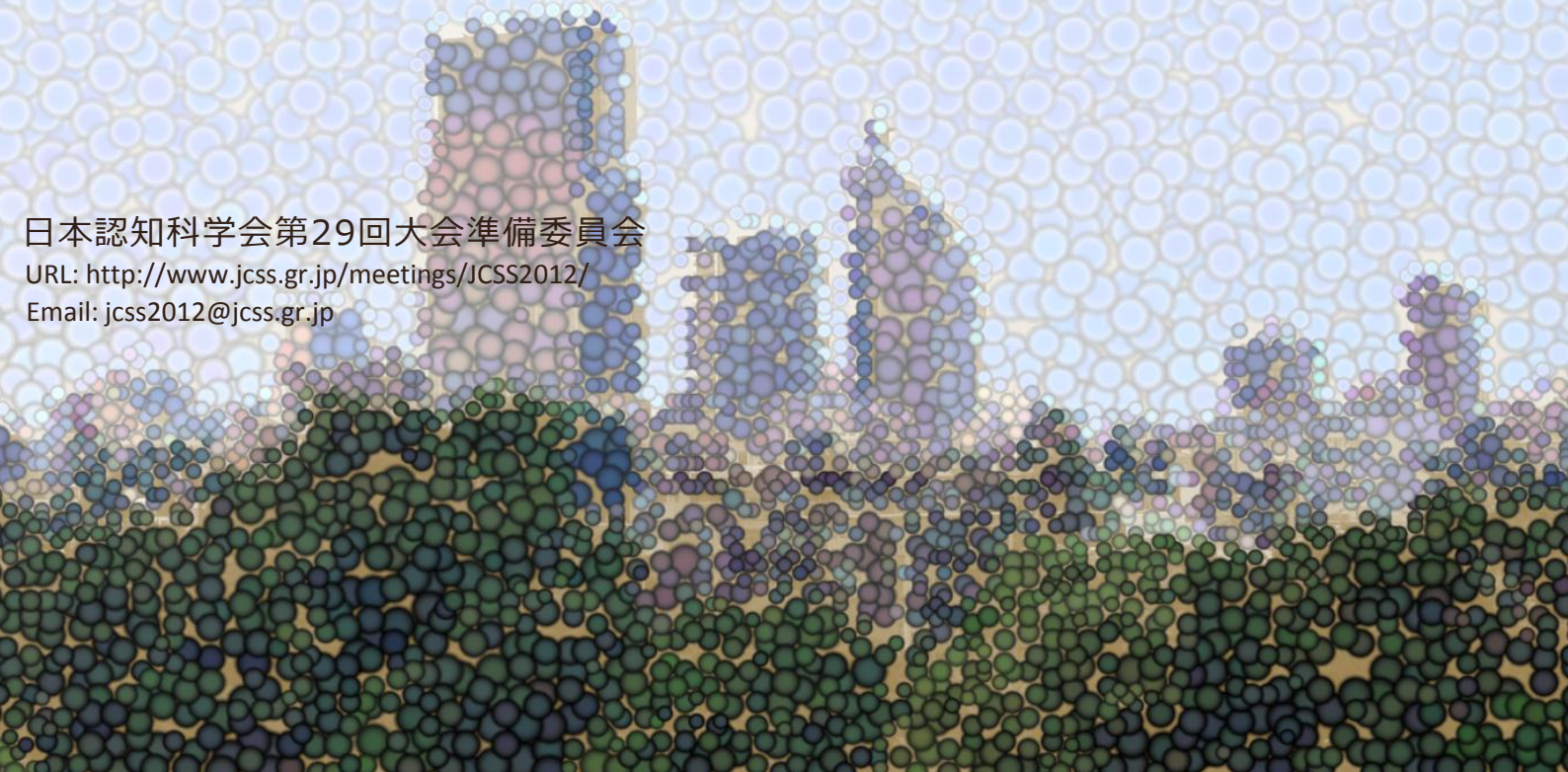
日本認知科学会第29回大会

The 29th Annual Meeting of the Japanese Cognitive Science Society

2012年12月13日（木）–15日（土）
仙台国際センター（宮城県仙台市）
開催校：東北大学



日本認知科学会第29回大会準備委員会
URL: http://www.jcss.gr.jp/meetings/JCSS2012/
Email: jcss2012@jcss.gr.jp

日本認知科学会第 29 回大会
主　催：日本認知科学会
開催校：東北大学

日本認知科学会第 29 回大会準備委員会

大会委員長

行場次朗（東北大学）

実行委員長

小泉政利（東北大学）

プログラム委員長

永井聖剛（産総研）

プログラム副委員長

田中章浩（東京女子大学）

実行委員

渡部信一（東北大学）
邑本俊亮（東北大学）
吉本啓（東北大学）
遊佐典昭（宮城学院女子大学）
加藤健二（東北学院大学）
二瀬由理（東北工業大学）
日高聡太（立教大学）
玉岡賀津雄（名古屋大学）
酒井弘（広島大学）
坂本勉（九州大学）

プログラム委員

川合伸幸（名古屋大学）
柴田寛（東北文化学園大学）
島田英昭（信州大学）
杉尾武志（同志社大学）
伝康晴（千葉大学）
日高昇平（北陸先端科学技術大学院大学）

運営委員

鈴木結花（東北大学）
安永大地（東北大学・日本学術振興会）
高橋純一（東北大学）
竹島康博（東北大学）

佐藤克美（東北大学）
薄井洋子（東北大学）
行場絵里奈（東北大学・日本学術振興会）
堀田智子（東北大学）
周振（東北大学）

大会運営システム開発・管理

三宅芳雄（中京大学）
伴峰生（中京大学）

査読者一覧（敬称略）

本大会の発表論文の査読にあたっては以下の方々にご協力いただきました．記して感謝を申し上げます．

青山征彦
浅川伸一
阿部慶賀
新居佳子
有元典文
石井敬子
石井　裕
石川　悟
石崎　俊
伊藤毅志
伊藤朋子
ウィッツェル楠緒子
植阪友理
植田一博
内海　彰
榎本美香
大石衡聴
大島　純
大西　仁
大森隆司
岡田　猛
岡田浩之
岡田美智男
小倉加奈代
小野哲雄
金井明人
川合伸幸
喜多伸一
藤木大介
前原由喜夫
牧岡省吾
松井孝雄
松井理直
松香敏彦
松原正樹
清河幸子
黒田　航
郡司隆男
小島一晃
小橋康章
小堀　聡
齋藤ひとみ
阪田真己子
坂本　勉
定延利之
佐藤　裕
篠原和子
柴田　寛
Shimase, Misa Grace
嶋田総太郎
島田英昭
白水　始
新垣紀子
神長伸幸
杉尾武志
鈴木　聡
鈴木栄幸
鈴木宏昭
諏訪正樹
高木光太郎
髙木幸子
高梨克也
高橋英之
三宅芳雄
宮崎美智子
宮澤史穂
村山　功
望月俊男
守　一雄
森田　均
高橋麻衣子
田窪行則
竹澤正哲
田中章浩
田中彰吾
田部井賢一
都築誉史
寺井　仁
寺尾　敦
寺田和憲
伝　康晴
富田英司
中野美香
中村國則
中本敬子
永井聖剛
永井由佳里
荷方邦夫
服部雅史
林勇　吾
原田悦子
原田なをみ
原田康也
針生悦子
日高昇平
平石　界
平原憲道
広瀬友紀
山崎　治
山本倫也
山森良枝
湯浅将英
横澤一彦
吉川　厚

賛助団体御芳名

＜協賛・助成＞

東北大学大学院文学研究科

仙台観光コンベンション協会

＜展示・広告＞

数理システム	（展示）
ナモト貿易	（展示・広告）
内田洋行	（展示・広告）
フィジオテック	（展示）
日立製作所	（展示・広告）
トビーテクノロジージャパン	（展示・広告）
トーヨーフィジカル	（広告）
郷土料理　心平	（広告）
北樹出版	（広告）
アイアール・アルト	（広告）
ひつじ書房	（広告）
仙台共同印刷	（広告）
寿屋　寿庵	（広告）
北大路書房	（広告）
共立出版	（広告）

12 月 13 日（木）

9:00　開会挨拶

9:10-10:50　口頭１：身体・インタラクション

O1-1　推論課題における身体的負荷の影響
阿部慶賀(岐阜聖徳学園大学)

O1-2　こっくりさん遂行中の二者間の脳活動の同調：無意識的な同調を探る
久保賢太(独)科学技術振興機構 ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト), 片平健太郎(東京大学大学院総合文化研究科)，池田大樹(独)科学技術振興機構 ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト)，岡田真人(東京大学大学院新領域創成科学研究科)，岡ノ谷一夫(東京大学大学院総合文化研究科)，川合伸幸(名古屋大学大学院情報科学研究科)

O1-3　コミュニケーションスキルと足踏みの自発的同期
永井聖剛(産業技術総合研究所)，本間元康(国立精神・神経医療研究センター)，熊田孝恒(理化学研究所)，長田佳久(立教大学)

O1-4　社会的相互行為からみたラグビーの技と戦術
東山英治(千葉大学大学院融合科学研究科/日本学術振興会特別研究員), 高梨克也(科学技術振興機構さきがけ/京都大学学術情報メディアセンター)，伝康晴(千葉大学文学部)

O1-5　行為の生成とその言語化は機能的にどこまで等価なのか？行為の先行遂行と後続観察課題を用いた NIRS 研究
齋藤洋典(名古屋大学)，大井京(名古屋大学)，王宏陽(名古屋大学)

11:00-12:30　ポスター１

P1-2　インターフェースにおけるポジティブ感情の影響―パズル課題を用いての検討―
石川知夏(成城大学大学院)，新垣紀子(成城大学)

P1-3　観察対象の主体が運動スキルの観察学習に及ぼす影響
清河幸子(名古屋大学大学院教育発達科学研究科), 中田幸宏(中部大学人文学部心理学科)

P1-4　人工物利用に対して高齢者が感じる主観的利用困難度：認知的加齢現象との関係
安達悠子(筑波大学大学院人間総合科学研究科，JST-RISTEX)，須藤智(静岡大学大学教育センター，JST-RISTEX)，原田悦子(筑波大学人間系心理学域，JST-RISTEX)，熊田孝恒(産業技術総合研究所，JST-RISTEX)，近藤公久(ATR 知能ロボティクス研究所，JST-RISTEX)

P1-5　防災教育教材に含まれる学習項目の理解度と印象度の認知・意欲特性の観点からの分析
行場絵里奈(東北大学災害科学国際研究所・日本学術振興会)，邑本俊亮(東北大学災害科学国際研究所)

P1-6　Singular/Plural Asymmetry in Japanese EFL Learners' On-line Sensitivity to English Number Dis/agreement
山田敏幸(東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻)，広瀬友紀(東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻)

P1-7　物語理解シミュレーションの試み：物語テキストからアニメーション自動生成を通して
星名研吾(芝浦工業大学大学院理工学研究科)，野口武紘(株式会社ナビタイムジャパン)，杉本徹(芝浦工業大学)，榎津秀次(芝浦工業大学)

P1-8　身体的なインタラクションを通した他者性の認知過程
坂本孝丈(静岡大学大学院情報学研究科)，竹内勇剛(静岡大学大学院情報学研究科)

P1-9　人が同じ話を何度もするとどうなるか？：繰り返しによって生じる物語独話の変化
保田祥(東京大学)，荒牧英治(東京大学)

P1-10　遊びロボットによる子供の性格推定に関する基礎的研究
岩崎安希子(玉川大学大学院)，下斗米貴之(玉川大学　脳科学研究所知能ロボット研究センター)，阿部香澄(電気通信大学大学院)，中村友昭(電気通信大学)，長井隆行(電気通信大学)，大森隆司(玉川大学　工学部)

P1-11　条件文の理解過程における既定性と関連性の影響
松井理直(大阪保健医療大学)

P1-12　天井高が認知課題成績に及ぼす効果：拡散－収束課題，空間記述文読解を用いた検討
杉本匡史(京都大学大学院教育学研究科)，楠見孝(京都大学大学院教育学研究科)，栗田季佳(京都大学大学院教育学研究科)，石川敦雄(竹中工務店)，坂口武司(竹中工務店)，鍋谷めぐみ(竹中工務店)，西田恵(竹中工務店)

P1-13　アトラクタニューラルネットワークモデルによるカテゴリー特異性の検討
浅川伸一(東京女子大学)

P1-14　音読の変化と黙読の発生からみる読書行為–読書時の忘我に注目した発達過程と歴史的変遷の考察
布山美慕(大阪大学文学研究科文化形態論専攻日本学研究室)

P1-15　第二言語理解におけるディスコース展開の積極的予測について：英日プロ同時通訳者と通訳訓練生の場合
中村真之介(東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻博士課程)，広瀬友紀(東京大学大学院総合文化研究科言語情報科学専攻)

P1-16　音声フィラーの抑制が動作フィラーの生起量に与える影響について
阪田真己子(同志社大学)，鈴木紀子(同志社大学)，桑井春菜(同志社大学)

P1-17　実践知の記述手法-宮城県気仙沼市を対象とした大学生による復興支援活動をケーススタディとして-
忽滑谷春佳(慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科)，坂井田瑠衣(慶應義塾大学政策・メディア研究科)，諏訪正樹(慶應義塾大学環境情報学部)

P1-18　音楽と言語情報の短期的な保持システム
宮澤史穂(東京女子大学)，田中章浩(東京女子大学)，西本武彦(早稲田大学)

P1-19　スポーツにおける身体スキル探究のための姿勢表現
西山武繁(慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科)，諏訪正樹(慶應義塾大学環境情報学部)

P1-20　認知科学の入門的授業におけるモデル作成による認知処理の内省を促す授業実践
神崎奈奈(名古屋大学大学院情報科学研究科)，三輪和久(名古屋大学大学院情報科学研究科)，寺井仁(名古屋大学大学院情報科学研究科)，小島一晃(早稲田大学人間科学学術院)，中池竜一(京都大学大学院教育学研究科)，齋藤ひとみ(愛知教育大学教育学部)，森田純哉(北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科)

P1-21　The Category Variability Effect in Category Learning
吳岳勳(Department of Psychology, National Chengchi University)，楊立行(Research Center for Mind, Brain and Learning, National Chengchi University)，王曉薇(東北大学)

P1-22　緩い対称性推論を用いた強化学習アルゴリズム
甲野佑(東京電機大学大学院先端科学技術研究科)，高橋達二(東京電機大学理工学部)

P1-23　熱力学的エントロピーの視覚表現と言語表現による感性量との相関性
佐藤智明(神奈川工科大学工学部機械工学科)，菅沼睦(早稲田大学国際情報通信研究センター)

P1-24　問題解決における状態空間の抽象化に関する実験的検討
寺井仁(名古屋大学)，三輪和久(名古屋大学)

P1-25　自然情景観察における頭部方向に基づく眼球位置分布の偏り
中島亮一(東北大学電気通信研究所)，方昱(東北大学大学院情報科学研究科)，塩入諭(東北大学電気通信研究所)，松宮一道(東北大学電気通信研究所)，徳永留美(東北大学電気通信研究所)，栗木一郎(東北大学電気通信研究所)

P1-26　身体の心的回転におけるミラーシステムの活動
田中菜摘(明治大学大学院理工学研究科)，嶋田総太郎(明治大学理工学部)

P1-27　視線の数と方向が自律神経系の活動に与える影響
都地裕樹(明治大学理工学部)，嶋田総太郎(明治大学理工学部)

P1-29　『物語の森』―物語生成システムの統合的応用の一試行―
秋元泰介(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，小野淳平(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，小方孝(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)

P1-30　視覚的表現を物語生成とつなげる方法の検討―ふたつの応用システムを素材として―
小野淳平(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，秋元泰介(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，小方孝(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)

P1-31　一般的な概念・言語表記辞書から物語生成としての利用へ
栗澤康成(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，道又龍介(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，鎌田まみ(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)，小方孝(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)

P1-33　法律の条文理解におけるアブダクションに関する一考察
櫻井成一朗(明治学院大学法学部)

P1-34　共変情報の処理におけるワーキングメモリ負荷の影響
服部郁子(立命館大学)

13:50-15:10　口頭２：社会・協調

O2-1　目標伝染における知識の働き
太田真梨子(青山学院大学社会情報学研究科)，鈴木宏昭(青山学院大学)，山田歩(東京大学)，福田玄明(理化学研究所)

O2-2　協調的な概念変化を目指す小学校理科の授業における個人の学習プロセス
齊藤萌木(東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構)

O2-3　“忘れて知識を正す”：社会的インタラクションから見る忘却の適応的性質
本田秀仁(国立情報学研究所)，松香敏彦(千葉大学)

O2-4　宇宙への適応と自己の変化(1)-宇宙から発信したデジタルソーシャルメディアへの発言に関する言語解析-
野口聡一(JAXA)，湯淺麻紀子(数理システム)，八木征子(数理システム)，丸山慎(駒沢女子大学)

15:20-16:10　会長講演

L1　統合的認知
講演者：横澤一彦（東京大学）
司会：　橋田浩一（産業技術総合研究所）

16:10-17:20　フェロー授与式

F1　日本認知科学会フェロー授与式
授与者：　安西祐一郎　氏
佐伯胖　　氏
長尾真　　氏
三宅なほみ　氏（五十音順）
司会：　横澤一彦（東京大学）

17:30-19:00　**ポスター２**

P2-1　脳の情報処理の動態モデルを構成する
福永征夫(アブダクション研究会)

P2-2　仮説領域の可視化による Wason2-4-6 タスクでの科学的思考研究
山﨑智仁(慶應義塾大学政策・メディア研究科)，今井むつみ(慶應義塾大学環境情報学部)

P2-3　単純接触効果に及ぼす刺激呈示の回数と時間の影響
松田憲(山口大学大学院理工学研究科)，佐々木翔子(山口大学工学部)，楠見孝(京都大学大学院教育学研究科)

P2-4　身体運動に伴う遅延聴覚フィードバックの知覚順応
樋田浩一(明治大学，JST CREST)，上野佳奈子(明治大学，JST CREST)，嶋田総太郎(明治大学，JST CREST)

P2-5　立礼動作に対する主観的印象の検討
柴田寛(東北文化学園大学)，高橋純一(東北大学・日本学術振興会)，行場次朗(東北大学)

P2-6　視覚運動系列学習における潜在的転移に学習時の顕在的試行錯誤が及ぼす影響
田中観自(東京大学先端科学技術研究センター/日本学術振興会)，渡邊克巳(東京大学先端科学技術研究センター)

P2-7　機械への倫理的行動
山本吉伸(産業技術総合研究所)

P2-8　友達の値段，友達の友達の値段，友達の友達の友達の値段
中村國則(成城大学社会イノベーション学部)

P2-9　イベント映像自動生成：映画のショット解析から導出される構図ルールとその適用
野田佑帆(芝浦工業大学 大学院 理工学研究科)，金谷友樹(NEC ソフト株式会社)，杉本徹(芝浦工業大学)，榎津秀次(芝浦工業大学 工学部)

P2-10　スキル習得型の学習における反転授業の活用法の検討
中村太戯留(慶應義塾大学/東京工科大学)，脇田玲(慶應義塾大学)，千代倉弘明(東京工科大学)，田丸恵理子(富士ゼロックス株式会社)，上林憲行(東京工科大学)

P2-11　理系の学生に見られる共感覚者の割合とその内容
松田英子(東京大学総合文化研究科), Froese Tom(東京大学総合文化研究科), 北村英哉(関西大学社会学部)，開一夫(東京大学総合文化研究科)

P2-12　名詞句連接の日韓対照研究－「NP1 の NP2」と「NP1 의 NP2」の制約の相違と相対的頻度－
首藤佐智子(早稲田大学法学学術院)，崔在雄(高麗大学校言語学科)，原田康也(早稲田大学法学学術院)

P2-13　旅行案内電話対話のモデル化における基盤化ネットワークの拡張と適用
水上悦雄(情報通信研究機構ユニバーサルコミュニケーション研究所)，柏岡秀紀(情報通信研究機構ユニバーサルコミュニケーション研究所)

P2-14　中国人日本語学習者の「不同意」行動 - 談話の一考察 -
堀田智子(東北大学大学院国際文化研究科国際文化交流論専攻)，吉本啓(東北大学高等教育開発推進センター)

P2-15　食卓における協同調理行為がもたらすコミュニケーションの分析
坂井田瑠衣(慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科)，諏訪正樹(慶應義塾大学環境情報学部)

P2-16　Effects of projection geometry on shape perception of 3D cuboids by 2D drawings
陳娜(東京大学)，坪見博之(東京大学)，高橋康介(東京大学)，新美亮輔(東京大学)，渡邊克巳(東京大学)

P2-17　高齢者の詐欺被害傾向と未来展望との関連性
渡部諭(秋田県立大学総合科学教育研究センター)，澁谷泰秀(青森大学社会学部)

P2-18　比喩理解と解釈，作動記憶の関係
平知宏(大阪市立大学･大学教育研究センター), 楠見孝(京都大学大学院･教育学研究科), 内海彰(電気通信大学・大学院情報理工学研究科)

P2-19　未知語処理における人間の読み行動
坂本聡(中京大学大学院　情報科学研究科　認知科学専攻)，筧一彦(中京大学)

P2-20　文理解における指示対象の曖昧性解消の発達過程：眼球運動と瞳孔径の変化による検討
神長伸幸(理化学研究所言語発達研究チーム)，大石衡聴(理化学研究所言語発達研究チーム)，馬塚れい子(理化学研究所言語発達研究チーム、デューク大学)

P2-21　規範体系論理学を基盤にした言語行為の分析
中山康雄(大阪大学大学院人間科学研究科)

P2-22　ワークショップにおける学びの観察記録ツールに関するデザイン開発 2
植村朋弘(多摩美術大学)，刑部育子(お茶の水女子大学)，戸田真志(熊本大学)，苅宿俊文(青山学院大学)，高木光太郎(青山学院大学)

P2-23　英単語学習におけるロボットを学びのパートナーとすることによる自己管理型学習能力の育成
ジメネスフェリックス(中京大学大学院情報科学研究科)，加納政芳(中京大学情報理工学部)

P2-24　問題解決過程の振り返り方の違いとヒントへの気付き方の関係：主観報告とビデオの比較
千邑翔太(中京大学情報理工学部)，濱口祥治(中京大学情報理工学部)，辻井翔一(中京大学情報理工学部)，白水始(中京大学情報理工学部)

P2-25　表情と音声の示す感情が異なる刺激に対する感情判断―同一文化集団と異文化集団の刺激における判断の日蘭比較―

髙木幸子(東京女子大学大学院人間科学研究科)，田部井賢一(三重大学大学院医学系研究科認知症医療学講座)，Huis In't Veld Lisanne(Tilburg University)，de Gelder Beatrice(Tilburg University)，田中章浩(東京女子大学現代教養学部)

P2-26　擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーション被説得エージェントの反応の違いによる説得への影響

齋藤ひとみ(愛知教育大学)，朝倉隆博(愛知教育大学教育学部)

P2-27　提示方法の違いによる指示意図の解釈：成人を対象とした調査

安田哲也(埼玉県立大学)，小林春美(東京電機大学)

P2-28　アイスホッケーにおける協調学習実践がメタ認知とパフォーマンスに与える影響

山田雅之(総合研究大学院大学)，諏訪正樹(慶應義塾大学)

P2-29　眼球運動データを用いた規則発見過程の検討

松室美紀(名古屋大学大学院情報科学研究科)，三輪和久(名古屋大学大学院情報科学研究科)

P2-30　登場人物の相互認識機構としての物語生成の考察

及川春香(奥州市役所)，小方孝(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)

P2-31　触覚刺激の違いによる触覚記憶の特性

八坂一彦(高知大学大学院総合人間自然科学研究科)，森友樹(愛宕病院)，椛秀人(高知大学医学部生理学講座)

P2-32　動機づけ向上のためのシナリオ作成（８）－就業状況による動機づけ効果の違いについてー

戸梶亜紀彦(東洋大学)

P2-33　複雑な構造を持つ日本語音声言語の基本的観察

定延利之(神戸大学)

P2-34　批判的思考態度の諸要素と批判的思考プロセスとの関連

都築幸恵(成城大学社会イノベーション学部)，新垣紀子(成城大学社会イノベーション学部)

12 月 14 日（金）

9:00-10:20　**口頭３：芸術**

O3-1　文楽人形遣いの阿吽の呼吸

植田一博(東京大学大学院情報学環／日本科学技術振興機構 CREST)，櫻哲郎(慶應義塾大学大学院理工学研究科)，成田友紀(慶應義塾大学大学院理工学研究科)，沢井和也(慶應義塾大学大学院理工学研究科)，森田寿郎(慶應義塾大学理工学部)

O3-2　文楽人形遣いにおける演技動作と呼吸の対応関係

渋谷友紀(東京大学大学院学際情報学府)，森田ゆい(NPO 法人日本伝統芸能教育普及協会＜むすびの会＞)，福田玄明(東京大学大学院総合文化研究科)，植田一博(東京大学大学院情報学環)，佐々木正人(東京大学大学院教育学研究科)

O3-3　演劇初心者の演技計画における熟達支援の効果

安藤花恵(九州国際大学法学部)，三浦佳世(九州大学大学院人間環境学研究院)，田泓明日香(九州大学文学部)

O3-4　音楽の終止構造認識時の脳活動

星ー柴玲子(東京大学大学院総合文化研究科)，古川聖(東京芸術大学美術学部先端芸術表現科)，岡ノ谷一夫(東京大学大学院総合文化研究科)

10:30-12:00　**ポスター３**

P3-1　授業外の場面におけるグラウンド・ルールの導入

高垣マユミ(実践女子大学)

P3-2　他者作品との関わりを通した表現の自覚性獲得過程についての検討

石黒千晶(東京大学大学院情報学環学際情報学府)，岡田猛(東京大学大学院教育学研究科)

P3-3　和声の聴取におけるブローカ野の脳機能計測- NIRS による調性認知の分析 -

高田芳和(慶應義塾大学政策・メディア研究科)，石崎俊(慶應義塾大学環境情報学部)

P3-4　人生を表象する映像作品の修辞と概念再考的認知：ストーリーは邪魔者か？

小川有希子(法政大学社会学部)，金井明人(法政大学社会学部)

P3-6　実践共同体と職場組織の相互作用についての研究ー「学習療法」普及の事例をてがかりにー

松本雄一(関西学院大学商学部)

P3-7　コード進行の逸脱がジャズの即興演奏に及ぼす影響

佐藤渉(金沢工業大学工学研究科システム設計工学専攻)，田中吉史(金沢工業大学情報フロンティア学部心理情報学科)

P3-8　英語の動詞・不変化詞構文の獲得に関する研究

本多明子(至学館大学)

P3-9　描画コミュニケーション実習に関する予備調査：実験のデザインに向けて
田中彰吾(東海大学総合教育センター)

P3-10　基本 6 感情を表出した表情と音声に対する感情判断–表情と音声を入れ替えた刺激に対する判断の日蘭比較–
田部井賢一(三重大学大学院医学系研究科)，高木幸子(東京女子大学大学院人間科学研究科)，Huis In't Veld Lisanne(Tilburg University Department of Medical Psychology and Neuropsychology)，de Gelder Beatrice(Tilburg University Department of Medical Psychology and Neuropsychology)，田中章浩(東京女子大学現代教養学部)

P3-11　触覚オノマトペが手触りの評価に与える影響
坂本真樹(電気通信大学大学院情報理工学研究科)，渡邊淳司(ＮＴＴコミュニケーション科学基礎研究所)

P3-12　状況とルールのパターンマッチングを学習するシステムの構築と評価
森田純哉(北陸先端科学技術大学院大学)，三輪和久(名古屋大学)，中池竜一(京都大学)，寺井仁(名古屋大学)，齋藤ひとみ(愛知教育大学)，小島一晃(早稲田大学)

P3-13　ストリートダンスにおける新しい表現の発展とその影響
清水大地(東京大学大学院教育学研究科総合教育科学専攻教育心理学コース)，岡田猛(東京大学大学院教育学研究科総合教育科学専攻教育心理学コース)

P3-14　スピード線描写の違いが速さ知覚に及ぼす影響
林聖将(東京大学大学院総合文化研究科)，松田剛(東京大学大学院総合文化研究科)，玉宮義之(東京大学大学院総合文化研究科)，開一夫(東京大学大学院総合文化研究科)

P3-15　自由記述を利用した図に対する認知イメージの推定とその傾向
和嶋雄一郎(東京大学大学院情報学環)，植阪友理(東京大学教育学研究科学校教育高度化センター)，Emmanuel Manalo(早稲田大学理工学術院英語教育センター)

P3-16　錯視図形の認識における時間的条件の影響の検討
小野泰(龍谷大学大学院理工学研究科電子情報学専攻)，小堀聡(龍谷大学理工学部電子情報学科)

P3-17　グループ活動は高齢者による人工物利用学習を促進するか（その 1）：課題達成と主観評価による量的指標による検討
須藤智(静岡大学，JST-RISTEX)，原田悦子(筑波大学人間系，JST-RISTEX)，田中伸之輔(筑波大学人間総合科学研究科，JST-RISTEX)，安達悠子(筑波大学人間総合科学研究科，JST-RISTEX)，日根恭子(慶應義塾大学文学部，JST-RISTEX)

P3-18　グループ活動は高齢者による人工物利用学習を促進するか（その２）：参加者の発話による支援の効果の分析
田中伸之輔(筑波大学人間総合科学研究科/JST-RISTEX)，原田悦子(筑波大学人間系心理学域/JST-RISTEX)，須藤智(静岡大学大学教育センター/JST-RISTEX)，安達悠子(筑波大学人間総合科学研究科/JST-RISTEX)，日根恭子(慶應義塾大学文学部/JST-RISTEX)

P3-19　ピクトグラムを利用した英作文学習の視覚化と改善手法
吉澤(渡邉)小百合(星薬科大学)，國上真章(東京工業大学大学院)，髙橋聡(東京工業大学大学院)，吉川厚(教育測定研究所)，寺野隆雄(東京工業大学大学院)

P3-20　視線方向による注意定位効果と脅威表情の認知
西山ゆか(名古屋大学大学院)，川口潤(名古屋大学大学院)

P3-21　日本人英語学習者のフィラー・ギャップ構文の処理―フィラー再活性化仮説
中野陽子(関西学院大学)，池本優(近畿大学)

P3-22　凹凸形状と照明方向で変化する陰影のあるテクスチャ画像の質感評価
佐々木康成(同志社大学理工学部)，坂東敏博(同志社大学理工学部)

P3-23　アイディア生成プロセスにおけるドローイングの認知作用に関する予備的研究
江口倫郎(東京大学大学院学際情報学府)，岡田猛(東京大学大学院教育学研究科・情報学環)

P3-24　三次元面知覚の定量評価
松原和也(東北大学電気通信研究所)，笠井慎平(東北大学電気通信研究所)，塩入諭(東北大学電気通信研究所)，松宮一道(東北大学電気通信研究所)，徳永留美(東北大学電気通信研究所)，栗木一郎(東北大学電気通信研究所)

P3-25　日本地図描画課題を用いた不完全な知識に基づく意思決定メカニズムの分析
山本紘之(北陸先端科学技術大学院大学)，永井淳之介(北陸先端科学技術大学院大学)，奥成貴大(北陸先端科学技術大学院大学)，池田任志(北陸先端科学技術大学院大学)，小倉加奈代(北陸先端科学技術大学院大学)，西本一志(北陸先端科学技術大学院大学)

P3-26　日本語ガーデンパス文処理における初分析への傾倒と再分析の処理負荷
中村智栄(慶應義塾大学)，新井学(東京大学)

P3-27　比喩にかかわる意味特徴が理解容易性、面白み、斬新さに与える影響－直喩形式と隠喩形式の比較－
中本敬子(文教大学)，平知宏(大阪市立大学)，内海彰(電気通信大学)

P3-29　物語生成システムにおける音楽の生成・表現機構－応用システムからの検討－
遠藤順(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，北舘拓真(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)，小方孝(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)

P3-30　『いわての民話 KOSERUBE』―プロップによるストーリー生成システムをベースに文・音楽・視覚表現の生成を統合したシステム―
今渕祥平(岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科)，小野淳平(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，遠藤順(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，栗澤康成(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，道又龍介(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，鎌田まみ(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)，秋元泰介(岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科)，小方孝(岩手県立大学 ソフトウェア情報学部)

P3-31　言語隠蔽効果における言語化内容の質について–距離推定課題による検討–
武長龍樹(東京大学先端科学技術研究センター)

P3-32　自閉症児はロボットを擬人化するか？-ヒト・モノ認識の行動・生理指標からの推定の試み-
高橋英之(玉川大学脳科学研究所)，海野健(青山こどもの発達とこころのクリニック／ＨＡＣの会)

P3-33　待ち時間満足度評価を繰り返す：反復の効果と連続動作
新井田統(KDDI 研究所，筑波大学)，原田悦子(筑波大学)

13:10-13:40　総会

13:40-14:40　特別講演

L2　実践的防災学が認知科学に期待するもの
講演者：　邑本俊亮（東北大学）
司会：　行場次朗（東北大学）

14:50-15:50　口頭４：視覚・認知

O4-1　潜在的な快感情の喚起による視覚情報処理範囲の拡大
藤桂(筑波大学人間系)，佐藤広英(筑波大学人間系)，河原純一郎(中京大学，産業技術総合研究所)，永井聖剛(産業技術総合研究所)

O4-2　Gaze-contingency パラダイムを用いた乳児における行為の意図性の評価
宮崎美智子(玉川大学脳科学研究所)，高橋英之(玉川大学脳科学研究所)，岡田浩之(玉川大学工学部)，大森隆司(玉川大学工学部)

O4-3　注視から認知過程へ：ベイズ統計による次元選択・潜在集団の推定
日高昇平(北陸先端科学技術大学院大学)，Yurovsky Daniel(Indiana University)，Wu Rachel(University of London)

16:00-17:50　シンポジウム１

S1　「主語・目的語語順選好」は普遍的か：主語末尾型言語からの検証
企画：　小泉政利（東北大学）
話題提供者：玉岡賀津雄（名古屋大学），酒井弘（広島大学），
杉崎鉱司（三重大学）
指定討論者：小泉政利（東北大学）

18:00-20:00　懇親会

12 月 15 日（土）

9:00-10:50　**シンポジウム２**

S2　知覚アプローチの現実場面への適用

企画：　永井聖剛（産業技術総合研究所）

話題提供者：渡邊克巳（東京大学），

本吉勇（NTT コミュニケーション科学基礎研究所），

熊田孝恒（理化学研究所）

指定討論者：齋木潤（京都大学）

11:00-12:30　**ポスター４**

P4-1　事象関連電位から見た役割語の処理

安部詩織(東北大学)，安永大地(東北大学・日本学術振興会)，小泉政利(東北大学)

P4-2　階段状の語彙発達曲線の成因：語とその参照物の共起パターンの生起確率は閾値を一斉に超える

荒木修(京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科情報工学専攻)，深田智(京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科言語・文化部門)，尾関基行(京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科情報工学部門)，岡夏樹(京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科情報工学部門)

P4-3　対面での内容討議による散文理解の促進(II):対人態度向上

光田基郎(ノースアジア大・経済学部)

P4-4　極めのアクションが１つのエピソードユニットとなる幾つかの出来事をつなぐ

榎本美香(東京工科大学)，桑原明栄子(東京工科大学)

P4-5　マンガのシーンの想起における境界拡張

船津徹(東北大学大学院情報科学研究科)，三浦知志(東北大学大学院情報科学研究科)，窪俊一(東北大学大学院情報科学研究科)，和田裕一(東北大学大学院情報科学研究科)

P4-6　各特徴の出現頻度がカテゴリ学習と典型性評定に与える影響

京屋郁子(立命館大学文学部)，尾田政臣(立命館大学文学部)

P4-7　因果構造の学習における課題の複雑性と判断方略の変化―観察と介入に関する実験的検討―

斎藤元幸(関西学院大学大学院文学研究科)，嶋崎恒雄(関西学院大学文学部)

P4-8　大きさと関連する音象徴について

Strambini Nicola(九州大学大学院人文科学府)，備瀬優(九州大学大学院人文科学府)，矢野雅貴(九州大学大学院人文科学府)，坂本勉(九州大学大学院人文科学府)

P4-9　ベイズ的枠組みにおける対称性推論のモデル化と認知バイアスの体系化に向けて

大用庫智(東京電機大学大学院)，高橋達二(東京電機大学)

P4-10　中国語の言語統計解析に基づく帰納的推論の計算モデルとその実験的検証
張寓杰(東京工業大学)，董媛(東京工業大学)，王月(東京工業大学)，寺井あすか(東京工業大学)，中川正宣(東京工業大学)

P4-11　手がかり連想法を用いた創造性テストに関する質的採点基準作成の試み
林美都子(北海道教育大学函館校教育学部)

P4-12　大学生を対象とした即興ダンス授業実践とその効果
中野優子(東京大学大学院学際情報学府)，岡田猛(東京大学大学院教育学研究科)

P4-13　チンパンジーにおける運動の因果性による生物・非生物の区別
村井千寿子(玉川大学・脳科学研究所)，友永雅己(京都大学・霊長類研究所)

P4-14　言語統計解析に基づく文生成の計算モデル構築
堀田崇史(東京工業大学大学院社会理工学研究科)，木村玲菜(株式会社ゆうちょ銀行)，寺井あすか(東京工業大学グローバルエッジ研究院)，中川正宣(東京工業大学大学院社会理工学研究科)

P4-15　日本語の語彙処理における形態的プライミング効果-中国人学習者によるパイロットスタディの結果から-
張鵬(中南財経政法大学(中国))，朱虹(東北大学国際文化研究科)，吉本啓(東北大学高等教育開発推進センター)

P4-16　現代美術家による作品コンセプトの生成過程
髙木紀久子(東京大学大学院学際情報学府)，岡田猛(東京大学大学院教育学研究科)，横地早和子(東京未来大学こども心理学部)

P4-17　多様なリソースの自由配置による思考支援ツール"ViCoNote"の作成と効果
隆藤唯章(中京大学情報科学科認知科学専攻)，白水始(中京大学)

P4-18　発話の場としての話し手と聞き手が反映された文法–連体修飾節を事例として–
神澤克徳(京都大学大学院)

P4-19　非共感覚者における数の大小判断と空間配置の関係性
牧岡省吾(大阪府立大学人間社会学研究科)

P4-20　稀少な不在と過多な不在：因果帰納におけるフレーム問題
横川純貴(東京電機大学大学院情報学研究科)，大用庫智(東京電機大学大学院)，高橋達二(東京電機大学)

P4-21　Fixation failure と Attention failure に関する実験的検討
前東晃礼(名古屋大学大学院情報科学研究科)，三輪和久(名古屋大学大学院情報科学研究科)，寺井仁(名古屋大学大学院情報科学研究科/JSTCREST)，小島一晃(早稲田大学人間科学学術院)，森田純哉(北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科)

P4-22　大皿料理を介した食卓における取り分け行動の分析－最後の一つは誰がいつ取り分けるのか？

小倉加奈代(北陸先端科学技術大学院大学)，田中唯太(グリー株式会社)，西本一志(北陸先端科学技術大学院大学)

P4-23　テクストと実世界のアンカーを考える

森田均(長崎県立大学国際情報学部)

13:30-14:50　**口頭５：言語・認知**

O5-1　言語経験による音象徴処理の変化

浅野倫子(慶應義塾大学/日本学術振興会特別研究員（PD）/玉川大学)，北城圭一(理化学研究所 BSI)，Guillaume Thierry(Bangor University)，喜多壮太郎(University of Birmingham)，岡田浩之(玉川大学)，今井むつみ(慶應義塾大学)

O5-2　思い出工学：タイムカプセルによる思い出の保管の検討

新垣紀子(成城大学社会イノベーション学部)，北端美紀(NTT 未来ねっと研究所)，松岡裕人(NTT サイバーソリューション研究所)，高田敏弘(NTT コミュニケーション科学基礎研究所)，折戸朗子，望月崇由(NTT レゾナント株式会社)，大和田龍夫(NTT レゾナント株式会社)

O5-3　人工物利用のためのコミュニティ：アクションリサーチ報告

原田悦子(筑波大学人間系心理学域/JST-RISTEX)，茂呂雄二(筑波大学人間系心理学域/JST-RISTEX)，葛岡英明(筑波大学システム情報系/JST-RISTEX)，須藤智(静岡大学大学教育センター/JST-RISTEX)

O5-4　定言三段論法推論の内容効果と等確率性仮定：確率サンプリング・モデルによる検討

服部雅史(立命館大学文学部)

15:00-16:25　**ワークショップ**

WS1　ワークショップにおける学習

企画：　青山征彦（駿河台大学)，岡部大介（東京都市大学）

話題提供者：細野あゆみ（同志社女子大学)，

上田信行（同志社女子大学)，舘野泰一（東京大学)，

岡部大介（東京都市大学)，松浦李恵（東京都市大学）

指定討論者：有元典文（横浜国立大学)，佐伯胖（青山学院大学）

WS2　高次認知処理の自動性とコントロール

企画：　服部雅史（立命館大学），鈴木宏昭（青山学院大学）

話題提供者：渡邊克巳（東京大学），服部雅史（立命館大学），
鈴木宏昭（青山学院大学），織田涼（立命館大学），
北村英哉（関西大学）

指定討論者：山祐嗣（大阪市立大学）

WS3　t 検定・分散分析から混合モデルへ：文理解研究の導入事例から学ぶ

企画：　神長伸幸（理化学研究所），井上雅勝（武庫川女子大学）

話題提供者：神長伸幸（理化学研究所），井上雅勝（武庫川女子大学），
新井学（東京大学/日本学術振興会）

16:35-18:00　ワークショップ

WS4　進化言語学の方法論的基盤

企画：　岡ノ谷一夫（東京大学），
橋本敬（北陸先端科学技術大学院大学）

話題提供者：岡ノ谷一夫（東京大学），
橋本敬（北陸先端科学技術大学院大学），
上田雅信（北海道大学），
水本正晴（北陸先端科学技術大学院大学），
大谷卓史（吉備国際大学）

指定討論者：藤田耕司（京都大学），池内正幸（津田塾大学）

WS5　スポーツと認知

企画：　諏訪正樹（慶應義塾大学）

話題提供者：諏訪正樹（慶應義塾大学），西山武繁（慶應義塾大学），
高梨克也（科学技術振興機構さきがけ/京都大学），
東山英治（千葉大学），伝康晴（千葉大学）

WS6　第二言語習得への脳認知科学からのアプローチ

企画：　吉本啓（東北大学）

話題提供者：Emmanuel Manalo（早稲田大学），
尾島司郎（東京大学），千葉克裕（東北大学/文教大学）

モデレーター：横山悟（東北大学），鄭嫣婷（東北大学）

以上

統合的認知
Integrated Perception/Cognition

横澤　一彦[†]
Kazuhiko Yokosawa

[†]東京大学
The University of Tokyo
yokosawa@l.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

五感と呼ばれる知覚情報処理過程により、我々は豊富で詳細な外的世界の特徴情報を得ることができる。このような、独立した各感覚器官による特徴抽出を踏まえて、様々な特徴や感覚を結び付ける過程が我々の行動にとって最も重要である。このような統合処理までの認知過程を総称して、「統合的認知」と呼ぶことにする。この統合的認知に至る過程が、単純な行動に限らず、思考や感情、意図／意思の形成にとっても重要であることは間違いない。認知過程を解明するために、旧来の脳科学や神経生理学で取組まれている要素還元的な脳機能の理解には限界があり、認知心理学的もしくは認知科学的なアプローチによって、人間の行動を統合的に理解することの必要性を強調しなければならない[1]。

2. 統合的認知とは何か？

脳機能計測によって、特定部位の賦活が捉えられたとしても、外的刺激で誘発されたのがその部位だけである可能性は高くなく、常に他部位の賦活との関係も考慮しなければならず、各部位が果たす機能を特定することは一般に難しい[2][3]。要素還元的な脳機能の理解だけが強調されれば、このような認知に関する実験データの基本的な捉え方さえ、忘れがちになることを指摘しておく。

一方、新たに「統合的認知」の解明を目指すのであれば，これまで認知機能の解明を目指してきた、旧来のアプローチと差別化を図らなければならないだろう。但し、現状では明確な差別化ができているとは言いがたい。そもそも、認知心理学もしくは認知科学的なアプローチは、典型的な脳科学や神経生理学におけるアプローチに比べれば、いわゆるメタプロセスに相当する認知過程の解明を担ってきたはずであり、そのようなメタプロセスの解明に用いられてきた洗練された科学的実験手法は、「統合的認知」を扱う上でも必要不可欠である。すなわち、精神物理学もしくは実験心理学の中で確立されてきた手法は、人間の行動を科学的に分析する際には欠かすことができない。

統合的認知で強調したいのは、隠れた接続関係の重要性であり、ニューラルネットワーク研究との整合性は高い。但し，統合的認知は、ランダムに接続されたネットワークから解を模索するのではなく、進化の過程で蓄積された構造を基盤にしながら、個人差を生み出すような要因や接続関係も考慮した総合的な理解を目指すことになる。たとえば、個人差に影響を及ぼす発達過程や文化なども考慮に入れた議論が必要である。

脳機能計測の発展により、微動だにしない体からでも、脳活動という「行動」が精密に観察できるようになった。すなわち、「行動」の定義が変わりつつあり、注意や意識などの内部プロセスが認知心理学の主要なテーマになったのは、このような最先端実験機器の開発による「行動」の定義の変容と無関係ではない。もちろん、たとえば注意という行動を旧来の定義でも観察することは可能である[4][5]。しかし、脳内の活動という内部プロセス含めて考えれば、外に現れる行動だけを扱っているだけでは分からない真実が明らかになるかもしれない。歴史的にみれば、行動主義心理学に比べて、認知心理学では内的過程も扱うことに特徴があったのだが、認知心理学において扱われてきた行動の大半は、正答率と反応時間であったの

で、これに脳活動も行動に含めると考えることで、ある種のパラダイムシフトが生じたはずである。すでに、先端的な認知心理学では、脳機能計測の結果をうまく融合させて進められており、「統合的認知」において、それを追認しているに過ぎない。但し、先端的な脳機能計測は、要素還元的な分析に陥り易いことをあらためて指摘しておきたい。

認知過程の結合関係を同定するにあたり、旧来は統計的検定により結合の有無を判断してきたが、統合的認知では結合の存在が前提で、相反する結合のバランスが実験条件や個人差による変動を生じさせると理解する。個人差の取扱いについて、旧来は個人差を基準に要因間の差異を検定してきたが、統合的認知においては個人差を生じさせる要因が、研究目的の１つとなる。また、行動の定義について、旧来は統制された外的行動の観察による内的過程の推定をしてきたが、統合的認知では内部プロセスを含む行動としての理解を試みる。

3. 統合的認知の研究テーマ

統合的認知に関する研究をいくつかの研究課題に分けて整理すると、注意[6]-[8]、オブジェクト・情景認知[9]-[11]、身体と空間の表象[12]、感覚融合認知[13][14]、美感[15]、共感覚[16][17]という６つのテーマを挙げることができる。このような分け方をすること自体、要素還元的な研究だというご批判もあるかもしれないが、それぞれのテーマの詳細を知って頂ければ、そのような批判には当たらないことを理解して頂けると思う。

たとえば、「共感覚」とは、実在しないにも関わらず、脳が紡ぎだす特殊な感覚統合現象である。すなわち、１つの感覚器官の刺激（例えば，音楽や文字）によって、別の感覚もしくは特徴（例えば，色）を感じる現象であり、ごく一部の人だけが経験することができると考えられてきたが[18]、共感覚は脳内の統合的認知過程で生じる現象として必ずしも特殊な認知過程ではなく、共感覚者と非共感覚者という、２分法的な見方をするのではなく、ある種の個人差として連続的な分布を想定して扱うべきであると感じている。

統合的認知は上述の６研究テーマに限られることを主張している訳ではなく、我々の認知過程を改めて統合的認知と捉えることで、今後新たな研究テーマも生まれ、それぞれが拡大、発展していくことを期待している。

参考文献

[1]横澤 (2010). 視覚科学、勁草書房.

[2]Makino,Yokosawa,Takeda,& Kumada (2004). NeuroImage, 23, 525-533.

[3]Saneyoshi, Niimi, Suetsugu, Kaminaga, & Yokosawa(2011).NeuroReport,22, 11, 515-519.

[4]横澤 (1994). 認知科学, 1, 2, 64-82.

[5]横澤・熊田 (1996). 認知科学, 3, 4, 119-138.

[6]Yokosawa & Mitsumatsu (2003). Journal of Vision, 3, 1, 41-48.

[7]Suganuma & Yokosawa (2006). Perception, 35, 483-495.

[8]Ariga & Yokosawa (2008). Psychological Research, 72, 2, 192-202.

[9]永井・横澤 (2003). 認知科学, 10, 1, 145-159.

[10]Niimi & Yokosawa (2009). Psychonomic Bulletin & Review, 16, 2, 289-294.

[11]Nakashima&Yokosawa(2011). Psychonomic Bulletin & Review, 18, 2, 309-315.

[12]Nishimura & Yokosawa (2006). Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59, 6, 1021-1032.

[13]Kanaya & Yokosawa (2011). Psychonomic Bulletin & Review, 18, 1, 123-128.

[14]Kanaya, Matsushima, & Yokosawa (2012). PLoS ONE

[15]Shimamura & Palmer (2012). Aesthetic science, Oxford University Press.

[16]Asano & Yokosawa (2011). Consciousness and Cognition, 20, 4, 1816-1823.

[17]Asano & Yokosawa (2012). Consciousness and Cognition, 21, 2, 983-993.

[18]Cytowic & Eagleman (2009). Wednesday Is Indigo Blue: Discovering the Brain of Synesthesia, The MIT Press.

日本認知科学会フェロー授与式

日本認知科学会では2011年7月、日本の認知科学の発展に多大なる功績のあった方を顕彰するため、「日本認知科学会フェロー」制度を制定しました。フェロー称号の授与により、これまでの貢献に対して尊敬と感謝の意を示すことを目的といたします。

今回の2012年度大会では、制定後に初めて本称号を授与される、以下の4名のフェローの方々（五十音順）に対する授与式を行います。

安西　祐一郎　氏

佐伯　　胖　　氏

長尾　　真　　氏

三宅　なほみ　氏

授与式後に，フェローの皆さんに参加頂き、座談会形式で、認知科学会の近未来などについて語って頂く予定です。

実践的防災学が認知科学に期待するもの
Disaster-Related Cognitive Science: Expectations from Action-Oriented Research of Disaster Mitigation Management

邑本 俊亮
Toshiaki Muramoto

東北大学災害科学国際研究所
International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University
muramoto@irides.tohoku.ac.jp

1. 災害科学国際研究所と実践的防災学

2012 年 4 月、東北大学は災害科学国際研究所を開設した。本研究所は、東日本大震災の経験と教訓を踏まえ、国内外の巨大災害の被害軽減に向けて社会の具体的な問題解決を指向する「実践的防災学」の礎を築くことを目標としている。実践的防災学では、災害に対する事前対策から、災害の発生、被害の波及、緊急対応、復旧・復興、将来への備えに至るプロセスを、一連の災害サイクルととらえ、それぞれのプロセスにおける事象の解明、教訓の一般化・統合化を図るとともに、調査研究や実践等から得られる知見・成果を社会に組み込み、災害に強い社会の構築を目指している。

2. 災害情報認知研究分野

研究所のおもな研究部門は、災害リスク研究部門、人間・社会対応部門、地域・都市再生部門、災害理学研究部門、災害医学研究部門、情報管理・社会連携部門の６つである。筆者は人間・社会対応研究部門に属しており、研究分野名は災害情報認知研究分野である。

災害情報と一言で言っても、災害サイクルの各段階において人々が必要とする（あるいは社会的に必要とされる）情報の種類は異なる。災害前には、啓発情報や災害知識を伝える情報である。災害発生時には、災害因情報、避難指示等の情報、あるいは被害情報や被災者の安否情報である。その後、被災者にとっては生活関連情報がもっとも必要な情報となる。そうした災害関連情報が人々にどのように認知されるのか、ひいては各種の情報を人々に正確に届けるためにはどのように情報を発信すればよいのか、といったことを明らかにするために、当分野が設置されている。しかし、当分野では、災害情報の認知や発信方法に特化して研究を進めていこうとしているわけではない。災害サイクルでの人間の‘知’全般をターゲットにしている。

3. 災害サイクルにおける認知科学研究

災害サイクルにおける認知科学研究は多岐にわたる。例えば、事前対策期には、住民が災害に備えるためにどのような知識を学習しておくべきか、防災・減災教育はどのように行われるべきか、というような研究テーマが考えられる。災害発生時に関しては、住民の認知・判断・意思決定にかかわるテーマは欠かせない。被害波及･緊急対応時においては、被災者の認知状態や情報処理の特徴も明らかにすべきであろうし、災害支援者の支援行動に関わる認知過程も興味深い。復旧・復興期には、住民や行政の意思決定や協同問題解決過程がテーマとなる。震災の教訓を次世代へいかに語り継ぐかいう問題も認知科学が関与すべきである。ほんの一例を挙げただけだが、非常に多くの研究課題が存在していることがわかる。ただ、気を付けておきたいことは、こうした研究課題は、災害という特殊な状況下での人間の認知を扱うということである。一般的・普遍的な認知過程の解明とは必ずしも目的を同じにしない。

4. 実践的防災学から認知科学への期待

認知科学は、これまでの研究成果や知見に基づいて、災害時の人間の認知や行動をある程度説明することができる。しかし、実践的防災学が求めているのは人間の‘知’の説明ではなく、災害に立ち向かう‘知’の構築方法である。すなわち、防災・減災に対して明確な示唆を与えてくれる研究や、それに基づく実践を求めている。

そうした要求を認めつつも、筆者は、すぐに現場に還元できるアウトプットが期待できなくとも、災害をテーマにした基礎研究を大いに推進すべきであると考える。それらの蓄積が将来において何らかの形で防災・減災に貢献できると信じているからである。

「主語・目的語語順選好」は普遍的か：主語末尾型言語からの検証

On the Universality of the Subject-Object Word Order Preference

小泉 政利
Masatoshi Koizumi
東北大学
Tohoku University
Koizumi@sal.tohoku.ac.jp

話題提供：

玉岡賀津雄（名古屋大学）　言語理解の観点から
酒井弘（広島大学）　言語産出の観点から
杉崎鉱司（三重大学）　言語獲得の観点から

司会・企画・指定討論：

小泉政利（東北大学）

言語の理解、産出、獲得、のいずれの領域においても、（動詞の位置にかかわらず）主語が目的語に先行する語順（＝SO 語順）が、その逆の目的語が主語に先行する語順（＝OS 語順）よりも好まれる傾向（＝SO 語順選好）があることが知られている。しかし、従来の文処理研究は全て日本語や英語のように SO 語順を基本語順にもつ SO 型言語を対象にしているため、SO 語順選好が個別言語の基本語順を反映したものなのか、あるいは人間のより普遍的な認知特性を反映したものなのかが分からない。そこで、本シンポジウムでは、OS 語順を基本語順にもつ OS 言語を対象に言語の理解、産出、獲得の研究に取り組んでいる研究者を招き、OS 型言語における語順選好に関する最新の研究成果を披露して頂き、SO 語順選好の（非）普遍性について検討する。

謝辞　本研究は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究（Ｓ）「OS 型言語の文処理メカニズムに関するフィールド言語認知脳科学的研究」（課題番号 22222001、研究代表者：小泉政利）の助成を受けて行われている。

知覚アプローチの現実場面への適用

企画・司会：
永井聖剛（産業技術総合研究所）
話題提供：
渡邊克巳（東京大学）
本吉勇（NTT コミュニケーション科学基礎研究所）
熊田孝恒（理化学研究所）
指定討論：齋木潤（京都大学）

企画趣旨

永井聖剛（産業技術総合研究所）

伝統的な知覚研究では統制された実験刺激・環境のもと，低次の人間情報処理システムを断片的かつ詳細に理解してきたといえる。しかしながら，近年，知覚アプローチが適用される研究領域が拡がり，無味乾燥な実験室環境ばかりではなく，我々の日常生活に関わりのある高次情報処理へも適用されるようになりつつある。本シンポジウムでは，基礎的な知覚研究を国際レベルで牽引し，かつその現実場面への適用に積極的に取り組んでいる研究者を招き，好み，アート，その他の応用トピックに関する最新の研究成果をご紹介いただき，今後の展望・課題も含めた総合的な議論を行う。

現実場面の「複雑さ」をどう扱うか

渡邊克巳（東京大学）

しばしば，日常生活で観察される現象は「複雑」であるため，統制されたアプローチを適用しにくいと言われることがある。今回の話題提供では，現象の複雑さとは何なのかを簡単に議論したのち，複雑で扱いにくい（と思われている）日常生活に関わりのある現象を扱う際に有効と思われるストラテジーをいくつか紹介する。まずは，刺激や現象の見かけの複雑さに騙されないこと。例えば，線分と Gabor 刺激はどちらが「複雑」なのだろうか。顔写真と線画の顔ではどうだろうか。知覚研究で用いられてきた方法論が，ある現象を扱う際に使えるかどうかは，刺激や現象の見た目の複雑さではなく，その刺激や現象を我々の知覚・認知系がどのように扱っているかによっているのであって，時には一見複雑な刺激や現象に対して，伝統的な方法論をそのまま当てはめることも可能である。また，複雑で扱いにくい（と思われている）現象を扱う際の，「操作的定義」や「（絶対値を見つけ出すことにこだわらない）差分主義」の有効性を，有効視野の計測や主観的な好みのダイナミクスを題材として議論する。その上で、実際に実験に落とし込む際に，どのように現象のエッセンスを残したまま単純化するべきなのかに関して考えてみたい。

知覚情報処理に基づく美学

本吉勇（NTT コミュニケーション科学基礎研究所）

視覚の基礎研究では過去数十年のあいだ，脳は網膜に映る二次元の画像から外界の三次元構造を復元し物体や光景を認識する，と考えられてきた。多くの研究者はその枠組みのもとで，運動や奥行き，色や物体の認知のメカニズムを解明しようとしてきた。しかし，いまその基本的な前提が崩れつつある。最近の心理物理学と計算論研究によって，脳は二次元画像の特徴(ウェーブレットなど)の集合あるいは統計量からほとんど「直接に」物体や光景を認識できる，ということが明らかになってきたのである。この新しいパラダイムはひるがえって，芸術やデザインにまつわる極めて高度な感性的判断すらも，低次の視覚情報処理のモデルに基づいて理解する道を開くものでもある。

今回のシンポジウムでは，画像特徴の統計量に基づく物体形状や質感の認識を明らかにした知見のいくつか(Motoyoshi et al., 2007, Nature, etc.)を概観するとともに，視覚特徴の統計量に基づき西洋・東洋の絵画様式を分析し，その起源を生態光学の観点から探った一つの試みを紹介する。こうした研究が進展すれば，これまで評論家の主観と権威に拠らざるをえなかった芸術作品の「形式」

とその歴史的ダイナミクスを，自然科学の方法により客観的に分析することが可能になるかもしれない。

日常生活場面における情報選択や行動選択：神経心理学からのアプローチ

熊田孝恒（理化学研究所）

基礎心理学や脳神経科学などの分野では、依然として基礎研究に対する比重が大きいが，一方で，ニューロマーケティングの進展などと相俟って，産業界からも基礎研究の応用に対する注目が集まるようになってきている。基礎研究を応用研究に展開する上では，実験室環境の特殊性もさることながら，健常大学生を対象とした基礎研究を，想定される特殊なポピュレーション（高齢者，障がい者，初心者など）に拡張する必要がある。言い換えれば，特殊なポピュレーションの認知・行動特性を理解する必要がある。

ここ数十年の認知心理学や脳科学の研究から，注意機能，ワーキングメモリ，反応選択など、認知機能を形成するモジュールに関する知見が蓄積されてきている。一方，これらの認知モジュールがどのように統制され，日常生活にみられる複雑な認知行動が生成されているかについては，まだ十分な研究が行われているとは言い難い。ここでは脳を損傷した方々や健常な高齢者などを対象にして行った実験結果をいくつか紹介し，健常な人間の認知のメカニズムと対比させながら議論をする。特に，視覚的な注意機能のコントロールなどの前頭葉機能に焦点をあてて議論する。基礎研究が応用場面を想定した特殊な場面における，個人の認知・行動の理解にどのような貢献が可能なのかといった点についても考えてみたい。

ワークショップにおける学習

企画　青山征彦（駿河台大学）・岡部大介（東京都市大学）
司会・企画趣旨　青山征彦（駿河台大学）
話題提供　細野あゆみ・上田信行（同志社女子大学）
舘野泰一（東京大学）
岡部大介・松浦李恵（東京都市大学）
指定討論　有元典文（横浜国立大学）
佐伯胖（青山学院大学）

企画趣旨

近年、コミュニティの構築／再構築や、学習の可能性を拡張する手立ての一つとして、ワークショップに注目が集まっている。実際に、企業での人材開発や、学校教育においても、さまざまな実践が行われるようになってきた。

また、青山学院大と大阪大学ではワークショップのデザイナを養成するプログラムを開設するなど、ワークショップに対する社会的な関心は高まりつつある。

しかし、実際にワークショップに参加することでどのような学びが可能になるのか、そのときの学びのプロセスはどのようなものか、ワークショップの場での体験をその場限りにせず、その後の学びに活かしていくにはどうしたらよいか、といったことはあまり明らかになっていないように思われる。

そこで、このワークショップでは、ワークショップの持つ可能性について考えながら、ワークショップと学びの関係をどう考えるか、認知科学からワークショップをどのように捉えるかといった点について、議論を深めたい。

話題提供1

「学びに恋してしまった、私！」

細野あゆみ・上田信行（同志社女子大学）

話題提供 1 組目は、日常的にゼミにおいてワークショップを組織しながら、「ラーニング・エンジニアリング」という理論／概念構築を進めている同志社女子大学の上田研究室から報告してもらう。上田研究室におけるワークショップ事例の紹介とともに、以下の囲みに示すような学生の生の声を元に議論を展開する。

私は現在、同志社女子大学現代こども学科の上田信行ゼミに属しています。ゼミのテーマは、ラーニング・エンジニアリング。自分の憧れ（ミッションやヴィジョン）に向かって、情熱と自分への信頼をたよりに、学びを毎日カタチにしています。ひとりひとりの学び手が、自分の想いを実現するために、実験的な学びを何度も試みながら、毎日変化しています。この「想いをカタチにしていく学び」を私たちはラーニング・エンジニアリングと呼んでいます。

《学ぶためのエンジンになるものこそ「恋をする」ことなのです。》

ゼミでは、3つの学びの風景を考え、それぞれの学びのあり方を考えています。それぞれ、learning 1.0（学校モデル）、learning 2.0(アトリエモデル)、learning 3.0（ステージモデル）と呼んでいます。学校はインストラクション、アトリエは協同的ものづくり、ステージは誰かのためにパフォーマンスをしている時に起こる学びです。その学ぶためのエンジンになるものは「恋をする」ことなのです。

《あなたは恋をしていますか？私はその真っ只中にいます。》《なぜ、こんなにも学びをスキになってしまったのでしょうか！》《恋は、私をキレイにしてくれます。輝かせてくれます！》

私はゼミでの 1 年半の間に、大小 100 以上ものプロジェクトをこなしてきました。最初はワークショップを手伝いながら、参加者自らが学びをつくる状況をどう構築していくかを学び、その経験を生かしながら、今度は自分で場をつくってみる。そこから様々な失敗を経験して自分なりの学び観、デザイン観、ワークショップ観を形成してきました。そして、たくさんの人に自分の考えを発表することで、自分が何を学ぼうとしているのか、また、何が足りないのかに気づく過程がありました。このプロセスこそが、ワークショプの要素として大切なものなのではないかと考えます。

話題提供2
コミュニティ生成の場としてのワークショップ

舘野泰一（東京大学）

ここではワークショップのデザインを、当日の「プログラム・デザイン」としてだけでなく、当日前後も含めた「コミュニティ・デザイン」としての側面に焦点を当て、議論を行いたい。

中野（2001）のワークショップの定義である「講義など一方的な知識伝達のスタイルではなく、参加者が自ら参加・体験して共同でなにかを学び合ったり作り出したりする学びと創造のスタイル」に見られるように、これまでワークショップは当日のプログラム・デザインに焦点が当てられてきた。

しかし、近年はtwitterやFacebookといったソーシャル・メディアを活用することで、ワークショップ当日だけでなく、その前後も含めたデザインがなされ、コミュニティ生成の場としての様相がより見られるようになってきた。

この変化はワークショップの効果を考える点でも重要だと考えられる。ワークショップの効果は、佐伯（2012）が指摘する「まなびほぐし」という個人の認識面への効果に加え「志向性を共にしながらも、視点の異なる他者」と出会い、継続してつながることができるという点も大きいと考えられる。つまり、ワークショップ後に参加者に残るのは「その場の体験」や「そこで得たことの適応」という側面だけなく、そこで得た社会関係資本という側面も大きいと考えられる。

以上を踏まえ、実際にワークショップ前後も含めたデザインを行っている事例を紹介し、理論的側面として文脈横断論や祝祭論に触れながら、コミュニティ・デザインないしはプラットフォーム生成の場としてのワークショップについて議論したいと考えている。

［引用文献］
中野民夫（2001）.『ワークショップ-新しい学びと創造の場』. 東京：岩波書店.
佐伯胖（2012）.「まなびほぐし（アンラーン）」のすすめ. 苅宿 俊文・高木 光太郎・佐伯 胖（編）,『ワークショップと学び 1 -まなびを学ぶ』, 27-68. 東京：東京大学出版会.

話題提供3
ステージ構築としてのワークショップ

岡部大介・松浦李恵（東京都市大学）

ここでは、大学内外において繰り返してきたいくつかのワークショップ事例に基づき、活動理論家Lois Holzman(2009)の議論を補助線に、ワークショップの舞台づくりとワークショップ・デザイナのアイデンティティに着目する。

ワークショップ研究で重要な視点は、例えば、安斎(2011)にみられる創発的コラボレーションのデザインプロセスに関わる研究であったり、牧村(2009)ワークショップ・デザインと空間の関係についての研究があげられる。このようなワークショップのデザインの実践家のアイデンティティは、Holzman（2009）の言葉を借りれば、「実演されるもの」として表現することができる。すなわち、ワークショップ・デザイナ、またはファシリテーターとして振る舞うアイデンティティは、そのワークショップの舞台構築の過程そのものの中に、パフォーマティブに立ち現れる。さらにHolzman（2009）は、Vygotskyの「道具-即-結果（tool-and-result methodology）」を援用しながら、メソッドもまた単に適用するものではなく、実践するものであることを強調する。

ワークショップの空間は、非日常的な場として、日常と区分されて捉えられがちである。しかしそのデザイナやファシリテーターのワークショップ・デザインプロセスをつぶさに見ていくと、日常の実践がワークショップのステージ構築に向けてパフォーマティブになっていくことが見てとれる。このような観点から、本研究では、ワークショップに携わる大学生、または大学教員のデザインプロセスを追うことを通して、日々の活動や実践が、ワークショップという舞台に向けて再組織化（reorganization）されていくことについて具体例とともに紹介する。

［引用文献］
安斎勇樹他（2012）創発的コラボレーションを促すワークショップデザイン. 日本教育工学論文誌 35(2), 135-145.
Lois Holzman (2009) Vygotsky at Work and Play. East Sussex: Routledge.
牧村真帆（2009）ワークショップ実践家が捉える空間の利用可能性に関する研究. 日本教育工学論文誌, 33(Suppl.), 173-176.

高次認知処理の自動性とコントロール

企　　画：服部 雅史（立命館大学）・鈴木 宏昭（青山学院大学）
司　　会：鈴木 宏昭（青山学院大学）
話題提供：渡邊 克巳（東京大学）
　　服部 雅史（立命館大学）・鈴木 宏昭（青山学院大学）・織田 涼（立命館大学）
　　北村 英哉（関西大学）
指定討論：山 祐嗣（大阪市立大学）

概要

認知処理の二重性の問題は，認知科学のさまざまな領域で古くから注目を集めてきた。しかし，それらの共通性や相違，相互関係について論じられ始めたのはごく最近のことで，異なる領域で論じられてきた意識的・無意識的過程が，互いに対応するものかどうかは明らかではない。そこで本ワークショップでは，知見や論点を整理した上で，共通の枠組みを目指すことが可能なのか，また，意識的過程と無意識的過程の関係はどうなっているのかについて議論したい。

企画趣旨

意識的処理と無意識的処理の関係の問題は，認知科学や心理学のさまざまな領域で古くから注目を集めてきた。問題解決に関する Maier (1931)の先駆的研究は，本人が気づかないうちにヒント情報を活用できることを示し，意識的過程と無意識的過程の乖離を実証した。推論研究においては，分析的で論理的な意識的過程とは別に，バイアスを引き起こす非論理的な無意識的過程の存在が仮定されてきた(Wason & Evans, 1974)。知覚や注意に関しては，コントロールされた意識的過程と自動化された無意識的過程の違いが明らかにされた(Schneider & Shiffrin, 1977)。それらとは独立して，本人の内省報告が実際の行動から乖離することが明らかにされ(Nisbett & Wilson, 1977)，社会的推論や行動に対する自動的処理が注目されるようになっていった(Bargh & Pietromonaco, 1982)。しかし，このようにさまざまな二重過程理論の存在が互いに認識され，その共通性や相違，相互関係について論じられ始めたのは，ごく最近のことである(Frankish & Evans, 2009)。

異なる領域で論じられてきた意識的・無意識的過程が，互いに対応するものかどうかは，まだ明確になってはいない。ゲシュタルト心理学者 Duncker (1945)は，習慣的（無意識的）思考が問題解決を阻害することを示し，機能的固着と呼んだ。同様に，Evans に代表される推論研究者は，無意識的な過程がエラーやバイアスを引き起こし，意識的過程がそれを正すものとみなしてきた。このような意識的過程の介入は IQ の高さと関係があるという証拠もある(Stanovich, 1999)。

一方，それとは対照的な知見もある。知覚課題達成や感覚運動スキルについては，集中するより注意をそらした方が課題成績が上昇することを示唆する証拠がある(Beilock, Carr, MacMahon, & Starkes, 2002; Olivers & Nieuwenhuis, 2005)。高次認知活動においても，一時的に問題から離れた方が効果的な場合があり，孵化効果として古くから知られてきた。また，言語隠蔽効果，すなわち言語化によるパフォーマンスの低下は，問題解決に関しても確認されているが(Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993)，これは，意識的過程が高次認知活動を妨害する例とみなすことができる。さらに，近年の意思決定研究では，意識的過程が介入しない方が，むしろ「よい」決定が実現されるとする多くの研究成果が得られている(e.g., Dijksterhuis, Bos, Nordgren, & van Baaren, 2006; Gigerenzer, Todd, & The ABC Research Group, 1999)。同様に，社会的文脈における判断や行動に関しても，適応的無意識(Wilson, 2002)の考え方は，これらの見方と整合的である。

さらに重要な論点は，両過程の関係や相互作用である。もし両者の関係が，無意識的過程の一部が意識に移行する(e.g., Zhong, Dijksterhuis, & Galinsky, 2008)というようなものであれば，両者が

完全に独立とは考えにくい。そうだとすれば，意識的過程が無意識的過程に介入するというのは，正確に何を指すのだろうか。このような点については，まだほとんど何も明らかにされていない。ごく最近になって，両過程の関係に関する研究も現れてきているものの(e.g., Evans, 2007; Thompson, Prowse Turner, & Pennycook, 2011)，多様な意識的過程と無意識的過程の相互作用を包括的に説明する理論のためには，さらなる領域横断的な議論が必須である。

そこで本ワークショップでは，認知課題や処理水準によって意識的・無意識的過程の性質が異なるのか，異なるとしたら何がどのように異なり共通の枠組みを目指すことが可能なのか，また，意識的過程と無意識的過程の関係はどうなっているのかについて議論したい。

認知課題の複雑さと意識と無意識の関係性

渡邊 克巳（東京大学）

感覚・知覚といった低次（と思われている）過程は，自動的・並列的・無意識的で，思考・問題解決・意思決定といった高次（と思われている）過程は，非自動的・逐次的・意識的であるといったイメージが一般的である。しかしながら，ほとんどの心的過程には，意識的なプロセスと無意識的なプロセスの両方が関わっている。ヘルムホルツの無意識的推論を例に出すまでもなく，感覚・知覚などの「低次」過程も，その処理に必要とされる計算の複雑さや状況変化への柔軟さは記憶・思考に匹敵するものがある。一方，思考・問題解決・意思決定などの「高次」処理における意識的過程からの独立性も多くの研究で示されている。意思決定においては，意識的過程からの干渉がない方が「より正しい」結果を出せるとする報告も存在する。

今回の話題提供では，まず視知覚における無意識的推論を「刺激・要因が自覚できるか」と「過程が自覚できるか」という観点から例を挙げ，無意識的・自動的な処理が存在すると言うためには，「自覚的ないプロセスがある」というだけでは不十分で，それが「どのようなプレセスなのか（例えば，意識的プロセスと質的・量的に違うのか)」を示すことが重要であることを示したい。さらに，無意識的過程が存在することを示すための別の方法として「意識しない方がうまくいく（ことがある)」という現象の例として，無意識的思考の意識的思考に対する優位性(Dijksterhuis et al., 2006)を取り上げ，意識的過程と無意識的過程の相互作用に関しての話題提供とする。最後に，選好判断を含む意思決定においては,「原因があっての結果」,「好みがあっての選択」,「動機があっての行為」という図式が，しばしば成り立たない状況があることを，選好判断における意図と結果の乖離(choice blindness; Johansson, Hall, Sikström, & Olsson, 2005)などを話題として取り上げ，高次認知処理を想定しているときに我々が前提条件としている逐次的・段階的・意識的な過程が，高次認知処理プロセスそのものを反映しているのではなく，別な目的や機能を持っている可能性を取り上げる(Nisbett & Wilson, 1977)。また，これらの内容・議論を他の話題提供者やフロアからの意見と統合することで，認知課題や処理水準の違いによって意識的過程と無意識的過程が異なるのか，異なるとしたら何がどのように異なり共通の枠組みを目指すことが可能なのか，また，意識的過程と無意識的過程の関係はどうなっているのか等について何かしらの方向性（あるいは方向性の無さ）が示せればと考えている。

問題解決と意思決定における意識と無意識の関係性

服部 雅史（立命館大学）
鈴木 宏昭（青山学院大学）
織田 涼（立命館大学）

問題解決，意思決定，推論などの高次認知過程において無意識的処理が重要な役割を果たしていることは広く認識されてきた。しかし，われわれはこれまで，高次認知過程を明らかにするための

生産的な実験的アプローチとして，多くのレパートリーを持っていなかった。ごく最近になって，洞察問題解決を中心とした高次認知過程の無意識的処理成分を明らかにする方法として，ヒント情報でプライミングすることの有効性が明らかにされつつある。

まず，西村・鈴木(2006)は，プライミングの手法を応用して，問題解決中に解決者が気づかないうちにヒントを提示することによって洞察問題（T パズル）の解決時間が早まることを示唆し，ヒントの閾下提示効果の研究に先鞭をつけた。続いて服部らは，ヒントの閾下提示が，9 点問題(服部・柴田, 2008; Hattori, Sloman, & Orita, 2012)，放射線問題(服部・織田, 2012), 10 枚硬貨問題(Orita & Hattori, 2012)の解決率を上昇させることを示した。さらに，鈴木ら(鈴木・福田・熊澤, 2011, 2012)は，10 秒以上の閾下呈示が可能になる連続フラッシュ抑制(CFS)を用いて，きわめて困難な洞察課題の解決時間と解決率の大幅な改善を確認した。これらと並行して，閾上のヒント呈示であっても主課題とは無関連と思わせることによって，閾下と同様の促進効果が得られること(Orita & Hattori, 2012), 囚人のジレンマゲームにおける意思決定を自覚無しに大きく変化させることができること(Fukuda, Suzuki, & Yamada, 2011)も明らかにされてきた。

一方，意識的な努力がパフォーマンスを変化させることも確認されてきた。たとえば，新奇なことを考えることを促すことが，洞察問題の解決率を上昇させることが明らかにされた(服部・織田, 2011)。しかし，このような意識的コントロールの効果は単純ではない。服部らは，課題に集中するよう促す教示を与えられた場合には，むしろ洞察問題解決のパフォーマンスが低下するという実験結果を得ている。また，鈴木らは，前述の囚人のジレンマゲームに見られた効果が，その情報を強く意識することによって消失することを明らかにしている(Fukuda, Suzuki, & Yamada, 2012)。服部らも同様に，洞察問題解決において，課題に集中しやすい状況では，むしろ潜在ヒントの効果が消失することを確認している。逆に，二重課題法によって負荷を与えて意識的コントロールを弱めると，潜在ヒントの効果が増大することも明らかにされた。さらには，それぞれ単独では促進効果のある潜在ヒントとメタ認知的コントロールが組み合わさったとき，逆説的にパフォーマンスが低下することも確かめられている (服部・織田，2011; 服部・柴田, 2008)。

これらの現象は，少なくとも二つの可能性を示唆すると考えられる。一つは，過度の注意や意識が望ましい手がかりの受容を阻害する可能性であり，もう一つは，モニタリングを伴わないコントロールが不適切に機能した可能性である。いくつかの実験結果を踏まえて，無意識的過程と意識的過程の相互作用に関する可能性とその含意について議論を深めたい。

実験社会心理学における意識と無意識の関係性

北村 英哉（関西大学）

実験社会心理学は，古くから「無意識の学」であったと言える。傍観者の数の多さによって援助行動が抑制を受けることは頑健で著名な知見であるが，行為者本人は他者存在の影響を顕著に受けているとは自覚していない。援助，攻撃，対人魅力，印象形成，影響過程など実験参加者自身は実験者が用意した「状況変数」の影響を自身が顕著に受けていたことにほとんど気づいていないことが大部分であり，このように人がその場で十分な情報をすべて勘案した意思決定，行為選択を行っていないことは社会心理学においてはむしろ自明な人間観であったと言えよう。

しかしながら，近年，これらを深化させた三つのアプローチによって，より無意識的な影響を人が被ること，そして無意識的なプロセスを測定的にも切り出すことができること，そして，意識的プロセスと無意識的プロセスの関係が問われるようになってきた。

第 1 に，プライミング効果の影響を受けた社会的プライミングと閾下刺激の効果の研究を挙げる。

認知科学の世界では，プライミング効果は言語処理にまつわる現象を中心に検討がなされてきたが，実験社会心理学においては，判断や行動への影響を射程に入れた。プライム呈示が閾上であっても閾下であっても呈示した語と概念的に関連する行為スキーマに影響が及び，行動選択に影響する(Bargh, 2007)。さらに，概念的なプライミングではない影響プロセスとして動機づけの活性化によって行動に影響が及ぶことが現在示されている。そして，意識との関係においては，プライム刺激を十分自覚することによって逆向きの効果ー対比効果が生じることが見出され，同化効果／対比効果がいかなる条件で生じるかが議論されてきた(Biernat, 2005)。

第 2 に，評価への影響である。評価とは，肯定的／否定的な認知・感情的反応であり，個々の概念レベルより大きなカテゴリーである好ましさの次元において影響過程が見出されるということである。「評価プライミング」では，たとえば，アメリカの白人を実験参加者として，黒人の顔写真を閾下呈示した後に，好ましい語あるいは好ましくない語をターゲットとして呈示して，ポジティブ／ネガティブ判断をキー押ししてもらうと統制刺激をプライム呈示した場合に比べ，ポジティブ語の判断は遅延し，ネガティブ語の判断速度は促進される。プライム呈示によって無意識的に評価判断が立ち上がっていることが証明される。これを利用した態度の潜在測定ツールとして AMP (Affect Misattribution Procedure) が開発された (Payne, Cheng, Govorun, & Stewart, 2005)。第 1 呈示刺激への潜在的な肯定／否定的態度が価値中立（ニュートラル）な第 2 刺激への評価判断に反映されることを利用して第 1 刺激への潜在態度を測定することができる。

第 3 に，分類課題遂行の速さを利用して潜在測定を行う IAT (Implicit Association Task)の開発である(Greenwald, McGhee, & Schwartz, 1998)。関連の強い概念同士を一つのまとめたカテゴリーとすることは容易であるが，反対概念の二つをカテゴリーとしてまとめようとすると困難である。PC 上で画面呈示される 4 カテゴリーの語を二つは左キー反応，二つは右キー反応に結びつける場合，上記に基づく反応時間差を検出することができる。これが IAT の基礎的原理である。問題なのは意識と無意識の関連であり，IAT によって潜在測定された好みや態度と，顕在的な質問において意識的に回答したものとの対応が検討され，論じられている。また，基準関連妥当性の検討と併せ，潜在態度，顕在態度と，意識されにくい非言語行動との相関関係などが検討されている(McConnell & Leibold, 2001)。非意識的な態度は非意識的な行動に影響を及ぼす場合が観察される。ここにおいて意識の果たす役割が論じられる。

元来「自覚的な」プロセスを重視しない実験社会心理学において，改めてどこからが「無意識現象」を扱った研究であるか仕分けするのは難しいが，「潜在的活性化」を軸にした近年の社会的認知研究は無意識研究の大道を走り続けているといっていいであろう。今後他領域と成果，モデルをつきあわせ，いかなる展望が開けるか論じていきたい。

文献

Bargh, J. A. (ed.) (2007). *Social psychology and the unconscious: Automaticity of higher mental processes.* Psychology Press.

Bargh, J. A., & Pietromonaco, P. (1982). Automatic information processing and social perception: The influence of trait information presented outside of conscious awareness on impression formation. *Journal of Personality and Social Psychology, 43*, 437-449.

Biernat, M. (2005). *Standards and expectancies: Contrast and assimilation in judgments of self and others.* Psychology Press.

Beilock, S. L., Carr, T. H., MacMahon, C., & Starkes, J. L. (2002). When paying attention becomes counterproductive: Impact of divided versus skill-focused attention on novice and experienced performance of sensorimotor skills. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 8*, 6-16. doi: 10.1037/1076-898x.8.1.6

Dijksterhuis, A., Bos, M. W., Nordgren, L. F., & van Baaren, R. B. (2006). On making the right choice: The deliberation-without-attention effect. *Science, 311*, 1005-1007. doi: 10.1126/science.1121629

Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs: General and Applied, 58(5)*, 1-113.

Evans, J. St. B. T. (2007). On the resolution of conflict in dual process theories of reasoning. *Thinking & Reasoning, 13*, 321-339. doi: 10.1080/13546780601008825

Frankish, K., & Evans, J. St. B. T. (2009). The duality of mind: An historical perspective. In J. St. B. T. Evans & K. Frankish (Ed.), *In two minds: Dual processes and beyond* (pp. 1-29). New York, NY, US: Oxford University Press.

Fukuda, H., Suzuki, H., and Yamada, A. (2011). Implicit influence of other's intention in prisoner's dilemma game. In *Proceedings of the 15th Annual Meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness*.

Fukuda, H., Suzuki, H., and Yamada, A. (2012). Automatic facilitation of social behavior by implict inferring of social intention. *The 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*.

Gigerenzer, G., Todd, P. M., & The ABC Research Group. (1999). *Simple heuristic that make us smart*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. K. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*, 1464-1480.

服部雅史・織田涼 (2011). 潜在ヒントによる洞察とメタ認知による妨害効果　日本認知心理学会第 9 回大会発表論文集, 7.

服部雅史・織田涼 (2012). 洞察問題解決への閾下プライミング効果　日本心理学会第 76 回大会発表論文集

服部雅史・柴田有里子(2008). 洞察問題解決における潜在的認知とメタ認知の相互作用：9 点問題の場合 日本認知科学会第 25 回大会論文集, 156-159.

Hattori, M., Sloman, S. A., & Orita, R. (2012). Effects of unrecognized hints and metacognitive control in insight problem solving. *The 30th International Congress of Psychology*. Cape Town, South Africa.

Johansson, P., Hall, L., Sikström, S., & Olsson, A. (2005). Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task. *Science, 310*, 116-119. doi: 10.1126/science.1111709

Maier, N. R. F. (1931). Reasoning in humans: II. The solution of a problem and its appearance in consciousness. *Journal of Comparative Psychology, 12*, 181-194.

McConnell, A. R., & Leibold, J. M. (2001). Relations among the Implicit Association Test, discriminatory behavior, and explicit measures of racial attitudes. *Journal of Experimental Social Psychology*, *37*, 435-442.

Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review, 84*, 231-259.

西村友・鈴木宏昭. (2006). 洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理　認知科学, *13*, 136-138.

Olivers, C. N. L., & Nieuwenhuis, S. (2005). The beneficial effect of concurrent task-irrelevant mental activity on temporal attention. *Psychological Science, 16*, 265-269. doi: 10.1111/j.0956-7976.2005.01526.x

Orita, R., & Hattori, M. (2012). Effects of supraliminal and subliminal hint priming on insight problem solving. *The 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*.

Payne, B. K., Cheng, C. M., Govorun, O., & Stewart, B. D. (2005). An inkblot for attitudes: Affect misattribution as implicit measurement. *Journal of Personality and Social Psychology*, *89*, 277-293.

Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review, 84*, 1-66.

Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General, 122*, 166-183.

Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational? Studies of individual differences in reasoning*. Mahwah, NJ: Elrbaum.

鈴木宏昭・福田玄明・熊沢修 (2011). 閾下プライミングを用いた洞察問題解決における潜在システムの分析　日本認知科学会第 28 回大会発表論文集

鈴木宏昭・福田玄明・熊沢修 (2012). 解の閾下呈示が洞察問題解決に与える影響:連続フラッシュ抑制(CFS)を用いた検討　日本心理学会第 76 回大会発表論文集

Thompson, V. A., Prowse Turner, J. A., & Pennycook, G. (2011). Intuition, reason, and metacognition. *Cognitive Psychology, 63*, 107-140. doi: 10.1016/j.cogpsych.2011.06.001

Wason, P. C., & Evans, J. St. B. T. (1974). Dual processes in reasoning? *Cognition, 3*, 141-154. doi: 10.1016/0010-0277(74)90017-1

Wilson, T. D. (2002). *Strangers to ourselves: Discovering the adaptive unconscious*. Cambridge, MA: Belknap/ Harvard University Press.

Zhong, C.-B., Dijksterhuis, A., & Galinsky, A. D. (2008). The merits of unconscious thought in creativity. *Psychological Science, 19*, 912-918. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02176.x

t 検定・分散分析から混合モデルへ：文理解研究の導入事例から学ぶ

Shift from *t*-tests and ANOVAs to Mixed Effects Models: Practical Applications in Psycholinguistic Research

企画・話題提供：神長　伸幸（理化学研究所）
井上　雅勝（武庫川女子大学）
話題提供：　新井　学（東京大学・日本学術振興会）

mixed.model.jp@gmail.com
http://mixedmodeljp.blogspot.jp

Abstract

In this workshop, we aim to introduce basic and practical information about the applications of linear mixed effects models in psycholinguistic research. The first talk (Jincho) discusses limitations of conventional analyses (*t*-tests and ANOVAs) and advantages of mixed effects models in analyzing data from psycholinguistic experiments. It also provides a step-by-step description of a standard procedure for applying these models. The second talk (Inoue) offers hands-on illustrations of how to apply mixed effects models to the data from self-paced reading experiments. The third talk (Arai) introduces a method for analyzing the data from visual world eye-tracking studies using generalized mixed effects models.

Keywords — Mixed Effects Models, Statistical Methods, Psycholinguistics

1. 開催趣旨

実験的なアプローチに基づく心理言語学研究では、主な解析手法として *t* 検定や分散分析が用いられてきた。しかし近年、心理言語学のデータや実験デザインをより適切に捉えるには混合モデルを用いるべきであると海外の研究者の間で議論されている。混合モデルを用いた研究事例がほとんどないという国内の現状を考えると、混合モデル解析について知っている人、使っている人、解析をいかした実験デザインを議論できる人を一人でも増やすことが、我が国の心理言語学の発展にとって急務であると考える。そこで本ワークショップでは、継続的な議論に向けての第一歩として混合モデル解析の基礎および心理言語学研究における導入事例を学ぶ場を提供したい。

2. 混合モデル解析の基礎と有用性

神長伸幸

本発表は、混合モデル解析を用いるための基礎と有用性を紹介する。話題として(1)従来の解析を用いる際の限界や問題点(2)混合モデルの基本的な考え方(3)混合モデルを学ぶ上でのポイント(4)混合モデルを用いるメリット(5)実際の解析手順例を取り上げる。

(1)　*t* 検定や分散分析などの従来の解析方法の限界と問題点

実験的なアプローチによる心理言語学研究では、*t* 検定や分散分析を盛んに利用してきた。これはデータの性質や実験デザインを考慮すると本来適当ではない場合にまで及んでいた。例えば正答・誤答の 2 値でコード化される理解テストのカテゴリデータに対して *t* 検定や分散分析を用いることは、分散の正規性、等分散性といった解析データについての前提条件から逸脱しているため問題である。また、被験者内要因を含む実験デザインデータを解析する際、従来の分散分析は計算の都合のために被験者の繰り返しの影響をランダムサンプルの扱いにしないことを許容してきた。これらの問題点を解消できるのが混合モデルである。

(2)　混合モデルの基本的な考え方

混合モデルは、固定因子とランダム因子の両者を一つのモデルに組み込む手法である。*t* 検定もしくは分散分析における要因は固定因子として扱われる。また、被験者や刺激項目のような各水準に研究上の意味がなく母集団からのサンプルで構成

される変数をランダム因子として扱う。固定因子は効果量とその分散を推定するが、ランダム因子は効果量を 0 と仮定して分散のみを推定する。この解析方法は、従属変数データの分散の正規性や条件ごとの等分散性を前提としておらず、複数のランダム因子を一つのモデルに含められる。

(3) 混合モデルを学ぶポイント

混合モデルは *t* 検定・分散分析の拡張と位置付けられるが、それらにない考え方や手続きの把握が重要である。第 1 に *t* 検定や分散分析で扱う条件間の「差」は混合モデルの回帰方程式における各因子の「係数」、グラフ上の回帰直線の「傾き」に対応する。条件は因子にダミーコーディング（2 水準の固定因子の場合、統制条件を 0、実験条件を 1 とする）もしくはエフェクトコーディング（統制条件を-0.5、実験条件を 0.5）することで表現される。第 2 に混合モデルを使った解析では、自ら回帰方程式を構成し、構成した複数のモデルのいずれがより妥当であるかを検証する。モデルの比較には逸脱度、AIC、BIC などの適合度指標が用いられる。第 3 に混合モデルは固定因子とランダム因子を明示的に設定する。ランダム因子は、得られるデータや研究の種類に応じて適宜設定しなければならない。第 4 にランダム因子が回帰方程式上の切片のみに影響するのか、固定因子の係数にも影響するのかを適合度を基準に決定する。

(4) 混合モデル解析のメリット

実験にもとづく心理言語学にとって混合モデル解析の第 1 のメリットは、被験者と刺激項目という二つのランダム因子を同時に考慮できることである。また、従属変数や独立変数のデータが正規分布していることを解析の前提としないため、異なる形式の分布を持つデータを扱う場合にも、データの性質を考慮に入れた上で固定因子の効果を検証できる。さらに、従来の分析では操作した要因以外の要因の影響を刺激項目の作成の段階でなるべく小さくするなどの対処が必要であった。このような対処は刺激項目の選定をより困難にするだけでなく、実験で得られた知見の一般化可能性を低めている可能性もある。混合モデルでは、関心のある固定因子以外の因子も共変量として回帰方程式に組み込むことで、固定因子の効果を高い精度で検証できる。つまり、刺激として選定する項目の制限が緩和されると同時に、得られた知見の一般化可能性も高められる。

(5) 混合モデルの解析手順

最後に混合モデル解析の手順の一例を示す。発表では仮想データを用いて一連の手続きを具体的に説明する。

① データの性質と実際の分布を検討し、従属変数の誤差が正規分布に従うなら線形混合モデル、それ以外のデータには一般化混合モデルを適用する。

② 研究の興味となる要因とそれとは異なるが従属変数に影響を及ぼし得る要因を固定因子、研究上、水準間の差に意味がなく、従属変数の分散にのみ影響する要因をランダム因子として回帰方程式を作成する。

③ 制限最尤法を用いた混合モデル解析を実施する。初めにランダム因子について切片と各固定因子の係数への影響を最大限考慮したモデルを構築して解析する。

④ 固定因子の係数に対するランダム因子の影響を取り除いたモデルと③の最大モデルとの適合度の違いを対数尤度に基づいて検証し、適合度に有意差がなければシンプルなモデルを採用する。

⑤ 上記④で得られたモデルで固定因子の *t* 値の絶対値が 2 を超えている場合、その因子の効果は十分に 0 より大きいと推測できる。また可能であればマルコフ連鎖モンテカルロシミュレーションを用いて各因子の効果の有意性を検証する。

3. R を用いた線形混合モデル分析－読み時間データの分析手順と要点

井上雅勝

本発表の目的は、心理言語学的研究における主要な測定法としての自己ペース読み課題から得られる従属変数 (読み時間, RT) について、R を用いた線形混合モデル分析の具体的な手順を示すことである。

題材となるデータとして、文の構造曖昧性にもとづくガーデンパス (GP) 効果の量が固有名詞の識別性によって異なること見出した筆者の研究 (井上, 2010) を取り上げる。この研究の主たる知見は、(1a, b) のような一時的構造曖昧性をもつ文の関係節主要部 (e.g., 吉田を) で生じる GP 効果が、主節主語の固有名詞の識別性が低い (1a) よりも、識別性が高い (1b) の方が小さくなるという現象である。この結果は、識別性の高い固有名詞 (e.g., タモリ) は記憶負荷がより小さいことから、(1b) では [タモリが今井を殴った…] という単文解釈と、[タモリが [今井を殴った] (関係節主要部) …] という関係節解釈の両方が保持される可能性が高くなり（1a）と比較して相対的に GP 効果が小さくなるという、作動記憶容量と複数解釈保持可能性との相互作用（Just & Carpenter, 1992）から考察される。この現象に対する統計分析の主眼は、関係節主要部（e.g., 吉田を）の RT について、(1a) > (1b) > (2a) = (2b) のようなパターンの交互作用が現れることを見出すことである。

(1a) 藤田が/今井を/殴った/吉田を/誉めた。
(1b) タモリが/今井を/殴った/吉田を/誉めた。
(2a) 今井を/殴った/吉田を/藤田が/誉めた。
(2b) 今井を/殴った/吉田を/タモリが/誉めた。

線形混合モデル分析に先立って、以下のようなデータ処理を施す。具体例として、上の実験で行われた操作を付記する。

1. 独立変数（カテゴリ）のコード化：主たる要因（固定因子）である (i) 構造的曖昧性 (1 vs. 2) および (ii) 主語固有名詞の識別性 (a vs. b) の各条件 (カテゴリ) を、それぞれ、(0.5, -0.5) のようにコードする。
2. 独立変数 (連続量) の中心化 : RT に影響すると考えられる 2 つの共変量 (固定因子) として、固有名詞の識別性 (事前の評定調査に基づく数値であるが、詳細は省略)。ないし動詞の親密度、各語句のモーラ数の値を準備する。いずれの連続量変数も、平均が 0 になるよう中心化する。
3. ランダム因子の設定：実験参加者の識別番号 (ss)、刺激のセット番号 (4 つの条件文毎に割り振られた数値: set) ないし刺激番号 (item) を、ランダム因子に割りあてる。
4. 従属変数の調整：読文後の理解テストの誤答試行を分析から削除する。また、(i) 200ms 未満および 4000ms 以上の操作不具合にもとづく外れ値を含む試行を分析から削除する (Roland et al, 2012)、(ii) 領域毎・条件毎に、平均値 + 2.5~3SD 以上の数値を削除する、(iii) 対数変換する、といった方法によってデータ分布の正規性を高める。
5. データ配置：測定された各試行の実験条件記号、実験参加者番号、共変量の数量、raw RT、中心化された変数の値といった情報が行毎に配置されたデータを分析に用いる。従来の被験者分析 (F1) / 項目分析 (F2) のように、被験者毎 / 項目毎の平均値に基づいて分析するわけではない。

線形混合モデルの処理の指針は以下の通りである (以下、本実験の分析で実際に使用された記号を例として用いる)。

1. 記号の説明： (i) 従属変数: 第 4 語句の RT (r4)、 (ii) 実験仮説にかかわる固定因子 (要因) とその交互作用 (f1c * f2c: なお lmer 関数の書式で "f1c * f2c" は、f1c および f2c の主効果と、f1c と f2c 間の交互作用を表す)、(iii) 従属変数に影響すると考えられる共変量としての固定因子 (e.g., R4 領域の固有名詞の識別性 (fam4c) や動詞の親密度、語句の

モーラ数 (mora4c) など)、(iv) 実験参加者記号 (ss) と刺激セット番号 (set) のようなランダム因子、(v) ランダム因子項 (e.g., (1 | ss), (1 | set), (f1c*f2c |ss) など)。

2. 固定因子とランダム因子からなる最大の回帰式 (3) を作成する。

(3) lmer(r4 ~ f1c*f2c + (1+f1c*f2c | ss) + (1+ f1c*f2c | set) + fam4c + mora4c)

3. 最大モデル (3) に対する線形混合モデル分析を実施し、推定係数 (Estimate) の *t* 値が 2 未満の共変量があれば、モデルに寄与しないとみなして (Gelman & Hill, 2007)、回帰式から削除する (ただし、この方法は暫定的なものである)。一方、実験仮説に関連する実験変数 (ここでは、f1c, f2c) とその交互作用は、最後まで削除しないのが普通である。なお、実験変数としての固定因子と共変量固定因子間の交互作用を検討するかどうかは、実験目的によって異なる。

4. 共変量を適宜削除した最大モデル (4a) から、後進ステップワイズの様式に基づき、ランダムスロープ項を順次削除してより単純なモデルを作成し、最小モデル (4g) までの式リスト (e.g., 4a~g) を作成する (Jaeger, 2009 に基づく)。

(4a) model1 = lmer (r4 ~ f1c*f2c + (1+f1c*f2c|ss) + (1+f1c*f2c|set))

(4b) model2 = lmer (r4 ~ f1c*f2c + (1+f1c*f2c|ss) + (1+f1c+f2c|set))

(4c) model3 = lmer (r4 ~ f1c*f2c + (1+f1c+f2c|ss) + (1+f1c+f2c|set))

(4d) model4 = lmer (r4 ~ f1c*f2c + (1+f1c+f2c|ss) + (1+f1c|set))

(4e) model5 = lmer (r4 ~ f1c*f2c + (1+f1c|ss) + (1+f1c|set))

(4f) model6 = lmer (r4 ~ f1c*f2c + (1+f1c|ss) + (1|set))

(4g) model7 = lmer (r4 ~ f1c*f2c + (1|ss) + (1|set))

5. 尤度比検定 (the likelihood ratio test) を用いて、複雑なモデルと次に単純なモデルとを比較する (Baayen, Davidson, & Bates, 2008; Jaeger, 2009)。具体的には、2 つのモデルを、anova (モデル名 1, モデル名 2) 関数によって比較し、χ^2 検定の結果が有意でない場合、ないし単純なモデルの対数尤度比 (LogLik) が有意に大きい場合は、より単純な方を選択し、さらに検定を続ける。複雑なモデルの対数尤度比の方が有意に大きい場合はこれを採用し、検定を打ち切る。

6. 確定した最終モデルを、線形回帰モデル結果に類似した表として報告する。ここでは、推定係数 (Estimate)、標準誤差 (Standard error)、*t* 値が記載される (Bates, 2006)。

7. *t* 値が 2 を超える固定因子および交互作用を、従属変数に対して有意な効果があると解釈する (Gelman & Hill, 2007)。

発表では、以上の実験データの分析過程を実際に示すとともに、分析や結果を論文上でどのように記載するかのサンプルを、本発表の事例に基づいた資料論文として配布する予定である。

参考文献

Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language, 59,* 390–412.

Bates, D. (2006). lmer: p-values and all that. [Post on a mailing list] https://stat.ethz.ch/pipermail/r-help/2006-May/094765.html

Gelman, A., & Hill, J. (2007). *Data analysis using regression and multilevel/ hierarchical models*. New York: Cambridge University Press.

井上雅勝 (2010). 文の意味的曖昧性が構造的曖昧性の解消と保留に及ぼす影響 日本認知心理学会第 8 回大会発表論文集, 81.

Jaeger, T. F. (2009). Random effect: Should I stay or should I go? [Web log post] http://hlplab.wordpress.com/2009/05/14/randomeff

ect-structure/ Retrieved 24.07.11.

Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review, 99,* 122-149.

4. 線形混合モデルを用いた眼球運動データ解析

新井学

現在眼球運動測定を用いた言語理解実験は、文を構成する文字を画面上に提示し、それを読んで理解する際の眼球運動を計測する手法（リーディングパラダイム）と、画面上に絵刺激を提示し、音声として提示された言語刺激を理解する際の眼球運動を計測する手法(視覚世界パラダイム、以下VWP)に大きく分けられる。どちらの手法においても測定機から得られるデータは、各データポイントが記録された時間の情報、そして画面の解像度に従ったX-Y座標値の位置の情報の二つである。そして実験で得られるデータポイントの数は計測機器のサンプリングレートによって決定される(サンプリングレートが500Hzであれば1秒あたり500個のデータが記録される)。

リーディングパラダイムの場合、視点が同じ場所に連続して留まるデータポイントを停留として、ある特定の語句における停留の持続時間を指標に、その語句の、またはその語句までの言語情報の処理にかかる負荷を推定することができる。この場合、停留時間は連続変数として自己ペース読み実験で得られる反応時間データと同様の従属変数として扱える。

一方、VWPの場合にはまだ決定的な分析方法は確立しておらず、現在も議論が継続中である。その原因として(1)従属変数がカテゴリ変数であること(2)データポイント間に依存関係が在ることの二つが挙げられる。

VWPにおけるデータは、被験者の視線の位置とオブジェクトの位置とのマッピングで得られたカテゴリ変数として扱われる。実際には分析対象として特定のオブジェクトに対する注視の量に実験条件間で差が見られるか検定を行うのが一般的であり、この場合ターゲットオブジェクトに対して注視がある(1)、なし(0)という二項変数データとして扱われる。二項変数の分布は正規分布とは異なる為、そのままでは線形モデルを適用することができない。

また各試行で得られるデータは同じ被験者・項目から得られ、時間的に連続している為、隣り合うデータポイントの間には依存関係が存在する。つまり、ある時点でオブジェクトAを見ていた場合、次のサンプリングの時点でそのままオブジェクトAを見続けている確率は、無作為に選んだある一時点におけるオブジェクトAへの注視の確率よりも遙かに高くなる。これはつまり対象物に対する注視の確率が、一つ前にサンプルされた注視に依存していることを意味しており、これをそのまま従属変数として扱うことは線型回帰モデルにおける独立性の仮定にそぐわない。

本発表で紹介するのは、VWPにおけるデータに線形混合モデルを適用する為に、ある特定の時間内のデータポイントを合算することでデータポイント間の非独立性の問題を解決し、更に特定のオブジェクトに対する注視を対数変換したオッズとして計算することでカテゴリ変数としての分布の問題を解決するという手法である。

この手法を用いる際、リンク関数として Barr (2008)で紹介されている以下の関数を使用する。

$$\eta' = \ln\left(\frac{y + 0.5}{n - y + 0.5}\right)$$

y は興味の対象であるオブジェクトへの一定時間内の注視回数、そして n は背景を含むすべてのオブジェクトへの注視回数を示す。これによって得られる値は「画面上に向けられたすべての注視回数の内どれだけがターゲットオブジェクトに向けられたか」を表すことになる。分子分母両方に0.5が足されているのは、0の対数は定義されていない為、分子分母どちらかに0を含む場合対数変換できないという問題を回避する為である。

参考として紹介する Nakamura, Arai, and Mazuka (2012)は「男の子が三輪車に乗っていた女の子を

見つめた」のような関係節文を理解する際に、関係節上に文脈と整合する韻律情報が与えられた場合、関係節構造の予測が起こることを実証した研究である。ここで報告されているデータ分析では、「乗っていた」という関係節内の動詞のオンセットからオフセットの長さに相当する時間内で観測された関係節主部に対応するオブジェクト（女の子）への注視回数の対数オッズを計算し、線形混合モデルを用いて分析を行っている。

本発表ではより具体的にランダム因子の選択方法として最小モデルから変数を増加させる方法と最大モデルから変数を減少させる方法の２通りを紹介・比較し、更にランダムスロープを含めたモデルでは現時点で *p* 値が出力されないという問題への対処法も議論する。

参考文献

Barr, D. J. (2008). Analyzing 'visual world' eyetracking data using multilevel logistic regression. *Journal of Memory and Language*, 59, 457-474.

Nakamura, C., Arai, M., & Mazuka R. (2012). Immediate use of prosody and context in predicting a syntactic structure. *Cognition*, 125, 317-323.

進化言語学の方法論的基盤
Methodological Bases of Evolutionary Linguistics

企画者・話題提供者　岡ノ谷　一夫（東京大学）
橋本　敬（北陸先端科学技術大学院大学）
話題提供者　上田　雅信（北海道大学）
水本　正晴（北陸先端科学技術大学院大学）
大谷　卓史（吉備国際大学）
指定討論者　藤田　耕司（京都大学）
池内　正幸（津田塾大学）

主旨

近年、海外のみならず国内でも爆発的な進展を見せている「進化言語学」は、人間固有の言語能力の仕組みと機能、またその個体発生と系統発生を学際的・総合的に考究・解明する企てである。長年の認知科学の研究で明らかなように、言語の研究はただ言語能力だけを個別に明らかにするものではなく、言語の基盤となる認知能力、言語能力と相互作用する様々な能力の解明をともなって進んできた。たとえば、理論言語学は言語を通じて人間の認知能力の全容解明に迫ることを目標に掲げ、現代認知科学の主要な一領域としてその進展に貢献してきた。一方、固有の言語能力を持つ存在であるヒトを直接対象としない場合でも、鳥や霊長類といった言語に関連する認知能力を持つ動物種の比較認知科学的研究を通じて、ヒトの言語能力の特殊性・一般性を示すとしてきた。

したがって進化言語学の企ては、ただ言語の起源・進化を明らかにするということではなく、起源・進化、個体発生・系統発生という観点から、言語能力、言語関連の認知能力、そして、ヒトそのものを深く検討する学である。

進化言語学では、理論言語学的アプローチや比較認知科学的アプローチを、生物学や遺伝学、人類学、複雑系科学、コンピュータ・モデリングや実験室内言語進化実験など多様な方法論・アプローチを採る関連分野と有機的に結合することで、上記目標に多角的に取り組み、すでに多数の重要な知見を蓄積してきている。このような異分野間の相互理解と協力に基づく学際的研究は、特に我が国の研究者が得意とするところであり、それは本年３月に本ワークショップの関係者が中心となって開催・運営し、いずれも盛会となった「第 9 回言語進化の国際会議」(EVOLANG IX)、「京都生物言語学会議」、「Tokyo Evolutionary Linguistics Forum」でもいかんなく発揮された。

その一方で、この高度な学際性のため、進化言語学全般に通底し、その方法論的基盤となるべき概念的・科学哲学的考察が追いついてないという問題もある。敢えて方法論に縛りをかけず、各研究者が自由な発想で独自の研究を推進し、そして、分野・方法論を超えて協働してきたからこそ、今日見るような進化言語学の飛躍的進展があったことは確かである。しかし、その研究成果を結集し分野全体としての明確な方向性や将来的展望を鮮明にして、認知科学の進展に真に貢献できる成果を明確にするとともに、学界や社会一般にさらに広く訴求していく上では、このような方法論的考察も必須であることは論をまたない。

そこで本ワークショップでは、進化言語学の方法論的基盤の構築と確立のための議論を始める場として、各関係分野で活躍中の研究者を講演者とし、具体的な研究成果の報告と併せて、どのような理念や方法論に則って研究を進めているか、またそれによればどういった進化言語学の展望が見えてくるのかを中心に話しをうかがう。さらに、哲学者を講演者に招き、科学哲学や心の哲学の観点から客観的・論理的に方法論の吟味を行うことを通して、進化言語学という科学をどう進展させ

られるか、言語の起源・進化をいかにして明らかにできるのか、そして、そこから認知科学全体にどのような貢献をなしえるのかについて、議論を行う。

当然ながら、本ワークショップはこれだけで進化言語学の方法論を独善（独断）的に打ち立てようとするものではなく、むしろ多様な方法論が共存ないし使い分けられているという現状を実際の研究例に則して相互に理解し、その各利点を矛盾なく取り込んで統合できるような複眼的視野に立った新たな研究パラダイムの可能性を探ろうとするものである。同様の問題意識は、認知科学の他の分野でも共有されているはずであり、進化言語学を１つの事例として、参加者全員でそのような新しい方法論の可能性を検討する有意義な機会としたい。

動物認知研究から考える言語の起源
From Animal Cognition to Language Emergence

岡ノ谷一夫[1,2,3]
Kazuo Okanoya

[1]東京大学, [2]JST-ERATO, [3]理研脳センター
The University of Tokyo, JST-ERATO, RIKEN BSI
cokanoya@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract

The task of Animal Cognition in Evolutionary Linguistics is to identify pre-adaptations that can help accounting the emergence of language. Then evolutionary processes and neural substrates for each of these pre-adaptations should be studied. Furthermore, skeletal abilities of language should be tested in animals. This last point should provide comparative basis for language, but devising proper tests for such ability, as well as identifying proper skeletal abilities of language, are the challenges

Keywords — Pre-adaptations, Emergence,

1. はじめに

動物認知研究は、言語を可能にした前適応を直接検討し、進化的シナリオを提出する役割があるという点で、言語進化研究を支える大切な分野である。さらに、個々の前適応の進化過程と神経機構を解明し、言語進化のシナリオを至近要因と究極要因から支援する研究も、動物認知研究から創発してくる。ところが、どのような認知機能をもってして前適応として想定するかに、その後の分野の発展が依存しており、さらに、前適応として想定される認知機能が、研究分野によって一致しない、または、互いの分野の構造的問題によって一致することが難しい場合があり、これが統合的研究を阻害している。

2. 人工文法

その一例として人工文法の研究をあげる。動物認知研究の中から、有限状態文法と句構造文法の弁別能力が言語能力の骨格をなすと考えられた。これをテストする方法として、意味を捨象した人工文法を利用することが提案され、ABAB（有限状態文法）と ABBA（句構造文法）の弁別能力が、言語の骨格にあることを前提とした研究がなされた。しかしこれらの研究のほとんどは、使用した音刺激が構成するパターンまたは音刺激自身の類似性から弁別可能な課題を組んでおり、言語の骨格となる能力をテストすることはできないことが、後に指摘された。人工文法を使った動物認知研究の今後の方向性をどうするか考えねばならない。

3. メタ認知

自己の記憶や知覚についての認知をメタ認知という。メタ認知が言語を可能にしていると考え方にもとづき、多くの動物メタ認知研究が進められている。しかし、言語がメタ認知を可能にすることは明らかであるが、メタ認知が言語にどう関わるかについては納得できる考察がない。言語のほとんどはメタ認知を伴わない自動的過程である。

4. 併合

生物言語学を標榜する生成文法学派からは、併合が言語の骨格であるとの考えが提出されている（）。併合の骨格として、発声や音楽のストレスパターンが、併合の骨格をなすものとして研究提案されている。たとえば、鳥の歌には強弱構造があり、これが併合の骨格を表現しているという考えがある。しかし、ストレスパターンの生成という運動操作が、併合という認知操作となんらかの共通基盤を持つという根拠はない。この方向性を進める前に、共通基盤についての認知科学的・神経科学的根拠を提出すべきであると考える。

参考文献はスペースの都合で割愛する。ワークショップ当日に示す。

進化言語学における構成論と実験の論理
Logic of Constructive and Experimental Methodologies in Evolutionary Linguistics

橋本 敬
Takashi Hashimoto

北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
hash@jaist.ac.jp

進化言語学では，主にマルチエージェントシミュレーションで実装される構成論的手法[1]と単純な言語の生成や組織化を起こす実験室言語進化実験[2]という手法を用いた研究が，ある一定の地位を占める．それらがどういう論理でなにを明らかにしようとしているかを簡単にまとめ，進化言語学の方法論をめぐるひとつの論点を示す．

構成論的手法では，言語獲得やコミュニケーションを抽象的にモデル化し，人間言語が普遍的に持つ（重要だと研究者が考える）特徴がどのようにして生じるかを，コンピュータシミュレーションで調べる．例えば，合成性の進化では，言語の伝達を通じて音と意味が合成的ではない対応から関数的対応へ構造化する過程を実現させる．

この合成性進化の過程は大人を被験者として実験室で再現することができる．あるいは，共有される言語が無い状態から相互作用とメッセージ交換を繰り返すことで，共有言語を創発させることも実験室で観察されている．実験室実験はシミュレーションではなく人間を用いてモデルを実装していると言えるだろう．

両手法とも，人間言語を，人間にしか生じ得ない全く特別ななにかではなく，ある特定の性質を持った情報システムとして扱っている．このことにより，言語が発生し進化した時点の環境や人間そのものを再現するのではなく，ある条件を満たした状況をモデル化し，それをコンピュータ内・実験室内で構築することで，操作と観察を可能にし，科学的な研究を行えている．

シミュレーションで起きたことが実験で再現される場合もあれば，異なる結果が生じることもある．前者からは言語および言語進化の情報システムとしての普遍的性質が導かれる．後者の結果からは，人間が持つ情報システム特有の性質や条件を見出すことができる．

それぞれ，非常に制限された言語を扱う能力を持つエージェントやすでに言語能力を持つ大人を主体として用いるので，直接確かめられるのは言語の起源ではなく情報システムの構造化・複雑化としての「言語の進化過程」の特徴や条件である．

構成論的手法では，普遍的特徴を実現する様々な初期条件やモデル設定そのものを試行錯誤的・洞察的に探索する．これは，現実を模倣しようとするシミュレーションではなく，ある特徴が生じる仮説的条件を調べるものである．すなわち，言語進化という複雑な過程についてシミュレーションを援用してアブダクションをし，起源の条件に迫ろうとしている．

参考文献

[1] 橋本敬（2011）“進化言語学におけるシミュレーションの特徴と役割 ―合成性と文法化のシミュレーションから言語の起源・進化へ―”, KLS31: Proceedings of the Thirty-Fifth Annual Meeting of The Kansai Linguistic Society, pp.263-273.

[2] Scott-Phillips, T. & Kirby, S. (2010) “Language evolution in the laboratory.” Trends in Cognitive Sciences, Vol. 14, No. 9, pp. 411–417.

生物言語学におけるガリレオ流思考法について
On the Galilean Style in Biolinguistics

上田　雅信†
Masanobu Ueda

†北海道大学
Hokkaido University
ueda@imc.hokudai.ac.jp

1. はじめに

生物言語学（生成文法）は言語と心という世界の側面の自然主義的研究である。[1] その方法は「ガリレオ流思考法（the Galilean style)」と呼ばれる自然科学の方法であり、[2] その起源は 17 世紀の科学革命の一部として起こった「第 1 次認知革命」にある。[1] 本発表では、Chomsky のこの主張を出発点として「ガリレオ流思考法」が生物言語学にどのように適用されているかを分析する。そして、この分析は生物言語学の自然科学としての特質を明確にするのと同時に、いくつかの方法論的含意を持つことを示す。

2. 科学革命と近代科学の形成

近代科学（自然科学）は 17 世紀の科学革命において形成されたことが知られており、その形成過程が科学史・科学哲学において解明されつつある。この分野の研究によると、近代科学は、この時期まで別々の営みであった自然研究の 2 つの伝統―現象の正確な数学的記述を目的とする数学的科学と世界全体の記述と説明を目的とする自然哲学―がニュートン力学によって統合されることによって形成されたことが知られている。[3][4] 以後、ニュートン力学は、近代科学のモデルとして近代科学のさまざまな分野の発展に大きな影響を与えた。この科学史・科学哲学の観点から生物言語学におけるガリレオ流思考法を分析する。

3. ガリレオ流思考法

Chomsky は、ガリレオ流思考法を、理論物理学者 Steven Weinberg の表現を引用して、「少なくとも物理学者には日常の知覚世界よりも高い実在性があると考えられる宇宙の抽象的で数学的なモデルを構築すること」と述べている。[2] これは（ニュートン力学以後の）物理学の方法を簡潔に要約したものである。本発表では、生物言語学（特に言語知識の研究）では、ガリレオ流思考法は高度の理想化のためにニュートン的統合以前のガリレオの運動の科学の方法に近い性質を持つという分析を提案する。そして、この分析は生物言語学が近代科学としての一歩を確実に踏み出していることを示すのと同時に、ニュートン的統合に向かう過程にある科学でもあることを示しており、ミニマリスト・プログラムはその方向に向かう研究プログラムの一つであることを主張する。

4. 方法論的含意

最後に、この生物言語学の概念的分析は、Chomsky が自然主義的研究の一部として位置づけている、言語研究と自然科学の中核との統合という問題（統合問題）に対していくつかの方法論的含意を持つことを論じる。

参考文献

[1] Chomsky, N. (2000) *New Horizons in the Study of Language and Mind* Cambridge University Press.

[2] Chomsky, N. (1980) *Rules and Representations*. Columbia University Press.

[3] Westfall, R. S. (1971) *The Construction of Modern Science*, John Wiley & Sons.

[4] Henry, J. (2008) *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*. Third Edition. New York: Palgrave Macmillan.

言語と生活形式～哲学的観点から
Language and Form of Life ~ From a philosophical perspective

水本 正晴
Masaharu Mizumoto

北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
mizumoto@jaist.ac.jp

学際的研究が単なる成果の羅列に終わらないためには、そこでは何らかのはっきりした「像」が共有されていることが望ましい。言語の起源を巡る研究においてもそうであり、発表者はそこにおいて研究者の誰もが共有すべき、そしてできるそうした一つの像を提出したい。

発表者はまずウィトゲンシュタイン哲学の観点から、言語を考察する際における（それ以上遡れない根源としての）「生活形式」という概念の重要性を強調する。だがそこにおいて浮き上がる「理解可能性」の問題は、そのまま言語の起源を巡る研究一般における困難でもあり、この観点から進化言語学の様々なアプローチを評価する。その際、「言語の起源」として我々はそもそも何が知りたかったのか、を明確に共有するための「像」を以下のような一つのテーゼの形で表わす。

＜歴史・表現型テーゼ（または神の記録動画テーゼ）＞

我々が言語の起源として知りたいのは、非言語から言語への移行である。ウィトゲンシュタインに従い、一つの言語を想像することを一つの生活形式を想像することであると考え、生活形式の発展の中で言語が生成してくる過程を神の視点からすべて眺めることができるならば、そこでは様々に変化する環境の中で、ある個体が死に、ある個体が生き延びる様子や、ある集団が滅び、ある集団が繁栄する様がすべて観察される。そしてそれをすべて記録した動画を見ることができるならば、我々が「言語の起源」として探究したいことのすべてはそこにすでにある。それ以外の探究は、その目的に貢献する限りで（主に失われた情報を再構成するために）関連するにすぎず、それ以上のことを知りたいとすれば、それは全く独立の、一般性を求める個別科学の関心である。特に、「内的なもの（脳やＤＮＡ、その他のミクロな構造を含めた）」を知りたいという欲求は、個別科学の関心としてのみあるにすぎない。言語の起源という観点からは、そこにはそれ以上「何も隠されていない」のである。

これは本来、すべての研究者が当然共有しているべき、そして共有可能なある意味トリヴィアルなテーゼであるが、それが共有されないとき、そこにおける食い違いは、そもそも何が「言語」であるかについての食い違いに帰着する、と論じることができる。そこでさらに、この観点から発表者は、ウィトゲンシュタインが行ったように、

１）言語であるように見えて実は言語ではない
２）言語でないように見えて実は言語である

という様々な状況を具体的に思い描くことが方法論的に極めて有益であると提案したい。これが重要であるのは、特定の分野からの貢献が否定されるのは、それがそもそも言語とは無関係であるとされることによることが最もありそうなことだからである。このテーゼはその意味で、デカルト的な個人の集団から出発してしまいがちな我々の傾向を正すのに役立つとともに、様々な分野の方法論の評価や正当化、および進化言語学という「科学」の特殊性の特徴付けにも役立つはずである。

構成論的研究の方法論的基盤について
Methodological Foundation of Constructive Approaches in Evolutionary Linguistics

大谷卓史
Takushi Otani

吉備国際大学
KIBI International University
ootani@kiui.ac.jp

本発表においては、進化言語学の研究におけるコンピュータシミュレーションの認識論的な意義を考察する。

コンピュータシミュレーションは、現代の科学技術における探究・分析の手段として定着している。解析的に解くことが困難な問題や、原理的に実験が困難な現象について、ある条件下でその現象がどのように振る舞うか検討するために用いられる。コンピュータシミュレーションは、実験と理論の両側面を有する。

歴史的一回性を有する現象は実験室における再現が不可能であるから、コンピュータシミュレーションを使って探究を行おうという動機がある。進化言語学における言語の発生と進化の問題もこのような再現がきわめて困難な課題である。

歴史的一回性を有する現象について、コンピュータシミュレーションを行うことで、信頼性が高い仮説構築に成功裏に寄与する場合がある。

地球の衛星である月の形成過程については複数の仮説が競合してきたが、コンピュータシミュレーションによって、火星程度の大きさの小天体が地球に衝突し、惑星の残骸と地球の表層物質から月が形成されたとするジャイアントインパクト説が有力とされるようになった。この仮説に基づくコンピュータシミュレーションでは、多粒子の運動方程式を数値計算して重力多体問題を解く。多粒子の運動方程式は、解析的には解けない。

コンピュータシミュレーションの結果は観測結果と比較され、観測結果との一致から（地球の自転軸の傾きや月の質量や化学組成、平均密度など）、ジャイアントインパクト説はほかの仮説よりも確からしいと考えられるようになった。さらに、月の形成にかかった期間は小天体の衝突から１か月未満だったとも推測された。

科学者は、自分たちが有する背景知識（地球や月に関する観測結果）とよく適合しているかチェックして、ジャイアントインパクト説をより確からしいものとして選択した。歴史的一回性を有する現象を説明する仮説構築においても、観察・実験結果と十分比較できる場合には、コンピュータシミュレーションを信頼できる。さらに、月の形成期間のような新たな仮説ももたらす。

ただし、コンピューシミュレーションは、モデルやパラメタだけでなく、計算やプログラムについて多数の仮説を前提とするので、観察・実験結果がシミュレーションの結果と一致しない場合、エラー発見が困難な場合がある。流体力学のコンピュータシミュレーションのように、非現実的な仮定を組み込んで、計算結果を現実と合致させ、信頼性をあげる場合がある。このような技法の導入は、基礎的理論が確立され、シミュレーションの校正に利用できる十分な観察・実験の蓄積があって初めて可能である。進化言語学は、非現実的な仮定やパラメタなどを導入するだけ確立された分野であるかどうかは議論の余地がある。

進化言語学において十分信頼できるコンピュータシミュレーションを行う条件は、多粒子の運動方程式のようによく確立されたモデルがあるか、歴史的現実を反映するパラメタを選択できるか、コンピュータシミュレーション結果と比較できる観測結果はあるかなどと考えられる。

進化言語学における６つの主要な誤謬
Six Major Fallacies in Evolutionary Linguistics

藤田 耕司
Koji Fujita

京都大学
Kyoto University
fujita.koji.3x@kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

言語進化を議論する際にも，生物進化一般に関する議論の場合と同じく，研究者はいくつかの有害な誤謬に陥りがちである．本発表では，そのような誤謬の代表的なものを６つ指摘し，自戒を込めた警鐘とする．私自身は生物言語学的極小主義[1][2]の立場にあるが，これ自体が誤謬であるという可能性も含めて討論の対象としたい．

2. 文化進化の誤謬

言語進化には大きく分けて生物学的進化と文化的・歴史的変化の２つの側面がある．進化言語学はこの双方を等しく説明対象とするが，両者を混同することなく，その関係を探るべきである．

3. 単一起源の誤謬

言語は本来関係のなかった複数の機能の集積として成り立っており，そのそれぞれは異なる進化的由来を持つと考えられる．これを無視して「言語は○○から進化した」と言語の前駆体を単一の機能に限定しようとする議論はすべて誤りである．

4. 過剰適応主義の誤謬

自然選択による漸進適応進化だけが生物進化のあり方ではない．言語の持つ適応価を指摘するだけでは，言語進化を説明したことにならない．言語が何を可能にしたのかではなく，何が言語を可能にしたのかが重要である．

5. コミュニケーションの誤謬

進化は前適応や外適応による機能の拡張・転換を含むプロセスであり，言語の現在の主機能がそのまま言語発生時の元機能であったと断じることはできない．言語の第一機能をコミュニケーションとする立場には，致命的欠陥がある．

6. 連続性の誤謬（擬人化の誤謬）

言語を構成する人間の諸能力と他の動物の相同的ないし相似的諸能力との連続性に注目することは比較方法論的に重要であるが，それはこれらの能力において人間と他の動物が同一であることを意味してはいない．連続性を言い訳にして両者の違いを説明する責任を放棄してはならない．

7. 「人間中心主義の誤謬」の誤謬

さまざまな生物種が進化の産物としてその種固有の形質を備えるに至ったのであり，人間の言語もそのようなものの１例にすぎない．言語の種固有性を正しく認識し，これを説明しようとすることは，誤った人間中心主義とは無縁のものである．

参考文献

[1] Chomsky, N. (2007) “Biolinguistic explorations: design, development, evolution,” *International Journal of Philosophical Studies* 15: 1-21.

[2] Berwick, R. C. & N. Chomsky (2011) “The biolinguistic program: the current state of its development.” In A. M. Di Sciullo & C. Boeckx eds. *The Biolinguistic Enterprise*. 19-41. OUP.

進化言語学研究における“方法論”をめぐって
On “Methodologies” in Language Evolution Studies

池内 正幸
Masayuki Ike-uchi

津田塾大学
Tsuda College
ikeuchi@tsuda.ac.jp

Abstract

I will suggest that both falsificationism and abduction are useful as “methodologies” in current language evolution studies.

Keywords — (sophisticated methodological) falsificationism, abduction, language evolution

1. はじめに

本稿では、現代進化言語学における、現時点での最も有効な「研究方法論」について考察する。この問題がいわば表立って議論される事がないのは暗黙の了解ができているということであれば、本稿はその一部を明らかにするという趣旨である。

2. いくつかの問題点

現時点での当面のいくつかの問題点として、例えば、(i) 言語の起源・進化は直接的には「化石」として残らない。従って、その意味では証拠はすべて間接的となる。(ii) 中でも生物進化の研究にあたっては直接的証拠となりうる考古学的証拠が、より間接的な証拠としてのみ機能し、また、しばしば「過小決定」の問題がつきまとう。(iii) 進化言語学は学際的研究が特徴であるが、学際的証拠が一致しない場合どう対応すべきか、(iv) 生成文法理論研究における仮説の検証・理論進展の様相は、いわゆる（洗練された方法論的）反証主義によって説明される。現時点での進化言語学研究にもこの基準を当てはめるべきか、などが挙げられる。

3. 反証主義

生成文法理論に拠る進化言語学研究というのであれば、(iv)で触れたように、実践的には反証主義を適用していくのが最も有効であると思われる。ただし、ここでは、それは、現生動物を用いた比較研究など特定の領域で（のみ）有用であると考える。つまり、現時点では、全ての領域でそれを要求するということはしないとしたい。

これまでの科学哲学研究が明らかにしているように、歴史上よく知られている科学理論・仮説が、最初から厳密に反証可能な仮説・理論ではなかった、ということはよく知られているところである。

4. アブダクション

とはいうものの、言語の起源・進化仮説が、「おとぎ話」でも「作り話」でも何でもいいというわけにはいかないので、(i)、(ii)、(iii)を考慮した上で、少なくともアブダクションには拠っているようにしたい。それも、[1]、[2]などが言う“程度”の明示性は欲しいと主張したい。

5. おわりに

現時点では、何でもいい、ということではないが、さまざまな可能性を排除しない、というのが“妥当な”方法論であると考える。

参考文献

[1] Carstairs-McCarthy, A. (2010) *The Evolution of Morphology.* Oxford: Oxford University Press.

[2] Josephson, J. and S. Josephson (1996) *Abductive Inference*. Cambridge: Cambridge University Press.

スポーツと認知
Research on Sports Knowledge in Cognitive Science

諏訪正樹[1]，西山武繁[2]，高梨克也[3]，東山英治[4]，伝康晴[5]
Masaki, Suwa, Takeshige Nishiyama, Katsuya Takanashi, Eiji Toyama, Yasuharu Den

[1]慶應義塾大学環境情報学部，[2]慶應義塾大学政策・メディア研究科，[3]科学技術振興機構さきがけ / 京都大学，[4]千葉大学大学院融合科学研究科 / 日本学術振興会特別研究員，[5]千葉大学文学部

[1]Faculty of Environment and Information Studies, Keio University, [2]Graduate School of Media and Governance, Keio University, [3]PRESO, Japan Science and Technology Agency / Kyoto University, [4]Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University / JSPS Research Fellow, [5]Faculty of Letters, Chiba University
suwa@sfc.keio.ac.jp, tksg@sfc.keio.ac.jp, takanasi@ar.media.kyoto-u.ac.jp, etohyama@cogsci.L.chiba-u.ac.jp, den@cogsci.L.chiba-u.ac.jp

Abstract

Cognitive Science should dare to go out to real fields. Real fields are filled with situated-ness, embodied-ness, and interactivity; studies on intelligence have avoided dealing with those issues. Sports are the very real field in which those issues are to be addressed to examine embodied knowledge of athletes. Five panelists get together to discuss two significant aspects; one is that embodied knowledge is dynamically generated through on-the-fly interactions between a body and the environment, and that athletes' acts of interpreting those interactions should be the target of examination. The other is that those interactions and athletes' interpretations can be effectively examined using the methods and viewpoints of "social interaction".

Keywords — Sports, Real Field, Interaction, Embodied Knowledge, Situated-ness, Internal Observation

1. はじめに

認知科学は現場に出て行かねばならぬ．実験心理学のパラダイムでは、研究者がエッセンスであると仮説立てした統制可能な要因だけを検証する．更に，個々の要因を組み合わせて知の全貌をみることができるという暗黙的スタンスに依拠している．それは楽観に過ぎる。状況依存性の思想によれば、要因同士は互いに干渉したり、相乗効果があったり、単純な足し算で知を成り立たせることはできない．統制された要因が現場にあるとも限らない．現場に出ないから楽観を抱ける．

状況依存性の理論（例えば[4]）が示すように、からだと環境の絶え間ない相互作用から知が動的に生成されるのが現場の最たる性質である。認知科学はまさにその現象を果敢に探究すべきであると我々は考える．

スポーツはまさにその現場性を色濃く有する問題領域であり，認知科学が現場に出て探究するのに格好のお題を与えてくれる．

本企画は，スポーツ知に関する日本認知科学会史上初めてのワークショップである．スポーツに関する造詣が深い５名のパネリストが，各々が詳しい競技のスポーツ知を探究すべく研究を行ってきた．諏訪は野球，高梨はサッカー，東山はラグビー，西山は空手のプレー経験者である．伝は，スポーツ経験はないものの総合格闘技の鑑賞経験がすこぶる長い．プレーヤー経験を有する，もしくは深い造詣を有することは，スポーツの認知科学的探究において大きな強みとなる．なぜなら，実経験や造詣は，知を成立させるからだと環境の相互作用を現場の視点から考えることを可能にするからである．

我々の主張は２つに大別できる．第一に，スポーツ知は，からだと環境の相互作用と，それに対する解釈の総体として動的に成立する．後述するように，相互作用は「もの」の物理的関係性であり，それに対するアスリート本人の解釈が「こと」である．諏訪は「こと」のデータを陽に扱うことがスポーツ知の探究には不可欠であることを説く．西山は空手において対戦相手と対峙するときの「動感」や駆け引きがまさに「こと」の事例であることを論じ，その

解釈学的分析を始めている．

第二に，スポーツ知を社会的相互行為としてみることは，からだと環境の相互作用とそれに対する解釈を探究する重要な研究方法論になり得るという点である． 特に，環境の要素である他者は，協同的／もしくは競争的相互行為の相手として，特別の存在である．高梨は，からだが示す言語以外のサインへの（両者の）反応の動的連鎖が協同的相互行為を生むことを論じる．東山が示すラグビーの事例は如実にそれを示している．ラグビー選手の知は，予定調和的に用意されるスクリプトが失敗に終わったときにこそ，自分と相手のからだの相互作用から動的に生成される．伝は，相互行為を駆動するのは「予期」であることに目をつけた．それは諏訪が「こと」としての解釈と呼んだものの一種である．大局的な状況や局所的な相手のからだのサインをリソースとして，アスリートの意識に「予期」が動的に生まれる．スクリプトが失敗するように，予期せぬ行為が相手から発せられることもしばしばである．予期せぬ行為に対処してその場で動的に反応できるのは「予期」を有していたからこそであると伝は論じる．

以下，各パネリストの主張を順に列挙する．

２．身体知を探究する方法論（諏訪正樹）

2.1「もの」と「こと」の総体としての身体知

身体知を扱おうと目論む代表的な分野はスポーツ科学である．スポーツ科学では，からだを「もの」として扱い，ものの動き（位置，速度，加速度）を分析する．しかしそれは，生きているからだの知を扱うことにならない．からだだけが知を発揮するのではなく，我々はからだと意識の相互作用の結果として，知を生成し，発揮するからである．

例えばスポーツ科学で頻出する expert-novice difference のパラダイムは，「もの」としてのからだがプロと素人でどう違うかに関する知見を生む．知見は有用ではあるが，素人がその違いを埋めプロへと成長するためにどうすればよいのかに関しては教えてくれない．またプロにとっても，スランプを脱出する術も教えてくれるわけではない．つまり，「もの」としてのからだの知見のみでは，現場の実践者の学びや模索を支える知を提供しない．

現場の実践者（アスリート）は，「もの」としての自分のからだに解釈を与える．解釈とは，例えばなぜその動きが理にかなっているのかという理論付けや，目標設定などの意識付けである．解釈は一人称視点で主観的な「こと」である．ここでいう「もの」及び「こと」は，現象学哲学の用語[1]である．「もの」が「こと」を生み，「こと」が「もの」としてのからだの制御やからだに関する発見を促す．身体知は「もの」と「こと」の相互作用総体から成立するのである[2]．

この観点に立てば，スポーツ科学は「もの」の研究に終始してきたと言える．また，身体性が重要視されていなかった時代の人工知能は「こと」の研究だけを行ってきた．身体性に着目し始まったロボティクス研究も未だ「もの」の領域に留まり，「もの」と「こと」の総体の探究からは程遠い．認知科学は，「もの」と「こと」の総体としての知を扱う最前線に立っているはずである．スポーツ研究はそういう研究の実践的な分野である．

2.2 一人称研究が必要

生態的心理学の知見によれば，「もの」としてのからだは，取り囲む環境との相互作用のなかで知を発揮する[3]．人工知能や認知科学で生まれた状況依存性の思想[4]や，身体性の概念[5]も，からだが環境と相互作用した結果として，知が動的に生成されると主張する．身体知は，昔のエキスパートシステムのように，明文化されて格納された“引き出し”から，状況に応じて取りだして適用するという類いのものではない．身体知の研究には，からだと環境の相互作用を捉えることは必須である．

であるとすると，自然科学的方法論の基本テーゼである普遍性を求める研究態度は身体知研究を歪める．個人のからだの固有性を捨象にして相互作用を扱うと，からだと環境の相互作用の現在進行形のプロセスの記述が抜け落ちる．現場の実践者（例えばアスリート）が「もの」としてのからだと，「もの」に対する解釈としての「こと」の総体をかたちづくるのかに関する生々しいプロセスの記述を捨てて，

普遍項だけを抽出しても，当たり障りない知見しか得られない．それは身体性に欠ける浅い知見でしかなく，生身のひとである実践者は学び模索する者として価値を見いださないであろう[6]．身体知の研究は，まずは個人のからだを捨象しない一人称研究の方法論をとるべきなのである．

2.3 内部観測という方法論

個人のからだがどう環境と相互作用するかを捉えるには，「もの」としてのからだの客観的外部観測だけでは足りない．「こと」に関するデータを得るためには，本人がからだの体感を語る以外にない．本人の語りは主観的なことばである．自然科学的方法論は客観性を是とするが，それだけに固執すると身体知の探究は片手落ちになるのである．

本人が自分のからだをことばにする行為を，郡司ら[6]は内部観測と呼んだ.内部観測は自己言及であり，自分と環境からなるシステムのあり様をシステムの内側の存在である自分が「内側から」語るため，自分と環境からなるシステム(つまりその相互作用)を変容させる．つまり，そこに成り立っている相互作用を客観的に抽出はできない．相互作用を動的に変化させながら，そのあり様をデータとして残す作業になる．諏訪らはそれを身体的メタ認知と呼び，自らの学びを促進させるとともにその学びに関するデータを取得する手法であると説いてきた[7][8].

内部観測的なことばは，内部観測であるが故にからだと環境の相互作用のすべての状況を捉えられるわけではない．現実に生じていてもことばとして出現しないこともある．しかし逆転の発想に立てば，ことばとして出現するかしないかも，そのときのからだと意識の関係を反映しているはずである．したがって，「もの」や「こと」のデータとしてのことばが長期的な時間スケールにおいてどう変化するかを分析すれば，からだの学びがどのように変容，進化したかに関する貴重なデータを与える．

3．競技の場の物理的関係性に基づく駆け引きの分析 （西山武繁）

スポーツにおける駆け引きを例に，スポーツ知についての議論を進めたい．スポーツの試合，特に対人競技では体格に恵まれていたり，優れた運動能力を有しているだけでは勝利を得ることは難しい．これらは決して試合の勝敗に無関係というわけではないが，より重要なことは対戦相手の出方や競技状況に応じて自分にとって有利になるよう振る舞うこと，すなわち駆け引きである．これまで筆者は自身がコーチとして競技の現場に携わる空手の組手競技を例に駆け引きの研究に取り組んできた（例えば[9][10]など）．空手の組手競技は駆け引きが勝敗を左右する典型的な競技である．いくら力強い突き蹴りを繰り出したところで，相手に技が届かなければポイントを得ることはできない．むしろ，届かない技を繰り出しているうちに自らの実力を相手に見切られ，自身にとって不利な状況をつくり出すことになってしまう．駆け引きを為して，どのように相手に技をきめるか工夫を凝らすことがこの競技の醍醐味なのである．

駆け引きとは，競技の場に対する競技者の解釈とそれに基づく身体の動きによって為される．従来のスポーツ研究では客観的観測が可能な身体の動きが分析対象とされてきた．駆け引きを理解するには，外形的な身体の動きだけではなく，その背後にある場に対する競技者の解釈も併せた認知プロセス全般を分析対象として扱わねばならない．しかし，場に対する競技者の解釈は，身体の動きと異なり客観的に観測することが困難であり，従来のスポーツ研究とは異なる分析方法が必要となる．

駆け引きの探究に取り組む上で，これまで認知科学や人工知能の分野で議論されてきた「身体性」の概念，すなわち知は身体と環境との関係性の上に成り立つという考え方が重要な示唆をもたらす．駆け引きは競技の場の関係性の上に生じると捉え，観察可能な物理的な関係性から場に対する競技者の解釈を考察することができる．筆者らは，競技者が解釈を通じて得る「技を仕掛けることができそう」というような直感的な感覚を動感と称し（動感という語は，マイネル運動学において「私のからだに即した『動ける感じ』」という意味で用いられる[11]），競

技者の動感を形成する物理的な関係性をビデオ映像から見出すことを試みている．

例えば，空手の組手競技の場は，コートの上の 2 名の選手や審判らによって構成される．競技中のある時点に選手がとっている構えは，選手の身体各部の間に生じている関係性の総体と言えよう．対峙する選手も同様に構えを取っているとする．このとき，両者の間にも様々な向きや距離といった関係性が生じている．選手にとって技が届くか否かを判断する上で，相手との距離は重要な意味を持つ関係性の 1 つである．相手との距離は 1 種類とは限らない．頭部や手足などの身体部位や重心などを結ぶ距離が存在する．この他にも，両選手の繰り出す技を判定する審判との間にも関係性が生じる．そして，競技中はこれらの関係性が時々刻々と変化し続けるのである．

これら無数の物理的な関係性の総体たる競技の場を選手が解釈することによって駆け引きがなされる．ただし，認知容量の存在によって，すべての関係性が選手の意識にのぼるわけではない． 多くの場合，選手はこの無数の関係性の中から重要な事柄を暗黙的に解釈し，動感を得るのである．そのため，選手ごとに場に対する解釈は異なり，また，どのような解釈をしていたのか詳細に語ることは選手自身にとっても困難である．

そこで，筆者らは選手が競技の場で生じた物理的関係性をどのように解釈したのか考察するべく，選手が技を仕掛ける場面の映像分析に取り組んでいる．技を仕掛ける直前には，選手が動感を得るにたる場の物理的な関係性が存在し，それが暗黙的に解釈されていると思われる．

a)突き技の始動

b)突き技が決まる瞬間

図 1 突き技の始動と決まる瞬間

例えば図 1 に示す 2 枚の画像は，手前側の選手がカウンター技を仕掛けるシーンから切り出したものである．図 1a と図 1b の時間間隔は 5 フレームで，図 1b の突き技が始動したのが図 1a のコマである．手前側の選手が図 1a の時点で技の動作を始動したということは，この時点までに場の物理的関係性（例えば自身や相手の構え，相手までの距離など）に何らかの変化が生じて動感が高まったからであると考えられる．そこで，図 1 のシーンに至るまでの場の物理的関係性を記述することで，何が動感を高める切っ掛けとなったのかという仮説を得ることが期待される．このように，動感という概念の導入によって，競技の場の物理的な関係性がどのように解釈され駆け引きが為されるのかという競技者の暗黙的な意図を研究の俎上にのせることが可能になる．

4．スポーツの社会的相互行為分析に向けて（高梨克也）

4.1. スポーツを社会的相互行為として見る

サッカーという現象が成り立つ上で本質的な点は，ある選手がどのようなプレーをしようとしているのかという志向が身体動作を通じて刻々と表出され，共在する他の選手に観察・利用可能になる，という点であると考えられるが，選手個人の身体的スキルとその向上を焦点とし，パフォーマンスの評価を速さや距離，正確さなどの尺度によって行う従来の運動学的研究や，敵・味方選手のフォーメーションの分析の際に，とかく個々の選手の身体動作やその背後にある認知状態のレベルが捨象されがちな戦術論的研究では，この本質が全く捉えられていない．

そこで，著者らは，過去の大会を通じて，サッカーを複数参与者間での社会的相互行為として分析す

るための理論的枠組みの提案と事例分析を行ってきた[14][19]．さらに，その理論的背景として，スポーツ分析に関わる社会的相互行為論や身体論の検討も行った[17][18]．これらの成果を踏まえつつ，本話題提供では，スポーツの認知科学を確立する上で相互行為論の観点から今後重要になるであろう要点の整理を試みる．

4.2. チーム対戦型スポーツの社会的相互行為分析の要件

4.2.1 マルチモーダルインタラクション

社会的相互行為の典型例は会話であると見なされることが多いが，近年，言語だけでなく，ジェスチャや視線，表情，身体姿勢や身体による人工物の操作などの視覚的行動がいかに言語と相互参照的に用いられることによって相互行為が達成されているかを焦点とした「マルチモーダル分析」[15]が盛んになってきている．

しかし,こうしたマルチモーダル分析においても，少なくとも現状においては，対象となる場面はその相互行為上の基本構造が言葉によるやり取りによって形成されているものにほぼ限定されている．これに対して，チームスポーツでは，言語によるやり取りは不可能ではないが必ずしも相互行為の基本構造をなすものではなく[13]，むしろ「ある選手の身体運動に他の選手が反応する」という行動連鎖が相互行為の中心をなしている．そのため，会話における発話連鎖とは異なる，身体動作からなる行動連鎖を適切にパターン化し抽出するための方法論が必要となる．

4.2.2 多人数インタラクション

われわれは日常，電話のような 2 者間での会話だけでなく，ミーティングや宴会など，3 人以上の参与者を含む「多人数会話」[12]に参加することも多い．2 者会話とは異なる多人数会話の特徴は，話し手でもその発話の直接の受け手≒次話者でもない傍参与者が常に存在しうることである．

同様に，スポーツの中でも，多くの格闘技やテニスや卓球のシングルスなどは一対一の相互行為であるのに対して，サッカーやバスケットボールなどの多くのボールゲームでは，個人と個人ではなく，チーム同士が対戦するため，ボールに直接関与していない選手の行動をどのように適切にモデルに組み込んでいくかという理論的課題がある．

4.2.3 対戦型インタラクション

Clark[13]は会話などの言語使用を話し手と聞き手による「共同行為」と見なす包括的なモデルを提案した．しかし，共同行為という概念からは，複数の参与者が共通の目的を認識し,その達成に向けて,「協力」的に行為するというイメージが想起されやすい．これに対して，サッカーのようなチーム対戦型競技では,複数選手からなるチームの内部での「協力」的な相互行為だけでなく，同時に，敵選手との間にも勝敗をかけた「対戦」的な相互行為が併存しているため，味方選手との相互行為と敵選手との相互行為とを共に扱えるような分析枠組みが求められる．

4.2.4 他者の認知の利用

日常生活場面では「他者の認知の利用」[16]という現象がよく見られる．これは,「駅のフォームへ駆け上がる人を見て，電車の到着が近いことを知る」といった場面のように,「主体 B が他の主体 A の観察可能な振る舞いなどからAの認知状態についての情報を獲得することを通じて，環境についての情報を間接的に獲得する」現象である．

チーム対戦型スポーツでは，多人数，身体動作中心，協力型かつ対戦型といった特徴があるため，伝達意図に基づく従来のコミュニケーションモデルをそのまま適用するのが困難なのに対して,「他者の認知の利用」という観点からは，これらの特徴をもつ相互行為をより適切に捉えることができるようになるのではないかと考えられる．

5．次の動きを示し合うからだ（東山英治）

5.1. 複雑なプレーを「他者の認知の利用」で語る

従来のスポーツ科学では選手が暗黙的に利用している知の解明が主眼とされてきた．より認知科学に近いスポーツ研究は，暗黙知を選手自身が把握する

メタ認知の過程として捉えることで，主体が環境をより適切に利用する熟達過程を明らかにして来た[20]．さらに近年，高梨・関根[19]は社会的相互行為としてサッカーを捉えることで，自分と同じように環境を利用する主体が複数存在するスポーツの分析を試みている．このようにスポーツ研究は，個人の身体知から「個人の身体知」を利用する複数主体の相互行為にまで拡張されてきた．

本研究ではラグビーを題材とし，高梨ら[19]がサッカー分析に用いた説明をラグビーに援用する．特に，複雑な計画が頓挫した時，選手がいかに次のプレーを共有化していくかに焦点を当て，複雑な意図を想定しうるプレーにおいても「他者の認知の利用」による単純な枠組みで説明可能なことを示す．

5.2. ラグビーの基礎知識

サッカーと異なりラグビーのアタックは非常にスクリプト化されている．スクラムなどのセットプレー時には 10 番などの司令塔が次の攻撃のサインプレーを指示する．これは非常に複雑できっちりと取り決めたサインプレーから，ピッチのどこに攻撃を仕掛けるかのみ取り決める緩いサインプレーまである．重要なのは次のアタックでボール保持者がどこに到達する予定であるかをチーム内で共有し，サポートの選手がそこへ到達することである．本研究で使用する場面はサインプレーが頓挫し，ピッチのどの場所にボール保持者が到達するかチーム内での共有が出来ていない場面である．

5.3. 事例分析

資料は，2003 年の W 杯決勝イングランド（英）vs オーストラリア（豪）である．図 2 の 1)から 3)までは以下のようであった．

1) 豪 6 が英 9 にプレッシャー（英 9 パス不可）
2) 英 9 が豪 6 をかわしながらピッチ中央に走行
3) 英 21 が勢いよく英 9 まで走り，パスを受ける

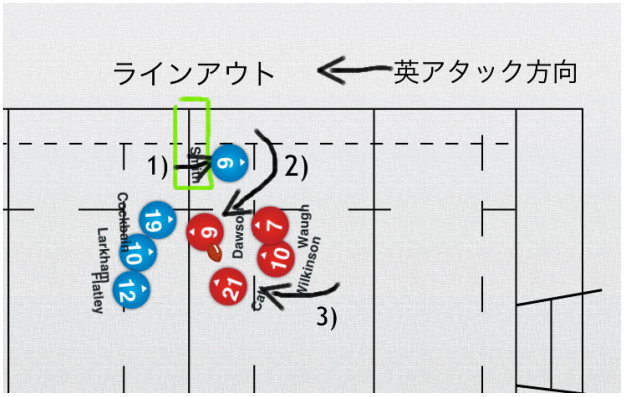


図 2　英 9 に走り寄る英 21 のコース

英 9 はフォワードからバックスにパスを送ることが役割の選手であり，彼のパスからバックスによるサインプレーが開始するため，1)で英のサインプレーは不可能となった．そこで英 9 は 2)でディフェンスの穴となっている豪 19 と豪 10 のスペースへ走って行く．すると 3)で比較的遠くにいた英 21 がそばまで走り込んで来て，英 9 は英 21 にパスをおこない大きくゲインすることが出来た．

ラグビーにおいて重要なのは，ピッチのどの位置に攻撃をおこなうかを共有することである．サインプレーや言語的手段でそれが不可能であったこの場面で，いかにして英 21 は英 9 と共謀し，ディフェンスの「裏をかく」ことを可能にしたのであろうか．これは高梨ら[19]のように説明できる．つまり， 1)の段階で英側ではサインプレーが解消したことが共有化されている．実はこの時，英 21 は英 9 に向かってジョグをし始めている．英 9 のコース取りはラインアウト後に出来やすいディフェンスの穴となるスペースへと指向するものであり，ラグビー経験者であれば周知のセオリーである．そのため，英 9 の走行方向から英 21 は「ピッチ上の攻撃位置」を推測することが可能となった．そしてそれが充分に明確になる程度に英 9 が走行した所から英 21 は加速したのである．

このように，選手に共有されているプレーのレパートリーと，それに指向している身体動作が観察可能であることで共在する他の選手に次のプレーを予期させることができ，共同した攻撃を可能としていることがわかる．

5.4. 次のプレーはどこまで計画されているか

これまで英 9 から英 21 へのパスがいかにして達成されたかを英 21 の視点から記述してきた．本節では英 9 のコース取りから，英 9 が最良のプレーの選択を試行錯誤し最もリスクの少ないものを選択したという意思決定の問題として考察する．

1)で豪 6 をかわした段階で英 9 には 2 つプレーの候補があった．一つは前に走って強く敵にあたる．もう一つはキックを蹴って敵の裏にボールを落とし，豪と取り合いをするというものである．キックは敵にボールを渡しかねないリスクの高いものである．英 9 は先ず敵の少ない所へ前進し，タックルによるリスクを最小にするコースを取った．次に英 7 を追い抜いた時点で豪 19 から逃げるように横に走った．これは英 7 へパスが可能になったため自らの突進と英 7 へのパスという 2 つの選択肢がとれるようになり，その時間を引き延ばすようなコース取りであるといえる．英 9 にとって，豪 19 はもはやタックルが届かず，仮に豪 10 がタックルに来るようであれば英 7 にパスし，豪 10 がこないようであれば自分で抜きに行ける状態といえる．つまり，ここで英 9 は豪 10 の出方を伺う間をとっており，そこに英 21 が英 7 よりも加速していたため，英 21 にパスをおこなったといえる．

このように，英 9 のコース取りからは英 9 が最良の選択をするための試行錯誤が見られる．このことは英 9 に最初から高度な戦術や意図が存在した訳でなく，従ってそれを英 21 が瞬時に意思疎通した訳でもないことを表す．これは複雑な計画や意図を想定せずとも，複雑な相互行為が達成できることを示しており，各場面における身体の状態を分析することで意思決定のタイミングについて考察が可能であることをあらわしている．

６．「予期」の認知科学：総合格闘技を例として（伝康晴）

6.1. なぜ会話研究者が格闘技を分析するか

本節の筆者の専門は会話研究である．会話の参与者がどのような言語的・身体的リソースを利用し，その都度の行動を決定しているかを実会話データの分析に基づき定式化することが目標である．とくに最近は，他者の発話の完了点を予期し，絶妙なタイミングで次発話を開始する仕組みをモデル化しようとしている．

格闘技もまた微細なタイミングが重要な意味を持つ対面相互行為である．競技者はその都度の場面において，さまざまなリソース（自身の身体的技能や練習で体得した技の連携，相手からの仕掛けやこちらからの仕掛けへの反応，当該の試合における流れや置かれている局面，特定の対戦相手に関する事前知識など）を利用し，どのタイミングでどの技を繰り出すかを決定している．この仕組みを明らかにすることは，会話における「予期」の仕組みの探究を一般の相互行為場面に拡張できる可能性につながる．

6.2. 事例分析

格闘技における「予期」の分析事例として，2012 年 2 月 26 日にさいたまスーパーアリーナで行なわれた総合格闘技大会 UFC144 のフランク・エドガー対ベンソン・ヘンダーソン戦の 4 ラウンド 2 分 10 秒付近でエドガーが仕掛けたテイクダウン（相手選手をタックルなどによって倒すこと）のシーンを取り上げる. 総合格闘技とは, 打撃(パンチやキック), 投げ技，固め技（関節技や絞め技）がすべて許される極めて制約の緩い格闘技である．

エドガーは，ベースとなるレスリングに，優れたボクシング技術をミックスした戦い方を得意とする．出入りの激しいフットワークで小刻みにパンチをヒットさせ，またパンチをフェイントにしたタックルからテイクダウンし，ポイントを重ねる．この試合でも 1～3 ラウンドにエドガーは何度かタックルを試みるが，多くは不発に終わり，テイクダウンに成功してもヘンダーソンにすぐに立たれる展開が続く．

4 ラウンドは序盤エドガーが何発かパンチをヒットさせ，比較的優位に進める．問題のシーンでは，エドガーが間合いを詰め，右のオーバーハンド（上体を沈めながら放つパンチ）を放ったところに，ヘンダーソンがカウンターで左の膝蹴りを合わせ（図 3 左), エドガーがその膝を右手で取りつつ頭を相手

の左脇に差し込むことで上体を密着させることに成功する（図 3 右）．その後，胴タックルの要領で相手の上体を浮かし，反時計回りに回転しながらテイクダウンを奪う．ヘンダーソンはこの動きに素早く反応し，左脇に差し込まれたエドガーの首を取り，テイクダウン時の回転に追従しながら両足をエドガーの腰に巻き付け，テイクダウンされると同時にフロントチョーク（前方からの裸締め）を決める（ヘンダーソンはフロントチョークの名手）．

エドガー（右）のオーバーハンドとヘンダーソン（左）の膝蹴り

エドガー（右）のタックルへの仕掛け

図 3 総合格闘技における攻防

筆者がこのシーンに注目したのは，両者の初動が有標だったからである．確かにオーバーハンドはタックルを得意とする選手がときにタックルへのつなぎとして使う．ただ，エドガーがこのパンチを使っているのは見た記憶がない．エドガーはヘンダーソンとの身長差を埋めるためにこの技を体得し，この場面で使ったのではないか．その意味では，エドガーの予期しない仕掛けがその後の展開を生んだともいえる．エドガーがこの場面でタックルへのつなぎを意図してこれを使ったようには見えない．しかし，タックルを武器とするエドガーに対してこのつなぎを意識するならば，ヘンダーソンの適切な対応は後退してかわすことであろう．実際，エドガーはこのラウンドの冒頭でもオーバーハンドを放っており，その際にはヘンダーソンは後退してかわしている．ヘンダーソンはこの試合しばしば膝蹴りを命中させており，この場面でもエドガーの突進に対していち早く反応し，カウンターの膝を繰り出したものと思われる．ここでもヘンダーソンの（少なくともエドガーにとって）予期せぬ反応がその後の展開に影響した可能性が高い．

ここでは「予期せぬ」動きが交錯することで試合が大きく動いた．しかし，「予期せぬ」は「予期」の裏返しであり，「予期せぬ」仕掛けやそれへの反応を見ることで，「予期」がどのように形成されるかの理解につながる（会話分析の変則事例分析を参照）．「予期」は，局所的な身体的相互作用だけでなく，それまでの流れ（膝蹴りが有効であるなど）や置かれている局面（打撃やテイクダウンのクリーンヒットがポイントの優劣を決定づけるなど）といった大局的要因にも左右されると考えられる．「予期」が局所的/大局的なリソースからいかにして形成されるのかを探究することで，格闘技における「予期」の仕組みの理解につながるのではないか．

6.3. 相互行為的「予期」の一般理論へ向けて

会話と格闘技の最大の違いは，前者は協力的な相互行為であるのに対して，後者は競争的な相互行為であることである．しかし，この違いは「予期」の仕組みの探究にとってさほど問題ではないように思える．会話では，他の参与者が自身と共通の規範に従うことに基づいて，他者の行動を予期したり，（他者が予期している）自身の適切な行動を決定したりしている．格闘技でも，対戦相手との間で共有された相互行為パターン（定石化されたものであれ，その試合に特化されたものであれ）が形成されることによって，相手の反応が予期でき，（他者の予期を裏切る）自身の適切な行動を決定できるのであろう．この点において，筆者の試みは，たんに相互行為分析をスポーツ分析に応用することを目的としたものではなく，協力的な相互行為からより一般的な相互行為へと研究の射程を広げることを志向したものである．

7．おわりに

状況依存性，身体性，相互行為，選択的注意（フレーム問題），個人固有性など，知能科学がまだ完全に解明していない，もしくは扱い切れていない問題は多い．認知科学が実験室を出て現場での探究を増やし，まずは一人称的に研究事例を積み重ねること

が，知の探究方法論の開拓につながるはずである．

我々はスポーツを現場として選び，スポーツ知に関する認知科学的探究を始めた．今回のワークショップを経て，近々学会の分科会活動として起案を計画している．これまでに認知科学が蓄積してきた様々な概念がスポーツ知を複数の観点から統合的に捉えることを可能にする．このワークショップを皮切りにスポーツ知の認知科学が創生することを希求する．

参考文献

[1] 木村敏，(2005)，“あいだ”，筑摩文芸文庫.

[2] 諏訪正樹，(2011)，“学びのデザイン”の研究があるべき姿–「こと」のプロセスの事例探究. 日本デザイン学会誌, デザイン学研究特集号「メタデザインへの挑戦」, Vol.18-1, No.69, pp.66-69.

[3] Gibson, J. J., (1983), “The Senses Considered as Perceptual Systems”, Greenwood Press, Connecticut.

[4] Clancey, W. J., (1997), “Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations”, Cambridge University Press, Cambridge.

[5] Pfeifer, R. & Bongard, J., (2006), “How the Body Shapes the Way We Think: A New View of Intelligence”, Bradford Book.

[6] 郡司ペギオ-幸夫，松野孝一郎，レスラー，オットー・E，(1997)，“内部観測”，青土社.

[7] 諏訪正樹，(2005)，“身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化”，人工知能学会誌, Vol.20, No.5, 525-532.

[8] 諏訪正樹，赤石智哉，(2010)，“身体スキル探究というデザインの術”，認知科学，Vol.17, No.3, pp.417-429.

[9] 西山武繁，諏訪正樹，(2011)”アスリートに考えさせるコーチング”の方法論の模索-空手の組手競技における間合いを例に-, 2011 年度に本認知科学会第 28 回大会発表論文集，pp.670-674

[10]西山武繁，諏訪正樹，(2012)身体運動の記述に基づく空手の組手競技における駆け引きの考察, 信学技報，vol.112，no.176，HCS2012-44，pp.67-72.

[11]金子明友，(2005)身体知の形成，明和出版.

[12] 坊農真弓・高梨克也（編著），(2009）多人数インタラクションの分析手法　　オーム社

[13] Clark, H. H., (1996) Using Language, Cambridge University Press.

[14] 関根和生・高梨克也，(2012) “サッカーにおける守備側選手が攻撃側選手との時間的と空間的ズレを埋めるための手がかり”, 認知科学, Vol. 19, No. 2: 244-248

[15] Streeck, J., Goodwin, C., & LeBaron, C. (eds.), (2011), Embodied Interaction: Language and Body in the Material World. Cambridge University Press,

[16] 高梨克也，(2010) “インタラクションにおける偶有性と接続”，インタラクションの境界と接続, 木村大治・中村美知夫・高梨克也（編著），昭和堂，39-68

[17] 高梨克也，(2011) “見えるものとしての身体と認知科学におけるコミュニケーションの位置”，JSAI SIG-SKL-09-01: 1-6.

[18] 高梨克也，(2012) “社会的インタラクションにおける「見えるもの」としての身体”，2012 年度人工知能学会全国大会発表論文集，3E2-OS-16-1

[19] 高梨克也・関根和生，(2010a) “サッカーにおける身体の観察可能性の調整と利用の微視的分析”，認知科学，Vol. 17, No. 1, pp.236-240.

[20]松原正樹，西山武繁，伊藤貴一，諏訪正樹．(2010) “身体的メタ認知を促進させるツールのデザイン”，身体知研究会（人工知能学会第２種研究会）SIG-SKL-06-03, pp. 15-22.

第二言語習得への脳認知科学からのアプローチ
An Approach to Second Language Acquisition from Cognitive Neuroscience

横山 悟[1]・鄭 嫣婷[1]・尾島 司郎[2]・千葉 克裕[1,3]・エマニュエル マナロ[4]・吉本 啓[1]
Satoru Yokoyama, Hyeonjeong Jeong, Shiro Ojima, Katsuhiro Chiba, Emmanuel Manalo, Kei Yoshimoto

[1]東北大学, [2]東京大学, [3]文教大学, [4]早稲田大学
Tohoku University, Tokyo University, Bunkyo Unuversity, Waseda University
kei@compling.jp

Abstract

The development of functional neuroimaging technologies has deepened our knowledge on second language (L2) acquisition and brought about a great deal of data and analyses. However, the studies have been conducted in different areas with different methods, and we have a need to consider what are common and what are distinct of the findings we have obtained and the opinions that exist. Researchers who have been applying varied research methods (i.e., functional magnetic resonance imaging, magneto-encephalography, event-related potential, psycholinguistic approaches, and methods used in applied linguistics and teaching English as a second language) to the study of L2 acquisition and education participate in this workshop. They report the results of their recent researches and discuss whether the different standpoints can favorably influence each other or can even be developed toward a unified one.

Keywords —second language acquisition, second language education, functional neuroimaging, event-related potential

1. はじめに

脳機能画像法等の脳活動を計測する手段により、ヒトの言語活動に関する知見が深まり、第二言語(外国語、以下では L2) 習得の過程についても、多くの観測データや分析結果が得られるようになった．しかし、研究は様々な研究分野で異なる手段を用いて行われており、これまでに得られた発見や行われている見解の間の共通点と相違点について整理する必要がある．提案するワークショップでは、L2 の習得および教育について様々に異なる研究手法（機能的磁気共鳴画像法 fMRI、脳磁図 MEG、事象関連電位 ERP、および言語心理学・応用言語学・英語教育の手法）を用いてきた研究者が集い、これらの問題について検討する．

2. ワークショップのトピック

本ワークショップでは、以下のトピックについて話題提供者が最近の研究成果から発表を行い、またモデレーターとともに討論する．

○L2 は第一言語（母語; L1）と同一の脳内領域で処理されているのか？
○L2 学習が進展するにつれ、脳活動はどのように変化するのか？
○L2 に関する能力は、L1 の能力からどのような影響を受けるのか？
○上記を中心とする問題に関して、分野を超えて共有できる知見や考え方は何か？相違のある点については、それが生じるのはなぜか？
○各研究分野の利点を生かした、研究の補完や共同研究は可能か？

3. 発表者の構成

話題提供者
Emmanuel Manalo (早稲田大学理工学部)
尾島 司郎（東京大学総合文化研究科）
千葉 克裕（文教大学/東北大学）
モデレーター
横山 悟・鄭 嫣婷（東北大学加齢医学研究所）

4. 第二言語の習熟度と ERP（尾島 司郎）

脳波の一種である ERP（event-related potential, 事象関連脳電位）を用いた L2 習得研究は、海外では珍しいものではなくなっており、既に多くの知見が蓄積されている. 過去の研究は、脳内の L2 処理に影響する要因として、L2 習得の開始年齢（age of acquisition, AOA）と L2 習熟度（L2 proficiency）の重要性を指摘している [1]. こうした研究は今も継続して行われているが、L2 話者の言語能力の全体像を解き明かすには、L2 との関連で母語（L1）も同時に調べる必要がある.

アメリカへの移民に関する先行研究では、AOA が早い（L2 学習開始が早い）と最終的な L2 習熟度は高いが、逆に L1 習熟度は低い（母語が失われている）と報告されている. こういった現象は行動データとして報告されているが、あまり注目はされていない.

しかし、L2 と母語の関係は外国語教育にとって大きな意味を持つ. 特に日本人の英語学習のように、習得までに数千時間を要する場合、それだけの長い学習が母語にとってプラスなのかマイナスなのかは、社会的に重要な問題である. また、プラス・マイナスいずれの関係があったとしても、日本語と英語のように表面的な共通性が少ない 2 言語の組み合わせの場合、そういった関係が一体どんなメカニズムで生じるのか明らかではなく、科学的にも興味深い研究テーマである.

こうした背景の中、尾島らは最近の研究で、日本人の成人において、英語習熟度（L2 proficiency）の高いグループと低いグループを、日本語（L1）において比較した. つまり、L2 能力の高低によって、母語能力がどう違ってくるのかを検討した. 英語力高グループは TOEIC850 点以上、低グループは TOEIC350 点以下の英語力だった. ともに、中学入学時に英語学習を始めていたが、特に大学以降の英語学習時間に大きな差があった（高＞低グループ）.

実験結果として、行動（メタ言語意識課題）と脳機能計測（ERP）の両面において、英語力の高いグループが日本語でも優れていることが示された.

母語におけるメタ言語意識は、母語の文法などについてどれだけ明確な直感があるかを示すが、先行研究から予想された通り、L2（英語）能力が高いほうが、L1（日本語）についてのメタ言語意識が高かった.

このようなメタ言語意識は、提示された文全体を処理した後に、つまりオフラインで、グローバルな判断をくだした時のものだが、脳計測で用いた ERP は、文を処理している途中の、もっと言えば、それぞれの単語を処理している途中の段階のオンラインデータである.

英語力高グループ・低グループの被験者が、日本語の簡単な文を黙読している時の ERP を計測したところ、単語提示後、予想よりかなり早いタイミングでグループの間で差が見られた. 高グループは日本語でのメタ言語判断が正確だが、そのようなオフライン判断が下される遥か前に、日本語処理スピードにおけるアドバンテージがあると考えられる.

これらの行動・脳計測データは、思春期から外国語教育で L2 を学ぶ場合、L2 と L1 にはお互いを高めあう正の相関があることを示唆する. 今後は、L2 学習開始以前の L1 能力と、L2 学習そのものの影響を分離できるような研究パラダイムの創出が必要となる.

5. MEG による第 2 言語語彙処理と習熟度に関する研究（千葉　克裕）

5.1. はじめに

中学生から英語を学びはじめた多くの日本人英語学習者にとって，学習の初期には英単語の訳語により意味を理解し，やがて習熟度が上がるにつれて日本語を意識せずに意味を理解できるようになった経験はめずらしいものでは無い．これまでの第 2 言語の語彙処理に関する研究では，２つの言語の語彙はそれぞれ別々に保存されるが，概念は共通なものとして存在するとされる．語彙リンクと概念リンクの結びつきについては，Word Association Model（母語連結モデル）と Concept Mediation Model（概念連結モデル）が提案され，

習熟度が上がれば，前者から後者へ移行すると考えられてきた[2004]．また [3] は改訂版階層モデル(Revised Hierarchical Model)を提案し（図 1），L1 と L2 のそれぞれの語彙と共通概念の結びつきにはその数と強さとに差があるという階層性を主張し，第 2 言語学習の初期段階では L1 を介して L2 の意味概念にアクセスし，意味統合を行うプロセスを説明した．しかしそれらの研究は，語彙処理のモデルに対して翻訳課題などの反応時間とその正確さを用い，間接的な観察にもとづく推論によるものである．

近年はバイリンガルの脳内辞書について最新の脳機能計測法を援用し，脳内の活動を直接観察する研究が数多くなされてきている.しかしながら，外国語学習者を対象にその習熟度の変化について検証しているものは極めて限られている．

本研究は，初級学習者が第 2 言語の語彙を第 1 言語の翻訳を通して理解しているか，上級学習者は翻訳を介さず直接 L2 を理解しているかなど，日本人英語学習者の語彙処理過程に対する習熟度の影響について MEG (Magnetoencephlography) により検証する．

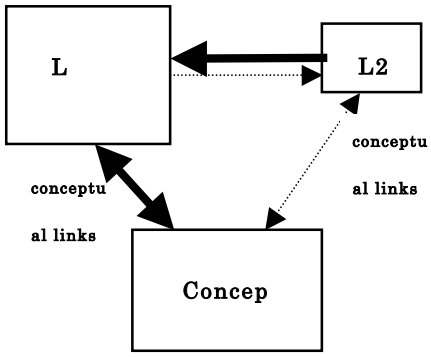


図 1　Revised Hierarchical Model

Kroll & Stewart (1994)

5.2. 先行研究

fMRI による第 2 言語の意味処理プロセスに関する研究において，[4] は，初級学習者は左下前頭回(LIFG)，左下頭頂小葉(LIPL) が賦活し，上級学習は LIFG, LIPL が賦活しないことを報告した．[5] は，同様に初級学習者は下頭頂小葉(LIPL) が賦活し，上級学習は LIFG, LIPL が賦活しないことを確認し，さらに左中側頭回(LMTG) が初級学習者は賦活せず，上級学習者は賦活することを報告した．

[6] は，英語・スペイン語初級バイリンガルの語彙処理を EEG を用い言語内・言語間両方の反復効果をプライミング実験により確かめ， L2 と L1 で N400 の大きさが違うことと、翻訳方向では L1 から L2 への順方向にのみより大きく現れることを報告した．

[7] は，刺激提示のオンセットから 300ms-500ms のタイムウィンドウを対象に N400 による分析を行い、逆方向の翻訳方向においてより大きな N400 を確認したが，反応時間では，日常的に目標言語を使う環境での上級学習者は，翻訳方向による有意差が見られないことを報告した．

これらの先行研究から，習熟度の違いにより左下前頭回（ブローカ野)，下頭頂小葉，左中側頭回の賦活量の違いがあることと，L2 から L1 への意味プライミング効果が N400 の時間的変化に現れることが確認できる．しかし，上述の研究では時間的情報と空間的情報が同時に計測されていない事に加え，連続した習熟度の被験者を対象にその違いによる影響を検証したものは一例 [4] しかないため，習熟度の違いにより，どの時間帯にどの部位が賦活しているのかを確かめることができない．

従来の研究で採用されてきた EEG による脳波(ERPs) の測定では空間分解能に劣り，言語の機能局在を観察できないという短所があった. また，fMRI による研究は高い空間分解能を持つが，血流の変化を捉えるという原理上，時間分解能に大きく欠けるという問題がある. 一方, MEG は EEG の空間分解能と fMRI の時間分解能の二つの問題を同時に解決し，視覚野，運動野，言語野の活動を時間的・空間的に同時に観察することが可能になる．

[8] は MEG を用いて文章における単語提示と

word pair における単語提示課題においてコンテキストに沿っている場合とそうでない場合との比較を行った結果，文章と単語では 300ms から 500ms の間の N400 効果が質的に変わらないとを指摘した．

5.3. 研究の方法

5.3.1. 実験デザイン

本研究では，語彙判断課題と意味判断課題の 2 つの実験を，MEG（脳磁図計測器）内で横臥姿勢で行った．また英語の習熟度を比較する指標として英語理解に関する総合的な習熟度テストである Minimal English Test（以下 MET ，[9]）を被験者全員に受けさせた．

実験プログラムは E-Prime 2.0 上で作成し，頭上の画面に提示される課題に対し，正解なら人差し指，不正解なら中指のボタンを押して回答させた．一つの実験ユニットは刺激語提示（1000msec），＋マーク（2500msec）＊マーク（1000msec）の組み合わせにより構成され，被験者は刺激語を提示された後なるべく早く回答するように指示された．また，どうしてもまばたきが必要な場合は＊マークが提示された時間帯にするよう指示された．反応時間は刺激語提示の瞬間をオンセットとして計測した．

第 1 の実験である語彙判断課題は，単語の形式の処理過程を計測するための画題であり，モニター上にある文字列を提示し，その単語が英単語か非英単語かをボタン押しにより判断させた．これは英語学習者の単語理解における単語認知の反応時間や正確さを測定する課題である．提示する語数は英単語 100 語（生物 50・非生物 50），非単語 50 語とした．第 2 の実験の意味判断課題は，単語の意味処理過程を計測するための課題で，モニター上に提示される語が生物を表す語か非生物を表す語かを回答するよう指示された．1 ユニットの課題数は，第 1 の実験における英単語に合わせて，生物 50 語，非生物 50 語であった．

5.3.2. 刺激語

刺激語は 200 語の生物名詞と 200 語の非生物名詞を MRC Psycholinguistic Database [10] から抽出した．[7] にならい，文字数，音節数，親密性の各項目について条件間に差が出ないようにデータベースを用いて調整した．非単語は ARC Nonword Database [11] から英単語と同じ文字数と音節数で抽出し，さらに，1)英語の正字法的に正しい綴りのみ，2)語頭が正字法的に正しいもののみ，という条件で統制した

5.3.3. 被験者

被験者は，東北大学の 18 歳から 25 歳（平均 21.3 歳，SD=1.66）の学部生および大学院生 29 名（男子 20，女子 9）である．すべての被験者の母語は日本語であり，海外への留学経験はなく，利き手は右手である．いずれの被験者も実験開始前にインフォームドコンセントが求められ文書による同意書に署名した上，実験後に謝金が支払われた．

5.4. 解析と結果

5.4.1. 行動データ

行動データの解析 [12] では，語彙判断課題，意味判断課題ともに正答のみの反応時間を各被験者で平均化し，その結果と英語習熟度テストである MET のスコアとの相関を解析した．また，意味アクセスの時間と習熟度との関係を検証するため，語彙判断課題での単語と非単語との処理時間の差，及び意味判断課題と語彙判断課題の処理速度の差についても，それぞれ MET スコアとの相関に関して解析を行った結果，習熟度が単語理解の処理速度へ与える効果は，意味アクセスに至る前の単語認知処理の段階で影響を与えていると判断した．

5.4.2. MEG データ

語彙判断課題と意味判断課題遂行中の MEG データは，刺激提示のオンセットを基準とし-100ms から 1000ms までの信号を-100ms から 0ms をベースラインとして取り出した．その後、誤答あるいは 2pT 以上の信号を認めた試行は解析から除外

した上で被験者ごとに加算平均をした．加算平均後のデータは 2-30Hz のバンドパスフィルターを適用し，全被験者の総加算平均を計算した．本研究では，意味アクセスの時間帯と考えられる N400 の成分を分析するために [6, 7] 等にならい 100ms-300ms と 300ms-500ms のタイムウィンドウで信号強度と習熟度テスト MET の得点との相関を分析した．また単語認知処理に対する影響を確認するため [13] を援用し、50ms-150ms を分析対象に加えた．語彙判断課題の分析結果として 100ms-300ms のタイムウィンドウで左半球の合計８カ所、50ms-150ms で 28 カ所のチャネルに有意な相関が確認された．部位の詳細と考察，及び意味判断課題については当日の発表において詳述する．

5.5. 今後の課題

ここまでの分析は信号強度（振幅）のみの分析であるが、有意差を示したチャンネルのタイムラインを用いて初級学習者は語彙判断課題においてより反応時間が長いが，潜時がタイムラインの後ろにずれるかどうかなど潜時と習熟度との関係も分析する必要がある． また，MEG の利点である空間分解能を生かした信号源の解析も進めたい．

6. Do Variations in L2 Speaking Performance Correspond to Detectable Differences in Brain Activity? (Emmanuel Manalo)

6.1. Introduction

Speaking is generally considered as the most salient indicator of the extent to which an L2 learner has developed skills in the target language. Understanding the processes underlying L2 speech acquisition and exploring ways to more effectively facilitate this acquisition are therefore important. A number of studies have already examined how various factors affect L2 students' speaking performance. Where Japanese students' English speaking performance is concerned, for example, the relationships with factors such as L2 study experiences and practices, vocabulary development, personality, and state anxiety have been investigated [14, 15].

With recent advances in brain imaging technology, researchers have begun examining what happens in the brain when various tasks requiring L2 use are carried out. For example, differences in brain activation have been found between fluent and non-fluent L2 learners when they listen to L2 sentences and read L2 words [16, 8]. The development of a statistical model of the relationship between L2 sentence reading performance and brain activation has also been initiated [17]. In the area of medical science, some brain imaging studies like these have led to the development of biological evidence-based methods for addressing issues of human performance, such as the debilitating effects of dementia [18].

To date, however, only a very limited number of brain imaging studies have examined L2 speech, and none of these have directly examined the connection between brain activity and indices of L2 speech proficiency. To establish this connection therefore became the main objective of the present study.

6.2. Previous Research in L2 Brain Imaging

The few neuroimaging studies that have examined L2 speech production have, until recently, only required very limited, basic speech responses such as in naming tasks, syllable production, and production of constrained sentences. In a more recent study [19], however, comparisons were made of brain activity during direct interviews (with a live interviewer) and semi-direct interviews (with a video-recorded interviewer) in both L1 and L2.

Hence, speech produced was more natural and longer. In this study, greater activation in parts of the brain involved in social communication (i.e., in the medial prefrontal cortex and the bilateral posterior superior temporal sulci) was found during L2 direct interviews. However, individual differences in L2 proficiency were not examined, so the study provided no insights into how L2 proficiency might relate to activity in the brain.

6.3. Previous Research in Measurement of L2 Proficiency

Many studies have been conducted to measure and numerically index the quality of L2 speech, as well as to identify some of the behavioral and psychological correlates of such indices. The most commonly used measurements pertain to L2 speech complexity (e.g., mean length of utterance, or the average number of morphemes in sentences uttered), accuracy (e.g., the proportion of correct verbs or clauses used in utterances), and fluency (e.g., speech rate, such as the total number of words or syllables divided by the total speaking time). These indices together are often referred to as CAF measurements.

Despite the number of CAF-related studies in the applied linguistics research literature, there had been no investigations into biological evidence to verify the indices that have been commonly used. In other words, we did not know for example if (or how) the activity in the brain of a person who is fluent in L2 might differ from that of another who is less fluent.

6.4. Challenges that Had to Be Overcome

Aside from designing tasks and associated indexing methods to represent various qualities of L2 speech in ways that are ecologically valid and detectable through current brain neuroimaging techniques, the other challenges that had to be dealt with included the treatment of "noise" in the data arising from facial (speaking) and eye movements. Additionally, it was subsequently decided as necessary to also gather brain activity data while participants spoke in their first language (L1) so that intra-subject analysis could be undertaken between L2 and L1 conditions to identify L2 related speaking process activation in the brain.

6.5. Hypotheses

The main hypothesis was that there would be significant correlations between measurements of L2 speech proficiency and activity in various parts of the brain. More specifically, it was hypothesized that: (i) brain areas involved in procedural memory would be linked to L2 speech complexity; (ii) areas involved in the supervision of word retrieval, and in morphosyntactic processing, would be linked to L2 accuracy; and (iii) areas associated with semantic memory and lexical knowledge would be linked to L2 fluency.

6.6. Method

The participants were 58 university students who were native Japanese speakers and for whom English was an L2.

The participants were administered a description task while fMRI (functional magnetic resonance imaging) scans were taken of their brain. The description task required them to describe 31 randomly presented pictures during the 30-second period that each picture was shown. An event-related design was used whereby the participants were first provided a visual warning signal (2 seconds)

prior to the stimulus picture then being presented (during which the participant was asked to describe what they saw using complete sentences as much as possible); this was followed by a 4-second rest period (during which nothing was shown); then the sequence was repeated until all 31 pictures had been presented.

Each participant was required to complete the description task in both L1 and L2. Equivalent (but not the same) pictures were used in the L1 and L2 trials.

6.7. Expected Results

At the time of writing this paper for the conference workshop, data collection - but not analyses - had been completed. It was expected that connections would be detected between L2 speaking competence and activity in different parts of the brain. More specifically, the expectations were that:

· Complexity scores would correlate with activity in the left inferior frontal gyrus, which is part of the procedural memory circuit [8, 20].

·Accuracy scores would correlate with activity in the right prefrontal cortex, an area previously found to relate to naming accuracy [21].

· Accuracy scores may also correlate with activity in the sub-regions of he inferior frontal gyrus which have previously been found to relate to morphosyntactic processing [22].

· Fluency and vocabulary fluency would correlate with activity in the left middle temporal gyrus, usually associated with semantic memory and lexical knowledge [17].

Actual findings from completed analyses are planned to be reported and discussed during the JCSS workshop presentation of this study.

Acknowledgements

The authors of this initial report would like to thank Nobue Tanaka-Ellis, Hyeongjeong Jeong, Hiroshi Hashizume, Kei Takahashi, Akitake Kanno, and Ryuta Kawashima for their help and advice. This study was supported by a grant-in-aid for scientific research from the Japan Society for the Promotion of Science.

参考文献

[1] Ojima S, Nakata H, & Kakigi R. (2005) An ERP study of second language learning after childhood: effects of proficiency. Journal of Cognitive Neuroscience 17, 1212-28.

[2] French R. M. & Jacquet M. (2004) “Understanding Bilingual Memory: Modes and Data.” TRENDS in Cognitive Sciences, 8, no2, 87-93.

[3] Kroll, J. F. & Stewart, E. (1994). Category Interference in Translation and Picture Naming: Evidence for Asymmetric Connections between Bilingual Memory Representations. Journal of Memory and Language, 33, 149-174.

[4] Chee, M. W. L., Hon. N., Lee, Soon, C. S. (2000) ”Relative Language Proficiency Modulate BOLD Signal Change when Bilinguals Perform Semantic Judgments.” Neuloimage 13, 1155-1163.

[5] Yokoyama, S., Kim, J., Uchida, S., Miyamoto, T., Yoshimoto, K., Riera, J., Yusa, N., Kawashima, R. (2009) “Left middle temporal deactivation caused by insufficient second language word comprehension by Chinese-Japanese bilingual.” Journal of Neurolinguistics, 22, 476-485

[6] Alvarez, R. P., Holcomb, P., J., & Grainger, J. (2003) “Accessing word meaning in two languages: An event-related brain potential study of beginning bilinguals.”

Brain & Language, 87, 290-304.

[7] Palmer, S. D., van Hooff, J. C., & Havelka, J. (2010) “Language representation and processing in fluent bilinguals: Electrophysiological evidence for asymmetric mapping in bilingual memory.” Neuropsychologia, 48, 1426-1437.

[8] Lau, E., Almeida, D., Hines, P. C., Poeppel, D. (2009), “A lexical basis for N400 context effect: Evidence from MEG.” Brain & Language, 111, 161-172

[9] Goto et al. (2010).

[10] Wilson, (1988).

[11] Rastle & Coltheart (2002.)

[12] 千葉克裕・横山悟・吉本啓 (2010).「第 2 言語の習熟度と語彙処理速度の検証 ―語彙判断課題および意味判断課題の反応時間から―」『東北大学高等教育開発推進センター紀要』第 7 号, pp. 35-42.

[13] Friedrici A. D., (2002). “Towards a neural basis of auditory senence processing.” TRENDS in Cognitive Science 6, No2, 78-84.

[14] Oya, T., Manalo, E., & Greenwood, J. (2004). The influence of personality and anxiety on the oral performance of Japanese speakers of English. Applied Cognitive Psychology, 18, 841–855.

[15] Oya, T., Manalo, E., & Greenwood, J. (2009). The influence of language contact and vocabulary knowledge on the speaking performance of Japanese students of English. The Open Applied Linguistics Journal, 2, 11–21.

[16] Sakai, K. L., et al. (2009). Distinct roles of left inferior frontal regions that explain individual differences in second language acquisition. Human Brain Mapping, 30, 2440–2452.

[17] 横山悟、イプトスシラ、大澤剛士、川島隆太. (2009).「脳機能画像データを用いた英語学習者のリーディング習熟度評価」『電子情報通信学会技術研究報告』109 (297), 57-62.

[18] Kawashima, R., et al. (2005). Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. Journal of Gerontology, 60A(3), 380–384.

[19] Jeong, H., et al. (2011). Testing second language oral proficiency on direct and semidirect settings: A social-cognitive neuroscience perspective. Language Learning, 61, 675–699.

[20] Ullman, M. T. (2001). A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. Nature Reviews Neuroscience, 2, 717–726.

[21] Videsott, G., et al. (2010). Speaking in multiple languages: Neural correlates of language proficiency in multilingual word production. Brain and Language, 113, 103–112.

[22] Yokoyama, S., et al. (2006). Cortical mechanisms involved in the processing of verbs: An fMRI study. Journal of Cognitive Neuroscience, 18, 1304–1313.

推論課題における身体的負荷の影響
Effect of Physical Load in Cognitive Process of Estimation

阿部慶賀
Keiga Abe

岐阜聖徳学園大学
Gifu Shotoku Gakuen University
keiga.abe@gmail.com

Abstract

Purpose of this study is to examine the process of embodied cognition in inference. According to recent cognitive science studies, our intelligent behavior that ranges from perception to inference is not accomplished in only closed mental process, but is affected by body and action. However, previous studies do not clarify whether these effects were derived by physical load or subjective heaviness. In order to examine the question, two experiments were couducted using the "weight-size illusion". Results of the experiment showed that the effects of the physical load in estimation task were affected not from subjective heaviness but from physical load.

Keywords — **身体性、推論**

1. 背景と目的

本研究では推論や問題解決などの高次認知処理過程における身体の寄与について検討を行う。近年の認知科学においては、知覚から推論までの広範囲の知的振る舞いが、心的処理だけで閉じたものではなく、身体や行為・動作の影響を受けているという知見が報告されている。身体的負荷が心的処理に及ぼす影響としては、Narukawa et.al.(2010)が疲労の程度に伴う味覚の変化を報告している。Krishna & Morrin(2008)では、ミネラルウォーターの評価に、ボトルの硬さの感覚が影響していることが示されている。Bhalla & Profitt(1999) は、荷物を背負った状態と手ぶらの状態では、坂道の傾斜の見積もりが異なることを実験によって示した。また、Ackerman, Nocera & Bargh(2010)では、重さの異なる2種類のクリップボードの一方に綴じられた架空の人物の履歴書を被験者に渡し、人物の評価を行わせた。その結果、重いクリップボードを与えられた群は、軽いクリップボードを与えられた群よりも高い評価をした。これの先行研究からは、被験者の身体にかけられた負荷や、疲労が心的処理を左右していることが示唆される。しかし、物理的な負荷量が影響を与えるのか、主観的な負荷量が影響を与えるのかが明らかになっていない。本研究ではこの問題点について、先行研究の見積もり課題を題材にして検討を行った。もし物理的負荷量によるものであれば、被験者の主観とは別の身体的・非顕在的な処理が推論に影響を与えていると考えられる。逆に主観的負荷量によるものであれば、被験者の主観や顕在的処理が推論に影響を与えていると考えられる。

この物理的負荷量と主観的負荷量を分けて検討するための方法として、本研究では「大きさ－重さ錯覚」(Charpentier, 1891) を用いた。この錯覚は同じ重さならば大きいほうが軽く感じられるという現象である。この錯覚を利用し、同じ物理的負荷がかかっていながら異なる主観的負荷がかかっている状況での推定課題（実験１）、および、同じ主観的負荷をかけられながら異なる物理的負荷がかかっている状況での推定課題（実験２）を実施し、身体的負荷の物理量、客観量の効果について検討した。

2. 実験1

実験１では、物理的には同じ重さをかけながら、主観的には異なる重さがかけられたと思わせる実験操作を施し、主観的負荷量と物理的負荷量に乖離がある状況下での見積もり課題を行った。これにより、身体にかけられた重さの負荷の処理がどのように処理されているのかを明らかにする。

2.1 方法

被験者 実験には大学生92名が参加した。うち24名を5kg10リットル大の重りを持って階段の段数を推定する10リットル群、33名を5kg20リットル大の重りを持って推定する20リットル群、35名を重りを持たずに推定する統制群とした。実験は1要因被験者間実験計画として実施した。

題材 Bhalla & Profitt(1999)による推定課題の改題を用いた。改題では、愛宕神社の上り階段(図1)の映像を5秒間提示し、階段の段数を推定させるよう教示した。画像は160cm の高さに設置した17

図 1 提示刺激（愛宕神社階段）

インチXGA ディスプレイ上に表示した。被験者にかける身体的負荷としては、5リットル大のポリタンクに5kgの水を入れた基準重り、および、統制群以外の群に割り当てられた推定用重り(5kg10リットル大または5kg20リットル大) が用意された。

手続き まず各群ともに基準重りを渡され、その重りが5kg であることが教示された。その後、各群は割り当てられた推定用重りが与えられ、基準用重りを両手で持ちながら階段の段数見積もり課題を行った。回答は5秒間の画像提示後に重りを持ったまま口頭で行った。口頭での回答の際は、深く考え込まず、ただちに答えるよう教示した。その後、推定用重りの重さの推定も行った。

2.2 結果

まず、10リットル群と20リットル群の推定用重り重さ予想値について述べる。10リットル群が5.94kg、20リットル群が4.06kgとなり、両群の間に有意な差が見られた($t(26) = 2.74, p < 0.05, r = 0.47$ 図2 参照)。このことから、10リットル群と20リットル群の間に重さ大きさ錯覚が生じていることが確認された。次に、階段の距離の見積もりを一元配置分散分析で比較した結果、統制群が24.68段, 10リットル群が52.79 段，20リットル群が49.88段となり、重りの要因に主効果が見られた($F(2, 89) = 14.82, p < 0.01, \eta^2 = 0.25$ 図3 参照)。Bonferroni 法による多重比較の結果では、統制群と他の二群の間に有意な差が見られた一方、10リットル群と20リットル群の間には有意差は見られなかった。

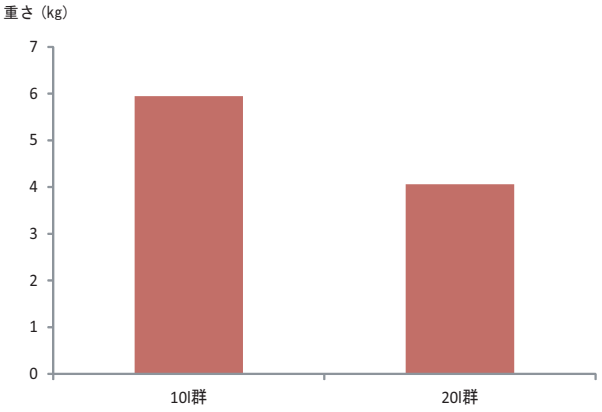


図 2 実験 1 における10l群と20l群の重さ見積もり

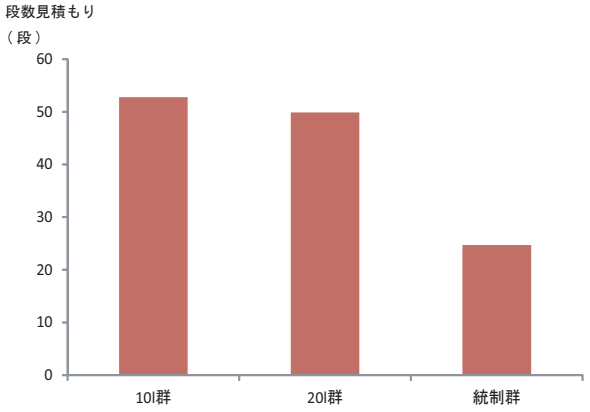


図 3 実験 1 における各群の階段段数見積もり

3. 実験2

実験 1 の結果は、主観的な重さの違いは階段の段数の見積もりに影響を与えず、物理的な負荷が見積もりに影響を与えるという可能性を示唆している。しかし、10l 群と20l 群の間に有意差が見られないというデータでは、主観量が見積もりに影響しないと結論付けることはできない。そこで、実験 2 では、主観的等価点測定法で被験者自身による負荷量の調整を行い、主観的には同じ負荷で、物理的には異なる負荷をかけた場合の見積もりを比較した。実験 1 と同様に、主観的負荷ではなく、物理的負荷が影響するならば、見積もりに有意差がみられるはずである。

また、実験 1 では被験者に階段の段数の見積もりを求めたが、階段の段数は先行研究で用いられた距離や傾斜との相関を保証できないため、先行研究と比較して身体的負荷が見積もりを過大評価するのか、過小評価させるのかを議論することが難しい。そのため、実験 2 では階段の段数ではなく、階段の距離を推定させるよう教示した。

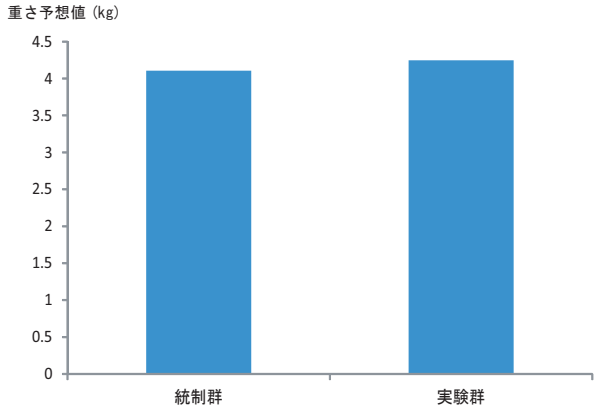


図 4 実験 2 における各群の基準重り予想値

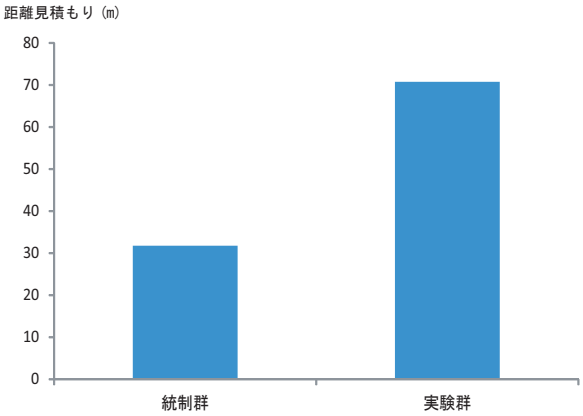


図 5 実験 2 における階段の距離見積もり

3.1 方法

被験者 大学生27名が実験に参加した。うち14名を後述する実験群、13名を統制群とした。実験は1要因被験者間実験計画として実施した。

題材 実験 1 と同じ推定課題を用いた。被験者にかける身体的負荷としては、5リットル大のポリタンクに5kgの水を入れた基準刺激を提示したのち、その重さと同じだと思う重さになるまで20リットル大の刺激用重り用のポリタンクに水を入れるという主観的等価点測定法で被験者に物理的負荷量を設定させた。なお、この方法によって被験者が設定した刺激用重りの重さは平均6.36kg となり、基準重りより1kg以上重い物理的負荷量を設定した。被験者は基準重りが5kgであることは知らされておらず、調整した重りが基準重りと同じ重量であるとしか自覚していない。

手続き まず各群ともに主観的等価点測定法による重りの重さ調整を行い、その後、実験群は自らが調整した重りを、統制群は基準用重りを両手で持ちながら階段の長さ見積もり課題を行った。回答は画像提示後に重りを持ったまま口頭で行った。その後、基準重りの重さの推定も行った。

3.2 結果

まず、基準重りの重さ予想値について述べる。基準重りの見積もりは統制群が4.11kg、実験群が4.25kg となり、両群の間に有意な差は見られなかった ($t(25) = 0.26, p = 0.79, n.s.r = 0.05$ 図4 参照)。

このことから、統制群と実験群の間で重さの感覚が著しく異なっているという可能性は棄却される。次に、階段の距離の見積もりを比較した結果、統制群が31.79m, 実験群が70.77mとなり、両群の間に有意な差が見られた ($t(25) = 2.65, p < 0.05 r = 0.47$ 図5 参照)。

4. 総合考察

本研究では、大きさ—重さ錯覚を用いた身体負荷を伴う見積もり課題での実験から、身体的負荷が思考に及ぼす影響は主観的負荷ではなく、物理的負荷によることを示した。統制群の被験者は主観的には約4kg だと思って5kg の重りを、実験群の被験者は主観的には約4kg だと思って約6kgの重りを持ちながら階段の長さ推定課題を行った。その結果、長さの見積もりでは両群の間に差が見られたことから、被験者がどのくらい重いと思ったかという主観のレベルではなく、実際に身体にかけられた物理的負荷が見積もりを左右しているといえる。このことからは、本人が明示的に自覚できない推論や判断の背後の要因として身体にかけられた負荷が関与している可能性も示唆している。

5. 今後の課題

本研究では、身体的負荷が主観に達していないレベルで影響を与えていることが示されたが、主観的負荷量がまったく影響を与えないとは言えない。また、身体的負荷が見積もりを左右するに至るまでの過程についてはまだ未解明な面は多い。主観的負荷と身体的負荷との相互の関係、処理過程を検討する必要がある。

今回の検討では、身体的負荷が掛かっている最中での推定を求めたが、この効果がどの程度持続するものかは明らかになっていない。先行研究では疲労が推論に影響を与えるとしていることから、疲労の度合いや回復の程度によって効果の持続にも影響があると予想される。

一方、推定対象の提示時間についても検討の余地がある。今回は刺激提示も5秒間という短時間に限定されていたが、推定対象をより長く提示し

た場合には、主観主導の処理になる可能性もありうる。このような主観というトップダウン処理と身体からのボトムアップ処理との相互関係についても検討課題が多数残されている。

比喩の研究では、比喩が具体的な感覚運動体験に基づいた抽象的な概念について考えることを可能にし、物理的状態と言語表象とを結びつけるとするアイデアが古くから提案されており（Clark, 1973; Lakoff & Johnson, 1980）、触覚プライミングでは支持的なデータも報告されている(Williams & Bargh, 2008; Ackerman, Nocera & Bargh, 2010)。今回の知見と言語表象とがどのように関与しあうのかといった点については、言語的な刺激提示なども並行して行うなどの方法から検討したい。

また、今回は長さの見積もりというシンプルな題材を用いたが、より複雑な推論や判断場面での効果についても検討する必要がある。近年では洞察やアイデア生成といった創造的思考における潜在的処理の寄与が指摘されている。身体の影響という点では、空所やスケッチなど、身体動作が創造的思考を左右するといった知見も多数報告されており（Chambers & Reisberg, 1992; Yokochi & Okada,2004; 武長, 2010）、身体的負荷を通じた創造活動支援の可能性も期待できる。本研究で示されたような、自覚されない身体的負荷によってこれらの高次認知過程の促進や抑制が実現できれば、人間工学的観点からも有用な知見が提供できると考えられる。

参考文献

[1] Ackerman, J. M., Nocera, C.C., & Bargh, J.A. (2010). *Science* **25** 1712-1715. DOI:10.1126/science.1189993

[2] Bhalla, M., & Proffitt, D. R. (1999). Visual-Motor recalibration in geographical slant perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*. 25(4), 1076-1096.

[3] Charpentier A. (1891). Analyse experimentale: De quelques elements de la sensation de poids. *Arch Physiol Norm Pathol*, **3**, 122-135.

[4] Chambers, D. & Reisberg, D. (1992). "What an image depicts depends on what an image means". *Cognitive Psychology*, **24**, 145-174.

[5] Clark, H. (1973). Space, time, semantics, and the child. In T. Moore(Ed.), Cognitive development and the acquisition of language(pp. 27-63). New York, NY:Academic Press.

[6] Krishna, A. and Morrin, M. (2008), Does Touch Affect Taste? The Perceptual Transfer of Product Container Haptic Cues, *Journal of Consumer Research*, **34**, 807-818.

[7] Lakoff, G. & Johnson, M. (1980), Metaphors we live by. Chicago: University of Chicago Press.

[8] Narukawa, M., Ue, H., Uemura, M., Morita, K., Kuga, S., Isaka, T., and Hayashi, Y. (2010). Influence of Prolonged Exercise on Sweet Taste Perception. *Food Science and Technology Research*, **16**(5), 513-516.

[9] Yokochi, S., & Okada, T. (2004). Cognitive processes of artistic creation: A eld study of a traditional Chinese ink painter 's drawing process. *Proceedings of 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1488-1493. Chicago, August.

[10] 武長龍樹 (2010), 多義図形の再解釈における手指運動の役割, 日本イメージ心理学会第11回大会発表論文集, 52-53.

[11] Williams, L. E., & Bargh, J. A. (2008). Keeping one's distance: The influence of spatial distance cues on affect and evaluation. *Psychological Science*, **19**, 302-308.

こっくりさん遂行中の二者間の脳活動の同調：無意識的な同調を探る
A joint ideomotor effect increases the inter-brain synchronicity between two people engaging in a “Kokkuri-san”

久保賢太[†]，片平健太郎[†‡]，池田大樹[†]，岡田正人[†‡]，岡ノ谷一夫[†‡]，川合伸幸[†§]
Kenta Kubo, Kentaro Katahira, Hiroki Ikeda, Masato Okada, Kazuo Okanoya, Nobuyuki Kawai

[†]JST ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト，[‡]東京大学，[§]名古屋大学
JST ERATO Okanoya Information Project, The University of Tokyo, Nagoya University
kawai@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We investigated the inter-brain activity coherence by EEG between two participants playing a Ouija board. The Ouija board is a flat board marked with the letters of the alphabet, numbers, and words (“yes” or “no”). Two or more participants place their fingers on a planchette and move it on the board to spell out words. This interaction between two or more persons that occurs when playing the Ouija board can be regarded as the ideomotor effect. The EEG results showed that the inter-brain activity coherence was observed more frequently in the temporo-parietal alpha-band when the participants shared a goal (“yes” or “no”) than when they did not. The generators of the alpha-band activity were furthermore localized in the parietal cingulate cortex. These results suggest that shared ideomotor effect elicits the synchronized brain activity in the cortical area known for mentalizing.

Keywords — inter-brain coherence, perspective taking, ideomotor effect

1. はじめに

近年,電気生理学的手法の進展により，異なる部位で測定される脳波の振る舞い(位相)の同調的反応を調べることで，コミュニケーションや言語,視覚処理に関係する認知神経活動の理解が進んでいる[1].

この手法を,コミュニケーション中の 2 者間の脳活動に応用した研究も行われている．2 名からなる参加者のペアで，一方の参加者が，相手の動きに意図的に自分の動きを合わせたとき，2 者間で側頭部から記録される脳波(Electroencepharogram; EEG)のうち, α 帯域と γ 帯域の脳活動において，同調的な律動が生じることが報告されている[2].

一方で，実際のコミュニケーション場面では，同じ動きをすることや，他者の意図を読み取るだけでは成立しない．それらに加え，共通のゴールを目指すことや予測が一致することなど，目標や予測の表象を共有することが重要である．ある表象を持つことで，その表象通りの行動を引き起こす現象は，観念運動効果(ideomotor effect)と呼ばれ，古くから心理学の分野で検討されてき た[3][4]．コミュニケーションには，このような観念を共有することが，重要なのかもしれない．しかしながら，予測や期待といった表象の共有に伴う行動の同調や、その際の脳の活動を 2 人同時に計測した研究はこれまでに行われていない.

本研究では，参加者を 2 名 1 組のペアとし，観念が共有される場面と共有されない場面を設け，個人間の脳活動の同調的活動を検討した．実験では，課題として「こっくりさん」を用いた．こっくりさんは,「はい・いいえ」などが書かれた盤上にコインを配置し, 2 名以上の参加者が, それを指で押さえた状態を維持する．そこで，こっくりさんの参加者あるいは第三者が質問を行うことで，盤上のコインが移動し，その答えを指し示すという, 交霊術や占いとして広く知られる遊びである．このときのコインを動かそうとする意図は参加者には無く，他者の動きや予想，期待といった観念をそれぞれが有してそれが合わさることで，結果的に同調的な行動を生じさせるという，観念運動効果の例であることがいわれている[5]．本研究では，観念を共有され，またそれが動きに反映される場面として，2 名の参加者が 1 組となって参加するこっくりさんを実施した．質問に対する答えを 2 者ともが知っている(共有している)場合，脳活動の同調が認められる か，探索的に検討した.

さらに，その同調的活動が認められた場合，頭皮上で認められた同調的な脳活動の機能を推定するため，電脳源推定を行った．

2. 方法

実験は，参加者 10 名(男性 9 名，女性 1 名，平均年齢 23.2 歳)を，知り合い同士の 2 名を 1 組とし，2 名を同時に参加させた．ペアになった 2 名があらかじめ答えを知っている質問(実験日の日付, 天気など)と, 一方のみが知っている質問(10 年後の実験日と同じ日の曜日，来月の天気など)を調べるために，参加者に，実験前に 30 項目の質問紙に回答させた．質問紙では，質問項目に対して，知っている／知らないの 2 つの選択肢のうちどちらかに回答するよう求めた．さらに各質問項目に対して，相手はこの質問の答えを知っていると思う／知らないと思う／わからない，の 3 つの選択肢のうちどれかに回答するよう教示した．質問紙調査の結果，2 者ともが知っていると回答し，相手も知っていると回答した項目を共有項目として 10 項目採用した．さらに，自分も知らないと回答し，相手も知らないあるいはわからないと回答し質問項目を非共有条件の質問項目として 10 項目用意した．

こっくりさんとして，その原型であるウィジャ盤を用いて行った．ウィジャ盤はこっくりさんとほぼ同じ構造である．コインの代わりにプランシェットと呼ばれる小さな板をウィジャ盤上の中央に配置し，その上に参加者それぞれの右人差し指を置かせ，指先以外は机に触れないように指示した．質問は，はい・いいえで回答が可能な形式を行った．参加者には，特に動きに関する教示は行わず，質問に対する回答を頭に思い浮かべるよう教示した．質問に対して，プランシェットが移動を開始し，終了するまでを 1 試行とした．プランシェットが移動しない場合，最大で 2 分間まで，反応を待ち，それ以降は試行を打ち切った．

質問に対する答えを両者とも知っている場合を共有条件，一方のみが知っている場合を非共有条件とした．実験はブロックデザインで行った．共有条件／非共有条件共に各ブロックでそれぞれ 10 試行ずつ質問を行い, ブロック中の脳活動を測定した．

脳波は，国際 10%法に基づく 32ch から左耳朶基準で記録した．サンプリング周波数は 500 Hz, バンドパスフィルタは 0.05-50 Hz とした．2 者間の EEG の同調を検討するため, 2 者の脳波を同時に測定した。分析区間は，各試行のプランシェットが移動を開始したタイミングを起点とし，移動開始前 5 s から開始後 2 s の計 7 s 区間とした．脳波の同調的な反応を検討するため，各試行の EEG データに対して，wavelet 解析により帯域周波数ごとの振動活動を求め，2 者間で対応する部位間(例えば一方の参加者の Fz から記録された EEG ならば，比較する EEG はもう一方の参加者の Fz から記録された EEG を使用)の channel coherence と phase coherence を算出し，有為である時間・周波数をプロットした．

channel coherence が最も強く認められた潜時から 100 ms 後の区間において，共有／非共有条件による差が認められる電脳源を推定するため，100 ms 区間の平均振幅に対して sLORETA を用い，各ボクセルにおける振動値に関して条件間で対応のある *t* 検定を行った．

3. 結果

実験の結果，プランシェットが移動した平均回数は共有条件で 9.8 回，非共有条件では 9.3 回だった．本研究では，移動しなかった試行をエラー試行とし，移動した試行を正解試行と見なして，正解試行のみを分析対象とした．

EEG の結果では, すべてのペアにおいて同調を示す channel coherence が先行研究と同様の部位(CP6)で認められた[1]．本研究では，この部位における脳波の結果を報告する．

channel coherence と phase coherence を概観するために全ペアにおける有為な同調的活動が認められた潜時と周波数を平均した図を示す．Figure 1 には共有条件を，Figure 2 には非共有条件を示す．共有条件において，反応開始前約 3 s

付近における α 帯域において，共有条件に対する脳活動の同調が強く認められている．一方でこの時間帯・帯域における同調は非共有条件では認められていない．この同調は phase coherence があっていることからも，先行研究でも認められた 2 者間の α 帯域 EEG の同調的活動が，本研究でも認められた[1][6].

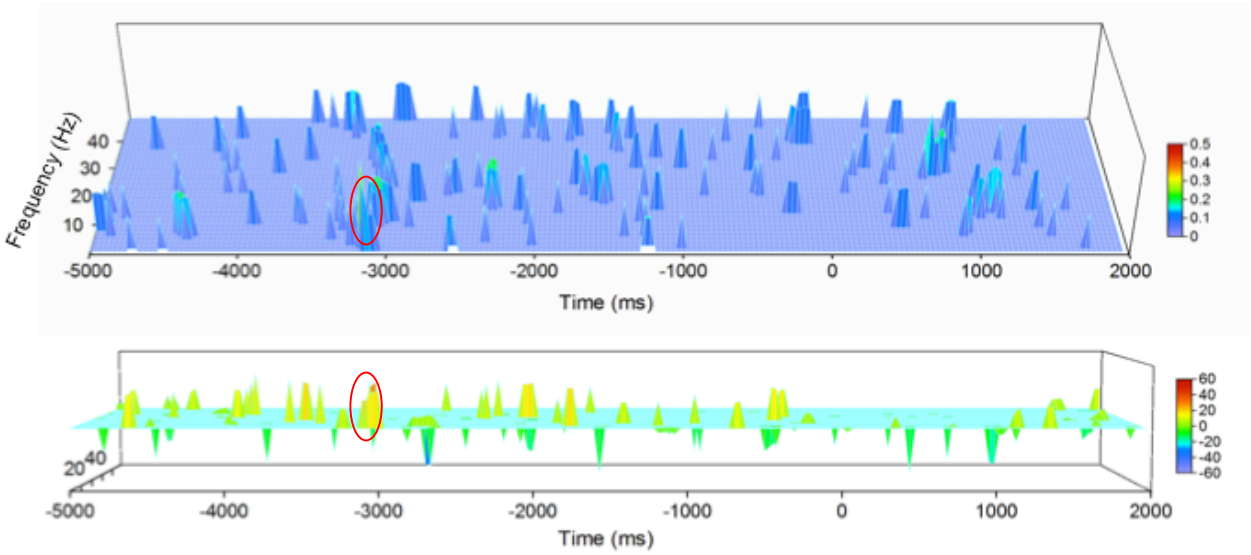


Figure 1. 共有条件における有為な channel coherence(上段)と phase coherence(下段)が認められた潜時と周波数.

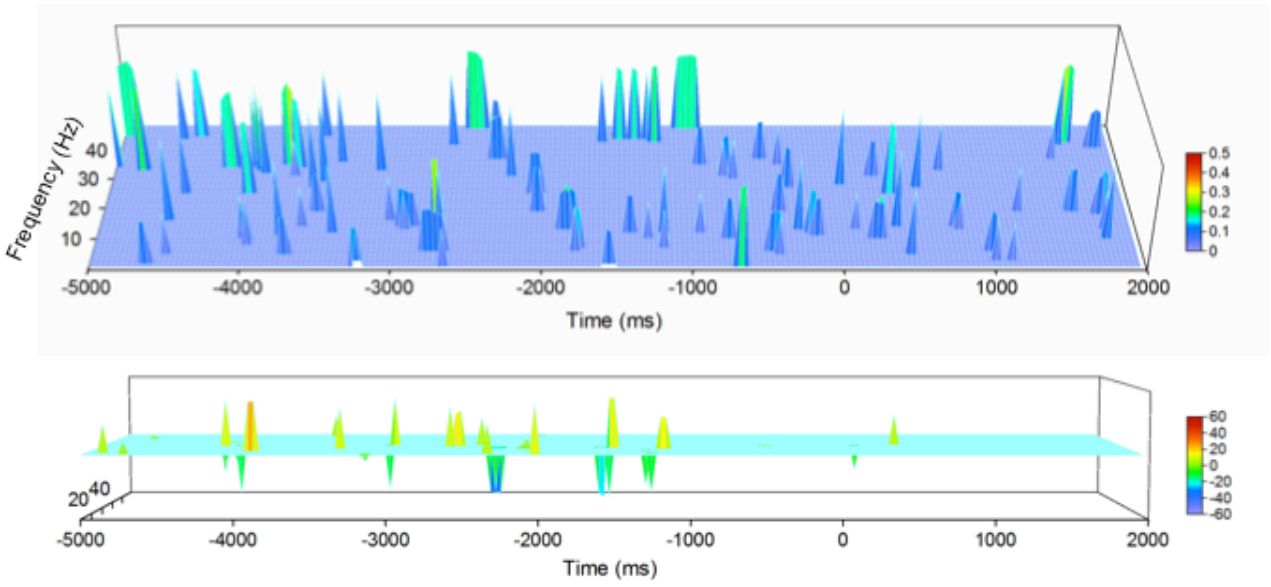


Figure 2. 非共有条件における有為な channel coherence(上段)と phase coherence(下段)が認められた潜時と周波数.

各ペア間の最も α 帯域における同調的反応が強い時間帯 100 ms 区間において，参加者ごとの EEG 区間平均値を算出し，sLORETA による条件間の電脳源の比較を行った結果，条件間で有為な差がある電脳源が認められた。Table 1 に有為な部位 ($ts(18) > 7.00$, $ps < .05$)を示す。また，sLORETA

の結果，条件間で有為に共有条件が推定される部位のボクセルを示した図を Figure 3 に示す．

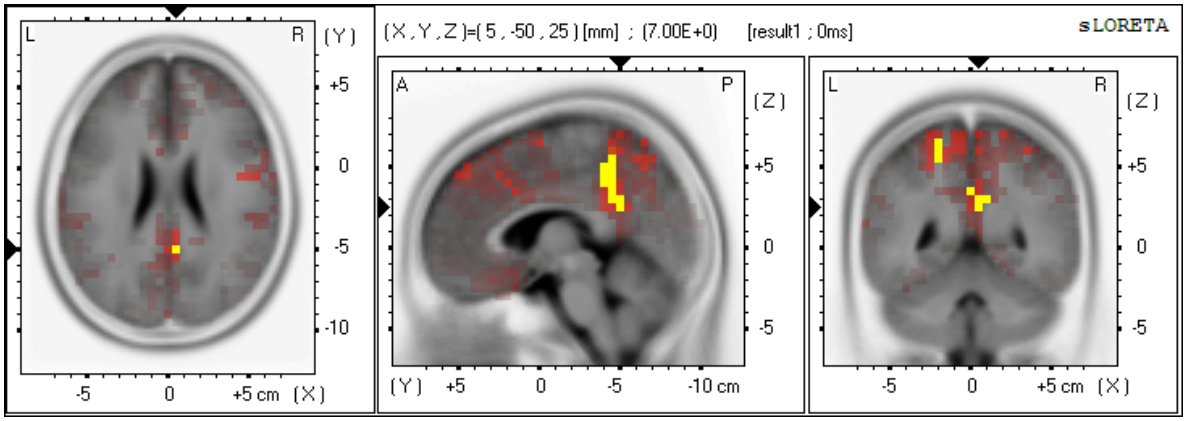


Figure 3. 共有条件における同調活動を示した EEG の電脳源推定マップ

Table 1. 共有条件が非共有条件に比べて有為に電脳源が認められた領域

Anatomical region	BA	Talairach coordinates (x, y, z)
Posterior Cingulate	23	5, -50, 25
Precuneus	31	5, -50, 30

4. 考察

本研究は，2 者間の期待や予測といった観念が共有されることで，脳活動の同調的反応が見られるかどうかを探索的に検討した．課題として，動きは最小限にもかかわらず，観念の共有の有無を操作可能なこっくりさん課題を用いた．その結果，観念が共有されることで，先行研究と同様の部位から記録されたα帯域活動において，2 者間の同調的律動が認められた．さらに，同調が認められた脳活動について，電脳源推定を行った結果，後部帯状回(posterior cingulate cortex)や楔前部(precuneus)が，観念の共有に伴う脳活動の同調のソースとなる部位だったことが示された。後部帯状回は，痛みを感じている他者の立場に自分をおいて，その痛みを想像するときに活動することがいわれており，他者の視点取得の機能を持つ部位である[7]．今回の実験において，2 者間で次の目標や期待が共有されるということが，相手の立場に立とうとする機能を駆動させ，2 者間で視点取得に関する機能的結び付きを生じさせる可能性が新たに示された．

さらに，後部帯状回には目標となる空間を認知する機能があることもいわれている[8]．2 者が答えを知っている，すなわちこれから自分たちが目指す場所や方向が共通したため，この機能が働いたことが考えられる．本研究の結果は，共通の目標を目指した瞬間をとらえているのかもしれない．

しかしながら，本研究では行動データをほとんど取得していない点に問題点がある．脳波の同調と行動の関係や，同調したことによるその後の認知や知覚の変化について，今後は検討していく必要がある．

[1] 北城圭一・山口陽子 (2007). 脳波位相同期解析による視知覚の研究. *Vision*, 19(4), 193-200.
[2] Dumas G, Nadel J, Soussignan R, Martinerie J, Garnero L (2010). Inter-Brain Synchronization during Social Interaction. *PLoS ONE* 5(8): e12166. doi:10.1371/journal.pone.0012166
[3] James, W. (1890). *Principles of Psychology* .
[4] Kunf, L., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 779-798.
[5] 渡邊克巳 (2008) 他力本人: 他者の潜在的影響. *心理学ワールド 43 号「身体に生じる変化と心理学」*，日本心理学会／実務教育出版.

[6] Tognoli E, Lagarde J, DeGuzman G. C, Kelso J. A. S. (2007). The phi complex as a neuromarker of human social coordination. *PNAS,* 104, 8190–8195.
[7] Jackson, P. L., Brunet, E., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2006). Empathy examined through the neural mechanisms involved in imagining how I feel versus how you feel pain. *Neuropsychologia*, 44, 752–761.
[8] Spreng, R. N., Stevens, W. D., Chamberlain, J. P., Gilmore, A. W., & Schacter, D. L. (2010). Default network activity, coupled with the frontoparietal control net- work, supports goal-directed cognition. *Neuroimage*, 53, 303–317.

コミュニケーションスキルと足踏みの自発的同期

○永井 聖剛[1]，本間 元康[2]，熊田 孝恒[3]，長田 佳久[4]
Masayoshi Nagai, Motoyasu Honma, Takatsune Kumada, Yoshihisa Osada

[1]産業技術総合研究所，[2]国立精神・神経医療研究センター，[3]理化学研究所，[4]立教大学
[1]National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST),
[2]National Institute of Mental Health, National Center of Neurology and Psychiatry,
[3]RIKEN Brain Science Institute, [4]Rikkyo University
masayoshi-nagai@aist.go.jp

Abstract

Behavioral matching, intentional and unintentional mimicry of others, is thought of as an important foundation for developing social interaction skills. Most studies on this topic examine explicit social interactions or social functional behaviors. We investigated whether spontaneous synchronization of nonsocial functional behaviors occurred outside of explicit social contexts but seeing each other and whether it could be modulated by individual social skills. Our results showed that participants who did not manifest high levels of autism-like traits engaged in unintentional synchronization of dyadic stepping, a nonsocial functional behavior, in a face-to-face situation with no verbal or nonverbal communication. The degree of the stepping synchronization was correlated with the level of autism-like characteristics in healthy adults. The importance of spontaneous behavior for social skills has been reported in many social tasks, but our findings support the possibility that social skill could be related with the interactive perception‐action coupling of simple nonsocial functional behaviors without explicit social interaction.

Keywords — mimicry , perception-action coupling, stepping synchronization, autism

1. はじめに

動作や表情が対人間で無意識・自発的に伝搬し（ミミクリ），同期することが数多くの研究で報告されている（Chartrand & Bargh, 1999; McIntosh, Reichmann-Decker, Winkielman, & Wilbarger, 2006; Shockley, Santana, & Flower, 2003）。先行研究では何らかの社会的なコミュニケーションが生じるような実験操作を行う，あるいは観察対象となる動作が社会的機能を持つ（例えば，表情）状況で検討がなされてきた。また，意図的に動作を求める模倣研究ではその成績と自閉症あるいは自閉性傾向とが関連していることが指摘されているが，自発的に生じるミミクリや動作同期については自閉性との関係は明らかではない。本研究では，対面するだけで会話などを行わないという状況で，動作自体にコミュニケーション機能がない「足踏み動作」の同期が生じるか，また，その同期が自閉性傾向と関連があるかを検討した。

2. 方法

実験参加者　日本語版 AQ（Autism-spectrum Quotient questionnaire: Wakabayashi *et al.,* 2004）が 182 名の大学生に実施され，自閉性傾向を得点化した（全体平均：21.5，範囲：8-36）。本得点にもとづき，自閉性レベル低群（平均：11.9），中群（平均：21.1），高群（平均：31.7）にそれぞれ 16 名（8 ペア），計 48 名（24 ペア）が実験に参加した。

実験手続き　対面条件では２名の実験参加者が向かい合い，非対面条件では一方が他者の背中に向かった状態で，その場で足踏みを 60 秒間続けるよう求められた。動作の同期に関しては何も告げられなかった。いずれの条件でも 2 名は 150 cm 離れた位置で足踏みを行った。前半 30 秒間はカーテン幕で相手の姿が見えず，後半 30 秒では幕を取り除いた。また，実験参加者にはヘッドフォンを介しホワイトノイズが提示され，相手の足音が足踏み同期の手がかりとなる可能性を排除した。

3. 結果

足踏み周期長差　足踏み周期長（右足が頂点に

達する時間の差)を各実験参加者で計算した後，2 者間の周期長差を得た。前半（カーテン幕閉）と後半（カーテン幕開）との平均周期長差を比較したところ，対面条件において，自閉性レベル低群（$t(7) = 3.08, p < .05$）および中群（$t(7) = 2.69, p < .05$）で前半に対し後半で減少したが，高群ではこのような傾向はみられなかった（$t(7) = .61, p = .56$)。非対面条件においては，全ての群で後半における減少がみられた（低群：$t(7) = 3.90, p < .01$；中群：$t(7) = 3.51, p < .01$；高群：$t(7) = 3.07, p < .05$）【Figure 1. 左列参照】。

足踏みピーク差　続いて，右あるいは左足が頂点に達するタイミングの 2 者間の差を算出し（最大差からのパーセンテージで標準化)，前半と後半との平均ピーク差を比較した。対面条件において，自閉性レベル低群（$t(7) = 4.59, p < .01$）および中群（$t(7) = 3.89, p < .01$）で前半に対し後半で減少したが，高群ではこのような傾向はみられなかった（$t(7) = .79, p = .46$)。非対面条件においては，全ての群でこのような減少がみられなかった（$ts(7) < 1$）（Figure 1. 右列)。さらに，自閉性レベルの指標である AQ 得点と足踏みのピーク差との間に有意な相関が認められた（$r = 0.721, p < .0001$）（Figure 2)。

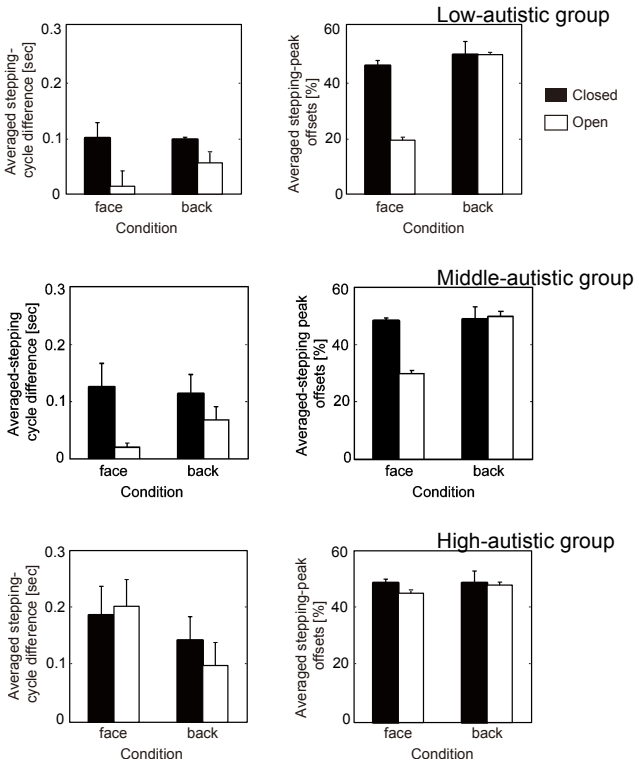


Figure 1. Averaged stepping-cycle difference and stepping-peak offsets in low- (top row), middle- (middle row), and high- (bottom row) autistic groups (± 1 S.E.).

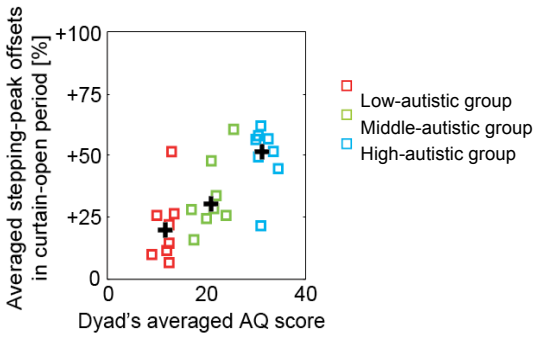


Figure 2. Averaged stepping-peak offsets in the open-curtain period under the face condition. The red, green, and blue colors represent data from the low-, middle-, and high-autistic groups, respectively. The plus symbols represent the averaged values for each group's data in all panels.

4. 考察

足踏みが同期（同時に上がる）する時間帯は，足踏み周期長が 2 者間で一致し，かつ，足踏みピーク差がゼロになる。自閉性レベル低群および中群では，対面条件において足踏み同期の傾向が認められたが，高群ではみられなかった。また，ピーク差で示される同期の強さは個人の自閉性レベルと有意な相関がみられた。したがって，会話などの高度な社会的コミュニケーションがなく，ただ対面している状況において，社会的に無意味な単純動作の自発的同期が個人の社会特性に密接に関わることを示唆する結果を得た。

また，自閉性レベル高群であっても非対面条件では 2 者間の足踏み周期長差が減少するという自発的な動作協調はみられた。したがって，視覚的な情報交換（つまり，ノンバーバルコミュニケーション）が可能な状況において，自発的な動作同期が生じるか否かが，自閉性レベルが高いかそうでないかに深く関連することが示唆された。

5. 参考文献

Chartrand, T.L., & Bargh, J.A. (1999). The

chameleon effect: The perception–behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology, 76,* 893–910.

McIntosh, D.N., Reichmann-Decker, A., Winkielman, P., & Wilbarger, J.L. (2006). When the social mirror breaks: Deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Developmental Science, 9,* 295–302.

Shockley, K., Santana, M.V., & Flower, C.A. (2003). Mutual interpersonal postural constraints are involved in cooperative conversation. *Journal of Experimental Psychology: Human. Perception & Performance, 29,* 326–332.

Wakabayashi, A., Tojo, Y., Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2004). The Autism-Spectrum Quotient (AQ) Japanese version: Evidence from high-functioning clinical group and normal adults. *Japanese Journal of Psychology, 75,* 78–84.

社会的相互行為からみたラグビーの技と戦術
A social-interactional analysis of individual skills and team strategies in rugby

東山 英治[1,2], 高梨 克也[3,4], 伝 康晴[5]
Eiji Toyama, Katsuya Takanashi, Yasuharu Den

[1]千葉大学大学院融合科学研究科, [2]日本学術振興会特別研究員, [3]科学技術振興機構さきがけ,
[4]京都大学学術情報メディアセンター, [5]千葉大学文学部
[1]Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, [2]Japan Society for Promotion Science,
[3]PRESTO, Japan Science and Technology Agency,
[4]Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University,
[5]Faculty of Letters, Chiba University
[1]etohyama@cogsci.L.chiba-u.ac.jp

Abstract

Defensive players in rugby should predict timing of the opposing player's attack to respond it quickly. We examined what bodily and sequential cues defensive players use to predict, and offensive players utilize to achieve, a drop goal. The results showed that defensive players used the kicker's positioning, posture, and history of his play in the match as these cues. On the other hand, upon detecting defensive players' response, the kicker, as well as his team mates, interactively adapt the launch place and timing for the drop goal in order to prevent from the defensive players' charge. These observations suggest that players' abilities are not just supported by their individual skills nor team strategies but that various resources, including the history of the play in that particular match, play an important role in selecting an adequate next move.

Keywords — Rugby, Bodily movement, Team strategy, Adaptability

1. はじめに

近年，認知科学や人工知能分野において，社会的相互行為としてスポーツを分析する試みが見られる[1, 2, 3]．これらの研究は，従来の個人技を中心とした身体使用における暗黙知の解明だけでは捉えきれない，複数主体が存在し互いが互いの環境として影響し合うチームスポーツを的確に捉える試みとしておこなわれている．その際に，高梨・関根[1, 2, 3]が分析に用いた重要な概念に「他者の認知の利用」[4]がある．例えば，ホームの階段で自分を追い越す他者から電車が着いたことを推測するように，他者の身体の指向性から他者が認知しているものを推測し，それを利用することである．本研究でも，考察にこの概念を援用する．同研究はまた，選手間のフォーメーションのみを分析する戦術論的なスポーツ研究では，身体性を捨象してしまっていることを指摘し，サッカーの本質はむしろ共在する他の選手に，ある選手がどのようなプレーに指向しているかが身体の観察可能性によってリアルタイムに表出されていくことにあると主張している．

このように，高梨・関根[1, 2, 3]は個人の技能や身体性を排除した戦術論的研究ではない，社会的相互行為としてのスポーツ研究を提示した．しかし，局所的には個人技となるシュートやそれに至るまでの試合全体を通した戦術の変容などについての考察はなされていない．知の身体性という観点からいえば，これまでの自分のプレー履歴や相手のプレー履歴から，次のプレーをどのようにおこなうべきか，また次のプレーに相手は何をしてくるかという予期の手がかりとその手がかりに対してどのように対応して行くかという知の形成は論じられるべき問題である．

本研究は，ラグビーのDG（ドロップゴール）というプレーを題材として，局所的には類似した個人技が経時的にどのように変化するかを記述する．それによって，1)ディフェンスにとってDGの予期を可能とする環境要因は何であるか，2)アタックが敵に予期されているそのプレーをどのように改善するかという双方の知の形成過程を明らかにする．ラグビーはアタック側のプレーが基本的にサインプレーからなる非常にスクリプト性の高いスポーツなので，各局面における戦術変化が容易に判断できる．また，本研究の方法は，高梨・関根[1, 2, 3] の社会的相互行為としてのスポーツ分析の手法を踏襲しつつも，事象の要因探索をより明確におこなえる分析枠組みを取り入れる（2.節）．

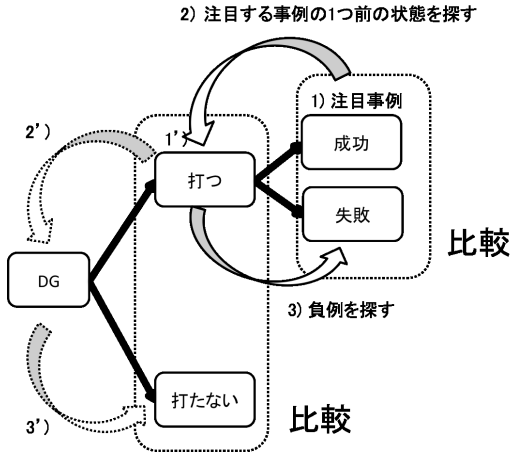


図 1 本研究の方法論

2. 本研究の方法論

本研究のように，そもそもどれほどの要因が存在するかも把握できず，分析対象の要因を充分に統制できない場合，そのまま実験的な研究に持ち込むのは危険である．無理に実験などをおこなっても，ターゲットとする要因の選択に理論的根拠を与えられないため，得られた知見の妥当性は全く保証されないためである．このような場合に有用なのが事例分析による有効な要因の推測である．有効な要因が推測できてはじめて，要因を統制する実験が意味をもつであろう．問題は，いかにして事例分析によって有効な要因の推測を論理的整合性のある形でおこなうかである．

本研究では，要因探索の一般的な手続きとして図1の枠組みを提案する．これは，1) 注目する事例を決定し，2) 注目事例の一つ前の状態を想定し(Backward)，3) 注目事例に対して負例となる事例を探索し（Forward)，4) 注目事例と負例の差分から要因を推測し，5) さらに2)の一つ前の状態を想定して1)から4)の手続きを順次繰り返すという手続きである．本研究でいえば，注目するDG（ドロップゴール）というプレーが成功した事例と失敗した事例を比較し，何がこの両者を分けたのかを論じ，さらにそもそもDGをおこなった時とおこなわなかった時を比較して戦術の変容の要因を探るというものである．

3. ラグビーの基礎知識

本研究で必要となるラグビーのルールや知識を簡単に紹介する．先ず得点と違反の説明をおこない，プレーへの得点と違反へのペナルティから一般的にどのようなプレーが好まれるかを述べる．

表 1 プレーと得点

	得点	時間的コスト	不保持危険性
トライ	5	大	小
CK	2	–	–
DG	3	小	大

3.1 得点

ラグビーは80分（前後半それぞれ40分）の中で表1のプレーをおこない，より多くの点を獲得したチームが勝利する．80分で決着しない場合はさらに延長戦が20分（前後半それぞれ10分）用意されている．

表1のトライは敵陣ゴールラインを越えてボールを置く事である．その下のCK（コンバージョンキック）は，トライの後にボーナスとして与えられるゴールへのキックである．基本的にはこのトライとその後のCKによる得点を目的としてプレーをおこなうことになる．また，ボールを一度地面にバウンドさせてからゴールを狙うキックにDG（ドロップゴール）がある．これは敵がタックルをおこなってくる合間をぬってのプレーのため，非常に難度の高いプレーといえる．

3.2 違反

ラグビーでは以下のプレーは違反となり，違反した場合敵のボールとなるなどの罰則がある．

1. ボールを前へパスする（キックはOK）
2. ボールを前へ落とす
3. 倒された状態でのボール保持
4. オフサイド

アタック側の違反は1から3で，これらの違反項目から，ボールを持っている選手は常にそのチームの最前線に立っているように制約される．前にパスできないことから，ボール保持者よりも前にいるチームメイトは「死んだ」プレーヤーと言える．そのためこのようなプレーヤーは急いでボール保持者よりも後ろに戻る必要がある．ディフェンス側の重要な違反には4のオフサイドがある．これはタックルなどでボールが地面に置かれ，そこに両チームが集まり競り合う密集（ポイント）が生じたときに，ディフェンスは相手チームの誰かが密集からボールを再度持ち上げるまで密集の後ろ側に下がっていなければならないというものである．この制約によってアタックとディフェンスは密集を挟んで対峙し，アタックがボールを密集から出した瞬間を合図にタックルなどの応酬が繰り広げられることになる．

表 2 各事例における英10の環境とプレー

事例	時間	得点（英:豪）	密集位置	ゴールまでの距離	DG歩数	DG蹴り足	チャージ
失敗1	前半22分	6：5	右	40m	4	左	右から
失敗2	後半31分	14：11	やや右	30m	4	左	左から
非DG	後半32分	14：11	正面	40m	–	–	–
失敗3	延長前半9分	17：14	右	25m	4	左	右から
成功	延長後半9分	17：17	左	25m	5	右	左から

3.3 基本的な流れ

ボール保持者にとって第一に優先されるプレーはキックではなく，自力での前進である．キックはボールを前に運ぶことによって陣地をとれるというメリットもあるが，敵にボールを取られるリスクがかなり高いためである．突進してタックルされ，次の味方にボールをつないで行くという操作を続け，少しずつでも前進することにより，トライの可能性が広がるのである．ただし，このトライを狙うプレーは表1にあるように得られる得点は高いが時間的コストがかかるプレーである．従って，試合時間が少なくなり点差を広げたいあるいは追いつきたい場合には，DGが選択されることがある．逆に点差が充分にあり，残り時間を消費したい場合は，DGではなくゆっくりと前進を選択することが多くなる．

従って，基本的には序盤では前進を狙い，試合の終了付近でDGなどのプレーが散見されることになる．

4. 事例分析

4.1 資料

2003年のW杯決勝，イングランド（英）vs オーストラリア（豪）を分析対象とした．特に，英の10番であるJonny WilkinsonのDGに関連する5つのプレーを取り扱う．Wilkinsonは左足を利き足とし，キックによる得点でこの年の最多得点王になった精確無比なキックスキルを有した選手である．分析に際しては動画再生可能な注釈ソフトELAN[1]を用いた．また，各場面のフォーメーションの記述には描画ソフトCoachNote[2] を用いた．

本研究でDGを取り上げる理由は，DGが個人の高度なキックスキルを必要とするプレーであり，一見すると従来の運動学的分析で説明可能な個人技として捉えられがちなためである．しかし，実際にはDGを阻止するべく走り込んでくる（これをチャージという）ディフェンスが存在し，ここにアタックとディフェンスの駆け引きが生じるため，

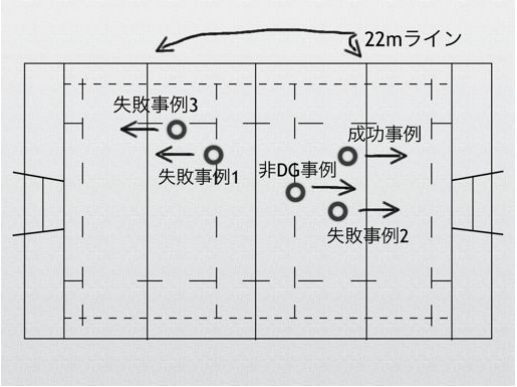


図 2 各事例における英10のポジショニング

運動学的な分析だけでは捉えきれない社会的相互行為による分析の余地を見いだすことができる[3]．

表2に各事例の基本的な情報を示した．表は左から事例名，時間，その時点での得点，密集位置，ゴールまでの距離，DG歩数，DG蹴り足，チャージの列からなっている．密集位置とは英10にパスされる直前の密集が，ゴールに対して左右のどの位置にあるかを表している．ゴールまでの距離は英10がDGを蹴る際のゴールまでの距離である．DG歩数とは英10がボールを受け取ってからDGを蹴るまでのステップ数を表している．DG蹴り足とは，左足が利き足の英10が実際にはどちらの足でDGを蹴ったかを表している．最後にチャージは，豪側のディフェンスによるプレッシャーが英10の左右どちらから来ているかを表している．また，図2に各事例の英10のポジショニングを示した．図中の矢印は英のアタック方向である．

以下の事例1から4で，英10が実際にDGを蹴った事例（表2の失敗1, 2, 3, 成功）を時系列順に取り上げ，各事例におけるDGの手続きがどのように変容していくか分析する（図1の「DGの成功/失敗事例の比較」に該当）．事例5では，DGを実際には蹴らなかった事例（表2の非DG）を取り上げ，DGというプレーがより大局的な戦略にどのような影響を与えるか分析する（図1の「DGの打つ/打たない事例の比較」に該当）．

[1] http://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/

[2] http://itunes.apple.com/jp/app/coachnote/id495635047?mt=8

[3] DGの運動学的な分析は，踏み込み足のゴールに対しての角度や姿勢，実際のボールの軌道など，DGというプレーの最終段階が対象となるのであろうが，本研究ではそれよりも前の段階を対象とするということである．

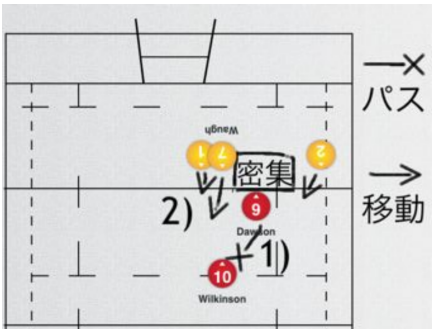
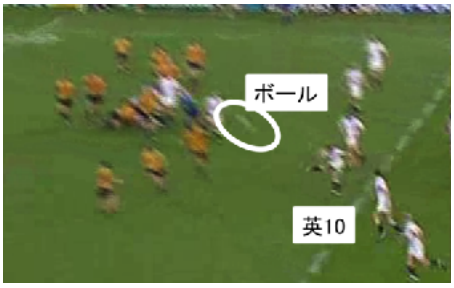


図 3 DG失敗事例1の各選手の動き

a) DGのために踏み込んでいる英10



b) 4歩目で蹴り上げている英10

図 4 DG失敗事例1

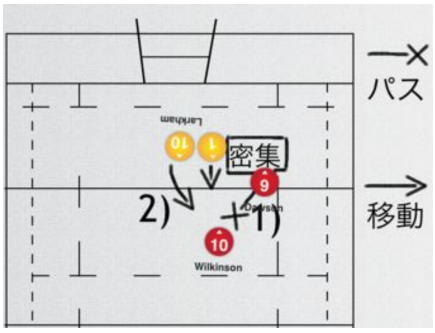
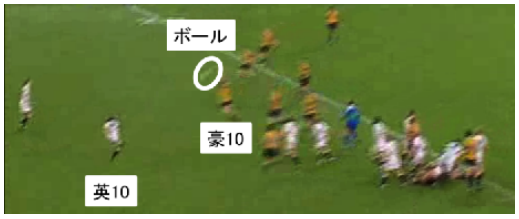


図 5 DG失敗事例2の各選手の動き



a) 4歩目で蹴り上げている英10

b) 4歩目のDGの別角度

図 6 DG失敗事例2のDG

4.2 事例1: DGの失敗事例1

失敗事例1の記述 本節では，英10がDGを試みるもゴールから左に外れてしまう事例を扱う．各選手の動きは図3に簡単に示した．

前半22分6:5で英が優勢の局面，図3の1)で通常よりも深い位置にポジショニングしている英10へ英9がパスを投げる．このパスを出した時点でオフサイドラインが解消されるため，豪のディフェンスは密集から前に飛び出し，図3の2)のように英10へ向けて走っている．一方，ボールを受け取った英10は，それから4歩目で図4a)のように踏み込み，図4b)のように左足でDGをおこなっているが，結局ゴールから左方向に外れてしまう．

失敗事例1の要点 以降の事例との比較のため，本事例の要点をまとめると，以下の点が挙げられる．

1. 図4a)の豪選手で突出している選手がいない
2. 図4b)の豪選手でボールに触れられる位置の選手がいない
3. 図4b)より，チャージは英10の右側からであった
4. 蹴り足と同じ左方向にゴールから外れる

要点1は豪選手のうち英10がDGをおこなってくることを予期して早くチャージする者がいなかったこと，その結果として要点2のようにDGを阻止できていないことを表している．また，英10は左足で蹴っているため，要点3は英10とゴールの間に豪のディフェンスが入り込むのは難しい状況であったことを表す．最後に要点4は，チャージ方向と反対側にボールがゴールから外れたことを表している．

4.3 事例2: DGの失敗事例2

失敗事例2の記述 事例1と同様にDGの失敗事例を取り上げる．各選手の動きは図5に示した．

後半31分14:11で英が優勢の局面，図5の1)で通常よりも深い位置にポジショニングしている英10へ英9がパスを投げる．英9がボールを持ち上げた段階でオフサイドラインは解消されるため，図5の2)のように豪ディフェンス（特に豪10）が英10へ走り出す．一方の英10はボールを受け取って4歩目の左足でDGを蹴っているが（図6a)），これはゴール右側へ外れてしまう．

失敗事例1との比較　両事例で異なる点は以下の通りである．

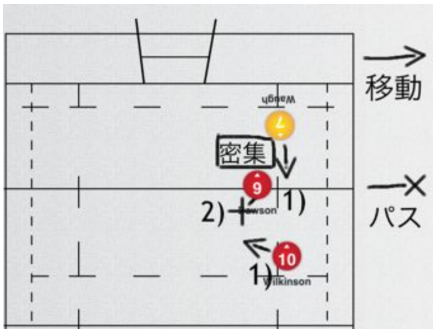
1. 表2より事例2の方が10mほどゴールに近い
2. 図6a)より事例2では豪10が突出している
3. 図6a)より事例2ではボールに届くような位置にまでチャージが強く迫っている
4. 図6b)より事例2ではチャージは英10の左から
5. 事例2ではゴール右側にボールが外れる

要点1はDG自体の難易度が事例2の方が下がったことを示している．要点2は事例1よりも早い段階で豪ディフェンスが英10のDGを予期し，要点3のような英10のDGへの強い圧力が成功したと考えられる．要点4は要点3とも関連するが，豪10は英10の蹴り足である左足の方からチャージしているため，英10とゴールの間に体を入れることが事例1よりも容易であったことを表している．一般にキックをおこなう場合，実際に蹴るまで蹴り足方向にいくつかステップを踏んで前進する．蹴り足方向からチャージをかけるこの事例2では，豪10と英10が双方に近づくかたちになっているのである．要点5は一見すると事例1と異なっているようであるが，豪のチャージ方向の反対側にボールが外れているという点では同じである．事例1では，英10の右側からの豪のチャージに対してボールはゴール左側へ外れ，一方事例2では左側からの豪のチャージに対してボールはゴール右側へ外れているのである．

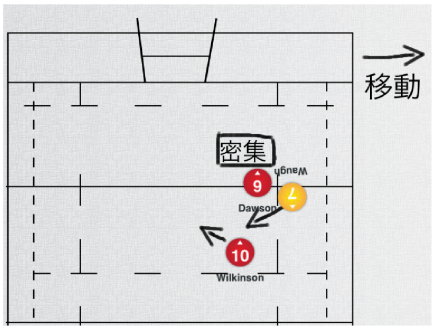
このように，事例1と2を比べると，事例2では豪側がしっかりとDGに対応していることが分かる．

4.4　事例3: DG失敗事例3

失敗事例3の記述　延長戦前半9分17:14で英が優勢の局面，図7の1)以前で，英9は密集へ到着して英10へのパスをおこなうために身を屈めていた．この段階では英10は密集からみて右側で深めの配置についており，豪7は英10の正面に立ってマークをしていた．英9がボールを密集から持ち上げた瞬間，図7の1)のように豪7は前進し，英10は密集の左側へ移動を開始した．英9は投球しようと，もともと英10がポジショニングしていた方向へ体を



a) 英10の密集左側への移動



b) 英10のDGと豪7のチャージ

図 7 DG失敗事例3での各選手の動き

図 8 DG失敗事例3

向けるが，英10が移動していたため一度踏みとどまって，図7a) の2)のように英10の移動先に再投球する．英10は捕球して図7b)のように左側に移動し，4歩目の左足でDGを蹴った．一方，このとき豪7は図7b)のように英9を迂回するかたちで右側から英10に接近した．図8より，豪7のチャージは英10とゴールの間にわずかに体を入れている状態だったと言える．また，図8より，密集の左側への移動の惰性のために英10 の軸足（右足）がゴールに対して大きく左側に向いてしまっているのが分かる．結果としてボールもゴールよりも左側にずれてしまうことになる．

他のDG失敗事例との比較　次項ではDGの成功事例を扱い，図1の「DGの成功/失敗事例の比較」をおこなう．それまでに一度DGの失敗事例3つの変化をまとめておくと，図9のように英10と豪の

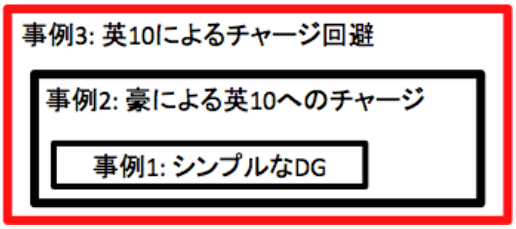


図 9 DG失敗事例のプレー拡張の模式図

チャージャーのプレーが複雑化していることが分かる．彼らはそれまでのDGの履歴から次のDGでのプレーを修正しているのである．以下では英10の身体から観察可能になっているDGへの指向性とは何なのか[4]，プレーの修正とは何をおこなうことなのかを考察する．

英10のDGを予期可能にするのは，1)深いポジショニング，2)直立姿勢，3)履歴であると考えられる．直立姿勢での深いポジショニングは通常のサインプレーではあまり取られない[5]．従って1), 2)だけで有標なポジショニングといえる．ただ，これだけでは事例1で豪側がチャージできなかった理由は説明できない．重要なのは3)の履歴である．前半22分はまだ試合の序盤であり，ゴールまでの距離も40mもあるため，通常ならばボールを回して前進を試みる局面である．にもかかわらずDGをおこなったことによって，英10は果敢にDGを狙ってくることが明らかになった．これにより，英10の直立姿勢の深いポジショニングはDGを予期可能なものとした．

事例2で豪ディフェンスにチャージを受けたことから，英10にとってもこのポジショニングが敵側にDGを予期させることが明らかとなっている筈である．そこで英10が事例3でおこなっている修正とは，DGの「最終的な蹴り位置の変更」である．事例3のように密集右側にポジショニングすると，そこからさらに右へ何歩か踏み込んだ位置で，右足でDGを蹴るのが一般的なDGの手続きになる．すなわち，密集の左右のいずれにポジショニングしているかで具体的な蹴り位置と蹴り足が他者に観察可能となるのである．英10はこれを利用して，現在のポジショニングからは反対の方向へ移動することで豪7のチャージを回避していた．

まとめると，まずDGを予期可能にするものには，深いポジショニング，直立姿勢，履歴がある．また，DGの具体的な蹴り位置と蹴り足を予期可能にするものは密集の左右どちらにポジショニングするかということである．そして，英10がおこなっているDGでの豪との駆け引きは，DG自体を予期させないというよりは，密集に対しての立ち位置を調整することで具体的な蹴り位置と蹴り足の予期を難しくさせるというものであった．

[4]会話分析の言葉を使うと,「何が」DGを投射projection [5]しているのか．

[5]パスの精度が落ちることと捕球時にスピードに乗れないというデメリットがあるためである．

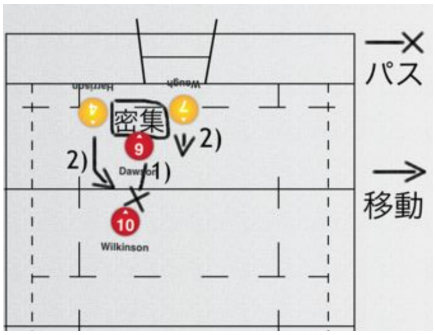
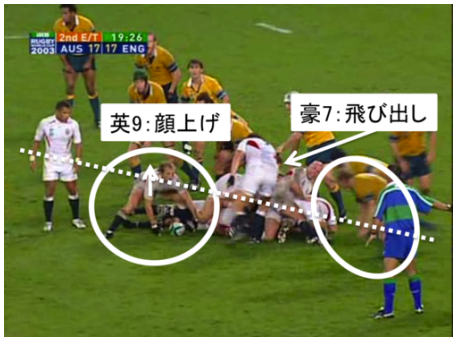
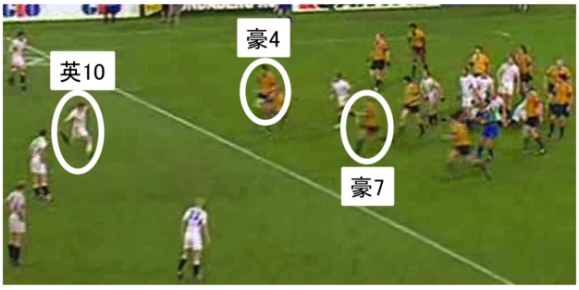


図 10 DG成功事例での各選手の動き



a) 英9の頭上げと豪7の飛び出し



b) 英10のDG

図 11 DG成功事例

4.5 事例4: DG成功事例

DG成功事例の記述 ここではDGが成功した事例を取り上げる．各選手の動きは図10に示す．

延長後半9分17:17で同点の局面，これまでの事例と異なりゴールに向かって左側に密集が出来ている．英10は密集のやや左側の深いところにポジショニングし，豪7と豪4も英10のDG へチャージできるように準備している．図10の1) で英9は英10への投球のために2回後ろを振り返って英10の

位置を確認している．そして図11a)のように英9が顔を上げると，豪7はオフサイドラインが解消されていないのにも関わらず飛び出してしまう．豪7がオフサイドにならない位置に戻る間に，英9は英10に投球する．図10の2)で英10はそれまで両足をそろえて構えていたが，右足を一歩引くようにして捕球し，体を右側に開く．そこから4歩目（捕球時の1歩と合わせて5歩目）の右足によってDGをおこなう．一方豪側の動きを見ると，一度下がってからスタートした豪7は完全に出遅れてしまい，図10の2)のように，あまり前進できていない．豪4は英10が一歩引いて体を右に開いたところで，これまでの走るコースを変化させ，英10の右側に回り込むようなコースに変更している．以上の結果，英10は5歩分踏み込む時間的余裕があり，図11b)のように，豪チャージャーからのプレッシャーにもまだ余裕があるため，利き足でない右足でもDGを成功させることができたと考えられる．

DG失敗事例との比較　ここではDG失敗事例と比較して，DGを成功させるために英10と英9がどのようにプレーを調整したか考察する（図1の「DGを成功/失敗事例の比較」に該当）．本事例で重要な点は以下の通りである．

1. 誰もがDGを予期していた
2. 英9の顔上げで豪7のスタートが遅れた
3. 英10が捕球時に体を右に開いた
4. 豪4がコース取りを変更した

まず要点1だが，試合時間が残り1分をきって同点の局面，英はトライを狙うには時間が足りないがゴールには十分近い位置であるため，決勝点となるDGを狙ってくるのは誰もが予期できる場面であった．英10の深いポジショニングもDGに指向したものであり，実際図11a)のときに“Wilkinson is still in place for the drop goal”と実況されている．このようにDGを狙っていることが周知であるため，英10としてもチャージに対して事例3のような何らかの対策が必要となる．

本事例ではこのチャージへの対策を英10一人だけでなく，英9もおこなっていることが特徴的である．豪のチャージャーはより良いスタートを切るため，英9がボールを持ち上げる瞬間をずっとモニターしていた．英9はあとは投げるだけの状態だったが，ボールを持ち上げる以外の動作を入れたことで，要点2のように豪7は飛び出してしまった．これによって英10は右側のチャージを警戒する必要はなくなった．一方，英10自身が取っていた対策というのは，事例3と同じ「DGの最終的な蹴り位置の変更」である．4.4項で述べたように，密集の左右のポジショニングはDGの最終的な蹴り位置と蹴り足を投射するものである．英10は要点3のように捕球時に体を右に開いたことにより，右側に踏み込むための準備を整えた．同時に，この英10の右側への指向は，豪4にも観察可能なため，DGの蹴り位置と蹴り足が右足であることが推測可能になり，要点4のような，DGの最終的な蹴り位置へチャージコースを変更している．また，事例3と比較して，本事例の「DGの最終的な蹴り位置の変更」は右足を一歩引くだけの最小の構成となっているため，DGの最終段階で惰性で軸足がブレてしまうということが回避されていた．

このように，DGの失敗/成功事例を経時的に比較することによって，豪が英10のポジショニングからDGを予期し，英10がいかにその予期を外すかという攻防が相互行為的になされていたことが明らかになった．

4.6　事例5: 非DG事例

これまでは英10がDGを実際におこなっている事例を取り上げて来た．しかし，DGは数多くあるプレーの一つに過ぎない．ここでは，英10がDGの手続きを途中までおこない最終的にパスをおこなった非DG 事例を取り上げる．それにより，事例1と2を通してDGが豪側に対応されたことで可能になったプレーがあることを提示する．

非DG事例の記述　後半32分（事例2から1分後）14:11で英が優勢の局面，図12のように英9は密集の付近まで来て英10へのパスを準備している．他のDG事例と同様，英10のポジショニングはDGが予期可能な深い位置である．実際，英9の投球準備中に，“Wilkinson is in position for drop goal again here”と実況されていた．さて，英9は一度英10のポジションを確認した後，すぐに英10へ投球するのではなく，図13a)のように頭を上げる動作を入れてから英10へ投球した．図12の1)の英10と豪7の移動はこれに続く場面である．図12の1)で，英10は2歩大きく踏みこんで英9からのパスを受け取り，内側の英12の方に体を向けている．また，英9の投球と同時に豪7が飛び出し，図13b)のように密集と豪7の間にスペースが生じている．続く図12の2)の英10から英12へのパスは，図13b)で生じたスペースをつく角度で走りこんでくる英12へのパスとなっており，英10に向かって飛び出していた豪7が急停止している．

DG事例との比較　ここではいかに本事例の手続きがDG事例と類似し，そして最後にパスをおこなうことが効果的であるのかを考察する（図1の

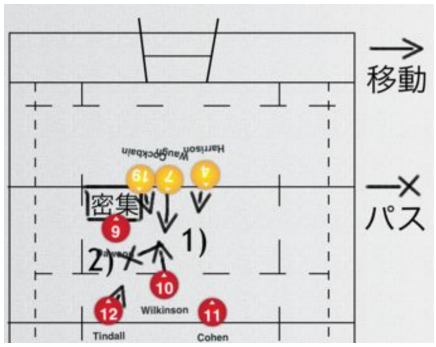
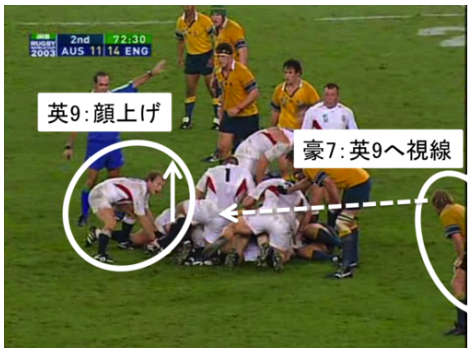


図 12 非DG事例の各選手の動き



a) パスする直前に頭を上げる英9

b) 豪7の突出と英10のパス

図 13 非DG事例

「DGを打つ/打たない事例の比較」に該当）．本事例の要点は以下である．

1. 事例2の直後（1分後）のプレーである
2. 英10の配置からDGの予期が可能
3. 豪7の英10への突出
4. 英10の前進しての捕球

要点1から要点3で，豪7は英10のDGを予期し，チャージの準備をおこなっていたことが分かる．チャージには図13b)のようにスペースが生じやすくなるというデメリットがある．一方で，要点4のように英10は2歩程度であるが前進して捕球していることから，DGというよりも英12へのパスを指向していたことが考えられる．もしもDGを蹴るのであれば豪の選手から逃げる方向に進むはずだからである．このことから，英10は自分の深いポジショニングがDGを投射していることを利用して，もしも豪7が突出したらそのスペースをつけるような英12にパスをしたと考えられる．

このように，直前の事例2でDGに対応して来た豪のプレーの履歴を手がかりに，英10はDG以外の選択をしたと考えられる．

5. 議論

本研究では，社会的相互行為の観点からDGの成否を分ける要因について検討し，DGを利用した履歴がDGを打たない事例においても影響することを示した．

英10への豪のチャージ，そのチャージの英の回避という攻防から，DGの成否に大きく影響する社会的相互行為上の要因は「安定してキックをおこなうことができる環境の構築」であると考えられる．この環境は具体的には，「DGの蹴り足とゴールの間にチャージャーを入れない」状態と考えられる．これを阻止するためにディフェンスはDGを早めに予期し，チャージの準備をしなくてはならない．事例1から4までの分析の結果，ディフェンスはDG予期の手がかりとして，アタック選手の姿勢，ポジショニング，そして以前にDGをおこなったという履歴と，より大局的な手がかりとして時間帯，ゴールまでの位置を利用していることがわかった．特にDGの最終的な位置の予期手がかりとしては，事例4での豪4のチャージの軌道修正（図10の2)）から，英10の捕球時の構えが挙げられる．英10が捕球時に右へ開いたことは，共在している豪4にも観測可能であり，豪4は「他者の認知の利用」[4]によって，英10の右方向への指向までも推論できたことが考えられるためである．

一方のアタックは，ディフェンスが予期に利用しているこれらの手がかりのうち，操作可能な姿勢とポジショニングを利用して，DGの最終的な蹴り位置を変更することで「DGの蹴り足とゴールの間にチャージャーを入れない」環境を作ろうとしていた．また，事例5でアタックは，DGを予期させる姿勢とポジショニングを利用することで，豪の選手を突出させ，ディフェンスにスペースを作り出していた．このように，すでに豪側のディフェンスがDGを予期して対処してきた履歴から，DG以外のプレーを活かすためにDGの手続きが取られていたことがわかった．

本研究で重要なのは，これらのDGを予期する手がかりが時系列的に形成され利用されたことである．通常のディフェンスは関根・高梨[3]がサッカーのディフェンスにおいて指摘したことと同様に，アタックの選手と（ラグビーでは特に味方ディフェンスとも）時空間的なズレを生じさせないようにプレーをおこなう．一方，DGの時のディフェ

ンスで重要なのは，いち早く前に出てチャージを仕掛けることであるため，アタックが行動を起こす前に，通常のサインプレーであるかDGであるかを見極める必要が生じる．DGは一般に多く見られるプレーではないため，事例1でディフェンスが対処できなかったように，デフォルトではディフェンスはDGを予期させる手がかりは利用していなかったと考えられる．しかしひとたびDGが生じると，次のDGの時にはDG予期のための手がかりが利用され，さらに次にはアタック側も自ら発しているこの手がかりを，積極的に使用するようになっている．このように，次のプレーを予期する手がかり自体が時系列的に形成され，その意味合いが変化していくことは，高梨・関根[1, 2, 3]が試合全体を通して不変的に利用できるプレーの手がかりを扱ったことと対照的である．

このような履歴を用いた分析は，高梨・関根[1, 2, 3]があえて排除していた「裏をかく」プレーの分析へと通じる．「裏をかく」プレーの分析には，高梨・関根[2]の指摘するように「無時間的な推論プロセス」を想定してしまう危険性が伴う．しかし，時々刻々と変化する環境下での知の形成過程を明らかにしていくことは，認知科学において非常に価値のある取り組むべき課題である．重要なことは，どの程度/どのような履歴までが推論に利用されるかという認知的制約を明らかにすることである．この点については今後の課題であるが，社会的相互行為によるスポーツ分析に，あるプレーに注目することで履歴の分析を可能とする枠組みを提示したことは本研究の成果である．

参考文献

[1] 高梨克也, 関根和生 (2010a) “サッカーにおける身体の観察可能性の調整と利用の微視的分析” 認知科学, Vol. 17, No. 1, pp. 236–240.
[2] 高梨克也, 関根和生 (2010b) “裏をかかなければならないわけではない—フェイント論的サッカー観への異論”, 日本認知科学会第27回大会発表論文集, pp. 588–595.
[3] 関根和生, 高梨克也, (2011) “サッカーにおける守備側選手が攻撃側選手との時間的と空間的ズレを埋めるための手がかり”, 日本認知科学会第28回大会発表論文集, pp. 601–608.
[4] 高梨克也 (2010) “インタラクションにおける偶有性と接続”, 木村大治・中村美知夫・高梨克也(編), インタラクションの境界と接続, 昭和堂, pp. 39–68.
[5] Sacks, H., Schegloff, E. A., and Jefferson, G. (1974) “A simplest systematics for the organization of turn-taking for conversation”, *Language*, Vol. 50, No. 4, pp. 696–735.

行為の生成とその言語化は機能的にどこまで等価なのか？ 行為の先行遂行と後続観察課題を用いたNIRS研究

Functional equivalence between action execution and its verbalization: A NIRS study using observation with and without action execution

齋藤洋典，大井京，王宏陽
Hirofumi Saito, Misato Oi, HongYang Wang

名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
saito@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

To examine the functional equivalence between hand action and its verbalization, we measured brain activity after action execution and/or action verbalization using near-infrared spectroscopy. The participants conducted the observation of a visually presented manipulable object in the observation task, and the production of hand gesture and/or overt verbalization of the action to a presented object in the performance task. The study consisted of three experimental groups and one control group. The experimental and control groups differed in the order of two tasks, i.e. the first performance task in the experimental groups vs. the first observation task in the control group. And the three experimental groups differed in the demand of performance task: production of hand gesture in the “action”(A) group, overt verbalization of the action in the “speech” (S) group, and simultaneous production of “action and speech” in the A & S group. We analyzed concentration of oxy-hemoglobin in the observation task of the four groups. The action and the A & S groups, including action execution, showed higher activation than the control group in the left premotor cortex (PMC). Instead, the speech and the A & S groups, including overt verbalization, showed lower activity than the action group in the right inferior frontal gyrus (IFG) and superior temporal sulcus (STS). These results suggest that during the subsequent observation task without performance, the prior experience of action execution increases activity in the left PMC, whereas the prior experience of action verbalization decreases activity in the right IFG and STS.

Keywords — action, verbalization, NIRS, observation, functional equivalence

1. 目的

行為に関連する4種類の活動（行為を生成すること，心的にシミュレーションすること，言語で言い表すこと，そして観察すること）の間には，機能的等価性（functional equivalence）の存在が指摘されている [1]．しかしそれらの活動がもたらす運動表象は，それぞれの活動に関与する脳の賦活領野と賦活量の観点に立つと，厳密には，どの程度まで，何が同じであり，何が異なるのだろうか．つまり，例えば，ボールを見ること，つかむ動作をすること，つかむ動作をせずにつかむ動作について話すこと，そしてつかむ動作をシミュレーションすることは，脳のはたらきとして，何がどこまで同じで，どこが異なるのだろうか．

通常，行為と言語を巡るこの種の疑問は，行為が遂行された時や、その行為に関連する発話が行われた時に向けられている．このことは，実験科学が育んできた研究パラダイムが，観察対象とする現象の即時性を重視することと無縁ではない．しかし、行為や身体運動の遂行が，時間圧の中で即時性を求められるのに対して，言語はその制約から比較的自由である．なぜなら、言語は身体を巡るそうした制約を解消する為に,「今ここ」を超える機能として生み出されてきた経緯をもつからである．このゆえに、言語は「今ここ」を超える未来への預言性と過去への遡及性を備えている．

行為の即時性や身体の制約性に立脚すると，行為の遂行に対する言語の代理機能が注目される．しかし，言語の本質を勘案すると，言語の運用は認知システムへの利点だけではなく，功罪は相半ばするとも考えられる．そこで、本研究では，行為の遂行とその言語化が終了後の両処理に関わる脳活動に注目する．

よって，本研究の目的は，行為の生成とその言語化に関わる脳活動の差異を,広範囲にわたる観点に立脚し，解明することにある．この目的を達成するために，本研究では，身体活動を伴う脳活動の計測に相対的な利点を有する近赤外分光法（near infrared spectroscopy: NIRS）を用いて，手による操作可能な人工物に対する目標指向的な手の動作の遂行と，その動作の言語化が修了した後の脳の賦活を比較し，行為の遂行と言語化との機能的等価性を検討した．

2. 方法

2.1. 実験参加者

54名の大学生(男性34名, 女性20名, 平均年齢20.06歳）が個別に実験に参加した。すべての実験参加者が右利きであることを，Edinburgh Handedness

Inventory [2] を用いて確認した。本実験の実施にあたり，実験参加者に実験について説明した後に，文書による同意を得た。

2.2. 材料

左右いずれかの手で，物を「扱う」身振りと，その物の「動き」を示す身振りとが，生成可能な 10 種類の対象物の写真を選定した．図 1 は，本実験において行為を誘発するために用いた 10 種類の人工物の写真を示す。10 種類の写真の中の「1. グラス」は，実験参加者に課題の内容を説明する例として用いられた．

2.3. 手続

本実験は，視覚的に呈示された人工物の写真の観察のみが求められる観察課題（observation task）と，視覚呈示された人工物に対する手のジェスチャー生成が求められる遂行課題（performance task）とから構成された。実験参加者は，2 種類の課題の実施順序によって，実験群と対照群とに無作為に振り分けられた。実験群は先に遂行課題を実施し，その後に観察課題を実施し，対照（control: C）群は観察課題を先に実施し，その後に遂行課題を実施した．実験群は，最初の遂行課題で， 10 種類の人工物の写真をそれぞれ 10 秒間ずつ視覚的に呈示されるが(図 1 参照)，人工物に対する課題要請に応じて 3 群に分類された．3 種類の実験群は，人工物に対する手を用いた行為の遂行のみを求められる action（A）群と，行為を遂行せずに行為の言語化（verbalization）のみを求められる speech（S）群と，そして行為の遂行と発話の同時遂行を求められる action & speech（A & S）群から構成された。

A 群には，15 名の実験参加者が割り当てられ，彼らは対象物の写真（例えばボール）を呈示され，ボールに対する手を用いた動作のレパートリーの中から各実験参加者が思いついた動作（例えば，投げる動作）の遂行を求められた．具体的には，左手か右手で行うジェスチャーの生成を求められた（action gesture: AG）．この AG とは別に，同一の写真を再度呈示され，その対象物が示す運動を手で表現するジェスチャーの生成（例えば，投げられたボールが示す運動を手で表現すること）を求められた（motion gesture: MG）．

S 群（12 名）の遂行課題は，対象に対する action と motion の手による生成ではなく，手が行う動作（AG と MG）の視覚イメージを浮かべて言語で表現することであった．そして，A & S 群（13 名）の遂行課題は，A 群と S 群の遂行課題を同時に実行すること，つまり，手で運動表現を実行しながら，その手の動作を言語的に表現することであった．遂行課題の終了後に，3 種類の実験群は遂行課題で呈示された人工物の写真を再度呈示され，単に観察のみを実施する観察課題を受けた．

これに対して，対照群（14 名）は，最初に観察課題を受け，その後に A 群と同様に行動の遂行課題を受けた．図 2 は，本研究で用いた 3 種類の実験群と 1 種類の対照群の群構成を示す．

遂行課題と観察課題において，各刺激の呈示手続は共通であった。刺激は，32 インチのモニター（LDT32IV，三菱電気）に呈示され，実験参加者の観察距離は，モニターからおよそ 120 cm であった。各試行では，最初に，白色の背景に，黒色で注視点（＋）が 1 秒呈示され，続いて，人工物の写真が 10 秒呈示された後に，白色の背景のみが 14 秒呈示された。

実験参加者には，対象物と身振りあるいは発話との関係に「正解」は存在しないので，実験参加者が思いついた身振りあるいは発話を，自由に生成するように教示を与えた．実験における教示はすべて口頭

図 1　本実験で用いた行為を誘発するための 10 種類の人工物の写真

で与えられた．

A群における身振りの生成は，actionとmotionが，左右いずれの手による実施を求められるかに応じて，4種類のブロックから構成された．各ブロックでは，9 種類の刺激材料が，継時的に呈示された．各ブロックにおける 9 種類の刺激材料の呈示順序は，実験参加者ごとに無作為化された．

4 種類のブロックの実施順序は，実験参加者が遂行すべき身振りタイプ（action または motion）を混乱しないように，いずれか一方の身振りの遂行を左右の手でそれぞれ実施した後に，残り 2 回のブロックをもう一方の身振りタイプで遂行した．この規則を守った上で，action と motion の実施順序は，被験者間で相殺された．

実験参加者は，各ブロックの開始前に，当該課題の身振りのタイプが action と motion と，左右いずれの手による実施であるのか，その組み合わせについて具体的な教示を受けた．

各刺激は，左手による身振りの生成が求められる際には，画面の左側に呈示され，右手の際には，画面の右側に呈示された．

S 群における発話の生成及び A & S 群における発話と身振りの同時生成は，A 群と同様の手続きで行われた．

2.3. NIRS 測定

48 チャンネルの NIRS 装置（FOIRE-3000/16，島津製作所）を用いて，左右各半球の 24 箇所の酸素化ヘモグロビンの濃度変化（C_{oxyHb}）を計測した。図 3 は，左右半球におけるチャンネルの位置を示す。各チャンネルは，3 cm 間隔で配置された投光器（emitter）と受光器（detector）によって構成され，サンプリングレートは約 7Hz であった。

NIRS 測定区間は，各試行開始前の 2 秒間をベースラインとして，注視点（1 秒），刺激呈示（test）区間（2 × 5 秒）と，ポスト（post）区間（2 × 5 秒）によって構成され，ベースラインに基づいて，各測定区間における C_{oxyHb} の z 得点を算出した。

3. 結果と議論

3 種類の異なる先行体験（A，S，A & S）が，後続の観察課題における脳の賦活にいかなる影響もたらすかを検討するために，対照群で最初に実施された観察課題における脳の賦活を基礎として，3 種類の実験群における観察課題での脳の賦活量（C_{oxyHb}）を比較した．具体的には，刺激呈示区間の C_{oxyHb} に対して，2 要因の分散分析を，群（A，S，A & S，C）を実験参加者間要因として，刺激呈示区間（5 区間）を実験参加者内要因とする混合要因計画で，チャンネルごとに実施した。本研究では，実験群が，対照群よりも有意に高い脳賦活量を示すことを予測しているために，群と刺激呈示区間の有意な交互作用を示したチャンネルに注目した。

分析の結果，有意な交互作用が，チャンネル2 [$F(3, 50) = 2.64$, $p < .05$]，チャンネル41[$F(3, 50) = 2.78$, $p < .05$]，チャンネル43[$F(3, 50) = 3.48$, $p < .05$]で確認された。各チャンネルの位置をOkamoto et al. [4] に基づいて推定すると，チャンネル2は左運動前野（premotor），チャンネル41は右下前頭回（inferior frontal gyrus: IFG），チャンネル43は右上側頭溝（superior temporal sulcus: STS）におよそ該当する。

図 4 は，左右両側の運動前野（チャンネル 2, 26），下前頭回（チャンネル 15，41）近傍，上側頭溝（チャンネル 20，43）近傍における脳の賦活量を示す。

手による運動の遂行を含む A 群と A & S 群とは，左の運動前野において，対照群よりも有意に高い賦活を示した [[A vs. C: [$F(1, 27) = 4.43$, $p < .05$]; A & S

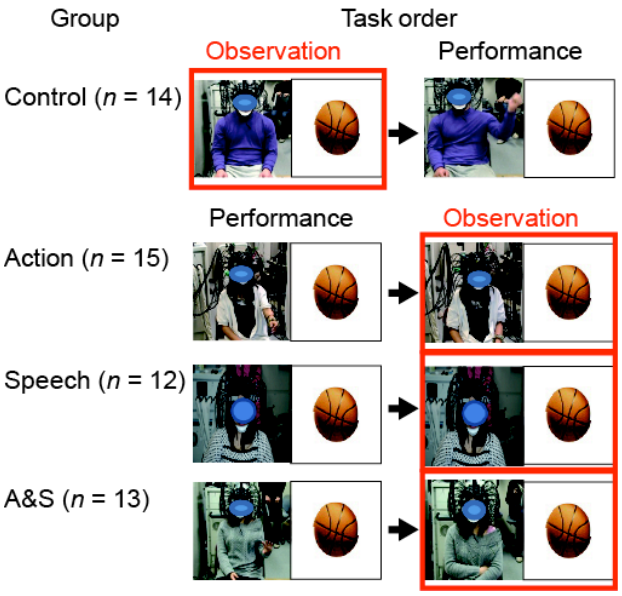


図2　1種類の対照群と3種類の実験群で用いられた遂行課題と観察課題の実施順序

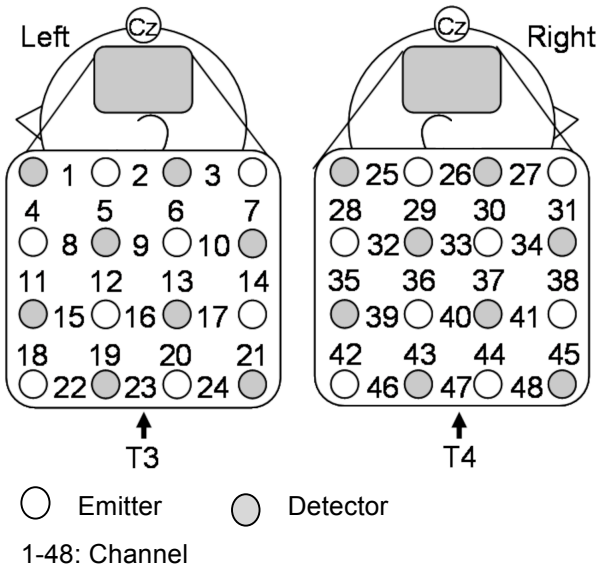


図3　投光器（emitter）と受光器（detector）によって構成されるNIRSチャンネルの位置

vs. C: $F(1, 24) = 3.81$, $p < .05$]]。しかし，右の IFG 近傍と STS 近傍では，両群と対照群の間で有意な差は確認されなかった．これに対して，言語化を含む S 群と A & S 群とは，A 群よりも有意に低い賦活を，右の IFG 近傍 [[S vs. A: [$F(1, 26) = 5.04$, $p < .05$]; A & S vs. A: $F(1, 25) = 6.01$, $p < .05$]]で示した。右の STS 近傍においても，A & S 群と S 群は A 群よりも低い賦活を示したが，有意な差は A & S 群と A 群間においてのみ認められた [[A & S vs. A: [$F(1, 25) = 6.24$, $p < .05$]]（図 4 参照）．

これらの結果は，2 種類に要約される．第 1 に，先行遂行課題で，人工物に対する手による行為を先行して遂行することが，後続観察課題で，同一人工物のみを観察すると左運動前野に賦活をもたらす．第 2 に，先行遂行課題で，対象物に対する行為を言語化すると，右の IFG 近傍と STS 近傍の賦活が低減する．

4. 結論

本研究の実験操作上の独自性は，参加者が遂行した行為自体に客観的な正解が与えられていない「あいまいな遂行課題」を「完了」した後に，遂行行為の想起を明示的に求めていない観察課題を実施している点にある．

そして本研究の重要性は，先行遂行課題で言語化を実施した S 群だけではなく，遂行課題を実施した

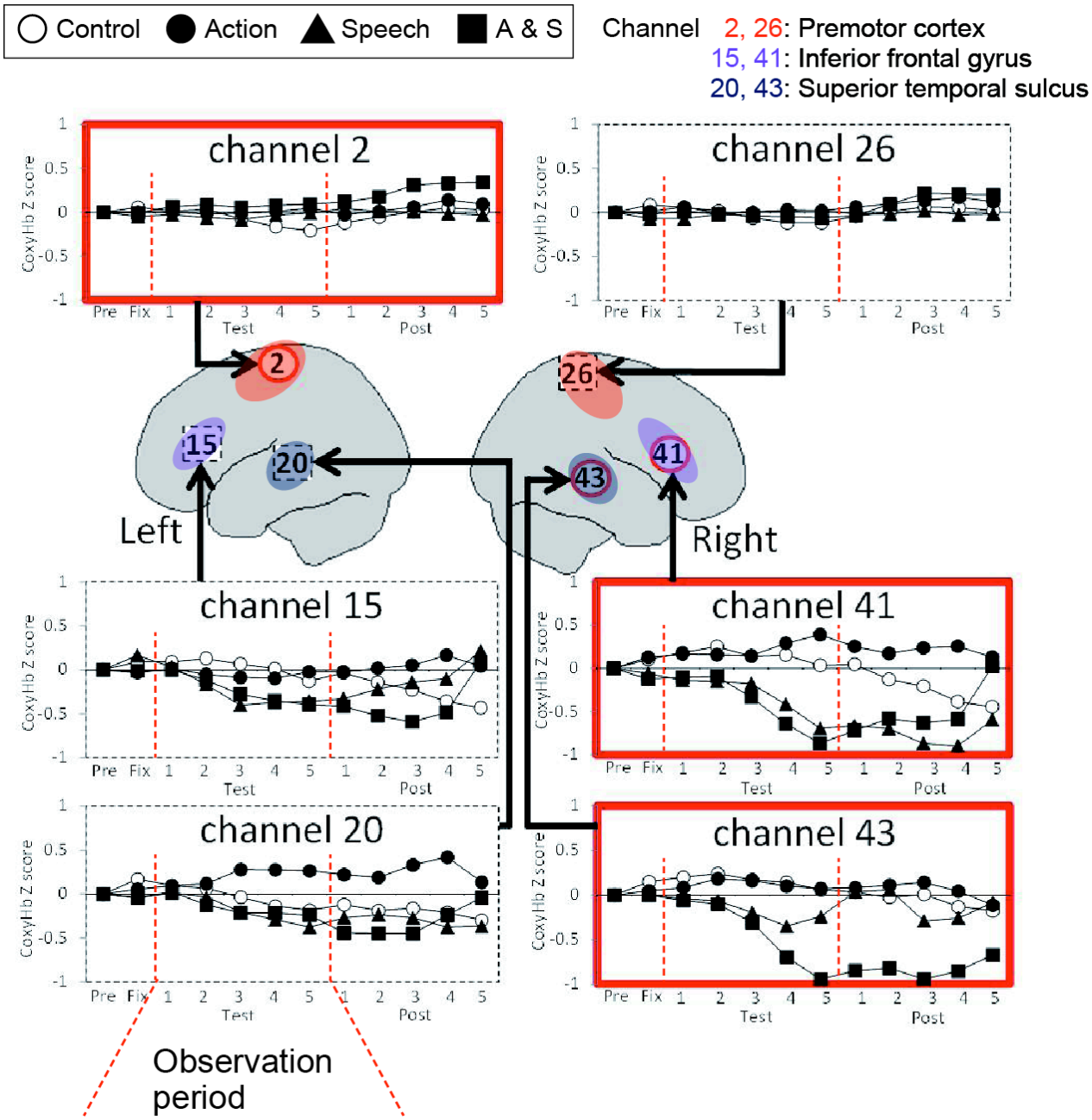


図4　観察課題における4群の酸素化ヘモグロビン濃度変化量．Channel 2，41，43は群と刺激呈示区間の有意な交互作用を示す

A&S 群の脳の賦活が、運動表象の処理に関与する IFG と STS 近傍において，A 群よりも低い賦活を確認した点にある．すなわち，本実験結果は，先行課題における行為の遂行が，後続課題における手の運動イメージの自発的な想起に関与するのに対して，先行課題における行為の言語化が，後続課題における手の運動イメージの自発的な想起あるいはその利用の制限に関与することを示唆する．

参考文献

[1] Grézes, J. & Decety, J. (2001). Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis. *Human Brain Mapping*, *12*, 1–19.

[2] Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia 9*, 97–113.

[3] Okamoto M, Dan H, Sakamoto K, Takeo K, Shimizu K, Kohno S, et al. (2004). Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10-20 system oriented for transcranial functional brain mapping. *Neuroimage*, *21*, 99–111.

目標伝染における知識の働き

Effects of prior knowledge in goal contagion

太田真梨子[1]，鈴木宏昭[2]，山田歩[2, 3]，福田玄明[2, 4]
Mariko OTA, Hiroaki SUZUKI, Ayumi YAMADA, Haruaki FUKUDA

[1]青山学院大学大学院社会情報学研究科，[2]青山学院大学 HIRC，[3]東京大学，[4]理化学研究所
[1]Graduate School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University, [2]HIRC, Aoyama Gakuin University,
[2, 3]The University of Tokyo, [2, 4]RIKEN

Abstract

Recent studies have revealed that automatic and unconscious processing plays crucial roles not only in lower-order cognition, but in higher-order ones such as reasoning, problem-solving, and decision making. Among many findings, we focused on goal contagion (Aarts et al., 2004) that perceiving a goal pursuing behavior of others' automatically leads the perceiver to infer, adopt and pursue the goal as his/her own. In experiment 1, we examined whether goal contagion occur in context of hygiene, not taken up in the previous studies. In experiment 2, we examined whether the knowledge of goal pursuing situation comes into play in the process of goal contagion. The results showed the goal contagion in the context of hygiene, and the participation of related knowledge in this process.

Key words — Goal contagion, automatic behavior,

1. はじめに

人は生活の中で様々な目標を設定し，これの解決に向けた活動を行う．目標の設定は何らかの問題の自覚，あるいは他者からの要請の理解に基づいている．また解決のためのプランニングは自らの持つリソース（知識，ストラテジー，行為など）を設定された目標の達成に向けて意識的に組織化することからなる．こうした目標設定やプランニングは一般に意識的に制御されたプロセスであると考えられてきた．

一方，自由意思を持つと考えられている人間の行動が，実は自動的に決定され行われていることを明らかにした研究が数多く行われている（Bargh, 2007; Hassin, Uleman, & Bargh, 2005; 坂元他, 1999; 下條, 1996, 2008）．この中には目標の設定、追求における意思や意図の役割について再考を促すものもある．Dijksterhuis, Chartland, & Aarts (2007)は自動行動の生じるプロセスの１つに目標ルートがあることを指摘している．目標ルートとは，他者の行動，社会集団，図形，言語表現，対象物などから目標を自動的に推論し，行動を変化させているプロセスを指す．

目標ルートを介した自動行動には２つのタイプがある．１つは目標追求を促進させるものであり，典型的には目標プライミングと呼ばれる手法を用いる．目標達成に関する単語（成功，達成など）を事前課題に含めることで目標達成，追求を促進させることができることが明らかになっている．(Bargh et al., 2001)．これは目標ルートによる自動行動を直接プライミングにより生起させたものと考えることが出来よう．

もう１つは目標伝染である．これは知覚対象の目標の自動的推論に加えて，それの採用と行動が含まれる．例えば，Aarts, Gollwitzer, & Hassin (2004) はこれを検討するために次のような実験を行った．まず，主人公が金銭目標(お金を稼ぎたいという目標)を持つ文章と持たない文章のどちらかを実験参加者に見せた後，実際にお金を稼ぐことのできる抽選課題を行った．そ

の結果，金銭を必要とする程度が高く，かつ主人公が金銭目標を持つ文章を読んだ参加者は，抽選課題へ進むためのクリック操作がより速くなったことを報告している．これは，そもそも金銭に対する欲求が高い参加者では文章中の主人公の金銭目標が伝染し，実際にお金を稼げる課題への意欲が高まったことを示している．目標伝染は達成関連語を直接呈示しないという意味で間接プライミングと考えることができる．

目標伝染は目標設定に深く関与しており，自由意志の存在を検討する際により興味深い現象である．そこで本研究では，目標ルートの代表的な仕組みとして紹介されている目標伝染について取り上げ，より厳密な形でその普遍性を検討するとともに，既有知識と目標伝染との関連を検討する．

これまでの自動的な目標研究の知見は主に達成目標や援助目標を取り上げた研究が多く行われている．したがってこれらの研究に見られる自動行動は，達成や援助などに固有である可能性がある．そこで達成目標、援助目標以外の目標であり，まだ目標伝染研究では取り上げられていない衛生に関する目標を取り上げ，目標伝染が普遍的な現象であるのかを検討するのが，本研究の第一の目的である．

第二の目的は実験の改良により語彙プライミングの可能性を排除することである．Aarts et al. (2004) では，実験群と統制群に与えた文章に大きな違いが含まれている．たとえば実験 1 で用いられた刺激文では，ある学生が夏休みに旅行に行く予定を立てていることが述べられた後，実験群では「農場にアルバイトにいく (to work as an assistant)」，統制群では「コミュニティーセンターにボランティアにいく (to work as a volunteer」という文が続く．アルバイトという単語は金を稼ぐことと単語レベルでも密接なつながりがある一方，ボランティアという単語にはそのつながりが存在しないと考えられる．したがって，実験で示された目標伝染は，目標レベルだけではなく，単語レベルの効果によるものなのかもしれない．したがって目標伝染が目標ルートを介しておこることを検証するためには，こうした対立仮説の排除が必要である．

第三の目的はこの自動的な行動を生み出すプロセスの性質がモジュール性を持つのかを検討することである．Aarts ら (2004) の実験 1 は，参加者がそもそも実験で測定する目標の充足を求めている度合いによって伝染の程度が変化することを報告している．つまり，参加者が元々持っている目標達成への動機が，目標伝染の効果を媒介している．同様のことは参加者の有する既有知識についても成立する可能性がある．すなわち，目標達成行動に関連する知識を有する参加者とそうでない参加者で伝染の度合いが異なる可能性がある．本研究では実験 2 において，この可能性を検討する．

本研究では Aarts (2004) に倣い，目標達成に関する文章を作成し，実験参加者に読ませることで影響を検討する手段を取る．もし Aarts らの指摘通り目標伝染が起こるとすれば，実験群の実験参加者は衛生目標が無意識的に活性化し，その達成のための行為が採用されると考えられる．ここでは，その行為として手洗い（手の洗浄）を取り上げた．文章を読んだ後，実験参加者にお礼としてクッキーを取ってもらう．そのクッキーの横にスプレー式の消毒液を置いておき，実験参加者がこの消毒液を使うか否か，また使うとすればどの程度使うのかを目標伝染の指標とした．

2. 実験 1

目標伝染が達成や援助以外の文脈，すなわち衛生文脈でも起こるのかを検討する（仮説 1）．また，日常での目標達成行動（本研究では衛生）の頻度と目標伝染の起こりやすさの関連を調べる（仮説 2）．

方法

参加者　都内の私立大学生 76 名を実験群と統制群にランダムに振り分けた．全員，実験の目的は知らされていなかった．

課題文　実験 1 の課題文は、衛生に関心のある主人公の女性が昼食にメニューを注文する際、一度注文しようと思ったメニューを考え直して変更するという内容である．実験群の文章では、刺身定食から焼き魚定食へ変更するのに対し、統制群では逆にして焼き魚定食から刺身定食への変更を記述した文章を作成した。刺身定食は生の魚が含まれるのに対して，焼き魚定食では調理済みの魚が含まれる．前者から後者への変更は，通常の実験参加者にとっては衛生上の問題と見なされると考えられる．一方，統制群に示された焼き魚定食

から刺身定食への変更は，通常は衛生上の問題とは見なされないと考えられる．

事前調査で，課題文を読んでもらい，変更の理由を自由記述で聞き，その確信度も併せて記入してもらった．その結果，実験群の文章については８名中８名が衛生上の理由を回答し，統制群の文章については，7名中一人も衛生上の理由を回答せず，見た目，好み，気分などの理由を挙げた．このことから，主人公の意図が作成者の意図通りに推論され，課題文として適当であると考えられた．

手続き　実験室に参加者を個別に案内し，一分間で課題文を読むよう求めた．ランダムに振り分けた半数の参加者は，刺身定食から焼き魚定食の文章を読み（実験群），残りの半数の参加者はこれを逆にした文章を読んだ（統制群）．次に，ダミー課題として，文章の可読性評定を行わせた．その後，実験の終了を告げ，参加のお礼として様々な種類のクッキーの入った缶と消毒液をトレイに載せて呈示した．そして「実験はこれで終了です．実験参加者の方にクッキーを３つくらい差し上げることになっていますので，お好きなものをお取りください．横のは消毒液です．どうぞお使いください」と告げた．この時の手洗いに対する消毒液の使用量を毎回計り，従属変数とした．その後，アンケートとして普段帰宅後にどのくらい手を洗うかをパーセンテージで答えてもらうとともに，操作チェックとして手洗いを行った理由を尋ねた．最後にデブリーフィングを行った．

結果

何らかのミスで，使用前より使用後の方が消毒スプレー全体の重さが 0.1ｇ多くなったデータは削除した．また，スプレーを押して使ったが重さが変わらなかったデータは０とした．そして，クッキーを食べなかった参加者（4名），消毒液使用量が２標準偏差を超えた参加者，また操作チェックの事後質問に「文章を読んだから」など，課題文に言及する理由を答えた参加者（実験群では男性１名，女性３名，統制群では，女性2 名）のデータを除いた．因みに操作チェックに対する典型的回答は，「消毒液があったから」「クッキーを触るから」などと答え，他に「風邪が流行っているから」「よく使うから」「他の人もクッキーを触るため」「授業で筆記用具を触ったから」などであった．

このような処理の結果，実験群(M=0.21, SD=0.19)の方が統制群（M=0.13, SD=0.14）より消毒液の使用量が多い傾向にあることが明らかになった（$t(50) = 1.94, p = .058$）．

以上の結果は目標伝染が起きた可能性を示唆するが，十分な形で示されたとは言えない．この理由として被験者の性別が考えられる。今回使った押下型の消毒液は使用に際して程々の力が必要となる．この点において男性と女性の被験者では使用量が異なる可能性がある．また男女では衛生に関する意識も異なる可能性もある．よってこうした性別に関する要因を分離して検討することが望ましい．

そこで性別要因を加えた分析を行った。なお対象とした参加者は消毒液を使い(±2SD のものを除く)，かつ手洗いの理由について提示文章への言及がなかった41 名（実験群男性：7 名、実験群女性：14 名、統制群男性 6 名、統制群女性：14 名）であった。分散分析の結果，課題文の主効果が有意であった($F(1, 37)=4.13, p<.05$)。前述したように、実験群が統制群よりも，多量の消毒液を用いていた．また性別の主効果が有意傾向となり($F(1, 37)=3.71, p<.10$)、男性の方が女性よりも多く使う傾向が見られた．交互作用は有意ではないが、実験群と統制群の使用量の差は男性が 0.03g であったのに対して、女性は 0.08g となった。

また手洗いについて日常的に高い動機を持つことが目標伝染に与える影響を検討した．アンケート結果の帰宅後に手を洗う確率について 80%以上の値を答えた人は，普段から衛生的な目標を持っていると考えられる．これに該当する参加者の使用量は実験群(M=0.31, SD=0.16)の方が統制群（M=0.2, SD=0.09）より消毒液使用量が多いことが明らかになった($t(29)=2.491, p=.019$)．

考察

実験群と統制群で，課題文の主人公が注文するメニューを考えた過程の順番が違うという条件の違いだけで，消毒液の使用量にこのような差が見られたことから，衛生目標でも目標伝染が起こったと考えられる．また，アンケートで聞いた日常の手を洗う習慣について，帰宅後の 80 パーセント以上手を洗うと答えた普

段よく手を洗う習慣のある人の結果に有意差が見られたため，目標の達成に対する動機が強い場合には目標伝染が起こりやすい可能性が示唆される．

しかしこの実験では，目標ルートに加えて特性ルートも同時に活性した可能性がある．これは課題文の主人公が衛生に関心があり，その主人公が衛生的な目標を持つという内容であったためである．さらに，主人公の性格特性記述で衛生に関する単語「うがい」，「マスク」，「予防接種」などという衛生に関する単語からのプライミングが起きた可能性もある．

3. 実験２

実験 2 での重要な点は，主人公(女性)の衛生に関心のあるような特性や語句が出てこず、衛生目標は行動から推論するしかないという点である．このように，特性ルートや直接プライミングの介在なしに目標伝染だけが起こるのかを検討するのが実験 2 の目的である．ここで目標伝染が起こるのであれば，実験群の実験参加者は衛生目標が自動的に活性化し，その達成のための行為が採用されるはずである．よって，実験 1 と同様にクッキーを食べる前に使う消毒液の使用量が増えることが予測できる．

また，状況に関わる知識が目標伝染の起こりやすさにどのように影響を与えるかをも検討する．たとえば，刺身はそれを食するためには，鮮度が保たれた状態であること，鮮度を保ちやすい環境であること，鮮度を保つことに敏感な人が調理すること，などが要求され，こうした要求が満たされやすい地域とそうでない地域が存在する．これらについての知識の有無により，目標の推論，採用に影響が出る可能性がある．

また実験 2 では，Loersch et al. (2008) より目標の伝染者と被伝染者が同集団では目標伝染が起こりやすいという知見から，参加者は課題文の主人公と同性である女性だけにした．

方法

参加者

都内私立大学生の女性 31 名がランダムに実験群と統制群に割り当てられた．全員，実験の目的は知らされていなかった．

課題文

実験 1 の課題文から主人公の性格特性に関わる単語，衛生に関わる単語を除いた課題文を作成した．この文章は，あまり衛生的ではないと考えられている地域を長らく旅行中の女子大生が場末の日本食レストランで食事を注文するものである．実験 2 で使用した 2 つの文章の群間の違いは，実験 1 同様，最後の文にあった．実験群の刺身定食から天丼への変更は，火の通ったメニューへ変更している．そのため，衛生上の目的があると見なされると考えられる．一方，統制群の天丼から刺身定食への変更は通常，衛生上の問題とは見なされないと考えられる．

衛生に直接的に関係する言葉が全く出てこない状況のこの課題文でも，最後の 2 つの文から主人公の意図が正しく推論されるかを調べるために，メニューを変更した理由を別の被験者群に聞いた．その結果，実験群の文章では 15 人中 12 人が作成者の意図通りに衛生目標に関する回答をし，統制群の文章では 16 人中 15 人が衛生目標ではない回答をしたため，この課題文が適当であることが確かめられた．

手続き

実験 1 と同様に行った．実験 2 ではよりサイズの小さい透明な容器の消毒ジェルに変更した．これは実験 1 で使用した大きい容量の消毒スプレーでは，クッキーに消毒液がかかってしまうことを心配して使わないという可能性を排除するためである．

そして最後のアンケートで，課題文の舞台となった地域の衛生状態についてのイメージを聞くことで，実験参加者のこの場面についての知識を調べた．次に操作チェックのための質問を行い，最後に実験の真の目的を伝えた．

結果

操作チェックの質問に課題文を挙げた実験参加者はいなかった．従って，実験 2 では全ての参加者が自動的目標推論という前提を満たしている．なお以下の分析では，全体から 2 標準偏差以上の参加者のデータは除いたので，実験群は 15 名，統制群は 14 名となった．

消毒液使用量は実験群が 0.51 (SD = 0.29)，統制群では 0.37(SD = 0.23) となった。ただし両群の間に有意差は見られなかった($t(27) = 1.41$, *n.s.*).

課題文で取り上げた地域の衛生状態に疑問を持って

おり，かつ消毒液を使用した参加者の使用量を群別に図 1 に示した．図 1 から実験群(M=0.65, SD=0.18)の方が統制群(M=0.45, SD=0.18)より消毒液の使用量が多かったことがわかった（$t(19) = 2.532$, $p < .05$）．

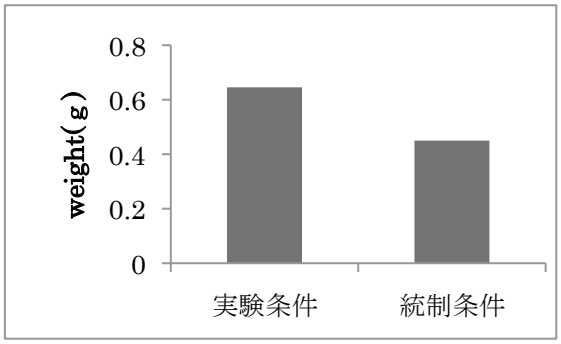


図 1　課題文の地域の衛生状態に疑問を持つ人の消毒液使用量

考察

実験 1 の課題文から特性や単語レベルでのプライミングが起きない文章を作成し実験を行った．全体のデータでは差が出なかったが，消毒液未使用者のデータと課題文の地域の衛生状態のイメージを考慮することで実験群と統制群の間に有意差が見られた．このことは目標ルートのみから目標伝染が生じたことを示しているとともに，目標伝染には知識が関与することも示している．

4. 総合考察

本研究では目標伝染が達成や援助目標以外の文脈でも生じるのか，またそのプロセスに知識が影響を与えることがあるのかを検討した．実験 1, 2 の結果から，衛生というこれまでに検討されてこなかった目標についても伝染が生じることが示された．また実験 2 の結果からは問題状況についての知識が目標伝染に影響を与えることが示された．また実験 2 での効果は，語彙レベル，あるいはその他の自動行動のルートに還元できず，目標ルートを通した処理が行われた可能性が高いことも示唆できるだろう．

目標伝染，特に目標の採用と追求は自動的なプロセスであることは繰り返し主張されてきた．確かにこのプロセスを意識的にコントロールすることは難しい．しかしながら，こうしたプロセスがモジュールをなしている，すなわち情報遮蔽的であり，認知的な不可侵性を持っているかと言えば (Fodor, 1983; Pylyshyn, 1994)，そうではないことが本実験の結果から主張できる．目標伝染は人がその状況について知っていることの影響を受ける penetrable なプロセスなのである．

目標伝染の発生メカニズムについて，Aarts et al. (2004) では，目標とその達成手段の間にリンクが存在し，目標のプライミングによる活性拡散が目標伝染を引き起こすとされている．現段階では，これは仮説の域を出ない．この部分を明らかにするためには，目標関連語を含めた語彙判断課題を行うなどの改善が必要であろう．

上記の結果は目標伝染の一般性，すなわち人が目標と捉えること一般に当てはまる可能性を示唆し，目標伝染は日常的に起こっていることが考えられる．人はいつも無意識的に他人の目標の影響を受け知らずに自分の行動を決定しているのかもしれない．このように考えると，人の自由意志，意図は虚構である可能性も出てくる．

しかし，そうした結論は研究の現状から見て妥当とは思えない．第一にどのような目標でも伝染の可能性があるかは検討の余地があるからである．たとえば Aarts et al. (2004) で取り上げられたお金を稼ぐこと，異性と交際すること，また今回の研究で取り上げた衛生は，いずれも人の生活における根源的な欲求，動機に関わるものである．こうしたレベルの欲求や動機とは無関係な目標についても伝染がおこるか否かは興味深い問題である．我々が現在行っている予備的な研究ではダイエット目標を取り上げているが，これについての伝染は全く見られていない．だとすると，伝染の可能性のある目標は生存や生殖に関わるもの，すなわち進化的な観点から価値のあるものだけにとどまるのかもしれない．

また目標の伝染可能性については，内発と外発という区別も重要かもしれない．Aarts et al. (2004) の実験，また今回の実験でも，もともと当該の目標達成に対する動機づけが高い参加者ほど伝染が顕著に見られる傾向があった．このことは伝染がおこるには目標設定と追求の内発性が必要とされる可能性を示唆してい

る（Friedman et al., 2010）.

これらを敷衍すれば，そもそも目標は「伝染」しないのかしれない．たとえば，喫煙習慣のある人は他者の喫煙に関する行動を見ると自らも喫煙行動を行う（あるいは行う動機が高まる）ことが多い．しかし喫煙習慣のない人にはこうしたことは起きないだろう．以上のことからすれば，本研究の課題文で与えられた他者の目標は，参加者が元々持っていた目標を増殖，増進させただけなのかもしれない．

参考文献

Aarts, H., Gollwitzer, P. M. & Hassin, R. R. (2004). Goal contagion: Perceiving is for pursuing. *Journal of Personality and Social Psychology*, **87**, 23-37

Bargh, J. A., Gollwitzer, P. M., Lee-Chai, A., Barndollar, K., & Trötschel, R. (2001). The automated will: Nonconscious activation and pursuit of behavioral goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, **81**, 1014 - 1027,

Dik, D. & Aarts, H. (2007). Behavioral cues to others' motivation and goal pursuits: The perception of effort facilitates goal inference and contagion. *Journal of Experimental Social Psychology*, **43**, 727 - 737.

Dijksterhuis, A., Chartrand, T. L. & Aarts, H. (2007). Effects of priming and perception on social behavior and goal pursuit. In J. A. Bargh, (Ed.) *Social Psychology and the Unconscious : The Automaticity of Higher Mental Processes.* NY : Psychology Press. （及川昌典・木村晴・北村英哉（編訳）『無意識と社会心理学―高次心理過程の自動性』ナカニシヤ出版，2009，第二章　社会行動の自動性，37 - 84.）

Friedman, R., Deci, E. L., Erriot, A. J., Moler, A. C., & Aarts, H. (2010). Motivational synchronicity. *Motivation and Emotion*, **34**, 34 - 38.

Fodor, J. (1983). *The modularity of mind: An essay on faculty psychology.* Cambridge, MA: The MIT Press. （伊藤笏康・信原幸弘（訳）『精神のモジュール形式』. 産業図書, 1985）

Hassin, R. R., Aarts, H., & Ferguson, M. J. (2005). Automatic goal inferences. *Journal of Experimental Social Psychology*, **41**, 129 - 140.

Hassin, R., Uleman, J. S. & Bargh, J. A. (Eds.) (2006). *The New Unconscious.* New York; Oxford University Press.

Loersch, C., Aarts, H., Payne, K.. & Jefferis, V. E. (2008). The influence of social groups on goal contagion. *Journal of Experimental Social Psychology*, **44**, 1555 - 1558.

Pylyshyn, Z. (1984). *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science.* Cambridge, MA: The MIT Press.

坂元章他（編）(1999). 『サブリミナル効果の科学：無意識の世界では何がおこっているか』学文社.

下條信輔 (1996). 『サブリミナル・マインド : 潜在的人間観のゆくえ』中央公論社.

下條信輔 (2008). 『サブリミナル・インパクト』筑摩書房.

鈴木宏昭・太田真梨子 (2011). 衛生文脈における目標伝染. 日本心理学会第 75 回大会発表論文集, 861.

謝辞

本研究の遂行にあたって科学研究費補助金(C)課題番号 24500327，青山学院大学ヒューマンイノベーション研究センター創発学習環境デザインプロジェクトの援助を受けた．本研究の一部は日本心理学会第 75 回大会で発表したものである（鈴木・太田, 2011）．研究にあたり貴重な指導や助言をくださった吉田航氏，実験参加者の募集にあたりご協力くださった友人の鈴木えいみさん，北出広子先生，樋田大二郎先生，杉本卓先生，木村松雄先生，実験と事前調査にご協力くださった多くの方々に深く感謝致します．

協調的な概念変化を目指す小学校理科の授業における個人の学習プロセス
Conceptual Change of each student through Socially Constructive Interaction in the Classroom

齊藤 萌木
Moegi Saito

東京大学
The University of Tokyo
saitomoegi@coref.u-tokyo.ac.jp

Abstract
In order to investigate the mechanism of collaborative learning in a larger group, this paper presents analysis of a classroom discussion in which 21 third-graders collaboratively discussed predictions about the results of a series of experiments as a whole class over 12 course hours and became able to grasp a rudimentary scientific concept of atomic theory.
Our analysis revealed that all the children succeeded in expressing their grasp of rudimentary atomic theory, yet their routes to this achievement were individualistic and diverse. A preliminary qualitative analysis of two most active children's utterances indicates that two preserved their differences and never converged to the same model at the end of class. Yet this diversity among the children could have contributed to the successful conceptual change. Diversity could be the source of prolonged discussion, allowing learners to revise their models.

Keywords — Conceptual change, Constructive interaction, Collaborative learning, HEI

1. はじめに

本稿では，「協調学習（collaborative learning）」を通じた科学的な概念の獲得の過程における個々の学習者のメンタルモデルの変化に着目し，学習者間の相互作用を通じた概念変化の過程においても学習者個々の学習プロセスは多様であること，教室全体が「正しい解」に収束するような学習が起こった場合でも「正しい解」の背景に個々が持っているメンタルモデルは多様であることを示す。また，このメンタルモデルの多様性が学習者個々の概念変化のリソースとして機能しうることを「建設的相互作用」[1]の枠組みを用いて論じたい。

多くの先行研究では，他者と考えを出し合いながら自身の理解を深化させる「協調学習」が，科学の理論の獲得に対して有益であることが指摘されている[2]。

このとき，「協調学習」を通じた個々の学習者の学習プロセスについては，参加する複数の学習者の考えが正しい解へと「収斂」するプロセスであるとみなす立場[3]と学習者一人ひとりに固有の学習プロセスが見出されるとする立場[4]が存在している。

本稿では，「仮説実験授業」[5]によって目に見えない空気の存在とはたらきについて学んだ小学校 3 年生のクラス討論の記録の分析から，協調的な概念変化のプロセスにおいて，参加する複数の学習者の考えが主題とする科学の理論に関する問題に「正しい解」を出せるというレベルにおいて「正しい解」へと「収斂」している一方，最終的に「正しい解」を選んだ個々の学習者が用いているメンタルモデルにも多様性がみられることを明らかにする。また，学習者のメンタルモデルがひとつに収束してない一方で，個々の学習者のメンタルモデルの変化に着目した場合，その変化には他者との相互作用の影響を見てとることができる。

こうした「協調学習」を通じた学習者の概念変化について本稿では，一人ひとりが自分なりに納得できる理解を作り上げていく「建設的相互作用」のプロセスとして説明する。

「建設的相互作用」は，これまでペアや少人数の学習場面における理解深化を説明するための枠組みとして用いられてきたが[6]，クラス討論のような多人数の相互作用における理解深化のメカニ

ズムを説明できる可能性もある。本稿の分析をこの可能性を検証する一助としたい。

また，教室の場における「協調学習」による概念変化が「建設的相互作用」としての性格を持っていることを明らかにすることは，学習者中心型の授業の運営における教師による学習の支援やまとめの適切なスタイルやタイミング等についての実践的な示唆をもたらすものであると考えられる。本稿の最後に，若干の示唆を提起したい。

2.「仮説実験授業《空気と水》」における概念変化

本稿で分析対象とするのは，公立小学校 3 年生 21 人の教室で 2002 年度に行われた「仮説実験授業《空気と水》」[7]の 12 時間分の記録である。

仮説実験授業は,「課題共有・各人の予想・予想の理由についてクラス全体での自由な討論・実験による結果の確かめ」というシークエンシャルな協調的学習活動を中心とした科学の授業である。ある概念に関するいくつかの実験の結果を問う問題の解をクラス全体で吟味し合う活動を繰り返し，一連の問題の解を正しく予想するための科学的概念を学習者自らが「仮説」として構成することをねらっている。

仮説実験授業は,「協調的な学習環境デザインの典型」して欧米でも評価の高い授業であり，概念変化に対する高い効果が指摘されてきた[8]。この事例でも，12 時間の協調的な学習を通して，全員が教材のねらいとする「正しい解」へたどりついていた。

分析対象とした授業の主題は《空気と水》である。《空気と水》は，目に見えない空気の存在とはたらきを考える教材であり，仮説実験授業では科学入門の授業として位置づけられている。授業は，コップやスポイトストローなどの器具を使って空気と水の動きを予想する 11 の問題について，「課題共有・予想・討論・実験」を行うことを中心に展開する。問題の配列は表 1 の通りである。

表 1　仮説実験授業《空気と水》の問題構成

番号	課題	解
1	空のコップを逆さまにして水の中にいれると？	水は入らない
2	前問で，コップの中に紙をつめておくと？	紙はぬれない
3	水のはいったコップを水中で逆さまにして持ち上げると，コップの中は？	水が入ったまま
4	水の上に逆さまに立てたコップの中の空気を管で吸い出すと？	水があがってくる
5	スポイトを深く入れるのと浅く入れるのとでは，どちらがたくさんの水を吸い上げるか？	どちらも同じくらい
6	1mの管でも水を吸い上げることができるか	水は上まであがる
7	1つだけ穴をあけた缶を逆さまにするとジュースはでてくるか？	でてこない
8	穴を2つにするとジュースはでてくるか？	勢いよくでてくる
9	1つだけ穴をあけた空き缶を水の中に入れると？	水は入らない
10	前問で穴を2つにすると？	水はたくさん入る
11	しょうゆさしの穴を1つふさぐと？	うまく出てこない

授業のねらいは,「自然は真空を嫌う（空気があるところに水は入れないが，空気が出るとその分だけ水が入る)」という，空気の作用を説明するモデルの獲得と活用である。11 の課題は，子どもたちが日常的な経験則を用いて実験結果を正しく予想しやすい課題から(問題 1 - 問題 6)，難易度の高い問題に移行し（問題 7－10)，最後にもう一度日常的な場面に戻る（問題 11）という流れで配列され，ターゲットとするモデルの形成と精緻化を支援することが意図されている。授業の際は通常 1 時間（45 分）に 1 つか 2 つの問題を扱い，10 数時間程度をかけて 11 問を順に学習する。本事例では 12 時間で 11 の問題を扱った。

授業は，研究の目的とは独立に行われたもので，筆者は授業者によって授業の振り返りのために採取されたデータをのちに譲り受けた。

データに含まれるのは，12 時間の授業中の発話と各学習者が選んだ予想の記録，各授業時間後に

各学習者によって書かれたコメントである。

これまでの調査によれば，小学校 3 年生にとって目に見えない空気の動きとはたらきをとらえることは必ずしも簡単な課題ではない[9]。にもかかわらず対象クラスの場合，最終問題では，21 人の学習者全員が実験の結果を正しく予想できるようになっていた。なおかつ,「協調的な概念変化モデル」[10]に基づいて児童の討論中の発言と授業後のコメントを分析した結果，21 人の学習者のうち 20 人が「自然は真空を嫌う（空気があるところに水は入れないが，空気が出るとその分だけ水が入る)」ことを理解しているとみなせる発言やコメントを行えるようになっていた[11]。例えば，ある学習者は,「しょうゆさしの穴を 1 つふさぐとどうなるか？」を問う問題 11 の討論において，「ぼくはもう一方の穴から空気が入り込んで，空気がここにたまったしょうゆを押して出ると思う」のように自身の考えを説明することができた。

また授業終了後 1 週間後に問題 1〜11 に改めて予想をたてさせ，全問に正しい予想を選べた場合を満点として正否を採点したところ，平均点は 94 点であった。授業を通して学習者の多くが，教えようとした科学の理論に関する問題に正しい答えを出せるようになっていたと言える。

筆者らは以前，本事例を用い，学習への参加の仕方の観点から，討論での各学習者の発言数に注目して学習のプロセスを分析した[12]。その結果，12 時間の総発言数には，学習者によって大きな差があることが明らかになった。最も多くの発言をした学習者は，12 時間を通して 44 回，最も発言の少なかった学習者は12時間を通して1回の発言を行っていた（1 人あたりの平均発言数は 12)。21 人の学習者は，最終的にはみんな同じように「正しい解」にたどりついていたが，授業中に自身の理解を言語化する回数とそのタイミングは多様だったのである。この結果は,「正しい解」の裏にそれぞれ固有な概念変化のプロセスがある可能性を示唆すると言えよう。

本稿ではこの結果をふまえ，クラスで特に発言数の多かった 2 人の学習者（コウタロウとリョウ（仮名：以下本稿に登場する児童の名前は全て同様である）を取り上げ，予想の推移パタンと討論での発言から想定されるメンタルモデルの変化に着目し，概念変化の観点から学習プロセスの多様性を示す。コウタロウとリョウは，発言数がそれぞれ 44 と 42 で，21 人の参加者中 1 番目と 2 番目に発言数の多い学習者であり，学習への参加の仕方は比較的似通っている。

3. 予想の推移パタン

はじめに，コウタロウとリョウの予想の推移パタン及び，全 11 問におけるクラス全体の予想分布(討論前)を示す(表 2・3)。

表 2　コウタロウとリョウの予想推移パタン

	コウタロウ			リョウ		
	選択肢	内容	正否	選択肢	内容	正否
P1	イ	コップの中に水はほとんどはいらない。	○	イ	コップの中に水はほとんどはいらない。	○
P2	イ	紙はぬれない。	○	イ	紙はぬれない。	○
P3	ア	コップの中には，水がはいったまま。	○	ア	コップの中には，水がはいったまま。	○
P4	イ	コップの中には，水があがってくる。	○	イ	コップの中には，水があがってくる。	○
P5	ウ	どちらも，ほとんど同じくらい。	○	ウ	どちらも，ほとんど同じくらい。	○
P6	ウ	上まで上がってくる。.	○	ウ	上まで上がってくる。.	○
P7	ウ	ジュースはぽとぽと続いて出てくる。	×	ウ	ジュースはぽとぽと続いて出てくる。	×
P8	イ	ジュースは出てこない。	×	ウ	ジュースはぽとぽと続いて出てくる。	×
P9	ウ	水はほとんど入らない。	○	ウ	水はほとんど入らない。	○
P10	ア	今度は水がたくさんはいる。	○	イ→ ア	水は，半分くらいはいる→ 今度は水がたくさんはいる。	×→ ○
P11	イ	うまくでてこない	○	イ	うまくでてこない	○

表 3　全 11 問におけるクラス全体の予想分布（討論前）

	ア	イ	ウ	エ	備考
P1	4	15	2	0	
P2	0	12	9		
P3	18	0	3		
P4	0	16	4		1人欠席
P5	7	3	11		
P6	0	11	10		
P7	5	0	16		
P8	0	13	8		
P9	0	2	19		
P10	7	6	8		
P11	0	21			

※グレーのセルは，正解の予想。斜線は選択肢が存在しないことを示す。

表 2・表 3 の P1-P11 は問題番号である。予想は問題ごとに 2 つから 4 つの選択肢から選ぶことになっており，1 つが正解でその他の 1〜3 つの選択肢は不正解である。コウタロウとリョウ，それぞれの選んだ予想は「選択肢」として示した。「内容」は選んだ選択肢の内容である。「正否」の欄はそれぞれの選んだ予想が正解か不正解を示し，○は正解の予想×は不正解の予想を選んでいることを意味する。また，一旦選んだ予想は，討論において他者の意見を聞く過程での変更が認められていた。そこで，予想の変更があった場合は「→」で変更前と変更後の予想をそれぞれ示す。P10 のリョウの場合がその例である。

リョウとコウタロウの選んだ予想選択肢は，前半完全に同じであったが，授業後半で異なり，最終問題で再び一致するというパタンで推移していた。クラス全体の予想分布と照らすと，2 人の選んだ選択肢は比較的多くの児童が選んだものと一致する傾向にある。

P1 から P7 では，リョウとコウタロウの予想は一致している。対して P8 と P10 では違う予想を選んでいる。授業が進むにつれて考えが収斂するというよりは，むしろ授業が進むにつれて考えの違いが明らかになってきているようにも見える。

しかし最終問題では再び同じ予想を選んでいる。予想推移パタンからは，リョウとコウタロウは授業開始から P7 まではある程度似通ったプロセスで学習を進め，P8 から P10 で別のプロセスを経て，最後に「正しい解」へと収斂していったようにみえる。

4. コウタロウとリョウのメンタルモデル

次に 2 人が討論中に行った発言からメンタルモデルを想定してみる。分析の結果，12 時間の授業を通して，コウタロウは空気と水の相対的な位置関係に着目したモデル，リョウは空気と水の相互作用に着目したモデルをそれぞれ構成し精緻化させながら，空気と水とをめぐる現象について「自然は真空を嫌う（空気が出れば水が入り，空気が入れば水が出る）」という認識に向かって自分なりに理解を深化させていった様子がみられた。

授業を通してコウタロウとリョウは，「空気が出れば水が入り，空気が入れば水が出る」ということを共通に理解していったが，それぞれの持つメンタルモデルには常に差異が認められ，しかもそれぞれがそれぞれのモデルを精緻化していく過程において，そのモデルの差異はよりはっきりしてきている。

まず P1-P7 では，コウタロウもリョウも日常経験を参照しながら予想の根拠を説明している。「水の出入り」を「空気の存在」と対応させた説明をしばしば行っているところから，「空気が出れば（入れば）その分水が入る（出る）」という単純な入れ替わりのモデルを用いていることがうかがわれる。2 人の選んだ予想の一致は，このモデルの類似に裏付けられていると考えられる。

ただし，2 人が使う言葉に注目すると，P1-P7

においても既にわずかな違いが見出された。コウタロウは「水の上がれる空間ができれば水が上がってくる」（P4）などのように，水の動きを表現する際に「上がる」という言葉を頻繁に用いている。対してリョウは，「水がある」（P1）といった言葉を一貫して用い，「上がる」は用いていない。この差は，2 人の予想が初めて実験結果によって反証された P7 を経て，P8 以降の討論でより目立つようになっている。

表 4 に，P8 の討論におけるコウタロウとリョウの最初の発言と，発言から想定されるメンタルモデルを示す。発言中，それぞれのモデルの特徴が現れていると判断できる語句に筆者が下線を付した（以下同様）。メンタルモデルの図は筆者が作成した。

P8 は「2 つの小さな穴をあけた缶をさかさまにするとジュースは出てくるか」という問題であり，コウタロウは「ジュースは出てこない」，リョウは「ジュースはぽとぽと続いて出てくる」という予想をそれぞれ選んでいる。正解は「ジュースは勢いよく出てくる」で 2 人の選んだ予想はどちらも間違いであるが，リョウのほうが比較的正解に近い考えをしていると言える。

表 4　P8 の討論におけるコウタロウとリョウの最初の発言と，想定されるメンタルモデル

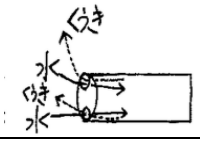
コウタロウ	今回は下に 2 つあるわけで，ぼくはその 2 つの穴の一方が上にあれば，上からだったら空気は入りやすいから下からジュースが出ると思うんだけど，でも穴は 2 つとも下になってるし，中のジュースは下に行ってるから，下から空気が入り込めない。つまり，空気が外にあるのでジュースが出ることもないし，空気が入り込むこともできない。ちょうど缶の底で分かれている。	
リョウ	ぼくはどっちから出てもいいんだけど，ここから空気が入り込んで，缶の中は空気が半分まで来て，こっちの穴からジュースが押し出されてぽたぽた出てくる。	

コウタロウは缶に開けられた 2 つの穴の位置を区別している。「上からだったら空気は入りやすい」，「下から空気は入り込めない」と述べているところから，＜空気は上に動き，水はその下に動く＞という空気と水の相対的位置関係に着目したモデル（以下，「位置関係モデル」と呼ぶ）を持っていることがうかがわれる。

一方リョウは「どっちから出てもいい」と述べているところから空気と水の位置関係には着目していない。かわりに「空気が入りこんで，…ジュースが押し出される」という言葉から，＜空気と水は力を及ぼし合う＞という空気と水の相互作用に着目したモデル（以下，「相互作用モデル」と呼ぶ）を持っていることがうかがわれる。

コウタロウとリョウは，P8-P10 の学習の過程で，一貫してそれぞれの異なるモデルを用いていた。2 人の言葉が次第に洗練されていったこと，P9，P10 で予想が当たるようになっていることから，2 人のモデルはそれぞれ精緻化されていったと考えられる。しかし 2 人の用いるモデルが同じモデルに収斂することはなかった。そのことを端的に示すのが，P10 の討論の最後の発言である（表 5）。

表5　P10におけるコウタロウとリョウの最後の発言

コウタロウ	予想のグループはリョウ君と同じなんだけど，　空気は水が来るとあわになるでしょう。それで，あわは上にどんどん行くから，上にたまって上の穴から出れる。下の穴は空気は出なくて水が入る。下は水優先。
リョウ	両方あけたんだから，たぶんたくさん入ると思う。こういうふうに水が入ってきて空気が飛び出していくと思う。 

P10は「2つ穴を開けた空き缶を水に沈めたらどうなるか」である。討論の最後で，コウタロウとリョウはそれぞれ黒板に図示をしながら,「水がたくさん入る」ことについて意見を述べている。図は黒板に2人が描いたものを教師が写し取ったものである。

コウタロウは依然として「上の穴」,「下の穴」という言葉を使って空気と水の位置関係に焦点を当てた説明を行っている。図にはっきりと表れているように＜空気は水の上にある＞というモデルは保たれている。リョウも「空気が飛び出していく」といった言葉づかいから，＜空気と水は力を及ぼし合う＞という相互作用モデルにもとづいて説明を行っていることが明らかであると言えよう。

彼らは授業の最終段階まで，それぞれ異なるモデルを用い，それを精緻化させていると言える。コウタロウは「予想のグループはリョウ君と同じなんだけど…」と述べているところから，予想選択のレベルで考えの一致しているリョウとの間に考えの差異があることを自覚しているようである。

リョウもまた予想が同じでありながら，図示までして自身のモデルを表明している点から，考えの差異を自覚していると考えられる。2人の持つメンタルモデルの差異は，授業の最終段階で本人たちにも自覚されてきたのである。

5. メンタルモデルの変化と相互作用 −「建設的相互作用」の枠組みに基づく分析−

上述のように，コウタロウとリョウは，12時間の授業を通してそれぞれ「位置関係モデル」と「相互作用モデル」という自分なりのモデルを用いていた。彼ら個々の学習プロセスはそれぞれ異なる知識構成のプロセスだったと言えよう。

一方で，彼らのモデルの精緻化には，他者との相互作用が重要な役割を果たしていた。コウタロウもリョウも，様々な学習者が自由に考えを出し合う討論の場で，自身のモデルを別の言葉で説明し直してみること，他者の考えを聴いて自身のモデルに統合することを交互に繰り返し，それぞれのモデルをより精緻で一般性の高いものへと進化させていったのである。以下，P8の討論に焦点を当て，2人のメンタルモデルの変化と相互作用の様子を「建設的相互作用」の枠組みに基づいて描きだしたい。

まずリョウに注目してみよう。P8の討論の後半では，リョウがコウタロウの位置関係モデルの影響を受け，空気と水の位置関係に関する説明を自身のモデルに組み込んでいる。リョウはP8の討論の後半で「空気はそこ（水）を通り抜けて上に行って，上の空気の力で下から出ると言いました」というように，2つの穴の位置関係をふまえて空気と水の力の及ぼし合いを説明している。リョウのこの時点のモデルは，図示すれば図1のようになるであろう。

リョウの発言に「上」・「下」の語が登場したのはこれが初めてである。

図 1　相互作用モデルに位置関係モデルを統合した，P8 の後半におけるリョウのモデル

「建設的相互作用」の枠組みによれば，自身の理解を言語化する活動（課題遂行）と，他者の考えを聴きながら自身の理解を深化させる活動（モニタリング）を頻繁に交代することにより，学習者の考えはより一般性，抽象度の高い理解に変化していくと説明されている。

リョウは P8 で少数派となった予想を選んでいたため，討論中に質問や反論を多く受けることになった。そこで，課題遂行とモニタリングの活動を頻繁に行き来することになり，結果としてモデルを精緻化させたと考えられる。

一方コウタロウは，P8 の討論中，リョウに比べて発言数が少なく，課題遂行とモニタリングの活動をそれほど頻繁には交代しなかった。コウタロウのモデルの精緻化は，リョウとアカネという別の学習者の間でかわされたやり取りを聞くことをきっかけとして起こっていた。

討論の中盤，表 3 に示したリョウの発言を受け，アカネが疑問を提示した。アカネは，「両方の穴から空気が入る」と考えており，「一方の穴から空気が入り，一方の穴から水が出る」というリョウの予想に対して，「両方から空気が入るはずなので，水は出られないのではないか」と指摘したことで，リョウは「もし両方から入っても，空気は透けて上から入れます」と，空気が水中を移動する説明をすることになった。

このやりとりの直後，コウタロウは「あ，そうだ。空気は泡になって上に出ていくんだ」という発言をしている。表 3 で示したように，コウタロウは P8 の討論の最初の発言では，缶の中での空気の動きについて言及はなかった。この発言は，討論中に気づきを得てモデルを精緻化させたことを示すものと言えるだろう。この時点でのコウタロウのモデルは，図示すれば以下のようになるであろう。

図 2　位置関係モデルに缶の中の空気の動きという要素を組み込んだ，P8 の中盤におけるコウタロウのモデル

コウタロウ自身は P8 の討論中，最初の発言以来発言をしていなかった。しばらくの間課題遂行を行っていなかったのである。にもかかわらずモデルの精緻化が起こっているという事実は，多人数の相互作用の場において，他者間のやりとりを聞くという形でのモニタリングが重要な機能を果たす可能性を示すと言える。

6. 結論と課題

本稿での分析の結果，コウタロウとリョウの概念変化のプロセスはそれぞれ固有な知識構成のプロセスであることが示唆された。12 時間の授業を通して，コウタロウは空気と水の相対的な位置関係に着目したモデル，リョウは空気と水の相互作用に着目したモデルをそれぞれ構成し，精緻化させながら，「自然は真空を嫌う（空気が出れば水が入り，空気が入れば水が出る）」ということに関する自分なりの理解を深化させていったと言えるだろう。

「建設的相互作用」の枠組みによれば，授業に参加する学習者の考えが最終的に「正しい解」へ収斂した場合でも，一人ひとりの学習プロセスは多様であり，「解」を裏づけるメンタルモデルも多様であると考えられる。学習者は，自身の理解を

言語化する活動（課題遂行）と，他者の考えを聴きながら自身の理解を深化させる活動（モニタリング）に交互に従事しながら，自身の理解を他の視点からチェックして修正したり，自身の理解を他者の理解と統合して抽象化したりすることによって，メンタルモデルを少しずつ変化させ，「正しい解」を出せる程度に一般性と抽象度の高いモデルを構築していくと想定される。

今回の事例の場合，リョウは他者の質問や反論を受けながら，自身のモデルを何度も説明してみるというように課題遂行とモニタリングを頻繁に交代することを通して自身の「相互作用モデル」を精緻化させている様子がみられた。他方コウタロウは，ともに学習する仲間どうしのやり取りをモニタリングすることを通して得た気づきから，自身の「位置関係モデル」に新しい要素を組み込んで精緻化させている様子がみられた。2 人は 12 時間の授業を通して，自身の固有なモデルを保持したまま，相互作用の中で，最終的にこの教材がゴールとした「正しい解」を選べる程度にメンタルモデルを精緻化させていった。

授業の最終段階での 2 人のモデルを比較すると，コウタロウのモデルがより日常的･経験的であり，リョウのモデルがより一般的・科学的なモデルに近いということができるが，どちらのモデルも科学的に十分であるとは言えない。しかし，日常経験を参照しながら予想の根拠を説明していた授業の前半に比べ，2 人の考えが，この授業で扱ってきた空気と水の動きに関する「科学的に正しい説明」（大気圧や表面張力の概念を用いた適切な説明）に近づいているのは確かである。もしここで教師が「科学的に正しい説明」をしたとすれば，十分受け入れることが可能であろう。

Schwartz & Bransford [13] は，教師の説明が学習者に効果的であるかどうかは，学習者が”time for telling”であるかどうかによって決まるため，”time for telling”をどのように創出するかが学習環境デザインの重要な課題の 1 つであると述べている。本稿の分析は，協調的な学習が，教室の多数の学習者の “time for telling”を作りだすことに貢献する可能性を示していると言えるだろう。

もう 1 つここで注目したいのは，2 人のモデルの精緻化のきっかけが異なっていたという点である。2 人のモデルの精緻化はどちらも他者の考えをリソースとして起こっていたが，リョウは課題遂行とモニタリングの頻繁な交代，コウタロウは他者のやりとりのモニタリングが，それぞれ精緻化のきっかけであった。特に，コウタロウのような他者のやりとりのモニタリングによるモデルの精緻化は，多人数での協調学習の特徴と考えられる。

「建設的相互作用」に関する先行研究によれば，ペアでの協調的な学習場面において，状況を打開するような新しいアイディアが学習者から出てくるのは，モニタリングの活動に従事した際であることが多いという[14]。

多人数の相互作用においては，自身と対話をしている相手の考えを聞くだけでなく，他者と他者の対話を聞く，数人の学習者の間で行われている討論を聞くなど，多様な形態のモニタリングを行うことができる。コウタロウのモデルの変化と相互作用の分析からは，この多様なモニタリングが多人数の参加者が効果的に理解を深化させることに貢献している可能性を指摘できる。

実際，本事例についてのこれまでの分析では，討論中にほとんど発言しなかった学習者が，別の学習者たちの活発な討論を聞いた後，モデルの精緻化がうかがわれるような質の高い実験結果の解釈を書き残す場合がしばしばあることが見出されている。多人数の学習者が協調的な課題解決に取り組む場面での「建設的相互作用」のメカニズムを説明する上で，本事例で見出された多様なモニタリングの機能は検討を要するだろう。今後は，特に目に見える形で頻繁な役割交代を行わなかった学習者の学習プロセスに注目して検討を行う予定である。

また，同じ教室で，12 時間を通しての発言数が比較的近い 2 人ですらモデルの精緻化のきっかけが異なっているという事実は，科学の概念を教える際の支援についても示唆を与えるであろう。学

習者によってモデルの精緻化のきっかけが異なるのであれば，多人数の教室における概念変化を効果的に支援するには，多種多様なリソースを様々なタイミングで提供できる学習環境が必要だと考えられる。とはいえ，1 人の教師が多種多様なリソースを学習者 1 人ひとりに対して適切なタイミングで提供するということはほぼ不可能に近い。そこで期待されるのは，多様な考えを持つ学習者が自身の考えを出し合い，出し合われた考えを互いにリソースとしやすい環境を作ることであろう。

本稿で対象とした教室では,「仮説実験授業」の教材により,「予想を選ぶ」,「予想の理由を図示も交えて話し合う」,「コメントを書く」というように様々な形態で学習者が自身の考えを出し合える状況が用意されていた。討論の場でそれぞれの学習者が好きなタイミングで発言したり，発言せずに他者の話しを聞いたりする自由が保障されている点も，考えを出し合いやすい状況を作っているであろう。また，累積的に協調による課題解決を行うことで, 学習者が互いの意見を解釈しやすく，自身の考えと統合して理解深化のリソースとしやすい状況を作っているとも考えられる。

今後の分析を通して，科学教育に協調的な学習を効果的に活用するための学習環境デザインについても検討を深めたい。

参考文献

[1] Miyake, N.(1986)."Constructive interaction and the iterative process of understanding," Cognitive Science, 10, pp.151-177.

[2] Roschelle,J.(1992)Learning by Collaborating: Convergent Conceptual Change. Journal of the Learning Sciences2(3), pp.235-276

Howe, C., McWilliam, D. & Cross, G. (2005). “Chance favours only the prepared mind: Incubation and the delayed effects of peer collaboration. British Journal of Psychology 96, pp.67-93.

Miyake,N,(2008).Conceptual Change through Collaboration. In Vosniadou, S., ed. *International* Handbook of Research on Conceptual Change. London, Taylor & Francis Group.

[3] Roschelle,J.(1992)ibid.

[4] Shirouzu, H., & Miyake, N. (2002). Learning by collaborating revisited: Individualistic vs. convergent understanding. Proceedings of the 24th Annual Conference of the Cognitive Science Society, USA, 1039

白水始（2008）“学習者主体の概念変化”,JCSS 企画研究「概念変化」と学習研究 : 認知の基礎過程を考え直す

[5] 板倉聖宣(1963). "仮説実験授業の提唱 “, 理科教室, 11 月号.

[6] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002) Cognitively active externalization for situated reflection, Cognitive Science, 26(4), pp.469-501.

[7] 仮説実験授業研究会(1970）授業書『空気と水』

[8] Hatano, G. & Inagaki, K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In Resnick, B. Levine, J. M. &Teasley, S. D. (Eds.). Perspectives on socially shared cognition. pp.331-348. APA

Miyake,N,(2008).Conceptual Change through Collaboration. In Vosniadou, S., ed. International Handbook of Research on Conceptual Change. London, Taylor & Francis Group

[9] 高野圭世，堀哲夫，平田邦男（1991），“粒子概念の理解に関する研究-「空気の温度による体積変化」を事例にして-“，日本理科教育学会研究紀要 vol.32 No.2, pp.91-99

[10] Miyake , N. (2009). Conceptual change through collaboration, Paper presented at AERA 2009, San Diego.

[11] Saito, M., & Miyake, N. (2011) “Socially constructive interaction for fostering conceptual change,” Proceedings of the 9th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning, (CSCL2011), Hong Kong, pp.96-103.

[12] Saito&Miyake,(2011), ibid.

[13] Schwartz, D.L., & Bransford, J.D.(1998), “A time For Telling,” Cognition and Instruction, 16:4,pp.475-522.

[14] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002) ibid

“忘れて知識を正す”: 社会的インタラクションから見る忘却の適応的性質
Forgetting aids correction of knowledge: Adaptive nature of forgetting in social interaction

本田　秀仁[†]，松香　敏彦[‡]
Hidehito Honda, Toshihiko Matsuka

[†]国立情報学研究所，[‡]千葉大学
National Institute of Informatics, Chiba University
hhonda@nii.ac.jp, matsukat@muscat.L.chiba-u.ac.jp

Abstract
We examined the function of forgetting in terms of social interaction. To this end, we conducted multi-agents simulations and examined how forgetting aided knowledge acquisition through communications. Results of simulation studies showed that forgetting helped acquisition of accurate knowledge. Furthermore, this beneficial effect of forgetting was observed when agents were connected in “small world network,” which represents some parts of real world network.

Keywords — forgetting, knowledge acquisition, cognitive-social interaction, small world network

1. はじめに

我々の記憶機能には制約がある。その中の一つが忘却である。記憶における忘却は通常、負の側面として見なされることが多い。実際、記憶に関する心理学的研究では“情報の損失”という視点から忘却について研究されることが多い（e.g., Koriat, Goldsmith, & Pansky, 2000）。しかしながら忘却は負の側面しか持ち合わせていないのであろうか。本研究では逆の視点、すなわち適応的側面から忘却が持つ性質について議論を行う。

2. 忘却が持つ適応的性質

先行研究において、忘却が持つ適応的性質について様々な視点から議論が行われてきた。Luria (1968)は S. V. Shereshevskii の驚異的な記憶容量と彼の特徴的行動について記述している。Shereshevskii は無意味音節を記憶し、８年後にテストを行ったところ、完璧に回答することが出来た。このように Shereshevskii はコンピュータのハードディスクのような忘却のない記憶能力を有していた。一方で大変興味深いのは、キーワードから推論が求められる簡単な穴埋め問題を解けなかったり、また人の顔を覚えることが不得意であった点である。このことから、推論問題で求められる断片的な情報から別の情報を引き出す、また顔の記憶で必要になると考えられる特徴から要約的情報を作り出すプロセスにおいて忘却が重要な役割を果たしている可能性を示唆している。Luria の報告はあくまでエピソード的な事例であるが、実験研究（e.g., Altman & Gray, 2002）や理論的研究で（e.g., Anderson & Milson, 1989; Schooler & Hertwig, 2005）有用な情報を適応的に記憶していくプロセスにおいて忘却が重要な役割を果たしていることが示されている。このように一見すると記憶機能の負の側面にも見える忘却は我々の様々な適応的行為の基盤になっている可能性が示されている。これらの先行研究は基本的に個人内における認知プロセスに焦点を当てた上で忘却の適応的性質について議論を行っている。つまり独立した個人内における忘却の適応的性質を示したことになる

しかしながら我々の行為は個人内ですべて帰結するわけではない。我々の行為の多くは他者との社会的なインタラクションを通じて生み出されている（e.g., Pentland, 2008）。よって人間の認知機能を理解していく上で社会的インタクラクションは必要不可欠な分析視点であると考えられる。それでは社会的なインタラクションという文脈において忘却はどのような役割を果たしているのであろ

うか。このような視点で忘却の性質について検討を行った先行研究としては、Stevens, Volstorf, Schooler, and Rieskamp (2011)の研究が挙げられる。Stevens et al. (2011)は繰り返しの囚人のジレンマゲームにおける協力行動の発生プロセスについて、マルチエージェントシミュレーションを通じて検討したところ、パートナーの過去の行動について忘却を仮定した場合、協力行動が通常より生じにくくなることを示した。この研究は社会的インタラクション場面においても忘却が重要な役割を果たしている可能性を示している。

3. 本研究の目的

本研究では個々が他者とのコミュニケーションを通じて知識を獲得していく場面における忘却の機能について検討を行う。知識を獲得していく上で社会的インタラクションの重要性が先行研究で指摘されているが（Mason, Conrey, & Smith, 2007）、この時に忘却が果たしている機能については明らかになっていない。またこの社会的インタラクションを通じて知識を獲得していく際、個々のつながりを示すネットワーク構造が非常に重要な役割を果たしていることが先行研究において示されているが（Cowan & Jonard, 2004; Honda & Matsuka, 2011）、個々の認知機能と個々のネットワーク構造の交互作用的な影響については明らかになっていない。

以上、本研究では、１）社会的インタラクションを通じた知識獲得場面において忘却が果たしている役割、２）忘却機能と個々のネットワーク構造の相互作用的影響、以上２点について、コンピュータシミュレーションに基づき理論的に検討を行う。

4. 知識獲得に関するマルチエージェントモデル

本研究では、Honda and Matsuak (2011)のモデルを用いた。以下でモデルの概要を説明する。

ネットワーク：ネットワーク上に 1000 のエージェントを設置した。エージェント間のつながりは Watts and Strogatz (1998)が提唱した small world network によって定義した（以下 *WS* モデルとする）。このモデルは以下のような手順で構成される

1）n 個の頂点（i.e., 人間を表現している）を輪上に並べる。

2）各頂点から k 本の枝（i.e., 人間関係があることを意味する）を近隣の k 個の頂点に対して結ぶ。

3）確率 p_{rw} で枝を付け替える。なおこの際、一方の頂点は固定して、もう一方の頂点を付け替える。

図１に上記の手続きで作成した *WS* モデルを示す。本研究でのパラメータは、$n = 1000$, $k = 10$ として、

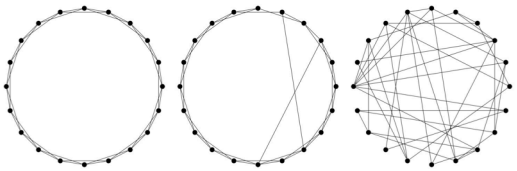


図 1 WS モデル（$n = 20$, $k = 4$）。p_{rw} は左から 0, 0.1, 1。

p_{rw} としては 0, 0.1, 1 の３つの値を用いた。

知識：各エージェントは計 100 項目の知識を学習した。本モデルでは各項目に対して、エージェントは３つの知識状態、（正）、（不正）、（無）を持つものと仮定した。（正）・（不正）は事実に対して正しい、あるいは誤っている知識状態、また（無）は知識を何も持っていない状態、または分からない状態であることを意味している。

知識の初期値：各エージェントは初期には“少なく、やや正しい知識”を持つものと仮定した。初期に持つ（正）は平均 10、標準偏差 2.5 の正規分布から、（不正）の数は平均 9、標準偏差 2.5 の正規分布からランダムサンプリングにより決定した。即ち平均的なエージェントが持つ 100 項目の知識状態の初期値は、（正）が 10、（不正）が 9、（無）が 81 であった。

記憶容量と忘却：各エージェントは学習できる項目数、即ち100項目のうち知識状態として（正）、（不正）をとれる数の上限を記憶容量とした。記憶容量としては5つの条件を設け、学習できる項目数の上限の平均は60・70・ 80・90または100、標準偏差 10 の正規分布からのランダムサンプリングにより決定した[1]。忘却は以下のようなプロセスで生じるものとする。もし新たな学習の結果、（正）・（不正）の数が容量の上限を越えた場合、学習前に知識状態が（正）・（不正）だった項目のうち一つが（無）になるものとした。

コミュニケーション：各知識項目の状態はエージェントが1対1コミュニケーションを行うことによって更新していくものとする。具体的には、コミュニケーションによってエージェントは確信度を算出し、算出された確信度に基づいて知識状態が更新される。

確信度は以下のように算出される。３つの知識状態、（正）・（不正）・（無）はそれぞれ1, 0.5, 0で表現される。i,j をコミュニケーションを行うエージェント、k_{im}, k_{jm} を項目 m に関してエージェント i,j が持っている知識状態であるとする。エージェント i, j がコミュニケーションを行う時、エージェント i は以下の式により確信度を算出する。

$$Conf_{im} = \left(1-\alpha_i^{0.1t_{im}+1}\right)k_{im} + \alpha_i^{0.1t_{im}+1}k_{jm} \qquad (1)$$

パラメータ α_i は他者の知識状態に対しての相対的な重みづけを意味している。数値は0から1の間の値を取り、各エージェントが確信度を更新する際に他者の知識をどの程度信じるか、といった心理的特性を表現するパラメータである。なおこのパラメータはエージェントごとに平均0.5、標準偏差 0.1 の正規分布からランダムサンプリングにより決定された。t_{im} はエージェント i が項目 m に関して行われたコミュニケーションの回数を示している。初期値は0を取り、コミュニケーションが行われるごとに1ずつ加算されていく。

算出された $Conf_{im}$ に基づいてエージェント i の項目 m に対する知識状態が更新される。表1にエージェント i が項目 m の知識状態として、更新後に取る確率を示す。

以上の計算は以下のような知識獲得プロセスを表現していると言える。まず、学習初期の段階において（i.e., t_{im} は小さい値を取る）、知識は他者の影響を受けやすく、変化しやすい。しかし学習が進むにつれ（i.e., t_{im} は大きい値を取る）、知識は他者の影響をあまり受けず変化しにくくなる。

表１．更新後にエージェント i の項目 m の知識状態が取る確率

	（正）	（無）	（不正）
$Conf_{im}$ >0.5	$Conf_{im}$	1- $Conf_{im}$	0
$Conf_{im}$ =0.5	0	1	0
$Conf_{im}$ <0.5	0	$Conf_{im}$	1- $Conf_{im}$

シミュレーションの概要：表2に示すような４つのステップを1コミュニケーションと見なした。１ピリオドを 2000 コミュニケーションと定義して、最低3000ピリオドの分のコミュニケーションを実施した。3000ピリオド以降のピリオド T においてネットワーク内で獲得された知識のうち、正しい知識の割合を RA（relative accuracy）とし、以下の収束基準 EC_T *(Equilibrium Criterion)*を算出した。

$$EC_T = \sum_{T-999}^{T}\left(1-\frac{RA_{T-1}}{RA_T}\right) \qquad (2)$$

本シミュレーションでは EC_T の絶対値が 0.001 未満になった時、学習が収束したものとみなした。連続して RA が上昇、あるいは下降するトレンドを持つと EC_T は0から逸脱した値を取る。よって EC_T が0に近づいているというのは、誤差変動成分以外についてはトレンドが見られないことを意味する。

本研究では付け替え確率 p_{rw} の3つ値から作ったネットワークの各記憶容量条件に関して、それぞれ 30 回シミュレーションを実施した。

[1] なおランダムサンプリングの際の最大値は100とする。また平均値100の条件の標準偏差は0、即ちすべてのエージェントが100項目学習できるものとした。

5. 結果・考察

獲得された知識の正確性：図２に 30 回のシミュレーションの RA の平均値を示している。この結果は２点にまとめられる。まず p_{rw} が 0 と 1 の場合、記憶容量によって *RA* に大きな違いはなく、知識獲得プロセスにおいて忘却の影響はあまりなかった。一方 $p_{rw} = 0.1$ の場合、記憶容量が大きくなればなるほど *RA* は低くなった。つまり忘却が生じることによって獲得される知識はより正確になることを示している。

相対的な正確性の指標である *RA* を指標に用いた分析では最終的に獲得された知識数は考慮に入れられていない。記憶容量の違いにより獲得できる知識数が異なるので、どれだけ多くの正確な知識を獲得できたのか、という量的な視点も分析に入れるべきであろう。そこで以下に記す *Diff* という指標も分析に用いる。

$$Diff = N_{correct} - N_{incorrect} \qquad (3)$$

ここで $N_{correct}$ はエージェントが最終的に獲得した（正）の知識数、$N_{incorrect}$ はエージェントが獲得した（不正）の知識数を示している。*Diff* を各エージェント毎に算出して、その平均値（i.e., 1000 エージェント×30 シミュレーションの平均値）を図３に示す。まず $p_{rw} = 0$ においては *Diff* は記憶容量の影響はあまり受けていない。これは図 2 で示しているように *RA* が常に 0.5 に近いことに起因すると思われる。$p_{rw} = 0.1$ においてはピークが記憶容量 70 – 80 の間に存在していると考えられる。よって、正しい知識をより多く獲得するという量的視点も考慮に入れた場合、中程度の記憶容量をエージェントが持つ場合に正確な知識をより多く獲得できるということが示された。$p_{rw} = 1$ においては記憶容量がより多くなればなるほどより多くの知識を獲得している。*RA* が記憶容量に関係なくほぼ一定であったことからこのような結果が得られたと言える。

以上、忘却が知識獲得プロセスに影響を与えていることが明らかになった。特に注目すべき点は p_{rw} が 0.1 の時の影響であり、正しい知識を獲得していくという点において忘却は適応的に機能していることが明らかになった。

獲得された知識の多様性：次に獲得された知識の性質について分析する。例えば *RA* が 0.7 の場合は、ネットワークのエージェントが獲得した知識の性質として、極端な例としては以下の２事例が考えられる。一つが 100 項目中、70 項目に対してすべてのエージェント（正）の知識を持ち、残りの 30 項目に（不正）の知識を持つ、というものである。もう一つの可能性は各項目において 70%のエージェントが（正）を持ち、残りの全ての 30%のエージェントが（不正）の知識を持つ、というものである。前者はすべてのエージェントが同じ知識状態を持つという意味において獲得された知識に多様性が存在せず、後者は異なる知識状態が存在しているという意味において多様性が存在し

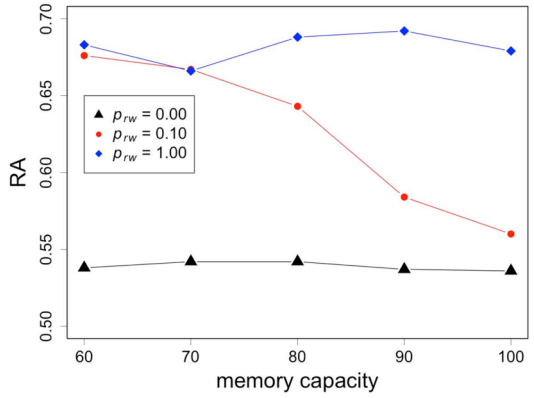


図 2. 獲得された知識の
相対的正確性（*RA*）の平均値

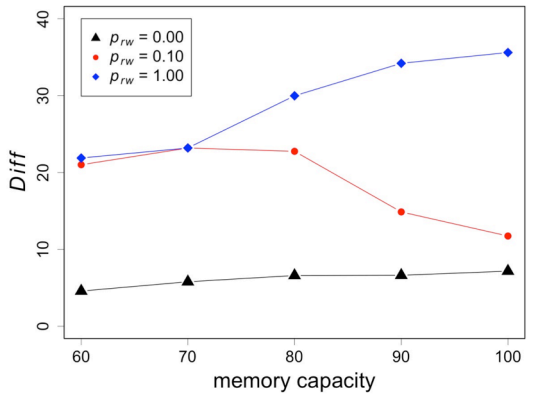


図 3. 獲得された知識の正確な知識数と
誤った知識数の差（*Diff*）の平均値

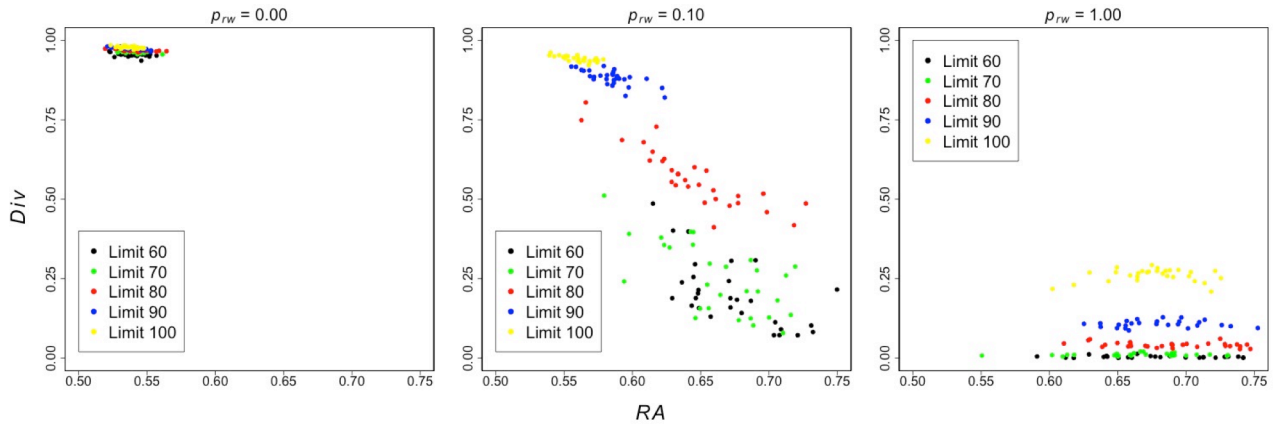


図 4. 各ネットワークにおける獲得された知識の多様性（*Div*）と相対的正確性（*RA*）の関係

ていると考えることができる。

Honda and Matsuka (2011)の分析手法に従い、多様性は以下の *Div* によって定義した。

$$Div = \frac{1}{100}\sum_{m=1}^{100}\left(-P_{cm}\log_2 P_{cm} - P_{im}\log_2 P_{im}\right) \quad (3)$$

ここにおいて P_{cm} は知識項目 m において（正）・（不正）を獲得したエージェンの中で（正）の割合、P_{im} は（不正）の割合を示している（i.e., $P_{cm} + P_{im} = 1$）。即ち、*Div* は各知識項目ごとに獲得された知識状態の割合からエントロピーを計算し、その平均値を算出したものになっている。

図 4 に獲得された知識の *RA* と *Div* の関係をプロットしたものを記す。図からも分かるように、*RA* と *Div* の関係はネットワークに依存して大きく異なる。まず $p_{rw} = 0$ の時、記憶容量関係なく、正確性が低く多様性が高い知識が獲得されている。*Diff* と *RA* は基本的にトレードオフ関係にあり、*RA* が 0.5 に値が近づくと *Diff* の値は 1 に近づき、逆に *RA* が 1 に値が近づくと *Diff* の値は 0 に近づく。よって $p_{rw} = 0$ の結果は獲得された知識の相対的な正確性の低さから生じている結果であると言える。$p_{rw} = 0.1$ の場合、*RA* と *Diff* の間には強い相関関係があり、獲得された知識の相対的正確性が増すと多様性が減少するという結果が得られた。但し、注目すべき点は記憶容量が 80 の条件の結果である。この条件では相対的に正確な知識が得らてれる一方で、多様性も同時に高くなっている。記憶容量が 90, 100 の条件では正確性は高いものの、多様性が低くなっている。この結果はネットワーク上に知識の多様性を生み出す上でも忘却は重要な役割を果たしていることを示している。$p_{rw} = 1$ の場合、全般的な傾向として獲得された知識の正確性は高いものの、多様性が低いという結果になっている。但し、記憶容量が 100 の条件においてやや高い多様性が得られている。上で述べたように多様性と正確性は基本的にトレードオフ関係にある。$p_{rw} = 1$ では得られた知識の相対的な正確性は記憶容量の違いに関係なくほぼ一定であったことを踏まえると（cf. 図 2）、*RA* と *Div* の単純なトレードオフ関係を越えて、忘却が知識の多様性を生み出すメカニズムに寄与している可能性を示唆している。

以上をまとめると、忘却はネットワークにおいて獲得される知識の多様性を生み出す上でも重要な役割を果たしていることが示された。特に忘却の影響は $p_{rw} = 0.1$ において顕著に観察された。

6. 総合討論

本研究ではコミュニケーションを通じて知識を獲得していくという社会的インタラクション場面において、忘却が果たしている役割についてコンピュータシミュレーションに基づき理論的な議論を行った。結果として、表面上は負の機能と考えられる忘却が、より正確な知識を獲得して行く上で適応的性質を持っていることが明らかになった。また、ネットワーク上において多様な知識を生じさせる上でも忘却が非常に重要な役割を果たしていることも明らかになった。

忘却が適応的に機能するメカニズム： 本研究が議論したコミュニケーションを通じた知識獲得において、忘却は以下のようなメカニズムを通じて適応的に機能したことが考えられる。本研究で提案したモデルでは、新しい知識を獲得する際、コミュニケーションパートナーの知識に依存して新しい知識が確率的に決定される（cf. 表１）。本シミュレーションでは、知識の初期値として、“少なく、やや正しい、”という仮定を置いた。即ち、各知識項目に関して、正しい知識を持つエージェントがネットワーク上では多いので、正しい知識を持ったエージェントに出会う確率が高くなる。よって自分の知識状態が（無）の場合、コミュニケーションを行うことで知識状態が（正）になる確率のほうが(不正)になる確率よりも高くなる。結果として忘却が生じやすくなる記憶容量が小さい条件のほうがより正しい知識を獲得できたということが考えられる。

認知的・社会的インタラクション： 上の議論を踏まえると、ネットワーク上に正確な知識を持つエージェントがより多く存在しているということが忘却の適応的機能を生じさせるための条件になると考えられる。しかしながらこの条件だけでは不十分である可能性が高い。

注目すべき点は、p_{rw} = 0.1 の条件において忘却の影響が顕著に観察された点である。p_{rw} = 0.1 におけるネットワーク構造は、エージェント間の距離（リンクがあるエージェントを辿って、他のエージェントに辿り着くまでの最短ステップ）が短く、かつクラスター性（あるエージェントと繋がっているエージェント同士がまた繋がっている確率）が高い、“small world network”と呼ばれている特徴的なネットワーク構造を持つ（Watts and Strogatz , 1998）。

以上を踏まえると、エージェントが持つ認知的特性の一つである初期の知識状態とエージェント間のネットワーク構造の関係性の中で忘却の適応的機能が生み出されていることが考えられる。つまり、認知的・社会的なインタラクションのプロセスによって忘却の適応的性質が生み出されたと考えることができる。

また、small world network の特徴は現実的な社会でもしばしば観察されている(e.g., Newman, 2001)。現実社会でも観察されているような特徴を持つネットワーク上で忘却の適応的性質が生み出された点は大変興味深い。

まとめ： 以上、本研究では忘却が持つ適応的性質について、社会的インタラクションという視点から分析を行った。上で述べたように、個々の認知レベルでの性質、また個々間の繋がりであるネットワークの性質、２つの関係性の中で忘却の適応的性質が生じてくることが明らかになった。但し現状では因果的な要因を含めたメカニズムについては明確ではない。よって本研究で扱っていないエージェントの性質を決めるパラメータやネットワークの性質を決めるパラメータを操作してより詳細な議論を進めてく必要性がある。

本研究では社会的インタラクション場面における忘却の適応的機能について示したが、Stevens et al. (2011)は社会的インタラクション場面における協力行動の創出が忘却の影響によって制限される可能性を示している。よって社会的インタラクション場面において忘却が果たす役割については幅広い視点からさらなる議論を続けて行く必要性がある。

また本研究での議論はコンピュータシミュレーションに基づく理論的な議論に留まっているので、知識の伝搬の仮想実験等（e.g., Kirby, Cornish, & Smith, 2008）を実施し、実験的な検証も必要になってくると考えられる。

謝辞

本研究は科学技術融合振興財団の助成を受けた。

参考文献

[1] Altmann, E. M., & Gray, W. D. (2002). Forgetting to remember: The functional relationship of decay and interference. *Psychological Science,* **13**, 27–33.

[2] Anderson, J. R., & Milson, R. (1989). Human

memory: An adaptive perspective. *Psychological Review,* **96**, 703–719.

[3] Cowan, R., & Jonard, N. (2004). Network structure and the diffusion of knowledge. *Journal of Economic Dynamics and Control*, **28**, 1557–1575.

[4] Honda, H., & Matsuka, T. (2011). How is knowledge transmitted in a small world network through communicative interaction? In L. Carlson, C. Holscher, & T. Shipley (Eds.), *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1841–1846). Austin, TX: Cognitive Science Society.

[5] Kirby, S., Cornish, H., & Smith, K. (2008). Cumulative cultural evolution in the laboratory: An experimental approach to the origins of structure in human language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **105**, 10681–10686.

[6] Koriat, A., & Goldsmith, M. (2000). Toward a psychology of memory accuracy. *Annual Review of Psychology*, **51**, 481-537.

[7] Mason, W. A., Conrey, F. R., & Smith, E. R. (2007). Situating social influence processes: Dynamic, multidirectional flows of influence within social networks. *Personality and Social Psychology Bulletin*, **11**, 279–300.

[8] Luria, A. R. (1968). The mind of a mnemonist. New York: Basic Books.

[9] Newman, M. E. J. (2001). The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **98**, 404–409.

[10] Pentland, A. (2007). On the collective nature of human intelligence. *Adaptive Behavior*, **15**, 189–198.

[11] Schooler, L. J., & Hertwig, R. (2005). How forgetting aids heuritic inference. *Psychological Review*, **112**, 610–628.

[12] Stevens, J. R., Volstorf, J., Schooler, L. J., & Rieskamp, J. (2011). Forgetting constrains the emergence of cooperative decision strategies. *Frontiers in Psychology*, **1**, 235.

[13] Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of “small-world” networks. *Nature*, **393**, 440–442.

宇宙への適応と自己の変化（１）
－宇宙から発信したデジタルソーシャルメディアへの発言に関する言語解析－
From Universe to *Twitterverse* - A study on how space adaptation affects self expression on Digital Social Media

野口　聡一[†]，湯淺　麻紀子[‡]、八木 征子[‡]、丸山　慎[+]
Soichi Noguchi, Makiko Yuasa, Motoko Yagi, Shin Maruyama

[†]宇宙航空研究開発機構，[‡]（株）数理システム，[+]駒沢女子大学
Japanese Aerospace Exploration Agency, Mathematical Systems Inc., Komazawa Women's University

noguchi.soichi@jaxa.jp

Abstract

The purpose of this study is to investigate how behavioral adaptation to space environment changes the way of verbal expression of human perspective (reference frame of self) and senses by analyzing an astronaut's short compositions posted on digital social media during his long duration space flight (the primary author is the astronaut himself. He continuously posted messages on "Twitter [twitter. com]" from the International Space Station). After leaving the terrestrial globe, the astronaut experienced drastic perceptual disturbance (temporal loss of the senses of spatial- and self-orientation), however he gradually learned to adapt to the novel environment by developing new perceptual and behavioral skills. We expected that, because of the promptness and easiness of "twittering", the astronaut's compositions on digital social media would reflect his fresh and intuitive senses on each occasion and thus, looking closely into the changes in his verbal expressions that occurred over time would allow us to see some developmental changes in his perceptual systems. By using text mining technique (Mathematical Systems, Inc.), we examined the tweet data focusing on the frequency of the use of some specific words, the correlation between a number of twittering and workload, and the change in viewpoint from which the astronaut counted the time differences. Results showed that the text data was a fine source to see various changes that happened to the astronaut during the space flight. The changes in his tweet expression seemed to reflect the process of re-attunement of his basic orienting system, suggesting that the present study would be one of the possible approaches to understanding the practical senses and skills that the astronaut developed.

Keywords — an astronaut, special orientation, adaptation, development, reorganization of perceptual systems

1. はじめに

「地球は青かった」－1961 年 4 月 12 日、人類初の地球周回飛行を成し遂げたガガーリンによるこの言葉は、当時の世界を駆け巡り、人々は来たるべき宇宙進出の時代に思いを馳せた。この偉業の達成から既に半世紀の時が経過し、宇宙での長期滞在の記録が塗り替えられつつある現在、宇宙環境に関する研究は、人類の生存可能性を問うだけではなく、人類が宇宙空間で豊かな生活を実現するための心理・行動にかかる諸条件を検証する段階にきているのである[1] [2]。

宇宙とは無重力、無機質であり、地球上での経験や学習を通して形成された自己の内面世界に変容をもたらし、認知および行動の枠組みを根幹から揺さぶる環境である。こうした環境に適応し、定位するということは、すなわち地球上での常識と究極的な新奇環境からもたらされる攪乱との狭間で、ある種の心理的な葛藤を抱え込んだ「これまでの私」が、その葛藤を克服していく過程であるということができる。宇宙において経験される、このような心理・行動上の変容は、宇宙飛行士の運動能力および健康状態に関する医学あるいは生理学的な評価だけでは十分にアプローチすることはできない課題であると思われる。そこで本研究では、宇宙飛行士の経験に関する人文社会学的な研究を標榜し、宇宙空間における人の変化と適応の過程を記述することを目的として、著者自身の宇宙飛行士としての体験を記録したデータ（宇宙での長期滞在中に発信したデジタル・ソーシャル・メディア：ツイッター［twitter.com］のテキスト、作業内容、時間的負荷など）を対象にした質

的な分析を行う。自己の感覚やパースペクティブ（例えば地球と自己との関係、定位感）についての言語表現が、どのように変化していったのか、そしてそのような変化は何を契機として生じていたのかといった点について、宇宙飛行士本人が反省的に思考し、宇宙空間における人類の「発達」と新たに学習される知識の一端を探索的に捉えようとするわけである。

「発達」という点からいえば、本研究が分析する対象は、羊水に浸っていた胎児が、誕生直後から身体に重力の影響を直接受け、それに抗うかのうように手足をやみくもに動かし、徐々に行動規範やコミュニケーション能力を学習していくという過程に似ているのかも知れない。宇宙は、成人した人類に再び赤ん坊と同様の、あるいはそれ以上の学習の機会を与える。宇宙で生きることの意味がわからないまま手探りで生き抜いていく過程を通して、人類は新たな知識ベースを獲得していくのではないだろうか。本研究は、宇宙飛行士の“つぶやき”のなかに、「変容しつつある自己」の兆しを見出していくことによって、人類が地球という既定のシステムを超越し、新しい環境課題を柔軟に克服していく過程について検証する。これは近く訪れる「宇宙進出・居住時代」における人類の十全な生存基盤について議論するための試みなのである。

2. 方　法

本研究では、宇宙飛行士の内面世界の変化を探る手段として、言語化された自己、つまり宇宙滞在前後の期間を通じて発信された文章についてテキストマイニングの手法を用いて分析を行った。

テキストマイニングとは、制約のない文章の集まりを自然言語解析の手法を用いて単語やフレーズに分割し、それらの出現頻度やテキスト以外の属性情報との関連性やデータ全体を通した傾向などを明らかにする手法であり、大量に蓄積されたデータから通常の読解作業だけでは把握することのできない有用な情報を抽出することを可能にするものである。

分析対象としたデータは、宇宙飛行士である著者本人が、宇宙滞在開始前から開始し、約半年間の国際宇宙ステーション（以下 ISS）での長期宇宙滞在を経て、地球に帰還後もほぼ連日発信したツイート（2009 年 10 月 28 日－2012 年 4 月 12 日にツイッターに投稿されたテキストデータ）であった。著者は、長期宇宙滞在中に様々なデジタル・ソーシャル・メディアにおいて情報発信を行ったが、その中でもツイッターは即時性、双方向性、情報伝播力に優れ、早い時期から NASA、JAXA でもその社会的影響力に注目して運用に取り込んできたという経緯がある。そこで本研究では、このツイートをテキストマイニングの主たる対象とした。

分析においては、ツイートの内容を「分かち書き処理（形態素解析、構文解析）」した上で、国や地域の“通過”に関する係り受け表現や挨拶表現、そして語尾（敬語／非敬語表現、体言止め、感嘆詞など）について抽出し、宇宙滞在期間中（約 5 ヶ月半）に何らかの変化が生じていたのかどうかを比較した。また週毎の作業負荷や主要な出来事に対する著者本人の発言を精査し、作業内容とその負荷がツイートの内容や使用していた文字数にどの程度の影響を与えていたのかを分析した。なお本研究における全てのテキストの分析には，Text Mining Studio（数理システム社製）を用いた。

3. 結　果

ツイッターに投稿した文章を時系列に沿って分析したところ、主に以下の 3 点において特徴的な傾向が見られた。

①地上の境界線に対するパースペクティブの推移

まず明らかになった変化は、滞在が中期にさしかかったあたりから地球上の特定地点の通過に関する具体的な情報（例えば『*20 分後に札幌、2 時間後に島根を通過します。*』）の発信頻度が増加していたということである。

通過情報に関する発言は、ISS 到着直後はほとんど見られなかったが、滞在 1 ヶ月後ころから「地球」ということばが現れ始めた。

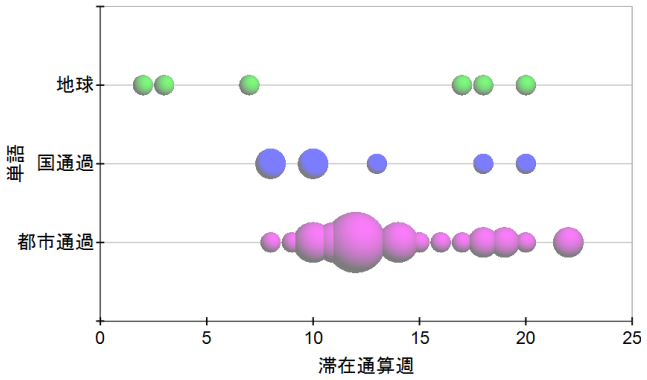


図１　滞在週毎の「通過情報」発言回数の推移

そして滞在 2 ヶ月を過ぎるころから通過情報が増加し、最初は国名（日本、アメリカなど）が多く、やがて滞在 3 ヶ月を過ぎるころから国名ではなく具体的な都市名（東京、ヒューストン）が増加した。滞在 5 ヵ月目ころになると通過情報そのものは減少傾向にあった。

②ツイート語尾の処理

文章の語尾の処理の仕方について週ごとに語尾の表現の集計を行ったところ、カジュアルな表現（非敬語、呼びかけ、非句読点［句点無し、『！』などの感嘆詞、顔文字、『♪』などの特殊文字、体言止め］）の使用回数が滞在初期に多く見られた。滞在後期には、作業負荷が高いと使用回数も増える傾向が見られたが、作業負荷と特殊文字との相関は見られなかった。

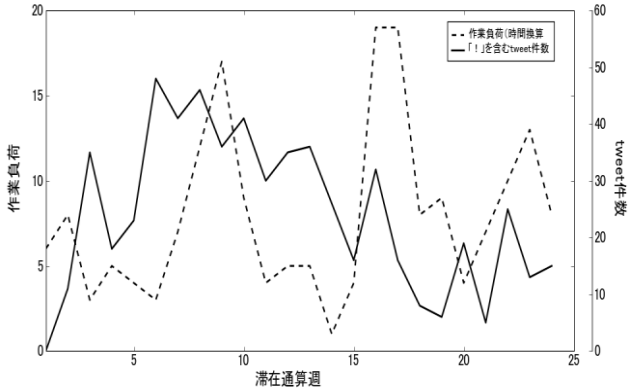


図２　滞在週毎の作業負荷と語尾に「！」が付いた発言回数の推移

また、特に不特定多数のフォロワーに対するカジュアルな語りかけ（例えば『*VIP　コールにコメントしてくれたみなさんありがとう。*』）は滞在開始後の 1 ヶ月間に多くみられるのに対し、滞在 2 ヶ月目以降は事務的で、業務報告に終始する表現（敬語・体言止め）が散見されるようになった（例えば『*私は共有結合機構（CBM）の操作を担当。*』）。

③地上との「時差」への配慮

ISS では常時グリニッジ標準時で生活・作業しており、日本標準時に対しては 9 時間の時差が生じている。日本のフォロワー、つまり日本語の発言を受け取る読者に対してこの時差を考慮した発言が見られるのか、ここでは「おはよう」、「おやすみ」などの挨拶を抽出して解析した。滞在初期にはフォロワーへの挨拶は少ないが、滞在 2 ヶ月ころ日本語でのツイートで日本標準時を意識して挨拶する例が増えている。しかし滞在が 3 ヶ月を過ぎると、逆に時差は意識せず自分の生活リズムに従ってあいさつをするようになっていることが示された。

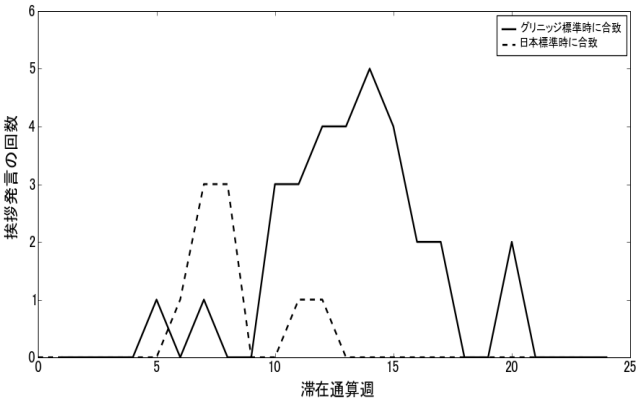


図３　滞在中の挨拶発言と発信時刻

4. 考　察

滞在初期にはあまり見られなかった地球上の特定地点の通過情報が、滞在中期あたりから明らかに増加したのは、宇宙空間における適応が進んだ結果、無重量状態での自己の定位感が安定し、自己と地球上の特定の地点との相対的な関係および時差を明確かつ客観的に把握できるようになったからではないかと推測される。つまりこれは、定位感の変化を経験することによって、宇宙飛行士が地球と宇宙との「認知的な距離・参照枠」を修正・調整していたという可能性を示唆しているの

ではないだろうか。今後さらに挨拶表現や通過情報の発信数の推移に関する分析を進めることによって、宇宙空間における自己の定位感が安定していく過程が明らかになるものと思われる。

一方、ツイートの語尾に特徴が表れるのは、1件あたりの文字数制限（140 字）が語尾の選択に制約を与え、その短文のなかで最大限の表現を試みようとした直観的な工夫の痕跡ではないかと推測される。とすれば、そこには発信者の生々しい心理状態が反映されていた可能性もあるといえるだろう。また、滞在初期にカジュアルな表現が多く現れていたのは、宇宙に到着した直後で、睡眠・食欲のサイクルおよび感情が不安定な時期でもあったことから、抑止し難い気分の高揚あるいは無重力かつ閉鎖空間に対する不安の払拭といったことが複雑に影響していたことを反映していたのかもしれない。したがって、言語表現の安定性という観点からみれば、こうしたカジュアル表現の頻度は、適応の初期段階の特徴のひとつとして位置付けられるのではないだろうか。

地上との時差を配慮したあいさつ表現（ISS ではグリニッジ標準時で生活しているにもかかわらず、日本標準時に合わせて挨拶発言をする）は、宇宙空間における適応がある程度進むと、無重量状態での自己の定位感が確立し、自己と地球上の特定の地点との相対的な関係および時差を明確かつ客観的に把握できるようになるからであろう。さらに滞在が進み宇宙での生活リズムが確立すると、読み手（日本にいるフォロワー）を意識せず自分の生活時間にあわせて自然にあいさつ表現が出現すると考えられる。

5. 今後の展望と課題

本研究は、宇宙飛行士が自らソーシャルネットワーク上に投稿した記録を時系列に沿って振り返り、宇宙空間における認知的な枠組み（パースペクティブ）の変化、さらには宇宙での長期滞在に求められる知識構造のようなものが文字情報のなかに読み取れるのかどうかという問題について検討してきた。現段階では仮説生成的な試みに過ぎないが、短文ながらも即時的ゆえに生々しさを帯びた“つぶやき”には、宇宙というコンテクストを抜きにしては生じ得なかったであろう特殊性が埋め込まれていた。

いうまでもなく、宇宙飛行士の感覚および運動にかかる能力は、地上での長期間の訓練を経て獲得された、きわめて専門性の高いものである。そうした確固たる構造を持つと思われる認知的な枠組みが、宇宙という極限状態における経験を通して変化し、それがより適応的なものになっていたとするならば、それは宇宙で十全に生き抜くための「実践に即した知識ないし技法」が自ずと学習されていたことを意味しているのではないだろうか。つまり宇宙飛行士は、宇宙という新奇な環境において行動し、経験を重ねていくなかで、そこに地上での訓練では気づかれていなかった意味や価値を知覚し、「宇宙－地球－自己」の関係性を再学習しながら、有用な情報を抽出する能力を変化させていったと考えることができる。それは宇宙における「知覚学習」そのものであるということができるだろう（ここでいう知覚学習については[3]および[4]などを参照されたい）。

ところで、文字情報を分析することによって、宇宙飛行士が実践を経て獲得した知識や技能にアプローチしたことになるのかという点については議論しておく必要がある。なぜなら「実践のなかで育まれ続ける知識 *knowing in action*」とは、暗黙的なものが多く、その全てを言語化することは容易ではないと考えられるからである（例えば[5]。これを「実践知」と呼ぶならば[6]にも同様の指摘がある）。

宇宙空間において長期滞在した飛行士の行動そのもののなかにこそ、彼が経験した変化と実践知の本質が埋め込まれているとするならば、本研究での分析はその周辺的な事実を拾い上げたに過ぎないのだろうか。しかし、それは性急な判断である。ソーシャルネットワークという他者に読まれることを前提としながらも、即時、短文で自己を表現するという制約のもとで綴られた文字情報は、より感覚的で、直観的な「生の言葉」が現れてい

る可能性は高い。加えてこれらのつぶやきは、研究という形で分析されることを意図してなされたものではなく、研究目的に対するバイアスは無視できると考えられる。したがって、宇宙空間で記録された生のデータを、地球に帰還後に（すなわち認知的基盤が元の状態に戻った後に）反省的に捉え直すということは、飛行士自身が経験したことを“地上の眼”から改めて対象化するということに他ならず、その過程と結果を詳細に記述していくことは、楠見の言葉を借りれば、「暗黙的な知識である実践知を形式知（客観的論理的で言語的形式的な知識）へと変換する」([5])ための契機となるものであり、そこに本研究の意義と独自性を見出すことができるのである。

また本研究では、宇宙飛行士が記した記録を自ら分析し、記述するという方法を採用しているが、この点についての筆者らの基本的な見解を述べておく必要があるだろう。本研究が依拠しているのは、教育や臨床の場面で育まれる「実践知」に関する先行研究からの示唆である。例えば西平は、自らの体験を整理して「書く」という行為は、自己を対象化し、とりわけ自分自身との関わり方に変化を及ぼすと指摘している[7]。すなわち実践知とは、それが対象化を経て記述されたとき、実践当事者の「それまでに獲得された“私”の知」という閉じた境界を越えていくものになるということである。さらに宮崎は、そうした対象化とそれに対する他者からの批判的な検証を通して、実践知は客観性を獲得し始めると述べている[6]。

こうした視座を踏まえ、本研究は、一人称的なデータを分析の対象としつつも、そのなかから宇宙空間における人間の認知的な変容とその発達のメカニズムを捉える手掛かりを模索し、“私たち（＝これから宇宙に向かう可能性のある人類）”が共有できる知の提示を目指していきたいと考えている。今後はさしあたり、以下に挙げるような課題に順次取り組んでいく予定である。

①身体的定位と認知的定位の循環について

本研究で言及した「宇宙での定位」とは、以下の 2 つの側面を持つ；

(1) 身体的定位 : 無重力空間で身体を運動、移動させるため空間認識を再構築し、基準となる軸をつくること

(2) 認知的定位 : 自己と外界の相対的な関係について新たなパースペクティブが生じること

これら（1）と（2）は独立したものではなく、相補的に循環していると考えられる。こうした循環そのものが、どのような変化として言語表現や運動の形態のなかに現れるのかを検討する。

②言語表現と作業負荷属性との相関について

作業負荷量が、カジュアルな表現あるいは報告表現の出現割合に及ぼす影響について検証する（例えば多忙期に自由時間がないことと簡潔に記述できる報告表現の出現には何からの相関が認められるのかどうかといった問題を検証する）。

③人的ネットワークが自己表現に及ぼす影響について

今回の解析対象には含まれていないが、ツイッターという媒体の面白さは RT（発言の転送）、Re（発言に対する回答）、QT（発言の引用）が比較的容易に行えることであり、デジタル・ソーシャル・ネットワーク上にコミュニケーションが同時的かつ双方向的に伝播し、相互作用していくことである。従って人的なネットワークによる自己表現への影響は過小評価すべきではない。今後、仮想空間でのネットワーク上の相互作用（フォロワー数増加による影響、特定のフォロワーとのやり取りによる変化など）にも着目して分析を進めていきたい。

文　献

[1]Noguchi, S. (2012). “Keynote speech; Astronauts Perspectives of Space as Knowledge-Based Society”, *63rd International Astronautical Congress*, Naples, Italy. IAC-12-B3.5.1

[2] 国際高等研究所＋宇宙航空研究開発機構(2009)：高等研報告書「宇宙問題への人文・社会科学からのアプローチ」，ISBN 978-4-906671-66-3

[3] Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual*

learning and development. Prentice-Hall, Inc.

[4] 三嶋博之・丸山 慎（2010）. 生態学的学び－知と行為の相補的発展－」. 佐伯 胖（監修）・渡部信一（編）『学びの認知科学辞典』. Ⅴ部第 3 章, pp.423-441. 大修館書店.

[5] Shön, A. D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books, Inc.

[6]楠見 孝（2010）. 臨床知への認知心理学的アプローチ. 矢野智司・桑原知子（編）『臨床の知－臨床心理学と教育人間学からの問い』. pp.216-220. 創元社.

[7]宮崎清孝（1998）. 心理学は実践知をいかにして越えるか : 研究が実践に場に入るとき. 佐伯胖・宮崎清孝・佐藤 学・石黒広昭（著）『心理学と教育実践の間で』. 2 章, pp.57-101. 東京大学出版会.

[8]西平 直（2010）.「臨床の知」と「書物の知」－世阿弥「伝書」からの問い. 矢野智司・桑原知子（編）『臨床の知－臨床心理学と教育人間学からの問い』. 第 1 章, pp.17-33. 創元社.

文楽人形遣いの阿吽の呼吸
Silent communication among Bunraku puppeteers

植田 一博†, 櫻 哲郎††, 成田 友紀††, 沢井 和也††, 森田 寿郎††
Kazuhiro Ueda, Tetsuro Sakura, Yuki Narita, Kazuya Sawai, Toshio Morita
† 東京大学, †† 慶應義塾大学
The University of Tokyo, Keio University

Abstract

In Bunraku, a traditional theater of Japan, each Bunraku puppet is manipulated by three puppeteers. Nonverbal information that one of the three puppeteers called “Omo-zukai” (the main puppeteer) yields enables various realistic movements for a puppet. This information is called “Zu”. We first tried to visualize “Zu.” For this purpose, we investigated, using wavelet analysis, synchronism between the movements of a puppet’s right hand which “Omo-zukai” manipulated and those of its left hand which “Hidari-zukai” did. As a result, we could elicit the possible feature of “Zu” as an action pattern which triggered the subsequent action and clarified that the movements of a puppet’s left hand were well synchronized with those of its right hand after “Zu” was given. Although “Zu” is naively thought the primary information that enables cooperative manipulation of a puppet by three puppeteers, such information as playscript, music and narration is also available on stage. We then conducted a series of experiments controlling the kinds of information available for puppeteers to confirm whether or not “Zu” was the primary information for realizing cooperative manipulation of a puppet. Analyses using cross correlation function showed that puppeteers could manipulate a puppet without the information other than “Zu,” suggesting that “Zu” is the primary information for realizing cooperative manipulation of a puppet.

Keywords — cooperative manipulation, nonverbal information, wavelet analysis, cross correlation function, Japanese traditional performing art, Bunraku

１．文楽における協調作業

文楽とは文楽座の座員により演じられる人形浄瑠璃を指し，ユネスコの世界無形文化財にも指定された日本を代表する伝統芸能の一つである．文楽は三業と呼ばれる，三味線による演奏，太夫による語り（義太夫節), 人形による芝居の 3 つの要素で構成される[1]．芝居に用いられる人形は，1 体につき 3 人の人形遣いにより操作される（図 1)．すなわち，頭部と右手を操作する主遣い, 左手を操作する左遣い, および脚部を操作する足遣いの協調操作により，人形の多彩な動作を実現している．興味深いのは，人形遣いは公演前に打合せをほとんど行わず，3 人の人形遣いの組合せも固定的でないにもかかわらず，このような協調操作が可能だという点である[2].

一般に人間同士の協調作業では，他者の意図推定のために視線やジェスチャなどの非言語情報が用いられる．JAZZ などの協調演奏でも，演奏者はジェスチャやアイコンタクトなどを比較的自由に行うことができる．これに対して，文楽人形を操作する際，人形遣いは頭巾をかぶることが多いため，視線や発話による合図を行えない．また，三味線や義太夫節という音楽的な要素を仮に遮断しても，人形操作は可能だと言われている．人形遣い同士の協調操作を実現する要因について,『人形の動きから主遣いの考えを察する』などの指摘が芸談において多くされて

図 1　文楽人形と 3 人の人形遣い（左から主遣い, 足遣い, 左遣い）
実験に参加していただいた人形遣いと実験で使用した文楽人形を示している．この文楽人形の中には各部位の位置情報を取得するための磁気センサが組み込まれている．それ以外は，通常の舞台で使用される人形と同じ仕様である．

いる[2]ことから，文楽には人形自体を利用した意図推定を含む高度な協調の仕組み，それもジェスチャやアイコンタクトなどの非言語情報によらない意図推定を含む協調プロセスが存在すると考えられる．このように，文楽における人形遣いの協調操作は，これまでの認知科学研究で知られていない意図推定の方法を呈示する可能性があるため，そのメカニズムを調べることを目的とした．

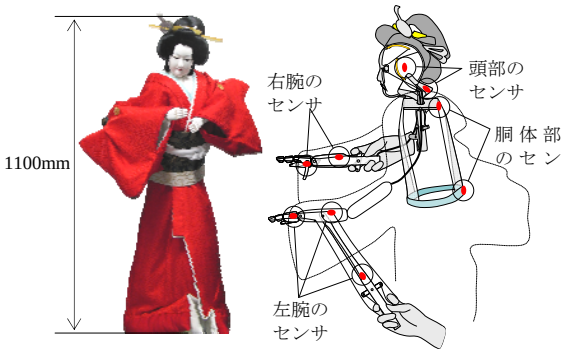


図 2　計測用文楽人形「政岡」

2．「ず」による協調操作

一般に，人形遣いの人形操作について以下のことが言われている[2].

(1) 人形動作の多くは「型」と呼ばれる既定のパターンの組み合わせにより実現される．

(2) 人形全体の動作の意思決定を行なうのは主遣いである．左遣いと足遣いは「ず」と呼ばれる非明示的な合図を主遣いから受け取り，息の合った動作を実現する．主遣いから左遣いへの「ず」は主に，主遣いによる人形の動作（移動を含む），ならびに主遣い自身の移動により，主遣いから足遣いへの「ず」は主に，主遣いの腰と足遣いの右腕の接触によると考えられている．

(3) 同じ「型」であっても，主遣いの采配次第で様々な情緒を表現できる．

(4) 三味線や義太夫節（以上をまとめて「床」と呼ぶ）は，主遣いの動きを大きく制約するとともに，左・足遣いに対しても，直接・間接的に影響を及ぼす．

「ず」とは，人形遣いが用いる特別な合図のことを指す用語である．「ず」は，人形動作および人形遣いの移動の中に隠されていると言われるため，一般的なジェスチャなどとは異なり，部外者が認識するのは困難である．そこで，30 年以上の芸歴を有する人形遣いの吉田勘彌氏に，人形あるいは人形遣いのどの動作が「ず」に当たるのかインタビューした[3]．その結果，一連の「型」動作のうちで，どの部分が「ず」なのかを明確に切り出して説明できない場合があることがわかった．吉田勘彌氏と佐々木正人氏の対談[4]の中でも，『神経が繋がったような感じ』とだけ表現されているように，既に体得しているはずの人形遣い自身にもどの動作が「ず」であるかを明文化することが難しい場合があり，このことが文楽の継承を困難にしている一因だとも言われている．

3．「ず」の可視化

まず，左遣いが人形を遣っているときに注視している箇所をアイトラッキング装置で分析することで，主遣いから発せられる「ず」がどこにあるのかを推定した．その結果，左遣いの注視先は主遣いにはなく，人形の頭，腕，右手の指先に集中していることがわかった（お辞儀と拝みの「型」動作 13.7 秒の間，人形の頭および頭の前方を注視していた割合が 58.0%，人形の肩を注視していた割合が 4.38%，人形の頭と右手の間を注視していた割合が 14.1%，その他の箇所を注視していた割合が 0.95%，瞬き等により計測不能であった割合が 22.6%）．このことから，「ず」が主遣いによる人形動作内に主に潜伏しており，左遣いは主遣いが発する身体的な信号を直接的に読み取って協調動作を行っているわけではないことが示唆される[1]．

そこで，実際の人形の動作のどこに「ず」が隠れているのかを分析した．具体的には，『伽羅先代萩（めいぼくせんだいはぎ）』という演目の一部を演技していただき，「型」動作を行った際の実際の人形の動きから，人形各部位の位置姿勢の時系列情報を取得し

[1] 人形遣いの吉田勘彌氏はインタビューで，『今回の実験で使用した女形の人形は人形が座った状態で遣うことが多く，その際の「ず」のほとんどは人形動作内にあると思われる』と語っていた．このことは我々の実験結果と整合的だと言える．

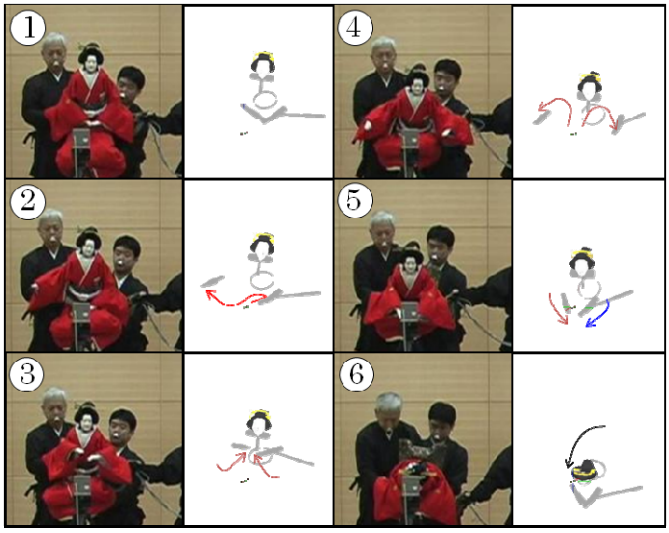


図 3　お辞儀（型）の連続写真

①は初期状態の座り姿勢．②で，頭をやや下げ，右手を右に振る．③で，左手が右手にやや遅れて，右手と左右対称に動く．④で両手を広げ，⑤で膝の前に揃え，⑥で深く頭を下げる．写真の右の列は，計測用文楽人形により取得した人形の動作を CG 化して示したものである．人形動作がほぼ正確に取得，再現できていることがわかる．

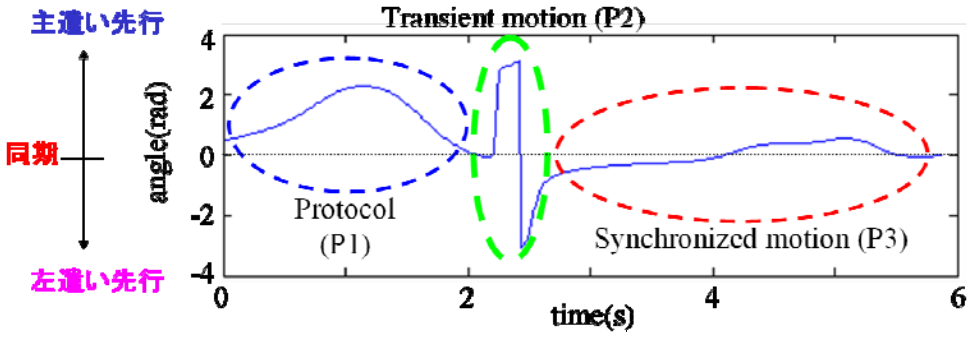


図 4　人形の右手と左手の位相差

横軸は時間（秒）を，縦軸は位相差（角度）を示している．位相差がプラスの場合には右手，すなわち主遣いの動作が先行し，マイナスの場合には左手，すなわち左遣いの操作が先行していることを意味する．

た．

動作計測実験にあたり，着衣状態の人形の位置姿勢を計測するため，磁気センサを内蔵した文楽人形を開発した（図 1 および図 2）．本計測装置は磁気トラッカを利用し，文楽人形の動作（位置・姿勢）の時系列データを得るものである．全体の構成として，磁場を発生させるトランスミッタと，受信部にあたるレシーバを内蔵した計測用文楽人形，そして，レシーバから発生する起電力を計測するコントロールボックスと記録用 PC で構成される．磁気トラッカは，トランスミッタに対するレシーバの 3 軸の位置姿勢情報を取得可能で，人形の体および着物に影響を受けずに計測することができる．センサを除く人形本体の製作および組み立て作業は，全て現職の人形細工師と人形遣いの手により行われ，素材や可動域などの仕様は，センサ配置を除き，文楽公演に使用されるものと同等である．作製した人形本体は，『伽羅先代萩』に登場する政岡の人形（女形）である．

この計測用文楽人形によって取得した人形各部位の位置姿勢の時系列情報から，主遣いが操る人形の頭ならびに右手（以下，頭ならびに右手）と，左遣いが操る人形の左手（以下，左手）との同期性を解析した．特に，女形の代表的かつ定型的な動作の一

つであるお辞儀という「型」動作（図 3）に関して，右手と左手の動作の時系列速度情報をウェーブレット変換にかけて，位相解析を行った（詳細は[3]を参照のこと）．ウェーブレットの中心周波数 f_c = 0.3 [Hz]，データサンプリングレート f_s = 60 [Hz]として解析を行った．

その結果得られた，周波数 fw = 0.45 [Hz]に相当する位相成分における左手に対する右手の位相差を図 4 に示す. 図 4 に緑の円で示した Transient motion(P2)において右手と左手の位相が急激に変化し，赤い円で示した Synchronized motion(P3) において両者がほぼ同期している．Transient motion(P2)の直前に，青い円で示した Protocol(P1)が存在しており，ここでは右手の動作と左手の動作とが同期せず，右手の動作が先行している．これらの結果は，図 3 の①と②にほぼ相当する Protocol(P1)のどこかに「ず」が存在し，図 3 の③にほぼ相当する Transient motion(P2)において，「ず」を読み取った左遣いが，主遣いが操る右手の動作に左手の動作を急激に合せていることがうかがえる．なお，Synchronized motion(P3)は図 3 の④以降に相当する．

このように，「型」動作の直前にトリガとなる動作パターンとして「ず」が抽出でき，この「ず」を受けた後，左遣いが主遣いに対して高い追従性を実現していることが明らかとなった．この結果は，「ず」が主遣い―左遣い間の協調操作を可能にする合図となっている可能性を示唆している．

4．協調操作のための主要な合図としての「ず」

しかしながら，主遣い―左遣い間の協調操作を可能にするために，左遣いはこの「ず」以外にも，台本や打合せなどの事前情報（つまり演じるべき「型」についての事前情報．以下，「型」情報），ならびに三味線や義太夫節による「床」情報を利用することも原理的に可能であり，本当に「ず」が主遣い―左遣い間の協調操作を可能にする主要な合図であるかどうかは定かでない．

そこで，「型」情報が人形遣いの協調操作に与える影響を分析した．具体的には，複数の「型」動作を連続で行ってもらう際に，行う「型」の順番を主遣いにのみ伝え，残り 2 人の人形遣いは知らない状態で行なう条件と，行う「型」の順番を全員に伝えて行なう条件よる左手動作の再現性を相互相関関数により比較した．相互相関関数は 2 つの信号やデータ列の類似性や周期性の評価などに用いられる．本研究では，相互相関関数の最大値を，類似度を示す値として利用する．しかし，本実験では動作開始のタイミングを主遣いが決定することや，動作データが複数の山を持つ波形であることから，相互相関関数の遅れを利用した同期性の検証は困難と考えられる．そこで，今回は相互相関関数の遅れについては考察を行わず，動作の遅れや進みについては波形を観察することで考察する．なお，3 節と同様に，「お辞儀」を分析対象とした（詳細は[5]を参照のこと）．その

表 1　条件間での各部位（頭，右手，左手の）の相互相関関数の最大値

	x 座標	y 座標	z 座標
右手	0.906	0.954	0.894
左手	0.942	0.948	0.828

右手と左手の相互相関関数の値を，x，y，z の座標ごとに示している．人形からみて左方向が x 軸，前方向が y 軸，上方向が z 軸である．

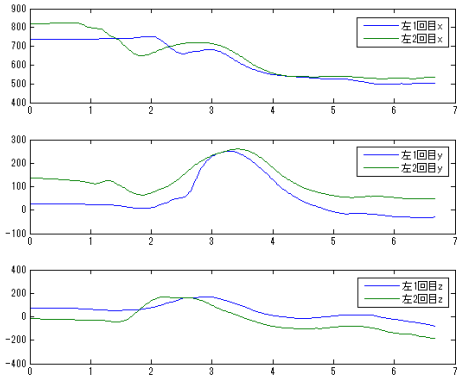


図 5　条件間での左手の動作系列の比較

上から x, y, z 軸の動作系列を示している．各図において，横軸が時間[s]を，縦軸が位置[mm]を示している．青色で示した 1 回目では，型情報が主遣いにしか知らされていなかったのに対して，緑色で示した 2 回目では，型情報は全員に知らされていた．1 回目と 2 回目を比較すると，2 秒前後の波形の違いから，型情報遮断時の左遣いの動作の立ち上がりが遅れていることがわかる．したがって，型情報は型の種類および同期タイミングに関する情報を含み，人形遣いはこれを補助的に用いていた可能性が高い．

表 2　条件間での各部位（頭，右手，左手の）の相互相関関数の最大値

	x 座標	y 座標	z 座標
右手	0.916	0.938	0.973
左手	0.914	0.700	0.929

右手と左手の相互相関関数の値を，x，y，z の座標ごとに示している．人形からみて左方向が x 軸，前方向が y 軸，上方向が z 軸である．

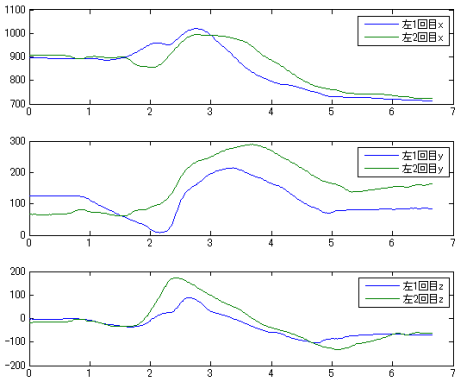


図 6　条件間での左手の動作系列の比較

上から x, y, z 軸の動作系列を示している．各図において，横軸が時間[s]を，縦軸が位置[mm]を示している．青色で示した 1 回目では，床情報が主遣いにしか知らされていなかったのに対して，緑色で示した 2 回目では，床情報は全員に知らされていた．1 回目と 2 回目を比較すると，動作中の波形が大きく異なっている箇所がある．具体的には，z, y 軸では波形の形状は類似しているが，その大きさが異なっているように見える．特に床情報を知らされていない時の y 軸方向の動作では，他の試行と異なり，動作開始から 2 秒付近まで勢いをつけるように右肩下がりの波形を示し，その後他の試行と同じような動作波形が続いている．このことから，床情報遮断時には，動作の大きさに関する情報が正確に伝わっていない可能性が考えられる．

結果，左手動作の一部に遅れが生じたものの，両条件間で右手動作も左手動作も概ね高い再現性を示した（表 1 ならびに図 5）．

さらに，「床」情報が人形遣いの協調操作に与える影響についても同様に分析した．その結果，「床」情報を主遣いのみに伝える条件と全員に伝える条件との間で，右手動作も左手動作も概ね高い再現性を示した（表 2 ならびに図 6）．

以上より，主遣い―左遣い間の協調操作は，主遣いによる人形の動作中に含まれる「ず」により基本的に実現されており，「型」情報や「床」情報は協調操作を円滑にするために補助的に利用されていることが示唆された．

５．むすび

一連の実験と分析により，文楽人形遣いの，特に主遣い―左遣い間の協調操作のメカニズムの一端が明らかにできた．具体的には，主遣い―左遣い間の協調操作が主遣いによる人形動作内に潜伏する「ず」と呼ばれる信号によって行われており，その「ず」による協調が，台本や打合せなどの事前情報である「型」情報や三味線・義太夫節による「床」情報よりも支配的であることを示唆できた．このような，ジェスチャやアイコンなどの非言語情報以外の，動作中に含まれる非明示的な合図（「ず」）によって協調操作を実現するメカニズムの一端を明らかにした点に本研究の意義がある．

しかしながら，文楽人形遣い間の協調操作のメカニズムにはまだ不明な点も多い．例えば，拝みという「型」動作は，お辞儀と図 2 の③までほとんど同じである．そこには「ず」が含まれているはずであり，実際，人形遣いは拝みとお辞儀を区別している．そのため，我々が既に分析してきた人形動作を組み合わせれば拝みに対する「ず」も特定することが可能なのか，それとも人形動作以外の要素（例えば，主遣いの移動）も考慮すべきなのかは，今後検討すべき課題である．

我々は，人形遣いが熟達するにつれ，自らの呼吸パターンと人形の動作パターンとが同期しなくなることを発見した[6]．同様に，熟達化するにつれ，また 3 人の人形遣いの息が合うにつれ，「ず」の出し方も変化してくると言われている．具体的に「ず」がどのように変化するのかも今後検討すべき課題である．

これらの点を実験的に明らかにしつつ，これまで芸談などでしか語られることのなかった文楽人形遣い間の協調操作のメカニズムの全容を科学的に明らかにしていきたい．

謝辞

吉田勘彌氏，桐竹紋臣氏，桐竹紋吉氏の 3 名の人形遣いの方々に本研究にご協力いただいた．本研究は, 第 48 回東レ科学技術研究助成（東レ科学振興会）ならびに科学研究費補助金（課題番号 21118005）からの研究助成を受けて実施された．ここに謝意を表す.

参考文献

[1] 松平 盟子 (2003). 文楽にアクセス，淡交社.

[2] 後藤 静夫 (2002). 文楽・人形浄瑠璃の現在―その多重媒介性を考える―.『人文学報』（京都大学人文科学研究所），**86**，281-293.

[3] 櫻 哲郎・森田 寿郎・植田 一博 (2009). 文楽人形の協調操作における動作特徴の抽出.『ヒューマンインタフェース学会論文誌』，**11(3)**，255-264.

[4] 佐々木 正人 (2006).『アート／表現する身体 アフォーダンスの現場』. 東京大学出版会.

[5] 櫻 哲郎・成田 友紀・沢井 和也・森田 寿郎・植田 一博 (2012). 文楽人形遣いの協調操作を実現する非言語情報通信.『電子情報通信学会論文誌「情報・システム：D」』. (in press)

[6] 渋谷 友紀・森田 ゆい・福田 玄明・植田 一博・佐々木 正人 (2012). 文楽人形遣いにおける呼吸と動作の非同期的関係:日本古典芸能における「息づかい」の特殊性.『認知科学』，**19(3)**，337-364.

文楽人形遣いにおける演技動作と呼吸の対応関係
Relations between theatrical motions and breathing in an Bunraku puppeteer

渋谷 友紀†，森田 ゆい‡，福田 玄明†¶，植田 一博†，佐々木 正人†
Tomonori Shibuya, Yui Morita, Haruaki Fukuda, Kazuhiro Ueda, Masato Sasaki

†東京大学，‡NPO法人日本伝統芸能教育普及協会＜むすびの会＞，¶現所属：理化学研究所
The University of Tokyo, NPO Association for Education of Japanese Traditional Performing Arts, RIKEN
qq66212@iii.u-tokyo.ac.jp

Abstract

In sports and Western dances, the relationship between a performer's body action and breathing generally becomes synchronized. But, recent studies reveal that breathing is not synchronized with body action in masters or experts in Kyogen and Kabuki, Japanese traditional performing arts. Bunraku, which is also one of the Japanese traditional performing arts, is a form of puppet theater in which three puppeteers cooperatively maneuver one puppet. Bunraku has thus different characteristics from Kyogen and Kabuki; the body (puppet) that performs actions is different from the bodies (puppeteers) that control the actions, and the bodily actions are different from the speeches. In this study, we clarified relation between body action and breathing in Bunraku puppeteers and compared it with that found in Kyogen and Kabuki. In our experiment, Two Bunraku puppeteers who were different in career participated. And we investigated the correspondence between their breathing phases and the puppet's motions, the periodicity of their breathing by analyzing autocorrelation of breathing curves, and the stability of their breathing by comparing the results of Fourier transform of breathing curves with each other. As a result, breathing was found less synchronized with body action for the more experienced puppeteer than for the less experienced puppeteer. And, the experienced puppeteer had more periodic and stable breathing than less experienced one. Along with the previous findings, the results suggest that a common breathing technique may be used among Japanese traditional performing arts, Kyogen, Bunraku and Kabuki.

Keywords — Japanese traditional performing arts, Bunraku, breathing, skill proficiency

1. はじめに

日本の古典芸能において，「呼吸」はもっとも基礎的な技能の一つと考えられている[1]．日本の代表的な古典芸能である狂言と歌舞伎を対象にした最近の研究では，舞台歴の長い演者が基本的な演技動作を行う際の体の動きと呼吸相の関係は，舞台歴の短い演者に比べ非同期的になり，呼吸周期も整うという結果が報告されている[2][3]．これは，スポーツやダンスにおいて動作と呼吸相が同期的になるという結果と対照的である．森田らは，ここに日本の伝統芸能に特徴的な呼吸技法が見出せる可能性を示唆している[3]．

2. 目的

日本の古典芸能の一つである文楽は，狂言や歌舞伎にない特徴，すなわち，(1) 人形遣いが一体の人形を 3 人で演じること（三人遣い），(2) 演じる身体とそれを操作する身体が異なっていること（人形芝居），(3) 演技をする身体と台詞を言う身体が異なっていること（三業）という特徴を有する．これらの 3 つの特徴は，狂言や歌舞伎のように（1´）1 人の人物が，(2´) その身体において，(3´) 演技と台詞を体の動きを行う芸能と異なっている．そのため，これまでの狂言や歌舞伎とは異なる可能性を示している．

しかし，もし森田らが述べるように，日本の伝統芸能に共通する呼吸技法が見出せるなら[3]，文楽の人形遣いでも同様の特徴が見出せるはずである．この呼吸技法について，小林らは，舞台歴 53 年の熟練した狂言役者へインタビューを行い，次のような見解を得ている [2].

> 非常に感覚的なものの言い方をすると，気合いと呼吸は別のものであり，気が入ったときも呼吸は安定しているのではないか．例えば怒りを表現していても自分自身は怒ってはいけない．自分の呼吸は安定している．そう

いう意味で（安定した呼吸は）世阿弥の言う「離見の見」ともつながるものではないか.

言い換えると，この狂言役者は，世阿弥の「離見の見」という言葉を引きながら，役と役者自身との関係が必ずしも重なり合うようにならないことを，役者としてのひとつの理想として述べている. 役と演者の関係について, 文楽の人形遣いは, 次のように述べている[4].

> たとえば自分の遣っている人形と自分（主遣い）の呼吸があまりにも一緒だと，未熟な印象を与えるんですよ．人形に息を吹き込むというのが人形遣いの仕事ですよね．人形に自分の息とは違う別の息をさせることだと思うんです.

すなわち，文楽の人形遣いにおいても，熟達した狂言役者が演技動作と呼吸との関係について述べた, “役と役者（演者）が重なるようにならない”という理想を共有していると言える. したがって, 演技動作と呼吸との関係についても，狂言・歌舞伎同様に非同期的な関係になる可能性がある．そこで本研究では，文楽の人形遣いにおける演技動作と呼吸の関係を明らかにし，狂言や歌舞伎の結果と比較した.

3. 方法

現在，財団法人文楽協会に所属する舞台歴 31 年の演者と舞台歴 13 年の 2 名の演者に 3 つの課題を行っていただいた．課題はそれぞれ，(1) 普段よく遣う「女形」の人形を用いて基本的な動作を行う課題，(2)「女形」に比べるとあまり遣わない「立役」の人形を用いて基本的な動作を行う課題，(3)『艶姿女舞衣』という演目の「お園」という役を，義太夫節に合わせて本番と同じように演じる課題である．そのうち (1) と (2) の課題については, 普通の早さで遣う「普通」条件と，普段よりゆっくり遣う「ゆっくり」条件を設け，それぞれの条件で 3 試行ずつ行った．また，(3) は，速度条件は設けず 3 試行ずつ行った.

そのうえで，人形遣いの体の動きと呼吸の関係を明らかにするため，上記 3 つの課題に共通する演技動作である「おじぎ」の部分について，(a) 人形の演技動作と主遣いの呼吸相の対応関係を調べるため,「おじぎ」動作を 4 つに区分した「動作フレーズ」と呼吸相の同期性を検討した．その際，(b) そこで得られた結果が呼吸の周期性の乱れによるものでないかどうか確認するため，当該部分の呼吸曲線の自己相関関数分析を行い呼吸の周期性を検討した．さらに，(c) 当該部分の呼吸曲線の周波数解析を行い，試行間の周波数のばらつきを調べることで，それらの呼吸の特徴が安定的に再現されているかどうか検討した.

4. 結果

以上の実験および分析の結果，(a) 舞台歴の長い演者の演技動作と呼吸相の関係は舞台歴の短い演者の場合に比べてより非同期的になる傾向が確かめられた（表 1）.

図 1 は，動作フレーズの開始時と呼吸相の対応関係を示した．薄い網掛け部分は各演者の同一課題，同一速度条件内での 3 回の試行の全てで同じ

表 1 動作フレーズと呼吸相の関係

			普通			ゆっくり		
課題	舞台歴	動作フレーズ	1試行目	2試行目	3試行目	1試行目	2試行目	3試行目
女形	31年	①	呼気	呼気	吸気	呼気	呼気ピーク	呼気
		②	吸気	吸気	吸気	吸気ピーク	吸気	吸気
		③	吸気	呼気	吸気	吸気	呼気	呼気
		④	呼気	呼気	吸気	吸気	吸気	吸気
	13年	①	呼気	呼気	吸気	吸気	吸気	吸気
		②	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気
		③	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気
		④	呼気ピーク	吸気	呼気ピーク	吸気	吸気ピーク	呼気
立役	31年	①	呼気	吸気	吸気ピーク	呼気	呼気	呼気
		②	吸気	呼気	呼気	呼気	吸気	吸気
		③	呼気	呼気	呼気	呼気ピーク	吸気	吸気ピーク
		④	呼気	呼気	呼気	吸気	呼気	呼気
	13年	①	呼気	呼気	呼気	吸気	吸気	吸気
		②	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気
		③	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気	呼気
		④	吸気	呼気	呼気	呼気	吸気	呼気
お園	31年	①	呼気	吸気	吸気	—	—	—
		②	吸気	呼気	吸気ピーク	—	—	—
		③	吸気	呼気	吸気	—	—	—
		④	呼気	吸気	吸気ピーク	—	—	—
	13年	①	吸気	呼気	呼気	—	—	—
		②	呼気	呼気ピーク	呼気	—	—	—
		③	呼気	吸気ピーク	吸気	—	—	—
		④	呼気	吸気	吸気	—	—	—

呼吸相と対応していたフレーズ，濃い網掛け部分はある演者の速度条件は考慮しない同一課題内での 6 回の試行の全てで同じ呼吸相と対応していたフレーズである．これを見ると，舞台歴 13 年の演者は，舞台歴 31 年の演者と比べ，同期しているフレーズが多かった．また，舞台歴 13 年の演者は，すべての試行において，その動作フレーズ②が同じ呼吸相（呼気相）に同期していた．

次に，舞台歴の長い演者と，舞台歴の短い演者の（b）周期性を検討した（図 1）．

図 1 には，課題（1）（女形）を行った際に得られた呼吸曲線の自己相関を示した．本研究では，

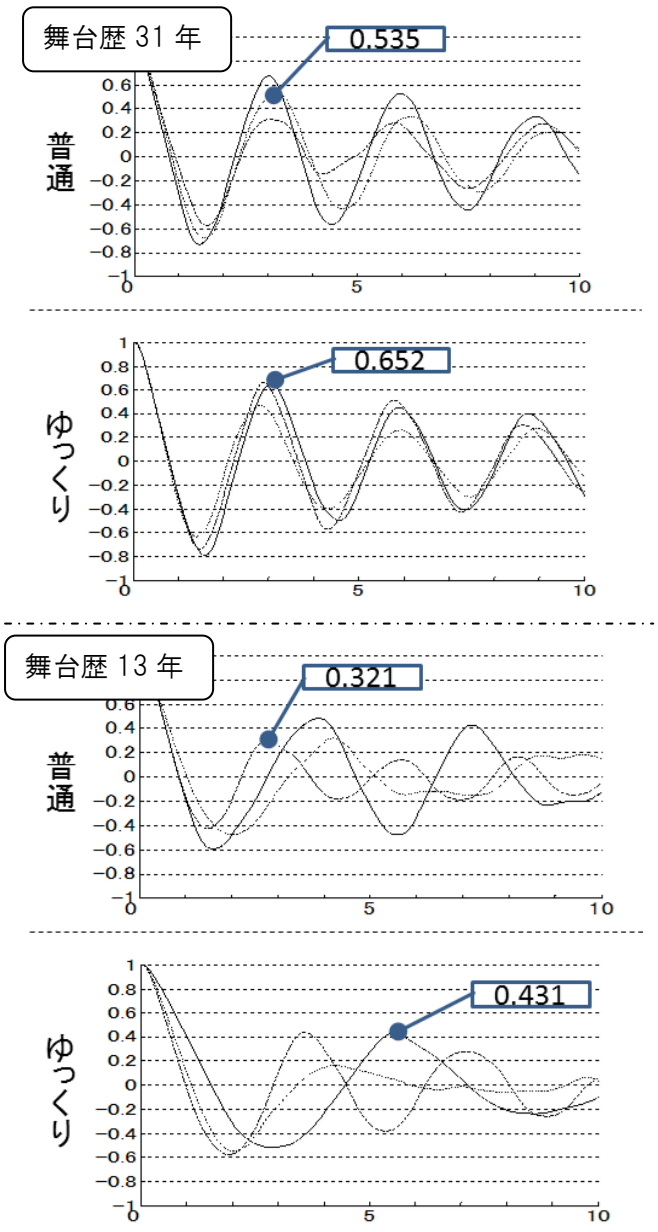


図 1　課題（1）（女形）を行なったときの自己相関関数

隣り合った呼吸周期の相関を表していると考えられる第 1 ピークの相関係数を分析対象とした．第 1 ピークは，各条件で 3 試行分あるため，そのうちの中間値を代表値として採用した．図中に書き込まれた数値は中間値である．

この図から，舞台歴 31 年の演者の演者のほうが，13 年の演者に比べ，より周期的な呼吸をしていると言える．各速度条件で 2 人の演者を比べるため，第 1 ピークの中間値について同等性の検定を行ったところ，「普通」（$\chi^2(1)=9.42$, $p=0.002<.01$），「ゆっくり」（$\chi 2(1)=30.18$, $p<.01$）のどちらの条件でも有意差が認められ，舞台歴 31 年の演者の自己相関係数の値が高かった．

同様に，課題（2）（立役）を行なった際に得られた呼吸曲線について，中央値を用いた相関係数の同等性の検定を行った結果，「普通」条件では有意差は認められなかったが（$\chi^2(1)=0.3$, $p=0.55>.05$），「ゆっくり」条件では舞台歴 31 年の演者の自己相関係数の値が有意に高かった（$\chi^2(1)=4.38$, $p=0.03<.05$）．すなわち，「立役」の型では，「女形」ほどの明確な差は認められないが，それでも「ゆっくり」条件においては，舞台歴 31 年の演者の呼吸の周期性が高いと考えられる．

最後に，課題（3）（お園）を行なった際に得られた呼吸曲線であるが，舞台歴 13 年の演者の呼吸の乱れが激しく，第 1 ピークの中央値を示すのが困難であるため，同等性の検定を行わなかった．ただし，舞台歴 13 年の演者の第 1 ピークが見出しにくいほど乱れているのに対し，舞台歴 31 年の演者では他の 2 つの課題に比べると低い値（約 0.3）を示している．ここでも舞台歴 31 年の演者の呼吸がより周期的になっていることが伺える．

（c）安定性については，表 2 を検討する．

表 2　課題（1）女形のパワースペクトルのピーク値とその標準偏差

		1 試行目	2 試行目	3 試行目	標準偏差
舞台歴 31 年	普通	0.352	0.313	0.313	0.018
	ゆっくり	0.352	0.352	0.352	0.000
舞台歴 13 年	普通	0.273	0.352	0.234	0.049
	ゆっくり	0.156	0.273	0.234	0.049

表 2 は，課題（1）（女型）を行なった際の呼吸曲線をフーリエ変換し，そこで得られたピーク値と，その標準偏差を示した．これを見ると，舞台歴 13 年の演者は，舞台歴 31 年の演者に比べ，呼吸周期が試行毎，条件毎にばらつく傾向があるように見える．F 検定による等分散の検定の結果，「普通」条件では，2 人の演者の間に有意な差は見られなかったが（$F(2,2)=6.98$, $p=0.12>.05$），「ゆっくり」条件では有意な差が認められた（$F(2,2)=7.69\times10^{29}$, $p=0.00<.05$）．また，速度条件を考慮しない演者間の比較でも有意な差が認められた（$F(2.2)=10.1$, $p=0.01<.05$）．以上のことから，課題（1）では，舞台歴 31 年の演者の方が試行毎に安定した呼吸をしていると考えられた．

次に，課題（2）では，「ゆっくり」条件（$F(2,2)=27.94$, $p=0.03<.05$），および速度条件を考慮しない演者間の比較（$F(2,2)=5.99$, $p=0.03<.05$）で有意な差が認められた．一方，課題（3）では，演者間に有意な差は認められなかった（$F(2,2)=1.32$, $p=0.43>.05$）．

以上の 3 つの分析をまとめると，全課題を通じて，舞台歴の長い演者は，舞台歴の短い演者に比べ，人形の演技動作と呼吸相が独立になる傾向にあった．また，課題（1）普段から遣っている人形を用いた場合，ならびに課題（3）義太夫節に合わせる場合には，狂言や歌舞伎と同様，舞台歴の長い演者の呼吸は舞台歴の短い演者に比べて周期的であった．課題（2）普段はあまり遣っていない人形を用いた場合には，その差は必ずしも明確ではなかったが，舞台歴の長い演者が周期的になる傾向があった．呼吸の安定性については，課題（1）普段から遣っている人形，および課題（2）普段はあまり遣っていない人形で，「型」を用いた場合では，舞台歴によって差が出る傾向が認められたが，課題（3）の義太夫節に合わせた演技では，その差はほとんど見られなかった．

5. 考察

演者間の比較の結果から，小林ら[2]，森田ら[3]の先行研究が示唆した，熟達した演者は，そうでない演者に比べ演技動作と呼吸が互いに独立に営まれるという日本の古典芸能に共通する呼吸法が文楽においても確認できた．それに加え，課題間の比較からは，すべての課題で，熟達するにしたがって呼吸が非同期的で周期的になる傾向は共通するものの，両演者とも，単純な「型」を行う場合に比べると，義太夫節に合わせて実際の本番に近い状況で行う場合で呼吸の周期性が乱れることが確認された．以上のことから，原則として熟達するにつれて呼吸は安定したものになっていくと考えられるが，一方で，義太夫節に合わせた本番が想定されるような状況，すなわち 2 章で述べた役と演者の関係の問題が想定される状況では，義太夫節が呼吸に強く影響していることが示唆された．これは，言い換えれば，理想は“役と演者が重ならないようになる”であり，呼吸が一定になることであるが，しかし，実際の演技場面では，この役と演者自身の“距離”の維持が極めて難しいため，芸談などでは，ことさらこの距離が問題にされてきたということではないだろうか．

2 章で述べた文楽特有の劇構造と，呼吸の関係を調べることが今後の課題である．

参考文献

[1] 観世 寿夫, (1979) 『心から心へ伝ふる花』, 白水社.

[2] 小林 ゆい, 森下 はるみ, (2000) “狂言における基本的動作と呼吸パターンの関係: 大蔵流山本家を事例として”, 体育学研究, Vol. 45, No. 1, 77-88.

[3] 森田 ゆい, 佐々木 玲子, (2005) “日本の古典芸能における呼吸技法”, バイオメカニクス研究, Vol. 9, No. 2, 138-145.

[4] 吉田 勘弥, 佐々木 正人, (2006) “文楽人形の運動制御”, 佐々木 正人 編, 『アート／表現する身体 : アフォーダンスの現場』, 東京大学出版会.

演劇初心者の演技計画における熟達支援の効果
Effects of Instructions to Promote Expertise for Novice Actors in Planning Actions

安藤　花恵 [1]，三浦　佳世 [2]，田泓　明日香 [3]
Hanae Ando, Kayo Miura, Asuka Tabuki

[1] 九州国際大学，[2] 九州大学大学院人間環境学府，[3] 九州大学文学部
[1] Kyushu International University, [2] Graduate School of Human-Emvironmental Studies, Kyushu University, [3] School of Letters, Kyushu University
[1] h-andou@law.kiu.ac.jp

Abstract
We aimed to investigate the effects of instructions to promote expertise in planning actions. Eight novice actors planned actions without instructions, and other 8 novice actors planned actions, being instructed to "consider how audience watch the actions", "consider context of the scenario", and "plan various aspects of actions". Actors with instructions considered audience and context of the scenario more, produced more aspects of actions, and as a result, produced much more actions than actors without instructions. Moreover, it was supported that this educational effects lasted also when planning actions of another scenario.

Keywords — expertise, actor, educational effect

熟達化研究においては，ある領域における初心者と熟達者を比較して，その違いを明らかにする研究が多い．しかしそれでは，初心者と熟達者の「差」は明らかになっても，その「差」を埋めるためにはどうすればよいのかは明らかにならない．そこで，本研究では，初心者と熟達者の差を埋めるための支援をおこない，その効果を検討することとした．

安藤（2005）は，演劇の初心者群（経験 1 年未満）・中間群（経験 1～5 年）・準熟達者群（経験 5 年以上）が演技計画を立てる様子を比較し，準熟達者は具体的な演技計画を多く立てるのに対し，初心者は脚本解釈止まりで演技計画をあまり立てていないことを明らかにした[1]．また，準熟達者は観客の視点に立ち，観客にどのように見えるかを考えながら演技計画を立てていること，俳優の視点から，広く脚本の文脈やテーマなども考慮しながら演技計画を立てていることも明らかになった．そこで，演劇初心者に対し，演技計画の立て方を準熟達者に近づけるような熟達支援をおこない，その効果の検討をおこなうことを目的として実験をおこなった．

方法
実験協力者　演劇経験 1 年未満の初心者俳優（全員女性）16 名であった．うち 8 名は熟達支援をおこなわない統制群，8 名は熟達支援をおこなう実験群とした．

材料　女性の 1 人芝居の脚本を 2 種類用意した．三原世司奈作『ノーブレス』の一部分を脚本A，野田秀樹作『売り言葉』の一部分を脚本Bとして使用した．

手続き　個別実験であった．

統制群：まず脚本 A を渡し，一読してもらった後，この脚本を演じるとしたらどのように演じるか，そう思う理由も含め，話すよう教示した．脚本Aについて自由に演技計画を立ててもらった後，脚本Bについても同様の手続きをとった．会話は，実験協力者の許可を得た上ですべて録音した．

実験群：まず脚本 A を渡し，一読してもらった後，この脚本を演じるとしたらどのように演じるか，そう思う理由も含め，話すよう教示した（脚本 A-1 回目）．脚本 A について自由に演技計画を立ててもらった後，「観客からどのように見えるかを意識して計画を立ててください」，「脚本全体の流れや脚本自体の特徴，テンポを考えて計画を立ててください」，「表情や声，動作など色々なことに気を配ってみてください」という 3 つの指示を，紙面と口頭の両方で示した＜熟達支援＞．そして，

この 3 つの指示に従いながら，もう一度脚本 A について演技計画を立てて語ってもらった（脚本 A-2 回目）．その後，脚本 B についても自由に演技計画を立ててもらい，語ってもらった．脚本 B については，熟達支援はおこなわなかった．会話は, 実験協力者の許可を得た上ですべて録音した．

結果

熟達支援の直接的な効果

初心者俳優に対し，演技計画を熟達者のものに近づけるような指示を出しながら演技計画を立てさせた場合，どの程度効果があるのかを検討するため，実験群における脚本 A-1 回目と A-2 回目の演技計画を比較した．実験群における，脚本 A-1 回目と A-2 回目それぞれの「演技計画数」,「観客からの見え方を意識して出た発言の数（観客)」,「脚本の広い文脈を考えて出た発言の数(文脈)」,「演技計画における表情，声，動きなどのバリエーションの数（種類)」の平均を，表 1 にまとめた．なお，演技計画のバリエーションとは，演技計画を話し方 (「早口で言う」など)，方向 (「観客の方を向いて言う」など) , 動作(「頷く」など)，表情（「満面の笑み」など)，声（「太い声で言う」など)，間（「ちょっとの沈黙を置く」 など)，位置（「観客から見やすい位置にいる」など)，演出（「布をスルスル下ろしてもらって」など) に分類し，1 人の実験協力者が立てた演技計画の中に，この分類が何種類あるかカウントしたものである．

表 1. 実験群における A-1 回目と A-2 回目の比較

	計画数	観客	文脈	種類
A-1	5.50	0.25	0.38	0.88
	(3.90)	(0.66)	(0.48)	(0.93)
A-2	15.25	4.13	4.00	3.38
	(7.60)	(2.20)	(3.64)	(1.22)

（　）内は標準偏差

A-1, A-2 を被験者内要因とする一要因分散分析の結果，演技計画の数（$F(1,7)=19.32$, $p<.01$)，観客の視点で考えた発言数（$F(1,7)=19.61$, $p<.01$)，文脈を考えた発言数（$F(1,7)=6.24$, $p<.05$)，演技計画のバリエーション数（$F(1,7)=35.00$, $p<.01$)，すべてにおいて A-1 回目よりも A-2 回目の方が数が多いことが明らかになった．

熟達支援の効果の持続

熟達支援の効果が，支援後も持続するかどうかを確かめるため，熟達支援（統制群・実験群）を被験者間要因，脚本（A・B）を被験者内要因とした 2 要因分散分析をおこなった．なお，この分析に使用した実験群・脚本 A のデータは，A-1 回目のデータであった．

まずは，演技計画の数の平均を図 1 に示した．

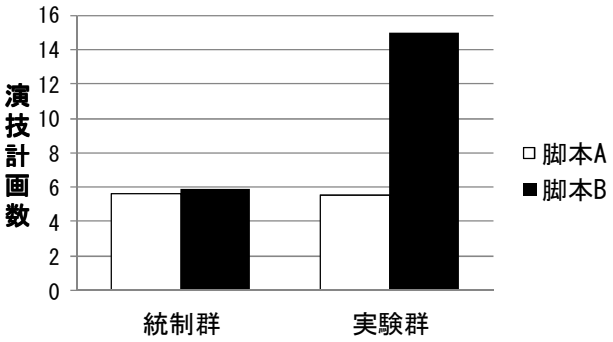


図 1. 統制群・実験群の演技計画数の平均

分散分析の結果，熟達支援と脚本の交互作用が有意であった（$F(1,14)=11.48$, $p<.01$)．多重比較の結果，脚本 B において統制群より実験群の方が演技計画数が多いこと（$F(1,28)=13.01$, $p<.01$)，実験群において脚本 A よりも脚本 B の方が演技計画数が多いことが示された（$F(1,14)=24.21$, $p<.01$)．脚本 A では両群の立てた演技計画数は変わらず（$F(1,28)=0.00$, *n.s.*)，また，統制群においては脚本による差はなかった（$F(1,14)=0.02$, *n.s.*)．

次に，観客からの見え方を意識した発言数の平均を図 2 にまとめた．

分散分析の結果，熟達支援と脚本の交互作用が有意であった（$F(1,14)=4.95$, $p<.05$)．多重比較の結果，脚本 B において統制群より実験群の方が観客からの見え方を意識した発言数が多いこと（$F(1,28)=13.52$, $p<.01$)，実験群において脚本 A よりも脚本 B の方が観客の視点から出た発言数が多いことが示された（$F(1,14)=13.84$, $p<.01$)．脚本 A では両群の発言数は変わらず（$F(1,28)=0.32$, *n.s.*)，また，統制群においては脚本による差はな

かった（$F(1,14)=0.33$, *n.s.*）.

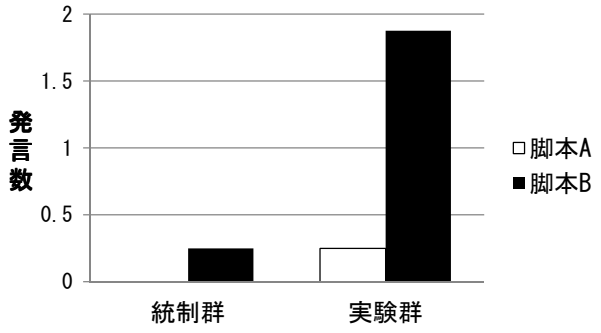


図 2. 統制群・実験群の観客の視点から出た発言数の平均

次に，脚本の文脈を広く考慮して出た発言数の平均を図 3 にまとめた.

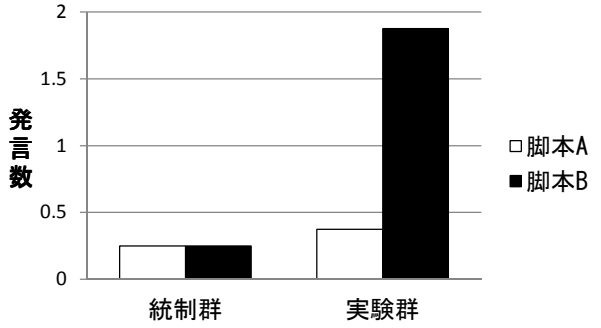


図 3. 統制群・実験群の文脈を考慮した発言数の平均

分散分析の結果，熟達支援と脚本の交互作用に有意傾向が認められた（$F(1,14)=3.15$, $p<.10$）. 多重比較の結果，脚本 B において統制群より実験群で文脈を考慮した発言数が多いこと（$F(1,28)=7.08$, $p<.05$），実験群において脚本 A よりも脚本 B で文脈を考慮した発言数が多いことが示された（$F(1,14)=6.30$, $p<.05$）. 脚本 A では両群の発言数は変わらず（$F(1,28)=0.04$, *n.s.*），また，統制群においては脚本による差はなかった（$F(1,14)=0.00$, *n.s.*）.

最後に，演技計画のバリエーション数の平均を図 4 にまとめた.

分散分析の結果，熟達支援と脚本の交互作用が有意であった（$F(1,14)=4.71$, $p<.05$）. 多重比較の結果, 実験群において脚本 A よりも脚本 B の方が演技計画のバリエーション数が多いことが示された（$F(1,14)=7.92$, $p<.05$）. 脚本 A（$F(1,28)=1.50$, *n.s.*），脚本 B（$F(1,28)=1.50$, *n.s.*）ともに，両群の発言数は変わらず，また，統制群においては脚本による差はなかった（$F(1,14)=0.07$, *n.s.*）.

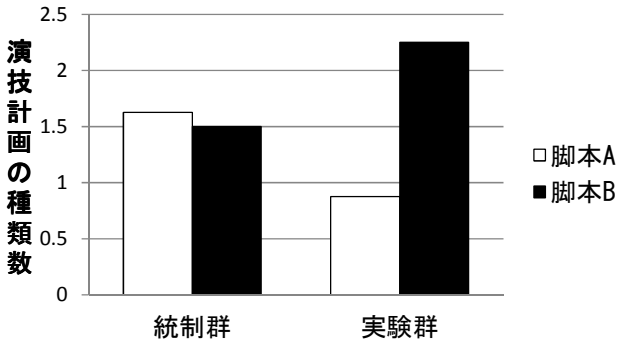


図 4. 統制群・実験群の演技計画のバリエーション数の平均

考察

安藤（2005）で示されたとおり, 演劇初心者は, 何も指示をしなかった場合，演技計画をあまり立てず，観客の視点に立って演技計画を考えたり，脚本の広い文脈を考えたりすることがほとんどないことが明らかになった．また，演技計画を立てる場合も，たとえば話し方についてのみしか考えないなど，演技計画にバリエーションがないことも新たに明らかになった.

しかし,「観客からどのように見えるかを意識して計画を立ててください」,「脚本全体の流れや脚本自体の特徴，テンポを考えて計画を立ててください」,「表情や声，動作など色々なことに気を配ってみてください」という指示を出すだけで，観客からの見え方を意識し，脚本の流れを意識し，自分がこれまで考えていなかった演技計画のバリエーションについても考えるようになること，そしてその結果演技計画の数も増えることが明らかになった．また，その効果は，その後，直接熟達支援をおこなわずに演技計画を立ててもらった場合にまで持続することが明らかになった.

安藤（2011）は，演劇初心者群（経験 1 年未満）を，望ましい演技のしかたを実践しようとする態度すらない群であり，中間群（経験 1～5 年）を，態度はあるがそれを実践する能力のない群であると考えた[2]. 能力を身につける支援には長い時間

がかかることが考えられるが，態度を身につけるための熟達支援としては，簡単な指示だけで大きな効果があらわれると考えられる．

問題点と今後の課題

今回，熟達支援の効果が認められたが，例えば観客への見え方を意識するような発言が増えたと言っても，ほぼ 0 であったものが数個になっただけであるなど，まだまだ熟達者に比べれば少ないと考えられる．また，演技計画などの産出量は増えているが，質が上がっているのかどうかについては，今回は検討していない．ほとんど考えていなかったものを，支援の結果考えるようになった，というだけでも大きな進歩であるとは考えられるが，さらに量を増やし，質も上げていくためにはどのような支援が効果的であるのか，今後検討する必要があると考えられる．

また，今回，熟達支援の効果が持続することが示されたが，実験により確かめたのは，熟達支援の直後までである．より長い期間持続するかどうかについては，今後の検討課題と言えるだろう．

さらには，今回の研究では演技計画を立てることに関する熟達支援の効果のみを検討したが，演技計画を立てるだけで演技は終了ではない．その後，立てた演技計画を遂行する必要があり，そこには，演技計画を立てる段階とはまた違ったさまざまなスキルが必要になってくるだろう．実際に演技を遂行することができてはじめてよい俳優と言えることを考えると，この段階における熟達支援についても，今後検討していく必要があると考えられる．

参考文献

[1] 安藤花恵（2005）演技計画の段階における演劇俳優の熟達化と 3 つの視点の役割．京都大学大学院教育学研究科紀要，**51**，60-73.

[2] 安藤花恵（2011）演劇俳優の熟達化に関する認知心理学的研究．風間書房.

付記

本研究は，田泓明日香が平成 24 年 3 月に九州大学文学部に提出した卒業論文を再分析したものである．

音楽の終止構造認識時の脳活動
The brain activities of the perception of musical cadence

星—柴 玲子*[1, 2, 3]，古川 聖[4]，岡ノ谷 一夫[1, 2, 3]
Reiko Hoshi-Shiba, Kiyoshi Furukawa, Kazuo Okanoya

[1]東京大学大学院総合文化研究科，[2]独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター情動情報連携研究チーム、[3]JST-ERATO岡ノ谷情動情報プロジェクト、[4]東京芸術大学
[1] Graduate School of Arts and Science, The University of Tokyo, [2]Emotional Information Joint Research Laboratory, Brain Science Institute, RIKEN, [3]JST-ERATO Okanoya emotional information project, [4]Tokyo University of the Arts
reichin@msa.biglobe.ne.jp

Abstract

Cadence is a typical structure of a tonal closure. To investigate the recognition process of cadence, we composed a song with two types of cadence, Dominant-Tonic, "chord sequence V-I". To analyze perception of cadence, we have presented to the songs to thirteen musicians and analyzed their behavior performance and brain activities by EEG measurement. As a result, during presentation of chord I of "chord sequence V-I", a sense of closure was elicited. In addition, the strength of sense of closure depended on the cadence structure type. We have also detected the brain activities related to the perception of a sense of closure, during presentation of chord V in "chord sequence V-I" Type I with stronger closure, and chord I in "chord sequence V-I" Type II with weaker closure. These activities were speculated to activities related to the initial music-syntactic processing and processing of musical semantics.

Keywords — Cadence, tonal closure, EEG measurement.

1. はじめに

音楽の構造認識を支える認知機構のひとつに、終止構造の認識がある。音楽における終止構造は、はっきりと認識できるメロディの定型表現･和音進行･不協和の解決に基づく、フレーズ･楽章･曲の締めくくりである。つまり、音楽構造の終結の基盤となる定型表現である（グローブ世界音楽大事典） [1]。西洋音楽の機能和声では、和音はその機能から主に３種類、トニカ(T)、ドミナント(D)、サブドミナント（S）に分類できる。さらに、終止形には、完全終止、半終止、偽終止、変格終止などの形があり、機能和声における最も典型的な終止構造は完全終止である D-T の和音連結である、ということが知られている。この D-T の和音連結の呈示により、聴取者は音楽がひと区切りついたと感じ、音楽が分節化される [2]。本実験では、D-T の和音連結のうち、最も典型的なものである、西洋長音階の V の和音（ハ長調のソシレで構成される和音）および I の和音（ハ長調のドミソで構成される和音）の連結による「終止構造 V-I」に注目した。「終止構造 V-I」には、和音の展開形や含まれる楽音により様々な形が存在することから、その形に応じて生じる終止感にも違いがあると推測される。そこで本実験では、終止構造の認知機構を調べるため、連続した和音の連結の中に異なる構造の「終止構造 V-I」を埋め込んだ楽曲を作曲し、楽曲聴取による終止構造の認識を心理学的および生理学的に計測し分析した。

2. 方法

2.1. 実験参加者

実験には、専門的な音楽教育を 10 年以上受けた 13 名の音楽家（男性５名、女性８名）が参加した。

2.2. 呈示刺激

西洋音楽理論に適合するように、26 個の和音が違和感なく自然に連続し、かつ終止度の異なる２種類の「終止構造 V-I」を各２つずつ埋め込んだ楽曲を作曲した。MIDI 演奏用に調整されたピアノのサンプル音源を用いて各和音１.2 秒の wav ファイルを作成した。異なる 15 曲を作曲し、各曲は、曲ごとに移調され、それぞれ異なる調のもの 4 種類を作成し、全 60 曲とした。

2.3. 実験手順

2.3.1. 心理計測

静かな部屋の中で、作曲した楽曲をヘッドホンから呈示した。呈示された各和音に対し、区切りを感じた時のみ、ボタンを押すように指示した。

2.3.2. 脳波計測

実験参加者の全頭に 64ch の脳波電極を設置した。静かな部屋の中でイヤーチューブから、作曲した楽曲を呈示し、実験参加者に対しては、曲をただ注意して聴くよう指示した。被験者の状態に応じ適宜休憩を入れながら曲を呈示し、その際の脳波を記録した。

2.4. 解析手順

呈示した楽曲中の 26 の和音を、(A) 旋律も終止し、より強い終止感が予測される「終止構造 V-I」 Type I、(B) 旋律は終止しない、より弱い終止感が予測される「終止構造 V-I」 Type II、(C) 連続部の和音、の３つにカテゴリー分けした。

2.4.1. 心理データ解析

各カテゴリー内の和音に対するボタン押しの比率を求め終止度とし、終止構造カテゴリーを因子として分散分析により解析した。

2.4.2. 脳波解析

記録した脳波データは、0.5-40 Hz の BP フィルター処理、ノイズの除去、エポックの切り出し、ベースライン処理および加算平均を行った。N1, P2, 400-500 ms の時間窓を設定し、被験者ごとに各カテゴリーの和音に対する各成分の脳波振幅の平均値を求めた。各被験者の値に対し、ROI（計測したチャネルから、全頭の計測領域から 5ch ずつ前部中央、前部左側、前部右側、中央、後部中央、後部左側、後部右側の７領域を選択、詳細は[3]を参照）および終止構造カテゴリー（強終止、弱終止、連続）の２因子による分散分析を行った。分散分析は、(1) 強い終止構造の V、弱い終止構造の V および連続する和音、(2) 弱い終止構造の I, 弱い終止構造の I および連続する和音、(3) 強い終止構造 V-I の次の和音, 弱い終止構造 V-I の次の和音および連続する和音、の３種類を行った。

3. 結果

3.1. 心理解析

２種類の「終止構造 V-I」ともに、I の和音聴取時に終止感を感じていた。さらに、より強い終止感が予測された「終止構造 V-I」 Type I では、より弱い終止感が予測された「終止構造 V-I」 Type II より、有意に強い終止度が認められた。

3.2. 脳波解析

3.2.1. 「終止構造 V-I」 Type I

より強い終止度が認められた「終止構造 V-I」 Type I の V の和音聴取時に、400-500 ms の時間帯の陽性の脳波振幅に主効果が認められた ($F(2,24) = 5.87$, $p < 0.01$)。さらに多重比較の結果、強い終止度の「終止構造 V-I」 Type I 聴取時の活動は、弱い終止度の「終止構造 V-I」 Type II ($p < 0.05$) および連続する和音 ($p < 0.05$) よりも有意に大きかった。

3.2.2. 「終止構造 V-I」 Type II

より弱い終止度の「終止構造 V-I」 Type II の I の和音聴取時に、P2 の振幅に有意な主効果が認められた ($F(2,24) = 5.05$, $p < 0.05$)。さらに多重比較の結果、弱い終止度の「終止構造 V-I」 Type II 聴取時の活動は、連続する和音よりも有意に大きかった ($p < 0.05$)。

4. 考察

強い「終止構造 V-I」 Type I の V の和音聴取により、400-500 ms に有意に陽性に大きな脳活動が認められた。この活動は、V の和音を聞いた時点で終止を予測したために起きた脳活動と推測される。さらに、この時点で終止が予測されていたため、次に I の和音が呈示することを期待しており、I の和音を聞いても大きな脳活動は観察され

なかった可能性がある。

これに対し、弱い「終止構造 V-I」 Type II では、V の和音聴取時に終止を予測できず、400-500 ms には特異的な脳活動は観察されなかったと推測される。しかし、次に I の和音が呈示され終止構造の V-I が完成することにより、P2 に有意に大きな脳活動が観察された可能性が考えられる。

これまでの先行研究から、音楽の文法および意味の処理過程において、初期の音楽文法処理は 150-400 ms に行われ、音楽の意味理解に関する処理は 300-500 ms に行われると考えられている [4]。本研究の結果で、終止構造の予測に関連すると推測した 400-500 ms の脳活動は、音楽の意味理解に関連する活動の時間帯と一致していた。さらに、終止構造認識に関連すると推測した P2 の脳活動は、初期の音楽文法処理が行われる時間帯と一致していた。

5. おわりに

楽曲に埋め込まれた終止構造の呈示により、区切り感を認識し、終止構造認識に関連する脳活動が認められた。また終止構造の終止度の違いにより、その認識時の脳活動が異なることが明らかとなった。音楽と言語処理に共通に用いられる脳内過程の研究が近年増加しており、これらの研究結果と比較検討していくことも重要だと考えられる [5]。

我々はこれまでに終止構造認識を基盤とした音楽階層構造のモデルを提唱している [6]。今後さらに、終止形の音楽的構造、それにより引き起こされる終止感、終止形認識時の生理的反応に基づき、音楽階層構造の認識過程を明らかにしていきたい。

参考文献

[1] William S. Rockstro, et al. "Cadence." In Grove Music Online. Oxford Music Online, http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/04523 (accessed March 23, 2012).

[2] Barbara Tillmann, Emmanuel Bigand, Francois Madurell, (1998) " Local versus global processing of harmonic cadences in the solution of musical puzzles", Psychological Research, Vol. 61, p. 157-174.

[3] Fang Sun, Reiko Hoshi-Shiba, Dilshat Abla, Kazuo Okanoya, (2012) "Neural correlates of abstract rule learning: An event-related potential study", Neuropsychologia, Vol. 50, No. 11, p. 2617-2624.

[4] Stefan Koelsch, (2005) "Neural substrates of processing syntax and semantics in music", Current Opinion in Neurobiology, Vol. 15, pp. 207-212.

[5] Lisianne Hoch, Benedicte Poulin-Charronnat, Barbara Tillmann, (2011) " The influence of task-irrelevant music on language processing: syntactic and semantic structures", Frontiers in Psychology, Vol. 2, No. 112, p. 1-10.

[6] 古川聖, 藤井晴行, 柴玲子, 岡ノ谷一夫, (2009)“機能和声と音楽の認知について”, 音楽情報科学研究会資料、Vol.2009-MUS-81, No.16, p. 1-5.

潜在的な快感情の喚起による視覚情報処理範囲の拡大
Implicit positive affect induction broadens scope of visual processing.

藤　桂[1]・佐藤広英[1]・河原純一郎[2, 3]・永井聖剛[3]
Kei FUJI, Hirotsune SATO, Jun-Ichiro KAWAHARA, and Masayoshi NAGAI

[1]筑波大学・[2]中京大学・[3]産業技術総合研究所
University of Tsukuba, Chukyo University, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
k-fuji-3@human.tsukuba.ac.jp

Abstract

The present study examined the impact of implicit affect induction on the scope of visual processing. We adopted an implicit affect induction in which participants held a pen in their teeth so that the muscles associated with smiling are activated without explicitly requiring to pose in a smiling face (Strack, Martin, & Stepper, 1988). Under the control condition, participants held the pen with lips to inhibit those muscles. In Experiment 1, before and after the pen-holding, participants viewed bi-stable figures (e.g., Rubin Vase) and reported the timings which their percept (narrow or broad perspective) flipped. The result indicated successful mood induction: the teeth group rated comic-stimuli funnier than the control group. Most importantly, the dominance of the broad percepts of the bi-stable figures was greater under the teeth condition. In Experiment 2, participants indicated the parity of the central digit (even or odd) by pressing one of designated keys as quickly and accurately as possible. The central digit target was flanked by either the response-compatible or incompatible digit distracters. The result showed that, during the post period, the flanker effect was larger under the teeth condition than under the lips condition. These results suggest that the positive affect with implicit peripheral facial-muscle control broadens the scope of visual processing.

Keywords — scope of visual processing, mood induction, facial-muscle manipulation

1. はじめに

喜びや楽しさなどの快感情は，知覚や認知に様々な影響を及ぼすことがこれまでに指摘されてきている。例えば，快感情の喚起により，ポジティブな事項が思い出されやすくなる（Isen, Shalker, Clark, & Karp, 1978 ; Nasby & Yando, 1982）ことや，問題解決や創造的思考が促進される（Isen, Daubman, & Nowicki, 1987; Isen, Johnson, Mertz, & Robinson, 1985），視覚情報処理範囲が拡大する（Derryberry & Tacker, 1994; Gasper & Clore, 2002; Fredrickson & Branigan, 2005; Rowe, Hirsh, & Anderson, 2007）ことなどが明らかにされてきた。

例えば，Gasper & Clore (2002)や Fredrickson & Branigan（2005）は，快感情が喚起された状態では，より広範な視点から図形刺激を処理しやすくなることを示した。また Rowe, Hirsh, & Anderson（2007）は，Eriksen 課題（Eriksen & Eriksen, 1974）を用いて，快感情によって視覚情報処理範囲が拡大することを明らかにしている。その一方で，快感情が喚起されていても，眼前の対象・刺激を獲得しようという動機（接近動機: approach motivation）が高い場合には，むしろ視覚情報処理範囲の縮小をもたらすことも示唆されている（Gable, & Harmon-Jones, 2008; Harmon-Jones & Gable, 2009; Bruyneel, van Steenbergen, Hommel, Band, Raedt, & Koster, 2012）。

これらの視覚情報処理範囲への影響に関する研究では，主として，ポジティブな感情価を持つ音楽や映像の視聴，過去のポジティブな記憶の想起など，顕在的な水準での感情誘導の手続きが用いられてきた。これに対し本研究では，潜在的な感情誘導を用いて，潜在的な快感情と視覚情報処理範囲との関係を検討する。すなわち実験参加者自身が，快感情状態にあることを主観的に自覚していない場合でも，視覚情報処理範囲を拡大させる効果が見られるかを検討する。

本研究では, 潜在的な快感情誘導の方法として，Strack, Martin, & Stepper（1998）のペンテクニックを用いることとした。このペンテクニックではまず，“後程，口にくわえたペンで線を描いても

らう”というカバーストーリーの下，実験参加者にペンを歯でくわえるよう教示し，その状態を一定時間維持するよう求める。これを通して，実験参加者に笑顔を作ることを意識させずに，笑顔に関連した末梢の表情筋を収縮させることで，快感情を喚起するという手法である。この手法の有効性は他の研究でも確証されている（Soussignan, 2002 ; Wiswede, Münte, Krämer, & Rüsseler, 2009）。

なお，このペンテクニックによって快感情を誘導している際には，実験参加者は，自身の快感情に関する主観的な自覚を欠いている。同時に，実験参加者に対して何らかの感情を惹起する刺激を提示しているわけではないため，その刺激への個人的選好や，接近動機の影響が介在する余地もない。そのため，要求特性や個人差，接近動機などの混入によるアーティファクトを除去した実験的検討が可能になるものと考えられる。

2. 実験 1

実験参加者 大学生および大学院生 40 名（男性 31 名，女性 9 名；平均 21.18 歳，*SD*=2.29）。

実験手続き （1）曖昧図形課題（pre）: 15 インチの LCD モニター（60Hz）のディスプレイ上に，“Rubin’s base”図形を 60 秒間提示し，見え方が“1 つの壺（narrow view）”から“向かい合う 2 つの顔（broad view）”へと（もしくはその逆へと）変わった際にキーを押すように教示した。この際，キーが押された時点を記録し，“向かい合う 2 つの顔”として知覚していた時間を計測した。もし視覚情報処理範囲の拡大が生じれば，より広範な視点で“Rubin’s base”図形を捉えるようになり，その結果，“向かい合う 2 つの顔”が知覚されやすくなると予測した。（2）ペンテクニック課題：続いて，Strack et al.（1998）と同様のカバーストーリーを用いながら，90 秒の間，ペンを歯でくわえる（teeth 群，20 名），もしくは唇でくわえる（lips 群，20 名）ように教示した。（3）曖昧図形課題（post）:（1）と同様の課題を行うよう教示した。（4）4 コマ漫画評定課題：ペンテクニックによる潜在的な快感情喚起の操作チェックとして，Strack et al.（1998）に基づき，6 つの 4 コマ漫画を提示し，その面白さを 9 件法で評定するよう求めた。これらの課題がすべて終了した後に，“ペンをくわえていた際，どのくらい困難さを感じていたか”を 9 件法で尋ね，最後にデブリーフィングを実施した。

結果 操作チェックとして，6 つの 4 コマ漫画に対する評定の平均値について teeth 群と lips 群の間で *t* 検定を行った結果，teeth 群（*M*=5.28, *SD*=0.95）の方が，lips 群（*M*=4.66, *SD*=0.84）よりも面白さを有意に高く評定していた（$t(38)=2.20$, $p<.05$）。なお実験後のデブリーフィングで，ペンテクニック課題の真の目的に気づいた実験参加者はいなかった。またペンをくわえていた際，teeth 群（*M*=7.05, *SD*=1.93）と lips 群（*M*=6.95, *SD*=1.43）は同等の困難さを感じていた（群間の有意差はなし，$t(38)=0.18$, *n. s.*）。これらの結果より，潜在的な快感情の誘導手続きの有効性が確認された。

これを踏まえ，群（teeth vs lips）×ペンテクニック課題前後（pre or post）の 2 要因混合計画分散分析を実施した結果（Figure 1），交互作用が有意であり（$F(1, 38)=5.34$, $p<.05$），teeth 群でのみ，pre から post にかけて“向かい合う 2 つの顔”として知覚する時間が有意に増大していたことが示された。またペンをくわえた後においては，teeth 群においてのみ，“向かい合う 2 つの顔”として知覚している時間が，中間点（30 秒）よりも有意に長くなることも示された。

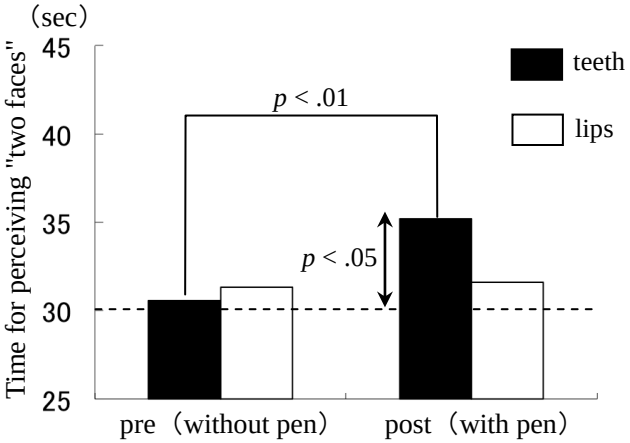


Figure 1. Time in which participants perceived the figure as “two faces”.

3. 実験２

実験参加者　大学生および大学院生 40 名（男性 19 名，女性 21 名；平均 22.43 歳，*SD*=2.83）。

実験手続き　（1）Eriksen 課題（pre）：19 インチの CRT モニター（60Hz）上に提示された 13 桁の数字に対し，ターゲットである中央の数字の属性（偶数か奇数か）を弁別してキーを押すよう教示した。この課題を 60 試行（“2222224222222”などのターゲットとディストラクターの属性が一致する 30 試行と，“3333332333333”などのターゲットとディストラクターの属性が不一致である 30 試行で構成）実施し，各試行における反応時間を計測した。もし視覚情報処理範囲の拡大が生じれば，不一致試行においてディストラクターからの干渉を受けやすくなり，反応時間がより長くなると予測した。(2) ペン課題：実験 1 と同様の手続きにて実施した。(3) Eriksen 課題（post）：(1) と同様の課題を実施するよう教示した。これらの課題が終了した後にデブリーフィングを実施した。

結果　不一致試行の平均反応時間から一致試行の平均反応時間を減算し，干渉量を算出した。そして群（teeth vs lips）×ペンテクニック課題前後（pre or post）の 2 要因混合計画分散分析を実施した結果（Figure 32），交互作用が有意であり（$F(1, 38)=7.57$, $p<.01$），ペンをくわえた後においては，teeth 群の干渉量が lips 群よりも有意に大きいことが示された。

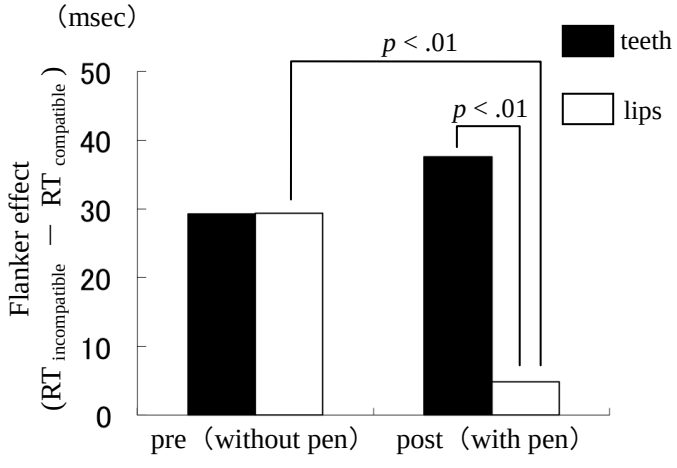


Figure 2. Flanker effect in Eriksen interference task.

4. 考察

本研究の結果，実験 1，2 いずれにおいても，末梢の表情筋操作による潜在的な快感情誘導でも，視覚情報処理範囲が拡大することが示された。すなわち，快感情喚起時に伴う個人差や要求特性，接近動機などの影響の混入を除去した場合においても，視覚情報処理範囲を拡大させることが明らかとなった。

また，本研究における実験参加者が感情状態を誘導されていたことに気づいておらず，むしろ主観的には困難さを感じていたという事実も併せて考察すれば，自身の感情状態に関する自覚がなくとも，視覚情報処理範囲の拡大がもたらされる可能性も示された。

身体姿勢や動作が，感情および認知に影響を及ぼすという知見も蓄積されてきている（embodiment cognition: Riskind & Gotay, 1982; Stepper & Strack, 1993; Klatzky, Pellegrino, McCloskey & Doherty, 1989 など）。これらの知見を踏まえれば，末梢の表情筋の活動により快感情が喚起され，視覚情報処理範囲の拡大が生じることを示した本研究の結果は，embodiment cognition 仮説を支持するものであるといえる。

今後は，他の認知課題や創造性課題を用いた場合にも，本研究と同様の効果が見られるかについて検討していく必要がある。また，顕在的な快感情誘導の効果と，潜在的な快感情誘導の効果の違いについても，明らかにしていくことが課題となると考えられる。

5. 引用文献

[1] Isen, A. M., Shalker, T. E., Clark, M., & Karp, L. (1978). Affect, accessibility of material in memory, and behavior: A cognitive loop? *Journal of Personality and Social Psychology,*Vol. 36, No. 1, pp. 1-12.

[2] Nasby, W., & Yando, R. (1982). Selective encoding and retreival of affectively valent information: Two cognitive consequences of children's mood states. *Journal of Personality and*

Social Psychology, Vol. 43, No. 6, pp. 1244-1253.

[3] Isen, A. M., Daubman, K. A., & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 52, No. 6, pp. 1122- 1131.

[4] Isen, A. M., Johnson, M. S., Mertz, E., & Robinson, G. F. (1985). The influence of positive affect on the un-usualness of word associations. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 48, No. 6, pp. 1413-1426.

[5] Derryberry, D., & Tucker, D. M. (1994). Motivating the focus of attention. In P. M. Niedenthal & S. Kitayama (Eds.), *The heart's eye: Emotional influences in perception and attention* (pp.167–196). San Diego: Academic Press.

[6] Gasper, K., & Clore, G. L. (2002). Attending to the big picture: Mood and global versus local processing of visual information. *Psychological Science*, Vol. 13, No. 1, pp. 34–40.

[7] Fredrickson, B. L., & Braningan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition and Emotion*, Vol. 19, No. 3, pp. 313–332.

[8] Rowe, G., Hirsh, J. B., & Anderson, A. J. (2007). Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 104, No. 1, pp. 383–388.

[9] Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon identification of a targetletter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, Vol. 16, No. 1, pp. 143–149.

[10] Gable, P. A., & Harmon-Jones, E. (2008). Approach-motivated positive affect reduces breadth of attention. *Psychological Science*, Vol. 19, No. 5, pp. 476-482.

[11] Harmon-Jones, E., & Gable, P. A. (2009). Neural activity underlying the effect of approach-motivated positive affect on narrowed attention. *Psychological Science*, Vol. 20, No. 4, pp. 406-409.

[12] Bruyneel, L., van Steenbergen, H., Band, G. P. H., Hommel, B., De Raedt, R., & Koster, E. H. W. (2012). Happy but still focused: Failures to find evidence for a mood-induced widening of visual attention. *Psychological Research*, DOI: 10.1007/s00426-012-0432-1

[13] Strack, F., Martin, L. L., & Stepper, S. (1988). Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: A nonobstrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of* P*ersonality and Social Psychology*, Vol. 54, No. 5, pp. 768–777.

[14] Soussignan, R. (2002). Duchenne smile, emotional experience, and autonomic reactivity: a test of the facial feedback hypothesis. *Emotion*, Vol. 2, No. 1, pp. 52–74.

[15] Wiswede, D., Münte, T. F., Krämer, U. M., & Rüsseler, J. (2009). Embodied emotion modulates neural signature of performance monitoring. *PLoS ONE*, Vol. 4, No. 6, e5754.

[16] Riskind, J. H., & Gotay, C. C. (1982). Physical posture: Could it have regulatory or feedback effects on motivation and emotion? *Motivation and Emotion*, Vol. 6, No. 3, pp. 273-298.

[17] Stepper, S., & Strack, F. (1993). Proprioceptive determinants of emotional and nonemotional feelings. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 64, No. 2, pp. 211–220.

[18] Klatzky, R. L., Pellegrino, J. W., McCloskey, B. P. & Doherty, S. (1989). Can you squeeze a tomato? The role of motor representations in semantic sensibility judgments. *Journal of Memory and Language*, Vol. 28, No. 1, pp. 56–77.

Gaze-contingency パラダイムを用いた 乳児における行為の意図性の評価
Estimation of Intentional Action Control in Infants: using Gaze Contingency Paradigm

宮﨑 美智子，高橋 英之，岡田浩之，大森隆司
Michiko Miyazaki, Hideyuki Takahashi, Hiroyuki Okada, Takashi Omori

玉川大学脳科学研究所
Brain Science Institute, Tamagawa University
myzk@lab.tamagawa.ac.jp, hideman@lab.tamagawa.ac.jp

Abstract
How do infants discover themselves as intentional agents of the world? Towards the estimation of discovery of self-agency in infants, we have developed a new task which it was not until participants did intentional control of their action that they realized rule of the task. In the new task, named "eye-scratch task", participants can use eye movements to "scratch off" a black layer on a display, thereby exposing a colorful picture hidden beneath it. In the previous study, we have clarified several indexes of intentional behaviors on the basis of criteria established from the adults' intentional eye movements. However, it remains the possibility that these actions are simply based on habitual action routines. In this study, to examine whether infants truly are motivated to scratch off the black layer and exposure the hidden pictures, we used monotone grayscale images as the hidden pictures instead of the colorful pictures. The results show that the infants have high sensitivity with the gaze-scratch contingency. However, they did not show intentional gaze control. These results suggest that the infants' eye movements in the colorful eye-scratch task consists of intentional action control which regulated by the estimation of goal-value.

Keywords —Infant, Gaze Contingency, Self-agency, Goal evaluation, revaluation

1. はじめに

乳児は自らの行為と外界の変化に敏感である（Rovee-Collier, 1980）.たとえば，Kalnins and Bruner（1973）は赤ちゃんに吸綴の強弱により眼前の映像のピントが合わせられるおしゃぶりを吸わせ，ピンボケの映像を赤ちゃんに見せると，赤ちゃんはピントが合うようにおしゃぶりの強弱を吸い分ける．このように，生まれて間もない乳児が目標指向的行動を取れるという報告はいくつも存在する（Butterworth & Hopkins, 1988; van der Meer et al., 1995）.

しかし，乳児がいつからどのようにして自らの行為に対して主体感をもち，意図性を伴って目標指向的行動を取れるようになるのかついてはまだほとんど明らかにされていない.

我々は Gaze-contingency パラダイムを利用したアイ・スクラッチ課題を提案し，乳児の行為の主体感の発達過程を明らかにしようと試みてきた（宮﨑ら, 2011, 高橋・宮﨑, 2011）. この課題は，ディスプレイ一体型のアイトラッカーで取得した被験者の視線情報をインタラクティブに利用し，自らの視線運動とディスプレイの視覚的変化の間に随伴的関係を構築した．具体的には，被験者に黒いレイヤーで覆われた絵を呈示し，被験者の目の動きによって黒いレイヤーを削り取り，背後の

図 1　アイ・スクラッチ課題
視線で徐々に絵を削りだすことができる．この Gaze-contingency のルールに気づいた成人は，素早く目を動かして，より広いエリアを積極的に削ろうとする.

絵を「削り出す」ことが可能な課題である（図 1）．

我々は，この課題をまず成人被験者を対象に実施し，視線運動とディスプレイの視覚的変化の随伴関係に気づき意図的に黒いレイヤーを削っていたと内省報告した被験者と随伴関係に気づかなかった被験者の視線運動の特徴の違いを定量化した．そしてその違いをもとに 8 カ月の乳児の視線を評価した．その結果，乳児に自らの視線運動を注視点として逐次的に視覚フィードバックとして与えることで随伴関係に対する気づきを容易にした条件において，多くの 8 カ月児が行為の主体感を抱けているかのような視線運動を示した．具体的な視線の指標としては，①突然 Gaze-contingency を失くすと，積極的に黒いエリアを探索する，②課題後半になるに従って削り出した面積が増加する，③課題後半になるに従って短時間の停留点の割合が増加する，といった傾向である（Takahashi et al., 2012）

しかし，内省を取れない以上，乳児が「黒いエリアを削って絵を見たい」という意図を持って黒い画面を削っていたのかどうかについては，さらに慎重に検討していく必要がある．そこで我々は動物を対象とした連合学習の実験において用いられている目標の価値評価の有無を検証する方法を乳児に応用することにした．動物を対象とした検証では，自分の行為によって得られる結果の価値を変えて，学習した行為の生起率が変化するかどうかを評価する revaluation という手法がある．たとえば，レバーを押して餌を得られることを学習したラットでは餌の価値が下がるとレバー押しの頻度も下がるが，前頭葉を除去したラットの場合，得られる餌の価値が下がっても学習した行為を盲目的に続けてしまうという（Balleine & Dickinson, 1998）．すなわち，ゴールの価値評価が存在していれば，ゴールの価値を変化させると，それに応じた行為の調整が行われるのである．

我々は，アイ・スクラッチ課題における乳児の視線運動が，単純な注視の連鎖（habit）なのか，それともゴールの価値に応じた意図的なコントロールであるかを明らかにするため，ゴールの価値を変えた実験を実施した．具体的には削りだされる絵や写真をグレースケールの画像に差し替えた（図 2（右））．

もし乳児が背後に隠された絵を削り出したいというゴールの価値評価に応じた動機づけを持ってアイ・スクラッチ課題に取り組んでいるのであれば，ゴールの価値を低減させたグレースケール版のアイ・スクラッチ課題では，視線の意図的なコントロールが減少すると予測される．

2. 実験

被験児は 8~9 カ月の乳児 10 名（女児 4 名男児 6 名）である．この 10 名にグレースケール版のアイ・スクラッチ課題を実施した．そして，アイ・スクラッチ課題オリジナル版において主体的操作感の有無についての内省から定量化した成人の基準に基づいて，主体性ありと判断された乳児（Estimated-WA 群），主体性なしと判断された乳

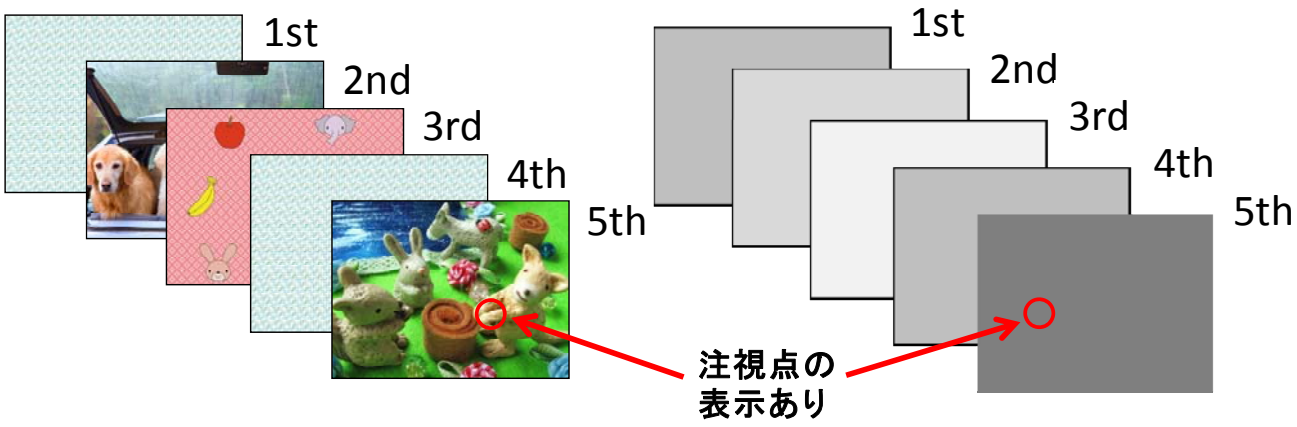


図 2　アイ・スクラッチ課題（オリジナル（左）・ゴールの価値を低減させたグレースケール版（右））

児（Estimated-WOA 群）との比較を行った．

オリジナルのアイ・スクラッチ課題は，黒いレイヤーの背景に隠されたカラフルな絵を 5 枚，順番に 30 秒ずつ見てもらう課題である（図 2（左））．今回の実験では背景のカラフルな絵をシンプルなグレースケール画像に差し替えることによって，ゴールの価値を低減させた（図 2（右））．それ以外の手続きは全てオリジナル版のアイ・スクラッチ課題と同様であった．

そして，Takahashi et al., (2012)に従い，次の 2 つの観点から分析を行った．まず，ひとつ目の分析対象は 5 枚目の呈示中に挿入された 10 秒間の Gaze-contingency 違反フェーズにおける視線の探索行動である．以前の分析から，行為の主体感を抱き，意図的なコントロールを伴って課題を遂行した成人では，違反フェーズでより積極的に黒いエリアを注視した一方で，Gaze-contingency に気づかなかった成人では，削り出されたカラフルな絵の方をより長く注視したことが示されている．また，ルール違反フェーズにおける黒いエリアの注視率は，行為の主体感と意図的な視線のコントロールに対する内省を高い確率で予測できることが分かっている．

二つ目の分析対象は，課題中に削った面積の割合である．先のデータから行為の主体感を抱き，意図的な視線のコントロールを行ったと報告した成人では，課題後半になるに従ってより広範囲の黒いエリアを削っていたことが分かっている．

3. 結果

グレースケール版アイ・スクラッチ課題に参加した乳児は，映像呈示の 5 枚目の呈示時間内に起こる 10 秒間の Gaze-contingency 違反フェーズにおいて，視線による探索行動を示した．これは，オリジナル版の課題で得られた結果と同様の傾向であった（図 3（左））．また，オリジナル版では試行を重ねるにつれて黒いエリアを削った面積が広がったのに対し，グレースケール版ではそのよ

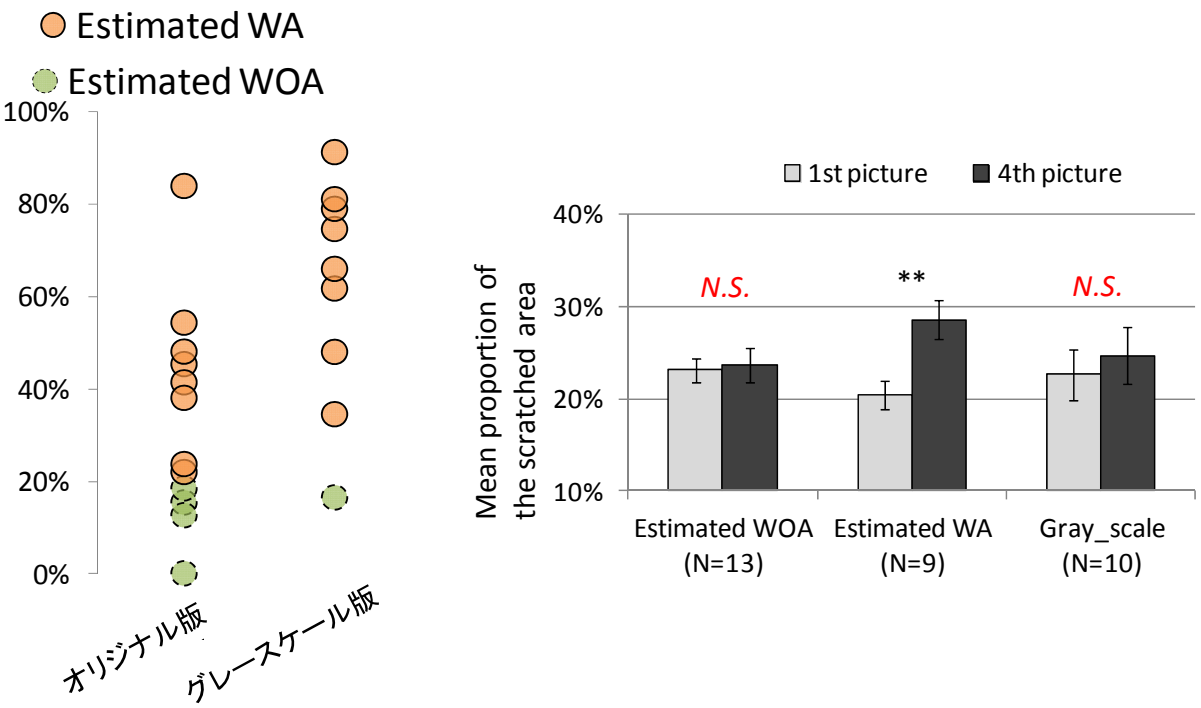


図 3　（左）Gaze-contingency 違反中に黒いエリアを探索的に注視した割合（個人データのプロット）．グレースケール版でも高い割合で黒いエリアを注視する被験児が多かった．
（右）オリジナル版のアイ・スクラッチ課題で主体感の有無を推定された乳児群とグレースケール版の乳児群との比較．推定主体感ありの乳児では面積の増加が顕著だが，推定主体感なし・グレースケール版では削った面積の増加は見られない．

うな傾向が見られなかった（図 3（右））.

これらの結果は，グレースケール版のアイ・スクラッチ課題では，乳児は自分の視線と画面の変化の随伴関係に敏感ではあるが，視線運動の意図的なコントロールをしていなかったと示唆される.

4. 考察

自分の行為の結果得られる目標の価値を低減させたことにより，積極的に視線を動かして黒い覆いを削ろうという意図性が失われた. このことは，アイ・スクラッチ課題における乳児の視線運動は目標の価値評価により調整される意図的なコントロールであることが示唆された.

参考文献

[1] Rovee-Collier, C.K., Sullivan, M.W., Enright, M., Lucas, D., & Fagen, JW. (1980) “Reactivation of infant memory”, Science, Vol. 208, No. 4448, pp. 1159-1161.

[2] Kalnins, I.V. & Bruner, J.S., (1973) "The coordination of visual observation and instrumental behavior in early infancy", Perception 2(3) pp. 307-314.

[3] Butterworth, G. & Hopkins, B. (1988) “Hand-mouth coordination in the new-born baby”, British Journal of Developmental Psychology, 6, pp. 303-314.

[4] AL van der Meer, A.L., van der Weel, F.R., & Lee, D.N. (1995) “The functional significance of arm movements in neonates”, Science, 3, Vol. 267 no. 5198 pp. 693-695.

[5] 宮﨑美智子, 高橋英之, 岡田浩之, 開一夫. (2011). “自己認識における運動主体感の役割と発達メカニズム”, 認知科学, 18(1), 9-28.

[6] 高橋英之・宮﨑美智子, (2011) “自己・他者・物理的対象に対して構えを変える脳内メカニズムと自閉症スペクトラム障害におけるその特異性”, 心理学評論 54(1), pp. 6-24.

[7] Takahashi, H., Miyazaki, M., Okada, H., & Omori, T. (2012) “Can young infants be aware of the self-conducted volitional movement on a computer display?”, Proceedings of the 19th international conference on infant studies.

[8] Balleine, B.W. & Dickinson, A. (1998) “Goal-directed instrumental action: contingency and incentive learning and their cortical substrates” Neuropharmacology 37, pp.407–419.

注視から認知過程へ：ベイズ統計による次元選択・潜在集団の推定

Eye Movements to Cognitive Processes: Bayesian Dimension Selection and Latent Group Estimation

日高　昇平(Shohei Hidaka)
shhidaka@jaist.ac.jp
北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科

Daniel Yurovsky
dyurovsk@indiana.edu
Department of Psychological and Brain Sciences
Indiana University

Rachel Wu
r.wu@bbk.ac.uk
Centre for Brain and Cognitive Development
Birkbeck, University of London

乳児の注視パタンから認知過程の推定

近年の乳児の認知研究の多くは、視線パタンの分析によって成り立っている (Aslin, 2007)。 Fantz(1964)の２ヶ月児の視覚記憶に関する画期的な注視行動研究以来、馴化法やその他の関連手法は認知発達を調べるための基本的な方法論である。しかし、視線の分析は他の多変量データ(e.g., fMRI や EEG などの脳機能計測)と同様に、適切な次元の選択、非線形性による解釈の困難性などの問題を抱えている(Yu, Yurovsky, & Xu, 2012; 日高・鈴木, 2011)。従って、観測した視線と、それを生成する潜在的な認知過程とをつなぐ仮説を適切に立てる必要がある (Aslin, 2007; Teller, 1984)。

本研究では、乳児発達研究における視線計測の抱える以下の 3 つの問題に対し、統計的モデルによる分析方法を提案する。第一に、眼球運動は極めて複雑であり、複数システムの連携によって制御されている(Aslin, 2007)。従って、モデルは複数の交絡因子を統合する必要がある。第二に、注視時間は学習と関連性が高いが、注視と学習は非線形な関係を持つ可能性がある。具体的には、学習の始めはすでに経験済みの対象へ(親近性選好)、その後、新奇な対象へ(新奇性選好)とより注視する傾向が知られている (Hunter & Ames, 1988)。従って、注視・学習の関係について柔軟なモデリングが求められる。第三に、視線計測の対象となる乳児は、発達的変化が大きな時期であり、同じ月齢群内でも発達的な個人差が大きい。もし異なる認知過程を持つ複数の潜在的な発達群に対して、１つの仮説・モデルを適合した場合、誤った結論を導く可能性がある(Siegler, 1987)。よって、モデルは潜在する複数の異なる発達群を、群数を事前に特定すること無くデータから検出する必要がある。

本研究では、以上のような問題に対する解決策として、ノンパラメトリックベイズ統計モデルに基づく分析法を提案する。このモデルを応用として、マルチモダル連想学習における社会的・非社会的な注意手がかりの効果を調べた一連の研究(Wu & Kirkham, 2010)の再分析を行った。

モデルの概要

典型的な選好注視パラダイムでは、特定の理論的な構造を反映した刺激を乳児に提示し、その乳児の行動(観測データ)は、潜在する認知メカニズムを反映すると想定する(Aslin, 2007)。この推論過程は、ベイズ統計において以下のように定式化できる。各乳児の各試行に関し、観測された視線パタン(D)から、それを最もよく説明するモデル(M)の決定(モデル事後確率P(M|D))が分析の目的となる。これは、あるモデルからデータが生成される確率(P(D|M))と、モデルに関する仮定(P(M))から、ベイズの定理により計算できる(式 1)。

$$P(M|D) \propto P(D|M)P(M) \quad (1)$$

図１に各確率変数の従属関係を示す。試行ごとに、ある乳児(i)はある実験刺激(e)を提示され、その視線パタン(d)が、特定関心領域(AOI)毎の注視時間の割合として符号化される。この注視時間(d)は、実験刺激(e)と潜在的な認知過程(s)の組み合わせにより生成される注視傾向(θ)から得られる。分析の目的は、認知過程モデルに関する仮定(σ)に表現される、より簡潔な潜在認知過程(s)を選択する事である。以上の１乳児に関するモデルは、乳児集団モデル(z)から階層的に生成される。乳児集団の数は、事前尤度(α, γ)に基づくディリクレ過程で決定される。

この統計モデルでは、前述の複雑な交絡因子の選択、親近性・新奇性選好の非線形性、発達的な個人差の３つの問題が、それぞれ、簡潔なモデル選択(σ)、モデルの非線形項(s)、乳児集団のノンパラメトリックな選択(z)により解決される。

シミュレーション

提案モデルの有効性を検討するために、まず真の認知過程が明らかである人工データの分析を行った。このシミュレーションでは、それぞれ、複数の特徴量をそれぞれ小さな誤差の範囲で推定可能であり(図 2)、また非線形な選好性(図 3)、そして複数の発達群(図 4)を高い確率で推定できることを示した。この結果から、前述の、多変量交絡因子、非線形性、複数の発達群の問題のそれぞれに対する有効性を確認した。

経験的な注視データの分析

視聴覚刺激の連想学習における社会的・非社会的な注意手がかりを調べた Wu & Kirkham (2010)の研究を事例として、提案モデルによる再分析を行った。この実験では、特定の視覚刺激と聴覚刺激を対として提示し、同時に提示される視聴覚刺激対の連想学習を、ターゲットとなる視覚刺激への注視時間を指標として検討された。特に、8 ヶ月児の視聴覚刺激の連想学習における社会的・非社会的な手がかりの学習促進効果の違いに焦点が当てられ、手がかりなし条件を含めた３条件における学習成功率が分析された(図 5)。

モデルでは、刺激の顕著性、場所バイアス、手がかりの効果、連想学習の効果のそれぞれを表すパラメタによって認知過程を定式化した。前述のベイズ推定の結果、条件ごとに複数の乳児集団とその手がかり効果・連想効果が特定された(図 6)。この結果から、Wu & Kirkham (2010)と同様に、連想効果は、全体として社会的(Face)>非社会的(Square)>手がかりなし(NoCue)条件の順に高かったことを確認した。一方、先行研究に加えて、複数の潜在的な乳児集団がある事が示された。いずれの条件でも少数の学習成功者がいる一方で、多数の学習失敗が見られ、この学習失敗群で条件間差が見られる事が明らかになった。以上のより深い分析結果は、本研究で提案する階層ベイズモデルを用いた一つの利点であると考えられる。

まとめ

これまでに、注視行動の分析は、乳児の認知発達の理解に多大な貢献をしてきた。しかし、先行研究での分析は定性的であり、想定された「効果の有無」のみが主に検討されてきた。一方、本研究の提案手法は、「なぜ」「どのように」視線データが生成されたのか、より定量的な理解を与える。従って、複雑な仮説を定式化し、定量的な予測を得て、さらに、複数の関連実験に関して、同一のフレームワークの中で仮説の検証が可能になった。本手法は、既に示した実験事例のみならず、他の一般的な実験にも応用可能であり、更なる発達研究への理論的な貢献が期待される。

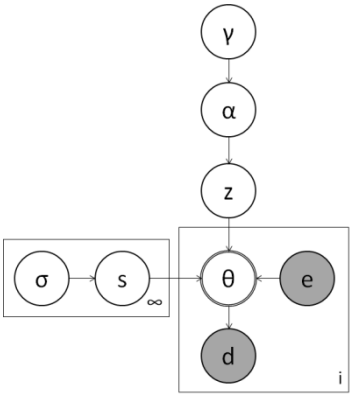


図 1: 生成された視線データ(d)，実験設定(e)，とそれをつなぐ認知過程パラメタ(s)の関係を表す統計的従属関係を表すグラフィカルモデル.

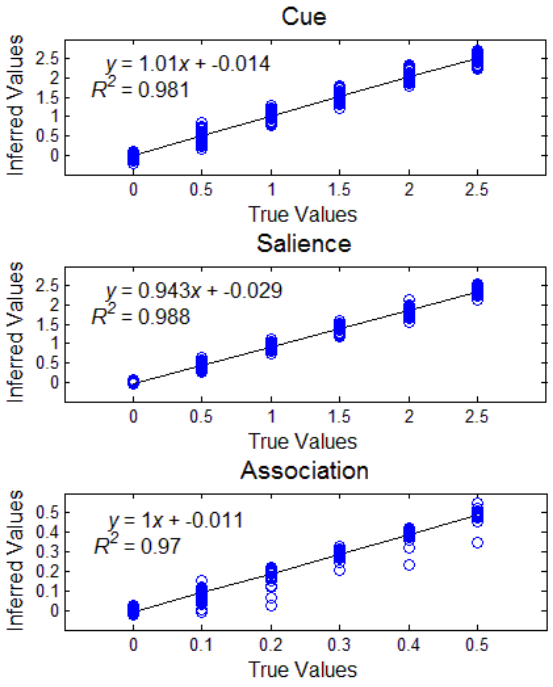


図 2: 推定されたパラメタとシミュレーションにおける真の値。複数の特徴量(cue, salience, association)に関し、小さな誤差で推定できた。

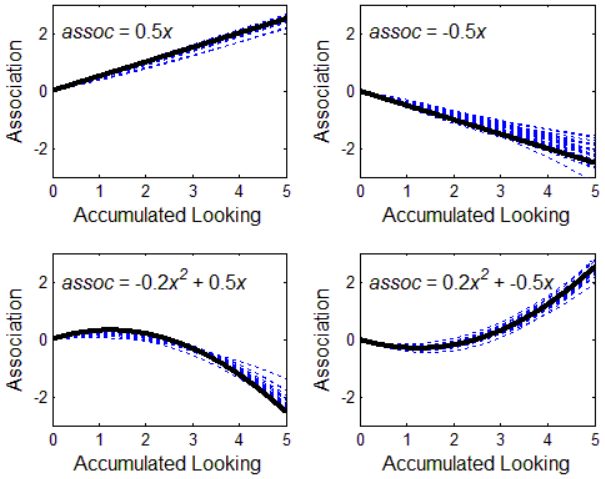


図 3: 特徴と累積注視時間の線形・非線形な関数に関して、 それぞれモデルは正しい多項式次数を選択した。

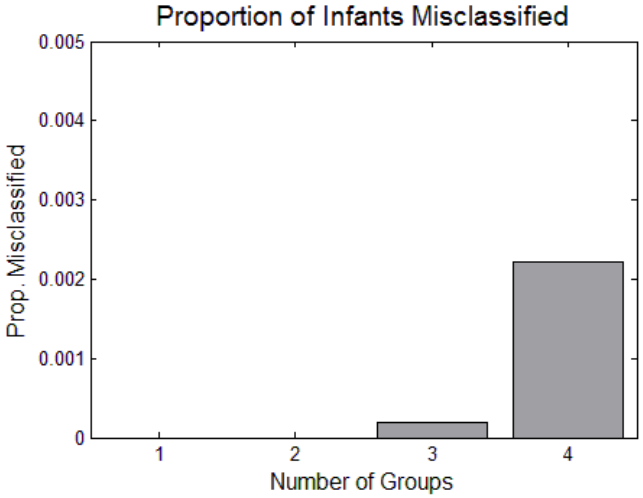


図 4: 1-4 の潜在的な発達群に対して、高い確率でモデルは正しく、性質の異なる乳児集団を推定した。

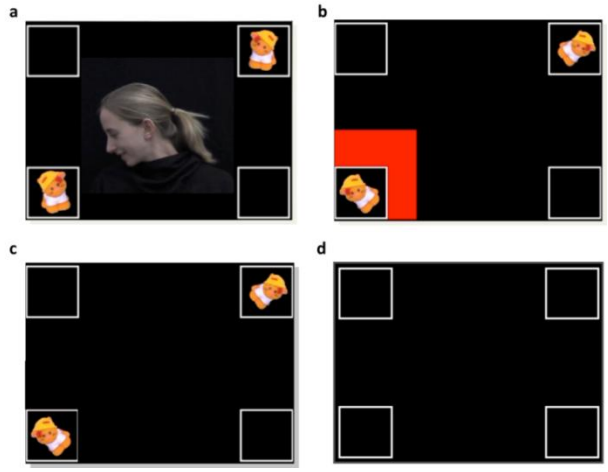


図 5: Wu & Kirkham (2010)の実験における訓練・テスト試行。音刺激とともに条件ごとに３つの視覚刺激が提示された。社会的手がかり条件(a)：顔の方向が連想関係にある１つの刺激を示す。非社会的手がかり条件(b)：刺激を囲む赤い四角により連想関係にある１つの刺激を示す。手がかりなし条件(c)：学習する刺激と音以外に手がかりは与えられなかった。テスト(d)：４つの空白とともに音刺激のみ提示された。

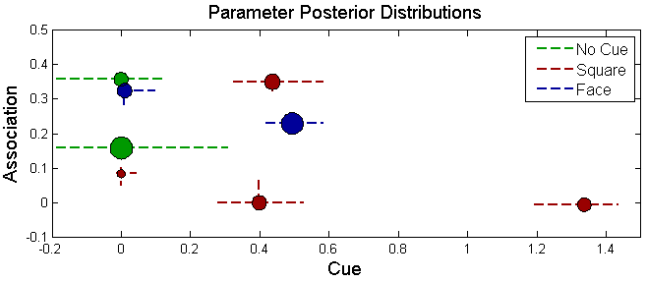


図 6: Wu & Kirkham (2010)の実験データに対し、推定された、手がかり、連想関係パラメータの事後分布。各円は乳児集団のパラメタ中央値を表し、円のサイズは集団の相対的な大きさを表す。点線は、集団内でのばらつき(68%区間)を表す。

Acknowledgments

This research was supported by a NSF Graduate Research Fellowship and NSF East Asia Pacific Summer Institute Fellowship to DY, two BPS Postgraduate Study Visits Award to RW, and Grant-in-Aid for Scientific Research B No. 23300099 to SH. The authors are grateful to Natasha Kirkham and the members of the Smith, Yu, and Shiffrin Labs for discussion

References

Aslin, R. N. (2007). What's in a look? *Developmental Science*, *10*, 48-53.

Fantz, R. L. (1964). Visual experience in infants: Decreased attention to familiar patterns relative to novel ones. *Science*, *146*, 668–670.

Hunter, M.A., & Ames, E.W. (1988). A multifactor model of infant preferences for novel and familiar stimuli. In L.P. Lipsitt (Ed)., *Advances in child development and behavior* (pp. 69-95). New York: Academic Press.

Jackson, I., & Sirois, S. (2009). Infant cognition: going full factorial with pupil dilation. *Developmental Science*, *12*, 670-679.

Shiffrin, R. M. (2010). Perspectives on modeling in cognitive science. *Topics in Cognitive Science*, *2*, 736-750.

Siegler, R. S. (1987). The perils of averaging over strategies: An example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, *116*, 250-264.

Spelke, E. S. (1998). Nativism, empiricism, and the origins of knowledge. *Infant Behavior and Development*, *21*, 181-200.

Teller, D. Y. (1984). Linking propositions. *Vision Research*, *24*, 1233-1246.

Wu, R., & Kirkham, N. Z. (2010). No two cues are alike: Depth of learning during infancy is dependent on what orients attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, *107*, 118-136.

Yu, C., & Smith, L. B. (2011). What you learn is what you see: Using eye movements to study infant cross-situational word learning. *Developmental Science*, *14*, 165-180.

Yu, C., Yurovsky, D., & Xu, T. (2012). Visual data mining: An exploratory approach to analyzing temporal patterns of eye movements. *Infancy*, *17*, 33-60.

日高昇平，鈴木義彦（2011）．目は口ほどに物言う：注視ダイナミクスと類似性判断の関係.，2011 年度日本認知科学会第 28 回大会 発表論文集(P2-34)

言語経験による音象徴処理の変化
Linguistic experience alters the processing of sound symbolism: An EEG Study

浅野 倫子[1,2,3], 北城 圭一[4], Guillaume Thierry[5], 喜多 壮太郎[6], 岡田 浩之[3], 今井 むつみ[2]
Michiko Asano, Keiichi Kitajo, Guillaume Thierry, Sotaro Kita, Hiroyuki Okada, Mutsumi Imai

[1] 日本学術振興会, [2] 慶應義塾大学, [3] 玉川大学, [4] 理化学研究所BSI,
[5] Bangor University, [6] University of Birmingham
asano@sfc.keio.ac.jp

Abstract

Sound symbolism refers to a non-arbitrary relationship between linguistic sounds and meanings. Sound symbolism has been discussed in relation to the ontogenesis of language. Our previous ERP study revealed that preverbal infants who are just about to start word learning show the N400 response to sound symbolically mismatched speech sound-visual shape pairs, suggesting that the infants detected semantic anomaly in this case. Most of lexical words are, however, not sound-symbolic, and sound-meaning correspondence does not necessarily provide reliable information for semantic processing. In this study, we tested adults using the same sound-symbolically matched/mismatched stimuli as in our previous infant study. Adults showed no N400 effect, but showed a response resembling the P600, which is said to reflect re-evaluation process of stimuli, to sound-symbolically incongruent pairs. The results suggest that linguistic experience alters the processing of sound symbolism; adults do not process sound symbolism in a regular semantic network.

Keywords — Sound Symbolism, Linguistic Experience, Electroencephalogram

1. 研究の背景と目的

「キピ」という非単語の音に尖ったイメージを感じる人は多いだろう。また、「ぴょんぴょん」のような擬態語の意味は直感的に理解しやすい。これらのような、言語音と意味（概念）との間の恣意的ではない結びつきのことを音象徴という。一般的に言葉とは、意味や概念に恣意的に付けられた抽象的なシンボルであるが[1]、音象徴を含む言葉は抽象度の低いシンボルとして考えることができる。そのため音象徴は、言語の原型だと推測されたりと、しばしば言語進化や言語発達との関連において論じられてきた（[2][3][4]など）。

筆者らのこれまでの研究では、前言語期の乳児でも音象徴に対する感受性があり、それが語意学習において促進的役割を果たす可能性が明らかにされている[5]。この研究では、言葉を話せるようになる前である生後 11 カ月の乳児に対して、音象徴の適合性を操作した新奇語音声と新奇視覚図形の組み合わせを提示し、脳波測定により反応を調べた。その結果、音声と図形の組み合わせが音象徴的に不適合な場合は、適合的な場合に比べて大きな N400 成分（刺激の提示後 400ms 付近での陰性成分）が見られた。N400 は通常、既知単語と誤った指示対象の組み合わせが提示されたときなど、意味的な逸脱に対して生じる事象関連電位であることから[6]、乳児は新奇語と新奇図形の組み合わせが音象徴的に適合している場合、あたかもそれが既知語とその指示対象の組み合わせであるかのように振舞ったと考えることができる。語意学習をするためには、何よりもまず、音声が単なる音の羅列ではなく、何らかの指示対象を持つことに気づく必要がある。音象徴では音と意味の間に恣意的ではないつながりがあることから、音象徴がその「気づき」を得るのを助け、その後の言語音と意味の結びつけ作業、すなわち語意学習の足がかりとなっている可能性がある。

しかし、世の中に実在する単語のほとんどは音象徴を含まず、言語音と意味（指示対象）の組み合わせは恣意的である[1]。11 カ月児のように、音象徴的な不適合性を意味逸脱として処理してしまうと、言語処理の妨げとなりかねない。成人でも音象徴に対する感受性があることは良く知られているが[4][7]、乳幼児のそれとは異なる可能性がある。そこで本研究では、言語経験によって音象徴

の脳内処理が変容する可能性について、脳波測定実験により検討した。具体的には、成人では音象徴的な不適合性に対して N400 ではなく他の事象関連電位が見られると予測した。

2. 方法

日本語を母語とする成人 16 名が実験に参加した。被験者の課題は、画面に視覚提示される新奇図形と、それに重ねて聴覚提示される新奇語音声を受動的に見聞きすることであった。頭皮上の 30 電極にて課題遂行時の脳波を測定した。図形には丸みを帯びたものと尖ったものの 2 種類、音声には「きぴ」と「もま」の 2 種類があり、これらの組み合わせについて、図形と音声が音象徴の観点から適合的、不適合的の 2 条件が設けられた。実験刺激例と 1 試行の流れを図 1 に示す。これらの刺激および実験手続きはすべて、著者らによる先行研究[5]の 11 カ月児を対象とした実験と同一であった。実験終了後、刺激図形と刺激音声についての再認課題を実施し、被験者が実験刺激をきちんと見聞きしていたことを確認した。

3. 結果

典型的に N400 が現れる、頭皮上中心部の電極での、刺激提示後 351-550 ms の脳波の平均振幅を調べたところ、音象徴の適合性による効果は一切見られなかった（平均振幅について、音象徴の適合性×頭皮上中心部に位置する C3、Cz、C4、CP3、CPz、CP4 の 6 電極の被験者内 2 要因分散分析を行った結果、位置の主効果のみが有意であり[$F(5,75) = 4.11$, $p < .01$]、音象徴の適合性による主効果および交互作用は無し[それぞれ $p = .40$、$p = .89$])。これはすなわち、音象徴的に不適合な音声と図形の組み合わせに対して、N400 は生起しなかったことを意味する。一方、中心部から頭頂部にかけての領域では、不適合条件では適合条件に比べて、刺激提示後 601-900ms の脳波の平均振幅が有意に陽性寄りであり、P600 として知られる事象関連電位に似た脳波反応が現れていることが明らかになった（平均振幅について、音象徴の適合性×頭皮上中心～頭頂部に位置する C3、Cz、C4、CP3、CPz、CP4、P7、P3、Pz、P4、P8 の 11 電極の被験者内 2 要因分散分析を行った結果、音象徴の適合性の主効果および位置の主効果が有意［それぞれ、$F(1,75) = 4.83$, $p < .05$; $F(10,150) = 8.55$, $p < .01$]）。P600 は統語的逸脱に対する反応として知られるほか[8]、刺激全般の再解析プロセスを反映すると言われている[9]。例として、中心部の電極である Cz と、頭頂部の電極である P3 における脳波波形を図 2 に示す。

4. 考察

先行研究[5]の 11 カ月児の結果とは異なり、成人では、音象徴的に不適合な音声と図形の組み合わせに対して N400 は見られず、代わりに P600 が見られた。これらの結果から、語意学習を始める直前の乳児と、言語に熟達した成人とでは、音象徴の処理のしかたが異なることが明らかになった。乳児は新奇語に出会ったとき、その語に含まれる音象徴性を利用して語音と意味を即時に結び付けようとする。しかし言語経験を積んで、語音と意味の関係性は基本的には恣意的であることを学ぶと、そのような音象徴に頼った意味処理は行わなくなるものと推測される。ただし成人は、語音と意味を即時に結びつけることはしなくても、その関係性の評価は行っており、それが P600 という事象関連電位に反映されていると考えられる。本研究の結果は、抽象度の高いシンボルである言語を身に着ける過程上で、必要な時期に必要な形で音象徴が利用されることを示唆する。

参考文献

[1] de Saussure, F., (1983) “Course in general linguistics”, La Salle, IL: Open Court (Original work published in 1916. Translated by Harris R).

[2] Cytowic, R.E., & Eagleman, D.M., (2009) “Wednesday is indigo blue - discovering the

brain of synesthesia", Cambridge, MA: MIT Press.

[3] Imai, M., Kita, S., Nagumo, M., & Okada, H., (2008) "Sound symbolism facilitates early verb learning", Cognition, Vol. 109, pp. 54-65.

[4] Ramachandran, V.S., & Hubbard, E.M., (2001) "Synaesthesia - a window into perception, thought and language", Journal of Consciousness Studies, Vol. 8, pp. 3-34.

[5] Imai, M., Asano, M., Arata, M., Kita, S., Okada, H., Kitajo, K., & Thierry, G., (2011) "Eleven month-old infants detect sound symbolism: Evidence from an ERP study", Boston University Conference on Language Development (BUCLD) 36, Boston, USA (November 2011).

[6] Kutas, M., & Federmeier, K.D., (2011) "Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP)", Annual Review of Psychology, Vol. 62, pp. 621-647.

[7] Nygaard, L.C., Cook, A.E., & Namy, L.L., (2009) "Sound to Meaning Correspondences Facilitate Word Learning", Cognition, Vol. 112, pp. 181-186.

[8] Coulson, S., King, J.W., & Kutas, M., (1998) "ERPs and domain specificity: Beating a straw horse", Language and Cognitive Processes, Vol. 13, pp. 653-672.

[9] Friederici, A.D., (2002) "Towards a neural basis of auditory sentence processing", TRENDS in Cognitive Sciences, Vol. 6, pp. 78-84.

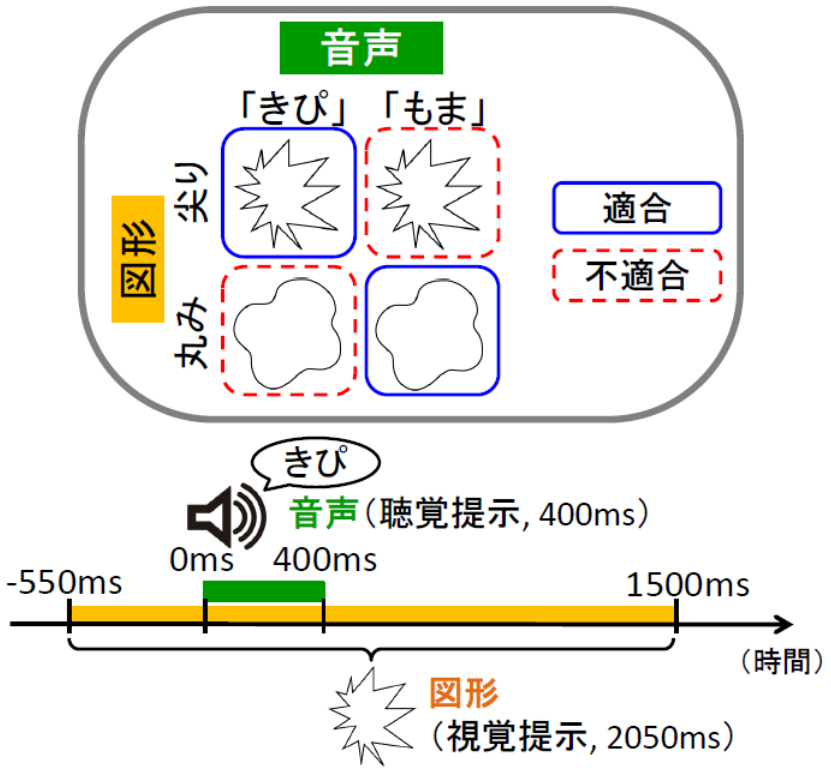


図 1　実験刺激と 1 試行の流れ。丸みを帯びた図形と尖った図形はそれぞれ 20 種類ずつ用意された中から毎試行ランダムに選ばれた（全 240 試行）。

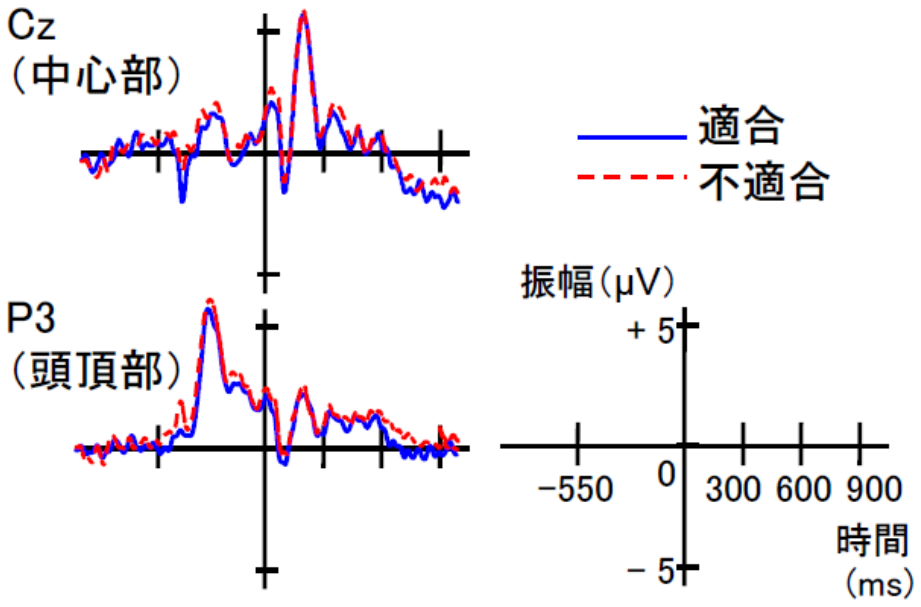


図 2　頭中心部の電極（Cz）と頭頂部の電極（P3）における事象関連電位。横軸の-550ms は図形の視覚提示、0ms は音声の聴覚提示の開始時点に相当する。

思い出工学：タイムカプセルによる思い出の保管の検討
Personal memories from personal things within a time capsule

新垣 紀子†，北端美紀‡，松岡裕人‡‡，高田敏弘‡‡‡，折戸朗子，
望月崇由††，大和田龍夫††

Noriko Shingaki, Miki Kitabata, Hiroto Matsuoka, Toshihiro Takada, Akiko Orito,
Takayoshi Mochizuki, Tatsuo Owada,

†成城大学† NTT未来ねっと研究所‡ NTTサイバーソリューション研究所‡‡
NTTコミュニケーション科学基礎研究所‡‡‡NTTレゾナント株式会社††
Seijo University, NTT Network Innovation Laboratories, NTT Cyber Solutions Laboratories,
NTT Communication Science Laboratories, NTT Resonant Inc.
shingaki@seijo.ac.jp

Abstract

What and how should we save our personal memories? Many people take pictures and/or write diaries to preserve their memories. In this study we report an attempt to save our personal recollections using a time capsule.

Keywords — Omoide, personal memory, time capsule

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に東日本大震災が起こって以降、”思い出”が話題に上ることが多い。東日本大震災では、津波によって多くの家や個人の貴重な所有物が泥水にさらされるという大変いたましい事が起こった。被災者たちの大切な思い出の詰まったアルバムや写真を少しでもきれいにして、持ち主に返そうというさまざまな取り組みも行われた。気仙沼での「思い出は流れない」写真救済プロジェクトや、山元町写真サルベージプロジェクトなどが知られている。一方で、東日本大震災で起こった悲劇を忘れないために、震災の映像などの記録を保存する取組も行われている。私たちは、思い出のために、何を残すべきなのだろうか。本研究では、タイムカプセルに自分の大切なものを保管するという実験を通して、思い出とは、何かということを考察したい。

2. 思い出工学

心理学や認知科学の分野では、人間の記憶について、これまでさまざまな研究がなされてきた。その中でも近年は、目撃証言がなぜ信頼できないかといった個人の持つ多様な記憶の特徴に、興味が持たれるようになってきた(ロフタス・ケッチャム 2000)。思い出は、私たち人間にとって大切なものであるが、思い出とは何で、記憶とどのように違うものだろうか。野島（2004）は、「思い出」を、個人に属し、個人が管理し、個人が楽しむ情報コンテンツ（および事物）であると定義している。この定義がなされたのは、ウェブサービスやデジタルカメラで撮る写真のようなデジタル情報が、私たちの身近に存在するようになり、これらを利用することで、さまざまな個人情報を手軽に記録・保管できるようになった時期であった。例えば、マイクロソフト社による MyLifeBits Project （Bell & Gemmell、2007）に代表されるように、自分の人生で見たものや体験したことをデジタルデータにして全ての記録を残そうというライフログという試みもなされた。デジタルデータによる記録は、思い出の品を整理することにも用いられた。例えば、子どもが成長過程で描いた絵をデジタルカメラで撮影することで、電子データとして保管し、実物は捨ててしまうというような使い方である。デジタルデータは、日常生活でたくさん生み出される大切なモノを整理する手段としても役立つ。一方でデジタル情報が保存されているメディアの寿命が一般的に短く、それを数

年後、あるいは数十年後に見ることができるかどうかが確かではないという問題もある。これを野島は「思い出の危機」とよび、それを技術で支援するのが「思い出工学」であるとした（野島, 2004）。野島（2009）は、思い出は、自分が何者であるか、どのようになろうとしているのを語ろうとして思い出されるため（黒川・大塚・小野, 2003）、思い出の定義を、過去の出来事そのものではなく、過去の出来事に意味や価値を付加したものであり、記録や記憶を手掛かりにして自分が作り出す「物語」としている。

著者らは、自分の大切なものを保管する手段として、タイムカプセルを用いて、そこに保存したものと、そのものに関する思い出に関して検討を進めている（野島, 2006; 新垣・北端・高田・折戸・望月・大和田, 2012 ）。本報告では、2003 年に開催されたタイムカプセルワークショップの参加者が、2012 年 11 月の開封を目前にして、9 年前のワークショップのことや、自分がタイムカプセルに入れた品物について、どのようなことを記憶しているかを調査した。このような調査に基づいて、思い出の品のデジタルデータは、思い出の保存に対して有効なのか、大切な品に関する語りの記録は必要なのかを検討する。

3. タイムカプセルとは何か

タイムカプセルとは、封印して、一定期間経った後に開封するものである。それは様々な目的で作られるが、タイムカプセルは必ずしも自分が開封するのではなく、その時代の文明を後世に残すという目的で作られるものも多い。国際タイムカプセル協会(ITS, 2012)。では、タイムカプセルを作るためのヒントを示している。タイムカプセルは地中に埋められることもあるので、中に水が入って封入したものが侵食されないように、容器を良く選ぶことや、内容物をよく吟味すること（腐るものなどは入れるべきでない）、さらにタイムカプセルの存在や、埋めた場所が忘れられることが多いので、忘れないようにする工夫が重要であるとしている。タイムカプセルの実例としては、1970 年の日本万国博覧会の際に、松下電器と毎日新聞が企画して、大阪城公園の地下に埋められたタイムカプセルがある。2 つ同じタイムカプセルが作成され、1 つは、2000 年に開封されたが、もう一つは、5000 年後に開封予定である。このような大規模なタイムカプセルだけでなく、学校の卒業のイベントとして、卒業生が成人するまで校庭に埋められるタイムカプセルも多い。

4. 目的

大切なものを保存する場所として、信頼できるタイムカプセルがあったとしたら、それは、有効な保存場所だろう。タイムカプセルに保存することができるとき、人はどのようなものをタイムカプセルに入れるのだろうか。そして、保存するのは、それらの実物は必要なのだろうか。写真のようなデジタルデータでもよいのだろうか。あるいは、実物だけでも不十分でそれらがなぜ大切なのかを示す語りも必要なのだろうか。本調査では、これらを明らかにするための第一段階として、2003 年に封印したタイムカプセルを開封する前に、ワークショップ参加者が、9 年前にタイムカプセルワークショップの出来事や、タイムカプセルに入れたものについて、どのように記憶しているかを調査することとした。

5. 方法

調査対象者：

2003 年秋に開催されたタイムカプセルを作るワークショップ（NTT インターコミュニケーション・センター［ICC］で開催された企画展「記録と表現―アーカイヴを作る・使う」（ ICC, 2003 ）の参加者は、15 名（2003 年時点で、小学生 2 名、大学生 1 名、社会人および主催関係者 2 名を含む）であった。本調査ではその中で、小学生 1 名、社会人 1 名にインタビュー調査を行なった。

1. 調査項目：

2003 年のタイムカプセルワークショップでは、参加者には、「タイムカプセルに入れたいあなたの

大切なものを持ってきてください」とあらかじめ伝えていた。ワークショップ当日は、ワークショップ主催者の品と合わせて 15 名の大切な品がタイムカプセルに入れられた。タイムカプセルの中には、「思い出の品」、「思い出を語ったビデオ」、「3D のデータ」とそれを表示するための「プログラム CD」が入れられた。本研究では、以下の 5 段階について、タイムカプセルに保存したものに対する参加者の思いやそれに基づく記憶を調査することにより、タイムカプセルに思い出の品を保存するときに、何を保存するべきなのかを検討する予定である。

1. 2003 年のワークショップにおける大切な品に対する語り
2. 9 年後のタイムカプセル開封前の記憶
3. タイムカプセル開封時、デジタルデータを見たとき想起されること
4. 開封後、実物に触れたときに想起されること
5. 2003 年の語りを知り、想起されること

本稿では、第 1 段階として 2003 年の思い出を語ったビデオの記録に基づいて、2012 年現在、参加者が自分がタイムカプセルに入れたものについてどのように記憶しているかについてのインタビュー調査の結果を報告する。

6. 結果

2003 年のワークショップにおいて、参加者間の議論により、タイムカプセルの開封日は、9 年後と決められた。最年少の参加者である小学生 2 人が成人する年でちょうど日曜日にあたる、2012 年 11 月 18 日と決められた。参加者へ開封日の案内を通知するとともに、インタビュー調査を行った。

1. タイムカプセルに何を保存するのか

タイムカプセルに保存するために参加者が持参したものを表 1 に示す。タイムカプセルに入れたものは、多様なものがあったが、大きくまとめると、自分が大好きだった本や音楽、自分が悩みを打ち明け続けたぬいぐるみなど、自分が深く関わったものが多くみられた。また、同じように自分がかかわったものであるが、日記や、特別な作品など、自分で製作したものなど、思い出の品となるようなものが多くみられた。中には、タイムカプセルを開封するときの未来の自分へ向けた手紙のように、タイムカプセルに保存するために、作成されたものもあった。その他のものとしては、ある出来事の思い出を示す品や、大切にしている貴重品などであった。

2. 9 年前に封印した品に対するタイムカプセル開封前の記憶

タイムカプセルワークショップ参加者は、9 年の年月を経て、タイムカプセルに自分が封印したモノについて、あるいは、それに関連する思い出についてどのように考えているのだろうか。思い出の保存の仕方の一つとして、タイムカプセル保存するということはどのような意味があるのだろうか。9 年前に封印したタイムカプセルを開封する前に、自分のタイムカプセルと未来の自分への手紙（図 1：左）を入れた小学生 1 名（表 1 の参加者 H）と、高校時代のスケッチブック（図 1：右）を入れた社会人 1 名（表 1 の参加者 K）にインタビューを行った。インタビューの結果を表 2 に示す。

今回インタビューした参加者は、2 人とも、思い出の箱のようなものに、残したいものを保管するという試みを普段から行っていた。2003 年当時、小学 5 年生だった参加者 H は、表 2 に示すように、もともとタイムカプセルのような箱を作って、そこに自分の日記や、未来の自分に宛てた手紙を入れ、しばらくした後に開封するという趣味があった。その趣味がきっかけで、ワークショップに参加することになり、自分のタイムカプセルと、未来の自分へ宛てた手紙を書いて入れている。タイムカプセルの開封日が 9 年後の 2012 年であることは、ワークショップの話し合いで決められたことであるが、10 年後を想定して、あらかじめ手紙を書いて持ってきていた。タイムカプセルに入っている日記や手紙を読むと、その日記を書いた時期の自分が語りかけてくるように感じる感触が

好きだったので、同様に作ったものを今回のタイムカプセルにも入れている。タイムカプセルに入れることは、封印してアクセスできないことで、封印した当時の気持ちに新鮮に触れることができると感じている。参加者 H は現在大学生であるが、小学校時代の友人と会っても近況報告が多く、なかなか小学校時代を振り返ることはしないようである。

もう一人の社会人参加者 K は、自分を表現することが苦手だったが、のびのびと自分を表現できるきっかけとなったアートの学校における作品で、自分の最も濃密な時代に力を入れて描いたスケッチブックをタイムカプセルに入れていた。これは、思い出の品になるようなものだろう。タイムカプセルに入れなかったほかのスケッチブックは手もとにあるので、生活の中で増えていく新しいものに、負けてしまうように感じたという。タイムカプセルに入っているスケッチブックは、特別なものとして残っているように感じており、タイムカプセルは、封印した当時の気持ちをそのまま閉じ込めるものではないかとインタビューに回答した。

図 1　タイムカプセルに保存されている品
（左：小学生のタイムカプセルと手紙：参加者 H
右：スケッチブック：参加者 K）

3.　10 年後に開封するタイムカプセルに、現在入れたいものは何か

今回のインタビューでは、今、10 年後に開けるタイムカプセルがあるとしたら何を入れるかということを聞いている。当時小学生だった参加者 H は、やはり同じように未来の自分に対する手紙だと答えているが、小学生にとっての 10 年後と、大学生になった時点での 10 年後は意味が違うので書く内容は変わると思うと語っていた。大学生になって、自分の将来像が小学生のときよりも、明確になったためのようである。

一方社会人の参加者 K は、昔は、自分の思い入れのある仕事の成果物などを保存していたが、出産してからは、自分のものはどんどんそぎ落として、子どものスペースを作るようになったと語っていた。新しくタイムカプセルを作るとしたら、子どもが生まれてからこれまでの写真を入れたいと語っている。

7. 考察

1.　タイムカプセルに何を入れたのか

今回のタイムカプセルワークショップは、一般に公募して参加者を集めて行ったものである。そのため、タイムカプセルに何を入れるのかということは、どの程度、このタイムカプセルが信頼されていたかによって、変わっただろう。しかしながら、表 1 に示したように、タイムカプセルに入れたものは、自分が大切にしていたり、時間をかけて制作したり、長い時間利用したりかかわったりしたものであった。未来の自分が受け取ることを意識してタイムカプセルに入れられたものが多いと考えられる。

2.　タイムカプセルに何を残したいか

タイムカプセルを封印してから 9 年経って、どちらの参加者も必ず開封式で 9 年前に入れたものを受け取りたいと語った。今回は、小学生だった参加者 K と社会人だった参加者 H にインタビューをしたが、参加者 H がタイムカプセルに入れたものについて多くを語ったのに対して、小学生だった参加者 K は自作のタイムカプセルに複数のものを入れていたこともあり、自分がタイムカプセルに封入したものを詳細には記憶していなかった。

両者ともタイムカプセルに何を残したいかということは、9 年前と比較して時間とともに変化している。小学生の時は、9 年後に自分がどうなっているか想像できなかったと語っているように、その後、中学、高校、大学と進学し、社会と接する範囲が広がり、さまざまな体験をすることにより、一つ一つの出来事の意味や、何が大切かとい

うことは変わってきた可能性がある。また、スケッチブックを入れた参加者 K も、若い頃と出産してからでは、保存したいモノが変わったと語っている。このようなコメントから、大切なモノは変化し、それは、単なる時間の経過によるものではなく、それぞれの参加者を取り巻く状況や本人のあり方の変化に伴うのではないかと考えられる。

タイムカプセル開封前のインタビューでは、タイムカプセルに入れたものの詳細を記憶していない例も見られた。実際にタイムカプセルを開ける時に、保存したもののデジタルデータを見たり、保存したものを再び手にしたときに、何が想起されるのかということから、思い出や大切な品の保存にデジタルデータは有効なのか、大切な品に関する語りの記録は必要なのかの検討を進めていきたい。

参考文献

Bell, G and Gemmell, J (2007) A Digital Life, *Scientific American*, Vol.296, pp58-65.

ICC (2003) 「思い出の蓄え方―高リアリティ３D キャプチャーシステムを使って 21 世紀型タイムカプセルを作る」2003 年 11 月 16 日の記録 http://www.ntticc.or.jp/Archive/2003/kirokutohyougen/omoide/omoide/20031116.html （2012 年 9 月 16 日参照）

ITS (2012) International Timecapsule Society http://www.oglethorpe.edu/ （2012 年 9 月 16 日参照）

黒川由紀子・大塚伸夫・小野庄一 (2003) 『百歳回想法』, 木楽社.

ロフタス E. F.・ケッチャム K, (2000) 『抑圧された記憶の神話』, 誠信書房.

新垣紀子・北端美紀・松岡裕人・高田敏弘・折戸朗子・望月崇由・大和田龍夫 (2012) 思い出工学とタイムカプセル：9 年の時を経た「時の機械」の開封に向けて, 日本認知科学会学習と対話研究分科会資料集, Vol. 2012. No.2, pp7-13.

野島久雄 (2004) 「思い出工学」野島久雄・原田悦子編『家の中の認知科学』, 新曜社.

野島久雄 (2006) 時の機械 伝子連時, ワールドフォトプレス 新製品民俗学, Vol.1, pp106-107.

野島久雄 (2009) 個人の思い出から社会の思い出へ-思い出の心理学と博物館-, 歴博, Vol.152, pp12-14.

表１　タイムカプセルに入れたものと、それに関する語り（2003 年当時）の抜粋

	参加者	入れたもの	語り
A	20 代 学生 女性	イギリス､バースで買ったぬいぐるみと子どもの時の写真	**いろいろ私の秘密を知っているくま**なんですよ。先生に「お前ダメだ」といわれたりして､「ダメなのかな、なんであんなこというんだろう」っていうこととかを愚痴愚痴いってた。タイムカプセルと聞いて最初に浮かんだもの
B	30 代 男性	8 年間使った PDA	日本語化されていなかったバイロットっていう電子手帳を買って､､**けっこう苦労して使ったし、アクセサリで自分でつけたんですよ、**だから愛着あって､､､､
C	20 代 女性	6 年使ったハンドタオル	**高校とか中学の友達のことをまず一番に思い出すと思う**んですよ。みんなで貸して使ったりとかしてたし。**いっぱい泣いて拭ってということもしたので**。
D	小学 5 年 男性	トレーディングカードゲーム	友達から実は誕生日の時に貰ったカードで､**一番大切にしていたカードだからタイムカプセルに**､でも､やっぱり入れたくなくなってきた。どうしてもいれないとだめですか？
E	40 代 男性	子どもの頃の愛読書	読んだら楽しくなる本で、毎号でたら買って、それで**僕は「産まれた子どもに読ませるんだ」って思って**、全部、他の子どもの時に読んだ本は捨てたんだけれども、これだけはとっておいて､､
F	20 代 女性	好きな音楽を入れた MD	**今すごい好きなアーティストがいて**、3 年しか経ってないんですけど、ちょっと**解散が決まっちゃったので**。ちょうどそれが発表されたのがつい最近で、だから縁じゃないけど、解散するのは嫌なんですけど、
G	20 代 女性	研究に使っていた器具	これは秋葉原で買ったんですけど､**これを探し求めていろんな所に行ったけれどなかなか見つからなくて**、秩父電気さん。とてもいい店員さんがいて、お勧めの場所でですね
H	小学 5 年 女性	自分のタイムカプセルと未来の自分への手紙	2 年生のタイムカプセルの中には、**2 年生に起こった出来事が書いてある紙**と、友達からもらった石が入っていて､､この中には、**4 年生の頃のことをまとめたもの**が書いてある､､､これでもうさよならか､､
I	20 代 女性	自分や大切な友人に宛てた手紙と写真	残るものといったら、自分の文字で、その時考えたことを残したいと思ったので､､**自分への手紙と、妹と、あともう一人、大事な友達に宛てた手紙**を書きました
J	20 代 女性	過去 2 年分の日記	東京の方に移り住んでからのヤツなんですけど、**精神的な移り変わりがとても面白くて**。これは残しておいた方が絶対面白いと思って
K	20 代 女性	高校時代のスケッチブック	スペインに 2 週間研修旅行に行ったときのスケッチブックで**大好きな建築家のガウディの作品を初めて見たときの気持ち**が､､あと恥ずかしくて見せられないけど私が **2000 年くらいに書いたやりたいことリスト**が入っています
L	20 代 学生:男性	小学生のときに作った人形	小学校には工作クラブがなくて､でも**思いが通じてクラブができて､最初に作った作品､**たまにみるとこれはなんか顔がすごくばかばかしい顔をしていると思って。
M	20 代 女性	紙ふぶきの紙 1 枚	**仕事がうまくいかなくて､すごい落ち込んでいたときに**､この人がこれをとりだして「じゃミッキーマウスを描いてあげるよ」って。その場でさっさっさって描いてくれたものですけど。すごいうれしくて。
N	20 代 女性	姉や職場の子どもの写真	**人生が大きく変わった時期があって**、この学校の子供達をみたときと、この一番上の子が生まれたときがちょっといろいろ大変で。で、やっと、なんか自分が取り戻せて頑張っていけるかなって、模索していた時期なんですね。そういうことを思いながら。
O	20 代 男性	愛蔵の貴重品のスニーカー	83 年モデルのナイキの靴。**今から２０年前に作られた靴なのに、まだ誰も１回もはいていないぴかぴかの状態で残っている**。高円寺をいっぱい歩きまわって見つけた。

表 2　タイムカプセル開封前（2012 年）のインタビュー結果

参加者 H（当時小学 5 年生）	参加者 K（当時 20 代）
・タイムカプセルに入れたもの いろいろ入れたと思うが、未来（9 年後）の自分にあてた手紙をいれて、その手紙に好きだったキャラクターの絵を一生懸命描いたことを覚えている。 **・なぜその品を入れたか** 小学校の時からタイムカプセルもどきをするのが好きだった。日記を書いて、それを何年後かに読んだときに当時の自分が今の自分に語りかけてくるように感じる感触が好きでよくやっていた。9 年後の自分の書く絵と、当時の自分の描く絵を未来の自分が比べたら面白いかもと思った。 **・これまでにその品を思い出したか** ワークショップ参加者との年賀状のやり取りのときに意識した。昔のことはあまり思い出さない。小学校の友達と会っても、近況報告ばかりしている。 **・もしタイムカプセルに入れていなかったら** いつでも見られる状況にあったら、途中でゴミみたいに見えて捨てたかもしれない。実際に、自分が作ったタイムカプセルもどきのモノも何年かしたら、不要に思えて捨てたことがある。 **・あなたにとってタイムカプセルとは何か** 昔の自分を思い出して、当時の気持ちに戻るためのもの。写真だとやっぱりそれは薄くて。当時の自分が書いた絵とか文字とかそういうものが一番心に訴えてくるので、やっぱりそういう思い出の品というものを大事にしたい。 **・10 年後に開けるタイムカプセルがあれば入れたいモノは何か** 小学校の頃は、大学生について想像もできなかったが、年を取るにつれて就職のことも考えたりして、将来が見えてきた。入れるならやはり未来の自分に宛てた手紙である。	**・タイムカプセルに入れたもの** イギリスに留学していた時のアートのクラスのスケッチブック **・なぜその品を入れたか** 人生で一番濃密だった時代のモノだから。それまで自分を表現することは苦手だったが、アートのクラスに入り、のびのびと自分を出して良いことがわかった。自分に自信が芽生えたときのスケッチブックであり、中でもスペインの研修旅行でガウディのサグラダファミリアをスケッチした最も大切なもの。 **・これまでにその品を思い出したか** 手元に残っている他のスケッチブックを見る度に思い出した。ふと思い出すのは、アートのことを考えたときなど。 **・もしタイムカプセルに入れていなかったら** 当時の他のスケッチブックは残っているが、手元に残っている方は、あまり気にしなかった。タイムカプセルに入れた方がどうなっているかなという気持ちが維持されている気がする。手元にあるものは新しく出てきたものに負けてしまう気がする。 **・あなたにとってタイムカプセルとは何か** 当時の気持ちをそのまま封じこめておくもの。モノより、そのモノを残している自分を入れている気がする。 **・10 年後に開けるタイムカプセルがあれば入れたいモノは何か** これまで、自分の思い入れのある仕事の成果物などを残していたが、出産してからは、自分のものはどんどんそぎ落として、子どものスペースを作っている。子どもが生まれてからの写真を入れたい。地震などがあっても紛失しないように。写真は、アルバムに整理していないので電子ファイルのバックアップを入れたい。

人工物利用のためのコミュニティ：アクションリサーチ報告
How can community support to use new artifacts? : An action research report.

原田悦子[1,3]，茂呂雄二[1,3]，葛岡英明[1,3]，須藤智[2,3]
Etsuko T. Harada, Yuji Moro, Hideaki Kuzuoka, & Satoru Suto

[1] 筑波大学，[2] 静岡大学，[3] JST-RISTEX
University of Tsukuba, Shizuoka University, JST-RISTEX,
etharada@human.tsukuba.ac.jp

Abstract

With the co-occurrences of rapid social aging and the drastically increasing dependency on information and communication technology (ICT), ensuring usability of ICT equipments for older adults has become essential, in particular, for two social goals: preventing outset of relative deterioration of Quality of Life for elderly, and building an effective social support system for community-dwelling elderly with lower social costs. To investigate how ICT products can be made more usable for older adults, we are starting the project, "Center for Usability and Aging Research (CUAR)." In this paper, we would like to discuss about reasons why community is important in the CUAR project; to run CUAR in the local community, and to investigate how people's interaction support to use ICT.

Keywords — action research, cognitive aging, human-friendly system design, community, change laboratory

1. はじめに

高齢化と情報化が同時かつ急激に進む現代日本において，二つの面でモノの「使いやすさ」の保証が喫緊の課題となっている．一つは，新しい情報メディアを使わない／使えない人が相対的な不利益を被ること，いわばデジタルデバイドの問題である．携帯電話普及に伴う公衆電話の減少，あるいは「ネットで検索」できる人だけが享受できる「お得なサービス」の氾濫など，年齢によるデジタルデバイドは文字通り生活に直結した問題となってきている．

もう一つは，これからの高齢社会を支える社会システムを低コストで構築していくには，電子情報ネットワークの利用を前提にせざるをえず，そうしたシステム，装置を「ユーザがきちんと自分なりに使えるように作り込む」ことは実働可能な有益な支援システムを作る際の必須要件となる点である．

一方で高齢化と情報化の共起は，認知工学，認知的加齢研究者にとっても興味深い問題を提示している．俗に「高齢者は電子情報機器が苦手」と言われ，実際，若年成人が問題なく使うシステムが，高齢者にとっては高い障壁となる例は枚挙に暇がない．しかしこれまでの研究から，高齢者と若年成人との間にはモノのデザイン自体の良し悪しについての相違はなく，デザインにはユニバーサリティがあることが示された(Harada, Mori, & Taniue, 2010)．すなわち，若年成人はそうした問題のあるデザインであっても自力で乗り越えて「使えるようになっていく」のであり，「高齢者にとっての使いにくさ」問題は，人工物利用が必ず学習を必要とすること，および高齢者の利用学習の過程が若年成人と異なる様相を示し，学習における非ユニバーサリティがあることに帰着すると考えている．

こうした問題意識から，2011 年 10 月より「高齢者による使いやすさ検証実践センター（CUAR）」プロジェクト（JST-RISTEX）を立ち上げ，使いにくさに関する情報を「社会貢献として提供していただく」高齢者を主対象とした「みんなの使いやすさラボ」(以下, みんラボ)を設立した(図 1，図 2；原田，2012)．インフォーマントとしての高齢者から具体的なシステムやモノについての「使いやすさを検証・改善をする」ための情報を収集し，よりよいデザインのための検証活動を重ねつつ，より一般的な「高齢者にとっての使いやすさ」を実現するた

めの方法と「加齢×認知工学」の認知科学研究を目的とした諸活動を行っている．現在，登録高齢者数も 150 名を超え（安達ら,2012），複数の研究プロジェクトを始動しているところである．

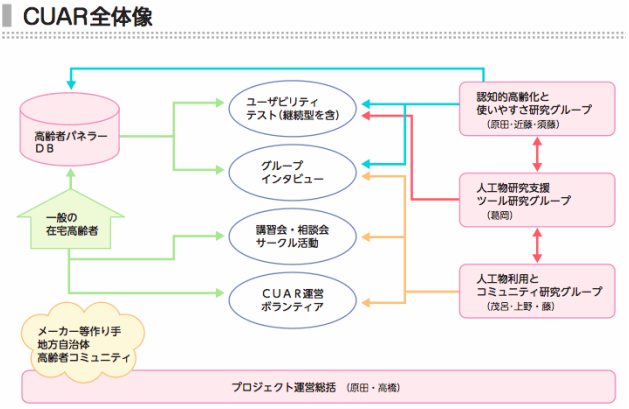


図 1　みんラボ・全体図

図 2　みんラボ：ロゴとロゴタイトル(商標登録 5519976)

表 1　みんラボデータベース登録項目

A	プロフィール情報‥性別，年齢，学歴，職歴，居住形態　など
B	認知機能に関する情報‥老研式活動能力指標・MMSE・数唱スパン，AIST 式認知的加齢検査　など．
C	人工物利用の状況‥機器所有・利用頻度・困難度，PC 経験/利用　など
D	態度・価値観‥コンピューター不安尺度，情報化社会に対する態度　など
E	その他‥日本語版朝型夜型尺度　など

2. みんラボとコミュニティ

みんラボの活動を作り上げつつ，実践していく中で，重要性を増しているのが，コミュニティという概念である．みんラボとコミュニティ概念との関係には，いくつかの側面があり，本稿ではその関係性を整理しつつ，今後の展開可能性について議論をしていきたい．

２－１）地域コミュニティに根付いたセンターを継続していくために：みんラボの活動の基盤となるのは，高齢者層ボランティアのデータベース登録である．一人 1 時間弱の面接(質問紙ならびに認知課題)により，200 を超える項目をデータベースに登録し(表 1；安達ら，2012)，同時に簡単なユーザビリティテストを例示してみんラボでの活動についての説明を行っている．こうした登録者の募集は，新聞・ポスター等での広報だけでは不足であることが明らかになってきた．地方自治体や地域コミュニティの中で，みんラボをどのように位置づけ，どのような活動を「提示」していくのか，社会運動としての意味づけをしながら検討をしていく必要がある．

２－２）使いやすさ研究としての「コミュニティによる学習支援」：Mori & Harada(2010)は高齢者の人工物利用学習を支援する要因として，「周囲に当該の人工物を利用する人がいる」ことをあげ，「同一世帯内に居住する孫の存在」によって人工物利用学習が大きく促進することを示した．すなわち，高齢者にとっての使いやすさを実現するために，モノのデザインを改善していくとともに，利用する環境の整備を通じての学習支援可能性が考えられ，実際に「学習を支援するコミュニティ作り」を検討していく必要があると考えた．たとえば，4 週間のタブレット型端末の継続利用実験を行う際，実験参加者同士が小集団(5-6 名)で自由に交流できる場(グループ活動)を設定することにより，利用学習や利用の動機づけなどに大きな変化があるか否かを検討中である(須藤ら，2012；田中ら，2012)．現時点では客観的な達成指標としての明確な結果は得られていないが，グループ活動を通して，利用のメンタルモデルを改変していく様子などが観察されている．小集団の構築方法，運営方法，それを測定する研究方法を含め，さらに検討をしていく必要がある．

また併せて，既存のコミュニティで一つの人工物を新しく利用するようになっていく過程についても検討を重ねていき，人工的なコミュニティ作りにおいて目指すべき活動特性・コミュニティのあり方についての議論を展開していき

たいと考えている．

さらに高齢者にとって役立つ人工物の多くが家庭内に存在していて，コミュニティの場に持ち出して使い方を共有することが困難である（原田・赤津，2004）ことから，家の中の人工物利用を支援するためのコミュニティ/コミュニケーション遠隔支援システムの研究も必要と考えている(今村ら，2012)．

２－３）実践としてのコミュニティ活動「みんラボカフェ」: みんラボを実働していく中で，研究グループが企画をする実験・調査への参加だけでは，会員の大部分にとって「登録したあと，何もすることがない」状態になることが明らかになった．そこで，いわば会員向けのサービスとして，「高齢者とモノの作り手側との対話の場」として，みんラボカフェを開始した．これはおよそ月１回のペースで実施されるミニ講演会（あるいはワークショップ）であり，できるだけ多業種にわたる講演者に話題提供をしていただき(表 2)，高齢者ユーザとしての会員との議論を行っている．会場の広さの制約から，1 回の参加者は 10～18 名，話題提供 40-50 分，全体として 90 分程度を原則としている．

表 2 みんラボカフェ：実施テーマ（実施年月日）

第１回	緊急通報システム	2012. 4.13
第２回	血圧計	2012. 4.27
第３回	家の中のロボット	2012. 5.19
第４回	インターネット	2012. 6.7
第５回	キッズデザイン	2012. 7.24
第６回	食品包装	2012. 9.28
第７回	自動車の運転	2012.10.26

その結果，後半の討論の時間には建設的かつ内容豊富な議論が展開され，また会員相互での自発的なコミュニケーションも起こってくるようになった．たとえば，緊急通報システムについての解説と現状の説明の後，「どうすれば使ってもらえる緊急通報システムが作れるか」という問いかけに対し，参加者間のやりとりから，各個人とセンターとのつながりと同時に，地域やご近所という横とのつながりとを関係づけられるシステムを考える必要性が話題として展開されている（表 3)．

「モノの使いやすさについて議論をする」という場の設定が，高齢者コミュニティ構築の一つ契機となりうることが示され，今後の継続的なコミュニティ活動の基盤として，可能性を検討しているところである．

表 3 みんラボでの議論の例（緊急通報システム）

O	**(民生委員の経験あり)** で、私の個人、勝手な考えですけど、マンション系統。そういうところにはこれ（緊急通報）が入ってくる（と思う)。
A	こういう場合（マンション）はほら、縦系列でしょう。個人を中心とした。
B	うーん。
A	で、おっしゃってたのは、民生委員って横の運営でしょう。地域だもん。
E	横にもあって、横。
A	だから、その縦、横の両方がね。
E	1 つだけではだめなんですよね、システムは。
A	そうそうそう。横が必要。
E	やっぱり（センターだけではなく自宅の）周りにも行ってるシステムがないと、カバーできない。
A	うん。ええ、だから、その地域の町内会も知ってなければね。

２－４）コミュニティ運営母体としての活動実践「チェンジラボ，そして活動主体へ」: CUAR プロジェクトの最終目標の一つは，アクションリサーチとして，みんラボを「実際に地域に根ざし，独立して継続していく組織体と独立させていく」ことである．当初は経営的・経済的な自立が主たる問題と考えられていたが，半年間の実践から，まさに高齢者自身が中心となったコミュニティを「作っていく」ことが目的であり，スタート時の「研究実践のための」組織から，どのように組織を変化させていくかがこれからの大きな検討課題となってきている．

そこでの問題解決への枠組としては，Engestrom (2008)の Change Laboratory が有

用と考えている．すなわち，現在の登録会員に運営参加へのボランティア参加を募り，どのような活動をどういった経済基盤の上で行っていくかを参加高齢者,利用企業･サービス提供者，研究者グループの三者で議論をしながら，一つの組織体を運営していく可能性について，実践的に検討していく予定である．まずはサポーターとしてのチェンジラボ活動参加者募集を始め，その中から，運営の主体としてのコミュニティ作りを目指していく計画を考案中である．そのプロセス自体も，認知科学の研究対象と考えられ，またその分析を通して，他の地域，自治体で同様の高齢者コミュニティを作っていく雛形となるのではないかと考えている．

3. まとめに代えて

本報告は，すでに得られた研究成果の報告ではない．その意味で，日本認知科学会の大会発表論文としては，かなり異質のものとなった．しかし，現在行おうとしている研究プロジェクトの目標と中間報告について，広く会員と共有することにより，認知科学の科学的・研究的実践としての問題と成果を公けに議論し，自他共に研究を推し進めていくことができるのではないかと考え，また実際「社会から求められているアクションリサーチ」という研究の形を考えると，こうした研究発表の場が必要だと考え，（かなりの居心地の悪さを感じつつ）発表に望もうとしている．

実験室の中での精密な実験研究を積み重ね，精緻な理論構築を行っていくことは必要である．しかし，対象とする｢ヒトの認知｣が複雑な状況の中で多様な活動をしていくものである限り，その生きて動く状態そのものをより能動的に｢研究の対象としていく｣研究実践もまた必要なのではないか．今後の認知科学研究のあり方，またそのときの研究発表のあり方まで含めて，広く議論できることを期待している．

文献

[1] 原田悦子 2012「みんラボ，発進」: 高齢者のための使いやすさ検証実践センターについて．人間生活工学, 13(1)，71-74.

[2] Harada, E. T., Mori, K., & Taniue, N. (2010). Cognitive aging and the usability of IT-based equipment: Learning is the key. Japanese Psychological Research, 52(3), 227-243.

[3] Mori, K , & Harada, E. T. (2010). Is learning a family matter?: Experimental study of the influence of social environment on learning by older adults in the use of mobile phones. Japanese Psychological Research, 52(3), 244 - 255.

[4] 安達悠子，須藤智，原田悦子，熊田孝恒，近藤公久 (2012). 人工物利用に対して高齢者が感じる主観的利用困難度 : 認知的加齢現象との関係. 日本認知科学会第 29 回大会.

[5] 須藤智・原田悦子・田中伸之輔・安達悠子・日根恭子 (2012).グループ活動は高齢者による人工物利用学習を促進するか(その 1): 課題達成と主観評価による量的指標による検討. 日本認知科学会第 29 回大会.

[6] 田中伸之輔・原田悦子・須藤智・安達悠子・日根恭子 (2012).グループ活動は高齢者による人工物利用学習を促進するか（その２）: 参加者の発話による支援の効果の分析. 日本認知科学会第 29 回大会.

[7] 今村 隆雄, 渋沢 良太, 葛岡 英明, 山下 淳, (2012). 家電製品の継続型ユーザビリティテスト用ロギングツールの開発. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012 予稿集, pp. 143-146.

[8] 原田悦子･赤津裕子 (2004). 家の中の学習 : 高齢者にとってのモノの使いやすさから考える. 野島久雄・原田悦子(編)「“家の中”を認知科学する―変わる家族・モノ・学び・技術」新曜社.

[9] エンゲストローム，Y.(山住勝弘・訳) (2008). 拡張的学習の水平次元 : 医療における認知的形跡の編成. 山住勝弘・ユーリア・エンゲストローム(編)｢ノットワーキング : 結び合う人間活動の創造へ」 新曜社.

定言三段論法推論の内容効果と等確率性仮定：確率サンプリング・モデルによる検討

Probability sampling model of categorical syllogistic reasoning: Content effects and equiprobability hypothesis

服部 雅史†
Masasi Hattori

†立命館大学
Ritsumeikan University, Department of Psychology
hat@lt.ritsumei.ac.jp

Abstract

本研究は, 定言三段論法推論の確率サンプリングモデル（服部, 2011）が格効果や内容効果などを説明できることを実証した。89 名の参加者が 12 個の三段論法推論課題に回答した。参加者の回答パターンはモデルの予測と高い一致を示した。このモデルは, 現在最も有力な二つの理論, メンタルモデル理論と確率ヒューリスティック・モデルを統合するものであるが, 本実験結果は, 従来の理論では説明できないものである。

Keywords — syllogisms, deductive reasoning

1. はじめに

服部(2011)は，定言三段論法推論（categorical syllogism; 以下では単に三段論法とする）の**確率サンプリング・モデル**(probabilistic sampling model; PSM)を提案した。このモデルは，ヒューリスティックな推論を支えると考えられる確率的表象から，演繹に必要とされる離散的表象が生成されることを仮定するもので，両者の橋渡しのために，確率的サンプリングという新しいアイデアを取り入れたものである。同時に，三段論法推論の理論として現在のところ最も有力な二つの理論, すなわち，**メンタルモデル理論**(mental models theory [MMT]; Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991)と**確率ヒューリスティック・モデル** (probabilistic heuristic model [PHM]; Chater & Oaksford, 1999) から重要なアイデアを受け継いでおり，それぞれの短所を克服した上で両者を統合する理論を提供している。それだけでなく，このモデルは，両理論で説明が困難な格効果や内容効果などの意味論的影響による回答パターンの変化を詳細に予測できる可能性がある。

MMT には，モデルの予測が不正確という問題がある。MMT は，正答に必要なメンタルモデルの数が推論の難易度を決めるとするが，メンタルモデルの数は最大 3 個までしかないので，難易度も 3 段階しかないことになる。また，MMT は，正答率や，複数の不正解の各発生確率については何も予測しない。

その点 PHM は，MMT とは対照的に，各形式における各反応の頻度まで正確に予測する反面，格の違いによる三段論法の難易度の違い（以下では**格効果** figural effect とする）や**内容効果**(content effect)については説明できない。たとえば，次の第 1 格の三段論法（両前提文とも A 型［「すべての～」という型］なので AA1 とよばれる）は易しいが（通常，正答率は 9 割以上），

すべての M は P である
すべての S は M である

∴ すべての S は M である

次の三段論法（AA3 型）は難しい（通常，正答率は 6 割程度）。

すべての M は P である
すべての M は S である

∴ いくらかの S は M である

しかし, PHM はこれらの正答率の違いを説明することはできない。また，PHM は，複数のヒューリスティックを同定しただけで，解決の際の心的表象や処理過程については一切の言及がない点に大きな不満が残る。

PSM は，以上のような両理論の問題点をすべて

解消する。モデルの概要を Figure 1 に示す。PSM に特徴的なのは，論理関係を表す心的表象（後述の確率原型モデル）に確率値が付与されている点である。たとえば，「すべての *X* は *Y* である」という言明がある場合，被覆度パラメータ *c* によって，$P(X) = c\ P(Y)$ として *X* と *Y* の大きさ（確率）の違いが規定される。このパラメータは，$c = 1$ のとき *X* と *Y* が（等確率で）完全に一致し，*c* が 0 に近づくほど *X* と *Y* の確率の大きさが異なることを表す。

PSM では，*c* が格効果を含む回答選択率の違いを予測することから，*c* の影響が大きい課題材料を使ったときに PSM の妥当性とアドバンテージが明確に表れると予想される。ところが，過去の実験データを用いた推定では，$c \simeq 1$ となる（等確率性の仮定がなされる）ことが知られており(服部, 2011)，この場合，格効果は最小化する。そこで，本研究では，確率判断（帰納）に関して有効性が実証された方法(Hattori & Nishida, 2009)，すなわち，既有知識を利用して参加者の等確率性仮定を崩し *c* を操作する方法を，三段論法（演繹）に応用する。このような操作は，内容効果と呼ばれる課題材料の意味の影響にも直接的に関係し，データへのモデルのフィットを比較することで，PSM の妥当性と適用範囲の広さを実証することが期待できる。同時に，この方法を用いた結果の整合性から，演繹と帰納に共通の枠組み構築の可能性を探ることにもつながると考えた。

2. モデル

以下では，PSM の概要と服部(2011)からの変更点を述べる。モデルの基本的な仕様の詳細については，服部(2011)を参照されたい。

2.1. モデルの概要

PSM は，三段論法の推論において，われわれは前提文が規定する論理関係を網羅的に確かめるのではなく，実際に「ありそうな」状況を想定して，事例に基づいて「論理的に」推論すると仮定する。ここで，「ありそうな」状況の表象が**確率原型モデル**(probability prototype model; PPM)であり，事例に基づく論理的推論を行うための表象が**標本メンタルモデル**(sample mental model; SMM)である。

確率原型モデルは，各論理領域に確率情報が付与されたオイラー円表象と等価である。通常のオイラー円表象では，集合の論理的関係だけが問題とされるので領域の大きさは意味を持たないが，PSM では各論理領域の確率情報が重要な意味を持つ。演繹においては，規範的には確率情報は不要であるが，そのような不要な情報が推論に影響を及ぼしているとするのが，本理論の要点の一つである。まず，この点で PSM はこれまでのどの理論とも明確に異なる。

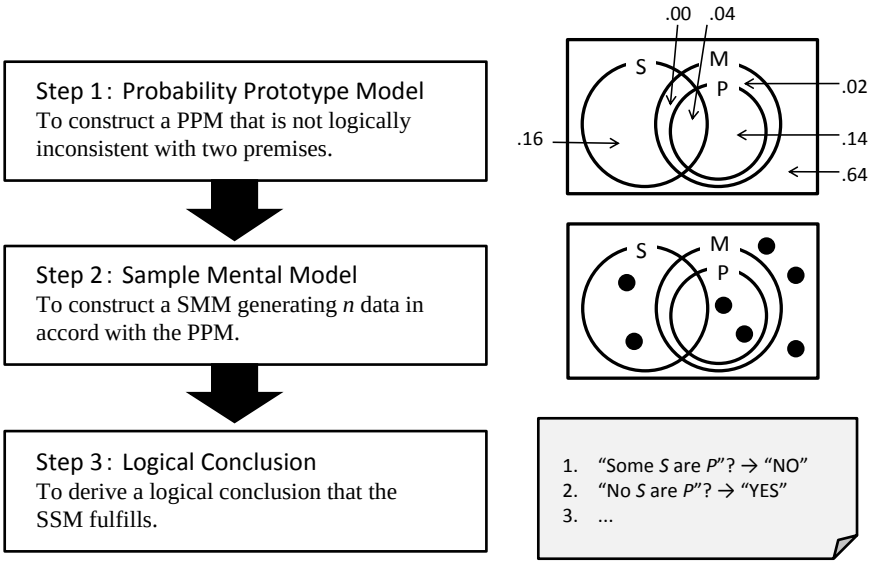


Figure 1. The outline of PSM: in the case of AI2.

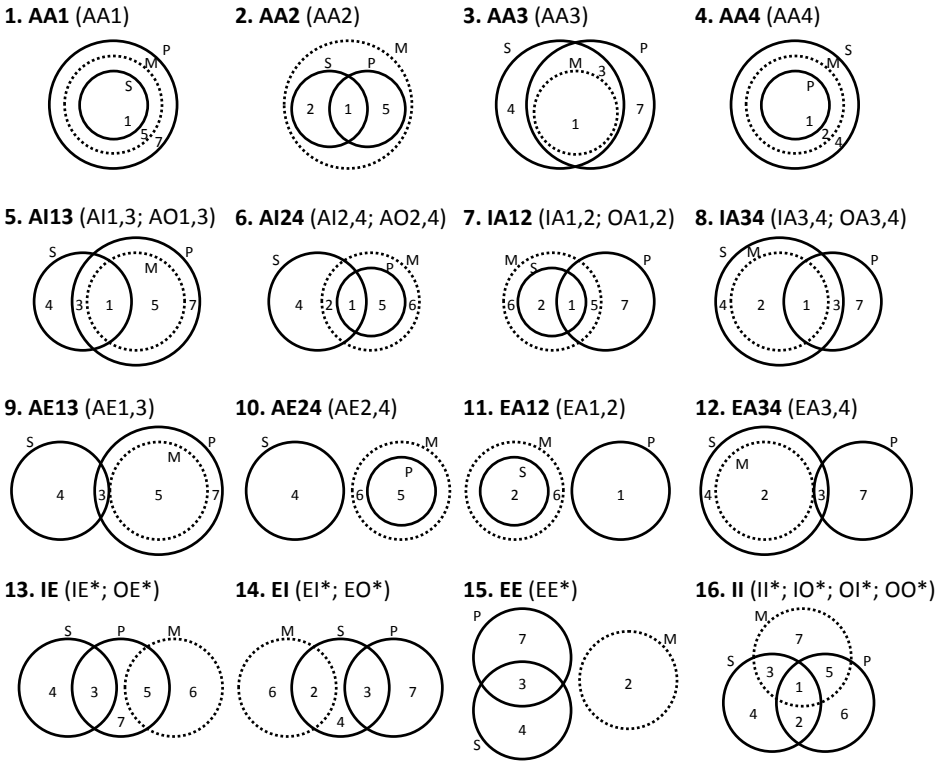


Figure 2. The probability prototype model for each syllogism expressed by Euler circle forms. Each model corresponds to syllogisms listed up in parentheses and asterisks indicate wildcard (e.g., IE* indicates IE1,2,3,4). S, M, and P indicate syllogistic terms and Arabic numerals indicate the logical status of the corresponding areas (e.g., 1 indicates S and M and P; see the note to Table 1).

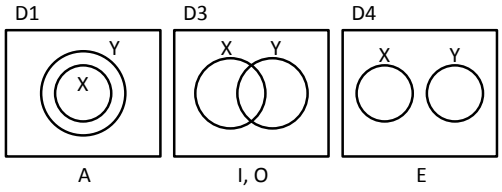


Figure 3. Euler circles representing A, I, E, O.

PSM のもう一つの要点は，有限少数個の個物に基づく論理関係の査定である。この段階で標本メンタルモデルが用いられる。連続的な確率情報を伴う表象(PPM)から，論理的推論を行うための離散的な表象(SMM)を構成するために，無作為抽出のアイデアが導入される。なお，本理論は，クラスの表現に有限個の個物を用いるという点で MMT のアイデアを受け継いでいるが，MMT のように個物の個数に寛容ではない。われわれの作業記憶には容量的限界があるため，あまり多くの個物を同時に考えることは難しいと仮定する。モデルが三段論法の回答を導く過程は次の 3 ステップから構成されるものとする（Figure 1）。

1. 確率原型モデル(PPM)の構成：二つの前提文から論理的に矛盾のないよう PPM を構成する（Figure 2）。
2. 標本メンタルモデル(SMM)の構成：PPM に従って有限少数個のデータをランダムに発生させ，SMM を構成する。
3. 論理的結論の生成：構成された SMM が満たす論理的関係を順次検証し，満たされたものを結論とする。

2.2. モデルの詳細

PSM の服部(2011)からの変更点は，パラメータに関する 3 点だけである。すなわち，注目度パラメータ a を廃止した点，パラメータ x, c を課題毎に推定する点，新たに最大ヒューリスティックに対応する四つの半固定パラメータ(U_A, U_I, U_E, U_O)を導入した点である。以下，順に説明する。

PPM は，独立性最大化の原則によって構成され

る。まず，三段論法の前提文の形式は，A, I, E, O の 4 種類であるが，各形式のオイラー円表現は一意に定まらない。そこで，命題に関係する部分集合の確率（部分集合に属する事例の生起確率）に関して最も制約が少なくなる場合を考え，前提文 A, I, E, O のオイラー円表現を D1, D3, D4, D3 とする（Figure 3）。次に，三段論法を解くためには二つの前提文を組み合わせる必要があるが，その際にも，M の条件付きで S と P の間に独立を最大化すること仮定する。つまり，端名辞の間に中名辞の条件付き独立関係(Pearl, 1988)，P(S,P|M) = P(S|M) P(P|M) を仮定する。これらの仮定により，表象を一意的に定めることができるようになる。そのように定めた論理表象が PPM である。64 種類の三段論法の PPM は 16 種類（Figure 2）になる。

次に，三つの集合 S, M, P で定められる $2^3 = 8$ 個の部分集合に確率値を割り当てる（Table 1）。基本方針としては，論理関係に矛盾しない限り S, M, P は同じ確率 (= x) とし，また，できるだけ互いに独立であるとする。この段階で，x と被覆度 c の二つのパラメータが導入される。後者は，A 型言明の名辞間の相対的確率値を定める。たとえば，「すべての S は M である」（または「すべての P は M である」）という前提文がある場合は，P(S) = cx（または，P(P) = cx）とする。「すべての M は S である」（または「すべての M は P である」）という前提文がある場合は，P(P) = 1 − c(1 − x)とする。このパラメータは，c = 1 のとき，M と S（または P）が完全に一致することを表し，c が 0 に近づくほど M と S（または P）の確率の大きさが異なることを表す。なお，服部(2011)では，パラメータ c と x は課題セット（一つの実験）の中で固定とされていたが，格による表象の違いを考慮して，課題ごとにパラメータ値が異なることとした。一方，服部(2011)で導入されていた注目度パラメータ a は，単純化のため省略した。その結果，PPM に対する確率付値が一意に定まることになり 16 種類に減った（Table 1）。

Table 1. Probabilities of All Subsets in Each Probability Prototype Model

No	Name	Type	P(S)	P(P)	1	2	3	5
					$P(S,M,P)$	$P(S,M,\bar{P})$	$P(S,\bar{M},P)$	$P(\bar{S},M,P)$
1	AA1	AA1	cx	y	cx	0	0	$\bar{c}x$
2	AA2	AA2	cx	cx	c^2x	$c\bar{c}x$	0	$c\bar{c}x$
3	AA3	AA3	y	y	x	0	$(y-x)y$	0
4	AA4	AA4	y	y	cx	$\bar{c}x$	0	0
5	AI13	AI1,3;AO1,3	x	y	x^2	0	$x(y-x)$	$x\bar{x}$
6	AI24	AI2,4;AO2,4	x	cx	cx^2	$\bar{c}x^2$	0	$cx\bar{x}$
7	IA12	IA1,2;OA1,2	cx	x	cx^2	$cx\bar{x}$	0	$\bar{c}x^2$
8	IA34	IA3,4;OA3,4	y	x	x^2	$x\bar{x}$	$\bar{c}x\bar{x}$	0
9	AE13	AE1,3	x	y	0	0	$\min(xy, y-x)$	x
10	AE24	AE2,4	x	cy	0	0	0	$\bar{c}x$
11	EA12	EA1,2	cx	x	0	cx	0	0
12	EA34	EA3,4	y	x	0	x	$\min(xy, y-x)$	0
13	IE	IE*;OE*	x	x	0	0	x^2	x^2
14	EI	EI*;EO*	x	x	0	x^2	x^2	0
15	EE	EE*	x	x	0	0	x^2	0
16	II	II*;IO*;OI*;OO*	x	x	x^3	$x^2\bar{x}$	$x^2\bar{x}$	$x^2\bar{x}$

Note. Parameters x and c indicate P(M) and degree of coverage, respectively (see text in detail). In this table, $\bar{x}$ and $\bar{c}$ stand for $1 - x$ and $1 - c$, respectively; and $y = 1 - c(1 - x)$. Moreover, $P(4) = P(S,\bar{M},\bar{P}) = P(S) - P(1) - P(2) - P(3)$
$P(6) = P(\bar{S},M,\bar{P}) = P(M) - P(1) - P(2) - P(5)$,
$P(7) = P(\bar{S},\bar{M},P) = P(S) - P(1) - P(3) - P(5)$, and
$P(8) = P(\bar{S},\bar{M},\bar{P}) = 1 - P(1) - P(2) - P(3) - P(4) - P(5) - P(6)$.

次の段階では，Table 1 の確率値に基づいて 7 個の個物を生成して SMM を構成するが，その詳細については服部(2011)で述べられているので本稿では省略する。

最後に，SMM が満たす論理的関係を逐次検証し，結論として出力すべき言明を決定する。この段階において，Chater & Oaksford (1999)が導入した**最大ヒューリスティック**(max-heuristic)が取り入れられる。最大ヒューリスティックとは，結論に対する確信の度合いを定めるもので，二つの前提のうち情報量の多い方の情報量の多さに応じて結論の確信度が高まるとするものである。本モデルも PHM と同様，この確信度が当該結論の選択率の上限を定めると仮定し，最大前提が A, I, E, O のときの選択率を制限するパラメータを U_A, U_I, U_E, U_O とする。たとえば，A 型の結論が導かれる確率は，PPM に基づいて構成された SMM において A が成立する確率の理論値をそのまま使うのではなく，その値に U_A を乗じた確率とする。

これらのパラメータは，以下のように正当化される。SMM が満たす論理関係は，常に，それが単に偶然に満たされている可能性を否定できない。特に，最大前提が O 型のように情報量が少ない場合は，確定的な結論を導出できる事前確率が低いため，前提から構成される SMM が満たす特定の論理的関係は，偶然と考えられる確率が高くなる。その結果，導かれる結論に対して強い確信を抱くことが難しくなり，その結論を避けて別の結論を探す確率が高まると考えられる。このような結論づけの不安定さをインプリメントするのが，四つの最大ヒューリスティック・パラメータである。なお，このしくみは，与えられた課題の構造に大きく依存するというよりは，むしろ論証の型に依存すると考えられるため，パラメータ c や x とは異なり，これらは課題セットに固定とする。

モデルのパラメータ推定は，以下の要領で実施した。まず，モデルの半固定パラメータ (U_A, U_I, U_E, U_O) 推定するため，64 種類すべての三段論法を課題として使用した実験を過去の論文から網羅的に探索し，次の 7 件の実験データ (N = 177) を得た。すなわち，Dickstein (1978) の実験 1 と 2，Johnson-Laird & Steedman (1978) の実験 3 の 1 回目と 2 回目，Johnson-Laird & Bara (1984) の実験 3, Bara, Bucciarelli, & Johnson-Laird (1995)，Roberts, Newstead, & Griggs, R. A. (2001) の 7 件である。これらのデータを用いて，64 個の三段論法それぞれについて選択率（分散の均一化のため逆正弦変換を施した）のモデル予測値とデータの間の二乗平均平方根偏差 (rood mean square deviation; RMSD) を求め，64 個の RMSD の単純平均 d が最小になるように準ニュートン法によってパラメータ推定を行った。最適化計算には，R (ver. 2.15.0) の optim 関数（L-BFGS-B オプション）を使用した。その結果，U_A = 0.817, U_I = 0.593, U_E = 0.343, U_O = 0.422 となった。（このとき x = 0.327, c = 0.951 であった。この x と c の値は，一種のデフォルト値とみなすことができる）。次に，これら四つのパラメータを固定した上で，個別の実験データに最適化するようにパラメータ x と c を同様の方法で推定した。

3. 実験

本実験では，格効果が大きくなるよう，集合の大小関係についての既有知識を利用する課題材料を用いた。たとえば，「すべての X は Y である」という前提について，X 以外の多くの個体が Y であることを容易に推定されるよう，Y の確率が高いことが想定しやすい材料を使用した。

3.1. 方法

実験参加者　立命館大学の学部生 89 名が実験に参加した。うち 1 名は回答方法が正しくなかったため，分析対象外とした。

課題　格効果が大きいと PSM が予測する三段論法課題として，全 64 個の中から 12 個を選択した。まず，格による影響のない II, IO, OI, IE, EI, EE, EO, OE, OO の 9 種類を対象外とし，残る 7 種類から格効果の大きいもの 5 種類を選んだ。格効果の大きさは，パラメータ c を 0.1 から 0.9 まで 0.1 刻みで変えながら同じ種類（たとえば AA 型）の

三段論法の中での各選択肢 (A, I, E, O, N) の格による選択率の標準偏差を求め, その平均値とした。その結果，格効果の大きいものから順に，AA, AI, IA, AE, EA の 5 種類が選ばれた。そこから，PPM が異なる AA1, AA2, AA3, AA4, AI1, AI2, IA1, IA3, AE1, AE2, EA1, EA3 の 12 課題を使用した。

課題は，与えられた二つの前提が正しいとき，論理的に導かれる結論を選択肢の中から一つだけ選ぶというものであった。たとえば，AA1 の課題では，第 1 前提文として「すべての花粉症の人は咳をしている」，第 2 前提文として「すべての Ph−血液型の人は花粉症である」が与えられ，結論を「すべての Ph−血液型の人は咳をしている」「いくらかの Ph−血液型の人は咳をしている」「どの Ph−血液型の人も咳をしていない」「いくらかの Ph−血液型の人は咳をしていない」「この中に論理的に正しい結論はない」の中から選ぶよう指示された。なお，ここで使われた「咳をする」「花粉症」「Ph−血液型」という名辞は，この順番に確率が下がっていくことが想定されていた。確率が大きい事象を表す名辞としては「咳をする」以外に「鼻づまり」，中程度の事象には「花粉症」以外に「X 症候群」，小さい事象には「Ph−血液型」以外に「ϕ線被爆」が用いられた。

手続き　課題の呈示順はランダム化して冊子に綴じ，前から順番に回答するよう指示した。呈示順を全く逆にした 2 種類の冊子を用意して，参加者の半分ずつにランダムに配布した。

3.2. 結果および考察

Figure 4 に各三段論法に対する解の選択率，PSM と PHM の予測値を示す。格によって回答パターンに大きな違いが見られた。たとえば， A の選択率は，AA1 では 97%であったが，AA4 では 30%というように大きく異なった。このような選択率の違いは，PSM にしか説明できない。

データのモデルに対する全体的なフィットのよさは，各三段論法における結論選択率（逆正弦変換値）の RMSD の単純平均 d，および各三段論法の相関係数の Fisher 変換後の平均の逆変換値 r によって評価した。PSM は $d = 0.129, r = 0.937$ となり，PHM は $d = 0.182, r = 0.902$ となった。いずれの指標についても PSM の方がよいフィットを示した（このときの PHM のパラメータ値は，$P_A = 0.600, P_{Ent} = 0.151, P_{Err} = 0.025$）。

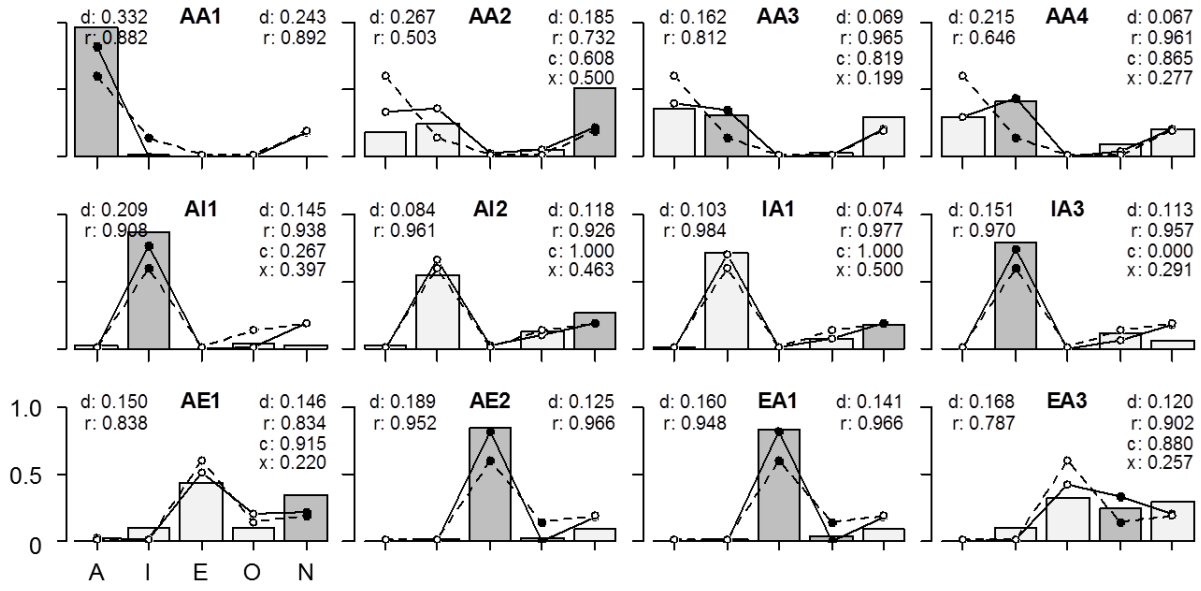


Figure 4. The results of the experiment and predictions by PSM and PHM. Bar charts indicate participants' selection rates, plane and broken lines and indicate predictions by PSM and PHM, respectively. The rood mean square deviations (d) and correlation coefficients (r) at the left side of each figure are for PHM and those at the right side are for PSM.

以上より， PSM の予測通り，等確率性仮定が崩されると格効果が増大して, PHM のフィットが悪くなることが示された。この結果は，PHM の限界と PSM の妥当性を示す。同時に，三段論法推論の内容効果の少なくとも一部は，確率表象の形状によって説明できることを示唆する。

4. 総合考察

本実験の結果，確率判断課題に用いられた方法(Hattori & Nishida, 2009)が，三段論法課題に対しても有効であることがわかった。このことは，確率判断と演繹で同じ種類の認知過程が働いていることを示唆し，思考心理学の統合的枠組み構築(服部, 2008)への期待を高める。

しかし，PSM は，演繹と帰納がまったく同じしくみで実行されていると主張しているわけではない。近年，確率論に基づく思考心理学の新パラダイム(e.g., Oaksford & Chater, 2007)の影響力が増すにつれて，演繹と帰納が単一の推論かどうかについて激しい論争が繰り広げられているが，多くの実験結果は，両者の間の質的な違いを示唆している(Heit & Rotello, 2010; Rips, 2001; Rotello & Heit, 2009)。しかし，同時に，演繹が類似性などの確率的情報に左右される証拠も得られている(Heit & Rotello, 2010)。PSM は, 確率情報に影響される PPM 構築の過程と，SMM を用いた個物に基づく演繹の過程を仮定するため，演繹と帰納の間の区別と関連性を同時に説明することができる。その意味で，思考の統合的枠組み構築の試みに対して貢献することが期待できるだろう。実際，PSM は，たとえばカテゴリーに基づく帰納にも比較的容易に拡張できる可能性がある。

文献

Bara, B. G., Bucciarelli, M., & Johnson-Laird, P. N. (1995). Development of syllogistic reasoning. *The American Journal of Psychology, 108*, 157-193.

Chater, N., & Oaksford, M. (1999). The probability heuristic model of syllogistic reasoning. *Cognitive Psychology, 38*, 191–258.

Dickstein, L. S. (1978). The effect of figure on syllogistic reasoning. *Memory & Cognition, 6*, 76-83.

服部雅史 (2008). 推論と判断の等確率性仮説 : 思考の対称性とその適応的意味 認知科学, *15*, 408‐427.

服部雅史 (2011). 定言的三段論法推論の確率サンプリング・モデル 日本認知科学会第 28 回大会論文集, 74‐83.

Hattori, M., & Nishida, Y. (2009). Why does the base rate appear to be ignored? The equiprobability hypothesis. *Psychonomic Bulletin and Review, 16*, 1065-1070. doi: 10.3758/PBR.16.6.1065

Heit, E., & Rotello, C. M. (2010). Relations between inductive reasoning and deductive reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 36*, 805-812. doi: 10.1037/a0018784

Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Johnson-Laird, P. N., & Bara, B. G. (1984). Syllogistic inference. *Cognition, 16*, 1-61.

Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.

Johnson-Laird, P. N., & Steedman, M. (1978). The psychology of syllogisms. *Cognitive Psychology, 10*, 64-99.

Oaksford, M., & Chater, N. (2007). *Bayesian rationality: The probabilistic approach to human reasoning*. New York, NY: Oxford University Press.

Pearl, J. (1988). *Probabilistic reasoning in intelligent systems*. San Mateo, CA: Morgan Kaufman.

Rips, L. J. (2001). Two kinds of reasoning. *Psychological Science, 12*, 129-134. doi: 10.1111/1467-9280.00322

Roberts, M. J., Newstead, S. E., & Griggs, R. A. (2001). Quantifier interpretation and syllogistic reasoning. *Thinking & Reasoning, 7*, 173-204.

Rotello, C. M., & Heit, E. (2009). Modeling the effects of argument length and validity on inductive and deductive reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 35*, 1317-1330. doi: 10.1037/a0016648

インタフェースにおけるポジティブ感情の影響 ―パズル課題を用いての検討―

The Effect of Positive Emotions in User Interfaces

石川 知夏[†], 新垣 紀子[‡]
Chinatsu Ishikawa, Noriko Shingaki

[†]成城大学大学院社会イノベーション研究科, [‡]成城大学
Graduate School of Innovation and Social Studies Seijo University, Seijo University
11m1001@y.seijo.ac.jp

Abstract

When you encounter new things, probably you shrink unintentionally and will not use it. This article put positive emotion to good use to solve this problem. From previous work positive emotion were effective in changing the recognition and the action of the person. In this article, use several stimulus made known by previous work and examine whether positive emotion can use in interface. The reason using the puzzle problem is because the transformation behavior or the multifaceted thought can observable.

Keywords — Interface, Positive emotion, puzzle solve, Usability

序論

新しいモノに遭遇した際に思わず尻込みをしてしまい､使用を中止･延期してしまうことがある。モノ自体が使いやすいように設計されていたとしている場合でも新規なモノに対して初心者ユーザが不安を感じることは当然のことといえる。例えばパソコンが便利だとわかっていてもパソコンを使用したことがない人にとっては使いやすく設計されていたとしても不安の対象になり、使用しない、また使用したとしても不安感が原因となり途中で使用を中止する場合があるだろう。

このことを解消するためには、押しやすいボタンに設計する、直感的なデザインにする等、モノを使いやすくすることも必要だが、モノに対する不安を軽減することも重要だと考える。つまり、モノ自体を改良することだけでなく、ユーザが変化してモノを使用するようになることが重要だと考える。人が変化すればユーザビリティの低い場合でも使ってみたいと感じ、使用する機会が増えるのではないだろうか。本稿においてはユーザが変化する側面に焦点をあて、研究を行う。

モノ自体のユーザビリティが低い場合でも使いやすい・使ってみたいと感じることについてはD.A.ノーマン(2004)が「魅力的なデザインは使いやすさを向上する」と述べており、魅力的なデザインはポジティブ感情を引き起こし、使いやすさが向上すると述べている。本稿において人が変化する要因としてポジティブ感情を利用したいと考える。ポジティブ感情には先行研究により、様々な利点があるということが近年明らかになっている。

感情を扱う心理学での分野では、ポジティブ感情状態であれば柔軟な思考ができるようになる、全体的な処理や認知を高める、リトライしやすくなるなどといった特徴が明らかにされている(Fredrickson & Branigan, 2005 など)。これらのことから、ポジティブ感情状態である場合にユーザのモノに対する利用能力が向上する、またもう一度使いやすいと感じるようになるということが考えられる。

つまり、ポジティブ感情はモノの使用時に使いやすさに影響する可能性があると考えられる。ポジティブ感情を生起させる要因はいくつかあると考えられ、研究者によって様々な要因を用いて研究がおこなわれている。また、ポジティブ感情とインタフェースとの関連に注目して行われた研究はあまり見られない。

モノに対する態度が好意的になることや多面的な思考を行うことによって新しいモノを使用する際の不安や混乱などを軽減することが可能であると考える。

本研究ではポジティブ感情はモノを使用する場

面においても態度や行動を変化させるのかどうか検討を行うためにパズルを課題として用いることとする。ポジティブ感情は何によって生起されるのかということを検討し、さらにパズル課題を用いて態度の変化や人の能力の向上が生じるのかどうか検討を行う。

ポジティブ感情の効果に関する先行研究

ポジティブ感情の研究は近年盛んに行われており、Isen を中心に研究が行われている(Isen,1987)。研究対象となっているポジティブ感情とは、楽観的などといった性格特性としてのポジティブではなく、日常的に生じる短期的な気分としてのポジティブ感情である。

ポジティブ感情の特徴として、多面的に物事を思考するようになることや、注意の範囲が広がること、柔軟な思考をするようになることなどがあげられる。これらの特徴はユーザがモノを使用する際に、使い方がわからないような場面においてもさまざまな試行を行うようになり、その結果として、使い方がわかるようになる。すなわち、使用した際に簡単に諦めにくくなると考えられる。

先行研究として、ポジティブ感情が多面的な思考を促進するものは Estrada らの行った研究がある。この研究では、医師に文章を読ませることによってポジティブ感情を誘導し、疑似的な診断を行わせると、多面的かつ正確な診断を行ったというものであった(Estrada, Isen & Young 1997)。柔軟な思考を促進するものとして、Isen らの行った研究がある。この研究では、実験参加者にコメディフィルムを鑑賞させることやお菓子を手渡すことによってポジティブ感情を生起させ、いくつかの多面的な思考を必要とする課題を行わせた。その結果ポジティブ感情を生起させられた実験参加者は課題を達成することができた(Isen, Daubman & Nowichi 1987)。また、Fredrickson らは、かわいらしい映像を見せることによってポジティブ感情を誘導し、注意を広め、全体的な認知や処理を高めることを明らかにしている(Fredrickson & Branigan, 2005)。

また、ポジティブ感情が態度を変容させる研究もあり、ポジティブ感情状態であれば、中性的刺激を快であると評定する(Isen & Shalker, 1982)、曖昧な表情を好意的にとらえる(Schiffenbauer ,1974)などが存在する。

つまり、これらの先行研究から、モノを使用する際にポジティブ感情状態であればモノや自らの行為の結果を好意的にとらえ、失敗をしたとしても、次にリトライする可能性があると考えられる。

気分を誘導することに関する先行研究

気分誘導に関する研究として Westermann ら(1996)が行ったものがある。この研究では、気分誘導手続き 11 種類をメタ分析した。気分誘導の種類は、Imagination(誘導したい気分が生じた過去の体験を想起させる)、Velten("私は価値のある人間かどうか疑わしい"などのポジティブ/ネガティブな自己評価を行わせる)、Film/Story(映像や物語を提示され、主人公に強く共感する)、Music(音楽を聴かせる)、Feedback(テストを行い、偽のポジティブ/ネガティブなフィードバックを受ける)、Social Interaction(実験者が実験参加者を高揚させる/落ち込ませるような態度で実験を行う)、Gift(プレゼントを手渡す)、Facial Expression(笑顔やしかめ面などの表情をつくらせる)、Combined(Velten と Imagination 等複数の方法で行う)であった。これらの方法の有用性を比較検討した結果、Film/Story が最もクリアに気分誘導をすることができたとしている。

インタフェースと先行研究の関連

以上の研究より、ポジティブ感情は人の態度を変容させ、認知的な能力を高めるということが明らかになった。このことは、モノを使用する場面においても同様のことが言える可能性があると考える。

モノを使用する際にポジティブ感情状態であれば、認知的能力が向上し、使いにくさを伴うモノであっても、簡単に使用することができるようになるのではないだろうか。また、態度が変容し物事を好意的に捉える傾向があるのならば、モノを使用する際に使いにくさを伴っている場合でも試行する回数や様々な角度からの試行を行うように

なるということが考えられる。

しかし、ポジティブ感情に関する研究とインタフェースの関係を検討した研究はあまり見られない。ポジティブ感情を生起させる刺激をインタフェースに直接使用することは困難だと考えられる。先に述べた Westermann らの研究で挙げられた気分誘導の方法のうち、インタフェースに応用できるのは偽のフィードバックを受けるものだろう。モノを使用する際うまくいかない場合にはネガティブなフィードバックを受けることにより、ネガティブ感情になっていると考えられる。しかし、ポジティブ感情状態であれば、ネガティブなフィードバックも好意的に捉え、かつ多面的に思考をし、問題解決に取り組むことができ、使いやすさ感も向上するのではないだろうか。具体的には、エージェントなどを使用し、操作する際にフィードバックを返すことなどで応用できる可能性がある。

ポジティブ感情に関する先行研究の問題点

ポジティブ感情を扱う研究における問題点としては 2 つあげられる。1 つは、生起されるポジティブ感情の種類について検討がなされていないことである。Fredrickson(1998)はポジティブ感情には喜び、興味、満足、愛の 4 種類があるとしているが、区別して研究を行っていない。感情尺度である PANAS(Positive Negative Affect Schedule; Watson et al., 1998)ではポジティブ感情尺度に注意深い、わくわくした、力強い等 10 項目に対して質問を行っているが先行研究においてこれらを区別して分析を行ったものは見られない。また、これらの研究はいずれも日本で行われたものではない。先行研究で挙げた研究のほとんどはアメリカで行われた研究である。言葉や思考方法に見られるように文化差の大きい日本とアメリカでは、ポジティブ感情を生起させる要因が同じであるとは考えにくい。よって、日本人においても同様の実験刺激によってポジティブ感情は生起するのかどうか検討が必要であると考える。

ポジティブ感情を生起させる先行研究

先に述べた問題点に対して、生起されるポジティブ感情を検討し、日本人においてどのようなポジティブ感情を生起させる条件が適切かどうか石川(2012)は検討を行っている。この研究では、ポジティブ感情を生起させる要因を特定することを目的とし、尺度を用いてポジティブ感情が生起されているかどうかの確認を行った。

ポジティブ感情状態になるための条件として、先行研究より頻繁に使用されているお菓子条件と音楽条件を使用しており、インタフェースに応用するため偽のフィードバックを行う条件を使用している。陽気な音楽としてきただにひろしのウィーアーを聞かせる条件と中学生が解ける難易度のアナグラム課題に対してどのような成績であっても“とても良い成績であった”と偽のフィードバックを受ける条件、そしてお菓子を手渡す条件の 3 条件を 29 名に対して実験を行った。

結果は、ポジティブ感情の条件提示前と提示後の変化を PANAS と多面的尺度の下位尺度(活動的快、非活動的快、親和)それぞれを用いて検討を行った。

その結果、音楽条件において PANAS は刺激前と刺激後に有意差が見られ、音楽を聞いたのちにポジティブ感情が高まった。また、多面的感情状態尺度の活動的快の刺激前と刺激後において有意差が見られ、活動的快が高まった。非活動的快の刺激前と刺激後において有意差が見られなかったが、親和の刺激前と刺激後においては有意差が見られた。音楽を聞いたのちに親和は低くなった。

フィードバック条件においてはいずれの尺度でも有意差は見られなかった。

お菓子条件でもいずれの尺度においても有意差は見られなかった。

この結果に対して、音楽条件はポジティブ感情を生起させることができ、偽のフィードバック条件はどの尺度においてもポジティブ感情を生起させることができなかったが、活動的快に関しては刺激前と刺激後のどちらも高くなっていることから天井効果が見られている可能性がある。また、お菓子を手渡す条件においてもすべての尺度においてポジティブ感情を生起させることはできなかっ

たが、偽のフィードバック条件と同様にポジティブ感情になる傾向がみられるため、可能性があると考えられる。

また、報酬を与えるという点においてお菓子を手渡す条件と偽のフィードバックを与える条件は同様にポジティブな感情を引き起こすと考えられたが、今回の実験によって、お菓子を手渡すことによってはポジティブ感情が引き起こされないことが確認された。金銭やより高価なものなどの報酬で検討を行えばポジティブ感情を引き起こすことができる可能性はあるが、インタフェース場面において金銭などの報酬を与えるシステムを実装することはあまり現実的とは言えないと石川(2012)は考察している。

本研究の目的

今回の実験の目的は石川(2012)の研究によって、明らかになったポジティブ感情を生起させる要因を用い、モノに対する態度が好意的になることや多面的な思考を行うのかどうか認知的な課題であり、様々な種類の行動や何度も繰り返し行うことができるパズル課題を用いて検討することである。

方法

実験参加者

実験参加者は都内大学に通う大学 29 名であり(平均年齢 20.42 歳、*SD* = 1.36)、男性 14 名、女性 15 名であった。

条件

石川(2012)の結果より、お菓子を手渡す以外の条件においてポジティブ感情を生起させる傾向にあったため、今回の実験においては以下の条件を使用した。偽のポジティブなフィードバックを与えられるフィードバック条件、音楽を聞く音楽条件、刺激を何も与えないコントロール条件の 3 条件であった。

音楽条件では、きただにひろしのウィーアーを使用した。音楽はノートパソコンにより教室内で流された。

フィードバック条件では、アナグラム課題を寺岡(1959)の研究を参考にし、中学生が解ける難易度の問題を使用した。ひらがな 4 文字からなる名詞 120 語のうちからランダムに 30 語を選び出し、実験参加者に解答させた。使用した単語は 1 語中に同じ字を含まない、濁音・半濁音等を含まない、配列の変換により別の語にならない、同音異義を有しないものであった。寺岡(1959)の研究を元に 30 語を 5 分以内に解答させた。実験参加者は解答が終わると実験者は採点をし、どのような成績であっても“とても良い成績であった”等偽のフィードバックを受けた。

コントロール条件はアナグラム課題を解くのみであった。

気分評定尺度

今回の実験では、PANAS と多面的感情状態尺度を合わせて合計 46 項目からなる気分評定尺度を使用した。

先行研究においては、気分評定尺度として PANAS が最も多く使用されている。この尺度は、元の尺度を日本語に訳されたものも存在するが、日本で独自に検討・改良され続けている。例えば、佐藤らが改良を行った日本語版 PANAS(佐藤・安田,2001)、それを検討した織田版 PANAS(織田,2005)、そして阿久津版 PANAS(阿久津,2008)などがある。今回の実験においては一番最近のものである阿久津版 PANSAS を使用した。

また、多面的感情状態尺度(寺崎,・岸本・ 古賀, 1992)も使用した。この尺度には下位尺度が存在し、活動的快、非活動的快、親和尺度がポジティブ感情に当てはまるとしているため使用した。この尺度のうち、ポジティブ感情に該当する活動的快(活気のある・元気いっぱいの等)、非活動的快(のんびりした・のんきな等)、親和(愛らしい・すてきな等)尺度と、ネガティブ感情に該当する抑鬱・不安(気がかりな・くよくよした等)、敵意(攻撃的な・憎らしい等)、倦怠(疲れた・退屈な等)尺度から各 5 項目を使用した。

多面的感情状態尺度と PANAS はどちらも、

全く感じていない(1) - 非常に感じている(5)の5件法で行った。

手続き

実験の手続きは、石川(2012)と同様の流れである。しかし、アナグラム課題を解くということ自体が気分に何らかの影響を与えている可能性があるため、条件を統制するためにすべての条件においてアナグラム課題を行った。

実験参加者はまず先行研究と同様の PANAS と多面的感情状態尺度を用いた気分評定の質問紙を行った。その後フィードバック条件はアナグラム課題(寺岡, 1959)を解いたのちにどのような成績であっても“非常に良い出来であった”というポジティブなフィードバックを受けた。音楽条件は、陽気な音楽を選曲し、音楽を聴きながらアナグラム課題を解いた。コントロール条件はアナグラム課題を解くのみであった。いずれの条件も制限時間を 5 分間とした。課題が終わると再度気分評定の質問紙を行い、その後パズル課題を行った(図 4、図 5)。パズル課題において参加者は、解くことが不可能だと感じたら課題を中止するように教示を受けた。

図 4　利用したパズル課題

図 5　解いた状態のパズル

結果

ポジティブ感情の生起確認

アナグラム課題を解く前と後でポジティブ感情が変化したかどうか PANAS と多面的感情状態尺度の下位尺度(活動的快、非活動的快、親和)それぞれを用いて検討を行った。

音楽条件において、PANAS に有意差があり($t(28) = 3.44$, $p < .00$)、ポジティブ感情が生起されていた。また、活動的快と非活動的快に有意差があり(順に $t(28) = 3.94$, $p < .00$: $t(28) = 4.08$, $p < .00$)、活動的快は高まり、非活動的快は低くなった(図 6)。図に音楽を聴く前と後の変化を示した。

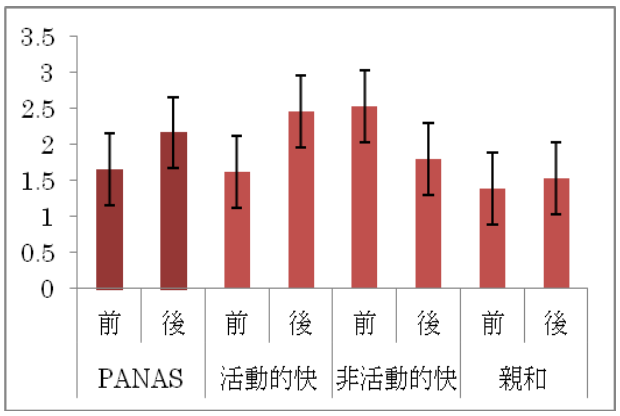


図 6　音楽条件

フィードバック条件において PANAS で有意差があり($t(28) = 1.97$, $p < .05$)、ポジティブ感情が生起された (図 7)。

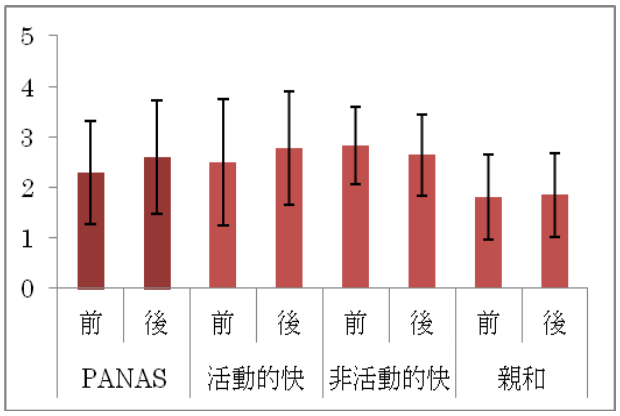


図 7　フィードバック条件

コントロール条件においては活動的快に有意差が見られ($t(28) = 2.36$, $p < .05$)、アナグラム課題により、活動的快が低くなった (図 8)。

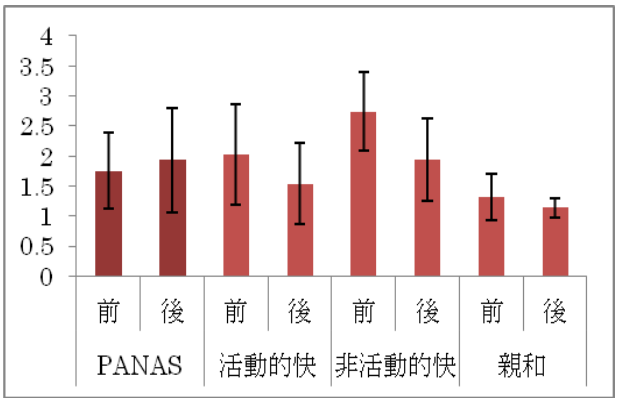


図 8　コントロール条件

パズル課題の分析結果

パズル課題を解く過程の課題に対する態度と解き方の多様性について以下 2 つの視点から分析を行った。1 つは、パズル課題に対する態度の変容である。態度の変容としてどれくらい多くの行動をとったかという行動総数と、認知的な能力の向上としてどれだけの種類の行動を試したかという行動の種類において課題を始めてから 3 分間測定した。行動総数は、実験参加者がパズルのピースをずらす、元に戻すなどと 1 つの操作を行うと 1 アクションとし、行動の種類は階段状にする(図 9)、ピースを一つずらす(図 10)などで 1 つの種類とみなし、同じ種類の行動を行っていても 1 種類とした。分析は実験参加者の発話から 3 分以上ポジティブ感情は持続しないと考え、パズル課題を開始して 3 分間とした。課題の最中、3 分以内にパズルが解けた参加者 7 名においては分析対象としなかった。使用したパズルは偶然外れてしまう場合もある物を使用したため、3 分以内に解けた実験参加者は、パズル課題を偶然に解いてしまった参加者であり、多面的な思考や態度の変容の結果ではないと判断した。

2 つ目はパズル課題への多面的な思考である。より多くの行動を行うことは、パズル課題に対しての態度が好意的であるためであり、多くの種類の行動を行うことはパズル課題を多面的に考えていると捉え、分析を行った。

図 9　階段状にしたパズル

図 10　ピースを一つずらした状態のパズル

その結果、行動総数においては、条件間の主効果が見られ($F(2,18) = 7.097$, $p < .01$)、フィードバック条件と音楽条件において差があった($p < .01$)(図 9)。ポジティブなフィードバックを受ける事によって、音楽を聴くことや何も行わないよりも多くの回数、チャレンジを行っている。

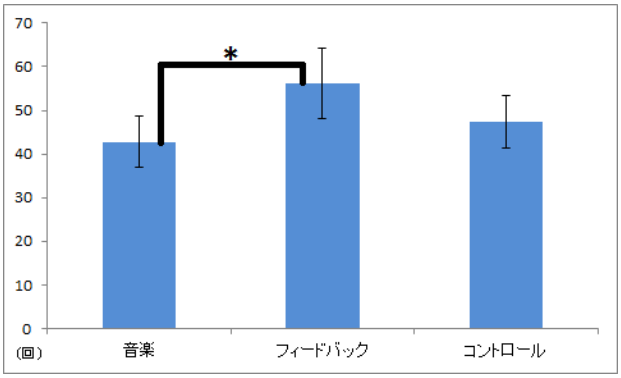


図 9　行動総数

行動種類においては条件間に有意差が見られなかった(図 10)。有意差は見られなかったが、音楽条件は 9.57 回、フィードバック条件は 12.57 回、コントロール条件は 9.71 回とフィードバック条件がより多くの種類のチャレンジを行っているという結果であった。

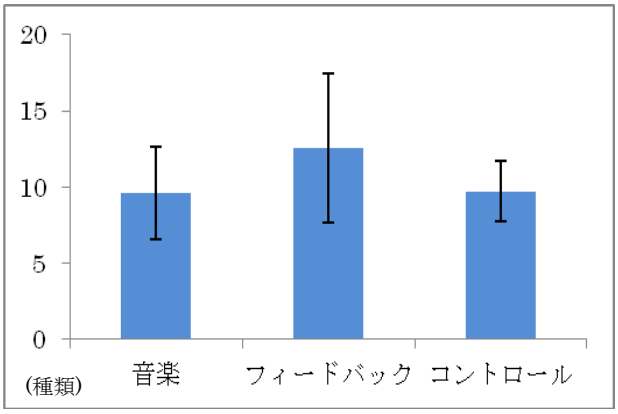


図 10　行動種類

考察

今回の実験の目的は、どのような刺激がポジティブ感情を生起させるのか確認することと、ポジティブ感情が生起することによって人はパズル課題に対して好意的な態度に変化するのか、認知的な能力が向上するのかということを確かめることであった。

今回の実験において偽のフィードバックと音楽によってポジティブ感情を生起することが可能であったことが確認された。

また、態度の変容や認知的能力の向上においては、音楽によって生起されるポジティブ感情の効果が見られなかった。偽のフィードバックによる効果は差がないものの、有意傾向が見られた。偽のポジティブなフィードバックを与えることにより、モノに対する態度が好意的に変容することや、様々な種類の行動を行うといった認知的な能力に影響する可能性があることが示唆された。このことは、実験参加者はパズルを解いていないため、パズル課題からの解けているといったようなポジティブなフィードバックが影響しているとは考えにくいことからもいえるだろう。

しかし、偽のフィードバックを与えるということは“パズルを解く”ということに影響を与えただけという可能性は否定できない。今後、インタフェース場面においても有効に利用できるのかどうか検討を進めていくべきだと考える。

音楽によって態度の変容や様々なチャレンジが行われなかった理由としては、生起されるポジティブ感情は持続時間が偽のフィードバックを与えるよりも短い可能性があることや、音楽によって生起されるポジティブ感情には行動や態度が変容する効果がないということが考えられる。しかし、今回行ったのはパズル課題であったので、インタフェース場面においてはまた違った結果がでる可能性もある。偽のフィードバックを与える条件だけでなく、ほかの条件も考慮して検討を行う。

今後、具体的なインタフェース場面においてポジティブ感情は有効に影響するのかどうか検討を行い、初心者ユーザの不安や混乱に対してどのような影響を与えるのか検討したいと考える。

参考文献

[1]阿久津洋巳　(2008)　ポジティブ感情とネガティブ感情の測定-項目反応理論の適応-　岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要第 7 号　135-144.

[2]Estrada, C. A., Isen, A. M., & Young, M. J. (1997) Positive affect facilitates integration of information and decreases anchoring in reasoning among physicians. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 72, 117-135.

[3]Fredrickson, B. L. (1998) What good are positive emotions? *Review of General Psychology*, 2, 300-319.

[4]Fredrickson, B. L (2001) The Role of Positive Emotions in Positive Psychology: The Broaden-and-Bulid theory of Positive Emotions. *Am Psychol*, 56, 218-226

[5]Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005) Positive emotions broaden the scope of attention and thought-actionrepertoires. *Cognition and Emotion*, 19, 313–332.

[6]Isen, A. M., & Daubman, K. A. (1984) The Influence of Affect on Categorization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47, 1206-1217.

[7]Isen, A. M., & Shalker, T. E. (1982) The effect of feeling state on the evaluation of positive, neutral, and negative stimuli: When you "accenuate the positive," do you "eliminate the negative"? *Social Psychology Quarterly*, 45, 58–63.

[8]Isen, A. M., Daubman, K. A.,& Nowichi. G. P. (1987) Positive Affrct Facilitates Creative Problem Solving. *Journal of Personality and Social Psychology,* 52, 1122-1131.

[9]石川知夏・新垣紀子（2012） 「魅力的なもの」によってポジティブ感情は生まれるのか？－さまざまな刺激により生起されるポジティブ感情の調査－ 電子情報通信学会技術研究報告 112(46), 149-154.

[10]北村英哉 (2003) 認知と感情 理性の復権を求めて ナカニシヤ出版.

[11]ノーマン, D. A. 岡本明他訳 (2004) エモーショナルデザイン 微笑を誘うモノたちのために 新曜社.

[12]織田信男 (2005) 日記療法の基礎研究(2)：日記の種類と性格特性の関連について 日本パーソナリティ心理学学会第 14 回大会発図論文集 81-82.

[13]佐藤徳・安田朝子 (2001) 日本語版 PANAS の作成 性格心理学研究 第 9 巻 第 2 号 138-139.

[14]Schiffenbauer, A. (1974) Effects of observer's emotional state on judgments of the emotional state of others. *Journal of Personality and Social Psychology*, 30, 31–36.

[15]寺岡隆 (1959) アナグラムの解読に及ぼす配列および材料語の影響 心理学研究 第 30 巻 第 4 号 11-20.

[16]寺崎正治・岸本陽一・古賀愛人 (1992) 多面的感情状態尺度の作成 心理学研究 第 62 巻 第 6 号 350-256.

[17]Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988) Development and validation of brief measures of positive and negative affect:The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 1063-1070

[18]Westermann, R., Spies, K., Stahl, G., & Hesse, F.W (1996) Relative effectiveness and validity of mood induction procedures:a meta-analysis. *European Journal of Social Psychology,* 26, 557-580.

観察対象の主体が運動スキルの観察学習に及ぼす影響
Effects of Self- and Other-observation on Skill Learning

清河 幸子[†]，中田 幸宏[‡]
Sachiko Kiyokawa, Yukihiro Nakata

[†]名古屋大学，[‡]中部大学
Nagoya University, Chubu University
kiyokawa.sachiko@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The present study investigated the effects of self/other observation on skill learning. The participants in the self-observation condition were asked to watch themselves on the videotapes and then to practice dart throwing. The participants in the other-observation condition were required to watch one of the participants in the self-observation condition and then to practice dart throwing. The participants in the control condition were instructed to take a rest and then to practice dart throwing. self-efficacy, self-reaction, and usefulness of the video were measured as well as the dart performance. The results showed that there was not any significant difference among the conditions in the dart performance and in the self-efficacy score. The results also revealed that the self-reaction scores in the other-observation condition were higher than those in other conditions.

Keywords — Observation, Skill Learning, Self/Other

1. 問題と目的

新たな運動スキルを学習する際に，同じ活動を行う他者の姿を観察することは有効な方略の１つである。また，ビデオなどを用いれば，観察対象は他者には限定されず，自分自身の姿を観察することも可能となる。この他者を観察すること（以下，他者観察）と自分自身を観察すること（以下，自己観察）は，行為としては一見すると類似しているが，それぞれ，運動スキル学習に対してどのような影響をもつのだろうか。本研究では，他者観察と自己観察という観察主体が運動スキルの観察学習に及ぼす影響を検討する。

Kitsantas, Zimmerman, & Ceary (2000) は，ダーツスキルを題材として，観察対象が観察学習に及ぼす影響を検討している。その結果，初めからほぼ完璧に遂行しているモデル（以下，熟達モデル）を観察するよりも，初めは初心者とほぼ同等であるが次第に上達していくモデル（以下，対処モデル）を観察するほうが効果的であることが明らかとなった。そして，この結果は学習者自身と観察対象との類似度が高いほど，観察対象から得られる情報が多く，学習に対して促進的な働きをするものと解釈されている。Kitsantas et al. (2000) では，他者観察と自己観察が直接比較をされているわけではないが，学習者と観察対象の類似度が高いことが促進的に働くのであれば，観察対象が自分自身であった場合，すなわち自己観察が他者観察よりも効果的であると予測される。

2. 方法

2.1 実験参加者

右利きのダーツ初心者の大学生 62 名（男性 37 名，女性 25 名，平均 20.10 歳，*SD* 1.86 歳）が実験に参加し，自己観察条件，他者観察条件，モデルなし条件の 3 条件にランダムに割り当てられた。各条件の人数は，自己観察条件が 20 名（男性 12 名, 女性 8 名), 他者観察条件が 20 名（男性 12 名，女性 8 名），モデルなし条件が 22 名（男性 13 名，女性 9 名)であった。

2.2 実験計画

4（テスト：テスト 1，テスト 2，テスト 3，テスト 4）×3（モデル条件：自己観察条件，他者観察条件，モデルなし条件）の 2 要因混合計画であった。テストは参加者内要因，モデル条件は参加者間要因であった。

2.3 装置

ダーツを用いた。ターゲットは市販の直径 32 cm のダーツボードを使用した。中心円は直径 2

cm で配点は「4 点」とした。そこから半径 1 cm までを「3 点」とした。さらにそこから半径 7 cm までを「2 点」とし，残りは「1 点」とした。また，ダーツがターゲットから外れた場合，当たっても落ちてしまった場合は「0 点」とした。ターゲットは，床から 1.73 m，実験参加者がダーツを投げる地点から 2.37 m の距離に設置した。

2.4 手続き

はじめに，ダーツ経験の有無・利き手の確認をした。その後，ダーツにおいて必要なスキルが書かれた教示を呈示し，その内容に則して，利き手ではない左手でダーツを行うように求めた。実験は 4 回のテストで構成され，テストとテストの間に観察または休憩と 5 分間の練習を挟んだ。1 回のテストは 3 投で構成されていた。また，練習時の投数を記録し，テスト試行の様子をビデオカメラで記録した。

自己観察条件では，自身のテスト時の姿を，他者観察条件では他者のテスト時の姿を，練習試行の冒頭で，モニタを通じて観察するよう求めた。他者観察条件のモデルは自己観察条件に割り当てられた参加者の中から同性のものをランダムに 1 つ選んだ。モデルなし条件では観察を行わず，小休憩を挟んだ。時間はテスト 1 の後は 25 秒，テスト 2，3 の後は 20 秒であった。

また，ダーツに関する自己効力感を測定するため，毎テスト前に参加者に対し「1 投あたり何点くらいのスコアが出せると思いますか」と質問をし，「1 投で 1 点」，「1 投で 2 点」，「1 投で 3 点」，「1 投で 4 点」の 4 つから 1 つを選んで答えるよう求めた。また，自己満足感を測定するため，毎テスト後に「3 投を振り返ってどのくらいうまくいったと思いますか」と質問をし，「全くうまくいかなかった」から「とてもうまくいった」の 5 段階で評定を求めた。さらに，自己観察条件，他者観察条件では毎テスト後に，ビデオがどの程度役に立ったか（以下，ビデオ満足感）を「全く役に立たなかった」から「とても役に立った」の 5 段階で評定するよう求めた。

3. 結果

以下では，ダーツスコア，自己効力感，自己満足感，ビデオ満足感の順に，結果を示す。なお，モデル条件およびテスト毎のダーツスコアの平均 $\pm 2SD$ を超える値を外れ値とし，自己観察条件男性 2 名，他者観察条件男性 1 名，女性 2 名，モデルなし条件男性 1 名のデータを以下の全ての分析から除外した。

3.1 ダーツスコア

各テストにおける 3 投分の合計点を算出し，ダーツスコアとした。ダーツスコアのモデル条件およびテスト毎に平均値と *SD* を求め，図 1 に示した。

ダーツスコアを従属変数として，テスト（テスト 1，テスト 2，テスト 3，テスト 4）×モデル条件（自己観察，他者観察，モデルなし）の 2 要因分散分析を行ったところ，テストの主効果が有意となり（$F(3, 159) = 34.16$, $p < .01$），交互作用が有意傾向となった（$F(6, 159) = 2.10$）。モデル条件の主効果は有意ではなかった（$F(2, 53) = 0.83$）。

単純主効果検定を行ったところ，全てのモデル条件で，テストの単純主効果が有意となった（自己観察 : $F(3, 159) = 10.00$，他者観察 : $F(3, 159) = 16.87$，モデルなし : $F(3, 159) = 11.48$，全て $p < .01$）。多重比較（*HSD* 法）を行ったところ，自己観察条件において，テスト 1 が他のテストより有意に低かった（$HSD(p < .05) = 1.05$）。また

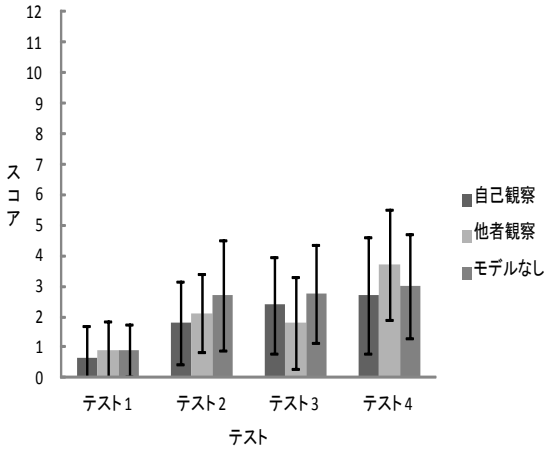


図 1　ダーツスコアの平均および *SD*（テストおよびモデル条件別）

テスト 4 はテスト 2 より有意傾向で高かった（HSD (p < .10) = 0.94）。他者観察条件においては，テスト 4 で他のテスト時よりも得点が有意に高く，テスト 2 はテスト 1 より有意に高かった（HSD (p < .05) = 1.05）。また，テスト 3 はテスト 1 より有意傾向で高かった（HSD (p < .10) = 0.94）。モデルなし条件では，テスト 4 が他のテストより有意に高かった（HSD (p < .05) = 1.05）。テスト毎の条件の単純主効果については全て有意ではなかった（テスト 1 : F (2, 212) = 0.14，テスト 2 : F(2, 212) = 1.81，テスト 3 : F(2, 212) = 1.79, テスト 4 : F(2, 212) = 2.07）。以上より，いずれの条件においても，後にいくほど，得点が高くなっている傾向がうかがえたが，観察対象の影響については認められなかった。

3.2 自己効力感

自己効力感について，モデル条件およびテスト毎の平均と SD を図 2 に示した。自己効力感を従属変数として，テスト（テスト 1，テスト 2，テスト 3，テスト 4）×モデル条件（自己観察，他者観察，モデルなし）の 2 要因分散分析を行った。その結果，テストの主効果のみが有意だった（テストの主効果 : F(3, 159) = 7.21, p < .05，モデル条件の主効果 : F(2, 53) = 0.14, 交互作用 : F(6, 159) = 1.26)。多重比較（HSD 法)を行ったところ，テスト 4 でテスト 1，3 よりも有意に高かった（HSD (p < .05) = 0.24）。以上より，回が進むにつれて自己効力感は高まっていったと言えるが，モデル条件間に差は見られなかった。

3.3 自己満足感

自己満足感について，モデル条件およびテスト毎の平均と SD を図 3 に示した。自己満足感を従属変数として，テスト（テスト 1，テスト 2，テスト 3，テスト 4）×モデル条件（自己観察，他者観察，モデルなし）の 2 要因分散分析を行った。その結果，テストの主効果が有意となり（F(3, 159) = 20.91, p < .01），交互作用が有意傾向となった（F (6, 159) = 1.92）。モデル条件の主効果は有意ではなかった（F(2, 53) = 0.96)。

単純主効果検定を行ったところ，全てのモデル条件でテストの単純主効果が有意であった（自己観察 : F (3, 159) = 7.40, 他者観察 : F (3, 159) = 10.02, モデルなし : F (3, 159) = 7.32, 全て p < .01）。多重比較（HSD 法）を行ったところ，自己観察条件において，テスト 1 はテスト 3，4 よりも有意に自己満足感が低かった(HSD (p < .05) = 0.92）。また，テスト 4 はテスト 2 より有意傾向で自己満足感が高かった(HSD (p < .10) = 0.82)。他者観察条件においては，テスト 4 はテスト 1 およびテスト 3 よりも有意に自己満足感が高く，テスト 1 はテスト 2 より有意に低かった（HSD (p < .05) = 0.92）。モデルなし条件において，テスト

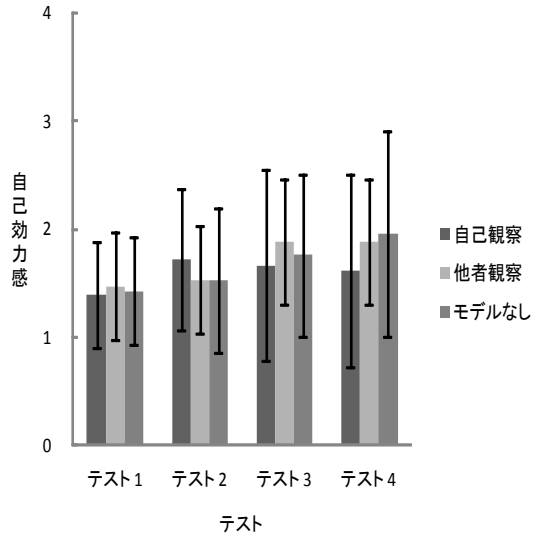


図 2　自己効力感の平均および SD (テストおよびモデル条件別)

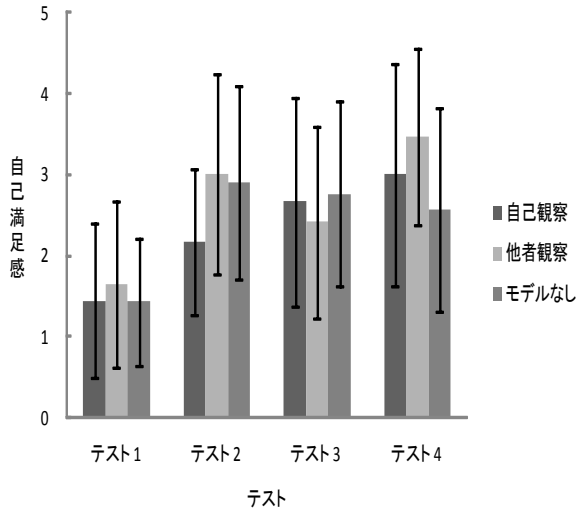


図 3　自己満足感の平均および SD (テストおよびモデル条件別)

4 は他のテストより有意に高かった（*HSD* (*p* < .05) = 0.92）。

また，テスト 2 とテスト 4 でモデルの単純主効果が有意傾向であった（テスト 2：$F(2, 212) = 2.85$, テスト 4：$F(2, 212) = 2.77$）。テスト毎で見たところ，テスト 2 において，他者観察条件は自己観察条件より有意傾向で自己満足感が高かった（*HSD* (*p* < .10) = 0.80）。テスト 4 においては，他者観察条件がモデルなし条件より有意傾向で自己満足感が高かった（*HSD* (*p* < .10) = 0.80）。以上より，条件毎に自己満足感の伸び方に差が見られ，他者観察条件は他の条件より高い傾向が見られた。

3.4 ビデオ満足感

ビデオ満足感の平均値は自己観察条件は 3.28 (*SD* = 1.09)，他者観察条件は 3.35 (*SD* = 1.24) であった。ビデオ満足感を従属変数として，1 要因分散分析を行ったところ，条件間に有意な差は見られなかった($F(1, 34) = 0.03$)。以上より，参加者の主観によるビデオの有用性に関しては，モデルが自分自身の場合と他者の場合で差があるとは言えなかった。

4. 考察

本研究では，観察対象が運動スキル学習における観察の効果に及ぼす影響を検討した。4 回のテスト時点におけるダーツスコアを比較した結果，いずれの条件においても，回を追うごとに成績が上昇するという練習の効果は確認されたものの，条件間に有意な差は認められず，学習者と観察対象の類似度が高いほど学習が促進されるという仮説を支持する結果は得られなかった。また，実際の成績を反映して，自己効力感についても，条件間で差は認められず，練習の効果のみが示された。

この理由としては，練習を行う時間に対して観察を行う時間が短かったことから，観察の効果が発現しなかったことが考えられる。また，比較的短い観察であっても，観察時の方向づけを行うことで，その効果を高めることは可能かもしれない。本研究では，自己観察条件，他者観察条件とも，どのようにしてビデオを見るのかについては，教示を行っていなかったため，十分に呈示された情報を自らのスキル学習に活用できなかった可能性がある。これらの点を改善するために，観察時間を長くしたり，あるいは，実際にダーツを投げる練習時間を短縮して，観察時間を相対的に長くする，あるいは観察とその後の練習の結び付けを行うような教示を与えることによって，観察の効果を再度検討する必要がある。

ダーツスコアで測られるパフォーマンスや自己効力感については，モデル条件間で差が認められなかったものの，自己満足感に関しては，テスト 2 および 4 で，他者観察条件において他の条件よりも高くなることが示された。実際のパフォーマンスに関しては，他者観察条件が高いわけではないことから，他者観察条件では評価基準が甘い方向に変化したことが示唆される。小寺・清河・足利・植田（2011）では，洞察問題解決時に「自己の試行」として観察するのか，「他者の試行」として観察するのかという認識の違いだけで，解決成績が異なることを示している。具体的には，実際には自己の試行であるにもかかわらず，「他者の試行」として観察した場合の方が「自己の試行」として観察した場合よりも成績がよかった。課題の性質が異なるため，一般化には留意が必要ではあるが，小寺ら（2011）同様，モデルの主体によって観察対象もしくは観察後の自らの試行に対する評価基準が変化した可能性がある。この点についても詳細な検討が必要である。

文献

[1] Kitsantas, A., Zimmerman, B., & Ceary, T. (2000). The role of observation and emulation in the development of athletic self-regulation. J*ournal of Educational Psychology*, **92**, 811-817.

[2]小寺礼香・清河幸子・足利純・植田一博 (2011). 協同問題解決における観察の効果とその意味：観察対象の動作主体に対する認識が洞察問題解決に及ぼす影響　認知科学，**18**, 114-126

人工物利用に対して高齢者が感じる主観的利用困難度：認知的加齢現象との関係

Subjective difficulty to use and cognitive aging: Correlational analysis of artifacts usage by older adults

安達 悠子[1,2]，須藤 智[2,3]，原田 悦子[1,2]，熊田 孝恒[2,4]，近藤 公久[2,5]
Yuko ADACHI, Satoru SUTO, Etsuko T. HARADA, Takatsune KUMADA, Tadahisa KONDO

[1]筑波大学，[2]JST-RISTEX，[3]静岡大学，
[4]理化学研究所脳科学総合研究センター，[5]ATR知能ロボティクス研究所
University of Tsukuba, JST-RISTEX, Shizuoka University, RIKEN Brain Science Institute, Advanced Telecommunications Research Institute International(ATR)
adachi@human.tsukuba.ac.jp

Keywords — Cognitive aging, Information and communication technology (ICT), Subjective difficulty to use

1. はじめに

高齢化と情報化が同時に高速で進展する現在の日本社会において，高齢者にとっての使いやすさを実現・保証することは社会的な課題となっている．そこで「高齢者にとっての使いやすさ検証実践センター」(Center for Usability and Aging Research，CUAR; 通称，みんなの使いやすさラボ，略称みんラボ)では，地域在住の健康な高齢者を対象に，社会貢献として「モノの使いやすさ」についてのインフォーマントを募集し，データベースを構築している（原田, 2012）．

このデータベースには，年齢・性別・教育年数などのプロフィール情報に加えて，特に加齢に関係する認知機能の各種指標，ならびに多様な人工物に関する情報（所有の有無からコンピュータ不安まで）を登録している．その一つとして，各種人工物について，利用目的や操作方法を指定した上で主観的な利用困難度を尋ねる調査項目が含まれている（表 1 参照）．人工物に対する主観的利用困難度は，実際の利用および利用に伴う抵抗感を反映した指標であると同時に，人工物間の関連性・カテゴリーから各ユーザのメンタルモデルを知る上でも有用なデータと考えられる．そこで，本研究では現時点の CUAR 登録者の全データを対象とし，人工物に対する主観的利用困難度の構造に関する探索的な検討，ならびにそうした「主観的に知覚された」人工物カテゴリーごとの利用困難度と，各種の認知的加齢測度との関係性の分析を試みた．

2. 方法

2.1. 参加者 2012 年 8 月末までにみんなの使いやすさラボ（CUAR みんラボ）でデータベース登録を完了した地域在住のボランティア会員 150 名（男性 78 名，女性 72 名）であった．募集の条件は「およそ 60 歳以上で，自立的に活動参加が可能であること」であった．このうち，60 歳未満であった 2 名を除き，148 名（男性 78 名，女性 70 名）のデータを対象とした（平均年齢 69.43 歳，SD = 4.88，range = 60-84）．

2.2. 手続き みんラボ登録者募集の呼びかけに自発的に応じた参加者に対して，1 時間程度の個別面接により，質問紙調査ならびに認知的課題を実施した．

2.3. データ 本報告ではプロフィール項目の内，年齢, 教育年数, 人工物 24 項目の家庭内所持数，主観的健康度（4 段階評定：健康ではない(1)～とても健康だ(4)）を取り上げる．人工物に対する主観的利用困難度（以下，利用困難度）は，「日常生活のさまざまな場面において，ご自分で以下の機器の操作をすることの難易度を教えてください．お使いでない機能・お持ちでない機器は，操作の場面を想像してお答えください」として尋ねた 33

項目である（5 段階評定：大変やさしい(1)～大変難しい(5)）．認知的加齢に関する測度として，老研式活動能力指標（古谷・柴田・中里・芳賀・須山，1987），Mini-mental State Examination (MMSE; Folstein, Folstein,& McHugh, 1975)，短期記憶に関する数値スパンテスト(順唱, 逆唱)，単語流暢性テスト，および産総研式認知加齢検査(AIST-CAT; Kumada, Kitajima, Ogi, Akamatsu, Tahira, &Yamazaki,2005)を利用した．参加者の人工物利用に対する態度尺度として，コンピュータ不安尺度[1]（平田, 1990），ならびに情報化社会への態度項目（森，2010）を用いた．

3. 結果および考察

3.1. 利用困難度の因子構造

33 項目の利用困難度の回答について因子分析（主因子法，プロマックス回転）を行なった．多重因子パターンが見られた 4 項目を除き，固有値 1 以上の 5 因子を抽出した（表 1）．第 1 因子は，「電子レンジでご飯を温めること」，「銀行の ATM(自動現金預け払い機)を使ってお金を引き出すこと」など 13 項目の負荷量が大きく，日常生活で利用される各種機器操作を内容としていた．そのため，これを「生活機器」因子と名付けた．第 2 因子は，「スマートフォンで乗り換え案内やお店などの情報を調べること」，「スマートフォンで写真を撮ること」など 8 項目の負荷量が大きく，モバイル機器などの ICT 機器操作を内容としていた．そのため，これを「先端 ICT 機器」因子と名付けた．第 3 因子は，「テレビ（地デジ）で EPG（電子番組表）を利用すること」，「ハードディスク・DVD レコーダを使って録画予約すること（ビデオテープを使わないビデオデッキ)」など 4 項目の負荷量が大きく，これを「デジタル TV/映像」因子と名付けた．第 4 因子は，「IC カード（Suica・Pasmo）にお金をチャージすること」，「IC カード（Suica・Pasmo）を使って自動改札を通ること」の 2 項目の負荷量が大きく，「IC カード」因子とした．第 5 因子は，「パソコンでメールを送ること」，「インターネットで検索をすること」の 2 項目の負荷量が大きく，「コンピュータ利用」因子と名付けた．5 因子の因子得点はすべての組合せで強い正の相関を示した．5 つの因子がほぼ同程度に関連しあっている点は興味深い．

3.2. 利用困難度とその他のデータベース項目との関係性分析

5 つの因子得点とデータベースのその他登録項目との相関を表 2 に示す．

プロフィール項目と老研式加齢尺度　利用困難度は年齢や主観的健康度とはほとんど相関がないが，教育年数および機器所有数とはすべての因子得点において負の相関が見られた．教育年数が長いほど，また機器所有数が多いほど，機器利用の困難さを感じる度合いが低いこと，そうした特性は 5 つの因子すべてに見られることが示された．

また，老研式手段的自立は生活機器因子との間に弱い負の相関を示した．手段的自立は「バスや電車を使って一人で外出ができますか」，「日用品の買い物ができますか」など，生活に密着した設問であるため，そうした活動で用いられる人工物の利用に関する困難度と直接的な関係性を示したものと考えられる．次に，老研式知的能動動作は「年金などの書類が書けますか」，「新聞を読んでいますか」と知的活動・学習意欲などと関与する設問であるが，5 つの因子いずれとも負の相関を示し，特に生活機器因子，デジタル TV/映像因子，コンピュータ因子との相関が相対的に高かった．特にデジタル TV/映像因子との高い関係性を示したことは，高齢者の知的な能動的活動とテレビ関連情報が関わっていることを示唆しており，興味深い．これらに対し，老研式社会的役割（「友達の家を訪ねることがありますか」，「家族や友達の相談にのることがありますか」など）は生活機器因子とのみごく弱い相関を示した．老研式尺度において下位尺度によって利用困難度との関係性が異なる点は興味深い．

[1] 平田（1990）の項目を基に，コンピュータ不安尺度で主語とされていた「コンピュータ」を「情報機器」に置き換えた上で，9 項目を抜粋して使用した．

表 1　人工物に対する主観的利用困難度の因子分析の結果（N= 148）

項目	平均	*SD*	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
電子レンジでご飯を温めること	1.38	0.70	.974	−.131	−.009	−.136	−.068
銀行のATM(自動現金預け払い機)を使ってお金を引き出すこと	1.47	0.77	.837	−.024	−.073	.003	.064
自宅の電話で，自分から電話をかけること	1.36	0.69	.824	−.096	−.107	.054	.148
銀行のATM(自動現金預け払い機)を使って振込みをすること	1.84	1.06	.767	.209	−.121	.040	−.058
全自動洗濯機で洗濯すること	1.55	0.78	.747	.147	−.121	−.112	−.119
携帯電話で，自分から電話をかけること	1.45	0.69	.720	−.149	−.033	.178	.122
電子レンジで冷凍食品を解凍すること	1.59	0.84	.675	.142	.022	−.060	−.067
携帯電話で写真を撮ること	1.78	1.03	.652	.177	.094	.062	−.063
エアコン/クーラーの設定温度を変えること	1.53	0.79	.630	−.221	.218	.065	.118
テレビ(地デジ)のチャンネルを変えること	1.41	0.69	.617	−.124	.259	−.059	−.054
全自動洗濯機のタイマー予約機能を使うこと	2.29	1.08	.531	.249	.034	−.045	−.032
携帯電話で，自分からメールを送ること	2.04	1.15	.467	.036	.145	.172	.108
携帯電話の留守番電話のメッセージを再生すること	2.02	1.09	.419	.041	.148	.077	.198
スマートフォンで乗り換え案内やお店などの情報を調べること	3.13	1.11	.047	.974	−.073	−.026	−.031
スマートフォンで写真を撮ること	2.99	1.15	.087	.921	−.086	−.062	.026
音楽をダウンロードすること	3.07	1.09	−.058	.780	.037	−.039	.154
メモリオーディオ(iPodなど)で音楽を聴くこと	2.81	1.14	−.124	.725	.145	.140	.023
インターネットでオンラインショッピングをすること	2.90	1.21	−.070	.637	.013	−.022	.431
携帯電話で乗り換え案内やお店などの情報を調べること	2.99	1.05	.007	.624	.155	.119	−.059
家庭発電システム(太陽電池、ガスなど)を利用すること	2.92	1.02	.150	.571	.079	−.052	−.057
インターネットで株取引をすること	3.58	1.28	−.087	.526	−.086	.080	.292
テレビ(地デジ)でEPG(電子番組表)を利用すること	2.41	1.07	.018	−.039	.972	−.192	−.025
テレビ(地デジ)で「dボタン」を利用すること	2.39	1.04	.051	.229	.709	.067	−.308
ハードディスク・DVDレコーダを使って録画予約すること（ビデオテープを使わないビデオデッキ）	2.57	1.13	−.076	.035	.649	.017	.286
ハードディスク・DVDレコーダを使ってビデオを見ること（ビデオテープを使わないビデオデッキ）	2.28	1.06	.053	.008	.587	.086	.174
ICカード(Suica・Pasmo)にお金をチャージすること	2.19	1.16	−.065	.020	.010	1.025	−.092
ICカード(Suica・Pasmo)を使って自動改札を通ること	1.88	1.00	.085	.038	−.163	.918	−.045
パソコンでメールを送ること	2.47	1.30	−.049	.273	−.016	−.071	.790
インターネットで検索をすること	2.30	1.30	.117	.274	−.044	−.075	.712
エアコン/クーラーのタイマー機能を使ってオフにすること	1.91	1.01					
DVDプレイヤーで映画を見ること	2.33	1.12					
デジタルカメラを使って写真を撮影すること	1.86	0.99					
デジタルカメラで撮影した写真を見たり，削除したりすること	2.19	1.14					
因子間相関							
			Ⅰ	.435	.599	.620	.437
			Ⅱ		.513	.508	.525
			Ⅲ			.518	.503
			Ⅳ				.546

※下から4項目は除外した項目

認知的加齢に関わる測度　いわゆる認知症のスクリーニングテストである MMSE が有意な相関を示したのは生活機器因子のみであった．本研究の参加者は，みんラボの主旨を理解した上で自発的に社会参加した高齢者層であり，意欲・生活能力ともに高水準に維持されている者が多いものと想定され，実際，MMSE は平均が 28 点を越えていた．その中でも，生活機器因子については MMSE 得点が低いと困難度が増加することを示したことは示唆的である．

産総研式認知的加齢検査得点との関係では，鏡文字課題ならびに課題切替課題の得点において，生活機器因子，IC カード因子，コンピュータ因子に対し，有意な負の相関が見られた．鏡文字課題は作動記憶機能に関する課題（山崎ら，2004），課題切替課題は認知制御に関わる課題（原田・浅野・須藤，2011）とされており，そうした認知機能の加齢変化により多様な人工物利用の困難度が変化しうる可能性が示された点で興味深い．一方，先行研究においては，行動系列課題はプラニング/中央実行機能を測定する課題として，また視覚探索課題は視覚的注意機能を測定する課題として，実際のユーザ行動に影響を与えている可能性が示唆されていた（山崎ら，2004）が，本報告では，

表 2　人工物に対する主観的利用困難度の因子得点とデータベース諸項目との相関

	年齢	教育年数	機器所有数	主観的健康	老健式 手段的自立	老健式 知的能動動作	老健式 社会的役割	老健式 総合得点
平均値	69.43	13.58	13.98	3.22	4.95	3.80	3.55	12.30
SD	4.88	2.51	3.00	0.54	0.24	0.45	0.81	1.05
range	60 – 84	8 – 21	3 – 21	1 – 4	3 – 5	2 – 4	0 – 4	9 – 13
生活機器	.140 †	−.243 **	−.371 ***	−.130	−.273 **	−.225 ***	−.197 *	−.313 ***
先端ICT機器	.080	−.354 ***	−.296 ***	−.166 *	−.118	−.166 *	−.089	−.167 *
デジタルTV/映像	.081	−.301 ***	−.443 ***	−.134	−.098	−.245 **	−.075	−.185 *
ICカード	.191 *	−.362 ***	−.329 ***	−.136	−.145 †	−.198 *	−.069	−.171 *
コンピュータ利用	.157 †	−.518 ***	−.395 ***	−.220 **	−.077	−.255 **	.023	−.106

	MMSE合計点	AIST 丸つけ	AIST 鏡文字	AIST 課題切替	AIST 視覚探索	AIST 行動系列	数唱スパン（順唱）	数唱スパン（逆唱）	語流暢性
平均値	28.20	46.69	5.58	31.60	31.32	3.28	4.97	3.31	12.74
SD	2.00	5.29	3.81	10.63	6.94	0.92	1.28	1.07	4.06
range	23 – 30	−2 – 48	−12 – 12	5 – 48	−19 –36	0 – 4	2 – 9	2 – 8	6 – 25
生活機器	−.217 **	−.058	−.234 **	−.245 **	−.119	−.172 *	−.133	−.060	−.243 **
先端ICT機器	−.022	.134	.004	−.154 †	−.150 †	.057	−.125	−.121	−.147 †
デジタルTV/映像	−.057	−.032	−.152 †	−.172 *	−.081	−.012	−.124	−.069	−.095
ICカード	−.082	−.073	−.216 **	−.249 **	−.111	−.154 †	−.153 †	−.044	−.281 **
コンピュータ利用	−.050	−.159 †	−.265 **	−.360 ***	−.130	−.162 †	−.184 *	−.229 **	−.277 **

	コンピュータ不安OP不安	コンピュータ不安 接近願望	コンピュータ不安 TEC不安	コンピュータ不安 総得点	情報社会 否定的態度	情報社会 肯定的態度
平均値	6.44	6.05	7.29	19.78	3.00	4.71
SD	2.49	1.91	1.88	4.75	1.00	1.06
range	3 – 12	3 – 12	3 – 12	9 – 33	1 – 5.8	2 – 6
生活機器	.342 ***	.152 †	.091	.275 **	.345 ***	−.164 *
先端ICT機器	.453 ***	.208 *	.186 *	.392 ***	.498 ***	−.243 **
デジタルTV/映像	.475 ***	.174 *	.265 **	.421 ***	.442 ***	−.261 **
ICカード	.374 ***	.189 *	.119	.317 ***	.409 ***	−.113
コンピュータ利用	.605 ***	.312 ***	.316 ***	.564 ***	.504 ***	−.344 ***

† < .10
* < .05
** < .01
*** < .001

主観的な機器利用困難度に対しては強い影響を示さなかった．実際の達成行動ではなく主観的な評価であることの問題，ならびに現時点でのみんラボデータベース登録者のサンプルがやや正方向に偏っている可能性が示唆された．

その他，数値スパン逆唱課題がコンピュータ因子と有意な負の相関を示した点が興味深い．この結果がコンピュータ利用が特異な特性を持つために得られたのか，あるいは教育年数など他の要因による擬似相関であるのか，今後さらに検討を行っていく．

人工物利用に対する態度　コンピュータ不安は全体として，利用困難度 5 因子すべてと強い相関を示したが，中でもオペレーション不安得点（「情報機器の前に座っただけで，とても緊張してしまう」「情報機器を利用するとき，操作を誤って何かを壊しそうな気がする」など）が強い影響を及ぼしている様子が伺われた．

一方，（非）接近願望（「情報機器を操作している人を見ると，自分も早くそうなりたいと思う（逆転項目）」，「情報機器の利用は，得意な人に任せておけばよい」など）は情報機器に対する負の評価や学習意欲の欠如，回避を示すものとされているが，特にコンピュータ因子において正の相関を示めした．またテクノロジー不安（「情報機器は，人間の弱点を補ってくれる便利な機会だ（逆転項目）」「これからの社会は，情報機器によって支配されてしまう気がする」など）は，情報機器・テクノロジーのもたらす社会的影響への不安や伝統への愛着を示すものと考えられるが，デジタル TV/映像因子およびコンピュータ因子との正の相関が見られた．こうした直接的な操作に関わらない不安感では，生活機器因子や IC カード因子との関係が見られない点も興味深い．

森（2000）の「情報社会への態度」尺度では，特に否定的態度得点（「世間から取り残されていると感じる」，「自分とは関係ないことと感じる」など）は利用困難度 5 因子すべてと正の相関を示した．これに対し，肯定的態度（「生活・趣味などの活動にとって便利である」，「生活が豊かになる」）

は，先端 ICT 因子，デジタル TV･映像因子，コンピュータ因子と負の相関を示した．

4. まとめと今後の課題

CUAR(みんラボ)データベースでの現在の 148 名のデータについて，利用困難度を中心として分析を行ったところ，下記の結果が示された．

･利用困難度を因子分析した結果, 生活機器因子，先端 ICT 機器因子，デジタル TV/映像因子，IC カード因子，コンピュータ利用因子の 5 因子が示された．因子間にはすべての組合せにおいて正の相関が見られ，一定程度，人工物のカテゴリーは存在するものの，各カテゴリーでの「機器利用の苦手感」は相互に関連しあっていることが示唆された．

・利用困難度は教育年数，機器所有数との関係を強く示す一方，年齢や健康度との関係性は弱かった．

・老研式活動能力指標と利用困難度との関連においては，特に知的能動動作得点が，機器利用困難度の認識と相対的に強い関係性を示した．

・認知的加齢に関わる測度との関連において，作動記憶（鏡文字課題）および認知的制御（課題切替課題）が生活機器因子，IC カード因子，コンピュータ利用因子との関係性を示した．これらの認知的過程が機器利用困難度のメタ認識にどのように関係しているのか，教育年数などの媒介要因との関係も注意しつつ，検討を行っていく必要がある．

・コンピュータ不安尺度との関連において，特に直接的な操作不安は，すべてのカテゴリーの利用困難度と関係しているのに対し，(非) 接近願望やテクノロジー不安では特定因子との関係性が強く示された．同様に，森（2000）の情報社会への態度でも，否定的態度については全因子と関係性が見られたのに対し，肯定的な態度では一部の因子との関係性を示した．こうした関係性のあり方の相違が他の要因（たとえば認知的加齢要因）とどういった関係で生じているのか，さらに検討の必要がある．

本報告では，主観的な機器利用困難度の検討を行った．今後は，実際の機器操作のパフォーマンスを含めて，認知的加齢との関連を検討していきたい．

文献

[1] 原田悦子 2012「みんラボ，発進」: 高齢者のための使いやすさ検証実践センターについて. 人間生活工学, 13(1)，71-74.

[2] 古谷野亘・柴田博・中里克治・芳賀博・須山靖男 1987 地域老人における活動能力の測定；老研式活動能力指標の開発．日本公衆衛生雑誌，34, 109-114.

[3] Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. 1975. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatrich Research, 12, 189-198.

[4] Kumada, T., Kitajima, M., Ogi, H.,Akamatsu, M., Tahira, H., & Yamazaki, H. 2005. The development of cognitive aging test for usability test: Focusing of attention and executive function for older adults, Proceeding of Japanese Society for Cognitive Psychology , 3rd Meeting , 24.

[5] 平田賢一 1990 コンピュータ不安の概念と測定．愛知教育大学研究報告, 39, 203-212.

[6] 森 健治 2010 高齢者の情報機器の利用学習過程と家族の関係：社会的な学習支援のための認知科学的基礎研究． 法政大学大学院人間社会研究科博士論文.

[7] 山崎博・北島宗雄・熊田孝恒・小木元 2004 駅における高齢者のユーザビリティに関する研究 ヒューマンインターフェースシンポジウム 2004 一般発表 371-374.

[8] 原田悦子・浅野昭祐・須藤智 2011 認知的加齢と課題切換の効果：数字選択課題による検討 日本心理学会第 75 回大会

防災教育教材に含まれる学習項目の理解度と印象度の認知・意欲特性の観点からの分析

Analyses of understanding and impression degrees of learning items included in education materials for disaster prevention from the viewpoint of cognitive and motivational characteristics

行場絵里奈[†・‡], 邑本俊亮[†]
ErinaGyoba, Toshiaki Muramoto

[†]東北大学災害科学国際研究所, [‡]日本学術振興会
International Research Institute of Disaster Science, Japan Society for the Promotion of Science
e-gyoba@cog.is.tohoku.ac.jp

Abstract

This study aimed to investigate the characteristics of education materials for disaster prevention based on the hierarchical model of human cognition and learning motivational model. In the proposed method, we firstly classified learning items of the education material into the three types of knowledge-leveled (K), rule-leveled (R), and skill-leveled (S) instructions. Then we asked the students to assess the education material with 5 motivational factors. Next we conducted an examination about students' degrees of understanding for learning items in each type of KRS and obtained correlations between cognition and motivation. As results, the enhanced motivation factors were found to be different among the learning items of each cognitive type.

Keywords — disaster prevention, educational materials, cognitive factors, motivational factors

1. はじめに

効果的な防災教育を実施するためには，人間の認知行動特性に配慮する必要がある[1]．宮城県教育委員会[2]をはじめ，これまでの防災研究によりハザードマップや各種の避難マニュアルが策定され，訓練も重ねられてきたが，昨年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震では、従来型の固いマニュアル方式にとらわれ，的確な対応がとれなかったケースが報告されている[3]．他方で，的確な知識を柔軟に行動・技能に移し，避難訓練時のマニュアルに限定されず，さらに高台へと逃れることにより難を避けるケースもあった[4]．防災は，地震や津波のメカニズムや地震の歴史に関する知識，非常時における状況に応じた基本的な規則，そしてそれらを実装し非常時に即座に対応可能にする行動・技能がバランスよく，柔軟に習得されることが極めて重要であるといえる．

さらに，防災は意義を見出させる「内発的な動機付け」や災害の重要性の「気づき」を促す観点から始めることが重要であり [5]，有意義な知識と知恵の習得，生き方の探求につながる要素も必要である[6]．このため，防災教育は適正な知識の活用と状況に応じた対処の能力のみではなく，その内容を学習する意欲と自ら能動的な行動を起こす意志も非常に重要な要因である．このような内発動機づけや意欲は学習に影響を与えるといわれているが[7]，従来の研究では，防災教育に含まれる学習項目別の理解とそれに対する意欲との関係が明らかになっていない．

本研究では，Rasmussen [8]の認知階層モデルに基づき，知識や概念は獲得されているが，全体の位置づけが行動規則まで結び付けられていない知識(K)レベル，対象物を処理する方法や概念の関係が規定化されて理解されている規則(R)レベル，対象物を処理する方法や概念等を参照せずに自動的な行動を導くことができるスキル(S)レベルを設定し，まず防災教材の内容をそれら 3 つの特性に分類する試みを行う．さらに，注意(A)，関連性(R)，自信(C)，満足(S)，意志(V)の意欲要因を提唱している Keller[9][10]の動機づけモデルを用いて，各教材項目が喚起する意欲要因の強弱を認知特性別に調査する．また，学習内容の種類で，喚起される種々の意欲の強弱と学習内容の理解度・印象度との相関を調査し，認知と意欲の双方の観点から，防災教育設計のための基礎的知見を得ることを目的とした．

2. 方法

2.1. 調査参加者・期間

東北大学在学の学生とした．学習意欲調査参加者は 115 名であった．学習内容理解度調査参加者及び学習内容印象度調査参加者は学習意欲調査に参加した学生で,それぞれ 48 名と 62 名であった．なお，学習理解度調査と学習内容印象度調査参加者は互いに別の群であり,同時に調査が行われた．学習意欲調査は 2011 年 11 月 30 日に実施し，学習内容理解度･印象度調査は 3 週間経過した 2011 年 12 月 21 日に実施した．

2.2. 材料

総務省消防庁のインターネット教材「e カレッジ 防災・危機管理」(http://open.fdma.go.jp/e-college/)に含まれるパラグラフを，認知心理学を専門とする教員・研究者 8 名によって認知特性レベル(KRS)に分類し，各認知特性レベル 17 項目ずつ(全 51 項目)抽出して、それらを調査材料とした．判定には以下の 3 つの分類基準[11]をもとに，KRS 別各 3 段階の判定スケールを使用した．

・知識ベースの内容であることの分類基準

原因と結果，因果関係，理由，一般法則性などについて，学習者の理解を深めるような叙述があるかどうか.

・ルールベースの内容であることの分類基準

状況の認識と行為を結びつける規則や手順について，明示的な叙述があり、意識や意図的記憶の重要性を強調するような叙述になっているかどうか.

・スキルベースの内容であることの分類基準

具体的な操作や技能，運動の仕方について，自動的な行動制御を重視し，指示・訓練的な叙述になっているかどうか.

2.3. 各学習項目のKRSレベルの決定

8名の各判定者が各学習項目について，その内容が上述した分類基準にどれだけ良く対応するか，KRS ごとに 3段階の判定スケール（1：「ほとんど関連が無い」～3：「非常に関連が深い」）を用いて評定を行った．判定者間で平均して最も評定値の高かったレベルをその学習項目の認知特性レベルとして採用して分類を行った．調査材料として抽出した51項目には，KRS各レベル間での最高評定値が同じもの，かつそれぞれの認知特性レベル採用時の平均評定値が2.25に満たないものは含まれていなかった．

KRS 別に分類された学習項目の一例を**表 1** に示す.

表 1　各認知特性別に評定された学習項目例

知識レベルの学習項目例
津波発生の仕組みについてみていきましょう．海底の下の浅いところで大きな地震が起こると断層の運動により海底の地盤が隆起したり沈降したりします．この海底の変形にともなって海面が変動し，あたかも池に石を投げ入れた時のように波となって四方に広がっていきます．これが津波です.
ルールレベルの学習項目例
緊急事態に備え，避難経路を確保しておきましょう．自宅に部屋がいくつもある場合は，人の出入りが少ない部屋に家具をまとめておきます．無理な場合は，しっかりと固定するか少しでも安全なスペースができるよう配置換えします.
スキルレベルの学習項目例
道を歩いているとき，地震による揺れを感じたら直ちに石塀から離れましょう.

2.4. 手続き

① 学習意欲調査

Keller のモデルに基づいて，各学習項目に対する意欲をどれぐらい高く感じるかを注意(A)，関連性(R)，自信(C)，満足(S)，意志(V)の 5 種類それぞれについて，＋1，0，－1 の 3 件法で評定する課題を行ってもらった．調査の際には，調査参加者 115 名のうち，51 名を A グループ，64 名を B グループとし，それぞれ互いに項目の順番が異なる調査用紙を配布した.

② 学習内容理解度調査

学習意欲の調査で使用した 51 項目（KRS 各 17 項目）について，理解度テストと印象度テストを約 3 週間後に実施した．理解度テストは防災に関する知識･規則･スキルに関する記述文が正しいかどうか，Yes，No で選択させる正誤問題とした．

問題の数は，学習意欲の調査で使用した項目に基づいた 51 問とし，Yes が正解の問題は 26 問，No が正解の問題は 25 問であり，全参加者に共通の問題を提示した．KRS に区分された学習項目に基づく問題文の例を以下に示す．

知識レベルの学習項目に基づく問題例：

マグニチュードと震度の関係は，電球の輝きの強さと，その周囲のいろいろな場所での明るさとの関係と同じである． Yes No

ルールレベルの学習項目に基づく問題例：

自宅に部屋がいくつもある場合は，廊下の片隅に家具をまとめておく ． Yes No

スキルレベルの学習項目に基づく問題例：

消火器のホースは先端を持つ．Yes No

③ 学習内容印象度調査

学習意欲の調査で提示した学習項目がどれぐらい印象に残っているか 5 段階で評定してもらうものであった．

3. 結果

3.1.認知階層別の学習項目に対する各意欲要因の高低

図 1 は，認知特性(KRS)別の学習項目に対して全参加者の ARCS-V 別意欲得点の平均を算出し，各項目の意欲度を表したグラフである．認知特性(KRS)と意欲(ARCSV)の 2 要因の分散分析の結果，認知特性と意欲要因の主効果が有意であり(それぞれ，$F(2,48)=8.97, p<.01$; $F(4,192)=71.12, p<.01$)，それらの要因の交互作用も有意($F(8,192)=6.67, p<.01$)であったので，下位検定を実施した．その結果，学習項目の各認知特性において各意欲要因の単純主効果が有意であった(それぞれ，$F(4, 192)=27.405, p<.01$; $F(4, 192)=28.346, p<.01$; $F(4,192)=28.757, p<.01$)．このことから，認知特性によって，各意欲要因の高低も違うことが明らかになった．多重比較をしたところ，知識レベルの学習項目については満足の要因が他の意欲要因と比較して有意に高く，意志の要因が有意に低かった（すべて $p<.05$）．一方，ルールでは関連性と満足，自信が他の要因よりも有意に高く，注意の要因が有意に低かった（$p<.05$）．スキルレベルでは，特に関連性と満足が他の要因より有意に高いことが明らかになった（$p<.05$）．

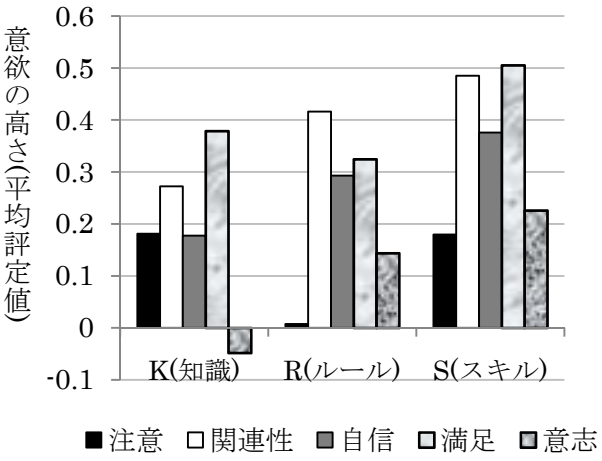


図 1 各認知階層の学習項目に対する各意欲要因の高低

3.2.認知特性別学習項目に対する理解度・印象度

各学習項目に対して各調査参加者の平均理解度得点と印象度評点の平均を算出し，理解度と印象度を表した(**図 2**，**図 3**)．その結果，学習項目に対する理解度・印象度ともに KRS の 3 つのレベルで大きな違いはなく，有意差は見られなかった．

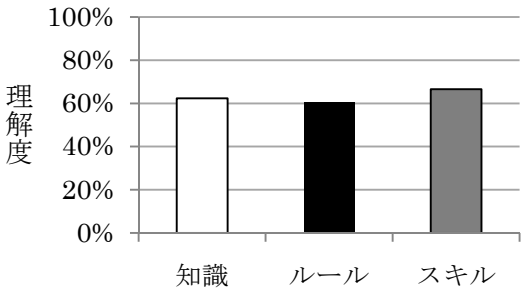


図 2 各認知階層別学習項目の平均理解度

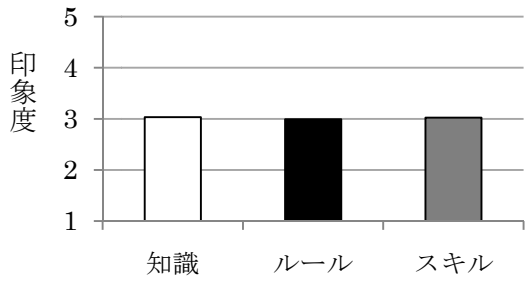


図 3 各認知階層別学習項目の平均印象度

3.3. 認知特性別にみた理解度と意欲要因との相関

認知特性別に分類した各学習項目に対する意欲の評定値と各学習項目に対する理解度テストの点数を用いて，学習意欲の強さと理解度の相関係数を算出した(**図 4**).

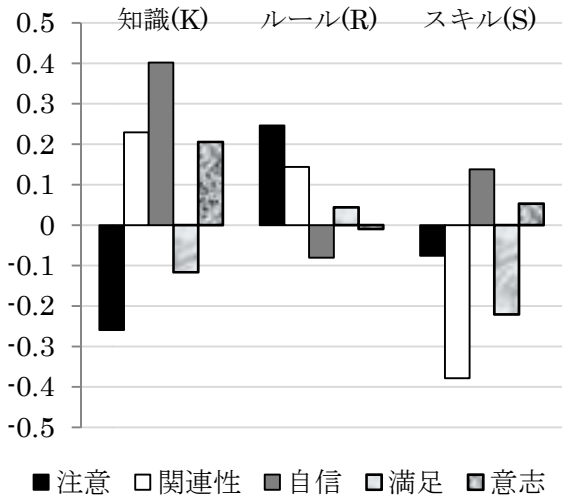


図 4　認知特性別にみた理解度と意欲要因の相関

いずれの意欲要因も有意な相関は見られなかった．知識レベルでは，理解度と自信要因の相関が高めであり，ルールレベルの理解度は若干，注意との相関が高いものの，他の意欲要因に関しては低めであり，スキルレベルの理解度は注意，関連性，満足要因が逆にマイナスの相関となった．特に，関連性の要因が理解度とマイナスの相関になった．

3.4. 認知特性別にみた印象度と意欲要因との相関

認知特性別に分類した各学習項目に対する意欲の評定値と印象度調査の評定値を用いて，学習意欲の強さと印象度の相関係数を算出した(**図 5**).

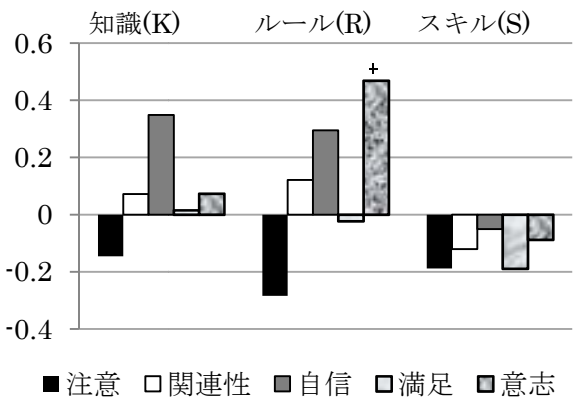


図 5 認知特性別にみた印象度と意欲要因の相関

ルールレベルに対する印象度に関して，意志要因との相関が有意傾向(N=17,r=0.47,p<.10)であった．また，知識レベルの項目に対する印象度は自信との相関が高いほか，注意との相関がマイナスであった．スキルレベルの項目の印象度に関しては，すべての意欲要因がマイナスの相関を示した．

4. 考察

これらの結果により，防災教育内容が喚起する意欲要因は，認知特性別の学習項目によって違いがあることが明らかになった． また, 学習項目に対する理解度や印象度は 3 つの認知特性で大きな違いは見られなかった. 意欲要因と理解度･印象度の相関を調査した結果, ルールレベルは自信要因と印象度との相関が有意傾向にあった．これには，ルールレベルの学習項目は,「実行する必要がある」という意志に関する意欲が形成されやすいことが考えられる．さらに，知識レベルでは印象度も理解度も自信との相関がほかの意欲要因と比較し高めであることから，知識として獲得する学習項目については，自信を喚起する内容ほど正確な学習が行われているのではないかと考察される．しかし，スキルレベルの項目では，理解度も印象度も意欲要因との相関係数は低く，特に印象度についてはマイナスの相関が得られたことから，技能を

学ぼうとする意欲が高くても関心や自信が正確な技能につながることは困難であった可能性が考えられる．このことから，スキルレベルの学習項目は意欲を高めるだけでは学習パフォーマンスを向上させることに直接には繋がらず，別の要因や手法(例えば，繰り返し学習や，習得済みの技能・規則は正しいものかの振り返りや見直し等)によって的確なスキルレベルの学習が促進される可能性が考えられよう．また，ルールレベルの学習項目についても，実際の理解度と意欲との相関は全体的に低いので，スキルレベルの学習ともに，意欲のみではなく，繰り返しの実践・訓練によって学習理解度を向上させることができるのではないかと思われる．

今回の調査では，KRS すべての認知特性の学習項目をテキストとして提示したのみなので，特に，規則やスキルなどの手続きに関する学習項目は，テキスト情報として学習するだけでは効果が強くあらわれなかったが，映像提示や実践･訓練を行えば意欲要因との間にプラスの相関があらわれると可能性も考えられる．そのため，今後は教材の映像を提示することや，実技を取り入れたうえで，今回と同様の手法をつかって調査を行うことを計画している．また，今回は災害に対する一般的な備えの学習をスコープに，認知特性モデルと動機付けモデルに基づき，理解と意欲の調査を行ったが，緊急事態(例えば，高台へ避難する途中，土砂崩れなどの真逆に作用する状況)への対応などにも本調査で適用した理論の実用性を検証することを今後の課題としている．

謝辞

研究の遂行にあたり貴重なご指導とご助言をいただき，調査環境を提供していただいた東北大学災害科学国際研究所の今村文彦教授及び同大学文学研究科柴田寛研究助手に感謝いたします．研究成果発表にあたっては，日本学術振興会科学研究費(24・4610，代表者：行場絵里奈)の助成を受けた．

参考文献

[1] 今村文彦, (2001) “津波災害 ： 予測と対策”, 地學雜誌, Vol.110, No.6, pp. 828-837.

[2] 宮城県教育委員会,(2009) “みやぎ防災教育基本指針”,URL: http://www.pref.miyagi.jp/supoken/gakkouanzen/みやぎ防災教育_本文_軽.pdf,(参照日:2012年 9 月 3 日).

[3] 泉利明・山口仁美, (2011) “初任者研修における防災教育研修について”, URL:http://www.wakayama-edc.big-u.jp/kenkyukiyo23/H23/H23-6.pdf, (参照日:2012 年 9 月 3 日).

[4] 片田敏孝, (2012) “子どもたちを守った「姿勢の防災教育」ー大津波から生き抜いた釜石の児童・生徒の主体的行動に学ぶー”, 日本災害情報学会誌, No.10, pp.37-42.

[5] 今村文彦, (2011) “自然災害リスクと防災教育―地球圏で生きること”, 防災教育の展開(シリーズ・防災を考える),今村文彦(編) , pp.3-17. 東信堂.

[6] 諏訪清二, (2012) “夢見る防災教育―将来の子供たちのために―”,防災教育の展開(シリーズ・防災を考える), 今村文彦(編) , pp.3-17. 東信堂.

[7] Gagné, R,M., Wagner, W.W.,Golas, K.C., and Keller, J.M., (2005) *Principle of Instructional Design* (5th Ed.), CA: Wadsworth/Thomson Learning.

[8] Rasmussen, J., (1986) *Information Processing and Human-Machine Interaction- An Approach to Cognitive Engineering,* Elsevier Science Publishing Company, Inc.

[9] Keller, J. M.,(1987) Development and use of the ARCS model of motivational design, *Journal of Instructional Development*, Vol.10, No.3, pp.2-10.

[10]Keller, J.M.(2008) “”First principle of motivation to learn and e-learning”, *Distance Education*, Vol.29, No.2, pp.175-185

[11] 行場絵里奈・岩崎信, (2007) “大学生を対象とした理科実験用安全教材の行動階層モデルに基づく分析”, 教育工学会論文誌, Vol.31, pp.29-32

英語の数(不)一致に対する日本人英語学習者のオンライン敏感度における単数/複数の非対称性

Singular/Plural Asymmetry in Japanese EFL Learners' On-line Sensitivity to English Number Dis/agreement

山田 敏幸[†], 広瀬 友紀[‡]
Toshiyuki YAMADA, Yuki HIROSE

[†,‡]東京大学大学院総合文化研究科
Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo
[†]toshiyamada@hotmail.co.jp, [‡]hirose@boz.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study examined Japanese EFL learners' on-line sensitivity to an L2 English property that is not found in their L1 Japanese: subject-verb number agreement. A self-paced reading experiment demonstrated that they were more sensitive to number dis/agreement when the singular subject was followed by the plural *be*-verb (*were*) than when the plural subject was followed by the singular *be*-verb (*was*). Furthermore, a follow-up experiment suggested a possibility of proficiency effects on L2 sensitivity. We discuss two possible points of view for the reason why an asymmetrical L2 sensitivity was observed: the number featural specifications of the subject and the *be*-verb and markedness of number (i.e., unmarked singularity versus marked plurality).

Keywords — subject-verb number agreement, singular/plural asymmetry, Japanese EFL learners, on-line parsing, self-paced reading

1. Introduction

The goal of this study[1] is to investigate whether second language (L2) learners are sensitive to an L2 property that is not found in their first language (L1). Our focus is on Japanese EFL (English as a foreign language) learners' sensitivity to English number agreement as in (1a-b).

(1) a. One apple was/*were in the box.
b. Two apples were/*was in the box.

In English, the subject and the following verb have to agree in terms of number (e.g., singular in (1a) and plural in (1b))[2]. As we can see in (2a-b) corresponding to the English counterparts in (1a-b), subject-verb number agreement is not observed (at least, on the surface forms) in Japanese (Kuno 1973; Kuroda 1988; among others).

(2)[3] a. Ikko-no ringo-ga hako-no naka-ni *aru*.
one.CL apple-Nom box in-Loc is
b. Niko-no ringo-ga hako-no naka-ni *aru*.
two.CL apple-Nom box in-Loc is

Then, how do Japanese EFL learners deal with such grammatical information in L2 English, especially in their real-time processing?

2. Earlier Studies on L2 Sensitivity

There are a number of studies investigating whether L2 learners whose L1s lack number agreement are sensitive to such information in L2 English by comparing their responses to such a pair of grammatical and ungrammatical sentences as in (3a-b) (the star indicates the ungrammaticality).

(3) a. The bridges to the island were about ten miles away.
b. *The bridge to the island were about ten miles away.
(Jiang 2004: 615)

It has been demonstrated that native speakers of English show on-line sensitivity to number-agreement

[1] Portions of this study were presented at J-SLA2012 at Hosei University on June 2, 2012, and at TL&MAPLL2012 at Yamagata University on July 22, 2012. We thank invaluable comments from the audiences at both of them.

[2] As for ordinary main verbs, number agreement exists only in the third person singular subject in the present tense (e.g., *John likes/*like apples*.).

[3] CL stands for a classifier, Nom for a Nominative Case marker, and Loc for a Locative Case marker.

violations as in (3b) but most of the L2 learners do not, although both groups are able to make off-line grammaticality judgments with respect to number agreement (e.g., Jiang 2004; Ojima *et al*. 2005; Chen *et al*. 2007; Sato & Felser 2010).

Wen *et al*. (2010) argued that the linear or structural distance between an agreement-triggering element (e.g., the subject) and an element to be agreed with it (e.g., the following verb) affected the experimental results. They pointed out that the L2 speakers showed sensitivity to number dis/agreement only when those two elements were adjacent to each other (for the exceptional results, cf. Sato & Felser 2010). To focus on the linear distance effect, Wen *et al*. (2010) examined L2 sensitivity to number dis/agreement within such a single NP (Noun Phrase) as in (4a-d).

(4) a. Jill sold this$_{[sg]}$ beautiful house$_{[sg]}$ to her niece every evening.
b. *Jill sold this$_{[sg]}$ beautiful houses$_{[pl]}$ to her niece every evening.
c. Jill sold these$_{[pl]}$ beautiful houses$_{[pl]}$ to her niece every evening.
d. *Jill sold these$_{[pl]}$ beautiful house$_{[sg]}$ to her niece every evening.
(Wen *et al*. 2010: 450, $_{[sg/pl]}$ added)

A word-by-word self-paced reading experiment showed that both the native English speakers and the Chinese-speaking and Japanese-speaking advanced learners were sensitive to number disagreement, whereas the intermediate learners were not. Interestingly, in both groups of the native speakers and the advanced learners, an asymmetry in the degrees of sensitivity was found depending on the number marking of the demonstrative and the following noun. In particular, they exhibited a stronger sensitivity when the singular demonstrative was followed by the plural noun as in (4b) compared to the reversed relation as in (4d).

3. The Present Study

The purpose of the present study is to examine whether Japanese EFL learners show such an asymmetrical pattern of sensitivity in subject-verb number agreement that is never found in their L1 Japanese. Notice that number agreement within a single NP, which was examined by Wen *et al*. (2010), is partially observed in Japanese[4], while number agreement in the subject-verb relation as in (1a-b) is never observed in Japanese (see (2a-b)). Given that in Japanese there is no equivalent (at least, overtly) property to subject-verb number agreement in English, then how do Japanese EFL learners process it? To investigate this research question, the present study conducted an on-line experiment.

3.1. Method

Participants

Thirty-two undergraduates at the University of Tokyo were paid to participate in the experiment. They were 24 males and eight females, and their mean age was 19.43 years old (SD = 0.87). Their proficiency level was estimated by a single TOEFL grammar test (extracted from Sharpe 2001), and their mean score was 14.40 out of 20 points (one point for one question) (SD = 3.32) (72.0% in percentage terms).

Materials

Twenty-four sets of the target sentences as in (5a-d), counterbalanced into four lists, were used with 48 filler sentences.

(5) R1 / R2 / R3 / R4 / <u>R5</u> / R6 / R7
a. The principal / saw / the students' teacher$_{[sg]}$ / who / was$_{[sg]}$ / relaxing / on the bench. (SG-SG)
b. *The principal / saw / the students' teacher$_{[sg]}$ / who / were$_{[pl]}$ / relaxing / on the bench. (*SG-PL)
c. The principal / saw / the student's teachers$_{[pl]}$ / who / were$_{[pl]}$ / relaxing / on the bench. (PL-PL)
d. *The principal / saw / the student's teachers$_{[pl]}$ / who / was$_{[sg]}$ / relaxing / on the bench. (*PL-SG)

[4] In Japanese, number agreement exists between the demonstrative and the following noun as in *kono inu* 'this dog' for one dog and *korera-no inu(-tati)* 'these dog(s)' for more than one dog (cf. Kuno's (1973) discussion that *-tati* in Japanese and *-s* in English are functionally different). Thus, it is conceivable that the L2 sensitivity to number agreement found in Wen *et al*. (2010) might have been affected by the learners' L1 characteristics.

As in (5a-d) above, the un/grammaticality was manipulated by number dis/agreement between the head noun and the following *be*-verb of relative clauses[5]. The experiment adopted 2x2 condition design (Singular/Plural (Number of the head noun and the following *be*-verb) x Match/Mismatch (Matching in number between the head noun and the following *be*-verb)). The resulting four conditions will be referred to as Singular-Singular Match (SG-SG) as in (5a), Singular-Plural Mismatch (*SG-PL) (an asterisk means number mismatch) as in (5b), Plural-Plural Match (PL-PL) as in (5c), and Plural-Singular Mismatch (*PL-SG) as in (5d), in order to clarify the number marking of the head noun and the following *be*-verb in each condition.

Procedure

A phrase-by-phrase, non-cumulative, moving-window, self-paced reading task[6] (controlled by Linger) was conducted individually in a soundproof chamber (the slashes in (5a-d) indicate segmentation). First, the participant received the oral/written experimental instructions. He/She was told about the inclusion of some ungrammatical sentences in the experiment (the ratio of ungrammatical sentences was 25% (18 out of 72 sentences), which was not informed to him/her). After the eight practice trials for the participant's familiarization with the PC procedure for self-paced reading, the main 72 trials were administered (the stimulus presentation was randomized by Linger for each participant). Each sentence for self-paced reading was followed by a corresponding comprehension question, e.g., for (5b), as in (6)[7].

(6) The principal saw the teacher.
1) correct 2) incorrect
3) ungrammatical

In (6), the expected answer was *ungrammatical* because of the ungrammaticality of (5b)[8]. There were no time limits for the participant's self-paced reading and answering the questions, nor feedback for his/her responses to the questions. Immediately after the self-paced reading task, a background questionnaire and then a TOEFL grammar test were conducted. Each participant took approximately 45 minutes to finish the experiment.

Data treatment

The participants were screened by their accuracy for the twelve comprehension questions accompanied with the corresponding distracter sentences[9]. If the participant's accuracy was below 65%, he/she was not included in further analyses. There were no such participants, and their mean accuracy was 85.67% (SD = 9.28). The raw reading time (RT) data were trimmed as follows. First, absolute cutoffs were applied for each region to exclude erroneous data points (R in (5a-d) stands for a Region of interest for RT, and for R3, for example, absolute cutoffs were shorter than 200ms or longer than 6500ms). Then, the data points shorter/longer than each participant's mean RT plus/minus 3SD were replaced with these cutoff values. (Less than 6% of the data were affected by this

[5] In this paper, we treat the head noun of relative clauses as subject in the sense of subject-verb number agreement.
[6] See Just *et al*. (1982) for a self-paced reading technique.
[7] The intension for why the comprehension question was not interrogative but rather affirmative was to measure the time of the participant's self-paced reading as naturally as possible, for example, without his/her paying too much attention to answering such a question as "Is the sentence that you read ungrammatical?" by using his/her metalinguistic knowledge. As for the three possible choices as in (6), however, notice that the metalinguistic term, *ungrammatical*, was used. The participants were instructed to choose *in/correct* if the sentence for self-paced reading was in/consistent with the content of the question sentence for comprehension or *ungrammatical* if the sentence for self-paced reading was ungrammatical.
[8] Although the sentence in (5b) is consistent with the content of the question sentence in (6), the instruction required the participants to choose *ungrammatical* when the sentence for self-paced reading was ungrammatical.
[9] This means that in the following the reading time data of the target items were analyzed irrespective of the participants' responses to the accompanied questions. The reason for why only the 12 questions were used for participant screening was that those questions were easy to answer without any confusion, compared to the other 60 questions accompanied with the target and other filler sentences (comprehension accuracy of the 60 questions was relatively low (around 60%) probably because of the comprehension question with three possible choices (in particular, *ungrammatical*) leading to the participants' confusion for answering it).

trimming). After the data trimming, a series of 2x2 (Singular/Plural (Number) x Match/Mismatch (Matching)) repeated-measures ANOVAs were performed for the mean RT in each region. The rationale was that the participant's longer RT in the underlined, critical R5 in mismatch sentences as in *SG-PL (5b) and *PL-SG (5d) compared to their match controls as in SG-SG (5a) and PL-PL (5c) would indicate his/her sensitivity to number dis/agreement.

3.2. Results

Figure 1[10] summarizes the mean RTs by condition (the solid lines stand for grammatical SG-SG as in (5a) and PL-PL as in (5c) with black triangle and white square plots, respectively, and the broken lines for ungrammatical *SG-PL as in (5b) and *PL-SG as in (5d) with black triangle and white square plots).

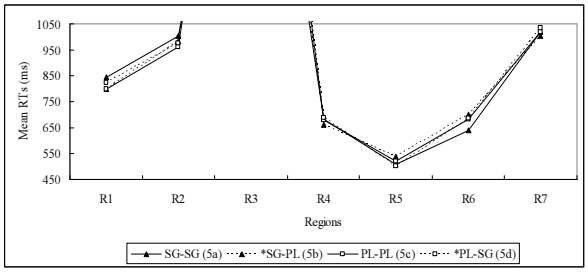


Figure 1: Mean RTs by Condition

Because of the length, the mean RTs in R3 are separately presented in Figure 2 (the black bars stand for grammatical SG-SG and ungrammatical *SG-PL, and the white bars for grammatical PL-PL and ungrammatical *PL-SG).

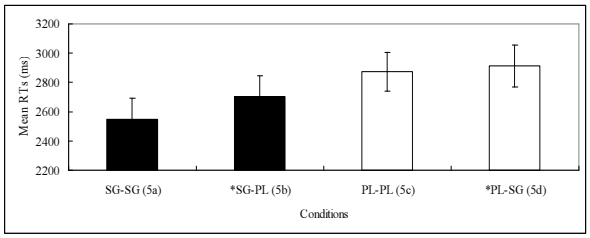


Figure 2: Mean RTs in R3

In the first four regions except for R3, there were no reliable RT differences among the four conditions (all *Ps* > .05) (there was a main effect of Number (*F1*(1,31) = 10.52, *P* < .01; *F2*(1,23) = 10.88, *P* < .01) in R3 but its interaction with Matching was not significant (*Ps* > .05)[11]). The results of RT in the critical R5 and the following R6 are summarized in Figures 3 and 4 (the black bars for SG-SG and *SG-PL and the white bars for PL-PL and *PL-SG).

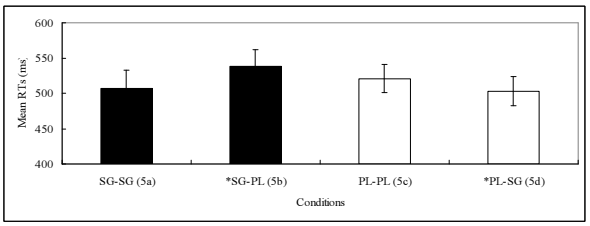


Figure 3: Mean RTs in the Critical R5

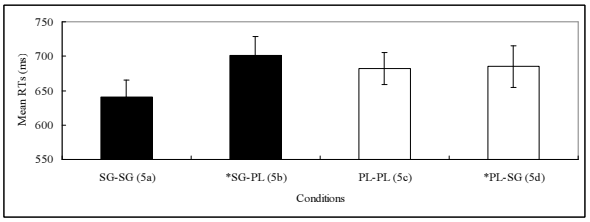


Figure 4: Mean RTs in R6

In the critical R5, there were no main effects of Matching and Number (all *Ps* > .05), but the interaction between them was almost significant (*F1*(1,31) = 3.77, *P* = .061; *F2*(1,23) = 4.24, *P* = .051). In the following R6, there was a main effect of Matching in the item analysis (*F1* (1,31) = 2.23, *P* > .05; *F2*(1,23) = 4.29, *P* < .05), and its interaction with Number was marginal (*F1*(1,31) = 3.22, *P* = .082, *F2*(1,23) = 3.43, *P* = .076) (no main effect of Number was observed (*Ps* > .05)). In the last R7, there was no significant RT difference among the conditions (all *Ps* > .05).

Given that the interaction between Matching and Number was almost significant in the critical R5 and marginal in the following R6, the subsequent pairwise

[10] In the following Figures, (5a-d) indicate examples of the four conditions (i.e., SG-SG, *SG-PL, PL-PL, and *PL-SG).

[11] Note that in R3 the lexical items were different in the four conditions due to the Genitive Case marker and the plural morpheme (i.e., *'s* and *-s*). Since no reliable RT difference was found among the conditions in the following R4, it is not unreasonable that we treat the RT data from R4 independently of the RT difference in R3.

comparisons were performed for the mean RTs in R5 and R6 in match and mismatch sentences. In the critical R5 (Figure 3 above), the RT difference was marginal in the subject analysis between SG-SG and *SG-PL (507ms vs. 538ms ($F1$(1,31) = 3.13, P = .086; $F2$(1,23) = 2.60, P > .05)) but not significant between PL-PL and *PL-SG (521ms vs. 503ms (Ps > .05)). In the following R6 (Figure 4 above), the RT difference was significant between SG-SG and *SG-PL (641ms vs. 701ms ($F1$(1,31) = 4.86, P < .05; $F2$(1,23) = 7.55, P < .05)) but not so between PL-PL and *PL-SG (692ms vs. 685ms (Ps > .05)).

3.3. Discussion

The mean RT difference between SG-SG (e.g., *teacher ... was* as in (5a)) and *SG-PL (e.g., **teacher ... were* as in (5b)) was marginal in the critical R5 but significant in the following R6. That can be considered as a spill-over effect from the previous R5 because the same lexical items were used in R6. This is not an unusual pattern of data, as spill-over effects are observed in native speakers of English in self-paced reading studies on on-line sensitivity to subject-verb number agreement (e.g., Jiang 2004). Recall that there were no reliable RT differences in both R5 and R6 between PL-PL (e.g., *teachers ... were* as in (5c)) and *PL-SG (e.g., **teachers ... was* as in (5d)). Thus, the experimental results suggest that the Japanese EFL learners were sensitive to English subject-verb number dis/agreement when the singular head noun was followed by the plural *be*-verb but not when the plural head noun was followed by the singular *be*-verb. In other words, we observed an asymmetry in their L2 sensitivity in English depending on the combination between the number marking of an agreement-triggering subject and that of a *be*-verb to be agreed with it.

4. A Follow-up Experiment

To find out a possibility of proficiency effects on L2 sensitivity, a follow-up experiment was conducted with a new group of Japanese-speaking learners who were more heterogeneous in terms of their proficiency levels in English than those in the main experiment.

4.1. Method

Thirty-nine undergraduates at Gunma University were recruited to take part in the follow-up experiment. The materials, procedure, and data treatment were the same as used in the main experiment. What was new in the follow-up experiment was the administration of an off-line, paper-and-pencil questionnaire to elicit the participants' responses to the comprehension questions accompanied with the target 24 and filler 24 sentences. Those responses were used for participant screening, which excluded three participants for further analyses. The remaining 36 participants were 17 males and 19 females, their mean age was 20.25 years old (SD = 0.84), and their mean score on the TOEFL grammar test was 13.44 out of 20 points (SD = 2.70) (67.2 % in percentage terms).

4.2. Results

In Figure 5, the mean RTs are summarized for each condition.

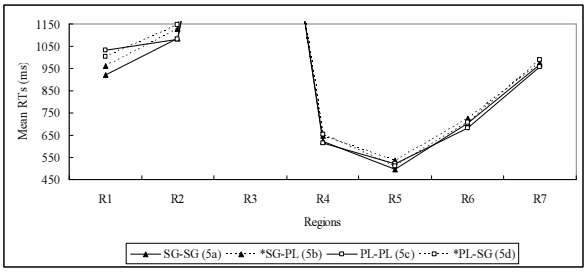


Figure 5: Mean RTs by Condition (Follow-up Exp.)

Figure 6 displays the mean RTs in R3 separately because of their length.

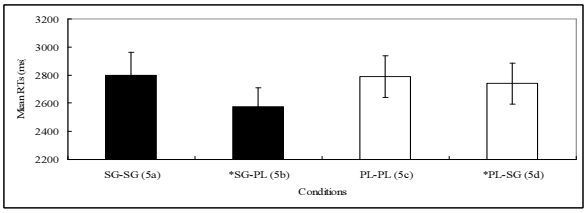


Figure 6: Mean RTs in R3 (Follow-up Exp.)

In the first four regions except for R1, no reliable

differences in the mean RT were observed among the four conditions (all *Ps* > .05) (there was a main effect of Number in R1 (*F1*(1,35) = 5.92, *P* < .05; *F2*(1,23) = 8.306, *P* < .01), but its interaction with Matching was not significant (*Ps* > .05)[12]). Figure 7 summarizes the results of RT in the critical R5.

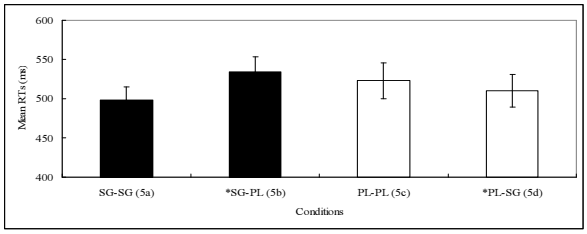


Figure 7: Mean RTs in the Critical R5 (Follow-up Exp.)

In the critical R5, there were no main effects of Matching and Number (all *Ps* > .05), but the interaction between them was marginal (*F1*(1,35) = 3.10, *P* = .086; *F2*(1,23) = 3.08, *P* = .092). The results of the subanalyses for R5 between match and mismatch conditions will be reported below. The RT difference was almost significant in the subject analysis between SG-SG and *SG-PL (498ms vs. 534ms (*F1*(1,35) = 3.90, *P* = .055; *F2*(1,23) = 2.24, *P* > .05)). On the other hand, no significant RT difference was found between PL-PL and *PL-SG (523ms vs. 510ms (*Ps* > .05)). In R6 and R7, there were no reliable RT differences among the conditions (all *Ps* > .05).

To examine proficiency effects on L2 sensitivity, the correlation between the RT difference (in the mean RT in the mismatch sentences minus that in their match controls for each participant) and each participant's score on the grammar test was examined for the critical R5 by using both data of the main and follow-up experiments. A weak correlation was found in SG-SG and *SG-PL (*r* = .217, *P* = .074), whereas there was no reliable correlation at all in PL-PL and *PL-SG (*r* = .012, *P* > .05).

[12] The reason for the RT difference in R1 was unclear. However, no reliable RT difference was found in the following R2 and thus we treat the RT data from R2 as unaffected by the RT difference in R1.

4.3. Discussion

In this follow-up experiment, no spill-over effect was observed. However, the RT difference in the critical R5 was marginal between SG-SG (e.g., *teacher ... was* as in (5a)) and *SG-PL (e.g., **teacher ... were* as in (5b)) but not significant between PL-PL (e.g., *teachers ... were* as in (5c)) and *PL-SG (**teachers ... was* as in (5d)). This indicates a (weaker but) similar tendency to that observed in the main experiment. That is, it appears that the Japanese EFL learners were sensitive to subject-verb number dis/agreement when the singular subject (in reality, the head noun of relative clauses) was followed by the plural *be*-verb but not when the plural subject was followed by the singular *be*-verb.

Furthermore, a marginally significant positive correlation was found between each participant's RT difference in the critical R5 in SG-SG and *SG-PL, not in PL-PL and *PL-SG, and his/her score on the grammar test. This leaves a possibility that Japanese EFL learners' on-line sensitivity to subject-verb number agreement in L2 English, which is never found in their L1 Japanese, is in fact modulated by their proficiency levels in English[13]. In other words, L2 sensitivity could be stronger as the learner's proficiency in the target language becomes higher.

5. General Discussion

Compare Wen *et al.*'s (2010) experimental results as in (7) with the present study's results as in (8).

(7) Wen *et al.*'s (2010) Results of Number Agreement within a Single NP
a. *this$_{[sg]}$ … houses$_{[pl]}$ (as in (4b))
b. *these$_{[pl]}$ … house$_{[sg]}$ (as in (4d))
L2/L1 Sensitivity Strength: a > b

(8) The Present Study's Results of Subject-verb Number Agreement
a. *teacher$_{[sg]}$ … were$_{[pl]}$ (as in (5b))
b. *teachers$_{[pl]}$ … was$_{[sg]}$ (as in (5d))
L2 Sensitivity Strength: a > b

[13] Note that in the present study the participants' proficiency was estimated by a single TOEFL grammar test.

The comparison may imply that the asymmetrical sensitivity is a phenomenon to be observed in number agreement in general in English (i.e., both in the demonstrative-noun relation as in (7a-b) above and in the subject-verb relation as in (8a-b)[14]). Since the present study dealt with only *be*-verbs for subject-verb number agreement, a question remains as to whether an asymmetrical sensitivity is observed for number agreement between the subject and the ordinary main verb (i.e., third person singular *-s*). Wakabayashi *et al*. (2007) examined in an ERP (Event-Related Potentials) study Japanese speakers' sensitivity to the un/grammaticality of the following sentences[15]:

(9) a. The teachers$_{[pl]}$ *answers$_{[sg]}$/answer$_{[pl]}$ our questions.
b. My mother$_{[sg]}$ *answer$_{[pl]}$/answers$_{[sg]}$ your question.
(Wakabayashi *et al*. 2007: 26, $_{[sg/pl]}$ added)

Their ERP study demonstrated that the native English speakers showed sensitivity (i.e., P600) to the un/grammaticality of (9a-b), whereas the Japanese speakers did not. However, whether the native speakers exhibit the same pattern of asymmetry in (9a-b) is not discussed. Ojima *et al*. (2005) (using ERPs) and Sato & Felser (2010) (using self-paced reading) also examined Japanese speakers' sensitivity to subject-verb number agreement using sentences such as (10) and (11) below.

(10) The turtles$_{[pl]}$ *moves$_{[sg]}$/move$_{[pl]}$ slowly.
(Ojima *et al*. 2005: 1224, $_{[sg/pl]}$ added)

(11) He$_{[sg]}$ frequently *yawn$_{[pl]}$/yawns$_{[sg]}$.
(Sato & Felser 2010: 109, $_{[sg/pl]}$ added)

Although both studies showed the Japanese-speaking learners' on-line sensitivity, whether such sensitivity differs depending on the combination of the number features is unclear because both studies adopted only two conditions for number agreement ([pl] – *[sg]/[pl] in (10) and [sg] – *[pl]/[sg] in (11)).

Putting aside number agreement between the subject and the ordinary main verb (see Section 6 below), it appears that sensitivity becomes stronger if an agreement-triggering element is singular and an element to be agreed with it is plural as shown in (7) and (8). Why do we observe such an asymmetrical pattern of L2(/L1) sensitivity? There are two possible sources for the asymmetry in sensitivity: the number marking of (i) an agreement-triggering element (e.g., the demonstrative in (7a-b) and the subject in (8a-b)) and (ii) an element to be agreed with it (i.e., the noun in (7a-b) and the *be*-verb in (8a-b)). In the following, we consider the characteristics of the Japanese EFL learners' L1 Japanese and discuss featural specifications and markedness of number in relation with those two sources.

As exemplified in Japanese (2a-b) above with the English counterparts (1a-b), subject-verb number agreement in L2 English is not observed in Japanese-speaking learners' L1 Japanese. Thus, it is hard to consider our experimental results as a transfer effect of their L1 knowledge in L2 processing[16]. Then, what caused such an asymmetrical sensitivity to subject-verb number agreement observed in the present study as in (8a-b)? First, the featural specifications of number (i.e., singular or plural)

[14] Recall that, as in (i), the present study treated the head noun and *be*-verb of relative clauses as subject and verb in the sense of subject-verb number agreement and manipulated the number marking of agreement-triggering NP2 and *be* to be agreed with it.

(i) R1 / R2 / R3 / R4 / R5 / R6 / R7
Matrix Subject / Matrix V(erb) / NP1's NP2$_{[sg/pl]}$ / who / be$_{[sg/pl]}$ / V-ing / Prepositional Phrase

In the following, *subject-verb* number agreement refers mainly to subject-*be*-verb number agreement.

[15] Although Wakabayashi *et al*. (2007) used (9b) for person agreement rather than number agreement, both of (9a-b) can be discussed in terms of number agreement as specified in them (note that *answer*, not *answers*, can be used for the singular subject like *I* and *you*).

[16] See Wakabayashi *et al*. (2007). Based on an ERP study, they discuss that Japanese speakers are sensitive to the violations of subject-verb person agreement in L2 English because such agreement exists in Japanese (e.g., *Watasi/Anata/Kare-ga (watasi-ni) sore-o kureta. "*I/You/He gave it (to me)"), while they are insensitive to the violations of subject-verb number agreement in L2 English because such agreement is absent in Japanese (e.g., (2a-b) above).

marked on the subject and the *be*-verb seem to yield an asymmetrical sensitivity as in (8a-b). Depending on the combination of the featural specifications, sensitivity to subject-verb number agreement would become stronger or weaker. Second, markedness of number may account for the asymmetrical sensitivity. "It is generally accepted that the singular is the unmarked number as compared to the plural" (Corbett 2000: 17). In terms of markedness, the asymmetrical sensitivity can be described as follows: sensitivity is stronger when the unmarked singular element is followed by the marked plural element as in (8a) compared to the reversed relation as in (8b).

From the markedness perspective, the studies of a phenomenon called agreement attraction may be insightful. As for production, Eberhard (1997, Experiments 1 and 2) showed that the error rate was higher in such a preamble as *The key$_{[sg]}$ to the cabinets$_{[pl]}$* (the rate was 65 out of 121 (i.e., 53.71%)) compared to such a preamble as *The keys$_{[pl]}$ to the cabinet$_{[sg]}$* (the rate was 11 out of 811 (i.e., 13.58%)). That is, it was demonstrated that the native English speakers were likely to produce correctly plural *be*-verb (*were*) for *The keys$_{[pl]}$ to the cabinet$_{[sg]}$* when the unmarked singular modifier (i.e., *the cabinet*) intervened between the subject and the verb, but to produce incorrectly plural *be*-verb (*were*) for *The key$_{[sg]}$ to the cabinets$_{[pl]}$* when the marked plural modifier (i.e., *the cabinets*) interfered. For comprehension of agreement attraction, Pearlmutter *et al*. (1999, Experiment 3) examined native English speakers' sensitivity to the following set of sentences (only the relevant parts are presented):

(12) a. The key$_{[sg]}$ to the cabinet$_{[sg]}$ was rusty
b. The key$_{[sg]}$ to the cabinets$_{[pl]}$ was rusty
c. The keys$_{[pl]}$ to the cabinets$_{[pl]}$ were rusty
d. The keys$_{[pl]}$ to the cabinet$_{[sg]}$ were rusty
(Pearlmutter *et al*. 1999: 455, $_{[sg/pl]}$ added))

In word-by-word self-paced reading, the processing difficulty was observed at the *be*-verb position between (12a-b) but not between (12c-d). (12b) ([sg] – [pl]) was more difficult to read than (12a) ([sg] – [sg]), whereas (12d) ([pl] – [sg]) was not different in processing difficulty from (12c) ([pl] – [pl])[17]. Thus, both in production and comprehension for agreement attraction, markedness of number seems to be involved in processing of number agreement[18].

A possible generalization to be verified in future research is that the processing difficulty in subject-verb number agreement would be higher when the unmarked singular is followed by the marked plural than when the marked plural is followed by the unmarked singular. The reason for why there is such a difference in processing difficulty may be related to some subset relation attributed to markedness of number[19]. Plurality includes the notion of singularity, but not vice verse. Thus, it is possible that the subset-superset (PL-SG) relation might be tolerate for processing (i.e., can be insensitive to or ignored) but the superset-subset (SG-PL) relation might not. Notice that markedness of number or the singular/plural distinction is available to Japanese speakers (cf. fn. 3), however, the singular/plural distinction is not overt in subject-verb number agreement in the Japanese language (see (2a-b) above). Hence, the experimental results presented in the current study may suggest that the Japanese EFL learners acquired the singular/plural distinction for subject-verb number agreement absent in their L1 Japanese and thus showed an asymmetrical sensitivity to the violations of subject-(*be*-)verb number agreement in L2 English by using their L1

[17] In (12c-d) the processing difficulty was found at *rusty*, but the pattern was opposite to (12a-b). That is, (12c) was more difficult than (12d), which is discussed in terms of some discourse effects (see Pearlmutter *et al*. 1999: 448-449).

[18] The experimental stimuli used in the present study may be considered as an interesting case of agreement attraction (see (5a-d)). Notice that the number marking of the two nouns (e.g., *the student's* and *the teacher*) that constitute the head of relative clauses does not match in number and thus causes agreement attraction as in (12b-c).

[19] See Eberhard's (1997: 162-163) account referring to the different featural specifications of singular and plural: The marked plural possesses an additional feature that is absent in the unmarked singular and thus processing the marked plural yields an extra processing load.

knowledge of markedness of number.

6. Concluding Remarks

This study found an asymmetry in the Japanese EFL learners' on-line sensitivity to subject-(*be*-)verb number agreement in L2 English. Based on Wen *et al*.'s (2010) findings, it seems that L2 learners' on-line sensitivity to English number agreement is modulated by the number marking of an agreement-triggering element (e.g., the subject for the following verb) and an element to be agreed with it (e.g., the noun for the preceding demonstrative).

Which of those two elements or what combination of them in terms of number causes an asymmetrical sensitivity is an intriguing question for future research. To narrow down the possible factors for the above-reported asymmetrical sensitivity, the following should be considered. In this study, we examined subject-verb number agreement in relative clauses. In the relative-clause environment, for example, there is a processing load related to movement for the formation of a relative clause, and the relative-clause boundary makes the subject (i.e., head noun) and verb structurally distant, although not so distant linearly. Thus, there remains a possibility that such peculiarities of a relative clause itself might have affected the participants' real-time performance. In future research, it is worth investigating whether such an on-line, asymmetrical sensitivity as observed in this study is found even in subject-verb number agreement in a variety of other environments such as the main clauses and questions. Moreover, the head noun treated as subject in this study was within a complex NP like *the students' teacher*, and consequently the processing of the Genitive Case marker might also have affected the participants' performance. In further research, a single NP rather than a complex NP should be used as subject for subject-verb number agreement. Possible examples of subject-verb number agreement to be examined are like (13) and (14) with *be*-verbs and like (15) and (16) with ordinary main verbs[20].

(13) a. The teacher$_{[sg]}$ was$_{[sg]}$ relaxing on the bench. (SG-SG)
b. *The teacher$_{[sg]}$ were$_{[pl]}$ relaxing on the bench. (*SG-PL)
c. The teachers$_{[pl]}$ were$_{[pl]}$ relaxing on the bench. (PL-PL)
d. *The teachers$_{[pl]}$ was$_{[sg]}$ relaxing on the bench. (*PL-SG)

(14) a. Was$_{[sg]}$ the teacher$_{[sg]}$ relaxing on the bench? (SG-SG)
b. *Were$_{[pl]}$ the teacher$_{[sg]}$ relaxing on the bench? (*SG-PL)

(15) a. The teacher$_{[sg]}$ relaxes$_{[sg]}$ on the bench. (SG-SG)
b. *The teacher$_{[sg]}$ relax$_{[pl]}$ on the bench. (*SG-PL)

(16) a. Does$_{[sg]}$ the teacher$_{[sg]}$ relax on the bench? (SG-SG)
b. *Do$_{[pl]}$ the teacher$_{[sg]}$ relax on the bench? (*SG-PL)

To examine whether an asymmetrical sensitivity is limited to the relative-clause environment or to the complex NP subject, the following examples would be also worth investigating (a single NP for the head noun in (17) and a complex NP for the subject in (18) and (19) with *be*-verbs and in (20) and (21) with ordinary main verbs).

(17) a. The principal saw the teacher$_{[sg]}$ who was$_{[sg]}$ relaxing on the bench. (SG-SG)
b. *The principal saw the teacher$_{[sg]}$ who were$_{[pl]}$ relaxing on the bench. (*SG-PL)

(18) a. The students' teacher$_{[sg]}$ was$_{[sg]}$ relaxing on the bench. (SG-SG)
b. *The students' teacher$_{[sg]}$ were$_{[pl]}$ relaxing on the bench. (*SG-PL)

[20] To exclude subject-verb person agreement as in personal pronouns like *I* and *you* (cf. Wakabayashi *et al*. 2007), the subjects in the examples are limited to the third-person nouns because for ordinary main verbs only the third person singular subject requires the agreement morpheme *-s* in the present tense context (cf. fn. 2). Out of the four conditions as in (13), only two conditions like (13a-b) are presented from (14). Notice that in questions as in (14) and (16) *SG-PL should be considered as *PL-SG as shown by $_{[sg/pl]}$. Note that, for ordinary main verbs as in (15) and (16), the verb without the third person singular morpheme *-s* (e.g., *relax*, not *relaxes*) can be used for the singular subject like *I* and *you* (cf. fn. 15). Although in the examples the subject and the verb are adjacent, it is interesting to observe sensitivity when an adverb intervenes between them to make them non-adjacent (cf. Bannai 2011).

(19) a. Was$_{[sg]}$ the students' teacher$_{[sg]}$ relaxing on the bench? (SG-SG)
b. *Were$_{[pl]}$ the students' teacher$_{[sg]}$ relaxing on the bench? (*SG-PL)

(20) a. The students' teacher$_{[sg]}$ relaxes$_{[sg]}$ on the bench. (SG-SG)
b. *The students' teacher$_{[sg]}$ relax$_{[pl]}$ on the bench. (*SG-PL)

(21) a. Does$_{[sg]}$ the students' teacher$_{[sg]}$ relax on the bench? (SG-SG)
b. *Do$_{[pl]}$ the students' teacher$_{[sg]}$ relax on the bench? (*SG-PL)

A possible predication is as follows: Sensitivity would be higher in unmarked-marked *SG-PL than in marked-unmarked *PL-SG (note that, in questions as in (14b), (16b), (19b), and (21b), the order of unmarked SG and marked PL is linearly reverse (i.e., *PL-SG rather than *SG-PL, as shown by $_{[sg/pl]}$) for parsing, and thus that some difference in sensitivity might be found in the minimal pair of the declarative and interrogative sentences such as (13b) and (14b)). For ordinary main verbs, SG can be morphologically more marked compared to PL because the verbal suffix *-s* is used only for the third person *singular* subject, not for the plural subject. If so, we would observe some difference between *be*-verbs and ordinary main verbs in on-line sensitivity to the violations of subject-verb number agreement.

Another interesting question is whether number-agreement in/sensitivity hinges on the L2 learners' proficiency levels in the target language (English). Recall Wen *et al*.'s (2010) findings that the advanced learners were sensitive to number dis/agreement, while the intermediate learners were not, and that only the advanced learners showed an asymmetry in the degrees of sensitivity as the native speakers did. The present study also suggested a possibility that L2 sensitivity could be stronger as the learner's proficiency becomes higher. To investigate proficiency effects on L2 sensitivity, more heterogeneous groups of learners should be examined.

One final question is whether an on-line asymmetrical sensitivity to subject-verb number agreement in English is specific to L2 learners or generally holds even for native speakers. Wen *et al*. (2010) demonstrated that both the advanced L2 learners and the native speakers showed an on-line asymmetrical sensitivity to number dis/agreement within a single NP (i.e., stronger sensitivity for *SG-PL (e.g., *this … houses*) than for *PL-SG (e.g., *these … house*)). Thus, in further research a native control group should be recruited.

References

[1] Kuno, S. (1973). *The structure of the Japanese language*. Cambridge, MA: The MIT Press.
[2] Kuroda, S.-Y. (1988). Whether we Agree or not: A comparative syntax of English and Japanese. In W. J. Poser (Ed.), *Papers from the Second International Workshop on Japanese Syntax*, 103-143. Stanford: CSLI.
[3] Jiang, N. (2004). Morphological insensitivity in second language processing. *Applied Psycholinguistics*, **25**, 603-634.
[4] Ojima, S., Nakata, H., & Kakigi, R. (2005). An ERP study of second language learning after childhood: Effects of proficiency. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **17**(8), 1212-1228.
[5] Chen, L., Shu, H., Liu, Y., Zhao, J., & Li, P. (2007). ERP signatures of subject-verb agreement in L2 learning. *Bilingualism: Language and Cognition*, **10**(2), 161-174.
[6] Sato, M. & Felser, C. (2010). Sensitivity to morphosyntactic violations in English as a second language. *Second Language*, **10**, 101-118.
[7] Wen, Z., Miyao, M., Takeda, A., Chu, W., & Schwartz, B. D. (2010). Proficiency effects and distance effects in nonnative processing of English number agreement. In K. Franich, K. M. Iserman, & L. L. Keil (Eds.), *BUCLD 34: Proceedings of the 34th Annual Boston University Conference on Language Development*, 445-456. Somerville: Cascadilla Press.
[8] Sharpe, P. J. (2001). *How to prepare for the TOEFL test: Test of English as a foreign language, 10th Edition*. Hauppuge: Barron's Educational Series, Inc.
[9] Just, M. A., Carpenter, P. A., & Wolley, J. D. (1982). Paradigms and processes in reading comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, **111**(2), 228-238.
[10] Wakabayashi, S., Fukuda, K., Bannai, M., & Asaoka, S. (2007). Japanese speakers' sensitivity to third person singular *-s* in English: Arguments based on ERP data. *Second Language*, **6**, 19-46.
[11] Corbett, G. G. (2000). *Number*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
[12] Eberhard, K. M. (1997). The marked effect of number of subject-verb agreement. *Journal of Memory and Language*, **36**, 147-164.
[13] Pearlmutter, N. J., Garnsey, S. M., & Bock, K. (1999). Agreement processes in sentence comprehension. *Journal of Memory and Language*, **41**, 427-456.
[14] Bannai, M. (2011). The nature of variable sensitivity to agreement violations in L2 English. In L. Roberts, G. Pallotti, & C. Bettoni (Eds.), *EUROSLA yearbook, Volume 11*, 115-137. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.

物語理解シミュレーションの試み：物語テキストから アニメーション自動生成を通して

A trial of story comprehension simulation: Through automatic generation of animation from story text

星名　研吾[†]，野口 武紘[‡]，杉本　徹[†‡]榎津　秀次[†‡]
Hoshina Kengo, Noguchi Takehiro, Sugimoto Toru, Enokidzu Hideji

[†]芝浦工業大学大学院理工学研究科，[‡]株式会社ナビタイムジャパン,[‡]芝浦工業大学工学部情報工学科
Graduate School of Shibaura Institute of Technology, Navitime Japan Co., Ltd, Shibaura Institute of Technology
ma12094@shibaura-it.ac.jp, m110107@shibaura-it.ac.jp,enokizu@shibaura-it.ac.jp

Abstract

In order to investigate the mechanism that underlies the mental simulation during comprehension of the, story, we designed the system that can generate a series of animation from the story text. Mental simulation is analogous to mental reproduction of the microworld depicted by each sentence. Two kinds of information were needed to generate animation: information composing the microworld and information determining how to shoot the microworld, Based on these findings, we indicated some mental computations necessary to mental simulation and the mental representation of the situation model.

Keywords — situation model, mental simulation, event segmentation theory, automatic generation of animation

1. 研究概要

認知科学の分野において, 人間の理解過程は現在でも大きな研究テーマである. 近年でも言語, 特に物語文の理解過程に関する研究が盛んである.

Kintsch ら[1]や Zwaan ら[2]によると，人間は物語を読む際，まず記述されている状況についての言語的な手掛かりを抽出する.そして,これらの情報と過去の知識や経験を頭の中で結びつけて活性化させ, 状況モデルと呼ばれる心的小世界(イメージ)を作ることで物語文に記述された内容を理解しているとされる.

また Zacks らの EST(event Segmentation theory)[3]によれば，人間は状況モデル構築の過程で，物語内で起きる特徴的な次元の変化によって, 物語の分割を行っているとされる. 例えば, 時間/空間の次元に関連した変化によるセグメンテーション, その下での人物の次元に関わる変化によるセグメンテーションというように, いくつかの階層でセグメントを行い, それぞれを意味の単位としてまとめ, 文の内容の統合, 理解をしているとされる.

これら状況モデルや EST の理論を用いることで, 状況モデルの構造や言語的な手掛かりを決定することが出来る. しかし, これらの情報から視覚的イメージを生成するためには, 心的小世界の範囲や視野, それらを定義する視点の情報を補完するための知識が必要であると考えられる.

これに関し,Zwaan ら[4]は，状況モデルを構築する際の視点の存在についても言及している．人間は心的小世界の中に視点を置き, あたかもその状況の中に自分自身が没入しているような, 経験的なシミュレーションを行うとされる.

このことから，状況モデル構築の際には,状況を俯瞰するような固定された視点ではなく,映画のように注目する情報によって様々に変化する視点が,人々が体験によって得た知識から与えられているのではないかとも考えられる.

そこで本研究では,状況や行為に対する視点を与える知識が集積されたものとして,映画に注目する.そして映画をカメラが切り替わるまでの単位であるショットに区切り,ショットを構成する要素を解析,抽出する.これを基に視覚的イメージ化のための構図情報を導出し，人間がイメージを生成するための知識とすることを試みる.

以上より, 本研究では, 物語テキストからアニメーションを自動生成するシステムを構築することを通して, 物語理解, すなわち物語テキストから状況モデル(心的小世界)が構築される過程を検討す

る. そして, 状況モデルが構築されるのに必要な言語的手掛りとイメージ生成に必要な知識を明らかにする. 最後に, 構築したシステムを実際に物語テキストに適用することで, 物語理解についてのメンタルシミュレーションの実験を行うことを研究目的とする.

2. システム概要

全体のシステム概要は図１のようになる.

本システムの入力は物語テキストである．ただし自然言語処理による意味解析を容易にするため1文１述語からなるように単文化したテキストを用いる. 図中番号1では，入力テキストを一文ごとに解析し，構文解析を利用してそれぞれの文の状況についての情報を導出する．これらの情報を一旦状況テーブルとして格納, 文ごとの逐次的な処理が終わったのち，これらの情報にESTに基づいた微分的，積分的計算処理を施す．ここまでの全ての情報は，CSV形式のセグメントテーブルというファイルに格納する．次に図中番号2では, セグメントテーブルの情報を基にして, 構図決定に必要な情報のif-thenルールが記述された構図情報ファイルを参照し，各文でのアニメーションの構図を決定する．セグメントテーブルの情報に構図情報を加えたファイルをアニメーションテーブルと呼ぶ. 図中番号3では，決定した構図をアニメーションで表現するために，人物情報や空間情報，構図情報等を基に，空間上での人物やカメラの配置を決定する. そしてアニメーションテーブルの情報をアニメーションの生成に用いるTVML playerでの出力できるよう, TVMLファイルに変換する.

図 1 システム概要

最後に, TVML ファイルを TVML Player に読み込ませることで，アニメーションを生成する.

3. 言語的手がかり

3.1. 状況モデル

3.1.1. 状況モデルとは

本研究では,物語テキストから言語的手がかりを抽出する過程のモデルとして，状況モデルという考え方を導入する．状況モデルとは，人間が物語理解の際に頭の中で構成する心的小世界，すなわちイメージとその構成過程のモデルである.

Zwaan[2]らによると，状況モデルを構築するためには 5 つの重要な状況的次元，時間(time)，空間(space), 主人公(protagonist), 意図(motivation), 原因及び因果(causation)があり,読者が物語を読む際には, これらの要素に注目しているとされる. 本研究では, Zwaan の主張する状況モデルを構成する要素のうち，主人公を登場人物とし，そして新たに状況に登場する物あるいは対象（object）を人物と分ける.また文脈解析の困難さから意図を除き，主人公の目標に沿って物語が進むという仮定から，意図を潜在的に含むと考えられる行為/状態の次元を加え，時間，空間，人物，物及び行為/状態の 5 つの次元を, 状況モデルを構築する要素とした.

3.1.2. 状況テーブルの生成

入力テキストには形態素解析ツール Mecab を用いて解析を施す．形態素解析結果が出力されると，単語に本研究で必要な情報を付加した辞書を適用し意味解析に相当する処理を行う．その情報に基づき，格文法を利用した構文解析を行い，一文ごとに情報を導出する．ここまでの情報は状況テーブルとして一時的に保存される．状況テーブルに格納する情報は，主に状況モデルに必要な 5 つの次元に関連する情報である.

3.2. セグメンテーション

Zacks ら[3]は，人間が物語を読み、または映画を見ているとき，そこに描かれたイベントを理解するために,ある連続した表現を構成するとして

いる．これは状況モデルの論にも見られる、心的小世界の構成のことである.またこの表現について、現実において行動の連続する流れを知覚するのと同じように，文脈のある特定の境界によってユニットに分割していることを指摘している．

また,これらの分割は知覚システムが次に与えられる情報を予測しようとする副作用として自発的に発生するものだとされている．現実世界での生活のように，読者は常に物語の次の展開を予測しながら読み進めており，予測した活動の知覚的，または概念的特徴が変化するとき，予測はより複雑になり，エラーが一時的に増大する．その時点で，読者は「今起きている状況」についての記憶表現を更新するのである．これは読者には，一つの新しいイベントが生じたという主観的経験として知覚される．

本研究では，Zwaan らが特に重要としている時間及び空間，それに主人公（人物）の変化によってイベントの大きな分割が起こっていると考える．そこで，時間や空間によって分割されるユニットの単位をステージ，人物の変化によって分割されるユニットの単位をシーン，そしてその下の 1 文 1 述語からなる最小単位をイベントと定義し,物語のセグメンテーションを行う．このセグメンテーションは階層的な構造を持ち，情報はセグメントのユニットごとに算出,保存される．

3.3. セグメントテーブルの生成

ここでは，各分の状況についての 5 次元の情報が格納された状況テーブルに,Zacks の EST に基づき案出された差分(微分)計算によって算出した情報を付加する．

本研究では，時間及び空間で分割するステージというユニット，人物の入退場で分割するシーンというユニットが存在する．ステージの変化は，時間及び空間の変化，すなわち解析している文において時間か空間の情報が新しく入ってきたときに判断される．シーンの変化は，新しい人物の登場，あるいは状況に存在している人物が退場して画面から消える場合に判断される．このような人物の入退場の判断は本研究では,移動を伴う動作に，入場もしくは退場の情報を含め，その動作の動作主に対して入場もしくは退場の判断をする形で行う．以上の情報を状況テーブルに追加し，セグメントテーブルとして出力する.セグメントテーブルに含まれる情報を表 1 に示す.

表 1 セグメントテーブルを構成する情報

文番号	ステージ番号	時間	登場人物
地の文	シーン番号	空間	既存登場人物
会話文		動作主	新規登場人物
		被動作主	既存登場人数
		物	新規登場人数
		動作	主人公
		動作タイプ	

4. 視覚的イメージ生成のための情報

4.1. 構図情報

本研究では，状況モデルにおける視点にあたるものとして,アニメーションの構図を決定する．

一般的な（特にスクリーンでの）映像制作において，構図は絵コンテによって決められている．

絵コンテは,シナリオに描かれている情報を土台にしてどのくらいのサイズでどのような向きで登場人物を画面に映し出すかといった情報を描くものであり,原則として 1 ショットにつき 1 枚の絵を描くものとされている．本研究においても言語的手がかりをもとにして,各イベントごとに 1 ショットとして構図を決定していく．

また,構図の要素を特に重要と思われる(ショットサイズ,ショット内人数,コンポジション)の三つに絞り,本研究で扱う構図情報と定義する．

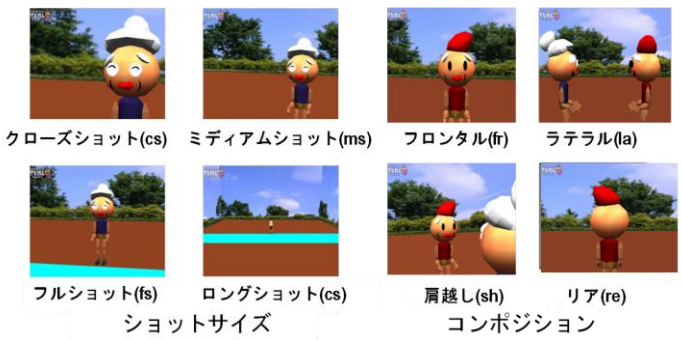


図 2 ショットサイズとコンポジション

アニメーションの出力に用いる TVML は，仮

想空間を持ち，映画と同様のカメラ操作が可能であるため,実際の映画に用いられている撮影技法,構図を解析しアニメーションに反映させることができる.そこで映画における構図情報に注目し構図を決定し,物語の視覚的イメージ化に利用する.

4.2. 構図決定ルールの作成

4.2.1. ショット解析

映画文法[5]において，映像の最小単位はショットであるとされる．本研究では，映画をショット単位に区切り，ショットを構成する様々な要素を抽出する作業を行った．この作業をショット解析と呼ぶ.

表2 ショット解析結果の一部

シーン開始時間	大連辞	人数	ショット	人数	ショットサイズ	コンポジション	登場人物	アクション	アクション(客体)
0:21:48:26~0:22:41:03	sc	3	228	2	id	fr	ディナ	移動	ne
								発話	ne
							レイモンド	見る	ディナ
			229	3	cs	fr	ディナ	発話	ジャニーン
							ジャニーン	発話	ディナ
							ピーター	立ち上がる	ne
								移動	ne
			230	2	cu	la	ピーター	発話	ディナ
							ディナ	発話	ピーター
			231	1	cs	fr	ジャニーン	振り向く	ne

構図や撮影カメラの決定を目的とする既存の研究においては,構図決定のための知識として,映画文法が多く用いられている.しかし,映画文法は実際に撮影ルールとして用いるには状況に限定される技法が多く，物語テキストに記述されるさまざまな状況の全てにおいて,カメラを一意に決定することが難しい．そこで映画に対してショット解析を行い，それぞれの状況で実際にどのように映像が撮影されているかを抽出し,イメージ化のための知識とすることで,出現しうる様々な状況に適切な構図を与えられるのではないかと考えた.

4.2.2. 構図情報ファイルの作成

ショット解析結果を基に，構図情報ファイルの作成を行う．本研究では構図を決定する情報として，動作タイプ(解析時に無数に出現する動作を,構図決定に利用しやすいように分類したもの)と動作の客体の有無という二つの情報に注目した.これは撮影対象の大半が人物であり，その人物の動作によって構図（撮影方法）に変化が生まれるからである．また，ショット解析の結果，被写体の動作に客体がいる場合といない場合とで，構図に違いが生じている傾向があったためである．例として，図 3 は，映画「ゴーストバスターズ」の中で 2 人の人物が会話しているショットである.条件から動作タイプが SPEAK で，客体があるショットを選択すると，図のようなショットが候補として選ばれる．これは後述の求心と遠心に起因するものと思われる.このように，二つの情報からある程度構図を絞ることができると考えた.

図 3 動作タイプと客体の有無による構図の選択

また,映画は物語の時間の経過や現在の状況がより視聴者に伝わり易いようショット間の関係性やショットの構成が検討されている．そこで，直前に撮影されたショットの構図情報を入力条件に含めることで，前後のショットの関連性が強まり，より典型的なショットの連結ができると考えた.以上から，本研究では，現在のショット（文）における動作タイプと客体の有無，加えて直前のショットの構図情報の組み合わせを入力条件として,ショットの構図情報を決定する.

4.2.3. アニメーションテーブルの生成

セグメントテーブルの情報を入力に,if-then ルールにより構図情報ファイルに格納された構図情報を参照し各ショットの構図を出力する．このとき，入力条件として直前のショットの構図情報が必要になる，直前の情報を参照できないステージユニットの初めの文においては，エスタブリッシングショット(establishing shot)を使用する.これは，物語の時間あるいは空間情報などが変化したとき，場所や人物などの状況説明のためにシーンの初めに多く挿入されるロングショットのことである.

全てのショットの構図情報を決定した後，セグメントテーブルの情報に構図情報を付加し,アニメーションテーブルと呼ぶ CSV ファイルとして出力する．以下の表 3 に，実際のアニメーションテーブルにおける構図情報格納部分を示す.

表 3 アニメーションテーブル（構図情報部分）

ショットサイズ	ショット内の人数	コンポジション	ショットサイズ	ショット内の人数	コンポジション
ls	2	la	cs	2	fr
ls	1	la	fs	1	fr
ls	1	la	fs	1	fr
ls	1	la	cs	1	fr
null	null	null	cs	1	fr
null	null	null	ms	1	fr
null	null	null	cs	1	fr
null	null	null	cs	1	fr
ls	2	la	fs	1	fr

4.3. 配置情報

本研究における配置情報とは，TVML 空間上での人物の配置，カメラの配置，物の配置を指す．TVML 上で構図情報通りのアニメーションを生成するために，空間のどこに人物を置き，どこにカメラを設置し，またどのカメラで撮影するかという情報の決定が必要となる．

配置に関する情報は，登場人物やイベントといった情報とは異なり，テキストの情報と TVML のコマンドを一対一で対応させることが困難であるため，ある条件に対してどのカメラでどのように撮影する，というルールを構築し，if-then で対応させる必要がある．本研究では，アニメーションテーブルに格納された構図情報をはじめとする各情報を決定要因として配置を決定する．次節で配置のための撮影ルールについて詳述する．

4.4. 配置決定ルールの作成

映画文法によれば,コンポジションは，被写体の数によってシングルショット，ツーショット，グループショットに分けられる．ここでいう被写体は，人物の数に限らず，そのショットの動作に関わる能動や受動の主体の数である．動作の両端の能動と受動の両方が画面内に収まっているものを求心(afferent)ショットといい，どちらか一端が画面の外にあるものを遠心(efferent)ショットという．求心と遠心における被写体の数は，あくまでその動作にとっての能動主体と受動主体を単位とするものである．すなわち，ツーショット，あるいはグループショットの場合でも，あるグループがユニットとしてまとまり，それぞれの動作が同じ方向性を持つならば，実質的にシングルショットと同様の扱いになる．

このような求心と遠心の考えをもとにして,(構図情報,動作タイプ,動作主の人数)を配置決定の入力条件とし,これらの情報の組み合わせごとの配置を, 実際に TVML 上での出力を確認しながら配置情報ファイルとしてまとめた.そしてアニメーションへの変換時にテーブルの情報を入力に if-then ルールによって配置の決定を行う．

5. TVML 言語への変換

5.1. TVML とは

TVML(TV program Makin Language)は，NHK 放送技術研究所が 1996 年に提案した, テレビ番組を記述するインタプリタ型言語である．この言語で記述されたスクリプトを TVML Player と呼ばれるソフトウェアで再生すると，リアルタイム CG や音声合成などにより作られたアニメーションを見ることができる．

TVML によるアニメーションには仮想空間が存在し，CG によるスタジオセットやキャスト，小道具，カメラがあり，これらを自由に配置することで自在なアニメーションを作ることができる．また,インタプリタ型であるため,スクリプトで記述された１つのコマンドが本研究でのアニメーションにおける 1 つのイベントに対応し,時間軸に沿って，アニメーションが進んでいく．

これらの仕様は背景セットの変化によるステージの変化や，人物の入退場によるシーン変化等のセグメンテーションの表現を可能にし.また 1 イベント１ショットのカメラの逐次的な操作でも構図を自由に表現できるなど,その自由度から物語理解のシミュレーションを目指す本研究に非常に適しているといえる．

5.2. TVML ファイルの生成

アニメーションテーブルの情報を入力に，システムによって TVML ファイルへ変換し出力していく．本研究では，１文１イベントを１ショットとみなし，システムがテーブルの情報を一度全て読み込んだ後，一文ずつ情報を参照し，逐次変換して TVML ファイルとして書き出していく. 変換の中身は以下の通りである．

5.3. 変換プログラム

初めに，アニメーションテーブル中の空間に関する情報から TVML の空間に背景と照明を設定する.実際の処理としては,空間情報に値があった場合，空間の変化があったと判断し，ステージ内の空間情報を参照して背景セットの設定を行う．

背景と照明の設定が終了すると,次に空間内（ショット内）に登場する人物や物のモデルの呼び出しを行う．現在の文のショット内人数を参照し，呼び出す人物の数を決定する．この際ショット内人数が実際の登場人数より少なかった場合は，ショットに表示する人物を選択する処理を行う．ショット内人数が 1 人であれば，動作の主体を呼び出す．2 人以上であった場合は，主人公の有無，動作主，被動作主をチェックし，これらを優先して呼び出す等のように配置ルールに基づき呼び出すモデルを決定する．このとき，物情報に値が入っていれば，対応する小道具モデルを呼び出す．

人物や物のモデルの呼び出し，設定が行われた後，アニメーションテーブルの配置決定の入力条件を基に, if-thenルールで配置情報ファイルを参照し,キャラクター，撮影カメラの配置を決定していく．条件分岐は以下のようになる．

1. ショットサイズ(cs, ms, fs, ls)，ショット内人数(1~6)，コンポジション(fr, re, sh,l a)を判定する．
2. 動作の人数(1~4)を判定する．
3. 動作タイプ(1~8)を判定する．

これらの手順により，配置はほぼ決定できる．しかし 2 人の人物が会話を行っている場合等に，続けて同じ分岐になってしまうことがある．この場合には，異なる人物が全く同じ配置で発話するような違和感のある映像になる.そこで対照となる配置を用意しておくことで,図 4 のように左右で振り分けを行う．

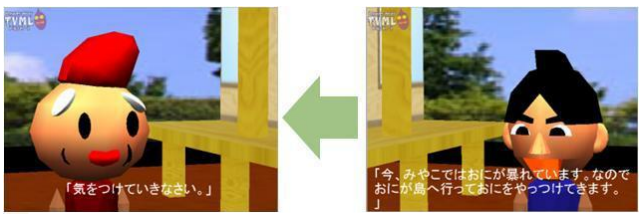


図 4 同方向を向くことを避ける処理

配置の設定後,最後に実際に人物に実行させる動作や，字幕の表示等の設定を行う．

まず原文を表示する．次に，動作情報から人物に実行させる動作を決定し，キャラクターに実行させる．会話文であれば，キャラクターに会話させる．また，ショットごとの時間を調整するために，イベント終了後の待機時間を設定する．

以上の変換を，アニメーションテーブルの最後の行まで繰り返し行い，呼び出されたスクリプトを TVML ファイル（拡張子.tvml）に変換し，出力する．

6. 実験方法

6.1. 材料

子どもを対象とした童話から,「桃太郎」と「鶴の恩返し」を入力の物語テキストとして使用した．それぞれのテキストは,自然言語処理による意味解析を容易にするため 1 文 1 述語からなるように単文化を行っている．

6.2. 手続き

まず，材料である物語テキストを一文ごとに解析し，意味解析を利用してそれぞれの文についての 5 つの次元の情報を抽出する．また,これらの情報にシーン分割等の微分的，積分的計算処理を施す．ここまでの全ての情報は，CSV 形式のセグメントテーブルというファイルに格納する．次に，上記セグメントテーブルの情報を基に構図情報ファイルを参照し，アニメーションの構図を決定，構図情報を追加したものをアニメーションテーブルとして出力する.そして，構図情報に基づいた映像化のために,TVML 空間上での人物やカメラの配置を決定した上で，アニメーションテーブルの情報を TVML ファイルに変換する．

以上の処理によって最終的に出力された TVML ファイルを TVML Player に読み込ませることで，アニメーションを生成する．物語テキストからアニメーションを自動生成する一連の流れをもって,物語理解についてのメンタルシミュレーションとする．

7. 結果と考察

二つの物語テキストに対し,システムによるシミュレーションを行ったところ,どちらの物語においても物語テキストからの状況モデルを構築する5つの次元の情報の抽出や,それに基づくセグメンテーション,さらには視覚的イメージ化のための構図の決定に成功した.「桃太郎」では,ほぼ想定通りの違和感のないアニメーションの生成にも成功した.

図 5 桃太郎アニメーション出力

「鶴の恩返し」においては,現状ではTVMLファイルへの変換部が「桃太郎」を想定して作られているため,モデルが存在しない空間や人物については既存の物で代用し,表示出来ないイベントもいくつか出現する結果となった.しかし,移動や発話等の共通であり,かつ物語の多くの部分を占める行為については,同様に違和感のないアニメーションの生成に成功した.完全とは言えないものの,物語テキストからのアニメーション生成に成功したことにより,メンタルシミュレーションに必要な情報,ひいては人間の物語理解に必要な情報の指針を確認することが出来たのではないかと考える.

ただし，これは非常に限定的な状況下での成功であり，現状では自然言語処理の困難さ,アニメーションに必要な 3D モデルの不足といったことがボトルネックとなっている.テキストからの情報導出の改良,汎用 3D モデルの導入等により，様々な物語，または物語以外のテキストにも対応できるようにした上で,さらなるシミュレーションを行う必要があるだろう.

8. 結論

本研究では,物語テキストからアニメーションを自動生成するシステムを構築することを通して人間が物語テキストから状況モデルを構築する過程について検討した.そして構築したシステムによりメンタルシミュレーションを行った.状況モデルに関する 5 次元の情報については, Zwaan の主張とは少し異なる情報を抽出したが,意図や因果といった情報は元々映像として表現することが困難なためか,行為/状態で代用しても問題なく出力できたと言える.また,次元の変化によるセグメンテーションに関しても,システムで問題なく処理できた.しかし,現状背景セットの変更等による場面転換の表現やシーン単位で登場人物を考えることによるショット構図や配置調整にしか活用できていないなど,分割によって得られる情報を上手く利用しきれていない面があり,導出する情報や映像での表現の仕方について再検討する必要があるだろう.そして,映画の解析結果を用いた視覚的イメージ化については,構図決定による映像への没入感が,視点が固定されたアニメーションよりも高く,イメージ化の知識として有効であったと考える.しかし今回，入力条件に対して最も使用回数の多かった値のみを採用したため．使用した構図は実際の映画で使用されたショットのうち50%に満たない情報である.この値の有効性の検証と，サンプル数の増加が必要であると考える.

本研究の結果から,アニメーション生成に必要な情報の指針が得られた.このことは同時に,メンタルシミュレーションにおける心的表現や，それに伴う計算，推論に必要な情報について指摘することも可能にしたといえる.

参考文献

[1] Van Dijk, T. A., and Kintsch, W,(1988) “Strategies of Discourse Comprehension ”,New York: Academic Press.

[2] Zwaan R.A and Radvansky G.A,(1998) “Situation Models in Language Comprehension and Memory”, Psychological Bulletin,vol.123,No.2,pp162-185.

[3] Zacks,J.M., & Kurby,C.A. ,(2008) “Segmentation in the perception and memory of events:”, Trends in Cognitive Sciences, 12(2), pp72-79.

[4] Zwaan R.A,(2004) “The Immersed Experiencer：Toward an Embodied Theory of Language Comprehension”, the Psychology of Learning and Motivation,Vol.44,pp35-62.

[5] D. Arijon, 岩本憲児, 出口文人（訳）(1980) 映画の文法.

身体的なインタラクションを通した他者性の認知過程
Identification of Agency on Interacting with Computer and Attribution of Humanlikeness

坂本 孝丈　竹内 勇剛
Takafumi Sakamoto, Yugo Takeuchi

静岡大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Shizuoka University
gs12018@s.inf.shizuoka.ac.jp, takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

In order to examine agency identification, there was equipped an experimental environment for observing how people interpret other's behavior. The experimental environment which physically provided the interaction between human and computer was a media system that connects two sides of the experimental environment through the computer network. The task of experiment required participants to discriminate the other party if it was human or a computer when they played the system. In this study, we regard attribution of humanlikeness toward other's behaviors as a sign of agency identification. The result of experiments suggests that human agency identification is induced by interaction between the target entity and his/herself.

Keywords — Agency, Identification, Interaction, Unknown Existence, Humanlikeness

1. はじめに

他者の心を認知する能力は「心の理論」と呼ばれている[1]．心の理論を用いることで人は，他者の行動が意図や信念などの心の状態に基づいたものであると解釈することができる．心の理論を適応し，対象の振る舞いの原因として心的状態を読み取ることを他者認知という．人がどのようにして相手の心的状態を読み取るのかについてはまだ明らかになっておらず，他者認知に対する見解として，シミュレーション説[2]と理論説[3]が対立している状態である．シミュレーション説は，自分が相手の立場に置かれた場合の心的状態に基づき，相手の心的状態を読み取る方法である．理論説は，相手の心的状態を推論により理解するという方法である．一方で，現象学においては両理論に対して批判的である．現象学では，推論やシミュレーション以前に身体化されたインタラクションを通して，環境や文脈に応じた他者理解が行われているとされている[4]．

いずれの説にしても，どのような存在が他者認知の対象となるのかを考える必要がある．そこで，本研究では他者認知の対象になり得る性質を他者性とし，他者性の認知は他者認知過程の初期段階であると考える．シュミレーション仮説の場合，対象のどのような振る舞いに対し，共通部分を見出すのかを考えなければならない．理論説においても，動くものすべてに対して心的状態を推論しているわけではないため，他者性の有無を判断する段階が存在していると考えられる．現象学における他者認知では，身体的なインタラクションを介して振る舞いや環境から他者であると判断されることで他者理解が開始されると考えられる．このように他者認知過程の初期段階として他者性の認知を位置づけることが可能である．そこで本研究では他者性が認知されるためにはどのようなインタラクションが必要であるかを明らかにし，他者認知がどのように進行するかを明らかにすることを目的とする．

インタラクションを行う対象が他者であるかを判断する過程を観察するためには，対象の見た目から得られる情報をできるだけ削る必要がある．先行研究では，相手の情報をできるだけ制限したインタラクションの場を用意し，コミュニケーションを発現させることで，その過程を解析する実験が行われている[5]．しかし，これらの実験では課題が与えられているものが多く，被験者はあらかじめ他者が存在することを知っている状態でインタラクションを行っている場合がほとんどである．そこで，本研究では被験者に明確な実験課題を与えない状態でのインタラクションを観察し，そこから人が他者性を認知する過程を明らかにする．

2. ミニマムな身体表示によるインタラクション

他者性が認知される過程を明らかにするためには，インタラクションを行う対象がどのような振る舞いをするかが見た目からはわからないようにする必要がある．そこで，ミニマムデザインの手法に基づき，見た目の要素を最低限まで取り除く

ことを考える．身体的なインタラクションを行うためには，少なくとも相手がどこにいるかわかる必要がある．そこで本研究では，人の位置を表す足跡だけを残す．足跡の表現についても，位置情報を表す最小の表現である円や四角形などの幾何学図形を用いる．

人は幾何学図形に対しアニマシーや意図を知覚することができる[6]．このことから，幾何学図形を用いた単純な身体表現に対しても他者性を認知することができると考えられる．また，対象とのインタラクションの有無によってアニマシー知覚のされ方が異なることが明らかとなっている[7]．このことからインタラクションを行うことが他者性の認知にも影響を及ぼすと推察される．そこで本研究では，足跡とどのようなインタラクションを行うことで他者性を認知し得るのかを調査する．

3. 予備実験

相手の位置情報だけを表す足跡（円）とインタラクションを行うことによって，足跡に対し他者性を認知することが可能か検討する．

3.1 実験環境

実験環境の概要およびシステムの概要図をを図1，図2，に示す．被験者はプロジェクタ2台によって床に投影された光の範囲内（1.2m×0.9m，800×600 pixel）で行動させる（図3）．Kinectセンサーにより取得した被験者と実験者の腰の座標を位置情報とし，それぞれを，ネットワークを介し送受信する．送られてきた座標を基に，実験者側はディスプレイ，被験者側はプロジェクタに足跡である円を表示する．なお，実験者側のディスプレイには実験者自身の位置を表す円も表示する．

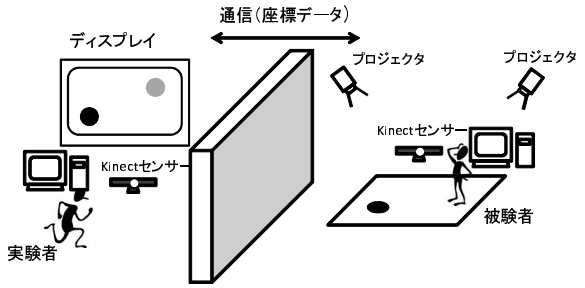


図 1 実験環境の概要図

3.2 実験条件

本実験は，足跡を人が操作する”人条件”と，プログラムにより足跡の座標を決定する”プログラム条件”の2条件被験者間計画で行う．人条件での足跡の動きを統制するために，実験者の動き方の方針を予め決定しておく必要がある．実験者は足跡を被験者に接近させ，被験者が動きだすまで待機し，被験者の動きが予測できる場合は先回りするように行動する．プログラム条件では，被験者側の設備のみを用いて，Kinectセンサーにより取得した座標を基に，表示する足跡の位置を決定する．具体的には，被験者の位置座標を取得する毎に足跡の現在位置と被験者の現在位置の角度を求め，その角度に0〜800 mm/sの間のランダムの速度で進むように次位置を決定するアルゴリズムとする．

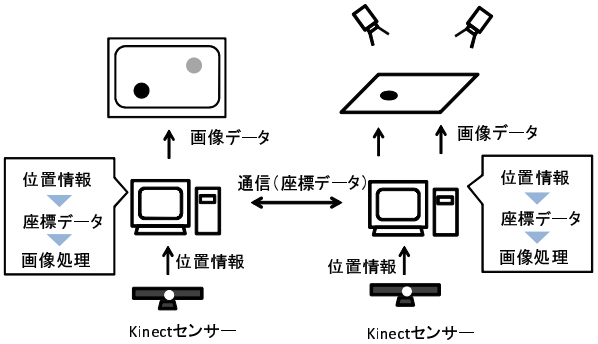


図 2 実験システムの概要

図 3 実験環境

3.3 実験方法

被験者を部屋に入れ，床に投影されたプロジェクタの光の中から出ないように指示し，光の中央に立たせる．それ以外の行動に関する教示は行わず，部屋の中で一人にする．約1分後，床に足跡（円）を表示する．足跡が表示されてから3分後，足跡の表示を終了し，被験者にアンケートの記入を行わせる．

3.4 被験者

被験者は人条件15名，プログラム条件15名の計30名の大学・大学院生である．

3.5 観察項目

以下の項目を観察し，分析を行う．

- 被験者の位置座標のログデータ（100ms毎）
- 足跡の位置座標のログデータ（100ms毎）
- ビデオカメラにより撮影した被験者の行動
- アンケート
  - 足跡に対する正体判断

Kinectセンサーにより取得した被験者の位置データとビデオカメラにより撮影した映像から被験者の行動を解析する．被験者に特徴的な動きがあったか，足跡に対する行動の変化が起こったかを調査する．そのような被験者の行動が足跡に対する他者性や意図性の認知を促したかどうかを足跡の正体判断の成否や足跡に対する印象から評価する．

3.6 結果と考察

「プロジェクタの像に投影されたものの正体は何だと思いますか」という質問に対する　各条件の回答は,人条件では「わからない」が一番多くなり，プログラム条件では　「コンピュータ」が一番多くなった（図4）．

足跡の正体が人であると判断した場合，被験者は足跡に対し他者性を認知していたといえるが，人条件において足跡に対し他者性を認知した被験者は13%にとどまっている．しかし，アンケートの「あなたの目的は何でしたか」という質問に対して，人条件では「足跡と遊ぶ」や「足跡から逃げる」といった回答が得られている．これに対し，プログラム条件ではこのような回答は得られていない．このことから，人条件では，足跡は主体性を持った存在で被験者に関わろうとしていたとが認識されていたと考えられる．

では，他者性を認知するためには「自分に関わろうとする対象の振る舞い」に加え，どのような要因が必要なのか．人条件において足跡の正体が人であると判断できた被験者は，正体判断を誤った被験者に比べ移動量が多くなっている（表5）．このことから，足跡の他者性を認知した被験者は能動的に動いていたといえる．また，先行研究では正体判断において，能動的に行動しなければ相手の正体を判断するための材料が不足することが示唆されている[8]．よって，他者性を認知するためには,「自分に関わろうとする対象の動きの認知」だけでなく,「自分から対象に関わろうとする行動」が必要になるのではないかと推察される．この点については今後の実験によりさらに検討する．

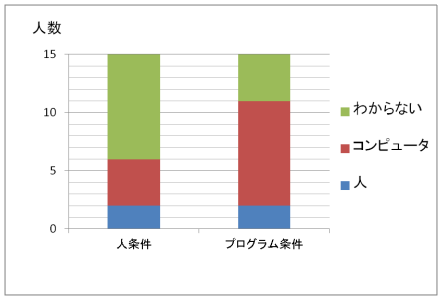


図 4 各条件における正体判断の結果

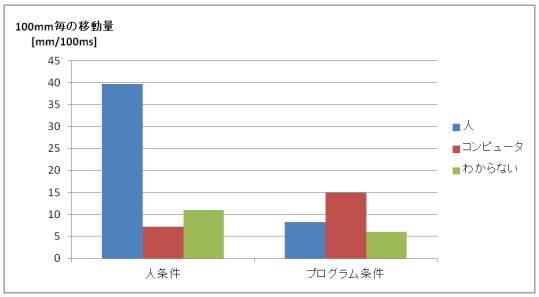


図 5 各条件における正体判断ごとの移動量(mm/100ms)の平均

4. 実験

予備実験の結果から本実験では，被験者を2名1組とし，互いに明確な目的がなく，相手の存在を知らない状態で実験を行う．これにより，被験者の能動的な行動が他者性の認知に及ぼす影響を調査する．また予備実験では，被験者にとって行為の対象となるのは足跡のみであり，足跡の動作の対象も被験者のみであった．そのため，行動に対する意図の有無が困難であったと考えられる（図6）．そこで，相手の行動の対象が明確となるように，場に共有された「モノ」を介したインタラクションを観察する.「モノ」を介したインタラクションが行われる場合，相手の行動が,「モノ」に対しての行動なのか，自分に向けられて行動なのかを被験者が判断することが可能となる（図7）．また，今回の実験では両足の位置を足跡として表示させる．これにより，予備実験において観察された対象を「蹴る」,「踏む」といった行動を足跡の表示に反映させることが可能となる．

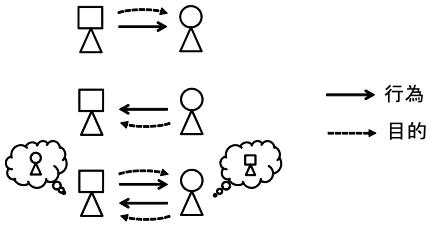


図 6 直接的なインタラクション

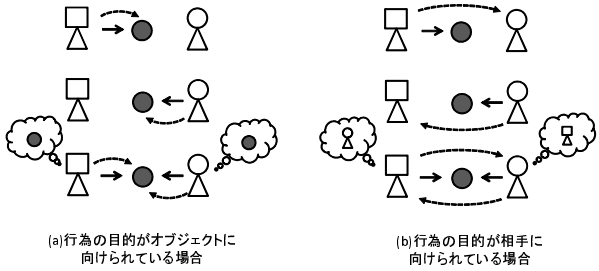


図 7 モノを介したインタラクション

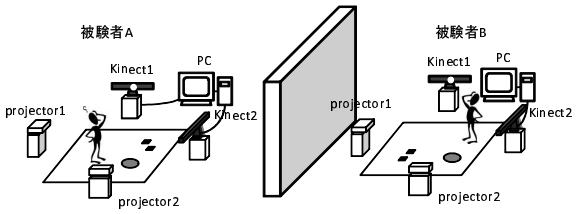


図 8 実験環境の概要図

図 9 実験環境

4.1 実験環境

予備実験と同様に床に足跡をプロジェクターを用いて投影する．Kinectセンサーにより取得した相手の両足の位置を足跡とし表示させ，両部屋で位置が共有されたモノとしてボール（円）を表示する．このボールはどちらかの被験者の足に接触した場合，接触した足の速度に応じて直線的に動く．

4.2 実験方法

被験者2名1組(被験者a,b)で，それぞれの被験者には相手の存在を知らせず，別々の部屋で実験を行う（図8）．各部屋ではプロジェクターの像を床に投影し，両被験者にはプロジェクターの光の範囲からでないように教示する．またボールを介したインタラクションを誘発するために，被験者aのみにボールを蹴って動かすことができることを教示する．なお，それ以外の行動に関する教示は行わない．被験者を部屋で一人にした後，それぞれの部屋の床に別室の相手の足跡とボールを表示させる．5分後，足跡およびボールの表示を終了し，被験者にアンケートを回答させる．

4.3 被験者

被験者は5組(10名)の大学・大学院生である．

4.4 観察項目

本実験では以下の項目を観察する．

- 被験者の両足の動きのログデータ（100ms毎）
- ボールの動きのログデータ（100ms毎）
- ビデオカメラで撮影した被験者の映像
- アンケート
  - 正体判断

被験者の足の動きはKinectセンサーにより100ms毎に取得し，被験者の行動を定量的に解析する．またビデオカメラの映像から，足跡やボールに対する被験者の行動がどのよに変化するのかを分析する．これらを基に，両被験者の足跡を介したやり取りから，足跡を他者として認めたうえでの行動が生じる過程を明らかにする．また，そのような行動が正体判断に与える影響を調査する．

4.5 結果

4.5.1 正体判断

各被験者の足跡の正体判断の結果を表1に示す．なお，以下ではボールに関する教示を受けた被験者をa，受けていない被験者をbとし，ペア1の被験者を1a，1bと表記する．足跡の正体を「人」と判断できたペア2の被験者2aと2bは他者性を認知していたといえる．

正体判断の理由についての自由記述では，2aは「自分の立っている所から常に離れているように

感じたから」，2bは「動きに規則性のようなものがないのに，こちらの動きに合わせて動くことがあったため」としている．一方で，足跡の正体を「コンピュータ」と判断した被験者から「動きに規則性がなかった」,「自分の動きに反応しなかった」という回答が得られた．また,「わからない」と判断した被験者は「動きの予測がつかなかった」,「動きの規則や理由がわからなかった」という回答であった．このことから，自分の行動に対する相手の反応がない場合には他者性は認知されないと考えられる．

表 1 各被験者の正体判断

	被験者	正体判断
ペア1	1a	コンピュータ
	1b	コンピュータ
ペア2	2a	人
	2b	人
ペア3	3a	コンピュータ
	3b	コンピュータ
ペア4	4a	わからない
	4b	コンピュータ
ペア5	5a	わからない
	5b	コンピュータ

4.5.2 特徴的な行動

すべての被験者がボールと足跡が床に表示されていることに気づき，足跡・ボールに対し何らかの反応を示した．足跡やボールに対して以下の行動が観察された．

- 足跡やボールに接近する．
- 足跡やボールから遠ざかる．
- 足跡を蹴る，踏む．
- ボールを蹴る・踏むことで動かす．
- 接近してきた足跡やボールを避ける．

足跡やボールに対する関わり方は被験者ごとに異なっている．そこで，各被験者が足跡やボールに接近した量を比較する（図10）．ある時間tの被験者の位置をA_t，足跡の位置をB_tとし，100ms後の被験者の位置をA_{t+1}とすると，被験者が足跡に接近した量は，(A_tとB_tの距離)$-$(A_{t+1}とB_tの距離)で求めることができる．同様に被験者がボールに接近した量も求めることができる．

また，ビデオカメラの映像とログデータを基に，被験者が足跡やボールを蹴る，踏むことで移動させた回数と，足跡やボールを避けた回数を数え，比較したものを以下に示す(図11,図12)．

これらの結果から，各被験者の行動パターンを次のように分類することができる．

- ボールに対して積極的近づき，ボールを蹴って動かす．ボールを足跡にぶつけようとする(1a,2a,3b,4a)．
- 足跡に対し積極的に近づく(1b，5b)．
- ボールから積極的に距離を取ろうとする(3a))．
- ボール，足跡に対して積極的に近づいたり離れたりせず，足跡やボールが近づいててきた場合に反応する(2b,4b)

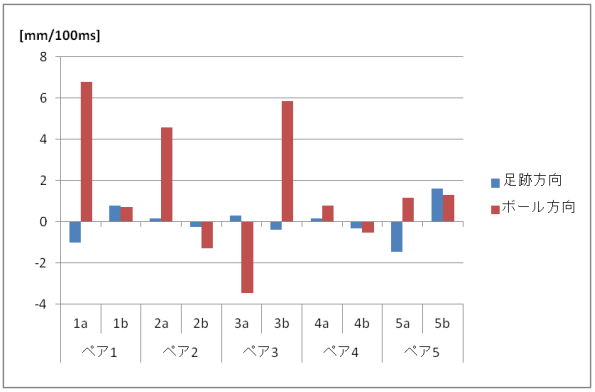


図 10 足跡およびボールに接近した量の平均の比較

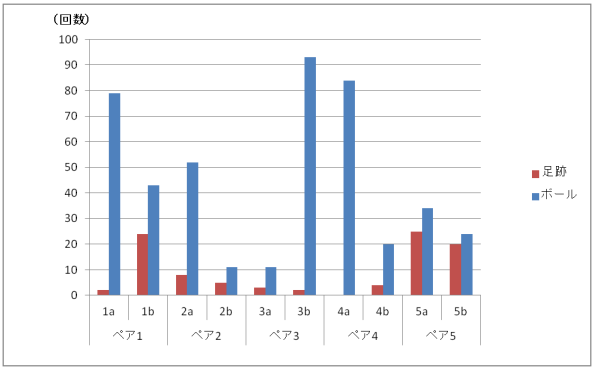


図 11 各被験者が足跡とボールを蹴った回数の比較

4.6 考察

本研究では，人を幾何学図形のようなミニマムな表現で表し，どのようなインタラクションを行うことで対象から他者性を認知するのかを明らかにすることを目的としている．そこで，被験者の両足の位置を四角形で表し，ボールを介したインタラクションを観察する実験を行った．結果として，足跡に対して他者性を認知した被験者は5組中1組であった．以下では，足跡を「人」と判断した被験者2a,2bと他の被験者の行動を比較し，他者

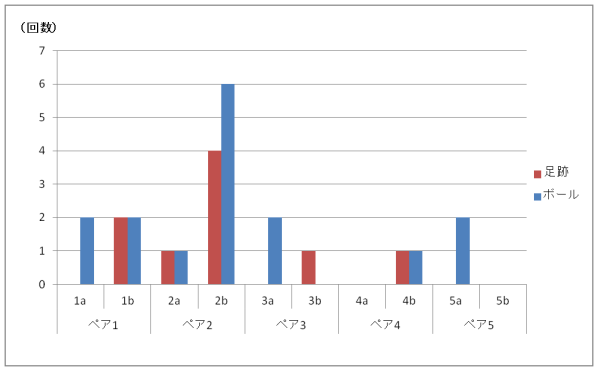


図 12 各被験者が足跡とボールを避けた回数の比較

性を認知するための要因と他者性が認知を阻害するような振る舞いについて考察する．

予備実験では，自分から対象に関わろうとする能動的な行動が他者性の認知を促すことが示唆されている．本実験においても，図11に示すように2aは，足跡に関わろうとする行動をとっている．しかし，2aよりも能動的に行動している被験者(1a, 3b)もいるが他者性は認知されていない．そこで，2aの相手である2bの行動に注目すると，足跡やボールの接近に対して避けるという行動をとっていることが図12から見受けられる．このことから，他者性を認知するためには，自分から対象に関わろうとする行動とそれに対する対象の反応が重要であると考えられる．なお，4.5.1節で示したように正体判断の理由を問うアンケートにおいてもこのことを支持する回答が得られている．

一方で，自分が蹴ったボールの接近に対して足跡がボールを蹴り返すという状況がほとんどの被験者のペアで観察されている．これも能動的な行動に対する相手の反応といえる．しかし，このような間接的なインタラクションのみの場合，他者性は認知されていない．このことから，相手が実体を伴った存在であることが他者性を認知するための前提条件となっているのではないかと考えられる．今回の実験環境では相手の存在は視覚情報のみであるため，相手が実体を伴った存在であると判断するのは難しい．しかし，相手の蹴りやボールを足跡が避ける場合，相手に足跡が実体を伴った存在であるかのような印象を与える．そのような行動がほとんど見られなかった被験者に対しては，足跡が実体を伴った存在と見なされていなかったと考えられる．これにより，他者性が認知されなかったのではないかと推察される．

5. まとめと展望

人は心の理論により他者の心の状態を推定することで，相手の意図や目的を理解している．しかし，この他者認知過程において，どのような振る舞いの対象に心の理論を適応するかが問題となる．そこで，本研究では他者認知の対象になり得る性質を他者性とし，他者性の認知過程を観察するための実験を行った．予備実験では身体的なインタラクションを行うために最低限必用な位置情報のみを足跡（円）で表現し，足跡の接近に対する被験者の行動を観察した．結果として，他者性を認知するためには,「自分に関わろうとする対象の振る舞いの知覚」と「対象に関わろうとする自身の行動」が必要であることが示唆された．本実験では，両足の位置を表す足跡(四角形)とボールを介したインタラクションにおける被験者の行動を観察した．その結果,「対象に関わろうとする自身の行動」に対して対象の反応がない場合や間接的なインタラクションのみでは他者性が認知されないことが示唆された．

現時点では被験者数が少なくデータが不足しているといえる．また，被験者が意図した方向にボールを蹴ることができないことがあり，両足の検出精度を上げる必要がある．その上でより詳細に定量的な分析を行う必用がある．

参考文献

[1] Permack, D. and Woodruff, G. (1978) “Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind?”, The Behavioral and Brain Sciences 1, pp.515-523.
[2] Gallese, V. and Goldman, A. (1998) “Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading”, Trends in Cognitive Sciences, Vol.2, No.12, pp.493-501.
[3] Gopnik, A. and Wellman, H. M. (1992) “Why the child’s theory of mind really is a theory”, Mind and Langeuage, Vol.7, No.1 and 2, pp.145-147.
[4] Gallagher,S. Zahavi,D.(2008)“The Phenomenological Mind: An Introduction to Philosophy of Mind and Cognitive Science.”,London:Routledge. (石原孝二, 宮原克典, 池田喬, 朴嵩哲（訳）(2011)『現象学的な心：心の哲学と認知科学入門』, 東京：勁草書房)
[5] Galantucci, B. Kroos, C. and Rhodes, T. (2010) “The effects of rapidity of fading on communication systems”, Interaction Studies, Vol.11, No.1, pp.100-111, 2010.
[6] Heider, F. and Simmel, M. (1944)“an experimental study of apparent behavior”, American Journal of Psychology, Vol.57, pp67-70.
[7] 福田玄明, 植田一博 (2007)“対象の運動に対する関わりが生物らしさの知覚に与える影響”, HAIシンポジウム, IF-2.
[8] 中田達郎, 竹内勇剛 (2009) “原初的な相互行為を通した他者との関係形成過程の観察”, HAIシンポジウム, 2A-2.

人が同じ話を何度もするとどうなるか？：繰り返しによって生じる物語独話の変化

What happens when you repeat the same story many times? : Changes caused by narrative retellings

保田　祥[†‡]，荒牧　英治[†]，
Sachi Yasuda, Eiji Aramaki

[†]東京大学，[‡]国立国語研究所
The University of Tokyo, National Institute for Japanese Language and Linguistics
yasudasac@gmail.com

Abstract
Retellings are performed as lectures or presentations. However, little is known on the retellings, such as how many times we need to repeat to tell the story well, or the story is needed to repeat to be good. This paper investigates the story changes while retelling. The experimental results reveal that many words have replaced others for retelling. However, retelling makes no change about the narrative structure and keywords.

Keywords — Narrative, Retellings, Repetition, Cognitive Linguistics

1. はじめに

講義やプレゼンテーション，成功／失敗談など同じ内容を何度も話す機会というのは日常生活に多い．この際，まったく同じ内容を機械的に話すわけではなく，聴衆との関係性に応じて話を変化させるのが普通である．では，同じシチュエーションであれば，話を変える必要がないのかというと，その場合でも話を変える事がある．分かりやすくするために変える場合もあれば，単に話者が飽きた場合もある．では，どのような部分が，どのように変わるのであろうか？ このような，同じ話の繰り返し（以降，本稿では Retellings と呼ぶ）については研究が少ない．

本稿は，Retellings により生じる物語の変化を，主に表現の点において調査する．具体的には，Retellings により，物語に変化があるのか，またそれは洗練される方向への変化なのかを調べる．そのため，物語の構成の変化や語の頻度変化，関連研究に特徴的とされる現象など，多角的な調査を試みる．

2. 関連研究

2.1. 物語

Retellings は，話（以降，物語）が繰り返されたものであるが，繰り返しを行わない一回きりの物語に関しては多くの研究がある

Labov（1972; Labov & Waletzky, 1967）は，物語（narrative）を時間的な関係（temporal juncture）を持った基本単位（narrative clause）の連続と定義し，物語の構造が，abstract，orientation, complication, evaluation, resolution, coda の 6 層から成ると説明した．浜田（2001）は，物語が，再前景，前景，背景，コメントの四層構造から成ると説明した．

Shiffrin（1981）は物語（独話）に見られる特徴的な表現として，時制に着目し，過去形を多用するのではなく，歴史的現在形へのスイッチが行われることを示した．日本語では池上（1986）が物語に歴史的現在形の頻度が高いことを示し，過去形と現在形の交替の要因について，意味的構造から説明を行った．このほか，Silva-Corvalan（1983）によるスペイン語の物語（独話）における時制とアスペクトや，伊豆原（1998）の日本語独話における指示詞の分析などもある．

以上のように，一回きりの物語に関しては，その構造，表現について知見があるが，いつ，それらの構造／表現が生まれるのか，については知られておらず，本研究の動機となっている．

2.2. 物語を繰り返す個人の上達

本研究で扱う Retellings と同様に，同一人が同

内容の話を繰り返す研究としては，犯罪／事件などの証言研究がよく知られており，記憶の変化が着目されてきた．Loftus（2003）は，記憶が失われると同時に新しい記憶が作られ，入れ替わって行くとしている．また，何度も証言を繰り返すことで，証言内容に変化が現れるほか，誤った記憶が増加することも言われている（Koriat, et al., 2000; Roediger & McDermott ,1995）．

反対に，Retellings によって，自己説明に伴う理解向上（Chi, et al.,1989）という効果も報告されている．以上のように，証言研究では，記憶の曖昧さに関する知見を主に扱うが，本研究では記憶の変化だけでなく，表現のされ方自体も扱う点が新しい．

2.3. 繰り返される物語の洗練

同一人でなく，複数人によって物語が繰り返される現象（本稿では，伝聞と呼ぶ）に関する研究も多い．

噂（Rumor）の分析を試みた Allport & Portman（1947）では，picture（剃刀を持った白人とスーツを着た黒人の口論）を用いた伝言ゲームの実験によって，主に leveled （短く，または簡潔になる）・sharpened （関心による詳細の消失または部分の強調）・assimilated （先入観などにより整合性が生じる）の諸現象が見られた．

しかし，Urban Legends のように，Retellings によって， Allport らの示した現象とは反対に，物語が長くなり，詳細が付加されるとの報告もある（Brunvand, 1981）．また，情報が具体化した場合, 情報の変容が少ないとの報告がある（Arndt, 1967）．

なお，西阪 （2003）は，「物語を語る／聞く」と「解説をする／聞く」の参加構造では，発言の組み立て方が異なるとした．このように，語り手と聞き手の立場の違いの影響がある．

さらに，伝聞に関しては，内容の変化だけでなく言語的な変化も着目されている．有元（1996）は，文単位の伝言ゲーム実験によって，音声（唇音性交替・類似音への変化），移動（順序の入れ換え・自然文への修復）， 挿入（新語彙の挿入），変容（連想・同意味の別語彙），簡略化（脱落・反復を避ける）が見られたことを示した．

表 1 に Retellings に関連する諸研究の，個人または複数人によって繰り返されることとの関係をまとめた．

本研究は, 個人の Retellings を行う点が新しい．Retellings によって，①何が変化するのか，それは②話者の上達と関連するのか，多角的な調査の報告をする．

表 1　繰り返す個人と繰り返された物語

Retellingsに関連する研究例			複数人	個人
証言	伝聞法則	不確実	✔	
	Loftus(1996)	主観的意味づけ		✔
伝言ゲーム	有元(1996)	類似音への変化	✔	
		順序の入れ替え	✔	
Rumor	Alport & Portman (1947)	shorter and more concise	✔	
		details left out	✔	
		emphasis	✔	
		assimilated	✔	
Urban Legends	Brunvand (1981)	add details	✔	✔
マーケティング	Amdt (1967)	情報変容：クチコミ＜流言（目的→変容が少ない）	✔	✔
エスノメソドロジー	西阪 (2003)	語る／解説による異なり	✔	✔
自己説明	Chi (1989)	理解向上		✔

3. 実験

まず， Retellings コーパスの構築を行った．繰り返す物語は怪談とした．怪談をテーマとした語りを扱うのは，怪談というジャンルの構造や表現の分析が試みられている（水藤 2005, 楠見 2005）ためである．怪談の表現として，擬音語・擬態語や比喩表現によって身体経験を類推させる特徴が言われるほか，不確定性やサスペンス（未決感）を有するという構造上の性質があり，特徴的な語や構造の変化が確認しやすい．また，Urban Legends のように収集対象（Brunvand など, 前出）ともなり得ることから，一般的に語られやすいテーマと考えられる．

3.1. 実験協力者

実験協力者は以下の 3 名で，実験は 1 名ずつ個

別に行った.

実験協力者① 20 代・女性・東京都
実験協力者② 30 代・女性・茨城県
実験協力者③ 20 代・女性・神奈川県

3.2. 材料

既存の物語では，個人の記憶による先入観の影響が予測される．そのため，4 分間程度の新規な怪談を 3 本作成した．準備した材料は，怪談であることを考慮し，それぞれ擬音語や擬態語などのマーカーとなり得る特徴的な語を含むほか，物語の結末部分は曖昧な（不確定で未決感がある）ものとした.

3.3. 実験のながれ

実験協力者は怪談を聞いたのち，その怪談について 3 回の Retellings を行った．怪談は 3 種類を用意したため，各人 9 回の語りを行った．語りに関しては，怪談として他の人に伝えるよう話すとの指示をした.

3.4. 実験環境

実験環境は下図のように，ビデオカメラと録音機により，録音と録画を行った．聴衆の影響を除去するために，聴衆は設置しなかった．実験協力者は以下の配置で録音機に向かって話した.

↓□（ビデオカメラ）
↓■（録音機）
↑○（実験協力者）

4. 結果

4.1. 調査項目

Retelling を行うことによって, 物語にはどのような変化が見られるのであろうか．まず，自己説明効果として，理解が向上し，聞いた物語が自分の物語となる可能性がある．同時に，飽きることで語り手自身にとっても面白い物語にしようとする可能性もある．よって，物語構造の変化が期待されるため，繰り返された物語における構造（本稿では，話段と呼ぶ）の変化を見る.

また，同一人が立場の変化なしに同じ物語を繰り返すため，物語の上達，もしくは繰り返しに飽きることによって，表現を変化させる可能性も考えられる．これにより，語句の入れ替えなど，表現にバリエーションの現れることが期待される．よって，語の保持される割合を調べ，出現した語の変化を確かめる．物語の上達とも関連し，フィラーや言いよどみが減少するかどうか，また，物語独話に特徴的とされる表現に変化が生じたかについても見ておく.

すなわち，以下の 4 点を調査する.

- 話段ごとのボリューム（4.1.1 節）
- 語句の保存率（4.1.2 節）
- フィラー／言いよどみの量（4.1.3 節）
- 特徴的表現（4.1.4 節）

4.1.1. 話段ごとのボリューム

本稿の実験においては，Retellings によって物語の構造が大きく変化するということはなかった．物語の筋は同一のまま保持されているといえる．そこで，物語構造に関わる話段を確かめた．ここでは，物語の中の内容のまとまりを話段[1]と呼ぶ．各物語は 5 つの話段から構成されている.

図 1 は，実験協力者個人の，物語の回数毎における，話段別の語数割合を見たものである.

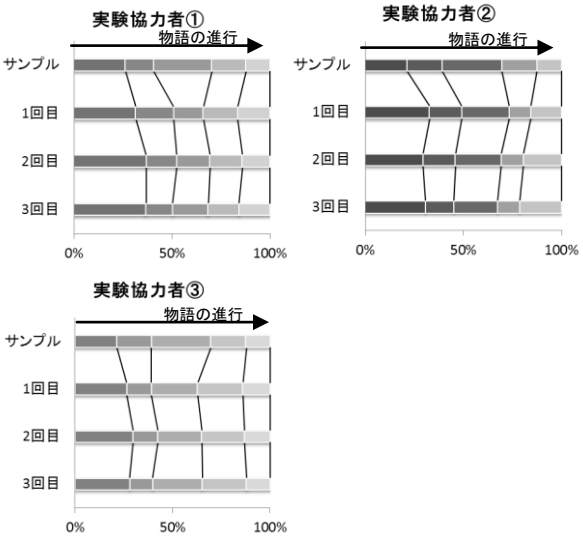


図 1 Retellings による話段の割合変化例

[1] ザトラウスキー(1993)は,「談話の内部の発話の集合体が内容上のまとまりをもったもの」と定義する.

図のグラフにおける横棒の区切りは，サンプル内の話段を表し，上から一回目～三回目の内容を表す．「三分程度で」と依頼していることもあり，語数には変化が少ないため，割合で示した．物語の進行は左から右であり，100%は物語の終了を表している．

図１から，三人全員が，特定の話段の説明量を変化させることがなかったとわかる．話段については，Retellings において変化が少ないのだといえる．但し，サンプル（聞いた物語）とも大差がないことから，記憶した物語をそのまま再現しようとしている影響は考えられる．

4.1.2.　語句の保存率

まず，Retelling によって語数の変化があるのかを調査した．図２に，実験協力者毎の各回数の物語における使用語数（延べ語数）と異なり語数を示す．使用語数は実験協力者各々に増加あるいは減少がみられている．しかし，共通した特徴はない．

一方，異なり語数は変化が少なく，ほぼ一定であった．これは，同内容の物語を繰り返しているため，異なり語数は一定量に保たれるものと考えられる．

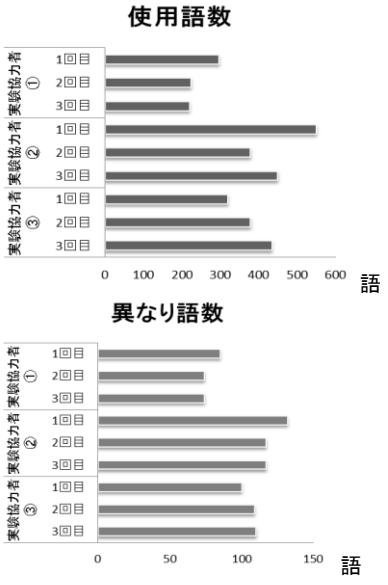


図２　Retellings による語数変化例

次に，物語を構成する語の変化を調査した．これは，自立語の出現頻度別の増減を集計することで行った．

図３は，以下に定める自立語の出現頻度の変化率を示す．

語 w の変化率=$|Freq_{n+1}(w)-Freq_n(w)|/Freq_n(w)$

ここで，$Freq_n(w)$を n 回目の物語における語 W の頻度とする．

自立語は出現頻度によって以下の３つにグループ分けした．上位頻度（各回平均２回以上），中位頻度（同１回以上），下位頻度（それ以外）．

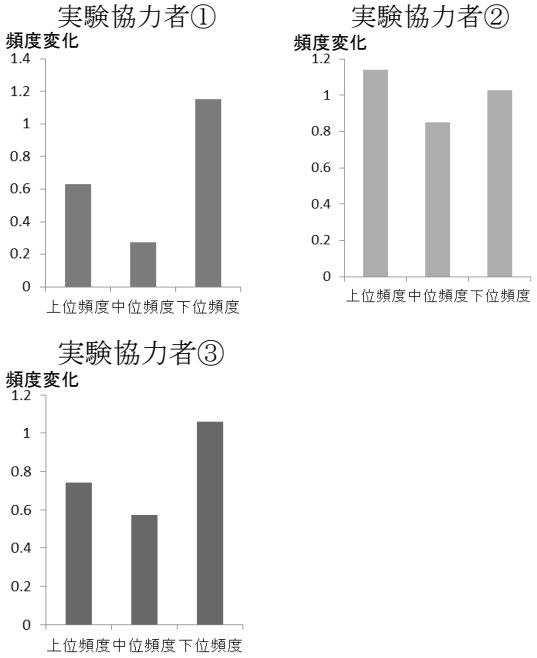


図３　Retellings による自立語の頻度変化率

個人差はあるものの，共通して，下位頻度＞上位頻度＞中位頻度という順位で頻度変化が起こりやすい．

さらに，表現の変化を見るために，Retellings における，語の保持度合を確かめる．図４に，繰り返された物語における語の，出現（保持）・脱落・言い換えなどの変化種別ごとの割合例を示す．

図４のグラフでは実験協力者ごとに各物語３回分を対照した割合を示している．たとえば「単出」は当該回数にのみ出現した語の割合を，「なし」は当該回数にのみ出現していない語の割合を，「言い換え」は他回数で出現した語（句）の割合を示す．

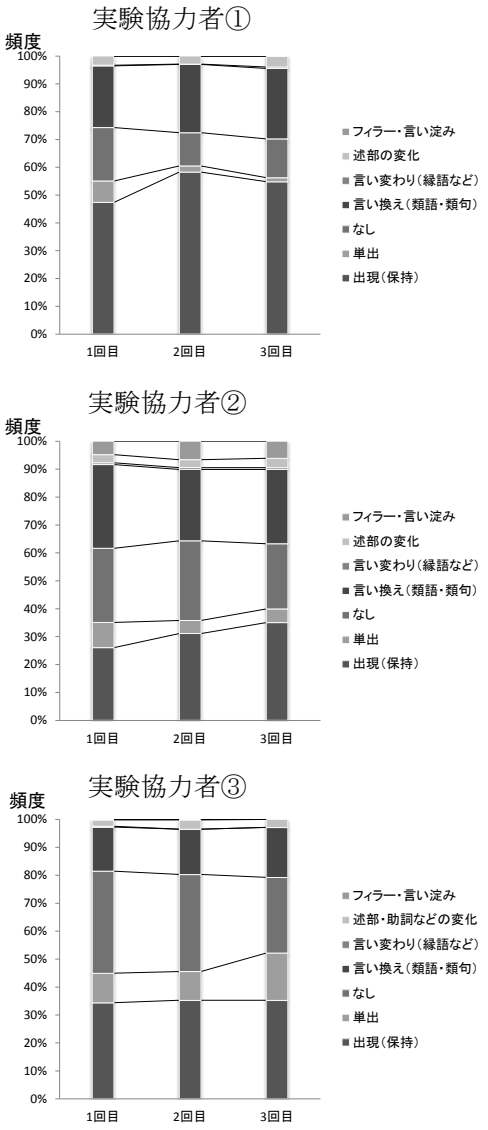


図４　Retellings における語の変化種別割合例

本稿の実験では，同一人が短時間で Retelling を行ったため，記憶の変化はほとんど生じていないといえる．たとえば，意味の異なる別の語（主に縁語であるが，意味が反対になる例：「引き起こし」→「押し開き」などのほか，ある種類似したものになる例：「防空頭巾」→「防災頭巾」・「白」→「銀色」・「持つ」→「取る」などが見られる）へ取り替える割合は，どの実験協力者においても 0.6%未満と共通して非常に低い．

また，新たに出現する語と脱落する語の割合は個人差がみられるが，言い換えるのではなく，類語や類句への入れ替え（たとえば，「聞いています」→「言われています」・「扉」→「ドア」・「来年」→「翌年」・「それが終わってから」→「その後」など）が行われる割合は，2～3 割であり，個人差は少ないと考えられる．

4.1.3　フィラー／言い淀みの量

そのほか，「フィラー・言い淀み」についても割合を確認した．

フィラーや言い淀みは 0～5%と出現量に個人差がある．図４においては，たとえば実験協力者②のグラフに 5%程度を確認できるが，回数を重ねることで話す技術が上達し，減少するものとも言い難い．フィラーや言い淀みが見られる場合，一定の量が保持されていることがわかる．

上達とは反対に，記憶が曖昧になり，思い出しながら Retelling を行うために，フィラーや言い淀みが生じる可能性も考えられる．しかし，言い換えにおいても意味や内容の変化がほとんど見られないこと（完全に別の語に取り替えられる割合は 0.6%以下），フィラーや言い淀みの量の変化も見られないことから，Retellings によって変化するともいえない．

4.1.4.　物語に特徴的な表現

最後に個々の語の変化を調査した．特徴は見いだせなかった．物語独話で着目される時制表現の変化有無や，指示詞（ソ形の減少など）の変化については，本実験結果においては，Retellings で一般的に変化するとも言い難い．

また，図４に「述部の変化」と示した割合でもって，テンス・アスペクトが入れ替わる割合を確かめている．図４から，述部に変化のみられる割合は，共通して 3%前後で一定していることがわかる．独話においては，述部が過去形から歴史的現在形へのスイッチする傾向が言われている（Shiffrin 1981，池上 1986）が，Retellings によって，過去形から歴史的現在形への変化が進むということはなかった．反対に歴史的現在形から過去形に変化する場合も見られ，変化は単一方向でもない．

4.2.　個別の現象について

本稿の実験結果では，3 回の Retellings においては，内容や構造の変化がほとんどないということがわかった. 但し, 内容の変化に関わる点でも，記憶による影響が僅かに現れる場合はあり得る.

表現の変化（類語への言い換えなど）が見られる場合，内容に影響のない範囲で語句の入れ替えが行われるが，異なり語数（使用語彙数）はほぼ変化しない．Retellings によって変化する語は，上位頻度語と下位頻度語に多い傾向がある．中頻度語には内容に関わるキーワードが含まれ，出現頻度が変化しにくくなっていた.

本稿の実験結果と関連研究との対応は表２の通りである．実際に確認できた現象例を表内に示した.

表 2　関連研究との対応

本稿の実験で確認できた現象		関連研究	
例		呼称	代表的論文
引き起こし式→押し開き式	変化することがある（各レベル）	不確実	伝聞法則
息を潜めて→怯えて／不思議な雰囲気→不気味	解釈の見られる意味づけあり	主観的意味づけ	Loftus（1996）
ちりんちりん→ちりちり／ぞろぞろ→ずらっと	個人差あり・あまり変化しない	類似音への変化	有元（1996）
「～ので」→「なぜなら～」 古い校舎→学校へ行く⇒学校へ行く→校舎は古い	句・文レベルで生じる（⇔話段レベル）	順序の入れ替え	
「ほくろの位置や何かが少しずつ～」→「所々違うところが～」	部分的に生じる（句レベルで多い）	shorter and more concise	Alport & Portman（1947）
「鹿鳴館～」／「もしかしたら～」「なんとなく～」「特に～」	部分的に生じる（話段レベルであり）	details left out	
「～しまえば」→「～した瞬間」／「そっくり」→「まったく同じ顔」	部分的に生じる（語レベルで多い）	emphasis	
「女性がいるとわかっていて」→「同じ建物の中には～見えたりもする」→「近くの会場では大勢の人が踊ったりしている様子が～わかっている」	生じる場合がある（特に詳細で変化）	assimilated	
「月明かりに照らされ」「届きそうで取れなかった」「子どものようにも見える」	部分的に生じる（特に思い出しによる追加）	add details	Brunvand（1981）
「行列でした」→「行列をつくっています」	言い変わり（語・句レベルで生じる）	理解向上	Chi（1989）
物語の構成・展開など	ほぼ変化しない	物語構造	Lavob（1972など）
「待っているんです」→「待っていました」 「思われました」→「思うのです」	変化方向は混在する	過去→歴史的現在への時制変化	Shiffrin（1981） 池上(1986)
「その廊下」→「いつもの廊下」→「その廊下」	変化するともいえない	指示詞の変化	伊豆原（1998）

5. まとめと展望

同人物が同内容の物語を繰り返す Retellings によって，①構造をはじめ，物語（独話）に特徴的とされる諸現象には，大きな変化が見られない．また，②話者の上達か物語の洗練が生じるのだとすれば，内容に影響のない範囲で語句の入れ替えが行われる.

本研究によって，Retellings によって主に変化するのが語彙であり，高頻度に用いられる語も言い換えられることがわかった.

使用語彙数がほぼ変化しない場合，Retelling を行うに際し，語句順序の入れ替えを実施するほか，語の入れ替えが行われる．但し，中頻度の語は変化しない．内容に関わるキーワードが保持されるためである．同内容の物語であるために，物語構造とキーワードが変化しないのだといえる．反対に，Retellings によって変化しない語はキーワードである可能性が高いと考えられる.

現在，同内容の物語を繰り返すという Retellings によって，実際に話者の上達もしくは物語の洗練が生じるのかどうか，繰り返された物語を判定する実験を行っている．さらに，Retellings の回数を 3 回から 10 回に増やすことで，本稿の実験で確かめられた現象が継続するのか，あるいは繰り返すうちになくなるのかを検証する実験も行っている．これらにより，同一人による Retellings は，何回程度で上達と洗練が打ち止まるのかという点も検証可能と考えられる．プレゼンテーションや講義などの練習として効果のある Retellings の回数も明らかにできるだろう.

参考文献

[1] Allport, G., Willard, & Postman, L. (1947). *The psychology of rumor.* New York: Holt, Rinehart & Winston.

[2] Arndt, J. (1967). Role of Product-Related Conversations in the Diffusion of a New Product. *Journal of Marketing Research*, 4, 291-295.

[3] 有元光彦.(1996)."伝言ゲームの言語学的分析". 『日本文学研究』. 31, A25-A35.

[4] Brunvand, J., Harold. (1981). *The vanishing hitchhiker : American urban legends and their meanings*. New York: Norton.

[5] Chi, M., Bassok, M., Lewis, M., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations - How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13(2), 145-182.

[6] 浜田秀. (2001). “物語の四層構造”. *Cognitive studies : bulletin of the Japanese Cognitive Science Society*, 8(4), 319-326.

[7] 池上嘉彦.(1986).”日本語の語りのテクストに

おける時制の転換について".『記号学研究』. 6(25), 61-74.

[8] 伊豆原英子.(1998). "独話の性格を形作るもの―話し言葉と書き言葉の視点から―独話教育のための基礎的研究(2)".『日本語・日本文化論集』. 6, 15-34.

[9] Koriat, A., Goldsmith, M., & Pansky, A. (2000). Toward a psychology of memory accuracy. *Annu Rev Psychol*, 51, 481-537.

[10] 楠見孝. (2005). "物語理解における恐怖の生起メカニズム--怪談とメタファー". 『表現研究』, 82, 17-26.

[11] Labov, W. (1972). The transformation of experience in narrative syntax. In W. Labov (Ed.), *Language in the inner city: Studies in Black English vernacular* (pp. 354-396). Philadelphia: University of Washington Press.

[12] Labov, W., & Waletzky, J. (1967). Narrative analysis. In J. Helm (Ed.), *Essays on the verbal and visual arts* (pp. 12-44). Seattle: University of Washington Press.

[13] Loftus, E. (2003). Our changeable memories: legal and practical implications. *Nat Rev Neurosci*, 4(3), 231-234.

[14] 西阪仰. (2003). "相互行為としての「伝聞」". 『言語』. 32(7), 62-69.

[15] Pratt, M., Boyes, C., Robins, S., & Manchester, J. (1989). Telling tales - aging, working memory, and the narrative cohesion of story retellings. *Developmental Psychology*, 25(4), 628-635.

[16] Roediger, H., & Mcdermott, K. (1995). Creating false memories - remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 21(4), 803-814.

[17] Rosnow, R. L. (1991). Inside rumor: A personal journey. *American Psychologist* , 46(5), 484-496.

[18] Schiffrin, D. (1981). Tense variation in narrative. *Language*, 57(1), 45-62.

[19] Silva-Corvalán, C. (1983). Tense and aspect in oral Spanish narrative - context and meaning. *Language*, 59(4), 760-780.

[20] 水藤新子. (2005). "恐怖を喚起する表現とは--『新耳袋--現代百物語』を対象に". 『表現研究』, 82, 27-32.

[21] ザトラウスキー, ポリー.(1993).『日本語の談話の構造分析　―勧誘のストラテジーの考察―』くろしお出版

[22] Tversky, B., & Marsh, E. (2000). Biased retellings of events yield biased memories. *Cognitive Psychology*, 40(1), 1-38.

遊びロボットによる子供の性格推定に関する基礎的研究
Fundamental study of personality estimation for child by playing robot

岩崎安希子*，下斗米貴之*，阿部香澄**，中村友昭**，長井隆行**，大森隆司*
Akiko IWASAKI*，Takayuki SHIMOTOMAI*，Kasumi ABE*，Tomoaki NAKAMURA**，
Takayuk NAGAI**, and Takashi OMORI*

＊玉川大学，＊＊電気通信大学
Tamagawa University, The University of Electro-Communications
iwska2re@engs.tamagawa.ac.jp

Abstract

Recently various robots have been developed not only for industrial use but for home use too. In this paper we propose a playmate robot that is designed to play with children. Observation of children is necessary during playing with them in order to sustain their interest. We consider that it is important for the robot system to distinguish children's personality types or tendencies. Therefore, we performed an experiment of having a robot and a child play together. Then this result was compared to a personality test of the subject children. As a result, the relationship between the child's personality test score and a child head movement observed during playing with the robot was found to be significant. This suggests the possibility of adaptive robot system playing with children according to the personality of each child.

Keywords — Playmate Robot, Children, Personality test.

1. はじめに

近年, 産業用・研究用のみならず生活の中にまでロボットが進出し, 我々がロボットに接する機会が増えている. 近い将来, 家庭環境で人と暮らすロボットも商品化され, ロボットと人とのインタラクションがますます多くなるであろう.

近年, 子供と遊ぶロボットに関して多くの研究報告がある[1-8]. 遊びの実現には環境・状況の認識だけでなく, 相手の心的状態の認識とそれに基づいた行動決定が必要となる. 特にロボットとの遊びにおける子供の状態の推定手法に関しては, 興味度[1-2]や対人的感覚[3]，親近感[4]，没頭度[5-6]に関する研究報告がある. また，社会心理的な視点から子供とロボットのインタラクションについての研究が報告されている[7]. 例えば高橋らはロボットと子供の関係性を新奇性と親近性という 2 つの視点で評価し，新奇性だけでは子供がすぐに飽きてしまい適切な関係を築くことができないことを示した[4].

遊び相手ロボットの目標としては子供を飽きさせないことと，遊びを通して子供の発達を助けることの 2 つが挙げられる．まず，子供を飽きさせないためにはロボットが子供の好みなどに沿った振る舞いが必要であり，さらに子供の発達を助けるためには遊戯療法などに挙げられるように子供の性格に合わせた適切な行動をとることが望ましい. 子供がロボットに感じる対人感覚の重要性について指摘されている[3]. 本研究ではこの感覚が, 子供の興味を持続させようとする適切な働きかけによって維持される，と考える．このようなシステムの実現には，ロボットが子供の好みや性格を知っている必要がある．しかし，事前に個々の子供の性格や好みの情報ロボットに与える方法は遊びの場面には適していない. 前述の研究はいずれも，複数の第三者からの主観的評価を基準にロボットと子供の関係を議論しており，遊び中にロボット自体が判断を行うものではない. . そこで本研究では, 子供の性格検査や聞き取り調査とロボットが観測できる指標との対応について調査し，分析した.

2. 遊びロボット

ロボットには複数の遊びを実装し，子供が飽きてきた場合には異なる遊びを選ぶことで子供の興味を維持することを考える．しかし現実には，子

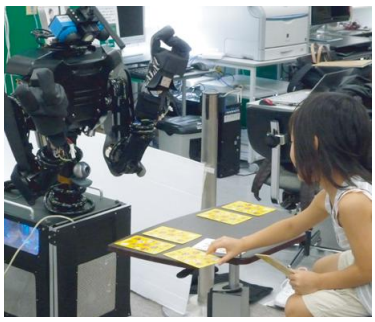


図 1. 遊び相手ロボット

供が飽きないほど多くの遊びを用意することは難しく，新規性のみで興味を維持してロボットと子供の長期的な遊びの関係を実現することは難しいと考えられる．子供の興味を長時間引き続けるだけならコンピュータゲームでもよい．しかし我々は今のコンピュータゲームに社会性を高める寄与は想定できない．語学学習に関する発達研究においても，映像による発話提示より現実の人による提示で大きくパフォーマンスが向上する事が知られている[11]．この違いが生まれる要因は何か，ということが我々の興味である．

従来提案された遊び相手ロボットは，家庭用の自律ロボットとしてではなく，多くは自閉症の遊戯療法が目的として開発されている[12-15]．文献[12]では，本研究と同様インタラクションを意図して遊びの基本要素の抽出を検討しているが，ロボットによるおもちゃの操作に主眼がある．また，ロボットの形態としてヒューマノイドロボットの使用は少ない．例えば Keepon[8]やパロ[9]の例では，ロボット自体が癒しや遊ぶことを目的としており，インタラクション自体が目的ではない．本研究が目指すような遊び相手としての対人感覚を論じるなら，それに見合った人格を付与しやすい形状は重要である．基本的に，これまで開発された多くのサービスロボットは[14-16]，子供との遊びはほとんど考えていない．

そこで本研究では，子供とインタラクションする遊び相手ロボットを目指す．トランプやお絵描きなど発達期の子供の興味を引く 4 種類の遊びモジュールを実装して遊びの種類を切り替えつつ子供と遊ぶ．本研究で目指すのは，人間の子供や大人と同様に，相手の子供の心的状態や性質を考慮し

図 2. 顔認識システムにおける視線・表情認識

てコミュニケーションをとる，友達に近い存在となり得るロボットである．そのようなロボットの実現には，ロボットで観測可能な子供の行動指標からその嗜好や性格傾向を推定できることが求められる．

3. 実験方法

3.1. 被験者

子供の遊びの好みとそれに伴う行動などの特徴量を検討するため，5〜6 歳の子供に対しロボットとの 1 対 1 の遊び実験を行った．ロボットについての印象を統制するため，被験者は初見の児童（平均＝5.85 歳，SD＝0.3，男児 7 人，女児 5 人）を対象とした．このうち 一人は実験が始まる前にロボットに会うのを怖がって帰ってしまったためデータから除外し，11 人のデータに関して分析を行った．本実験は玉川学園倫理委員会の承認を受けており，被験児の保護者には書面と口頭で実験の説明をして了承をえた上で実験を開始した．

3.2. 遊びロボットシステム

本研究で使用するロボットプラットフォームは，図 1 の“DiGORO”である．DiGORO は，家庭内で家事などを行うことを目的とする家庭用サービスロボットである．6 自由度の双腕アームと 1 自由度の腰，3 本指のハンドを有し，その身体性を生かして，身体やおもちゃを使った高度な遊びができる．

また，頭部には CCD カメラ(DFK31AU03, The Imaging Source 社，画角横方向 70deg，縦方向 53deg)と赤外線 TOF カメラ（SR4000，MESA 社)が搭載されており[19]，人や物体のオンライン学習や正確な認識が可能である[20]．被験者のデータを取得するため USB 接続カメラ(HD Pro Webcam C910，Logicool 社，画角 78deg)と TOF カメラ(Kinect，Microsoft 社)をロボットの中央部に設置し被験児を撮影した．USB カメラ・TOF カメラの

いずれも 480×640 画素で 1m 程度の距離から撮影した．USB カメラでは 5fps で画像を取得し，顔認識モジュール(OkaoVison, Omron)で顔方向・顔角度・笑顔度を算出できる(図 2)．図 2 の赤い四角は認識された顔位置，青い線分は鼻位置を認識映像から顔付近を切り出して表示している．

ここで笑顔度とは，顔の口角の上がり具合やしわのでき方などから Haar-like 特徴量により，認識対象者がどの程度の笑顔を浮かべているかを 0～100 の数値で示したものである[21]．本研究ではこれらを子供の行動の特徴量とした．

ロボットが多くの遊びに対応することは，前述の興味度の視点で継続して子供の興味を引くために重要である．本実験では安全性の配慮から子供が室内で着席して遊ぶ状況を想定し，ロボットも移動せずに実験を行った．子供との遊び相手として，ロボットは子供とできるだけ長く遊び続けられる必要がある．そのためロボットが相手の状態や遊びの状況に応じて，遊びや行動を切り替えるシステムが提案されている[2,3]．阿部らは，子供の心的状態に関する状態遷移を構成し，状態推定アルゴリズムに基づき状態を推定している[3]．更に推定された状態に基づいて「カードゲーム（神経衰弱)」や「じゃんけん」,「絵本読み」などの遊びを切り替えるシステムを提案している．本研究ではこのシステムを用いており，遊びを切り替えながらインタラクションを行うシステムとなっている．神経衰弱ゲームは認知度が高くほぼすべての子がルールを知っている若しくは簡単に理解できるため採用している．

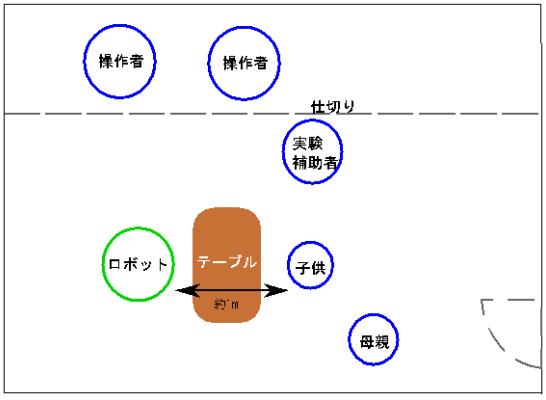


図 3. 実験配置図

3.3. 手順

実験では，子供が椅子に座ってロボットとテーブルを挟んで対面し，ロボットと遊んだ(配置は図 3 参照)．図 3 の部屋には仕切りがあり，ロボットの認識や動作の不具合に備えて操作者が被験児に見えない位置に待機した．ロボットは自律的に動作するが，操作者は割込みでロボットの操作をすることができる．実験中は実験補助者が常に被験児に付き添っていた．実験で行った遊びは神経衰弱，じゃんけん，絵本読みの 3 種類である．神経衰弱ではロボットがカードを指差し，実験補助者若しくは被験児がカードをめくった．

子供の表情，動きなどからロボットや遊びに対する興味の度合いを推定しながら行動を決定した．実験の間，ロボットに取り付けたカメラで子供の正面からの映像を取得し，行動をビデオとして記録した．ロボットの処理に使用しているカメラ以外に，子供の正面からの映像を取得できる位置に小型のカメラを設置して子供の様子を記録した．また，カメラと近い位置に Kinect を設置することで，子供の 3 次元情報を記録した．こうした記録映像は，遊びに関する質問項目の結果と共に解析することで，遊びの好みや性格と振る舞いを関連付けるために利用することができる．また，Kinect によって記録された 3 次元情報は，子供の視線や動きの量・方向を正確に計算するために使うことができる．

実験は，子供が入室してから，対話モジュールを使用した慣らし（5 分)，遊び（～25 分)，退室という流れで行い，実験時間は一人あたり最長 30 分とした．おもちゃを使うトランプの神経衰弱と，身体を使うじゃんけんを，状況に応じて切り替えた．対話中など，テーブルや手先を見る必要のない時は，ロボットは顔追跡でアイコンタクトを行った．遊びの行動選択はロボットが行動指標に基づいて自律的に行い，その行動の実行タイミング決定についてはオペレータが遠隔操作した．なお，このシステムは子供が興味を持って遊び続けられることを目的としたモデルをロボットに実装し，子供の状態に基づいた行動を選択するものであり，

これにより，子供によるロボットの印象評価が向上したという結果が得られた[3]．また，現在の技術による音声認識でのスムーズな会話は困難であるため，オペレータが一部手動で操作を行った．将来的には音声認識や実行タイミング決定はロボットが自律的に行う予定である．

3.4. 聞き取り調査

遊び実験の終了後,被験児と保護者へ聞き取り調査を行った.更に保護者に対しては対象児について 13 項目の性格的傾向を評価し，養育上必要な配慮を判断することを目的とした TS 式幼児・児童性格診断検査[22] を実施した． 被験児に対しては 52 種類の遊びについて好きな度合いに関する聞き取り調査を行い,52 種類の遊びそれぞれについて,「好き」・「普通」・「嫌い」・「知らない」(3，2，1，0) で評価した．各質問項目は表 1 に示す．表 1 の G01 から G34 までは特に因子分析に使用したものである．因子分析では固有値計算を行っており，計算上の都合から同じ回答であったもの 18 項目を除外して 34 項目に関して分析した．評価は表 2 のようになった．なお，表 2 中の itemID とは，表 1 に示した遊びの質問項目に関する ID に対応する．実際にロボットが遊びとして行った神経衰弱(G49)に関しては，ほぼすべての子供が知っていると回答していた．また，ID の C01-C12 は被験児の ID を示している．

表 1. 遊び質問項目

遊びID	遊び
G01	あっち向いてホイ
G02	おままごと
G03	カードゲーム(トレーディングカード)
G04	サッカー
G05	ピアノ・歌・音楽
G06	プラレール
G07	お人形遊び
G08	ロボット、人形で戦いごっこ
G09	絵本読み
G10	戦いごっこ
G11	ごっこ遊び
G12	小さい動物と遊ぶ
G13	お絵かき
G14	あやとり
G15	ブロック
G16	折り紙、粘土、工作
G17	パズル
G18	なぞなぞ
G19	お手玉
G20	カルタ取り
G21	ミニカー
G22	塗り絵
G23	じゃんけん
G24	虫取り
G25	縄跳び
G26	かけっこ
G27	椅子取りゲーム
G28	かくれんぼ
G29	積み木
G30	ブランコ
G31	しりとり
G32	編み物、ビーズ
G33	スイミング
G34	けいどろ
G35	7並べ
G36	アイロンビーズ
G37	アルプスいちまんじゃく
G38	野球
G39	ドッジボール
G40	ジェスチャーゲーム
G41	じじ抜き
G42	テレビゲーム
G43	ばば抜き
G44	ハンカチ落とし
G45	花一匁
G46	マイムマイム
G47	あぶくたった
G48	鬼ごっこ
G49	神経衰弱
G50	鉄棒
G51	伝言ゲーム
G52	大きい動物と遊ぶ

4. 結果

遊びの実験は被験児の意思によって終了するか，30 分を超えた段階で実験者が終了を促した．ならしの段階における Kinect による被験児の顔方向の観測値は図 4(a)のようになった．ここで横軸はフレームであり，縦軸の正の方向は保護者を，負の方向は実験補助を向く顔の角度を表わしている．この図の(a)は視線のみを測定したもので図 4 の(b) では子供が意図的に振り向いたタイミングをより明確に検出するために笑顔度も考慮した．実際の計算では

振り向き度 ＝ 笑顔度 × 顔方向

とした．ここで図 4 の(b)の横軸はフレーム，縦軸は振り向き度である．これにより，保護者を頻繁に振り向く,つまり家庭不適応の傾向が強い子供とそうでない子供が推定できるようになると考えられる．

4.1. 遊びの傾向と性格傾向の関係性

遊びの好みに関する回答に関して因子分析を行った．因子分析の結果から，子供によって好きな

遊びに偏りがあることが見て取れる．そこで，それぞれの遊びに何らかの因子が存在することを仮定し，それらの因子と性格的要素の関連を調べるために，ケースを各被験者，変数を各遊びとして表 1 の結果を因子分析した．結果を図 6 に示す．なお,「好き」・「普通」・「嫌い」の値はそれぞれ 3, 2, 1,「知らない」の値を 2 と仮定し，因子分析には最小二乗法，回転には Varimax 法を用いた．選びだした 34 種類の遊びからは，2 つの因子が抽出された．図のように，第一因子は正の方向には「小さい動物と遊ぶ」などがあり，これらは面倒をみる，協力して遊ぶなどの協調性の必要なものであると考えられる．逆に負の方向には「サッカー」,「戦いごっこ」などがあり，これらは勝敗が分かれる，擬似的に対立するなどの競争的な要素の強いものである．よって，この因子を「協調 - 競争性」と呼ぶこととする．また，第二因子の正の方向には「あやとり」,「縄跳び」などがあり，これらは知識や技能を必要とし，一定のルールが存在するものであると考えられる．これとは対立して負の方向には「おままごと」,「塗り絵」などがあり，比較的ルールが少なく，能力などを気にせずに自由に，または創造的に遊ぶことのできるものであると考えられる．よって，この因子を「技能 - 創造性」と呼ぶ．また,結果の解析に当たり便宜的に図 6 の象限を第 1 象限から順に「協調・技能」「協調・創造」「競争・創造」「競争・技能」と呼ぶ．

なお，それぞれの遊びの因子について，一見正しくないように見えるものがいくつか存在する．

表 2. 子供の遊びに関する回答

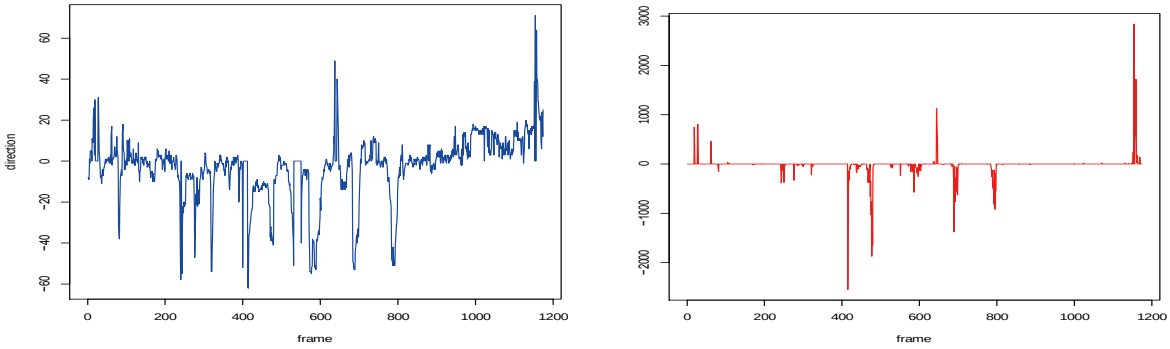
ID	gender	item ID																																
		G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25	G26	G27	G28	G29	G30	G31	G32	G33	G34
C01	F	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3	2	2	3	3	3	3	1	1	1	3	3	1	3	3	1	2	3	3	1	3
C02	M	1	1	2	3	2	3	1	3	2	3	1	2	3	3	3	3	2	3	1	2	3	1	3	3	3	1	1	2	1	3	3	2	3	2
C03	F	3	2	2	1	2	2	2	1	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
C04	M	2	2	1	3	3	3	1	2	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	0	1	2
C05	F	2	2	1	1	3	1	2	1	3	1	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	1	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	1	0
C06	M	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
C07	F	2	3	3	1	3	2	3	1	3	1	3	3	3	1	3	3	3	2	1	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	0
C08	M	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	2
C09	M	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	0
C10	M	3	1	3	2	3	3	1	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
C11	M	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	0	3	3
C12	F	2	3	2	1	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	0	3	0

表 3. 児童性性格検査結果

左：各児童の算出スコア，右：各項目

ID	gender	age	personality item ID												
			P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13
C01	F	5.1	30	10	25	15	60	70	20	99	99	50	60	20	40
C02	M	5.08	1	50	60	20	90	35	20	99	30	99	60	20	60
C03	F	5.11	15	65	60	20	75	35	30	99	60	99	80	35	85
C04	M	5.02	50	80	60	30	45	25	40	99	99	99	80	55	99
C05	F	6.03	10	75	45	5	90	50	15	99	30	99	75	30	55
C06	M	6.05	5	60	99	10	40	85	10	99	80	45	99	30	80
C07	F	5.08	80	50	35	99	20	70	99	10	30	10	99	70	10
C08	M	6.01	40	75	80	75	80	95	40	65	99	99	55	85	99
C09	M	5.1	50	99	80	40	30	50	40	99	30	15	60	55	40
C10	M	5.09	99	99	80	99	99	95	99	35	99	50	80	99	85
C11	M	5.09	50	50	80	40	75	70	80	99	60	99	25	70	85
C12	F	5.1	20	50	5	20	60	85	60	15	40	50	40	35	20

	診断項目
P01	顕示性が強い/顕示性なし
P02	神経質/神経質ではない
P03	情緒不安定/情緒安定
P04	自制力なし/自制力がある
P05	依存的/自立的
P06	退行的/生産的
P07	攻撃・衝動的/温和・理性的
P08	社会性なし/社会性がある
P09	家庭不適応/家庭適応
P10	学校不適応/学校適応
P11	体質的不安定/体質的安定
P12	個人的不安定/個人的安定



(a)Kinect による顔の方向観測値　　(b)振り向き度＝笑顔度×顔方向

図 4. ロボットによる対象被験児の観測情報に関する時間変化

例えば「かくれんぼ」は，競争性ではなく協調性を持っているという結果になっている．これは大人の場合は見つからないように隠れる競争性の高い遊びであると解釈することが多いが，子供にとっては「自分を見つけてほしい」など，相手とのコミュニケーションを意識した協調性の高い遊びであるという解釈も考えられる．評価遊び実験中に子供が意図的にロボットから隠れ，ロボットに見つけてもらおうとしたケースが存在した．これは，ロボットと競うことを意図した競争的な態度ではなく，ロボットとのコミュニケーションを図ろうとした協調的な態度であると考えられる．このように大人と子供では，それぞれの遊びに対する解釈に少なからず差異が存在する．

また，「かけっこ」などは「かくれんぼ」と同様に競争的な遊びというよりは，一緒に走って楽しむ遊びであるという解釈もあると考えられる．今回の結果は被験者の少なさの影響もあり，必ずしも安定した結果とは限らず，因子の名前についても検討の余地がある．大学生を対象とした子供時代の遊びの好みに関する報告では，造形系や技能・操作系などの因子を挙げており[24]，本研究で取り上げた軸と類似しているため，ある程度の信頼性があると考えられる．

因子負荷量を子供が「好き」と回答したものを 1,「嫌い」としたものを-1 で重みづけし，上記の 4 象限それぞれの重心を求めた．なお，各象限の重心がその象限を飛び出し「嫌い」の方に重心が傾いている場合，その象限の遊びが好きである度合いが 0 であるとみなし，重心の値を 0 とした．ここで 4 象限に分けて重心を求めたのは，もし因子全体で協調性と競争性を分けずに重心を求めた場合，協調性の高い遊びが好きな子供ならば競争性の高い遊びは好まないという結果になってしまう可能性があるためである．

4.2. ロボットの観測との関係性

実際の環境において，保護者や保育士などは子供の行動から遊びの好みだけではなく性格的傾向についても推測していると考えられる．そこで，本研究でも実験中の子供の行動を観察して性格的傾向と関係のあると思われる特徴的な行動を抜き出すことで，ロボットによる推定の方法を検討する．

性格検査によって家庭適応のスコアが低い子供には実験中何度も保護者を振り返って笑いかける，話しかけるなどの行動が特に顕著に見られた．この傾向は評価者による子供が意図的に振り返っているかいないかの評価であり，ほとんど振り返っていない子供を no-turn 群(6 名)，少し振り返っている，または頻繁に振り返っている子供を turn 群(5 名)とした(図 5)．この図の縦軸は家庭生活に関するスコアであり，横軸は振返りの有無を示している．また，白丸は各対象児のスコアであり，実線は中央値，破線は平均値を示している．一人の被験者については実験の最初の部分である慣らしで，ロボットを怖がり入室をためらったため，振り返りを確認できなかったため除いた．これら 2 群の性格診断検査の家庭適応のスコアについてウィルコクソン順位和検定を行ったところ，no-turn 群で有意にスコアが高いことがわかった(W=28,

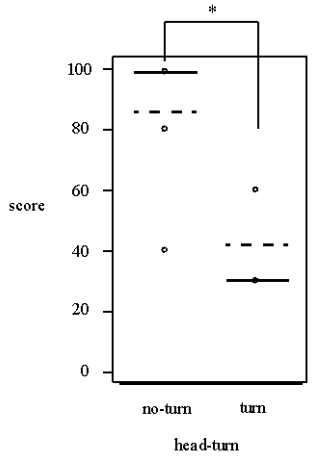


図 5. 振り返り有無と性格スコア

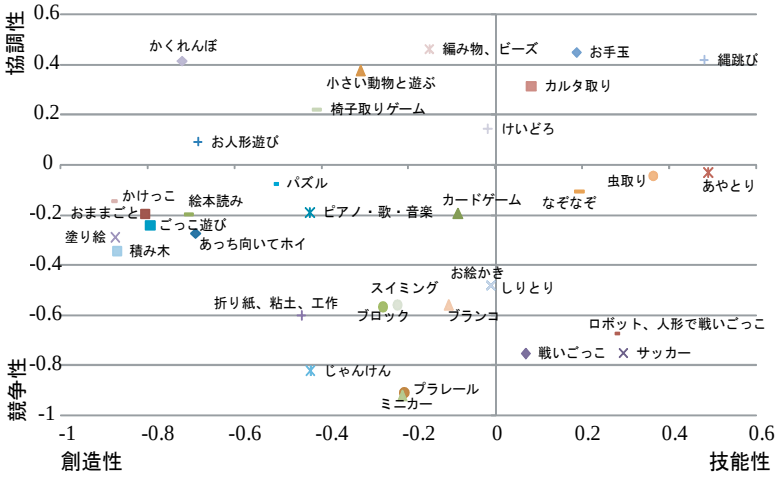


図 6. 因子分析結果

$p<0.05$, 両側).

ロボットの観測した振り向き度について特徴量を抽出するために，すべての子供の振り向き度の時間変化を正負方向で分け，各 1 次から 4 次の中心モーメントを算出した．この中心モーメントを説明変数とし，性格傾向の点数を目的変数として重回帰分析を行った．ステップワイズによる変数選択を行っている．家庭適応／不適応の点数に関して，正方向（母親を振り向いている時）のみに 3 次・4 次モーメントに関する係数で有意性(2 次：$\beta 2=-2.4e-04$, $p<0.1$, 3 次：$\beta 3=-4.3e-07$, $p<0.05$, 4 次：$\beta 4=-1.4e-10$, $p<0.05$)が得られた．この時の決定係数は $R2=0.73$ であった．他の性格傾向に関しては有意な結果が見られなかった．

また，評価者がビデオを見て振り返ったと判断した回数と，ロボットの観測による結果に関して順位和相関を計算したところ，3 次モーメントに関して最も高く 0.48 であった．

遊びの好みに関する特徴量に関して同様に重回帰分析を行ったが，有意な結果は得られなかった．遊びの創造・競争の特徴量について 2 群に分け，実験において絵本読みを行っている時の子供の行動の特徴量(gaze, stare)の平均値を計算し t 検定($p<0.05$)を行ったところ，有意な差が認められた．この時の stare とは子供の視線の方向の安定性を表したものであり，特徴量が大きい子供はそうでない子供に比べてこの値が有意に大きかった．

5. 議論・考察

家庭内で人と暮らすロボットを目指し，身体性を生かして子供と遊ぶ，遊び相手ロボットを用いて子供との遊び実験を行った．本研究では特に，遊びにおける他者の心的状態という計測困難な状態量を扱うため，子供の好みや保護者からの児童性格検査結果の関係性を調査した．児童性格検査結果のスコアに関して，ロボットの観測から得られる値との対応関係について議論した．その結果，対象被験児の振り返り動作や，表情に関する情報から性格項目の家庭適応に関するスコアについて有意な関係が存在することが明らかとなった．

これまでの子供とロボットの遊びに関する先行研究から，子供の視線の向きの重要性が指摘されている．特に興味度や，対人感覚，新奇性と親近感など多くの要素から影響を受けている事が明らかとなっている．ロボットの振る舞いが他者モデルに基づけば，子供のロボットへの対人感覚を維持できることが示されている[3]．遊びには興味度で表わされる「遊びへの興味や飽き」という要素の他に，ロボットへの視線の頻度で表わされる「ロボットへの対人感覚」という要素が存在する．本研究における顔方向の動きの分析結果と同様，子供の心理状態や性格に深くかかわっている事が示唆される．

また，実社会における人間同士のコミュニケー

ションでは，相手の表情や行動を一定時間観察することで，相手の性格や好みを把握していると思われる．同様に，ロボットが子供の遊び相手を行う場合も一緒に遊びながら子供の表情や行動を推定し，提案すべき遊びの種類を決定することができると考えられる．本研究ではKinectと顔認識の結果から性格を推定する手法を提案した．結果から本手法が有効であることを示した．よってロボットによる，顔認識やKinectによる体の動きを元にした性格や好みの推定が有効であることを示した．回帰分析では有意な結果が観測されなかったが，t検定により有意な関係性が示唆された．子供が創造性の遊びを好むかどうかの指標は，子供の視線が絵本の方向にあるか，それ以外の方向にあるかを計測することで推定できる可能性がある．

家庭適応のスコアは，子供が家庭内で心理的に安定しているかを推測するものであり，養育者の顔色をうかがう用などの傾向が関与している[22]．これまでの心理学的な研究により，母子間に限らず，存在価値を確認する再確認行動について研究が行われている[24]．本研究における結果では対象児の養育者に対する振り向きについての関係性が確認されたが，これも再確認行動の一種である可能性がある．この振り向き行動が家庭適応というスコアに関与しているという結果は，存在価値に関する確認行動であると解釈すると矛盾がないと考える．しかし，これまでの多くの関連研究では調査者の主観による評価が元となっており，ロボットによる計測によって評価したものではない．このことから，本研究で示したロボットの観測による評価は，ここで注目している関係性に関する客観的な評価方法としての可能性を示唆するものである．今回の調査では，ロボットの観測に関して家庭適応に関する点数との関係性が明らかとなったが，他の性格傾向の点数との有意な関連性は観測されなかった．本研究では，性格の傾向をロボットが推定できることが重要であり，家庭適応と振り返りの傾向は，親子の関係性を測る尺度などになりうると考える．

また，より精度の高い性格の推定には，適切な特徴量の抽出が重要であり，今後の課題である．被験者数についても大規模に調査を行うことによってより詳細な関係性が発見される可能性がある．遊びの好みに関して，実験結果の分析により，男女差が認められた．性格の男女差については多くの文献で指摘されており，男性にとって競争性が優位であるなどの普遍的な性格傾向が存在する[25]．他の霊長類に関しても，オスはメスに比べ荒っぽい遊びを好む傾向にある[26]．子供の遊びの好みを把握する上で，まず性別による本能的な影響が避けられないことを示している．

今回行った実験ではサンプル数が少なく，今後多くの被験者に聞き取り調査と遊び実験などを継続して行い，ロボットに情報を蓄えていくことで，遊び相手ロボットとしてより精度の高い個々の性格に合った遊びの傾向を推定することが可能になると考えられる．また，家庭内では短時間に行う実験と違い，長期にわたりロボットと子供が関わっていくことが想定される．そこで，子供の選択した遊びや，その遊びに対する興味の示し方，楽しみ方などから遊びに点数をつけ，蓄えた情報から子供の好みを把握していくことなどが有効であると考えられる．

性格に関する質問項目などから家庭生活や学校生活における適応性の予測をする試みに関して報告がなされており，性格を把握することは社会的な応用面からみても重要である[25]．また，得られた性格に関する情報を元に，ロボットを用いた遊戯療法などの形で実現できる可能性もある．

今回の実験では，子供がロボットになれる早さなどがそれぞれ異なるなどの予想から，ロボットとの実験が初めての子供のみで分析を行った．今後は保育士などの人間との反応の違いや2回目以降の実験に対する反応も分析することを検討している．

本研究における遊びロボットは親あるいは養育者が忙しくしている家庭で，一時的な保育の代行者としての playmate が実用的ではないかと考える．できるだけ長時間子どもの興味を引きつつ遊び相手としての対人感覚を持たせて相手をして，

最後には保護者が子どもの発育の責任をもつという「発達の支援装置」あるいは「一時的代行装置」としての可能性が考えられる.すなわち,母親がときどきは見えている状況で遊びを行い，そのときの母親に対する行動から子供の状況を推定するという利用場面が想定される.

本研究で使用したロボットシステムは，計算リソースとして高水準のスペックを必要とするため,即現実の応用としては費用やメンテナンスの面で難しいと考えるが，行動観察だけであれば低価格のカメラやTOFによって実現できる可能性もあり,目的によっては低スペック環境で機能を制限することも可能性がある．本研究では，特にロボットとヒトのインタラクションについての基礎研究として議論しており，現在のシステムでどこまで子供と遊びを行えるかという点に着目し，遊びのインタラクションに必要な機能について議論した.他のロボットシステムでの違いも今後の課題である.

6. 結論

本研究では，家庭内で人と暮らすロボットを目指し，遊び相手ロボットを用いて子供との遊び実験を行った．子供の性格や好みに応じた遊びシステムを構築するための基礎研究として，別に行った児童性格検査の結果との関係性の有無について調査した．本研究により各性格スコアと遊びの好み，またロボットから観測した視線や表情に関する値との関係が存在することが明らかとなった.

謝辞

本研究は，科研費（基盤(C) 23500240）及び新学術領域研究「伝達創成機構 21120001」21120010,若手研究(B) 22700225の助成を受け実施したものである.

参考文献

1) 下斗米貴之，阿部香澄，岩崎安希子，長井隆行，大森隆司: ロボットによる子供の興味度の推定，第13回日本感性工学会大会，F24，13，2011

2) Shimotomai, T., Abe, K., Yokoyama, A., Nagai, T., and Omori, T.: Estimation of children's interest dynamics while communicating with robots, International Conference of Cognitive Neurodynamics, 2011

3) 阿部香澄，岩崎安希子，中村友昭，長井隆行，横山絢美，下斗米貴之，岡田浩之，大森隆司: 子供と遊ぶロボット：他者の状態推定に基づく行動決定モデルの適用，Human-Agent Interaction Symposim (HAI)，I-2B-3，2011

4) 高橋英之，宮崎美智子，岡田浩之，大森隆司:「新奇性」と「親近性」の軸から 子どもとロボットの関係性を捉える，HAI シンポジウム 2011，I-2B-2，2011

5) Castellano, G., Pereira,A., Leite,I., Paiva,A., and McOwan, P.W.: Detecting user engagement with a robot companion using task and social interaction-based features, Proc. of the 2009 International Conference on Multimodal Interfaces, 119-126, 2009

6) Sanghvi, J., Castellano, G., Leite, I., Pereira, A., McOwan, P.W., and Paiva, A.: Automatic Analysis of Affective Postures and Body Motion to Detect Engagement with a Game Companion, Proc. of ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Lausanne, Switzerland, 2011

7) Tanaka, F., Cicourel, A., Movellan, J.R.: Socialization, between toddlers and robots at an early childhood education center, Proc. of the National Academy of Science of the USA, Vol.104, no.46, 17954-17958, 2007.

8) Kozima, H., Michalowski, M.P., and Nakagawa, C.: Keepon: A Playful Robot for Research, Therapy, and Entertainment, International Journal of Social Robotics, vol.1, no.1, pp.3-18, 2009

9) Wada, W., Shibata, T., Asada, T., and Musha, T.: Robot Therapy for Prevention of Dementia at Home -- Results of Preliminary Experiment, J.

of Robotics and Mechatronics, vol.19, no.6, pp.691--697, 2007.
10) 神田崇行, 佐藤瑠美, 才脇直樹, 石黒浩: 対話型ロボットによる小学校での長期相互作用の試み, ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.7, no.1, 27-38, 2005
11) Kuhl, P.K., Tsao, F., and Liu, H.: Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning, PNAS, vol. 100, no. 15, 9096-9101, 2003
12) Dautenhahn,K., Werry,I., Rae,J., Dickerson,P., and Stribling,P., Ogden,B.: Robotic Playmates: Analysing Interactive Competencies of Children with Autism Playing with a Mobile Robot, In: Dautenhahn,K., Bond,A., Canamero,L., Edmonds,B. (eds.): Socially Intelligent Agents - Creating Relationships with Computers and Robots, Kluwer Academic Publishers, pp.117--124, 2002
13) Howard, A.M., Park, H.W., and Kemp, C.C.: Extracting Play Primitives for a Robot Playmate by Sequencing Low-Level Motion Behaviors, Proc. of IEEE Int. Symp. on Robot and Human Interactive Communication, 360-365, 2008
14) Trevor, A.J.B., Park, H.W., Howard, A.M., and Kemp, C.C.: Playing with Toys: Towards Autonomous Robot Manipulation for Therapeutic Play, Proc. of ICRA, 2139-2145, 2009
15) Park, H.W. and Howard, A.M.: Understanding a Child's Play for Robot Interaction by Sequencing Play Primitives Using Hidden Markov Models, Proc. of ICRA, 170-177, 2010
16) Asoh,H., Motomura,Y., Asano,F., Hara,I., Hayamizu,S., Itou,K., Kurita,T., Matsui,T., Vlassis,N., Bunschoten,R., and Krose,B.: Jijo-2: an Office Robot That Communicates and Learns, IEEE Intelligent Systems, vol.16 Issue 5, 46-55, 2001
17) Iwata,H. and Sugano,S.: Design of Human Symbiotic Robot TWENDY-ONE, Proc. of ICRA, 580-586, 2009
18) Meeussen,W., Wise,M., Glaser,S., Chitta,S., McGann,C., Mihelich,P., Eppstein,E.M., Muja,M., Eruhimov,V., Foote,T., Hsu,J., Rusu,R.B., Marthi,B., Bradski,G., Konolige,K., Gerkey,B., and Berger,E.: Autonomous Door Opening and Plugging In with a Personal Robot, Proc. of ICRA, vol.2, 729-736, 2010
19) Attamimi,M., Mizutani,A., Nakamura,T., Nagai,T., Funakoshi,K., and Nakano,M.: Real-Time 3D Visual Sensor for Robust Object Recognition, Proc. of IROS, 4560-4565, 2010
20) Attamimi,M., Mizutani,A. Nakamura,T. Sugiura,K., Nagai,T., Iwahashi,N., Okada,H., and Omori,T.: Learning Novel Objects Using Out-of-Vocabulary Word Segmentation and Object Extraction for Home Assistant Robots, Proc. of ICRA, 745-750, 2010
21) 小西嘉典, 木下航一, 勞世広, 川出雅人：リアルタイム笑顔度推定, インタラクション, no.2008, vol.4, 47-48, 2008
22) 高木他: TS 式幼児・児童性格診断検査 手引き, 金子書房, 1997.
23)勝谷紀子:改訂版重要他者に対する再確認傾向尺度の信頼性・妥当性の検討, パーソナリティ研究 13(1), 11-20, 2004
24)酒井恵子: 子ども時代の遊びの好みと価値志向性, 日本教育心理学会総会発表論文集, 606, 2010
25) Feingold, A.: Gender Differences in Personality: A Meta-Analysis, Psychological Bulletin, Vol. 116, No. 3, 429-456, 1994
26) Hassett, J.M., Siebert, E.R., Wallen, K.: Sex differences in rhesus monkey toy preferences parallel those of children, Hormones and Behavior, Volume 54, Issue 3, 359-364, 2008

条件文の理解過程における既定性と関連性の影響
The Effect of Settledness and Relevance on the Comprehension Process of Japanese Conditionals

松井 理直†
Michinao F. MATSUI

† 大阪保健医療大学
Osaka Health Science University
michinao.matsui@ohsu.ac.jp

Abstract

Cognitive agents cannot search for every relevant piece of information because our cognitive ability is not limitless. We, however, must have proper cognitive environments from partial information structure. In order to achieve this purpose, we can use both settled information and relevance information in real world. This paper proposes discusses the logical feature of the comprehension process of Japanese conditionals on the basis of the settledness and relevance.

Keywords — conditionals, settledness, relevance, Wason's selection task

1. 概要

1.1 条件文と情報の既定性

全能ではない認知主体は正確な全情報を常に入手できるわけではなく、時に不確定な情報に基づいて推論判断を行わなければならない。したがって、こうした限られた情報に基づいて判断を行う日常推論には、全命題の真理値が明確な状況下で機能する数理論理とはいくつかの点で異なる性質が要求される。本稿では、こうした日常推論が持つ性質の1つを、条件文の理解過程から考察してみたい。

条件文は、日常推論の特性を最もよく反映する言語形式といえよう。日本語の条件文に関していえば、多くの研究 (坂原 1995, 益岡 1993 など) の中で、田窪 (2006) ならびに 有田 (2007) の研究は、命題の「決定性 (D-領域)・既定性」という観点から条件文を考察した極めて興味深いものである。

決定性・既定性とは、命題の真理値が定まっていることを指す。例えば、一般的に認知主体の認識様式は時間に束縛されているため、現実の世界における未来の情報はしばしば不確定な「非既定的情報」となる。また、過去の既定情報であっても、話し手がその真偽を知らない場合には認識論上の不確定性を持つ。有田 (2007) は、こうした既定性の違いに基づいて日本語の条件文を (1) のように分類し、その違いが条件節の「時制性」によって明示されていることを示した。

(1) a. 予測的条件文：前件が既定でない命題を持つ条件文

b. 認識的条件文：既定情報である前件の真偽を話し手が知らない条件文

c. 反事実的条件文：既定情報である前件の偽を話し手が知っている条件文

予測的条件文は不完全時制節と密接に結びついており、文型として原理的に不完全時制節の前件しか持たない条件形式「ば・たら」、および前件が不完全時制節を導く「なら」によって表される。予測的条件文の例を (2) に示す。(2a) で前件に時制が含まれていない点に注意されたい。これによって前件が既定命題でないことが明示される。また (2b) は前件に「た」という時制句が用いられているが、「明日」という時間が明示されていることからも分かる通り、この「た」は本来の過去時制を表しているのではない不完全時制節であり、やはり前件は明らかに既定命題でない。

(2) **予測的条件文の例：**

a. 明日雨が降れば、試合は中止になるだろう。

b. 明日雨が降ったら、試合は中止になるだろう。

一方、認識的条件文は前件に完全時制節を取る条件形式「なら・のなら」によって示され、不完全時制節を取る条件形式に強い制限が掛かる。以下の (3) に予測的条件文の例を示す。いずれの場合も前件の時制表現は本来の「非過去」「過去」の時制を表す完全時制節である点に注意されたい。

(3) **認識的条件文の例：**

a. もし今から勉強するなら、試験に合格するよ。

b. もし昨日彼が薬を飲んだのなら、今頃は元気になっているよ。

これに対し、反事実的条件文は前件に状態述語あるいは動詞の状態形を取る条件節によって、真理値が安定した状態にあること、すなわち既定命題であること (そして話者自身は前件の既定命題が「偽」であることを当然ながら知っている) が明示されることが多い。また、後件に反事実性を明示する形式 (「のに」「だろうに」etc.) がしばしば使われる。

(4) **反事実条件文の例：**

a. もしあの時勉強していたら、試験に合格していたのに。

b. もし昨日彼が薬を飲んでいたら、今頃は元気になっていただろうに。

このように、有田 (2007) に基づけば、条件文の違いは「話し手」の知識における情報の既定性の違いによって捉えられ、その情報の既定性は時制性の違いとして文に反映されることになる。これは、文理解という点から見ても興味深い。すなわち、明示的に表現された時制性の違いに基づいて、「聞き手」も話者の知識内にある情報の既定性を知る手がかりが得られ、話者の意図を正確に理解する鍵になっている可能性が高い。本研究は、日常推論および条件文の理解過程に情報の既定性がどのように機能しているかという点について考察を行う。結論として、日常推論および条件文の理解過程に見られる論理と異なる性質が、既定性と関連性という観点から適切に説明できることを見る。次節では、議論を始める準備として、前提となる整合主義と関連性について簡単に触れておく。

1.2 議論の前提 1：整合主義

一般的に、「認識主体 S が命題 P を知っている」ということは、「P が真であるということを S が確信しており、P が実際に真であり、P が真ということを S が確信する当然の理由がある」ことが基本的条件であると考えられてきた (Ayer 1981)。すなわち、知識とは「正当化された真なる想定」ということである。誤っていると分かっていることを信じ続けるのは知識ではないし、自分で正しいと思いこんでいても、それが正しくなければ知識とはいえない。また、あることを信じていて、その内容がたまたま正しいことであったとしても、その正しさが「まぐれ当たり」であるなら、それは知識とはいえない。知識と想定 (信念) の大きな違いはこの点にある。偽である何かを信じることはできるが、偽である何かを知ることはできない。

問題となるのは、どのような条件を満たせば「正当化された知識」といえるのかという点にある。古くから、正当化の条件とは、十分な証拠に基づいていることだと考えられていた。しかし、強い証拠主義に立つと、ほぼ全ての想定が知識とは言えなくなる。帰納推論は不確実性を持ち、多くの証拠を集めても次の瞬間に反例が見つかるかもしれない。演繹推論でも、命題に十分な証拠を求め続けると、ある命題の証拠となる別の命題を次々と求めなければならず、直接感覚所与以外の情報について無限後退に陥る。直接感覚さえも、ゲティア問題 (Gettier 1963) のように、常に正当化されるとは限らない。

この証拠主義の問題点を克服するためには、正当化の条件を認識主体の活動のみに限定するのではなく、認識主体の外部に求めることが必要になる。これを認識論の外在主義と言う。外在主義の代表的な考え方として、信頼性主義や整合主義 (Armstrong 1973) を挙げることができる。信頼性主義の正当化条件は「S の想定が信頼できるプロセスにより形成された場合」と定義される。整合主義では、「S の想定が他の想定と矛盾を起こさない」ことが正当化の条件となる。例えば、感覚などから直接得られる基本的情報は、それを歪める阻害要因が明確でない限り、信頼性主義により正当化された想定といってよい。また、ある想定が他の基本想定と矛盾しないのであれば、自分自身でその想定の根拠を説明できない場合でも、整合主義により正当化された想定と見なし得る。

「S の想定が他の想定と矛盾を起こさない」ことが「知識」の持つべき基本条件ということから、DRT などで考えられている計算と同様に、認知主体が獲得しようとしている情報は、真理値の決定している既定情報の集合の中に「連言演算子」によって追加されることが導かれる。本稿でも、こうした整合主義に基づき、認知主体は既定命題との「連言が真」になる情報のみを受理するという前提に立つ。

1.3 議論の前提 2：関連性計算

認知主体が知りうる知識の範囲には限界がある。したがって、認知主体は現実における適切な判断を行うことができるように、知識よりも広い範囲に及ぶ想定を持たなければならない。その際、演繹推論 (deduction) のみでは知識の範囲を広げることができないため、想定の設定には帰納推論 (induction) や仮説推論 (abduction)、あるいは語用論に基づく推論が必要となる。こうした語用論上の手段の 1 つとして、情報間の関連性があげられる (Sperber and Wilson 1986)。

関連性の計算には確率論に基づくいくつかの方法が考えられるが (松井 2007, 2008, 2009)、本稿ではそうした確率計算の基礎となる以下のような単

純な論理を用いることとしたい。この関連性計算(5)は、情報ϕが情報φと$\overline{\varphi}$に対して異なった真理値の影響を与える時、ϕとφに何らかの関連性があることを意味する。なお、$\oplus$は排他的論理和を、$\overline{\varphi}$はφに対立する命題を表す。

(5) 情報ϕの情報φに対する関連性：
$[\![(\phi \wedge \varphi) \oplus (\phi \wedge \overline{\varphi})]\!] = T$

語用論における関連性の計算が、(想定の確信度といった量的な計算とともに)質的な論理上の計算として排他的論理和によって計算されることには、いくつかの利点が考えられよう。まず、条件文の意味を理解する際に語用論上は常に暗黙の前提Eが必要だが、排他的論理和を使うとこの暗黙の前提がどのようなものであるかに関わらず、前件Pと後件Qの依存関係だけが局所的に関係する情報として効果を持つ。また、推論における関連性の誤謬も回避できる。例えば、以下の三つの条件文は全て古典論理においては真であるが、日常推論においては真であるとは見なしにくい。

(6) a. 「1+1=2」ならば「雪は白い」

b. 「1+1=5」ならば「雪は白い」

c. 「1+1=5」ならば「雪は黒い」

情報間の関連性が(5)のような排他的論理和を含む形で計算されるのであれば、「命題(6)のいずれも同一の真理値を持つ(いずれも真である)ことから、

(7) a. $[\![\text{命題}(6a) \oplus \text{命題}(6b)]\!] = F$

b. $[\![\text{命題}(6b) \oplus \text{命題}(6c)]\!] = F$

c. $[\![\text{命題}(6c) \oplus \text{命題}(6a)]\!] = F$

より、そもそも「1+1という計算」と「雪の色」の間には関連性がなく、日常推論として適切でないと判断できる。これが関連性計算の基本的な論理演算子として、排他的論理和を用いる理由である。

以上の整合主義と関連性計算を前提にして、日常推論や条件文の理解過程に「既定性」がどのような影響を及ぼしているのかを次節以降で考察してみたい。

2. 日常推論における既定性と関連性の影響

2.1 Wason選択課題

日常推論の特性を最もよく示す問題の1つとして、Wason選択課題をあげることができる。Wason(1966)は、この課題の中で被験者にE, K, 4, 7のカードを与え、「片面が母音なら、もう片面は偶数である」というルールの真偽に最低限必要なカードを選ばせた。数理論理に基づけばEと7のカードが正答となるが、よく知られているように、Wason選択課題では大半の被験者がEと4を選択してしまう。[1]

こうした判断傾向を説明するため、これまでに様々な経験則(heuristics)が提案されてきた。Wason自身が提案した経験則は「確証バイアス(confirmation bias)」と呼ばれている。この経験則は、認知主体が条件文のルールを反証しようとするのではなく、むしろそのルールが正しいことを証明しようとする傾向を持つことを示す。確証バイアスに基づくなら、上記の課題でEが選ばれるのは、裏面が4だった時にルールを確証することができるからであり、裏面が7という反証例を探すためではない。同様に、4が選ばれるのも裏面がEであればルールを確証できるからであり、7が選ばれないのはそれが反証事例しか提供しないカードであるからという理由による。

これに対し、Evans & Lynch (1973)は、「もし表が母音なら裏は偶数ではない」といったように、ルールの後件に否定辞が含まれている場合には正答が飛躍的に高まる(すなわち母音のカードと偶数のカードが選ばれやすい)ことを見いだした。この傾向は、確証バイアスでは説明ができない。Evans & Lynch (1973)は、この正答率の高さが論理判断に基づくものではなく、条件文の中で明示的に表現された項目とマッチするカードを被験者が選択しただけであると見なし、この効果を「マッチングバイアス(matching bias)」と呼んだ。マッチングバイアスに基づけば、「もし表が母音なら裏は偶数である」という肯定命題であっても、「もし表が母音なら裏は偶数ではない」という否定命題であっても、母音のカードと偶数のカードが選ばれやすいことをうまく説明する。

さらに、Sperber, Cara & Girotto (1995)は、このマッチングバイアスに「関連性」に基づく語用論解釈が影響していることを指摘した。すなわち、「もし母音なら」という条件文の前件は一種のtopicと解釈されるため、前件否定である子音のカードは無視される。また、後件の「偶数である」「偶数でない」という命題は、いずれも「偶数」に言及するものであるため、いずれの場合も偶数のカードが選択されやすい。興味深いことに、論理的には

[1]なお、同じ論理構造を持っていても、規則が「片面が母音なら、もう片面は偶数である」という直説法形式ではなく、「もし酒を飲むなら、20歳以上でなければならない」という義務論形式の場合には正答率が飛躍的に上昇することが知られている。これはモダリティの観点からも興味深い現象であるが、義務論形式の分析は他稿に譲り、本稿では直説法形式のWason課題のみを扱う。

「偶数でない」という命題は「奇数である」という命題と等価であるが、「もし表が母音なら裏は偶数でない」という条件文では正答率が高くなるにも関わらず、「もし表が母音なら裏は奇数である」という条件文になると、後件否定に相当する「偶数」のカードが選ばれにくくなり、正答率は極端に低くなってしまう。この現象も、「奇数である」という表現は「奇数」に関連する言明であるのに対し「偶数でない」という表現は「偶数」に関連する言明であると考えれば、マッチングバイアスによって説明がつく。

Sperberらの説明は興味深いものであるが、ある表現と関連する情報を見つけ出す「関連性」と、判断錯誤をもたらす「マッチングバイアス」は基本的に独立であるという点に注意が必要である。「偶数でない」という表現が「偶数」という情報に言及するものであるからといって、「だからその情報にマッチする偶数のカードを選ばれる」という結論は出てこない。関連性判断とは独立したマッチングバイアスという経験則があって初めて、選択されるカードが決まるのである。

マッチングバイアスという経験則の重要性は、Wason選択課題という論理判断の要求される場面で、認知主体が非論理的な基準によって判断を下してしまうことを主張している点にある。しかし、このマッチングバイアスが持つ論理性についてはあまり研究されていない。以下では、関連性判断に加えて情報の既定性を考慮することにより、Wason選択課題の結果が一定の論理に基づく判断であることを見る。

2.2 課題選択傾向の論理的解釈

まず、最も定型的なWason選択課題の問題として、「もし表が母音なら裏は偶数である」というルールを取り上げよう。今、カードxの片面が母音であるという命題を$V(x)$, カードの片面が偶数であるという命題を$E(x)$とすると、E K のカードは$V(x)$に関する既定情報であり、4 7 は$E(x)$の既定情報となる。また、1.2節の関連性の定義により、「もし表が母音なら裏は偶数である」というルールに関連するカードは、「もし表が母音なら裏は偶数である」という命題と「もし表が母音なら裏は偶数でない」という命題の真偽を区別するもの、すなわち$V(x)\rightarrow E(x)$と$V(x)\rightarrow\neg E(x)$の真偽を区別できるものに限られる。この課題では、こうした関連性を持つカードが選択され、$V(x)\rightarrow E(x)$と$V(x)\rightarrow\neg E(x)$の真偽を区別できないカードは関連性のない情報として選択されないと考えてよいだろう。したがって、Wason選択課題の判断過程は論理式(8)で表現できる。なお、$P(x)$は既定情報$V(x), E(x)$を満たすいずれかの命題を示す。

(8) $\lambda P\lambda x[(P(x)\wedge(V(x)\rightarrow E(x)))$
$\oplus (P(x)\wedge(V(x)\rightarrow\neg E(x))]$

2.3 選択判断における前件・後件の既定性

ここで被験者が前件を満たすカード E を調べる時を考えてみよう。これは母音のカードなので、式(8)は$\lambda P\lambda x[(P(x)\wedge(V(x)\rightarrow E(x)))\oplus(P(x)\wedge(V(x)\rightarrow\neg E(x))](V)(\mathrm{E})$という計算になり、したがって$(V(\mathrm{E})\wedge(V(\mathrm{E})\rightarrow E(\mathrm{E})))\oplus(V(\mathrm{E})\wedge(V(\mathrm{E})\rightarrow\neg E(\mathrm{E})))$と展開できる。$V(\mathrm{E})$は真の既定情報であり、$E(\mathrm{E})$は真偽不明な非既定情報であるが、排他的選言で繋がれる前半の論理式と後半部の真理値が常に逆転するため、式全体の真理値は常に真となる。したがって、$V(\mathrm{E})$は完全な関連性を持つ情報と判断され、E は選択される。一方、前件の偽となる K では、$E(\mathrm{K})$の真偽に関わらず、$V(\mathrm{K})\wedge(V(\mathrm{K})\rightarrow E(\mathrm{K}))$も$V(\mathrm{K})\wedge(V(\mathrm{K})\rightarrow\neg E(\mathrm{K}))$も偽であり、式(8)全体が常に偽となるので、全く無関連な情報と判断され、選択されない。

次に後件について見てみよう。まず肯定情報である 4 では、$E(4)\wedge(V(4)\rightarrow E(4))$と$E(4)\wedge(V(4)\rightarrow\neg E(4))$は、$V(4)$が真の場合のみ真理値が逆転し、関連性を持つ情報となる。したがって、4 の裏面が母音であろうという期待の上で 4 は選択される。この過程がいわゆる「確証バイアス」の原因と見なせるであろう。一方、本来は正答であるカード 7 は、$E(7)\wedge(V(7)\rightarrow E(7))$と$E(7)\wedge(V(7)\rightarrow\neg E(7))$の真理値が、非既定情報である$V(7)$の真理値に関わらず常に偽となるため、式(8)全体の真理値も偽となり、関連性のない情報として排除されてしまう。つまり、Wason選択課題で後件に関する正答が出せない理由は、既定情報が推論の探索範囲を連言判断によって限定するためと考えることができる。

なお、Wason選択課題では、E, 4, 7 を選択する被験者群がいることも知られている。こうしたタイプの被験者は、E, 4 のカードに関しては上記の通りだが、既定情報となる K のカードを ¬4, 既定情報となる 7 のカードを ¬4 と解釈しているためと考えられる。K のカードに関しては、$E(\neg\mathrm{E})\wedge(V(\mathrm{K})\rightarrow E(\mathrm{K}))$と$E(\neg\mathrm{E})\wedge(V(\mathrm{K})\rightarrow\neg E(\mathrm{K}))$の真理値が$E(\mathrm{K})$の真偽に関わらず常に真となるため、非関連的な情報になるが、7 のカードに関しては、$NE\neg 4\wedge(V(7)\rightarrow E(7))$と$E(\neg 4)\wedge(V(7)\rightarrow\neg E(7))$の真理値が$V(7)$が真の時のみ変化するため、反証事例を見つけることを期待しながら 7 のカードを選択するものと考えられる。

2.4 条件文の後件に否定辞を持つ場合

前述したように、Wason 選択課題では後件に否定表現を持つ「表が母音なら裏は偶数でない」という規則を与えると正答率が劇的に高く傾向があり、マッチングバイアスの存在が指摘されてきた。しかし、本稿のアプローチのように、情報の既定性と関連性の計算に基づく判断を考えるのであれば、マッチングバイアスを仮定する必要はない。なぜなら、後件に否定辞を持つ Wason 選択課題の判断過程は

$$(9)\ \lambda P\lambda x[(P(x)\wedge(V(x)\rightarrow\neg E(x))) \oplus (P(x)\wedge(V(x)\rightarrow E(x))]$$

として計算され、結果的に式 (8) による関連性判断と同一の論理式が得られるからである。したがって、この後件に否定辞を含むルールにおいても、カード選択のプロセスは 2.3 節で見た否定辞を持たないルールにおける判断過程と全く変わりがない。すなわち選択されるカードは E と 4 になり、あたかも「論理的に正しい判断が行われたように見える」ことになる。しかし、正しいカードが選ばれたのは、演繹推論に基づく判断が行われたからではない。また、言語表現とマッチするカードを単純に選んだだけでもない。2.3 節で述べた確証バイアスと同じく、マッチングバイアスも既定性と関連性束縛された論理判断がもたらす効果と見なすことができる。

以上のように、情報の既定性と関連性を前提とすれば、Wason 選択課題を解く過程において、「条件文を他の条件文に解釈し直す」ような誘導推論は必然的なものではない。所与の条件文はその表現のまま理解しておき、その条件文と関連性を持つカードであるか否かを判断するような過程を経てもよい。条件文の誘導推論を仮定しないこうしたプロセスは、モダリティを伴う義務論形式の Wason 選択課題についても矛盾を引き起こさない点も重要である。また、ルールが予測的条件文・認識的条件文として与えられた場合と、連言条件文によって与えられた場合に被験者が取る選択行動の違いも説明し得る。これらの点に関しては、また稿を改めて議論してみたい。

3. 日本語の条件文理解過程に見られる既定性と関連性の影響

3.1 予測的条件文の理解過程

次に日本語条件文の理解過程における情報の既定性と関連性の影響を見てみよう。まず、条件文の真偽を問う Wason 選択課題とは異なり、文理解過程では所与の文を基本的に真と見なすという点に注意されたい。条件文の理解過程でも、条件文自体は認知主体にとって真なる情報であり、条件文の理解とはその文が真となる状況を判断することに他ならない。この点で、Wason 選択課題と条件文理解過程は裏表の関係にある。しかし、関連性の高い解釈を採るという点では共通性を持つ。

まず、予測的条件文の理解過程から考えてみよう。予測的条件文は (1a) で見た通り、前件の情報も後件の情報も既定ではない。したがって、聞き手にとって条件文のみが既定情報となり、最も単純な理解では $P(x)\rightarrow Q(x)$ を適用して得られる前件が真で後件が偽となる状況のみが排除される。一方、関連性に基づく語用論上の拡張解釈では、1.2 節より、式 (10) を満たす世界が関連性のある情報として認知環境に取り込まれる。なお、$C(x), SC(x), NC(x)$ は各々 $C(x)=P(x)\rightarrow Q(x)$, $SC(x)=P(x)\rightarrow\neg Q(x)$, $NC(x)=\neg P(x)\rightarrow Q(x)$ を表す。

$$(10)\ [\![(C(x)\wedge(C(x)\oplus SC(x)) \vee (C(x)\wedge(C(x)\oplus NC(x))]\!] = T$$

この論理式 (10) は、以下の真理表に示す通り、論理的同値 $P(x)\leftrightarrow Q(x)$ と等価なものである。この性質が、関連性に基づく予測的条件文の拡張解釈では双条件的解釈が行われ、逆・裏・対偶の誘導推論を誘発すると考えられる。

P(x)	Q(x)	(C(x)∧(C(x)⊕SC(x)) ∨ (C(x)∧(C(x)⊕NC(x))		
T	T	(T)	T	(F)
T	F	(F)	F	(F)
F	T	(F)	F	(F)
F	F	(F)	T	(T)

また、式 (10) はラムダ計算による個別解釈と共に、全称量化も適用できる。益岡 (1993) は予測的条件文の一種である「レバ形」で誘導推論がしばしば誘発され、また「前件と後件の個別的依存関係のみならず、総称的・一般的解釈も可能である」と述べており、式 (10) の性質と整合性を持つ。

3.2 譲歩文の理解過程

このような予測的条件文の関連性解釈と類似した計算が、譲歩文の理解過程において観察できる。譲歩文「P しても Q (P しなくても Q)」は条件文の否定文型であるので、既定性と関連性の観点からは、所与の条件文 $C(x)$ を既定情報とした上で、$C(x)$ と $NC(x)$ の間で真理値の変化が生じないような状況を計算させる表現と見なすことができるであろう。このことから、譲歩文理解の論理式は P(x)→Q(x) を既定情報とし、かつ P(x)→Q(x) と ¬P(x)→Q(x) の間に「関連性が生じない」ような論理計算、すなわち

(11) $[\![C(x)\wedge\neg(C(x)\oplus NC(x))]\!]=T$

として表現できる。(11) の論理式C(x) ∧ ¬(C(x)⊕ NC(x)) は、

P(x)	Q(x)	C(x) ∧ ¬(C(x)⊕NC(x))
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	F

より、後件情報である原子命題Q(x) と等価であり、このことから譲歩文における前件 P(x) は後件 Q(x) に何の影響も与えない (すなわち関連性を持たない) 情報であることが導かれる。

3.3 認識的条件文の理解過程

前件・後件に情報の既定性を持たない予測的条件文にれに対し、認識的条件文は前件 $P(x)$ の真偽が決まっており、ただ認知主体がその真偽について未知であるという点に特徴がある。したがって、認識的条件文の理解過程では、$P(x)$ を既定と見なした場合の $P(x)\rightarrow Q(x)$ の真理値と $\neg P(x)$ を既定とした時の $P(x)\rightarrow Q(x)$ の真理値が各々計算されると考えてよいだろう。したがって、認識的条件文の理解過程は (12) と表現できる。

(12) $[\![(P(x)\wedge C(x))\oplus(\neg P(x)\wedge C(x))]\!]=T$

この論理式 $(P(x)\wedge C(x))\oplus(\neg P(x)\wedge C(x))$ は結局のところ $P(x)\rightarrow Q(x)$ と等価になる。したがって、予測的条件文とは異なり、認識的条件文は実質含意に近い条件文として解釈されやすい。

前件を「主題」として理解する場合、実質含意は前件が真であるなら後件の真理値に依存して論理全体の真理値を決定できる。しかし、前件が偽である場合には実質含意自体の真理値は後件の真理値に依存しない。したがって、認知主体が条件文の前件を主題として理解する場合には、前件が真の場合しか考慮されない。

(13)

P(x)	Q(x)	P(x)→ Q(x)
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	T

この結果、認識的条件文の理解においては、前件の真理値は不明であるが、前件が真でありかつ後件も真であることが期待されることになる。前件の真理値は不明ということは、理解側の認知主体にとっては前件を確率的に判断せざるを得ないということであるが、前件・後件共に真である期待を持つということは、その確率値が50% よりも高く設定されていることを示す。これは、Wason 選択課題における $P(x)\wedge C(x)$ の計算と結果的には同一の演算であり、認識的条件文も確証バイアスに似た効果を引き起こすであろうと思われる。

3.4 偽の後件を持つ反事実的条件文の理解過程

次に、反事実条件文の理解過程について見てみよう。田窪 (1993, 2006) は、反事実条件文の特徴として、後件に反事実性を明示する「のに／だろうに」がよく用いられると述べている。反事実条件文が使われる状況において、話し手は「前件の偽」を知っている、つまり前件を既定情報 (1c) として反事実条件文の計算を行う。しかし、文を理解する聞き手側は「前件の偽」を知っているとは限らない。後件の反事実性を明示する表現はこうした聞き手への働きかけであり、聞き手は「後件の偽」を既定としてこれを理解すると考えられる。したがって、反事実条件文の理解過程では次の論理を満たす情報が関連性を持つ。

(14) $[\![\neg Q(x)\wedge(P(x)\rightarrow Q(x))]\!]=T$

この論理は真理表 (15) からも分かる通り、$\neg P(x)\wedge\neg Q(x)$ と等価な表現であり、現実世界では前件・後件が共に偽という反事実条件文として理解可能であることが分かる。

(15)

P(x)	Q(x)	¬Q(x) ∧ (P(x)→Q(x))
T	T	F
T	F	F
F	T	F
F	F	T

さらに、ここで認識的条件文と同じく、(15) の論理において前件 P(x) を「主題」として理解する場合を考えてみよう。論理式 ¬Q(x) ∧ (P(x)→Q(x)) において、前件 P(x) が偽であるなら後件 Q(x) の真理値に依存して論理全体の真理値が決定される。しかし、前件 P(x) が真である場合には実質含意自体の真理値は後件 Q(x) の真理値に依存しない。したがって、認知主体が反事実条件文の前件を主題として理解する場合には、前件が偽の場合しか受理しないことになり、これによって話者の「前件を既定情報とする」知識を理解側も共有することが可能となる。この (16) の認知環境が、認識的条件文における認知環境 (13) とちょうど鏡像関係になっている点に注意されたい。このことは、例えば反事実条件文の理解過程において、確証バイアスやマッチングバイアスが生じにくいことを示唆している。事実、Wason 選択課題において、ルールを反事実条件文や連言条件文として与えると、選択されるカードに異なる傾向が現れる。この点については、また稿を改めて議論を行う。

(16)

P(x)	Q(x)	¬Q(x) ∧ (P(x)→Q(x))
T	T	F
T	F	F
F	T	F
F	F	T

3.5 トコロ節を持つ反事実的条件文の理解過程

反事実条件文の後件には、前節で見たような後件の偽を明示する「のに」表現と共に、「P したら Q していたところだ」という「トコロ」表現もしばしば用いられる。しかし、田窪 (2006) が考察しているように、少なくとも単独で用いられる「トコロ」形式は「今から勉強するところだ」のように真の命題も表すことができ、「のに」表現のように後件の真理値は偽のみに限定されない。したがって、前節でみた後件の偽が明確に表現されているような反事実条件文の理解過程とは異なる計算が行われているはずである。

田窪 (2006) は、「A してみたトコロ、B だった」などの様々な「トコロ」表現を考察し、「トコロ」形式の基本的な意味は参照点の表示にあると述べている。この参照点という性質を関連性という概念に置き換えるなら、「Q していたところだ」という表現で Q の持つ真理値を基準 (参照点) として設定し、この基準点と条件文との関連性計算をすること、すなわち基準状態 Q(x) の真理値と条件文 P(x)→Q(x) の真理値の間に大きな変化が生じる状況を計算することと考えられるだろう。したがって、後件に「トコロ」表現を伴う条件文では

(17) $[\![Q(x) \oplus (P(x) \rightarrow Q(x))]\!] = T$

を満たす状況が関連性を持つ情報として受理されることになる。この $Q(x) \oplus (P(x) \rightarrow Q(x))$ という論理の真理値は、

(18)

P(x)	Q(x)	Q(x) ⊕ (P(x)→Q(x))
T	T	F
T	F	F
F	T	F
F	F	T

となり、この論理式は (15) と同じく $\neg P(x) \wedge \neg Q(x)$ に等しい。したがって、「のに」表現を伴う条件文と全く同様に、参照点を表す「ところだ」表現を伴う条件文であっても、仮想世界では $P(x) \wedge Q(x)$ であるが現実では $\neg P(x) \wedge \neg Q(x)$ であるという反事実性の理解が導かれる。さらに、この条件文の前件を「主題」として捉えた場合には、(16) と同じく、関連性の効果によって命題全体の真理値が食い違う可能世界のみが受理されることになるため、以下の真理表に見るように、話者が持っている「前件が既定情報である」という知識を理解側も共有することができる。

(19)

P(x)	Q(x)	Q(x) ⊕ (P(x)→Q(x))
T	T	F
T	F	F
F	T	F
F	F	T

3.6 連言条件文の理解過程

自然言語では“Hurry up, *and* you can catch the train”, 「スイッチを押すと電気が点く」のように、連言接続詞で条件文を表すことがある。今、こうした表現の直接的な論理が表現通りの連言演算子を持つ $P(x) \wedge Q(x)$ であるとしよう。条件文の理解過程という観点から考えると、この P(x)∧Q(x) という論理式は、反事実条件文の理解過程である (**??**cf1)): ¬Q(x) ∧ (P(x)→Q(x)) および (18): Q(x) ⊕ (P(x)→Q(x)) のトートロジーである $\neg P(x) \wedge \neg Q(x)$ と良い対称を成す。このことは、益岡 (1993) が指摘している「連言条件文が反事実性を表せない」という性質に合致する。

また、英語の連言条件文 “Hurry up, *and* you can catch the train” では、前件 P(x) に相当する表現が命令文の形を取るのが特徴で、これは聞き手に命題 P(x) を既定情報として強制する表現と見なしてよいだろう。これは、既定情報が論理的には連言演算子によって結びつけられるという点とも矛盾しない。命題 P(x) が既定情報であり、連言演算子で結ばれる情報であることから、連言演算子を持つ表現 P(x)∧Q(x) は

(20) $P(x) \wedge Q(x) = P(x) \wedge (P(x) \rightarrow Q(x))$

と変形することができ、前件 P(x) が既定情報であるような条件文 P(x)→Q(x) として理解可能となる。

一方、日本語の「ト形」条件文では、情報 P(x) を既定情報として理解することを強制するような言語表現を持たない。しかし、一般的に日本語の (英語でも) 連言表現「P と Q」「P すると Q」は、少なくとも情報 P と情報 Q の間に何らかの関係性・関連性があることを示す表現として解釈可能である。したがって、日本語の連言条件文を理解する過程で、論理式 P(x)∧Q(x) を「P(x) と排他的論理和で結ばれる」何らかの論理表現に展開できることになる。ここで、この何らかの論理表現を条件文 P(x)→Q(x) に限った場合、

(21) $P(x) \wedge Q(x) = \neg P(x) \oplus (P(x) \rightarrow Q(x))$

というトートロジーが成り立つ。

この ¬P(x) ⊕ (P(x)→Q(x)) という論理は、「ところ」表現を伴う反事実条件文の理解過程 (17) の論理式 Q(x) ⊕ (P(x)→Q(x)) とよい対照を成す。「ところ」表現を伴う反事実条件文が後件 Q(x) を関連性計算の参照点とするように、(21) の論理は前件否定を関連性計算の参照点としており、前件否定と条件文の内容を比較した時に初めて大きな真理値の違いが生じる世界として理解できる。換言するなら、前件 P が成立することによって後件 Q が初めて成立することを示す。これは、益岡 (1993) が指摘している「連言条件文が法則的因果関係を表しやすい」という性質に合致する。

ここで再度、反事実条件文における理解過程の論理と連言条件文の理解過程の論理を振り返ってみよう。反事実条件文の (14) と連言条件文の (20)、反事実条件文の (17) と連言条件文の (21) を比較してみると、反事実条件文の理解過程と連言条件文の理解過程において

(22) a. 反事実条件文が後件の偽を既定情報とするのに対し、連言条件文では前件の真を既定情報として理解される。

b. 反事実条件文が後件の真を参照点とするのに対し、連言条件文では前件の偽を参照点として理解される。

という対比が観察される。この点で反事実条件文と連言条件文は、理解の過程という点からも全く対照的な表現であるといってよいだろう。

4. 認知的浮動

中垣・伊藤 (2007) は、Wason 選択課題や「リンダ問題」(Tversky & Kahneman 1983), 「競技問題」(Tversky & Kahneman 1983) などで論理的錯誤が起こる理由として、「認知的浮動」というプロセスを提案した。認知的浮動は誘導推論の発生過程を説明するもので、

(23) P(x)→Q(x) ⇒ P(x)∧Q(x) ⇒ Q(x)→P(x)

というプロセスを指す。興味深いことに、Quinn & Markovits (1998) は、こうした誘導推論が起こるのは、前件 P(x) と後件 Q(x) の「関連性が高い」時に限ると述べている。これは認知的浮動のメカニズムが、本稿で議論してきた情報の既定性・関連性に基づく条件文理解の過程と深く関係していることを示す。

中垣・伊藤 (2007) には、条件文が連言解釈に認知的浮動を起こす理由については詳しく述べられていない。ただ中垣氏との personal communication によると、その理由として P(x)→Q(x) の条件文は前件の真および後件の真を前提としており、これが P(x)∧Q(x) との共通する性質であることによって認知的浮動が引き起こされるとお考えのようである。本稿では情報の既定性・関連性という観点から、この認知的浮動のメカニズムを考えてみたい。まず、これまでの Wason 選択課題と条件文の分析で見てきた理解過程の論理にしたがって、連言 P(x)∧Q(x) とトートロジーを成す論理式を列挙してみよう。

(24) a. $P(x)\wedge Q(x) = P(x) \wedge (P(x)\rightarrow Q(x))$

b. $P(x)\wedge Q(x) = \neg P(x) \oplus (P(x)\rightarrow Q(x))$

(25) a. $P(x)\wedge Q(x) = Q(x) \wedge (Q(x)\rightarrow P(x))$

b. $P(x)\wedge Q(x) = \neg Q(x) \oplus (Q(x)\rightarrow P(x))$

c. $P(x)\wedge Q(x) = Q(x) \wedge (\neg P(x)\rightarrow \neg Q(x))$

d. $P(x)\wedge Q(x) = \neg Q(x) \oplus (\neg P(x)\rightarrow \neg Q(x))$

連言表現が既定情報と関わるものであり、排他的論理和が関連性計算と関係するものであるという前提から、これらの論理式は各々以下のような理解過程を意味するものであると分析できる。まず、(24) は次のようなプロセスを指す。

(24') a. 前件 P(x) が既定情報である時の条件文 P(x)→Q(x) の理解

b. 条件文 P(x)→Q(x) において、前件 P(x) が成立して初めて後件 Q(x) が成立するという理解

同様に、(25) は各々以下の解釈に相当する。

(25') a. 前件 Q(x) が既定情報である時の条件文 Q(x)→P(x) の理解

b. 条件文 Q(x)→P(x) において、前件 Q(x) が成立して初めて後件 P(x) が成立するという理解

c. 前件 Q(x) が既定情報である時の条件文 ¬Q(x)→¬P(x) の理解

d. 反事実条件文解釈をもたらす「P でなければ Q でなかったところだ」という解釈

Wason 選択課題に限っていうなら、(24a) と (24b) の論理は前件肯定のカードを選択させる解釈であり、(25a) および (25b), (25c) の論理は後件肯定のカードを選択させる解釈といえよう。すなわち Wason 選択課題において認知的浮動を引き起こす要因は 1 つのみとは限らない可能性がある。

一方、Wason 選択課題で起こっていないと思われる理解過程は (25d) で、もし与えられたルールからこの反事実条件文解釈が誘導されるのであれば、前件否定のカードも選ばれることを予測するであろう。しかし、実際の Wason 選択課題では、4 枚のカードのうち、前件否定のカードが最も選ばれにくい。

このことは、いくつかの可能性を示唆しているように思われる。1 つの可能性は、有田 (2007) の分類した条件文の中で、反事実条件文だけはいわゆる誘導推論の影響を受けないというものである。既に論じたように、反事実条件文は現実世界の状況に関しては否定命題の連言表現に変形されるのであって、予測的条件文のように直接誘導推論の命題とトートロジカルになる表現ではない。他の可能性は、認知的浮動自体が条件文を連言演算子を伴う命題に変形されることによって引き起こされるバイアスとは限らないというものである。2 節で述べたように、情報の既定性と関連性に基づく理解を仮定するのであれば、Wason 選択課題の錯誤が必ずしも「条件文を他の条件文に解釈し直す」ことによって引き起こされるとはいえない。この点に関しては、また稿を改めて議論を行う予定である。

5. まとめ

以上、情報の既定性と関連性の論理的計算という観点から、条件文の理解過程を分析した。まず始めに、既定情報は連言計算として、関連性は排他的論理和として表現できることを見た。既定情報が連言として計算されるのは知識の整合主義に基づくものであり、関連性が排他的論理和として計算されるのは語用論として適切な推論の範囲を可能な限り狭めたいという要求に基づく。

この既定情報と関連性の計算を前提として条件文の理解過程を考えるならば、Wason 選択課題において、条件文を他の条件文に解釈し直すような誘導推論のプロセスが必ずしも起こっているとは限らないことが導かれる。すなわち、既定情報と関連性によって問題を解こうとしている被験者は、与えられたルールを論理的に変形せず、そのままの形で理解しており、ルールの条件文と関連性を持つカードであるか否かという判断に基づいてカードを選ぶ。この立場のメリットは、ルールに否定辞を持つような Wason 選択課題において正答率が上昇する理由を自然に説明できる点にある。また、確証バイアスやマッチングバイアスといった経験則が使われる理由も、既定情報と関連性の効果から自然に導かれる。

さらに、日本語の条件文の理解過程については、有田 (2007) が述べている時制句の性質から聞き手が情報の既定性を理解することができるとするなら、関連性の計算によって聞き手が話者の同一の知識に到達できることを見た。また、予測的条件文が理解の過程において誘導推論を引き起こしやすい理由も、条件文そのものが既定情報となるという点から説明できる。一方、反事実条件文と連言条件文に関しては理解の過程において互いに対照的な性質を持っており、連言条件文が決して反事実条件文に解釈され得ないことを原理的に説明できることも述べた。

本稿で論じた条件文の理解過程については、その一部については心理実験によって確認できる。例えば、Wason 選択課題のルールを、予測的条件文・反事実条件文・連言条件文として与えた場合に、被験者の選択するカードに違いが生じ、その違いは本稿で見た各条件文の理解過程における論理構造の特徴とおおまかに一致する (Matsui 2012)。この点も含め、残された課題についてはまた稿を改めて議論を行ってみたい。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費・基盤研究 (C)「認知的関連性のモデル化と文理解実験に基づく実証的研究」(平成 22 年度～平成 25 年度、課題番号：22520415) の援助を受けて行われた。

引用文献

有田節子 (2007).『日本語条件文と時制節性』. くろしお出版

Armstrong, David M. (1973). *Belief, Truth and Knowledge*. Cambridge University Press. Chicago.

Ayer, A.J. (1981).『知識の哲学』. 白水社.

中垣啓・伊藤朋子 (2007). 認知的浮動による連言錯誤の説明.『日本心理学会第71回大会発表論文集』, 859. 東洋大学.

益岡隆志 (1993).『日本語の条件表現』. くろしお出版.

Quinn, S. and Markovits, H. (1998). Conditional reasoning, causality, and the structure of semantic memory: Strength of association as a predictive factor for content effects.*Cognition*, 68, B93-B101.

松井理直 (2007). 計算論的関連性理論に基づく日常的推論の分析. *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin* (*TALKS*), No.10, 45–76.

松井理直 (2008). 想定の確信度と真理値. *TALKS*, No.11, 25–66.

松井理直 (2009). 認知的関連性の単純かつ妥当な計算方法. *TALKS*, No.12, 21–36.

Matsui, Michinao F. (2012). The Computational Process of “And-type” Conditionals in Japanese. COGSCI 2012 (The 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society). The Sapporo Convention Center.

坂原茂 (1985). 『日常言語の推論』. 東京大学出版会.

Sperber D. & Wilson D. *Relevance*. Blackwell.

田窪行則 (1993).談話管理理論から見た日本語の反事実的条件文.「日本語の条件表現」. くろしお出版.

田窪行則 (2006). 『条件文とモダリティ』. 博士論文. 京都大学.

Tversky, A., and Kahneman, D. (1983). Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment. *Psychological Review*, 91, 293-315

Wason, P. C. (1966). Reasoning. *New Horizons in Psychology*.

天井高が認知課題成績に及ぼす効果：拡散ー収束課題，空間記述文読解を用いた検討

The Effect of Ceiling Height on Cognitive Task Performance: An Investigation Using Divergent and Convergent Thinking Tasks and Spatial Description Reading

杉本 匡史[1]，楠見 孝[1]，栗田 季佳[1]，石川 敦雄[2]，坂口 武司[2]，鍋谷 めぐみ[2]，西田 恵[2]
Masashi Sugimoto, Takashi Kusumi, Tokika Kurita, Atsuo Ishikawa, Takeshi Sakaguchi, Megumi Nabetani, Megumi Nishida

[1]京都大学，[2]竹中工務店
Kyoto University, Takenaka Corporation
sugimoto.masashi.85m@st.kyoto-u.ac.jp

Abstract

Although many studies have revealed that the architectural environment affects feeling and emotion, very few studies examined the effects of the environment on cognitive processing. This study examined the effect of ceiling height on performance in cognitive tasks. In two experiments, participants performed a divergent task, a convergent task, and a spatial description reading task, on a PC with background images of rooms with different ceiling heights. When the ceiling was low, participants performed better in the convergent task and in spatial description reading in route perspective. When the ceiling was high, they retrieved spatial information more accurately. These results suggest that when the ceiling is low, participants perform tasks in a more item-specific way. When the ceiling is high, they exhibit more relational processing. This finding shows that low and high ceilings have different effects on cognitive processing..

Keywords — ceiling height, architectural environment, divergent thinking, convergent thinking, spatial description reading

本研究では建築環境の１つの要因としての天井の高さとが人の認知活動に与える影響について検討を行った。学校の教室や図書館，オフィスといった建築空間が人の認知に影響を与えることは想像に難くない。人は常に何らかの環境の中に存在しており，外部の環境から認知過程への影響があるとすれば，それは課題の性質や個人の特性と同様に，人の認知活動に常に影響を与えているといえる。建築環境からの影響についてはいくつかの研究が行われており，たとえば実際のカフェレストランの室内の壁の色を操作し，それが建築空間内の個人の気分に影響することが示されている[1]。また学校の教室においてもその空間設計が児童や生徒の教室評価に影響を与えることが知られている[2]。しかしこれらの研究はその環境に対する主観的なアンケート調査によって行われており，建築環境のもつ，認知プロセスへの具体的な影響については十分検討されているとは言えない。

天井が人の認知過程に与える影響を検討した Meyers-Levy らの研究[3]では，高い天井が自由に関連する思考を活性化する一方，低い天井は束縛に関連する思考を活性化することを明らかにした。実験において，参加者は約 3m の高さの天井の部屋(高天井条件)と約 2.4m の高さの天井の部屋(低天井条件)に割り振られた。そのうえで参加者は，自由に関連する身体状態(自由でいる感覚，束縛されていない，開かれている)および束縛に関する身体状態(ふさがれている感覚，抑制，制限)について自己評定した。自由に関連する身体状態については高天井条件の参加者が低天井条件よりも高い得点を示し，束縛に関連する身体状態に関してはその逆の結果となった。また，参加者は，自由や束縛に関連する項目，およびそのどちらにも関連しない項目が含まれるアナグラム課題に取り組んだ。自由に関連する項目では高天井条件で回答時間が促進され，束縛に関連する項目では低天井条件で回答時間が促進された。どちらにも関連しない項目については天井の高さによる回答時間の差は見られなかった。これらの結果から Meyers ら

は高い天井の下では自由に関連した概念が活性化されることにより関連的(relational)な処理様式が促進され，データの統合や抽象化がなされる一方，低い天井の下では束縛に関連した概念が活性化されることにより項目特異的(item-specific)な処理様式が促進され，具体的なデータの分割的，特定的な処理が促されるというモデルを提唱した。

Meyers らの結果は，天井の高さが人の課題処理のスタイルに影響していることを示しているが，そこで用いられた課題は学校の教室やオフィス，図書館といった建築空間内で実際に行う活動とは隔たりがある。したがって本研究では日常場面で行う認知活動を収束的思考と拡散的思考の 2 つに分類した[4]。収束的思考とは計算や資格試験の勉強といった，システマティックに 1 つの解を求める活動の際に用いる思考であり，それに対して拡散的思考とは進路を考えたりレポートを書いたりするような多様な発想に基づいて多くの解決方法を模索する思考のことである。低い天井が束縛に関連する自己概念を活性化する[3]ならば，決められた手順に従った回答が求められる収束的課題（e.g., 計算）の成績は低天井で向上するだろう。その一方，高い天井が自由に関連する概念を活性化させる[3]ならば，自由な発想に基づき様々な解決方法を模索する必要がある拡散的課題(e.g., 創造性課題)の成績は高天井で向上するだろう。

また上記の収束的・拡散的課題に加えて空間記述文の読解課題を行った。空間情報を記述する際にサーベイパースペクティブ（A は B の東にある）とルートパースペクティブ（A を通り過ぎると B が右手に見える）という 2 つの記述方法が存在する[4]。サーベイパースペクティブによる空間記述文の読解の際には空間を俯瞰的な視点からとらえ，それぞれのランドマークの位置をまとめて理解し，その空間の全体構造を把握する必要がある。したがってサーベイ記述による文の読解や空間情報の想起はデータの統合や抽象化といった関連的な認知を必要とする拡散的課題の一例であり，高い天井によって促進されると考えた。その一方ルートパースペクティブで書かれた文を理解するためには，連続して登場する個々のランドマークと自分との間の関係を理解する必要がある。そのためルート記述による空間記述文の読解や空間情報の想起は，自分と他のオブジェクトの位置関係の個別処理を行うという点で収束的課題の一例であり，低い天井によって促進されると考えられる。対話の相手が使用するパースペクティブによってサーベイパースペクティブとルートパースペクティブの選好が変更することは先行研究[5]で示されており，本研究ではパースペクティブ選好に対する環境の影響を検討する。日常生活の中の行動は拡散的，収束的の片方に必ずしも分類されるわけではない。ある行動の一部では拡散的思考が行われ，別の一部では収束的思考が必要になるということも考えられる。したがって空間記述文の読解という同じ目標に対して，サーベイとルートという異なる 2 つのパースペクティブを用いる空間記述文課題は，より日常場面での行動に近いといえる。

本研究の目的は天井の高さが人の認知活動に与える影響を検討することである。具体的な予測は以下の 4 つである。(1a)高い天井は低い天井に比べて拡散的課題の成績を向上させる。(1b)高い天井は低い天井に比べてサーベイパースペクティブで書かれた空間記述文の読解を促進する。(2a)低い天井は高い天井に比べて収束的課題の成績を向上させる。(2b)低い天井は高い天井に比べてルートパースペクティブで書かれた空間記述文の読解を促進する。

外部環境としての天井の高さを操作するメリットとしては以下の 2 点が考えられる。第一に検討の容易さである。天井の高さは長さという 1 次元の物理的な量と結びついており，外部の環境が内部の認知過程に与える影響の方向を仮定しやすい。建築環境と認知過程の関係については複雑なプロセスを仮定するのに十分な知見があるとは言えず，環境を単純な物理量に変換して，その物理量による影響を仮定することができるのはメリットであるといえる。第二に実際の建築空間への応用可能性が挙げられる。部屋の広さや形状と異なり，天井の高さは天井を低くする，床を高くするなどの

方法で比較的簡単に操作が可能である。したがって本研究から得られた知見は実際の建築環境デザインへの応用が容易であるといえる。

実験 1

実験 1 では予測 1a および 2a を検討するためインターネット実験を行った。調査会社モニターの全国の大学生男女 300 名が自宅などからインターネットを通して実験に参加した。

方法　拡散的課題と収束的課題を用意した。両方の課題の回答時に背景画像としてコンピュータグラフィックスで作成された部屋の画像が呈示された。部屋の天井の高さは参加者間要因であり, 高・中・低の 3 種類が用意された (図 1)。天井の高さ以外に背景画像の違いはなかった。

拡散的課題としては遠隔連想検査を用いた。参加者は提示された 3 つの単語と関連する単語を回答用の 3 つの単語でなる語群の中から選択した(例 :「動物・経営・付属」を提示され「獣医・病院・ペットショップ」の中から関連する単語「病院」を選ぶ)。

収束的課題としては米国大学院統一試験 GRE の計算課題を用いた。参加者は画面に提示された 2 つの計算(例 : 22÷7, 3.14)の回答の大小を暗算で 3 択から選択した（「左が大きい」,「同じ」,「右が大きい」の中から「左が大きい」を選ぶ)。

両方の課題で参加者はなるべく早く,かつ正確に回答を行うように教示された。拡散的課題および収束的課題の実施順序は，拡散的課題を先に行う参加者と収束的課題を先に行う参加者が同数になるようにカウンターバランスをとった。

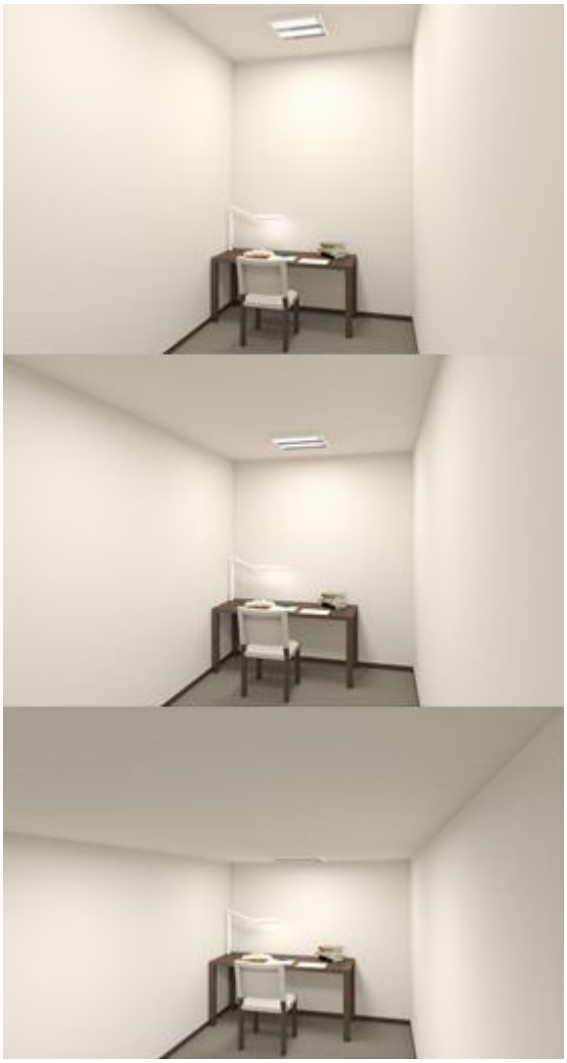


図 1　背景画像として提示された天井（上：高天井条件（3m），中：中天井条件（2.4m），下：低天井条件（1.8m））

結果

拡散的・収束的課題の両方において回答時間が 30 秒を超えた試行は外れ値として分析から除外した。

拡散的課題について回答時間を指標とした 1 要因（天井の高さ；高天井/中天井/低天井，参加者間要因）の分散分析を行った。図 2 に示すように高天井，低天井，中天井の順に回答時間が短くなる傾向がみられたが，この傾向は統計的に有意ではなかった(F (2,297) = 0.349, p = .71, η_p^2 = .00)

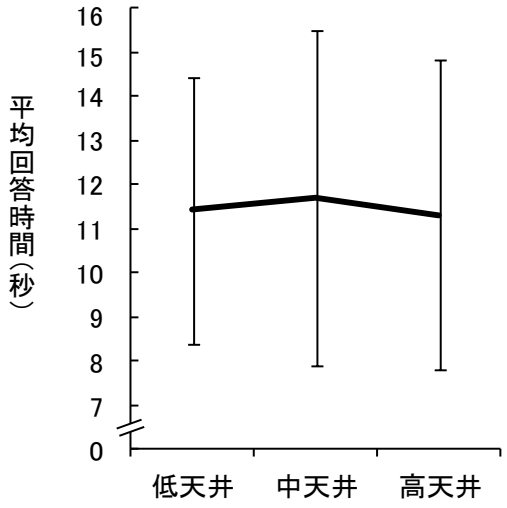


図 2　実験 1 での拡散的課題における平均回答時間（バーは *SD*）

収束的課題についても同様に 1 要因の分散分析を行った。中天井，高天井，低天井の順に回答時間が短くなる傾向がみられたが，この傾向は統計的に有意ではなかった（F (2,297) = 0.332, p = .72, η_p^2 = .00）

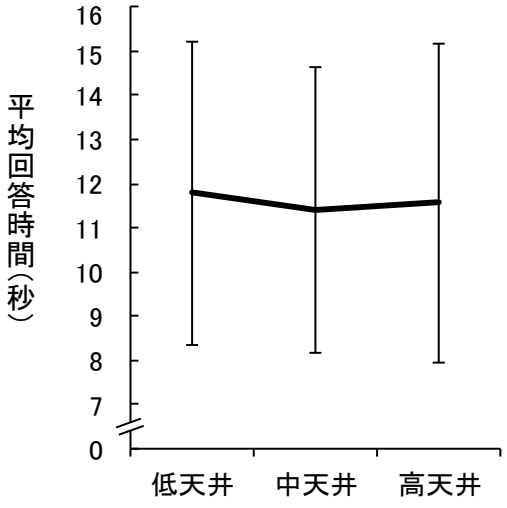


図 3　実験 1 での収束的課題における平均回答時間（バーは *SD*）

考察

実験 1 ではインターネット調査を通じて(1a)高い天井は低い天井に比べて拡散的課題の成績を向上させる，(2a)低い天井は高い天井に比べて収束的課題の成績を向上させる，という 2 つの予測の検討を行った。拡散的・収束的課題の両方において，天井の高さによって回答時間に大きな差は見られず, 予測していた結果は観察できなかった。

この結果の原因として，参加者ごとの実験環境が大きく異なるインターネット調査では個人によって異なる実験場所の効果が大きく，背景画像として提示した天井の高さの効果が相対的に弱いものになってしまったことが考えられる。具体的には，画面の中の部屋の天井の高さよりも，実験参加者がいる実際の環境のほうが強く影響を与えていたということである。したがって実験 2 では参加者ごとの実験環境を統制するために実験室実験を行った。

実験 2

実験 2 では実験 1 よりもより統制された環境で，(1a)高い天井は低い天井に比べて拡散的課題の成績を向上させる，(1b)高い天井は低い天井に比べてサーベイパースペクティブで書かれた空間記述文の読解を促進する，(2a)低い天井は高い天井に比べて収束的課題の成績を向上させる，(2b)低い天井は高い天井に比べてルートパースペクティブで書かれた空間記述文の読解を促進させる，という 4 つの予測の検討を行った。

拡散・収束課題については大学生・大学院生 51 名男性 29 名，女性 22 名)が，空間記述文課題についてはそのうち大学生・大学院生 20 名が参加した。参加者全体の平均年齢は 21. 7 歳(18-35 歳，*SD* = 3.46)であった。

全ての課題において，課題実施中は PC 画面の背景にコンピュータグラフィックスで作成された部屋の画像が提示された。部屋の天井の高さは高天井（3m）と低天井（1.8m）のいずれかであった。天井の高さ以外に背景画像の違いはなかった。天井の高さは参加者間要因であった。

収束的課題では一桁どうしの足し算課題を用いた。参加者は足し算の一の位の数字のみをテンキーで回答するように教示された（例　3+6→9, 5+7→2）。計算は 1 分間連続で提示され，参加者はな

るべく早く，かつ正確に回答を行うように教示された。1 分間のブロックが終了すると，5 秒間の休憩をはさんで次のブロックが開始された。課題は合計で 5 ブロック行われた。

拡散的課題では，参加者は 5 分以内に 10 円玉の使い方をなるべく多く上げるように求められた。回答は画面中央のテキストボックスに入力し，テキストボックス右下の OK ボタンを押すことで確定した。

空間記述文課題では先行研究[6]で用いられた 2 つの架空の場所についての文章を 1 文ずつ提示し，参加者のペースで黙読させた。空間記述文はサーベイもしくはルートのいずれかで書かれており，1 つの場所はすべてサーベイパースペクティブで，もう片方の場所はすべてルートパースペクティブで提示された。1 つの場所について全ての文を学習した直後に，参加者は正誤判断課題に回答した。正誤判断課題はまず位置情報の有無で大きく 2 つに分かれた。位置情報を含まない項目は非位置課題，位置情報を含むが再認のみで空間推論を行う必要がない項目は位置再認課題と命名した。位置情報を含む課題で，なおかつ学習した記述文に直接書かれていない位置関係を推論する必要がある課題は，テスト時のパースペクティブによってサーベイ推論課題とルート推論課題の 2 つに分割した。したがって正誤判断課題については学習時のパースペクティブ 2 種類（サーベイ，ルート）× 問題タイプ（非位置，位置再認，サーベイ推論，ルート推論）の 8 種類が存在することになる。

参加者はまず潜在連合検査[7]を終えた後，収束・拡散課題のいずれかを行った。片方の課題が終わった後にもう片方の課題を行った。その後 5 分間の休憩をはさんで空間記述文課題に回答した。潜在連合検査については本発表では言及しない[8]。

結果　拡散的課題について回答の産出数を図 4 に示した。9 名の参加者（低天井 4 名，高天井 5 名）については回答が得られなかったため分析からは除外した。回答算出数を指標とした 1 要因（天井の高さ；高天井/低天井，参加者間要因）の分散分析を行ったところ，条件間で成績に有意な差は見られなかった($F(1,41) = 0.136$, $p = .71$　$\eta_p^2 = 0.00$)。

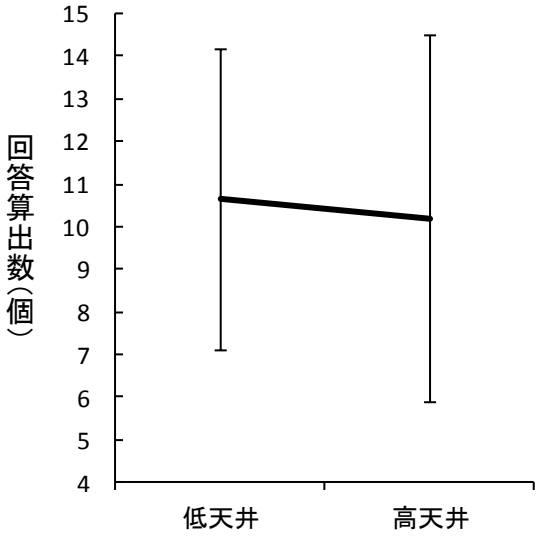


図 4　実験 2 での拡散的課題における回答算出数（バーは *SD*）

収束的課題について回答時間を図 5 に示した。回答時間を指標とした 1 要因（天井の高さ；高天井/低天井，参加者間要因）の分散分析を行ったところ，条件間で有意な差がみられ，低天井条件において高天井条件よりも回答時間が短くなった($F(1,50) = 4.205, p = .05$　$\eta_p^2 = .08$)。

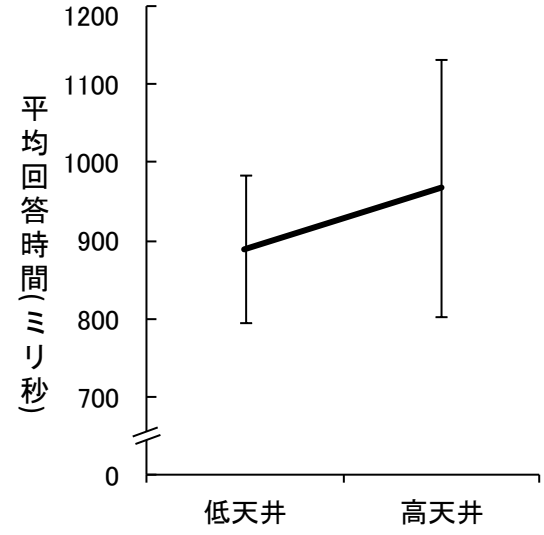


図 5　実験 2 での収束的課題における回答時間（バーは *SD*）

空間記述文課題については，学習時と想起時の 2 点で分析を行った。学習時の 1 モーラあたりの読み時間について天井の高さ(高天井/低天井, 参加者間要因)×学習時に使用したパースペクティブ(サーベイ/ルート，参加者内要因)×文のタイプ(空間情報無し/有り，参加者内要因)に関して 3 要因の分散分析を行った（図 6)。その結果パースペクティブ×文のタイプ×天井の高さの交互作用の効果量が大きいため単純主効果の検定を行った($F(1, 18) = 2.269$, $p = .15$, $\eta_p^2 = .11$)。その結果，ルートパースペクティブで空間情報を含む文の学習を行った場合にのみ効果量が大きく，低天井条件で読み時間が短くなった($F(1, 18) = 3.481$, $p = .08$, $\eta_p^2 = .16$)。天井の高低についてそれ以外の箇所での有意差は見られなかった(ps > .1)

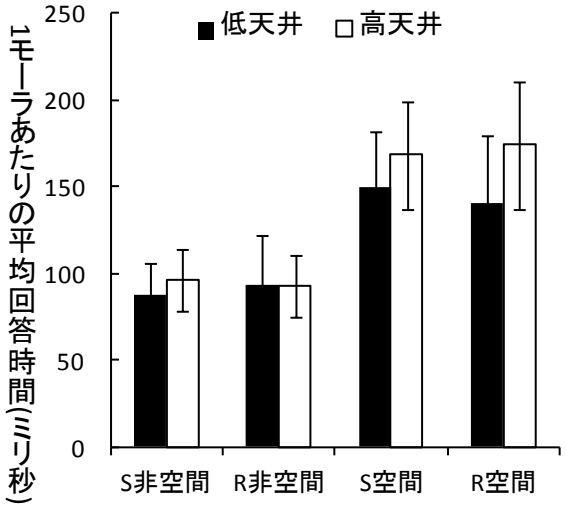


図 6　実験 2 での空間記述文課題における平均学習時間（バーは *SD*, S はサーベイ・R はルートを意味する）

また想起時の正誤判断課題正答率について，空間情報を含まない非空間再認課題，空間情報を含み推論を必要としない空間再認課題，空間情報を含み推論を必要とする空間推論課題 3 種類の分析を行った（図 7)。非空間再認課題，空間再認課題においてはそれぞれ天井の高さ(高天井/低天井, 参加者間要因)×学習時のパースペクティブ(サーベイ学習/ルート学習，参加者内要因)について 2 要因の分散分析を行った。

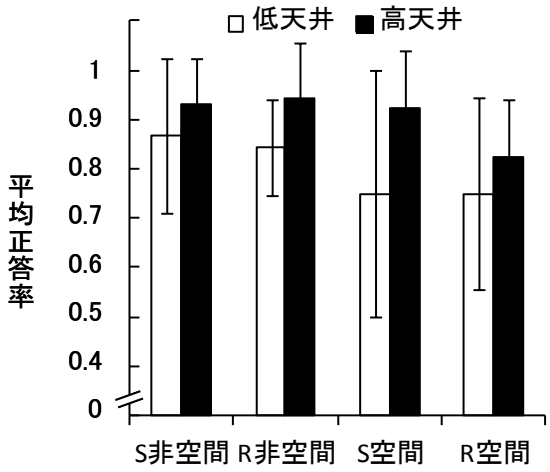


図 7　実験 2 での空間記述文課題(再認課題)における平均正答率（バーは *SD*, S はサーベイ・R はルートを意味する）

非空間再認課題については天井の高さについて有意傾向の差が，空間再認課題では有意な差がみられ，ともに高天井条件で正答率が高くなった(Fs(1,18) = 3.560, 6.429, ps = .08, ,02 η_p^2s = .17 .26)。また空間再認課題においては天井の主効果が有意で，高天井条件で低天井条件よりも正答率が上昇した($F(1, 18) = 6.429$, $p = .02$, $\eta_p^2 = .26$)。その他の主効果，交互作用は非有意であった(ps > .1)。

空間推論課題については天井の高さ(高天井/低天井, 参加者間要因)×学習時のパースペクティブ(サーベイ/ルート，参加者内要因)×テスト時のパースペクティブ(サーベイ/ルート，参加者内要因)の 3 要因の分散分析を行った。学習時のパースペクティブ×テスト時のパースペクティブ×天井の高さの 3 要因の交互作用は効果量が大きかったため単純主効果の検定を行った($F(1, 18) = 2.854$, $p = .11$, $\eta_p^2 = 14$)。その結果ルート学習ルートテスト条件において低天井条件よりも高天井条件の方で正答率が高くなった($F(1, 18) = 11.203$, $p = .00$, $\eta_p^2 = .38$)。それ以外の箇所について天井の有意な単純主効果は見られなかった(ps >.1)。また天井の高さの主効果が有意で，高天井条件において低

天井条件よりも正答率が上昇した($F(1, 18) = 8.799$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .33$)。

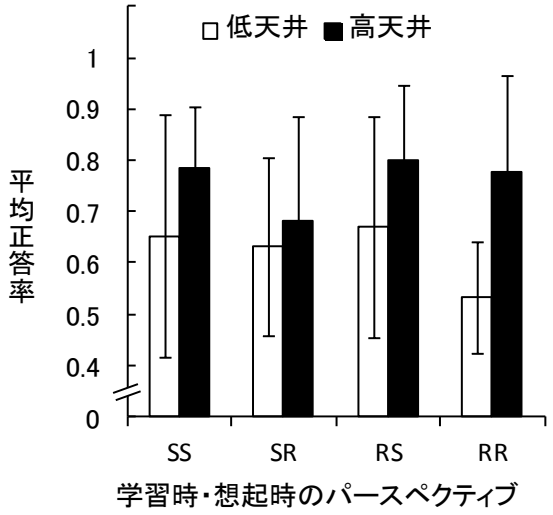


図 8 実験 2 での空間記述文課題(推論課題)における平均正答率（バーは *SD*, S はサーベイ・R はルートを意味する，SS = サーベイ学習サーベイ想起，SR = サーベイ学習ルート想起）

考察 実験 2 では天井の高さが人の認知プロセスに影響を与えるという仮説に基づき，収束的課題と拡散的課題，および空間記述文課題の成績を異なる高さの天井をもつ背景画像を使って検討した。それぞれの課題におけるパフォーマンスについての予測は，(1a)高い天井は低い天井に比べて拡散的課題の成績を向上させる，(1b)高い天井は低い天井に比べてサーベイパースペクティブで書かれた空間記述文の読解を促進する，(2a)低い天井は高い天井に比べて収束的課題の成績を向上させる，(2b)低い天井は高い天井に比べてルートパースペクティブで書かれた空間記述文の読解を促進させる，という 4 つであった。

予測 1a について，高い天井が拡散的課題のパフォーマンスを向上させるという結果を確認することはできなかった。実験 1 と同様に高天井・低天井の両方の条件において拡散的課題はほぼ同等のパフォーマンスを示した。

予測 1b について空間記述文の学習時には予測と一致する結果は見られなかった。高い天井がサーベイパースペクティブで書かれた文に対する読み時間を短縮させるという効果は見られなかった。テスト時にも高い天井がサーベイパースペクティブでの想起に影響するという結果は見られなかった。しかし高天井条件では問題のタイプによらず，正誤判断課題の正答率が全体的に上昇した。

予測 2a については実験 2 で仮説と一致する結果になった。参加者は低天井条件で高天井条件よりも素早く課題に回答した。

予測 2b については仮説と部分的に一致する結果になった。ルートパースペクティブで書かれた文の読み時間は低天井条件で高天井条件よりも短くなった。しかし想起時には低天井条件は全体として低い正答率を示した。

以上の結果より，低い天井が収束的課題のパフォーマンスを向上させることが示された。このパフォーマンスの向上は拡散的課題では見られなかったことから，低い天井は課題全体ではなく収束的課題にのみ選択的に影響を与えていることが示唆された。今回収束的課題として使用した計算課題は個人間で異なる方略を導入しにくい単純な課題であり，決まった手順に従って遂行することが求められるものである。したがってこの結果は統制された条件下では低い天井が収束的な認知プロセスを促進させることを示しているといえる。これは先行研究[3]と一致する結果であり，低い天井が制限に関連する概念を活性化し，項目特異的な処理を促した結果だと考えられる。

その一方，高天井条件における拡散的課題での成績向上は見られなかった。このことの原因としては指標の鈍感さと，課題の個人差に対する条件間の効果量の小ささが考えられる。特に実験 2 での拡散的課題では 5 分間という制限時間に対して平均回答数は 10 個前後であり，回答数に比べて回答時間が余ってしまったことが推測できる。したがって今後の研究では指標の敏感さを上昇させるために，回答時間を調整し，天井の効果が最も顕著に表れる課題設定を行うことが必要である。また参加者全体での回答数の最小が 5 個，最大数が 24 個と非常に個人差が大きくなっている。そのため天井の効果が個人差によって覆い隠されて

しまった可能性が存在する。したがって天井の効果を強くするための工夫や，個人差の小さい拡散的課題を用いることが必要だと考えられる。

また低い天井は特にルートパースペクティブで書かれた文の読解を促進した。この促進効果は空間情報を含まない文の読解には見られず，空間表象を構築する際にのみ天井の高さが影響を与えていることがわかる。ルートパースペクティブで記述された文の学習には連続的な認知プロセスが関係していることが示されており[9]，この連続的なプロセスの１つ１つが低い天井によって促進されたのではないかと考えられる。しかし想起時を見てみると，正誤判断課題の成績は学習時・テスト時に使用するパースペクティブによらず一貫して低天井で正答率が低くなっている。これらの結果に関しては２つの解釈を行うことができる。第一に低い天井が収束的な処理を促すあまり，参加者が抽象的な空間表象を構築することを妨げたというものである。実験２で使われた空間記述文にはそれぞれ 12 のランドマークが登場する。それら 12 個のランドマークをすべて並列的に処理することは不可能であり，学習時には順に登場するそれぞれのランドマークを個々に処理していくことになる。これらの処理は項目特異的な性質をもっている。したがって，項目特異的な処理を促進する，低い天井において，処理時間が早くなったと考えられる。しかし想起時，特に推論課題で必要となるのはランドマークを統合した抽象的な空間表象であり[6]，項目特異的にランドマークを登場した順に並べただけでは解答できない。したがって，関連的な処理を促進する高天井の方が，低天井よりも正答率が高くなったと考えられる。以上のように，低い天井は個々のランドマークの処理という具体的なプロセスを加速させて読み時間を短縮させる一方，高い天井は空間表象の構築という抽象的な処理を重視することで想起時の正答率を向上させたというものである。

第二はは低い天井が想起時に影響し，正確な想起を妨げるというものである。参加者は学習時には高天井条件と低天井条件で同等の空間表象を構築しているものの，想起時には低い天井が圧迫感を感じさせることで学習した空間とは別の，背景画像として提示されている空間を意識させることで競合し，先に学習した空間表象へのアクセスを妨げるというものである。逆に高天井条件においては，提示されている空間のサイズが大きくプレッシャーを感じさせにくいため，この競合は起こりにくいと考えられる。学習と想起は単に同じプロセスの順序を逆にしたものではなく，そこで用いられるコンポーネントが異なる[10]。そのため学習時の認知プロセスと想起時の認知プロセスに天井の高さが質的，あるいは量的に異なる影響を与えている可能性がある。したがって，これら 2 つの可能性を検討するためには，学習時のみ，あるいは想起時のみに天井の高さをプライミングする条件を用意する必要がある。

総合考察

本研究では，インターネット実験と実験室実験を通して，天井の高さが人の認知プロセスに与える影響について検討した。参加者間で実験実施環境により厳密な統制を加えた実験室実験(実験 2)では低い天井が収束的課題およびルートパースペクティブで書かれた空間記述文学習のスピードを促進した。その一方高い天井は低い天井に比べて，空間表象の正確な想起を促進した。

本研究の意義としては，先行研究[3]で検討された天井の高さが人の認知プロセスに与える影響を，より現実場面に即した課題で検討した点である。先行研究でのプライミング課題とは異なり，今回用いた拡散的・収束的課題は現実の様々な活動の一面を表しているといえる。したがって本研究で得られた知見は実際の空間デザインに用いることが可能である。またその中の人間の主観的な評定によって行われてきた空間の評価[2]と異なり，今回の研究の知見は認知課題に対する参加者の客観的なパフォーマンスを検討している。このことは建築空間のもつ顕在的な認知に限定されない影響を検討しただけではなく，それが実際の活動に及ぼす影響について言及したという点で価値がある

といえる。

以下に本研究での限界を述べる。第一に，本研究では実際の天井の高さを操作したのではなく，課題の背景画像に提示する部屋の天井の操作という間接的な操作方法を用いている。そのため今後の研究では実際に天井の高さを操作した実験室において同様の実験を行うことが必要であると考えられる。第二に，本研究では天井の高さを参加者間要因として実験を行っており，高天井条件に割り振られた参加者は低天井の画像を見ておらず，低天井条件に割り振られた参加者は高天井の画像を見ていない。そのため参加者は背景画像で呈示されている部屋の天井が相対的に高いのか低いのかを意識することなく課題に取り組んだ。このことは天井の高さによる効果がパフォーマンスに現れることを妨害している可能性があるため，天井の高さを参加者内要因にした実験を行う必要がある。第三に，空間記述文の考察で述べたように，学習と想起の両方を同一の環境内で行っているため，天井の高さが学習と想起のどちらかに影響するのか，それとも両方に影響するのかという点については疑問が残されている。日常生活では，例えば家や図書館で勉強して教室でテストを受けるように学習と想起を別の場所で行うことが必要になるケースが見受けられる。そのため今後の実験では学習と想起を異なる高さの天井の下で行うことで，認知プロセスのどの時点に天井の高さが影響を与えるのか検討することが必要になると考えられる。

引用文献

[1] Yildirim, K., Akalin-Baskaya, A., & Hidayetoglu, M. (2007). Effects of Indoor Color on Mood and Cognitive Performance. *Building and Environment*, **42**, pp. 3233–3240.

[2] 橋本都子, 倉斗綾子, 宗方淳, 佐藤将之, & 上野淳. (2007). 教室の空間計画と心理評価に関する考察-児童生徒アンケート調査による教室評価の分析-. 日本建築学会計画系論文集, pp. 57-64.

[3] Meyers-Levy, J., & Zhu, R., J. (2007). The Influence of Ceiling Height: The Effect of Priming on the Type of Processing That People Use. *Journal of Consumer Research*, **34**, pp. 174–186.

[4] Guilford, J. P. *The Nature of Human Intelligence*. (1967) McGraw-Hill

[5] Andonova, E., & Coventry, K. R. (2011). Priming Spatial Perspective. *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society*. pp. 423-428.

[6] Taylor, H. A., & Tversky, B. (1992). Spatial Mental Models Derived from Survey and Route Descriptions. *Journal of Memory and Language*, **292**, pp. 261–292.

[7] Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz. J. K. (1998) Measuring Individual Differences in Implicit Cognition: The Implicit Association Test. *Journal of Personality and Social Psychology,* **74**, pp. 1464-1480.

[8] 楠見　孝，栗田季佳，杉本匡史，石川敦雄，坂口武司，鍋谷めぐみ，西田　恵 (印刷中) 学習を促進する建築デザイン：認知課題と潜在連合テストによる評価方法の開発 Design シンポジウム 2012

[9] Pazzaglia, F., Meneghetti, C., De Beni, R., & Gyselinck, V. (2010). Working Memory Components in Survey and Route Spatial Text Processing. *Cognitive Processing*, **11**, pp. 359–69.

[10] Brunyé, T. T., & Taylor, H. A. (2008). Working Memory in Developing and Applying Mental Models from Spatial Descriptions. *Journal of Memory and Language*, **58**, pp. 701–729.

アトラクタニューラルネットワークモデルによるカテゴリー特異性の検討

An Investigation of the Category Specifiicity by the Attractor Neural Netowrk

浅川 伸一
Shin-ichi Asakawa

東京女子大学
Tokyo Woman's Christian University
asakawa@ieee.org

Abstract

The nature of semantic memory was focused in this study. The possibility for the attractor neural network to explain the double dissociation between animate and inanimate objects in neuropsychology was discussed. In spite of the simplicity of the model, this model can describe several symptoms of the deficits. This might be the one of the major advantages of this model. Although further discussions are still required, this model could account for the confusion matrix and the delay of the reaction times. The description of each items founded on the micro–feature might be useful to describe this symptoms.

Keywords — Semantic memory, Category Specificity, Attractor Neural Network, double–dissociation between animate and inanimate objects

1. 神経心理学におけるカテゴリー特異性

従来から([9, 6, 8, 10, 7]), 動物概念と非動物概念の二重乖離の症例が数多く報告されてきた。すなわち，動物を区別できない脳損傷患者で，非動物の概念は正常の範囲である患者がいる一方で，全く正反対に，動物の概念は保たれているにもかかわらず，非動物の概念，たとえば，道具であるとか，体の一部，屋外にある物品などの概念が崩壊している患者が存在する。

現在までに分かっていることを列挙すると以下のようになるだろう。

1. 動物に関する意味記憶は，機能的記憶が欠如していたとしても損傷されうる。
2. このことは，Farah と McClelland[3]，日本語の紹介については[11] のシミュレーションによって支持されている。
3. 機能的的な知識に問題がないにもかかわらず，動物に関する知識に障害を示す患者がいる[1]
4. このカテゴリー特異性から脳内での動物と非動物との処理の違いが導き出せるかもしれない。
5. 知覚的な，あるいは，機能的な，意味記憶は，脳内で別々に保持されている可能性が考えられる。それゆえ，限局した脳損傷はカテゴリー特異性を生じることが示唆される。
6. カテゴリー特異的な障害は，下側頭回の異なる部位に損傷が起こることによって生じると考えられている。

しかし，意味記憶の知覚的，機能的な側面の相違が動物—非動物の意味記憶の差異を生じる要因であったしても，脳内の情報，すなわち限局した脳損傷が本当にカテゴリー特異性を生じるのかを問うてみる価値はあると考える。意味記憶におけるカテゴリー特異的な障害は，カテゴリー内の構造と内容とが異なっていることを示しているように思われるからである。

従って，意味記憶の表象は，同一カテゴリー内で，各アイテムがどのように検索されるによって変化する。一般的に動物は意味的特徴を共有する形で脳内に保持されており，非動物は動物に比べて，より弁別特徴を持っているということができよう。特徴が共起する強度は，各特徴間の関係によって定まり，動物概念は非動物概念に比べて，高い特徴間相関を持つと考えて良いように思われる。

2. ニューラルネットワークによる表現

ニューラルネットワークを神経心理学的症状の理解のために役立てることを考える。すなわち，一旦学習が成立したニューラルネットワークに対して，部分的にコネクションやユニットを取り除くことにより，実際の脳損傷のシミュレーションを行い，患者のパフォーマンスと比較することによって，我々の脳内で起こっていることを類推しようとする試みである。

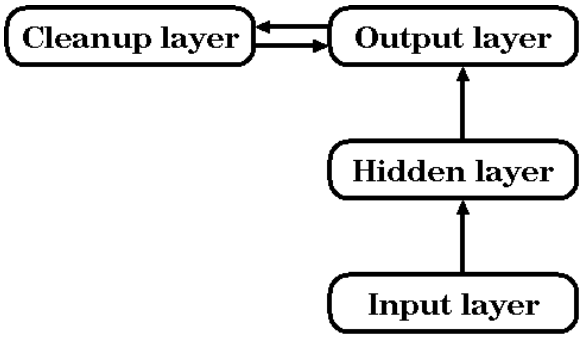


図 1 .アトラクタネットワーク[4]

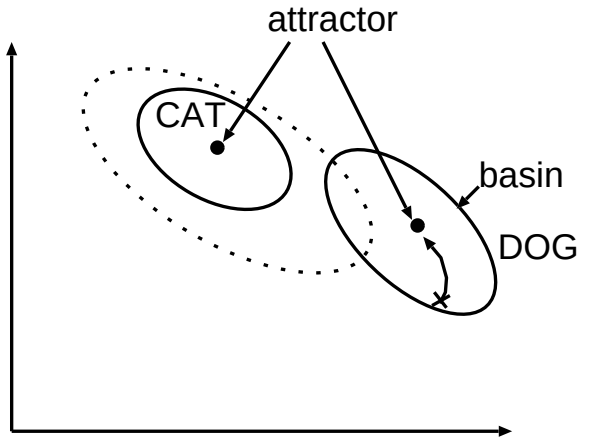


図 2 .アトラクタネットワークの流域

2.1 アトラクタネット

アトラクタネットワークはとは，図1にあるように，3 層のニューラルネットワークにに加えてクリーンナップ層と呼ばれる層が出力層と相互作用するように設計されている。情報は出力層とクリーンナップ層との間で何度か繰り返しやり取りされ，正解に達すると出力層から出力がなされて終わる。あるいは，繰り返しの上限に達して，それ以上進まなくなる。学習は適当な初期値から始めて，繰り返しの都度，勾配降下則が適用されて学習が進む。クリーンナップ層のユニット数には制限がない。出力層のユニット数は問題によって，決められていることが多いが，クリーンナップ層のユニットは，出力層のユニット数と同じでも良いし，もっと多くても良い。あるいは，少なくても，たった一つでも良い。出力層とクリーンナップ層との間の繰り返し数を正解に達するまでの反応時間と同一視することも可能であろう。その場合，繰り返しが多ければ時間がかかったことを意味する。一般には，中間層の数が適切であれば，アトラクタネットワークは，その特別な場合として 3 層パーセプトロンを含むことに注意されたい。アトラクタネットワークを意味記憶のモデルとして捉えるのなら，入力パターンを動物か非動物かを判断するような課題においては，正常な状態（健常者のそれを表すと考えられる）では，クリーンナップ層との相互作用を必要としないと考えられる。クリーンナップ層が使われるのは，もっぱら，システムのどこかに異常が起こった場合であると解釈可能であろう。

このような意味で，このネットワークはアトラクタを持つという。持っているアトラクタがポイントアトラクタだけであるか否かは，データの与え方にもよる。単なる分類課題であれば，ポイントアトラクタが形成させることとなる(図2)。アトラクタネットワークは，損傷が起こった場合，正解に至るための範囲が決まっている。この範囲（流域 basin）が，損傷よって変化し，正解に至ることができなかったり，正解に至ったとしても，繰り返し回数が増加する。これを反応時間の遅延と同一視できる(図2)などから，他のモデルにはないアドバンテージを持っているといえる。実際，アトラクタネットワークの処理能力は高い。図3に示したように，排他的論理和の拡張であるパリティ

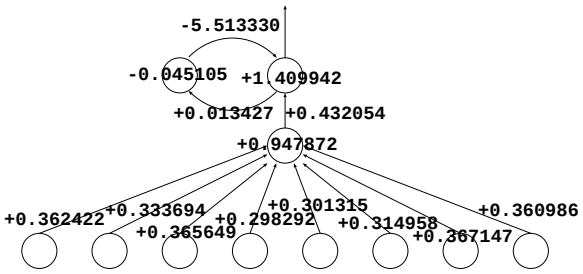


図 3 . 8 bits parity 問題を解くアトラクタネットワーク

問題（この場合 8 ビットパリティ）を，たった一つの中間層とたった一つのクリーンナップ層で解くことができる。このことは，排他的論理和を解くためには，最低 2 個の中間層素子が必要であった 3 層のパーセプトロン型のネットワークと比較して，アトラクタネットワークは本質的に異なるといえる。ここでは，アトラクタネットワークの持つ利点を生かして，神経心理学的データを説明できるのかを問うこととしたい。

3. ニューラルネットワークモデルによる検討

先述したとおり，神経心理学的データについての問題の一つは，カテゴリー効果，あるいはカテゴリー特異性である。Warrington らが1980年代に，カテゴリー特異的な症例を報告して以来，意味記

憶の構造について様々な意見やモデルが提案されてきたが，未だに解決したとは言いがたい。患者の課題成績を比較すると，意味記憶は，おおまかに，生物と非生物という2種類に分類されているらしい。先に述べたとおり，相互に排他的な二重乖離が観察されるからである。生物と非生物との概念の二重乖離によって，意味記憶の構造がどのように創発するのかが焦点である。おそらく，特定の意味記憶の知識は，脳内で分散して貯蔵されているのであろう。どのように分散していれば，上述のカテゴリー特異性が創発するのであろうか。本研究では，カテゴリー特異性障害を説明するための意味記憶表象として，生物–非生物，あるいは知覚的–機能的のような二分法に頼ることはしない。その変わり，個々のアイテムの弁別性と相関性に基づいてデータを表現した。このデータ表現方法は [2]のデータ表現を踏襲したものである。このようにして表現されたデータに対して，[5]に基づき，以下のような特徴を持たせた。すなわち，

1. 特徴の特殊性:意味表象は，同一カテゴリー内の他の表象から，いかに検索されるかにおいて，さまざまに変動する。一般に生物は，より共有される意味特徴を持ち，人工物と比べてより少ない弁別特徴を持つ。
2. 相関関係:共起する特徴は，相互活性化によって相互に強化される。生物概念は，人工物概念より高い相関のある特徴が多い。

Tyler らの用いた刺激の相関係数行列を視覚化したものを図4に示す。図から読み取れるように，人

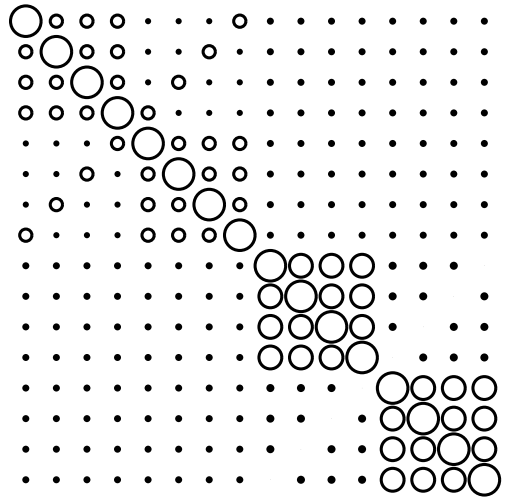


図 4 Tyler らの刺激の相関係数行列。正の相関を白丸で，負の相関を黒丸で示した。相関係数の大きさは，丸の大きさで表してある。図中の左上が人工物，右下が生物概念である。

工物（図中左上）ではカテゴリー内の相関係数は，生物概念（図中右下）よりも小さい。Tyler らは，恒等写像，すなわち入力層に提示される入力パターンを出力層で正確に再現できることをもって，概念を獲得したと定義している。

3.1 実験条件

しかし，これ以外にも正当パターンが考えられる。すなわち，

1. 生物パターンか，非生物パターンかを 1, 0 で表現した場合。この場合 16 行 2 列の行列となる。これを category 条件とする。
2. Unitary 条件。恒等写像であり，入力層のパターンと同じパターンを学習する。入力行列とターゲット行列とは，16 行 24 列の行列となる。
3. identical 条件。データのそれぞれを同定させるもの。合 16 行 16 列のデータ行列で対角要素がすべて 1 の単位行列となる。

いずれのパターンもそれなりの意味を持つ。category 条件では，個々の概念の上位概念を学習させるものであり，Unitary 条件は，それぞれのメンバーを正確に同定することを求めるものである。また，identical 条件は，各アイテムをそれぞれ同定することを意味すると考えられよう。

ここでは，中間層のユニット数を 10，クリーンアップ層のユニット数を 1，出力層とクリーンアップ層の間での繰り返しの上限を 20 とした。学習は誤差伝播学習法に従い学習係数を 0.01 とした。各結合係数の初期値は –0.1 から 0.1 までの一様乱数とした。学習の成立条件は，個々のパターンの二乗誤差がすべて 0.05 以下になったこともって学習成立とした。図5 は，アトラクタネットに Tyler et.al.の刺激を学習させた場合の学習成立までの繰り返し数の平均である。ここでは，平均自乗誤差が 0.05 以下になることをもって収束とみなすことをせず，各項目毎の自乗誤差がすべて 0.05 以下となることを学習成立の基準とした。なぜなら，各項目が，それぞれの意味概念に相当すると考えるのならば，平均して正解基準に達することの意味が曖昧だからである。それよりも，すべての概念をすべて体得したことを持って学習成立とした方が現実に近いと考える。

学習の容易さから見ると，動物と非動物とに分けるカテゴリー条件が最も簡単で，その次に unitary 条件, 最後に identical 条件となる。このことは逆に，カテゴリー内での混同が起こりやすいことをも意味しているように思われる。

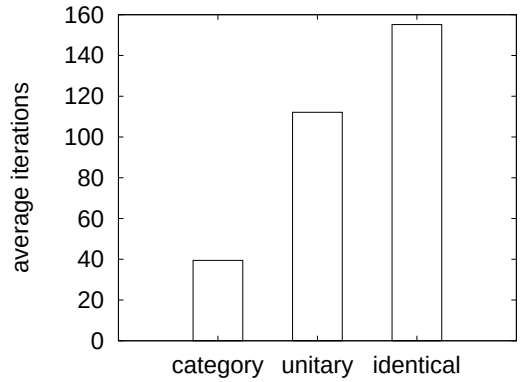


図 5 学習が成立するまでの平均繰り返し数。各学習項目の 2 乗誤差が0.05 以下になることをもって，学習が成立したとみなした。

3.2 破壊実験

次に任意の中間層ユニットを取り除いて成績を観察した。中間層を1,2,3 個取り除いても，学習能力に優れるこのネットワークは，すぐに再学習してしまう。脳損傷とは，ニューロンが損傷を受けて動作しなくなるだけではなく，再学習不能な事態に陥ってしまったことを指すのであろう。このことを表現するために，中間層のユニットを取り除くだけでなく，中間層から出力層への結合強度を固定して，再学習を行わせた。その結果，どの条件においても，損傷によって，一旦低下した成績は回復することなく学習回数の上限値に達する場合が多かかった。このときの中間層とクリーンナップ層のユニット間での項目間の相関係数を図6に示す。図4と比較すると，図から明らかなとおり，項目間の相関係数が高くなっている。このことは，混同が起きやすくなっていると解釈でき，それ故，損傷を受けたネットワークは各項目を混同しやすくなっているということができよう。

次に，クリーンナップ層のユニット数を2にして，学習させた後，1つの除去した場合のパフォーマンスを示す。それぞれ初期値を変えて実行した結果を示す。

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
0 1 2 3 4 5 6 7 (5) 9 (5) 11 (5) (5) (5) (5)
0 1 2 3 4 5 6 7 (7) (7) (7) (7) 12 (7) (7) 15
0 1 2 3 4 5 6 7 (6) (6) (6) (6) (6) (6) (6) (6)
0 1 2 3 4 5 6 7 (1) (1) (1) (1) (1) (1) 14 (1)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
0 1 2 3 4 5 6 7 (1) (1) 10 (1) (1) 13 (1) (1)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 (1) 10 11 (1) (1) (1) (1)
0 1 2 3 4 5 6 7 (4) (4) (4) 11 12 (4) 14 15
0 1 2 3 4 5 6 7 (7) 9 10 11 (7) (7) (7) (7)

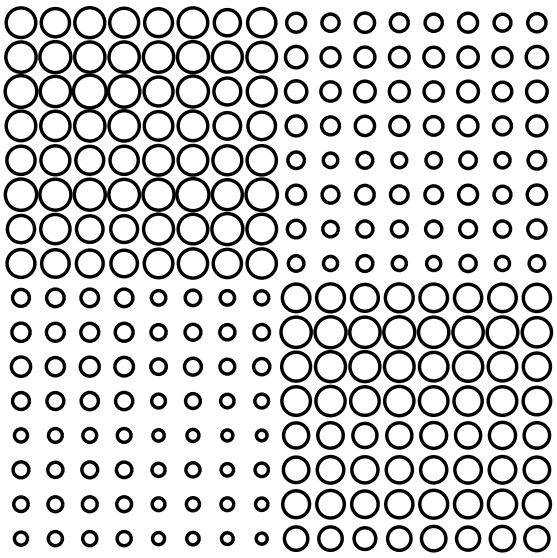


図 6 損傷を受けたネットワークの再学習後の中間層とクリーンナップ層のユニットによる学習項目間の相関係数行列を視覚化したもの。カテゴリー条件で，10個の中間層ユニット，1個のクリーンナップ層ユニットで学習させた後，中間層のユニットを3つ除去して再学習させた後の各項目間の相関行列。図4との比較されたい

0 から 7 までが非動物，8 から 15 までが動物概念である。カッコつきの数字は出力層とクリーンナップ層との繰り返しの上限 20 回でも，収束基準である自乗誤差 0.05 に達しなかったことを示している。収束基準には達してないものの，もっとも当てはまる項目を表示してある。これを見ると損傷によりアトラクタの流域が変化し，それによって他の項目と混同が起こっているのではないかという可能性が指摘できる。動物概念に比べて，個々の相関係数が小さい非動物概念は，全く誤らなかった。

このときの出力層とクリーンナップ層との間の繰り返し数を見てみると，

0 0 0 0 0 0 0 0 2 2 2 2 1 2 2 2
2 0 0 0 0 0 0 0 (20) 2 (20) 2 (20) (20) (20) (20)
0 0 0 0 0 0 0 0 (20) (20) (20) (20) 2 (20) (20) 2
0 0 0 0 0 0 0 0 (20) (20) (20) (20) (20) (20) (20) (20)
0 0 0 0 0 0 0 0 (20) (20) (20) (20) (20) (20) 3 (20)
0 0 0 0 0 0 0 0 2 2 2 2 2 3 2 2 2
0 0 0 0 0 0 0 0 (20) (20) 2 (20) (20) 2 (20) (20)
0 0 0 0 0 0 0 0 2 (20) 2 3 (20) (20) (20) (20)
0 0 0 0 0 0 0 0 (20) (20) (20) 2 2 (20) 2 3
0 0 0 0 0 0 0 0 (20) 2 2 2 (20) (20) (20) (20)

となって，やはり動物概念の方が繰り返し数が

増えていることがわかる。繰り返し数と反応時間とを同一視できると考えるのであれば，アトラクタネットワークはカテゴリー特異性を説明するモデルと考えることができると言えよう。

誤り方の性質の分析としては，Tyler のデータが各項目間であまりにも近すぎ，一箇所を破壊されてしまうと，まったく同じ項目に誤るようになると考えられる。実際，Tyler のデータを多次元尺度構成法によって2次元までの解を求めると，以下のようになった。

-0.000000 -0.968246
-0.000000 -0.968246
-0.000000 -0.968246
-0.000000 -0.968246
-0.000000 -0.968246
-0.000000 -0.968246
-0.000000 -0.968246
-0.000000 -0.968246
-1.414214 0.968246
-1.414214 0.968246
-1.414214 0.968246
-1.414214 0.968246
1.414214 0.968246
1.414214 0.968246
1.414214 0.968246
1.414214 0.968246

上 8 行が非動物概念の座標値，下 8 行が動物概念の座標値である。すなわち，非動物に関しては 2 次元までの解では判別不能なのである。従って，ある項目に近い項目があった場合，その項目は，他の多数の項目の最近解である可能性が高い。このように考えれば，カテゴリー内エラーばかりが起こる訳ではなく，カテゴリーを飛び越えてしまう誤りを説明できるように思われる。これは，データの与え方をより現実に近いように変更すれば，実現できるかもしれない。

4. 考察

モデルの単純さにもかかわらず，アトラクタニューラルネットワークモデルは，神経心理学におけるカテゴリー特異性の症状を記述できる。このことは，このモデルの大きな特徴であろう。動物–非動物概念の二重乖離をより詳細に記述できる可能性さえ残されていると考える。しかしながら，この二重乖離を説明するためには，さらなる検討が必要である。ここでは，記憶表象の二分法的な分類を採用せず，各項目を記述する特徴間の相関行列を用いて説明を試みた。すなわち，このように記述することで，予め生物–非生物の概念を分類した脳内器官を持って生まれてくるというような前提を設けるようなことをせずに済む。むしろ，経験により動物概念と非動物概念とが分離されると考えるべき根拠となっていると考えられる。そして，このようにして創発した意味記憶が損傷を受けるとカテゴリー特異的な障害を生じると考えることができるように思われる。

参考文献

[1] A. Caramazza and J.R. Shelton. Domain specific knowledge system in the brain: The animate–inanimate distinction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(1):1–34, 1998.

[2] J.T. Devlin, L.M. Gonnerman, E.S. Andersen, and M.S. Seidenberg. Category-specific semantic deficits in focal and widespred brain damage: A computational account. *journal of cognitive neuroscience*, 10(1):77–94, 1998.

[3] Martha J. Farah and James L. McClelland. A computational model of semantic memory impairment: Modality specificity and emergent category specificity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120(4):339–357, 1991.

[4] Gregory E. Hinton and Tim Shallice. Lesioning an attractor network: Investigations of acquired dyslexia. *Psychological Review*, 98(1):74–95, 1991.

[5] L.K. Tyler, H.E. Moss, M.R. Durrant-Peatfield, and J.P. Levy. Conceptual structure and the structure of concepts: A distributed account of category-specific deficits. *Brain and Language*, 75:195–231, 2000.

[6] E.K. Warrington and R. McCarthy. Category specific access dysphasia. *Brain*, 106:859–878, 1983.

[7] E.K. Warrington and R. McCarthy. Multiple meaning systems in the brain: A case for visual semantics. *Neuropsychologica*, 32:1465–1473, 1994.

[8] E.K. Warrington and T. Shallice. Category-specific semantic impairment. *Brain*, 107:829–854, 1984.

[9] Elizabeth K. Warrington. Neuropsychological studies of verbal semantic systems. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 295:411–423, 1981.

[10] Elizabeth K. Warrington and R.A. McCarthy. Categories of knowledge further fracitonations and an attempted integration. *Brain*, 110:1273–1296, 1987.

[11] 浅川伸一. 脳損傷とニューラルネットワークモデル — 神経心理学への適用例 —. In 守一雄, 都築誉史, and 楠見孝, editors, **コネクショニストモデルと心理学**, chapter 5, pages 51–66. 北大路書房, 2001.

音読の変化と黙読の発生からみる読書行為 -読書時の忘我に注目した発達過程と歴史的変遷の考察

Concerning reading aloud and silent reading -consideration of developing processes and historical transformation with taking note of self-oblivion on reading

布山美慕†
Miho Fuyama

† 大阪大学
Osaka University
miho02@sj9.so-net.ne.jp

Abstract

The purpose of this study is to investigate the developing process and historical transformation on reading by interdisciplinary approach. The author focuses on the process of changing how to read: Reading aloud and silent reading, and on enthusiasm states such as self-oblivion and absorption. The results of consideration, the developing process and historical transformation on reading are schematized.

Keywords — reading aloud（音読）, silent reading（黙読）, self-oblivion（忘我）, absorption（没入、没頭）

1. はじめに

読書についての研究は多様な分野で行われてきた。例えば、歴史的研究、社会的研究、さらに文献学、テキスト論、認知科学、認知心理学、による読書研究である。それらの研究対象、方法、興味関心は様々であり、それぞれの研究を対応させることは少なく、またそれを求められることも少なかった。

しかしながら、異分野の研究成果には、対応させて考えることが出来る内容も多く、総合的な見直しをすることで、これまで十分な理解が困難だった事象を扱いうる可能性がある。

本研究では特に、音読から黙読への読書方法の変遷時に注目する。さらに、読書能力の発達と、読書への没入や没頭、忘我といった熱中状態を軸にして、分野横断的な考察を試みる。音読から黙読への読書方法の変遷に注目したのは、読書方法の変化が起こる際に読書行為の特徴が明瞭になると考えたためである。また、没入や没頭、忘我など、読書への熱中を軸にしたのは、読書行為の状態や読書対象との関係が、このような熱中状態に顕著に現れると考えたからである。

具体的な考察は、歴史的事例研究から特徴的な一事例を取り上げ、それに関係する異分野の研究成果を整理・比較して行う。歴史的事例研究に対して取り上げる他の研究分野は、読む能力の発達過程の研究、音読時・黙読時の読解過程の研究、物語への没入・没頭についての研究である。

さらに、多分野の研究を扱うにあたって、下記二つの仮説を検証する。具体的な仮説検証を行うことで、多分野にわたる考察において問題意識を明確に議論できると考えた。

- 仮説1：熱中や忘我にも種類があり、それらは音読や黙読という読書方法の変化に対応している。
- 仮説2：読書方法、その読書方法に使用される人の能力、熱中状態、読書方法の変化を引き起こす人々の意識変化、の4者には相互に関係があり、図式化できる。

2. 音読と黙読に関連する先行研究

2.1 音読と黙読の種類

歴史的事例研究とそれに対応させる研究を取り扱う前に、音読と黙読を以下のようにさらに分類した。音読・黙読は、実際には多様な種類の読書を含んでおり、下記のように分類することで、多分野間の研究での対応と比較が容易となると考えた。分類は、今回取り上げる先行研究、および黒田(2011)[1]を参考に行った。特に黙読に関しては、自分が読書をするときに、頭の中で文章を読み上げる声が聞こえるか否かで分類し、これは、あとで取り上げる内的音韻化の有無に関係していると考える[2][3]。

音読の種類

1. 他の人が読むのを聞く『聞く音読』
2. 自分が自分に読む『読む音読』
3. 自分が他の人に読む『朗読』

黙読の種類

1. 頭の中で『声の聞こえる黙読』
2. 頭の中で『声の聞こえない黙読』

例外はあるものの、音読と黙読の各段階、どちらも読書能力としては、上記の分類で下に行くほど高度であると仮定した。今回の考察に関わるのは、このうちの『聞く音読』『読む音読』『声の聞こえる黙読』である。

2.2 歴史的事例研究

まず、本研究で他研究を用いての検討対象とした歴史的事例研究を説明する。

歴史的研究として、黙読がいつ、どのような状況で生まれたか、について、様々な時代と場所に対して考察がされてきた。

ヨーロッパでは、初期の黙読事例としてアウグスティヌスの『告白』のなかの記述や、黙読の発生として中世の修道院における写字生が必要に迫られて行ったとする論が有名である[4][5]。併せて、「連続記法」と呼ばれる切れ目のない記述方法から、現在行われているような単語ごとに切れ目をいれる「わかちがき」の発明が黙読へと変化する技術的転換点であると論じられている[4][5]。

日本の黙読の発生については、前田愛『近代読者の成立』(2001)[6]や辻本雅史『「学び」の復権』(2012)[7]、永嶺重敏『＜読書国民＞の誕生』(2004)[8]などで論じられている。主に、明治期前後、いくつかの思想と方法で黙読が発生したとされる。例えば、『「学び」の復権』では、素読が音読ではなく、中国語の意味をそのまま理解するために黙読を推奨する例であるとか、『＜読書国民＞の誕生』では、黙読が可能な人と不可能な人のいさかいなどが過渡期の出来事として取り上げられている。

本研究では、このような多様な歴史事例の研究から、アルカイック期と古典期のギリシャにおける黙読の発生を論じた、ジェスペル・スヴェンブロ『アルカイック期と古典期のギリシャ』[5](以下A論文)を取り上げる。この研究を取り上げる理由は、黙読の発生理由を単に「必要性から」「技術的可能性から」とせず、人々の意識変化と音読から黙読への変化の関係を詳細に論じており、歴史的・社会的研究に留まらず、今回考察する異分野の読書研究との関連が深いと考えられるからである。

A論文で、音読の変化と黙読の発生がどのように論じられているか、整理すると以下のようになる。

1. アルカイック期と古典期のギリシャでは、音読が基本であった。さらに、「読むこと」は苦役であり、書き手の道具になり、自由を失い、自分を文章の再生装置として明け渡す、いやしいことと考えられていた。そのため、奴隷などに読ませて聞く、『聞く音読』が行われていた。
2. 次第に、文字は自ら声をあげるもの、文章は再生装置を内包するものと考えられるようになり、「読むこと」＝「支配されること」という認識が無くなった。そして、読むことへの抵抗感が薄らぎ、自ら音読するようになった。
3. この意識変化は普及していた劇に由来する。劇では、役者が自ら声を上げて演じ、観客はそれを苦労せず受容すればよい。さらに、現実とフィクションが、舞台と観客席という形で明確に分離されている。読書行為が、この観劇行為に対応して考えられるようになった。
4. 次の段階として、書かれた物の精神世界への内面化が行われた。即ち、読者の心の中で読書行為が行われるようになった。対応して「心に刻む」という比喩も用いられる。加えて、歴史家などの専門家に、多量の読書の必要が生じ、黙読が発生した。
5. しかし、この黙読は、口承文芸の音を重んじる伝統から、『声の聞こえる黙読』であった。更に、この『音』の重要性が堅固だったため、一部の専門家以外に黙読が広がることはなかった。

A論文でのこれらの考察は、碑文に使われている「読む」という動詞や、劇の記録・台本など、当時の資料を用いて行われている。

この事例のポイントは、初期段階の読書行為は、自分で自由に思考することができないほど苦労する行為であり、そのため、自分を作者に明け渡すいやしい行為と見なされていたということである。この認識が、自分の思考や感情を保ったまま読書できるようになるにつれて変化していく。これは、次にみる読字能力の発達と対応していると考えられる。

また、黙読の段階で、書かれた物が内面化されている。読書内容への熱中、没入や没頭、忘我はこの内面化に関わる。つまり、理解が容易になり、それが現実とは切れていることを前提として初めて、書かれた物の内面化が明に受け入れられ、そのプロセスに忘我や没入、没頭が関係する。しかしながら、自分を失うことが嫌われているため、忘我状態は多くの場合忌避されていたと想定され、作者との仮想的な対話への没入や没頭の可能

性が高い。

A論文の不足点や問題点は、各段階の読書に必要な能力、各段階の読書状態、次の段階の読書に移行する必然性など、いくつかの点で曖昧さが残ることである。次節から、これらの点を補いうると考える関連異分野の研究を整理する。

2.3 読む能力の発達過程

2.2.に上げた歴史的研究と対応させることができる、読む能力の発達過程について、ディスレクシアに注目して書かれたメアリアン・ウルフの『プルーストとイカ』(2008)[9]では次のようにまとめられている。

1. 文字を読めない段階
2. 読字初心者の段階
   - 音韻・音素の認識の発達
   - 意味の理解
   - 文脈の把握
   - 意味の多義性への理解
3. ”解読に取り組んでいる読み手”の段階
   - ”解読”から、”流暢な読み”の段階へ
   - 考える時間の確保
   - 感情を伴う読解
4. 熟達した読み手の段階
   - ”流暢な解読者”から”戦略的な読み手”へ

大きくまとめると、単語の認識、逐次読みの段階から、文章解読の段階へ、そして「読み」の自動化に伴って考える時間や感情の確保が可能になり、その後は予め読解方略を持って読む戦略的な読み手へと成長して行く。特に、思考を伴う読書に移行する頃、黙読が発生しており、このことは次の注意資源の研究とも合致する。

上記は個人の読字能力の学習・発達過程を示したものだが、先の歴史的な読書行為の変遷とも重なる部分がある。このことは、個人の発達と集団の読書の発達過程が同一だということではなく、個人の読字能力の学習・発達の最終段階が歴史的に進展してきたと考えることができる。読字能力の学習・発達の最終段階を決定していたものは、先の歴史的事例からは、人々の読書に対する意識や必要性であったと類推される。他にも、この個人の発達段階は、例えば、意味の理解に手間取り、考える時間を確保できない能力の個人が集まる集団において、読書がどのような文化的事象となりうるかという考察を可能とする。

2.4 音読時・黙読時の読解過程の研究

音読と黙読の読解過程の違いについて、理解程度、注意資源、音韻化、構音運動などについての多くの先行研究が行われてきた。ここでは、2.2の歴史的事例に関係すると思われる研究をピックアップする。

2.4.1 音韻変換と注意資源

これまで、読字モデルとして、ロゴジェンモデルやトライアングル・モデルなど、種々のモデルが提唱されているが、音韻変換に注目し簡略化した音読と黙読のモデルとして、高橋麻衣子『文理解における黙読と音読の認知過程ー注意資源と音韻変換の役割に注目してー』(2007)[2]で仮定された認知過程がある（図1)。図１のような音読と黙読のモデルで興味深い点は、黙読の経路における、音韻表象を経ずに意味表象（命題表象）に至る経路(黙読②)の存在である。高橋の研究では、黙読と音読における音韻変換と文理解の関係、および注意資源の差を、構音運動の抑制とタッピング課題によって実験的に調べている。具体的には、黙読時の構音運動の抑制によって文理解が妨げられる読み手を音韻変換あり群とし、それ以外を音韻変換無し群とわけ、それぞれの音読時・黙読時の文理解をタッピング課題有り無しで実験している。

この実験の結果では、1.黙読時は音韻変換あり群の方が無し群よりも文理解度が高い、2.音韻変換あり群は黙読の方が音読よりも文理解が高い、となった。しかし、類似の研究結果との整合性や実験過程の二重課題などのため、結論は検証が必要であるとして留保されている。

関連の研究結果として興味深いものは、文章記憶に関わる研究である。森敏昭『文章記憶に及ぼす黙読と音読の効果』(1980)[10]では、読解成績は黙読と音読に顕著な差が無いが、記憶に関しては、音読は一時的な文章の逐語的な記憶、黙読はより長期的な文章内容の体制化した記憶に対して有効であるとしている。つまり、音読は具体的で逐語的な読解過程であるが、黙読はより抽象化された内容理解を伴うと考えられる。

高橋の実験に戻ると、 3.音読時のタッピング課題では文理解度に影響は無かったが、黙読時のタッピング課題は文理解度を低下させた、という結果が出ている。この結果は、黙読での読解成績は読み手に利用可能な注意資源の量に依存するが、音読においては読み手に利用可能な注意資源の量に関わらず一定の読解成績を保つという仮説を支持するものであるという。解釈としては、音読では、

単語への注意と発声に強制的に注意資源を割り振ることになるが、黙読では、読み手自身が注意資源の割り振りをコントロールすることになり、これがタッピング課題による注意資源の減少よって阻害されたとされている。また、割り振りの複雑化による阻害も考えられるだろう。

以上から、留保があるとはいえ、次の点への言及が、歴史的事例研究に関係して重要であると考えられる。

1.音韻表象有り無しの二種類の黙読があること。

2.音読時は単語認識や発声に注意資源を必要とするが、強制的に注意資源を確保することができること。一方黙読は注意資源の配分など、さらに別の読書テクニックが必要となること。

つまり、理解程度と読みの方法についての関係は留保であるが、黙読に二種類あり、音読よりも黙読の方が高度な読書能力である。また、音読が具体的理解と逐次的記憶に有利なのに対し、黙読は抽象的理解と体制化された記憶に有効な傾向があるといえる。

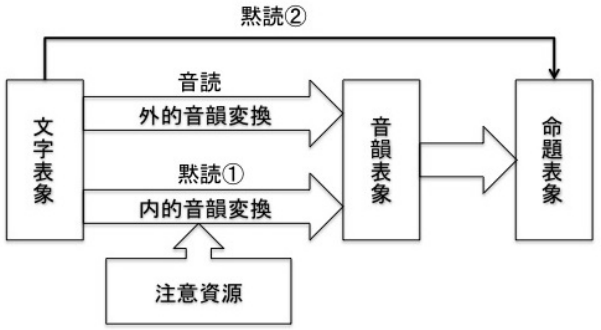


図 1 高橋麻衣子『黙読と音読による文理解の違い』[2]より

2.4.2 黙読における聴覚言語イメージの個人差

さらに、黙読において音韻化有りの経路を間接的な経路とし(図1の黙読①)、音韻化なしの経路を直接的な経路（図1の黙読②）として、黙読時に間接的な経路を経る人と直接的な経路を経る人とで、黙読の速度や理解程度を比較した研究が、井上智義『黙読における聴覚言語イメージの個人差』(1984)[3]である。井上はまず同音異義語を用いた実験で、間接経路を用いる群(P群)と直接経路を用いる群(V群)を分けた。その後800字程度のテキストを刺激材料に、音読、黙読、速読させて、読書中の眼球運動を測定し、一停留当たりの平均文字数や読書速度、平均停留時間を求めた。そして、これらの値をP群とV群で比較した。

結果、間接経路を用いるP群では、黙読時に音読に近い測定結果を示し、聴覚言語イメージを伴って読んでいることが示唆された。一方、直接経路を用いるV群では、黙読時はむしろ速読に近い結果であり、早い処理を効果的に用いて、意味を取りながら読んでいると考えられた。

この研究でも、黙読に二種類あることが仮定･検証されている。間接経路と直接経路は高橋の研究での音韻変換の有無に対応し、両者の研究結果は併せて理解することができる。注意資源に注目すれば、その割り振りを熟達させた読み手の場合、黙読の方が音読よりも効率的な読みとなり、そのことが、黙読の速読化に繋がっているのではないだろうか。

2.4.3 節まとめ

2.4節における以上の研究を合わせると、音読と黙読の特徴を次のようにまとめることができる。

- 音読...読書行為に強制的に注意資源を割り振ることができ、初学者向けの読書方法。しかし、黙読よりも非効率な注意資源の使用となる可能性があり、具体的理解と比較的短期の逐次的記憶となる。
- 音韻化有りの黙読（『声の聞こえる黙読』）...音読に近い黙読。音韻化を行うことで、強制的な注意資源の確保がある程度行われるが、発声を伴わない分、高度で効率的な読書となっている。
- 音韻化無しの黙読（『声の聞こえない黙読』）...速読に近い黙読。音韻化を行わないことで、注意資源の効率的な割り振りが一層要求される高度な読書。その代わり、効率的で抽象的な理解と、比較的長期の体制化された記憶が可能になる。

2.5 物語への没入・没頭についての研究

歴史的事例から考えて、音読と黙読で異なるのは、内容の合理的理解だけではなく、感情過程や内容への没入、没頭、忘我など熱中状態を含む。何故なら、読むことの忌避や観劇行為とのアナロジー、書かれた物の内面化など、多様な読書中の意識が関係し、これらは内容理解の観点からでは説明できないからである。読んでいるときにどのような状態であるかということが、読書行為をどのようなものと捉えるか、さらにはどうして読書をしたいのかという動機に関係し、それが音読と黙読という読書行為ごとに異なると考えられる。

これに関連する認知や心理学の研究として、物語への没入や没頭を扱った研究がある。ここではその一つである、小山内秀和『物語理解に伴う主観的体験を測定する尺度』(2011)[11]を取り上げる。

この研究では、文学作品への態度、反応、思考についての個人差を測定する、文学反応質問紙(LRQ : Literary Response Quesionnaire)の日本版(LRQ-J)の作成を行っている。その過程で、どのような質問項目が採用され、どのような因子分析が行われたのか、そしてそれら因子間の関係や、他尺度との関係をどのように考察しているのか、それらを確認することで物語体験にどのような要素があるのか考察することができる。そして、それらの要素が、音読と黙読、どちらに関係が深いのか考える。

もともとのLRQはMilaa & Kuiken(1995)によって作成され68項目からなっているが、日本版のLRQ-Jはそれを日本向けに改訂し、37項目の尺度になっている。この尺度は次の5因子に因子分析されている。

- 第1因子 ”物語世界への没入”：物語情景の鮮明なイメージ化や登場人物との同一化あるいは共感を示す9項目
- 第2因子 ”読書への没頭”：現実から離れて読書にのめりこむ体験や読書への傾倒を示す7項目
- 第3因子 ”作者への関心”：作者の持つ関心、意図、その文体などに興味を持つ傾向を示す7項目
- 第4因子 ”現実の理解”：物語での出来事や主人公などから自己や現実世界への洞察を深める側面を示す7項目
- 第5因子 ”ストーリー指向”：ストーリーの面白さ、展開にみられる動きなどが読解の動機づけとなる傾向を示す7項目

例えば、第1因子の項目は『物語を読んでいると、それが本当に目の前にあるもののように感じられることが時々ある』、第2因子の項目は『私は、普段の仕事を忘れてしまうくらいに小説に没頭するのが好きだ』などである。

37項目が下位尺度間で相関があったとはいえ、5因子に因子分析されたことは、この5因子が分けられること、特に、没入と没頭が分けられることを示した点で興味深い。

更に、関連が指摘されている他尺度と、作成したLRQ-Jの関連を調べている。他尺度としては、空想傾向を測定する尺度であるCreative Experience Questionnaire(CEQ)、ファンタジーや感覚体験、宗教体験などさまざまな想像活動への関与を測定する尺度であるImaginative Involvement Inventory(III)、7つの感覚モダリティにおけるイメージの鮮明性を測定する尺度であるQuestionnaire upon Mental Imagery(QMI)、ストレス状況下における自我の制御を測定する尺度であるCalifornia Adult Q-set 版 Ego-Resiliency(CAQ版ER)を取り上げている。

これら他尺度との関係の結果は、まずCEQとIIIはLRQ-Jの殆どの因子と相関が見られている。さらに、CEQでは第1因子”物語世界への没入”に比べて第2因子”読書への没頭”が相対的に低い相関となっているのに対して、IIIはどちらも中程度の相関となっている。この違いは、没入と没頭の違いが現れていると解釈されている。

このように区別された没入と没頭の違いを、音読と黙読という行為に関係させて考察すると、音読では、発声を伴うため、読書の能動的行為の側面が強調されていると考えられる。つまり、詩の朗誦と同様、その音の響き、声を出すという行為自体への没頭である。一方で黙読にはそのようなパフォーマンス的な能動的行為は存在せず、没頭は内向きとなる。従って、音読の方が内容よりも行為に対する没頭傾向が強いと考えられる。それは前節で見たように、構音運動に強制的に注意資源を必要とすることからも裏付けられる。よって、例えば、『読む音読』『声の聞こえる黙読』『声の聞こえない黙読』をしているそれぞれの読み手に、このLRQ-Jを試せば、何らかの相関が見られる可能性があるだろう。

その他の尺度、QMIとは全ての因子で有意な相関を示し、ER尺度とは弱い相関を示していた。これらの項目も物語理解に深い関係があることが示されている。

LRQ-Jは読書対象を物語に限定しているとはいえ、読書時の状態要素として、想定できる因子を示したものである。文化的背景が異なるA論文の読書にそのまま適用することは難しいが、前述の他の研究と併せて参考とすることができる。

3. 歴史的事例先行研究の捉え直し

歴史的事例研究を、2.3〜2.5で検討した他分野の研究成果から捉え直す。いくつかの節で既に言及した部分があるが、ここで改めて検討する。

まず、読む能力の発達をまとめた内容からは、発達に伴い、一文字一文字の認識から、単語、意味、文、文章、の理解へと進み、さらにその内容を自分で思考し、感情を持つという段階に進んでいくことがわかる。これは、文字の認識に注意資

源が多く必要となる段階から、次第に自動化が進み、読解に必要な注意資源が減少し、その分思考や感情過程へと注意資源が使用されることを示していると考えられる。

一方、音読と黙読の注意資源を比較した研究から、音読では注意資源が構音運動とも関係して、強制的に一定程度確保されることが想定されている。

以上を併せて考えると、音読で読解に確保されていた分の注意資源が、黙読では思考や感情過程に割り振られる可能性がある。音読と黙読の理解程度の実験で、整合性のある結果とならなかったことは、このような思考や感情過程を考えにいれていないことが原因の一つと考えられる。音読でも、思考や感情過程は発生しているが、注意資源が有限であるとすれば、思考や感情過程に向けられる注意資源は音読では減少しているだろう。

A論文に戻り、各読書の段階を考える。

はじめ『聞く音読』の段階では、書かれた物を読むことは、書かれた物に支配され、自らの自由を失うことであった。これは、読書に熟達していないために、自らの思考や感情過程に注意資源を振り分けることが出来ず、読解過程に留まる状態であることを示していると考えることができる。そのため、自由に思考し感情を持つために、読解を奴隷など他人に任せ、いわば読解過程を外部化している。

次の段階として、文字が自らしゃべりだし、自分で音読をするようになるという『読む音読』の段階があった。この段階は、読書能力が発達し、その為に音読を行いながら、ある程度思考や感情を抱くことができる段階であると考えられる。構音・発声を行い、注意資源を読書に強制的に振り分けながら、読んでいる。

さらに、『声の聞こえる黙読』の段階となる。この段階は、音韻変換有りの間接経路を経る黙読に対応し、読書の速度が早くなり、読解の自動化が進み、思考や感情過程に振り向けられる注意資源が音読時よりも増えた段階であると考えられる。書かれた物の内面化が起こったのも、黙読が音読よりも抽象的理解を促す読書方法であったことが一因だと考えられる。

一方、それぞれの段階の読書における熱中について考えると、『聞く音読』の段階では、内容への深いコミットメントは、作者への同一化として忌避されたと考えられ、熱中するとしても、多くは一緒に聞いている現実の人間との議論であったと予想できる。

次の『読む音読』の段階では、読解を行うことの負荷がまだ大きく、構音や発声への没頭が起こっていたと考えられる。また、観劇が一つの読書行為のモデルであったが、観劇自体が年に数回の行事であったため、この代替として劇を読むこともされていた[12]。よって、このような『劇』を読む時、人々はまさに劇を見るようなつもりで読んでいたと予想できる。これは、LRQ-Jの中の、第1因子『物語世界への没入』の質問項目、「物語を読んでいると、それが本当に目の前にあるもののように感じられることが時々ある」や「小説の中の会話が、まるで実際の会話を聞いているように聞こえることがしばしばある」などに該当する可能性があっただろう。よって、没入体験に近い状態があったと予想できる。

最後の『声の聞こえる黙読』の段階では、この没入に加えて、書かれた物の精神世界への内面化が指摘されている。それまで、自分とは切れた劇場＝外部の出来事として、書かれた物を経験していた人々が、自らの内面に、書かれた物を取り込んでいくということは、内容への没入のみならず、自分と書かれた物の境目が少しだけ緩くなり、忘我に繋がる可能性を示唆する。

4. 仮説の検討

はじめに立てた仮説を検討する。

仮説1.熱中や忘我にも種類があり、それらは音読や黙読という読書方法の変化に対応している。

検証結果：今回の考察では、具体的に仮説1を検証することができなかった。没入や没頭など、LRQ-Jの因子として分けられている項目もあるため、熱中には没入、没頭というような種類があり、分けることができると考えられる。また、注意資源の観点から、音読では読書行為自体、構音運動などへの没頭が起こりやすく、黙読では内容への没入が起こり易いことが予想される。しかし、それらの予想を確認するにはいたらなかった。分類の整合性を確認したうえで、音読と黙読の各読書方法との関連性を改めて検討する必要がある。

仮説2.読書方法、その読書方法に使用される人の能力、熱中や忘我の状態、読書方法の変化を引き起こす人々の意識変化、の4者には相互に関係があり、図式化できる。

検証結果：取り上げた歴史的事例を例に、読書行為を図2のように図式化した。さらにこれから読書行為の構造を抜き出したものが図３である。

当初想定していた4者以外に、いくつかの要素を加えた。図2の上段を用いて説明すると、はじめ、読書能力＝読むことが困難、よって読書方法＝

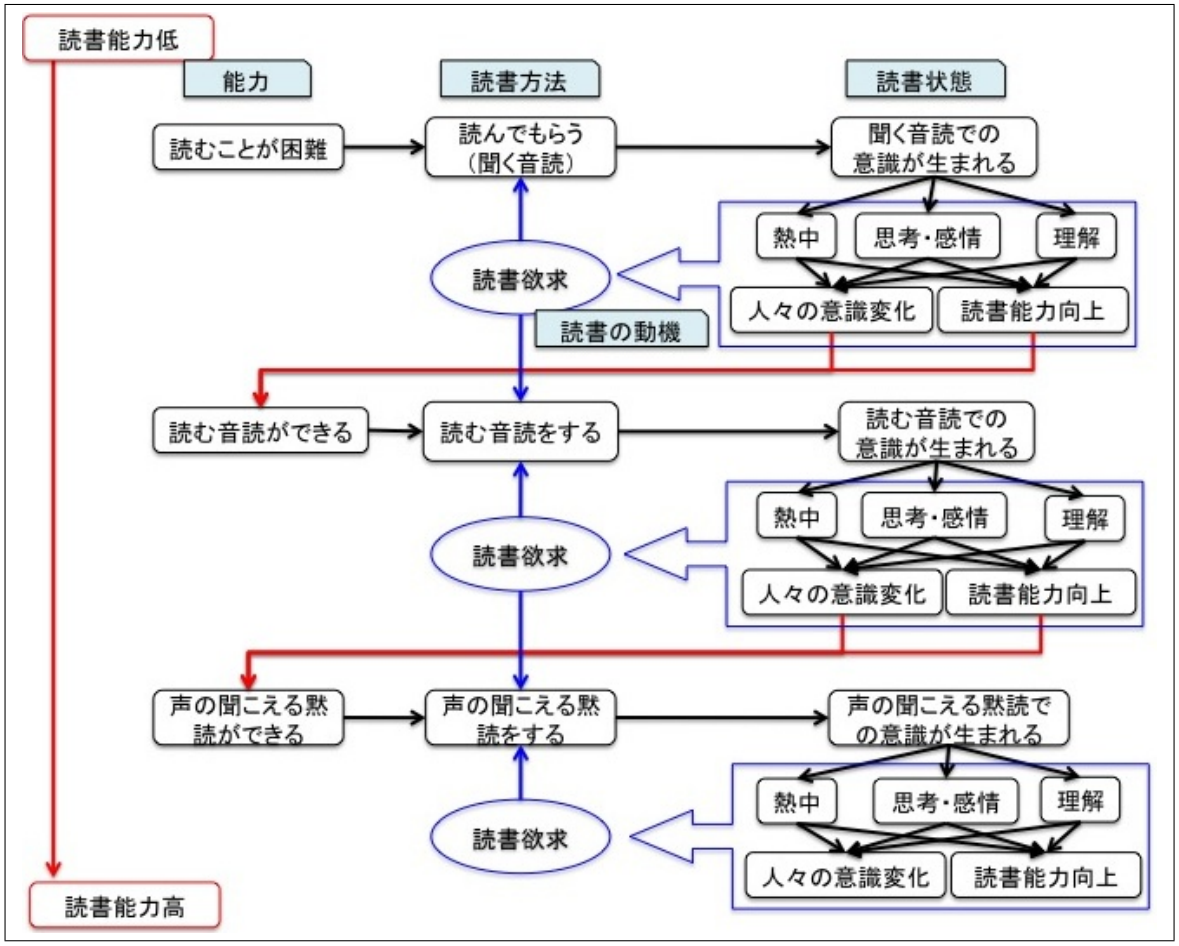


図 2 アルカイック期と古典期のギリシャでの読書　図

聞く音読が行われ、固有の読書状態が生まれる。この状態には、没入や没頭、忘我を含む熱中、内容理解、読解による内容理解以上の思考・感情などを含み、さらに、人々の意識変化や読書能力の向上に繋がる。この読書状態の各要素が、読書欲求の原因となる。また、人々の意識変化や読書能力の向上は次の段階の読書能力=読む音読ができる、を生むことになる。

歴史的事例研究である A論文において、特に研究されていた部分は、読書状態のうちの人々の意識変化であった。一方、認知科学などその後で検討した研究において主に研究されてきた部分は、読書方法の特性とそれによって生まれる読書状態のうちの、理解や思考・感情過程であった。

この図において重要な点は、読書欲求という要素を取り入れることで読書行為をループにした点、さらに読書能力の発達によってそのループが次のループに繋がっていく点である。まず、読書能力があっても、読書をしようとする動機がなければ読書が行われることはない。この読書を行おうとする動機を読書欲求とした。読書欲求は、これまでの考察から、主に読書状態での理解に関係する社会的な必要性、読書状態での思考・感情に関係する娯楽性、読書状態での熱中や忘我、没入、没頭に関係する一種中毒的な快楽性からなると考えられる。さらに、人々の意識変化や読書能力の向上は社会的状況の変化を生んで読書の必要性・娯楽性にも関係し、また個人単位では快楽性に影響すると考え、これらの要素を含んだ読書状態全体を読書欲求に繋げている。この読書欲求は読書方法に繋がり、再度読書行為を行わせる。このように読書が継続的に行われることで、人々の意識変化や読書能力の向上が積算され、少しずつ一段階上の能力が必要とされる読書過程に移行することになる。つまり、別のループへと移行する。

図式化したことによって、読書欲求の重要性と、読書行為のループ、ループ間の移行が明確になった。

5. 結論

読書について、歴史的事例研究を中心に多分野における検討を行った。

取り上げた歴史的事例研究に対して関連させた異分野の研究は、歴史的分析に整合する部分があり事例研究の裏付けとなるとともに、歴史的研究分野では詳細に研究することのできない読書能力

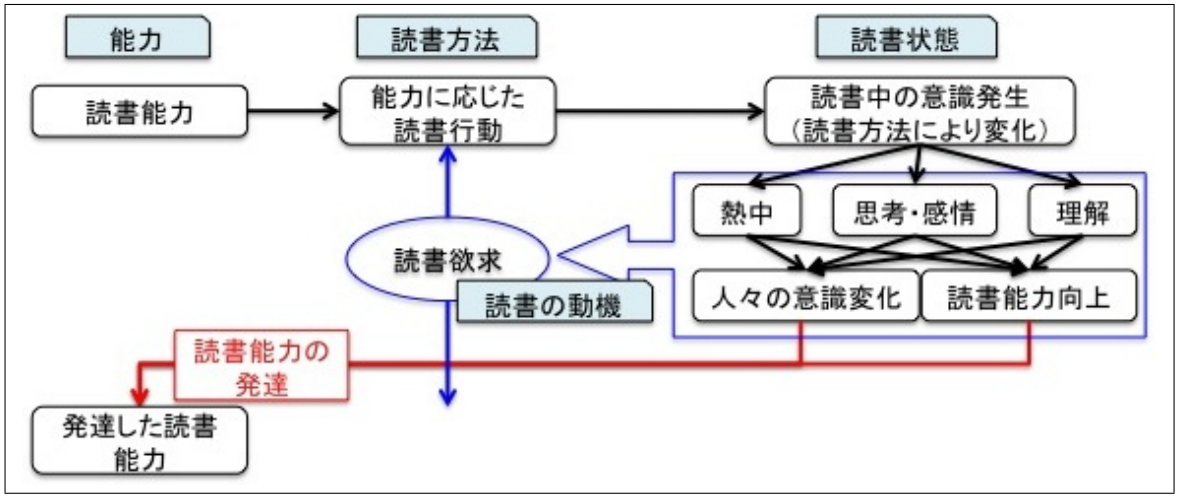


図 3 読書行為の変遷　図

と読書状態について大きな示唆となった。

さらに、読書行為の図式化を行うことで、読書に関連する要素間のループとその発達過程を明確にできた。

今後の課題は以下の通りである。

今回の考察には、読書行為を行う対象である、「物語」などの読書対象が含まれず、図式にも含まれていない。例えばW.イーザーの受容理論[13]では、作品が読書行為を導く機能を有しているとされている。このように、没入や忘我などの熱中は、人の読書能力だけでなく、作品（物語など）の力によって引き起こされていると考えられる。よって、読書行為は、本来は、この作品の機能との関係を持たなくてはいけない。人の機能のみで完結することは出来ない。読書行為の一般的な図式化を行う為には、作品の機能との関係性についても検討する必要がある。

また、A論文の他に、日本の明治前後の黙読の発生についても現在考察を進めている。現在までにわかったことは、漢文の音韻化を禁じてその意味を取る読書が必要とされた事例があり、これが『声の聞こえない黙読』に対応する可能性があるということである。明治前後には、他にも様々な黙読発生の事例が存在するが、しかし、どの階級のどの黙読の発生に注目するかによって黙読発生の経緯が異なる。よって、読書の図式化は、その一つ一つのループは図3と同様であるが、発達の仕方はA論文のように一つの道筋ではなく、枝分かれなど複雑な経路が予想されている。今回の図式化の有効性を、このような他事例を用いて検証することが必要である。

また、今回取り上げた研究は、読書研究のほんの一部である。関係する研究の関連性を一層検討する必要がある。

参考文献

[1] 黒田航, (2011) ”黙読時にヒトは何をするのか？”黙読”の多様性に関する予備調査” 2011年度認知科学会第28会大会発表論文
[2] 高橋麻衣子, (2007) ”文理解における黙読と音読の認知過程” 教育心理学研究,55, 2007, pp.538-549.
[3] 井上智義,(1984)”黙読における聴覚言語イメージの個人差”心理学研究,Vol. 54, No. 6, pp351-357
[4] アルベルトマングェル(1999)『読書の歴史　あるいは読者の歴史』柏書房
[5] ロジェ・シャルティエ/グリエルモ・カヴァッロ編(2000)『読むことの歴史』大修館書店
[6] 前田愛(2001)『近代読者の成立』岩波書店
[7] 辻本雅史(2012)『「学び」の復権』岩波書店
[8] 永嶺重敏(2004)『＜読書国民＞の誕生』日本エディタースクール出版部
[9] メアリアン・ウルフ(2008)『プルーストとイカ　読書は脳をどのように変えるのか？』合同出版
[10] 森敏昭,(1980)”文章記憶に及ぼす黙読と音読の効果”教育心理学研究, 28, pp57-61
[11] 小山内秀和, (2011)”物語理解に伴う主観的体験を測定する尺度 (LRQ-J) の作成”心理学研究, Vol. 82, No.2, pp.167-174
[12] 森谷宇一(1976)『読むことの発達とギリシア悲劇』岩波書店
[13] ヴォルフガング・イーザー(2005)『行為としての読書』岩波書店

第二言語理解におけるディスコース展開の積極的予測について：英日プロ同時通訳者と通訳訓練生の場合

Interpreting Anticipation: A psycholinguistic inquiry to how professional interpreters differ from interpreter trainees in the processing of the L2 source language text

中村真之介†, 広瀬友紀†

Shinnosuke Nakamura, Yuki Hirose

†東京大学大学院総合文化研究科

Graduate School of Arts and Sciences, University of Tokyo
shinnosuke.nakamura@me.com, yuki_hirose@mac.com

Abstract

In the present experiment, professional interpreters and interpreter trainees were instructed to read, and later recall, two types of stimuli, one of which included English sentences with unpredictable turns of phrase which would cause additional processing load if participants anticipated the upcoming word on the basis of the preceding context; and the other without such phrase. The participants to this experiment were also tested for the amount of knowledge necessary to correctly understand the stimuli. The results showed that while there was no significant difference in the amount of knowledge between professional and student interpreters professional interpreters' reading times for the critical region with an unpredictable turn of phrase were significantly slower than those of student interpreters. The results thus suggest that anticipation of the upcoming message in processing and comprehension of incoming text is more salient among professional interpreters than interpreter trainees.

Keywords — prediction, anticipation, interpretation, interpreters, context, discourse, second language processing

1. 先行研究と問題設定

人間がオンライン言語処理において次に現れるだろう語や統語構造を予測することはすでによく知られている。例えば、Altmann and Kamide (1999) では先に入力された動詞が取りうる目的語が選択的な制約のもとで意味的に予測されることが眼球運動実験で分かっている［1］。また、Frazier et al. (2000) では、等位接続詞で結ばれた後半の文は前半の文と同じ統語構造を持つと予測されて読まれることが明らかになっている［2］。また、処理した語のプライミング効果だけでなく、文脈の情報が特定の語の予測に使用されているだろうことも、van Berkum et al. (2005) のERP実験および自己ペース読み実験の結果が示唆しているところである［3］。

このように、オンライン文処理において予測が文の理解を容易にすることは明らかになりつつあるが、果たして予測は第二言語 (L2) の処理においても行なわれうるのだろうか。また、それは何らかの認知的負荷がかかった場合どのように影響を受けるのだろうか。

第二言語習得研究では、L2学習者は第一言語 (L1) で使用する方略をL2読解においても使用することが報告されている［4］。また、文理解においてはより習熟度の低いL2学習者でパラフレーズや節、語彙の検討 (L1への翻訳) というテクストに依拠した戦略 (local strategy) が多く用いられるのに対して、習熟度の高いL2学習者では、予測やテキスト構造の把握、解釈、連想といった全般的戦略 (general strategy) が local strategy とともに使用されることが示唆されている［4］。従って、L2であってもその処理において一定の予測が行われうることは前提とできるであろう。

それでは、認知的負荷が高い状況でも予測は起こりうるだろうか。ここで本稿が注目するのは、同時通訳者が行なっているとされる予測である。同時通訳は入力言語の処理(理解)、記憶、コード変換(訳)、出力言語への訳出をほぼ同時に行なうもので、非常に認知的負荷の高い作業であることでも知られている。これまで通訳プロセスの心理言語学的な研究では、Chernov (2004) が会議通訳者11名

を被験者として、意味をなさない文を紛れ込ませた演説と特定の語をプライミングする語がありながらその予測を裏切る語が出てくる文が含まれる演説という二つの刺激を用い、プロ通訳者が意味をなさない文で省略や誤訳が著しかったこと、そして予測を裏切る文ではその予測通りに訳出したことを報告している［5］。

しかしながら、これまでの通訳研究ではプロ通訳者と通訳訓練生 (またはバイリンガル話者) の間に同時通訳に必要とされる一部の認知的タスク (遅延聴覚フィードバックやシャドーイング) の遂行能力に大きな差は見られないこと［6］や入力言語の処理や理解においてもプロ通訳者とバイリンガル話者で大きな差がないことが報告されている［7］、［8］。一方で、これまでの研究方法では、自己ペース読み実験など被験者がオンラインでどのような処理を行なったのかを推測できるような手法が取られていないという批判もあり［9］、経験豊富な通訳者とそうでない通訳者の間で入力言語の処理方略に認知的な差異があるか否かは未だ明らかではない。

本論稿では、［9］の先行研究手法の批判と［9］で用いられた実験手法を踏まえて、L2の文処理でも予測が行なわれること、そして認知負荷の高いタスクを遂行中でも予測が行なわれることを同時通訳者を被験者として検証する。また、予測の前提となる知識や英語習熟度に有意な差がない被験者を経験が豊富な通訳者と経験の浅い訓練生に分けることで、認知的負荷の高いタスクを遂行中に予測を生じせしめる要因は通訳経験の多寡によるものであると主張する。本実験では、日本語を母語とするプロ通訳者と同時通訳訓練を行なっている通訳訓練生を対象にオンラインの文読み実験とオフラインの質問紙実験を行ない、前提知識の有無とそれに基づいてディスコース展開を積極的に想定し、特定の語やフレーズを予測するか否かを検証した。また、被験者には刺激文の記憶と反復タスクを課し通訳行為に近い高い認知的負荷がかかった状態でも予測が行なわれるかも検証した。

2. 実験

2.1 被験者

被験者には通訳学校での訓練を修了してプロとして活躍している通訳者(フリーとして5年以上の経験)と通訳学校で訓練をして2年以上かつ同時通訳訓練を半年以上行なっている、いわゆる上級訓練生を募集した。これは、被験者間の英語習熟度を出来る限り高めに設定し、訓練生と通訳者で発生するかもしれない読み時間の差が被験者の英語習熟度 (語彙や理解度など) ではないようにするためである。

2.2 刺激文

本実験では、刺激セットとして以下のような「文脈」と「ターゲット文」のペアを16セット用意し、「ターゲット文」の斜体字および下線部の語の読み時間をオンラインで計測することで、被験者が必要な前提知識を活用して積極的にディスコースの予測を行なったかどうかを検証した (付属資料を参照) 。また、「ターゲット文」を記憶し反復してもらうことで、通常の読解よりも認知的負荷を高くした。これは認知的負荷の高いタスクを遂行中でも予測が可能かを調べるためでもあるが、別に記憶・訳出タスクを課した場合の結果と比較する際に認知的負荷の違いを「訳出行為」の差に還元するためでもある (今回は記憶・訳出タスクを課した実験は行なっていない) 。そして、実験後にオフラインの質問紙実験を行ない、被験者が予測に必要な前提知識を有していたかどうかも確認した。以下は刺激セットの例である。

(文脈)

The Fed's dual mandate is to foster maximum employment and price stability. The Federal Open Market Committee voted unanimously on Wednesday to continue its accommodative policy so that short-term interest rates should remain near zero.

(ターゲット文)

(a) The Fed's decision was due to *high* unemployment and low inflation in the US economy.
(b) The Fed's decision was due to *low* unemployment and high inflation in the US economy.

上記の刺激セットは経済・金融分野での前提知識がないと適切な予測ができない。まずはFOMC (米連邦公開市場委員会) がフェデラル・ファンドレート (FFレート、政策金利) の操作を行なう機関であり、現在のゼロ金利政策の継続には低インフレであることと失業率が高いことに見られるような経済状況の悪化が必要であることを知識として理解していなければならない。このとき、文脈の内容とターゲット文中の high を受けて、「高い失業

率」 (unemployment) という語が来ることが予測される。斜体字となっている語には、こうした予測をより確かにするパターン(a) (プライミング領域)と予測を裏切る可能性があるパターン(b)の二パターンがあり、下線部の語は予測の曖昧性が解消される領域 (語またはフレーズ) となっている。この下線部にあたる語を「クリティカル・リージョン」として分析の主な対象とする。(a)および(b)の条件間で同じ語彙が使われているため、この部分に発生した読み時間の差は、ターゲット文における直前の語の意味から被験者が予測した内容の影響を示す指標と考える。

また、これら刺激セットに関しては、各ターゲット文のプライミング領域までを記し、これ以降を空欄にした質問紙を用意し、政治・経済に関する知識を有する10人の英語母語話者に文脈や前提知識に照らして最も相応しいと思われる語・フレーズで空欄を埋めてもらい、ターゲット文の語が実際に予測が可能な語であるかどうかノーミングを行なった。さらに、その10人の英語母語話者が回答した語・フレーズについて、本実験とは関係のない第三者に予め用意した刺激ターゲット文の語・フレーズとどれだけ意味的に近いかを1〜5段階 (5が最も関連があり、1が最も関連がない) で評定してもらい、刺激文の「予測可能度」とした。

2.3 実験方法

刺激呈示および読み時間計測にはLingerを使用した。文脈は一斉提示とし、ターゲット文のみをフレーズ毎に移動窓法で提示し各リージョンでの読み時間を計測した。(a)文のターゲットと(b)文のターゲットでは、予測を裏切る(b)文での読み時間が(a)文よりも長くなることを期待する。また被験者には刺激文のみを反復してもらい、その音声を録音した。

	(A) Right anticipation	(B) Wrong anticipation
Context Region	The Fed's dual mandate is to foster maximum employment and price stability. The Federal Open Market Committee voted unanimously on Wednesday to continue its accommodative policy so that short-term interest rates should remain near zero.	The Fed's dual mandate is to foster maximum employment and price stability. The Federal Open Market Committee voted unanimously on Wednesday to continue its accommodative policy so that short-term interest rates should remain near zero.
First Region	The Fed's decision was due to	The Fed's decision was due to
Priming Region	high	low
Critical Region	unemployment	unemployment
Final Region	and low inflation in the US economy.	and high inflation in the US economy.

表1. 刺激セットの構成

2.4 質問紙による実験

実験終了後、オフラインで刺激セット (16文) について該当する前提知識があったかどうかを検証するべく、「先行する文に対して、(a)文と(b)文ではどちらが自然な流れですか？そう思う理由は何ですか？」という質問に対する正答率とその回答内容を見ながら、通訳者と訓練生の間に前提知識の差があるかを確認した。

3. 予測

今回の実験では、予測を行なうためにかなり高度な前提知識が必要となる。このため、オフライン質問紙の正答率によっては、前提知識の有無そのものが通訳者と通訳訓練生を分ける要因となることも考えられる。以下に被験者、前提知識の有無によって、どのような結果の予測およびその解釈が可能になるかをまとめた。

(A) プロ通訳者と訓練生は等しく前提知識を有していると仮定して、期待される結果を予測すると、ターゲットの読み時間に(a)文と(b)文で有意差が現れれば、前提知識を元に予測をしたことがわかる。そして、

(i) 通訳者で有意差があり訓練生で有意差がなければ、訓練生は知識がありながら予測をすることができなかったことになる。

(ii) 通訳者でも訓練生でも有意差が出た場合は、反復タスクでは前提知識があれば予測が可能となると言える。

(iii) 通訳者でも訓練生でも有意差が出ない場合は、知識を持ちながらも反復するというタスクでは予測はしないということになる。

(iv) 通訳者に有意差がなく訓練生に有意差が出た場合は、何らかの理由で通訳者は予測を行なわなかったことになる。

4. 結果

4.1 刺激文の「予測可能度」

刺激文 (N = 16) の平均「予測可能度」は、$M = 4.08$ ($SD = 0.57$)で概ね予測可能な内容であったものの、クラスカル・ウォリス検定の結果 ($H(15) = 41.94$, $p < .001$)、刺激文によって「予測可能度」に有意差が認められた。

4.2 前提知識の有無について：平均正答率

計40名 (プロ通訳者20名、通訳訓練生20名) が実験に参加し、破損のないデータが得られた。読み時間計測実験後に行なったオフラインでの質問紙実験での正答率の平均は以下のようになった。

	平均正答率*(標準偏差)*
プロ通訳者*(20名)*	**87.19% (8.95)**
通訳訓練生*(20名)*	**83.12% (10.75)**

表2. 平均正答率

二つの群の平均値に有意差があるか*t*検定を行なった結果、$t(38) = 1.30$, $p > .05$となり、有意差は認められなかった。本実験に参加したプロ通訳者と通訳訓練生の間で、前提知識の有無に有意な差があったとは言えない。

よって、予測のパターンはAパターン＝「プロ通訳者と訓練生は等しく前提知識を有していると仮定して、期待される結果を予測すると、ターゲットの読み時間に(a)文と(b)文で有意差が現れれば、前提知識を元に予測をしたと思われる」となった。

4.3 平均読み時間 (クリティカル・リージョン)

次に刺激文のクリティカル・リージョンでの読み時間を文の条件 (a条件：“Right”＝予測に則した語が現れる条件とb条件：“Wrong”＝予測に反する語が現れる条件) と被験者群 (プロ通訳者と通訳訓練生) をそれぞれ要因とした 2x2 の分散分析を行ない、交互作用の有無を調べた。被験者群はそれぞれ独立したサンプルであるが、条件間には対応がある。また、データの解析に先立ち、被験者ごとにソートした読み時間のデータから平均値+/−3SD (標準偏差) を統計的評価基準として、これを超えたデータを基準値で置き換えた。置き換えたデータは全データ (クリティカル・リージョンのみ) の1.72%だった。

	*Right*条件	*Wrong*条件
プロ通訳者	**1,264 ミリ秒**	**1,668 ミリ秒**
通訳訓練生	**1,484 ミリ秒**	**1,436 ミリ秒**

表3. 平均読み時間(クリティカル・リージョン)

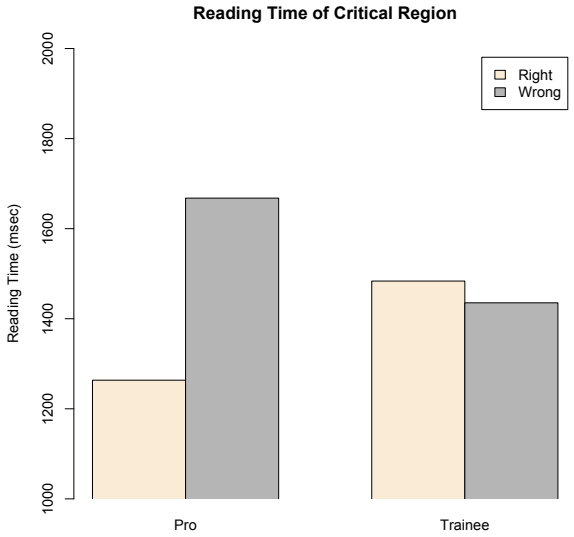


図1 クリティカル・リージョンにおける被験者別・条件別平均読み時間

条件の主効果 (Right条件かWrong条件) は [$F_1(1, 38) = 2.86$, $p > .05$; $F_2(1, 15) = 1.63$, $p > .05$] となり、被験者分析 ($p = .095$) では有意傾向が見られたものの、アイテム分析では有意とはならなかった。また被験者の主効果 (プロか訓練生) は、[$F_1(1, 38) < 0.01$, $p > .05$; $F_2(1, 15) < 0.01$, $p > .05$]となり、被験者分析、アイテム分析ともに有意とはならなかった。一方、条件効果と被験者効果の交互作用は [$F_1(1, 38) = 4.60$, $p < .05$; $F_2(1, 15) = 5.64$, $p < .05$]となり、被験者分析、アイテム分析ともに有意だった。そして、プロ通訳者の被験者では条件の主効果は被験者分析で有意差、アイテム分析で有意傾向が見られ [$F_1(1, 19) = 8.68$, $p < .01$; $F_2(1, 15) = 4.10$, $p = 0.064$]、クリティカル・リージョンにおけるプロ通訳者の読み時間はRight条件よりもWrong条件のほうが長く、その差は有意だった。一方、通訳訓練生では条件の主効果は被験者分析でもアイテム分析でも見られず [$F_1(1, 19) = 0.09$, $p > .05$; $F_2(1, 15) = 0.14$, $p >$.

05]、Right条件でもWrong条件でも訓練生の読み時間に有意差は見られなかった。

本実験で用いた刺激文は「予測可能度」にばらつきが認められるため、「予測可能度」が極端に低い刺激文 (< 3.8, N = 4) を除いた12文で再度、分散分析を行なったところ、 条件の主効果 (Right条件かWrong条件) は [$F_1(1, 38) = 3.72$, $p = 0.061$; $F_2(1, 11) = 4.67$, $p = 0.054$] となり、被験者分析、アイテム分析ともに有意傾向が見られた。また被験者の主効果 (プロか訓練生) は、 [$F_1(1, 38) = 0.14$, $p > .05$; $F_2(1, 11) = 0.36$, $p > .05$] となり、被験者分析、アイテム分析ともに有意とはならなかった。一方、条件効果と被験者効果の交互作用は [$F_1(1, 38) = 3.27$, $p = 0.078$; $F_2(1, 11) = 12.22$, $p < .01$] となり、被験者分析で有意傾向、アイテム分析では有意差が見られた。そして、プロ通訳者では被験者分析、アイテム分析ともに条件の主効果に有意差が見られた [$F_1(1, 19) = 8.78$, $p < .01$; $F_2(1, 11) = 11.26$, $p < .01$] 。 プロ通訳者のターゲットの読み時間はRight条件に比べてWrong条件で長く、その有意差は「予測可能度」が高い刺激セットでは元の刺激セットよりも鮮明になった。一方、通訳訓練生では条件の主効果は被験者・アイテム分析ともに見られず [$F_1(1, 19) < 0.01$, $p > .05$; $F_2(1, 11) = 0.01$, $p > .05$]、「予測可能度」が高い刺激セットでも訓練生の読み時間にはRight条件とWrong条件で有意差が見られなかった。よって、「予測可能度」が極端に低いアイテムを除いた分析でも、すべてのアイテムを分析した場合と同じ傾向を持つ結果が得られた。

以上のことから、通訳訓練生では条件間に有意差は見られないため、通訳訓練生が予測をしてディスコース処理をしていたとは考えにくい。一方、プロ通訳者では刺激文の内容から予測を行なって入力言語の処理をしていたことを示すような結果が得られたことになる。

4.4. 平均読み時間 (プライミング・リージョン)

プライミング・リージョンでは読み時間に有意差はないことを予測していたが、結果はそれを支持するものとなった。条件の主効果は [$F_1(1, 38) = 0.39$, $p > .05$; $F_2(1, 15) = 0.19$, $p > .05$] となり、被験者分析、アイテム分析ともに有意差は見られず、また被験者の主効果も [$F_1(1, 38) = 0.08$, $p > .05$; $F_2(1, 15) = 0.30$, $p > .05$] となり有意差は見られなかった。また、交互作用も見られなかった [$F_1(1, 38) = 2.48$, $p > .05$; $F_2(1, 15) = 0.99$, $p > .05$] 。

	*Right*条件	*Wrong*条件
プロ通訳者	**936 ミリ秒**	**834 ミリ秒**
通訳訓練生	**900 ミリ秒**	**944 ミリ秒**

表4. 平均読み時間 (プライミング・リージョン)

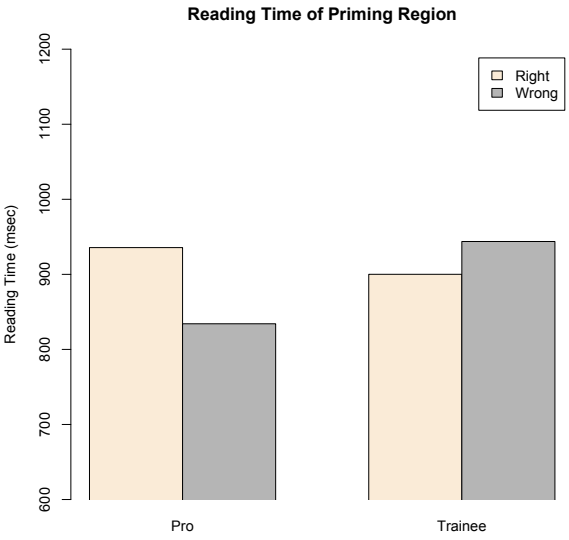


図2 プライミング・リージョンにおける被験者別・条件別平均読み時間

4.5 平均読み時間 (全24文を読むのにかかった時間)

最後に、プロ通訳者と通訳訓練生の間で、刺激セットとフィラーを含めた全24文を読むのにかかった時間に差があるか否かを調べた。こちらの結果も*t*検定を行ない、読み時間に有意差があるかを調べたところ、$t(38) = -0.63$, $p > .05$ となり有意とはならなかった。これはプロ通訳者と通訳訓練生では入力言語を読む速度そのものに大きな差がなかったことを示している。

	ミリ秒*(*標準偏差*)*	分
プロ通訳者	**738,606 ミリ秒 (175,851.1)**	**12分19秒**
通訳訓練生	**776,904 ミリ秒 (205,093)**	**12分57秒**

表5. 平均読み時間 (全24文を読むのに要した時間)

5. 考察

まず、質問紙の平均正答率はプロ通訳者と通訳訓練生で前提知識の有無に有意差はないことになる。これは予測Aのシナリオ(i)に沿ったもので、プロ通訳者と通訳訓練生の読み時間に有意差が現れれば、すなわち「クリティカル・リージョンにおいてプロ通訳者で有意差があり (b条件で読み時間が長い)、訓練生で有意差がなければ」、訓練生は知識がありながら予測ができなかったことになる。

次に、クリティカル・リージョンでの読み時間の分析結果を見てみよう。被験者群と文の条件の2要因からの分散分析の結果、交互作用が見られた。また、文の条件の主効果では、プロ通訳者では被験者分析で有意差、アイテム分析で有意傾向が認められた。プロ通訳者の読み時間はRight条件のターゲットよりもWrong条件のターゲットのほうが長く、その差が有意であることから、プロ通訳者では条件間における処理負荷の差が読み時間の差に反映したものと考えられる。一方、通訳訓練生では条件間の平均読み時間はむしろ予測を裏切るb条件の方が若干短くなっており、被験者・アイテム分析において有意差は見られなかったことからも、プロ通訳者で見られた条件間の処理負荷の差が訓練生では見られなかったと考えられる。また、刺激セット全体の読み時間はプロ通訳者が通訳訓練生よりも短かったが、有意差は見られなかった。以上の結果から、推定される傾向としては当初の予測に従う結果である可能性が高いだろう。すなわち、

- プロ通訳者も通訳訓練生も前提知識の有無について有意差はなく、
- 第二言語である英語を読む速度にも有意差は見られず、読解の習熟度に大きな差はないと考えられる。
- プロ通訳者では前提知識を活用して文(や語)の予測していると考えられ、予測に反する展開では読み時間が有意に長くなるが、
- 通訳訓練生では前提知識を有していても展開を予測するような読みを行なっていないと考えられ、読み時間に有意差が現れない。

それでは、プロ通訳者と通訳訓練生の間に見られるこの入力言語の処理の違いはどこから生ずるものだろうか。この違いは本当に通訳経験の多寡によるものだと言えるだろうか。

最もよく挙げられるであろう反論として、英語習熟度の違いがこの差をもたらした、という解釈がありうるだろう。確かに、本実験では被験者の英語習熟度を厳密には測定していない。実際、リスニングや会話などを含めた習熟度を測っていたら、プロ通訳者と訓練生では大きな差が生じていたかもしれない。しかし、本実験は刺激文の読解であり、直接的に関係するのは語彙と文法の知識である。オフラインでの質問紙実験の正答率では両被験者群に有意な差は見られないため、通訳訓練生の英語読解力がプロ通訳者に比べて著しく劣っていたとは言えないだろう。さらに、全部で24の刺激セット (フィラー含む) を読みかつターゲット文を記憶するのに要した、いわゆる全体の読み時間の平均でも、プロ通訳者と通訳訓練生の間に有意な差は見られなかった。もし、プロ通訳者と通訳訓練生の読解力に大きな差があったとすれば、全体の読み時間にも差が生じるべきではないだろうか。

しかし、平均正答率や全体の読み時間に差が出なかったのは読解力に差がなかったからではなく、通訳訓練生はオンラインの読み時間ではターゲット文の記憶を優先し、理解を後回しにしたからではないかという反論もあるだろう。確かに本実験では被験者にターゲット文の記憶と反復を課したのみで、ターゲット文の理解を問う質問をオンラインでは実施していない。より高いL2習熟度を持つかもしれないプロ通訳者では入力言語の理解と記憶に必要な作業記憶のリソース配分がL2習熟度に劣る通訳訓練生よりも効率がよいのかも知れない。

ところが、通訳者と非通訳者を被験者としたこれまでの実験では、認知負荷の高いタスクの遂行で通訳者の記憶スパンや作業記憶のリソース配分が非通訳者よりも秀でているとは必ずしも断定できていない［10］、［11］、［12］。本実験では記憶スパンなど被験者の認知的能力の測定を行なっていないが、こうした通訳経験や英語の知識・能力と直接関係しない認知能力やL2習熟度、特に読解力の差が予測が可能であったか否かの決定的な要因とは言えなさそうだ。

ここで要因の一つに挙げられるのが通訳経験の多寡である。本実験では現場での通訳経験年数によって、「プロ通訳者」と「通訳訓練生」という2グループを被験者とした。この二つの群は、これま

で議論してきたとおり、英語読解力では大きな差は見られないだろうと想定される被験者群でもある。予測が言語理解を容易にすることは前述のとおりだが、同時通訳という認知負荷の高い作業ではさらにその重要性が増すと考えられており、著者自身の経験や同僚の通訳者の経験を私的に聞いたところでも、多くの通訳者が訓練のために通う通訳学校において予測することの重要性が教えられている。通訳経験が長ければ予測の重要性をより認識しやすく、かつ普段の通訳業務において予測を実践していると考えられるのではないだろうか。

これまでの言語処理における予測の研究はL1を対象に行なわれてきたため、予測は母語話者の言語処理において自動的に行なわれる認知的活動であると前提されているようである。本実験ではL2処理においても予測が行なわれることが明らかになった一方で、認知的負荷が高いタスクを遂行中では被験者の属性によっては予測が行なわれないこともあることが分かった。本実験で得られた知見はさらに実験方法を精緻化したうえで検証すべきものであるが、予測に関して次の3つの示唆が考えられる。一つは、L2処理で予測を発現させるには非常に高い習熟度が必要とされる可能性である。本実験のプロ通訳者と通訳訓練生の間に読解力の著しい差がないことを考えれば、これは習熟度の測定方法そのものを考慮し直さなければならない問題となるだろう。一つ目に関連して、二つ目はL2処理における予測は予測を意識的に行なうような訓練を通して初めて発現するという可能性である。実際、Simple Current Network (SCN) シミュレーションの研究では、訓練によってリーディングスパンの高い被験者も低い被験者も予測の精度が上がることが報告されている［13］。そして、三つ目は認知負荷の高いタスクの遂行中は予測が行なわれない可能性である。例えば、英語母語話者で非通訳者を本実験の被験者として、記憶・反復タスクを課してみた場合に、前提知識を有していながらターゲット文の読み時間に有意差が現れなければ、認知負荷が高い場合の言語処理では予測を積極的に行なう経験や訓練が必要であることがさらに裏付けられることになるだろう。

本実験のそもそもの目的はプロ通訳者と通訳訓練生の間に入力言語の処理・理解に差異があるかを検証するものであったが、言語処理一般における予測という範疇で本実験を捉えても、前述のような興味深い示唆が得られるように思われる。また、文脈から特定の語を予測させるという刺激文を用いたことにより、Frazierのように統語情報のみが初期文処理に影響を与えるとする立場［14］に対しても効果的な反証が得られた。つまり、人間の言語処理では、文脈や世界知識を活用して、わずか数語先に現れるだろう語をわざわざ予測することが行なわれているということである。また、Jackendoffのように生成文法の立場から、入力された語から文法的に可能性のある膨大な数の語から特定の語を予測することに合理性はないとする主張［15］に対しても、その反証を示していると思われる。

本実験では予測の有無をターゲット文の特定の語の読み時間に有意差が現れるかで判断したが、自己ペース読み実験の結果が予測の有無を検証できるものではないとする批判も存在する。Kamide (2008) では、自己ペース読み実験で得られた読み時間の差 (予測を裏切るパターンの語の読み時間が予測に準じる語の読み時間と比べて長いこと) は、文脈によって特定の語が予測されたと解釈することも可能だが、単に文脈と特定の語の意味的関連性が強いために統合 (integration) がしやすいだけで、必ずしも予測によって処理負荷が軽減されたとは言えないと指摘されている。それゆえ、予測の有無をより明示的に検証するには眼球運動実験が必要だと主張している［16］。本実験では手順の手軽さと刺激作成の容易さから自己ペース読み実験を採用したが、Kamide (2008) の批判を受けて、刺激セットのターゲット語彙とその前のプライミング語の組み合わせ自体はほぼ等しく共起してもおかしくないものにしている。例えば、high unemployment と low unemployment では、特定の文脈と前提知識に照らし合わせて初めて、low unemployment が状況にそぐわない組み合わせであることが分かるわけで、low unemployment という語の組み合わせ自体の意味的関連性が high unemployment とのそれと比べて著しく低いわけではない。経済が好況であれば、low unemployment である状況は充分に成立するからである。このように刺激セットを工夫することで、自己ペース読み実験でも予測の有無を検証することは充分に可能であると考えられる。

6. 結論

本実験の目的はプロ通訳者と通訳訓練生の間に入力言語の処理・理解に差異があるかを検証することであったが、文処理において予測をすることが多いとされる通訳者を被験者としたことで、オンライン文処理における特定の語の予測がL2の処理においても行なわれうるか、そして文処理中に何らかの認知的負荷がかかった場合に予測にどのような影響があるかについても考察することができた。これまでプロ通訳者と通訳訓練生の間に入力言語の処理・理解の差はないと考えられてきたが、本実験の結果により、プロ通訳者は通訳訓練生よりも積極的な予測を文処理中に行なう傾向が強いことが分かった。また、文処理におけるこうした被験者間の違いは英語の習熟度や一般的な認知能力の差異に容易に還元できるものではなく、むしろ予測を普段から実践する通訳行為の経験の多寡が要因である可能性が指摘された。

こうした知見は言語処理における予測の研究一般にも貢献するところがある。これまでの予測的文処理の研究はL1を対象としており、予測は母語話者の言語処理において自動的に行なわれる認知的活動であると前提されていたが、本実験ではL2処理においても予測が行なわれることが明らかになった。しかし、認知的負荷が高いタスクを遂行中では被験者の属性によって予測が行なわれないこともあることから、L2処理で予測を発現させるには非常に高い習熟度と何らかの訓練が必要である可能性が考えられる。

本実験にはいくつか改善点もある。前述のとおり、各刺激文を読み終わった後にすぐ内容を理解したかを確認する質問を付加するのはオンラインでの理解度を測る上で重要であろう。また、記憶スパンなど被験者間の認知能力について事前に測定することも必要だ。さらに、英語習熟度についてもTOEFL®、TOEIC®のような標準テストを行なって、より明示的に数値化することも考えられる。そして、英語母語話者を被験者として、認知負荷の高いタスクを遂行中でも母語話者が予測を行なうか否かの検証や、プロ通訳者と通訳訓練生の明確な区分けについてより精査していくことも今後の大きな課題と言えるだろう。

参考文献

[1] Altmann, G. T. M., & Kamide, Y. (1999). Incremental interpretation at verbs: Restricting the domain of subsequent reference. *Cognition, 73,* 247–264.

[2] Frazier, L., Munn, A., & Clifton, C. (2000). Processing coordinate structure. *Journal of Psycholinguistic Research*, *29*, 343–368.

[3] Van Berkum, J.J.A., Brown, M.C., Zwitserlood, P., Kooijman, V. & Hagoort, P. (2005) Anticipating upcoming words in discourse: Evidence from ERPs and reading times. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 31*: 443–467

[4] Upton, T. A. (1997). First and second language use in reading comprehension strategies of Japanese ESL students. *TESL-EJ*, *3*, 1–27.

[5] Chernov, G. V. (2004). *Inference and Anticipation in Simultaneous Interpreting: A probability-prediction mode*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.

[6] Moser-Mercer, B., Frauenfelder, U., Casado, B., & Künzli, A. (2000). Searching to define expertise in interpreting. In K. Hyltenstam & B. Englund-Dimitrova (Eds.), *Language processing and simultaneous interpreting* (pp. 107-132). Amsterdam: John Benjamins.

[7] Dillinger, M. (1994). Comprehension during interpreting: What do interpreters know that bilinguals don't? In S. Lambert & B. Moser-Mercer (Eds.), *Bridging the gap: Empirical research in simultaneous interpretation* (pp. 155-189). Amsterdam: John Benjamins.

[8] Isham, W. P. (1994). Memory for sentence form after simultaneous interpretation: Evidence both for and against deverbalization. In S. Lambert & B. Moser-Mercer (Eds.), *Bridging the gap: Empirical research in simultaneous interpretation* (pp. 191-211). Amsterdam: John Benjamins.

[9] Macizo, P., & Bajo, M. T. (2006). Reading for repetition and reading for translation: do they involve the same process? *Cognition*, *99*, 1-34.

[10] Padilla, P., Bajo, M. T., Cañas, J. J., & Padilla, F. (1995). Cognitive processes of memory in simultaneous interpretation. In J. Tommola (Ed.), *Topics in interpreting research* (pp. 61-71). Turku: University of Turku, Centre for Translation and Interpreting.

[11] Chincotta, D., & Underwood, G. (1998). Simultaneous interpreters and the effect of concurrent articulation on immediate memory: A bilingual digit span study. *Interpreting* 3, 1-20.

[12] Liu, M. (2001). *Expertise in simultaneous interpreting: A working memory analysis* (Unpublished doctoral dissertation). The University of Texas at Austin.

[13] Konieczny, L., & Döring, P. (2003). Anticipation of clause-final heads. Evidence from eye-tracking and SRNs. *Proceedings of the International Conference on Cognitive Science, July 13-17, 2003,* (pp. 330-335), University of New South Wales, Sydney, Australia.

[14] Frazier, L. (1999). *On sentence interpretation.* Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

[15] Jackendoff, R. (2002). *Foundations of language.* New York: Oxford University Press.

[16] Kamide, Y. (2008). Anticipatory processes in sentence processing. *Language and Linguistics Compass, 2,* 647–670.

付属資料：刺激セット(16セット)

Sample Stimuli (incl. context)

1.
The Fed's dual mandate is to foster maximum employment and price stability. The Federal Open Market Committee voted unanimously on Wednesday to continue its accommodative policy so that short-term interest rates should remain near zero.

(a) The Fed's decision was due to *high* unemployment and low inflation in the U.S. economy.
(b) The Fed's decision was due to *low* unemployment and high inflation in the U.S. economy.

2.
Rome became the latest European capital to feel the wrath of the mighty bond markets last week,
when a political wobble over austerity measures was punished by a threatened downgrade
from the ratings agencies.

(a) For ordinary Italians, the result was *lower* pensions and higher health costs.
(b) For ordinary Italians, the result was *higher* pensions and lower health costs.

3.
Commodity prices are usually denominated in U.S. currency and driven by supply and demand. It is often said that commodity prices are to diverge from market prices during periods of large
exchange rate movements and to converge during relative exchange rate stability.

(a) The recent rise in commodity prices can be explained by the *weaker* dollar against major currencies.
(b) The recent rise in commodity prices can be explained by the *stronger* dollar against major currencies.

4.
Toyota said Wednesday it suffered a 77% plunge in fiscal fourth-quarter profits. It also declined to issue new financial guidance for the rest of the year, a reminder of the uncertainty being caused by the supply chain disruptions from the disaster. Toyota President Akio Toyoda said in a statement that:

(a) the company was slammed by the *stronger* yen and epic earthquake and tsunami.
(b) the company was slammed by the *weaker* yen and epic earthquake and tsunami.

5.
Diederik Vandewalle, professor at Dartmouth College, said in a telephone interview that "All civil society organizations in Libya have been eviscerated by the regime. We could see some tribal uprisings as competing groups seek a share of Libya's oil wealth."

(a) "If Gadhafi steps down," he continued, "there will be *more* bloodshed in Libya."
(b) "If Gadhafi steps down," he continued, "there will be *less* bloodshed in Libya."

6.
The Conservative think-tank claims the Government is on track to meet its goal of cutting unemployment and getting more people into work in the coming years despite tough austerity measures.

(a) Its report says the *private-sector* growth in hiring will offset job losses in the public sector.
(b) Its report says the *public-sector* growth in hiring will offset job losses in the private sector.

7.
UK's Treasury chief George Osborne has staked the coalition government's future on tough economic remedies, but some critics believe the Conservative government could have chosen to clear Britain's debts at a slower pace, protecting public sector jobs.

(a) They accuse the ruling party of an ideological commitment to *small* government and using the crisis to accomplish that.
(b) They accuse the ruling party of an ideological commitment to *big* government and using the crisis to accomplish that.

8.
Former Defense Secretary Donald Rumsfeld told the press conference Friday that the Bush administration would have used the same strategy to kill Osama bin Laden had those circumstances arisen years ago.

(a) He said President Obama made the *right* decision in sending Navy SEALS to raid the compound in Pakistan.
(b) He said President Obama made the *wrong* decision in sending Navy SEALS to raid the compound in Pakistan.

9.
Many countries already have established gold portfolios, and governments around the world with large gold holdings are beginning to signal a loss of faith in the U.S. dollar as the international currency.

(a) For example, Mexico's central bank is expected to *buy* more gold in September.
(b) For example, Mexico's central bank is expected to *sell* more gold in September.

10.
Investor concerns about global inflation, government debt and turmoil in the Middle East converged Wednesday to push the price of gold above $1,500 an ounce for the first time. In "flight to quality,"

(a) investors may *sell* some stock and buy more of the risk-free asset.
(b) investors may *buy* some stock and sell more of the risk-free asset.

11.
The Middle East uprising has fueled supply concerns, with Libya's reduced output because of civil unrest adding to disruptions. The oil price of about$US100 a barrel is likely to react to an OPEC meeting overnight.

(a) The members are expected to *raise* production for the first time since 2008.
(b) The members are expected to *cut* production for the first time since 2008.

12.
House Democratic leader Steny Hoyer said that a balanced approach would spread the effects of change across American society. At the bipartisan panel created by President Barack Obama to consider ways to balance the budget, he said, "It seems that the only solution that can win the support of both parties is a balanced approach:

(a) one that is to *cut* spending and raise taxes while avoiding extremes in either direction."
(b) one that is to *raise* spending and cut taxes while avoiding extremes in either direction."

13.
Alarmed by rising national debt and increasingly downbeat about their country's course, Americans confront the two thorniest issues: cuts in Medicare and Medicaid and tax hikes. The recent poll suggests many Americans do not seem to be convinced that PaulRyan's approach to deficit reduction is the way to go:

(a) About 70% of them *oppose* entitlement cuts and support raising taxes on the rich.
(b) About 70% of them *support* entitlement cuts and oppose raising taxes on the rich.

14.
Top federal officials urged the Senate to take up legislation that would open a path to citizenship for some immigrants who arrived illegally as children. However, WashingtonPost/ABC News poll found that 74% of the electorate thinks the government is not doing enough to keep illegals from coming into the country.

(a) In a nutshell, the majority of Americans *support* enforcement and oppose amnesty.
(b) In a nutshell, the majority of Americans *oppose* enforcement and support amnesty.

15.
A long-running dispute between two mobile phone giants, Nokia and Apple, is over. Apple will pay Nokia a one-time amount of $600 million, acknowledging that its iPhone owes some of its success to Nokia's technology. Surely Nokia's shareholders must be asking why Nokia's management didn't implement the technology into its own phones.

(a) It seems now that Nokia *won* the battle but lost the war against Apple.
(b) It seems now that Nokia *lost* the battle but won the war against Apple.

16.
Christine O'Donnell, the Delaware Republican and Tea Party favorite, was a surprise winner in the GOP primary for the U.S. Senate. She was widely ridiculed for past comments, including statements about her youthful interest in witchcraft, but gained national media attention, interest from some publishing companies, and multiple television offers.

(a) In the end, she has *lost* credibility but gained a book deal.
(b) In the end, she has *gained* credibility but lost a book deal.

音声フィラーの抑制が動作フィラーの生起量に与える影響について
Suppression of Vocal Fillers Affecting the Generation of Motion Fillers

阪田　真己子，鈴木　紀子，桑井　春菜
Mamiko Sakata, Noriko Suzuki, Haruna Kuwai

同志社大学
Doshisha University
msakata@mail.doshisha.ac.jp

Abstract

A filler is a verbalization which fills in parts of speech. It does not have its own propositional content and is not related or connected to the rest of speech in terms of a narrowly-defined response. Pauses or breaks in the speech pattern that may occur are not filled by vocal fillers only; it is possible that motion fillers also exist such as twisting of one's hair around the finger when in thought, vertically moving the hands and other actions or motions which are not directly related to the content of the speech. Focused on this possibility, our study aims to clarify the process of vocal and motion filler generation in speech. In particular, we will examine how the suppression of vocal fillers affects the generation of motion fillers.

Keywords — Vocal Fillers, Motion Fillers, Explanatory Tasks

1. はじめに

フィラーとは,「それ自身命題内容を持たず，かつ他の発話と狭義の応答関係・接続関係を持たない，発話の一部分を埋める音声現象」である（山根 2002）.「えっと」や「あのー」などに代表されるように，それらはほぼ無意識に発せられる「言いよどみ」であり，中嶋（2009）によると,「それを取り去っても伝達する文・談話の命題内容に変化を及ぼさないもの」とされている.

会話中において生起する「よどみ」はこのような音声によるフィラーだけでなく，身振りにも存在すると考えられる．例えば，考えながら髪をいじったり，手を上下に動かしたりする，本来会話の内容に直接的には関連しない動作である．Ekman の分類によるアダプタ（適応子）（Ekman 1969）や，McNeill の分類によるビート（拍子）（喜多 2002）などがそれに該当するといえる．本研究では, このように発話の際に出現する動作的な「よどみ」のことを「動作フィラー」と呼ぶことにする．また，音声として発せられるフィラーをこれと区別して「音声フィラー」と呼ぶ.

McNeill(1992)は,「発話の生成は言葉とジェスチャーの相互作用によって成り立っている」という前提に立ち，成長点理論を提唱した．McNeill によると，発話とジェスチャーは，一つの「成長点」という心的表象の単位から生成される．成長点の中には，ジェスチャーに成長していく「イメージ的側面」と発話に成長していく「統語的側面」という 2 つの側面があり，一方は言語チャネルを通じて「ことば」として，他方は身振りチャネルを通じて「ジェスチャー」として表出される．このように考えると,「ことば」および「ジェスチャー」が産出される際に出現する「よどみ」は，どのようにして「音声フィラー」あるいは「動作フィラー」として表出するのだろうか.

本研究では，このような問題意識に立ち，発話産出過程において出現する音声フィラーと動作フィラーの生成メカニズムを解明することを目指している．とりわけ，本稿では，音声フィラーの抑制が動作フィラーの生起量に与える影響について検討することを目的とする.

2. 方法

2.1 実験手続き

実験協力者は D 大学 B 学部に所属する 27 名（男性 15 名，女性 12 名）で，実験は 2011 年 10 月下旬から 11 月上旬にかけて実施した.

実験協力者には,「あなたが所属する B 学部がどのような学部であるか」を協力者とは面識のない

聞き手に対して 1 分程度で説明するよう教示を与えた．実験は，「えー」「あのー」「なんか」といった音声フィラーを抑制した場合と抑制しない場合の 2 パターンで行うよう指示し，その様子をデジタルビデオカメラ 1 台で撮影した．練習効果を排除するため，半数の協力者ごとに「抑制条件→非抑制条件」「非抑制条件→抑制条件」の順で実験を行った．

実験では話し手が同じ内容の説明を 2 回繰り返すため，1 回目と 2 回目で聞き手を変えた．聞き手は全員女性で統一した．

2.2 分析

2.2.1 フィラーの分類

・音声フィラー

本稿では中嶋（2009）に示されたフィラーの種類に該当するものを「音声フィラー」としてタグ付を行った．

・動作フィラー

話し手が自らの顔や髪，腕などに触れる「セルフタッチ」と，McNeill（1992）の分類による「ビート（拍子）」を「動作フィラー」としてタグ付を行った．なお，ビートとは，「上下や左右に手を小刻みに振る動作」のことを指し，表象的ジェスチャー[1]が生起した後，その形を保持したまま上下に小刻みに動く動作もビートとしてカウントした（喜多 2002）．

2.2.2 アノテーション

2.1 の説明課題遂行中の実験協力者を撮影した映像をアノテーションソフト ELAN により，発話，音声フィラー，動作フィラーのタグ付を行った．音声フィラーは「エー」「エット」「ナンカ」「マア」「アノー」「ソノー」「コー」「その他」，動作フィラーは「セルフタッチ」「ビート」のいずれかの注釈をつけた．

3. 結果

3.1 音声フィラーの生起頻度

音声フィラーの非抑制時と抑制時の 1 分間あたりの生起回数を表 1 に示す．抑制条件では有意にフィラーの生起頻度が減少しているものの ($t(26)=5.348$, $p<0.001$)，なお 1 分あたり 6 回程度のフィラーが生起していることがわかる．意識して抑制しようとしても完全に抑制することが困難であることを示している．

表 1　各条件における音声フィラーの生起頻度

	平均値	標準偏差
非抑制条件	11.31	5.58
抑制条件	6.99	4.58

(回/分)

3.2 音声フィラー抑制による説明時間への影響

各条件における実験協力者の説明時間の記述統計量を表 2 に示す．対応ありの t 検定の結果，音声フィラーの抑制の有無によって説明時間の長さに変化がないことが示された ($t(26)=0.558$, $p=0.581$)．なお，2.1 の通り，半数の協力者ごとに「抑制条件→非抑制条件」「非抑制条件→抑制条件」の順で実験を行ったが，1 回目試行，2 回目試行の間にも説明時間の長さに差は認められなかった．

表 2　各条件における説明時間の長さ

	平均値	標準偏差
非抑制条件	54964.41	14466.54
抑制条件	53683.37	15678.90

(秒)

3.3 音声フィラー抑制による無声休止への影響

説明中に，発話，音声フィラーが共に見られない状態が 200ms 以上続いた場合を「無声休止」とし，その回数および時間を抽出した．表 3 には，各条件における無声休止の回数，総時間，および無声休止一回あたりの休止時間の記述統計量を示している．

表 3　各条件における無声休止

無声休止	条件	平均値	標準偏差
休止回数(回)	非抑制	21.78	8.56
	抑制	21.44	7.94
休止時間(秒)	非抑制	13466.78	7190.38
	抑制	18393.96	8626.62
1 回あたりの時間(秒)	非抑制	611.64	238.97
	抑制	870.36	400.58

[1] 表象的ジェスチャー：形と意味の関係に自由度が残されており，表現内容に応じてその場その場で形を変えて使うことができるもの（喜多　2002）

対応ありの t 検定の結果，「無声休止時間」(t(26)=-3.744, p=0.001)および「1 回あたりの休止時間」(t(26)=-4.738, p<0.001)が音声フィラーを抑制することにより増加することが示された.「無声休止の回数」は音声フィラーを抑制することによる変化は認められなかった(t(26)=0.263, p=0.794). この結果は，音声フィラーを意識的に抑制することにより，無声休止の回数に変化はないものの，休止時間は増加することを示している. 3.1 で示したとおり，音声フィラーを抑制することで，実際に音声フィラーの出現回数は減少する一方で,「沈黙」が増加することが確かめられた.

3.4 各条件における音声フィラーと動作フィラーの生起頻度

音声フィラーの抑制の有無によって音声フィラーと行動フィラーの生起回数に違いがあるかを検証するために、被験者内計画による 2 要因分散分析(音声フィラー抑制の有無(2)×フィラーの種類(2))を行った。各記述統計量，分散分析表および生起頻度を示すグラフをそれぞれ表 4，表 5，図 1 に示す.

表 4 各条件における音声フィラー・動作フィラーの平均出現回数

フィラー	条件	平均値	標準偏差
音声フィラー	非抑制	11.70	5.30
	抑制	7.26	4.45
動作フィラー	非抑制	5.34	3.60
	抑制	4.43	3.10

表 5 条件×フィラーの種類の分散分析表

変動因	SS	df	MS	F 値	p 値
条件	185.372	1	185.372	24.274	.000
誤差	190.914	25	7.637		
ﾌｨﾗｰの種類	549.333	1	549.333	26.173	.000
誤差	524.705	25	20.988		
条件 × 種類	80.570	1	80.570	10.922	.003
誤差	184.424	25	7.377		

二要因配置分散分析の結果，交互作用が有意であった(F(1, 25)= 10.922, p= 0.003). そこで，各要因の単純主効果の検定を行った結果，音声フィラーは「抑制時」において有意に出現頻度が減少したものの(p<0.001)，動作フィラーは抑制・非抑制時において変化が認められなかった(p=0.189). また，音声フィラーを抑制するか，しないかに関わらず，動作フィラーよりも音声フィラーの出現頻度が高いことも示された．つまり，音声フィラーを抑制しても動作フィラーの出現頻度には影響がないことを示す結果といえる.

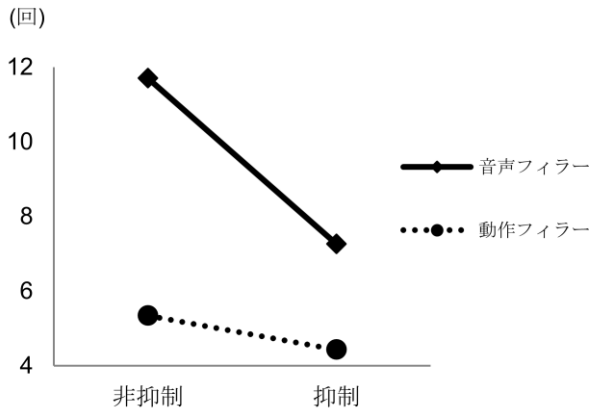


図 1 各条件におけるフィラーの出現頻度

3.5 フィラーの生起パターンと生起頻度

フィラーの生起パターンを「音声フィラー単独」「行動フィラー単独」，および「音声フィラーと行動フィラーの共起」の 3 つに分類し，各条件におけるこれらの生起頻度を表 6 に示す.

表 6 フィラーの生起パターン

生起パターン	条件	平均値	標準偏差
音声フィラー単独	非抑制	7.53	5.11
	抑制	4.59	3.72
動作フィラー単独	非抑制	3.08	2.68
	抑制	2.89	2.38
共起	非抑制	3.17	3.27
	抑制	2.24	2.41

音声フィラーの抑制の有無によってこれらの生起パターンの頻度に差異が生じるかを検証するために，混合計画による 2 要因分散分析(音声フィラー抑制の有無(2)×生起パターン(3))を行った．その結果，表 7 に示すとおり，交互作用が有意であった(F(2, 78)= 4.130, p=0.020)．そこで，各要因の単純主効果の検定を行った結果,「音声フィラー単独」は「抑制時」に有意に出現頻度が減少したも

のの($p < 0.001$)，「動作フィラー単独」($p=0.787$)，および「共起」($0= 0.185$)は音声フィラーの抑制・非抑制に関わらず一定であることが示された．また，いずれの条件においても「動作フィラー単独」「共起」よりも「音声フィラー単独」の生起頻度が高い($p<0.001$)ことも明らかとなった(図 2 参照)．

表 7 条件×フィラーの種類の分散分析表

変動因	SS	df	MS	F 値	p 値
共起ﾊﾟﾀｰﾝ	374.802	2	187.401	11.379	.000
誤差	1284.618	78	16.469		
条件	74.337	1	74.337	11.249	.001
共起ﾊﾟﾀｰﾝ×条件	54.582	2	27.291	4.130	.020
誤差	515.442	78	6.608		
全体	2303.781	161			

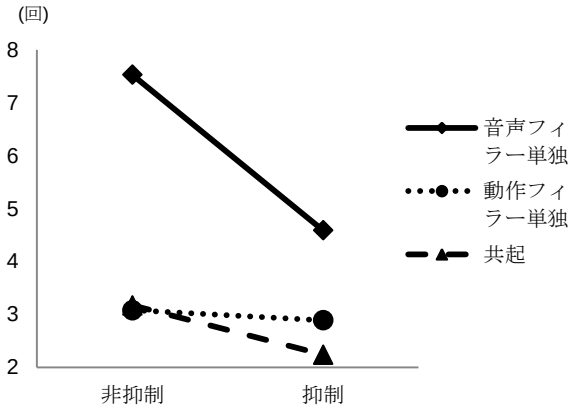


図 2 フィラーの生起パターン

4. 考察

音声フィラーと動作フィラーが McNeill の成長点理論に則って生起しているとすれば，音声フィラーの抑制によって，動作フィラーの生起量に何らかの影響がみられそうである．しかし，実験の結果からは，音声フィラーの抑制の有無によって，動作フィラーの出現回数に差は認められなかった．また，そもそも，表象的ジェスチャーが発話に伴って生成されることを鑑みると，音声フィラーと動作フィラーが共起することも期待されたが，実験の結果からは，両者があまり共起しないということも示された．

つまり，音声フィラーと行動フィラーは互いに相補関係にあるのではなく，それぞれが独立した別次元の存在であり，その生起の仕方は，別の要因の影響を受けていると考えられる．

Rauscher ら(1996)は，ジェスチャーを抑制して発話を行うと，抑制しない時よりも音声フィラーの頻度が高くなることを明らかにしている．このことは，ジェスチャーが発話者の発話を促進する機能を保持していることを示している．Rauscher らの実験において全てのジェスチャーを抑制することで音声発話が円滑に進まなくなることが示されたが，それは，ジェスチャーのなかでも，とりわけ動作フィラーが抑制されたことに原因があると考えられないだろうか．このように考えると，表象的ジェスチャーは聞き手の理解促進の役割を担い，動作フィラーは発話促進の役割を担っていると推察される．

5. 課題

本研究では，単に音声フィラーと動作フィラーの生起頻度を集計し，その差異を概観したに過ぎない．音声フィラーの機能が「談話進行」や「発話展開」など(中島 2008)，その出現位置や文脈によって様々であることを鑑みると，動作フィラーも同様にその機能を整理した上で分析を進める必要があるだろう．今後は音声フィラーが出現する要因と，動作フィラーが生み出される要因について検討し，両者を包括した生成メカニズムの解明を目指したい．

参考文献

[1] Ekman, P. and Friesen, W., (1969) “The Repertoire of Nonverbal Behavior: Categories, Origins, Usage, and Coding.”, SEMIOTICA, Vol.1, No.1, pp.49-98
[2] 喜多,(2002) “ジェスチャー 考えるからだ”, 金子書房
[3] 喜多,(2000) “ひとはなぜジェスチャーをするのか 考えるからだ”, 認知科学，Vol.7，No.1，pp.9-21
[4] McNeill,D.,(1992) “ Hand and mind”, University of Chicago Press(1992)
[5] 中島, (2008)“自然談話に現れるフィラーー自然談話録音資料に基づいてー”,アジア・日本研究センター紀要, Vol.4, pp.1-23
[6] Rauscher, F. H., Krauss, R. M., & Chen, Y., (1996) “Gesture, Speech, and lexical access, the role of lexical movements in speech production”, Psychological Science, Vol.7,pp.226-230
[7] 山根, (2002) “日本語の談話におけるフィラー”, くろしお出版

実践知の記述手法 −宮城県気仙沼市を対象とした大学生による復興支援活動をケーススタディとして−

A Method of Describing Knowledge of practice - Case Study with Reconstruction support activity by the university student for Kesennuma-shi, Miyagi -

忽滑谷 春佳†，坂井田 瑠衣†，諏訪 正樹‡
Haruka Nukariya, Rui Sakaida, Masaki Suwa

†慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科，‡慶應義塾大学環境情報学部
†Graduate School of Media and Governance, Keio University
‡Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
nukariya@sfc.keio.ac.jp

Abstract

Knowledge of Practice is very situated and embodied. Even if it is the person, it is difficult to describe his/her knowledge of practice. In this study, on the basis of Phenomenological philosophy, we propose a method of describing it.

Keywords - knowledge of practice, reconstruction support activity, Kesennuma.

1. はじめに

実践の場における個人の“学び”を知として記述し他者に伝えることは容易ではない．実践的に活動している過程で自分が何を認知しているか，そこから何を知として自らの身体に落とし込んでいるのか．こうした学びのプロセスは，状況依存性と身体性に富む．ゆえに実践者本人ですら自身の学び得た実践知を言葉として記述し，他者に伝えることは難しい．

昨年の東日本大震災以降，多くの人々が被災地復興に向け，様々な復興支援活動を展開している．そうした活動の多くは，支援対象地域を具体的に限定し，対象地域の被災状況／地理／人口／経済状況／被災者のニーズに合わせて，既存の枠組みにとらわれない新しい活動を行っている．このような被災地に根差した構成的な仕組みづくりや活動は非常に実践的かつ暗黙的であり，彼らの活動や彼らのなかに蓄積されているであろう実践知を記述することは難しい．

しかしながら，再び襲ってくるかもしれ得ぬ大震災に備え，東日本大震災を体験した我々は，様々な被災地で起こっている復興支援活動そして活動を支える実践的かつ暗黙的な知をきちんと顕在化させ記述し，後世に伝えるべきである．こうした知の記述に関する問題は，単に数百年，数千年という大きな時間軸の上だけの問題ではない．3 月 11 日の震災が残していった爪痕は大きく，被災地復興は長期化し，全ての被災地が復興するためには数十年かかるとも言われる．これまで被災復興に携わる人々は，自身は非被災者または非被災地の出身だという人が多く，いわば「外」からの復興支援が主流であった．しかし，真に復興を果たすためには外側からの一時的な支援ではなく，これからの被災地復興を担う現地の中高生など，住民参加型による「内」からの長期的復興の体制づくりが必要である．そうした将来起こりうるだろう内からの復興活動に向けて，まずは，これまで被災地で行われてきた「外」からの復興支援活動で培われた知を記述することは将来的に多いに有益だと我々は考える．

そこで，本研究では，第一，二著者が運営する慶應義塾大学諏訪正樹研究室による気仙沼復興支援プロジェクト「哲人−おとなりさんの哲学−」（以下，哲人プロジェクト）を「外」からの復興支援活動のケーススタディとする．哲人プロジェクトは気仙沼市のシビックプライドの醸成を目標とし気仙沼市内でのインタビュー活動を行う団体であ

る．本研究では，第一，二筆者ならびにプロジェクトメンバーを研究対象者とし，これまでのインタビュー活動を通じて，我々プロジェクトメンバーが学び，培ったインタビューに関する知を顕在化，記述する手法について議論する．顕在化手法としては，パタンランゲージ[1]や，まち観帖[2]，「もの」と「こと」の概念[3]を参考に，ボトムアップに実践的な知を顕在化する．知の記述手法について，現在進行形で活動している被災地支援団体をフィールドとして構成的に模索し提案することで，数多の被災地復興支援活動の知を埋もれさせず，後世に残すための手法確立を目指す．

2.「もの」と「こと」

実践知の記述手法を模索するにあたり，我々は現象学哲学における「もの」と「こと」の概念を参照した．第三著者の諏訪は，スポーツ科学における身体知の探究方法論として，身体知を「もの」と「こと」の総体と捉えるべきだと主張する[4]．スポーツの世界では，現場の実践者（アスリート）は,「もの」としての自分のからだに解釈を与える．解釈とは，例えばなぜその動きが理にかなっているのかという理論付けや，目標設定などの意識付けである．解釈は一人称視点で主観的な「こと」である.「もの」が「こと」を生み,「こと」が「もの」としてのからだの制御やからだに関する発見を促す．身体知は「もの」と「こと」の相互作用総体から成立するのである[5]．

「もの」と「こと」という視点はスポーツ科学に限らず，本研究が取り上げるような実践的な活動における知にアプローチする上で，広く有効な手段だと我々は考える．まち観帖では「もの」と「こと」の視点から，研究者がまちを一人称的に記述し，彼らのまちに関する実践知を 49 の型ことばとして表現している．1 章の冒頭でも述べたように，実践的に活動している過程で実践者自身が，活動の最中または事後的に，自分が何を認知しているか，すなわち，自身が置かれている環境において，自分はどのような物理的変数（「もの」）を知覚し，それらからどのような解釈（「こと」）を生んでいるのかを,具に意識することは難しい．なかでも，ことばを伴う解釈（「こと」）は，後々回想することは比較的可能だが，その解釈が生まれた根源である物理的変数（「もの」）は，その多くを暗黙的に知覚しているがために，実践者本人であっても事後的に語ることは難しい．例えば，哲人プロジェクトのメンバーに，インタビューにおける実践知は何かと問うた際,「話しやすい雰囲気をつくる」という「こと」は簡単に言えるが，ではどのような「もの」が話しやすさを作り出すかと聞かれると,途端にことばに詰まってしまう．（例えば，この場合の「もの」としては，向かい合う相手との距離や方向，目線を置く位置，相槌のタイミングなどが挙げられるだろう.）

実践知を記述する上で，実践者が，自らが知覚した「もの」を具に語ることは，実践者の環境に対する認知プロセスを原始的かつ効果的に表す．そこで，本研究では「もの」と「こと」の概念を根底に据えることで，実践者の認知プロセスを曖昧にすることなく，実践知を記述する手法を模索する．

3. 慶應義塾大学気仙沼復興プロジェクト「哲人−おとなりさんの哲学−」

本研究で，ケーススタディの対象とした「哲人−おとなりさんの哲学−」は，2011 年秋，慶應義塾大学諏訪正樹研究室で発足した大学院生 2 名，学部生 2 名による被災地復興支援プロジェクトである．哲人プロジェクトは 2012 年 2 月より，東日本大震災において被災した宮城県気仙沼市をフィールドとし，気仙沼市における地域コミュニティの再形成ならびにシビックプロライドの醸成を目的としてインタビュー活動を行っている．震災により，気仙沼市では人口の 8 割の方が職場を流され，従来の地域コミュニティを離れて，新たな土地で再起を図ることを余儀なくされている被災者も少なくない．彼らにとって，移転先での近隣の住民との関係性を再構築することは容易でなく，物理的には距離が近いものの精神的には距離が遠い．そうした状況の中で震災復興に向け，地域住

民同士が新たに繋がりを深めることが必要とされる．

そこで哲人プロジェクトでは，地域コミュニティの形成に際し商店主の果たす役割に注目し，彼らの仕事や地域に対する情熱，愛情，ひいては人生哲学について商店主へのインタビュー活動を行っている．併せて，インタビュー内容を地域住民と共有する仕組みをデザインし，地域住民が商店主の存在をより身近に感じるとともに，住民自らの地域への想いを再考するきっかけの提供を行っている．2012 年 9 月時点では気仙沼市内の商店主 8 名のインタビューを完了している．

活動の特徴として，哲人プロジェクトは気仙沼市内の商店主へのインタビューを通じて，彼らの仕事や土地に対する人生哲学，すなわち暗黙的な知を顕在化させることを目指している．普段はあまりことばにしない人生哲学のような実践知をインタビュウィー達に語っていただくために，プロジェクトメンバーは，みな毎回のインタビューの中で試行錯誤を重ね，インタビューに関する実践知を少なからず各々が蓄積し始めている．本研究では，プロジェクトメンバーのできたての実践知をまち観帖，ならびに現象学哲学の観点に基づき記述する．

4. 実践知の記述手法

本研究では，哲人プロジェクトのメンバーである第一，二著者と学部生メンバー1 名を対象とし，各々が築きつつある実践知の顕在化と記述を試みた．なお，本研究では，著者が実践知の記述において被験者を兼ねる．本手法はまち観帖の手法を踏襲する．

これまでの自然科学のように「もの」と「こと」を分離せず，その相互作用に重きをおいてこそ，実践知の研究は意味を持つ．ゆえに，本研究では研究者が被験者を兼ね，内部観測的立場をとることで，より生活に根ざした実用的な手法を探る．

4.1 各自の体験を語り，言葉にする．

まず，プロジェクトメンバー３名が集まり１つの机を囲む．互いがインタビュー中に留意している事柄について自由に語ってもらう．語っていくなかで，これは自分にとって活動を通じて構築された実践知だと思う知見を端的にポストイットに記述してもらう．今回の実践では計 65 の実践知と思われる知見を記述として得た（図１）．

相手の話にすくなくてもいいから感想を言う／気まずいと思わせたら終わり／話を聞きながら次の質問を考える／質問は２つ以上考えておく／営業スマイルは不要／寄り添いすぎない／物切れの会話ではなく紡がれた会話をする／雑談にこそ良い話がある／相手が「うーん」とうなっている時は視線を外す／相手の発言をじっと待つ／相手からまだ発言がでるのかを見極める／相手にトーンを合わせる／時間軸を動かすより同一時間の中で話を広げる／話す時は相手の鼻を見る／使用する機材は相手の許可を得てから机に出す etc...

図１　65 の実践知と思われる知見の一例

4.2 実践知を「もの」レベルで記述する

65 の知見を１つ１つ見ていくと，一人称視点で主観的な「こと」レベルでの記述が少なからず見られた（「脱線を受け入れる」，「相手のトーンに合わせる」等）．こうした「こと」レベルでの記述を，すべて「もの」レベルに修正する．

本研究における「もの」レベルの記述とは，以下の二つの基準を満たす記述とする．

- 物理的変数が具体的に言及されている．
- 動作または行為に関する記述である．

「もの」レベルの記述への書き換えを通じて，初めに得られた 65 の知見は，42 に減少した（書き換え後の知見は表 1 に一部掲載）．これは 1 つの行為や動作（「もの」レベルの記述）が複数の「こと」を生み出したと考えられる．

4.3 「もの」レベルの記述を時系列に分類する．

次に我々は，「もの」レベルの記述に統一された知見を時系列で分類した．哲人プロジェクトのインタビュー活動は通常，訪問（事前準備）／プロジェクトの主旨説明／インタビュー／雑談／退出（事後活動）の 5 段階に分けられる．プロジェクトメンバーから得られたインタビューに関する知

見も，多くがこの 5 段階に応じた内容であった（複数の段階にまたがる知見も見受けられた）.

表１　「もの」と「こと」による実践知の記述の一例

時系列	「こと」	「もの」
訪問（事前）	環境を整える	雑音のある場を選ぶ／腕時計をする／利きの充電を必ず確認する
	プロジェクトの主旨を体現する	スーツでなく、カジュアルな服装で訪問する
主旨説明	安心できる場をつくる	機器は許可を得てから机上に出す／ログを録るパソコンは膝に置く
	目的を共有する	プロジェクトの目的や活動内容は時間を取って丁寧に説明する
インタビュー	相手の話にきちんと反応する	相手の鼻に視線を合わせる／素直な気持ちを出す／「なるほど」を多用しない／知らないことは聞く
	話を深く掘り下げる	自分が聞きたいことを優先しない／相手の発言内容を拾う
	話を広げる	今話している話題に関係するのに出てこない変数を探す／話を聞きながら質問を２個以上考える
	公平な立ち位置をつくる	うなずきの頻度を調整する／話題に応じて表情を変える／笑顔は作らない
	考える間を担保する	相手の発言が出てくるまで待つ／沈黙を受け入れる／自分の目線をそらす
雑談	１時間のインタビューを成果として認める	発言内容がプロジェクト主旨と合致していることを伝える
退出（事後活動）	今後の関係を築く	今後の予定をもう一度伝える／気仙沼に訪れたら挨拶にいく／お礼状を出す

4.4 実践知を「こと」レベルで記述する.

5 段階の時系列に分類された「もの」レベルの知見を段階ごとに機能の違いで分類した．機能とは「相手の考える間（ま）を担保する」や「公平な立ち位置をつくる」,「話を深く掘り下げる」など，起きている現象の解釈であり，すなわち「こと」レベルの記述である.各段階の知見を機能(「こと」) で分類した結果，11 のクラスターを得た（表１）.

５．　実践知をエッセイで具に語る.

さらに，我々は「もの」レベルでの知見１つ１つをトピックとした短いエッセイ集を書き始めている．エッセイ集という物語媒体は,著者が生活のなかで得た小さな気づきやアイディアを短い文章で書き記したものの集合である．例えば，平松洋子氏の「買えない味」[6]は，食にまつわる 2,3 ページのエッセイ 50 個の集まりである．個々のエッセイは，各トピックに関する筆者の具体的な体験や考えしか与えてくれない．しかし 50 個すべてを読破すると,著者が“食”というものごとに抱く思想や問題意識等，筆者の料理に関する実践知が読者の心に降り積もるように伝わる.

特筆すべきは，平松洋子氏の「買えない味」はすべてのトピックが「豆皿」や「箸置き」,「野菜の皮とへた」など，すべて「もの」で構成されている点である．一方でいくつかのトピックをまとめた章題や各トピックの副題は「キレる力を！」や「豆皿−卓上に小さな宇宙を」といった具合に全てが「こと」で記されている．なぜ「買えない味」のようなエッセイ集という物語媒体が筆者の実践知を豊かに伝えるのか．我々は「もの」を基軸においた構成こそが豊かな表現の所以だと考える．「もの」をトピックに据えることで読者は筆者の認知プロセス，すなわちどのような物理的変数を知覚しているのか，具体的な「もの」達とその全体像を把握し得る．それこそがエッセイ集の持つ表現力ではないかだろうか．そこで我々も表１の「もの」の項目に記された具体的な動作や行動を１つのトピックとしてエッセイを執筆している.

６．手法の構成論的アプローチ

実践知を記述する方法のひとつとして，本研究ではパタンランゲージならびに現象学哲学の思想に着想を得て，「もの」と「こと」という物差しを用いることで，実践の場における実践者の認知プロセスに関する明瞭な言語化を試みた．人間はだれしも環境とのインタラクションを通じていくつかの物理的変数を知覚し，目の前の現象を一人称的に解釈，行動している．自分が何を知覚しているかについて意識を向けることがメタ認知であり，そうすることで，「もの」と「こと」の相互作用が活性化し，身体活動のスキル向上や感性の開拓が起こりうる．

本研究で提案した手法は，研究対象である哲人プロジェクトのメンバー達が築いてきた実践知を記述することにある面では成功したと言えるが，今回の手法によって彼らの実践知が全て記述されたとは言い難い．もちろん現手法のさらなる精緻化は今後の課題である．だが一方で哲人プロジェクトの活動拠点である気仙沼市は刻一刻と復興に向かって変化を続けている．それに伴い哲人プロジェクトの活動内容も刻一刻と変化し，実践者であるメンバー達の実践知もまた同様に刻一刻と変化していくであろう．

実践の場は，実験室とは異なり，全ての要素が一時として同一ではいられない．ゆえに実践知を記述する手法も，環境の変化に応じて今後，柔軟に改良・修正されていくべきである．実践の場における研究は構成論的に行われなくてはならない．

東日本大震災で被災された全ての地域の復興にむけて，生活に根ざした構成論的な研究が多く興ることを望む．

参考文献

[1]クリストファー・アレグザンダ,平田翰那訳, (1984), “パタンランゲージ–環境設計の手引”, 鹿島出版会.

[2] 諏訪正樹, 加藤文俊, "まち観帖：まちを観て体感し語るための方法論", 人工知能学会第 9 回身体知研究会, SKL-12-04, pp.16-21, 2012.

[3]木村敏，(2005), “あいだ”，筑摩文芸文庫.

[4]諏訪正樹，西山武繁，高梨克也，東山英治，伝康晴, (2012), “スポーツと認知”，2012 年度日本認知科学会第 29 回大会発表論文

[5] 諏訪正樹, (2011), “学びのデザインの研究があるべき姿 –「こと」のプロセスの事例探究”, 日本デザイン学会誌，デザイン学研究特集号「メタデザインへの挑戦」，Vol.18-1，No.69, pp.66-69.

[6] 平松洋子.(2009).買えない味.筑摩書房.

音楽と言語情報の短期的な保持システム
Short-term Memory for Tonal and Verbal Information

宮澤 史穂[†]，田中 章浩[†]，西本 武彦[‡]
Shiho Miyazawa, Akihiro Tanaka, Takehiko Nishimoto

[†]東京女子大学，[‡]早稲田大学
Tokyo Woman's Christian University, Waseda University
shiho-m@lab.twcu.ac.jp

Abstract

The purpose of this study was to examine the relationship between pitch storage and phonological storage in working memory. In a recognition task using musical tones (pitch information), speech sounds (phonological information), and visual patterns, participants were asked to retain two stimulus sequences. In the different type condition, the nature of the first and second stimulus set was different (e.g., one sequence was musical tones and the other was speech sounds). In the same type condition, the nature of the two sequences was the same (e.g., both sequences were musical tones). We found that the recognition rate of musical tones and speech sounds in the different type condition was higher than in the same type condition. The results suggest that pitch storage is independent from phonological storage.

Keywords — pitch, working memory, storage

1. はじめに

ピッチとは，知覚される音の高さ，もしくは音の物理的な高さのことを指し，全ての音の基本的な特徴である[1]．音楽においてメロディは，音の高さがさまざまに変化することによって，初めてメロディとして認識される[2]．また，言語においてはイントネーションによって文の意味が規定される．例えば，「今日は天気が良い」という発話において句末のピッチが上昇すれば疑問文となり，変わらなければ肯定文となる．つまり，音楽においても言語においてもピッチの変化を知覚することが必要であり，そのためには知覚した音のピッチを次々に保持していくことが求められる．メロディや文はある一定の長さをもったまとまりであるため，メロディや文全体の構造を把握するためには，直前の音を保持するだけでなく，ある程度の期間ピッチを保持することが必要である．したがって，ピッチを短期的に保持することは，音楽と言語を理解するために重要であるといえる．

情報の短期的な保持は，ワーキングメモリの枠組みから考えることができる．ワーキングメモリは，短期的に情報を保持してリハーサルを行うシステムである [3]．Baddeley のマルチコンポーネントモデルにおいて，ワーキングメモリはいくつかのサブシステムからなり，それぞれ異なる役割を果たすことが仮定されている．視覚的情報を保持するのは，視空間スケッチパッドであり，音韻的情報を保持するのは音韻ループである．さらに，視空間スケッチパッドと音韻ループは，中央実行系によって制御される．

音韻ループは，これらのサブシステムの中で，最も理論化が進んでおり，多くの実験データに基づいたモデル構築が行われている[3, 4]．これらの研究から，音韻ループはリハーサルシステムである構音コントロール過程と，短期的な貯蔵システムである音韻ストアから構成されていると仮定されている．この区分は，脳画像研究からも支持されているものである（例えば，[6, 7]）．また，音韻ループにおいて，文字のように視覚的に呈示された情報は，構音コントロール過程に入力される．また，音声のように聴覚的に呈示された情報は音韻ストアに入力されると考えられている．

このようにワーキングメモリのマルチコンポーネントモデルにおいては，視覚的情報と，音韻的情報の 2 種類の情報の保持が想定されている．しかし，ピッチのような視覚的な情報でもなく音韻的な情報でもない情報の保持が，このようなモデルにおいて，どのように位置づけられるのかということは，考慮されていない．

ピッチ情報の保持については，音楽心理学の文

脈で多くの研究が行われている．これらの研究からは，2つの音の再認課題を実施したときに，干渉音として言語音を呈示しても再認成績が低下しないことが示されている [8,9]．例えば，Deutsch [8] は5秒間をあけて2つの純音を呈示し，それらが同じか異なるかの判断を求めた．そして，2つの音の間に干渉音を呈示し，再認成績に与える影響を検討した．その結果，干渉音として数字を呈示したときよりも，純音を呈示したときの方が再認成績が低くなることが示された．また，Pechmann & Mohr [9] では，Deutsch [8] と同様のパラダイムを用い，音の保持に用いることのできる注意資源の量と保持成績との関連を調べた．その結果，干渉音が楽音のときは，注意資源の量に関係なく再認成績が低くなったが，言語音や視覚刺激のときには，楽音の保持に対して十分な注意資源を配分できる条件では再認成績が低下しないことが示された．

これらの結果から，音韻情報とピッチ情報の保持システムは異なっている可能性が考えられる．さらに，これらの研究をふまえ，ワーキングメモリのコンポーネントモデルにおいてピッチ情報の処理に特化したサブシステムが存在することが提唱されている [8, 9]．そのサブシステムは，音韻ループや，視空間スケッチパッドとは独立していると考えられている．また，音韻ループと類似したリハーサル機能と貯蔵機能を持つことが想定されている．

このピッチ情報を処理するサブシステムについて，いくつかの実験的な検討が行われている．リハーサル機能については，音声のピッチ情報 [11]，楽音のピッチ情報 [12, 13] ともに，ピッチ情報は，音韻情報とは異なるリハーサル機能を持つことが示唆されている．例えば，宮澤ら [13]では，二重課題法を用い，音韻刺激と楽音刺激の再認成績に対する，構音抑制と音楽抑制の効果を検討した．構音抑制は，記憶課題遂行中に ”the” のような言い慣れた言葉を繰り返しつぶやくことが求められる手続きである．これは，構音コントロール過程の働きを妨害する課題としてよく用いられている課題である[4]．また，音楽抑制は，3つの高さの音でハミングを繰り返すことが求められる手続きである．宮澤ら [13]では，一次課題として，音韻情報とピッチ情報の保持課題を用い，二次課題には構音抑制と音楽抑制を用いた．その結果，音韻刺激では構音抑制を行ったときに再認成績が低下し，音楽抑制を行ったときには再認成績が低下しないことが示された．また，楽音刺激では音楽抑制を行ったときに再認成績が低下し，構音抑制を行ったときには再認成績が低下しないことが示された．この結果から，ピッチ情報のリハーサル機能は，音韻情報のリハーサル機能とは異なり，独立していることが示唆された．

貯蔵機能については，音韻ストアが持つ性質と類似した性質を持つかどうかという観点から検討が行われている．Williamson et al. [14] は，音韻類似性効果に対応するようなピッチの類似性効果についての検討をおこなった．音韻的類似性効果とは，B, G, Vのような互いに音韻的に類似した文字系列は，Y, H, Wのような類似していない文字系列と比べて記憶しづらいという現象を指し，音韻ストアの性質を反映していると考えられている．Williamson et al.[14]では，ピッチの類似性を周波数の近さによって定義している．例えば，1000Hzと1050Hzの音の組み合わせは，1000Hzと1100Hzの音の組み合わせよりも類似しているとしている．実験の結果，周波数の近い音から構成された音列は遠い音から構成された音列に比べて記憶成績が低下し，ピッチの類似性効果が存在することが示唆された．この結果からはピッチ情報の貯蔵においても音韻情報の貯蔵と類似した性質を持つことが示唆された．しかし，音韻情報の貯蔵とピッチ情報の貯蔵が独立であるのか，共通であるのかという点については，明らかになっていない．

そこで本研究では，音韻情報とピッチ情報は，独立して貯蔵されているのか，共通に貯蔵されているのかについて検討する．貯蔵機能についての検討を行うためには，課題の中でリハーサルなどの方略を難しくするような手続きをとる必要性が

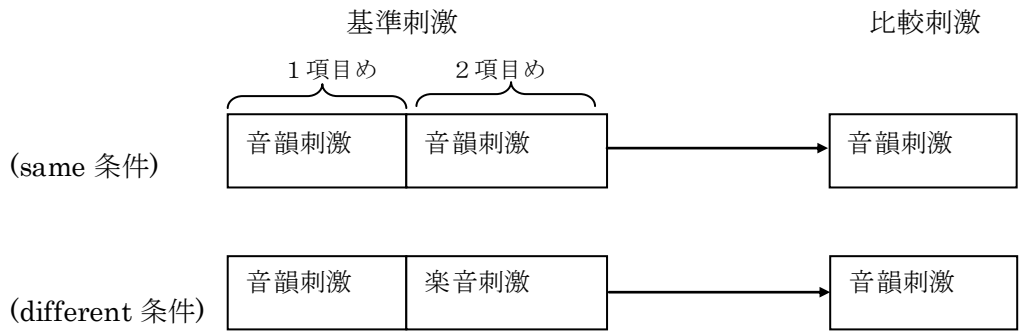


図 1. 基準刺激と比較刺激の組み合わせの例. 1種類の刺激を 2項目連続して呈示した場合(same 条件)と 2種類の刺激を 2項目連続して呈示した場合（different 条件）

あると考えられる [15]. 例えば，2種類の課題を同時に遂行する二重課題が挙げられる.

以上の研究を踏まえ，本研究では，以下のようなパラダイムを用いて，音韻情報とピッチ情報の貯蔵についての検討を行う．課題は，基準刺激と比較刺激が同じか異なるか判断することである. 基準刺激は 2項目あり，項目の組み合わせによって，2つの条件を設定した．1つめは， 1種類の刺激を 2項目連続して呈示した条件である．例えば，音韻刺激を 2項目連続で呈示することである（same 条件：図 1）．2つめは， 2種類の刺激を 2項目連続して呈示した条件である．例えば，音韻刺激と楽音刺激を連続して呈示することである（different 条件：図 1). この 2つの条件の再認成績を比較することによって，音韻情報とピッチ情報の貯蔵についての検討を行った．基準刺激を 2項目提示することによって，基準刺激に対してリハーサルなど，貯蔵以外の方略を使用することが難しくなると考えられる.

貯蔵には容量が存在するため[15]，保持しなければならない刺激数が増えると，再認成績が低下すると予測される．もし音韻情報とピッチ情報が異なるサブシステムにおいて貯蔵されているとしたら，基準刺激として音韻刺激または楽音刺激を 2項目連続して呈示した条件（same 条件）は，音韻刺激と楽音刺激を連続して呈示した条件（different 条件）と比べて再認成績が低下することが予測される(same 条件 < different 条件)．また，共通のサブシステムで貯蔵されているのであれば，基準刺激として音韻刺激または楽音刺激を 2項目連続して呈示した条件（same 条件）と，音韻刺激と楽音刺激を連続して呈示した条件(different 条件)の再認成績に差がみられないと考えられる（ same 条件 = different 条件）.

ワーキングメモリのコンポーネントモデルにおいては，視空間スケッチパッドと音韻ループのような異なるサブシステムは，共通の注意資源を用いていると考えられている[5]. したがって，もし，音韻刺激と楽音刺激が異なる貯蔵システムで貯蔵されていたとしても，1種類の刺激の貯蔵に使うことができる注意資源の減少により，基準刺激として音韻刺激と楽音刺激の両方を呈示した条件(different 条件）においても，1種類の刺激を 2項目連続で呈示した条件(same 条件)と同様に，再認成績が低下することも予測される．そこで，注意資源の減少による保持容量の低下の影響を検討するため，視覚刺激を含めて呈示する条件も設定する．視覚情報は，視空間スケッチパッドに保持されているため，音韻刺激や楽音刺激とは異なるシステムで貯蔵されていると考えられる．したがって，基準刺激を視覚刺激と組み合わせて呈示したときにも再認成績の低下が見られれば，注意資源の減少によって，保持容量が低下したと考えられる.

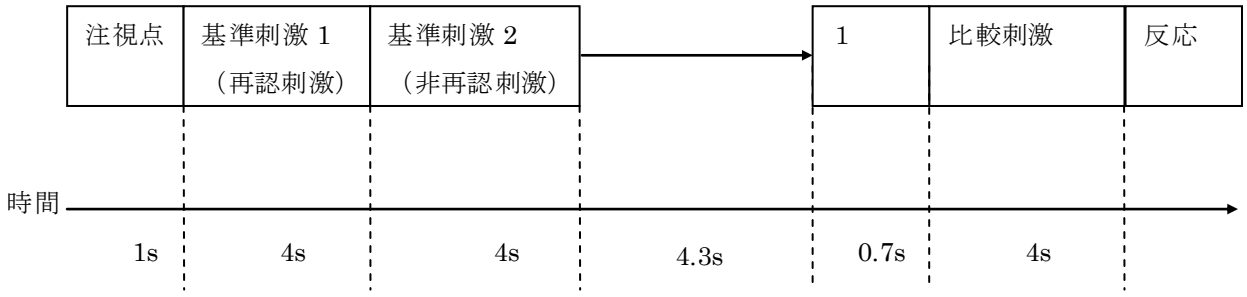


図 2.　1試行の流れ．最初に呈示した刺激が再認刺激の場合の例

2. 方法

2.1　要因計画

3（再認刺激の種類：音韻・楽音・視覚）× 3（非再認刺激の種類：音韻・楽音・視覚）の 2 要因参加者内計画とした．

2.2　実験参加者

大学生･大学院生 16 名（男性 8 名, 女性 8 名）が実験に参加した．平均年齢は 20.8 歳（SD = 3.1）であった．参加者の平均音楽経験年数は，3.4 年（SD = 4.7）であった．

2.3　刺激

音韻刺激として 6 文字からなる音韻列と，楽音刺激として 4 音からなる音列と，視覚刺激として白黒マトリクス図形を作成した．以下では各刺激の作成方法を記す．

音韻列: B, F, H, J, M, Q, R, L, K の 9 文字を用い，女性の声で録音したものを用いた．

音列: 1つの刺激の長さは 4s であった．音列はハ長調の音階に含まれる 9 つの音（D4 から E5）を用い，MIDI 音源のピアノ音を用いた．

マトリクス図形: 3×3 のマトリクスの中の 3 マスを黒く塗りつぶしたものを用いた．

全ての刺激において，比較刺激の半分は基準刺激と同じものを用いた．音韻刺激と，楽音刺激の残りの半分は 2 つ，または 3 つめの音を変化させた．視覚刺激の残りの半分は黒く塗りつぶしたマスの位置を 1 箇所変化させたものを用いた．

2.3.1 刺激の意味性の検討

音韻刺激については，隣り合うアルファベットの有意味度を意味性の指標とし，5 箇所の平均値を音韻列の有意味度とした．その結果，実験で用いた刺激 72 種類の有意味度は，最低値 2.42，最高値 3.95，平均値 3.14±0.42（7 段階評定）であった．秋田 [16]では，7 段階評定のうち 6 段階目と 7 段階目の値を，「有意味度が高い」としている．そのため，本実験で用いた刺激は，秋田[16]の定義にしたがえば有意味度が高い刺激ではないと考えられる．

楽音刺激については，音楽経験が 10 年未満の大学生 10 人を対象に，メロディの調性感について判定する実験を行った．評定には，三雲[15]の刺激作成に用いられた方法を用いた．具体的には，「旋律らしい－旋律らしくない」，「自然な－不自然な」，「まとまりのある－ばらばらな」，「安定した－不安定な」の 4 尺度を用いて，7 段階で評定を行い，4 つの尺度の平均値をメロディの評定値とした．その結果，すべての刺激の評定値が 4.5 以下となった．三雲[16]の実験では，4.5 以上を調性的な刺激としているため，今回用いた刺激は，有意味な刺激ではないといえる．

2.3.2 刺激の難易度の検討

各刺激の再認成績について難易度を統制するために 10 名を対象に予備実験を行った．具体的には，基準刺激を 1 項目呈示し，5 秒後に比較刺激を呈示し，基準刺激と比較刺激が同じか異なるかの判断を求めた．その結果，平均正答率は音韻刺激：77.7%，楽音刺激：82.9%，視覚刺激：85.2%となり，有意差は見られなかった($F(2,18) = 2.16$, n.s.).

2.4. 手続き

実験は個別に行い，音韻刺激と楽音刺激はパーソナルコンピュータを通して，スピーカーから聴覚呈示を行った．1 試行の流れを図 2 に示す．最初に注視点を 1000 ms 視覚呈示し，次に基準刺激を 2 項目連続で呈示した．基準刺激は再認刺激と非再認刺激から構成された．4300 ms 後，再認刺激が 1 項目めに呈示した刺激か，2 項目めに呈示した刺激かを示すために 1 または 2 の数字を視覚呈示し，続いて比較刺激を呈示した．基準刺激，比較刺激ともに，音韻刺激と楽音刺激は聴覚呈示し，視覚刺激は視覚呈示した．その後，再認刺激と比較刺激が同じか異なるかの判断をキーボードを用いて行った．実験は基準刺激の組み合わせと再認課題別に 9 ブロックから構成された．各ブロックともに 16 試行実施され，実験全体では練習試行も含め 162 試行であった．

3. 結果

再認刺激の種類ごとの再認率の平均値を図 3, 4, 5 に示す．再認率を用いて，再認刺激の種類 3 (音韻・楽音・視覚)×非再認刺激の種類 3（音韻・楽音・視覚）の 2 要因分散分析を行った．その結果，交互作用（$F(4, 60) = 7.62$, $p < .01$）が有意であった．下位検定を行ったところ，音韻刺激に対する非再認刺激の単純主効果（$F(2, 90) = 12.63$, $p < .01$）と，楽音刺激に対する非再認刺激の単純主効果（$F(2, 90) = 6.60$, $p < .05$）が有意であった．Ryan 法による多重比較を行ったところ，再認刺激が音韻刺激においては非再認刺激が音韻刺激のときに成績が低下した（$p < .05$）．また，再認刺激が楽音刺激のときは，非再認刺激が楽音刺激のときに成績が低下した($p < .05$).

つまり，音韻刺激と楽音刺激においては，同一種類の刺激が 2 つ連続して呈示されたときよりも，異なる種類の刺激と組み合わせて呈示されたときの方が再認成績が高いことが示された．また，再認刺激が視覚刺激のときには，非再認刺激による再認成績の差はみられなかった（$F(2, 90) = 0.72$, n.s.）．

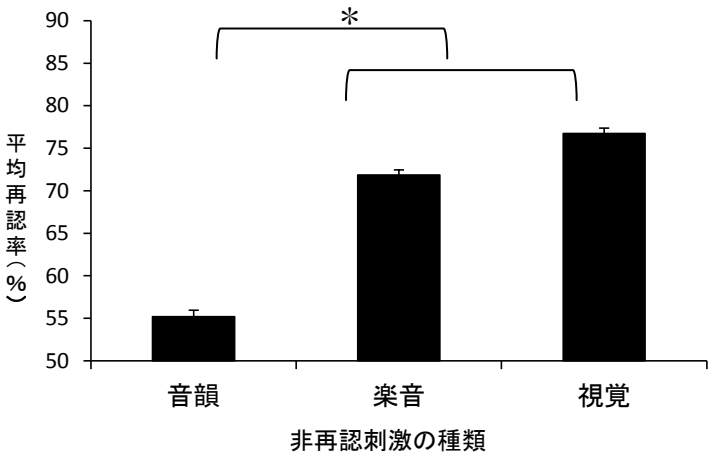


図 3. 音韻刺激の平均再認率

*$p < .05$　エラーバーは 95%信頼区間を示す

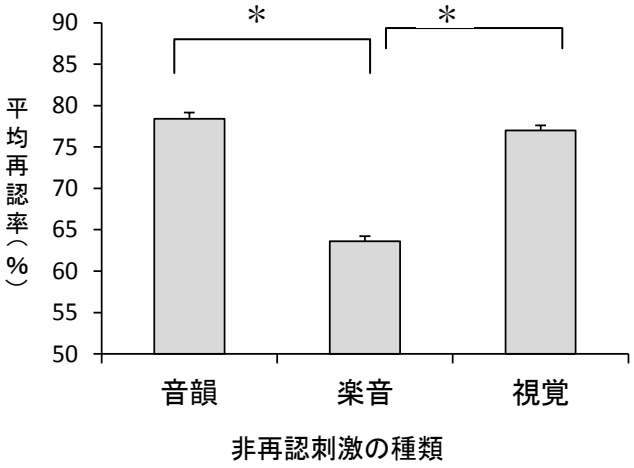


図 4. 楽音刺激の平均再認率

*$p < .05$　エラーバーは 95%信頼区間を示す

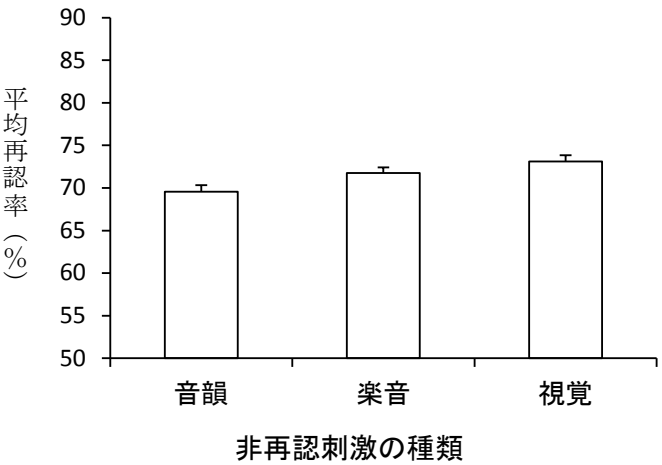


図 5. 視覚刺激の平均再認率

エラーバーは 95%信頼区間を示す

4. 考察

本実験では音韻刺激と，楽音刺激と，視覚刺激を用い，基準刺激の組合せの違いによる，再認成績の差を検討した．その結果，音韻刺激と楽音刺激において，再認刺激と非再認刺激の種類が同一のとき(same条件)よりも，異なるとき(different条件) の方が再認成績が高いことが示された．この結果は，干渉音が楽音のときは，再認成績が低くなったが，言語音や視覚刺激のときには，再認成績が低下しないという Pechmann & Mohr [8] の知見と矛盾しないものであると考えられる．また，この結果は，楽音のピッチ情報と音韻情報の貯蔵は独立していることを示唆している．

宮澤ら[13]では，音韻情報とピッチ情報が異なるサブシステムにおいてリハーサルされていることを示唆した．この結果と本実験の結果を併せて考えると，ワーキングメモリには，音韻情報の保持を行うサブシステムとは異なる独立したサブシステムが存在し，そのサブシステムはピッチ情報の保持を行っていることを示唆していると考えられる．また，そのサブシステムは，音韻ループの構音コントロール過程に類似したリハーサル機能と，音韻ストアに類似した貯蔵機能を持つことが仮定される．

視覚刺激においては再認刺激と非再認刺激の種類が同一のときと異なるときの再認成績に差はみられなかった．視覚刺激は視空間スケッチパッドを構成している視覚キャッシュに保持されていることが考えられる[3]．視覚キャッシュは短期的な貯蔵庫であるため，非再認刺激が視覚刺激の条件ときの方が，非再認刺激が聴覚刺激の条件のときよりも，成績が低下することが想定される．成績が低下しなかった理由については２つの要因が考えられる．１つは視覚刺激の難易度が楽音刺激と音韻刺激に比べて低かったということである．予備実験において難易度の統制は行ったが，視覚刺激の再認成績が高い傾向は見られた．そのため，視覚キャッシュに保持しておかなければならない刺激の数が多くても，再認成績が低下しなかったことが考えられる．

２つめは，視覚刺激の保持に複数の方略を用いた可能性があることである．今回用いたようなマトリクス図形は，視覚的な記憶に用いる課題として代表的なものであるが，言語的要素が入り込む可能性が指摘されている[18]．つまり，黒く塗りつぶしたマスの形を言語化して覚えたり，黒いマスの場所を「右上」，など，言語化して覚えたりすることも可能であるということである．このように視覚情報の保持に加えて，言語的符号化も行うことで視覚キャッシュにあまり負荷がかからなかったということが考えられる．

引用文献

[1] Pierce, J. R., (1999) “The nature of musical sound”, In D. Deutsch (Ed.), The psychology of music (2nd ed.), pp. 1–23. San Diego: Academic.

[2] 吉野巌, (2000) “旋律（旋律の音高的側面）”, 谷口高士（編), 音は心の中で音楽になる, pp. 22-38, 北大路書房.

[3] Baddeley, A. D., & Hitch, G. J., (1974) “Working memory”, In G. H. Bower (Ed.), The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory, Vol.8, pp.47–90. New York: Academic Press.

[4] 齋藤智, (1997) “音韻ループ研究の展開 ― 神経心理学的アプロ-チと実用的アプローチからの検討”, 心理学評論, Vol.40, No.2, pp.188-202.

[5] 三宅晶・齋藤智, (2001) “作動記憶研究の現状と展開”, 心理学研究, Vol.72, pp.336-350.

[6] Awh, E., Jonides, J., Smith, E. E., Schumacher, E. H., Koeppe, R. A., & Katz, S. (1996) “Dissociation of storage and rehearsal in verbal working memory: Evidence from PET”, Psychological Science, Vol.7, pp.25-31.

[7] Paulesu, E., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. J. (1993) “The neural correlates of the verbal component of working memory”, Nature, Vol.362, pp.342-344.

[8] Deutsch,D., (1970) “Tones and numbers: Specificity of interference in immediate memory,” Science, Vol.168, pp.1604-1605.

[9] Pechmann, T., & Mohr, G., (1992) “Interference in memory for tonal pitch : implications for a working-memory model,” Memory & Cognition, Vol.20, No.3, pp.314-320.

[10] Berz, W. A., (1995) “Working memory in music: a theoretical model”, Music Perception, Vol.12, No.3, pp.353-364.

[11] 田中章浩・高野陽太郎, (2002) “音高情報の能動的保持のメカニズム：二重課題法を用いた検討”, 音楽知覚認知研究, Vol.8, pp.81-91.

[12] Schendel, Z. A., & Palmer, C., (2007) “Suppression effects on musical and verbal memory.”, Memory & Cognition, Vol.35, pp.640-650.

[13] 宮澤史穂・田中章浩・西本武彦, (2012) “ワーキングメモリにおける音韻情報とピッチ情報の保持システム －リハーサルの観点からの検討－”, 認知科学, Vol.19 , pp.122-130.

[14] Williamson, V. J., Baddeley, A.D., & Hitch, G. J., (2010) “Musicians' and nonmusicians' short-term memory for verbal and musical seqmilarity and pitch proximity”, Memory & Cognition, Vol.38, pp.163-175.

[15] 森下正修・苧阪直行, (2005) “言語性ワーキングメモリにおける情報の貯蔵と処理”, 心理学評論, Vol.48, No.4, pp.455-474.

[16] 三雲真理子, (1990) “メロディの符号化と再認”, 心理学研究,Vol. 61, pp.291-298.

[17] 秋田清, (1982) “評定法によるアルファベット 2 字音節の有意味度, 連想価, 学習難易度, 熟知度”, 人文學, Vol.137, pp.19-45.

[18] 國見充展・松川順子, (2009) “N-back 課題を用いた視覚的ワーキングメモリの保持と処理の加齢変化”, 心理学研究, Vol.80, No.2, pp.98-104.

スポーツにおける身体スキル探究のための姿勢表現
Visualization of Body Posture for Exploring Embodied Skill in Sports

西山 武繁[†], 諏訪 正樹[‡]
Takeshige Nishiyama, Masaki Suwa

[†]慶應義塾大学政策・メディア研究科, [‡]慶應義塾大学環境情報
[†]Graduate School of Media and Governance, Keio University
[‡]Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
tksg@sfc.keio.ac.jp

Abstract

In sports, acquisition of embodied skills is a complex and implicit process. Previous researches mechanically analyzed the motion data to understand the mechanism of the body's motion in attempts to support skill acquisition. Mechanical analysis can only clarify the motion logically, however, it is insufficient as a way to encourage athlete's skill acquisitions. In this study, we will discuss the methods to exploring embodied skills based on the data of motion measurement.

Keywords — Sports, Skill, Embodied Interaction, Motion Capture, Visualization

1. はじめに

芸術やスポーツにおいて目的を達成するためのスムースなからだの動かし方を身体スキルという[1]。身体スキルを身につけることは困難な課題である。たとえばスポーツの現場では、ただ教えられた通りのからだの動かし方を漫然と繰り返しているだけでは不十分であり、アスリートが自らからだの動かし方を考えなければならない、ということが経験的に知られている。

スポーツにおける身体スキルは、知はからだと環境の相互作用の上に生じるとする身体性の概念[2]を議論する格好のドメインである。スポーツにおいて身体スキルを成立させるからだと環境の相互作用とは、競技の場を構成するアスリートのからだや道具、空間の間に生じる無数の物理的関係性である。この無数の物理的関係性をアスリート自身が解釈することによって身体スキルが成立するのである。競技の場に生じる物理的関係性は時々刻々と変化し続けるため、アスリートは常に新たな解釈を行わなければならない。しかし、認知容量の存在や既に見出した解釈が新たな解釈を行うことのバイアスとなる。また、個人固有性故に他者の行った解釈が必ずしも参考となるわけではない。このため、身体スキルを身につけることが困難な課題となるのである。

では、アスリートが身体スキルの探究、すなわち競技の場に生じる関係性に対して新たな解釈を行い続けるためにはどうすればよいのだろうか。

本研究では、これまで筆者らが取り組んできたアスリートによる身体知探究を促すことを目的とした事例研究を示しながら、知の身体性という観点から運動計測データを取り扱いについて論じる。

2. 身体スキル探究と運動計測

従来のスポーツ科学では、アスリートの見せる華麗なパフォーマンスを分析するべくカメラやセンサ等を用いた運動計測が盛んに行われてきた。運動計測は、それまで肉眼で確認することの出来なかった複雑な身体運動を数値データとすることとして扱えるようになる点において重要な意味を持つ。例えば、スポーツバイオメカニクスと呼ばれる研究領域では、トップアスリートのからだの動きは他のアスリートのそれと何が違うのか、モーションキャプチャなどを用いて身体各部の位置や速度、加速度などを可能な限り精密に計測して力学的な観点から運動の比較を行い、その応用として身体スキルの獲得支援が位置づけられてきた(例えば[3][4]など)。

知の身体性という観点に立って身体スキル探究という問題を捉えるならば、身体の動きの合理性を論じるだけでは不十分である。身体スキルの探究とは単に外形的な動きを模倣できるようになることではなく、競技の場にどのような物理的関係

性が生じ、それに対してアスリート自身がどのような解釈を行うようになったのかが重要な問題である。

アスリートが行った解釈を研究の俎上にあげる方法論として、第 2 著者の諏訪は、認知科学において古くから知られるメタ認知(例えば[5]など)を身体性という観点に基づいて拡張した身体的メタ認知を提唱してきた[6]。身体的メタ認知はアスリート自身がからだと環境の間に生じる物理的関係性をことば化して新たな解釈を生み出し、からだと環境の関係性を進化させて身体スキルを構成的に理解すること目的としている(ことば化の対象等の身体的メタ認知の詳細は [6]に示す)。

筆者らは、このアスリートによる身体的メタ認知を促す触媒として運動計測データを用いることを検討してきた。従来研究のように外形的な特徴から動きの合理性を分析するのではなく、アスリートのからだの内外でどのような物理的な関係性が生じていたのかを記述して身体的メタ認知におけることば化の手掛かりとすることが筆者らの意図である。

3. 「関係性の総体」としての姿勢表現

競技の場に生じる無数の物理的関係性をどのように計測し、アスリートに提供すればよいだろうか。もちろんすべての関係性を記述することは不可能だが、アスリートが新たな解釈を見出すことができるような計測・記述方法を検討しなければならない。ここでは、筆者らが提案するモーションキャプチャ用の身体モデル Multi Triangle モデルと姿勢変化可視化手法カラーバーによる、身体各部の物理的関係性の総体として全身の姿勢を表現する方法について述べる（MultiTriangle モデルとカラーバーの詳細は[7]に示す)。

3.1 Multi Triangle モデル

Multi Triangle モデルはモーションキャプチャデータを用いて、図 1 に示すように複数の三角形によって全身姿勢を表す身体モデルである。

モデル内で三角形として表されているのは頭部、胴部、腕部、脚部といいた身体を構成する主要な

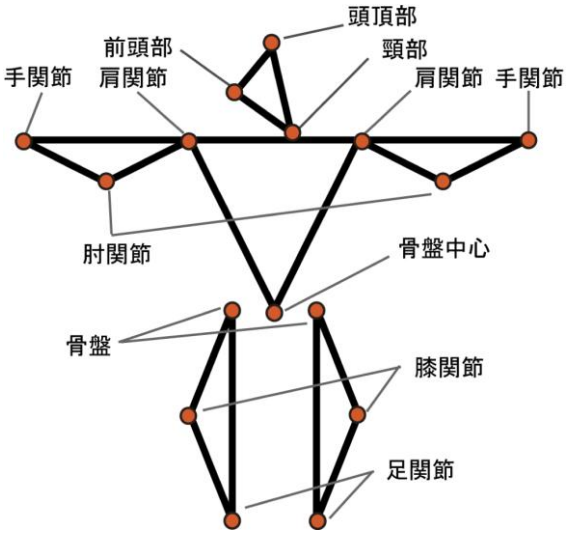
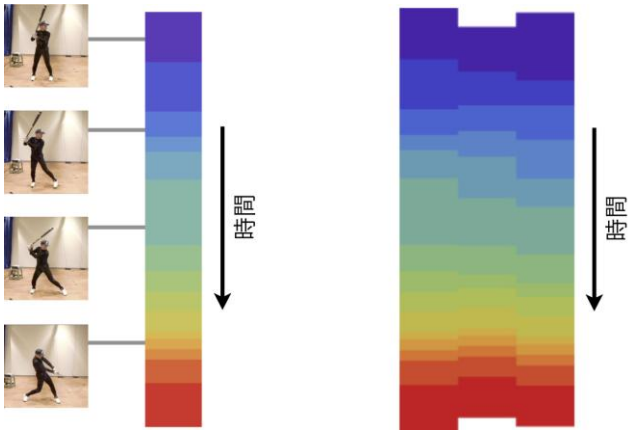


図 1：Multi Triangle モデル：複数三角形の組み合わせによる姿勢の表現

セグメントである。からだの動きは、各セグメントの形状やセグメント間の角度という物理的な関係性として表される。例えば、肘関節や膝関節の動きは腕部を表す三角形のなす角を変化させる。また、首関節や肩関節、股関節などセグメンを繋ぎ合わせる関節の動きは各セグメントのなす角(法線ベクトルの内積)を変化させる。従って、図 1 のように計 6 つの三角形で全身を表現する場合、各三角形の形状を表す角度情報(6 種)と各セグメントの法線ベクトル同士がなす角(15 種)の計 21 種の値で姿勢を表現することができる。さらに、Multi Triangle モデルは必要に応じて(たとえば、上胴や下胴を区別したい場合、あるいはバットやラケットなどの道具も身体の一部として表現したい場合など) 三角形を追加して関係性の記述分解能を変化させることができる。

3.2 カラーバー

3. 1 に示す Multi Triangle モデルは、計測データの各フレームの姿勢を多次元ベクトルに変換することが可能である(例えば三角形 6 枚の場合、21 次元ベクトル)。カラーバーは、この多次元ベクトルデータを K-means 法を用いて姿勢の類似度を計算、図 2 のように色を用いて姿勢変化を可視化したものである。カラーバー生成の手続きを以下に示す。

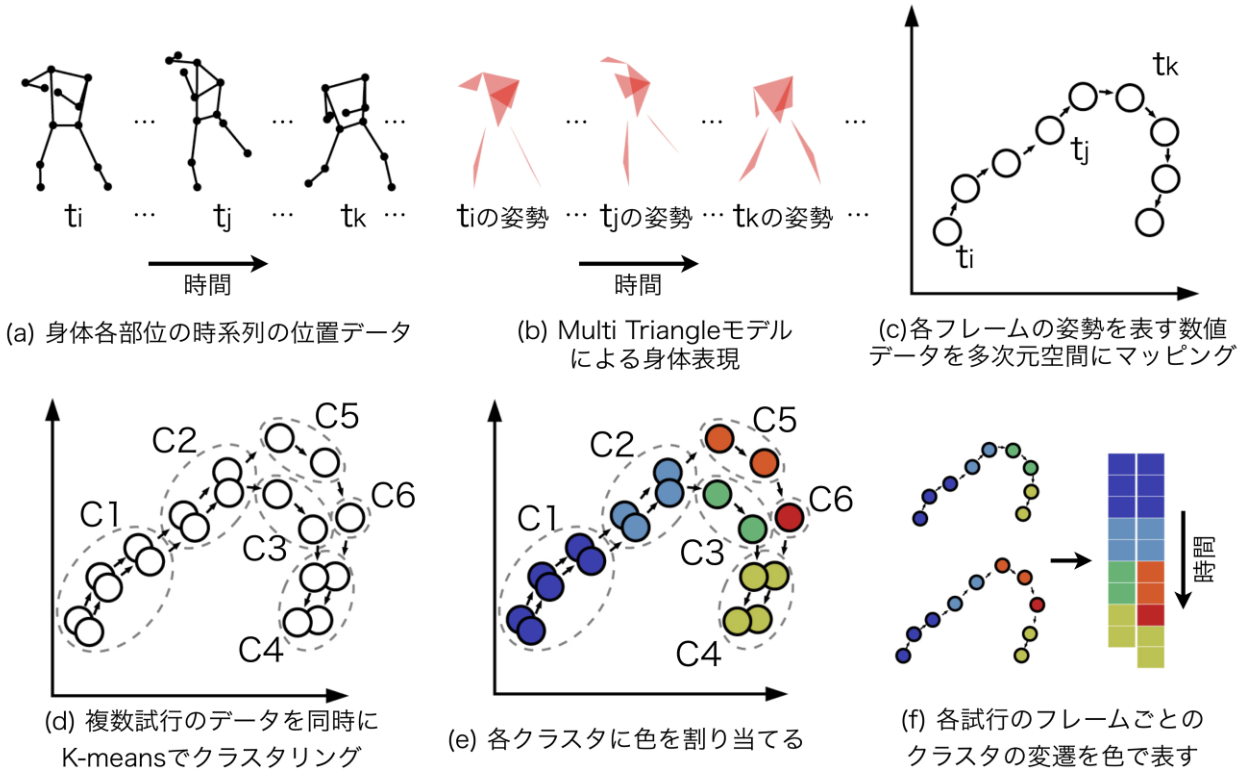


a) 1 試行のカラーバー b) 複数試行のカラーバー
図 2：カラーバー： 姿勢変化の可視化による総体的身体の振舞いの表現

・モーションキャプチャを用いて身体運動を計測し、各部位の位置情報を獲得する（図 3a）
・Multi Triangle モデルを用いてフレーム毎の姿勢を表現する（図 3b）
・姿勢(各セグメント・セグメント間の関係性)を表す数値データを多次元空間にマッピングする（図 3c）
・K-means を用いて多次元空間にプロットした複数試行のデータをクラスタリング、同じクラスタに属する姿勢を「類似する姿勢」と見なす（図 3d）
・各クラスタに色を割り当てる（図 5e）
・試行毎にもとフレームごとのクラスタの変遷を色で表す（図 3f）

カラーバー内に現れる各色は計測データ内の類似する姿勢が継続する区間を示しており、同じ色が長く続くと緩やかな動き、短い色が並ぶ区間は急峻な動きを表す。また、図 2b のように複数試行分のデータからカラーバーを生成すると、複数の身体運動における姿勢変化の傾向を俯瞰することができる。例えば、試行毎に全く同じのからだの動きを繰り返すことが出来れば各カラーバーに現れる色の長さが全て揃い、水平方向に色の層が現れる。しかし、実際には同じ運動を繰り返しているつもりでもからだの使い方に微妙な差異が生じるため、カラーバーの全長や現れる色が変化してしまう。

Multi Triangle モデルによって角度の関係性によって記述した姿勢を、カラーバーとして総体的に表すことで、試行間の差異を直感的に把握し、その要因をアスリート自身が観察して新たな解釈



(a) 身体各部位の時系列の位置データ
(b) Multi Triangleモデルによる身体表現
(c)各フレームの姿勢を表す数値データを多次元空間にマッピング
(d) 複数試行のデータを同時にK-meansでクラスタリング
(e) 各クラスタに色を割り当てる
(f) 各試行のフレームごとのクラスタの変遷を色で表す

図 3：カラーバー生成の手続き

を生みだすのである。

4. カラーバーの観察と新たな解釈

カラーバーという物理的関係性の総体的な記述は身体スキル探究に取り組むアスリートにどのような効用をもたらすのだろうか。

2008 年 6 月から 12 月にかけてアスリートを対象として実施したカラーバーのフィードバック実験[7]を例に、その効用について考察を行う 。このカラーバーのフィードバック実験では、現役の野球選手（草野球で年間 20 試合以上に出場）を被験者として上記期間中に計 12 回の運動計測を実施、合計 311 本のバットスイング（素振り）を計測しカラーバーを生成した。計測時に被験者は自身のスイングについて身体的メタ認知を実施しており、自身のスイングに対する解釈とあわせてカラーバーの観察に取り組んでいる。ここでは、図 4 に示す 2008 年 8 月 21 日に生成したカラーバーに関する事例を示す。

図 4 のカラーバーは、各試行の配色順に大きな変化が見られないことから、被験者が同じようなからだの動きを繰り返していたことが伺える。しかし、この日の身体的メタ認知の記述の中で、

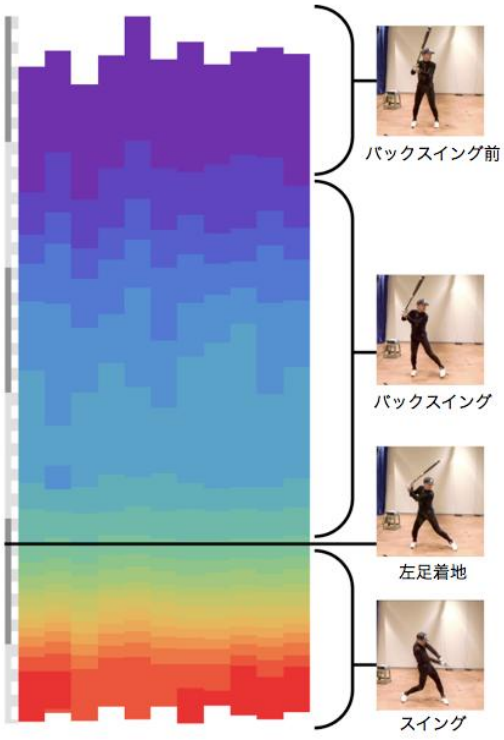


図 4　2008 年 8 月 21 日のカラーバー

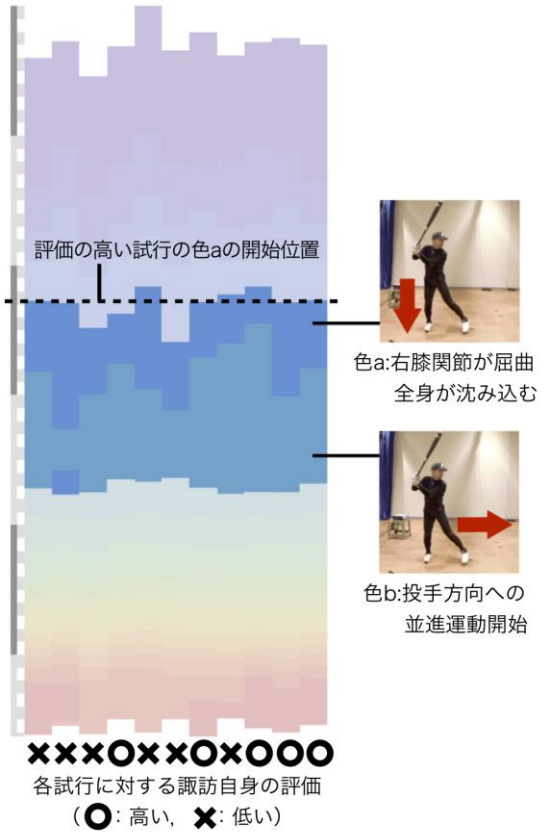


図 5： 被験者の試行に対する評価と注目する色 a, b

各スイングに対する被験者の評価は、バックスイング時に「矯め」がつくれていたか否かによって二分された。そこで、スイングの評価ごとのカラーバーの特徴を考察したところ、図 5 に示す色 a, b に注目。自身の評価が高い（バックスイング時に「矯め」ができている）試行は色 a の開始位置がほぼ一定であること、色 b が色 a よりも長いことという傾向があることを見出したのである。さらに、カラーバーから特定した色 a, b が現れる個所のからだの動きを運動計測時に撮影した映像や計測データで確認したところ、色 a は右膝関節が屈曲して全身が沈み込む、色 b は沈み込んだからだが投手方向へ向けて並進運動を開始する箇所であることが明らかになった。

この一連の出来事は、被験者がカラーバーの観察を通じて、バックスイング時の「矯め」という自らのからだの動きに対する解釈がどのよう物理的関係性に根差すものかを理解したことを示している。

5. からだと環境の関係性の記述

4.に示す野球のスイングの事例は、カラーバーによる、アスリートからだの内に生じる関係性がもたらす効用を示したものである。カラーバーによる関係性の記述はからだの内に限らず、アスリートのからだと周囲の環境の関係性を記述することも可能である。

競技の場において、アスリートのからだの周囲の環境の中でも特に重要な意味を持つのが他者の体である。例えば、対人競技において選手の間に生じる物理的な関係性は間合いとして解釈される。時々刻々と変化する間合いを読むことは、駆け引きを行うための重要な要素である。

そこで、筆者らは空手の組手競技を例に、Multi Triangle モデルとカラーバーを用いて間合いの可視化に取り組んできた[8]。図 6 が、組手競技中の両選手の姿勢を Multi Triangle モデルによって記述、各選手の姿勢変化のカラーバー（図 6 の下方に表示される下段、中段のカラーバー）と選手間の関係性をカラーバー（上段のカラーバー）である。後者の選手間の関係性を示すカラーバーは、それぞれのからだの内の関係性と両者の体幹がなす角および骨盤中心感の距離の記述をあわせてクラスタリングを行ったものである。

選手間の関係性について、姿勢と同様の方法で類似度計算を行うことで、競技の場を総体として捉え、試合展開の類似性の比較や注目個所の発見に取り組むことが可能となる。

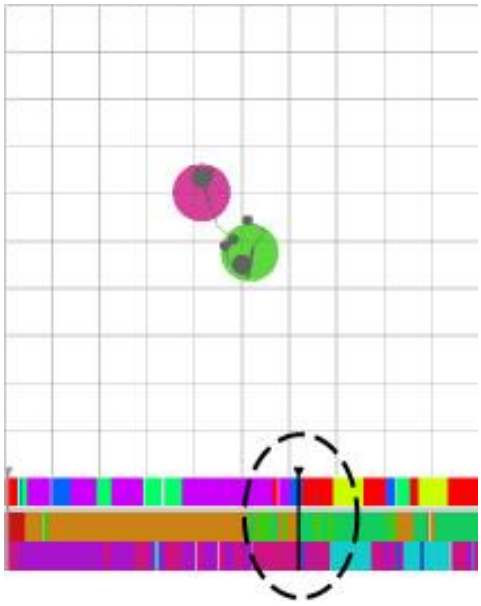


図 6：カラーバーによる間合い可視化の試み

6. おわりに

本研究では、知の身体性という観点から運動計測データを取り扱い、アスリートによる身体スキル探究を促す 1 つの方法として、Multi Triangle モデル及びカラーバーの事例を示してきた。

これらの方法は、単にからだの動きの特徴に留まることなく、競技の場の物理的関係性を色濃く記述することを意図している。Multi Triangle モデルは、からだを構成するセグメント間の角度関係性を網羅的に記述し、その総体として全身姿勢や選手間の間合いを表現する。さらに、カラーバーによる可視化は、競技の場の物理的関係性を俯瞰し、その傾向をアスリート自身が直感的に理解することを可能にした。競技の場における物理的関係性をフィードバックすることで、アスリートがそれまで暗黙的に行ってきた場に対する解釈をことば化する機会をつくり出すことが期待される。

参考文献

[1]古川康一編著，(2009)，“スキルサイエンス入門”，オーム社

[2]Pfeifer, R., Bongard, J., (2006), “How the Body Shapes the Way We Think:A New View of Intelligence”, Bradford Book.

[3]阿江通良，藤井範久，(2002)，“スポーツバイオメカニクス 20 講”，朝倉書店.

[4] 山田憲政，(2011)“トップアスリートの動きは何が違うのか”，化学同人.

[5]Brown, A. L., (1978), “Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition”, In Glaser, R., (Ed.) “Advances in Instructional Psychology”, Vol.1, pp. 80.

[6] 諏訪正樹，赤石智哉，(2010)，“身体スキル探究とデザインの術”，認知科学，Vol. 17, No. 3, pp. 417-429.

[7]Nishiyama,T., Suwa,M. “Visualization Tool for Encouraging Meta-cognitive Exploration

of Sport Skill" International Journal of Computer Science in Sport, Vol.9,Edition.3 (2010).

[8] 西山武繁，松原正樹，諏訪正樹，(2011)，“間合いの可視化による駆け引きスキルの体得支援ツールのデザイン”，第 25 回人工知能学会全国大会, 3D2-0S8-12.

認知科学の入門的授業におけるモデル作成による認知処理の内省を促す授業実践

Class Practice of Cognitive Science through Building a Computational Model for Constructing a Mental Model about Cognitive Processing

神崎　奈奈[†]，三輪　和久[†]，寺井　仁[†*]，小島　一晃[‡]，中池　竜一[††]，
齋藤　ひとみ[‡‡]，森田　純哉[†††]
Nana Kanzaki, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai, Kazuaki Kojima, Ryuichi Nakaike, Hitomi Saito, Jyunya Morita

[†]名古屋大学大学院情報科学研究科，[‡]早稲田大学人間科学学術院，[††]京都大学大学院教育学研究科，
[‡‡]愛知教育大学教育学部，[†††]北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科，*JST/CREST

Graduate School of Information Science, Nagoya University
Faculty of Human Sciences, Waseda University
Graduate school of education, Kyoto University
Aichi University of Education
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
CREST JST
kanzaki@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We designed and practiced a cognitive science class for undergraduate students. In this class, the participants were required to build a model about subtraction processing and its bug model with a learning system, DoCoPro. Through building and simulating the cognitive models, the participants learned to construct a mental model about a cognitive process of subtraction and to simulate the mental model. The results of the pre and post tests show that the participants who completed to build a bug model with DoCoPro, successfully constructed the mental model and ran the mental simulation exactly. Thus, to build and simulate a computational cognitive model is effective for constructing a mental model about the cognitive processing and its mental simulation.

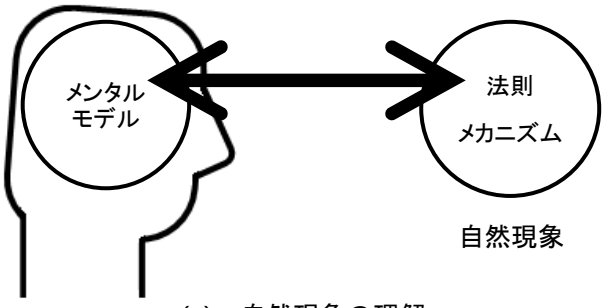
Keywords — Cognitive Science Class, Cognitive Model, Mental Model, Mental Simulation, Learning Environment

1. はじめに

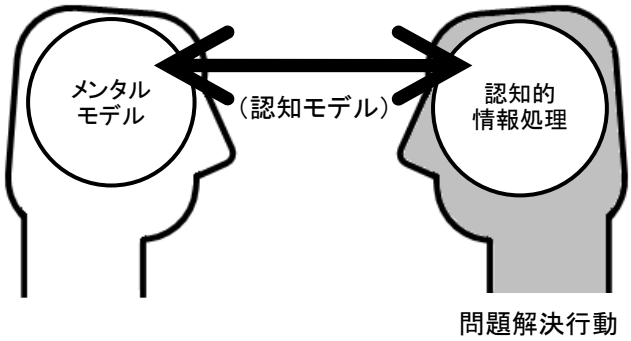
人は，自然現象を理解するとき，その現象についてのメンタルモデルを構成する[7]。アインシュタインの相対性理論やマクスウェルの電磁気学的法則の発見において用いられた思考実験は，ここでいうメンタルモデルを使った心的なシミュレーション，メンタル・シミュレーションに相当すると考えられ，メンタルモデルが，歴史的な科学発見においても重要な役割を果たしてきたことがうかがえる[5]。一方，同様のことが，自然現象の理解に限らず，社会現象や対人理解においても生じる。本論文では，対人理解，とりわけ人間の問題解決行動を理解する時のメンタルモデルを取り上げる。これらのメンタルモデルは，メンタルモデルを構築する対象とそれを構築する主体が一致しているという点において，他の科学的な概念についてのメンタルモデル構築と異なる特徴を有する。

自然現象に対するメンタルモデルは，当人が把握する対象の自然現象を生み出す法則やメカニズムに基づき構成される（図１(a)）。一方，人間の問題解決に関するメンタルモデルは，観察対象となる人間の問題解決行動の背後にある認知的情報処理の理解に基づき構成されると考えられ，認知的情報処理の理解とは，すなわち対象の認知モデルを理解することを意味する（図１(b)）。従って，対象の認知モデルを理解し，構成することは，このようなメンタルモデルの構成に重要な役割を果たすことが期待される。

そこで本授業実践では，学部学生を対象とした認知科学の入門授業において，認知科学における



(a)　自然現象の理解



(b)　人間の問題解決行動の理解

図 1　メンタルモデルの構成

重要なテーマの一つである認知モデルを対象として，上記のようなメンタルモデルの構築とメンタル・シミュレーションを行うことを目指す授業を設計・実施した。本実践では，メンタルモデル構築の対象となる認知的処理として，ルールベースの認知的処理のモデルを取り上げる。ルールベースの認知モデルを検討する際に，もっとも一般的にその題材として使用されているものの一つが，加算，減算処理であり[1][2]，本実践では，減算の筆算の認知的処理を題材として使用した。

認知的処理を対象としたメンタルモデルを構築することは，認知についての認知，すなわちメタ認知である[6]。特に，減算等の手続き的知識に基づく処理は自動化され，意識せずに行われており，メタ認知が困難であると考えられる。そこで，本実践では外的に認知モデルを構築し，そこでシミュレーションを行うことによって，メンタルモデルの獲得をサポートする。

中池・三輪・森田・寺井は認知科学初学者が簡便に認知モデルの作成を実習できる教育用 Web based プロダクションシステム，どこでもプロダクションシステム（DoCoPro）を開発した[4]。三輪・寺井・森田・中池・齋藤は，情報系大学院前

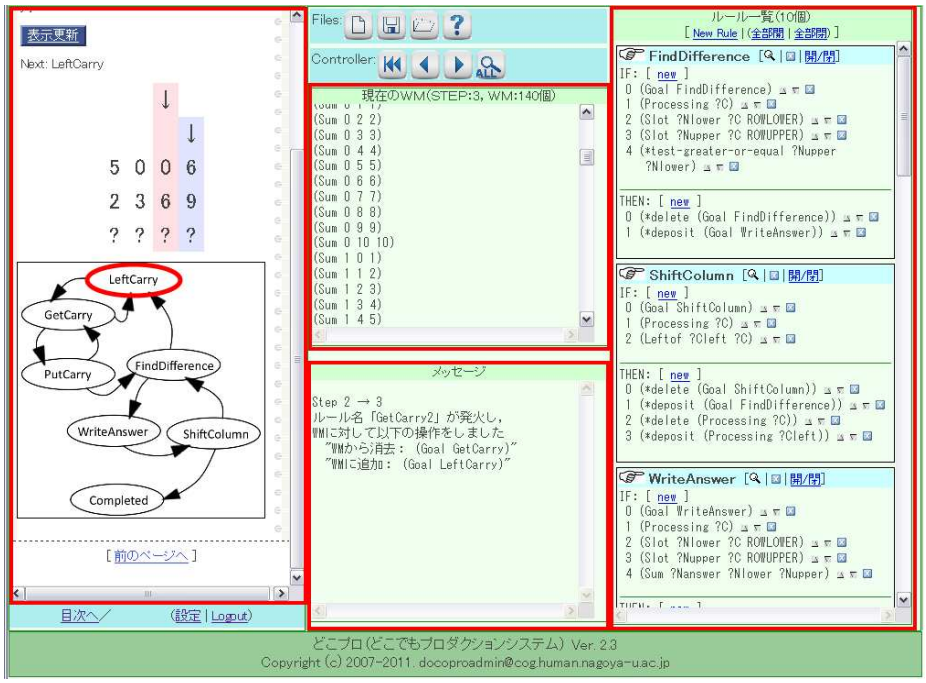


図 2　システム画面

①現在のワーキングメモリの状態，②プロダクションルール一覧，
③適用したルールとワーキングメモリの変化，④現在のワーキングメモリを視覚化したもの

期課程の大学院学生に対して，このシステムを用いた授業実践を行い，その有効性を確認している[3]。本授業実践では，三輪らの実践の中から，基礎的な授業として位置づけられていた，減算処理に関する手続き的知識についての認知モデル作成の授業を発展させ，プログラミングに習熟していない文系学生を含む情報系学部学生に対して授業実践を行った。このシステムは，中央に現在のワーキングメモリの状態，右側にルールの一覧が表示される（図２）。学習者はワーキングメモリにルールを順次適用させていくことでワーキングメモリの状態を変化させ，モデルの処理を進めていく。ワーキングメモリとルールは，プログラミングに習熟していなくても簡便に作成できるようになっている。しかし，著者らが学部学生に対して三輪ら[3]のシステムを使用した授業を実施した経験から，学部学生はワーキングメモリの状態を意識せずにシミュレーションを行っていることが確認されており，その点を補強するために，左側にワーキングメモリの状態が図示されるようにインターフェースの改良を行った。

2. 授業構成

2.1 参加者

参加者は情報系学部の３，４年生 37 名であった。

2.2 システム概要

三輪ら[3]で使用されたシステムのインターフェースを改良し，演算処理中のワーキングメモリの状態が適宜確認できるものを使用した（図２）。

2.3 授業概要

最初の２回は授業の導入であり，参加者は，積み木の組み替えを行うモデルを作成した。導入を通して，参加者は，プロダクションシステムプログラミングの基本を学ぶと共に，DoCoPro の操作に習熟した。続く２回の授業で記憶の意味ネットワークのモデルを作成した。本研究の分析対象である減算の筆算のモデルに関する授業は５回目から７回目の計３回に分けて行われた。

参加者は，筆算モデルの第１回の授業において，

表１ バグ同定課題で使用されたバグ

	9008	806303
	－ 3149	－ 182465
バグ 1	5959	623938
バグ 2	3969	623748

バグ 1：上段０からの繰り下がりのバグ。さらに上段からの繰り下がり処理をせずに上段の０を９にしている。

バグ 2：上段０からの繰り下がりのバグ。さらに上段からの繰り下がり処理をするときに，またいできた０を９にせず，計算中の桁に 10 を足している。

繰り下がりのない減算の筆算のモデルを作成し，第２回において，繰り下がりのある減算の筆算にも対応できるモデルを作成した。そして第３回において，人間が特定の演算を行う時に典型的に現れるエラーをシミュレートする「バグモデル」の作成に従事した。ここで作成されたバグモデルは，後述のプレ・ポストテストのバグ同定課題２問と同一のバグを持つものである。なお，半数の参加者は１問目のバグモデルを作成し，残りの半数の参加者は２問目のバグモデルを作成した。

2.4 プレ・ポストテスト

授業を評価するために，モデルを作成する前後で，プレ・ポストテストが実施された。バグを含む減算処理二種に対して，それぞれ下記の課題が課せられた。二種のうち，一種に関しては授業内でバグモデルとしてモデルの作成を行っているため，授業内でモデルを作成した問題は同型問題，モデルを作成しなかった問題は転移問題として分析を行った。

・バグ同定課題

特定のエラーを起こしている計算結果（表１）が呈示され，バグの内容を記述することが求められた。

・バグ再現課題

バグ同定課題とは異なる減算問題２題において，バグ同定課題で同定したバグを含んだ処理を行った際に算出される結果の予測が求められた。

表２ バグ同定課題における正解記述者の度数

	プレ	ポスト
同型問題		
バグモデル完成群（*n*=16）	2	14
未完成群（*n*=21）	3	7
転移問題		
バグモデル完成群（*n*=16）	5	10
未完成群（*n*=21）	2	4

表３ バグ同定課題における特異記述者の度数

	プレ	ポスト
同型問題		
バグモデル完成群（*n*=16）	9	0
未完成群（*n*=21）	14	6
転移問題		
バグモデル完成群（*n*=16）	7	2
未完成群（*n*=21）	14	6

3. 授業評価

バグモデル作成に関して，37 名中 16 名が授業内でバグモデルを完成させることができた。この 16 名をバグモデル完成群，残りの 21 名をバグモデル未完成群として以下の分析を行った。

3.1 バグ同定課題

まず始めに，バグ同定課題における正解に関する記述の有無について分類を行った（表２）。同型問題について，それぞれの群において，２（プレポスト）×２（正解記述あり／なし）の直接確率検定を行ったところ，バグモデル完成群においては，プレテストよりもポストテストの正解記述者が多いことが確認されたが（$p< .001$，片側），バグモデル未完成群においては，プレテストとポストテストの間に正解者の割合の差は確認されなかった（$p= .139$，片側）。転移問題についても同様の検定を行ったところ，同型問題と同様の傾向が確認された（完成群：$p= .078$；未完成群：$p= .331$，片側）。

次に，モデル的な思考態度をもつようになったかをみるために，２題を一貫して説明するバグの記述ではなく，現象の記述（「４桁目が間違っている」等）のみや，トリビアルなルール（「百の位だけ１増える」等）が記述されているものを特異記述としてカウントした（表３）。同型問題について，それぞれの群において２（プレポスト）×２（特異記述／その他）の直接確率検定を行ったところ，両群において，プレテストからポストテストへの減少が確認された（完成群：$p< .001$；未完成群：$p= .015$，片側）。転移問題についても，同型問題と同様の傾向が確認された（完成群： $p= .057$；未完成群：$p= .015$，片側）。

3.2 バグ再現課題

バグ再現課題は各問題につき２題ずつあり，１題１点として２点満点で採点された。

図３は同型問題における各群のプレ・ポストテスト平均を示したものである。２（被験者内：プレポスト）×２（被験者間：バグモデル完成／未完成）の２要因混合の分散分析を行ったところ，プレポストの主効果のみが有意であり（$F(1, 35) =17.47$, $p< .01$），バグモデル完成／未完成の主効果（$F<1$, *ns*），２要因の交互作用（$F(1, 35) =2.70$, *ns*）は有意ではなかった。

図４は転移問題における各群のプレ・ポストテスト平均を示したものである。同型問題と同様の分散分析を行ったところ，プレポストの主効果（$F(1, 35) =6.45$, $p< .05$）とバグモデル完成／未完成の主効果（$F(1, 35) =4.20$, $p< .05$）がともに有意であった。そして，２要因の交互作用が有意傾向であった（$F(1, 35) =3.49$, $p= .070$）。単純主効果の検定を行ったところ，バグモデル完成群におけるプレポストの単純主効果（$F(1, 35) =9.72$, $p< .01$）とポストテストにおけるバグモデル完成／未完成の単純主効果（$F(1, 70) =7.49$, $p< .01$）のみが有意であった。

4. 考察

本授業実践では，認知科学初学者の学部学生に対して，認知モデルを作成する授業を実施し，評価を行った。バグ同定課題の結果は，減算の筆算処理についてのメンタルモデルの獲得を示していると考えられる。バグモデル完成群において，同

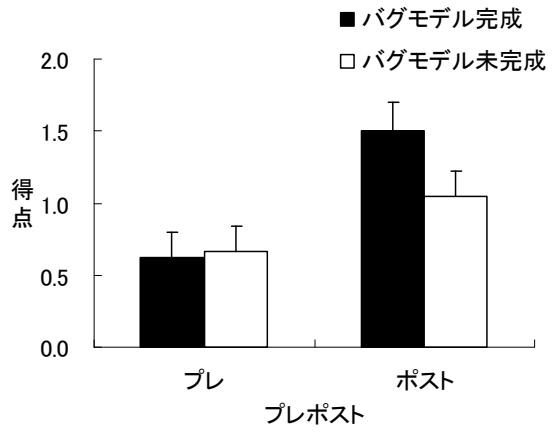


図３ バグ再現課題における同型問題の平均点

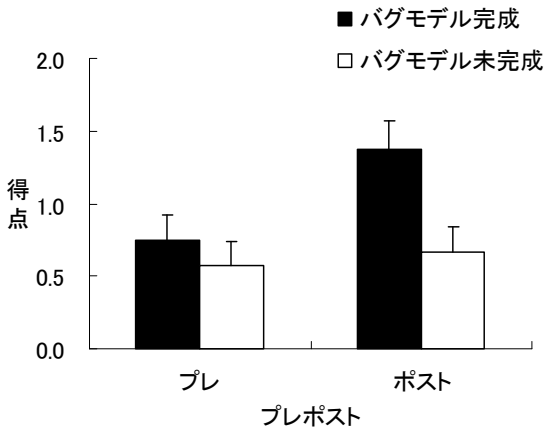


図４ バグ再現課題における転移問題の平均点

型問題においても，転移問題においても，プレテストからポストテストへ正解者が増加したことから，バグモデルを完成させることができた参加者は，本授業実践により，メンタルモデルを獲得したこと意味している。特に転移問題における正解者の増加は，単に作成したモデルを記憶した訳ではなく，より一般的なレベルでのメンタルモデルを獲得したことを意味していると考えられる。バグモデル未完成群においては，正解者の増加は見られなかったものの，特異記述者はプレテストからポストテストにかけて減少しており，モデル作成を経験することにより，より一般的なモデルを指向する態度となったと考えられる。

一方，バグ再現課題の結果は，特定のバグを持つメンタルモデルをシミュレートした結果を表しており，メンタル・シミュレーションが正確になされたかどうかを示していると考えられる。こちらも，バグモデル完成群においては，同型問題においても，転移問題においても，プレテストからポストテストへの得点の上昇がみられたことから，より正確にメンタル・シミュレーションができるようになったことが示唆された。

バグモデル未完成群においては，同型問題のみでプレポストの効果が確認されたが，バグ同定課題の結果と合わせて検討すると，2題のうち1題は曖昧なルール，もしくは部分的にあっているルールで回答できるものであったため，このような結果となったと考えられ，必ずしも本授業の効果が確認されたとはいえない。

以上から，学部学生に対して本システムを用いて認知モデルを作成する授業を実施することの有効性が確認された。ただし，その効果は，バグモデルを完成できた学習者のみに対するものであった。ここで，そもそもメンタルモデルを持っていた学習者が，外的なモデルの作成に成功したのではないかという疑義が生まれるが，プレテストにおいては，バグモデル完成群も未完成群も正解者の割合は同程度に低かったため，本授業の効果によって，理解が深まったと考えられる。

５．まとめ

本研究によって，認知的情報処理についてのメンタルモデルの獲得とメンタル・シミュレーションの実行に対して，外的に認知モデルを作成し，シミュレートすることの効果が確認された。ただしその効果は，より応用的なモデルを完成できた学習者のみに対するものであった。応用的なモデルが完成できなかった学習者も，モデルが完成できるようになれば，完成者と同様の効果が期待できる可能性がある。今後の課題として，応用的なモデルを完成させることができなかった学習者に対する支援が挙げられるが，より直感的に認知モデルが把握できるインターフェースの改良と授業の設計の両面からアプローチすることが望まれる。

参考文献

[1] Klahr, D., Langley, P., & Neches, R. (1987) “Production system models of learning and development”, Cambridge: MIT press.

[2] 三輪和久(1995) “記憶のコンピュータシミュレーション”, 認知心理学 2 記憶, 東京大学出版会.

[3] 三輪和久・寺井仁・森田純哉・中池竜一・齋藤ひとみ (2012) “モデルを作ることによる認知科学の授業実践”, 人工知能学会論文誌, vol.27, pp.61-72.

[4] 中池竜一・三輪和久・森田純哉・寺井仁 (2011) “認知科学の入門的授業に供する Web-based プロダクションシステムの開発”, 人工知能学会論文誌, vol.26, pp.536-546.

[5] Nersessian, N. (2008) “Creating Scientific Concepts”, Cambridge: MIT press.

[6] 三宮真智子・編著 (2008)『メタ認知』, 北大路書房

[7] Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1994) “Mental model of the day / night cycle”, Cognitive Science, vol.18, pp.123-183.

類別變異效果
The Category Variability Effect in Category Learning

吳 岳勳†, 楊 立行†, 王 曉薇‡
Yueh-Hsun Wu, Lee-Xieng Yang, Hsiao-Wei Wang

†政治大学, ‡東北大學
National Chengchi University, Tohoku University
lxyang@nccu.edu.tw

Abstract

The category variability effect is referred to that when the two contrasting categories are not equally varying along the stimulus dimension, the very middle item in between the categories would be more likely classified to the category of high variety category although it is equally similar to the edge items of the categories. This phenomenon was firstly found with semantic stimuli, however, the following-up studies, with the perceptual stimuli, did not get this finding reliably. The present study is aimed to examine under which circumstances the category variability effect would occur. Instead of the visual stimuli, the experiments in this study use auditory stimuli (i.e., tones), for the auditory information (1-D information) would produce less noise in perception. Experiment 1 examined whether the category variability effect would be induced by a hint about the difference on category variability. The results showed no effect of the hint and also no category variability effect. Experiment 2 suggested the failure in Experiment 1 might result from an improper manipulation of category variability. In Experiment 2, we shrank the range of the low-variability category and found strong category variability effect when the low-variability category variability became even small. In order to examine the reliability of this observation, in Experiment 3, we turned to change the variability of the high-variability category. The results confirmed a strong category variability effect. Thus, it is suggested that this effect can also be found in the perceptual category learning task. Further, we developed an index *D* to measure the ratio between the category deviations. When *D* smaller than 1, the category variability effect is more likely to occur and disappear otherwise. With *D*, we can predict the occurrence of category variability effect.

Keywords — Category Variability Effect, Category Learning

Introduction

Normally, categorization is regarded as a process to put together similar objects in a category and separate dissimilar objects into different categories. In the past decades, a lot of theories posit that similarity is the basis for categorization (Kruschke,1992; Love, Medin, & Gureckis, 2004; Medin & Schaffer, 1978; Nosofsky,1986,1987). Although there are many different ways to interpret similarity, in this manuscript, we adopt Nosofsky's (1986, 1987) definition for similarity as a negative exponential function of the distance between objects in a psychological space. That is, the closer two objects in a psychological space, the more similar they are to each other. Therefore, an object would be more likely to be classified to the category whose exemplars are relatively similar to it. This assumption is shared among all exemplar-based models, such as ALCOVE (Kruschke, 1992) and GCM (Nosofsky1986, 1987).

However, similarity might not be the sole basis for categorization, as revealed in the seminal study of (Rips, 1989). In his seminal study, the participants were asked to imagine a 3-in circular object and judge whether it is more similar to a quarter or a pizza as well as whether it is belonged to the category of coin or the category of pizza. According to the participants' estimation of the diameter lengths of different coins and pizzas in the pilot study, 3 inch was right in the middle between the edge exemplars of the two categories and most coin members had a diameter closer to 3 inches than the pizza members did. The results showed that the participants tended to judge this critical item[1] as more similar to coin, however,

[1] From now on, an object equidistant to the edge

they tended to classify it to the opposite category - pizza.

The most appealing part of this finding is why the critical item is not classified to the category whose members are obviously more similar to it, as suggested by the exemplar-based models. Among those psychologists who tried to provide a plausible explanation, Smith and Sloman (1994) noticed that the coin category is relatively less varying in diameter than the pizza category is. Thus, they suggested that the participants in Rips study might have applied some sort of rule in this task, such as "anything larger than 1 inch in diameter is not a coin". Accordingly, this finding has been regarded as evidence against the exemplar-based models. Given that this phenomenon seems to be quite relevant to the differential variability of two categories, it is fair enough referred to the category variability effect.

Although the category variability effect was found consistently with the semantic materials (e.g., the written sentence describing coin and pizza) (Rips & Collins, 1993; Smith & Sloman, 1994), it seemed to be very unreliable in the perceptual category learning task. For instance, Cohen, Nosofsky, and Zaki (2001) tried to replicate the Rips finding with straight lines of different lengths. These lines were defined as two categories by their line length. These authors asked the participants to learn the category membership in a trial-and-error fashion. The critical item was presented to the participants in the transfer phase. Although the results showed that the critical item was more likely to be classified to the high-variability category when the variability of that category increased, the mean probability to be as high-variability category was about .47 (not too much different from .50). Also, the low-variability category these authors used consisted of one exemplar only, that makes their task more like an identification task otherwise. Thus, the evidence for the category variability effect in a perceptual category learning task is still weak.

Similarly, Stewart and Chater (2002) tried to replicate Rips' (1989) experiment with the stimulus consisting of a circle with a dot attached to it. In their study, the high- and low-variability category respectively corresponded to different ranges over the dot position: one is larger than the other. Although these authors did observe the category variability effect, this result only occurred when the participants noticed the difference between two categories on the category variability in the way of seeing all stimuli of two categories at once while learning them. However, showing all stimuli at once to participants is not a conventional way in the category learning paradigm. Again, the category variability effect is still uncertain in the perceptual category learning task.

Hsu and Griffiths (2010) asked different groups of participants to learn categories of perceptual stimuli in two conditions. In the discriminative condition, the participants were given a stimulus and asked to judge to which category it was belonged. After the response was made, a corrective feedback was provided. In the generative condition, the participants were given the stimulus together with the category label to learn on each trial. The category structure and the experimental procedure were all the same in these two conditions. The results showed that the category variability effect occurred in the generative condition not in the discriminative condition. This result implies when the category characteristic (i.e., how varying the category is) is considered on classifying a stimulus, the category variability effect occurs.

From the previous review, it is clear that (1) the

exemplars of two categories is called the critical item for the sake of writing convenience.

category variability effect can occur in the perceptual category learning task but that (2) it needs some particular experimental regimes (e.g., showing all stimuli at once or adopting observational learning alike paradigm) to induce. Why the feedback-learning paradigm cannot induce this effect becomes the major concern of this study. Perhaps, the ease of discriminating different stimuli perceptually is worth considering. In the previous reviewed studies, most studies except the work of Cohen et.al. (2001) did not provide the information about how close the stimuli were to each other in the psychological space. It is quite possible that the category variability effect does not occur because people cannot perceptually tell the difference between the stimuli of two categories (e.g., all dots of the circular stimuli in Stewart and Chater (2002) experiments only vary in a small region). Also, the stimulus material may share a part of discrimination ease. As the visual stimuli provide 2-dimensional information, which may relatively easily help the use of the unexpected strategy in learning categories. Thus, in order to examine whether the category variability effect can occur in the perceptual category learning task, (1) we adopt auditory material (e.g., tones) as stimulus in this study and (2) we systematically manipulate the psychological distance between the categories. Our hypothesis is that the category variability effect is a fundamental phenomenon, which does not need any top-down strategy to induce, as long as the perceived difference between the category variability is large enough.

Experiment 1

In this experiment and the rest experiments of this study, we used tones of different frequencies as stimuli. All tones were transferred from physical frequency *f* to psychological unit mel - mel scale by $m = 1127 \log_e \left(\frac{f}{700} + 1 \right)$ (Steinberg, 1937; Stevens, Volkmann, & Newman, 1937). The mel scale is an interval scale which guarantees a good control over the psychological intensity of the tone stimulus we provided to participants. In Experiment 1, we put our emphasis on whether the top-down instruction is necessary for the occurrence of the category variability effect. The tones in the low-variability category varied from 480 mel to 520 mel with 10 mel as the interval. The tones in the high-variability category varied from 670 mel to 970 mel with 75 mel as the interval. The experiment contained two conditions depending on whether the participants were given a hint or not about the difference on the category variability.

Participants and Apparatus

All participants in this experiment were the undergraduate students in National Chengchi University (n=39 in the hint condition and n=38 in the no-hint condition). After testing, each participant would be reimbursed ($100) for effort and traffic expense. The experiment was conducted in a quiet booth. The experimental procedure, the displaying of stimuli, and the recording of response time and accuracy were all controlled by a MATLAB program implemented by the Psychophysics toolbox (Brainard, 1997; Pelli, 1997).

Stimuli and Procedure

All stimuli can be grouped to two categories with respect to the variety. In Figure 1, 10 learning stimuli (5 in each category) were shown in white bars and 7 testing stimuli were shown in black bars. In each condition, there were 5 leaning blocks each followed by 1 transfer block. In no matter learning or transfer block, each stimulus was presented twice randomly. The stimuli were the same for these two conditions, however, in the hint condition, the participants would be instructed that one category varied more than the other whereas the participants in the no-hint condition were just asked to learn the categories by

trial-and-error. In the transfer blocks, the participants were asked to classify the transfer stimuli without any feedbacks.

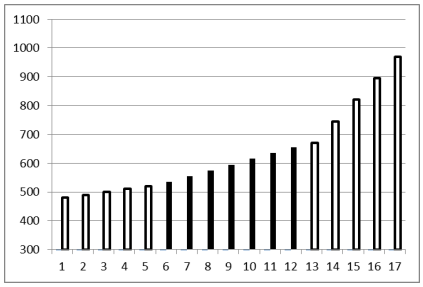


Figure 1. The category structure used in Experiment 1. The X axis denotes the number of the stimulus and the Y axis denotes the intensity of each stimulus tone in mel.

Results

The overall averaged accuracy of all participants was .89 which showed that the participants did learn the categories. The probability of the transfer item to be classified to the high-variability category was the main dependent variable. Hence, we averaged the response onto the transfer items in the last 3 blocks and conducted an Item (7) x Condition (2) mixed design ANOVA. The results showed a significant main effect of Item, $F(6,450) = 177.52$, $MSe = 0.02$, $p < .01$, no significant main effect of Condition, $F(1,75) < 1$, and no interaction effect, $F(6,450) = 1.83$, $MSe = 0.02$, $p = .09$. The no. 9 stimulus (595 mel) was the critical item as it was equidistant to the edge exemplars of the two categories. The probability of high-variability category on it was no different between the two conditions ($t(75) = -0.56$, $p = .26$). Also, the no. 9 stimulus was not significantly different from .50, ($t(38) = -1.23$, $p = .23$ for the hint condition and $t(37) = -0.318$, $p = 0.75$ for the no-hint condition). The probability of high-variability category on each transfer item can be seen in Table 1 and the standard error was shown in the parentheses. To sum up, Experiment 1 did not find any influence of hint on categorization performance, nor the category variability effect with or without hint.

Table 1. The probability of high-variety category on the transfer item

	535mel	555mel	575mel	595mel	615mel	635mel	655mel
Hint	.11(.02)	.17(.03)	.33(.04)	.46(.04)	.55(.04)	.67(.04)	.78(.03)
No-Hint	.19(.03)	.23(.04)	.39(.04)	.49(.04)	.56(.04)	.67(.03)	.73(.04)

Experiment 2

Experiment 1 showed no support for the category variability effect. This result is consistent with the report of Hsu and Griffith (2010) that the category variability effect did not occur in the discriminative condition (i.e., the feedback learning condition). However, this failure to observe the category variability effect might as well result from the improper manipulation of stimuli. In this experiment, we manipulated the range of the low-variability category as 50 mel, 15 mel, and 0 mel with the range of the high-variability category remained the same. Same as in Experiment 1, this experiment adopted the feedback learning paradigm. If the feedback learning condition cannot induce the occurrence of the category variability effect, then the range of low-variability category should not influence the probability of the critical item to be as the high-variability category, otherwise it would.

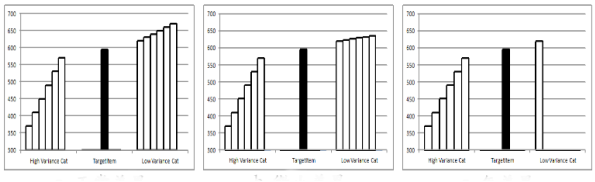
Participants and Apparatus

There were 42, 37, and 37 undergraduate students in National Chengchi University recruited respectively in the conditions of LR50, LR15, and LR0. Same as in Experiment 1, the experiment was conducted on the IBM compatible PC under the control of a MATLAB program.

Stimuli and Procedure

The stimuli used in all conditions can be seen in Figure 2. The three conditions were shown from left to right. In each condition, there were 6 learning stimuli

in each category. The high-variability category always ranged from 370 mel to 570 mel in all conditions, whereas the low-variability category has different ranges in different conditions (620 – 670 mel in LR50, 620 – 635 mel in LR15, and 620 – 620 mel in LR0). The participants were asked to learn the categories in 5 learning blocks, each of which was followed by a transfer block. In each learning block, the 12 learning stimuli were presented twice (12 x 2 = 24 trials) in a random order. In each transfer block, in addition to the critical item (590 mel), 4 learning stimuli were also presented, which were randomly selected from both categories (2 from each category).



LR50 LR15 LR0

Figure 2. The category structure in Experiment 2.

Results

The probability of high-variability category on the critical item increased as the range of the low-variability category decreased, .56 (LR50), .86 (LR15), and .89 (LR0). The one-way between subject ANOVA showed a significant effect of Condition on the critical item [$F(2,113) = 19.99$, $MSe = 0.07$, $p < .01$]. The simple comparison test supported that the critical item was less likely classified to the high-variability category in LR50 than LR15 [$F(2,113) = 26.57$, $MSe = 0.07$, $p < .01$] and LR0 [$F(2,113) = 31.56$, $MSe = 0.07$, $p < .01$]. With no surprise, the tendency to classify the critical item to the high-variability category in LR50 was no different from a chance level [$t(41) = 1.22$, $p = .23$], whereas it was much larger than .50 in LR15 [$t(36) = 9.36$, $p < .01$] and LR0 [$t(36) = 11.752$, $p < .01$]. Thus, we observed the category variability effect in this experiment.

Although Cohen et.al. (2001) observed an increased probability of high-variability category on the critical item by making the high-variability category more varying, not like us by making the low-variability category less varying, both findings converge on a suggestion that the category variability effect occurs only when the difference on the category variability between two categories is large.

More importantly, the success of this experiment clearly indicates that the category variability effect can be observed with the feedback learning paradigm.

Experiment 3

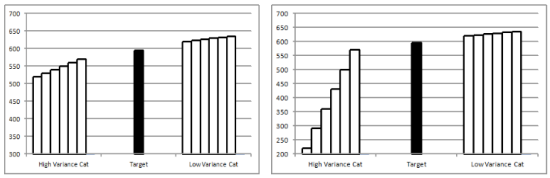
Although the category variability effect is strong in Experiment 2, it is still worth checking if this effect is independent of the mel intensity and only relevant to the category structure. Thus, in this experiment, the variability of the stimuli of low mels, namely the high-variability category in Figure 2, would be manipulated. While keeping the low-variability category always in the range of 15 mels (LR15), the range of the high-variability category in the two conditions were 350 (HR350) and 50 (HR50) respectively. The rest procedure and experiment design were all the same as in the previous experiments.

Participants and Apparatus

There were 39 undergraduate students in National Chengchi University participating in the HR50 condition and 38 in the HR350 condition. They would be reimbursed with $50 after testing for their effort and traffic expense. Same as in the previous experiments, the experiment was conducted on the IBM compatible PC in a quiet booth. The displaying of stimulus, the recording of response time and accuracy, and the whole experimental process were all under control of a MATLAB program.

Stimuli and Procedure

The stimuli can be seen in Figure 3. The left panel shows the category structure in the HR50 condition, in which the range of the high-variability category is 50 mels from 520 to 570 mels. The right panel shows the category structure in the HR350 condition, in which the range of the high-variability category is 350 mels from 220 to 570 mels. The low-variability category in either condition has a range of 15 mels from 620 to 635 mels. There were 6 learning stimuli in each category and 1 critical item (590 mel) in between the two categories.



HR50 HR350

Figure 3. Category structure used in Experiment 3.

Same as the procedure of the previous experiments, the participants were asked to learn stimuli in 5 blocks, each of which was followed by a transfer block. Therefor, there were 5 transfer blocks as well. In each learning block, 12 stimuli from both categories were presented twice each in random. In the transfer block, in addition to the critical item, 4 learning stimuli randomly selected from the categories were presented to the participants. In the learning blocks, the participants would be given a corrective feedback as "correct" or "wrong" after a response was made. However, in the transfer blocks, the participants would not get any feedback.

Results

In total, there were 10 blocks (learning plus transfer blocks) in this task and the averaged accuracy for all participants were .95. This shows that the participants can learn this category structure very well. However, there were three participants who could not get a learning accuracy as high as .80. These participants' data thus were not included in the further data analysis. In total, 39 data sets in the HR50 condition and 35 data sets in the HR359 condition were analyzed.

The mean probability of high-variability category on the critical item was .87 in the HR50 condition and .78 in the HR350 condition. Both mean accuracies were significantly higher than the 50% chance level, [$t(38) = 11.38$, $p < .01$ for the HR50 condition; $t(34) = 6.742$, $p < .01$ for the HR350 condition].

In both conditions, the critical item was significantly classified to the high-variability category, thus the category variability effect was confirmed again. Therefore, it is supported that the mel intensity has nothing to do with the category variability effect.

For a more thorough understanding of the category variability effect, we put together in Table 2 the participants' performance on the critical item from the conditions in Experiment 2 and 3 in this study, as these conditions were conducted in the same regime.

Table 2. The probability of high-variability category on the critical item in the conditions of Experiment 2 and Experiment 3. The standard error was shown in the parentheses.

LR50	LR0	LR15	HR50	HR350
0.56(0.08)	0.88(0.04)	0.86(0.04)	0.87(0.03)	0.78(0.04)

Apparently, except in the LR50 condition, the category variability effect occurred in all other conditions. This inspection is supported by the analysis of one-way between-subject ANOVA, $F(4,188) = 12.90$, $MSe = 0.08$, $p < .01$. The Scheffe test shows the probability of high-variability category on the critical item in LR50 is significantly less than that in the other conditions, (LR50 vs. LR0: $F(4,185)$

= 35.24, MSe = 0.06, p < .01; LR50 vs. LR15: F(4,185) = 29.67, MSe = 0.06, p < .01; LR50 vs. HR50: F(4,185) = 32.87, MSe = 0.06, p < .01; LR50 vs. HR350: F(4,185) = 14.94, MSe = 0.06, p < .01). The other four conditions are not significantly different from one another (LR0 vs. LR15: F(4,185) = 0.23, MSe = 0.06, p = .99; LR0 vs. HR50: F(4,185) = 7.69, MSe = 0.06, p > .99; LR0 vs. HR350: F(4,185) = 3.7, MSe = 0.06, p > .99; LR15 vs. HR50: F(4,185) = 4.13, MSe = 0.06, p > .99; LR0 vs. HR350: F(4,185) = 2.12, MSe = 0.06, p = .71; HR15 vs. HR350: F(4,185) = 2.81, MSe = 0.06, p = .59).

Measurement of Category Variability Effect

It is clear in Table 2 that the category variability effect does not occur only in the LR50 condition and does in the rests. To tell the difference between these conditions quantitatively, we generated an index called D index, $D = I_L SD_L / SD_H$, where I_L is the interval of the low-variability category and SD is the standard deviation of the category. The basic idea of this equation is that the more the two categories differ in variability, the more likely the category variability effect would occur. The interval of the low-variability category is a scaling constant to make D = 1 as a boundary for the occurrence of category variability effect. Thus, the category variability effect occurs when D < 1, and disappears when D > 1 otherwise.

Therefore, we apply the D index as the measurement of the category variability category for our experiments as well as the experiments we review. For the reason that we want to get a fair comparison between these data in D, we do not include the experiments not using feedback learning or using some extra instruction in the attempt to induce the category variability effect.

The results are shown in Table 3. The probability of high-variability category on the critical item, p, is the behavioral index for the extent of category variability effect, the larger the stronger the category variability effect is.

Table 3. The D index of different experiments

Experiment	SD_L	SD_H	I_L	D	p
No-Hint	14.14	106.07	10	1.33	.49
LR0*	0.00	56.57	0	0.00	.88
LR15*	4.24	56.57	3	0.22	.86
LR50	14.14	56.57	10	2.50	.56
HR50*	4.24	17.07	3	0.75	.87
HR350*	4.24	119.55	3	0.11	.78
Cohen(2001)	0.00	25.62	0	0.00	.47
Stewart(2002)	11.00	28.00	5	1.96	.39
Sakamoto(2006)*	3.42	34.16	2	0.20	.69
Hsu(2009)	14.14	106.07	10	1.33	.47

Basically the D index runs well for almost all experiments we review, denoted by * in the column of experiment in Table 3. As expected, when D > 1, p is not too large. That means a weak tendency for the category variability effect. On the contrary, when D < 1, p gets larger, a relatively strong tendency for the category variability effect. However, this regularity is not that stable for the case in which there is only one item in the low-variability category (I_L = 0, hence D = 0). In table 3, for the case of LR0 in our experiment there is a strong category variability effect, p = .88, whereas for the case of Cohen et.al. (2010) experiment, there is a weak category variability effect, p = .47. Probably this is because that the case with only one item in a category makes the whole learning task like an identification task rather than a category learning task and some unexpected strategy might be involved in making responses as well.

To sum up, the category variability effect does occur in the feedback learning task with the perceptual stimuli. Our results suggest that the inconsistent findings in the past studies might come from the

improper manipulation of the stimuli. Further, we provide a quantitative index *D* to measure the possible extent of the category variability effect given the category structure.

General Discussions

In this study, the main concern is to examine whether the category variability effect would occur in the perceptual category learning task. For this aim, unlike the precedent research, we used the auditory tones as stimuli in the attempt to get a better control on the psychological intensity of the stimuli. Three experiments were conducted in order to pursue this issue.

In Experiment 1, the participants learned the categories in a feedback learning paradigm with a hint or no hint about the categories varied differently. The results showed no category variability effect on the critical item, no matter the hint was provided or not. However, this failure might result from the improper manipulation of the stimuli. In Experiment 2, we shrank the range of the low-variability category to make three conditions (LR50, LR15, and LR0), which covered the higher region on the mel scale. The results showed a clear category variability effect in the conditions of LR15 and LR0, but not in the condition of LR50. This experiment suggested that in a traditional learning paradigm (i.e., feedback learning), the category variability effect could occur. In order to examine the reliability of this observation, in Experiment 3, we instead manipulated the range of high-variability category, which covered the lower region on the mel scale. The category variability effect was observed still. Thus, these results provide a positive support for our hypothesis that the category variability effect can occur in the perceptual category learning task.

Further, in order to get a comprehensive understanding about why the category variability effect occurs in some circumstance but not in others, we developed a quantitative index *D*. *D* actually represents the extent of ratio between category deviations. As shown in Table 3, *D* provides a good account for the experiments on this issue.

Strategy use and category variability effect

The study of Hsu and Griffith (2010) implies that the occurrence of category variability effect results from the use of a top-down strategy, in that people infer to which category the current stimulus is belonged according to their knowledge about the categories. However, our study suggests that the stimulus-response associations gained in the feedback learning paradigm is sufficient to induce the category variability effect. This is not to say that we exclude the possibility of the use of top-down strategy. What we suggest is just that the occurrence of category variability effect has a more perceptual account.

Category variability and category learning model

Although many studies have shown that the exemplar-based model has difficulty accounting for the category variability effect Cohen Johansen, the other models, which are evident to be able to account for this effect seem to be post hoc. For instance, the model of Sakamoto, Love, and Jones (2006) simply adds a component for category SD to account for the category variability. Some others like the GRT model (Ashby & Gott, 1988), although not that post hoc, still cannot provide an explanation to how the information of category variability is transferred so as to get the category variability effect. Therefore, it is worth pursuing this issue, specifically with the confidence for the occurrence of this effect in advance. Our D index provides a clear prediction to the occurrence of category variability effect that in turn can help other researchers continue studying this issue with a reliable measurement.

References

Ashby, F. G., & Gott, R. E. (1988). Decision rule in the perception and categorization on multidimensional stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition,* 14, 33-53.

Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. Spatial Vision, 10, 433-436.

Cohen, A., Nosofsky, R., & Zaki, S. (2001). Category variability, exemplar similarity, and perceptual classification. *Memory & Cognition, 29*(8), 1165-1175.

Hsu, A. S., & Griffiths, T. L. (2010). Effects of generative and discriminative learning on use of category variability. *Proceedings of 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*.

Kruschke, J. K. (1992). ALCOVE: An exemplar-based connectionist model of category learning. *Psychological Review,* 99, 22-44.

Love, B. C., Medin, D. L., & Gureckis, T. M. (2004). SUSTAIN: A network model of categorization. *Psychological View,* 111, 309-332.

Medin, D. L., & Schaffer, M. M. (1978). Context theory of classification learning. *Psychological Review, 85*(3), 207-238.

Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity, and the identification–categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General, 115*(1), 39-57.

Nosofsky, R. M. (1987). Attention and learning processes in the identification and classification of integral stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition,* 13, 87-108.

Pelli, D. C. (1997). The videotoolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision,* 10, 437-442.

Rips, L. J. (1989). Similarity, typicality, and categorization. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning.* (pp. 21-59): New York, NY, US: Cambridge University Press.

Rips, L. J., & Collins, A. (1993). Categories and resemblance. *Journal of Experimental Psychology: General, 122*(4), 468-486.

Sakamoto, Y., Love, B. C., & Jones, M. (2006). Tracking Variability in Learning: Contrasting Statistical and Similarity-Based Accounts. *Proceedings of Cognitive Science Society*, Mahwah, NJ.

Smith, E. E., & Sloman, S. (1994). Similarity- versus rule-based categorization. *Memory & Cognition, 22*(4), 377-386.

Steinberg, J. C. (1937). Positions of Stimulation in the Cochlea by Pure Tones. *The Journal of the Acoustical Society of America, 8*(3), 176-180.

Stevens, S. S., Volkmann, J., & Newman, E. B. (1937). A scale for the measurement of the psychological magnitude pitch. *Journal of the Acoustical Society of America, 8*, 185-190.

Stewart, N., & Chater, N. (2002). The effect of category variability in perceptual categorization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 28*(5), 893-907.

緩い対称性推論を用いた強化学習アルゴリズム
Reinforcement Learning Algorithm using Loosely Symmetric Reasoning

甲野 佑†, 高橋 達二‡
Yu Kohno, Tatsuji Takahashi

† 東京電機大学大学院先端科学技術研究科, ‡ 東京電機大学理工学部
Tokyo Denki University, Tokyo Denki University
yu.kohno.02@gmail.com, tatsujit@mail.dendai.ac.jp

Abstract

We applied the *LS* (loosely symmetric) model proposed by Shinohara to reinforcement learning. For that purpose, we analyzed some distinctive properties of LS in decision-making including self-organization of policy, resulting from symmetric inference by the model. Based on the analysis, we constructed a reinforcement-learning algorithm using LS as the value function. We showed the new algorithm 's efficacy in Acrobot task that has nonlinear dynamics. This study prepares future extensions of the model.

Keywords — Symmetric reasoning, Decision-making, Reinforcement learning

1. はじめに

現実に生きる我々は，観測，記憶，思考，行動に量的な制限を常に受け続けている．予測の正確さと判断の早さはトレードオフの関係にあり，全ての事柄を正確に知り，熟慮した上で，かつ素早く答えを導く事は出来ない．このトレードオフは何も知らないエージェントが未知の環境に対して学習をして行く際に最も顕著に現れる．自ら主体的に行動しなければ知識は得られない．かといって，限られた知識から何を選択していくべきか決定するのは困難である．本研究ではこのような困難を抱える学習課題(強化学習[1])に対して対称性推論を用いたアプローチを行った．ここで定義する推論とは，与えられた前提から結論を導く事や，得られた情報から結果を予測する事を指す．そして対称性推論とは人の直感的推論能力に深く関わっているとされる推論形式である．“p ならば q” が真という情報を得た時，“q ならば p” も真であると考えてしまう人の直感的傾向を対称性バイアスと言い，対称性推論にはそのようなバイアスによる非論理的な傾向が見られる．対称性推論は規範的論理学に照らし合わせると誤った推論であるが，現実の環境ではむしろ有用であるとされる[2].

意思決定課題において対称性推論が如何なる影響を与えるのかは，前述のトレードオフを抱える最も基礎的な課題であり，最も単純な強化学習課題でもある2本腕バンディット問題を例に説明されている．篠原らは緩い対称性推論のモデルである篠原モデル(緩い対称モデル，*LS*)を考案し，前述の2本腕バンディット問題に対してシミュレーションを行い，対称性推論が意思決定課題に対して良い成績を持つ事を示した[3]．本研究ではこの *LS* を強化学習アルゴリズムへ応用する事を目的としている．しかし，現在の形式では *LS* モデルを一般的な強化学習課題に対して応用する事が出来ない．そこで以下ではまず *LS* の性質を再考察し，どのような形式で強化学習への一般化を行うべきか議論する．

2. Loosely Symmetric Model

LS は人間の因果帰納と高い相関を持つモデルであり，$LS(E|C)$であれば，原因候補事象 C から結果事象 E が起こる事に対する信念の度合いを計算する(式1).

$$LS(E|C) = \frac{P(C,E)+S_p}{P(C,E)+S_p+P(C,\bar{E})+S_n} \quad (1)$$

$$\text{Positive bias}: S_p = P(\bar{E})P(C|\bar{E})P(\bar{C}|\bar{E}) \quad (2)$$

$$\text{Negative bias}: S_n = P(E)P(C|E)P(\bar{C}|E) \quad (3)$$

また，Takahashi et al. [4] によって，*LS* の性質と視覚における地と図の関係との類似が指摘されており，多義的に人の認知的性質を含むことがわかっている．人に対する認知実験の結果との統計的な比較もなされており，例えば人の因果帰納実験の結果に対して高い相関を得ている[5]．人に対するバンディット問題の十分な行動実験がまだ行われていない現状では “高い記述能力” と “高いパフォーマンス” という基準の違いは有るものの，因果帰納と意思決定という異なる分野において有意な結果を残しているモデルは *LS* のみである[6]．故に，対称性とそれに付随する諸性質の理解を深めるに当たって非常に重要なモデルになり得ると考えられて来た．

2.1 対称性推論と相対評価

LS は対称性推論という人の認知的性質を参考にして考案された[3]. 対称性推論とは論理的な推論において条件文 "C ならば E である $(C \rightarrow E)$" が真あるという前提がある時, 逆命題である "E ならば C である $(E \rightarrow C)$" も真であると, 与えられた条件文を双条件的に捉えてしまう人間の認知傾向である. これは誤りであるが, 人間の生活環境では双条件的に解釈する事が正しい場合も多い[7].

更に, 人間は裏命題である "C でないなら E でもない $(\bar{C} \rightarrow \bar{E})$" も真であると考える傾向も知られている. これは対称性推論の推論形式の一つであり, 相互排他性と呼ばれる. 例えば, ある計画が失敗した場合, やってもいない他の計画への期待(評価)が上昇する事等が挙げられる. このように, ある手段に対する試行結果が直接的な関係の無い(あるいは関係あるかどうか解らない)他の手段の評価に影響する事は, 規範的な論理学から導出されない. しかし, これは我々人間が普段よく行ってしまう評価形式である. このような評価形式は相対評価と呼ばれ, ある手段が上手くいけば其れに執着し, 上手くいかなければ他の手段を試すよう促す効果を生む. つまり, 対称性推論では論理的に関係があるとは限らない事象を関連づける事で, 客観的, 絶対的な評価ではなく, 主観的, 相対的な評価を可能としている.

意思決定課題で LS が優れた結果を残しているのは, LS が対称性推論により, この相対評価を行う事に理由がある[3]. しかし, LS の持つ優れた性質はそれだけではない. 以降では LS のどのような性質が具体的に学習に有効であるのか考察する.

2.2 LS を学習に用いる利点

LS はある事象 C の発生(知識)に対する観測頻度から, その知識が正しいか間違っているかの不確かさを価値の評価に加える事が出来る. ここで定義する価値とは, 目的とする特定の結果(報酬獲得)をどれだけ達成できるかを意味する. これは学習過程において, 未知の環境から試行と観測で偶然とも必然とも解らない知識を学習して行くために重要な性質であると言える. しかも, これは相対的であり, 最も観測した知識の評価はより客観的, 統計的な指標(期待値等)に近づいて行く.

$$\lim_{P(C)\rightarrow 1.0} LS(E|C) \approx P(E|C) \quad (4)$$

$$\lim_{P(C)\rightarrow 0.0} LS(E|C) \approx 0.5 \quad (5)$$

数式の上では, 事象の相対的知識量 $P(C)$ の増加, 減少に対する LS の極限(式4, 5)から, 曖昧さの評価が端的に表される. $P(C) \rightarrow 0.0$, 即ち事象 C について殆ど知らない場合, 他の条件がなんであれ, LS の評価は 0.5 に固定される. この 0.5 という値は事象 C から事象 E が発生するか否かの確率としては, 最も曖昧なものである. 逆に $P(C) \rightarrow 1.0$, 即ち事象 C についてよく知っている場合, LS の評価は事象 C から事象 E が発生する事に対して, 最も客観的な指標である条件付き確率 $P(E|C)$ になる. 後述する強化学習[1]のような, 自ら主体的に行動し, 情報を獲得して行かなければならない学習において, この曖昧さを評価して意思決定して行く性質は特に重要になると考えられる.

2.3 環境適応と自己組織化

LS の極限である式4, 5から, $P(E|C)$ の値が 0.5 である場合を境にLSの評価が逆転する. この評価の境となる点を参照点と呼ぶ. LS の最も興味深い性質は, このような参照点を持つ事で, 単純な式ながら不完全な観測情報から環境の状態をマッピングし, ポリシーを多様に変化させる事にある. これは一つの価値関数が, 複数のポリシーを自ら選択するという点で, 一種の自己組織化を行っているのだと考えられる.

最も単純な強化学習の一種に, 2本腕バンディット問題が存在する. 2本腕バンディット問題とは, 事前に報酬の獲得確率が知らされていない2種の選択肢から, どちらを試行するか決定し, 確率的に得られる報酬を最大化させるよう学習する課題である. より報酬獲得確率が高い選択肢のみを試行すれば, 当然最終的に得られる確率は最大化される. しかし事前に知識も無い状態では, どちらの選択肢の報酬獲得確率が高いか知る事は出来ない. 必ず, それらの選択しに対する試行錯誤, 探索を行わなければ報酬獲得に関する知識を得る事は出来ない. この点で探索と報酬獲得のジレンマを抱える課題の中でも, 報酬の最大化の困難さを最も端的に表す課題であると言える.

この課題において, LS はどの手段も報酬獲得確率が参照点である 0.5 未満の不毛な環境ではよく探索し, どの手段も報酬獲得確率が参照点以上の肥沃な環境では報酬を最大化させる傾向が示されている[9]. 即ち LS には『少なくともいずれか一つの手段は 0.5 以上の報酬確率を持つであろう』というポリシーを持ち, 報酬確率 0.5 以上の手段

を求めて探索を行う傾向が存在する．しかもこの方策の変化は緩く，連続的に行われている(図1)．単一のモデルでこのように環境から得た不完全な情報を用い，連続的で多様なポリシーの切り替えられるのは *LS* のみである．

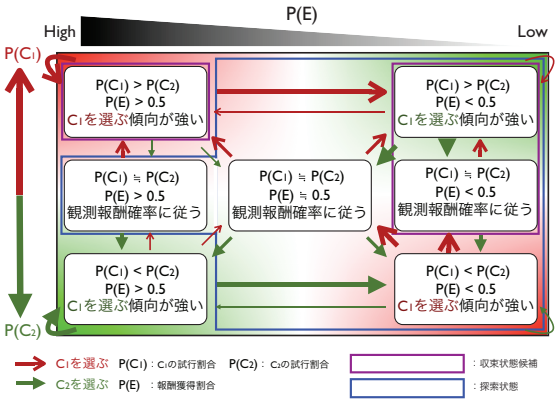


図 1 *LS* の緩い方策状態遷移

LS の方策状態の遷移はこの参照点と観測値との間で緩く行われている．故に *LS*は飢えているからと言って極端に探索を行うような事はせず，空腹の度合いと現在得られている情報から，未知の手段の探索と，既知の手段に対する報酬獲得の配分を自己で適宜変化させる事が出来る．空腹の度合いはロボットで言えばバッテリーの残量等に当たる．事前に把握しきれない複雑な構造を持つ，あるいは時間とともに変化する非定常な環境では，このような“飢え”と環境の相互作用によって探索的選択の度合いを自己組織化的に決定する性質が，人工知能に欠かせない能力になるだろう．

また，*LS* は2本腕バンディット問題のみならず，選択肢を N 種に一般化した課題である N 本腕バンディット問題においても優れた成績を残している[8]．しかし，既存の *LS* は飽くまで客観的な確率を変数として，主観的な確率の値を算出するモデルに過ぎず，強化学習に使われるQ値等の無限の値域を持つ価値関数には対応できていなかった．以降では，強化学習の基本的な性質に触れながら，具体的に強化学習への *LS* の一般化を論じる．

3. 強化学習への応用

本研究の目的は，*LS* の持つ性質を活かし，新たに強化学習へ応用可能なアルゴリズムの構築である．強化学習とは，環境と学習エージェントの相互作用から最適な方策を学習する機械学習の一種である．エージェントは自身と環境の状態 s を把握し，その状態 s において可能な行動群 A の中から実際に取る行動 a を方策 π に基づき選択し，次の状態 s' に推移．報酬 r を得る．これらの情報

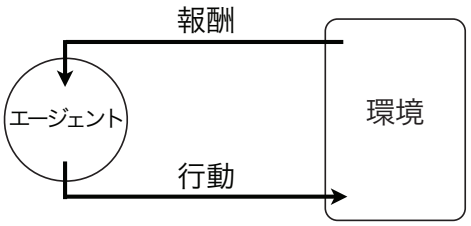


図 2 強化学習の概要

から状態行動対$(s,\ a)$の価値，そして行動方策を学習する．強化学習と他の学習形式(教師あり／なし学習)の最大の相違点は，エージェント自身が主体的に環境から情報を探索しなければならない事である．報酬を得る事のみを優先すれば探索は進まず，かといって情報探索に時間を費やせば最終的に得られる報酬は少なくなってしまう．他にも強化学習の抱える問題は連続状態，連続行動に対する価値関数の近似等，様々存在する，しかし，このような収穫と探索のジレンマを抱えている以上，少なくともその問題においては *LS* を強化学習に用いる事は有用であると思われる．

強化学習に対する *LS* の応用は清水ら [11]や，Uragami [12]によってアプローチされており，相対的に優れた結果を得ている．しかしそれらは情報の更新に部分的に用いられたのみで，実際の行動選択においての参照点による自己組織化的性質については重きが置かれていなかった．以下では *LS* を行動選択の方策 π として扱う事を目的とし，具体的には $TD(\lambda)$ 学習の一種である $Sarsa(\lambda)$ に *LS* を応用するため，幾つかの変更を行った．

3.1 $Sarsa(\lambda)$

$Sarsa(\lambda)$ は $TD(\lambda)$ 学習の一つである．まず *Sarsa*の最も単純な形式である $Sarsa(0)$ について説明する．$Sarsa(0)$ はマルコフ過程を前提とし，Q値と呼ばれる状態行動対 (s,a) に対する価値関数 $Q(s,a)$ を以下の Bellman 方程式に従い学習する．

$$Q(s_i,a_j) \leftarrow Q(s_i,a_j) + \alpha[r+\gamma Q(s_{t+1},a_{t+1}) - Q(s_t,a_t)] \quad (6)$$

特に以下の式7を *TD* 差分と呼び，現在の価値と得られた情報の差異を意味している．この *TD* 差分を一つ前の状態にバックアップする事で，オンラインに学習する事が出来る．

$$[r+\gamma Q(s_{t+1},a_{t+1}) - Q(s_t,a_t)] \quad (7)$$

ここで，α は得られた情報をどれほど学習するかを決める学習率$(0.0 \leqq \gamma \leqq 1.0)$，$\gamma$ は未来に得られる価値をどれだけ減衰させるかという割引率である$(0.0 \leqq \gamma \leqq 1.0)$．割引率は低い程即時報酬，即ちすぐに手に入る報酬に価値を見いだすようになり，高ければ将来手に入る報酬を高く見積もるようになる．

$Sarsa$ は方策オン型の TD 学習とされる．それは実際の行動を選択する際に方策 π を使うのみでなく，バックアップに使う行動 a_{t+1} を選択する際にも方策 π を用いる事を意味する．方策オフ型 TD 学習では Q 学習が知られている．Q 学習の $Sarsa$ との違いはバックアップに使う行動には常に価値価数が最大の物を選択する(greedy)事のみである．方策オフ型学習の Q 学習ではなく方策オン型学習の $Sarsa$ を LS エージェントに用いる理由は，連続状態に対する価値関数の線形関数近似に対して収束する事が知られているためである[1]．$Sarsa(0)$ は一つ前の状態に関数近似するのみで，大きな状態空間に対してオンラインに学習する事が困難である．これを解決するために，$TD(\lambda)$ 学習への拡張が必要になる．以下の式は Bellman 方程式を $Sarsa(\lambda)$ に拡張した物である．

$$Q(s_i,a_j) \leftarrow Q(s_i,a_j) + \alpha[r+\gamma Q(s_{t+1},a_{t+1}) - Q(s_t,a_t)]e(s_i,a_j) \quad (8)$$

$e(s_i,a_j)$ は適格度トレースと呼ばれ，ある状態行動対 (s_i,a_j) が，現在の状態行動対 (s_t,a_t) に至るまでにどの程度影響を及ぼしたかの指標である．$Sarsa(0)$ では一つ前の価値関数 $Q(s_t,a_t)$ しか更新しなかったが，$Sarsa(\lambda)$ では全ての $Q(s_i,a_j)$ に対し，適格度トレースに従って TD 差分の加算が行われる．全ての状態行動対に対する適格トレースは，1 ステップ毎に以下の式によって減衰する．

$$e(s_i,a_j) = \lambda e(s_i,a_j) \quad (9)$$

訪問する毎に適格度トレースは上昇する．本研究では，初回訪問型と呼ばれる更新法に従い訪問した状態行動対の適格度トレース $e(s_t,a_t)$ に対し，以下の式を用いた．

$$e(s_t,a_t) = 1.0 \quad (10)$$

方策オフ型の $TD(\lambda)$ 学習である $Q(\lambda)$ 学習の更新法には幾つかの形式があり，万能性や唯一性(最適性)は保証されていないが，方策オフ型の $TD(\lambda)$ 学習である $Sarsa(\lambda)$ 学習は前述のように $Sarsa(0)$ 学習の TD 誤差を適格度トレースとの積に変更するだけで実装でき，方策 π に従う価値関数へ収束する事が保証されている．これも本研究において $Sarsa(\lambda)$ を用いた理由である．

3.2 タイルコーディング

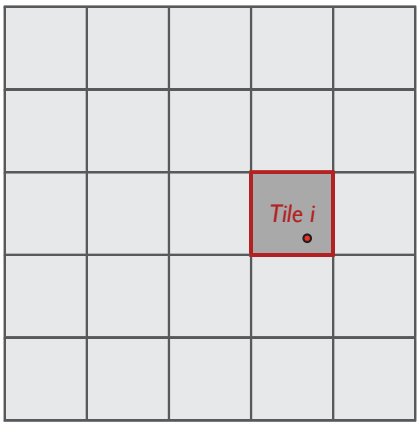


図 3 タイリング

前述で触れたように，強化学習は連続状態に対する関数近似を如何なる形で行うかという問題を抱えている．離散状態においても，次元数が増える程に状態数が指数的に増えてしまい，学習が上手く進まないという問題がある(次元の呪い)[1]．

そこで，本研究ではタイルコーディングを使い，連続的な状態変数や，状態の次元が多い場合の離散化を行った．タイルコーディングではタイリングという概念を扱う．タイリングとは図(3)のように状態変数を連続状態から離散的に荒く分割する事である．しかし，分割数が少なければ正確な学習は行えず，多くすれば前述の次元の呪いのために状態数は指数的に増加する．その回避のため，図(4)のようにタイルコーディングでは複数のタイリングを用いる事で複雑な状態を表現した．各タイリングは座標をずらしており，ある座標の状態はタイリング数 c の長さを持つベクトルで表現される

$$\vec{s_i} = [s_{i1}, s_{i2}, s_{i3}, ..., s_{ic}] \quad (11)$$

$Sarsa(\lambda)$ の更新式は以下のように変更される．また，状態 $\vec{s_i}$ の価値はベクトルの要素の価値の和で表される．次の行動は，価値関数 $Q(\vec{s_i},a_j)$ を比較して方策 π に従い決定される．

$$Q(s_{ik},a_j) \leftarrow Q(s_{ik},a_j) + \quad (12)$$

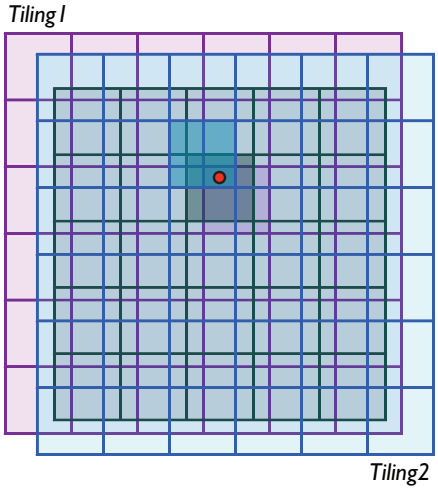


図 4 タイルコーディング

$$Q(\vec{s_i}, a_j) \leftarrow \sum_{k=1}^{c} Q(s_{ik}, a_j) \quad \frac{\alpha}{c}[r+\gamma Q(s_{t+1}, a_{t+1}) - Q(s_t, a_t)]e(s_{ik}, a_j) \tag{13}$$

タイリング毎にタイルの区切り方(離散化)は等しく無くても良く，またタイルの区切り方を工夫する事で特定の次元を無視する事や，特定の区間を細かく分割する事で詳細に価値関数を設定する事が出来る[1].

3.3 LSを用いた強化学習アルゴリズム

本研究では上述の性質を保ったまま LS の計算式をSarsa学習[1]に応用するため，学習で扱う変数を以下のように再定義した.

表 1 保持すべき情報

s	価値	試行頻度
a_1	Q_1	τ_1
a_2	Q_2	τ_2
$\vdots$		
a_n	Q_n	τ_n

τ_k：行動a_kを行った頻度
Q_k：行動a_kを行う価値

表1から，状態 s において行動 a_k を取った際の単位時間当たりの獲得報酬は Q/τ から以下の式になる.

$$R_k = \frac{Q_k}{\tau_k} \tag{14}$$

$$R_U = \frac{\sum Q_k}{\sum \tau_k} \tag{15}$$

この規準と単位が同じく (価値/試行度合い) になるよう，方策が変化する参照点 R_c を本研究では以下のように設定する．これはまだ試行錯誤中の値であり，より理論的に妥当な値がある可能性は否定しない.

$$R_c = \frac{\text{前エピソードで得た総報酬}}{\text{前エピソードの総試行数}} \tag{16}$$

これらの変数から状態 s において可能な任意の行動 a_k に対する価値関数 $LSRL$ を考案する(式17)．ここで a_H は最も観測した手段，即ち最も τ の高い手段 $\max_{\tau_k} a_k$ であり，同様に a_L には最も観測していない手段，即ち最も τ の低い手段として $\min_{\tau_k} a_k$ が選択される．これは LS のバイアス項，式2，3に習っている．また，実装に行う行動，バックアップに使う行動には最も高い $LSRL$ 値を持つ行動 a_k，つまり $\max_{LSRL(a_k)} a_k$ が選択される.

$$LSRL(a_k) = \frac{Q_k + 2R_c\frac{\tau_H\tau_L}{\tau_H+\tau_L} - \frac{Q_HQ_L}{Q_H+Q_L}}{\tau_k + \frac{\tau_H\tau_L}{\tau_H+\tau_L}} \tag{17}$$

エージェントが状態 s にあるとき，$t_H/(t_H+t_L) \rightarrow 1.0$ の極限において最も観測した行動 a_H，最も観測していない行動 a_L の LS 値は式18，19となる．これは通常の LS の極限式4，5に対応する.

$$\lim_{\frac{t_H}{t_H+t_L}\rightarrow 1.0} LSRL(a_H) \approx \frac{Q_H + 2R_ct_L - Q_L}{t_H + t_L} \approx \frac{Q_H}{t_H} \tag{18}$$

$$\lim_{\frac{t_H}{t_H+t_L}\rightarrow 1.0} LSRL(a_L) \approx \frac{Q_L + 2R_ct_L - Q_L}{t_L + t_L} = R_c \tag{19}$$

4. 強化学習シミュレーション

以下では $LSRL$ を実装したエージェントが，そうでないエージェントに比べてどのような成績の違いを持つか調べるため Acrobot 振り上げ課題で学習を行い結果を比較した．比較するエージェントには全て方策オン型学習 $Sarsa(\lambda)$ を用い，方策 π には．ϵ - greedy と softmax 方策を用いた[1]. ϵ - greedy 方策は ϵ の確率でランダムに手段を選択し，$1-\epsilon$の確率で greedy に，最も Q 値の高い手段を選ぶ方策である．ϵ が高い程多く探索を行うため，ϵ の初期値を 0.5 とし，ステップが経過する毎に ϵ を減衰させた.

初期値 : $\epsilon_0 = 0.5$

ステップが経過する毎に,

$$\epsilon_{t+1} \leftarrow 0.9\epsilon_t \tag{20}$$

softmax 法とは，Boltzmann 分布に従って Q 値から行動選択確率(式21)を算出し，その確率に従って行動を決定する手法である．ϵ - greedy 探索する場合，全ての手段に対して等しい確率で探索してしまう．それに比較して softmax 方策は Q 値の大きさによって選択確率を変更できるため，より効率的に探索する事が出来る．

$$\pi(s_t, a_k) = \frac{exp(Q(s_t, a_k)/T)}{\sum_{i=1}^{n} exp(Q(s_t, a_i)/T)} \tag{21}$$

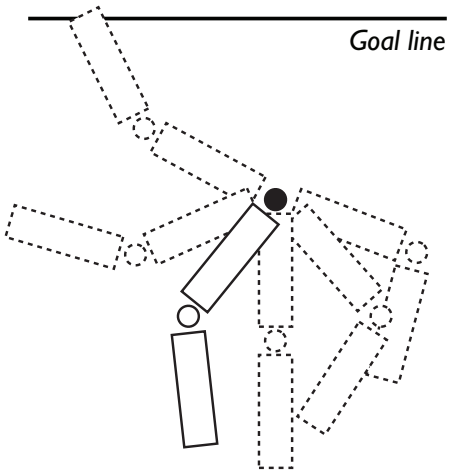


図 5 Acrobot 振り上げ課題の挙動

本シミュレーションで扱う Acrobot 振り上げ課題は，鉄棒のような回転可能な軸に繋がれたロボットが身体を揺らし，その終端が一定の高さ (Goal line) に達する事を目的とした課題である(図5)．課題の各設定は Sutton[10] に準じている．ロボットは下半身との間に一点，可動部を供えており，エージェントはその可動部に加えるトルク τ を学習する．ここで与えるトルク τ は正の向き $1.0Nm$ ($\tau = 1.0$)，負の向き $1.0Nm$ ($\tau = -1.0$)，トルクを与えない ($\tau = 0.0$) の3種とした ($\tau \in \{10.0, -10.0, 0.0\}$)．また，ロボットが繋がれた回転可能な軸に直接トルクを与える事は出来ない．

状態は，重力方向を $\theta = 0.0$ として回転軸に対する上半身の角度 θ_1 とその角速度 $\dot{\theta}_1$，上半身と下半身のなす角度 θ_2 とその角速度 $\dot{\theta}_2$ の4種変数によって表現される．それぞれの初期値は，$\theta_{10} = 0.0[rad]$，$\dot{\theta}_{10} = 0.0[rad/s]$，$\theta_{20} = 0.0[rad]$，$\dot{\theta}_{20} = 0.0[rad/s]$ である．上半身とか半身のなす角度 θ_2 は $-(3/4)\pi < \theta < (3/4)\pi[rad]$ の範囲に制限した．また，角速度 $\dot{\theta}_1$，$\dot{\theta}_2$ は $-4\pi < \dot{\theta} < 4\pi[rad/s]$ の範囲を取るよう設定した．回転軸に対する上半身の角度 θ_1 には制限を与えておらず，一つのエピソード中に何度でも回転可能である．

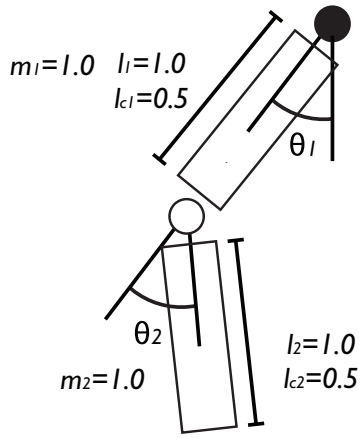


図 6 Acrobot のパラメータ

各ステップでは状態変数と与えられた力 F から以下の式によって回転軸と上半身との間の角加速度 $\ddot{\theta}_1$ と，上半身と下半身の間の角加速度 $\ddot{\theta}_2$ を計算した．使用される変数は台車の重さ $M = 1.0[kg]$，ポールの重さ $m = 1.0[kg]$，長さ $l = 0.5[m]$，重力加速度 $g = 9.8[m/s^2]$ である．

$$\ddot{\theta}_1 = -d_1^{-1}(d_2\ddot{\theta}_2 + \phi_1) \tag{22}$$

$$\ddot{\theta}_2 = (m_1 l_{c1}^2 + I_2 - \frac{d_2^2}{d_1})^{-1}(\tau + \frac{d_2}{d_1}\phi_1 - \phi_2) \tag{23}$$

$$d_1 = m_1 l_{c1}^2 + m_2(l_2^2 + l_{c2}^2 + 2l_1 l_{c2} cos\theta_2) + I_1 + I_2 \tag{24}$$

$$d_2 = m_2(l_{c2}^2 + l_1 l_{c2} cos\theta_2) + I_2 \tag{25}$$

$$\phi_1 = -m_2 l_1 l_{c2}\dot{\theta}_2^2 sin\theta_2 - 2m_2 l_1 l_{c2}\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2 sin\theta_2 + (m_1 l_{c1} + m_2 l_1) g cos(\theta_1 - \pi/2) + \phi_2 \tag{26}$$

$$\phi_2 = m_2 l_{c2} g cos(\theta_1 + \theta_2 - \pi/2) \tag{27}$$

その後，以下に示すオイラー法によって差分を行い，状態変数である位置 X，速度 $\dot{X}$，角度 θ，角速度 $\dot{\theta}$ を決定する．差分に用いる時間増分 Δt は $\Delta t = 0.05[min]$ とした．

$$\dot{\theta}_1 \leftarrow \dot{\theta}_1 + \ddot{\theta}_1 \Delta t \tag{28}$$

$$\dot{\theta}_2 \leftarrow \dot{\theta}_2 + \ddot{\theta}_2 \Delta t \tag{29}$$

$$\theta_1 \leftarrow \theta_1 + \dot{\theta}_1 \Delta t \tag{30}$$

$$\theta_2 \leftarrow \theta_2 + \dot{\theta}_2 \Delta t \quad (31)$$

連続状態である状態変数はタイルコーディングを用いて，状態変数毎に6つに分割した．タイリングのパターンはシミュレーション毎にランダムに分割しなおし，パターンに依存しないよう設定した．一つのタイリングに付き状態数は $6\times6\times6\times6 = 1,296$ であり，一度のシミュレーションにつきタイリングを12パターン用いて計算を行った．環境からの報酬はステップの経過に伴い $r = -1.0$ を与え，Acrobot が Goal line を越えた際に $r = 0.0$ を与えた．Acrobot が Goal line に達するか，2,000 ステップ経過すると，1 エピソードが終了する．

エージェントは ϵ - greedy，softmax 方策を用いた2種類の $Sarsa(\lambda)$ と，本論文で新たに考案した $LSRL(\lambda)$ を用い，$\lambda = 0.0$ ($Sarsa(0.0)$ ϵ - greedy，$Sarsa(0.0)$ softmax，$LSRL(0.0)$) と，$\lambda = 0.9$ の場合($Sarsa(0.9)\epsilon$- greedy，$Sarsa(0.9)$ softmax，$LSRL(0.9)$)，合計6つのエージェントで各 500 エピソード，1,000回シミュレーションした．

4.1 結果および考察

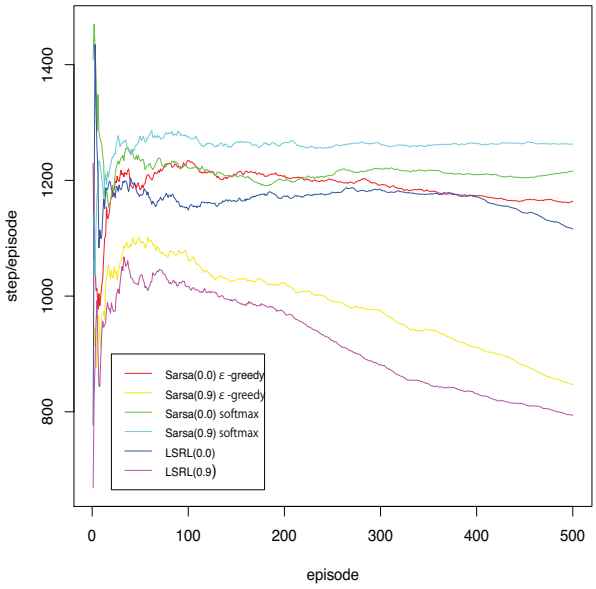


図 7 Acrobot 振り上げ課題において終端状態に到るまでのステップ数

図7は Acrobot 振り上げ課題における学習の過程を表している．横軸はエピソードの経過数であり，縦軸はそれまでのエピソードを通して経過したステップ数をエピソード数で平均した物である．

$\lambda = 0.0$ の時，ϵ - greedy と softmax を用いた $Sarsa$ が上手く学習出来ていないのに対して，$LSRL$ は比較的短いステップで終端状態に至った．$\lambda = 0.9$ の差異には ϵ - greedy よりもよく学習をし，早いステップ数で Goal line を越えている．Acrobot 振り上げ課題は状態変数が連続的であるだけでなく，非線形なダイナミクスを持つ難易度の高い課題として知られる[10]．この課題の荒い離散化(タイルコーディング)に対して $LSRL$ の学習の早さは，$LSRL$ が複雑な環境の情報を持つ課題に対してもロバストに対応出来る事を示している．今回は参照点 Rc (式16)を今までで最も良い結果に設定した．これは過去最も良い結果を招いた選択と比較し，同等か，それを越えるような選択を“常に”探索し続ける事を意味している．このように本シミュレーションにおいて非常にストイックな条件においても有意な結果を得たという事は，実際の物理現象に見合ったより最適な参照点 Rc を与える事で更に成績が向上するものと推測できる．

5. 総合考察

本研究では計算機上での効果的な学習・推論システムの構築のため，機械学習を根幹に認知心理学等の他分野の成果を応用し，人間を模倣するソフトコンピューティングの体系化に寄与することを試みた．具体的には，強化学習課題における対称性推論の有用性を示すため，緩い対称モデル，LS に着目し，強化学習への一般化を試みた．特に LS が対称性推論によって環境の複雑さを考慮し，環境毎にその挙動を変化させて課題に適応する性質や，変化の基準値である参照点とエージェントの状態を対応させる事で，更に柔軟な環境適応する性質を重視し，新たな強化学習モデルである $LSRL$ の構築を行った．また，そのシミュレーションから強化学習における対称性推論の有用性の一端を示唆するに至った．

諸研究により LS は人間の因果帰納実験や意思決定実験に対して高い記述性を示している[5]．それらの結果と本研究の分析から LS は偶然の影響，不確定な情報に適応する人間の認知能力を表現する良いトイモデルとなる可能性がある．現時点では LS を方策オン型学習に実装したに過ぎないが，人間の認知バイアスが学習を促すという側面を直接的に見る事が出来た．本研究の結果は LS の強化学習への応用において完全なものではない．しかし，強化学習一般に適用可能な形式を提示した事で対称性推論に関する研究に幅を持たす事にもつながり，Actor - critic 等のより生物的な学習への実装に見通しが付いた．

本研究の成果は，機械学習の形式で広い範囲に対応可能なモデル構築の一つの方針を示した．のみならず，対称性推論を現実環境の認知的な記号化とその学習システムにまで拡張し，現実で働く

人工知能に対する諸問題に対する具体的アプローチであると言える.

参考文献

[1] R. S. Sutton, A. G. Barto (2000), “強化学習”, 森北出版, (三上, 皆川 訳).

[2] M. Hattori and M. Oaksford (2007), “Adaptive non-interval heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis”, *Cognitive Science*, 31, 765–814.

[3] 篠原修二, 田口亮, 桂田浩一, 新田恒雄 (2007), “因果性に基づく信念形成モデルと N 本腕バンディット問題への適用”, 人工知能学会論文誌, Vol.22, No.1, 58–68.

[4] T. Takahashi, M. Nakano, S. Shinohara (2010), “Cognitive symmetry: Illogical but rational biases”, *Symmetry: Culture and Science*, Vol.21, No.1-3, 275–294.

[5] T. Takahashi, K. Oyo, S. Shinohara (2011), “A Loosely Symmetric Model of Cognition”, *Lecture Notes in Computer Science*, No. 5778, Springer, pp. 234–241.

[6] 大用庫智, 高橋達二 (2010), “因果帰納と意思決定を結ぶ緩い対称モデル”, 日本認知科学第*27*回大会, P3-34.

[7] T. Takahashi, M. Nakano, S. Shinohara (2010), “Cognitive symmetry: Illogical but rational biases”, *Symmetry: Culture and Science*, Vol. 21, No. 1-3, 275–294.

[8] 大用庫智, 甲野 佑, 高橋 達二 (2011), “非定常 N 本腕バンディット問題に対する人間の認知バイアスの適用”, 2011年度人工知能学会全国大会, *2011*年度人工知能学会全国大会*(*第*25*回*)*予稿集, 1G1-2in.

[9] 甲野佑, 高橋達二 (2010), “緩い対称性モデルにおける不確定情報の扱い”, 日本認知科学第*28*回大会, P2-12.

[10] R. S. Sutton(1996), “Generalization in Reinforcement Learning: Successful Examples Using Sparse Coarse Coding”, *Advances in Neural Information Processing Systems 8, MIT Press*, 1038–1044.

[11] 清水 隆宏, 横川 純貴, 甲野 佑, 高橋 達二 (2011), “認知バイアス調整機構 LS の Q 学習への実装とその機能”, 2011年度人工知能学会全国大会, *2011*年度人工知能学会全国大会*(*第*25*回*)*予稿集, 1P2-12in.

[12] D. Uragami, T. Takahashi, H.Alsubeheen, A. Sekiguchi and Y. Matsuo (2011), “The Efficacy of Symmetric Cognitive Biases in Robotic Motion Learning”. *Proceedings of the IEEE ICMA2011* August 7–10, Beijing, China, 410–415.

熱力学的エントロピーの視覚表現と言語表現による感性量との相関性

Correlation between the linguistic expression and the visual expression of the thermodynamical entropy

佐藤 智明[†]，菅沼 睦[‡]
Tomoaki Sato, Mutsumi Suganuma

[†]神奈川工科大学，[‡]早稲田大学
Kanagawa Institute of Technology, Waseda University
satotomo@me.kanagawa-it.ac.jp

Abstract

The concept of entropy which was introduced by Clausius in 1850 as a thermodynamic property has been extended to the economics theory, information theory, and others. Even though “entropy” is used in many fields of science, it is not easy to understand the concept of entropy, as well as describing it by words/terms. In this paper, we investigated an appropriate way of representing the concept of entropy by words. At first, we surveyed the commonly used words in describing the concept of entropy. We pointed out the problem that the language expression does not accurately represent the entire concept of entropy. Secondly we examined the correlation between the thermodynamic entropy calculated from the particle animations simulating the molecular motion and the psychological quantity obtained by showing those animations to participants. As a result, we found that the representation of the word "degree of diffusion" is correlated with the entropy value.

Keywords — Physics Education, Entropy, Language Expression

1. はじめに

クラウジウスやボルツマンらによって熱力学第二法則として確立され，熱サイクルの不可逆性を説明する手段や，熱機関の熱量計算等に用いられてきたエントロピーの概念は，現在では情報科学や経済学等の多くの分野で広く使われるようになった[1][2][3][4]。特に近年では地球温暖化や人口問題など，万物は全て混沌へと向かっていることを抽象的に表現する場合にもエントロピーが使われるようになっている。しかし，エントロピーの概念は適応範囲が広いため解釈の仕方も様々で，その概念の本質を的確に理解することは難しい。こうしたエントロピー概念の難しさのため，熱力学の教育においても，学生にエントロピーの概念を理解させることは容易なことではなく，工夫が必要である。エントロピーの概念を説明する際，それをどのように表現するかということは非常に重要である。エントロピー概念の表現方法は様々考えられる。数式表現，言語表現，視覚表現あるいは音響表現などが主な手法として考えられる。

本報では，抽象的なエントロピー概念を説明する際に重要である言語表現に着目し，エントロピー概念，特に熱力学におけるエントロピー概念の理解をより容易とする言語表現についての検討を行った。最初に，これまで一般的に用いられてきたエントロピー概念を表す言語表現について調査し，特に熱力学的エントロピー概念を表現する場合の言語表現の問題点について考察した。

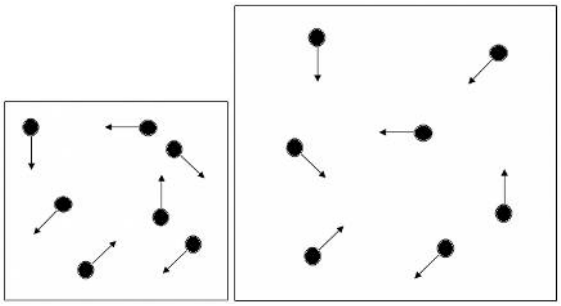
更に，実際の分子運動を表現した粒子のアニメーションを作成し，運動範囲（容積）や粒子速度（温度）の異なる 8 種類の映像を被験者に見せ，それぞれ粒子の運動から計算によって得られるエントロピー値と代表的な数種類の言語表現によって与えられる映像に対する感性量との相関性について検討した。

2. エントロピー概念の言語表現および数式表現

熱力学や情報理論の教科書[3][5][6]やエントロピーについて解説する教養書や啓蒙書等[4][7]では様々な言語表現によってエントロピーの概念が説明されている。言語による表現は簡単に表記できるため用いやすく，数式を論理的に説明する文

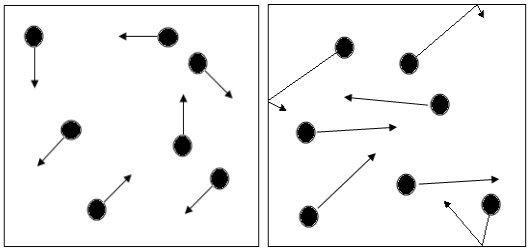
表１　エントロピー概念の言語表現

表現分野	容量性変化に伴うエントロピー変化(容量依存)	強度性変化に伴うエントロピー変化(強度依存)
マクロな熱力学的状態を表現している	安定の度合い，均一さ，平衡度，均衡度，広がりの度合	激しさ
ミクロな統計力学的状態を表現している	拡散の度合い，分散の度合い，捕まえにくさ	無秩序さ，乱雑さ，捕まえにくさ
情報量の大きさについて表現している	ぼやけた感じの強さ，認識できる度合い，コントラストのなさ，曖昧さ，わからなさ	雑多さ，複雑さ，多様性の高さ，でたらめ度
価値について表現している	価値の低さ，貴重でない度合い	



A（小：容積小）　　B（大：容積大）

図１　容量依存エントロピー（物エントロピー）



A（小：温度低い）　C（大：温度高い）

図２　強度依存エントロピー（熱エントロピー）

章の中に「乱雑さ」等の感覚的な言語表現を組み合わせることで理解が深まることが期待される。しかし，言語表現は感覚的に読者の主観に訴えるため，その言語表現を適材適所に使わないと正確な概念を伝えることは難しいと考えられる。例えば，経済学や社会学などの分野においてエントロピー概念を表現するときに用いられる「価値の低い度合い」という言語表現を，分子の運動エネルギーやその運動範囲の大きさによって変化する熱力学的エントロピーの概念を表現するときに用いることは，適切ではないと考える。

これらのことを考察するために，一般的にどのような言語表現がエントロピー概念の説明に用いられているのかを書物やインターネットのホームページ上で調査し，著者らの主観によってカテゴリー化して表１に示した。カテゴリーとして,「マクロな熱力学的状態」「ミクロな統計力学的状態」「情報量の大きさ」「価値」についての 4 つの分野と，それぞれの分野に対して「容量依存エントロピー変化（物エントロピー)」と「強度依存エントロピー変化（熱エントロピー)」に分けた。ここで,「容量依存エントロピー変化」とは容積変化によって起こる分子の存在確率の増減によってもたらされるエントロピー変化のことで，熱力学的には容積 V の変化に伴う変化のことである。また，「強度依存エントロピー変化」は，分子の運動速度の変化によって起こる分子の存在確率の増減によってもたらされるエントロピー変化のことで，熱力学的には温度 T の変化に伴う変化のことである。これら 2 種類のエントロピーの性質を数式で表現すると，異なる 2 つの状態，すなわち状態 1 と状態 2 における容積と温度をそれぞれ V1,T1 および V2,T2 とすると, これらの間のエントロピー：S の差はクラウジウスの式から導き出される以下の式で表せる。

・容量依存エントロピー変化（温度は等しく容積 V のみ変化）

$$S_2 - S_1 = A \cdot \ln\left(V_2 / V_1\right) \qquad (1)$$

・強度依存エントロピー変化（容積は等しく温度 T のみ変化）

$$S_2 - S_1 = B \cdot \ln\left(T_2 / T_1\right) \qquad (2)$$

ただし, ここで, A および B はそれぞれ比例定数。

3. エントロピーの言語表現の現状と問題点

エントロピーの言語表現について，著者らの

主観的検討を加えた仮説[8]を以下に示す。

表1の言語表現は基本的には全ての表現がエントロピーの高い方向性を表現したものであるので，エントロピーを一元的に見れば，いずれの表現も他のカテゴリーにおいて比較可能なはずである。しかし，表現によっては他のカテゴリーでは不的確な表現になる可能性があると考える。特に容量依存エントロピーと強度依存エントロピーの比較の場合互換性は少ないのではないかと考える。このことの考察のために，図1と図2にそれぞれ容量依存エントロピーと強度依存エントロピーの概念を視覚化したものを示し，言語表現とエントロピーの関係について主観的検討を行った。(ここで矢印は速度ベクトルを示す)。

例えば，被験者に図1に示した容量依存エントロピーの大小について,「無秩序さ」「複雑さ」や「乱雑さ」の高い方を選ばせた場合，必ずしものエントロピーの大きい右図Bを選ぶとは限らないと考える。本来の意味では，容積が増えるということは，それだけ分子が存在し得る範囲が増加し，選択可能な微視的状態数が増えることになりエントロピーは増加する。しかし，この2つの図を比較するときに，粒子が狭い領域に固まっている左図のほうが強度的に強く感じられ，熱的強度を示す「複雑さ」,「乱雑さ」あるいは「無秩序さ」が高いと感じ左図を選ぶ確率が高くなると予想する。

また，図 2 で示した強度依存エントロピーについて「安定の度合い」,「曖昧さの度合い」あるいは「拡散の度合い」の大きい方を読者に選ばせた場合，本来の意味とは逆の，エントロピーの小さい左図Aの方を選ぶ確率が高いと予想される。なぜならば,「安定なもの」や「曖昧なもの」という表現は，強度的には弱さを含んでいるように感じられるからである。従って温度が高く，分子の運動が激しく強度的に強いイメージのあるエントロピーの高い右図Cは選びにくいのではないかと考える。

このように,強度依存エントロピーの変化に対して容量依存エントロピー変化を表現するのに適した言語表現を用いたり，容量依存エントロピーの変化に対して強度依存エントロピー変化を表現するのに適した言語表現を用いたりすると混乱を招くおそれがある。従って，エントロピーの概念を言語表現と視覚表現を用いて説明しようとするとき，比較させようとする対象が容量依存エントロピーであるか強度依存エントロピーであるかを明確にした上で，それぞれ，容量依存エントロピーには容量依存エントロピー表現に適した言語表現で，また，強度依存エントロピーには強度依存エントロピー表現に適した言語表現で説明する必要があると考える。

4. 容量依存エントロピーと強度依存エントロピーを区別することなしにエントロピーを表現する的確な言語表現についての検討

これまでの議論では，あえて容量依存エントロピーと強度依存エントロピーを分けて考え，この 2 つを独立のものとして別々の表現手法によって表現することを考えてきた。しかし，エントロピーの値は本来一元的なものである。通常の熱機関においてはこの2種類の変化が同時に起こる過程もあり，その過程における状態を一つのエントロピー値で表すことができる。したがって，エントロピーの概念を本質的に表現しようとした場合，このような容量依存エントロピーと強度依存エントロピーが同時に変化するような変化に対しても，矛盾無く表現できる手法が必要である。そこで，容量依存エントロピーや強度依存エントロピーを区別することなく感覚的に表現できる言語表現について検討を行う。

2章で示した言語表現について,「乱雑さ」や「無秩序さ」という表現はエントロピーの概念を代表する言葉として教科書や啓蒙書などに最も多く用いられる表現である。しかし，これらの言葉は 3 章で議論したように感覚的に強度依存エントロピーに適した言語表現であると考えられるので，容量依存エントロピーを正確に表現するのには適し

ていないと考える。また,「均衡度」,「平衡度」あるいは「拡散の度合い」といった表現もエントロピーの容量依存エントロピーの側面を表現できるが，強度依存エントロピーの増減を的確に表現できているとはかぎらないと考える。そこで，容量依存エントロピーおよび強度依存エントロピーの両方を１つの言葉で表現できる的確な言語表現として「捕まえにくさ」という表現をその候補として考える。著者らの調べた範囲では,「捕まえにくさ」をエントロピー概念の言語表現に用いていた文献は１つ存在したが[5]，この表現はこれまで一般的に広く用いられてきた表現であるとはいえない。しかし，この表現であると，容量依存エントロピーと強度依存エントロピーを区別することなく表現することが可能であると考える。即ち，容量依存エントロピーについて考えた場合，図１のように容積が広がって粒子が広い範囲に散ってしまえば直感的に任意の一つの粒子を捕まえることは難しくなると考えることができる。したがって，容量依存エントロピーの高さは「捕まえにくさ」と正の相関があるといえる。また，強度依存エントロピーについて考えた場合，図２のように粒子の移動速度が上昇すると（温度が上昇），早く動いている粒子ほど捕まえにくいと直感的に考えることができる。したがって，強度依存エントロピーについても「捕まえにくさ」との間に正の相関が期待できる。更に,「捕まえにくさ」というのを「捕らえどころのなさ」と読み替えると，デジタル画像等の情報エントロピー[3]の表現に用いられる「ぼやけた感じ」「コントラストのなさ」や「曖昧さ」といったニュアンスも内包することができると考える。以上のことから，エントロピーの概念を学ばせる際に，容量依存エントロピーおよび強度依存エントロピーを区別することなしにエントロピーの大小を表現できる「捕まえにくさ」を用いることは学習者にエントロピーの本質を理解させる上で有効な言語表現となり得ると考える。

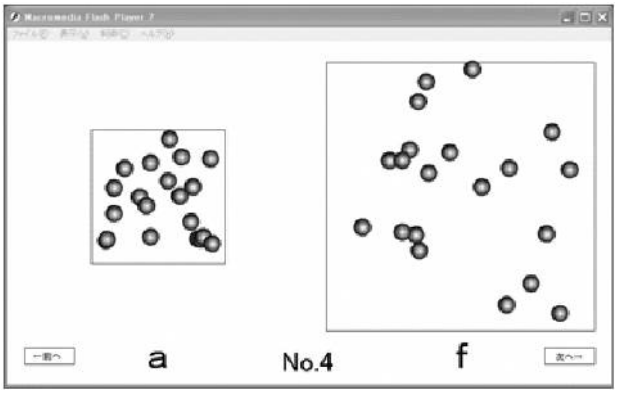


図３　一対比較実験用ＣＧアニメーションコンテンツの例

5. エントロピー値と言語による表現によって与えられる感性量との相関関係を調べる実験

5.1. 実験の概要

上述した仮説を検証するために，熱力学的エントロピー値とエントロピー概念の言語表現による感性量との相関性を調べる実験を行った。実験に際し，実際の分子運動を単純モデル化したそれぞれ粒子のスピード（内部エネルギー：温度）と面積（容積）が段階的に異なる８種類のＣＧアニメーションを作成した。実験はこれらのアニメーションを被験者に見せて，上述で議論してきた特定の言語表現の内いくつかについて，それらの言語表現によってそれぞれのアニメーションがどのように序列化されるかを一対比較法で検討した。

本アニメーションの例を図３に示す。本アニメーションでは,各粒子はランダムな位置に発生し，発生個数は常に同数である。発生した粒子の方向と速度は，水平方向と垂直方向のベクトル成分について，それぞれ右方向か左方向，上方向か下方向のどちらに進むか同じ確率でランダムに決まり，速度は統一で，等速直線運動を続ける。粒子が壁にぶつかると完全弾性衝突をして，各ベクトル成分について反対方向に同じ速度で跳ね返る。

実際の分子運動では止まっている分子から高速で飛び回る分子までマクスウェルの速度分布に従って様々な速度を持つ分子が混在している。しかし，本アニメーションでは全ての粒子を同じ速度

表 2　各アニメーションパターンの変数値

	アニメーションパターン							
	a	b	c	d	e	f	g	h
粒子速度 *w*	1	1	1	2	2	2	1.5	1.5
温度 *T*	273	273	273	1093	1093	1093	615	615
容積 *V*	1	2.25	4	1	2.25	4	1	4
エントロピー *S*	1.00	1.81	2.39	2.39	3.20	3.77	1.81	3.20

で動作させた。実際の分子ではこうした分子のスピードのバリエーションもエントロピーの概念を表す一つの要素でもあるため，今回のアニメーションが本質的に完全にエントロピー値変化を表現しているとは言えない。しかし，アニメーション作成の困難さのため今回は粒子速度のバリエーションについては変化を与えられなかった。これについては，今後の検討課題とする。

被験者には予め作成された粒子運動パターンの内 2 種類ずつを左右に配置して同時に見せた。このとき，与えられた言語表現（後述）について，どちらの映像がより感覚的に強く感じるかを選ばせる一対比較実験を行った。比較に用いる粒子運動パターンは後述の a～h までの 8 種類を用意した。

5.2.被験者に見せる粒子の運動パターン

各 8 種類（a～h）のアニメーションのパターンについては表 2 に示した。ここではそれぞれ，粒子速度 w から算出される温度 T および粒子が動き回る範囲の容積 V の値と，これらを用いて簡易的に算出したエントロピー値 S を示した。エントロピーの計算値は後に感性量 f との比較に用いた。それぞれの値の算出については次のように求めた。

まず，粒子速度 w より粒子一個の運動エネルギーを 1/2×m・w2（粒子の質量 m は全て等しく，1 とした）より算出した。パターン a の粒子速度 w は 1 としてこれを基準とした。各パターンの温度はそれぞれの運動エネルギーに線形関係にあるとして，まずパターン a を基準温度 270 として，各パターンの温度をそれぞれの運動エネルギー値に比例させて算出した。容積 V については，アニメーションで粒子が動き回る範囲の面積値から算出した。ここでは，奥行きは全て等しいものとして，本面積は容積と線形関係にあると仮定した。パターン a を基準容積 1 として各パターンの容積はその面積に比例させて算出した。しかし，実際には空間には奥行きがあり，奥行きのある映像を実際に見せた場合の感性量は異なることも考えられる。これについては，今後，コンテンツを 3D 立体視化して，粒子を 3 次元空間で動作しているように見せる工夫をするなどして，分子の運動をより厳密に再現して実験することも考えているが，本報では 2 次元平面による比較までとした。

エントロピーの算出値は次のようにして求めた。まず，パターン a のエントロピー値を 1 と置き，これを基準エントロピーとした。次に各パターンのエントロピー値は，a のエントロピー値 1 に対する比較の形で，a の隣のパターンのエンドピー値を決定し，更に，そのパターンに対する比較を行う形で順次隣のエントロピー値の決定をした。比較元と比較先の各パターンが持つエントロピー値の差を，温度が等しければ容積比を使って 2 章の式(1)より求め，容積が等しければ温度比を使って式(2)の関係から求めて各パターンのエントロピー値を算出した。このとき，式(1)および式（2）の比例定数 A および B はともに 1 とした。

被験者に対して，用意した 8 種類のパターン 2 種類の組み合わせ全てについて比較を行わせると被験者に対する負担が大きいので，被験者を A および B の 2 つのグループに分け，それぞれ A は（a,b,c,d,e,f），B は（a,c,d,f,g,h）の 6 種類ずつに分けて一対比較させた。

被験者のグループ A および B に見せるパターンのバリエーションは，a,c,d および f の 4 つのパターンについては，両グループに共通とした。これら 4 つのパターンは, 温度については 273 と 1093, 容積については 1 と 4 のそれぞれ 2 段階のバリエーションを基本とした総組み合わせの 4 種類であった。A グループについては，温度は基本の 2 段階（273 と 1093）であるが，容積のみ 1 段階追加して 3 段階として，容積 1 と 4 の間に 2.25 の値を持つ b および e の 2 パターンを追加した。また，B グループについては，容積は基本の 2 段階（1 と 4）であるが，温度のみ 1 段階加えて 3 段階として，基本温度 273 と 1093 の間に 615 の温度を持つ g および h の 2 つのパターンを追加した。こ

表 3　A グループの実験結果（各列に対する行の勝率）

アニメーションパターン：a b c d e f						
人数						
70						
乱雑さ						
	a	b	c	d	e	f
a		0.47	0.50	0.13	0.14	0.17
b	0.53		0.46	0.33	0.09	0.13
c	0.50	0.54		0.30	0.24	0.16
d	0.87	0.67	0.70		0.51	0.57
e	0.86	0.91	0.76	0.49		0.47
f	0.83	0.87	0.84	0.43	0.53	
ぼやけ						
	a	b	c	d	e	f
a		0.31	0.26	0.49	0.36	0.39
b	0.69		0.34	0.64	0.54	0.47
c	0.74	0.66		0.57	0.64	0.49
d	0.51	0.36	0.43		0.33	0.37
e	0.64	0.46	0.36	0.67		0.30
f	0.61	0.53	0.51	0.63	0.70	
激しさ						
	a	b	c	d	e	f
a		0.76	0.94	0.01	0.03	0.04
b	0.24		0.79	0.01	0.01	0.07
c	0.06	0.21		0.03	0.01	0.01
d	0.99	0.99	0.97		0.84	0.90
e	0.97	0.99	0.99	0.16		0.73
f	0.96	0.93	0.99	0.10	0.27	
拡散						
	a	b	c	d	e	f
a		0.01	0.03	0.23	0.04	0.01
b	0.99		0.01	0.91	0.34	0.06
c	0.97	0.99		0.97	0.93	0.39
d	0.77	0.09	0.03		0.01	0.01
e	0.96	0.66	0.07	0.99		0.03
f	0.99	0.94	0.61	0.99	0.97	
捕まえにくさ						
	a	b	c	d	e	f
a		0.49	0.46	0.11	0.13	0.30
b	0.51		0.50	0.20	0.11	0.17
c	0.54	0.50		0.30	0.24	0.07
d	0.89	0.80	0.70		0.56	0.51
e	0.87	0.89	0.76	0.44		0.49
f	0.70	0.83	0.93	0.49	0.51	

表 4　B グループの実験結果（各列に対する行の勝率）

アニメーションパターン：a c d f g h						
人数						
72						
乱雑さ						
	a	c	d	f	g	i
a		0.49	0.08	0.10	0.17	0.31
c	0.51		0.35	0.08	0.39	0.18
d	0.92	0.65		0.53	0.85	0.65
f	0.90	0.92	0.47		0.79	0.86
g	0.83	0.61	0.15	0.21		0.54
h	0.69	0.82	0.35	0.14	0.46	
ぼやけ						
	a	c	d	f	g	i
a		0.33	0.46	0.32	0.53	0.24
c	0.67		0.75	0.60	0.75	0.51
d	0.54	0.25		0.24	0.44	0.25
f	0.68	0.40	0.76		0.75	0.32
g	0.47	0.25	0.56	0.25		0.22
h	0.76	0.49	0.75	0.68	0.78	
激しさ						
	a	c	d	f	g	i
a		0.86	0.01	0.04	0.01	0.29
c	0.14		0.01	0.01	0.03	0.07
d	0.99	0.99		0.93	0.96	0.99
f	0.96	0.99	0.07		0.68	0.97
g	0.99	0.97	0.04	0.32		0.89
h	0.71	0.93	0.01	0.03	0.11	
拡散						
	a	c	d	f	g	i
a		0.06	0.29	0.01	0.49	0.06
c	0.94		0.92	0.19	0.92	0.36
d	0.71	0.08		0.01	0.60	0.01
f	0.99	0.81	0.99		0.99	0.68
g	0.51	0.08	0.40	0.01		0.03
h	0.94	0.64	0.99	0.32	0.97	
捕まえにくさ						
	a	c	d	f	g	i
a		0.39	0.11	0.15	0.06	0.21
c	0.61		0.21	0.13	0.29	0.13
d	0.89	0.79		0.49	0.93	0.68
f	0.85	0.88	0.51		0.76	0.89
g	0.94	0.71	0.07	0.24		0.50
h	0.79	0.88	0.32	0.11	0.50	

れによって，A グループおよび B グループ共にそれぞれ 6 種類の粒子パターンによる一対比較実験とした。

5.3. 比較する言語表現の種類

比較する言葉の種類については，2 章で議論した中の代表的な言葉について，「乱雑さ」，「ぼやけた感じ」，「激しさ」，「拡散の度合い」および「捕まえにくさ」の 5 種類を選んだ。被験者には，これらの各言葉による表現に関して，提示された 2 つのアニメーションパターンのどちらがより強く感じるかを選ばせた。

5.4. 被験者

被験者は神奈川工科大学工学部機械工学科 2 年生に対して行い，A グループ 70 名，B グループ 72 名の合計 142 名であった。被験者の学年は，実験の時点では，エントロピーについてはまだ授業等で学習していないため，その多くはエントロピーに関する正確な知識は持っていないと想定した。

6. 実験結果と検討

6.1. 実験結果

本実験はサーストンの一対比較法を採用し，比較した 2 種類のパターンの勝敗の勝率から，正規分布の Z 値を求め，各アニメーションパターンについて一次元で表せる距離尺度値に変換した。この値を感性量（心理量）f として，エントロピー値 S と比較検討した。A グループおよび B グループごとに実験した結果について，各パターンの勝率を表 3 および表 4 に示した。各数値はそれぞれ各列（横）のパターンに対する各行（縦）のパターンの勝率を示した。ここで，B グループの「激しさ」の a と g の比較，および A グループと B グループ共に「拡散」の a と f の比較において，全

表 5　A グループの感性量 f （距離尺度値）被験者 70 名

		乱雑さ	ぼやけ	激しさ	拡散	捕まえにくさ
パターン	a	−0.64	−0.37	−0.71	−1.75	−0.60
	b	−0.60	0.10	−1.15	−0.12	−0.59
	c	−0.42	0.31	−1.73	1.43	−0.52
	d	0.46	−0.26	1.71	−1.38	0.55
	e	0.60	−0.04	1.18	0.19	0.57
	f	0.60	0.25	0.70	1.63	0.59

表 6　B グループの感性量 f （距離尺度値）被験者 72 名

		乱雑さ	ぼやけ	激しさ	拡散	捕まえにくさ
パターン	a	−0.84	−0.33	−1.12	−1.19	−0.99
	c	−0.59	0.41	−1.78	0.63	−0.68
	d	0.65	−0.42	1.96	−1.00	0.79
	f	0.90	0.23	0.97	1.59	0.83
	g	−0.10	−0.41	0.63	−1.14	−0.01
	h	−0.03	0.52	−0.66	1.12	0.05

表 7　A・B 混合の感性量 f （距離尺度値）

A,B 混合した被験者 142 名

		乱雑さ	ぼやけ	激しさ	拡散	捕まえにくさ	エントロピー*S*
パターン	**a**	**−0.79**	**−0.31**	**−0.88**	**−1.52**	**−0.72**	**1.00**
	b	−0.74	0.14	−1.29	−0.28	−0.71	1.81
	c	**−0.54**	**0.35**	**−1.84**	**0.92**	**−0.59**	**2.39**
	d	**0.61**	**−0.29**	**1.87**	**−1.05**	**0.63**	**2.39**
	e	0.73	−0.05	1.33	0.36	0.66	3.20
	f	**0.72**	**0.26**	**0.85**	**1.65**	**0.68**	**3.77**
	g	−0.09	−0.29	0.68	−1.39	0.02	1.81
	h	−0.07	0.41	−0.75	1.29	0.03	3.20

表 8　温度および容積変化別の言語表現の的確性比較

	変化する変数				
	温度（強度）		容積（容量）		両方
比較するパターンおよびその大小	a < d	c < f	a < c	d < f	a < f
乱雑さの度合い	○	○	○	○	○
ぼやけた感じの度合い	○	×	○	○	○
激しさの度合い	○	○	×	×	○
拡散の度合い	○	○	○	○	○
捕まえにくさの度合い	○	○	○	○	○

表 9　相関係数による比較

	乱雑さ	ぼやけ	激しさ	拡散	捕まえにくさ	エントロピー*S*
エントロピー	**0.76**	0.60	0.37	**0.85**	**0.74**	1.00
温度	**0.99**	−0.14	0.92	0.23	**0.99**	0.70
容積	**0.09**	0.97	−0.39	0.97	**0.05**	0.70

ての被験者が同じパターンの方を選んだ。この結果,これらの比較では,勝率が 1 および 0 となり，正規分布の Z 値が無限大あるいは無限小となるため距離尺度値が求められなくなる。そこでこれらについては，便宜上，最少人数として 1 名が勝率 0 となった方を選んだことにして，再度勝率を算出した。

つぎに，各勝率から求めた正規分布の Z 値の平均を求め,その値を感性量(距離尺度)f として A, B のグループごとに表 5 および表 6 に示した。A グループおよび B グループに共通の a,c,d,および f の 4 パターンについて,それぞれ別々に求めた A グループと B グループの感性量を比較してみると，最大で 30%程度の違いが認められた。これは，A グループに加えられた g および h，B グループ加えられた b および e のそれぞれ 2 つのパターンによって他のパターンの感性量が影響を受けた可能性が考えられる。この影響を少なくするために，A グループと B グループのデータを統合して検討を行った。統合の仕方としては，まず，A と B グループに共通の a,c,d および f については A と B グループ混合の被験者全員（142 名）のデータを使って感性量を求める（表 7 の網掛け部分)。次に，容積が a と c の間に位置する b については，A グループ（表 5）の a,c および b の結果を使って，A と B グループ混合（表 7）の a と c の間に比例配分によって内挿させて b の感性量 f を補間する。e についても同様に，A グループ（表 5）の d,f および e の結果を使って A と B グループ混合（表 7）の e の値を補間した。さらに，g および h についても同様に，B グループ（表 6）でこれらを挟み込むデータ a と d,および c と f を用いて，A と B グループ混合（表 7）に対応させた g および h の感性量を補間した。

6.2. 検討事項 1

3 章で論じたように，エントロピーは容量依存の性質と強度依存の性質の両方を併せ持っている。従って，真にエントロピーの性質を表現できる言語表現であれば，この両方の変化に相関性を示すと考えられる。そこで，容量の変化である容積変化と強度の変化である温度変化について，表 7 の数値から，それぞれの言語表現による各パターンの感性量 f が温度変化あるいは容積変化に相関しているかどうかの検討を行った。

まず，表 8 は，エントロピーの大小と感性量の大小の関係が一致しているかどうかについて，a,c,d および f の 4 つの基本パターンについて比較した結果を示した。温度が変化したことによるエントロピーの大小については，それぞれエントロピー値が a<d と c<f となる関係について，また，容積が変化したことによるエントロピーの大小に

ついては，それぞれエントロピー値が a<c と d<f となる関係について検討した。表 8 中，大小関係がエントロピー値と同じであれば「○」，異なれば「×」で示した。この結果，「ぼやけた感じの度合い」については，温度は c より f の方が高いにも関わらず，感性量はその逆になっている。また，「激しさの度合い」については，容積がそれぞれ c の方が a より大きく，また d の方が f より大きいにも関わらず感性量はその逆となっていることが分かった。このことから，「ぼやけた感じの度合い」と「激しさの度合い」についてはエントロピーの変化を完全に表現できない可能性が示された。その他の「乱雑さの度合い」，「拡散の度合い」および「捕まえにくさの度合い」については，全て温度の強弱も容積の大小も矛盾無く表現できているという結果になり，これらについてはエントロピーの大小を比較する言語表現としての可能性を示した。

6.3.検討事項 2

次に，検討事項 1 をより定量的に検討するために，表 7 における各言語表現による各パターンの感性量 f（各列の並び:縦方向）とエントロピー値 S の間の相関係数を求め，表 9 に示した。また，同表には温度および容積に対する相関係数も示した。この結果，エントロピー値と感性量の相関係数が最も高いのは，「拡散の度合い」の 0.85 であった。次に「乱雑さの度合い」と「捕まえにくさの度合い」が 0.76，0.74 と高い相関係数の値となった。この 3 種類の言語表現に関してはエントロピーとの相関係数を見る限りにおいてはエントロピー値を非常に良く表していると言える。しかし，それぞれ温度変化と容積変化に対する相関係数を比較すると，「乱雑さの度合い」および「捕まえにくさの度合い」共に，温度変化に対しては 0.99 というほぼ完全相関に近い相関性を示しているが，容積変化に対してはほとんど相関性が見られない。この結果から，「乱雑さの度合い」については 3 章での仮説のように，強度依存のエントロピー変化に対しては正確だが容量依存のエントロピー変化に対しては表現できていないと見ることができる。したがって，科学啓蒙書や教養書等においてエントロピーの指標である記されることが多い「乱雑さ」は，エントロピーの本質を正確に表現していない可能性が高くなったと言える。

次に，「捕まえにくさの度合い」については，4 章で論じた仮説では，強度依存および容量依存のエントロピーの両方に依存性を示すと予想したが，予想に反して強度依存のエントロピーに対してのみ相関性を示す結果となった。これについては，次のように考えた。即ち，「乱雑さ」や「拡散」といった言語表現は対象の状態を直接表現しているのに対し，「捕まえにくさ」は自身の行為の容易さ（あるいは困難さ）を示す言葉であると考えられる。そのため，判断に際して観察者自身が粒子を実際に捕まえることを想像するという過程が必要だったと考えられる。この過程において，容量依存のエントロピーにおける容積が広がったことによる捕まえにくさを想像しづらく，そのため「捕まえにくさ」と容量依存のエントロピーに強い相関が見られなかった可能性が考えられる。したがって，もし被験者が実際に動き回る粒子を追いかけることを体験できれば，より実感として感覚的にとらえることができ，容積が広がった事による捕まえにくさを感じて，容量依存エントロピーに対しても相関を示すようになる可能性があると考えた。そこで，このことを検証するために画像上で動き回る粒子を実際にマウスで追いかけて得点を競わすゲーム形式のアプリケーションを開発中である。今後，このアプリケーションを用いて実験を行い再検討する予定である。

次に，「ぼやけた感じの度合い」については容積変化に対しては 0.97 という非常に高い相関性を示しているが，温度変化に対しては相関が見られない。このことから，3 章で論じたように，「ぼやけた感じ」については，容量依存エントロピーを表現する言語表現であると言うことができる。更に，「激しさ」に関しては，温度変化に対して 0.92 という高い相関性が見られるのに対して，容積変化に対しては-0.39 というマイナス相関を示している。このことから，「激しさ」は強度依存エント

ロピーを表現する言語表現であると考えることができる。

最後に,「拡散の度合い」については，やはり 3 章での仮説のように，容積に対して非常に高い相関性を示すが，温度に対しては高い相関性は示していない。しかし,「乱雑さの度合い」および「捕まえにくさの度合い」に比較して，容量依存性と強度依存性の両方のエントロピー変化に対して共に正の相関性係数を持っている。エントロピー値に対する相関係数も最も高いので，本実験結果からは,「拡散の度合い」は比較的に見れば最もエントロピーの本質を表現していると考えられる。

7. おわりに

本報では，一般的に用いられてきたエントロピー概念を表す言葉による表現について検討し，特に熱力学的エントロピー概念を表現する場合の言葉による表現の問題点について考察した。また，実際の分子運動を表現した粒子のアニメーションを作成し，その映像を被験者に見せ，それぞれ粒子の運動から計算によって得られるエントロピー値と代表的な言葉による表現によって尺度づけされた映像の感性量との相関性について検討した。その結果,「拡散の度合い」という言葉による表現がエントロピー値と相関性が高いことが分かった。

本報では，アニメーション作成の困難さのため分子運動を単純化して，平面的な分子運動アニメーション（シミュレーション）を用いて検討を行った。より現実に即した分子運動アニメーション（e.g. マクスウェルの速度分布を反映したアニメーションや三次元的な分子運動を反映したアニメーションなど）においても，本研究と同様の結果が得られるかについては，検証の必要性が残されている。また，ゲーム形式アプリケーションによる「捕まえにくさの度合い」についての再検証と共に,「拡散の度合い」よりも適した言葉が存在する可能性も十分に考えられ，引き続き検討を進めていく必要がある。

参考文献

[1] ファースト：エントロピー，好学社，1969.
[2] Andreas Greven, Gerhard Keller, Gerald Warnecke：Entropy，Princeton University Press，2003.
[3] 鎌田清一郎：画像処理，サイエンス社，2003.
[4] P・W・アトキンス：エントロピーと秩序，日経サイエンス社，1992.
[5] 石原敦，飽本一裕：ゼロからスタート・熱力学，日新出版，2004.
[6] バークレー物理コース編：統計物理，丸善（株），1970.
[7] 竹内薫：熱とはなんだろう，講談社，2002.
[8] 佐藤智明，永岡慶三，小口幸成：エントロピー概念の言葉による表現，日本認知科学会第 23 回大会，2006.

問題解決における状態空間の抽象化に関する実験的検討
An Experimental Study of State Space Abstraction in Problem Solving

寺井 仁[†,‡], 三輪 和久[†]
Hitoshi Terai, Kazuhisa Miwa

[†]名古屋大学大学院情報科学研究科, [‡]JST/CREST
[†]Graduate School of Information Science, Nagoya University, [‡]CREST, JST
{terai, miwa}@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

This study investigated process of state space abstraction in problem solving from the view point of dual space search framework. In our experiment, we used 2 x 2 x 2 Rubik's Cube (Pocket Cube) as an experimental task. Two graduate students participated in our experiments. The state space consists of a huge amount of states over 3 million; distance among each state cannot be perceived directly. Therefore, they could not find the rule to solve the cube as long as they search of the state space. They needed to capture their current state within an abstracted state space. The results showed that same tendency was confirmed between the participants: (1) they searched within state space for the goal state using weak methods (hill climb and means-ends analysis) and then failed to solve it repeatedly, (2) they found an incomplete abstracted sub-state as a result of search of state space, (3) they captured their current state within their own abstracted state space, (4) finally, they found their own strategies to solve the cube based on search of the abstracted state and rule spaces.

Keywords — abstraction, dual space search, rule discovery, state space, rule space

1. はじめに

1.1 背景

問題解決研究では，問題解決プロセスを実験室研究の枠組みで捉えるために，ハノイの塔に代表されるパズル課題，チェスや将棋を用いたゲーム課題，および代数や力学を題材とした学習課題が広く利用され検討が行われてきた．これらの研究を通して，問題解決プロセスは，問題空間の探索として理解が進められてきた[3, 6]．Simon and Lea (1974)は，問題解決プロセスを，実際に観察され物理的に操作可能な事象からなる「状態空間（事例空間）」に加え，背後に潜む法則性を検討する際に構成される心的な「ルール空間」と呼ばれる2つの空間の探索およびその相互作用によって達成されるとした．例えば，ハノイの塔を解く場合，ディスク操作が状態空間の探索に相当し，問題解決のための解決方略の探索がルール空間の探索に相当する．Simon (1975)は，ハノイの塔の解決時に使用されるうる複数の方略を知覚および記憶の観点から整理しているが，同様の方略が，発話プロトコル実験を通して，問題解決を繰り返していく中で獲得および変化していく様子が実験的にも示されている[1]．

Klahr and Dunbar (1988)は，このような質の異なる2つの問題空間（状態空間に対応する「実験空間」とルール空間に対応する「仮説空間」）の探索として*dual space search*の枠組みを提案し，科学的発見プロセスの理解を進めた．

*Dual space search*のフレームワークに基づく研究は，数分で解決可能なハノイの塔のようなパズル課題だけでなく，解決に1時間前後を要する，より複雑なルール空間を構成する課題にも拡張されてきた[4]．課題の複雑性は，ルール空間の複雑性だけでなく，状態空間の複雑性の観点からも議論することが可能である．しかしながら，状態空間の複雑性を対象とした実験的検討はほとんど行われていない．

例えば，ハノイの塔において，使用されるディスクの数を増加させることによって，状態空間のサイズを増大させることは可能である．しかしながら，ハノイの塔は，状態間の類似性や差異を知覚的に直接把握することが可能である．そのため，状態空間が増大しても状態空間内における状態のとらえ方は本質的に変化せず，ディスクの数が少ない場合と同様に問題解決が可能となる．

これに対して，状態空間の構造の把握が困難な状況として，状態空間に含まれる状態間の関係が知覚的に把握困難な場合を考えることができる．状態数が実質的に無限に存在し，なおかつ，個々の状態間の関係性の識別が困難な場合，状態を一旦抽象化し，限られた状態間の関係として現象の理

解を進めることが必要になると考えられる．このような問題構造を持つ問題に対して，解決がどのように進められているかを明らかにすることは，ゲームに限らず，現象の構造的理解が求められる数学や化学，物理学，生物学など科学的活動を支える問題解決の理解においても重要な観点であると考えられる．

本研究では，*dual space search*を理論的背景とし，状態空間の構造を直接把握することが困難な問題解決状況における，状態空間の構造の理解とルールの獲得のプロセスを明らかにすることを問いとして，実験的検討を試みる．

2. 実験

2.1 方法

2.1.1 実験参加者

工学研究科の修士課程に所属する男子学生2名（以降，参加者A，参加者Bと呼ぶ）を参加者とした．

2.1.2 課題

ハノイの塔などと比較し膨大な状態空間を形成し，加えて，個々の状態間の関係を識別することが困難な課題として，本研究では，2 x 2 x 2のルービックキューブ（以下，キューブ）に着目した．

キューブは8つのピースから構成される正6面体の置換パズルであり，6つの面に対する左右の回転操作だけが許されたwell-definedな問題である．任意の状態から6つの面の色を揃えるために要するステップ数は，90° の回転を1回の操作とした場合，最大14ステップ以内で解くことが可能である．しかしながら，ピースの組み合わせは300万通り以上存在し，膨大な状態空間を持つ（例えば，5枚ディスクのハノイの塔の状態数は243である）．また，1回の操作は4つのピースの置換を伴うため，状態間の距離を認識することは困難であり，さらに，3次元パズルという性質から，視点によって状態の見えが大きく変化する．

以上の特徴から，キューブは，ハノイの塔とは異なり，（１）問題解決において任意の状態を再現することが困難であり，（２）目標状態を達成するために個別の副目標状態を設定することは難しく，そして（３）オペレータによって変化する状態間の距離を把握することが困難となる．このことから，キューブの問題解決においては，状態空間を直接探索するのではなく，状態空間を一旦抽象的な形で捉え直し，限られた抽象的状態空間を対象に探索を進めることが重要な役割を果たすと予想される．

なお，実験を開始するにあたり，参加者2名はいずれも本研究で用いたキューブおよびそれに類する課題（3 x 3 x 3のRubik's Cubeなど）についての解法を知らず，また，過去にルールを獲得することを目的に取り組んだことがないことを確認している．

2.1.3 手続き

実験に先立ち，覆面算課題を用いて発話練習を10分前後行った．実験では，キューブを参加者に与え，任意の状態から6つの面の色を揃える（キューブを完成する）プロセスについて観察を行った．参加者の目的は，任意の状態からキューブを完成するための方法が明確に説明することができるようになることとし，連続して5回，意図通りにキューブを完成できることを確認後，実験を終了した．なお，参加者には，キューブの他にノートとボールペンが与えられ，自由な使用が許された．

実験は，1回の試行を約30分とし，10分間の休憩時間を挟み，繰り返し行った（30分は目安として設けられ，切りの良いところまで課題を続けても良いとした）．実験中，参加者には発話を求め，キューブの操作やノートへの記録は複数のビデオカメラによって撮影された（図1）．また，試行の終了毎に，（１）問題解決時の観点，（２）その過程で発見された方略，（３）問題解決において困難に感じている点について事後インタビューを行った．

なお，実験は数日間に渡って行われたため，実験参加中は，（１）キューブを実験時間外では扱わない，（２）キューブに関連する情報収集を行わないことを実験参加の条件とした．

2.2 結果

ルールの発見までに要した時間は，参加者Aが約37時間，参加者Bが約19時間であった．

2名の参加者が獲得したルールは異なるものであったが，試行終了毎の事後インタビューの分析の結果から，そのプロセスには以下の共通する特徴が認められた．

（１） weak methodsを用いた状態空間の探索と失敗

（２） 不完全な抽象的副目標状態の発見

（３） 状態空間の抽象化とルール空間の探索

（４） 抽象化された状態空間で問題を解決するためのルールの発見

図 1 実験の様子

以下では，参加者Aの例を上記のプロセスに対応させて具体的に示す．

（1）weak methodsを用いた状態空間の探索と失敗

問題解決の初期において，参加者は問題解決のためのルールを獲得してないため，8つのピースが揃ったキューブの完成形を目標状態として，weak methodsの一つである「山登り方略」が用いられた．ここでは，ピースの単純な入れ替えなどの部分的で基本的な操作の学習が同時に行われ，状態空間上での山登り方略に基づく状態遷移が進められた．

その結果，4つのピースを揃えた状態（1面の色が揃っており，かつ，その辺の色も揃っている状態）を容易に達成することができるようになった（図2）．しかしながら，山登り方略ではこれ以上目標状態に近づけることは不可能となり，手詰まりの状態に陥った．この状態からさらにピースを揃えるためには，既に揃っている4つのピースを一旦崩さなければ先に進むことができないためである．

山登り方略で手詰まりとなった後，4つのピースが揃った状態から目標状態を目指すため，手段-目標分析方略に基づき，状態空間における副目標状態の探索が進められた．しかしながら，4つのピースが揃った状態とは，残る4つのピースによって状態の変化によって様々な状態を取り得ることから，それらに共通した特定の副目標状態を発見することは困難である．そのため，手段-目標分析方略に方略を切り替え，副目標状態を探し続けるが，望まれていた副目標状態を見つけることはできなかった．

（2）不完全な抽象的副目標状態の発見

前述の手段-目標分析方略に基づく副目標状態の探索を繰り返していく中で，目標状態につながる抽象的副目標状態（ある制約を満たした状態の集まり）が獲得された．具体的には，2つのピースを揃えた後，残りの6つのピースを3組のペアとして考え，各ペアが「一定の制約」を満たしていれば，目標状態に到達できるだろうというものであった（図3に参加者がノートに記述した抽象的副目標状態の例を示す）．ただし，ここで発見された抽象的副目標状態は状態空間の探索の結果として獲得されたものであり，不完全な副目標である．発見された抽象的副目標状態は正確には複数の抽象的副目標状態が組み合わされたものであるため，それが理解されるまで，あるときは目標状態にたどり着けるが，あるときはたどり着けないということを経験することとなった．

図 2 4つのピースが揃った状態

Note. 上部4つのピースが揃えられていることが確認される．この状態から下部4つのピースを揃えるためには，一旦，既に揃っている上部4つのピースを崩さなければならない．

（3）状態空間の抽象化とルール空間の探索

一旦，目標状態を達成することが可能な不完全な抽象的副目標状態が発見されることにより，任意の初期状態から抽象的副目標状態の達成およびそこから目標状態を達成するために，不完全な抽

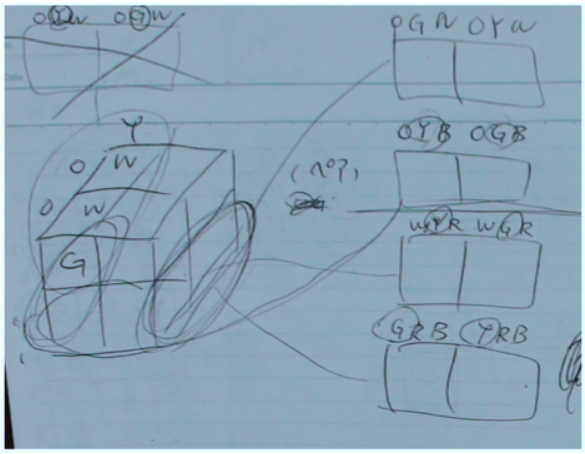


図 3 抽象的副目標状態の例

Note. 左に描かれたキューブは2つのピースが揃っていることを示し，残りの3組のペアについての制約が右に描かれている．なお，インタビューの結果から，色の表記（例：W＝白）は便宜的で他の組み合わせも可能であり，抽象的副目標状態を表していることが確認された．

象的副目標状態の精緻化とさらなる抽象的副目標状態の探索が進められた．特に，最初に作られた抽象的副目標状態と目標状態の距離が近かったため，任意の初期状態から抽象的副目標状態に至る方法について，そこを起点とした後ろ向きの探索が進められた．しかしながら，ここでは，単に後ろ向きに状態遷移を追っていくだけではなく，そこにどのようなパターンが現れるのかに着目した抽象的状態空間を意識した探索が行われ，その構造が明らかにされた．

（4）抽象的状態空間で問題を解決するためのルールの発見

以上のプロセスを通して，現在の状態を抽象的状態空間で捉え直すことにより，抽象的状態空間とルール空間の2つの問題空間での探索が可能となり，その結果，任意の状態から目標状態に至るための統一的なルールの獲得に成功した．

状態空間の抽象化の方法，および最終的に獲得されるルールは問題解決者毎に大きく異なっていた．しかしながら，以上のプロセスは，参加者Bでも同様に認められるだけでなく，本研究の開始に先立ち著者の一人が取り組んだ場合にも同様に認められ，普遍的なプロセスであることが示唆された．

3. 考察とまとめ

本研究では，状態空間の抽象化が問題解決に果たす役割について，キューブを用いた実験的な検討を進めてきた．

実験の結果から，状態空間の直接的な把握が困難な問題解決状況においても，問題解決初期には状態空間とルール空間においてルールの探索が進められていることが確認された．そして，状態空間とルール空間の探索を繰り返していく中で抽象的副目標状態が発見され，それを軸として，抽象的状態空間が形成されていった．そして，抽象的状態空間が構成されるに従って，状態の理解は抽象的状態空間においてなされ，ルールの発見は抽象的状態空間とルール空間の探索を通して達成された．これらの結果を通して，個々の状態を個別に識別することが困難な問題解決状況では，状態空間とルール空間の探索では問題解決に至らず，状態空間から抽象的状態空間を生成するプロセスが重要な役割を果たしていることが明らかとなった．

Chase and Simon (1973)によるチェスを対象とした研究では，エキスパートが持つ優れた能力は，コマの特定の配置を一つのチャンクとして記憶することによって支えられていることが明らかにされた．チャンクは個々の事例をあるまとまりとして捉えるという意味において，一種の抽象化であると捉えることができる．しかしながら，チェスにおけるチャンクは問題解決の効率化に寄与するが，チャンクを作ることができなくても問題を解決することは可能である．また，本研究におけるキューブの解決では，状態空間の抽象化は，状態に対する表象の転換を伴っていると考えられる．

今後，新たな実験参加者によるデータ収集を進めると共に，抽象的副目標状態がどのように発見されるのか，また，抽象的問題空間が精緻化されるプロセスについて，状態空間，抽象的状態空間，およびルール空間の探索の観点から，発話プロトコルおよび行動データに基づく理解を進める．

参考文献

[1] Anzai, Y. & Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86(2), 124–140.
[2] Chace, W. G. & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55–81.
[3] Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1–55.
[4] Klahr, D. (2000). Exploring science: The cognition and development of discovery processes. MA: MIT Press.
[5] Simon, H. A. (1975). The functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive Psychology*, 7, 268–288.
[6] Simon, H. A. & Lea, G. (1974). Problem solving and rule induction: A unified view. In L. W. Gregg (Ed.), *Knowledge and Cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

自然情景観察における頭部方向に基づく眼球位置分布の偏り
Eye Position Distribution Depends on Head Direction in Natural Scene Viewing

中島　亮一[†]，方 昱[‡]，塩入　諭[†]，松宮　一道[†]，徳永　留美[†]，栗木　一郎[†]，
Ryoichi Nakashima, Yu Fang, Satoshi Shioiri, Kazumichi Matsumiya,
Rumi Tokunaga, Ichiro Kuriki

[†]東北大学電気通信研究所，[‡]東北大学大学院情報科学研究科
Research Institute of Electrical Communication, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University
rnaka@riec.tohoku.ac.jp

Abstract
In a daily life, we usually move our eyes together with head motion to obtain information from wide area of visual environment. In this study, we examined relationships between eye and head movements while viewing large natural scene images. Participants, sitting on a chair, moved their head and eyes naturally to view a scene image for 5 seconds, and their eye and head orientations were recorded. We analyzed the eye and head movement data to obtain frequency distribution of eye position as a function of head orientation. The results showed a clear correlation between horizontal eye position and horizontal head orientation. That is, when the head directed to the left or right, the peak frequency of eye position shifted also to the left or right (relative to the head), respectively. In contrast, there was no correlation between the vertical eye positions and head orientations. These findings may suggest that there is a mechanism that controls head-eye correlation specifically for horizontal direction.

Keywords — Eye Movements, Head Orientation, Scene Viewing

1. はじめに

我々は日常生活において，視野中の詳細な視覚情報を獲得するために，眼球運動により順次対象を網膜中心部に投影する．広範囲の視覚情報に対しては，通常眼球のみならず頭部が運動する．例えば，日常生活の様々な行動（絵画鑑賞や読書など）においては，眼球運動は 15 度以内であることが多いが[1]，それ以上の範囲を見る場合には頭部が動く．また，数十度周辺に視線を移動する場合は，まず頭部が動き，その後眼球を動かし，対象を視野中心にとらえることも報告されている[2, 3]．これらのことから，大きな注意の移動においては，頭部と眼球の協調的運動を制御する機構が働くと考えられる[4, 5].

人の頭部と眼球が協調的に動くことは古くから報告されている（例えば[6, 7]）が，その多くは，点刺激を呈示しそこに視線を向けさせるような，比較的単純な環境設定における実験に基づいている．そのような限定的な実験環境では，日常生活で働く頭部，眼球の協調過程を十分にとらえることはできない．我々は，広い視野でかつ視線移動が数秒間連続する実験条件における頭部運動と眼球運動の関連について研究を行っている．

我々は先行研究において水平方向 360 度視野での視覚探索課題（TL 探索：多くの L の中から T を探す課題）を行い，その時の頭部運動と眼球運動の関係を検討した[8]．その結果，頭部が胸部に対して左側（右側）を向いている時，眼球位置の平均は頭部方向に対して左（右）に偏り，頭部が胸部に対して正面を向いている時には，頭部に対して正面に集中する傾向があることを見いだした．さらに眼球位置分布は，頭部運動速度（方向と速さ）にも依存し頭部が左方向（右方向）に運動している時，眼球位置分布も左側（右側）に偏る傾向がみられた．これらの結果に基づき，頭部方向と頭部運動速度とから，頭部に対する眼球方向の分布推定がある程度可能であることも示した．これは，眼球運動測定ができない環境においても，頭部方向から視線位置を確率的に推定することが可能であることを意味する．

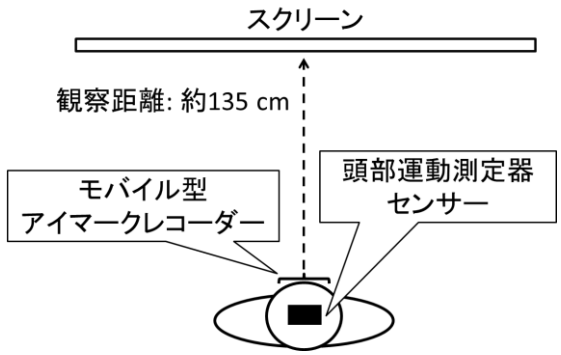
本研究では，頭部方向に基づく眼球位置分布の偏りという知見が，視覚探索課題に特有なものではなく，より一般的なものであるか否かについて検討した．実験刺激として自然情景を用い，刺激

中の物体をただ観察するという課題を課した．前報で視覚探索課題に対して得られた頭部運動と眼球運動の協調と，同様の結果が得られるという予測のもと，頭部運動と眼球運動の関係性を測定した．

2. 実験

実験は，科学技術振興機構による戦略的創造研究推進事業（CREST）のアウトリーチ活動の一環として，イベント会場で行われた．実験参加者は来場していた 60 代までの男女 257 名（平均年齢 21.8 歳，男性 149 名，女性 108 名）であった。

(a)



(b)

図 1　実験状況(a)，および自然画像の例(b)

実験では，椅子に座った参加者の前にスクリーンを設置し，そこにプロジェクタを用いて自然情景画像（視角約 53 度 × 41 度，観察距離約 135cm）を呈示した（図 1）．1 枚の画像の呈示時間は 5 秒間であった．実験課題は，頭部と眼球を自由に動かして画像を観察することであった．参加者の頭部に 3 次元磁気センサー（Polhemus Fastrak）を装着し，頭部運動を計測した．それと同時に，モバイル型アイマークレコーダ（EMR-9）を装着して，参加者の眼球運動も記録した．実験における刺激呈示の制御，眼球運動，頭部運動データの取得は Matlab を用いて行なった．1 人の参加者が 3 枚の画像を観察した．

3. 結果

課題を行なった 260 名のうち，30 名分のデータは測定機器の不具合により取得できなかったため，残りの 230 名分のデータを分析対象とした．実験中，参加者は椅子に座った状態で頭部を動かしていたため，胸部方向は正面であると仮定した．つまり，頭部方向とは，胸部に対する頭部方向を示している．まず，頭部方向の分布を計算したところ，水平，垂直方向ともに，頭部方向の 90%以上は左右，上下方向に 12 度以内の範囲に分布していた（水平方向 : 93.5%, 垂直方向 : 97.3%）．そこで，この範囲内での各頭部方向における頭部に対する眼球位置の分布を計算した．

まず水平方向成分について分析を行なった．頭部が左右，正面を向いている時の眼球位置分布を求めた（図 2）．我々の先行研究の結果と同様に，頭部が左側（右側）を向いている時，眼球位置は頭部方向に対して左（右）に偏り，頭部が正面を向いている時には，眼球位置は頭部に対して正面に集中するという傾向も見られた．さらに，頭部運動速度ごとに同様の分析を行ったところ，頭部が左向き（右向き）に運動している時，眼球位置分布も頭部方向に対して左側（右側）に偏っているという結果が得られた．そして，頭部方向と，各頭部方向における眼球分布のピークとなる位置の相関を求めたところ（図 3），非常に高い相関が見られた（決定係数 : R^2 = .93）．

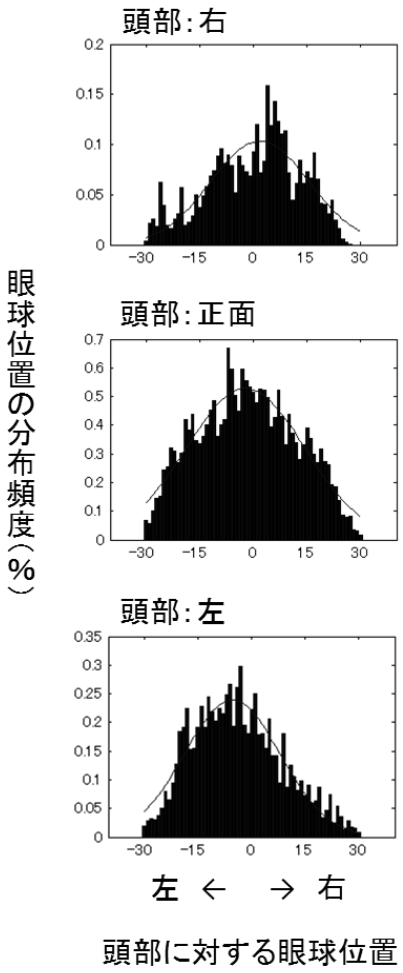


図 2　水平方向における頭部方向と眼球方向分布の関係．頭部が左右を向くと，眼球位置分布も頭部と同じ方向に偏る．

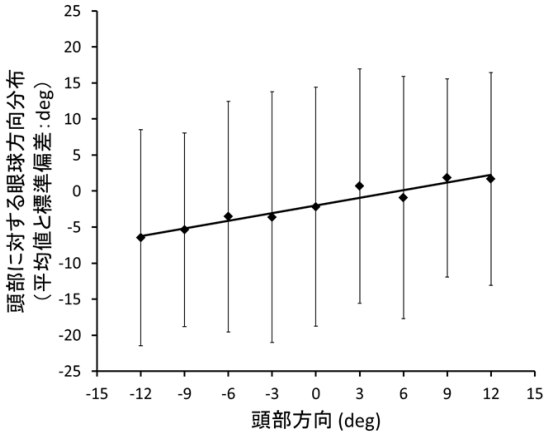


図 3　水平方向における頭部方向と眼球分布のピーク位置の関係．両者には非常に高い相関が見られた．

次に，頭部方向と眼球分布の関係について，垂直方向成分に関しても同様の分析を行った．水平方向とは異なり，頭部が垂直方向のどこを向いていても，眼球位置分布はほとんど変化せず，頭部と同じ方向を中心とした分布となった（図 4）．頭部運動速度に関しても同様の分析を行ったところ，頭部が上向き（下向き）に運動している時，眼球位置分布は上側（下側）に偏っているという結果が得られた．ただし，この偏りは非常に小さいものであった．よって，垂直方向に関しては，頭部方向に基づく眼球位置分布の偏りは水平方向と比較すると非常に小さいと考えられる．また，頭部方向と，各頭部方向における眼球分布のピーク位置の相関を求めたところ（図 5），相関は見られなかった（決定係数：$R^2 = .00$）．

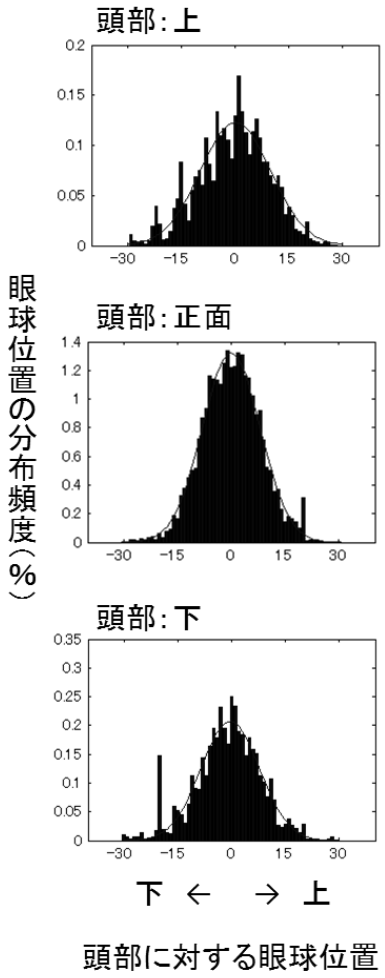


図 4　垂直方向における頭部方向と眼球方向分布の関係．頭部が上下を向いても，眼球位置分布にはっきりとした偏りは見られない．

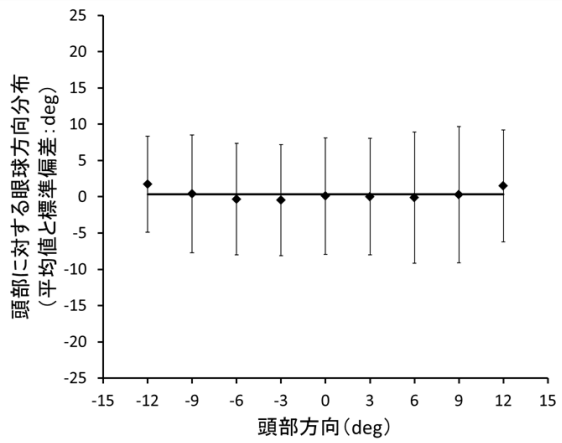


図 5　垂直方向における頭部方向と眼球分布のピーク位置の関係．両者には相関は見られなかった．

4. 考察

水平方向に関しては，頭部が胸部に対して左（右）方向に向けられているとき，頭部に対する眼球位置分布も同方向，すなわち左（右）に偏るという結果を示した．これは，我々の先行研究の結果[8]と一致している．頭部運動と眼球運動の水平方向における協調[4, 5]は，視覚探索だけではなく，自然情景観察時に対しても同様であり，眼球位置の頭部方向への偏りは，一般化できることが示唆された．

一方，垂直方向に関しては，眼球位置分布が頭部と同方向に偏るという傾向は見られず，常に頭部方向を中心とした分布を示した．水平，垂直方向ともに，頭部方向はほぼ同じ範囲（90%以上が±12 度以内）に分布していたため，この違いを頭部変化の範囲に帰すことはできない．これはまた，刺激が横長であることの問題でもないことも示唆する．

これらの結果は，頭部運動と眼球運動の協調過程は，水平方向と垂直方向では異なることを示す．水平方向には，頭部が向いた方向のさらに先を眼球が向くような協調過程が考えられるが，垂直方向に関しては，眼球位置は頭部方向と独立に制御されていると言えそうである．眼球運動測定ができない環境において，頭部方向から視線位置を推定することを考えると，頭部方向情報が有効であり，水平，垂直について異なる扱いをすることで推定精度の向上が見込まれる．

参考文献

[1] Bahill, T. A., Adler, D., & Stark, L. (1975). “Most naturally occurring human saccades have magnitudes of 15 degrees or less.” Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol. 14, pp. 468-469.

[2] Doshi, A. & Trivedi, M. M. (2012). “Head and eye gaze dynamics during visual attention shifts in complex environments.” Journal of Vision, Vol. 12, No. 2(9), pp. 1-16.

[3] Einhauser, W., Schumann, F., Vockeroth, J., Bartl, K., Cerf, M., Harel, J., Schneider, E., & Konig, P. (2009). “Distinct roles for eye and head movements in selecting salient image parts during natural exploration.” Basic and Clinical Aspect of Vertigo and Dizziness, Vol. 1164, pp. 188-193.

[4] Freedman, E. G. & Sparks, D. L. (2000). “Coordination of the eyes and head: movement kinematics.” Experimental Brain Research, Vol. 131, pp. 22-32.

[5] Stahl, J. S. (1999). “Amplitude of human head movements associated with horizontal saccades.” Experimental Brain Research, Vol. 126, pp. 41-54.

[6] Barnes, G. R. (1979). “Vestibulo-ocular function during co-ordinated head and eye movements to acquire visual targets.” The Journal of Physiology, Vol. 287, pp. 127-147.

[7] Zangmeister, W. H. & Stark, L. (1982). “Types of gaze movement: Variable interactions of eye and head movements.” Experimental Neurology, Vol. 77, pp. 563-577.

[8] Fang, Y., Nakashima, R., Matsumiya, K., Tokunaga, R., Kuriki, I., & Shioiri, S. (2012). “Eye position distribution depends on head orientation.” Poster presentation in the 12th Annual Meeting of Vision Science Society, Vol. 12, No. 9, p. 1248.

身体の心的回転におけるミラーシステムの活動
Mirror Neuron System Activity during Mental Rotation of Hand and Object

田中 菜摘[†]，嶋田 総太郎[‡]
Natsumi Tanaka, Sotaro Shimada

[†]明治大学大学院電気工学専攻 [‡]明治大学理工学部
School of science and technology, Meiji University, Japan
ce11057@meiji.ac.jp

Abstract
Several studies have shown that mental rotation of hand activates the primary motor area. Our previous study suggests that the mirror neuron system (MNS, including the primary motor area) is involved in mental rotation of hand. Although behavioral studies have shown that mental rotation ability is different between male and female, little is known whether similar tendency is evident in MNS activity. In the present study, we measured, using near-infrared spectroscopy (NIRS), the activity of MNS when volunteers performed mental rotation of a hand and an object.

Keywords – mental rotation, mirror system, NIRS

1. 背景

人間の脳の運動野は、自分が行動するときだけでなく、他者の行動を観察しているときにも活動することが知られている。このように、自分の動作と他人の動作で鏡のように同じ反応を示す神経細胞をミラーニューロンと呼び、他者運動の視覚入力を自己運動へ変換する役割を持つものと考えられる。ミラーニューロンは最初、サルの前頭葉の F5 と呼ばれている領域（腹側の運動前野の一部）で発見され、ヒトでは運動前野や頭頂葉、一次運動野（M1）などが同様の性質を持つことがわかっており、これらの領野を総称して、ミラーシステムと呼んでいる。

一方、いくつかの研究において、手の映像の心的回転を行っているときに運動野の活動が報告されている(Vingerhoets et al, 2002)。しかしながら、この活動は手の心的回転に特異的であるのか物の観察においても見られるのかは議論が続いている(Eisengger et al, 2007)。我々のグループによる先行研究では、1 人称視点よりも 3 人称視点で手の映像が与えられたときの方が、ミラーニューロンシステムの活動は大きいという結果が得られた（Shimada&Abe,2010）。このことは、ミラーシステムが 3 人称視点から 1 人称視点への手の心的回転に関与していることを示唆する。この仮説を検証するために本研究では、被験者が手と物の心的回転をするときのミラーシステムの活動を、近赤外分光法(NIRS）を用いて計測した。

2. 実験

被験者は 24 名 （男性 12 名、女性 12 名、20-26 歳） の健常成人であった。

実験中は左半球運動野 （10/20 システムの C3 を中心とする 9×9 cm^2 の領域, 24 チャンネル）の活動を NIRS (OMM-3000、島津製作所）を用いて計測した。NIRS は脳血液中のヘモグロビン変化量を非侵襲に測定し、酸化ヘモグロビン(oxy-Hb)、脱酸化ヘモグロビン(deoxy-Hb)、および総ヘモグロビン(total-Hb)の変化量を計測することができる。この中で oxy-Hb が脳活動を最も反映していると考えられており、本研究でも oxy-Hb を主な観測データとして扱う。まずミラーシステムの位置を同定するために他者運動観察（実験 1）と自己運動（実験 2）の実験を行う。その上で心的回転の実験を行った。すべての被験者に、3 つの実験に参加してもらった。

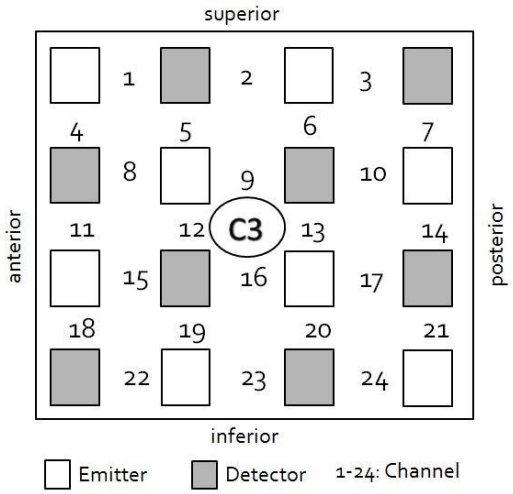


図 1　測定部位

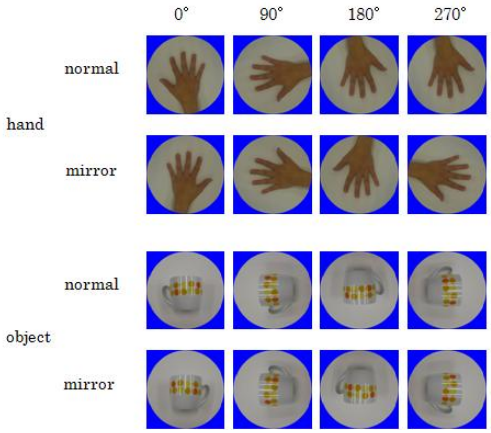


図 2　実験刺激

2-1.　実験 1：他者運動観察

被験者に手（3 種類）の動画を観察してもらった。動画は、1 人称視点での手の回転運動であり、各種類 2 回ずつ計 6 回ランダムに行った。タスクは 5 秒、タスク間のレストは 10 秒とした。

2-2.　実験 2：自己運動

被験者自身に実験 1 の刺激と同様の手の回転運動をしてもらった。手を広げた状態で 5 秒間、手首を左右に動かしてもらった。タスク間のレストは 10 秒とした。

2-3.　実験 3：心的回転の実験

サンプル画像の呈示 1 秒後にターゲット画像を見せ、サンプル画像とターゲット画像が心的回転により一致するかどうか、被験者に判断してもらった。サンプル画像は手(3 種類)または物体(コップ、ハサミ、セロハンテープ)の画像とした（図 1)。ターゲット画像はサンプル画像と同じかあるいは反転したもので、それぞれを 4 つの角度(反時計回りに 0°,90°,180°,270°)に回転させたものを用いた。各条件（刺激×角度）6 回ずつ計 48 回ランダムに行った。タスクは 5 秒、タスク間のレストは 10 秒とした。

3.　実験結果

実験 1、2 において、NIRS の測定結果から effect size を求め、t 検定を行った。その結果 ch-1 と ch-5 において、どちらの実験も有意な活動が見られた（実験 1 (ch-1: t(11)=2.43, ch-5: t(11)=3.95, P<0.01)、実験 2 (ch-1: t(11)=1.84, ch-5:t(11)=1.89, P<0.04))。このことから、本実験では ch-1 と ch-5 に対応する部位を、ミラーシステムとして考えることとする。

実験 3 において、反応時間の結果から、性別（男女）と刺激(手 vs. 物体) と角度の 3 要因による 2×2×4 の分散分析を行った。その結果、刺激と角度の間で交互作用が見られた (F (3,66)=2.85,P<0.04)。また角度の主効果が確認できた(F (3,66)=20.2,P<0.01)（図 3)。

実験 3 において、NIRS の測定結果から effect size を求め、3 要因 (2×2×4) 分散分析を行った。その結果、ch-5 において性別と刺激の間で交互作用が見られた(F (1,22)=6.53,P<0.02)。下位検定の結果、男性ではものの方が手の心的回転よりも有意に大きな活動が見られたが（t(11)=3.30, P<0.01)、女性では有意差がなかった (t(11)=1.33, P>0.1)。なお、ch-5 では男女共にものと手の両条件において有意な活動が見られた（図 4)。

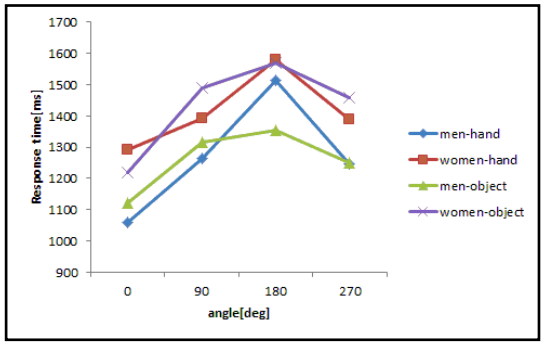


図 3　反応時間

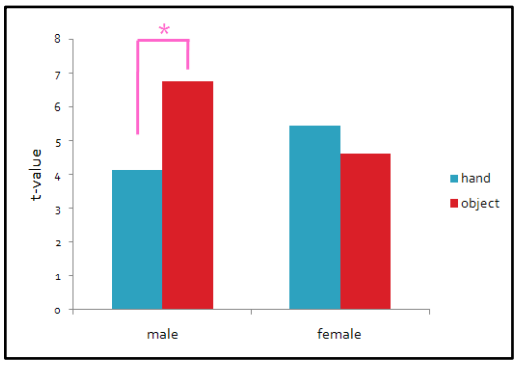


図 4　脳活動計測の結果（ch−５）

4. 考察

本研究では、手と物の心的回転を行っているときの MNS の活動を計測した。その結果、男性では手と物の心的回転条件において MNS の活動に有意差が見られたが、女性ではそのような差は見られなかった。これは MNS が心的回転に関わるプロセスが男女で異なっていることを示唆している。

心的回転は、男性の方が正答率も高く成績が良いことが繰り返し報告されてきた（Masters, 1998）。しかしながら、上述の通り本実験では反応時間に男女差は見られなかった。この理由として脳活動を計測しているために反応時間の指標としての精度が弱まってしまったことが考えられる。実際に fMRI を使った先行研究で反応時間に性差が見られなかった報告もある（Seurinck et al, 2004）。

脳活動計測実験の結果、男女ともに手および物の心的回転において MNS が有意に活動するという結果が得られた。MNS は身体の運動処理に関連していると考えられるので、手の心的回転に関わることは予想できる。一方、物の心的回転において一次運動野を含む運動野が活動するという報告も多数なされており、今回の結果とも整合性があると言える。また物の心的回転を行う際にも有意な活動が見られたもう一つの理由は、刺激として使用した道具が普段の生活で使うものであり、この使用に関する運動関連の領野が活性化された可能性も考えられる（Murata et al., 1997）。

男性では MNS の活動は手よりも物のときに大きかった。これは手の心的回転においては MNS が効率的に身体の回転処理をしているためだと考えることができる。一方、物の処理の際には物体に対する把持や操作などの内的処理が関わるために運動関連領野の活動が増大した可能性が考えられる。女性では、MNS の身体に対する選択的関与があまり働かず、物と手の心的回転において同程度の活動を示したと考えられる。これらの MNS の活動の違いが、心的回転の成績の性差の要因となっていることが考えられる。

参考文献

[1] Guy Vingerhoets, Floris P. de Lange, Pieter Vandemaele, Karel Deblaere, and Erik Achten (2002) “Motor Imagery in Mental Rotation: An fMRI Study”, NeuroImage 17, pp 1623-1633.

[2] C. Eisenegger, U. Herwig, L. Ja¨ncke, (2007) “The involvement of primary motor cortex in mental rotation revealed by transcranial magnetic stimulation”, European Journal of Neuroscience, Vol. 25, pp. 1240–1244

[3] Sotaro shimada, Ryosuke Abe (2010) “Outcome and view of the player modulate motor area activity during observation of a competitive game”, Neuropsychologia, 48, p.p.1930-1934

[4] Mary S. Masters (1998), “The gender difference on the Mental Rotations test is not due to performance factors” Memory and Cognition 26(3), pp.444-448.

[5] S R. Seurinck, G. Vingerhoets, F.P. de Lange, E. Achten (2004) “Does egocentric mental rotation elicit sex differences?”, NeuroImage 23, pp.1440-1449.

[6] Murata A, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Raos V, Rizzolatti G.(1997)“Object representation in the ventral premotor cortex (area F5) of the monkey.” Journal of Neurophysiology, 78, 2226-30.

視線の数と方向が自律神経系の活動に与える影響
Effects of the number and direction of the gaze on autonomic nervous system activity

都地 裕樹†，嶋田 総太郎†
Yuuki Tsuji, Soutarou Shimada

†明治大学理工学部
Meiji University's School of Science and Technology.
hedgehog.g2@gmail.com

Abstract
The gaze conveys an important cue that plays various roles in social interaction. We conducted a visual search experiment to examine the effects of the number and direction of the gazes on autonomic nervous system activity. The results showed that heart rate decelerated significantly when a large number of direct gazes were displayed. The results suggest that a number of the direct gazes would affect autonomic nervous system activity.
Keywords — heart rate variability, gaze, direction, autonomic nervous system activity

1. はじめに
人の視線は社会性認知の重要な要因である．健常者が人物を見るとき，目の付近を注視する眼球運動をとることが報告されている．視線は意志の疎通や他者の意図を推し量る手掛かりになる．アイコンタクトや直視は社会的相互作用に不可欠であり，視線を送る側の意図を受け取る側に伝えたり，感情を結びつけたりすることに重要な役割を果たしている．

直視は注意を引きつけ，顔をそらすことを困難にする[1]．視線探索課題において自分に向けられた視線の中からよそ見をしている視線を探すより，よそ見をしている視線の中から自分に向けられた視線を探すほうが反応時間は短いと示されており[2]，このような効果は“stare-in-the-crowd”効果と呼ばれている．また社会不安障害の人にみられるように，視線は脅威や回避の対象ともなり得る．本研究では視線探索課題において自分に向けられた視線の数が，課題遂行の反応時間，心拍にどのような影響を与えるかを検討する．

2. 実験
2.1 被験者
健常な成人男性 8 名，成人女性 2 名（23±3.9 歳 平均±標準偏差，右利き 9 名，左利き 1 名）であった．

2.2 刺激
刺激となる画像は 20.5×46cm の範囲におさまり，同心円上に両目の画像を 8 つ配置したものでディスプレイの中心に表示させた（図 1）．両目の画像は，こちらを見ている目（以下，直視）とよそ見（右と左）をしている目の三種類で構成されており，横に長い長方形の画像で眉が含まれないように切り抜かれている．直視の目の数は 1，3，5、7 コの 4 条件とした．

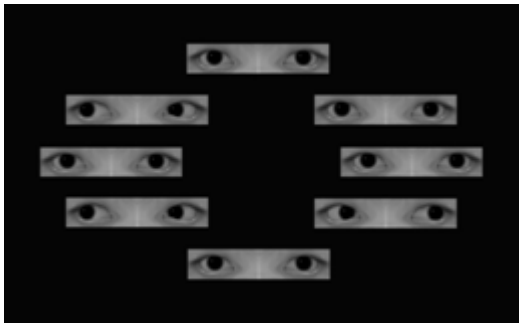


図 1　刺激に用いた画像（直視の数が 5 の条件）

2.3 実験デザイン
実験は条件ごとに 4 つのブロックに分けて行った．各ブロックの間に 1 分間程度の休憩をとった．各試行では，刺激 10 秒，固視点 20 秒を繰り返し 1 つのブロックにつき 16 試行繰り返した．刺激順序はランダムであったが，ターゲットの出現位置は各ブロックで同じ場所に出現するようにした．

ターゲットは右よそ見または左よそ見とし，ブロックの先頭で被験者に教示した．各ブロックでターゲットの出現確率は 50%であった．

2.4 測定

生体アンプ（USBamp，g.tec 社，オーストリア）を用いて実験中の心電を記録した．R 波は心臓が収縮する時の心電であり，刺激が呈示されている時間の 2 秒前から刺激の呈示が終えるまでの 12 秒間で記録された R 波の最大値となる時刻を，R 値を与える時刻とした．RR 間隔より瞬時心拍変動時系列に直線補間処理を行った．刺激呈示のオンセットを 0 秒とし，1 秒刻みで前述の処理を行った瞬時心拍を計算した．

刺激を見た時の不快な情動の指標に一過性の徐脈の値を採用した[3]．刺激が呈示された時の瞬時心拍数を基準として，1-3s の間の瞬時心拍数の最小値を一過性の徐脈の値とした．

3. 結果

表 1 に結果を示す．

表 1. 反応時間と一過性の徐脈の平均値

	直視の数			
	1	3	5	7
ターゲットあり				
反応時間[ms]	1958	1978	1877	1864
徐脈[bpm]	-2.49	-2.48	-2.26	-2.20
ターゲットなし				
反応時間[ms]	2764	2718	2855	2592
徐脈[bpm]	-3.02	-2.29	-3.03	-2.23

直視の数が 3 と 5 の反応時間の平均値間に有意な差があるか対応のある t 検定を行ったところ，5%水準で有意差がみられた（$t(9)=2.19$，$p<.05$）．また一過性の徐脈の平均値間についても対応のある t 検定を行ったところ，5%水準で有意差がみられた（$t(9)=1.91$，$p<.05$）．

4. 考察

本研究では直視している目の数が増えることによる自律神経系の活動への影響を調べることが目的である．心拍数について，刺激が呈示されてから一過性の徐脈を示した今回の結果は，これまでの不快な画像が自律神経系に影響を与えるという報告と一致する[3]．反応時間の結果より，ターゲットあり条件では刺激に対する精査が短いので，刺激の種類による自律神経系の影響の差が現れなかったと考えられる．一方ターゲットなし条件においては，刺激の画像は直視以外すべて同じ方向を向いたよそ見で構成されている．つまり直視の数が 1 と 7，3 と 5 の条件は図形としての複雑さは同じであり，直視の数が違うだけである．また直視の数が 1 の条件では“stare-in-the-crowd”効果を考慮する必要があるので，直視の数が 1 と 7 の条件の差異を単に視線の数の影響として捉えることは困難である．そこで直視の数が 3 と 5 の条件に着目すると，ターゲットがよそ見であることから直視の数が 3 の条件の方がよそ見の方向に対して精査する回数が多いのにもかかわらず，直視の数が 5 の条件の方が回答時間は長くなっている．さらに一過性の徐脈においても直視の数が 5 の条件の方が大きくなっている．これらのことから，直視している目の数が増えると交感神経系の活動が上がり、不快な情動に関連する生理反応（ストレス）が引き起こされていることが示唆された．

参考文献

[1]Senju,A.,&Hasegawa,T.(2005)”Direct gaze captures visuospatial attention.”,Visual Cognition, Vol.12,No.1,pp.127-144

[2]Doi,H.,Ueda,K.,&Shinohara,K.,(2009)“Neu-ral correlates of the stare-in-the-crowd effect.”, Neuropsychologia, Vol.47, NO.4,pp.1053-1060

[3]Margaret M. Bradley, Maurizio Codispoti, Bruce N. Cuthbert, and Peter J. Lang, (2001)”Emotion and Motivation I:Defensive and Appetitive Reactions in Picture Processing”,Emotion,Vol.1,No.3,pp.276-298

『物語の森』—物語生成システムの統合的応用の一試行—
Narrative Forest: A Trial of Integrated Application of Narrative Generation System

秋元泰介[†]，小野淳平[†]，小方孝[‡]
Taisuke Akimoto, Junpei Ono, Takashi Ogata

[†]岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科，[‡]岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University,
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
g236i001@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

This paper proposes NF (Narrative Forest) which is an application system of our integrated narrative generation system. NF automatically generates narrative conceptual representation as a tree structure form. And the system's user interface window displays the glowing process of a narrative and collection of narratives by the metaphorical visual image of a tree and forest. And the user can operates the narrative generating processing via the interface window. We conducted a questionnaire survey and a demonstration at an exhibition. Based on the results, we discuss a variety of findings and future issues mainly on the user interface and narrative generation method.

Keywords — Narrative Forest (NF), Integrated Narrative Generation System, Automatic Music Composition, Narrative User Interface

1. まえがき

本研究の中心的な目標のひとつは，統合物語生成システムの開発である．このシステムは，人工知能・認知科学と物語論・文学理論において蓄積されて来た知識を融合した，物語生成のための知識，技法，制御を主要要素とする統合的枠組みを持ち，この中に質的に異なるタイプのモジュールが有機的に統合される[1, 2].

本稿では，統合物語生成システムの研究・開発プロジェクトにおける応用的側面に位置する「物語の森」というシステムの第一版を紹介する．統合物語生成システムの基盤的設計は，具体的な利用目的やユーザ等を明確に定めない基礎的かつ汎用的なものであり，これの応用とは，用途や目的を具体的に設定して，それに合せて機能を再構成したり追加したりすることである．物語の森は，主に一般のユーザを想定した芸術的または娯楽的な使用を想定する．

物語の森の基本的発想は，システム内部で物語が生成されて行く過程を木及び森の成長に喩えた絵によって視覚的に表現し，さらにそれを介してユーザが物語生成を操作可能なインタラクティブなユーザインタフェースを提供することである．この視覚表現は自然をモチーフとしており，内部での物語生成も意図的なものではなく，非意図的あるいは自然発生的に行われ，ユーザは幾つかのアイコンを用いてそれを操作することも出来る．物語生成処理を担う機構は，現在実装されている統合物語生成システムの機能や知識全体を用い，そこにユーザインタフェースと関連した幾つかの独自機能を追加する．このような比喩的映像を媒介とした物語生成システムは，単にユーザの直観的な操作を可能にするだけでなく，映像的操作を通じて物語を生成するという実験的試みも含んでいる．なお，これに類する発想として，物語生成システムにおける音楽表現機構は，音楽変奏によって物語を生成する機構を実装した[3, 4].

近年は，物語生成システムの応用的研究が盛んに行われている．特に，ゲームやインタラクティブフィクション等の娯楽・芸術分野への応用（例えば[5, 6]）は数多くあるが，それらが主にユーザとのインタラクションを通じた動的な物語体験の提供を行うのに対して，物語の森は上で述べたようにそれらとは異なる独自の発想である．その他，物語生成技術を教育[7]や創造活動支援[8]等に応用する研究もある．筆者らも，これまでビジネスへの応用を志向した広告シナリオ生成システムの

研究を行って来た[9, 10]．また，物語の森の開発と並行して，主に子供向けの民話風物語を生成・表現するシステム「いわての民話 KOSERUBE」の開発も行っている[11]．

以下，まず 2 節で物語の森の基本的発想と機能を説明し，3 節でシステムの構成を示す．4 節はその中の物語自動生成機構の主要な要素を説明する．5 節で幾つかの生成例を示した後に，6 節で主にアンケート調査による予備的評価実験の結果をもとに議論を行い，7 節で論文をまとめる．

2. 「物語の森」の基本的発想と機能

物語の森の基本的発想である木の喩えによる物語構造の表現方法及びそれを用いたユーザインタフェースについて述べる．

2.1 木の喩えによる物語構造の視覚的表現

統合物語生成システムは，物語の生成過程を物語内容，物語言説，物語表現の 3 段階に分ける．最終的に自然言語，映像，音楽による表層表現を生成するのは物語表現の段階であるが，生成過程の中核となるのは概念表現として記述される物語内容と物語言説の生成処理である．物語内容が物語で語られる内容すなわち事象の生起時間順の並びを表し，物語言説はそれを如何に語るかすなわち実際の表層表現に対応する深層構造を表す．これら概念表現は何れも物語の基本要素である事象を終端節点として，中間節点をふたつ以上の事象または部分木を束ねる関係する木構造で表す．個々の事象は動詞概念とそれに関連する深層格からなる格フレームにより表現する．格には，動作主（agent），被動作主（counter-agent），対象物（object），道具（instrument），場所（location），始点（from），終点（to），及び時間（time）の 7 種類があり，各動詞概念はこの中の幾つかを取る．個々の格が取る値は原則人物，物，場所の何れかの要素（インスタンス）である．

物語の森は，物語の木構造を実際の木に喩えて視覚的に表現する．図 1 に概念表現と木の絵との対応関係を示す．事象は枝の末端にある葉と実のセットに対応付け，実は動詞概念，葉は格を表す．

そして，木構造における関係が枝分かれ部分に当たる．図 1 において，物語の木構造のルートは上にあるが，木の絵はその上下を逆転した形となる．

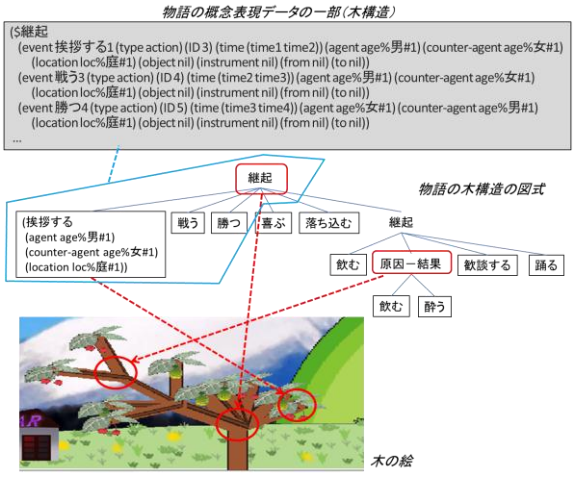


図 1　物語構造と木の絵の対応関係

物語内容及び物語言説の構造は，図 2 に示すように，何れも概念表現中の対象部分の構造を変換する物語技法を用いて行われる．物語は，漸次的に技法及び対象の選択とそれの実行を繰り返す処理によって徐々に拡張・変形されて行く．木の描画は技法を一度適用する度に，随時更新される．

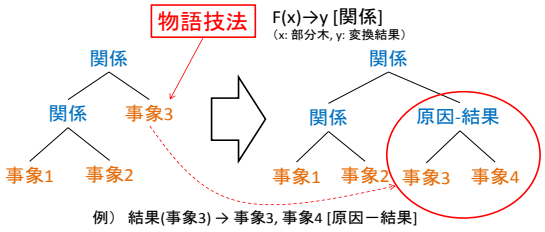


図 2　物語技法による構造生成のイメージ

2.2 物語の森の機能と操作方法

ユーザインタフェースはふたつのディスプレイからなり，それぞれに異なるウィンドウが表示される．一方は「森」画面（図 3）であり，物語の生成過程に対応する木・森の成長を表示する．ユーザの操作の大半はこちらで行う．もう一方は，「バー」画面（図 4）であり，森画面で生成された物語を保存・表示する．森画面の前面には，1 本の木が徐々に成長して行く過程が描かれ，成長を終えるとそれが画面右後方の森に植林され，同じ場所から再び新たな木が生えてくる．画面上で時間経過は，季節（春夏秋冬）及び昼夜の変化として描かれ，季節一巡を一年として記録する．同

時に，一定確率で天候（晴れ，曇り，雨，雷雨，雪）の変化も生じる．また，予め用意した音楽ファイルを BGM として再生することも出来る．ユーザが何も操作を行わなければ，上記の流れが自動的に繰り返され，森の木が増加して行く．

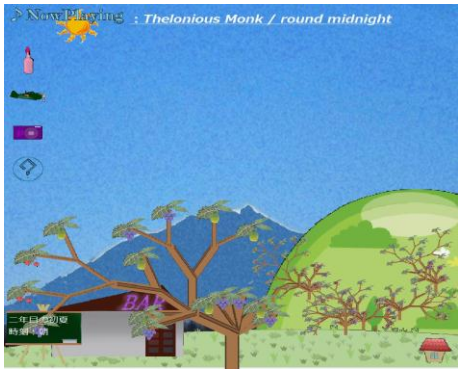


図 3　森画面

図 4　バー画面（物語の上演中）

一方，ユーザは画面上のアイコン（表 1）の操作により，視覚的な効果等を起こすと同時にシステムの動作を操作することが出来る．例えば，カメラアイコンは，生成中の物語をその時点で記録（写真撮影の喩え）し，次のバー画面に送る．

表 1　アイコンの種類と機能

名称	機能
肥料（画面左，上から 1 つ目）	A(歪)，B(均一)，C(巨大)の 3 種類の肥料からひとつを選択すると，現在生成中の木の成長の仕方が変化する．A は木の特定の部位が極端に，B は木全体が均一的に，C は通常よりも木が大きく成長するようになる．図 5 に肥料 A により歪に成長した木を示す．
爆破（飛行機：画面左上から 2 つ目）	飛行機が現れ，爆弾を投下して木を爆破する(図 6)．爆破後暫くするとそこから再び新しい木が生える．
カメラ（画面左，上から 3 つ目）	前面の木の写真を撮影して，それをバー画面に送る．
？（画面左，上から 4 つ目）	森画面のアイコンの機能についての解説図が表示される．
樵（家：画面右下）	画面右下の家から樵が現れ，木を後ろの森に移植する（担いで運ぶ）．その後，再び同じ場所から新しい木が生えて来る．

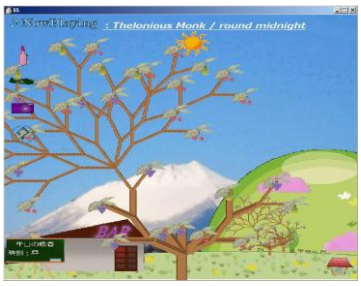


図 5　肥料（A）によって歪に成長した木

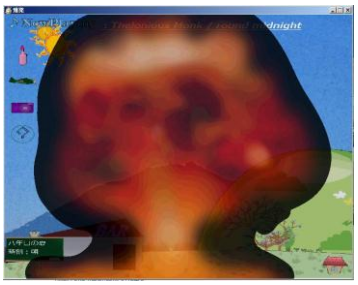


図 6　爆破による視覚的効果

次にバー画面について説明する．森画面で撮影された木の写真は，音楽レコードに加工されバー画面の左上に並べられる．レコードには，撮影された木の画像から作られたジャケットと，「一年目の春の夜」のように，それが記録された時点の開始からの年数，季節，昼夜を組み合せたタイトルが付与される．ユーザがひとつのレコードをクリックするとその物語が上演される．これはバンド演奏の体裁（図 4）をとり，物語の文が吹き出しの中を上方向にスクロールし，同時に自動生成された音楽が再生される．この時森画面の BGM は停止する．なお，バーには装飾として数体のキャラクター（客）が動いている．

3. システム構成

図 7 に物語の森のシステム構成を示す．これは大きく分けて Common Lisp により実装された物語生成処理部と，HSP によるユーザインタフェース部からなる．両者は互いの入出力ファイルを介して連動する．システムは 1 台のパソコンに 2 台のディスプレイと一対のスピーカーを接続した環境で使用し，ユーザはマウスで操作を行う．

システムを起動すると，物語生成処理部が概念表現生成を反復的に実行する．この生成処理の詳細は 4 節で述べるが，概略，生成目標としてパラメータを設定し，それに基づき物語技法の適用を

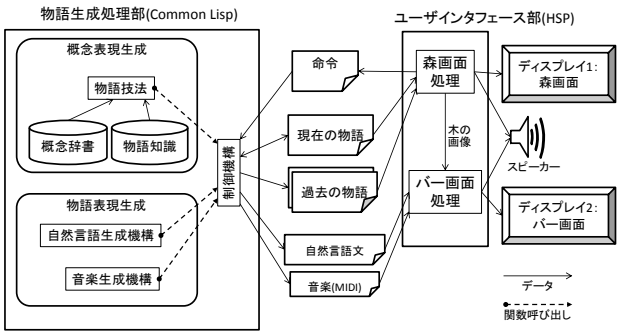


図 7　物語の森のシステム構成

繰り返す．ひとつの物語は，物語内容→物語言説の順に生成し，その結果を所定のディレクトリに保存して，次の物語の生成に移る．物語表現（自然言語と音楽）は，ユーザがカメラアイコンをクリックした時に，その時点で描画されている木に対応する概念表現から生成される．

以上の生成過程において，システムは技法を一回適用する度にその結果をファイルに出力する（技法の適用はおおむね 1～3 秒の時間間隔で行われる）．インタフェース部はこれが更新される度にそれを読み込んで，木の画像描画を行う．これは，物語の各中間節点の分岐構造から，各枝の始点・終点座標，角度，長さ，太さを算出して線を描画する処理である．一方ユーザによるアイコン操作は，生成処理部に対する処理命令を記述したファイルに出力される．生成処理部は，一回技法を適用する度に命令ファイルを確認し，命令があった場合はそれに応じた処理を実行する（4.6 節）．

4. 物語生成方式

前述のように，物語の生成過程は物語内容，物語言説，物語表現の 3 段階からなり，これを処理する機構は機能的には物語知識，物語技法，制御機構の 3 つの主要機構からなる．物語知識は特に物語概念を構成するための素材的及び構造的情報を提供し，物語技法はそれを用いて直接的に概念構造の操作・変換を行う．なお，物語内容に対する物語技法を物語内容技法，物語言説に対するものを物語言説技法と呼ぶ．表 2 に現状の物語の森が用いる技法の一覧を示す．そして，この技法の使用を管理するのが制御機構である．以下，各要素について述べる．

表 2　物語内容技法と物語言説技法の一覧

物語内容技法	物語言説技法
• 原因 • 結果 • 加害－解消 • 禁止－違反 • 命令－遵守 • 反復 • スクリプト（展開） • 主題（展開） • 人物異化 • 物異化 • 場所異化 • 異化シナリオ • ストーリーグラマー	＜順序＞ • 反復的後説法 • 補完的後説法_省略 • 反復的先説法 • 補完的先説法_省略 ＜持続＞ • 暗示的省略法 ＜頻度＞ • 反復法

4.1　物語知識

物語知識には，主に概念辞書と関係知識の 2 種類が含まれる．概念辞書は動詞概念辞書と名詞概念辞書からなり，物語における個々の事象概念を構成するための動詞･名詞概念情報を提供する（詳細は[12]を参照）．何れの辞書も上位概念から下位概念への階層的な分類構造を持つ．名詞概念辞書は，5808 個の中間概念により分類された 115765 個の終端概念からなり，動詞概念辞書は，36 個の中間概念と 12174 個の終端概念からなる．個々の終端動詞概念は，必要な深層格の種類（格フレーム）及びそれぞれの格に対する制約条件を定義する．制約条件は，その格が通常取り得る値の範囲を，名詞概念辞書の中間概念により指定する．また，各動詞概念による事象を表す文の基本形を定義する文型パターンも持つ．

一方の関係知識は，これら概念情報を用いて物語内容構造を構成するための知識であり，動詞概念間の関係を定義する．現状で，「原因－結果」「禁止－違反」「命令－遵守」「加害－解消」「スクリプト」「主題」「ストーリーグラマー」の 7 種類が用意されている．例えば，原因－結果知識はふたつの動詞概念間の因果関係を定義し，スクリプト知識はある場面における動詞概念の定型的な連鎖を定義する．ストーリーグラマーは複数の構造的パターンを階層的に複合したマクロな知識である[13]．この関係知識の質や量の充実は，物語内容生成の多様性と柔軟性につながる．

4.2　物語内容技法

物語内容技法は，主に関係知識に基づき木構造を変換・拡張する技法として定義される．物語の

森は表 2 に示した 13 種類の物語内容技法を持つ．大半は前節で述べた関係知識に基づく技法だが（技法名は使用する関係名に対応），その他，異化の技法[10]は，概念辞書の制約条件及び階層情報を用いて，事象の格の値を通常の動詞概念の制約から離反させることで，不自然または非現実的な事象に変換する技法である．

例えば，「結果」という技法（図 2）は，ひとつの事象を入力として，それの結果となる事象を新たに生成してそれらを原因－結果関係で結合した部分木を生成し，それを元の事象と置換する．ここで結果側の事象は，原因－結果知識から入力事象の動詞概念に対する結果として定義された動詞概念を取得し，その動詞概念の格に，可能な既存または新規のインスタンスを埋めることで生成する．なお，原因－結果知識に入力事象に対応する知識が存在しない場合はこの技法は適用出来ない．

4.3 物語言説技法

物語言説技法は，物語内容に対する構造変換であり，現状で表 2 に示す 6 種類からなる．これらは Genette[14]による物語言説の構造的分類を参考にしながら，それらを物語構造の変換処理として独自に具体化・定義したものであり[15]，物語の森にはその一部が実装されている．各技法は基本的に木構造変換の手続き的知識として定義される．例えば，「補完的後説法_省略」という技法は，物語内容の木構造におけるひとつの節点を，それよりも後(未来)の部分に移動させる処理である．これの具体的方法として，過去の事象を登場人物の回想によって導入する方法と，何らの指標も無しに導入する方法の 2 種類がある．後者の処理手順は概略次のようになる――①移動させる節点 X を複製する．②複製された X をもとの X よりも未来の事象からなる節点 Y の後に結合する．③元の節点 X を削除する．

4.4 物語表現の生成

4.4.1 自然言語生成機構

文表現における言語的要素を扱う幾つかのモジュールを結合した簡易な機構であり[16]，単文における基本形の生成，語順の変換，文字表記の変換，動詞語尾の変換，文と文の間の接続表現の変換（複文生成）の各モジュールからなる．文字表記の変換機構は，概念辞書中の各概念名及び助詞について，4 種類の文字種（漢字，平仮名，片仮名，ローマ字）による表記を登録した言語辞書を用いる．物語の森は，意味が通る文を生成することを優先して，簡単な単文による表現を主体とするが，爆破された物語に対しては，4.6 節で述べる物語の森独自の方法により文を生成する．

4.4.2 音楽生成機構

音楽機構[4]は，概念表現と音楽の相互変換を行う機構や音楽変奏等の 8 つのモジュールからなるが，物語の森はその中のひとつ，物語内容から音楽（原曲）を生成する機構を用いる．なお，現状の機構は物語言説を最初の入力として音楽を生成することが出来ないため，撮影した木が物語言説の場合もそのもととなる物語内容から音楽を生成する．この機構は物語内容構造と音楽構造との独自の対応付けに基づき生成を行う．物語における木構造は音楽の木構造に対応し，主にこれによって和声構造が決まる．事象は音楽を構成する一単位となり，この中に事象中の人，物，場所に対応付けられたモチーフ（メロディパターン）が格納される．入力の物語内容から上記対応付けに基づき和声やインスタンスに対応するモチーフを構成し，最終的に MIDI ファイルを出力する．モチーフを用意する方法には，自動生成する方法と予め用意したモチーフを対応付ける方法の 2 種類があるが，物語の森では後者を用い，主にジャズの曲を題材に手作業でモチーフを約 20 個用意した．

4.5 物語内容と物語言説の生成過程と制御

システムは，まず生成目標を表すパラメータを設定する．これは物語内容と物語言説それぞれに分けて定義し，物語内容は大局構造，長さ，非現実性，反復性，物語言説は長さと時間構造からなる．各パラメータは 1（小），2（中），3（大）の 3 段階の値を取り，ひとつの物語の生成開始時に毎回それぞれに任意の値が設定される．

次に，物語内容生成，物語言説生成の順に処理

を行う．これらは何れも基本的に同じ処理方法であり，ここでは物語内容の生成を例に説明する．最初に，物語内容の初期状態として，予め用意した動詞概念セットの中からひとつを選択して，その格を名詞概念のインスタンスで埋めた事象をひとつ生成する(これは物語内容生成の開始時のみ)．その後，各物語内容パラメータによって示される構造的特徴を小目標として，大局構造，長さ，非現実性，反復性の順にそれを達成するよう技法の適用を繰り返す．パラメータの達成度は，物語内容中の特定の種類の関係または含まれる事象の数から算出する．例えば長さの特徴量は物語内容に含まれる全事象の数から算出される．各技法には，各パラメータに対する影響の度合いを表す数値が定義され，この値に基づき使用する技法が選択される．システムは，技法を一度適用する度に毎回その目標の達成度を確認し，それが満たされたら次の小目標へ移る．これを繰り返し，すべての小目標の処理が終わると物語言説生成へ移る．

4.6 インタフェースを通じた物語生成

インタフェース上のアイコン操作によって発動する物語生成方法として用意した爆破と肥料について説明する．これらは 4.5 節で述べた制御処理の途中に割り込む形で実行される．

爆破は，Lisp コードによって書かれた物語構造の破壊に対応する．具体的には，現在生成中の物語構造に含まれる事象中の動詞概念・名詞インスタンスをそれぞれ単体に分解し，それらを一定の確率（6 割）で削除し，残った動詞概念を無作為の順に並べて，各動詞概念の格に，残りの名詞インスタンスを制約条件を無視して無作為に挿入した事象列を作る．爆破後すぐにカメラを使用すると，その結果がバー画面に保存される．その際，文及び音楽の生成にも，爆破による効果が現れるように次のような処理を行う．文生成は，各要素の文字表記をランダムで選択することで，様々な文字種が混在する文を生成する．一方音楽はテンポを通常よりも大幅に速めた音楽を出力する．

一方，肥料は物語内容の生成の制御方法を切り替えることで，木の成長の仕方を変化させる．2 節で述べたように，A（歪），B（均一），C（巨大）の 3 種類の肥料があるが，ここでは一例として肥料 A による制御方法を説明する．肥料 A は，物語技法の適用対象とする部分を現状の物語木の中のひとつの部分（3 つ以下の事象からなる小さな部分木）に限定し，その部分に対して全体に設定されたものと異なる個別の生成パラメータを設定する．その後，4.5 節で述べた方法により，対象部分が設定パラメータを満たすまでその部分木に対する技法適用を行う．

5. 生成例

まず，ひとつの物語が生成される過程を示す．生成パラメータは，物語内容が”(大局構造 2) (長さ 2) (非現実性 1) (反復性 1)”, 物語言説が”(長さ 3) (時間構造 1)”である．図 8 に物語内容，図 9 に物語言説，図 10 と図 11 に文表現及び音楽をそれぞれ示す．物語内容は，脱獄を主題とする事象列であり，物語言説において同様の事象が二度反復されている．文表現は物語言説の構造に基づく単

```
($反復
  ($主題
    (event 作業する1 (type action) (ID 2) (time (time1 time2))
(agent obj%虎児#1) (counter-agent nil) (location loc%感化院
#1) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 計画する1 (type action) (ID 3) (time (time2 time3))
(agent obj%虎児#1) (counter-agent nil) (location loc%感化院
#1) (object obj%脱獄#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 掘る 1 (type action) (ID 4) (time (time3 time4))
(agent obj%虎児#1) (counter-agent nil) (location loc%感化院
#1) (object loc%抜け穴#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 脱獄する1 (type action) (ID 5) (time (time4 time5))
(agent obj%虎児#1) (counter-agent nil) (location loc%校舎#1)
(object nil) (instrument nil) (from loc%感化院#1) (to nil))

…以下省略
```

図 8　物語内容の生成結果（省略有り）

```
(
 (event 物語る2 (type action) (ID 0) (time nil) (agent age%
語り手#1) (counter-agent age%聴き手#1) (location nil) (object
discourse#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (discourse#1 (level 1 nil)
   ($反復
     ($主題
       (1 (event 作業する1 (type action) (ID 2) (time (time1
time2)) (agent obj%虎児#1) (counter-agent nil) (location loc%
感化院#1) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to nil)))
       (2 (event 計画する1 (type action) (ID 3) (time (time2
time3)) (agent obj%虎児#1) (counter-agent nil) (location loc%
感化院#1) (object obj%脱獄#1) (instrument nil) (from nil) (to
nil)))
…中略…
       ($反復
         (5 (event 追う 2 (type action) (ID 6) (time (time5
time6)) (agent age%看守#1) (counter-agent obj%虎児#1) (lo-
cation loc%ナフサセンター#1) (object nil) (instrument nil) (from
nil) (to nil)))
         (6 (event 追う 2 (type action) (ID 8) (time (time6
time7)) (agent age%看守#1) (counter-agent obj%虎児#1) (lo-
cation loc%ナフサセンター#1) (object nil) (instrument nil) (from
nil) (to nil))))
…以下省略
```

図 9　物語言説の生成結果（省略有り）

感化院で虎児が作業する。虎児が脱獄を計画する。虎児が抜け穴を掘る。虎児が感化院を脱獄する。ナフサセンターで看守が虎児を追う。虎児を看守が追う。星辰で虎児が逃走する。感化院で虎児が作業する。脱獄を虎児が計画する。脱獄を虎児が計画する。虎児が脱獄を計画する。虎児が脱獄を計画する。抜け穴を虎児が掘る。感化院を虎児が脱獄する。ナフサセンターで虎児を看守が追う。虎児を看守が追う。星辰で虎児が逃走する。

図 10　文表現の生成結果（下線部は図 4 の表示と対応）

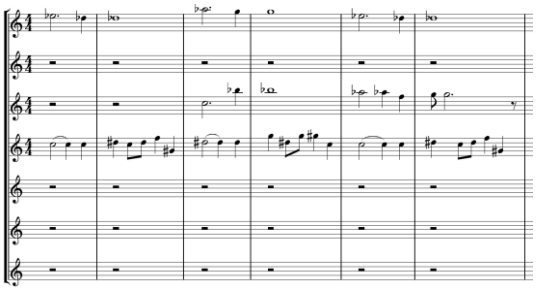



図 11　音楽の生成結果（楽譜化したものの一部. 図 10 冒頭の 3 事象に対応）

純な単文列である．ここに登場する主体や場所等のインスタンスは名詞概念辞書から自動で獲得・生成されたものである．

次に，物語内容パラメータを”(大局構造 1) (長さ 2) (非現実性 1) (反復性 1)”，物語言説パラメータを”(長さ 2) (時間構造 2)”に変えた生成例（文表現のみ）を図 12 に示す．前の例よりも話全体の筋が見えにくくなったが，これは主に大局構造のパラメータを下げたことで原因－結果等のミクロな構造の技法が多用されたことに起因する．

生簀でお腹が二十歳が空く。下級裁判所で磯めは二十歳に対してマントルで二十歳がカシューを食べることを命令する。マントルでカシューを二十歳が食べる。庭石で満腹に二十歳が成る。空閑地で二十歳が栄光を回復する。生簀で二十歳がお腹が空く。下級裁判所で二十歳に対してマントルでカシューを二十歳が食べることを磯めは命令する。マントルで二十歳がカシューを食べる。庭石で二十歳が満腹に成る。空閑地で二十歳が栄光を回復する。

図 12　物語の生成例

最後に，アイコン操作の影響によって生成された物語の一例を示す．図 13 は図 8～11 に示した物語に爆破を行った結果の文表現である．話に脈略は見えず，意味の不明な事象が並んでいる．

かんかいんが kousya ヲけいかくする。ダツゴクガ逃走する。コジガコウシャヲダツゴクスル。コジ ga だつごくをダツゴクスル。コジが逃走する。カンシュがサギョウスル。

図 13　爆破による物語構造の破壊

以上のように，現状のシステムは，（無作為に設定される）パラメータ値によって生成される物語の傾向が変化し，さらにアイコン操作によって生成を操作することも出来る．但し生成結果にはまだ質的に改善を要する部分も多々あり，それについては次節で予備評価の結果に基づき議論する．

6.　予備的評価実験

システムの予備的評価として，学生を対象とするアンケート調査を行った[1]．主な狙いは，システムに対する被験者の反応や着眼点を調べることであり，質問は主にインタフェースを通じた物語の生成過程と生成結果についての面白さや分かり易さに関するものである．なお，4 節で述べた機構はこの実験に用いたシステムに，主に物語内容技法と関係知識の追加及び制御方法の改訂を加えている．以下，実験方法と結果を示し，議論を行う．

6.1　実験の方法と結果

被験者は 163 名の大学生であり，全員情報系の学生であるが，1 年生が主で，人工知能等に関する前提知識は殆ど持っていない．実験は，ひとつの教室で被験者全員が同時に行い，機材の都合により，ひとつのスクリーン上で 2 種類のウィンドウを切り替えながら実演を行った．表 3 に質問項目を示す．実験の手順であるが，まず説明者が森画面の機能を一通り説明しながら実演し，バー画面で生成結果の一例を示す．その後，被験者が質

表 3　質問の一覧

①このようなたとえによる画面イメージは、物語生成過程の表現として直感的に分かりやすかったですか？{1. 分かりづらい 2. やや分かりづらい 3. 少し分かりやすい 4. 分かりやすい}
②上の質問と関連して、分かりづらかった点
③こうした方がいいという改善案
④インタフェース全体を通じて、このシステムは面白かったですか？{1. 面白くない 2. あまり面白くない 3. 少し面白い 4. 面白い}
⑤(インタフェースについて)面白かった点を記入してください。
⑥(インタフェースについて)こうした方がよいというアイデア・改善案を記入してください。
⑦物語上演画面(バー風)インタフェースについて、良い点あるいは面白かった点と、良くない点あるいは改善した方がよい点を記入してください。
⑧上演された物語そのものについて、良い点あるいは面白かった点と、良くない点あるいは改善した方がよい点を記入してください。
⑨上演された音楽について、良い点あるいは面白かった点と、良くない点あるいは改善した方がよい点を記入してください。

[1] 実験はもうひとつの応用システム「いわての民話 KOSERUBE」[11]と共に行った．

問①～⑥に回答する．続いて，3 種類の生成例を順に提示し，各結果の上演後に被験者が質問⑦，⑧, ⑨にそれぞれ回答する. 各実行例の上演前に，1 回目はバー画面のインタフェースに，2 回目は物語の内容に，3 回目は上演中の音楽にそれぞれ注目するように口頭で指示をした．

表 4 にアンケート結果全体をまとめる．質問①と④は数値による回答であり，各回答の度数と割合及び全体の平均値を示す．その他の問いについては，コメントをそれぞれ一枚のカードに書き出して, それが対象とする要素により大きく分類し，さらに各分類に含まれるコメントの具体的な内容をまとめた．各項目の後ろの括弧内の数値は，その回答件数である．次節の考察で言及する項目には下線を引いた．意味の読み取れない回答や質問の趣旨から大きく外れる回答は無効とした．

表 4-1　アンケート結果のまとめ(1)

問	分類	詳細
①		1. 35(21.9%), 2. 60(37.5%), 3. 41(25.6%), 4. 24(15%). 平均:2.34
②	木	木と物語との関係が分かりづらい(30)／木の成長の仕方(8)／手前の木と奥の木の違い(3)
	操作	アイコン(肥料や爆破，樵)の意味・必要性・効果(47)／直感的には操作出来ない(8)／二画面での操作が使いづらい(2)
	物語	物語が理解出来ない(13)／話が繋がっていない(3)
③	アイコン	爆破表現を他の表現に変えるべき(10)／種類や機能を増やす(5)／操作結果の明確化(5)
	物語の表現方法	バー画面の吹き出しの大きさ・配置の改善(5)／物語表現に動画を加える(2)
	画面全般	画面やアイコンの説明を用意(16)／森とバー画面を一画面にまとめて切り替え出来るようにする(10)／バーと木の関係が分からない(5)／{画面を見易くする(明るさ等)(3)／木に対応する物語データを表示する}(3)／ユーザの操作ログを表示(2)／{時計を設置／効果音追加／音楽を楽しいものに変える／天候パターンを増やす／キャラクタに声を付ける／アイコンをリアルにする／木の成長を失敗させる要素の追加／木の実による物語生成／物語の成長をわかりやすくする}(1)
	キャラクタ	キャラクタの数や動きを増やす(3)
	物語の内容	物語に展開を持たせる(11)／物語を分かり易くする(9)／物語のテーマを設定可能にする(3)／概念辞書を改善する(2)
	木の成長	木以外の喩えを使う(本・動物・花)(8)／木と物語の関係の明確化(7)／木をリアルにする(枝の形や長さ等)(6)／木の成長を分かり易くする(5)／{木の成長スピードの可変化／森側の木の変化を分かり易くする}(2)／木が折れるなど木の絵に変化をつける(1)
	その他	全般的に分かり易くする(6)／システムの利点が分からない(2)
④		1. 15(9.5%), 2. 32(20.3%), 3. 80(50.6%), 4. 31(19.6%). 平均:2.80
⑤	発想	システムの発想が面白い(8)／森とバーの画面の並行(2)／今まで体験したことが無かった(1)
	物語	物語が面白い(8)／意味が分からなくて面白い(5)／語彙的な多様さ(3)／普通有り得ないような物語だった(2)
	木の喩え	生成過程の木の成長への喩えによる表現(39)／木の成長を操作出来る(7)／木の撮影により物語を確認出来る(2)／木構造がなじみ易い(1)
	爆破等の喩え	爆破による木の破壊(25)／アイコンでの操作(4)／樵が木を切ること(3)／作った物語がレコードになること(2)／時間や天候の変化(1)
	バー画面	バー画面(キャラクター等)が面白い(3)
	操作	操作が簡単(5)／操作がゲーム(育成等)のよう(4)／様々な効果があり操作したいと思った(1)
	音楽	曲が聞き易い(2)／曲がお洒落な感じで良い(1)
	その他	物語を自動生成している(10)／シュールで面白い(5)
⑥	アイコンの効果	爆破・肥料の効果が分かりにくい(7)／肥料の種類の追加(3)
	物語の表現方法	朗読を付ける(3)／表示を大きくする(2)／映像表現を追加する(1)
	キャラクタ	{キャラクタの位置や動きの工夫／森画面にキャラクタを置く}(3)／キャラクタを減らして画面をすっきりさせる(1)
	画面表示	分かりにくいのでもう少し方向性を明示する(10)／木の絵の改善(5)／一画面にする(3)／{バー以外の画面の追加／映像を明るくする／成長が早すぎる}(1)
	説明	機能説明の追加(9)／木と物語の関係を分かり易くする(6)／アイコンが直感的に分からない(3)
	物語の内容	意味が分からない(13)／物語のパターンを増やす(11)／論理性が無い(7)／物語ではないので少し工夫がほしい(6)／文章をまともにする(3)／{さらに独特な話を盛り込む／ありえないことが行らないようにする／ボキャブラリの増加／話全体を整理する／物語の一部分だけを滅茶苦茶にする}(1)
	機能の拡張	アイコンの追加(6)／{木の操作できる範囲の拡張／最初に話のジャンルを決定出来るようにする／木以外の表現(本など)にする}(2)／{写真よりも実を取ることで物語が生成されるほうが面白い／みのむし等で邪魔な文を消す／物語のお気に入りを作れるようにする／文字の色を変える／一時停止の追加／簡易モードへの切り替え／カメラの範囲の変更}(1)

表 4-2　アンケート結果のまとめ(2)

問	分類	詳細
⑦良い点	物語の表現方法	文字の表示速度が良い(13)／音楽が良い(9)
	全体	分かりやすい・簡単(5)／物語が自動生成されること(3)／状況再現がよく分かった(2)／{オリジナリティーがあってよい／説明が流れていて良い／最初の設定が面白かった}(1)
	デザイン	バーのキャラクタが良い(18)／バーの雰囲気(17)／吹き出し表現(15)／{全体のデザインが良い／画がシュールで面白い}(3)
	爆破	爆破による物語の破壊(12)
	レコード	{物語がレコードになるという発想／物語(レコード)を選択できるところ}(3)
	物語の内容	話がめちゃくちゃ(5)／事象の反復(3)／{物語内容全般／ローマ字になっている}(2)／{文章になっていた／話が端的}(1)
⑦良くない点	吹き出し	文がはみ出ている(18)／スクロールが早い・遅い(14)／文が読みにくい(11)／吹き出しのサイズや配置の改善(8)／文字をスクロールさせない(切り替えや固定)(4)／フォントが悪い(2)
	別な表現方法	文だけでつまらない(4)／画像表現の追加(2)／絵本風(1)
	語り手	語り手(歌手)の種類を増やす(4)
	画像デザイン	{吹き出し・キャラクタの配置の改善／絵が雑然としている}(8)／{レコードの操作方法が分かりづらい／薄暗く見にくい／木の様子を常に表示する}(1)
	キャラクタ	バーのキャラクタに動きを付ける(12)／絵の質の改善(2)／キャラクタの説明を用意する(1)
	理解不能	全体を通じて理解不能(11)／バーにした意味が分からない(4)
	音楽	音楽の音量が大きすぎる(1)
	物語	表記(14)／理解不能(13)／単調(5)／物語の構成(3)／滅茶苦茶(2)
⑧良い点	内容	登場人物の名前や行動(15)／意味不明で逆に良い(12)／事象の反復が面白い(9)／語彙の豊富さ(8)／{物語に流れがあって面白い・分かり易い／物語になっている}(7)／物語の内容が面白い(6)／{ユニーク／シュール／人物や場所などの要素の組合せ}(4)／物語の導入や結末(3)／文章になっていない(2)／{笑える／突っ込める／落ち込んだ人を励ますところが良い／名前をカタカナや漢字で統一している点／パターンが違うと良い／勝利者と敗北者の視点があって良い／ドラクエみたいで面白い}(1)
	読み易い	文が単純で読み易い(10)／質問 7 の物語(爆破)より分かり易い(8)／文字の表示が読み易い(5)
	その他	音楽が良い(4)／自動生成しているところ(3)／表示が読みづらい(2)
⑧良くない点	物語の内容	意味不明(41)／同じ語(動詞や名詞)の反復が多い(15)／脈絡が無い(15)／単調過ぎる(14)／物語になっていない(13)／オチがない(2)／{淡々としていて分からない／事実だけを述べているようで面白くない／もう少し論理的な物語でないとよく分からない／話が飛び過ぎている／短い文に起承転結すべてを詰め込もうとして分からない文になっている／物語を想像できない／しりとり(単語の)のようで動詞がひとつになるのが気になる／同じ語がよくでるので類語をたくさん入れれば良い／前の物語(問7)よりは良いと思うがそれでも話が良いとは思えない／上級者向けだ／文と文をつなげて物語(？)を作っているイメージ}(1)
	登場人物	{人物の説明が欲しい／人物が多すぎる}(4)
	文	難しい語彙が多い(12)／文が単調(10)／{文の構造が分からない／文にローマ字が混ざる}(4)
	木との対応	木と物語の対応が分かると良い(2)
	表現方法	背景イメージ(3)／{物語表現に画像を追加／吹き出しが小さい}(1)
	その他	{誰か一人が話すようにする／ルー語みたいで分かり難い}(1)
⑨良い点	良い	良かった(26)／分かり易い・聞き易い(8)／自動生成とは思えない(3)／意味が分からないところが良い(2)
	音楽的構造	波の音(19)／音色(7)／{多重的／リズム・テンポ}(4)／単純で良い(3)／長さが短くて良い(2)／{音量が適当／不協和音がない／BGMにバリエーションがある／新しい音でアクセントがわかる}(1)
	雰囲気	{物語に合う／雰囲気が良い}(11)／昔のゲーム音楽のよう(3)／ゆったりして良い(3)／{ひかえめで良い／レトロな感じが良い／和風な曲で良い／和やか／全体的に暗い／内容をシリアスにする内容だ／季節に合う／落ち着いた感じで民話や昔話を語る雰囲気／毎回音楽が変わりどれも落ち着いた曲調で話を読むのに合う}(1)
	その他	バーに合う(5)／BGM として良い(3)／{自然／物語のようだ(音楽が)}(2)／{音楽が変わっていて良い／オリジナルで作成される点／文章が流れる速度と合う／映像がないので音楽は重要}(1)
⑨良くない点	音楽的構造	多様性がない(14)／{曲が短い／曲が唐突に終わる(終結が無い)}(12)／単調(11)／{音量のバランス悪い／音の種類を増やす／音色やその組合せ}(5)／{テンポを下げる・上げる／曲になっていない}(2)／{三重奏や四重奏が出来ると良い／物語毎に楽器を変える／盛り上がりに欠ける}(1)
	雰囲気	物語に合わない(18)／バーに合う雰囲気にする(3)／{明るい POP 調にする／もう少し雰囲気が良くなる曲があると良い}(1)
	その他	分からない(10)／不快(5)／{音楽の必要性が不明／眠くなる}(3)／{音楽／内容／画像の間の関係をより詳しくする／物語の意味が分からないので対応した音楽かどうか判断がつかない}(1)

加えて，山口情報芸術センターで行われたメディアと AI に関するワークショップにおいて，物語の森の展示・デモを行った．展示は約 5 時間に渡って行い，主に一般の子供達と若い研究者が訪れた．来場者と対話しながら実際にシステムを使用してもらった．図 14 に展示の様子を示す．次節ではこの来場者の反応も含めて議論する．

図 14　ワークショップにおける展示風景

6.2　結果の考察と今後の課題

以上の実験を通じて得られた結果を基に，比喩的表現によるユーザインタフェースの有効性と，生成された物語のふたつに焦点を絞って考察する．

6.2.1 比喩的ユーザインタフェースについて

ユーザインタフェースの面白さを問う質問⑤に対しては，物語生成の木の成長への喩え，爆破による木の破壊，システムの発想そのものに対するコメントが多数あり，質問 4 においても，全体の約 7 割の被験者が「3.面白い」または「4.やや面白い」と回答しており，平均が 2.80 という比較的良い結果が得られた．これらのことから，基本的発想に関しては多くの被験者から肯定的に評価されたと言える．一方，インタフェースの分かり難い点を問う質問②では，多くの回答が木と物語の関係やアイコンの効果・意味の分かり難さを指摘していた．これと関連して，質問③では木の絵が変化するだけでは実際の物語の内容が分からないので，生成されている物語を木と一緒に表示した方が良いという改善案等の指摘も得られた．この案は今後導入したい．その他，現状の表現方法には，成長が終わった木が勝手に森に植林されること，木を撮影するとそれが自動でレコードに変化すること，森が爆破による影響を受けないこと等，不自然な比喩が幾つかあり，これらも理解を困難にする要因と考えられるため，今後表現方法を見直したい．

一方，ワークショップ展示においては特に子供達が爆破等のアイコン操作に興味を示し，特定の操作を繰り返す等の思いがけない反応が得られた．子供達は物語との対応等は意識せずに使用しており，このような使い方で物語が生成出来る点はひとつの利点である．

なお，現状では森には単に過去の物語が並ぶだけであり物語生成と結びついていない．この機能拡張はひとつの課題であり，そのひとつとして，森を撮影することでそこにある木を合成したひとつの大きな物語を作る機能を開発中である．

6.2.2 物語の生成結果について

物語に関しては，良い点／悪い点ともに主に物語が突飛で理解出来ないことや語彙的な多様性と関連していた（質問⑧）．物語の森は，システムの自動性によって物語の多様性が生まれる仕組みを目指すため，突飛な物語が出ても良いが，それがシステムの制御のもとに生成される必要がある．現状では，物語の全体構造に関する内容的な制御を行っていないため，その制御方法の導入はひとつの課題である．例えばシステム内部に物語構造全体の一貫性やストーリー性の評価関数を組み込むという拡張が考えられる．また，物語に現れる単語（主に名詞）に一般的でないものが多数含まれることも分かり難さに影響する．名詞概念辞書には大量の名詞概念が階層的に分類されているが，同一階層に一般的な概念とそうでない概念が混在する．ひとつの解決策は，登場人物等に使用する名詞概念として，一般的／非一般的なものを戦略的に区別するための情報を辞書に書き加えることである．一方，現在の文表現が概念名を直接用いているが，それを表現する際により一般的な語に言い換えるような処理を追加する方法も考えられる．

7.　むすび

開発中の統合物語生成システムを用いた応用システム「物語の森」について述べた．システムは，物語技法による漸次的な物語の生成過程を，木及

び森の成長に喩えた森の画面と，そこで生まれた物語を表現するバーの画面からなるユーザインタフェースを持つ．これは，言語的な概念・論理だけでなく，非言語的な方法による物語生成方法の拡張を意図したものであり，森の中で生じる視覚効果を物語へ反映させる機能を幾つか備える．

評価実験では，多数の被験者から反応を得ることが出来，インタフェースと物語生成の両面に対する具体的課題も挙げられた．研究の中心となる概念構造生成や文生成に関する問題や課題は多々あるが，現状のレベルでも狭義の物語生成以外の諸種の演出を付加することによって，作品とすることは可能となりつつあると考える．今後は，物語生成機構の研究を進めると同時に，引き続き作品としての展開も図って行く予定である．

参考文献

[1] 小方孝・金井明人, (2010) “物語論の情報学序説―物語生成の思想と技術を巡って―”, 学文社.

[2] Akimoto, T. & Ogata, T., (2012) “Macro structure and basic methods in the integrated narrative generation system by introducing narratological knowledge”, Proc. of the 11th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, pp. 253-262.

[3] 小方孝・秋元泰介, (2007) “言語的物語と音楽の循環的物語生成に向けて―物語の修辞に基づく試作の開発と基礎的考察―”, 認知科学, Vol. 14, No. 3, pp. 355-379.

[4] Akimoto, T., Endo, J., & Ogata, T., (2012) “The expansion of paths in the mutual transformation mechanism of music and narrative, Proc. of the 11th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, pp. 230-239.

[5] Barros, L. M. & Musse, S. R., (2008) “Towards consistency in interactive storytelling: Tension arcs and dead-ends”, ACM Computers in Entertainment, Vol. 6, No. 3, pp. 186-193.

[6] Montfort, N., (2007) “Generating narrative variation in interactive fiction”, A dissertation in computer and information science, University of Pennsylvania.

[7] Rowe, J. P., McQuiggan, S. W., & Lester, J. C., (2007) “Narrative presence in intelligent learning environments”, Intelligent Narrative Technologies: Papers from the 2007 AAAI Fall Symposium, Technical Report FS-07-05, pp. 126-133.

[8] 佐藤真・赤石美奈・堀浩一, (2012) “カルマンフィルタによるストーリー生成手法の提案”, 人工知能学会全国大会（第 26 回）論文集, 1B1-R-3-5.

[9] 小方孝・渡辺光一・堀浩一・大須賀節雄, (1995) “マーケティング／広告統合支援のための物語生成システムの応用の基本的枠組み”, 経営情報学会誌, Vol. 4, No. 1, pp. 19-42.

[10] Zhang, Y., Ono, J., & Ogata, T., (2012) “Single event and scenario generation based on advertising rhetorical techniques using the conceptual dictionary in narrative generation system”, Proc. of the Fourth IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, pp. 162-164.

[11] Imabuchi, S., Akimoto, T., Ono, J., & Ogata, T., (to appear) “KOSERUBE: An application system with a Propp-based story grammar and other narrative generation techniques”, Proc. of the 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems & the 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems.

[12] Oishi, K., Kurisawa, Y., Kamada, M., Fukuda, I., Akimoto, T., & Ogata, T., (2012) “Building conceptual dictionary for providing common knowledge in the integrated narrative generation system”, Proc. of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp. 2126-2131.

[13] Imabuchi, S. & Ogata, T., (2012) “Story generation system based on Propp theory as a mechanism in narrative generation system”, Proc. of the Fourth IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, pp. 165-167.

[14] Genette, G., (1972) “Discours du récit, Essai de méthode, Figures III, Seuil. (花輪光・和泉凉一 訳, (1985) “物語のディスクール”, 水声社.)

[15] Akimoto, T. & Ogata, T., (2012) “A narratological approach for narrative discourse: Implementation and evaluation of the system based on Genette and Jauss”, Proc. of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp. 1272-1277.

[16] 熊谷真哉・船越宗・秋元泰介・小方孝, (2012) “言語辞書の構築と簡易物語文生成機構”, 人工知能学会全国大会（第 26 回）論文集, 1N1-OS-1a-3.

視覚的表現を物語生成とつなげる方法の検討—ふたつの応用システムを素材として—

A Consideration of the Method for Connecting Visual Representation to Narrative Generation: Based on Two Application Systems

小野 淳平†，秋元 泰介†，小方 孝‡
Junpei Ono, Taisuke Akimoto, Takashi Ogata

†岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科，‡岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University,
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
g231i006@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

This paper shows some attempts of visual expression mechanisms of our narrative generation system. Especially, we introduce two application systems with the original visual narrative interface. The new idea is that the user can appreciate and operate narrative generation process by a kind of metaphor in which narrative generation process is represented as a tree.

Keywords — Narrative Generation System, Visual Interface, Narrative Interface, Metaphor, Analogy

1. まえがき

筆者らが研究を進めている物語生成システムは，一方ではその諸機能を包括する統合物語生成システム[1][2]への展開を計画しているが，もう一方ではその一部の機能やシステムの現状を用いた応用システムの開発を目指している．従来から広告シナリオ生成への応用を試みているが[3][4]，今回新たな二つの応用システムとして『いわての民話 KOSERUBE（第一版）』及び『物語の森（第一版）』と呼ぶシステムを試作した．

ここで統合物語生成システムとは，従来筆者らが検討・開発して来た機構を包括した基盤的な汎用的システムであり，一方応用システムとは特定のターゲットや目的を想定し，上記の統合物語生成システムの機構のすべて乃至一部を利用し，さらに独自の機構を付加して構成されるものである．

前の KOSERUBE は，岩手県に因んだ登場人物や場所や物品が登場する民話風物語と音楽を自動生成し，画像部品を自動編集してインタフェース画面を通じて操作・鑑賞出来るようにしたシステムであり，生成機構としては特にプロップの文学理論に基づくストーリーグラマーを利用している．後の物語の森は，木構造により表現される物語概念表現の生成過程を木及びその集合としての森の成長に喩えたインタフェース画面によって表現・操作し，一方木乃至森を切り取った物語の文及びそれに伴う自動生成された音楽がジャズバー風の店内のインタフェース画面を通じて表現されるシステムである．これは現状の統合物語生成システムにおけるほぼすべての機構を利用している．

これらの統合物語生成システムとの大きな違いは，それぞれ視覚的なインタフェースや映像表現に独自のものを付加し，それをベースにシステムを構築している点である．本稿では，これを出発点として，物語生成システムにおいてこれまであまり考慮して来なかった視覚的表現の問題を取り上げる．以下，物語生成システムの構成と視覚的表現の位置付けを明らかにしてから，視覚的表現の分類を行う．特に，物語の森において，物語生成過程で生成される物語構造や関連する情報をメタファーやアナロジーとして視覚的に表現し，その表現と生成される物語との関係を定義し，視覚的表現の操作によって物語生成に影響を与えることが可能な機構が本稿における新しいアイディアの提案である．生成された物語を写実的あるいは象徴的に表現するだけでなく，両者の相互的な関係による物語生成機構の一機構を提案し，その発展について考察する．

2. 物語生成システムの全体構成と視覚的部分の位置付け

物語生成システムの構想[5]は，人工知能・認知科学と物語論や文学理論を初めとする様々な領域の学際的・知識融合的発想を理論的・方法的な基礎とする. システムは物語の生成過程を物語内容，物語言説，物語表現の 3 段階に分割し，生成機構もこれに沿って分割される．ここで，物語内容と物語言説は深層的な概念表現であり，前者が物語で語られる内容を意味するのに対して後者はその語り方を意味する．物語表現が各種表現媒体を用いた実際の表現であり，主に自然言語，映像，音楽の 3 種類を用いる．システムは，物語構造を構成するための概念的及び構造的知識を提供する物語知識（概念辞書も含まれる），各生成段階における上記知識を用いた構造生成のための物語技法，そして物語技法の使用を管理する制御機構の 3 つの主要要素から成る．これまでこの構想に基づく個々の機能の実装を進めると共に，現在はそれらを包括する統合物語生成システム[6]の開発を目指して実装作業を進めている.

この中で，物語表現の機構は，自然言語，音楽，映像による物語の表層的な表現を産出する機構であり，最後の映像表現機構が物語生成システムにおける一つの主要な機構となるが，より大きな枠組みから考えれば，ユーザが初期情報を入力したり物語生成過程やその結果を見たりするためのユーザインタフェースが視覚的機構の一つとして必要である．また，上記の映像生成機構の中には，生成された物語における事象を写実的乃至象徴的に表現する静止画像や動画像が必要であると共に，それが可能となる場・環境の演出が必要である．演劇の喩えで考えれば，これまで映像表現機構として想定していたのが舞台上での人物達の振る舞いであったのに対して，後者の演出的機構とは舞台装置やその他劇場全体における演出を意味する．次節では，出来るだけこれまでシステムとして実現された例を示しながら，物語生成システムにおける視覚的表現機構の諸相を整理する.

3. 物語生成システムにおける視覚的表現機構の諸相

3.1 標準的ユーザインタフェース

図 1 に現状の統合物語生成システムのためのユーザインタフェースを示す.「ルート画面」,「入力決定画面」,「パラメータ決定画面」の 3 画面で構成される．このユーザインタフェースは物語生成システムに対して初期入力となる値と物語生成を制御するパラメータの決定を行う機能を持つ.

図 1 は初期画面であるルート画面を示している. この画面は，入力決定画面(図 2)を表示する「出来事」ボタン，パラメータ決定画面(図 3)を表示する「傾向を変える」ボタン，物語生成を開始する「物語を作る」ボタンと入力決定及びパラメータ決定の画面で決定した内容を表示する二つの枠で構成されている．これらの枠は他画面で内容決定ボタンを押すたびに更新される．また表示されている他の二つの画面はその際に非表示状態になる．入力決定画面では物語生成システムへの入力をリストボックスを使い「(主格)が(対象格)を(動詞)する」の形式で決定する．パラメータ決定画面では物語生成を制御する項目をそれぞれスライダーバーにより決定する．スライダーは目盛りを三つ持ち，例えば「長さ」という項目は「短い」「中くらい」「長い」という値を持つ．また各項目の値をランダムに決定する事も出来る.

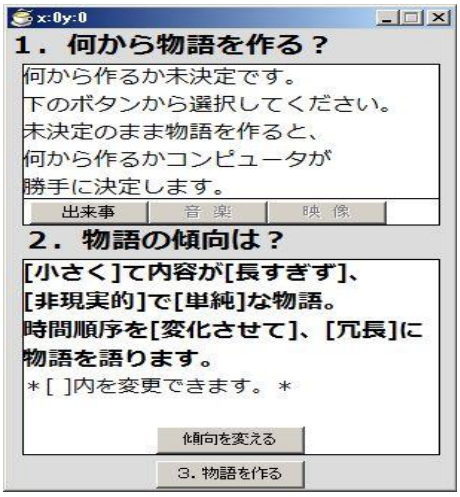


図 1　ルート画面

図 2　入力決定画面

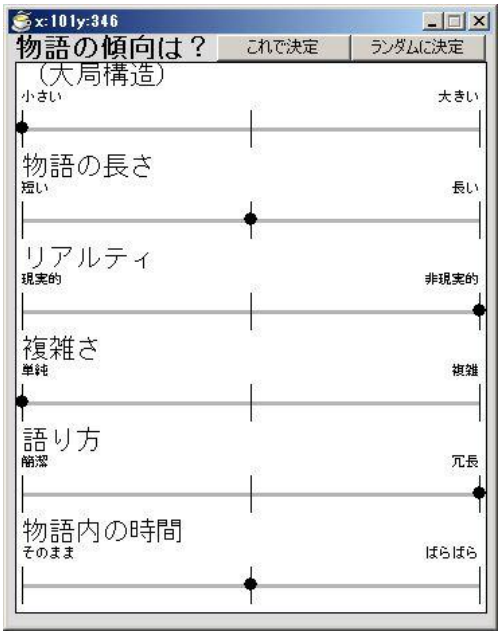


図 3　パラメータ決定画面

決定の順番は固定しておらず，入力とパラメータの決定はどちらを先に行ってもかまわない．また，未決定の項目がある状態で物語生成を開始した場合は，それが入力だろうとパラメータだろうと，システムが任意に値を決定し生成を開始する．

3.2 映像表現機構

物語内容機構や物語言説機構が生成した物語の概念表現形式を視覚的表現に直接変換する機構である．図 4 は，「*(event 見つける 1 (type action) (ID 17) (time (time17 time18)) (agent age%猟師 #1) (location loc%裏通り#1) (object obj%山梨 #1))*」から生成された画面である．現状は非常に原始的であり，背景，人物，物のそれぞれの画像を用意し，場所を表す背景画像の上に人物と物を組み合わせたものを映像表現とする．また人物の行為（動詞概念一つ）に対しては幾つかのアニメーションを対応させている．表 1 は定義したアニメーションと対応する動詞概念をまとめる．

図 4　事象概念からの映像表現の例

表 1　動詞概念における単純な動作定義

動作	動詞概念
画面上方に移動する	飛び去る 1, 跳び移る 1
画面中央に移動する	連れて行く 1, 出立する 1, 乗る 1, 行く 3, 登る 1, 降りる 1, 渡る 7
画面枠側に移動する	逃げる 1
キャラクターが震える	脅す 1 ，隠れる 1, 耐える 1, 耐えられない 1
キャラクターが上下に移動する	回避する 1, 使う 1, 飛ぶ 1, 行く 3, 追う 2, 要求する 1, ジャンプする 1

また，映像生成機構は映像によって表現された物語をどのように映し出すかというカメラワークの側面を持っている．[7]は映画『東京物語』(小津 安二郎監督 1953 年)を題材にカメラワークの分析を行い，その映画におけるカメラワーク適用ルールを『小津ルール』と名付けて定義した．「話し手を写す際，聞き手からの視点になるように写す」といったものがある．次に小津ルールを利用したカメラワーク自動適用システムの開発を行なった．NHK が開発した映像記述言語 “TVML(TVprogram Making Language)” [8]により用意した CG 映像を利用して実験を行っている．図 5 にこのカメラワーク自動適用システムの

概要を示す．システムはカメラの高さ・角度・動き・画面のサイズの 5 項目からなるカメラワークの諸技法の知識を収めたカメラワークデータベースと，小津ルールを収めたルールデータベースを持つ．システムはＣＧ映像においてキャラクタの配置や動きなどを記述した TVML スクリプトを入力とし，それにカメラワークの命令を記述したスクリプトを出力とする．実際の適用手順はスクリプトを一行づつ参照し，ルールに合致するかどうかのチェックを最終行まで繰り返す．この時ルールに合致する行が現れた場合，その行の後ろに対応するカメラワークの記述を書き込んで行く．

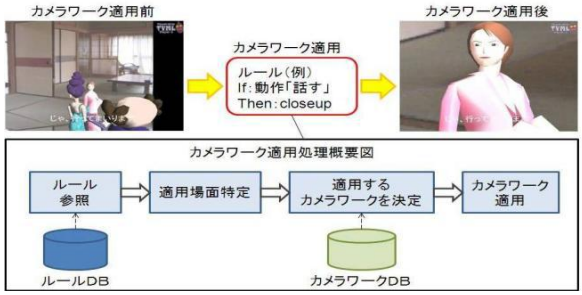


図 5　カメラワーク自動適用システムの概要

3.5 二つの応用システムでの試み

新たな視覚的表現を付加した冒頭に述べた二種類の応用システム第一版を開発した．視覚表現方法のタイプとして，①物語からの視覚的演出としての方法（KOSERUBE（図 6）及び物語の森におけるバーの画面（図 7））と，②メタファーもしくはアナロジーによる視覚的表現と生成機構の結合の方法（木と森の画面（図 8））を試みた．

図 6　KOSERUBE における映像表現

図 7　物語の森における映像表現(1)

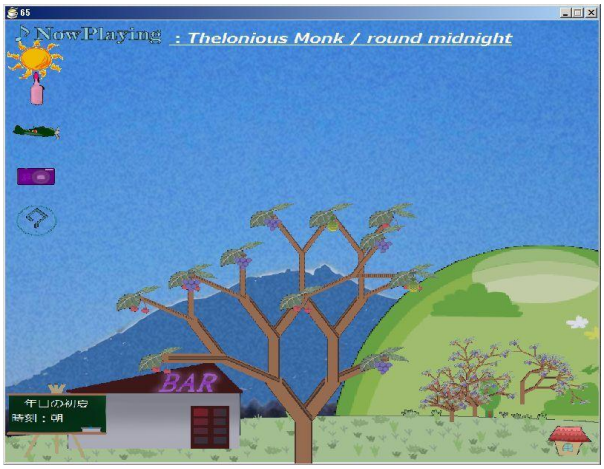


図 8　物語の森における映像表現(2)

上記①の方法であるが，まず KOSERUBE では，自動生成された物語に合わせた背景画面と登場人物が単純に配置される．一方物語の森におけるバー画面では，もう一つの木と森の画面（図 8）から送られた木＝生成された物語の概念表現が同じく自動生成された音楽を伴って表示される．

KOSERUBE は，少数の簡単な選択をユーザが行い，物語やそれに伴う映像，音楽，文を生成する．ユーザが決定する具体的な情報は，登場人物における「主人公」と「悪役」の選択（全 34 種類のうち任意に表示された 10 種類から二人），物語の長さの選択（短い，中位，長いの 3 種），語り手（座敷わらし，おばあさん，宮澤賢治，猿，南部鉄器の 5 種）であり，この記述の順にユーザが選択を行うことで，システムが物語の自動生成を開始し，その結果を図 6 のような舞台風映像に編集して出

力する．

物語の森は物語の構造やそれの変化を成長する木の喩えで表現したシステムである．このシステムのインタフェースは，ユーザの操作により物語の生成を操作する森画面（図 8）と，生成された物語と音楽を上演するバー画面（図 7）の二種類に分かれている．物語と木のイメージの具体的な対応関係については 4 節で説明する．なお，バー画面において表示される物語は木と森の画面において既に生成された物語そのものであり，ここで物語言説的な処理，すなわち物語内容の最終的な物語表現のための処理が行われる訳ではない．物語の森における木と森の画面では，比喩的なイメージを通じてユーザがシステムに対して介入することも可能である．例えば，現状では，木の成長に影響を与える肥料，木を爆破することで生成している物語をバラバラにする飛行機，四種類のインタラクションのためのメタファーを用意している（図 9）．

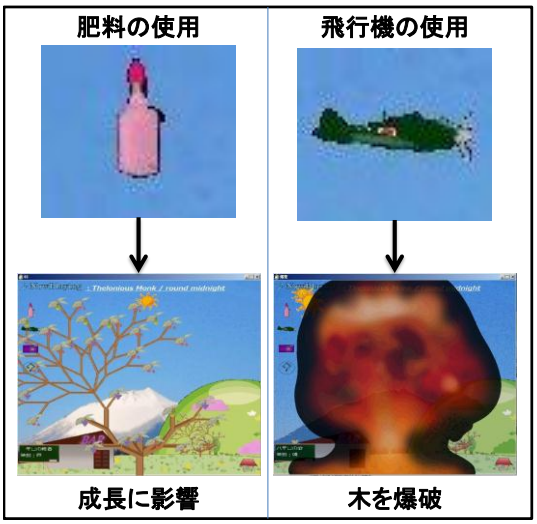


図 9　ユーザの操作の例

4. 視覚的メタファーを使った物語生成インタフェースの試作提案

物語生成システムでは，その全体のコンセプトの一つとして，物語生成過程を一つの手順に固定するのではなく，様々な経路での生成，さらに生成過程が固定化されない経路を辿って自由に継続的に行われるという循環的生成を置いている．従来は物語（概念表現としての物語）と音楽との関係を軸にこれを具体的なシステム開発につなげる試みを続けて来た[9][10]．このシステムでは，音楽は単に物語のための伴奏という位置付けではなく，構造を媒介として相互関係する物語のための対等な表現媒体であり，音楽からの物語生成や音楽の方法をベースとした物語生成等音楽を中心とした処理も可能なように構成されている．今後，視覚的表現の側面にもこの種の発想を取り入れ，単に物語をベースとした映像を作成乃至構成するのではなく，映像を媒介にその操作から物語が生成されるという逆方向の処理も可能とすることを狙っている．上記応用システムは，物語生成システムにおける映像と物語の関連を考察しそのための視覚的表現の一つの考え方を追求することも重要な目的としている．

上記物語の森は，木と森の画面とバーの店内の画面の二つから成り，それぞれは並列的に動作する．前者は，生成過程のリアルタイム表現や視覚的イメージに基づく生成操作を行う画面であり，後者は上述のように個々の生成結果を表現するための画面である．物語の森の画面では，物語生成過程を，草原に立つ木とその背後の森，そしてそれらをさらに取り囲む大きな自然の景観，そして時間の変化（太陽，月，照明），季節の推移や天候の変化，樵による作業等の，メタファーもしくはアナロジーによって表現したもので，様々なオブジェクトやイベントが物語生成における対象や処理や過程に対応している．

最も端的には，木全体は Lisp コードによる木構造に，木の幹・枝は物語の概念構造における中間節点すなわち関係に対応し，末端の実と葉はそれぞれ事象を構成する動詞概念と名詞インスタンスに対応している（図 10）．また，ユーザは画面左の各種アイコンをマウスでクリックすることで木の成長の仕方を変えたり，直接的に木を操作したり，木の内容を保存したり出来る．具体的には，木の成長の仕方を変化させる「肥料」アイコンは，木の一部だけを極端に成長させたり（図 11），木全体を均一に成長させたり，木を巨大化させたり

する．樵は木を切って（図 12）背後の森に植林する．爆撃機が来て爆弾を投下すると（図 13），木は粉々に砕片化されたり焼失して炭になったりする．これらの視覚画面における変化は物語概念表現を記述する Lisp の変化に対応する．図 14 と図 15 は，爆撃前の Lisp コードと爆撃後のそれを対比する．ここでは，Lisp コードを構成するすべての概念への細分化が行われ，その中の動詞概念を幾つか任意に接続し，個々の動詞概念が必要とする格要素を細分化された名詞概念の中から任意に選択して事象概念の形式を再構成するという単純な方法を使い，物語概念表現を支離滅裂なものにする．元のコードは「人々が喧嘩して酒を飲んで和解する」という物語を示しているが，爆破後のコードはその内容が破壊されている．

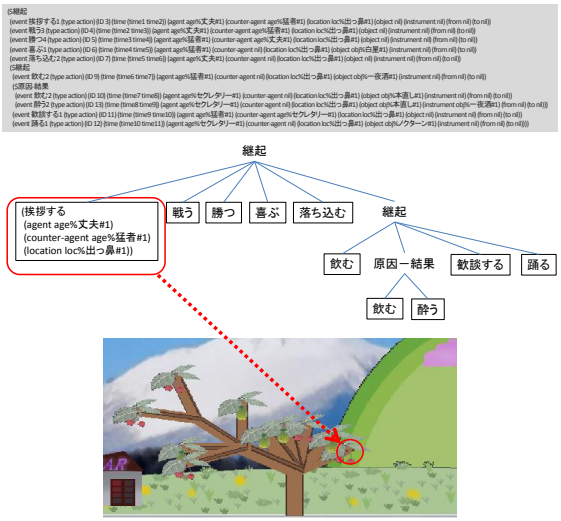


図 10　Lisp コードと木の対応

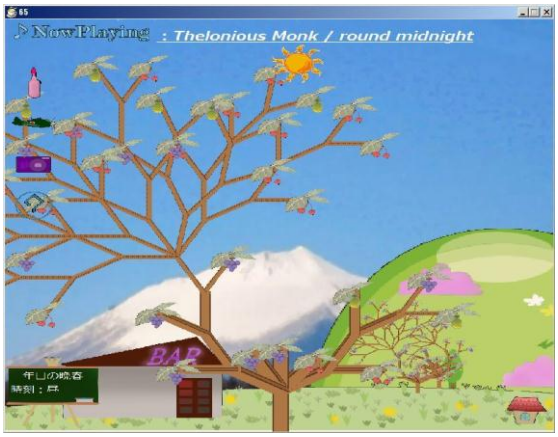


図 11　「肥料」アイコンの使用によって歪に成長した木

図 12　「樵」による木の伐採

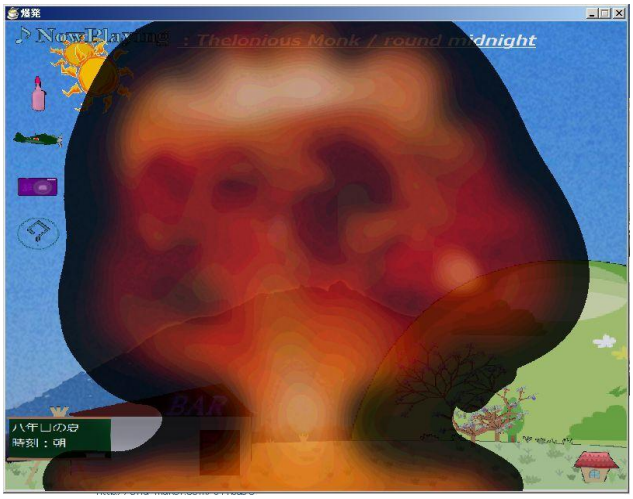


図 13　爆弾投下による爆発

さらにカメラで木の写真を撮ると，当該物語の内容から合成されたタイトルを伴ったレコードが作成され（図 16），バー店内の壁にライブラリとして掲げられる（図 17）．何れかのレコードを選択して掛けると，生成された物語が自動生成された音楽を伴って表示される．

以上は，インタフェース画面を通じた操作から物語生成を制御出来るだけでなく，視覚的表現の操作や処理によって逆に物語生成が行われることを示している．これは物語生成システム中の音楽処理において，生成された音楽から逆に物語生成が行われるという処理と類似した機構であり，諸機構や諸媒体の循環的物語生成という本物語生成システムのコンセプトに関連する．

```
;;爆撃前
($継起
  (event 挨拶する 1 (type action) (ID 3) (time (time1
time2)) (agent age%観衆#1) (counter-agent age%将士
#1) (location loc%繁り合い#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
  ($異化シナリオ
    (event 戦う 3 (type action) (ID 4) (time (time2
time3)) (agent age%観衆#1) (counter-agent age%将士
#1) (location loc%繁り合い#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 戦う 3 (type action) (ID 9) (time (time3
time4)) (agent age%略説#1) (counter-agent age%将士
#1) (location loc%繁り合い#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 戦う 3 (type action) (ID 10) (time (time4
time5)) (agent age%略説#1) (counter-agent age%将士
#1) (location loc%空所#1) (object nil) (instrument
nil) (from nil) (to nil)))
  (event 勝つ 4 (type action) (ID 5) (time (time5
time6)) (agent age%観衆#1) (counter-agent age%将士
#1) (location loc%繁り合い#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
  (event 喜ぶ 1 (type action) (ID 6) (time (time6
time7)) (agent age%観衆#1) (counter-agent nil)
(location loc%繁り合い#1) (object obj%戦勝#1)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
  ($異化シナリオ
    (event 落ち込む 2 (type action) (ID 7) (time
(time7 time8)) (agent age%将士#1) (counter-agent
nil) (location loc%繁り合い#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 落ち込む 2 (type action) (ID 16) (time
(time8 time9)) (agent age%建議#1) (counter-agent
nil) (location loc%繁り合い#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 落ち込む 2 (type action) (ID 17) (time
(time9 time10)) (agent age%建議#1) (counter-agent
nil) (location loc%ダムサイト#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil)))
  ($継起
    (event 飲む 2 (type action) (ID 11) (time (time10
time11)) (agent age%観衆#1) (counter-agent nil)
(location loc%繁り合い#1) (object obj%ワイン#1)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
    ($原因-結果
      (event 飲む 2 (type action) (ID 12) (time
(time11 time12)) (agent age%将士#1) (counter-agent
nil) (location loc%繁り合い#1) (object obj%日本酒#1)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
      (event 酔う 2 (type action) (ID 15) (time
(time12 time13)) (agent age%将士#1) (counter-agent
nil) (location loc%繁り合い#1) (object obj%日本酒#1)
(instrument obj%ワイン#1) (from nil) (to nil)))
    (event 歓談する 1 (type action) (ID 13) (time
(time13 time14)) (agent age%観衆#1) (counter-agent
age%将士#1) (location loc%繁り合い#1) (object nil)
(instrument nil) (from nil) (to nil))
    (event 踊る 1 (type action) (ID 14) (time (time14
time15)) (agent age%将士#1) (counter-agent nil)
(location loc%繁り合い#1) (object obj%ジーグ#1)
(instrument nil) (from nil) (to nil))))
```

図 14　爆撃前の Lisp コード

```
;;爆撃後
($爆発
  (event 落ち込む 2 (type nil) (ID nil) (time nil)
(agent loc%繁り合い#1) (counter-agent nil) (location
nil) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to
nil))
  (event 落ち込む 2 (type nil) (ID nil) (time nil)
(agent loc%繁り合い#1) (counter-agent nil) (location
nil) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to
nil))
  (event 戦う 3 (type nil) (ID nil) (time nil) (agent
age%将士#1) (counter-agent obj%日本酒#1) (location
nil) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to
nil))
  (event 戦う 3 (type nil) (ID nil) (time nil) (agent
loc%繁り合い#1) (counter-agent age%観衆#1) (location
nil) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to
nil))
  (event 踊る 1 (type nil) (ID nil) (time nil) (agent
age%観衆#1) (counter-agent nil) (location nil)
(object loc%繁り合い#1) (instrument nil) (from nil)
(to nil))
  (event 勝つ 4 (type nil) (ID nil) (time nil) (agent
age%将士#1) (counter-agent age%将士#1) (location
nil) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to
nil))
  (event 挨拶する 1 (type nil) (ID nil) (time nil)
(agent age%観衆#1) (counter-agent obj%ワイン#1)
(location nil) (object nil) (instrument nil) (from
nil) (to nil))
  (event 飲む 2 (type nil) (ID nil) (time nil) (agent
age%建議#1) (counter-agent nil) (location nil)
(object age%将士#1) (instrument nil) (from nil) (to
nil))
  (event 酔う 2 (type nil) (ID nil) (time nil) (agent
age%将士#1) (counter-agent nil) (location nil)
(object nil) (instrument age%建議#1) (from nil) (to
nil))
  (event 落ち込む 2 (type nil) (ID nil) (time nil)
(agent loc%ダムサイト#1) (counter-agent nil)
(location nil) (object nil) (instrument nil) (from
nil) (to nil)))
```

図 15　爆撃後の Lisp コード

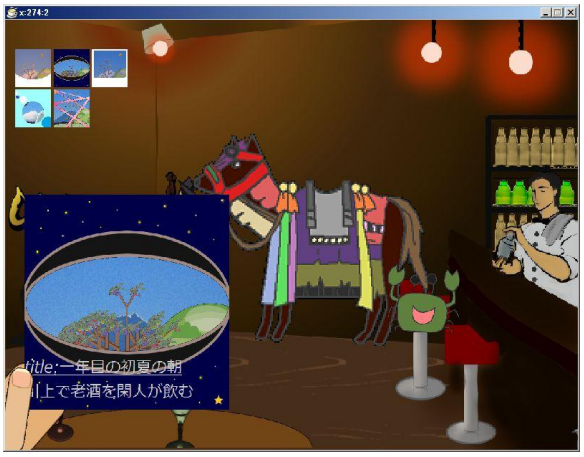


図 16　作成されたレコードジャケット

図 17　バーの壁面に架けられたレコードライブラリ

KOSERUBE 及び物語の森に関して，情報系の学部に所属する大学生 163 名の主に 1 年生を対象に，アンケート調査を行った．ここでは物語の森のインタフェースに関する質問に限定し，表 2 に質問内容を，表 3 にその回答を示す．この質問ではインタフェースの「理解しやすさ」ではなく「面白さ」を問い，木の喩えや爆破の喩えは面白さという点では多くの支持を集めている．しかし問③や④への回答の中に，「(全体として) 意味が分からない (理解不能)」・「分かりにくい」・「(分かりにくいので) 機能説明が必要」・「木と物語の関係を分かりやすくする」等，「理解しやすさ」に関連するものが多く含まれている．現在のシステムは理解しにくさを意図的に狙ったものではなく，木と森のメタファーやそれを中心とした全体構成の作成においてコンセプトを煮詰める作業が十分ではないと考えられる．面白さにおいてはかなり良い点数が得られているため今回のシステムの試みが無意味なものではないと考えられ，次の段階では，メタファーやシステムの世界観をより深く考察し，それをユーザにもっと理解させる (必ずしも論理的な意味だけではなく，感覚的に納得させるという意味合いも含めて) 努力をする必要があると考えている．

表 2　物語の森アンケート・質問内容

①インタフェース全体を通じて、このシステムは面白かったですか？{1. 面白くない 2. あまり面白くない 3. 少し面白い 4. 面白い}
②(インタフェースについて)面白かった点を記入してください。
③(インタフェースについて)こうした方がよいというアイディア・改善案を記入してください。
④物語上演画面(バー風)インタフェースについて、良い点あるいは面白かった点と、良くない点あるいは改善した方がよい点を記入してください。

表 3　物語の森アンケート・結果

問	分類	詳細
①		1. 15(9.5%), 2. 32(20.3%), 3. 80(50.6%), 4. 31(19.6%). 平均:2.80
②	発想	システムの発想が面白い(8)／森とバーの画面の並行(2)／今まで体験したことが無かった(1)
	物語	物語が面白い(8)／意味が分からなくて面白い(5)／語彙的な多様さ(3)／普通有り得ないような物語だった(2)
	木の喩え	生成過程の木の成長への喩えによる表現(39)／木の成長を操作出来る(7)／木の撮影により物語を確認出来る(2)／木構造がなじみ易い(1)
	爆破等の喩え	爆破による木の破壊(25)／アイコンでの操作(4)／樵が木を切ること(3)／作った物語がレコードになること(2)／時間や天候の変化(1)
	バー画面	バー画面(キャラクター等)が面白い(3)
	操作	操作が簡単(5)／操作がゲーム(育成等)のよう(4)／様々な効果があり操作したいと思った(1)
	音楽	曲が聞き易い(2)／曲がお洒落な感じで良い(1)
	その他	物語を自動生成している(10)／シュールで面白い(5)
③	アイコンの効果	爆破・肥料の効果が分かりにくい(7)／肥料の種類の追加(3)
	物語の表現方法	朗読を付ける(3)／表示を大きくする(2)／映像表現を追加する(1)
	キャラクタ	{キャラクタの位置や動きの工夫／森画面にキャラクタを置く}(3)／キャラクタを減らして画面をすっきりさせる(1)
	画面表示	分かりにくいのでもう少し方向性を明示する(10)／木の絵の改善(5)／一画面にする(3)／{バー以外の画面の追加／映像を明るくする／成長が早すぎる}(1)
	説明	機能説明の追加(9)／木と物語の関係を分かり易くする(6)／アイコンが直感的に分からない(3)
	物語の内容	意味が分からない(13)／物語のパターンを増やす(11)／論理性が無い(7)／物語ではないので少し工夫がほしい(6)／文章をまともにする(3)／{さらに独特な話を盛り込む／ありえないことが行らないようにする／ボキャブラリの増加／話全体を整理する／物語の一部分だけを滅茶苦茶にする}(1)
	機能の拡張	アイコンの追加(6)／{木の操作できる範囲の拡張／最初に話のジャンルを決定出来るようにする／木以外の表現(本など)にする}(2)／{写真よりも実を取ることで物語が生成されるほうが面白い／みのむし等で邪魔な文を消す／物語のお気に入りを作れるようにする／文字の色を変える／一時停止の追加／簡易モードへの切り替え／カメラの範囲の変更}(1)
④良い点	物語の表現方法	文字の表示速度が良い(13)／音楽が良い(9)
	全体	分かりやすい・簡単(5)／物語が自動生成されること(3)／状況再現がよく分かった(2)／{オリジナリティーがあってよい／説明が流れていて良い／最初の設定が面白かった}(1)
	デザイン	バーのキャラクタが良い(18)／バーの雰囲気(17)／吹き出し表現(15)／{全体のデザインが良い／画がシュールで面白い}(3)
	爆破	爆破による物語の破壊(12)
	レコード	{物語がレコードになるという発想／物語(レコード)を選択できるところ}(3)
	物語の内容	話がめちゃくちゃ(5)／事象の反復(3)／{物語内容全般／ローマ字になっている}(2)／{文章になっていた／話が端的}(1)
④良くない点	吹き出し	文がはみ出ている(18)／スクロールが早い・遅い(14)／文が読みにくい(11)／吹き出しのサイズや配置の改善(8)／文字をスクロールさせない(切り替えや固定)(4)／フォントが悪い(2)
	別な表現方法	文だけでつまらない(4)／画像表現の追加(2)／絵本風(1)
	語り手	語り手(歌手)の種類を増やす(4)
	画像デザイン	{吹き出し・キャラクタの配置の改善／絵が雑然としている}(8)／{レコードの操作方法が分かりづらい／薄暗く見にくい／木の様子を常に表示する}(1)
	キャラクタ	バーのキャラクタに動きを付ける(12)／絵の質の改善(2)／キャラクタの説明を用意する(1)
	理解不能	全体を通じて理解不能(11)／バーにした意味が分からない(4)
	音楽	音楽の音量が大きすぎる(1)
	物語	表記(14)／理解不能(13)／単調(5)／物語の構成(3)／滅茶苦茶(2)

5. 入力インタフェースと出力インタフェースを組み合わせることの出来るシステムの試み

物語生成システムにおける視覚的表現のパートとして，統合物語生成システムにおける標準的ユーザインタフェース，標準的な映像表現システム，カメラワークをシミュレーションするシステム，そして応用システムにおける二つの映像インタフェースの試みを示したが，特にインタフェース的な視覚的表現機構を，相互にやり取り可能とするシステムの作成を行っている．例えば，KOSERUBE における入力インタフェースと物語の森における出力インタフェースを連結出来るようにする．この機構を仮にインタフェース連結システムと呼んでいる．

インタフェース連結システムは，入力に用いるインタフェースと出力に用いるインタフェースを任意に組み合わせることが出来るようにする．図 18 は物語生成システムの中でのその位置付けを示す．

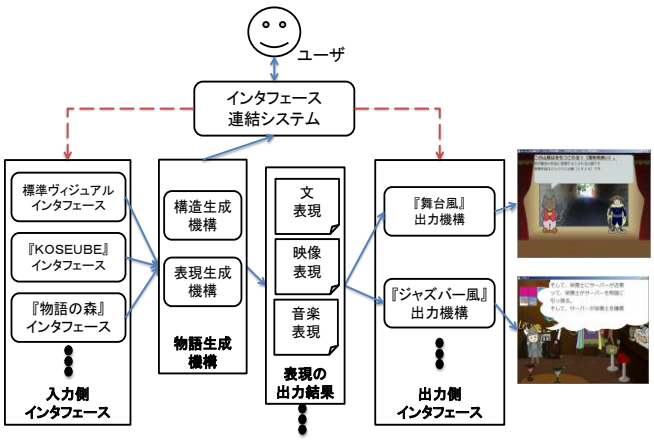


図 18　物語生成システムとインタフェース連結システム

図 19 は試作中のシステムの実際の画面である．ユーザは，それぞれの入力インタフェースの特徴を表した項目から一つを選択することが出来る．入力インタフェースのイメージも表示される．

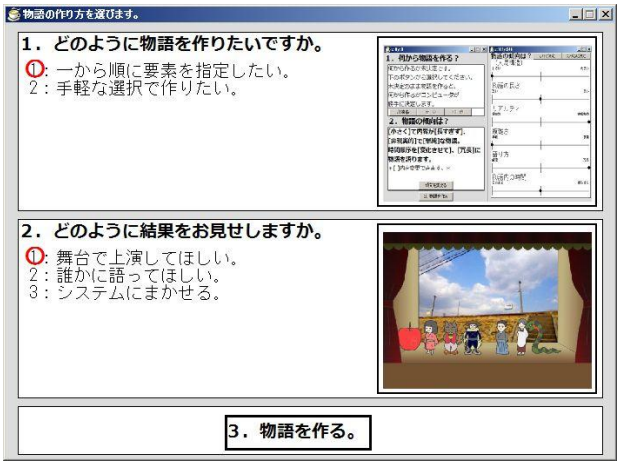


図 19　入力及び出力インタフェース選択画面

出力インタフェースとして選択出来るのは今のところ物語の森におけるジャズバー風画面と KOSERUBE における舞台風画面の二つである．入出力インタフェースをもっと多数用意しておくことによって選択肢が広がる．本研究において統合物語生成システムは物語生成のための技法を包括的に集積したシステムたることを指向している．例えば，広告応用システムの開発において獲得・実装された広告独自の物語生成技法があるとすれば，それを統合物語生成システムにおける物語技法の一種として統合出来るようにするということである．インタフェース連結システムはそのインタフェース版と捉えることも出来る．すなわち，応用システムで独自に構築した機構を逆に取り入れることによって，その統合性を増すことが出来る．インタフェース連結システムはそのような役割を果すものとして位置付けることも出来る．

6. むすび

物語生成システムにおける視覚的表現機構を幾つか示した．そして特に，一種のメタファーによって，視覚的インタフェースの操作と物語生成を連動させ視覚的操作から物語生成処理につなげることも出来る方法の一案を具体的な応用システムを通じて示した．二つの応用システムのうち，物語生成自体に関しては，KOSERUBE が意図的に民話風の物語生成を行うことを目標とするのに対して，物語の森はあまり結果・目標としての物語

を絞り込まないで偶発的に発生した物語を楽しむことも出来ることを狙い，それを助けるためにメタファーの発想を導入したが，現状では，それが物語の生成状況の理解を助ける効果は得られなかったと考えられる．今後は，そのコンセプトを含めて，メタファーの有効性（理解しやすさや納得性に関連するだろう）についてさらに検討する必要がある．

参考文献

[1] Akimoto, T. and Ogata. T. (2011). A Consideration of the Elements for Narrative Generation and a Trial of Integrated Narrative Generation System. Proc. of the 7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering. 369-377.

[2] 秋元 泰介・小方 孝 (2012). 物語の構造操作技法と制御機構からなる統合物語生成システムの試作.『人工知能学会全国大会（第 26 回）論文集』. 1N2-OS-1b-11.

[3] 小方 孝 (2010a). ストーリーと商品＝ブランド―生成に向けた広告の物語の分析―. 小方 孝・金井 明人 著.『物語論の情報学序説』. 42-115. 学文社.

[4] 小方 孝 (2010b). 物語生成としての広告生成のために―断片的考察―. 小方 孝・金井 明人 著.『物語論の情報学序説』. 384-447. 学文社.

[5] 小方 孝・金井 明人 (2010).『物語論の情報学序説』.学文社.

[6] Akimoto, T. and Ogata. T. (2012). Macro Structure and Basic Methods in the Integrated Narrative Generation System by Introducing Narratological Knowledge. Proc of 11th IEEE International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing. 253-262.

[7] 立花 卓・小方 孝 (2009). ルールに基づきカメラワークを設定するシステムと「小津ルール」のシミュレーション.『人工知能学会全国大会（第 23 回）論文集』. 1J1-OS2-11.

[8] 林 正樹(2005).『めざせ!テレビ番組クリエイター―パソコンと番組記述言語 TVML で実現!!』. 技術評論社.

[9] 小方 孝・秋元 泰介 (2007). 言語的物語と音楽の循環的物語生成に向けて―物語の修辞に基づく試作の開発と基礎的考察―.『認知科学』. 14(3). 355-379.

[10] 遠藤 順・秋元 泰介・小方 孝 (2012). ストーリー／言説／音楽を相互に結ぶ循環的物語生成機構における循環の拡張.『人工知能学会全国大会（第 26 回）論文集』. 1N2-OS-1b-11.

一般的な概念・言語表記辞書から物語生成としての利用へ
From General Conceptual/Language Dictionaries to the Use as Narrative Generation

栗澤 康成[†]，道又 龍介[†]，鎌田 まみ[‡]，小方 孝[‡]
Yasunari Kurisawa, Ryusuke Michimata, Mami Kamada, Takashi Ogata

[†]岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科，[‡]岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University,
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
g231k013@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

In this paper, first, we introduce conceptual dictionaries and language notation dictionary in the current narrative generation system. Although these dictionaries are general mechanisms to be able to be used in other natural language generation systems, we explain the original use methods in narrative generation. Based on that, to use them more flexibly, we draw a vision in which all narrative characters respectively hold all dictionaries and the original use and adjustment are performed in the all characters.

Keywords — Narrative Generation System, Conceptual Dictionary, Language Notation Dictionary

1. まえがき

筆者らが開発している物語生成システムでは，物語生成過程は，事象概念表現とその構造化を基本とする物語内容生成とその物語言説化の部分，概念表現・構造を表層表現化する部分とに分かれるが，前者は概念辞書を，後者は言語表記辞書を利用する．これまでにそれらの開発を行い，不完全ではあるが，物語生成システムや応用システムにおいて利用可能な状況になっている[1][2]．これらの物語生成システム中での利用方法については後述するが，これらの辞書は一般的なもので，どのように物語生成独自の使用とつなげるかが現在の課題となっている．

物語生成システムの機構は，上述のものとは別の分類では，形式的機構に関する部分と，知識内容的な部分とに分かれる．そして後者は，より一般的な知識内容に関連するものと，より特殊な知識内容に関連するものとに分かれる．後者の中には，因果関係や継起関係や目標 - 計画関係，挿話やスクリプト等の物語的な意味的関係によって組織化される事象群のその内容そのものが含まれ，その種の知識が物語の内容的側面の豊饒さに最も寄与するものとなるだろう．これに対して，ここで述べる辞書に含まれるような情報は，より一般的なもので，物語生成システム以外の言語処理システムにおいても一般的に利用される．しかし，それをどのように利用するかという側面において，物語生成独自のあり方が考えられる必要がある．

本発表では，物語生成システムにおける概念辞書及び言語表記辞書の開発の現状と，物語生成システムにおけるその標準的な幾つかの利用方法を紹介した上で，物語生成において独自なその使用方式に向けた考察を試みる．

2. 物語生成システムで利用する概念辞書の種類

上述のように現在，概念辞書と言語表記辞書を利用するが，概念辞書にはさらに動詞概念・名詞概念･修飾概念のための 3 種類の辞書が存在する．言語表記辞書については，3.6 節で説明する．

動詞概念辞書は動詞概念を階層的に分類した体系であり，36 個の中間概念に対して終端概念 12174 個が定義されている．各終端概念には一つの文型パターン（その動詞概念を述語とする文型の基本パターンで，動詞を含む「基本文」はこれを用いて作り出す）が定義され，一つ以上の格フレーム（その動詞概念における名詞項の役割である深層格を示す情報）と制約条件（格フレームに格納される名詞概念の次に述べる名詞概念辞書中

での参照範囲）の対 15234 組が関連付けられている．その記述形式と具体例を図 1 に示す．物語生成システムの上述した物語内容及び物語言説の概念表現の基本要素は「事象概念」である．これは上述の，動詞概念及びその格フレームに値が埋め込まれたものに相当する（格には agent，counter-agent，object，location 等が存在する）．

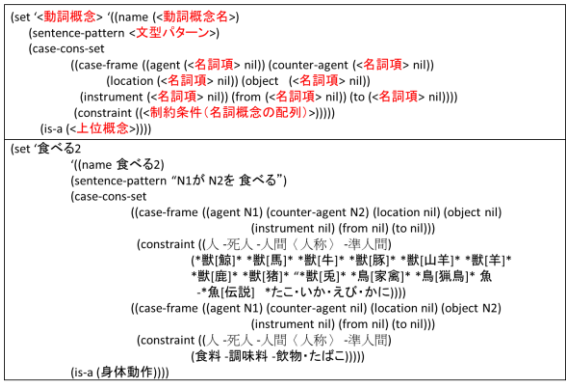


図 1　動詞概念辞書の記述形式と具体例

名詞概念辞書は，物語に登場する人物，物，場所，時間等のインスタンスを構成するための基礎的知識となる名詞概念の階層的体系であり（図 2），各名詞概念にはそれが持つ基本的な属性情報が付与される．すなわち，各名詞概念はそれを定義する他の名詞概念や修飾概念（次に述べる）の集合によって定義され，後者の名詞概念のことを属性情報と呼ぶ．また上述のように，動詞概念辞書における制約条件は名詞概念辞書の階層構造における範囲指定により定義される．

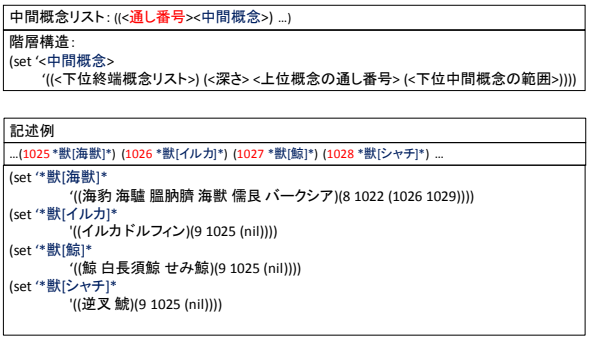


図 2　名詞概念辞書の記述形式と具体例

修飾概念辞書は，動詞概念や名詞概念に対する修飾的な役割を持つ概念（主に形容詞概念と形容動詞概念）を階層的に体系化する．林檎は「赤い」のようなものである．これも名詞概念と並んで，名詞概念の属性情報を構成する情報として利用される．また物語に描写表現を挿入するためにも参照される．

3. 概念辞書及び言語表記辞書の基本的利用方法

まず，概念辞書の主な基本的な利用方法は，①事象記述の背景情報の提供，②制約条件を利用した事象概念中の名詞概念の取得，③制約条件からの意図的な逸脱（異化），④名詞概念の属性情報の構成，⑤文生成機構，⑥描写の生成との結合である．以下，これら及び言語表記辞書の利用方法の具体的記述を行う．

3.1 事象概念の背景情報の提供

最も基本的なもので，事象概念を生成する際，動詞概念体系から動詞概念の情報を呼び出し，次に名詞概念体系から必要な名詞概念を取得することで一つの事象概念を生成する．すなわち，事象概念とは動詞概念とその格情報としての名詞概念が一つに集まったものであり，格には agent, object, location その他を設けている．この事象概念は物語生成システムで生成される物語内容及び物語言説の概念表現における基本的単位である．

具体的には，物語生成システムにおける事象概念は，(event 食べる 2 (agent age%男#1) (object obj%カレー#1))のように記述される（実際は名詞概念がインスタンス化すなわち具体化されている）．事象概念を生成する際，それを構成する動詞概念と名詞概念の情報はそれぞれの概念体系から提供される．この場合，まず「食べる」という事象を生成するために，動詞概念辞書から動詞概念「食べる 2」の情報を取得する（「食べる」にも各種の異なる意味があり，それを"2"のような数字で区別する）．次に動詞概念辞書から得た制約条件に従って，各名詞項に該当する名詞概念を名詞概念辞書から取得することで，一つの事象概念が生成される．図 3 はこの過程を図解したものである．

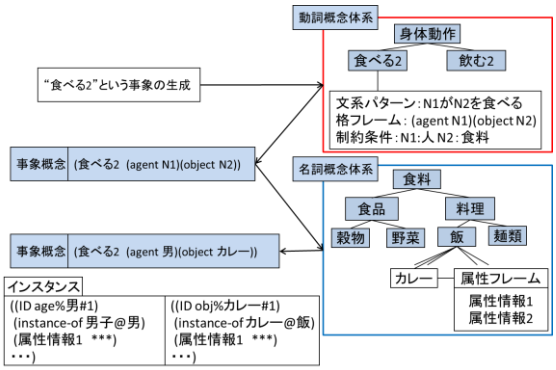


図 3　事象概念の生成

前述のように，実際にはさらにインスタンス化が行われる．インスタンス化は次のような方式で行われる．人物や物，場所の各インスタンスは，各種属性情報を表すスロットの集合として定義される．インスタンスは人物，物，場所の 3 タイプに分けて扱い，それぞれに異なる属性スロット集合を用意する．現時点では，人物は 25，物は 17，場所は 14 種類の属性からなる．現状の名詞インスタンス生成は，一つの終端名詞概念とインスタンスのタイプを入力として指定し，「ID」（個別記号）と，「instance-of」（そのインスタンスの元の名詞概念名）の 2 種類の属性を設定する．ID は，「age%男#1」のように，インスタンスタイプ，名詞概念名，及び同一概念による複数インスタンスを区別する通し番号により表す．現状では，値が設定されるスロットは上記の二つのみであり，それ以外は実質設定されない．ある名詞概念のインスタンスに対する一般的な属性情報は，3.4 節で述べる名詞属性フレームが提供する予定である．その他，人物の「名前」のような個別的属性を定義する機能も別途必要である．

3.2 制約条件を利用した事象概念中の名詞概念の取得

上の過程で，事象概念における名詞概念を取得する際，動詞概念における各名詞項に定義された制約条件を参照する．制約条件は名詞概念辞書における中間概念名によって定義され，その中間概念に含まれる名詞の終端概念が取得される．例えば図 4 に示すように，「食べる 2」の格 object の制約条件は「食料」であり，中間概念「食料」の下位概念に相当する名詞概念が参照されそのうち一つが取得される．参照範囲の記述において一定範囲の除外（例えば「調味料」を除外する場合には「－調味料」と記す）が行われている場合もある．多数存在する終端概念のうち何れを選択するかは，異なるレベルにおける意味的処理の問題に相当する．制約条件をあまりに詳細に定義することは不可能なので，その他の方法でこの常識的知識を処理する必要が出て来る．

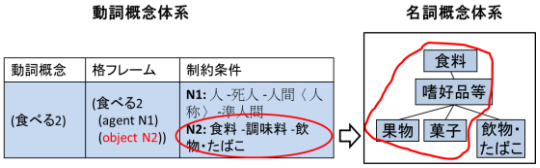


図 4　制約条件の設定

3.3 制約条件からの意図的な逸脱（異化）

制約条件で設定された名詞概念の参照範囲は現在，行為を伴う動詞概念の場合「物理的に可能な事象」を基準に設定されているが（これも広過ぎて物理的には可能かも知れないが常識的には違和感のある概念が可能になる場合も出て来る），この参照範囲をさらに意図的に逸脱することによって，いわば異化的な事象の生成を行うことも可能である．

これはもともと物語生成システムの一つの応用として開発して来た広告シナリオ生成のための一修辞技法として提案したものである．テレビコマーシャルの構造分析の結果その面白さを作り出す基本が異化であることを発見した研究に由来する[3][4]．異化とはもともとシクロフスキやブレヒトが述べた文学・芸術的概念であり，見慣れたものを見慣れないものとして表現することであり，人に認識上のギャップに基づくショックを与えることを目的とする．その初歩的な試みとして,テレビコマーシャル分析の結果に沿って，一つの事象概念を対象として，それが含む行為や人物，物や場所の値を上述の制約条件の範囲から意図的に逸脱させる技法としてシステム化した．

具体的には，事象は一つの動詞概念と，格に挿入された人物，物，場所，時間からなるが（図 5），異化の技法は，その何れかの格の制約条件を異なる範囲に変化させ，その範囲内から選択した新たな名詞概念のインスタンスに置き換える（図 5）．なお，小野・張・小方[5]は 9 種類の異化の修辞技法を分類したが，ここで述べる制約条件を利用した方法はその中の 5 種類であり，大まかに人物の異化，物の異化，場所の異化に分けられる．制約条件の操作方法として次の 4 種類のものを想定した—①上下：制約条件に含まれる中間概念をより上位もしくは下位の中間概念に変更する，②左右：制約条件に含まれる中間概念と同じ深さの別の中間概念に変更する，③反転：名詞概念辞書全体から元の制約条件を除いたものに変更する，④交換：任意の動詞概念一つの任意の格の制約条件と入れ替える．図 6 の事象概念に対して異化の技法を適用した出力例は次のようになる—「*学生が昼都立高校で冷凍食品を出版する*」，「*殿様蛙が昼都立高校で冷凍食品を食べる*」，「*学生が昼都立高校で冷凍食品(外見つづら)を食べる*」，「*学生が昼大宇宙で冷凍食品を食べる*」．

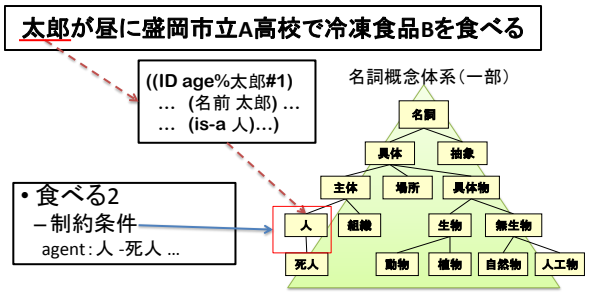


図 5　単一事象と概念辞書の関係

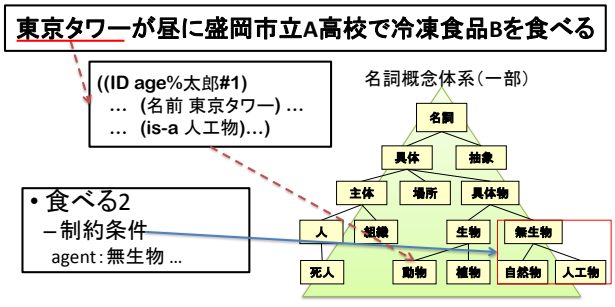


図 6　異化を適用した事象の例

3.4 名詞概念の属性フレームとその利用方法

各名詞概念には，その名詞概念が保有する属性情報（名詞概念やその他の定数）が属性フレームとして記述されている．属性フレームは中間概念に記されており，下位概念は上位概念が持つ属性情報を継承している．例えば，「少年」という名詞概念は「子供」・「男」といった属性情報を持つ事で，その他の名詞概念から成る属性フレームにおいてその実質を持つ．この名詞概念の属性フレームを用いることにより，3.1 節で述べたインスタンス化の際に，名詞概念から得られる基本的な情報を取得することが可能となる．

3.5 文生成機構との結合

概念辞書は文生成機構と結合する．すなわち，動詞概念辞書に記された文型パターンを用いることで，事象概念を基本文に変換することが出来る．文としてのバリエーションは，この基本文に対する種々の操作（語順変換，語尾変化，省略，代名詞化等々）によって実現される．なお文において，概念の記述は，後述の言語表記辞書を用いて表層的な単語レベルに変換される．

動詞概念辞書の個々の終端動詞概念に定義された文型パターンは，事象概念を，それを表す基本的な単文の形式（基本文）に変換する際に利用される．例えば，“(食べる 2 (agent age%男#1) (object obj#1 カレー#1))”（省略有り）という事象概念を基本文にする場合，「食べる 2」に対応する文型パターン「N1 が N2 を 食べる」を動詞概念辞書から取得し，各名詞項（N1 及び N2）に対応する格の値を事象概念から取得し，その文型パターンに当てはめることで，「男がカレーを食べる」という単文の基本文形式に変換する．なお，実際の文生成処理では，基本文は文節で区切られた，リスト形式による内部表現として表され，それに対する各種変形処理を経て単文の文字列が出力される．その際，事象概念における個々のインスタンス記号（age%男#1 等）は，次に述べる言語辞書表記を用いて具体的な単語に変換される．

3.6 言語表記辞書の利用方法

言語表記辞書は，動詞及び名詞の各概念辞書に登録された各終端概念名に対応する日本語表記を，漢字，ひらがな，カタカナ，ローマ字の 4 種類の文字種により定義する（図 7）．同様に 40 種類の助詞に対する辞書も用意されている．システムは，この辞書を参照して文表現上で各インスタンスを具体的に表記する単語を決定する．標準的な記述は漢字表記がある場合はそれ，無い場合はひらがなを選択することで得られるが，すべての語をカタカナ表記にする等，敢えて特殊な表記にすることも出来る．

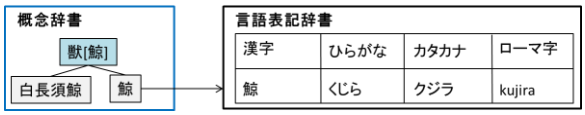


図 7　概念辞書と連結した言語表記辞書

実用的な文章の場合（例えば学会の論文等の場合），文字表記には標準的なものが想定されており，強制的に原稿を修正されてしまうようなことも多々あるが，小説や詩を初めとする文学の場合文字表記は作家や詩人の個性発揚の最大の場面の一つであると言える．特にこれは日本語においては大きな特徴となっている．日本語の最大の特質の一つは恐らく文字表記の無秩序的とも言える程の多様性であり，例えば同じ読みの言葉を漢字仮名交じり文と書くのとカタカナだけで書くのでは印象も読みの難易も大きく異なる（啄木のローマ字日記は敢えてローマ字であることによって迫力を得ている）．また，文章の意味的な差異に応じて表記を意識的に変えることもしばしば行われる（英語等ではイタリックに変えるべきところを，日本語では例えば平仮名・漢字からカタカナに変える等全く異なる構造を持つ文字への変換が可能である）．谷崎潤一郎の「春琴抄」と三島由紀夫の「暁の寺」の大きな違いはと問われた時内容について考えればナンセンスな質問に違いないが，文字表記から受け止められる印象であるとの答は必ずしも無意味なものではないだろう．無論もっと日常的には,子供に読ませる文の文字表記は大人用のそれと大きく異なる．このように，この部分は実は物語生成システムにとっても非常に重要な部分であり，また未だ殆ど試みられていない研究の宝庫であるとも言える．

3.7 修飾概念の描写への利用

修飾概念辞書は形容詞概念辞書と形容動詞概念辞書の二つで構成されている．これらの辞書は中間概念数がともに 36 である．これは動詞の体系と同一の構成となっているが，当然終端概念の内容が異なる．終端概念の記述は動詞概念と同じ形式であり，その深層格は制約条件をもとに手作業で定義した．また，形容詞，形容動詞の制約条件は形容の対象となる概念の名詞概念辞書内での範囲を表す．最終的に形容詞 739 個，形容動詞 1372 個を定義した．図 8 にそれぞれの全体構成を，図 9 に形容詞概念辞書の記述例を示す．

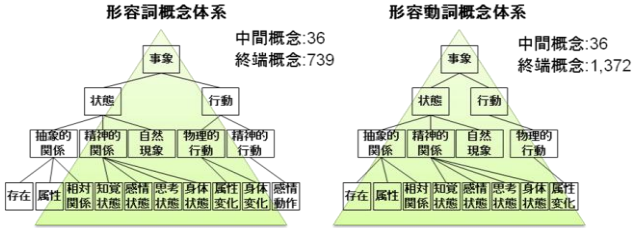


図 8　形容詞・形容動詞概念辞書の構成

```
(set "あくどい1"((name あくどい1)(sentence-pattern "N1が あくどい")
                 (case-cons-set ((case-frame ((agent N1)(counter-agent nil)(location nil)(object nil)(instrument nil)(from nil)(to nil)))(constraint ((主体))))
                                ((case-frame ((agent nil)(counter-agent N1)(location nil)(object nil)(instrument nil)(from nil)(to nil)))(constraint ((主体))))
                                ((case-frame ((agent nil)(counter-agent nil)(location nil)(object N1)(instrument nil)(from nil)(to nil)))(constraint ((主体))))
                 )
                 (is-a (d属性))))
```

図 9　形容詞概念辞書の記述例

描写生成機構は物語中に現れる人物，物，風景（場所）等の外面情報，人物の内面情報等を表現するための機構であり，描写表現（さらに説明の表現）は，これまでに主に述べて来た動詞を中心とした事象概念とは異なる，もう一つのレベルの物語における基本単位を成す．動詞に基づく事象概念が物語の時間的進行を司るものとすれば，描写及び説明は時間を停止させて挿入されるものである．Genette に従えば，これらは物語のテンポを

遅滞させる．例えば，風景描写の間，物語は時間的に停止している（但し，登場人物が行動しながら(例えば歩きながら)行われる風景描写の場合，動詞に基づく事象概念と融合されていることで，物語の時間は進行する．大岡昇平の「野火」や「武蔵野夫人」にその大規模な例が見られる)．

ここでは登場人物の外見情報に限って説明する．事象概念に出て来た人物に対して，その全身，上半身，下半身等特定の部位に対して，修飾概念辞書内の形容詞や形容動詞を用いて記述した表現を描写とする．例えば，「花子は学校へ行く．」に対して，「太郎は背が高い．太郎は可愛い」というのが描写表現である．これに対して，「花子は小学三年生である．花子は女の子である．」といったものは説明に相当する．なお，「花子は痩せている」のように動詞概念もまた描写表現のために使用される．

修飾概念辞書を用いた人物の簡易な描写の概念表現生成機構を開発した．これは物語言説生成の技法のひとつ「休止法」における一関数として機能する．休止法は，入力として一つの事象概念を受け，そこに含まれる人物の描写概念を生成してそれを物語言説内に挿入する．この中で，描写の生成機構は対象人物のインスタンス ID を受けて描写の概念表現を生成する．なお，前提として描写対象となる人物インスタンスの外見情報が予め用意されている必要がある．外見情報には，人物の全身から顔や目等の細部に至る一種の part-of 関係の階層構造を定義し，その各部位に対して形容詞または形容動詞を付与する．現状これは手作業で行う．

図 10 に描写概念の生成手順を示す．まず，入力の人物インスタンスに対して定義された外見情報から，その任意の部位に付与された形容詞または形容動詞を一つ取得する．次に，取得した形容詞または形容動詞の概念情報を修飾概念辞書から取得する．最後に，取得した概念情報の格フレームに入力人物の ID と対象部位名を設定して，図 11 に示すような概念表現を生成する．

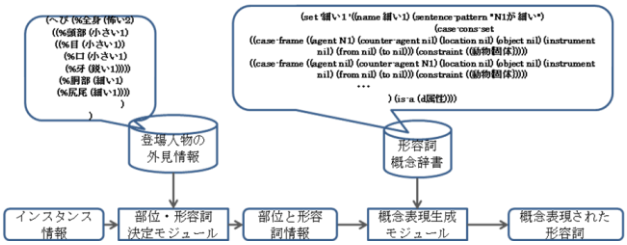


図 10　描写の概念表現の生成手順

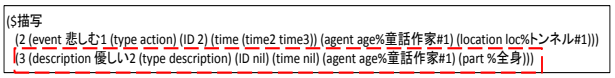


図 11　描写の概念表現

出来上がった描写の概念表現からの文生成では，形容詞または形容動詞に結び付けて記述した文型パターンを用いて基本文を作成し，特定の言語表記によって記述する．従って，形容詞や形容動詞の言語表記辞書も用意されている．基本文としては，「(童話作家は悲しむ.) 童話作家は優しい.」の他に，事象概念に出現する対象全体を直接形容する場合，「優しい童話作家は悲しむ.」のように事象概念を修飾する形態も用意している．

4. より発展した利用方法に関する概念的検討

これらの基本的機構を超えて，物語生成独自の辞書の利用を考えると，例えば，修辞的な文字表記，制約条件の柔軟な調節，語り手に応じた使用範囲の変化，語り手を含めた登場人物に応じた体系構造の可変性や変容，のようなものを思い付く．そしてこれらは結局，語り手／登場人物に対応した調節と変容の仕組みという風に要約することが出来る．すなわち，ある物語の語り手や物語の中に登場する人物に柔軟に対応して，概念辞書や言語辞書の使用のみならず構造自体も変容するというモデルに接続される．その条件は，物語生成システムにおける辞書が単一のものとしてではなく，複数のものとして構成されていることである．物語生成のエージェントを単一のものとしてではなく複数のものとして捉えるというモデル自体は，バフチンがドストエフスキイを素材に主張した多声性の文学モデルと関連するが，筆者らもまた，これを手掛かりに物語生成システムを多声的に拡張する方向性について検討して来た[6]．さらに，

物語は語り手を含めたすべての登場人物どうしの相互認識を通じて構成されるとするモデルも提唱した[7]．この場合，辞書は各々の登場人物や語り手に分有されることになるが，具体的処理としては一つの標準辞書の変異によって各々の登場人物における辞書が構成されるようにすることが考えられる．概念体系は実体としては各登場人物がそれぞれ保有すると考えられるが，技術的には，標準的な基盤辞書を一つ用意し，変異の部分のみ各登場人物の内部に持たせるように工夫することが必要になる．さらにこれは単に技術的な問題であるだけでなく，より理論的な検討が可能な話題かも知れない．すなわち，人間は日常生活において基本的には致命的なトラブルなしに生活しているが，それは各人が持つ共通の常識的知識のようなものがコミュニケーションの基盤を成しているからだと考えられる．実体としてはそれらの知識は各人の脳の中に格納されているのであるが，知識のその種の部分をより社会化・共通化されたものと捉えることが出来，比喩的に社会的・共通的に保有される知識と見做すことが出来る．共同幻想のような言葉を使っても良いかも知れない．しかし同時に，共同幻想に対する個人幻想のような部分，すなわち，個々人において共有されない個体独自の知識乃至知識体系も存在し，その部分は社会的・共通的な場ではなく，個々人の中に特殊に保有される．従ってこの問題を考えることは，技術的な機構と人間の認知的な機構とを重ね合わせて考えることでもあると言える．

5. むすび

まず物語生成システムにおける概念辞書及び言語表記辞書の現状を紹介した．これらは，特に概念辞書は他の自然言語処理でも利用されるような一般的な機構であるが，ここではその物語生成独自の利用方法について紹介した. その上でさらに，より柔軟に辞書を利用するために，辞書が各登場人物において分有され，各々その独自な調節や利用が行われるという将来展望を描いた．同時に技術的に共通部分は標準的な基盤システムとして保持し，異なる部分のみ各人に保有させるという方向性について考えた．しかしこれは技術的な問題であるばかりではなく，常識的乃至共同幻想的知識が社会的に保持され，個人幻想的知識を個々人が分有するという認知科学的問題にも接続されることを考察した．

参考文献

[1] Oishi Kensuke and Ogata Takashi (2012). The Development of Conceptual Dictionary for Narrative Generation System, Proc. of 4th IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, pp.168-170.

[2] 栗澤康成・大石顕祐・小方孝 (2012). 名詞／動詞概念辞書の開発と物語生成システムにおける利用, 人工知能学会全国大会（第 26 回）論文集, 1N1-OS-1a-4.

[3] 小方孝・金井明人 (2010a). ストーリーと商品＝ブランド―生成に向けた広告の物語の分析―, 小方孝・金井明人（著）, 物語論の情報学序説―物語生成の思想と技術を巡って―, 学文社, pp.42-115.

[4] 小方孝・金井明人 (2010b). 物語生成としての広告生成のために―断片的考察―, 小方孝・金井明人（著）, 物語論の情報学序説―物語生成の思想と技術を巡って―, 学文社, pp.384-447.

[5] 小野淳平・張一可・小方孝(2012). 概念体系の制約を利用した事象に対する異化の修辞とシナリオ生成, 2012 年度人工知能学会全国大会（第 26 回）論文集, 1N1-OS-1a-1.

[6] 小方孝・矢澤清明 (1999). 物語の構造と人工社会シミュレーションについて, 経営情報学会 1999 年春期全国研究発表大会予稿集, pp.311-314.

[7] 及川春香・小方孝 (2010). 登場人物の認知情報を持った物語内容機構実現に向けて―小説の分析とシステムの提案―, 日本認知科学会文学と認知・コンピュータⅡ研究分科会（LCCⅡ）第 22 回定例研究会予稿集, 22W-02.

法律の条文理解におけるアブダクションに関する一考察
Abduction during understanding legal statutes

櫻井 成一朗†
Seiichiro Sakurai

†明治学院大学　法学部
Meiji Gakuin University Faculty of Law
sakurai@law.meijigakuin.ac.jp

Abstract

This article presents abduction during understanding legal statutes. In order to understand legal statutes, law students must extract a legal rule which consists of a legal effect and legal requirements. Because of the deficit of some definition or condition, the law students must complete the deficit by abduction.

Keywords — Abduction**, Legal Reasoning, Legal Statute**

1. はじめに

法を学ぶ際には，体系的な知識として法を習得できるように，法体系を記した教科書や法律基本書を通じて学ばれることが多く，法学部や法科大学院も例外ではない．その反面，法学部の卒業生であっても，体系書に依存するあまり実際の条文を読んだ経験があまりないものも少なくない．著者ら[4]は法科大学院において，体系書に依らずに，条文のみを用いて条文を理解する授業を実践してきた．法律の条文は，要件・効果関係を記述したものが多く，要件・効果関係をルールとして記述させることによって法の理解の仕方を学ばせようとしてきたのである. 条文のルール化に際しては，論理型プログラミング言語 Prolog を用いて, 動作確認を行いながら，法科大学院生にルール化を行わせたところ，国際物品売買契約に関する国際連合条約(CISG)の第二部の大部分について，半年の授業で動作可能なルール群を作成することができた．この授業では，個々の条文ルールが単独で意味を持つのではなく，複数の条文ルールが関連することによって法体系が成り立っていることを実践的に理解できるので，法の意味の理解の仕方を学ぶ上でも有益であると考えられる．しかしながら，条文と条文の関連を考えることは法学部を卒業した法科大学院生であってもそれほど容易ではない．なぜならば，条文中に明示的には記述されていない関係を考えなければ，条文と条文を関連付けられず，条文と条文の関係を仮説的に考慮するということは，その思考過程がアブダクションに他ならないからである．アブダクションは，計算論的に効率的には計算不可能なことが知られており，それは人間も例外ではないのである．

法律学習者の学習目標は，条文の中に現れる法律関係や法律行為を抽出するとともに，抽出した法律関係や法律行為を結び付けることによって法的知識を構造化することである．法的知識の構造化を困難にする最大の理由は，コンピュータのための人工言語によるプログラムと異なり，法的概念間の関係が明示的に記述されない事が多い事である. コンピュータのためのプログラムであれば、トップダウンプログラミングにおいても，ボトムアッププログラミングにおいても，定義が完結することはプログラムが正常に動作するための必須条件として要求されるのに対して，法律の場合には，法的概念の定義でさえ，解釈者に委ねられることが少なくないのである．日々刻々と変化する社会の変容に追従できるためには、特定の状況に強く依存して立法するのは, 解釈の多様性を失い, 社会変化に対応できなくなる．それゆえ，条文中に記された要件を抽出し，その効果を同定しただけでは, 条文のルール化は完成しない. たとえば，トップゴールとなることが少ない法律効果をヘッドに持つルールの存在意義は，当該法律効果が他の法律効果の要件となることであり，現実にそのルールがどのルールの子ルールとして機能するのかを同定することが条文のルール化における課題

の一つとなる．ある法的概念がどの法的概念の要件として考えるのが尤もらしいのかは，解釈者に委ねられるために，初学者にとっては条文の理解を困難になるのである．

本論文で対象とするのは，法律初学者の学習過程であるが，高橋[1]が指摘するように，法律家は日常的にアブダクションを行っている．法律を学ぼうとしている初学者にとっても，法的三段論法と呼ばれる演繹推論が重要なことはもちろんであるが，アブダクションにより仮説的な結論を導いた後に，法的結論に対する演繹的な正当化を行う能力が求められるのであるから，アブダクションは法律を学ぶものにとっては重要な思考方法であると言える．本論文では，法的思考においてはアブダクションが重要な役割を果たすという立場で，法律専門家だけではなく，法律初学者においてもアブダクションが法的思考において重要な位置を占めていることについて考察する．その考察に基づき，法律の初学者の学習を支援するための方法について提案する．

2. 法解釈におけるアブダクション

法律の専門家による条文の解釈に関する推論はアブダクションとして説明することができる．たとえば，高橋[1]が指摘するように，刑法解釈のアブダクションとして暴行罪と傷害罪を考える．日本の刑法では，被害の程度に応じて暴行罪か傷害罪かの判断が分かれる．刑法２０４条では，傷害罪が「人の身体を傷害した者は，１５年以下の懲役または２０万円以下の罰金に処する」と規定され，刑法２０８条では，暴行罪が「暴行を加えた者が人を傷害するに至らなかったときは，２年以下の懲役若しくは３０万円以下の罰金又は拘留若しくは科料に処する」と規定されている．この二つの条文を読めば，素人であっても傷害に至れば，傷害罪となり，傷害に至らなければ，暴行罪となると解釈できる．被害者の被害程度に応じて，処罰内容も軽減されるので，合理的な条文のようにも思える．しかしながら，現実には「傷害」に関して刑法では明文の規定がないので，明らかな傷害でない場合には，刑法２０４条を適用するのか，刑法２０８条を適用するのかは法曹の判断に委ねられることになる．もちろん法曹の恣意的判断により法的結論が導かれるわけではなく，どちらの条文を適用すべきかの推論においては，学説や判例が参照され，もっとも適切な判断が選択されることになるのであろう．学説では，「生理機能障害説」と「身体完全性侵害説」が対立している[2][3]ので，どちらの説を採用するかにより，被害者の状態に応じて法的結論が異なることになる．

この推論をより深く検討するために，プログラミング言語 Prolog のルールとして条文を形式化すれば，図１に示す条文知識Σとして表すことができる．たとえば，最初のルールは「暴行行為を行い，かつ，傷害に至らなければ，暴行罪とする」と読むことができる．図１の":-"は「ならば」記号であり，","は「かつ」を表す．

```
暴行罪(X) :- 暴行行為(X), 非傷害(X).
傷害罪(X) :- 暴行行為(X), 傷害(X).
傷害(X) :- 身体完全性侵害(X).
非傷害(X) :- 生理機能障害(X).
```

図１　刑法の条文知識Σ

Prologプログラムとして見れば，図１の知識だけでは事実が与えられていないので，何ら結論は得られない．これをアブダクションとして推論すれば，ある行為 a（たとえば，頭髪切断行為）による被害が「身体完全性侵害(a)」という仮説を採用するか，「生理機能障害(a)」という仮説を採用するかによって法的結論が異なる．すなわち，仮説集合 H＝{身体完全性侵害(a), 生理機能障害(a)}とおけば，アブダクションにより図２の二つの解が得られることになる．図２の説明とは，アブダクションによる説明であり，ゴールの証明に真と仮定する述語集合である．言い換えれば，アブダクションでは，条件付き結論が導かれることになる．

解１：暴行罪(a)　説明：{生理機能障害(a)}
解２：傷害罪(a)　説明：{身体完全性侵害(a)}

図２　アブダクションによる解

上記のアブダクションでは，法的推論を単純化しているので，学説を選択しただけで，結論が導かれる結果となってしまう．しかしながら，実際には単に学説を選択して法的結論が導かれるのではなく，学説選択のための議論を経て学説が選択されることには注意が必要である．判決文の文言上は十分な理由が付されてなかったとしても，少なくとも単なる学説の選好のみで法的結論が導かれるわけではない．判決が確定する迄には，多くの判決の積み重ねが経られ，様々な議論を経た結果として判決が確定していくのである．いずれにせよ法の適用が一意に確定しているような典型的な事案でなければ，単純な法適用が行われることは少なく，法解釈においては様々な事案に対してアブダクションによる推論が行われていると思われる．

3. CISG 条文解釈におけるアブダクション

高橋[1]によれば，得られた法的結論の正当化が重要であり，条文を**保証**（トゥールミンの言うwarrant）として，事実から結論を導くだけでなく，保証に対する**裏付け**（トゥールミンの言うbacking）を与えることが必要となる．そして，裏付けの発見には，前述のようなアブダクションが行われることがあると言うのである．しかしながら，法律の初学者の場合には，前述のアブダクションで法的結論を得るということはあまり多くはない。むしろ，傷害の類型を記憶し，演繹的な推論により結論を得ようとするのである．すなわち，傷害の類型知識として，たとえば，{身体完全性侵害(a), 身体完全性侵害(b),生理機能障害(c), ...}を図１のΣに追加してしまうのである．そうすれば，アブダクションのように正当化されない推論に依らずに，演繹推論の結果として法的結論を得ることができるからである．

それでは，法律の初学者の場合には，アブダクションが用いられることはないのであろうか．法律を学ぶものには，論理的思考ができる事が求められるわけであるから，演繹的思考ができるのはもちろんであるが，演繹的推論だけでは解決可能な範囲も限られてしまう．初学者によってアブダクションが行われる状況の一つが，一つの条項が単独で意味を持つのではなく，複数の条文が関連して意味を持つような条文の解釈場面である．このような条文の理解過程を，明治学院大学名誉教授吉野一は,法の体系化と呼んでいる.たとえば,図１に示した刑法２０４条と２０８条の場合も，条文単独で意味を理解したのでは不十分な場合であり，２０４条と２０８条の両方の意味を考えながら,「傷害」を解釈しなければならないのである．それゆえ，傷害についての事前授業なしに２０４条と２０８条を解釈させた場合には，初学者であっても図２に示したようなアブダクションが行われる可能性も考えられる．図１のΣにおいては，２０４条と２０８条が同時に適用されることがないように，傷害の定義がなされることを前提にして知識が記述されているが，傷害をどのように定義するかあるいは解釈するかということが実際には重要なのである．

筆者らは法創造教育の観点から，事前授業なしで CISG 条文を理解するという授業[4][5]を法科大学院の授業で実践してきた．CISG は，大陸法国でも英米法国であっても利用できるように配慮して作成された国連条約である．CISG の第二部は契約の成立にかかわる条文がまとめられている．第二部全体で１１条から成っているので，第二部全体を理解する際には条文数が決して多くはない．第二部の条文の多くは意思表示の効力を規定しているので，条文理解においては意思表示の効力に基づいて知識を整理していくことになる．実際，条文の予備知識なしでも法科大学院生（以下では院生）は図３に示すような初期知識ベースを構築することができる．

```
成立(契約(A,B), T)  :-  効力発生(承諾(B,A,申込), T).
効力発生(承諾(B,A,申込), T) :- 到達(同意(B,A,申込),T).
効力発生(申込(A,B,売買), T) :- 到達(申込(A,B,売買),T).
```

図３　初期知識ベース

図３に示した初期知識ベースは条文にほぼ忠実に定式化したものであるので，Prologのルールの書き方を事前に教えるだけで，ほとんどの院生は容易に図３と等価な知識ベースを作成できる．しかしながら，図３の初期知識ベースに示された条文理解はまだ不十分であり，現実問題に対応できない場合がある．すなわち，図４に示す，CISG の第二部に関する知識を整理する際のポイントが考慮されていないからである．

1. 「契約成立」の要件は何か
2. 「取りやめ」の効果は何か
3. 「撤回」の効果は何か

図４　CISG の第二部のポイント

図４に示したポイントについて事前授業で講義してしまえば，条文を直接理解するのは比較的容易であろう．たとえば，意思表示の効力についての知識を有する法律家であれば，すぐに各事象の時系列に沿って意思表示の効力については理解出来てしまう．しかしながら，院生のように意思表示の効力に関する事前知識が十分でない場合には，事前知識なしにこれらのポイントについて独力で理解するのはそれほど容易ではない．図４のどのポイントも複数の条文の関連付けを考慮しなければならないからである．院生に対しては，解決のためのヒントとして具体的事例を与え，具体的事例においてどのような法的結論が妥当であるかということを考えさせれば，図４のポイントに関してほぼ独力で受講者全員が条文の理解に到達できていた．

院生の条文理解過程について更に詳しく考察しよう．初期知識ベースを「申込みの取りやめ」に適用しようとすると，その時点でつまずくことになる．申込みの取りやめとは，申込みの効力が生ずる以前に申込みをなかったものにすることである．したがって，申込みの効力が生ずる以前に，申込みの取りやめの意思表示が相手方に到達すれば，申込みは取りやめることができる．その結果として，「取りやめ」の効果は申込みの効力発生を妨げることであることになる．効力発生の妨げは，Prolog の失敗による否定により形式化できるので，失敗による否定の考え方を教授しておけば，「取りやめの効果」についてはルールとして組み込むことができる．しかしながら，「取りやめの効果」によって「申込みの効力が発生しなかった」という事実を，知識ベースの中に取り込めない院生が多かったのである．すなわち，「申込みの効力が発生しない」ことによって，何が生じるのかということが想像出来ない院生が多かったのである．これに対しては，「申込みの効力が発生しない」ことによって何がもたらされるのかということを発見するために，部分的に完成した知識ベースを用いて，推論実験を繰り返させる．その結果，何が不都合なのかが判明し，申込みの効力が発生しないにもかかわらず，「契約成立」が証明できてしまうことに不自然さを感じることになる．言い換えれば，申込みの効力が生じない場合でも契約が成立してしまうという事実に気付くのである．この事実に気付くと，申込みの効力をどのルールの要件として関連付けるかによって，図５に示すように，院生の作成する知識ベースは大きく二つに分かれることになる．一つは申込みの効力を承諾と関連付けるものであり，もう一つは申込みの効力を契約成立と関連付けるものである．この二つの知識ベースは，機能的に見れば，等価であり，特段の優劣が存在するわけではない．

(a) 承諾と関連付けた知識ベース

```
成立(契約(A,B), T)  :-
    効力発生(承諾(B,A,申込), T).
効力発生(承諾(B,A,申込), T) :-
    効力発生(申込(A,B,売買), _) ,
    到達(同意(B,A,申込),T).
効力発生(申込(A,B,売買), T) :-
    到達(申込(A,B,売買),T).
```

(b) 契約成立と関連付けた知識ベース

```
成立(契約(A,B), T)  :-
    効力発生(申込(A,B,売買), _) ,
    効力発生(承諾(B,A,申込), T).
効力発生(承諾(B,A,申込), T) :-
    到達(同意(B,A,申込),T).
効力発生(申込(A,B,売買), T) :-
    到達(申込(A,B,売買),T).
```

図５　分化する知識ベース

院生が作成する知識ベースが分かれるのは，図６に示すような，院生によって条文に対する解釈が行われたからであると考えられる．図６中の括弧書きの部分が院生によって解釈として補われた部分であり，元々の条文を限定的に解釈したものと言える．

第一八条二項　（有効な）申込みに対する承諾は、同意の表示が申込者に到達した時にその効力を生ずる。
第二三条　契約は、（有効な）申込みに対する承諾がこの条約に基づいて効力を生ずる時に成立する。

図６　解釈された条文

院生の行った条文解釈は，２節で示した法解釈におけるアブダクションとは異なっている．法解釈におけるアブダクションでは，トゥールミン図式[7]において，事実から法的結論を導きだす際に，条文を保証とすれば，保証の裏付けを発見するアブダクションであった．それゆえ，論理プログラムにおけるアブダクションに容易に翻訳できた．

一方，院生の行った条文解釈は，図５に示したように，ルールの要件を追加するというプログラムの修正を含んでいる．もちろん，解釈候補となるルール群を予め用意しておけば，論理プログラムにおけるアブダクションに翻訳はできるが，院生の思考を説明するには不十分である．次節では，院生の行った条文解釈についてさらに考察する．

4. 仮説としての知識ベース

院生の思考をモデル化するために，トゥールミンの議論図式の当てはめを考えよう．トゥールミンの議論図式は，元々一般の議論をモデル化するために考案されたものである．議論によって自らの結論を正当化しようという態度を院生自身が身に付けていれば，トゥールミンの議論図式が当てはまるはずである．院生の条文解釈においては，トゥールミンの言う data（法解釈の場合，事実）と claim（法解釈の場合，法的結論）は何が適当であろうか．院生の条文解釈といえども，条文解釈と同様に，data としては具体的事実を，claim としては法的結論をとらえるのが自然であろう．すると，具体的事実から法的結論を導くための保証を仮説としてアブダクションしていることになる．法律家の条文解釈であれば，条文の解釈が定まっており，条文を保証として用いることができた．院生のように条文解釈が定まっていなければ，解釈条文自体が院生によって異なることになる．すなわち，院生の条文解釈においては，保証としての知識ベースを仮説としてアブダクションしていると考えることができる．保証の裏付けとなるのが，推論実験ということになる．この対応付けを表１に示す．

表１　トゥールミン図式の対応付け

トゥールミン図式	法律家の条文解釈	院生の解釈
data	事実	事実
claim	法的結論	法的結論
warrant	条文（法規範）	知識ベース
backing	解釈根拠	推論実験

表１の対応付けに従えば，院生の条文解釈においては，背景知識の不足から，推論実験の試行錯誤によって裏付けを得ようとしていることになる．また，このような思考方法は，法律家の思考方法である IRAC[7]にも通じるものである．院生や法学の初学者であっても，保証や裏付けを示すことによって，自らの主張を正当化するという態度は法を学ぶものとして重要である．既知のひな形を当てはめるだけの単なる形式的な正当化ではなく，議論によって自らの主張を正当化できるようにならなければならないのである．

5. 条文解釈・理解の支援に向けて

院生の条文解釈過程は，議論過程として見ることができる．院生の場合には，論述のための十分な事前知識を有しないために，推論実験をすることを通じて，仮説間の優劣を評価することになる．それは仮説である知識ベース毎に，事例を切り替えて，何が推論できて，何が推論できないのかということを比較し，自らの考え方と最も整合する仮説を選択するのである．これは結局，仮説間の優劣を，仮説の論理プログラムとしての意味すなわちモデル（演繹可能な事実集合）により評価していることに他ならない．この事実から示唆されることは，条文解釈・理解を支援するためには，仮説である知識ベースのモデルを容易に比較できるようにすることが望まれることになる．だからといって，知識ベースのモデル全体を提示する必要はなく，いくつかの述語に関して知識ベース毎の違いがわかれば十分である．したがって，望まれる条文解釈・支援システムでは，(1)事例集合，(2)仮説集合（知識ベースの候補），(3)ゴール集合を入力として，各事例のゴール推論結果が仮説集合毎にどのように異なるのかということを示せれば良い．現在，この考え方に基づいた条文解釈・支援システムを作成中である．但し，これは仮説生成に成功していることが前提であり，仮説生成自身の支援についてはさらに検討する必要があるので，仮説生成の支援については今後検討したい．

6. おわりに

本論文では，筆者らが法科大学院の授業を通じて得られた知見を基にして，院生の条文解釈におけるアブダクションについて考察した．トゥールミンの議論図式にあてはめれば，院生の条文解釈は保証，院生の条文理解としての知識ベースのアブダクションであると見ることができる．提案した条文解釈支援システムについては未評価であるので，今後の課題としたい．

謝辞

本研究は，科研費（24650568）によっている．

参考文献

[1] 高橋，(2011) “法的議論における発見の論理・序説–法解釈論争が残した知的遺産の継承と発展に向けて–”，明治学院大学　法学研究，第 91 号, pp. 1-44.

[2] 萩原，(1977) “傷害の意義――胸部打撲痛と身体傷害――”，ジュリスト増刊（刑法の判例〔第二版〕），pp. 223-228.

[3] 夏目，(1984) “傷害の意義”，別冊ジュリスト 83　刑法判例百選Ⅱ各論［第二版］，pp. 14-15.

[4] Yoshino and Sakurai, (2005) “A knowledge-based Systems Approach to Educating Creative Legal Minds”, Proceedings of ICAIL-05 Workshop Artificial Intelligence and Legal Education, pp. 1-8.

[5] 櫻井，(2007) “Web を利用したリーガルマインド教育”，法とコンピュータ，No. 25, pp. 11-18.

[7] 加賀山，(2012) “法教育の必要性とその実現方法–トゥールミン図式の特殊化（法的議論のモデル図式）とその応用–”，明治学院大学法科大学院ローレビュー，第 16 号, pp. 3-36.

共変情報の処理におけるワーキングメモリ負荷の影響
Working memory and contingency information

服部 郁子
Ikuko HATTORI

立命館大学
Ritsumeikan University
iht23083@pl.ritsumei.ac.jp

Abstract

This study investigated the effects of working memory (WM), sample size and stimuli type that causal strength and reliability of the target contingency on causal judgment. Participants were allocated to either WM load condition or control condition. The WM group was asked to tap on a table at a steady pace while observing the stimuli (dual tapping task). In the UE stimuli, two fictious candidate ballball players were different in causal strength but the same in reliability. In the UUu stimuli, they were different in both indices in the opposite directions. Stimuli type and sample size affected participants' judgments significantly. There were significant differences by WM load between the beginners who had no experience of learning keyboard instruments and the controls and between the beginners and the experts. This result suggests that the explicit thinking process would be demanded to calculate the contingency information in causal judgment.

Keywords — causal judgment, causal strength, reliability, dual process of thinking, working memory

1. はじめに

因果判断は，ある事象と別の事象とがどの程度共に起こるかという客観的な共変情報を反映している．しかし，共変情報の因果判断における影響力が大きく偏っていることはこれまでにも多くの研究によって指摘されてきた(e.g., Anderson & Sheu, 1995). 共変情報を，原因あり・結果ありの場合（以後，aセルと表記），原因あり・結果なしの場合（bセル），原因なし・結果ありの場合（cセル），原因なし・結果なしの場合（dセル）に分類すると，因果的影響力は通常a>b>c>dの順に強い．本研究は，(1) 各共変情報の因果的影響力は変化するのか，変化するならばどのような場合なのか，また，(2) 共変情報の処理に関して，思考の二重過程がどのように影響しているのか，について調べるために行われた一連の実験のひとつである．

人が共変情報からどのように事象間の因果関係とその関連性の強さ（因果強度）を推測するのかに関して，様々なモデルが提案されている．規範的モデルであるΔP理論(Allan & Jenkins, 1983)では，各セルの頻度情報が比較的均等に扱われる．そのため，実際の人間の因果判断はΔP理論と乖離しやすいことが指摘されている．それに対して，Power PC 理論（PW）(Cheng, 1997)やH (Hattori, 2003)といった記述的モデルでは，a，b，c，3つのセルの頻度情報の影響力が強い．しかし一方で，dセルの頻度情報は，他のセルに比べれば弱いとはいえ，条件によっては通常よりも比較的強く因果判断に影響するという指摘もある(e.g., McKenzie & Mikkelsen, 2007).

因果判断には，事象間の因果強度だけではなく，入力データ自体の因果的な推定力（データの信頼性）もまた影響すると考えられる．データの信頼性，すなわち，サンプリングされたデータがどの程度正確に因果関係を推定させうるかには，aセル（正例）やbセル（反例）だけでなく，cセルやdセルといった原因事象が生じていない場合の頻度情報も重要となる．Anderson and Sheu (1995)は，学習時のサンプル数の増大が被験者の因果判断を変化させることを実験によって示した．つまり，4つのセルの相対的比率が等しくても，因果判断にサンプル数Nの増大による影響がみられる．N自体が大きいほどデータの信頼性が高いのは当然のことだが，この際に，特に問題となるのは，dセルのような通常無視されやすい頻度情報なのではないだろうか．

一方，思考には潜在的なヒューリスティック過程と顕在的な分析的過程が存在するという二重過程理論が様々な研究者によって提案されている(e.g., Evans & Over, 1996). 二つの過程は並列的かつ競合的に働き(e.g., Sloman, 1996), 分析的過程と認知能力（知性）との関連性が指摘されている(Stanovich, 1999). 二重過程理論による因果判断の説明はまだあまりないが，他の推論課題同様に，因果判断もまた二つの過程の影響を受けると考えられる．多くのモデルでは，共変情報の頻度に対する何らかの心的計算（見積もり）を仮定している．頻度の計算にはおそらく顕在的な分析的過程が重要な役割を果たすと考えられる．しかし，日

常生活では因果的ななんらかの判断を行なう機会は多い．中には，物理的衝突の予測のように，ほとんど意識されることなくなされる因果判断もある．本研究では，因果的事象の観察時に同時に別の課題を遂行することによって（二重課題），ワーキングメモリに負荷をかけ，共変情報の処理に二つの過程がどのように影響しているのかを検討した．

2. 実験

2.1 方法

デザイン ワーキングメモリに対する負荷（二重タッピング課題条件（分析の際に，鍵盤楽器習得の経験者群と初心者群に分割）／コントロール条件）と刺激タイプ（タイプEU／タイプUUu）の2要因の組み合わせからなる4条件を被験者間要因として用意した．また，サンプル数（大サンプル／小サンプル）の2条件は被験者内要因であった．

参加者 実験には学部生151名が任意で参加した．コントロール条件に52名（女性24名, 男性28名，平均20.0歳，SD 1.80），タッピング条件に99名[1]（女性62名, 男性37名．平均19.0歳，SD 3.0)を無作為に割り当てた．各条件の半数の被験者に刺激タイプUEが，残りの半数に刺激タイプUUuが与えられた．タッピング条件の参加者には実験開始時に，ピアノおよびそれに類する鍵盤楽器の習得経験（6ヶ月以上）の有無を尋ねた．経験あり41名，経験なし36名であった．これによって，コントロール群 (Cntl.)，経験者群 (Expt.)，初心者群 (Bgnr.) の3群に分けて結果を比較した．

課題 架空の野球選手について，選手の今シーズンのデータを観察し，選手のチームの勝率に対する貢献度に応じて次年度の契約金を推定するという課題を用いた．すなわち，その選手が試合に出場することを原因と考えたときに，その原因がチームの勝利という結果にどの程度影響を与えるかに関する因果判断課題である．実験参加者は，4人の異なる野球選手のデータを観察し，それぞれ独立に因果判断を4回行った．

実験参加者には観察データとして，図1のような刺激が，大サンプルでは36枚，小サンプルでは24枚，コンピュータのモニター上に1枚ずつ逐次的に提示された．刺激には，ある日の試合に当該選手が出場したかどうか（原因）と試合の勝敗（結果）とが対にして表されている．4人の選手のうち，選手Aと選手Bはそれぞれ24試合（大サンプル），選手Cと選手Dはそれぞれ36試合（小サンプル）であった．試合数は実験参加者には知らされなかった．表1の*Config.*は，データの共変情報を示している．原因の有無（選手がある日の試合に出場した／欠場した）と結果の有無（その試合でチームが勝った／負けた）の組み合わせに対して，4つの数字は前から順に，a（原因あり・結果あり），b（原因あり・結果なし）c（原因なし・結果あり），d（原因なし・結果なし）のセルの頻度に相当する．実験参加者のうち，半数は大サンプルのデータ（選手AとB）を先に，残りの半数は小サンプルのデータ（選手CとD）を先に観察した．選手一人分の刺激（試合）を観察するごとに，因果判断課題（契約金の推定）が行なわれた．選手AとB，選手CとDの観察順序は被験者間でカウンターバランスされた．また，刺激（各選手のデータ）の順序はコンピュータによってランダムにされて提示された．

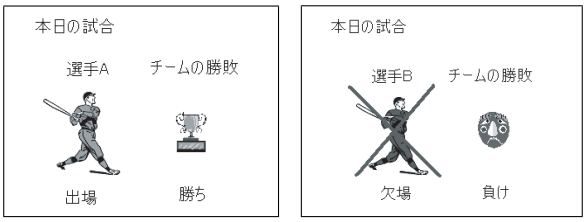


図1 刺激の提示例．左図は原因あり・結果あり（aセル）事例，右図は原因なし・結果なし（dセル）事例のモニター画面を表す.

表1の各行は，刺激の共変情報の組み合わせを示している．Str. と Rel. は選手A（またはC）と選手B（またはD）の因果強度と信頼性の比較を示す. 因果強度の値の推定には，*H* (Hattori, 2003)，Power PC 理論（PW）(Cheng, 1997)，Δ*P* の3つのモデルを指標として用いた信頼性は $ESS = (a+b)d/(c+d)$ という指標を用いて計算された(Hattori, Hattori, & Buehner, 2006)．これらの推定値に基づいて，刺激に二つのタイプを用意した．タイプUEは，二選手の因果強度に差がある（選手AはBよりも高く，選手CはDよりも高い）が，データの信頼性に関しては二選手の間には差がない．タイプUUuは，二選手が因果強度と確実性の両方において差があるが，因果強度と信頼性で相反している．つまり，選手A（またはC）は因果強度においてB（またはD）よりも高いが，信頼性ではB（またはD）よりも低い．

タッピング条件（メモリ負荷あり条件）では，De Neys, Schaeken, and d'Ydewalle (2005)を基に，複雑なシーケンスでの二重タッピング課題を採用した．

[1]タッピング条件参加者数は実験時には105名であったが，6名はデータの一部欠損により分析から除外

表1刺激の共変情報と実験参加者による因果判断課題の評定値（選手の次年度契約金の上3ケタの値）

			Player A / C					Player B / D						Rating for A / C			Rating for B / D		
Type	Str.	Rel.	Config.	*H*	*PW*	Δ*P*	*EES*	Config.	*H*	*PW*	Δ*P*	*EES*		Cntl.	Expt.	Bgnr.	Cntl.	Expt.	Bgnr.
24 sample																			
UE	$A>B$	$A=B$	12,0,5,7	.84	1.00	.58	7	5,7,5,7	.46	.00	.00	7	*M*	87.41	82.85	75.38	26.30	28.39	36.54
	$A>B$	$A=B$	12,0,1,11	.96	1.00	.92	11	1,11,1,11	.20	.00	.00	11	*SD*	11.47	16.64	26.57	17.41	16.89	18.53
UUu	$C>D$	$C<D$	11,1,8,4	.73	.75	.25	4	2,10,2,10	.29	.00	.00	10	*M*	67.60	66.48	62.15	29.84	19.74	31.54
	$C>D$	$C<D$	11,1,7,5	.75	.80	.33	5	1,11,1,11	.20	.00	.00	11	*SD*	12.17	19.99	18.57	17.04	21.76	21.72
36 sample																			
UE	$A>B$	$A=B$	18,0,8,10	.83	1.00	.56	10	8,10,8,10	.47	.00	.00	10	*M*	77.89	77.12	68.46	25.67	31.85	35.69
	$A>B$	$A=B$	17,1,6,12	.84	.92	.61	12	2,16,2,16	.24	.00	.00	16	*SD*	13.65	13.41	17.72	17.78	19.92	19.12
UUu	$C>D$	$C<D$	16,2,11,7	.73	.71	.28	7	3,15,3,15	.29	.00	.00	15	*M*	67.20	68.78	67.15	24.00	19.52	26.58
	$C>D$	$C<D$	16,2,10,8	.74	.75	.33	8	2,16,2,16	.24	.00	.00	16	*SD*	19.80	24.50	17.58	14.98	19.21	21.00

De Neys et al. (2005)によると，複雑なシーケンスでの二重タッピング課題は注意を必要とし，ワーキングメモリに負荷をかける．本研究で用いた複雑なシーケンスでのタッピングとは,「親指→中指→小指→薬指→人差指」をひとつのシーケンスとし，このシーケンスを一定の速さ（一秒間に2から3回）で繰り返し机の上で音を立てながらタッピングすることを言う．タッピング条件群はまず，刺激の観察を始める前に1分間程度，利き手とは逆の手で二重タッピング課題を練習した．タッピング課題の遂行が可能であることを確認した上で刺激の観察を開始した．コントロール群と同様に，利き手でコンピュータのスペースキーを操作して刺激提示画面を更新しながら，タッピング条件群は，刺激を観察する間中ずっと，利き手とは逆の手でこの二重タッピング課題を遂行した．タッピングが止まったり，遅れたりした場合には，実験者から即座に注意があり，注意が数回繰り返された場合にはそのときの回答を欠損値とし，分析の際にデータを外した．

質問冊子として，フェイスシート1枚と因果判断の回答用紙1枚が用意された．冊子は全実験参加者に同じものが用いられた．フェイスシートには，実験の教示とカバーストーリー（表2），刺激の例（図1）が印刷されていた．回答用紙には名前等の記入欄と，回答欄，簡単な教示が印刷されていた．回答欄として，□□□,000,000円のように空欄が用意され，被験者は，選手の来年度の契約金を推定して，空欄に0から100の間の数値を入れるように教示された．同時に，選手は今シーズン初めてプロ野球チームに入り，そのときの契約金は50,000,000円であったと説明された．これは，因果判断の基準値として，空欄に50が与えられているのと同じである．被験者は，選手の因果的影響力が強いと判断すればそれよりも高い数字を，低いと判断すれば低い数字を入れることになる．4人の野球選手は別々のリーグに所属し，直接対戦しないため，それぞれの判断は全く独立に，各選手の今シーズンのデータにのみ基づいて判断するようにという教示が，文と口頭によって実験参加者に与えられた．また，データの観察時には記録を取ったり刺激の数を数えたりしないこと，最終的な判断は直感に基づいて行なうことという教示も文と口頭によって与えられた．契約金の回答欄の下に，自分の予測に対する確信度を評価するための回答欄が用意された．こちらも空欄に0から100%の数字を記入するように指示された．

表2実験のカバーストーリーと教示

あなたはあるスポーツ新聞社で野球選手たちに関する記事を書く仕事をしていると考えてください．選手達は1年契約で各チームに所属します．次シーズンの契約金の額は今年の戦績に応じて決まります．すなわち，チームの勝利に対する貢献に応じて契約金は毎年更新されます．チームに勝利をもたらす可能性の高い選手の契約金は上がり，逆にチームの勝利に対する影響力の低い選手の契約金は下がります．

しかし，野球はチームのスポーツです．１人の優れた選手がはたしてどの程度チーム全体の成績にまで違いを及ぼすのかどうかは明らかではありません．そこで，あなたはいくつかのチームの選手について今シーズンの戦績を調査し，彼らの次シーズンの契約金を予測し記事にすることになりました．

これから４つの野球チームが今シーズンに契約した４人の選手についての成績がモニターに提示されます．選手のスコアは下の図のような形で1試合ずつ示されます．ある選手の今シーズンの全試合を見終わった後，その選手の次シーズンの契約金を予測してください．スコアには比較しやすいように，ある日の試合にその選手が出場したかどうかと，勝ち試合だったのか負け試合だったのかだけが示されます．選手がチームにいる時といない時のチームの戦績を調べ，チームの勝率に対する選手の貢献度を考えてください．なお，この４チームは別リーグに所属し，互いに直接対戦することはありませんので，4人の選手の成績は互いに無関係なものとして考えてください．試合のスコアを観察する間，記録を取ったり，出てくるスコアを数えたりはしないでください（たくさんあるので数え切れなくなります）．観察した試合のスコアに基づいて選手の貢献度を直感的に判断してください．

手続き　実験は小さな個室でパーソナルコンピューターを使用して個別に実施された．実験参加者は，質問冊子を受け取り，冊子と口頭によって実験についての教示を受けたのち，実験を開始した．タッピング群は，鍵盤楽器の習得経験を口頭で答え，タッピングの短い練習を行なった後，刺激

の観察を開始した．コントロール群は教示の後すぐに観察を開始した．実験参加者は，自分のペースでコンピュータのキーを操作し，観察を行なった．全試合のデータを観察し終わった後，因果判断課題の質問に回答した．つづいて，別の選手の今シーズンのデータを観察し，その選手について因果判断課題の質問に回答した．このようにして，参加者は，4人の選手のデータを観察し，4回因果判断を行った．

2.2 結果

サンプル数別に，刺激タイプと質問条件による影響を調べた．小サンプル（サンプル数24）では，因果強度の強い選手（選手A）と弱い選手（選手）ともに，WM負荷の主効果に弱い傾向が見られた [選手A：$F(2,150) = 2.68, MSE = 800.59, p = .072$，選手B：$F(2,150) = 3.03, MSE = 1090.01, p = .051$]．因果強度の強い選手では，刺激タイプの主効果に有意な差が見られた [選手A：$F(1,150) = 31.45, MSE = 9396.58, p < .01$，選手B：$F(1,150) = 1.09, MSE = 393.45, ns$]．交互作用には有意差は生じなかった [選手A：$F(2,150) = 0.39, MSE = 115.26, ns$，選手B：$F(2,150) = 1.47, MSE = 528.89, ns$]．選手Aにおいて，コントロール群とタッピングの初心者群の間，タッピングの鍵盤楽器経験者群と初心者群の間に，TukeyのHSDで有意な差がみられた ($p < .05$)，

大サンプル（サンプル数36）では，WM負荷の主効果には有意差はみられなかった [選手C：$F(2,150) = 1.01, MSE = 316.51, ns$，選手D：$F(2,150) = 1.31, MSE = 461.98, ns$]．刺激タイプの主効果には有意な差がみられた [選手C：$F(1,150) = 4.90, MSE = 1592.68, p < .05$，選手D：$F(1,150) = 5.81, MSE = 2056.37, p < .05$]．交互作用は生じなかった [選手C：$F(2,150) = 0.73, MSE = 237.44, ns$，選手D：$F(2,150) = 1.14, MSE = 404.01, ns$]．

3. 考察

刺激タイプの違いによる因果判断への影響は，大サンプルと小サンプルの双方において顕著にみられた．二人の選手の因果強度と信頼性の推定値が相反する場合（UUu）には，特に相反しない場合（UE）に比べて，選手の貢献度は相対的に低く評価される傾向がみられた．ただし，小サンプルでは，因果強度の強い選手（選手AとC）は刺激タイプの違いによる影響を受け，貢献度が低く評価されたのに比べ，弱い選手（選手BとD）には影響はみられなかった．このことは，サンプル数が多すぎると，共変情報の処理の曖昧性が高くなることを意味するのかもしれない．

一方，ワーキングメモリに対する負荷によって，因果判断には弱いけれども一定の影響がみられた．ワーキングメモリに負荷をかけることによって，強い選手と弱い選手との因果的評価における差が小さくなった．これは，因果判断の共変情報処理に顕在的な分析的過程が用いられており，ワーキングメモリの使用において競合する処理が行われることによって因果判断に影響が生じることがあるということを示唆する．

しかし，今回の実験では，ワーキングメモリに対する負荷によって一定の傾向がみられたとはいえ，有意な差とはいえなかった．この原因の可能性のひとつとして，タッピング条件を受けた参加者のうち，鍵盤楽器習得の経験者が多かったことが挙げられる．多重比較では，コントロール群とタッピング条件初心者群の間，タッピング条件経験者群とタッピング条件初心者群の間に有意な差がみられた．ピアノの演奏などの運動野を使用する技能は，訓練を積み重ねることによって徐々に意識的な制御をあまり必要としない自動化された動きへと変わる．鍵盤楽器習得の経験者にとって，今回用いた複雑なシーケンスでの二重タッピング課題は，ワーキングメモリにそれほど大きな負荷とならなかった可能性が考えられる．

References

Allan, L. G., & Jenkins, H. M. (1983). The effect of representations of binary variables on judgment of influence. *Learning and Motivation, 14,* 381–405.

Anderson, J. R., & Sheu, C. F. (1995). Causal inference as perceptual judgments. *Memory & Cognition, 23,* 510–524.

Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological Review, 104,* 367–405.

De Neys, W., Schaeken, W., & d'Ydewalle, G. (2005). Working memory and couterexample retrieval for causal conditionals. *Thinking and Reasoning, 11,* 123–150.

Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996). *Rationality and reasoning.* Hove, UK: Psychology Press.

Hattori, I., Hattori, M., & Buehner, M. (2006). Causal strength and reliability: Two processes in causal reasoning. In *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society and the 5th International Conference of the Cognitive Science (CogSci / ICCS 2006)* (pp. 107–108). Sheraton Vancouver Wall Centre, Vancouver, Canada.

Hattori, M. (2003). Adaptive heuristics of covariation detection: A model of causal induction. In *Proceedings of the 4th International Conference on Cognitive Science (ICCS/ASCS 2003)* (Vol. 1, pp. 163–168). The University of New South Wales, Sydney, Australia.

McKenzie, C. R. M., & Mikkelsen, L. A. (2007). A Bayesian view of covariation assessment. *Cognitive Psychology, 54,* 33–61.

Sloman, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin, 119,* 3–22.

Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational?: Studies of individual differences in reasoning.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

脳の情報処理の動態モデルを構成する

Constructing Dynamic Model of Human Brain to Process Information and to Control Environment

福 永 征 夫 Masao FUKUNAGA
アブダクション研究会 Abduction Research Institute

Abstract ： 1. Four simple numerical formulae of “Model of Lattice Structure”(MLS)expresses dynamics of “homeostasis” in which natural non-equilibrium open systems，including human brain，deviate from the bala-nce of energy at the critical point and return to it.

２．MLS is a fundamental model of “complementary criticality”，and it is applied to “Dynamic Model of Hu-man Brain to Process Information and to Control Envir-onment” (DMHB) for constructing DMHB’ s core concept．DMHB expresses complementarily critical order of the cognitive neural- networks in human brain constructively，complementarily critical order in which self-organization of information is attained dynamically.

３．The formation and application of human knowledge is realized in the process of the dynamics of complemen-tarily critical self-organization．[1] Initial element of a specific domain *candidate* knowledge that is gotten thro-ugh new experience & learning is fed back to the accu-mulated field of many existent specific domain knowle-dge．At the time，new cognitive neural- networks between initial element of a specific domain *candidate* knowledge and many existent specific domain knowle-dge are made up．And the new cognitive neural- net-works is the place where some new pattern of broader area knowledge can be emerged．[2] Then，the new pattern of broader area knowledge，just emerged，is fed forward to the future information processing field where new specific domain knowledge is going to be produced. Next elements of a new specific domain knowledge，that is introduced from the new pattern of broader area know-ledge，is added to the initial element to produce a new specific domain knowledge.

４．The above process，[1] and [2] is circulated alter-nately．Process [1] is “connecting knowledge process” of induction，whereas, [2] is “penetrating knowledge process” of deduction．The former is convergent process by similarity，the latter，in reverse，is divergent process by difference.

キーワード： 地球規模の難題　相補的な臨界性　ラティスの構造モデル　玉ねぎ構造のネットワーク　３軸認知場のモデル

１．人間の営みに相補的な臨界性を実現せずしては地球規模の難題に対処出来ない

筆者は1980 年代の初頭に地球環境問題・資源エネルギーの枯渇・争いの激化など，地球規模の難題の萌芽を意識するようになった．そして，人間の認知や行動の営みに，部分／全体，深さ／拡がり，引き合い／斥け合い，など一見矛盾し二項対立する相補的な臨界性（complementary criticality）を実現しなければ，人間は自然の系の動的で循環的な本質を理解出来ないばかりか，自然の環境の中で永続的な進化と生存を続けられないという自覚を得て，その必然性と重要性を認識するに至った.

２．「ラティスの構造モデル」は自然の系の相補的な臨界性の基本パターンを表わす

筆者は，一般システムの理論（general system’ s theory）と方策を求めて学術の諸領域の知見を横断的に研究することを試み，1996 年には，Ｘ・Ｙ・Ｘ∧Ｙ・ＸＶＹから成る数学的なラティスの構造を四本のシンプルな式で表わす「ラティスの構造モデル」の端緒を開いて，2003 年にこれを完結した．「ラティスの構造モデル」は自然の非平衡開放系における，相補的な臨界性の基本パターンを表わすモデルとして考え出されたものであるが，これを，人間の営みにおいて，全ての情報を処理して環境を制御する主たる機能を担う，脳の情報処理の働きに適用したの

が，「脳の情報処理の動態モデル」である．

３．「脳の情報処理の動態モデル」の概要を示す

「ラティスの構造モデル」は，脳を含む自然の非平衡開放系が，臨界点におけるエネルギーの均衡から逸脱し，均衡へ回帰するホメオスタシスの動態を，数理的な四本のシンプルな式で表現している．これを，脳の情報処理に適用する「脳の情報処理の動態モデル」は，情報の自己組織化がダイナミックに達成される，脳のネットワークの相補的な臨界性の機序を構成的に示すものである．

人間の知識の形成と活用は，この相補的な臨界性の動態と共に実現され，

［１］新しい経験と学習が既存の領域的な知識の場にフィード・バックされ，新しい知識のネットワークが形成されて，その中に広域的な知識のパターンを作り出す，

［２］そのパターンを，未来の情報処理の場にフィード・フォワードし，新しい領域的な知識をまとめ上げる，　という［１］および［２］の二つのプロセスが循環的に繰り返される．

［２］のプロセスは，広域的な知識のパターンを貫いて，新しい領域的な知識を導出する演繹の過程であり，［１］のプロセスは，新たな経験と学習から得た知識と既存の領域的な知識を連ねて，新しい広域的な知識を創出する帰納の過程である．

４．知識を貫く演繹の過程と知識を連ねる帰納の過程を相補的に循環させて，より高次の知識を創造する

人間は複雑に変化する自然の系を的確に理解することが出来ないので，部分に分節して，より簡易な系として捉えざるを得ない．そこで，部分の系を対象に既存の特定の領域的な知識Ａを適用し，分析論的立場から，対象を論理的に掘り下げて捉える．これが演繹という知識を貫く過程である．しかし，系の他の部分を含めた系の全体を捉えるとなると，対象の性質が知識Ａの限界を超えることになって，知識Ａからは，対象を説明できる正しい帰結を導けないことが多い．知識Ａの限界で生じた説明のつかない帰結Ｘを理解するには，視座を相補的に転換して，構成論的立場から，蓋然的に知識の幅を拡げ，帰結Ｘを説明出来そうな，新たな領域的な知識Ｂを探索し，ＢとＡを，より広域的な知識に組み換えなければならない．これが帰納という知識を連ねる過程である．このとき，Ｂ⇒ＡおよびＡ⇒Ｂの２方向の広域的な知識が形成されるが，両方が相互に還流され，方向の違いによって変らない，より普遍的な高次の領域的な知識Ｃが創造される蓋然性がある．これがアブダクション（abduction）という知識の融合の過程である．この知識Ｃによって，系の部分と系の全体を，矛盾なく融合させて捉えることが出来る．人間は，自然のより複雑な系を捉えるために，この高次の領域的な知識Ｃに基づいて，更に次の貫く過程と連ねる過程を循環させ，自然の変化する環境の中で生存するのに必要な，より高次の知識を創造し，整えて行かなければならないのである．

「脳の情報処理の動態モデル」は，このような人間の脳の相補的な情報処理の臨界的な過程を表象し模擬することを目指している．

５．動態モデルのネットワーキングの働きを一般パターンとして表わす

（１）人間の新しい経験や学習と新しい思考や行動によって，脳の認知と行動の情報の場に，次々に生ずる新しい領域的な知識の部分域が，以前に生じた領域的な知識の他の部分域と次々に結び付くという，このモデルのネットワーキングの働きについて，知識を「私」に見立てながら比喩的に表わすと，次の一般パターンとして表現することが出来る．

［１］新しい「私」［知識　ｎ］が，以前の「私」［知識　ｎ－ｘ｜ｘ＞＝１］と結び付く．

［２］以前の「私」［知識　ｎ－ｘ｜ｘ＞＝１］が，その一つ前の「私」［知識　ｎ－ｘ－１｜ｘ＞＝１］と結び付く．

［３］そして，その一つ前の「私」［知識　ｎ－ｘ－１｜ｘ＞＝１］が，更にもう一つ前の「私」［知識　ｎ－ｘ－２｜ｘ＞＝１］と結び付いた時に，

新しい「私」［知識　ｎ］が，以前の「私」のその一つ前の「私」［知識　ｎ－ｘ－１｜ｘ＞＝１］と斜向的に結び付くことになる．

［４］上の［１］～［３］を繰り返して，新しい「私」，

以前の「私」，以前の「私」のその一つ前の「私」の３つの部分域から成るノードの広域的なリンクが，小域的なリンクから，中域的なリンクへ広がり，更に，大域的なリンクへと広がって行く．

３つの部分域から成るノードの広域的なリンクの広がりは，フラクタル(fractal)の構造を示している．

（２）次々に生ずる，新しい領域的な知識の部分域としての，新しい「私」の層ごとに，新しい「私」が，過去の２つの「私」と次々に結び付いて，ノードの広域的なリンクが小域から大域に渡って形成されて行くのが，知識のネットワークを生み出す仕組みである．（後出の式３，式４）

６．認知と行動の情報の場に生み出される知識のネットワークは重層的な玉ねぎ構造を形づくる

（１）次々に生ずる，新しい領域的な知識の部分域としての新しい「私」，以前の「私」，以前の「私」のその一つ前の「私」の３つの領域的な知識の部分域から成るノードの広域的なリンクが，新しい「私」の層ごとに，小域的なリンクから，中域的なリンクへ広がり，更に，大域的なリンクへと広がって，一つの新しいネットワークを形成する．かくして，新しい「私」いう知識にリンクする新しい知識のネットワークが，現在から未来に向けて，重層的に積み重ねられて，玉ねぎ構造のネットワークが形づくられる．この重層的な知識のネットワークは，人間の情報の処理と環境の制御のための基盤を形成し発展させて，その営みの継続と進化を支えている．玉ねぎ構造のネットワークがもたらす重要な効用を想定するとすれば，次の（２）に関連するのだが,過去から現在に至る個別の記憶の間のＡＮＤ関係またはＯＲ関係の結び付きは，保存的に再利用されるだけでなく，ＡＮＤの関係とＯＲの関係を逆転させて活用することが試され実行されている可能性がある．

（２）そして，同時に，個別の結び付きの様相が，「類似」［ＡＮＤ］として結び付くのか，（後出の式１，式２） または「差異」［ＯＲ］として結び付くのか，（後出の式１，式２） が決って行って，「類似」［ＡＮＤ］×「類似」［ＡＮＤ］×「類似」［ＡＮＤ］という閉じた三体関係が成立すれば，個々の領域的な知識が，より広い知識に組み換えられて，広域的な知識という，より一般的で抽象的な知識のまとまりが実現することになる．

７．知識のパターンのフィード・バックとフィード・フォワードが相補的に循環する

（１）新しい領域的な知識の部分域としての新しい「私」から，以前の「私」と，以前の「私」のその一つ前の「私」という，２つの既存の領域的な知識の部分域に対して，新しい「私」の知識のパターンがフィード・バックされて，新たに自己組織化されたのが，より一般的で抽象的な知識としての広域的な知識である．

（２）次に，この新たな広域的な知識から，知識のパターンが未来の「私」に対し，フィード・フォワードされて，未来の新しい領域的な知識の部分域の形成に投射されて行く．このフィード・フォワードにおけるネットワーキングの経路は次のようになる．

［１］以前の「私」のその一つ前の「私」［知識 ｎ－ｘ－１｜ｘ＞＝１］から以前の「私」［知識 ｎ－ｘ｜ｘ＞＝１］に繋がる．

［２］以前の「私」［知識 ｎ－ｘ｜ｘ＞＝１］から新しい「私」［知識 ｎ］に繋がる．

［３］新しい「私」［知識 ｎ］から未来の「私」［知識 ｎ＋１］に繋がる．

［４］以前の「私」［知識 ｎ－ｘ｜ｘ＞＝１］から未来の「私」［知識 ｎ＋１］に斜向的に繋がって，広域的な知識のパターンが未来の新しい領域的な知識の部分域の形成に投射される．

この広域的な知識のパターンとは，＜以前の「私」のその一つ前の「私」［知識 ｎ－ｘ－１｜ｘ＞＝１］ならば、以前の「私」［知識 ｎ－ｘ｜ｘ＞＝１］となる蓋然性がある＞という知識のパターンを意味する．

（３）前者のフィード・バックは，知識を連ねる帰納の過程であり，後者のフィード・フォワードは，知識を貫く演繹の過程であって，「脳の情報処理の動態モデル」の相補的で臨界的なホメオスタシスの機序が，二つの再帰的な（recursive）過程の循環を作動させている．

８．「脳の情報処理の動態モデル」の構造

と論理を考える

（１）脳というシステムの相互に作用する二つの部分域をP_2，P_1 として，それぞれが保持するエネルギーの準位の相対的な比率を ℓP_2，ℓP_1 とし，ℓP_2 ＝１，$1>\ell P_1>0$，とする．ℓP_1 は，有理数または無理数の値を取るものとする．

（２）エネルギーと情報を担う脳の二つの部分域，P_2 と P_1 の間の相互作用の実体は，P_2 の波形と P_1 の波形が “引き合い” と “斥け合い” をするプロセスであると仮定する．

（３）脳という非平衡開放系の状態が，臨界点におけるエネルギーの均衡から逸脱し，均衡へ回帰するホメオスタシスの動態を，数理的な四本の式で表現することが出来る．

９．計算項 $\ell P_2/\ell P_1$ ，$(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ を設定する

（１）二つの計算項 $\ell P_2/\ell P_1$ ，$(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ を設定する．

ℓP_2 と ℓP_1の格差が大きくなると，前者の計算項の値が大きくなり，後者の項の値が小さくなる．

ℓP_2 と ℓP_1の格差が小さくなると，前者の計算項の値が小さくなり，後者の項の値が大きくなる．

このように，二つの計算項 $\ell P_2/\ell P_1$ ，$(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ は互いに真逆の相補的な臨界性の動きを示すことが分かる．

（２）従って，前者の項を，“引き合う力”を表象するものと見立てるならば，後者の項は，“斥け合う力”を表象するものと見立てることが出来る．これをケース（Ａ）とする．

（３）対称的に，前者の項を，“斥け合う力” を表象するものと見立てるならば，後者の項は，“引き合う力” を表象するものと見立てることが出来る．これをケース（Ｂ）とする．

10．$\ell P_2/\ell P_1>(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$［式１］を設定する

（１）$\ell P_2/\ell P_1>(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ を［式１］として設定する．

その解は，$\ell P_1<(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq0.61803398$ となる． これは，$\ell P_1<(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq0.61803398$ の値域で，左辺の値が右辺の値よりも大きくなることを意味している．

（２）ケース（Ａ）の場合には，左辺の“引き合う力”が，右辺の“斥け合う力”に勝ることになる．

（３）ケース（Ｂ）の場合には，左辺の “斥け合う力”が，右辺の“引き合う力”に勝ることになる．

（４）脳のシステムにおいて，エネルギーと情報を担う二つの部分域，P_2 と P_1 の間の相互作用の実体が，P_2 の波形と P_1 の波形の“引き合い”と“斥け合い”のプロセスであることを既に仮定している．

そうすると，物理学の知見が示す所により，ケース（Ａ）は，ℓP_1 が，$\ell P_1<(\sqrt{5}-1)/2$ の値域で，有理数である場合が該当する．そして，ケース（Ｂ）は， ℓP_1 が，$\ell P_1<(\sqrt{5}-1)/2$ の値域で，無理数である場合が該当する．

11．$\ell P_2/\ell P_1<(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$［式２］を設定する

（１）$\ell P_2/\ell P_1<(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ を［式２］として設定する．

その解は，$\ell P_1>(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq0.61803398$ となる．これは，$\ell P_1>(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq0.61803398$ の値域で，右辺の値が左辺の値よりも大きくなることを意味している．

（２）ケース（Ａ）の場合には，右辺の“斥け合う力”が，左辺の“引き合う力”に勝ることになる．

（３）ケース（Ｂ）の場合には，右辺の“引き合う力”が，左辺の“斥け合う力”に勝ることになる．

（４）脳のシステムにおいて，エネルギーと情報を担う二つの部分域，P_2 と P_1 の間の相互作用の実体が，P_2 の波形と P_1 の波形の“引き合い”と“斥け合い”のプロセスであることを既に仮定している．

そうすると，物理学の知見が示す所により，ケース（Ａ）は，ℓP_1 が，$\ell P_1>(\sqrt{5}-1)/2$ の値域で，無理数である場合が該当する．そして，ケース（Ｂ）は， ℓP_1 が，$\ell P_1>(\sqrt{5}-1)/2$ の値域で，有理数である場合が該当する．

12．$\ell P_2/\ell P_1=(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$［式３］を設定する

（１）$\ell P_2/\ell P_1=(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ を［式３］として設定する．

その解は，$\ell P_1=(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq0.61803398$ と

なる．これは，ℓP₁の値が，（√５－１）／２≒0.61803398 であるときに，左辺の項が示す作用の力と，右辺の項が示す作用の力が均衡していることを意味している．即ち，ℓP₁＝（√５－１）／２≒0.61803398 は，この系の臨界値である．この臨界値は，［式１］における，ℓP₁＜（√５－１）／２ の値域での ℓP₁の値と，［式２］における，ℓP₁＞（√５－１）／２ の値域での ℓP₁の値との平均値を示す値と一致する．

（２）［式１］による作用が，［式３］からの逸脱である場合には，［式２］による作用は，［式３］への回帰となる．

また，［式２］による作用が，［式３］からの逸脱である場合には，［式１］による作用は，［式３］への回帰となる．

13. 『融合準位』ＦＬと『循環準位』ＣＬの 関係式 ［式４］ を設定する

（１）［（√５－１）／２≒0.61803398］ を 『融合準位』 ＦＬ［FUSIONAL ENERGY LEVEL］ と名づける．このＦＬは，系の臨界点の準位を意味する．

（２）P_2 からP_1 へ移動するエネルギーの準位を，『循環準位』 ＣＬ［CIRCULATIVE ENERGY LEVEL］と名づける．

（３） ＦＬ と ＣＬ の間には，

（ＦＬ＋ＣＬ）（ＦＬ＋ＣＬ）＝ＦＬ ・・・[式４]

という関係が存在し，ＣＬ＝√｛(√５－１)／２｝－（√５－１）／２≒0.168117389 となる．

14. 「脳の情報処理の動態モデル」は自己組織化のダイナミズムをどう実現するのか

（１）仮定のように，エネルギーと情報を担う脳の二つの部分域，P_2 と P_1 の間の相互作用の実体は，P_2 の波形と P_1 の波形が “引き合い” と “斥け合い” をする循環的なプロセスである． それは，部分域の間の “引き合い” という促進のポジティブ・フィードバックの作用と ， “斥け合い” という抑制のポジティブ・フィードバックの作用との相補的な臨界性の間で，視座の転換を繰り返す，ネガティブ・フィードバックの作用として表わされる．

“引き合い”のプロセスでは，脳の二つの部分域，P_2 とP_1 が担う情報の共通性（ＡＮＤ）が現われ，“斥け合い”のプロセスでは，P_2 とP_1 が担うそれぞれの情報の領域性（ＯＲ）が現われる．

（２）エネルギーと情報を担う脳の二つの部分域，P_2 と P_1 の間の“引き合い”と“斥け合い”の相互作用は，ケース（Ａ）の作用とケース（Ｂ）の作用の間を揺れ動きながら変遷する，カオス（chaos）のダイナミズムを実現している．

ケース（Ａ）のダイナミズムは，“引き合い”では，互いの波長が比較的に離隔する二つの波形同士が情報の共通性を探索し合い，“斥け合い”では，互いの波長が比較的に近接する二つの波形同士が情報の領域性を探索し合う作用をする．

また，ケース（Ｂ）のダイナミズムは，“引き合い”では，互いの波長が比較的に近接する二つの波形同士が情報の共通性を探索し合い，“斥け合い”では，互いの波長が比較的に離隔する二つの波形同士が情報の領域性を探索し合う作用をする．

（３）脳を含む自然の非平衡開放系は，臨界点におけるエネルギーの均衡から逸脱し，均衡へ回帰するホメオスタシスの動態を示している．

「脳の情報処理の動態モデル」では，『融合準位』ＦＬという臨界点が示す，エネルギー準位の平均値からの逸脱と，それへの回帰が，次のように逐一に調節される．

［１］繰り返して結び付く，特定の二つの部分域がＡＮＤの関係で結合する頻度とＯＲの関係で結合する頻度は，対称性を示す方向に収斂する．

［２］直列して連続に結び付く，四つの部分域の間で成立する，三つのＡＮＤ関係またはＯＲ関係の結合の集合は，大数的に，２×２×２=８＜通り＞の組み合わせに等確率で収斂する．

［３］三つの部分域が，小域的または中域的または大域的な閉鎖回路を形成して，三つのＡＮＤ関係またはＯＲ関係で結合する，三体関係の結合の集合は，大数的に，２×２×２=８＜通り＞の組み合わせに等確率で収斂する．

15. 脳における認知と行動の情報の場＝３軸認知場＝に新たな領域的な知識が形成され蓄積される

（１）人間は，過去を想起し，未来を想像し予期し

て，現在に対処するという，循環的な営みを通じて，現在から未来に向け，新たな領域的な知識の記憶を形成する．領域的な知識とは，特定の目的行動を達成するのに必要な，事実＜知＞・価値＜情＞・目的＜意＞の三つの系の情報から成る，一つの総体としての知識と，各系の知識，および各系の要素知識をいう．

（２）事実＜知＞の情報は，主体・他者の誰か，事物・事象の何かが，いつ，どこで，何をした，どうなった，どう存在した，という事実の情報を表象する．

（３）価値＜情＞の情報は，事実の系の個別の情報および目的の系の個別の情報に対する，よい・わるい，心地がよい・心地がわるい，きれい・きたない，等の感情や評価の情報，意味・意義・価値の情報，を表象する．

（４）目的＜意＞の情報は，何をどうするのか，の意図，その要求水準，目的と手段，主体自らの思考，主体自らの行動，という目的の情報を表象する．

（５）人間の脳において，新たな領域的な知識の記憶が形成される過程は，［１］＜事物・事象＞という事実＜知＞の系の情報，［２］＜自己の思考・自己の行動＞という目的＜意＞の系の情報，［３］＜事物・事象＞と＜自己の思考・自己の行動＞に対する評価（感情）という価値＜情＞の系の情報を，［時間の軸＝Ｙ］・［事実・目的の空間の軸＝Ｘ］・［評価（感情）の空間の軸＝Ｚ］の３軸から成る，認知と行動の情報の場に配置し，生存に役立つように秩序化する過程である．

（６）各々の系で，情報の時間的な配位のパターンと，空間的な配位のパターンが接合して生じる，情報の起・承・転・結の繋がりのパターンに，生存に意味のある，リスクとチャンスの新たなストーリーが見出され，三つの系が一つの均衡に達した総体として，新たな領域的な知識の記憶が形成され，蓄積される．

（７）時間的な配位とは，空間の軸の同じ位置で時間的に継起して存在・生起した記憶の組み合わせを言い，空間的な配位とは，時間の軸の同じ位置で空間的に隣接して存在・生起した記憶の組み合わせを言う．

（８）認知と行動の情報の場において，時間的な情報と空間的な情報は，互いに相補性の関係にある．起→承という時間的な情報または空間的な情報の繋がりと，転→結という時間的な情報または空間的な情報の繋がりを結び付けるのは，時間と空間の相補性による視座の転換である．承⇔転という空間的な情報または時間的な情報の繋がりによって，視座が転換され，情報の起・承・転・結の繋がりが形成されて，新たなストーリーが見出される．

（９）人間は，変化する生存環境の中で，現在と未来のリスクの不安を減らし，チャンスの希望を増やすことを目指して，過去を想起し，未来を想像し予期して，現在に対処する営みを達成するため，新たな起・承・転・結のストーリーを見出して，新たな領域的な知識をまとめ上げ，知識を絶えず進化させて行く．

（10）事実＜知＞の系は，外部環境の状態の情報を担う．価値＜情＞の系は，生命体としての＜自己＞という内部環境の状態の情報を担う．目的＜意＞の系は，外部環境と内部環境の間に生じる不均衡の仲介者として，＜自己の思考・自己の行動＞という＜自我や意思＞の情報を担う．

（11）人間の脳の部位との対応で言うと，モデルの事実＜知＞の系は，大脳皮質の前頭前野よりも後ろの部分が主担する機能に当たる．モデルの価値＜情＞の系は，大脳の辺縁系が主担する機能に当たる．モデルの目的＜意＞の系は，大脳の前頭前野が主担する機能に当たる．

16．三つの系の情報が，一つの均衡に達した総体として，新たな領域的な知識が紡ぎ出される

（１）人間は，現在における内・外部の環境を認知して，過去を想起し，過去の経験や学習との類似と差異に照らして，未来を想像し予期して，外部の環境と，内部の環境としての＜自己＞との間に，あるいは，外部や内部の環境と，＜自我や意思＞が有する要求水準との間に生じそうな，未来の不均衡を，想像し予期する．

（２）予期される不均衡を解消して均衡を回復する

ため，過去の経験や学習との類似と差異に照らして，仲介者としての＜自己の思考・自己の行動＞のあるべき方略を，分析し，構成する．

（3）かくして，三つの系の情報が，一つの均衡に達した，総体としての新たな領域的な知識のアイデアが，試行と実行を経て，新たな領域的な知識にまとめ上げられ，新たな領域的な知識の記憶として，脳という認知と行動の情報の場に定着して行くことになる．

（4）人間の営みに関する，三つの系の情報の記憶は，脳という認知と行動の情報の場で，一対一に対応して布置され，連動し，相互に規定し合い，一つの均衡に達した総体としての新たな領域的な知識の成立に向けて，擦り合わせがなされる．

（5）三つの系は，それぞれが他の系と，ＡＮＤまたはＯＲの２通りの関係で繋がるので，２×２×２＝８＜通り＞の相互関係に大数的な等確率で収斂しながら，エネルギーの場の均衡からの逸脱と，均衡への回帰のバランスが逐一，相補的に調節される．もし，蓋然的に，ＡＮＤ×ＡＮＤ×ＡＮＤに自己組織化されれば，その時の主体にとっては，一つの望ましい解決の状態に達することになる．

17．知識を貫く過程と知識を連ねる過程の相補的な循環が高次の知識の創造に繋がる

（1）広域的な知識とは，重層的なネットワークの各層において，新たな領域的な知識の記憶と，それ以前の既存の領域的な知識の記憶と，そのもう一つ前の既存の領域的な知識の記憶から成る，３つの領域的な知識の記憶の三体的な結合関係の全てが，ＡＮＤの関係で自己組織化された時に生じるところの個々の知識を超えた一般的で抽象的な知識のパターンを言う．それは，事実＜知＞・価値＜情＞・目的＜意＞という三つの情報の各系において形成される．

（2）過去の領域的な知識の間に連続性が確保されていて，断絶がなければ，豊かな経験と学習を経た知識のネットワークほど，多くの多様な，既存の領域的な知識を蓄積しているので，多様なイメージまたは概念を含む新基軸の広域的な知識のパターンや一般性と抽象性の高い高次のイメージまたは概念を含む新基軸の広域的な知識のパターンを作り出せる可能性がある．その新機軸の広域的な知識が，未来における更に多様で新たな経験と学習の機会や更に一般的で高次な経験や学習の機会に遭遇する可能性を生み出し，多様で新たな領域的な知識や一般的で高次の領域的な知識をまとめ上げることに繋がって行く．

（3）即ち，このような知識を貫く演繹の過程と，知識を連ねる帰納の過程の相補的な作用が循環するプロセスには，より広域的な知識の形成に留まらず，より高次の領域的な知識が創造される可能性が潜在している．知識を貫く演繹の過程と，知識を連ねる帰納の過程の相補的な循環を粘り強く主体的に積み重ね，既存の領域的な知識Aの場から，新たな領域的な知識Bを見つめると共に，新たな領域的な知識Bの場から，既存の領域的な知識Aを見つめることによって，A⇒B並びにB⇒Aという２つの異なる方向の広域的な知識が形成される．そして，両方向の広域的な知識を相互に還流することを繰り返して，積み重ねて行くならば，方向の違いによって変らない，より高次で普遍的な，新たな領域的な知識Ｃが創造されるという，アブダクションの実現にも繋がる可能性が存在するのである．

18．地球規模の難題に対処して進化と生存を続けるには，多元的で包括的な思考と行動を実現出来なければならない

（1）多様な姿をもつ自然の破壊や自律的な人間の精神の荒廃を伴う地球規模の難題が様々な時間・空間のスケールで生起している．これへの対処が喫緊の課題である．

〇地球環境問題　〇資源・エネルギーの枯渇
〇貧富の差の拡大　〇人口の爆発　〇難病の発生
〇災害や事故の巨大化　〇民族・宗教・文化・政治・経済をめぐる対立と紛争の激化　〇凶悪な犯罪やいじめ・虐待行為の多発など

（2）地球規模の難題が指し示す多様で厳しい自然や生存環境の変動に対して，人間が永続的な進化と生存を続けるためには，多元的な全方位の自由度を自在に制御して統合することを可能にする，多元的で包括的な思考と行動を実現出来なければならない．

19．環境の多元的な変化がもたらす淘汰圧

に対し，多元的な自由度を自在に制御して統合する思考と行動を実現する

（１）人が，周囲の変化に対応して，今，行おうとしている複雑な身体的動作を正確に実現するためには、手足など体の多くの関節が持つ変位の時間と空間の多元的な自由度を自在に制御して統合することが基本的な条件となる．地球規模の難題が指し示すところの多様で厳しい環境の変動に対して，人間が生存の安全と安心を確保するには，自然や生存環境の予測のつかない多元的な変化がもたらす淘汰圧に対し，多元的な全方位の自由度を自在に制御し、これを全体として統合することを可能にする，多元的で包括的な思考と行動を実現出来なければならない．

（２）以下に記述する，『演繹と帰納が相補的に循環する思考と行動のモデル』の特色の第一は，「一に多を見る」立場から，ある特定の課題や問題の解決に必要な多種で多様な知識を，多元的な情報処理の階層フレームで，多種で多様な視点から分析し構成して，思考と行動に欠落のない多元性を確保しようとするものである．特色の第二は，「多に一を見る」立場から，演繹の推論と帰納の推論を相補的に循環させながら，より広域的な知識を形成し，より高次の領域的な知識を創造する蓋然性を高めて、思考と行動に断絶と矛盾のない包括性を確保しようとするものである．

20. 『演繹と帰納が相補的に循環する思考と行動のモデル』を構築する

（１）このモデルは，＜１＞「知識を貫くフレーム」の視点に立脚した営みと，＜２＞「知識を連ねるフレーム」の視点に立脚した営みの相互作用から，より広域的な知識を形成し，より高次の領域的な知識を創造する蓋然性を高めようとするものである．

（２）「知識を貫くフレーム」の視点に立脚して，既存の領域的な知識Ａを，解決の必要な課題や問題に適用し，演繹の推論によって，論理の筋道を分析論的に，徹底的に追求して行く．

それが，過去に例が無いような新たな課題や問題であれば，終には，理解が困難な，異型な事物・事象や異型な観念を見出し導出して，袋小路に陥ることとなる．これは，当該の領域的な知識Ａを適用して行う，その課題や問題の解決の行き詰まりを示している．それは，課題や問題を，当該の領域的な知識Ａの適用限界に達するまで，深く掘り下げて，課題や問題の解決のために，思考し，行動した結果である．　以上が，「知識を貫くフレーム」の視点に立脚する思考と行動の営みである．

（３）行き詰まりの中で見出し導出した，理解が困難な，異型な事物・事象や異型な観念と，何か関係の有りそうな，別の事物・事象や観念との遭遇が引き金となって，今度は，「知識を連ねるフレーム」の視点に視座を相補的に転換する．先の理解が困難な，＜異型な事物・事象や異型な観念＞を説明することが出来て，しかも，（２）の既存の領域的な知識Ａとの親和性や同型性をも確保出来そうな，新たな領域的な知識Ｂの内容を，帰納の推論によって，構成論的に追求し，探索して，蓄積するという，思考と行動の営みが，粘り強く繰り返され，追求されることになる．　以上が「知識を連ねるフレーム」の視点に立脚する思考と行動の営みである．

（４）新たな領域的な知識Ｂの内容が探索され，蓄積されると，帰納の推論により，二つの方向の広域的な知識が構成論的に発明される蓋然性がある．則ち，新たな領域的な知識Ｂの場から，既存の領域的な知識Ａを見つめて，Ｂ⇒Ａ　の方向の広域的な知識が発明されると共に，既存の領域的な知識Ａの場から，新たな領域的な知識Ｂを見つめて，Ａ⇒Ｂ　の方向の広域的な知識が発明される蓋然性がある．

（５）更には，二つの方向の広域的な知識が発明されると，『アブダクション』（abduction）の推論により，それらが相互に還流を繰り返して，融合し，方向の違いによって変らない，より普遍的で，より高次の新たな領域的な知識Ｃが構成論的に創造される蓋然性がある．

（６）この高次の新たな領域的な知識Ｃに基づいて，思考と行動の相補的な過程が，新たなサイクルとして循環して行く．即ち，再び，＜１＞「知識を貫くフレーム」の視点に戻って，新たに既存の知識となった領域的な知識Ｃを，解決の必要な当該の課題や問題に演繹的に適用して，その解決が図られて行く．新たな領域的な知識Ｃが，当該の課題や問題の解決

にとって尚必要十分な形で機能しなければ，＜２＞「知識を連ねるフレーム」の視点に移って行くことになる.

（７）『演繹と帰納が相補的に循環する思考と行動のモデル』は，情報処理の階層フレームで構成されている．先ず，人間の思考と行動の営みを次の四つの情報処理フレーム（正四面体のフレーム）から捉える．　①アクション　②経験と学習　③能力開発と人材育成　④整合的な適応

四つの情報処理フレーム（体のフレーム）の各々は三対の，「知識を貫くフレーム」と「知識を連ねるフレーム」の相補的な情報処理フレームの組み合わせから成り立つ（面のフレーム）.

①アクション　②経験と学習　③能力開発と人材育成　④整合的な適応　という四つの情報処理フレームが体の情報空間（体のフレーム）を形成し，三対の情報処理フレームが面の情報空間(面のフレーム)，二対の情報処理フレームが線の情報空間（線のフレーム)，一対の情報処理フレームが点の情報空間(点のフレーム）を形成する.

（８）＝アクション＝の情報処理フレームは，

[１]重負担からの脱却と生存の効率化を図る

[２]トータルなコントロールを働きかけ受け入れる

[３]理解と働きかけのコンセプトを構築し，実行・検証して更新する，　から成り立つ.

（９）＝重負担からの脱却と生存の効率化を図る＝の情報処理フレームは，

＜１＞「知識を貫くフレーム」: 生存のための資源・エネルギー・情報の利用効率の向上を図る

＜２＞「知識を連ねるフレーム」：資源・エネルギー・情報の活用効果を高めて生存を脅かしている重苦や重負担からの脱却を図る，　から成り立つ.

（10）＝トータルなコントロールを働きかけ受け入れる＝の情報処理フレームは，

＜１＞「知識を貫くフレーム」：他の機能・事業・知見からトータルなコントロールを受け入れる

＜２＞「知識を連ねるフレーム」：自らの機能・事業･知見からトータルなコントロールを働きかける，から成り立つ.

（11）＝理解と働きかけのコンセプトを構築し，実行・検証して更新する＝の情報処理フレームは，

＜１＞「知識を貫くフレーム」: 現に生存する時間・空間領域での適応コンセプトを構築し，実行・検証して更新する

＜２＞「知識を連ねるフレーム」: より大きな時間・空間領域での適応コンセプトを構築し，実行・検証して更新する，　から成り立つ.

（12）＝経験と学習＝の情報処理フレームは，

[１]事業分野の拡大と深化を図る

[２]機能分野の拡大と深化を図る

[３]知見分野の拡大と深化を図る，　から成り立つ.

（13）＝事業分野の拡大と深化を図る＝の情報処理フレームは，

＜１＞「知識を貫くフレーム」：事業分野の深さを追求する

＜２＞「知識を連ねるフレーム」：事業分野の広がりを追求する，　から成り立つ.

（14）＝機能分野の拡大と深化を図る＝の情報処理フレームは，

＜１＞「知識を貫くフレーム」：機能分野の深さを追求する

＜２＞「知識を連ねるフレーム」：機能分野の広がりを追求する，　から成り立つ.

（15）＝知見分野の拡大と深化を図る＝の情報処理フレームは，

＜１＞「知識を貫くフレーム」：知見分野の深さを追求する

＜２＞「知識を連ねるフレーム」：知見分野の広がりを追求する，　から成り立つ.

（16）＝能力開発と人材育成＝の情報処理フレームは，

[１]組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する

[２]研究開発型人材ならびに導入活用型人材としての能力を開発し育成を図る

[３]職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る，　から成り立つ.

（17）＝組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する＝の情報処理フレームは，

＜１＞「知識を貫くフレーム」：組織の運営責任者としての能力を開発し人材を育成する
＜２＞「知識を連ねるフレーム」：独創のできる専門家としての能力を開発し人材を育成する，　から成り立つ.
（18）＝研究開発型人材ならびに導入活用型人材としての能力を開発し育成を図る＝の情報処理フレームは，
＜１＞「知識を貫くフレーム」：導入活用型の人材としての能力を開発し人の育成を図る
＜２＞「知識を連ねるフレーム」：研究開発型の人材としての能力を開発し人の育成を図る，　から成り立つ.
（19）＝職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る＝の情報処理フレームは，
＜１＞「知識を貫くフレーム」：同職種での一貫経験を重視して能力を開発し人材を育成する
＜２＞「知識を連ねるフレーム」：異職種への職務転換を重視して能力を開発し人材を育成する，　から成り立つ.
（20）＝整合的な適応＝の情報処理フレームは，
[１]人為を自然のルールに適合させる
[２]多能なイニシアティブ（initiative）と英明なコーディネーション（coordination）を確保する
[３]時間・空間領域の部分と全体の間に矛盾のない最適化を実現する，　から成り立つ.
（21）＝人為を自然のルールに適合させる＝の情報処理フレームは，
＜１＞「知識を貫くフレーム」：人為の自然のルールへの不適合度を下げる
＜２＞「知識を連ねるフレーム」：人為の自然のルールへの適合度を上げる，　から成り立つ.
（22）＝多能なイニシアティブ（initiative）と英明なコーディネーション（coordination）を確保する＝の情報処理フレームは，
＜１＞「知識を貫くフレーム」：注意の制約を前提に個人やリーダーの能力の限界を補完する
＜２＞「知識を連ねるフレーム」：多能化をめざして個人やリーダーが自己の能力の限界を打破する，から成り立つ.
（23）＝時間・空間領域の部分と全体の間に矛盾のない最適化を実現する＝の情報処理フレームは，
＜１＞「知識を貫くフレーム」：短期・小域と中期・中域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する
＜２＞「知識を連ねるフレーム」：中期・中域と長期・大域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する，　から成り立つ.

21. 「一に多を見る」立場から多元的な自由度を自在に制御し，「多に一を見る」立場から全体を広域的で高次の知識に統合する，多元的で包括的な思考と行動を実現しなければならない.

（１）地球規模の難題が指し示すところの多様で厳しい環境の変動に対して，人間が生存の安全と安心を確保するには，自然や生存環境の予測のつかない多元的な変化がもたらす淘汰圧に対し，多元的な全方位の自由度を自在に制御し、これを全体として統合することを可能にする，多元的で包括的な思考と行動を実現しなければならない.
（２）「一に多を見る」立場から，ある特定の課題や問題の解決に必要な多種で多様な知識を，多元的な情報処理の階層フレームで，多種で多様な視点から分析し構成して，思考と行動に必要十分な多元性を確保すると共に，「多に一を見る」立場から，演繹の推論と帰納の推論を相補的に循環させながら，より広域的な知識を形成し，より高次の領域的な知識を創造する蓋然性を高めて、思考と行動に断絶と矛盾のない包括性を確保しなければならない.
（３）人間が，広く深い課題空間や問題空間を占める地球規模の難題に対処するためには，知識の広域化と高次化に挑み，異なる情報処理フレームに属する多種多様な知識を，点から線に，線から面に，面から体に，結合させ，連続させて，思考と行動に断絶と矛盾のない包括性を確保しなければならない.
個人や社会が担う人間の営みに相補的な臨界性を確保し実現することが，それを可能にする基盤的な条件となるだろう.

【**福永征夫**：jrfdf117@ybb.ne.jp**アブダクション研究会** http://www.syncreate.jp/abduction/index.htm】

仮説領域の可視化による Wason 2-4-6 タスクでの科学的思考研究
A study of scientific thinking with visualizing hypothesis space in Wason's 2-4-6 task.

山﨑 智仁[†]，今井 むつみ[‡]
Tomohito Yamazaki, Mutsumi Imai

[†]慶應義塾大学政策・メディア研究科，[‡]慶應義塾大学環境情報学部
Graduate School of Media and Governance, Keio University,
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
tyamazk@sfc.keio.ac.jp, imai@sfc.keio.ac.jp

Abstract

Two experiments investigated whether undergraduate students change their hypotheses in the Wason's 2-4-6 task (Wason, 1960). Their task was to find a rule: "Three numbers in increasing order of magnitude". To find this rule, students received a training in which the students were instructed to explore counter-examples from their hypothesis(es) and an alternative hypothesis. The students who went through the training were more likely to change their hypothesis with more counter-examples. However, a significant effect was not found in the rate of discovering the answer of Wason's 2-4-6 task per se. Subjects tended to be satisfied once their hypothesis was falsified. Once they discovered another rule, they stopped exploring new rule. We conclude that, in order for students to overcome the confirmation bias and to develop a habit of disconfirm in hypothesis examination, simply to train to think about counter-example is not sufficient. A careful and well-designed long term training is necessary to acquire the skill of hypothesis formation and testing.

Keywords — Confirmation Bias, Scientific Thinking, Disconfirmation, Hypothesis Testing Strategy, Counter-Examples, Alternative Hypothesis

1. 研究の背景・目的

人は日常的な事柄の多くのことがらについて，法則性を帰納的に発見し，その正誤を演繹的に確かめ学習する．そして，日常的な推論方法はさらに高次の認知機能を必要とする科学の方法へとつながってゆく．科学の「現象を観察し仮説を立てて実験的に検証し，理論を作ってゆく」プロセスは様々な文脈の認知研究がなされている．子どもの概念変化の文脈から考えるもの(Vosniadou and Brewer, 1992; Smith et al., 2005)，現実の(in vivo)科学研究室での科学的発見・概念変化の文脈から考えるもの(Nersessian, 1989; Nersessian, 2008)，問題解決の文脈から考えるもの(Klahr and Dunbar, 1988; Chen and Klahr, 1999;Klahr, 2000; Klahr and Chen, 2003)，思考スキルと発達の側面から考えるもの(Kuhn, 1989; Kuhn et al., 2000; Kuhn and Udell, 2003)，推論とバイアスの側面から考えるもの(Wason, 1960; Wason and Johnson-Laird, 1972, Klayman and Ha, 1987)などがある．本研究では，推論とバイアスの側面から学習課題がいかにしてバイアスの克服に寄与できるのかを実験的に示し，考察した．

本研究で取り扱う Wason(1960)の 2-4-6 タスクは，「2, 4, 6」の三つの数をヒントにその間にある法則をあてるゲームである．プレーヤーは三つの数の例を考え，それが法則にあっているか，あっていないかのフィードバックを得ることで推理してゆくゲームである．このタスクで求める法則は，「数が増えてゆく」である．例えば，「1, 3, 5」は法則にあっていて，「6, 4, 2」は法則にあっていない．ゲームでは，あっている場合は(+)，あっていない場合は(-)とフィードバックされる．そして，発見した法則についてそれ以外にはありえないと被験者が感じた際に，法則を解答する．

Klayman and Ha(1987)の研究では，この Wason の 2-4-6 タスクを詳しく分析し，仮説検証プロセス中の確証バイアスを示している．確証バイアスとは，初めに考えたことをなかなか捨て去ることが出来ないという人が持つ性質のことである（Tversky & Kahneman, 1981）．Klayman and Ha

(1987)は Wason の 2-4-6 タスク中では, 考えた仮説にあてはまる例で試行する正事例試行方略(Positive Test Strategy)を行う場合に確証バイアスに陥る場合が多いとしている．さらに，その確証バイアスを乗り越えるためには,（脱確証バイアスをするためには）"反証(Falsification)"をえることが必要であるとしている．反証とは，ある現象について該当しないと思われる事例が，実際その現象に該当しないことが示されることで, Popper(1959)において提示された科学と科学ではないものを分つ，仮説を支持するための重要な概念である．また，反証をえるためには多様な仮説を用いた推論が必要である(Chamberlin, 1897; Platt, 1964).

Wason の 2-4-6 タスクを用いた，科学的な思考プロセスの研究は多々存在する．先行研究では，難易度や設定を変え，方略や結果を変化させるもの(Gorman & Gorman, 1984; Gorman et al., 1987; Gorman, 1989; Tweney et al., 1980)が多くあるが, 事前に学習課題を設けた上で Wason の 2-4-6 タスクを行い，方略・仮説変化の研究は少ない．本研究は，Wason の 2-4-6 タスクを利用し，学習の文脈から脱確証と科学的思考プロセス，思考方略の変化を目指すものである．

本研究では，論理学的にいえば仮説の"否定"を考える学習課題が，確証バイアスを乗り越える助けとなることを確かめる．そのために，"仮説にあてはまる事例"と"仮説にあてはまらない事例(反例)"を考えることで，多様な仮説推論(Chamberlin, 1897; Platt, 1964)の誘発を狙い，その後 Wason の 2-4-6 タスクを行うことで, どのように方略が変化し，脱確証につながるのかを分析する．

本研究は，実験 1, 2 の二部構成になっている．

実験 1 では被験者を Single 群と Single-Universal 群の二つの群にわけた（図 1a）．いずれも，Wason の 2-4-6 タスクを行う前に，「2, 4, 6」から連想する三つの数の間にある法則を一つ考える．これを仮説 A とし，Single 群は，仮説 A に"あてはまる"三つの数の例のみを 12 例出す．そして，Single-Universal 群では仮説 A に"あてはまる"三つの数の例を 6 例，"あてはまらない"三つの数の例を 6 例出す．その後，Wason の 2-4-6 タスクを行いその中での仮説生成・検証プロセス中のログを記録し分析した．

図 1a: 実験 1 で使用したページ

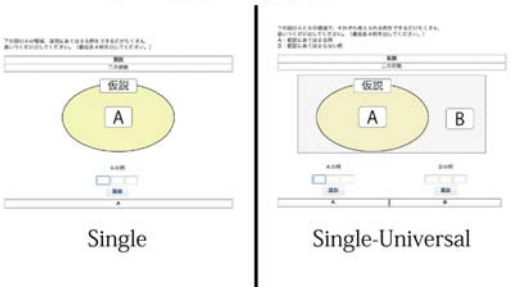


図 1a 実験 1 で使用したページ

また，仮説が多数あることは，単一の時よりも効果があることが期待される(Hirt and Markman, 1995; Laughlin et al., 1998)ので，実験 2 でははじめに立てる仮説が二つの場合を考える．被験者を Dual 群と Dual-Universal 群の二つの群にわけ（図 1b）, いずれも, Wason の 2-4-6 タスクを行う前に,「2, 4, 6」から連想する三つの数の間にある法則を二つ考える．これを，仮説 A と仮説 B とし，Dual 群では, "仮説 A のみにあてはまる"三つの数の例, "仮説 B のみにあてはまる"三つの数の例, "仮説 A にも仮説 B にもあてはまる"三つの数の例をそれぞれ 4 例ずつ出す. さらに, Dual-Universal 群では, "仮説 A のみにあてはまる"三つの数の例, "仮説 B のみにあてはまる"三つの数の例, "仮説 A にも仮説 B にもあてはまる"三つの数の例, "仮説 A にも仮説 B にもあてはまらない"三つの数の例をそれぞれ 3 例ずつ出す．その後，Wason の 2-4-6 タスクを行いその中での仮説生成・検証プロセス中のログを記録し分析した．

図 1b: 実験 2 で使用したページ

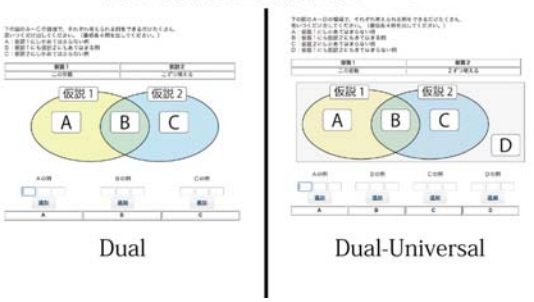


図 1b 実験 2 で使用したページ

それぞれの学習タスクは，仮説を出すための領域をわかりやすくするためにベン図によって図示し(図 1a,b を参照)，ベン図に基づき事例を出した．本来，Wason(1960)では何度か法則を解答することを許している．しかし，法則を解答した際に正誤がわかり，それをもとにして仮説を変更し正解する例がいくつかあったことが報告されているため，(Wason, 1960; Wason and Johnson-Laird, 1972)今回は Wason の 2-4-6 タスクで最後に法則を解答する機会を一度きりとした．また，ゲーム中で被験者は最低でも五回事例を出し，確かめることを求められる．

「2, 4, 6」の三つの数から考えうる仮説の種類は大きく分けて三つある．「偶奇性」,「等差性」,「増減性」の三つを確かめるための仮説である．

「偶奇性」

三つの数が偶数なのか，奇数でも大丈夫なのかを確かめること．偶奇性で確証バイアスに陥った場合は，全て偶数の三つの数の例を用いている場合が相当する．

「等差性」

はじめの数と二つめの数の差と，二つめの数と三つめの数の差が等しい三つの数なのか，それとも等しくなくてもよい三つの数なのかを確かめること．等差性で確証バイアスに陥った被験者は，それぞれ等差の三つの数の例を用いている場合が相当する．

「増減性」

三つの数が増えてゆくのか，それとも減ってゆくのか，一度増えて減ってゆくのかを確かめること．増減性で確証バイアスに陥った被験者は，増えてゆく三つの数の例のみを用いている場合が相当する．Wason の 2-4-6 タスクでは，この増減性に被験者が気付きにくく答えも数が増えてゆくというものになっている．

Klayman & Ha(1987)は，正事例試行も負事例試行のどちらも状況によっては反証をえることができ，また反証をえる確率はいずれの試行においても同等であることを数理モデルで表している．しかし，人には正事例試行のみを行う傾向がある(Wason, 1960, Wason and Johnson-Laird 1972)ため，負事例試行をするための補助が必要である．

本研究では,「仮説の反例を考えだす補助をすることは，多様な仮説推論を促進し，脱確証バイアスへとつながるのではないかと考え，この可能性を検討する．」実験 1 では，Single 群よりも Single-Universal 群のほうが，Dual 群よりも Dual-Universal 群のほうが正答者数が増え，仮説変更者数も増え，三つの偶奇性，等差性，増減性仮説によって試行をすることを予測する．また，仮説が多数あることは，単一の時よりも効果があることが期待される(Hirt and Markman, 1995; Laughlin et al., 1998)ので，実験 2 の Dual 群は，Single 群よりも正答者数，仮説変更者数が増え，さらに三つの仮説の利用者，試行割合も増加することが考えられる．

2. 研究の手法・実験

2.1 実験 1

・実験手順

慶應義塾大学の学部生，認知科学の入門講義履修者 50 名を対象とし，各群にランダムに 25 名ずつ被験者を分け，実験した．被験者はウェブ上にある実験サイトにアクセスし，表示されるダイアログの指示に従いベン図を用いた学習タスクと Wason の 2-4-6 タスクをおこなった．(図 1a)

・実験 1 の結果

正答者数は，Single-Universal 群のほうが，Single 群よりも多い傾向があったものの，差はなかった(p=0.58, Fisher's Exact Test)．だが，仮説変更者数において，Single-Universal 群のほうが Single 群よりも多い傾向があり，顕著な差があった(p=0.0054, Fisher's Exact Test)．つまり，群間において仮説変更者数の増加に学習課題の効果があったといえる

ものの，正答者数の増加にはいたらなかったことがわかる．では，なぜ仮説変更者数の増加につながったにもかかわらず，正答者数の増加にはつながらなかったのだろうか．

ここで，それぞれの被験者が用いた仮説の種類に注目する(表 1).

表 1 仮説の種類別，利用者数

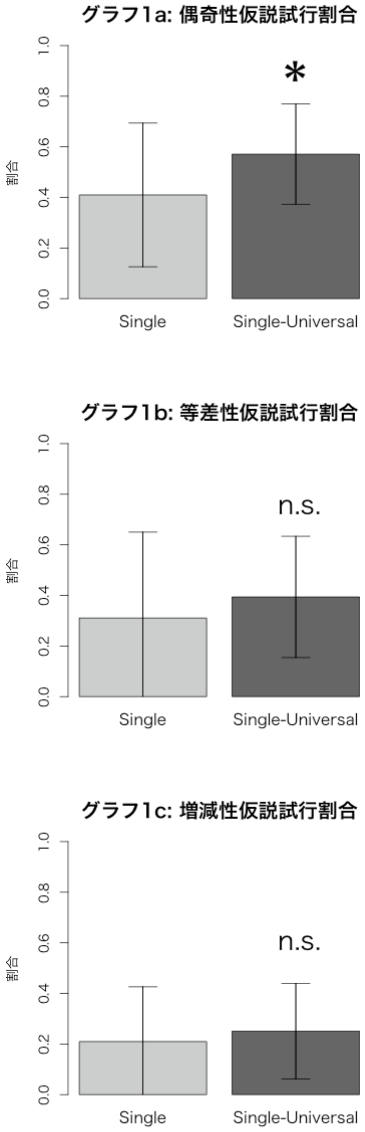
	Single		Single-Universal		
	あり	なし	あり	なし	
偶奇性	19	6	25	0	*
等差性	14	11	23	2	**
増減性	14	11	19	6	n.s.

(n.s. : p > 0.05; * : p < 0.05; ** : p < 0.01, Fisher's Exact Test)

それぞれの種類の仮説から反証をえる事例を利用したか，していないかで利用者数をカウントした．どの仮説においても，Single-Universal 群のほうが Single 群よりも仮説利用者数の増加傾向があることがわかるが，偶奇性，等差性には顕著な差が見られたものの(p=0.02, p=0.008, Fisher's Exact Test), 増減性における差はみられなかった(p=0.23, Fisher's Exact Test).

次に，具体的に試行中にどのような仮説を用いていたのか，全体の試行中，三つの仮説から反証を得て検証した事例数がそれぞれの試行数のうち何回利用されたか割合をみる. "偶数のみではない事例を用いた割合", 偶奇性仮説で試行した割合は, Single-Universal 群のほうが，Single 群よりも増加傾向があり(グラフ 1a), 顕著な差があった(t=-2.32, df=42.96, p=0.025, Welch Two Sample T-test). だが，"差が等しくない事例を用いた割合"，等差性仮説で試行した割合は，Single-Universal 群のほうが，Single 群よりも増加傾向があったものの(グラフ 1b)，差はなかった(t=-1.004，df=43.14，p=0.32, Welch Two Sample T-test). 正答するために最も重要な"数が減る事例を用いた割合"，増減性仮説で試行した割合においても，Single-Universal 群のほうが，Single 群よりも増加傾向があったものの(グラフ 1c)，差はなかった(t=-0.71，df=47.14，p=0.48, Welch Two Sample T-test).

グラフ 1 各仮説試行割合



(n.s.: p>0.1; *: p<0.05)

・実験 1 の考察

以上の結果から，正答者数には差はなかったが仮説変更者数に差があったため，脱確証は起きたが，限定的なものであったことがわかる．全体として Single-Universal 群のほうが，Single 群よりも傾向があったものの，課題自体の正答者数に差は見られなかった．それは，増減性仮説を用いて反証を得ない限り，"数が増える"という簡単な法則に気付かなかったことを示しており，増減性仮説

利用者数，増減性仮説利用数割合における差がなかったことと関係している．だが，仮説変更者数は顕著にSingle-Universal群のほうが多かったことは注目に値する．これは，増減性仮説ではなく，偶奇性仮説，等差性仮説での試行をしたためであった．それぞれの仮説から一度でも反証を得ようとすれば「奇数でもよい」ことや,「差が等しくなくてもよい」ことに気づくことができる．試行回数の割合をみると，偶奇性仮説で試行した割合には差があり，等差性仮説で試行した割合には差がなかった．これは，仮説が変更されたものの,「偶数でも奇数でもよい」仮説に新たに確証してしまったことを示している．つまり，全体としては脱確証バイアスにおける顕著な差があったものの，新たな仮説の確証バイアスに陥ってしまった結果となった.

ただ，反例を考えるよりも，新しい仮説を立てたほうが効率が良い可能性がある．というのも，反証をえるためには二つの方法があり，一つは仮説の反例を考えそれを試行すること，もう一つは新たな仮説を考えだすことである．では，初めに立てる仮説を二つにした場合では脱確証は起こりやすいのだろうか．実験 2 では，初めに立てる仮説を二つにして比較を行う.

2.2 実験 2

・実験手順

慶應義塾大学の学部生，認知科学の入門講義履修の 50 名を対象とし，各群にランダムに 25 名ずつ被験者を分け，実験した．被験者はウェブ上にある実験サイトにアクセスし，表示されるダイアログの指示に従いベン図を用いた学習タスクとWason の 2-4-6 タスクをおこなった．(図 1b)

・実験 2 の結果

まずは，仮説を二つにした場合でも反例に効果があるのかを確かめる．Dual 群と Dual-Universal 群を比較した際，正答者数は，Dual-Universal 群のほうが，Dual 群よりも多い傾向があったものの，差はなかった(p=0.12, Fisher's Exact Test)．だが，仮説変更者数において，Single-Universal 群のほうが Single 群よりも多い傾向があり，顕著な差があった(p=0.042, Fisher's Exact Test)．つまり，群間において仮説変更者数の増加に学習課題の効果があったといえるものの，正答者数の増加にはいたらなかったことがわかる．では，なぜ仮説変更者数の増加につながったにもかかわらず，正答者数の増加にはつながらなかったのだろうか.

ここで, それぞれの被験者が用いた仮説の種類に注目する(表 2).

表 2 仮説の種類別，利用者数

	Dual		Dual-Universal		
	あり	なし	あり	なし	
偶奇性	20	5	24	1	n.s.
等差性	20	5	22	3	n.s.
増減性	16	9	17	8	n.s.

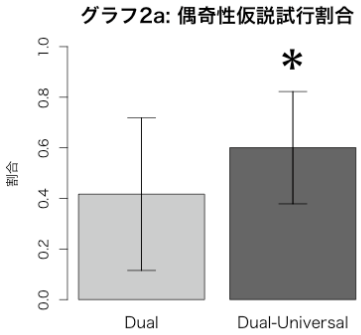
(n.s. : p > 0.1, Fisher's Exact Test)

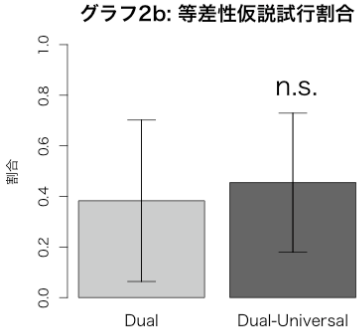
実験 1 と同様にそれぞれの種類の仮説から反証をえる事例を利用したか，していないかで利用者数をカウントした．どの仮説においても，Dual-Universal 群のほうが Dual 群よりも仮説利用者数の増加傾向があったが，どの仮説にも二つの群の差はみられなかった(p=1，p=0.19，p=0.70, Fisher's Exact Test). ただ, Dual 群の 8 割が偶奇性，等差性仮説を用いており，そこからさらなる増加傾向を示していることが分かる.

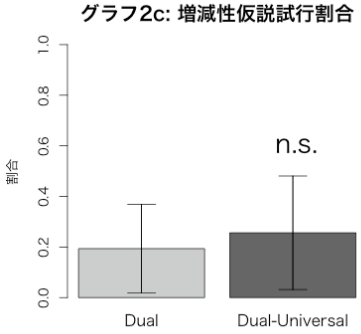
次に, 試行中の事例の種類を仮説別にみていく．"偶数のみではない事例を用いた割合"，偶奇性仮説で試行した割合は，Dual-Universal 群のほうが，Dual 群よりも増加傾向があり(グラフ 2a)，顕著な差があった(t=-2.45, df=44.09, p=0.018, Welch Two Sample T-test)．だが，"差が等しくない事例を用いた割合"，等差性仮説で試行した割合は，Dual-Universal 群のほうが，Dual 群よりも増加傾向があったものの(グラフ 2b)，差はなかった(t=-0.85, df=46.95, p=0.40, Welch Two Sample T-test). 正答するために最も重要な"数が減る事例を用いた割合"，増減性仮説で試行した割合では，

Dual-Universal 群のほうが，Dual 群よりも増加傾向があったものの(グラフ 2c)，差はなかった(t=-1.1,df=45.29 p=0.27, Welch Two Sample T-test).

グラフ 2 各仮説試行割合







(n.s.: p>0.1; *: p<0.05)

・実験 2 の考察

以上の結果から，実験 1 と同様に正答者数には差がなかったが仮説変更者数に差があったため，脱確証バイアスは起きたが限定的であったことがわかる．さらに，三つの仮説(偶奇性，等差性，増減性)の利用者数においても差はなかった．しかし，どちらの群でも 8 割以上が偶奇性，等差性の仮説を利用していた．よって，偶奇性，等差性での仮説試行から脱確証が行われた可能性がある．また，試行回数の割合をみると，偶奇性仮説で試行した割合には差があり，等差性仮説で試行した割合には差がなかった．これは，実験 1 と同様に仮説が変更されたものの，「偶数でも奇数でもよい」仮説に新たに陥ってしまったことを示している．つまり，仮説を初めに二つ立てる場合においても，全体としては脱確証における顕著な差があったものの，新たな仮説に確証してしまった．

では，はじめに立てる仮説が一つの場合と二つの場合はどのように違うのだろうか，次節では実験 1 の結果と実験 2 の結果を比較する．

2.3 実験 1 と実験 2 の比較

・比較 1 (Single 群 vs. Dual 群)

Single 群と Dual 群では, Dual 群のほうが, Single 群よりも正答者数に増加傾向はあったものの差もなかった(p=0.35, Fisher's Exact Test)．また，仮説変更者数において傾向はみられず，差もなかった(p=1, Fisher's Exact Test)．では，三つの仮説の種類別利用者数はどのようになっているのだろうか．（表 3)

表 3 仮説の種類別，利用者数

	Single		Dual		
	あり	なし	あり	なし	
偶奇性	19	6	20	5	n.s.
等差性	14	11	20	5	n.s.
増減性	14	11	16	9	n.s.

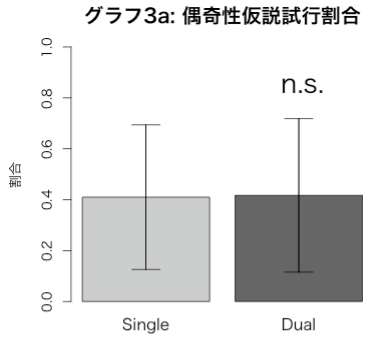
(n.s. : p > 0.1, Fisher's Exact Test)

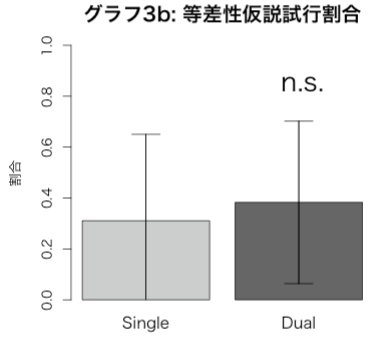
どの仮説においても，Dual 群のほうが Single 群よりも仮説利用者数の増加傾向があることがわかるが，偶奇性，等差性，増減性のいずれにおいても差はみられなかった(p=1，p=0.13，p=0.77, Fisher's Exact Test).

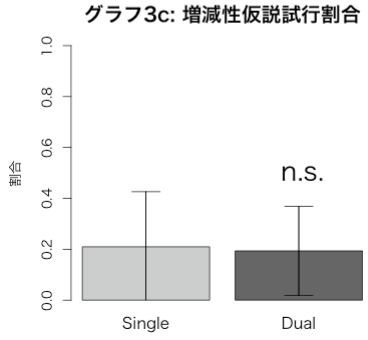
次に，試行中の事例の割合を仮説の種類別にみていく．偶奇性仮説で試行した割合は増加傾向がなく(グラフ 3a)差もなかった(t=-0.083，df=47.83, p=0.93, Welch Two Sample T-test)．さらに，等差性

仮説で試行した割合は，Dual 群のほうが，Single 群よりも増加傾向があったが(グラフ 3b)，差はなかった(t=-0.78, df=47.82, p=0.44, Welch Two Sample T-test)．増減性仮説で試行した割合は，Single 群のほうが, Dual 群よりも増加傾向があったが(グラフ 3c)，差はなかった(t=-0.29, df=45.96 p=0.77, Welch Two Sample T-test).

グラフ 3 各仮説試行割合







(n.s.: p>0.1)

・比較 1 の考察

以上の結果から, Single 群と Dual 群においては, 多くの指標において少なからず傾向があったものの，顕著な差はなかった．むしろ，増減性仮説を試行した割合は Dual 群のほうが少ない傾向にあり，仮説を二つにしたことによる仮説変更への効果はなかったといえる．では，仮説に当てはまらない事例を考えた場合では同じ傾向があるのだろうか．次節では，Single-Universal 群と Dual-Universal 群の比較を行う.

・比較 2 (Single-Universal vs. Dual-Universal)

Single-Universal 群と Dual-Universal 群では，正答者数における傾向はなく，差もなかった(p=1, Fisher's Exact Test)．また仮説変更者数においては, Single-Universal 群のほうが, Dual-Universal 群よりも多い傾向があったが，差はなかった(p=0.4635, Fisher's Exact Test)．Single 群と Dual 群の比較と同様に, 正答者数, 仮説変更者数に差がなかったが, 三つの仮説における利用者数に違いはあるのだろうか．(表 4)

表 4 仮説の種類別，利用者数

	Single-Universal		Dual-Universal		
	あり	なし	あり	なし	
偶奇性	25	0	24	1	n.s.
等差性	23	2	22	3	n.s.
増減性	19	6	17	8	n.s.

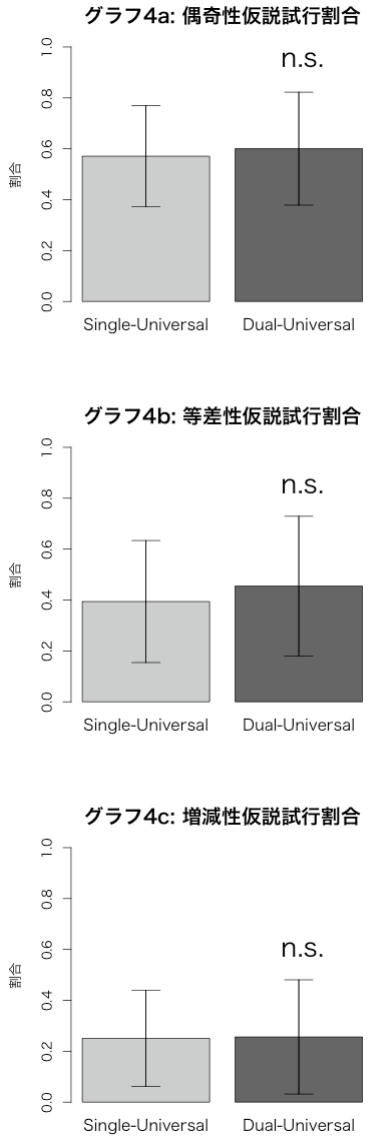
(n.s. : p > 0.1, Fisher's Exact Test)

どの仮説においても，仮説利用者数の大きな増加傾向はなかった．そして，偶奇性，等差性，増減性のいずれにおいても差はみられなかった(p=1, p=1, p=0.75, Fisher's Exact Test).

次に，試行中の事例の割合を仮説の種類別にみていく．偶奇性仮説で試行した割合は，増加傾向はなく(グラフ 4a), 差もなかった(t=-0.50, df=47.44, p=0.62, Welch Two Sample T-test)．等差性仮説で試行した割合は，Dual-Universal 群のほうが，Single-Universal 群よりも増加傾向があったものの(グラフ 4b), 差はなかった(t=-0.83, df=47.14, p=0.41, Welch Two Sample T-test)．増減性仮説で試行した割合では，増加傾向はなく(グラフ 4c)，差もなか

った(t=-0.094, df=46.65 p=0.93, Welch Two Sample T-test).

グラフ 4 各仮説試行割合



(n.s.: p>0.1)

・比較 2 の考察

以上の結果から，Single-Universal 群と Dual-Universal 群においては, 多くの指標において少なからず傾向があったものの，顕著な差はなかった． 以上の二つの比較によって，仮説を二つにしたことによる仮説変更，脱確証バイアスへの顕著な効果はみられなかったと結論づけられる．

3. 総合考察

二つの実験から，第一に仮説の反例を考えることで，脱確証は起きたが新たに偶奇性仮説に確証してしまったこと，第二に仮説を二つ立てることによる脱確証バイアスは起こらなかったという結果が得られた．

第一に，初めの仮説を捨てることができたものの，偶数・奇数以外の仮説を思いつくに至らなかったのはなぜだろうか．複数の数字を認識する際には，それぞれの数字の間にある関係性よりも，数字個々の特徴に注意が向く傾向があるのではいだろうか．

被験者が「2, 4, 6」からはじめに推測した法則の多くは，「偶数(被験者全体の 73 名/100 名)」「2 ずつ増える(被験者全体の 44 名/100 名)」であった(実験 2 は仮説を二つ立てるため, 合計 100 名を超す). また，初めに立てる仮説で「数が増えてゆく」という法則を考えていたものは一人しかいなかった. さらにその被験者は, Dual-Universal 群でもう一つの仮説として"偶数"をあげていた．さらに，偶奇性仮説利用者ならびに偶奇性仮説試行割合が Single-Universal, Dual-Universal 群のほうが顕著に高いことからわかるように，偶奇性仮説のなかでしか考えることができず，数の特徴がもっとも認識されやすく確証バイアスに陥りやすいことを示している．

実験 1，実験 2 において増減性仮説での試行割合，等差性仮説での試行割合において顕著な差がなかったことから，新たに「整数」という確証バイアスに陥ってしまったことがわかる．一度脱確証が起こると，それ以上の脱確証がなかなかできないことを示している．脱確証が起こる際には，"気付き"をえることができ, 新たな仮説に対する確証度が高まる．この確証度の高まりはより強い確証バイアスを招いてしまいかねない．

では，確証バイアスはどのように引き起こされるのだろうか．本研究では，はじめに明示的に仮説を立てさせたが，明示的にたてた仮説が確証バイアスを表している．つまり，明示的に認識して

いる仮説は意識的に試行することができ,逆に「数が増えてゆく」などについては無意識である．たとえば，明示的に「偶数」と仮説を立てているのだが,「4, 6, 8」や「8, 10, 12」で試行する者が多かった．極端に「8, 6, 4」「2, 2, 2」と試行してもよいのにもかかわらず，増加してゆく事例や等差となる事例を用いることは，無意識のうちに「数が増えてゆく」ことが埋もれてしまっている．これを明示的にすることこそが多様な仮説推論(Chamberlin, 1897; Platt, 1964)へとつながり，結果脱確証を行い"続ける"ことができるようになるのではないだろうか.

第二に，実験 1 と実験 2 の間ではどの指標においても差はなかった．よって仮説を二つ立てることは，一つ立てることよりも効果があるとは言い難い．ただ，前述したように偶奇性仮説と等差性仮説が初めにでやすいことから二つでは脱確証が起こらなかったことも考えうるが，それぞれを反証することが出来れば，増減性仮説に気付くことができ，Single-Universal 群と Dual-Universal 群の間で顕著な差があるはずである．つまり，今回の実験からは初めに立てる仮説が二つであったから脱確証バイアスできなかったということは考えにくい．では，なぜ初めに立てる仮説が二つでは脱確証バイアスが起こらなかったのだろうか.

その原因としては，バイアスは考えた仮説全体にかかってしまったことが考えられる．つまり，本研究でいうならば，二つの仮説のどちらかしかありえないと被験者が考えてしまったのではないだろうか．実際に仮説変更の有無をコーディングする際には，初めに立てた二つの仮説以外の仮説に変更された場合に仮説変更者としてカウントしている．そして，実験 1 と実験 2 の比較では顕著な差がなかったため，二つのうちのどちらかを採用しているが，新たな仮説をえることはできなかったことがわかる．さらに，実験 2 の結果を加味すると，確証バイアスを乗り越えるために反証をえるには，仮説を二つ立てることよりも，立てた仮説の反例を考えることが必要であったことを示唆している.

結論としては，脱確証バイアスは一度起こすことは簡単であったが，それ以上の脱確証バイアスは Wason の 2-4-6 タスクに関連する他の研究で述べられているように簡単なことではなく，なかなか起こらないことが本研究によって示された．現実に考えられる科学におけるパラダイムシフト(Kuhn, 1962)や，子供の科学概念変化(Vosniadou and Brewer, 1992; Smith et al., 2005)には長期にわたる探究と挑戦が必要であるように，今後，より深い脱確証バイアスを起こすためには，たび重なる学習を考慮に入れた(Anzai & Simon, 1979)研究が必要とされる.

参考文献

[1] Anzai, Y. & Simon, H. A. (1979) The Theory of Learning by Doing, *Psychological Review*, 86, 124-140

[2] Chamberlin, T.C. (1897). The Method of Multiple Working Hypotheses, *The Journal of Geology*, 5, 837-848.

[3] Chen, Z. & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Children's acquisition of the control of variables strategy, *Child Development*, 70, 1098-1120.

[4] Goman. M.E., & Gorman, M.E. (1984). A comparison of disconfirmatory, confirmatory and a control strategy on Wason’s 2-4-6 task, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 629-648.

[5] Gorman, M.E., Stafford, A., & Gorman, M.E. (1987). Disconfirmation and dual hypotheses on a more difficult version of Wason's 2-4-6 task, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 1-28.

[6] Gorman, M. E. (1989). Error, falsification and scientific inference: An experimental investigation, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Section A: Human Experimental Psychology, 41:2, 385-412.

[7] Hirt, E.R. & Markman, K.D. (1995). Multiple Explanation: A Consider-an-Alternative Strategy for Debiasing Judgments, *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(6), 1069-1086.

[8] Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning, *Cognitive Science*, 12(1), 1-55.

[9] Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*, Cambridge: MA: MIT Press.

[10] Klahr, D., & Chen, Z. (2003). Overcoming the positive-capture strategy in young children: Learning about indeterminacy, *Child Development*, 74, 1275–1296.

[11] Klayman, J., & Ha, Y.W. (1987). Confirmation, disconfirmation, and information in hypothesis testing, *Psychological Review*, 94, 211-228.

[12] Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists, *Psychological Review*, 96(4), 674-689.

[13] Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning, *Cognition and Instruction*, 18, 495–523.

[14] Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills, *Child Development*, 74(5), 1245-1260.

[15] Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University Of Chicago Press

[16] Laughlin, P. R., Bonner, B. L., & Altermatt, T. W. (1998). Collective versus individual induction with single versus multiple hypotheses, *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(6), 1481-1489.

[17] Nersessian, N.J. (1989) Conceptual change in science and in science education, *Synthese*, 80(1), 163-183.

[18] Nersessian, N.J. (2008) *Creating Scientific Concepts*, Cambridge, MA: MIT Press.

[19] Platt, J. R. (1964) Strong inference, *Science* 146, 347-353.

[20] Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*, New York: Basic Books.

[21] Smith, C., Solomon, G., & Carey, S. (2005). Never getting to zero: Elementary school students' understanding of the infinite divisibility of number and matter, *Cognitive Psychology*, 51(2), 101-140.

[22] Tversky, A. & Kahneman, D. (1981). The Framing of Decisions and the Psychology of Choice, *Science*, 211(4481), 453–458.

[23] Tweney, R. D., Doherty, M. E., Worner, W. J., Pliske, D. B., Mynatt, C. R., Gross, K. A., & Arkklin, D. L. (1980). Strategies of rule discovery in an inference task, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 109-123.

[24] Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood, *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

[25] Wason, PC. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 129-140.

[26] Wason, P. C., & Johnson-Laird, P. N. (1972). *Psychology of reasoning: Structure and content*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

単純接触効果に及ぼす刺激呈示の回数と時間の影響
The influences of exposure frequency and duration on the mere exposure effect

松田 憲[†]，佐々木 翔子[†]，楠見 孝[‡]
Ken Matsuda, Syoko Sasaki, Takashi Kusumi

[†]山口大学，[‡]京都大学
Yamaguchi University, Kyoto University
matsuken@yamaguchi-u.ac.jp

Abstract

In this study, we examined how exposure frequency and duration influence the mere-exposure effect when the total duration of stimuli exposure is fixed at 12 seconds. The results showed that the mere-exposure effect was strong when boss exposure frequency and duration were moderate in this exposure condition. When the total duration was constant, high exposure frequency did not conclusively strengthen the mere-exposure effect. In addition, it was possible that exposure may have mediated the increase or decrease in preference and familiarity.

Keywords — Mere exposure effect, frequency, duration

1. はじめに

ある刺激に反復して接触することで，その刺激への好意度や印象が高まる現象を単純接触効果と呼ぶ（Zajonc, 1968）[1]．例えば，CM で繰り返し視聴した商品を思わず店頭で手に取ってしまうといった事例が挙げられる．

この単純接触効果については，多くの研究者によって様々な角度から研究がなされてきた．その一例として，刺激の呈示変数（呈示回数，呈示順序, 呈示時間, 呈示間隔等）に関する研究がある．たとえば，呈示回数の研究には，Zajonc （1968）[1] や Bornstein & D’Agostino（1992）[2]が挙げられる．これらによると，呈示回数と好意度との間には，基本的に正比例の関係があることが示されているが，呈示条件によっては好意度が単調に増加しないこともある．呈示時間に関しては，Bornstein（1989）[3]によるメタ分析の結果から，5 秒以内の呈示で単純接触効果が得られる可能性が高いことが示された．また，坂元・大須・坂元（1999）[4]の実験では，画像刺激を 0.3 秒と 0.02 秒呈示した結果, 0.3 秒呈示のみで単純接触効果が得られている．その他にも，刺激の典型性が呈示変数に及ぼす効果（Matsuda & Kusumi, 2002, 2003）[5][6]や, 刺激学習期間の影響（石川・松田・楠見, 2012; 松田・石川・楠見，2012）[7][8]などが検討されてきた．このように呈示変数に関する研究は数多いが，これらのほとんどは単独の呈示変数の効果の検討に留まっており，2 つ以上の変数の関連を研究しているものは少ない．

ここで問題となるのが，刺激の総呈示時間との関係性である．上記の実験では，各呈示回数条件における総呈示時間が異なったため，実験結果に呈示回数のみが影響したのではなく，総呈示時間が影響した可能性も示唆される．つまり，単純接触効果は「見れば見るほど好きになる」という効果であるが，この「見る」で重要なのは，「見る」というイベントのことであるのか，見ている時間のことであるのか, 両者の区別が明らかではない．たとえば, 1 秒間呈示刺激を 12 回見る場合と 3 秒間呈示刺激を 4 回見る場合とでは，ともに刺激へは 12 秒間接触しているが, 得られる単純接触効果に違いは生じるであろうか．

そこで，本研究では，呈示変数のうち，呈示時間と呈示回数の関連の検討を目的とする．実験では刺激の各呈示回数条件における総呈示時間は統一し，呈示回数と呈示時間を操作して，単純接触効果に与える要因を検討する．

2. 実験 1

要因計画　参加者内の呈示条件として，0 秒×0 回呈示（呈示なし），1 秒×12 回呈示，2 秒×6 回呈

図 1　使用刺激の例

示, 3 秒×4 回呈示, 4 秒×3 回呈示, 6 秒×2 回呈示, 12 秒×1 回呈示の 7 水準を設定した.

実験参加者　大学生，大学院生 22 名（男性 11 名，女性 11 名），平均年齢 22.4 歳（年齢範囲 20～26 歳）が実験に参加した.

実験材料　遠藤・齋木・中尾・齋藤（2003）[9]で使用された無意味図形を，富田・森川（2011）[10]が好意度統制した 100 枚の中から，ニュートラルな 20 枚を選定した（図 1）.

手続き　実験は実験室で個別に実施した．5 分間のインターバルを挟んで評定フェイズを行った. 学習フェイズでは刺激はモニターを通して次々に呈示された．3 秒間の刺激間インターバルの間に，方向づけ課題として呈示刺激への対称性判断を求めた．学習フェイズの後，5 分間のインターバルを挟んで評定フェイズを行った．評定フェイズでは 16 枚の刺激画像に対する好意度，新奇性，親近性の評定を 5 件法で，再認判断を 2 件法で，それぞれ参加者に求めた.

結果と考察　評定基準の個人差を考慮して，参加者ごとに全条件の平均値と標準偏差を用いて標準得点(z 得点)を求め（図 2），呈示条件を要因とした 1 要因分散分析を行った．その結果，好意度と新奇性，親近性の 3 尺度において，呈示条件の主効果が有意ではなかった. 再認判断については，呈示時間の主効果が有意であり（F (6,126) = 5.78 , MSe = .10, p<.000），0 秒×0 回呈示以外の全条件の値が，0 秒×0 回呈示条件の値よりも有意に高かった．よって，刺激を「見る」というイベントよりも，刺激を見る総時間が重要であることが示唆された.

しかし，以下のような疑問が残った．呈示時間が短く回数の多い刺激は，呈示ごとに方向づけ課題を課したことで，刺激への認知的処理数が増大し，評価が下がったのではないだろうか．また，

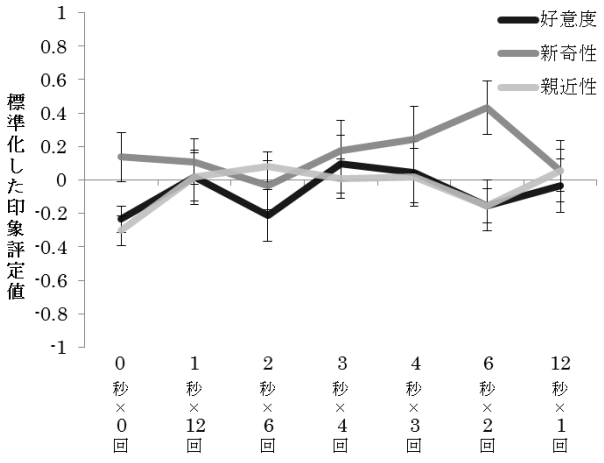


図 2　実験 1 結果（好意度，新奇性，親近性評定）
横軸は呈示時間×呈示回数,
エラーバーは標準誤差

学習フェイズでは，どの刺激を何秒間呈示するかについて，事前に参加者に明示していなかったことから，呈示時間が長く回数の少ない刺激は，参加者が刺激呈示後に行う方向づけ課題に備えていたことが考えられる．そのため，刺激への注意が呈示時間中持続し，評価は上がったのではないだろうか．以上のことから，呈示条件の各水準間に評定値の差が出なかった可能性がある.

そこで実験 2 では，実験 1 から方向づけ課題を削除し，好意度と新奇性，親近性の各評定と再認判断成績にどのような影響を及ぼすのか，検討を行う.

3. 実験 2

要因計画　実験 1 と同一であった.

実験参加者　大学生，大学院生 26 名（男性 15 名，女性 11 名），平均年齢 22.08 歳（年齢範囲 20～29 歳）が実験に参加した．実験 1 との参加者の重複はなかった.

実験材料　実験 1 で用いた材料と同一のものを使用した.

手続き　学習フェイズでの刺激の連続呈示時に，参加者には方向づけ課題を課さず，ディスプレイ上に呈示された刺激から目を離さないよう教示した．それ以外は実験 1 と同様に行った.

結果と考察　実験の結果，好意度，新奇性，親

近性の 3 尺度において，呈示条件の主効果がそれぞれ有意であった（*Fs* (6,150) = 4.96, 2.75, 4.93; *MSes* = .868, 937, 869; $p < .001$, $p = .014$, $p < .001$）（図 3）．Ryan 法（有意水準 : $p = .05$）による主効果の多重比較を行った結果，好意度評定値においては，3 秒×4 回呈示と 12 秒×1 回呈示の値が 0 秒×0 回呈示と 6 秒×2 回呈示よりも有意に高く，親近性評定値においては，3 秒×4 回呈示と 12 秒×1 回呈示の値が 0 秒×0 回呈示よりも有意に高かった．再認判断については，呈示時間の主効果が有意であり（*F* (6,150) = 8.82 , *MSe* = .12, $p<.000$），0 秒×0 回呈示以外の全条件の値が，0 秒×0 回呈示条件の値よりも有意に高かった．

3 秒×4 回呈示条件において，好意度評定値，親近性評定値が最も高く，新奇性評定値は低いという結果となった．1 秒×12 回呈示，2 秒×6 回呈示では，呈示回数は多いものの呈示時間が短すぎたために，好意度評定値，親近性評定値の上昇が見られず，また新奇性評定値は低かった．6 秒×2 回呈示では，見る回数が少なすぎるため，刺激に対するインパクトは非常に低く，また，6 秒という時間もこの呈示回数の少なさをカバーできるほどのインパクトは有していないのではないかと考えられる．12 秒×1 回呈示では，好意度評定値，親近性評定値が高かった．再認判断はチャンスレベルであり，参加者は刺激を見たかどうかあまり覚えていないにもかかわらず，刺激に馴染み深さを感じ，好きであると判断していた．この理由として，12 秒という呈示時間は今回の実験の呈示時間（1 秒，2 秒，3 秒，4 秒，6 秒，12 秒）の中では格段に長かったことが影響していると考えられる．

以上より，総呈示時間が 12 秒という条件下では，呈示回数・呈示時間共に，条件内で中庸である場合に強い単純接触効果が得られることが示された．その理由として，単純接触効果が生起するためには，各刺激の十分な処理に必要な時間と，刺激に対する飽きを引き起こさない回数があるのではないだろうか．先行研究によって，呈示回数が少ない場合での比較においては回数の効果が有意でない場合がある（Seamon, Williams, Crowley, Kim,

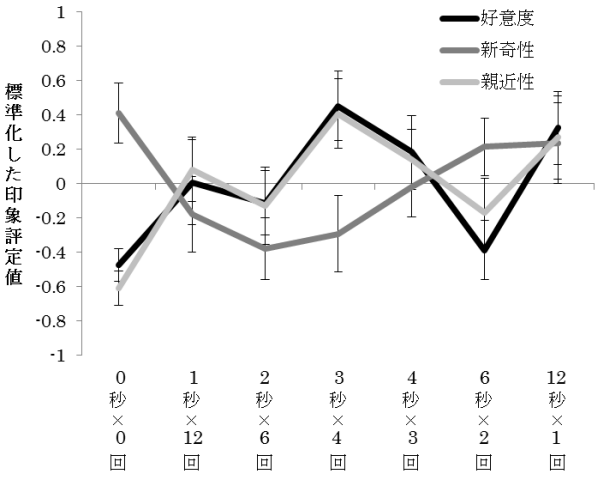


図 3　実験 2 結果（好意度，新奇性，親近性評定）
横軸は呈示時間×呈示回数，
エラーバーは標準誤差

Langer, Orne & Wishengrad, 1995）[11]ことや，過度の呈示で効果が抑制される（Bornstein, Kale, & Cornell, 1990）[12]ことが示されている．

4. まとめ

本研究では，従来の研究では単独の呈示変数（呈示回数，呈示時間など）を操作して行われることの多かった単純接触効果についての実験を，呈示回数と呈示時間という 2 つの呈示変数を操作して実験し，単純接触効果を検討した．この 2 つの呈示変数の操作により，総呈示時間を一定に保った場合，単純接触効果は呈示回数が多い方が強くなるのか，一回当たりの呈示時間が長い方がよいのか，それとも総呈示時間が重要であるのかを検討することが可能となる．

実験の結果，刺激の総呈示時間が一定の場合，呈示回数が多いと単純接触効果が強くなるとは一概に言いきれないということが示唆された．刺激の総呈示時間は同じであっても，呈示の仕方によって，好意度や親近性を上昇させることも，むしろ下降させることも可能であるという新しい知見が得られた．

先行研究（Zajonc , 1968; Bornstein & D'Agostino , 1992）[1][2]では刺激の呈示回数について，呈示回数が多くなるにつれて基本的に好意度は増加傾向にあることが示されている．しかし，今回の実験

結果を考慮すると，先行研究の結果は呈示回数を増やしたことで総呈示時間も長くなったことが好意度の増加に影響したと考えられる．つまり，総呈示時間を統一して実験を行った場合，呈示回数と呈示時間が中庸な条件で好意度は最大になる可能性もある．

Harrison & Zajonc（1970）[13]の実験では，刺激の呈示回数を 1 回，2 回，5 回，10 回，25 回に設定し，それぞれに対して 2 秒，10 秒の呈示時間を設けた．その結果，呈示回数が多く，個々の呈示時間が長いほど単純接触効果は強いものであった．しかし，今回の実験結果を考慮すると，こちらも総呈示時間の長さが影響した可能性もある。総呈示時間を統一した場合，中庸な呈示回数である 5 回や 10 回あたりで好意度が最大になるかもしれない．

本研究では総呈示時間を 12 秒に設定したが, 今後は総呈示時間を 6 秒や 18 秒などに設定し, 今回得られた知見の妥当性を検証する必要がある．

参考文献

[1] Zajonc, R. B., (1968) “Attitudinal effects of mere exposure”, Journal of Personality and Social Psychology Monograph,Vol. 9, pp. 1-27.

[2] Bornstein, R. F., & D’Agostino, P. R., (1992) Stimulus Recognition and the Mere Exposure Effect. Journal Personality and Social Psychology, Vol. 63, No. 4, pp. 545-552.

[3] Bornstein, R. F., (1989) “Exposure and affect: Overview and meta-analysis of research, 1968-1987”, Psychological Bulletin, Vol. 106, pp. 265-289.

[4] 坂元 桂・大須晶子・坂元 章, (1999) “呈示刺激の種類と単純接触効果”, 日本心理学会第 63 回大会発表論文集, pp. 508.

[5] Matsuda, K. & Kusumi, T., (2002) “The mere exposure effect in concept formation”, Poster presented at 43rd Annual Meeting of the Psychonomic Society. Kansas City, KA.

[6] Matsuda, K. & Kusumi, T., (2003) “A long interval affects the mere exposure effect for the prototypes”, In R. Alterman, & D. Kirsh (Eds.), Proceedings of the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp.1380). NJ: Erlbaum.

[7] 石川 晋・松田 憲・楠見 孝, (2012) “長期的学習による刺激呈示傾向が単純接触効果に及ぼす影響”, 日本認知心理学会第 10 回大会発表論文集, pp. 127.

[8] 松田 憲・石川 晋・楠見 孝, (2012) “単純接触効果に及ぼす長期的学習と刺激提示頻度減少の影響”, 日本心理学会第 76 回大会発表論文集, pp. 790.

[9] 遠藤信貴・齋木潤・中尾陽子・齋藤洋典, (2003) “無意味輪郭図形の階層的特徴記述に基づく知覚判断特性の分析”, 心理学研究, Vol. 74, pp. 346-353.

[10] 富田瑛智・森川和則, (2011) “遮蔽刺激への単純接触効果”, 日本心理学会第 75 回大会発表論文集, pp. 605.

[11] Seamon, J. G., Williams, P. C., Crowley, M. J., Kim, I. J., Langer, D. A., Orne, P. J., & Wichengrad, D. L., (1995) “The mere exposure effect is based on implicit memory: Effects of stimulus type, encoding conditions, and number of exposures on recognition and affect judgments”, Journal of Experimental Psychology: Leaning Memory, and Cognition, Vol. 21, pp. 711-721.

[12] Bornstein, R. F., Kale, A. R., & Cornell, K. R., (1990) “Boredom as a limiting condition on the mere exposure effect”, Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 58, pp. 791-800.

[13] Harrison, A. A., & Zajonc, R. B., (1970) “Effects of frequency and duration of exposure on response competition and affect ratings”, Journal of Psychology, Vol. 75, pp. 163-169.

身体運動に伴う遅延聴覚フィードバックの知覚順応
Perceptual Calibration to Delayed Auditory Feedback of Self-body Movement

樋田 浩一[†‡]，上野 佳奈子[†‡]，嶋田 総太郎[†‡]
Koichi Toida, Kanako Ueno, Sotaro Shimada

[†]明治大学 [‡]独立行政法人科学技術振興機構, CREST
[†]Meiji University [‡]Japan Science and Technology Agency, CREST
sshimada@isc.meiji.ac.jp

Abstract

Temporal contingency between self-body movement and its auditory feedback is crucial to perceive external auditory events. The present study examined whether delay detection of self-generated sound is affected by short-term exposure to delayed auditory feedback. The subject pressed a button with their right index finger and judged whether the auditory feedback delivered through a headphone was delayed or not, compared to the sensation of the finger movement. The range of auditory feedback delay was varied across 4 conditions. To calculate the point of subjective simultaneity (PSS), where the delay detection rate was 50 %, we have fitted a logistic function to the delay detection probability curve for each subject. The results showed that PSSs were significantly different from each other (Tukey-Kramer's HSD, $P<0.01$). This indicates that PSS was modulated by the range of the delay used in the experiment; PSS became longer as the delay lengthened. However, this shift was no longer observed when the delay range with minimal delay of approximately 300ms was applied. We suppose that the perceptual delay in auditory feedback of a self-body movement is, to some extent, automatically recalibrated to the frequently exposed duration between self-body movement and the auditory feedback.

Keywords — Delayed auditory feedback, Motor-sensory, Temporal recalibration, Point of subjective simultaneity

1. はじめに

我々が外界との関わりのなかで活動する上で，身体運動に伴う外界からの感覚情報の統合処理は重要な役割を担っている．自らの身体運動と感覚情報を正しい組み合わせで対応付ける条件として，両者の空間的・時間的整合性が挙げられる．

時間的整合性に着目すると，身体運動に伴う体性感覚のフィードバックと聴覚刺激のフィードバックには，それぞれについて様々な遅延が伴う．体性感覚の伝搬速度は平均して 50 m/s 程度であり[1]，身体運動の部位が脳から離れるほど遅延が大きくなる．聴覚刺激は，音の発生源から常温空気中で約 340 m/s で伝わり，体内においては内耳の蝸牛における変換プロセスに約 40 μs [2]，脳への信号の伝搬に約 10 ms 要する．このように，身体運動とそれに伴う聴覚フィードバックの対応付けを行う際，脳が身体運動由来の体性感覚フィードバックを受け取る時刻と，聴覚フィードバックの信号が脳に入力される時刻は異なる．

実際の場面では，さらに遅延が増幅する場合が考えられる．道具の使用を想定すると，我々はその外部システムが持つ遅延に適応的に対処しないことには道具を使用できない．例えば楽器演奏においては，楽器から音が鳴るまでに遅延が存在する場合があるにも関わらず，演奏者はその遅延に適応して演奏することができる．

これらのことから，脳には，異なる時刻に入力される感覚情報を同一のイベントとして対応付けする何らかの方略が存在すると考えられる．特に道具の使用時には，多感覚統合が行われる際の時間的整合性の判断基準が変わると考えられる．

これまでに我々は，身体運動と聴覚フィードバックの遅延弁別閾値に着目し，自らの身体運動に伴う感覚フィードバックに遅延を伴う場合の知覚特性について調べてきた[3][4][5]．本研究では，身体運動に伴う遅延聴覚フィードバックの遅延弁別閾値を求める実験を複数の実験条件幅で行い，外部システムの遅延に応じて遅延弁別閾が適応的に変動することを検証した．

2. 実験

身体運動は，既往の研究[4]と同様に右手人指し指でスイッチを押す動作とし，スイッチの押下に伴ってパルス音を呈示する装置を用いた．パルス音にはエフェクタを用いて時間遅延を付加し，ヘッドフォンからモノーラル信号で呈示した．

被験者はアイマスクを掛け椅子に座り，実験者の合図を受けて実験装置のスイッチを押す動作を行い，動作により呈示される聴覚刺激が遅れていると感じるか口頭で回答した(以下，非同時性判断と記す)．聴覚フィードバックの遅延時間は8水準とし，各水準はランダムな順序で呈示した(恒常法)．実験は各遅延水準各1回を含む8試行で1ブロックとし，8ブロック合計64試行とした．試行間の間隔(ISI)は10秒とした．遅延時間は，条件1として19～253 ms，条件2として119～353 ms，条件3として186～419 ms(以上全て33.3 ms間隔)，さらに遅延時間範囲の幅の影響を考慮し，条件4として19～119 ms(14.3 ms間隔)の合計4条件とした．条件ごとの遅延時間の範囲を表1に示す．

以上の実験は，静穏環境を統制した防音室内で行い，聴覚の正常な右利き大学生63名(男性32名，女性31名)が参加した．全ての実験に被験者の重複はない．条件2に参加した2名の男性被験者および条件3に参加した1名の女性被験者は，全ての試行において「遅れている」と回答したため，以降の解析対象からは除外した．

実験データは，遅延水準ごとに遅れていると回答した回数を記録し，その確率を計算した．実験条件ごとにロジスティック曲線へのフィッティングを行い，非同時性判断の確率が50 %となる遅延時間を主観的同時点(Point of Subjective Simultaneity, 以下PSSと記す)として求めた．

3. 結果

各水準における全被験者の回答の平均から求めた非同時性判断の割合と遅延時間の関係を図1に示す．遅延時間幅が33.3 ms刻みの条件1～3の回帰曲線は，曲率(傾き)が類似しており，ほぼ相似形を描いた．一方，遅延時間幅が14.3 ms刻みの条件4は，他の曲線と比べて傾きが急峻となったが，有意差はなかった(Tukey-Kramer's HSD)．PSSは，条件1が136.3 ms，条件2が208.9 ms，条件3が309.1 ms，条件4が89.1 msと異なり，全ての条件間で有意差が確認された(Tukey-Kramer's HSD, $P<0.01$)．個人差の分析として，各被験者の非同時性判断曲線から求めたPSSと傾きの平均値と標準誤差を図2・図3にそれぞれ示す．

表1　各条件の遅延時間範囲

条件	遅延時間範囲 [ms]	水準間隔 [ms]	被験者数 (解析対象者数)	年齢 (平均±標準偏差)
1	19～253	33.3	12(12)	20.8±1.4
2	118～353	33.3	26(24)	21.3±1.3
3	186～419	33.3	13(12)	20.8±1.7
4	19～119	14.3	12(12)	21.0±1.5

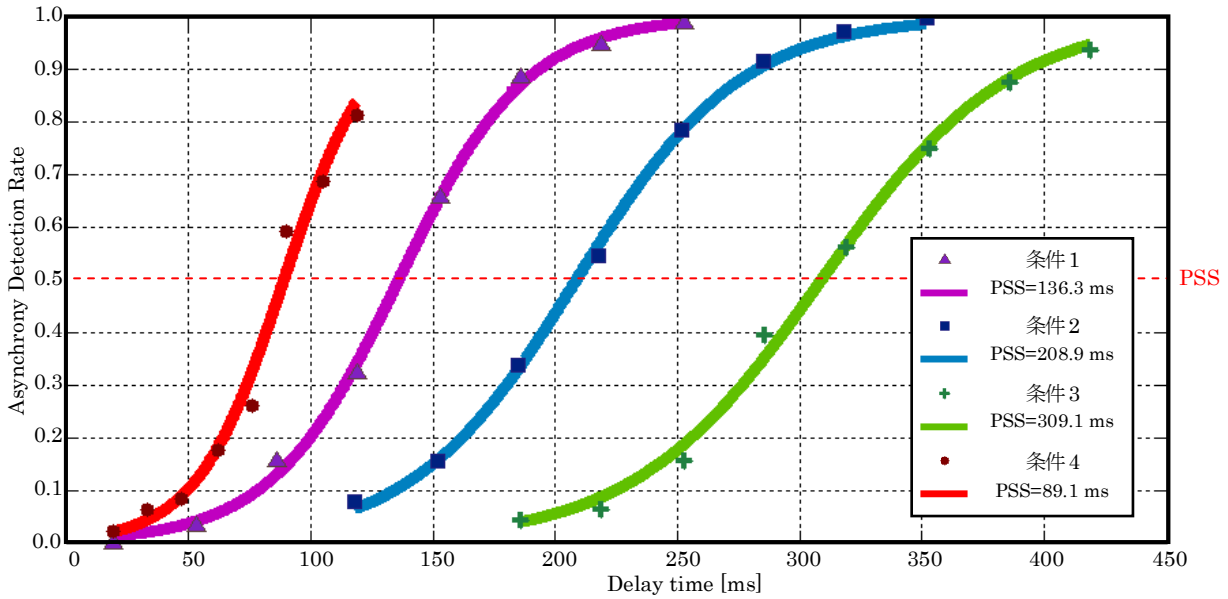


図1　全被験者の判断結果から求めた非同時性判断曲線

4. 考察

各条件の PSS が有意に異なることから，遅延弁別閾は呈示された遅延時間の範囲に応じて調整されることが示された．すなわち，呈示する遅延が大きいほど，PSS も大きくなる．

この結果を受け，どれぐらいの遅延までならば調整できるかを明らかにするため，追加条件として，遅延時間範囲を 286～519 ms とした条件で同様の実験を実施した．しかし，被験者 4 名中 4 名が全ての試行において「遅れている」と回答したため，実験を打ち切った．以上のことから，遅延弁別閾が調整されるのは PSS が 300 ms 程度までの条件であることが示唆された．

各条件の PSS は呈示した遅延時間範囲のほぼ中央に位置することから，被験者には同時・非同時の回答を半々にするような調整作用がはたらき，非同時性判断の基準を変えた可能性も考えられる．実験終了後，被験者には実験趣旨を説明しデブリーフィングを行ったところ，呈示される刺激に非同時性判断を合わせたことを示唆する回答は得られなかった．このことから，遅延弁別閾の調整は自動的・無意識的な現象だと考えられる．

セッション内の PSS の推移を調べるために，全被験者の判断結果から求めた各ブロックの PSS を図 4 に示す．遅延時間範囲の大きい条件 2，条件 3 に着目すると，最初の 2～3 ブロックにおいて，PSS が遅延の大きい方向へシフトしている．このことから，遅延への調整は比較的速やかに行われていることが推察できる．

今回示された実験結果の妥当性について，時間的再調整(Temporal Recalibration，以下 TR と示す)に関する一連の研究と比較して考察する．視聴覚刺激条件については，一定の視聴覚刺激の時間ずれに順応した後で PSS を測定すると，順応した時間ずれの方向に視聴覚の PSS がシフトすることが示されている[6]．同様の現象は身体運動と感覚(視・聴・触覚)フィードバック間にも生起することが報告されており[7][8]，さらに，順応後に遅延のない状態を呈示すると，あたかも身体運動よりも先に感覚フィードバックが生起したような錯覚，すなわち因果性の

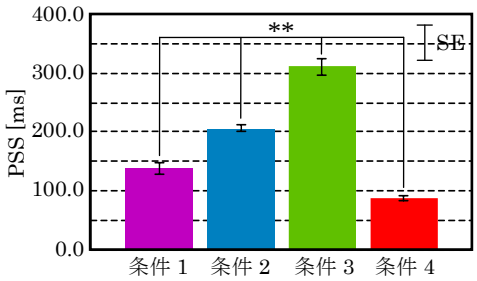


図 2　被験者ごとの主観的同時点の平均

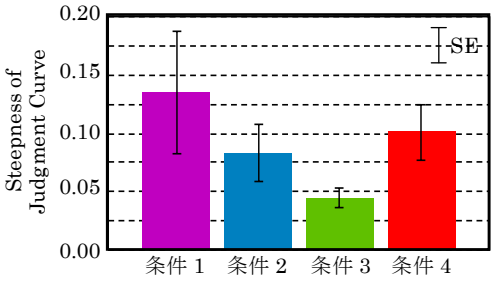


図 3　被験者ごとの判断曲線の傾きの平均

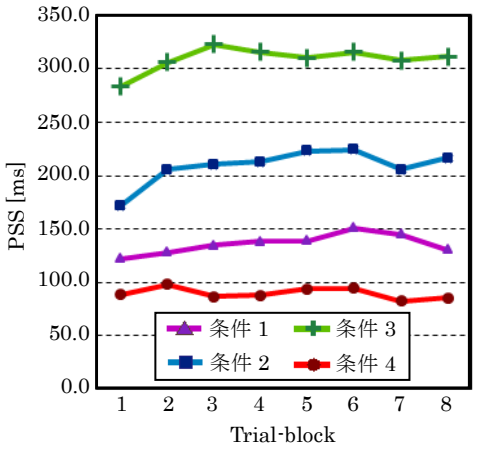


図 4　セッション内の主観的同時点の推移

逆転が生じることが複数の報告で示されている[8][9][10]．これらの研究では，テスト試行である非同時性判断タスクもしくは時間順序判断(TOJ)タスクの前に，数分程度，遅延刺激を呈示する順応フェーズが設けられている．今回の実験は順応フェーズを設けていないが，セッション内で呈示した遅延時間幅に応じて PSS の調整が行われており，一種の TR 現象とも考えられる．

順応フェーズがない場合にも主観的同時点が変動することは，本研究により新たに見出された現象であり，遅延に対して調整するはたらきの強さを示していると考えられる．この理由として，能動的運動と感覚フィードバックの間には強い因果関係あり，両者が知覚的に強く結びつきやすい(intentional binding)ことが挙げられる[11][12]．人

間が身体を動かすとき，運動野から筋肉へ動作指令が出るのと同時に，その情報が運動野から頭頂葉へ送られる(遠心性コピー)．この遠心性コピーの情報によって，運動に伴うフィードバックの到来時刻や様相について予測を立てることができる(フォワードモデル)と考えられている[3][13]．フォワードモデルによる予測と実際の感覚フィードバックが時間的に一致していない場合，ずれが微小であればフォワードモデルの再学習が起こり，時間的整合性判断，すなわち同時性の判断範囲が変化すると考えられる．

身体運動に伴う聴覚フィードバックの PSS の値については，既往の研究において，最短約 40 ms と報告されており[8]，この結果と比較すると，本実験の PSS は非常に大きい．これは，実験装置という外部システムを介したことに起因すると考えられる．視聴覚刺激の多感覚統合において，脳は音の時間遅れを補正することが報告されている[13]．光と音を呈示する際，刺激の発生源が遠い場合に，音速の分だけ遅らせて呈示させた場合に両刺激を同時と判断することが確認され，脳は音の伝搬の時間遅れを計算に入れ視聴覚情報の統合を行っていることが示されている．本実験の結果は，このように音の時間遅れを加味した多感覚統合の情報処理プロセスの一例であると考えられる．道具などの外部システムを使用する場合，外部システムの遅延時間は未知数であることから，その遅延を探りつつ PSS を調整する適応的な方略が脳には存在すると考えられる．本実験の結果から，そのような遅延を伴う外部システムに適応的に対処できるのは，300 ms 程度の遅延までであると示された．

5. まとめ

身体運動に伴う聴覚について非同時性判断が起こる遅延時間を調べた結果，判断確率が 50 %となる遅延時間(PSS)は，呈示した遅延時間の範囲によって異なる結果が得られた．このことから，遅延弁別閾は呈示された遅延時間の範囲に応じて変化すること，すなわち我々は外部のシステムがもつ遅延に適応的に対処していることが示された．

参考文献

[1] Kandel E, *et al.* (2000) “Principles of Neural Science, 4th Edition” Appleton&Lange.

[2] Corey D P, *et al.* (1979) “Response Latency of Vertebrate Hair Cells” Biophys J., vol. 26(3), pp.499-506.

[3] Shimada S, *et al.* (2010) “Detection of Visual Feedback Delay in Active and Passive Self-body Movements” Exp Brain Res., vol.201, pp.359-364.

[4] 樋田浩一 他 (2011) “視聴覚と運動の非同時性判断に関する研究” 日本認知科学会第 28 回大会発表論文集, pp.482-485.

[5] Toida K, *et al.* (2012) “Perceptual Calibration to Delayed Auditory Feedback of Self-body Movement” Seeing and Perceiving, vol.25, pp.48.

[6] Fujisaki W, *et al.* (2004) “Recalibration of Audio-visual Simultaneity” Nat Neurosci., vol.7(7), pp.773-778.

[7] Sugano Y, *et al.* (2012) “The Build-up and Transfer of Sensorimotor Temporal Recalibration Measured via a Synchronization task” Front Perc Sci., vol.3(246).

[8] Heron J, *et al.* (2009) “Effect before Cause: Supramodal Recalibration of Sensorimotor Timing” PLoS One vol.4(11), e7681.

[9] Stetson C, *et al.* (2006) “Motor-sensory Recalibration Leads to an Illusory Reversal of Action and Sensation” Neuron, vol.51(5), pp.651-659.

[10] 樋田浩一 他 (2012.3) “聴覚刺激と身体運動の同時性判断における順応に関する研究” 日本音響学会講演論文集, pp.627-628.

[11] Haggard P, *et al.* (2002) “Voluntary Action and Conscious Awareness” Nat Neurosci., vol.5(4), pp.382-385.

[12] Tsakiris M, *et al.* (2003) “Awareness of Somatic Events Associated with a Voluntary Action” Exp Brain Res., vol.149(4) pp.439-446.

[13] Sciutti A, *et al.* (2010) “Predicted Sensory Feedback Derived from Motor Commands Does Not Improve Haptic Sensitivity” Exp Brain Res., vol.200(3-4), pp.259-67.

[14] Sugita Y, *et al.* (2003) “Audiovisual Perception: Implicit Estimation of Sound-arrival Time” Nature. vol.421(27), pp.911.

立礼動作に対する主観的印象の検討
Subjective impressions for human-bowing-motions in the standing position

柴田 寛[1]，高橋 純一[2,3]，行場次朗[2]
Hiroshi Shibata, Junichi Takahashi, Jiro Gyoba

[1]東北文化学園大学，[2]東北大学，[3]日本学術振興会
Tohoku Bunka Gakuen University, Tohoku University, Japan Society for the Promotion of Science,
hshibata@rehab.tbgu.ac.jp

Abstract
This study investigated the subjective impressions for human-bowing-motions in the standing position. The human-bowing-motions were generated by 3D computer graphics. We created nine bowing animations by varying the angle of the bending motions and the pause time after the bending motions. Participants evaluated these animations using the semantic differential method. As the result of factor analysis, three factors were extracted and named courtesy, vivacity, and ordinariness. We discussed the effect of angle and pause time on the subjective impressions of bowing motions.

Keywords — human-bowing-motion, factor analysis, semantic differential method

1. はじめに

本研究では挨拶様式として日本人に頻繁に用いられるお辞儀､特に立礼動作に焦点をあてた。日本のお辞儀の型としては立礼と座礼が日常的に用いられており、上体を屈する角度による分類がある。たとえば礼儀作法としての立礼として、柴崎（2008）[1]は屈体する角度に応じて、もっとも簡単な会釈、普段用いられる敬礼、神仏に用いる最敬礼に分類している。また小笠原（1975）[2]も浅い礼、普通礼、深い礼の分類を行っており、小笠原（2007）[3]は相手や場所によって用いるお辞儀を使い分けるべきと述べている。

お辞儀の動作のタイミングについては、吸う息で屈して、吐く息だけ静止させ、吸う息で体を起こす三息が標準であるとされ、礼三息と呼ばれている[1-4]。三息を標準とすることで二者間でお辞儀を行う際にタイミングが合いやすくなり、呼気と共に状態を動かすことで美しい姿勢を保てるという[4]。大学生を対象とした実験では、立礼動作の指導を受ける前では指導後に比べて静止動作が短いことも報告されており[5]、屈体後に静止した姿勢を取ることも重要となる。

本研究では、立礼動作の屈体角度と静止時間を操作して、その操作が受け手にどのような印象の変化を与えるのかを調べることを目的とした。立礼動作の主観的印象は実験者自身がお辞儀を行う映像を用いた福岡・柴田・行場（2008）[6]によって調べられているが、服装や性別の要因の排除や立礼動作の正確な操作が難しいことが問題となる。辺見・諫山（2010）[7]は 3D コンピュータグラフィックスで作成した立礼動作を用いて好まれる立礼動作の挙動時間を調べているが、立礼動作の主観的印象については実験的にはほとんど調べられてきていない。そこで本研究では、運動要因のみを操作した 3D コンピュータグラフィックスで作成した立礼動作刺激を用いて、意味微分法によりそれらの動作に対する主観的印象を調べた。

2. 方法

参加者は大学生および大学院生 24 名であった。刺激は身体モデリングソフトウェアの Poser 8（Smith Micro Software 社）を用いてコンピュータグラフィクスのマネキンがお辞儀を行う映像を作成した。屈体角度（20 度、40 度、60 度）と屈体後の静止時間（0 秒、1 秒、2 秒）を操作して計 9 種類の立礼動作を作成した（60 度の例を図 1 に示す）。屈体する動作と体を伸長する動作はそれぞれ 1 秒間とした。

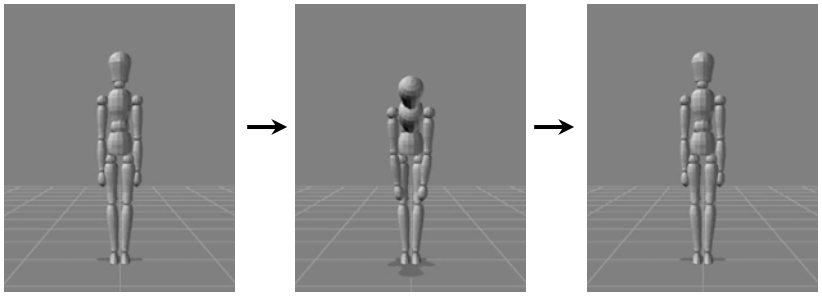


図 1　立礼動作の刺激例（屈体動作 60 度条件）

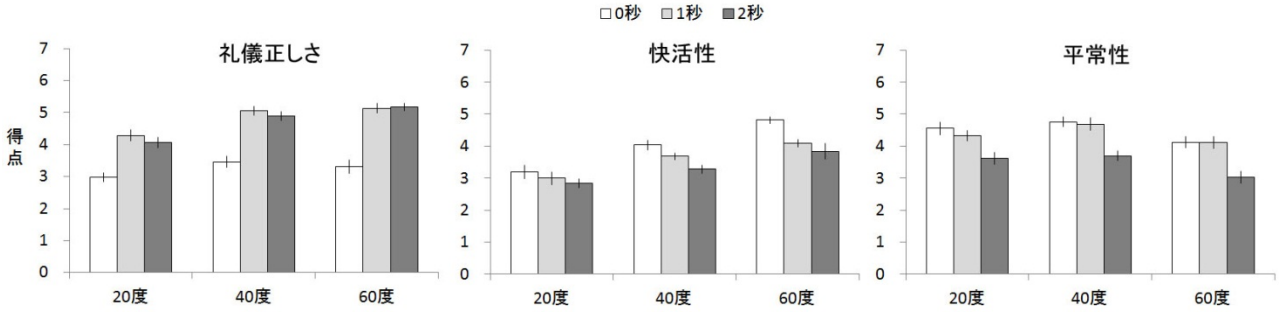


図 2　条件ごとの評定得点

立礼動作を評価する形容詞対としては文沢・吉田（1970）[8]と柴崎（2004）[9]が礼儀に関する調査で用いた形容詞対にもとづいて 20 項目を選定した（表 1 参照）。参加者は 9 種類の立礼動作ごとに各形容詞対について 7 段階尺度で評定した。

3. 結果と考察

各参加者の各お辞儀映像に対する評定値をもとに因子分析（主因子法、直接オブリミン回転、固有値 1 以上）を行い、3 因子を抽出した（表 1）。第 1 因子を「礼儀正しさ」、第 2 因子を「快活性」、第 3 因子を「平常性」と命名した。各因子について因子負荷量が 0.55 以上の項目を対象として、因子ごとの評定得点の平均を算出した。条件ごとの参加者間の項目得点の平均値を図 2 に示す。

項目得点について因子ごとに二要因分散分析（屈体角度（3）×静止時間（3））を行った。礼儀正しさについては屈体角度の主効果（$F_{(2,215)} = 16.83$, $p < .001$）、静止時間の主効果（$F_{(2,215)} = 62.43$, $p < .001$）、交互作用（$F_{(4,215)} = 3.58$, $p < .01$）が有意であった。各単純主効果は有意であり下位検定を実施した結果、20 度では 1 秒の方が 0 秒よりも得点が有意に高かった（Ryan 法、$p < .05$）。40 度と 60 度では 1 秒と 2 秒の方が 0 秒よりも得点が有意に高かった。またすべての静止時間で 40 度と 60 度の方が 20 度よりも得点が有意に高かった。これらの結果は、屈体動作の後に静止姿勢をまったく取らない場合や 20 度しか屈体しない場合は礼儀正しい印象は持たれないことを示している。しかし、静止時間や屈体角度を増加させることで礼儀正しい印象が単純に増していくわけではなく、1 秒程度の静止時間や 40 度程度の屈体角度でこの増加が上限に達する可能性を示唆している。

快活性については屈体角度の主効果（$F_{(2,215)} = 31.21$, $p < .001$）と静止時間の主効果（$F_{(2,215)} = 8.20$, $p < .001$）が有意であり、交互作用は有意ではなかった。下位検定の結果、屈体角度についてはすべての条件で有意差が認められた。静止時間については 0 秒と 2 秒、0 秒と 1 秒の条件間に有意差が認められた。これらの結果は深く屈体するほど、また静止姿勢を取らずに体を起こすと快活性が高くなることを示している。

平常性についても屈体角度の主効果（$F_{(2,215)} = 8.12$, $p < .001$）と静止時間の主効果（$F_{(2,215)} = 21.15$, $p < .001$）が有意であり、交互作用は有意

でなかった。下位検定の結果、屈体角度については60度と20度、60度と40度の条件間に有意差が認められた。静止時間については0秒と2秒、0秒と1秒の条件間に有意差が認められた。これらの結果は最も深く屈体する60度条件や最も静止時間が長い2秒条件で平常性が低くなり、これらの立礼動作では特別で不自然な印象を持たれることを示している。

4. まとめ

本研究では立礼動作の主観的印象を調べた。因子分析の結果から「礼儀正しさ」「快活性」「平常性」の3つの因子が抽出された。立礼動作の屈体角度や屈体後の静止時間の操作によって立礼動作に対するこれらの主観的印象が変化することが示された。

表1　直接オブリミン回転後の因子負荷量

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
真面目な-不真面目な	0.94	-0.03	-0.09
きちんとした-だらしない	0.93	-0.07	-0.06
役に立つ-役に立たない	0.91	0.08	-0.02
価値のある-価値のない	0.90	0.07	-0.03
満足な-不満足な	0.90	0.13	0.03
美しい-みにくい	0.89	-0.02	0.17
知的な-知的でない	0.89	-0.17	0.04
上品な-下品な	0.88	-0.19	0.10
澄んだ-濁った	0.74	0.12	0.16
落ち着いた-落ち着かない	0.72	-0.54	0.15
積極的な-消極的な	0.67	0.47	-0.14
堅苦しい-気楽な	0.67	-0.43	-0.47
能動的な-受動的な	0.56	0.52	-0.18
親しみやすい-親しみにくい	0.49	0.40	0.39
派手な-地味な	-0.11	0.82	-0.16
開放的な-閉鎖的な	0.09	0.80	0.16
明るい-暗い	0.22	0.79	0.20
騒がしい-静かな	-0.47	0.75	-0.04
自然な-不自然な	0.39	0.01	0.60
普通な-特別な	-0.54	-0.09	0.57

お辞儀は挨拶や感謝などの言葉をともなって現れることや[10]、動作に対して発声が遅れるときに抱かれる印象の変化[11]などが報告されている。今後は様々な印象を持たれる立礼動作をどのような場面で用いるべきか、文脈と立礼動作の関係性を検討する予定である。

引用文献

[1] 柴崎直人, (2008) “イラスト図解　小笠原流日本の礼儀作用・しきたり―「なぜ」がわかればすぐ身につく！―”, PHP研究所.

[2] 小笠原清信, (1975) “日本の礼法”, 講談社.

[3] 小笠原清忠, (2007) “小笠原流礼法入門―美しい姿勢と立ち居振る舞い―”, ハースト婦人画報社.

[4] 柴崎直人, (2000) “いま生きる礼儀作法”, 新潮社.

[5] 田中久子, (1989) “お辞儀の指導とその動作変容の分析”, 湘北紀要, vol.10, pp.39-50.

[6] 福岡慎介・柴田寛・行場次朗, (2008) “お辞儀の動作変化が主観的印象と文脈における適切さに与える影響”, 東北心理学研究(東北心理学会発表抄録), vol.58, p.92.

[7] 辺見一男・諫山日奈子, (2010) “立礼動作の好み判定システムの試作”, 信学技報, HIP2010-70, pp.47-52.

[8] 文沢義永・吉田正昭, (1970) “現代日本人の礼儀意識の構造”, 心理学研究, vol.41, pp.49-66.

[9] 柴崎直人, (2004) “青少年女子の礼儀作法教育の留意点―イメージ比較による考察―”, 国立オリンピック記念青少年総合センター研究紀要, vol.4, pp.17-23.

[10] 小熊貞子・馬場眞知子・広田妙子・越前谷明子, (2004), “会話の終結部に見られる非言語行動”, 多摩留学生センター教育研究論集, vol.4, pp.33-38.

[11] 山本倫也・渡辺富夫, (2004), “ロボットとのあいさつインタラクションにおける動作に対する発声遅延の効果”, ヒューマンインターフェース学会論文誌, vol.6, pp.343-350.

視覚運動系列学習における潜在的転移に学習時の顕在的試行錯誤が及ぼす影響

田中 観自[1,2], 渡邊 克巳[1]
Kanji Tanaka, Katsumi Watanabe

[1]東京大学先端科学技術研究センター, [2]日本学術振興会
[1]Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo
[2]Japan Society for the Promotion of Science
kanji.t9@gmail.com

1. はじめに

視覚運動系列学習において人は系列をチャンク化して学習しており、その反応時間には独特のリズムが存在する。またその系列をチャンク化するパターンは個人によって異なることが知られている(Sakai et al., 2003)。系列学習のチャンク化は、系列全体の顕在的認識にも利用されており、チャンクの切れ目以外の場所で分けた場合には、学習した系列の認識が難しくなる(Sakai et al., 2003)。そこで本研究では、一度チャンク化された情報を維持できない状況にすることで、顕在的に学習された視覚運動系列が認識できなくなった場合でも、潜在的に転移が起こるのかどうかを検討することを目的とした実験を行った。

2. 実験 1

2. 1. 実験手順

本実験には 40 名(18-25 歳)が参加した。実験装置には両辺 1cm のボタンが 8mm 間隔で 4×4 のマス目上（16 個）に配置されており、16 個のボタンのうち複数個が赤く点灯するようになっていた。実験参加者は点灯しているボタンを順番に押すように求められるが、これらのボタンには 1 つの押すべき正解のルートが設定されており、試行錯誤によって押すべき順番を学習した。この同時に点灯しているボタンの組み合わせをセットと呼び、実験ではこれらのセットを複数パターン用意し、学習系列を構成した。実験参加者は学習系列を最後まで正解する必要があり、系列途中で間違えた場合はセットの最初からやり直した。系列の最後まで成功すると 1 回の成功と見なされ、実験参加者は合計 20 回の成功を求められた。これらの実験手続きは、先行研究によってその妥当性が認められている(e.g., Hikosaka et al., 1995; Watanabe et al., 2006)。

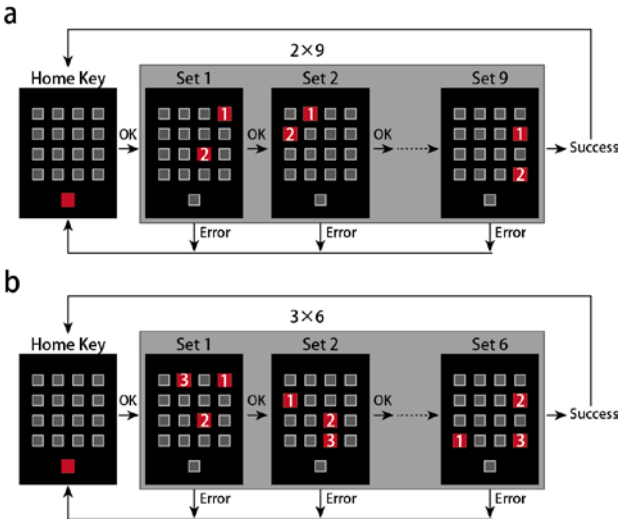


図 1. 実験の流れ。セット途中で間違えると最初に戻る。20 回成功すれば終了。

実験 1 では、16 個のうち 2 つの点灯するボタンが 9 パターン連続で構成されている課題（以下 2×9；図 1a）と 3 つのボタンが 6 パターン連続で構成されている課題（以下、3×6; 図 1b）を用意した。実験参加者は、2×9 を最初に完遂してから 3×6 を行う群と、3×6 を最初に完遂してから 2×9 を行う条件の 2 群に分けた。さらに参加者を各群の中で、2×9 と 3×6 で、点灯しているボタンの場所および

押す順番が完全に一致している条件（Identical 条件）と、学習課題と転移課題で一致していない条件（Random 条件）に分けた。つまり、Identical 条件では、転移課題においてボタンの押す順番や位置は学習課題時と一致しているが、同時に点灯する個数が異なる（2 個あるいは 3 個）。そうすることで、学習時にチャンク化した情報を転移課題時に維持できないようにした。各群それぞれ 10 名ずつ計 40 名をデータとして、参加者が押し間違えた回数（エラー回数）および、1 つの学習系列を成功するまでにかかった達成時間を計測した。

2. 2. 結果および考察

まず各群において学習課題の成績（エラー回数および達成時間）に差がないことを確認した（$p > 0.11$）。さらに、実験終了後に Identical 条件の参加者に対して、転移課題の系列と学習系列のボタンの押す順番や場所が一致していることに気付いたかどうかを質問したところ、参加者全員が気付いていないことが明らかになった。その上で、転移課題時における Identical 条件と Random 条件の課題成績を比較したところ、エラー回数の差は見られなかったが($p > 0.45$: 図 2a, 2c)、達成時間は Identical 条件の方が Random 条件に比べて速かった($p < 0.05$: 図 2b, 2d)。これは、顕在的に試行錯誤して学習した情報の潜在的転移が起きたことを示唆している。また先行研究では学習を繰り返すことで、複数のチャンクを大きな一つのチャンクとして学習することが知られており（e.g., Nakamura, Sakai & Hikosaka, 1998）、本研究で得られた結果もこれを支持している。つまり顕在的学習過程により、系列全体を一つのチャンクとして学習しており、転移時に刺激が視覚的に変更されてもその効果は維持され、潜在的転移が起こったと考えられる。

しかしながらここで得られた結果は、1 つずつ出現する刺激に対して対応する場所のボタンを押す課題（e.g., Serial Reaction Time Task; Nissen & Bullemer 1987）のように、顕在的に学習および記憶をする必要がない学習課題においても共通の結果が得られるのかどうかは不明である。そこで実験 2 では、顕在的に学習する必要がない課題を用いて、その状態においても潜在的転移が起こるのかどうかを調査した。

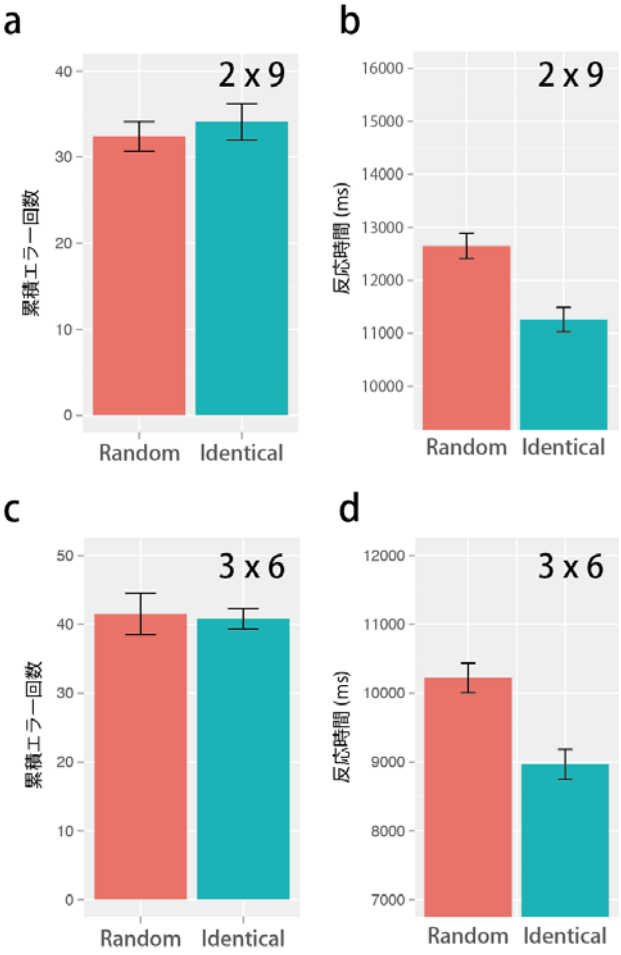


図 2. 実験 1 の結果。(a) 2×9 完遂時の累積エラー回数 (b) 2×9 完遂時の平均達成時間 (c) 3×6 完遂時の累積エラー回数 (d) 3×6 完遂時の平均達成時間

3. 実験 2

3. 1. 実験手順

実験 2 には実験 1 とは異なる 20 名（19-31 歳）が参加し、参加者は最初に 1×20（1 つのボタンが点灯）を行い、次に 2×10（同時に 2 つのボタンが点灯）を行った。1×20 では、点灯するただ一つのボタンを順番に押していくので、参加者は顕在的に学習する必要なく潜在的に系列を学習することが可能である。そして、参加者は各 10 名ずつ Identical 条件と Random 条件に分けられ、その

うち２つの課題の系列が同じであることには誰も気づかなかった。

3. 2. 結果および考察

結果として転移課題時（2×10）の Identical 条件と Random 条件において、エラー回数($p = 0.73$; 図 3a)および達成時間($p = 0.45$; 図 3b)に差は見られなかった。これは、1×20 や SRT のように顕在的に試行錯誤しながら学習する必要がない実験条件では、潜在的な転移が起こっていないことを示唆している。つまり、実験 1 で示したように、全体の系列情報を顕在的な学習によって保持しなければ、潜在的転移は起こらないことを示唆している。

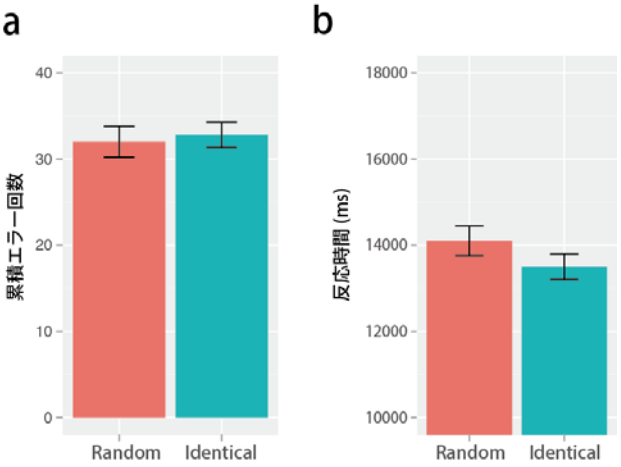


図 3. 実験 2 の結果。(a) 2×10 完遂時の累積エラー回数　(b) 2×10 完遂時の平均反応時間(ms)

4. 結論

本研究では、一度チャンク化された情報が維持できない状況にすることで、顕在的に学習された視覚運動系列が認識できなくなった場合でも、潜在的に転移が起きることを明らかにした。さらに、この潜在的転移は学習時に顕在的に試行錯誤しながら学習する必要がない視覚運動系列からは起こらないことも示した。これらは、全体の系列全体の情報を顕在的学習によって保持することが、潜在的転移を起こすための要因であることを示唆している。さらに顕在的に全体系列を保持することで、転移課題時に視覚的な配置が異なっている状態でも、潜在的転移が起こることを明らかにした。

参考文献

[1] Sakai, K., Kitaguchi, K., & Hikosaka, O. (2003). Chunking during human visuomotor learning. *Experimental Brain Research*, *152*, 229-242.

[2] Hikosaka, O., Rand, M. K., Miyachi, S., & Miyashita, K. (1995). Learning of sequential movements in the monkey: process of learning and retention of memory. *Journal of Neurophysiology*, *74*, 1652-1661.

[3] Watanabe, K., Ikeda, H., Hikosaka, O. (2006). Effects of explicit knowledge of workspace rotation in visuomotor sequence learning, *Experimental Brain Research*, *174*, 673-678.

[4] Nakamura K, Sakai K, Hikosaka O. (1998). Neuronal activity in medial frontal cortex during learning of sequential procedures, Journal of Neurophysiology, 80:2671-2687.

[5] Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, *19*, 1-32.

機械への倫理的行動
Ethical relationships between humans and machines

山本 吉伸†
Yoshinobu Yamamoto

†独立行政法人産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
yoshinov.yamamoto@aist.go.jp

Abstract

Is it possible to create a technology which leads us to ethical behavior for mass industrial products? When we asked the collaborators to give names to the machine, we have found that they were handling the named-machine with care. In this paper, we report on this experiment.

Keywords — Ethical relationships, Worldview, Uniqueness

1. はじめに

量産される工業製品たる機械が，人間にとって特別な存在，たとえば「応援する」「大切にする」「相手を守ってあげようとする」「相手のために自分の不利益をいとわない」といった，仲間同士，あるいはペットに対して日常的に観察できる倫理的行動の対象になれるかどうかは認知科学上の大きなチャレンジの一つである．人間が何に価値を見出すのかという議論をする上で重要な示唆を与えると期待されるだけでなく，産業上の観点からも興味深い．「機械を大切に扱う」という行動は大量消費・使い捨て文化の対極にあり，その行為を誘発する技術はサステーナブルな社会の実現に貢献する．

「倫理的行動」を単純に定義することは困難であるが，本稿では「人間やペットのように置き換えできない存在（かけがえのない存在）として認識して接する」という意味で用いることにする． かけがえのない存在として認識する価値を，ここでは倫理的価値と呼ぶ．倫理的価値は対象の機能的価値に依存せず，対象の経済的価値や美術的価値その他の価値とも関係しない．

人間の倫理的行動によって保護される機械を作り出す有望な方法は，人間と同様の機械を作り人間としてふるまってみせることであろう．人工知能研究はまさに人間の機能を持たせるアプローチであるし，ヒューマノイドは外観からのアプローチである[1][2]．

たしかに我々の行動は「対象が誰か」によって変容するのであるから，対象の外見が人間のそれであって機能的に人間と同じだとすれば，我々はそれらの対象に対して倫理的保護を与える可能性はある．しかし人間と区別のつかないアンドロイドが登場する未来を描いたいくつかの小説はそのようなアンドロイドたちが人間から迫害を受ける状況を描いており(例えば[3])，人間同様の外観・機能と倫理的な行動とが無関係であることは容易に想像できる．

2. 仮説

人間には，対象をかけがえのない存在であると認識する前提として「唯一性(uniqueness)」の認知があると推測される．工業生産品であっても「uniqueness」と認知させることは倫理的行動の前提となるはずである．加えて，個体を識別したとしても否定的な評価であれば倫理的行動を促進する必然性は見当たらないから，対象をなんらかの観点から肯定的に評価するきっかけとなる行為ないし事実が必要であろう．

それらを満たす方法として，我々は「命名」に着目した．

名前とは人間社会における最低限の参加資格の一つであり，名前のない構成員の存在は原則として認められていない．それに対して，多くの家電製品では製品番号と製造番号が付与されているものの，個々の個体に名前は付けられていない．

さらに，多くの文明・宗教で信任の情を表すために名前を授けるという風習がある．文学作品にも名前を与えるということが対人関係において重要な価値として取り入れられているものも少なくない．名付け親(Godfather)を実の親に次いで重要な対人関係として捉えることも多くの文化圏でみられる．名前を与えるという行為は，経済的価値や第三者からの評価，自己の技量向上をもたらすなど他の価値によって裏付けられるものではないにもかかわらず，多くの文明圏で肯定的な評価をもたらす行為と言える．

では，機械に対して名前を付けてもらったとしたら,その個体に対する態度に変化が起こるだろうか．

3. 実験

実験課題への協力に応諾した首都圏の大学 3 年生・4 年生 66 名に白紙を配布するとともに指定の Web ページへのアクセスを求めた．ランダムに 0 群（34 名），1 群（32 名）にわけ，それぞれに別の設問を提示した．Web へのアクセスは任意のデバイスで実施してもらった．回答中は設問に集中してもらうために他者との会話を禁じた．Web 上では一問ずつ提示し，記述式回答を要求する設問には「最低回答時間」を設定し，一定の時間が経過しなければ次の設問に移動できないことを明示した．自由記述を求める設問では，問題に続いて「記述し終わったら「次の設問へ」のボタンを押してください.」「ここでは 10 分以上時間をかけて考えてください」「13 時 22 分まではボタンを押しても次の問題に進めません.」のように表示した．最低回答時間は設問によって 5 分の場合もあったがその他は同じように提示された．

共通提示（プロローグ）

以下のプロローグは写真(図 3-1)とともに全実験協力者に共通に提示された．

あなたは T 市にある機械メーカーの工場に見学に来ました．伯父さん（父親の兄）が工場長をしていたので，見学させてもらうことになったのです．

図 3-1 FAX

この工場では 2000 台の特別仕様の FAX を製造していました．この 2000 台はそれぞれ顧客に配送されましたが，コンピュータのミスで 2001 台が製造されていたため，引き取り手のなかった一台だけが倉庫に残っていました．

工場見学に来ていたあなたは，工場長である伯父さんからこの一台を貰うことになりました．

FAX の機能

外観は普通のオフィス仕様ですが，この特別仕様の FAX には，「あなた宛ての FAX が届きました」など，音声でしゃべる機能が付いています．また，利用者の音声を聞き取る機能が付いています．FAX 回線を通じてサーバから新しいソフトウエアを自動的にダウンロードしてきてアップグレードしたり，利用者の音声や操作から学習したりする機能が付いています．

さらに，学習機能によって独自の機能を持つようになっています．話しかけたり，長く使ったりしているとだんだん他の FAX とは違ってくる仕組みになっています．

FAX の外観

届いた FAX は，ほとんど気づかないぐらいのものであったが受話器の位置に薄い赤いシミのような色がついていました．

0 群への教示（非命名群）

プロローグに続き，0 群には以下の設問が提示された．

設問 1　未来の FAX

この FAX にもないような，未来の FAX に装備さ

れている機能を考えてください.

その機能がどんなものか，その機能がどんな時に役立つのか（あるいは役立たないエピソード）などを自由に創作してください．利用環境など自由に設定していただいて結構です．登場人物はすべて架空の人物でも実在の人物でも構いません.

設問 2　月日が流れ・・

使い始めてから 5 年が経過したとします．この FAX の学習機能により，どのような性能向上がなされているかを想像して書いてください．また，他と違ってきているところがどこかなど，「5 年間経過後の FAX」について記述してください.

設問 3　自分の名前

あなたの名前の由来を教えてください.

1 群への教示（命名群）

1 群には，プロローグに続いて以下の設問が提示された.

設問 1　名前を付けてあげてください

まずこの FAX に，名前をつけてあげてください．ほかの FAX と同じにならない，特別な名前を考えてあげてください.

その名前を付けた理由や，その名前を付けるに至ったエピソードを創作してください．FAX をもらったのがいつごろだったのかも自由に設定していただいて結構です．登場人物はすべて架空の人物でも実在の人物でも構いません.

設問 2　月日が流れ・・

それから 5 年が経過しました．＊＊＊はどんなところが最初のときから変わりましたか？また，どんなところが他と違ってきているところですか？＊＊＊をくれた伯父さんに「その後の＊＊＊」を報告する手紙（文章）を書いてください[1].

[1] 設問 1 で設定した固有名詞が＊＊＊に埋め込まれて表示された.

設問 3　＊＊＊の学習

＊＊＊は，印刷の用紙がなくなったとき最初「用紙がなくなりました」と発声していたのに，いまでは「おなかすいた！おなかすいた！」と発声しています．なぜ変わったのか，理由や経緯を教えてください.

条件 01 共通提示（主質問）

以下，両方の条件群に図 3-2 とともに提示した.

設問 4　その後

もらった FAX の今の写真です．なにがあったのか，理由を教えてください.

図 3-2 壊れた FAX

設問 5　修理

工場に問い合わせたところ，FAX の修理は可能ですが，学習データは失われる可能性もあるそうです.

限定生産のため，同じ機種はもう入手できないそうです．希望すれば，量販店で売っている一般的な FAX に無料で取り替えてくれるとのことです.

あなたなら，どうしますか．選択してから「次の設問へ」のボタンを押してください.

(0) 修理してほしい

(1) 新品に取り替えてほしい

以上に加え，「ここまでの記述式だった各回答で，それぞれ何文字記述したか」を回答してもらった.

4. 結果

図 4-1 は 0 群（非命名条件）と 1 群（命名条件）で，設問 5 にどのように回答したかを比較したものである.

0群と1群には有意差が認められた($p<.005$). すなわち**機械に命名した人はその機械の修理を望み，機械に命名しなかった人は機械の交換を望んだ**.

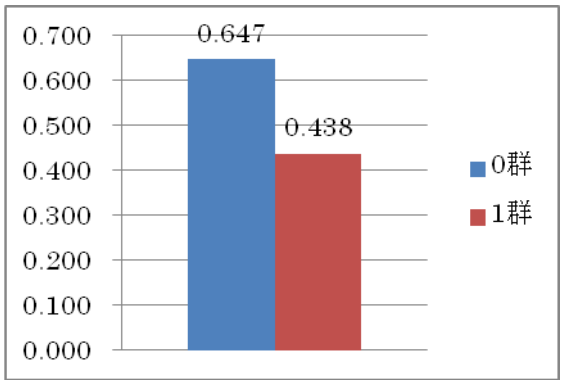


図 4-1 設問5の平均

5. 考察

FAXは，外観はまったく人間とは異なるものであり，なおかつ名前を付けている人は少ないと考えられる工業量産品(同一外観の機械が量産されている)の典型例である．写真で示される FAX には特徴的な外観はない.

それにも関わらず，簡単な教示条件（名前を付けてもらう）だけで機械の交換を避けて修理による対応を望む反応（倫理的行為）が引き出された.

5.1 効果の源泉

自分で名前を付けたものに対しては愛着を感じる．この経験則は，具体的に応用されて成果をあげている．サービス計測システムの導入実験[4][5]を実施している我々の研究センターでは，実験プロジェクト終了後も継続してサービス計測システムを利用してもらえるようシステムへの愛着を高める手法として「システムに名前を付けてもらう」ことを実施している．城崎温泉ではプロジェクト終了後もシステムが継続利用されている（ただし，命名の効果だけで継続利用されているわけではないと思われる）.

車や人形などに名前を付ける人は散見される．これは「愛着を持っているから名前を付けるのではないか？」とも考えられる．この点，本実験は，もともと愛着を持っていない機械に対して名前を付けてもらう状況を扱ったものであるから，因果関係に関しては「命名行為によって愛着を感じた」と指摘しうる．この結果は「愛着があるから命名する」という仮説を否定するものではない.

本実験の結果から，命名には具体的な効果が認められるものの，命名行為は（対象物に倫理的価値を認知する上で，より本質的な「何か」の）誘引になっているだけではないか，と考えることもできる．名前がなくとも，愛着や倫理的価値を感じる事例は無数に存在しうるからである[2].

また，能動的に命名することの意味も問題となる．人間やペットなどをかけがえのない存在と認知して愛着を寄せるとき，多くの場合は自分で命名してはいない．近年では，「はやぶさ」の例[3]が記憶に新しい．「はやぶさ」は JAXA による命名であるのだから，自分で命名することと愛着を持つこととは関係ないようにも思われる.

ただ，注意すべきは，はやぶさは一つの特別な個体として認知されていた点であり，その点で工業量産品と相違する．特別な愛着を感じる以上，少なくとも他の個体と識別して認知されることが前提だとすれば，命名は個体を識別するという点に効果がある可能性がある．もしこの仮説が正しければ，他から与えられた名前を使う（またはあらかじめ用意された名前群から一つを選ぶ）方法と，自分で命名する方法とで差がでないことになろう．能動的に名前を付けることにどのような意味があるのかの議論は今後の課題である.

なお，命名時に実験協力者に「*その名前を付けるに至ったエピソードを創作してください.*」と教示しているが，これはあまり考えることなしに命名されてしまうことを避ける趣旨で設けられている．単に

[2] たとえば Ralph Steadman 著「The Little Red Computer(邦題：らくだいコンピューター；偕成社)」では，主人公だけ赤く塗られて他と区別される他，名前はない.

[3] 2003年5月9日に打ち上げられた小惑星探査機．60億kmの旅を終え2010年6月13日地球に大気圏再突入して本体は消滅した．その際，日本では探査機を擬人化して盛り上がりを見せ，幅広い世代が探査機の帰還を応援した[6].

名前をつけてくださいという課題だと「FAX 君」のような名前が多数を占めることになる．このような名前では個体識別の趣旨は没却される．

5.2 世界観の創作

では仮に，命名行為そのものは個体識別の意味だったとすると，個体に対して倫理的な価値を付与させた可能性としてなにが考えられるか．

ここで，「世界観(WorldView)」モデルを考える．

世界観とは世界（外界）についての統一的な見方・考え方のことである．外見や機能がいかに人間と同様であったとしても，対象に倫理的価値を見出すかどうかは「対象を自分の仲間としてみなすかどうか」にかかっている[7]．対象が「敵」や「奴隷」であるコンテキストでは，外見や機能はまったく同じ人間にもかかわらず（実際，人間である），我々は容易に非倫理的行動をとることができる．逆に，対象が「人間の仲間」というコンテキストでは，イルカやシャチに対しても倫理的行動をとることになる．戦場カメラマンにとって，苦労を共にしたカメラは「戦友」すなわち仲間として倫理的行動の対象となることもあるし，自分の子供に対しても非倫理的行動が発現する世界観もありうる．しかも人間は単一の世界観だけで活動するのではなく，適宜世界観を入れ替えることができている．世界観は体験の共有によっても形成されるだろうが，体験に限られない．

本実験では，実験協力者自身が世界観を構築したと考えられる．それは，設問 3 にある「物語の創作」である．本実験の 0 群と 1 群とでは，命名行為の指示以外に異なる点でもある．

ここでの物語とは，当該個体にだけ成立するエピソードのことである．

たとえば，物語をより多く創作したほうがより多くの影響を受けるのではないか．逆に，創作課題にあまり熱心とは言えない人（創作量の少ない人）ほど，物語の影響を受けないのではないか．同様に，課題に取り組む時間が短いほど物語の影響を受けず，課題に取り組む時間が長いほど物語の影響を受けるのではないか．

命名群（1 群）を詳細にみてこの点を確認する．図 5-1 は文章量と課題の回答時間に着目したグラフである．命名群のうち，回答文章量が平均より多い人を 1HB 群，平均より短い人を 1LB 群とする．命名群のうち，回答文章量が上位 5 人を 1H5B 群，下位 5 人を 1L5B 群とする．命名群のうち，回答総時間が平均より多い人を 1HT 群，平均より短い人を 1LT 群とする．命名群のうち，時間が上位 5 人を 1H5T 群，下位 5 人を 1L5T 群とする．グラフは図中の凡例順に左側から並んでいる．

回答文章量が多ければ，それだけ物語について創作量が多いと考えられるので，1H5B 群はより修理希望者が多くなると予想される．しかし今回の実験

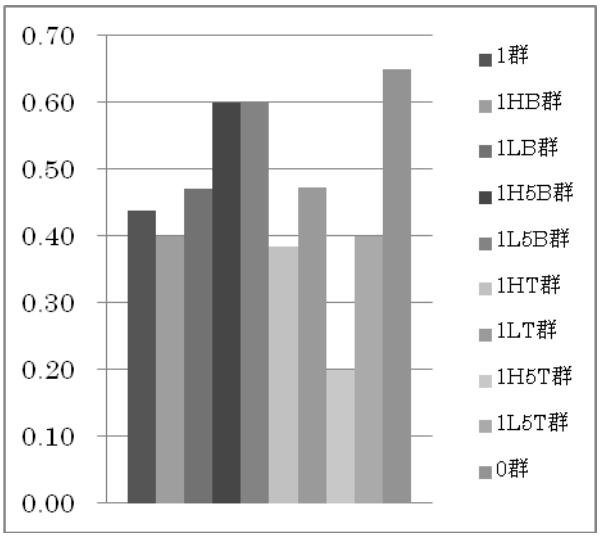


図 5-1　文章量と課題の回答時間

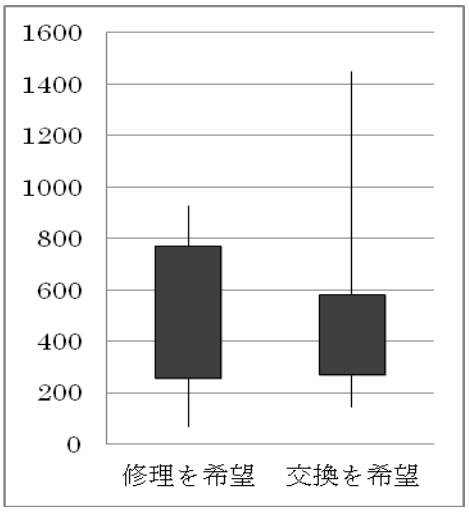


図 5-2 条件 1 群の回答文章量

ではむしろ新品への交換希望者比率が高くなっている．一方，回答文章量が少ない 1L5B 群は修理希望者が少なく,こちらは仮説を支持するようにみえる．

修理を希望した人と交換を希望した人のそれぞれの回答文章量を比較したものが図 5-2 である．相対的に文章が長い．

一方，回答時間が短ければ（早く終了すれば）それだけ物語を検討する時間も少ないと考えられるので，1L5T 群は修理希望者が少なくなると予想される．ところが今回の実験では修理希望者が多くなっている．一方，回答に時間をかけた 1H5T 群は高い割合で修理を希望しており，こちらは仮説を支持するようにみえる．

1H5T 群も 1L5T 群も修理希望者が多い本実験の結果は仮説を支持しない．設問への回答時間は，設問の提示から次の設問に移るまでの時間であるから，必ずしも設問について検討していた時間の長さではない．同様に，1H5B 群と 1L5B 群はいずれも新品への交換を希望する比率が高かったのであるから，回答時間・回答文章量の長短で傾向をみることはできなかった．

物語仮説が機械に対する認識に影響を与えていると解釈するのであれば，それは物語の質的問題と密接に関連せざるを得ず，客観的指標だけでこれを捉えることには限界があるようにも思われる．また，文章量は課題依存より個人の力量や性格にも大きく依存するので，それらの分析なしに客観的指標として世界観との関連を論じることは困難と想像される．

なお，プロローグ中で FAX の外観に触れているが，これは創作しやすさの一助となることを期待して付加したものであったが，これに言及した回答は 2 件だけであった．

6. まとめ

本稿では，機械に対して倫理的行動をもたらす技術を模索する目的で，機械に名前を付ける実験を実施したところ，名前をつけた実験協力者群で多くの倫理的行動が見られた．

単に機械を「大切に扱う」ことが目的であれば，たとえば経済的価値に着目した観点から議論する（壊すと経済的サンクションを受ける）ことも可能であるが，本稿では経済的価値では説明し得ない利用者の行動について検討した．

工業量産品たる機械は，同機能のものが再生産可能であり，そのことを認識している成人実験協力者の性格によらず，効果のある技術として，名前をつけてもらう方法は有望であることがわかった．しかし，名前を能動的に付けることがもつ意味などは今後の課題として残されているし，この実験が現実世界の現象や擬人化[8]などの事例をどの程度説明できるかも今後の課題である．我々は世界観モデルを導入してこれらの検証を継続する予定である．

ただ，少なくとも本実験の結果が強く示唆するのは，人間以外の存在（たとえばクジラ）に対して保護の意欲を高めようとするならば，暴力的手段によって訴えるより，クジラに名前をつけてこれまでの半生の記録を報道するほうが効果的であろう，ということである．

参考文献

[1] 土肥浩，石塚満，(2002) ”WWW と連携する擬人化エージェントとの HAI”，人工知能学会誌 vol.17,No.6, pp.693-700.

[2] Byron Reeves, Clifford Nass, (1998) “The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media like Real People and Places”, Cambridge University Press,

[3] Philip K. Dick, (1968), “Do Androids Dream of Electric Sheep?”, Del Rey.

[4] 山本吉伸，北島宗雄,(2011) ”オープンサービスフィールド型 POS による観光客動向把握の技術”，観光情報学会誌, No.7, Nol.1, pp.47-60.

[5] 中島正人，福原知宏，三輪洋靖，西村拓一，(2012)"介護サービスにおける申し送り支援システムの開発"モバイル学会誌， (印刷中)

[6] http://www.youtube.com/watch?v=jSpZHw0DvNk&feature=related

[7] 山本吉伸, (1993) "ロボットとの対話 "，人工知能学会研究会, SIG-J-9302-3, pp.327-334.

[8] Nicholas Epley, Adam Waytz, and John T. Cacioppo, (2007) “On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism”, Psychological Review, Vol.114, No. 4, 864–886.

友達の値段，友達の友達の値段，友達の友達の友達の値段
Value of friend, value of friend of my friend, and value of friend of friend of my friend.

中村 國則
Kuninori Nakamura

成城大学社会イノベーション学部
Faculty of Social Innovation, Seijo University
knaka@seijo.ac.jp

Abstract

Social discounting refers to a phenomenon where allocation of money decreases as a function of social distance (e. g., Simon, 1995). Jones and Rachlin (2008) found that the amount of money a person is willing to forgo to give $75 to another person decreased as a hyperbolic function of perceived social distance, in the same way as intertemporal choice (Green & Myerson, 2004; Raineri & Rachlin, 1993). This study aimed to extend this finding to the domain of social network (Milgram, 1967; Barabasi, 2002) where social distance is defined by degrees of separation. 119 participants responded almost the same tasks as Jones and Rachlin (2008), except that they were required to answer whether they prefer to receive amount of money for themselves or amount of money for the person who has n degrees of separation (“friend”, “friend of your friend”, “friend of friend of your friend”) up to six degrees. The hyperbolic function fit to the data well, and suggest that two processes appear to contribute to the judgments required in the experimental tasks; consideration to the in-group and that to the out-group. The above results demonstrate that hyperbolic function also can explain social discounting where perceived social distance is expressed by degrees of separation.

Keywords — Social discounting, hyperbolic function, *n* degree of separation,

1. はじめに

社会的割引(Social discouniting: Jones & Rachlin, 2006; Simon, 1995)とは，親しさといった社会的関係の距離に従って財の配分が減少していくことを指す．Jones & Rachlin (2006)は，この社会的割引に対していわゆる双曲線割引(hyperbolic discounting)が当てはまることを示した．彼らの実験では，社会的距離を親しさの順位として定義し，ある親しさの順位(“親しい人から数えて～位である”)にある人物と自分に一定の金額が配分される状況と，自分だけがある一定の金額を得る状況との二肢選択課題を用い，他者に対する金銭の配分が社会的順位によってどのように減少するかを検討した．実験の結果，親しさの順位による金銭の配分額の減少に対しては指数関数(exponential function)よりも双曲線関数の方が高い当てはまりを示した．このような知見は，双曲線関数がいわゆる時間割引(intertemporal discounting: Lowenstein & Thaler, 1989)以外にも当てはまることを示すと同時に，他者に対する財の配分に関する心理的関数の探求という点でも興味深いものといえる．

親しさの順位以外の社会的距離の定義として，n 次の隔たり(Barabasi, 2002; Milgram, 1967)を考えることが出来る．n 次の隔たりとは，ある人物に関係を辿るために介する人の数を指すものであり，例えば自分が直接知っている友達は 1 次の友達，自分は直接知らないが自分の友達は直接知っている友達は 2 次の友達と定義される．このような n 次の隔たりでは，友達の方が友達の友達よりも親しいと自然に仮定でき，かつ近年喫煙や摂食，幸福度などの指標に対する他者の影響力と n 次の隔たりの関係が精力的に検討されている(Christakis & Fowler, 2007)．そこで本研究では社会的割引が n 次の隔たりとどう関係するか，具体的には Jones & Rachlin (2006)同様双曲線関数によってこれらの関係を説明できるかを検討した．

2. 研究 1

研究 1 の目的は，n 次の隔たりを社会的距離とした場合でも双曲線割引が成立するかを検討するこ

とである．この目的のため，Jones & Rachlin (2006)の手続きに準拠した選択課題を用い，他者に与える金額と等価値を持つ自分で所有できる金額を決定し，その金額が n 次の隔たりによってどのように変動するのかを検討した．

方法

私立大学生 118 名が授業中に実験に参加し，教示・および刺激の提示はすべて冊子上で行われた．実験参加者は以下の教示文で“n 次の隔たり”の一般的な説明を与えられた．

皆さんには友達と呼べる人がいると思います．友達といえる最低限の条件とは，お互いが顔見知りであることといえます．そして，あなたの友達にも友達が，それもあなたと顔見知りではない，いわば“友達の友達”がいることと思います．そしてさらにその友達にも，あなたの友達でもあったことのない，あなたにとっては“友達の友達の友達”といえる人がいるでしょう．このような友達の輪は，原理的にはいくらでも繋がっていくことができます．従って，私たちの社会では，直接顔見知りでは無いものの，友達，その友達の友達，そのさらに友達といった人を介して様々な人とつながりを持っているといえるでしょう．

以下の教示文で与えられる質問に回答した．

今，あなたとあなたの友達(1 次の友達)との間で貰える金額に関する選択をするものとします．あなた 1 人が一定の金額を貰うのと，あなたとあなたの友達がそれぞれ一定の金額を得るのとでは，どちらか好ましいでしょうか? この問を，以下の 7 つの状況全てについて A か B のどちらかに○をつけ，あなたの選択をお答えください．

(A) 12 万円を自分 1 人で貰う
(B) 6 万円を自分が貰い，6 万円を友達が貰う
・・・・・・・・・
(A) 11 万円を自分 1 人で貰う
(B)6 万円を自分が貰い，6 万円を友達が貰う
・・・・・・・・・
(A) 6 万円を自分 1 人で貰う
(B)6 万円を自分が貰い，6 万円を友達が貰う

以上の例は 1 次の友達に関するものであり，実験参加者は以上の質問を 6 次の友達に関するものまで回答した．次数は例の下線部を書き換えることによって操作し，一つの次数に関する質問につき 1 ページが与えられた．

結果及び考察

Figure 1 に各順位の実験参加者の平均配分額を示した．この平均配分額に対して指数関数，

$$V = Ae^{-kD} \quad (1)$$

および双曲線関数

$$V = \frac{A}{1+kD} \quad (2)$$

の双方を当てはめた．ここで V は価値，A は他者に対して配分した金額，D は社会的距離(次数)であり，k はパラメタである．あてはめの結果，双曲線関数の方が指数関数よりも高い当てはまりを示した．このような知見は親しさの順位という指標だけではなく，次数という指標に対しても双曲線割引が成立することを示すものである．

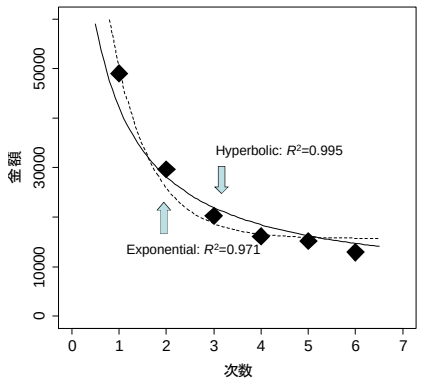


Figure 1 研究 1 の結果

3. 研究 2

研究 2 では n 次の隔たりにおける社会的割引と Jones & Rachlin (2006)が用いた親しさの順位における社会的割引の関係を検討するため，同じ実験参加者に 2 種類の社会的割引課題(n 次の隔たり，親しさの順位)を行わせ，配分額や個人ごとの双曲線関数のパラメタの関連を分析した．

方法

214 名の大学生に，Jones & Rachlin (2006)に準拠した順位に関する価値割引の質問と，研究 1 と同様の n 次の隔たりに関する価値割引の質問の双方に回答させた．親しさの順位に関する価値割引課題では，まず以下の教示文で親しさの順位に関する一般的な説明を与えた；

> あなたには 100 人の友達のリストがあり，そこでは一番親しい人としては親友や親族が，100 番目に親しい人としては単なる知り合い程度の人が来るような順位があるものとします．1 番目に来る親友や親族は，あなたが非常に良く知っている人であり，一方 100 番目に来る人は会ったことがある，ということが分かる程度で，ひょっとしたら名前すら分からないかもしれない人でしょう．そのようなリストを実際に作る必要は無く，あくまでそういったリストを作ったと想像して下さい．

以上の教示文ののち，研究 1 の刺激文の“友達”の箇所を“～位の友達”と入れ替えた刺激文を提示し，回答させた．順位は Jones & Rachlin (2006)同様に 1 位，2 位，5 位，10 位，20 位，50 位，100 位の 7 条件を用意した．また，n 次の隔たりに関する価値割引の質問は，研究 1 と同じものに回答させた．2 種類の社会的割引課題の提示順序は実験参加者間でカウンターバランスをとった．全ての参加者は 20 分以内に回答を終了した．

結果および考察

研究 1 と同様平均データに対して双曲線関数・指数関数のあてはめを，n 次の隔たり，および親しさの順位の双方の社会的割引課題に対して行った．その結果，順位・n 次の隔たりにおける割引課題双方で双曲線関数の方が高い当てはまりを示した(Figure 2)．また，両条件の関連を検討するため，両条件のパラメタを個人ごとに推定したところ，両条件のパラメタの相関は有意ではなかった(r=-0.03, p>.10; Figure 3)．

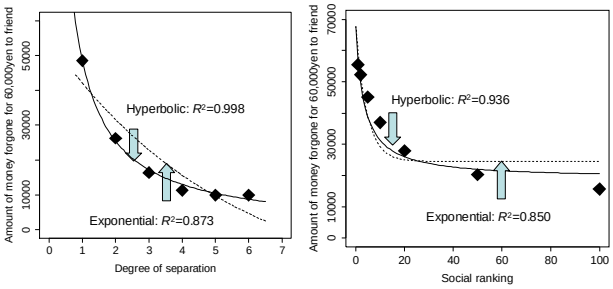


Figure 2 研究 2 の結果：左のグラフは n 次の隔たりに関する結果を，右のグラフは親しさの順位の結果を表す．

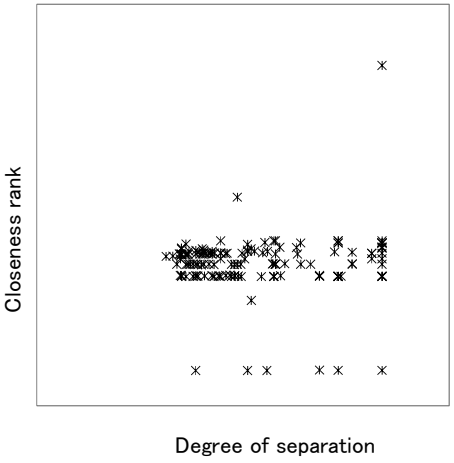


Figure 3 両条件のパラメタ値の関係：縦軸は親しさの順位に対する，横軸は n 次の隔たりに関する双曲線関数のパラメタ値を表す．

4. 総合考察

2 つの研究結果は，親しさの順位のみならず，n 次の隔たりといった社会的距離に対しても双曲線割引が成立することを示している．近年社会や集団の持つネットワーク的な構造が人間行動に対して与える影響に関して注目が集められているが(Christakis & Fowler, 2009)，本研究は逆に人と

の繋がりの連鎖という距離に対する人間の感覚，特に金銭の配分という他者との関係の維持に関する心理量を扱い，その中で双曲線関数が高い当てはまりを示すことを明らかにした点が重要といえる．このような双曲線関数とネットワーク的な集団の形成過程あるいは，集団の緊密度との関連は今後の興味深い検討課題であろう．

双曲線関数のパラメタに関しては，Jones & Rachlin (2006)で用いた親しさの順位と n 次の隔たりとの間で有意な相関はみられなかった．これら 2 つの指標では，前者は意味的には内集団のみを扱うに対し，後者の指標は自分の知らない他者というある種の外集団を扱う点で異なっており，指標間の無相関はこのような意味的な相違を反映したものなのかもしれない．一方で，相関のみられない 2 つの指標双方で双曲線関数の方が高い当てはまりを示したことは，双曲線関数の割引課題に対する高い説明力を示す知見と考えることができるだろう．

Simon (1995)は，財産の配分に関しては(1)現時点での状況に関する配分，(2)未来の自分に対する配分，(3)自分との親しさに基づいた配分，の 3 次元が存在することを指摘している．本研究結果はそれら 3 次元の中で，少なくとも 2 つの次元で双曲線割引が成立していることを示している．また，Rachlin (2006)は，時間割引に限らず，記憶や確率オッズといったものに対しても双曲線割引が高い説明力を示すことを指摘している．これらの背景を踏まえれば，双曲線関数の当てはまりの良さだけでなく，その関数の心理的な意味の考察も今後の重要な検討課題といえるだろう．

５．参考文献

(1)Barabási, A. L. (2002). *Linked: The New Science of Networks*, Perseus Books Group

(2)Christakis, N. A., & Fowler, J. (2009). *Connected: The Surprising Power of Our Social Networks and How They Shape Our Lives.* Little, Brown and Company.

(3)Jones, B., & Rachlin, H. (2006). Social discounting. *Psychological Science*, 17, 283-286.

(4)Lowenstein, G., & Thaler, R. (1989). Intertemporal choice. *Journal of Economic Perspective*, 3, 181-193.

(5)Milgram, S. (1967). "The Small-world problem." *Psychology Today*, 1, 60-67.

(6) Rachli, H. (2006). Note on discounting. *Journal of Experimental analysis of Behavior,* 85, 425-435.

(7)Simon, J. L. (1995) Interpersonal allocation continuous with intertemporal allocation: binding commitments, pledge, and bequests. *Rationality and Society*, 7, 367-392.

イベント映像自動生成
映画のショット解析から導出される構図ルールとその適用
Automatic generation of event image: on the basis of composition rules derived from shot analysis of some films

野田 佑帆[†]，金谷 友樹[†]，杉本 徹[†‡]，榎津 秀次[†‡]
Yuho Noda, Yuki Kanaya, Toru Sugimoto, Hideji Enokidzu

[†]芝浦工業大学大学院工学研究科，[‡]NECソフト株式会社，[†‡]芝浦工業大学工学部
[†]Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology, [‡]NEC soft Corporation,
[†‡]Shibaura Institute of Technology
[†]ma12081@shibaura-it.ac.jp, [†‡]sugimoto@sic.shibautra-it.ac.jp, [†‡]enokizu@sic.shibautra-it.ac.jp

Abstract

The present study is intended to construct automatic editing system for recorded video of the scene that was performed on the basis of a short scenario. On the basis of the shot analysis of two films, we generated the event-driven composition rules. The event-driven composition rules were applied to event information to extract composition information. Composition information involved the layout of characters and the shot size. Our system was able to make up some scene videos. However, several problems are still left that need to be addressed to improve our system.

Keywords — automatic editing, shot analysis, composition rules.

1. はじめに

老若男女問わず，映画を観ることで，作品の中に何かを感じ取り，また自分が作品の登場人物であるように感じることもできる．なぜこんなにも映画というものが親しみやすいものであるのか．まず映画には，映像制作者が長年積み上げてきた知識を映像編集に用いることで，映像に没入感を生ませている．また，Gibson の著書によると，「映画を観ることは，現実生活で普通に生ずる出来事を観察することと類似している」[1]と述べている．つまり，我々が知覚している世界は，映画と同じような映像の世界であるということである．また，Zack の論文によると，「人間の知覚は，“椅子”や“犬”といったモノと，“車を購入する”や“ケーキを切る”といったイベントといった単位で出来事を認知している」[2]と言及している．これには映画の構成と関係がある．

映画を構成している最小単位にショットと呼ばれるものがある．ショットとは，切れ目なしに連続して撮影された映像のことであり，モノを映していたりや登場人物が歩いているといった単一の出来事を映していることが多い．このショットを編集によって繋ぎ合せることで映画が作られている．つまり，人の知覚がイベント単位で認知されているとすれば，ショットで構成されている映画は認知しやすいものであると言える．

そこで本研究では，映画が人の認知に適しているという仮定をもとに，日常的な出来事を自動で映像生成するシステムを提案する．なお映像化する際のルールは映画の解析をもとに作成する．

2. システムの構成

本システムは，図１のようにイベント導出，構図ルール，固定カメラ選定，ショット映像生成で構成されている．

イベント導出では，撮影空間と呼ばれる 4.0m ×4.0m 空間に設置した固定カメラによって撮影された映像を処理することによって人物の位置，人物の向き，人物の領域を導出する．また登場人物に装着したマイクから拾われた音声を処理することによって発話の有無を導出する．これらの情報から起きている出来事を判定する．

固定カメラ選定では起きている出来事から，映画の解析結果から求めた構図ルールを元に，最も映画的に撮られているカメラを決定する．

ショット映像生成では，決定したカメラ映像にトリミング処理を行い，ショットサイズを変更し

た後，それらを繋ぎ，動画として出力する．

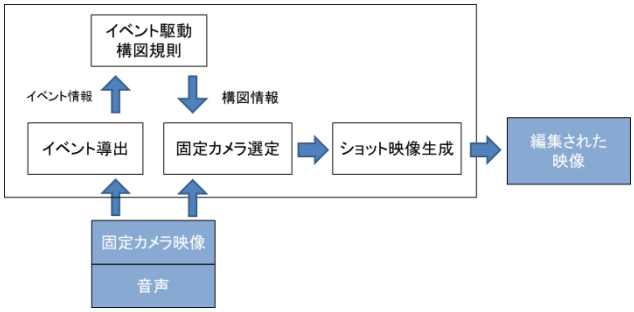


図 1　システムの全体図

3. 撮影空間

撮影空間は縦横 4.0m，床は 0.4m 間隔で 10×10 マスの格子状になるように区切られている．この撮影空間の周りに固定カメラを設置する．

固定カメラは，図 2 のように座標(0,0)にあたる部分から，時計回りに 1 から 8 まで番号を振ってある．固定カメラの高さは約 1.6m で，撮影空間の中心から縦横に 3.2m，対角線上に 4.53m の距離で設置する．

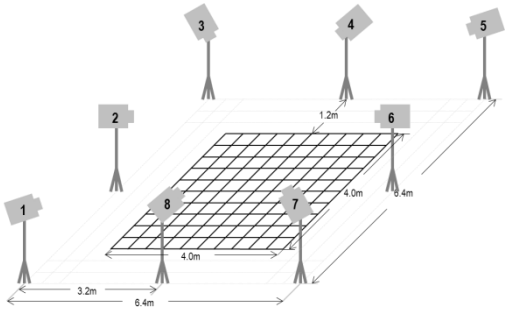


図 2　撮影空間

4. イベント導出

図 3　イベント導出の流れ

イベント導出は図 3 のように画像処理，音声処理，イベント検出で構成されている．

4.1. 画像処理

画像処理では，固定カメラの映像を 0.2 秒ごとにサンプリングし，静止画として保存しておく．各画像のピクセルの輝度値の推移から各ピクセルを動状態(白)，静状態(グレー)，背景状態(黒)の 3 つの状態に分類する．例を挙げると，図 4 では(a)は元画像，(b)は背景画像で，各ピクセルの輝度値の推移を見ることで(c)のような 3 値画像が得られる．この画像のノイズを処理した画像が(d)になる．この 3 値画像から「人物領域」，「顔の向き」を検出する．

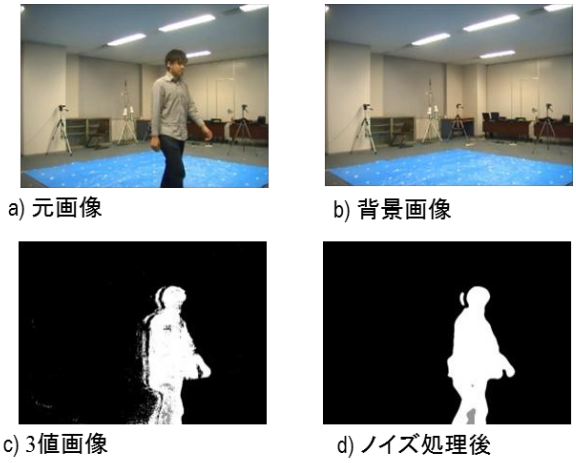


図 4　3 値画像の生成

4.1.1. 人物領域の決定

ピクセルの状態によって 3 値化された画像から人物が画面上のどの位置にいるのかを検出する．画像の左上を原点(0,0)として，水平方向を x 座標，垂直方向を y 座標としたとき，画像の原点から x 軸方向に 1 ピクセルずつ見ていき，隣のピクセルと状態が同じところを記憶していく．横の列を上からすべて見ていったとき，一番小さな座標が人物の左側の座標，一番大きな座標が人物の右側の座標となる．これと同じ動作を y 軸に沿って行い，人物の上端の座標と下端の座標が決まる．この結果，図 5 のように領域の上下左右の四端点と重心を求める．

図 5　人物領域

4.1.2. 顔の向き検出

8 台のカメラ全ての静止画に顔認識を行い，正面の顔を検出したカメラ番号をもとに人物の向きを計算する．人物の向きは撮影されたカメラから見て図 6 左のどの方向を向いているかを番号で示している．図 6 右は 5 番のカメラから撮影された映像で正面の顔が検出された場合，5 番のカメラの人物の向きは 8 となる．

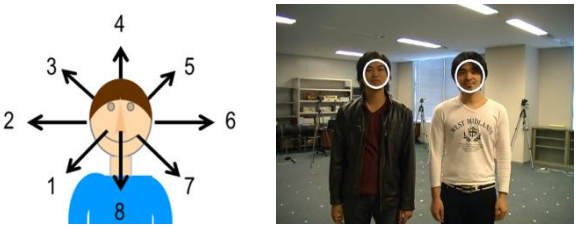


図 6 顔の向き

4.2. 音声処理

ワイヤレスマイクによって録音された音声を wave 形式で保存し，波形情報を抽出し処理を行っていく．wave ファイルはファイルの先頭部分にヘッダ情報(チャンネル数・サンプリング周波数など)が付加されており，ヘッダ情報の後に音声の波形データが記録されているものである．なお，サンプリング周波数は 44100[Hz]である．図 7 のように，抽出した波形データから発話と大声閾値を決め，それ以上の振幅が現れたフレームを記憶していく．発話の閾値は 8000，大声の閾値は 20000 としている．

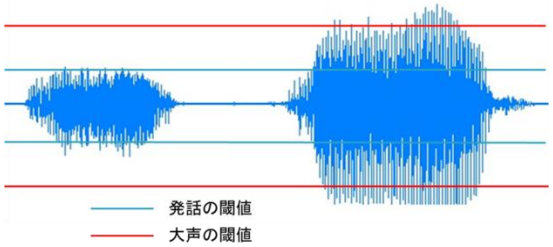


図 7 音声波形

4.3. イベントの検出

本研究内で扱うイベントを決定する際に，映像編集に関する著書である映画文法[3]と映画の解析結果を参考にした．

映画文法に記されているイベントは，以下の 3 つに分類することができる．

① 「人物が静止している」
② 「人物が移動している」
③ 「人物が会話(発話)している」

これらを踏まえたうえで，映画“ゴーストバスターズ(1984)”をショットに分割し，人物の動作を抜き出す解析を行った．その結果表れた上位 7 つの動作を表に示す．

表 1 解析結果

動作	回数
発話	777
移動	635
見ている	298
振り向く	151
聞く	89
立つ	35
座る	35

全 3175 回現れた動作のうち上位 7 つで約 63%を示している．この動作のうち，人物が静止しているに該当するものが「振り向く」，「立つ」，「座る」であり，人物が移動しているに該当するものが「移動」であり，人物が会話しているに該当するものが「発話」である．よって本研究では「発話」，「人物の移動」，「向きの変化」，「姿勢の変化」の 4 つをイベントと定義した．

なお，「見ている」，「聞く」は動作として認識し辛いため，今回はイベントとして扱わないこととした．

4.3.5. 人物の移動

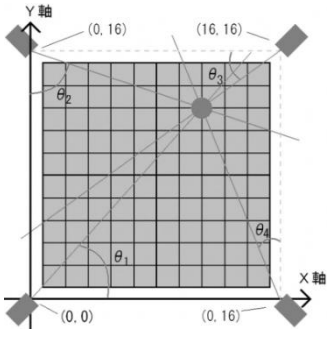


図 8 人物の座標

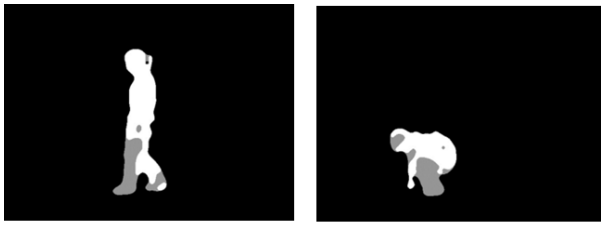
人物領域の中心点とカメラの画角の関係から，図 8 のように直線を引き，その交点から人物の空間上における座標を求める．この座標が 15 フレームごとに変化した場合，人物の移動が起きていると判定する．

4.3.2. 向きの変化

顔認識で人物の正面から移したカメラの番号を向きとして，30 フレーム以内に向きが 90 度以上変化した場合に向きの変化を検出する．

4.3.3. 姿勢の変化

姿勢の変化は，人物領域の上下左右の四端点のうち上下の点の座標を用いて計算する．上下間の幅が 10 フレームで 50 ピクセル増減した場合，姿勢の変化を検出する．図 9 では，(a)から(b)の状態に変化した場合，イベントは「座る」という動作になる．



a) 立っている状態　b) 座っている状態

図 9　姿勢の変化

4.3.4. 発話の有無

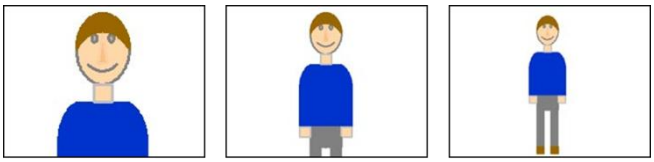
音声処理で発話と大声それぞれの閾値を超えたフレームを検出しているので，そのフレームがどれだけ多く出現するかによって発話と大声があるかどうか判定する．大声の場合，閾値を超えた値が 6 フレームの間に 50 回表れた場合大声を検出する．また，発話の場合は大声の閾値には満たないが発話の閾値を超える値が 6 フレームの間に 50 回表れた場合発話を検出する．

5. ショット解析

映画をショット毎に分けていき，必要な情報を抜き出していく作業を本研究ではショット解析と呼ぶ．ショット解析の目的としては，起きている出来事に対して，人がイメージする最も典型的な構図は何であるかを調べるためである．

映画における構図は映画制作者が長年積み上げてきた知識をもとに，視聴者に対して最も起きている出来事が伝わりやすい構図を使用していることを仮定として，ショット解析を行っていく．

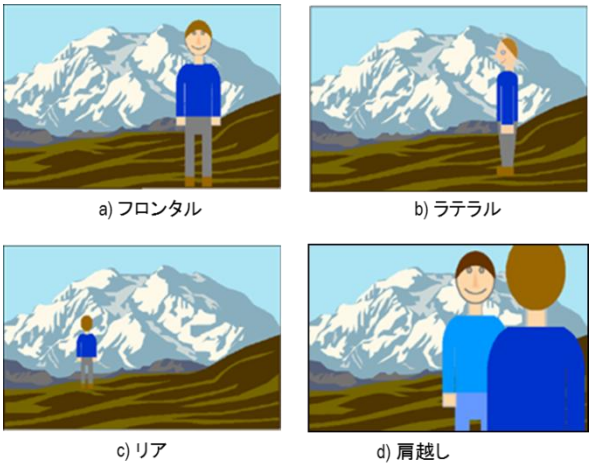
ショット解析により抜き出す情報は，出来事(人物の動作)に対するショットサイズ，コンポジションの情報である．ショットサイズは被写体の大きさを示しており，図 10 のように全身を映したフルショット，腰から上を映したミディアムショット，胸から上を映したクロースショットがある．



a) Close Shot　b) Medium Shot　c) Full Shot

図 10　ショットサイズ

コンポジションは人物の映り方の立ち位置を示したものである図 11 のように(a)のような正面を映したフロンタル，(b)のような横から映したラテラル，(c)のような後ろから映したリア，(d)のような人物の肩越しに映した肩越しがある．



a) フロンタル　b) ラテラル　c) リア　d) 肩越し

図 11　コンポジション

5.1. 構図ルールの構築

ショット解析では，動作の記述が自然言語で自由に表記されている．そこで動作を以下のパラメータからなるイベントとして分類する．各パラメータは整数で表す．

① 人物の移動

人物の移動が無い場合は0とする. 人物が移動する場合，画面の手前を8とし時計回りに1から番号を振り，その方向を記述する.

② 向きの変化

人物の向きが90度以上変化した場合に1とする. 90度以上変化しない場合は0とする.

③ 姿勢の変化

立っている状態を0とする．立っている状態から座った状態に変化した場合は1とする.

座っている状態から立った状態に変化した場合は2とする.

④ 発話

登場人物のセリフが入った場合を1とする．さらに，人物が叫ぶなどの大きな声を出している場合は大声として値を2にする．セリフも大声もない場合は0とする.

6. カメラの選定

カメラの選定では，まず映画編集の原則の 1 つであるイマジナリーラインの原則によってカメラを制限する．この原則はカメラの切り替えを行う際に，二人の人物を結ぶ線を超えた反対側のカメラを使用すると視聴者が理解しづらい映像になってしまうことを防ぐためである．図 12 は撮影空間上でのイマジナリーラインの例を示している.

その後，映画のショット解析をもとに作成した構図ルールを利用し，コンポジションの向きと人物の向きの一致したカメラを決定する.

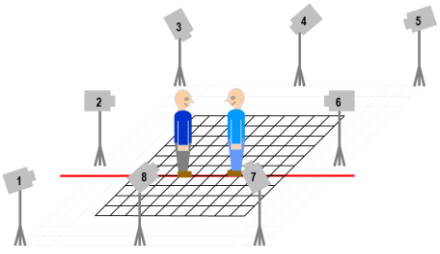


図 12 撮影空間上のイマジナリーライン

7. ショット映像生成

ショット映像生成では，イベント導出から人物領域，固定カメラ選定から使用するカメラ番号とショットサイズの情報を受け取る．受け取った情報を基に，1フレームごとにトリミングと拡大をする．図13はショットサイズがミディアムショットの場合のトリミング処理を施した結果である．その後，トリミング処理を行った各静止画を繋ぎ合せて動画として出力する.

a) カメラの元映像　　b) トリミング後の映像

図 13 カメラ映像のトリミング

8. 結果

縦横 4m の空間内で起こる人物の行動を周りに設置した 8 台のカメラで撮影し，得られた 8 台分のカメラの映像を本システムに入力して解析することで，自動編集システムの有用性を確かめた．イベント導出では，二人の人物が重なってしまった場合でも人物ごとの領域情報を求めることができた．これに伴い，人物の座標も誤検出が減り，イベントをより高い精度で導出できるようになった．固定カメラ選定では，人数，イベントを入力とすることで，コンポジションに基づいたカメラ選択を行えるようになった．システムの出力としては，特に違和感の映像が出力できた.

9. 考察

イベント導出では，カメラ切り替えに必要な情報を出力することに成功したが，一部想定外の数値をとることがあった．これは，ピクセル輝度状態の判定が上手くできておらず，図14のように本来であれば動状態と判定されるべきピクセルが別の状態で判定され，結果として人物として認識されていないというものであった．このことから，判定式の見直しや閾値の変更などによって精度を上げる必要があると考えられる．顔検出においても人物の顔を検出できないという例が見られた．これは，人物の重なりによって顔の正面をとらえることができない状況が

起きてしまうことが問題であった．人物が正面で会話をする場合しばしばこのような状況が起きるため，正面の顔検出のみではなく横顔の検出も同時に行うことで解決できるのではないかと考えられる．また，今回輝度値の変化から映像を見ていったが，同じ被写体を映した8台のカメラ映像の輝度変化には，共通の変化を表す箇所が見られた．これを利用し，これまで手動で行ってきたカメラ映像の同期が自動で行えるのではないかと考えられる．

図 14　誤検出

ショット解析において，今回，出来事に対して最も典型的な構図として出てきたものが，本当に人のイメージする 構図であるのか検証を行っていないため，今後検証を行う必要がある．

固定カメラ選定では，構図ルールの構築の際に，人数とイベントの組み合わせによっては，出現回数が1回やまったく出てこない人数とイベントの組み合わせもあった．これは，ショット解析のサンプル数が少ないのが原因だと思われるため，ショット解析のサンプル数を増やす必要があると考えられる．サンプル数を増やすことで，今回出現しなかった人数とイベントの組み合わせや，出現回数が同じになってしまい，決定できなかった人数とイベントの組み合わせを1つに決定できるのではないかと考える．さらに，csv形式で記述する場合，二人の人物が同時に行動を起こした場合の記述方法を考える必要がある．

ショット映像生成では，トリミングをし，動画として出力することができた．しかし，人物が二人の場合にコンポジションやショットサイズ通りにトリミングすることができない場合が多かった．そのため，固定カメラ選定では，トリミングをする範囲を考慮したカメラの選択をする必要があると考える．

10. 結論

ショット解析から求めた構図ルールを利用して自動編集するシステムを構築することができた．

しかし，出来上がった動画の評価実験や，ショット解析結果と人のイメージの検証などを行っていく必要がある．

また，ピクセル状態分析などの各処理の精度の向上や，映像の同期の自動化，さらには，構図ルールに利用するショット解析のサンプル数をさらに増やしていくなど，多くの問題を改善していく必要がある．

参考文献

[1] J. J. Gibson, (1985) “生態学的視覚論”, 古崎敬訳, 株式会社サイエンス社, pp. 315.

[2] J. M. Zacks, (2008) “Event perception”, Scholarpedia, 3, 3837.

[3] D. Arijon, (1980) “映画の文法”, 岩本憲次・出口丈人訳, 紀伊国屋書店

[4] 尾形 涼, 中村 裕一, 太田 友一, (2004) “制約充足と最適化による映像編集モデル, ” 電子情報通信学会論文誌, vol.J87-D-II, no.12, pp.2221－2230.

[5] 西崎 隆志, 尾形 涼, 中村 祐一, 太田 友一, (2006) “会議シーンを対象とした自動撮影・編集システム, ”電子情報通信学会論文誌, vol.J89-D, no.7, pp.1557-1567.

[6] 井上 亮文, 吉田 竜二, 平石 絢子, 重野 寛, 岡田 謙一, 松下 温, (2004) “映画の映像理論に基づく対面会議シーンの自動撮影手法, ” 情報処理学会論文誌, vol.45, no.1, pp.212-221.

[7] 村上 正行, 西口 敏司, 亀田 能成, 角所 考, 美濃 導彦, (2005) “京都大学での実践に基づく講義アーカイブの調査分析, ” 日本教育工学会論文誌, pp.253-262.

[8] 冨野 由悠季, (2011) ”映像の原則 改訂版”, キネマ旬報社.

[9] 西 貴行, 藤吉弘亘, 梅崎太造, (2004) ”ピクセル状態分析による固定監視映像の圧縮”,第 10 回画像センシングシンポジウム

スキル習得型の学習における反転授業の活用法の検討
A study of flipped classroom on skill learning

中村 太戯留[†1,2]，脇田 玲[†1]，千代倉 弘明[†2]，田丸 恵理子[†2,3]，上林 憲行[†2]
Tagiru Nakamura, Akira Wakita, Hiroaki Chiyokura, Eriko Tamaru, Noriyuki Kamibayashi

[†1] 慶應義塾大学，[†2] 東京工科大学，[†3] 富士ゼロックス株式会社
Keio University, Tokyo University of Technology, Fuji Xerox Co., Ltd.

[†1]{tagiru, wakita}@sfc.keio.ac.jp, [†2]{chiyokura,norikami}@stf.teu.ac.jp, [†3]eriko.tamaru@fujixerox.co.jp

Abstract

The purpose of this study was to investigate effects of flipped classroom with prior supplemental instruction. We predicted that number of stopouts would decrease, and lesson quality would increase. 32 university students participated in a 3D computer animation course, and were asked to evaluate each lesson at the end of the course. As a result, number of stopouts reduced, and almost all lessons were evaluated as valuable. So, it is suggested that flipped classroom with prior supplemental instruction is involved in reducing stopouts, and improving lesson quality.

Keywords — flipped classroom, skill learning, prior supplemental instruction

1. 目的

反転授業(flipped classroom，inverted classroom；図1)とは，従来の講義と宿題の実施タイミングを逆にしたもので，説明型の講義をオンライン教材化して宿題にし，従来宿題であった応用課題を教室で対話的に学ぶという授業のことである[1].

Bakerはグラフィックデザインの授業において，次のことを念頭においてこの授業スタイルを提案している[1]：授業時間内の講義時間を減らすこと，講義内容の理解と応用に注力すること，学生が能動的に学習できるようにすること，学生が問題意識を持って学習できるようにすること，そして学生が仲間から学ぶ機会を設けること．結果として，学生は学習意識が高まり，位置づけを明確にした学習ができるようになり，そして学習内容が含意することを考えるような批判的思考にも手が届くようになったことを報告している[1]．Lage, Platt, & Treglia は，ミクロ経済学の授業において，10分ほどのミニ講義による反転授業を実施し，授業中には実験やグループワークを行ったところ，学生は通常の講義形式の授業よりも反転授業をより好んだことを報告している[6].

図 1 反転授業の構造

しかし，Frederickson, Reed, & Clifford は，卒業研究レベルの調査法と統計学を学ぶ授業において，学生の同意を得たうえで，ランダムに通常授業と反転授業を割り当てた調査を行ったところ，両群間に有意な差は認められなかったことを報告している[4]．Strayerは，統計学入門の授業において，同様に比較調査を行ったところ，学生は反転授業の形式に満足していなかったこと，そして不安や戸惑いを感じていたことを報告している[10].

このように，反転授業に関しては，効果があるとする見解と，効果がないかマイナスの効果という見解とに分かれている．前者は，専門的な科目を対象とした調査を行っているのに対して，後者は，入門的な科目を対象としているという違いがある．このことから，すでに問題意識が育成されている学生を対象とした専門的な科目においては反転授業がプラスに働くのに対して，これから問題意識を育成する学生を対象とした入門的な科目においては効果がないかマイナスに働く可能性が考えられた．角舘他は，医学教育における臨床研究において(i.e., 前者に該当)，ブレンデッド型遠隔学習が，議論できる仲間の数を増やすこと，臨床研究に対する自信を高めることに寄与している可能性を報告している[5]．このことから，反転授業は，問題意識が育った学生を対象とした授業，ないし一つの授業であれば問題意識が育った段階で導入するのが効果的である可能性が考えられた．

一方，高岡他は，e-Learning（自学習）を主としたプログラミングの導入教育においては(i.e., 後者に該当)，ドロップアウトする学生が多いこと，学生の活動履歴をもとにドロップアウト兆候者を抽出することが可能であること，そしてドロップア

ウト兆候者を対象とした対面授業による補習が有効であることを報告している[11]．反転授業におけるオンライン教材化された説明型の講義は自学習であるため，ドロップアウトする学生を減らすための工夫が必要であると考えられた．補習授業は学生のモチベーションと講義の質を上げること[12, 2]が報告されているが，これはドロップアウト兆候者に対する事後の手当てとなっている．そのため，仮説として，自学習のポイントと導入を事前に講義することでドロップアウトする学生が減る可能性が考えられた．

そこで，本研究では，ドロップアウト兆候者に対する事前の手当てとして，自学習の導入部分（ある程度「何がポイントになるのか」や「キーワード」などを示して自学習の大きなフレームを与える部分）を前の回の授業の後半で行う変形型の反転授業(図2)の有効性の検証を行った．すなわち，講義の時間を２つに区切り，講義時間の後半と次の週の講義時間の前半とをセットにした授業スタイルを考案した．また，スキルを習得するタイプの授業においてはフィードバックが重要であること[8, 9]，少人数制授業は学生同士の相互作用を高めまた教育的に効果的であること[3, 7]が報告されている．そこで，20〜30名程度の授業を対象として，学習項目の導入部分を各週の後半で行い，翌週までの間に学生はオンラインで閲覧可能な教材(図3)を参照しながら操作方法の自学習を行い，そして翌週の前半で自学習の内容に関する質疑やその応用課題に関する対話的な学習を行うというスタイルを考案し，その有効性を実証的に検討した．

2. 方法

対象とした授業　三次元コンピュータグラフィックス(3DCG)によるアニメーション制作を目的とした講義と演習から構成される授業で，3DCGに関する知識を学ぶ部分，それをもとにソフトウェアを操作する方法を学ぶ部分，そしてそれらを応用した作品を制作する部分から構成されていた．特徴として，知識の説明はソフトウェアの操作方法

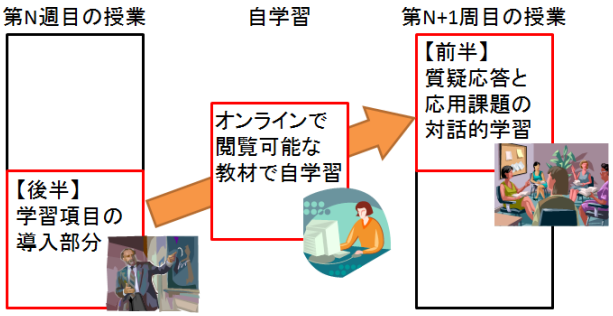


図 2 変形型の反転授業の構造

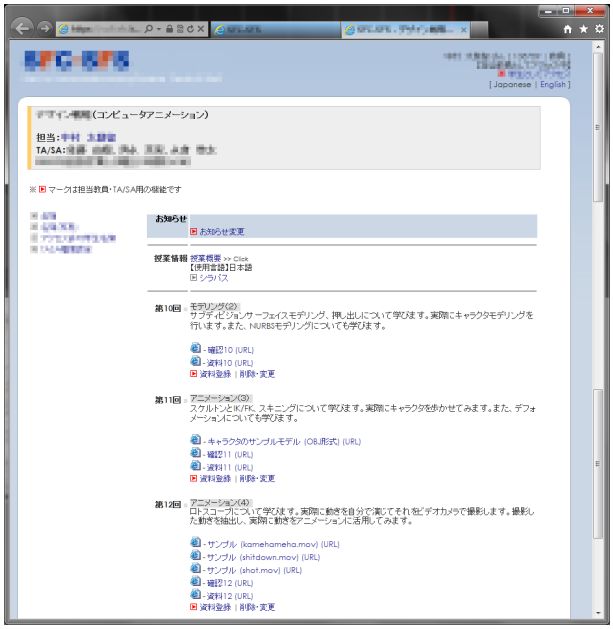


図 3 自学習用の教材の配布画面の例

と密接に関連していること，使用するソフトウェアは大学の教室でしか使用できないタイプのものであったこと，そしてソフトウェアの習得には実習による試行錯誤が必要であり，その後に応用課題(グループでの最終課題の制作)に関する対話的な学習が必要であったこと，が挙げられる．この授業は大学の卒業制作で3DCGを利用する学生（３〜４年生）を主な対象としており，問題意識が育った学生を対象とした授業と考えられた．ただ，１〜２年生も受講可能であり，また３〜４年生であっても初めて3DCGに触れる学生も多いことから，導入的な内容は授業内で一緒に行い，続きの応用的な内容に関しては翌週までに自学習してもらい，翌週に質疑応答や考察を行うようにした．

授業内容　2010年度，(1)ガイダンスと基本操作，(2)キーフレームアニメーション，(3)キャラクタモデリング，(4)キャラクタアニメーション，(5)ロトスコープ，(6)静物モデリング，(7)パスアニメーション，(8)カメラワークとライティング，(9)レンダリングと出力，(10)パーティクルアニメーション，(11)物理シミュレーション，(12)特殊効果，(13)最終発表；2011年度，(1)ガイダンス，(2a)基本操作と(2b)特殊効果，(3)最終課題の絵コンテ制作，(4)静物モデリング，(5)ライティングとレンダリング，(6)カメラワークとパスアニメーション，(7)中間発表，(8a)キーフレームアニメーションと(8b)パーティクルアニメーション，(9)キャラクタモデリング，(10)キャラクタアニメーション，(11)ロトスコープ，(12)課題制作，(13)最終発表．

授業参加者　大学生で，2010年度は14名(女性3名，男性11名)，2011年度は18名(女性9名，男性9

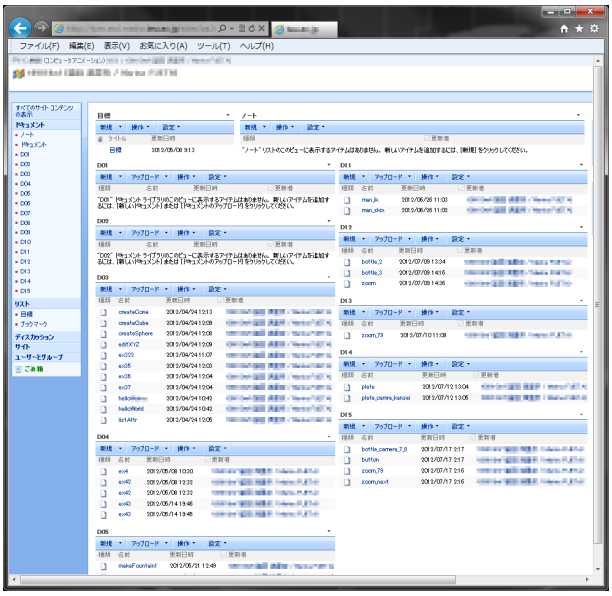


図 4 自学習の結果の提出画面の例

図 5 グループディスカッション用の画面の例

名)であった．うち，授業方法の評価の参加者は，2010年度は8名(女性2名，男性6名)，2011年度は12名(女性6名，男性6名)であった．

手続き　全員，コンピュータアニメーションに関する授業１３回を受けてもらった．１回の講義は90分で，オンラインで閲覧可能な教材を使用した．後半の60〜80分ほどで教材に沿った講義と実際に少しソフトウェアを操作してもらうという内容を行った．学生には教材に沿って翌週までに自学習を進めてもらった．そして，翌週の前半の10〜30分ほどで質問に対するアドバイス，最終課題への応用に関する対話的な学習を行った．なお，最終課題の制作は３名一組のグループワークとして進めてもらった．第３回にグループの仮編成を行い，第７回に本編成を行った．初期から最終課題を念頭に置きながら学習することで，各回の学習のモティベーションを上げるように工夫した．また，初期にグループの仮編成を行うことで，自学習でつまずいた際にグループのメンバー同士で迅速にフォローしあうことができるように工夫した．また，課題提出(図4)や最終課題のグループディスカッション(図5)が可能なポータルサイトを活用した．なお，授業改善として行った内容を後から意味づけると変形型の反転授業に該当するためそのように記述しているが，授業実践の当時は必ずしもこの用語を念頭においていたわけではないことを付記しておく．

授業方法の評価　最終回の授業の際に，各回の授業内容が役立ったかどうかに関して，次の５段階尺度で回答してもらった(図6)：5.大変そう思う，4.少しそう思う，3.ふつう，2.あまりそう思わない，1.全然そう思わない．また，最終課題制作は楽しかったか(Fa)，最終課題制作は映像制作スキルを習得するのに役立ったか(Fb)，に関しても同様の５段階尺度で回答してもらった．この結果を踏まえて，2011年度には，演習項目の統合と実施する回の調整をおこなった．特に基本的な操作に関する部分は反転授業を導入せずに，授業内でしっかりと演習する形式に変更した．

3. 結果

ドロップアウトした学生は2010年度は43%(6名)であったのに対して，2011年度は33%(6名)に減少した．また，評価の平均値は次の通りであった(one-sample t-test, $p < .05$)：2010年度，(1) 4.11，(2) 3.67，

	A	B	C
1	授業内容の評価		
2			
3		回答欄	質問事項
4		Q01	第2回、Mayaの基本操作の演習は、基本操作スキルを習得するのに役に立った。
5		Q02	第2回、特殊効果（ペイントエフェクト）の演習は、制作スキルを習得するのに役に立った。
6		Q03	第3回、絵コンテの作成の演習は、最終課題を制作するのに役に立った。
7		Q04	第4回、ポリゴン/NURBSモデリングの演習は、モデリングスキルを習得するのに役に立った。
8		Q05	第5回、ライティングと出力の演習は、制作スキルを習得するのに役に立った。
9		Q06	第6回、カメラワークの演習は、アニメーションスキルを習得するのに役に立った。
10		Q07	第7回、アニマティクスの作成は、最終課題を制作するのに役に立った。
11		Q08	第8回、キーフレームアニメーションの演習は、アニメーションスキルを習得するのに役に立った。
12		Q09	第8回、パーティクルアニメーションの演習は、アニメーションスキルを習得するのに役に立った。
13		Q10	第9回、サブディビジョンサーフェイスモデリングの演習は、モデリングスキルを習得するのに役に立った。
14		Q11	第10回、スケルトンとIK/FKの演習は、アニメーションスキルを習得するのに役に立った。
15		Q12	第11回、ロトスコープの演習は、アニメーションスキルを習得するのに役に立った。
16		Q13	最終課題制作は、楽しかった。
17		Q14	最終課題制作は、映像制作スキルを習得するのに役に立った。
18		Q15	最終課題の進捗に対し、授業の冒頭でコメントをフィードバックすることは役に立った。
19		Q16	MELは最終課題の制作に役立った。
20		Q17	全13回の授業のうち、何回、課題を提出しましたか？
21		Q18	全13回の授業のうち、何回、欠席もしましたか？
22		Q19	授業外で、一週間のうち平均して何日、A18教室に来て、課題制作を行いましたか？
23		Q20	コンピュータアニメーションの講義と演習について何か意見があれば教えて下さい。
24			
25	凡例	選択肢から選択	
26		回答を記入	

図 6 学期末の授業内容の評価画面

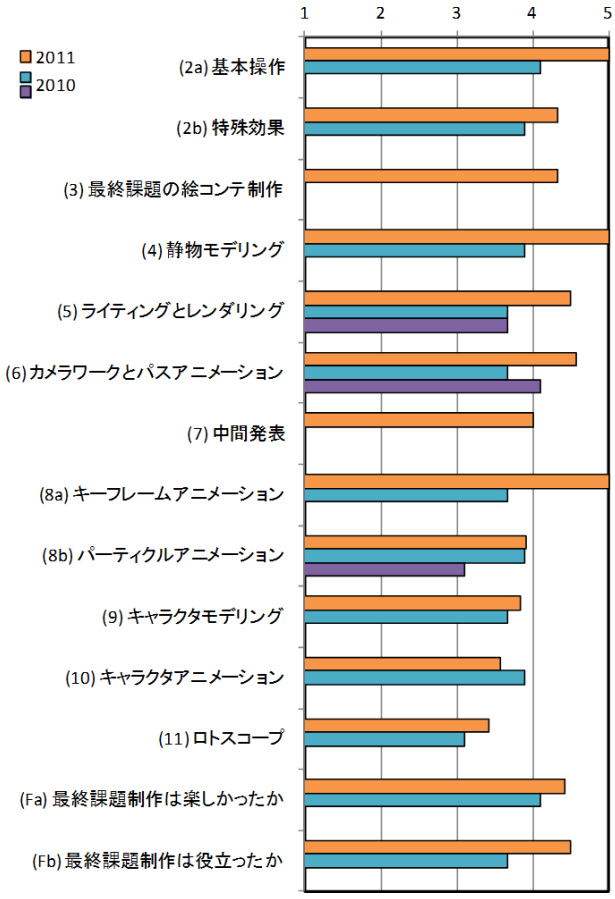


図 7 授業内容の評価結果の年度比較

(3) 3.67, (4) 3.89, (5) 3.11 (*n.s.*), (6) 3.89, (7) 4.11, (8) 3.67, (9) 3.67 ($p = .07$), (10) 3.89, (11) 3.11, (12) 3.89, (Fa) 4.11, (Fb) 3.67;2011年度, (2a) 5.00, (2b) 4.33, (3) 4.33, (4) 5.00, (5) 4.50, (6) 4.58, (7) 4.00, (8a) 5.00, (8b) 3.92, (9) 3.83, (10) 3.58 ($p = .07$), (11) 3.42 (*n.s.*), (Fa) 4.42, (Fb) 4.50. また, 2010年度と2011年度とで対応する回の平均値の差を調べたところ(two-sample t-test, $p < .05$),「基本操作」が有意傾向($p = .08$),「静物モデリング」と「キーフレームアニメーション」が有意という結果であった.

4. 考察

全体としては, 評価値が「3.ふつう」よりも高くなっており, 本研究の手法, すなわち変形型の反転授業が良好であったと考えられた. 2011年度の改善で,「基本操作」の上昇傾向は, 基本的な部分の学習にしっかりと講義内で時間をかけるようにしたことの効果,「静物モデリング」と「キーフレームアニメーション」の上昇は, 実施する回を調整したことと関連するトピックをまとめたことの効果と考えられた. また, 2011年度にドロップアウトする学生が減少していることから, 授業の最初の数回は変形型の反転授業を行わずに, 授業時間内で演習して問題意識を育成し, 問題意識が育った段階で変形型の反転授業を導入するという方法に変更したことが寄与した可能性が考えられた.

これらから, スキルを学ぶタイプの授業においては, 完全な反転授業ではなく,「授業後半の導入部分, 自学習, そして翌週の授業の前半の対話的な応用学習」をセットにした変形型の反転授業が有効である可能性が示唆された. また, 学生の問題意識が育っていることを確認しながら, 変形型の反転授業を導入するタイミングを図ることの必要性も示唆された. そして, 最終課題を念頭において各回の学習内容の位置づけを明確にすることや, グループメンバーのコミュニティを利用することが有用である可能性も示唆された.

参考文献

[1] Baker, J.W. (2000). *The "classroom flip": Using web course management tools to become the guide by the side*. Paper presented at the 11th International Conference on College Teaching and Learning, Jacksonville.

[2] Burmeister, S., Kenney, P. & Nice, D. (1996). Analysis of Effectiveness of SI Sessions for College Algebra, Calculus, Statistics, *Research in Collegiate Mathematics Education II*, Providence, RI, pp.145-154, American Mathematical Society.

[3] Etter, E.R., Burmeister, S.L. & Elder, R.J. (2001). Improving Student Performance and Retention via Supplemental Instruction, *Journal of Accounting and Education*, **18**(4), pp.355-368.

[4] Frederickson, N., Reed, P., & Clifford, V. (2005). Evaluating web-supported learning versus lecture-based teaching: Quantitative and qualitative perspectives. *Higher Education*, **50**, 645-664.

[5] 角舘直樹, 次橋幸男, 他. (2012). 教育実践研究 臨床研究に関するブレンデッド型遠隔学習プログラムの教育効果測定の試み.『医学教育』, **43**(3), pp.205-210.

[6] Lage, M.J., Platt, G.J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *Journal of Economic Education*, **31**, 30-43.

[7] Longden, B., (2006). An Institutional Response to Changing Student Expecations and Their Impact on Retention Rates, *Journal of Higher Education Policy and Management*, **28**(2), pp.173-187.

[8] 中村太戯留, 服部隆志, 田丸恵理子, & 上林憲行. (2010). オンライン教材に対する手書きワークシートとフィードバックの効果.『日本認知科学会第27回大会論文集』, pp.692-693.

[9] 中村太戯留, 服部隆志, 千代倉弘明, 田丸恵理子, & 上林憲行. (2011). ワークシート教材における紙の効果とフィードバック効果.『日本認知科学会第28回大会論文集』, pp.589-590.

[10] Strayer, J.F. (2007). *The effects of the classroom flip on the learning environment: a comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system*. Ohio State University.

[11] 高岡詠子, 大澤佑至, & 吉田淳一. (2011). e-Learning学習履歴を用いたドロップアウト兆候者早期抽出手法の提案: 検証および今後の可能性.『情報処理学会論文誌』, **52**(12), pp.3080-3095.

[12] Widmar, G. (1994). Supplemental instruction: From Small Beginnings to National Program, *New Directions for Teaching and Learning*, **60**, pp.3-10.

理系の学生に見られる共感覚者の割合とその内容
Prevalence and Quality of Syneshtesia in Students of Science Section

松田英子†, Tom Froese†, 北村英哉‡, 開一夫†
Eiko Matsuda, Tom Froese, Hideya Kitamura, Kazuo Hiraki

† 東京大学総合文化研究科, ‡ 関西大学社会学部
Department of Arts and Sciences, the University of Tokyo; Faculty of Sociology, Kansai University
eiko@sacral.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This article presents the guidelines for preparing manuscripts of JCSS.

Keywords — Synesthesia, 共感覚

1. 序論

共感覚とは, ある感覚刺激に対し, 異なる感覚を同時に感じる感覚である(Baron-Cohen, Wyke & Binnie, 1987)。例えば文字や数字を見ると, 色を感じたり(Ward & Simner, 2003; Rish, Brandshaw & Mattingley, 2005), 「c は男の子ですごくいい人」など性別や性格を感じるものなどがある(Simner & Hubberd, 2006)。このように共感覚は数字, 曜日などの抽象的な概念に, 色, 形など具体的なものが貼り付くものである。この特徴によって, 抽象的な概念をあたかも手に取るかのように具体的に捉えることが出来, 共感覚は抽象的な概念を理解するのに役立つのではないかと考えられている(Eagleman, 2009)。これより推察されるのは, 共感覚を持つことによって数学などの抽象的な概念の理解が容易になるということである。共感覚が能力や選好性に影響する例として, 美術学校に通う学生にはそうでない実験参加者に比べ3倍以上の共感覚者が見られることがわかっており(Rothen & Meier, 2010), 同様の現象が理系の学生においても観察されるかどうか検討することにした。そこで本研究では, 理系・文系の学生を対象に, 数字から色へ、数字から性格への共感覚者のスクリーニングを行った。

方法

本実験は、テスト1 とテスト2 の 2 つに分かれている(図 1)。テスト1 を受けた実験参加者は、1ヶ月以上の後にテスト2 を受ける。テスト1, 2 ともに参加はボランティアであり、テスト1 のみの参加でも構わない。実験は全てインターネット上でウェブテストとして行われ, パソコンを用いて解くものである。一連のテストは、課題1, 2, 3 の3部構成になっており(図 1 (i) - (ii)), 課題1, 2 については全てのテストが終了後した直後に、同様の課題を繰り返し実施する(図 1 (iii))。繰り返しの課題があることは事前に実験参加者には知らせていない。

実験の対象は、東京大学の理系の学生と、国際基督教大学、関西大学の文系の学生である。理系・文系の区別は、理学部・工学部・農学部を理系とし、社会学部、文学部、経済学部を文系とした。教養学部については、自己申告によって文理のどちらかを決めた。得点の基準値を得るために、すでに別のテストから「色 - 数字」の共感覚を保持しているとわかっている1 名の共感覚者IZ が実験に参加した。

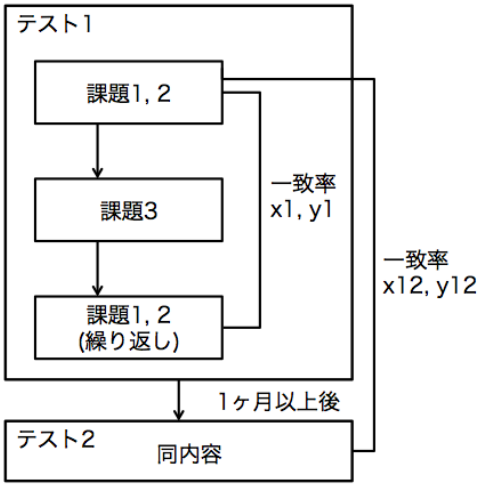


図 1 実験の手順。課題 1, 2は同時進行する(図 2)。その後課題 3 を行い、再び課題1, 2 を繰り返す。1 回目の実験(テスト1) の実施時期から1 ヶ月以上の後に、一連の実験を繰り返す(テスト2)。

テスト1 実験参加者は, 東京大学の60 名の理系の学生と、国際基督教大学、関西大学の155 名の文系の学生と、共感覚者 IZ である。

テスト1 - 課題1 - 数字から色への共感覚を判別するテスト 0 - 9 のそれぞれの数字に対し, RGB のカラーチャートの中から一色を選ぶことが課題である。課題の初めに課題の説明文が書かれてい

表 1 課題2の質問項目

男性	女性	特にない
良い	悪い	特にない
若い	年取った	特にない
社交的な	孤立した	特にない

る。説明文は「それぞれの数字に対して感じる色に、一番近いものを選んでください。 正解、不正解はありませんので、自由に連想をしてください。ただし、すべての数字に同じ色を選ぶのはお避け下さい。 また、性別、性格などの特徴を感じる場合は、その項目を選んでください。項目にない特徴は、次の設問で伺いますので、そちらでお答えください」というものである。数字はランダムな順番でウェブページ上に提示される(図2)。課題1, 2, 3 が全て終了後、再度課題1 を実施した。

共感覚の度合いを表す指標として、1 回目と 2 回目の課題1 における RGB 値の一致率 x_1 を用いた。この手法は、共感覚が気分や状況によって変化しにくく, 常に一貫したものであることを利用したものであり, 共感覚者とそうでない人を見分ける方法として常套的なものである(Simner, Harrold, Creed, Monro & Foulkes, 2009)。また、テスト1 の課題1 とテスト2 の課題1 の間の一致率 x_{12} を計算した(図 1)。これは、数字と色の対応を記憶している可能性を排除するためである。

テスト1 - 課題2 - 数字から性格への共感覚を判別するテスト 非生物のものに対して性格や性別などを感じ, 擬人化して捉えることも共感覚の一つであると言われている(Simner & Holenstein, 2007)。そこで上記のウェブテストに加え, 0 - 9 の数字に関する性格などの事項を質問した。質問事項は表1に記してある。課題2 は課題1 と同時進行し、ある数字の色に関する設問の直後に、性格についての設問がある(図 2)。課題1 と同様、一連の実験(課題1, 2, 3)が終了後、再度課題2 を行い、その得点を計算した。得点の計算の仕方は、同じ項目を2 回続けて選んだ場合、1 点加点される。ただし「特にない」という項目を選んだ場合は加点されない。設問は 0 - 9 のそれぞれの数字に対して4 項目あるため、得点は最大で40 点、最低が0 点である。得点率として0 - 100% に標準化して解析を行う。

テスト1 - 課題3 - 数字の集合に関する共感覚についての調査 より抽象的な数学的概念として、数字の集合に対する共感覚的な特徴(質感, 性格など)を質問した。表2 におけるA群, B群から単語を1つずつ選んで、しっくりくる文章を作ることを課題として与えた。特にしっくりくる文章がない場合は、空欄にしてもらった。また、全ての単語を使う必要はない。これらの単語は一例であり, もしそれ以外の言葉を用いてしっくりくる文章があれば, 記入するよう指示した。ただし, A群に相当する言葉は数字に関すること, B群は感覚に関することに限定した。

表 2 課題3 で用いた語群

A 群	B 群
偶数	やわらかい
奇数	かたい
素数	まるい
自然数	とがっている
整数	やさしい
有理数	調和している
虚数	孤独だ
23	あたたかい
56	つめたい
41	個性的だ

テスト2 - 1ヶ月以上間を開けたテスト テスト1では、繰り返し実験までの期間が短く、実験参加者は回答を記憶している可能性がある。共感覚者は常に一貫した回答をするため、数ヶ月後でも高い得点を示すことがわかっている (Simner, Harrold, Creed, Monro & Foulkes, 2009)。一方、共感覚ではなく、記憶によって回答をしている実験参加者は、時間が立った後には得点が下がることが予想される。

そこで、テスト1 を受けた実験参加者に対し、テスト1の実施時期から1ヶ月以上の間を開けてテスト2 を実施した。テスト2 はテスト1 と同内容である。テスト1 と同様、課題1, 2, 3 を行い、その後、課題1, 2 を繰り返して実施した(図 1)。実験参加者は、東京大学の学生35名、国際基督教大学と関西大学の学生27名であった。課題1, 2 に関しては、テスト2とテスト1での回答の一致率を計算し、これを共感覚の指標とした。

結果・考察

課題1 それぞれの数字に対し選ばれたRGB の値を元にの一致率 x_1 (0 - 100 %) を計算した。x_1 の高さが共感覚の指標になる。図3 はテスト1 における x_1 の頻度分布を表している。有効回答は、理系の学生52 名、文系の学生 105 名の計157 名であった。図3 の赤線は, 共感覚者 IZ の示した一致率 x_1 である(92.5点)。赤線の値より高い得点を取る場合, 共感覚的である可能性が高い。この結果, 4/157 名= 2.5 % の実験参加者がIZ よりも高い一致

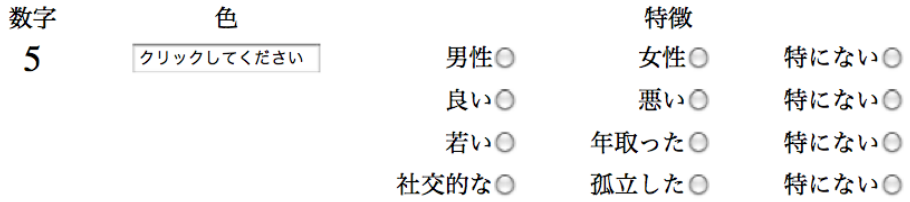


図 2 実験用紙の例。それぞれの数字に対し、色と性格などの特徴を選ぶ。ランダムな順番で0 - 9 の数字が提示される。

率 x_1 を取ることがわかり、この割合は通常成人に見られる共感覚と同程度である(Simner, Mulvenna, Sagiv, Tsakanikos, Witherby, Fraser, Scott & Ward, 2006)。4名の実験参加者のうち、文系が1 名 (0.9 %)、理系が3 名(5.8 %)であった。

図4(a), (b) は、理系と文系に分けた場合の一致率 x_1 の頻度分布を表している。理系の得点の平均は文系の得点に比べ有意に高いことが分かる (Student's T-test, $p < 0.01$; 図 4(c))。

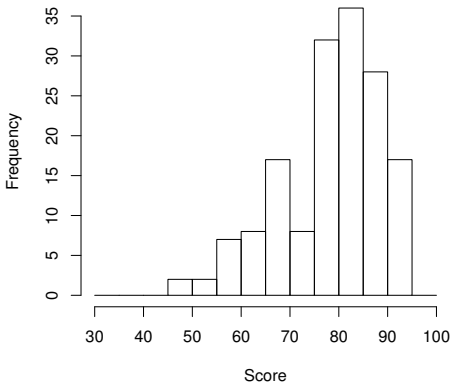
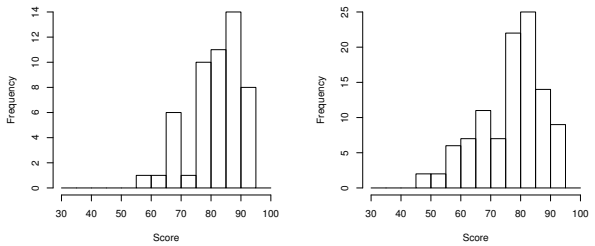
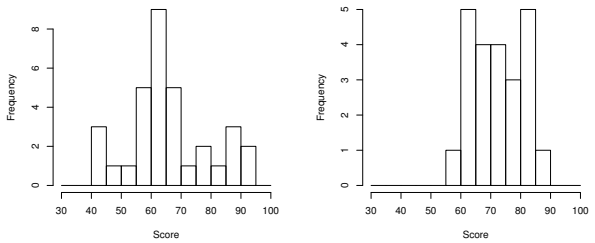


図 3 課題 1 の結果。横軸は一致率(x_1)で, 0-100%となる。縦軸は頻度。赤線はこれまでに別のテストで共感覚者であることが判明している実験参加者の x_1。赤線の値より高い得点を取る場合, 共感覚的である可能性が高い。

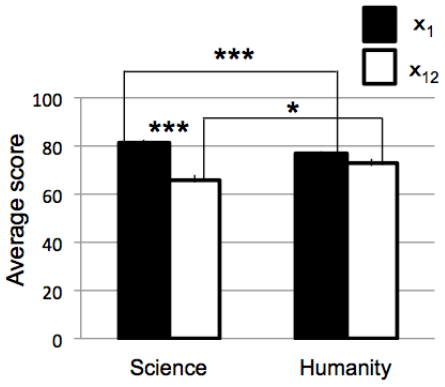
次に、テスト1 とテスト2の比較から一致率を計算した結果を示す (x_{12} と呼ぶ)。有効回答は、文系23 名、理系33 名の計56 名であった。図5 は一致率 x_{12} の頻度分布を表している。この図から、全体的に一致率 x_{12} が下がっていることが見られる。図の赤線はテスト1と同じ、共感覚者 IZ の示した一致率 x_{12} である(93.4%)。共感覚者 IZ の回答は、x_1, x_{12} とも高い値を示していることが分かる。テスト1 で高い x_1 を示した4 名の実験参加者のうち、文系の1 名は未回答、理系の2 名については70 % 以下の大幅に低い値 x_{12} を示し、理系の1 名のみが前回同様基準値を上回る x_{12} を取った。



(a) 理系の x_1 (b) 文系の x_1



(c) 理系の x_{12} (d) 文系の x_{12}



(e) 平均値

図 4 課題1 の結果。(a), (b)文系と理系の結果を分けた場合の x_1 の頻度分布。(c), (d) 文系と理系の結果を分けた場合の x_{12} の頻度分布。(e) 平均値の差。*** はT-test の結果 $p < 0.01$, * は $p < 0.05$ であることを示している。

これより、テスト1のみで高得点を示した2 名の実験参加者は、共感覚を保持しているのではなく「数字 - 色」に関する短期的な記憶力が高いと考えられる。

図4(c) より x_1 は理系の方が文系に比べて有意に高いが、x_{12} では文系の方が高くなることが分かる (Welch's T-test, p¡0.05)。さらに x_1 に比べ、x_{12} の値は、理系では大きく下がることが分かった (Welch's T-test, $p < 0.0000$)。一方、文系に関しては x_1, x_{12} 間で有意な変化が見られなかった (Welch's T-test, $p = 0.0621$)。これは、理系の実験参加者には、「数字 - 色」の関係に関して短期的な記憶力が高い人が多いことを示している。図6 は x_1 に対する、x_{12} の変化量 $(x_{12} - x_1)$ を表している。x_1 が高く $x_{12} - x_1$ が低い場合は、テスト1, テスト2両方において、高い一致率を維持していることを示しており、共感覚的である。x_1 , $x_1 - x_{12}$ ともに高い場合は、「数字 - 色」に関する短期的な記憶力が高いことを示している。図6より、理系の結果では短期的な記憶力が高い群が見られるが、文系には見られないことが分かる。

本実験では、理系の学生に見られる「数字 - 色」の共感覚の保持率について実験を行った。テスト1 では、一連の実験終了後、同様の課題を繰り返して行い、2 回の実験の間の一致率 x_1 を算出した。x_1 の値の高さを共感覚の度合いと考える。共感覚者と同程度の一致率 x_1 を取った実験参加者は理系では3 名 (5%)、文系では1 名 (0.9%) であった。次に、短期的な記憶による影響を排除するため、テスト1 の実施時期から1ヶ月以上の間を空けて同様の課題を解いてもらった (テスト2)。テスト1 とテスト2 での回答の一致率を x_{12} とした。この一致率は、短期的な記憶を排除したものであると考えられる。共感覚者IZ は、x_{12}, x_{12} の両方で高い値を示した。これと同様の高い一致率 x_{12} が、x_1 で高い値を示した3 名の理系の学生のうち、1 名に見られた。しかし、残りの2 名は得点が著しく下がった。これより、本実験で共感覚者 IZ と似た一致率を示したのは、理系の学生の1 名のみであった。今回の実験では、共感覚的であるという基準値を、1 名の共感覚者 IZ の得点によって決定した。この基準値は複数の共感覚者によって決定されるべきであり、今後追加実験としてより多くの共感覚者を対象に実験を実施し、基準値を見直す必要がある。

理系の学生と文系の学生の間に見られた違いとして、テスト1 における理系の学生の平均一致率 $\bar{x}_1$ が、文系の学生に比べて有意に高いことが挙げられる。テスト1 とテスト2 間での平均一致率 $\bar{x}_{12}$ は、理系の学生において大きく下がるが、文系の学生は有意な変化が見られなかった。これは、理系の学生には「数字 - 色」の対応の短期的な記憶力が高いことを示唆している。この短期的な記憶力は「数字 - 色」の対応のみに特異的なものであろうか。仮にそうであるならば、この記憶力の高さを「数字 - 色」に関する弱い共感覚として定義できるのではないだろうか。次の章では、実験2 における「数字 - 性格」の結果を解析・考察する。ここで期待されることは、理系の学生に多く見られた「数字 - 色」に関する高い記憶力が、「数字 - 性格」の対応については見られるかどうかということである。

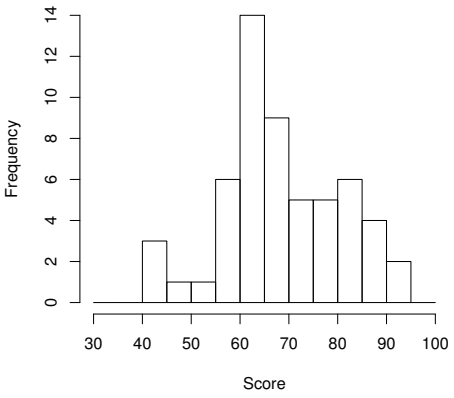
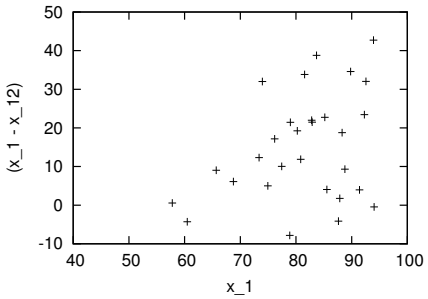


図 5 実験1 のテスト1 とテスト2 間の一致率 (x_{12})。横軸は一致率で, 0-100%となる。縦軸は頻度。赤線はこれまでに別のテストで共感覚者であることが判明している実験参加者の x_{12}。赤線の値より高い得点を取る場合, 共感覚的である可能性が高い。

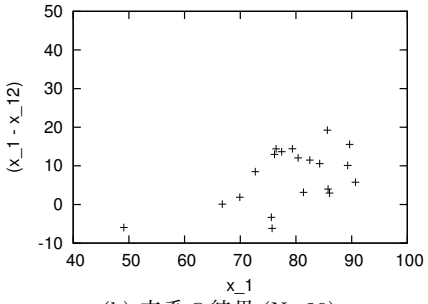
実験2　図7 はテスト1 における「数字 - 性格」の得点率 (0 - 100%; y_1 と表す) の頻度分布を表している。有効回答は、理系の学生60 名、文系の学生151の計 211名であった。図7 の赤線は、共感覚者IZ の示した得点率 y_1 である (70.0%)。この値より高い得点率を示した実験参加者の合計は60 名 (28%) であり、うちわけは理系14名 (23%)、文系46 名 (30%) であった。

図8 (a), (b) は、理系と文系に分けた場合の一致率 y_1 の頻度分布を表している。理系と文系の平均得点には有意な差がないことがわかった (Student's T-test, $p = 0.200$; 図8(e))。

次に、テスト1 とテスト2 の比較から計算した得点率を示す (y_{12} と呼ぶ)。有効回答は、理系 34 名、文系 25 名の計 59 名であった。図8 (c), (d) は理系・文系ごとの得点率 y_{12} の頻度分布を表している。図の赤線は共感覚者IZ の示した得点率 y_{12} である (72.5%)。IZ の回答は、y_1, y_{12} とも高い値を



(a) 理系の結果 (N=29)



(b) 文系の結果 (N=20)

図 6 x_1 に対する x_{12} の変化量 $x_1 - x_{12}$。x_1 が高く、$x_1 - x_{12}$が低い場合は共感覚的。x_1 が高く、$x_1 - x_{12}$ が高い場合は「数字 - 色」に関する短期的な記憶力が高いことを示している。

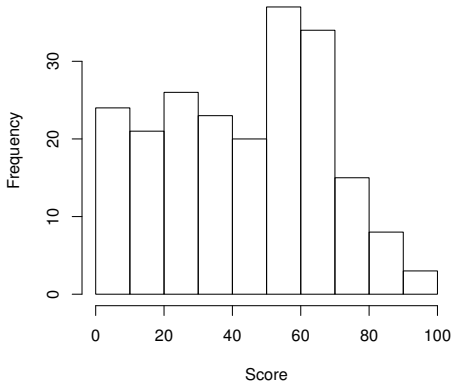
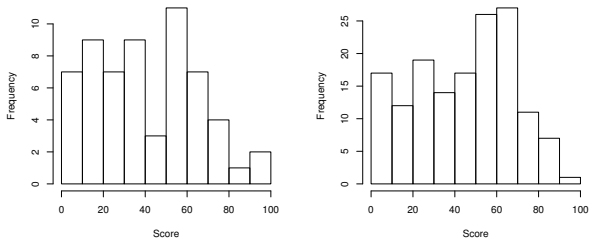
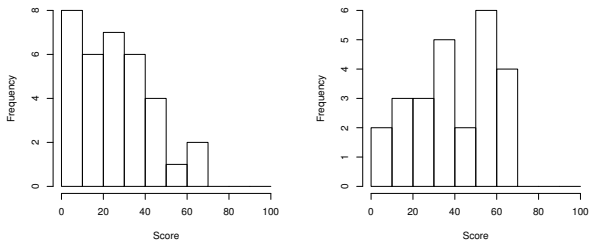


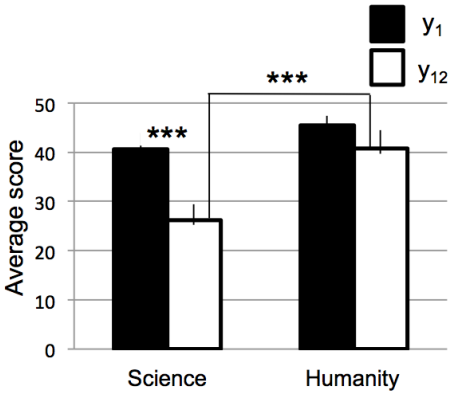
図 7 実験2 の結果。横軸は得点率(y_1)で, 0-100%となる。縦軸は頻度。赤線はこれまでに別のテストで共感覚者であることが判明している実験参加者の y_1。



(a) 理系の y_1 (b) 文系の y_1



(c) 理系の y_{12} (d) 文系の y_{12}



(e) 平均値

図 8 実験2 の結果。(a), (b) 文系と理系の結果を分けた場合の y_1 の頻度分布。(c), (d) 文系と理系の結果を分けた場合の y_{12} の頻度分布。(e) 平均値の差。文系と理系における y_1 には有意差は見られない (Student's T-test, $p = 0.200$)。y_{12} に関しては、理系が文系に比べ有意に低いことがわかる (Student's T-test, $p < 0.01$)。また、理系における y_{12} は y_1 に比べ有意に低い (Student's T-test, $p < 0.01$)。*** は T-test の結果 $p < 0.01$, * は $p < 0.05$, 無印は $p > 0.05$。

示すことが分かる。テスト1で高いy_1を示した60名のうち、IZの得点率を上回るy_{12}を示した実験参加者はいなかった。しかしテストの記述欄に、「3は子どものイメージが強い。男の子でもなく女の子でもない」「4は水によく溶ける気がする」など、共感覚者に特徴的に見られる詳細な記述をする人がいたため、IZの得点率のみを基準にしては共感覚の度合いを特定することができないと考えられる。今後、このテストにおいて共感覚を特定する基準を考慮する必要がある。

理系と文系におけるy_{12}に関して、理系のy_{12}が文系に比べ有意に低くなることが分かる(Student's T-test, $p < 0.01$)。これは文系の学生の方が、「数字 - 性格」に関して共感覚的である可能性を示唆している。しかし前述のとおり、「数字 - 性格」に関する共感覚を特定する基準を検討する必要がある。

実験3 有効回答は、理系58名、文系150名の計208名であった。そのうち何らかの文章を作ったのは、理系57名、文系145名である。回答の例を表3, 4に示す。これより、偶数はやわらかい、まるい、やさしいなど、奇数はつめたい、とがっているなどの印象が共有されていることが示唆されている。

以上の結果から、多くの実験参加者が数字の集合に対して, 質感, 形状などを感じ、それは個人間で共有されている可能性が示唆された。これまで文字についての共感覚の研究は、色との対応に関するものが殆どであった。今後、本実験で行った性格や質感などの共感覚に対する基準値を、さらに検討するとともに、反応相互間の関連についても調べていく必要があるだろう。

表3 実験3の偶数に関する回答例。上位10項目のみを表示してある。同じ意味の言葉はまとめてある(例: あったかいなどはあたたかいと見なす)。

A群	B群	回答数 (回)
偶数	やわらかい	46
	まるい	45
	やさしい	22
	調和している	22
	あたたかい	20
	かたい	8
	四角い	3
	調和的	2
	ふとっている	1
	調和的だ	1

表4 実験3の奇数に関する回答例。上位10項目のみを表示してある。同じ意味の言葉はまとめてある。

A群	B群	回答数 (回)
奇数	とがっている	86
	かたい	31
	個性的	25
	つめたい	18
	孤独だ	5
	まるい	3
	やさしい	2
	やわらかい	2
	きんきんしている	1
	奇抜だ	1

参考文献

Baron-Cohen, S., Wyke, M. A., & Binnie, C. (1987). Hearing words and seeing colours: an experimental investigation of a case of synaesthesia. *Perception*, 16, 761-67.

Eagleman, D. M., & Goodale, M. A. (2009). Why color synesthesia involves more than color. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(7), 288-92.

Rich, A., Bradshaw, J., & Mattingley, J. (2005). A systematic, large-scale study of synaesthesia: implications for the role of early experience in lexical-colour associations. *Cognition*, 98, 53-84.

Rothen, N., & Meier, B. (2010). Higher prevalence of synaesthesia in art students. *British Journal of Psychology*, 39, 2006-2009.

Simner, J., Harrold, J., Creed, H., Monro, L., & Foulkes, L. (2009). Early detection of markers for synaesthesia in childhood populations. *Brain : a journal of neurology*, 132, 57-64.

Simner, J., & Holenstein, E. (2007). Ordinal linguistic personification as a variant of synesthesia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(4), 694-703.

Ward, J., & Simner, J. (2003). Lexical-gustatory synesthesia: Linguistic and conceptual factors. *Cognition*, 89, 237-261.

名詞句連接の日韓対照研究
ー 「NP_1 の NP_2」と「NP_1 의 NP_2」の制約の相違と相対的頻度ー
A Contrastive Study on the Adnominal Constructions with Japanese -no and Korean -ui: Their Relative Frequencies and Constraints

首藤 佐智子†，崔 在雄‡，原田 康也†
Sachiko Shudo, Jae-Woong Choe, Yasunari Harada

†早稲田大学法学学術院，‡高麗大学校言語学科
Faculty of Law, Waseda University, Department of Linguistics, Korea University
shudo@waseda.jp, jchoe@korea.ac.kr, harada@waseda.jp

Abstract

Similarities between Japanese and Korean are "remarkable" when we consider that the two languages may not be directly related historically the way Spanish and Italian are. One example of such similarities manifests itself in the way two noun(phrase)s are combined to form a larger nominal expression, with particles '-no' in Japanese and '-ui' in Korean. However, when we take a careful look into the distribution and relative frequency of the adnominal constructions against noun-noun compounds, we notice an interesting difference between the two languages. Here we report a preliminary result of our survey using a small parallel corpus, corroborated with data from larger monolingual corpora.

Keywords — adnominal constructions, frequencies, parallel corpus, Japanese, Korean

1. はじめに[i] [ii]

日本語の「NP_1 の NP_2」における NP_1 の指示対象と NP_2 の指示対象の意味的な関係に関しては多くの研究がなされている．これを「所有格」ないし「属格」的な関係とみなしたうえで，英語の「's」との比較において「所有」を大きく逸脱するものであることも指摘されているが，この比較は英語の「's」に対応する日本語が「の」であるという一方通行の対応関係にもとづくものであり，「NP_1 の NP_2」という名詞句連接の構造あるいは「NP_1 の」という修飾表現の分析には寄与するところが少ない．本研究では，統語法において日本語の「の」と顕著な並行性を有する韓国語の「-ui （의）（以下-ui）」との数量的な比較を行い，その相違を考察する．本研究では，その出現の数量的な相違を示すことを主な目的としたため，データとして，比較的小規模なタグ付き二言語パラレルコーパスの分析を行いた．さらに，それぞれの言語のより大規模なコーパスを用いて，分析の補完とした．

2. 「の」と「-ui」

日本語の「NP_1 の NP_2」と韓国語の「NP_1-ui-NP_2」においては，「NP_1 の」「NP_1-ui」が NP2 を修飾する．この 2 つの表現はそのまま双方向に翻訳できることも多いが，NP1 NP2 という「の」「-ui」を伴わない連接句の可能性により，一概に双方向に翻訳が可能とは言えない場合が生じる．Chung, el al. (1999) は韓国語から日本語に翻訳する際に韓国語の NP_1NP_2 連接句 (-ui を伴わない形）を日本語の NP_1NP_2 連接句に変換することができず，「の」を挿入する必要があることを指摘する．これは，日本語の NP_1NP_2 連接句には韓国語のそれよりも厳しい制約があることを示唆している．本稿では詳述しないが，日本語の NP_1NP_2 の制約に関しては，語源種別（例えば「大和言葉」「漢語」「外来語」）にゆるく依拠する制約や，個人による一時的な使用がメディア等を通じて広範囲に認識され，容認度が向上するというような社会言語学的現象も影響する．一方，韓国語において-ui を伴わない NP_1NP_2 連接句で表される表現のうちの一部は，NP_1-ui-NP_2 でも表すことができるが，-ui を伴う形をとれない表現も多い．

これまでの研究を概観した限りでは，日韓の名詞句連接に関する定量的な対照研究はされていない．本研究では二言語のパラレルコーパスを用いて逆相対的頻度を表し，その制約を考察する上で

の数量的な足がかりを得ることを目的とする．[iii]

3. データ

本研究で用いたデータはSejong（世宗）韓日パラレルコーパス（以下「Sejong パラレルコーパス」）と呼ばれるもので，小規模ながら日韓の並行したデータから構成されている．その内訳としては，韓国語で書かれた文献が21.6%，それを日本語に翻訳したものが19.2%，日本語で書かれた文献が 27.5%，それを韓国語に翻訳したものが31.6%となっている（図1）．

Sejongパラレルコーパスのジャンル構成は，小説が45.5%，新聞が27.8%，雑誌が14.8%，その他の資料が11.9%となっている（図2）．

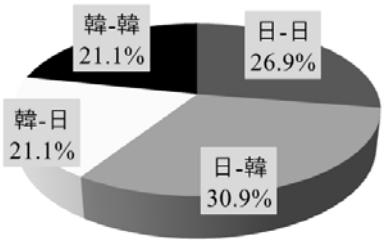


図 1: Sejong韓日パラレルコーパスの構成

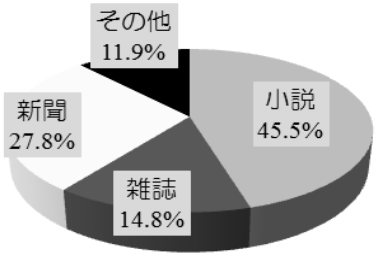


図 2: Sejong韓日パラレルコーパスのジャンル

言語の対照研究を行う上でしばしば問題となるのは，それぞれの言語におけるデータの相違が分析に影響を与えてしまう可能性である．本研究の場合は，データのジャンルやトピック，内容等が連接名詞句の使用に影響を与える可能性が考えられるが，パラレルコーパスを使うことによって，そのような他の要因を最小限に抑えることが期待できる．

表1はSejong韓日パラレルコーパスの個別ファイルのサンプルを示したものである．

韓国語		日本語	
<s id=1.1.p1.s1>		<s id=1.1.p1.s1>	
한	한/MM	ー	ー/NNR
시간의	시간/NNG+	時間	時間/NADP
	의/JKG	の	の/PCS
기적,	기적/NNG+	奇跡	奇跡/NG
	,/SP	,	, /SYP
바다를	바다/NNG+	海	海/NG
	를/JKO	を	を/PJKG
걷는다!!	걷/VV+	歩こ	歩く/VIN
	는다/EF+	う	う/AU
	!/SF+	！	！/SYG
	!/SF	！	！/SYG
</s>		</s>	

表 1: Sejong韓日パラレルコーパスのサンプル

Sejong 韓日パラレルコーパスのサイズを文単位で表すと，日本語のデータは 4,045，韓国語のデータは4,038で，差はほとんどない．一方，形態素を単位にすると，日本語のデータは 89,083，韓国語のデータは101,548と大きく異なる．これには，タグ付けによる相違を反映している可能性が高い．表2と表3は，日韓それぞれのデータの

日本語		
cat	出現数	%
N	29903	33.60%
P	24090	27.00%
S	11539	13.00%
V	11009	12.40%
A	10869	12.20%
C	1402	1.60%
F	170	0.20%
E	100	0.10%
U	1	0.00%
sum	89083	100.00%

表 2

韓国語		
cat	出現数	%
N	29484	29.00%
E	19993	19.70%
J	17109	16.80%
V	13057	12.90%
S	10351	10.20%
X	7147	7.00%
M	4307	4.20%
I	100	0.10%
sum	101548	100.00%

表 3

形態素をカテゴリー別に分類し，頻度の多い順に示したものである．日本語の名詞（表2のN）と

韓国語の体言（表 3 の N）の出現数は，それぞれ 29,903 (33.60%)と 29,484 (29.0%)で，大きな差は見られない. 一方, 日本語の助詞(表の P)が 27.0%を占めるのに対し，韓国語でこれに対応するとされる関係言（表の J）と呼ばれるカテゴリーは 16.80%であり，これは明らかにカテゴリーが一対一の対応関係にないことを示している.

4. 「の」と「-ui」の頻度

それでは，まずデータにおける「の」と「-ui」の出現を見てみよう．表 4 と表 5 は，日韓それぞれのデータにおける形態素を出現数の高い順に示したものである．日本語のデータでは，形態素の総数 89,083 に対して，「の」の出現総数は 3841 回であり，逆相対頻度としては，23.2：1 となる（表 6）．韓国語のデータでは，形態素の総数 101,548 に対して，「-ui」の出現は 1794 回で，逆相対頻度は，56.6：1 となる（表 6）． 名詞の出現総数に対する「の」と「-ui」の逆相対頻度は，それぞれ 7.8:1 と 16.4:1 という数字になっている．「の」と「-ui」をそれぞれ伴う名詞句連接を極めて単純に数量で比較すると，明らかに韓国語の-ui を伴わない名詞句連接は日本語のそれよりも頻度が低い.

string	範疇	出現
,	SYP	4636
の	**PCS**	**3841**
。	SYF	3364
た	AU	3078
は	PRE	2796
を	PJKG	2678
に	PJKG	2429
だ	AU	2184
て	PJC	2136
する	VIN	2009
が	PJKG	1946
私	NNPG	898
「	SYPO	877

表 4: 日本語

string	範疇	出現
.	SF	3757
다	EF	2584
ㄴ	ETM	2174
하	XSV	2016
을	JKO	1931
에	JKB	1866
의	**JKG**	**1794**
는	JX	1495
이	VCP	1443
는	ETM	1382
이	JKS	1339
,	SP	1319
은	JX	1181

表 5: 韓国語

	日本語	韓国語
形態素総数	89,083	101,548
名詞総数	29,903	29,484
「の」「-ui」の出現総数	3,842	1,795
形態素数/「の」「-ui」	**23.2**	**56.6**
名詞数/「の」「-ui」	**7.8**	**16.4**

表 6: 「の」と「-ui」の出現頻度（逆相対頻度）

Sejong パラレルコーパスでは各言語につき 50 のファイルが存在する．表 7 と表 8 は，日本語と韓国語のファイルから，それぞれ 8 つのサンプルの状況と，各言語 50 のファイル全体の平均と標準偏差を示している．「の」と「-ui」の頻度を見ると，日本語のファイルにおける「の」の頻度が比較的安定しているのに比べ，韓国語ではファイルごとに大きな差が見られる.「の」は平均して形態素 22.0 に 1 回という逆相対頻度で, その標準偏差は 4.9 である．これに対して，「-ui」は平均して形態素 50.4 に 1 回の逆相対頻度で, 標準偏差が 31.8 という高い数字になっている．ファイルによってこれだけ数値にバラつきがあるという事実は韓国語の「-ui」が文献のジャンルや内容によって影響を受けやすいことを示唆していると言えよう.

file	morph	nn	の	nn/の	mor/の	mor/nn
6JT_12kj	1090	451	74	6.1	14.7	2.4
6JT_13kj	1068	472	64	7.4	16.7	2.3
6JT_14kj	942	400	58	6.9	16.2	2.4
6JT_15kj	661	270	43	6.3	15.4	2.4
6JT_24kj	1008	424	47	9	21.4	2.4
6JT_25kj	1292	651	61	10.7	21.2	2
6JT_26kj	383	176	16	11	23.9	2.2
6JT_27kj	1138	466	50	9.3	22.8	2.4
50 files	…	…	…	…	…	…
総数	89083	29903	3842			
平均	1781.7	598.1	76.8	8.5	**22**	2.6
標準偏差	4601.7	1226.3	177.4	1.9	**4.9**	0.4

表 7: 日本語データのサンプルと分布

file	morph	nn	의	nn/의	mor/의	mor/nn
6jt_12kk	1072	373	39	9.6	27.5	2.9
6jt_13kk	1062	375	36	10.4	29.5	2.8
6jt_14kk	1089	399	37	10.8	29.4	2.7
6jt_15kk	672	243	25	9.7	26.9	2.8
6jt_24kk	906	274	13	21.1	69.7	3.3
6jt_25kk	1405	500	20	25	70.3	2.8
6jt_26kk	357	144	2	72	178.5	2.5
6jt_27kk	1141	390	7	55.7	163	2.9
50 files	…	…	…	…	…	…
総数	101548	29484	1795			
平均	2031	589.7	35.9	16.4	**50.4**	3.1
標準偏差	5493.6	1341.2	61.2	11.3	**31.8**	0.4

表 8: 韓国語データのサンプルと分布

韓国語のファイルではなぜそのように標準偏差が高い数値なのであろうか．表 8 にサンプルとしてあげた 6jt-12kk, 6jt-13kk, 6jt-14kk, 6jt-15kk の 4 つのファイルと，6jt-26kk, 6jt-27kk の 2 つのファイルをざっと見比べると，形態素に対する名詞の逆相対頻度はほぼ同等であるにも関わらず，-ui の出現頻度には大きな違いがあることがわかる．前者の形態素に対する逆相対頻度は全て 20 台であるが，後者のそれは 150 を超えている．一つの説明として，前者は小説からのデータで，後者は新聞からのデータであるという可能性がある．対応する日本語のデータ（表 7）を見ると，日本語でも前者のファイルと後者のファイルにおける「の」の出現頻度には差が見られるが，韓国語のデータにおけるほどの顕著な差ではない．韓国語における「-ui」の使用に影響を与える要因として，ジャンルあるいは文体という要素を検証することは，今後の課題である．

5. 補完的データ

パラレルコーパスを使用するメリットに関しては既に述べたが，我々のデータが小規模であることの問題点は否めない．この欠点を補うべく，パラレルコーパスに加えて，個々の言語のコーパスを同様に分析し，数量の有効性を検証した．日本語は京都大学テキストコーパス 4.0（以下「京都大学コーパス」）を使用し，韓国語は意味タグ付き Sejong コーパス（以下「Sejong コーパス」）を使用した．

	日本語	韓国語
a. データ	Kyoto4.0	SJ_semTag*
b. ジャンル	新聞	新聞
	毎日新聞	(主に)朝鮮日報
c. ファイル数	28	255
d. 文単位	38,400	573,447
e. 形態素	972,894	15,425,299
f. e/d	25.3	26.9
g. 標準偏差	14	17.2
h.「の」「-ui」	53,241	342,650
i. h/d	1.4	0.6
j. 標準偏差	1.3	0.9
k. e/h	18.3	45
l. NNG&NNP	356,629	3,709,032
m. l/h	6.7	10.8

表 9: 大規模データの分布

京都大学コーパスと Sejong コーパスを利用した数量的分析でも，「の」が現れる頻度は「-ui」よりもはるかに多く，パラレルコーパスの結果を裏付ける結果が得られた (Table 9). 京都大学コーパスの「の」の逆相対頻度は形態素 18.3 に 1 回で，パラレルコーパス (22.0 に 1 回) よりもやや高い．Sejong コーパスの「-ui」の逆相対頻度は，形態素 45.0 に 1 回で，これも Sejong パラレルコーパス（50.4 に 1 回）よりも高くなっている．京都大学コーパスの「の」の頻度と Sejong コーパスの「-ui」の頻度の差は Sejong パラレルコーパスよりもむしろ大きい．

6. 考察

日本語の「の」が韓国語の「-ui」よりも頻度が高いことを説明する要因は様々である．一つの要因は，前述したように，日本語の NP_1NP_2 連接句には韓国語のそれよりも厳しい制約があることで

ある．すなわち，助詞を伴わない NP_1NP_2 の名詞句連接が各々の言語でどのように制約されているかによって，NP_1 の NP_2 と NP_1-ui-NP_2 の出現に違いが出るという要因である．

Nishiguchi（2009）は日本語の「NP_1 の N_2」における NP_1 と NP_2 の意味論的関係を 11 のタイプに分類した（表 10）．

Relation	Japanese Possessive
I possession	Naomi-no kaban
II part-whole	Naomi-no kao
III location	Tokyo-no shinseki
IV time	yugata-no koen
	natsu-no kyuka
	7-ji-no nyusu
V accompaniment	kaban-no hito
	boshi-no fujin
VI trade	Kaban-no Kochi
	Ningyo-no Morishige
VII activity	Maaruboro-no kuni
	biiru-no machi
VIII property	chisee-no hito
	osu-no tora
	aoi-me-no ningyo
	tsutsuji-no koen
IX quantity	1-kiro-no pasokon
	3-bon-no pen
X intensional property	nise-no fukahire
	nise-no keisatsukan
XI kind	osu-no tora

表 10: Nishiguchi (2009) から

本稿の筆者たちは，「NP_1 の NP_2」における N1 と N2 の意味論的関係は，Nishiguchi のタイプのようなカテゴリーによって網羅的に示されるようなものであるとは考えないが，Nishiguchi のタイプは，「NP_1 の NP_2」が助詞「の」を伴わない「NP_1NP_2」で表すことができるかを NP_1 と NP_2 の多様な関係に鑑みて検証するためには効果的なリストである．表 11 は表 10 の表現を「の」を伴わない「NP_1NP_2」で表すことができるかを示したものである．ごく一部の例外を除いて，名詞句連接において「の」を省くことはできないことが明らかである．前述したように，日本語の NP_1NP_2 連接句は，個人や小集団による一時的な使用がメディア等を通じて広範囲に認識され，容認度が向上するというような社会言語学的現象に大きく影響を受ける．例えば，「干物女」（ひものおんな）という言葉は，漫画で使われ，その漫画がテレビドラマ化されたことから，「恋愛を放棄している，様々な事を面倒くさがり，適当に済ませてしまう女性のこと」（ウィキペディア）を指す一般語として使われるようになった．流行時の 2007 年頃には頻繁に使われ，複合語としてある程度の定着を見せた．しかしながら，このようなケースは稀であり，日本語の NP_1NP_2 に対する制約は韓国語に比べてきびしいことは明らかである．

R	NP_1 の NP_2	NP_1NP_2
I	Naomi-no kaban	*Naomi kaban
II	Naomi-no kao	*Naomi kao
III	Tokyo-no shinseki	*Tokyo shinseki
IV	yugata-no koen	*yugata koen
	natsu-no kyuka	*natsu kyuka
	7-ji-no nyusu	*7-ji nyusu
V	kaban-no hito	*kaban hito
	boshi-no fujin	??boshi fujin
VI	Kaban-no Kochi	*Kaban Kochi
	Ningyo-no Morishige	*Ningyo Morishige
VII	Maaruboro-no kuni	*Maaruboro kuni
	biiru-no machi	??biiru machi
VIII	chisee-no hito	*chisee hito
	osu-no tora	osu tora
	aoi-me-no ningyo	*aoi-me ningyo
	tsutsuji-no koen	?tsutsuji koen
IX	1-kiro-no pasokon	?1-kiro pasokon
	3-bon-no pen	*3-bon pen
X	nise-no fukahire	nise fukahire
	nise-no keisatsukan	nise keisatsukan
XI	osu-no tora	osu tora

表 11: 日本語の NP_1NP_2

それでは，表 10 における「N_1 の N_2」を韓国語の「NP_1-ui-NP_2」で表した場合の容認度はどうであろうか.

R	NP_1-ui-NP_2	NP_1NP_2
I	Naomi-ui gabang	Naomi gabang
II	Naomi-ui eolgul	Naomi eolgul
III	Tokyo-ui chincheog	Tokyo chincheog
IV	? jeonyeog-ui gong-won	jeonyeog gong-won
	? yeoleum-ui banghag	Yeoleum banghag
	(?)7si-ui nyuseu	7si nyuseu
V	*gabang-ui salam	?? gabang salam
	?? moja-ui yeoin	? moja yeoin
VI	*gabang-ui kochi	*gabang kochi
	*inhyeong-ui molisige	! Inhyeong molisige
VII	Malbolo-ui nala	Malbolo nala
	maegju-ui dosi	maegju dosi
VIII	*jiseong-ui salam	*jiseong salam (cf. jiseongin)
	? susnom-ui holangi	susnom holangi
	puleunnun-ui inhyeong	puleunnun inhyeong
	? jindallae-ui gong-won	jindallae gong-won
IX	1 kg-ui computer	1 kg computer
	sejalu-ui pen	sejalu pen
X	? gajja-ui sang-eojineuleomi	gajja sang-eojineuleomi
	?? bunjang-ui gyeongchalgwan	! bunjang gyeongchalgwan
XI	? susnom-ui holangi	susnom holangi

表 12: 韓国語の NP_1-ui-NP_2 と NP_1NP_2

表 12 は, 左欄が NP_1-ui-NP_2 を, 右欄が NP_1NP_2 を示している．興味深いのは，少なくともこのサンプルでは，「-ui」を伴わなければならないもの（右欄の形式だけが容認されていない場合）がなかったという点である．これは日本の「の」を伴う形式と伴わない形式との対立に比べて，大きく異なる．また，「-ui」を伴うことができないもの（左欄の形式だけが容認されていない場合）が多く存在しているのも日本語の「の」の場合とは決定的な違いである．「-ui」を伴ってもいいが，省くこともできるもの（左右欄の形式が共に容認されている場合）があることは，特筆すべき事実ではないが，「-ui」を伴った形式も伴わない形式も容認されないもの（左右欄共に容認されていない場合）があるということも興味深い.

原田・首藤（2009）では「NP_1 の NP_2」における NP_1 と NP_2 の関係を説明する意味論的な制約は存在せず，その関係は語用論的に制約されているとした．しかしながら，韓国語の NP_1-ui-NP_2 においてはより厳しい制約が存在している可能性がある．タイプ V の「かばんの人」，タイプ VI の「かばんのコーチ」，タイプ VIII の「知性の人」に対応する韓国語の「-ui」を伴った形は，語用論的に関係が説明されることが期待できるはずだが，容認されていない．11 タイプのうち「-ui」を伴う形が容認されたのは 5 タイプ (I, II, III, VII, IX) の例のみである．他のタイプの例では「NP_1-ui-NP_2」を容認しないという制約が存在するという事実は，本稿のデータで検証した「NP_1 の NP_2」と「NP_1-ui-NP_2」の頻度の差をある程度説明することができる.

7. まとめ

本研究では，統語法において日本語の「の」と顕著な並行性を有する韓国語の「-ui」との計数的な比較を行い，その相違を考察した．データとして，第一に日韓の並行したデータから構成されている Sejong 韓日パラレルコーパスを対象として形態素の出現度数の分析を行った.「の」と「-ui」をそれぞれ伴う名詞句連接を極めて単純に数量で比較すると，明らかに韓国語の「-ui」を伴う名詞句連接は日本語の「の」を伴う名詞句連接よりも頻度が低い．また，日本語・韓国語の単一言語コーパスとして京都大学テキストコーパス 4.0 と意味タグ付き Sejong コーパスを使用して補完的な分析を行った. ここでも「の」が現れる頻度は「-ui」よりもはるかに多く，パラレルコーパスの結果を

裏付ける結果が得られた．今後の課題としては，「の」「-ui」を伴う連接句と伴わない連接句に対する制約をジャンルや文体を変数として体系的に比較することで，各々の連接句の分析に貢献することが期待できる．

データ

[1] Sejong 韓日パラレルコーパス(世宗韓日パラレルコーパス)， http://www.sejong.or.kr/

[2] Sejong コーパス(世宗コーパス)(意味タグ付き), http://www.sejong.or.kr/

[3] 京都大学テキストコーパス 4.0 http://nlp.kuee.kyoto-u.ac.jp/nl-resource/corpus-e.html

参考文献

[4] Choe, Jae-Woong, Sachiko Shudo, and Yasunari Harada, (2011) "A Contrastive Study on the Adnominal Constructions in Japanese and Korean: Relative Frequency of '-no' vs. '-ui'" 電子情報通信学会技術報告（信学技報） IEICE Technical Report TL2011-49, vol. 111, No. 320, pp. 61-66, 社団法人電子情報通信学会

[5] Chung, Yujin, Namwon Heo, Jong-Hyeok Lee, Tai-Suk Kim, (1999) “Restoration of Japanese particle ‘-no’ in Korean-to-Japanese MT system,” Proceedings of the 11th Human & Cognitive Language Technology, pp. 115-120, Cheonbuk Univ, Korea.

[6] 原田康也・首藤佐智子， (2009) “「の」の意味論と語用論再考：容認度に反映される文脈への貢献度” 第 26 回日本認知科学会大会予稿集 pp. 218-219， 日本認知科学会

[7] Nishiguchi Sumiyo, (2009) Possessive Disambiguation, PhD Dissertation, Osaka University.

[i] 本研究は科学研究費補助金挑戦的萌芽研究：課題番号 21652041 『「場の言語学」の構築：場の意味論と語用論』, ならびに科学研究費補助金基盤研究(C) 23520475『前提研究の新アプローチ：前提条件操作の限界事例からの検証』に基づく研究の一部である．またデータとして扱った Sejong 韓日パラレルコーパスを使用するにあたり，Sanghoun Song 氏の協力を得た．

[ii] 本稿は，Choe, Shudo & Harada (2011)で扱った論点を別の角度から再考したものである．

[iii] ここでいう逆相対頻度は，対象となる形態素が一回出現するために平均的にいくつの形態素が必要かを示す数字であり，テキストの形態素総数を対象となる形態素の出現度数で割ったものである．テキスト中の出現の割合としての相対頻度の逆数で逆相対頻度が 23.2:1 の場合は相対頻度が 4.3%と考えることができる．

旅行案内電話対話のモデル化における基盤化ネットワークの拡張と適用
An expansion and application of the grounding network for modeling telephone-based tour guidance dialogue

水上 悦雄†, 柏岡 秀紀†
Etsuo Mizukami, Hideki Kashioka

† 情報通信研究機構
National Institute of Information and Communications Technology
etsuo.mizukami@nict.go.jp

Abstract

In goal-oriented or task-oriented conversations, the participants have to share many things to achieve their collaboration. The ideas of *common ground*, *shared knowledge* and the similar concepts are important to understand the process of the achievement. In this study, to model the guide-tourist dialogue, we proposed an idea of *extended grounding networks* by introducing a concept of *contribution topic*, and applied it to the data.

Keywords — Extended Grounding Network, Contribution topic, Dialogue Model

1. はじめに

人の対話戦略，特に，旅行案内における熟練ガイド，会議や話し合いにおけるモデレータ，ファシリテータとよばれるプロの司会者，カウンセリング場面におけるプロのカウンセラーのなどの対話技術をモデル化し，音声対話システムなどの計算機システム上で実現するために，様々なアプローチでの研究が進められてきた．そのような対話現場で求められる技術とは，利用者や参加者の，時に曖昧で不完全，順不同かつ予測不能な言動に対しても柔軟に対応し，最終的にそれぞれの対話のゴールに向かって対話を導くことであり，人ならではの対話技術とも言える．そのような複雑な対話戦略のモデル化に関して，近年では，大規模なタグ付コーパスなどを利用した，統計的なフレームワークを用いた対話制御手法が主流となってきている[1][2][3]．これらの統計的モデルの利点は，IF/THENルールで書き尽くせない複雑な対話状況も，統計的にもっともらしい応答を生成できることにあるが，長い文脈・履歴を扱うことが難しく，対話全体を見通した当該発話の位置づけや，利用者の理解度合いの変化，話者間の知識共有のプロセスを扱うまでに至っていない．

一方で，鉄道会社の窓口業務での対話などにおいては，対話行為者には，ある程度想定された目的と計画立案のモデルが適応でき，リットマンとアレン[4]をはじめとする，一連の計画認識の演算手法に関する研究によって，途中で計画に変更が加わる場合や，新たな計画が導入されるケースも含めて，かなり複雑な談話計画の遂行を計算機上で実現可能にする手法が考案されてきた．また，これらの対話を談話計画の遂行であると捉え，意図に基づく談話構造[5]を用いた，対話制御の理論的フレームワークも，古くから議論されてきたが，実際の自然談話に対する談話構造の定式化が難しく，そのままの形での応用は困難とされている．

本研究では，実際の旅行ガイドと旅行者の対話を対象に，彼らが，その対話によって，何を共有し，何を達成しているのか，その過程をモデル化することによって，ガイドの対話戦略モデルの記述を試みる．より具体的には，大局的な談話の目的(Discoure Purpose), が，局所の談話セグメント[5][6]や発話交換[7]における，話者間の基盤化過程[8][9]の積み重ねで構築されると捉え，様々なレベルの基盤化ネットワーク[10]で記述することで，対話をモデル化することを試みる．基盤化ネットワークは，状態遷移モデルの一つであるので，対話戦略を，ネットワークとして計算機でそのまま扱える形式のモデルとなり得るが，表層・深層間の関係性や，理解・知識共有の程度を基盤化の強度に類する枠組みで扱えるモデルでなくてはならず，概念・フレームを拡張する必要がある．本発表では，その拡張に向けた取り組みと，実際の対話をモデル化する際につきあたった問題点について述べ，その原因と課題解決に向けた考察を行う．

2. 方法

本章では，本研究のベースアイデアとなっている先行研究を紹介したうえで，本研究の対話のモデル化手法について述べる．

2.1 先行研究

グロッスとサイドナー[5]は，目的のある談話への参加者がもつ，意図や目的の構造には階層性があり，それらが談話の言語構造にも反映されるとの考えのもと，意図に基づく談話構造理論を提案した．談話の言語構造は，発話や談話セグメント(discourse segment)と呼ばれる談話単位の列を階層的に組み上げたものと捉えられる．ここで，談話セグメントとは，対話参加者が，伝達すべき，あるいは，共有すべき目的(談話セグメント目的)を持った，ひとまとまりの発話の列である．例えば，電話で機器の起動の仕方を説明する，という対話においては，D1[機器を起動する]という談話目的が設定される．この談話目的に対して，例えば，D2[主電源を入れる]，D3[リモコンの電源を入れる]，という下位階層の談話セグメント目的があり，さらに，D2の談話セグメント目的を達成するためには，D4[主電源の場所を探す]，D5[主電源スイッチを押す]，という，より下位の談話セグメント目的を内包する，という具合である(談話セグメントの認定方法に関しては，[6]を参照のこと)．なお，談話セグメント目的の間には，支配（D1とD2，D3の内包関係）と充足先行（D4とD5の順序関係）の関係がある．グロッスとサイドナーは，さらに談話参加者の注意状態の概念を導入し，彼らが，如何に談話構造を認識，参照しながら，談話目的を達成しようとしているかの，記述の枠組みを提案している．本研究における貢献トピック(後述)は，この談話セグメントに対応し，これをベースとするが，対象となる旅行案内対話の構造に基づいて，入れ子状の階層関係（支配関係）だけでなく，並列関係や複数の階層にまたがって共通性を持つまとまりについても許容するように設計している．

一方で，対話を，対話参加者間の共同活動であると捉える考え方がある．その活動を達成するためには，対話者間で様々な知識や信念が共有される必要があり，その共有過程を基盤化(Grounding)過程と呼ぶ[8][9]．音声発話をその基礎とする共同活動においては，話し手による一つ一つの発話が，受け手に理解された証拠が提示され，それを話し手も認識することによって，共有基盤を積み重ね，共同活動はその目的を達成していく．この，ある発話が受け手に理解されたことを示すまで発話の連鎖を，貢献（Contribution）と呼ぶ．貢献は，一組の発話交換であることもあれば，発話が理解される過程全体をさすこともある．貢献は，話し手による“提示”と受け手（および話し手による）“受理”の二段階で構成され，その受理は，受け手による理解の証拠（あいづちや，応答など）により示される．もし，不理解の証拠（問い返しの「え?」など）が提示されれば，話し手は発話を再度繰り返すなどして修復し，理解の証拠が提示されることによって，一つの貢献が達成される．

トラウム[10]は，このアイデアを計算機モデルとして扱えるように拡張した．トラウムのモデルは，貢献に対応する談話ユニット（Discourse Unit）を規定し，この談話ユニットが，各発話の基盤化に対する行為ラベルである基盤化アクト（Grounding Act）の列によって構成されるというモデルである．基盤化アクトには，提示に対応するInitiate，受理に対応するAckをはじめ，同一主体による，内容追加に対するContinue，修復に対応するRepair，他者からのRepairの要求であるReqRepair，他者からのAckの要求であるReqAck，談話ユニットの処理を停止して，基盤化を無効にするCancelの，7種がある．さらにトラウムは，図1のように，現発話の基盤化アクトから，次の状態を決定するような，遷移ネットワークによって，基盤化過程をモデル化している．開始状態Sは，新しい談話状態が始まる前の状態である．このSから，開始者Iによって，Initiateが提示され，中間状態1に遷移する．さらに，同主体が，Continueによって，内容を追加し，受け手RのAckによって受理されて，最終状態Fに遷移し，この談話ユニットの基盤化が完了する．

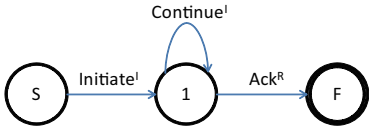


図 1 基盤化の遷移ネットワーク例

また，他者開始の自己修復[12]などの修復連鎖を，中間状態からのサブネットワークとして表現することで，ネットワークに階層性の概念を導入し，さらに，サブネットワークの中間状態から再帰的に遷移を許容するような，再帰遷移ネットワークをモデル化している．本研究では，このトラウムのアイデアに基づき，次節のように拡張を試みる．

2.2 本研究の手法

トラウムのモデルでは，談話ユニット間にレベルの差はなく，前後関係は記述できても，ひとまとまりの談話ユニットで何を達成する貢献なのかを説明することを目的としていない．ゆえに，本研究では，ある談話ユニットのまとまりを，何を基盤化しようとしているのか，を定式化できるような，談話セグメントに対応する“貢献トピック”と

して定義し，かつ，基盤化のレベルを，内部状態として持つように状態を拡張し，対話全体を階層的にモデル化する．ここにおいて，基盤化のレベルとは，トラウムのモデルにおける中間状態を拡張し，ロークとトラウム[13]のアイデアを元に，不十分な基盤化状態と，修復を要する基盤化の失敗状態のような，基盤化以前の，対話参加者の共有対象の理解状態をレベル分けしたものである．また，貢献トピックと，談話セグメントの違いは，発話列のどこから，どこまでを一つの貢献とみなすのか，の基準を，共有すべき命題（「旅行者の要求はXである」「Xに対する回答はYである」など）が，対話者間で基盤化完了に至ったかどうか，に置く点，および，トピックを対象ドメイン（本研究においては電話観光案内）において，ある程度共通性をもってラベリングし，レベル（階層）分け可能なようにデザインする点にある．また，一つの発話が，複数の命題を内包する場合には，それを並列して，ラベルすることを許容した．ただし，この点に関しては，基盤化ネットワークとの不連続性に問題があり，5.において，考察する．また，基盤化アクトに関してはトラウムの7つ（Initiate, Continue, Ack, Repair, ReqRepair, ReqAck, Cancel）をほぼそのまま用いたが，複数の談話ユニットをつなげて表現するために，Ack/Initiate，という便宜的な基盤化アクトを加え，間に受け手の相槌（Ack）を挟んだ，開始者のInitiateの続きとなる発話に関しても，Continueを付与した．また，ReqAckの解釈を，単なる承認の要求だけでなく，(自分の認識の）確認のためのYes/No質問もこれに含めた．

3. データおよびラベリング

本研究では，ガイドと旅行者の対話を対象とする．旅行者は，GPS機能付きの携帯電話を持ち，実際に京都をめぐりながら，現地で生じた質問，相談をガイドとの電話対話を通じて解消するというもので，電話の呼び出しから，電話を切る（あるいは切れる）までの一連の対話が，一つの対話セッションである．ガイドは，旅行者の大まかな位置は取得できるが，リアルタイムの位置や方角は把握できないので，それを確認しながら，対応することになる．特に道案内に関しては，ある程度まで説明して，一旦電話を切り，再度電話をもらってから，続きを説明する，ということもあった．一人のプロのガイドが，一日5名，計10名の旅行者の一日旅行に対する案内を受け付けた．本発表では，このうち，一人の旅行者による，計7回の電話依頼対話データ，および，比較対象として，異なる旅行者の計6回のデータも分析対象とした．

これらのデータに対し，ラベル設計者が，マニュアルを整備したうえで，サンプル対話を例に，一人の作業者に指導し，対象データに付与した．別途ラベル設計者もラベルを付与し，不一致点に関しては適宜協議のうえ，ラベルを確定した．

4. 結果

上記のデータに対して，それぞれのラベルを付与した結果の例が，図2である．一行目のラベル名の番号は，最初の番号が，当該トピックのレベル（階層），後の番号が，同階層で並列な貢献を表す．この例の場合は，第一階層と第二階層があり，並列・重複が，第一階層で二つ，第二階層で三つ存在する．談話全体を表す第0階層，第一階層は，下位の貢献トピックでのみ構成されるが，第二階層以下（第三，第四も別の例で存在する）は，基本的に，最下層の貢献トピックに，基盤化アクト・状態ラベルが付与される．ただし，発話の内容に依存して，複数階層に，基盤化アクト・レベルが付与される場合がある．貢献トピックの種類は，第一階層で5種，第二階層で6種，複数の階層に付与し得るものが6種の，全部で17種となった．

対象データ全てに付与し，それらを一つのネットワークに統合した結果，この旅行者とガイドの対話は，トップレベルの貢献トピックの遷移（第0階層の遷移ネットワーク）として，図3のような状態遷移ネットワークで記述された（Sが開始，Fが終了状態）．中間状態の数は，第一階層の貢献トピックの出現順序と7つの対話データの共通性に依存し，この例の場合，2であった．図2に示したデータ例のケースが，最も単純なケースで，最初のやり取り<opening>の後，旅行者の依頼対応<request>があり，電話を切るためのやり取り<closing>が行われて会話は終了する．少なくとも，このドメインにおいては，この遷移が基礎となる．場合によって，一つの<request>の後，再度別の<request>があったり（状態2からの自己遷移），ガイド側から，自発的な提案<proactive>があったり（同），本題からそれるが，ガイド—旅行者間の良好な関係を維持するための会話<addition>がある（同）こともあるが，<closing>によって，最終状態に至る（まれに電波のトラブルで，対話が基盤化されずに途切れることもある）．なお，最終状態から状態2への遷移は，一旦，会話を終えるための貢献が完了した後，ガイドが天気の話を加えたためであるが，再度，<closing>によって，その対話は完了した．

これら第一階層の貢献トピックは，また第二階層の貢献トピックによるサブネットワークで表現される．一例（<request>）を，図3に示す．基本的な遷移としては，質問の前提となる先の目的<goal>（「最終的には金閣寺に行こうと思ってい

Role	Utterance	ID	Topics1-1	Tpics1-2	Topics2-1	Act2-1	CG2-1	Topics2-2	Act2-2	CG2-2	Topics2-3	Act2-3	CG2-3
	<Call>	1	<<opening>>		<channel>	initiate	ui						
g	はい，山田です．	2				ack	g	<identify>	initiate	gi			
u	田中ですけれども．	3				ack	u+		ack/initiate	u+			
g	お疲れさまです．	4			</channel>	ack/	g+m/	</identify>	ack/	g+m/	<social>	initiate	gi
u	たびたびすみません．	5										ack/initiate	u+
g	いえ．	6	<</opening>>								</social>	ack/	g+m/
u	すいません，清水寺のなかなんですけれども．	7	<<request>>		<situation>	initiate	ui						
g	はい．	8			</situation>	ack/	g+m/						
u	今，おみくじを引いてまして．	9			<und:req>	initiate	ui						
g	hhhh	10				ack	g						
u	hhhhちょっと忘れちゃったんですけど，いいほうを結ぶんだったか，悪いほうを結ぶんだったか．	11				continue	uc						
g	悪いほうを結んで下さい．hhhh	12			</und:erq>	ack/	g+m/	<answer>	initiate	gi			
u	悪いほうを結んで，いいのは持つんでしたっけ？	13							reqack	u			
g	そうです，そうです．	14							ack	g+			
u	hhすみません，ありがとうございま	15	<</request>>	<<closing>>	<social>	initiate	ui	</answer>	ack/	u+m/			
g	よかったですか？	16			</social>	ack/	g+m/	<addition>	initiate	gi			
u	はい．良かったんです．hhh	17							ack/initiate	u			
g	hhhお持ち帰りください．	18							ack/initiate	g+			
u	はい，ありがとうございます．	19			<social>	initiate	ui	</addition>	ack/	u+m/			
g	はい．ありがとうございます．	20				ack	g+						
u	はい，失礼します．	21			</social>	ack/	u+m/	<social>	initiate	ui			
g	失礼します．	22		<</closing>>				</social>	ack/	g+m/			

図 2 ラベルされた対話データ例

るんですが」など）か，あるいは，今現在の状況説明<situation>（「今，清水寺の門のところにいるんですけど」など）があり，その後，依頼の内容に関わる発話<und:req>があり，それに対するガイドの回答<answer>があって，その基盤化が完了すれば，最終状態に至る．<pre:req>は，「質問してもよろしいですか?」のような，依頼に入る前の断りの連鎖がなされることがあり，ほぼ初回の電話のときだけに見られるので，初期状態からの自己遷移としている．なお，初期状態からすぐに依頼内容を語りだすケースもあった（初期状態から状態2への遷移）．

さらに，第二階層の貢献トピックの基盤化例を，図5に示す．これは，旅行者の依頼を理解した上で，ガイドがその依頼に答え，旅行者がそれを理解する<answer>の基盤化過程である．遷移の中には，<situation>という貢献トピックも存在し，さらに下位の階層の遷移も含まれている．遷移は，必ず，Initiateから始まるので，まず，gi（あるいはui）に遷移する．例は，回答なので，ほぼ，ガイドが開始者となる．u（あるいはg）は，まだ基盤化途中の，「そこまではとりあえず理解できたことが互いに基盤化された」状態であり，ContinueやAck，ReqAckを提示しながら，この中間状態への遷移を繰り返し，命題（この場合はガイドの回答の内容全て）が受け手に理解された証拠が提示され，それが相互に共有された状態（ガイドの回答が旅行者に理解され，それが理解されたことがガイドにも理解された状態），つまりは，最終状態mに至る．u-（あるいはg-）は，不理解の証拠が提示された場合（ほとんどの場合は，Reqrepair修復における他者開始）の状態である．このほか，u!（あるいはg!）は，命題の意味は理解したが，それに答えられる状態になかったり，理解に自信がないという証拠が提示された結果，基盤化に貢献しない状態（例えば,「どこにいますか?」という問いに対して,「どこかわからない」と回答した場合など）とし，特に，<situation>内の遷移ネットワークに見られた．

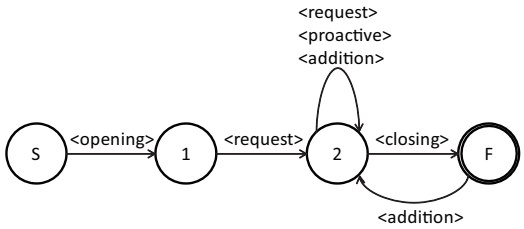


図 3 電話旅行案内対話の遷移ネットワーク（第0階層）

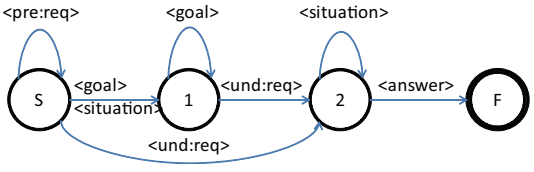


図 4 <request>の遷移ネットワーク（第一階層）

5. 考察

本研究における，貢献トピックの構造は，多くの談話構造研究における，中位の構造化分類手法，例えば，“話段[14]”に類似することは明らかである．ただし，前述のように，貢献トピックは，基盤化の過程に基づいて設計されているという点と，対話者（ガイド）の戦略をモデル化するこ

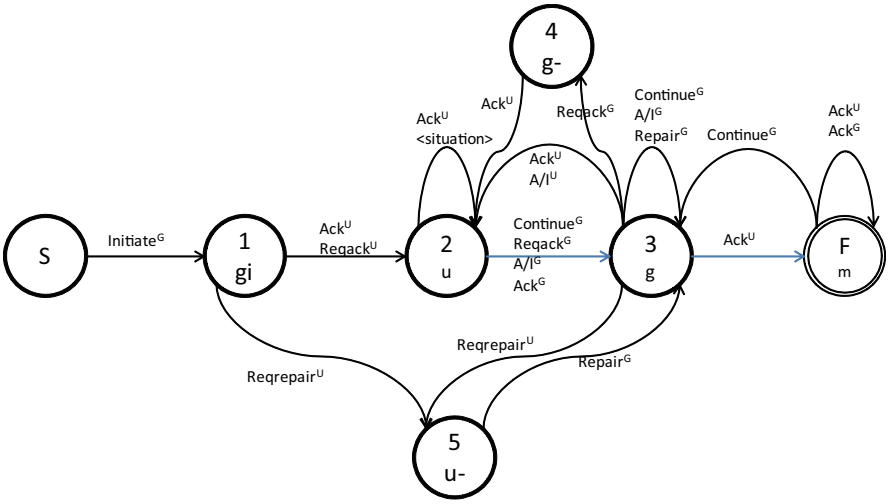


図 5 <answer>の遷移ネットワーク（第二階層）

とを意図しているために，各貢献の目的をある程度明確に，そしてある程度般化できるような粒度で，ラベル設計をしている点が異なると言える．なお，多くの話段による談話構造の分節においては，<request>を，旅行者による問いかけと，ガイドによる回答部分にわけるほうが一般的であるが，今回のデータからは，<situation>などとともに，<request>内のサブネットワークとして構成したほうが，ラベルの粒度として適切であると判断した．

第0階層や，一部の第一階層（<opening>や<closing>など）の遷移ネットワークは，電話による旅行案内対話においては，ほぼ普遍的であると思われるが，第二階層以下においては，状態数や遷移が流動的で，普遍的とは言い難い．ただし，これはガイドの戦略と言うよりも，その時々の偶発的な遷移によって生じたものも多い．そのため，異なる旅行者のデータに対し，同様に付与した結果，<request>のネットワーク構造はほぼかわらなかったが，第二階層以下の貢献トピック，例えば<answer>の構造は，大きく異なるものとなった．特に，回答中の状況確認（<situation>）や目的の確認（<goal>），回答のための深堀の質問（<probe>）など，第三階層のサブネットワークへの遷移を含む対話が多く，より複雑なものとなった．旅行者の質問・依頼は，図2に示したような，単純な質問／応答として位置づけられるものから，道案内のような，最終的な目的を達成するために，数多くの確認作業が必要になるものまで，その対話継続長を含めて多種多様である．極論を言えば，全ての対話を一つの遷移ネットワークに落とし込もうとすれば，結局，最大の状態数に対して，全ての基盤化アクトによる遷移が加えられた，大きなネットワークができるだけであり，何らモデルは単純化されない．例えば，これらの遷移を頻度などで制約することで，モデルを簡略化することは可能である．しかし，それら一回的な遷移を削除することは，対話の自然さを欠くことにもつながるため，制約の適切な調整が必要となるだろう．

また，貢献トピックの変遷を，遷移ネットワークに変換するために問題となったのは，図2の<opening>に見られるような，同じ階層に，並列したトピックがある場合のネットワーク表現である．<opening>は，電話回線の確保<channel>，互いが誰であるかの確認<identify>，社会的（儀礼的）やり取り<social>の各基盤化過程からなり，一つの発話が，複数の貢献トピックに関わる．これを表現するには，一つのネットワークだけではなく，並列した別のネットワーク（サブネットワークではなく）を用意しなくてはならない．一方のネットワークに会話が遷移している間は，もう一方のネットワークは一旦停止状態とし，先のネットワークが完了した時点で，改めて遷移を開始する，というモデルであれば，実際の計算機モデルとしても可能であるが，同時に遷移を動かすようなモデルを想定することは難しく，今後工夫を要する．あるいは，ラベル手法そのものを見直す必要がある．

今後，旅行者10名分の対象データ全てのネットワークを記述した上で，旅行対話における対話モデルの普遍的遷移と，必ずしも必要でない偶発的な遷移との差異化，あるいは対話システムのための効率化と，対話の自然さの確保とのバランスを保つための方法論について，考察を進めていきたいと考えている．なお，本研究の一部は，科研費基盤研究(C)（課題番号24520447）の助成を受けて

行われた.

参考文献

[1] Hori, C., Ohtake, K., Misu, T., Kashioka, H. and Nakamura, T., (2009). “Weighted Finite State Transducer Based Statistical Dialog Management”, Proceedings of Automatic Speech Recognition and Understanding, 2009IEEE, pp. 490-495.

[2] 目黒豊美・東中竜一郎・南泰浩・堂坂浩. (2011). “POMDPを用いた聞き役対話システムの対話制御”, 言語処理学会 第17回年次大会 発表論文集, 913-915.

[3] Boyer, K. E., Ha, E. Y., Wallis, M. D., Philips, R., Vouk, M. A. and Lester, J. C. (2009). “Discovering Tutorial Dialogue Strategies with Hidden Markov Models”, Proceedings of the Fourteenth International Conference on Artificial Intelligence in Education, 141-148.

[4] Litman, D. J. and Allen, J. F. (1987). “A plan recognition model for subdialogues in conversations”, Cognitive Science, 11, pp.163-200.

[5] Grosz, B. J. and Sidner, C. L. (1986). “Attention, intention, and the structure of discourse”, Computational Linguistics, 12, 175-204.

[6] Christine H. Nakatani. Barbara J. Grosz. David D. Ahn. Julia Hirschberg. (1995). “Instructions for Annotating Discourse”, TR-21-95.

[7] Coulthard, R. M. (1985). “An introduction to discourse analysis (2nd ed.)”, Longman.

[8] Clark, H. H. and Schaefer, E. F. (1989). “Contributing to discourse”, Cognitive Science, 13, 259-294.

[9] Clark, H. H. and Brennan, S. A. (1991). “Grounding in communication”, In: Resnick LB, Levine JM, Teasley SD (eds) Perspectives on socially shared cognition, APA Books, Washington, pp 127-149

[10] Traum, D. (1994) “A computational theory of grounding in natural language conversation”, Unpublished doctoral dissertation, University of Rochester.

[11] Traum D. (1999) ‘Computational models of grounding in collaborative systems”, working notes of AAAI Fall Symposium on Psychological Models of Communication, November, pp.124-131.

[12] Schegloff, E. A. and Jefferson, G. and Sacks, H. (1977) “The preference for self-correction in the organization of repair in conversation”, Language, 53, pp.54-63.

[13] Roque A, Traum D (2008) “Degrees of grounding based on evidence of understanding”, In: proceedings of The 9th SIGdial Workshop on Discourse and Dialogue, pp.54-63.

[14] ポリー・ザトラウスキー, (1991). “会話分析における単位について–「話段」の提案”, 日本語学, 10:10, pp.79-96.

中国人日本語学習者の「不同意」行動 - 談話の一考察 -
Disagreement behaviors of Chinese Learners of Japanese - Focusing on Discourse Structures -

堀田 智子†, 吉本 啓‡
Tomoko Hotta, Kei Yoshimoto

†東北大学大学院国際文化研究科, ‡東北大学高等教育開発推進センター
Graduate School of International Cultural Studies, Tohoku University
Center for the Advancement of Higher Education, Tohoku University
tomorc@hotmail. com

Abstract
This article presents research on how Chinese learners of Japanese show "politeness" in disagreement during face-to-face interaction in terms of the functions of utterances and their structures. Our study reveals that Japanese tend to mitigate disagreements with mutual cooperation, while learners tend to build arguments to persuade the other when disagreements occur. These results suggest the need to teach the similarities and differences in the classroom.

Keywords — Disagreement, Politeness, Interlanguage Pragmatics, Chinese Learners of Japanese Language, Discourse

1. はじめに
目標言語でコミュニケーションを成功させるためには，文法的知識だけでなく，状況や対人関係などに応じ適切に話せる「語用論的能力」も合わせて習得する必要がある．この領域の研究は中間言語語用論（interlanguage pragmatics）と呼ばれ，「非母語話者による第二言語の語用論的知識の使用と習得の研究」（Kasper 1996）とされる．本研究で注目する「不同意(disagreement)」行動は，意図の伝達だけでなく対人関係をはじめ様々な点に配慮が必要となるため，学習者にとっては習得の難しい言語行動の一つといえる．これまで，異文化間語用論（cross-cultural pragmatics）および中間言語語用論の研究において，「依頼」や「断り」，「謝罪」などは多くの研究がなされてきたが，「不同意」行動に関しては限定的であり，解明されていない点が多い．特に，日本語学習者を対象に談話レベルで分析，考察した研究は非常に限られている．

そこで本研究では，「不同意」行動のストラテジーおよび談話展開に焦点をあて，日本語母語話者と中国人日本語学習者との相違点・類似点を明らかにすることを目的とし，分析，考察する．本研究の結果は，第二言語での語用論的能力の習得研究にも貢献できるものと考える．

2. 先行研究
2. 1 「不同意」行動
「不同意」は，「依頼」や「誘い」，「申し出」などに対する「断り」などと並び「非優先的応答(dispreferred response)」，つまり聞き手が好まない応答であるとされる（Levinson 1983）．また，後述するポライトネスの観点からは「話し手が聞き手のポジティブ・フェイス，つまり自分の願望や行動が他人から好ましく思われたいという願望に関し否定的評価をしていることを示す行為」(Brown & Levinson1987）とされ，回避したり緩和されたりするべきものだとされてきた．しかし，近年は，対立や非礼を招くだけではなく親密性の現れでもあり，相互行為者間の関係を強化する言語行動であることも指摘されている（Sifianou 2012）.

日本語母語話者同士による「不同意」の研究に関する主な研究としては，椙本（2004）がある．椙本（2004）は，「提案」に対する反対意見の述べ方について，以下の 2 つの指向性があるとしている：(ⅰ) 相手の提案に対しすぐに否定的な内容を述べる「目的達成」指向性，(ⅱ) 否定的な内容

を示す前に「保留」や「容認」したりすることにより意見の対立を明示しない「対人関係配慮」指向性．そして，(ⅰ) の方策として断定的な発話や談話標識，強調，理由説明を，(ⅱ) の方策としてぼかし表現，問いかけ，流暢でない話し方，共通の立場や親しみを示す表現などを挙げている．

中国語母語話者による自然会話を分析した王・松村 (2010) は，聞き手と親しい関係にある場合に明示的に不同意を表明する傾向があるが，表現を和らげる工夫（推量の口調や相手への「問いかけ」形式，不同意に先行する同意表明，他人の意見の引用など），冗談，暗示的な単位方略との同時使用をすることにより相手に配慮を示しているとしている．

日本在住の日本語中級学習者を対象にした Kobayakawa & Umino (2009) は，談話完成テストをデータとして間接的なストラテジーの出現頻度を分析した．その結果，全体的傾向として，学習者は先行発話で述べられた意見について聞き手に確認を求めたり，不同意を表明する前に驚きや疑い，言い訳，肯定的意見を表明したりしていたと報告している．そして，これらは「不同意」という言語行動が発話相手との対人関係に悪影響を及ぼす危険性を緩和させようとする学習者の試みを反映したものだと述べている．倉田・楊 (2010) は，中国在住の中国人日本語中上級学習者と日本語母語話者によるグループ討論をデータとし，「不同意」表明の中核となる「不同意」発話とその前後の構成要素について比較を行った．その結果，学習者が「不同意」を簡潔に行うこと，「不同意」発話前の「事実確認」を行うことなどから，事実関係を明確化することを重視する事実志向が推察されるとしている．一方，日本語母語話者は「不同意」発話前に「判断保留」を，「不同意」発話後に「謝罪」を行うなど，対人関係にも配慮する指向性の側面もみられたとしている．

このように，「不同意」行動において，日本語母語話者が対人配慮の側面を重視していること，学習者が目標言語の母語話者と異なるストラテジーを用いることは明らかになっている．しかし，データの収集法が自然会話や記述データが中心であり，談話レベルで量的な分析，考察した研究は非常に限られている．また，学習者を対象とした研究では，主に英語学習者が研究対象である．

2. 2 ポライトネス

語用論的な概念である「ポライトネス」には，Brown & Levinson (1987) をはじめ様々なアプローチがある．宇佐美 (2001) は Brown & Levinson (1987) のポライトネス理論や，それに対する様々な批判をふまえ，ディスコース・ポライトネス（以下, DP）理論を提示している．DP は，「一文レベル，一発話行為レベルでは捉えることのできないより長い談話レベルにおける要素，及び，文レベルの要素も含めた諸要素が，語用論的ポライトネスに果たす機能のダイナミクスの総体」と定義される．また，談話展開の典型や言語的要素の頻度の平均などを当該談話の「基本状態 (default)」として捉え，それを基にして「ポライトネス効果」が生じるとしている．日英語のあいづちの研究を行った水谷 (1993) は，日本語の会話の特徴は話し手と聞き手の二者が対立せず，渾然一体となって一本の流れをつくる「共話」型であり，欧米型は話し手と聞き手の二者がそれぞれ自分の発言を自分で完成する「対話」型であるとしている．本研究では水谷 (1993) にならい，日本語の談話の「基本状態」を「共話」的であるとする．

3. 研究課題

従来の「不同意」の研究では，その定義や分析対象が研究者によって様々である．本研究では，Rees-Miller (2000) を参考に「聞き手 A が発話した意見や提案，もしくは信じていることが前提とされるある命題 P について，話し手 S が同意せず，P ではない命題内容または含意をもつ反応した一連の発話（群）」と定義した．なお，「誘い」や「依頼」，「ほめ」に対する「不同意」は研究の対象としない．

本研究では，中国人日本語学習者と日本語母語

話者を対象に，以下の（Ⅰ），（Ⅱ）のリサーチクエスチョンを解明すべく分析，考察を行う．

(Ⅰ)「不同意」行動を構成する意味的要素の相違点と類似点

(Ⅱ)「不同意」行動の談話展開の相違点と類似点

4. 研究方法

4.1 調査参加者

調査対象者は，中国語を母語とする日本語学習者および日本語母語話者で，日本に在住する大学生および大学院生（19 歳～27 歳）である．2011 年 11 月から 2012 年 1 月にかけて募集を行い，「同性の友達とのペア（2 人 1 組)」で応募してもらった．会話参加者間の性差が言語行動に何らかの影響を及ぼす可能性を回避するためである．なお学習者は，日本語能力試験の 1 級に合格している上級者のみを対象とした．

収集した発話データは，表 1 の通りである．学習者の母国および日本での学習歴は約 2 年 10 ヶ月，日本での滞在期間は約 1 年 1 ヶ月である．

表 1　収集したデータ

	会話数	総会話時間(分)	平均時間(分)	「不同意」の頻度
日本語母語話者	10	約 203	約 20	31
中国人学習者	10	約 230	約 23	40
計	20	約 433	約 43	71

4.2 データの収集方法

調査は，同意書，フェイスシートの記入後，日本語でディスカッションを行うよう指示をし，録音および録画を行った．ディスカッションは，会話参加者が互いの意見を聞きながら合意形成を目指すコンセンサス・ゲームを採用した．会話時間は 30 分以内を目安にそれぞれのペアで結論がでたときに自由に終了するように指示をした．また，できるだけ自然な会話が行えるように，調査者は収録中に可能な限り席を外し，会話が終了した時点で調査者に連絡するように指示を行った．さらに，フォローアップ・アンケートを行い会話の自然さを確認した．

4.3 分析方法

収集した発話データは，まず宇佐美（2007）を参考に文字化作業を行った．そして，本研究の定義に合致する「不同意」行動を特定した．具体的には，「不同意」の対象となる発話群のうち最初に現れたものから，聞き手が同意や納得，あるいは話題が転換される発話までを特定とした．なお分析対象は，以下 2 つの発話に限定する:(a) 日本語母語話者のペアは一連の会話で最初に「不同意」を述べる日本語母語話者（以下 JJ），(b) 中国人日本語上級学習者と日本語母語話者のペアは学習者（以下 CJ）．

談話を構成するストラテジーについては，Pomerantz (1984), Beebe & Takahashi (1989), 国立国語研究所 (1994) を参考に，意味的な最小単位「意味公式 (semantic formula)」計 12 種に分類した．そして，全ての意味公式を「主要部 (head act)」，「補助部 (supportive move)」の 2 ストラテジーと「その他」に 3 分類した（表 2）．

表 2　意味公式の種類

ストラテジー	意味公式	
補助部	同意・肯定的意見	
	意見保留	
	明確化の要求	
	繰り返し	
主要部	見解表明	
	理由提示	
	否定・疑念	
	質問	説明の要求
		見解表明の要求
		見解確認の要求
		根拠の要求
その他		

「補助部 (supportive move)」とは「主要部」

の前後に付随して「不同意」行動の効力を軽減する部分であり，「同意・肯定的意見」，「意見保留」，「明確化の要求」，「繰り返し」の 4 つに分類した.

「主要部 (head act)」とは実際に不同意を述べる部分であり，「見解表明」，「理由提示」，「否定・疑念」，「質問」の 4 つに分類した. このうち「質問」は，下位分類として「説明の要求」，「見解表明の要求」，「見解確認の要求」，「情報確認の要求」の 4 つに分類した. 以下に例を示す. 表記のうち，話者の F/M は性別(女性／男性)を，数字はファイル番号を示す. また CJ の 3 番目のアルファベット J/C は母語を示す(日本語／中国語). また，発話内容の［↑], [→], [↓]はイントネーションを示す.

「説明の要求」: 相手の発話内容の背景や条件として考慮されるべき事柄に関して，情報を求める質問文.

話者	発話内容	意味公式
JFB01	そう，一応，これ，目指せばいいかなって思ったんだけど.	(先行発話)
JFA01	110 キロ歩くのってどんくらいかかるの[↑].	説明の要求

「見解表明の要求」: 相手の意見，判断などを求める質問文.

話者	発話内容	意味公式
JMB04	磁石，必要，じゃね[↑].	(先行発話)
JMA04	磁石要る［↑］.	見解表明の要求

「見解確認の要求」: 表明した見解が間違いないことを認めるように求める質問文.

話者	発話内容	意味公式
JFB05	鏡やったら，なんか，反射光とかでー，よく，なんか，なんていうん，SOS 出すの見たことあるからー，と思ったけどー，まー，ね，砂漠のま【[.	(先行発話)
JFB05	]】それだったら懐中電灯でよくね［↑］.	見解確認の要求

「情報確認の要求」: 自分が提示する情報が正しいことを認めるよう求める質問文.

話者	発話内容	意味公式
JFB02	これ(ウォッカ)一応，煮沸すれば(水分として使える)【[.	(先行発話)
JFA02	]】でも，いやいや，放置，放置しといてもさ，ある程度アルコール飛ぶよね[→].	情報確認の要求

「その他」とは相づちや相手の割り込みにより強制的に終了させられた発話など「補助部」にも「主要部」にも含まれない発話である.

分類した意味公式は，「補助部」，「主要部」，「その他」に大分類し，主に「主要部」の各意味公式の出現頻度について JJ, CJ 間で比較を行った.

談話展開については，1 つの意味公式のみで「不同意」談話が終了する「単独的」な展開パターン（以下，「単独的」），複数の意味公式を連続させたり相互にやりとりを行ったりする「複合的」な展開パターン（以下，「複合的」）に分け，それぞれ JJ, CJ 間で比較を行った.

5. 結果

5. 1 ストラテジーと意味公式の出現頻度

各ストラテジーが全体に占める割合は，JJ, CJ 共に，「補助部」が約 10%，「主要部」が約 80%，「その他」が約 10%と顕著な差が見られなかった(表 3).

補助部は， JJ は「同意の表明」，「意見の保留」，「繰り返し」，「明確化の要求」の全 4 種類が使用されていたが，CJ は「意見の保留」が確認されず，「明確化の要求」(5. 3%)，「同意・肯定的意見」(4. 2%) の使用が目立った.

表 3　ストラテジーの頻度（JJ,　CJ）

	JJ	CJ
補助部	9.5　(7)	10.5　(10)
主要部	82.4　(61)	81.1　(77)
その他	8.1　(6)	8.4　(8)
合計	100　(74)	100　(95)

（　）内は実数を示す

主要部は, JJ は「質問」と「見解表明」(29.5%) が最も多く,「理由提示」(23.0%),「否定・疑念」(18.0%) と続いた. 一方 CJ では,「理由提示」(39.0%) が最も多く,「見解表明」(35.1%),「質問」(19.5%),「否定・疑念」(6.5%) と続いた. このように, JJ で 29.5%と最も出現頻度が高かった「質問」,「見解表明」は, CJ ではそれぞれ 19.5%, 35.1%であり, 使用傾向が異なった. また CJ で最も頻度の高かった「理由提示」は, JJ と 16.0%の差異があった. さらに「否定・疑念」は JJ と CJ では 11.5%の差があった（図 1）.

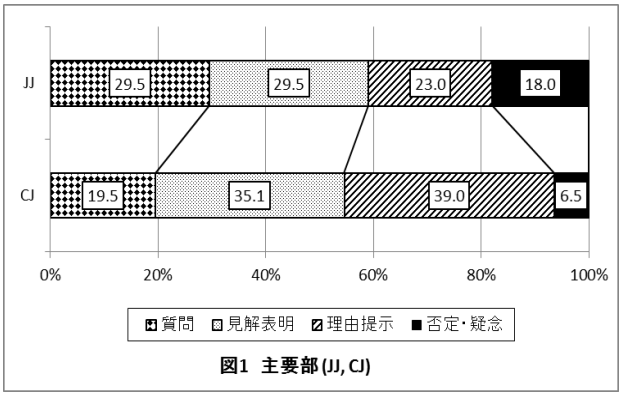


図1 主要部(JJ, CJ)

「質問」の下位分類においては, JJ, CJ ともに「見解表明の要求」が最も多かった（JJ: 44.4%, CJ: 53.3%）. しかし 2 位以下は, JJ では「見解確認の要求」(22.2%),「説明の要求」と「情報確認の要求」(16.7%) が続いたのに対し, CJ では「情報確認の要求」(20.0%),「説明の要求」と「見解確認の要求」(13.3%) が続いた.

以上のことから, JJ, CJ 間で「不同意」を構成するストラテジーについては顕著な差異がみられなかったが, それらを構成する意味公式, 特に「主要部」を構成する意味公式については異なる傾向があることが明らかになった.

5. 2 談話の展開

まず「単独的」な展開パターンが全体に占める割合は, JJ が 32.3%（10 談話）, CJ が 27.5%（11 談話）と, JJ が CJ を約 5%上回った. 使われていた意味公式は, 両グループ共に「見解表明」と「理由提示」が中心であるが,　「質問（「見解確認の要求」）」は JJ のみで観察された.

次に「複合的」な展開パターンについて述べる. 分析にあたっては, 一連の「不同意」行動で最初に出現する意味公式について JJ と CJ を比較した（表 4）. その結果, JJ が「否定・疑念」（以下,「否定」先行型）が最も多く (33.3%),「質問」（以下,「質問」先行型）(28.6%),「見解表明」（以下,「見解表明」先行型）(14.3%) が次いで多かったのに対し, CJ は「質問」先行型 (27.6%),「見解表明」先行型 (27.6%),「否定」先行型 (13.8%),「明確化要求」（以下,「明確化要求」先行型）(13.8%), 理由提示（以下,「理由提示」先行型）(13.8%), 他が続いた. このように, JJ で最も頻度の高かった「否定」先行型は, CJ と約 20%の差異があった. また少数ながら, CJ で出現頻度が高かった「明確化要求」先行型,「同意」先行型は, JJ と 5%～6%の差異があった.

表 4　最初に出現する意味公式（JJ,　CJ）

	JJ	CJ
否定・疑念	33.3　(7)	13.8　(4)
質問	28.6　(6)	27.6　(8)
見解表明	14.3　(3)	17.2　(5)
明確化の要求	9.5　(2)	13.8　(4)
同意・肯定的意見	4.8　(1)	10.3　(3)
意見保留	4.8　(1)	0.0　(0)
繰り返し	4.8　(1)	0.0　(0)
理由提示	0.0　(0)	13.8　(4)
その他	0.0　(0)	3.4　(1)
計	100　(21)	100　(29)

( ) 内は実数を示す

以下では，談話の展開について具体例を挙げながら分析結果を示す．

上述の通り，CJ による「否定」先行型の使用率は JJ に比べ低かったが，後続する発話内容は JJ に比べ明示性の高い傾向がみられた．JJ の例 (1) は，砂漠でのコートの優先度について話し合っている．「夜，砂漠で気温が下がっても 2 人で抱き合えば暖が取れるのでコートは不要だ」と主張する JMB05 に対し，JMA05 は笑いながらも明示的に「いやー」と「否定・疑念」を示した後，「無理だ」という命題に「でしょ」[↓] というヘッジを伴った「見解表明」をし，その直後に「砂漠の夜は氷点下になる」という「理由提示」をしている．それに対し CJ の例 (2) では，CJJM01 が「24 時間歩き続けるという仮定の状況における概算距離」について述べようとするところに，CJCM01 は割り込み，「いやいや」と「否定」を示し，「(24 時間連続は) 無理だ」と明示的に述べている．

(1)

話者	発話内容	意味公式
JMB05	いや，最悪，最悪―，こう，2 人で抱き合ってー，はは<笑い>.	(先行発話)
JMA05	いやー,	否定・疑念
	無理でしょ[↓],	表明
	氷点下だよ，氷点下，だから【【.	理由提示

(2)

話者	発話内容	意味公式
CJJM01	24 時間ずっと，歩くとしたらー【【.	(先行発話)
CJCM01	】】いやいや,	否定・疑念
	これはダメだ，24 時間.	意見表明

「質問」先行型は，JJ，CJ 共に多用していた (JJ: 28.6%，CJ: 27.6%) が，その内訳に注目すると，JJ では「情報確認の要求」を除く 3 種類の意味公式が均等に出現していた (33.3%) のに対し，CJ では「見解表明の要求」(62.5%)，「情報確認の要求」(25.0%)，「説明の要求」(12.5%) が続いた．CJ の例 (3) は砂漠の航空地図とウォッカの有用性について話し合っている．「地図もウォッカも要らない」と述べる CJJM03 に対して，CJCM03 はそれを確認するように質問をし，その後，「でも，もし地図があれば水源を見つけることもできる」と CJJM03 の意見に不同意を行う「理由提示」を行っている．

(3)

話者	発話内容	意味公式
CJJM03	地図とウォッカは，どっちも要らんなー<笑い>.	(先行発話)
CJCM03	地図，地図，そんなに必要がないですか.	見解表明の要求
CJJM03	と，思うなー.	
CJCM03	でも，はい，え，でも，地図があれば，あの，あの，この辺りを，たぶん，1 番近い，他の，あの，水源があるところとか，航空写真….	理由提示

「明確化要求」先行型，「同意・肯定的意見」(以下，「同意」先行型) は，JJ に比べ CJ のほうが出現頻度の高かった．CJ の例 (4) は砂漠で遭難した直後の行動方針について話し合っているが，CJJF01 が近くの住居地に向かって前進したいと述べるのに対し，CJCF01 は「ここ (住居地) に行きたい」と「同意・肯定的意見」を示した直後に，「でも，住居地に行く前に，自分たちの安全を守る対策をするべきだ」と「見解表明」をし，「やはり」と自身の意見を強調させている．

(4)

話者	発話内容	意味公式
CJJF01	でも，まず，ここに行	(先行発

	きたいですよねー.	話)
CJCF01	あ，はい，ここに行きたい，	同意・肯定的意見
	でも，い，い，行きたい前は，やはり，自分の安全を守らないと.	見解表明

次に「不同意」の終結部に注目する.

「不同意」から「同意」に至るまでの相互交渉が長引いた場合, CJ, JJ ともに「見解表明」や「理由提示」を多用していた. しかし, JJ のみに観察された例として, 「見解表明要求」の連続使用が挙げられる. JJ の例 (5) は, 「食用できる砂漠の動物」という題の本とピストルの優先度について話し合っている. JMB05 が「本が 3 番, ピストルが 4 番だ」と述べるのに対し, JMA05 は, JMB05 の発話内容を繰り返した後, 「遭難という非常時に本を砂漠の真ん中で実際に読むのか」, 「本を読んでいる時間があるのか」と詰問するように質問を投げかけている.

(5)

話者	発話内容	意味公式
JMB05	それ(本，ピストル)は，3，4，でいいのかなー，って思うけど[↓].	(先行発話)
JMA05	3，4，本，ピストル，本，	繰り返し
	でも，本，ピストル，読むか[↑].	見解表明要求
JMB05	うん[↑].	
JMA05	砂漠のど真ん中で，本，本，読む[↑]，	見解表明要求
JMA05	やべやべ，ちょっと飯，飯食わんと，って思って，本読んでる時間あると思う[↑].	見解表明要求

一方 CJ は, 「理由提示」と「見解表明」を複数回使用する場合が散見された. CJ の例 (6) では, 救援信号としての煙の有用性について話し合っている. CJJF06 が「遭難した場所が住居地から離れすぎており, 煙を焚いても意味がない」と述べるのに対し, CJCF06 は, 「えー」と「疑念」とも「ためらい」ともとれる応答をし, 「でも」と「不同意」を示すマーカーを繰り返した直後に「今いる砂漠が『平坦』である」というタスクシートの記述を理由として提示し, さらに, 「平坦だから」と再度理由を提示し, 「(現在燃えている飛行機の) 煙が大きい」と「見解表明」を追加している.

(6)

話者	発話内容	意味公式
CJJF06	離れすぎてるから，もう，誰も見られないとこにいるから，今.	(先行発話)
CJCF06	えー，でも，	-
CJJF06	飛行機も，すごく高いところ飛んでるし	
CJCF06	でも，そこ，今いる場所は，「平坦」って言われた.	理由提示
CJJF06	うん.	
CJCF06	へ，平坦，だ，だから，たぶん，煙とかー，	理由提示
CJJF06	でも，100 キロ先って見えるかな.	
CJCF06	はっきりと見える，うーん.	見解表明
CJJF06	100 キロ先見えるかな.	
CJCM03	けっこう大きな煙.	見解表明

6. 考察

6.1 ストラテジーと意味公式の出現頻度

本研究では, まず実質的に不同意を示す「主要部」とそれらに付属して「不同意」行動の効力を軽減する「補助部」とに分け分析を行った. その

結果, JJ と CJ に共通して「主要部」が約 80%を占めたのに対し,「補助部」は約 10%だった. これは, 本研究において「補助部」が必ずしも大きな役割を果たしていないことを示唆しているが, 要因として発話相手が「同性の親しい友人」であることが考えられる.

補助部においては, CJ が JJ に比べ「明確化の要求」をやや多用する傾向があった. これは, Kobayakawa & Umino (2009) と類似する結果である.「明確化の要求」は, 後続する「不同意」を遅らせるという機能をもっており,「不同意」行動を緩和させる重要なストラテジーの 1 つである (Pomerantz 1984, 他). 上述の結果は, 先行研究が指摘しているように「明確化の要求」が日本語学習者に共通する語用論的ストラテジーである可能性だけでなく, 学習者の母語である中国語の言語的・語用論的要因が影響した可能性も考えられる.

「主要部」のストラテジーの出現頻度に関して顕著な相違点は 2 点である. 1 点目は, それぞれ最も出現頻度が高かった意味公式が, JJ は「質問」(JJ: 29.5%, CJ: 19.5%) と「意見表明」(JJ: 29.5%, CJ: 35.1%) であり, CJ は「理由提示」(JJ: 23.0%, CJ: 39.0%) だった点である. 王・松村 (2010) では,「問いかけ」形式が中国語の「不同意」を和らげる一手段であると指摘されているが, 本研究では JJ に比べ出現率が低かった.これは, 否定形式を含む疑問文や, モダリティ形式を伴う疑問文の習得の難しさを示していると思われる.また Brown & Levinson (1987) では,「質問」は「ネガティブ・ポライトネス (Negative politeness)」を補償するストラテジー,「理由提示」は「ポジティブ・フェイス」を補償するストラテジーに分類されている. JJ による「質問」の多用, CJ による「理由提示」の多用という両グループの傾向は, これまでの語用論研究で指摘されてきた日本語はネガティブ・ポライトネスであり, 中国語はポジティブ・ポライトネスであるという特性と符合する.

2 点目は, JJ が CJ に比べ「否定・疑念」を多用する傾向が強かった点である (JJ: 18.0%, CJ: 6.5%). Brown & Levinson (1987) では,「否定・疑念」は「オン・レコード (Bald on record)」に分類されるが, JJ によるこれらの多用は, 日本語の特徴として指摘されてきた「直接的な表現の回避」(バーンランド 1979, 他) とは反する現象といえる.

6. 2 談話の展開

談話展開は, JJ と CJ は共に「単独的」な展開パターンが約 30%,「複合的」な展開パターンが全体の約 70%を占めたが, JJ の方がやや「単独的」を多く使用していた. これは倉田・楊 (2010) と相反する結果であるが, 要因として調査方法の異同 (グループでの討論, ペアでの討論), 調査参加者の学習環境 (JFL, JSL), 学習レベル (中上級, 上級) などが影響したと思われる.

「複合的」な展開パターンにおける顕著な相違点としては, まず, JJ による「否定」先行型の多用が挙げられる. これは「不同意」の発話効力を緩和させるストラテジーとして「遅延」や「前置き」が使用されるという先行研究の指摘と異なるが, これらには会話参加者同士の対人関係, 発話内容などが大きく影響していると思われる.

また, CJ が「明確化要求」先行型,「同意」先行型を多用する傾向にある点も JJ・CJ 間における相違点の 1 つである. 前者は, 倉田・楊 (2010), Kobayakawa & Umino (2009) と類似する結果であり, 前述の通りである. 後者に関しては, 中国語母語話者の「不同意」談話を分析した王・松村 (2010) が表現を和らげる工夫の 1 つとして「不同意に先行する同意」を挙げている. 本研究の結果は, 王・松村 (2010) の結果と類似しており, CJ は母語の語用論的知識を使用した可能性が高い.

JJ, CJ で共通していたのは約 30%を占める「質問」先行型であるが, 発話内容, その後の展開はやや異なる. JJ は多種多様な質問を投げかけ, 相手に判断を委ねたり, 発話をひきだしたり, また相手からの返答によって得られた情報を基にさらに展開させていくパターンが多く見受けられた.

それに対し, CJ は「不同意」の対象となる JJ の発話をそのまま繰り返すような「見解表明の要求」が多く, その後, 「でも」という「不同意」を示すマーカーに続いて「理由提示」や「見解表明」を複数回表明する傾向が目立った. 特に談話の収束に向けては, その傾向が顕著だった.

このように, 「同性の親しい友人同士」においては, JJ は必ずしも「不同意」を回避するわけではなく, 明示的に否定的評価を示した後に様々な非明示的なストラテジーを用いながら談話を展開させていることが明らかになった.それに対して, CJ は「不同意」を回避しながらも, 自分の意見に理由を添えるなど, あたかも相手を説得するような, 論理的な談話展開が目立った.これらの結果は, ディスコース・ポライトネス理論の枠組みにおいて, 「共話」型（水谷 1993）を「基本状態」とする JJ に対し, CJ は「対話」型であり, 「基本状態」が異なっていることを示唆している.

7. おわりに

本発表では, 「不同意」行動を構成するストラテジーと談話の構成について, 日本語母語話者と中国語を母語とする日本語上級学習者との比較を行った. その結果, 日本語母語話者と学習者では使用するストラテジーの出現頻度だけでなく, 談話展開においても「基本状態」が異なることが明らかになった. このような「基本状態」の相違は, ミスコミュニケーションをひきおこす可能性があり, 教室内での指導の必要性を示している.

今後は, 学習者の母語データも含めた追加調査, 筆者以外のコーディングにより, 精緻な分析を行う予定である. また, 本研究の結果に影響を与える言語的, 語用論的要因についても併せて考察を行う予定である.

参考文献

[1] Barnlund, D.C.(1975) *Public and Private Self in Japan and United States：Communicative Styles of Two Cultures.* Intercultural Press. （西山千・佐野雅子訳(1979).『新版　日本人の表現構造-公的自己と私的自己・アメリカ人との比較』サイマル出版会）

[2] Beebe, L. M., & Takahashi, T. (1989). Do you have a bag?：Social status and patterned variation in second language acquisition. In S. M. Gass, C. Madden, P. Preston, & L. Selinker (Eds.), *Variation in second language acquisition: Discourse and Pragmatics*, 103-125. Multilingual Matters; illustrated

[3] Brown, P. & S.C. Levinson (1987). *Politeness: Some Universals in Language Usage.* Cambridge University Press, Cambridge.

[4] Kasper, G. (1996). Introduction: Interlanguage pragmatics in SLA. *Studies in Second Language Acquisition*, 18(2), 145-148.

[5] Kobayakawa, M & T. Umino (2009). Mitigation strategies in expressions of disagreement adopted by intermediate learners of Japanese. In Kawaguchi, Y, M. Minegishi, & J. Durand (Eds.), *Corpus Analysis and Variation in Linguistics,* 379-392, John Benjamins Publishing.

[6] 国立国語研究所（編）(1994). 「日本語教育映像教材中級編関連教材『伝えあうことば』機能一覧表, 第 4 巻, 日本シネヘル

[7] 倉田芳弥・楊虹 (2010).「討論における中国人学習者と日本語母語話者の不同意表明の仕方--構成要素の観点から」『言語文化と日本語教育 (39). 158-161』. お茶の水女子大学日本言語文化学研究会

[8] Levinson, S. C. (1983). *Pragmatics*, Cambridge: University Press

[9] 水谷信子 (1993).「「共話」から「対話」へ」.『日本語学』. 12(4). 4-6 明治書院.

[10] Pomerantz, A. (1984). Agreeing and disagreeing with assessments: some features of preferred / dispreferred turn shapes.

In J. M. Atkinson, & J. Heritage (Eds.), *Structures of social action. Studies in Conversation Analysis*, 57-101. Cambridge: Cambridge University Press.

[11] Rees-Miller, J. (2000). Power, severity, and context in disagreement. *Journal of Pragmatics*, 32, 1087-1111.

[12] Sifianou, M. (2012). Disagreements, Face and Politeness, *Journal of Pragmatics*, 44, 1554-1564.

[13] 椙本総子 (2004).「提案に対する反対の伝え方－親しい友人同士の会話データをもとにしてー」日本語学 23(10).22-33, 明治書院

[14] 宇佐美まゆみ (2001).「談話のポライトネス-ポライス』第 7 回国立国語研究所国際シンポジウム　第 4 専門部会国立国語研究所. 9-58.

[15] 宇佐美まゆみ (2007).「改訂版：基本的な文字化の原則 (Basic Transcription System for Japanese: BTSJ) 2007 年 3 月 31 日改訂版」『談話研究と日本語教育の有機的統合のための基礎的研究とマルチメディア教材の試作』平成 15-18 年度 科学研究費補助金 基盤研究 B(2).

食卓における協同調理行為がもたらすコミュニケーションの分析
Analysis of Communication through Cooperative Cooking on Table

坂井田 瑠衣[†]，諏訪 正樹[‡]
Rui Sakaida[†], Masaki Suwa[‡]

[†]慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科，[‡]慶應義塾大学環境情報学部
[†]Graduate School of Media and Governance, Keio University,
[‡]Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
lui@sfc.keio.ac.jp

Abstract

We observed and analyzed how the styles of communications through cooking on table would be different, according to what kind of meals we cook. Focusing on “Nabe”, Japanese styles of one-pot dish, and “Takoyaki”, octopus dumplings, it was suggested that the communication through “Nabe” was supposed to be static, and that the communication through “Takoyaki” was to be frank and dynamic.

Keywords — Communication, Cooperative Cooking, Multimodal Analysis

1. はじめに

家族や友人らとともに食卓を囲む行為は「共食」と呼ばれ，人間関係の希薄化が進む現代社会において，その果たす役割が注目されている．近年，共食の場において生起するコミュニケーションを対象とした分析的研究が試みられ始めており，例えば銘々皿と大皿という異なる食事の提供様式が，生起するコミュニケーションの秩序を変容させることが確かめられている（武川，2009）．

本研究では，協同調理行為を伴う共食の場におけるコミュニケーションを分析対象とする．本稿では，卓上で鍋や鉄板を使用してお好み焼き，焼肉などを調理する行為全般を指して，協同調理行為と称する．特に多人数が親睦を深めるための食事にて，鍋料理が採用されることが多いが，これは協同調理行為がコミュニケーションの潤滑油として機能しうることを示唆している．本研究では，協同調理行為を伴う献立として，「鍋料理」を介した会話，および「たこ焼き」を介した会話を分析対象とし，異なる献立の協同調理行為を伴う共食行為がコミュニケーションの質に与える影響を観察する．

第一著者が自宅において開催する食事会におけるコミュニケーションに参与し，参与者の一員として生起するコミュニケーションの有様を観察するという方法を採った．実生活の文脈に則した会話における，可能なかぎり自然な振る舞いを観察するため，実生活において親しい間柄の参与者による食事会を設定した．昨今，あらゆる知能研究分野にて内部観測的方法論の必要性が謳われつつある（諏訪, 2012）．本研究においても，研究者自ら参与観察することにより，参与者以外には理解しえない発話の意図や参与者同士の関係性を内部観測により忠実に記述することを目指した．

なお本研究で明らかになるのは，あくまでも当該参与者間において状況依存的に発生したコミュニケーションの特性であり，コミュニケーションのメカニズムに関する一般原則が導かれるわけではない．むしろ個別具体的な事象に迫ることで，普遍性はないものの，他の状況にも適用が見込まれる詳らかな知見の提供をめざす．

本稿では，2 章にて参与者の選定基準や参与者間の権力関係などの実験概要をナラティブに記述した上で，3 章にて会話の音声および映像データを提示し，言語行為と非言語行為とのマルチモーダル分析を行う．4 章ではそれらの分析をもとに，本実験において生起したコミュニケーションの特性を考察する．

2. 実験概要

2.1. 参与者（被験者）の選定

本研究の参与者は，第一著者（以下，S と表記），第一著者が所属する研究室の親しい後輩（以下，

H)，第一著者が所属する学生団体の親しい後輩（以下，F）の 3 名である．H と F は同学年の友人であり，3 名は互いに他と親しい間柄である．一般に会話を分析対象とした実験では，初対面の被験者らを組み合わせて会話させることがしばしばある．知り合い同士が被験者となる場合，互いに実験以前に共有している情報があるため，共有済みの情報が省略されてしまうことがある．その場合，実験における発話だけを頼りに相互行為を理解することは困難である．本実験の参与者は互いに以前から親しいものの，3 名全員が一堂に会することは，本実験以外の場においてはまずありえない（少なくとも二度の実験が終了した時点では，過去に一度もない）．そのため，実験の場以外において 3 名全員で共有する情報はほとんどなく，会話実験の参与者の組み合わせとして適切であると判断した．

2.2. 被験者に対する教示にかかわる問題

可能なかぎり自然な会話を実現するために，参与者 H と F には，実験のデータ収録として食事会を開催する旨だけを伝え，実験の意義や意図，会話のトピックなどの注意事項は一切教示しなかった．S が参与者兼観察者である以上，実験の意図を把握していることは免れないが，実生活に根ざした会話の場を記録することで，実験者ですら記録に収められていることを忘れて会話に没頭することができる．念のため実験の意図を知る者を 1 名に留め，互いに実験であることを意識した恣意的な振る舞いに陥らないよう努めたが，実験者自らが楽しみながら食事会に参与することで，実験室実験では得られない自然な会話を実現しながら，参与観察することを実現できていると考えられる．

2.3. 参与者間の権力関係

H と F はそれぞれ S の後輩であるが，S は H，F それぞれと非常に親しい関係性にある．日頃から食事などのインフォーマルな場において，S に対して H や F が敬語を省略した発話をすることも珍しくない．そのため，上下関係を意識した気遣いによって，コミュニケーションにおける自然な振る舞いが阻害されるとは考えられにくい．本実験においても，主に F の発話中に，S に対しての敬語を省略したうなずきなどが複数回観察された．

2.4. データ収録方法

S の自宅に H と F を招いて開催した食事会において，ビデオカメラ及び IC レコーダーを用いて，食卓における会話を収録した．映像は食卓の真上に設置したビデオカメラで，参与者の身体および食卓の様子を常に観察できるカメラアングルで収録した（図 1）．音声は，3 名が合流し，会場である S の自宅に向かう時点から収録を開始した．発話データの明瞭さを担保するため，ピンマイク付き IC レコーダーを全員が装着した．

図 1: 本実験で撮影した映像データ[1]

3. 分析

3.1. 分析対象データ

二度の実験により得られた会話データを観察したところ，いずれも以下のような 3 局面を経て食事が進行していた．

1. 食材を用意して調理を開始する
2. 料理ができあがる前に乾杯し，飲酒を開始する
3. 料理が完成したところで食事を開始する

（1〜3 を複数回繰り返す）

そこで本稿では，各局面におけるコミュニケーションの質の変遷を明らかにするために，たこ焼きおよび鍋料理の会話データから，各々最初の 1

[1] 被験者のプライバシーに配慮してイラストに加工した．左から H，F，S の順．本図は鍋料理を介した会話の様子であるが，たこ焼きにおいても同様の席順とした

～3 局面が展開されている部分を抽出し，分析対象とした.鍋料理の分析対象範囲は約 26 分 00 秒，たこ焼きの分析対象範囲は約 33 分 53 秒である.

3.2. 分析方法

本研究では，協同調理行為を伴う食卓における言語行為の分析単位として「話題カテゴリ」，非言語行為の分析単位として「利き手動作カテゴリ」を提案する.

(1) 話題カテゴリ

協同調理行為を伴う食卓において展開される発話は，その意味内容によって以下の 3 種類に大別される.

1. 共食／協同調理行為を遂行するための話題
2. 共食／協同調理行為から直接派生した話題
3. 共食／協同調理行為と無関係または関係性の弱い話題

これらの話題が協同調理行為と並行してどのように展開されるかを観察することで，各々の食事形式におけるコミュニケーションの展開の特徴が詳らかになる．この話題カテゴリに基づいて，会話分析用ソフトウェア ELAN を使用し，繰り広げられた話題のアノテーションを行った.

(2) 利き手動作カテゴリ

協同調理行為を伴う食卓における身体行為として最も特徴的なのは，調理にかかわる身体行為が，繰り広げられる話題とは独立に展開されうるという点である．本研究では，身体行為の中でも調理や食事行為に最も強くかかわると考えられる利き手（本実験においては全員が右手）の動作に着目した．協同調理行為を伴う食卓における各参与者の利き手動作を観察したところ，それらは表 1 の 6 種に大別できることが判明した．このうち 5，6 については，ジェスチャー研究における分析概念を引用している（細馬, 2008）．これらのカテゴリに従って，利き手動作にアノテーションを行った.(1)と同様に ELAN を使用し，収録した会話の映像データを参照しながらアノテーションを行った.

なお，利き手動作のアノテーションに際して，どの時点からどの時点を一連の動きと判断すべきか，という問題が生じた．本稿では，Kendon（Kendon, 2004）のジェスチャー分析単位を参考に，ある動きの開始時点は，ジェスチャーで「準備」に該当する動きの開始時点，また終了時点は，ジェスチャーでホームポジションへの「復帰」に該当する時点までとした.

表 1: 利き手動作カテゴリ

1. 調理にかかわる動作
材料を鉄板や鍋に加える，食材を混ぜる，裏返す，成形する，アクをとる，など
2. 他者もしくは全体の食事にかかわる動作
他者に食事を取り分ける，調味料や薬味を手渡す，など
3. 自分の食事にかかわる動作
自らに食事を取り分ける，箸を持つ，など
4. 身体を調整する動作
頬／額／髪／口／鼻をなどの身体部位を触る，身体の均衡を維持するためテーブルに手をつく，など
5. ジェスチャー
表象，ポインティングなど
6. ホームポジション
手を膝に置く，頬杖をつく，など

3.3. 分析結果

(1) 話題カテゴリによる分析

表 2: 鍋料理における話題カテゴリの分析結果[2]

話題カテゴリ	頻度(回)	合計時間	
		(秒)	(%)
1. 共食/調理遂行のための話題	13	152.583	10.4%
2. 共食/調理から直接派生した話題	8	261.982	17.8%
3. 共食/調理と関係性の弱い話題	16	1058.26	71.9%
合計	37	1472.825	

表 3: たこ焼きにおける話題カテゴリの分析結果

話題カテゴリ	頻度(回)	合計時間	
		(秒)	(%)
1. 共食/調理遂行のための話題	22	809.636	43.0%
2. 共食/調理から直接派生した話題	13	256.22	13.6%
3. 共食/調理と関係性の弱い話題	21	818.407	43.4%
合計	56	1884.263	

[2] 全話題カテゴリの合計時間が分析対象範囲の合計時間より少ないが，これは話題カテゴリ間の沈黙を加算していないためである.話題間の沈黙がコミュニケーションの質にどのように関与しているかを調べることも課題であるが，本稿では言及しない．表 3 も同様

表 2 は，鍋料理における話題カテゴリの分析結果である.「共食／協同調理行為と無関係または関係性の弱い話題」が累計時間の 71.9%を占めており，さらに「共食／調理から直接派生した話題」を加えると約 90%に達することから，鍋料理は調理の難易度が高くなく，調理遂行のための話題によって会話が占拠されなかった可能性が示唆される.

表 3 は，たこ焼きにおける話題カテゴリの分析結果である.「共食／調理遂行のための話題」（43.0%）と「共食／協同調理行為と無関係または関係性の弱い話題」（43.4%）がほぼ同割合で出現頻度が高い．たこ焼きの調理行為には時間がかかる上にその難易度も高く，調理遂行のための話題が多数回出現せざるをえないことが起因したと考えられる.

(2) 利き手動作カテゴリによる分析

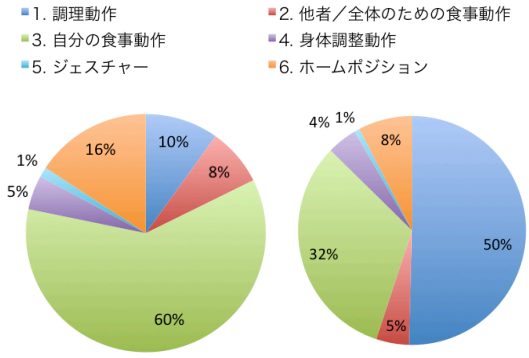


図 2: 鍋料理とたこ焼きの利き手動作の割合[3]
（総計．左から鍋料理，たこ焼き）

参与者全員の利き手動作データを総計すると，鍋料理の場合，全体の利き手動作のうち「調理動作」が 10%，「他者／全体のための食事動作」が 8%，「自分の食事動作」が 60%，「身体調整動作」が 5%，「ジェスチャー」が 1%，「ホームポジション」が 16%であった（図 2 左）．たこ焼きの場合，全体の利き手動作のうち「調理動作」が 50%，「他者／全体のための食事動作」が 5%，「自分の食事動作」が 32%，「身体調整動作」が 4%，「ジェスチャー」が 1%，「ホームポジション」が 8%であった（図 2 右）．鍋料理に比べてたこ焼きでは，身体を調理に従事させる時間が長かったことが読み取れる.

次に，各参与者別の利き手動作データを総計した．鍋料理の場合（図 3），招待者である S が積極的に「調理動作」（20%），「他者／全体のための食事動作」（10%）を行っており，H は「調理動作」（10%），F は「他者／全体のための食事動作」（13%）という方法で，食事遂行に対して積極的に関与していることが分かる．一方で H と F は共に「ホームポジション」が占める割合が高く（各々 24%と 22%），招待者である S に調理や食事遂行にかかわる動作を委ねて，リラックスしている時間も長いことを示唆している.

たこ焼きの場合，各参与者に特有な傾向はほとんど現れなかった（図 4）．鍋料理と同様，H と F の「ホームポジション」が占める割合は S に比べて高く（12%と 9%），これは H と F という個別参与者の利き手動作における，調理形式にかかわらない傾向である可能性がある.

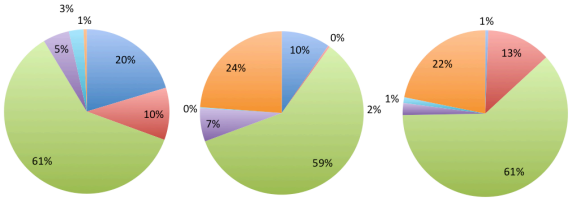


図 3: 鍋料理における利き手動作の割合[4]
（左から参与者 S，H，F）

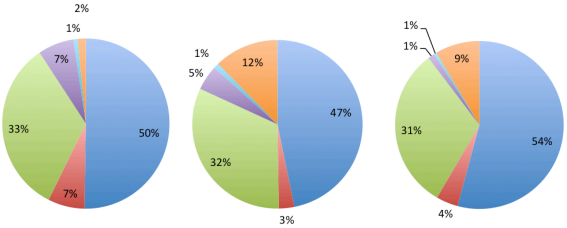


図 4: たこ焼きにおける利き手動作の割合[5]
（左から参与者 S，H，F）

[3] 分母は利き手動作の総時間．鍋料理は 3956.537 秒，たこ焼きは 5225.146 秒．複数参与者の重複があるため，分析対象範囲の実時間より長い

[4] 分母は各参与者の利き手動作総時間．S は 1260.179 秒，H は 1308.439 秒，F は 1387.919 秒

[5] S の利き手動作総時間は 1623.422 秒，H は 1791.929 秒，F は 1809.795 秒

表 4-1: 鍋料理・第 1 局面の利き手動作[6]

利き手動作＼参与者	S	H	F	計
調理動作	85.171	119.837	8.336	213.344
	66.9%	94.3%	5.1%	50.9%
他者／全体のための食事動作	29.259	1.15	136.52	166.929
	23.0%	0.9%	82.8%	39.8%
自分の食事動作	2.155	0	2.944	5.099
	1.7%	0.0%	1.8%	1.2%
身体調整動作	10.13	6.151	1.174	17.455
	8.0%	4.8%	0.7%	4.2%
ジェスチャー	0.63	0	4.764	5.394
	0.5%	0.0%	2.9%	1.3%
ホームポジション	0	0	11.209	11.209
	0.0%	0.0%	6.8%	2.7%
計	127.345	127.138	164.947	419.43

表 4-2: 鍋料理・第 2 局面の利き手動作

利き手動作＼参与者	S	H	F	計
調理動作	170.945	5.85	0	176.795
	44.3%	1.3%	0.0%	13.8%
他者／全体のための食事動作	100.262	3.642	38.38	142.284
	26.0%	0.8%	8.5%	11.1%
自分の食事動作	81.42	172.544	141.458	395.422
	21.1%	39.1%	31.4%	30.9%
身体調整動作	22.407	51.815	23.43	97.652
	5.8%	11.7%	5.2%	7.6%
ジェスチャー	11.168	0	3.781	14.949
	2.9%	0.0%	0.8%	1.2%
ホームポジション	0	207.547	243.397	450.944
	0.0%	47.0%	54.0%	35.3%
計	386.202	441.398	450.446	1278.046

表 4-3: 鍋料理・第 3 局面の利き手動作

利き手動作＼参与者	S	H	F	計
調理動作	0	0	0	0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
他者／全体のための食事動作	0	0	0	0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
自分の食事動作	682.025	604.489	709.365	1995.879
	91.3%	81.7%	91.8%	88.3%
身体調整動作	32.597	28.392	7.91	68.899
	4.4%	3.8%	1.0%	3.0%
ジェスチャー	24.223	2.42	6.76	33.403
	3.2%	0.3%	0.9%	1.5%
ホームポジション	7.787	104.602	48.491	160.88
	1.0%	14.1%	6.3%	7.1%
計	746.632	739.903	772.526	2259.061

表 5-1: たこ焼き・第 1 局面の利き手動作

利き手動作＼参与者	S	H	F	計
調理動作	212.512	296.02	355.253	863.785
	52.4%	56.6%	67.9%	59.5%
他者／全体のための食事動作	89.94	50.883	75.101	215.924
	22.2%	9.7%	14.4%	14.9%
自分の食事動作	28.202	11.077	3.18	42.459
	7.0%	2.1%	0.6%	2.9%
身体調整動作	68.717	9.23	6.88	84.827
	16.9%	1.8%	1.3%	5.8%
ジェスチャー	6.1	5.935	7.498	19.533
	1.5%	1.1%	1.4%	1.3%
ホームポジション	0	150.12	74.939	225.059
	0.0%	28.7%	14.3%	15.5%
計	405.471	523.265	522.851	1451.587

表 5-2: たこ焼き・第 2 局面の利き手動作

利き手動作＼参与者	S	H	F	計
調理動作	525.062	519.292	550.617	1594.971
	98.2%	95.1%	100.0%	97.8%
他者／全体のための食事動作	0	0	0	0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
自分の食事動作	0	0	0	0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
身体調整動作	5.53	11.856	0	17.386
	1.0%	2.2%	0.0%	1.1%
ジェスチャー	4.352	6.973	0	11.325
	0.8%	1.3%	0.0%	0.7%
ホームポジション	0	7.716	0	7.716
	0.0%	1.4%	0.0%	0.5%
計	534.944	545.837	550.617	1631.398

表 5-3: たこ焼き・第 3 局面の利き手動作

利き手動作＼参与者	S	H	F	計
調理動作	78.417	23.31	74.845	176.572
	11.5%	3.2%	10.2%	8.2%
他者／全体のための食事動作	24.985	1.99	0.72	27.695
	3.7%	0.3%	0.1%	1.3%
自分の食事動作	512.809	565.348	563.378	1641.535
	75.1%	78.2%	76.5%	76.6%
身体調整動作	38.274	65.164	16.571	120.009
	5.6%	9.0%	2.3%	5.6%
ジェスチャー	2.837	4.873	1.205	8.915
	0.4%	0.7%	0.2%	0.4%
ホームポジション	25.685	62.142	79.608	167.435
	3.8%	8.6%	10.8%	7.8%
計	683.007	722.827	736.327	2142.161

(3) 食事局面による利き手動作分析

本章 1 節で述べたとおり，協同調理行為を伴う会話場面は，食事の進行状況により，「調理開始〜乾杯」，「乾杯後〜料理完成」，「料理完成後」の 3 局面に大きく分けられる．

表 4-1〜3 は，鍋料理の 3 局面における利き手動作の比率を示したものである．第 1 局面は，3 名の異なる役割分担が最も明確に観察される局面である．招待者である S が「調理動作」と「他者／全体のための食事動作」に比較的万遍なく従事しているのに対し，H は「調理動作」に，F は「他者／全体のための食事動作」に，各々重点的に従事している．第 2 局面になると，「調理動作」や「他者／全体のための食事動作」は S に全面的に委ねられ，H と F の利き手は「ホームポジション」に落ち着いている時間が長い．第 3 局面では調理が一段落していることもあり，各参与者とも「調理動作」や「他者／全体のための食事動作」に従事している様子は観察されず，「自分の食事動作」に集中していることが分かる．

表 5-1〜3 は，たこ焼きの 3 局面における利き手動作の比率を示したものである．全ての局面に

[6] 表中上段は実時間（秒），下段は各参与者の利き手動作の総時間に占める割合（%）．以下，表 5 まで同様

おいて最も多く生起している「調理動作」に着目すると，局面ごとに出現の頻度が参与者に依存せず変化していることが分かる．第 1 局面では 52.4～67.9%，第 2 局面では 95.1～100.0%，第 3 局面では 3.2～11.5%であり，第 2 局面ではほぼ全ての利き手動作が「調理動作」であるのに対し，第 3 局面では急激に頻度が下がる．たこ焼きを介したコミュニケーションにおいては，全ての参与者が「調理動作」という利き手動作に，局面ごとに同等の頻度で従事するという経験を共有していたと考えられる．

(4) 話題と利き手動作のマルチモーダル分析

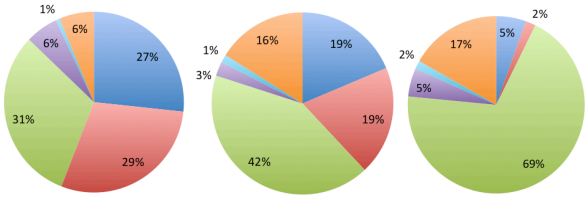


図 5: 鍋料理における利き手動作の割合[7]
(左から話題カテゴリ 1，2，3)

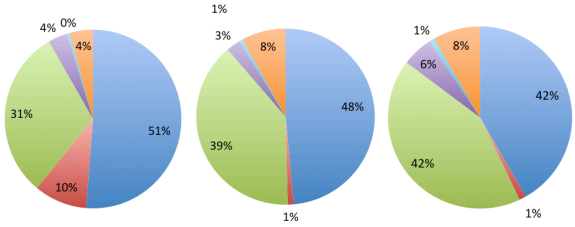


図 6: たこ焼きにおける利き手動作の割合[8]
(左から話題カテゴリ 1，2，3)

各々の利き手動作と共起しやすい話題を分析するために，前述した話題カテゴリと利き手動作カテゴリを用いたマルチモーダル分析の結果を示す．

図 5 に示すとおり，鍋料理において「1. 共食／協同調理行為を遂行するための話題」と頻繁に共起する利き手動作は，「自分の食事動作」(31%)，「他者／全体のための食事動作」(29%)，「調理動作」(27%) であった．「2. 共食／協同調理行為から直接派生した話題」と共起する利き手動作の頻度は，「自分の食事動作」(42%) が最も高く，次いで「調理動作」および「他者／全体のための食事動作」(ともに 19%)，「ホームポジション」(16%) と続いた．「3. 共食／協同調理行為と無関係または関係性の弱い話題」では，「自分の食事動作」が圧倒的に高い頻度を示した (69%)．

図 6 に示すとおり，たこ焼きにおいては，話題による利き手動作の頻度はあまり変化しなかった．どのような話題もほとんどが調理行為や個々の食事行為を伴いながら展開されており，たこ焼きを介した会話においては，あらゆる話題が等価のものとして扱われながら会話が進行するという秩序が生まれたと考えられる．

4. 考察

前章の分析をもとに，鍋料理とたこ焼きを介して生起したコミュニケーションの特徴を考察する．

全体として，たこ焼きを介した会話には，鍋料理に比べて，「共食／調理遂行のための話題」が多く出現していた．利き手動作も「調理動作」が高頻度で出現しており，発話と身体行為がともにたこ焼きの共食／調理行為との密接なかかわりを保ち続けていた．鍋料理では，たこ焼きに比べて「共食／協同調理行為と無関係または関係性の弱い話題」が多数出現しており，利き手動作も「調理行為」および「他者／全体のための食事動作」に従事する時間は長くなく，調理行為に会話が支配されることなく話題が展開していた．

参与者別の利き手動作を観察すると，たこ焼きにおいては全員がほぼ同頻度で「調理行為」や「他者／全体のための食事動作」に従事していたのに対し，鍋料理では S がその両者を担い，H が「調理行為」，F が「他者／全体のための食事動作」に加担するという明確な役割分担がされていた．「鍋奉行」という俗語が存在するように，鍋料理において特定の参与者が「調理行為」に従事しやすいことは生活者の直感にも合致するが，本実験においては，S という鍋奉行にあたる者が出現することで，他の参与者はその調理動作を補助したり，調理以外の他の仕事を探して従事したりした．つ

[7] 分母は各話題カテゴリの利き手動作総時間．カテゴリ 1 は 420.517 秒，2 は 706.368 秒，3 は 2899.257 秒
[8] 分母は各話題カテゴリの利き手動作総時間．カテゴリ 1 は 2311.257 秒，カテゴリ 2 は 838.89 秒，カテゴリ 3 は 2940.746 秒

まり，参与者間の自発的な役割分担が促されたと考えられる．

もっともこの性質が，参与者の性格や関係性に大きく影響を受けることは想像に難くない．今回鍋料理の実験において「他者／全体のための食事動作」を担った参与者Fは，招待者であるSの後輩であったことに加え，他者に対する気遣いに極めて長けた人物である．反対に言えば，鍋料理という調理形式が，S のいわば“鍋奉行性”を覚醒させてしまったことで，自分も何か仕事をしなければならないというFやHの思いを誘発し，自発的な役割分担を強要してしまった可能性もある．

では，鍋料理に見られたような役割分担をもたらさない，たこ焼きを介したコミュニケーションの性質は何であったのか．鍋料理の場合には上下関係や招待者／非招待者の関係性によって構築されていたとみられる自発的な役割分担の様子が，たこ焼きにおいては観察されなかった．これは，全ての参与者が，たこ焼きという高難易度かつ参与者間で等価の「調理行為」に長時間従事しなければならなかったことで，役割分担が発生することが妨げられたためであると考えられる．たこ焼きにおいては，局面ごとの利き手動作の頻度も，参与者間で等しく推移している．参与者全員で難易度の高い同じ動作を長時間共有することで，参与者同士の上下関係や招待者／非招待者の非対称な関係性を，緩やかに融解してくれた可能性がある．

むろん，前述したとおり，たこ焼きの会話における話題は多くが調理や共食行為を遂行するためのものに支配されてしまっていたことから，高難易度の作業の共有により上下関係など所与の関係性を融解してくれることの代償に，調理行為とは独立の話題を交わし，深く議論する機会は損なわれていたと考えられる．

4. おわりに

たこ焼きを介したコミュニケーションは，F のように気遣いに長けた人物の思惑を解消し，上下関係や招待者／被招待者という所与の関係性を希薄にしてくれたことで，より率直な態度によるコミュニケーションとなった．一方の鍋料理を介したコミュニケーションでは，調理や食事という行為にとらわれずに，落ち着いて独立の話題を展開させることができた．その意味で，たこ焼きは動的かつスリリングなコミュニケーション，鍋料理は静的かつ穏やかなコミュニケーションをもたらしたと言えるであろう．

今後は他の協同調理行為を伴う／伴わないコミュニケーションや，レストランや喫茶店などの様々な食卓環境におけるコミュニケーションを観察し，食卓におけるコミュニケーションに関する知見の蓄積を続ける必要がある．

謝辞

本研究の遂行にあたりご助言いただいた，慶應義塾大学の白井宏美先生に感謝する．

参考文献

[1] Kendon, A., (2004) “Gesture”, Cambridge University Press.

[2] 細馬宏通, (2008) “非言語コミュニケーション研究のための分析単位—ジェスチャー単位—”, 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 3, pp. 390-396.

[3] 武川直樹, 峰添実千代, 徳永弘子, 寺井仁, 湯浅将英, 立山和美, 笠松千夏, (2009) “3 人のテーブルトークの視線, 食事動作, 発話交替から見えるコミュニケーション: 銘々皿と大皿料理における行動の比較分析”, 電子情報通信学会技術研究報告, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol. 109, No. 224, pp. 17-22.

[3] 諏訪正樹, 筧康明, 矢島佳澄, 仰木裕嗣, (2012) “ライフスキルの学習支援ツールの開発: 身体と意識の共創様態の探究方法論”, 電子情報通信学会誌, Vol. 95, No. 5, pp. 377-384.

Effects of Projection Geometry on Shape Perception of 3D Cuboids by 2D Drawings

陳娜，坪見博之，高橋康介，新美亮輔，渡邊克巳

Na Chen, Hiroyuki Tsubomi, Kohske Takahashi, Ryosuke Niimi, Katsumi Watanabe

東京大学先端科学技術研究センター

Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

nanachen@fennel.rcast.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Visual perception of 3D objects from 2D drawings is a remarkable ability of human vision and has been extensively studied. However, the effect of two ways of projection geometry, perspective and parallel projection, remains under debate. In order to investigate the effect of the projection geometries on shape/size perception, we asked 32 subjects to judge whether the 2D drawings of 3D cuboids look like a “box” or a “plate” through varying the Height/Width (H/W) ratio of the 3D cuboids. Results showed that drawings of the 3D cuboids in perspective projection were judged as box with higher probability than parallel projection. The cuboids in parallel projection needed 8.3% higher H/W ratio to yield the same “boxness” as perspective projection. The results suggest that the difference in shape perception may reflect that perspective projection would enhance the perception of a larger object than parallel projection. Thus, the perceived shape/size of 3D cuboids by 2D drawing is influenced by projection geometry.

Keywords — perspective projection, parallel projection, shape/size perception

1. Introduction

Since the Renaissance, artists and psychologists have been debating whether the visual perception of two-dimensional (2D) drawings of three-dimensional (3D) objects is governed by perspective, parallel projection, others, or combination of those, and to what extent the drawings of 3D objects will look more natural and realistic to an observer. Early Greek, Roman, Byzantine, Persian, and Chinese art all provide instances of the use of parallel projection (Arnheim, 1974; Dubery & Willats, 1983; Hagen & Jones, 1978; Hagen, 1986; Kubovy, 1986). However this widespread use of parallel projection to represent 3D scenes poses some problems for theories contending that the perception of depth in pictures follows the laws of linear perspective projection geometry, while the parallel projection drawings do not adhere to the perspective projection laws (Nichols & Kennedy, 1993).

In perspective projection, sets of parallel lines seem to converge in some vanishing points (usually in a single point), resulting in non-uniform foreshortening of object. The object size appears smaller as distance from the center of projection increases and becomes larger as that distance decreases, providing observer a more realistic representation of an object. Therefore the shape of an object is rarely preserved and perspective distortion is induced in perspective projection (Arnheim, 1977; Carlbom & Paciorek, 1978; Kennedy & Juricevic,

2002; Mcgreevy & Ellis, 1986; Veltman, 1987). Parallel projection corresponds to a perspective projection with an infinite focal length and no vanishing points. It primarily attempts to represent metric properties rather than realistic visual appearance of an object. In parallel projection, the lines of sight from the object to the projection plane are parallel to each other and having a fixed same direction. Objects do not appear larger or smaller as they extend closer to or away from the observer, hence the relative length and shape of object is preserved (Carlbom & Paciorek, 1978; Hagen & Elliott, 1976; Nichols & Kennedy, 1993).

Perspective projection assumes a finite focal length, namely, distance from the observer is variable. Since parallel projection is a perspective projection with an infinite focal length, there is no assumption of distance between an observer and an object (Hagen & Elliott, 1976). In general, perspective distortion of a picture with perspective projection is stronger for wide angle and short distance. Besides, a larger perspective distortion suggests that an observed object is a larger, rather than small object (John, James, John, and Robert 1980; Nicholls & Kennedy, 1992). Therefore, we expected that projection geometry (e.g., perspective or parallel projection) could affect the perceived size of a visual object.

In the present study, we examined this possibility by asking subjects to judge whether a cuboid would look as "plate" or "box". Since large 3D objects such as buildings tend to be classified as "box" rather than "plate" (even though the height/width ratio is similar to corresponding object that are smaller in size), we hypothesized that the proportion of "box" responses would be influenced by the way the object is depicted.

2. Method

Subjects

Thirty-two undergraduates (12 female, with mean age = 21.6, SD = 1.8) participated. All of them had normal or corrected-to-normal vision, and were naive about the purpose of the study.

Stimuli

Visual stimuli were displayed on a LCD monitor with screen resolution of 1280 × 800 pixels (approximately 25.65 x 16.15 deg in visual angle). Forty images of 3D cuboids as stimuli were created with perspective and parallel projection. The perspective projection stimuli were produced in three-point perspective projection; the parallel projection stimuli were projected in orthographic projection with three adjacent faces visible (Figure 1, examples of visual stimulus). The stimulus images of cuboids were made by a commercially-available 3D rendering software, with the virtual camera elevated 30˚ from the horizontal plane; object rotated 30˚ from the front about the vertical axis (i.e., azimuth angle 30˚). The viewing distance between camera and object was fixed. The volume of the cuboid stimuli was fixed and defined as 1 unit; the base of the cuboid stimuli was square whereas the ratio of height to width (H/W) varied from 0.07 to 0.45 while keeping the volume of cuboid constant (Table 1, Stimulus parameters). The visual stimuli subtended from 1.61˚ × 23.05˚ to 5.5˚ ×12.41˚ of visual angle depending on the H/W ratio at a viewing distance of 60 cm. Each stimulus image was shown 5 times in random order.

Procedure

The subjects were seated in front of the screen, and they were asked to judge whether the stimulus looked like a "plate" or a "box" by pressing one of the two pre-set keys. The proportion of judged to be a "box" was recorded separately for the perspective and parallel projection conditions.

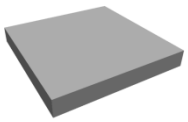
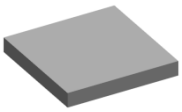
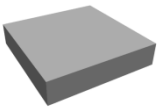
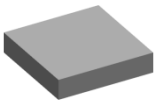
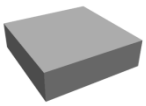
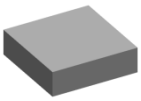
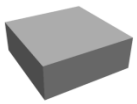
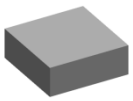
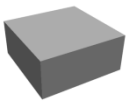
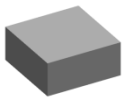
H/W Ratio	Perspective projection	Parallel projection
0.13		
0.21		
0.29		
0.37		
0.45		

Figure 1. Examples of visual stimulus (cuboids)

H/W Ratio	Volume	VA-height (°)	VA-width (°)
0.07	1.0	1.61	23.05
0.09	1.0	1.91	21.20
0.11	1.0	2.18	19.83
0.13	1.0	2.44	18.75
0.15	1.0	2.68	17.88
0.17	1.0	2.92	17.15
0.19	1.0	3.14	16.52
0.21	1.0	3.36	15.98
0.23	1.0	3.57	15.51
0.25	1.0	3.77	15.08
0.27	1.0	3.97	14.70
0.29	1.0	4.16	14.35
0.31	1.0	4.35	14.04
0.33	1.0	4.54	13.75
0.35	1.0	4.72	13.48
0.37	1.0	4.90	13.23
0.39	1.0	5.07	13.00
0.41	1.0	5.24	12.79
0.43	1.0	5.41	12.59
0.45	1.0	5.58	12.40

Table 1. Stimulus parameters

3. Result

We fitted psychometric functions for the proportion of “box” response and H/W ratio separately for the perspective projection and parallel projection (Figure 2). The proportion of "box" responses increased with the H/W ratio increasing. And with the H/W ratio increasing, the proportion of “box” response in perspective projection was always higher than that in parallel projection, which implied the drawings in perspective projection tend to be perceived as “box” more than in parallel projection.

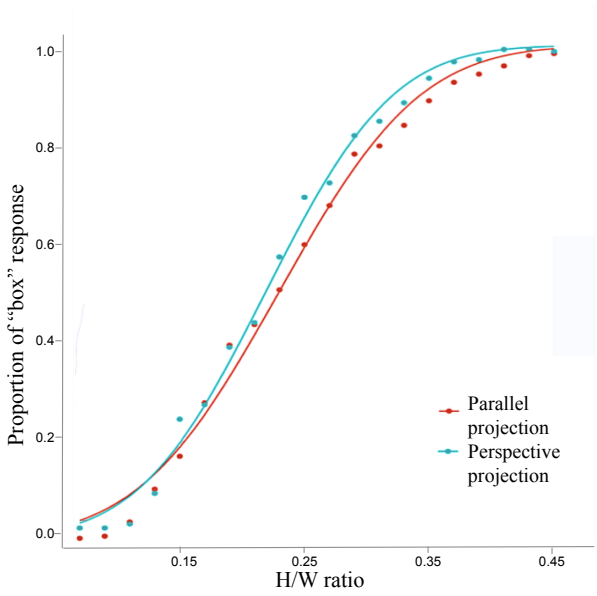


Figure 2. The proportion of "box" responses as a function of H/W ratio of the cuboid. Psychometric functions are fitted for each projection geometry condition.

The results were subjected to a two-way analysis of variance (ANOVA) for projection geometry (perspective and parallel projection) and H/W ratio (20), and $p < .05$ level of significance was used in statistical tests. The ANOVA analysis showed that the main effect for projection geometry (perspective versus

parallel projection) was significant ($F(1,31) = 16.9$, $p < .001$), which indicate that perspective and parallel projection have significant different effect on shape perception of “box” or “plate”. The H/W ratio also showed a significant effect ($F(19,589) = 138$, $p < .001$), and the interaction between the way of projection and H/W ratio was also significant ($F(19,589) = 1.7$, $p < .05$). As the H/W ratio varying from 0.23 to 0.31, the proportion of “box” response was changing significantly different between drawings in perspective and parallel projection (post-hoc multiple comparison; $p < .05$).

Then, we estimated the point of subjective equality (PSE) for the plate/box judgment, that is the H/W ratio to be judged as “box” and “plate” at equal probability, for each subject and averaged them. Individual PSEs showed that parallel projection need higher H/W ratio to be perceived as “box” than perspective projection. The average PSE of perspective projection (0.22) was significantly smaller than that of parallel projection (0.24) (Figure 3, paired t-test, $t(31) = 4.8$, $p < .001$), which indicated that the cuboids depicted in perspective projection was perceived to be "box" at a smaller H/W ratio than parallel projection. Figure 4 shows that the “ambiguous box/plate” stimuli in perspective projection (0.22) and parallel projection (0.24). The magnitude of shape perception difference was 8.3% in terms of H/W ratio. These results suggested that the cuboids depicted in perspective projection tended to be seen more frequently as "box" rather than "plate" compared to those with parallel projection.

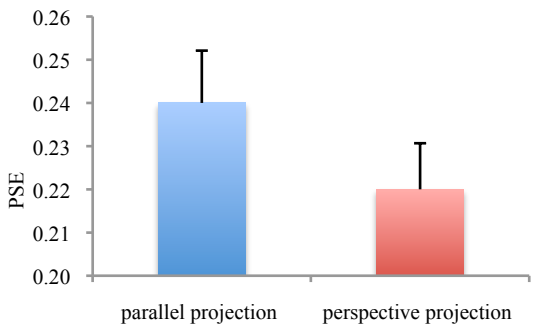


Figure 3. Averaged PSEs in the perspective projection and parallel projection conditions.

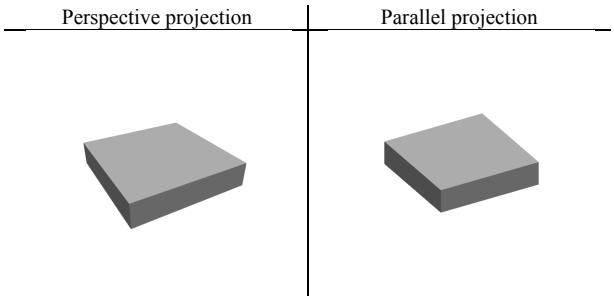


Figure 4. Ambiguous “box” or “plate” in perspective and parallel projection.

4. Discussion

The subjects chose “box” more frequently for drawings in perspective projection than for parallel projection. The higher ratio of height to width of the cuboids, the more frequently the object in perspective projection was judged to look like a “box”. In order to be perceived as the same "boxness" as the visual object with perspective projection, the visual object with parallel projection need to be 8.3% higher in H/W ratio. Those results indicated that for 2D drawings of 3D objects depicted may be influenced by projection geometry.

Some researchers (e.g., Busey, Brady, Cutting, 1990; Farber & Rosinski, 1978; Hans & Frederick, 1986; Pirenne, 1970; Kubovy, 1986; Goldstein, 1987; Rosinski & Farber, 1980; Yang & Kubovy, 1999) proposed that seeing the perspective distortion of drawing allows observers to compensate for these transformations of pictorial space while parallel projection not. That is, observers perceive the object of pictorial space as if they were viewing from the center of projection, while parallel projection, with an infinite focal length and no central of projection, sets of all parallel lines, prevented such compensation. The two ways of geometry projection provide different levels of cues for shape and size/distance of viewed objects. Although how exactly these differences in terms of visual cues would influence the shape and size

perception of depicted objects in 2D drawings, the present results showed that the perceived shape of 3D cuboids by 2D drawing is influenced by projection geometry.

Acknowledgments

This work was partly supported by Grant-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI; 23240034) from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan.

Reference

[1] Arnheim, R. (1974). Art and visual perception (2nd ed.) Berkeley & Los Angeles: University of California Press.

[2] Arnheim, R. (1977). Perception of perspective pictorial space from different viewing points. Leonardo, 10, 283-288.

[3] Busey, T. A., Brady, N. P., & Cutting, I. E. (1990). Compensation is unnecessary for the perception of faces in slanted pictures. Perception & Psychophysics, 48, I-II.

[4] Carlbom, I & Paciorek, J. (1978) Planar geometric projections and viewing transformations. Computing surveys. 10, 4, 465-502

[5] Farber, J., & Rosinski, R. R. (1978). Geometric transformations of pictured space. Perception, 7, 269–282

[6] Goldstein, E. B. (1987). Spatial layout, orientation relative to the observer, and perceived projection in pictures viewed at an angle. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 13, 256–266.

[7] Hans, W., Frederick, J. M. (1986). Shape constancy in pictorial representation.

Perception & Psychophysics. 39, 4, 233-235.

[8] John K. B., James C. S., John L. W., and Robert E. J. (1980). Optic array determinants of apparent distance and size in pictures. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. Vol. 6, No. 4, 751-759

[9] Kubovy, M. (1986). The psychology of perspective and Renaissance art. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

[10] Kennedy, J. M., Juricevic, I. (2002). Foreshortening gives way to forelengthening. Perception, 31, 893–894

[11] Margaret A. Hagen, Rebecca K. Jones (1978) “Differential patterns of preference for modified linear perspective in children and adults”, Journal of experimental child psychology, No. 26, pp. 205-215.

[12] Margaret A. Hagen, Harry B. Elliott, (1976) “An investigation of the relationship between viewing condition and preference for true and modified linear perspective with adults”, Journal of Experiment Psychology, 2, 4, 479-490.

[13] Mcgreevy M.W., Ellis, S.R (1986). The effect of perspective geometry on judged direction in spatial information instruments. Human Factors, 28, 439-456

[14] Nichols A. L., Kennedy J.M (1992, June). Perspective robustness and optical infinity. Paper presented at the meeting of the Canadian Society for Brain, Behavioural and Cognitive Sciences, Quebec City.

[15] Nichols, A. L., & Kennedy, J. M. (1993). Angular subtense effects on perception of polar and parallel projections of cubes. Perception & Psychophysics, 54, 763–772.

[16] Nichols, A. L., & Kennedy, J. M. (1993). Foreshortening and the perception of parallel projections. Perception & Psychophysics, 54,5, 665-674

[17] Pirenne, M. H. (1970). Optics, painting and photography.Cambridge, UK: Cambridge University Press

[18] Rosinski, R. R., & Farber, J. (1980). Compensation for viewing point in the perception of pictured space. In M. A. Hagen (Ed.), The perception of pictures. 1, 137–176

[19] Veltman, K. H. (1987). Studies on Leonardo da Vinci I: linear perspective and the visual dimensions of art and science. Munich: Deutscher Kunstverlag.

[20] Yang T., Kubovy, M. (1999). Weakening the robustness of perspective: evidence for a modified theory of compensation in picture perception. Perception & Psychophysics, 61, 456–467.

高齢者の詐欺犯罪被害傾向と未来展望との関連性
A Relationship between the Tendency of Falling for Fraud Crimes and the Future Time Perspective among Elderly People

渡部諭[†]，澁谷泰秀[‡]
Satosi Watanabe, Hirohide Shibutani

[†]秋田県立大学，[‡]青森大学
Akita Prefectural University, Aomori University
watanabe314@akita-pu.ac.jp, sibutani@aomori-u.ac.jp

Abstract

Social survey questionnaires with scales such as the tendency of falling for fraud crimes, quality of life, future time perspective, self-efficacy, risk-seeking propensity were utilized for data collection. Valid samples of 332 elderly and 144 young adults responded the questionnaires. Female respondents both in younger and elder groups showed significant correlations between a tendency of falling for fraud crimes and the future time perspective. Significant correlations among the enthusiasm for action and anxiety for failure with the tendency of falling for fraud crimes were also observed. Willing to take an action and not being afraid of failure may help young adults, since their cognitive ability is in functional order, however, for elderly female who might have experienced a loss of the cognitive ability, it can be an open invitation for a crime like a bank transfer fraud. This study provided some evidences for the future time perspective being related to the possible reasons for elderly people being victims of fraud crimes such as bank transfer fraud, besides the weakened cognitive capabilities of older adults as recognized by previous studies.

Keywords — *future time perspective, bank transfer frau, quality of life, elderly*

1 高齢社会と詐欺犯罪

日本社会が世界有数の高齢社会である事は否定する事が出来ない事実であるが、国民の高齢化と同時に進行している総人口の減少は高齢化率の急激な上昇をもたらしている。内閣府の発表によると、高齢化率が 2013 年には 25.2%で 4 人に 1 人が 65 歳以上となり、2035 年には 33.7%となり 3 人に 1 人が高齢者となる [1]。このような社会状況の中で、高齢者の認知的特徴をターゲットとした詐欺犯罪が社会問題となっている。警察庁のまとめでは、2010 年に起こった振り込め詐欺の内、特に高齢者がターゲットとなっている詐欺手口はオレオレ詐欺と還付金等詐欺である（Table 1）。オレオレ詐欺では 40 歳代以下の被害者は 0%で、50 歳代以上の女性が被害者の 87%を占めている。還付金等詐欺においては 40 歳代以下の被害者が 3%見られるものの、60 歳代と 70 歳代の女性で 61%を占めており、オレオレ詐欺の状況と酷似している。振り込め詐欺には 4 種類の手口が存在するが、架空請求詐欺では 20 歳前後から 40 歳代までがターゲットとなっており、融資保証金詐欺においても 50 歳代までの比較的若い世代がターゲットとなっている。また、80 歳代以上の高齢者に注目すると被害者の割合としては 40 歳代以下と比較して高いものの、オレオレ詐欺における女性被害を除くと激減している。これらのことからも、オレオレ詐欺と還付金等詐欺は 60 歳代から 80 歳代までの高齢者をターゲットにしている詐欺犯罪であることが指摘できる。このような犯罪被害の年齢分布は犯罪手口と被害者の心理学的特徴に強い関連性がある事を示す事象として取り上げられているが [2]、被害が高齢女性に集中している理由は実証的な研究に基づいて説明されてはいない。本研究では詐欺犯罪被害傾向と未来展望との関連性を未来展望に関連すると考えられる年齢に起因する特性と性別に起因する特性、及びそれらの相互作用の視点から分析することを大きな目的としている。特に、高齢女性に被害が集中していることから性別に起因する特性は重要であると仮説される。

従来の高齢者研究においては、高齢者の年齢自体が独立変数として取り上げられることが多かっ

Table 1　高齢者がターゲットとなっている詐欺事件の被害者分布（2010 年）

詐欺手口	性別	20 歳代以下	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代	80 歳代以上	合計 (%)
オレオレ	男性	0	0	0	1	5	5	2	13
詐欺	女性	0	0	0	8	24	32	23	87
還付金等	男性	0	1	0	0	13	12	3	29
詐欺	女性	0	0	2	2	27	34	7	71

警察庁（2011 年 5 月発表：数値はパーセントで、少数桁を四捨五入した表示とした。）

たが、Carstensen et al (1999) が社会情動的選択性理論を提唱して以来、年齢と関連するが年齢自体ではない高齢者の特徴（例えば、未来展望 (future time perspective) など）が高齢者に特有の行動に影響を及ぼす重要な要因になり得ると考えられるようになってきた。この考え方は同年齢の高齢者の行動様式の相違を説明できるといった実証的な利点の他に、詐欺被害に遭いやすいなどの不利益な高齢者の行動様式を変化させるための方略を開発するといった視点からも研究が進められてきた [2)]。また、近年では高齢者の行動に影響を及ぼす要因として、認知と情動がどの様なプロセスで影響力を発揮するのかに関するメカニズムも研究対象として重要視されている [3)4)]。

高齢者は悲しいことよりは楽しいことを思い出しやすかったり、悲観的な刺激よりも楽観的な刺激に対して注意が向きやすい傾向は積極性効果（positivity effect）と呼ばれているが、高齢者の意思決定と情動の関連性が重要である事を示す効果である [2) 3)]。意思決定と情動との関係については、Forgas (1995) が提唱している affect infusion model (AIM)[5)] と Isen & Patrick (1983) の mood-maintenance hypothesis (MMH)が有力な仮説であるが [6)]、社会情動的選択性理論との整合性から考察すると、論理的には MMH が支持されると考えられるものの、実証的な確認が必要である。意思決定に対する情動による影響については、心理学では一般に、若年者では負のバイアス（negative bias）が効果的であり、高齢者では積極性効果が優勢であると言われてきた。広告における負のバイアスもしくは負の情報効果と、積極性効果または正の情報効果については、いくつかのことが明らかにされている。Edell & Burke (1987) によれば、同一広告によって負の情報効果と正の情報効果は同時に生起するが、広告に対する態度やブランドに対する効果にはそれぞれの効果が単独で貢献していることを明らかにしている [7)]。一方、Fung & Carstensen (2003) は、社会情動的選択性理論の立場から高齢者における情動広告の影響について実験を行ない、高齢者は情動的に意味がある情報に対する反応を好み、また想起する傾向があることが明らかにされた [8)]。Williams & Drolet (2005) は、高齢者のみならず若年者でも time horizon に制限を設けた場合に、積極性効果が現れることを明らかにしている [9)]。このような事実は、AISAS モデルにおける Attention および Search の過程において、年齢層によって情動効果に違いが見られることを意味する。更には、我々の情動は自分がおかれたコンテキスト及び与えられた条件に敏感に反応する可能性がある事を示すもので、情動で生起される行動を変容させるための方略を考える上で重要な視点を提供するものである。

2　高齢者の未来展望

高齢者の行動の特徴を最初に理論的に説明したのは Cumming & Henry (1961) の離脱理論（Disengagement theory）である [10)]。この理論は老化を社会システムの他の成員との人間関係や様々なつながりから離脱していくプロセスとして捉え、離脱は高齢者側のみならず社会システム側からも起こるとするものである。この理論に対しては「高齢者の消極的な側面が過剰に記述されている」や「幅広いソーシャルネットワークを持ち、高い社会的機能性を維持している高齢者もかなりいる」などの批判も多く、反論する学者も多かったが、否定できない高齢者の生活の一面をとらえている事も事実である。この理論に対する批判の

中で最も支持を集めたのが、Havighurst（1963）の活動理論（Activity theory）である。活動理論は自分が中年・壮年時代に行ってきた多くの活動を高齢者になっても継続していくべきであり、定年などで失った仕事は余暇活動に入れ替える事で活動性を保つべきであるとしている[11]。この理論に関する実証研究で、日常活動の活性度と生活に関連する満足度の相関が高いことが知られようになった。しかし、高齢者の中には静かに余生を過ごしたいと思う人もいるであろうし、活動レベルを保ちたいと考えていても健康上の理由で離脱せざるを得ない高齢者が少なからずいることも事実である。Atcheley（1989）は高齢者が高齢期特有の役割喪失（定年、配偶者・友人との死別など）を経験した場合、自分が中年・壮年時代に慣れ親しんできた適応形態をとると考え、継続理論（Continuity theory）を提唱し、我々は高齢者になった途端に変化するわけではないとしている[12]。1990年代に入ると、離脱理論、活動理論、及び継続理論は記述的又は規範的性格が強い理論である事、更には高齢という年齢自体を独立変数として捉える事から、同年代の高齢者の行動の分散（相違）を説明する事が困難であるとの主張がなされた。Carstensen et al（1999）はこの問題に対して社会情動的選択性理論を提唱し、高齢者の行動に強く影響する要因は高齢という事実ではなく、自分の人生に残された時間がどの程度であるかに関する認識であると主張し、未来展望という構成概念を提唱した[3]。Carstensenらは人生に残された時間が少ないと感じている人たちは現時点での感情を直ちに満足させようとする傾向が強いため、現在志向ゴール（Present-oriented goal）に基づいた動機づけがなされ、人生の残り時間はまだ長いと感じている人たちは認知的な予期に基づいて将来のために現在の時間を使う傾向が強いため将来志向ゴール（Future-oriented goal）に基づいて動機づけされると説明している。この理論は人生の残り時間の認識の相違で我々の行動を説明するもので、北米を中心に行われてきた実証研究では、高齢者の行動に対する説明力の強さが証明されてきた。本研究の具体的な目的の一つは、社会情動的選択性理論によって説明される認知もしくは情動に起因する行動傾向に対する動機づけとリスク志向性、詐欺被害傾向、及び生活の質との関連性を評価する事である。

リスク志向性はKahnemanが2002年にノーベル賞を受賞して注目されたフレーミング効果との関連や投資問題との関連で研究課題とされる事が多く、リスク志向性と生活の質との関連性に関する研究はほとんどない[13]。高齢者になると認知的機能性の低下及び生活の質の低下が起こる事が広く知られている処であるが、加齢に伴いリスク志向性が変化する事も明らかになってきた。高齢者ではリスク回避の傾向が非高齢者と比較して高いとされているが、渡部・澁谷（2010）によると必ずしもそうではない場合がある事が判ってきた[14]。社会情動的選択性理論による解釈を取り入れると、典型的な高齢者の行動がPresent-oriented goalと関係が強いことになるが、この視点を採用すると従来リスク回避傾向が強いとされてきた高齢者がリスク志向性の高い行動を起こすメカニズムの説明が可能である。また、多くの高齢者が「自分の感情に基づく印象では、人生の残り時間が少ないと感じるが、実はその印象に反して残り時間は長かった」といった現実があったとすれば、高齢者の生活の質の低下は単純な高齢化による収入や機能性の低下だけによるものではなく、社会情動的選択性による認知的錯視や情動バイアスによって強い影響を受けている事が考えられる。日本においてこの社会情動的選択性と生活の質を結び付けるような実証研究は我々の検索した範囲では見られない。急激な高齢社会に突入した日本社会において、社会情動的選択性、リスク志向性、詐欺被害傾向などが高齢者の生活の質にどの様な影響を及ぼすのかに関する研究は安全な社会の構築に必要であり、知見の蓄積が望まれる分野である。

3　研究方法

3.1　研究参加者と調査票

本研究は、QOL、自己効力、詐欺被害傾向、な

どの複数の尺度を含む社会調査票を用いた社会調査研究の一部である。調査対象は 332 名の 60 歳以上の健常成人（Mean＝69.13、 σ＝7.2）と 144 名の大学生（Mean＝22.27、 σ＝3.37）である（Table 2)。本研究における高齢者は詐欺被害者の年代を考慮して 60 歳以上とした。高齢者の調査対象者は東北地方及び北海道の複数の高齢者団体に研究の趣旨を説明し、自由意思で研究参加を希望する個人に謝礼を支払って自記式調査票に回答してもらった。大学生の調査対象者は東北地方の A 大学の学生に研究の趣旨を説明し、自由意思で参加を希望した学生に謝礼を支払って自記式調査票に回答してもらった。全ての研究参加者には研究に先立ち、研究参加への拒否を何時でも如何なる不利益も被ることなく行使できる事を説明して、研究参加者の人権保護の努力を行った。調査期間は 2011 年 7 月から同年 8 月であった。調査票に含まれていた項目は性別、年齢などのデモグラフィック項目と尺度項目であった。尺度項目としては、16 項目の一般化自己効力尺度 [15]（下位尺度として行動の積極性、失敗に対する不安、能力の社会的評価、を含む)、25 項目の ST 簡便 QOL 尺度 [22]（下位尺度として居住環境、家族関係、収入、友人関係、仕事関係、健康、幸福感、を含む)、10 項目の詐欺被害傾向尺度、10 項目の未来展望尺度 [3] [4]、4 項目のリスク志向性尺度 [13] [14]であった。

Table 2 調査対象者の年齢と性別

Sex	Age group		Total
	Young	Old	
Male	72	120	192
Female	72	212	284
Total	144	332	476

本研究の目的は、詐欺犯罪被害傾向と未来展望との関連性を未来展望に関連すると考えられる年齢に起因する特性と性別に起因する特性に関して、相関関係の視点から分析することを大きな目的としている。特に、高齢女性に被害が集中していることから性別に起因する特性は重要であると仮説される。

3.2 分析

独立変数として用いられた年齢や性別のような非尺度項目に関しては頻度、平均、分散、尖度、歪度等の記述統計分析を行った。尺度項目に関しては、古典的テスト理論に基づく信頼性分析、項目相関分析、及び探索的因子分析などの分析が、最初の分析ステップとして行われた。本研究で用いられた尺度は詐欺犯罪被害傾向尺度を除くと、既に先行研究で信頼性及び妥当性が精査されている尺度である [3) 4) 13)14) 22) 27) 28)]。尺度分析としては古典的テスト理論を用いて尺度の内的整合性を確認した後、項目反応理論を用いて古典的テスト理論で選択された調査項目及び尺度全体の妥当性と信頼性に関するクロスチェックを行った。これらの一連の分析プロセスでトリミングされた項目は用いられた 65 項目中 4 項目であった。

古典的テスト理論及び項目反応理論を用いて尺度の妥当性及び信頼性の評価を考慮し、尺度に組み入れられる項目が確認された後、一般化自己効力尺度、ST 簡便 QOL 尺度、詐欺被害傾向尺度、未来展望尺度、リスク志向性尺度の得点を用いてこれらの概念の関係をピアソンの積率相関係数を用いて概観した。基礎統計解析には SYSTAT 及び SPSS を用いた。

本研究において分析された積率相関係数は、全ての尺度変数を二項化し（binary data）2 母数ロジスティックモデルを用いて推計したスケールスコア（scale score）を用いて算出した。

4 結果及び考察

4.1 詐欺犯罪被害傾向

詐欺犯罪被害傾向は独立行政法人国民生活センターのホームページ（http://www.kokusen.go.jp/ncac_index.html）に掲載されてある「高齢者に多い相談」の中から被害件数の多い 10 事例に基づいて作成した詐欺犯罪の手口シナリオを読んでもらった後に、自分であればどの程度被害者と同様の対処をしたかについて「確実に同じ」から「確実に異なる」の 6 選択肢のリッカート型の 10 項目で尺度を構築し尺度値を推計したものである。

因子分析の結果、抽出された第一因子の分散寄与率は約 60%であった。各項目が実際の犯罪例から構築されている事を考慮すると、全 10 項目に共通の抽象概念が高い分散寄与率を示す 1 次元を構築することは困難であると考えられる。相対的に約 60%の分散寄与率は適正な妥当性を示すものと考えられる。本論において用いられたスケールスコアは、6 選択肢を「はい」と「いいえ」の 2 項にリコードした後 2 母数ロジスティックモデルを用いて推計された。詐欺犯罪被害傾向尺度の信頼性の推計値はクロンバックのαで .86 であった。

一般化自己効力は、行動の積極性（4 項目、 α＝.72)、 失敗に対する不安（5 項目、 α＝.82)、及び能力の社会的評価（3 項目、 α＝.57）の 3 つの下位尺度で構成される尺度で、 本来 16 項目で構成される尺度であるが、尺度分析のプロセスで各因子に対する負荷値が非常に小さかった 4 項目がトリミングされ、最終的には 12 項目で構築される尺度となった。能力の社会的評価の信頼性はαで.57 と非常に低く下位尺度としての機能性に疑問が残る結果となったが、今後の研究では能力の社会的評価下位尺度の信頼性及び妥当性を向上させるために新たな項目の付加なども含めて検討が必要である。

未来展望は Carstensen (1999) が開発した 10 項目の Future Time perspective (FTP) スケールをバックトランスレーション手法を用いて日本語に訳した尺度を使用した[3)]。未来展望は希望的未来展望（Hopeful future time perspective；8 項目、α＝.91）と限定的未来展望（Limited future time perspective ; 2 項目、 α＝.61)の 2 尺度で推計した。希望的未来展望は 8 項目で構成され尺度の妥当性においても信頼性においても全く問題はないが、限定的未来展望は妥当性に関しては項目内容を吟味しながら新たな項目を加筆することが不可欠であろう。希望的未来展望とバランスをとるという視点から 6 項目を新たに加え、項目数を多くすることで信頼性も向上することが予測される。

詐欺犯罪被害傾向と未来展望の下位尺度である希望的未来展望との間には、年齢及び性別に関わりなく全てのグループで有意な負の相関が観察された。希望的未来展望が高いと詐欺犯罪被害傾向が一貫して低いという相関構造は、未来展望が高いと将来に備えて認知的な意思決定が働くとする社会情動的選択性理論の妥当性を支持する実証的な証拠であると考えられる。詐欺犯罪被害傾向と限定的未来展望は、非高齢男女及び高齢男女の全てのグループにおいて正の相関が観察され、非高齢男性と高齢女性では有意な相関が見られた。社会情動的選択性理論によると未来展望が低い場合には希望的な未来を望むことができないため、現在志向ゴールを満足させるために情動的意思決定プロセスが生起するとしているが、詐欺犯罪被害傾向と限定的未来展望に見られた一貫した正の相関はこの視点を支持する分析結果であった(Table 3 及び Table4 参照)。しかし、詐欺犯罪被害傾向と限定的未来展望との相関パターンは、非高齢者においても同様であった点は社会情動的選択性理論の枠組みでは説明できない。非高齢男性において、限定的未来展望と詐欺犯罪被害傾向との間に有意な相関が観察されたことを考慮すると、既に指摘されているが変数の測定に関する問題点である可能性が指摘できる。この点に関しては、限定的未来展望は 2 項目で構成される下位尺度である事から、この尺度に含まれる項目の数を増やして信頼性を改善した状態で再評価することが望ましいと考えられる。

詐欺犯罪被害傾向は、高齢者グループにおいてのみ幸福感と QOL に有意な負の相関（-.244 ～ -.385; 全て 1%水準で有意）を示した。詐欺犯罪被害傾向が高齢者グループにおいてのみ幸福感と QOL に関連性がある事は、高齢者に特有の心理学的特性が媒介している事を示唆していると考えられる。詐欺犯罪被害傾向と他の変数群の関連性を分析し、詐欺犯罪被害傾向の構成概念の特徴を分析する必要があろう。この点に関しては本稿の域を超えるが、ポリトマス項目反応モデルなどを用いて詳細な尺度分析を行うことにより、高齢者グループのみで観察された詐欺犯罪被害傾向と生活の質の間の強い相関パターンの解釈が可能になる

Table 3 高齢者における尺度変数間の相関係数（男性）

Scale	Vulnerability for fraud	Hopeful future	Limited future	Enthusiasm in action	Anxiety for failure	Evaluation of ability	Risk seeking	Happiness	QOL
Vulnerability for fraud	1.000	-.225*	.123	-.043	.153	.069	-.254**	-.385**	-.385**
Hopeful future	-.225*	1.000	-.644**	-.371**	-.163	.061	-.085	.231*	.431**
Limited Future	.123	-.644**	1.000	.286**	.164	.001	.030	-.114	-.258**
Enthusiasm in action	.153	-.371**	.286**	1.000	.291**	-.152	-.007	-.236**	-.453**
Anxiety for failure	.069	-.163	.164	.291**	1.000	.023	.085	-.462**	-.435**
Evaluation of ability	-.043	.061	.001	-.152	.023	1.000	.028	-.077	.220*
Risk seeking	.168	-.085	.030	-.007	.085	.028	1.000	-.074	.010
Happiness	-.254**	.231*	-.114	-.236**	-.462**	-.077	-.074	1.000	.523**
QOL	-.385**	.431**	-.258**	-.453**	-.435**	.220*	.010	.523**	1.000

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Table 4 高齢者における尺度変数間の相関係数（女性）

Scale	Vulnerability for fraud	Hopeful future	Limited future	Enthusiasm in action	Anxiety for failure	Evaluation of ability	Risk seeking	Happiness	QOL
Vulnerability for fraud	1.000	-.159*	.152*	.248**	.205**	-.108	.084	-.244**	-.314**
Hopeful future	-.159*	1.000	-.679**	-.335**	-.347**	.205**	-.045	.329**	.467**
Limited Future	.152*	-.679**	1.000	.346**	.350	-.123	-.029	-.339**	-.442**
Enthusiasm in action	.248**	-.335**	.346**	1.000	.526	-.328	-.005	-.338**	-.412**
Anxiety for failure	.205**	-.347**	.350**	.526**	1.000	-.150	.023	-.483**	-.492**
Evaluation of ability	-.108	.205**	-.123	-.328**	-.150	1.000	.014	.067	.260**
Risk seeking	.084	-.045	-.029	-.005	.023	.014	1.000	.053	.014
Happiness	-.244**	.329**	-.339**	-.338**	-.483	.067	.053	1.000	.660**
QOL	-.314**	.467**	-.442**	-.412**	-.492	.260**	.014	.660**	1.000

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

可能性がある。また、詐欺犯罪被害傾向の総合得点は高齢者において非高齢者と比較してに有意に低かった。高齢者は非高齢者より詐欺犯罪被害傾向が低いにもかかわらず、現実には詐欺犯罪被害者となる確率は圧倒的に高い。このような矛盾は今後詳細に分析されるべき課題である。

本研究で研究対象とした尺度変数の中で意思決定に直接影響を及ぼす可能性のある尺度は一般化自己効力とリスク志向性である。リスク志向性と詐欺犯罪被害傾向の相関は、高齢男性においてのみ負の有意な相関が見られたが、年齢グループと性別に共通の一貫した相関構造を示さなかった。しかし、一般化自己効力の下位尺度である行動の積極性と失敗に対する不安（不安が低い時に尺度値が高くなるように設定）の間には年齢と無関係に女性グループにおいてのみ有意な正の相関（-.205 ～ -.298; 全て1%水準で有意）が見られた。男性グループにおける相関係数では、特に失敗に対する不安が低い傾向が見られた（.036 及び.069)。これはオレオレ詐欺と還付金等詐欺において圧倒的に高齢女性の被害者が多いことに関連すると考えられる。非高齢女性では行動の積極性が高く、失敗に対する不安が低い場合であっても、認知機能の低下が大きな問題となる事はないと考えられる。しかし、高齢女性においては積極的に行動する傾向が高く失敗を恐れない状況は、認知

機能の低下と共存する可能性があり、感情的高揚を増幅させるような詐欺シナリオが提示された場合、認知的意思決定よりも感情的意思決定プロセスが生起される可能性が非常に高くなるのではないかと仮説される。

4.2 生活の質の下位尺度と未来展望

生活の質と未来展望の相関関係は、全てのグループで有意であった。希望的未来展望は一貫してQOLと正の相関(.315 ～.467; 全て1%水準で有意)を示し、限定的未来展望は一貫して負の相関(-.205 ～-.298; 全て1%水準で有意)を示した。.生活の質の下位尺度と未来展望との相関は Table 7 に示した。.未来展望と6つの生活の質の下位尺度及び幸福感との相関関係は、希望的未来展望との相関では4グループ全てで常に正の相関であった。.更に、高齢者グループだけに限定すると、14ペアの相関係数の内 12 ペアが有意な相関であった。限定的未来展望と生活の質の相関は希望的未来展望とは全く逆の相関構造を示し、28 ペア中27ペアで負の相関が観察され、特に高齢女性グループにおいては7ペア全ての相関が有意であった。注目すべき点は希望的未来展望と幸福感の相関関係が全てのグループにおいて正の相関であり、その全てが有意であった点である。これは未来展望と幸福感との間に強い関連性が存在する証拠であり、今後は幸福感が未来展望に影響するのか、未来展望が幸福感に影響するのかについての研究が進められるべきである。更に、特筆すべき点は、高齢女性グループにおける未来展望と幸福感(希望的が.329、限定的が -.339)及び健康に関するQOLとの相関(希望的が.420、 限定的が-.421)が非常に高いことである。このような高い相関関係が高齢女性グループだけに存在するメカニズムは情動的意思決定の生起メカニズムと共に社会情動的選択性理論の枠組みを用いた説明が可能であると考えられる。これらのメカニズムの解明は本論の範疇を超えるものであるが、本研究で得られたデータに社会情動的選択性理論に基づいたモデルのフィットを共分散構造分析を用いて評価する事が可能であろう。更には、双方向モデルのフィットが得られれば、未来展望と幸福感の因果関係の方向性に関する情報も提供可能である。

Table 5 から概観できるように高齢者グループでは有意な相関係数が非高齢者グループと比較して明らかに多い(アスタリスクの数と位置を参照)。特に高齢女性では有意でなかった相関関係は 21 ペアの相関係数の中で詐欺犯罪被害傾向と収入との相関ただ1つであった。この年齢グループ間の相違に貢献している要因の一つは詐欺犯罪被害傾向と生活の質との相関である。非高齢者の生活の質は詐欺犯罪被害傾向からほとんど影響を受けていない;男女共に有意な相関係数は観察されなかった。しかし、高齢者においては男女の収入と男性の友人を除いた全てのペアに有意な相関が見られた。詐欺犯罪被害傾向尺度の構築プロセスから推論すると、詐欺犯罪被害傾向が高齢者の幸福感や種々の生活の質に対して直接的な関連性が存在すると考える事は論理的ではない。どの様なメカニズムで詐欺犯罪被害傾向が高いと家族関係や居住環境の評価が低くなるのかが説明できないからである。このメカニズムには高齢者独特の心理学的特徴が媒介変数として存在するのではないと仮説できる。なぜなら、詐欺犯罪被害傾向と高齢者の幸福感や種々の生活の質尺度との関係性は単一相関に基づくものではなく、多くの相関ペアの一貫した傾向に基づく相関構造に基づいた関係であるからである。本研究が提供できる情報の中で重要であると考えられる点は下記の3点である

(1) 未来展望は幸福感や生活の質と関係が深く、特に高齢者において特徴的である
(2) 行動の積極性が高く、失敗に対する不安が低い高齢女性は詐欺犯罪被害傾向が高い傾向がある
(3) 高齢者においては、詐欺犯罪被害傾向は生活の質と負の関係性がある

今後、上記の事実を説明するための研究が必要であるが、その有望な方法論として共分散構造分析が挙げられる.説明モデルのベースとなる理論としては変数間の相関構造分析から社会情動的選択

Table 5　生活の質の下位尺度と詐欺犯罪被害傾向、 希望的未来展望、限定的未来展望との相関関係

Age group	Sex	Variables	Happiness	Family	Housing	Income	Friends	Health	Work
Young	Male	Vulnerability	-.080	.046	.046	-.131	-.070	-.184	-.088
		Hopeful	.320**	.172	.234*	.131	.254*	.143	.175
		Limited	-.308**	-.110	-.111	-.171	-.323**	-.226	-.092
	Female	Vulnerability	-.116	-.012	-.008	-.011	-.079	.087	-.174
		Hopeful	.479**	.133	.062	.124	.355**	.403**	.474**
		Limited	-.381**	-.180	-.192	.010	-.232*	-.253*	-.387**
Elder	Male	Vulnerability	-.254**	-.252**	-.312**	-.140	-.133	-.254**	-.326**
		Hopeful	.231*	.163	.239*	.154	.231*	.360**	.283**
		Limited	-.114	-.023	-.252**	-.163	-.089	-.189*	-.154
	Female	Vulnerability	-.244**	-.246**	-.280**	-.094	-.219**	-.242**	-.246**
		Hopeful	.329**	.200**	.270**	.224**	.258**	.420**	.273**
		Limited	-.339**	-.202**	-.225**	-.261**	-.138*	-.421**	-.208**

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

性理論が挙げられよう。このような研究は、犯罪者に情報提供する事を介して被害者を増加させる可能性を指摘する見解もあるが、本研究の指摘したように詐欺犯罪被害傾向は犯罪被害に遭う傾向ばかりでなく種々の生活の質に強く結びついた高齢者の心理学的特徴に関連する問題であって、犯罪以外の日常生活の向上にもつながるため、今後とも行われるべき研究である。

参考文献

1) 「高齢者白書」 (2011) 内閣府.
2) 永岑光恵・原塑・信原幸弘（2009）「振り込め詐欺への神経科学からのアプローチ」『社会技術研究論文集』（6）177-186, http://shakai-gijutsu.org/sociotechnica8.html [July, 2011].
3) Carstensen, L.L., Isaacowitz, D.M., & Charles, S.T. (1999). Taking time seriously: A theory of socioemotional selectivity, *American Psychologist*, 54, 165-181.
4) Carstensen, L. L. and Mikels, J .A. (2005). At the Intersection of emotion and cognition. *Current Directions in Psychological Science,* 14, 117-121.
5) Forgas, J. P. (1995) Mood and judgment: The affect infusion model (AIM). *Psychological Bulletin*, 117, 39-66.
6) Isen,A.M. and Patrick,R. (1983) The effect of positive feelings on risk-taking: When the chips are down. *Organizational Behavior and Human Performance*, 31, 194-202.
7) Edell, J. A. and Burke, M. C. (1987). The power of feelings in understanding advertising effects. *Journal of Consumer Research,* 14, 421-433.
8) Fung, H. H. and Carstensen, L. L. (2003). Sending momerable messages to the old: Age differences in preferences and memory for advertisements. Journal of Personality and Social Psychology, 85, 163-178.
9) Williams, P. and Drolet, A. (2005). Age-related differences in responses to emotional advertisements. *Journal of Consumer Research,* 32, 343-354.
10) Cumming, E., and Henry, W. E., (1961). *Growing Old: The Process of Disengagement.* New York: Basic Books.
11) Havighurst, R. J., (1963). Successful aging, In Williams, R. Tibbitts, C., and Donahue, W. (eds), Processes of aging. 299-320, New York: Atherton.
12) Atcheley, R.(1989). The continuity theory of normal aging, *The Gerontologist*, 29(2), 183-190.
13) Shibutani, H. & Watanabe S., (2010). "An Application of classical test theory, item response theory, and partially ordered scalogram analysis for evaluating the scalability of the risk- seeking propensity, *Journal of Aomori University and Aomori Junior college*, 33(2).
14) Shibutani, Hirohide. & Watanabe, Satoshi, (2009) , Risky-choice framing effect and risk-seeking propensity; An application of IRT for analyzing a scale with a very small number of items, *Journal of Aomori University and Aomori Junior college*, Vol.32, No.2, 65-80
15) Watanabe, S. & Shibutani H., (2010). "Aging and decision making: Differences in susceptibility to the risky-choice framing effect

between older and younger adults in Japan", *Japanese Psychological Research*, 52(3), 163-174.
16) 田崎美弥子・中根充文 (1998). 健康関連「生活の質」評価としての WHO QOL. 『行動計量』, **25,** 2, pp.76-80
17) Bigelow, D.A., Stewart, B.G., & Olsen, M. (1982).In G.J. Stahler & W.R. Tash (Eds.), *Innovative approaches to mental health evaluation*, New York: Academic Press, The concept and measurement of quality of life as a dependent variable in evaluation of mental health services, 345-366.
18) Lehman, A.F. (1983). The well-being of chronic mental patients: Assessing their quality of life, *Archives of General Psychiatry,* 40, pp.369-373.
19) Greenley, J. R., Greenberg, J. S., and Brown, R. (1997). Measuring quality of life: A new and practical survey instrument, *Social Work,* 42 (3), 244-254.
20) 三重野卓 (1990).『「生活の質」の意味』, 白桃書房
21) 澁谷泰秀 (2002). Quality of Life, pp.99-112,; 三栖郁子（編著）『転換期の地方都市と福祉コミュニティの可能性』, 梓出版
22) 澁谷泰秀・ 渡部諭, (2008)「項目反応理論を用いた ST 簡便 QOL 尺度の分析：実測データと 2 パラメタ･ロジスティックモデルの比較」, 『地域社会研究』, 16, 11-29.
23) 古谷野 旦・柴田 博・芳賀 博・須山 靖男, （1989）. 生活満足度の構造, 老年社会学, 11, 99－115
24) George, L. K., (1981). Subjective well-being:conceptual and methodological issues, *Annual Review of Gerontology and Geriatrics*, 2, 345-382.
25) 張 美蘭・金 憲経・田中 喜代治 (1998). 高齢者の生活満足度の構築, 教育医学, 43(4), 360-370
26) Larson, R. B. (1978). Thirty years of research on the subjective well-being of older Americans, *Journal of Gerontology*, 33,109-125.
27) Bandura, A. (1982). Self-efficacy: Mechanism in human agency, *American Psychologist*, 37, 122-147.
28) 坂野雄二・東条光彦, (1986).「一般性セルフエフィカシー尺度作成の試み」,『行動療法研究』12, 73－82
29) Lord, F.M., and Novick, M.R. (1968). *Statistical Theories of Mental Test Scores*. Massachusetts: Addison-Wesley.
30) Hambleton, R.K., Swaminathan, H., and Rogers, H.J. (1991). *Foundation of Item Response Theory*. Newbury Park, CA.: Sage Publications.
31) 芝祐順（1991）『項目反応理論』. 東京大学出版会
32) Embretson,S. E., and Reise, S.P. (2000). *Item Response Theory for Psychologists*, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
33） 澁谷泰秀 ・ 渡部諭 (2011).「詐欺犯罪被害傾向と生活の質□高齢者と若年成人との比較」,『青森大学・青森短期大学研究紀要』, 第 34 巻、2 号, 89□112.

比喩理解と解釈，作動記憶の関係
The relationships between metaphor comprehension, interpretation and working memory

平 知宏[1]，楠見 孝[2]，内海 彰[3]
Tomohiro Taira, Takashi Kusumi, Akira Utsumi

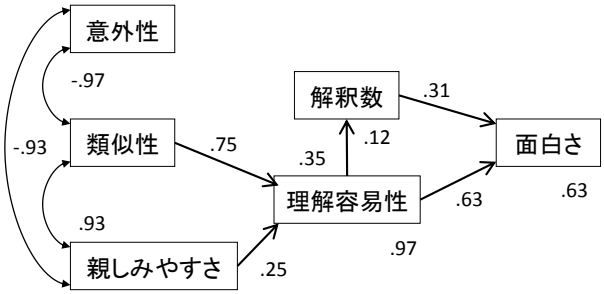
[1]大阪市立大学，[2]京都大学，[3]電気通信大学
Osaka City University, Kyoto University, The University of Electro-Communications
cogpsy.t.taira@gmail.com

Abstract
Our study examined the relationships between metaphor comprehension process, its interpretations, and individual's capacity of working memory. One psychological experiment revealed that (1) the presentation of metaphor interpretations made the metaphor itself more comprehensible and more interesting, and that (2) the verbal working memory capacity of the participant partially predicted the metaphor comprehensibility, not metaphor interestingness and metaphor unpredictability.

Keywords — Metaphor Comprehension, Metaphor Interpretation, Working Memory

1. 問題
「人生はギャンブルのようだ」のように，ある語（主題）を別の語（喩辞）でたとえている表現について，多くの研究がその表現がどのように理解されているのかを検討している[1][2]。特に，比喩から想起される解釈を構成する意味の個数，およびそれぞれの意味の顕現度の高さにより，比喩の理解過程を説明できるといったように，比喩から想起される解釈の多様さが，理解過程に重要な役割を果たすことがわかっている[3]。

こうした比喩の解釈は，比喩の理解そのものだけでなく，表現の面白さの認知とも深く関わると考えられる。先行研究では，比喩の理解容易性，親しみやすさ，類似性，意外性，面白さなどの評定データ，および一つの比喩から想起される解釈数のデータを収集した上で，それらの相関関係からパス解析を行い，比喩の理解や面白さの認知の過程を予測するモデルを立てた。その結果，比喩の面白さは比喩の理解しやすさと，解釈の数により決定し，理解しやすく多くの解釈が想起されるほど面白さが増すことを示された（図 1）[4]。



数値は標準化パス係数と重相関係数

図 1　先行研究による面白さの認知過程予測

一方で，特定の比喩からその解釈を想起・産出するということは，個人差の大きい問題である。特に一般的になじみのないような比喩では，個人によって想起する解釈の内容が異なってくることなどが，先行研究により指摘されている[5]。こうした比喩の理解や解釈過程における個人差の問題については，いくつかの先行研究で，特にリスニングスパン課題やワードスパン課題により測定されるような，言語性作動記憶との関係から議論されており[6][7]，スパン得点の高さが，比喩理解の自動的処理や，比喩から想起される解釈の質の高さと相関することが示されている。これは，比喩の理解では，主題に対し適切な意味に基づき喩辞との組み合わせを評価するだけでなく，評価に関与しない無関係な意味を抑制することが重要になり，言語性作動記憶容量が多ければ，その分無関係な意味の抑制に割ける認知的資源が多くなるからだと解釈されている[6]。

以上より，解釈を想起するという個人内での現象が，比喩の理解過程に重要な役割を果たしてい

ることが考えられるが，従来の研究では指標間の相関関係や計算モデルから，比喩の理解のしやすさ等が，比喩文の解釈の多様さと関係することを示しているのみで，解釈を行うという行為そのものが比喩の理解に直接的に影響しているのかどうか，個人内の心的メカニズムについてはほとんど検討されてきていない。また，こうした理解の過程，解釈の過程，作動記憶などの認知能力それぞれの間の関係については，不明な点も多い。

本研究では，以上の問題をもとに，比喩文の理解過程において，比喩の解釈を行う過程や作動記憶などの個人の認知能力との関わりについて，心理実験をもとに検討した。

2. 方法

2.1. 参加者 日本語を母語とする大学生・大学院生 54 名（男性 33 名，女性 15 名，平均 20.8 歳）を対象とした。

2.2. 材料 「A は B のようだ」形式の直喩文 24 文を使用した。それぞれの直喩文については，事前調査による評定を通じ，理解容易性（直喩文が理解しやすいものであるかどうか，1: 理解しにくい — 5: 理解しやすい），面白さ（直喩文が面白いものかどうか，1: 面白くない — 5: 面白い）が測定されており，そのうち 12 文は理解容易性および面白さの評定値が低い直喩（例：結婚は冷蔵庫のようだ，理解容易性 M=2.35，面白さ M=2.47）であり，もう 12 文は理解容易性および面白さの評定値が高い比喩（例：人生はギャンブルのようだ, 理解容易性 M=3.26, 面白さ M=3.96）であった[8]。

また，それぞれの直喩文には，解釈に関わる特徴文 3 つを用意した（例：人生はギャンブルのようだ — どうなるかわからない，やり直しがきかない，リスクを伴う）。特徴文は，インターネットを通じた直喩文の解釈自由記述調査の結果を参考に，記述頻度の高い解釈から順に作成した[9]。

2.3. 手続き 実験は初回評定課題，リーディングスパン課題（RST），2 回目評定課題の 3 つの課題からなり，順に行われた。

初回評定課題では，練習用の直喩 2 文と材料の直喩 24 文を印刷した冊子を参加者に配布し，それぞれに対し理解容易性，面白さ，意外性を 7 段階で評定させた（1: 理解しにくい，面白くない，意外でない — 7: 理解しやすい，面白い，意外である）。直喩 24 文の呈示順は，参加者 2 群によりカウンターバランスされていた。

RST では, 苧阪・苧阪 (1994) の手順をもとに，参加者のリーディングスパン得点（RS 得点）を求めた。課題では参加者に対し，PC 画面上に呈示される 2 文から 5 文の日本語の短文を読み上げさせつつ（例：それは，ゆれながら水銀のように光って上に上がりました；一人の子供が，青い湖のそばで遊んでいました), 短文内で下線が引かれた単語（例：水銀，子供）を記憶させ，順不同で口頭で報告させるという手続きをとった。なお，試行ごとに呈示する短文の数は，一定の RS 得点に対応する呈示数をクリアするごとに，一つ上位の RS 得点に対応する呈示数に進む段階型の手続きは取らず，呈示される短文の数は試行ごとにランダムとした[10]。

2 回目評定課題では, 最初に PC 上に出現する 3 つの情報について，自分のペースで記憶するよう参加者に求めた。3 つの情報は，比喩の特徴文と単純な 1 桁の計算式により構成されており，3 つの情報全てが計算式（特徴 0 条件)、1 つが特徴文で 2 つが計算式（特徴 1 条件)、3 つの情報全てが特徴文（特徴 3 条件）のいずれかであった。3 つの情報は，画面上に 1 つずつ呈示され，キーボードの任意のキーを押すと，次の情報が呈示されるようプログラムされていた。参加者が 3 つの情報を覚えた段階で画面上に評定課題時と同様の直喩文が呈示され，参加者は改めて直喩文の理解容易性，面白さ，意外性を評定するよう求められた。その直後に，覚えた 3 つの情報について，再生するよう求められた。以上を 1 試行とし，練習 2 試行と本試行 24 試行の計 26 回試行が繰り返された。本試行の呈示順は全て参加者ごとにランダマイズされた。

3. 結果

3.1. 結果の処理と予測 初回および2回目評定課題の理解容易性，面白さ，意外性の平均評定値を分析対象とした。またそれぞれの評定値と参加者の RS 得点の関係について，相関係数をもとに検討した。なお RS 得点の算出は，部分採点負荷方式（partial-credit load scoring）で行った[11]。

先行研究より，解釈に関わる情報が多く呈示されれば，理解容易性だけでなく，面白さも高まることが予測される。また，呈示された解釈をもとに比喩の理解が行われるということは，主題と喩辞の類似性を発見することを意味することから，表現の意外性は解消されることが予測される

一方 RS 得点は，参加者の言語性作動記憶容量を反映している。これまでの研究から，スパン課題の得点の高さが，自動的に比喩理解が行われやすくなることや，質の高い解釈を想起させることと関わっていることが示されている。本実験において測定している RS 得点の高さも同様に，理解容易性の高さと関係することが予測される。

3.2. 評定値平均 理解容易性，面白さ，意外性それぞれについて，評定課題（初回／2 回目）×特徴の数（0 条件／1 条件／3 条件）各条件における評定平均値は，表 1 のようになった。

理解容易性, 面白さ, 意外性それぞれについて，参加者内 2 要因分散分析を行った結果，理解しやすさ，面白さにおいて，評定課題の主効果が見られたが（Fs (1,53) = 46.76, 4.53; ps < .001, .05），意外性では主効果が見られなかった（F (1,53) = .69, *n.s.*)。このことから，理解容易性や面白さは 1 回目よりも 2 回目の方が高く評定されることが分かった。また理解しやすさと面白さにおいて，評定課題と特徴の数の交互作用が見られた（Fs (2,106) = 12.95, 4.30; ps < .001, .05)。下位検定の結果，理解しやすさ特徴数 0 条件では 1 回目評定と 2 回目評定の間に有意差が見られなかったが（F (1,159) = 2.47, *n.s.*)，特徴数 1 条件および特徴数 3 条件時には有意差が見られた（Fs (1,159) = 32.80, 56.45; ps < .001)。また面白さ特徴数 0 条件では有意差が見られず（F(1, 159) = 0.22, *n.s.*)，特徴数 1 条件では有意傾向が（F(1, 159) = 3.44, p < .10), 特徴数 3 条件では有意差が見られた（F(1, 159) = 9.59, p < .005)。これらのことから，解釈に関わる特徴が 1 つ以上呈示されることで，比喩の理解しやすさや面白さが高まることが示された。

3.2. 評定値と RS 得点間の相関 理解容易性，面白さ，意外性の評定値それぞれと，参加者の RS 得点間の相関係数は，表 2 のようになった。

表 1 各評定平均値の結果

特徴の数		評定課題 初回	評定課題 2 回目
理解容易性	0 条件	4.67 (.72)	4.79 (.68)
	1 条件	4.70 (.71)	5.13 (.73)
	3 条件	4.76 (.68)	5.33 (.73)
面白さ	0 条件	4.34 (.65)	4.29 (.73)
	1 条件	4.37 (.80)	4.55 (.77)
	3 条件	4.29 (.69)	4.60 (.83)
意外性	0 条件	3.77 (.76)	3.80 (.64)
	1 条件	3.76 (.68)	3.75 (.74)
	3 条件	3.79 (.78)	3.70 (.79)

N=54, range: 1-7, カッコ内は *SD*

表 2 各評定値と RS 得点との相関係数

特徴の数		評定課題 初回	評定課題 2 回目
理解容易性	0 条件	.16	.23 †
	1 条件	.16	.16
	3 条件	.19	.21
面白さ	0 条件	-.10	.03
	1 条件	.04	.12
	3 条件	.13	.11
意外性	0 条件	.09	.10
	1 条件	.12	.10
	3 条件	.19	.15

N=54, †:p < .10

表 3　各評定値における重回帰分析結果

	理解容易性		面白さ		意外性	
	β係数	*t* 値	β係数	*t* 値	β係数	*t* 値
1回目評定	.77	43.23 ****	.53	22.15 ****	.68	33.06 ****
RS得点	.03	1.84 +	.04	1.63	.02	.93
適切度合計	.10	5.59 ****	.07	2.82 ***	-.03	-1.45
調整済みR^2		.61		.29		.47

**** p <.001, *** p <.005, + p <.10

その結果，2 回目評定課題時の特徴 0 個条件および 3 個条件における理解容易性評定と RS 得点の間に弱い相関が見られた以外は，ほとんど相関が見られなかった。

3.3. 各指標間の関係まとめ　比喩文の理解と，比喩の解釈や作動記憶などの個人の認知能力との関わりをまとめて議論するため，参加者の試行ごとの比喩の理解しやすさ，面白さ，意外性それぞれの 2 回目の評定値を従属変数，それぞれの初回の評定値，RS 得点，試行時に呈示された特徴の適切さを合計した値を独立変数とした重回帰分析を行った。なお，呈示された特徴の適切さは，インターネットを通じた別の調査により，比喩に対するそれぞれの特徴文の適切さを 5 件法 (1: 適切でない ― 5: 適切である) により評定を求めたデータを使用した。

重回帰分析の結果は表 3 の通りとなった。その結果，理解容易性や面白さの 2 回目評定は，適切度の高い解釈が呈示されるほど高くなることがわかった。また理解容易性においては，RS 得点の高さが，評定値の高さに結びつく傾向にあることもわかった。一方，意外性については，初回評定値のみが 2 回目評定値に関与しており，RS 得点や特徴文の適切さは関与しないことが示された。

4. 考察

比喩の理解容易性と面白さについては，予測通り解釈に関わる情報を呈示することで，比喩は理解しやすくなり，面白くなることが示された。またその効果は，呈示する解釈の数と関係することから，先行研究で立てたモデルのように，多くの解釈を想起するという過程を経て，比喩の理解や面白さの認知が行われることが示された。

一方，意外性については，事前の予測とは異なり，解釈に関わる特徴を呈示しても，比喩の意外性は解消されないことがわかった。この結果については，意外性の評定が，比喩そのものだけでなく，呈示された特徴にも適用されたため生じた可能性がある。すなわち，実験手続き上，比喩に関わる特徴文を呈示した上で，比喩文に対する意外性の評定を求めていたが，その流れで比喩としての意外性は解消されつつも，呈示された特徴が参加者にとって予期しないものであった場合，その意外性が評定に影響した可能性がある。こうした問題については実験上の教示を改善するとともに，こうした 2 種類の意外性が，比喩の理解過程とどのように関わるのか，より詳細に検討していきたい。特に，理解容易性，面白さ，意外性 3 つの指標について，それぞれの間の相関係数を検討したところ，理解容易性と面白さでは正の弱い相関が見られ（初回：.23　2 回目：.26），理解容易性と意外性ではほとんど相関が見られなかったが（初回：-.19　2 回目：-.15），面白さと意外性では中程度の相関が見られた（初回: .51　2 回目: .52）。従来の先行研究では，理解容易性と面白さに強い正の相関が見られ，それぞれは意外性と強い負の相関が見られていたことから，今回の実験により測定している理解容易性，面白さ，意外性については，先行研究のそれとは必ずしも一致しないものであったとも考えられる。

また，比喩理解と言語性作動記憶とのかかわりについては，理解の過程との関わりが部分的に認められた。比喩文の理解容易さが，作動記憶容量の大きさと相関するという結果については，先行

研究の議論を支持するものと考えることができる。ただし，RS 得点と各評定の間にほとんど相関が見られなかった理由としては，参加者の語彙知識など，他の比喩理解の過程に影響を与える要因が統制されていなかったことや，実験の性質上必ずしも言語性作動記憶を必要としない課題であった可能性などが考えられる。特に本研究における 2 回目評定課題については，比喩に関連する言語的な情報が多いか少ないかという課題であり，言語性作動記憶が重要となるような，無関連な言語的情報を抑制する必要のある課題とは異なっていた。

以上を踏まえた上で，比喩の理解過程における解釈と作動記憶の役割については，より詳細な検討が必要であろう。今後は，特に参加者に呈示された比喩文の性質に注目しつつ，一般的に解釈が多く想起されるような比喩（例：人生はギャンブルのようだ，のように親しみのある比喩）と，解釈が想起されにくいような比喩（例：結婚は冷蔵庫のようだ，のように親しみのない比喩）とで，今回の実験のような効果に違いが見られるのかどうかを検討する。呈示する比喩が，解釈を生成しやすいものであるかどうかによって，理解の過程そのものや言語性作動記憶の果たす役割についてより詳細な議論が可能となるだろう。その上で，比喩理解と解釈の関係に，個人の認知能力を組み込んだ心的モデルの構築を目指したい。

参考文献

[1] Bowdle, B. F. & Gentner, D. (2005). The career of metaphor. Psychological Review, Vol. 112, No. 1, pp. 193-216.

[2] Jones, L., & Estes, Z. (2006). Roosters, robins, and alarm clocks: Aptness and conventionality in metaphor comprehension. Journal of Memory and Language, Vol. 55, No. 1, pp. 18-32.

[3] Utsumi,A. (2007). Interpretive diversity explains metaphor-simile distinction, Metaphor and Symbol, Vol. 22, No. 4, pp. 291-312.

[4] 平知宏・中本敬子・楠見孝. (2006). 直喩文の理解容易性と解釈多様性が面白さに及ぼす効果：理解がしやすく多くの解釈ができるから面白い. 日本心理学会第 70 回大会発表論文集, p. 240.

[5] 平知宏・中本敬子・楠見孝. (2007). 比喩理解における親しみやすさと解釈の多様性. 認知科学, Vol.14, No. 3, pp. 322-338.

[6] Chiappe, D. L. & Chiappe, P. (2007). The role of working memory in metaphor production and comprehension. Journal of Memory and Language, Vol. 56, No. 2, pp. 172-188.

[7] Pierce, R. S., MacLaren, R., & Chiappe, D. L. (2010). The role of working memory in the metaphor interference effect. Psychonomic Bulletin & Review, Vol. 17, No. 3, pp. 400-404.

[8] 平知宏・楠見孝. (2009). 比喩文の適切性評価に関わる主題と喩辞の認知. 日本認知言語学会論文集, Vol. 9, pp. 465-471.

[9] 平知宏・楠見孝. (2011). 個人内で産出される比喩解釈の量的分析：理解しやすく面白い比喩は多くの解釈が産出されるのか？ 日本心理学会第 75 回大会発表論文集, p. 869.

[10] Engle, R. W., Cantor, J., & Carullo, J. J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition, vol. 18, No. 5, pp. 972-992.

[11] Conway, A., Kane, M., Bunting, M., Hambrick, D., Wilhelm, O., & Engle, R. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. Psychonomic Bulletin & Review, Vol. 12, No. 5, pp. 769-786.

未知語処理における人間の読み行動
Behavior of Human Sentence Reading including an Unknown-Word

坂本 聡[†], 筧 一彦[†1]
Satoshi Sakamoto, Kazuhiko Kakehi

[†]中京大学情報科学研究科認知科学専攻 [†]中京大学人工知能高等研究所
Chukyo University
h21102m@st.chukyo-u.ac.jp, kakehik@sist.chukyo-u.ac.jp

Abstract

Till,Moss&Kintsch showed that the meaning in a sentence is tentatively determined before the contextual processing of word-meaning in the sentence, based on the priming experiment using a homograph word. Here, instead of a homograph word, an unknown-word for a reader, a word nonrelated to the sentence context and a usual control word are used to confirm their results using an eye-tracker.

However, the experimental results showed no clear difference between the unknown-word condition and the non-contextual real word condition.

The cause of the results are discussed as that the sentence structure used.

I was rather so short and simple that the subjects did not process the sentence deliberately.

Keywords — 未知語処理,文脈,眼球運動

1. はじめに

文中の単語の意味理解について Till,Moss,&Kintsch(1988)は,文章中の語の意味がどのように決まっていくのかを調べるために,同形異議語を文末に含む文章をプライミングとして呈示した後,同形異議語から推論される語,または文脈によって推論される語の語彙判断をするという課題を実施し,判断にかかった潜時時間を比較する実験を行なっている.Steinhart(1996)ら同様の研究がある.これらの研究に基づいて Kintsch らは、単語それ自身の意味決定に要する時間や文脈によるトピックの処理に要する時間などを推定するとともに,単語の意味の決定には,単語それ自身の意味ではなく,文脈によって決まる意味が最終的には重要であることを示している.

文中の語が何を指示するかについては照応関係において多くの研究が行なわれている.

2. 本研究の目的

本研究では,未知語の意味推定という別のパラダイムから文読解時の語の意味決定プロセスの検討を試みる.文中の未知語に遭遇したときに,どのような処理が行なわれるかの検討の第一段階として,文読解中に未知語に遭遇した場合の読み行動を,眼球運動測定装置(TOBII-SERVER)を用いて観測し,未知語の意味決定における先行する文脈情報や後続する文脈情報の利用の仕方についての検討を進める.

仮説

Kintsch(1988)らの”同形異義語では単語単独の意味決定が先になされ,文脈よって再度単語の意味が決まる”という報告をもとに次のような.

単語それ自身の意味を知らない未知単語に文中で遭遇した場合,語の意味がとれないことから,その時点で意味を推論するために情報の探索行動が起こると考えられる.一方,単語それ自身の意味は知っているが文脈が形成する命題との関連が無い無関連語に文中で遭遇した場合,目標語の語の意味は知っているために,その語に遭遇した時点では情報の探索行動を行なわず,命題形成を行なう際に,文脈におけるその語義のあり得る解釈を行

なう,探索行動を開始するものと考えられる.少なくともこの探索は未知語の場合と比較してそれより後の時点で起こるものと考えられる.

今回の実験では眼球運動の注視点の移動情報や停留時間の指標をもとに,文中における未知語と無関連語の処理の違いから Kintsch らの考えを検討する.

3. 実験

本実験では, 語の意味または文脈における語義を把握できない単語を, 文章に含ませ, 読ませることによって文の読解における眼球運動から, 語の意味決定を行なうプロセスを考察する.

実験は文章読解中の視点遷移を記録するものであるが, 文章を読むだけの単調な課題にしてしまうと, 施行を経るごとに被験者が文章を読むこと自体を疎かにしてしまう懸念があったため, 文章を読んだあとに, その文章に関する質問に答えるという補助課題を設けた. 被験者が補助課題に執着してしまい, 文章読解とは違う読み行動をしてしまわないように, 質問内容は目標語である未知語や無関連語にはなるべく関係しないように作成した.

また実験者が作成した未知単語が, 被験者にとって本当に知らない, または知らないと思っているのかを確認するために, 実験後に事後アンケートを実施した. アンケートでは実験で使用した文章を印刷したプリントを手渡し, ”この中で読解開始時にその意味を知らなかった単語があれば下線を引き, その単語の意味の知らなかった程度を 5 段階評価で記述して下さい”と教示した. 評価基準については”1 が殆ど知っていた, 5 がまったく知らなかった”であると教示した. 2～4 についてはその中間ということで特に言及しなかった.

3.1. 方法

被験者：大学生 15 名(男性:13 人女性:2 人)

使用機材：

・眼球運動測定装置

TOBII-SERVER T60 eye Tracker

画素数　1024*768[pixcel]

・使用ソフト

E-Prime 2.0 professional

E-Prime Extensions for tobii

・刺激呈示　テータ収録用　ノート PC

Panasonic CF-F9

刺激の作成：

単純な構造からなる 2 文の中にターゲットを含ませたものを刺激文として作成した.ターゲット単語は 3 モーラで統制し,文章も 26± 1 文字にして,なるべく刺激文ごとの読みに要する時間の差を減らすよう努めた.

条件：

本実験では,実験開始時にその単語自身の意味が分からない未知単語をターゲット語とする未知単語条件,単語自身の意味は知っているが文脈にそぐわない単語をターゲット語とする無関連語条件,そして語の意味も語義も理解できる通常の文を統制条件とし, 3 条件で刺激の提示を行なった. 未知単語条件については語の表記から意味を推論することを避けるために漢字を使用せずカタカナで統一した.また感覚として有意味単語であると感じさせるために,完全な非語ではなくアイヌ語から適当なものを選定した.

例文を以下に記述する.

1）未知単語条件

私は知育のためにサキリを購入した。頑張って欲しい。

2）無関連語条件

私は知育のために燃費を購入した。頑張って欲しい。

3）統制条件

私は知育のために絵本を購入した。頑張って欲しい。

刺激文は未知単語条件を 10 文,無関連語条件を 10 文,統制条件を 5 文,実験意図を知られないためのフィラー文を 30 文作成し,ランダマイズして提示した.一人あたり 55 文の読解施行を行なった.

手続き：

以下の手続きで実験を進めた.

①眼球運動測定装置のキャリブレーションを行なう

②練習用の刺激文を用いて実験の進め方,操作方法を教示する

③ランダムな順番で全施行の半分まで進める

④誤差修正のために,もう一度視点のキャリブレーションを行なう

⑤同様に残りの半分のセットの刺激文に対する実験を施行する

⑥事後アンケートを行なう

１試行を試行するときの手順は以下のとおりである.

①視点の初期位置を固定するために１秒間十字マーク(+)を左端に表示

②刺激文が表示される

③被験者被験者の読み終わったと思うタイミングでクリックをしてもらう

④１秒間十字マークを真ん中に表示する

⑤質問を表示する

⑥質問に対して YES(左クリック)または NO(右クリック)で回答してもらう.

※質問がない試行については"質問はありません.クリックで進めてください"と表示する.

3.2. 分析方法

E-Primeによって得られる注視点データ(x,y)を使用して,時系列と視点遷移の関係を分析する.Y軸は画面を３分割し,255<y<512 のデータを使用した.X 軸データによって刺激文中の前半の文脈情報,目標単語,後半の文脈情報のいずれをみているのかの判断基準とした.前の文脈情報の区間は文頭から目標単語まで,後の文脈情報は２文目文頭から文末までで設定した.

4. 結果

①事後アンケート

未知単語に被験者全員が下線を引いていたため,こちらの設定どおり被験者の知らない単語を選定できていたと考えられる. しかし,”ヘカテ”という目標語に関して「神話の神様にいた気がする」ということから５段階評価中の４を付けている被験者が１人いた.

②読みにかかる時間

各条件における文章を読むのにかかった時間[sec]を分散分析した結果,未知単語条件と統制条件間(F(1,186)=7.16,p=0.0081),それと無関連語条件と統制条件間(F(1,186)=5.41,p=0.0211)に有意差が認められた.ここから目標語の意味決定のためのプロセスによって有意に読みにかかる時間が長くなったことが読取れる.

③目標単語認知後の戻り読み

眼球運動から読取れる情報探索行動の中で一番顕著表れるのが戻り読み(トラックバック)だと考えられる.よって目標単語を読んだ後,視線が前の文脈情報の設定区間に戻った場合の試行の回数を被験者ごとに記録した.その回数を全施行回数で割り,割合を求めた.それを条件ごとに全被験者で平均した.結果,通常文条件 47%,無関連語条件 52%,統制条件 49%となった.この結果に有意差はなく未知単語条件の場合にターゲット単語処理の時点でその語の意味決定のために戻り読みをするという様子は伺うことができなかった.

④ターゲット単語認知後の前の文脈情報・後の文脈情報の注視時間の割合

ターゲット単語の読みの後に前の文脈情報として設定された区間と後の文脈情報として設定された区間,それぞれの注視時間を１施行ごとに算出した.両方の注視時間の和で前文脈の注視時間を割りそれを得点とし,分散分析を行なった.

結果,未知単語条件-無関連語条件(F(1,257)=2.31,p=0.1294),無関連語条件-統制条件(F(1,192)=3.50,p=0.0630),未知単語条件-統制条件(F(1,192)=0.51,p=0.4743)という結果になった.無関連語条件と統制条件の間に有意傾向が見られ,未知単語条件と統制条件の間には有意差が全く無いことから,無関連語条件の方がむしろ未知単語条件よりも前の文脈情報を探索していた可

能性がある.

4. 総合考察

今回の実験では,仮説として立てた”未知単語条件の場合,ターゲット語に遭遇した時点で情報探索が開始され,無関連語条件の場合は文末まで読んでから情報探索を開始する”というものとは反する結果となった.むしろ無関連語条件は目標語遭遇直後の戻り読みが多く,読解にかかった全体の時間の中でも前の文脈情報を探索している時間が長い傾向にあることが示されている.

この様な結果の要因となったと考えられる点が3点ある.1つは補助課題の難易度が易しすぎた点,もう1つは刺激文の長さが短かった点,さらに刺激文の文構造を統一しすぎた点である.

まず補助課題の難易度が易し過ぎた点,今回の補助課題は刺激文に関する Yes/No の2択で回答する質問課題であったが,ターゲット単語には関連の無いような質問を作成したために,質問自体がとても易しいものにならざるを得なかった.その結果として,文章を理解して読もうとする態度が徐々に削がれてしまい,情報の探索をしなくなってしまった可能性が考えられる.また刺激文の長さが短かったこともこれに関係していると考えられる.なぜならば,一度読み進めた文章上の情報を探索するということは,短期的な記憶に収まりきらなかった情報を再度収集しに行くということであると考えられ,文の長さが短かった場合に,その必要性が低くなってしまうかもしれないからである.

もう1つが文構造を統制し過ぎた点,これによりフィラーを除く分析対象の文が呈示された時に,その文構造に対しての特別な読解方略を実験の中で構築してしまっている可能性が実験終了後の被験者の実験に対するコメントから見受けられたためだ.被験者にコメントを求めたところ,”刺激文(フィラーではない文)の場合はどこに何が来るのかがある程度予想できるようになっていた”や”(目標語が)カタカナの場合は知らない単語が来ることが途中で分かった”などと言った意見が多数あった.

これらのことから,次回の実験では刺激文のバリエーションを増やすことや目標単語の文字種について再検討する必要があると考えられる.

参考文献

[1] Walter Kintsch, (1998), *Comprehension: A paradigm for cognition*. NewYork: Cambridge University Press. pp. 130-.136

[2] Steinhart, D.J. (1996), *Resolving Lexical ambiguity: Does context play a role?* 未公刊修士論文, University of Colorado, Boulder

文理解における指示対象の曖昧性解消の発達過程：眼球運動と瞳孔径の変化による検討

Development of Referential Ambiguity Resolution during Sentence Comprehension: A Study with Eye Movements and Pupil Dilations

神長 伸幸[†]，大石衡聴[†]，馬塚 れい子[†‡]
Nobuyuki Jincho, Hiroaki Oishi, Reiko Mazuka

[†]理化学研究所，[‡]デューク大学
RIKEN Brain Science Institute, Duke University
njincho@brain.riken.jp

Abstract

This study investigated how 5- and 6-year-old children and adults resolved referential ambiguity when they listened to sentences containing color adjectives. We investigated whether the timing of disambiguation (at the prenominal adjective or at the noun) affected their eye movements (proportions of target object fixations) and pupil dilations in a visual world paradigm experiment. In the eye movement data, adults showed a reliable effect of the timing of disambiguation, while 5- and 6-year-olds only showed weak tendencies of the effect. In the pupil dilation data, adults showed larger dilations for the noun disambiguation condition than for the adjective disambiguation condition. Six-year-olds showed an effect in the opposite direction: larger dilations for the adjective disambiguation condition than for the noun disambiguation condition. Five-year-olds did not show any differences. Taken together, the results suggested that 6-year-olds and adults can resolve referential ambiguities incrementally, and that the eye movements and pupil dilations can be used complementarily to investigate spoken sentence comprehension. A caution for interpreting pupil dilations was also discussed.

Keywords — referential ambiguity, sentence processing, language development, visual world paradigm, pupillometry

1. はじめに

我々の日常会話では聞き手が話し手の発話内容を理解しながら自らの発話内容を用意し、聞き終えた直後に話し始める。これが円滑に進められるためには、聞き手は話し手が話し終えるのを待たずに、入力された情報を次々と処理しなければならない。このような話し言葉の理解における逐次性は、近年の視覚世界パラダイムと呼ばれる実験を用いて盛んに検討されている。例えば形容詞句を含む文を聞く際、指示されるオブジェクトへの注視は形容詞またはそれに続く名詞の提示に伴って急速に増加する[1]。この知見は、最低限必要な情報を得た時点で聞き手が指示対象を特定していることを示している。また、幼児を対象とした研究でも指示対象の曖昧性解消過程が逐次的であることが示唆されている[2][3]。ただし、先行研究[2]において、画面に提示されたのは二つのオブジェクトのみであり、より複雑な視覚文脈状況においても同様の効果が見られるかどうかが分からない。これに関して、先行研究[3]では、画面に四つのオブジェクトが提示される状況でも先行研究[2]と類似した結果が得られることを報告している。しかし、先行研究[3]の問題として、被験児数が 11 人と少なく、年齢が 5 歳から 7 歳と幅広かったことが挙げられる。近年の研究によって 5 歳前後は文理解の様式が大きく変化する時期であることが示唆されているが(例えば[4])、先行研究[3]の知見では、指示対象の曖昧性解消が何歳の段階で成人と同じようになるのかが分からない。そこで本研究は、形容詞句を含む文（例えば「緑のリスはどれ」）を聞く際の指示対象の曖昧性解消について 5 歳児、6 歳児および成人の発達的変化を視覚世界パラダイム実験で検討した。

従来の視覚世界パラダイム実験では、指示対象となるオブジェクトの注視確率が主な指標とされてきた[1][4]。本研究の場合、名詞に先行する形容詞を聞いた時点で指示対象の曖昧性を解消できる場合は、名詞まで聞かなければ曖昧性を解消でき

ない場合と比べて指示対象の注視確率が早く増加すると予測される。ただし、幼児は一般に言語理解処理により多くの時間がかかり、眼球運動の統制が未熟で、ワーキングメモリ容量が小さいことから、成人に比べてオブジェクトの探索がより困難であると考えられる[5]。よって、言語理解を反映した注視確率の変化は、成人より遅いだけでなく、試行間のばらつきが大きくなり、曖昧性解消のタイミングによる差をオブジェクトの注視確率のみで検出するのは難しい可能性がある。そこで本研究はオブジェクトの注視確率に加えて聞き手の瞳孔径の変化量を検証する。瞳孔径は周囲の明るさだけでなく被験者の心的負荷に応じて変動することが知られている[6][7]。本研究では、瞳孔径を増加させる二つの要因を仮定する。一つは、指示対象の曖昧性を解消して支持対象へ注視点を移動させようとする時点で視覚的な探索の負荷が高まることである [8]。これが正しければ、形容詞を聞いて指示対象の曖昧性が解消される場合は、名詞まで聞かなければ曖昧性が解消できない場合に比べて視覚探索のタイミングが早まるので、瞳孔径も早く上昇すると予測される。もう一つの要因は、一時的な指示対象の曖昧性によるワーキングメモリの負荷の上昇することである。これが正しければ、形容詞を聞いた時点で曖昧性を解消できる場合に比べて、名詞まで聞かなければ指示対象の曖昧性を解消できない場合の心的負荷が高く、瞳孔径の拡張がより顕著に現れると予測される。

2. 方法

被験者. 5 歳児 23 名（男児 12 名、女児 11 名、年齢 5 歳 1 カ月から 5 歳 11 カ月）、6 歳児 24 名（男児 12 名、女児 12 名、年齢 6 歳 0 カ月から 6 歳 11 カ月）、成人 24 名（男性 11 名、女性 13 名、年齢 19 歳から 35 歳、平均 27 歳）が参加した。成人被験者および幼児被験者の保護者には研究の目的・方法等を実験参加前に説明した上で参加同意を得た。参加者には謝礼が支払われた。なお実験手続きについては理化学研究所倫理審査委員会による承認を得ている。

刺激文. 「緑のリスはどれ。」のような色の形容詞を含む日本語文を刺激文とした。色の形容詞は「緑の」「紫の」「ピンクの」「オレンジの」の四種類があった。また、オブジェクトを示す名詞は全て動物の名前であり、「ウサギ」「カエル」「かめ」「さかな」「サル」「ねこ」「ライオン」「リス」の八種類があった。刺激文は日本語を母語とする成人女性の発話を録音した。その際、形容詞または名詞に強調の抑揚がつかないように発話するよう教示した。形容詞句、名詞句、疑問詞の平均持続時間はそれぞれ 553ms（SD 55ms）、491ms（SD 71ms）、314ms（SD 29ms）だった。

視覚文脈. 四種類の動物の絵で構成される視覚刺激が作成された。四つのオブジェクトはピンク、緑、紫、オレンジのいずれかの色で塗られており、一画面には三種類の色が使われた。視覚文脈の要因として刺激文の形容詞が単一のオブジェクトに一致する条件（以下単一一致条件、図 1(A)）と二つのオブジェクトに一致する条件（複数一致条件、図 1(B)）があった。単一一致条件は形容詞を聞いた時点でターゲットを特定できるが、複数一致条件では名詞まで聞かなければターゲットを特定できなかった。

装置. 被験者の眼球運動測定には Tobii 社製 Tobii1750EyeTracker（サンプリング周波数 50Hz、平均測定誤差視角 0.5°）を用いた。刺激の提示、眼球装置の制御、反応の記録は E-prime1.2 と E-prime Extension for Tobii を使用して作成したプログラムを用いた。

手続き. 被験者は最初に眼球運動装置のキャリブレーションを行った。次に、課題内容が説明され、被験者は視覚文脈を提示された後に聞こえる刺激文に対応するオブジェクトを指差しで示すことを教示された。一つの試行は注視点の提示で始まり、被験者が 1 秒以上注視点を見たことを確認した後で視覚文脈が 2.5 秒提示された。その後、視覚文脈が画面に提示されたままの状態で刺激文が提示された。被験者の指差しを見て実験者が対応するオブジェクトをマウスでクリックすると視覚文脈が消えて、次の試行の注視点が提示された。

単一一致条件と複数一致条件は各 10 試行で、ターゲットの色、オブジェクトの名前、場所がカウンターバランスされていた。また、フィラー試行として同様の刺激文に別の視覚文脈状況が 40 試行実施された。

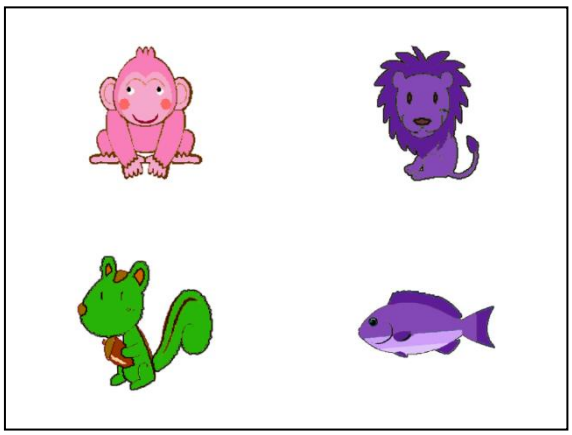


図 1（A)単一一致条件の刺激画面の例（刺激文は「緑のリスはどれ」）

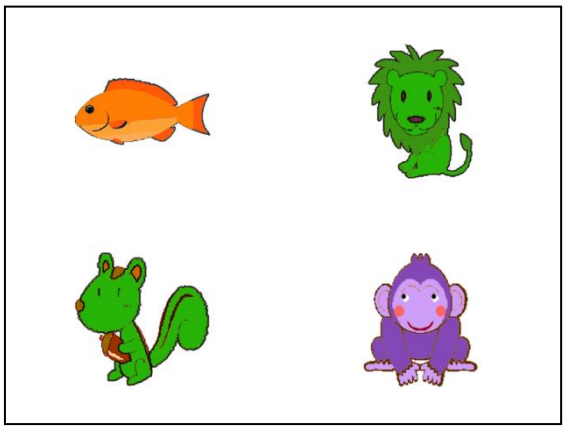


図 1 （B)複数一致条件の刺激画面の例（刺激文は「緑のリスはどれ」）

3. 結果

被験者の注視点と画面内のオブジェクトの位置をもとに指示対象となるオブジェクト(以下、ターゲット)の注視確率の時系列変化を計算した。図 2 の実線が示すように、いずれの年齢群においても複数一致条件よりも単一一致件でターゲットの注視確率が早く増加するパターンが見られた。このパターンを統計的に解析するため、刺激文提示開始 200ms を基準に 500ms の時間窓を三つ作り、ターゲットの注視確率を従属変数、提示条件を固定要因（単一一致条件を-0.5、複数一致条件を 0.5 とコーディングした)、被験者と刺激文をランダム要因とするロジスティック混合モデルで解析した[9]。解析には R プログラム言語(バージョン 2.15.1)のパッケージ lme4（バージョン 0.999375-42）を用いた。ランダム要因については、被験者および刺激文について切片および提示条件のスロープの両者を仮定したモデルを最大モデルとし、尤度比検定によってよりシンプルなモデルとの比較を行い、最も適合度の高く、シンプルなモデルを最終モデルとして採用した。その結果、刺激文の開始 200ms から 700ms までの時間窓において条件差が有意になったのは成人群だけだった, *Estimate* = -0.4847, *SE* = 0.1588, z = -3.053, p = .002[1]。つまり、単一一致条件よりも複数一致条件でターゲットの注視確率の上昇が有意に遅かったのは成人のみだった。他の二つの時間窓でも同様の解析を行ったが、いずれの群でも提示条件の効果は有意でなかった。

次に瞳孔径の変化量に関して、刺激文の提示開始前 500ms 間の瞳孔径の平均値をベースラインとし文の開始からの変化量を求めた（図 2 の点線を参照)。全ての群で瞳孔径は文の提示中に増加する傾向を示した。提示条件の効果を統計的に解析するため、上記の注視確率の解析と同じ三つの時間窓において右目から測定した瞳孔径を従属変数、提示条件を固定要因、被験者と刺激文をランダム要因とする線形混合モデルで解析した。モデルの選択方法は上記の注視確率の解析と同じだった。

その結果、提示条件による差は 6 歳児群と成人群で見られた。6 歳児群では、文の開始後 200ms から 700ms で単一一致条件が複数一致条件より増加量が大きかった, *Estimate* = -0.033, *SE* = 0.015, t = -2.187[2]。最終モデルについてマルコフ連鎖モンテカルロシミュレーションを実施したところ推定値は有意に 0 より小さかった, p = 0.037。

[1] ランダム因子に関して被験者は切片と提示条件のスロープ、刺激文は切片のみを仮定するモデルが最終モデルとして採用された。

[2] ランダム因子に関して被験者、刺激文ともに切片のみを仮定するモデルが最終モデルとして採用された。

また、図 2(B)で示されるように瞳孔径の変化は注視確率に比べて提示条件の差が早いタイミングで見られた。一方、成人群では、文の開始後 1200ms から 1700ms で複数一致条件が単一一致条件より増加量が大きい傾向が見られた，*Estimate* = 0.031, *SE* = 0.016, t = 1.914[3]。マルコフ連鎖モンテカルロシミュレーションの結果、推定値が 0 より大きい可能性は有意傾向だった, p = 0.0568。5 歳児群ではいずれの時間窓でも提示条件の効果が見られなかった。

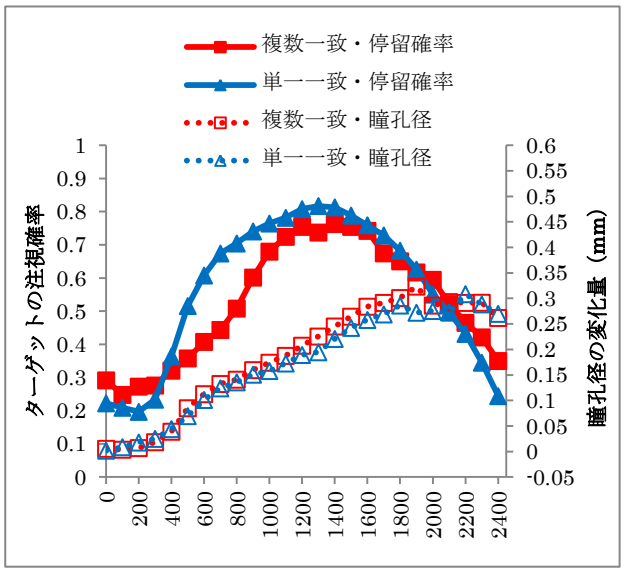


図 2（A）成人のターゲットの注視確率と瞳孔径の変化

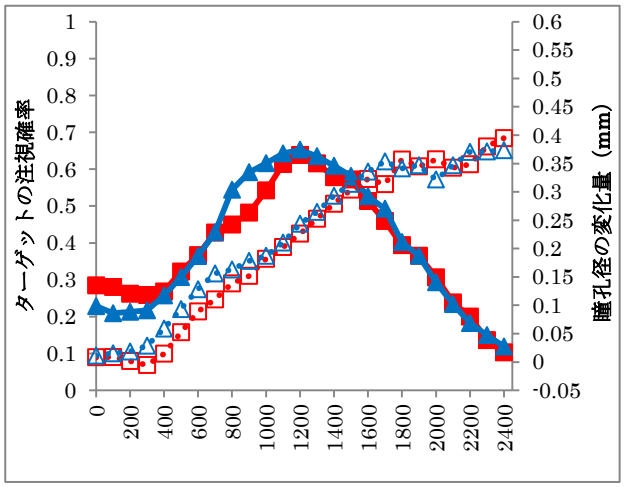


図 2（B）6 歳児のターゲットの注視確率と瞳孔径の変化

[3] ランダム因子に関して被験者、刺激文ともに切片のみを仮定するモデルが最終モデルとして採用された。

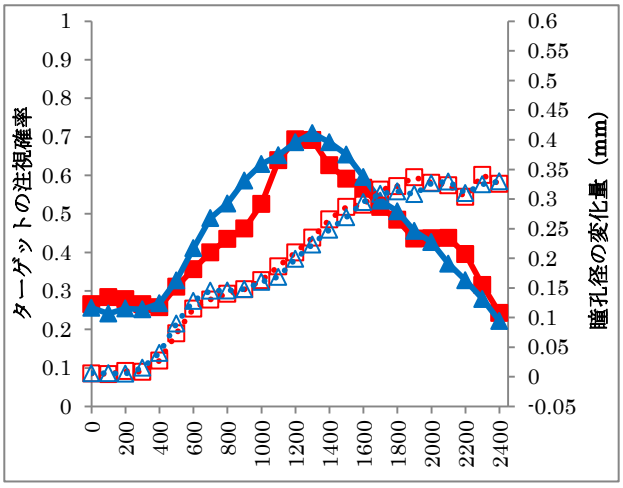


図 2（C）5 歳児のターゲットの注視確率と瞳孔径の変化

4. 考察

本研究では、オブジェクトの注視確率と瞳孔径の二つの指標に基づいて、形容詞を含む文を理解する際に指示対象の曖昧性解消が発達的に変化するのかを検討した。指示対象の注視確率の結果は、5 歳児、6 歳児、成人で類似していた。すなわち、名詞の時点で指示対象を特定できる場合（上記複数一致条件）と比較して、形容詞の時点で特定できる場合（上記、単一一致条件）は指示対象の注視確率が早いタイミングで上昇した。しかし、統計解析に基づくと、曖昧性解消のタイミング効果は成人で安定しているが、5 歳児や 6 歳児では有意差が出るほど大きな効果が見られなかった。幼児において曖昧性解消のタイミング効果が不安定であることについて、二つの要因が考えられる。一つは、幼児の言語処理のスピードが遅いので、形容詞の理解に遅れとばらつきが生じたためと考えられる。もう一つの可能性として、視覚探索の負荷が比較的高い幼児においては、形容詞の理解に困難がなくても実際にサッカードを生成するタイミングに遅れとばらつきが生じたためと考えられる。このようにオブジェクトの注視確率データのみに基づくと、幼児の結果は複数の原因によって説明可能である。しかし、瞳孔径データを合わせて考えた場合、少なくとも 6 歳児は形容詞の理解そのものは安定的に素早く行っていたと考えられる。なぜなら、6 歳児は形容詞で曖昧性を解消できる場合は、名詞で解消できる場合よりも瞳孔

径の増加のタイミングが早かったからである。このような変化は、言語処理を反映したというよりも、ターゲットを特定して眼球運動を制御しようとする際に視覚探索の負荷を反映したためと考えられる。つまり、形容詞の理解処理を終えて指示対象を視覚文脈内で探索する段階での負荷によって瞳孔径が拡張したと考えられる。瞳孔径の変化量で有意な差が生じたタイミングが、ターゲットの注視確率に差の傾向が見られるタイミングに先行していることも視覚探索を反映しているという説明と矛盾がない。

ここで興味深いのは、成人が形容詞で曖昧性を解消できる場合に比べて、名詞で解消できる場合に瞳孔径の変化量が大きくなったことである。つまり 6 歳児で見られた結果と逆向きの効果が見られたのである。また、有意傾向が見られたタイミングも 6 歳児の結果とは異なっていた。このようなパターンは、指示対象の曖昧性によってワーキングメモリへの負荷が増大したことを反映して瞳孔径が大きく拡大したと解釈できる。成人は画面に四つのオブジェクトが提示されても視覚探索の負荷はほとんど生じないと考えられるので、指示対象の曖昧性の有無による違いが瞳孔径の変化量として検出できたと推測できる。同様の観点で 6 歳児のデータを解釈すれば、視覚探索の負荷が高いことを反映した瞳孔径の変化が、指示対象の曖昧性の効果を隠している可能性を指摘できる。

以上のような結果をまとめると、ある程度視覚文脈が複雑な場合、少なくとも 6 歳になる頃までに形容詞による指示対象の特定が逐次的に行われるようになると考えられる。ただし、幼児は視覚探索の負荷が比較的高いために、指示対象の曖昧性解消のタイミング効果が眼球運動に現れるのは 6 歳以降になるようである。

また、本研究は方法上の新たな試みとして、従来の視覚世界パラダイム実験で用いられてきた注視確率データに瞳孔径の変化を合わせて検討した。結果として、二つの指標を組み合わせて解釈することで、6 歳児の曖昧性解消過程の逐次性を説明できた。今後の視覚世界パラダイムを用いた研究においてもこれらの二つの指標を補完的に用いることで、結果の解釈の妥当性を高められると考えられる。ただし注意点として、本研究の結果は瞳孔径の拡張が複数の要因を反映する可能性を示した。したがって、瞳孔径データの解釈には何が瞳孔径の拡張に寄与するのかを慎重に検討する必要がある。

参考文献

[1] Eberhard, K. M., Spivey-Knowlton, M. J., Sedivy, J. C., & Tanenhaus, M. K. (1995). Eye movements as a window into real-time spoken language comprehension in natural contexts. *Journal of Psycholinguistic Research*, 24(6), 409-436.

[2] Fernald, A., Thorpe, K., & Marchman, V. A. (2010). Blue car, red car: Developing efficiency in online interpretation of adjective-noun phrases. *Cognitive Psychology*, 60, 190-217.

[3] Sedivy, J., Demuth, K., Chunyo, G. & Freedman, S. (2000). Incremental referentially-based processing in children: Evidence from eye monitoring. Proceedings of the 24th BU Conference on Language Development. Boston: Cascadilla Press. Pp. 684-695.

[4] Trueswell, J. C., Sekerina, I., Hill, N. M., & Logrip, L. (1999). The kindergarten-path effect: Studying on-line sentence processing in young children. *Cognition*, 73, 89-134.

[5] Klein, C., &Foerster, F. (2001). Development of prosaccade and antisaccade task performance in participants aged 6 to 26 years. *Psychophysiology*, 38, 179-189.

[6] Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154, 1583-1585.

[7] Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1993). The intensity dimension of thought:

Pupillometric indices of sentence processing. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 47, 310-339.

[8] Porter, G., Troscianko, T., & Gilchrist, I. D. (2007) Effort during visual search and counting: Insights from pupillometry. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 211-229.

[9] Jaeger, T. F. (2008). Categorical data analysis: Away from ANOVAs (transformation or not) and towards logit mixed models. *Journal of Memory and Language*, 59, 434-446.

規範体系論理学を基盤にした言語行為の分析
An Analysis of Speech Acts based on the Logic for Normative Systems

中山 康雄
Yasuo Nakayama

大阪大学大学院人間科学研究科
Osaka University, Graduate School of Human Sciences
nakayama@hus.osaka-u.ac.jp

Abstract

This paper analyzes speech acts based on the logic for normative systems (LNS). LNS is a formal framework proposed in [4] and [6]. The main aim of this paper is to formally characterize types of illocutionary acts. In this paper I show how illocutionary effects can be described through updates of normative systems.

Keywords — Normative System, Speech Acts, Update, Logic, Illocutionary Effects

1. はじめに

本稿では，規範体系論理学（Logic for Normative Systems, LNS）という枠組みを用いて言語行為の分析を行う．LNS は，[4]や[6]などで提案された一階述語論理を二重に組み合わせた論理体系である．本稿の目的は二つある．ひとつは，発語内的効果を LNS の枠組みの中で描写し，これを Searle が[8]で提案した発語内的行為のタイプ分類と関連付けて論じることである. もうひとつの目的は，「適切な場での遂行的発言（performative utterance）によって発話内容で言及された行為が遂行される」という遂行的発言の自己言及的行為遂行性を解明することである．この問題は，Searle が論文[10]で追求した問題でもある．[1]

[1] これらの問題群は，遂行的発言と記述的発言（descriptive utterance）の区別とも関係している．これは，Hans Kamp が論文[3]で論じ，van Rooij が論文[12]で解説している許可文の遂行的使用や「自由選択許容（free choice permission）の問題」とも関連している（[7]）．しかし，紙面の制限もあり，本稿ではこの問題は扱わない.

2. 規範体系論理学

LNS の概略を，まず説明しておく．LNS は，元来，法的推論を表現するという目的とともに，規範の哲学的分析のために考案された論理体系である（[6]）．また，LNS を用いて，典型的なゲーム体系を表現できることも示された（[7]）.

規範体系〈T,N〉は，命題構造 T と規範構造 N から構成される．そして命題構造 T は，互いに交わらない陳述文の集合 ET と FACT からなる（T = 〈ET,FACT〉 & T = ET∪FACT & ET∩FACT = ∅）．ここで，ET は基礎理論を意味し，FACT は事実集合を意味している.

また規範構造 N は，義務文の集合 OB と許容文の集合 PER からなる（N = 〈OB,PER〉）．ただしここで，禁止文は否定形の義務文として OB に含まれているとする．LNS で用いられる論理式について簡単に説明しておこう.

PROP $_{\langle T,N\rangle}$ p は，T から p が演繹できることとして定義される．**PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ p は，「規範体系〈T,N〉で p が事実上成立している」と読むことにする.

O $_{\langle T,N\rangle}$ p は，「**PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ p ではないが，T と OB の和から p が演繹でき，しかも，T と OB と PER の和が無矛盾である」こととして定義される．**O** $_{\langle T,N\rangle}$ p は，「規範体系〈T,N〉で p が義務である」と読むことにする.

また，**F** $_{\langle T,N\rangle}$ p は，**O** $_{\langle T,N\rangle}$ ¬p，つまり p の否定の義務して定義される．**F** $_{\langle T,N\rangle}$ p は，「規範体系〈T,N〉で p が禁止されている」と読むことにする.

そして，**P** $_{\langle T,N\rangle}$ p は，「**PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ p ではなく，しかも，T と OB と PER と{p}の和が無矛盾である」こととして定義される．**P** $_{\langle T,N\rangle}$p は，「規範体系〈T,N〉で p が許可されている」と読むことにする.

なお本稿では, ET∪FACT∪OB∪PER が無矛盾な場合には,「規範体系〈T,N〉は整合的である」と言うことにする.

LNS の体系において，以後の議論で重要になる諸定理をあげておく．[2]

(1a) If **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ (p → q) & **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ p,
then **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ q.

(1b) If **O** $_{\langle T,N\rangle}$ (p → q) & **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ p,
then **O** $_{\langle T,N\rangle}$ q.

(1c) If **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ $\forall x_1 \ldots \forall x_n$ ($P(x_1, \ldots, x_n) \rightarrow Q(x_1, \ldots, x_n)$) & **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ $P(a_1, \ldots, a_n)$,
then **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ $Q(a_1, \ldots, a_n)$.

(1d) If **O** $_{\langle T,N\rangle}$ $\forall x_1 \ldots \forall x_n$ ($P(x_1, \ldots, x_n) \rightarrow Q(x_1, \ldots, x_n)$) & **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ $P(a_1, \ldots, a_n)$,
then **O** $_{\langle T,N\rangle}$ $Q(a_1, \ldots, a_n)$.

3. Searle による発語内行為の分類

Austin は，発語行為，発語内行為，発語媒介行為を区別している．発語行為は，何かを言うことであり, 発語内行為は何かを言うことにおいて（in saying）行う行為であり，発語媒介行為は何かを言うことにより（by saying）行う行為である（[1] p. 94）.

Searle は，Austin が提案した言語行為論を体系化することに成功した（[8]）．そして，発語内行為をいくつかの基準に従って，主張型（Assertives），指令型（Directives），行為拘束型（Commissives），表現型（Expressives），宣言型（Declarations）という五つのクラスに分類した（[9]）．その基準というのは，発語内的眼目（illocutionary point），適合方向（direction of fit），心的状態，命題タイプの四つである．この基準のうち特に重要な役割を果たすのが発語内的眼目である（[5] 第三章）．この発語内的眼目による分類基準を簡単にまとめると次のようになる（[9] pp. 12-20）.

(2a) ［主張型の発語内的眼目］ 命題が真であることにコミットすること.

(2b) ［指令型の発語内的眼目］ 聞き手に何かをさせることを試みること.

(2c) ［行為拘束型の発語内的眼目］ 話者が自らの将来の行為にコミットすること.

(2d) ［表現型の発語内的眼目］ 表現型の発語内行為に当てはまる眼目.

(2d) ［宣言型の発語内的眼目］ 宣言的発語内的眼目.

4. 言語行為体系の規定

それでは，規範体系を基盤にして言語行為分析のための枠組みを規定することにする.

規範体系〈T,N〉のうち，次の二条件を充たすものを「言語行為体系」と呼ぶことにする．[3] ただし，T = 〈ET,FACT〉，N = 〈OB,PER〉とする.

(3a) 命題構造〈ET,FACT〉のうちの基礎理論 ET が，$\forall x \forall y \forall ACT$ (pre-condition (*x, y, ACT*, promise-type) ∧ say (*x, y, ACT*, promise-type) → promise (*x, y, ACT*)) と $\forall x \forall y \forall ACT$ (pre-condition (*x, y, ACT*, command-type) ∧ say (*x, y, ACT*, command-type) → command (*x, y, ACT*)) という文を含む．[4]

(3b) 規範構造〈OB,PER〉のうちの義務集合 OB が，$\forall x \forall y \forall ACT$ (promise (*x, y, ACT*) → do (*x, ACT*)) と $\forall x \forall y \forall ACT$ (command (*x, y, ACT*) → do (*y, ACT*)) という文を含む.

これらの規定から，次の定理が成り立つ.

(4) T+ = 〈ET, FACT∪{say (A, B, ACT, promise-type)}〉とし，〈T+,N〉は整合的だとする．このとき，〈T,N〉が言語行為

[2] これら定理の証明は，容易であるが，本稿では省略する．いくつかの定理の証明は，[6]の付録にスケッチされている.

[3] 本稿では，約束と命令だけをとりあげて言語行為体系を規定した．もちろん必要に応じて他の発語内行為も考慮に入れることが可能である.

[4] 事前条件（pre-condition）というのは，Searle が[8]で「事前規則（preparatory rule）」と呼んだものに相当する.

体系であるならば, (1c)と(1d)の定理より, 次のことが成り立つ：

If **PROP** $_{\langle T,N\rangle}$ pre-condition (A, B, ACT, promise-type), then **O** $_{\langle T+,N\rangle}$ do (A, ACT).

つまり, A が B に対して「ACT することを約束する」と言うなら，この約束に関する事前条件が充たされている場合には，A が ACT することの義務が発生する.

言語行為体系の規定から明らかなように，同様のことは，命令についても成り立つ.

5. 言語行為の分析

それでは，言語行為体系の規定を基盤にして，言語行為の分析をいくつかのケースに関して行うことにしよう．ここで，言語行為体系〈T,N〉が成立しているときに，何らかの発話がなされたとする．このとき，発話がなされたという事実を取り込むためには，事実集合 FACT にその発話の事実を加えて，先の言語行為体系を更新（update）する必要が出てくる．このことを，発語内行為のタイプの違いに応じて説明していこう.

［主張型の発語内行為がなされた場合］〈T,N〉において A が B に対して p と言ったとする. このとき，事実集合 FACT は次のように更新される：

FACT+ = FACT∪{say (A, B, p, assertive-type)}.

主張型の発語内行為の場合には，これ以上のことは起こらない.

例として,「地球は丸い」ということを A が B に対して言ったとしよう．このとき，B は A の発言を疑うこともできるので，B は A が地球が丸いと思っていると考えるだけで，自分も地球は丸いと必ずしも説得されない．しかし，もし誰もが A の発言を説得的だと認め，自分もそれを支持するということが起こるなら，その過程で次のような言語行為体系の変化が起こることになる：

FACT++ = FACT+∪{p}.

ただし，この効果はさまざまな過程を通して起こるので，発語内的効果ではない.

なお，表現型の発語内行為も主張型の発語内行為の分析と同様の形で扱うことができるので，本稿では以下議論しないことにする.

［自己拘束型の発語内行為がなされた場合］自己拘束型の発語内行為の代表として，再び約束について考えてみよう.〈T,N〉において A が B に対して「ACT することを約束します」と言ったとする．このとき，事実集合 FACT は次のように更新される：

FACT+ = FACT∪{say (A, B, ACT, promise-type)}.

この約束の事前条件が T で充たされていない場合には，これ以上のことは起こらない．そして，事前条件が充たされている場合には，すでに前節で論じたように, A が ACT することの義務が〈T+,N〉において発生する.

例として,「明日ここに来ることを約束します」と A が B に対して言ったとしよう. これによって, A が次の日に問題の場所へ行くことが A の義務となる.

［指令型の発語内行為がなされた場合］指令型の発語内行為の代表として，命令について考えてみよう.〈T,N〉において A が B に対して「ACT することをあなたに命令します」と言ったとする. このとき，事実集合 FACT は次のように更新される：

FACT+ = FACT∪{say(A,B,ACT, command-type)}.

この命令の事前条件が T で充たされていない場合には，これ以上のことは起こらない．そして，事前条件が充たされている場合には, B が ACT するという義務が〈T+,N〉において発生する.

例として,「明日ここに来ることを命令します」と A が B に対して言ったとしよう．また，A は B の上役だったとしよう．このとき事前条件が充たされているので，B が次の日に問題の場所へ行くことが B の義務となる.

［宣言型の発語内行為がなされた場合］〈T,N〉

において A が集団 C に対して p と言ったとする．このとき，事実集合 FACT は次のように更新される：

FACT+ = FACT∪{say (A, C, p, declaration-type)}.

ここで，A は集団 C の中で特別の権限を認められた人物であり，p ということについて決定する権限を持つ人物だったとしよう．さらに，必要な事前条件が認められていたといしよう．このとき，宣言型の発語内行為の特徴として，次のような基礎理論 ET の拡張が起こる．[5]

ET+ = FACT∪{p}.

T++ =〈ET+,FACT+〉とし，〈T++,N〉が整合的なときには，**PROP** $_{\langle T++,N\rangle}$ p が成り立つことを示すことができる．つまり，A が集団 C に対して p と言うことによって，p が更新された規範体系の中で成り立つようになったのである．

例として，「B 氏を財務大臣に任命する」と総理大臣である A 氏が国民に対して言ったとしよう．すると，この場合には，この宣言の事前条件が充たされているので，B 氏は財務大臣であるという（社会的）事実がこの発話以降成立することになる．

6. 結論

言語行為を論理的に分析するアプローチには，いくつかのものがすでに知られている（[5], [11], [13]）．本稿で提案したアプローチは，規範体系の更新を通して発語内的行為の効果を描写するところにその特徴がある．[6]

[5] FACT に p を加えるときに矛盾が発生することあるので，一般には，信念改訂（belief revision）の操作を考慮する必要があるだろう（[2]）．しかし本稿では，議論の見通しをよくするためにこの問題は扱わないことにする．

[6] 本研究は，グローバルＣＯＥプログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」，科学研究費補助金基盤研究（C）「多元的言語論に基づいた科学哲学の構築」（研究代表者：中山 康雄），科学研究費補助金基盤研究（B）「メレオロジーとオントロジー ― 歴史的分析と現代的探究」（研究代表者：松田毅）からの支援を受けたものである．ここに記して謝意を表す．

参考文献

[1] Austin, J. L. (1962) *How to Do Things with Words*, Harvard University Press.

[2] Gärdenfors, P. (1988) *Knowledge in Flux – Modeling the Dynamics of Epistemic States*, MIT Press.

[3] Kamp, H. (1979) “Semantics versus Pragmatics”, in F. Guentner and S. J. Schmidt (eds.) *Formal Semantics and Prgamatics for Naturtal Languages*, D. Reidel, pp. 255-287.

[4] Nakayama, Y. (2010) “Logical Framework for Normative Systems”, *SOCREAL 2010: Proceedings of the 2nd International Workshop On Philosophy and Ethics of Social Reality*, 27–28 March 2010, Hokkaido University, pp. 19-24.

[5] 中山康雄（2004）『共同性の現代哲学 ― 心から社会へ』勁草書房.

[6] 中山康雄（2011）『規範とゲーム』勁草書房.

[7] 中山康雄（2012）「規範体系論理学の特徴づけ」科学基礎論学会 2012 年度総会と講演会にて口頭発表, http://phsc.jp/dat/rsm/20120617ama2.pdf

[8] Searle, J. R. (1969) *Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language*, Cambridge University Press.

[9] Searle, J. R. (1979) *Expression and Meaning － Studies in the Theory of Speech Acts*, Cambridge University Press.

[10] Searle, J. R. (1989) ”How Performatives Work”, *Linguistics and Philosophy* Vol. 12, pp. 535-558.

[11] Vanderveken, D. (1991) *Meaning and Speech Acts*, vol. 1 and 2, Cambridge University Press.

[12] van Rooij, R. (2012) “Meaning and Use”, D. M. Gabbay, et. al. (eds.) (2012) *Handbook of the Philosophy of Science* Vol, 14, *Philosophy of Linguistics*, pp. 197-228.

[13] Yamada, T. (2008) “Logical dynamics of some speech acts that affect obligations and preferences”, *Synthese* vol. 165, no. 2, pp. 295-315.

ワークショップにおける学びの観察記録ツールに関するデザイン開発 2
Design development concerning an observation/recording tool of learning in workshops 2

植村朋弘 , 刑部育子 , 戸田真志 , 苅宿俊文、高木光太郎
Tomohiro Uemura, Ikuko Gyobu, Masashi Toda, Toshibumi Kariyado, Kotaro Takagi

多摩美術大学 , お茶の水女子大学 , 熊本大学 , 青山学院大学
Tama Art University, Ochanomizu University, Kumamoto University, Aoyamagakuin University
uemurat@tamabi.ac.jp, gyobu.ikuko@ocha.ac.jp, toda@cc.kumamoto-u.ac.jp, kariyado@si.aoyama.ac.jp, tkg@si.aoyama.ac.jp

Abstract
We are developing the observation/recording and analysis tool ATROF (Analysis Tool Role of Facilitator) to clarify the mechanism of learning in workshops. Learning in workshops is a creative event that results from contingency and spontaneity. To grasp such events of learning, we established the F2LO model, which is expressed by the basic relationship of the elements “facilitator – learner – activity object.” The model is visualized in a diagram, and the workshop activities are described following a time sequence. The basic functions of the tool are composed of a “region displaying the recorded images ,” a “region for a description using the F2LO model and text” and a “region showing the results from describing the recorded images using the F2LO model in a thumbnail list.” We clarified the characteristics of observing and analyzing learning events arising from a time flow from three aspects – the concrete recorded images, diagrams and text description.

Keywords -workshop, reflection, observation, learning

1. はじめに

ワークショップ（以後 WS）の「学びの仕組みと意味を捉えるための観察ツール ATROF（Analysis Tool Role of Facilitator）」のデザイン開発をおこなっている。ATROF は、PC 上で実動するソフトウェアである。開発では「WS 実践者（ファシリテータ）の育成」と「WS 研究者の理論的構築の支援」という2つの立場を目標とし、互いを融合させるツールを目指している [1]。この観察ツールは、WS の撮影記録である具体的現象を追った「視覚情報」を基に、ファシリテーター及びラーナー（参加者）同士のコミュニケーションや活動の関係をモデル化した「ダイアグラムの変化」と「テキスト記述」によって捉えることが特徴である。変化する視覚情報を追いながらダイアグラムで記述するときの特性と、テキスト記述との関係について明らかにすることが研究目的である。特に WS 実践の記述方法の手掛かりにすることをねらいとしている。

2.WS という学びの出来事の特性

WS というある活性化した学びの場が生まれ、変化していく過程に着目している。「WS の学びの特性」は、他者と出会い、表現とコミュニケーションを通して学びが展開していくことが上げられる。それによって参加者は、各自にとって価値ある経験を得ながら、それぞれが新しい自己を発見していく。その学びは、計画的に順序立てられ、ゴールに向かって収束するように設定されたものではなく、偶発性と自発性によって生まれる開放的・創造的な出来事である [2]。

そのため WS を運営するファシリテーターは、活性化した場をつくり出すために、目の前の活動で起こっていることを見て取りながら、次にどのような「出来事」につなげていけるのかを見通せる力をつけることが必要である。それには、その場をつくりあげている制約や条件を読み取ることが肝要である。このような「実践的な観点」から、WS の出来事の仕組みを探り、ファシリテーターの役割を明らかにすることを目指し、実践の支援につながるツールを指向している。

3.WS の出来事を捉えるための F2LO モデル

出来事は、それを包含するいくつかの「小規模の出来事の連続」が結節し、ひとまとまりとなって構成されている。それらの連続する一つひとつの小さな規模の出来事の中に、さらに小さい規模の出来事が時間の経緯に従って連続に結びつきながら立ち現れるという「入れ子構造」で成り立っている。つまり出来事は、様々な規模の出来事が連続して複雑に構成されている。このような構造を前提として、WS の学びを明らかにすることを目標に、WS の学びの基本となる出来事の最小単位として「F2LO モデル」を設定した [3]（図 1）。

F は「ファシリテーター」を表し、L は参加者である「ラー

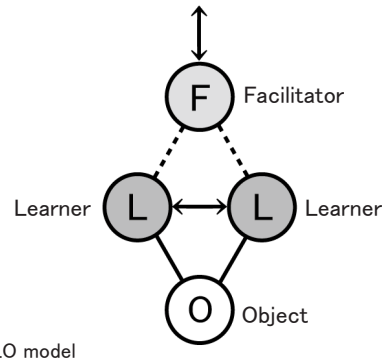


図 1：F2LO model

ナー」を、O は「WS での作品や作業又は道具や素材」を表している。2L とは、2人のラーナーのことであり、ラーナー同士のコミュニケーションを成り立たせるために必要最小限の関係として表している。2L がコミュニケーションを活性化しつつ、O の表現を積極的に取り組み自分達のものにしながら活動していくプロセスを、このモデルによって捉えていく。また O の背景にある意味などの質的変化についても追うのである。そして F は、2LO の関係が自律的に活性化するように「媒介としての役割」を担って支援し、やがて 2LO から「離脱」していく。このとき WS の中で自発的・創造的な学びが開かれていくと考える。この離脱までのプロセスに着目していくのである。

以上のような F2LO モデルを単位にして、WS の活動を観察していく。F・L・O の関係が時間経緯に従って変化する連続を、ダイアグラムによって可視化していく。それを「譜面」のように追いながら、出来事の変化のリズムや構造を捉え、WS の学びの仕組みと意味を明らかにしていく。

4. 位相的関係としての F2LO モデル

F2LO モデルは、WS を成り立たせる必要最小限な要素と関係性で表現されたものであり、「位相的関係」で表されたものである。実際の WS の内容や状況は様々であり、多様な F・L・O の関係が考えられる。また現実の活動においても、F・L の人数や O の数や内容など、関係性は複雑多様に関わっているのである。活動の現象を F2LO という抽象的モデルによって、総じた捉え方をするだけでなく、観察内容や場面状況によっては物理的関係など「具体的・個別的」に捉えることも可能にする必要がある。それには F・L・O を加えていけるような設定が必要である。ツールのデザインには、観察・分析の内容によって「抽象化の度合い」に対応した設定が必要である。また場合によっては、出来事の最小単位そのものを、観察する WS に適合したモデルに設定し直すことも必要である。またツールの用途についても配慮しなければならない。「ファシリテーターが WS 後直ちにリフレクションでディスカッションすること」、そして「研究者やファシリテーターが時間をかけて緻密に観察と分析をおこなうこと」などが考えられる。これら使い方の違いによって観察に要求される厳密度の違いがあることを想定する必要がある。

5. 開発段階

開発段階では 3 つの実験をおこなった。

（1） 第1実験では、WS の撮影記録を使ったリフレクションに着目し会話分析をおこない、WS 実践を展開するときの着眼点の要素を抽出した。またリフレクションでは、記録画像をどのように利用しているのか。それによって、実践後の想起やディスカッションに、どのような効果をもたらし、如何に話題が展開していくのかについて検討をおこなった。

（2） 第 2 実験では、F2LO モデルに基づいた観察の可能性の検討をおこなった。F・L・O が書かれた「マグネットシート」を用意し、WS の記録画像を追いながらリフレクションをおこなった。その際 F・L・O の関係変化をホワイトボードに貼りつけ、マーカーで書き込みをおこない、記述のための「機能要素」を抽出した。そこでは具体的な人の数や活動の動きに従って追うことを試みたが、記述が複雑になり理解の妨げになることがあった。そのため、観察内容によっては具体的関係だけでなく、抽象的関係で捉えることの必要性を導いた。また WS が展開するプロセスの中で、F・L・O の状態や関係が「変化する段階やパターン」についての検討をおこなった。

（3） 第 3 実験では、第 2 実験の結果を基にソフトウェアを試作し、PC 上で F2LO モデルを使って記述するときの問題点の抽出と、機能・操作手順の検討をおこなった。実験では Windows7 が搭載されたノート PC を使い、タッチパネル操作を含めた評価をおこなった。

6. 観察ツール ATROF の機能

以上の実験結果をもとに観察ツール ATROF の開発をおこなった（図2）。このツールは3つの表示領域で構成される。

（1）「記録画像表示領域」

「記録画像表示領域」は、DV カメラで録画した画像

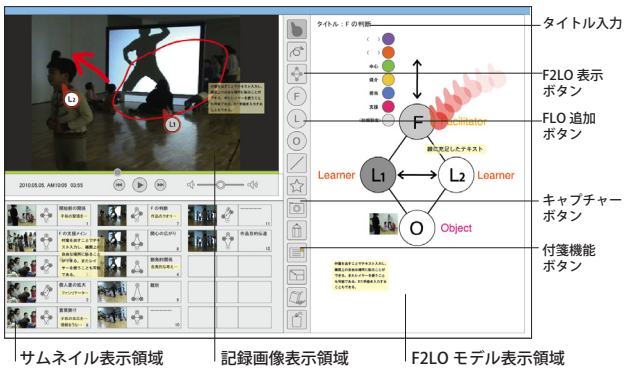


図 2. 観察ツール ATROF の操作画面

を PC に取り込み直ちに表示させることができる。WS の中で興味深いシーンを簡易に検索し、観察・分析及びディスカッションする場面を予めチェックできる。観察やディスカッションでは、画像の中の視覚情報と音声情報に基づいた観察が可能であり、具体的現象を押さえながら多義的に解釈をおこなうことができる。

(2)「F2LO モデル表示領域」

「F2LO モデル表示領域」では、F2LO モデルの変化をダイアグラムで表示させていく。F・L・O を移動させて3要素の関係を「距離と位置」で表せたり、「要素間の流れの方向性」や「強さの度合い」を5段階で設定し、線の太さや点線で表すことができる。また観察内容の必要性に応じて、F・L・O を随時追加し、着目する部分をより詳細に表すことができる。

また 2LO の自律的関係が形成し、F が離脱するまでのプロセスに着目するとき、F が 2LO に関わる役割のパターンとして「担当・支援・中心・媒介」の4つを設定している。これらは、それぞれの役割ごとにダイナミックな表現と色で表わされる（図 3）。4つの役割を設定するのは、F2LO の関係変化によって複雑な状況を見極める要領が得られにくいためであり、F2LO モデルを前提にして F の役割を仮説的に設定しながら探ることをねらいとしている。役割のパターンは、4つの設定以外に変更したり、加えたりすることもできる。

L については、ラーナーが他者とコミュニケーションする度合いや、作品への取り組み度合いについて3段階で表すことができる。O についても、作品や作業のユニークさや質の高さなど3段階で表せる。また FLO は 3 要素それぞれが表す意味に従って、ダイナミックに表現し、WS の活動状況やそれにあわせた感情的、身体的状態など表現に加えることができる。

また「付箋機能」が設定され、記録画像・F2LO モデルの意味解釈や問い等、ダイアグラムの各部位が表す内容を詳細に記述するために「テキスト入力」が可能になっている。付箋の色は6色設定され、使う用途別に色分けした記述ができる。また F2LO モデル全体の内容を表すために「タイトル入力」も可能である。ダイアグラムでは表現しきれない、具体的内容についてはテキスト記述によって補うことができる。

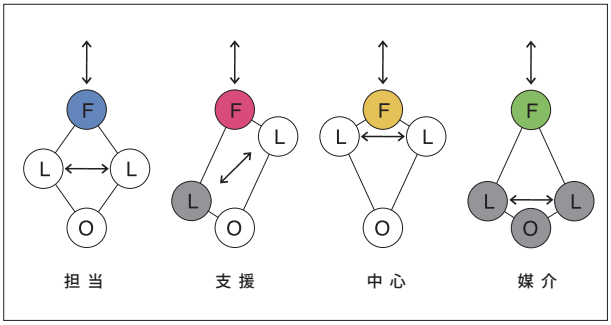


図 3. ファシリテーターが離脱するまでの 4 つの役割パターン

(3)「サムネイル表示領域」

「サムネイル表示領域」では、観察した記録画像と F2LO モデル及びタイトルがキャプチャーされ、サムネイルによってリスト表示される。サムネイルは出来事の時系列に従って表示され、観察内容の流れを捉えることができる。サムネイルを選択することで、その記録画像と F2LO モデルを各領域に表示できる。F2LO モデルを操作したり、テキストを加えてサムネイルを追加するなど、観察し直した内容を加えていける。これを繰り返すことで、分析や解釈を深めていく。

7. 考察

ATROF を使って、WS の観察及び分析をおこなった。それをもとに、記録画像を追いながら出来事の変化を捉えるときのダイアグラムの記述特性とテキスト記述の関係性について考察した。特に実践者の目線にもとづいた使用状況から検討をおこなった。

(1) F2LO モデルは、学びの最小単位として抽象的に表現されており「総体的」な理解を導きやすい。それによって観察する記録画像を、F2LO モデルで対応づけることで「即時的」に場面を捉える手掛かりとなり、評価を試みることができる。これは実践の中で最初にファシリテーターが、WS の状況を包括的につかもうとするときの態度に適応しやすい。また F2LO モデルを前提にすることは、WS を観察する視点に一貫性を生み出し、それを基軸にした分析を可能にする。

(2) ダイアグラムには「全体とそれを構成する要素と

の関係を包括的かつ部分的に理解させる」という特質がある [4]。記録画像に対してダイアグラムを対応づけるとき、この特質による理解の効果がもたらされる。実践の場を前にするとき、このダイアグラムをイメージさせた対応によって、いわば「視覚的言語」として現象を捉える概念及び見方につながる。

(3) ダイアグラムによる関係の可視化とテキスト記述による説明は、理解の一貫性を保持するはたらきがある。これらは、他の観察者との理解のずれを少なくしたり、観察を繰り返す場合など、前の観察から時間が経過した場合でも、解釈内容を正確に想起することを支える。

(4) 画面に表示されたダイアグラムは、簡易に変形することができる。この簡易性によって、変形の背景にある理由や条件を発見したり理解するきっかけを誘発し、解釈の再検討を促すことで理解を深めていく。

(5) 記録画像の経緯に従って、F・L・O の関係変化を表示させながら検討し、ある区切りとしての結果をサムネイルで表示させる。この区切りは、出来事を分けた小さなまとまりをもった出来事の結節点になる。つまりダイアグラムによって出来事を分節化しながら明記し、サムネイル表示上にその結果が示される。ダイアグラムによる可視化は、前後のダイアグラムの差異や全体の経緯など、観察によって分節化された出来事を時系列を追って繋げていくはたらきがある。

(6) F2LO モデルという抽象的モデルは、記録画像の中の現象に照らし合わせることで、包括的に理解させると同時に、理解の不完全さをもたらす。それによって観察者には、記録画像の中の現象をより詳細に観察しようとする意識が生じる。同時にモデルでは表しきれない意味内容などはテキストで明記することを促し、それらによって観察が深められていく。つまり記録画像・F2LO モデル・テキスト記述というツール機能のはたらきは、現象・モデル・解釈という関係として相互に関わり循環しながら観察内容を深めていく。

(7) 観察の開始段階では、現象を F2LO モデルで総体的に対応づけていくが、観察がある部分に注目し詳細化するに従ってF・L・O を追加し、モデルを具体的に対応づけながら理解を深めていく。この抽象モデルの度合いの変化、つまり観察が詳細に分節化し変移するかたちは、実践時ファシリテーターが場を見極めていく経緯と相似していると考える。

8. まとめ

WS の学びという出来事を観察・分析する場合、学びの最小単位を設定し、それをダイアグラムで記述していく可能性について検討をおこなった。この観点にもとづき ATROF の機能特性として、出来事の単位の設定によって一貫した見方で観察すること、それを通して出来事を分節化し、可視化によって明示しつなげていくことを明らかにした。またダイアグラムによる理解の特質と不完全さによって、現象・モデル・解釈を循環しながら理解を深める効果をもたらし、そして抽象モデルで即時的・総体的に捉えつつ、抽象モデルの度合いを変移させながら観察を精細化していくことが明らかになった。これらの特性は、観察ツールをデザインするための検討要件として捉え直すことができる。

またツールを使って観察を深めるプロセスに着目し、これらの特性と特性間の関係を精査することで、WS 実践の理解の仕方及び記述方法の手掛かりになる。

今後の課題としては、設定した F2LO モデルの妥当性を検討する必要がある。また WS という生きた学びの活動を対象とするとき、その特質について押さえておく必要がある。WS に参加する人々の経験は、主体的なものであり、それぞれの物語的性質をもち、感情や身体性など個別的で主観的要素が多く含まれている。また WS という生きた場をデザインする行為は、予め綿密に計画されたものに則ったものでなく、創造的活動そのものである。つまり学びの仕組みや意味は、理論として固定されるものでなく、実践を通して再編しつづけるダイナミックなものである。これらを前提条件に「ダイアグラムそのものに可視化表現し記述していく可能性」の検討を通してツール開発をおこない、WS の記述方法を探る必要がある。

参考文献

[1] 柳沢昌一（監訳）・ドナルド・A・ショーン ,(2007) 省察的実践とは何か , 鳳書房

[2] 茂木一司 (編集) , (2010) 共同と表現のワークショップ , 東信堂

[3] 苅宿・佐伯・高木（編）, (2012) ワークショップと学び 3 まなびほぐしのデザイン , 東京大学出版会

[4]Ware, C. (2008) Visual Thinking for Design. MA: Morgan Kaufmann Publishers.

英単語学習におけるロボットを学びのパートナーとすることによる自己管理型学習能力の育成

Raising of self-regulated learning ability by partnering with robot in English Vocabulary Learning

ジメネス フェリックス†, 加納 政芳‡
Felix Jimenez†, Masayoshi Kanoh‡

† 中京大学大学院　情報科学研究科, ‡ 中京大学　情報理工学部
† Graduate School of Computer and Cognitive Sciences, Chukyo University
‡ School of Information Science and Technology, Chukyo University
† h11215m@st.chukyo-u.ac.jp,‡mkanoh@sist.chukyo-u.ac.jp

Abstract

In second language acquisition, vocabulary is learned effectively by seeing it used in example sentences. However it is difficult for learner to learn though example sentences. This study proposes a robot that collaborative learning with Japanese people in English as a Foreign Language (EFL) vocabulary learning. We think that proposed robot prompts learners learn English words in example sentences.

Keywords — robot, collaborative learning, example sentence

1. はじめに

英単語は例文や読書を通して学習することが良いと言われている[1]. 単語の意味理解に文脈が活用できるからである[2][3]. しかし,例文や読書を通して英単語を学習する方法は,既有知識がある学習者には効果的だが, 初級者など知識量の少ない学習者にとっては容易ではない.実際,初級者は例文を通して学習するより, 単独の英単語とその意味を繰り返し学習する方が効果的だとする報告がある[4]. 問題は,初級者に例文を活用して単語を学べる使い方を見出すのが困難であることだ.

このような背景から,初級者に対しても効果的に文脈を活用することを促すために, コンピュータを用いて,例文の音読や翻訳を提示する英単語学習システム[5][6]や, ロボットを用いてロボットと共に英語学習するシステム[7][8]などが提案されている. しかし,例文を用いる既存の英単語学習に限らず,英語学習システムでは, 例文に注目せずに,例文を通して英単語の意味を考えることなく,ただボタンのクリックを繰り返すことで学習できたと実感してしまう「不適切な学習」が行われる場合がある[9][10]. そのため,初級者自身に文脈を活用しつつ英単語を学習できるような学び方の学び(自己管理型学習能力)の育成を促す必要がある.

学習者に自己管理型学習能力のような「学び方」そのものの学びを促す有効的な学び方の一つに協調的な学び合いがある[11].このような協調的な学び合いは人同士だけではなく, エージェントを用いた協調システムでも同等な効果がある[12]. しかし,画面上の擬人化エージェントは画面上の情報を説明する際は優れているが, パートナー性は弱く,学習者の学習意欲の維持が難しい[13]. 一方で, 物理的に存在するロボットは,エージェントよりもパートナー性と協調性が強く, 学習者と共に学習することで学習者の学習意欲の向上を促しやすい[7][14]. 以上のことから,自己管理型学習能力の育成を効果的に促すためには, ロボットと学習者が共に学習することが有効的であると考える.

そこで本研究では,例文を通じた英単語学習において,パートナーとして学習者と共に学習する英単語学習支援ロボットを提案し, 学習者に文脈を活用しつつ英単語を学習できる自己管理型学習能力の育成ができるかを検討する. ロボットは学習者と共に学習を行い,例文を活用しつつ英単語の学習を行う. これにより,学習者は例文を活用しながら英単語を学習する学習方法を知ることができ, 文脈を活用しつつ英単語を学習する自己管理型学習能力の育成を促すことができると考える.

2. 事前調査

2.1 目的

本研究での英単語学習システムには,「ヒント翻訳」機能を取り入れた. 本システムを応用して,学習パートナーロボットを開発する. 実際にロボットを開発する前に本システムの能否を調査し,ロボットの関わり方や使用方法を検討する.

2.2 英単語学習システム概要

本研究で使用する英単語学習システム(以下,S1)を図1に示す. まず,学習者は,ログインページで自

(a)ログイン (b)学習項目 (c)学習画面

(d)ヒント翻訳使用時 (e)正否判定 (f)学習の結果

図 1 使用する英単語学習システムの概要

身のアカウントを入力してログインする(図1(a)). ログインすると,学習項目が現れる(図1(b)). 学習項目は動詞1,2,形容詞・副詞1,2,名詞1,2の6項目で構成されている. 学習者が学習項目を選択すると, 図1(c)のような学習画面が現れ,学習を始めることができる. 学習者は図1(c)のように例文中の赤く表示された英単語(以下,目標語)の意味を解答する. 解答後,図1(e)のように,正解,不正解が表示される. 図1(e)の「NEXT」を選択すると,次の問題に移る. 学習者は,同様の問題を繰り返し解き学習を進める.また,図1(e)の「RESULT」を選択する, または全問題を解き終えると,図1(f)のように正解数と間違えた問題の目標語等が表示される.

このようなシステムで学習を進めていく際に,英単語の既有知識が少ない学習者は例文を通して目標語の意味を推測できずに, 学習が困難になることが考えられる.そこで本システムでは,学習者が例文中の目標語の意味を推測できるように, 「ヒント翻訳」という足場かけ機能を取り入れる.ヒント翻訳を使用すると, 図1(d)のように目標語を除いた例文の翻訳が表示される.姜(2008)のシステムでは,例文全体の翻訳が常に提示されるが, それでは学習者は翻訳に依存してしまい,英単語の意味を覚えられない可能性がある[5]. 一方,本システムでは,目標語の意味を隠すことで例文中の目標語の意味の推測を支援する「足場かけ」になると考える. また,ヒント翻訳の使用を学習者が決められるようにすることで,学習者が例文の翻訳に依存しないと考える.

その他,本システムでは,実際に例文の音韻情報を聞くことで,例文が記憶に残りやすい[15]ことから, 図1(c)で示すように例文を読み上げる「音声再生」を取り入れている. また,単語の意味を考えて推測するなどの「精緻化」を行う方が記憶に残りやすく[9], 解答欄の中から適切な解答を選び解答する自己選択よりも,何もない中から, 自ら考えて解答する自己生成の方が「精緻化」の効果は大きい[16]ことから, 目標語の意味をタイピングで入力して,解答する形式を採用している.

さらに,学習能力の変化を確認できるように,学習者の学習日時, 学習項目やヒント翻訳の使用頻度をデータベースに記録している.

2.3 学習効果の調査

2.3.1 目的

本研究で使用する英単語学習システムの学習効果を調査する.

2.3.2 方法

学習者に14日間,英単語学習システムで学習させる. 学習者は,英単語を学習する際,例文に注目せず,英単語とその意味だけを暗記する学習方法を行っている大学生10名である. この10名は,英語の成績が下位である初級者(TOIEC350〜409点)5名と英語の成績が中位である中級者(TOIEC410〜460点)5名で構成されている. 学習者には,一日30分学習するように指示する.また,学習範囲は動詞1の一項目のみとし,計100語学ぶものとする. 学習する

promote	( )
inspect	( )

図 2 単語テスト

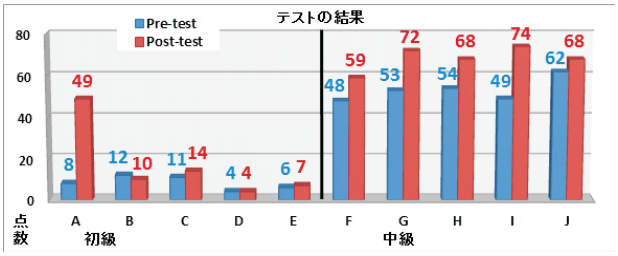


図 3 Pre-test,Post-testの結果

際,提示される例文のレベルは,高校生向けの例文を使用している.

2.3.3 評価基準

学習者にPre-test,Post-testとして単語テストを受けてもらい,その点数の差を評価基準とする. 単語テストは図2のように,左に英単語,右にその意味を記入する形式となっている. 出題される単語は学習に用いた100語とする.

2.3.4 結果

図3に結果を示す. 左側のグラフが初級者,右側のグラフが中級者の結果である.

Post-testの結果をみると, 中級者全員が5点以上も点数が向上しているのがわかる.一方,初級者では, Pre-testよりPost-testの点数が大幅に向上したのはAのみであり, その他の初級者は3点以内しか向上していないことがわかる.

これらのことから,使用する英単語学習システムは,中級者の英単語学習を促進する効果を有する可能性があると示唆される. 一方で,初級者では,実際に成績が大幅に向上したのは一人のみであり,初級者に対しては,効果は限定的である.

2.4 学習能力の変化の調査

2.4.1 目的

使用する英単語学習システムによる学習方法を調査し,中級者と初級者の学習方法の違いを考察する.

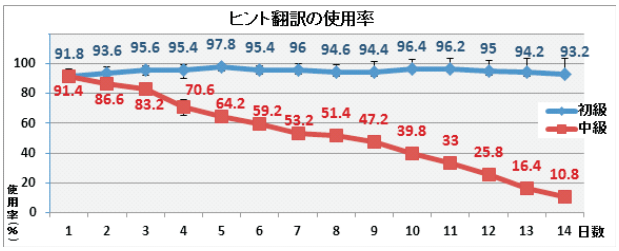


図 4 ヒント翻訳の使用率

2.4.2 インタビュー

中級者と初級者の学習方法の違いを考察するために,学習者にインタビューを行う. インタビューの内容は,以下の2つの質問を質問項目とした半構造化インタビューとした.

・「ヒント翻訳」をどのように活用していたか.
・問題をどのように解いていたか.

2.4.3 結果

初級者からは,「例文を翻訳することができなかったため,ヒント翻訳を常に使っていた.」, 「次第とヒント翻訳の提示された翻訳だけを見て,解答するようになっていた.」といった意見が挙げられており,初級者は常にヒント翻訳を使用していたため, 目標語を覚えられなかった可能性が高いことが推測される.

中級者からは, 「例文の翻訳できないことが多かったが,ヒント翻訳を使い,例文と照らし合わせながら,意味を考えた.」, 「次第とヒント翻訳を使わないで,例文だけで英単語の意味を考えるようになっていた.」, 「今まで例文に注目しなかったが,今回のシステムで例文に注目するようになった.」といった意見が挙げられており,中級者は学習日数が経過するにつれてヒント翻訳を使わなくなり,例文の中で目標語の意味を考えて,目標語を覚えていったと推測される.

2.4.4 ヒント翻訳の使用率

2.4.3節の推測について,初級者と中級者のヒント翻訳の使用率を調査することで量的に評価する. 図4にヒント翻訳の使用率を日ごとに表したグラフを示す. 図4から,初級者は学習日数が経過しても,常にヒント翻訳を使用していることがわかる. 一方で,中級者は学習が進むにつれて,ヒント翻訳の使用率が減少していることがわかる.

これらのことから,中級者は学習が進むにつれてヒント翻訳に頼らず, 例文の中で目標語の意味

(a)平静 (b)喜ぶ (c)落胆 (d)驚く

図 5 ロボットの表情

図 6 英単語学習支援システム

を解答しようとしていることが考えられる. 一方, 初級者は繰り返しの学習にも関わらず,ヒント翻訳に依存し,提示された翻訳だけに注目して解答することがわかった.

2.4.5 学習能力の変化の考察

インタビューの結果とヒント翻訳の使用率から, 中級者は例文の翻訳という支援を徐々に外し, 最終的に例文の翻訳に頼らず,文脈を活用しつつ英単語を学ぶという学び方へ変化し,英単語を学習できたと考える. このように中級者は一種の自己管理型の学習能力の育成がおきたと示唆される. 一方で,初級者は中級者のような変化は見られず, 例文の翻訳に依存してしまい,英単語を学習できなかったと考える.

3. 英単語学習支援ロボット

3.1 ロボットの動作

提案する英単語学習支援システムを図6に示す. ロボットは,「パートナー性」と「使い勝手」が高く, 英会話の練習を効果的にできることからIfbotを用いる[14]. 学習者がロボットと向き合って英語学習する方が効果的に英語学習が行える[8]ことから, 正面にモニターを設ける.

事前調査において,使用する英単語学習システムでは, 中級者と初級者の間で英単語を学ぶ時の学び方と効果に違いがあることがわかった. 中級者に対しては,ヒント翻訳に依存せず, 文脈を活用しつつ英単語を学ぶという自己管理型学習能力の育成を促すことがわかった. そこで初級者にも中級者と同じ自己管理型の学習能力の育成を促すために,ロボットに四つの動作を設定する. その動作とは,例文の活用を促す動作,ヒント翻訳の依存を回避する動作,学習意欲の維持を促す動作,協調性を促す動作である.

1. 例文の活用を促す動作
   初級者に例文を活用しながら英単語学習することを促すために, ロボットは問題が提示(図1(c))され,学習者が解答している際に, 「例文を見ると」や「例文の状況を考えると」等を発言する. この発言パターンは全部で10種類あり,10種類の中からランダムに発言される. これにより,初級者にロボットと共に例文を通して英単語の意味を考え, 例文を活用しながら英単語を学習することを促せると考える.
2. ヒント翻訳の依存を回避する動作
   初級者がヒント翻訳に依存せず,例文の中で解答することを促すために, ロボットは「今回はヒント使わないで解こうよ.」や「ヒントなんか使わなくても,もう大丈夫だよね.」等の発言する. この発言パターンは10種類あり,10種類の中からランダムに発言される. また,この発言は,初級者のヒント翻訳の使用率が前々回の使用率よりも前回の使用率の方が高く, 初級者がヒント翻訳を使用した際に行われる. これにより,初級者がヒント翻訳の使用に依存せず,例文に注目することを促せると考える.
3. 学習意欲の維持を促す動作

学習者の学習意欲の維持を促すために,ロボットは発言する度に表情を変化させる. 表情は全部で38パターンある.表情の例を図5に示す. 例えば,ロボットは図1(b)などの時は,平静(図5(a))にする. 図1(e)の時は,問題に正解すると一緒に喜こんだり(図5(b)), 不正解だと一緒に落胆(図5(c))する. また,ロボットが「ヒントまだ使うの?」と発言しながら,驚いたりする(図5(d)). このようにさまざまなに状況によって, 異なる表情を表出する. これにより,学習者がロボットに対する興味の減少を防ぐことができ,学習意欲の維持を促せると考える.

4. 協調性を促す動作
学習者がロボットと共に学習していることを実感させるために, ロボットは問題のランダム間隔で学習者の代わりに問題を解答する. 解答方法は,学習を始めて間もないうちはヒント翻訳を使用して解答を行うが,学習が進むにつれて, 徐々に解答間隔が長くなり,ヒント翻訳を使用しないで解答するようにする. これにより,学習者はロボットと共に学習していることと,ロボットの学習能力が向上していることを実感でき, 協調性を促せると考える.

これらの四つの動作により,初級者にロボットとの協調感を提供し, 例文を通して英単語の意味を解答する学習方法へと変化することを促せると考える. そして,初級者に例文を通して英単語を学習する自己管理型学習能力の育成を促せると考える.

4. おわりに

本研究では,例文を通じた英単語学習において, パートナーとして学習者と共に学習する英単語学習支援ロボットを提案した. 本ロボットを用いることで,学習者に文脈を活用しつつ英単語を学習できる自己管理型学習能力を育成を促せると考える.

ロボットを活用せず,使用する英単語学習システムを用いて学習した中級者に対しては, ヒント翻訳という足場かけ機能が有効であったが,初級者には効果は限定的であった. だが,Liu(1995)やNation(2001)の研究からも明らかなように,未知語の補助として,語の意味と例文が学習者には最も必要であり, 語の獲得に例文が果たす役割は大きい[3][17]. そのため,ロボットと協調的な学習を行うことで, 初級者に文脈を活用しつつ英単語を学習できる自己管理型学習能力の育成を促せると考える.

今後は,実際に英単語支援ロボットを初級者に対して,文脈を活用しつつ英単語を学習できる自己管理型学習能力の育成を促せるかどうかを調査する.

参考文献

[1] 小那覇 ひろこ,(2005) “英語の語彙学習における文脈の効果”, 琉球大学欧米文化論集, No.49, pp.23-36.

[2] Krashen.S.D, (1989) “We acquire vocabulary and spelling by reading; additional evidence for the input hypothesis”, The Modern Language Journal No.73, pp.440-464.

[3] Nation.I.S.P,(2001) “Learning vocabulary in another language”,Cambridge: Cambridge University press.

[4] Akamine M, (2004) “Exploring how to teach vocabulary effectively for beginners learning English as a foreign language”, Unpublished master 's thesis, University of Ryukyus, Okinawa, Japan.

[5] 姜 英徹,(2008) “e-Learning語彙学習システムの開発と語彙指導についての論理的考察”, Language Education & Technology No.45, pp.73-94.

[6] 長岡 弘美,海尻 賢二, (2007) “履歴情報を用いた英単語学習ツールの開発”, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告.

[7] Jeonghye.H, Miheon.J, Vicki.J and Jun.H.J, (2008) “Comparative Study on the Educational Use of Home Robots for Children”, Journal of Information Processing Systems, Vol.4, No.4, pp.159-168.

[8] Sungjin.L, Hyungjong.N, Jonghoon.L, Kyusong.L and Gary.G.L,(2010) “Cognitive effects of robot-assisted language learning on oral skills”, Proceedings of the Interspeech2010 workshop on second language studies: acquisition, learning, education and technology.

[9] Fergus.I.M.C and Robert.S.L, (1972) “Levels of processing: A framework for memory research”, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, No.11, pp.671-684.

[10] 渡辺 智恵, 青木 信之, (2011) “英語eラーニングの効果：TOEICの伸びからみた教材消化率, 学習時間, 不適切学習発生率”, 広島国際研究, No.17, pp.105-119.

[11] Humelo-Silver.C.E.H, Chinn.C.A, Chan.C, and O'Donnell.A.M, (2012) “The International Handbook of Collaborative Learning”, Educational Psychology Handbook.

[12] Maldonado.H.・Nass, C.・川路 茂保 (2004) “人間-機械協調システムにおける社会的知性：心のモデルとパーソナリティによるエージェントの社会的応答について”, 人工知能学会論文誌, 19(3), 184-196.

[13] 中嶋 宏, 森島 泰則, 山田 亮太, 川路 茂保, Brave.S, Maldonado.H and Nass.C,(2005) “Differences in effect of robot and screen agent recommendations on human decision-making”, International Journal of Human-Computer Studies, Vol.62, No.2, pp.267-279.

[14] 一柳 亜衣, 椎塚 久雄, (2009) “英会話ロボットと人間との感性コミュニケーション”,ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 .

[15] 門田 修平, 池村 大一郎, (2006) “英語語彙指導ハンドブック”, 大修館書店.

[16] 豊田 弘司, (2002) “単語の偶発記憶に及ぼす精緻化型の効果： 自己生成,自己選択及び実験者呈示精緻化の比較”, 奈良教育大学紀要. 人文・社会科学 Vol.51,No.1, pp.183-189.

[17] Liu.M, (1995) “Contextual enrichment through hypermedia technology: Implications for second-language learning”, Computers in Human Behavior, Vol. 11, No.3-4, pp.439-450.

問題解決過程の振り返り方の違いとヒントへの気付き方の関係 ：主観報告とビデオの比較

Impact of Reflection Methods on Awareness of Hints in Insight Problem Solving

千邑 翔太，濱口 祥治，辻井 翔一†，白水 始‡
Syota Chimura，Syouji Hamaguchi，Shoichi Tsujii, Hajime Shirouzu

†中京大学，‡国立教育政策研究所
Chukyo University, NIER
shirouzu@nier.go.jp

Abstract

It is widely known in Cognitive Science that introspection does not provide direct access to cognitive processes, but educational designers still use it pervasively. This article examined what one can report retrospectively about his own process of insight problem solving without any aid, with a tool or video. We used a tangram puzzle (constructing a “T” shape from four pieces) and let our confederate (acting as a member of paired participants) regularly provide two combined pieces as a hint. As a result, no participant referred to the existence of the hint without aids, and only three referred to it when they were shown the video. They often referred not to the social or situational factors but to the models of their own problem solving in their retrospective introspection. They reflected upon what actually had happened only when reviewing the video data. The relations between reflection methods and awareness of hints are discussed.

Keywords — JCSS, Cognitive Science

1. 目的

人が自らの認知過程を振り返って正確に報告できないことは，Nisbett & Wilson（1979）らの貢献によって認知科学の常識になっているにも関わらず，教育現場では今でも学習者に授業内容の理解度を主観評定させたり，アンケートで教育実践の効果を記述させたりする手法が頻繁に活用されている．それゆえ，分かりやすい課題を用いて，主観では何が報告できず，ビデオなどの情報技術の助けを借りると何が観察可能になるかを示す必要があるだろう．そこで本研究では，Tパズルという洞察課題を二人の仲間同士で解く場面を設定し，一人がサクラとして定期的に出すヒントについて，真の実験参加者が解決後に主観報告やビデオなどで段階的に振り返って気付くことができるかどうか，気付けない場合は何を代わりに主観報告するのかを検討した．

洞察問題におけるヒントの存在と人の主観報告に関する先行研究は，Maier（1931）の「２本の紐問題」実験まで遡る．課題は，天井からぶら下がる２本の紐を何らかの道具を使って結びつけるものである．片方の紐を持って手を伸ばしても，もう１本には届かないため，「椅子に乗る」「電源コードで片方の紐を延長する」など，その場にある道具を使った解が出される．しかし，実験者が求める「片方の紐にペンチなどの重りをつけて揺らして掴んで，もう一方の紐の端に結びつける」という正解に5分以内で辿り着く実験参加者は全体の39%にとどまった．そこで，5分経過時点で実験者が部屋を横切り，肩で紐をさりげなく揺らしてみせたところ，全体の34%の参加者がヒントから１分以内に上記の解を報告した．ヒントは参加者の問題解決に確実に役立っていたと言えるが，実験後にどうやって答えを思いついたのかを聞いても，ヒント後の解決者の70%がヒントに言及しなかった．その代わり「振り子のアイディアが突然浮かんだんですよ」「答えはそれしかありませんから」などと報告した．

以上より，問題解決過程に役立っているヒントについて，人が「事後的に」振り返って正確に報告することができないことが示唆されている．さらに，そこで報告されることは，自分が解決した事実とその解決をもたらしそうな思考過程に関する一種のモデルであることも示唆される．問題は，こうしたヒントへの気付かなさがどれほど一般的なのか，さらに，ヒントに言及しないとすれば何を主観報告するのかの2点である．

2. 方法

課題には，４つの木片を組み合わせてTという形を作るTパズルを用いた．図1がその４つのピース（以下では左上を小サイズ，右上を中サイズ，左下を大サイズ，右下をノッチ五角形と呼ぶ）と完成図である．この課題を選んだのは，鈴木（2004）が示すように，ノッチ五角形の角を埋めたり縦横棒に使ったりなど，制約に縛られた解決行動が多く見られ，それが実験参加者に意識され易いと考えたからである．

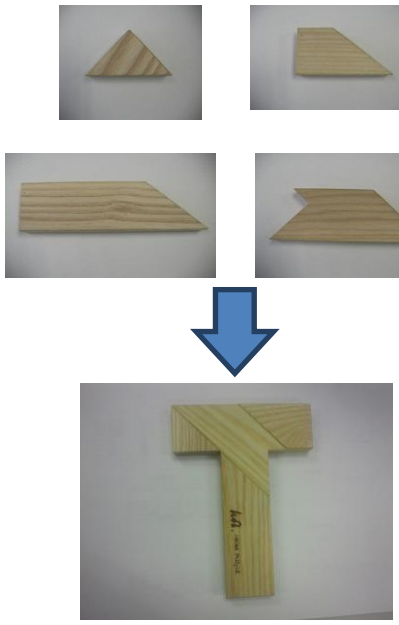


図1　Tパズル

2.1. 実験方法

実験参加者は課題を未知の大学生16名を用い，参加者と普段から仲のよい6名がペアの相手を務めた．ただし，この6名はTパズルの答えを知るサクラであり，予め定められたマニュアルに従って行動した（6名のうち2名が2回サクラを務めた）．その行動は，1分間は相手に問題を解かせ，30秒間木片に触って正解の形に近い形（ヒント）を出すものだった．

ヒントは，右条件，下条件（図2，3）としての2種類用意し，参加者をこの2種類の条件ごとに8名ずつ振り分けた．この右条件は，「矢印」という意識化・記号化されやすいヒントの効果を探るものである．下条件は，正解の部分をより広い面積にわたって示すことで，制約緩和に及ぼす影響を探ったものである（Tsujii, *et al.*, 2012）．

図2 ヒント（右条件）　図3 ヒント（下条件）

サクラは，開始から3分以内はノッチ五角形を正しい位置に置くだけにし，7.5分以内では五角形と小サイズの三角形の正しい組み合わせ，12分以内では五角形と大サイズの四角形の組み合わせ，16.5分以内では五角形と中サイズの四角形の組み合わせという形で見せるヒントの種類を増やした．ヒントは他の動作に混ぜ，五角形を中心に他の木片をその周囲に回して時々正しい位置に合わせた．相手にターンを渡す時は組み合わせを解消して渡した．ただし，20分以降は交代時にそれぞれの条件時のヒントの形を作ったまま放置し解決を促した．図4は，サクラの動きを図で簡略化したものである．

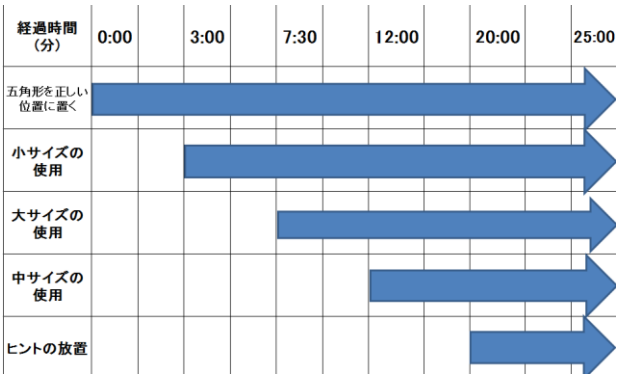


図4　サクラの行動パターン

解決中の会話は，相手の発話のオウム返しを中心に自由に行わせた．解決過程は，ビデオ以外にレコロというインターバルレコーダーによって3秒間隔で記録し振り返りに用いた．それ以外にビデオとICレコーダーで全過程を記録した．

2.2. 振り返り方法

振り返りは，まず二人を別々にして，真の参加者に，１）主観報告（アンケートとインタビュー），２）木片を使った解決過程の再現，３）レコロの記

録画像（以下簡易ビデオ）の閲覧の順で行った．どの段階でも共通に「解き方や考え方がどう変わったか」「解くためのポイント，困難点」「Tの角の作り方にどう気付いたか」「解いている時，回りや相手のやっていることで気になったこと」を尋ねた．

3. 結果

16名中14名が制限時間内に解決に成功した．解決時間の平均は15分40秒だった．つまり，実験参加者は，平均10フェイズはサクラのヒントに触れたことになる．その結果を受けて，相手がサクラであることに明示的に言及したのは，１）主観，２）再現で共に0名，３）簡易ビデオで3名と客観的記録の優位性が示された．しかし，そもそも言及者が少なく，相手を最後まで問題解決の対等なパートナーと見ていた可能性がうかがえる．

そこで，より細かい指標として，アンケートの記述およびインタビューでの発話記録から，参加者自身の意図やプラン，評価など「自分」の認知活動に関わる言及か，「相手」の解決行為もしくはその場の問題解決「状況」に言及しているかを調べた．例えば，「五角形のノッチをどうすればいいかを考えた」という表現は自らの認知活動に関わる「考える」という動詞の活用から「自分」，「A君が＃2の組み合わせを作った」は相手を主語としてその行為に言及した点で「相手」，「キノコ型は結局自分が記憶していたのと映像が異なっていて何も完成のヒントじゃなかった」は「自分の記憶と異なるキノコ型」への言及という点で「状況」などと分類した．

図5が16名中何名の言及があったかの割合をパーセントで示したものである（両者への重複言及もある）．結果に見るとおり，ビデオを見るまでは基本的に自分のやろうとしていたことやその結果への評価を中心に語り，問題解決過程への他者の貢献やその場にできていた「惜しい形」などの中途結果に言及し難いことがわかる．もちろん，何度も同じ内容を語ることを避ける傾向が結果に影響した面も考えられるが，言及内容が頻繁に変化したことを考え合わせると，振り返り方によって今まで見えていなかったことが見えてきた面が多分にあったと思われる．

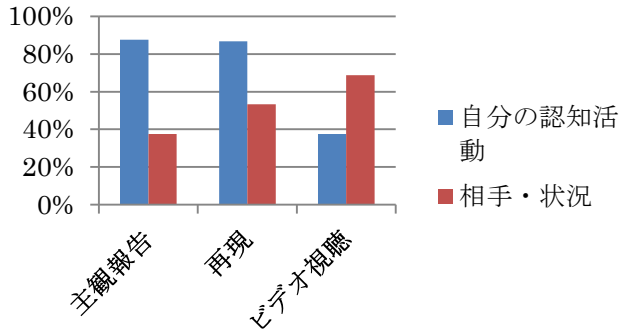


図５　振り返り方の違いによる言及対象

さらに詳しく条件別のグラフを示したものが図 6 である．ヒントのピースを「矢印」の形として意識化しやすかった右条件において，再現中に「相手・状況」への言及が多かった．その矢印を外界に再現しようとして，状況への言及が増えたと考えられる．一方，下条件では，完成に 20 分以上かかり，正解の直前までサクラに誘導をしてもらっていた者が 4 名おり，それらがビデオを見て初めて相手のヒントに気付いたため，下記の結果となったと推測できる．

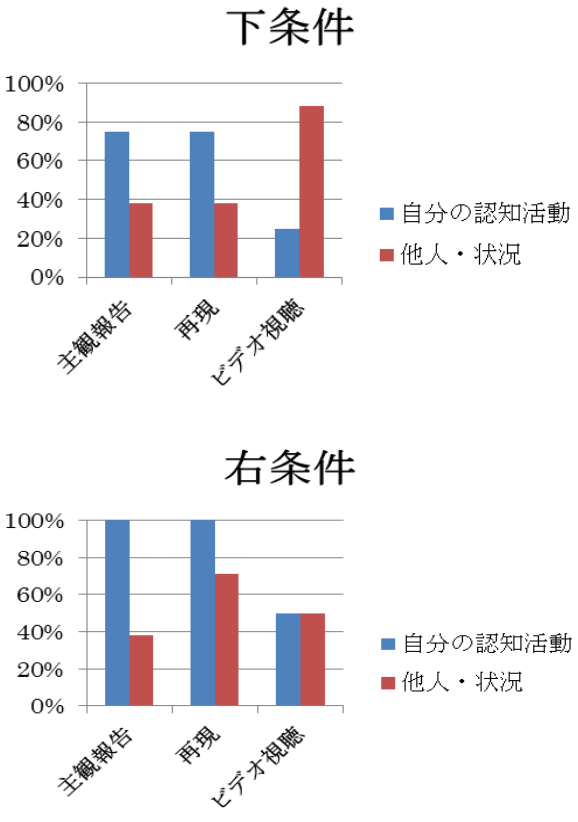


図６　振り返りの差（条件別）

最後に何が参加者の意識を満たしていたかを調べるべく，報告内容を「五角形」への言及と，他のピースとの「組み合わせ」の言及で大別した．例えば，先述の「五角形のノッチをどうすればいいかを考えた」という表現は「五角形」，「A君が＃2の組み合わせを作った」や「キノコ型は結局自分が記憶していたのと映像が異なっていて何も完成のヒントじゃなかった」は「組み合わせ」である．

16名中何名の言及があったかの結果が図7である．Tパズルでは，ノッチを持つ五角形の使い方が最も難しいことはよく知られているが，図に見る通り，主観報告ではそこに意識が集中していたように語られることが分かる．それに対して，木片を使って再現したり，レコロを使って早回しでプロセスを見直したりすると，他のピースとの組み合わせも問題解決に重要であることが徐々に見えてくる．

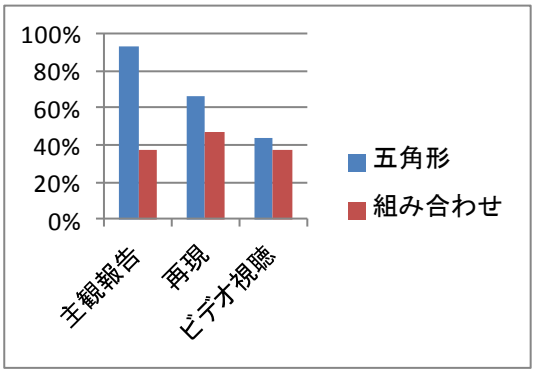


図 7　振り返り方の違いによる
言及するピースの差

4. 考察

以上の結果を総合すると，主観報告では「五角形のノッチをどうするか」といった自らの問題意識とその解決に焦点が当てられ，他人によるヒントの提供など，問題解決の中途過程で複雑に起きている豊富な情報は見逃されると言える．逆に言うと，このような短時間の問題解決であっても，人は自らの問題意識に照らした評価など，抽象的な判断を行っていると言える．つまり，問題解決過程に対して「ことば」を介した抽象化を行っているため，「問題をこのように解くべき」というモデルに関係しない情報は即座に捨てられていると考えられる．

教育現場に引き寄せて考えると，各学習者が道具や仲間などその場のリソースを最大限活用しながら問題解決していたとしても，その複雑な相互作用過程を主観報告で再現することは難しいこと，しかし，主観報告に各自の問題意識が反映されていると考え，それとビデオデータを合わせて活用することで，一人ひとりの学習者に何が起きているかを推測しやすくなることが示唆されている．

今回は，振り返りを３段階で順にやっている欠点などがあるため，これを改善し，また課題も教育現場にレリバントなものに活用して，どのような振り返りの組み合わせが簡便にプロセスに迫れるかを検討する．

引用文献

Maier, N. R. F. (1931) Reasoning in humans. II: The solution of a problem and its appearance in consciousness. *Journal of Comparative Psychology*, 12(2), 181-194.

Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977) Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84(3), 231-59.

鈴木宏昭　(2004)「創発的認知から見た問題解決」 大津由紀雄・波多野誼余夫(編)「認知科学への招待」 研究社.

Tsujii, S., Hamaguchi, S., Timura, S., & Shirouzu, H. (2012) “Constraint discovery hint versus constraint relaxation hint for insight problem solving.” *CogSci2012*

表情と音声の示す感情が異なる刺激に対する感情判断 —同一文化集団と異文化集団の刺激における判断の日蘭比較—

Emotion judgment of Audiovisual Stimuli Representing different Emotions from Faces and Voices

髙木 幸子[1]，田部井 賢一[2]，Lisanne Huis In't Velt[3]，Beatrice de Gelder[3]，田中 章浩[1]
Sachiko Takagi, Ken-ichi Tabei, Lisanne Huis In't Velt, Beatrice de Gelder, Akihiro Tanaka

[1]東京女子大学，[2]三重大学，[3]Tilburg University
Tokyo Woman's University, Mie University, Tilburg University
takagi@lab.twcu.ac.jp

Abstract

Information from face and voice plays an important role in social communication. In the present study, we investigated cultural differences between Japanese and Dutch participants in the audio-visual integration of emotion. We conducted two experiments and used a face and voice which express incongruent emotions. We found that both visual and auditory information is important for Japanese participants judging in-group stimuli, while only the visual information is important in other combinations of participants and stimuli. Additionally, results showed that in-group advantage of voice was higher in Japanese than Dutch participants. Our findings indicate that audio-visual integration of affective information is modulated by perceivers' cultural background, and that there are cultural differences between in-group and out-group stimuli.

Keywords — Facial Expression, Vocal Expression, Incongruent Stimuli

1. はじめに

日常生活におけるコミュニケーションを円滑に進めるためには，自分の意図した感情を的確に他者に伝え，他者の意図する感情を正確に読み取ることが非常に重要である．コミュニケーション場面で我々が伝え合うメッセージは，言語的情報と非言語的情報に大別することができる．感情の理解と伝達において，言語情報は欠かすことのできないものであるが，表情，声の調子，身振りといった非言語的情報も大きな役割を担っていることが先行研究によって明らかにされている[1].

感情の視聴覚統合

過去の研究では，主に表情と音声に焦点が当てられ，単一の感覚モダリティに限定した研究が数多く進められてきた．しかし，実際のコミュニケーション場面では，我々は複数の感覚モダリティの処理を同時に行うことにより，豊かな感情のやりとりを実現している．たとえば，表情から手がかりを得ると同時に，声の調子からも手がかりを得て，これらを統合して最終的な判断をおこなっているのである．このように，他者感情の理解において，表情から得られる視覚情報と声から得られる聴覚情報が統合されることは，多くの先行研究によって報告されている[2-6]．たとえば，de Gelder and Vroomen[2]は，表情と音声を組合せた刺激を用いて，実験参加者に表情と音声を同時呈示して感情判断を求めたとき，表情のみに着目するように教示した場合でも同時呈示した音声に含まれる感情に影響を受けることを明らかにした．

視聴覚統合における文化差

こうした視聴覚情報の統合においては，文化差があることが知られている．Tanaka, Koizumi, Imai, Hiramatsu, Hiramoto, and de Gelder [5]は，多感覚情報の統合様式における文化差を検討するため，顔と声による視聴覚情動認知の日蘭比較実験を行った．日蘭での比較とした理由は，言語的要因を統制するためであった．たとえば，日本人(日本語母語話者)とアメリカ人(英語母語話者)で比較した場合には，日本人は双方の言語をある程度理解できるが，アメリカ人は日本語を理解できないという言語理解の非対称性が生じる可能性がある．しかし，日本人とオランダ人の比較であれば，言語的要因を排除して対称的な比較が可能になるためである．実験では，喜びと怒り感情

を扱い，顔と声の情動が一致または不一致な動画を刺激として用いた．ただし，顔を呈示する際にノイズを加え，難易度の調整がなされていた．実験は多感覚セッションと単一感覚セッションから構成されていた．多感覚セッションでは顔と声の両方を含む動画を呈示し，顔注意課題と声注意課題の 2 種類を実施した．顔注意課題では声を無視して顔から知覚される情動について判断するように，声注意課題では顔を無視して声から知覚される情動について判断するように教示した．単一感覚セッションは，無音の動画（顔のみ課題）または映像の伴わない音声（声のみ課題）の一方を呈示し，実験参加者に話者の情動判断を求めた．両セッションともに，判断は「喜び」と「怒り」の二肢強制選択とした．分析の結果，日本人はオランダ人と比べて顔の情動判断時には声からの影響が大きく，声の情動判断時には顔からの影響は小さかった．つまり，一貫してオランダ人よりも声への依存性が高かった．同様の傾向が Takagi, Hiramatsu, Huis in't Veld, de Gelder, and Tanaka[7]でも確認されており，この結果は情動の知覚における多感覚情報の重みづけにも文化差があることを示している．

感情知覚における内集団優位性

上述の文化差は，感情の受け手側が属する文化による差について言及していた．しかし，感情の送り手や，送り手側と受け手側の文化の組合せによっても感情知覚には差が生じることが知られている．たとえば，感情知覚の精度は刺激モデルの人物が同じ文化圏に属するか否かで差があることが先行研究で明らかにされている．表情からの感情知覚に関して，Elfenbein and Ambady[8]は複数の表情認知研究のメタ分析を実施し，人間は外集団（異文化)の人々の表情よりも，内集団（同一文化)の人々の表情をより正確に判断できることを報告した．音声からの感情知覚に関して，Pell, Monetta, Paulman, and Kotz[9]はスペイン語母語の実験参加者に対して英語・ドイツ語・アラビア語・スペイン語による感情が込められた無意味発話を呈示し，知覚される感情について検討した．その結果，スペイン語以外の発話からの感情知覚の精度もチャンスレベルは超えるものの，スペイン語からの感情知覚の精度が最も高く，母語とそれ以外の間に有意な差があることが示された．このような現象は，内集団優位性（In-group advantage)として知られている．しかし，視聴覚感情認知においても内集団優位性がみられるのかどうかは明らかにされていない．

モダリティ間での感情不一致

表情と音声で異なる感情を示す刺激を用いた視聴覚統合に関する先行研究では，2 つのモダリティ間の感情が不一致である状態を人工的に作り出し，刺激として用いるのが一般的である．しかし，このような状況は人工的に作り出さなければ存在しないのだろうか．髙木・平松・田中[10] は，日本人の表情音声動画刺激セットを作成する過程で，こうした不一致な状態が自然な，すなわち編集を加えたわけではない非人工的な刺激でも存在しうることを見出した．表情音声動画刺激セット作成のための収録では，モデルは基本 6 感情(喜び・怒り・悲しみ・嫌悪・驚き・恐怖)のそれぞれを，表情と音声の両方で同時に演技することを求められた．そして，刺激の評価実験として無音で表情動画のみを呈示する表情課題と，表情動画なしに音声のみを呈示する音声課題を同一被験者に対して実施し，それぞれの刺激について基本 6 感情のうちどの感情を知覚したかを回答させた．分析の結果，表情と音声に対する最頻回答が明らかに異なって判断される刺激が全体の 1 割程度の割合で存在した．たとえば，モデルは表情と音声の両方に喜び感情を込めたつもりでも，表情課題では喜び，音声課題では驚きが最頻回答となるような刺激である．また，Takagi et al.[7]はオランダ人の表情音声動画刺激セットを作成する過程においても，同様の刺激が全体の 2 割程度の割合で存在することを見出した．これらは，感情表出者が表情と音声で同一の感情を表現することを意図して演技したにもかかわらず，それぞれが異なる感情を示していると判断されるような，すなわち表情と音声の示す感情が非人工的に不一致な刺激である．

髙木・田部井・田中[11]はこのような刺激の存在に焦点を当て，顔と声のあらわす感情が不一致である刺激が人工的か非人工的かによって，知覚される感情が異なるかどうか検討した. 実験では，人工的な刺激と非人工的な刺激を用い，それらを表情のみ(V 呈示)，音声のみ(A 呈示)，表情・音声同時(AV 呈示)で実験参加者に呈示し，基本 6 感情から 1 つ感情を選択させた．その際，以下のような仮説を設定した．V 呈示と A 呈示は髙木ら[10]の表情課題と音声課題に対応していた. そのため，V 呈示では表情課題の最頻回答と一致する感情が最も多く知覚され，音声課題の最頻回答と一致する感情およびその他の感情が知覚されることは少ないと予測した．同様に，A 呈示では，音声課題の最頻回答と一致する感情が最も多く知覚され，表情課題の最頻回答と一致する感情およびその他の感情が知覚されることは少ないと予測した．また，AV 呈示で知覚される感情の傾向には，2 つの可能性が存在した．第一に，マガーク効果[12]における視覚情報と聴覚情報の融合のように，表情と音声の示すそれぞれの感情の融合が生じて，別の感情が知覚される可能性である．第二に，腹話術効果[13, 14]において視覚情報が聴覚情報の空間位置の知覚を吸引するように，感情価の知覚の吸引が生じて，表情と音声のどちらか一方が示す感情として知覚される可能性である. 実験の結果，知覚される感情の傾向には刺激が人工的か非人工的かによる差はみられなかった．知覚される感情はどちらの刺激においても，予測通り表情のみ，音声のみで動画刺激を呈示した場合には，それぞれのモダリティにあらわれた感情と一致する感情が知覚された．表情と音声を同時呈示した場合には，それぞれのモダリティにあらわれた感情のどちらかと一致する感情が知覚され，そのほかの感情として知覚されることは少なかった．つまり，顔と声のあらわす感情が不一致である刺激から知覚される感情は，モダリティ間での融合よりも吸引が生じる傾向が強いことが明らかになった．

問題提起

Tanaka et al.[5]の研究は，感情判断の際の顔と声という多感覚情報の重みづけにおける文化差に焦点を当てていた．そのため，顔と声の難易度を一定に調整する必要が生じ，顔にはノイズが加えられていた．また，明確に快―不快に分類可能な喜びと怒りの感情に限定することによって，日本人における聴覚モダリティの優位性を示した．しかし，現実場面では，当然のことながら顔と声で難易度に差があり，表情と音声の示す感情が不一致な状態は少なからず存在し[7, 10]，そこにはさまざまな感情の組合せが想定される．また，同一文化集団と異文化集団に対する感情知覚の差については，単一モダリティに焦点を当てた研究が多く[8, 9]，多感覚モダリティの観点からの検討はなされていない．

目的

本研究の目的は，2 つの実験によって，演技の段階で表情と音声に意図せずに不一致な感情が表出された刺激から知覚される感情について日蘭比較を行うことである．具体的には Tanaka et al. [5]の研究に以下の変更を加え，発展させた．第一に，現実場面に近づけるため，顔へのノイズ付加といったモダリティ間での難易度の調整はしなかった．第二に，感情は快―不快の組合せに限定せず，演技の段階で意図せず表出されたすべての組合せを含めた．第三に，同一文化集団と異文化集団の結果を比較することで，感情の送り手と受け手の組合せによる差についても言及した．まず，実験 1 では単独モダリティからの感情知覚に焦点を当てた．表情のみでの感情判断は難易度の低さ[15, 16]から文化差が生じないが，音声のみでは難易度の高さ[15, 16]と聴覚モダリティへの依存性の違い[5]からオランダ人よりも日本人の方が感情判断の正答率が高くなるという差が生じることが予測される．

次に，実験 2 では視覚と聴覚の両モダリティの感情情報を同時呈示することにより，視聴覚統合におけるモダリティ優位性の日蘭文化差を検討した．こうした状況での感情判断は，音声より表情のほうが感情判断が容易であるため[15, 16]，文化によらず主として表情に依存した感情判断が行わ

れると考えられる．ただし，内集団優位性[8, 9]の影響により，その程度は受け手の文化によって異なることが予測される．また，音声による感情知覚で内集団優位性が生じる理由のひとつとして，言語の親近性が高いことが挙げられる[8]．このため，異文化集団の感情表現は言語の親近性が低くなり，同一文化集団と比較して，表情への重みづけがより高まると予測される．

2. 方法

実験参加者：実験 1 と実験 2 ともに，日本人参加者(以下，日群)は 43 名，オランダ人参加者(以下，蘭群)は 28 名であった．日群のうち，20 名(男女各 10 名，平均年齢 20.1 歳(SD = 1.36))が日本人刺激を，23 名(男性 11 名・女性 13 名，平均年齢 21.1 歳(SD = 2.64))がオランダ人刺激を観察した．また，蘭群のうち，13 名(男性 2 名・女性 11 名，平均年齢 20.3 歳(SD = 1.18))が日本人刺激を，15 名(男性 6 名・女性 9 名，平均年齢 20.3 歳(SD = 1.59))がオランダ人刺激を観察した．

刺激：実験 1 と実験 2 ともに，刺激として表情音声動画刺激セット作成の過程で収録された日群・蘭群各 576 (6 (感情)×4 (発話内容)×3 (発話回数)×8 (モデル数))刺激の中から，日本人刺激 56 種類，オランダ人刺激 105 種類が抽出された．刺激抽出の際には，表情と音声からなる動画に関する感情評価実験において表情と音声がそれぞれ異なる感情を表していると判断されたものであり，特定の感情の最頻回答率がそれぞれ 50%以上であるという基準を設けた．異なる感情は非意図的に表出されたものであるため，刺激に占める感情の組合せの割合は一定ではなかったが，日本人刺激とオランダ人刺激を合わせればモダリティごとに基本 6 感情のすべてが含まれていた．

手続き：実験 1 では，刺激は表情のみ(以下，V 呈示)，音声のみ (以下，A 呈示)の 2 つの方法で日群および蘭群に呈示した．A 呈示と V 呈示の順はカウンターバランスした．実験 2 では，刺激を表情・音声同時(以下，AV 呈示)した．いずれの実験でも実験参加者は，基本 6 感情から 1 つ感情を選択するという形式で，呈示された感情表現に対する感情判断をおこなった．

3. 実験 1：結果および考察

実験 1 は，単独モダリティからの感情知覚の傾向について検討するためにおこなわれた．以下に結果と考察を述べる．

3.1 結果

V 呈示と A 呈示それぞれにおいて，2 要因被験者間計画の分散分析を実施した．要因は実験参加者群(日・蘭)×刺激タイプ(同一文化集団・異文化集団)であり，従属変数は知覚された感情の正答率であった．

V 呈示

V 呈示では，日群の同一文化集団と異文化集団に対する正答率はそれぞれ 67.9%と 63.1%であり，同様に蘭群での正答率は 66.7%と 62.2%であった．分散分析の結果，交互作用および有意差はみられなかった．つまり，表情のみを呈示した場合の正答率に，実験参加者群が属する文化および送り手が同一文化集団か異文化集団かによる差はみられなかった．V 呈示の結果を図 1 に示す．

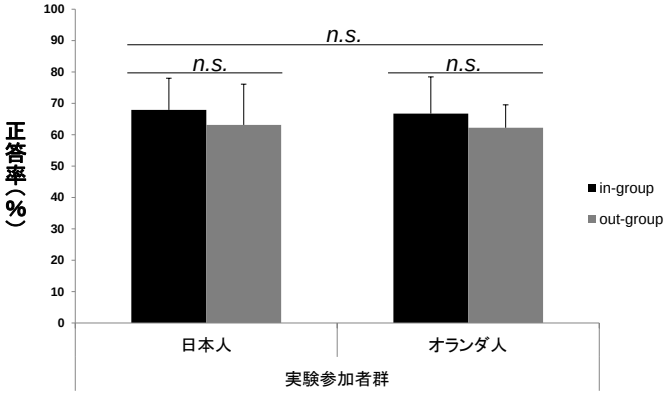


図1. V呈示における参加者ごと・刺激タイプごとの正答率

A 呈示

A 呈示では，日群の同一文化集団と異文化集団に対する正答率はそれぞれ 59.5%と 21.4%であり，同様に蘭群での正答率は 49.8%と 36.2%であった．分散分析の結果，実験参加者群×刺激タイプの交互作用($F(1, 67) = 14.81$, $p < .001$)と刺激タイプの主効果($F(1, 67) = 66.12$, $p < .001$)がみられた．交互作用に関して単純主効果検定を実施

したところ，刺激タイプごとに実験参加者群の間に有意差がみられた．また，実験参加者群ごとに刺激タイプ間に有意差がみられた．つまり，音声のみを提示した場合，感情判断の正答率は同一文化集団に対しては蘭群よりも日群の方が高く，異文化集団に対しては日群よりも蘭群の方が高いことが示された．また，日群・蘭群ともに，異文化集団よりも同一文化集団に対する感情判断の正答率の方が高かった． A 呈示の結果を図 2 に示す．

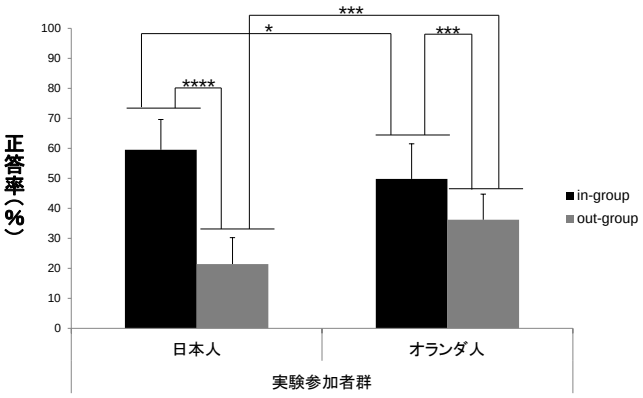


図2. A呈示における参加者ごと･刺激タイプごとの正答率

3.2 考察

結果から，表情による感情判断の正答率は，受け手と送り手の文化による差がないことが示唆された．一方，音声からは，受け手が日本人でもオランダ人でも異文化集団よりも同一文化集団から感情が読み取りやすいことが示唆された. ただし，同一文化集団からはオランダ人よりも日本人の方が，異文化集団からは日本人よりもオランダ人の方が正確に感情を読み取る傾向が示唆された．つまり，感情判断における文化差の影響は呈示モダリティ間で傾向が異なり，音声でのみ内集団優位性およびその程度の日蘭差がみられた．

表情のみからの感情判断に文化差がみられなかった理由として，表情の普遍性の高さが挙げられる．先行研究において，一般的に音声よりも表情の方が普遍性が高いことが明らかにされている[17-20]．ゆえに，群と内集団・外集団の文化によって判断が影響を受けることはなかったのだろう．

一方，音声のみからの感情判断には，内集団優位性と群間差がみられた．内集団優位性がみられたことは，先行研究[8, 9]の結果を支持していた．今回の実験は Tanaka et al.[5]に倣い, 互いに言語理解が不可能である日蘭での比較であった．先行研究では，音声による感情知覚において内集団優位性が生じる理由の一つに，言語の親近性が挙げられている[8, 9]．感情を音声で表現する場合，ピッチや抑揚といった様々な音響特徴を変化させるが，それらをどのように変化させるかは言語によって異なるからである．よって，発話が親近性の高い母語でなされていた同一文化集団に対する正答率がより高くなったのであろう．セリフが母語である内集団の正答率がより高かったのだろう．さらに，内集団優位性のみならず群間差もみられたことにより，内集団優位性の程度にも文化差があるという新たな知見が得られた．内集団優位性は群を問わずみられる現象であったが，その程度は日本人の方が強かった．Tanaka et al. [5] は感情判断ではオランダ人よりも日本人の方が音声への依存性が高いことを示したが，この傾向は特に同一文化集団に対する判断においてより顕著である可能性を示唆している．

4. 実験 2：結果および考察

実験 1 では単独モダリティによる感情知覚を検討した．実験 2 では，視覚モダリティと聴覚モダリティを同時呈示することによって，視聴覚統合におけるモダリティ優位性の日蘭文化差を検討した．以下に結果と考察を述べる．

4.1 結果

AV 呈示については, 3 要因混合計画の分散分析を実施した．従属変数として，実験参加者の回答を表情一致(表情の示す感情)・音声一致(音声の示す感情)・その他(表情・音声の示す以外の感情)の 3 種に分類し，それぞれの回答率を用いた．要因は実験参加者群(日・蘭)×刺激タイプ(日・蘭)×反応タイプ(表情一致･音声一致･その他)であった．これらのうち，反応タイプのみが被験者内要因であった．

分散分析の結果，実験参加者群×反応タイプの交互作用($F(2, 134) = 6.56$, $p < .001$)，刺激タイプ×反応タイプの交互作用($F(2, 134) = 35.61$, p

< .001), 刺激タイプ×実験参加者群×反応タイプの交互作用($F(2, 134) = 17.30$, $p < .001$)がみられた．また反応タイプの主効果がみられた($F(2, 134) = 209.47$, $p < .001$).

実験参加者群×反応タイプの交互作用に関して単純主効果検定を実施したところ，表情一致と音声一致反応において実験参加者群の主効果がみられた．表情一致反応は蘭群に多く，音声一致反応は日群に多かった．また，双方の実験参加者群において，反応タイプの主効果がみられた．日群では，平均反応数は表情一致，音声一致，その他の順に多く，表情一致反応と音声一致およびその他の反応の間と，音声一致とその他の反応の間に有意差がみられた．一方，蘭群では平均反応数は表情一致，その他，音声一致の順に多く，表情一致反応と音声一致およびその他の反応の間に有意差がみられたが，音声一致とその他の反応の間に差はみられなかった．

刺激タイプ×反応タイプの交互作用に関して単純主効果検定を実施したところ，すべての反応タイプにおいて刺激タイプの主効果がみられた．表情一致反応とその他の反応はオランダ人刺激に対して多く，音声一致反応は日本人詩的に対して多かった．また，双方の刺激タイプにおいて反応タイプの主効果がみられた．日本人刺激では，平均反応数は表情一致, 音声一致, その他の順に多く，表情一致反応と音声一致およびその他の反応の間と，音声一致とその他の反応の間に有意差がみられた．オランダ人刺激では，平均反応数は表情一致，その他，音声一致の順に多く，表情一致と音声一致およびその他の反応の間と，その他と音声一致反応の間に有意差がみられた．

刺激タイプ×実験参加者群×反応タイプの交互作用に関して単純主効果検定を行った．まず，日本人刺激におけるすべての反応タイプにおいて，実験参加者群の主効果がみられた．表情一致とその他の反応は蘭群の方が多く，音声一致反応は日群の方が多かった．また，オランダ人刺激においては音声一致とその他の反応において，実験参加者群の主効果がみられた．音声一致反応は蘭群の方が多く，その他の反応は日群の方が多かった．次に，日群のすべての反応タイプにおいて，刺激タイプの主効果がみられた．表情一致とその他の反応はオランダ人刺激に対して多く，音声一致反応は日本人刺激に対して多かった．さらに，各実験参加者群と各刺激タイプのすべての組合せの間に反応タイプの主効果がみられた．日群の日本人刺激に対する平均反応数は表情一致，音声一致，その他の順に多く，表情一致および音声一致反応とその他の反応の間に有意差がみられたが，表情一致と音声一致反応の間に差はみられなかった．一方，オランダ人刺激に対する平均反応数は表情一致，その他，音声一致の順に多く，表情一致と音声一致およびその他の反応の間と，その他と音声一致の反応の間に有意差がみられた．蘭群では日本人刺激に対する平均反応数は表情一致，音声一致，その他の順に多く，表情一致と音声一致およびその他の反応との間に有意差がみられたが，音声一致とその他の反応の間には有意差はみられなかった．一方，オランダ人刺激に対する平均反応数は表情一致，その他，音声一致の順に多く，表情一致と音声一致およびその他の反応の間に有意差はみられたが，音声一致とその他の反応の間には有意差はみられなかった．

反応タイプの主効果に関する多重比較の結果，表情一致と，音声一致およびその他の反応間にそれぞれ 5%水準で有意差がみられ，表情と一致する反応が最も多かった．音声一致とその他の反応の間に差はみられなかった．AV 呈示の結果を図 3 に示す．

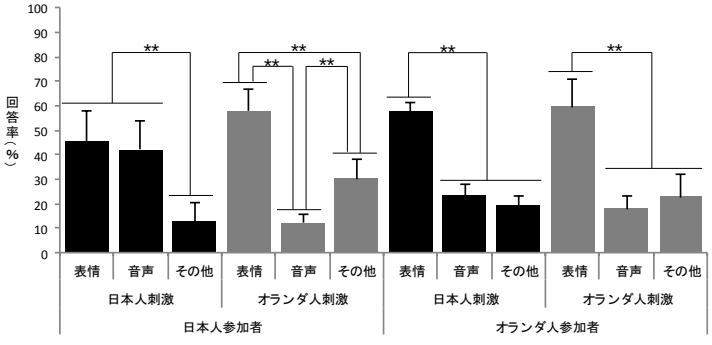


図3. AV呈示における参加者ごと・刺激ごとの回答率

以上の AV 呈示の結果については，以下のよう

にまとめることができる．同一文化集団の感情判断では，日群は表情一致および音声一致反応がその他の反応よりも多かった．一方蘭群は，表情一致反応が最も多かった．また，異文化集団の感情判断については，日群・蘭群ともに表情一致反応が最も多く，さらに日群はその他の反応が音声一致反応よりも多かった．

4.2 考察

表情と音声を同時呈示した場合には，同一文化集団の感情判断は，日群では表情ないしは音声にあらわれた感情が知覚される傾向が強かった．一方，蘭群では表情のみにあらわれた感情が知覚される傾向が強かった．つまり，いずれもモダリティ間の感情の融合ではなく吸引が生じたが，日群では表情と音声のどちらか一方に吸引される傾向がみられたのに対し，蘭群では表情のみに吸引されていた． こうした差がみられた理由として，モダリティ優位性の影響が挙げられるだろう．先に述べたように，オランダ人よりも日本人は聴覚モダリティにおける感情読み取りが優れており[5]，今回の実験刺激を用いた研究でも同様の結果が得られている[7]．ゆえに，表情と音声が同時呈示された場合には，同一文化集団に対する感情判断では，オランダ人の感情読み取りは表情にのみ委ねられるが，日本人では表情と音声の両方に影響されるのであろう．

また，異文化集団の感情判断は，いずれの群も，表情にあらわれた感情が知覚される傾向が示された．ただし，日群では音声にあらわれた感情よりもそれ以外の感情が知覚される傾向が強かったのに対し，蘭群ではそうした傾向はみられなかった．つまり，異文化集団の感情判断においては，両群で表情の示す感情に吸引される傾向が強いが，日群は蘭群と比較して融合と考えられる反応が生じやすい傾向にあったと解釈できる．ただし，後者については，感情の表出と知覚の双方を踏まえたさらなる検討が必要である．まず，表出については，オランダ人の表情表出が明確である可能性を考慮する必要がある．AV 呈示における日群のオランダ人刺激に対する反応は，音声一致反応が最も少なく，その他の反応の方が多かった．また，日群における音声一致反応は，蘭群の日本人刺激における音声一致反応よりも少なかった．これは，日本人よりもオランダ人の表情表出が明確であることにより，日群の音声による感情知覚が影響を受けたと解釈することも可能である．次に，知覚の観点から，融合とも解釈できるその他の反応について詳細に検討する必要がある．その他の反応は，視聴覚それぞれの感情が融合して別の感情として知覚されたと捉えられるが，単に誤答であった可能性も否定できない．たとえば，感情の回答に加えて確信度を測定するなどの工夫が求められるだろう．

5. 結論

本研究の目的は，演技の段階で表情と音声に意図せずに不一致な感情が表出された刺激から知覚される感情について日蘭比較を行うことであった．実験の結果，感情の視聴覚統合において日蘭で文化差がみられた．特に，感情判断では一般的に聴覚モダリティよりも視覚モダリティの情報が優位であるが，日本人では同一文化集団の感情判断では視覚モダリティのみならず聴覚モダリティの影響も強く受けることが示された．このことは，編集によって人工的に作り出した不一致ではなく，演技の段階で意図せずに不一致な感情が表出された刺激を用いても，感情判断における視聴覚モダリティの依存性には文化差が生じることを示唆している．

参考文献

[1] A.Mehrabian, (1968) “Communication without words”, Psychological Today, 2, pp.53-55.

[2] B. de Gelder, and J. Vroomen, (2000) “The perception of emotions by ear and by eye”, Cognition & Emotion, 14, pp.289-311.

[3] W. Massaro, and P. B. Egan, (1996) “Perceiving affect from the voice and the face”, Psychonomic Bulletin & Review, 3,

pp.215-221.

[4] O. Collignon, S. Girard, F. Gosselin, S. Roy, D. Saint-Amour, M. Lassonde, and F. Lepore, (2008) “Audio-visual integration of emotion expression”, Brain Research, 1242, pp.126-135.

[5] A. Tanaka, A. Koizumi, H. Imai, S. Hiramatsu, E. Hiramoto, and B. de Gelder, (2010) “I feel your voice: Cultural differences in the multisensory perception of emotion”, Psychological Science, 21, pp.1259-1262.

[6] A. Koizumi, A. Tanaka, H. Imai, S. Hiramatsu, E. Hiramoto, T. Sato, and B. de Gelder, (2011) “The effects of anxiety on the interpretation of emotion in the face-voice pairs”, Experimental Brain Research, 213, pp.275-282.

[7] S. Takagi, S. Hiramatsu, E.M.J. Huis in’t Veld, B. de Gelder, and A. Tanaka, (2011) “Recording and validation of audiovisual expressions by faces and voices”, i-Perception, 2(8), pp.775.

[8] H.A. Elfenbein, and N. Ambady, (2002) “On the Universality and Cultural Specificity of Emotion Recognition: A Meta-Analysis”, Psychological Bulletin, 128(2), pp.203-235.

[9] M. D. Pell, L. Monetta, S. Paulmann, and S. A. Kotz, (2009) “Recognizing Emotions in a Foreign Language”, Journal of Nonverbal Behavior, 33(2), pp.107-120.

[10] 髙木幸子・平松沙織・田中章浩, (2011) “日本人の顔と声による感情表現の収録とその評価”, 信学技報, HIP2011-50, pp.51-56.

[11] 髙木幸子・田部井賢一・田中章浩, (2012) “顔と声のあらわす感情が不一致な刺激に対する感情判断および印象評定”, 日本音響学会聴覚研究会資料, 42, pp.87-92.

[12] H. McGurk, and J. MacDonald, (1976) “Hearing lips and seeing voices”, Nature, 264(5588), pp.746-748.

[13] M. Radeau, and P. Bartelson, (1977) “Adaptation to auditory visual discordance and ventriloquism in semirealistic situations”, Perception & Psychophysics, 22, pp.137-146.

[14] W. R. Thurlow and C. E. Jack, (1973) “Certain determinants of the “ventriloquism” effect”, Perceptual and Motor Skills, 36, pp.1171-1184.

[15] K. R. Scherer, (2003) “Vocal communication of emotion: A review of research paradigms”, Speech Communication, 40, pp.227-256.

[16] 池本 真知子・鈴木 直人, (2009) “感情判別における声質の影響—単音節、短文を用いて—”, 感情心理学研究, 16(3), pp.209-219.

[17] P. Ekman, and W. V. Friesen, (1971) “Constants across cultures in the face and emotion”, Journal of Personality and Social Psychology, 17, pp.124-129.

[18] P. Ekman, and W.V. Friesen, and P. Ellsworth, (1982) “What are the relative contributions of facial behavior and contextual information to the judgment of emotion ?”, In P.Ekman(Ed.), Emotion in the human face. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press., pp.111-127.

[19] J.A. Russell, M. Lewicka, and T. Niit, (1989) “A Cross-Cultural Study of a Circumplex Model of Affect”, Journal of Personality and Social Psychology, 57(5), pp.848-856.

[20] J. A. Russell, (1994) “Is there universal recognition of emotion from facial expression? A review of the cross-cultural studies”, Psychological Bulletin, 115, pp.102-141.

謝辞

本研究は，総務省 SCOPE 若手 ICT 研究者育成型研究開発(10210311)，および JSPS 科研費若手研究(A) (24680030)の支援を受けました.

擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーション 被説得エージェントの反応の違いによる説得への影響

"Overheard" Persuasive Communication Using Agents: Influences of Responses by the Persuaded Agent

齋藤 ひとみ†, 朝倉 隆博†
Hitomi Saito, Takahiro Asakura

† 愛知教育大学
Aichi University of Education
hsaito@auecc.aichi-edu.ac.jp

Abstract

We examined influences of responses by persuaded agents on "overheard" persuasive communication using agents. In the experiment, we used three types of response by a persuaded agent (positive, negative and conformity) and compared changes of participants' belief before and after the overheard persuasive communication. Their impressions of agents were also analyzed. The results showed that the participants felt friendly and trust and were more likely to be persuaded when the persuaded agent conformed their belief.

Keywords — Overheard persuasive communication, Life-like agent, Human-agent interaction

1. はじめに

近年，Webサイトでのナビゲーションやプレゼンテーションなどの際に，人物的な特徴を持ったキャラクターである擬人化エージェントを用いることで，ユーザに対してより魅力的に説明や説得ができる可能性があると期待されている．擬人化エージェントが今後より普及していくためには，メディアイクエーションの考え方に基づいて設計する必要があると指摘されている．メディアイクエーションとは，人間はある傾向を持つメディアに対して，人に対するのと同様にふるまうという考え方であり，武川 (2010)は，メディアイクエーションが発生する条件を明らかにするためには人のコミュニケーション行動を観察分析してその知見をエージェントの行動に埋め込む必要があると述べている．

本研究では，人のコミュニケーション行動の知見として，説得におけるオーバーハードコミュニケーション(OHC)に着目する．OHCとは，被説得者を直接説得するのではなく，説得者が第3者に説得している様子を被説得者に見せることで間接的に説得する方法である．Walster and Festinger (1962)は，人対人によるOHCの効果について検討し，直接的な説得であるレギュラーコミュニケーション(RC)よりもOHCの方が説得後に意見変容が見られることや，説得話題が被説得者に関連する場合により効果があることを明らかにした．

また鈴木・山田 (2005)はOHCが，エージェントが人に説得を行う際にも有効であることを実証した．実験では，説得エージェントが被説得エージェントを説得するOHC条件と説得エージェントがユーザに直接説得するRC条件の2つの方法で商品を紹介し，ユーザの購買意欲，エージェントに対する印象を調べた．分析の結果，RCよりもOHCの方が商品の購買意欲は大きくなることが示された．この結果により，擬人化エージェントによるOHCがユーザの意見変容に影響を及ぼすことが明らかになった．

鈴木・山田 (2005)の研究では，被説得エージェントは説得エージェントの説明に対して相槌を打つという反応のみであった。しかし，被説得エージェントの返事や表情などの反応の違いによって印象が変化し,説得に対しても影響を与える可能性があると考えられる．そこで本研究では，擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーションにおいて，被説得エージェントの反応の違いが，ユーザの意見変容とエージェントの印象形成に変化を与えるかについて検討する．

被説得エージェントの反応については，説得エージェントの意見に全て肯定する場合，全て否定する場合と，参加者の意見と同じ反応，つまり同調する場合の3つの条件の比較を行う．

2. 実験

参加者および実験計画

大学生45人が実験に参加した．実験は，被説得エージェントの反応を以下の3条件(肯定，同調，否定)に分け，1要因参加者間計画で実施した．被説得エージェントの表情は，反応時に図2に示すように変化させた．

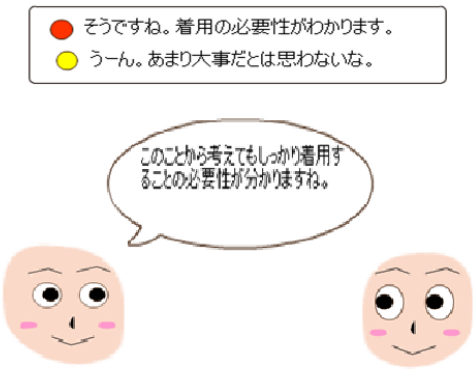


図 1: 選択肢の表示

図 2: 被説得エージェントの表情

- 肯定条件: 説得エージェントの説得に対して，参加者の反応に関わらず全て肯定的な反応をとる．
- 同調条件: 参加者が肯定的な意見を選択した時に肯定的な反応をとり，否定的な意見を選択した時は否定的な反応をとる．
- 否定条件: 説得エージェントの説得に対して，参加者の反応に関わらず全て否定的な反応をとる．

手続き

4つの話題（車の後部座席のシートベルトの重要性，夜食の危険性，傘さし運転の危険性，エアコン暖房について）について説得を行う実験システムをFlashで作成した．システムは，以下の手順で説得を行う．1つの話題についての説得を1セッションとし，合わせて4セッション行った．

(1) 説得エージェントが被説得エージェントに対して1つの説得話題について説得する様子をみる．
(2) 画面の上に説得エージェントに対する意見として，肯定的な意見と否定的な意見が表示される(図1)．参加者は選択肢から自分の意見に近い方のボタンを押す．
(3) 被説得エージェントが肯定的または否定的な意見を，説得エージェントに返す．その際，エージェントの表情が変化するものとする．表情の変化は，肯定時，否定時の2種類である．この反応は3条件によって分かれる．
(4) (1)〜(3)の操作を5回繰り返す．
(5) 説得話題について，説得エージェントが話をまとめる．被説得エージェントは肯定的な意見を言ってまとめる．

質問紙

参加者は，事前に4種類の説得話題に関する意見を，1(全く思わない)〜9(とても思う)で回答した．実験終了後にも同様の内容について回答した．また各エージェントに対する印象を10つの形容詞対(全10 項目，親切である-不親切である，知識が豊富-知識がない，友好的である-敵対的である，役に立つ-役に立たない，専門的である-専門的でない，信頼できる-信頼できない，好感が持てる-好感が持てない，誠実である-不誠実である，温かさがある-冷たい，客観的である-主観的である) それぞれについて7段階(例: -3.不親切である〜3.親切である)で評定した．

3. 結果と考察

各説得話題についての事前と事後の3条件の意見変容の差については，有意差は見られなかった．そこで，事前調査と事後調査の4話題の合計の差分をとり，分散分析を行った(図3)．その結果，有意傾向が見られ($F(2,42)=2.63.p<.10$)，多重比較の結果，同調条件と否定条件において，同調条件が有意に大きいことが明らかになった($MSe=22.0349$, $p<.05$)．肯定条件については2体に説得されていると感じたという意見もあり，あまりにも自分の意見とかけ離れた場面で肯定してしまうことは，結果として押しつけがましさを与えてしまうことがあると考えられる．その点，同調条件において被説得エージェントが肯定的な意見だけでなく，否定的意見も述べることは参加者にとってより客観的に2体のエージェントの会話をとらえることができ，押しつけがましさを軽減し，説得に対して耳を向けることができた可能性が考えられる．

次に，実験中の意見選択場面において肯定･否定のどちらを選んだかを分析した．1セッションあたり，5回の意見選択場面があり，参加者は説得エージェントの意見に肯定か否定かを答えるように求められた．肯定を1，否定を0とし，各回ごとの選択の平均を計算したものを図4に示す．分析の結果，条件と回の主効果がそれぞれ確認された(条件:$F(2,42)=5.64,p<.01$;回数:$F(4,42)=7.19,p<.01$)．多重比較の結果，肯定条件，同調条件に比べて否定条件で肯定を選択する割合が低いことが明らかになった($MSe=0.1007,p<.05$)．また回数については，

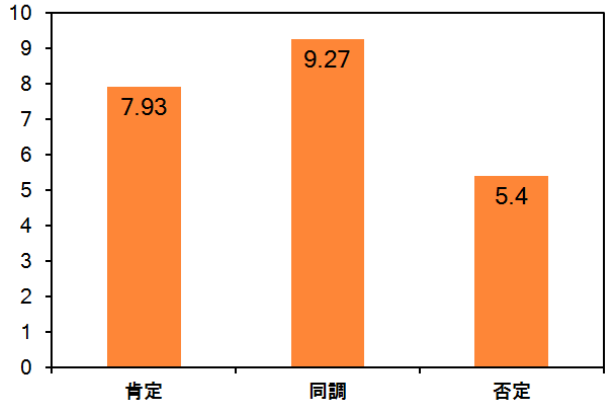


図 3: 4課題の合計の差分の平均

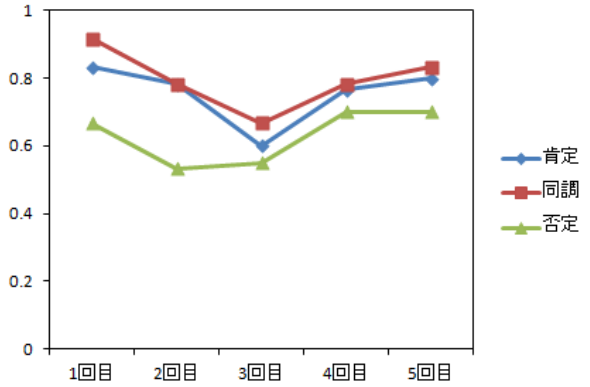


図 4: 1セッションの各回での肯定意見の平均選択数

3回目が1,4,5回目に比べて肯定を選択する割合が低いことが明らかになった(MSe= 0.0387,p <.05).

否定条件については他者の意見を意識させることがねらいであるOHCの効果によって，被説得エージェントが否定的な意見を述べたことに同調してしまった可能性があると言える．

各エージェントの印象については，被説得エージェントにおいて,「親切」,「友好的」,「好感が持てる」,「温かい」,「客観的」の項目で否定条件のみが有意に低くなることが明らかになった．また，説得エージェントの振る舞いはどの条件も同じであったが,「信頼できる」の項目で被説得エージェントと同様に同調条件の値が有意に大きかった(F(2,42)=9.27.p <.01)．以上から被説得エージェントの反応が説得エージェントの信頼感にも影響を与えることが明らかになった．

同調条件においてこのような結果になったのは，竹内・片桐 (1999)の研究で示された自分の意見に賛同してくれるエージェントに対する親和動機が働いたと考えられる．エージェントが「人らしい」反応をとることはユーザにより信頼感を与え，より不自然さをなくすことができるため，印象形成や説得に対する意見変容を促すにあたって重要であることが示唆された．

4. おわりに

本研究では，擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーションにおける第三者にあたる被説得エージェントの反応に焦点をあてた．そこで被説得エージェントがユーザの意見に同意した場合，説得エージェントと共にユーザにより信頼感を与えることが明らかになった．そして，これらの親和動機に基づいたエージェントは，より被説得者に「人らしさ」を感じさせ，魅力的に説得できる可能性があることを明らかにした．

擬人化エージェントがユーザにより魅力的に説得ができれば，学校現場でのモラル教育に用いるなど，より様々な場面で活躍できる可能性がある．本研究の結果は，より活躍できるエージェントの設計に向けての1つの知見として考えられる．

謝辞

本研究はJSPS科研費23700283の助成を受けたものです。

参考文献

武川直樹 (2010). 社会科学のアプローチに基づくコミュニケーションロボット・擬人化エージェントの設計に向けて：人間観察によってデザインされたロボットは「不気味の谷」を渡れるか？．『電子情報通信学会誌』, **93** (12), 1027–1033.

鈴木聡・山田誠二 (2005). 擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーションのユーザの態度への影響(ヒューマンインタフェース). 『情報処理学会論文誌』, **46** (4), 1093–1100.

竹内勇剛・片桐恭弘 (1999). 人間の判断に同意傾向を示すエージェントに対する社会心理的反応. 『電子情報通信学会技術研究報告.HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎』, **99** (123), 57–63.

Walster, E. & Festinger, L. (1962). The Effectiveness of "Overheard" Persuasice Communications. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, **65** (6), 395–402.

提示方法の違いによる指示意図の解釈：成人を対象とした調査
Interpretation of Referential Intentions in Difference of Presenting: Examination of Adults

安田 哲也[†]，小林 春美[‡]
Tetsuya YASUDA, Harumi KOBAYASHI

[†]埼玉県立大学，[‡]東京電機大学
Saitama Prefectural University, Tokyo Denki University
yasuda-tetsuya@spu.ac.jp

Abstract

This study investigated interpretation of a referred area when a person pointed at stimulus board using a hand (“arm pointing,”) or an index finger (index finger pointing). Participants looked at a video that showed an agent pointed at a stimulus using arm pointing or index finger pointing with touching or no-touching the stimulus. The stimuli included letter A, groups of alphabet letters, and combination of a circle and a square. Then participants were asked which part or whole of the stimulus was referred. The results were that both the index finger pointing with touching and the arm pointing with touching were interpreted that the pointed part was referred. If these pointing actions did not include touching the stimulus, these actions were interpreted that a whole stimulus was referred. However, if the stimulus had special parts such as groups of alphabet letters, then the participant interpreted that one of such groups of letters was referred. The study suggested that arm pointing and index finger pointing were interpreted in similar manner. Interpretation of the referred area changed according to touching the stimulus part or not and characteristics of the stimulus.

Keywords — Pointing, Referential Intentions

1. 目的

指示者によって指さし・手さしが行われ，指示した対象自体に部分に関するメッセージ性が存在する場合，我々は指示者の非言語情報を利用し，多様に存在する指示されたと解釈できる範囲や意味を推測すると考えられる．意図推測は，子どもはもとより大人にとっても重要であり，様々な状況で適切に行われていると考えることができる．

事物の機能と名称の獲得に注目した幼児を対象とした実験を，Kobayashi (1997) や Kemler Nelson, Russell, Duke and Jones (2000) は行った．いずれの研究も，子どもは事物の形より機能性を重視して事物名称を学ぶ場合があることを示した．Kobayashi (2007)は，事物の部分の名称を教えるという状況を用いて，指さしの効果を 2 歳児、4 歳児を対象として調べた．部分に対し接触指さしや操作を行うことにより，参加者による部分名称の受け入れが促されることを示した．部分範囲を事物の部分に正しく限定し解釈した一方，非接触指さしを行うと指示された部分の範囲特定が困難になり，参加者は事物全体と解釈した．安田・小林 (2011 年度認知科学会大会)の研究では，カメラ等の部分などにラベルが明確にある事物に関して，事物の機能や色などの特徴と接触指さしの指示範囲について，成人を対象に調べた．事物自体が機能を持つ場合，指示範囲がその部分に限定やすいことや，色によって指示範囲が変化することを報告した．これらの研究は，名詞と事物というラベルの結び付けにおける範囲解釈を調べているために，事物自体の持っている特徴に左右されラベルとして結び付けられていた可能性がある．

指さしの指示について、ポスター場面に注目した熊谷・角・間瀬・西田(2005)の研究が挙げられる．この研究では，ポスターを説明する際の会話構造と指さしの関係について調べた。指さし行為により指さされた箇所（文字や絵）が，会話の対象となっていることがわかった．眼と手の両方で指示する実験として今井・関口・川上・舘暲(2004)が挙げられる．指示者は箱にあけた窓から机の上に置かれたターゲットを指した．実験の結果から，参加者は指さしの位置を特定する際，指示者の眼の情報は使わずに指示者の指を見て指示先を判断していたことがわかった．以上のことにより，指さしは位置や向きなどの影響によって，指示意図の内容が変化する可能性があるとしている．これらの

研究は，指さしの特徴について言及しているが，指さしが指示する範囲に対しどのように影響するかについては言及していない．

本研究では，接触・非接触の指さしと手さしを用いて，提示物の特徴により指示の範囲解釈がどのように変化するか実験により調べた．安田・小林 (2011)は「これはムタです」という言語教示を用い，カメラ等の部分などにラベルが明確にある事物を用いた結果，事物の持つラベルを中心に範囲解釈が誘導されていた可能性がある．本研究では，その影響を排除するために，言語教示として「この画面を見て下さい」とし，事物に対しラベルづけは行わなかった．なお手さしは，方向を示す場合によく用いられるが，手さしの効果についての言及はあまりない．指さしと比較し，手さしと指さしの効果の違いを調べることにした．

2. 方法

参加者： 理工系大学生 84 名．条件は次のように割りあてた．接触指さし条件 29 人，非接触指さし条件 22 人，接触手さし条件 18 人，非接触手さし条件 15 人であった．

材料： 文字が書いてある刺激として「A」，「等間隔の文字」，「不規則な間隔」，図が書いてある刺激として「四角と丸」の 4 つを用意した(Table1).

Table 1 提示物

提示物名	刺激	提示物の特徴
A		—
等間隔		文字と文字の間は 1 文字分の間を等間隔に空けた
不規則な間隔		1 文字分の間と大きな空白を空けた
四角と丸		四角の中に丸を入れた

刺激の作成： 複数の参加者に同一方法の指示を行うため，Microsoft Power Point 2007を使用して映像を作成した．接触，非接触の違いは，影の図を用いた(Figure1, 2). 非接触時の影に関しては，実際に対象物へ 7cm 離して指さしを行ったものとほぼ同一の距離で作成した。

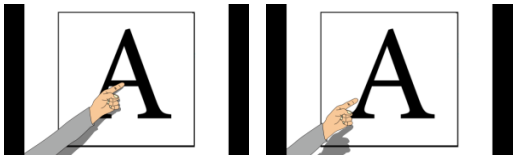


Figure 1 指示の種類: 接触指さし(左)，非接触指さし(右)

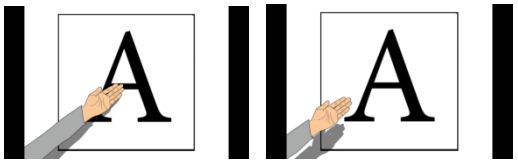


Figure 2 指示の種類: 接触手さし(左)，非接触手さし(右)

方法： 実験参加者に机に座ってもらい実験シートを配付した．6 通りの回答から構成される実験シートの記入方法と実験の注意事項を説明した．次に 5 枚の提示を参加者前方のスクリーンを使って行った．1 つの刺激に1分ほど設けた．刺激を見せる前に実験者は参加者に「この画面を見て下さい」と教示した．5 つの刺激，すべての映像が終わるまで同様の方法で行った．

質問用紙の構成： 各事物に，2 つの質問を用意した．1 つ目の質問では 6 つの項目から指示されたと思う範囲に最も近いものを1つだけ選ぶよう求めた．1 つ目だけの質問では範囲が特定できない可能性があるため，2 つ目の質問では参加者がどの範囲を解釈したのか，範囲を筆記用具により囲ってもらい何故そう思ったのか理由を書くよう求めた．なお，範囲については安田・小林(2011)で得られた範囲解釈の知見をもとに作成した．

分析方法：各事物に 6 項目の回答項目があり，各事物の 6 項目と接触・非接触による変数との間でクロス集計を行った．範囲の分析を行うために，1 つ目の回答項目と2 つ目の回答項目で相違があった場合 2 つ目の回答項目の範囲を考慮した．本研究では，3 つ以上の条件における比率の差を検定するために，χ

2 検定を適用した. 5%水準で有意な関係性が確認された場合, どのカテゴリに有意差があるのか判定するために, 調整残差の値を求め, 残差分析を行った.

3. 結果

Figure 3 に「A」の指示解釈の結果を示す. 指さしの接触・非接触間には, 有意差が認められた ($\chi^2(5)=11.45$, $p<.05$). 4 番群では指の接触時は有意に多く (調整残差 r=2.81), 指の非接触時は有意に少なかった(調整残差 r=-2.81). 6 番群では指の接触時は有意に少なく(r=-2.45), 指の非接触時は有意に多かった(r=2.45).

手さしの接触・非接触間には, 有意差が認められた ($\chi^2(5)=17.85$, $p<.01$). 3 番群では手の接触時は有意に少なく(r=-2.41), 手の非接触時は有意に多かった(r=2.41). また, 5 番群では手の接触時は有意に少なく(r=-2.34), 手の非接触時は有意に多かった(r=-2.34). 4 番群では手の接触時は有意に多く(r=3.46), 手の非接触時は有意に少なかった(r=-3.46).

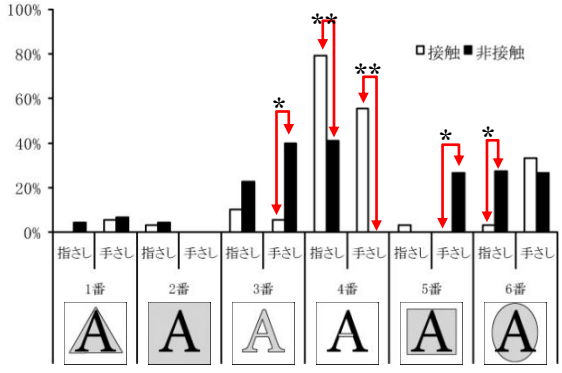


Figure 3「A」の解釈結果

注) *:5%水準で有意差, **:1%水準で有意差

Figure 4 に「等間隔」の指示解釈の結果を示す. 指さしの接触・非接触間には, 有意差が認められた ($\chi^2(5)=13.19$, $p<.05$). 2 番群では指の接触時は有意に多く(r=2.92), 指の非接触時は有意に少なかった(r=-2.92). 5 番群では指の接触時は有意に少なく(r=-2.99), 指の非接触時は有意に多かった(r=2.99).

手さしの接触・非接触間には, 有意差が認められなかった($\chi^2(5)=7.35$, $p>.10$, n.s.). Figure 5 に「不規則な間隔」, Figure 6「四角と丸」の指示解釈の結果を示す. これらの結果は, 有意差が認められなかった ($p>.10$, n.s.).

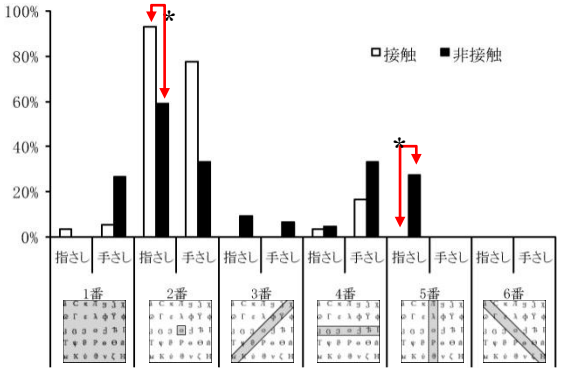


Figure 4「等間隔」の範囲解釈

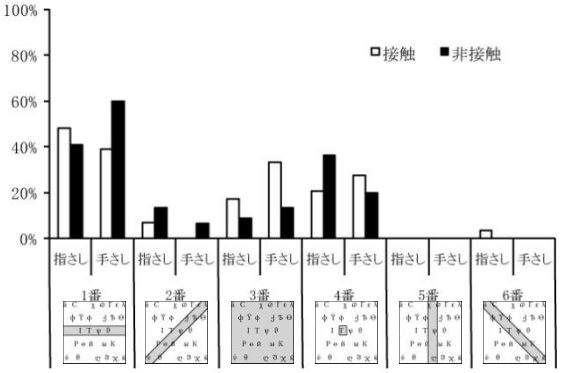


Figure 2「不規則な間隔」の範囲解釈

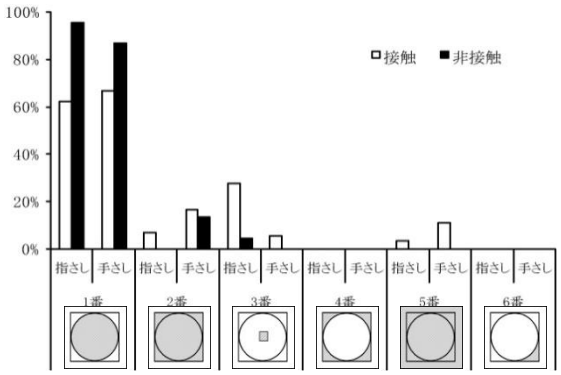


Figure 3「四角と丸」の解釈結果

4. 考察

接触指さしでは, 指先が接触していることにより触れている部分に特別に意図を読み取り, 部分を部分が指されていると解釈した.「A」や「等間隔」のような文字列に対し接触する指示を行った場合, 部分が特定しやすいために, 部分に対し注意が向きやすいことが考えられる. 一方, 文字列が「不規則」の場合, 参

加者は文字列に図と地を見出し，指している部分を文字列だと解釈した．非接触の指さしの場合，「A」の文字では部分と考えた参加者と全体と考えた参加者がいた．「等間隔」の文字列では，接触指さしと同様に部分と解釈していた．手さしの場合は，指さし時とほぼ同様であったが，「A」の文字に関し，文字全体が指示されたと感じた参加者が多かった．

指さしの接触・非接触，提示物の特徴により，指示されたと解釈する範囲に変化が見られた．接触指さしでは接触している部分に特別な意図をとり，意味をとれる最小限の範囲を解釈していることがわかった．非接触指さしでは指先から近い範囲を解釈していることが示唆された．非接触手さしでは，広く解釈した範囲がやや多かった．手さしによって，指している範囲を特定するのが困難になり，指示された範囲を広く解釈したと考えられる．接触手さしでは，指さしの範囲解釈とよく似た解釈であった場合があった．この知見はKobayashi (2007)の知見とほぼ同一であり，指先の接触により範囲解釈特定が促され，事物の部分であるという解釈がなされたと考えることができる．

本研究では，提示する指の位置と指示された対象自体の特徴により，指示の解釈に変化が生じたということが示唆された．今後，精緻に非接触なジェスチャーを調べるために，奥行をリアルに感じることのできる3D 映像などを使って調査する必要がある．

5. 謝辞

本研究は，科学研究費基盤研究(C) (24530793)の補助を受けたものである．

6. 主要参考文献

[1] 今井朝子・関口大陸・川上直樹・舘暲. (2004). 人間のノンバーバル情報受信精度の計測-指さし情報受信精度の計測.日本バーチャルリアリティ学会論文誌. 9(1)，89-95.

[2] Kelmer Nelson, D.G., Russell, R., Duke, N., and Jones, K. (2000). “Two-year-olds will name artifacts by their functions.” Child development，71，1271-1288.

[3] Kobayashi,H.(2007). The effect of touching object parts on learning novel object part names among young children and adults. Studies in language Science 6, 61-76.

[4] 熊谷賢・角康之・間瀬健二・西田豊明. (2005). ポスター発表における発表者と聞き手の間の対話シーンの意味的構造化．第 19 回人工知能学会全国大会論文集.

[5] 安田哲也・小林春美. (2011). 事物の機能性の高低における指示範囲の解釈. 2011 年度日本認知科学会第 28 回大会発表論文集, P2-37, 561–564.

アイスホッケーにおける協調学習実践がメタ認知とパフォーマンスに与える影響
The Effect of Collaborative Learning for Meta-Cognitive Writing and Game Performance in Ice Hockey

山田 雅之†, 諏訪 正樹‡
Masayuki Yamada, Masaki Suwa

† 総合研究大学院大学, ‡ 慶應義塾大学
The Graduate University for Advanced Studies, Keio University
masayamadasoken@gmail.com

Abstract

This research is a case study of collaborative learning in a university ice hockey team. Collaborative learning were held twice a week for about two months. There were three teams of collaborative learning, each group consisting of five participants. We analyzed their meta-cognitive writing before and after their practice. Moreover, we carried out game analysis in order to assess the effect of performance as a team.

Keywords — Collaborative Learning, Meta-Cognitive Writing, Game Analysis, Coaching, Ice Hockey

1. はじめに

認知科学や学習科学領域では，近年，スポーツの学習場面において，ミーティングに協調学習を導入するなどの実践がなされ始めている（例えば…http://www.positivecoach.org/ 2012年9月15日確認）．またスポーツにおけるミーティングが選手を支援するうえで重要であることが指摘されている[1]．ではこのようなスポーツにおけるミーティング場面での学習は，いかなる形でメタ認知や，パフォーマンスに影響しているのだろうか？ 本研究では，大学体育会のアイスホッケー部に対し，協調学習型のミーティングを2か月間にわたり実施した．その中で，協調学習が個人スキルや戦術に関する認知的側面（メタ認知）へどのような影響を与え，さらにそれが身体的側面（パフォーマンス）に対しどのような影響を与えているのかを検討した．

2. 実践の背景

実践の対象は第1著者が実践以前からコーチを務めていた大学アイスホッケー部を対象とした．同部はスポーツ推薦枠を持っておらず，ほぼすべての部員が大学からアイスホッケーをはじめた初心者のチームであった．同部が所属するリーグには，全員がスポーツ推薦によって入部していたB大学があり．B大学の選手は全員が経験者であり，スケートスキル一つをとっても著者がコーチを務めていた同部とは大きな差が見られた．このような状況下，スキルや戦術のトレーニングを強化することは最も重要な課題であったが，ある程度身体が発達してしまっている大人の初心者である選手に対し，コーチである筆者はスキルや戦術に対する理解を支援することによって彼らのパフォーマンスを支援可能であると考えた．

3. 協調学習の実施

協調学習は大学の夏休み2か月間を利用して実施した．ミーティングは週に2回実施し，協調学習及びトレーニングメニューの確認を実施した．協調学習は5名をグループとし，夏休み期間の最後にグループでの発表を目標に実施した．選手に与えた条件として「テーマはチームの戦術を対象に各グループで決めること．ただし，最後の発表がチームにとってプラスになるような発表をすること.」「ビデオを分析し発表すること．さらにビデオは発表にも用いること.」が提示されていた．スポーツにおけるミーティングは従来コーチがビデオを分析し，選手に講義の形で伝えるに留まっていることが多い．しかし，このミーティングでは選手自身がビデオ探しから始め，分析，発表というプロセスを体験する．さらに発表までの2か月間のミーティングではテーマの選定から各個人の役割分担，分析の進捗状況などの報告がなされ，コーチ（著者）から軌道修正の指摘がなされた．

具体的にはグループでテーマの選定を行う．その際，テーマを発表し，なぜそのテーマを選んだのかについての議論を実施した．次に，選んだテーマに関して各自が映像を検索し，テーマを主張できるような発表作りを行う．この過程には宿題として各自が映像を検索する過程と，ミーティング時に協調学習として発表へ向けた議論，分析および

発表作成の過程が含まれる．それぞれのミーティングの最後にはその日までの進捗報告を実施した．つまり彼らは自宅での宿題を元に，ミーティングにおいて協調的に発表を作るという作業を2か月間繰り返したことになる．ビデオの映像は彼らが検索する他，コーチからも提供された．実際のミーティングは図1のように大学内の教室を利用し行われた．

図 1 協調学習の様子

4. 実践の全体プロセス

著者は実践以前から同部のコーチを務めていた．実践に先立ち，5名の選手が部活動に関してのメタ認知記述を開始していた．本研究でのメタ認知は身体的メタ認知の記述であり身体部位の動き，自己受容感覚も対象としている[2]．協調学習実践は2か月間実施されたが，本研究では，実践期間の2か月を含むそれ以前の2か月を加えた4か月を実践前の期間とし，実践終了後4か月を実践後の期間とした．メタ認知記述は上記5名の選手は実践よりさらに前に記述を開始していたが，すべての選手が記述を開始したのは協調学習開始時であったため，本研究では，上記5名の選手のメタ認知記述を分析対象とし，実践前4か月と実践後4か月を比較した．また，それぞれの期間には公式戦5試合（リーグ戦なので同じ相手）が含まれていたため，パフォーマンスへの影響を検討するため，公式戦5試合のゲーム分析を実施し，実践前と実践後の比較をした．本実践の全体プロセスを図2に示す．

本研究におけるメタ認知記述は，部活動や日常生活の中でアイスホッケーに関わることを感じたり考えた場面において記述するように提示されていた．また目安としてトレーニング翌日は必ずメタ認知を記述するように促していた（実際には記述を選手に一任していたため，トレーニング毎に

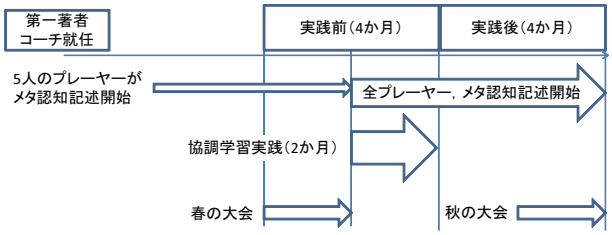


図 2 実践全体プロセス

メタ認知記述がなされていたわけではない）．記述方法は各選手によって異なり，PCを用いて記述する選手やメモ帳を元に記述する選手が見られた．

5. ボディーチェックに関する事例分析

分析はあるグループが対象とした「ボディーチェック（以下チェック）」というプレーを対象に実施した．アイスホッケーでは試合の中である程度身体に対しぶつかっていく「チェック」というプレーが認められている．同部はチェックができるタイミングでは必ずチェックをするという戦術（決まり事）があった．チェックを対象としたグループは最終発表で「なぜチェックが重要であるか?」について映像を用いて発表した．チェックが成功している映像を収集し，なぜチェックが重要であるかを分析し発表した．これを受けて，チームのパフォーマンスやメタ認知的側面に対する影響を検討するため，筆者らは以下の分析を実施した．はじめに，パフォーマンスへの影響として，チェックのパフォーマンスが向上しているかどうかについて検討した．検討方法は実践前後の公式戦を対象としたゲーム分析であった．実践前の春の公式戦（5試合）をゲーム分析したところ，コーチがチェックをすべき（チェックをしてもファールにならない）場面は448シーンあった．このうち実際に選手がチェックを実行した場面は約39％のシーン（166回）に留まった．これに対し，実践後の秋の公式戦（5試合）では，チェックすべきシーンが539シーンあり，チェックを実行した場面は約50％のシーン（262回）に増加した．この結果から，実際にチェックを実行できたシーンが増加していることがわかる（表1）．

表 1 ボディーチェックに関するゲーム分析（A～Eは対戦大学）

		A	B	C	D	E	実行率
春大会	実行	36	27	32	36	35	39%
	失敗	50	43	50	61	58	
秋大会	実行	45	53	64	68	52	50%
	失敗	44	58	66	50	59	

次にこれらのチェックという戦術に対し，彼ら

のメタ認知への検討を続ける．メタ認知への影響として，実践以前から選手がトレーニング毎に記述していたメタ認知記述の内容を分析した．恒常的にメタ認知記述を実践していた5名の選手のメタ認知記述を分析した結果，実践以前はチェックにかかわる記述が4回しか出現したのに対し，実践後は8回の記述がみられた．つまり，彼らはトレーニングに対し，チェックに着目し，記述を行っており，無意識にチェックを実施しているわけではなく，チェックをメタ認知した状態で実際にチェックを実行できていることが示唆された．具体的なメタ認知記述例を以下に示す．

> チェックをした後に油断してしまった．しっかり相手を再起不能にしてからこっちも動かなくてはいけない．

この記述はチェックに関わるメタ認知記述例である．メタ認知記述の5名の総数は実践前後の期間を含め192回であった，そのうちチェックを含む記述は実践前に4回，実践後に8回となり，母数に対し非常に少ない数値での変化である．実践前は3名の選手が記述しており，実験後は4名の選手がチェックに関わる記述をしており，チェックの重要性をチームの中で発表したことによってこのような認識が生まれている可能性を示唆している．上記記述例はチェックの重要性が記述されているが，この記述はチェックをテーマとしていた以外のグループの選手が記述した例である．この選手は実践前にはチェックに関する記述をしておらず，他のグループの協調学習の過程をミーティング時に見たこと，および最終発表を見て影響されたことが示唆される．

6. まとめと今後の課題

これらの事例分析結果は協調学習のみがメタ認知やパフォーマンスに影響を与えていたと言及しているのではない．なぜなら，ミーティング以外に彼らは日々トレーニングをしており，トレーニングの補助的な支援としてミーティングがあると言える．しかし，本研究の結果から彼らが「チェック」をメタ認知し，チームのパフォーマンスとしても向上していることは示唆された．

本研究はアイスホッケーにおける協調学習の実践が，メタ認知およびパフォーマンスに与える影響について検討してきた．しかし，本研究では協調的にビデオを分析し発表するような学習環境が選手のプレーやメタ認知記述を促進するであろうという仮説に基づいており，その検証として協調学習の内容や方法とパフォーマンスやメタ認知記述内容の関係に関する言及に至っていない．これらの結果は，協調学習によって，理解が促進され，理解の促進がモチベーションを高めパフォーマンスを高めているのか，もしくは他の要因に基づいているのかの検証が困難である．しかし，先行研究[3]の結果にもみられるように，元々生活の中でアイスホッケーのビデオを見る行為があまりないと考えられている選手が，実践を経て，ビデオを実践以外の場面でも視聴し，メタ認知記述をするようになるなど，生活の中でアイスホッケーに触れる時間が増えてきたという可能性は示唆され，このようなアイスホッケーに対する姿勢の変化がパフォーマンスに大きく影響をもたらしている可能性も考えられる．

今後は学習科学的な観点からミーティング中のディスカッションを分析し，選手の理解を支援していたかどうかの検討や，チェックに関するメタ認知記述を実践前後で比較し，理解が深まっていたプロセスを検討したい．またチェックのみならず，他のテーマに関わる事例分析やテーマ以外についてのメタ認知記述をピックアップし比較することなどを検討している．本実践ではミーティングの様子やメタ認知記述，すべてのトレーニングのビデオがデータとして蓄積されており，今後も検討を続けたい．特に，コーチ（筆者）がミーティング時においてどのような支援を実施したかが，メタ認知記述や協調学習の成果発表に如何に現れるか等も含め，このようなコーチング実践が選手の振る舞いと認知に如何なる影響を与えるかについて検討していく予定である．

参考文献

[1] 福山敦士，諏訪正樹,（2009）“ 野球チームにおける環境デザインとしてのコーチング ”第26回日本認知科学会全国大会予稿集，CD-ROM.
[2] 諏訪正樹,（2003）“ 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化 ”人工知能学会誌，Vol20, pp.525-532.
[3] 山田雅之，諏訪正樹,（2010）“ アイスホッケーコーチングにおけるミーティングのデザイン ”第24回人工知能学会全国大会予稿集，CD-ROM.

眼球運動データを用いた規則発見過程の検討
Investigation of the Process of Rule Discovery Using Eye Movement Data

松室 美紀†, 三輪 和久†
Miki Matsumuro, Kazuhisa Miwa

† 名古屋大学大学院 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
muro@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Many studies have investigated the process of rule discovery. However, the data utilized in these studies, such as performance and verbal protocol data, were course-grained. In this study, we designed a new experimental method using eye movement data to observe the detailed process of rule discovery. In the proposed method, we corresponded the task display and a rule space in the participants' minds to understand how they consider the rules by eye tracking. Our data showed that the participants' eye movement data were consistent with their task performance and verbal report.

Keywords — Rule discovery; eye tracking; search strategy

1. はじめに

規則性を見つけるという行為は科学的な場面のみならず，日常場面においても重要な行為の1つである．本研究では眼球運動データを用いて，データの観察を通した規則発見の過程を検討することを目的としている．特に反証が与えられた際の規則探索行動に注目する．

Simon & Lea（1974）はdual space search theoryを提案し，規則の発見は規則空間と事例空間の探索の交互作用により起こると主張した[1]．規則空間の探索を通して規則の生成，修正を行い，事例空間の探索を通して，事例の観察や規則のテストを行う．そこから得たフィードバックを基にさらに仮説を改善するというサイクルを通して規則を発見する．その中でも，規則空間の探索は外的な操作として表れにくいため観察が困難であった．

先行研究においては，主にプロトコル分析を用いて規則空間の探索について検討がなされてきた[2, 3]．しかし，言語報告には次のような2つの欠点がある: (1) 個人により言語報告の産出量が異なり直接的な比較が困難である．(2) 短い思考や言語に表しにくい思考は省略されやすい．そこで本研究ではそれらの欠点を克服するため眼球運動データを用いる．本研究で提案する課題では，注視点と規則空間を対応させることにより，規則空間の探索を外化し，測定することが可能である．たとえ短い思考であっても眼球の動きに反映されるため取得できる．さらに規則を発見しない場合，悩む期間が増加し発言が減少する可能性がある．眼球運動であれば，言語報告と異なり常に取得が可能であるため，思考が言語化できないような場面でも規則発見の過程を観察することができる[4, 5]．

1.1 課題

図1に課題の画面を示す．画面は3つのパネル（数字，矢印，方位）と円形に並んだ8つのアルファベット（a〜h）からなる．3つのうちいずれかのパネルに基づき1つのアルファベットがターゲットとして表示されている．参加者は複数の事例を観察し，どのパネルに基づき，どのようにターゲットが決定されているかを見つけるよう求められる．規則には必ずいずれか1つのパネルが利用されており，残りの2つのパネルは規則とは関係しない．

課題は11のブロックからなり，各ブロックは観察とテストからなる．1ブロックの流れは以下の通りである．初めに注視点が1.5秒間表示された後，実験者により用意された事例が表示される．「NEXT」ボタンの押下または，40秒が経過した後新しい事例が表示される．各観察事例でパネルの内容とそれに基づくターゲットは変更されるが，規則は課題を通して一定である．5つの事例の観察の後，参加者は現在保持している規則とその自信を0から100の間で回答する．その後，4つのテストが行われる．テストでは表示されたパネルからターゲットとなるアルファベットを予測し，選択する．観察中の眼球運動が規則空間の探索過程の検討のために，テストのパフォーマンスが参加者がどのような規則を利用したかを判断するために用いられた．

各パネルには表1に示されるように異なる機能が与えられている．参加者は課題を開始する前に

表 1 各パネルの機能と規則

パネル	機能	規則
矢印	矢印の角度分回転する	フェイク規則：2つの矢印を足し合わせた角度だけaから時計回りに移動した位置がターゲットとなる
方位	方位により示される位置（北が上であるaに対応）	ターゲット規則：2つの方位の組み合わせにより示される位置より東西のラインを軸に線対称移動した位置がターゲットとなる
数字	数字がアルファベットの順番を示す（1 = a, 2 = b…）	なし

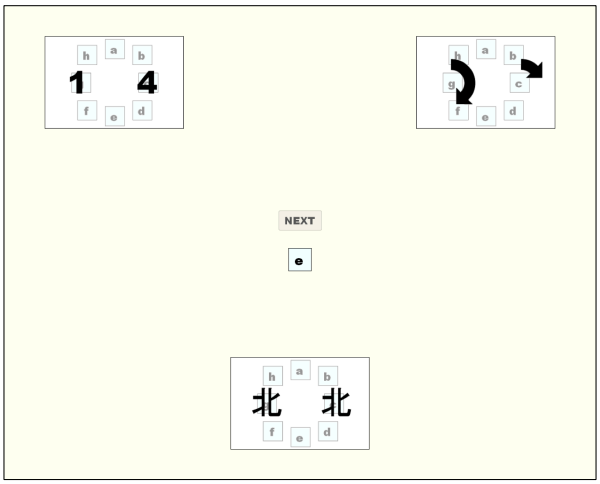


図 1 課題に用いられたるある事例のスクリーンショット

3つのパネル（左上より時計回りに数字，矢印，方位）と円形に並んだ8つのアルファベットのうち1つ（e）がターゲットとして表示されている．

各機能を学習する．この操作により，参加者の持つ規則空間は各パネルに対応する3つのセットに分割される[6]．つまり，観察パネルから参加者が規則空間内のどのセットを探索しているかを取得することが可能となる．たとえば，矢印に関する規則のセットを探索している場合，参加者は矢印パネルを観察する．

2. 実験1

初めに本課題において反証が規則発見過程に影響を及ぼすことを確認した．眼球運動を計測せず，反証の与え方に3条件を設け集団実験を行った．反証が続けて，大量に与えられる多数条件，反証が少量，間を空けて与えられる少数条件，反証が徐々に増加する増加条件である．

2.1 方法

2.1.1 参加者

90名の学部生が実験に参加した．参加者は3つの条件にランダムに振り分けられた．

2.1.2 手続き

表1に示した2つの規則を利用した．全ブロックにおいてターゲット規則が成立した．ブロック1から4ではフェイク規則も成立し，より簡単なフェイク規則を発見することが期待された．ブロック5から7にかけてフェイク規則に対する反証事例が条件により異なる割合で与えられた．反証事例ではターゲット規則のみが成り立つよう設定されている．多数条件ではブロック5の初めの1事例を除く，全ての事例が反証となるよう設定された．少数条件では，3つのブロックでそれぞれ1つずつの反証が与えられた。増加条件では各ブロックで，それぞれ1，2，3個ずつの反証が出現した．ブロック8以降は全ての条件でターゲット規則のみが成立するよう調整された．実験1では眼球運動を測定しないため事例間の注視点は省略された．また，各事例の観察時間は最大35秒に設定された．5つの事例の観察後にキーボードを用いて規則を入力させ，スライドバーを用いて自信を示させた．参加者は課題の説明を受け，各パネルの利用法と課題の操作の練習を行った後に課題を行った．

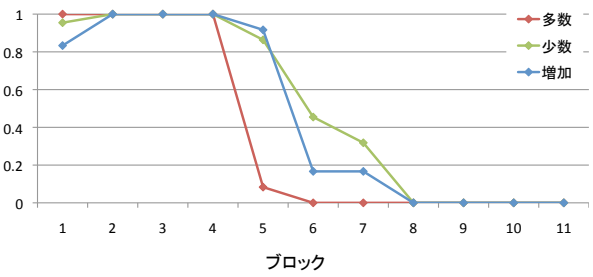


図 2 各ブロックにおけるフェイク規則の報告者割合

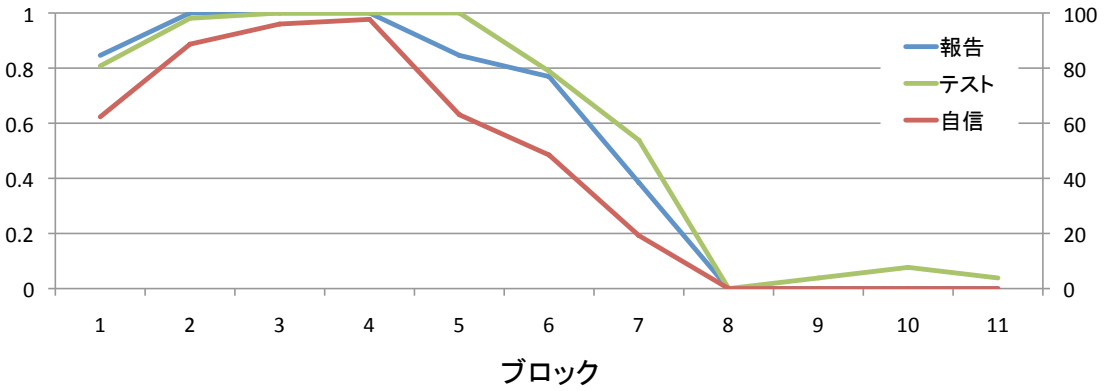


図 3 各ブロックにおけるフェイク規則の報告と自信，テストにおける使用率
報告はフェイク規則を報告した参加者の割合（左軸），テストはテストにおけるフェイク規則の使用割合（左軸），自信はフェイク規則の自信度評定（右軸）を表している．

2.2 結果と考察

教示違反により 7 名が分析から除外された．83名中，フェイク規則を発見した58名を分析の対象とする．

図2に各条件におけるフェイク規則を報告した参加者の割合を示す．反証の量に応じたフェイク規則の棄却が観察される．χ^2分析の結果，ブロック5のフェイク規則報告者の割合に有意な差が観察された（$\chi^2(2) = 36.405, p = .01$）残差分析の結果，多数条件では残りの2条件よりもフェイク規則保持者の割合が有意に少なかった（$p < .01$）．また，ブロック6では多数条件におけるフェイク規則の報告者は存在しなかったため，少数条件と増加条件の比較を行った．その結果，少数条件において増加条件よりフェイク規則の報告者が多い傾向が見られた（$p = .094$）．フェイク規則に対する自信とテストにおけるフェイク規則の利用率においては，多数条件で規則報告と同様の差が観察された（$p < .001$）．しかし，ブロック6における少数条件と増加条件の間の差は観察されなかった．これは少数条件においても2つの反証により自信が低下してしまったこと，それに伴いテストでの使用が減少したことよると考えられる．規則報告の結果，及び，差は観察されなかったが自信，テストでの変化の傾向から，本課題において反証が保持規則の変化に重要な役割を果たしていたことが示された．

3. 実験2

実験1と同様の課題を用い，眼球運動を測定することにより規則発見過程を検討した．また，規則を発見していない状況における眼球運動を測定するために，規則発見課題の前に規則性のないランダムな事例を用いて課題を行わせた．

3.1 方法

3.1.1 参加者

20名の学部生が実験に参加した．

3.1.2 手続き

実験2は2つの課題からなり，一人ずつ実施された．始めに，規則性のないランダムな事例を用いた3ブロックからなる課題1を，規則が存在すると偽り，課題の説明に示した手続きにならい行わせた．続いて，課題2が行われた．課題2では，表1に示した2つの規則が実験1における増加条件と同様に成り立つように設定された．つまり，ブロック5から7で徐々に与えられる反証が増加する．両課題とも各事例の観察時間は最大40秒とした．また，眼球運動測定のため各事例間に注視点が表示され，ブロック間でキャリブレーションが行われた．

3.2 結果と考察

フェイク規則を発見しなかった3名が分析から除外された．さらに，反証時または全体の眼球運動データが40%以上欠如した参加者4名が分析から除外された．ターゲット規則を発見した参加者は13名中6名であった．

図3は課題2におけるフェイク規則が報告された割合，自信の平均値，テストに利用された割合を示している．なお，フェイク規則が報告されなかったブロックの自信は 0 として計算した．さらに，図4は各ブロックにおける各パネルへの注視時間の割合を示している．グラフから，フェイク規則の発見に伴う矢印パネルの観察割合の増加が観察された．反証の直前のブロック4において

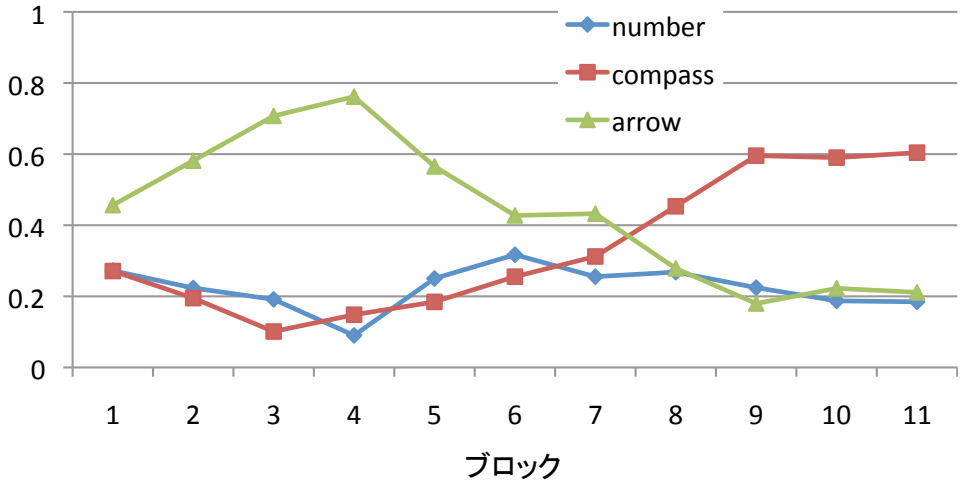


図 4 各ブロックにおけるそれぞれのパネルへの注視割合の平均

パネルごとの注視割合の有意な差が観察された ($F(2,24) = 25.362, p < .001$)．矢印パネルへの注視割合のみが他の2つのパネルよりも有意に高かった ($p < .001$)．この注視はフェイク規則に対する反証（ブロック5）により減少する．さらに，規則に関わりのない数字パネルの注視割合は変化しなかったが，ターゲット規則に用いられる方位パネルへの注視割合の増加が観察された．図3とあわせて考えると，フェイク規則の発見に伴う矢印パネルへの注視割合の増加と反証による減少が起きたと言える．さらに，方位パネルへの注視割合の増加はターゲット規則の発見者において方位パネルへの注視が増加したためだと考えられる．矢印パネルへの注視割合と自信評定 ($r = .661, p < .001$)，及び，フェイク規則の利用割合 ($r = .650, p < .001$) の間には高い相関が観察された．これらの主観的な評価，行動との一貫性は眼球運動データが規則空間の探索を反映していることを示す．

さらに，参加者内で規則発見プロセスの一貫性が観察されるか検討を行った．課題1と2において各参加者のパネルへの平均注視時間を算出した．2つの課題における平均注視時間には有意な正の相関が観察された ($r = .821, p = .001$)．なお，この相関は課題2をフェイク規則発見区間（ブロック2から4）と反証区間（ブロック5から7）にわけても同様に観察された ($r = .768, p = .002; r = .809, p = .001$)．

この結果は，個人内で規則発見の過程に一貫性があったことを示す．つまり，課題1で各タイプごとに規則を長めに検討する傾向がある参加者は，課題2においても同様の検討の仕方をする．これは，フェイク規則発見区間でも反証が与えられたときでも同様である．ブロック8以降はターゲット規則の発見者と未発見者が混在しているため分析には含まなかった．

上記の結果から眼球運動データが規則発見過程を分析するための指標として利用できることが示された．反証時の眼球運動データを詳細に調べることにより，反証が規則空間の探索にどのような影響を及ぼすのかを検討する．

参考文献

[1] Simon, H. A., & Lea, G., (1974) “Problem solving and rule induction: A unified view”, Knowledge and cognition, pp. 105-128.
[2] Haverty, L. A., Koedinger, K. R., Klahr, D., & Alibali, M. W., (2000) “Solving inductive reasoning problems in mathematics: Not-so-trivial pursuit”, Cognitive Science, Vol. 24, No. 2, pp. 249-298.
[3] Mynatt, C. R., Doherty, M. E., & Tweney, R. D., (1977) “Confirmation bias in a simulated research environment: an experimental study of scientific inference”, The quarterly journal of experimental psychology, Vol. 29, pp. 85-95.
[4] Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. E., (2001) “An eye movement study of insight problem solving”, Memory and cognition, Vol. 29, No. 7, pp. 1000-1009.
[5] Rehder, B., & Hoffman, A. B., (2005) “Eyetracking and selective attention in category learning”, Cognitive psychology, Vol. 51, pp. 1-41.
[6] Klahr, D., & Dunbar, K., (1988) “Dual space search during scientific reasoning”, Cognitive Science, Vol. 12, No. 1, pp. 1-48.

登場人物の相互認識機構としての物語生成の考察
On the Narrative Generation as a Mutual Cognition Mechanism among Characters

及川 春香†, 小方 孝‡
Haruka Oikawa, Takashi Ogata

†奥州市役所, ‡岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Oshu City Office, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
t-ogata@iwate-pu.ac.jp

Abstract

The motivation of this paper is to explore the method for introducing internal information of characters into our narrative generation system. In this paper, for the concrete design, we propose a narrative analysis. Specifically, we extract sentences relating to the characters in a novel and classify the types. The important idea is to understand information relating to characters as cognitive information comprehensively. All actions and thoughts in all characters are constructed mutual cognitive information. Based on the analysis, we consider some dynamical features and implications for narrative generation. Last, a rough plan to introduce the result of analysis into the future design of narrative generation system.

Keywords — Narrative Generation, Narrative as a Mutual Cognition Mechanism among Characters, Story Line, Story World

1. まえがき

本論文では，筆者らが進めている物語生成システムの観点から，物語（具体的には一編の小説）を各登場人物の認知情報とその相互関係という枠組みにおいて分析する．この分析は，将来的に物語生成システムのアーキテクチャに組み入れることを目標としている．研究の動機であるが，筆者らの物語生成システム研究の出発点はもともと民話的物語であった．これは登場人物の内面を描かないことが多い．登場人物の内面情報によって駆動される近代的小説とは違って，そこでは個々人を超えたストーリーの展開や構造が重視される．そのためこれまでは登場人物の内面情報を物語生成システムに導入して来なかった．しかし民話的物語以外の多くの物語ではそれが出来事の駆動の原因となったり話の一貫性の根拠を成したりすることは事実であり，物語生成システムが必ずしも民話的な物語をのみ目指すものとは限らないところから，小説を題材として登場人物の内面情報がどのように構成され組織されているかを調査する試みを開始した．その過程で，物語における内面情報というのを，単に外面的情報に追加されるものとしてではなく，物語を「登場人物どうしの相互認識機構」として把握する構想を抱くようになった．この論文では，この「登場人物どうしの相互認識機構としての物語」のモデルを提唱し，一編の実際の小説の分析を示し，物語生成システムとしての実現に向けた方向性を示す．

2. 物語生成システムとストーリー世界

この節では，登場人物どうしの相互認識機構としての物語というモデルに関連する，ストーリーラインとストーリー世界に基づく物語生成機構の方法とその拡張を示す．これは歴史物語論[1]，バフチンの文学理論[2]からも示唆を得ている．その他プロップやジュネット等の文学理論を利用しているように，筆者らの物語生成システムの特徴は文学理論や物語論との学際性という点にもある．

物語生成システム研究では，以下のような統合物語生成システムの構想の下に，設計開発作業を進めている．まず物語の生成過程であるが，物語の構造を，「何を語るか」の側面すなわち物語内容（story）とそれを「如何に語るか」の側面を意味する物語言説（discourse）の大きく二分割する．物語言説をさらに表現媒体に依存しない深層的な概念構造と各種表現媒体を用いた表層表現に分け，前者を（狭義の）物語言説，後者を物語表現（expression）と呼ぶ．具体的には，物語内容は事象概念が一種の談話的関係により結合された木構造と，事象の背後にある状態の列から成る．物語言説は，それを実際のテクストとして表現するための構造に変換したものであり，同様に木構造として表す．物語表現は自然言語，映像，音楽による物語の表層的表現である．物語の生成はこれら諸要素に対する構造操作処理として定義される．システムは概念辞書，物語技法，制御機構の三つを用い

て以上の処理を遂行する．概念辞書は物語を構成する素材となる概念情報を提供する．動詞概念辞書，名詞概念辞書，修飾概念辞書の三つがあり，各々，主に上位下位関係による階層構造と各概念に対して付与されるフレーム情報から成る．物語の基本構成要素である事象における人・物・場所の具体的な値すなわちインスタンスが概念辞書に含まれる概念（クラスに相当）から生成される．物語技法は，上述の物語内容，物語言説，物語表現の各段階の構造を生成・操作するための手続きもしくは規則形式の技法である．物語内容と物語言説は共通の木構造形式で表現され，それに対する構造生成・構造変換という共通枠組みの中で多数の技法が統合される．構造化の方式は統一されているため，新たな知識や技法を適宜追加・拡張して行くことが可能である．制御機構は，物語技法の実際の使用方法を決定し，また生成処理全体を制御・管理する機構である．処理決定は，目標とする物語の構造や内容を指示する生成パラメータ集合に基づき行われるが，特に物語言説機構では語り手と聴き手というふたつの機構を設け，それらの相互作用を通じたパラメータ変化を通じて生成が継続的に行われる仕組みとしている．

以上において，物語内容機構は状態（ある時点における登場人物に関する静的な情報）の集合であるストーリー世界とそれらを事象（ある状態から別の状態に推移させる登場人物の行為等）の生起時間順で表現するストーリーライン，さらに物語特有の構造的知識等を用いてストーリーラインを含む物語内容の構造を生成する機構で構成される[3]．歴史物語論では，歴史を出来事の羅列としての年代記が特定の構造において物語化されたものと捉えるが，以上のアイディアはこれをよりミクロにモデル化したものに相当する．物語生成過程においてストーリー世界とは，事象列の成立のための背景情報を意味する．図 1 は具体例である．ストーリー世界の二つの時点間の状態とストーリーラインの一つの事象が対応しており，ストーリー世界の time 1 の太郎が家にいる状態から time 2 で花屋にいる状態の変化を，ストーリーラインの event 1 の太郎が花屋へ行くという行動で結んでいる．物語生成システムでは，ストーリー世界からストーリーラインを生成する流れと逆の流れがそれぞれ可能である．

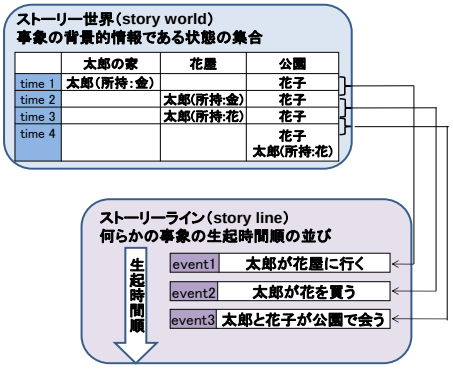


図 1 ストーリー世界とストーリーラインの関係

さて従来研究では，ストーリー世界が取り扱うのは登場人物の外的状態だけであった．それに対して中嶋[3]は図 2 のような拡張を示した．この図において，各登場人物の物理的（外的）状態と内的状態及び登場人物どうしの表面的（外的）関係と内的関係が存在し，さらに二人の登場人物においてそれらの特定の部分を範囲とする認知状態が形成されていることが示されている．認知状態は，物語を構成する諸状態のためのメタレベルの状態に相当し，しかもそれは各登場人物に帰属しており，物語とは認知状態の集合とその間の関係として解釈されることになる．

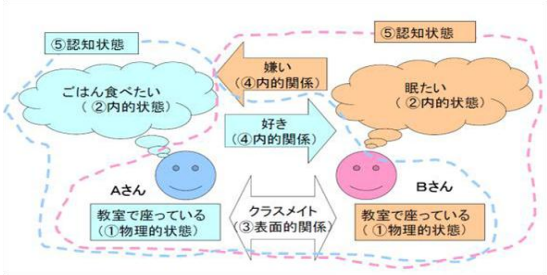


図 2 登場人物の相互認識機構としての物語の雛形

物語生成システム研究において，このモデルはバフチンの文学理論との関連での考察[4]で示したアイディアとも関連している．バフチンはその多声性の理論において，語りがメタレベルの作者の統御において一元化されるタイプの物語（小説）と，語り手のみならず登場人物を含んだ多元的な語りを通じて具体化されるタイプの小説とを分けたが，上記のモデルはその雛形を示していると考えることもできる．

このようにストーリー世界とストーリーラインの機構の上に一つの雛形として示された登場人物どうしの相互認識機構としての物語の現実的なあり方を検証するために，熊谷[5]は三島由紀夫による二つの小説『午後の曳航』[6]と『宴のあと』[7]の調査を行った．特に前者では語り手の存在がかなり強い個性と共に前景化されており一見物語の進行を強く支配している

かのようにも見えるが，その統御原理は一種の皮肉乃至悪意であり，後述するように大人側の物語は語り手の支配からは完全に逸脱して進行する．何れにせよ，語り手もまた一個の登場人物と同様に扱うことが可能な小説である．本稿では，幾つかの変更点を設けてこの研究を進展させた．特に，ストーリー世界自体，その全体をまるごと「登場人物の認知情報の集まり」として把握する点が大きな違いである．

3. 小説における文のタイプの調査

以前の試み[5]からの変更点としては，登場人物の行動について新たに「行動」という分類項目を設定し現行のストーリー世界への融合を考慮した分類方法を用い，熊谷の研究では情報を抽出する際原文をそのまま引用していたが原文を情報の主体・対象・種類が分かるよう要約した．

『午後の曳航』に出現する主要な登場人物に関連する情報を抽出し，それを以上に述べたような枠組みにおいて調査票に整理・分類する．登場人物に関連する情報は，大きく「行動」「内的情報」「外的情報」に分けられる．粗筋は，「船乗り・竜二と自分の母親・房子の情事を覗いた登は，竜二を「英雄」と確信する．しかし，憧れの存在であった竜二が房子と愛し合うようになり，結婚を決意して，海を捨て陸での暮しを選ぼうとするのを知り，憤然とする．結局登は，友人の首領の提案に従い，横浜の海の見える丘で竜二を処刑することを決意し，仲間とともに，船に見立てた竜二を曳航する道行きを辿る」というものである．表 1 は，詳しく各章の内容と登場人物を整理したものである．

表 1 に見るような登場人物の中から，この調査分析では「登」「竜二」「房子」「首領」の四人に絞る．「語り手」も登場人物の一種に含めて把握する．これは，多声的小説では登場人物が語り手と対等の立場で物語の語りに関与するというバフチンの考えに立脚する[4]．さらに，「語り手による情報に嘘はない」という前提を置く．

具体的な調査分析では，小説から次のように登場人物に関連する情報を表出した文をすべて抽出・分類する．文の種類には幾つかある．まず登場人物が語る「会話文」であるが，本文②の“「あんまり期待…わからないわ」”のような“「」”で語られる文である．また，本文①の“おやすみ，を言うと”のように，“…を言うと”等の人物の話した内容を明示した記述も含める．次は登場人物が語る「思考文」であり，本文②の“『何だろう，私までが子供みたいに』”のような“『』”で語られた文とする．また，本文②の“あとで思うと…心が躍るようなものを感じていた．”のように，人物の思った内容を明示した記述を意味する．三つ目は語り手が語る「地の文」である．これは，「会話文」と「思考文」以外の記述文のことを指し，語り手は原則として事実を語ることから，本文①の“母は登の部屋のドアに外側から鍵をかけた”のような記述は事実を語る地の文とする．以上を図 3 に整理する．

表 1『午後の曳航』の章ごとの内容と登場人物

第1部夏 第1章	内容	登が房子の部屋を覗いて房子と竜二が抱き合っている姿を見る										
	登場人物	黒田登	黒田房子	塚崎竜二	死んだ父	首領	仲間					
第1部夏 第2章	内容	竜二は房子の部屋で目覚める。竜二は航海中の出来事を回想する。房子は登が何か感づいていると竜二に話す。										
	登場人物	黒田登	黒田房子	塚崎竜二	操舵手	先輩	中年女のサンパン	女				
第1部夏 第3章	内容	房子は舶来洋品店レックスの経営者である。房子はそこで、一昨日の竜二との出会いを回想する。										
	登場人物	黒田登	黒田房子	塚崎竜二	4人の店員	渋谷支配人	春日依子	船会社の重役	仲仕たち			
第1部夏 第4章	内容	竜二は房子と会う時間まで公園で過ごす。昨日の房子との食事の後の会話を回想する。そのあと、登と登の友人らと偶然会う										
	登場人物	黒田登	黒田房子	塚崎竜二	仲間	首領						
第1部夏 第5章	内容	登は母に嘘をついて首領たちと会議に行っていた。登は竜二を素晴らしい人間だと主張するが、首領は否定する。首領は世界の空洞を充たすには殺す行為が必要だと言い、登たちは猫を殺す。										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	首領	一号	二号	四号	五号	先生たち	倉庫番	捨て猫	
第1部夏 第6章	内容	猫を殺したあと、登が竜二と偶然会ってしまい、気付かれていないかと気に病む。そのあと、二人は一緒に家に帰り、航海の話をする。										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	首領	一号	二号	四号	五号	家政婦			
第1部夏 第7章	内容	竜二と房子は明日の別れを悲しむ。登は、2人が家に帰って来たところを覗き見ようと考えていたが、外泊したことに怒る。										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	黒田房子	家政婦							
第1部夏 第8章	内容	次の日、竜二は船に乗り、登と房子に別れを告げて出港する。										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	黒田房子								
第2部冬 第1章	内容	竜二が航海から帰ってくる。房子と竜二は互いに喜ぶが、登は帰って来たことに対して怒る。										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	黒田房子	老運転手	家政婦	洛陽丸の士官					
第2部冬 第2章	内容	房子と竜二は大晦日に初日の出を見に行く。そこで竜二は房子にプロポーズして、房子は了解する。										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	黒田房子	家政婦	渋谷支配人						
第2部冬 第3章	内容	出航の日になっても、竜二は船に乗らなかった。レックスへ依子が訪ねてきた。依子は、竜二の調査をすべきだと言う。調査結果、竜二については何の問題もなかったことがわかった。										
	登場人物	塚崎竜二	黒田房子	春日依子	渋谷支配人							
第2部冬 第4章	内容	登の中学が始まった。登や首領らは集まって、会議を始める。竜二についての話をする										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	黒田房子	首領	一号	二号	四号	五号			
第2部冬 第5章	内容	竜二と房子は登に2人が結婚することを告げる。登は自分に父親ができることをよく思わなかった。その日の晩、登はまた房子の部屋を覗こうとしていたが、そのことに気付いた房子は登を叱り、竜二は父親として優しく登に注意する										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	黒田房子								
第2部冬 第6章	内容	登が首領に頼んで緊急招集される。首領らはこれまでの竜二の行動を知り、竜二を処刑することを決める。										
	登場人物	黒田登	首領	一号	二号	四号	五号					
第2部冬 第7章	内容	登が竜二に頼んで首領らに会う約束をする。登たちは乾ドックに竜二を連れていき、航海の話をする。竜二は登から渡された睡眠薬入りの紅茶を飲む										
	登場人物	黒田登	塚崎竜二	黒田房子	首領	一号	二号	四号	五号	一等航海士		

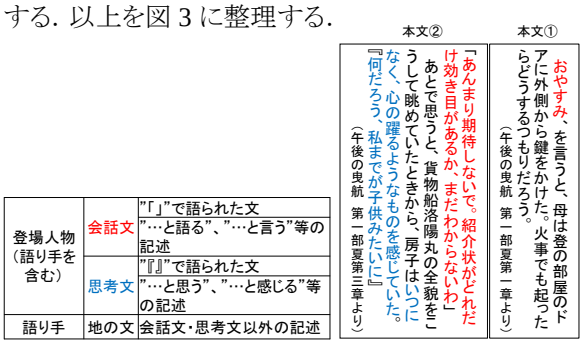


図 3 文のタイプと登場人物の対応

本研究の前提は，語り手を含めた各登場人物に関連するすべての情報を登場人物の認知情報（以下，単に認知情報と表現することもある）として捉えるというものであるが，上の文の種類との関連においてこれについて説明する．小説中に記述されるすべての情

報のうち，語り手自身も含めた登場人物を構成する思考や属性，行動を表現するすべての情報を「登場人物の認知情報」とする．それは図 4 のように分類される．認知情報は大きく 2 つに分けられる．語り手が語る地の文から抽出する事実による「事実認知情報」と，語り手を含めた登場人物が語る会話文と思考文から抽出する思考である「思考認知情報」である．また，それぞれを登場人物の行動についての情報である「行動」，登場人物の思考である「内的情報」，登場人物の思考以外の人物を構成する属性や見た目，役割から成る「外的情報」の 3 つに分ける．ここで言う認知情報とは単に登場人物の心理を意味するのではなく，小説におけるあらゆる情報の発信源であり，小説全体とは要するに（語り手を含めた）登場人物の認知情報の塊であることになる．

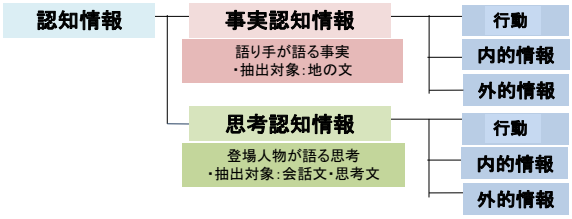


図 4 登場人物の認知情報の分類

以上から，各登場人物は異なる三種類の認知情報により構成もしくは造形されると考えられる．例として「登」の人物情報の構成を図 5 で説明する．すなわち，「登」という登場人物は，①語り手による事実認知情報，②自分以外の登場人物による思考認知情報，そして③「登」自らによる思考認知情報から構成される．

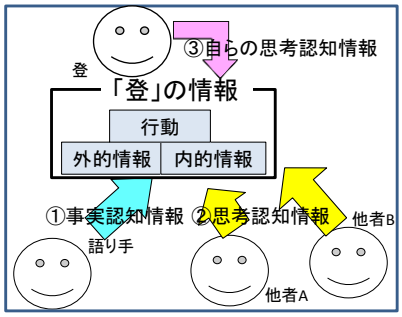
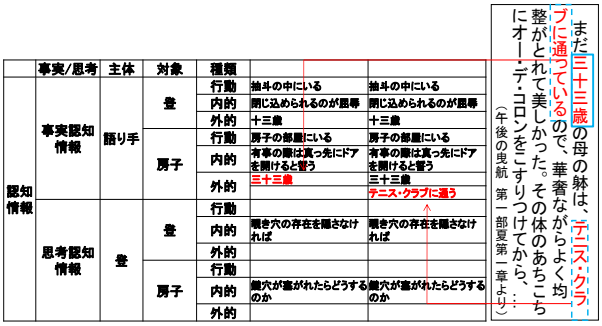


図 5 登場人物の認知情報の構成

4. 小説の調査票作成

認知情報の分析を行うための資料として，『午後の曳航』の登場人物の認知情報を分類した調査票を作成した．まず，小説本文中から登場人物に関連すると思われる情報を探す．次にその情報の主体・対象・種類が分かる最小単位に要約する（要約の必要がない情報については原文のまま扱う）．そしてその情報を調査票の該当項に記述する．この過程を，登場人物に関連すると思われる情報が出現するたびに行う（図 6）．調査票は一章毎に作成する．（『午後の曳航』前編からは，1833 個の事実認知情報と 903 個の思考認知情報を抽出した．）



	事実/思考	主体	対象	種類		
認知情報	事実認知情報	語り手	登	行動	抽斗の中にいる	抽斗の中にいる
				内的	閉じ込められるのが屈辱	閉じ込められるのが屈辱
				外的	十三歳	十三歳
			房子	行動	房子の部屋にいる	房子の部屋にいる
				内的	有事の際は真っ先にドアを開けると誓う	有事の際は真っ先にドアを開けると誓う
				外的	三十三歳	三十三歳
						テニス・クラブに通う
	思考認知情報	登	登	行動		
				内的	覗き穴の存在を隠さなければ	覗き穴の存在を隠さなければ
				外的		
			房子	行動		
				内的	鍵穴が塞がれたらどうするのか	鍵穴が塞がれたらどうするのか
				外的		

図 6 認知情報の抽出手順と内容

実際に作成した調査票の例を示す．『午後の曳航』全編（15 章）の調査票を作成した．表 2 に示した第 1 部第 1 章から一部を抜粋した例から，登場人物「登」は「登の部屋にいる」・「抽斗の中にいる」という行動を取っており，「閉じ込められることが屈辱」という内的情報と，「十三歳」・「姓は黒田」という外的情報を持つことが分かる．

表 2 調査票・事実認知情報の一例

	主体	対象	種類	
事実認知情報	語り手	登	行動	登の部屋にいる
				部屋中を調べた
				抽斗の中身を出した
				抽斗の中にいる
			内的	閉じ込められるのが屈辱
				覗き穴から見る母の部屋が新鮮に感じた
				覗く部屋が母の部屋と違う気がした
				見知らぬ女の部屋を除くようだ
			外的	十三歳
				姓は黒田
		房子	行動	房子の部屋にいる
				体をまさぐる
			内的	有事の際は真っ先にドアを開けると誓う
			外的	母
				姓は黒田
				手芸が好き
				寝る前に裸になる癖がある
				三十三歳
		（省略）		

表 3 は第 1 部第 2 章の思考認知情報の調査票から一部を抜粋したものである．この表から，登場人物「竜二」は，「竜二」すなわち自分に対して，「自分には特別な運命が備わっているはずだ」という内的情報を持っていることが分かる．

調査票の作成方法に幾つか問題点がある．一つ目に，「外的情報」として抽出した情報の中に「行動」や「内的情報」としても汲み取ることができる情報が記述されているというように，分類基準に曖昧な点がある．二つ目が，新しい情報を調査票に記述した時，それ以前の情報を消去せず，全ての情報が一章の間

表 3 調査票・思考認知情報の一例

	主体	対象	種類	
思考認知情報	竜二	登	行動	まだ出かけていないだろう
		竜二	内的	前世の故郷には揮子があった気がした
				陸の持つ不動の特質、恒久的な外見を憎ん
				光栄を！
				俺は光栄にだけふさわしく生まれついている
				世界の中にある1つ1つが自分のために用意さ
				自分に近づいてくると信じていた
				暗闇の中に光栄が近づいてくると感じること
				たびあった
				自分には特別な運命が備わっているはずだ
				自分がはるか遠い所からここに到着したと感
		房子	内的	落ち着かないことを察した
		（省略）		
	房子	登	内的	自分たちのことに感づいているようだ
				竜二のことが好きらしい
		（省略）		
		房子	内的	信じられないことが起こった

保持され続けるため，情報が重複したり矛盾が生じたりする．この二つについて，図 7 で実際に問題点を含んだ調査票の一部を表わす．“＊”が付いている情報はこの瞬間に新たに記述された情報である．例えば，「竜二」の外的情報に記述した「船員帽を斜めに被り」や「忙しげ」等は行動として汲み取ることができる．次に，「房子」の行動も，「岸壁の外れにしゃがんだ」が新たな情報として記述されているが，前の情報である「外に立って」も同時に記述されている．三つ目に，小説中に明確に記述されない登場人物について，今の分類方法のままでは登場人物の特定ができない．例えば，竜二は首領と出会い彼についての認知情報を持つが，その人物が「首領」であるとの記述が本文中になく，その情報の対象を「首領」と断定することはできない．今後，①調査票の作成方法を「行動」，「内的情報」，「外的情報」それぞれの分類基準を再設定し，②各情報の持続時間を設定し反映させ，③登場人物を特定する基準を設ける．これらについて調査票を見直し修正する必要がある．今回は間に合わなかったが以下の分析・考察はこれらを考慮して行う．

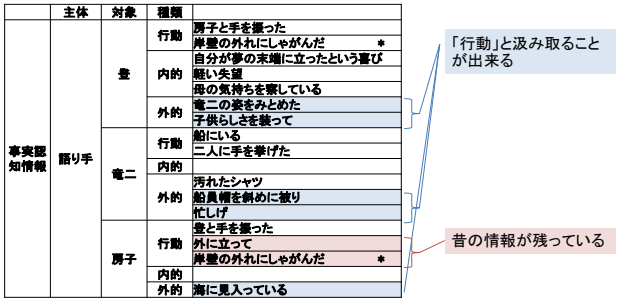


図 7 問題点の例

『午後の曳航』の認知情報について，その量・質両面からの分析を行うため，作成した認知情報の調査票から主体人物・情報の種類等，条件を特定した情報だけの抽出を行うためのツールを作成した．認知情報の調査票に記述された全ての情報を図 8 のように調査票の分類に基づきリスト形式で作成したものから検索・抽出を行う．

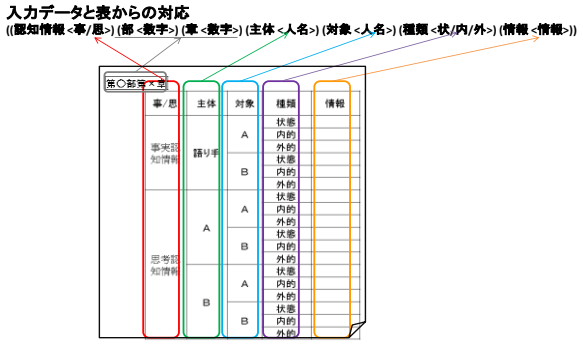


図 8 入力データと調査票の項目の対応

『午後の曳航』を対象に，①小説中から登場人物に関連する情報を探し，②情報の主体・対象・種類が分かる最小単位に要約し（必要ない場合は原文のままとし），③「調査票」に，主体，対象，内的情報，行動，外的情報に分けて記述する．

5. 小説分析に基づく物語の動的特性

以上の分析に基づき，ある登場人物はその登場人物に関する認知情報の総合として造型されると考える．対象となる登場人物に対する認知情報の主体を「造形主体」，その認知情報によって造形される対象登場人物を「造形対象」と呼ぶ．多くの場合，語り手は造形主体として登場人物達の行動・内的情報・外的情報を事実認知情報を通じて造形し，登場人物は他の登場人物を造形する造形主体になると同時に語り手や他の登場人物により造形される造形対象となる．

小説構造を認知情報から考察するためその両・質双方から分析する．ここで，事実認知情報・思考認知情報を用いて登場人物を造形する人物を「造形主体」，事実認知情報・思考認知情報により人物像を造形される人物を「造形対象」とする．語り手を除く全ての登場人物は造形主体にも造形対象にもなるが，語り手だけは語り手自身以外の他者による人物造形がなされないため造形対象とはならない（図 9）．

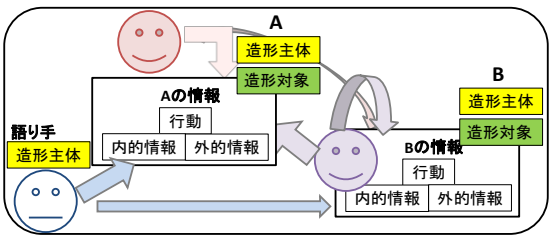


図 9 認知情報による人物造形

5.1 認知情報の定量的分析

表は認知情報の量的な分析のために作成したグラ

フの一覧である．今回分析の対象としたのは登・竜二・房子・首領の 4 人である．語り手の存在はこの 4 人に対する造形主体としてのみ扱う．グラフは 1 章毎に 1 つ作成し，15 章分（小説全体）で一セットとした．

表 4 定量的分析のために作成したグラフ一覧

グラフの種類	内容	グラフの数
会話文による情報の量	登場人物の思考認知情報の表現の特徴を考察	1
造形主体	登場人物が多く持つ情報の種類の特徴を考察	1
造形対象	登場人物を主に構成する情報の種類を考察	1
相互的造形主体	登場人物が各登場人物に対して持つ情報の種類・対象人物について考察	4(人物毎)
相互的造形対象	登場人物がどの人物からどんな情報により造形されるかの考察	4(人物毎)

会話文による情報の量のグラフは，登場人物の会話文から抽出される思考認知情報の量を分析した．造形主体としての情報の量のグラフは，その人物が登場人物（自ら含む）を造形する情報の量を分析した．この二つのグラフは抽出した情報を誰に向けるかについて言及していない．造形対象としての情報の量のグラフは，その人物に向けられる情報の量を表わし，情報の主体となる人物については言及していない．

ここで，登場人物を構成する情報には登場人物間の相互的な組み合わせが存在すると考えた．組み合わせの例が図 10 である．語り手以外の登場人物の数を C としたとき，語り手による認知の組み合わせが C+1（語り手の，他の登場人物への認知＋自らへの認知）通り，さらに語り手を除く登場人物間の認知が C×C（語り手以外の，自らを含めた登場人物への認知×登場人物数）通りとなり，全体としての認知情報の組み合わせは「C×C+(C+1)」通りとなる．

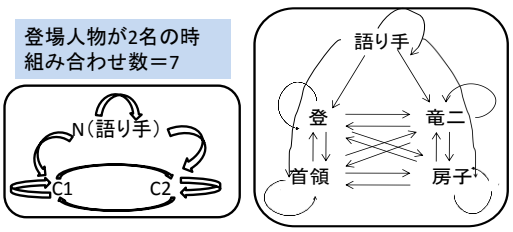


図 10 認知情報の相互的組み合わせと例

今回は『午後の曳航』主要登場人物 4 人の相互的な認知情報の組み合わせについての調査を行う．登場人物は 4 人なので，実際の組み合わせ数は 21 通りであるが，語り手は調査対象としないため，以下の組み合わせを扱う―①相互的認知造形の主体としての組み合わせ：16 通り（21 通り-語り手による造形 5 通り），②相互的認知造形の対象としての組み合わせ：20 通り（21 通り-語り手の語り手自身への造形 1 通り）．

ここで，「登」，「竜二」，「房子」，「首領」の 4 人の登場人物に対する小説を通しての印象を表に記す．

表 5 主要登場人物の印象

人物	印象
登	首領の思考に賛同し、従うことで物語を進行させる人物。あまり自分の意見を話さない
竜二	物語の進行で登たちの嫌う「大人」の象徴となる人物。「栄光」への夢想を持っていたが、房子との出会いで現実に目を向ける
房子	物語の進行には直接影響しない人物。竜二に好意を持ち、物語全篇において内的情報に変化が見られない
首領	登に自分の思考を語り、賛同させることで物語を進行させる人物

図 11 は会話文から抽出される認知情報の量を示す．グラフは縦軸に情報の個数を，横軸に章を表わす．また，青色のバーが行動として抽出された認知情報の量を，赤色が内的情報，緑色が外的情報の個数をそれぞれ表わしている．このグラフから，登は会話文及び会話文からの思考認知情報の抽出量が 4 人中一番少なく，逆に首領は会話文・会話文からの思考認知情報の抽出量が 4 人中 1 番多いことがわかる．ここから，小説を読んでのこの 2 名の印象（登はあまり自分の意見を話さない人物，首領は自分の思考を語り，賛同させる人物）と会話文からの思考認知情報の抽出量とを関連付けることができると考える．

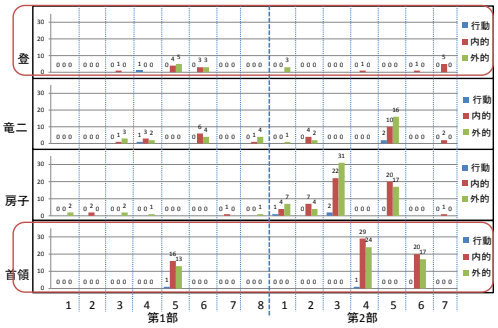


図 11 会話文から抽出される認知情報の量

表で示したのは，会話文から抽出される認知情報の量，造形主体としての認知情報の量，造形対象としての認知情報の量それぞれの全体的傾向と特徴である．現在，認知情報の量と登場人物・小説の構造についての関連性については考察中である．この分析・考察により登場人物の造形や小説の構造について何らかの知見が得られる可能性があると考える．

表 6 認知情報の量的傾向・特徴

	全体的傾向	特徴
会話文における思考認知情報の量	「行動」に関する情報の抽出量が少ない	登：会話文から抽出される認知情報は4人中1番少ない 首領：登場回数が少ないが、会話文からの認知情報の抽出量は4人中最多
造形主体としての認知情報の量	登場人物の造形は主に語り手が行う（事実認知情報からの造形）	房子：第2部第3章における内的・外的情報の量が語り手による情報に迫る 首領：第2部第6章の内的・外的情報の量が語り手を上回る
造形対象としての認知情報の量	各章毎に情報が集中する人物がいる	竜二：4人のうち唯一全ての章で造形対象としての情報を持つ 第2部第7章：各人物を造形する状態の情報の量の割合が他の章に比べて高い

また，相互的な認知情報の量的な考察を行った．図 12 及び図 13 の 2 つのグラフを用いて，「首領」の相互的認知情報の量を考察する．図 12 は「首領」が

主体となる相互的な認知情報の量のグラフである．このグラフは「首領」が各人物に対して持つ認知情報の量を表わし，抽出した情報の対象となる人物も考慮する．このグラフからは首領は自らに対する内的情報を多く持つことが分かる．また，図 13 は「首領」が対象となる相互的認知情報の量のグラフである．このグラフは「首領」に対して各人物が持つ認知情報の量を表わし，抽出した情報の主体も考慮する．これらのグラフは図 11 同様に，青色が行動，赤色が内的情報，緑色が外的情報を表わす．このグラフより，首領は主に語り手，登そして首領自身の認知情報により人物造形が行われると考えられる．

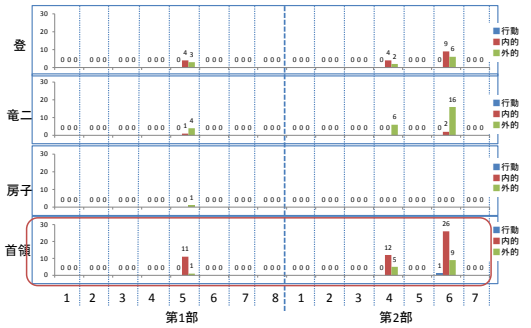


図 12 「首領」が主体の相互的な認知情報の量

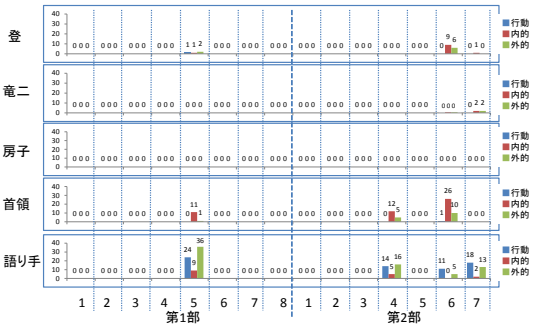


図 13 「首領」が対象の相互的な認知情報の量

登場人物の相互的認知情報の量の傾向と特徴について表 4 にまとめる．相互的認知情報の造形主体の量の全体傾向から，物語の内容に直接関わる人物（登，竜二，首領）は自らに対しての内的情報を多く語ることが分かった．また，房子の認知情報の量的な傾向（自らに対してだけでなく，登や竜二に対してもほぼ同量の情報の量を持つ）から，物語の内容について直接の関わりが薄い人物（房子）は自らの内的情報だけでなく，周りの人物の情報も語ると考えられる．

5.2 認知情報の質的分析

ここから，登場人物の認知情報どうしの類似性・共通性と差異に基づく物語のダイナミズムに関する知見が得られる．小説の推移を見て行くと，特定の登場人物どうしの内的認知情報が共通の傾向を持ったり，特定の登場人物どうしの認識が肯定的なものになったりする現象が見られる．例えば，竜二と房子は会って暫くするうちに互いに離れているのが苦しくなり，再会すれば互いに嬉しいと思うようになり，結婚しようと思うに至る．すなわち二人の認知情報は共通性を帯びて行く．しかし竜二と登の関係は，最初こそ双方とも竜二が英雄でありいつか素晴らしいことをする奴だと思っていた（共通性）ものの，やがて竜二の方は英雄観を捨て，登の方はそうした竜二に嫌悪を抱くようになる（差異化）．最終的に，登と首領との間で竜二処刑の意思が一致し（共通性），物語の終局に至る．相互的な登場人物造形の推移について分析するため，各登場人物による「竜二」に対する認知情報の推移図を作成した．推移を表すために，『午後の曳航』を登場人物間の相互的認知情報に比較的大きな変化が起きる出来事を区切りとし，表 5 のように 5 分割した．

表 4 相互的認知情報の量的傾向・特徴

		全体的傾向	特徴
登	造形主体	自らに対する内的情報を多く持つ	竜二に対する情報の量が他者への認知情報として1番多い
	造形対象	語り手による造形情報の量が多い	第2部第5章の情報の量が特に多い
竜二	造形主体	自らに対する内的情報を多く持つ	登に対する情報の量が他者への認知情報として1番多い
	造形対象	語り手による造形情報の量が多い	登主体の外的情報の造形が多い
房子	造形主体	自らに対してだけでなく、登や竜二に対してもほぼ同量の情報の量を持つ	第2部第3章の情報の量が多い 同じ章に直接登場している人物への情報を持たない場合がある
	造形対象	語り手による造形情報の量が多い	第2部第5章を除き、語り手による内的情報は行動・外的情報よりも少ない
首領	造形主体	自らに対する内的情報を多く持つ	登場回数は少ない 登場した際の情報の量が他の3人に比べ非常に多い
	造形対象	語り手・登・首領3人からの情報による造形	竜二・房子との接点がないため、二人による造形情報はない

表 5『午後の曳航』分割表

	章	出来事
①	第1部第1章～第5章	竜二と房子・登の出会い・竜二の存在が首領にも伝わる
②	第1部第6章～第8章	登と竜二の対話と房子との逢瀬・竜二の船出
③	第2部第1章～第4章	竜二の帰還・竜二と房子の結婚の決意
④	第2部第5章	竜二と房子の結婚の決意を登に伝える・登の覗き行為の発覚
⑤	第2部第6章～第7章	登と首領、子どもたちの竜二処刑の決意・実行

各場面の特定の登場人物に向けられる認知情報を調査するために，抽出ツールを用いて認知情報の抽出を行った．図 14 に「竜二」に対する各登場人物の認知情報を抽出した例を示す．まず，造形対象（竜二）への各人物からの内的情報・外的情報を抽出する．次に，抽出した情報を造形主体ごとに分ける．例では「登」と「竜二」が主体となる情報毎に分けた．そして主体毎に分けた情報を，その認知情報に特徴がある，共通する，差異があると思われる情報を選び，整理することで「竜二」への認知情報を調査する．4

人の登場人物による「竜二」に対する認知情報の変化の推移を図 15 に示す．人物間の輪が重なる部分がその人物間で共通する認知情報である．

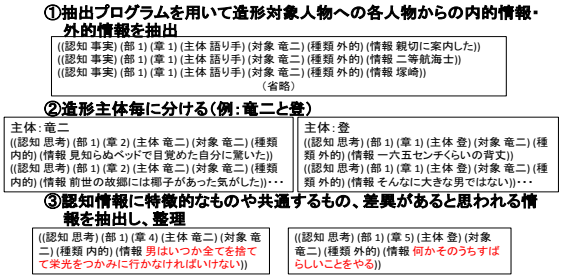


図 14 認知情報の推移図作成手順

この図の分割に沿って，認知情報の共通と差異，それらの変化について説明する―①竜二と房子，登の出会い・竜二の存在が首領にも伝わる：登場人物全員に共通する竜二に対する認知情報に，「竜二は男だ」という情報がある．登・竜二に共通する情報に，「竜二はいつか素晴らしいことをやる」がある．また，登は，「竜二は英雄だ」と考えているが，首領は，「竜二は登の英雄」という認知情報を持つが，「英雄など存在しない」という認知情報も同時に持っており，遠まわしに「竜二は英雄でない」という認知情報を持つと考えるため，登と首領の間に認知情報の差異があると言える．②登と竜二の対話と竜二と房子の逢瀬・竜二の船出：差異のある情報の例に，房子は「竜二は夢や幻想にとらわれていない」という認知情報を持つが，竜二本人は「「男は大義へ赴き，女はあとに残される」という夢想を持つ」という情報を有している，というものがある．③竜二の帰還・竜二と房子の結婚の決意：認知情報の変化に，夢想を持っていた竜二が「夢想は捨てなければ．栄光はどこにもなかった」という認知情報の変化が生じている．また，竜二に好意的な認知情報を持っていた登の認知情報も，「竜二が帰ってこなければよかった」と否定的な認知情報に変化している．④竜二と房子の結婚の決意を登に伝える・登の覗き行為の発覚：「竜二が家族になる」ことが登・竜二・房子の共通の認知情報となると，登は「竜二は望まない存在になった」という認知情報を持つ．⑤登と首領，子供たちの竜二処刑の決意・実行：物語の最後に，登と首領の間に「竜二は許されない存在，処刑しなければ」という共通の認知情報を持つ．

推移図と認知情報の変化から，登場人物の認知情報の共通性と差異，それらの推移により物語が展開

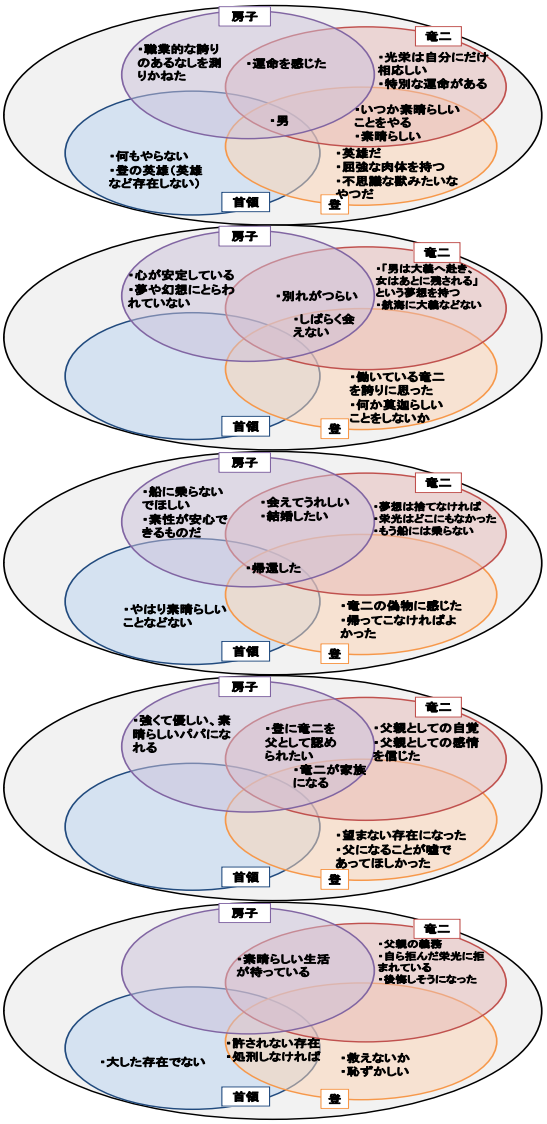


図 15 各登場人物からの「竜二」に対する認知情報の推移

すると考えられる．

5.3 その他の示唆

小説の調査・分析を通じて，物語生成システムのための小説の技法についての知見を幾つか得られた．この章では，認知情報の相互関係の組み合わせによる物語のバリエーション生成と，小説『午後の曳航』と民話の構成の類似性についての二つについて予備的な考察を行う．

認知情報の相互関係による技法（登場人物間での認知情報の[認識/非認識]，[同調/不和]の組み合わせによる物語のバリエーション） という物語生成駆動のためのアイディアも得た．認識とはある登場人物が別の登場人物の内的情報を知っていることを，非認識とは知らないことを意味する．一方同調とは，登場人物間で同一の内的情報が共有されている状況を（例えば，「A は B が好き」で「B は A が好き」），逆に

不和とは内的情報が共有されていない状況（例えば，「A は B が好き」だが「B は A が好きでない」）を言う．例えば，「A は B が好き」という情報について，A・B が[同調]且つ相互に[認識]，[不和]で A だけが[認識]，[不和]だが相互に[認識]，[不和]で相互に[非認識]等の状況があり，物語発生の駆動力となる．

すなわち，登場人物間の認知情報について，双方に「認識/非認識」及び「同調/不和」が存在し，この組み合わせにより物語にいくつかのバリエーションが生じると考えることができる．登場人物の持つある認知情報について，本人以外の他者がその情報を知っている場合を「認識」，知らない場合を「非認識」とする．また，登場人物間で同じ考えを持つ場合を「同調」，持っていない場合を「不和」とする．図 16 では，「登場人物 A は登場人物 B が好き」という情報について A，B 間で「認識」している状態と「非認識」の状態を表わす．同様に AB 間に「好き」という考えが「同調」している状態，同調していない「不和」の状態を表わす．これらの情報の組み合わせについて，登場人物が 2 名の時は「認識/非認識」で 4 通り，「同調/不和」で 2 通りの組み合わせができるため，計 8 通りの物語の組み合わせができることになる．

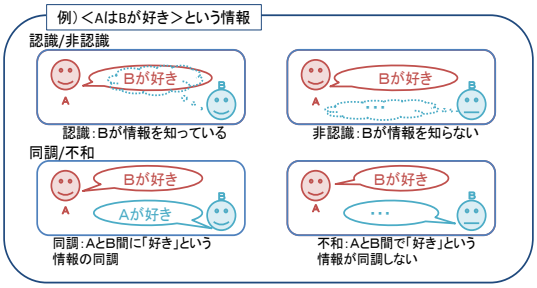


図 16　認知情報の相互関係による組み合わせ

実際に『午後の曳航』においての「情報の「非認識」，「同調」」の例を挙げる．図 17 右部分は第 1 部第 4 章・5 章における登・竜二である．両者ともに「竜二は素晴らしい人物である」という情報を持ち（同調）お互いそれを知らない（非認識）．もしこの時，この情報についてお互いに「認識」していた場合，物語の結末も違ったものになっていた可能性がある．同様に，左部分は竜二・房子の「認識」であり「同調」の例である．この場合も認知情報が「非認識」だったら，「不和」だったらという場合も，物語に変化が生じると考えられる．これらの例から，認知情報の「認識/非認識」及び「同調/不和」により物語にバリエーションが生れる．

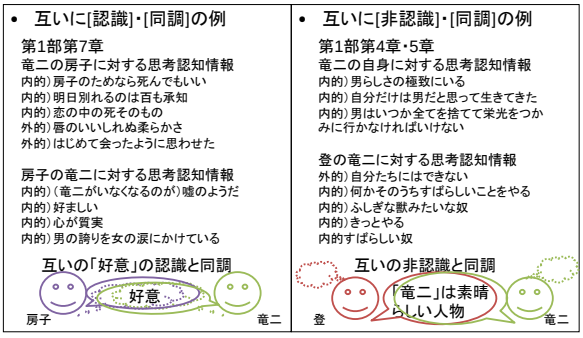


図 17『午後の曳航』における認知情報の組み合わせの例

次に，小説の構成と，実際の民話の構成に似ている部分があると考えた．例として，図 18 で『午後の曳航』と「人魚姫」，「鶴の恩返し」の構成に共通すると考えられる部分を示す．

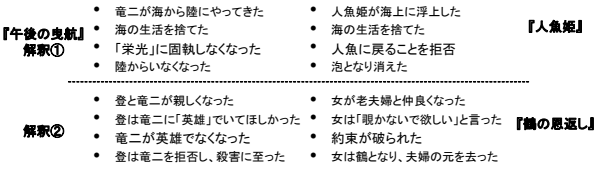


図 18『午後の曳航』と民話の構成の類似性

これらの類似点から，それぞれの物語の登場人物の思考認知情報の推移が動機となって物語に影響を及ぼす出来事が起こると考えた．例えば下記の図 19 で表わした「人魚姫」の場合，人魚姫の内的情報である「王子を好きになる」という情報により，「人魚姫が人間に変身する」「人魚姫が陸にあがる」という出来事が起こる．また，「王子が人魚姫でない女と結婚する」という王子の外的情報と「人魚姫は王子を殺したくない」という人魚姫の内的情報により「人魚姫が泡となって消える」という出来事が起こることから，人物の状態どうし，内的情報どうしを結ぶ行動だけでなく，人物の内的情報と外的情報を結ぶ行動・出来事や，内的情報と状態を結ぶ行動・出来事が起こると考えられる．

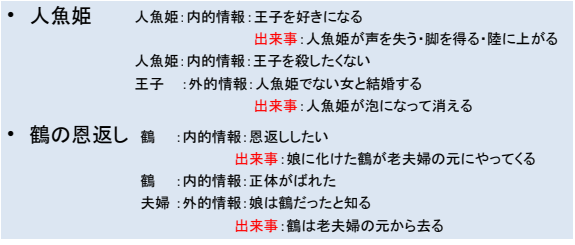


図 19　内的な情報と出来事の対応

6. 物語生成システムの構成への反映方針

以上のような小説の調査・分析と物語駆動原理のアイディアから，物語生成システム中への実装方式を検討することが次の課題である．分析結果から現状

のストーリー世界に対する拡張案を記す．まず現状のストーリー世界についての説明を行う．その後，認知情報を追加したストーリー世界拡張案のイメージを表し，実際にどのようなストーリーラインが生成されるかという例を示し，考察を行う．具体的な実装方法の検討は今後の課題である．

前述したように，現行の物語内容機構は事象の背景的情報である状態の集合であるストーリー世界の 2 つの事象と，何らかの事象の世紀時間順の並びであるストーリーラインの 1 つの事象が対応する．現在，登場人物に関しては登場人物の状態としての情報を扱っているが，内的な情報については扱っていない．

認知情報により拡張したストーリー世界のイメージを図 20 に示す．このイメージ図は，すべての情報を「認知情報」として表現しており，登場人物の認知情報の相互的組み合わせを網羅したものとなっている．例えば，現在のストーリー世界で表現される「花子が本を持つ」「太郎がリンゴを持つ」といった状態に関する情報だけでなく，「花子は『太郎は不真面目らしい』と思う」「太郎は『自分はかっこいい』と思う」といった，人物の内的な情報も扱えるものとする．

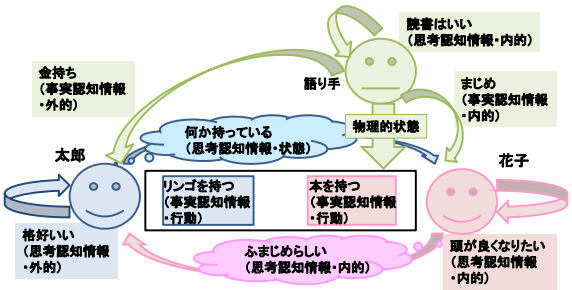


図 20 拡張したストーリー世界のイメージ

現在のストーリー世界から生成されるストーリーラインを図 21 に，認知情報により拡張されたストーリー世界のイメージを用いたストーリー世界及びそれにより生成されるストーリーラインの例を図 22 に示す．図 21 では，ストーリー世界の time 1 における「太郎が駅にいる」，「花子が公園にいる」から time 2 の「太郎は公園にいる」，「花子は公園にいる」への変化を「太郎が花子と出会う」というストーリー世界の 2 つの状態の変化を結ぶ人物の行動で表現している．一方図 22 に示した，登場人物の認知情報により拡張したストーリー世界によるストーリーライン生成では，time 2 の「太郎が花を持つ」，「花子は『太郎は花子が嫌い』と思う」と time 3 の「花子は花を持つ」，「花子は『太郎は花子が好き』と思う」という内的情報の変化を，「太郎は花子に花を渡す」，「花子は太郎に「太郎が好き」という」という行動により結ぶ．このように，ストーリー世界の二つの状態の変化を結ぶ人物の行動だけでなく，内的な情報の変化を結ぶ人物の行動も表現出来る．

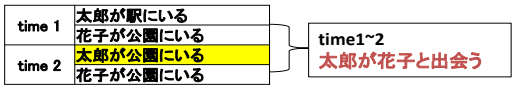


図 21 現在のストーリー世界からのストーリーライン生成

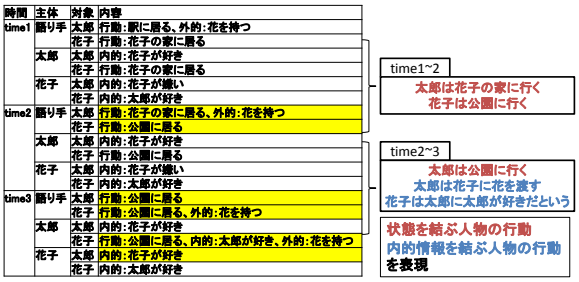


図 22 拡張したストーリー世界からのストーリーライン生成

7. あとがき

従来外面的行動を主体としていた物語生成システムに登場人物の内面情報を導入することを目的として一編の小説を分析したが，その過程で，「登場人物達の相互認識過程としての物語」という案を得た．これは，物語における全情報を個々の登場人物の認知の輻輳として捉える案であり，相異なる人物達の認知情報の矛盾や確執等から物語の動的特性が生じると考えた．まだ実装レベルには至らないが，本稿では，物語生成システムにおけるストーリーラインとストーリーワールドの機構をアレンジすることによって，この機構を設計する方針までを示した．

参考文献

[1] 野家啓一 (2005).『物語の哲学』，岩波書店.
[2] ミハイル・バフチン，望月哲男・鈴木淳一訳 (1995).『ドストエフスキーの詩学』，ちくま文庫（筑摩書房）.（原著：1963，モスクワ）
[3] 中嶋美由紀・小方孝 (2008). 物語内容の構造.『人工知能学会全国大会論文集』. 1C2-03.
[4] 小方孝・矢澤清明 (1999). 物語の構造と人工社会シミュレーションについて,『経営情報学会 1999 年春期全国研究発表大会予稿集』, pp.311-314.
[5] 熊谷友子・小方孝・及川春香 (2010). 登場人物の認知に基づく物語内容の構成.『人工知能学会全国大会論文集』, 1I2-OS1b-4.
[6] 三島由紀夫 (1963).『午後の曳航』. 講談社.
[7] 三島由紀夫 (1960).『宴のあと』. 新潮社.

触覚刺激の違いによる触覚記憶の特性
Tactile Memory System by Tactile Simuli

八坂 一彦[1,2]，森 友樹[3]，椛 秀人[4]
Kazuhiko Yasaka, Tomoki Mori, Hideto Kaba

[1]高知大学大学院 総合人間自然科学研究科，[2]高知医療学院
[3]愛宕病院 リハビリテーション科，[4]高知大学 医学部生理学講座
[1]Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi Medical School,
[2]Kochi school of allied health and medical professions
[3]Department of Rehabilitation, Atago Hospital, [4]Department of Phisiology, Kochi medical School
kazuhiko_1223@yahoo.co.jp

Abstract
The present study examines how vividness, affective arousal, and, experience valence through sense of touch stimulation by the surface materials affect tactile memory system.

Keywords — tactile memory, vividness, emotion, experience

1. はじめに

触覚を通じて外界の対象物を認知するには，その対象物に関する形状(形態的要素. e.g., サイズ，形など)や表面(材料的要素. e.g., テクスチャ，硬度など)の２つの要素を，皮膚(触覚受容器)と関節情報による複合的な知覚システム[1][2]によって処理が行われる。さらに，対象物を同定するためには，個々の知覚の一時記憶，並びに触覚に関する記憶の検索・照合が行われる必要がある。

触覚による対象物の認知において，脳イメージングや神経心理学研究により数多くの検討がなされている。触覚情報処理に関して，上記の２つ要素を比較した場合に，形態的要素に関しては，外側後頭複合体(LOC)，頭頂後頭皮質(POC)，頭頂間溝領域後部(aIPS)が関与しており[3][4][5]，材料的要素に関しては，第１次体性感覚野(ＳⅠ)，第２次体性感覚野(ＳⅡ)，後部島皮質(pINS)の関与が示されている[3][5][6]。

一方，触覚の記憶に関しては，第一次体性感覚野(ＳⅠ，触覚記憶と作業記憶)[7]，第２次体性感覚(ＳⅡ，触覚刺激情報の数秒間の保持)[８]，頭頂後頭皮質(作業記憶や触覚空間情報，短期間の保持，触対象認知)，嗅周皮質・島(触覚的探索情報の長期記憶)[9]，前頭前野腹外側部(触覚情報の検索)[10]，前前頭前野(触覚情報の作業記憶と検索)[10]，外側後頭複合体(触覚的探索情報の表象)[11]などと，触覚情報の保持や検索，さらに対象物の同定に関わる大脳皮質の局在部位の知見が散見される。

このように触覚による対象物の認知に関わる神経基盤のデータは集積されてきているが，触覚的に知覚された物体に対する人々の記憶の特徴や機能に関する研究は，視覚を用いた報告と比較して少なく，未だ明らかでない点も多い。

そこで我々は，触覚を通して物体を認知する際に必要な触覚記憶の特性を明らかにすることを試みた。このような記憶の特性に関しては，他の感覚モダリティ刺激を手がかりにした記憶想起時の鮮明性や情動性の検討[12]は報告されているが，触覚を手がかりとした研究は行われていない。そこで本研究では、八坂(2011, 2012)が行った触覚素材(材料的要素)の手がかり刺激から物品名を連想させる課題を行い，そこで得られた回答(物品名)に対して，物品の鮮明度やその物品の熟知度，物品想起時に生じる感情喚起度の評定を行い，これらが素材の違いによって差が生じるか否かを検討した。

2. 方法

実験参加者：触覚に異常が無く，触覚の特殊技能をもたない専門学生 83 名(平均年齢 22.7±4.8

歳；男性 59 名，女性 24 名；右利き 80 名，左利き 2 名，両利き 1 名)であった。参加者を素材ごとにランダムに割り当てた。

触覚刺激：素材は，プラスチック(ポリプロピレン)，布(綿 100%)，紙やすり(#120)の 3 種類(縦横 28cm×23cm)を用いた。

実験環境：参加者を机に向かって着座させ，素材を参加者の利き手側の手元に提示し，利き手の示指にて能動的に触れさせた。また，手元(素材表面)を遮蔽する目的で素材を Box(縦横 24.5cm×36，高さ 20cm)内の底に敷き，接触時の音を遮断する目的で耳栓を装着させた。

手続き：個室にて実験を行った。まず課題実施前に，参加者に課題概要や方法の説明を行った。その教示内容は，1)実施(接触)に伴う感触からどんな物品を触っているかを物品名で思いつく限り答えること，2)課題時間は 3 分間であること，3)課題終了後にアンケートを実施すること，4)本課題はテストではなく正しい答えや誤った答えはないこと，であった。次に，課題方法の理解を促すために，段ボール表面の触感を用いて課題の練習を行った。その後，本実験に入った。課題終了後，回答した物品の個数分の質問紙を与え，それぞれの回答(物品)に対して，『どのくらい鮮明だったか(以下，鮮明度)』を 4 段階評定(1. 全く浮かんでいない, 2.あまり鮮明に浮かんでいない, 3.やや鮮明に浮かんだ, 4.はっきりと鮮明に浮かんだ)で，『どの程度触ったことがあるか(以下，経験度)』『どのような感情を感じたか(以下，感情度)』を 5 段階評定(経験度：1.全くない, 2.何回か, 3.ときどき, 4.しばしば, 5.とても頻繁に；感情度：1.不快である, 2.どちらかというと不快である，3.どちらとも言えない，4.どちらかというと快い，5.快い)で回答を求めた。

3. 結果

各素材の課題における物品の回答数において，プラスチック 194 語(M=6.9, SD=4.2)，布 164 語(M=5.9，SD=2.4)，紙やすり 158 語(M=5.9, SD=3.3)であった。表 1 に各素材の連想内容の上位 5 つを示す。また，表 2 に各素材における鮮明度，経験度，感情度の評定値をクロス集計した結果を示す。統計学的検討において，経験度と感情度の期待度数が 5 未満のものが 20%になっていたため，経験度において，「しばしば」と「とても頻繁に」を併せて『経験多』，「全くない」と「何回か」を併せて『経験小』，「ときどき」を『経験中』にし，さらに感情度も同様に，「どちらかというと快い」と「快い」を併せて『快い』に，「不快」と「どちらかというと不快」を併せて『不快』，「どちらとも言えない」を『中立』として，素材間の評定値の比率の差をカイ 2 乗検定にて行った。その結果，それぞれに有意な差を認めた[鮮明度：$\chi 2(6)=44.62$, $p<.001$ ；経験度：$\chi 2(4)=24.23$, $p<.001$; 感情度：$\chi 2(4)=41.09$, $p<.001$]。さらに残差分析を行った結果，鮮明度において，プラスチックでは『はっきりと鮮明』が多く，『あまり鮮明に浮かんでいない』が少なく，布では『やや鮮明』『あまり鮮明に浮かんでいない』が多く，『はっきりと鮮明』が少なく，紙やすりでは『全く浮かんでいない』が多いことが示された($p<.05$)。経験度において，プラスチックでは『経験多』が多く，『経験小』が少なく，布と紙やすりでは『経験小』が多く，『経験多』が少ないことが示された($p<.05$)。感情度において，プラスチックでは『快い』が多く，『不快』『中立』が少なく，布では『不快』が少なく，紙やすりでは『不快』『中立』が多く，『快い』が少ないことが示された($p<.05$)。

4. 考察

本研究の結果は，素材の違いによって鮮明度や経験度，感情度の記憶特性に違いを生じることが認められた。

八坂(2012)の研究において，本実験と同様の触覚素材と実験手法から思考過程に関する質問紙を用いて，素材の違いによって物品を表出(想起)する過程に違いが生じるか否かを検討し，触覚素材から物品を想起する過程において，プラスチックは日常生活に関わる場面や状況を，布は過去の経験や状況を，紙やすりは直感的判断をより利用し

表１ 各素材に基づく連想表

○プラスチック

連想語	頻度	割合※
机	16	8.2
下敷き	15	7.7
ガラス	13	6.7
プラスチック	10	5.2
タイル	7	3.6
本	7	3.6

○布

連想語	頻度	割合※
布	18	11.0
カーペット	18	11.0
服	13	7.9
紙	11	6.7
動物	11	6.7

○紙やすり

連想語	頻度	割合※
やすり	24	15.7
板	17	11.1
砂	9	5.9
コンクリート	6	3.9
壁	6	3.9

（※ 割合(%)＝連想語数／連想語総数）

表２ 各素材の記憶特性の評定値の度数と比率

鮮明度	評定段階				合計
	1	2	3	4	
プラスチック	6 (3.1)	18 (9.3)	59 (30.4)	111 (57.2)	194
布	1 (0.6)	46 (28.0)	67 (40.9)	50 (30.5)	164
紙やすり	11 (7.0)	30 (19.0)	48 (30.4)	69 (43.7)	158

経験度	評定段階					合計
	1	2	3	4	5	
プラスチック	0 (0)	30 (15.5)	43 (22.2)	25 (12.9)	96 (49.5)	194
布	4 (2.4)	50 (30.5)	41 (25.0)	29 (17.7)	40 (24.4)	164
紙やすり	3 (1.9)	50 (31.6)	37 (23.4)	35 (22.2)	33 (20.9)	158

感情度	評定値					合計
	1	2	3	4	5	
プラスチック	1 (0.5)	8 (4.1)	99 (51.0)	60 (30.9)	26 (13.4)	194
布	1 (0.6)	6 (3.7)	91 (55.5)	57 (34.8)	9 (5.5)	164
紙やすり	3 (1.9)	23 (14.6)	103 (65.2)	21 (13.3)	8 (5.1)	158

注.(　)内の数値は%

ていることを見いだした。これらは，プラスチックと布の素材に関する記憶において，エピソード記憶の要素が高く，想起される記憶の時期に違いがあること，紙やすりでは意味記憶としての言語的知識の要素が高いことが伺える。この知見を踏まえると，今回の結果の鮮明度において，プラスチックは日常的な記憶とより近い記憶であるために，想起された物品の鮮明性が高くなっていると考えることができる。また，布に関してはより昔の記憶との関連性が高いために，『やや鮮明』『あまり鮮明に浮かんでいない』のような不鮮明性が生じたと考えられる。紙やすりにおいては，意味記憶との関連が強いために，物品自体の視覚的イメージも想起されなかったためだと考えられる。

また，触記憶に関して Katz(1925)は，触行為に関わった身体部位の痕跡に関係づけられており、素材に触れるときの最もよく使われる指を備えた手を想起しながら，触行動を想起すると述べている。この知見から,今回の結果の経験度に関して，それぞれの素材を有する物品の実在する場所やその物品の接触および操作の経験が反映されると考えられる。プラスチックは一般的に日常生活場面

に多く実在し，さらに，これら物品は手で操作する頻度が高いために，経験多になったと考えられる。布に関しては，服のように身に付けるものやカーペットのように据え置くものなどで実在し，これらの物品は日常的に手で触れる・操作するという頻度はあまり高くないために，経験小になったと考えられる。やすりに関しては，表面素材にやすりのような粗さをもつ物品はあまり多く存在しないために，経験小になったと考えられる。

感情度に関しては，触素材に接触する際に情動的変化が生じることが報告されている[16][17]このことから，今回の課題施行に伴い，素材の接触から物品に関する触覚記憶の検索時に何かしら情動的変化が生じたと推測される。さらに本研究の結果から，素材の違いによって喚起される情動に違いが生じることを表していると考えられる。

以上のことから，材料的要素である触覚素材の種類によって関連づけられている記憶や情動性に違いがあることが明らかになった。

参考文献

[1] Loomis, J., & Lederman, S. J. (1986). Tactual perception. In R. Boff, L. Kaufman, & J. p. Thomas (Eds.), Handbook of perception and human performance (Vol.2, pp.31-1-31-41). New York: Wiley

[2] Révész, G. (1950). Psychology and art of the blind. Longmerns, Green

[3] Stilla, R., & Sathian, K, (2008). Selective visuo-haptic processing of shape and texture. Human Brain Mapping, 29, 1123-1138

[4] Sathian, K., Zangaladze, A., Hoffman, J. M., & Grafton, S.T. (1997). Feeling with the mind's eye. Neuroreport, 8, 3877-3381

[5] Kitada, R., Kito, T., Saito, D. N., Kochiyama, M., Sadato, N.,...Lederman, S. J. (2006). Multisensory activation of the intraparietal area when classifying grating orientation: A functional magnetic resonance imaging study. The Journal of Neuroscience, 26, 7491-7501

[6] Kitada, R., Hashimoto, T., Kochiyama. T., Kito, T., Okada, T., Matsumura, M., Lederman, S. J., Sadata, N. (2005). Tactile estimation of the roughness of gratings yields a graded response in the human brain: An fMRI study. NeuroImage, 25, 90-100

[7] Harris, J. A., Harris, I. M., & Diamond, M. E. (2001). The topography of tactile working memory. Journal of Neuroscience, 21, 8262-8269

[8] Hernández, A., Zainos, A., & Romo, R. (2000). Neuronal correlates of sensory discrimination in the somatosensory cortex. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 97, 6191-6196

[9] Bonda, E., Petrides, M., & Evans, A. (1996). Neural systems for tactual memories. Jounal of Neurophysiology, 75, 1730-1737

[10] Kostopoulos, P., Albanese. M. C., & Petrides, M. (2007). Ventrolateral prefrontal cortex and tactile memory disambiguation in the human brain. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 104, 10223-10228

[11] James, T. W., Humphrey, G. K., Gati, J. S., Servos, P., Menon, R. S., & Goodale, M. A. (2002). Haptic study of three-dimensional objects activates extrastriate visual areas. Neuropsychologia, 40, 1706-1714

[12] 山本幸輔, 野村幸正. (2010). におい手がかりの命名，感情喚起度，および快–不快度が自伝的記憶の想起に及ぼす影響. 認知心理学研究,7, 127-135

[13] 八坂一彦, 森友樹, 椛秀人. (2011). 触覚刺激における連想語とその表出過程. 日本認知科学会第 28 回大会発表論文集, 473-476

[14] 八坂一彦, 森友樹, 椛秀人. (2012). 触覚刺

激の違いによる連想とその思考過程. 日本心理学会第 76 回大会発表論文集. 610

[15] Katz, D. (1925). Der Aufbau der Tastwel. Leipting:Barth. (カッツ, D. 東山篤規・岩切絹代(訳) (2003). 触覚の世界. 新曜社)

[16] Craig, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. Nat. Rev. Neurosci, 3, 656-666

[17] Ramachandran, V. S., & Brang, D. (2008). Tactile-emotion synesthesia. Neurocase, 14, 390-399

動機づけ向上のためのシナリオ作成（８）

－就業状況による動機づけ効果の違いについて－

戸梶亜紀彦（東洋大学）
tokaji@toyo.jp

目的

平成 23 年版子ども・若者白書（内閣府, 2011）によれば、新規学校卒業者の就職後３年間の離職率は、平成 19 年のデータでは中学校卒業者で 65.0%、高校卒業者で 40.4%、大学卒業者で 31.1%となっており、若年層の社会人にみられる七五三現象は、未だに継続していることがうかがえる。また、同白書によれば、15～34 歳までのフリーターの人数は平成 20 年に 170 万人となったが平成 21 年に 178 万人、平成 22 年には 183 万人と増加傾向にあること、また、若年無業者数は平成 20 年に 64 万人、平成 21 年に 63 万人、平成 22 年には 60 万人と多少の減少はあるものの、高止まりを続けていることが示されている。

こうした事態の主な原因を厚生労働省は職場での不適応と捉えた対策を講じている（厚生労働省, 2002）。しかしながら、経済状況の悪化による雇用者数の減少傾向を考慮したとしても、このような問題が長期化していることを踏まえると、他の大きな原因が見落とされていると疑わざるを得ない。上述した七五三現象の継続状況から、その原因の１つを就業した後に仕事への動機づけが向上しないことと考え、動機づけを向上させる効果的な職場体験についてこれまでインタビュー調査による質的研究を中心に検討を行ってきた（戸梶, 2009a, b, c, 2010a, b, c, d, e, f, 2011a, b, c）。

本研究では、インタビュー調査で得られた結果をもとに質問項目を作成し、ネット調査による検討を行った。

方法

調査対象者：某インターネット調査会社に登録している 47 都道府県に住む 18～34 歳の正社員、派遣・契約社員（以上についてはそれぞれ入社して３年未満の者、および３年以上の者）を各 100 名、アルバイト・パート社員（学生や主婦を除く）を 100 名、計 500 名分のデータ収集を依頼した。なお、対象者の年齢範囲は、若年層の就労状況に関する各省庁の白書類の統計に合わせたものである。

調査項目：対象者を絞り込むための年齢や就業状況等の属性項目、仕事に対する認知や行動への影響要因を測定するための労働価値観測定尺度の短縮版（江口・戸梶, 2009）21 項目、これまでの調査（戸梶, 2010a, b, c, d, e, f, 2011a, b, c）から得られた動機づけ向上に関連する事項の 29 項目を用いた。属性以外の項目は、重要度についての６件法（非常に重要である：１～まったく重要でない：６）で回答を求めた。

手続き：はじめに、調査会社に調査の趣旨と質問項目を事前に送付し、ネット上での画面デザインについて打ち合わせを行った。調査画面について決定した後に、調査対象者の属性および人数についての要望を伝え、依頼した調査会社の登録者に一斉送信で調査が実施された。

結果および考察

調査協力の得られた対象者は、正社員（３年以上）男性 32 名、女性 68 名、正社員（３年未満）男性 50 名、女性 50 名、派遣・契約社員（３年以上）男性 36 名、女性 64 名、派遣・契約社員（３年未満）男性 29 名、女性 71 名、アルバイト・パート社員の男性 32 名、女性 68 名であった。全体の平均年齢と標準偏差は 29.8±3.47 歳であった。

なお、本研究では、これまでの調査結果から得られた動機づけ向上に関する項目について報告する。これらの項目について、就業状況（４：正社員、派遣社員、契約社員、アルバイト・パート社員）×性別（２）の二要因分散分析を行った。

○上司・先輩からの評価に関する事項について

上司や先輩からの評価に関する５項目については、上司や先輩から仕事に関する何かが認められるとされる４項目のすべてにおいて女性の方が男性よりも動機づけを高めることが示された（３項目で有意、１項

目で有意傾向）。「仕事を任されること」に関してのみ、性差はなく、正社員の方がアルバイト・パート社員よりも動機づけを高める傾向が認められた。

これらのことから、上司や先輩からの評価に関しては、就業状況の違いによる差がほとんどみられず、ほぼ同等の動機づけ向上の効果があると考えられ、特に女性においてその効果性が高いといえる。これは、女性の方が社会的承認欲求の高いこと、および弱まったとはいえ、女性は職場において未だに社会的弱者とされる風潮があるためではないかと考えられる。また、「仕事を任されること」に関しては、アルバイト・パート社員では動機づけを高める効果が低く、正社員とは仕事に対する姿勢の違いがあると推断される。

○顧客からの評価に関する事項について

顧客とのやり取りや関係性に関する４項目では、そのすべてにおいて正社員はアルバイト・パート社員よりも有意に動機づけを高めることが示された。また、契約社員もアルバイト・パート社員より、「顧客から感謝されること」と「人柄に関して信頼されること」において動機づけを高めることが示された。

正社員にとって顧客は、上司や先輩と同様に重要な存在であり、その顧客からの評価が動機づけ向上に結びついていると考えられる。それに対して、アルバイト・パート社員では、正社員よりは顧客の反応が重要視されておらず、動機づけ向上の効果が相対的に低くなっていると考えられる。アルバイト・パート社員は、労働に対する考え方において、組織や社会への貢献を最も意識しづらい立場にあるため、このような結果に反映されたと推察される。一方、契約社員は対顧客に関する４項目中２項目でアルバイト・パート社員よりも有意に動機づけを高めることが示されたことから、顧客と接点のある業務や部署に配置するといったマネジメントが有効となる可能性が示唆される。

○上司・先輩からの扱いに関する事項について

上司や先輩からの扱いに関する５項目では、４項目において性差が認められ、女性の方が男性よりも戦力として扱われることで動機づけ向上の効果を高く認識することが示された（２項目で有意、２項目で有意傾向）。上司や先輩からの気遣いに関しては、男女ともに同程度の動機づけ向上効果のあることが示唆された。

これらのことから、上司や先輩からの気遣いに関しては、就業状況や性別にかかわらず、皆が必要としていること、および女性の方が戦力として扱う必要性の高いことがうかがわれる。この結果は、先の上司・先輩からの評価の項目における、職場での女性の位置づけによるものと同様のことが原因と考えられる。

○自らが仕事上で成し遂げたことに関する事項について

自らが仕事で達成したことに関する４項目では、有意差は認められず、就業状況による大きな違いは認められなかった。以前行った仕事上での達成事項に関する自由記述による検討（戸梶, 2011a）では、大きなプロジェクトや新規事業など、特別な業務に関わった場合には、それをやり遂げることで動機づけにつながることが指摘されていた。しかしながら、調査対象者が若年層であることから多くの者はこうしたことに携わる機会が少ないと考えられ、平均値と分散による分析では有意な効果が認められなかったと考えられる。

○ソーシャル・サポートに関する事項について

ソーシャル・サポートに関連する４項目では、就業状況での違いは認められず、すべてにおいて女性の方が男性よりも動機づけ向上において有意に高い効果のあることが見出された。これらの結果から、特に女性社員における動機づけのマネジメントに関しては、サポートの必要な状況を見極め、必要なサポートをしていく配慮が重要となると考えられる。

○職場での役割・責任の自覚に関する事項について

職場における役割や責任を自覚することに関する７項目では、「責任者に任命されること」「自分の仕事の出来が他者の仕事に与える影響の大きさを知ること」「後輩の教育を任されること」において正社員がアルバイト・パート社員よりも動機づけ

を高めることが示された。また、「自分が休むことで仕事が進まないこと」については、女性の方が男性よりも動機づけ向上効果の低いことが示された。

これらのことから、正社員は仕事における責任や自分の役割を自覚することで動機づけを高めていくが、これに対して、アルバイト・パート社員は職務上での責任のかかる立場を全般的に好まない傾向が示唆される。現実的に、職場においてアルバイト・パート社員にはそれほど重要なポジションをあてがっていないが、当人としても敢えてそれを望んでおらず、むしろそうした場合には動機づけを低下させる恐れがあると推察される。また、女性は、休むことで仕事が進まないということを自分の存在意義としてではなく、むしろ自分の責任によるとしてマイナスに受け止めてしまい、男性よりも動機づけを高める要因にならない可能性が示唆される。

○就業状況と性別を考慮した動機づけ向上のシナリオについて

本研究では、就業状況と性別を考慮して動機づけ向上のためのヒントについて検討を行い、上述のようにいくつかの興味深い知見が得られた。就業状況に関しては、正社員とアルバイト・パート社員との間に、さまざまな差異が認められたが、それ以外にはほとんど差は認められず、動機づけを向上させる事項としては、概してすべてに当てはまる内容であったと考えられる。

一方、性差は多くの項目に認められた。特に、女性には、パフォーマンスへの評価、必要時のサポート提供といった配慮の必要性が示唆され、所属部署における戦力として扱うことの重要性が見出された。これらを現場で導入し、実践していくには、上司や先輩の能力や許容力に依存するところが大きいと考えられる。すなわち、ただ単にこれらのことを実践すればよいということではなく、評価やサポートのタイミング、その方法などが問われてくると考えられる。

ところで、本研究は、項目を提示して評価させたものであった。その結果、上司や先輩から認められる事項は、すべて女性の方が高いことが示された。しかしながら、以前行った自由記述による研究（戸梶, 2010a）では、仕事の速さに関しては男性で多く指摘される傾向があり、仕事の丁寧さや正確さに関しては女性で多く指摘される傾向が示された。このような結果の違いは、量的研究と質的研究の両者を行ったことで明らかになった。こうした微妙な特徴に関しても、体験のシナリオに組み込むことが動機づけ向上効果を高めることにつながるであろう。

本研究で見出されたこれらの効果をより高めるためには、動機づけを向上させた職務体験の内容分析を行った戸梶(2009a)においても論じられているように、受け手にとってより感動的な体験となるように心がける必要がある。そのためには、職務内容に強くコミットメントを持たせ、成果を明確に示し、対象となる社員が満足感や自己効力感を高めることができるような配慮が必要となろう。こうしたことの一部は、Hackman & Oldham(1976)の職務特性モデルからも支持されるものである。

若年層の職務動機づけの向上には、本研究で見出されたような特徴を考慮した上で、職場での有効な体験を導入するためのシナリオ作成が必要となろう。

引用文献

江口圭一・戸梶亜紀彦（2009）労働価値観測定尺度（短縮版）の開発　実験社会心理学研究, 49, 84-92.

Hackman, J.R., & Oldham, G.R. (1976). Motivation through the design of work: Test of a theory. *Organization Behavior and Human Performance*, **16**, 250-279.

厚生労働省（2002）キャリア形成を支援する労働市場政策研究会報告書

内閣府（2011）平成 23 年版子ども・若者白書　佐伯出版

戸梶亜紀彦（2009a）職務動機づけを高めた体験に関する検討（１）日本発達心理学会第 20 回大会発表論文集, 207.

戸梶亜紀彦（2009b）職務動機づけを高めた体験にみられる内容の分析　日本認知科学会「文学と認知・コンピュータ」研究分科会Ⅱ第 17 回定例研究会予稿集, 17G-04: 1-3.

戸梶亜紀彦（2009c）職務動機づけ向上に関する発達的プロセスの検討　日本感情心理学会第 17 回大会発表論文集, 32.

戸梶亜紀彦（2010a）職務動機づけを向上させた体験の内容分析 －ネット調査に

よる自由記述の分析－　日本認知科学会「文学と認知・コンピュータ」研究分科会Ⅱ第 20 回定例研究会予稿集, 20W-13:1-4.
戸梶亜紀彦（2010b）職務動機づけ向上に関する発達的プロセスの検討　感情心理学研究, 17(3), 231.
戸梶亜紀彦（2010c）職務動機づけを高めた体験に関する検討(2) －各体験における属性および経験の有無による動機づけへの影響の違いについて－　日本発達心理学会第 21 回大会発表論文集, 182.
戸梶亜紀彦(2010d) 職務動機づけを高めた体験に関する検討(3) －具体的な体験内容について－　日本感情心理学会第 18 回大会発表論文集, 24.
戸梶亜紀彦（2010e）職務動機づけを高めた体験に関する検討(4) －属性による評価および経験の違いについて－　日本心理学会第 74 回大会発表論文集, 952.
戸梶亜紀彦（2010f）職務動機づけを高めた体験に関する検討(5) －上司・先輩に関する具体的な内容について－　日本社会心理学会第 51 大会発表論文集, 396-397 .
戸梶亜紀彦（2011a）動機づけ向上のためのシナリオ作成（２）－職務上の達成事象に関する内容からの分析－　日本認知科学会「文学と認知・コンピュータ」研究分科会Ⅱ第 24 回定例研究会発表論文集, 24G-04:1-5.
戸梶亜紀彦（2011b）動機づけ向上のためのシナリオ作成（４）－仕事への責任を自覚した体験に関する内容分析－　日本認知科学会発表論文集(CD-ROM)
戸梶亜紀彦（2011c）動機づけ向上のためのシナリオ作成（５）－組織での役割自覚に関する内容分析－　日本社会心理学会第 52 回大会発表論文集, 155.

付記：本研究は文部科学省科学研究補助金（基盤研究(C)課題番号 22530672）の助成を受けて行われた。

複雑な構造を持つ日本語音声言語の基本的観察
A Basic Study of Spoken Japanese with Complex Structure

定延 利之†
Toshiyuki Sadanobu

†神戸大学
Kobe University
sadanobu@kobe-u.ac.jp

Abstract

Written and spoken languages have traditionally been thought as distinguished from each other simply by the medium used. But at the same time it has been also pointed out that this distinction sometimes overlaps with stylistic distinction. More recently the innovative idea that they should be distinguished synthetically using various viewpoints has become widespread (Chafe 1982; Tannen 1980, 1982). According to this idea, written and spoken languages are best delineated using various interrelated parameters including structure, strategy, and content besides medium as a matter of degree on a continuum. Prototypical written language conveys general knowledge to distant receivers by a complex and dense text structure, whereas prototypical spoken language, consisting of a simple and fragmented structure of sound, fits well with conveying personal experiences in on-line multi-modal interaction. Quite contrary to this common idea (structural aspect, inter alia), Modern Japanese spoken language often has complex structures. We shall observe these previously unrevealed structures ('musical languages') from grammatical point of view and describe five fundamental processes that construct these structures.

Keywords — Spoken Language, music, grammar, Japanese

1. はじめに

「文字言語の構造は複雑．音声言語の構造は断片的」という通説は，人間の情報処理の観点から説明されてきた．たとえばチェイフによれば（Chafe 1982），「文字を読む速さ」は「文字を書く速さ」を遥かに凌駕するので書き手は読み手とは同じ場に共在せず，書き手は自分だけの場所で，自分の時間を存分に使って推敲する結果，文字言語は構造が複雑になりがちである．これと対照的に「音声を聞く速さ」は「音声を話す速さ」への同調が容易なので，話し手は聞き手と同じ場に共在し，聞き手の反応を見ながら事前の準備なく即時的に話す結果，音声言語の構造は断片的になりがちである．

管見の限りこれまでに指摘されていないが，この通説に反する，複雑な構造を持った音声言語が少なくとも日本語には存在する．これは音声言語が，文字言語・音声言語に共通する「狭義の言語」（チェイフやタネン（Tannen 1980; 1982）が論じたのはこれである）と，「音楽」にまたがる総合的な運動であることを示唆する．以上の認識に基づき，本発表は複雑な構造を持った音声言語を「音楽的言語」と仮称し，そのあり方について文法的な観点から基本的な観察を行い，音楽的言語を構成する５つの行動を素描しようとするものである．

2. 第１の行動「複合語を形成する２連」

単一語基を２つ連続させたり，互いに類似する語基どうしを２つ連続させたりすると，生起環境が語基１つだけの場合とはズレるということがある．これは，「２つ連続させる」という行動が，独自の文法的性質を備えた構造体を生み出すということである．ここで「複合語を形成する２連」と仮称する行動は，そのような行動のうち，特に複合語（自立語＋自立語）を作り出すものを指している．説明の都合上，まず，オノマトペの２連を取り上げ，次にそれ以外の語基の２連を取り上げる．

2.1. 複合語を形成するオノマトペの２連

たとえば「＿，乾いた音が響いた」の下線部には「カチ」「カチン」「コチン」いずれも入るように，「カチ」「カチン」「コチン」は自立語として不自然ではない．だが，「??カチだ」「??カチする」「??カチンになる」「??コチンの状態」は不自然である

（冒頭の「??」印はこの不自然さ（文法性の低さ）を表すものとする．以下も同様）．ところが，これらを２連すると，「カチカチだ」「カチカチする」「カチンコチンになる」「カチンコチンの状態」のように不自然さが解消される．このように，単一のオノマトペや互いに類似するオノマトペどうしを２つ連続させてできる複合語は，独自の生起環境を備えている．この複合語を以下では「２連オノマトペ」と仮称し，２連オノマトペを形成する行動（複合語を形成するオノマトペの２連）を観察する．

２連オノマトペは，長さによって，生起環境つまり品詞が異なり，それに対応してアクセントも異なる．それをまとめると次の(1)のようになる．

(1)　２連オノマトペの品詞とアクセントの対応

a.　長さ２フットの場合:
　　形容名詞や名詞なら平板型.
　　サ変動詞語幹や状況副詞なら頭高型.

b.　長さ３フットの場合:
　　形容名詞や名詞で平板型.

c.　長さ４フットの場合:
　　形容名詞や名詞で平板型.

以下，(1)の内容を詳しく述べる．

まず，(1a)について．長さ２フットの２連オノマトペは（例「ぐちゃぐちゃ」「カサカサ」），品詞が形容名詞や名詞なら（つまり「__だ」「__な状態」「__の状態」「__になる」などの環境に生起するなら），アクセントは無核つまり平板型という，一般の複合語には無い型になる．(一見反例と思える平板型の語「非常識」「日本的」「風邪気味」などは，「非ー」「ー的」「ー気味」が自立語でないため複合語（自立語＋自立語）でなく，反例にならないことに注意されたい.）　他方，サ変動詞語幹である（つまり「__する」などの環境に生起する）場合や，状況副詞である（つまり「さっきから__うるさいよ」などの環境に生起する）場合は，アクセントは一般の複合語と同じく有核であるが，有核といっても頭高型で（「ぐ’ちゃぐちゃ」「カ’サカサ」），やはり一般の合成語とは異なる．(一見反例と思える少数の頭高型の語「法隆寺」「延暦寺」「金閣寺」などは，「ー寺（じ）」が自立語でないため複合語でなく，反例にならない.）　形容名詞・名詞専用の語や（例「ズタズタ」），サ変動詞語幹・状況副詞専用の語についても（例「ド’ンドン」），アクセントはいま述べたとおりである．（なお，本発表の「状況副詞」は，他を直接修飾しない副詞を広く指すものとする．たとえば「__言うんじゃない」の下線部に入る２連オノマトペ「ぐ’ちゃぐちゃ」は必要度が高く（「??言うんじゃない」では不自然），述語（「言う」）の目的語にやや近いが，これも本稿では状況副詞としておく.）

次に，(1b)について．長さ３フットの２連オノマトペは（例「クリンクリン」），２フットの２連オノマトペ（「クリクリ」）と特殊モーラ（「ン」）で構成されている．(一見反例と思える「ちゃらんぽらん」などは，語数が少ない上に，そもそも要素（たとえば「ちゃらん」）が自立語でないため複合語でなく，反例にならない.）　品詞が形容名詞や名詞の場合，アクセントは無核で（「クリンクリンな感じ」「クリンクリンの状態」），これは２フットの２連オノマトペと同じである．品詞がサ変動詞語幹や状況副詞の場合は，実はそもそも有るか無いかの判断が難しく，つまり１つの複合語（２連オノマトペ「クリンクリン」）が形成されているのか，自立語（「クリン」）が２つ連続しており複合語を形成してはいないのかが微妙である．アクセントは一般の３モーラ＋３モーラの複合語（例「パインワ’イン」）と同じく有核で中高型（「(髪の毛がなんか）クリ’ンクリン（してる)」「(さっきから）パコ’ンパコン（うるさいよ)」）とも思えるが，本発表では，複合語ではなく，自立語（「クリン」「パコン」）の２連続（後述「句を形成する２連」）と考える．その根拠の第１点は，複合語と考えると，一般の３モーラ＋３モーラの複合語がアクセント核を後部要素に置くのと違って（例「パ’イン」＋「ワ’イン」で「パインワ’イン」），アクセント核が常に前部要素に置かれるように見

えるのが説明困難だということである．根拠の第２点は，特殊モーラもしばしば核を担うように見えるのが説明困難だということである（「(髪の毛がなんか) クリ’ンクリン（してる)」)．形容名詞・名詞専用の２連オノマトペや(例「ぐでんぐでん」)，サ変動詞語幹・状況副詞専用の２連オノマトペについても（例「(中でなにか) カランコロン（鳴ってる)」)，同様である．

最後に，(1c)について．長さ４フットの２連オノマトペも（例「かっちんかっちん」)，２フットの２連オノマトペ（「かちかち」）と特殊モーラ（「っ」「ん」）で構成されている．（一見反例と思える「ちんぷんか’んぷん」「しっちゃかめ’っちゃか」「ずんぐりむ’っくり」などは，要素（たとえば「ちんぷん」）が自立語でないため複合語でなく，反例にならない．） 品詞が形容名詞や名詞の場合，アクセントは無核で（「かっちんかっちんな感じ」「かっちんかっちんの状態」)，これは２フットの２連オノマトペと同じである．品詞がサ変動詞語幹や状況副詞の場合は，前述(1b)と同じで判断が難しいが，ここでも，自立語（「かっち’ん」）が２つ連続しており，複合語（２連オノマトペ）が形成されてはいないと考える．

2.2. 複合語を形成するその他の２連

複合語を形成する２連は，オノマトペの２連だけではない．その他の２連によっても，形容名詞・名詞・様態副詞が作り出されることがあるが（例「おもいお’もい（の意見)」「いたしか’ゆし（だ)」「み’るみる（大きくなる)」「かえすが’えす（口惜しい)」)，散発的で生産性に欠ける．その中で多少とも生産的なものとしては，サ変動詞語幹がある．たとえば「なんだか＿した感じ」の下線部には，「こどもこ’ども」「ぼっちゃんぼ’っちゃん」「おんなお’んな」などが入る．

2.3. まとめ

以上の観察を語の品詞の観点からまとめると(2)の表が得られる．（表中，「＋」印はよく生み出すことを，「－」印はあまり・全く生み出さないことを示す．以下も同様．）

(2)「複合語を形成する２連」が生み出す語の品詞

	形容名詞・名詞	サ変動詞語幹	状況副詞
オノマトペの２連	＋	＋	＋
その他の２連	－	＋	－

本発表の判断によれば，語基の２連は，その結果の長さが３フット以上であり，語種がオノマトペであり，品詞がサ変動詞語幹や状況副詞である場合は複合語ではなく句を生み出し，その他の場合にかぎって語を生み出す．これは，韻律の観察をする中で語の認定をしようとすると，語種（オノマトペか否か)・長さ（３フット以上か否か)・品詞（サ変動詞語幹や状況副詞か否か）の考慮が必要ということである．

3. 第２の行動「句を形成する２連」

単一語を２つ連続させたり，互いに類似する語どうしを２つ連続させたりすると，元の語１つだけの場合には無い，独自の文法的性質を備えた構造体が生み出される場合がある．たとえば，「さっきから＿うるさいよ」「＿言うな」の下線部に，「ぼっちゃん」は入らないが「ぼ’っちゃんぼ’っちゃん」は入る，というのがそれにあたる．この場合，「複合語を形成する２連」とは違って，要素のアクセント型は変更されず，但し第１語よりも第２語が低く弱い形で連なる．以下ではこのような構造体を作り出す行動を「句を形成する２連」と仮称し，その特徴を観察するが，あらかじめ観察結果を，前節の「複合語を形成する２連」と併せて(3)の表にまとめておく．以下，(3)の表に沿って，「句を形成する２連」の品詞上の特徴を３点述べる．

第１点，形容名詞・名詞の語句を生み出すか否かについて．「句を形成する２連」は「複合語を形成する２連」とは異なり，２連を構成する要素がオノマトペであっても形容名詞・名詞の語句を生み出さない（例「??ぐちゃぐちゃぐち

ゃぐちゃの状態」「??ぐちゃぐちゃぐちゃぐちゃな感じ」).

(3)「複合語を形成する２連」「句を形成する２連」が生み出す語句の品詞（上２行が「複合語を形成する２連」，下２行が「句を形成する２連」）

	形容名詞・名詞	サ変動詞語幹	状況副詞
オノマトペの２連	＋	＋	＋
その他の２連	－	＋	－
オノマトペの２連	－	＋	＋
その他の２連	－	＋	＋

第２点，サ変動詞語幹を生み出すか否かについて．先の(1b,c)の箇所で述べたとおり，オノマトペの２連という行動は，長さ３フット以上なら（「(髪の毛がなんか) クリンクリン（してる)」「(火の用心と) かっち’んかっち’ん（して見回る)」「(あのあたりはけっこう) ぐ’ちゃぐちゃぐ’ちゃぐちゃ（してるね)」），「句を形成する２連」である．オノマトペでないものの２連については，複合語が一般的であるため判断が難しいが，ここでは句も存在すると判断している．その根拠は，もし複合語であれば後部要素にアクセント核が置かれる（例「くるまく’るましてる」)と予想されるものが必ずしもそう発音されない（最初の「くるま」を高く，次の「くるま」を低く発音されることもある）と思えることである（インターネットからの実例を(4)に挙げる).

(4)a. ピカソってホントくるまくるましてるんだなと他の車を乗って比較すると思います.

［http://minkara.carview.co.jp/userid/428372/blog/14287909/，最終確認日: 2012 年 9 月 21 日.］

b. 雰囲気が秘密秘密してるね～(/- ;

［ http://elcrest.takara-bune.net/replay/tohou03.html，最終確認日: 2012 年 9 月 21 日.］

c. 契約社員とはいえ，こういう会社会社してる会社（？）に入るのは人生初のことだから，尚更.

［http://blog.livedoor.jp/tabibai/archives/65226488.html，最終確認日: 2012 年 9 月 21 日.］

第３点, 状況副詞を生み出すか否かに関して．「句を形成する２連」は，オノマトペの２連でなくても状況副詞を生み出すという点で,「複合語を形成する２連」とは異なっている．「複合語を形成する２連」の場合，状況副詞を生み出すのはオノマトペ（例「さっきからぐ’ちゃぐちゃうるさいよ」) のみで, たとえば「ぼっちゃん」を２連した「ぼっちゃんぼ’っちゃん」はサ変動詞語幹にしかならない．他方,「句を形成する２連」は，２連を構成する語の品詞や語種を問わず，状況副詞を生み出す．ふたこと目には同じこと（御曹司／祖父母／テスト／経費／暑さ／辞職）を持ち出す相手に辟易して言い返す発言「さっきから__うるさいよ」の下線部には,「ぼ’っちゃんぼ’っちゃん」「じ’いちゃんば’あちゃん」「テ’ストテ’スト」「かねかね」「あつ’いあつ’い」「辞職辞職」「辞める辞める」「辞めろ辞めろ」「ぐ’ちゃぐちゃぐ’ちゃぐちゃ」など，さまざまな「句を形成する２連」を入れることができる．

上に見たように,「句を形成する２連」が「２連」の対象とする語基には，和語「かね」や２フットのオノマトペ「ぐ’ちゃぐちゃ」が含まれる．その一方で，１フットのオノマトペ「ぐちゃ」は含まれない．というのは,「__する」「__うるさいよ」などの環境に生起する「ぐちゃぐちゃ」は頭高型アクセントを持つからである．つまり語基の範囲には語種や語長が関わっている．

4. 第３の行動「句を形成する複数連」

ここで言う「句を形成する複数連」とは，語基を２つにかぎらず，複数個連続させて句を作る行動を指している．この場合，語基を連続させることで，新たな品詞が獲得されるわけではないが，どのような語基でも何回でも連続させることが自然というわけではない以上，これも１つの行動として記述する必要がある．この行動は韻律面では，複合語や句の韻律を変えず，平坦調もしくはなだらかな自然下降調，あるいは上昇調でつなげていくことにあたり，上昇は特に嘆きや悲嘆のきもちで発せられる（定延 2005a,b の【低い山，高い山】）．

「句を形成する複数連」にとって，「句を形成する２連」は一つの特殊形ということになる．そして，ここにも，オノマトペか否かという語基の語種の違いが関わり，さらに韻律が関わる．あらかじめ，観察結果を(5)にまとめておく．

(5)a. 語基がオノマトペの場合：行われ得るのは「句を形成する複数連」のみ．

b. 語基がその他の場合（平坦調・下降調）：「句を形成する２連」も「句を形成する複数連」も行われ得る．「句を形成する複数連」が行われ得るのは，「句を形成する２連」が行われた場合に限る．

c. 語基がその他の場合（上昇調）：「句を形成する２連」も「句を形成する複数連」も行われ得る．「句を形成する複数連」が行われ得るのは，「句を形成する２連」が行われた場合が多い．

以下，(5)を順に詳しく見ていく．

まず(5a)，語基がオノマトペの場合．この場合，前節の段階で考えられていた「句を形成する２連」は「句を形成する複数連」に置き換えられる．前節では，「句を形成する２連」がオノマトペに対して行われるとサ変動詞語幹や状況副詞の句を生み出すと述べて，「（あのあたりはけっこう）ぐ’ちゃぐちゃぐ’ちゃぐちゃ（してるね）」「（さっきから）ぐ’ちゃぐちゃぐ’ちゃぐちゃ（うるさいよ）」などの例を挙げたが，これらは実は「句を形成する２連」によるものではなく，「句を形成する複数連」によるものと考えられる．というのは，「句を形成する２連」からは想定できない奇数連（３連を例に挙げると「（あのあたりはけっこう）ぐ’ちゃぐちゃぐ’ちゃぐ’ちゃぐちゃぐちゃ（してるね）」「（さっきから）ぐ’ちゃぐちゃぐ’ちゃぐちゃぐ’ちゃぐちゃ（うるさいよ）」）が自然だからである．そして，これら奇数連の自然さを説明するために「句を形成する複数連」を認めると，もはやオノマトペの語基に対して「句を形成する２連」を認める必要は（少なくとも現段階では）見当たらない．

次に(5b)，語基がオノマトペ以外で，平坦調・下降調の場合．この場合は(5a)の場合とは違って，「句を形成する２連」をも認める必要が有る．その根拠は，奇数連が相対的にせよ不自然ということで（３連を例に挙げると「??くるまくるまくるましてる」「??さっきからぼっちゃんぼっちゃんぼっちゃんうるさいよ」），このことは「句を形成する２連」無しには説明できない．さらに，「句を形成する複数連」も，「句を形成する２連」に（「先行」させてしまうと奇数連の不自然さが説明できないので）「後続」する行動として，認める必要がある．というのは，２連に限らず，（「句を形成する２連」の韻律どおり，奇数個目の語基を直後の偶数個目の語基よりも高く強く発する）偶数連一般が，もちろん個数が多くなるほど実際に発せられることは少なくなるが，可能と考えられるからである（４連を例に挙げると「金金金金してる」「さっきからぼっちゃんぼっちゃんぼっちゃんぼっちゃんうるさいよ」）．インターネットから実例を(6)に挙げる．

(6)a. そのため，1 月一杯の日記は，金金金金した内容になりますので，このブログを定期的に見ている方がいましたら，ひと月休んで，2 月から来られた方が良いと思います．［http://betuburo.blog134.fc2.com/blog-date-2

0120117.html，最終確認日：2012 年 9 月 21 日.］

b. そんな感じで全体的になんか女々女々してて… ∴ こわかった

［ http://52.xmbs.jp/ZOOsee-4036-d_res.php?n=1691316&view=1&page=d&guid=on，最終確認日：2012 年 9 月 21 日.］

このうち(6b)の表記「女々女々」は，「女」の４連が２連の固まりでできているという意識の現れと言えるだろう．

最後に(5c)，語基がオノマトペ以外で，上昇調の場合．この場合も，「句を形成する２連」は「句を形成する複数連」と同様，認める必要があるが，その必要性は平坦調や下降調の場合と比べると低い．具体的に言うと上昇調の場合，状況副詞句の４連以上の偶数連は（例「(女房が) やめとけやめとけやめとけやめとけ（言うんだ)」）は，「句を形成する２連」に沿って奇数個目の語基を高く，偶数個目の語基を低くした上で，その２連セットを徐々に高くしていく発音が最も自然だが，「句を形成する２連」に沿わず単純に語基を徐々に高くしていく発音も或る程度自然であり，また状況副詞句の奇数連も（例「(女房が) やめとけやめとけやめとけ（言うんだ)」），或る程度自然である．つまり上昇調の「句を形成する複数連」は，基本的には「句を形成する２連」に続けて行われるが，必ず「句を形成する２連」を経なければならないというわけではない．なお，状況副詞と比べてサ変動詞語幹の場合は上昇調はやや想像しにくいが，４連以上の偶数連について（例「ったく，ぼ’っちゃんぼ’っちゃんぼ’っちゃんぼ’っちゃんしやがって」），そして奇数連について（例「ったく，ぼ’っちゃんぼ’っちゃんぼ’っちゃんしやがって」），状況副詞の場合と同様のことが言えるので，状況副詞に準じて考えておく．

5. 第４の行動「名詞句を形成する句の複数連」

前節で取り上げた「句を形成する複数連」では，語基を連続させることで新たな品詞が得られないだが，これは，語基を連続させて句を形成する行動の全般に当てはまるものではなく，中には，新たな品詞を得るものもある．たとえば話題の人物がしきりに恐怖を訴えていた３時間を「こわい，こわいの３時間（が過ぎるとケロッとしている)」のように，本来は名詞的な性質を持たず，「__の３時間」という環境に生起しないはずの形容詞句「こわい」を複数個連続させ，これに何らかの「まとまり」を付けることによって，名詞的な性質を獲得させるという行動がそれにあたる．この場合，形成される句は名詞句に限られるので，この行動を「名詞句をを形成する句の複数連」と仮称して，「句を形成する複数連」とは区別しておく．

「名詞句を形成する句の複数連」は，いまの例のように同一の句（「こわい」）を複数個連続させる場合もあるが，多くの場合は，「一か，八かの勝負」「のるか，そるかの決断」「清く，正しく，美しくの精神」のように，互いに類似する句（「一か」と「八か」，「のるか」と「そるか」，「清く」と「正しく」と「美しく」）どうしを連続させる行動である．これらは既に固定化した言い回しになっているが，「何しろあそこは寒い，暗い，貧しいの地方だから」のように，新たなものを作ることもできる．

句どうしの「類似性」や上記した「まとまり」は，形式面に要求されることがあり（例「??本を読んだりの２時間」「??昼寝をするやらの２時間」は不自然だが「本を読んだり昼寝をしたりの２時間」「本を読むやら昼寝をするやらの２時間」は自然，しかし「??本を読んだり昼寝をするやらの２時間」は不自然)，これは伝統的には構文（「～したり…したり」「～するやら…するやら」）と考えられてきたものである．だがその一方で，「類似性」や「まとまり」が意味的に見出されさえすれば，形式（活用形や品詞）の面では特に要求されないように見える場合もある（例「??食えの命令」は不自然だが「食え食わないの言い合い」は自然．「??必要だの意見」「??金が無いの意見」「??諦めろの意見」は不自然だが「必要だ，金が無い，諦めろの堂々巡り」は自然)．どのような場合にどう

いう（意味的～形式的）「類似性」や「まとまり」が必要で，どういう構文をなぜ認める必要があるのかは未解明の部分を多く残している．本発表では「名詞句を形成する句の複数連」という行動の存在を指摘するにとどめ，この点の探求は今後の課題としたい．

6. 第５の行動「「歌」を形成する２フットの偶数連」

以上では，言語の文法性に「２連」や「偶数連」という行動が影響することを観察したが，それらの行動は，発話（「ぐちゃぐちゃうるさい」）の一部（「ぐちゃぐちゃ」）にだけ，局所的に見られるものである．これらとは異なり，発話の全体に及ぶ「偶数連」を最後に観察する．偶数連とは言っても，偶数個連続させるのは，これまでのような語基ではなく，２フットの枠組みである．発話をその枠組みに合わせていくと（但し最終の２フットには１モーラしか入らず，残り３モーラは休止である），音楽的な「すわりの良さ」（あるいは「語調」）が生まれる．以下，この偶数連を「「歌」を形成する２フットの偶数連」と仮称する．

「「歌」を形成する２フットの偶数連」は，いかにも「歌」らしい発話にも観察できる（例「かっとーば／せー／たーなー／か」は２フットの４連（但し末尾３モーラは休止．以下略）．「ふるいけ／やー／かわずー／とびこむ／みずのお／と」は２フットの６連.「かっとーば／せー／たーなー／か／きょーじんーを／たーおー／せー／おー」は２フットの８連）．だが，特に「歌」らしさを感じさせない，一般の「狭義の言語」のすわりの良さにも，実は「「歌」を形成する２フットの偶数連」が関与している．たとえば，２フット「わかった」の直後には終助詞「よ」などが付いて，「わかった／よ」などになってもよいが（２フットの２連），「わかった」を２つ連続させた「わかったわかった」には終助詞が付かず，「わかった／わかった／よ」（２フットの奇数（３）連）は不自然である．ところが「わかった」を３つ連続させた「わかった／わかった／わかった／よ」（２フットの４連）は再び自然である．またたとえば，前節冒頭の例「こわい，／こわいの／さんじか／ん」（２フットの４連）を「おそろしい，おそろしいのごふん」に変えたとしても，文法性は保たれるが，すわりは悪くなる．またたとえば，第４節で挙げた「ぐちゃぐちゃ／ぐちゃぐちゃ／うるさい／よ」（２フットの４連）に「ぐちゃぐちゃ」を加えたり（「ぐちゃぐちゃ／ぐちゃぐちゃ／ぐちゃぐちゃ／うるさい／よ」（２フットの５連)），「よ」を除いたりしても（「ぐちゃぐちゃ／ぐちゃぐちゃ／うるさい」（２フットの３連)），文法性は保たれるが，すわりは悪くなる．

前節までで見てきた，文法とリズムの有縁性からすれば（さらに「言語」と「音楽」の情報処理の類似性について Lerdahl and Jackendoff (1996)・Patel (2008)を参照），文法性が「すわりの良さ」と通底しているとしても意外ではないが，その実態が現状では明らかでない．そのため，本発表では「文法」を発話としての自然さ，「すわりの良さ」を「歌」としての自然さとして両者を区別した上で，後者に関わる行動として「「歌」を形成する２フットの偶数連」を指摘した．

謝辞　本発表は，日本学術振興会の科学研究費補助金による挑戦的萌芽研究「複雑な構造を持つ音声言語の語調に関する文法的研究」（課題番号：24652092，研究代表者：定延利之）の成果の一部である．

参考文献

[1] Chafe, Wallace L. 1982 "Integration and Involvement in Speaking, Writing, and Oral Literature." In Deborah Tannen (Ed.), pp. 35-53.

[2] Lerdahl, Fred, and Ray S. Jackendoff. 1996 A Generative Theory of Tonal Music. Cambridge, Mass.：MIT Press.

[3] Patel, Aniruddh D. 2008 Music, Language, and the Brain. New York ： Oxford University Press.

[4] 定延利之　2005a 「日本語のイントネーションとアクセントの関係の多様性」『日本語科学』, 第 17 号, 国立国語研究所, pp. 5-25.

[5] 定延利之　2005b 『ささやく恋人，りきむレポーターー口の中の文化ー』岩波書店.

[6] Tannen, Deborah. 1980 “Spoken/written language and the oral/literate continuum.” Proceedings of the Sixth Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society, pp. 208-218.

[7] Tannen, Deborah. 1982 (ed.) Spoken and Written Language: Exploring Orality and Literacy. Norwood, NJ.: ABLEX.

批判的思考を必要とする課題の達成と批判的思考態度の諸要素との関連
The effect of critical thinking dispositions on task achievement requiring critical thinking skills among Japanese college students

都築　幸恵[†]，新垣　紀子[†]
Yukie Tsuzuki, Noriko Shingaki

[†]成城大学
Seijo University

tsuzuki@seijo.ac.jp

Abstract

Educating critical thinking is among the most important goals in higher education in Japan. Ennis (1987) defined critical thinking as "reasonable and reflective thinking that is focused on deciding what to believe or do." The ability to evaluate evidence and arguments independently of one's prior beliefs and opinions is a skill that has been strongly emphasized. Successful use of critical thinking skills requires an attitude or willingness to think critically. In this study, relationships between dispositional components and critical thinking skills, focusing on applying critical thinking when reading news, were examined among Japanese college students. Participants were presented with a newspaper article portraying an apparently tragic incident which would lead their readers to hold strong opinions. Then they were requested to comment on the incident from an "alternative" perspective. Participants were also administered with the Japanese inventory for critical thinking dispositions. Participants were divided into two groups, one group being successful in taking an alternative perspective regardless of one's prior opinions and the other being unsuccessful in doing so. The former group was significantly higher on scores on the “inquisitiveness” factor of the critical thinking dispositions. Implications for critical thinking education were discussed.

Keywords — critical thinking, critical thinking dispositions, college education, media literacy

1. はじめに

我が国において、大学生に対する批判的思考の教育や支援は、大学の重要な役割の一つとなってきている。道田(2001)も指摘するように、大学教育においては専門的な知識の習得のみならず、主体的に問題を見出し創造的に解決する能力や、氾濫する情報のなかで主体的に情報を取捨選択し、批判的に判断していく力を養成することが必要である。

大学における批判的思考教育の重要性は、諸外国においても同様に認識されている。例えば、アメリカの大学教育において、批判的思考に関する教育は、最も重要な教育目標の一つとされている。Halpern (1998) は、インターネット等の普及による情報量の爆発的な増加に伴い、情報の取捨選択や評価にかかわる批判的思考の教育は、21 世紀に生きる市民にとって必須の教育であると指摘している。

今日、氾濫する膨大な情報の渦に自らを失うことなしに情報を取捨選択し評価することを身につけるには、批判的思考を中核としたメディア・リテラシー教育が必要であろう。メディアが提示する情報を鵜呑みにするのでなく、批判的な思考を適用して情報の信頼性を評価できる力をつけることは、大学教育にとっても重要な意味をもつ。

それでは、批判的な思考を適用して、メディアが提示する情報に接するということは、具体的にはどのような認知、行動のあり方なのであろうか。例えば、新聞やテレビが提示するニュースに接する場合を考えると、メディアが提示する情報が、ある価値観を暗黙の前提として、操作され構築されたものであることを意識していること、また、同一の事象であっても、異なる価値観をもつジャーナリストによっては、全く異なる物語としてその現実を提示する可能性があることを認識してい

ることなどは、メディアが提示する情報と賢く接する市民であるためには必要な認知のあり方であろう。また、ある事柄についての判断を下すのに、自分が最初に接触した単一の情報源のみに依存することなく、より多角的な見地からの情報を求め、複数の情報や観点を比較、検討しつつ慎重に結論を導くことも重要であろう。

批判的思考とは、物事を客観的に偏りなくとらえ、多角的に検討し、適切な規準に基づいて判断する、合理的で論理的な思考(Ennis,1987)と定義されている。批判的思考に関する先行研究では、自分自身の既有の信念や意見とは独立して、議論や証拠に対する評価を行うことが批判的思考の中核であるとされる。しかし、結論の妥当性を判断する際に、その論理の妥当性ではなく、自分の意見や信念と一致しているかによって判断してしまう信念バイアス(e.g., Stanovich & West, 1997)や、自分の意見を支持する証拠ばかりを集め、反する証拠に対しては、その価値を軽減して評価する確証バイアス(e.g., Kardash & Scholoes, 1996) などが示されており、これらのバイアスをどのように回避するかが、批判的思考を行う際に重要な課題となる。

批判的思考は、態度など情意的側面と能力の認知的側面とによって構成される(Ennis, 1987)。批判的思考は、認知的なスキルを持っているだけでは十分に発揮されず、批判的思考態度を併せ持っていることが必要である。

実証研究においても、批判的思考における態度の重要性が示されている。Kardash and Scholes (1996) は、AIDS と HIV との関係性について、対立する２つの主張についての文章と根拠を提示した。研究参加者は、双方の主張を読んだ後に、AIDS と HIV との関連についての結論を生成することを求められ、その結論の明確さの度合によって、批判的思考の高低が評価された。AIDS と HIV との関係性について二つの相反する情報を提示された場合、認知欲求が高いほど、情報が信念とは反対であっても、より適切な結論を導く傾向が見られた。認知欲求とは、考えるための労力や時間を惜しまず、むしろ認知活動を楽しむという内発的傾向であり、批判的思考態度の一側面である。

また、平山・楠見(2004)は、環境ホルモンが人体に悪影響を及ぼすか否かという、対立する議論を含むテキストからの結論導出プロセスに、批判的思考態度がどのように関与しているのかについて、「論理的思考過程の自覚」、「探究心」、「客観性」、「証拠の重視」の４つの下位尺度から構成された批判的思考態度尺度を用いて検討を行った。その結果、多様な情報を幅広く希求する「探究心」という批判的思考態度が、信念バイアスを回避して適切な結論を導出する際に、重要な役割を果たすことが示唆された。つまり、信念とは矛盾する情報の適切な評価について、探究心の要素が影響を及ぼしていた。

このように、科学的な内容を扱った議論(AIDS と HIV の関連、環境ホルモンの影響など)についての両研究では、それぞれ、認知欲求と探求心という批判的思考態度の要素が、信念バイアスの回避に対して大きく影響していることが示された。

都築・新垣（2012）は、参加者である大学生にとって身近な社会問題である「ゆとり教育」に関する新聞記事などの資料を題材として、批判的な読みと批判的思考態度との関連を研究した。

「批判的な読み」とは、批判的思考を働かせながら文章を読むことであり、書き手の論理や結論の妥当性を吟味しつつ、自ら問題を発見し理解を深めるような読みである。批判的読みの重要な一側面として、大河内（2003, p.307)は、「複数の情報の統合」を挙げている。同じトピックに関して複数の情報を読み、比較し、それらの不一致を発見し、それぞれの情報を評価するような活動は、批判的思考を働かせながらの読みである。

都築・新垣（2012）では、提示された「ゆとり教育」に関する複数の資料を比較、検討し、不整合を見出すなど、批判的な思考を適用した読みができているか否かに着眼して、批判的な読みと批判的思考態度の関連について検討した。その結果、

批判的思考態度尺度の総合得点と、下位尺度の一つである「証拠の重視」得点において、批判的な読みを行った群は、そうでない群に比べて、有意に高かった。

このように、Kardash and Scholes (1996)、平山・楠見(2004)、都築・新垣（2012）においては、異なる批判的思考課題が提示されており、それぞれの達成と関連する批判的思考態度の要素は異なっていた。

本研究においては、都築・新垣（2012）と同様に新聞記事を材料とするが、批判的思考課題の性質・内容によって、特に重要な役割を果たす批判的思考態度要素が異なるのではないかとの問題関心に基づき、新たな批判的思考課題を課し、その達成と関連する批判的思考態度の要素を検討した。

本研究では、新聞記事を用い、その記事に書かれている事実について、新聞記事に内在する立場やそれによって喚起される信念や感情とは独立して､別の立場や価値観からの解釈を提示するなど、物事を多角的に検討することができるかに着目し、その課題達成と批判的思考態度の関連について調べることを目的とした。

2. 方法

参加者：東京の私立大学に在籍し、心理学・社会学などを専攻する 72 名の男女大学生であった。

材料:以下①~③によって構成される質問紙を作成し、それを用いた。

①新聞記事：

材料とした記事は、「病院、患者捨てる」という見出しとともに、アメリカ・ロサンゼルスの病院が日ごろから貧しい患者を遺棄していることを報じている 2006 年の新聞記事である。アメリカ社会の「現実」を、貧困層の窮状という点から描きだしており、弱者に対するシンパシーが含意されている記事であった。

②異なった視点からの文章作成問題

材料となった記事は、そもそも人の命を救う組織たる病院が貧しい患者を遺棄していることを問題とし、病院への義憤、患者に対する同情を喚起させるような内容であった。実際に、この記事内容に関する感想を集計すると大多数の参加者が病院に対して義憤を感じていた。そのうえで、参加者に、アメリカにおけるリベラルと保守の対立軸についての説明文を提示し、この記事で言及されている事実に対する、対立する立場からの解釈を考えて記述する問題を課した。この課題により、記事の前提とする立場や記事内容に関する自分の意見や感情とは独立して、対立する立場からの解釈を提示することができるかを調査した。

メディア・リテラシー教育においては、メディア・テクストが含み持っている考え方や価値システムの意識化を行う必要があるとされている（カナダ・オンタリオ州教育省, 1992, p. 10）。また、イギリスのメディア教育の教材パッケージである”Teaching TV News”には、ニュースとは現実そのものではなく、イデオロギー的なメッセージとともに制作され提示されるものとしている(p.6)。ニュース報道とは、現実を客観的に反映しているものではなく、報道者の意図や価値観によってデフォルメされた結果の産物である。つまり、批判的思考をもってメディアの報道記事に接するということは、描かれている事実が唯一無二の現実であると考えず、他の価値観をもったジャーナリストであれば、まるで異なった描写をすることもあり得ることを知ることである。

この記事は、アメリカの「保守―リベラル」対立軸における、リベラルな価値観を前提とする記事であると考えられた。反対の価値観をもって同じ事象を解釈するという認知的な課題は、記事によって喚起された感情(病院への批判、遺棄される患者への同情)から独立して、別の視点からの解釈を論理的に提示できるかについて調べるものであり、批判的思考を中核としたメディアリテラシーに関する課題とも言える。

③批判的思考態度尺度

平山・楠見(2004)の尺度を使用した。「論理的思考への自覚」(13 項目)、「探究心」(10 項目)、

「客観性」(7 項目)、「証拠の重視」(3 項目) の 4 因子、計 33 項目で構成された。全項目をランダムに並べ替えて質問紙を作成し、それぞれの項目について「1. あてはまらない」から「5. あてはまる」の 5 段階で評定させた。

3. 結果

参加者 72 名のうち、記事とは異なった立場から解釈が出来た者は 56 名（77.78%）であった。16 名（22.22%）は、アメリカでの貧困層の窮状について記事と同様に同情的かつ共感的に言及しており、対立する立場からの解釈を行わなかった。この二つのグループを、批判的思考態度尺度において比較したものが表 1 である。対立する立場からの解釈ができたグループは、そうでなかったグループよりも「探究心」において有意に高い得点を示した(t=-2.47, p<.05)。

表 1　対立する視点から解釈する課題の達成・失敗と批判的思考態度得点(平均・標準偏差)

	課題達成群	失敗群
批判的思考態度全般	3.66(.44)	3.04(.58)
論理的思考過程の自覚	3.11(.63)	3.04(.58)
探究心	4.19*(.54)	3.79*(.62)
客観性	3.82(.64)	3.77(.61)
証拠の重視	3.51(.78)	3.56(.64)

* p<.05

4. 考察

本研究の課題は、新聞記事に内在する立場やそれによって喚起される信念や感情とは異なる立場から物事を捉えるという性質をもったが、この課題の達成には、「探究心」という批判的思考態度の要素が重要な役割を果たしていることが示された。

この結果は、平山・楠見(2004)の研究結果と一致している。平山・楠見の研究でも、信念と矛盾する情報を適切に評価するか否かは、「探究心」の要素が影響を及ぼしていた。既有の立場や信念にとらわれず、異なった視点から物事をとらえ、別の解釈を考えることを目的とした本課題においても、批判的思考態度の「探究心」の要素が重要な役割を果たしていた.

また、Kardash and Scholes (1996) は、AIDS と HIV との関係性について二つの相反する情報を提示された場合、認知欲求が高いほど、情報が信念とは反対であっても、より適切な結論を導く傾向が見られた。認知欲求とは、考えることを楽しむという内発的傾向であることから批判的思考態度尺度（平山・楠見, 2004）における「探究心」に近いと考えられ、本研究の結果と符合している。

一方、都築・新垣（2012）における、複数の資料を比較、検討し、不整合を見出すなどの批判的な思考を適用した読みを行う課題の達成には、批判的思考態度の「証拠重視」の要素が重要な役割を果たしていた。課題の性質により批判的思考態度の異なった側面が特有の役割を果たしていることがうかがえる。都築・新垣においても、本研究においても、時事的なニュースを扱った新聞記事を材料としているが、新聞記事の内容を異なった観点から検討するという課題と、新聞記事の内容を他の情報源と比較して統合的に理解するという課題とでは、関連の深い批判的思考態度の要素は異なることが示された。

以上のように、批判的思考を適用する課題の性質と内容に応じて、特に関連の深い批判的思考態度の側面は異なっていた。どのような批判的思考課題にどの側面の態度がより強く関連しているのかを探究していくことは、今後、批判的思考を育てる教育を発展させていくうえでも重要であろう。また、本研究では、新聞記事を主たる材料として用いているが、情報の氾濫する現代社会において、批判的思考を適用してメディアが提供する情報に接し、メディア・リテラシーを向上させることは大学教育にとっても非常に重要な課題であろう。メディア・リテラシー教育の観点からも、批判的思考に関する研究の発展が望まれる。

参考文献

[1]Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron and R. J. Sternberg (Eds.) *Teaching thinking skills: Theory and practice*. W. H. Freeman and company, pp. 9-25.

[2]Halpern,D. F. (1998). Teaching critical skills for transfer across domains. *American Psychologist*, Vol. 53, pp.449-455.

[3]平山るみ・楠見孝(2004). 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響―証拠評価と結論生成課題を用いての検討―, 『教育心理学研究』, Vol. 52, pp.186-198.

[4]カナダ・オンタリオ州教育省編(1992).『メディア・リテラシー』. リベルタ出版.

[5]Kardash, C. M.,& Scholes, R. J.(1996). Effects of preexisting beliefs, epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 88, pp.260-271.

[6]Lewis, E. (2003). *Teaching TV news.* BFI education.

[7]道田泰司(2001). 日常的題材に対する大学生の批判的思考―態度と能力の学年差と専攻差. 『教育心理学研究』, Vol. 49, pp.41-49.

[8]大河内祐子(2003). 批判的読みにおける文章の構造的側面の役割, 『東京大学大学院教育学研究科紀要』, Vol. 43, pp. 305-313.

[9]Stanovich, K. E.,& West, R. F. (1997). Reasoning independently of prior belief and individual differences in actively open-minded thinking. *Journal of Educational Psychology*, Vol.89, pp.342-357.

[10]都築幸恵・新垣紀子(2012). 賛否の分かれる身近な社会問題に対する大学生の思考プロセスの分析.『認知科学』, Vol .19, pp. 39-55.

授業外の場面におけるグラウンド・ルールの導入
Teachers' approach in introducing classroom ground rules out of class contexts

高垣 マユミ†
Mayumi Takagaki

†実践女子大学
Jissen Women's University

Abstract

We Characteristics of teachers' approaches in sharing ground rules (GR) for discussion were examined from the perspective of relationships in a homeroom activity out of class contexts. First graders' interactions in a homeroom activity was interrelated by coding and interpretive analysis. The results were as follows: In the homeroom activity, the teacher encouraged the children to use GR through ideas and norms discussed in the homeroom activity as the 3frameworks of GR (Self control of behavior, Active engagement with others, Understanding self and others through interaction) to review the conversation and behavior. The teacher created the opportunities to learn the 3frameworks of GR, in a reciprocal relationship with the children, changing the topics flexibly, according to the conditions and the responses of the children.

Keywords — ground rule, classroom discourse, coding and interpretive analysis, first graders

1. はじめに

教授学習場面における典型的な談話の一例として，IRE 連鎖を挙げることができる．これは，教師が児童に対して発問し，児童はその発問に応答し，さらに教師が評価を行うというやりとりの流れである．こうしたやりとりが行われる授業に対し，近年，児童が主体的に学び合う授業への要望が高まっている。その実現を図る教師の手立ての一つがグラウンド・ルール(以下：GR)の共有である。GR とは，教室独自の活動を成立させる，会話運用のための暗黙のルールである(Edwards & Mercer, 1987)。学び合う授業を実現するためには，教師主導の授業ではなく，学び合う授業を支える GR を学級に根付かせていく事が不可欠である(Forman & Larreamendy, 1998)。しかし，これまでの研究では，教師がいかに「GR の導入」を図っているかについて，「授業外の場面」を取り上げた詳細な検討はなされてきていない。そこで本研究では，授業外の文脈として，特に「朝の会」に注目した。なぜならば，朝の会は，とりわけ小学校低学年の児童にとって，集団意識の形成を促し，授業での学び合いへの共通基盤に繋がる重要な機会となりうるからである。以上より，本研究では，朝の会に注目し，小学校 1 年生の学級を対象に，その談話過程のカテゴリー分析及び解釈的分析により，朝の会において，教師が GR を導入する時期とその内容を特定することを目的とする。

2. 方法

対象：小学校 1 年生児童 28 名(男子 12 名，女子 16 名)。教師は教職歴 5 年の男性。

手続き：入学後の 1 学期間に渡って参与観察を行った。朝の時間において話し合い活動が中心に行われていた 12 回分のデータ(朝礼や集会等の儀式的活動，朝読書，計算ドリル，歌等の学級会活動を除く）を採取し，授業後に授業者にインタビューを行った。分析方法は，ビデオカメラで採取した映像音声記録からトランスクリプトを作成し，参与観察時のフィールドノーツによる文字記録等に基づきながら，発話のカテゴリー分析及び解釈的分析を行った。

3. 結果と考察

朝の会を通じて教師が共有を図っていた GR の内容をそれぞれ示した。Table1 に示した通り，朝の会の GR は「自分の行為の制御」,「他者との積極的な関わり」,「関わりを通じた自他理解」という三つの側面に分類可能であった。

Table 1 における「自分の行為の制御」とは，学校生活における多様な活動の目的や，その時々の状況に応じて，自分がどのように振舞うべきかを判断し，自分の行為をモニターし，調整する事

を求めるGRである。例えば，教師は通学時における乗車マナーなどの話題を採り上げてこのGRを児童に示していた。このGRは，上記の三つの側面の中でも，入学後の最初の時期に導入されていることが明らかにされた。

5月になると，教師は新たに「他者との積極的な関わり」というGRの導入を図っていた。このGRは，他者の行動や言葉にこめられた意図や気持ちを積極的に理解する事を求めるGRである。例えば，教師は児童に対して，けんかをするときは手をあげるのではなく，相手の言葉をしっかりとつかんで，広い心で受け止めてあげるようにする，というように，言葉が足らない相手の気持ちを積極的に考え，理解しようとする事が重要であると伝えていた。4月の段階でも，朝の会において校長先生の話を聞く事を話題とする事があったが，その際には，上記の「自分の言動の制御」というGRについて，静かに話を聞く事の重要性だけを示していた。

6月には，教師は「関わりを通じた自他理解」に関するGRの導入を図っていた。このGRは，友だちとの積極的な関わりを通じて，自分と他者の違いを知り，互いの良さや，さらに高めていくべき部分などについての理解を求めるものである。このように教師は，朝の会において，学校生活で共通して求められる他者との関わりのルールを示していた。また，その内容も，自分について，他者について，関わりを通じた学びについて，という視点の広がりが見られることが示された。

以上の参与観察による談話過程のカテゴリ―分析の結果，朝の会の文脈において教師は，児童の状況や反応に応じて柔軟かつ即時的に課題を転換しつつ，児童との互恵的な関係性において，児童が主体的に学び合うための枠組みを学ぶ機会を生成していることが示唆された。

最後に，本研究では，教師の視点からGRの働きかけを分析した。さらに今後の課題として，教師からのGRの働きかけにより，児童はどのような変化が見られるのか，さらには，そうした変化が学び合う授業をどう支えていくのか，という児童からの視点についても検討していく必要があると考えている。

4. 引用文献

Edwards, D., & Mercer, N. (1987). *Common Knowledge : The development of understanding in the classroom*. London:Methuen / Routledge.

Forman, E.A., & Larreamendy-Joerns, J. (1998). Making explicit the implicit: Classroom explana-tions and conversational implicatures. *Mind, Cul-ture, and Activity*, **5**, 105-113.

Table 1 教師が朝の会において導入したGRの内容

GR	内容	具体例
1. 自分の行為の制御	学校生活における多様な活動の目的や，その時々の状況に応じて，自分がどのように振舞うべきかを判断し，今の自分の行為をモニター，調整する。	この辺で自分の鏡があって，もう一人の自分が自分を見てるような気持があると大丈夫です。／電車の中でも，友達が横にいれば，すぐに大声でおしゃべりをして，周囲の人に嫌な気持ちを与えていることなど，少しも気にせず平気な人がいます。
2. 他者との積極的な関わり	他者の行動や言葉にこめられた意図や気持ちを積極的に理解しようとする。	ここのクラスはずーっと。折り紙が自分の近くに落ちてても，ちっとも気づかなかったね？本人が気づかなくても，誰かに気づいて欲しかった。S君，落ちてるよとか。／けんかでも，しっかりと自分や人のことを考えたけんかをすること。手をあげるのではなく，言葉をしっかりとつかんでください。その言葉も，ちゃーんと広い心で，言ったり，受け止めたりする。
3. 他者との関わりを通じた自他理解	他者との積極的な関わりを通じ，自分と他者の違いを知り，その事を通じて，互いの良さ，さらに高めていくべき部分などについての理解を深めていく。	お友達に対して，わたしの裏の裏まで自分を出してあげようかなって。裏っていうのは、自分自身も知らない，自分の力があります。ね？　あー，こういうときはちょっと弱いんだなとか，あー，こういうこと，案外やれるんだ，頑張れるんだとかね。そういう見えない良い力に気づいて下さい。

他者作品との関わりを通した表現の自覚性獲得過程についての検討
Emergence of control in artistic expression in amateurs: The effects of imitation of unfamiliar exemplars

石黒千晶†，岡田猛‡
Chiaki Ishiguro, Takeshi Okada
†東京大学大学院学際情報学府，‡教育学研究科，情報学環
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies/Graduate School of Education, The University of Tokyo
qq116201@iii.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract
The creation of a work of art has been indicated to result from 'expressive awareness', achieved as the artist matches images and methods. This study examines how novices, who tend to express reproductively, acquire such expressive awareness over several weeks of practice of photography. We conducted case studies with two conditions: 1) one participant reflected only her own creative activities, and 2) one participant imitated eminent works of creative expression in the domain. As a result, the participants acquired expressive awareness in both conditions, though the contents of the expressive awareness were different. The imitation participant started to practice creative expressions and tried to control her creation consciously, while the reflection participant started to focus on precision of methods of expression.

Keywords — Art, Creativity, Expressive awareness, Imitation, Photography

1. はじめに
芸術は人間にとって重要な営みの一つである．このような芸術の重要性に着目して，最近では心理学においても芸術を含む創造活動が研究され始めている．このような研究が進むことで，人間の認知プロセスの解明や，創造的熟達者育成のための多くの示唆が得られるだろう．芸術創作における認知プロセスについての先行研究では，作品創作には，アイディアやコンセプトを生成するプロセスと，作品そのものを具体化するプロセスが存在し，互いの関係が調整されていることが示唆されている（例えば，[14,20]）．

内的プロセスと外化プロセスが互いに関係し合って進む創造プロセスにおいては，制作中のプロダクトが自分の作品に対するアイディアやコンセプトといった内的イメージに合致しているか，または内的イメージを達成するためにどのようなプランニングや方略が有効なのかを判断する活動が重要な役割を果たすと考えられる．このようなメタ認知[8]に関わる活動は，創造活動において重要な認知であり，熟達したアーティストは頻繁に行うのに対して，創造活動を行っていないノービスの創作過程ではほとんど行われない[7]．本研究では，アイディアやイメージ・コンセプトを「表現内容」，それを実現するためのプランニングや方略のことを「表現方法」，さらに，両者の関係調節についての意識を「表現の自覚性」とする．そして，「表現の自覚性」を，自己の制作プロセスをモニタリングする意識の芽生えとして捉え，それがどのように獲得されるかを検討する．

この問いを検討するため，本研究では創造領域として写真芸術を扱う．なぜなら，写真撮影で絵画などの他の創造領域と比べて短期間でより多数の作品創作が可能であるため，熟達プロセスの検討には適した創造領域と考えられるからである．そこで，本研究では数ヶ月間で見られる芸術写真表現の熟達プロセスを検討する．

表現の熟達プロセスを検討するに当たって，まずは表現の定義を確認しよう．近代以前は，宗教や歴史といった既定のモチーフにそれらしい印象を与えることが表現であった[5]一方，近代以降は創造主体の体験や感情，さらには無意識化された体験を生き生きとした存在感のある実在にすることが表現だと考えられるようになり[2]，現在はそれぞれの表現内容に応じて両方の表現が存在していると考えられる．このような表現スタイルの違いは表現の熟達にも影響する可能性がある．従って，本研究では表現を，創作主体の体験

に対する解釈や感情を表現内容とする「創造的表現」，創作主体の主観に関わらず，風景や静物など外界に存在するものを表現の対象とする「再現的表現」との２つに分類して捉える．

以上で定義した表現のうち，初心者は再現的表現を行うと考えられる．芸術について専門的知識を持たないノービスは，一般的に写実性の高い作品を評価し（例えば，[4, 15, 13]），絵画の評価観点として描画要素の理解しやすさを重視することが示されている[16]．さらに，石橋・岡田は，絵画の専門的教育を受けていない初心者に対して自然物を題材にして独自の作品を描くように教示したところ，写実スタイルに分類にされる作品が描かれたことが報告されている．以上の知見から，初心者は鑑賞・創作において再現的表現を好む傾向があることが推測できる[11, 12]．

このような傾向を持つ初心者の表現の自覚性獲得に重要な要素は何だろうか．一つは，表現活動への参加・継続であろう．これは，表現活動を継続する中で，自己の作品や創作プロセスについて自己説明[1]や，内省[17]を行うことが，知識獲得を促していると考えられるからである．従って，ノービスであっても，ある創造活動に参加し継続して繰り返し作品を制作し，自己の創作について内省を行うことで，表現の自覚性を獲得することは可能であろう．

加えて，ある創造領域の既存の作品に関わることも，創造活動の熟達には重要であると考えられる．Csiksentmihalyi は，創造は個人内で完結するものではなく，既にある作品やルール，表象，その方法との関連の中でのみ意味を持つことを指摘している[3]．つまり，既存の作品と関わることは創造についての知識[9]を獲得する機会となり，自己の創造活動の基準となる知識の獲得に影響すると考えられる．

熟達への影響という点から考えると，既有知識に合致しない作品を模倣するという関わり方が効果を持つと思われる．従来から美術教育場面では，既存の作品と関わるための方法として，鑑賞や模倣，模写等が行われてきた．特に模写を含む模倣は，既存の作品と深く関わるための有効な方法の一つであり，知識や技能の学習という側面のみではなく，新たな創造にも影響を与えることが，石橋・岡田の心理学的実験によっても実証されている[11, 12]．彼らは，絵画について専門的な教育を受けていない初心者を対象にして，被験者の既有知識に合致しない抽象画を模写させる心理学実験を行った．模写の最中，被験者は抽象画の描画意図やプロセスに関する推測を行い，絵画に対して新しい見方の方向付けを獲得した．その結果，被験者は模写後の描画で新しい物の見方を反映した，より創造的な絵画を描くようになった．この研究から，模写のプロセスの中で，作者の意図や制作プロセスの推測が行われ，そこで得られる新しいものの見方がその後の創造における表現内容の生成や表現の自覚性獲得に影響を与えることが推測される．この知見は，写真領域にも敷衍することが可能であろう．写真はメディアとしての写実性を必然的に伴うという点で絵画とは異なるが，写実的な作品であっても創作主体の意図や解釈を表現することは可能である．例えば，著名な写真家であるアンリ・カルティエ=ブレッソンは，「決定的瞬間」という概念を提唱し，そのテーマに沿って創作を行いながら，鑑賞者に意図やコンセプトを伝えている．このような写真を複数見ることによって，それぞれの写真家の意図をより深く理解することが可能になるだろう．従って，ノービスが創造的表現の写真作品を模倣した場合，創造的表現が可能になり，その後も創造的表現の熟達プロセスを経ると考えられる．

以上の議論から，初心者は再現的表現を評価したり創作したりする傾向があるが，創造的表現スタイルの他者作品に関わるか否かによって，その後の表現スタイルが変化し，表現の熟達プロセスにも違いが生じる可能性がある．具体的には，初心者が創造的表現スタイルの作品を模倣すると、創造的表現の自覚性が獲得され、その後の熟達プロセスでは表現内容と表現方法の両方を練り上げ、両者の関係性を調節することが重視されるだろう．一方，初心者が写真創作と，自己の作品に

図 1 ケーススタディの手続き

ついての内省を繰り返せば，再現的表現の自覚性が獲得されるだろう．ただし，創造的表現と比べて表現内容を練り上げる必要性は低いため，より精緻な表現をするための表現方法が重要になるであろう．以上の議論から導かれた仮説を以下の2つに整理する．

（仮説１）写真について専門的な教育を受けたことのない初心者は，写真創作と，自己の作品についての内省を繰り返すこと，また，既有知識に合致しない著名な他者作品を模倣することで，表現の自覚性を獲得するだろう．ただし，前者は再現的表現の自覚性を，後者は創造的表現の自覚性を獲得する．

（仮説２）創造的表現の自覚性を得た初心者は，その後の創作では表現内容と表現方法,及び，その両者のマッチングを表現についての知識として創作に利用するようになるだろう．一方，再現的表現の自覚性を得た初心者は，その後の創作では表現方法をより重要視するようになるだろう．

2. 方法

２人の参加者の数ヶ月間の創作の変化を検討するケーススタディを行った．参加者はそれぞれ4回のテスト【プリ，及び，ポスト①～③】と模倣【模倣①～③】，及び，創作【創作①~③】を実践した．

対象者 ２名の理系大学生（女性，ケース①は24歳，②は 23 歳）が個別に実験に参加した．参加者はそれぞれケース①（内省），ケース②（模倣）に割り当てられた．いずれの参加者も写真についての専門的教育を受けていないが，写真に興味があり，自発的な研究協力が得られた．

手続き ケーススタディの期間は，ケース①（内省）の参加者は 2011 年 9 月 30 日から 11 月 14 日の 46 日間，ケース②（模倣）の参加者が 2010 年 10 月 28 日から 2011 年 1 月 21 日の 86 日間である．ただし，各ケースの期間が異なるのはケース②（模倣）の期間に長期休暇が入ったためである．また，その期間創作は中断されていた．

各参加者は個別に実験に参加し，実験参加の前日に一眼レフカメラの基本的な使用方法（カメラの仕組み，絞り，シャッタースピード，露出の操作方法）を学習し，第一著者と使い方の確認を行った．

【プリ，及び，ポスト①～③（一週間）】は，それぞれ自由に写真作品を創作するセッションであった．ケース①（内省）とケース②（模倣）の参加者は，一週間自由に写真撮影を行い，４０枚以上の写真作品を作ることを教示された．ケース①（内省）の【創作①～③（三日間）】では，自由に写真作品を創作し，２０枚以上の写真作品を作ることが求められた．一方，ケース②（模倣）の【模倣①～③】では，まず著名な写真家の写真集の鑑賞を行い，写真集から「一番いいと思う写真」を選び，次に，その写真を撮影するために写真家が気をつけていることや注意していること

表 1　表現の自覚性，及び，表現内容・表現方法の定義

カテゴリ		定義	例
表現内容	再現的表現内容	被写体の特徴や様子、雰囲気、また、それらの知覚的な印象についての発言。	道ばたの花のかわいらしさを、そのまま捉えることとか、パーティーの楽しい雰囲気や臨場感を写真にも反映することも大切ですね。
	創造的表現内容	撮影に先行するコンセプトや、自己の視覚的体験に対する主観的な解釈についての発言。	自分が写真を通して伝えたいことと、周囲の風景から感じ取ったことみたいな抽象的な考えも作品に出せるといいと思います。
表現方法		構図、アングル、絞りやシャッタースピードの調節など、撮影に必要な技術や、撮影にあたって行うべき方略についての発言。	何度も撮ってみて、画面やフレーム内の被写体のバランスを合わせるとか。一度で思った通りの写真が撮れるようにテクニックを磨く。
表現内容と表現方法のマッチング（表現の自覚性）	再現的表現の自覚性	上記で述べた表現内容と表現方法の両者に対応関係を持たせたり、両者の関係性を調節したりすることについての発言の中で、表現内容が特に再現的であるもの。	自分が見たままの世界が表現できるようにカメラの設定の調節や、構図、アングルの調節をするようにしています。
	創造的表現の自覚性	上記で述べた表現内容と表現方法の両者に対応関係を持たせたり、両者の関係性を調節したりすることについての発言の中で、表現内容が特に創造的であるもの。	自分が写真を通して伝えたいコンセプトに合うように構図、アングルの調節をするようにしています。

を考えながら，それを実践し，２０枚以上の写真作品を作ることを教示された．このような模倣，及び，創作のセッションとポストテストをそれぞれ3回繰り返し,計7回のセッションを行った(図1を参照)．

全ての写真は，CanonEOSKissX3 (EF-S18-55mm F3.5-5.6IS レンズ)で撮影した．また，一眼レフによる表現を意識させるために，「マニュアルモード」・「シャッター速度優先モード」・「絞り優先モード」の３つのモードのみで撮影し，写真は消去せず全て残すことを参加者に教示した．各セッションの後には第一著者がインタビュー(模倣条件は約1時間, 内省条件は約30分)を行い，インタビュー内容は IC レコーダーとビデオによって記録した．インタビューでは，当該セッションで撮影したすべての写真の中から，出来がいいと思う作品を【プレ・ポスト】では 10 枚，【創作，及び，模倣】では 5 枚，参加者に選ばせた．そして，選択した写真について，またそれらの写真以外にも参加者が評価している写真があれば，それについても内省報告を求めた．

模倣課題　既有知識構造と合致しにくい作品の模倣が創造を促進する[12]ことが示されているため，3 回の介入で模倣課題として利用した写真は，ケース②（模倣）の参加者への【プレ】におけるインタビューから，本人にとって馴染みが薄い 3 つの異なるスタイルのものであった. 具体的には，【模倣①】にアンリ・カルティエ=ブレッソン（以下 HCB とする），【模倣②】に梅佳代，【模倣③】に橋口譲二を模倣課題とした．[1]

分析の指針

本研究の分析の対象としたのは，各セッションのインタビューにおける写真観，及び，個々の写真についての内省報告である．分析では，まず，仮説１を検証するため，写真観についての内省報告，及び，個々の写真についての内省から，表現の自覚性が各ケースで獲得されたかどうかを検討する．仮説２の検証では，写真観，個々の写真についての内省における熟達的変化，インタビュー中のエピソードを検討する．

表現の自覚性と表現の熟達　仮説１，及び，２を検討するため，写真観についての内省に表現の自覚性が見られるかどうか，さらに，個々の写真における内省がケース間で時系列にどのように変化したかを検討した．

写真観の変化　各セッションのインタビューで行った「どんな写真が良い写真だと思いますか」「良い写真を撮るにはどのようなことが効果的だと思いますか」という２つの質問への回答を写真観についての内省とした．この内省における，「表現内容」「表現方法」「表現内容と表現方法のマッチング（表現の自覚性）」という３つの観点につい

[1] 写真集は[10, 18, 19]を使用した．

表 2　個々の写真創作実践プロセスにおける発言内容のカテゴリ

	カテゴリ	定義	例
表現内容	記録・再現	被写体の特徴や様子、雰囲気、また、それらについての知覚的な印象についての発言。	光の感じも暗さも、あ、この夜の暗い中でこういうのがあったんやなっていうのがうまく伝わったかな
	意図・解釈	撮影に先行するコンセプト（ただし、シャッタースピードや絞りなど基本的なカメラテクニックの実践は含まない）や、被写体から読み取ったストーリーや、被写体を見たことで得た主観的な解釈についての発言。	あたし的にはこれはすごくストーリー性があって好きというか、伝えたいことっていうか。
表現方法	カメラテクニック	絞り、シャッタースピード、露出などによる光量の調節、また、被写界深度／ピントの調節、などするためのカメラの操作についての発言。	明るすぎないように絞りとか、あとはちょっと露出もいじった
	フォトテクニック	構図、アングル、被写体への迫り方（被写体に対する向き、撮影場所）の調整など、カメラテクニック以外で対象を表現するために、撮影者が能動的に行う方略についての発言。	構図とかも面白いかな、って思って。なんか画面の三分の一くらいのところのさ、こっち(左)よりこっち（右）にしか目が行かないように多分なってて、こっち（左）ってほとんど見られなくってとか
表現内容と表現方法のマッチング（表現の自覚性）	マッチングの成功	既存の撮影方法や写真を真似るのではなく、自分で表現内容に対応した表現方法を考え、実践したことについての発言。	人だけ撮影しても、背景（図書館）がわからなくなるので、アップしたり引いたりして、どのくらい被写体に迫るべきかを考えた。
	マッチングの失敗	表現内容と表現方法のマッチングに意識的であったにも関わらず、その試みが失敗したことに関する発言。	もっと接写して、被写体（物）の迫力を表現したかったが、近づけなかった

ての発言の有無を検討し,「表現内容」については,背景と問題意識によって定義した「再現的表現」と「創造的表現」の二つについて分類した．さらに,「表現内容と表現方法のマッチング（表現の自覚性)」の発言があれば，表現の自覚性があると考え，このときの表現内容が「再現的表現内容」であれば「再現的表現の自覚性」,「創造的表現内容」であれば「創造的表現の自覚性」と判断した（表1参照)．この評定を本研究の目的を知らない研究員に評定させたところ，高い一致率が確認できた（κ=.85)．この分析によって，参加者がどのセッションで表現の自覚性を獲得し，どのような表現に関心を持っているかを検討することができる．

個々の写真の内省の変化　参加者が【プリ，及び，ポスト①②③】で撮影した写真の中で「出来がいい」として選んだ10枚の写真（計40枚）に関する内省を分析対象とした．これらの内省において,「表現内容と表現方法のマッチング」に関する発言の有無を判断し，時系列に沿ってどのように変化しているかを条件間で比較検討した．さらに，３つの観点のより詳細な変化を捉えるため，観点を表２に定義するような下位カテゴリに分類した（表2参照)．

まず,「表現内容と表現方法のマッチング」については，既存の撮影方法や写真を真似るのではなく，自分で表現内容に対応した表現方法を考え，実践したことについての発言である「マッチングの成功」と，表現内容と表現方法のマッチングに意識的であったにも関わらず，その試みが失敗したことに関する発言である「マッチングの失敗」についての発言があるかどうかを検討した．この評定を本研究の目的を知らない研究員に評定させたところ，高い一致率が確認できた（κ=.96)．以上のカテゴリはいずれも，創作プロセスにおける表現の自覚性に関わる発言であり，表現の自覚性が獲得されれば「マッチングの成功」についての発言する写真の枚数が増加すると考えられる．

「表現内容」については,被写体の特徴や様子，雰囲気，また，それらについての知覚的な印象についての発言を「記録・再現」，撮影に先行するコンセプトや,被写体から読み取ったストーリーや,被写体を見たことで得た主観的な解釈についての発言を「意図・解釈」として分類し，各セッショ

表 3　写真観に見られる知識としての表現の自覚性

ケース①（内省）		プレ	創作①	ポスト①	創作②	ポスト②	創作③	ポスト③
表現内容	再現的表現内容	○	○	○	○		○	○
	創造的表現内容							
表現方法		○	○	○	○	○	○	○
表現内容と表現方法のマッチング（表現の自覚性）	再現的表現の自覚性		○	○	○			
	創造的表現の自覚性							

ケース②（模倣）		プレ	模倣①	ポスト①	模倣②	ポスト②	模倣③	ポスト③
表現内容	再現的表現内容	○	○	○	○	○	○	○
	創造的表現内容	○	○	○	○	○	○	○
表現方法			○	○	○	○	○	○
表現内容と表現方法のマッチング（表現の自覚性）	再現的表現の自覚性				○	○	○	○
	創造的表現の自覚性				○	○	○	○

注：○は参加者が各項目について発言したことを示す。

ンの写真の表現内容はどちらのカテゴリに当たるかを，写真と内省から判断した．また，この評定を本研究の目的を知らない研究員に評定させたところ，高い一致率が確認できた（κ=.85）．これらは，参加者が再現的表現と創造的表現のどちらの表現をする傾向があるかを示す根拠となるだろう．

また，「表現方法」についても，絞り，シャッタースピード，露出などによる光量の調節，また，被写界深度／ピントの調節，などするためのカメラの操作についての発言を「カメラテクニック」，構図，アングル，被写体への迫り方（被写体に対する向き，撮影場所）の調整など，カメラテクニック以外で対象を表現するために，撮影者が能動的に行う方略についての発言である「フォトテクニック」についての発言があるかどうかを検討した．この評定を本研究の目的を知らない研究員に評定させたところ，高い一致率が確認できた（κ=.96）．これは，前者が記録・再現のためにカメラの設定を調節する技術であるのに対して，後者は構図やアングルの調整といった意図の伝え方に関わる技術だと考えられ，再現的表現と創造的表現の自覚性を支持する根拠となると考えられる．

以上から，個々の写真についての内省から見られる創作プロセスについての表現の自覚性獲得プロセスを詳細に検討することができる

3. 結果と考察

まず，ケース②（模倣）で，本研究で定義した模倣を行っていたかどうかを検討した．分析の結果から，ケース②（模倣）の参加者が【模倣】で撮影した写真にはそれぞれの模倣対象の特徴が反映されていた．この結果の詳細については紙面の都合上，今回は省略する．

次に，表現の自覚性の獲得，及び，表現の熟達（仮説１，２）を検討するため，写真観，及び，個々の写真についての内省の変化を調べた．その結果，両ケースで表現の自覚性についての発言が見られ，それぞれケース①（内省）では再現的表現の自覚性，ケース②（模倣）では再現的，及び，創造的表現の自覚性が獲得された（仮説１を支

表 4　各セッションで参加者が，出来がいいとして選んだ 10 枚の写真で
各カテゴリの発言が見られた枚数

		ケース①（内省）				ケース②（模倣）			
		プレ	ポスト①	ポスト②	ポスト③	プレ	ポスト①	ポスト②	ポスト③
表現内容	記録・再現	10	10	8	8	7	6	2	4
	意図・解釈	0	0	2	2	3	4	8	6
表現方法	カメラテクニック	9	7	8	2	4	5	3	2
	フォトテクニック	3	3	2	4	6	4	6	7
表現内容と表現方法のマッチング（表現の自覚性）	マッチングの成功	1	3	1	1	4	6	8	10
	マッチングの失敗	2	0	0	0	0	4	2	3

持）．ただし，ケース①（内省）では表現の自覚性に関する発言が見られた後，その発言がされないセッションが見られた．また，表現の熟達化のプロセスも両ケースで異なり，ケース②（模倣）では表現の自覚性獲得後，表現内容と表現方法，及び，それらのマッチングが全てのセッションで意識されていた．一方で，ケース①（内省）では，表現の自覚性獲得後，表現内容と表現方法のマッチングについての発言が見られなくなり，表現方法の重要性が強調された（仮説２を支持）．以下に，詳細な結果を詳述する．

写真観についての内省　「表現の自覚性」は両条件で見られた（表 3 を参照）．　この結果から，創作を繰り返していたケース①（内省）では，再現的表現内容が重視され，【プレ】より後のセッションで再現的表現の自覚性が得られた．しかし，【ポスト②】以降は表現方法を重視する傾向にあり，表現内容と表現方法のマッチングがケース②（模倣）ほど，行われなかったことが示唆される．一方，複数の異なる他者に触れたケース②（模倣）では，創造的表現内容が重視され，【介入②】以降はその表現内容と表現方法の関係の調整が表現についての知識として自覚的に利用されるようになったことが示唆される．

個々の写真のモニタリング　「表現の自覚性」が個々の写真撮影にも反映されているかを確認するため，個々の写真についての発話を「表現内容と表現方法のマッチング」の観点から検討した．

「表現内容と表現方法のマッチング」は，ケース①（内省）よりも，ケース②（模倣）において強く意識されていることが示唆された(表 4 を参照)．

ケース①（内省）では，【プレ】から「表現内容と表現方法のマッチング」についての発言が見られたものの，ケース②（模倣）と比較すると，表現内容と表現方法のマッチングについての発言そのものが少なかった．

一方，ケース②（模倣）においても，【プレ】から，「表現内容と表現方法のマッチング」についての発言が見られ【ポスト②】以降では，「マッチングの成功」についての発言が増加した．以上の結果は，ケース②（模倣）の参加者が写真の撮影において表現内容と表現方法のマッチングを意識し，そのマッチングが参加者から見て成功するようになったことを示唆している．

以上の結果から，両ケースの参加者は，表現の自覚性を獲得したことが示唆される．ただし，両者の表現の自覚性には，再現的表現と創造的表現の違いが見られた．

4. 総合考察

本研究では，初心者が数ヶ月創作を繰り返す中で，創作プロセスにおいて表現内容と表現方法のマッチングを調整するための意識である表現の自覚性をどのように獲得するかを検討した．また，写実的制約を持つ初心者が内省を繰り返した場合

と，既有知識に合致しない著名な他者作品を複数回模倣した場合とで，獲得する表現の自覚性の違い，及び，その後の熟達について検討した．

その結果，両方の場合で表現の自覚性についての発言が見られた．ただし，他者作品を模倣した場合は創造的表現の自覚性が獲得された一方で，内省を繰り返した場合では再現的表現の自覚性が見られた（仮説１を支持）．

次に，両方の場合で熟達プロセスに違いが見られた．他者作品を模倣した場合は表現の自覚性の獲得後，表現内容と表現方法のマッチングが表現についての知識として自覚的に利用されるようになった．一方，内省のみを繰り返した場合は，表現方法が重視されるようになった（仮説２を支持）．

以上の結果から，写実的制約をもつ初心者は，表現活動への参加・継続によって創作を繰り返す中で再現的表現の自覚性を獲得することが示唆された．一方，写実的制約を持つ初心者が創造的表現の領域の著名な他者作品を模倣した場合，創作主体の表現スタイルは創造的表現へと変化し，その後創造的表現の熟達プロセスを経ることが示唆された．以下では，本研究が熟達研究に与える新しい知見について詳述する．

表現についてのメタ認知的知識　これまでの熟達に関する先行研究では，熟達者の特徴として，構造化された領域的知識を持つことやメタ認知を利用することが指摘されてきた（例えば，[9]）．このときのメタ認知[8]は，Ericsson, Krampe, & Tesch-Romer が指摘するよく考えられた学習(deliberate practice)[6]や，Schön がエキスパートの活動に見いだした省察[17]のように，自身の活動全体をモニタリングする認知であり，エキスパートが長期に渡る熟達過程で獲得する知識や認知として検討されている．一方で，エキスパートが個々の問題解決や創作活動をコントロールするためのメタ認知については十分に検討されていない．

本研究では，そのような創造活動についての知識として「表現の自覚性」を定義し，それがどのように獲得されるのかを検討した．その結果，表現の自覚性はある創造活動に参加し，その活動を継続する中で得られることが示唆された．ただし，創造表現の自覚性を獲得するには，創造活動の繰り返しと内省だけでは不十分である可能性があり，表現の自覚性を維持し，表現についての知識として利用するには，模倣などを通して既有知識とは異なる他者作品と関わることが重要であることが示唆された．

領域的知識に触れることの重要性　本研究では，領域的知識に触れることが，表現の自覚性の獲得に重要であり，熟達過程にも影響することが示唆された．この知見は，新たな創造をするにはある領域に関わり，その領域のルールや特徴を知らなければならないという Csiksentmihalyi の指摘を支持している[3]．

領域的知識に触れることの影響として，本研究では表現スタイルについての制約の緩和という側面と，表現についての知識の獲得の側面が示唆された．創造における制約緩和の側面については，石橋・岡田が，模写が初心者の写実的制約を緩和することを示している[11, 12]．本研究においても，再現的表現を行う傾向がある初心者に創造的表現の他者作品を模倣させたことは同様の効果をもたらしたと考えられる．また，このような制約の緩和は，表現についての知識の獲得にも影響したと考えられる．再現的表現と創造的表現の異なる２つの表現領域に関わったことは，それぞれの表現の違いを理解する機会となり，表現活動における判断基準を意識することを可能にしたと考えられる．一方，再現的表現の創作を続けることは，再現的表現をする上で重要な表現方法への理解を深めたが，表現の基準についての認識を促進することはなかったと考えられる．

謝辞

長期間に渡り，実験に協力くださった研究協力者および評定者の皆様に心よりお礼申し上げます．

文献

[1] Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M., Reimann, P., & Glaser, R. (1989).

"Self-Explanations: How students study and use examples in learning to solve problems", Cognitive Science, Vol. 13, pp. 145-182.

[2] Croce, B. (1902). Estetica come scienza dell'espressione e linguistica generale, [The aesthetic as science of expression and of general linguistic] (D, Ainslie. Trans.). (Original work published 1902)

[3] Csikszentmihalyi, M. (1999). "Implications of a systems perspective for the study of creativity", In R. J. Sternberg (Ed.), Handbook of creativity, pp. 313–335.

[4] Cupchik, G. C., & Gebotys, R. J. (1988). "The search for meaning in art: Interpretive styles and judgments of quality", Visual Arts Research, Vol. 14, pp. 38–50.

[5] Diderot, D. (1980). "Essais sur la peinture", In D. Diderot, & G. May (Eds.), Œuvres complètes, vol. 14, (Original work published 1980) (佐々木健一(訳) (2005). 絵画について)

[6] Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Romer, C. (1993). "The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance", Psychological Review, Vol. 100, pp. 363–406.

[7] Fayena-Tawil, F., Kozbelt, A., & Sitaras, L. (2011). "Think global, Act local: A Protocol Analysis Comparison of Artist' and nonartist' cognitions, metacognitions, and evaluations while drawing", Psychology of Aesthetic, creativity, and the arts. Vol. 5, No. 2, pp. 135-145.

[8] Flavell, J. (1976). "Metacognitive aspects of problem solving", In J. Resnick (Ed.), The nature of intelligence (pp. 231-235).

[9] Glaser, R. & Chi, M. T. H. (1988). "Overview". In M. T. H., Chi, R. Glaser, R., & Farr, M. J. (Eds.) The nature of expertise. pp. xv-xxvii.

[10] 橋口 譲二 (1996). 職.

[11] Ishibashi, K. & Okada, T. (2006). "Exploring the effect of copying incomprehensible exemplars on creative drawings", Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp. 1545-1550.

[12] 石橋健太郎・岡田猛 (2010). "他者作品の模写による描画創造の促進". 認知科学, Vol. 17, pp. 196-223.

[13] Kozbelt, A. (2006). "Dynamic evaluation of Matisse's 1935 Large Reclining Nude", Empirical Studies of the Arts, Vol. 24, pp. 119-137.

[14] Mace, M., & Ward, T. (2002). "Modeling the creative process: A ground theory analysis of creativity in the domain of art making", Creativity Research Journal, Vol. 14, pp. 179-192.

[15] O'Hare, D. (1976). "Individual differences in perceived similarity and preference for visual art: A multidimensional scaling analysis", Perception & Psychophysics, Vol. 20, pp. 445–452.

[16] Schmidt, J. A., McLaughlin, J. P., & Leighten, P. (1989). "Novice strategies for understanding paintings", Applied Cognitive Psychology, Vol. 3, pp. 65–72.

[17] Schön, D. A. (1983). The reflective practitioner.

[18] 東京国立近代美術館 (2007). アンリ・カルティエ=ブレッソン:知られざる全貌: De qui s' agit-il? Réstrospective de Henri Cartier-Bresson.

[19] 梅佳代 (2007). 男子.

[20] Yokochi, S. & Okada, T. (2005). "Creative cognitive process of art making: a field study of a traditional Chinese ink painter". Creativity Research Journal, Vol. 17, pp. 241-255.

和声の聴取におけるブローカ野の脳機能計測 － NIRS による調性認知の分析 －

Functional brain imaging study of Broca's area in harmony listening ~ Analysis of Tonality Cognition by Using NIRS ~

高田 芳和 †, 石崎 俊‡
Yoshikazu Takada, Shun Ishizaki

†慶應義塾大学 政策・メディア研究科, ‡慶應義塾大学　環境情報学部
Keio University, Graduate School of Media and Governance
utakoe@sfc.keio.ac.jp, ishizaki@sfc.keio.ac.jp

Abstract

This study measured changes of the hemoglobin concentration, focusing on the bilateral temporal lobe, when subjects were listening to single melodies with tonality or harmony, using the near-infrared spectroscopic method. In this study, the following 3 kinds of tasks were used as the stimuli, 1) tonality melodic ones, 2) atonal melodic ones, and 3) ones with harmony. The results show that in the left Broca's area, the deoxyhemoglobin concentrations in the tonality melodic tasks and those with harmony are significantly different from that in atonal melodic tasks. Our findings suggest the possibility that left Broca's area would be related with hearing the tonality tasks.

Keywords — music, tonality, harmony processing, Broca's area, near-infrared spectroscopy(NIRS)

1. はじめに

音楽の認知の研究は、「人は音楽をどのように知覚し、認知するのか」というテーマへの関心から、心理学を基に研究が始まった[1, 2]。その後、失語症の音楽家の音楽能力を扱った失音楽の研究[3]や脳機能イメージングの進歩により、音楽と脳の研究が進められることになった。

これらの研究で扱われるテーマの多くは、現在も街中に溢れている西洋音楽の体系を前提にされているものが多い。音楽の三大要素として「リズム(律動)」「メロディ(旋律)」「ハーモニー(和声)」が挙げられるが、中でも「ハーモニー(和声)」が西洋音楽の発展に与えた影響は大きい。和声の理論[4]が体系化されたことで、音楽に文法を生じさせることが可能になったといわれ、このような音楽的文脈における規則は、言語における文法と類似していることから「音楽的構文(musical syntax)」と呼ばれることもある[5]。

脳における和声の処理を扱った研究は、その多くが ERP を用いて行われてきた。Koelsch らの研究[6]によって、音楽未経験者においても和声的な逸脱に対して、右半球で ERAN という指標が出現することが分かっている。このように、従来和声の処理は他の音楽的要素と同様に右半球の関与が大きいとされてきたが、その後の単旋律と和声の逸脱を扱った研究[7]では、単旋律に比べて和声の方が左半球における逸脱時の ERAN の反応が大きいと報告されており、近年は和声の処理における、左半球の関与が示唆されている。

また、調性を確立する処理を検討した Leino らの研究[8]では、両側性の陰性電位（EAN）が記録されるなど、和声的文脈だけでなく、「調性」が音楽的文脈に与える影響にも関心が向けられている。

本研究では、ハーモニー(和声)の中でも、特に「調性の認識」と「機能和声の認識」に着目し、脳機能イメージングの手法である近赤外線分光法(NIRS)を用いて、音楽未経験者を対象に、課題聴取中の両側の側頭葉のヘモグロビン濃度変化を測定した。課題に対し、「調性」と「機能和声」を付与した際の両側側頭葉の様子を、大脳皮質のヘモグロビン濃度変化から酸素使用を観察して分析することを本研究の目的とした。

2. 実験方法

2.1 実験内容

被験者は、絶対音感を持たない１０名（女性４

名、男性６名、１９～３６歳、平均年齢２４．２歳、全員が右利き）で、すべて楽器学習の経験が５年未満の者であった。本実験は慶應義塾大学 SFC 実験・調査倫理委員会で承認されている。

実験課題は 1) 和声付き課題, 2) 調性旋律課題, 3) 無調旋律課題, の３課題を設定し、被験者には特に何かを判断することなくそれらを聴取してもらった。和声付き課題は、ある旋律に対し西洋の機能和声の理論[4]に基づいて和声を付与させた課題、調性旋律課題は、ある調性上の音で全ての旋律を構成した課題、無調旋律課題は、調性の同定が困難な単旋律課題である。それぞれの課題は、YAMAHA の XG Works を使って作成され、スピーカーを通して被験者にランダムに提示された。刺激の提示は 10 秒間のレスト、12 秒の刺激提示で行い、ほかの要因の影響をできる限り排除するため、1 課題につき 10 試行ずつ計 30 試行を課した。

課題に関しては、リズムの影響を排除するため、全て４小節・ソプラノ７音からなるものを作成し、ソプラノの最高音と最低音の差は５度以内に統制した。（図１～３）和声付き課題に関しては、調性旋律課題の 10 施行と同様のソプラノに和声を付与している。

また、実験終了後にアンケートを実施し、各被験者が聴取中に「調性」と「機能和声」の付与を認識していたかを確認した。

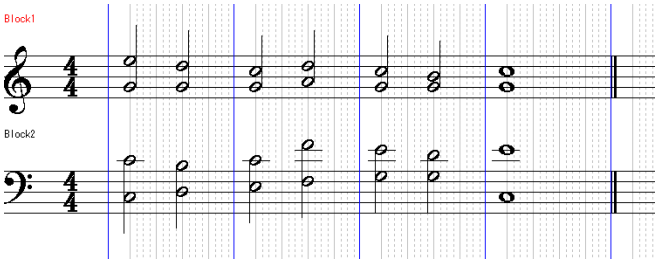


図１　課題に使用した「和声付き課題」の一例

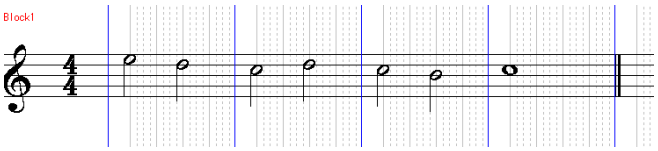


図２　課題に使用した「調性旋律課題」の一例

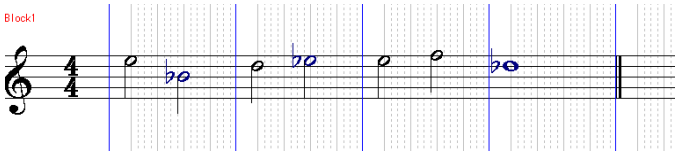


図３　課題に使用した「無調旋律課題」の一例

脳機能計測には、近赤外線分光法(NIRS)（日立製作所 光トポグラフィ）を用いた。酸化ヘモグロビン(oxy-Hb)と脱酸化ヘモグロビン(deoxy-Hb)、総ヘモグロビン(total-Hb)を測定する非侵襲の脳機能計測装置である。

測定領域は、両側の側頭領域とした（計 30 チャンネル、左右各 15 チャンネル）。側頭領域においては、従来の空間解像度 30mm では粗すぎて空間的に不連続なサンプリングになるので、計測点の距離を 10mm 以下にする必要があることが分かっている[9]。そこで本研究では、加藤の先行研究[10,11,12]を参考に、計測点距離を水平方向に 9mm、プローブ間距離を 2.5cm に設定し、従来より空間分解能を高くしている。

近赤外線分光法は、装置の移動が簡便で拘束性も低く、被験者が自然な体位で計測できるため、今後は演奏中の計測に繋げることが可能である。

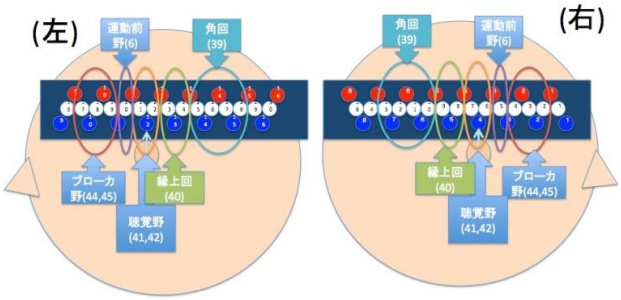


図４　測定部位

2.2 分析方法

解析は、deoxy-Hb, oxy-Hb, total-Hb の課題時間 12 秒間の総変化量を算出した。被験者 10 人のデータを課題毎にまとめ、1 課題ごとに 100 データを得て、3 課題の一元配置分散分析を行った。

加藤の研究報告[11,12]を参考にし、課題遂行中の酸素交換を評価する方法は、deoxy-Hb>0 となるとき、酸素交換が起きたことを示し、oxy-Hb<0

となるとき、低酸素状態で酸素交換が起きたことを示した。total>0 のとき血流量増加、total<0 のとき血流量減少を示すが、血流量の増加そのものは脳活動とは直結しないと解釈した[11,12]。

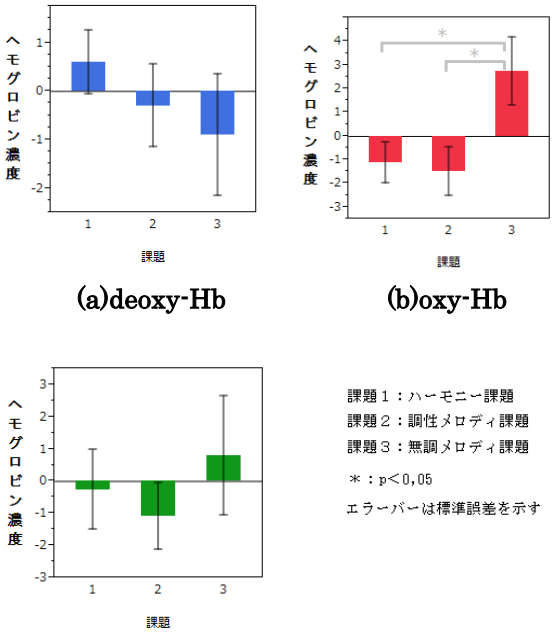
2. 3 実験結果

全員が音楽学習の経験がほとんどなかったため、今回は 10 人の聴取能力に大きな差はないとし、NIRS データの解析を行った。

無調旋律課題と和声付き・調性旋律課題の有意差は、左ブローカ野周辺に見られた。

ANOVA で検出された無調旋律課題と他課題の有意差は左半球前部の 2 箇所(4ch, 6ch)で認められた($p<0.05$)。

左側のブローカ野周辺(4ch)での各課題に対する反応と課題間の有意差は、無調旋律課題を聴くときに比べ、和声付き・調性旋律課題を聴くときに見られ、有意に酸素交換が起きた。(oxy-Hb: $p<0.05$, 図 5-b)

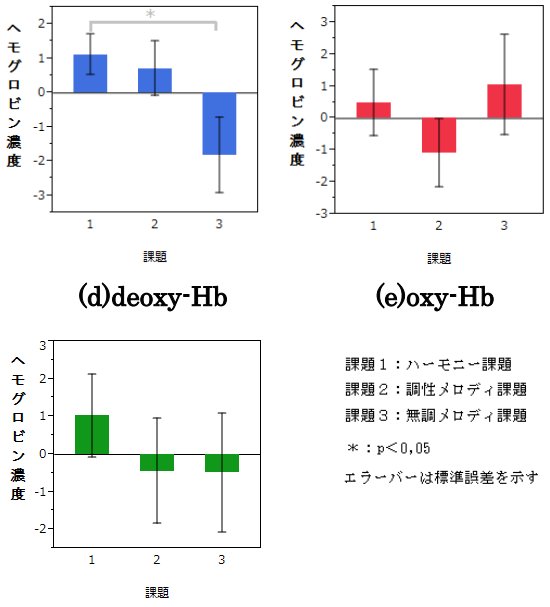


(a)deoxy-Hb (b)oxy-Hb

(c)total-Hb

図 5 左ブローカ野周辺(ch 4)でのヘモグロビン濃度変化量

左側の聴覚野周辺(6ch)での各課題に対する反応と課題間の有意差は、無調旋律課題を聴く時に比べ、和声付き課題を聴くときに見られ、有意に酸素交換がおきた。(deoxy-Hb: $p<0.05$, 図 6-d)



(d)deoxy-Hb (e)oxy-Hb

(f)total-Hb

図 6 左聴覚野周辺(ch 6)でのヘモグロビン濃度変化量

2. 4 アンケートの結果

実験終了後に実施したアンケートの結果から、全ての被験者が、聴取した 30 施行の課題の中に「単音」のもの(単旋律課題)と「和音」のもの(和声付き課題)があったことを認識しており、また単音の課題の中に「２つの種類の課題」があったことを認識していた。

単旋律の２種類の課題に関しては、「気持ちいい(快い)」ものと「気持ちが悪い(不快な)」ものの２種類があったと回答した者が 6 人おり、残りの 4 人は「整った」ものと「おさまりが悪い」もの、「バランスがよい」ものと「悪い」もの、「流れが想像できる」ものと「予想外のもの」があったと回答していた。

3. 考察

実験の結果、非音楽家の左ブローカ野において、無調旋律課題よりも、和声付き・調性旋律課題を

聴くときのほうが、有意に酸素交換が起こった。アンケートによる結果から、被験者は無調旋律課題と、その他の課題の間の「調性の有無」を認識していると考えられるので、この左ブローカ野の反応は「調性の認識」を反映したものであると考えられる。

これは、調性を確立する処理を検討した Leino らの研究[8]や、BA47 が音楽構造の理解に関係するとする Levitin らの研究[13]、MEG により音楽構造の統語的処理をしている部位として BA44 を同定している Maess らの研究[14]とも矛盾しない結果であると言える。

従来の研究では和声課題中の一音を検討したものが多かったが、本研究では非音楽家の「単旋律」における調性に対する反応においても、同様の結果が得られることが分かった。さらに、そこに「機能和声」を付与した場合にも同様の有意差が見られた。

また、左聴覚野付近では、無調旋律課題よりも、和声付き課題を聴いたときのほうが、有意に酸素交換が起こった。

アンケートの結果から、この２つの課題の間に「調性の有無」の認識以外に、「機能和声の認識」をしていると考えられ、この結果はそれを反映していると考えられる。しかし、この結果が「単音」と「和音」の差を反映したものであるのか、「機能和声」を付与させたことによる「和声的な文脈」を反映したものであるのかは分からないため、今後より詳細な分析をしていく必要がある。

4. まとめ

本研究では、非音楽家の左ブローカ野において、無調旋律課題よりも、和声付き・調性旋律課題を聴くときのほうが、有意に酸素交換が起こったことから、左ブローカ野が「調性の認識」に関与している可能性が示された。左ブローカ野は、言語の文法処理に関わる領域であるといわれており、これまで音楽における文法を生じさせるといわれてきた「機能和声」以上に、「調性」がその役割を果たしていることが考えられる。

今後は、MRI や MEG に比べて比較的時間分解能が高い NIRS の特徴を活かし、カデンツの影響なども考慮したより詳細な分析を行っていく他、音楽情動に関連させた研究に繋げていければと考えている。

参考文献

[1] Diana Deutsch (1982), “The Psychology of Music”, Academic Press

[2] Rita Aiello (1994), “Music Perception”, Oxford Univ.

[3] 河村満 (1996), “失音楽(amusia) ―表出面の障害について―”, 音声言語医学, 27, pp.468-473

[4] 島岡譲 他, “和声 理論と実習Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ”, 音楽之友社

[5] Koelsch S, Gunter T, Schroger E, Tervaniemi M, Sammler D & Friederici A. D. (2001), “Differentiating ERAN and MMN: An ERP study, Neuro Report, 12, pp.1385-1389.

[6] Koelsch S, Gunter T, Friederici A. D. & Schroger E. (2000), “Brain indicese of music processing: “Non-musicians” are musical. Journal of Cognitive Neuro-science, 12, pp.520-546

[7] Koelsch S, Jentschke S (2010), “Differences in Electric Brain Responses to Melodies and Chords”, Journal of Cognitive Neuroschience, 22:10, pp. 2251-2262

[8] Leino S, Brattico E, Tervaniemi M & Vuust P (2007), “Representation of harmony rules in the human brain: Futher evidence from event-related potentials, Brain Research, 1142, pp.169-177

[9] Kawaguchi H, Hayashi T, Kato T, Okada E (2004), “Theoretical evaluation of accuracy in position and size of brain activity obtained by near-infrared topography.”, Phy.s Med. Biol. Vol.49, pp.85-90

[10] Toshinori Kato (2004), “Princple and technique of NIRS-Imaging for human brain FORCE: fast-oxygen response in capillary event”, International Congress Series, Vol.1270, pp.85-90

[11] 加藤俊徳 (2006), “COE(脳酸素交換機能マッピング)-酸素交換度と酸素交換直行ベクトルの利用-”, 臨床脳波, Vol.48, No.1, pp.40-51

[12] 加藤俊徳 (2005), “COE(脳酸素交換マッピング)-光機能画像法原理の利用-”, 小児科, Vol.46, No.8, pp.1277-1292

[13] Levitin D. J. & Menon V (2003), “Musical structure is processed in “language” areas of the brain: a possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence”, Neuro-Image, Vol.20, No.4, pp.2142-2152

[14] Maess B, Koelsch S, Gunter T & Friederici A. D. (2001), “Musical syntax is processed in Broca’s area: an MEG study”, Nature Neuroscience, Vol.4, pp.540-545

人生を表象する映像作品の修辞と概念再考的認知 ：ストーリーは邪魔者か？
Rhetoric of Biopic and Viewer's Reconsideration : Isn't "story" an Obstacle?

小川 有希子，金井 明人
Yukiko OGAWA, Akihito KANAI

法政大学
HOSEI University
yukiko_ogawa@jazz.odn.ne.jp, kanai@hosei.ac.jp

Abstract

In the cognitive process when the viewers of narrative moving images appreciate its world and to deepen their consideration, is it "story" or "rhetoric" to take an important role? To define this problem, this study used two biopics - "Tower of TARO" and "YUMEJI" as materials and examined it. The experimental results suggested that viewers which minded rhetoric than story development strongly did concept reconsideration.

Keywords — story, rhetoric, concept reconsideration

1. はじめに

映像作品の受け手が作品世界を味わい，思考を深めようとする認知過程において，重要な役割を担っているのはストーリーか？それとも修辞か？これは，芸術・文学・修辞学といった学問の規範と，映像による表象の問題，そして人間の認知と感情の問題がせめぎ合うところに広がる，学際的な論点である．

映像作品の表現のあり方を世界的に概観すると，トーキーの時代が本格的に到来した 1930 年代頃から，出来事と台詞によって構成されるストーリーの運びに表現の主軸を置く傾向が，サイレントの時代よりもさらに色濃くなった．1960 年代頃からは，テレビの普及の影響で，気軽に鑑賞できるエンタテイメント性がより強く求められるようになってきたことに呼応し，ドラマという表現形式が映像作品における押しも押されもせぬ地位に昇り詰め，今日に至るという状況である．

そこで本研究は，本来的には視覚芸術である映像作品を構成する多くの要素が，受け手のストーリー理解を妨害しないように表現的に抑制されることで，損なわれているものが少なからずあるという仮説に基づき，ストーリー性を追求する作品と修辞を追求する作品を素材にして，映像作品における受け手の認知構造にどのような差異が生じるのかを検証する実験を行う．

より具体的には，映像作品を鑑賞する際の受け手の姿勢や構えが,「ストーリー展開を最も重視する」というものか，あるいは,「必ずしもストーリー展開ばかりを重視しない」というものか．その構えと作品の表現的差異のかけ合わせによって，映像作品から「概念再考する」という思考の駆動のさせ方に差異がもたらされることを実証的に明らかにし，ストーリーの功罪と修辞の役割を考察することを本研究の目的とする．

2.『TARO の塔』と『夢二』

本研究が目的のために用いた 2 つの映像作品は,『TARO の塔』と『夢二』である．『TARO の塔』は，2011 年に NHK で放送されたテレビドラマである．これは，気鋭の画家であり芸術家として名を残した岡本太郎（1911-1996）の人生を，ストーリーを縦横に織り成してドラマチックに表象した映像作品である．太郎の代表作である“太陽の塔”が完成するまでの軌跡を縦軸に，“聖家族”と賛嘆

された岡本家の破天荒な家族模様を描き込むことで（NHK, 2011），受け手が太郎に感情移入し，苦悩と成功の喜びを追体験できるように作り込まれている．

一方『夢二』は，1991 年に製作・公開された日本映画である．これは，大正ロマンを代表する画家であり詩人として名を残した竹久夢二(1884-1934）の人生を，夢とかけて多分に虚構的かつ幻想的に表象した映像作品である．『夢二』をもって大正浪漫三部作を完成させた監督・鈴木清順は，独特の色彩感覚を駆使した清順的なる表現(上野，1986)，いわゆる“清順美学”で国内外から高く評価されているのは周知の事実である．清順映画に一貫して見られる，時間と空間の連続性を狂わせる（蓮實・山田・山根・上野，1986）技法から紡ぎ出される作品の世界観が，竹久夢二の抒情的作風と奇妙にもしっくりと協和している本作品は，『TARO の塔』とは全く違う種類の惹き込む力を放つ．

3. ２つの作品の哲学的背景

3.1 形式と感情の相克

2 つの作品の表現性の差異は，西洋の哲学思想において対立関係にあった「形式」と「感情」の考え方に由来すると解釈することが可能である．

西洋の哲学思想では，「美」とは何か，という問題が古代より執拗に論じられてきた．美の古典的見解は，調和・統一・釣り合い・相称・関係といった，対象の形相を重視するものであり，我々の外部に厳として存在する客観的な物の中に美の本質が宿る，という観念であった．美の下位概念を成していたのは「形式」であり，その対立軸に置かれていた概念は「内容」である．まだ映像など存在していなかった時代に，詩学において繰り広げられていた形式と内容の対立とは，「いかに言うか」と「何を言うか」の対立であり，「いかに言うか」とは言い方の技巧，すなわち修辞を含んだ物言いの技術のことである．「いかに言うか」が「何を言うか」よりも優位を誇っていた詩学の歴史は，対象の形相を問題にする美の理論と本質的に軌を一にする．形式は至高の地位にあったのである．

一方，「内容」という概念に含まれるものには 2 種類あり，1 つは出来事の連鎖によって作られる筋，もう 1 つは宗教的あるいは形而上学的な作品全体の趣意を指す（西洋思想大事典 1，1990）．形式との関係で劣位にあった内容の立場が本格的に見直されたのは，19 世紀後半にカントを源泉とした感情移入の理論が起こってからである．カント(1992)，仲島（1999）らによれば，感情移入とは，客観を重視する古典的な形式美に対して，作品を鑑賞する主体の判断，あるいは作品と主体の関係性の中にこそ美の本質が宿る，という逆説的な考え方である．これは，19 世紀後半に勃興した科学としての心理学と，ドイツ観念論以来の主観性を重視する美学とが相俟って形成された観念であり，この観念の登場により，美学は哲学的転回を余儀なくされた．つまり感情移入論の登場は，形式は感情や情動を表出する媒体に過ぎず，内容から感情の中身を享受してこそ美は実存的な意味を持つ，という美学における重大な新機軸の誕生を啓示するものだったと言える．

3.2 ２つの作品の表現性の再解釈

以上の観点から，2 つの作品を再解釈する．『夢二』は，形而上学的な趣意を感じさせる点では内容を持っているが，夢二という客体に受け手が容易に投影できる感情を託さない．夢二の人生を内容的に語るというより，夢二のスタイルを目で見せようとしている点に，形式追求の理念が色濃く表れている．一方，『TARO の塔』には，内容追求の理念が色濃く表れている．『TARO の塔』を見る受け手は，まさに自分の中にも潜んでいる感

情を太郎が生々しく表現していると感じるから，太郎に対する同一化が生じて楽しめるのである．それが，太郎に対しては感情移入している状態である．太郎とかの子の台詞の掛け合いに心理的なリアルさを託し，出来事の連鎖によって太郎の人生に明確な筋を持たせている『TARO の塔』は，まさしく第一の意味の内容主義である．

以上のような，形式と内容の対立問題を内包する『TARO の塔』と『夢二』が，受け手の概念再考にもたらす効果にはどのような差異があるのか，実験によって検証する．

4. 概念再考的認知に関する実験

4.1 方法

4.1.1 実験参加者

大学生 405 名（男性：206 名，女性：199 名）が実験に参加した。全参加者の年齢範囲は 18 歳～23 歳（M=19.82，SD=1.29）であった．

4.1.2 実験素材

NHK 土曜ドラマ『TARO の塔』，「第 2 回：青春のパリ」より，8:55～19:08 の 10 分 13 秒と，日本映画『夢二』より，17:31～27:50 の 10 分 29 秒を素材として用いた．

4.1.3 手続き

約 10 分間の素材を 2 つ鑑賞した後，各素材に対する自分の認知を 15 分程度で回答させた．概念再考的認知測定尺度（表 2 の項目）は，その中に含まれていた．その後，映像作品一般に対する嗜好性測定尺度（表 1 の項目を含む全 26 項目）に一度だけ回答させた．

4.2 分析

4.2.1 ストーリー群と修辞群の構成

映像作品一般に対する嗜好性測定尺度に含まれていた，ストーリー嗜好性と修辞嗜好性を対にした 10 個（2 対×5 組）の質問項目に対する回答を，組（A～E）ごとにクラスター分析（Ward 法・クラスター数を 2 に指定）にかけ，実験参加者を 2 つの群に分けた．その結果，全ての組において，ストーリー展開や登場人物の心理状態に興味関心を持って映像作品を見るという「ストーリー群」と，ストーリー群の特徴も持ちながら，画面構成や画面の連鎖に興味関心を持って映像作品を見るという「修辞群」に，実験参加者が分けられた．

表１．ストーリー嗜好性と修辞嗜好性に関する質問項目の記述統計量　および　ストーリー群(S群) と 修辞群(R群) の差の有意性

組	ストーリー嗜好性／修辞嗜好性	質問項目		全体	S群	R群	差の有意性
				M (SD)	M (SD)	M (SD)	F値 p
A			n	405	182	223	
	ストーリー嗜好性	私は、ストーリーがおもしろい映像作品が好きだ		6.11 (1.16)	5.59 (1.41)	6.54 (0.63)	81.09 ***
	修辞嗜好性	私は、展開が予測できない映像作品が好きだ		5.45 (1.42)	4.19 (1.12)	6.48 (0.50)	744.81 ***
B			n	405	150	255	
	ストーリー嗜好性	映像作品において重要な要素は、ストーリーだと思う		5.65 (1.32)	5.42 (1.23)	5.78 (1.35)	7.14 **
	修辞嗜好性	映像作品において重要な要素は、画面だと思う		4.81 (1.33)	3.41 (0.83)	5.63 (0.76)	754.81 ***
C			n	405	180	225	
	ストーリー嗜好性	映像作品を見ているとき、私が気になるのは、ストーリーがどう展開していくかという点である		5.74 (1.16)	5.57 (1.17)	5.87 (1.13)	7.14 **
	修辞嗜好性	映像作品を見ているとき、私が気になるのは、1つ1つの画面構成やカメラアングルなどである		4.57 (1.51)	3.15 (0.88)	5.71 (0.75)	1005.00 ***
D			n	405	116	289	
	ストーリー嗜好性	映像作品を見ているとき、私は「登場人物に何が起こるか」に興味がある		5.45 (1.36)	4.40 (1.37)	5.87 (1.11)	126.88 ***
	修辞嗜好性	映像作品を見ているとき、私は「何が・どう映されるか」という点に興味がある		4.61 (1.50)	3.03 (1.00)	5.25 (1.17)	321.87 ***
E			n	405	183	222	
	ストーリー嗜好性	映像作品を見ているとき、私は、登場人物がどういう心理状態かを理解するように努力する		5.21 (1.47)	4.76 (1.24)	5.59 (1.53)	34.83 ***
	修辞嗜好性	映像作品を見ているとき、私は、画面の連鎖に意味を見出すように努力する		4.32 (1.60)	2.97 (1.07)	5.43 (0.98)	583.49 ***

各群の記述統計量と，項目ごとの群間の分散分析結果を表 1 に示す.

このうち，E 組の項目対から構成されたストーリー群と修辞群が，概念再考的認知の最も多くの質問項目に対して高い水準の差の有意性を持っていることがわかったので，本研究では E 組を代表として用いることにした．構成された各群の人数は,ストーリー群 183 名,修辞群 222 名であった.

4.2.2 結果

E 組を独立変数とした，作品ごとの分散分析結果を表 2 に示す.『TARO の塔』,『夢二』ともに，概念再考的認知測定尺度の全ての質問項目においてストーリー群より修辞群の平均値が一様に高く，そのうち 9 項目では 2 つの群の差の有意性が確認された．この結果から，映像作品を鑑賞する際，「ストーリー展開を最も重視する」よりは,「必ずしもストーリー展開ばかりでなく，修辞的な側面も気にかける」という姿勢や構えを持つ受け手のほうが，映像作品から「概念再考する」という思考を駆動させやすいことが示唆された.

4.3 考察

分析のために構成されたストーリー群と修辞群であるが，修辞群はストーリー群の特徴を持ち合わせた上で，修辞的な側面も気にかける受け手であった点に注目する必要がある．これは，ストーリーを処理する枠組みは，生得的な能力として備わった部分も含め，人間の深層的な認知構造の中に埋め込まれているため，ストーリー展開を気にせずに映像作品を鑑賞しようとする姿勢や構えを想定すること自体が，そもそも現実的ではないことを意味する．そして,「ストーリー展開を気にする」という姿勢がストーリー群よりもむしろ修辞群のほうに強いことは，修辞的な側面を気にかける受け手のほうが，映像作品を構成する要素全般に対して，等しく処理資源を使おうとしていることを示唆している．したがって，修辞群のほうが概念再考するという結果は，修辞群が「ストーリー」・「修辞」という 2 つの表現性を並行的に処理しようとする分，ストーリー群よりも認知にかかる負荷が大きく，概念再考に入る契機を受け取りやすいからであると考えられる．また，修辞のほうがストーリーよりも表現のバリエーションが多い分，修辞的な側面を気にかける受け手（修辞群）のほうが，概念再考に入る契機を受け取りやすいからであるとも考えられる．いずれにせよ，ストーリー性を追求する作品の昨今の躍進に対して，映像の修辞というものの役割を再考する意義を提起する結果であったと言える.

5. おわりに

映像作品の受け手が作品世界を味わい，思考を深めようとする認知過程において，重要な役割を担っているのはストーリーか？それとも修辞か？本研究はこの問題を明らかにするために，ストーリー性を追求する『TARO の塔』，修辞を追求する『夢二』という 2 つの映像作品から，受け手が

表２． 概念再考的認知測定尺度を従属変数とした分散分析結果

概念再考的認知測定尺度		『TAROの塔』				『夢二』			
		ストーリー群 平均	修辞群 平均	F値	p	ストーリー群 平均	修辞群 平均	F値	p
No	質問項目	n 183	222			n 183	222		
1.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、映像作品の画面について再考した	3.42	4.35	33.21	***	3.85	4.60	18.07	***
2.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、映像作品の音響処理について再考した	3.57	4.23	15.29	***	3.24	3.58	3.88	*
3.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、映像作品の台詞について再考した	4.22	4.62	6.21	*	3.13	3.86	18.43	***
4.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、「映像」という概念を再考した	3.00	3.73	20.86	***	3.67	4.32	12.79	***
5.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、「物語」という概念を再考した	3.79	4.38	11.74	**	3.64	4.24	10.84	**
6.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、「芸術」という概念を再考した	4.02	4.65	13.03	***	3.12	3.75	12.97	***
7.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、「エンタテイメント」という概念を再考した	2.64	3.24	15.70	***	2.58	3.05	8.27	**
8.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、「絵」という概念を再考した	3.56	4.04	6.69		2.62	3.29	16.09	***
9.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、「人生」という概念を再考した	4.54	5.02	8.12	**	2.16	2.53	7.81	**
10.	私は、［1本目／2本目］の映像作品を見て、「世界」という概念を再考した	3.13	3.81	14.80	***	2.48	2.69	1.74	

注） ［1本目／2本目］は，『TAROの塔』と『夢二』を指す.

概念再考するという思考をどの程度駆動させるのか，検証する実験を行った．実験結果は，映像作品を見ることに伴う思考活動における，修辞の役割の大きさを示唆するものであった．では，この結果から「ストーリーは邪魔者である」と結論して，問題はないだろうか．

ストーリー性を追求する作品の認知過程と，その効果を説明した理論に，小川（2011）の享楽のメカニズムがある．享楽とは，登場人物に感情移入することを介して鑑賞後に生じる，プラスの評価的感情を意味する．享楽は，感情移入するためには，むしろストーリーが必要であることを説明する理論である．一方，修辞を追求する作品に用いられる技法と，その効果を説明したものに，金井（2005）や金井・小玉（2010）の切断の理論がある．切断とは，事象間のつながりを意図的に断ち切ることによって，映像そのもののイメージを強調する技法のことである．切断の効果を上げるためには,「ストーリーは邪魔者である」ことを含意した理論である．「ストーリーは邪魔者」説は，切断という修辞を追求する立場とは方向的に合致するが，享楽することを求める立場とは相容れない，という問題を孕んでいる．

映像作品のストーリーを楽しむことと，修辞的な表現から何かを感じ取ることは，目的が異なる認知過程であると考えるべきだろう．前者の目的のためにはストーリーが必要不可欠であり，後者の目的のためにはストーリー性を意図的に壊すことが，ある程度は必要不可欠である．映像作品を見ることに何を求めるのかによって，ストーリーが邪魔者であるかどうかは変わり得る．これが最も妥当な結論であるだろう．しかし，昨今の劇映画やテレビドラマが，ストーリーの運びに表現の主軸を置く傾向を強めている状況に対して，我々が何ら疑問を抱かなくなることを危惧する必要があるとすれば，本研究は認知科学的な観点から，それに警鐘を鳴らす役割を担うものであった．

映像作品の表現は，どうあるべきなのか．本研究で得られた知見を踏まえて，今後も，物語，映像，芸術，エンタテイメント，そして人間の認知といった複合的な観点から，実質科学的に検証を続けていく必要がある．

参考文献

蓮實重彦・山田宏一・山根貞男・上野昂志（1986）. 映画はひとを成熟させない．上野昂志 編.『鈴木清順全映画』. 東京：図書印刷.

金井明人（2005）. ストーリーと切断技法の映像認知における役割.『メディアコミュニケーション　その構造と機能』. 石坂悦男・田中優子 編. 69–90, 東京：法政大学出版局.

金井明人・小玉愛実（2010）. 映像編集のデザイン－ストーリーと切断をめぐって.『認知科学』, **17**(3), 444-458.

カント（1992）.『判断力批判 上・下』. 篠田英雄訳. 東京：岩波書店.

仲島陽一（1999）.「共感」と「感情移入」の概念.『フィロソフィア』, **87**, 99-112.

NHK（2011）.『岡本太郎生誕 100 年企画 TARO の塔』. http://www.nhk.or.jp/dodra/taro/

小川有希子（2011）. テレビドラマの享楽をめぐる認知と感情のメカニズム －登場人物に対する共感が生み出すパラドクスな享楽の検証と考察.『認知科学』, **18**(1), 79-99.

西洋思想大事典 1（1990）. W. タタルキェヴィチ著.『形式（美術史における）』. フィリップ・P. ウィーナー 編. 東京：平凡社.

上野昂志（1986）. 振り出しに戻る監督. 上野昂志編.『鈴木清順全映画』. 東京：図書印刷.

実践共同体と職場組織の相互作用についての研究 ―「学習療法」普及の事例をてがかりに―

Interaction between Communities of Practice and Work Organizations: A Case Study on "Learning Therapy"

松本 雄一†
Yuichi Matsumoto

†関西学院大学　商学部
School of Business Administration, Kwansei Gakuin University
matsuyu@kwansei.ac.jp

Abstract

This article discusses the interaction between communities of practice and work organizations. Wenger et al. (2002) suggested a "double-knit organization" for the enhancement of learning and knowledge creation at workplaces and claimed the importance of interaction between communities of practice and organizations. We focus on the role of organizations that are active in these communities' learning activities. We conducted research in nursing homes using case studies of staff's learning behavior concerning "learning therapy." They conduct their own communities of practice to learn skills and understand learning therapy. We also found that the staff of these nursing homes acquired more nursing skills, while comprehensively understanding learning therapy. Finally, we discuss the factors that improve learning in the interaction between communities of practice and work organizations.

Keywords — communities of practice, learning therapy

1. はじめに

本発表では，実践共同体(communities of practice)の学習活動と仕事の現場組織との相互作用について，介護施設における「学習療法(learning therapy)」導入の事例をもとに考察する．実践共同体による学習活動については，Wenger, McDermott and Snyder (2002)や Brown and Duguid (1991)をはじめとする研究によって，その学習効果については指摘されているが，それ以外の副次的な波及効果についての研究は少ない．しかし Lave and Wenger (1991)から指摘されているように成員のアイデンティティの構築に影響を与えるなど，学習以外の副次的効果もあると考えられる．本発表では実践共同体の活動が，公式組織およびその成員にどのような影響を与えるのか，逆に公式組織の実践が実践共同体にどのような影響を与えるのか．そのメカニズムを実践共同体の特性をふまえながら明らかにしていく．

2. 実践共同体概念とその特性

Wenger et al. (2002) は実践共同体について，「あるテーマにかんする関心や問題，熱意などを共有し，その分野の知識や技能を，持続的な相互交流を通じて深めていく人々の集団」と定義している．しかし松本(印刷中)も考察しているように，実践共同体の概念は，その端緒となる Lave and Wenger (1991)の研究，経営学分野における先駆けとなった Brown and Duguid (1991)の研究，および実践共同体を知識創造(knowledge creation)の主体ととらえ，その形成と運用について考察した Wenger et al. (2002)の研究の間には，その概念の内容に差異がある．たとえば Wenger et al. (2002)では実践共同体を組織内に「育成する」，つくることを主眼に置いているが，他の研究では実践共同体は社会に埋め込まれている(Lave and Wenger, 1991)，あるいは既存の組織に実践共同体を「見いだす」，実践共同体と「見なす」(Brown and Duguid, 1991)立場をとっている．またその主たる目的も知識・技能の生成・伝承(Lave and Wenger, 1991)，実践の立場から仕事・学習をとらえなおし，イノベーションにつなげること(Brown and Duguid, 1991)，および知識創造・保持・共有(Wenger et al., 2002)と異なっている．この概念的差異が，組織論分野および学際的領域

における実践共同体研究の障害になっている(松本，印刷中).

しかしこれらの研究に一貫しているのは,「実践共同体での実践に基づいた視点と知識」という点である．Lave and Wenger (1991)はその研究の出発点として，知識や学習の相互構築性，実践および交渉による意味生成，社会文化的実践を通じた参加による学習活動といった社会構成主義的な考え方に基づき，一般知識の伝達が主目的の学校教育とは異なる，状況の中での特殊事例に基づく意味交渉を基本とした状況的学習(そしてその結果として抽象的原理を獲得する)の考え方を主張する．そしてそれらを包括的にとらえる学習の枠組みとして正統的周辺参加(legitimate peripheral participation)の考え方を提唱している．

Brown and Duguid (1991)は実践共同体の概念を，仕事(Working)と学習(learning)，そしてイノベーション(innovation)の相互関連性・相互補完性を高める触媒的な存在として位置づけている．三者は本来密接に関係していなくてはならないにも関わらず，相互にコンフリクトが起きているとし，その要因を現場の教訓や知識と実践との間の乖離に求める．実際の現場の仕事のやり方を過度に抽象化した「抽象的知識(abstract knowledge)」では細部は捨象されているにもかかわらず，その獲得が重視され，現場での実践は軽視されていると論じ，実践を仕事の理解の中心に置くことで，それらは正しく理解される．そして実践共同体での実践に基づいた理解が，組織や環境に対する新しい見方を生み出し，イノベーションのきっかけになるとしている．

そして Wenger et al. (2002)は, 実践共同体が公式組織とは一定の距離を置いた学習のための共同体として知識創造を行うものとしている．その知識を公式組織に適用し，その経験を実践共同体に持ち帰って議論するという学習のループが重要であり，実践共同体と公式組織が織り合わされた二重編み組織(double-knit organization)を構築する必要性を指摘する．そしてビジネスの状況に応じて配置転換を繰り返す公式組織に対して，それに左右されない実践共同体は「アイデンティティの拠り所(home for identities)」になりうるとしている．

このようにいずれの研究も，現場や実践共同体での実践に基づいた理解や知識が鍵になっていることがわかる．それは現場で重要視されている知識，Brown and Duguid (1991)の言葉でいう「規範的知識(canonical knowledge)」との間に差異を生じる．その差異が学習の促進のみならず，さまざまな波及効果を生み出す原動力になると考えられるのである．

そして実践共同体と公式組織は互いに影響を与え合う，相互作用をもたらす関係である．Brown and Duguid(1991)では現場の作業者がマニュアル等に代表される抽象的で規範的な知識と，現場の実践に基づく即興的で非規範的な知識(non-canonical knowledge)のギャップを埋めながら仕事をし，また学習をするという両者の相互構成的な関係が記述されているし，Wenger et al.(2002)の二重編み組織の考え方は，実践共同体と公式組織の両方に所属する多重成員性が学習のループを生み出し，両者の相互作用が知識の動態的な創造を可能にするとしている．では学習以外の側面でどのように両者は影響を与え合っているのであろうか．以下ではこのような問題意識に基づいて事例研究を行うこととする．

3. 方法

3.1 調査対象

本発表では実践共同体と現場組織の相互作用について明らかにするため，定性的方法により収集したデータに基づく事例研究を行った．事例研究は Yin(1994)の方法に基づく単一事例研究である．本発表では「学習療法」に取り組む介護施設を調査対象にし，介護施設へのインタビュー調査，その普及を推進する「くもん学習療法センター(以下，学習療法センター)」に対してのインタビュー調査，および学習療法についての事例報告イベントの観察調査から得られたデータをもとに，事例を構築

している．調査対象の選定理由は事例研究において Yin(1994)の示す単独事例の 3 つの条件にいずれも合致すること，および介護施設では学習療法を施設に導入するため，その技能を理解・向上させるための実践共同体を形成していたからである．その実践共同体は Wenger et al. (2002)の実践共同体の定義に合致しており，調査対象として適当であると考えた．

3.2 インタビュー調査

インタビュー調査は 2 段階に分けて実施された．介護施設へのインタビューに先だって，まず学習療法センターに対し，学習療法の誕生の経緯，普及の歴史的経緯，学習療法センターの役割，および介護施設の現状について，3 名の職員にインタビューを 2 時間弱実施した．そのデータをもとにインタビュー・ガイドラインを修正した上で，介護施設へのインタビューを実施した．

介護施設へのインタビュー調査は，3 つの介護施設(特別養護老人ホーム 1 件, 介護老人福祉施設 2 件)に所属する，計 18 名の職員に対して実施された．年齢は 20 代から 60 代，役職も管理職から現場の介護職員に至るまで様々である．インタビュー時間は 1 時間から 2 時間である．

インタビューは調査者と被調査者の対面形式でおこなわれた．インタビュー方法は事前のガイドラインに従いながら質問し，具体的なポイントについては深く追求する半構造化インタビュー(May, 2001)である．インタビューデータは IC レコーダーによって録音し，後日筆者によって文書化された．

3.3 観察調査

学習療法に取り組む介護施設によって組織される団体「学習療法研究会」は，年 1 回，介護施設の事例発表の全国大会「学習療法シンポジウム」を開催している．今回データ収集のため，「学習療法シンポジウム in 神戸」(2012 年 1 月 22 日，於神戸国際展示場)，および「学習療法シンポジウム in 横浜」(2012 年 5 月 20 日, 於パシフィコ横浜)，および愛媛県で開催された「第 5 回愛媛学習療法・脳の健康教室研究会」(2012 年 2 月 17 日，於八幡浜市民スポーツセンター)において観察調査を実施し，他施設の現状についてデータ収集を行った．

これらの調査方法により収集したデータをもとに，事例を構成している．

4. 事例 : 介護施設における学習療法導入による組織活性化

学習療法(Learning Therapy)は，「音読と計算を中心とする教材を用いた学習を，学習者と支援者が，コミュニケーションを取りながらおこなうことにより，学習者の認知機能やコミュニケーション機能，身辺自立機能などの前頭前野機能の維持改善を図る」非薬物療法である(川島ほか, 2007)．医学的効果が立証されるに伴い(Kawashima et al., 2004; 2005; Uchida and Kawashima, 2008)，介護施設においても導入の取り組みが進み，各施設でその成果がみられるようになってきている．

今回の調査対象施設を含む，学習療法を導入した多くの施設では，その理解と実践のために実践共同体を形成し，技能向上に寄与していた．そして実践共同体活動の推進に伴い，学習療法以外の介護技能の向上や，他の介護施設と交流，組織全体の活性化という，副次的な波及効果を生んでいる施設が多く出てきている．以下その内容について説明する．

4.1 学習療法導入と実践共同体

学習療法の介護施設への導入は簡単ではない．その一番の理由は，介護職員が日々の介護業務に忙殺されており，時間を割くのが困難であることである．時間的余裕が少ないことが，日々のルーティン業務の態勢を崩したくないという抵抗感につながる．もう 1 つは学習療法自体が生まれて日が浅く，その効果を説明されても受け入れづらいということもある．

そのような状況で導入に成功した施設は，まず

トップの強い意思があり，その方針を施設全体で共有しているという特徴がある．調査した施設いずれも，定期的に方針を確認する機会を設けており，学習療法を実施しない職員への理解も求めるという役割も果たす．

それに加えて現場のスタッフが，学習療法の理解と技能向上のために，実践共同体を形成し，その活動の活性化が導入の成功に大きな影響を及ぼしていた．実践共同体は多くの施設で月に一度，学習療法の実践の様子を報告・共有するという「月次検討会」の形で形成されている．その中で導入に積極的な職員が中心となって，実施報告のほかに，学習療法センターのスタッフによる講習会を開いたり，職員の実施状況を映像に記録し，それを全員でみてスキルを評価したりするという活動を行う．最初は運営に苦労することもあるが，意見が出なくて困るということはあまりないという．

この実践共同体には多様な立場の職員が集まる．介護施設では施設利用者の状態によってフロアが分けられ，それに応じて職員が配置されていたり，1つの社会福祉法人が複数の形態の施設(特別養護老人ホーム，介護老人保健施設，デイサービスなど)を運営したりしているため，それらの人々が1つの話題で議論する機会は多くはない．加えて施設利用者の介護度によって介護業務(たとえば入浴作業など)にも大きな違いが出てくるため，議論することも簡単ではないという．しかし学習療法は介護度にかかわらず基本的にやり方が同じなので，多様な立場の職員が意見を出し合うことができる．この経験は職員にとっては「新鮮」に感じられるという．Wenger et al. (2002) では実践共同体はローカルに孤立した専門家を結びつける価値をもつとされているが，学習療法を理解する活動がそれを果たしているといえる．この組織横断的なつながりによって，施設全体での学習療法の導入に向けた現場での工夫が促進される．

そして導入当初はその効果に懐疑的だった職員も，実践共同体での活動や利用者の変化によって，学習療法の実践に前向きになっていく．ただ学習療法は必ず効果が発揮されるという性質のものではない上，職員も変化に気づけなかったり，逆に成果，すなわち認知機能を測定する前頭葉機能検査(FAB)や認知機能検査(MMSE)という検査の数値の変化を追求しすぎたりすることもあるという．うまくいかない施設ではそれで職員の学習療法理解に対するモティベーションが保てなくなるが，今回調査した施設ではそのような現場の実態がフィードバックされても，実践共同体の議論の中で，小さな変化を指摘したり，長期的な視点で取り組むよう指導したりすることで，モティベーションを維持していくという．たんに実践共同体の知識を現場に適用していくだけではなく，その経験を実践共同体のさらなる学習活動につなげるという，学習のループ(Wenger et al., 2002)が構築されているといえる．

4.2 職員の学習療法の技能の熟達

職員は実践共同体で学習療法の技能を向上させていくが，やがて学習療法の本来の目的である脳機能の活性化に加えて，利用者とのコミュニケーションを重視した実施の重要性を，現場での実践によって理解していく．学習療法センターが制作する学習療法の教材は，利用者の昔の記憶を引き出し，職員とのコミュニケーションを促進する工夫がなされている．介護職員と利用者との間には世代間格差が存在し，会話が難しいという問題を抱えていることが多いが，教材のトピックをきっかけにすることができる．利用者自身の情報を引き出し，深く理解するとともに，信頼を得ることにつながるのである．そして利用者の情報は実践共同体で共有され，ある職員が用いた話題を他の職員が用いて会話をすることもあるという．

そこから学習療法の実施が利用者にとってやりやすい「環境作り」にも目が向けられる．学習療法はともすれば先生と生徒の立場になりやすいというが，利用者に対する敬意に基づく対等な立場での実施が求められる．職員同士の相互観察によって，利用者とのコミュニケーションが活発になる状況を作り出せるようになることが，熟達の大きなポイントであるという．

このように現場での経験がフィードバックされると，実践共同体での活動はより活発になる．そしてその意味も学習療法への理解から，情報共有，そしてよりよい介護の実践へと拡張していくのである．

4.3 職員の介護技能の熟達と組織活性化

今回の事例で最も特徴的な発見事実は，学習療法の実践が，それ以外の介護技能の向上，および組織の活性化に資しているという点である．学習療法の導入に苦戦している施設では，本来の目的である認知機能の維持改善のみを成果ととらえているところが多い．しかし調査した施設はこのような副次的な効果をも成果ととらえていた．

4.3.1 観察力，気づき力の向上

学習療法の実施においては，利用者の小さな変化も見落とさないようにすることが重要であるが，それ以前に，1 人の利用者に集中して向き合う機会は，多忙な現場の中では貴重な時間であるということがある．学習療法により職員には，より利用者個人にフォーカスした視点が得られる．それは素早い対応や日常会話につながる．観察力の向上が形になって表れるのが日報である．以前は短い記述や，職員目線での記述が多かった日報が，学習療法の実施によって，利用者目線での記述が増えるという．これは Brown and Duguid(1991) の提唱する，実践に基づいた視点が職員に得られている証左である．

4.3.2 コミュニケーションの活性化

先述の通り学習療法はコミュニケーションを重視した実施が重要であるが，それは学習療法以外の日常のコミュニケーションにもよい効果をもたらす．特に熟達の浅い職員が「会話ができはじめた」とその効果を口にしていた．学習療法時に得た情報を用いて会話するほか，観察力の向上で会話のきっかけを探せるようになる．特に重要なのが「ほめる」行為である．学習療法時には作業達成時にほめる言葉をかけることが重要であるが，そのことが日常の場面でも利用者にほめる言葉をかけやすくなるという．それは利用者に自己効力感をもたらし，それまで後ろ向きだった他の活動にも取り組む姿勢を見せることがあるという．

4.3.3 協働技能の向上と組織活性化

先述の通り，学習療法を介護施設で実施するには，多忙な時間の一部を学習療法の時間に割かなくてはならない．そのためには現場での工夫が必要である．しかし逆にそのことが現場での効率化への動きにつながったり，職員同士の互恵的な行為を促進したりする．業務プロセスの見直しにより入浴業務を効率化し移動の時間を減らしたり，学習療法に取り組む職員の仕事を他の職員が請け負ったりといった活動を現場が自主的に提案・実行することで，学習療法の時間を確保するという．

また職員同士のコミュニケーションも円滑になる．コミュニケーションの苦手な職員が声を掛け合うようになったり，職員同士の仕事ぶりを評価するようになったりといった組織活性化を示す事象は，学習療法の実践がきっかけで起きるという．

4.3.4 介護理念の追求

このように介護技能の熟達がみられた結果，職員の中には介護の理念を追求するという行動につながった者もいた．「やさしさをもった介護」「思いやりのある介護」といった抽象的な理念が掲げられていることが多いが，その意味を追求する機会は限られている．しかし学習療法を通じて利用者と向き合うことで，「やさしさ」「思いやり」といった言葉の意味を，学習療法の活動を通して考えることが増えたという．それは利用者に深く関わる時間をもてることと，その活動を実践共同体で共有し議論できることが大きいという．実践共同体のもたらす「実践を通じた視点」がそのきっかけを与えているといえよう．

4.4 施設間交流の促進

学習療法が導入されるまで，施設ごとに研修参加などについては大変活発である反面，とりわけ

地域や近隣の施設同士の交流や学びあいは行われてこなかった．それは介護施設の業態の違いや多様な職種に起因するものである．しかし先述の通り学習療法は基本的にそのような違いに左右されることは少ない．加えて学習療法は施設間で学び合うことで，その技能を業界内に広めてきた．それは多くの学習と交流の機会を生み，やがて施設間にまたがる実践共同体を形成するに至っている．

4.4.1 施設間での学びあい

草創期に学習療法を導入した施設では，先行事例が少なかったため，学習療法の「発祥の地」である介護施設を見学することで，技能を学び，また導入の「カンフル剤」にしてきた．職員は見学に行けることをモティベーションの源泉にし，刺激を受けて帰ってくる．帰路のバスの中で議論をすることも多いという．しかし学習療法を見学にいくものの，実際には見学するところは学習療法だけにとどまらず，多くの場合，介護業務全般に対して学んで帰ることになる．見学先との会話でも学習療法のことよりも，施設の優れた点の要因について質問することが多いという．他方で自分たちの施設が見学されることもあり，それは施設全体にとっていい刺激になるのである．

施設間交流は職員のアイデンティティの構築にもよい影響を与える．見学を重ねていくにしたがって，当初は相手のよいところを見つけていた職員が，次第に自分たちの施設のよいところに気づいていくという．「勝った負けた」を議論しながら，自分たちの仕事のよいところを比較によって見つけ出し，自信にしていくという．

また施設見学の際，職員には施設が全員名刺を作って持たせている．多くの職員は名刺交換をするのはそのときが初めてである．それは職員に自立心と自覚をもたらし，仕事ぶりも大きく変わるという．

4.4.2 若手による学習プロジェクト

調査した地域では，学習療法に熟達した若手の職員が施設をこえて集まり，さらに学習療法を深く理解するプロジェクト活動を実施していた．若手職員が自発的に，実施の困難な利用者の事例を持ち寄って議論したり，地域研究会の予定を立案したりするという．大きな研究会の運営を任せられることで，職員は施設のリーダーとして大きく成長する．その成長に同期入所の職員が刺激を受けて競い合うという，好循環の状況が形成されていた．

4.4.3 施設参加型の実践共同体

調査した施設の地域では，県全体の介護施設を対象にした研究会が実施されている．学習療法実施の事例を報告したり，地域を巻き込んで学習療法への理解を深めるシンポジウムを開催したりする．それ自体もよい学習の場になっているが，それに加えて研究会が重視しているのは施設間の職員同士の交流である．懇親会では施設や業態の垣根を越え，施設運営や介護技能，個人的な悩みに至るまで，多様な話題で交流が図られる．そこから新しい見学活動が起こったり，職員同士の交流イベントが企画されたりしている．また他県からの参加もあり，研究会が他県でも形成されたりする．松本(2011)で指摘したように，研究会が施設間交流を促進する大きな実践共同体となり，重層的構造を作り出すことで，より多くの交流が促進されているのである．

5. 考察

前節まで，学習療法導入についての事例を紹介した．本節ではそれをもとに考察を加える．

5.1 実践共同体のもたらす組織活性化の影響

本発表での介護施設における学習療法導入の事例は，実践共同体のもたらす「実践に基づいた視点と知識」が，組織活性化に寄与することを明らかにしている．しかしそれだけでは組織を活性化するには十分とはいえない．現に介護施設の職員は日々介護現場での実践を通じた，視点と知識を獲得しているはずだからである．

1 つは実践共同体における実践が，その視点や

知識を駆動させることが考えられる．Wenger et al. (2002) における二重編み組織においては，公式組織と実践共同体が学習のループを生み出すとしているが，それは今回の事例にあてはめれば，実践共同体でもたらされる視点や知識を，公式組織における学習療法活動に適用し，経験や知識を得る．そしてそれを実践共同体に持ち帰り共有・議論することで，同時にその視点や知識が「正当化」されると考えられる．Lave and Wenger (1991)の主張するように，実践共同体における学習や知識が関係的なものであるなら，それへの参加を深めることは，そこで得られた視点や知識を交渉的に正当化するプロセスを含んでいるといえよう．

もう 1 つは実践共同体での活動は裏を返せば，公式組織およびそこでの実践から「距離をとる」ことである(松本，2012)．それは経験と内省の経験学習サイクル(金井・楠見，2012)を駆動させることにつながる．日々の業務に忙殺される職員にとって，そこから距離をとる形になる学習療法の時間は，内省に適した機会を与えられる．職員は学習療法の実践によって，通常の介護業務でも観察力が身についたといっているが，それは実践共同体のもたらす「距離をとる」ことが，内省を促進した結果であるといえよう．

5.2 公式組織の経験の実践共同体へのフィードバックの影響

実践共同体での実践が仕事の現場へ及ぼす影響に加え，現場での経験が実践共同体に及ぼす影響も確認できた．今回の事例で介護施設の職員は，実践共同体で学んだ学習療法の実践が，波及的に介護技能の熟達や，組織の活性化につながることを実感した．そしてそれは実践共同体の活動のあり方を拡張することにつながった．すなわち実践共同体はたんなる学習療法の学びの場だけではなく，利用者の情報共有や，介護業務のあり方をも議論する場へと拡張しているのである．それは学習療法に対する職員の熟達がもたらしたものであるが，職員がもともとこのような実践共同体の「領域」の拡張を意図していたわけではない．現場での経験がフィードバックされることにより，実践共同体の活動に副次的な波及効果があるという，「実践に基づく視点」がもたらされた結果なのである．

このことは実践共同体にもたらす公式組織の影響について示唆を与えるものである．つまり実践共同体の実践によって培われた「実践に基づく視点」は公式組織に影響を与えるだけではない．それによる現場の変化は逆に実践共同体の学習・活動・領域・意味のありようも変化させていくのである．今回の事例は実践共同体で得られた知識を適用するという公式組織の「実験台」的な位置づけではない，より相互構成的な実践共同体のあり方を示しているといえる．このことは公式組織と実践共同体は，学習のループという循環関係を構築することによって，対立する構図から逃れることができるという，実践的な示唆につながっているのである．

5.3 実践共同体の活動による「学習のカリキュラム」の活性化

今回の事例で介護施設の職員は，学習療法に取り組むことで，通常の介護業務への熟達を深めることができた．これは実践共同体のもたらす視点が「学習のカリキュラム」を活性化させた結果であるといえる．

Lave and Wenger(1991)においては，実践共同体に参加する学習者は，2 つのカリキュラムに直面するとする．1 つは実践共同体からみた学習者に学んでほしい事柄によって構築される「教育のカリキュラム」であり，もう 1 つは学習者から見た自分が学びたい事柄によって構築される「学習のカリキュラム」である．そして実践共同体における学習はこの 2 つのカリキュラムがすりあわされて導かれるとしている．

今回の事例を考えると，学習療法の実践によって顕在化した「学習のカリキュラム」が，介護技能の向上という「教育のカリキュラム」をも収斂していったと考えることができる．実際職員は他

施設への見学時にも，学習療法だけでなく，そこから介護業務全般への質問と理解を深めていた．学習療法の実践を通じて，学習のカリキュラムが介護技能の熟達へと職員を駆り立てている結果であると考えられるからである．そしてこのことは前項で示した，公式組織の経験と無縁ではない．そのフィードバックの影響が実践共同体のもたらす視点とあわさって，学習の方向性を示しているのである．

5.4 重層的実践共同体におけるアイデンティティの構築

Lave and Wenger(1991)においては実践共同体へ参加を深めることで，技能の獲得と成員のアイデンティティの構築が同時に進むとされている．今回の事例でも実践共同体において学びを進めていくことを通じ，職員は学習療法の実践者としての自覚を深めていった．それが施設内での介護職員としてのアイデンティティに影響を与えることは想像に難くない．

今回の事例に特徴的なのは，他施設との交流や施設横断型研究会への参加によって，それがさらに促進される点である．Wenger (1998)における複数の実践共同体の参加に加え，松本(2011)が指摘した実践共同体の重層的構造への参加は，さらに自身の公式組織(自施設)に対する，そして自己に対する多様な視点をもたらす．自施設を代表する立場でさまざまな実践に携わることが，アイデンティティの構築に寄与するのである．

5.5 「触媒的実践」をもたらす実践共同体

今回の事例で印象的であった事象は，特に学習療法に熟達した職員がよく発した「介護全般のことの方が学習療法より気になってくる」という言葉である．それは学習療法の熟達を示す言葉であるとともに，実践共同体における実践が，学習者をより高いステージへの学習に導いた証左でもある．松本(2010)では陶磁器作家が細かな作陶技能の獲得から，やがて産地の未来を考えた行動に駆り立てられているし，松本(2011)では生徒の指導方法と教材の使用を日々検討しながらも，地域全体の教室が交流するというより大きな実践共同体の形成に尽力するようになる．今回の事例でも施設のある地域全体での学習療法研究会が発足し，それが回を重ねるに従い，他地域での学びあいの促進や，学習療法のさらなる普及に向けた運動を起こす原動力になってきている．熟達者にとっては後進の指導にあたりながらも，実践共同体の活動がさらなる学習や実践につながる，いわば触媒的な役割を果たしているといえる．

Wenger et al. (2002)において，維持向上段階の実践共同体のトレードオフとして，領域を維持し質を高めるか，新しい領域を広げて活動の拡大を図るか，というものをあげている．それはトレードオフゆえのジレンマを抱えているが，実践共同体の重層的構造はそれを両立させる一案である．熟達者はその重層的構造を行き来することにより，Lave and Wenger (1991)のいうように古参者として下位の実践共同体で後進の指導にあたりながらも，上位の実践共同体で新たな実践に携わることができるのである．

6. おわりに

本発表では実践共同体が組織活性化に及ぼす影響について，介護施設における学習療法普及の事例をもとに考察してきた．実践共同体のもたらす「実践に基づいた視点」が職員の学習を活性化し，そのフィードバックは実践共同体のあり方に影響を与えるという相互作用がみられた．実践共同体の活動によって職員自身の「学習のカリキュラム」に基づいて職員がさらなる学習へと導かれ，介護技能全般の技能が向上するという事例は，実践共同体による学習のあり方について示唆に富んでいるものであった．より高度な学習は，実践共同体の重層的構造によって促進される可能性も含め，研究を進めていく必要があるであろう．

参考文献

[1] Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated cognition: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press. (佐伯胖訳 [1993].『状況に埋め込まれた認知：正統的周辺参加』. 東京：産業図書.)

[2] Brown, J. S. and Duguid, P. (1991). Organizational learning and communities-of-practice: Toward a unified view of working, learning, and innovation. *Organization Science*, Vol.2, No.1, pp.40-57.

[3] Wenger, E., McDermott, R. & Snyder, W.M. (2002). C*ultivating communities of practice*, Boston, MA: Harvard Business School Press. (野村恭彦監修, 櫻井祐子訳 [2002].『コミュニティ・オブ・プラクティスーナレッジ社会の新たな知識形態の実践』. 東京：翔泳社.)

[4] 松本雄一(印刷中). 実践共同体概念の考察－3 つのモデルの差異と統合の可能性について－. 関西学院大学商学研究会『商学論究』. Vol.60, No.1-2.

[5] Yin, R. K. (1994). *Case study research 2nd ed.* Thous & Oaks, CA：Sage Publications. (近藤公彦訳 [1996].『ケース・スタディの方法 第 2 版』. 東京：千倉書房.)

[6] May, T. (2001). *Social research 3rd ed.* Buckingham: Open University Press. (中野正大監訳 [2005]. 『社会調査の考え方－論点と方法』. 東京：世界思想社.

[7] 川島隆太(監修)・くもん学習療法センター・山崎律美(2007).『学習療法の秘密 認知症に挑む』. 東京：くもん出版.

[8] Kawashima, R., Okita, K., Yamazaki, R., Tajima, N., Yoshida, H., Taira, M., Iwata, K., Sasaki, T., Maeyama, K., Usui, N. and Sugimoto, K. (2005). Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. *Journals of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 60A, pp. 380-384.

[9] Kawashima, R., Taira, M., Okita, K., Inoue, K., Tajima, N., Yoshida, H., Sasaki, T., Sugiura, M, Watanabe, J. and Fukuda, H. (2004). A functional MRI study of simple arithmetic: a comparison between children and adults. *Cognitive Brain Research*. Vol.18, pp.225-238.

[10] Uchida, S. and Kawashima, R. (2008). Reading and solving arithmetic problems improve cognitive functions of normal aged people -A randomized controlled study. *Age*, Vol.30, pp. 21-29.

[11] 松本雄一(2011). 教育事業会社における実践共同体の形成と相互作用. 日本認知科学会第 28 回大会発表論文集.

[12] 松本雄一(2012). 二重編み組織についての考察. 関西学院大学『商学論究』. Vol.59, No.4, pp.73-100.

[13] 松本雄一(2010). 陶磁器産地における実践共同体の形成と技能の学習. 日本認知科学会第 27 回大会発表論文集.

[14] 松本雄一(2003).『組織と技能』. 東京：白桃書房.

コード進行の逸脱がジャズの即興演奏に及ぼす影響
Influence of deviation by the chord progression in jazz improvisation

佐藤 渉[†], 田中 吉史[‡]
Wataru Sato, Yoshihumi Tanaka

[†]金沢工業大学大学院工学研究科, [‡]金沢工業大学情報フロンティア学部
Kanazawa Institute of Technology
taruniafurika@yahoo.co.jp [‡]tanakay@neptune.kanazawa-it.ac.jp

Abstract
We examined the influence of deviation in chord progression to jazz improvisation. In the experiment, six saxophone players were asked to play a standard number, “Autumn Leaves”, listening to prerecorded chord progression. The second half of each performance was improvisation following to the chord progression. There were two conditions of chord progressions; usual chord progression and deviated chord progression. The results suggest that the creation of new patterns related to whether the player notices new aspect of his own performance during the improvisation.

Keywords — Chord progression, deviation, jazz, improvisation,

1. 背景・目的

即興とは動きや形、演奏を瞬発的に作り上げていくことであり、芸術活動等の創造活動で多く行われている。

清水・岡田(2011)は、ストリートダンスにおける即興的創造過程について調べた。その結果、即興を行う際に練習経験のある慣れた一定のパターンの踊りを中心的に行うこと、「体制の崩れ」というエラー（逸脱）を新しいパターンを生み出すために利用することが示唆された。また、美術の領域における研究としてYokochi & Okada(2005)が山水画家による即興的な描画過程について調べている。この研究から、一般の人が自由に描いた線（逸脱）に対し、山水画家が線を付け足すことによって新しい形式の絵が生まれることが分かっている。これらの先行研究から、即興的な創造活動では、逸脱が大きな役割を担っていると考えられる。

本研究では、ジャズにおける即興演奏をとりあげる。ジャズは19世紀後半から20世紀初頭にかけて生まれた音楽であり、演奏の一部に各楽曲のコード進行に従って即興演奏する個所が含まれる。ジャズの即興演奏においても逸脱の効果は見られるのであろうか。この研究では、ジャズのサックス奏者の即興演奏において、演奏中の楽曲のコード進行が予想外に変化してしまうこと（コード進行の逸脱）が即興の新しいパターンを生み出すために利用されるのか調べることを目的とする。

実験では、ジャズのサックス奏者を被験者として、即興演奏時の演奏楽曲のコード進行が、通常の楽曲通りの「統制条件」と、通常の楽曲から逸脱した「逸脱条件」を聴きながら演奏してもらう。そして、演奏者本人による新奇性評定と自由記述の2つの側面から分析を行なう。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、サックスでのジャズ演奏の経験がある20代の男性6人であった。被験者のサックスの経験歴は、9年間、6年間が各1人、4年間、3年間が各2人であった。

2.2 実験機材

サックス（被験者によってアルトサックス、テナーサックスで異なる）、録音機材（OLYMPUS DM4）、スピーカー（GENELEC-1038B）、イヤースピーカー用専用ドライバーユニット（SRM-006tA）、筆記用具、評価用紙を使用した。

2.3 演奏楽曲

演奏楽曲として、被験者全員が吹き慣れている曲であるジャズのスタンダードナンバーの

「Autumn Leaves」を用いた。この曲は全 64 小節から構成されており、前半の 32 小節は楽譜通りの演奏を、後半の 32 小節は即興演奏を行った。実験条件は統制条件、逸脱条件の 2 条件であり、統制条件は、即興演奏部分（後半 32 小節）のコードが「Autumn Leaves」のコード進行とは同じであるが、逸脱条件は異なるコード進行であった。逸脱条件の即興演奏部分のコード進行として、「Autumn Leaves」のコード進行と、「Autumn Leaves」のコード進行とは全く異なるジャズスタンダードナンバーの「Fly me to the moon」のコード進行を、4 小節ずつ交互に設定した。図 1、2 に、統制条件、逸脱条件それぞれのコード進行を示す。被験者は、スピーカーから流れるリズムセクションの録音に合わせてサックスで演奏した。予め録音されたリズムセクションはドラム、ピアノ、ベースの音で構成され、Cubase6 を用いて作成された。

Cm7	F7	B♭M7	E♭M7
Am7♭5	D7	Gm7	Gm7
Cm7	F7	B♭M7	E♭M7
Am7♭5	D7	Gm7	Gm7
Am7♭5	D7	Gm7	Gm7
Cm7	F7	B♭M7	E♭M7
Am7♭5	D7	Gm7	Fm7
Am7	D7	Gm7	Gm7

図 1　統制条件のコード進行

Cm7	F7	B♭M7	E♭M7
FM7	Bm7♭5	E7	Am7
Cm7	F7	B♭M7	E♭M7
Dm7	G7	CM7	Bm7♭5
Am7♭5	D7	Gm7	Gm7
FM7	Bm7♭5	E7	Am7
Am7♭5	D7	Gm7	Fm7
Dm7	G7	CM7	Bm7♭5

図 2　逸脱条件のコード進行

2.4 手続き

実験は、防音室で行った。被験者のウォーミングアップ後に、始めに統制条件のリズムセクションの録音をスピーカーから流し、被験者には録音に合わせてサックスで演奏してもらった。同時に演奏を録音した。演奏後、被験者自身の演奏の録音を、8 小節ごとに聞いて評価をしてもらった（以下、即興演奏時の 8 小節ごとの区切りをそれぞれ順に a、b、c、d と示す）。演奏の楽譜通りの区間（32 小節）は、洗練度（普段練習している即興と比べ、1.全くよくない～7.とてもよい）、楽しさ（1. 楽しい演奏ができなかった～7. とても楽しい演奏ができた）を 7 件法で評価してもらい、即興演奏の区間（32 小節）は新奇性（1. 普段からよく行う奏法～7. 全く行ったことがない奏法）、芸術性（1. 芸術性がない～7. 芸術性がある）、洗練度、快感度を評価してもらった。また、8 小節ごとに、「聞いてどう感じたか」等の自由記述を評価と同時に行った。休憩後、逸脱条件のリズムセクションの録音に合わせて演奏してもらい、統制条件同様に評価をしてもらった。

3. 結果と考察

今回の研究では、特に注目される結果となった「新奇性評定」と「自由記述」の 2 つの側面から分析を行なった。

3.1 新奇性評定

即興演奏時の新奇性の平均評価点（32 小節分）は、統制条件は 2.79、逸脱条件では 2.86 であった。次に、8 小節ごとの時間経過（a-d）で分けた平均評価点を求めた。図 3 に即興演奏時の新奇性の平均結果を示す。

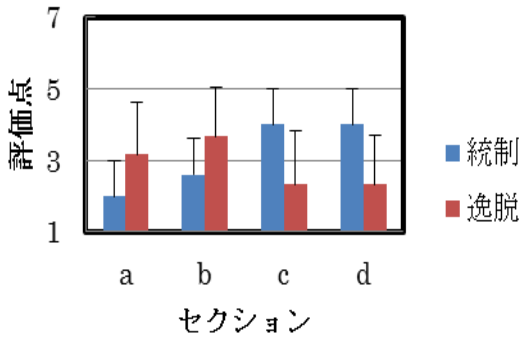


図 3　即興演奏時の新奇性の平均結果

図 1 の結果から、新奇性は、統制条件では即興演奏の前半（a-b 区間）よりも後半（c-d 区間）で高くなったのに対し、逸脱条件では即興演奏の後半よりも前半で高くなった。2 要因の分散分析の結果、条件とセクションのそれぞれの主効果に有意な差は見られなかった($F(1,5)=0.08$, $F(3,15)=0.51$, *ns*)。条件とセクション間の交互作用は有意であり($F(3,15)=10.41$, $p<.05$)、多重比較の結果、セクション b の条件間のみ有意な差が見られた($F(1,5)=38.57$, $p<.05$)。

主効果で有意な差は見られなかったが、統制条件では即興演奏の後半、逸脱条件では即興演奏の前半で、新しいパターンを生み出す傾向にあり、逸脱は新しいパターンを生み出すために部分的（セクションごと）に利用されることが示唆された。セクション b の条件間のみ有意な差が見られたことに関しては、今後検討が必要である。

3. 2 自由記述

即興演奏時に被験者が音楽的側面のどの個所に注目しているか調べるために、自由記述に含まれる「フレーズ」「音」「コード」「盛り上げ（強弱）」「リズム」「ブレス（息遣い）」についての記述をカウントした(重複可)。カテゴリの信頼性として、著者 1 名と第 3 者 2 名による一致率が 90%を超えていたため信頼性があると判断した。さらに、小節区間の a-b、c-d の 2 区間に分けて割合を求めた。表 1 に即興演奏時における自由記述の「フレーズ」と「音」の結果を示す。

表 1　自由記述の「フレーズ」と「音」の割合（%）

	統制条件		逸脱条件	
カテゴリ	a-b	c-d	a-b	c-d
フレーズ	41.7	25.0	33.3	33.3
音	41.7	8.33	41.7	25.0

結果として、「フレーズ」と「音」の占める割合が統制条件では 83.4%、逸脱条件では 75.0%と大部分を占めた。また、それらの比率が統制条件の c-d 区間では大きく減少し、「盛り上げ」や「リズム」等の他のカテゴリに関する記述が増加した。しかし、逸脱条件では後半 c-d 区間の比率が統制条件ほど減少しなかった。つまり、統制条件の c-d 区間では他の音楽的側面に幅広く気づくことができたが、逸脱条件では注目しやすい側面に固執してしまう傾向が見られた。

新奇性評定と自由記述の逸脱条件（c-d 区間）の結果を関連付けると、新奇性評定が低くなった理由は、注目しやすい側面に固執してしまうためと考えることができる。つまり、演奏をしていて今まで注目していなかった側面に気づけるか否かが、新しいパターン（新奇性）の創造に関係していると示唆される。この点について、今後さらに検討を進める必要がある。

本研究では、被験者自身による評価や自由記述を中心に分析を行った。今後は、被験者の演奏内容の分析も合わせて検討する必要がある。また、今回の実験では、逸脱をコード進行の変化としたが、逸脱条件のコード進行が複雑すぎたために、即興演奏をすることが難しかった可能性がある。そのため、逸脱の方法に関して、また、逸脱の大きさと即興演奏の新奇性との関係についても、今後の検討課題である。

参考文献

[1] 清水大地・岡田猛, (2011) “ストリートダンスにおける即興的創造過程”, 日本認知科学会第 28 回大会発表論文集, pp. 458-467.

[2] Yokochi & Okada, (2005) “Creative cognitive process of art making: A field study of a traditional Chinese ink painter”, *Creativity Research* ***Journal*** , 17, pp. 241-255.

英語の動詞・不変化詞構文の獲得に関する研究
Acquisition Process of Verb-Particle Constructions in English

本多 明子
Akiko Honda

至学館大学
Shigakkan University
honda@sgk.ac.jp

Abstract

This paper aims to explore acquisition process of verb-particle constructions (henceforth, VPCs, for expository convenience) in English from the viewpoint of Construction Grammar (CxG) approach. CxG is one of the best known approaches to language (Lakoff (1977), Fillmore, Key and O'Connor (1988), Goldberg (1995, 2006)). CxG is typically associated with cognitive linguistics, based on the idea that the primary unit of grammar is the grammatical construction, which is defined as a paring of grammatical form and the corresponding meaning. From CxG viewpoint, constructions reflect scenes which human beings frequently experience. This study shows that there is a relationship between the constructional properties of VPCs and the cognitive development of infants.

Keywords — verb-particle constructions, cause and effect, focal point

1. Introduction

VPCs in English are exemplified by sentences such as those in (1):

(1) a. Mary lifted the box up.
b. John put your hat and coat in.
c. Wipe away your tears.

(1a), for instance, encodes the box's change of location resulting from the action of lifting it. With respect to the semantic feature of the particle, Bolinger (1971: 85) states that in its core meaning (though not necessarily in the figurative extensions) the particle must contain two features, one of motion-through-location, the other of terminus or result. In CxG theory, VPCs are linked to resultative constructions like *He cut the speech short*/*He cut short the speech*, *Break the cask open*/*Break open the cask* (Goldberg (1995)). The adjectives *short* and *open* are called resultative phrases, which describe the resultant change of the postverbal NPs which the action denoted by the verbs bring about.

In general, VPCs are more commonly used in daily conversation between family members, friends, and so on. The Latinate verb which consists of one word is more formal compared to the corresponding VPC. Consider the following two sentences which encode the same objective scene:

(2) a. He took off his hat.
b. He removed his hat.

According to the native English speakers who acted as informants, (2b) is used in situations which require more politeness or formality; by comparison, (2a) may be used in informal speech. In fact, (2a) is used by young children as well as adults.

On close examination, a large number of VPC's expressions appear frequently in picture books for infants and their conversations. Some of them are as follows:

(3) a. clean up time
b. pick it up

c. put your toys away
d. switch on a computer
e. climb down a mountain

Then why is it that VPCs are used more frequently than Latinate verbs by young children? Little attention has been given to the point. This paper is intended as an investigation of the relationship between the constructional properties of VPCs and acquisition process of the construction in question.

2. Constructional Properties of VPCs

2.1. Focal Point

Let us begin by considering the semantic and syntactic properties of VPCs.

Bolinger (1971: 82) comments that though the phrasal verb embodies both the action and the result, the position of the particle tends to make one or the other paramount. With transitive verbs, when the particle is postponed it tends to modify the noun; when it stands next to the verb it behaves more like a verbal affix, as shown in the following contrast:

(4) a. Get in that report. (deliver it)
b. Get that report in. (delivered)
(Bolinger 1971: 82)

Along the same lines, Gries (1999: 111) refers to the word order in which the particle is positioned adjacent to the verb as construction$_1$ and the word order where the direct object is adjacent to the verb as construction$_2$. According to Gries (1999:111), construction$_1$ highlights the adverbial value of the particle (since the particle stands closer to and modifies the verb) so that the action is focused upon; analogously, construction$_2$ highlights the adjectival value (since the particle is further away from the verb and stands closer to and modifies the direct object) so that the resultant state of the direct object is concentrated upon.

There is a point which needs to be clarified. As we shall see later in the next section, the particle is anchored in position when the action is in focus.

Given this, we can say that there are at least two different focal points relevant to VPCs: One is a focal point which emphases the result, and the other is a focal point which emphases the action. VPCs can be shown schematically as in (5). I referred to these two syntactic forms as Action-focused (AF) and Result-focused (RF) VPCs respectively.

(5) a. [NP_1 V P NP_2] [AF]
b. [NP_1 V NP_2 P] [RF]
(NP: Noun Phrase, V: Verb, P: Particle)
(Honda (2012 : 226))

Empirical motivation for this distinction may be found in the following contrast:

(6) a. Gura piles up some stones to make a fireplace and puts lots and lots of firewood under the pan.
[*Guri and Gura*, 2005: 17]
b.*Gura piles some stones up to make a fireplace and puts lots and lots of firewood under the pan.

(5a) is acceptable as a VPC; on the other hand, (5b) is not. The reason is that ‘piles up some stones’ in (5a) describes the action to perform the purpose of making fireplace, whereas the result-focus meaning of ‘pile some stones up’ in (5b) is contradictory to the meaning conveyed by ‘to make a fireplace.’

The reason why VPCs have two possible foci is that they basically encode cause-and-effect sequence of events. In VPCs the cause is encoded by the verb (phrase), while the effect is encoded by the particle.

It is necessary, at this point, to explain the type of VPCs in connection with the semantic property of this construction.

2.2. Three Types of VPCs

This section gives an overview about Honda's (2012) analysis of particle placement phenomena in VPCs.

VPCs fall into three types (Type A, Type B, and Type C) according to the position of the particle, including idiomatic VPCs.

(7) A) [NP V NP P]/[NP V P NP]
e.g. *put one's toys away*, *walk one's headache off*, *ring the curtain down*, etc.

B) [NP V NP P]/*[NP V P NP]
e.g. *sing one's heart out*, cry *one's eyes out*, *walk one's legs off*, etc.

C) [NP V P NP]/*[NP V NP P]
e.g. *let off steam*, *lay down one's arms*, *take up the challenge*, etc.

The particle in Type A can be placed on either side of the postverbal NP, the particle in Type B must follow the postverbal NP, and the particle in Type C must precede the postverbal NP.

As stated in Honda (2012), the notion of 'markedness' is useful in describing the differences among types of VPCs. Recall that VPCs basically encode causality and the particle inherently encodes 'result' (Visser (1963), Bolinger (1971)). With this in mind, I proposed that telic VPCs are regarded as unmarked, whereas atelic ones as marked.

(8) a. telic: unmarked
b. atelic: marked

One of the most useful tests that ascertain whether result-focused or action-focused VPCs is the so-called 'telicity' test. A telic eventuality can occur with a time adverbial *in*-phrase, whereas an atelic eventuality can occur with a *for*-phrase (cf. Tenny (1994)).

(9) a. The child put her toys away in ten minutes/*for ten minutes.
b. He sang his heart out for an hour hour/*in an hour.
c. She let off steam for an hour/*in an hour.

(6a) describes a telic eventuality (Type A); while (6b) and (6c) describe atelic eventualities (Type B and Type C).

With regard to the syntactic forms, we regard the form [NP V NP P] as unmarked; on the other hand, the form [NP V P NP] as marked, since an unmarked meaning is basically denoted by the word order [NP V NP P].

(10) a. [NP V NP P]: unmarked form
b. [NP V P NP]: marked form

On these grounds I proposed that Type A can be represented by either an unmarked or a marked form, since this type is semantically unmarked; on the other hand, Type B denotes a marked meaning in the sense that it describes an atelic eventuality and focuses on the action by using the unmarked form, thus the corresponding marked form is blocked; Type C focuses on the action and therefore the marked form is primarily selected.

Having noticed the constructional properties of VPCs, one can then go on to consider the acquisition process of infants.

3. The Cognitive Development of Infants

According to Piaget (1964), young children acquire spatial perception through various activities with the things they have at hand in their infancy. The activities contain 'grasp,' 'heap up,' 'drop' and 'pull,' etc. Through such

activities they also acquire the ability to understand 'means' and 'ends,' or cause-and-effect sequence of events. The following serves as an example: an infant drops a spoon on the floor, then an adult around her/him picks it up, but (s)he repeats the same action over and over. The reason why the infant repeats the same action is that (s)he tries to see the effect of it.

Below is a selection of VPCs in picture books written for young children.

(11) a. I'll tidy up the garden now it looks an awful mess.
[1977 Dick Bruna, *Poppy Pig's Garden*]

b. … and the smoke will drive that demon away.
[1995 Jan Mark, *The Tale of Tobias*]

c. The Prince took off his cloak, and wrapped it about the old woman.
[1987 George MacDonald and Dorothee Duntze , *Little Daylight*]

d. Pretty soon they tore down the apartment houses and tenement houses around the Little House and started digging big cellars . . . one on each side.
[1942 Virginia Lee Burton, *The Little House*]

e. He picked out his wide-brimmed straw hat, his town hat, and set it on the scarecrow's head.
[1987 Peter Sis, *The Scarebird*]

f. He drank up all the water.
[1988 Nadine Bernard Westcott, *The Lady the Alligator Purse*]

First, the point to observe is that the VPCs in (11) encode cause and effect. Thus in (11b) the demon went away as a consequence of the action of driving it. Moreover, it is noteworthy that the VPCs belong to Type A. As we have seen in the preceding subsection, this type is taken as semantically unmarked; it basically encodes causality and describes a telic eventuality (e.g., *He drank up all the water in ten seconds/*for ten seconds*.). On the other hand, the VPCs belonging to Type B and Type C, which are semantically marked, cannot be found in the picture books for infants. I assume that VPCs are acquired in the following sequence; from a semantically unmarked type to a marked type. A full discussion of this topic will have to be left for my future research.

Secondary, young children often ask the adults around them "why?" in everyday speech. Taking into the consideration that young children have the ability to perceive causal sequence, it is easy for them to understand VPCs in light of their real-world experiences, since particles in VPCs encode the effect caused by the action denoted by the verb (phrase).

The following are part of practical examples of VPCs. (12a) is an infant speech, while (12b) and (12c) are an adult speech to a child.

(12) a. Don't put your hand in!
b. You must eat up all your dinner!
c. Watch your feet, when you climb down the stairs in the station.

In the speech-act (12c), for instance, the mother communicates to her child that falling down the stairs may cause injury. In this case, we can use the corresponding single-word English *descend* instead of *climb down*. However, in fact, the mother selected the latter. According to Levin (1993), the verb *descend* is classified as a verb of inherently directional motion, while the verb *climb* is classified as a verb of manner of motion. That is to say, the former implies the direction of the action, while the latter does not. The verb

climb may denote the direction by taking a directional phrase like *down*. VPCs have the advantage of being able to encode a series of actions.

Thirdly, VPCs also have unique characteristics in that they can express two opposing goals simply by interchanging particles. Consider the following two pairs:

(13) a. Mary turned the light on/off.
b. Tom climbed up/down the mountain.

The VPCs encode the goals to achieve. Thus the particle *on* encode the situation in which the light is operating, whereas *off* encodes the situation where it is not working. It is easy for young children to image the situations denoted by VPCs, since they encode means and ends.

It follows from what has been said that the VPC is, by its nature, productive for young children.

4. Conclusion

In this paper, I have shown that there is a relation between the constructional properties of VPCs in English and acquisition process of the construction. VPCs encode cause and effect. Children acquire means and goals in early childhood as a result of their various experiences. VPCs reflect scenes which human beings frequently perceive and experience.

Acknowledgment

I would like to express my gratitude to Yasuaki Fujiwara for invaluable and insightful comments. My thanks go as well to the JCSS2012 Program Committee. I am grateful to three anonymous reviewers for their helpful comments and suggestions. My thanks also go to Malcolm McLucas, Ann Matsumoto and Rudolph V. Hinnant, who kindly acted as informants and gave me valuable comments. Needless to say, all remaining inadequacies are my own.

References

Bolinger, Dwight (1971). *The Phrasal Verb in English*. Cambridge MA: Harvard University Press,

Fillmore, Charles J., Paul Kay, and Catherine O'Connor (1988). Regularity and Idiomaticity in Grammatical Constructions: The Case of *Let Alone*. *Language*, 64, 501-538.

Goldberg, Adel E. (1995). *Constructions: A Construction Grammar Approach to Argument Structure*. Chicago: University of Chicago Press.

Goldberg, Adel E. (2006). *Constructions at Work*. Oxford: Oxford University Press.

Honda, Akiko (2012). Particle Placement of Idiomatic Verb-Particle Constructions in English. *Papers from the Fourth International Spring Forum of the English Society of Japan* (*JELS*), 29, 222-227.

Lakoff, George (1977). Linguistic Gestalts. *Chicago Linguistic Society*, 13, 225-235.

Levin, Beth (1993). *English Verb Classes and Alternations*. Chicago: University of Chicago Press.

Miyata (Honda), Akiko (2004). *Focalization in Causal Relations: A Study of Resultative and Related Constructions in English*, Doctoral dissertation. University of Tsukuba.

Piaget, Jean (1932). *The Origins of Intelligence in Children*. (trans. M. Cook (1952).) New York: International University Press.

Tenny, Carol (1994). *Aspectual Roles and the Syntax-Semantics Interface*. Dordrecht: Kluwer.

Dictionaries

The Kenkyusha-Longman Dictionary of Phrasal Verbs. (1994).

Longman Dictionary of Contemporary English, second edition. (1987).

Picture Books

Dick Bruna (1977). *Poppy Pig's Garden* (*miffy's library*). World International.

George MacDonald and Dorothee Duntze (1987). *Little Daylight*. North-South Books.

Jan Mark (1995). *The Tale of Tobias*. London: Walker Books.

Nadine Bernard Westcott (1988). *The Lady with the Alligator Purse*. Little, Brown and Company.

Peter Howlett and Richard McNamara (2005). *Guri and Gura*. (the original writers, Reiko Nakagawa and Yuriko Yamawaki (1963)). Boston: Tuttle Publishing.

Peter Sis (1987). *The Scarebird*. New York: Greenwillow Books.

Virginia Lee Burton (1942). *The Little House*. Boston: Houghton Mifflin Company.

描画コミュニケーション実習に関する予備調査：実験のデザインに向けて
A preliminary survey of the drawing communication exercise: Toward designing an experiment

田中彰吾
Shogo Tanaka

東海大学
Tokai University
shogot@tokai-u.jp

Abstract
First, this article reports the results of a preliminary survey, which was conducted in order to design a communication experiment based on nonverbal and impromptu drawing. 55 pairs (110 participants), who exercised the drawing communication in the author's classes, answered a questionnaire. 27 pairs (49%) were positive about the communication through drawing, while 6 pairs (11%) were negative. Second, comparing the comments and remarks by participants of both positive and negative cases, we found three steps involved in the actual process of drawing communication: (a) Making use of the nonverbal signals, (b) Understanding the partner's intentions of drawing, (c) Imagining the partner's ideas on drawing. Finally we discuss that among these three steps the first one is the most important and necessary for effective communication, and that it is able to understand from Merleau-Pontian notion of Intercorporeality.

Keywords — drawing communication, nonverbal behavior, phenomenology, Intercorporeality

1. はじめに

描画コミュニケーションは、筆者が担当する講義において、非言語的コミュニケーションの実習の一環として学生たちに行わせている課題のひとつである。以下で見る通り、この課題は、私たちが日々実践しているコミュニケーション（とくに非言語的な側面）について、さまざまな角度から考察するヒントを多く含んでいる。筆者は、この課題を用いたコミュニケーション実験をデザインするため、授業の機会を利用して、予備調査を実施した。本稿では、その結果と、そこから得られた考察、今後の実験の見通しについて報告する。

2. 描画コミュニケーションの概要

(2-1) 趣旨と手順

描画コミュニケーションは、2 人 1 組で白紙の上に交互に描画を行いながら、1 枚の絵を制作する実習である。実施に際しては、事前に次の点を参加者に伝えている。

- この実習は、言葉を使用することなく、パートナーとコミュニケーションを図る練習として行うものである。描画には、1 箱のクレヨン（20 色）と、A4 サイズの白紙 1 枚を共同で使用する。
- 開始から終了まで、会話は一切行ってはならない。紙面に文字を書いてもいけない。ただし、非言語的なコミュニケーションの実習として行うものなので、言葉以外の手段（たとえばジェスチャー、表情、アイ・コンタクトなど）は、自由に用いてよい。
- この実習は、絵のうまさを競うものではないし、終了後に絵の内容を問題にするものでもない。目の前のパートナーと、できる限りコミュニケーションを取ろうとしてみる、という趣旨のものである。上手に描けるかどうかを気にする必要はない。
- 描画の内容や形式に制限は設けないので、文字や数字以外なら何を描いてもよい。人、物、風景などの具体的な対象を描いても構わないし、色、形、模様などで抽象的に表現しても構わない。

(2-2) 作品

当然予想されることであるが、できあがる作品はきわめて多様で、描画の内容に共通性を見出すのは難しい。ランダムに選んだ 4 枚のサンプルを図 1～4 として掲載する。

描画の主題には、各種の風景（たとえば図 3)、人物（たとえば図 4)、動物や植物、食べ物、マンガ・アニメーション・ゲームなどのキャラクターとそのシーン（たとえば図 1）などが見られる。また、はっきりとした主題を持たず、色・形・模様・線などの組合せで構成されており、具象画より抽象画に近いものも一定の頻度で見られる（たとえば図 2)。ただ、いずれの場合も、あたかも 1 人で描いたかのような、統合的な印象を与える作品が多いことは興味深い。以下のサンプルも、そのように見えるのではないだろうか。

図 1

図 2

図 3

図 4

(2-3) 感想

作業終了後に描画過程を振り返るさい、参加者から次のような感想がしばしば聞かれる。

- 「言葉なしでもコミュニケーションを取ることができて、驚いた・面白かった」
- 「普段の会話に比べて、相手の考えや気持ちについて、よく考えた」
- 「お互いに描きたいことのイメージが共有できると、描画がスムーズに進んだ」
- 「表情・視線・身ぶり手ぶりなどから、相手の意図を読み取ろうとした」

こうした感想に接すると、さまざまな問いが浮かんでくる。そもそも、「コミュニケーションを取ることができた」とはどのような事態を指しているのだろうか。言葉を使わなくてもコミュニケーションが成立するとすれば、そこで伝達されたり、共有されたりしている内容は何なのだろうか。描きたいことのイメージを共有するうえで、相手の心的状態を推測する「心の理論」はどのように用いられているのだろうか。表情・視線・身ぶり手ぶりなどの非言語行動に見られる身体性は、コミュニケーションの成立にとってどのような役割を果たしているのだろうか。

これらはいずれも、描画コミュニケーションという特殊な状況に端を発する問いでありながら、私たちが日常的に実践するコミュニケーション行為そのものの本質につらなる問いであろう。こうした問いについて考察を深めるうえで、描画コミュニケーションは貴重な素材であると考えられるのである。

3. 予備調査

(3-1) 調査方法

それまでの実習の参加者からもっとも多く聞かれていた感想（「言葉を使わなくてもコミュニケーションを取ることができて、驚いた・面白かった」）に着目して、描画コミュニケーションの体験を参加者自身に評価させることにした。

調査方法には質問紙を用いた。描画の終了後、参加者に描画のプロセスを振り返らせ、コミュニ

ケーションの成立度を以下の 5 段階で評価させた。

(5) 非常によくコミュニケーションを取ることができた
(4) 十分にコミュニケーションを取ることができた
(3) ある程度コミュニケーションを取ることができた
(2) 少ししかコミュニケーションを取ることができなかった
(1) ほとんどコミュニケーションを取ることができなかった

記入は、互いのパートナーと離れた位置で個別に行わせ、互いの評価について相談させないようにし、結果の開示も行わなかった。

また、希望者には、質問紙の余白部分を用いて自由記述による感想を求めた。

(3-2) 調査対象者

2010 年度秋学期から 2011 年度秋学期にかけて、大学生 110 名（男性 86 名，女性 24 名，年齢データなし）を対象に実施した。全員が同じクラスで筆者の講義を受講していた学生であるが、それまで一度も話したことがない相手であることを条件に、2 人 1 組のペアを設定した。男女数のばらつきが大きいため、性別に関して条件は設けなかった。終了後、45 名から自由記述による感想を得ることができた。

(3-3) 調査結果

コミュニケーションの成立度を示す数値については、ペアごとに、次の 2 つの観点から整理することが可能である。(A) 5 段階評価の合計点 : 互いの評価値の和で、最少 2 点から最大 10 点まで分布する。(B) 5 段階評価の点数差 : 互いの評価値の差で、最少 0 点から最大 4 点まで分布する。全 55 例の得点の分布は、次段の表の通りである。

4. 考察：評価値の分布について

(4-1) 評価値の合計点

合計点は 6 点の事例が最も多く（14 件, 25%）、次いで 9 点（13 件，24%）、10 点（12 件，22%）の順に多い結果となった。ただし、点数の組合せ

表　コミュニケーション成立度に関する主観的評価の分布（行は合計点，列は点数差）

	0 点差	1 点差	2 点差	3 点差	4 点差	計
10 点	(5-5) 12 件	——	——	——	——	12 件
9 点	——	(4-5) 13 件	——	——	——	13 件
8 点	(4-4) 2 件	——	(3-5) 5 件	——	——	7 件
7 点	——	(3-4) 6 件	——	(2-5) 0 件	——	6 件
6 点	(3-3) 11 件	——	(2-4) 3 件	——	(1-5) 0 件	14 件
5 点	——	(2-3) 3 件	——	(1-4) 0 件	——	3 件
4 点	(2-2) 0 件	——	(1-3) 0 件	——	——	0 件
3 点	——	(1-2) 0 件	——	——	——	0 件
2 点	(1-1) 0 件	——	——	——	——	0 件
計	25 件	22 件	8 件	0 件	0 件	55 件

でみると「4 点−5 点」(13 件)、「5 点−5 点」(12 件)、「3 点−3 点」(11 件) の順に多い。全体として表を見ると、着目すべき特徴は次の 2 点にあると思われる。

第一に、合計点はすべての事例で 5 点以上であり、4 点以下になる場合は見られなかった。とくに、参加者がともに「コミュニケーションを取ることができなかった」(2 点以下) と否定的に評価している場合はなかった。

第二に、参加者がともに 4 点以上の評価を与えている事例が 27 件（49%）を占める。つまり、約半数の参加者は、「非常によく」または「十分に」コミュニケーションを取ることができた、と肯定的に評価していた。

いずれの結果も、描画コミュニケーションその

もののポジティヴな可能性を示唆している。描画という視覚的なチャンネルと、その他の非言語的なチャンネルのみを介して、相手とコミュニケーションを取ることは十分に可能なのである。言語を介してメッセージを伝達するという一般的な形式でなくても、「コミュニケーション」と呼びうる現象は十分に成立すると言える。これは、日常的な実感からも十分に予想がつくことであろう。

(4-2) 評価値の点数差

0 点差が最も多く（25 件，45%）、次いで 1 点差（22 件，40%）、2 点差（8 件，15%）の順で多かった。3 点差、4 点差の事例はまったく見られず、全事例において、評価の差は 2 点以内に収まった。

0 点差もしくは 1 点差の範囲で見ると、じつに全体の 85%（47 件）が該当する。つまり、大半の事例においては、僅差で互いの評価が一致していたことになる。逆に、参加者間で、肯定的評価（5 点～3 点）と否定的評価（2 点～1 点）にコミュニケーション成立度の評価が分かれた事例は、「2 点－4 点」（3 件）と「2 点－3 点」（3 件）の場合で、合計 6 件（11%）にとどまった。

したがって、次のように言ってよいであろう。大半の事例においては、コミュニケーションの成立度について、相手の評価を知らされていなくても参加者間で近似する認識が成立する。成立度についての判断は、おそらく、各自の主観的な印象のみで決まるのではなく、一定の範囲で間主観的に成立しているのである（もちろん、そのメカニズムはさしあたりよく分からないのだが）。

5. 考察：自由記述について

(5-1) 考察の観点

評価値の分布から分かるように、描画のプロセスにおいては、「コミュニケーション」と呼んでよい事態が成立しており、コミュニケーションの成立度についての評価も互いに近似する場合が多い。それでは、より具体的に、描画コミュニケーションは当事者の間でどのように経験されているのだろうか。そこでいう「コミュニケーション」の内実はどのようなものだろうか。

この点について考察するため、「5 点－5 点」「4 点－5 点」「4 点－4 点」と参加者がともに高い評価を与えた 27 事例（全体の 49%）を「成功事例」とし、逆に、「2 点－3 点」「2 点－4 点」と参加者間で成立度の評価が肯定と否定に分かれた 6 事例（11%）を「失敗事例」とみなして、自由記述の内容を比較する作業を行った。明確な違いが見られたのは以下の 3 点であった。

(5-2) 非言語的なやり取りに関する指摘

描画コミュニケーションでは、表情、ジェスチャー、アイ・コンタクトなど、非言語的で身体的なコミュニケーションは自由に用いてよいことになっている。各種の非言語的なやり取りについて、成功事例では以下のような指摘が見られた。なお、カギ括弧内はすべて参加者自身による記述であるが、体裁を整えるうえで必要最小限の修正を加えてある。

- 「お互いに時おり顔を見合わせて、どんな風に描いたらいいか分からず困った顔をしたり、相手が何を描くのかワクワクしながら待っていることが表情から分かり、クレヨン画を楽しめた」
- 「少しだけ描いて『ゴメンね』と両手を合わせるジェスチャーをすると、向こうが笑顔で『OK！』と指でサインをくれて、だんだんとコミュニケーションが取れ、いい空気でやることができました」
- 「自分が相手に期待することがなるべくわかり易いように、身ぶり手ぶりや相づちを大きくすることで、自分の考えを伝えることを試みた」
- 「描いている途中に目を合わせて笑いあったり、顔をしかめて『分からない』なんていう表情をしたり、手の動作で『WHY?』とやってみたり、表情や身ぶり手ぶりでここまでお互いの気持ちを楽しませることができるのだな、と気づいた」
- 「クレヨン画は描くもののテーマが決まっておらず、選択の幅が広すぎてまったく予測

がつかない。そこで私は、相手の描こうとするものを予測するために相手の表情を読もうとした。自分が描くときも、クレヨンを 1 本ずつ手にとって相手の表情の変化を見てみた。笑ったときは『これで当たってるんだな』と感じ、迷った表情のときは『違うんだな』と感じ取ることができた」

- 「途中、何度か二人で微笑みあったり、うなずいたりなどのコミュニケーションをとりました。…（略）…〔自分の意図を〕目でうったえたり、身ぶり手ぶりなどで伝えたりしました」

他方、失敗事例には以下の指摘が見られた。

- 「男二人で黙って絵を描き合うのが異様なことに感じられ、非常に恥ずかしかったです」
- 「ジェスチャーで伝えることも少しはできたけれど、やはり納得がいくほどの『あー、そういうことか』という感じにはならなかった」

以上の記述を見ると、成功事例では、表情やジェスチャーそれ自体において、互いの感情（「ワクワク」「分からない」「楽しい」など）を共有できていることが分かる。また、それにとどまらず、互いの意図を伝達する手段として身体的なシグナルが利用されている。自分の意図を相手につたえるために身体表現を大げさにする、相手の意図を読み取ろうとして相手の身体表現に注意深くなる、という事態が相互に生じているように見える。

(5-3) 互いの意図に関する指摘

上の点に関連するが、身体的なシグナルを用いて非言語的に伝達される互いの「意図」とは、どういった種類の意図なのだろうか。成功事例では、この点に関して以下の記述が見られた。

- 「僕とペアになった相手は、自分の意図しているものをとてもよく理解してくれた」
- 「やってみると案外、相手が何を描いて欲しいのかや、何のことを描いているのかが分かりました…（略）…後で何をイメージして描いたのか聞いてみるとほぼ一緒の考えで驚きました」
- 「私はお花を意識して描いていて、相手の方もそれに答えるようにお花につづくものを描いてくれました。やっている最中も『そこ塗って欲しい』とか『そこ付け足して！』と私が思うと、相手の方はそうしてくれたり、意思が伝わって嬉しかったです」
- 「何を描いていいのか分からない状況でも、お互いに何かしら描いているうちに、じょじょにこの人はこういうことを描きたいんだ、と感じることができた」
- 「自分が描きたいと思っている絵、相手が描きたいと思っている絵、苦労するところもありましたが、何とか伝え合うことができました」
- 「しっかりと読み取ってもらいたかったのでていねいに絵を描きました。すると相手も分かってくれたみたいで、すらすらとお互いの思ったことを絵にして伝え合うことができました」
- 「相手はなぜその絵を描いたんだろう。相手はどういう考えや意図があるんだろうということを頭の片すみに置いておけば、その絵に一連の共通点が生まれる」

成功事例では、相手が何を描こうとしているか、という描画の意図が互いに理解できているように見える。ここには二つの水準がある。ひとつは、相手が描いている内容や対象が何であるかを理解すること。いまひとつは、互いに絵を描き合うことで、一筆ごとに描画全体が変化していくが（たとえば空の花瓶に花を添えるなど）、その先の作品の展開についてイメージを共有できるということ。それゆえ、たとえば「相手が何を描いて欲しいのか」が分かるといったことにもなるのであろう。つまり、作品全体のテーマを共有できるかどうかという水準での互いの意図の理解ということである。これに対して、失敗事例に見られたのは以下の指摘である。

- 「ほぼ初対面の相手で、相手の描いた絵が何を表しているのかが分からず、相手の意図を

理解できなかった」

- 「相手がどんなことを考えているかを懸命に考えた。しかし私が考え、次につなごうと思ったものを、また私の意表をつき、描き返されてしまう」
- 「相手が描いているものが何なのか予測し、それに対して返答の意を込めたものを話さずに描くというのは非常に困難だった」

以上を見る限り、相手の描いているものが理解できない場合もあるし、理解できても、自分の描こうとしているものとかみ合わない場合もある。ただしいずれも、実際の描画を通じて互いの意図を調整することはできていない。参加者の一方が以上のように感じていることが、コミュニケーションの成立度を否定的に評価した主な要因になっていると思われる。

(5-4) 相手の心的過程に関する指摘

互いに描こうとしているものの意図を理解し、作品の展開についてイメージを共有してゆくさいには、相手の考えを読み取ろうとしたり、相手の想像していることを思い描いたりする作業がともなう。いわゆる「心の理論」を用いるプロセスである。成功事例には次のような指摘が見られた。

- 「自分の思っていることだけを描いてしまうと、何を描いているのか分からなくなってしまい、完成することがない。なので、私は『この人は何を考えているのだろうか』と考えて、それに合わせて描くことにした」
- 「スタートしてすぐは相手が何を描きたいのか理解できずに、互いにかなり長時間考えてから絵を描き上げていった。後半は、会話がなくても相手の考えていることが少しずつ理解できた」
- 「最初はぎくしゃくしていたが、後々相手の思考が読み取れるようになり、すらすらと絵を描くことができた」
- 「相手は最初、雨を描いた。僕は、この絵を見て、『今日は雨が降っているから、雨を描いたのだろう』と考えた。次に、雨が降っているとすると、何を想像するだろうと考えた。すると、『傘じゃないか』という考えが浮かんだ」
- 「絵を描くことで、その人の心の中が分かるような気がしました。雨、嵐、火事のような風景なら少し心が荒れているんだなと思いますし、夕日、朝日、昼間の風景だとおだやかな気持ちなんだなと思います。同じことが、使う色でも分かる気がしました」

失敗事例では、対照的に、同様の作業がきわめて困難だったとの指摘が見られた。

- 「相手が何を描こうとしているのか言葉として伝わらないので、その場で自分なりに感じ取ることが求められた。そして、自分が考えていることと相手が考えていることはとても違うということに気づかされた」
- 「ほとんど初対面の状態で、相手の考えていることを理解するのは無理だった。人はやはり、ある程度一緒にいて、コミュニケーションを取りあうからこそ、相手の考えていることも分かるようになるのではないだろうか」
- 「相手の絵を見て、相手の考えを読み取ろうとして、かえって分からなくなってしまいました。こうなると、自分の手も止まってしまいます」

具体的で目に見える描画内容から、目に見えない相手の心的過程について考え、想像し、理解すること。成功事例では、この点について肯定的な印象が得られており、相手の心的過程を理解できたことで、それが再度具体的な描画内容へと反映され、互いの描画がかみ合い、良い方向で描画のサイクルが進展してゆくようである。

(5-5) 自由記述に関する考察のまとめ

以上の分析から、描画コミュニケーションで生じている「コミュニケーション」の内実には、次のような緩やかな階層性を見て取ることができる。すなわち、(1)非言語的なシグナルをやり取りすること→(2)描画内容から互いの意図を読み取ること→(3)直接には知覚できない相手の思考や想像を推測すること、という三段階の階層性である。表情やジェスチャーなど、もっとも具体的で身体

的な相互作用に下支えされながら、互いの意図の理解や、相手の心的過程の推測といった、抽象的で心的なコミュニケーション過程が成立しているように思われる。

6. 予備調査から得られた見通し

(6-1) 非言語的なやり取りの重要性

予備調査の結果を受けて、筆者が得た仮説的な見通しは次の点にある。それは、表情やジェスチャーのやり取りに見られるような、参加者間の身体的な相互作用のあり方が、コミュニケーション成立度の主観的評価に大きな影響を与えているのではないか、ということである。

先述したとおり、成功事例と失敗事例の自由記述を比較してみると、(A)非言語的なやり取り、(B)意図の読み取り、(C)心的過程の推測、という 3 点に大きな違いがある。ただし、緩やかな階層性が見て取れると指摘したとおり、(A)の非言語的なやり取りが最初に求められる必要条件であって、この点がクリアできないと、それ以上はコミュニケーションが進展しにくくなるように思われる。

たとえば、一方が描画を終えて用紙を手渡す場面では、相手がうなずいたり微笑んだりすることがしばしばある。その動作は「あなたが何を描いたか理解できていますよ」という趣旨のメッセージになっているように見える（もちろん、それ以外の趣旨である可能性もある）。逆に、顔をしかめたり首を横に振ったりする動作は「あなたが何を描きたいのか分かりません」というメッセージとして伝わるだろう（または、それ以外のネガティヴな含意も持つだろう）。こうした非言語のやり取りがないと、描画内容が伝わっているかどうか、互いに判断することが難しくなる。

また、非言語的なやり取りのなかには、必ずしも本人に意識されないレベルで生じている微細なものも多く見られる。たとえば、一方が描き始めると他方が身を乗り出して紙面を見る、一方が頭を抱えると他方が腕を組む、一方がクレヨンを見つめると他方も同じように見つめる、等々である。これらのやり取りは、2 人 1 組での描画という作業が、そもそもコミュニケーション行為として成立するための時間的・空間的な「場」を形成するのに役立っているだろう。これは、当事者自身に必ずしも意識されないために自由記述から読み取りにくい論点だが、予備調査の過程で学生たちを観察するなかで、先の(A)に含めてよいと筆者が感じた点である。

いずれにしても、描画コミュニケーションにおいては、紙面に描かれた色と形のみから描画内容を相互に伝達できるとは限らないため、こうした非言語のやり取りが成立していることがきわめて重要である。そうでないと、紙面を見て描画の内容を読み取ること（先の(B)）が困難となり、目に見えない相手の心的過程を推測すること（先の(C)）はさらに難しくなる。成功事例では、非言語的コミュニケーションとして実践される身体的な相互作用が、一方的なものではなく、しっかりと噛み合った相互作用として成立していると推測されるのである。

(6-2) 間身体性と「行動の同調」

以上の見通しに対して有効な補助線を与えてくれる概念がある。現象学的身体論の哲学者M・メルロ＝ポンティ（1960）が提起した「間身体性 intercorporéité」である。

間身体性とは、自己の身体と他者の身体のあいだに広がる独特の相互的関係性である。たとえば、自分があくびをしたのにつられて友人があくびをしたり、友人が満面の笑みを浮かべているのを見て思わず自分も頬が緩むのを感じたりするような現象がある。これらの例では、他者の行動を知覚することが、自己の身体において同じ行動（またはその可能性）を喚起し、逆に、自己の行動が、他者の身体において同じ行動（またはその可能性）を喚起している。間身体性とは、このように、自他の身体間において知覚と行動（および行動の可能性）が循環的に連鎖する相互的関係性のことを言う（図 5 参照）。

メルロ＝ポンティはもともと哲学上の他我問題を論じる文脈において、つまり、他者の意識や心はそもそも理解できるものなのか、という原理的

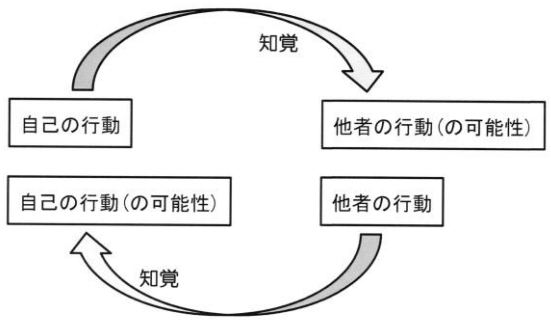


図 5　間身体性の概念

問題との関連において間身体性の概念を提起している。他者理解が成立する間主観性の基盤に、身体性の次元があることを示唆しているのである。

他方、これと同時に、経験的な次元における具体的な現象としては、乳幼児の他人知覚や共鳴的模倣を出発点として、コミュニケーションや他者理解の問題を論じている。とくに、講義録『幼児の対人関係』（Merlau-Ponty, 1951/1997）を参照にすると、間身体性が、哲学上の他我問題から心理学的で経験的な次元の他者理解の問題までを一貫して扱おうとする概念であることが理解できる。

ところで、メルロ＝ポンティの時代には知られていなかったものの、現在のコミュニケーション研究では、間身体性を裏づける事例は数多く知られている。たとえば、新生児が大人の表情を模倣する（Meltzoff and Moore, 1977）、乳児が母親の発話に合わせて声を出そうとする（Cappella, 1981）、心理療法の面談場面でセラピストとクライエントの姿勢が一致したり、グループで会話中に複数の人が自然と同じ姿勢を取ったりする（Scheflen, 1964）、授業中に教師の姿勢が変化すると、それに合わせて一定数の生徒の姿勢が同様に変化する（LaFrance and Broadbent, 1976）、特定の感情が他者へと伝わるさいに表情の自然な模倣が生じる（Hartfield, Cacioppo, and Rapson, 1993）、等である。

いずれも、ある身体の知覚を介して、他の身体においてそれに類似する非言語行動が生じるという現象である。これらの現象は、mimicry、mirroring、congruence など、文脈によってさまざまな呼称で呼ばれていて必ずしも定着した術語がないが（長岡, 2006）、ベルニエリとローゼンタール（1991）は、「行動の同調 behavior matching」という術語でこれらを包括的に理解することを試みている。コミュニケーション当事者の行動が、いわば鏡写しになったように類似する現象を指す。間身体性の概念を、部分的に反映する術語であると言ってよい。

描画コミュニケーションにおいても、参加者ペアの間身体性を示唆する行動の同調は多く見られる。たとえば次のような場合である。

- 一方が笑う→他方がそれにつられて笑顔になる
- 一方が紙面に向かって前傾した姿勢を取る→他方もほぼ同時に前傾する
- 一方が顔を上げて相手の顔を見る→他方も顔を上げて目が合う

これらは、観察者の視点からすると、意識的にそうしているというより、むしろ「ただなんとなく」「ごく自然に」「相手につられて」生じていると思われる。

(5-3) 間身体性と「相互作用の同期」

間身体性の概念にもとづいてコミュニケーションをとらえることが重要であるのは、間身体性に見られるような、自他のあいだの知覚－行動の循環的関係が、私たちの一般的な他者理解の基盤を形成しているからである。自己の身体と他者の身体のあいだには、いわば鏡映的な関係が潜在的に広がっている。そして、他者の行動を知覚すると、自己の身体において同じ行動が仮想的に再現され、他者の行動の意図が直感的に了解される（本稿の趣旨からはそれるが、この点は、ミラーニューロン・システムに関する神経科学の議論でも指摘されていることである。リゾラッティとシニガリアの議論（2009）を参照）。

ごく身近な例で言えば、本棚の高い場所に他人が手を伸ばしているのを見て、「本を取ろうとしている」というその人の意図が分かる、といったことである。つまり、言語的なメッセージを理解することや、目に見えない相手の心の状態を想像す

ること以前に、身体レベルでの自他の関係が、他者理解をもっとも基礎的な次元で支えているのである（Gallagher, 2005; Gallagher and Zahavi, 2008; 河野, 2005）。

描画コミュニケーションの文脈に即して言うと、間身体性を反映する、もっとも基礎的な次元での他者理解は、たとえば次のような場面で目に見えて現われてくる。

- 一方がクレヨンに手を伸ばす→他方がクレヨンを見る
- 一方が描画を始める→他方が身を乗り出して用紙を見る
- 一方が描画を途中で止める→他方が相手の顔や目を見る
- 一方がクレヨンを置く→他方がうなずく

これらはもちろん、相手が何を描こうとしているかとか、描くことで何を自分に伝えようとしているかといった、伝達されるメッセージ内容の理解を示すものではない。それ以前のレベルで、いわばコミュニケーションの入口部分において、相手が何を描こうとしているかが決まった、相手がこれから描き始めるところである、相手の描画が思い通りに進んでいない（または描画の方向性を変えたがっている）、これで描き終わった等、相手の行動の意図を理解していることの現われになっているのである。

そしてこれらの場面では、一方が行動を起こすと、継起的なタイミングで他方も行動を起こしている。観察者の視点からしても、身体的な行動のやり取りにおいて、一方の行動の意図が他方へと伝わっていることが読み取れる。すなわち、互いの行動が時間的にかみ合い、同期しつつ進行していくことが、行動上の意図の理解を示す指標となっているのである。このように、コミュニケーションにおける複数の動作が同期し、協調することを指して、先のベルニエリとローゼンタール（1991）は「行動の同調」とは別に「相互作用の同期 interactional synchrony」として概念化している（なお、同期 synchrony は、コンドンとオグストン（1971）による会話研究において提示された概念で、発話者－聴取者の身体性が同期するとの指摘に由来する）。

7. 今後の研究に向けて

予備調査の結果を踏まえて、まず改めて確認しておきたいのは、描画コミュニケーションの持つ、「コミュニケーション」としてのポジティヴな可能性である。質問紙調査の結果を見る限り、クレヨン画を介した非言語の状況であっても、「コミュニケーション」と呼びうる事態は十分に成立しうる。また、相手とコミュニケーションが取れたかどうかという判断も、僅差で一致する場合が全体の 8 割以上を占めており、ある種の間主観性の成立を示唆していた。

描画コミュニケーションでは、あえて言葉を用いないという制約を課すことで、言葉を用いていれば容易に伝わるであろう記号的なメッセージの伝達可能性が大幅に抑制される。だがそれゆえに、非言語的なコミュニケーションの諸チャンネルを活性化し、その機能をきわだたせる。成功事例では、視線・表情・ジェスチャーなど、身体的なシグナルのやり取りそれ自体において、当事者間でさまざまな感情が共有されるし、描画の意図を伝達する手段としても巧みに利用されている。この点をクリアできるからこそ、描画を通じて互いの意図を調整したり、相手が次に何を描こうとしているかを推測したりする抽象的で高度な作業が可能になっているものと思われる。

今後の研究で筆者が明らかにしたいのは、コミュニケーション成立度の主観的評価が相互に高い値を示す成功事例と、当事者間での非言語的なやり取りの成立度との相関関係である。おそらく、成功事例では、メルロ＝ポンティが間身体性と名づけた身体間の相互的関係性が、当事者間では十分に成立しているだろう。しかもそれは、たんに潜在的で不可視な次元にとどまるのではなく、「行動の同調」や「相互作用の同期」という顕在的で観察可能な次元にも現われてくるだろう。したがって、成功事例では失敗事例に比べて、当事者の身体性に「同調」と「同期」の関係がより多く、

また、より安定した頻度で観察されるであろう。これが、今後の研究で検討すべき仮説である。

以上の考察にもとづき、今後の研究では、次のようなステップで実験と分析を進めてゆく予定である。(1)実験参加者を募集し、描画コミュニケーションの過程をビデオカメラで記録する。(2)予備調査と同様の方法で、コミュニケーションの成立度を主観的に評価させ、成功事例、失敗事例、その他の事例に区別する。(3)間身体性を客観的に評価するための「同調」と「同期」の動作カテゴリーを設定する。(4)記録した映像のうち、成功事例と失敗事例について、「同調」と「同期」の出現パターンを定量的に評価し、比較する。

以上、ひとまず今後の方向性を明確化したことをもって、今回の予備調査を終了することにしたい。

引用文献

Bernieri, F. J., and Rosenthal, R. (1991). Interpersonal coordination: Behavior matching and interactional synchrony. In S. Feldman and B. Rimé (Eds.), Fundamentals of Nonverbal Behavior (pp.401-432). Cambridge: Cambridge University Press.

Cappella, J. N. (1981). Mutual influence in expressive behavior: Adult-adult and infant-adult dyadic interaction. Psychological Bulletin, 89, 101-132.

Condon, W. S., and Ogston, W. D. (1971). Speech and body motion synchrony of the speaker-hearer. In D. Horton and J. Jenkins (Eds.), Perception of Language (pp.150-184). Columbus: Merrill.

Gallagher, S. (2005). How the Body Shapes the Mind. Oxford: Oxford University Press.

Gallagher, S., and Zahavi, D. (2008). The Phenomenological Mind: An Introduction to Philosophy of Mind and Cognitive Science. New York: Routledge.

Hatfield, E., Cacioppo, J. T., and Rapson, R. L. (1993). Emotional Contagion. Current Directions in Psychological Science, 2, 96-99.

河野哲也. (2005).『環境に拡がる心ー生態学的哲学の展望』勁草書房.

LaFrance, M., and Broadbend, M. (1976). Group rapport: Posture sharing as a nonverbal indicator. Group and Organization Studies, 1, 328-333.

Merleau-Ponty, M. (1951/1997). Les relations avec autrui chez l'enfant. Parcours 1935-1951 (pp.147-229). Lagrasse: Verdier.

Merleau-Ponty, M. (1960). Le philosophe et son ombre. Signes (pp.259-295). Paris: Gallimard.

Meltzoff, A. N., and Moore, M. K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. Science, 198, 75-78.

長岡千賀. (2006). 対人コミュニケーションにおける非言語行動の 2 者相互影響に関する研究.『対人社会心理学研究』6, 101-112.

リゾラッティ, G., シニガリア, C. (2009).『ミラーニューロン』(柴田裕之訳) 紀伊国屋書店.

Scheflen, A. E. (1964). The significance of posture in communication systems. Psychiatry, 27, 316-331.

※ 本研究は、次の各補助金の助成を受けた。2012 年度科学研究費補助金（課題番号 24500709），2012 年度東海大学総合研究機構「研究奨励補助計画」，2012 年度東海大学学部等研究教育補助金。

基本 6 感情を表出した表情と音声に対する感情判断 −表情と音声を入れ替えた刺激に対する判断の日蘭比較− Emotion perception by face and voice representing six basic emotions - In case of incongruent emotional stimuli -

田部井 賢一[1]，高木 幸子[2]，Huis In't Veld, Lisanne[3]，de Gelder, Beatrice[3]，田中 章浩[4]
Ken-ichi Tabei[1], Sachiko Takagi[2], Lisanne Huis In't Veld[3],
Beatrice de Gelder[3], Akihiro Tanaka[4]

[1]三重大学大学院医学系研究科，[2]東京女子大学大学院人間科学研究科，
[3]Department of Medical Psychology and Neuropsychology, Tilburg Univ.，[4]東京女子大学現代教養学部
[1]Graduate School of Medicine, Mie Univ., [2]Graduate School of Humanities and Sciences, Tokyo Woman's Christian Univ., [3]Department of Medical Psychology and Neuropsychology, Tilburg Univ.,
[4]Department of Psychology, Tokyo Woman's Christian Univ.
tabei@clin.medic.mie-u.ac.jp

Abstract

Information from face and voice plays an important role in social communication. As shown in the study of speech perception, facial and vocal signals are integrated even in the perception of emotion. Our study investigated cultural differences between Japanese and Dutch participants in the multisensory perception of emotion. A face and a voice, expressing incongruent six basic emotions, were presented on each trial. Participants were instructed to judge the expressed emotion in audiovisual, visual-only and audio-only conditions. When participants judged the emotion of incongruent audiovisual stimuli, response based on vocal information was more frequently observed in Japanese than in Dutch participants, whereas response based on facial information was less frequent in Japanese than in Dutch participants. This result indicates that Japanese people are more attuned than Dutch people to vocal processing in the multisensory perception of six basic emotions in general.

Keywords — Facial expression, Vocal expression, Incongruent stimuli, Cultural differences

1. はじめに

人間同士のコミュニケーションでは，言語情報のみならず表情，声の調子，身振りなどといった非言語情報が表出され，聞き手に伝達される．日常生活では単一の感覚モダリティだけではなく，複数の感覚モダリティを用いたコミュニケーションがおこなわれている．表情と音声を用いたコミュニケーションでは，ある感情を表出する際に話し手の表情と音声は同一の感情を表出していると感じられ，異なった感情を表出していると感じられることはほとんどない．しかし，髙木・平松・田中[1]は日本人の発話を収録して表情だけ，または音声だけというように分けて日本人に呈示すると，それぞれ異なった感情として知覚される刺激が多くみられることを見出した．具体的には，発話を収録して，表情のみあるいは音声のみを呈示した際に最頻回答がいずれも 50%以上である刺激，つまり回答がある程度特定の感情価に集中した刺激に限定した集計では，全体の 1 割程度の割合で表情と音声に対する最頻回答が異なっていた．さらに Takagi, Hiramatsu, Huis in't Veld, de Gelder, and Tanaka[2]はオランダ人の発話を収録して表情のみ，または音声のみをオランダ人に呈示すると，同様の刺激が全体の 2 割程度の割合で存在することを見出した．

表情と音声を用いた視聴覚刺激の知覚には文化差があることが示唆されている．Tanaka, Koizumi, Imai, Hiramatsu, Hiramoto, and de Gelder[3]は，怒りと喜びを表出した表情と音声による視聴覚情動認知の日蘭比較実験をおこない，多感覚情動情報の統合様式における文化差を検討した．研究では表情と音声の感情が一致（喜び顔 + 喜び声, 怒り顔 + 怒り声）または不一致（喜び顔 + 怒り声，怒り顔 + 喜び声）の動画刺激を作成した．多感覚セッションでは表情と音声の両方を含む動画を呈示し，顔注意課題と声注意課題を実施した．顔注意課題では音声を無視して表情か

ら知覚される感情について判断するように，声注意課題では表情を無視して音声から知覚される感情について判断するように教示した．判断は「喜び」と「怒り」の二肢強制選択とした．その結果，日本人は顔の情動判断時には声からの影響が大きく，声の情動判断時には顔からの影響は小さかった．つまり，一貫して日本人はオランダ人よりも声への依存性が高かった．この結果は，感情の知覚において，表情と音声という多感覚情報の重みづけに文化差があることを示唆している．

Tanaka ら[3]の研究では，表出と知覚が比較的容易であり，快–不快に明確に区分できる喜びと怒りの感情の組み合わせに絞ることで，表情と音声による感情認知に文化差があることを明らかにした．現実場面においても，表情と音声の感情価が食い違っていることは存在し[1]，喜びと怒りに限らず，さまざまな組み合わせが想定できるが，すべての組み合わせにおいて同様の文化差が生じるのか，それとも感情の組み合わせによってモダリティ優位性の文化差に違いが見られるのかどうかは明らかではない．

そこで本研究では，基本 6 感情（怒り，嫌悪，恐怖，喜び，悲しみ，驚き）[5]を表現した動画をもとに，表出された表情と音声の感情価の組み合わせを入れ替えた刺激を作成して，多感覚情報の重みづけにおける文化差を系統的に検討した．これらの 6 感情はすべて，アクションユニット[4]などによって感情表出の方法が系統立てられているため，共通のプロトコルを用いて統制された刺激を作成することが可能である．

2. 方法

実験参加者: 実験参加者は，日本在住の日本人大学生 26 名（男性 13 名, 平均年齢 20.3 歳±1.4; 以下，日群）とオランダ在住のオランダ人大学生 25 名（男性 6 名, 平均年齢 21.4 歳±3.2; 以下, 蘭群）であった．

刺激: 刺激は，本研究室で開発した表情音声刺激セット[1]から，日本人とオランダ人の各 4 名のモデルが基本 6 感情（怒り，嫌悪，恐怖，喜び，悲しみ，驚き）を表出した表情と音声をそれぞれ抽出した．さらにそれらを用いて編集加工し，表情と音声の示す感情が一致・不一致である人工的な刺激を作成した．前者を一致刺激，後者を不一致刺激とする．

手続き: 刺激は，表情と音声を同時に呈示して表情と音声の両方に注意するように教示した AV 全体条件，表情と音声を同時に呈示して表情のみに注意するよう教示した AV 顔注意条件，表情と音声を同時に呈示して音声のみに注意するよう教示した AV 声注意条件の 3 条件を設けた．なお，表情のみを呈示した V 条件，音声のみを呈示した A 条件も実施した．日・蘭両群ともに同一文化に属する人物の刺激のみを呈示した．

3. 結果

AV 全体条件:

AV 全体条件の不一致刺激呈示時の結果を図 1 から図 3 に示した．図の作成にあたってはまず混同行列を刺激の表情の感情価別に作成した（e.g., 表 1）．混同行列は，行方向がモデルの音声の感情価で，列方向が実験参加者によって回答された感情価である．各行列はモデルによって表現された感情価に対して，実験参加者が回答した感情価の回答率を示している．下線の値は正答率であり，モデルの表現した感情価と一致して回答された率を示している．さらに表情の示す感情と一致する回答である顔反応（背景色グレー)と，音声の示す感情と一致する回答である声反応（背景色黒)を刺激の表情の感情価ごとに求めた．

表 1: 表情の感情価が怒りのときの混合行列．下線の値は正答率であり，モデルの表現した感情価と一致して回答された率を示す．背景色グレーは表情の示す感情と一致する回答である顔反応，背景色黒は音声の示す感情と一致する回答である声反応である．

表情=怒り		回答					
		怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
音声	怒り	74	17	3	0	3	3
	嫌悪	63	25	4	0	5	4
	恐怖	28	12	28	0	15	17
	喜び	55	25	4	0	6	10
	悲しみ	33	16	17	0	28	6
	驚き	37	20	14	1	1	27

感情をプールした結果では，2（日・蘭群）×2(顔・声反応)の 2 要因分散分析を実施した結果，交互作用（F (1,48)=105.48, p<.001)がみられた．単純主効果検定の結果，日群の方が蘭群よりも声反応が多く，蘭群の方が日群よりも顔反応が多かった（p<.001）(図 1)．つまり，表情と音声の感情価が不一致であるとき，全体としては，日本人のほうがオランダ人よりも声に基づいた判断をおこなう傾向が確認できた．

感情別の結果では，日群では怒り・嫌悪・喜び・驚きの刺激に対しては表情の示す感情と一致する回答である顔反応が多く，恐怖・悲しみの刺激に対しては音声の示す感情と一致する回答である声反応が多かった（図 2)．一方，蘭群ではすべての感情価において顔反応が多く，本実験においても蘭群の表情知覚優位が示唆された（図 3)．

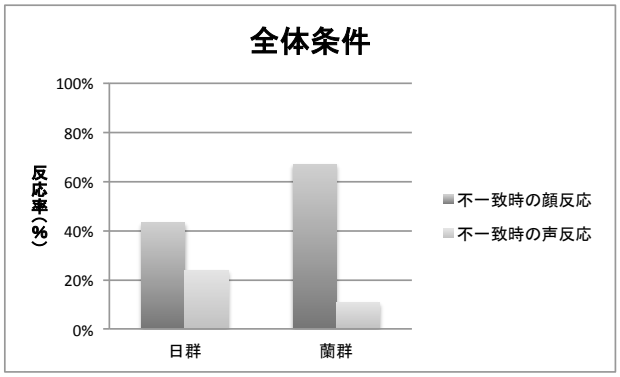


図 1：表情と音声が不一致時の顔反応と声反応（AV 全体条件，日・蘭群)

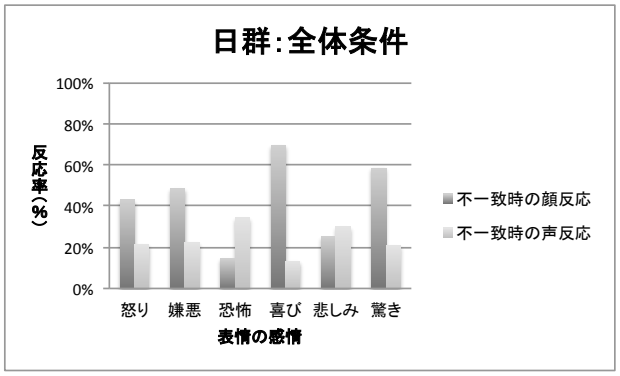


図 2：表情と音声が不一致時の顔反応と声反応（AV 全体条件，日群)

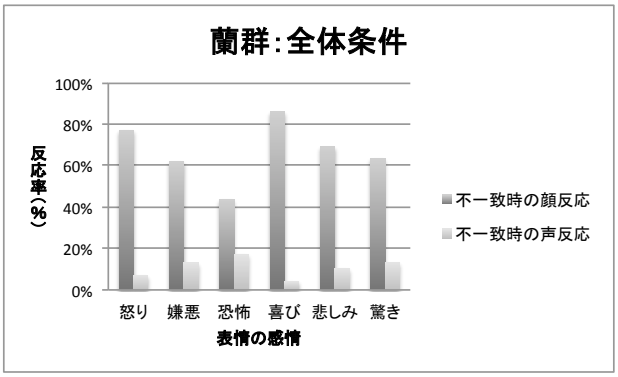


図 3：表情と音声が不一致時の顔反応と声反応（AV 全体条件，蘭群)

AV 顔注意，AV 声注意条件:

AV 顔注意, AV 声注意条件の結果を図 4 から図 6 に示した．

感情をプールした結果では，日群では両条件ともに一致刺激の方が不一致刺激よりも正答率が高かったが（p<.05)，蘭群では声注意条件のみ一致刺激の方が不一致刺激よりも正答率が高かった(p<.05) (図 4)．蘭群の顔注意条件では一致刺激と不一致刺激の正答率に差がなかったことから，蘭群は表情知覚において音声からの影響をほとんど受けないことが示唆される．

感情別の結果では，日群では怒り・嫌悪・喜び・悲しみ・驚きの刺激では顔注意条件の方が声注意条件よりも正答率が高く（p<.05)，恐怖の刺激では声注意条件の方が顔注意条件よりも正答率が高かった(p<.05) (図 5)．一方，蘭群ではすべての感情価において顔注意条件の方が声注意条件よりも正答率が高かった（p<.01) (図 6)．これらの結果から，日群にとって恐怖感情は他の感情価と比べて，表情から知覚しにくいことがわかった．

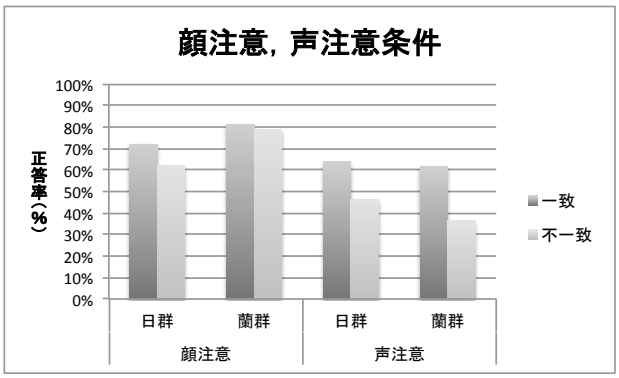


図 4：表情・音声が一致，不一致時の正答率（AV 顔注意・AV 声注意条件，日・蘭群)

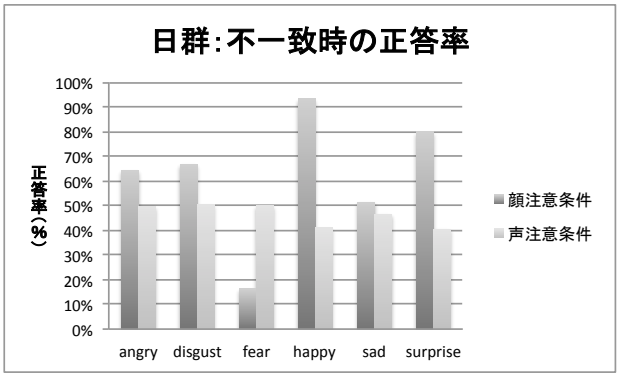


図 5：表情・音声不一致時の正答率（AV 顔注意・AV 声注意条件，日群）

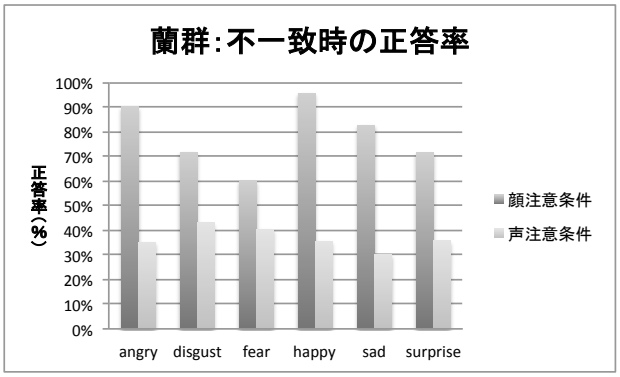


図 6：表情・音声不一致時の正答率（AV 顔注意・AV 声注意条件，蘭群）

V 条件，A 条件:

V 条件と A 条件では呈示条件によらず，嫌悪，喜び，驚きの感情価においては日群の方が蘭群よりも正答率が高く，怒り，恐怖，悲しみの感情価では蘭群の方が日群よりも正答率が高いという結果が得られた(p<.05) (図 7, 8).

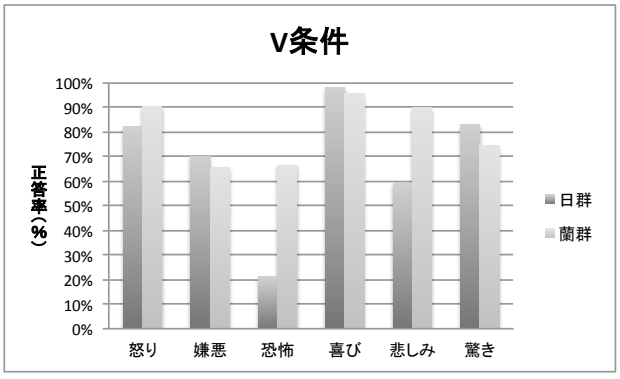


図 7：V 条件の正答率（日群，蘭群）

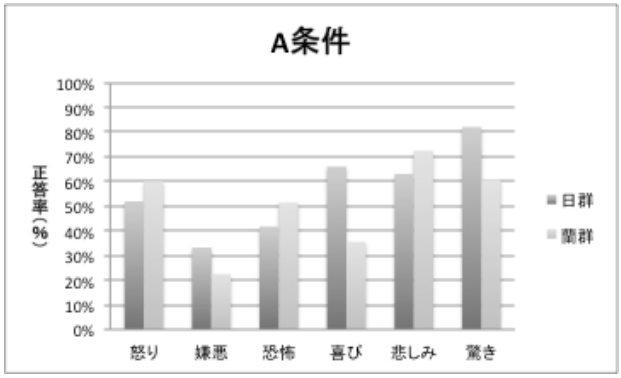


図 8：A 条件の正答率（日群，蘭群）

4. 考察

本研究では Tanaka ら[3]を発展させ，現実場面で想定できるさまざまな組み合わせにおいても同様の文化差が生じるのか，それとも感情の組み合わせによってモダリティ優位性の文化差に違いが見られるのかを検討するために，基本 6 感情を表現した動画をもとに，表出された表情と音声の感情価の組み合わせを入れ替えた刺激を用いて，多感覚情報の重みづけにおける文化差を系統的に検討した.

全ての感情の組み合わせの全体的傾向として，オランダ人と比較して日本人に音声知覚優位が見られ，日本人と比較してオランダ人に表情知覚優位が示された．この結果は怒りと喜びの感情価を用いた先行研究 [3]の結果と整合しており，基本 6 感情全体としても同様の傾向がみられることが新たに示唆された．特にオランダ人の AV 顔注意条件において，一致刺激と不一致刺激に対する正答率がほぼ同じであることは，表情の判断をする際に，表情と不一致な感情価の音声の影響をほとんど受けない，つまり表情知覚優位であることを示唆する興味深い結果である.

感情別の結果では感情価によって傾向の違いがみられた．AV 全体条件において，日本人の恐怖と悲しみでは表情より音声に対する反応率が高く，顔注意条件と声注意条件の比較においては日本人の恐怖の感情価において声注意条件の方が顔注意条件よりも正答率が高いというように，感情の種類によって回答傾向が顕著に異なることが示された．恐怖と悲しみの感情価において日本人に音声

知覚優位が示唆されたことに関しては，本実験のV条件の結果（日本人は恐怖表情および悲しみ表情の正答率が低い）をふまえると，オランダ人と比較して日本人では表情の表出そのものが顕著ではないことが要因かもしれない．つまり，恐怖と悲しみの表情表出が顕著でないために適切に情報を読み取れず，表情よりは感情を読み取りやすい音声に依存する傾向が高くなるという可能性を挙げることができる．しかし，日本人が恐怖音声や悲しみ音声の感情認知に長けているかといえば，必ずしもそうとは言い切れない．A条件における恐怖感情および悲しみ感情の正答率を日蘭で比較すると，日本人の正答率はオランダ人よりも低い．したがって，恐怖感情における日本人の音声知覚優位は感情表出に関わるのか，それとも感情知覚に関わるのかは，本実験だけでは結論づけることができない．今後は日本人がオランダ人刺激を視聴した場合やオランダ人が日本人刺激を視聴する実験を設けることで，さらに日本人の音声知覚優位とオランダ人の表情知覚優位に関して検討をおこなっていきたい．

参考文献

[1] 髙木幸子・平松沙織・田中章浩. (2011). 感情を含んだ表情と音声を組み合わせた日蘭刺激作成とその評価. 日本心理学会第75回大会発表論文集, 576.

[2] S. Takagi, S. Hiramatsu, E.M.J. Huis in't Veld, B. de Gelder, and A. Tanaka, (2011) "Recording and validation of audiovisual expressions by faces and voices", 12th *International Multisensory Research Forum Program Abstracts*, pp.34.

[3] A. Tanaka, A. Koizumi, H. Imai, S. Hiramatsu, E. Hiramoto & B. de Gelder. (2010). I feel your voice: Cultural differences in the multisensory perception of emotion. *Psychological Science*, 21, 1259-1262.

[4] P. Ekman, and W. V. Friesen, (1978). Facial action coding system, Palo Alto: Consulting Psychologist. Press.

[5] P. Ekman, &, W. Friesen ,. (1976) "Pictures of facial affect" Palo Alto: Consulting Psychologist. Press.

謝辞

本研究は，総務省SCOPE若手ICT研究者育成型研究開発(10210311)，およびJSPS科研費若手研究(A) (24680030)の支援を受けました．

触覚オノマトペが手触りの評価に与える影響

Tactile Onomatopeias Affect Tactile-Emotional Evaluations

坂本 真樹†, 渡邊 淳司‡
Maki Sakamoto, Junji Watanabe

†電気通信大学, ‡NTTコミュニケーション科学基礎研究所
The University of Electro-Communications, NTT Communication Science Laboratories
sakamoto@inf.uec.ac.jp

Abstract

This article argues that tactile onomatopoeias affect evaluations of tactile sensations. We conducted psychophysical experiments to investigate the relationship between Japanese tactile onomatopoeias and emotional evaluations of objects in contact. We compared tactile-emotional evaluations of materials made by participants who expressed tactile onomatopoeias with those made by participants without expressing tactile onomatopoeias. We found that the evaluations can be biased by the relationship between judgments of comfort on tactile materials and onomatopoeias used for describing the sensations.

Keywords — Tactile Onomatopeia, Tactile Sensation, Psychological Experiment, Emotional Evaluation

1. はじめに

オノマトペ（擬音語・擬態語の総称）は感覚的で直接的であり,その強力なイメージ喚起力から,記憶に及ぼす想起促進力があるとされる（苧坂, 1999）.また,オノマトペは感性的な経験と直結し,その印象を強める効果がるとされる(田守,2002).そのため，従来，オノマトペは商品の宣伝広告などに有効活用されてきた．人は，手触りを表す際に,「ふわふわ」や「さらさら」といったオノマトペを用いるが，このような表現も，しばしば柔軟剤やシャンプーの TVCM などで盛んに用いられてきた．そこで本研究では，手触りを表すオノマトペは，感性的印象を強めるなど，手触りの印象に何らかの影響を及ぼすかどうかについて検討を行う．

一般的な言語の音声と意味の関係が恣意的なものであるのに対し，オノマトペにおいては，音韻と意味の間の関係性が指摘されている．このような現象は音象徴と呼ばれ，音象徴によって喚起される意味を音象徴的意味と言う.Hamano(1998) は,表１に一部例示するように，日本語のオノマトペが持つ基本的な音象徴的意味をその語の形態と構成音から予測できるとしている.

表１：日本語のオノマトペの音象徴的意味

母音	
/i/	線，一直線に延びたもの，光（光線）
/a/	平らさ，広がり，大きい表面，派手さ
子音	
/h/	やわらかさ，たよりなさ，弱さ，繊細
/k/	分裂，広がり，放出，硬い接触
/s/	なめらかさ，静けさ・穏やかさ

荒田ら（2010）は，オノマトペを用いて，視覚以外の感覚が聴覚情報と関連を持ち，音象徴を持つのか，それとも視覚情報を介して聴覚情報と関連を持つのかについて調査をし，触覚という視覚以外の感覚機能においても音象徴を持つことを明らかにしている.

渡邊ら(2011)は，被験者 30 名に 50 素材の触感についての快不快の評価をＳＤ評定法で求めるとともに，その触感をオノマトペで表現してもらう実験を行っている．その結果，個人の手触りの快不快の評価が，その人が用いるオノマトペの音韻に反映されるということを明らかにしている．例えば，同じ素材であっても，快と感じた人は

/h/,/s/,/m/といった音韻を用いるのに対し，不快と感じた人は/b/,/z/,/j/, /g/といった濁音を用いるとしている．

以上の先行研究を背景として，本研究では，手触りを表すオノマトペが，感性的印象を強めるなど，手触りの印象に何らかの影響を及ぼすかどうかについて検討を行う．

さらに，本研究では，被験者実験を行う際に用いる触素材の選定において網羅性も重視した．従来の触覚認識に関する研究は，限定された目的に応じて任意に触素材が選択されてきた．（例えば，丹野ら（2010）は布の風合いに関する研究でポリエステル・綿・ナイロンの計 3 種類）Shirado&Maeno（2005）は，触感認知メカニズム解明のために，SD 法を用いた感性評価を行っているが，用いられた素材は任意に選定された布類，皮革，紙類，木材，金属，樹脂，ゴムである．実験結果から白土らは，触感を評価する上で重要な因子を挙げているが，潤滑剤を塗布した際の触感と結びつく試料がないため，ねばねば，べたべたといった粘性が影響する因子はそもそも抽出されにくい．つまり，用いる素材によって触覚認識の要因が限定されてしまう．

そこで，本研究ではすべての触感を網羅する触素材・触覚オノマトペを選定し，規格化した試料を用いることで触感標準化を行う．選定した触素材を用いて，手触りを評価する際に直感的に用いられる触覚オノマトペが素材の印象に与える影響について調査を行う．

2. 実験

2.1 実験刺激の選定

従来の研究では，同じ材質認知の研究であっても実験者によって用いる素材が大幅に異なっていた．本研究ではすべての触感を網羅する触素材・触覚オノマトペを選定し，規格化した試料を用いることで触感標準化を行うこととした．人は知覚経験を言葉でカテゴリ化しており，特にオノマトペを構成する音韻は感性的知覚経験と直接的に結びついているとされる．そのような前提に立てば，音韻的に網羅性のあるオノマトペに対応する触素材は，網羅性のある触素材であると言える．

そこで，まず網羅性のある触覚オノマトペの選定を行った．全ての音韻を含む 2 モーラの繰り返し 11,025 語の組み合わせの中から，触覚オノマトペであると判断できるものを選定した結果，238 語の触覚を表すオノマトペを得た（例:サラサラ，ザラザラ）．

次に，様々な手触りの素材（例：鉄，綿，粘土）を人差し指のみに限定してなぞる・押す，の 2 つの動作で被験者に触れてもらい，選定した 238 語の触覚オノマトペリストと素材の手触りとの対応をとった．その結果，素材 120 種が本実験で用いる素材として選定された．

2.2 実験実施

被験者は 8 ㎝×10 ㎝の穴のあいた箱に手を入れ，利き手の人差し指で実験刺激素材に触れた．素材は、予備実験により選定した金属，紙，布，潤滑剤，樹脂等の 120 素材を用いた．

20 代男女 30 名（男性 20 名，女性 10 名）を 2 グループに分けて行った．オノマトペを回答してから素材の印象評価を行うグループ（オノマトペグループ）と，オノマトペを回答せずに印象評価を行うグループ（ＳＤグループ）での評価値の差から，オノマトペがどのような影響を与えるのか明らかにすることができると考えた．触覚の実験を行っている先行研究 3 つ以上で採用されていた表 2 に挙げる 12 個の尺度を用いた．

表 2. 本実験で用いる尺度一覧

人工的な－自然な	軟らかい－硬い
粘つく－滑る	平らな－凸凹な
粗い－なめらかな	軽い－重い
薄い－厚い	弾力のない－弾力のある
不快な－快適な	冷たい－温かい
乾いた－湿った	脆い－丈夫な

3. 結果と考察

オノマトペを回答することで，回答しなかったＳＤグループに比べてその印象が明確に強く出る（ＳＤグループで快評価だった場合，オノマトペを回答することで, より快という評価が得られる）のではないか, という仮説を立て, 検証を行った．ＳＤグループでプラスの評価平均値（0 から＋3）であった群と，マイナスの評価平均値（－1 から－3）であった群に分けて，各尺度の平均値を算出した．ＳＤグループの平均値を基準値とし，同じ素材でオノマトペを回答したときとの平均値と各尺度の基準値で１サンプルのｔ検定を行った．その結果,「不快な，乾いた，人工的な，脆い，凸凹な，温かい，軟らかい」の７つの項目でオノマトペを回答したときにＳＤグループに比べて統計的有意にプラス方向，またはマイナス方向へ評価値の変動がみられた（表 3）.

表３：SD グループとオノマトペグループの比較

尺度（極）	SD 平均値(基準値)	オノマトペ平均値	有意差
脆い(-)	-0.867	-0.714	0.018(*)
不快な(-)	-0.732	-0.482	0.001(**)
凸凹な(+)	1.280	1.084	0.025(*)
温かい(+)	0.690	0.264	0.000(**)
乾いた(-)	-1.205	-0.986	0.004(**)
人工的な(-)	-1.320	-1.158	0.012(*)
軟らかい(-)	-1.361	-1.144	0.003(**)

各尺度をプラスまたはマイナスに設定した場合の基準値とオノマトペグループの平均値の差から, オノマトペを回答することで「脆い(-)」は丈夫な(+)方向へ,「不快な(-)」は快(+)方向へ,「乾いた(+)」は湿った(-)方向へ,「人工的な(+)」は自然な(-)方向へ,「凸凹な(+)」は平らな(-)方向へ,「温かい(+)」は冷たい(-)方向へ,「軟らかい(+)」は硬い(-)方向へそれぞれ値が変動した.

以上より，オノマトペを回答することで，回答しなかった場合に比べ，手触りの評価が明確になるという仮説は成り立たなかったが，オノマトペの影響は尺度ごとに異なることが示された.

オノマトペが手触りに影響を与えることが示された「乾いた」,「脆い」,「凸凹な」,「温かい」,「軟らかい」の 5 因子には，Shirado et al. (2005)で触感認知に重要とされる４つの潜在的な因子「粗さ感」, このことから, オノマトペは人の触覚認知に重要な要因において影響を与えるということが示された.

4. 結論と今後の課題

本研究によりオノマトペは，触覚認知において重要とされる要因においては影響を与えることがわかった．今後はその原因について検討したい.

参考文献

[1] 荒田真実子・今井むつみ・Katerina, K.・喜多壮太郎・岡田浩之, (2010)“触覚の音象徴が与える幼児の物認識への影響”, 日本認知科学会第 27 回大会発表論文集, pp.294-299.

[2] 苧阪直行,(1999) 感性のことばを研究する.新曜社.

[3] 田守育啓,(2002) オノマトペ擬音語・擬態語を楽しむ』. 岩波書店.

[4] 丹野 匡貴・伊藤 紀子・阪田 真己子, (2010). 布の風合いを表す感性語と視覚・触覚との関連. 『日本認知科学会第 27 回大会発表論文集』, 643-648.

[5] 渡邊淳司・加納有梨紗・清水 祐一郎・坂本真樹, (2011) “触感覚の快・不快とその手触りを表象するオノマトペの音韻の関係性”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 16, No. 3, pp 367-370.

[6] Hamano: The Sound-Symbolic System of Japanese; CSLI publications & Kuroshio (1998)

[7] Shirado, H., & Maeno T., (2005) “Modeling of Human Texture Perception for Tactile Displays and Sensors”, Proceedings of the First Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems (WHC’05), pp.629-630.

状況とルールのパターンマッチングを学習するシステムの構築と評価

Development and Evaluation of a System for Learning Pattern Maching of Situations and Rules

森田 純哉[1], 三輪 和久[2], 中池 竜一[3], 寺井 仁[2,4], 齋藤 ひとみ[5], 小島 一晃[6]
Junya Morita, Kazuhisa Miwa, Ryuichi Nakaike, Hitoshi Terai, Hitomi Saito, Kazuaki Kojima

[1] 北陸先端科学技術大学院大学, [2] 名古屋大学, [3] 京都大学, [4] JST/CREST, [5] 愛知教育大学, [6] 早稲田大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nagoya University, Kyoto University, CREST JST, Aichi University of Education, Waseda University
j-morita@jaist.ac.jp

Abstract

This paper presents an approach for cultivating deep understanding of the nature of human cognition. Our approach uses a computational cognitive model to highlight the nature of human cognitive system. The learning support system provides several support functions for building a production system model. Through using the system, learners observe unintentional fires of rules caused by the pattern matching mechanism implemented in a production system. We consider these observations lead to learner's deep understanding of the nature of human cognition. In this paper, educational practices in which our system was used are presented.

Keywords — Production System, Education for Cognitive Science, Learning Support System

1. はじめに

人間の認知システムの重要な特性の一つに，知識利用の柔軟性がある．人間は，経験によって得られた知識を，その知識が得られた状況だけでなく，類似した状況，もしくはパターンの共通した状況へ適用させる．また，長期記憶中の具体的な経験は，適切なレベルに抽象化され，多様な状況へ転用されるようになる．このような知識利用の柔軟性により，人間は新たな環境に適応し，さらには新たな知識を創造することになる．

人間が通常保持する知識利用の柔軟性は，それが欠如した認知システムとの対比により際立つ．これまで，発達のプロセスにおける過剰般化，サヴァン症候群における具体的な事例への固執，チンパンジーの保持する写実的な記憶などが明らかにされてきた．これらの研究は，個別の研究対象の認知的特質だけでなく，通常の成人が意識せずに行う知識処理の特質を我々に気づかせてくれる．

人間の知識利用の柔軟性に気づくためのより手軽な方法は，計算機上に実現される認知モデルの利用である．認知モデルの伝統的なフレームワークとしては，プロダクションシステムを考えることができる．プロダクションシステムは，認知科学の草創期より用いられており，現在でも多くのシミュレーション研究に用いられている．

プロダクションシステムは明示的な制御構造をもたず，変数への値の代入が直接的になされない．変数への値の束縛は，ワーキングメモリ内での状況表現とIF節のパターンパッチングを介してなされる．この仕組みにより、プロダクションシステムにおけるルールは，単一の状況だけでなく，多様な状況へと適用されることになる．Anderson (2007) は，パターンマッチングのメカニズムこそ人間の認知の特殊性を再現するメカニズムであると述べている．

しかしながら，通常，初学者にとって，プロダクションシステムにおけるパターンマッチングを理解し，人間の知識利用を再現するモデルを構築することは容易ではない．プロダクションシステムのモデリングのプロセスでは，コーディングされたルールが，モデル構築者の意図しなかった状況においてしばしば発火する．つまり，モデル構築者の想定を超えた形で，ルールが「過剰適用」される．そのような意図せぬ発火を抑制するために，モデル構築者は，人間の知識利用の制約を探り，ルールの発火条件を修正していくことになる．

著者らは上記のようなプロダクションシステムにおけるモデリングのプロセスは，認知科学の初学者にとって，人間の知識利用の特質に気づく重要な契機となると考える．通常，パターンマッチングがモデル化する知識利用のプロセスは，人間によって明示的に意識されるものではない．よって，先述のような認知科学の研究を知らない初学者にとって，人間の知識利用の柔軟性は，通常は気づ

くことが困難であると考えられる．著者らは，プロダクションシステムのモデリングの中で，ルールの予期せぬ発火を観察し，ルールの発火条件を見つめ直してくことによって，日常的には無意識にこなしている人間の知識利用の柔軟性に気づくようになると考えている．

本研究は，上記の考えのもとに開発されたプロダクションシステムによる認知モデリングの学習支援システム，およびそれを利用した教育実践を報告する．本研究で開発した学習支援システムは，具体的なコーディングスキルを養うものではなく，対象領域を限定したビジュアルプログラミング的環境となっている．また，プロダクションシステムの学習に不可欠なWMやルールの概念の学習を可能な限り効率化し，パターンマッチングの挙動を学習することに焦点を当てている．

2. システム

本研究において開発したパターンマッチングの学習支援システムは，中池ら(2011) によって開発されたどこでもプロダクションシステム（どこプロ）をベースとしている．どこプロは，Ruby on Railsを利用して開発された教育用プロダクションシステムである．Webアプリケーションとして実装され，学習者は教室，自宅を問わず同一の環境でプロダクションシステムの学習を進めることができる．

図1はシステム全体のスクリーンショットを示している．スクリーン右側に，中池ら(2011) が開発したどこプロが配置され，スクリーンの左側に，本研究において開発したシステムが配置される．2つのシステムは，共用のリレーショナルデータベースにアクセスする．データベースにはWMやルールが格納される．

なお，図1に示されるように，本研究において開発したシステムは，高校物理などで扱われる滑車の原理に関わる問題を対象領域とする．この課題は，プロダクションシステムモデルの古典的研究 (Larkin and Simon, 1987) において扱われたものである．Larkin and Simon (1987) は滑車の問題に対するプロダクションシステムのモデルを示すことで，文章的な思考に対する図的思考の効率性を議論した．彼らの研究のトピックが示すように，滑車の問題は，問題状況の視覚的な表現が容易な課題領域である．この課題領域の性質により，後述する問題状況の視覚的な表現が可能になった．以降，簡便化のため，本システムをMIPP (Modeling Interface for Pulley Problems) と呼んでいく．

2.1 MIPPの構成

MIPPは,「問題生成」,「ルール記録」,「実行」と呼ばれるWebページ (erb ファイル) から構成される．それぞれのページには，MIPPの画面右上に表示されるリンクをクリックすることで移動できる．

3つのページは，共通して，WMに格納される表現を図示するイメージディスプレイが組み込まれている．イメージディスプレイに表示されるオブジェクトは，天井, 2種類の滑車（動滑車，定滑車），おもり，ロープである．それぞれのオブジェクトには，IDと値（張力，重さ）が表示される（「｜」の左にID，右に値を示す）．

図2に，イメージディスプレイとWM中の記号表現の対応を図示した．WMの記述には，述語と引数からなるリストが用いられる．述語には，“Ceil”, “Pulley”, “Weight”, “Rope”, “Support”, “Value” の6つが用いられる．はじめ4つの述語は，Image Display上のオブジェクトの種類を区別するものである．“Support” はオブジェクト間の支持関係を示す. 上部に配置されるオブジェクトを第1引数，下部に配置されるオブジェクトを第2引数とする．“Value” はオブジェクトの値の状態を表し，第1引数にオブジェクトのID，第2 引数にオブジェクトの値を示す.

以下では，イメージディスプレイを組み入れた3つのページについて，それぞれの機能を説明していく.

2.1.1 問題生成

問題生成のページには,「オブジェクトの追加」,「削除」などのメニューが配置され，イメージディスプレイにオブジェクトを配置することができる（図3）．また,「値の設定」と表示されるプルダウンメニューとテキストボックスにより，問題解決開始前（初期状態）のオブジェクトの値を設定する．滑車の問題では，既知のオブジェクトの値をもとに，滑車の原理に関わる知識を適用し，他のオブジェクトの値を埋めていくことで問題の解決がなされる．

なお，イメージディスプレイにおいて上記の操作が行われるたびに，イメージディスプレイの状態が随時どこプロのWMに書き出されていく．新規に書き出されたリストは，どこプロのWM中で赤字で表現される．図3はobject7の値に100を設定した直後の画面の状態を示している．この操作と対応し，現在のWMに (Value object7 100) が赤字で表示されている．このように，MIPPはイメー

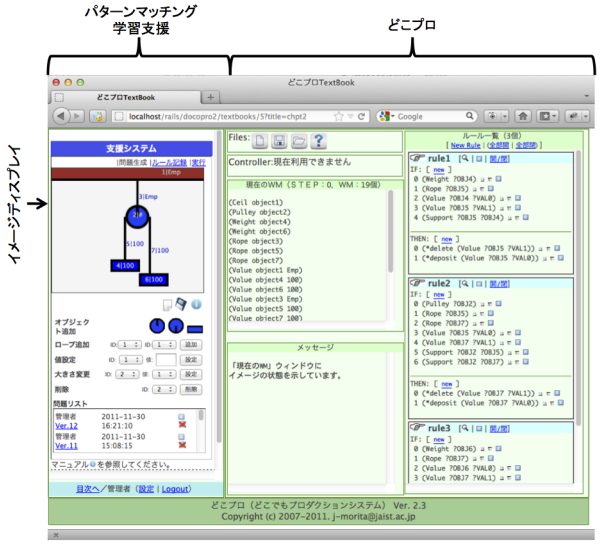


図 1 システムの画面構成

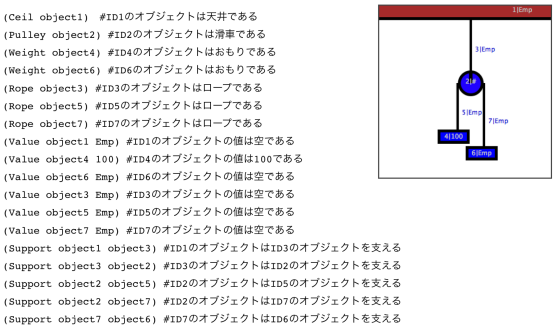


図 2 イメージディスプレイとWMの対応.

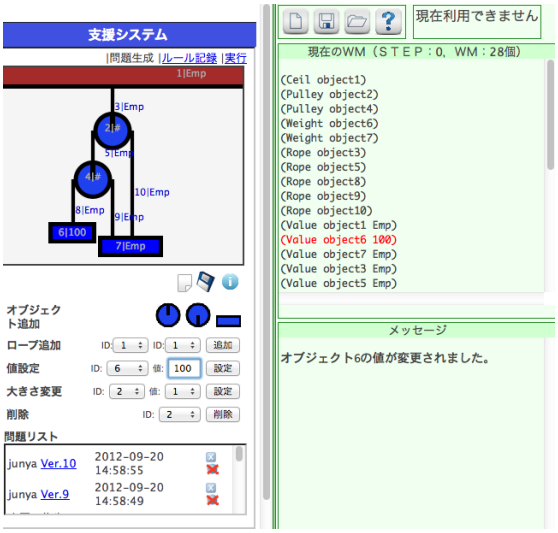


図 3 問題生成の画面.

ジディスプレイの操作とWMの対応関係をフィードバックすることで，学習者に対して，状況を記号的に表現することの意味を効率的に教授することを狙っている．

問題生成により構築された問題は，MIPPのデータベース (Pulley data) に保存される（図3左下）．データベースは，ユーザ間で共通のものが用いられるため，授業における問題の共有が容易になる．

2.1.2 ルール記録

問題解決とは,「初期状態から目標状態に向けた状態変化の系列を発見すること」と通常は定義される．プロダクションシステムの枠組みでは，問題解決における各時点での状態はWMに格納され，状態の変化はルール（オペレータ）の段階的（ステップごとの）適用によって成し遂げられる．逆に考えれば，WMの状態WM_tからWM_{t+1}への変化を導くルールは，条件節にWM_t，実行節にWM_tとWM_{t+1}の差分を持つものとして構成されることになる．

ただし，実際には，WM_tに含まれる全ての項目を，条件節に含むルールを考えることは妥当ではない．人間は直面する状況WM_tの全てに注意をむけるわけではなく，そのうちの一部の要素のみを条件としてルールを適用させるものと考えられる．

また，ルールは，変数を含むか否かという観点からも区別できる．定数のみで構成されるルールは，個別の状況においてのみ発火する事例的ルールであり，変数を含むルールは多様な状況において発火する一般的ルールということができる．ルールに含まれる変数が増加すれば，その一般性は高まるが，適切ではない状況においてルールが発火する危険性も高くなる．

MIPPにおけるルール記録は，上記のようなプロダクションシステムにおけるルールの基本的性質を学習者に意識させつつ，簡便にルールを記述させることを支援するものである．

ルール記録において，学習者が行うことは，問題生成のページで構成されたイメージディスプレイを対象に，問題解決のプロセスを再現することである．学習者は予め設定された初期値に基づいて，連続的にオブジェクトの値を埋めていく．図3の問題を例とすれば，object6の初期値が100と与えられているので，まずはそれを条件にobject8に100を設定する．続いて，object8の値が100であるので，object9の値に100を設定する．残りのオブジェクトについても，滑車の原理に関わる知識を適用することで値を埋めていく．このような一連

の問題解決のプロセスを記録し，分節化（ステップに分割）することでルールが構成される．

図4に示される4つの画面は，1つのルールを記録する際の画面の変化を示している．はじめの画面のメッセージウィンドウに表示されるStartボタンをクリックするとルール記録が開始する．その後，ルールのIF節に含めるオブジェクトをイメージディスプレイ上の矩形（図4の3つめのスクリーンにおける点線の枠），あるいは「対象オブジェクト」と表示されたチェックボックスをクリックすることで決定する．オブジェクト選択の結果は，逐次メッセージウィンドウに表示されるルールのひな形に反映される（選択されたオブジェクトに関わるWM中のリストがIF節に設定される）．オブジェクトの選択の後，選択範囲内のオブジェクトの値を変更する．イメージディスプレイに対する操作を反映し，値の変更を表現するTHEN節がメッセージウィンドウのひな形に表示される．FINISHボタンを押すことでひな形に表示されるルールがどこプロのデータベースに格納される．

図5は，図4の手続きによって構成されるルールを示している．rule1はラジオボタンから「定数ルール」を選択することで構成されるルールであり，rule2は「変数ルール」を選択することで構成されるルールである．変数ルールは定数ルールに含まれるオブジェクト名 (e.g., object1, object2) を機械的に変数 (e.g., ?OBJ1, ?OBJ2) に置換したものである．

このようなルール記録の手続きを通してルールを構成することで，プロダクションシステムにおけるルール（状態変化のオペレータ）の概念的理解が促されると考える．また，先述したように，変数ルールは記録されたままの状態では一般性が高すぎるため，適切には動作しない．学習者は，記録された変数ルールを足場かけ（スキャフォールド）とし，適宜修正していくことで，問題を解決するモデルを構成することになる．

2.1.3 実行

実行ページは，どこプロの推論エンジンに接続し，推論を1ステップずつ進める．推論が上手く行けば，WM中に保持されるValueを述語とするリストが書き変わっていく．そして，WMの変化に対応する形で，イメージディスプレイ上のオブジェクトの値が変化していく（図4）．これにより，学習者は，構成されたルールによる問題解決のプロセスを視覚的に把握できる．

また，どこプロは，現在のWMの状態と各ルールの変数との間の束縛リストをメッセージウィンドウ

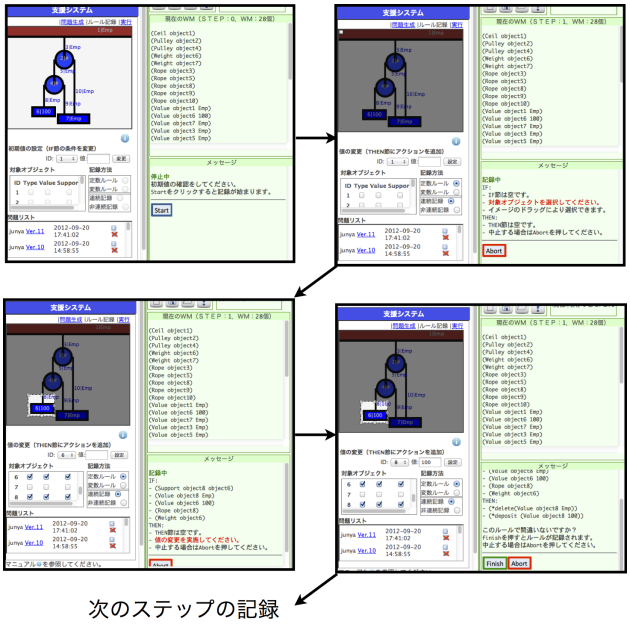


図 4 ルール記録の画面．

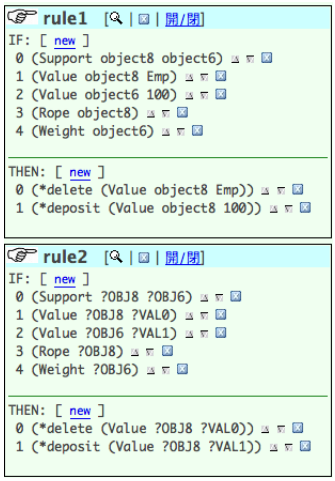


図 5 記録されるルール．

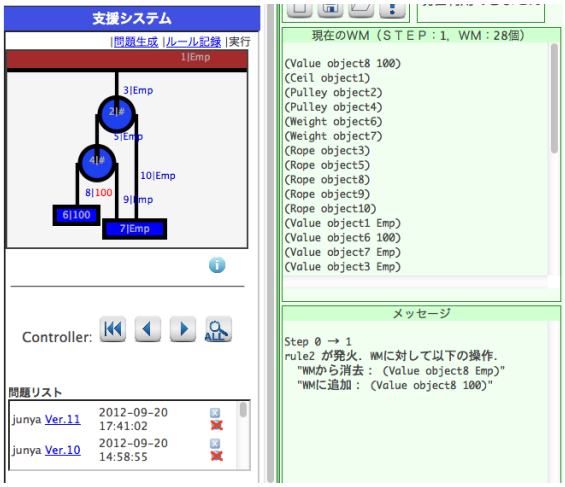


図 6 実行画面．

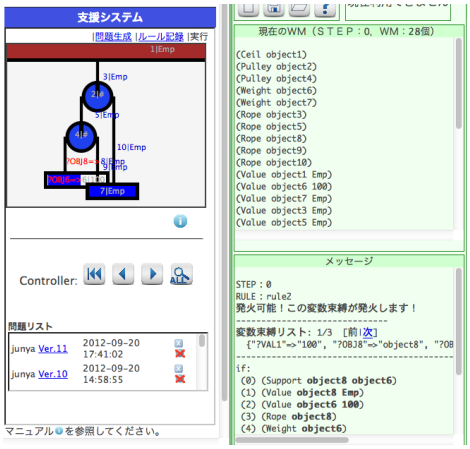


図 7 変数束縛の表示.

に表示する機能を保持する (中池ら, 2011). MIPPでは，束縛されている変数をイメージディスプレイ上のオブジェクトに対応付けて表示する．図7は図5のrule2に登場する変数とイメージディスプレイ上のオブジェクトの束縛結果を示している．ルール中の?OBJ6がobject6と，同じく?OBJ8がobject8に束縛されている．この束縛の結果は，図4に示されたルール記録の手続きを正しく再現するものである．つまり，このルールがこの束縛で発火すれば，結果としてobject8に100の値が埋められることになる．

しかし，滑車の問題を対象としたモデルでは，多くの場合で変数ルールが記録された状況とは異なる状況で発火することになる．図8は，記録時とは異なる形でルールが発火する状況を示している．図8左に示される3つの状況は，全てrule2が適用され，object8の値が埋まった後の問題の状態を示している．ルール記録においてなされた手続きを再現するのであれば，図8右のrule3の適用によって，object9の値が100に変化しなければならない．しかし，図中の3つの変数束縛はいずれもそのような問題解決プロセスを再現するものではない．

上段の束縛は，object8の値を埋めるために形成されたrule2が，object8の値が埋まった後に再度適用されてしまった状況を示している．どこプロにおける競合解消は，ルールリストの上部に配置されるルールが優先的に発火するものになっている．そのため，rule2を抑制しなければ，本来発火させるべきrule3の発火がなされない．rule2の変数束縛のリストを見れば，?VAL0と?VAL1に100の値が束縛されていることがわかる．よって，この状況におけるrule2の発火を抑制するためには，object8の値を示す?VAL0がEmpであり，object6の値を示す?VAL1がEmpではないことを明示する条件をIF節に付け加える必要がある．どこプロの書式では，それぞれ

- (*test-equal ?VAL0 Emp)
- (*test-not-equal ?VAL1 Emp)

と記述されることになる．

中段と下段はともに発火させたいrule3とのマッチングを示しているものの，変数束縛のパターンが意図するものと異なっている．中段では?OBJ8と?OBJ9という2つの変数がともにobject8に束縛されている．このような束縛を抑制するためには，2つの変数が異なるものであることを示す条件をIF節に付け加える必要がある．この条件はどこプロの書式では，

- (*test-not-equal ?OBJ8 ?OBJ9)

のように記述される．

下段における束縛は，object4に束縛させたい?OBJ4がobject2に，object8に束縛させたい?OBJ8がobject10に，object9に束縛させたい変数?OBJ9がobject5に束縛されている．滑車が2本のロープ支えているという状況が本来発火させたい状況とこの状況とで共通するためにこのような束縛が形成される．この束縛を抑制するためには，上段と同じく?VAL0がEmpであり，?VAL1がEmpではないことを明示する条件をIF節に付け加える必要がある．

上記のような意図せぬ変数束縛は，MIPPのルール記録によって形成される変数ルールで典型的に生じる現象である．このような現象が生じないルール記録機能を学習者に提供することは技術的には可能である．しかし，パターンマッチングの学習支援システムであるMIPPは，あえて意図しない変数束縛の結果を学習者に表示し，その原因を探求させ，ルールを修正することを求める．このプロセスをへることで，暗黙的な人間の知識適用に対する内省的視点が生じ，人間の知識利用の柔軟性の理解に繋がると考える．

3. 授業デザイン

授業における本システムの運用では，3つの機能の循環的な利用を求める．図9に授業デザインのフローを示す．以下，図9における各学習のステップを説明する．

1. 所与の問題: まず受講生に滑車の問題を画像ファイルで提示し，それを問題生成機能を用いて作らせる．イメージディスプレイへオブジェクトを配置し，オブジェクトに値を設定することで，視覚的表現とWM表現との対応を学習する．なお，後述の授業実践では，所与の問題としては図3に示される問題を与えた．
2. 定数ルールの記録: 所与の問題を対象に，定数ルールを選択させたうえで，ルール記録を

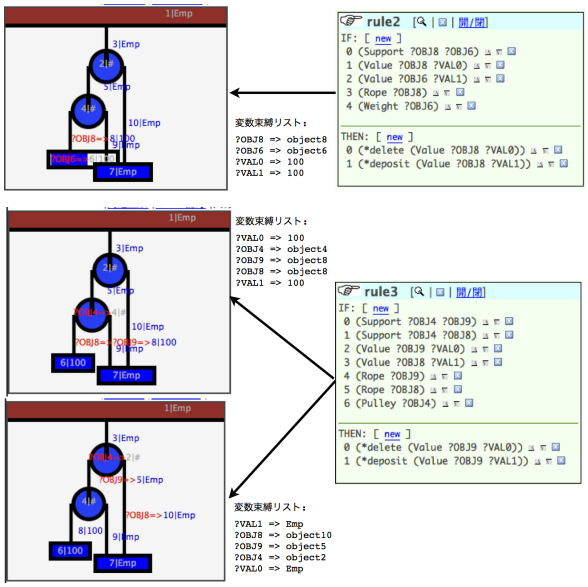


図 8 ルール記録と整合しない変数束縛.

実行する．これにより，問題解決の手続きとルールとの対応関係を学習する．

3. 問題解決プロセスの再現を確認: 実行画面において定数ルールを実行する．実行の結果，記録された問題解決プロセスが再現されたことを確かめる．問題解決プロセスが再現されなかった場合，再度，定数ルールを記録する．
4. 変数ルールの記録: 変数ルールを選択した状態で，もう一度ルール記録を行う．
5. マッチングの確認とルール修正: 実行ページにおいて，マッチングを確認させる．意図せぬルールの発火が生じた場合には，その原因を探らせ，ルールの修正を行わせる．ルール修正の際には，講師が具体的な修正方法を受講生に教示するのではなく，2.1.3に示したものと同程度の情報を記載したwebページへのリンクをヒントとして与えるにとどめる．
6. オリジナル問題の作成: 変数ルールの生成が完了した後に，所与の問題とは別のオリジナルの問題をイメージディスプレイに生成させる．既に作られた変数ルールでその問題が解決できるか試させる．解決できなかった場合，解決に必要な変数ルールを追加させる．オリジナルの問題を教室内で公開し，出来るだけ多くの問題を解決できるようにルールを追加させる．なお，受講生にオリジナルの滑車の問題を構成させ，教室内で強有させる授業デザインは，Miwa et al., (2012) において示されたものに従っている．多様な問題に対して適用可能なルールセットを構成することで，知識利用の柔軟性を理解できるようになると考えられる．

4. 授業における利用事例

4.1 授業の概要

著者らは，2008年度から2012年度までに計5回，滑車の問題を題材としたプロダクションシステムの授業実践を継続してきた．2節におけるシステム，および3節における授業デザインは継続的な授業実践の中で段階的に改善していったものである．それぞれの授業の受講者数，授業時間などの情報を表1に示した．また，各年度における授業の概要，および年度間での改善を以下に示す．

- 2008年度:
  MIPPを用いず，どこプロのみを利用して滑車の問題を解決するモデルを生成させた．実習の前にプロダクションシステムに関する講義を実施した．実習において，受講生は，滑車の問題の例題，滑車の原理を自然言語で記述した用紙を受け取り，滑車の問題を自ら解決した．その後，どこプロ上で滑車の問題を解決するルールを記述することを求められた．3時間（2日間）の実習の中で，WMの状態記述，滑車の問題を解決する個々のルールを段階的に提示し，モデルの完成を導いた．授業内の実習後，自宅で自習することを教示し，後日テストを実施した．
- 2010年度:
  プロトタイプのMIPP (森田ら, 2010) を用いた授業実践を実施した．プロトタイプのMIPPは，どこプロと併置されず，ポップアップウィンドウでどこプロとは独立に提示された．また，問題生成ページにおけるイメージディスプレイの変化を赤字で提示する機能（2.1.1節を参照）は実装されていなかった．講義の流れは3節に示した授業デザインに従うものであった．講師は，受講生の進行をモニタしつつ，段階的に実習の進行を導いた．前年度と同様，滑車の問題の実習前にプロダクションシステムの講義を実施し，後日テストを実施した．
- 2011年度
  本年度に使用したMIPPは，基本的に2節に説明されているものである．ただし，ルール記録機能に複数のバグが含まれており，ルール記録に関わる部分は授業外の自習で行わせた．授業の進行は，3節に示される授業デザインに従った．受講生には図9を直接提示し，各自の進行に任せて実習を行わせた．実習前のプロダクションシステムの講義は省略し，代わりに積み木の問題を例としてルールを記述させる自習用教材を行わせた．前年度までと同

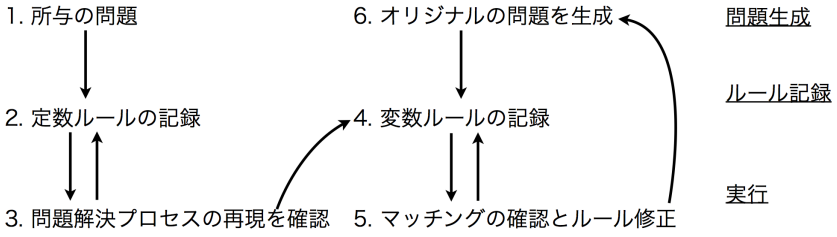


図 9 授業デザイン.

表 1 授業実践の概要.

	2008年度	2010年度	2011年度	2012年度 (1)	2012年度 (2)
最終受講者数	8名	20名	5名	13名	27名
総授業時間	10.5時間	10.5時間	12時間	12時間	12時間
滑車の実習時間	3時間	3時間	4.5時間	3時間	4.5時間

様，実習後は各自で自習させ，後日テストを実施した.

- 2012年度 (1)
  2011年度に用いたMIPPのルール記録機能に含まれるバグを修正した．それ以外の教材，手続きは前年度と同様である.
- 2012年度 (2)
  これまでの授業実践とは異なり，この実践は2日間にわたる集中講義の1日分を割り当てて行った．実習時間は4.5時間であり，これまでの授業実践とは異なり，授業外で自習をする機会はなかった．実習の直後，テストが実施された.

4.2 実習の効果

4.2.1 パターンマッチングの理解

5つの授業では全て，実践後にパターンマッチングの理解を問うテストが実施された．テストでは，受講生に，WMの表現と変数を含むルールの対応づけを答えさせた．2008年度のテストでは，複数のルールと単一のWMを提示し，マッチするルールとそこでの変数束縛を答えさせた．以降のテストでは，複数のWMと単一のルールを提示し，マッチするWMとそこでの変数束縛を答えさせた．2008年度とそれ以降のテストではWMとルールを対応付ける方向が異なっているものの，この形式の違いは本質的ではないと考え，比較することとした．受講生の回答は，以下のように採点された.

- 3点: 発火するルール（もしくはWM）の名前が正確に記述され，全ての変数束縛を正確に記述.
- 2点: 発火するルール（もしくはWM）の名前が正確に記述され，一部の変数束縛を正確に記述.

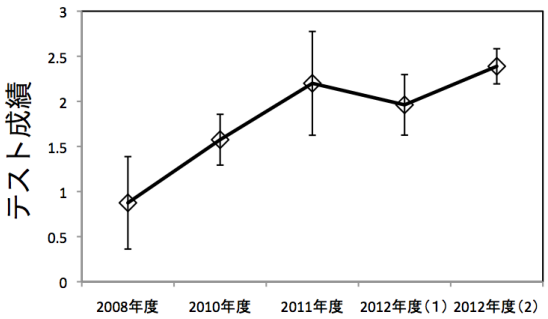


図 10 テスト成績の推移.

- 1点: 発火するルール（もしくはWM）の名前が正確に記述されたものの，変数束縛を正確に記述できなかった.
- 0点: 発火するルール（もしくはWM）の名前を正確に記述できなかった.

5回の講義でのテスト成績の推移を図10に示す．図10より，年度を経るごとにパターンマッチングの理解を問うテスト成績が向上していくことが分かる．被験者間1要因分散分析の結果，授業間のテスト成績に差が認められた ($F(4, 68) = 3.35, p < .05$)．HSD法による多重比較の結果，2008年度のテスト成績と2012年度 (2) のテスト成績の差が有意となった ($p < .05$)．

5つの授業の間では，受講生の性質，講師の説明スキルの向上など，多様な差異が存在する．よって，授業間の差の原因を特定することは困難である．しかし，有意な差が初年度の講義と最終年度の講義で得られたことから，本研究で示した授業デザインが，より良い方向に改善されていっていることは確認できる.

4.2.2 人間の知識の柔軟性に対する理解

本研究の目的は人間の認知の柔軟性を理解することを支援するシステム，および授業デザインを提案することであった．実習後に実施したアンケートでは，1節において議論したプロダクションシステムのモデリングの効用を支持する回答が得られている．アンケートでは,「プロダクションシステムによる認知モデリングの利点」,「プロダクションシステムによる認知モデリングの欠点」,「プロダクションシステムと比較した人間の認知の特質」,「人間の認知と比較したプロダクションシステムの特質」,「認知モデルを作ることの意味」を自由記述させた，以下に回答の例を示す．

- （認知モデルを作ることの意味に対する回答）逆説的な話であるが、人間の認知の仕組みの優秀さを改めて実感した。ノイズやエラーが発生しても何とか処理しようとする人間の認知システムは、どれほどコンピュータが進化してもシュミレートしきれないのではないか。
- （プロダクションシステムと比較した人間の認知の特質に対する回答）ルールなどに決められていない、パターンにない状況に出会っても、自分で考え柔軟に対応できることだと思います。関数の処理速度には勝てなくても、新しいものに対して新しくルールを作っていけることが人間の認知の特質だと思います。また、物事を決められた順番に処理をしていくのではなく、時には順番を変えたり、同時に処理していると思います。

これらの回答は，プロダクションシステムによる認知モデルの潜在性について，厳密には正しくない理解も含まれる．しかし，プロダクションシステムのモデリングにより，人間の知識利用の柔軟性の理解が促進されるという本研究の前提とは整合するものである．さらに，人間の認知の柔軟性を認めつつ，プロダクションシステムによるパターンマッチングのポジティブな側面を指摘する回答もあった．

- （プロダクションシステムによる認知モデリングの利点に対する回答）何より面白い点は，変数の束縛がステップごとに変化していき，流動的にシステムが進む点である．認知のモデリングとしては，C言語やJavaなどの一般的な言語より，プロダクションシステムのほうが，モデルをより包括的に捉えることができ，また創発的な振る舞いも発生しやすいのではないかと考える．
- （人間の認知と対比したプロダクションシステムの特質に対する回答）あらゆる条件をすべて網羅することにより，人間では気づかなった新たな視点やプロセスを発見することができる．
- （認知モデルを作ることの意味に対する回答）人間の認知プロセスは人間自身には理解できない．しかし，認知モデルを作ることで，認知プロセスを具体的，厳密化することにより，人間はそのプロセスを視覚的に理解できる．また認知モデルを作る過程で自らの認知プロセスが，どのような構造なのかを知るきっかけにもなるのではないかと思う．

上記3つの回答のうちの1つめは，プロダクションシステムによるパターンマッチングが創発的な認知を支える機構としての可能性を認めるものである．この回答は，1節において述べたAnderson (2007) の見解と近いものと考えることができる．2つめと3つめの回答は，プロダクションシステムの利用により，新たな視点の発見や人間の潜在的なプロセスが明瞭になることを指摘するものである．これらの効用は，森田・永井 (2011) において提案された認知モデルの利用法において提案されたものである．森田・永井 (2011) は，認知モデルを新たな視点を発見するためのリフレクション装置として利用することを提案した．

以上をまとめれば，授業実践によって，人間の認知の特質である知識利用の柔軟性に気づくという目的は達成されたと考えることができる．ただし，これらの回答が，直接的に実習の効果を示すとみなすことはできない．上記のような回答は，実習前後での授業内容，あるいは授業における講師の言葉などに影響されて記述されたた可能性は十分にあり得る．今後，アンケート内容の定量的，定性的分析を行うことで，提案する支援システム，および授業デザインの効果を検討していく必要がある．

5. まとめ

本研究では，人間の知識利用の柔軟性を理解させるためのツールとして，プロダクションシステムの学習支援システム，および授業デザインを提案した．提案したシステム，授業デザインは実際の授業において利用され，その効果が示された．

本研究において提案した学習支援システムMIPPの特徴は，人間による柔軟な知識の適用とプロダクションシステムによるパターンマッチングを対比させることを狙う点にある．変数ルールは，問題解決プロセスを機械的に分節化し，オブジェクト名を置換することで構成される．そのように機械的に切り出されたルールは，過剰適用され，学習者が思いもしなかった状況に適用されることに

なる．そのような出力を目の当たりにし，学習者は人間の知識適用の柔軟さに気づく．また、ルールの過剰適用を抑制するプログラミングをすることで，モデリングスキルが向上する．

このような認知モデルの用いられ方は，哲学者によって「アンドロイド認識論」と呼ばれる人工知能の利用のされ方と類似する (戸田山, 2002)．アンドロイド認識論は，人間には実行できない合理的なアルゴリズムを実装することで，人間の認知を理解する方法論である．認知科学の学習者に，計算機による規範的なアルゴリズムと人間の認知メカニズムを対比させることで，人間の認知に対する発見が促される考えている．

参考文献

[1] Anderson, J. R. (2007). How can the human mind occur in the physical universe? New York: Oxford University Press.
[2] Larkin, J. H. and Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. Cognitive Science, 11, 65-100.
[3] 中池竜一・三輪和久・森田純哉・寺井仁 (2011) 認知科学の入門的授業に供するWeb-basedプロダクションシステムの開発. 人工知能学会論文誌, 26, 536-546.
[4] Miwa, K., Morita, J., Nakaike, R., & Terai, H. (in press). Learning through Intermediate Problems in Creating Cognitive Models. Interactive Learning Environments.
[5] 森田純哉・三輪和久・中池竜一・寺井仁・齋藤ひとみ (2010) 問題の作成とモデルの構築を支援するユーザインタフェースの開発.『人工知能学会第58回先進的学習科学と工学研究会資料』, SIG-ALST-A903-9, 45-50.
[6] 森田純哉・永井由佳里 (2011). 類推の認知モデルの応用によるリフレクション支援システムの開発．人工知能学会論文誌 26 (5). 559-570.
[7] 戸田山和久 (2002).『知識の哲学』. 産業図書.

ストリートダンスにおける新しい表現の発展とその影響

The Process of Creation of New Movements in Street Dance

清水 大地†, 岡田 猛†
Daichi Shimizu, Takeshi Okada

†東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, University of Tokyo
daichi@p.u-tokyo.ac.jp, Okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study focuses on the complementary relationship between the acquisition of skills and the generation of new ideas in street dance practice - a subject that has not yet been fully examined. Through a five-month observation of the dance practices of three expert dancers and interviews with one of them, we investigate the process of dancers' development of new movements. The results reveal that the content of new ideas developed during the practice was strongly guided by the skills that had been acquired previously, and some of the components of the skills changed with the implementation of the new ideas. These results indicate that creative activity in street dance takes place in a circular relationship between the acquisition of skills and the generation of ideas.

1 はじめに

1. 1 創造活動における身体とアイデア生成との関係性

本研究では創造活動における身体とアイデア生成との関係性に注目した．創造活動が営まれる過程に関しては古くから様々な検討が行われてきたが（e.g., Gardner, 1982; Guilford, 1950）, Finke et al. (1992) のGeneplore modelに代表されるように，新しい概念探索やアイデア生成といった個人の心的過程に注目したものが中心であった．しかし近年では，環境や他者の影響といった外的要因からの影響に注目した研究（e.g., Csikszentmihalyi, 1998; Shimizu & Okada, 2012）に加え，活動を行う個人の身体的特徴や行為が心的過程にもたらす影響を検討した研究が盛んに行われつつある．例としては，身体的特徴や身体動作からの影響を検討したもの（阿部，2010; Yokochi & Okada, 2005）や外化したプロダクトからの影響を検討したもの（石井・三輪，2003; Suwa & Tversky, 1997）が挙げられる．

また近年の認知科学では，Decety, Jeannerod & Problac (1989)やSchwartz & Black (1999)のように，身体化という視点から個人の知的活動を検討することが行われている（阿部，2010）．さらにアフォーダンス（e.g., Gibson, 1979; 佐々木，2006）や身体性認知（e.g., Anderson, 2003）といった領域で身体と認知との関係性が盛んに検討されている．このことを踏まえると，「身体」と「創造に関わる高次認知過程（アイデア生成）」との関係性を検討することは，今後の創造性研究を発展させる上で不可欠だと言える．そこで，本研究では創造活動における身体とアイデア生成との関係性を検討した．

1. 2 身体スキルの向上とアイデア生成との関係性

その際，身体的特徴や身体行為の中でも身体スキルの向上（身体的熟達）に焦点を当てて，新しいアイデア生成との関係性を検討した．これは身体スキルの向上が創造活動に影響を及ぼすことが様々な領域で示唆されているためである．例えば，ダンスや音楽などの創造活動と身体が密接に関係する領域では，既に生成，習得した技術や表現を利用して新しい技術や表現を即興的に生成することが示唆されている（e.g., Mendonça & Wallace, 2007; Shimizu & Okada, 2012）．また生田（1987）で伝統芸能の新しい表現の創作において「守・破・離」の過程が示されたように，芸能や絵画などのアート領域においても新しいものを生成する過程の一部としてある技術を習得する必要性が主張されている（e.g., 生田，1987; 佐々木，2006）．

このように身体スキル向上の重要性が示唆される一方で，先行研究では「ある瞬間的・短期的な場面」における身体スキルの向上が「新しいアイデア・表現の生成に及ぼす影響」の検討に留まっているのが現状である．身体スキル向上の影響について長期的な視点から検討したものも見られるが(e.g., 生田, 1987)，熟達者による経験的な逸話が中心となっている．そのため本研究では，身体スキルの向上と新しいアイデア生成との関係性を実際の活動現場に参入し，長期的・実証的に検討することを目指した．さらに長期的な活動過程においては，先行研究のように「身体スキルの向上がアイデア生成に影響する」だけでなく，「新しいアイデアを生成・実施することで練習していた身体スキルに変化が生じる」ことも推測される．そのため，身体スキルの向上と創造的なアイデア生成との相互的な関係性についても検討を行うこととした．

1．3　研究対象としてのストリートダンス

本研究ではストリートダンスにおける創造活動を対象とした．理由としては 1）大会などにおいて踊りの独創性が評価の基準とされており，新しい踊りの創造が盛んに行われていること，2）ダンスという全身を使った活動を行うため，創造活動において身体スキルの向上がより重要性を有していると考えられたこと，が挙げられる．

1．4　問題と目的

ストリートダンスにおいて新しい踊りが長期間に渡って生成・発展していく過程を，新しいアイデアの探索と身体スキルの向上との相互的な関係性に注目して実証的に検討することを目指した．

2　研究方法

実際にダンサーが新しい踊りを生成・発展させる練習場面を取り上げ，フィールドワークとインタビューを行った．

2．1　フィールドワーク

2．1．1　対象

都内で活動する熟達者 3 名を対象とした（年齢：24 歳，24 歳，26 歳，経験年数：8 年，8 年，9 年）．この 3 名は大会において優勝・準優勝などの実績を収めている．

2．1．2　手続き

熟達者 3 名が週に 1 度行うチームの練習を対象とした．実施期間は 2011 年 7 月～2011 年 11 月の計 16 回である．1 回の練習時間は平均 2 時間 36 分（*SD*=24）であった．協力者に許可をもらった上で，ビデオ 2 台と IC レコーダー1 台で練習場面の記録を行った．

2．2　インタビュー

2．2．1　対象

フィールドワーク実施期間において新しい

Figure1 「うねうね」の実施場面

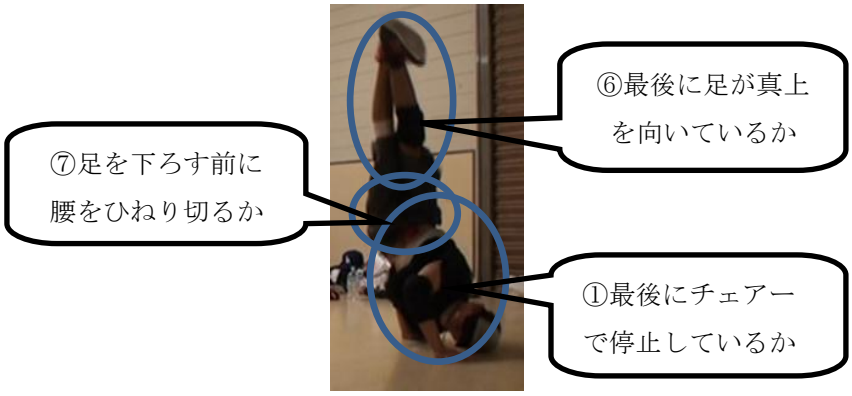


Figure2 重要なポイントの例

踊りを生成・発展した熟達者 1 名（年齢：24 歳，経験年数：8 年）を対象とした．

2．2．2　手続き

まず生成・発展した新しい踊りの「魅力」や「他者評価」，「実施時の重要なポイント」，「発展したプロセス」について半構造化面接を実施した．その上で該当する踊りの練習映像を提示しながら，「練習した際の意識」などについて回顧的インタビューを実施した．期間は 2012 年 8 月 11 日と 8 月 28 日で，時間は約 1 時間，約 1 時間 10 分であった．

2．3　分析方法

インタビュー対象の熟達者 1 名に練習映像を見せ，生成された新しい踊りを特定した．その結果 2 つの踊りが特定された．今回はその中でインタビューを行った 1 つの踊り（「うねうね」：詳細については後述する）を検討した．「うねうね」の実施場面を Figure1 に示す．

まずフィールドワークの分析では，「うねうね」を行う際の重要な動きのポイントの達成度を 4 つの時期に分けて検討した．重要なポイントと区分した時期は，インタビュー内容を参考に特定した．重要ポイントの例を Figure2，区分した時期の概要を Figure3 に示す．

次にインタビューの分析では，フィールドワークの結果を補足する検討を行った．後述のように，フィールドワークの分析で示唆された内容はそれだけでは解釈が困難なものを多く含んでいた．そのため実際の練習の様子だけでなく，その際のダンサーの意図・意識もケース的に記述し，解釈に含めることで，踊りが発展した過程を詳細に検討した．

3　結果と考察

3・1　「うねうね」の特徴

詳細な結果の前に，まず「うねうね」の特徴をインタビューに基づき記す．「うねうね」

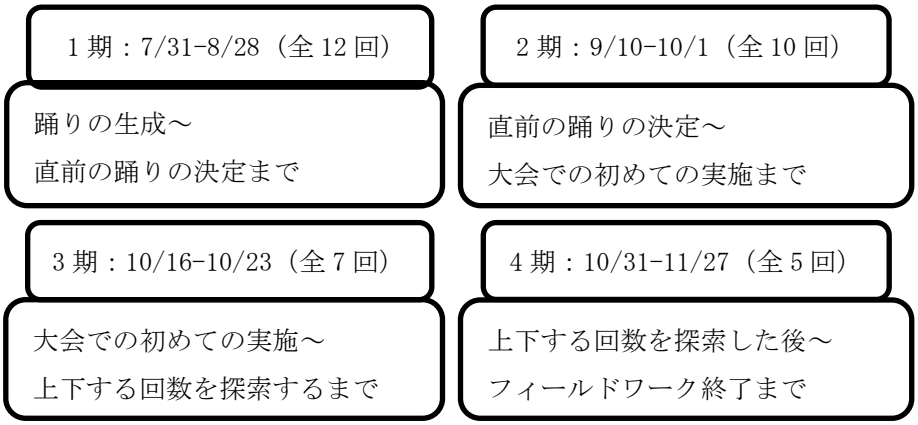


Figure3 区分した時期の概要

Table1 重要ポイントの各時期における達成度（%）

ポイント	*①最後にチェアーで停止しているか*	*②最後に腰が落ちずに停止しているか*	*③直前の動きが最終的に実施されたものか*	*④足を上げ始める姿勢が横向きか*	*⑤足を上げた際に足が真上を向いているか*	*⑥最後に足が真上を向いているか*	*平均*
1 期	75	67	0	33	8	25	35
2 期	100	100	80	60	30	60	72
3 期	86	57	57	57	71	71	67
4 期	100	80	80	100	80	80	87

は全身を頭と手で支えたうつぶせの姿勢から，逆さまの状態で腰をひねりながら足を上下する踊りである．この踊りは「チェアー」という基本的な技術を利用して生成された．また「チェアー」から腰をひねって上下するという発想の独創性，実施するのに長い練習が必要ですぐには真似できないという動きの独創性が他者から評価されている．実際このダンサーは「うねうね」をバトルでも頻繁に使用し，ジャッジである一流ダンサーからも高い評価を受けたと述べていた．

3．2 「うねうね」の発展過程の概要

まず重要ポイントの中でも，特に「うねうね」の出来の指標となるポイントの達成度を検討した．結果を Table1 に記す．⑤や⑥のように 1 期から 4 期にかけて漸進的に上昇しているポイントがある一方で，①，②，④のように 3 期で一度達成度が下がり，4 期で再び上昇するポイントも見られた．6 つのポイントにおける達成度の平均値を見ても，3 期で若干だが達成度が下がっている．これより「うねうね」の発展過程は，重要なポイント全てが徐々に実施可能になる，という単調なものでない．時期によって実施可能になるポイントが異なるのに加え，場合によっては実施可能なものが実施出来なくなるという，スランプに近い発展過程も見られた．

3．3 ポイント同士の関連性

次にこのスランプとも考えられる変化が生じた理由を検討した．①や②の達成に失敗した 3 期の踊りに関するダンサーの感想を Table2 に記す．ここでは，3 期において腰のひねりが上手く出来るようになったが，それに対応した上半身の動きが出来ず，結果として全体のバランスが崩れたことが主張された．実際に「腰のひねり」に関するデータ（Table3 ⑦）を見ると，3 期において達成度が著しく上がっている．つまり 3 期では，腰をひねり

Table2 3 期の失敗した踊りに関するダンサーの感想

S124:でもねじれるようになって，そのちょっとの感覚のずれで分かんなくなっちゃうから．良くなる反面の反動．
S125:子供の時言うよね．身体大きくなるとスポーツとか出来なくなるって．
S127:ひねりの幅が大きくなりすぎると，その分 1 回のひねりに時間がかかる．だから大きくなったひねりに対する上半身の待ちが．ひねり切るまで待ててないっていう．それで上半身と下半身がぶれる．ねじれてもう少し待てば，スッと上手くいくはずなのに．

Table3 腰と手の動きに関する各時期の達成度（%）

ポイント	*⑦足を下ろす前に腰をひねり切るか*	*⑧足を上げた際に両手を同時に動かすか*
1 期	42	0
2 期	20	0
3 期	71	57
4 期	100	60

切るタイミングが速くなり，そのことで上半身と下半身を連動させるタイミングが崩れ，着地時の姿勢維持が困難になっていた．これは腰をひねるタイミングというあるポイントの変化が，着地時の姿勢という別のポイントの変化に関わっているという，複数のポイント同士の関連性を示唆している．実際 Table4 に示すように，腰をひねるタイミングの変化による失敗は，上半身と下半身が連動可能になると「上半身に力を入れる方法が身に付いたため身体を上げる速度が上昇した」，「逆立ちで両手を離してジャンプ出来るようになった」という，他のポイントにおける動きの可能性を広げる形で活かされていた．ここでも特定のポイントの変化が他のポイントに影響を及ぼしていると分かる．

Table4 3 期の成功した踊りに関するダンサーの感想

S152:綺麗に出来てる．跳んだね．
S153:さっきまで無理矢理体勢を上げてたんだよ．体勢が悪かったから．
S154:だけど，久々に綺麗に体重が乗った．その一方で上半身は思いっ切り上げようとするから，いつもより勢いが強くなった．あと足伸ばすタイミングとドンピシャに重なったから．力を入れなくても，フワッて上がっちゃう．
S162:最後のフリーズの形と，あと跳んでるのが．自然に跳んでるよね．
S164:右手と左手が同時に動いているでしょ．だから跳んで最後の決めにいってるんだよ．

3．4　重要ポイントの変化がアイデア探索に及ぼす影響

次にこれらのポイントの変化が，新しいアイデアの探索にどう関わるのか検討した．ここでは Table4 の「3 期の終わりに逆立ちで両手を離したジャンプが可能になったこと」と「1 期においてうねうねに入る際に体勢を崩しがちであったこと」の影響を検討した．

Table3 の⑧に示したように，足を上げた際に両手を離してジャンプすることが 3 期の途中で実施可能になった．さらにこのジャンプする動きは単に跳ぶだけでなく，「足を上げた時の体軸のずれを補正する」という動作を含むようになっていた．そして Table5 に示すように，この「体軸の補正」と「跳んで落ちる」という動きを利用することで，4 期における「足を連続して上下する」という新しいアイデアの探索が可能になった．このようにあるポイントの変化が新しいアイデアを探索する

Table5 4 期の連続して上下することに成功した踊りに関するダンサーの感想

S185:やっぱり軸の移動を覚えてから，連発が出来るようになったんだよね．
S186:体重のかけ方間違えても，そっちに移動すれば．やっぱり上に上げようと思ったら，真下に軸が無いと．上手く上がれないし，何て言うんだろう．止まる時もさ，真下にないと止まれないから．
S211:こういう動きって，着地する前に跳んでるんだよ．
S216:タイミングがあって．ちょうど落ちてる時に下から力が伝わってて．落ちて，絶対に弾むじゃん．ドンって落ちたら，こっちに衝撃あるでしょ．それと押し上げる力を合わせるの．そうすると，ブンッてもう 1 度上がる．
S227:だから踊りが発展しない人っていうのは，これを考えない．何故こうなって，どこで力を入れるとか．そういう細かいところを考えないから，全く進歩しないの．ただやるだけじゃ意味が無い．

方向性を導いていたと考えられる．

また「うねうね」の直前にどのような踊りを行うかが 2 期の初めに決定された．ここでも「うねうね」に入る際に体勢を崩しがちであった，という特定のポイントにおける失敗を補う形で新しいアイデアが探索されていた．これは Table1②のように「うねうね」に入る際の体勢が，2 期以降ある程度固定され，安定したことからも分かる．これらの例から，ある部分の身体スキルの向上もしくは不足がアイデア探索の方向性を導くことが示唆された．

3．5　アイデア探索が重要ポイントに及ぼす影響

Table6 2 期における踊りに関するダンサーの感想

S24:上がってる時も，さっきより高い．上に上がっていて，下りる時もそのまま真下にくの字にストンって下りてる．形としては成功してる．
S45:落とし方は良い．最初縮めて，ねじって上がるじゃん．で，そのままストンって落ちてる．

Table7 4 期における踊りに関するダンサーの感想

E191:ここが上手い．理想的には足はやっぱりこういう折り畳み方が良い感じ．
S194:でも角度はやっぱりこっちの方が良いと思うんだよね．きちんとチェアーの膝曲げたバージョンの高さで，落ち切るのが多分理想だと．
S210:だけど，ここは綺麗に見せる．こうあって，グン，グンっていう方が．ある程度膝は必要だから曲げる．真上に上げるためにね．

最後に新しいアイデアの探索が「うねうね」実施時の重要なポイントに与えた影響を検討した．Table6, Table7 に「足を連続して上下する」アイデアを実施する前後の同様のポイント（1 回目の着地時）に対する感想を提示した．実施前は「足を伸ばした状態で真下に落とすこと」を理想としていたが，実施後は「腰と足を曲げた状態で反動を利用して再度跳ねること」に変化した．また「足を下ろしてくる際に 1 回余分にひねって助走をつける」という腰のひねり方に変化が生じたこともダンサー本人は指摘していた．このように新しいアイデアを実施することで，重要とされる動きのポイントが変化したことが分かる．さらにこの「腰のひねりを余分に実施する」

というポイントの変化は,「腰のひねりの回数を調整することで音楽の印象的な部分にタイミングを合わせる」というさらなるアイデアの探索を導いていた.

4. 総合考察

4. 1 得られた知見の概要

本研究の結果から，新しいアイデアの探索と身体スキルの向上・変化とが相互に影響を及ぼし合いながら新しい踊りの創造が行われることが示唆された．新しいアイデアは，その踊りにとって重要な要素（動き）の向上・変化に導かれ，探索されていた．同様に重要な要素（動き）は，新しいアイデアを実施することで異なる要素に変化し，その変化がさらなるアイデアの探索を導いていた．このようにストリートダンスにおける新しい踊りの生成・発展は，心的過程におけるアイデア探索と身体における動きの変化が影響し合い，互いの変化を導き合いながら双方向的に進むものだと考えられる.

4. 2 関連領域に対する示唆

これまでも，身体特徴や身体動作，身体スキルの向上が概念生成・アイデア生成に与える影響を検討した研究はある程度見られたが（e.g., 阿部，2010; Mendonça & Wallace, 2007; Shimizu & Okada, 2012; Yokochi & Okada, 2005)，それらは，身体動作や身体スキルの変化によってアイデア探索に生じる変化を一方向的に検討していた．しかし実際の創造活動では，逆方向の影響，すなわち新しいアイデアを探索・実施することで習得中の身体スキルに変化が生じることは十分に考えられる．実際に本研究では，新しいアイデアの探索と身体スキルの向上とが相互に変化を導きながら，創造活動が営まれる過程を示した．アイデア探索と双方向的な関係を有するという身体の創造活動における役割を初めて詳細に検討し，あらためて身体の影響の重要性を示唆した点に本研究の意義はあると言える.

参考文献

[1]阿部慶賀，(2010)，“創造的アイデア生成過程における身体と環境の相互作用”，認知科学，Vol. 17, No. 4, pp. 599-610.

[2]Csikszentmihalyi, M., (1988), “Society, culture,and person: A systems view of creativity”, In Sternberg, R.J., (Ed.), The nature of creativity, Cambridge: Cambridge University Press.

[3]Decety, J., Jeannerod, M., & Problanc, C., (1989). “The timing of mentally represented actions.” Behavioral Brain Research, Vol. 34, pp. 35-42.

[4]Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M., (1992), Creative cognition: Theory, research, and applications, Cambridge, MA: MIT Press.

[5]Gardner, H, (1982), “Art, mind, and brain: A cognitive approach to creativity.” New York: Basic Books.

[6]Gibson, J. J., (1979), “The ecological approach to visual perception”, Boston: Houghton Mifflin.

[7]Guilford, J. P., (1950) “Creativity”, American Psychologist, Vol. 5, pp.444-454.

[8]生田久美子，(1987)，“「わざ」から知る”，東京：東京大学出版会

[9]石井成郎・三輪和久，(2003)，“創造活動における心的操作と外的操作のインタラ

クション”，認知科学，Vol. 10, No. 4, pp. 469-485.

[10]Mendonça, J. D., & Wallace, W. A., (2007), “A Cognitive Model of Improvisation in Emergency Management”, Systems, Man and Cybernetics Part A, Vol. 37, No. 4, pp. 547-561.

[11]佐々木正人，(2006)，“アートの知覚を求めて”，佐々木正人(編)，(2006)，アート／表現する身体―アフォーダンスの現場―，東京：東京大学出版会.

[12]Schwartz, D., & Black, T. (1999), “Inferences through imagined actions: Depictive models.” Cognitive Psychology, Vol. 30, pp. 154-219.

[13]Shimizu, D., & Okada, T., (2012), “Creative Process of Improvised Street Dance”, Proceedings of the Thirty-fourth Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 2321-2326.

[14]Suwa, M, & Tversky, B, （1997）, “What do architects and students perceive in their design sketches？ A protocol analysis.”, Design Studies, Vol.18, No.4, pp.385-403.

[15]Yokochi, S., & Okada, T., (2005), “Creative cognitive process of art making: A field study of a traditional Chinese ink painter”, Creativity Research Journal, Vol.17, pp. 241-255.

スピード線描写の違いが速さ知覚に及ぼす影響
The effect of “speed lines” in comics on speed perception

林 聖将，松田 剛，玉宮 義之，開 一夫
Hiromasa Hayashi, Gou Matsuda, Yoshiyuki Tamamiya, Kazuo Hiraki

東京大学大学院総合文化研究科
The University of Tokyo Graduate School of Arts and Sciences
h_hayashi@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

"Speed lines" is the abstract lines used in comic to make objects look like they're moving. In two experiments employing prediction motion task, we investigated the effect of speed lines in comics on speed perception.

As result, we found that both the number and the length of speed lines have significant effect on subjective speed of the ball. This indicates that the number and the length of speed lines indeed affects viewer’s perception of motion, thus plays significant role in comics.

Keywords — Comics, Speed lines, Speed perception

1. 目的

「スピード線」はマンガで描かれる記号的表現のうち，物の運動を表現するものである．スピード線は物の運動方向とは逆方向に，運動方向に沿った複数の線を並べて描かれる．たとえば図 1 のように球の左側に平行な直線を何本か描くことで「右側に向かって動いている球」を表現することができる．

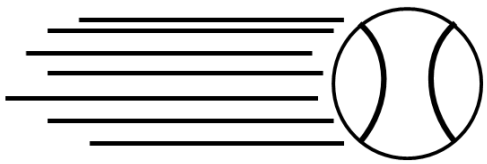


図 1　スピード線を用いた「右側に向かって動いている球」の表現.

スピード線を付加された図画は付加されない図画に比べて主観的に「運動している」または「より速く運動している」と評価されることが報告されている[1][2][3]．さらに，マンガ家は自分が表現したい運動速さの程度に応じて，スピード線の本数や長さを経験的に変えて描いている．しかしこれらの要素が，スピード線が付加されたものの主観的な運動速さに影響を及ぼすのかを定量的に検討した研究はほとんどない. そこで本研究では，速さ推定課題実験によって，スピード線に描かれる直線の本数と長さの違いが読み手の速さ知覚に及ぼす影響を検討した．

2. 実験 1

速さ推定課題は，動く物体の運動を途中から隠した状態で，物体がある地点に達する瞬間を予測する課題であり，人の速さ知覚にずれを生じさせる要因を検討する研究で用いられている[4][5]. 実験 1 では，球に付加するスピード線の長さと本数をそれぞれ変化させたとき，球の主観的な運動速さにどのような違いが生じるかを検討した．

2.1 方法

実験参加者：マンガ読書経験を持つ日本在住の成人 19 名（男性 10 名，女性 9 名．平均年齢 19.9 歳　年齢の標準偏差 2.27）が参加した．

装置: 刺激提示には 17 インチ CRT モニターを用い, CRT モニターから実験参加者の目までの距離は約 60 cm とした．キー押しにはレスポンスボックス（Psychology Software Tools, Inc. “Serial Response Box Model 200A”）を用いた．

手続き：図 2 に手続きの一連の流れを図示した．実験中, CRT モニターの画面に 3 本の縦線を平行に並べて表示した．このうち，左側の縦線と中央左寄りの縦線は中央部を開けた．

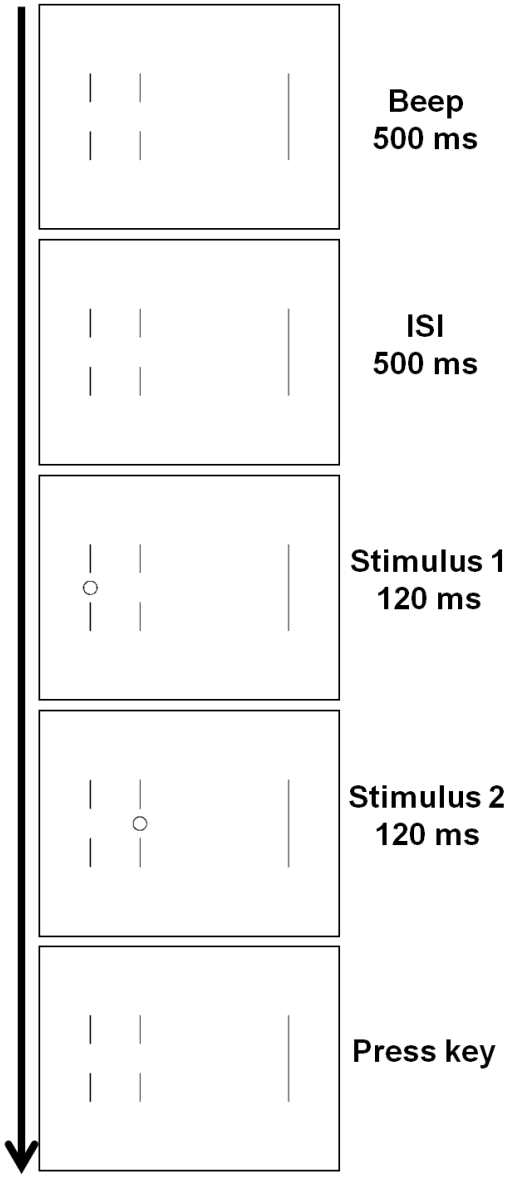


図 2　実験 1 における 1 試行の流れ．キーが押されると 1000 ms のインターバルの後，ビープ音を鳴らして試行を繰り返した．

試行開始の合図として，試行の最初にビープ音を 500 ms 流した．500 ms 経過後，刺激画像を，円の中央が左側の縦線の中央に合う位置で 120 ms 提示した（図 2 の Stimulus 1）．これが消失すると同時に，左側の縦線に提示したものと同一の刺激画像を，円の中央が中央左寄りの縦線の中央に合う位置で 120 ms 提示した（図 2 の Stimulus 2）．刺激画像が消失した後は，実験参加者がレスポンスボックスのキーを押すまで待機した．キーが押されたら 1000 ms のインターバルを挟み，試行を最初から繰り返した．実験参加者には，「球のイラストが左側の縦線から右側の縦線に向かって一定の速度で進むが，中央左寄りの縦線に達したところで球が消える」と教示し，直前の仮現運動を基に消えた後の球の動きを予測して，球が右側の縦線に到達したと判断した瞬間にキーを押すよう求めた．

実験 1 で提示した刺激画像は計 7 種類とした(表 1)．このうち 6 種類は，スピード線の本数(lines)条件および長さ(length)条件の組み合わせからなる計 6 条件にそれぞれ対応する．まず，平行線 8 本からなる線の束を正円の左側に付加した図形「8long」を刺激画像に採用した．正円の直径は 1.5 cm，線の束をなす平行線の長さは 2.3 cm で，平行線は縦幅 0.8 cm の中に均等に並べた．8long はマンガで用いられるスピード線表現を模したもので，三浦・上村[2]で実施された球図形の速度印象評価で主観的に速度感を持つと評価された，直線のスピード線付きの球図形に倣って作成した．また，8long におけるスピード線の長さはそのままにして本数を 5 本に減らしたものを「5long」，1 本に減らしたものを「1long」とした．さらに，8long・5long・1long の線の束をなす平行線を半分の長さにした図形をそれぞれ「8short」「5short」「1short」とした．残り 1 種類はスピード線が付加されない円のみの画像（neutral）とした．実験参加者にはこれらの刺激画像をランダムな順番で提示し，ひとつの刺激画像につき 60 試行，計 420 試行を実施させた．

表 1　実験 1 で用いた刺激画像の一覧．

	Long	Short	Neutral
8lines	8long	8short	neutral
5lines	5long	5short	
1line	1long	1short	

本実験では，中央左寄りの縦線から刺激画像が消失してから，キーを押すまでの時間を反応時間（RT）とし，各条件の RT を測定した．全ての条件で刺激画像の提示時間・タイミングは同じであるから，仮現運動から予測できる客観的な球の運動速さはいずれも同じである．したがって，各条件の RT は各刺激画像を見た実験参加者が見積もる, 球の主観的な運動速さを反映する. すなわち，球の主観的な運動速さが速くなればなるほど RT が短くなり，球の主観的な運動速さが遅くなればなるほど，RT が長くなると考えられる．

2.2 解析

RT が 100 ms 以上 3000 ms 未満の試行のみを解析の対象とした．実験参加者ごとに，各刺激画像で得られた RT の平均値を neutral における RT の平均値で割った値（以下「RT/neutral」と呼ぶ）を算出した．neutral を除く 6 つの刺激画像における RT/neutral の値を基に，スピード線の lines の条件とスピード線の length の条件の 2 要因分散分析および，Bonfferoni 法による多重比較を行った．

2.3 結果と考察

neutral を除く 6 つの刺激画像における RT/neutral は図 3 の通りである．これらの RT/neutral の値を基に lines の条件と length の条件の 2 要因分散分析を行った結果, lines の主効果が有意であり($p < .05$)，また length の主効果が有意であった($p < .05$)．また，lines と length の交互作用は有意傾向を示した $p = .071$)．この結果は，スピード線の本数および長さがそれぞれ，球の主観的な運動速さに影響を及ぼすことを示している．

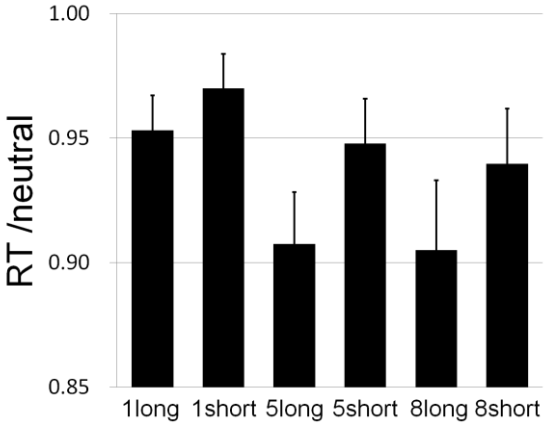


図 3 実験 1 の各刺激画像における RT/neutral（neutral 条件の RT に対する比率）. エラーバーは標準誤差（SE）を示す.

実験 1 の lines の条件における RT/neutral（図 4）を比較すると，5lines の RT/neutral が 1lines よりも有意に小さくなった($p < .05$)．一方，1line と 8lines の RT/neutral の間には 5%の有意水準で有意な差は見られず($p = .087$)，5lines と 8lines の RT/neutral の間には有意差は無かった($p > .10$)．この結果は，スピード線の本数が増えるほど球の主観的な運動速さが増すとした先行研究[2]とは異なる結論を示している．8lines で 1line や 5lines に比べて RT/neutral が有意に小さくならなかった理由としては，スピード線の本数をある程度以上増やしたところでは主観的速さが頭打ちになる可能性や，8lines ではスピード線の密度が濃いためにスピード線部分が塗りつぶされた矩形と解釈された可能性が考えられる．

実験 1 の length の条件における RT/neutral（図 5）を比較すると，Long の RT/neutral が Short に比べて有意に小さくなった($p < .05$)．この結果は，Long のスピード線は，Short のスピード線よりも主観的な運動速さを速くすることを示唆する．

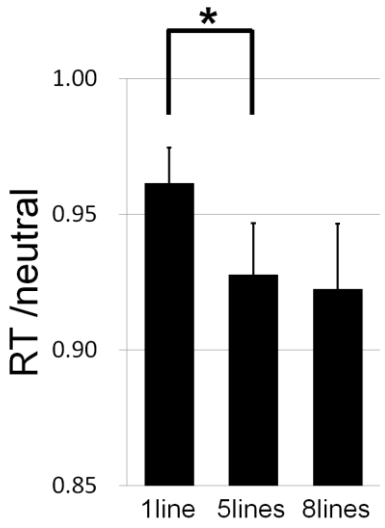


図 4　実験 1 の lines の条件における RT/neutral（neutral の RT に対する比率）. エラーバーは SE を示す. * は 5%の有意水準で有意である($p < .05$)ことを示す.

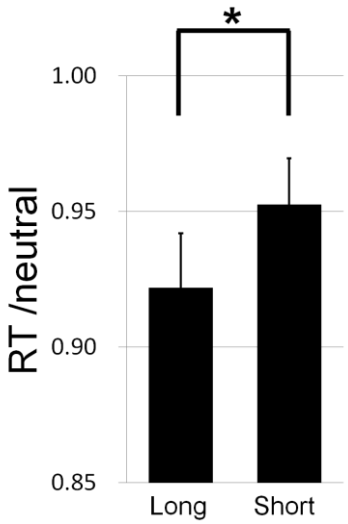


図 5　実験 1 の length の条件における RT/neutral（neutral の RT に対する比率）. エラーバーは SE を示す. * は 5%の有意水準で有意である($p < .05$)ことを示す.

3. 実験 2

実験 1 から，球に付加するスピード線の長さや本数を変えると，球の主観的な運動速さに変化が生じることが示唆された．しかしながら実験 1 の結果のみでは，このような速さ知覚のずれが，スピード線全体の大きさや形によってもたらされた可能性を排除できない．たとえば，5long のスピード線部分を塗りつぶした図形を刺激画像としたとき，5long や 8long と同様に主観的な運動速さを速めるのならば，全体の形が横長の矩形である図形を球に付加しさえすれば主観的感覚を速めることが言えるからである．実験 2 ではこの可能性について検討するための実験を行った．

3.1 方法

実験参加者：マンガ読書経験を持つ日本在住の成人 13 名（男性 8 名，女性 5 名．平均年齢 23.9 歳 年齢の標準偏差 3.60）が参加した．

装置：実験 1 と同様の装置を用いた．

手続き：1 試行の流れは実験 1 と同様，すなわち図 2 に示した通りである．

実験 2 で提示した刺激画像は計 3 種類とした（表 2）．1 種類目は，実験 1 で球の主観的な運動速さを速くする効果が顕著に見られた 5long，2 種類目は 5long のスピード線部分を黒色で塗りつぶし，球に黒い箱を付加した画像にした「square」，3 種類目は実験 1 と同様の neutral である．実験参加者にはこれらの刺激画像をランダムな順番で提示し，ひとつの刺激画像につき 120 試行，計 360 試行を実施させた．

表 2　実験 2 で用いた刺激画像の一覧.

5long	square	neutral

3.2 解析

RT が 100 ms 以上 3000 ms 未満の試行のみを解析の対象とした．5long および square における RT/neutral を算出し，t 検定による比較を行った．

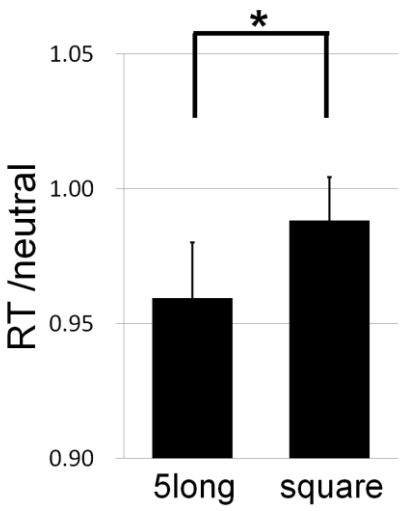


図 6 実験 2 の各条件における RT/neutral（neutral の RT に対する比率）．エラーバーは SE を示す．* は 5%の有意水準で有意である（$p < .05$）ことを示す．

3.3 結果と考察

5long および square における RT/neutral は図 6 の通りである．5long における RT/neutral は square よりも有意に小さかった（$p < .05$）．この結果から，球の主観的な運動速さを速めることに寄与しているのは，球に横長の矩形を付加したことではなく，運動方向に沿った直線の束からなるスピード線を付加したことによるものであると考えられる．

4. 総合考察

実験 1 および 2 から，球に付加するスピード線の本数や長さを変えることで，球の主観的な運動速さに有意な差が生じることが明らかとなった．このことは，スピード線の本数や長さといった要素が，スピード線が描かれた物体を見るマンガ読者の速さ知覚に影響を及ぼすことを示唆している．ただし本研究の結果だけでは，本数をどれだけ増やせば、あるいは長さをどれだけ伸ばせば、どの程度運動速さが増すかを言及することはできない．本研究で検討した本数や長さの他にも線の太さや線の間隔を操作したり，意図する運動方向に対して角度を付けて線を描いたりするといった工夫も実際のマンガでは見られる．これらの要素が運動速さに及ぼす影響についても，本研究と同様の手法によって検討することができると考えられる．

また，マンガを読んだことのあるスピード線付加による速さ増大効果が，「マンガの文法」に対する理解度に依存するかどうかを検討することも今後の課題として挙げられるだろう．この課題を追究するためには，マンガを読んだことが無くスピード線が運動描写を司ることを知らない人を対象として本研究と同様の実験を行い，マンガを読んだ経験がある実験参加者らから得られた本研究の結果と比較することが有用であると考えられる．

参考文献

[1] Carello, C., Rosenblum, L., Grosofsky, A. (1986) “Static depiction of movement.” *Perception*, **15**, pp. 41-58.

[2] 三浦 佳世・上村 俊介 (2008) “絵画情報と言語情報による速度印象の形成 ―モーションラインとオノマトペ―.” 電子情報通信学会技術報告, Vol. 108, No. 356, pp. 59-64.

[3] Ito, H., Seno, T. & Yamanaka, M. (2010) “Motion impressions enhanced by converging motion lines.” *Perception*, **39**, pp. 1555-1561.

[4] David, A. R. (1975) “Perception and Extrapolation of Velocity and Acceleration.” *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **1(4)**, pp. 395-403.

[5] Rob, G. & lan, M. T. (2001) “Exploring the link between time to collision and representational momentum.” *Perception*, **30**, pp. 1007-1022.

自由記述を利用した図に対する認知イメージの推定とその傾向

和嶋　雄一郎†，植阪 友理†，マナロ エマニュエル‡
Yuichiro Wajima, Yuri Uesaka, Emmanuel Manalo

†東京大学, ‡早稲田大学
University of Tokyo, Waseda University
ywajima@iii.u-tokyo.ac.jp

はじめに

問題解決時や説明を行う時に図を利用することが有用であるという報告は Larkin & Simon（1987）を筆頭に数多く行われている。一方、問題解決時や説明時に自発的に図表を活用できていない実態も報告されている(Uesaka, Y., Manalo, E., & Ichikawa, S. , 2007)。図を利用するかどうかの判断には、その人が持っている図に対する認知的なイメージが関係していると考えられる。図の認知的なイメージに関する研究として、様々な図を分類させた時に使用されるカテゴリーに関する研究(Cox & Grawemeyer, 2003)があるが、直接図の認知的なイメージを取り扱った研究は少ない。
図に対する認知的イメージを推定し、またどのような人がどんな図のイメージを持っているのかを把握することができれば、図の自発的な利用促進メカニズムを明らかにする手がかりとなると思われる。

そこで本研究では、図の認知的なイメージを推定すること目的とする。従来の調査方法では、調査実施側が質問項目を作成するため、実施者側の図に対するイメージのバイアスの影響を受けた質問項目を使用している可能性があった。そのバイアスの影響を受けない形で図に対する認知的なイメージを推定するために、本研究では自由記述を分析する方法を用いる。被験者の図のイメージに対する自由記述の回答から、同時に使用される単語、同じ単語を利用している被験者のグループを割り出し、図のイメージを表現する際に使用される単語と被験者グループの関連性を明らかにする。

方法

調査項目：“「図や表」という言葉と関連して思いついたことを自由に書いてください。”という質問項目に自由記述で回答を求めた。

被験者：大学生 166 名（X 大学（教職系）：81 名、Y 大学（理工系）：85 名）

分析：自由記述データに対して形態素解析を行い、名詞、動詞、形容詞を抽出した。それぞれの単語ののべ出現回数が 5 回以上の単語を分析対象とした。それらの単語に対して各被験者の使用回数を調べ、ウォード法によるクラスタ分析を行った。

結果・結論

まず、被験者をクラスタ分析によって 5 つに分類した。それぞれのクラスタに対して、所属大学の人数を算出した。クラスタと所属大学に関して独立性の検定を行ったところ、5%水準で被験者クラスタと所属大学は独立ではないという結果が得られた（$\chi 2 = 9.743$, df = 4, p 値 = .045)。また、残差分析を行ったところ、被験者クラスタ 1 に有意差 (p=.009) ,被験者クラスタ 4 に有意傾向(p=.073)がみられ、被験者クラスタ 1 では X 大学（教職系）の被験者の割合が多く、被験者クラスタ 4 では Y 大学（理工系）の被験者の割合が多かった。

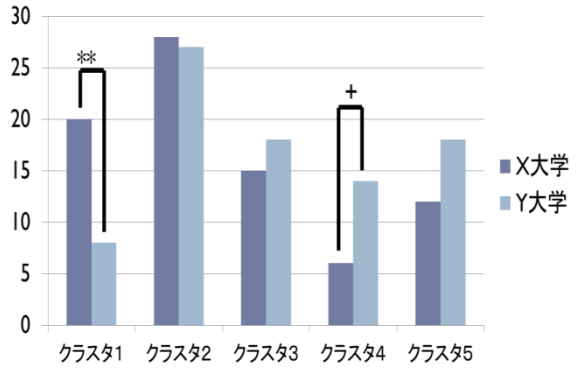


図 1. 被験者に対するクラスタ分析結果

次に、単語をクラスタ分析によって 10 クラスタ（wc1~wc10）に分類したところ、表１．のように単語が分類された。クラスタに含まれる単語から解釈すると、単語クラスタ 1 から単語クラスタ 7（wc1 から wc7）はそれぞれ「提示」、「理解・整理」、「試験」、「数学」、「説明」、「文献」、「ネガティブ体験」といった語で表される特徴を持っていると考えられる。

最後に、被験者クラスタと単語クラスタの関係を見るために以下の手順で処理を行った（単語クラスタ 1 ～ 7 を対象とした）。

1. 単語ごとに、被験者クラスでの出現回数の平均を計算
2. 被験者クラスごとに、各単語を単語クラスごとに分け、１.で計算した値の平均を計算
3. 得られた値を heatmap で表示（単語クラスタ 1 は他のクラスタよりも頻度が高いため、別に heatmap を作成した）

それぞれの被験者クラスタが使用している単語クラスタから、被験者クラスタ 1 は「提示・説明・理解整理」、被験者クラスタ 2 は「試験・説明・提示」、被験者クラスタ 3 は「文献・理解整理」、被験者クラスタ 4 は「試験」、被験者クラスタ 5 は「数学・理解整理」という図に対するイメージを持っていることが示唆された（図２）。また、図に対して「提示・説明・理解整理」のイメージを持つ被験者クラスタ 1 には教職系の大学生の方が多く含まれており、また、図に対して「試験」のイメージを持つ被験者クラスタ 4 には理工系の学生が多く含まれていた。

表１．単語に対するクラスター分析結果

単語クラスタ ID	単語
wc1	分かる+やすい、絵、数学、グラフ、データ、見る+やすい、エクセル、統計、実験、レポート、プレゼンテーション、算数
wc2	問題、見る、結果、視覚+的、わかる、情報、理解、難しい、数字、色、まとめる、正確、分かる+にくい、多い、整理、いい、理系、写真、理解+する+やすい、調査、powerpoint、理解+できる、文、重要、思う、一目、Excel
wc3	書く、図形、社会、文章、自分、テスト、量、題、ベン図、目、地理、センター
wc4	関数、座標、計算、角、四角、曲線、直線、数値、丸、まとめ、面積、数、三角形
wc5	説明、使う、人、パソコン、時、授業、作る、物理、伝える、化学、役立つ、物事、頭、手がかり、言葉、イメージ
wc6	円、理科、形、棒、線、教科書、比較、資料、参考、論文
wc7	文字、考える、めんどくさい、必要、読み取る、力、気
wc8	y 軸、x 軸
wc9	図、表
wc10	折れ線+グラフ、円グラフ、棒グラフ

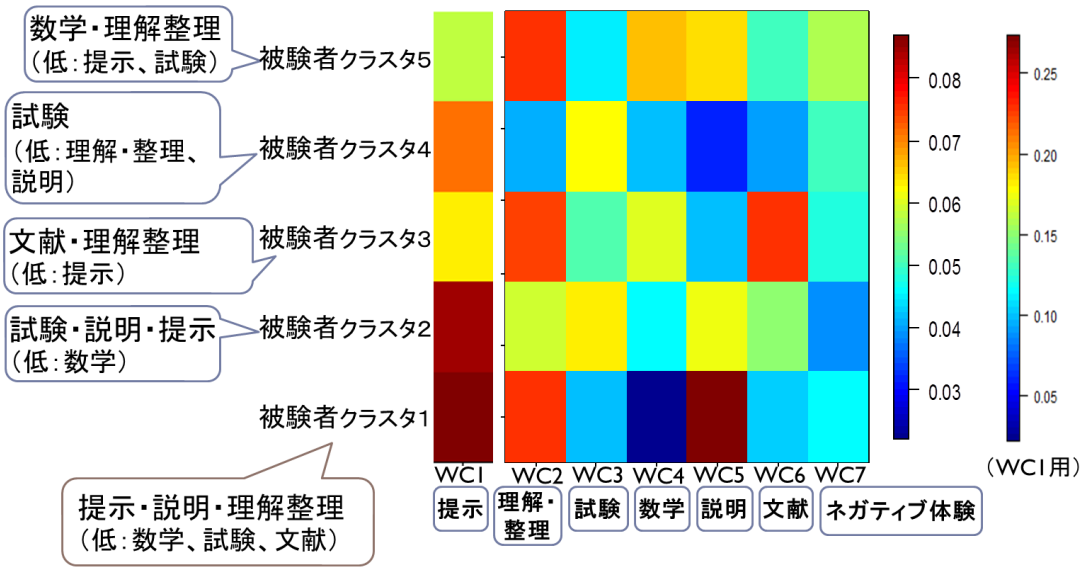


図 2. 被験者クラスタと単語クラスタの関係

この結果は、教職系の学生は授業等で教えるために図を使うというイメージを持っている可能性があり、また、理工系の学生は試験などで利用するものであるというイメージが強い可能性があることが明らかになった。

今後、実際に図をどのように利用しているのかを含めた分析を行い、図に対する認知的イメージが図の利用とどのように関係しているのかを明らかにしていく予定である。

参考文献

[1] Larkin, J. & Simon, H. (1987) Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. Cognitive Science, 11:65-99.

[2] Uesaka, Y., Manalo, E., & Ichikawa, S. (2007). What kinds of perceptions and daily learning behaviors promote students' use of diagrams in mathematics problem solving? Learning and Instruction, 17, 322–335.

[3] Cox, R., & Grawemeyer, B. (2003). The mental organization of external representations. In F. Schmalhofer, R. Young, & G. Katz (Eds.), Proceedings of EuroCogSci03. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

錯視図形の認識における時間的条件の影響の検討
Temporal factors in recognition of illusion figures

小野 泰[†]，小堀 聡[‡]
Yasushi Ono, Satoshi Kobori

[†]龍谷大学大学院理工学研究科電子情報学専攻，[‡]龍谷大学理工学部電子情報学科
[†]Division of Electronics and Informatics, Ryukoku University,
[‡]Department of Electronics and Informatics, Ryukoku University
[†]t11m019@mail.ryukoku.ac.jp, [‡]kobori@rins.ryukoku.ac.jp

Abstract
We have measured magnitudes of illusion in 3 angle conditions and 7 exposure time conditions for Muller-Lyer illusion, and investigated the relation between spatial factors and temporal factors. The results suggest that the angle conditions affect the characteristics of magnitude of illusion for exposure times.
Keywords — visual illusion, magnitude of illusion, temporal factor

１．はじめに

われわれの見る物の形や大きさは，外界の実際の物の形や大きさとは必ずしも一致しないことがあり，そうした現象のことを錯視と呼ぶ．錯視には様々な種類があるが，本研究では幾何学的錯視を取り扱う．幾何学的錯視というのは，平面図形における大きさ，長さ，方向，角度，曲率，形などの幾何学的性質が，刺激の客観的関係より組織的にかつ相当量異なって知覚される現象である[1]．

しかしながら，錯視は何ら特別な現象でも異常な現象でもなく，知覚の歪みは通常の視知覚において一般的に生じていることであり，錯視図形でそのような歪みが特に顕著に現れるにすぎない[2]．ただ，錯視においては比較的簡単な刺激布置の割に顕著な歪みが生じるとことから，２次元知覚の機制を解く手がかりとしての役割が期待されているのである[1]．

幾何学的錯視に関する研究は 19 世紀半ば以降，数多くなされてきた．1890 年代には研究が特に活発であって，今日知られている多くの錯視図形は，ほとんど 19 世紀末までに多くの学者たちによって案出された．それらの学者の中には，生理学者，心理学者，物理学者，天文学者など様々の領域の学者がいる．多くの錯視図形は，考案した学者の名をつけて誰々の錯視と呼ばれている．その後も幾何学的錯視に関する研究がなされており，特にわが国で盛んである[2]．

錯視についての研究においては，錯視図形の幾何学的条件や提示条件によって錯視量がどのように変化するかが調べられるとともに，錯視の生じる理由が検討され，いくつもの学説が提案された．

現在，錯視が起こる原因については非常に多くの理論が示されている．しかし，いまだにすべての錯視現象を説明できる統一的な説明理論はなく，これが錯視の複雑さの現れともいえる．

ミュラー・リヤー錯視は，多くの錯視の中でも極めて有名であり，研究例も多く，この錯視が起こる要因として，注視点索引説，眼球運動説，遠近法説など数多くの学説が提出されている[3]．

本研究では，錯視図形の認識に影響を与える様々な要因を検討することを目的としている．本報告では，その要因の一つとして図形提示の時間的条件に着目する．なぜならば，錯視図形の認識における時間的要因の研究は多数見られ，ミュラー・リヤー図形などでは，提示時間の変化によって錯視量の差異が認められないという報告例が数多くあるが[3]，われわれの予備的な研究では，ミュラー・リヤー図形やエビングハウス図形において，提示時間が短くなると錯視量が大きくなるという結果を得ており，この現象についてさらに検討していく必要があると考えているからである．

また，提示時間以外の要因として，たとえば，ミュラー・リヤー図形における矢羽の角度が錯視量に影響を与えることが報告されており，本研究

では，それらの要因が時間的条件とどのように関係するかについても着目しているが，そのような研究報告はまだほとんど見られない．

本研究では，ミュラー・リヤー図形を対象とするが，ミュラー・リヤー図形は，錯視量が大きく，提示条件に伴う変化が測定しやすいこと，また，比較可能な先行研究が数多くあることによる．

本報告では，錯視図形の認識実験をコンピュータ画面上で行えるように作成した実験システムを用い，錯視図形について予備知識のない者を対象とした実験を行い，実験データを解析し，提示時間と錯視量の関係について考察した結果について述べる．

認識実験としては錯視図形の操作実験と判定実験を行う．操作実験では，矢羽の角度について３段階の条件を設定し，標準図形と比較図形の主線の長さを見比べて長さが同じに見えるように，比較図形の主線の長さを調整させることで錯視量を測定する．一方，判定実験では３段階の角度条件と７段階の提示時間を設定し，標準図形と比較図形とを比べてどちらの主線が長く見えるかを判定させることで錯視量を測定する．

２．実験方法

2.1　実験システム

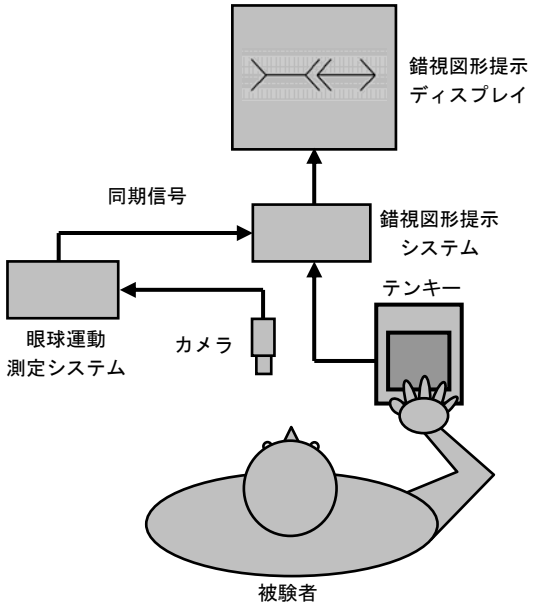


図１　実験システムの構成

実験システムは，図１に示したように錯視図形提示システムと眼球運動測定システムから構成されている．錯視図形提示システムから送信される信号により，眼球運動測定システムでの測定との同期が取られる．

2.1.1　錯視図形提示システム

錯視図形提示システムは，市販のパーソナル・コンピュータと周辺機器を中心に以下のもので構成されている．

コンピュータ：Optiplex 980（デル），Core i5-670 3.46GHz，4GB，300GB，Windows XP Professional

ディスプレイ：15 型 TFT 液晶ディスプレイ LCV-15MAT（エプソン），1024×768 画素

ディジタル入出力ボード：PIO-16/16T(PCI)（コンテック）

テンキーパッド:NT-9USV（サンワサプライ）

2.1.2　眼球運動測定システム

眼球運動測定システムは，ナックイメージテクノロジーの眼球運動測定装置 EMR-8BNL を中心に以下のもので構成されている．特に記載のないものは同社の製品である．

コンピュータ：Dimension 8400（デル），Pentium4 2.8GHz，1GB，160GB，Windows XP Home

ディスプレイ：15 型 TFT 液晶ディスプレイ 1503FP（デル），1024×768 画素

データプロセスボード

画像入力表示ボード：MSGII05HR（日立超 LSI システムズ）

コントローラ

LED 電源ボックス

ビデオモニタ： LL-M17W1（シャープ）

ビデオデッキ：GV-D1000（ソニー）

信号変換ボックス

眼球撮影カメラ

あご台

眼球データ解析ソフトウェア

キャリブレーションソフトウェア

これらのうち，眼球データ解析ソフトウェアに

は，眼球データを実時間でコンピュータに取り込む機能が含まれており，視線データとして錯視図形提示用ディスプレイの座標値（ｘ軸方向およびｙ軸方向，単位は画素数）がサンプリング周波数60Hz で得られる．視距離は 66cm である．

2.2 実験課題

実験では，以下のように課題や条件によって異なる図形を用いる．

対照課題

H型図形：主線と斜線の角度 90°

30° 条件

内向図形：主線と斜線の角度 30°

外向図形：主線と斜線の角度 150°

45° 条件

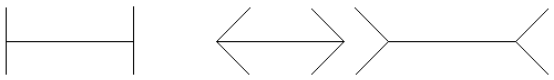
内向図形：主線と斜線の角度 45°

外向図形：主線と斜線の角度 135°

60° 条件

内向図形：主線と斜線の角度 60°

外向図形：主線と斜線の角度 120°



H型図形　　内向図形 45°　外向図形 135°

図２　実験に用いる図形

2.2.1 操作実験

被験者の課題は，左右に表示される標準刺激と比較刺激の図形を見比べて，主線の長さが同じに見えるように調整することである．３段階の角度条件（30°，45°，60°）で実験を行う．

標準刺激:内向図形（主線の長さ 150 画素，斜線の長さ 53 画素）

比較刺激:外向図形（主線の長さ 103～109 画素または 143～149 画素，斜線の長さ 53 画素）

比較刺激の配置として右側配置と左側配置があり，また，比較刺激の主線の長さを調整させる向きとして上昇系列と下降系列がある（上昇系列では短い状態から長くなる方へ調整し，下降系列では長い状態から短くなる方へ調整する）．

比較刺激の主線の長さ（１画素刻み）はランダムに設定される．被験者は主線の長さが同じに見えるようになった時点で確定させるが，それまでの操作量と操作中の視線データが記録される．

2.2.2 判定実験

被験者の課題は，左右に表示される標準刺激と比較刺激の図形を見比べて，主線の長さの長短を答えることである．錯視課題においては３段階の角度条件（30°，45°，60°）で実験を行う．

(a) 対照課題

目印の提示：画面の中心点に一辺 20 画素の十字を１sec 表示，その後 200msec は無表示

ＳＯＡ：200msec

図形の提示時間：500msec

標準刺激：H型図形（主線の長さ 100 画素，斜線の長さ 35 画素）

比較刺激：H型図形（主線の長さ 88～112 画素，斜線の長さ 35 画素）

刺激間の間隔：20 画素

マスキング時間：200msec

マスキングパターン:横 300×縦 99 画素の範囲に３×３画素の白または黒のドットをランダムに表示

(b) 錯視課題

図形の提示時間：50m，100m，200m，500m，１，２，５sec の７段階

標準刺激：内向図形（主線の長さ 100 画素，斜線の長さ 35 画素）

比較刺激：外向図形（主線の長さは可変，斜線の長さ 35 画素）

主線の長さの変化の範囲は，以下のように角度条件によって異なる．

30° 条件：45～77 画素

45° 条件：51～83 画素

60° 条件：57～89 画素

目印の提示，マスキングについては対照課題と同じである．

比較刺激の表示位置（左または右）と主線の長

さ（対照課題では３画素刻み，錯視課題では４画素刻み）はランダムに設定される．各図形に対する長短の判定と判定時間，および視線データが記録される．

2.3 被験者

操作実験では，18 歳から 23 歳までの健常な大学生 24 名（男性 13 名，女性 11 名）を，判定実験では,18 歳から 22 歳までの健常な大学生 21 名(男性 17 名，女性４名）を被験者とした．すべての被験者について，錯視図形について予備知識のないこと，また，裸眼もしくは眼鏡・コンタクトレンズの使用により,本実験を行うのに充分な視力(両眼で 0.7 以上）を有していること確認した．

2.4 実験条件

操作実験では，３段階の角度条件の実験順序，および比較刺激の配置と系列の４つの組み合わせの出現順序を被験者によって変えることで順序効果を相殺する．

判定実験では，21 名の被験者を７名ずつの３つの角度条件群に分ける．また，７段階の図形の提示時間の順序を被験者によって変えることで順序効果を相殺する．

2.5 実験手順

実験に先立ち，被験者には，文書により実験の概要と手順を理解させたうえで，実験への参加の同意書と視力や利き手などに関する調査票に記入させる．

測定に入る前に，まず，実験課題を確認し，実験機器などに慣れさせるため，どちらの実験においても，練習試行を行い，次に，眼球運動測定装置の個人別較正を行う．以上の準備ができたら，実験条件に従って実験を行う．

操作実験では，操作課題の前後に標準図形と比較図形を見比べるプレテストとポストテストを行う．判定実験では，錯視課題の前に対照課題を実施する．

３．解析方法

3.1 主観的等価点の算出

操作実験においては，操作量データから，確定時の比較図形の長さを主観的等価点とする．

判定実験においては，被験者の各図形に対する長短の判定を－１，０，１のいずれかとする評価値とし，その評価値について以下の式に示した距離の重み付き総和の絶対値を算出し，比較図形の主線の長さの関数として表す．

$$s(n)=\left|\sum_{m=-k}^{k}x(n-m)|m|\right|$$

そして，この関数の最小値を与える長さを錯視の主観的等価点（以下，等価点）とする．

具体的には，以下のような手順で等価点を算出する．

(1) 図形ごとの評価値を計算する（標準図形より比較図形が短いという判断は－１，長いという判断は１，同じという判断は０とする）．
(2) 比較図形の長さごとに評価値の和を算出する．
(3) 比較図形の長さを１画素刻みにして，その間の評価値をうめるために線形補間を施す．
(4) 評価値について，前後の一定個数（ここではk=3 とする）のデータに距離の絶対値を重みとしてかけた総和を算出し，さらにその絶対値を求める．
(5) この評価値の総和の関数の最小値を求める．
(6) 最小値に対応する図形の長さを錯視の等価点とする．最小値を与える長さが複数ある場合はそれらの平均値を等価点とする．

3.2 錯視量の算出

等価点をもとに絶対錯視量および錯視率を以下のように定義し，算出する．

絶対錯視量＝｜等価点－標準図形の長さ｜
（単位は画素数）

錯視率＝(絶対錯視量／標準図形の長さ×100
（単位は%）

操作実験においては，錯視量のすべての被験者

の平均値に基づいて，試行に伴う変化，配置による違い，系列による違いを示ししたグラフを作成する．

判定実験においては，角度条件別に，各提示時間についての被験者ごとの錯視量を算出するとともに，すべての被験者の評価値を合計することによっても錯視量を求める．そして，提示時間と錯視量についての関係をグラフで表す．

3.3 分散分析

操作実験では，被験者ごとに算出した絶対錯視量について，角度（30°，45°，60°）と試行番号（１～８）を被験者内要因とした３×８の分散分析を行う．また，角度（30°，45°，60°）と配置（右側，左側）と系列（上昇，下降）を被験者内要因とした３×２×２の分散分析を行う．

判定実験では，被験者ごとに算出した絶対錯視量について，角度条件別に，試行順序（１～７）を被験者内の要因とした１次元配置の分散分析を行う．また，角度（30°，45°，60°）を被験者間要因，提示時間（50m，100m，200m，500m，１，２，５sec）を被験者内要因とした３×７の分散分析を行う．

４．結果と考察

4.1 操作実験の結果

4.1.1 試行に伴う変化

すべての被験者の平均値に基づく絶対錯視量のの試行に伴う変化を図３に示す．

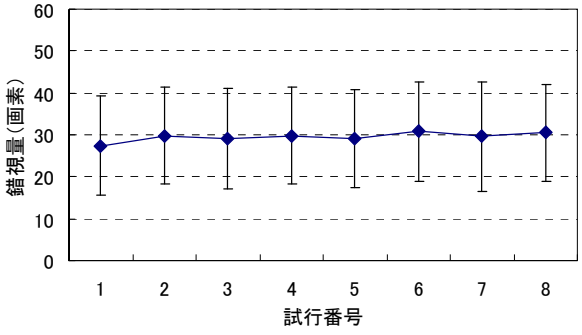


図３　絶対錯視量の試行に伴う変化

実験全体においては，試行番号についての有意な主効果はなく（$F(7, 161) = 1.630, p = 0.130$），錯視量は試行に伴って変化しないといえる．

しかしながら，角度と試行番号に交互作用があり（$F(14, 322) = 2.180, p < 0.001$），下位検定から角度 60° においてのみ試行番号についての主効果があり（$F(7, 161) = 3.804, p < 0.001$），試行に伴って錯視量が大きくなることが確認できた．

4.1.2 提示条件の影響

すべての被験者の平均値に基づく絶対錯視量の比較図形の配置（右側，左側）による違い，および比較図形の系列（上昇，下降）による違いを図４および図５に示す．

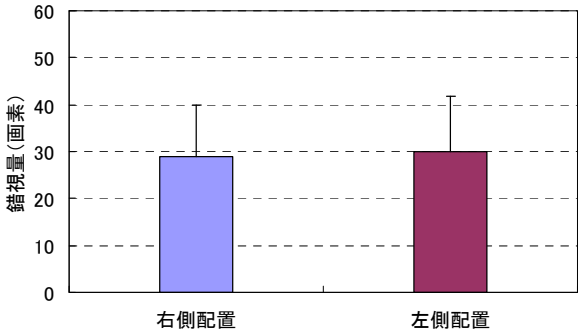


図４　絶対錯視量の配置による違い

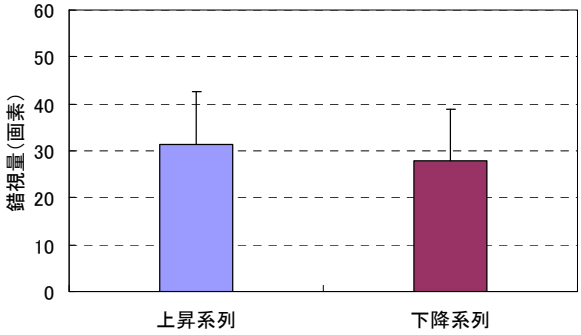


図５　絶対錯視量の系列による違い

実験全体においては，配置についての主効果はないのに対して，系列についての主効果があり，上昇系列の方が下降系列よりも錯視量が大きいことが示された（配置：$F(1, 23) = 2.320, p = 0.141$，系列：$F(1, 23) = 15.912, p < 0.001$）．

しかしながら，角度と配置と系列に交互作用があり（$F(2, 46) = 3.893, p < 0.05$），下位検定から角度 30° においてのみ配置についての主効果

があり（$F(1, 23) = 5.593$, $p < 0.05$），左側配置の方が右側配置よりも錯視量が大きいことが確認できた．

4.1.3 角度条件の影響

すべての被験者の平均値に基づく錯視量の角度による違いを図６に示す．

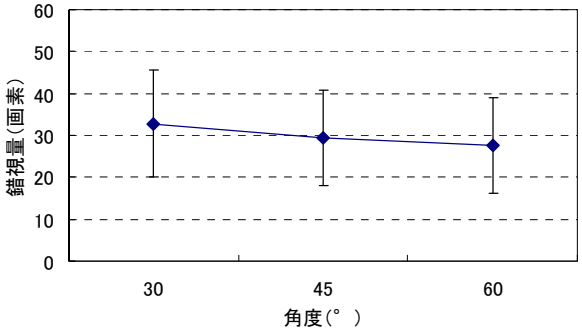


図６　絶対錯視量の角度による違い

角度が 30°，45°，60° の錯視率は，それぞれ 21.3%，19.5%，18.7%であった．分散分析の結果からも角度についての主効果が認められ，角度が小さいと錯視量が大きいということが確認された（$F(2, 46) = 5.928$, $p < 0.01$）．

4.2 判定実験の結果

被験者ごとの錯視率を角度条件別に平均した値は，角度 30°，45°，60° の順に，提示時間が 50msec では，43.9%，43.4%，30.0%，５sec では 33.9%，28.6%，22.5%であった．提示時間による錯視率の変化は図７に示した通りである．

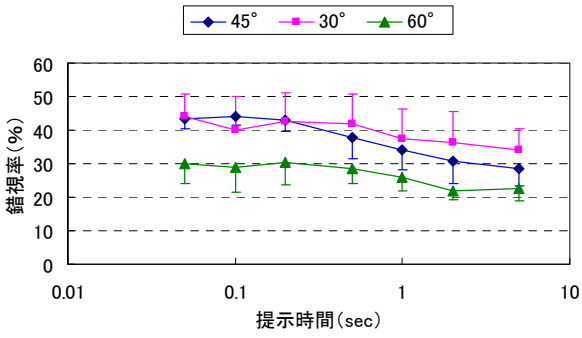


図７　提示時間による錯視率の変化

角度条件別に分散分析を行った結果，試行順序についての主効果はなく，順序効果は認められない（30° : $F(6, 36) = 0.345$, $p = 0.908$, 45° : $F(6, 36) = 0.231$, $p = 0.964$, 60° : $F(6, 36) = 0.312$, $p = 0.927$）．

一方，角度と提示時間を要因とした３×７の分散分析を行った結果，角度と提示時間のそれぞれについての有意な主効果が認められた（角度：$F(2, 18) = 10.983$, $p < 0.001$，提示時間：$F(6, 108) = 27.487$, $p < 0.001$）が，角度と提示時間の交互作用も見られた（$F(12, 108) = 2.106$, $p < 0.05$）．

そこで，角度条件別に分散分析を行ったところ，どの角度においても提示時間についての有意な主効果が認められた（30° : $F(6, 36) = 5.415$, $p < 0.001$, 45° : $F(6, 36) = 16.733$, $p < 0.001$, 60° : $F(6, 36) = 8.3930$, $p < 0.001$）．

また，２つの角度条件の組み合わせにおいて，角度と提示時間を要因とした分散分析を行った．その結果，まず，30° と 45° の２つの条件においては，角度については主効果がなく，提示時間についての主効果と角度と提示時間の交互作用が見られた（角度：$F(1, 12) = 0.495$, $p = 0.495$，提示時間：$F(6, 72) = 19.417$, $p < 0.001$，角度×提示時間：$F(6, 72) = 2.518$, $p < 0.05$）．次に，45° と 60° の２つの条件においては，角度と提示時間についてのそれぞれの主効果と角度と提示時間の交互作用が見られた（角度：$F(1, 12) = 25.082$, $p < 0.001$，提示時間：$F(6, 72) = 24.932$, $p < 0.001$，角度×提示時間：$F(6, 72) = 3.096$, $p < 0.01$）．さらに，30° と 60° の２つの条件においては，角度と提示時間についてのそれぞれの主効果が見られたが，角度と提示時間の交互作用はなかった（角度：$F(1, 12) = 14.412$, $p < 0.01$，提示時間：$F(6, 72) = 12.719$, $p < 0.001$，角度×提示時間：$F(6, 72) = 0.518$, $p = 0.793$）．

4.3 考察

操作実験の結果から，実験全般においては，試行に伴う変化はなく，練習効果は認められなかったが，角度によっては通常の練習効果（試行に伴って錯視量は減少）とは異なる結果が示された．このことは，先行する角度条件が後続の角度条件

に影響を与えた可能性を示唆しており，角度条件を被験者内要因としたことが原因として考えられる．また，比較図形の配置や系列についても，実験結果に影響を与える可能性が示された．

また，角度条件が錯視量に明確な影響を与えることが示されたが，操作実験では提示時間が10sec 以上となるため，これは十分な提示時間を与えた場合の結果であるといえる．

次に，判定実験の結果からは，どの角度においても，提示時間が短くなれば有意に錯視量が大きくなることが示された．ミュラー・リヤー図形などでは，提示時間の変化によって錯視量の差異が認められないという報告例が数多くあるが[3][4]，それらとは異なる結果となった．

一方，角度条件による錯視量の違いとしては，30° と 60° では，いずれに提示時間においても，30° の方が錯視量が有意に大きいことが示されたが，30° と 45° では，200msec より短い提示時間においては差異が見られなかった．つまり，提示時間が短い方が錯視量が大きく，また，角度が小さい方が錯視量が大きいとしても，ある程度以上，提示時間が短くなり，かつ，角度が小さくなると，差異が見られにくくなると考えられる．

すなわち，提示時間が短くなると錯視量が大きくなるが，提示時間に対する特性は角度によって異なることが示された．

５．おわりに

本研究では，錯視図形の認識に影響を与える時間的要因について検討することを目的とした．ミュラー・リヤー図形を対象とし，矢羽の角度の条件（30°，45°，60° の３段階）と提示時間の条件（50msec～５sec の７段階）を組み合わせた実験を実施し，錯視量を測定した．その結果，いずれの角度においても，提示時間が短くなれば有意に錯視量が大きくなることが確認できたが，角度が異なると，提示時間に対する特性も異なることが明らかになった．

本報告の段階では，判定実験の被験者が 21 名（各実験群が７名ずつ）であり，今後実験を継続して十分な数のデータを得たうえで，解析を行う必要がある．また，被験者実験の際には，眼球運動[5]も同時に測定しており，サッケードの頻度や移動距離などが錯視量とどのように関連しているかについても，今後検討していく予定である．

参考文献

[1] 田中 平八：幾何学的錯視と残効，大山 正，今井 省吾，和気 典二（編）：新編 感覚・知覚心理学ハンドブック，誠信書房，681-736 (1994).

[2] 大山 正：視覚心理学への招待，サイエンス社，117-146 (2000).

[3] 後藤 倬男，田中 平八：錯視の科学ハンドブック，東京大学出版会，14-135 (2005).

[4] Oyama, T. and Moriyama, K.: Temporal Development of Optical Illusions, McGaugh, J. L. (Ed): Contemporary Psychology: Biological Processes and Theoretical Issues, 385-393 (1985).

[5] 淀川 英司，東倉 洋一，中根 一成：視聴覚の認知科学，電子情報通信学会，45-50 (1998).

グループ活動は高齢者による人工物利用学習を促進するか(その 1):課題達成と主観評価による量的指標による検討

How group activities in older adults promote leaning use of artifacts? (Ⅰ): The quantitative analysis of performance and subjective evaluation in the usability test

須藤智[1,2]・原田悦子[3.2]・田中伸之輔[4.2]・安達悠子[4.2]・日根恭子[5.2]
Satoru Suto, Etsuko T. Harada, Yuko Adachi, Kyoko Hine

[1]静岡大学, [2]JST-RISTEX, [3]筑波大学人間系 [4]筑波大学人間総合科学研究科 [5]慶應義塾大学文学部
Shizuoka University, JST-RISTEX, Tsukuba University, Keio University
ossuto@ipc.shizuoka.ac.jp

1. はじめに

高齢者が示す「モノ（人工物）の使いにくさ」は，若年成人とは異なる人工物利用学習過程に起因している可能性が示唆され（Harada et al., 2010），同時にその学習過程において「同居する孫」が大きな影響を与えることが報告されている（Mori & Harada，2010）．一方，若年成人においても，人工物利用に関する他者とのコミュニケーションや情報共有の可能性，他者がその人工物を利用する場面を見る学習機会の有無が人工物利用を促進することが指摘されており，そうした機会やその母体となる参加コミュニティの減少が高齢者による人工物利用学習を相対的に難しくしているとも考えられる．

それでは，新しい人工物利用を行う際に，「仲間と接触する機会」が与えられることにより人工物利用学習を促進するのであろうか．本研究は，初めて接するタブレット型端末の継続的利用実験において，参加者間でのコミュニケーション機会が設けられた群（グループ活動群）とそうでない群（統制群）の間で，タブレット利用の状況やその学習の程度を比較する実験研究と目的として行った．また，タブレット端末は従来のコンピュータ利用とは異なるユーザ層を想定しつつも，その利用学習の過程においては，コンピュータに関する既存知識の有無が大きく影響することが予想される．そこで本研究では，コミュニケーション機会の操作とは独立にPC利用経験についてもあり群/なし群を設定した実験を行った，本報告では事前事後のユーザビリティテスト結果，毎週の利用活動ログデータ，ならびに毎週収集した各種主観評価データを対象として，量的な分析結果を報告する．

2. 方法

参加者：実験参加者は，みんなの使いやすさラボ（みんラボ）に登録している 64 歳以上の会員の中から，家族構成が独居もしくは夫婦のみ世帯であること，MMSE が 25 点以上であり健康であること，タブレットやスマートフォンの所有・利用経験がないことを条件として参加者を募集し，コンピュータの利用経験の有無で参加者群を分け，最終的に高齢者 21 人（男性 7 人，女性 8 人）が実験に参加した．これらの参加者を上記の各種属性をできるだけマッチングし，コミュニケーション機会・有無の 2 群に割当てた．なお，実験は 5 週間ずつ 2 期にわたって実施された(前期 11 名，後期 12 名)．

実験デザイン：コミュニケーション機会（参加者間：グループ活動群，統制群）×PC 利用経験（参加者間：無し群，有り群）×テスト週（参加者内：事前/事後，2-4 週の 4 時点，1-5 週の 5 時点のいずれか)．

継続型利用実験の概要：参加者全員は，5 週間にわたりタブレット端末を自宅で利用するモニターとして募集され，週 1 回合計 5 回みんラボを来室することが求められた．1 週目は，実験に関する説明と同意手続き，ならびにタブレットの事前ユーザビリティテストが実施された．2〜4 週目は週 1 回，タブレットならびに利用日誌を持参し

て，1 週間のタブレットの利用状況や日誌に関する個別インタビューを行った．その際，グループ活動群では，インタビューを待つ間，5-6 名で自由に対話をすることができるよう場所を設定した．統制群はインタビューのみ実施し，他の調査参加者と接触する機会はなかった．5 週目は，4 週目の個別インタビューの後，事後ユーザビリティテストが実施された．

継続型利用実験の方法：1 週目の来室日に，参加者にタブレット端末, AC アダプタ, 説明書，モニター日誌が配布された．日誌は独自フォーマットを印刷したものがフォルダーとして渡され，1 日に一度記録を残すように求められた．内容は，その日について 1)タブレット利用の有無，2)新規な学習内容，3)今困っていること・疑問点，4)改善点，5)良い点，6)その他感想であった．また，タブレットには，アプリの起動を記録するロギングソフトをインストールし, 操作ログを記録した．

グループ活動の教示と設定：すべての参加者は週に 1 回，1 時間の個別インタビューに参加した．グループ活動群の参加者は全員が同じ時間帯に個別インタビューが設定され，その「待ち時間」の間に，「同じ調査に参加されている方で，○○さんと同じように 1 週間タブレットを使われた方です．お待ちいただく間，自由にお話されて結構です」という教示がなされた．会議室の中に実験者 1 名がファシリテーターとして在室し，随時参加者同士の会話を促した．対話の様子は撮影記録された．

ユーザビリティテスト課題：第 1 週と第 5 週に事前事後のユーザビリティテストを実施した．事前テストとして 1)電源関係の操作（電源 ON/OFF，スリープ/解除，ロック/解除），2)地図アプリの利用(表示, ピンチアウト, ピンチイン)，3)新しいアプリのインストール(検索, 文字入力)．4)動画の視聴（アプリ起動，検索，表示画面拡大/縮小），5)端末操作（音量調節，充電）が基本課題として実施された．なお，事前ユーザビリティテストにおいて，自宅利用に必要な最低限の知識として，全員が各テスト項目を通過できるよう，最少の説明･支援を行った. 事後テストについては，上記の基本課題に加えて，応用課題として 6)カメラ操作（静止画撮影，動画撮影，閲覧），7)メールの送信，8)地図アプリでの経路検索，9)ブラウザアプリを用いた検索（音声入力検索，結果の表示）が実施された．課題の合計は下位項目を含め，第 1 週のテストでの課題は合計 24 課題, 第 5 週のテストでの課題は合計 37 課題であった．いずれのテストにおいても，テスト実施前に発話思考法の説明と練習が行われ，参加者は発話思考をしながら操作をすることが求められた．テストは個別に実施され，約 1 時間で終了した．

質問紙調査(主観評価)：1 週目のユーザビリティテスト終了後に，1)操作の容易度（電源の ONOFF,スリープ解除，ロック解除，バックボタン操作，ホームボタン操作，地図の利用，地図画面の拡大縮小，アプリのインストール，アプリの検索，文字入力，ビデオ視聴，ビデオ検索，音量調節，充電する），2)自宅外での利用程度の予測，3)タブレットの利用に関する負担感・不安感に関する主観評価の調査紙を実施した．同じ質問紙調査を毎週の個別インタビュー時，ならびに事後ユーザビリティテスト前に実施したが，その際タブレットに対する印象評価の調査紙を追加実施した．5 週目のテスト終了時には，情報機器操作に対する不安と考え方，対人スキルに関する調査紙を追加実施した．

3. 結果

3.1. 2 回のユーザビリティテストにおける課題成績の量的分析： 表 1 に 2 回のユーザビリティテストにおいて各課題を自力で達成できた人数（介入なし通過頻度）を表示した．機器の操作パフォーマンスに対する実験操作要因の影響を検討するために，事前（1 週目）と事後（5 週目）のテストで共通する 23 項目について自力で成功した場合を 1 点とする指標（最大 23 点）を作成し，コミュニケーション機会(統制群，グループ参加群)×PC 利用経験（あり，なし）×テスト週（事前，事後）の 3 要因の分散分析を行った（図 1）．

表 1. ユーザビリティテスト課題の自力成功人数（介入なしでの通過頻度）

			電源・スリープ・ロックについて					地図について					アプリの検索について					アプリをダウンロードする			充電	
			電源をオンにする	スリープを解除する	ロックを解除する	タブレットをスリープにする	スリープ状態からの復帰	地図アプリを開く	地図を拡大する	地図を縮小する	経路を検索する	ホームに戻る	Playストアを起動する	虫眼鏡のボタンを押す	文字入力をする	検索をかける	検索結果を見る	アプリをダウンロードする	アプリ起動	遊んでみる	充電	
1週目	統制群	PC経験有(4)	2	4	4	3	3	4	4	4	−	4	1	0	2	2	3	2	3	3	−	
		PC経験無(6)	2	6	4	2	5	5	2	6	−	6	0	0	1	2	4	2	2	1	−	
	グループ活動群	PC経験有(5)	2	4	3	2	5	4	4	5	−	5	2	1	1	0	3	4	2	4	−	
		PC経験無(5)	0	4	1	2	5	3	0	5	−	5	1	1	1	1	1	0	2	0	−	
5週目	統制群	PC経験有(4)	4	4	4	3	4	2	4	4	0	−	2	1	3	3	4	4	−	4	3	
		PC経験無(6)	6	6	6	6	6	6	6	6	0	−	3	1	5	2	5	1	−	2	3	
	グループ活動群	PC経験有(5)	5	5	5	4	5	4	5	5	3	−	1	3	3	2	5	5	−	5	4	
		PC経験無(5)	4	5	5	3	5	4	5	5	0	−	0	1	1	2	5	1	−	3	1	

			YouTubeについて							カメラについて						ブラウザについて			メールについて			
			YouTubeを起動する	虫眼鏡のボタンを押す	文字入力をする	YouTubeで検索をする	検索したビデオを見る	全画面表示でビデオを見る	音量を調節する	カメラの起動	写真の撮影	写真の表示	静止画撮影→動画撮影への切り替え	動画の撮影	動画の再生	検索ボックスをタッチ	調べる言葉を音声入力	結果を表示する	メールを送るアプリを開く	タイトル（件名）を入力する	本文を入力する	メールを送信する
1週目	統制群	PC経験有(4)	0	1	1	1	4	3	0	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		PC経験無(6)	0	2	2	3	6	0	0	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	グループ活動群	PC経験有(5)	1	1	2	5	5	2	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		PC経験無(5)	1	1	1	0	4	0	0	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
5週目	統制群	PC経験有(4)	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3
		PC経験無(6)	3	3	5	6	6	4	5	6	5	2	2	2	2	4	4	4	3	3	2	4
	グループ活動群	PC経験有(5)	3	5	4	5	5	4	5	5	5	3	3	4	3	4	4	5	4	3	3	4
		PC経験無(5)	3	3	5	4	4	2	5	5	4	1	1	1	2	5	4	4	0	1	2	0

分散分析の結果，PC 利用経験とテスト週の主効果が認められた [F(1,17)=12.81,p<.01; F(1,17)=91.76.18,p<.01]．この結果から，5 週間の機器利用によってすべての参加者で操作の学習が行われていること,また，PC 利用経験はタブレットの操作パフォーマンスを向上させていることが明らかとなった．コミュニケーション機会の有無については，ユーザビリティテストでの操作成績への影響は見出されなかった．

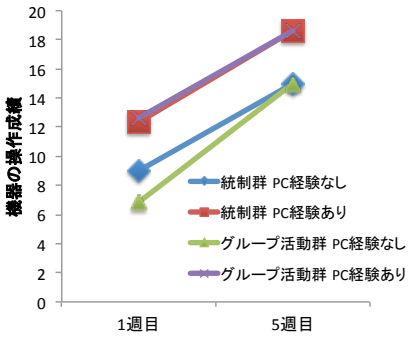


図 1 機器の操作パフォーマンス指標の平均値

3.2. 継続型ユーザビリティテスト中の機器の稼働時間，アプリの起動回数の分析： 継続的利用期間において，ラボに来室した際に，1 週間の自宅でのタブレットの操作が記録された操作ログデータを抽出した．このデータから，タブレットの起動時間（タブレット内のアプリケーションの総起動時間）とアプリの起動回数を抽出し分析を行った．タブレット操作時間についての平均値を図 2 に示す. タブレットの起動時間については，コミュニケーション機会(統制群，グループ参加群)×PC 利用経験（あり，なし）×テスト週（4 週間）の 3 要因の分散分析を行ったところ，有意な要因，交互作用は認められなかった(図 2)が，アプリ起動回数については，PC 利用経験の主効果が有意傾向であった [F(1,17)=3.13,p<.10(PC 利用経験有り＝37.58, 経験無=56.25). すなわち，PC 経験がない参加者の方が起動するアプリの数が多かった（図 3）.

以上の結果から，PC 利用経験の有無については，アプリの起動回数に影響を及ぼし，PC 利用経験無しの参加者がアプリをより多く起動していた．その理由として，PC 利用経験のない参加者は，試行錯誤的・探索的にアプリを起動していた可能性が考えられる．しかし，全起動時間には群間の差が無かったことを考えると，PC 利用経験なし群では個々のアプリを利用していた時間は短かったものと考えられ，一つのアプリをじっくりと利用する状況にはならなかった可能性が考えられる．一方，PC 利用経験群では，アプリの機能を予測しつつ，個々のアプリについて，比較的持続的に多様な利用を試みた可能性が示唆される．自宅での自発的な継続的利用の状況においても，PC 経験によって大きな差があった可能性が示唆された．操作ログデータからはコミュニケーション機会の効果は見出されなかった．

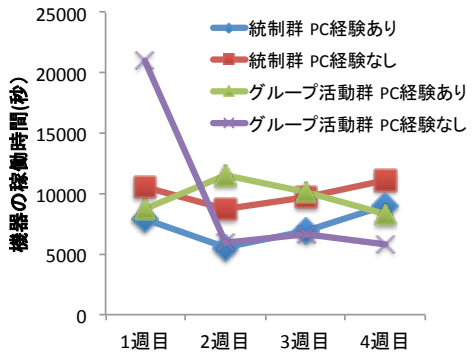


図 2. 4 週間のタブレットの起動時間

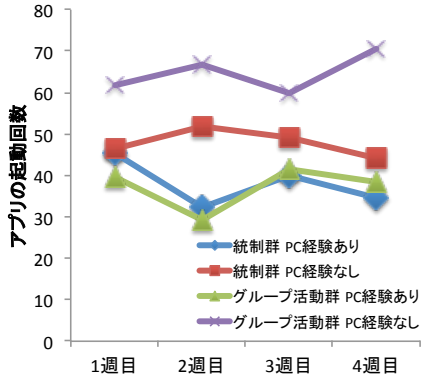


図 3. タブレット内のアプリの起動回数平均値

3.2. 質問紙調査(主観評価) の分析： 継続的利用実験の期間，ラボに来室した際に 12 の操作項目を「スムーズにできるか」否かについて主観的に 6 件法で回答を求めた． 12 項目の平均値を算出し，コミュニケーション機会(統制群，グループ参加群)×PC 利用経験（あり，なし）×テスト週（4 週間）の 3 要因の分散分析を行った（図 4）ところ，3 要因の交互作用が認められた[F(4,68)=2.84, p<.05]．下位検定の結果，1 週目でコミュニケーション機会×PC 利用経験の単純交互作用が有意であり，また統制群において PC 利用経験×テスト週の単純交互作用が認められた．単純・単純主効果検定について，注目される結果のみを抽出して報告すると，1，2， 3 週目では，PC 利用経験無し群において，統制群の操作容易度が高かったが， 4， 5 週目には有意差が無くなった．すなわちこの結果からは，コミュニケーション機会があったことで，有意に難しいと感じていたグループ活動群の PC 利用経験なしの参加者らの操作に対する主観的な難易度が緩和されたと考えられる．この結果からは，部分的な結果ではあるが，高齢者にコミュニケーション機会を提供することで，機器の操作難易度の主観評価を低下できる可能性が示唆される．

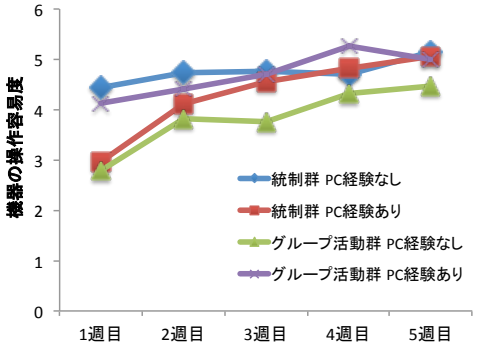


図 4．機器の操作容易度の平均値

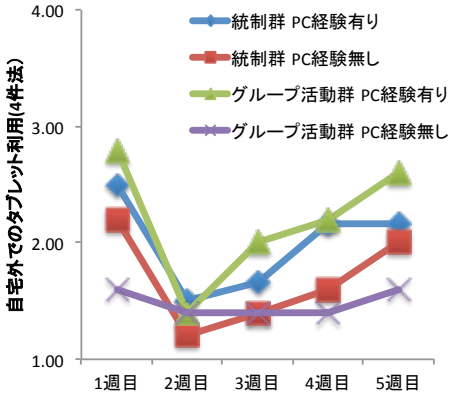


図 5. タブレットに対する主観評価(1)

次に「自宅外でタブレットを利用すると思うか」についての主観評価（4 件法, 1=全く利用しない, 4=頻繁に利用する）について 3 要因の分散分析を行ったところ PC 利用経験の主効果が有意傾向，テスト週の主効果が有意であった[F(1.17)=3.48,p<.10,F(4,68)=7.211p<01]（図 5）．多重比較の結果，2 週目は他の週よりも有意に自宅外で利用しないと回答し，時間の経過と共に，徐々に 1 週目の水準まで上昇することが示された．また，PC 利用経験がある参加者の方が自宅外でタブレットを利用すると回答していた．

タブレットの利用に関する負担感・不安感の主観評価（6 件法， 1 =全く当てはまらない， 6 =とても当てはまる）についての分析を行った．図 6 に項目 1 から 6 までのグループ毎の平均値を示した．各項目について 3 要因の分散分析を行ったと

ころ，以下の項目でテスト週の主効果が認められた.「タブレットを使うことに対して負担を感じる［F(4,64)=2.76,p<.05］」では，多重比較の結果，5 回目が他の回数よりも有意に低かった.「タブレットを使うことに対して不安を感じる[F(4,68)=3.07,p<.05]」では，多重比較の結果，5 回目が他の回数よりも有意に低かった．また,「タブレットを使うことに対して不安を感じる[F(1,17)=3.25,p<10]」では，PC 利用経験の主効果が有意傾向であり,PC 利用経験無し群の方が，タブレットに対する不安感が高かった.

以上の結果からは，PC 利用経験無し群については，タブレットの利用について不安感を感じること，しかしタブレットの利用の負担感，不安感は 5 週間の継続的な利用によって最終的に低下することが示された.

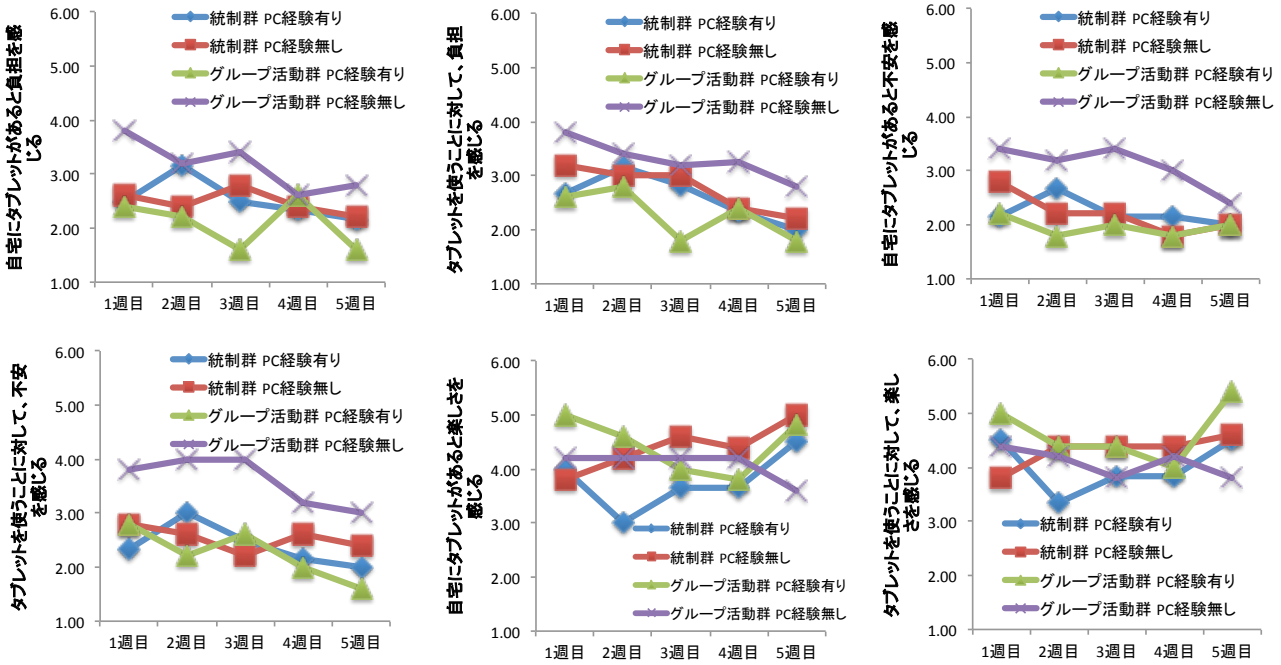


図 6.　タブレットに対する主観評価(2)

8. まとめ

本研究の結果からは，(1)ユーザビリティテストにおける機器の操作パフォーマンスに対して，PC 利用経験の効果は大きく，しかしすべての参加者は有意な操作利用の学習を示した．コミュニティの参加の要因は影響を及ぼさなかった．一方，(2)コンピュータの経験がなく，コミュニティでの活動に参加した高齢者の主観評価において，機器の操作難易度を低下させる効果が認められた．(3)PC 利用経験があることは，機器の操作パフォーマンスを向上させるとともに，主観評価では，自宅外での利用可能性の評価を高め，操作不安を低下させることが示された.

本研究の結果において，機器の操作パフォーマンスについては，コミュニティに参加することの効果は示されなかった. これは事前･事後のユーザビリティテストの精度の問題も考えられるが，全参加者において 4 週間の学習効果が示されたことから，コミュニケーション機会なし群とされた参加者についても「週に 1 度，特定の実験者とタブレット利用について綿密に会話をする機会が与えられた」ことにより，両群の差が見られなかった可能性が高い.「同じように使い始めたばかりの仲間」との相互作用が，実際の操作学習やスキル獲

得に及ぼす影響については，もう少し長期に，精度の高い形での計測が必要であると考えられる．

一方，グループ活動に参加した PC 利用経験のないグループ活動群の高齢者の機器の主観的な操作難易度は低下した．この結果からは，必ずしもタブレットの操作について限定しない自由なコミュニケーションでも，高齢者の機器の操作に対して感じる「難しさ」を緩和させていく効果があると言え，コミュニケーション機会が高齢者の機器の学習を促進させる要因になりうる可能性が見いだせたと言えよう．具体的に，どのようなコミュニケーションにより，どういった学習が生じたのか，コミュニケーションスペースでの活動・発話分析からを詳細に検討する必要があるといえよう．

初めて利用するタブレットの操作・学習について，やはり PC 利用経験は機器の操作の操作パフォーマンスや主観評価においてポジティブな大きな影響を及ぼしていた．タブレット端末はジェスチャー入力により,「これまでは情報機器に対して抵抗感を感じていた」多くのユーザに，その障壁を越える機会を与える人工物であると考えられる．しかし，PC 利用経験のない参加者にとってはそれを継続的に使い続けることはそれほど容易ではなく，何らかの PC 利用経験に基づく知識・技能が必要とされていることが明らかになった．どのような知識･技能が，機器操作，学習，主観評価にどのように影響を与えているのかをさらに詳しく検討することにより，本当の意味で PC 利用経験がない人にでも利用できる新しいユーザインタフェイスが創成される可能性があると考えられる．今後さらなる検討が行っていく予定である．

文献

[1] Harada, E. T., Mori, K., & Taniue, N.. (2010). Cognitive aging and the usability of IT-based equipment: Learning is the key. Japanese Psychological Research, 52(3), 227-243.

[2] Mori, K , & Harada, E. T. (2010). Is learning a family matter?: Experimental study of the influence of social environment on learning by older adults in the use of mobile phones. Japanese Psychological Research, 52(3), 244-255.

グループ活動は高齢者による人工物利用学習を促進するか（その２）：参加者の発話による支援の効果の分析

How group activities in older adults promote learning use of artifacts? (Ⅱ) : The qualitative analysis of conversation during group activities

田中 伸之輔[1,2]，原田 悦子[1,2]，須藤 智[3,2]，安達 悠子[1,2]，日根 恭子[4,2]
Shinnosuke Tanaka, Etsuko T. Harada, Satoru Suto, Yuko Adachi, Kyoko Hine

[1] 筑波大学, [2] JST-RISTEX, [3] 静岡大学, [4] 慶應義塾大学
University of Tsukuba, JST-RISTEX, Shizuoka University, Keio University
s1221285@u.tsukuba.ac.jp

Keywords — group work, artifacts, learn to use, older adults, qualitative analysis

1. はじめに

本報告では須藤ら(2012)の「グループ活動は高齢者による人工物利用学習を促進するか（その 1)：課題達成と主観評価による量的指標による検討」に続き，参加者の発話に視点を当てた質的分析の報告を行う．

高齢者が示す「モノ（人工物）の使いにくさ」は，若年成人とは異なる人工物利用学習過程に起因している可能性が示唆され（Harada et al.,2010)，同時にその学習過程において「同居する孫」が大きな影響を与えることが報告されている（Mori & Harada，2010)．一方，若年成人においても，人工物利用に関する他者との対話や情報共有の可能性，他者がその人工物を利用する場面を見る学習機会の有無が人工物利用を促進することが指摘されており，そうした機会やその母体となるコミュニティの減少が高齢者による人工物利用学習を相対的に難しくしているとも考えられる．

それでは，新しい人工物利用を行う際に，「仲間と接触する機会」が与えられることは本当に人工物利用学習を促進するのであろうか．本研究は，タブレット型端末の継続的利用実験において，参加者間でのコミュニケーション機会が設けられた群（グループ活動群）とそうでない群（統制群）の間で，タブレット利用の状況やその学習の程度を比較する実験を行った．本報告では，グループ活動時の対話分析ならびに最終週の個別インタビュー時の発話から，グループ活動がもたらす効果についての質的分析結果を報告する．

2. 方法

参加者：64 歳以上，高齢者のみの夫婦世帯の高齢者 21 名（ただし，夫婦 2 人とも調査に参加したものはいなかった)．いずれの参加者もタブレット型端末およびスマートフォン未使用であり，およそ半数の参加者は PC 利用経験がない参加者（男性 5 名，女性 6 名)，半数は 5 年以上の PC 利用経験がある参加者（男性 8 名，女性 2 名）であった．参加者は各種プロフィール情報の類似した者同士で 2 名ペアとし，そのペアごとにランダムにグループ活動の有無に振り分けられた．なお実験は 2 期に分けて実施された．

実験デザイン：コミュニケーション機会（参加者間：グループ活動群，統制群）×PC 利用経験（参加者間：無群，有群）×テスト週（参加者内：1-5 週，ただしグループ活動は 2-4 週の 3 回)．

対象機器：タブレット端末（アンドロイド OS 端末，3G/LTE 接続タイプ)．

手続き：参加者は，4 週間にわたりタブレット端末を自宅で利用するモニターとして募集され，毎週 1 回合計 5 回研究室を来訪することが求められた．来訪 1 回目と 5 回目にはユーザビリティテストを実施した．来訪 2〜5 回目には利用状況に関

する個別インタビューを行った. 来訪 2〜4 回目，グループ活動あり群では個別インタビューを待つ間自由に対話をすることができた．グループ活動なし群はインタビューのみを実施し，他の調査参加者と接触する機会はなかった．参加者は 4 週間毎日，タブレットを使った感想を日記に記した．

グループ活動：参加者 5 名とファシリテーター1 名で構成された．来訪 2〜4 回目，計 3 回にわたって行われ，毎回同じメンバーが集められた．参加者は「同じ調査に参加されている方で，○○さんと同じように 1 週間タブレットを使われた方です．お待ちいただく間，自由にお話されて結構です」と教示され，全員の個別インタビューが終了するまで話を続けた．グループ活動時間は約 2 時間であった．今回の調査は 2 期にわたって行われた．そのため，第 1 期グループと第 2 期グループの 2 グループが作られた．

3. 結果と考察

まず，グループ活動(以下 GW)が参加者にどうとらえられていたかについて，発話を中心にまとめる．次に，GW の有無が参加者のタブレット利用にどのような影響を与えたかについて述べる．最後に，第 1 期のグループと第 2 期のグループの間に見られた違いについて検討し，GW の効果についての理解を深めていく事とする．発話文の文尾に，参加者番号（G12 など）と-週番号を示す.

3.1. グループ活動はどうとらえられていたか

GW について第 1 期の参加者は「あれが，一番あのなんていうんですか収穫になる(G13-5)」「私は待っている時間があったから，ここまで進んだかなと思ってますので(G16-5)」と肯定的な意見を示した．また，第 2 期の参加者も「わかんない事ここで聞けるから楽しい，一番楽しい，一週間のうちで一番楽しいですね，ここが(G26-5)」「皆さんの会話から(自分の)知らない所を交換出来て良かった(G23-5)」というように肯定的な意見を示した．両グループともにグループで話をすることが直接タブレットの利用に大きな影響を与えたことに言及しており，GW の肯定的影響がみられたといえる.

前述した GW の肯定的影響が突出した要因には大きく二つが考えられる．一つには，同じようにタブレットを使っている仲間と話をしながら操作をすることで，不安感情を低減することが出来たという可能性である. たとえば,「いや，ここにいると何かちょっとほっとするね．一人でいるとね，頭が混乱しちゃってね．(G26-2)」といった発話が聞かれた．もう一つには，行き詰まっていた操作について質問し，気軽に答えを求めることが出来たという要因が挙げられる．Table1 に，「日大のラグビー部の部員紹介が観たい」という参加者(G16)に，別の参加者(G11) が教えるという場面をしめした．行き詰まっていた G16 に対して, ただ下にスクロールすれば続きがみられるとアドバイスし，問題を解決した.

また，特に PC 経験が豊富で，タブレットもよく使える人にとって，GW は自分の腕前を披

Table1. G11 が G16 に教える場面の発話

【使用 2 週間後】

(友達に「部員紹介を見てみて」と言われて探すも，出来なかったという会話の後)

G16：見てみてって言われたんですけど，それが見られない.
G11：あそこの下にあります.
G16：あ.
G11：24 年度の部員.
G16：あ，本当だ.
G11：下にありますね.
G16：じゃあ，こう．あ….
G11：何か前に出て来ました.
G16：あ，出てきた，出てきた.
G13：そっか.
G16：あら，なんで？なんでとか言って（笑）.
G12：ほんと，僕らはそれができないんですよね.

露する時間にもなっているようであった.「私たちはどちらかと言ったらほかの 3 人をフォローしていて……(ほかの 3 人に)音声認識の有効性なんていうのは，披露してやったけど(G21)」という発話に代表されるように，グループでの腕前披露を楽しんでいる様子であった．また，他の PC 経験ありの参加者は「ああやってみんなで情報交換できる場，むしろ作ってほしいっていう気がしましたね．あれがなかったら，つまらなかったんじゃないかな(G12)」と述べており，他の参加者とのコミュニケーションを，タブレット利用中の楽しみとしている様子であった. 以上から, PC 経験のない人だけでなく，PC 利用経験の豊富な人にとっても GW の場は情報をやり取りする楽しい場所となっていたといえるだろう.

さらに，GW にはファシリテーターが一人入っていた．話題が途切れてしまった時に「○○さんはどうお考えですか？」や「○○のことについてはどうでしたか？」という問いかけを行っていたのだが，GW の回数を重ねるごとにファシリテーターの問いかけ回数は減少していった(Figure1)．これは回を重ねるごとに，ファシリテーターが問いかけを行わなくてもメンバー同士が自発的・能動的に情報交換できるようになったことを示している.

3. 2. グループ活動がタブレットの利用に与える影響

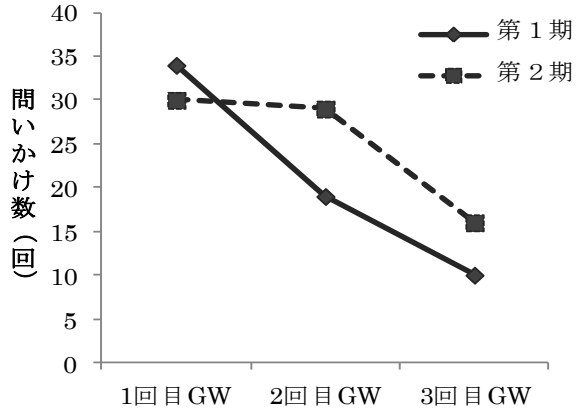


Figure1.GW中ファシリテーターの問いかけ

GW の有無がタブレット利用にどのような影響を与えているのか，個人面接の発話を中心に述べていく．ここでは，PC 経験の有無でその様相が異なると考えたため，両者を分けて分析する.

PC 経験なし群では, GW の有無によって「タブレットの理解度の深さ」に違いが出る可能性が示された．GW なしの参加者は，音声を出せるようになった，カメラで写真を撮れるようになったなど，特定の機能の使用方法が理解できるようになった事実を報告する人がほとんどであった．しかし，GW ありの参加者は特定の機能の使用法だけでなく「タブレットとはこういうものだ」というイメージをも理解し，報告する人が少数ではあるが存在した(Table2)．このような違いは，たくさんの参加者のタブレット使用を観察する中で，皆が使う操作・機能を寄り集め,「タブレットとはこういうものだ」というイメージまで抽象化することが出来たこと．また，タブレットについて話をすることで，自分の中のタブレットについての考えをまとめることが出来たことなどが原因となって生じたと考えられる．以上から，GW は単に機器の使い方を理解するだけでなく，もっと大きな枠組みとしての「この機器はこういうものだ」という

Table2.「タブレットとはこういうものだ」ということに言及する発話例 【5 週目個別面接】

G26 は参加者.R は調査者「検索機能を使えばたくさんの知識を得られる」という会話の中で

G26：色々ね，知らないことが分かって，すごく楽しかったです．それで，タブレットってこういう知らないことを知ることが出来るんだって.

R：なるほど.

G26：タブレットの要するに，使命というか…それが, 今になって分かったんですよ, なんだ，タブレットって知らないことを知るためにあるんだって.

イメージの形成を促進するのではないかと考えられる.

PC 利用あり群では「タブレット利用の幅広さ」において違いが出る可能性が示された. GW なしの参加者は「(調査期間は)4 週間じゃなくて 3 週間でいい……パソコン触っている以上, そんなにこう, 新しいものは見つからない……(タブレットを使うくらいなら)もうパソコンで見た方が早いや, ってなるんで(I21)」というように, PC で出来ることをタブレットでも試した後, 新たにタブレット独自の使い道を見出すことは難しいようであった. また, 調査が進むとともに, タブレット使用に飽きが生じていた. しかし, GW 有りの参加者は, GW で得た情報をもとに自分が知らなかった機能を試してみたり, 他のメンバーに紹介するためにアプリを探してみたりするなど, 調査期間中タブレットに飽きを示す発言は少なかった. このことから, PC 経験のある人にとって GW の場は情報を交換すると同時に, タブレットを使うきっかけを多く作れる場であったといえる.

3.2. グループ間の差異について

本調査では第 1 期と第 2 期に分けて調査が行われたため, 2 つのグループが存在していた. 前述した点に関しては両グループともに当てはまる結果であったが, 両グループの間で異なる現象も見られたので, 以下に報告する.

第 1 期のグループでのみ見られた現象として, 一人の参加者が示した「忘れてもいい」という方略を皆が使用することでタブレット使用への不安感や負担感が軽減されたという現象がある. 「忘れてもいい」という方略は, G12 という参加者によって示されたもので,「手順をすべて覚えようとしなくていい, また以前にやった手順を思い出せなくても気にしない」という前提のもと, とにかくいろいろ触ってタブレットを利用しようというものである. Table3 の場面で初めて登場し, その後の会話の中でもたびたび現れた（Table4）. この方略は初め G12 から G16 へ送られたアドバイスであったが, 最終的にはグループ全体が, 共有する方略へとなっていった.

次に, 第 2 期のグループにおいてのみ見られた現象について述べる. これは G27 という参加者にのみ見られることであったが,「(ほかの人が上手にできているところを見ると)…私はダメだなって, 思っちゃいます…みんなのを見ているとね…(G27)」というような他者と比較して自分は劣っていると感じてしまうという現象であった. G27 のこのような発言は初回の GW から出現しており, 最後の週まで見られた. ただ, この参加者は GW の中でみんなと話せることが楽しいとも語っており, GW が必ずしもネ

Table3.「忘れてもいい」方略初出時の発話【1 週後】

「せっかく U-test の時にいろいろ教えてもらったのに忘れちゃって. あの時メモしておけばよかったわ」(G16)に対する反応：

(a)直後

G12：メモしてもですね
G16：ダメ？
G12：うん, ダメ. メモしないほうがいい
G16：逆に？
G12：初めの方みんなメモしたがるんですけど, そういう人は上達しない.
G 16：あー. やっぱり自力でというか.
G 12：うん, 自力でですね. あと覚えようとしてはいけない.
G 16：あ, そうですか.
G 12：忘れるもんだと. とにかくやってみて, 目標に達すればいいんで, もうやるしかない.

(b)

G 16：覚えようとしなくていい？
G 12：そう
G 16：忘れちゃっていい
G 12：うん, どうやってこうやって, こっちくいのかなー, あっち行くのかなーというので十分.

Table4.「忘れてもいい」方略の発話例【2 週間後】

「G13 が以前自宅でやった操作を GW で再現できなかったとき」の会話

G13：うーん．ああ，私，何でやったかさっぱり忘れちゃった．
G17：さっきもこの絵が出てきたね．
G12：うん，出てきたね．ダメだ．どこにあるか．
G13：ああ，何でやったんだろう，私．
G12：はは，何でやったかなんて覚えて，覚えているわけがない（笑）．
G13：覚えてないのよ（笑）．
G12：そう，そのたびにやって覚えてたら，頭がパンクしちゃう．

ガティブな影響のみを与えていたわけではなかったといえる．

最後に，両グループ間では自宅でタブレットを利用したときの，負担感や不安感に大きな違いが出た．第 1 期 GW 参加者は，GW 時のみならず，自宅に持ち帰った時も負担感や不安感なく使えていたが，第 2 期 GW の参加者は GW の時間こそ楽しく使えていたものの，自宅で使うときには負担感・不安感が増しているようだった．この違いを生んだのは，「忘れてもいい」方略を知っているか否かであると考えられる．第 1 期の参加者は，GW でやったことを自宅で再現できなくても負担・不安を感じることなく利用できる．しかし，第 2 期の参加者はせっかく GW で教わったことが自宅ではできない，一度覚えたことをもう忘れてしまっているという事実に強く負担感や不安感を感じてしまう．同様のことが，日常のタブレット利用でも繰り返されることを考えると，「忘れてもいい」という方略を知っているということが，タブレット利用への安心感を作り出すことに貢献したといえるだろう．

4. まとめと課題

今回の調査から，新しい人工物利用を行う際に，「仲間と接触する機会」が与えられることは，使用への負担感や不安感を低減し，知識の幅を広げる効果がある可能性が示唆された．この「仲間と接触する機会」は当該人工物への知識がない人だけでなく，知識が豊富な人にとってもポジティブな影響があることが示され，教える側と教えられる側という区別なくポジティブな影響が出ることが分かった．また何よりも，「仲間と接触する機会」それ自体が参加者にとって楽しいものであり，そこで「話をしながら人工物を利用すること」がとても楽しいものであるという点は，強調すべきであると考える．

今回の調査の課題として，個人面接における調査者とのコミュニケーションが GW とは別にポジティブな効果を上げてしまっていた可能性が挙げられる．個人面接において，調査者はタブレットの使い方は教えないものの，参加者の不安や負担などを聞き，「出来なくても大丈夫なので調査をお続けください」と言って調査の継続を促す事があった．この様なコミュニケーションがポジティブな効果を上げた可能性は否定できないものであり，今後は調査者とのコミュニケーションが無い状況で調査を行うことが必要である．

参考文献

[1] Harada, E. T., Mori, K., & Taniue, N.. (2010). Cognitive aging and the usability of IT-based equipment: Learning is the key. Japanese Psychological Research, 52(3), 227-243.

[2] Mori, K , & Harada, E. T. (2010). Is learning a family matter? : Experimental study of the influence of social environment on learning by older adults in the use of mobile phones. Japanese Psychological Research, 52(3), 244-255.

ピクトグラムを利用した英作文学習の視覚化と改善手法
An Approach to Visualizing and Improving English Composition

吉澤(渡邉) 小百合[†]，國上 真章[‡]，髙橋 聡[‡]，吉川 厚[‡,§]，寺野 隆雄[‡]
Sayuri Yoshizawa-Watanabe, Masaaki Kunigami, Satoshi Takahashi,
Atsushi Yoshikawa, Takao Terano

[†]星薬科大学，[‡]東京工業大学，[§]教育測定研究所
Hoshi University, Tokyo Institute of Technology, The Japan Institute for Educational Measurement, Inc.
s-yoshizawa@hoshi.ac.jp

Abstract
Pictograms are pictorial drawings or representational signs and instructions that can be used without regard to age, sex, and nationality. We conducted an experiment using pictogram networks, in which pictograms are interconnected by arrows. Since each pictogram represents a word, ideas, or concepts, drawing a pictogram network can become a guide to understanding others' intentions. This collaborative approach, which we named "pict-net abstraction", is quite useful in foreign language composition education. It makes the participants realize the discrepancies between the writer's intention and the readers' understanding by comparing their pictogram networks and detecting the ambiguity as well as polysemy of an argument. The approach can be applied in a multilingual environment and should be useful in the establishment of a future peer review system.

Keywords — Pictogram, Pictogram Network, Composition Education, Collaborative Approach

1. はじめに

多くの語学系教授者にとって，学生が書いた作文を直したり,作文の改善度を評価したりする作業は，多大な時間と努力を要する．そこで第一著者は，日本人大学生の英作文力の向上を支援する一手法として，1973年に P. Elbow [1] が最初に作文教育で提案した，協調的学習法であるピアリヴュー法を自身の授業にも導入し，有効性を検証してきた[2]~[11]. 先行研究[12]~[17]でも効果があるとされる．また，学生の作文にコメントをしたり，作文が改善されたかを評価したりする教授者の負担を軽減するために,そのピアリヴュー法を利用した作文の改善度を教授者が簡単に測ることができる新しい方法も提案してきた [18][19]．しかし，学生が他の学生によって書かれた作文を読み，いかに適切な改善のための指摘をするかは,各学生の英語力にある程度左右される．

作文教育においては，教員が作文の修正や改善に必要な指摘を行うだけでなく，自分の作文の何が読者に誤解を与えるのかを学生自身に気付かせることも大切である．本稿では，年齢や性別，国籍に関係なく利用することが可能であるとされているピクトグラムを使って作文の要旨を表現することにより，学習者同士で論理構成の不適切さや作文改善のための示唆を行った実験を考察する．この手法では，配布されたピクトグラムを矢印で繋ぎ合わせてネットワークを作るので，Novakが提案したコンセプト・マップ [20] よりも作成が簡単で，採用しやすいと言える．

リヴューアが作成したピクトグラムによるネットワークと，自分が作成したネットワークを比較することにより，書き手の意図と読者の理解の乖離が比較できるので，曖昧な表現や誤解を与えている箇所に自ら気付くことができ，作文を改善できることが期待された. 既に行われた第一回目の実験[21]では、作文にある程度の改善が見られたが，ピクトグラムについての説明が行われなかったことと利用できるピクトグラムに自作のピクトグラムが含まれていたことが問題となった．そこで今回の実験では，ピクトグラムについての説明と作文の基本的な書き方を記したものを配布し，自作のピクトグラムは利用できないこととした．改良を加えた方法が作文を修正する際にどのような影響を与えるのかを報告する．

以下，本論文の構成は次のとおりである．第２章ではピクトグラム・ネットワーク（以下，ピクトネット）の説明，第３章では研究の目的，第４章では実験の方法，第５章では実験の結果と考察，最後に第６章で,本稿のまとめと今後の課題を述べている．

2. ピクトグラム・ネットワークとは

ピクトグラムは,絵文字や絵単語などとも呼ばれ,言葉や事物,概念などを表す視覚的な記号(サイン)であり，注意や情報を伝えるために表示される視覚記号のひとつである． ピクトグラムは年齢や性別,国籍に関係なく理解することが可能で，異なる言語間でも効果的に情報の交換を行うことができる．ピクトネットを作成して，他の人が何を述べたいのかを視覚的に表すことが，その人の意図することを理解しやすくする．

ピクトネットは，片側矢印か両側矢印かを使ってピクトグラム同士を繋ぐことにより，その話題の全体像や概念を視覚的に描写している．ピクトネットは有向グラフであり，$P = (V, E)$で表される．このとき，Vはピクトグラムで，Eは矢印記号となっている．ピクトネットによる英作文学習では，作成された作文が「読者に正しく伝わる英文」であるかどうかを，ピクトネットの作成を通して判断する．これには，指導者に頼らず，学習者同士で添削することができる，という利点がある．

作文の要旨をピクトネットで表現した場合，書き手とリヴューアのそれぞれが作成したピクトネットを比較して違いをみることとなる．ネットワークなので距離を簡単に測れる行列を利用し，行列の二乗距離をとることにより，両者のピクトネットの距離は以下の数式で表される．

$$\frac{\sqrt{sum(net_{writer} - net_{reviewer})^2}}{average_{weight}}$$

図１はピクトネットの一例を示している．これは，男性のピクトグラム２枚がそれぞれ握手のピクトグラムと矢印記号で繋がれており，二人の男性が出会い，仲良くなる，あるいは協力し合う，というような意味を表す．

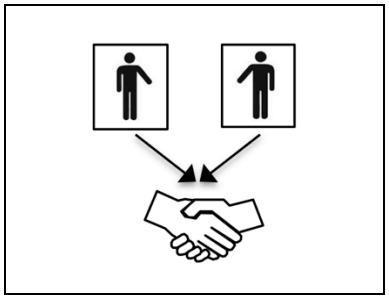


図 1　ピクトネットの例(1)

3. 研究の方法と目的

ピアリヴュー法とピクトグラムを使った有向グラフを使い，書き手の伝えたいことが読み手にきちんと伝わっているかを検証する．実験は工学系大学院で行い，実験日当日に与えられた課題についてエッセイを英語で作成し，ピクトネットを利用して学習者同士が互いの作文を可視化要約するという実験について分析する．これは，書き手の意図とリヴューアの理解の乖離を比較し，論旨の曖昧さや多義性を検出するものである．

本研究の目的は，書き手が表現しようとした内容が，リヴューアが作成したピクトネットに反映されているかを，ピクトネットを使用した相互リヴューによって調べ，書き手とリヴューアとの間で論述趣旨の共有の度合いが高まるかどうかを，それぞれのピクトネット間の距離により測定・検証し，作文改善の支援を試みようとするものである．これは，作文教育（意味ネットワークの言語教育）における学習の定量的測定という課題への応用となっている．

4. 実験の方法

実験は，工学系大学院で２回行われた．１回目は大学院の授業中に行い，２回目は，被験者を予め募集する形で行った．２回目の実験では，１回目の実験手順に変更を加えた．

4.1 実験（１回目）

実験日当日に，書き手には課題や実験の意図を開示したが，リヴューアにはどのような実験を行なっているのかは，実験後まで開示しなかった．

4.1.1 被験者（１回目）

書き手：工学系の大学院に所属する修士課程１年の日本人学生４名（すべて男性）

リヴューア：社会人８名（うち４名は博士後期課程の学生）の計８名（すべて男性）

4.1.2 手順（１回目）

- 教授者がピクトグラムのリストを準備し，テーマを決定する
- 書き手がテーマに沿った作文をし，その要旨を表すピクトネットを作成する

- リヴューアがその作文のピクトネットを作成する
- 自分（書き手）とリヴューアのピクトネットとを比較し，作文を修正する
- 修正後の作文を基に，２回目のリヴューアがピクトネットを作成する
- 書き手自身が作文の改善度を-2 から+2 で表し，実験についての感想を書く

4.1.3 課題（１回目）

書き手に,「原子力の代替として，家庭用に太陽光発電システムを普及させるべきかについて，賛成／反対の立場で 100 ワード程度のエッセイを英語で書いて下さい」という課題を実験当日に知らせた．賛成，反対の立場は，それぞれ２名ずつ予め指定して作文を書かせ，さらに,「エッセイを書き終えたら，エッセイの趣旨を配布したピクトグラム（図２）を使って表現して下さい．ピクトグラムは８コ以上使い，それを片側矢印または両側矢印で繋ぎ合わせて台紙に貼って下さい．適当なピクトグラムが見つからないときには，白抜きのピクトグラムに自分で絵を入れるか，キーワードを書き込んで使って下さい.」という指示を与えた．制限時間は合計 50 分で行った．

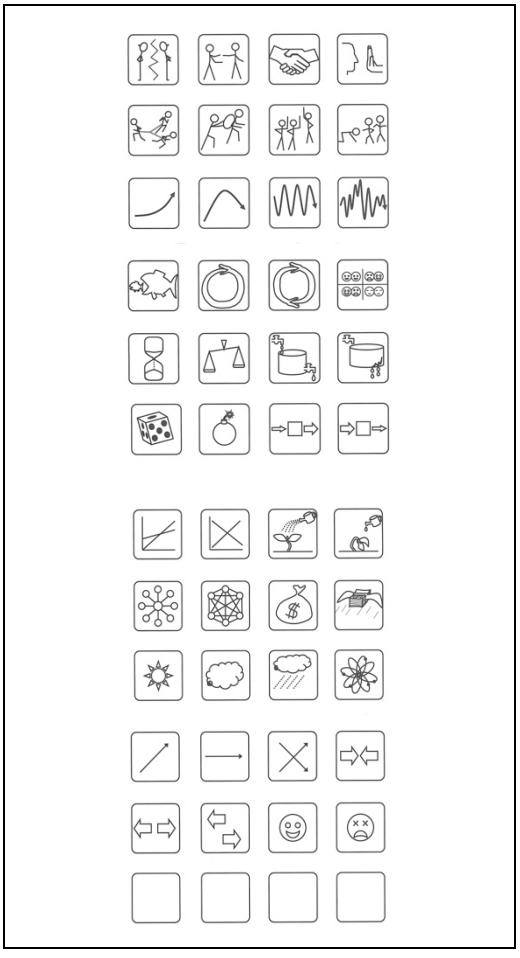


図２ 実験１で配布したピクトグラム

4.2 実験（２回目）

１回目の実験では，ピクトネットの作り方をきちんと説明せずに行ったことと，白抜きのピクトグラムの存在が問題となった．そのため今回は，ピクトネットを例示し，説明するだけでなく，自由度を高める白抜きのピクトグラムなしで実験を行った．また，英語の能力による影響もあるのでは，という指摘があったことから，この実験においては，大英和・大和英・英和活用大辞典が入っている電子辞書等を実施者側で予め用意することにより，英語の能力による解釈の差を少なくできるように配慮した．さらに，配布資料には，基本的なエッセイの書き方の例を記した．

4.2.1 被験者（２回目）

書き手：工学系の大学院に所属する修士課程１年の日本人学生６名（男性５名，女性１名）及び社会人２名（男性）

リヴューア：同上

4.2.2 手順（２回目）

- 教授者がテーマを決定し，ピクトグラムのリストを作成する
- 実験当日にピクトネットとテーマについての説明を配布する
- 書き手がテーマに沿ったピクトネットを作成した後，エッセイを作成する
- リヴューアがその作文のピクトネットを作成する
- 自分(書き手)とリヴューアのピクトグラムとを比較し，作文を修正する
- 修正後の作文を基に，２回目のリヴューアがピクトネットを作成する
- 被験者が実験についての感想を記述する
- 教授者が被験者に実験の目的を告知する

4.2.3 課題（２回目）

配布資料には次のように課題に関する記述をした.「数多くの電車には，車内における迷惑行為や痴漢対策として，女性が安心して乗車できること

を目的とした女性専用車両があります．これは，原則として女性だけが利用できますが，女性だけでなく，子どもや怪我した人，身体の不自由な人やその介助者も乗車できる，としている鉄道会社もあります．女性専用車両導入の利点や欠点や，男性専用車両導入の是非も鑑みて，女性専用車両の存在に賛成か反対か自分の立場を決め，与えられたピクトグラムと片側矢印(→)または両側矢印(↔)を使って作文の構成を組み立ててから，英語で 100 ワード以上の作文を書いて下さい．制限時間はピクトネットの作成と英作文で 50 分です．」

ピクトネットを作成する際には，図３で示した 40 のピクトグラムのみを使用することとし，同じピクトグラムを２回以上使用したい場合には，そのピクトグラムを真似て自分で描けるとした．
また，配布したピクトグラムの中で，違いの説明を求める質問があったので，被験者全体に簡潔に説明した（下から４つ目の中央とその右のピクトグラムの違い：駅員と警察官，など)．

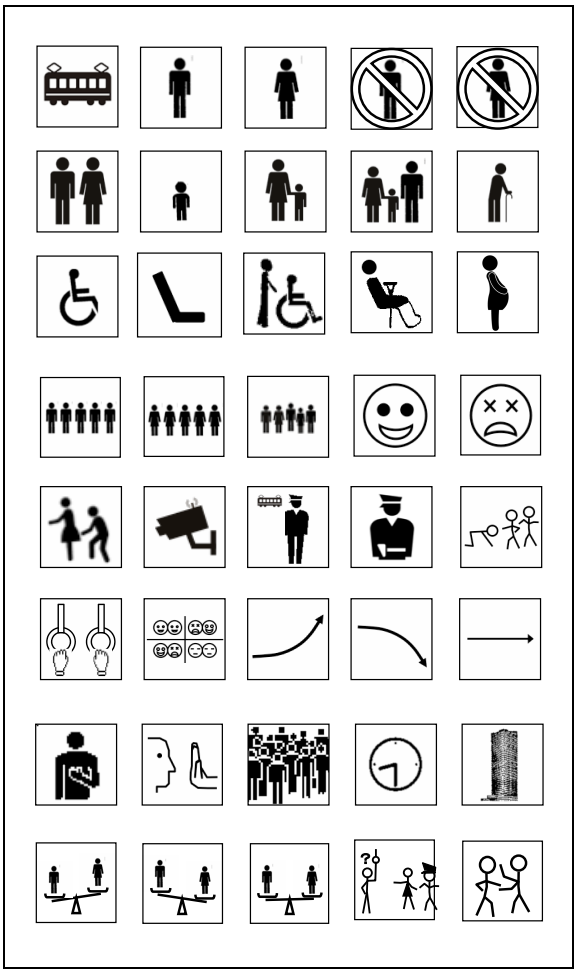


図３　実験2で配布したピクトグラム

さらに，１回目の実験において，基本的なエッセイの作り方を予め教えて欲しい，という意見があったことから，配布資料には、以下のように記した．

1. 最初に自分の立場を述べる
2. それぞれの利点・欠点を対照的に述べる
3. 根拠を述べる（実体験を含めてもよい）
4. 議論を展開する
5. 最後にもう一度自分の立場を述べて締めくくる

ピクトネットの作り方は，図１と図４を使って行った．図１は，２枚の男性のピクトと握手のピクトを→で繋いで…　Two people meet and make friends (or cooperate with each other．２人の男性が手を結ぶようになる（友達になる・共同事業を行う）という意味を表せるとし，図４は，家族のピクトと船のピクトを→で繋いで…　A family (Parents and a small child) went on board / took ship. 家族(両親と小さな子ども)が船に乗った，などという意味を表せるとした．

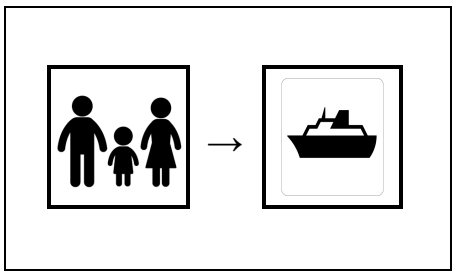


図４　ピクトネットの例(2)

さらに，接続詞をどのように矢印で表すか，にての説明も，配布資料に含めた．概念ＡとＢが，包含，動作，因果，影響，理由などの関係（then, therefore, thus, consequently, as a result, because･･･）を持っている場合には，これを表すピクトグラムを選んで

ピクトA → ピクトB のようにAからBに向けての片側矢印で結ぶとし，概念CとDが，対照，同等，相互依存（on the contrary, in contrast, however, conversely）のような関係にある場合には，これを表すピクトグラムを選んで

ピクトC ↔ ピクトD のように，両側矢印を使うこととした．

5. 実験の結果と考察

5.1 書き手とリヴューアのピクトネットの隔たり（実験１）

書き手とリヴューアの理解の隔たりの検証には，距離を簡単に測れる行列でピクトネットを表現することによって行った．図５がピクトネットを行列表現したものの一部である．ピクトグラム同士が繋がれていれば１，繋がれていなければ０というように，行列でピクトネットを表現して書き手とリヴューアのピクトネットについて隣接行列間の二乗距離で測定し，一回目と二回目の二標本の平均差に関する検定により，ピクトネット間の距離を確認した．

Writer1さんのPictのつながり 隣接行列Net_Writer1

Net_Writer1	Pict_1	Pict_2	Pict_3	Pict_4	Pict_5	Pict_6	Pict_7	Pict_8	Pict_9	Pict_10
Pict_1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pict_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pict_10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pict_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pict_13	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Pict_14	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Pict_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図5 ピクトネットの行列表現の例

表１が示すように，修正前後では，書き手とリヴューアのピクトネットの隔たりが予想に反して縮まっていないものが多かった．

表１ 書き手のピクトネットとリヴューアのピクトネットとの隔たり

[Distance: sqrt(sum(net_writer-net_reviewer)^2)/average_weight]

	Reviewer A (1st time)	Reviewer B (1st time)	Reviewer C (2nd time)	Reviewer D (2nd time)
Writer 1	.316	.325	.261	.354
Writer 2	.144	.200	.279	.280
Writer 3	.230	.149	.346	.190
Writer 4	.286	.359	.344	.371

意味が分かりにくいピクトグラムがあった，という意見や，ピクトネットの作成方法がよく分からず，作文を上手く表現できなかったと述べた被験者がいたことから，ピクトグラムの説明とピクトネット作成の説明をした上で実験を行わないと，作文の改善度は明確に現れないと思われた．

しかしながら，リヴューア同士のピクトネットの隔たりは縮まったものが多かった（表２）．これは，修正後の作文が修正前の作文よりも，表現の曖昧さや論旨の多義性が少なかったことを示している．

表２ リヴューア同士のピクトネットの隔たり（１回目と２回目）

	Reviewers (1st time)	Reviewers (2nd time)
Essay 1	.301	.230
Essay 2	.255	.365
Essay 3	.279	.203
Essay 4	.306	.250

5.2 書き手とリヴューアのピクトネットの隔たり（実験２）

１回目の実験と異なり，２回目の実験においては，修正前後で書き手とリヴューアのピクトネットの隔たりが，変化がほとんどなかった１件を除き，表３が示すようにすべて縮まっていた．これは，エッセイ・ライティングにおいて，ピクトネットを使用した相互リヴューにより，書き手とリヴューアとの間で論述趣旨の共有の度合いが高まることを意味する．

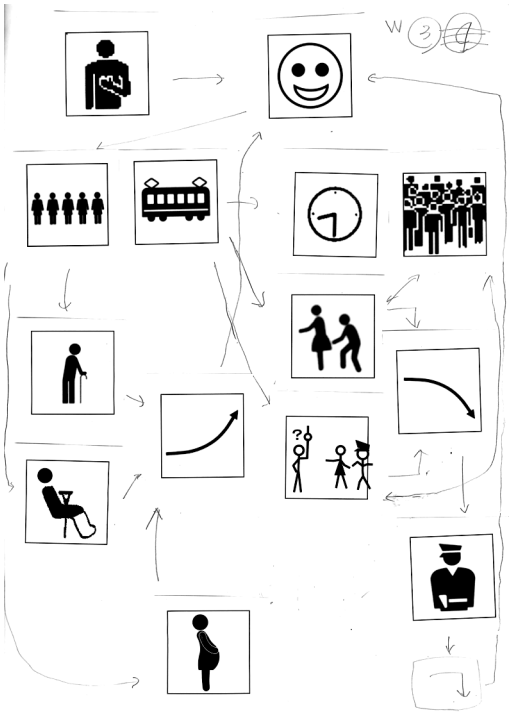
表３ 書き手のピクトネットとリヴューアのピクトネットとの隔たり

[Distance: sqrt(sum(net_writer-net_reviewer)^2)/average_weight]

	Reviewer 1st time	Reviewer 2nd time
Writer 1	.306	.283
Writer 2	.282	.255
Writer 3	.229	.195
Writer 4	.311	.284
Writer 5	.275	.236
Writer 6	.330	.333
Writer 7	.316	.230
Writer 8	.236	.211

図６は，Writer 3 自身が作成したピクトネットと作文，図７は，Writer 3 の一人目のリヴューア

が作成したピクトネット，図８は，修正後の作文を読んだ二人目のリヴューアが作成したピクトネットである．



I support a vehicle for only women. A vehicle for only women makes a passenger rate rising at commute time.

But introducing a car for women is linked to a number of a sexual assaulter and a false charge decreasing. As a result, an imposition of police officer also get(s) decreasing.

On the other hand, introducing makes older and an injured person, a pregnant woman happy.

As an all-inclusive way of thinking, profit is more than loss in the introducing a women's vehicle.

Therefore, I support a women's vehicle. (89 words)

図６　Writer 3 のピクトネットとその作文

一回目の実験で使ったような白抜きのピクトグラムを与えず，限定されたピクトグラムのみでピクトネットを作成させたことで，書き手とリヴューアが共通したピクトグラムを使用している．また，基本的なエッセイの書き方を提示したことで，理解しやすい作文になり，両者のピクトネットの距離が縮まったと言える．

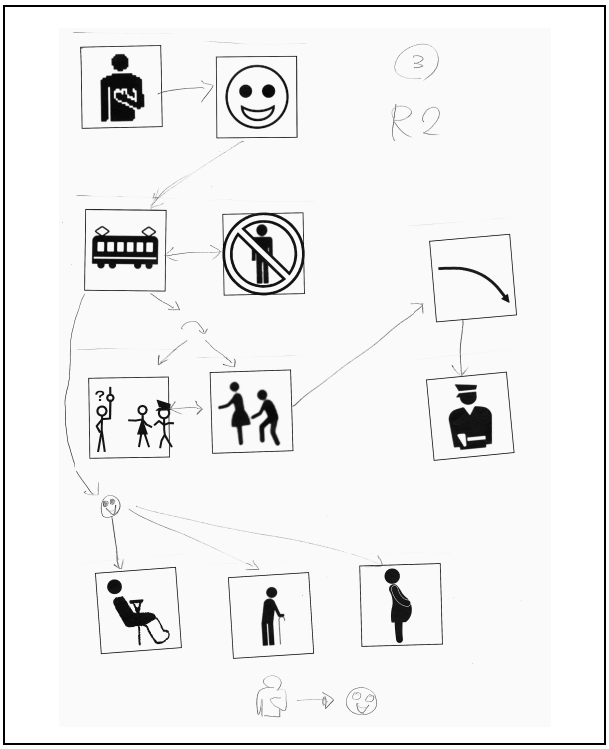


図７　Writer 3 の１人目のリヴューアのピクトネット

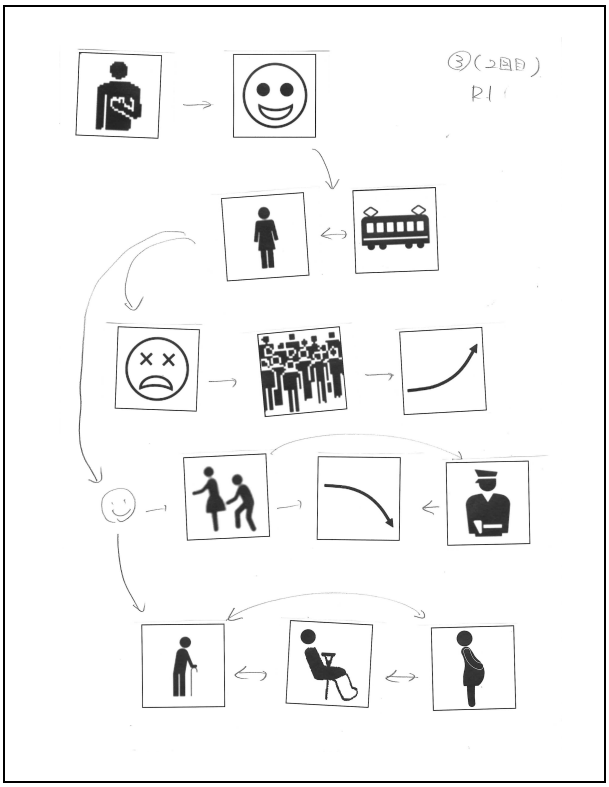


図８　Writer 3 の２人目のリヴューアのピクトネット

6. まとめと今後の課題

本実験では，論旨の曖昧さや多義性を視覚によって作文者に容易に気づかせることができ，書き手が作成したピクトネットと修正後の作文を読ん

だリヴューアが作成したピクトネットの距離を縮めることができた．よって，作文改善の支援法として意義がある．しかし，実験終了後に，配布資料に書かれていたピクトネットの作成方法ではまだ不十分だ，という意見が挙げられたことから，ピクトネットを作成する方法をより詳しく口頭でも説明し，短い文章からピクトネットを作成させるような練習問題を配布して，ピクトネット作成の事前訓練を行う予定である．

今後は，その事前訓練において，被験者全員が同じピクトネットを作成できることを確認した上で，より多くの被験者で再度実験を行うことにより，この方法の確立を試みる．

参考文献

[1] P. Elbow, (1998) *Writing without teachers, 2nd ed.* New York, NY: Oxford University Press.

[2] S. Yoshizawa and Y. Kambayashi, (2009) "Dialogue and monologue: A practice of producing a coherent document," in *Proceedings of the IEEE International Professional Communication Conference*, pp. 1-4.

[3] S. Yoshizawa, (2009) "Effects of peer review activities in the EFL writing classrooms," *Hoshi Journal of General Education*, Vol. 27, pp. 1-8.

[4] 吉澤小百合,寺野隆雄,吉川厚, (2010). 英作文授業におけるピアリヴュー活動，人工知能学会全国大会第 24 回論文集, JSAI10, 3F4-02.

[5] 吉澤小百合，吉川厚，寺野隆雄 (2010). 第二言語修得におけるピアリヴュー効果の分析，日本認知科学会第 27 回大会論文集，pp. 457-462.

[6] S. Yoshizawa, (2010) "Developing logical thinking skills through peer review activities," *Hoshi Journal of General Education*, Vol. 28, pp. 1-10.

[7] 吉澤小百合, 吉川厚, 寺野隆雄 (2011). 英作文ピアリヴュー学習における複数評価者の影響に関する考察，人工知能学会第 61 回先進的学習科学と工学研究会資料，SIG-ALST/B003, pp. 17-24.

[8] 吉澤小百合，寺野隆雄，吉川厚 (2011). 英作文技術向上のための問題作成支援,人工知能学会第 25 回全国大会発表論文集，2E1-02, pp. 1-2.

[9] 吉澤小百合, 吉川厚, 寺野隆雄 (2011). 複数評価者によるピアリヴューの学習効果に関する一考察，日本認知科学会第 28 回大会論文集, pp. 802-807.

[10] S. Yoshizawa, (2011) Analyzing Multiple Reviewers' Comments on EFL Writings, *Hoshi Journal of General Education*, 29, pp. 1-9.

[11] S. Yoshizawa, A. Yoshikawa, and T. Terano, (2011) "Stimulating college students to consider sustainability issues through the peer review method," in *Proceedings of the IEEE International Professional Communication Conference*, pp. 163-8.

[12] C. Chaudron, (1984) "The effects of feedback on students' composition revisions," *RELC Journal*, Vol. 15, No. 2, pp. 1-14.

[13] R. Mittan, (1989) "The peer review process: Harnessing students' communicative power," in *Richness in writing: Empowering ESL students*, D. Johnson and D. Roen, Eds. New York: Longman, pp. 207-19.

[14] U. Connor and K. Asenavage, (1994) "Peer response groups in ESL writing classes: How much impact on revision?" *Journal of Second Language Writing*, Vol. 3, No. 3, pp. 257-276.

[15] A. B. M. Tsui and M. Ng, (2000) "Do

secondary L2 writers benefit from peer comments?" *Journal of Second Language Writing*, Vol. 9, No. 2, pp. 147-170.

[16] J. Liu and J. G. Hansen, (2002) *Peer response in second language writing classrooms*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.

[17] K. Smith and C. Kampf, (2004) "Developing writing assessments and feedback strategies for maximum effectiveness in large classroom environments," *IEEE International Professional Communication Conference Proceedings*, pp. 77-82.

[18] S. Yoshizawa, T. Terano and A. Yoshikawa, (2010) "Analyzing the effects of peer review activities in the EFL writings," *Proceedings of the 18th International Conference in Computers in Education*, pp. 738-742.

[19] S. Yoshizawa, T. Terano, and A. Yoshikawa, (2012) "Assessing the impact of student peer review in writing instruction by using the normalized compression distance," *IEEE Transactions on Professional Communication*, Vol. 55, No. 1, pp. 85-96.

[20] J. D. Novak and A. J. Cañas, (2008) "The theory underlying concept maps and how to construct and use them," *Technical Report IHMC CmapTools*, pp. 1-36.

[21] 吉澤(渡邉)小百合，國上真章，髙橋聡，吉川厚，寺野隆雄，(2012) "ピクトグラム・ネットワークによる作文改善支援" 第 26 回人工知能学会発表論文集，2L1-R-12-4.

謝辞

本研究は，JSPS 学術研究助成基金助成金若手研究 B（課題番号：23700988）の助成を受けたものである．

視線方向による注意定位効果と脅威表情の認知
The gaze-triggered attention orienting and the recognition of threat-related facial expressions

西山 ゆか†，川口 潤†
Yuka Nishiyama, Jun Kawaguchi

†名古屋大学大学院 環境学研究科 心理学講座
Psychology Division, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
nishiyama.yuka@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract
We investigated the relationship between the gaze-triggered attention orienting and the recognition of threat-related facial expressions. We hypothesized that the reflexive orienting to other's fearful gaze is modulated by the accuracy of recognition of emotional facial expressions. To test this hypothesis, we conducted the gaze-cueing studies, using dynamic emotional facial cues (i.e. happy, anger, fearful, and neutral expressions), and subsequently, the face classification task. The results indicated that the effect of fearful expressions on the gaze cueing effect might be observed only when the facial expressions are recognized accurately. That is, fearful expressions only facilitated the gaze-cueing effect when presented together with positive expressions (i.e., happiness), but not when presented with other negative expressions (i.e., anger). These findings suggest that the accurate recognition of threat-related facial expressions produced the effect of fearful expressions on orienting to gaze.

Keywords—The gaze-cueing effect, Threat-related expressions, Social attention

1. 序論
社会的動物であるヒトにとって，〝顔〟は対人コミュニケーションを円滑に営むために必要な社会的手がかり（social cue）である．特に，時々刻々と変化する表情や視線方向といった可変情報は，表出者の関心・意図・信念・感情など心的状態を効率的に他者へ伝達することができる[1]．ヒトにおいては，生後数日の乳児で既に顔らしき刺激への選好が観察され，さらに，自分へ向けられた視線（直視;direct gaze）顔の方が他へ向けられた視線（逸視;averted gaze）顔に比べより選好注視するという視線検出能力が観察されている[2]．すなわち，ヒトには顔の情報処理に特化した能力が生得的に備わっていることが示唆される[2]．また乳幼児を対象にした先行研究では，他の表情の視線顔（中性表情の直視・逸視，幸福表情の直視・逸視，恐怖表情の直視）と比較して恐怖表情の逸視顔により注意を向けることが示されている[3][4]．さらに，健常な成人を対象に行動指標や認知神経指標を用いて検討した先行研究においても，恐怖表情は直視よりも逸視状態で最も‘恐怖’表情と正確かつ迅速に認知されることが示されている[5][6]．このように，ヒトにおいては恐怖表情と逸視という２つの社会的手がかりの組合せに対する知覚・注意バイアスがしばしばみられる．適応的観点から，恐怖表情の逸視は，周囲の環境内に潜在する脅威を他個体に伝達する機能があると考えられる[7]．これを支持する先行研究の１つとして，視線手がかり研究（gaze-cueing study）の一連の知見があげられる．ヒトには他者の視線方向を観察する際，その視線方向の空間へ自身の視覚的注意が自動的に定位するという視線注意定位（gaze-triggered attention orienting）がみられる[8][9][10]．視線手がかり研究は，この視線注意定位について，従来の視覚定位課題 [11]を修正した，視線を cue とする視線手がかり課題（gaze-cueing task）を用いることで検討している．この視線手がかり課題では，画面中央に cue である顔が呈示された後，その左右どちらかにターゲットが出現する．参加者はターゲットが出現したらできるだけ素早く正確に反応することが求められる．このとき，cue（視線方向）とターゲットの出現位置が一致する Valid 条件と，視線方向

の反対側にターゲットが出現するという不一致のInvalid 条件との差分を，「視線手がかり効果（gaze-cueing effect）」と操作的に定義する．この視線手がかり効果は，予め参加者には，視線方向とターゲットの出現位置は無関係であり，ターゲットが左右どちらかに 50%の確率で出現することを教示していても，極めて初期段階（e.g., cue-target SOA が 300ms 未満）で観測される，自動的な過程に基づくことが示されている．

近年，この視線手がかり効果における情動表情の影響がいくつかの先行研究で観察されている．Graham [12] や Putman [13] らは，他の表情に比べて恐怖表情の視線が頑健に視線手がかり効果を促進することを発見した．これは，恐怖表情の視線が周囲の環境内に潜在する危険や脅威を伝達するという適応的機能をもつことから説明できる．しかし，この現象について西山・川口 [14]が検討したところ，こうした恐怖表情の促進的影響は視線手がかり課題の cue である表情の種類によって影響を受けることが明らかとなった．つまり，恐怖・幸福・中性表情しか cue に含まれない視線手がかり課題では恐怖表情の促進的効果が観測されたが，cue が恐怖・怒り・中性表情の組合せによる場合は恐怖表情の効果は一貫してみられなかった．Graham et al. [12] （exp.2）や Hietanen & Leppanen [15]（exp.6）らにおいても，複数のネガティブ表情が cue に含まれた状況では恐怖表情の効果が消失している．この問題について考えられる 1 つの理由として，恐怖表情以外のネガティブ表情が恐怖表情の効果を阻害している可能性があげられる．特に，恐怖表情や怒り表情は脅威を伝達する脅威関連表情であるが，認知神経科学および行動科学の領域において脅威関連表情の自動的な知覚処理が頑健に示されている[16][17]．この脅威関連表情の自動的処理を担う，上丘 - 視床 - 扁桃体を介する皮質下処理経路は，非常に〝迅速かつ粗い〟処理を特徴とする[2][18]．これらの知見を踏まえると，この迅速かつ粗い処理過程のために，視線手がかり課題内で恐怖表情と怒り表情が cue としてランダムに出現する事態においては，恐怖表情と怒り表情の情報処理が競合して結果的に恐怖表情の視線手がかり効果の促進がみられなくなるという仮説が考えられる．

そこで，本研究では視線手がかり課題の cue の種類が異なる Fear, Happy, Neutral 群と Anger, Fear, Neutral 群を設定し，従来の視線手がかり課題後に表情分類課題を実施することで，視線注意定位における恐怖表情の影響の生起について検討した. 先述の仮説の通りであれば, Fear, Happy, Neural 群では恐怖表情の視線手がかり効果の促進がみられ，かつ表情分類課題の正答率は 3 表情とも高いと予測された．一方で， Anger, Fear, Neutral 群では恐怖表情の視線手がかり効果の促進はみられず，かつ表情分類課題の正答率は中性表情に比べて恐怖表情・怒り表情が低くなることが予測された．

2. 方法

2-1. 参加者

国立大学の学生 46 名で，全員正常な視力（裸眼/矯正）を有していた．そのうち，Fear, Happy, Neutral 群は 21 名（うち女性 6 名，$M\pm SD$=20.8±2.6 歳），Anger, Fear, Neutral 群は 25 名（うち女性 7 名，$M\pm SD$=19.5±0.8）であった．

2-2. 刺激

Ekman & Friesen[19]の Pictures of Facial Affect より男女各 1 名の恐怖・怒り・幸福・中性表情を選出した．顔写真の編集について，背景や髪といった顔以外の部分は取り除き，視角 8°×11°の楕円状の顔を作成した．視線については，Photoshop5.0（Adobe 社）を用いて視線方向を左右それぞれ瞳孔中心から視角 0.4°逸れたものを編集した．動画刺激の作成については，MorphMan2000 ソフトウェア（STOIK, Moscow, Russia）を用いて各表情写真間の合成割合を徐々に変えながら 6 枚のモーフィング合成写真を作成し，それらを連続呈示することでより自然な動画呈示になるようにした．ターゲット刺激の白いアスタリスク (0.8°×0.8°) は，

画面中心から水平に 7 .3°離れた左右どちらかに呈示した．刺激呈示用の 17 インチ CRT モニタと参加者との距離はあご台を用いて 70cm であった．

2-3. 手続き

実験は次の２つの課題から構成された．①視線手がかり課題：呈示順序は，黒い背景画面に白い十字の注視点（600ms）呈示後，正面を向いた中性表情（300ms），続いて合成表情写真が 6 枚連続呈示され（各 24ms）視線方向と表情が同時に変化した．その後 100%変化の表情写真が 80ms（Short SOA 条件）／500ms（Long SOA 条件）呈示され，ターゲット(＊)が顔の左右どちらかに出現した．参加者は，ターゲットの位置判断を正確かつ素早くするように求められた．また，参加者はターゲットが視線方向とは全く関係なく左右同じ割合（cue-target の一致率：50%）で出現することが予め伝えられた（図１）．つまり，視線手がかり課題では cue の種類(3 表情), cue-target の Validity（Valid, Invalid），SOA（Short, Long）という条件が含まれていた．②表情分類課題：視線手がかり課題と同様の呈示方法で，注視点後に視線と表情が同時に変化した．参加者は 100%変化したターゲット顔写真の表情について，３つの感情語（ex. 恐怖、幸福、無表情）から出来るだけ素早く適切な感情語を選択するよう表情分類が求められた．ターゲットの表情写真は全て先行の視線手がかり課題で出てきた cue であった（図２）．つまり，表情分類課題では, cue の種類(3 表情)の条件が含まれた．

2-4. データの解析

2-4-1. 視線手がかり課題の反応時間

各参加者の条件ごとの反応時間の平均値と標準誤差を算出し，誤答および 100ms-1000ms 範囲外の反応，そして各参加者の平均反応時間の±3*SD* 範囲を外れたデータを全て除外した（除外したデータ数は全試行数の１%未満であった）．さらに先行研究[20]より, Validity 条件の Invalid 試行の反応時間から Valid 試行の反応時間を差し引いた値を視線手がかり効果（ms）と操作的に定義した．

2-4-2. 表情分類課題の正答

ターゲット顔呈示後 100ms 以下及び 2000ms 以上のデータ，誤答（incorrect response），各参加者の平均反応時間の±3*SD* 範囲を外れたデータを全て除外し，残ったデータを正答反応のデータとして統計的に分析した．分析は全て SPSS 19.0 (SPSS Japan)を用いて行った．

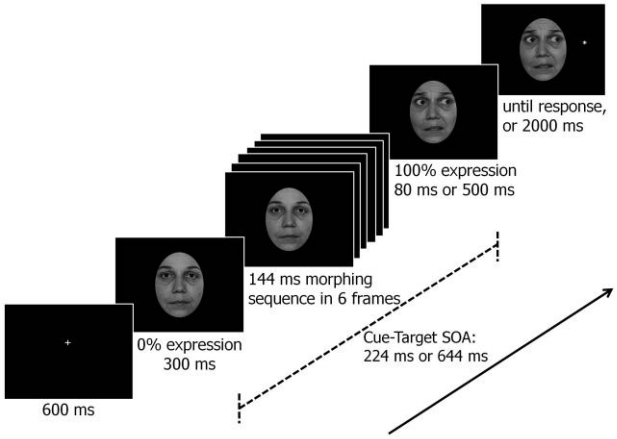


図１　視線手がかり課題：１試行の流れ

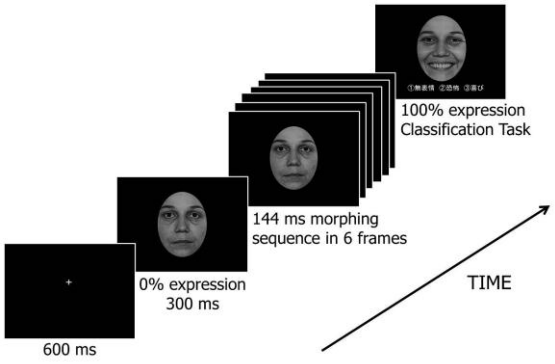


図２　表情分類課題：１試行の流れ

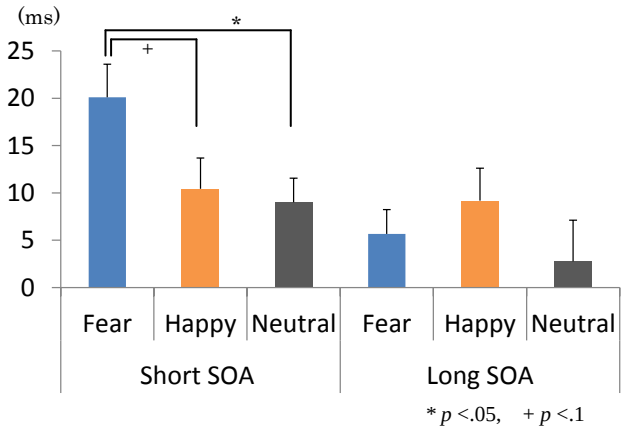
3. 結果

3-1. 視線手がかり効果

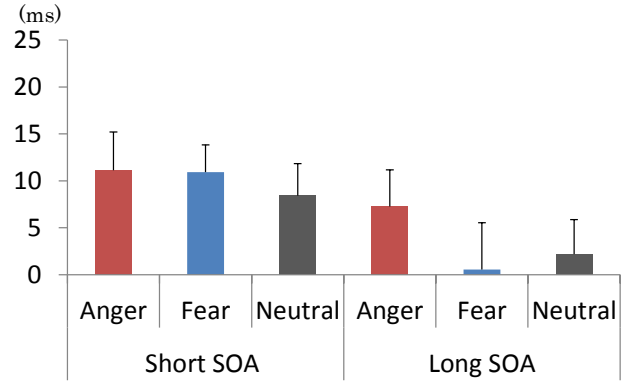
条件群ごとに各表情条件における視線手がかり効果(RT Invalid 条件－RT Valid 条件)を算出した(図３）．まず，Fear, Happy, Neutral 群の視線手がかり効果について，表情 (Fear, Happy, Neutral) ×SOA（Short, Long)の２要因 ANOVA を行ったところ，交互作用が有意傾向であった（F (2, 40) = 2.860, p =.0690）．そこで Short SOA 条件について下位検定を行ったところ，Fear 表情の視線手がかり効果（20.09 ms）が Neutral 表情の視線手がかり効果

（9.00 ms）に比べて有意に促進がみられた（$p < .05$）．また，Fear 表情と Happy 表情（10.43 ms）の間に有意傾向が認められた（$p = .094$）．

次に，Anger, Fear, Neutral 群について表情（Anger, Fear, Neutral）×SOA（Short, Long）の 2 要因 ANOVA を行ったところ，SOA の主効果のみが有意であった（$F = (1, 24) = 6.874$, $p < .05$）．多重比較の結果，Short SOA 条件（10.16 ms）の方が Long SOA 条件（3.34 ms）よりも全体的に視線手がかり効果は大きかった．表情の主効果および交互作用は認められなかった（$ps > .1$）．



A) Fear, Happy, Neutral 群



B) Anger, Fear, Neutral 群

図３　各条件における視線手がかり効果の大きさ（RT Invalid 条件－RT Valid 条件）と標準誤差（ms）

3-2. 表情分類課題の正答率

条件群ごとに各表情条件における正答率および反応時間を算出した（表１）．まず，Fear, Happy, Neutral 群では，正答率について表情（Fear, Happy, Neutral）の 1 要因 ANOVA を行ったところ，表情の主効果は有意ではなかった（F (2, 40) = 1.304, p = .283）．また，反応時間について表情（Fear, Happy, Neutral）を 1 要因とする ANOVA を行ったところ，表情の主効果が有意であった（F (2, 40) = 6.456, $p < .05$）．多重比較（Bonferroni 法）の結果，Fear 表情が Neutral 表情よりも反応時間の遅延がみられた（$p < .05$）．

次に，Anger, Fear, Neutral 群では，正答率について表情（Anger, Fear, Neutral）の 1 要因 ANOVA を行ったところ，表情の主効果は有意であった（F (2, 48) = 6.791, p <.05）．多重比較の結果，Anger の方が Neutral 表情よりも，Fear 表情の方が Neutral 表情よりも正答率が低かった（$p < .05$）．また，反応時間について表情（Fear, Happy, Neutral）を 1 要因とする ANOVA を行ったところ，表情の主効果が有意であった（F (2, 48) = 31.054, p <.001）．多重比較の結果，Fear RT ＞Anger RT ＞ Neutral RT と反応時間の遅延がみられた．

表１　表情分類課題の正答率（%）・反応時間（ms）

A) Fear, Happy, Neutral 群

	RTs	*SE*	*Correct %*
Fear	999.8	99.4	0.86
Happy	804.9	57.7	0.93
Neutral	725.4	65.6	0.93

B) Anger, Fear, Neutral 群

	RTs	*SE*	*Correct %*
Anger	1081.1	65.2	0.80
Fear	1249.0	74.3	0.66
Neutral	701.2	73.8	0.98

4. 考察

本研究は，視線手がかり効果における恐怖表情の促進的影響の生起について，脅威関連表情の認知の正確さ（表情分類課題の成績）に着目した検討を行った．実験の結果，表情分類課題の正答率が高かった Fear, Happy, Neutral 群では恐怖表情の

視線手がかり効果の促進が観測され，一方で恐怖・怒り表情の正答率が低かった Anger, Fear, Happy 群では恐怖表情の視線手がかり効果の促進は消失するという，仮説を反映する結果が得られた．これは，複数の脅威関連表情が cue として存在する状況においては，脅威関連表情の情報処理が困難になり，結果として視線注意定位システムに影響を及ぼさなくなることを示唆する. しかし，このように脅威関連表情の情報処理が困難になる，すなわち皮質下経路による処理過程において恐怖表情と怒り表情それぞれの情報処理が競合する理由は，本研究の知見からは説明できない.

この問題について，複数の脅威関連表情が cue として課題内にある（i.e., Anger, Fear, Happy 群）ことで表情弁別の難易度が高まったことが理由の１つとして考えられる．あるいは，表情認知の先行研究では，表情認知は脳損傷・加齢・個人の性格特性の他に，文脈の影響も受けやすいことが示されている．たとえば Surakka, Sams, & Hietanen [21] は，先行する表情刺激によって後続の表情認知が影響を受けるという時系列的文脈効果を示している．従って，本研究の Anger, Fear, Happy 群においても時系列的な文脈効果によって恐怖表情と怒り表情が双方の知覚処理に影響を及ぼしたということも理由として考えられる．しかし，本研究で用いた実験パラダイムでは，脅威関連表情間での知覚処理の競合が, 表情の弁別性によるものか, あるいは時系列的な文脈効果によるものなのかは分からない．この問題については，表情知覚を検討する別の実験パラダイムや実験指標を用いることで，今後さらに詳細なメカニズムを明らかにすることが必要であろう.

結論として，本研究により視線注意定位における恐怖表情の促進的影響は脅威関連表情の知覚処理に影響を及ぼされることが明らかとなった．この結果は，視線と表情の相互作用的知覚を検討する研究において非常に理論的意義のある知見といえるだろう.

5. 引用文献

[1] Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, **100**, 78-100.

[2] Johnson, M. H. (2005). SUBCORTICAL FACE PROCESSING. *Nature*, **6**, 766-774.

[3] Rigato,S., Farroni, T., & Johnson, M. H.(2010). The shared signal hypothesis and neural responses to expressions and gaze in infants and adults. *SCAN*, **5**, 88-97.

[4] Hoehl, S. & Striano, T. (2008). Neural processing of eye gaze and threat-related emotional facial expressions in infancy. *Child Development*, **79**, 1752-1760.

[5] Adams, R.B. & Kleck, R. E.(2003). Perceived gaze direction and the processing of facial displays of emotion. *Psychological Science*, **14**, 644-647.

[6] N'Diaye, K., Sander, D., & Vuilleumier, P. (2009). Self-relevance processing in the human amygdala: gaze direction, facial expression, and emotion intensity. *Emotion*, **9**, 798-806.

[7] Graham, R. & LaBar, K. S. (2012). Neurocognitive mechanisms of gaze-expression interactions in face processing and social attention. *Neuropsychologia*, **50**, 553–566.

[8] Driver, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, **6**, 509-540.

[9] Friesen, C.K., & Kingstone, A. (1998). The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin and Review*, **5**, 490-495.

[10] Langton, S .R. H., & Bruce, V. (1999). Reflexive visual orienting in response in response to the social attention. *Visual Cognition*, **6**, 541-567.

[11] Posner, M.L. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, 3-25.

[12] Graham, R., Friesen, C.K., Fichtenholtz, H.M., & LaBar, K.S. (2010). Modulation of reflexive orienting to gaze direction by facial expressions. *Visual Cognition*, **18**, 331-368.

[13] Putman, P., Hermans, E., & van Honk, J. (2006). Anxiety meets fear in perception of dynamic expressive gaze. *Emotion*, **6**, 94-102.,

[14] Nishiyama, Y. & Kawaguchi, J. (2011). *Plenary meeting of the International Society of Research on Emotion (ISRE)* ポスター発表

[15] Hietanen, J.K., & Leppanen, J.M. (2003). Does facial expression affect attention orienting by gaze direction cues? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **29**, 1228-1243.

[16] Pinkham, A. E., Griffin, M., Baron, R., Sasson, N. J., & Gur, R. C. (2010). The face in the crowd effect: anger superiority when using real faces and multiple identities. *Emotion*, **10**, 141-146.

[17] Whalen, P. J., Kagan, J., Cook, R.G., Davis, F. C., Kim, H., Polis, S., McLaren, D. G., Somerville, L. H., McLean, A. A., Maxwell, J. S., & Johnstone, T.(2004). Human amygdala responsivity to masked fearful eye whites. *SCIENCE*, **306**, 2061.

[18] Adolphs, R. (2002). Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, **1**, 21-62.

[19] Ekman, P., & Friesen, W.V. (1976). Pictures of facial affect. *Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.*

[20] Bindemann, M., Burton, A. M.,,& Langton, R. H.(2008). How do eye gaze and facial expression interact? *VISUAL COGNITION*, **16**, 708-733.

[21] Surakka, V., Sams, M., & Hietanen, J. K. (1999). Modulation of neutral face evaluation by laterally presented emotional expressions. *Perceptual Motor Skills*, **88**, 595-606.

日本人英語学習者のフィラー・ギャップ構文の処理 ーフィラー再活性化仮説

The Processing of Filler-Gap Constructions by Japanese Learners of English—The Filler Reactivation Hypothesis

中野 陽子，池本 優
Yoko Nakano, Yu Ikemoto

関西学院大学
Kwansei Gakuin University
y-k.nakano@kwansei.ac.jp, yuikemoto@kwansei.ac.jp

Abstract

The present paper examined the establishment of filler-gap dependencies by Japanese learners of English through the reactivation of fillers at the hypothesized gap position. A cross-modal lexical decision task investigated the processing of English wh-constructions. Overall analyses revealed that priming effects were elicited at the hypothesized gap position and 500msec downstream, but not earlier than the gap position. In addition, effects for individual differences were found in the interaction of reading-span scores and positions where priming effects occurred but not in the interaction of English proficiency test scores and the priming effects. The results indicated filler-reactivation at the gap position in L2 sentence processing.

Keywords — filler-gap dependencies, reactivation, L2 sentence processing

1. はじめに

英語の与格交替動詞の文は「主語，動詞，目的語，前置詞句」を基本語順の 1 つとしている。例文(1)では前置詞句(to which)が基本語順をはずれた位置にある。このような構成素（フィラー）がある文をフィラー・ギャップ構文と呼ぶ。

(1) Fred chased the squirrel to which the nice monkey explained the game's difficult rules _ in the class last Wednesday.

フィラー・ギャップ構文を理解する過程では，基本語順と仮定される位置（_）にギャップと呼ばれる音型のないフィラーのコピーが生成されるとする仮説がある（Bever & McElree, 1988）。この仮説を**フィラー再活性化仮説**と呼ぶことにする。本研究では日本人英語学習者が英語のフィラー・ギャップ構文を処理する際にフィラー再活性化仮説が成り立つかどうかについて交互様相語彙性判断課題を用いて調査を行った。

2. 背景と研究目的

交互様相語彙性判断課題を用いた第一言語についての先行研究では，フィラー・ギャップ構文をヘッドフォンなどを通して聴覚提示し，被験者が文を聞いているあいだにモニターに文字列を呈示して語彙性判断をしてもらう。複数の言語（英語(Swinney 1998)，ドイツ語 (Featherstone, 2001)，日本語（Nakano, Felser & Clahsen, 2001）など）でフィラーがギャップ位置で再活性化されたことを示唆する結果が報告されている。しかし第二言語でもギャップ位置でフィラーが再活性化されるとは限らない。

第二言語のフィラー・ギャップ構文の処理に関する研究（Felser & Roberts, 2006）では (1)のようなフィラー(to which)のある文を，上級レベルのギリシャ人英語学習者と英語母語話者に聞かせながら絵を呈示し，描写されている対象（歯ブラシ，リス）の有生性判断をさせる課題を実施した。その結果，英語母語話者ではギャップ位置でプライミング効果が見られフィラーの再活性化が示唆されたが，ギリシャ人英語学習者ではプライミング効果は見られなかった。

先行刺激のあとに呈示される絵刺激について有生性を判断することと，文字列について語彙性を判断することとでは語彙表象へのアクセル・ルー

トが異なる。また，第一言語の先行研究では語彙性判断潜時が遅い被験者についてはギャップ位置よりも遅れてフィラーの再活性化が起こったという報告（柴田ほか, 2006）があり，ワーキング・メモリ(WM)容量の小さい被験者ではフィラーの再活性化がギャップ位置よりも後方で起こることも考えられる。しかし Felser & Roberts (2006)ではギャップ位置より後方での再活性化は検討されていない。そこで本研究では，文字列について語彙性判断をする課題を用い，ギャップ位置よりも後方の位置でもフィラーの再活性化を検討しながら，中上級レベルの日本人英語学習者を被験者としてフィラーの再活性化仮説の検証を行うことにした。

3. 実験

日本語母語話者 52 名(男性:11 名，女性:41 名，平均 22.4)が参加した。Oxford Quick Placement Test の平均は 33.63 点であった。被験者に例文(2)の様なフィラー・ギャップ構文をヘッドフォンを通して提示し，内容を理解しながら聞いてもらった。

(2) David knew the farmer to whom many people gave warm #1 thanks #2_ every #3 year.

更に被験者が実験文を聞いている間に，モニターの画面上に文字列を呈示し，その文字列について語彙性判断をするよう求めた。

ターゲット語は関係代名詞(whom)の先行詞と同一(farmer, 同一条件)，または意味上関連のない名詞（barber, 無関連条件）でペアを作り，出現頻度，シラブル数，単独で視覚的に提示したときの語彙性判断潜時について統制した。ターゲット語を呈示するテスト・ポイントは，関係節の動詞(gave)の直接目的語のヘッドの名詞の(thanks)の offset でギャップが生成されると仮定されている位置（#2 ギャップ位置），関係節の動詞の直接目的語のヘッドの名詞を修飾している形容詞の offset(#1), #2 の 500 ミリ秒後の位置（#3）の 3 点とした。ターゲット語のペアのどちらかを実験文（60 文）と組み合わせ，テスト・ポイントの１つで呈示した。実験文はフィラー文と併せて 6 つのリストにし，その内の１つを被験者に呈示した。被験者の英語の能力を測るために Oxford Quick Placement Test（OPT）を併せて実施した。また被験者の WM 容量を測定するために日本語と英語のリーディング・スパン・テスト(RST, Osaka & Osaka, 1992)を実施した。先行研究では本実験の刺激材料と同じ言語で RST を実施し，その得点と本実験の従属変数との関連性などを調べることが多かった。しかし，RST の得点に被験者の学習目標言語の能力が強く影響するため RST の得点に反映されている WM 容量と本実験の従属変数との関係を調べているのかどうか疑われる場合もあった。そこで本研究では学習者の母語でも RST を実施した。日本語版の RST は 70 点満点中 43.13 点，英語版の RST は 41.46 点であった。OPT と日本語の RST の得点，英語の RST の得点の相関関係を調べたところ, OPT と日本語の RST の得点についても（r=0.204, p=0.163），OPT と英語の RST の得点についても(r=0.312, p=0.031)，強い相関関係は見られなかった。一方，日本語と英語の RST の得点は強い相関関係（r=0.72, p<0.001 Pearson）を示した。

4. 予測

テスト・ポイントより前にフィラー（the farmer）を耳にするため，どのテスト・ポイントでも同一条件と無関連条件との間にプライミング効果が見られる。時間の経過と共に記憶に保持されているフィラーの活性化の度合いが低くなるとすると，もしフィラーが再活性化されなければ，時系列に沿って#1，#2，#3 の順にプライミング効果が小さくなる(A パターン)。一方，もしギャップ位置である#2 でフィラーが再活性化されると, #1 よりもフィラーの活性化の度合いが大きくなるので，#1 より#2 の方がプライミング効果が大きくなる(B パターン)。学習者は母語話者より処理が遅いためギャップ位置よりも遅れてフィラーが再活性化される可能性がある。もしそうならば#1 や#2 より#3 の方がプライミング効果が大きくなると予測でき

る（C パターン）。また WM 容量の個人差によってフィラーの活性化のタイミングに差が生じるようであれば，リーディング・スパン・テストの得点が高いときには A パターン，低いときには C パターンの結果が予測できる。

5. 結果

語彙性判断に対する正答率が 40%以下の被験者 5 名のデータと語彙性判断潜時間のほとんどが ±2SD の範囲を超える被験者 1 名のデータを分析対象から外し，46 名のデータを分析対象とした。語彙性判断と文の内容に関する質問について正答だった項目の語彙性判断時間のみについて，各被験者毎条件毎に語彙性判断潜時の±2SD の範囲内のデータを分析対象とした。

テスト・ポイント（#1，#2，#3）とターゲット語の種類（同一条件，無関連条件）を固定要因，被験者と項目をランダム要因として線型混合効果モデルによる分析を行った。その結果，ターゲット語の種類に効果が見られた(β=-85.81，F(1，6835.18) =50.269, p<.001)。またターゲット語の種類とテスト・ポイントの違いとの間の交互作用が有意であった(β=44.78, F(2, 6835.17)=4.83, p=.008)。

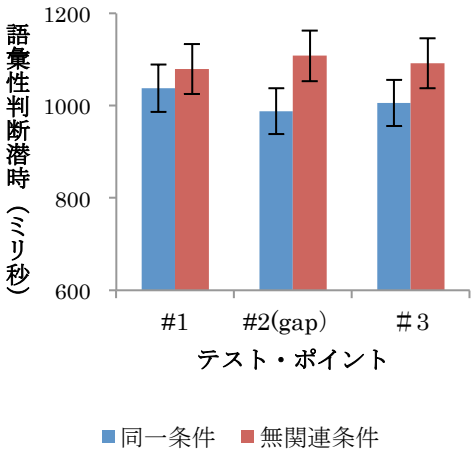


図１：ターゲット語とテスト・ポイントの違いにおける語彙性判断潜時(msec)

３つのテスト・ポイントのうち#2（ギャップ位置）と#3 で，無関連条件よりも同一条件のターゲット語に対しての方が語彙性判断が速く(#2: t(595.21)=3.92, p<.001, #3: t(1137.47)=3.90, p<.001, Bonferroni)，プライミング効果が見られたが，ギャップ位置より前の#1 では 2 条件間の差がなかった（t(564.17)=0.97, p=0.33, Bonferroni)。

次に WM 容量や英語の習熟度の個人差の影響を調べるために日本語版のリーディング・スパン・テスト(RST)の得点と Oxford Quick Placement Test(OPT)の得点も要因に加えてそれぞれ分析を行った。RST の実施にあたっては，実験文を被験者が読み上げ終わると直ぐに画面を切り替えるよう，またそのタイミングが常に一定になるように注意を払うことによって精度が保てるようにした。RST の得点は総得点法で算出した（Friedman & Miyake, 2005)。

先行研究の多くでは RST の得点や OPT の得点の平均点などで被験者を平均点以上と以下のグループに分類し，カテゴリーに分けて分析している(King & Just, 1991)。そこで，日本語版 RST と OPT の得点に基づいて被験者を平均点以上と以下の２つのグループに分けて分析して見た。

日本語版 RST については，ターゲット語の種類と日本語版 RST の得点（２群：低スパン群と高スパン群）との交互作用 (β=131.34, F(1, 6662.41)=10.02, p=0.002)とターゲット語の種類とテスト・ポイントと日本語版 RST の得点との交互作用(β=-45.58, F(2, 6662.40)=, p=0.048)とに有意な効果が見られた。多重分析を行ったところ，低スパン群ではギャップ位置でターゲット語の種類が同一条件の方が無関連条件よりも速い語彙性判断潜時(t(201.44)=2.06, p=0.041)となりプライミング効果が見られたが，#1（ギャップ位置より前）(t(399.20)=0.43, p=0.67)と#3（ギャップ位置よりあと）(t(292.91)=1.52, p=0.13)のテスト・ポイントでは同一条件と無関連条件のあいだに有意な差がみられずプライミング効果は見られなかった。高スパン群ではギャップ位置の#2(t(298.83)=2.90, p=0.004) でもギャップ位置のうしろの #3(t(179.60)=3.35, p=0.001)でもターゲット語の種類が同一条件のときの方が無関連条件よりも速い語彙性判断潜時を示しプライミング効果が見られた。ギャップ前位置の#1(t(152.95)=0.79, p=0.43)で

は同一条件と無関連条件のあいだに有意な差がみられずプライミング効果は見られなかった。従って，低スパン群と高スパン群の違いは，テスト・ポイント#3 において高スパン群の方はプライミング効果を示したが，低スパン群ではプライミング効果が見られなかった点にある。

OPT の得点（２群）については主効果としても他の要因との交互作用についても有意な効果は見られなかった。

線型混合効果モデルは RST の得点のような変量も固定要因として分析することができる。RST の得点は連続しているのにもかかわらず被験者を 2, 3 のグループに分類してしまうと，連続する変化の違いの効果を見ることができない，またタイプ I やタイプ II に該当するような統計結果を招き易いとの指摘がある(Traxler, 2007)。しかし線型混合効果モデルでは連続変数でも扱うことができるため上記のような問題を回避することができるとされている。そこで被験者をグループに分けずに日本語版の RST の得点や OPT の得点を入れた分析もしてみた。結果は，日本語版の RST の得点を要因にいれたときも OPT の得点を要因にいれたときも主効果やほかの要因との交互作用に有意な効果は見られなかった。

6. 考察

6.1 フィラーの再活性化

ギャップ位置より早い#1 ではプライミング効果が見られなかったが，ギャップ位置の#2 でプライミング効果が見られたという結果は，ギャップ位置においてフィラーが再活性化された可能性を示唆しフィラー再活性仮説を支持している。Felser & Roberts(2006)では学習者についてギャップ位置とその前のテスト・ポイントとの間でプライミング効果の大きさに差がみられず，フィラーの再活性化が示唆されず，本研究の結果とは異なっている。

Felser & Roberts(2006)では母語話者はターゲット語とテスト･ポイントの交互作用が見られたが，学習者についてはターゲット語とテスト・ポイントの交互作用が見られなかった。先行研究では絵に描写された対象物の有生性の判断は必ずしも学習者の語彙記憶にアクセスせず，文中のフィラーと関連付けられなかった可能性がある。本研究では語彙性判断課題であったので，ターゲットの刺激が語彙記憶にアクセスして文中のフィラーと関連付けられたと考える。

また，実験文は中央埋め込み文となっており，処理負荷が高い構文であるため学習者によっては，テストポイント#2 のギャップの位置でフィラーの再活性化が行われず，ギャップ位置よりも遅れて再活性化が行われている可能性もある。Felser & Roberts (2006)ではギャップ位置よりも後の#3 に相当するテスト・ポイントは設けられていなかった。本研究では#3 でもプライミング効果が得られたが，それは#2 で再活性化されたフィラーの効果が持続しているためと考えることもできる。また被験者によっては#2 よりも遅れてフィラーを再活性化させたので，その効果が#3 にあらわれることになったとも考えることができる。

Clahsen & Felser (2006) は Shallow Structure Hypothesis (学習者が処理した文の統語構造は，母語話者の大人や子どもが処理するようには複雑にはならないという仮説，SSH)を提唱し，学習者の構築した統語構造にギャップが含まれていなかった可能性を示唆した。一方，Oomaki & Schulz (2011) や Felser, Cunnings, Batterham & Clahsen (2012)は英語学習者によるフィラー・ギャップ構文の島の制約に関する研究を行った結果，英語母語話者と同様，学習者もギャップを含む構造の構築をできることを示唆しており，本研究の結果とも一致する。これらの相反するように見える結果は, SSH に表現されているように後期学習者(思春期以降に新たに言語を学習し始めた学習者)にとって学習目標言語の習得や文処理を含むその運用が容易ではないため，結果のバラつきが生じて得られたと推測することができる。

6.2 ワーキング・メモリ容量の個人差の影響

日本語版 RST の得点に基づいて，被験者を平均点より上のグループ（高スパン群）と平均点より下のグループ（低スパン群）とに分けてデータを分析したところ，どちらのグループでもギャップより前のテスト・ポイント（#1）ではプライミング効果は見られなかったが，ギャップ位置(#2)ではプライミング効果が見られた。このような結果からどちらのグループでもフィラーが再活性化したと考えられる。また被験者を 2 群に分けずにリーディング・スパン・テストの得点を連続変数の要因として分析した場合もプライミング効果の有無への影響は見られなかった。したがって本研究ではリーディング・スパン・テストの得点に反映される WM 容量の個人差に関係なくフィラーが再活性化されたと考えられる。

被験者を 2 群に分けた場合に高スパン群ではギャップ位置の後ろ(#3)でもプライミング効果が見られた。このような結果から高スパン群ではフィラーの再活性化がギャップ位置よりもあとまで持続した可能性もある。

6.3 学習言語の習熟度の影響

統計分析の結果からはプライミング効果への習熟度の影響は見られず，習熟度の違いに関係なくギャップ位置より前ではプライミング効果は見られず，ギャップ位置でプライミング効果が見られた。本研究の被験者は比較的英語が得意な学部生や大学院生であったため英語の能力に大きな差がなかったためこのような結果になった可能性が考えられる。

7. 結論

本研究では日本人英語学習者が英語のフィラー・ギャップ構文を処理する際にフィラー再活性化仮説が成り立つかどうかについて交互様相語彙性判断課題を用いて調査を行った。リーディング・スパン・テストの得点に反映される WM 容量や英語のプレースメント・テストの得点に反映される英語の能力の 2 種類の個人差の影響についても検討した。その結果，第二言語学習者でもギャップ位置でフィラーが再活性化されたことが示唆された。

謝辞

本研究を実施するにあたって Prof. Dieter G. Hillert，喜田さん，北野さん，被験者の皆様をはじめ，多くの方々にご協力いただきました。また，本研究は科学研究費補助金　基盤研究（C）（No. 21520457 中野陽子），関西学院大学個人特別研究助成（中野陽子）を受けています。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

Bever, T., & McElree, B. (1988). Empty categories access their antecedents during comprehension. *Linguistic Inquiry, 19*, 35-43.

Clahsen, H., & Felser, C. (2006). Continuity and shallow structures in language processing. *Applied Psycholinguistics, 27*, 107-126.

Featherston, S. (2001). *Empty Categories in Language Processing*. Amsterdam: Benjamins.

Felser, C., Cunnings, I., Batterham, C., & Clahsen, H. (2012). The timing of island effects in nonnative sentence processing. *Studies in Second Language Acquisition, 34*, 67-98.

Felser, C., & Roberts, L. (2007). Processing wh-dependencies in a second language: A cross-modal priming study. *Second Language Research, 23* 9-36.

Friedman, N. P., & Miyake, A. (2005). Comparison of four scoring methods for the reading span test. *Behavior Research Methods, 37*, 581-590.

King, J., & Just, M. A. (1991). Individual differences in syntactic processing: The role of working memory. *Journal of Memory and Language, 30*, 580–602.

Nakano, Y., Felser, C., & Clahsen, H. (2002). Antecedent priming at trace positions in Japanese long-distance scrambling. *Journal of Psycholinguistic Research, 31*, 531-571.

Omaki, A., & Schulz, B. (2011). Filler-gap dependencies

and island constraints in second-language sentence processing. *Studies in Second Language Acquisition, 33*, 563-588.

Swinney, D. (1998). The influence of canonical word order on structural processing. *Syntax and Semantics, 31*, 153-166.

Traxler, M. J. (2007). Working memory contributions to relative clause attachment processing: A hierarchical linear modeling analyses. *Memory & Cognition, 35*, 1107-1121.

柴田寛, 杉山磨哉, 鈴木美穂, 金情浩, 行場次朗, & 小泉政利. (2006). 日本語節内かき混ぜ文の痕跡位置周辺における処理過程の検討. *Cognitive Studies, 13*(3), 301-315.

凹凸形状と照明方向で変化する陰影のあるテクスチャ画像の質感評価
Effects of Asperity Shape and Lighting Direction on Qualitative Evaluation of Shaded Texture Images

佐々木康成[†]，坂東敏博[‡]
Yasunari SASAKI, Toshihiro BANDO

[†‡]同志社大学
Doshisha University
[†]ysasaki@mail.doshisha.ac.jp, [‡]tbando@mail.doshisha.ac.jp

Abstract
In this study, we made shaded texture images based on 3D texture model and asked participants to freely express the impression of the texture by means of onomatopoeia. We examined the tactile impression of some pairs of the shaded texture image and its 180 degrees rotated one. As a result, evaluation for most of the texture images that were used in the experiment tended to alter. The result suggests that the difference between the vertical directions of the fine shadow patterns causes some perceptions resulting in a variety of textures feeling like wires, perforations, or spires.

Keywords — tactile texture, shading direction, onomatopoeia

1. はじめに

人が視覚を通して対象物に質感を感じるとき，多くの場合，物体表面の凹凸に当たる照明によって形作られる陰影パタンをどのように知覚するかに依存する[1]．特に，手触りや感触など触感覚の質感は，視覚を介することによっても得られるという点で，対象物表面の陰影パタンのテクスチャが大きな意味を持つと考えられる．

本研究では，物体表面の凹凸と照明によって形作られた陰影のあるテクスチャを陰影テクスチャと呼ぶ(付図参照)．この陰影テクスチャは，二次元画像でありながら，三次元的なテクスチャとして知覚できることから，視覚を介して触覚的な質感が感じられる刺激であると言える．これまで我々は，陰影テクスチャの質感について，参加者の自由記述によるオノマトペの子音の分布を通して調べてきた[2]．その結果，刺激として用いた陰影テクスチャに対して，摩擦感や均質感といった質感を抽出できた．しかし，同じ陰影テクスチャであっても，陰影の形状，方向，あるいはパタンは，照明の位置，角度，あるいは光量などによって様々に変化する．そこで本研究では，こうした多様な陰影の変化のなかでも，陰影の形状やパタンは変えずに，その上下の方向を変化させたときに，質感印象がどのように変化するのか調べた．

視覚を介した触覚的な質感をもたらす陰影テクスチャ画像は，凹凸の三次元形状とその凹凸に当てられた照明による陰影パタンとしてコンピュータグラフィックスで作成した．陰影の上下方向が異なる陰影パタンは，その陰影パタンと点対称の関係にあるパタンとを一対の画像刺激として用いることにより，陰影パタンの方向がテクスチャの質感印象に与える影響を検討した．また，陰影テクスチャに対する触覚情報は，参加者の表現するオノマトペに含まれる子音が表象しているものと考え[2][3]，オノマトペの子音の分布と対応する質感について調べた．

2. 方法

2.1. 実験参加者

日本人大学生 27 名（男性 20 名，女性 7 名）が実験に参加し，実験への参加の同意を口頭で得た．

2.2. 刺激

2.2.1. 原画像の選択

Web 上にある様々なテクスチャ画像の中から，1,920×1,080 [pixel]以上の画素数のある画像を画像刺激の原画像として用いた．原画像には，小さな構造の凹凸が画像全体に満遍なくあ

り，おおよそどの部分を切り出して見てもテクスチャパタンに変化がない画像を選択した．これらの原画像は，256 階調（8 bit）グレースケール画像に変換して，任意の部分を 1,920×1,080 [pixel)]に切り出して原画像とした

2.2.2. 画像刺激の作成

三次元テクスチャモデル　画像刺激は，三次元 CG 作成ソフト POV-Ray ver.3.6.2[4]を使用し，グレースケール原画像の濃淡の値（0-254）を高さの値とみなして三次元テクスチャモデルを生成した．これは，POV-Ray によって定義される空間において，空間内に設置した物体表面の凹凸と照明光によって作られる陰影を表現するためであった．このテクスチャモデルは，グレースケール原画像の濃淡情報を高さ情報に置き換えて物体表面の凹凸が表現されるものであり，256 段階の高さレベルの情報をもつ．テクスチャモデルを生成する際の凹凸の高さの最大は，画像刺激の横幅の 2%相当とした．POV-Ray での画像刺激作成においては，ambient（環境光に相当）を 0.01，diffuse（拡散反射率に相当）を 1.0 として POV-Ray 空間に用いた．なお，環境光とは本来，光源の光が物体などによって散乱された間接光のことを指すが，POV-Ray では，物体にわずかな明るさを与えることによって環境光が表現される．

レンダリング　画像刺激は，原画像を POV-Ray に読み込み，1,920×1,080 [pixel]の平面にテクスチャモデルを設置し，平面の中央へ垂直に 1,920 [pixel]の位置から平面中心を見下ろす設定でレンダリングが行われた．その際，テクスチャモデルの平面に対して平面中心から 30 度の角度を成す点光源が，平面中心から 19,200 [pixel]の距離に設置された．加えて，作成した画像の焦点が中央になることを防ぐため，レンダリングでの camera の設定は正射影とした．

画像刺激　本実験では，テクスチャ画像の陰影の方向が上下に反転される効果を検討するため，9 枚の画像刺激それぞれについて，点対称の関係にある（180 度回転させた）画像刺激を対応付け，計 18 枚の評価用の画像刺激を作成した（付図参照）．したがって，上からと下からの照明の陰影テクスチャを一対の画像刺激として分析する．この他に実験参加者の評価練習用画像 1 枚を作成した．

2.3. 装置

実験参加者への刺激提示には，iPad2（Apple Inc.）を横置きにして全画面表示で使用した．iPad2 の画面の大きさは対角 9.7 [inch]，パネル解像度は 132 [ppi]，画素数は 1024×768 [pixel]であった．画像刺激は，実験参加者の前方 30cm の位置に置いた．このときの画面の長辺との視角は 36 度であった．

2.4. 手続き

画像刺激の提示は，1 枚を 1 試行として，評価練習用画像刺激に続いて，評価用の画像刺激 18 枚を疑似ランダムで提示した．試行間間隔は，直前に提示された画像刺激の印象を軽減するため，50%（明度値 128）灰色画像を 5 秒間提示した．

画像刺激はそれぞれ 1 分間提示し，参加者には，画像刺激から受ける質感の印象について，2 モーラないし 3 モーラがそれぞれ 2 回繰り返されるオノマトペ（例，サラサラ，ポツンポツン，など）で思い浮かぶまま自由に表現するように教示した．書き出すオノマトペの数に制限は設けなかった．

3. 結果と考察

画像刺激 18 枚に対して得られたオノマトペは，全部で 1233 個，258 種類，各画像刺激での平均は 68.5 個（SD5.4 個），39.9 種類（SD5.8 種類），各参加者での平均は 45.7 個（SD15.8 個），23.7 種類（SD9.1 種類）であった．また，各参加者の平均回答数は各刺激当たり 2.5 個（SD1.1 個）であった．各画像刺激について得られたオノマトペのうち，任意の画像刺激に対して 2 個以上の回答のあったオノマトペについて，その回答数を画像刺激毎に付表に示した．

全体として，陰影テクスチャの凹凸形状やその手触りなどを表すと考えられるオノマトペが大半を占めた．

各画像刺激に対して回答のあったオノマトペのうち，その第 1 モーラの子音について，3 人以上から回答のあった 12 種の子音（[k], [s], [t], [n], [h], [m], [g], [z], [d], [b], [p], [zy]）の数について，以下の主成分分析の対象とした．分析対象とするオノマトペが回答数全体に占める割合は 94.5%（1165 個）であった．

各画像で得られた 12 種の子音の数について主成分分析を行ったところ，第 1 から第 4 主成分までの累積寄与率は 77.1%であり，それぞれの寄与率は，順に 32.0%，21.8%，14.3%，9.0%であった．表 1 は，各子音の主成分負荷量を示したものである．第 1 主成分の負方向に[g], [z], [zy]など有声摩擦子音や破擦子音，正方向に[p], [b], [t]など破裂音が分布した．第 2 主成分では，負方向に[k]，正方向に[m]，[h]などが分布した．図 1 は，第 1 主成分と第 2 主成分に対する各画像刺激の主成分得点の分布と各子音の主成分負荷量の固有ベクトルとを重ねて示したものである．奇数と奇数+1 がそれぞれ点対称の関係にある一対である．全体として，第 1 主成分軸に対して，奇数よりも奇数+1 の画像刺激の方が左に寄っている傾向がある．これは，[g], [z], [zy]など有声摩擦子音や破擦子音への偏りを示すものであり，画像刺激に対して，摩擦感や抵抗感のある音象徴を示唆する[2][3][5]．点対称の関係に対応付けられた画像刺激対毎で見ても（付図参照），陰影テクスチャのザラザラとした抵抗感や摩擦感の程度が異なっていることがわかる．

一方，画像刺激#5 と#6 や#15 と#16 のように，第 1 主成分軸に対してほとんど変化のない陰影テクスチャもあった．これらは，上下どちらの画像で見ても，同じような触覚的な質感であることによるものと考えられ，点対称移動によって，凹凸感の反転がほとんど知覚できない陰影テクスチャであると言えるかもしれない．

ただし，以上のような上下方向の照明の違いによる質感変化の有無の傾向は，参加者間または参加者内でも常に一貫するというものではなく，画像の解像度や遠近距離によって多少変化するようである．実際，別の参加者 96 人に対して，本実験で用いた画像刺激に対するザラザ

表 1　各子音の主成分負荷量と主成分寄与率（網掛けは絶対値が 0.55 以上の主成分負荷量）．

	主成分			
子音	PC1	PC2	PC3	PC4
[k]	0.10	-0.72	-0.15	-0.33
[s]	-0.14	-0.46	-0.70	0.40
[t]	0.59	-0.26	0.68	0.26
[n]	-0.46	0.35	-0.10	0.62
[h]	0.40	0.74	-0.04	-0.16
[m]	0.29	0.83	-0.41	-0.06
[g]	-0.72	-0.05	0.00	-0.25
[z]	-0.83	-0.14	-0.20	-0.35
[d]	-0.52	0.52	0.37	0.03
[b]	0.74	0.26	-0.42	-0.29
[p]	0.74	-0.16	0.26	-0.11
[zy]	-0.66	0.24	0.37	-0.22

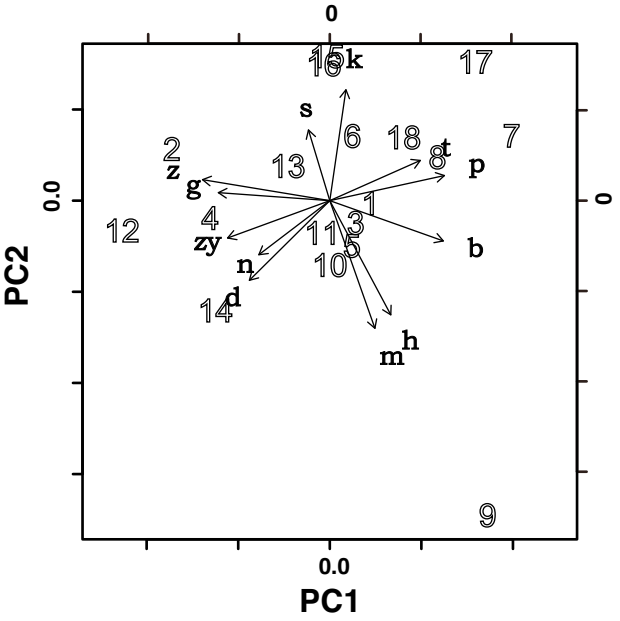


図 1　第 1 主成分（PC1）と第 2 主成分（PC2）に対する各子音の主成分負荷量をもとにした固有ベクトルと各画像刺激（袋文字は画像番号）の主成分得点との相対関係．画像番号は，奇数と奇数+1 とが点対称の関係にある一対である．

ラ感について，一対ごとにその知覚する程度を回答させたところ，距離と視角をもとに視力で標準化してみると，視力と相関するというわけではなく，同じ一対であっても，視力の階級ごとにザラザラ感は異なる傾向を示した．

4. 今後の課題

本研究では，点対称の関係にある陰影テクスチャの画像対における質感の変化に着目したが，一対の点対称な関係にある陰影テクスチャはまったく同じ画像であるので，従来の画像解析[2]とは異なり，上下の方向性を考慮できる解析手法を加えて検討していく必要がある．また，視力を考慮した画像刺激の網膜上での解像度，画面に占めるテクスチャのスケール感や粒度の変化，あるいは新奇性や親近性など記憶や学習による質感の変化など，陰影テクスチャの知覚的，認知的処理の性質について調べていく．さらに，本研究で用いた陰影テクスチャ画像は，原画像の濃淡の変化をテクスチャモデルの凹凸形状の高さ情報に変換したが，多様な陰影テクスチャを作成して用いるという点では，RGB や HSV などの色空間情報を用いたり，濃淡反転を原画像で行ったりすることも有用であると考えられる．

引用文献

[1] Ramachandran, V. S. (1988). Perception of shape from shading. *Nature*, **331**, 163–166.

[2] 佐々木康成，鈴木孝典，坂東敏博 (2011). 陰影のあるテクスチャ画像のオノマトペを用いた質感評価―音韻と画像特徴の関係の統計的分析―. 『認知科学』, **18**, 477-490.

[3] 早川智彦・松井茂・渡邊淳司 (2010). オノマトペを利用した触り心地の分類手法. 『日本バーチャルリアリティ学会論文誌』, **15**, 487-490.

[4] http://www.povray.org/

[5] 河原修一 (2005). 宮沢賢治の心象スケッチにみるオノマトペ（その２）. 『金沢大学国語国文』, **30**, 44-57.

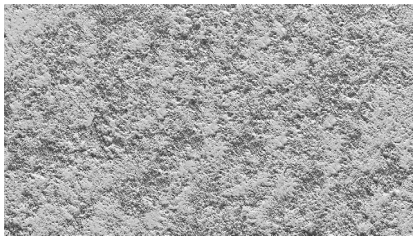
付表　任意のテクスチャ画像に 2 個以上の回答のあったオノマトペの各テクスチャ画像に対する回答数（太字は３個以上の回答数）.

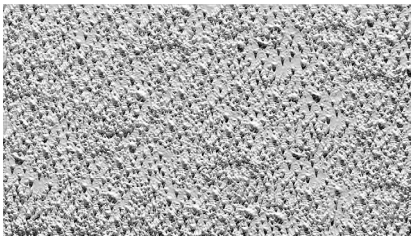
Onomatopoeia		Texture																		Max	Total
		#01	#02	#03	#04	#05	#06	#07	#08	#09	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18		
ザラザラ	zarazara	**9**	**17**	**9**	**16**	**12**	**10**	**5**	**4**	**6**	**11**	**7**	**11**	**17**	1	**12**	**14**	**8**	**8**	17	177
ザクザク	zakuzaku		1	2	1			1	1				1	1	**13**	2			1	13	24
トゲトゲ	togetoge		2	1	2	2	**8**	**5**	**12**	1	1	**4**	2	1	2	1	1	1	2	12	48
ツルツル	turuturu	**11**		1		1	2	**3**	**3**			**3**	**4**	2	2		1	**7**		11	40
ガリガリ	garigari		**9**	**4**	**6**	**7**	**3**		**3**	**3**	1	2	**3**	1	1	2	**3**	1	**3**	9	52
ポツポツ	potupotu			1		1		**5**	2	2					1			**7**	**3**	7	22
シワシワ	siwasiwa				1							1	1			**4**	**7**			7	14
ツブツブ	tubutubu				1	**5**	1	**7**	1	**3**	2		1		1	1		**3**	**4**	7	30
ドスドス	dosudosu														**6**					6	6
スベスベ	subesube	**6**		1									1					1		6	9
チクチク	tikutiku		**3**	2	**3**	**3**	**5**	**3**	**6**			1			1				**3**	6	30
テンテン	tenten		1	2			1	**3**	1	2	1				1			**5**	**6**	6	23
ブツブツ	butubutu		1	1		**4**	1	**5**		1	2			1		1		**4**	**4**	5	25
モコモコ	mokomoko	1		**3**		1				**5**	2	1								5	13
ポコポコ	pokopoko							2		2	1							**5**	1	5	11
テカテカ	tekateka	**5**				2	1	2	2					2				1		5	15

付表（つづき）　任意のテクスチャ画像に 2 個以上の回答のあったオノマトペの各テクスチャ画像に対する回答数（太字は３個以上の回答数）.

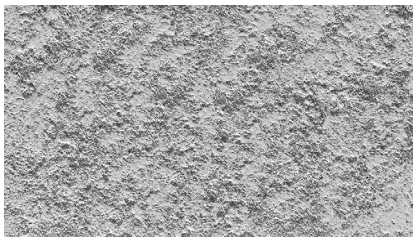
Onomatopoeia		Texture																		Max	Total
		#01	#02	#03	#04	#05	#06	#07	#08	#09	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18		
ボコボコ	bokoboko	**4**	1	1	1	1		1		**3**	1	2		**3**	**3**	2	1	**3**		4	27
バラバラ	barabara	1		**4**	1		1	1			1	1		1	1	1	1		2	4	16
ガサガサ	gasagasa		**4**		2	1					2		1		1		2	2	2	4	17
ゴツゴツ	gotugotu	1	2	2				1		1			**4**	1						4	12
フワフワ	huwahuwa		1	1		2				**4**	2	1			1		1			4	13
プツプツ	putuputu					2		2										**4**	2	4	10
サラサラ	sarasara	**3**		1			2				**3**			**3**	1	**4**	1	**4**	2	4	24
ズルズル	zuruzuru		**3**	2			1								**4**				2	4	12
ギシギシ	gisigisi		**3**								1	**3**				1			1	3	9
ギザギザ	gizagiza		1		1		2		**3**							1	1		1	3	10
ゴワゴワ	gowagowa	1		**3**	2	1	1			1	**3**	2	1			**3**	**3**	2	1	3	24
クシャクシャ	kusyakusya															1	**3**			3	4
モリモリ	morimori									**3**		2								3	5
サクサク	sakusaku	1		1		1	1		1				2	2	2			**3**		3	14
ザワザワ	zawazawa			1	1	**3**							1	2		1		1	1	3	11
アミアミ	amiami										2									2	2
ボロボロ	boroboro					1			1	1	2			1					1	2	7
ボワボワ	bowabowa									2										2	2
ドサンドサン	dosandosan														2					2	2
ガタガタ	gatagata	1										2	1		1			1		2	6
ゴリゴリ	gorigori		2	1	1				1				2		1	1	1	1	1	2	12
ゴソゴソ	gosogoso	2				1	1				1					1				2	6
グシャグシャ	gusyagusya															1	2			2	3
グワグワ	guwaguwa			1								1	2							2	4
イガイガ	igaiga				1			1	2	1										2	5
イライラ	iraira		1					1	2		1	1		1			1			2	8
カリカリ	karikari			1				1			1		1	2		1			1	2	8
カサカサ	kasakasa													2	1	1	1	1	1	2	7
キチキチ	kitikiti					1	2													2	3
モフモフ	mohumohu									1		2		1						2	4
モクモク	mokumoku					1				2										2	3
モワモワ	mowamowa			2						1	1									2	4
パリパリ	paripari				1				2							2	2			2	7
ペタペタ	petapeta	2			1								1					1		2	5
ピンピン	pinpin					1	2													2	3
ポロポロ	poroporo			1		2				1	1								2	2	7
プクプク	pukupuku					1		2		1										2	4
サワサワ	sawasawa				1		1					2		1						2	5
スジスジ	suzisuzi											1	1			2	2			2	6
チワチワ	tiwatiwa						2		1											2	3
ツンツン	tuntun				1		1	1	1										2	2	6
ワクワク	wakuwaku			1	1				1	2	2	1	1							2	9
ズンズン	zunzun												2							2	2

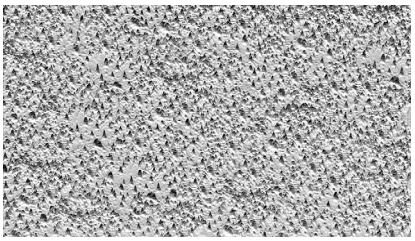
付図　本実験で用いた評価用画像刺激と画像番号

#01


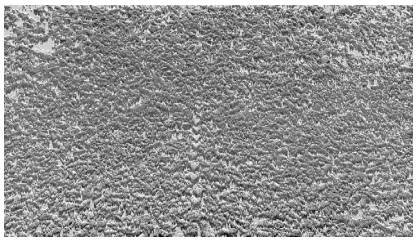
#07


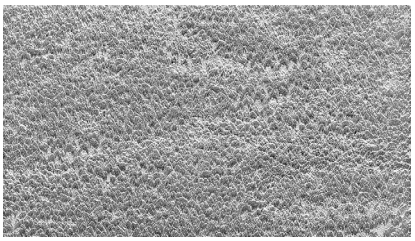
#13

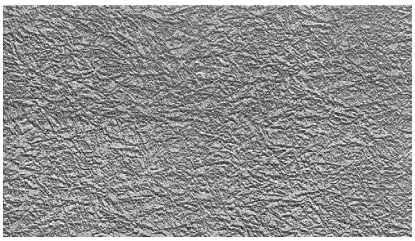
#02


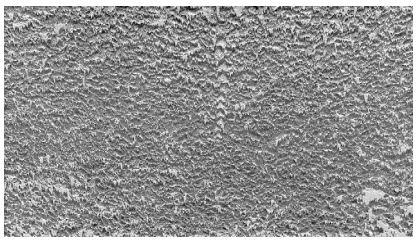
#08


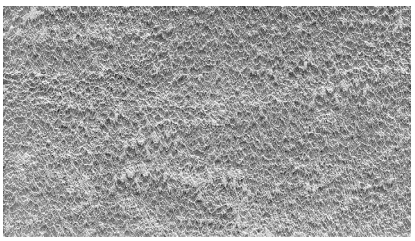
#14

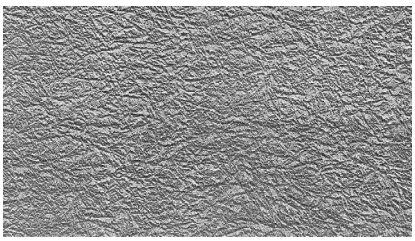
#03


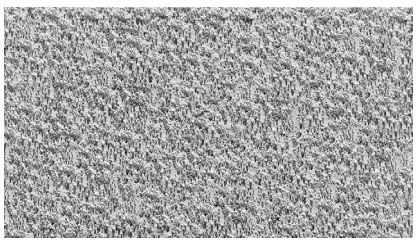
#09


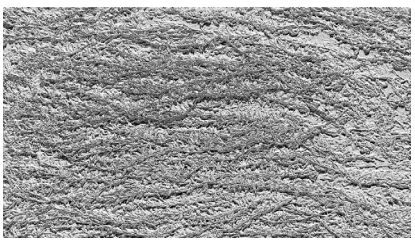
#15


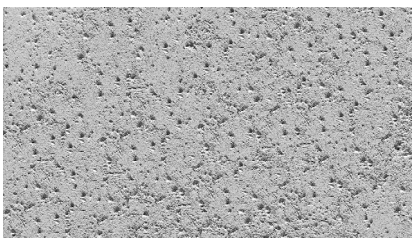
#04


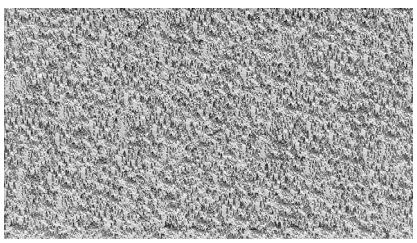
#10


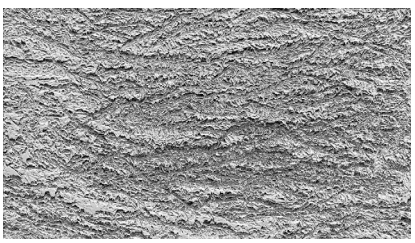
#16


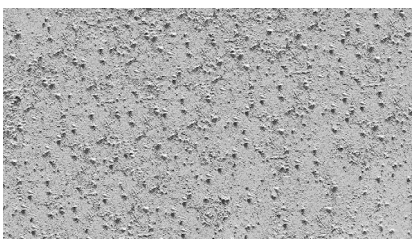
#05


#11


#17


#06


#12


#18


アイディア生成プロセスにおけるドローイングの認知作用に関する予備的研究

Cognitive process of designing abstract shapes: An explorative study

江口倫郎[†]，岡田　猛[‡]
Michiro Eguchi, Takeshi Okada
[†]東京大学大学院学際情報学府，[‡]東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies/ Graduate School of Education, The university of Tokyo
eguchi@e-guide.ne.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract:
In order to understand the cognitive process of designing shapes, we compare the processes of drawing simple abstract shapes of an expert designer and a novice. Such a drawing process is regarded as one of the core activities of design. We quantitatively analyze the shapes that the participants drew, and qualitatively analyze the records of the verbal descriptions they gave while they were drawing. We find that the expert uses more strategic and effective ways to solve the design problem than the novice.

Keywords — Drawing, Design, Abstract shape, Visual analyzation, Protocol analyzation

1. ドローイングとは？

ドローイングとは日本語では描画もしくは素描に相当し，描く行為および描かれた成果物を一般に指す．幅広い創造行為の中でも，特に美術のジャンルにおける代表的な概念といえる．ほぼ同じ意味合いでデッサンと呼ばれることもある．現代美術作家である藤幡（2008）が，描画を私的，個人的，共同体，社会的という目的と，具体的，想像的，記号，不定形という結果の組み合わせで分類して見せたように，描画の種類はきまぐれで描いた地面の落書から，国家規模による精巧な寺院の大壁画まで幅広く展開している．その行為は歴史的に見ても，紀元前 3 万年ごろの後期旧石器時代にまでさかのぼり，オーリニャック文化期の狩猟者たちも絵を描いたことが知られている（ホグベン，1979）．またドローイングには図面の意味も含まれており，その点では美術にとどまらず，科学・工学の分野にまで広がって適用される行為といえる．最近ではコンピュータの高度化と普及を背景とし，ドローイングもデジタルテクノロジーにより新たなる展開を見せている．以上述べたようにドローイングには様々な種類と呼称があるので，本論文では描画行為と，描画全般をさす場合にドローイングという言葉を使用し，その他のデッサンやスケッチといった様々な描画を表す言葉は，記述の状況や専門分野の慣習に従って使い分けることとする．

1.1 デザインにおけるドローイング

本研究の関心は幅広いドローイングの中でも，デザインのための描画行為にある．デザインにおけるドローイングの特徴は，絵画のようにドローイングそのものが最終の成果となるのではなく，デザインの手段として主に使われる点に特徴がある．例えば自動車のデザインでは 1 台の車をデザインするため，時には数百枚のアイディアスケッチ[1]やレンダリング[2]，そして図面が描かれるが，自

1　独創的アイディア抽出のきっかけとして，あるいは発想の原点として描かれるメモ程度の軽いものから，陰影・色彩をともなうものまで表現方法の幅は広い（福田，2009）．

2　完成予想図として第三者への提案説明用に使われる（福田，2009）．

動車が発売される時には誰の目に触れることなく，時には廃棄されることもある．しかしデザインの創造性を解明するには，そこで描かれたプロセスとしてのドローイングを抜きには語れない．

ドローイングとデザインは，現在でもイタリア語でディセーニョ（Disegno）という同一語で表されるように，ルネッサンスの時代から，ディセーニョ（素描）は，コロリート（彩色）・コンポジツィオーネ(構図)・インヴェンツィオーネ(創意)とともに絵画・建築・彫刻という芸術に欠かせない重要な 4 要素とされていた（森田，1989）．ディセーニョには高度な創造性が含まれているという認識があり，有名なレオナルド・ダ・ヴィンチも，彫刻よりも絵画の方がより崇高なものと主張していた．つまりディセーニョはどの芸術分野でも，作家の素養として重要だと考えられていたのである（Vasari，1568）．

ドローイングという言葉からは，一般的には美術系の表現活動を思い浮かべるだろう．しかし，実際には美術以外の分野，例えば工学系における設計という創造行為にとっても重要なプロセスとなっている．日本でも古くは 1877 年，東京大学の前身ともなった工部省管轄の工学寮に，工部美術学校が設置され，イタリアから招聘したフォンタネージ達によって，デッサンや絵画が教授された．これは東京藝術大学の前身である東京美術学校の設立（1887 年）に先立つものである．また東京帝大の時代，工学部の入学試験科目には物理学・数学・化学・外国語の他に図画も含まれていた（今岡，1987）．中でも建築設計においては，その外観が重要視される特性もあって，ドローイングは建築家の基礎的な素養として，必要不可欠なプロセスとして認識されている.「建築家のドローイングに描かれているかたちは，思考の結果というよりは､むしろ思考の道具なのである」(香山，1994)．よってドローイングを主題とした本研究は，美術以外の多くの創造分野にとっても有意義と考える．

デザインのためのドローイングにも，様々な種類が存在する．素早く描かれる「クイックスケッチ」, レストランで思いついたアイディアを紙ナプキンに描きとめた「サムネールスケッチ」，図面のように遠近法を使わず描かれる「エレベーションスケッチ」，黒い紙に白色で描かれる「ハイライトスケッチ」等々．これらが開発の進捗に従い，制作される環境・目的や提示される状況によって使い分けられる．実際のデザインの現場では，スケッチを主な媒体として個人と組織が協働して開発を進めている．藤幡が定義した描画の社会的分類をもとにデザインの実務に対応させると，スケッチには主に 3 つの機能が存在する（図 1）．

- アイディア発想：思いついたことを描き残すと共に，その過程で新たな発想が生まれる
- 自己主張：プレゼンテーション・比較・コンペティションに供する
- 他者への説明：空間的伝達と，記録という時間的伝達に利用する

自己主張と他者への説明の機能に関してはCAD への代替が進み, 手で描くという行為は減っている．しかし依然として，初期のアイディア発想には手描きのドローイングが重要であるとの認識が，デザインや教育の現場では強い．本論文はドローイングがそのように代替不能，かつ高い機能を発揮するアイディア発想のための思考の道具として，どのように作用しているかを解明することをめざすものである．

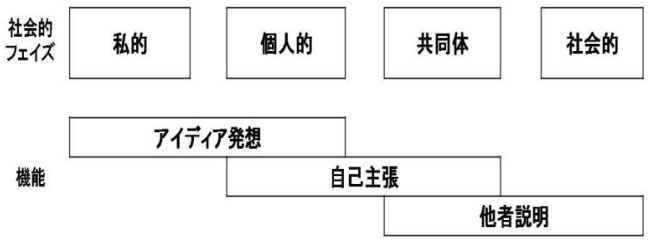


図 1　スケッチの状況と機能

1.2 デザイン創造性の研究

Finke, Ward, & Smith (1992)は心理実験に基づいて，制約条件の下で，いろいろな要素を組み合

わせた発明先行形状を生成し，さらにその意味を概念的に探索するというサイクルを繰り返すことで，発明が生まれるというジェネプロアモデルを提唱している．しかし，デザインの現場では，心理実験のような比較的簡単な制約とは異なり，より厳しい制約がかかっている．例えば，ほとんどのデザインプロジェクトでは，厳密な市場やベンチマークとなる仕様が綿密に企画された上で，デザイン部門へ課題が投げかけられる．さらには，締め切りまでの決められた期間の中で，デザイナーは目標とされた条件に適合するデザインを完遂する必要がある．さらには，頭の中の思考活動だけではなく，実際に手を使ってドローイングやモデルを作ることによって，新しいアイデアが生まれてくることもデザインの現場の特徴である．また，洞察問題の研究のように目標が明確に決まっているような活動とも異なり，デザインにおいては，新しい形を創造することこそが重要な目的である．これらの意味で，デザインは厳しく限定された制約条件の中で，正解の見えない悪定義問題に対して，身体を使って創造的な答えを探す活動なのである．

そのような現実的な制約をともなったデザイン研究として，これまでいくつかの先行研究が行われてきた．例えば，多くのデザイン系学校でも採用されている，実際のテープカッターをデザインさせるという課題を使った研究が行われている（永井・野口，2003）．テープカッター課題は．機構の複雑性を回避しながら実用的なデザインを学ぶという点で優れており，創造性の課題としても有効である．しかし，この研究では，デザイン専攻の学生が被験者となっており，エキスパートのデザインプロセスの解明は不充分である．また，建築家の創造性をドローイングプロセスに視点を当てて解明した Suwa & Tversky（1997）の研究では，スケッチによる外化が新しいアイデアを生み出すことを示した．この研究はエキスパートを対象にしているが，ノービスとの比較は行われていなかった．また，実際に生産された自動車スケッチを分析することで，カーデザイナーの認知作用を示した研究（Eguchi & Okada，2010）もあるが，過去のプロジェクトで残されたスケッチを分析したものであり，同時発話プロトコルの欠如等，デザインプロセスの解明のための情報が不充分であった．そこで本研究では実際のデザイン条件に近い課題を用いた心理実験的なアプローチを採用することとした．

なお，創造性の研究以外にも，感性評価や歴史的分析，デザインプロセス手法等の研究が行われてきた．しかし，視覚的なデザインの核となる「描くこと」の中で起こっていること，つまり，デザインのためのドローイング過程に含まれている筈の，発想・表現・造形機能，およびそれらの相互作用の解明はまだ十分に行われていない．そこで，本研究では概念化や外化等の先行研究をふまえ，エキスパートのデザイナーとノービスに実際のアイディアスケッチを描いてもらい，その過程を詳細に分析することによって，描くこと自体の持つ認知作用の解明をめざすことにする．

なお，ここで報告する研究は，上述の目的を達成するための探索的な予備的研究という性格をもっている．この予備実験で我々のアプローチの有効性を確認した上で，今後，今回 2 名のみであった被験者数を増やした本実験へと発展させる予定である．

2. 本研究の方法

本研究はエキスパートとノービスの被験者が，与えられた悪定義課題に対して実際にアイディスケッチを描くことでデザインを行う，実験的アプローチを採用している点に特徴がある． 課題は約 30 年間という経験を備えたプロのデザイナーが考案したもので，簡略化されてはいるが，適切な時間的・空間的制約をもった造形課題である．例えば自動車のような実用的な課題としなかったのは，エキスパートとノービス間における知識や経験の大きな差異を減らし，アイディア生成プロセスの差異を明確かつ客観的に抽出するためである．ただし，時間と用紙の描画スペースの制限という，現実のデザイン環境と同様の制約を持たせた．こ

れは，課題を現実に近似させるだけではなく，その後の分析を行いやすいという長所もある．実験においては課題の生成物とともに，状況を記録したVTR，プロトコルの録音テープ，事後インタビューが採取され，マルチメソッドによる分析を可能としている．

なお，本課題を考案したプロのデザイナーとは第1筆者であるが，その考案とエキスパートの実験データの収集は全く認知心理学の知識をもたない2004年に行い，その後，創造性の認知心理学を学んだ上で，改めてノービスのデータを収集した．

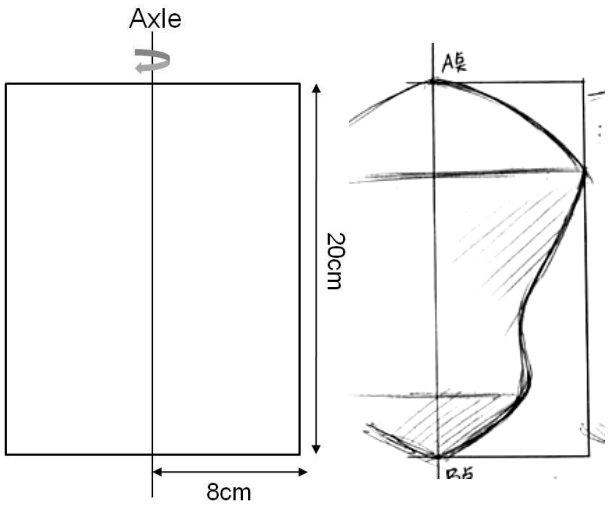


図2）課題空間と，右側にのみ描かれた作例

2.1 実験方法

課題と手続き：実験は1部屋に，被験者1名と実験者1名，必要に応じ，立会人が同席するという環境で行なわれた．被験者に与えられた課題は「X軸を中心とした半径8cm・高さ20cmの回転形をデザインする」というもので，非常にベーシックな造形課題といえる．しかしデザイン教育初期に与えられる造形課題に類似しており，非現実的なものではない．被験者に対して，この造形を実際の製品に応用することを示唆してはいないが，例えば収納容器や玩具等の工業製品への転用も可能な造形課題といえる．被験者にはA4サイズのアイディアスケッチ用紙と，A4サイズの最終決定スケッチ用紙が与えられる．アイディスケッチ用紙には予め2分の1の寸法で課題枠がプリントされており，使用枚数の制限はない．最終決定スケッチ用紙には実寸の課題枠が予めプリントされている．この課題に対しては，最小限の情報で回転体形状を特定できる，中心部断面の約半分の描画だけが求められた（図2）．

発話思考法の訓練を含んだ事前説明の後，1時間の時間制限をもって課題は遂行された．その間，IC レコーダーによるプロトコル録音データと，VTR 撮影による状況記録が採取された．終了後，生成されたスケッチに関して説明を聞くために，VTR を再生しながら事後インタビューが行われ，その間の音声と画像のデータが同様に記録された．

2.2 被験者

エキスパートの被験者 E-01は実験時，50代の男性で，企業内外における社会的な経験を備えたプロのカーデザイナーであり，国内外の大学におけるデザインの学習歴がある．造形・実務経験も豊富で，デザインと描画の能力は，美術系大学において非常勤講師として教えているレベルである．実験日時は2004年2月16日 である．前述したように第1筆者だが，当時、認知科学に関する知識は全くない状態であった．

一方，ノービスの被験者 N-01は実験時，30代の女性で，海外における造形学習歴はあるが，デザインに関する実務経験や具体的な造形活動経験はない．描画技術は一般レベルで特に優れてはいない．実験日時は2011年9月13日 である．

3. 結果

実験の結果，E-01（エキスパート）が36のアイディスケッチと1つの最終案 ，N-01（ノービス）が93のアイディアスケッチと1つの最終案を描画した． 実際の描画時間，プロトコル量，図形数の関係を表1に示す．

描画時間はほぼ等しいが，合計図形数はノービスの方が約3倍と多く，逆に発言量はエキスパートの方が約3倍と圧倒的に多かった．

表 1　描画実験の結果比較

	E-01	N-01
合計図形数	37 枚	94 枚
描画時間	59 分 06 秒 （3160 秒）	52 分 40 秒 （3546 秒）
描画時間／案	96 秒	34 秒
プロトコル文字数	8307 字	2585 字
プロトコル文字数／案	225 字	28 字

3.1. 図形の数値化

描画された図形の変遷を客観的に捉えるために，問題空間を座標として解釈し，生成された様々な形状を数値群で同定できるようにした．これにより、その変化をある程度客観的に分析することが可能となった．各図形を数値化する方法を次に述べる. 先ず, 描画スペースを高さ方向 (000~200) に 10 分割する． 次に，分割された各高さの横方向の長さを計測する．これにより，各図形が 11 個の数値群として同定できることとなる．なおこの場合，横方向の長さとは回転体の半径に該当する．ここでは，エキスパート E-01 の最初の 10 図形である F.1 から F.10、および最終図形 F.F の計測結果を参考として表す. E-01 の場合，全ての形状の上下端が尖っているため，H:000 と H:200 の数値が 0 となっている．また，H:合計は面積そのものではないが，各図形の大まかな面積比を表している．

3.2. 図形の数値的分析

各形状から得られた数値データを比較することで, 図形の変遷過程を観察した． 比較方法としては, ① 各図形と最終決定図形との比較, および, ② 直前に描いた図形との比較, という 2 種類を設定し, 表計算ソフトで数値の差を算出した．①は最終決定図形へと，近づいたり離れたりしながら集約していくパタンを,「最終決定図形との数値差」で示し，②は最終決定形状へとまとめ上げていく改変の大小パタンを,「直前に描いた図形との数値差」で示している．①，②の両方法で比較した E-01、N-01 の大まかな変化傾向に，極端な差はみえないので，本論文では①の結果のみを示す.

両者の変化を示したエクセルデータ全体をここで示すには，量が多過ぎるので，先ず，E-01 の最初の 10 図形と最終図形の，①各図形と最終決定図形との比較データを示す（表 3）．実際の計算では，数値差に正負が生じるが，変化量を見ることが重要なため，絶対値で表示してある．

表 2　数値化されたエキスパート E-01 の最初の 10 図形と最終図形

	高さ	F.1	F.2	F.3	F.4	F.5	F.6	F.7	F.8	F.9	F.10	F.F.
半径値	H:000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H:020	52	77	45	48	23	37	80	79	32	22	38
	H:040	74	73	60	64	52	58	80	74	43	31	50
	H:060	77	68	69	60	80	74	79	70	51	38	47
	H:080	67	63	76	75	78	80	78	63	55	54	53
	H:100	56	58	79	78	76	74	77	53	59	54	68
	H:120	47	57	80	79	71	66	69	73	65	63	75
	H:140	44	66	51	73	65	58	78	75	80	71	73
	H:160	49	74	36	43	49	65	76	66	66	76	61
	H:180	33	47	44	57	13	42	44	31	46	53	43
	H:200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H:合計	499	583	540	577	507	554	661	584	497	462	508

表 3　E-01 の最終決定図形と、各図形の高さ毎の数値差。（例：最初の 10 図形）

	高さ	F.1	F.2	F.3	F.4	F.5	F.6	F.7	F.8	F.9	F.10	F.F.
最終形状との差	H:000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fv:020	14	39	7	10	15	1	42	41	6	16	0
	Fv:040	24	23	10	14	2	8	30	24	7	19	0
	Fv:060	30	21	22	13	33	27	32	23	4	9	0
	Fv:080	14	10	23	22	25	27	25	10	2	1	0
	Fv:100	12	10	11	10	8	6	9	15	9	14	0
	Fv:120	28	18	5	4	4	9	6	2	10	12	0
	Fv:140	29	7	22	0	8	15	5	2	7	2	0
	Fv:160	12	13	25	18	12	4	15	5	5	15	0
	Fv:180	10	4	1	14	30	1	1	12	3	10	0
	Fv:200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fv:合計	173	145	126	105	137	98	165	134	53	98	0

このような膨大な量の数値データ変化を，より分かりやすく概観するため，今回，新しい 3 次元表示法「モザイクグラフ」を考案した．これは平面のグラフ上に，数値の大小を視覚的に表示するために，彩色したマス目の色彩差，または，明度差を利用している．この方法により，複雑な数値の分布状況を直観的に概観することが可能となった．表 4 に示すように，数値データのままでは概観不可能な，両者によるデザインの操作量の推移が高さ毎に一目でわかる．

表 3 の操作量の数値に対し，0~9：白色，10~19：明るい灰色，20~29：中間の灰色，30~39：暗い灰色，40~49：黒色を今回割り当ててある．なお，表 3 内の合計値は含まれていない．グラフの幅は観察の目的に応じて調節できる。ここでは全体時間ではなく、制作した作品 1 個の幅を統一した。よってグラフ全体の幅は、両者の作品数に比例する。

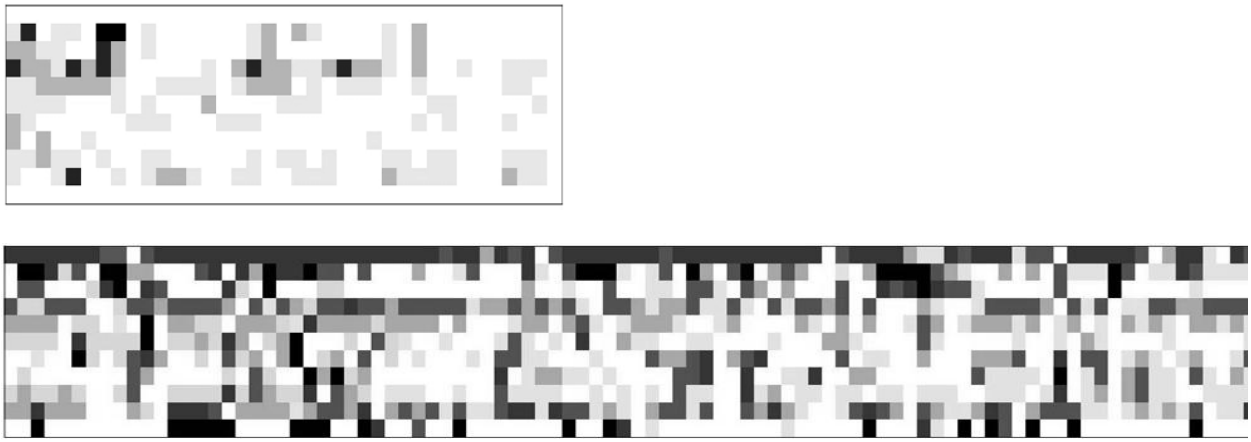
モザイクグラフにおける上下関係は図形の上下とも一致するため，時間経過にともなう全体の操作量変化の概観とともに、上下の領域や特定の部位における、時間経過にともなった操作量変化も捉えることができる．

表 4 から，E-01 については，N-01 に比べて作成数が少ないこと，最初大きかった変化量が，時間経過に従ってだんだん少なくなっていく傾向がある，ということがわかる．内容的にも，N-01 と比べると，上下端の数値は 0 のままで，上下が尖った形状に固執している．前半期での操作は上半部に集中しており，逆に後半期では下半部を少量操作するが上半部の操作は僅かで，最終形に向けて意思が固まっているとも判断できる．中間部は全般を通し，比較的操作量は少ない。

N-01 については，作成数が非常に多く，最初大きかった変化量が，終了間際になっても大きいまま継続している．上半部，下半部の両領域とも同様の傾向が続く．また，上下の先端部における操作量の変化も全般域で大きく，最後まで幅広い検討が継続しているが，その傾向は上半部においてより顕著である．中間部における操作量は他の領域に比べ少ないが，E-01 よりは大きく，最後まで継続している．

以上のように，図形の数値的分析とモザイクグラフの手法によって，両被験者による作品の量的な変化傾向が明示された．

表 4　E-01（上・36+1 案）と N-01（下・94+1 案）のモザイクグラフによる比較



3.3 プロトコルデータの分析

両者の発言は E-01 が 8307 文字，N-01 が 2585 字と，量的に大きな差があり，内容にも違いがあるようなので，両者の違いを比較するため，発話プロトコルの KJ 法による分類を行い，その結果 5 群 17 項目のカテゴリーに集約できた. その分類結果を表 5 に示す．時間的経過の中での両者の発言傾向の変化を見るため，作品数の前・後半の比較も行った（表 5）.

なお、2 群目の「ずらし」とは，既有知識に基づいて，ソースの一部を変更しながらターゲットを生成する類推的認知操作である（岡田・横地・難波・石橋・植田，2007）.

この比較からは,「ビジョンやイメージの利用」および「ずらしの使用」が E-01 が多いという大きな差が見られ，図形の操作が意図的に行なわれている高い可能性を示す．また，評価全体に関しての差は少ないが, E-01 は肯定的評価も否定的評価も多く，否定的評価の場合にはその理由が明確に述べられている場合が多い．N-01 で目立つのは，理由を伴わない否定的評価の多さである．もともと，E-01 と N-01 とは，文字数で 8307 字 : 2585 字，1 案当たりの文字数 225:28 と，発言量の差も大きくプロトコル数も少ない．その中での約 3 分の 1 を占める否定的評価の多さは際立っている.

なお，ドローイングのような身体性をともなう活動は，その操作時にスポーツと同様なオノマトペをともなう傾向がある．そこで，KJ 法の分析とは別に, プロトコルを利用してオノマトペ の使用について比較してみた．これも、E-01 と N-01 の比が 19:2, 全文字数当たりで 1 回／437 文字, 1 回／1293 文字と E-01 の方が圧倒的に多かった.

4. 考察

E-01 と N-01 の図形の変化の比較結果からは，エキスパートデザイナーが，手堅く時間内に課題をまとめるための段取りを効率的に行っていることが示唆された．そのプロトコル内容から判断しても，この時間的段取りと最終案へと導く量的・質的変化を統合すると，エキスパートデザイナーはドローイングの実行中に，課題を解決するための有効な認知的な戦略を実行している可能性が高い. ただし今回は，最初に述べたように描画行為を主に図形という視覚的データから分析するという探索的研究であるので，その細部については分析が進められなかった，少なくとも今回の結果から，本研究の手法が，デザイナーの描画時における認知的戦略を調べるための有効な手段であることが確認できた.

今後の課題として，被験者の増加とより精緻な数値的分析が求められる．さらには，熟達のレベルやタイプの異なる被験者を比較する必要であろう. 例えば，エキスパートとして，現役のアシスタントデザイナーとチーフデザイナー ，ノービス

表 5　発話プロトコルの内容と時間的変化

群	項目	E-01 前半	E-01 後半	E-01 全体	N-01 前半	N-01 後半	N-01 全体
Ⓐ ビジョンやイメージの利用	1 ビジョンへの言及	2	2	4	1	0	1
	2 モノのイメージの利用	0	4	4	0	3	3
	3 形容詞のイメージの利用	5	4	9	0	0	0
	4 比喩の利用	6	6	12	1	3	4
	小合計	13	16	29	2	6	8
Ⓑ ずらしの使用	1 変化の意向	2	1	3	0	0	0
	2 形態に含まれる属性値の変更	17	5	22	14	4	18
	3 ディテールの変更	11	12	23	2	4	6
	小合計	30	18	48	16	8	24
Ⓒ 評価	1 否定的評価（理由の言及あり）	14	7	21	4	2	6
	2 否定的評価（理由の言及なし）	7	5	12	14	17	31
	3 肯定的評価	6	8	14	0	1	1
	4 最終作品の選択	0	7	7	0	10	10
	5 鑑賞者の視点にたった評価	0	0	0	1	0	1
	小合計	27	27	54	19	30	49
Ⓓ 進行の調整	1 単純なプランニング	6	6	12	5	3	8
	2 単純なモニタリング	2	8	10	4	2	6
	小合計	8	14	22	9	5	14
Ⓔ その他	1 デザイン熟達過程で獲得した知識の説明	13	7	20	0	0	0
	2 実験における表現手続きへの意見	8	16	24	0	0	0
	3 実験の制約条件に関する発言	1	2	3	7	2	9
	小合計	22	25	47	7	2	9
	総合計	100	100	200	53	51	104

として美術系大学の学生 1 年生～4 年生等が候補者として考えられる．また，本研究手法を発展させることで，芸術系に多い描画志向性の強いタイプのデザイナーと，工学系に多い概念志向性の強いタイプのデザイナーのデザインスタイルの違いなどについても明らかにすることが可能になるだろう．

文献

Eguchi, M. & Okada,T. (2010). Art-ethnography to analyze the role of sketches in car designing. ICDC Kobe, Design Society.

Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.（小橋康章 訳 (1999). 『創造的認知：実験で探るクリエイティブな発想のメカニズム』. 東京：森北出版.）

藤幡正樹（2008）.『描画過程研究とは』. 描画過程研究会, 東京大学工学部 2008 年 3 月 31 日.

福田哲夫他（2009）. 視覚化のための手法，プロダクトデザイン 8 章，日本インダストリアルデザイナー協会（編）. ワークスコーポレーション.

ホグベン L．寿岳文章・他（訳）（1979）. 洞窟絵画から連載漫画へ. 岩波書店.

今岡和彦 (1987). 東京大学第二工学部. 講談社.

Jaarsveld, S. (2005). Sketches from a design process: Creative cognition inferred from intermediate products. *Cognitive Science*, **29**, 79-101.

香山壽夫（1994）. 建築家のドローイング. 東京大学出版会.

森田義之（1989）. イタリア・ルネサンスにおける建築家と彫刻家の活動，『ルネサンス彫刻家建築家列伝 』森田義之（監訳），417-452. 白水社.

永井由佳里・野口尚孝（2003）. 追体験的解析に基づくデザイン思考過程の仮説的モデルへの試み，デザイン学研究第 50 巻第 1 号. 日本デザイン学会.

岡田猛・横地早和子・難波久美子・石橋健太郎・植田一博（2007）. 現代美術の創作における「ずらし」のプロセスと創作ビジョン.『認知科学』, 14, 303-321.

Suwa, M. & Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies,* **18**, 385-403.

Vasari, G. (1568). *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori.* Firenze.（森田義之監訳 (2008).『ルネサンス彫刻家建築家列伝』. 東京：白水社.）

三次元面知覚の定量評価
Quantity Measurement of Perceived 3D Surface

松原　和也，笠井　慎平，塩入　諭，松宮　一道，徳永　留美，栗木　一郎
Kazuya Matsubara, Shinpei Kasai, Satoshi Shioiri,
Kazumichi Matsumiya, Rumi Tokunaga, Ichiro Kuriki

東北大学電気通信研究所
Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University
kmore@riec.tohoku.ac.jp

Abstract
We proposed a method of quantity measurement about 3D surface perception of where in depth, how much tilt, and how much instable. The measurement has two phases, depth matching phase and tilt matching phase. In depth matching phase, participants controls a binocular disparity of prove as same depth of perceived surface. Then, in tilt matching phase, participants control an angle of a bar stimulus matching to the perpendicular of perceived surface. To evaluate this method, we performed a psychophysical experiment. We used a random dot stereogram (RDS) as a test stimulus and evaluated its depth, tilt and instability. The results suggested the tilt matching were distorted from the perceived angle. By correcting the angle distortion, the proposed method was reasonable to explain the perceived surface.

Keywords — surface, 3D, binocular disparity

1. はじめに
我々は日常，机や壁といった物体の面の情報を見ただけで難なく認識することが出来る．しかし，面がどのように知覚されているかについては不明な点が多い．例えば，輪郭に囲まれた領域を面として認識するとき，面の領域自体には両眼視差などの情報が一切ないにもかかわらず，我々はその奥行きや勾配を自然に捉えている．Grossberg ら[1]は面と輪郭は相補的な関係にあり，輪郭内部に情報が充填されて面を知覚すると述べている．生理学的には MT や V4，CIPs で面の傾きの処理がされていることなどが報告されている[2-4]．また図地分離や物体認識といった観点の研究は盛んに行われている[5]．しかし，実際にどのような位置や傾きの面として知覚されているかを定量的に評価するものは少なく，定量評価手法が確立されていない．例えば，三次元の面知覚について定位[6]や傾き[7]を個々に測定したものはあるものの，詳細な検討のためにはその両方を同時に評価することが望ましい．

本研究では，呈示された刺激面の奥行き，傾きがどのように知覚的に定位されているのか，またその定位がどのくらい安定しているのかを評価する手法を提案した．また，その手法を用いてランダムドットステレオグラム（RDS）で生成された三次元面の定位と傾きを評価する心理物理実験を行った． また RDS の密度に依存して面の知覚が不安定になることを利用して，提案手法が知覚の不安定度に対応するかを検討した．

2. 提案手法
提案手法は知覚された面の接点と法線を両眼視差によって評価するものである. 評価では第一に，両眼視差によって奥行き方向に移動する点（奥行プローブ) を面の接点にマッチングさせることで，面の奥行き位置の定位を評価する．次にその接点から矢状面上に伸びる線分（法線プローブ）の傾きを操作し，法線方向を応答することで，知覚された面の傾きを評価する．知覚された面が不安定ならば，繰り返し測定した際のばらつきが大きくなるため，奥行き位置と傾きの標準偏差は知覚された面の不安定度の指標として用いることができ

る．

3. 実験１

提案手法を用いて，両眼視差によって定義された面の奥行きを評価する心理物理実験を行った．面の呈示には RDS を用いた．RDS において両眼視差は各ドットにのみ存在し，ドットが存在しない空白自体には奥行き情報がない．それにもかかわらず，ドットのない領域も含めて鮮明な三次元の面として知覚される．また，面の知覚はドット密度が 3 %程度で十分安定し，それより低くなると困難になることが報告されている[8]．これに基づき，面の不安定度を操作するためにドット密度を変化させて評価を行った．

3.1. 手法

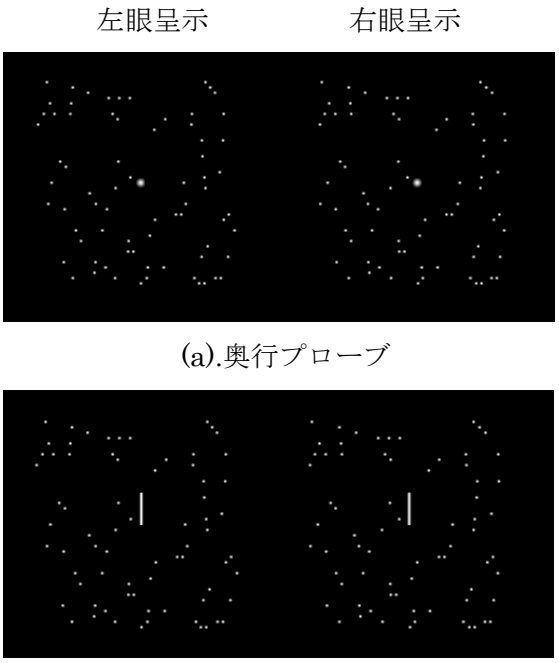
評価対象の刺激として，RDS を用いて正弦波状に両眼視差の変化する曲面を用いた（図１，左図が左眼呈示，右図は右眼呈示）．面の評価は刺激の中央で行い，その点における面の奥行き位置を奥行プローブで，傾きを法線プローブで応答する．奥行プローブは両眼視差のみが変化する点刺激で，奥行位置応答ではこのプローブの両眼視差を調整して面との接点に奥行位置を合わせる（図１(a)）．法線プローブは正中面上の線分で，奥行プローブを始点に傾きが変化する．傾き評価では面の法線に合うように法線プローブの傾きを調整する（図１(b)）．それぞれの応答は任意に交代することが出来，被験者の納得いくまで調整を繰り返すものとした．

RDS の呈示範囲は 9×9 deg，各ドットの両眼視差 D は

$$D = A \sin 2\pi(fy + \theta/360) \quad (1)$$

とし，y はドットの垂直位置であり，視差の振幅 A を 13 arcmin，周波数 f を 0.11 c/ deg とした．刺激呈示範囲に１周期分の正弦波状曲面となる．測定は常に中央（y= 0）で行うため，位相 θ によって測定位置の面の奥行きと傾きを操作した．

１セッションは位相６条件（-120° から 60° 間隔），ドット密度５条件（5, 3, 1, 0.5, 0.2 %）の組合せ 30 試行からなり，ランダムな順に呈示された．



(a).奥行プローブ

(b).法線プローブ

図１実験刺激

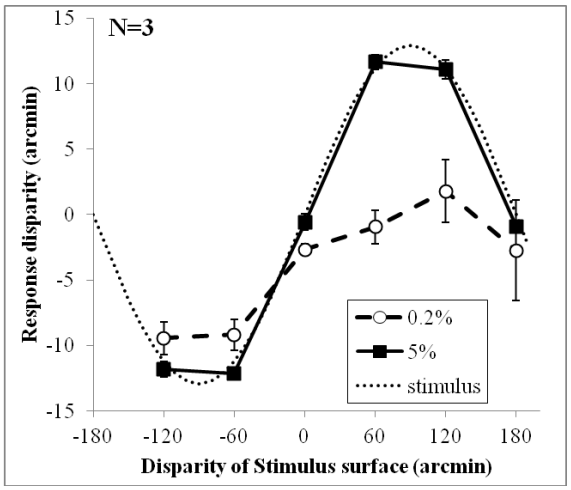
サブピクセルの視差を表現するために RDS の各ドットと奥行位置応答プローブはガウスパッチを用い，その標準偏差はそれぞれ 1.3 と 3.3 arcmin とした．法線応答プローブの長さは 8 mm（60 arcmin）で，水平方向にはガウス関数状（1.3 arcmin）にぼかしたものを用いた．

刺激は制御用 PC で生成，21 型 CRT ディスプレイ（リフレッシュレート 60 Hz）に呈示した．実験中は顎台により頭部を固定し，立体視環境には 4 枚の鏡を組み合わせた実体鏡を用いた．全ての実験は暗室中で行い，観察距離は 46 cm であった．

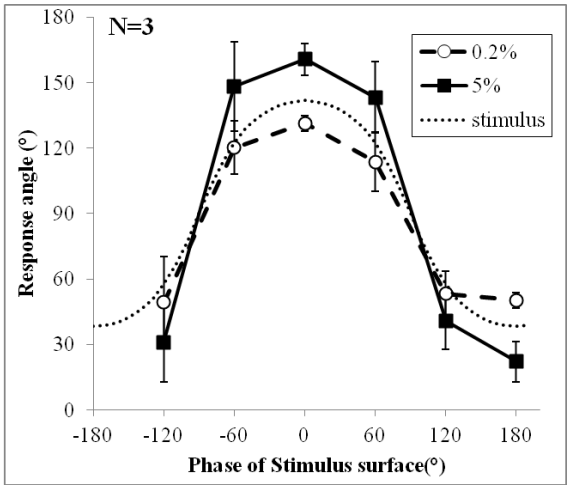
被験者は３名で，全員が正常あるいは矯正して正常視力を有し，両眼立体視に問題がなかった．応答にはテンキーを使用し，５セッションずつ測定を行った．

3.2. 結果および考察

図２(a)に奥行き評価，図２(b)に傾き評価の結果を示す．横軸は奥行き変調の位相 θ である．縦軸は傾き評価では法線の角度（90° がディスプレイ



(a).奥行位置応答結果



(b).傾き応答結果

図２．実験１結果

面に対して垂直手前方向)，奥行評価では接点の両眼視差（ディスプレイ面が 0 arcmnin，手前が正）である．■がドット密度のもっとも高い 5%条件，○が 0.2%条件の結果で，点線は RDS によって定義された面が正確に知覚されていた場合の理論曲線である．誤差棒は標準誤差で被験者間のばらつきを示す．

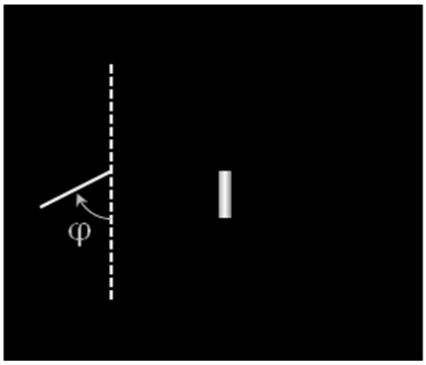
奥行きの評価（図２(a)）では知覚が安定していると期待されるドット密度が高い条件では，奥行きを正確に応答できている．一方で低いときに論理曲線から大きく外れる傾向が顕著で，振幅が小さくなり，平面に近い応答がされていることがわかる．一方で傾き評価では，低密度条件で理論面に近い傾きに応答するのに対して，高密度条件ではより振幅の大きな傾きとして応答する傾向が見られる．これは実際に傾きを過大に評価している可能性と，評価に用いた法線刺激の傾きが知覚を正しく反映していない可能性が考えられる．そこで実験２では法線プローブの見えについて検討する実験を行った．

5. 実験２

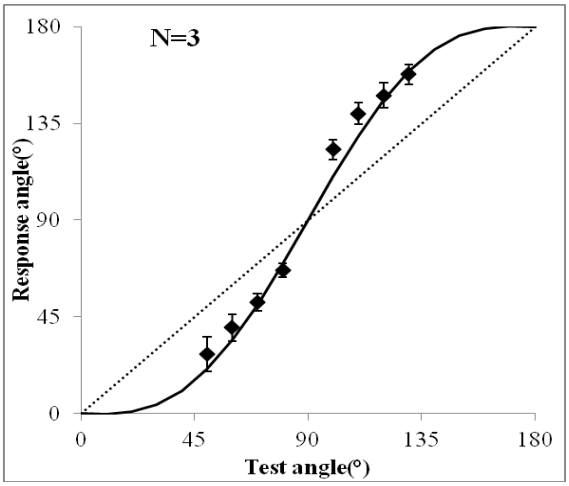
法線プローブが知覚された法線を正しく応答できているのか，その見えを検討するために前額平行面上の線分の傾きを，法線プローブによって応答する実験を行った．

5.1. 手法

テスト刺激として視差のない前額平行面上の線分を，法線プローブの左側に呈示した（図３(a)）．被験者はテスト刺激の破線と実線のなす角 θ を，正中面上に再現するよう法線プローブの傾きを調整した．操作は法線プローブについてのみ行い，



(a).刺激



(b).結果

図３.法線プローブの精度評価

その始点はゼロ視差とした．テスト刺激の角度を８条件（50～130°），について 10 試行ずつ測定を行った．その他の装置等は実験１に準ずる．

5.2. 結果および考察

図 3(b)にテスト刺激にマッチングした法線プローブの角度を示す．横軸がテスト刺激の角度 ϕ，縦軸が法線プローブで応答した角度である．テスト刺激の角度より水平方向に寄った角度に応答する傾向が見られる．このことから，実験１で示された高密度条件で法線を大きく見積もる傾向は，法線プローブの見えが問題となっていることがわかる．

この法線プローブの見えの歪みを踏まえて，実際に知覚されたと思われる法線角度 ϕ'を

$$\phi' = \phi + a \sin(\pi\phi/90) \quad (2)$$

として，実験結果を近似し，この補正角度を用いて実験１の結果を再評価した（図４）．補正後の傾き評価は高密度条件で法線角度は呈示された面に近く，低密度条件では振幅が小さくなり平面に近づく傾向が見られる．図２の奥行き評価と合わせると，高密度ではより正確になることが示された．

6. 総合考察

実験１，２の結果より，提案手法の法線プローブは角度をより水平に近い角度に応答する歪みを有することが分かった．しかし，この歪みを補正することで，面の傾き応答に有効であることが示された．

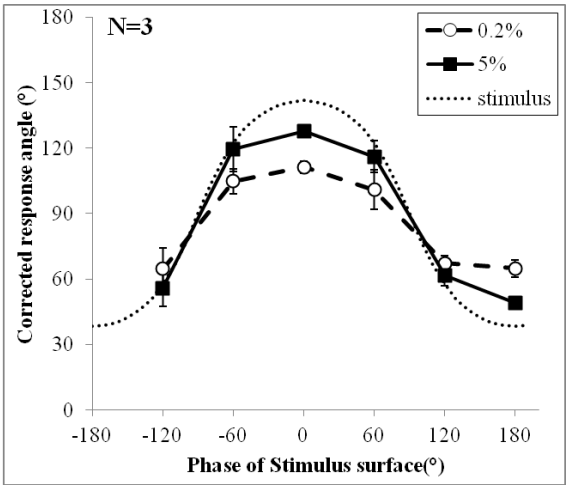
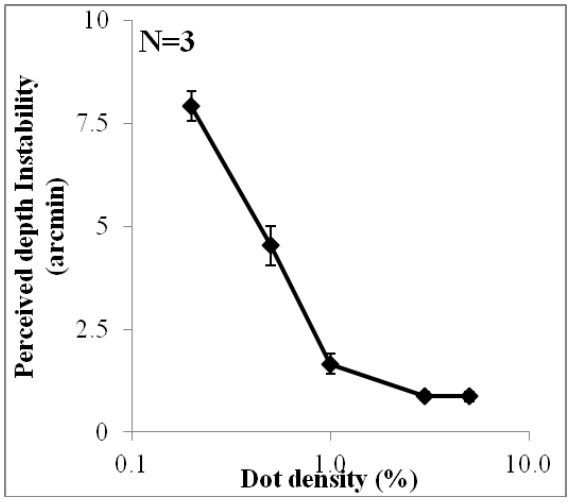


図 4.補正後の傾き評価

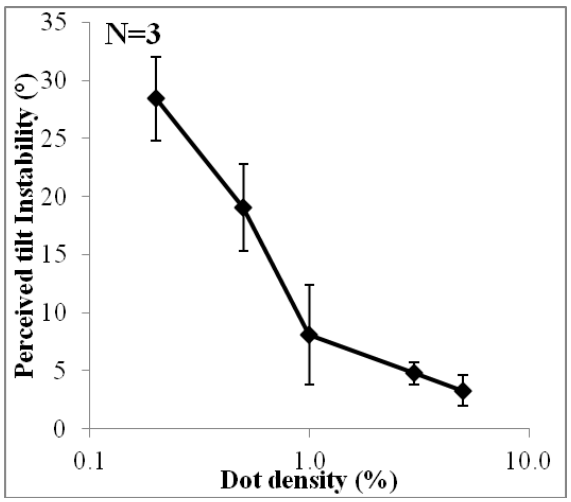
提案手法のもう一つの指標である不安定度を，各位相での標準偏差の平均とし，

$$I = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n}(x_i^{\theta j} - \bar{x}^{\theta j})^2}{m \times n}} \quad (3)$$

として評価する．図５にドット密度による不安定度の変化を示す．横軸はドット密度，縦軸が不安定度で，図５(a)は奥行き評価について，図５(b)は傾き評価についての不安定度である．ドット密度が低いほど，不安定度が高くなることが分かる．図２や図４で示したように，法線と奥行き位置の評価の被験者間平均からは，ドット密度が低いほ



(a).奥行位置応答の不安定度



(b).傾き応答の不安定度

図５.不安定度評価

ど平面に近づくかのように捉えることができる．しかし不安定度を評価することで，これは平坦な面が知覚されているわけではなく，見えが不安定になっているためであることが明確になる．このように不安定度の評価はどのような面が知覚されているかを正しく理解する上で重要なものである．

7. まとめ

本研究では三次元的な面の奥行位置と法線角度を利用した評価方法を提案し，RDS で呈示された面に対して評価実験を行った．その際，単純に法線方向を正中面上の線分の傾きで評価したのでは，実際に知覚される角度と差が生じるという問題を発見した．この歪みを補正することで，提案手法が面の奥行きと傾きを評価する手法として有効であることが示された．また，その分散によって知覚の不安定度を評価することが重要であることが示された．

参考文献

[1] Grossberg, S., Mingolla, E., (1985) “Neural dynamics of form perception: Boundary completion, illusory figure, and neon color spreading”, *Psychological Review*, 92, pp.173-211

[2] Hinkel,D.A., Corrner, C.E.,(2002) “Three dimensional orientation tuning in macaque Area V4” Nature Neuroscience, 5, pp.665-670

[3] Nguyenkim, J.D., DeAngelis G.C., (2003) “Disparity based coding of three dimensional surface orientation by macaque middle temporal neurons”, Journal of Neuroscience, 23, pp.7117-7128

[4] Taira M, Tsutsui, KI, Jiang, M., Yara,K., Sakata H., (2000) “Parietal neurons represent surface orientation from the gradient of binocular disparity”, Journal of Neurophysiology, 83, pp.3140-3146

[5] 塩入諭（編）, (2007) 視覚 II, pp.225-257

[6] Vreven, D., McKee, S. P., Verghese, P., (2002) “Contour completion through depth interferes with stereoacuity”, Vision Research, Vol.42, pp. 2153-2162

[7] Saunders, J., Knill, D., (2001) “Preception of 3D surface orientation from skew symmetry”, Vision Research, 41, pp.3163-3183

[8] Marr,D.,(1982) “Vision”: [邦訳] 乾敏郎，安藤広志(1987), ”ビジョン-視覚の計算理論と脳内表現”

日本地図描画課題を用いた不完全な知識に基づく意思決定メカニズムの分析

Analysis of Decision Making Processes based on Imperfect Knowledge using a Task of Drawing a Map of Japan

山本 紘之†，永井 淳之介†，奥成 貴大†，池田 任志†，小倉 加奈代†，西本 一志†
Hiroyuki Yamamoto, Junnosuke Nagai, Takahiro Okunari, Takashi Ikeda,
Kanayo Ogura, Kazushi Nishimoto
† 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
h_yamamoto@jaist.ac.jp

Abstract

In this study, we reveal factors of decision-making based on imperfect knowledge. We set a task of drawing a map of Japan with two subjects. We focus on a part of map for which both subjects don't have precious knowledge and analyze processes of consensus and decision making.

Keywords — imperfect knowledge, decision

1. はじめに

認知科学，心理学，教育学など，複数の分野で複数人による協同問題解決に焦点を当てた研究が数多くなされている．しかし，それらの研究の結果は，被験者に与えたタスクに要求される知識の性質によって様々である．例えば，算数や初等数学等の問題では，与えられた問題と，問題を解くために必要な数式についての完全な理解がなければ解を導くことはできない．我々の日常生活を考えると，例えば，退社後のサラリーマンが，居酒屋で社会問題を議論する場面など，直面している問題に対する完全な知識をもたない（本研究では「不完全な知識」と呼ぶ）者同士が，議論し，何らかの最終的な結論を出すことは多々ある．我々は，後者のような不完全な知識に基づいた意思決定場面に着目する．本研究では，日本地図を二人で完成させるというタスクを設定する．このタスクにおいて，2 人とも，もしくは，一方が完全な知識をもっており，それを基に意思決定がなされる場合，あるいは両者とも不完全な知識しかもっていないにもかかわらず意思決定がなされる場合が考えられる．そこで，タスクを行う際の地図描画行動，および，会話行動，会話内容に着目し，2 者の役割の変化，交わされる会話の性質を基に，完全な知識に基づいた意思決定がなされる場合と比較することで，不完全な知識しか持たない場合の意思決定メカニズムを検討する．また，本人は「正しい知識を持っている」と思い込んでいても，その知識が間違っているケースや，その逆のケースが存在する．つまり，知識に対する自信の有無は，実際の知識の正誤とは必ずしも一致しない．従って，ここでは個々人の日本地図に対する予備知識を確認するとともに，知識に対する自信の有無を自己評価させる．

以下 2 章では関連研究について述べ，3 章では実験手続きについて説明し，4 章では分析手続きについて説明する．5 章では分析結果について述べ，6 章ではまとめと考察を行う．

2. 関連研究

認知科 学の研究において，協働という形で, 個人の相互作用による創造的問題解決過程の分析が盛んに行われている．その中で，協同で問題解決を行 う場合には, 1 人で作業をおこなうよりも複数人で作業を行った方がよりよい結果が得られる事が明らかになっている[1][2]．しかし，伊藤[3]は，Lorge&Solomo[3]，Laughlin&Futoran[4]による，単純な論理課題を用いた古典的な実験の結果では，“グループの中に 1 人でも正解者がいればそのグループが正解を提出することが可能である“ような単純なモデルの正解確率と比較することで 評価した結果, グループのパフォーマンスは平

均的なメンバーのパフォーマンスを上回るにしても，グループの中の最良のメンバーのパフォー マンスには及ばない場合が多いことを示している．また，Linn&Hsi[5]は，科 学に関する長期的な授業実践を通じて，生徒がもつ日常知識を実験等で得られた証拠や他人の意見と関連づけ，論理的に説明し，後に，広く利 用可能となる知識統合過程の存在を示している．しかし，協働における個々人の知識レベルの差が最終的な意思決定にどのような影響を与える かを取り扱っている研究は少ない．

3. 実験手続き

20 代の大学院生 8 名を被験者とし，2 名ずつのペアを 4 組作り，「個人での課題」と「ペアでの課題」をそれぞれ実施した．個人での課題は，何も見ないで外枠だけ完成された日本地図に，県名と県境を記述していくという課題を行った．参考資料の持ち込みは禁止し，純粋な現在の知識のみを駆使して記述させた．時間制限は 50 分以内とし，知識量を図るために分からない箇所も可能な限り記述するものとした．また，実験後には自分の記述した県が正答かどうかに対する自信に応じて色分けして記述させ，個人の日本地図に関する知識の自信度が後のペアでの意思決定にどのような影響を与えるのかを判断出来るようにした．なお，日本地図の正答はペアでの課題が終わるまで確認出来ないようにした．ペアでの課題は，基本的に個人での課題と同様，外枠のみ完成してある日本地図に県名と県境を記述させるという課題を実施した．ペア間での会話については制約を設けておらず，自由に意見交換が出来るものとした．個人での課題，ペアでの課題共に，実験中は描画の様子をビデオ撮影し，被験者の実験中の描画，会話行動の音声および映像データを取得した．撮影した様子を図 1 に示す．

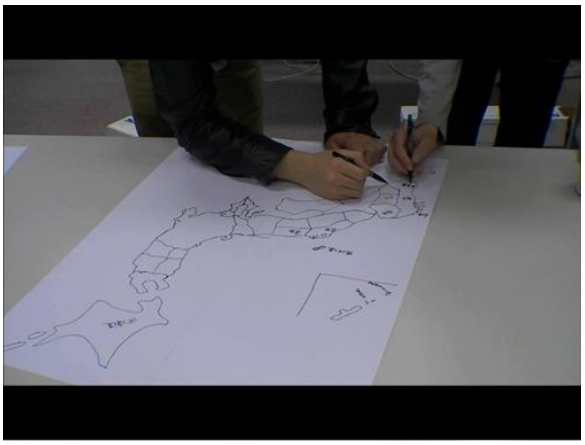


図 1　日本地図描画の様子

4. 分析手続き

被験者の地図描画行動（映像データ）と，会話内容（音声データ）を分析対象とする．

会話内容について，全会話を文字起こししたものに対し，表 1 のように，「質問」，「応答」，「つぶやき（独り言）」に分けた．「質問」に関してはさらに，相手に何か情報を求めている質問（相手の反応を期待している）を「本当・質問」と分類し，軽く確認を取っているだけの質問（相手の反応を期待していない）質問を「確認・質問」とし，質問しているわけではないが，相手に何か話しかけている場合「雑談」と分類し，合計 5 つのカテゴリー定義を行った．

また，日本地図のどの部分を書いているかを整理しやすくするため，日本全土を，「北海道」，「東北」，「関東」，「北陸」，「東山」，「東海」，「近畿」，「中国」，「四国」，「九州」，「沖縄」の 11 の 地域に分割した．

表 1 発話に関する分類

発話の種類	会話例
本当・質問	「京都ってここ？」
確認・質問	「やっぱり三重じゃないかなこの辺？」
雑談	「関東地方は全然分からないんだよね」
応答	「うん」「あ，そうそう」
つぶやき（独り言）	「京都でけぇ」

また，各都道府県ごとに地図の正誤を採点し，表 2 に示すように，個人の持つ知識を 3 段階で採点した．同時に，表 3 に示すように，被験者の自己評価から 4 段階の自信度を得た．なお，課題中に記入されなかった都道府県は「未記入」とした．地図の正誤については都道府県の形と位置の正確さを採点したが，判定者によって個人差があるため，実験者 3 名がそれぞれ採点を行い，その平均値を取った．グループ実験の解答の正誤，つまりグループが持つ知識についても，同様の評価を行った．

表 2：知識の採点

点数	正誤
3	県名も位置もどちらも正しい
2	県名は正しいが， 位置が少しずれている
1	県名は正しいが,位置を間違えている
0	（未記入）

表 3：自信度

点数	評価
4	自信がある
3	どちらかというと自信がある
2	どちらかというと自信がない
1	自信がない
0	（未記入）

5. 分析結果

本章では，不完全な知識を基に 2 人が協調作業を行う際，どのように解答を導き出し，意思決定を行うのかを分析する．本研究では不完全な知識を個人での課題の都道府県ごとの得点によって定義する．個人での課題において，地図の正誤の採点が 0 点から 1 点の都道府県がある場合，被験者のその都道府県の知識は不完全な知識であると定義する．ペアでの課題を分析する際，ペアである 2 人が不完全な知識しか持っていない都道府県に注目し分析を行った．

まずはじめに，ペアごとに個人での課題，ペアでの課題の得点を比較し地図を描画する課題において協調作業が有効であるかを検討した．次に，ペアである二人が共に不完全な知識しか持っていない場所に注目し，その場所の個人での課題で描画した際の得点とペアでの課題で描画した際の得点とを比較した．各ペアごとに個人で取り組んだ際の得点と，ペアで取り組んだ際の得点を図 2 に示す．グラフの縦軸の最大値は 47 都道府県×3 点=141 点である．

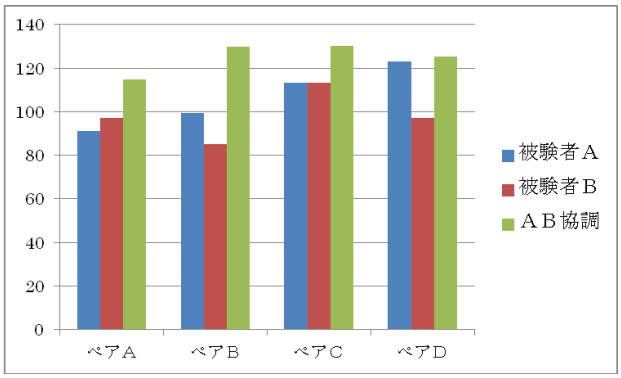


図 2 個人・ペアでの得点

このグラフからもわかる様に本研究で設定した地図を描画する課題では，ペアで取り組んだ場合の方が，個人で取り組んだ場合に比べて高い得点となる事が明らかになった．これは協同で取り組んだ場合に，お互いがお互いの持っていない知識を補い合って解答を導きだす事が可能である為だと推察できる．次にペアである 2 人が不完全な知識しか持っていなかった都道府県に注目し，個人で取り組んだ際の得点とペアで取り組んだ際の得点を各ペアごとに示したグラフを図 3 に示す．

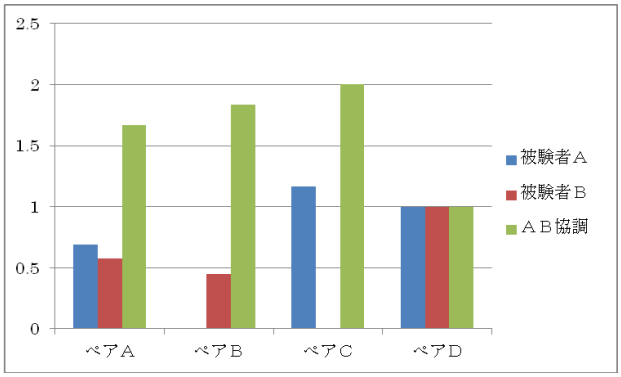


図 3 不完全な知識を持つ場所の協調による得点変化

このグラフでは 4 つのペアの内 3 つのペアがお互いに不完全な知識しか持たないにも関わらず, 協同で作業を行う事によって大きく得点を伸ばしている. この結果から, 不完全な知識を基に意思決定する際, 人は意外にも正確な解答を導きだす事が多いという事が示唆された. このような不完全な知識による意思決定のメカニズムについて分析する為に, 我々はさらに会話に関する分析を行った.

まず, ペアでの課題において各ペアが地域を描く際にした発言数とその地域の得点の平均点を, 求め, 2 つの間の相関を調べた. その結果を表 4 に示す. どのペアも発言数と地域で獲得した得点との間に負の相関がある事が数値から読み取れる. ペアで描画する際, お互いにあまり知識を持っていない地域を描画している時ほど, より多くコミュニケーションを取るという傾向が示された.

表 4 地域ごとの得点と発言数の相関

	相関係数
ペア A	−0. 60655
ペア B	−0. 44427
ペア C	−0. 52271
ペア D	−0. 44464

さらにコミュニケーションの内容を詳細に知る為, 個人での課題で得られた得点からペアの両方が十分な知識を持っていると考えられる地域とペアの両者が不完全な知識しか持っていないと考えられる地域を 1 地域ずつ選び出し, それぞれの地域を描画している際の発言内容（表 2 に基づいて分類したもの）と発言回数をグラフに示す. 図中左側の棒グラフが両者が知識を十分に持っている地域を描画した際の発言数, 右側の棒グラフが両者が不完全な知識しか持っていない地域を描画した際の発言数を表している. それぞれの棒グラフの色分けは発言の種類によってなされている (図 5, 図 6, 図 7, 図 8).

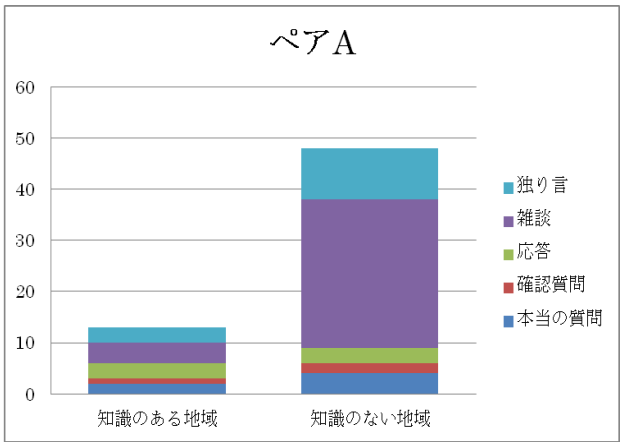


図 5 知識の有無による発言内容, 発言回数の変化

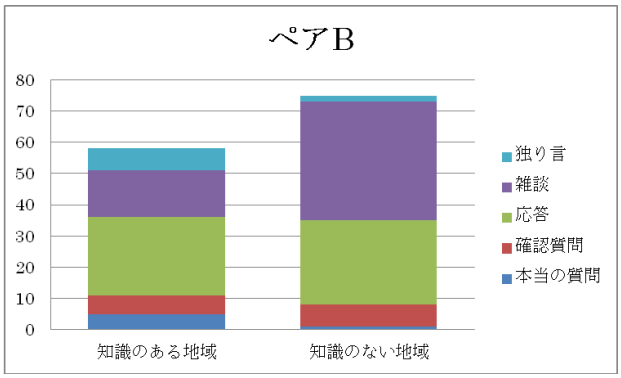


図 6 知識の有無による発言内容, 発言回数の変化

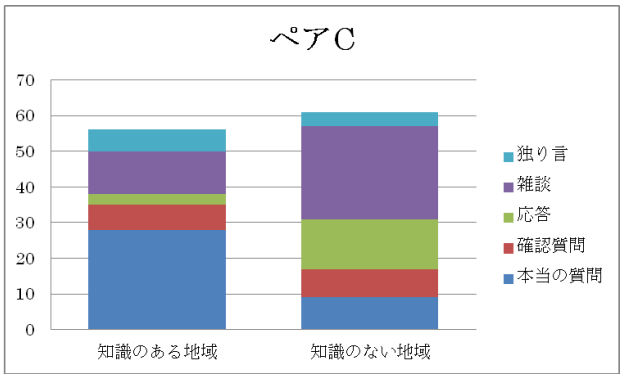


図 7 知識の有無による発言内容, 発言回数の変化

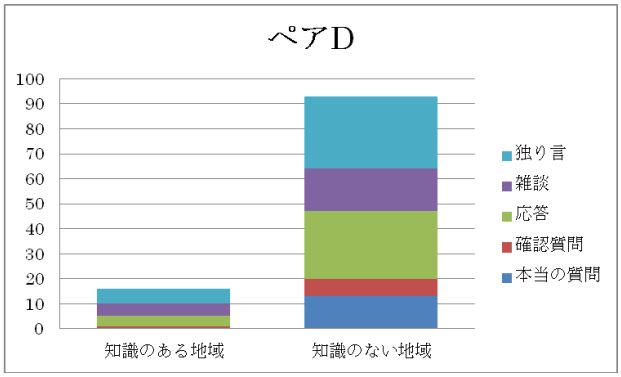


図 8 知識の有無による発言内容, 発言回数の変化

これらのグラフを見ると, 十分に知識を持っている地域に比べて, 不完全な知識しか持っていない地域を描画している時, 会話数が多く, 中でも雑談の割合が増加するという傾向が見て取れる．このような結果から, 不完全な知識を基に答えを決定しようとする際に, 互いに雑談を多く交えることが意思決定を促す一つのメカニズムとして働いている可能性が考えられる．また直面している問題をきっかけとした雑談をすることで，関係する多くの記憶が呼び起こされ，結果として個人で描画する際よりも正確な解答を導きだすことに繋がったのではないだろうか.

6. まとめ

本論文では不完全な知識による意思決定のメカニズムを明らかにする為，ペアで取り組む地図描画課題を実施し分析を行った．お互いに不完全な知識しか持っていない場合に，ペアで協力して解答を導き出す場合, 意外にも個人の時よりも正確な解答が得られることが明らかになった．またそれらの解答が導かれる過程を明らかにする為に，不完全な知識を基にペアが解答を導き出す際の会話に注目し，十分な知識がある場合の会話と比較する事でメカニズムを明らかにしようと試みた．結果大きな違いとして発言数の増加と発言に対する雑談の占める割合の増加が認められた.

今後の課題としては，不完全な知識を基にした意思決定に雑談が不可欠なのかを明らかにすると同時に，意思決定を左右する他の要因についても明らかにしていきたい.

謝辞

本研究の一部は，北陸先端科学技術大学院大学研究拠点形成支援事業（先端研究拠点形成支援）の支援を受けたものである.

参考文献.

[1]. Shaw, M. E. Comparison of Individuals and Small Groups in the Rational Solution of Complex Problem.*American Journal of Psychology*, Vol. 44, pp.491-504. 1932.

[2]. 石井成郎, 三輪和久. 創造的 問題解決における協調認知プロセス. 認知科学, Vol. 8, No. 2, pp. 151-168, 2001.

[3]. 伊藤毅志. 三人寄れば文殊の知恵は本当か?〜人間の合議実験からの考察〜, 情報処理学会研究報告 2011-GI-26-4, pp.1-4, 2011.

[4]. Lorge, I. and Solomon, H. Two Models of Group Behavior in the Solution of Eurika-Type Problems.Psychometrica, Vol.20, pp.139-148. 1955.

[5]. Laughhlin, P. R. & Futoran, A. L. Collective Induction: Social Combination and Sequential Transition.*Journal of Personality and Psychology*, Vol.48, pp.608-613. 1985.

[6]. Linn, M. C., & His, S. Computers, teachers, peers : Science learning partners. Mahwah, NJ : Lawrence Erlvaum Associates, 2000.

日本語ガーデンパス文処理における初分析への傾倒と再分析の処理負荷
The Degree of Commitment to the Initial Analysis Predicts the Cost of Reanalysis: Evidence from Japanese Garden-Path Sentences

中村 智栄[†¶], 新井 学[‡¶]
Chie Nakamura, Manabu Arai

[†]慶應義塾大学, [‡]東京大学, [¶]日本学術振興会
Keio University, University of Tokyo, JSPS
arumakan@nak.ics.keio.ac.jp, m-arai@phiz.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Previous research demonstrated that comprehenders of head-final languages do not delay associating pre-head arguments until the head is received. As a consequence, readers are sometimes forced to reanalyze a structure due to an incorrect pre-head attachment. It is, however, still unclear what makes comprehenders of head-final languages to commit to pre-head attachment and to experience processing difficulty when a sentence is disambiguated. The current study addressed this issue by testing Japanese relative clause structure. We conducted two reading experiments using eye-tracking technique. The results demonstrated that both semantic information and temporal delay of disambiguation point influenced the degree of comprehenders' commitment to the incorrect initial analysis and the amount of cost for structural reanalysis.

Keywords — Garden-path sentence, initial analysis, reanalysis, eye-tracking, reading, relative clause structure

1. はじめに

これまで人間の文理解を明らかにする研究において，人間の文処理は時間軸に即して得られる入力を遅延することなく即時的に行われるという前提が英語など主要部前置型の言語を対象とした研究を中心に共有されてきた．さらに近年の研究では，この即時処理という前提が英語のような主要部前置型の言語のみならず，後置された節の主要部が現れるまで文構造が判明しない主要部後置型言語である日本語においても同様であることが明らかになってきている[1,2]. 人間の言語処理過程を探る試みにおいて，英語のガーデンパス文を用いた研究では文の再分析における負荷を増大させる要因を特定するための研究が多く行われており[3,4]，中でも Tabor and Hutching (2004)は (1a)と(1b)のような文における読み時間を比べ，(1b)では曖昧性が解消される情報までの距離が(1a)に比べて長く，その分読み手が初分析理解により深く傾倒し，その結果再分析が困難になるという効果 (Digging-in effect)を報告している[5].

(1a) As the author wrote the book grew.

(1b) As the author wrote the book describing Babylon grew.

これら先行研究の結果からは，読み手がどれだけ強く初分析理解に傾倒するかの度合いがその後の再分析にかかる処理負荷に直接影響を及ぼしていることが推測される．しかしながら，英語を対象としたこれまでの研究では比較している文の間に文字数による違いがあり，例えば上記の(1b)は(1a)に比べて処理する情報量が多く，単純に情報量が増加したことで再分析の困難が引き起こされたという可能性も否定できない．そこで本研究では，まず実験 1 において主要部後置型言語である日本語においても英語を対象とした先行研究で報告されているような結果が得られるかを確認し，続いて実験 2 では文内の語順を操作し，処理する情報量が同じだが初分析への傾倒の度合いが異なる条件下における文処理過程について眼球運動計測技術を用いた検討を行った．

2. 実験 1

実験 1 では, 主語と主語に続く関係節内の動詞句の意味的整合性が高い条件（Plausibility: High 条件）と低い条件（Plausibility: Low 条件）及び, 関係節部分に修飾句がない条件（RC Length: Short 条件）と関係節部分に修飾句がある条件（RC Length: Long 条件）による 2 要因 4 水準における読み時間を比較し, 各コンディションにおけるリージョンごとの読み時間を眼球運動計測装置により計測した.

2.1 手続き

2.1.1 被験者

正常な視力を持ち, 日本語を母語とする大学生 28 名が実験に参加した.

2.1.2 課題

ヘッドマウント型眼球運動測定機(Eye Link II, SR Research)を用い, 被験者が画面に提示された文を自然に読んでいる際の眼球運動の計測を行った. 最初に画面上に文の一文字目にあたる部分に■が表示され, ■内に一定時間注視の注視が確認された後, 文全体が一行で提示された. 被験者が手元のボタンを押すと, 同じ手順で次の文が提示された.

2.1.3 刺激文

実験 1 では, 主語と関係節内の動詞句の意味的整合性が高い条件(Plausibility: High 条件), 主語と意味的整合性が低い条件(Plausibility: Low 条件)に対し, 関係節の長さ(RC Length: Short 条件, Long 条件)を条件に加えた 2×2 デザインで実験を行った(2a-2d). 実験に用いられた文は, ターゲット文 24 文, フィラー文 72 文の計 96 文であった.

2a. 赤ちゃんが|ミルクを|こぼした|女優を|じっと|見つめた. (Short + High 条件)

2b. 赤ちゃんが|シャンパンを|こぼした|女優を|じっと|見つめた. (Short + Low 条件)

2c. 赤ちゃんが|ミルクを|テーブルで派手にこぼした|女優を|じっと見つめた. (Long + High 条件)

2d. 赤ちゃんが|シャンパンを|テーブルで派手にこぼした|女優を|じっと見つめた. (Long + Low 条件)

2.2 分析と結果

文節ごとに区切った各リージョンにおける読み時間に関して, 1200ms 以上及び 80ms 以下の注視を除外した上で分析を行った[4]. ここでは, First-pass reading time と Second-pass reading time の 2 つの指標から得られた結果を報告する. *First-pass reading time* とは, リージョンに初めて入り, 左右のいずれかへ出るまでの注視時間の合計であり, 対象リージョンにおける初期段階の処理負荷を示す指標である. *Second-pass reading time* とは, 対象リージョンから視線が一度出た後, 二度目以降リージョンに入った注視時間の合計であり, 既に読んだ領域を含めない読み返しの時間を示す指標である. 一般的に, First-pass reading time は文理解における初期段階の処理プロセスを反映し, Second-pass reading time は再分析を反映するとされている. 本研究内の実験データは全て, 線形混合効果（Linear Mixed-Effects: LME）モデルにより解析した[6,7]. リージョン 2（「ミルク／シャンパンを」）からリージョン 5（「じっと」）の条件ごとの読み時間に関して, Plausibility（High／Low）と RC Length（Short／Long）を固定要因として, 被験者と実験アイテムをランダム要因として分析を行った. ランダムスロープには最大項構造を用い分析を行った.

First-pass reading times.

リージョン 2（関係節内の目的語 ;「ミルクを」）では Plausibility の主効果が得られ (β = 29.2, t = 3.64, $p < 0.001$), Low 条件のほうが High 条件よりも読み時間が長いことが示された. リージョン 3

（「こぼした」）では RC Length の主効果が得られ (β = 22.6, t = 10.86, p < 0.001), 関係節が長い条件よりも短い条件の方が読み時間が長いことが示された. これは単純に追加された修飾句の情報による効果であると考えられる. 続いてリージョン 5（「じっと」）では RC Length と Plausibility の交互作用が得られた (β = 19.2, t = 3.21, p < 0.01). 単純主効果検定の結果, 関係節の長さにより Plausibility の主効果が反対方向に出ていることが明らかとなり, 関係節が長い時には Low 条件の読み時間が High 条件よりも短いのに対し (β = 18.7, t = 9.93, p = 0.07), 関係節が短い時には Low 条件のほうが読み時間が長いことが示された (β = -19.2, t = 1.93, p = 0.06). さらに, このリージョンからの読み返しが起こった割合を示す Regression-out の分析結果を行った結果, 関係節が長く, 且つ関係節内の動詞句が主節の解釈を指示する条件 (Long + High 条件) では他の条件よりも多く読み返しが起こっていることが示され (0.42), 処理負荷が最も高いことが明らかになった.

Second pass reading times.

リージョン 2（関係節内の目的語 ;「ミルクを」）では RC-Length の主効果 (β = 61.2, t = 4.65, p < 0.001) が得られ, 関係節が長い時のほうが再分析にかかる処理負荷が高いことが示された. また, リージョン 3 からリージョン 5 にかけて, Plausibility の主効果 (リージョン 3: β = -136.9, t = 3.41, p < 0.01; リージョン 4: β = -37.9, t = 3.22, p < 0.01; リージョン 5: β = -44.2, t = 3.60, p < 0.001), 及び, RC Length の主効果 (リージョン 3: β = 455.1, t = 8.67, p < 0.001; リージョン 4: β = 36.0, t = 3.32, p < 0.05; リージョン 5: β = - 41.2, t = 3.46, p = 0.07) が得られた. これにより, 主語と関係節内の動詞句の意味的整合性が高い時のほうが, 低い時に比べて再分析にかかる処理負荷が大きいことが示され, 同様に関係節が長い時のほうが短い時に比べ再分析の処理負荷が高いことが示された. さらに, リージョン 3 では Plausibility と RC Length の交互作用が見られ (β = -86.8, t = 2.35, p < 0.05), 単純主効果検定の結果, 関係節が長い Long 条件のほうが, 関係節が短い Short 条件に比べて Plausibility の影響が大きいことが示された (Long 条件: β = -224.9, t = 3.63, p < 0.001; Short 条件: β = -50.9, t = 2.41, p < 0.05).

2.3 実験 1 考察

実験 1 の結果から, 主語と関係節内の動詞句の意味的整合性が高く, 主節の解釈を支持する条件 (Plausibility: High 条件)のほうが, 主節の解釈を支持しない条件(Plausibility: Low 条件)に比べ再分析における処理負荷が高いことが示された. また, 関係節が長い文では, 構造的曖昧性を解消する情報が遅く現れるため読み手が誤った主節の解釈により強く傾倒し, 再分析にかかる負荷が増大することが示された. さらに, リージョン 3 では Second-pass reading time で, リージョン 5 では First-pass reading time で, Plausibility と RC Length の交互作用が見られた. これにより, 関係節が長く, かつ主語と関係節内の動詞句の意味的整合性が高い条件の文で最も処理負荷が高くなることが実証された. しかし, 関係節の長い条件において処理負荷が高まった理由としては, 構造的曖昧性が解消する情報が遅れて現れたので主節の解釈を保持する時間が長くなりその結果初分析の解釈を棄却しにくくなったのではなく, 単純に関係節内に修飾句が追加されたことにより処理する情報量が増えたため処理負荷が増大し, 再解釈が難しくなったという可能性も考えられる. そのため, 実験 2 では関係節内の目的語の語順を変えた文を用いてこの可能性の検証を行った.

3. 実験 2

3.1 手続き

3.1.1 被験者

実験 1 には参加していない大学生 27 名が実験に参加した.

3.1.2 課題

実験 1 と同様, 文を読む際の眼球運動の計測実験を行った.

3.1.3 刺激文

実験 1 で用いた Plausibility (High 条件／Low 条件)に加え, 関係節内の目的語が主語の後に続き, その後に修飾句が現れる条件(Word Order: NP-Adjunct条件), 修飾句が関係節内の目的語よりも前に現れる条件(Word Order: Adjunct-NP 条件)を加えた 2×2 デザインの 4 条件で実験を行った(3a-3d). 実験に用いたられた文は, ターゲット文 24 文, フィラー文 72 文の計 96 文であった.

3a. 赤ちゃんが|ミルクをテーブルで派手に|こぼした|女優を|じっと|見つめた. (High + NP-Adjunct 条件)

3b. 赤ちゃんが|テーブルで派手にミルクを|こぼした|女優を|じっと|見つめた. (High + Adjunct-NP 条件)

3c. 赤ちゃんが|シャンパンをテーブルで派手に|こぼした|女優を|じっと|見つめた. (Low + NP-Adjunct 条件)

3d. 赤ちゃんが|テーブルで派手にシャンパンを|こぼした|女優を|じっと|見つめた. (Low + Adjunct-NP 条件)

3.2 分析と結果

Plausibility（High 条件／Low 条件）と Word Order（NP-Adjunct 条件／Adjunct-NP 条件）を固定要因, 被験者と実験アイテムをランダム要因に加え LME モデルによる分析を行った. ランダムスロープ項の選定には forward-selection の手法を用いた. 各リージョンにおける読み時間に関して, ここでは Right-bounded reading time と Second-pass reading time の指標による結果を報告する. リージョン 2 （「(テーブルで派手に) シャンパン／ミルクを（テーブルで派手に)」）の second-pass reading time において, Word Order の主効果が得られ (β = -0.08, t = 2.21, p < 0.001), 関係節内の目的語が主語の後に続き, 修飾句がその後に現れる NP-Adjunct 条件（e.g., 「赤ちゃんがミルク／シャンパンをテーブルで派手にこぼした」）のほうが, 修飾句が主語の後に続き, その後に関係節内の目的語が現れる Adjunct-NP 条件（e.g., 「赤ちゃんがテーブルで派手にミルク／シャンパンをこぼした」）に比べ再分析にかかる処理負荷が高いことが示された. さらに, リージョン 4（「女優を」）においては right-bounded reading time において Plausibility と Word Order の交互作用が見られた (β = 0.05, t = 2.30, p < 0.05). 単純主効果検定の結果, 関係節内の目的語が修飾句の前に現れる NP-Adjunct 条件においては Plausibility の効果が有意であるのに対し (β = 38.35, t = 2.13, p < 0.05), 関係節内の目的語が修飾句の後に現れる Adjunct-NP 条件では Plausibility の効果が見られなかった (β = 3.40, t = 0.29, p = 0.59).

3.3 実験 2 考察

実験 2 の結果から, 処理する情報量が同じ文の処理過程において, 修飾句が目的語の後に現れる NP-Adjunct 条件のほうが, 修飾句が目的語の前に現れる Adjunct-NP 条件に比べて再分析にかかる処理負荷が大きいことが示された. さらに, リージョン 4 では Plausibility と Word Order の交互作用が見られ, このことから, 主語と関係節内の動詞句の意味的整合性が高く, 主節の解釈を支持する条件(High 条件)のほうが, 主節の解釈を支持しない条件(Low 条件)に比べ再分析における処理負荷が高いという Plausibility の効果は, 修飾句が目的語の後に現れる NP-Adjunct 条件でのみ有意であり, 修飾句が目的語の前に現れる Adjunct-NP 条件では差が見られないことが示された. これは, 主語に続いて目的語が現れる NP-Adjunct 条件では, 読み手が目的語を受け取った時点で主節の構造分析を行うためその後に続く修飾句を読む際に誤った初分析理解により深く傾倒するのに対し, 主語の後に修飾句が現れる Adjunct-NP 条件では, 修飾句を受け取った時点では主節の構造分析が行われず, その結果 Plausibility が初分析への傾倒の度合いに影響を与えなかったことを示していると考え

られる.

4. 結論

本研究では, 実験 1 の結果により, 主要部後置型言語である日本語でも英語における先行研究と同様, 文の構造的曖昧性が解消される情報が遅れて現れる条件において再分析にかかるコストが大きく, さらに主語と関係節内の動詞句の意味的整合性が高いほど主節解釈により強く傾倒し, それによって再分析にかかる負荷が増大することが示された. 続いて実験 2 では語順の異なる文を用いることで, 実験 1 の結果とこれまで英語を対象とした研究において報告された結果が単なる情報量の差によってもたらされたのではなく, 読み手の初分析に対する傾倒の度合いが再分析にかかる処理負荷に反映していることが明らかとなった.

参考文献

[1] Kamide, Y. (2006). Incrementality in Japanese sentence processing. In M. Nakayama, R. Mazuka & Y. Shirai (Eds.), *Handbook of Japanese psycholinguistics*; Cambridge University Press.

[2] Miyamoto, E. T. 2002. Case markers as clause boundary inducers in Japanese. *Journal of Psycholinguistic Research*, *31*, 307-347.

[3] Ferreira, F.,& Henderson, J. M. (1991). Recovery from misanalyses of garden-path sentences. *Journal of Memory and Language, 30*, 725-745

[4] Sturt, P., Pickering, M. J., & Crocker, M. W. (1999). Structural change and reanalysis difficulty in language comprehension. *Journal of Memory and Language, 40,* 136-150.

[5] Tabor, W., & Hutchins, S. (2004). Evidence for self-organized sentence processing: Digging in effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 30,* 431-450.

[6] Baayen, R. H. (2008). *Analyzing linguistic data: a practical introduction to statistics using R*. Cambridge: Cambridge University Press.

[7] Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language, 59*, 390-412.

比喩にかかわる意味特徴が理解容易性、面白み、斬新さに与える影響 －直喩形式と隠喩形式の比較－

Effects of Semantic Features of Metaphors on Interestingness, Comprehensibility, and Novelty Ratings: Comparison of the Metaphor Form and Simile Form

中本敬子*1，平 知宏*2，内海 彰*3
Keiko Nakamoto, Tomohiro Taira, Akira Utsumi

*1文教大学，*2大阪市立大学，*3電気通信大学
Bunkyo University, Osaka City University, The University of Electro-Communication
nakamoto@koshigaya.bunkyo.ac.jp

Abstract

This paper compares the effects of the semantic features of the figurative expressions on the ratings of interestingness, comprehensibility and novelty in metaphor and simile forms. An experiment was conducted to examine how the relevancy of the semantic features related to each of the constituent terms and the interpretation of metaphorical expressions relates to these ratings. In an attribute rating task, participants rated nominal metaphorical expressions on these attributes in metaphor or simile forms. In a feature-relevancy rating task, 72 participants were asked to rate how each semantic features related to the interpretation of the metaphoric expressions. Correlational and regression analysis showed that the relevance of the topic-related semantic features decreases the interestingness of the expressions, when they were presented in metaphor forms.

Keywords — metaphor, simile, interestingness, semantic features

1. はじめに

比喩には、“ように”や“まるで”のようにたとえであることを明示する語句が使われている直喩（例：権力は麻薬のようだ）と、そのような語句を含まない隠喩（例：権力は麻薬だ）がある。同じ主題と喩辞で構成される比喩であれば，直喩形式であっても隠喩形式であっても，ほぼ同じような意味に解釈されることが多い。しかし，これまでの研究から、直喩と隠喩では理解のプロセスに違いがあること（たとえば、Glucksberg, 2003; Shibata, et al., 2012）、比喩を構成する語の性質や比喩の特性によって隠喩形式と直喩形式のどちらがより好まれるかが影響されること（たとえば、Chiappe & Kennedy, 2000, 2001; Utsumi & Kuwabara, 2005）などが示唆されてきている。また，修辞的効果に関しても隠喩と直喩の間には違いがあることが指摘されてきている。たとえば、隠喩は直喩よりも“強い”言い回しとして使用されること、隠喩と直喩では“詩的”であるとの評定に対して影響を与える要因が異なること等が示されてきている。

しかし，これまでのところ，比喩にかかわる意味特徴と比喩の理解容易性や面白み等との関係が隠喩形式をとるか直喩形式をとるかによって変化するのか否かは、十分に検討されてきていない。そこで、本研究では、比喩構成語の意味特徴や解釈に現れる意味特徴が解釈にどの程度適合するのかと、理解容易性、面白み、斬新さといった比喩の特性評定との関連について検討を行った。先行研究では、隠喩は、主題を喩辞の示す比喩カテゴリーのメンバーと見なすことで理解されるのに対し、直喩は主題と喩辞を比較しその類似性を導き出すことで理解されると考えられることが指摘されている（Glucksberg, 2003; Bowdle & Gentner, 2005）。この指摘にしたがって考えると、隠喩では、直喩に比べて、比喩解釈後に、主題や喩辞にのみ強く関連する意味特徴が解釈に適合すると感じられる程度が、比喩特性評定と関連すると予想される。なぜなら、隠喩では喩辞の持つ比喩に無関連な意味特徴を抑制し比喩カテゴリーを抽象化したり、主題を喩辞カテゴリーのメンバーと見なす際に無関連な意味特徴を抑制する必要があるか

らである。

2. 方法

参加者 大学生 116 名（比喩の特性評定課題 44 名、関連特徴の適合度評定 72 名）が参加した。全員，日本語を母語とする者であった。

材料 先行研究（中本・楠見, 2004; 平・中本・楠見, 2007）を参考に、主題と喩辞の組を 24 対作成した(例：権力-麻薬。以下、構成語対と呼ぶ)。それぞれの対に対して、隠喩、直喩の 2 つの形式の比喩を作成した（権力は麻薬だ、権力は麻薬のようだ)。また、それぞれの構成語対について、先行研究を参考に、比喩の解釈に関連する意味特徴 3 つ、主題にのみ強く関連する意味特徴を 3 つ、喩辞にのみ強く関連する意味特徴 3 つを構成語に関連する意味特徴として用意した。

比喩の特性評定課題 隠喩形式、直喩形式に対して異なる参加者を割り当て（それぞれ 22 名)、それぞれの構成語対からなる比喩文について，理解容易性（1.理解しにくい－5.理解しやすい)、面白み（1.面白みのない－5. 面白みのある)、斬新さを 5 件法（1. 斬新でない－5.斬新である）で評定するよう求めた。

関連特徴の解釈への適合度評定課題 隠喩形式 24 文、直喩形式 24 文のそれぞれを 12 文ずつに分割し、異なる参加者（それぞれ、18 名ずつ）を割り当てた。参加者には、各比喩文に対応する 9 つの関連特徴について、比喩の解釈内容に適合する程度を 4 件法で評定するよう求めた。

3. 結果と考察

理解容易性、面白み、斬新さについて隠喩形式、直喩形式での平均値を求めた結果を表 1 に示した。それぞれの平均値について，隠喩形式と直喩形式の間に差があるかどうかを検討したところ，いずれにおいても有意な差は見られなかった（理解容易性：$t(23)=.405$, n.s.，面白み, $t(23)=-1.263$, n.s.，斬新さ：$t(23)=.798$, n.s.)。次に、3 つの特性間の相関を求めた結果を表 2 に示す。表 3 から，隠喩形式、直喩形式のどちらにおいても、斬新さと面白みの間に正の相関があることが分かる。この結果は、直喩において独創性が面白さの評定に影響を与えるとする先行研究（中本・楠見, 2004）と一致しており、直喩、隠喩といった形式にかかわらず、目新しさは面白さに正の影響を与えることを示す。さらに、表 3 では，隠喩形式でのみ、斬新さと理解容易性の間に、負の相関が見られる。このことは、慣習性が高く新規性の低い隠喩（つまり斬新さに乏しい隠喩）では喩辞の持つ比喩的カテゴリーの意味が想起しやすくなり，それが比喩の理解しやすさにつながったためと考えられる。つまり，隠喩では，喩辞が慣習化されて比喩的な意味をある程度固定的に持つことが，斬新さを低めると同時に，理解のしやすさをもたらすと考えられる。それに対して，先行研究から，直喩は，主題と喩辞の類似性比較によって理解されると考えられる。つまり，直喩では，主題と喩辞の組み合わせがある程度目新しい場合には，そのたびに両者の類似点が計算されることで理解されると考えられる。ここから、隠喩に比べて、表現としての斬新さは理解容易性に影響しなかったと解釈できる。さらに、統計的には有意ではないものの、隠喩では理解容易性と面白みの間に正の相関が見られるのに対し、直喩ではそのような相関は見られなかった。

続いて、関連特徴の比喩解釈への適合度が理解容易性、面白み、斬新さのそれぞれとどのように関連しているかを検討するため、3 種類の特徴の適合度を独立変数、比喩の特性を従属変数とする重回帰分析を行った(表 3)。全般的に、解釈に対する 3 種類の特徴の適合度からは、理解容易性等の評定をほとんど予測できていない。しかし、隠喩形式においては、主題に強く関連する意味特徴の比喩解釈への適合度が高い場合に、面白みが低く評定されていることが分かる。この結果は、隠喩を解釈したあとにも、主題を喩辞が示す比喩カテゴリーのメンバーと見なしたときに、そのカテゴリーの特徴以外の特徴が主題にとって顕著なままとなることで、面白み

が下がることを示唆する。つまり，隠喩解釈においては，主題を喩辞カテゴリーのメンバーと見なした場合にうまく適合しない主題の特徴が顕著なままとなることで，面白みが低減する可能性がある。

これらの結果は，隠喩と直喩では、比喩の特性評定に対する比喩関連の意味特性の解釈への適合度の影響が異なることを示すと言えよう。

表1 理解容易性、面白み、斬新さの平均値

		理解容易性	面白み	斬新さ
直喩形式	M	3.49	3.27	3.09
	SD	0.59	0.41	0.51
隠喩形式	M	3.47	3.18	3.15
	SD	0.72	0.44	0.51

表2 比喩特性間の相関

	理解容易性		面白み		斬新さ	
理解容易性			0.055		−0.292	
面白み	0.328				0.81	**
斬新さ	−0.366	†	0.629	**		

注）上三角は直喩形式での相関係数を、下三角は隠喩形式での相関係数を示す。

参考文献

[1]Bowdle, B. & Gentner, D. (2005). The career of metaphor. *Psychological Review*, **112**, 193–216

[2] Chiappe, D.L. & Kennedy, J.M. (2000). Are metaphors elliptical similes? *Journal of Psycholinguistic Research*, **29**, 371–398.

[3]Chiappe, D.L. & Kennedy, J.M. (2001).Literal bases for metaphor and simile. *Metaphor and Symbol*, **16**, 249–276.

[4] Glucksberg, S. (2003). The psycholinguistics of metaphor. *Trends in Cognitive Sciences*, **7** , 92–96.

[5] 中本敬子・楠見孝(2004). 比喩材料文の心理的特性と分類 : 基準表作成の試み　読書科学, **48**, 1-10.

[6] Shibata, M., Toyomura, A., Motoyama, H., Kawabata, Y. & Abe, J. (2012). Does simile comprehension differ from metaphor comprehension? A functional MRI study. *Brain and Language*,**121,** 254-260.

[7] 平知宏・中本敬子・楠見孝 (2007). 比喩理解における親しみやすさと解釈の多様性　認知科学, 14, 322-338.

[8] Utsumi, A. & Kuwabata, Y. (2005). Interpretive diversity as a source of metaphor-simile distinction. In *Proceedings of the 27th Annual Meeting of the Cognitive Science Society,* pp.2230-2235.

表3 理解容易性、面白み、斬新さを従属変数とする重回帰分析の標準化偏回帰係数と相関

		解釈に関連		主題に強く関連		喩辞に強く関連		R^2
		相関	回帰	相関	回帰	相関	回帰	
直喩形式	理解容易性	0.28	0.38	-0.09	-0.24	0.05	-0.02	0.127
	面白み	0.03	0.14	-0.31	-0.36	0.22	0.19	0.160
	斬新さ	-0.01	0.01	-0.10	-0.10	0.15	0.14	0.032
隠喩形式	理解容易性	0.09	0.15	-0.24	-0.26	-0.09	-0.11	0.086
	面白み	-0.21	-0.08	-0.56 **	-0.53 **	-0.21	-0.17	0.349
	斬新さ	-0.22	-0.17	-0.30	-0.27	-0.05	-0.01	0.121

付録

実験に用いた比喩　孤独-砂漠，契約-手錠，疲労-荷物，恋-戦争，時間-お金，犯罪-細菌，教育-階段，学校-工場，情熱-溶岩，群衆-雪崩，仕事-牢獄，希望-光，噂-雪だるま，誘惑-蜜，空-鏡，心-沼，言葉-武器，結婚-冷蔵庫，記憶-ざる，人生-旅，時代-潮流，権力-麻薬，酒-友人，にわとり-時計

物語生成システムにおける音楽の生成・表現機構—応用システムからの検討—

A Music Generation/Expression Mechanism in the Narrative Generation System: A Consideration from the Application Systems

遠藤 順[†]，北舘 拓真[‡]，小方 孝[‡]
Jun Endo, Takuma Kitadate, Takashi Ogata

[†]岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科，[‡]岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g231k007@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

In our narrative generation system, music is also an important narrative expression medium. The music expression mechanism is not only an accompaniment generation system for generated narratives, a flexible framework in which a reverse path from music to narrative is also possible. In this paper, we attempt to focus on the correspondence between music and narrative to aim at the development of a mechanism which has a clear correspondence of music and narrative.

Keywords — Automatic Music Composition, Narrative Generation System, Narrative Structural Transformation, Story, Narrative, Music

1. まえがき

本研究は筆者らが進めている物語生成システムの中の音楽表現機構に関するものである．次節で物語生成システムとその中での音楽表現機構の位置付けについては明らかにするが，従来の研究では物語と音楽の柔軟・多様な相互変換という主題に関して考察とシステム実装を行って来た[1][2]．本稿では，それを踏まえて音楽と物語との対応関係という問題に関する検討を試みる．今後，両者の関係付けにおけるユーザへの納得性や，その理論的説明が重要になるからである．

2. 物語生成システムの全体構成と音楽生成・表現機構の位置付け

筆者らの物語生成システムの構想[3]は，人工知能・認知科学と物語論や文学理論を初めとする様々な領域の学際的・知識融合的発想を理論的・方法的な基礎とする．システムは物語の生成過程を物語内容，物語言説，物語表現の 3 段階に分割し，生成機構もこれに沿って分割される．ここでの物語内容と物語言説は深層的な概念表現であり，前者が物語で語られる内容を意味するのに対して後者はその語り方を意味する．物語表現が各種表現媒体を用いた実際の表現であり，主に自然言語，映像，音楽の三種類を用いる．システムは，物語構造を構成するための概念的及び構造的知識を提供する物語知識（概念辞書も含まれる），各生成段階における上記知識を用いた構造生成のための物語技法，そして物語技法の使用を管理する制御機構の三つの主要要素から成る．これまでこの構想に基づく個々の機能の実装を進めると共に，現在はそれらを包括する統合物語生成システム[4]の開発を目指して実装作業を進めている．

音楽機構における方針であるが，音楽を物語の伴奏や BGM のような副次的なものとしては捉えず，言語や映像と並ぶ物語の表現媒体として捉える．音楽は言葉による物語の単なる伴奏ではなく，時には物語の論理の表現であり，時には物語生成を駆動する方式にもなる．従って，上記の物語生成システムのアーキテクチャにおいて，物語の概念表現（物語内容や物語言説）の生成に引き続いて音楽機構が駆動されるという順序に限定されず，物語の概念表現と音楽の構造的な対応付けを媒介として両者の相互変換が循環的に行われる機構とすることがコンセプトとなっている．これは，物語生成における理論や方法を音楽生成に導入すること（実際筆者らはジュネットの物語言説論を音楽生成に適用している[5]）と共に，音楽領域にお

けるそれらを物語生成に導入・融合することも意味する．実際の文学においても，例えばヴェルレーヌやマラルメやプルーストは言語の音楽化を目指したし，音楽の構造から書かれた小説の例もある[6]．物語生成システムにおける物語と音楽との循環的生成過程（物語の概念表現から音楽が生成されたり，逆に音楽構造から物語が生成されたり等，一定の生成順序を持たず可能な経路の変換を継続的に行う機構）によって，次のようなことが可能となる．

- 物語内容・物語言説の各生成機構による概念表現から音楽を生成する．
- 概念表現から生成された音楽に対して，作曲や変奏の操作を加えて音楽を変化させる．
- 音楽における操作結果を，逆に概念表現に変換する．音楽における変化は概念表現にも反映される．
- 音楽を出発点（入力）として物語の概念表現を生成する．
- 概念表現と音楽の循環を通じた物語は，自然言語や映像によって表現することも可能であり，それらを複合的に組み合せることも可能である．

3. 音楽機構の現状

図 1 は物語生成システムにおける音楽表現機構の概略である．ここでの「物語内容」とは物語内の出来事を時間順に並べた概念表現であり，これを音楽で表現したものを「原曲」とする．物語内容の語り方（物語の語り手，出来事の時間順等）を変えた「物語言説」は，音楽では「変奏曲」となる．現状までの主要な方法はジュネットの物語言説論をヒントにシステム化した概念表現レベルでの物語言説生成（物語内容から物語言説への変換）の方法を音楽の構造変換に適用したものである．この図から分かるように，物語と音楽は一方向的な生成過程によるのではなく，相互変換を可能にしており循環的である．

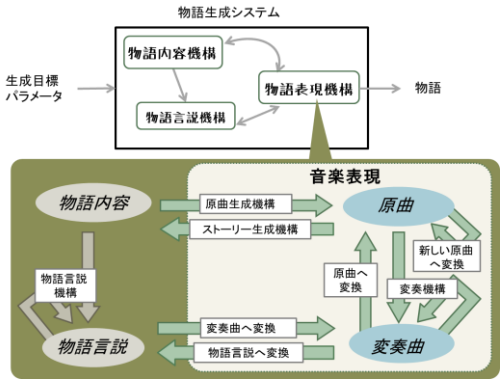


図 1 物語生成システムにおける音楽表現機構の概略

具体的には，物語（物語内容）と音楽（原曲）の対応付けは図 2 のようになっている．物語は，事象概念（群）どうしを意味的な関係により束ねた木構造である物語木[7]で表現され，木の終端にある事象概念は動詞概念とその格（agent，counter agent，object，instrument，location，from，to）から成る．例えば図 2 では，「太郎（agent）が次郎（counter agent）と庭（location）で格闘する（動詞概念）」といった事象概念を，「原因－結果」や「継起」の関係で結んでいる．音楽（原曲）は，音楽理論 GTTM[8]を参考に定義した構造化された主従関係により，終端の 1 小節単位で区切られたイベントを階層化した木構造である音楽木で表現する．物語と音楽は図 2（1）のように中間節点・終端節点どうしがそれぞれ対応し，図 2（2）に示すように，物語における事象の格が音楽におけるイベントのトラック（楽器：General MIDI で定められた 128 種類の楽器がランダムで割り当てられる）に，格の値となる人・物・場所が個々のモチーフ（メロディ）に対応する．

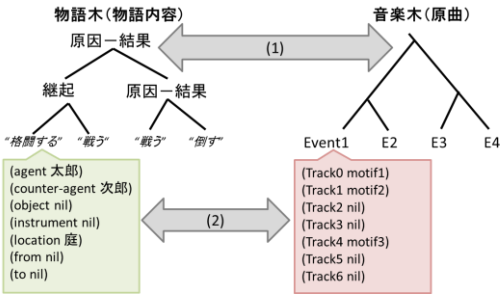


図 2 物語と音楽の対応付け

次に，原曲生成機構で行われている，物語の概

念表現から原曲を生成する方法について述べる．まず，物語の概念表現における関係とは，上記木構造の中間節点であり，それ以下の要素（最下位は事象概念，それ以外は関係）を意味的に束ねる役割を果しているが，個々の関係ごとに上記方法による音楽構造への変換規則（表 1）を用意している．例えば，図 2 であれば原因－結果の関係は音楽木に変換すると seq-pri の関係になる．この対応規則に基づいて物語木の関係を音楽木の幹と枝の関係に変換する．次に音楽木の関係の形によって和声を決定する和声拡張ルール（図 3）に基づき，音楽木の木構造に当てはめ，和声（トニック（T：安定・弛緩），ドミナント（D：緊張），サブドミナント（S：弱い緊張または発展））を決定する．その後，物語木の事象の格に付随する名詞的概念（主人公の名前や使用する物等）と音楽におけるモチーフを対応付ける．モチーフは，音高（和声の根音，三度，五度）と音価（全音符や全休符等全 10 種類）から成る音の並びであり，イベントと同じ長さの持続を持つ．最終的に出来上がった原曲は音楽木を MML（Music Macro Language の略．コンピュータ上の楽譜となる簡易言語）形式に変換して出力する．

表 1　関係の対応規則

物語木の関係	音楽木の関係
継起　対照 並列　説明　描写	pri-sec
禁止-違反　加害-解消 命令-遵守　目標-計画 原因-結果	sec-pri

階層一段目

	pri-sec	sec-pri
T	(T　T)	(T　T)

階層二段目

	pri-sec	sec-pri
T	(T　S)	(D　T)
D	(D T)	(S D)
S	(S D)	(T S)

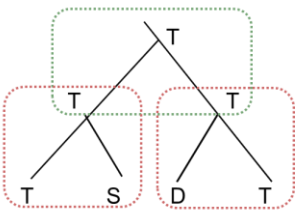


図 3　和声拡張ルール

4. 物語と音楽の対応性の向上のための考察

物語と音楽とは形式的には以上に示したように対応付けられているが，次の目標として，物語と音楽の受容における印象においても両者の対応性が確保されることを目指している．まず，以前行われた二つの予備評価実験を再考する．

一つ目（予備評価実験 a）は曲の印象や感想の調査[9]である．被験者は 10 名（男女・20 代・学生）である．調査方法は，予め物語内容を入力として変換された音楽を生成しておき，その音楽を聴かせ，曲に展開があると感じたかどうか等を自由に記入するよう求めた. 調査は 10 名一斉に行った．結果を表 2 に示す.

表 2　予備評価実験 a の結果（一部抜粋）

質問内容	回答結果
曲の展開の有無	音の数が変わり，変化したように感じたが，全般的にあまり変化は感じられなかった.
	平坦な感じの曲が多い.
	一本調子な曲が多い.
その他感想	音の強弱が感じられないことで，展開がないと感じた.
	盛り上がる部分とそうでない部分に工夫がないため，平坦な曲になる.
	楽器の数や雰囲気を変えられれば良い.
	音の構成やペースに大きな変化が感じられなかった.
	音どうしの調和は取れている曲が多かったので，もっと曲の展開が明確であれば良いと感じた.

二つ目（予備評価実験 b）は物語の変化の大きい箇所と音楽の変化の大きい箇所が一致しているかの評価である[10]. 被験者は 11 名（男女・20 代・学生）である．調査方法は，まず物語内容の書かれた用紙を配布し，「。」で区切られた文章の間で最も変化した箇所に斜線を記入するよう求めた．次に，この物語内容を自動変換した音楽を聴かせ，音楽内で最も変化したと感じた箇所で挙手するよう求めた．予備評価実験 b では三種類の物語内容を使用した．それぞれの物語内容の事象の数は，物語内容 A が 4，物語内容 B が 14，物語内容 C が 10 である．例えば物語内容 A であれば「(庭で) 太郎は花を見る。(庭に) 犬が来る。(庭で) 犬は太郎に吠える。(家に) 太郎は逃げる。」である．1

つの物語内容に対し, 音楽は 4 曲(2 拍子, 4 拍子, 5 拍子，8 拍子の 4 種類）用意した．つまり全部で 12 曲使用した．これにより，それぞれの被験者の回答した物語と音楽の変化箇所の一致度を調査した．結果を表 3 に示す.

表 3　予備評価実験 b の結果

入力となる物語	物語と音楽の変化箇所が一致した数			
	2 拍子	4 拍子	5 拍子	8 拍子
物語内容 A	5/11※	3/11	2/11	3/11
物語内容 B	0/11	1/11	1/11	0/11
物語内容 C	0/11	0/11	2/11	1/11

※一致した人数 / 被験者全体数

表 2 から分かる通り, 多くの被験者が曲に展開が欠如していると感じており，さらに曲に対して何らかの変化を求めていることが判明した. また, 表 3 の結果からは, 物語と音楽の変化箇所の一致数は極めて低く，物語と音楽に対応性が認められないという結果が得られた．そもそも生成された音楽自体に展開や変化が殆ど感じられないという結果が出たため，予備評価実験 b において顕著な結果が出なかったのは当然であるが，その中で物語内容 A では 2〜5 割の一致度が見られる．これは物語内容 A のみ事象の数が少ないために被験者が判断しやすかったと考えられ，事象の数が長くなればなるほど，音楽内の変化の曖昧さが増し判断が難しくなったと考えられる．また，必ずしも展開における変化が顕著でない音楽でも，物語との雰囲気の一致のような，その他の対応性も考えられるので，この問題の解決はそれ程簡単ではないと思われる.

しかしながら，我々は物語の展開に伴う変化を実現するための方法についての検討を進めることとし,「いわての民話 KOSERUBE」と呼ぶ物語生成システムの機構を利用した応用システムにおける音楽機構において, 以下のようなことを試みた. KOSERUBE は, 岩手にまつわる人物／民芸品／郷土芸能／場所等を素材とし，紙芝居的な視覚的表現によって娯楽的・民話的物語を生成・表現するシステムであり, 文の生成と共に映像の自動編集, そして音楽の自動生成機能を取り入れている.

KOSERUBE の音楽機構は, 物語との対応性の付与を意識して，音楽生成手法を上記のものと部分的に改変し，幾つかの大きな構造的要素に分割し得る物語の各部分に対応して，主にリズム（太鼓で表現）と楽器の種類を変えることで，音楽上での変化を分かり易くする仕組みを作成した．音楽機構への入力となる物語構造は，上述のように事象を最下層としそれ以外の節点を関係とする木構造であるが， KOSERUBE では物語構造の構成のために，主にプロップに基づくストーリーグラマーの方法を使用した．この詳細は[11][12]等にあるが，加害・戦い・欠如の解消等「機能」と呼ばれる物語の大局的構造を規定する抽象的なレベルの事象からより具体的なレベルの事象に至る階層構造として物語の全体を定義する理論であり，これによって比較的単純で明確な民話的物語の構造が出来る．また，具体的な細部におけるバリエーションは極めて大きいが，全体的構造のレベルでは比較的同質の物語が出来上がる．この応用システムは物語の概念表現生成の中心としてこの方法を特に利用し，図 4 に示すように，木構造における二段階目のレベル（予備試練．問題解決などの機能）ごとに太鼓によるリズムと楽器を変化させる．これにより，物語の展開に合わせて音も変化するよう意図的に構成した．また，物語の起承転結の転にあたる戦いや難題といった特定の機能の部分では，音楽のテンポを速くして他の機能との違いが際立つように設定した．予備評価実験 a において，音楽の展開として被験者に最も認知された表現が楽器の変化及びテンポの変化との結果が得られたためである．物語構造の最下層の事象中の agent はメロディとなる.

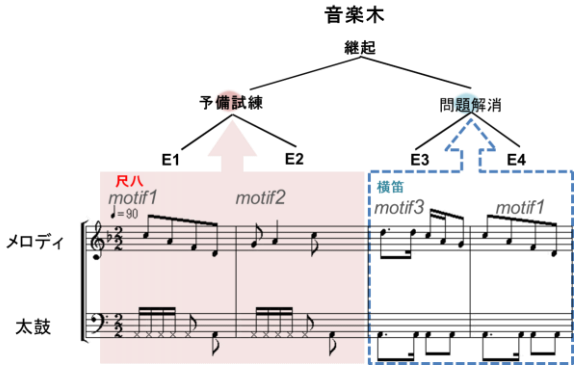


図 4　物語と音楽との対応付け

今回, KOSERUBE の他に物語の森というシステムを開発し，同時に 2 システムのアンケート調査を 163 名（男女・10～20 代・大学生）に実施した．調査は 200 名収容の講義室で一斉に行った．調査方法は，まず壇上にて我々が物語の森の操作方法を説明しながら操作し，システムが生成した物語を上演する．次に配布した用紙の項目にそって回答を自由に記入するよう求めた．物語の森のアンケート終了後, KOSERUBE でも同じ方法により調査を行った．なお，一連の操作，物語の上演は講義室の最前にあるスクリーンに投影し，被験者全員が見ることが可能な状況である．

調査結果を表 4，表 5，表 6，表 7 に示す．KOSERUBE では物語の森と比較して音楽が物語に合っているとの複数の意見が得られている．これは民話風物語生成に対して，音楽のモチーフとして岩手地方の民謡を用いたこともその理由の 1 つと考えられる．しかし，約 1/4 の被験者が改善点に音楽の単調さを挙げており，音楽に展開を与えるには他の手法，たとえば音の強弱，無音などを導入する必要があると考えられる．無音の挿入についてはメリハリを感じた等良かったと回答した被験者が 16 名おり有用性が認められたが，39 名が改善点に音楽をずっと流すべきであると回答している．物語との対応性を高めるために，無音の挿入が有効であるが，挿入する加減が重要であると考えられる．

表 4　物語の森のアンケート結果 - 良かった点

分類	詳細	数
音楽的構造	波の音	19
	音色	7
	多重的	4
	リズム/テンポ	4
	単純さが良い	3
	長さが短くて良い	2
	音量が適当	1
	不協和音がない	1
	BGMにバリエーションがあったのはいい	1
	新しい音でアクセントがわかった	1
良い	良かった	26
	分かり易い・聞き易い	8
	自動生成とは思えない	3
	意味が分からないところが良い	2
雰囲気	物語に合う	11
	雰囲気が良い	11
	バーに合っている	5
	ゆったりして良い	3
	ひかえめでよかった	1
	レトロな感じが良い	1
	和風な曲でよかった	1
	和やかだった	1
	全体的に暗いと感じた	1
	悲哀感が出ている	1
	内容をシリアスにする内容だった	1
	季節に合った音楽になっていた	1
	落ち着いた感じ	2
	毎回音楽が変わる	1
その他	昔のゲーム音楽のよう	3
	BGMとして良い	3
	自然	2
	物語のようだ（音楽が）	2
	音楽が変わっていて良かった	1
	オリジナルで作成されている点	1
	文章が流れる速度と丁度良く合っていた	1
	映像がないので音楽は大きな意味があった	1
無効票		1
合計		138

表 5　物語の森のアンケート結果 - 改善点

分類	詳細	数
音楽的構造	多様性がない	14
	曲が短い	12
	曲が唐突に終わる（終結が無い）	12
	単調	11
	音量のバランスが悪い	5
	音の種類を増やす	5
	音色やその組合せ	5
	テンポを下げる/上げる	2
	曲になっていない	2
	三重奏、四重奏ができるといいなぁ	1
	物語ごとに楽器を変える	1
	盛り上がりに欠けます	1
雰囲気	物語に合わない	18
	バーに合う雰囲気にする	3
	明るいPOP調にすればいいと思う	1
	もう少し雰囲気が良くなる曲があっても良かった	1
その他	分からない	10
	不快	5
	音楽の必要性が不明	3
	眠くなる	3
	音楽・内容・画像の間の関係がもっと詳しくなったほうが良い	1
	物語の意味が分からないので対応した物語を奏でられているかどうか判断つかない	1
無効票		2
合計		119

表 6 KOSERUBE のアンケート結果 - 面白かった点

分類	詳細	数
音楽自体	音楽自体がよかった	8
	面白い，楽しいと感じた	10
	素朴で聴きやすい	17
	リズム，テンポがよかった	13
	個性的な点	8
物語の世界感と音楽の適合	場面に合っていた	18
	民話の雰囲気に合っていた	59
	楽器が合ってきた	3
演出（無音の挿入）	無音部分がよかった	5
	音楽の切り替え，メリハリ	11
演出（効果音）	効果音がよかった	1
	拍手の挿入	3
ボーカロイド	今を感じることができた	1
音楽選択画面	たくさん種類がある	1
	項目選択がよかった	1
合計		159

表 7 KOSERUBE のアンケート結果 - 改善点

分類	詳細	数
単調さ	音楽のバリエーションを増やす	48
	音に強弱をつける	5
	音楽に盛り上がりがほしい	5
	音楽の始まりに脈絡がない	3
	音楽がしょぼい	1
演出（無音の挿入）	BGMは常に流すべき	39
物語の世界感と音楽の適合	物語の展開に合わせて音楽を選ぶ	28
楽器	音のバリエーションが増やす	11
	楽器の種類（和風，民族風，POPなど）を増やす	9
	曲とたいこのリズムがあっていない	4
	もっと音を厚くしたほうが良い	1
	使用している楽器の音が嫌い	1
演出（効果音）	効果音をもっと増やす	14
	効果音が多い	1
その他	不協和音がある	6
	音楽で物語に集中できない	4
	音量が大きいのでナレーションが聞こえない	17
	ボーカロイドは必要ない	2
	曲が短い	4
	間を埋めるのに使うのか，BGMなのかわからない	1
	物語の流れが分からず，音楽の必要性がない	1
	特に改善する必要がない	5
	合計	210

以上の試みでは，物語の構造的単位ごとに異なる音楽技法を利用した．音楽が物語の雰囲気に合っているとの回答は得られたが，これはモチーフとして民謡を用いたためでもあると考えられる．前回の調査のように物語の方の認知の調査は行っていないので，物語における変化と音楽における変化とが対応しているかは分らないが，少なくとも構造単位ごとにかなり異なる音楽の生成を可能にしたことで，以前の試みと比べ音楽にメリハリが出来た．これが物語自体の認知にも影響を与えると考えることも出来る．

物語と音楽との対応性の問題に関する結論を本稿で出すことは出来なかった．対応性が無くても良いのではいか，というものも含めて様々な答の可能性があるため，今後はこの問題をより深い観点から，また体系的に考察して行かなければならない．究極的に，物語との何らかの対応性も感じられない音楽の生成を行う，という可能性をも含めた機構を実現して行く必要があり，そのためには逆に，物語と音楽との対応性を作り出す要素は何か，という問題に対してより組織的な解答を与えなければならない．ひとつの方向は，これまでに行ってきたように，物語及び音楽における構造的特性を把握し，それに従ってメロディ，リズム，テンポ，楽器，和声，強弱等々の音楽的要素を異なる様式で多様に生成出来る方式を実現することが必要である．一方で，何らかの意味での対応性とその大小を感受するのは人間の認知機能であるから，物語と音楽の対応性認知の実験の再開が今後の作業として求められる．音楽生成機構の側では，パラメータに応じて種々の音楽技法を柔軟に使用可能とするように，上述のものを初めとした音楽的要素をひとつのフレームにまとめた音楽フレームを核に，システムを改訂することを予定している．

5. むすび

筆者らの物語生成システムでは音楽もまた自然言語や映像と並ぶ重要な物語表現媒体である．この音楽表現機構は，単に生成された物語の表現のための一種の伴奏として音楽を付けるだけではなく，音楽からの物語生成という逆の経路その他も可能とする枠組みであり，その試作的実装はこれまでの研究で示した．今後は，物語と音楽の対応性に着目し，何らかの意味で物語に合った音楽，また逆に音楽にあった物語を自由に生成出来るような機構を目指すフェーズに研究を移行させることを目指している．本稿では，この問題に関する従来の幾つかの実験を再検討し，少なくとも物語構造と対応する音楽構造を比較的明瞭に聴き手が

感得し得るような単純な音楽生成方式については示すことが出来た．しかし体系的・組織的検討はこれからであり，今のところ，物語・音楽の構造的側面及び聴き手の認知の側面の双方からこの問題に接近して行きたいと考えている．

参考文献

[1]小方孝, 秋元泰介 (2007). 言語的物語と音楽の循環的物語生成に向けて―物語の修辞に基づく試作の開発と基礎的考察―, 認知科学 Vol.14, No.3, pp.355-379.

[2]Akimoto, T., Endo, J.& Ogata, T. (2012). The expansion of paths in the mutual transformation mechanism of music and narrative. Proceedings of 11th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, pp. 230-239.

[3]小方孝・金井明人 (2010). 物語論の情報学序説―物語生成の思想と技術を巡って―, 学文社.

[4]Akimoto, T. & Ogata, T. (2012). Macro structure and basic methods in the integrated narrative generation system by introducing narratological knowledge. Proceedings of 11th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, pp.253-262.

[5]小方孝・小林史典 (2004). 変奏からの物語生成への接近―物語と音楽の変換及び音楽変奏システムの試作に基づく諸考察―, 人工知能学会第二種研究会ことば工学研究会（第 17 回）資料, pp.1-33.

[6]小沼純一 (2009). 音楽を物語と捉える、と, モンキービジネス, Vol.7（物語号）, pp.60-101.

[7]小方孝・堀浩一・大須賀節雄 (1996). 物語のための技法と戦略に基づく物語の概念構造生成の基本的フレームワーク, 人工知能学会誌, Vol.11, No.1, pp.148-159.

[8] Lerdahl, F. & Jackendoff, R. (1983). A Generative Theory of Tonal Music, The MIT Press.

[9] 遠藤順 (2012). 物語生成システムにおける音楽と物語の相互変換に関する研究, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文.

[10] 小方孝・秋元泰介・清藤綾香 (2011). 音楽と物語の循環的相互変換システムの改訂, 人工知能学会全国大会（第 25 回）論文集, 1H2-OS1-13in.

[11]小方孝 (2007). プロップから物語内容の修辞学へ―解体と再構成の修辞を中心として―,認知科学, Vol.14, No.4, pp.532-558.

[12]Imabuchi, S. & Ogata, T. (2011). A Story Generation System based on Propp Combined with a Conceptual Dictionary, Proceedings of the 7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering, pp.359-362.

『いわての民話 KOSERUBE』—プロップによるストーリー生成システムをベースに文・音楽・視覚表現の生成を統合したシステム—

"KOSERUBE: Folk Tales of Iwate": An Integrated Generation System of Language/Music/Image Based on Propp-based Story Grammar

今渕 祥平, 小野 淳平, 遠藤 順, 栗澤 康成, 道又 龍介, 鎌田 まみ, 秋元 泰介, 小方 孝
Shohei Imabuchi, Junpei Ono, Jun Endo, Yasunari Kurisawa, Ryusuke Michimata, Mami Kamada, Taisuke Akimoto, and Takashi Ogata

岩手県立大学 Iwate Prefectural University g231k005@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

KOSERUBE is a system that generates automatically folk tale like stories and discourses with characters/places/objects relating to Iwate prefecture in Japan, the sentences, and music. It also edits automatically visual objects relating to generated narratives. The user can operate and appreciate the process through the visual interface. This paper the use, technological mechanism, and evaluation. One important point is that this system is an application system of our integrated narrative generation system, which uses Propp-based story grammar as the main automatic generation mechanism and adds an original visual interface. We also describe why the Propp-based method is especially selected.

Keywords — Integrated Narrative Generation System, Narrative Generation Application System, KOSERUBE, Propp-based Story Grammar

1. まえがき

「いわての民話 KOSERUBE（第一版）」（以下，KOSERUBE）とは，岩手県に因んだ登場人物や場所や物品が登場する民話風物語の概念表現，文表現及び音楽を自動生成し，さらに画像部品を自動編集し，ユーザがインタフェース画面を通じて操作・鑑賞出来るシステムの初版である．[1]

筆者らは現在統合物語生成システム[1][2]の構築を目指して研究を進めている．詳細は次節で述べるが，これは物語生成の方式を包括した汎用的システムである．同時にその機構を利用した応用システムの開発も進めて来た[3][4]．これは統合物語生成システムの一部もしくは全ての方式を利用し且つ独自の方式を追加し，ユーザや目的を明確にしたシステムを意味する．KOSERUBE は応用システムの一つである．

[1] KOSERUBE（「こせるべ」乃至「こしぇるべ」）とは岩手方言で「（物語を）拵えよう＝作ろう」を意味する．

応用研究は，物語生成システムの有用性を示す役割を果たすと同時に，評価のための調査をしやすくし，問題点や課題を明確に認識するのに貢献する．理論主導の統合物語生成システムの開発と応用主導のシステム開発を並行させて進めることには大きな効用がある．応用システムとしての KOSERUBE は現在の技術水準を利用して比較的理解しやすい物語が生成される娯楽的な機構を狙っており，それに相応しい統合物語生成システムにおける方式を主に利用する．

物語生成システム関連研究の全般的調査は小方[5]によるサーベイを参照されたい．物語の自動生成としては，プランニング，ストーリーグラマー，事例ベース推論，自然言語生成，コーパス，オントロジー等の人工知能技術と関連した数々のシステムが提案されて来たが，複数の手法を複合的に用いた統合的なシステム開発の例もある([6][7][8]等)．これらが限定された主題の文章による物語を生成するのに対して，筆者らの統合物語生成システムは主題を限定せず，音楽や映像の生成も含んでいる．

2. 統合物語生成システムの構想と現状

KOSERUBE の基礎となる統合物語生成システムの主要な方法論的概念・特徴は，統合性及び学際性である．統合性とは，多種のモジュールの有機的結合及び言語の他音楽等の表現メディアも含めてシステムが構成されることを意味し，制御の柔軟性と相俟って生成過程の柔軟性や多様性につながる．そして個々のモジュールは人工知能・認知科学と物語論・文学理論を融合した独自の学際的発想（[9]も類似した記述を行っている）に基づき定義される．その概要は以下の通りである（より詳細な説明は[1][10]）．

物語論では，物語の構造を，「何を語るか」の側面（物語内容，story）とそれを「如何に語るか」の側面（物語言説，discourse）の二つに分割する．筆者らは，物語言説を更に表現媒体に依存しない深層的な概念構造と各種表現媒体を用いた表層表現に分け，前者を（狭義の）物語言説，後者を物語表現（expression）と呼ぶ．具体的には，物語内容は事象概念が一種の談話的関係により結合された木構造と事象の背後にある状態の列から成る．物語言説は，それを実際のテクストとして表現するための構造に変換したもので，同様に木構造として表す．物語表現は自然言語，映像，音楽による物語の表層的表現である．物語生成はこれら諸要素に対する構造操作処理として定義される．

一方機能的観点からは，システムは概念辞書，物語技法，制御機構の部分に分けられる．概念辞書は物語を構成する素材となる概念情報を提供する．動詞概念辞書，名詞概念辞書，修飾概念辞書の3つがあり，各辞書は主に上位下位関係による階層構造と各概念に対して付与されるフレーム情報から成る．物語の基本構成要素である事象における人・物・場所の具体的な値すなわちインスタンスが概念辞書に含まれる概念（クラスに相当）から生成される．次の物語技法は，物語内容・物語言説・物語表現の各段階の構造を生成・操作するための手続きもしくは規則形式の技法である．物語内容と物語言説は共通の木構造形式で表現され，それに対する構造生成・構造変換という共通枠組みの中で多数の技法が統合される．構造化の方式は統一されているため，新たな知識や技法を適宜追加・拡張して行くことが可能である．最後の制御機構は，物語技法の実際の使用方法を決定し，また生成処理全体を制御・管理する機構である．処理決定は目標とする物語の構造や内容を指示する生成パラメータ集合に基づき行われるが，特に物語言説機構では語り手と聴き手のふたつの機構を設け，それらの相互作用を通じたパラメータ変化を通じて生成が継続的に行われる仕組みとしている．

小方・秋元[11]は，従来開発して来た動詞・名詞概念辞書を基礎として物語内容・物語言説・物語表現の各要素機構の入出力を試験的に連結し，単純な制御機構によって全体を連結した．しかしこれは処理過程が幾つかのパターンに限定される等の問題があったので，秋元・小方[2]は概念処理の枠組みを再構成し更に簡易な文生成と音楽生成の機構も結合した次の統合試験版を開発した．KOSERUBE はこのシステムの全体を組み込むが，制御機構は独自に簡略化されたもので，物語内容生成のための物語技法は後述のようにプロップに基づく技法を主体とする．

3．ユーザインタフェースを通じた KOSERUBE の概要

まず，ユーザがシステムのタイトル画面（図 1）の「はだづ」（岩手方言で「始める」）ボタンをクリックすると，ユーザ入力モードに入る．入力（選択）情報は，34 種類のうち任意に表示された 10 種類の登場人物の中から「主人公」と「敵役」（図 2），物語の長さや型の中から「短い」「中位」「長い」「鶴女房風」の何れか，語り手の中から「座敷わらし」「おばあさん」「宮澤賢治」「猿」「南部鉄器」（図 3）の何れかである．そこから自動生成モードに入るが，KOSERUBE にはその他のインタフェースも用意されている．まず，岩手県に因んだキャラクター（上述の 34 種類）や場所（85 箇所）等の説明を読むことが出来る（図 4）．また，自動生成モードで奏でられる音楽とは別に，上述の情報入力・選択画面を含む自動生成モード以外の部分でも音楽が奏でられ，システムにより自動生成されたものも含まれる．また自動生成された音楽と物語とを組み合わせてボーカロイドソフトに歌わせたものも含まれており，ユーザが選択出来るようになっている（図 5）．

さて，ユーザが語り手選択画面の「こせる」（岩手方言で「拵える」）ボタンをクリックすると自動生成モードに入る．物語・文・音楽が一括生成され，舞台風の画像と共に紙芝居風に展開される（図 6, 7）．基本的には，生成された物語を構成する事象が一つずつ順番に，文の字幕・朗読（朗読ソフトによる）・登場人物画像・背景画像・音楽により表現される．事象の概念表現，字幕・朗読のための文，音楽は自動生成されたものである．加えて，回想や予言により過去や未来に時間が移る時歌舞伎舞台風に一旦垂れ幕を下ろす（図 8），主な登場人物や場所が現れる際紹介的な描写や説明を挿入する（図 9），「それから 3 日たちました」

のようなメタ記述を挿入する等の演出を加えた．

図 10 に KOSERUBE による物語文の生成例をまとめた形で示す．主人公は「猟師」，適役は「大蛇」，物語の長さは「長い」，語り手は「おばあさん」である．猟師が大蛇との戦いを経て王位を得るストーリーが回想の物語言説によって語られる．文表現には岩手の方言が所々に使われている．図 11 はこれに合わせて自動生成された音楽を楽譜に直したものである．

図 1 タイトル画面

図 2 主要登場人物(二人)選択画面

図 3 語り手選択画面

図 4 岩手の場所説明画面

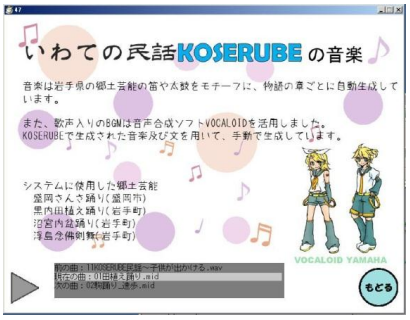


図 5 自動生成以外の音楽選択画面

図 6 物語上演画面(最初)

(イラストはピアプロ・キャラクター・ライセンスに基づいてクリプトン・フューチャー・メディア株式会社のキャラクター「鏡音リン・レン」を描いたものです)

図 7 物語上演画面(最後)

図 8 垂れ幕の利用

図 9 描写・説明の表示

盛岡駅ホームで王位を猟師が手に入れました。これから猟師による回想が始まります。お墓で病で親がめおどす(死にました)。猟師が悲しみました。この猟師は逞しい。御所野縄文公園で大蛇が山の女神の姫神さんを捜しました。この大蛇はでっけぇ(でかい)。御所野縄文公園で大蛇が姫神さんを大蛇さ(に)おしぇる(教えました)。北山崎で大蛇は猿に対して山の女神を海さ(に)落とすことを命令しました。命令を猿が実行しました。十六羅漢で猟師が被害をおべる(知りました)。冒険を猟師が思い立ちました。冒険へ猟師が旅立ちました。猟師が釜石さ(に)向かいました。釜石で巨人が南部鉄器を取り合いました。巨人は猟師がわっぷする(分配する)ことを猟師さ(に)頼みました。猟師がわっぷする(分配しました)。巨人を猟師が仲直りさせました。猟師が山梨を見つけました。猟師が山梨を入手しました。猟師を敵地さ(に)山梨がおづげぇする(案内しました)。この山梨はんめぇ(おいしい)。猟師が敵地さ(に)向かいました。早池峰ダムから大迫へ山梨が移動しました。早池峰ダムから大迫さ(に)猟師が移動しました。大迫で猟師が大蛇を罵って、大蛇が猟師を罵りました。猟師が大蛇を怒って、猟師さ(に)大蛇がうろたえて、大蛇が葉っぱを吹き飛ばして、大蛇を猟師が吹き飛ばしました。大蛇が暴れました。猟師が傷を負いました。猟師が大蛇より腕試で優位に立って、猟師が勝利を誇りました。大蛇が悔しさ(に)泣きました。大蛇が猟師より逃げました。水を姫神さんが浴びて、この姫神さんは美しい。大迫で姫神さんが水を飲みました。目を姫神さんが開けて、姫神さんが目覚めました。大迫より猟師が脱出しました。大蛇が猟師をぼう(追いました)。馬さ(に)猟師が変身しました。大蛇から猟師が逃げました。十六羅漢へ猟師が着きました。。赤鬼の羅刹鬼が南部鉄器を童話作家の宮沢賢治さ(に)求めました。この羅刹鬼は好戦的だ。十六羅漢で猟師さ(に)傷がありました。宮沢賢治が猟師の傷を見ました。十六羅漢で傷によって猟師が知られました。姫神さんが真実をしゃべる(語りました)。羅刹鬼の嘘偽りがばれました。盛岡駅ホームで宮殿を盛岡駅ホームへ猟師が建てました。猟師が宮殿さ(に)住みました。十六羅漢で大蛇が宮沢賢治さ(に)謝罪しました。大蛇を収容所さ(に)宮沢賢治が閉じ込めました。盛岡駅ホームで王位を猟師が手に入れました。

図 10 物語文の生成例

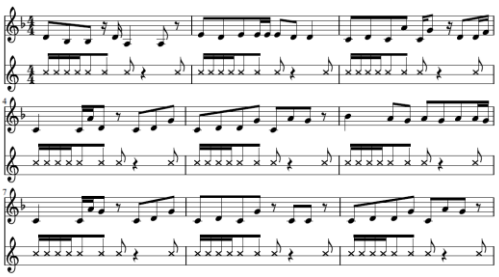



図 11 生成された音楽の楽譜化

4. KOSERUBE における物語生成機構

KOSERUBE は，概念処理のためにプロップに基づく機構（次節）を主に用いるが，同時に，統合物語生成システムの機構を制御機構を除き殆ど利用する．以下，処理手順及び生成方式の全体像を説明する．

4.1 KOSERUBE のシステム構成と処理手順

図 12 は KOSERUBE のシステム構成と処理手順を示す．物語生成部とユーザインタフェース部に分かれ，それぞれ Common Lisp，HSP で開発されている．

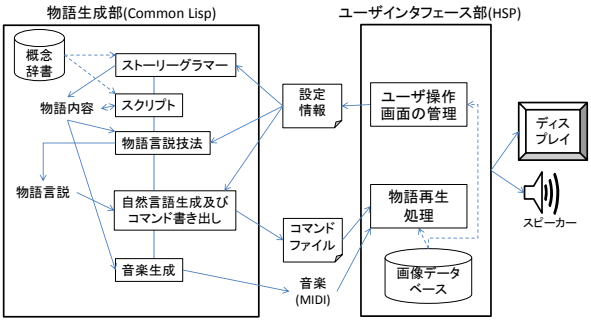


図 12 KOSERUBE のシステム構成

KOSERUBE は以下の手順で物語生成を実行する—①ユーザによって選択された登場人物その他の情報に基づき，物語内容の概念構造生成方式としては主にプロップに基づくストーリーグラマーの方法を利用して，事象を含む物語内容の木構造を展開する．この時概念辞書を利用する．②その中の特定の場面の事象を対象としてスクリプトで詳細化する．以上が物語内容生成過程に相当する．③物語内容の木構造に対して物語言説技法による構造変換を行う．具体的には物語内容全体を回想によって語る方法（時間順序変換の言説技法），主要登場人物が初めて現れた際描写や説明を付加する方法等を用意する．

4.2 概念辞書と物語の概念表現との関係

システムが生成する物語の概念表現すなわち物語内容と物語言説の基本要素は事象・状態・関係である．事象は，主に agent, counter-agent, object, instrument, location, from, to の格によって構成され，それぞれの値は概念辞書に格納された動詞及び名詞概念から生成されたインスタンスである．状態とはある事象の前提及び結果として定義される，事象が動的情報であるとすれば静的情報であり，空間や時間その他の情報を含むインスタンスとして表現される．図 13 は，概念辞書と事象及び状態の関係を表す．事象中の格に挿入された「age%丈夫#1」等が特定のインスタンスを示す記号であり，これら各インスタンスの属性情報が状態に記述される．属性情報の instance-of の値は，それがどの名詞概念のインスタンスであるかを示す．この場合，「age%丈夫#1」が「丈夫@男」のインスタンスということは，それが「男」の中間概念の直下の概念「丈夫」のインスタンスであることを意味する．

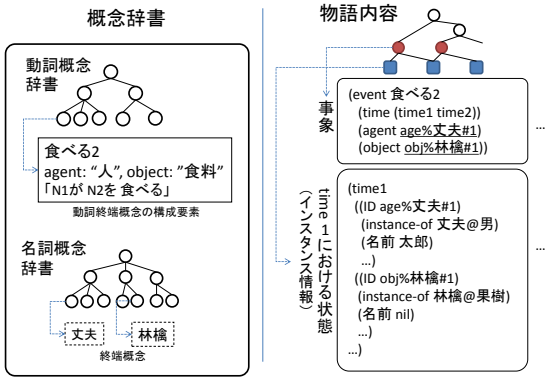


図 13 概念辞書と概念表現の関係

概念辞書には動詞概念辞書，名詞概念辞書，修飾概念辞書があり，前二者については Oishi & Ogata [12]が詳細な説明を与えている．何れも上位下位（is-a）関係による単一継承の階層構造を持つ．名詞概念辞書は5808 個の中間概念と115765 個の終端概念から成り，動詞概念辞書は 36 個の中間概念と 12174 個の終端概念から成る．個々の終端動詞概念はその動詞が取る（深層）格とそれぞれに入る値の制約条件（名詞概念辞書における中間概念あるいは終端概念）及び基本的な文型パターン（文生成の際の基本文に相当する）の情報を持つ．修飾概念辞書は，人物・物・場所等の単純な描写に利用するために，KOSERUBE ではその試験版が結合されている．

各事象の格の値には，名詞概念辞書中の何れかの名詞概念から生成されたインスタンスの固有記号が指定される．インスタンスは属性情報の集合として定義される．これには現在，人，物，場所の 3 種類の型があり，属性情報を定義するスロットの種類は，これらの型毎に異なるものが用意される．現状では，人は 25 種類，物は 17 種類，場所は 14 種類のスロットにより構成される．各型に共通するスロットとして，主に ID（固有記号），名前（固有名），instance-of（そのインスタンスに対応する名詞概念）がある．事象は ID で識別されるが文表現への変換に際してはそのインスタンスの名前や instance-of（名詞概念名）が記述される．

一方状態は，任意の時点における各インスタンスの属性情報の集合として定義され，従って，ある事象によって生じる状態の変化はインスタンスの属性情報における変化を意味する．例えば，「太郎」（人のインスタンス）が，ある時点において「家に居る(location loc%家#1)」という属性を持っていた場合，「太郎が家から公園に行く」という事象の後で，それが「(location loc%公園#1)」に変化する．なお，各インスタンスを生成した時に設定した値（初期状態）を特に「インスタンス基本情報」と呼び，システムではこれを状態のデータとは別に保持しておく．こうした事象と状態の相互関係の管理は，Onodera & Ogata[13]の方法に基づく．すなわち，各動詞概念に対してその前置状態と後置状態を定義する「状態－事象変換知識ベース」を参照することでそれらの相互変換を実行する．

物語言説の概念表現は，物語内容のそれに構造変換を加えたもので，両者は形式的には同様である．但し物語言説においては，「語り手」が「聴き手」に対して物語を語る，という情報が付与される点が異なる．具体的には，「物語る」という事象の object 格に（第一次の）物語言説の木構造を参照する記号（例えば「discourse1」）を指定した入れ子構造により表現され，これが展開される．もしこの物語言説内で登場人物の「回想」や「予言」による（第二次の）物語言説が行われる場合は，「回想する」・「予言する」の事象における同様の入れ子構造によりそれが展開される．

4.3 物語技法による概念表現生成

上述のように物語の概念表現は物語内容と物語言説に分かれ，物語内容技法と物語言説技法は，事象及び関係を含むそれぞれの木構造を生成するための手続きを意味する．図 14 にその処理構成を示す．

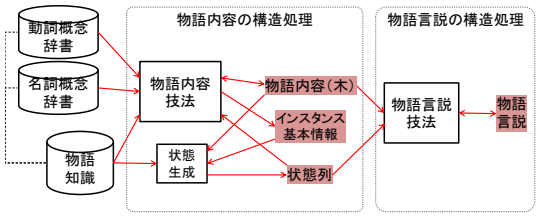


図 14 物語の概念表現生成のための処理構成

物語内容技法は，概念辞書及びそこに含まれる概念素材を使用し，物語知識を参照して物語内容木生成，事象のインスタンス化，事象に伴う状態列の生成・更新処理を行う．物語知識とは，物語構造を作成するために使用される，事象どうしの談話的関係，より大きな挿話的パターン，物語内容の全体を規定するマクロパターン等に対応した内容的知識である．すなわち，それぞれの具体的な断片的情報が格納される．プロップに基づく後述のストーリーグラマーも物語のマクロ構成を形成するための物語知識の一種である．物語生成は通常これらの諸種の知識を状況や戦略に応じて使い分けて生成処理を遂行するが，KOSERUBE の場合は上述のような理由から，プロップに基づくストーリーグラマーを主に利用する．

物語言説技法は，生成された物語内容の概念表現を物語言説のための概念表現に構造変換する．現状では，Genette[14]が提案した，時間・叙法等を含む物語言説類型を小方[15]が操作的定義に変換した物語言説技法を中心とする．具体的処理のために，五種類の原始的機能，すなわち削除・結合・置換・複製・生成を用意し，その組み合わせによって諸種の物語言説技法を定義する方式を用意する．例えば物語言説技法「補完的後説法_省略」は，ある物語内容における過去の事象群における一つの単位をもとの位置とは異なる位置に移動する，という技法であるが，5 つの原始的機能により，①物語内容における移動対象たる節点 X を複製し，②この複製された X′をもとの位置より未来（木構造における右側）に位置する事象を含む節点 Y の後（右側）に結合し，③もとの節点 X を削除する．KOSERUBE は，「補完的後説法_省略」の他，「反復的先説法」による結末部分の予言や「休止法」による描写の挿入等の技法を使用する．

4.4 文生成機構

言語的側面及び戦略的もしくは制御的側面に分かれる．言語的側面は，単文の基本形式生成，語順変換，動詞の語尾変換，文字表記，複文生成その他の機能を含む．各事象の概念構造を，動詞概念辞書における動詞概念ごとに定義された文型パターンを利用して単文基本形式に変換する処理を基本とし，それに上述のような諸処理を重ねて行く．文字表記のために，漢字，平仮名，カタカナ及びローマ字によって各概念の文字表記を記述した言語表記辞書が用意される．これらによって単文や複文の表現を機械

的・網羅的に作ることができるが，戦略的・制御的機構がその絞り込みを行う．[2] KOSERUBE では暫定的に，図 3 に示されたような擬人化された五種類の語り手を用意し，それぞれに文表現の傾向を違える方式を用意する．[3] また，岩手県に因んだ登場人物・物・場所（「カッパ」や「小岩井」のようなもの）を格納した専用の固有名詞概念辞書を用意し，さらに岩手地域の方言（動詞的及び名詞的）を付加する．

4.5 音楽生成機構

独自の考えに基づいて構想・実装されている．すなわち，生成された物語の概念表現と音楽とを構造的に対応付け，音楽の構造を物語の構造を変換する技法を応用して変換可能とし，逆に物語の構造を音楽的技法で変換可能とするというように，両者の間の構造的・技法的互換性を実現しようとしている．結果として，物語から音楽を作るだけでなく，音楽から物語を作るという順序も可能になっている．KOSERUBE の音楽機構もこの方法を利用しているが，後述のように一部独自の方式を用いている．

共通の方式であるが，音楽生成機構において音楽と物語（物語内容）は構造的に図 15 のように結び付けられる．物語における一つの事象は音楽における一つの事象に相当する一組のモチーフに対応付けられる．この一つのモチーフは一つのメロディーパターンに対応し，各モチーフは物語内容中の一人の登場人物に結び付く．モチーフの提供は，自動生成と手作業の二つの方式が可能であるが，KOSERUBE では民謡を利用したいため後者を用いた．約 40 のモチーフを岩手地方の民謡のメロディーから抽出した．

次に独自の方式であるが，KOSERUBE で生成される物語内容の構造は次節で述べるストーリーグラマーを使って階層的に構成される．物語内容はこの階層構造の二段目で幾つかのマクロな部分に分割される．音楽はこのマクロ構造に対応するように工夫して表現される．例えば，ドラムによるリズムとテンポ及び楽器の種類をこのマクロ構造との対応で変化させることで，物語内容の構造が明瞭に分るように工夫した．

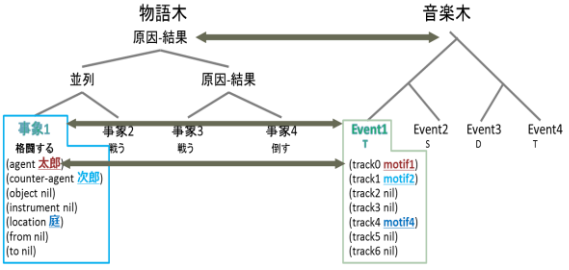


図 15 物語内容と音楽構造との構造的対応

4.6 画像編集と文・音楽の表現とその同期

以上の結果作成されたコマンドファイルに基づき，物語再生処理機構が画像編集と文・音楽を同期表現する．コマンドファイルには，画面上での画像や文の表示，音楽ファイルの切り替え等に関する各種処理が順次的に記述されており，本機構はそれを先頭から実行して行く．表 1 にコマンドの実際の記述の種類を示す．例えば，”move,10,200,20,v” というコマンドは，「ID10 のキャラクターを右方向に 0.2 秒間隔で 20 ピクセル進む速度で 200 ピクセル移動する」を意味する．一事象を単位として図 16 の順番で各コマンドを実行することで物語が上演される．一事象の処理から説明する．最初のコマンドに従ってシステムはキャラクターや物の画像を指定位置（画面上の座標）に表示する．キャラクターや物が格納されるのは事象における agent 格，counter-agent 格，object 格であり，agent 格は舞台下手，counter-agent 格は舞台上手，object 格は舞台中央に配置する．次に，事象概念から変換された文を特定の位置に表示し，同時に朗読ソフトを使って音声化する．事象中に登場人物，物，場所が初めて出現する場合，それらの描写や説明を吹き出しに表示し描写文を朗読する．特定の動詞概念による事象はキャラクター画像に動作を付与する（表 2）．コマンド実行終了後，キャラクター画像と文の表示を解除するリセットコマンドを実行する．

一事象の処理は 3 節に示したような舞台風の画面上で行われるが，背景には事象中に現れる location の画像が適宜貼り付けられる．背景画像の切り替えは事象の場所（location）の値が変化する都度行う．また，語り手の「回想」や「予言」により物語の連続的な時間が断ち切られる場面では，歌舞伎の垂れ幕風のカーテンを用いてその変化を示す．音楽は，3 節に述べたように岩手地方の民謡をモチーフとして用い，こ

[2] この部分は物語生成システムでは構想段階にあり，語り手と聴き手それぞれの属性及び相互関係の情報から文表現の戦略を立てそれに応じて具体的な文表現を作り上げる方式を構想中である．

[3] 例えば「座敷わらし」なら漢字を少なく平仮名を多くする．

れを基礎に自動的な生成と変奏を行っている．音楽ファイルは物語におけるマクロ構造の分割と同じ数生成され，物語構造に対応して音楽も切り替えられる．

表 1 コマンド記述の種類

コマンド名	効果	引数
Stand	対象キャラクターを表示する	対象キャラクターID,初期X座標,初期Y座標
Move	対象キャラクターが移動する	対象キャラクターID,移動距離,速度,方向
Jump	対象キャラクターが跳ねる	対象キャラクターID
ch_BG	現在の背景を対象背景に切り替える	対象背景の画像名
Pos	対象キャラクターを瞬時に指定座標へ移動する	対象キャラクターID,移動先X座標,移動先Y座標
Shake	対象キャラクターが震える	対象キャラクターID
Txt	表示用テキストを画面下部に表示し、朗読を開始する	表示用テキスト,朗読用テキスト
Dsc	対象キャラクタの描写と説明を吹き出しで表示する	対象キャラクターID,表示用テキスト,朗読用テキスト
bd	垂れ幕を下ろす	なし
bu	垂れ幕を上げる	なし
Fnc	音楽の切り替えを行なう。	物語関係名
Scr	再生中の事象がスクリプトかどうかのon/off	on もしくは off
Rest	画面に表示されているキャラクターと文を消去	なし

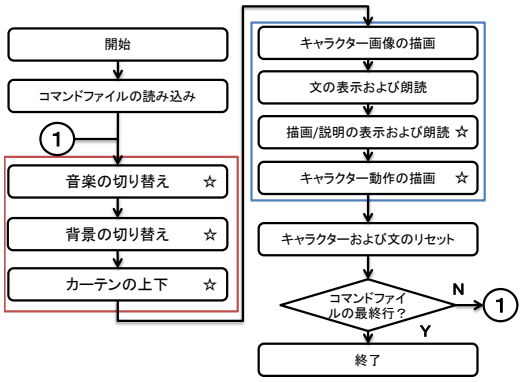


図 16 コマンドの適用手順

（☆は特定の条件を満たす場合のみ実行されるコマンド）

表 2 動詞概念における動作定義

動作	動詞概念
舞台上方に移動する	飛び去る 1，跳び移る 1
舞台中央に移動する	連れて行く 1，出立する 1，乗る 1，行く 3，登る 1，降りる 1，渡る 7
舞台袖に移動する	逃げる 1
キャラクターが震える	脅す 1 ，隠れる 1，耐える 1，耐えられない 1
キャラクターが上下に移動する	回避する 1，使う 1，飛ぶ 1，行く 3，追う 2，要求する 1，ジャンプする 1

5. プロップ理論に基づくストーリーグラマーの概略

システムの中心を成す内容生成機構によって事象の概念表現を構造化した物語内容が生成されるが，KOSERUBE では特に Propp[16]の文学理論（昔話の形態学）を再組織化したストーリーグラマーを利用している．これは，物語内容における事象展開を，より抽象的な事象＝「機能」からより具体的な事象に至る階層性を持った書き換え規則として定義・記述したもので，物語内容の大局的構造をバリエーションを伴って表現するために有利な方法であり，民話風物語という比較的単純な物語を生成するというシステムのコンセプトに適合する．これは独立した論文[17][18]として発表されているので，ここでは概略のみ述べる．

最重要概念である「機能」とは，結果から見られた登場人物の行為であり，多くの具体的で現実的な行為のための抽象的意味に相当する．プロップ理論において，物語（物語内容）の構造は，基本的にロシア昔話のジャンルにおけるのと同じ順序を持つ機能列により記述される．プロップは 31 種類の機能及びその構造を定義するための付加的な機能（first “Preliminary part”）を提案し，物語におけるその順序は原則的に同じであると述べた．更に収集された民話に基づいて比較的低レベルの機能を実現するための多数の例あるいは技法を示した．例えば，「禁止」機能を実現するための方法として「命令または提案」等を挙げた．ここではこのレベルを「副機能」と呼ぶ．また特定の機能が他の機能を駆動しその結果として両者は一つの対（「機能の対」）を成すとも述べた．更に，ある特定の機能はある型の行為者によって仮定される．行為者の型は主人公・敵対者・贈与者・助手・派遣者・王女・偽主人公の 7 種類である．各行為者は幾つかの機能を実現するための役割として抽象化され，ある特定の役割はある機能グループの主要な主体となる．

理論の再構造化乃至再組織化によってストーリーグラマーを独自に定義した．4 つの階層から成り，最上位のレベル①はある物語内容の全体構造を規定する（一種）．レベル②は 31 個の機能を幾つかの部分にグループ化し（31 種類），レベル③は機能から 175 種類の副機能を生成する（175 種）．これは機能の対も含み，実際には 82 種類の対が副機能のレベルで定義される．レベル④において，各副機能は一つの行為もしくは行為列に具体化される．これは物語生成システムの事象概念に相当し 221 種類ある．各機能の下位階層の事象概念に現れる主体は特定の登場人物の役割に割り当てられる．

ストーリーグラマーは，トップダウン，ボトムアップ，ハイブリッド等異なるタイプの操作で展開される．トップダウン処理は，ストーリーグラマーをユーザの入力をもとに上位階層から下位階層へと展開する．まずユーザは，生成する物語の長さを指定するパラメータ（1，2，3 の何れか）と，7 種類の登場人物役割それぞれの名称及び名詞概念を入力する．長さのパラメータが 3 の場合はストーリーグラマー全体を展開し，2 の場合

はレベル①における「導入」以外の要素ひとつを脱落させ(「問題」を除いた「試行」「解決」等), 1 の場合はレベル②における何れかの要素を脱落させる(「予備部分」「発端」「予備試練」「終結」の並び等). 登場人物の名称と名詞概念については, 主人公, 敵対者, 被害者, 呪具, 派遣者, 贈与者, 偽主人公の順に名称と名詞概念を, 「((イワン 勇士@勇者) (蛇 蛇@*爬虫類[蛇]*) (皇女 皇女@女) (魔法の杖 杖@*樹[杖]*) (王様 王様@*君主[王]*) (バーバ・ヤガー 老婆@女) (メロス 男@男))」のように指定する. システムは, ここで設定された名詞概念から主人公等の各役割のインスタンスを生成し, それぞれの名前スロットに指定された名称を設定する. また, 各インスタンスの役割は「type」というスロットに設定される(例:(type 主人公)). これらに基づいてシステムはストーリーグラマーの木構造を深さ優先的に展開する. 展開途中で「副機能」対の一方に到達した場合は, その対のもう一方も展開する. 例えば副機能「gam-1_禁止」を展開した場合, その対として登録されている副機能「del-1_違反」も展開する. これにより, 物語の禁止行為とその違反行為の対応が一貫したものになる. 最下層に到達したら, 後述する事象生成機構で具体的な事象を生成する. ボトムアップ処理では, ユーザはストーリーグラマー中の最下層レベルに対応する一つの格フレームと上昇したい階層数を入力し, システムは階層と対を利用して一つの構造を作る. ハイブリッド処理は両者の融合である.

以上は物語内容の構造を規定する処理に相当するが, 事象生成機構は, レベル④において具体的な事象を生成し更に文生成プログラムが各事象概念を原則として一つの文に変換する. 事象生成処理は図 17 に示すように概念辞書を利用して行われる. 入力はレベル④における事象概念の格構造である. 初めに, その中の動詞概念を動詞概念辞書から検索し, その格フレームを取得する. 次に, その個々の格の値を決定して事象を形成するため, 入力された格構造の格情報の内容を参照する. 格情報には, 図 17 に示す登場人物の役割, 名詞概念名, 特定の事象概念の三種類が存在する. 格情報に「(counter-agent ! 主人公)」のように登場人物の役割が記述されている場合, 人物インスタンスの中から「(type 主人公)」のスロットを持つインスタンスを取得して格フレームに挿入する. 「(agent 人間)」のように名詞概念名が記述されている場合は, 名詞概念辞書を参照してその概念の下位に属する一つの終端概念を取得してインスタンスを生成した後, 格フレームに挿入する. 更に, 「(object “event 2”)」のような指定が object 格において行われていた場合, 予め用意されている事象群から番号に対応するものを取得して格フレームに挿入することで, 入れ子型の事象を構成する.

更に, 物語の大局的パターンの多様性を増すための方式を検討した. 例えば, 「鶴女房」は「欠如-難題-解決-欠如の解消-禁止-違反-欠如」という機能連鎖で記述される[19]. 試験的にこの機能列に基づきストーリーグラマーの上位階層を書き替えて生成を行った. 全体構造としては「鶴女房」風のストーリーラインを持つが事象レベルでは原話と大きく異なる物語が生成されたが, 物語としての連接性の面で問題があったので, 今回は機能列の下層の「副機能」列に直接置き換え, 「Aa-1_人間-D-7s_助け-E-7_応答-K-004_入手-gam-1_禁止-del-1_違反-Aa-1_人間」と定義したものを使用している.

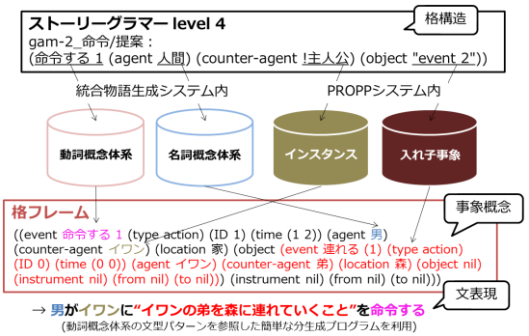


図 17 概念辞書を利用した事象概念生成処理

6. 考察と評価

アンケート調査と芸術センターにおける展示の経験に基づく考察を記述する. 生成された概念表現・文・音楽等についての詳細な評価と検討は別稿に譲る. ここでは試作第一版ということから, 全般的な予備的評価の結果を紹介することに限定する.

6.1 アンケート調査

学生 163 名(情報系だが AI に関する知識はない)を対象としたアンケート調査を行った. 質問項目と回答をまとめたものを表 3 に示す. 質問に伴うシステムの上演は三回行い, それぞれ「物語」, 「音楽」, 「イン

表 3 質問と回答まとめ

問2 物語について、面白かった点を記入してください。

分類	意見
全般	物語が自動生成される点
キャラクター	{キャラクターの設定や描写／キャラクター選択の自由度}(9)／キャラクターの種類や可愛らしさ(8)／背景に岩手の名所を使っている点(6)
ストーリー	赤鬼と少女が結婚した所が面白い(23)／ストーリーの内容が面白い(18)／ストーリーの飛躍が面白い(17)／ストーリーがシュール・ギャグ(14)／ストーリーのバターン(1)
展開	予想外の展開(13)／予言や回想の言説方法(10)／幕の演出による場面の切り替え(2)
語り手	語り手の声や話し方(12)／{語り手を導入した点／方言を交えた語り}(7)
趣旨外	わからない，面白くない，物語ではない(17)

問3 物語について、改善したほうが良いと感じた点やアイデアを記入してください。

分類	意見
全般	{学習機能がほしい／物語と認められない}(1)
キャラクター	キャラクターの設定や正体がわからない(16)／キャラクターの台詞がほしい(4)
ストーリー	ストーリーの内容がわかりづらい(37)／ストーリーに首尾一貫性がほしい(24)／重複部分が存在している(23)／ストーリーの展開がわかりづらい(15)／起承転結がほしい(11)／粗筋がほしい(9)
字幕	字幕の表示時間が短い(36)／字幕が見づらい(6)
映像	映像が単調でつまらない，合っていない(8)／{キャラクターが重なってしまう／NO IMAGEが表示される}(2)
文	文法的な誤りが目立つ(15)／語彙が足りない(5)
朗読	朗読が聞き取りづらい(33)／朗読が合っていない(11)／方言は説明がないとわからない(10)

問4 上演中の「音楽」について、面白かった点を記入してください。

分類	意見
音楽	民話の雰囲気に合っていた(59)／場面に合っていた(18)／素朴で聴きやすい(17)／リズム，テンポがよかった(13)／面白い，楽しいと感じた(10)／{音楽自体がよかった／個性的な点}(8)／楽器が合っていた(3)
無音，切り替え	音楽の切り替え，メリハリ(11)／無音部分がよかった(5)
効果音	拍手の挿入(3)／効果音がよかった(1)
ボーカロイド	今を感じることができた(1)
音楽選択画面	{たくさん種類がある／項目選択がよかった}(1)

問5 上演中の「音楽」について、改善したほうが良いと感じた点やアイディアを記入してください。

分類	意見
楽器の改善	音のバリエーションを増やす(11)／楽器の種類（和風，民族風，POPなど）を増やす(9)／曲と太鼓のリズムがあっていない(4)／{もっと音を厚くしたほうが良い／使用している楽器の音が嫌い}(1)
単調さの改善	音楽のバリエーションを増やす(48)／{音に強弱をつける／音楽に盛り上がりがほしい}(5)／音楽がしょぼい(1)
物語との関係	BGMは常に流すべき(39)／物語の展開に合わせて音楽を選ぶ(28)／音量が大きいのでナレーションが聞こえない(17)／音楽で物語に集中できない(4)／音楽の始まりに脈絡がない(3)／物語の流れが分からず、音楽の必要性がない(1)
その他	効果音をもっと増やす(14)／不協和音がある(6)／特に改善する必要がない(5)／曲が短い(4)／ボーカロイドは必要ない(2)／{効果音が多い／間を埋めるのに使うのか，BGMなのかわからない}(1)

問7 インタフェース全体を通じての感想やコメントなどを自由に記述してください。

分類	意見
映像	動きが欲しい(2)／{人物の動きが不自然／背景と絵が不一致／画面のちらつきが気になった}(1)
効果音	操作音が耳障り(5)／エフェクトが面白い(1)
字幕	字幕の消去が早い(5)／字幕が見にくい(3)／字幕と音声が同期していない(2)／字幕がよく分からない(1)
語り手	音声が聞き取りづらい(4)／語り部の違いが分かりづらい(3)／{南部鉄器の発想はなかった／語り手毎に音声が変化すればよい}(2)／表現は3種類で十分ではないか(1)
物語内容	物語が良く分からない(5)／物語が面白い(4)／主人公と敵を選択している途中，関係なくなってる気がする(3)／{物語の内容が類似していた／登場人物の役割の追加}(2)／{物語以外は良い／童話なら主人公や敵の選択肢を適切なものにしたほうが良いと思う}(1)
インタフェース改善	選択中のボタンを目立たせる(4)／最後は「もう一度」と「戻る」ボタンによって決められたほうがよい(2)／{スタートボタンの「はだづ」の意味が不明／もう少し話の展開を決定する項目があってもいいと思う／人物や語り手などの選択画面は一つにまとめるべき／人物選択に戻る場面もクリックですむようにしてもういいと思う／ドラッグ＆ドロップで登場人物を選択する方法の導入／物語の巻き戻しがあるといいと思う／選択肢の増加によって分かりにくくなる／工夫が欲しい}(1)
わかりやすい	操作が簡単である(25)／全般的にわかりやすい(24)／{様々な点で選択を行なえる事が良かった／インタフェースが見やすい，分かりやすい}(15)／絵やボタンのデザインが良い(7)／キャラクターの説明が載っていてわかりやすい(3)／{説明が丁寧である／システムが良い／紙芝居形式でわかりやすい／平仮名の多用で子供にも分かりやすい}(2)／{方言を知っているならば使いやすい／工夫されている／特に不満がない／意外にすんなり読めた／自分でもやってみたい}(1)

タフェース」に着目して視聴・回答するよう指示した．

アンケートの結果，物語の面白さの平均は 4 段階中 2.3 となった．物語におけるストーリーについて見て見ると，興味深いこととして，改善すべき点として物語に飛躍的な部分が存在し一貫性に乏しい等のコメントがあったが，逆に同じような理由から面白い，シュール・ギャグ的で良いというコメントもあった．これは現状では意図的に行ったことではなく，システムの不備から出たものであった．同じ現象を面白いと見る人と問題だと捉える人の両方がいることが分かった．筆者らの今後の方針としては，一貫性の強い物語を作る能力を持つと同時に，意図的にそれを破壊するような処理を可能とするような機構を目指している．一貫性の問題は非常に難しいが，ストーリーグラマーにおける機能の並びや対の修正，機能どうしの間をつなぐ方法や事象が起こる動機付けの付与等々，諸側面における改善を図ること対処して行く．ユーザインタフェースに関しては，操作が簡単で分かりやすい等肯定的な意見がかなりあった．これは子供を主な対象として設計されたことからもたらされた結果と思われる．今後は，ここにさらに物語とのインタラクションの要素を加える等の改善によって，物語生成とより密接に結び付いたレベルで之インタフェースの改善が図れるのではないかと考えている．

6.2 展示

山口情報芸術センターにおいて，研究者，一般人，特に子供（幼稚園から小学校低学年が主）を対象としたデモ展示（人工知能学会主催「メディアとAIに関するワークショップ」，2012 年 6 月 11 日）においてKOSERUBE を展示し，来場者の反応や簡単なアンケートに対する回答を得た．特に子供が多く集まり，登場人物の選択に関する興味，舞台上演中スクリーンの前に立ち物語に参加（図 18）等，思いがけない反応を得た．物語の文の特定の部分に強い興味を示す等の反応も見られた．興味を持った一つの操作を繰り返し試すという反応が特に強く見られた．物語生成システムが簡単な応用システム，例えば初等英語学習システム等への応用を可能とする段階に達しつつあるとの意見も得た．筆者らは従来狭義の物語生成に関連する技術の基礎的研究に主に従事して来たが，今回それ以外の方法や演出的方式も埋め込んで物語生成システムの要素技術を用いた応用システムを開発することで，ユーザインタフェースと物語との両面からユーザの興味を惹き付けるコンテンツシステムの新しい可能性を実証することが出来たと考える．

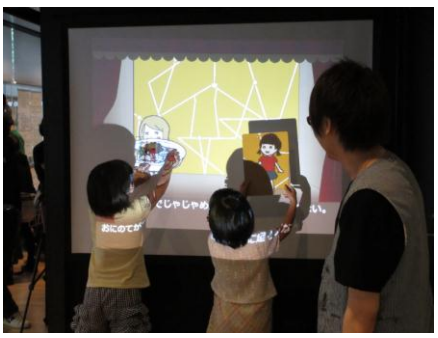


図 18 ワークショップでの子供達の様子

7. あとがき

統合物語生成システムの一応用としてKOSERUBE というシステムを提案した．まずユーザイ

ンタフェースに沿った概要を示し，次にシステムの機構を述べた．物語生成の中心機構であるプロップに基づくストーリーグラマーの説明には独立した節を設けた．最後に評価に関する二つの試みを整理した．様々な問題はあるが，上演可能な娯楽的物語コンテンツ生成システムの最初の試作として一定の成果を示せたと考えている．技術的な面では，これまで進めて来た統合物語生成システムの研究成果を，応用の観点からその部分機能に絞って利用することで有益な結果が得られることが示された．今後は本システムの第二版を目指すと共に他の応用システムの開発も目指したい．第二版を目指す上では，ターゲットユーザである子供は物語生成の何に興味を持つのか，また開発者が強調したい部分をアピールするにはどうすれば良いのか，といった考察も必要である．最後に述べた現実の場での展示でのより組織的な調査のようなものが必要になる．

参考文献

[1] Akimoto, T. & Ogata, T.(2011). A Consideration of the Elements for Narrative Generation and a Trial of Integrated Narrative Generation System. Proc. of the 7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering. 369-377.

[2] 秋元泰介・小方孝(2012). 物語の構造操作技法と制御機構からなる統合物語生成システムの試作. **人工知能学会全国大会論文集**. 1N2-OS-1b-13.

[3] 小方孝(2010a). ストーリーと商品＝ブランド―生成に向けた広告の物語の分析―. 小方孝・金井明人. 物語論の情報学序説. 42-115. 学文社.

[4] 小方孝(2010b). 物語生成としての広告生成のために―断片的考察―. 小方孝・金井明人. 物語論の情報学序説. 384-447. 学文社.

[5] 小方孝(2011).「物語論の情報学」の実践としての物語生成システム. **知能と情報**. 23(5), 676-685.

[6] Mueller, E. T.(1990). *Daydreaming In Humans and Machines*. Ablex.

[7] Turner, S. R.(1994). *The Creative Process: A Computer Model of Storytelling and Creativity*. Lawrence Erlbaum.

[8] Bringsjord, S. & Ferrucci, D. A.(2000). *Artificial Intelligence and Literary Creativity.* Lawrence Erlbaum.

[9] Gervás, P., Lönneker-Rodman, B., Meister, J. C., & Peinado, F.(2006). Narrative Models: Narratology Meets Artificial Intelligence. *Proceedings of Satellite Workshop: Toward Computational Models of Literary Analysis. 5th International Comference on Language Resources and Evaluation*. 44-51.

[10] Akimoto, T. & Ogata, T.(2012). Macro Structure and Basic Methods in the Integrated Narrative Generation System by Introducing Narratological Knowledge. *Proc. of the 11th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing*. 253-262.

[11] 小方孝・秋元泰介(2011). 統合物語生成システムに向けて―第 0.4 版の開発―. **人工知能学会全国大会論文集**. 1H2-OS1-5.

[12] Oishi, K., Kurisawa, Y., Kamada, M., Fukuda, I., Akimoto, T., & Ogata, T.(2012). Building Conceptual Dictionary for Providing Common Knowledge in the Integrated Narrative Generation System. *Proc. of the 34th annual meeting of the Cognitive Science Society*. 2126-2131.

[13] Onodera, K. & Ogata, T.(2012). Sequence Generation based on Mutual Relationship between State and Action: As a Mechanism in Narrative Generation System. Proc. of the 4th IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning. 159-161.

[14] Genette, G.(1972). *Discours du récit. essai de method. Figures III*. Paris:Seuil. (花輪光・和泉凉一訳(1985). **物語のディスクール**. 水声社.)

[15] 小方孝(1999). 物語生成システムの観点からの物語言説論の体系化へ向けた試み. **情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会報告**. 99(85), 31-38.

[16] Propp, V. (Пропп, В. Я.)(1969). Морфология сказки, Изд.2е, Москва: Наука. (北岡誠司・福田美智代訳(1987). **昔話の形態学**. 白馬書房.)

[17] 今渕祥平・小方孝(2012). プロップ理論の包括的実装と物語生成システムとの融合. **人工知能学会全国大会論文集**. 1N2-OS-1b-7.

[18] Imabuchi, S. and Ogata, T.(2012). Story Generation System based on Propp Theory as a Mechanism in Narrative Generation System. *4th IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning*. 165-167.

[19] 唐須教光 (1988). **文化の言語学**. 勁草書房.

言語隠蔽効果における言語化内容の質について —距離推定課題による検討—

Contents of Verbalization in Verbal Overshadowing Effect

武長 龍樹†
Tatsuki Takenaga

†東京大学先端科学技術研究センター
Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo
takenaga@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Verbalize memory for a nonverbal stimulus can interfere with cognitive processing. The aim of this article is to investigate the role of verbalization in verbal overshadowing effect. Participants studied a map with some landmarks, and asked either to type their memory for the map on their own mobile phones (verbalization condition) or engage in unrelated verbal activity (control condition). Participants in the verbalization condition were significantly less accurate on route and straight-line distance estimations than participants in the control condition. Analyzing of contents of verbalization showed that some adjectives and adverbs were relevant to spatial distances between landmarks, and that participants in verbalization condition who used these adjectives and adverbs were as accurate as participants in control condition on distance estimation task.

Keywords — Verbal Overshadowing, Spatial Memory, Distance Estimation Task, Verbalization

1. はじめに

言語化によって再認記憶や洞察問題解決などの認知課題のパフォーマンスが低下するという言語隠蔽効果が示されてきた（Schooler, Ohlsson, Brooks, 1993）．これまで言語隠蔽効果が生じるかどうかに，言語化された内容の質は影響しないとされてきた（Schooler & Engstler-Schooler, 1990）．しかしながら，言語化の方法によって言語化の促進効果を見いだした Kiyokawa & Nagayama (2007) の研究や，説明によって自己の理解を促進する自己説明研究（Chi, Bassok, Lewis, Reimann, & Glaser, 1994）などの言語化を扱う関連する研究分野の知見を合わせて考えると，言語化の内容によって隠蔽効果が生じるのか，促進効果が生じるかが変わる可能性がある．

そこで本研究は，空間的配置を記憶した後に，それと関連する内容と言語化する群（言語化群）と，無関連な内容を言語化する群（統制群）を設け，その後の距離推定課題を比較した．また言語化群おいて言語内容の質の分析を行った．課題は，地図の記憶において言語隠蔽効果を示した Fiore & Schooler (2002) の距離推定課題を用いた．

2. 方法

2.1 参加者

大学生 100 名が参加した．実験は集団で実施され，53 名が言語化群に，47 名が統制群に無作為に割り当てられた．

2.2 課題

学習材料となる地図は，Fiore & Schooler (2002) で用いられていた地図を翻訳して用いた．地図には，16 個のランドマークと，それらをつなぐ点線で示されたルートが含まれている．地図上に点線で示されたルートに沿って 2 つのランドマークを移動した場合であるルート距離推定と，2 つのランドマークの間の直線距離推定を，それぞれ 30 試行ずつ実施した．距離推定課題では，地図上で最も離れていると参加者が判断したランドマーク対の距離を 100 として，ある 2 つのランドマーク対の距離を 0~100 までの数字によって推定した．ルート距離推定・直線距離推定のそれぞれについて，参加者ごとに距離推定の推定値と地図上での実際の距離との相関係数を算出し，従属変数とした．

2.3 手続き

地図上の 16 個のランドマークの名称とその間の距離をできる限り覚えるように教示され, A4 の用紙に印刷された地図を 5 分間学習した．また Fiore & Schooler (2002) を参考に, 学習フェーズの中間時点で学習刺激の地図を隠した上で 5 つのランドマークの描画を行った．続いて言語化フェーズでは，言語化群は地図上に点線で示されたルートと，ルート上のランドマークについて言語化し, 統制群は最近した物忘れについて言語化した．また言語化は, 携帯電話による Web 調査システムを利用して行った（水野りか・松井孝雄・清河幸子, 2011）．参加者自身の携帯電話から Web 調査システムへアクセスし，言語化内容をタイピングした．引き続いて，Web 調査システム上で，ルート距離推定課題及び直線距離推定課題をそれぞれ行った．距離推定課題の順序は，参加者間でカウンターバランスをとった．また，参加者の空間認知能力の個人差を測るために，質問紙調査も合わせて行った（竹内, 1998）．実験上の手続きについての教示は, A4 の用紙及び携帯電話に表示されたに Web 調査システムよって示された．

3. 結果

まず 3.1 節では，言語隠蔽効果が生じていたのかどうかを距離推定課題のパフォーマンスについて言語化群と統制群を比較することで検討する．その際の従属変数としてはルート距離推定・直線距離推定のそれぞれについて，参加者ごとに距離推定の推定値と地図上での実際の距離との相関係数を算出し用いた．

続いて 3.2 節では，言語隠蔽効果が生じるプロセスと言語化内容の関連について検討した．

3.1 距離推定

言語隠蔽効果が生じていたかどうかを検討するために，距離推定について，参加者内要因として課題（ルート距離推定/直線距離推定）と参加者間要因として群（言語化群/統制群）の 2 要因の分散分析を行った．その結果，言語隠蔽効果がみられ，統制群（r = .70）に比べ言語化群の距離推定（r =.59）が不正確であった（$F(1,98) = 5.09$, $p < 0.05$）．課題と群に統計的に有意な交互作用はみられなかった（$p = 0.19$）．

また，図 1 においてエラーバーとして示した標準偏差から分かるように，言語化群においては，距離推定の個人差が比較的大きいと考えられる．このような個人差を説明する要因として言語化の方略が関わっていることが考えられるため，3.2 節において言語化内容についての検討を行った．

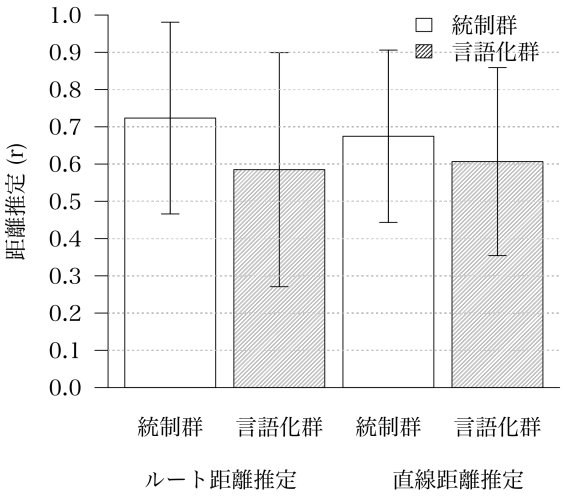


図 1 距離推定課題

3.2 言語化内容についての検討

言語化隠蔽効果が生じたと考えられる言語化群においてどのような言語化がなされていたのかについて検討した．Web 調査システム上に記録された言語化された記述内容について MeCab を用いて形態素解析を行った（Kudo, Yamamoto, & Matsumoto, 2004）．言語化群の言語化内容に含まれたランドマークの延べ数の平均は 9.89 であり, ランドマークの種類数の平均は 9.59 であった．

言語化の質について分析するために, MeCab を用いて言語化群の言語化内容に「さらに進んでから」のようなランドマーク間の距離を表していると考えられる程度を表す副詞や形容詞をコーディングした．それにより表 1 に示したよ

うな距離に関わる副詞及び形容詞がみられた.

さらに，言語化内容の個人差が距離推定課題のパフォーマンスと関係するかどうかを検討するために，距離に関わる副詞及び形容詞を使用した言語化群の参加者 15 名（距離言語化群）と，使用しなかった参加者 32 名（距離非言語化群)へと群分けし, より詳細な分析を行った.

表 1 距離に関わる副詞・形容詞の出現頻度[1]

	出現頻度
まっすぐ	6
ほぼ	5
さらに	5
順に	3
近い	2

距離に関連する形容詞や副詞が言語化に含まれる影響を検討するために, 距離推定について, 参加者内要因として課題（ルート距離推定/直線距離推定）と参加者間要因として群（距離非言語化群/距離言語化群）の 2 要因の分散分析を行った（表 2). その結果，距離言語化群に比べ距離非言語化群の距離推定が不正確である傾向がみられた（$F(1,45) = 3.18$, $p = 0.08$). 課題と群に統計的に有意な交互作用はみられなかった ($p = 0.88$).

表 2 距離について言語化の有無と距離推定課題

	ルート距離推定	直線距離推定
距離非言語化群	0.55	0.56
距離言語化群	0.68	0.70

ここまで言語化内容について距離の言語化に着目した分析を行ってきたが，ランドマークを列挙しリハーサルする方略がとられている可能性を排除するために，ランドマークの言及回数についても分析を行った．表 2 に示したように，ランドマークについて言及した延べ回数と，言及されたランドマークの種類数については，距離言語化群と距離非言語化群で統計的に有意な差はみられなかった（$p = 0.53$).

表 3 距離について言語化の有無と言及されたランドマークの延べ数・種類数

	ランドマーク延べ数	ランドマーク種類数
距離非言語化群	9.48	9.29
距離言語化群	10.73	10.2

4. 考察

本研究では，言語隠蔽効果が生じている時に，その言語化内容によって，言語隠蔽効果の大きさが異なることが示された．言語化群全体では，統制群よりも距離推定が不正確になっていた．しかしながら言語化群の中でも, 距離に関連する形容詞や副詞を含む言語化をしていた距離言語化群は，言語隠蔽効果が緩和されており(r=.69)，統制群（r = .70）との間に差はみられなかった．先行研究の Fiore & Schooler (2002) では言語化内容の質については分析されてはいなかったが, 言語化内容による影響がみられていた可能性がある.

また，言語化内容として距離に関わる副詞や形容詞が重要であることは，表 3 によって示されたランドマークへ言及した述べ回数や種類数が，距離非言語化群と距離言語化群において差がみられなかったことからも支持される．距離言語化群では，ランドマークを列挙したり，その順番のみを言語化したりする参加者がほとんどであった．このような言語化をしたことでランドマーク間の漸次的な距離情報への注意が損なわれた可能性がある.

本研究では，言語化の方略や言語化内容そのものを教示などによって統制したものではないため, 言語化内容とパフォーマンスとの因果関係を強くは主張できない．しかし，符号化の途中に，一部

[1]距離に関わる副詞及び形容詞について，頻度 2 以上のものの原形を示した

のランドマークを描画させる描画においては，ランドマークの配置の正確さに違いがなかったことからも，その後の言語化のフェーズにおいて，言語化内容の個人差が生じ，結果として言語隠蔽効果に影響したと考えることができるだろう．

一方で，Fiore & Schooler (2002)で得られた課題と条件の交互作用が見られず，直線距離推定課題だけでなく，ルート距離推定課題においても言語隠蔽効果がみられた．その理由の一つとして，距離推定課題に用いたランドマーク対の選択の影響が考えられる．Fiore & Schooler (2002) と比べて本研究のランドマーク対の組み合わせは，ルート距離推定課題と直線距離推定課題の相関が強く，結果として交互作用がみられなかったという可能性である．本研究では，無作為にランドマーク対を選択したが，あらかじめ課題間の相関の強さを調整するなどの工夫が今後は必要と思われる．

さらに，これまでの先行研究でなされていた手書きによって文書を書く言語化だけでなく，大学生においては携帯電話を用いた言語化でも，言語隠蔽効果が生じることが示されたことは，検出の難しい言語隠蔽効果研究においても実験の集団実施を容易にするものであると考えられる．

参考文献

Chi, MTH., Bassok, M., Lewis, MW, Reimann, P., Glaser,R. (1989) Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive science*, 13, 145-182.

Fiore, SM. & Schooler, JW. (2002) How did you get here from there? Verbal overshadowing of spatial mental models. *Appl. Cognit. Psychol.*, 16, 897–910.

北神 慎司 (2001) 非言語情報の記憶・認知における 言語的符号化の妨害効果—広義における言語陰蔽 効果研究の展望 『京都大学大学院教育学研究科紀要』 47 403-413

Kiyokawa, S. & Nagayama, Y. (2007) Can Verbalization Improve Insight Problem Solving? *Proceedings of the 29th Annual Cognitive Science Society*, 1791

Kudo, T., Yamamoto, K., Matsumoto, Y. (2004) Applying Conditional Random Fields to Japanese Morphological Analysis, *Proceedings of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP-2004)*, pp.230-237

Melcher, JM. & Schooler, JW. (2004) Perceptual and conceptual training mediate the verbal overshadowing effect in an unfamiliar domain. *Memory & Cognition*, 32, 618-631

水野りか・松井孝雄・清河幸子 (2011) 教育・研究のための携帯電話・パソコンによる Web 調査の簡易作成・管理システム：QCAS ナカニシヤ出版 (2011).

Schooler, J. W., & Engstler-Schooler, T. Y. (1990). Verbal overshadowing of visual memories: Some things are better left unsaid. *Cognitive Psychology, 22,* 36-71.

Schooler, JW, & Ohlsson, S, Brooks, K, (1993) Thoughts beyond words: when language overshadows insight, *Journal of Experimental Psychology General*, 122, 166-183

竹内謙彰 (1998) 『空間認知の発達・個人差・性差 と環境要因』 風間書房

自閉症児はロボットを擬人化するか？ −ヒト・モノ認識の行動・生理指標からの推定の試み− Do autistic children personify a robot? -the estimation from behavioral and physiological measurements-

高橋 英之[†]，海野健[‡]
Hideyuki Takahashi, Ken Unno

[†]玉川大学，[‡]青山こどもの発達とこころのクリニック
Tamagawa University, Aoyama clinic for child development and mental health
hideman@lab.tamagawa.ac.jp

Abstract

Autistic children are hard to communicate with other individuals. For training their communicative skill, a therapy using a communication robot is thought to be efficient, because the robot can behave as if it is an intentional individual in addition that its behavior can be controlled with high predictability. In this study, we investigate whether an autistic child treat a robot as an intentional individual or a novel non-intentional object from behavioral and physiological measurements.

Keywords — autism therapy, robot

1. はじめに

自閉症児は他者に積極的な興味を示さない傾向がある．このような自閉症児の特性は，発達期における他者との交流の機会を減らし，本来自閉症児が獲得するポテンシャルを有している様々な社会的なアフォーダンスの獲得を阻害している可能性がある．

近年，自閉症児の他者に対する「無関心」の原因が，他者そのものにあるのではなく，他者に内包される“予測しづらさ”にあるのではないかと考えられている．（高橋・宮崎 2011）．自閉症の特性として，予測違反に対して過剰なまでの嫌悪を示すことが知られている．従って，心という観測不能な内部状態を内包し，それが時間軸に沿って動的に変化する他者は，自閉症児にとって“予測できない関わり合いたくないモノ”という位置づけに陥っている可能性がある．

近年，予測違反の量を自閉症児の許容レベルに抑えつつ，自閉症児のコミュニケーショントレーニングを行う一つの方法として，ロボットを用いたセラピーが注目されている（Kozima et al. 2009）．見た目や動きをプログラムによって厳密に統制可能なロボット相手であれば，予測違反の量を抑えた仮想的なコミュニケーションを自閉症児にとらせることが可能である．そしてロボットの見た目や動きを，自閉症児の発達の段階に応じて少しずつ実際の人間に近づけていくことで，彼らのコミュニケーションスキルを高めていけるのではないかと期待される．このようなロボットを用いたコミュニケーショントレーニングを行う際に，自閉症児がロボットを“珍しい物体”と認識していたら効果がなく，“擬人的な存在”として認識する必要があろう．しかし自閉症児がロボットをどのような対象として認識しているのかを定量的に示す明確な指標は未だ存在していない．

本研究は，自閉症児がロボットをヒトと認識しているのか，モノと認識しているのかを，モーションキャプチャで計測した子どもとロボット間の空間的距離，ビデオのコーディング分析，第三者による感性評価，そして心拍変動という複数の指標から定量的に推定することを試みる．具体的には，自閉症児のロボットに対する“心理的距離感”に注目する．我々人間には，他者との心地良い空間的距離というものがあり，他者との親密さに応じて心地良いと感じる距離が狭くなることが知られている．このような相手に対して心地良いと感じる距離を心理的距離感という言葉で定義する．それを意図的な存在で

あると認識することで，例えロボット相手であっても我々は親密さに応じた心理的距離の調節を行うことが知られている（Walters et al. 2006）．従って，自閉症児がロボットに対する親しみの度合いに応じた心理的距離の調節を行なっているかどうかを調べることで，自閉症児がロボットを擬人的な対象として認識しているかどうかが推定できるのではないかと考えた．

2. はじめに

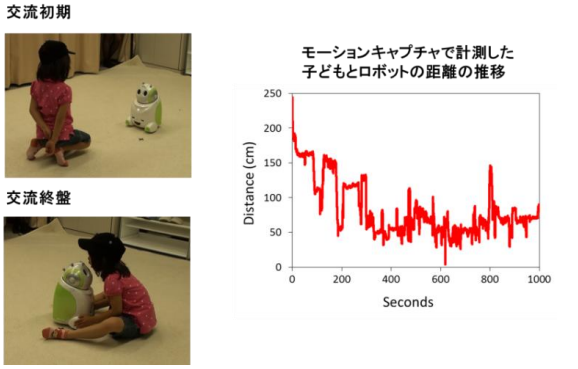


図 1. 定型発達児のロボットの交流における，子どもとロボットの距離の変化

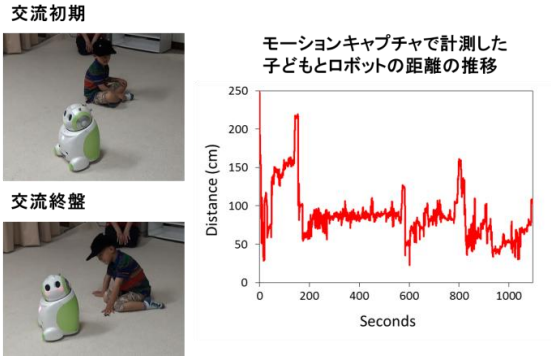


図 2. 自閉症児のロボットの交流における，子どもとロボットの距離の変化

図 1 は，定型発達児(女児 7 歳)とロボット（PaPeRo, NEC 社製　実験者による遠隔操作）の自由な交流における子どもとロボット間の距離の時間変化のグラフである．このグラフから，この子どもが少しずつロボットに対する空間的距離を縮めていることがみてとれる．また緊張をしていた交流前半に比較して，交流後半にはこの子供はロボットに対してより親密な交流（触れる，キスするなど）をとっていることがみてとれる．このように段階的にロボットに対する距離を縮めていくことは，この子どもがロボットを擬人的な存在として認識していることを示唆する．

図 2 は，自閉症的振る舞いを示す広汎性発達障害児（男児 4 歳 ADHD 傾向強い）とロボットの自由な交流における子どもとロボット間の距離の時間変化のグラフである．このグラフから，この子どもも段階的にロボットとの距離を縮めている傾向があることがみてとれる．またこの子供はロボットの言動に,「ありがとうございます」などの御礼を頻繁に繰り返したり，ロボットのダンスに合わせて，自らも身体を動かしたりと，ロボットを擬人的に扱うような振る舞いをみせた．この子どもの母親によると，子どもの様子は，初対面の人間と会った時の反応と類似しているとのことであった．これらの点から，この子どもはロボットを擬人的に扱っていたのではないかと示唆された．さらに一度，子どもがロボットのダンスの誘いを断った後，ロボットにすねるような振る舞いをとらせた際，「踊ります」と発言し，フォローをするような気遣いをみせていた．これは，ロボットに対して，子どもが関係を修復しようという動機付けをもっていることを示唆する．

本発表では，上記の子どもの他にも複数人の自閉症児のロボットとの交流を上記に示したモーションキャプチャのデータ，さらにビデオコーディングや感性評価，心拍変動から分析することで，個々のケースにおいて，自閉症児のロボットに対する認識がヒトかモノかの議論を行いたいと考えている．

参考文献

[1] 高橋英之，宮崎美智子，（2011）．自己・他者・モノに対して構えを変える脳内メカニズムと自閉症におけるその特異性，*心理学評*

論, 54(1) , 6-24.

[2] Kozima, H., Michalowski, M. P., Nakagawa, K. (2009). Keepon: A playful robot for research, therapy, and entertainment, *International Journal of Social Robotics*, 1, 3-18.

[3] Walters, M. L., Dautenhahn, K., Woods, S. N., Koay, K. L., Te Boekhorst, R., Lee, D. (2006). Exploratory studies on social spaces between humans and a mechanical-looking robot, *Connection Science*, 18(4), 429-439..

待ち時間満足度評価を繰り返す：反復の効果と連続動作
Iterative evaluation of satisfaction considering waiting time: Effect of repetition and concatenation

新井田 統[†‡]，原田 悦子[‡]
Sumaru Niida, Etsuko T. Harada

[†]KDDI研究所，[‡]筑波大学
KDDI R&D Laboratories Inc., University of Tsukuba
niida@kddilabs.jp

Abstract

The number of mobile service users has increased significantly in recent years. As the number of users grows, the quality of network is degrading. It is because the increasing of users who shared network resource exposes waiting time problem which is one of key factors of network quality. In this paper, we discuss effects of repetition and concatenation of usage on user satisfaction considering waiting time based on the user study. Field experiments, to which 536 people were participated, showed that participants change their expectation by repeating tasks, and that bad experiences had more influence on evaluation of concatenated series of task.

Keywords — waiting time, user satisfaction, cellular phone, iterative evaluation

1. はじめに

ネットワークに接続する機能を持つ ICT 機器の使いやすさに対して，ネットワークで発生する遅延時間は大きな影響を持つ要因である．我々は，この問題を認知的アプローチによって解決することを目指し（新井田・原田，2011），待つ行為の認知モデルの作成に取り組んでいる．これまでの研究は一回の待ち時間に対する評価が中心であり，反復や連続動作における評価は少ない．先行研究（上村ら，2009）では，待ち時間評価刺激を 9 回連続して提示した後に，全体の満足度評価（まとめ評価）を行う実験により，満足度評価が平均待ち時間における個別評価とほぼ一致することが明らかになった．本稿では，さらに複数日に渡って行われる個別の評価とまとめ評価の比較から，繰り返し発生する待ち時間の影響について分析を行った．

2. 方法

本研究においては，実験参加者の携帯電話上で，FlashLite で作成したプログラムを用いて評価を行った（Uemura et. al, 2011）．実験参加者は，自身の携帯電話に評価用プログラムをダウンロードし，自身の都合の良い時間と場所において実験に参加した．評価においては，模擬的に作成された Web サイトのリンクをクリックして，リンク先のページの表示が完了するまでの待ち時間に対する満足度を 5 件法（非常に満足：5～非常に不満：1）で評価した．実験参加者は評価結果を携帯電話上で入力し，ネットワークを介して返送した．参加者はネット広告で集められた自発的参加者 536 名（男性 266 名女性 270 名）で，男女の比率および 10，20，30，40，50 代の参加者数がほぼ等しくなるよう統制した．

実験においては，1 回毎のリンク遷移時間に対して満足度評価を実施する“個別評価”と，複数回のリンク遷移を連続して経験してから，試行全体に対する満足度評価を行う“まとめ評価”を行った．いずれも携帯電話上での 5 段階評定であり，評価対象が異なる以外に測定方法に相違はない．実験は連続する 3 日間にわたって実施された．個別評価においては，毎日 14 パタンの待ち時間（1 ,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20 秒）を実験者毎にランダムな順序で提示した. まとめ評価は個別評価後に行われ，表 1 に示すとおり待ち時間長が全試行同一条件となる Set1 を 3 種類と，試行間でバラつきがある Set2 を 6 種類評価させた．表 1 の実施日

の列に示されるとおり，実施日毎に実施するセットは固定されており，同日内での順番は実験参加者毎にランダムな順序とした．これにより，実験参加者は 1 日に 14 回の個別評価と 3 回のまとめ評価の計 17 回の待ち時間に対する満足度評価を行うこととなった．

3. 結果

図 1 に結果を示す．横軸は，個別評価においては設定した待ち時間，まとめ評価においては平均待ち時間を示している．縦軸は待ち時間満足度評価の平均値を示している．

まず，個別評価について評価を行った．待ち時間と実施日による 2 要因分散分析を行ったところ，待ち時間（$F(13, 6955) = 2162.8$, $p < .001$）と実施日（$F(2, 1070) = 27.7$, $p < .001$）の主効果，及びそれらの交互作用（$F(26, 13910) = 2.3$, $p < .001$）がいずれも有意となった．待ち時間の増加に伴い満足度が低下し，実施日が進むにつれて満足度が向上している．多重比較の結果，以下の点が明らかとなった．

1. 待ち時間が 1 秒と 20 秒を除く全域で初日と 3 日目に有意な差が見られた．
2. 初日と二日目の間では，10 秒以下の短い待ち時間領域において有意な差が多く見られた．
3. 二日目と三日目の間では，12 秒以上の長い待ち時間領域において有意な差が多く見られた．

次に，同一秒数の個別評価(3，9 秒)が行われている Set1-1 と Set1-2 について，個別評価との比較を行った．個別評価を行った 3 日間の実施日に Set1 を加えた 4 水準を評価パタン条件として，待ち時間との 2 要因分散分析により評価したところ，待ち時間（$F(1, 535) = 2440.4$, $p < .001$）と評価パタン（$F(3, 1605) = 20.1$, $p < .001$）の主効果は有意であったが，交互作用は有意でなかった（$F(3, 1605) = 1.7$, $p = .166$）．単純主効果検定の結果，Set1 は初日の結果とは有意差がなく，2，3 日目とは有意差があった．

更に，Set2 と個別評価との比較を行った．個別評価は，各セットの平均待ち時間を四捨五入した値を選択した．2 要因分散分析の結果，待ち時間（$F(5, 2675) = 1035.2$, $p < .001$）と評価パタン（$F(3, 1605) = 100.2$, $p < .001$）の主効果，および交互作用（$F(15, 8025) = 5.2$, $p < .001$）の全てに有意な差が見られた．多重比較の結果，個別評価の実施日間には上記の通りの傾向が見られ，セット評価については待ち時間の全域において全ての実施日の個別評価に対して有意に低い満足度が得られた．

表 1　セット評価における待ち時間の出現回数

セット名	3s	6s	9s	12s	15s	18s	平均	実施日
Set1-1	10	0	0	0	0	0	3.0s	初日
Set 1-2	0	0	6	0	0	0	9.0s	2 日目
Set 1-3	0	0	0	0	0	3	18.0s	3 日目
Set 2-1	4	3	2	1	0	0	6.0s	初日
Set 2-2	2	3	2	1	1	1	8.7s	2 日目
Set 2-3	1	2	3	2	1	1	9.9s	3 日目
Set 2-4	1	1	2	3	2	1	11.1s	初日
Set 2-5	1	1	1	2	3	2	12.3s	2 日目
Set 2-6	0	0	1	2	3	4	15.0s	3 日目

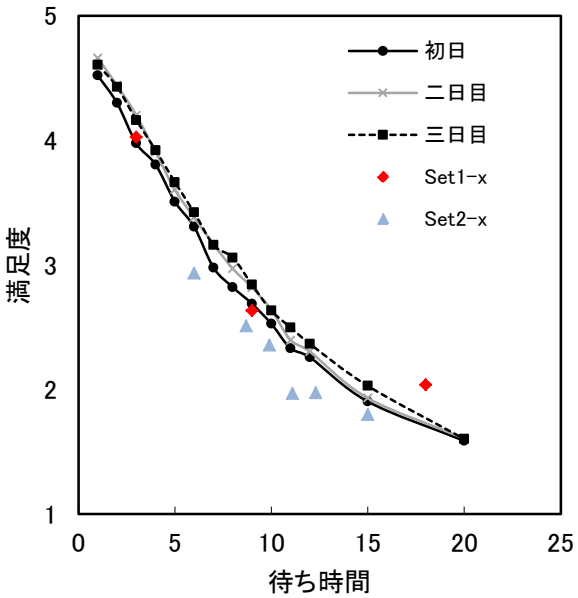


図 1　条件による満足度の変化

4. 考察

個別評価については，複数の日をまたいで反復評価を行うことにより満足度が上昇して行くことが分かった．評価が進むに連れて満足度の上昇が見られていることは，通常利用時の期待値に対して，提示刺激の平均時間が 8.1 秒と長いため，評価が進むにつれ提示された刺激の平均値を期待値とした評価へとシフトしたためと推定される．また，待ち時間に対する満足度評価においては，一般的に短い待ち時間領域での感度の方が高いため，初日から二日目においては，シフトが短い待ち時間領域から生じたと解釈できる．

まとめ評価については，上村ら（2009）の先行研究とは異なり，反復して経験をする場合には悪い印象に全体の印象が引きずられて悪化するとされる Baumeister et al.（2001）の見解と一致した．上村らと本研究との条件の違いは，評価対象としたアプリケーションである．先行研究では電子メール送信と Web ブラウジングにおけるトップページ表示が用いられたが，本研究では Web ブラウジング時におけるリンク遷移を用いた．これまでにネットワークシステムに対するメンタルモデルの違いが，ネットワーク上で発生した問題の原因帰属に影響を与えることが報告されている（上村ら，2011）．メール送信やトップページ表示においては自端末や利用環境に原因を帰属させ，互いに相関しない個別の問題だと捉えるのに対し，リンク遷移ではネットワークもしくはサーバに原因を帰属させ，個別の問題の集合ではなく，「一つながりの操作として」行われる中での待ち時間変動と受け止められたために，要素的な悪い印象が全体に悪印象を与えた可能性が考えられる．

これらの結果から，反復した満足度評価から，連続動作における「まとめ評価」に特徴的な現象が確認された．個別評価については，待ち時間満足度が，期待値との比較によって得られるとする認知モデルにより説明可能である．またセット評価においては，悪印象の経験が全体印象に与える影響が，一つのパスだけではないことが示唆された．今回の実験では，待ち時間への期待値が十数回程度の経験によって変化することや，悪い印象がサービス全体へ与える影響がアプリケーションの種類によって異なる可能性が示された．これらの結果は，通信サービスにおいて発生する待つ行為を制御できる可能性と，サービス毎にデザインする必要性があることを示している．

また，Reeves & Nass (1996)においては，メディアに対する評価にも社会的な配慮としての礼儀正しさ（politeness）が関与すると考えられている．このため，本結果は，特定端末について評価を繰り返すことで「より親しく」なり，その結果，評価がポジティブな方向に変化したとの解釈も可能である．しかし，本実験においては実験参加者が普段利用している携帯電話端末を用いているため，端末に対する印象は安定していると考えられ，3 日間の実験で大きな変化が生ずるとは考えにくい．また端末自体ではなく「この端末でこの実験プログラムに対する」社会的配慮が生ずるか否か，すなわち特定プログラムを「人と等価なもの」として認識するか否かについてはこれまでのところ知見がないため，こうした「社会心理学的な」メカニズムが介在しているか否かについては今後の検討の課題としたい．

いずれの課題についても，更に詳細な実験的検討が必要といえよう．

参考文献

[1] 新井田統，原田悦子，(2011) “高度情報化社会におけるコミュニケーションの分析と理解”，電子情報通信学会誌，Vol.94, No.3, pp.226-231.

[2] Uemura, S., Niida, S. and Nakamura,H., (2011) “A Web script-based field evaluation method to assess subjective quality of mobile services”, IEICE Transaction on Communication, No.E94-B, pp.639-648.

[3] Reeves, B. and Nass, C. (1996) “The Media Equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places”, NY: Cambridge University Press.（細馬 宏通 (訳) (2001). 人はなぜコンピューターを人間として扱うか :「メディアの等式」の心理学. 東京 : 翔泳社.）

[4] 上村郷志, 新井田統, 中村元, (2009) “モバイル通信サービスの長期利用評価に関する考察”, QoS ワークショップ発表資料集, pp.50-51.

[5] Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., and Vohs, K. D., (2011) “Bad is stronger than good.”, Review of General Psychology, Vol.5, No.4, pp.323-370.

[6] 上村郷志, 新井田統, 中村元, 原田悦子, (2011) “通信サービス利用時における繋がりにくさの原因帰属とメンタルモデルとの関係”,日本認知科学会第 28 回大会発表資料集, pp.122-125.

事象関連電位から見た役割語の処理
On the processing of role language in Japanese: An ERP study

安部 詩織[†]，安永 大地[†,‡]，小泉 政利[†]
Shiori Abe, Daichi Yasunaga, Masatoshi Koizumi

[†]東北大学，[‡]日本学術振興会
Tohoku University, JSPS
daichi@sal.tohoku.ac.jp

Abstract

When we hear a Japanese sentence like "***Washi**-wa idai-na hatsumeika **ja*** (I am a great inventor.)," we can imagine an elderly man as the speaker of the sentence. These expressions (i.e., *wahshi*, *-ja*) that invoke a specific personality of the speaker are called "role language". This study examined how the role language is processed by native Japanese speakers. We recorded ERPs while native Japanese speakers judged the compatibility between a picture of a character and a sentence containing role language. Mismatched pairs of picture and sentence showed an N400 effect and thus we can conclude that an N400 effect is sensitive to the mismatch between language expressions and its invoked mental/visual images as well. This result suggests that role language is processed by way of linguistic process; furthermore the process is not syntactic but semantic/lexical.

Keywords — role language, event-related brain potentials, N400

1. はじめに

漫画やアニメ作品の中では特徴的な言葉遣いの人物が登場することが少なくない．たとえば，白衣を着た白髪の老人が「ワシは偉大な発明家じゃ！」と話したり，チャイナドレスを着た女性が「ワタシ寒いの苦手アル」と話したりする場面に出会うことは珍しくない．しかし，実生活の場面ではそのような言葉遣いをする人に遭遇することはめったにない．それでも漫画やアニメ作品の中でこうした場面に出会ったとき，日本語を母語とする読者や視聴者であれば容易に，もしくは無意識的に物語を理解し，読み進めることができるだろう．それだけでなく，こうした言葉遣いを目にしたとき，あるいは耳にしたときにその話者の外見の雰囲気やイメージをある程度想像することも難しくない．さらには，人物の容姿などからその人物の「話しそうな言葉遣い」をある程度思い浮かべることができる．こうした言語表現の集合のことを役割語（role language）という[1]．役割語は以下のように説明される。

> ある特定の言葉遣い（語彙・語法・言い回し・イントネーション等）を聞くと特定の人物像（年齢、性別、職業、階層、時代、容姿・風貌、性格等）を思い浮かべることができるとき、あるいはある特定の人物像を提示されると、その人物がいかにも使用しそうな言葉遣いを思い浮かべることができるとき、その言葉遣いを「役割語」と呼ぶ。
>
> （[1], p.205）

役割語はあくまで表現方法の一種である．しかし，現代日本語において，一人称・文末表現などを巧みに使うことで発話キャラクタを形成し，受け手に伝えることができる[2]．このことから役割語は一部の限定された人に使用される言語表現の集合ではなく，現代日本語として日本語母語話者が持つ知識体系の一部を構成していると考えることができる．

ここで言語使用，特に言語の理解の側面から役割語の処理についての疑問が生じる．役割語は特別な語彙を用い，文末語形を変化させることで表現される．語彙の使用や語形の変化は文脈における人物像によって制限される．人物像は視覚的なキャラクターデザインと物語による文脈，そして役割語からのキャラ付けによって決定される．与えられた言語表現と人物像の間に役割語の使用方法に関しての不整合性があった場合には不適切な

言語（特に語彙）の選択・使用を行ったと判断せざるを得なくなってしまう．

本研究では役割語を含む文とそれを発した人物像との間の適合度の高低により脳内の活動がどのように変化するかを観察することを通して，役割語の処理の一側面を明らかにすることを目的とした．

2. 実験の手続き

2.1. 関連する先行研究：敬語の逸脱と ERP 成分

役割語の処理について ERP を用いた研究はいまだ見られないが，特定の言葉遣いに対する ERP を用いた研究として日本語の敬語を用いたものがある．敬語も役割語も社会的な要因（話者の容姿や地位）によって語形を変化させる点と特有の語彙を用いるという点において共通である．たとえば[3]では日本語の敬語体系が社会的な要因（文脈に関わる要因）と文法的な要因（統語規則に関わる要因）を併せ持つことに注目し，日本語母語話者が不適切な敬語の使用に対して感じる違和感の原因を ERP を指標に探った．

(1) a. 敬語の不使用
私が自信をもって勧める商品はこれです．
b. 適切な敬語の使用
私が自信をもってお勧めする商品はこれです．
c. 不適切な敬語の使用
私が自信をもって*お勧めになる商品はこれです．

敬語をよく使う日本語母語話者群では(1c)タイプの文に対して N400 効果が観察されたと報告されている．このことから[3]では敬語の体系は言語使用の語用に関わる体系に含まれていると主張されている．

また[4]では尊敬語の不適切な使用においても謙譲語の不適切な使用においても N400 効果が観察されたことを報告しており，日本語の敬語には人間関係理解を含む語彙・意味的な制約に基づく処理が行われていると結論づけている．

2.2. 予測

役割語には視覚的なイメージとの関連が特に強いという特徴が敬語とは異なる．しかし，社会的な要因によって語形を変化させる，特有の語彙を用いるという点では敬語と共通した特徴を持っている．先行研究では敬語の逸脱が統語的というよりも意味的な処理負荷を増大させるといことを示唆している．役割語も敬語と同様に語形を変化させる表現方法だという類似点に注目すると，役割語の不適切な使用に対しても敬語の処理と同様に N400 効果が観察されると予測される．

2.3. 予備調査

今回の実験では[5]を参考に次の 6 種類の一人称と文末表現の組み合わせを用いた．①「あたくし-ざます」・②「わたくし-ですわ」・③「あちき-ありんす」・④「おれ-だぜ」・⑤「わし-じゃ」・⑥「拙者-ござる」．これらの表現はそれぞれ，①教育ママ・高飛車な女性，②お嬢様・品のある女性，③遊女，④活発な男子，⑤博士・老人，⑥武士・侍を想起させ，実際に多くの漫画やアニメ作品で観察される表現である．

これらの表現を含む文とそれを発する話者とされる人物の画像の適切な組み合わせと不適切な組み合わせを呈示し，役割語を含む文と人物像の組み合わせが適切であるかそうでないかを 5 段階で評定させるアンケートを行った．評定平均値に対する分析の結果，適合性の効果が観察された（$F_1(1, 22)=386.83$, $p<.001$; $F_2(1, 58)=232.13$, $p<.001$）．この結果から，役割語とそれを発する人物像の組み合わせが妥当であると言える．

2.3. ERP 実験

実験参加者は東北大学の学生 16 名（男性 10 名・女性 6 名，平均年齢 20 歳 4 ヶ月）で全員右利き，正常な視力を有していた．刺激の統制には Cedrus 製 SuperLab 4.0 を使用し，参加者からの反応の記録には Cedrus 製 Response Pad Model RB-530 を用いた．

実験刺激は 1,024×768 ピクセルのブラウン管の画面に呈示し，画面までの距離は約 100 cm とした。実験参加者 1 人あたり，1 条件につき 120 試行，合計 240 試行をランダムな順序で行ない，40 試行ごとに休憩を挟んだ．電極の装着・教示・脳波の記録・休憩および洗髪を含めて実験は 1 時間 30 分程度であった．実験前に脳波実験について詳しく説明し同意書にサインをしてもらった．実験参加者には実験後に謝礼として 1,000 円を支払った．

実験では文→人物イラストの順に画面に呈示し，イラストの人物の言葉遣いとして適切だと思うかを 4 段階で判断させる課題を課した．図 1 に 1 試行の流れを示す．

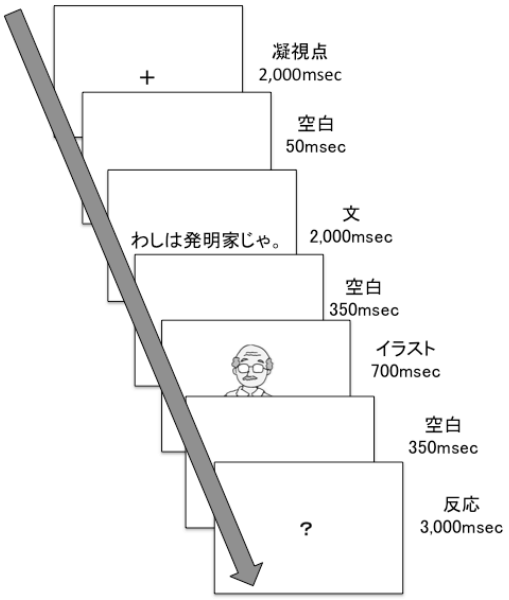


図 1.　1 試行の流れ

脳波と眼球電図は、脳波記録計（Neuroscan 社製 SCAN NuAmps Express）を用いて記録した．測定には電極キャップを用い，国際 10-20 電極配置法に基づいて F3, F4, F7, F8, C3, C4, T7, T8, P3, P4, P7, P8, O1, O2, Fz, Cz, Pz の 17 チャンネルを使用し，接地電極は Fpz，基準電極は両耳朶連結とした．眼球運動を監視するために左眼左と左眼下の電極から EOG を測定した．電極の接触インピーダンスは原則 5 kohm 以下にした．EOG 電極で 100 mV 以上または-100 mV 以下の電位を測定した試行は眼球運動のアーチファクト成分が大きいためその後の解析からは除外した．その後各実験参加者について条件ごとに各試行のデータを加算平均し，全参加者について条件ごとに総加算平均 ERP 波形を求めた．なお，加算前のデータ処理として文と人物像が適切な組み合わせ（Fit 条件）に対して，「容認できない」と答えた試行，および不適切な組み合わせ（NonFit 条件）に対して「容認できる」と答えた試行は加算の対象から除外した．

3. 実験の結果

図 2 に ERP の総加算波形を，図 3 に条件間の差を示すトポグラフィを示す．

人物イラスト刺激の呈示開始から 300-500 ms の時間帯の陰性方向への偏位に条件間での差が観察される．

電極を正中線の 3 電極（Fz, Cz, Pz），傍矢状洞部の 8 電極（F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2），側頭部の 6 電極（F7, F8, T7, T8, P7, P8）に分け，潜時帯 300-500 ms の平均電位量について，刺激の適合度（Type）と電極部位（Position）とを要因とした繰り返しのある分散分析を行なった．

正中線

Type の主効果（$F(1, 15)=8.88$, $p<.01$），Position の主効果（$F(2, 30)=33.89$, $p<.001$），Type と Position の交互作用（$F(2, 30)=6.62$, $p<.05$）が見られた．多重比較の結果，Fz・Cz・Pz それぞれにおいて Fit 条件と NonFit 条件の間に有意差があった（$p<.05$）．

傍矢状洞部

Type の主効果（$F(1, 15)=13.21$, $p<.05$），Position の主効果（$F(7, 105)=28.55$, $p<.001$），Type と Position の交互作用（$F(7, 105)=3.45$, $p<.05$）が見られた．多重比較の結果，F3 以外の電極において Fit 条件と NonFit 条件の間に有意差があった（$p<.05$）。

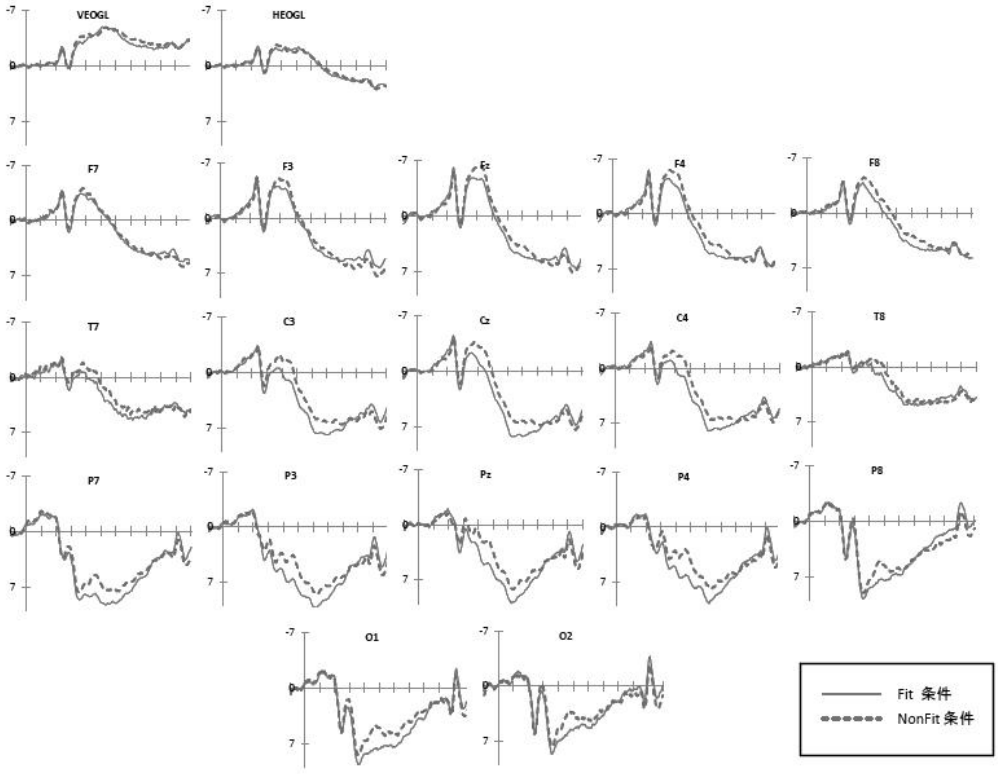


図 2　人物イラスト呈示後-100~1,000ms 間の総加算平均波形（N=16）.

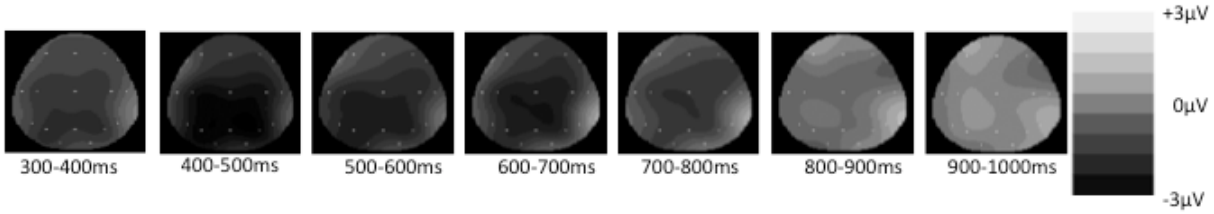


図 3　NonFit 条件-Fit 条件の差を示すトポグラフィ（N=16）.

側頭部

Type の主効果（$F(1,15)=9.65$, $p<.05$）, Position の主効果（$F(5, 75)=30.34$, $p<.001$）, Type と Position の交互作用（$F(5, 75)=3.53$, $p<.05$）が見られた. 多重比較の結果, F7 以外の電極において, Fit 条件と NonFit 条件の間に有意差があった（$p<.05$）。

前後左右差

F3, F4, C3, C4, P3, P4 の 6 電極について, 刺激の適合度合い条件（Type：Fit 条件/NonFit 条件）, 電極位置の左右（LR：左/右）, 前方性（Anteriority：前/中/後）を要因とした繰り返しのある分散分析を行なった. Type の主効果（$F(1, 15)=10.79$, $p<.01$）, Anteriority の主効果（$F(2, 30)=44.91$, $p<.005$）, Type と Anteriority の交互作用（$F(2, 30)=12.34$, $p<.005$）が見られた. 多重比較の結果, 前・中・後の全てにおいて, Fit 条件と NonFit 条件の間に有意差があった（$p<.05$）.

統計分析の結果をまとめると, 左前頭部 F3・F7 以外の部位では, Fit 条件と比較して NonFit 条件で N400 効果と考えられる陰性波が惹起されていたと言える.

4. 考察とまとめ

ERP 実験の結果を 400 ms 周辺で観察された陰性の効果を中心に考察する. 本実験で得られた刺激呈示後陰性の効果は N400 効果だと考えることができる. N400 は言語の意味処理に関わる生理

指標として広く知られていることから次のことが考えられる．特定の言葉遣いと人物イラストの組み合わせに対する処理には少なくとも言語処理が関わっていると考えられる．さらにその処理自体は言語刺激の処理だけでなくイラストに対する反応時にも継続して行われている可能性が示唆された．本研究で用いた刺激は，役割語を用いた文と人物イラストの組み合わせである．実験参加者への教示は「呈示されたイラストの人物が先に呈示された文の言葉遣いをするのはおかしいかどうかを判断する」という趣旨であった.このことから，実験参加者が文とイラストの適合度判断を行なう処理過程は 2 種類考えられる。(i)人物像から想起した言葉遣いと先に呈示された文の言葉遣いの適合度を判断するという過程と、(ii)文の言葉遣いから想起した人物イメージと後に呈示された人物イラストの適合度を判断するという過程である。ここで本実験でイラストに対する反応として言語処理に深い関わりがある N400 が観察されたことから、上述の可能性(i)のほうが妥当な分析であると言えそうである．また，この実験で P300 成分が観察されなかったことも人物イラストが想起させる言葉遣いと先に呈示された文の言葉遣いとを比較するという処理過程を支持する．文から人物イメージを想起した後に人物イラストと比較するという処理が行なわれるのならば，文呈示によって次に呈示される人物イラストへの期待が生じると思われる。その期待に反する人物イラストが呈示されると期待とは異なる対象を処理すべき状況に陥ってしまう．予期していなかったものに対する反応が観察されるのであればイラスト呈示時に P300 効果が観察されると予測される．しかし本実験では P300 は観察されなかった．このことからも文から人物像を想像し，そのイメージと後の人物イラストを比較するという処理が行なわれている可能性は低いといえる．

N400 効果が観察されたということと[3]や[4]との関連について述べる．本実験における適合度判断では人物のイラストが想起させた言葉遣いと先に呈示した文の言葉遣いが比較されたという可能性を述べた．もしこのような処理が行なわれているならば，言葉遣いの形態的・文法的な側面ではなく社会的・語彙意味的な側面において役割語が認識されていると考えられる．このことは敬語の逸脱に対する処理についての[3], [4]の主張とも矛盾しない．このことから敬語も役割語も社会的要因によって語形を変化させる，そしてそのときに特有の語彙を用いるといった特徴に加えてその処理の性質も似通った言葉遣いだと言うことができる．

本研究では役割語の処理の性質，それが敬語の処理と類似していることについて指摘した．言語は社会背景の影響を受けざるを得ない存在である．今回とりあげた 6 種類の言葉遣いも，歴史の中で形成されてきたステレオタイプによって大きく影響されてきたものである。役割語はメディアの発達と共にあり，現実とはまた異なるヴァーチャルな特徴を持つ言語である[1]．そのため社会の変化に左右されながら今後も変容を続けていくことが考えられる．今回示唆された処理の性質や視聴者による受容性も変化する可能性は少なくないが，現代日本における役割語の性質の一側面については明らかにしたといえる。

参考文献

[1] 金水敏 (2003)『ヴァーチャル日本語 役割語の謎』東京: 岩波書店.

[2] 定延利之 (2007)「キャラ助詞が現れる環境」金水敏 (編)『役割語研究の地平』, pp. 27-48. 東京: くろしお出版.

[3] Osterhout, Lee, Kayo Inoue (2007) "What the brain's electrical activity can tell us about language processing and language learning", In: T. Sakamoto (ed.) *Communicating Skills of Intention,* pp. 293-309, Tokyo:Hituzi Shobo.

[4] 宮岡弥生・時本真吾 (2010)「事象関連電位に観る敬語規則：尊敬語と謙譲語」『日本言語学会第 141 回大会予稿集』, pp. 188-193.

[5] 金水敏（2011）「現代日本語の役割語と発話キャラクタ」金水敏（編）『役割語研究の展開』: pp. 7-16. 東京: くろしお出版.

階段状の語彙発達曲線の成因：語とその参照物の共起パターンの生起確率は閾値を一斉に超える

A possible cause of the stepwise shape of word learning curves: the statistical significance of the co-occurrence pattern of each word and its referent exceeds a threshold at one time.

荒木 修[†]，深田 智[†]，尾関 基行[†]，岡 夏樹[†]
Osamu Araki, Chie Fukada, Motoyuki Ozeki, Natsuki Oka

[†]京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology
osamu@ii.is.kit.ac.jp

Abstract

This study shows a possible cause of the occurrence of the stepwise shape of word learning curves reported by Minami et al. (2012). In our simulation, co-occurrence frequency of each word and its possible referents are counted, and a word is judged as acquired when the statistical significance of the co-occurrence of the word and its referent exceeds a threshold. We show that the stepwise shape of word learning curves occurs in our simulation, and examine the cause of the shape. Furthermore, by simulations in multiple conditions, we show possible origins of individual differences in the shape of learning curves.

Keywords — computer simulation, Fisher's exact test

1. はじめに

語彙発達の計算モデルの研究が近年盛んに行われている．McMurray[1]や，Mayor and Plunkett[2]は，質問紙を用いた横断データに基づき，子ども集団の平均的ふるまいとして推定された，滑らかな加速の語彙発達曲線（図 1）を前提として，単語の頻度分布から語彙爆発の要因を説明する計算モデルを提案した．また，Hidaka[3]も横断データを用いたが，平均ではなく子ども集団の獲得月齢分布に注目し，分布の予測性により，学習機構を推定した．

ところが，最近，南ら[4][5]は，語彙発達が，従来考えられてきたように滑らかな曲線状に進むのではなく，階段状に進むことを示すデータ（日誌法により収集した 17 名の縦断データ）を発表した．図 2 に階段状の変化の概念図を示す．階段の大きさや数には個人差があり，階段が小さく，大きい目で見れば滑らかな曲線状に進むと見て差し支えない子どもと，大きくはっきりした階段状の変化を示す子どもの両方が存在することが分かった．

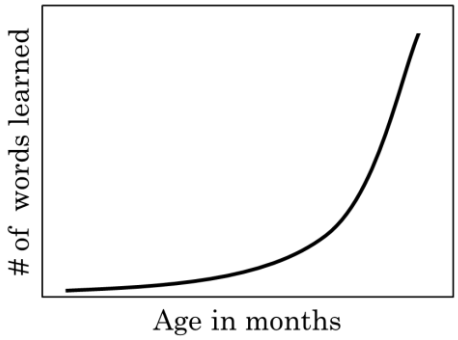


図 1　従来想定されてきた，滑らかに加速する語彙発達曲線の概念図（文献[1]の内容に基づき著者が作図）

南らは，階段状の変化が生じる原因の解明は今後の課題であるとしているが，本研究の目的は，この階段状の変化を生み出している可能性がある原因の 1 つを提示することである．我々は，発話された単語とその単語の指示対象となりうる物体との共起回数を数え上げ，特異的な共起があることが統計的に有意に示された時点でその単語が獲得されたとする語彙獲得のシミュレーションを行い，階段状の変化が生じることを示した[6]．本論文では，さらに複数の条件で追加シミュレーションを行い，その結果から，幼児語彙発達曲線の個人差の説明を試みる．なお，語彙発達の加速（爆発）については，本論文では扱わない．語彙爆発

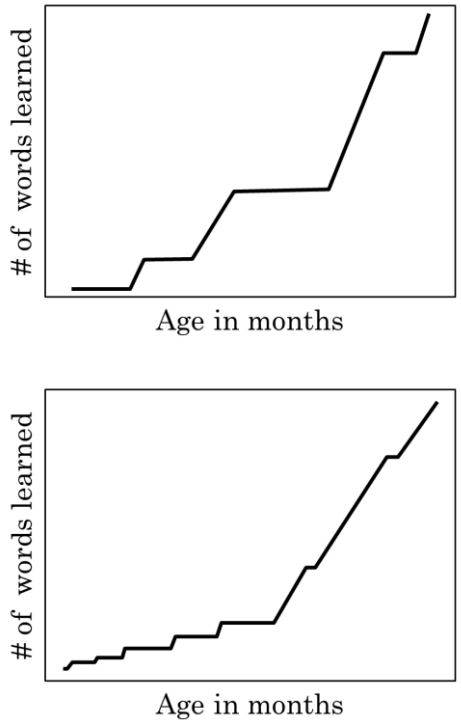


図 2　語彙発達曲線に見られる階段状の変化の概念図（文献[4]の内容に基づき著者が作図）

は，先に獲得した語の利用など，本論文でのシミュレーションでは扱っていない要因により生じると我々は考えているからである．

2. 提案する語彙獲得モデル

McMurray[1]や，Mayor and Plunkett[2]，Hidaka[3]は，ある語を定められた回数以上聞くと獲得されるという単純なシミュレーションを行った．これに対して，本研究のシミュレーションでは，ある語とその語が参照する可能性があるものの共起度数を数え，ある語とその参照対象が特異的に共起することが統計的に有意になった時点でその語が獲得されるとする，より精密なモデルを使用する．

我々のシミュレーションの前提を記す：

- 発話は語に分節済みであるとし，また，参照されるものも分節済みであるとする．
- 語は内容語（何かを参照する単語）だけでなく機能語（参照物を持たない単語）も混在してよい．提案する学習アルゴリズムでは，参照物と有意に共起する内容語だけが獲得される．ただし，簡単のため，本論文では，内容語のみが発せられるとしてシミュレーションを行う．
- 参照されるものは，物体だけでなく，その属性であってもよい．提案アルゴリズムでは，共起情報に基づき，物の属性を表す言葉（形容詞）も獲得できるし，また，属性の集合として物の名前を獲得する（「りんご」は丸くておいしいもの）こともできる[7]．ただし，簡単のため，本論文では，物の名前（名詞）と物体との共起による名詞獲得のシミュレーションについてだけ，報告する．
- ある語が発せられたとき，参照される可能性がある物体は複数存在しうるとする．共同注意や状況や獲得済みの知識等により，参照される可能性がある物体を少数に絞り込める場合とそうでない場合があると想定する．

シミュレーションの具体的な手順は以下の通りである：

1. 発話単語をジップの法則に従って1つ選択する．ジップの法則は，出現頻度が k 番目に大きい要素が，全体の出現頻度の $1/k$ に比例する割合を占めるという経験則であり，単語の使用頻度に適用できるとされている．本シミュレーションでは，単語総数（物体の種類の総数）を N としたときのある単語 k が発話される確率を(1)式で計算する．

$$f(k,N)=\frac{1/k}{\sum_{n=1}^{N}1/n} \tag{1}$$

2. 参照される可能性がある物体をジップの法則に従って所定の数だけ選ぶ．所定の数とは，発話単語に対応する物体を含んだ参照される可能性のある物体の数で，シミュレーション開始時に設定した最小値から最大値の範囲の中から一様な確率でランダムに決定する．「参照される可能性がある物体数」は1つのみでなく複数となる場

合もあり，学習側の絞り込み能力や，数える側がどの程度の学習の足場を提供するかを反映して決まる．

3. 発話された単語と，参照される可能性がある各物体との共起回数をそれぞれ数える．
4. 各単語と各物体について，その時点までの累積共起度数から四分表（表 1）を作成して，Fisher の直接法[8]により，度数パターンの総和確率 P_t を計算する．

   Fisher の直接法は，対応のない 2 条件間の比率の差の有意性の検定に使われる．周辺度数(p, q, r, s)を観測された値に固定した場合の，「各セルの度数パターン(a, b, c, d)（表 1 を参照）が観測される確率 P（(2)式により算出)」と「より偏ったパターンが観測される確率」の総和確率 P_t を求める．共起度数が高低どちらに偏っているかは，(3)式により求めた値から区別する．今回は共起度数が特異的に高いものだけに注目し，(3)式の値が 0 未満となる場合は除外する．

$$P = \frac{p!q!r!s!}{a!b!c!d!t!} \tag{2}$$

$$a - \frac{pr}{t} \tag{3}$$

5. θ を前もって定めた閾値とし，$P_t \leq \theta$ であれば，その単語が獲得されたとする．$P_t \leq \theta$ であることは，ある単語とそれが参照する物体の共起回数が統計的に有意に多いことを意味する．
6. 以上の 1.から 5.を 1 エピソードとして，エピソードを繰り返す．

3. シミュレーション実験

本節では，3 つの実験について，それぞれの実験設定，実験結果，および，考察を記す．

3.1. 実験 1

実験 1 では，参照される可能性がある物体のすべてに注目して，発話単語とそれぞれの参照候補物体との共起回数を数えるとする．参照される可能性がある物体数の最小値と最大値の指定を変えて，獲得単語数の推移がどのように変わるかを調べた（図 3）．本実験では，単語総数（物体の種類の総数）N を 1000 語とし，総和確率の閾値を θ =0.05 とした．

表 1　注目した単語と物体の共起の特異性を調べる四分表

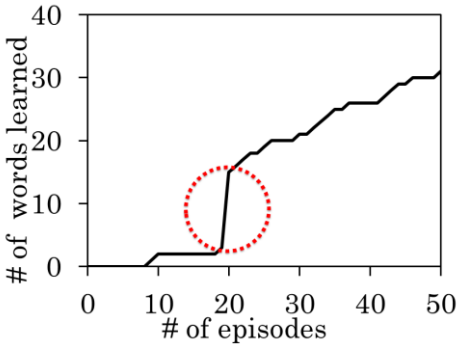
物体＼注目単語	「X」	「X」以外	計
<X>	a	b	p
<X>以外	c	d	q
計	r	s	t

図 3 では，獲得単語数が急激に増加するところ（グラフ中，点線で丸く囲んだところ）がいくつか存在する．これらの急増箇所では，1 エピソードで同時に複数の単語が獲得されている．これらの同時に獲得された単語について四分表を調べると，それぞれの急増箇所毎に特定の共起度数パターン（表 2）を持った単語が同時に獲得されている．例えば，図 3(a)の急増箇所では，多数の単語の四分表が表 2(a)の共通パターンとなっている．19 エピソードの時点で，1 - 0 - 0 - 18 のパターンの単語が多数あり，これらの単語の四分表が 20 エピソードの時点で，一斉に 1 - 0 - 0 - 19 のパターンになることにより，同時に閾値を超えたことが分かる．

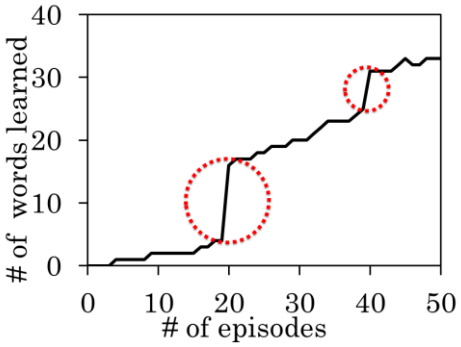
他の急増箇所でも同様に，特定の共起度数パターンの単語がそろって閾値を超えることが起こっているのが表 2 から分かる．なお，図 3(c)では，配置される物体数が 1 から 3 の間で変動するため，共起度数パターンの種類が多くなり，結果として，ある特定の共起度数パターンを共通して持つ単語の数が減るため，階段の大きさが小さくなっている．図 3(d)でも，同様の理由で，さらに階段の大きさが小さくなっている．

3.2. 実験 2

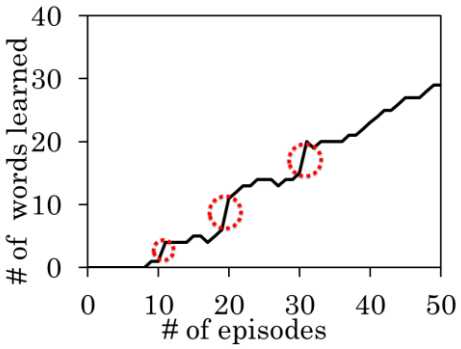
実験 1 では，参照される可能性がある物体すべてに対して，発話単語との共起を数えた．これに



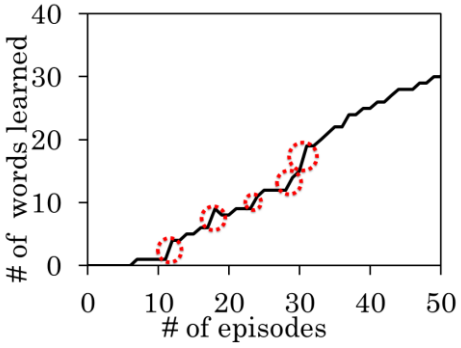
(a) min: 1 max: 1



(b) min: 3 max: 3



(c) min: 1 max: 3



(d) min: 1 max: 5

図 3 実験 1 におけるエピソード数と獲得単語数の推移（min/max はそれぞれ，参照される可能性がある物体の最小数／最大数）

表 2 図 3 において獲得単語が急増した点における，同時獲得単語に関する四分表のパターン（(a)は図 3(a)の急増点での共通パターン，(b - 1)は図 3(b)の 1 番目の急増点でのパターン，(b - 2)以下も同様．また，min/max はそれぞれ，参照される可能性がある物体の最小数／最大数，EP はエピソード数）

(a) min: 1 max: 1 EP: 20

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	0	19	19
計	1	19	20

(b - 1) min: 3 max: 3 EP: 20

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	2	57	59
計	3	57	60

(b - 2) min: 3 max: 3 EP: 40

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	1	2
他の物体	2	116	118
計	3	117	120

(c - 1) min: 1 max: 3 EP: 11

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	0	20	20
計	1	20	21

(c - 2) min: 1 max: 3 EP: 20

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	1	40	41
計	2	40	42

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	1	2
他の物体	0	40	40
計	1	41	42

(c - 3) min: 1 max: 3 EP: 31

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	2	58	60
計	3	58	61

(d - 1) min: 1 max: 5 EP: 12

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	1	41	42
計	2	41	43

(d - 2) min: 1 max: 5 EP: 18

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	2	57	59
計	3	57	60

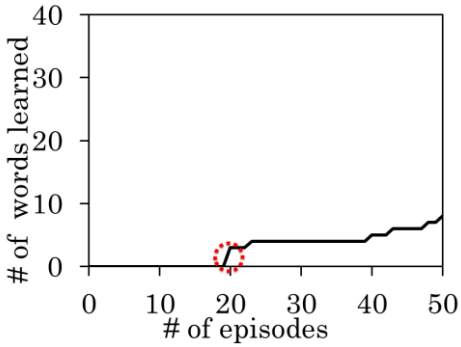
(d - 5) min: 1 max: 5 EP: 31

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	4	97	101
計	5	97	102

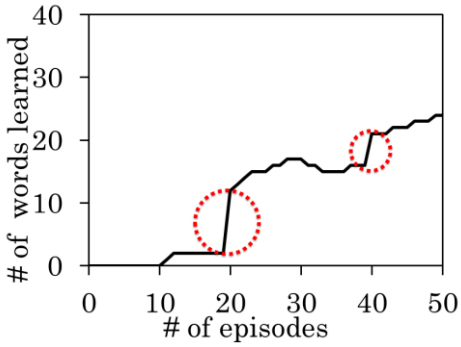
対して，実験 2 では，参照される可能性がある物体のうちの 1 つをランダムに選んで注目し，その物体についてだけ発話単語との共起回数を数える．この設定での獲得単語数の推移を図 4 に示す（ただし，(a)の条件は図 3 と同じになるため，省略）．その他の実験設定は実験 1 と同じである．

実験 2（図 4）では，参照される可能性がある物体のうち 1 つだけに注目して共起回数を数えるため，正しいペアの共起が数えられない場合があり，実験 1（図 3）と比べて単語獲得速度が遅くなる．特に，図 4(b)では参照される可能性がある物体は必ず 3 つあり，その中の 1 つだけを選んで共起を数えるため，(配置された物体の種類の重複がない場合は）1/3 の確率で正しい物体の共起を数える設定となっており，それに応じて，単語の獲得速度が図 3(b)に比べて，遅くなっている．

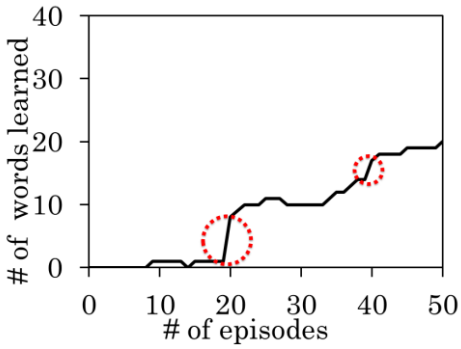
また，図 4 でも図 3 と同様に，獲得単語数が急激に増加するところ（グラフ中，点線で丸く囲んだところ)がいくつか存在する．実験 1 と同様に，これらの同時に獲得された単語について四分表を調べると，それぞれの急増箇所毎に特定の共起度数パターン（表 3）を持った単語が同時に獲得されている．実験 2 では，エピソード毎に共起回数は 1 ずつ数えられるため，表 3(b)～(d)で共起度数パターンに共通している部分がある．例えば，20 エピソードの時点では，表 3(b)～(d)のそれぞれで．1 - 0 - 0 - 19 のパターンが共通している．40 エピソードの時点でも，表 3(c)～(d)で，1 - 1 - 0 - 38 のパターンが共通している．



(b)　min: 3　max: 3



(c)　min: 1　max: 3



(d)　min: 1　max: 5

図 4　実験 2：1 つの物体のみをランダムに注目して発話単語との共起回数を数えるとしたときの，エピソード数と獲得単語数の推移（min/max はそれぞれ，参照される可能性がある物体の最小数／最大数）

3. 3. 実験 3

実験 3 では，総和確率の閾値を緩く設定し，θ =0.10 とした．その他の実験設定は実験 1 と同じである．実験 3 での獲得単語数の推移を図 5 に示す．

図 5 でも図 3 と同様に，獲得単語数が急激に増加するところ（グラフ中，点線で丸く囲んだところ）がいくつかあることが分かる．ただし，図 3 に対して図 5 では，急増の大きさが小さく，早い段階で急増点が生じている．例えば，図 3(a)に対して，図 5(a)では，急増点は小さく，より早い段階で起きている．それぞれの急増箇所毎に共通する特定の共起度数パターン（表 4）を見ると，表 2(a)では，20 エピソードの時点で 1 - 0 - 0 - 19 のパターンとなっているのに対して，表 4(a)では，10 エピソードの時点で，1 - 0 - 0 - 9 のパターンとなっている．閾値 θ を実験 1 と比べて緩い値に

したことにより，より早い段階で閾値を超えるようになったことが分かる．獲得単語数の急増は，潜在的に学習が進んでいた単語が一斉に閾値を超えることにより生じるが，閾値を緩くしたことでそのタイミングが早くなり，その分，発話され学習が並行して進んでいる単語数が少なくなり，結果，小さい急増が早く表れている．図 5(b)でも同様に，図 3(b)に対して，小さい急増がより早く表れている．図 5(c)では，図 3(c)の 1 番目の急増点が見えなくなっている．これは，図 3(c)の 1 番目の急増は元々小さく，実験 3 で閾値を緩くしたことにより急増が早まり，1 番目の急増のタイミングでは単語が 2 個以上獲得されなかったためである．そのため，図 3(c)の 2 番目・3 番目の急増点が，図 5(c)では 1 番目・2 番目の急増点となって表れている．図 5(d)でも同様の理由で，急増点が早く表れて小さくなっているが，元々急増が小さいため，はっきりとした変化としては表れていない．

4. 考察：子どもの語彙獲得への関わり

4.1. 実験 1

実験 1 では，次のことを示した．複数の単語の学習を並行して進めると，単語とその参照物の共起度数パターンの生起確率が，一斉に閾値を超えるという現象が起こり，そのタイミングで獲得単語数が階段状に一気に立ち上がる．この現象は，「共起度数を数え，共起パターンの特異性を統計的に判定する」と言う提案モデルに固有の特殊なものではなく，閾値を有する競合系で一般的に生じると我々は考えている．

図 3 のシミュレーションでは，ある注目した語－ある注目した参照物候補のペアの共起回数だけでなく，その注目した語－注目外の参照物候補のペア，注目外の語－注目した参照物候補のペアや注目外の語－注目外の参照物候補のペアの共起回数も数えて総合的に判定しているが，これは，多数の単語－参照物ペアが互いに競合している系とみなすことができる．ある単語とその単語の正しい参照物との共起回数（四分表（表 1）の a の値）が増えた時，それ以外の各単語に関する四分表（表 1）の d の値も同時にカウントアップされるため，並行して学習が進み，あるタイミングで一斉に閾値を超える現象が起きて，獲得単語数の急増が生じている．この獲得単語数の急増は，例えば，競合系である winner-take-all 型のニューラルネッ

表 3　図 4 において獲得単語が急増した点における，同時獲得単語に関する四分表のパターン（(b)は図 4(b)の急増点でのパターン，(c - 1)は図 4(c)の 1 番目の急増点でのパターン，(c - 2)以下も同様．また，min/max はそれぞれ，参照される可能性がある物体の最小数／最大数，EP はエピソード数）

(b)　min: 3　max: 3　EP: 20

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	0	19	19
計	1	19	20

(c - 1)　min: 1　max: 3　EP: 20

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	0	19	19
計	1	19	20

(c - 2)　min: 1　max: 3　EP: 40

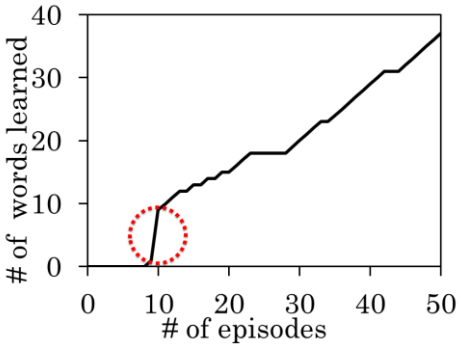
	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	1	2
他の物体	0	38	38
計	1	39	40

(d - 1)　min: 1　max: 5　EP: 20

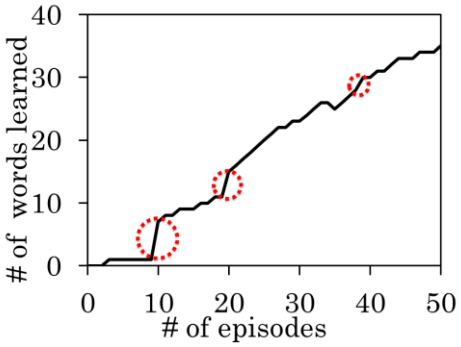
	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	0	19	19
計	1	19	20

(d - 2)　min: 1　max: 5　EP: 40

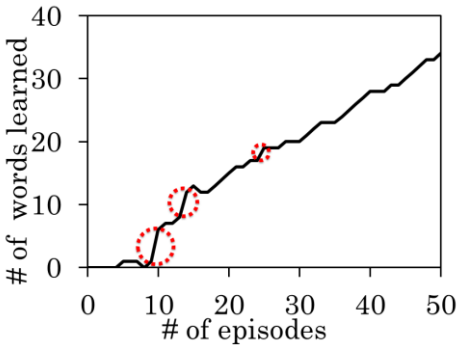
	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	1	2
他の物体	0	38	38
計	1	39	40



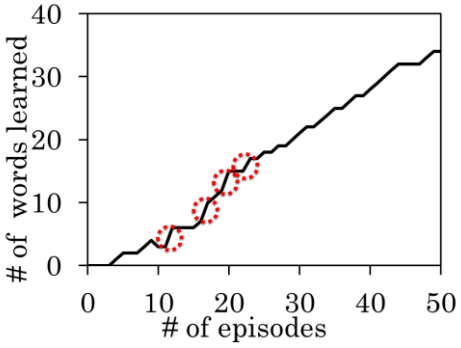
(a) min: 1 max: 1



(b) min: 3 max: 3



(c) min: 1 max: 3



(d) min: 1 max: 5

図 5 実験 3 : 閾値 θ=0.10 としたときの，エピソード数と獲得単語数の推移（min/max はそれぞれ，参照される可能性がある物体の最小数／最大数）

表 4 図 5 において獲得単語が急増した点における，同時獲得単語に関する四分表のパターン（(a)は図 5(a)の急増点での共通パターン，(b - 1)は図 5(b - 1)の急増点でのパターン, (b - 2)以下も同様. また，min/max はそれぞれ，参照される可能性がある物体の最小数／最大数，EP はエピソード数）

(a) min: 1 max: 1 EP: 10

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	0	9	9
計	1	9	10

(b - 1) min: 3 max: 3 EP: 10

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	2	27	29
計	3	27	30

(b - 2) min: 3 max: 3 EP: 20

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	1	2
他の物体	2	56	58
計	3	57	60

(c - 1) min: 1 max: 3 EP: 10

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	1	19	20
計	2	19	21

(c - 2) min: 1 max: 3 EP: 14

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	2	29	31
計	3	29	32

(d - 1) min: 1 max: 5 EP: 12

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	2	2	4
他の物体	3	26	29
計	5	28	33

(d - 2) min: 1 max: 5 EP: 17

	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	3	40	43
計	4	40	44

(d - 3) min: 1 max: 5 EP: 20

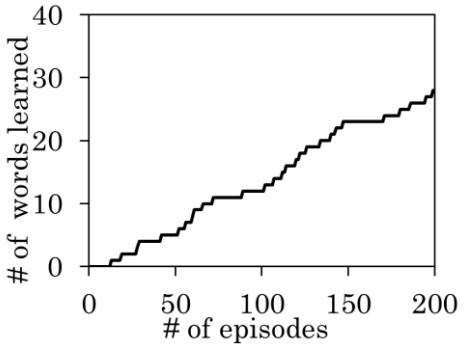
	注目した単語	他の単語	計
参照物体	1	0	1
他の物体	4	45	49
計	5	45	50

トワークで，単語とその参照物の対応を学習させても，一斉に学習が進む現象として，同様に起こり得ると考えられる．

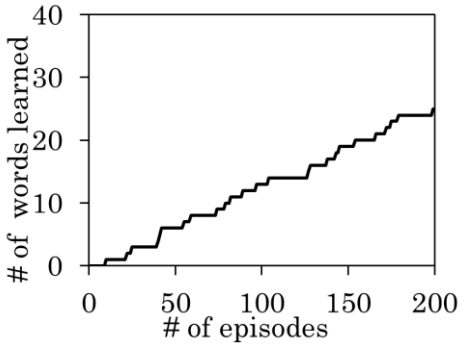
これに対して，閾値を有するが競合系を構成していない場合には，獲得単語数の急増は生じない．図 6 に，単語とその単語が参照する物体との共起回数が 2 回以上となった場合に，その単語が獲得されるとするシミュレーションの結果を示す．図 6 では，乱数の影響による揺れによって，獲得単語数は小さな階段状に推移しているが，獲得単語数の増加速度はほぼ一定であり，1 エピソードで同時に複数の単語が獲得されている部分は存在しない．このシミュレーションでは，ある注目した語－ある注目した参照物候補のペアの共起回数が閾値を超えただけでその単語を獲得したとしており，その注目した語－注目外の参照物候補のペア，注目外の語－注目した参照物候補のペアや注目外の語－注目外の参照物候補のペアの共起回数は考慮していないため，競合系を構成していない．

このシミュレーション（図 6）でも小さい段ができることを考慮すると，階段状の変化の原因には少なくとも 2 つあると言えよう．1 つは一斉に閾値を超える現象（図 3），もう 1 つは，出現する語の確率的な揺らぎ（図 6）であり，前者は大きい段や小さい段を生み出していて，後者は小さい段を生み出していると考えられる．

また，実験 1 では，参照される可能性がある物体数を変えると，単語獲得数の推移に見られる階段の大きさや数が変わることを示した．子どもの絞り込み能力の違いや，養育者がどの程度の学習の足場を提供するかの違いにより，参照される可能性がある物体数が変わると考えられるが，このことが，子どもの語彙発達曲線の階段状の変化の数や大きさの違いとなって表れている可能性がある．例えば，語彙発達曲線に大きい階段状の変化が見られる幼児は，共同注意等に基づいた絞り込みがうまくできていると考えられる．この仮説を，子どもの語彙発達データと合わせて共同注意の能力を調べることにより検証できたとすれば，子どもの語彙発達データから，その子がどの程度，参照物の絞り込みをしているかを推測できる可能性がある．



(a) min: 1 max: 1



(b) min: 3 max: 3

図 6 共起した回数のみで学習判定したシミュレーションでの，エピソード数と獲得単語数の推移（min/max はそれぞれ，参照される可能性がある物体の最小数／最大数）．図 3 のシミュレーションに対して，ある注目した語－ある注目した参照物候補のペアの共起回数が閾値を超えただけでその単語を獲得したとしており，その注目した語－注目外の参照物候補のペア，注目外の語－注目した参照物候補のペアや注目外の単語－注目外の参照物候補のペアの共起回数は考慮していないため，図 3 のような大きな階段状の変化は生じない．

4.2. 実験 2

参照される可能性のある物体が複数ある場合に，子どもはそれらすべての物体との共起を数えている可能性（実験 1：図 3）と，その中の 1 つだけに絞った物体との共起を数えている可能性（実験 2：図 4）があると考え，このそれぞれの場合の発達曲線を比較した．(b)(c)(d)に見られるように実

験設定によってこの両者の関係は多様であるが，比較的一般的な設定と考えられる(c)(d)で比較すると，後者の方が大きい階段ができる傾向がありそうである．

4.3. 実験 3

実験 3 では，単語獲得を判定する閾値が θ=0.10 で，実験 1 に対して緩い値となっており，この条件では，急増の大きさは小さく，急増のタイミングは早く表れる．閾値 θ は，子どもの判断の慎重さを表すパラメータであると解釈できる．慎重な判断をして十分確からしくなるまで新しい語を使わない子と，よく分からなくてもどんどん使う子を比べると，前者は階段状の変化が大きく遅く表れる語彙発達曲線を示し，後者は階段状の変化が小さく早く表れる語彙発達曲線を示す傾向があると予想できる．

4.4. 総合的考察

以上をまとめると，次の予想を立てることができる：

次の 2 つの能力や性質を両方備えた子どもの語彙発達曲線は，大きい階段状の変化を示す．

(1) 参照物の候補を十分絞り込める，または，勝手に絞り込んでしまう．

(2) 慎重に判断して初めての語を使用する．

獲得語彙の縦断的記録とともに，心理実験により子どもの能力や性質を調べることにより，上記の予想が成立するかどうかを検証することは，容易ではないが可能であると考えられる．心理学分野の専門家の協力を得て，ぜひ挑戦したい．

5. まとめ

本論文では，子どもの縦断データに見られる獲得単語数の階段状の変化に着目し，計算機シミュレーションにより，同様の階段状の変化が起こることを示した．本シミュレーションでは，発話された単語とその語の指示対象となりうる物との共起回数を数え上げ，特異的な共起があることが有意に示された時点でその語が獲得されたとした．

さらに，この階段状の変化が生じるのは，ある注目した語とある注目した参照物候補の共起度数だけでなく，その注目した語－注目外の参照物候補のペア，注目外の語－注目した参照物候補のペアや注目外の語－注目外の参照物候補のペアの共起度数も含めた統計的な計算において，あるタイミングで複数の語に対する統計値が同時に閾値を超えて変化することが原因であることを示した．さらに，複数の条件でのシミュレーションにより，幼児が持つ絞り込み能力や判断の慎重さの違いが，幼児語彙発達曲線の階段状の変化の個人差となって表れる可能性があることを示した．

参考文献

[1] B. McMurray, (2007) “Defusing the Childhood Vocabulary Explosion”, Science, Vol. 317, No. 5838, p. 631.

[2] J. Mayor and K. Plunkett, (2010) “Vocabulary Spurt: Are Infants full of Zipf?”, 2010 International Conference on Infant Studies, 4-011-44.

[3] S. Hidaka, (2009) “Different Classes of Words Are Learned in Different Ways”, Proceedings of the Thirty-First Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp. 2316-2321.

[4] 南泰浩，小林哲生，杉山弘晃，（2012）“折れ線近次による語彙爆発開始時期の推定”，信学技報，Vol. 111, No. 471, SP2011-159, pp. 25-30.

[5] 南泰浩，小林哲生，杉山弘晃，（2012）“線形関数とプラトー割込による幼児語彙発達のモデル化”，言語処理学会第 18 回年次大会発表論文集, pp. 50-53.

[6] 荒木修，深田智，尾関基行，岡夏樹，（2012）“語彙発達曲線に見られる階段状の変化の原因についての一考察”，信学技報, Vol. 112, No. 176, HCS2012-36, pp. 19-23.

[7] 荒木修，深田智，尾関基行，岡夏樹，（2011）“語意獲得とはどのような問題か：普通名詞と指示詞の意味獲得の計算機シミュレーションに基づく考察”，HAI シンポジウム 2011, III-2B-4.

[8] R. A. Fisher, (1922) “On the Interpretation of χ^2 from Contingency Tables, and the Calculation of P”, Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 85, No. 1, pp. 87-94.

対面での内容討議による散文理解の促進（II）：対人態度向上

Metaphor use to enhance collaboration in web-based text reading II

光田　基郎
Mitsuda Motoo
（ノースアジア大学・経済学部）
North-Asia University(mitsuda@nau ac.jp)

Abstract: This study explores how learners in small groups influence each other in computorized text comprehension tasks.

Keywords:metaphor,collaboration,text reading

目的：web 上の協調学習形式の散文理解での比ゆ,類推と教示効果による理解促進（光田,日心'11）に引き続き,対面討議での理解促進,特に教示と比ゆ理解による表象図式化と討議内容収束による集団内対人態度(課題志向性,親和性とﾘｰﾀﾞｰｼｯﾌﾟ)変容を強調する。

方法：（イ）課題:（a）「No.2 の人間学」（ﾌﾟﾚｼﾞﾃﾞﾝﾄ誌'91）より「組織の No2 は現在のﾄｯﾌﾟと一体化して次のﾄｯﾌﾟの気配を否定すべき」と述べた箇所 34 文を書き改め,「源義経は鎌倉政権の No.２の役割を無視して破滅,豊臣秀吉は農民出身で部下を持たずﾍｯﾄﾞﾊﾝﾄで軍隊を組織し,登用された部下がその家来をﾍｯﾄﾞﾊﾝﾄするﾋﾟﾗﾐｯﾄﾞ型の組織ゆえ,軍の拡大防止に苦慮したが秀吉の弟はﾏﾈｰｼﾞｬｰ役で政権を支え,足利尊氏の弟は野心のない実務家でも兄の側近との対立で失脚,三本の矢の例の毛利家３兄弟は野心より内部の均衡と結束を考えて滅亡を回避し,周恩来はﾄｯﾌﾟの補佐役に徹して粛清を免れたほか,秀吉の参謀で野心家の黒田如水は全国統一後には秀吉に警戒され引退する」内容を画面で閲読後にその逐語・推理再認検査を６項,(b) 下位技能（閲読と無関係の類推,比ゆ理解,ｄ,ｃ,e,b,？の文字系列の推理,「松, 杉,桧,樅→横」の過剰類推ほか）(c)上記の登場人物相互間の類似度評定とその確信度の５段階評定値のそれぞれのマウス入力を求めた.(ロ)参加者・手続き：ﾉｰｽｱｼﾞｱ大１年生 49 名が実習用画面で個別に参加.上記文を１文ずつ参加者のペースで閲読.参加者の半数は材料文の閲読後に小集団で 15 分間の内容討議の後に再認と下位技能検査, 半数は理解検査後に内容討議を行った.各群の 1/3 は上の材料文中に斜体で例示した比ゆ的表現と上記の「No.2 は今のﾄｯﾌﾟと一体化して・・」との先行オルグ, 1/3 は先行オルグのみ.残る 1/3 は無教示の計６群にほぼ等数ずつ割り当てられた.(ハ)評価：文の閲読と再認検査後に集団内対人態度（Bales & Cohen' 78）として,(a)親和性,(b)課題志向性と (c) ﾘｰﾀﾞｰｼｯﾌﾟの自己評定値と成員の相互評定値並びに(d)同調傾向並びに集団内で自己制御程度などの自己評定値（５段階評定）の入力を求めた.

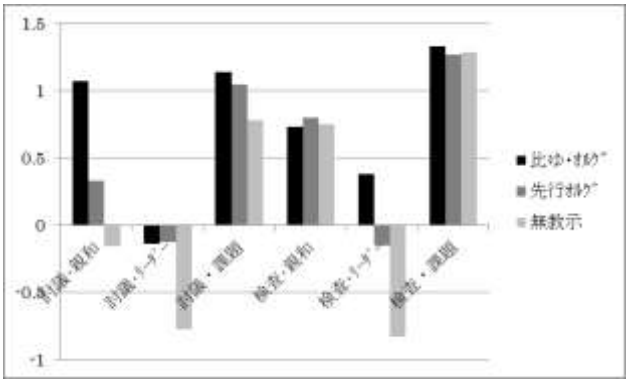


図１．教示毎に見た集団内対人態度相互評定値

結果：(イ)上記（ロ）の教示（３条件）x 討議先行 vs 検査先行(２条件)の共分散分析の結果,親和性とﾘｰﾀﾞｰｼｯﾌﾟの相互評定値は教示による促進効果を示す主効果(5%ﾚﾍﾞﾙ)と,（ロ）比ゆと先行オルグ並びにオルグのみを提示した条件下ではリーダーシップの相互評定値と自己評定値（提案した, 意見集約したなど）の相関係数値が高い(5%ﾚﾍﾞﾙ)結果が得られた.この他,思考動機と積極性との相関係数値も同様の結果を示し得た。（ハ）討議先行・比ゆと先行オルグの併用条件下では,評価懸念と,同じクラスター内の項目間の類似性判断時間の相関係数が高い反面,集団への同調を避け自分の内面に配慮する程度と上記の項目間の類似性判断の時間との相関は無教示条件下で最大となる.以上より,討議先行条件では検査先行条件と比較した場合,討議集団の成員が個別に検索した既得の知識表象に制約されず, 直接的・指示的な手がかりに従う方向での内容理解を試みて討議内容を収束する.

考察： web 上でなく対面での内容討議が再認とその下位技能検査に先行する際は, 閲読文の比ゆ的な理解を求めた際に不完全な初期理解の共有(亀田,'97)の他, 教示によるリーダーシップと親和性の促進が示される.一方で,同調や社会的手抜きの危惧も生じる.

極めのアクションが１つのエピソードユニットとなる幾つかの出来事をつなぐ

A decisive action unifies some events into an episodic unit

榎本 美香†, 桑原 明栄子†
Mika Enomoto, Meeko Kuwahara

† 東京工科大学
Tokyo University of Technology
menomoto@media.teu.ac.jp, meekokuwahara@gmail.com

Abstract

This study insists that a decisive action which surprises us or make us laugh to death unifies some events into an episodic unit. And the action simultaneously clear needless events to understand the action off the unit. We analyzed a TV travel program and show a decisive action organizes a sequence of events which constructs an episode.

Keywords — a decisive action, a sequence of events, reconstruction, story, episode memory

1. はじめに

本研究では、私たちが時々刻々と知覚・体験していく出来事の中から、ある一つのまとまった出来事のユニット(エピソードユニット)がどのようにして抽出されるのかについて考察する。友人に旅で起こったハプニングを語るとき、昔あったゾッとする体験を語るとき、昨日あった許せない話を語るとき、ハプニングの瞬間やゾッとした瞬間だけを話すのではなく、そこに至る経緯を含んで話す。一方で、ハプニングが起きた日に食べた朝食のメニューやゾッとする前に行った仕事の内容など、そのことを語る上で関係のないと思われるものは話さない。たとえ、まだ記憶が新鮮で朝から晩までの出来事すべてを思い出すことができたとしてもである。私たちはあるエピソードを語る上で、重要な出来事とそうではない出来事をどのように選んでいるのだろうか。

シャンク[1]は、「話をするには、記憶から出来事のすべてを集め、それらの関係を再構築する非常に大きな努力が必要である。(中略) もちろん、このような話をするための努力はとくに最初に話すときには必要なのだが、話をする行為の大半はほとんど努力を要さず、繰り返されることが多く、どのヴァージョンもよく似ているから、たくさんの話がかたまりとして保存され、出し入れされているはずである」と述べている。すなわち、私たちは思い出そうとする出来事を一つのユニットにして保存しているといえるであろう。シャンクはこのユニットは、出来事を取捨選択して他者に何度も語るという経験を通じて獲得されるものであると考えている。これは古典的な心理学の長期記憶に関する研究に合致する。人間の短期記憶の容量は限られており、古い情報は押し出されるが、何度も復唱するなどリハーサルを行えば、長期記憶に移行される、という説である(三宅[2])。

しかし、自分自身があるエピソードを語るときを思い出していただきたい。数日間、数年間に起こった出来事のすべてをかき集め、それらの中から一連の関連性をもつ出来事を取捨選択するという非効率的なことを行なっているであろうか。私自身に関していうならば、答えは否である。自身がビックリした、抱腹絶倒したといった瞬間を語ろうとすれば、その発端から経緯までが芋づる式に記憶から引き出されてくる。あるエピソードユニットに属する出来事はひとまとまりに保存されている、というシャンクの意見に我々は同意する。その一方で、そのまとまりは後日談として語られるときではなく、その出来事を体験しつつある認知経験の最中に形作られるものである、ということを主張したい。

図1,2に出来事の体験の中で変化する認知経験の模式図を示す。時事刻々と経過していく出来事を体験している最中の、出来事に対する認知状態を示したものが図1である。いくつもの出来事が時間軸にそって順番に並んでいる。もちろん、出来事間の境界は曖昧なものもあるが、ほぼ生じた順に記憶されていく。これらは時間の経過とともに古いものから忘れ去られていくような記憶である。ところが、体験者がビックリする、笑い転げるといった何か特別なアクション(極めのアクション)が生じた瞬間に、そのアクションを理解するために必要な文脈となる出来事だけがピックアップされ、１つのエピソードユニットを形作る(図2)。すなわち、極めのアクションがそれを解釈するに必要な出来事の記憶だけを串刺しにすると同時に、不必要な出来事を取り除く。そして、このエピソードが語られるとき、極めのアクションをパ

図 1　極めのアクション前の出来事認知

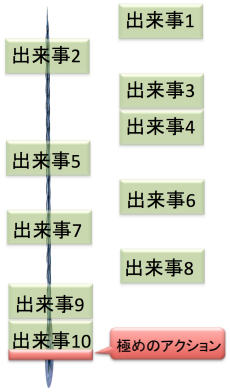


図 2　極めのアクション後の出来事認知

ンチラインとして、串刺しにされた出来事だけが言及されることになると考えられる。

本研究では、実際に生じている湯水のような出来事の中から、極めのアクションが遡及的にあるエピソードユニットを形作る瞬間を示す。

2.　方法

2.1　分析資料

北海道テレビより発売されているDVD「水曜どうでしょう：激闘!西表島」を分析資料とする。この作品は、タレント3人(鈴井・大泉・安田)とディレクター2人(藤村・嬉野(カメラマンを兼ねる)2泊3日という日程で西表島へ旅行をするというものである。当初は西表島で「虫を捕る」という企画であったが、現地ガイドのロビンソンが言うままに、西表島の魚や天然記念物を捕る企画への変更されていく。飛行機での移動時間、睡眠時間を除くほとんどの旅行中の出来事が時系列順に収録されている。

会話参与者　タレントの鈴井・大泉・安田だけでなく、ディレクターの藤村も頻繁に会話に参加する。またカメラ撮影を行う嬉野も会話に参加することがある。また、スタイリストである小松、他番組のプロデユーサー福屋も同行しており、会話に参加することがある。

ラベリング

1. 映像アノテーションソフトであるElan(version 4.4.0)を用い、以下のアノテーションを行った。
   カメラワーク:　ズームイン、ズームアウト、パンなどのカメラワークの切り替え点の時間情報を付与する
   テロップ:　画面上に表示されるテロップの開始地点、終了地点の時間情報とその内容を付与する
   転記:　各話者ごとに各発話の開始地点・終了地点の時間情報とその内容を付与する
2. 上記3つのアノテーションを参考に、場面の切り替わりやトピックの推移を考慮して、個々の出来事に分割した。

3.　分析

本分析では、以下の極めのアクションに着目する。旅行が始まってからほぼ34時間後、本編開始から37分18秒あたりの出来事である。大泉の「遠いね:随分(14)」という発話、大泉の視線の先にパン、ズームするカメラワーク(16,19)が極めのアクションである。これは、直前に魚を捕獲した安田に向かって、どこで捕ったのかを尋ねる大泉に、ロビンソンがこっちに「いっぱい居るよ(09)」と呼びかける。大泉が振り返り(12)、14の発話となる。ただし、この段階では大泉の後頭部が邪魔になり何を指しているのか視聴者には分からないが、同時に沖に目をやった藤村氏が爆笑している(15)ことから、この発話が極めのアクションであると考えられる。そして、カメラが大泉を回りこみ沖を映しだすと(図4)、そこに豆粒のようなロビンソンが見える。ここでカメラマンの嬉野氏も爆笑しているように、視聴者にも止めどない笑いが生じる。さらに、ズームインがなされるが(図5)、それでもまだ点のように小さいロビンソン、追い打ちをかけるように、大泉が「遠いな(.)遠いね:(20)」「行っちゃったね随分(22)」と発する。

```
[出来事22] (出来事21の直後)
Disk1-7 00:06:03:865-00:06:18:490

  01 大泉: どこで捕ったの？
  02 (0.3)
  03 安田: え？
  04 藤村: <[笑>
  05 嬉野:  [<笑>
  06 安田: あっちの方に
  07 大泉: あっち？
  08 安田: うんすぐそこんとこに
  09 ロビンソン  : 一杯居るよ
  10 藤村: あーあそこに一杯居るって[ほら
  11 大泉:                          [あっち？
  12 (大泉、ロビンソンを振り返る(図3))
```

13 藤村: [うん
⇒ 14 大泉: [遠いね:随[分
15 藤村: [<[笑>
⇒ 16 (カメラ:大泉を回りこみ沖の
ロビンソンにパン(図4))
17 嬉野: [<[笑>
18 藤村: [<笑>
⇒ 19 (カメラ:ズームインするが
沖に点のようにみえるロビンソン(図5))
20 大泉: 遠いな(.)遠いね:
21 藤村: <笑>
22 大泉: 行っちゃったね随[分
23 藤村: [<笑>

図3 大泉へのクローズショット

図4 大泉からロビンソンへのパン

図5 ロビンソンへのズームイン

この極めのアクションがなぜ爆笑を引き起こすのか、この断片だけを見ても分からない。この出来事を追体験するため、ここまでの出来事を時間順に要約したものを付録に示す。読者はこの段階で一度付録に目を通して欲しい。

このアクションがどのような出来事群を串刺しにしたのかを、以下みていく。

ここまでの出来事を概略すると、大きく3つの流れがある(図6)。最初は、[出来事2]から始まる藤村対大泉の今回の企画に対する不和である。スペインで「牛追い祭り」に参加することを想定していた大泉は、藤村が提示した南国での遊び半分の

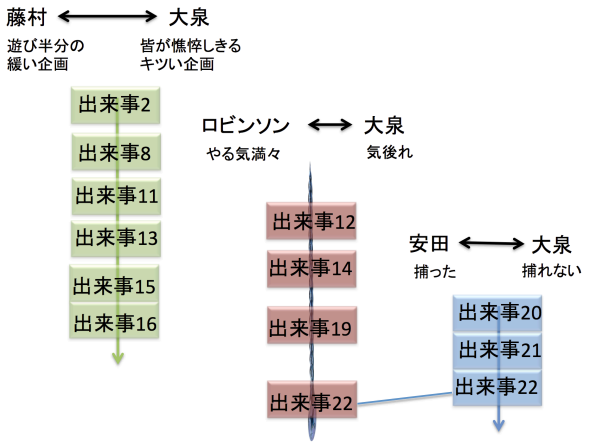


図6 出来事22までの出来事認知

「虫捕り」という企画に気乗りがしていない。幾つかの挿話があるものの、「君ばかりが盛り上がってるじゃないか[出来事8]」、「さすがに怒るぞ日本中が[出来事11]」とこの流れが時間軸に沿って進む。ただし、この話はまだこの先どう展開するか不明であり、何か後々記憶に残るようなエピソードにはまだなっていない。

ここにガイドのロビンソン氏が登場し、西表島の豊かな生き物たちを紹介したいというやる気に対し気後れする大泉という二項対立が新たに生じる[出来事12,14]。しかし、そのロビンソンに諾々と追随し藤村がどんどん企画を変更していくと、最初の藤村対大泉の構図も保たれる[出来事13, 14, 15]。

水槽にカメラを入れることで撮影できることを確認した藤村・嬉野は[出来事17,18]、魚捕りを開始する。捕れそうで捕れない魚に熱を帯びる一同と「捕れない」と断言する大泉[出来事20]。そんな中で安田が大きなクマノミと小さなルリスズメを同時に捕獲し、藤村、嬉野にたいそう褒められる[出来事21]。ここに、魚の捕れた安田と捕れない大泉という第3の流れが発生する。[出来事22]に戻ろう。大海原を指して「どこで捕ったの?(01)」という問いは、安田が一瞬聞き返しているように、本来であれば躊躇される発話である。それを敢えて聞いているということは、自分も魚を捕りたいという大泉の焦燥を示すものである。タイミングよく「一杯居るよ(09)」と声をかけるロビンソンに、振り向く大泉(12)。ここまでは自分も魚を捕りたいという第3の流れの中の出来事である。

振り向きざまの大泉の一言「遠いね:随分(14)」は、一気に流れをロビンソンのやる気対大泉の気後れという二項対立の図式へ話を引き戻す。そして必死に魚を探しているうちに、随分と沖合に出

てしまっているロビンソンの姿が映し出されると(16)、彼のやる気が滲みでた先行する出来事をフラッシュバックする。例えば以下の箇所である。

[出来事12]
藤村: まずねやっぱ虫じゃないわけ
藤村: まずは海見て欲しいってことなの
大泉: ロビンソンさんはそう[いったと
藤村: [そういう<笑>
大泉: もっと見せるものがいっぱいあ[ると
藤村: [あると
(中略)
藤村: それをもう見せるっつって
鈴井: あ:
藤村: 息巻いてますから
大泉: 彼が彼が[でしょ?
藤村: [うん

[出来事14]
大泉: ロビンソンなんて捕れるんだろ(.)捕れる
大泉: 捕れるまで止めない[つってたぞ
藤村: [<笑>
大泉: んな止めないたって
こっちは[時間限りがあるんだから[よぅ
藤村: [<笑>
鈴井: [<笑>
大泉: すっごいやる気で(.)こっちはもうちょっと
すっかり気遅れしてんだよなぁ

この瞬間、ロビンソン対大泉にまつわる一連の出来事だけが遡及的に顕在化し、ひとつのエピソードユニットとして串刺しにされるのである。ただし、この極めのアクション(14)が安田対大泉の第3の流れの中で生じていることから、このエピソードユニットの中に直前の[出来事21,22]を含めても良いかもしれない。

4. 考察

ここで取り上げた断片は、まだ進行中の出来事群の中にある。彼らはこの後、ロビンソンに言われるがままに、天然記念物のヤシガニを捕まえ、オオウナギの餌となるカエル捕りを深夜12過ぎまで続けた後、小魚漁をし、オオウナギの仕掛けをして、宿に帰り着くのは午前2時過ぎとなる。翌朝映しだされた大泉の寝起き姿(図7)はまさに、[出来事2][[出来事9の中での回想シーン]]で彼が求めていた姿である。「遊びじゃないんだぞ。みんなが欲しい絵を撮れよ。俺達がさ憔悴しきるさそういう絵が欲しいんだ。俺の魂の叫びを聞きたいんだよ」という冒頭のセリフが回顧される。この時点から遡及的にみるならば、最初の緩い企画と詰っていた企画が実際はとんでもなくキツい企画であったことになり、図7のショットは、藤村対大泉の対立に属する第1の出来事群をこの1日のエピソードユニットに組み込む。

極めのアクションが遡及的にエピソードユニットを常に紡ぎ続けるとするならば、後続の出来事が常に前の出来事を入れ子式に含みながら組み立てられることになる。つきつめて考えるならば、進行中の出来事の中にいる者は、その時点で今経験している出来事の事後的な全体像を知ることができない。例えば、「三十年戦争は１６１８年に始まった」という文は、１６１８年に戦争を開始した人には記述できない。その人はそこで始まった戦争が３０年も続くこと、それが三十年戦争と呼ばれることになることを知る術がないからである。このような文をダント[3]は「物語文」と呼び、こうした事後的な意味付けを行った文こそが歴史を成立させているとする。こういった文を記述することも極めのアクションであろう。とすれば、これまでの出来事群をを意味付けし直す出来事が生じ続ける限り、エピソードユニットは常に再構造化されていくことになる。

図７ 翌朝の大泉

付録

[出来事1] 2005/7/11 AM05:45
Disk1-2 00:00:00:000-00:04:33:400
前回のロケ中の大泉の発言「俺は闘牛をやってみたい」「牛追い祭りなんて良いね」の発言が流れ[出来事0]、大泉、安田は「今回は牛追い祭りのスペインロケである」と思い込んでいることが示される。

[出来事2] (出来事1の続き)
Disk1-2 00:04:33:400-00:15:37:310
企画発表. 鈴井の衣装やセットは牛追いを彷彿とさせるが、発表された企画はスペインの「うし追い祭り」ではなく、日本の西表島「むし追い祭り」であった. 気の抜ける大泉.

[出来事3] (出来事2の続き)
Disk1-2 00:15:37:310-00:15:45:000(Disk1-2末尾)
札幌→那覇→石垣へ移動

[出来事4] (出来事3の続き)
Disk1-3 00:00:00:000-00:00:04:020
石垣空港に到着

[出来事5] 2005/7/11 PM 10:00
Disk1-3 00:00:04:020-00:03:00:020
前泊する石垣島の宿の１室. 大泉の酔った姿が映り、これ以前に'しこたま飲んだ'ことが説明される. 大泉、カメラに寄り、おもむろに宿泊する部屋が「26度で悪臭がする、一泊３千円、事務所の社長である鈴井を含むタレント3人で一部屋」であることをボヤく. しかし、これはまだ良い方で、西表島ではディレクターを含んだ相部屋であり、それが'どうでしょう魂'であると藤村に言われ、納得する大泉.

[出来事6] (出来事5の続き)

Disk1-3 00:03:00:300-00:04:14:520
　盛り上げようと四股を踏む大泉だが、藤村に諌められる.

[出来事7] (出来事6の続き)
Disk1-3 00:04:14:520-00:04:55:100
　衣装の虫捕り用帽子の披露.

[出来事8] (出来事7の続き)
00:04:55:100-00:05:41:800
　藤村がパンツ一丁のダラけた態度であることを大泉が指摘すると、カメラに映らない所でビシッとする藤村. 背筋を伸ばし腕組みをする藤村の姿勢を模写し、誰が見るんだと指摘する大泉. 「君ばかりが盛り上がってるじゃないか」と大泉に言われると、「そうなっちゃうんだよね南の島は」と弁解する藤村.

[出来事9] (出来事8の続き)
00:05:41:800-00:06:31:680
　「朝、なんて言ってた?」と大泉に話をふる藤村. 回想シーンが挿入され、「そういうのはもう緩いよ。遊びじゃないんだぞ。みんなが欲しい絵を撮れよ。俺達がさ憔悴しきるさそういう絵が欲しいんだ。俺の魂の叫びを聞きたいんだよ」という大泉の発言が再現される(出来事1'の回想)。再度、「どう今?」と聞かれた大泉は、「この企画しかありえないね」と返す.

[出来事10] (出来事9の続き)
00:06:31:680-00:07:27:786(Disk1-3末尾)
　気分が悪いのでVを止めてもらっていいかなという大泉に対し、「じゃ明日から頑張りましょ」と締めに入る藤村. 大泉は拳を突き出し、気合を入れることに皆が賛同する. 藤村のオーバーアクションによるカメラに映り込むキュー出しに文句を言いつつ、『さあそれではいよいよ明日から西表島で我々は虫を追い続けますよ。果たして誰が一番虫を取るのか?乞うご期待!おい!」と気合を入れる大泉.

[出来事11] 2005/7/11 PM03:30
Disk1-6 00:00:00:000-00:01:46:600
　西表島の海を背景に始まる. 朝から船に乗り西表島に着いたのは午前10時すぎであったが、昼からビールを飲んで、そこからたっぷり昼寝をし、現在に至ったという経緯が説明される。本来は午後2時が集合時間であったが、何となく1時間押したことを説明する大泉. 「2時になりましたね」と言ったら、「んーそうだなあ。3時でいいんじゃねえか」という藤村の一声で3時になったというやりとりが再現される. 「何もやってないんだぞ俺達は」「日本中が注目してるんだよ」「さすがに怒るぞ日本中が」と心配する大泉.

[出来事12] (出来事11の続き)
Disk1-6 00:01:46:600-00:03:18:395
　ガイドのロビンソンが、虫は面白くないので海で魚を見せたいと言ったくだりが紹介される.

藤村: えー今日ここに着いて[
大泉:　　[はい
鈴井:　　[はい
藤村: えー今回お世話になりますロビンソンさんに
大泉: ロビンソンさん
藤村: 色々お話を聞きましたところ
大泉: はい
藤村: えー今回ねミスター
鈴井: 虫追い祭り
藤村: 虫追い祭りってことでねえ
鈴井: はい
藤村: クワガタなんかとってね
大泉: うわ[っと大きいのを
藤村:　　[やってやろうかと
大泉: うい:
藤村: 言ったらね
藤村: えーロビンソンさんいいましたね虫捕り面白くねえよと
大泉: あれは衝撃の[一言でしたね
藤村:　　[<笑>
鈴井: <笑>
藤村: 虫居ねえからっつって虫なんかいねえっつって
大泉: 虫が居ないって言われちゃっちゃともう:何しにきたもんだか
大泉: 何度も言ったね彼は[　おもしろくない
藤村:　　[うん
藤村: <[笑>
大泉:　[虫は面白[くない[
鈴井:　　[<笑>
安田:　　[<笑>
藤村: 面白くないんですよねあんまりね
ロ　: 居ないこともない
藤村: 居[ないこともねえけど
大泉:　[居ないことはないけど
藤村: ちっちゃいからねそれよりももっと魅力的なのが例えばこの海
大泉: これですよみな[さーん
藤村:　　[ねー
藤村: まずねやっぱ虫じゃないわけ
藤村: まずは海見て欲しいってことなの
大泉: ロビンソンさんはそう[いったと
藤村:　　[そういう<笑>
大泉: もっと見せるものがいっぱいあ[ると
藤村:　　[あると
　(中略)
藤村: それをもう見せるっつって
鈴井: あ:
藤村: 息巻いてますから
大泉: 彼が彼が[でしょ?
藤村:　　[うん

[出来事13] (出来事12の続き)
Disk1-6 00:03:18:870-00:04:16:610
　水中カメラがないのにどうやって撮影するのだと指摘する大泉に、のぞきメガネを被せれば撮れると言い張る藤村.

大泉: 見るの僕ら:だな
藤村: ああ
大泉: 持ってきてんのかよ水中カメラ
藤村: <笑>
藤村: ねえ
大泉: ねえ[んだろ?
藤村:　　[<笑>
藤村: ただ見せ[たいって言うから(W_ロリンソン|ロビンソン)さん
大泉:　　[だって
藤村: そうだろ?
大泉: あー言ってた向こうの俺がすくう[って言ってた
藤村:　　[<笑>
藤村: 俺[がすくうと
大泉:　[俺がすくって
藤村: 俺もう(D_ス)[いいだけすくってやっから
大泉:　　[すくってやから
大泉: 水中カメラはもってこいよ
藤村: 違うねえあれあれ撮れるもんね
藤村: なんかこんなんあるもんね
　(中略)
藤村: [のぞき眼鏡みたいなのあるもんね
大泉: [んなことないうんなことないじゃないんだよ
藤村: 違う違うのぞき眼鏡みたいなんだよ
大泉: あー?
藤村: これこれほらカメラにぐっとかぶせればこれ
大泉: すでにマイクに当たっちゃって入んねーじゃねーかよ
藤村: はぁ?
大泉: 入[んのかよ
藤村:　[これでがーっとやればもうニモももう(?)水中カメラですよ

[出来事14] (出来事13の続き)
Disk1-6 00:04:16:860-00:04:50:300
　「激闘はいつから始まるんですか」という安田の問に、激闘は夜のうなぎ捕りになると言い出す藤村.

安田: 激闘はいつからはじまるんですか競技は
藤村: こそれはねいや今からだって捕れたら捕れたでいいけども
藤村: あの夜から
大泉: はぁ?
藤村: 夜からね今度はね大きいうなぎだってさ
藤村: でっかいうなぎがね
大泉: 虫追いだっていってるところから
藤村: でっ[かい

大泉: [こんなでっけえこんな大きいうなぎがとれる
[(0.07)ほぉ
藤村: [こ
んな
大泉: それはいいな[ぁ
藤村: [<笑>
大泉: って[そのどんどんロビンソンさんに君は乗せ[られてっけどさ
藤村: [<笑>
鈴井: [<笑>
大泉: 君とロビンソンしか[やる気ねーしさ:
藤村: [<笑>
鈴井: <[笑>
大泉: [ロビンソンなんて捕れるんだろ(.)捕れる
大泉: 捕れるまで止めない[つってたぞ
藤村: [<笑>
大泉: んな止めないたってこっちは[時間限りがあるんだから[よぅ
藤村: [<笑>
鈴井:
[<笑>
大泉: すっごいやる気で(.)こっちはもうちょっとすっかり気遅れして[んだよなぁ
藤村:
[<笑>
鈴井: <笑>

<出来事15] (出来事14の続き)
Disk1-6 00:04:59:670-00:05:00:360
あまり企画を練ってきていないと宣言する藤村.

藤村: そこらへんはもうあのーこっちも
藤村: ただ単に遊ぼうと思ってきちゃってるもんだから
藤村: 企画もハッキリしてないから
藤村: いっちゃうけど
大泉: 企画もはっきりしてねぇんだもん
大泉: それで来てみたら虫居ねえって言われて

[出来事16] (出来事15の続き)
Disk1-6 00:05:51:540-00:07:50:640
おもむろに画面に映り込み魚を探しに行くロビンソンとそのカメラワークを責める大泉.

藤村: ちょっとじゃあ先に行って見てもらえますか?
藤村: 行きますよ
(カメラ: パンすると、海へ向かって歩いて行くロビンソンが映る)
藤村: これ今ポイント見つけてくれますから
大泉: なんだこれ?こ[のなんだこの画は?
藤村: [<笑>
大泉: おもむろにおっさんが今から海に入ってく
大泉: じゃぁ[お願いします
鈴井: [<笑>
藤村: <笑[>
大泉: [おっさんが
鈴井: 何もしゃべんないで
大泉: なんだよ
大泉: この画は[よ
鈴井: [<笑>
大泉: [何をとりてーんだよ
藤村: [ほら行くよもおばっしゃばっしゃいくよ
藤村: <笑>
大泉: な[っ
藤村: <笑>
大泉: [なんだよだから
藤村: [<笑>
大泉: 回すポイント考え[ろって
藤村: [<笑[[>
鈴井: [<笑>
大泉: [じゃあまず
大泉: 見つけた[後とかでもいいじゃねーかよじゃあ
藤村: [<笑>
藤村: [<笑>
大泉: [ロビンソンさん
藤村: [<笑>
大泉: [お願いします
大泉: はい
鈴井: <笑>
大泉: はいって
藤村: [<笑>
大泉: [こんな気の抜けた画を見せんなよ
大泉: 考[えてやれよ少しは
藤村: [<笑>そうでしたそうでした

[出来事17] (出来事16の続き)
Disk1-6 00:07:50:640-00:08:02:791(Disk1-6末尾)
ロビンソンが魚を見つけ、皆急いで海に入る支度に駆け出す.
(カメラ: カットが切り替わり, 海にいるロビンソンにズームイン)
藤村: おら
藤村: ほら
安田: あ
藤村: いた
藤村: そこ
藤村: ほらほらほらほら
藤村: こっちだこっちだ
藤村: ほら
藤村: あれ
藤村: 立ってるよね
大泉: 立ってる立ってる立ってる
藤村: 立ってる立ってる
大泉: [(?いこいこ)
藤村: [いけるいけるい[けるいける
大泉: [いこいこいこいこいこ
藤村: ほらほら
藤村: ほらみんな
(カメラ: 海にいるロビンソンから砂浜の出演者たちへズームアウト)
藤村: あそこにいるぞって
大泉: [よしよし
藤村: [いってる(?)
大泉: じゃぁじゃ[ぁもう
藤村: [おしおしい[い
大泉: [海パンになっていくぞ
藤村: いくぞいくぞいくぞ

[出来事18] (出来事17の続き)
Disk1-7 00:00:00:000-00:00:58:905
カメラを水槽に入れることで、何とか水中の撮影が可能になる.

藤村: これにカメラ入れたらきっとすごく見えんじゃねーの
嬉野: どれに
大泉: これに
嬉野: 俺もそう思ったんだ[よ
藤村: [んー
安田: ここだこ[こ
嬉野: [水中カメラみたいになんじゃな[いの
安田: [この[サンゴの(?)ね
藤村: [なる
なるなるなる
安田: 白黒の
安田: 可愛い柄
(カメラを水槽の中に入れる.)
藤村: ヨスジリュウキュウスズメダイってやつでしょ
(水槽を少し海中に沈めて画面下半分が水中の映像となる.)
藤村: おーこれ水中見えるぞ
藤村: (W_ウシュリ|映る)か[も
嬉野: [ん[ー
藤村: [<笑>
嬉野: [ほらほら
藤村: [<笑>
嬉野: 水中カメラだほらな
藤村: おー水中半分地上半分だ
嬉野: <笑>
嬉野:ほらほらほら
嬉野: これ多少もうちょっと沈めればさ[あ
藤村: [そうだ[よ
嬉野: [下が見えるんだよ

[出来事19] (出来事18の続き)
Disk1-7 00:00:58:905-00:03:08:150

魚捕りスタート．ロビンソンがいの一番に魚を捕る
安田: 捕ります
藤村: うん
安田: すぐ目の前に居るんだ
嬉野: 居るんだよ
藤村: (?捕りなよ)(?お父さん)
安田: 捕[った
藤村: [おい
藤村: 捕った？
藤村: いやロビンソン捕っちゃった
藤村: <笑>

[出来事20]（出来事19の続き）
Disk1-7 00:03:12:216-00:05:39:465
真剣に魚を捕ろうとする一同。しかし中々捕れない

嬉野: まぁテレビ的には多少の問題があるけども
嬉野: もうしょ[うがねえやな
藤村: [問題（？）[
嬉野: [楽し[いからな
藤村: [そうそうそうそう
藤村: しょうがないしょうがない
藤村: これはねえ楽しいんだよ
（カットが切り替わり，シュノーケリングをして海中を見ている大泉を映す）
嬉野: この人だれよ
藤村: これ洋さん
嬉野: これ洋さんな
藤村: 絶対捕れねえんだこいつは
（カットが切り替わり，海から顔を上げた安田顕を映す）
安田: 一匹おっきーいクマノミがいるの
ロ?: おっきいのがいるでしょ?
藤村: おー いるな ここに[な
ロ?: 見事なのがいるでしょ?
安田: [それをね
安田: みんなね捕りたいなって思ってん[だけ[ど
藤村: [<笑 [>
嬉野: [<笑[>
安田: [ずっと
それを待ってんの僕たち
安田: [ずっと待ってんだけどね
藤村: [<笑>
安田: かくれちゃうん[だよね
藤村: [<笑 [>
安田: [ちょっとだけ捕まえらさせてもらえれば終わるのに
藤村: そうだよね
藤村: どうした?
（カメラ: 海から顔を上げた大泉へパン）
大泉: とれねー[よ
藤村: [<笑>
大泉: 捕れねーよこんなの
藤村: <笑>
藤村: 絶対捕れると思うな
大泉: 捕れねーんだよ

[出来事21]（出来事20の続き）
Disk1-7 00:05:39:465-00:06:03:635
安田が大きなクマノミとさらにもう一匹ルリスズメを捕獲する

安田: 捕ったど[:
藤村: [ああ
嬉野: うおでかいでか[:
藤村: [うお
ロビンソン: うまい
藤村: す[げ:
安田: [捕った[よ:
藤村: [おー安田[くん
嬉野: [すげ:
藤村: すげ:
小松: すごーい
嬉野: すっごいでかいよこれ
藤村: でけ:
ロビンソン: あれも居るじゃんルリスズメも居る
藤村: あ二匹捕ってるこのおっさん<笑>
嬉野: すげ:
藤村: すげー安田さん
嬉野: すごーい:
小松: でっかーい
藤村: でけ:
安田: でっかいこれ
藤村: これでかいからも１０ポイント獲得[:
安田: [(W_ター|やったー)
藤村: ちっちゃい奴もねいっこ捕ったから
安田: １２ポイ[ント
藤村: [１２ポイント獲得[安田さん
安田: [[おーっし

参考文献

[1] Roger, C. Schank. (1990) “Tell me a story: A new look at real and artificial memory” John Brockman Associates, Inc., New York. 長尾 確・長尾 加寿恵(訳). (1996) 人はなぜ話すのか. 白揚社.
[2] 三宅 晶. (1995). 短期記憶と作動記憶. 「認知心理学 2: 記憶」. 東京大学出版会. pp. 71-99.
[3] Arther C. Danto. (1965) philosophy of history: The problem of other periods” Cambridge University Press. 川本 英夫(訳). (1989) 物語としての歴史: 歴史の分析哲学. 国文社.

マンガのシーンの想起における境界拡張
Boundary extension for remembering one scene of manga

船津 徹，三浦 知志，窪 俊一，和田 裕一
Toru Funatsu, Kazushi Miura, Shunichi Kubo, and Yuichi Wada

東北大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Tohoku University
f-toru@cog.is.tohoku.ac.jp

Abstract

Boundary extension (BE) refers to the phenomenon in which viewers remember having seen more of a scene than was actually shown. This study examined the possibility that BE might occur when we remember a scene of four cell manga. The results demonstrated BE for remembering a manga scene. It was also revealed that semantic context of manga modulated the magnitude of BE. Such extrapolation of scene layout information might facilitate readers to feel a continuous space beyond the occluding boundaries of panels of manga.

Keywords — boundary extension, manga, remembering

1. イントロダクション

現在のマンガは受容される年齢層が広がり、子どもだけが読むものではなく、現代人にとって日常にありふれたメディアといえる。

マンガは人物やその表情、擬音など異なる記号が有機的に結合して、読者に一つの意味を伝えている。このようなマンガの表現に特有の特徴や効果に着目して、マンガの読みの仕組みや特徴に迫ろうとする研究も近年増えつつある（家島, 2007）。マンガを構成する多様な記号を読者がどのように理解していくかについて検討することは、文章理解やシーン知覚といった高次の認知処理過程の振る舞いを解明するための手がかりを得ることができるものと期待されている。

マンガは写真等の映像メディアと比較すると背景の描写の省略が目立つが、普段マンガを読む際にその点を不自然に思うことなく読み進める事が出来る。これはマンガの読み手がそれまでにマンガの中で表現された時間的、空間的文脈情報を利用して、ストーリーに合致する空間表象を形成しながら、当該の場面や状況を適切に認識しているためと推察できる。しかしこのような仮定を実証的な手段で検証した研究は現在まで存在しない。そこで本研究では、境界拡張（Intraub & Richardson, 1989）とよばれる現象の特徴を利用して、マンガが読み手に与える空間表象について検討することを試みた。

境界拡張は、実験参加者が以前見た写真の風景を後に思い出そうとするとき、実際に見た写真よりも広角のシーンとして思い出す（被写体が元の画像よりも相対的に小さく想起される）現象である。

境界拡張が生起する理由の一つに知覚スキーマ説がある（Intraub, Bender, & Mangels, 1992）。知覚スキーマ説では、観察者は自然界では写真のフレームの外側にも背景が広がっていると解釈し、フレーム外の風景が補完された形で空間表象を形成することで境界拡張が発生すると仮定されている。記銘するシーンの空間的文脈に操作を施した大原と國分の報告（大原・國分，2002）は知覚スキーマ説を支持する証拠を与える。大原ら研究では、2つの条件を設け、記銘のターゲットとした風景画像の呈示に先行して、ターゲットと空間的に連結する風景画像を学習刺激として呈示した。もう一つの条件では、ターゲットと関連がない風景画像を呈示した。2つの条件で観察者が記銘画像を想起した際の境界拡張の大きさを比較したところ、ターゲットと無関連な風景を先行提示した条件より、関連する風景の画像を先行呈示した条件の方が大きな境界拡張を示した。

大原らの知見から、もしあるマンガの中の一コマを想起する際に境界拡張が確認できるなら、それはマンガの読み手が、コマの間で、空間の連続性を認識していることを示す一つの証拠になる。しかし線画の想起では広がりを持った背景の描写がないと境界拡張が起こらないという報告があり（Intraub, Gottesman & Bills, 1998; Gottesman & Intraub, 2002）。背景の省略の傾向が目立つマンガの想起では境界拡張が生じない可能性が考えられる。一方でマンガの1つ1つのシーンは、コマとして枠線で囲われており、この“コマ”の１つ１つは時間と空間の断片を表現する。そしてマンガの読み手はそれらの断片間の関係を補完しながらマンガを読むとされている（McCloud, 1993）。その特徴を考慮すれば、あるマンガを読む際にその中の一コマに背景がなくても、直前までのコマに描かれて

いた空間の情報をもとに、そのコマの中に空間の広がりを認識するだろう。よってマンガにおいては、コマに背景がなくとも写真等の再生で表れる知覚スキーマによる境界拡張が観察できる可能性がある。またマンガ中のコマ同士の関係性や文脈情報を操作することで、マンガの一シーンの想起の境界拡張の程度を変化させられる可能性も考えられる。

本研究は、マンガのシーンの想起の際の境界拡張の程度を観察し、読み手のマンガの空間に関する認識について検討した。実験では参加者にマンガを記憶させ、一定の保持時間をおいた後そのマンガの中の一場面を、参加者自身の記憶に従って描画するように指示した。マンガのシーン想起で境界拡張が発生するならば、再生されたオブジェクトは原画のオブジェクトに比べてサイズが小くなるだろうと予想できる。また本研究では同時にマンガにおける空間認識に関する文脈の効果を検討している。具体的には実験にストーリーが成立した通常のマンガを読む条件(ストーリー条件)と実験者が任意のマンガから互いに無関連な1コマずつを抜き出し、それらを無作為に並べて作成した無意味マンガを読む条件(ランダム条件)と、実験に使用したマンガのある一コマだけを呈示する条件(一枚画条件)の3つ設けた。ストーリー条件では、読み手はマンガの中の一貫した文脈を読み取りながら、コマの枠線の外の空間的な広がりを補完し、心的表象を構築していと仮定した。ランダム条件では、空間表象は1つ1つのコマで別個に構築され、それら連続した意味を持たないと考えられる。1枚画条件で形成される空間表象は、当該のコマに描からえた場面のみから構築した限定的なものとなるであろう。以上の予測から、もしマンガのシーンの想起に際して境界拡張が生じるならば、その程度は、ランダム条件や一枚画条件より、ストーリー条件で最も大きくなるだろう。

2. 実験1

2.1 方法

2.1.1 実験参加者

大学生252名(男性217名　女性23名　不明12名)

2.1.2 調査方法

質問紙を用いて、実験を実施した。質問紙は大学の講義中に配布した。

2.1.3 刺激

本実験の素材はストーリーが成立するマンガとして最も簡潔な形式の4コママンガを用いた。実験に使った4コママンガは2種類用意した（以下、4コマ目の内容に基づいて「本」素材と「車輪」素材と呼ぶ)。4コママンガの中で、オチがあるために、最も印象に残りやすいと考えられる4コマ目だけを想起の対象とした。実験に使用する4コマの選定にあたり、大原･國分（2002）の知見を参考にした。具体的には、最後の4コマ目が先行する1-3コマ目までの場面の一部のクローズアップになっているマンガを選んだ（使用したマンガの出典はマンガ引用を参照)。また4コマ目に描かれている対照ができるだけ簡潔で、セリフその他の文字を含まないマンガを選んだ。

各素材に関して、全体で物語が成立しているストーリー条件と、4コマ間の内容が無関連で無意味なランダム条件と、4コマ目だけを抜き出した一枚画条件の3種類の文脈条件を設定した。以上により3（文脈条件:ストーリー、ランダム、一枚画）× 2（素材条件）の6種類の刺激を作った（図1)。

図1各条件の実験に使用した素材。

2.1.4 手続き

まず実験参加者は、実験者の合図に従って、冊子の記銘ページの内容を一分間記憶した。その後5分の保持時間をおいて、先に記憶した刺激の4コマ目（一枚画条件では当該のコマ）の内容を、再生ページのコマ枠内に、自身の記憶に従って正確に鉛筆で描画するように求めた。再生時の制限時間は設けなかった。その後、冊子の最後のページの質問項目に対して回答した時点で、実験は終了となった。質問紙の最後のページに付加した質問項目は、参加者の年齢、性別、普段マンガを読む頻度（「毎日読む(5点)」、「週に4-6日読む(4点)」、

「週に2-3日読む(3点)」、「週に1日読む(2点)」、「ほとんど読まない(1点)」)、今回刺激に用いたマンガへの既知感の有無をたずねるものであった。さらにストーリー条件では参加者の内容の理解度(「理解できた(5点)」、「どちらかというと理解できた(4点)」、「どちらともいえない(3点)」、「どちらかというと理解できなかった(2点)」、「理解できなかった(1点)」)を、ランダム条件では刺激に用いた4コママンガの各コマが関連していると感じたかどうか(「関連していた(5点)」、「どちらかというと関連していた(4点)」、「どちらともいえない(3点)」、「どちらかというと関連していなかった(2点)」、「関連していなかった(1点)」)をたずねる質問項目をそれぞれ設けた。

2.1.5 分析方法

参加者が描いた画をパソコンに取り込み、境界拡張の観察の対象とするオブジェクトの面積をピクセル単位で求めた(図2)。その面積を原画の対象のオブジェクトの大きさで割り、原画に対する比率を求めた。

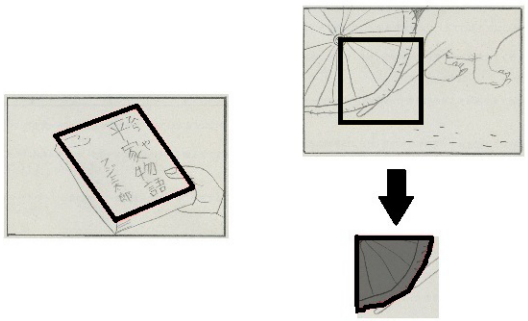


図2分析方法の例。

「車輪」素材の回答には枠の外に出た部分を含めた車輪が描かれた場合があった(図3右)。このような回答は明確な境界拡張を示すが、車輪全体の領域をターゲット領域とみなすと、原画を忠実に再生した場合(図3左)と面積がさほど変わらなくなり、実際の境界拡張の差を数値に反映できないので、各回答の車輪の4分の1に相当する領域を計測した。

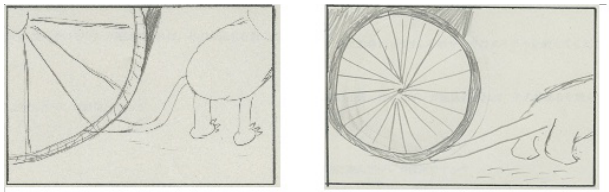


図3「車輪」素材における境界拡張の例。

2.2 結果

2.2.1 境界拡張の生起

今回の実験の素材を以前見たことがあると答えた参加者が4名存在したので、素材の既知感が結果に与えた影響を除くために、これらの実験参加者の回答は結果から除外した。境界拡張が生起しているかどうかの検査は、各素材、各条件における面積比について仮説平均を1とする1標本t検定を行った。その結果、全ての素材、全ての条件で有意であり($all p < .05$)、各素材の全ての条件境界拡張が生じたことが確認できた。

2.2.2 文脈条件の比較

事前検定によって分散の等質性が成立しなかったので素材ごとに文脈(ストーリー、ランダム、一枚画)の効果を検定した。検定にはKrusKal-Wallisの検定を使用した。その結果、「車輪」素材のみ条件の差が有意であった($p < .04$)。そこで、車輪素材の3条件に付いてマン・ホイットニーのU検定を用いた多重比較(調整p値 = .016)を行ったところ、ストーリー条件と一枚画条件で、境界拡張の程度に有意差が認められ($U = 1425, p < .015$)、ストーリー条件では一枚画条件に比べて有意に大きな境界拡張が生じたことが分かった。

2.2.3 境界拡張の程度とその他の指標との関連

マンガを読む頻度と境界拡張の程度の間の相関係数(r)は.04となり、両者の間で有意な相関はないことがわかった。ストーリー条件における理解度の平均は4.65($SD = .85$)で、内容の理解度と境界拡張の程度の間の相関係数(r)は-.15で、両者の間に有意な相関がないことがわかった。ランダム条件における参加者が各コマに感じた関連性の平均は1.29($SD = .69$)で、境界拡張の程度との相関係数(r)は-.05で両者の間で有意な相関はなかった。

表1　各素材での条件ごとの原画に対する面積比の平均（カッコ内は標準誤差）

素材	ストーリー	ランダム	一枚画
本	0.75 (0.04)	0.71 (0.03)	0.71 (0.06)
車輪	0.64 (0.06)	0.76 (0.07)	0.73 (0.02)

2.3 考察

実験の結果、全ての条件で境界拡張が確認できた。また本実験では、背景のない線画では境界拡張は生じないという報告（Intraub et al., 1998）に対して、背景の描写に乏しい一枚画のみを呈示した条件でも境界拡張が生じた。これにはマンガの枠の効果の作用が原因として考えられる。マンガのコマの枠がある自然界の風景の一部を切り出しているという印象を実験参加者に明示的に与え、実験参加者は枠の外にも空間が広がっているようにシーンを知覚していたと推測できる。

本研究の主眼である文脈の効果は「車輪」素材のストーリー条件と一枚画条件でのみ確認できた。これは、ストーリーが成立したマンガを読む時、読者はそこに描かれている場面の設定や状況を適切に理解し、その場面に適切な空間表象を構築しながらマンガを読んでいることを部分的に実証したと言える。

ところでマンガを読む頻度が、本実験の結果に何らかの影響を及ぼしていた可能性も考えられる.。しかしマンガを読む頻度と境界拡張の程度の間に有意な相関がなかったことから、この可能性は否定されたと考える。

ランダム条件と他の条件の間に差が見出せなかった理由として、今回の実験で効果の指標とした再生法が個人の描画能力にその結果を大きく左右されることが挙げられる。そのために結果に大きなばらつきが生じ、検出力の低下を招いたのではないかと考えられる。この点を考慮し、今後は再生法以外の課題を用いて境界拡張の大きさを評価する手続きが必要と思われる。また、「本」素材で文脈の効果が見出させなかった理由として、素材中の本の表紙にタイトルの文字が書かれていたことが関係していた可能性が考えられる。すなわち、再生時に本のタイトル文字まで正確に再現しようとしたために、条件によらず文字が記入できる大きさに本の全体像を描いていたのではないかと推察される。

ところで、実験1の結果を解釈する上では、一枚画条件とその他の条件の記銘時間の差も考慮する必要がある。今回の実験では全ての条件で記銘時間を1分間に統一したため、4つのコマのマンガを1分間で記憶した他の2つの条件よりも、1コマのマンガを1分間観察していた一枚画条件は、より正確な記憶内容を保持できていたかもしれない。したがって、一枚画条件では他の条件に比べてマンガの記憶が正確になされていたために、境界拡張の大きさが他の条件に比べて小さかった可能性が考えられる。そこで実験1における一枚画条件の呈示時間を、ストーリー条件やランダム条件の1コマあたりの呈示時間に相当すると考えられる15秒に設定した上で、実験1の追試を行う補足実験を実施した。もし実験1の結果が1コマあたりの記銘時間の差を反映したものであるならば、15秒の記銘時間を設定した本実験では、一枚画条件とストーリー条件との間で境界拡張の大きさに差が生じることはないものと予測される。

3. 補足実験

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

大学生49名（男性37名　女性12名）

3.1.2 実験方法

実験1と同じ形式の質問紙を用いた。実験は授業中に質問紙を配布して、行った。

3.1.3 刺激

実験1で使用した、「車輪」素材の1枚画を使用した。

3.1.4 手続き

刺激の呈示時間を15秒に設定した以外は、実験1と同じ手続きで実験を行った。

3.1.5 分析方法

実験1と同様に「車輪」の中心に相当する部分から4分の1をターゲット領域と定義して、原画の該当部分との面積比を求めた。

3.2 結果

3.2.1 境界拡張の生起

面積比について仮説平均を0とする1標本t検定を行った。その結果、有意差が認められ($p < .05$)、境界拡張が生じたこと分かった。

3.2.2 ストーリー条件との比較

実験1のストーリー条件と補足実験で得た一枚画条件の回答をマン・ホイットニーのU検定を用いて比較したところ、2条件の間に有意差を見出した($U = 1536, p < .002$)。また、実験1の一枚画条件と補足実験の回答を比較したところ、両条件間に有意な差は認められなかった。

3.3 考察

補足実験の結果から、実験1におけるストーリー条件と一枚画条件の間に生じた境界拡張の大きさの差は、記銘時間の長さの違いに起因するものではないことが示された。

4. 総合考察

本研究は、マンガを読む際の、マンガの中で表現されている空間の認識について、境界拡張という現象の特徴を利用して検討した。先行研究では、背景に乏しい単純なオブジェクトのみを描いた線画では境界拡張が生起しないと報告されてきたが、マンガの1コマを素材として用いた場合、コマ枠の影響により背景に広がった空間が存在するように認識され、境界拡張が生起することを確認した。さらに、マンガのストーリーという文脈情報が作用することで、1コマのみを記憶し想起する場合と比べて、意味の通る4コママンガ全体を記憶してその中の1コマを想起する場合（本研究におけるストーリー条件）には、より顕著な境界拡張が生じた。この結果はマンガ読みの経験や知識の多少や記銘時間の長さによるものでなく、文脈による効果の影響である事も検討した。

マンガのシーンの想起において境界拡張が生じたという結果から、読者はマンガを読む際、前後の空間的文脈を通じて、コマの中に空間的な広がりをもったシーンを感じているということが示唆される。つまりマンガは単純な線や記号の複合による表現であるが、空間表現に関しては他の視覚メディアに劣らず豊富な情報を含んでいると考えられる。マンガの文脈やコマのつながりを通じて暗示的な空間的情報が読者に与えられているとするこのような指摘は、マンガの読者にとってはある意味で自明のことであるかもしれないが、それを境界拡張という現象を介して実証的に検討したという点で、本研究の知見はマンガ読解の認知的メカニズムを解明する上で相応の意義を持つものと考える。

ただし、マンガで表現される世界は、必ずしも現実の自然界を表現した空間だけではない。マンガの中では、しばしば人物の気分や感情が背景の表現に反映される事がある。例えば寂寥感や孤独感を表現する時に何もない空白の空間に人物が佇んでいる様子がロングショットで表現されるが、ここで読者感じる空間の広さは現実の空間の広がりの印象とは何の関係もない。このような心理表現としての背景の描写に関しては今回の実験では取り扱わなかった。本実験は、マンガでは何も描かれていない空白の背景でも、その空間の広がりを認識できることを明らかにした。しかしその空白の空間を読み手がどのように解釈しているかについては、今後さらなる検討を重ねていく必要があろう。

参考文献

[1] Gottesman, C. V., & Intraub, H., 2002, Human Perception and Performance, vol.28 no.3, pp. 589-599 Surface construal and the mental representation of sense, Journal of Experimental Psychology.

[2] 家島昭彦, 2007年,『京都大学大学院教育学研究科紀要』, 第53号, p.166～180,「心理学におけるマンガに関する研究と概観と展望」.

[3] Intraub, H., Bender, R. S. & Mangels, J. A., 1992,Journal of Experimental PsychologyLearning Memory, and Cognition, vol.28 no.6, pp.180-191 Looking at picture but remembering scenes.

[4] Intraub, H., Gottesman, C. V., & Bills, A. J., 1998, Learning, Memory, and Cognition, vol.24 no.1, pp.186-201, Effects of perceiving and imagining scenes on memory for picture, Journal of Experimental Psychology.

[5] Intraub, H., & Richardson, 1989, Learning, Memory, and Cognition, vol.15 no.2, pp.179-187 M., Wide-angle memories of close-up scenes. Journal of Experimental Psychology.

[6] McCloud, S., 1993 Understanding Comics the invisible art, Harper Perennial A Division of HarperCollins Publishers(スコット・マクラウド, 岡田斗司夫監訳, 1998年,『マンガ学』美術出版).

[7] 大原貴弘・國分振, 2002年,『心理学研究』, 第73巻2号, p.121～130,「画像記憶におけるシーン文脈の影響としての境界拡張」.

マンガ引用

1. いしいひさいち 1988年『バイトくんブックス』 チャンネルゼロ 第1巻 p.115
2. サトウサンペイ 1982年 『フジ三太郎名場面』朝日新聞社 第3巻 p.91, p.177
3. サトウサンペイ 1983年 『フジ三太郎名場面』朝日新聞社 第6巻 p.25
4. 園山俊二 1988年『ペエスケ』 朝日新聞社 第3巻 p.57, p.183

各特徴の出現頻度がカテゴリ学習と典型性評定に与える影響

The influence of the appearance frequency of each attribute on category learning and typicality ratings

京屋 郁子，尾田 政臣
Ikuko Kyoya, Masaomi Oda

立命館大学文学部
College of Letters, Ritsumeikan University
ikyoya-a@st.ritsumei.ac.jp

Abstract

This study investigated the influence of the appearance frequency of each attribute under each category on category learning and typicality ratings. The experiment revealed that participants learned not only the attribute that appeared frequently under each category but also the one that appeared less frequently, and that the former attribute influenced typicality ratings. These results suggest that category knowledge is obtained by not only efficiently compressing information but also processing a variety of information.

Keywords — categorization, category learning, typicality ratings

1. はじめに

人間は，日常生活において様々な事物に出会っているが，全ての事物をそのままの形で保持していると，情報量が莫大になってしまう。そこで，人間はカテゴリを形成することによって，大量の事例情報を圧縮して効率的に知識を構築し，様々な情報処理の情報源として用いている。つまり，認知的経済性の観点からも，カテゴリ形成は知識の構築に不可欠な情報処理であるということができる。

一方で，カテゴリを規定するための必要最小限の特徴のみがカテゴリ学習されるわけではなく，それ以上の特徴も学習されることを示した研究や（Bott, Hoffman, & Murphy, 2007; Hoffman & Murphy, 2006），カテゴリを規定しない特徴がカテゴリ化に影響を与えることを示した研究がある（Allen & Brooks, 1991; Regehr & Brooks, 1993）。これらの研究から，我々は単に効率の良さだけでカテゴリを形成しているわけではなく，多くの様々な情報を学習していることが分かる。また，Hoffman & Murphy(2006)では，人間は必要最小限の特徴のみをカテゴリ学習するのではなく，本能的に多くの情報を学習しようとする，とも述べられている。

そこで本研究は，Bott et al.(2007)の刺激構造を参考に，家族的類似構造をもつカテゴリ刺激を作成し，カテゴリの傾向を強く示す特徴のみが学習されるのか，あるいは，カテゴリの傾向をそれほど強く示さない特徴も学習されるのか，について実験的な検証を行う。具体的には，各特徴の出現頻度を変化させることにより，確率的にカテゴリの傾向を強く示す特徴と弱く示す特徴を設定し，それぞれの特徴がどの程度学習されるか，また，後のカテゴリ運用にどの程度影響を与えるか，ということを検証する。また，出現頻度が最も高い特徴として，カテゴリ間で相互に異なる特徴が各カテゴリの全事例に出現する特徴，すなわちカテゴリを完全に区別できる特徴を設定した場合，それ以外の特徴も学習されるのか否か，ということもあわせて検証する。

2. 方法

参加者　38 名の大学生が実験に参加した。そのうち，質問紙の記入に不備があった 6 名を除き，32 名が分析対象者となった。

刺激　視覚的人工カテゴリで，6 特徴次元（頭，体，足，触角，目，羽）をもつ架空の虫の線画であった。各特徴次元には 3 値を用意し，以降，この 3 値を 0，1，CA（common attribute）と表記する。

学習時に呈示する学習刺激（old）の構造例を表

表1 学習（old）・新奇（new）刺激構造例

カテゴリ	old/new	刺激№	特徴次元 6	5	4	3	2	1
A	old	1	0	0	0	CA	CA	CA
		2	0	1	0	CA	CA	CA
		3	0	0	1	CA	CA	CA
		4	0	0	1	0	CA	CA
		5	0	0	0	0	0	CA
		6	0	0	0	0	0	0
	new	13	0	0	0	0	CA	CA
		14	0	1	0	CA	0	CA
		15	0	0	1	CA	CA	0
		16	1	0	1	0	CA	CA
		17	0	1	0	0	0	CA
		18	0	0	1	0	0	0
B	old	7	1	1	1	CA	CA	CA
		8	1	0	1	CA	CA	CA
		9	1	1	0	CA	CA	CA
		10	1	1	0	1	CA	CA
		11	1	1	1	1	1	CA
		12	1	1	1	1	1	1
	new	19	0	1	1	CA	CA	CA
		20	1	0	1	1	CA	CA
		21	1	1	0	CA	1	CA
		22	1	1	0	1	CA	1
		23	1	1	0	1	1	CA
		24	1	0	1	1	1	1

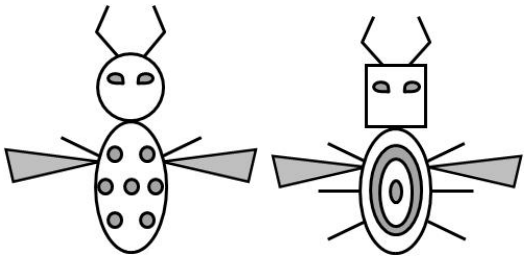


図 1　刺激例

表 1 の特徴次元 6＝頭，5＝体，4＝足，3＝触角，2＝目，1＝羽とした場合。左は表 1 の№1，右は№7。

1，また，刺激例を図 1 に示す。学習刺激（old）は各カテゴリ 6 事例で，計 12 事例であった。カテゴリ A は 0，カテゴリ B は 1 をとりやすいカテゴリとし，CA は両カテゴリに同頻度で出現する特徴として設定した。特徴次元 6 は各カテゴリの値（カテゴリ A であれば 0，カテゴリ B であれば 1）が学習事例の 6 事例全てに出現し，同様に，特徴次元 5 は 5 事例，特徴次元 4 は 4 事例，特徴次元 3 は 3 事例，特徴次元 2 は 2 事例，特徴次元 1 は 1 事例に出現するように設定した。なお，特徴次元 5，4 は他方カテゴリの値が出現するが，特徴次元 3～1 は両カテゴリともに CA が出現するように設定した。よって，特徴次元 6 は単独で完全にカテゴリを区別できる特徴次元として機能すると考えられる。また，確率的なカテゴリの傾向をあらわす強さは，特徴次元 6，5，4，3，2，1 の順となる。

さらに，各特徴次元がカテゴリ運用にどの程度影響を与えるかを検証するために，学習事例の各特徴次元の値を 1 つだけ他方カテゴリの値か CA に入れ替えた事例を，新奇事例（new）として作成した（表 1 参照）。新奇事例（new）は各カテゴリ 6 事例，計 12 事例であった。例えば，カテゴリ A では刺激№4 の特徴次元 6 の値を他方カテゴリに入れ替えた事例は刺激№16 となり，この両者での反応の差を算出することによって，特徴次元 6 がカテゴリ運用に与える影響を検証することができる。同様に，特徴次元 5 の影響は刺激№5 と 17，特徴次元 4 は刺激№6 と 18，特徴次元 3 は刺激№1 と 13，特徴次元 2 は刺激№2 と 14，特徴次元 1 は刺激№3 と 15，の差を算出することによって検証可能となるようにした。なお，刺激構造は 2 種類用意し，参加者をランダムに割り当てた。

手続き　実験は A4 サイズの質問紙によって行われた。質問紙は学習フェーズ，挿入課題，テストフェーズから構成された。学習フェーズでは，ページの上方にはカテゴリ A，下方にはカテゴリ B に属する全学習事例（old）がそれぞれのカテゴリラベル（A か B）とともに記載されていた。このページを 3 分間眺めた後，挿入課題を 3 分間行い，テストフェーズのページに進んだ。テストフェーズは 2 種類の課題からなり，①全ての虫の特徴（6 特徴次元×3 値＝18 特徴）を個別にひとつずつランダムに呈示し，それらの各特徴について A，B のどちらのカテゴリにあてはまる特徴だと思うか，というカテゴリ判断と，その判断に対する確信度評定（1；全く確信がない～7；とても確信がある）を求め，その後，②全学習事例と全新奇事例の計 24 事例の虫の全体像（事例）をひとつずつランダムに呈示し，それぞれの事例について典型性評定（−5；とても A らしい～5；とても B らしい，0；

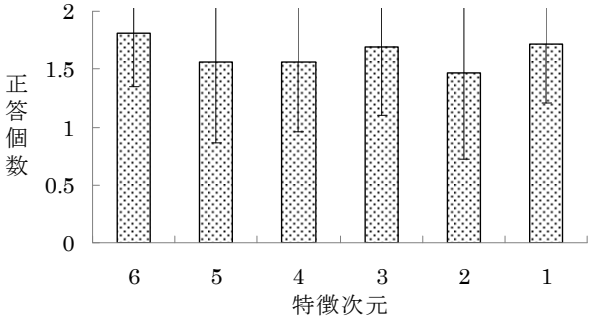


図2 特徴次元別特徴正答個数

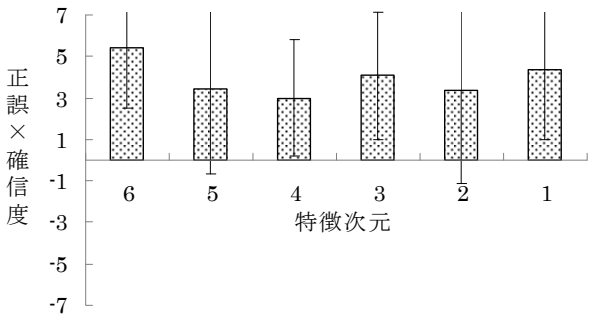


図3 特徴次元別正誤×確信度

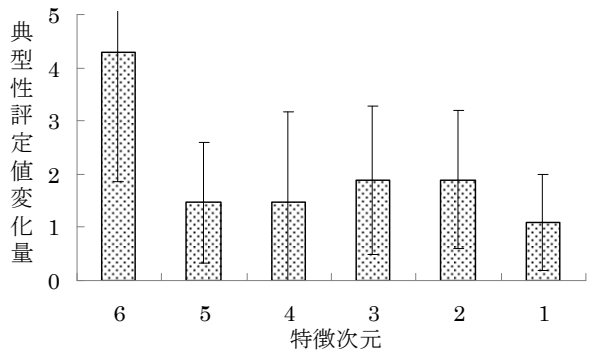


図4 特徴次元別典型性評定値変化量

どちらとも言えない）を求めた。①②ともに各刺激は1回ずつ呈示し，回答時間の制限は設けなかった。

3. 結果

各特徴を個別に呈示した①のテストフェーズのカテゴリ判断において，CA を分析対象外とし，各特徴次元別で平均正答個数を算出した（図2参照；CA を分析対象外としたことにより，最大正答個数は2，最小正答個数は0となる）。平均正答個数のチャンスレベル（正答個数 1）との差を t 検定によって分析した結果，全ての特徴次元でチャンスレベルよりも有意に高かった（ps<.01）。また，各参加者について，正答個数の値を条件間で1位から6位まで順位づけ（同順位の場合は平均順位とした），フリードマン検定を行った結果，特徴次元によって有意な差は認められなかった（$\chi^2(5)=6.35$, p=.27）。さらに，確信度については，カテゴリ判断が誤答だった場合は－1 をかけて，平均値を算出した（図 3 参照）。この値について特徴次元を独立変数として分散分析を行った結果，特徴次元の主効果は有意傾向で（$F(5,155)=2.14$, p=.06），特徴次元 6 が他の特徴次元よりもやや高い傾向を示した。

また，全体像（事例）を呈示した②のテストフェーズの典型性評定値については，2. 方法の刺激で述べたように，各学習事例につき1特徴次元の値を入れ替え，新奇事例を作成したので，この対応する学習事例と新奇事例との典型性評定値の差の絶対値をとって，各特徴次元の典型性評定値の平均変化量を算出した（図 4 参照）。この値について特徴次元を独立変数として分散分析を行った結果，特徴次元の主効果が有意に認められ（$F(5,155)=16.35$, p<.01），特徴次元 6 が他の特徴次元よりも有意に高かった（ps<.05）。

4. 考察

各特徴次元で，各カテゴリに特有の特徴が出現する頻度を操作し，高い頻度で特有の特徴が出現する特徴次元と，低い頻度で特有の特徴が出する特徴次元がカテゴリ化に与える影響を検証した。

テストフェーズで，各特徴を個別に呈示してカテゴリ判断を求めた結果，全ての特徴次元でチャンスレベルよりも有意に高い正答個数を示した。このことから，カテゴリを完全に区別できる特徴（特徴次元 6）だけではなく，その他の特徴も学習されており，カテゴリ化に必要最小限の特徴のみが学習されるわけではないことが示された。また，各特徴次元で正答個数に差は認められなかったことから，出現頻度に関わらず，全ての特徴がほぼ同等にカテゴリ学習されていたことも示された。一方，誤答の場合は－1 をかけて確信度の平均値を算出したところ，特徴次元 6 がやや他の特徴次元よりも高い値となっていた。このことから，

カテゴリ学習はどの特徴次元もほぼ同等に行うが，確信度という主観的な印象評定では，カテゴリを完全に区別できる特徴次元 6 が他の特徴よりもやや強くカテゴリの傾向を示すもの，と捉えられていた可能性が示唆された。

また，各学習事例の 1 特徴次元のみの値を入れ替えて新奇事例を作成し，その対応する事例間で，全体像（事例）を呈示して求めた典型性評定値の差を算出したところ，カテゴリを完全に区別できる特徴次元 6 の値を入れ替えた場合，他の特徴次元の値を入れ替えた場合よりも変化量は大きかった。このことから，出現頻度によって，特徴が典型性評定値に与える影響に差があらわれることが示された。

これらの結果から，以下のように解釈することができる。カテゴリ化に必要最小限の特徴のみが学習されるわけではなく，多くの情報を学習しようとするが，その学習されたカテゴリに関する知識は，運用の段階では同等に使用されるのではなく，カテゴリの傾向を最も良く示す特徴は他の特徴よりも大きく影響を与える。すなわち，カテゴリ運用の際にはカテゴリの傾向を良く示している特徴が他の特徴よりも影響を与えるが，その他の特徴は全く学習されていないわけではなく，潜在的にどちらのカテゴリの特徴なのか，という知識として蓄積されていると考えられる。また，どの特徴がどのカテゴリの特徴なのか，という情報だけではなく，どの特徴がどの程度カテゴリをよく示しているか，ということもあわせて学習されている，ということができる。これらのことから，カテゴリ知識は単純に効率良く圧縮された情報ではなく，むしろ，かなり豊富な情報をもつものとして機能していると考えられる。また，このような情報の豊富さが，推論などにみられるように，カテゴリを用いた様々な心的処理を可能にしていると考えられる。

5. 参考文献

[1] Allen, S. W., & Brooks, L.R. (1991). Specializing the operation of an explicit rule. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 3-19.

[2] Bott, L., Hoffman, A. B., & Murphy, G. L. (2007).Blocking in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 685-699.

[3] Hoffman, A. B., & Murphy, G. L. (2006).Category dimensionality and feature knowledge: When more features are learned as easily as fewer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 301-315.

[4] Regehr, G., & Brooks, L. R. (1993). Perceptual manifestations of an analytic structure: The priority of holistic individuation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 92-114.

因果構造の学習における課題の複雑性と判断方略の変化 —観察と介入に関する実験的検討—

Strategy Changes as a Function of Task Complexity in Causal Structure Learning: Observations and Interventions

斎藤元幸[†]，嶋崎恒雄[‡]
Motoyuki Saito, Tsuneo Shimazaki

[†]関西学院大学文学研究科，[‡]関西学院大学文学部
Graduate School of Humanities, Kwansei Gakuin University, School of Humanities, Kwansei Gakuin University
m-saito@kwansei.ac.jp

Abstract

Saito and Shimazaki (in prep.) demonstrated that people emphasized covariation rather than temporal order as a cue to causal structure, whereas Lagnado and Sloman (2006) showed the opposite results that temporal order overrode covariation. The authors proposed the interpretation that these conflicting findings resulted from task complexity, since covariation becomes more complicated as the number of variables increases. Experiment 1 investigated the relationship between the judgment strategy (i.e., covariation vs. temporal order) and the number of variables comprising a causal structure. The results revealed that the tendency to emphasize covariation cues or to rely upon temporal order cues changes as a function of task complexity. In Experiment 2, where participants learned a causal structure by active interventions, the results show that participants consistently preferred covariation cues. The differences between observation and intervention are discussed.

Keywords — Causal Learning, Causal Structure, Covariation, Temporal Order, Intervention

1. 序論

因果の知識は事象の予測や制御に必要不可欠であるが，複雑に絡み合った事象の中から因果関係を見つけ出すことは容易ではない．因果構造を学習する際の手がかりとして，共変動や時間順序が挙げられる．共変動（covariation）とは事象の共変関係のことであり，2値2事象の場合は2×2の分割表を用いて表現される．時間順序（temporal order）とは学習者が事象の状態を観察する順序であり，原因は結果に先行することから有力な手がかりとして機能することもあるが，結果事象を先に観察する場合には誤った因果関係を導くこともある．例えば，事象Xが事象Yを発生させている事態（i.e., X→Y）において事象Yの生起を観察してから事象Xの生起を観察した場合，事象Yが事象Xに影響したという正反対の因果関係（i.e., X←Y）が示唆される．

これらの手がかりは，隠れた原因が存在しない状況においてより有益なものとなる．事象Xと事象Yが共変関係にある場合，3種類の因果構造が想定される（i.e., X→Y, X←Y, or X←Z→Y）．隠れた原因が存在しないのであれば，事象Xと事象Yが共通原因Zによって発生しているという可能性は排除される．この事態において事象Xが単独で生起している場合，原因が無い時に結果は存在し得ないことから，事象Xが事象Yを発生させているという因果構造（i.e., X→Y）が推測される．

Lagnado and Sloman (2006) は，事象Aが事象Bを発生させ，事象Bが事象Cと事象Dを発生させている事態（i.e., A→B→C & D）において，実験参加者に実際の因果関係とは異なる順序（e.g., A→D→C→B）でそれらの状態を観察させ，共変動手がかりと時間順序手がかりのどちらに基づいて因果構造を判断するか検討した．実験の結果，実験参加者は時間順序手がかりが当てにならないと教示されていたにも関わらず， 4事象で構成される因果構造を時間順序手がかりに基づいて判断していた．同様の傾向は共変動手がかりから因果構造を推測する方法を教示に明示したWhite (2006) においても確認されている．一方，Saito and Shimazaki (in

prep.）は，2事象から成る因果構造の判断において，時間順序手がかりよりも共変動手がかりが優先されることを報告している．

これらの相反する知見は課題の複雑性の観点から解釈可能である．因果構造を構成する事象の数やそれらを結びつけるパスの数の増加に伴って共変動情報は複雑になり，そこから因果関係を見出すことは困難になる．Lagnado and Sloman (2006) では4事象の因果構造が，White (2006) では5事象の因果構造が，Saito and Shimazaki (in prep.) では2事象の因果構造が用いられており，事象の数によって判断方略が変化したと考えられる．そこで本研究では，課題の複雑性の一つとして因果構造を構成する事象の数に着目し，課題の複雑性によって判断方略に変化が見られるか否か検討を行った．

2. 実験1

2.1 方法

実験参加者および実験計画　大学生24名が実験に参加した．実験は実験参加者内計画で行われ，参加者は出現する事象の数が異なる3つの課題（i.e., 3事象, 4事象, 5事象）を遂行した．

実験課題　実験課題は教示，学習フェイズ，テストフェイズによって構成されていた．教示では，微生物の研究者になったつもりで，一種類の微生物が入れられた容器において他の微生物の発生の有無を観察し，数種類の微生物の間にどのような因果関係が存在するか考えるよう求めた．因果関係の判断を可能にするために，実験参加者には以下の情報が与えられた. (i) ある生物が他の生物を発生させる場合でも必ず発生させるとは限らない．(ii) 生物以外の他の原因によって生物が発生することはない．(iii) 生物が発生しているか否かは順番に判明する. ただし，生物の状態（生起もしくは非生起）を観察する時間順序と因果の方向性が一致するとは限らない．

学習フェイズは，一つの容器における生物の有無を観察するのを1試行として全40試行で構成されていた. 試行はディスプレイ上に表示された「NEXT」というボタンをクリックすることで開始され，複数の生物に「？」と書かれた状態が表示され，1秒ごとに生物の状態が表示された．共変動と時間順序のどちらの手がかりを重視しているか査定するために，生物の状態を観察する時間順序と実際の因果関係は異なったものになっていた（Figure 1）．全ての生物の状態が判明してから1秒経過後，最初の画面に移行した．

テストフェイズでは，複数の生物が描かれた図に因果関係があると思う場合は原因から結果に対して矢印を描くように指示した．結果の分析には，手がかりと一致する回答の数を手がかりが示唆する矢印の数で割り, 手がかりの使用率を算出した. 例えば，3事象条件において事象Aが事象Bと事象Cを発生させていると回答した場合，共変動手がかりと時間順序手がかりの使用率は共に50%となる．

2.2 結果および考察

Figure 2に各条件における共変動手がかりと時間順序手がかりの使用率を示す. 手がかり（共変動 vs. 時間順序）×事象の数（3事象 vs. 4事象 vs. 5事象）の二要因分散分析の結果，事象の数の主効果（$F(2, 46) = 9.31$, $p < .001$）および手がかりと事象の数の交互作用（$F(2, 46) = 9.66$, $p < .001$）が有意であった．単純主効果の検定を行ったところ，3事象条件では共変動手がかりが優先される傾向が見られたのに対して（$F(1, 69) = 3.36$, $p < .10$），5事象条件では

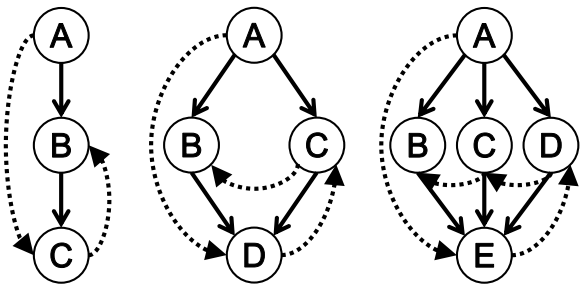


Figure 1: Causal structures in Experiment 1. Continuous lines represent causal relations, whereas dotted lines indicate temporal orders. Causes produce their effects at 80 percent.

時間順序手がかりが優先されることが明らかとなった（$F(1, 69) = 7.94$, $p < .01$）．これらの結果は課題の複雑性によって判断方略が異なることを示唆している．

3. 実験2

因果構造を学習する主要な方法として，観察（observation）と介入（intervention）という二つの方法が存在する．観察とは変数の自動的な振る舞いを観測することであり，介入とは変数に対して何らかの操作を加えることである（cf. Pearl, 2000）．観察によって因果構造を学習するよりも，介入による学習の方が因果構造を正しく学習できることは多くの研究によって示されてきた（e.g., Lagnado & Sloman, 2004; Sobel & Kushnir, 2006; Steyvers, Tenenbaum, Wagenmaker, & Blum, 2003）．

実験1では，観察によって因果構造を学習する場合に課題の複雑性に応じて判断方略が変化することが示されたが，介入による学習事態において課題の複雑性がどのような効果を持つかは明らかにされていない．そこで実験2では，因果構造の学習方法を観察から介入へと変更し，介入による学習における課題の複雑性と判断方略の関係を検討した．

3.1 方法

実験参加者および実験計画　大学生24名が実験に参加した．実験1と同様に，実験は実験参加者内計画で行われ，参加者は出現する事象の数が異なる3つの課題（i.e., 3事象, 4事象, 5事象）を遂行した．

実験課題　実験課題は実験1とほぼ同様であったが，因果構造の学習方法が異なっていた．学習フェイズにおいて，実験参加者には容器の中に入れる微生物を毎試行選択することが求められた．選択後に「NEXT」と書かれたボタンをクリックすると，実際の因果関係とは異なる順序で生物の状態が表示された．テストフェイズは実験1と同様であった．

3.2 結果および考察

Figure 3に各条件における共変動手がかりと時間順序手がかりの使用率を示す．手がかり（共変動 vs. 時間順序）×事象の数（3事象 vs. 4事象 vs. 5事象）の二要因分散分析の結果，手がかりの主効果（$F(1, 23) = 11.06$, $p < .001$）および事象の数の主効果（$F(2, 46) = 7.39$, $p < .01$）が有意であり，手がかりと事象の数の交互作用が有意傾向であった（$F(2, 46) = 3.11$, $p < .10$）．観察による学習とは異なり，介入による学習では課題の複雑性によって判断方略が共変動手がかりから時間順序手がかりへと変化すること

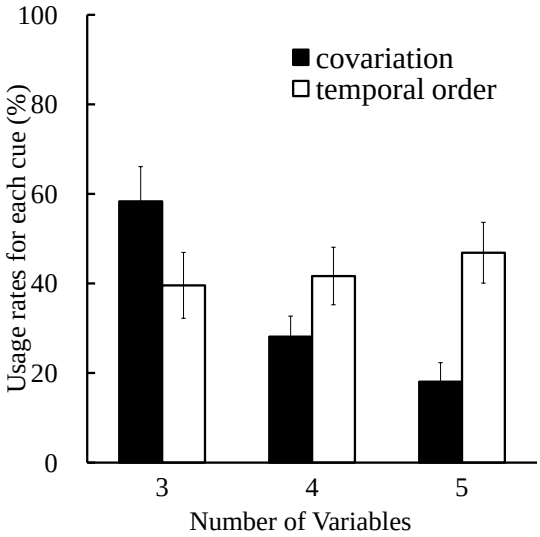


Figure 2: Usage rates for covariation cues and temporal order cues in Experiment 1. Error bars reflect standard errors.

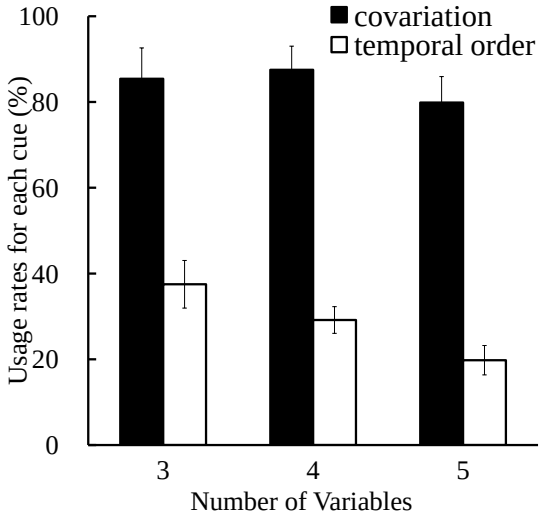


Figure 3: Usage rates for covariation cues and temporal order cues in Experiment 2. Error bars reflect standard errors.

はなかった．なお，事象の数の増加に伴って時間順序手がかりの使用率が低下している傾向が見られたが，これは多くの実験参加者が最初の原因事象から最終的な結果事象に対してリンクを引いており，時間順序手がかりが示唆する総リンク数が条件間で異なることに由来するものであった．

4. 総合論議

本研究では因果構造の学習における課題の複雑性と判断方略の関係について検討を行った．実験の結果，観察による学習では事象の数が少ない場合には共変動手がかりを，事象の数が多い場合には時間順序手がかりを重視することが明らかとなった（実験1）．これらの知見は時間順序手がかりに基づく判断を報告しているLagnado and Sloman (2006) やWhite (2006) だけでなく, 共変動手がかりに基づく判断を報告しているSaito and Shimazaki (in prep.) とも一致しており，相反する二つの知見に対して統一的な見解をもたらすものである．また，介入による学習では課題の複雑性の変化に伴う判断方略の変化は見られなかった（実験2）.

観察による学習（実験1）と介入による学習（実験2）で違いが見られたことは, 両者のメカニズムが異なっていることを示唆している．因果構造の学習における観察と介入の相違点に関して以下の二点が考えられる．第一に，共変動手がかりの変化が挙げられる．観察とは異なり，介入を行った際には共変動手がかりはより有益なものとなる（e.g., Steyvers et al., 2003）．例えば，事象Xと事象Yの共変関係によって3種類の因果構造（i.e., X→Y, X←Y, or X←Z→Y）が示唆される事態において，事象Xを操作して事象Yに影響がなければ，事象Xが事象Yに影響するという因果関係（i.e., X→Y）は排除される．介入によって共変動手がかりがより有益になり，その使用が促進されたと考えられる．第二に，時間順序手がかりの信頼性が挙げられる．事象の状態を観察して因果構造を学習している場合には時間順序手がかりが実際の因果関係と一致しているか否か判断することは困難であるが，介入を行う場合には時間順序手がかりが有効であるか否か検証することができる．時間順序手がかりが有効でないことに気付いた結果，時間順序手がかりの使用率が低くなったと思われる．介入による因果構造の学習の促進はこれらの差異に由来すると考えられる．

因果構造の学習に関する既存のモデルでは観察と介入の違いは十分考慮されていないが，本研究の結果はこれらを区別して考える必要性を示している．観察による因果構造の学習と介入による因果構造の学習の両者を包括的に説明するモデルの構築が求められる．また，モデリングを通してどのように事象を操作することが最適であるか，実験参加者の介入対象の選択は最適であるか検討することも望まれる．

参考文献

Lagnado, D. A., & Sloman, S. A. (2004). The advantage of timely intervention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **30**, 856-876.

Lagnado, D. A., & Sloman, S. A. (2006). Time as a guide to cause. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **32**, 451-460.

Pearl, J. (2000). *Causality: Models, reasoning and inference.* Cambridge, England: Cambridge University Press.

Saito, M., & Shimazaki, T. (in prep.). *Rethinking the use of covariation in causal structure learning*.

Sobel, D. M. & Kushnir, T. (2006). The importance of decision making in causal learning from interventions. *Memory & Cognition*, **34**, 411-419.

Steyvers, M., Tenenbaum, J. B., Wagenmakers, E. J., & Blum, B. (2003). Inferring causal networks from observations and interventions. *Cognitive Science*, **27**, 453-489.

White, P. A. (2006). How well is causal structure inferred from cooccurrence information? *European Journal of Cognitive Psychology, 18*, 454-480.

大きさと関連する音象徴について
On size-sound symbolism

ストランビーニ ニコーラ†，備瀬 優†，矢野 雅貴†，坂本 勉‡
Nicola Strambini, Yu Bise, Masataka Yano, Tsutomu Sakamoto

†九州大学大学院人文科学府，‡九州大学大学院人文科学研究院
Graduate School of Humanities, Kyushu University, Faculty of Humanities, Kyushu University
†(strambinico, bise1984, myano1988)@gmail.com, ‡sakamoto@lit.kyushu-u.ac.jp

Abstract

We conducted an experiment to investigate the nature of sound symbolic patterns, relative to the concept of "size". The goal was to determine whether native Japanese speakers do associate certain concepts to certain sounds, and if this is the case, on what basis the process takes place.

The results showed that native Japanese speakers do use sound symbolic associations, and a more detailed analysis on vowel effect helped us to understand that they are based on acoustic properties, rather than articulatory ones. That is, bigger referents are associated to lower frequency phonemes, while smaller referents with higher frequency phonemes.

Keywords — Size-sound symbolism, Japanese, Articulatory phonetics, Acoustic phonetics, Vowel formant

1. はじめに

人間の言語が有する特徴の一つとして、恣意性が挙げられる。Saussure [1]が主張するように、ある単語の発音（聴覚イメージ "image acoustique"）とそれが表す意味（概念 "concept"）の関係は恣意的なものである。その恣意的関係は、それぞれの言語体系の中で、社会的慣習の結果として生じる。従って、言語の多様性が可能になっているわけである。

しかし、音と意味の間に強い関連性が見られる例も存在しており、これらの場合は特定の音が特定の意味に直接結びついていると考えられる。この事象は**音象徴**（Sound symbolism）と呼ばれており、外界に存在する事象の特性を、調音の特徴や音声の音響的特徴に関連付けるプロセスに基づいていると考えられる。

音象徴の例として、まず擬音語が挙げられる。擬音語は、実際の物音や声をまねて、音声で表現するものである（例：バンバン、トントン）。

次に、共感覚音象徴が挙げられる[2]。これは、物の物理的な状態や様子など、音のない現象を音声でいかにもそれらしく写し取った表現である。例えば、物の大きさや形など、特定の視覚的特性を表すのに、特定の音が好まれるという現象である。（例：ギザギザ、ブクブク）

こういった音象徴の働きを示す単語は、通言語的に共通の振る舞いや特性を持つ傾向があると指摘されている[2]。例えば、反復型が多いことや、当該言語の他の語彙に比べて特殊な音素や音韻規則が使われることである。これらの特徴は、日本語のオノマトペにおいても観察できる。反復型は、オノマトペに含まれる音が反復されている形態であり（例：コロ+コロ＝コロコロ）、音や動作の繰り返しないしは連続を表す。特殊な音素や音韻規則として、語頭で/p/が現れることや、反復型において連濁が起こらないことなどが挙げられる。また、意味に関しては、これらの単語は音や、物理的な特徴、心理状態・感情などを表すのによく使われていることも共通している。

これらの特徴に対し、特定の音と特定の意味との結びつきに関しては、パターンが見られるかどうかはまだ十分に検証されていない。

本研究では「大きさ(size)」の概念に着目し、日本語母語話者において特定の意味と特定の音を関連付ける傾向が見られるかどうか、また、そのような傾向が見られるとすれば、今まで指摘されてきた音象徴の傾向と共通しているかどうかを、実験的方法を用いて検討した。

2. 背景

音のない現象を音に関連付けるというのはどういうプロセスなのだろうか。これまでの音象徴に関する諸研究において、視覚的特性である「大きさ」と音を関連付けるプロセスには、子音の有声性と母音の特性が関わっていると指摘されている。特に、以下のような関連性が観察されてきた：

1. 有声子音（例：/b/、/d/）の方が無声子音（例：/p/、/t/）よりも大きな対象物と関連付けられる[3]
2. 後舌母音（例：/u/、/o/）の方が前舌母音（例：/i/、/e/）よりも大きな対象物と関連付けられる[3]
3. 広母音（例：/a/）の方が狭母音（例：/i/、/u/）よりも大きな対象物と関連付けられる[4] [5]

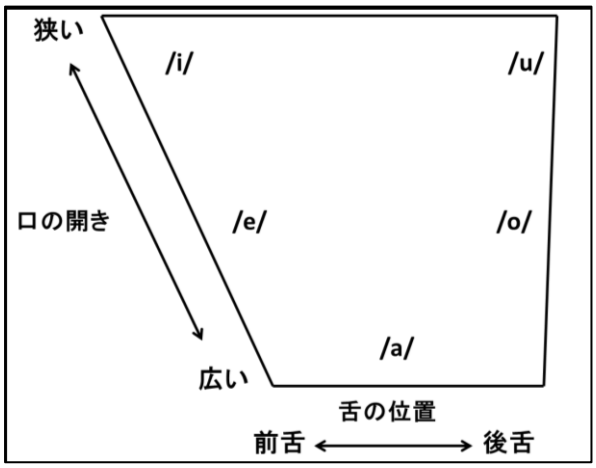


図 1　5 母音調音的特徴

これらの観察に関しては、２つの異なった仮説が提案されている。

1. 調音音声学的仮説：調音的な違いにより、調音器官がつくる空間の相対的な大きさが感じ取られ、対象物の大きさと関連付けられる。
   a. 有声子音を発音する際、話者は口腔を拡張すると言われている[6]。
   b. 後舌母音の方が前舌母音よりも舌の前の空間が大きい。
   c. 広母音の方が狭母音よりも口の開きが大きい。

従って、これらの理由で、有声子音、後舌母音と広母音の方が大きな対象物と関連付けられると予測できる。

2. 音響音声学的仮説：Ohala [7]の Frequency code hypothesis によると、より低い周波数の音はより大きい共鳴体・共鳴空間を持つことを連想させると仮定されている。これを音声に適応して考えると、より低い周波数の子音や母音はより大きな対象物に関連付けられる。

従って、以下のような関連性が予測できる。

a. 有声子音は無声子音に比べて声帯振動をもたらし、隣接する母音の基本周波数も低くする [8] ため、無声子音よりも大きな対象物と関連付けられる。
b. 母音の前舌・後舌性に第 2 フォルマント(F_2)の周波数が関連している。前舌母音から後舌母音へ F_2 の値が次第に低くなるため、より低い F_2 を持つ後舌母音がより大きな対象物と関連付けられる[7]。
c. 母音の開口度に第 1 フォルマント(F1)の周波数が関連している。しかし、F1 の変化は少さいため、それが音象徴にどのような影響を与えるのかは予測できない。

以上をまとめると、大きさに関連する音象徴には「子音の有声性」、「母音の開口度」、「母音の前舌・後舌性」という 3 つの要因が関わっていると報告され、それらに関して調音音声学的仮説と音響音声学的仮説が提案されている。

表 1　子音と母音に対して予測される音と意味の関連性のパターン（例として挙げているのは、実験で用いられた子音と母音である）

	調音音声学的仮説	音響音声学的仮説
a)	無声子音<有声子音 /p･t･k･s/</b･d･g･z/	無声子音<有声子音 /p･t･k･s/</b･d･g･z/
b)	相対的な対立 前舌母音＜後舌母音 /i･e/</o･u/	F_2により段階的に 前舌母音→後舌母音 /i/</e/</a/</o/</u/
c)	狭母音＜広母音 /i･u/</e･o/</a/	n.a.

これまでの諸研究では、上述のどちらの仮説の方がより妥当かという問題はまだ解決されていない。

上の表に示したように、これらの仮説は子音の働きに関しては同じ予測をする。ところが、母音の働きに関しては異なる予測をする。そのため、母音の働きを調べることによって、どちらの仮説がより妥当かを決めることができる。そこで、本研究では母音による音象徴的効果に焦点を当てて検討した。

最近の研究では、Shinohara & Kawahara [9]が日本語話者、英語話者、中国語話者と韓国語話者に、有声阻害音/g･z･d･b/、無声阻害音/p･t･k･s/と母音/ i･e･a･o･u /を用いた VCVC 型の 2 音節の無意味語を提示し、単語の音からイメージする大きさを 4 段階尺度で回答させる実験を行った。

実験の結果、4 つの言語において上述の要因（子音の有声性、母音の前舌・後舌性、母音の開口度）の影響が統計的に有意だったため、音象徴の通言語的傾向が見られた。

しかし、この研究は次の問題点を含んでいる：

1. 日本語話者においては次のような結果が得られた。

表 2 Shinohara & Kawahara [9]
日本語話者に関する実験結果

a)	無声子音<有声子音 /p･t･k･s/</ b･d･g･z/
b)	前舌・後舌性 /i･e/</o･u/
c)	開口度 /i･u/</a/</e･o/

ここでは、開口度の要因(c)において、半狭母音/e･o/が広母音/a/より有意に大きなものと関連付けられ、予測に反する結果となった。即ち、開口度の一番大きい/a/が一番大きな対象物と関連付けられていない。

この研究の問題点として、刺激語が VCVC の形で提示されたことが指摘できる（例：「apap」・「ipip」・「abab」・「ibib」）。実験では実験者が参加者に対して刺激語をローマ字で見せながら音読したと報告されている。しかしながら、実験参加者は語末に母音を付加するなど「日本語的発音」で刺激語を読んでしまった可能性がある。日本語話者にとってなじみのない閉音節がどう捉えられたかは問題であり、それが参加者の判断に影響を及ぼした可能性がある。この問題点を解決するために、本実験では日本語オノマトペによく見られる開音節の反復型からなる刺激語を用いた。これは日本語話者にとってなじみのある語形であり、その発音の捉え方には問題はない。

2. Shinohara & Kawahara [9]は、母音を調音音声学的カテゴリーにまとめた上で、母音の効果を分析したため、それぞれの母音の効果が混じり合って見えなくなったと考えられる。従って、結果からはどちらの仮説の方がより妥当かということが分からない。

以上に見たように、先行研究は問題点を含んでおり、そのために、音象徴に関わる要因とその説明については再検討が必要である。先行研究の問題点を解決し、新たな実験を行う必要がある。この問題点を解決するために、本実験では 5 つの母音それぞれの効果を分析した。そうすることで、結果がどの仮説の予測に合致しているかを検討出来る。

3. 実験

先行研究の問題点を解決し、上述のどちらの仮説の方がより妥当かを明らかにするために、以下のような実験を行った。

3.1. 刺激

本実験では、Shinohara & Kawahara [9]と同様に、無意味語を用いて印象調査を行った。
刺激語として、以下の説明の通り、無意味語を作成した。

母音は、/ i･e･a･o･u /の母音のいずれかを用いて、一つの単語内の母音を同一にした。子音は、一番目の子音として無声阻害音/p･t･k･s/と有声阻害音/ b･d･g･z /を用いて、二番目の子音を常に/n/にした。このようにして出来た、以下の 20 ペアの刺激語は、日本語においてはすべて無意味語であることを確認した。

表 3　実験で用いた刺激語

母音	無声子音			
	/p/	/t/	/k/	/s/
/i/	ピニピニ	チニチニ	キニキニ	シニシニ
/e/	ペネペネ	テネテネ	ケネケネ	セネセネ
/a/	パナパナ	タナタナ	カナカナ	サナサナ
/o/	ポノポノ	トノトノ	コノコノ	ソノソノ
/u/	プヌプヌ	ツヌツヌ	クヌクヌ	スヌスヌ
母音	有声子音			
	/b/	/d/	/g/	/z/
/i/	ビニビニ	ヂニヂニ	ギニギニ	ジニジニ
/e/	ベネベネ	デネデネ	ゲネゲネ	ゼネゼネ
/a/	バナバナ	ダナダナ	ガナガナ	ザナザナ
/o/	ボノボノ	ドノドノ	ゴノゴノ	ゾノゾノ
/u/	ブヌブヌ	ヅヌヅヌ	グヌグヌ	ズヌズヌ

3.2. 手順

福岡大学に所属している学生 50 人(男性 36 人、女性 14 人、平均年齢 22 才)に調査をした。

先行研究に従って、質問紙に場面設定と上述の刺激語のリストを記載した。刺激語には 40 個のダミーを追加した。ダミーも開音節の反復型からなる無意味語で、最初の子音が常に/r/で、二番目の子音に無声阻害音と有声阻害音を入れた(例「ラパラパ」、「ラバラバ」)。刺激語とダミーをランダムに配列し、カタカナで視覚呈示した。

実験参加者は以下の説明に従って、語を 1 つずつ見て、その音をイメージし、その意味を推測して 6 段階尺度で評価した。

「ある言語で、魚を表す語がたくさん存在しているとします。
この言語の話者は、魚そのものの大きさや、魚の動きの大きさなどによって、次のページ以降に並んでいる単語を使い分けています。
魚が泳いでいる姿を想像しながらそれらを 1 つずつ読んで、その発音からどのくらい大きい魚を指しているか、評価してください。」

図 2　場面設定と評価の説明

1→とても小さい。
2→小さい。
3→やや小さい。
4→やや大きい。
5→大きい。
6→とても大きい。

図 3　評価の 6 段階尺度

3.3. 予測

本実験では母音による音象徴的効果を調べ、以下の表に示す予測に従って、調音音声学的仮説と音響音声学的仮説のどちらがより妥当かを明らかにすることが出来る。

表 4　子音と母音に対して予測される音と意味の関連性のパターン

	調音音声学的仮説	音響音声学的仮説
a)	無声子音<有声子音 /p･t･k･s/</b･d･g･z/	無声子音<有声子音 /p･t･k･s/</b･d･g･z/
b)	相対的な対立 前舌母音＜後舌母音 /i･e/</o･u/	F_2により段階的に 前舌母音→後舌母音 /i/</e/</a/</o/</u/
c)	狭母音＜広母音 /i･u/</e･o/</a/	n.a.

3.4. 結果と考察

上述したように、２つの仮説は子音の働きに関して同じ予測をしているため、本研究では母音による音象徴的効果に焦点を当てて検討を行った。

まず、以下の図４で示されているように、5 つの母音は/i/</e/</a/</o/</u/の順で次第に大きなものと関連付けられたことが分かる。これは前舌母音から後舌母音への順であり、ちょうど母音の F_2 値が低くなる順である。

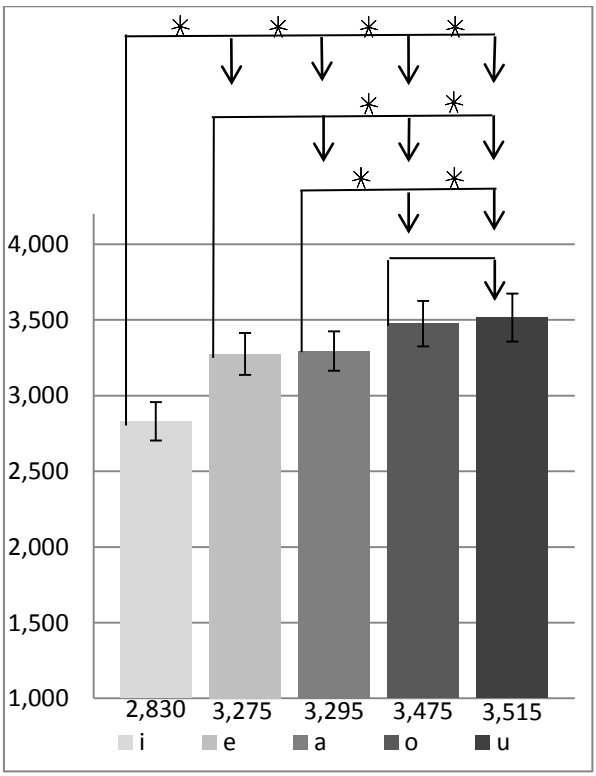


図 4　それぞれの母音に関する結果
（エラーバーは 95%信頼区間、
“*”は有意差が見られたことを示す）

1 要因 5 水準の分散分析を行った結果、母音の主効果が見られた($F(4,49) = 28.346$, $p < .001$)。従って、Ohala [7]の Frequency code hypothesis が示唆する通り、より低い F_2 を持つ母音がより大きな対象物と関連付けられると考えられる。しかし、5 水準の多重比較をしたところ、/e/と/a/の間と/o/と/u/の間には有意差が見られなかった。以上の結果から、次の図５に示すように、大きさとの関連において、母音は/i/</e･a/</o･u/という 3 段階に区別されていると考えられる。

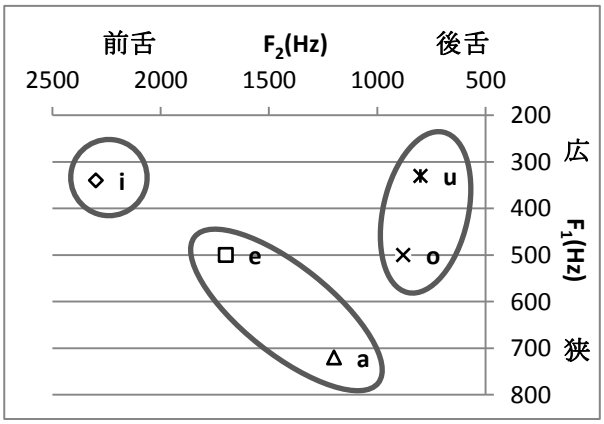


図 5　実験結果による母音の 3 段階評価

この結果は、調音音声学的仮説の観点から考えるとうまく説明できない。まず、この仮説によれば、母音の前舌・後舌性の要因に関しては、後舌母音/o･u/を含んだ刺激語が、前舌母音/i･e/を含んだ刺激語よりも有意に大きな対象物と関連される対立が予測される。実験結果によれば、確かに、/o･u/の間には有意差がなく、後舌母音としてグループをなしている。しかし、/i/と/e/は区別されており、同じ前舌母音としてグルーピングされていない。

次に、開口度の要因に関しては、母音が/i･u/</e･o/</a/の順で次第に大きなものと関連付けられると予測される。しかし、結果としてより開口度の狭い/o/と/u/を含んだ刺激語が、より広い開口度の/a/を含んだ刺激語よりも有意に大きな対象物と関連付けられた。また、/e/と/a/の間にも、/o/と/u/の間にも開口度が異なるにもかかわらず、それぞれのペアの間に有意差が見られず、対立はなかった。

以上のことから、調音音声学的仮説は支持できない。

一方、Ohala [7]の Frequency code hypothesis の観点から見ると、より低い周波数の母音はより大きなものと関連付けられると予測される。実験結果の/i/</e/</a/</o/</u/の順は、ちょうど母音の F_2 値が低くなる順であるため、音響音声学的仮説に基づいた予測と合致する。

また、音響音声学的仮説は F_2 によって母音が 5 つに区別されると予測するが、本研究の結果から、日本語話者は母音を大きさとの関連性において心理的に 3 つのグループに分けていることが明らかとなった。

以上をまとめると、母音の前舌・後舌性による音象徴的効果が有意であり、後舌母音の方が前舌母音よりも大きな対象物に結び付けられる傾向があると考えられる。

これに対し、母音の開口度と大きさの間には強い関連性は示されなかった。

4. 結論

本研究では、先行研究と異なる実験参加者と異なる刺激語で実験を実施し、Shinohara & Kawahara [9]と類似した結果が得られた。このような再現性が確かめられたことから、大きさに関連する音象徴において特定の意味と特定の音を関連付ける傾向があることが示された。

結果をまとめると次のようになる：

表 5　本実験の結果と 2 つの仮説による パターンの予測の比較

本研究の結果：	F_2により 3 段階 前舌母音→後舌母音 /i/</e･a/</o･u/
音響音声学的仮説：	F_2により段階的に 前舌母音→後舌母音 /i/</e/</a/</o/</u/
調音音声学的仮説：	相対的な対立 前舌母音＜後舌母音 /i･e/</o･u/ 狭母音＜広母音 /i･u/</e･o/</a/

上の表から分かるように、より低い F_2 を持つ母音がより大きな対象物と関連付けられたため、調音音声学的仮説よりも音響音声学的仮説の方が妥当であると考えられる。従って、大きさに関連する音象徴は、対象物の視覚的大きさを音声の音響的特徴に関連付けるプロセスに基づいていると考えられる。

5. 今後の課題

本研究も含めて、これまでの音象徴を調べた実験は、参加者に絵と単語をマッチさせたり、刺激語を提示して音から意味を推測させたりして行われた。これらの方法はかなり直接的であるため、参加者が実験の意図に気づき、それを意識しながら答えてしまう可能性がある。より間接的な方法を用いて音象徴の働きを調べた実験は極めて少ない。

今後は、Peiffer-Smadja [11]の実験を参考にし、Implicit Association Test [12]（以下 IAT）という方法を用いて、上述した大きさの音象徴を調べるつもりである。IAT は 2 つの概念の関連の度合いを調べるための実験方法である。「大きさ」に関連する音象徴に関しては、物の大きさと上述した 3 つの要因の中の一つとの関連性を調べることが出来る。例えば、大きさと子音の有声性との関連性を調べるとすれば、これらを「大きい・小さい」と「有声・無声」というふうに 4 つのカテゴリーに分ける。子音の有声性の刺激として本実験の無意味語を用いて、大きさの刺激として物の大きなバージョンと小さなバージョンのペアの絵を用いる。実験参加者に刺激を呈示し、両手でボタンを押しながら刺激を 4 つのカテゴリーに分けていく課題を与える。課題は、以下の表に示すように、7 段階からなっている。

表 6　IAT の 7 段階の流れ

段階　(刺激)	左手ボタン	右手ボタン
1　(絵)	大きい	小さい
2　(語)	濁音	清音
3･4　(絵と語)	大きい	小さい
	濁音	清音
5　(語)	清音	濁音
6･7　(絵と語)	大きい	小さい
	清音	濁音

IAT は次のような考え方に基づいている。2 つのカテゴリーが関連していたら、それらを同じボタンで判断する時は（マッチ条件）、違うボタンで判断する時よりも（ミスマッチ条件）反応時間が短く、正答率が高いと予測される。もし、子音の有声性と大きさが結びついており、有声子音のほうが無声子音より大きな対象物と関連付けられるのであれば（即ち、音象徴の影響があると仮定すれば）、上述のマッチ条件である 3・4 段階において、ミスマッチ条件である 6・7 段階と比べて、より短い反応時間と高い正答率が見られるはずである。

IAT は、絵と単語のマッチングや、刺激語の音からの意味の推測などを行わせるこれまでの実験手法と比較して、参加者に実験の意図が気づかれにくい。

そのため、実験参加者が音象徴による関連性のことを意識せずに課題を行う場合でも、音象徴は判断に影響を及ぼすかどうかということが調べられる。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費基盤研究 (B) 20320061（研究代表者：坂本勉）の助成を受けて行われた。記して謝意を表す。

参照文献

[1] Saussure, Ferdinand de (1916): "Cours de Linguistique Générale." Bally, C., Sechehaye, A. & Riedlinger, A. (eds.). Paris: Payot.

[2] Hinton, L., Nichols, J., & Ohala, J. J. eds. (1994): "Sound Symbolism." Cambridge: Cambridge University Press.

[3] Newman, S. (1933): "Further Experiments in Phonetic Symbolism." American Journal of Psychology 45:pp. 53-75.

[4] Sapir, E. (1929): "A Study in Phonetic Symbolism. Journal of Experimental Psychology" 12:pp. 225-239.

[5] Paget, R. (1930): "Human Speech: Some Observations, Experiments, and Conclusions as to the Nature, Origin, Purpose, and Possible Improvement of Human Speech." London: Routledge.

[6] Ohala, J. J. & Riordan, C. J. (1979): "Passive vocal tract enlargement during voiced stops", In Wolf, J. J. & Klatt, D. H. (Eds.), Speech Communication Papers, pp. 89-92

[7] Ohala, J. J. (1994): "The Frequency Codes Underlies the Sound Symbolic Use of Voice Pitch." In Hinton, L., Nichols, J., & Ohala, J. J. (eds.), Sound Symbolism, pp. 325-347. Cambridge: Cambridge University Press.

[8] Kingston, J.& Diehl, R. (1994): "Phonetic Knowledge." Language 70:pp. 419-454.

[9] Shinohara, K. & Kawahara, S. (to appear): "A cross-linguistic study of sound symbolism: The images of size." Proceedings of the 36th Annual Meeting of Berkeley Linguistics Society.

[10] Ultan, R. (1978): "Size-Sound Symbolism." In J. Greenberg (ed.), Universals of Human Language II: Phonology, pp.525-568. Stanford: Stanford Univ. Press.

[11] Peiffer-Smadja, N. (2010): "Exploring the bouba/kiki effect: a behavioral and fMRI study." M.A. thesis, Paris Descartes University

[12] Greenwald, A., McGhee, D.& Schwartz, K.(1998): "Measuring individual differences in implicit cognition: the implicit association test." Journal of Personality and Social Psychology , 74, 1464–1480.

ベイズ的枠組みにおける対称性推論のモデル化と認知バイアスの体系化に向けて

Towards a modeling of symmetry reasoning and a systematic understanding of cognitive biases in Bayesian frameworks

大用 庫智†高橋 達二
Kuratomo Oyo, Tatsuji Takahashi

東京電機大学
Tokyo Denki University
Kuratomo.oyo at gmail.com, tatsujit at mail.dendai.ac.jp

Abstract

We aim to clarify the basics of human cognition and focus on the loosely symmetry (LS) model, a kind of conditional probability flexibly that autonomously adjusts symmetry and mutual exclusivity. We showed that it is an empirical Bayes model which has a beta distribution both in prior and posteriori distribution. LS describes the data of causal induction with no hierarchization nor external estimation of distribution. In the decision-making context, two biases, the gambler's fallacy and the hot hand fallacy, could be expressed by the probability distributions that LS assumes. From the above, we suggested that the basis of human cognition may be characterized by prior distribution, and a possibility that the potential part of human cognition could be treated quantitatively in this way.

Keywords — causal induction; n-armed bandit problems; gambler's fallacy; hot hand fallacy; symmetry bias; mutual exclusivity bias

1. はじめに

近年、人間の認知、特に推論や判断に、規範的な合理性に従わない偏り（認知バイアス）が存在することが明らかとなり、多種多様な認知バイアスの分析に伴った人間認知の研究が進んでいる。しかしながら認知バイアスの相次ぐ発見と定式化に対し、その体系化は充分に進んでいるとは言えず、博物学的段階からの脱却をもたらす理論化が待たれている。そのため我々は、対称性推論、特に対称性と相互排他性と呼ばれている認知バイアスを人間の認知に根本的なものと仮定した研究を続けてきた ([11]-[13], [15]-[22])。本研究では、これまでの研究のベイズ的意味合いを明らかにすることを試みる。

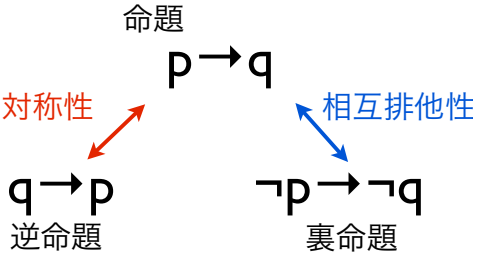


図 1：対称性と相互排他性

図 1 の様に対称性と相互排他性は、条件文からそれぞれその逆と裏を想起する認知の偏りである。対称性については、今井が発達心理学の分野で重要性を唱え[8]、また服部が思考心理学における広範な存在を示し、確率論的観点から等確率性仮説として定式化し、さらに情報理論的な観点からの正当化を行っている[7]。現在、対称性と相互排他性はほぼ人間に固有なものと考えられており、幼児の言語獲得には必要不可欠であり、言語や記号化、コミュニケーションなどを支えるものと議論されている。また、服部は対称性に着目して高次認知のモデルを提唱している。たとえば因果帰納とは事象間の共変動情報から因果関係を帰納的に形成する推論であるが、これに関して服部は DFH モデルを提唱し[5]、その有効性を証明している。

表 1: 2×2 の分割表の共変動情報

		結果 q	結果 $\bar{q}$
原因	p	a	b
原因	$\bar{p}$	c	d

a：p と q が共に発生した回数
b：p と $\bar{q}$ が共に発生した回数
c：$\bar{p}$ と q が共に発生した回数
d：$\bar{p}$ と $\bar{q}$ が共に発生した回数

$$DFH = \sqrt{P(q|p)P(p|q)} = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}} \quad \text{式 1}$$

$$LS(q|p) = \frac{a + \frac{bd}{b+d}}{a + \frac{bd}{b+d} + b + \frac{ac}{a+c}} \quad \text{式 2}$$

$$\Phi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}} \qquad \text{式 3}$$

DFH は式 3 の四分点相関係数（Φ）のdセルを無限大に発散させた形式であり、観測の対象となる事象の発生が比較的に稀であるという稀少性（a, b, c[1]が稀少）を前提としている。この稀少性は人間がデフォルトで仮定していると考えられており、人がdセルよりもa, b, cセルの情報をより有益と捉えるとされている。また、稀少性を仮定した時に、少なくともベイズ的な観点からは、dセルよりもa, b, cセルがより有益である[1]。

人間の推論は背景知識に手引きされるため、人間の認知の基礎を考えるためには、背景知識による不確実な統計情報の扱いに関しても議論しなければならない。このことに関し、Tenenbaum らは事前分布を階層的に扱うことで、その抽象的な知識を特徴づけられるとしている[3, 9]。そういったベイズ的分析とモデリングを行う場合には通常、超パラメータの階層化や推定が必要である。

そこで我々は、認知バイアスの理論化を通じた人間認知の基礎の解明を目指し、対称性と相互排他性を自律的に柔軟に調節するという観点から考案された緩い対称性（*LS*）モデル[18]に着目してきた(式 2)。このモデルは、人間の因果帰納の傾向を DFH より良く記述し、かつ意思決定などの多くの課題において人間と類似した高いパフォーマンスを見せる。幼児の言語獲得[11]や強化学習[16]等で優秀な成績と高い汎化能力を示し、いくつもの認知バイアスを再現している。ただし、*LS* の定義の必然性については、高橋らによってゲシュタルト心理学における図と地に例えた分析があるものの[21]、理論的分析は未だ不十分であった。

2. 緩い対称性モデルと経験ベイズ

そこで本研究では、事前分布のパラメータを経験的に決定する経験ベイズ法を利用して、LS に理論的な背景を与え、そのベイズ的枠組みを用いて

事後分布(ベータ分布) $\propto$ 事前分布(ベータ分布) × 二項尤度関数

$$g(\theta_i|\gamma_1 + a, \gamma_2 + n_i - a) = \frac{g(\theta_i|\gamma_1, \gamma_2) f(a|n_i, \theta_i)}{\int_0^1 g(\theta_i|\gamma_1, \gamma_2) f(a|n_i, \theta_i) d\theta}$$

事後分布から期待値を取る

$$LS(q|p) = \frac{a + \gamma_1}{a + \gamma_1 + n_i - a + \gamma_2} = \frac{P(p,q) + P(p,\bar{q})P(\bar{p}|\bar{q})}{P(p) + P(p,\bar{q})P(\bar{p}|\bar{q}) + P(p,q)P(\bar{p}|q)}$$

$n_i = a + b$
$N = a + b + c + d$

γ_1 ：パラメータ$=P(p,\bar{q})P(\bar{p}|\bar{q})/N = bd/(b+d)$
γ_2 ：パラメータ$=P(p,q)P(\bar{p}|q)/N = ac/(a+c)$

図 2 : LS モデルとベイズの定理による理論的な背景

因果帰納の推論と意思決定のタスクを分析する。その分析に扱う *LS* (式 2) は、**表 1** の分割表上の共変動情報 a, b, c, d の関数として定義され、最も簡単な条件付き確率に対称性と相互排他性の調節項（図 2 の $\gamma_1 = \frac{P(p,\bar{q})P(\bar{p}|\bar{q})}{N} = bd/(b+d)$ と $\gamma_2 = \frac{P(p,q)P(\bar{p}|q)}{N} = ac/(a+c)$）を加えた形式である。$N$ は共変動情報の頻度の合計、 $a + b + c + d$ である。これらの LS の調節項は、バイアスを持たない式 **4** の条件付き確率と対称性と相互排他性を完全に満たす式 5 の RS モデルとの間で対称性と相互排他性を自律的に調節する[18][21]。

$$CP(q|p) = \frac{a}{a+b} \qquad \text{式 4}$$

$$RS(q|p) = \frac{a+d}{a+b+c+d} \qquad \text{式 5}$$

ここで扱う問題空間が二項分布であるため、[3]で扱われている事前（$g(\theta_i|\gamma_1, \gamma_2)$）と事後分布（$g(\theta_i|\gamma_1 + a, \gamma_2 + \mathrm{n_i} - a)$）がベータ分布になるニ項–ベータモデル（図 2 のベイズの式）を LS の導出に用いる（ここでベータ分布が用いられるのはその利便性によるもので、ベイズ式の計算が容易でありかつ、様々な形状の分布を表現できる）。図 2 の$g(|)$はベータ分布の確率密度関数、$f(|)$は二項分布の確率密度関数であり、それぞれ分布を特徴づけるパラメータを持つ。上記の確率密度関数とベイズの定理の関係により、事前分布と事後分布の期待値[2]は、$\frac{\gamma_1}{\gamma_1+\gamma_2}$と$a + \gamma_1/(a + \gamma_1 + \mathrm{n_1} - a + \gamma_2)$になる。図 2 の様に事前分布のパラメータに調節

[1] a, b, c セルは原因または結果の何れかが発生しているが、d セルは何も起きなかったという事を意味している。

[2] γ_1を a、γ_2を b とした時、ベータ分布の期待値は, $a\ /\ (a\ +\ b) = P(q|p)$となる。

項を代入して事後分布から期待値を取ると式 2 の LS を導かれることが大用の修士論文 [13]で明らかになった。

以上の様に LS は共変動情報から簡単に計算出来、背景に二項ベータモデルを持つ。そのため、人間が因果帰納や意思決定を行う際の背景知識（事前分布）と事後分布の関係をベータ分布で表現することが可能になった。以降の章では、LS モデルが因果帰納のデータに適合する事を示す。そして、LS の背景にあるベイズ的枠組み（確率分布間の関係）を用いて、なぜデータに適合するのかを示し、因果帰納を行う人間の傾向・態度から意思決定でよく観られる二つのバイアスを表現できる可能性を示す。

4. 因果帰納へのデータの適合

因果帰納の実験では、被験者は原因と結果の在不在の組合せを受動的に観測し、その後原因と結果の関係性の強さを尋ねられる。被験者の原因と結果の観測は、**表 1** の共変動情報 a, b, c, d の回数に従い、原因と結果の画像を PC のディスプレイを通して行われた。また、被験者は原因と結果の関係性の強さを 0 から 100 の範囲のスライダーで回答した。**表 1** の共変動情報の組合せを数種類観測した後、その組合せ毎の人間の評価値とモデルの評価値を用いて相関係数と誤差を計算する。

分析には LS と DFH, 式 3 の四分点相関係数(Φ)の三つのモデルを用いた。また、以下の三つの実験データを扱った。原因と結果を無相関に捉えるかを調査した実験[15]と[5]で行われた因果帰納のメタ分析、そして[14]の実験条件を拡張した複数要因[15]の結果を表 2 に示す。

表 2：因果帰納における分析結果

	LS	DFH	Φ
無相関	(.83, 8.1)	測定不可能	(.23, 19)
複数要因	(.99, 3.8)	(.98, 10.1)	(.92, 26)
メタ分析	(.96, 9.09)	(.95, 10.44)	(.86 11.5)
データの組合せの傾向：	d > a > c > b		
パラメータの重み：	α> β > γ > δ		

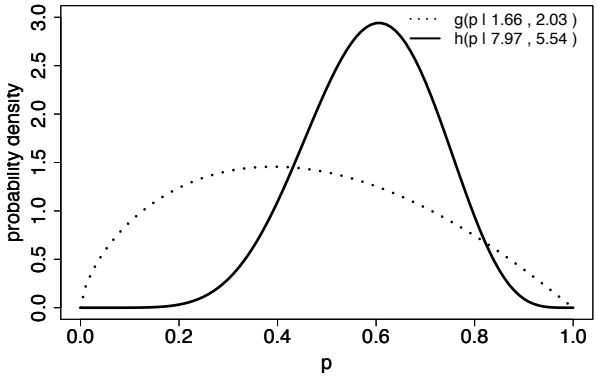


図 3：因果帰納実験における LS の事前分布と事後分布の関係。実線が事後分布。点線が事前分布。

表 2 から *LS* は最も相関が高く、誤差が低いため人間の因果帰納の傾向が *LS* に近いことが分かる。

なぜ LS が因果帰納のデータに適合するのかを分析するために、刺激の組合せ数が最も多いメタ分析のデータからデータの組合せの傾向(a = 6.31, b = 3.51, c = 4.56, d=6.85）を表 2 に示す。つまり、因果帰納の実験では、データの母集団が$P(\bar{p},\bar{q}) > P(p,q) > P(p,\bar{q}) > P(\bar{p},q)$という傾向を持つ事と原因と結果がどちらも起きなかったという d セルの観測が最も多いことが分かる。

上記を分析するための方法として、[10]の線形結合(EI)モデルを用いたパラメータ分析と[1, 2]のベイズ的枠組みからの分析の両方を用いる。式 6 の EI モデルは、式 5 にα、β、γ、δという四つの自由パラメータを持つ形式であり、各パラメータは[0, 1]の範囲の数値である。分析は各自由パラメータを 0.01 刻みで全ての組合せを調査した。これらのパラメータに$\alpha = 1,\ \beta = 1,\ \gamma = ac/(a+c), \delta = bd/(b+d)$と代入すると LS モデルと等しくなる。

$$EI(\alpha,\beta,\gamma,\delta) = \frac{\alpha a + \delta d}{\alpha a + \beta b + \gamma c + \delta d} \qquad \text{式 6}$$

この EI モデルを用いて人間のデータと相関係数が最も高くなるパラメータ（α= *1.0*、β = *0.9*、γ= *0.5*、δ = *0.1*）ををを表 2 に示す。データの母集団が$P(\bar{p},\bar{q}) > P(p,q) > P(p,\bar{q}) > P(\bar{p},q)$ である一方、人間は a の観測（p と q が共に発生）を

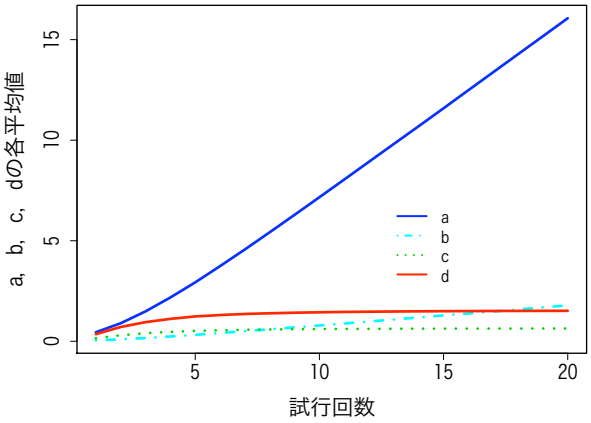


図 4：LS による二本腕バンディット問題 $(P(q|p) = 0.9, P(q|\bar{p}) = 0.3)$ の実行における a, b, c, d の平均的時間発展。

重視している事が分かり、[10]の分析で使われたデータと同様な結果を示した。共変動情報の研究の成果として、人間は原因と結果の共通の不在(d)よりも共通の在（a）を重視することが分かっている[1, 2]。Mckenzie はこれらの傾向を稀少性（P(p)と P(q)が低い）の元で尤度比を用いて分析し、少なくともベイズの観点から a を獲得することが有益である事を示している[1, 2]。以上の知見を元に LS の背景と因果帰納の関係を議論する。因果帰納のデータの母集団の傾向から LS の事前と事後分布の関係を図 3 に示す。図 3 から因果帰納のデータの母集団の傾向が $P(\bar{p},\bar{q}) > P(p,q) > P(p,\bar{q}) > P(\bar{p},q)$ であるのに対し、事前分布が確率が低い部分に集中しており、事後分布と差がある事が分かる。つまり、LS は事前の知識（背景知識）として、b セルが起こりやすいと考えており、その事前知識から影響され、因果関係の強さ（因果強度）を測るために使う事後分布は a セルが起こりやすいとしている。この様な分布間の関係から、LS は背景にある事前と事後分布を調節して a からの獲得する情報を重視しようとする戦略を持っている事が分かる。以上の考えは、人間の推論の多くは観測の対象となる事象は比較的に稀であるという稀少性と情報量の観点から正当化され、*LS* は人間同様、事前分布を用いることにより環境に対して適応的な戦略をとった結果、データに適合したと言える。

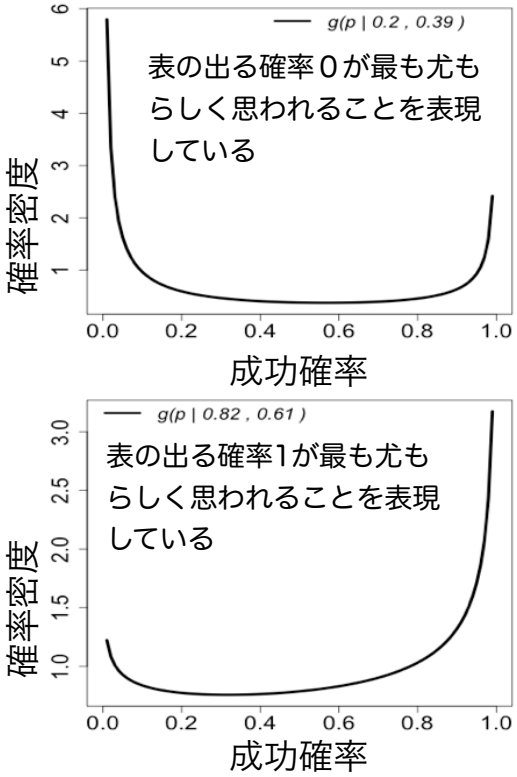


図 5：LS の事前分布の推移。4 回と 20 回試行後の共変動情報の平均は（a, b, c, d）=（2.18, 0.24, 0.47, 1.12）と（16.06, 1.78, 0.64, 1.51）である。

5. 認知バイアスの表現

意思決定のタスクとして、LS モデルが高いパフォーマンスを示している二本腕バンディット問題を扱い、確率分布（事前分布）で二つの認知バイアスを表現できることを示す。バンディット問題は、強化学習の最も基本的な問題であり、報酬確率が未知の二つのスロットマシンから得られる利益を最大化させる意思決定の問題である。ここで扱う二本腕バンディット問題の設定は、報酬確率が 0.9 と 0.3 であり、結果は一万回繰り返した平均である。以上の様な設定の場合、LS は数回の探索で報酬確率 0.9 のスロットを選択し続ける事が分かっている（つまり、a と b の値のみが加算され続け、LS の事後分布は最も大きい報酬確率に近い値を取る）。

そこで、ここでは、二本腕バンディット問題をコイントスに類比させ、LS とベイズ的な枠組みを用いて、(表が出やすく）偏ったコイントスの観測を仮定して、そこから事象（表）の発生に偏りがあるとその逆（裏）が出やすくなると期待してし

まうギャンブラーの誤謬から、その発生の偏りがさらに続くと今後もその事象（表）が発生すると考えるホットハンド[3]の発生への流れを表現する。

上記のバンディット問題の設定での LS の行動から求めた平均的な共変動情報 (a, b, c, d) を図 4 に示す。共変動情報 a (c)は 表が出る確率が高い（低い）コインを投げて表が出た時に 1 が追加され、 b (d) は表が出る確率が高い（低い）コインを投げて裏が出た時に 1 が追加される。図 4 から少ない試行回数から片方の腕に集中している事が分かる。図 4 の共変動情報を用いて計算した LS の事前分布を図 5 に示す。図 5 のベータ分布は、成功確率θ_1を[0, 1]の範囲で 0.01 刻みとして計算した。以上を LS の事前分布を通して観測すると、背景知識が観測前には U 字型になる。4 回試行の観測後では, 事後分布の期待値(LS(q|p))は 0.79 という値を取りつつも左に歪み（図 5 上）、20 回試行の観測後では右に歪む（図 5 下、事後分布の期待値は 0.88）。つまり、観測前では表裏どちらがでても不思議ではないと考え、4 回試行後では裏がそろそろ出ると考えているが、20 試行後では今後は表が出続けるという背景知識の変化の流れを確率分布で表現している。

6. 議論

本研究では、対称性と相互排他性を自律的に調節する緩い対称性モデルにベイズ理論を背景にした導出を与えた。また、その背景から対称性と相互排他性を調節する調節項を用いて、獲得した頻度情報から自律的に確率分布を調節していることが明らかになった。LS は経験ベイズの枠組みを用いたモデルであるため、問題群の母集団を特定する様な形での分布の深い階層下やパラメータ推定を行っていない。それでも LS は因果帰納のデータに対して最も適合した。これは頻度情報から事前分布を用いて背景的に稀少性を仮定して、因果強度を算出しているためだと考えられる。また、意思決定の課題においては、ギャンブラーの誤謬とホットハンドという二つの認知バイアスを確率分布によって表現した。LS はバイアスを表現で出来るだけでなく、高い記述性能を持ちながら理論的な実験予測などが可能になると考えられる。

我々は、今後このように、*LS* モデルを対称性推論のトイモデルとして扱い、対称性推論とベイズ理論との関係をより明らかにし、また認知バイアスの由来として対称性や相互排他性を考えることが有用であることを示していきたいと思う。この主張に関しては今後多くの実験と検証を必要とするが、人間認知の基礎を事前分布で特徴付け、人間認知の潜在的な部分を定量的に扱うことで、より精細な分析と理論化、そして広範な分野への適用ができると思われる。

参考文献

[1]. Mckenzie, C. R. M. (2004), Framing effects in inference tasks and why they are normatively defensible. *Memory & Cognition*, 32 (6), 874-885.

[2]. Mckenzie, C. R. M., and. Laurie A. Mikkelsen. (2007). A Bayesian view of covariation assessment, *Cognitive Psychology,* 54, 33–61.

[3]. Griffiths, T. L., Kemp, C., and Tenenbaum, J. B, (2008), Bayesian models of cognition, In Ron Sun (ed.), *Cambridge Handbook of Computational Cognitive Modeling*, Cambridge University Press.

[4]. Gilovich, T., R. Vallone, and A. Tversky, "The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences," *Cognitive Psychology*, 17, 295-314.

[5]. Hattori, M., and Oaksford, M, (2007), Adaptive noninterventional heuristics for covariation detection in causal induction:Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science*, 31(5), 765-814.

[6]. Gilovich, T., R. Vallone, and A. Tversky, "The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences," *Cognitive Psychology*, 17, 295-314.

[7]. 服部雅史: 推論と判断の等確率性仮説, (2008), 思考の対称性とその適応的意味, *認知科学*,

15(3), 408–427.

[8]. 今井むつみ, 針生悦子. (2003), レキシコンの獲得における制約の役割とその性質, *人工知能学会誌*, 18, 1, 31–40.

[9]. J. B. Tenenbaum., C. Kemp., T. L. Griffiths., N. D. Goodman, (2011), How to Grow a Mind: Statistics, Structure, and Abstraction, *Science*, 331, 6022, 1279–1285.

[10]. Perales, J. C., and Shanks, D. R. (2007), Models of covariation-based causal judgment : A review and synthesis, *Psychonomic Bulletin & Review,* 14 (4), 577-596.

[11]. 神谷匠, 高橋達二. (2011). 緩い対称性による語彙学習バイアスの発現. *日本認知科学会第 28 回大会発表論文集*, 542-548.

[12]. 甲野祐, 高橋達二. (2010). 因果帰納の調和対称ヒューリスティクス. *日本認知科学会第 27 回大会発表論文集*, 43-46.

[13]. 甲野佑, 高橋達二. (2011). 緩い対称性モデルにおける不確定情報の扱い. *日本認知科学会第 28 回大会発表論文集*, 440-444.

[14]. Nichols, W., and Danks, D, (2007), Decision making using learned causal structures, *Proceedings of the 29th annual meeting of the cognitive science society*, 1343–1348.

[15]. 大用庫智, 高橋達二. (2010). 因果推論と意思決定を結ぶ緩い対称性モデル, *日本認知科学会第 27 回大会発表論文集*, 799-800.

[16]. 大用庫智, 甲野佑, 高橋達二. (2011). 非定常 N 本腕バンディット問題に対する人間の認知バイアスの適用, *2011 年度人工知能学会全国大会(第 25 回) 予稿集*, 1G1-2in.

[17]. 大用庫智. (2012). 不確定情報の評価と認知バイアスの確率的分布表現？：ベイズ主義の観点から, *2011 年度東京電機大学大学院理工学研究科 情報学専攻 修士論文*.

[18]. 篠原修二, 田口亮, 桂田浩一, 新田恒雄. (2007). 因果性に基づく信念形成モデルと *N* 本腕バンディット問題への適用, *人工知能学会論文誌*, 22, 1, 58–68.

[19]. 篠原修二, 田口 亮, 橋本敬, 桂田浩一, 新田恒雄. (2007). 語彙学習エージェントにおけるバイアスの自律調整について *人工知能学会論文誌*, 22(2), 103-114.

[20]. Takahashi, T., Shinohara, S., Oyo, K., and Nishikawa, A. (2011). Cognitive Symmetries as Bases for Anticipation: a Model of Vygotskyan Development Applied to Word Learning, *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, 24, 95-106.

[21]. Takahashi, T., Nakano, M., and Shinohara, S., Cognitive Symmetry, (2011), Illogical but Rational Biases, *Symmetry: Culture and Science,* 21, 1-3, 275-294.

[22]. Takahashi, T., Oyo, K., & Shinohara, S, (2011), A Loosely Symmetric Model of Cognition. *Lecture Notes in Computer Science*, 5788, 234-241.

中国語の言語統計解析に基づく帰納的推論の計算モデルとその実験的検証

A Computational Model of Inductive Reasoning based on Statistical Analysis of Chinese Language Data and its Experimental Verification

張寓杰[1] 董媛[1] 王月[1] 寺井あすか[2] 中川正宣[1]

Zhang Yujie, Dong Yuan, Wang Yue, Asuka Terai, Masanori Nakagawa

[1]東京工業大学大学院社会理工学研究科 [2]東京工業大学グローバルエッジ研究院

Tokyo Institute of Technology

zhang.y.ag@m.titech.ac.jp, asuka@nm.hum.titech.ac.jp, nakagawa@nm.hum.titech.ac.jp

Abstract

The purpose of the present research is to propose a model of human inductive reasoning using the statistical analysis of Chinese linguistic data. The current research deals with induction involving predicates about which subjects have few prior beliefs. An example is "*Prof. N loves wine, therefore he also loves champagne,"* when you have little idea what Prof. N loves. Sloman (1993) proposed an alternative model in which the inductive reasoning is based on features of the arguments, (the feature-based model). This model is constructed using the result of psychological evaluation for the relationship between arguments and their attributes chosen ahead. However, it is difficult to objectively choose all features which cover the general knowledge of human-beings necessarily in order to construct the general model simulating the inductive reasoning process of human-beings.

In order to avoid those problems for construction of the general model of inductive reasoning, we have already developed a computational model of inductive reasoning using kernel functions based on statistical analysis of large scale Japanese language data (Sakamoto & Nakagawa, 2008). In this study, we constructed the same computational model for Chinese language based on statistical analysis of large scale Chinese language data. Furthermore, the validity of the model is verified from the comparison between the result of model's simulation and that of the psychological experiment.

Keywords: Inductive Reasoning, Statistical Language Analysis, Chinese Language

1．研究目的

坂本は日本語の言語統計解析を用いて推定された日本語の確率的言語知識構造に基づき Rips タイプの帰納的推論の計算モデルを構成している(Sakamoto & Nakagawa 2007, 2008, 2010)。この研究では、同じタイプの課題を用いて帰納的推論の心理学実験を実施し、実験結果から計算モデルのパラメータ推定を行い、モデルのシミュレーション結果と実験結果の比較を通じて、計算モデルの妥当性を実証している。しかし、これらの一連の研究はすべて日本語に限られており、日本語以外での計算モデルの可能性については、全く考慮されていない。

本研究の目的は、中国語の言語統計解析を用いて推定した確率的言語知識構造に基づき、中国語帰納的推論の計算モデルを構成し、日本語帰納的推論の計算モデルでの結果との比較を行うことで、このモデルの多言語への拡張可能性を検討することである。

2．研究方法

1. 中国語言語データに対して、中国語の文法解析ツールを用いて係り受け解析を実施する。
   中国語言語データとしては以下のようなコーパスを用いる。
   ① ChineseTreebank4.0(2010) (40 万語)
   ②人民日報タグ付きコーパス (730 万語)
   ③新京報電子版 (26 万文)
   ④文学作品の電子テキスト (830 万文)
   中国語の文法解析ツールとしては CNP パーサーを利用する。CNP パーサーは、情報通信研究機構が、新たに開発した高精度の中国語文法解析システムである（2012 年 8 月公開。 正確度:93. 45%)。
2. 係り受け解析の結果得られた、「名詞(目的語)と動詞」、「名詞(主語)と動詞(述語)」について、全言語データ中の共起頻度を計算する。
3. 各共起頻度データに基づき、以下の関係を仮定し EM 法を用いて各対の共起確率と各条件付き確率、潜在クラスの確率の最尤値を推定する。

$$P(n_i, v_j) = \sum_k P(n_i \mid c_k) P(v_j \mid c_k) P(c_k)$$

表 1-1 名詞(主語)と動詞(述語)

競争

名词	名詞(日本語)	P(c|n)
马拉松	マラソン	0.794703
选手	選手	0.753383
男单	男子	0.7144
歌咏	歌	0.694411
跳台	プラットホーム	0.67102
自由泳	クロール	0.627971
双打	ダブル	0.623174
田径	陸上競技	0.589775

动词	動詞(日本語)	P(c|v)
决赛	決選する	0.911376
大赛	試合する	0.886439
比赛	試合する	0.855792
辈出	輩出する	0.786033
开赛	開始する	0.781426
出线	アウトする	0.75201
速滑	スピードスケートする	0.745346
演出	ショーをする	0.739362

表 1-2 名詞(目的語)と動詞

食べ物

名词	名詞(日本語)	P(c|n)
早饭	朝ごはん	0.961824
晚饭	晩ごはん	0.961413
午饭	昼ごはん	0.951058
饭	ご飯	0.905891
便饭	ファーストフード	0.85376
中饭	昼ごはん	0.845695
白食	無料のご飯	0.825327
茶	お茶	0.822573

动词	動詞(日本語)	P(c|v)
吃	食べる	0.971722
呷	飲む	0.929668
饱餐	食べ終わる	0.830018
煎	フライーする	0.799878
冰镇	凍える	0.688354
享用	食べる	0.581294
接风	御馳走する	0.55522
畅饮	飲む	0.538926

ここで、$P(n_i,v_j)$は名詞 n_i と動詞 v_j の共起確率、$P(n_i|c_k)$と $P(v_j|c_k)$は各々潜在クラス c_k が与えられた時の名詞 n_i と動詞 v_j の条件付確率、$P(c_k)$は潜在クラス c_k の出現確率である。このようにして推定された「名詞(目的語)と動詞」、「名詞(主語)と動詞(述語)」の各対についての条件付き確率と潜在クラスの確率の全体を確率的言語知識構造と呼ぶ。

4. 推定された各確率、すなわち中国語の確率的言語知識構造に基づき、中国語の帰納的推論の計算モデルを構成する。計算モデルは以下のようなカーネル関数に基づき構成される。

$$v(\text{結論}) = a\,\text{SIM}_+(\text{結論}) - b\,\text{SIM}_-(\text{結論})$$

$$\text{SIM}_+(\text{結論}) = e^{-\beta d(\text{結論,正事例})}$$

$$\text{SIM}_-(\text{結論}) = e^{-\beta d(\text{結論,負事例})}$$

$$d(\text{結論,正事例}) = \sum_k^m \left(P(c_k \mid \text{結論}) - P(c_k \mid \text{正事例})\right)^2$$

ここで、v(結論)は「結論」のもっともらしさの値、SIM_+(結論)は「結論」と「正事例」の類似性、SIM_-(結論)は「結論」と「負事例」の類似性。a, b はバランスパラメータ。$P(c_k \mid x)$は上記 3 で計算される、x が与えられた時の潜在クラス c_k の条件付確率。

5. 中国人の被験者に対して中国語の帰納的推論の心

理学実験を実施する。

6. 心理学実験の結果から計算モデルのパラメータを推定し、心理学実験で用いた帰納的推論と同じ課題を用いてコンピューターシミュレーションを実施する。
7. シミュレーション結果と実験結果を定量的に比較し、計算モデルの妥当性を実証する。

3. 結果

3.1 言語統計解析の結果

まず中国語言語データに対してパーサーを用いて係り受け解析を行い、計算した「名詞目的語と動詞」、「名詞主語と動詞述語」の共起頻度に基づき、各々について、潜在クラス数 100 で、確率的言語知識構造を推定した。表 1 は推定された中国語の確率的言語知識構造の例である。

3.2 モデルのシミュレーション結果

さらに、推定した中国語の確率的言語知識構造を用いて試験的に中国語の帰納的推論の計算モデルを構成した。表 2 は構成された計算モデルを用いたシミュレーション結果の例である。

4. 心理学実験:に基づくモデルの妥当性の検証

以下では、中国人の被験者に対して中国語の帰納的推論の心理学実験を実施し、心理学実験で用いた帰納的推と同じ課題を用いてコンピューターシミュレーションを行い、シミュレーション結果と実験結果を定量的に比較して、計算モデルの妥当性を実証する。

4.1 実験方法

実験参加者　中国人留学生　10 名

実験手続き　中国語のタイプの帰納的推論課題を用いた。実験参加者は前提条件の正事例 2 例、負事例 2 例に対して結論のもっともらしさを 5 点法で評定した。前提条件の課題は二種類(表 1.1 と表 1.2 の正負事例参照)で、各々結論として前提条件の対象も含めて 30 個の名詞を用いた。事前に正事例 2 例だけを用いて上記のモデルに基づきシミュレーションを行い出力された上位 15 個の名詞と、負事例 2 例を正事例として用いてシミュレーションを行い出力された上位 15 個の名詞、計 30 個の名詞を選んだ(表 1.1 と表 1.2 の中国語(日本語)の列参照)。

表 2.1 シミュレーション結果の例 1

名詞	もっともらしさ
妈妈(ママ)	1.0
爸爸(パパ)	1.0
叔叔(おじさん)	0.966910388838
大嫂(おばさん)	0.963034050626
姑姑(おばさん)	0.933177446243
阿姨(おばさん)	0.922247158229
⋮	
弟(弟)	0.24522162711
孩(子ども)	0.244590519477
老人(年寄り)	0.233567936442
仆人(使い物)	0.232179862338

表 2.2 シミュレーション結果の例 2

名詞	もっともらしさ
主席(議長)	1.0
部长(部長)	1.0
秘书长(秘書長)	0.916555157592
国防部长(防衛大臣)	0.916503085377
总理(首相)	0.894662461933
外交部长(外務大臣)	0.851249820774
⋮	
会长(会長)	0.318788086147
村干部(村の幹部)	0.31493375489
研究员(研究員)	0.31493375489
元首(首長)	0.304489644294

4.2 実験結果とシミュレーション結果の比較

表 3.1 と表 3.2 の「実験結果」の列はそれぞれ 2 種類の帰納的推論課題に対する各結論のもっともらしさの評定値の被験者平均値である。一方、各表の「モデル」の列は各結論のもっともらしさのシミュレーション出力値である。評定平均値とモデルのシミュレーション出力値の相関係数は各々、0.8826327 (p<0.001) と 0.896913 (p<0.001)である。

5. 考察

上記の二例とも実験結果とモデルのシミュレーション結果の相関は非常に高く検定結果も有意で、今回、中国語の言語統計解析に基づき構成された中国語の帰納的推論の計算モデルの心理学的妥当性が実証されたといえる。

表 3.1

正事例　股票(株)、国债(国債)

負事例　篮球(バスケット)、足球(サッカー)

	中国語	日本語	モデル	実験結果
13	股票	株	0.8183276	4.8
2	国债	国債	0.8146168	4.5
22	证券	証券	0.517546	4.5
25	外汇	外国為替	0.7096766	4.5
29	债券	債券	0.980222	4.4
4	原油	原油	0.7830529	3.7
23	商品	商品	0.7238232	3.7
9	原料	原料	0.647182	3.6
20	药品	薬品	0.5519925	3.6
6	产品	製品	0.7617016	3.5
16	石油	石油	0.7505095	3.5
7	木材	木材	0.7179974	3.4
12	军火	兵器弾薬	0.6753893	3.4
17	天然气	天然ガス	0.6190384	3.4
27	食品	食品	0.6099854	3.4
18	川剧	四川オペラ	−0.490158	3
5	棋类	将棋類	−0.474397	2.9
11	杂技团	雑技団	−0.493367	2.9
19	花剑	フェンシング	−0.448911	2.7
1	排球	バレーボール	−0.59284	2.6
8	羽毛球	バドミントン	−0.649435	2.6
10	垒球	ソフトボール	−0.501156	2.5
21	围棋	碁盤	−0.528429	2.5
26	马球	ポロ	−0.594769	2.5
15	乒乓球	卓球	−0.481206	2.4
24	网球	テニス	−0.614507	2.3
30	曲棍球	ホッケー	−0.550458	2.2
14	橄榄球	ラグビー	−0.556186	2.1
28	篮球	バスケット	−0.886222	1.7
3	足球	サッカー	−0.792885	1.4
			相関	0.8826327

表 3.2

正事例　制服(制服)、汗衫(シャツ)

負事例　帽子(帽子)、手套(手袋)

	中国語	日本語	モデル	実験結果
30	制服	制服	0.8912055	4.8
13	汗衫	シャツ	0.7488062	4.6
1	衬衫	ブラウス	0.6720483	4.6
5	套装	スーツ	0.59487	4.5
18	工作服	作業服	0.6305069	4.3
20	单衣	裏を付けない服	0.6505309	4
17	风衣	コート	0.6061598	4
2	礼服	礼服	0.6945908	4
29	长袍	長い中国服	0.72165	3.9
27	洋服	洋服	0.6793778	3.9
8	夹克	ジャケット	0.6081554	3.8
23	连衣裙	ワンピース	0.6291586	3.7
14	法衣	法衣	0.6572005	3.6
26	短裤	ショート	0.7119687	3.3
15	内裤	パンツ	0.6528138	2.9
25	袖章	バッジ	−0.64288	2.6
12	花冠	花冠	−0.63831	2.6
21	假发	ヅラ	−0.692374	2.5
22	皇冠	王冠	−0.594625	2.4
9	王冠	王冠	−0.723054	2.4
24	耳环	イアリング・ピアス	−0.646601	2.3
7	护目镜	ゴーグル	−0.627146	2.3
3	安全帽	ヘルメット	−0.6802	2.3
4	面具	マスク	−0.627073	2.2
11	口罩	マスク	−0.661991	2.1
10	手套	手袋	−0.858649	2
28	风帽	フード	−0.60989	1.8
16	帽子	帽子	−0.798284	1.6
6	草帽	麦わら帽子	−0.697012	1.3
19	黄帽	黄色い帽子	−0.463267	1.2
			相関	0.8969913

今後は、同じ中国言語データを用いて「形容詞と名詞」の対に関する共起頻度を計算し既に推定した中国語の確率的言語知識構造を拡張する。次に、拡張した中国語の確率的言語知識構造に基づき、新たな中国語の帰納的推論の計算モデルを構成する。

最終的には、これらの中国語での結果を、日本語での結果と比較し、このモデルの多言語への拡張可能性を検討する。

参考文献

Kayo Sakamoto, Fang Xie, Masanori Nakagawa (2010) Syntactic Dependency Analysis Reveals Semantic Concept Structure Underlying Inductive Reasoning: Towards a Domain-Inclusive Structure that Enables Context-Dependent Knowledge Selection. *Cognitive Studies*, Vol.17, No.1, 143-168.

Kayo Sakamoto, Masanori Nakagawa (2008) A Computational Model of Risk-Context-Dependent Inductive Reasoning Based on a Support Vector Machine. T. Tokunaga and A. Ortega (Eds.): LKR2008, LNAI 4938, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.295-309

Kayo Sakamoto, Asuka Terai, Masanori Nakagawa (2007) ″Computational models of inductive reasoning using a statistical analysis of a Japanese corpus″, Cognitive Systems Research, 8, 282-299.

手がかり連想法を用いた創造性テストに関する質的採点基準作成の試み
A trial of the qualitative grading standard criterion for cued-association creativity tests

林　美都子
Mitsuko Hayashi

北海道教育大学函館校
Hokkaido University of Education HAKODATE
hayashi.mitsuko@h.hokkyodai.ac.jp

Abstract

This study tried to make a qualitative grading standard creation for cued-association creativity tests. 67 participants were asked for two kinds of a creativity test, a detecting task for new use about things and a task of an anticipation of a result in an impossible situation, before and after an university class (Totally they had 4 questions). According to KJ-like procedure, 2,070 answers were classified. An acceptability of an impossible situation was suggested as a new criterion for a result anticipation task.

Keywords — creativity, cued-association

1. はじめに

記憶、言語能力などさまざまな種類の知能の重要性や役割が研究されてきたが、近年、とりわけ創造性が注目を集めるようになってきた。創造性の定義については、さまざまな研究者によって各種提唱されている。日本創造学会の高橋(2003)はそれらをまとめて、"人が（創造的人間／発達） 問題を（問題定義／問題意識） 異質な情報群を組み合わせ（情報処理／創造思考） 統合して解決し（解決手順／創造技法）社会あるいは個人レベルで （創造性教育／天才論） 新しい価値を生むこと （評価法／価値論）" とした。創造性を向上させるための手法も、ブレインストーミング法、アイデアボックス法など各種考案されている(弓野, 2006)。

今後、創造性に関する研究、育成をすすめるためには、創造性の測定方法が重要となってくる。Guilford は、創造性を流暢性、柔軟性、独自性、具体性の 4 観点から評価することを提唱している。流暢性とは、限られた時間のうちに多くの考えを生み出せることであり、これは創造性に関する量的な側面である。創造性テストを実施した場合に、その反応数の多い少ないによって流暢性の高低は測定されると考えられる。

柔軟性とはさまざまな視点からある事柄をとらえられること、独自性とは自分なりの考え方が出来ること、具体性とは実現可能な考えを生み出せることであり、これらはいずれも創造性の量的な側面だけではなく、質的な側面を含んでいる。そのため、これらは単純に創造性テストに対する反応数などで測定することは困難である。さまざまな視点からとらえられているか(柔軟性)、自分なりの考えが出来ているか(独自性)を判断するためには、まずは他の人々が同じ事柄についてどのようにとらえているか考えているかを知る必要があろう。つまり、どのような種類の反応が得られるのかの基礎資料を基に、創造性テストに対する反応の種類数が多ければ柔軟性が高い、これまでにない種類の反応や反応数の少ない種類の反応が出た場合には独自性が高いなどのように測定する必要があると考える。

また、Guilford は創造性を測定する観点の１つとして具体性を提唱しているが、創造性テストの種類によっては、必ずしも実現可能かどうかという具体性が測定可能であるとは限らず、また重要であるとも限らない。例えば、無意味図形を解釈させる課題やまた現実では決してありえないような状況を想像させるような課題においては、創造性テストの問題そのものが具体性をもっておらず、

またその回答においても必ずしも具体性を要求しているとは限らないように思える。そのため、このような場合は、具体性以外の観点を検討する必要があろう。

本研究では、比較的手軽に扱いやすく、応用の利きやすそうな創造性テストとして、手がかり連想型の創造性テスト2種類をとりあげることとした。具体性の観点からの採点が意味をもちそうな課題として、既存の実在する道具についてその道具本来の使い方以外の用途を考案する新用途考案課題をとりあげる。具体性の観点以外からの採点が必要そうな課題として、ありえない状況に置かれた場合の結果を予想する結果の予想課題をとりあげることとした。創造性の柔軟性と独自性を診断するための基礎資料を得るために、これらの回答内容の分類を試みる。その際、結果の予想課題において具体性以外のどのような観点からの採点がふさわしいと考えられるかを探索するため、KJ法様の手続きを用いて複数人で話し合いながら分類作業を行うこととした。

2. 方 法

調査参加者 小・中・高校教員67名であった。

創造性課題 手がかり連想形式とし、与えられた題目に対し、3分間で思いつくだけたくさんのアイデアを箇条書きするように求めた。新用途考案課題と結果の予想課題との2 種類の創造性課題を2題ずつ、合計4題を用意した。

新用途考案課題の題目としてA1「新聞紙の使い方」B1「漫画本の使い方」を用意した。結果の予想課題として、A2「人間が寝なくても生きていけるようになったら、何が起こるでしょうか」B2「地球上から水がなくなったら、何が起こるでしょうか」を用意した。それぞれの種類の課題から1題ずつを組み合わせて、創造性課題のA セットとB セットを作成した。

手続き 17～30名単位で集団調査を行った。授業前に創造性テストを行う旨を教示した。授業の効果を測定するためのものであり、どのような回答であっても授業成績には関係がないこと、授業後にも類似のテストを再度行う旨を伝え、A セットもしくはB セットを配布した。実験者が合図をしたら、新用途考案課題に取り組み、3分間で出来るだけたくさん思いついたことを箇条書きするよう求めた。3分経ったら回答を止めるよう求め、次に同様に3分間、実験者の合図に従って、結果の予想課題に取り組むよう教示した。終了後、創造性課題を回収し、授業を開始した。授業後、B セットもしくはA セットを配布した(カウンターバランスに配慮し、授業前にA セットを配布した参加者にはB セット、B セットを配布済みの参加者にはA セットを渡した)。実施方法は授業前と同様であった。

なお、授業前後に分けて調査を実施した理由は、一度に4問全ての創造性テストを実施すると集中力が落ちたり飽きたり疲れたりして回答がおざなりになる恐れがあるためそれを防止するねらいがあったことと、今後、創造性を育成するような教育活動を行い、その前後に本課題を用いて測定することを想定しているため、類似の状況下にて基礎資料を収集するためであった。

3. 結 果

結果の処理 分類作業は約160時間と長時間にわたったため、分類作業に関して説明を受けた心理学専攻の大学生6名のうち、都合のつく4名が入れ替わり参加する形をとった。研究者1名を加え、計5名によって、得られた回答内容をKJ法様の手続きに従って分類した。

回答数 新用途考案課題への回答は全部で1126件あり、そのうちA1「新聞紙の使い方」に関してが583件、B1「漫画本の使い方」に関しては543件であった。結果の予想課題への回答は全部で944件あり、A2「人間が寝なくても生きていけるようになったら、何が起こるでしょうか」に関する回答は457件、B2「地球上から水がなくなったら、何が起こるでしょうか」に関しては487件であった。

カテゴリ分類　新用途考案課題のうち、A1「新聞紙の使い方」については、表 1 に示したように、主に新聞紙の使用目的別に「保管・貯蔵」「代用品」「燃料」「防寒」「遊具」など 26 の大カテゴリに分類された。大カテゴリの中には、大きくは同じ使用目的であるが、ある程度の回答数があり、使用目的がさらに細分化可能であったり、新聞紙の使い方に顕著な違いがあったりすると判断した場合にはサブカテゴリを設けた。例えば「習字」カテゴリの場合、どちらも習字に関連して新聞紙を用いると言う意味では同じであるが、新聞紙そのものを練習用紙として使用しようとする場合とあくまでも習字作品を綺麗に保存するために新聞紙を活用しようとする場合は使用方法が全く異なるため、それぞれ「練習用紙」と「作品保管」サブカテゴリとした。

同じく新用途考案課題である B1「漫画本の使い方」では、表 2 に示したように「掃除用品」「ストレス発散」「文房具」など 16 の大カテゴリが得られた。A1 の時同様、必要に応じてサブカテゴリを設定した。

次に、結果の予想課題のうち A2「人間が寝なくても生きていけるようになったら、何が起こるでしょうか」に関する回答は、表 3 に示したように「昼夜の画一化」「健康問題」「電力問題」など、睡眠がなくなることによって起こりうる事柄別に 18 の大カテゴリに分類された。大カテゴリの中には、大きく見れば起こりうる事柄としては同じ種類であるが、いつ起こるのかという生起時間やタイミングに差があったり、生起理由に違いが見られたり、生起事象の相違が区分できてある程度の回答数にまとまっているものはサブカテゴリを設けた。例えば、「睡眠に関する生理反応の変化」の大カテゴリにおいては、生理反応の変化が「睡眠前」「睡眠中」「睡眠後」という睡眠のどのタイミングで生じるものなのかについてさらにサブカテゴリを設けて分類した。あるいは、「目の強化」という大カテゴリにおいては、目の強化が睡眠が不要になることにより「訓練」によって生じると考える回答か「進化」によって生じると考えている

表1 新用途考案課題A1「新聞の使い方」の回答分類

大カテゴリー	小カテゴリー
保管・貯蔵	
	スクラップ
	冊子
代用品	
	ティッシュ・トイレットペーパー
燃料	
	焚きつけ
防寒	
	保温
	防寒着
	体に巻く
	ブランケット・毛布
遊具	
	遊び道具
	チャンバラ
	上に乗ってゲーム
	長く切る
	じゃんけん
紙吹雪	
たたく	
アート	
	レタリング
	ちぎる
工作	
	折り紙
教材	
	教材
	自主学習教材
包み紙	
	食材
	割れもの
	梱包
	保温・保冷
汚物処理	
	おしり拭き
リサイクル・換金	
習字	
	作品保管
	練習用紙
配達	
ものさし	
ストレス発散	
補修	
油取り	
カバー	
	埃除け
料理	
情報収集	
	情報を得る
湿気取り	
敷物	
	図画工作
	靴
	汚れ防止
掃除	
	磨く
	拭く
	水分吸収
緩衝材	
	型崩れ防止
	クッション
	隙間埋め

表2 新用途考案課題B1「漫画本の使い方」の回答分類

大カテゴリー	第一小カテゴリー	第2小カテゴリー
研究		
バイブル		
	将来	
	人生	
教育		
	歴史	
	漢字	
	オノマトペ	
	切り抜き教材	
	言語	
	教材	
掃除用品		
	窓ふき	
	水で濡らす	
工作		
二次創作		
インテリア		
	飾る	
	ポスター	
	並べる	
力自慢		
ストレス発散		
	破く	
	破いてストレス発散	
文房具		
	しおり	
	定規	
	メモ帳	
隠し場所		
支え		
紙吹雪		
コミュニケーション		
	友達とのコミュニケーション	
	友達作り	
	話題	
はさむ		
	押し花	
リサイクル		
	換金	
		転売・オークション
		古本屋
	交換・回収	

表3 結果の予想課題A2「人間が寝なくても生きていけるようになったら」の回答分類

大カテゴリー	小カテゴリー
ストレス	
	気分転換
	精神不安定
	能力低下
	ストレス増加
トラブル	
	対人関係
	自動車
	犯罪
飲食	
	回数(量)
資源不足	
	水の危機
	エネルギーの枯渇
	食料
	エネルギー不足
健康問題	
	疲労増加
	身体
	代替手段
	肥満
	延命
	寿命
	死
	老化
	病気
人口問題	
	人口増加
	少子化
電力問題	
	電力不足
	電気の消費
	電気代
24時間	
	テレビ
	コンビニ・スーパー
	教育
	お店
睡眠に関する生理的反応	
	睡眠前
	睡眠中
	睡眠後
物質変化	
	寝具
	場所
家庭	
	家族
	親
	子ども
睡眠欲	
	趣味
	無抵抗
	抵抗
環境破壊	
	公害
	温暖化
目の強化	
	訓練
	進化
経済	
	労働市場
	生産性
	経済発展
	施設
	科学
	客足
	お金
	倒産
	売れ行き
	失業
時間の活用方法	
	労働
	困惑
	学校
	余暇
	自分の時間
	趣味・娯楽
	労働量
	労働時間
概念変化	
	人生
	夢の消失
	意味の変化
	意味の消失
	言葉の消失
昼夜の画一化	
	多様化
	夜の労働
	夜の活動
	昼夜
	行事
	留守
	世直し
	怠惰
	区分

表4 結果の予想課題B2「地球上の水がなくなったら」の回答分類

大カテゴリー	第一小カテゴリー	第二小カテゴリー
生態系		
	死滅	植物
		生物
	適応	誕生
		進化
生活の変化		
	食生活	料理
		食料
	生活面	入浴
		トイレ
陸地の変化		
	移動	地球一周
		陸上移動
	地形	起伏
		発見
		陸続き
気温変化		
	寒暖激化	
製造		
	水	
	その他	
天候変化		
	雨	
	雪	
大気		
生理的変化		
	病気	
	のどのかわき	
	乾燥	
争い		
	代替品	
	平和	
パニック		
経済		
	倒産	
	農業	
	高騰	
	成功	
価値観の変化		
砂漠化		
	干ばつ	
	乾く	
消滅		
	水際	
	船	
	地球	
	気候	
地球		
	変色	
	死の星	
	地球らしさの消失	
	不毛	
娯楽		
	ウィンタースポーツ	
	水泳	
代用品の開発		
	開発発明	
	探索	
居住の変化		
	移住	
発電		
	水力	
スポーツ		
	相撲	
火事・火災		
	火災	
	消火	
地球の脱出		
	採取	
	探索	
	SF	
	テラフォーミング	
	宇宙開発	
	月	
諦観		
概念消失		
不変		

回答であるかによって分類を行った。

同じく結果の予想課題のうち B2「地球上から水がなくなったら、何が起こるでしょうか」に関しては、表 4 に示したように「生態系の変化」「生活の変化」「陸地の変化」など 25 の大カテゴリに分類された。A2 同様、必要に応じてサブカテゴリを設定した。

結果の予想課題における新しい評価観点の探索 実現可能かどうかという具体性とは異なる評価観点を探索するため、結果の予想課題の回答に関して、分類作業メンバーで話し合いながらいくつかの分類基準を提唱し、カテゴリ分類作業を繰り返した。まず、実現可能かどうか分類を試みた。次に、予想される結果をポジティブに捉えた回答かネガティブに捉えているかで分類を試みた。次に、抽象的か具体的かという基準での分類を試みた。しかし、どの分類基準も分類不可能な回答が多数あり、分類作業を中断せざるを得なかった。そこで、問題文のありえない状況をどれだけ受け入れているか、不可能状況の受容度による分類を試みたところ、「完全に受け入れを拒否」している状態から、部分的に受け入れてはいるものの「原因の追究」を行ったり「代替品の発見」を求めたり「概念のみ存在」していると考えている状態、「完全に受け入れている」状態などのあることが示された。

4. 考 察

本研究では、2 種類の創造性テストに対する回答のカテゴリ分類が行われた。本研究の結果を踏まえれば、例えば、創造性テストに対し、どれだけ多くのカテゴリにまたがって回答されたかを判定することにより、柔軟性を評価することが可能となる。また結果の予想課題においては、不可能状況の受容度が、具体性の代替観点となる可能性が示唆された。

参考文献

[1] 弓野憲一(2006). 創造的問題解決 北大路書房.

大学生を対象とした即興ダンス授業実践とその効果
The educational effects of improvisational dance lessons for undergraduates

中野 優子[†], 岡田 猛[‡]
Yuko Nakano, Takeshi Okada

[†]東京大学大学院学際情報学府, [‡]東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies/Graduate School of Education, The University of Tokyo
qq096220@iii.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Improvisation plays a critical role in the process of dance. In this study, we investigate how non-dance major undergraduates changed their attitude and motivation for dancing during an improvisational dance course that we organized at our university, inviting a professional dance choreographer as a guest lecturer. The course was held during the summer semester of 2011 and consisted of 13 lessons, including practice of various methods of dance improvisation and a dance performance on the final day.

An analysis of the pre- and the post-questionnaire surveys reveals that the students enjoyed improvisational dance, began to like their own bodies, and increased their everyday life discoveries. It is also shown that their communication skills improved and their resistance to express themselves in public was softened. They began to realize the necessity of acquiring physical and cognitive dance skills to improve their dance expressions further.

Keywords — Improvisational Dance, Workshop, Creativity, Educational Effects

1. 問題と目的

芸術にとって即興とはどのような意味を持つか。これは，同時に即興の魅力とは何かと言い換えてもよいだろう。

美学者の佐々木[1]は, 即興とは「現在に集中し，心に浮かぶ想いもしくは構想にそのまま従って，それを外に現実化していくこと」と定義した。そのうえで芸術における即興の普遍性について,「美術や音楽や演劇などの芸術表現は，新たな表現の生まれるその瞬間においては，あらかじめ決められた計画に基づく活動としてではなく，即興的な活動として行われる」と述べている。つまり，即興はあらゆる芸術活動を支える根幹であり，新たな表現を生み出すために不可欠だという意味で創造の本質である。身体表現であるダンスにおいても即興は重要な地位を占めてきた[2,3,4]。ここでは，当面即興ダンスを次のように定義して議論を進めていこう。すなわち，即興ダンスとは，今この瞬間に自分が感じることを，今この瞬間の場・状況に従って身体を通して表現することである。

上演舞踊においてもダンス教育においても，即興表現は時に表現の手段として，また，時に創造の起源として重視されている[5]。それにもかかわらず，ダンス教育においての即興表現は，現実の授業としては敬遠されがちであるという現状もある[7]。小・中学校では平成 20 年，高等学校では平成 21 年に新しく告知された学習指導要領により，平成 24 年から中学校１・２学年において男女共にダンスが必修化された。にもかかわらず，即興表現を含む表現・創作ダンスの採択率が伸びず，他の２種目（フォークダンス，現代的なリズムのダンス）による特に運動習得型の学習指導が増加してきているという問題が指摘されている[8]。これは，指導者の単なる好みによることが原因というよりは，即興表現自体が持つ特質によるものであろう。第一に，そもそも即興表現の中核である「構想をその場でどのように現実化するのか」はあくまで個人に委ねられている[6]ため，その指導は容易ではない。このため，他の教科教育で行われているように指導者が表現の方法を方向づけることは，自由な即興表現自体を妨げることにもなりかねないからである。第二に，即興表現を含む授業にどのような魅力があり，その授業によって何が学ばれるのかはあくまで指導者の実践的・経験的な知として蓄積されており，学習効果

は実証的にはあまり明らかにされていない。このため，指導者に即興ダンスの経験がなければ，その魅力を感じるかどうかはまちまちであるため，効果が目に見えて現れる運動習得を目指す授業が選択されているものと思われる。そこで，即興で踊る（即興表現）という体験がもたらす効果について実証的に検討する必要がある。そのために本研究では，第一線で活躍する舞踊家が指導する即興表現という体験を通して，受講者がどのように即興と向き合い，心理的に変化するのかを明らかにする。これにより，学習効果についての実証的な知見とともに，それを支える指導のありかたについての示唆が得られるだろう。縣・岡田[9]も指摘するように，心理学的手法を用いて教育実践についての効果研究を行うことは，より一般性の高い知見を得ることにつながり，他の事例への応用を可能にするものと思われる。

受講者の即興表現がどのように変化するのかという即興表現に焦点をあてた研究は見受けられるが[10,11]，即興表現そのものや，文献研究やダンスの幾つかの側面の効果を指摘するものであり，即興表現を行うことによってもたらされる受講者の意識の変化についての実証的な研究はまだあまり見受けられない。例えば，即興表現は体験する人にとって有効な体験であるということが示唆されている。相馬・細川[11]では，上演芸術としての演劇および舞踊と舞踊教育における即興表現について文献から考察した結果，即興表現を体験した結果，「仲間と楽しむ」ことや「自分を認める」ことができるようになると述べている。また，柴[12]や佐藤[13]は，即興表現に限らず創作ダンス学習（具体的には，順に舞踊課題学習，エアロビック・ダンスと創作）を体験することによって創造性テストの点数が有意にあがることを明らかにした。

一方，國川・村田[14]は中学生に対して全 11 時間の即興表現の授業を実践し，質問紙（形成的授業評価）による学生の意識の変化と，学生が即興表現する“空間”の様相の変化のプロセスを捉えた。その結果，学生のダンスに対する意識について，即興表現の授業評価得点は単元を追うごとに向上し，特に「意欲・関心」「協力」次元が高い得点で推移していることが明らかになった。ただし，即興ダンスと向き合うことを通して，受講者の自分自身の身体や他者との関わりに対する捉え方がどのように変化したのかについては明らかにされてはいない。

以上の議論をふまえ，即興ダンスの授業を導入し，その実践を通して 1. 学生のダンスや表現活動に対する意識がどのように変化するのか，2. 学生がどのようなことを考えながら即興表現と向き合っていたのか，を実証的に検討することを目的とする。特に，本研究では総合大学の大学生に焦点をあてる。それは，これらの大学生にとって，創造の本質である即興表現の一つである即興ダンスに触れることは，自分自身を創出の主体として捉え，これまで学んだことを社会の中で積極的に活かしていこうとする原体験になるからである。ただ思考を巡らすのではなく，実際に自由に身体を動かしながら，仲間とふれあい，自分らしく踊るということは，これからの人生を豊かに生きていく礎となるだろう。即興表現を専門課程で学ぶ機会がない大学生だからこそ，この授業は創造性を涵養する基礎的な教養教育の重要な機会となる。

2. 方法

2-1 授業の内容

授業実践は東京大学教養学部で行われる「全学体験ゼミナール」という第二著者が担当する授業の枠組みの中で「声とダンスを用いた創造力育成ワークショップ」として，2011 年 4 月 14 日から 7 月 14 日まで，全 13 回（1 回の授業時間は 90 分）行われた。授業の進行概要は表 1 に示す通りである。なお，授業の目的は，「即興表現を通して自己表現や他者とのコミュニケーションを即興的に行う力を養うこと」と設定した。

授業は振付家の香瑠鼓氏と彼女のアシスタントであるプロのダンサー数名によって行われた。第一著者もアシスタントとして参加した。アシスタントの人数は毎回の授業によって多少の差異は見

表1 各回の授業の概要と調査時期

授業	目的	内容	主に使われたメソッド	調査
第1回	紹介	自己紹介，香瑠鼓氏とアシスタントのダンサーによるパフォーマンス，簡単なストレッチと呼吸		ダンスに関するイメージ調査（自由記述）
第2回 第3回	自分の身体を知り，身体を開く	自分の体と対話したり，自分の内的イメージをふくらませて踊る。	Joint Control, Body Voice, Air Stick	質問紙調査（プレテスト）
第4回 第5回 第6回 第7回	あらゆる角度から物や他者を感知してみる	他者と一緒に踊ったり，教室にあるいろいろなものを声と体で表現する。	Say Everything, Quick birds, Air	
第8回 第9回 第10回 第11回 第12回	客観性を養い，作品を創る	自分自身が観客からどう見えているのかを意識して踊ったり，おもしろい作品とは何かを考えながら即興作品を創っていく。	Body Switch, あぴエクスプレッション，ビートボックス，陰と陽	
第13回	発表	これまでの総復習と作品発表		質問紙調査（ポストテスト）

られたものの概ね 6〜7 名であった。香瑠鼓氏に授業を依頼した理由は，香瑠鼓氏は自身で即興表現のメソッド「ネイチャーバイブレーション」を確立し，振付創作の際にも，上演の舞台の際にも即興表現を重要視している著名なアーティストであるからだ。第一線で活躍する芸術家の活動に触れることが創造的な教養を育む上で重要であることは縣・岡田[9]が指摘している。

表 2 に今回の授業で主に行われた香瑠鼓氏の「ネイチャーバイブレーション」の中の 6 個のメソッドについて，その概要を示す。

実際に行われた授業の詳細について述べる。まず授業の流れとしては，お互いの自己紹介（第 1 回），自分の身体を知り，身体を開く（第 2 回，第 3 回），あらゆる角度から物や他者を感知してみる（第 4 回から 7 回），客観性を養い，作品を創る（第 8 回から 12 回），作品発表（第 13 回）という流れであった（表 1）。つまり，まず自分自身の身体に焦点をあて，自分の身体をじっくり感じて身体を開くことから始まり，徐々に自分の外側に広がる空間や他者を感じて共に動くことへと展開し，更に最終的にはこれらの即興表現をそのまま作品として提示するという作品創作へと移行していった。授業全般にわたって香瑠鼓氏はこれらのそれぞれのフェイズにおいて様々なメソッドを用いて，段階的に授業を行い，「身体に意識を集中し，身体を開くことができること」や「他者と関わりあいながら踊ることができること」といったそれぞれのフェイズでの目標が，受講者にあまり意識されない中で自然と達成出来るように工夫していた。

一回の授業の大枠は，①前回授業でのパフォーマンスのビデオ上映（開始前 10 分），②呼吸，ストレッチ，リズムに乗ったダンス（約 15 分），③ネイチャーバイブレーションのいくつかのメソッドの実施（約 40 分），④パフォーマンス練習（約 15 分）⑤パフォーマンス（約 10 分），⑥ディスカ

表2 授業で行われた「ネイチャーバイブレーション」メソッドの概要（抜粋）

メソッド名	目的	具体的な行い方
Joint Control	新奇な動きの発見	体の関節を意識し，ほぐす。5本の指，手首，ひじ，肩，胸，ウエスト，腰，ひざ，足首，足の指を順にばらばらに動かしていく。その後，自分の意志で同時になるべくたくさんの関節を動かし，新奇な動きを身体に聞きながらさぐっていく。
Body Voice	自分の身体との対話を通して自分をみつめる。	楽な姿勢で座り，まず心臓の鼓動，脈拍，呼吸を意識する。次に体の中の感覚（痛み，かゆみ，空腹等）を意識する。更に皮膚感覚（服や髪の毛，床が体にふれている等）を意識する。今まで意識した中で一番気になる部分を小さな声で感じたままに表現し，その声の表現を繰り返す。繰り返している声を自分で聞いて，そこから受け取る印象や，イメージを想像して，その世界を声で広げていく。
Air Stick	自分のいる空間を捉える。	両手に見えない棒を2本持って立ち,その棒の先が部屋のどこに触れているのかを意識する。丹田と棒がつながっているイメージをもって，更に広い空間にその見えない棒がのびていくイメージをする。その更に伸びた棒の先にある空間がどのような場所なのか，におい，光，温度，具体的にある物などをイメージしていく。
Say Everything	自分のいる空間を捉える。物の見方を切り替える。	まず，見えているもの全てを音楽にのって歩きながら言う。例えばゆか，天井，靴下，という感じである。次に見えているもののイメージを擬態語で表現する。更にその感想や，自分の状態（例えば今右手があがっている等）を言う。最後は全ての段階を混ぜて言いながら歩く。
Air	他者を感じ，受け取りながら踊る。	まず数人で内側を向いて円になり手を広げ，手を下ろしながら全員が視野に入るように遠い目で，力を抜いて全員が繋がっているという意識で立つ。次に全員の真ん中にある空間を意識し，小さな声と動きから踊り始めて，つながっている空間を感じていく。自分が動いたあとは必ず止まり，相手に受け取る間を与えることがポイントである。
ビートボックス	他者と調和しながら空間をデザインする。	少人数のグループを作って，それぞれの人が作った短い声と動きのルーティンを前の人と重なりすぎないように，1人ずつ重ねていき，最終的に皆で1つの空間をデザインする。

香瑠鼓[15]と香瑠鼓氏の語りを参考に第一著者がまとめた。

ッション（約 10 分）であった。

上記した授業内容については，授業終了後に参加者の様子を考慮したうえで，その都度香瑠鼓氏と第一著者も含めたアシスタントのダンサーとの話し合いにより枠組みを決定している。またそれらの枠組みは，実際の授業における受講者の様子によって臨機応変に変更された。

なお，実践の評価は，授業の第 2 回と最終回の計 2 度の質問紙調査によって行った（表 1）。この他に全ての授業後に受講者と香瑠鼓氏，アシスタントのダンサーに感想を記述してもらった。感想は A4 用紙 1 枚程度に自由に記述してもらった。加えて全ての授業を教室の一角に設置したビデオカメラにより記録した。

2-2　授業評価の方法

2－2－1　質問紙による評価

（1）質問紙の作成手続き

本研究ではプレテストとポストテストの 2 種類の質問紙を作成し，利用した。質問紙 1（プレテスト）は受講者の「ダンスや表現活動に対する認識」と「日常生活への意識」を把握する目的で行われた。質問紙の構成としては，ダンス観を尋ねる 6 項目（「踊ることに興味がある」など），表現活動観を尋ねる 6 項目（「表現活動は難しいと思う」など），日常生活の認識を尋ねる 12 項目（「普段，他人とのつながりを感じられる」など），自己表現観を尋ねる 3 項目（「自分には表現したいことがある」など）の 4 観点 27 項目からなる。評定方法は全て 5 件法のリッカート式項目を用いた。これにダンス経験や表現活動の経験，授業への要望などを記入する欄を設けた。

質問紙 2（ポストテスト）は，授業全体の効果を検討するために，最終回の授業で実施された。構成は，プレテストと同一の項目を使用した。これにより，授業に参加したことによる認識の変化を把握することを試みた。

（2）質問紙の分析方法

質問紙の分析は以下の 3 段階によって行う。1）まず，プレテストの結果について類似する質問項目をまとめるために階層的クラスタ分析（Ward 法）を行った。2）次にクラスタ分析により得られた 3 つの各クラスタの得点が授業の前後で変化しているかを調べるために，時期（プレとポストの 2 水準）とクラスタ（3 水準）を要因とする 2×3 の対応のある分散分析を行った。3）最後にクラスタ内の項目について更に詳しく検討するためにクラスタ内に含まれる項目ごとに対応のある t 検定を行い，授業の前（プレ）と後（ポスト）の平均点の比較を行った。

2－2－2　感想文の分析方法

受講者が実際にどのように即興表現と向き合っていたのか検討するために，毎回の授業後に記入してもらった感想を第一著者が KJ 法によって分類した。分類を行う際には「即興表現における技術」という観点から行った。この観点に注目した理由は，受講者が実際にどのようなポイントに注目して即興で踊っていたのかを明らかにするためである。なお，検討にあたっては授業後半（第 8 回（6 月 9 日）から第 12 回（7 月 7 日））の感想に焦点をあてた。第 8 回は最終回（第 13 回）の発表にむけてパフォーマンスの試行錯誤が始まった回であり（表 1 参照），受講者は授業にも慣れ，より良く，より面白い即興表現とはどのようなものかというものを実際に踊ることを通して探索し始めたと考えられるためである。なお，該当時期の感想レポートは 10 人から 13 人が提出した。感想文の提出をもって授業評価の際の出席としたが，提出を強制するものではなかったので，受講者の中には提出しない人もいた。そのため，実際の参加人数よりも感想文を提出した人数は少なくなった。なお分類に際しては，認知科学を専門とする研究者 2 名がその妥当性を確認し，不適切な部分に関しては適宜カテゴリの生成をやり直した。

2-3　参加者の特徴

授業には 25 名の受講者が参加した。実践の評価にはプレテストを報告した 22 名（男性 12 名，女性 10 名）のデータを用いた。なお，この 22 名中 20 名が何らかの表現活動（ダンス，演劇，音楽，小説等）に取り組んだ経験を有していた。特にダンス（バレエ・ジャズダンス・ヒップホップ

ダンス）経験がある受講者は３名であった。

3. 結果と考察

３－１　質問紙の結果と考察

3−1−1　受講者の変化の概要（クラスタを用いた分析）

まずプレテストの回答から，受講者の基本的な特徴を簡単に述べておく。「踊ることに対する興味」を 5 件法（1：全くそう思わない−5：そう思う）で尋ねたところ，回答の平均値（標準偏差）は 4.59（0.50）と非常に高い数値であった。このことから多くの受講者が踊ることに興味を有していた様子が伺える。同様に「表現活動に対する興味」についても，回答の平均値（標準偏差）は 4.36（0.73）と高い。一方「踊ることに関する抵抗感」と，「表現活動についての抵抗感」を同じように 5 件法（逆転項目なので 1：そう思う―5：全くそう思わない）で尋ねた結果，前者は 2.41(1.22)，後者は 2.05(1.13)とやや抵抗感を持っている様子も伺える。以上のことから，授業参加前の受講者の特徴として，ダンスをはじめとする表現活動には非常に興味がある一方で，それらを難しいと思う抵抗感を抱いていたことがわかる。

プレテストの結果について類似する質問項目をまとめるために階層的クラスタ分析（Ward 法）を行った。その結果得られたデンドログラム（樹形図）より，質問項目の 27 項目を 3 つのクラスタに分けるのが妥当であると考えられた。各クラスタに所属する質問項目を表 3 に示す。

次に各クラスタの得点が授業の前後で変化しているかを調べるために，時期（プレとポストの 2 水準）とクラスタ（3 水準）を要因とする 2×3 の対応のある分散分析を行った。その結果，時期（$F_{(1,21)}$=15.382, p=.001）とクラスタ（$F_{(2,42)}$=73.729, p<.001）の主効果が 1%水準で有意となった。

更に，それぞれのクラスタにおいて時期の効果が有意であるかを検討したところ，クラスタ 1 においては時期の効果がみられなかったが（$F_{(1,21)}$=3.524, p=.074），クラスタ 2，3 において時期の効果がそれぞれ 5%水準，1%水準で有意となった（クラスタ 2：$F_{(1,21)}$=5.391, p=.030，　クラスタ 3：$F_{(1,21)}$=16.582, p=.001）（図 1）。クラスタ 1 は表 3 より「自分自身やダンスも含めたアート的な表現活動に対する興味・関心」のクラスタであると考えられる。先述したように，受講者はもともとダンスや表現活動に興味があり，プレテストの値が高かったために，ポストテストとの差

表3 各クラスタに所属する質問項目とプレポストの平均値（標準偏差）

クラスタ	質問項目	プレ平均値（*SD*）	ポスト平均値（*SD*）
1	1. 踊ることに興味がある	4.59(.50)	4.59(.73)
	11. 歌うことに興味がある	4.45(1.06)	4.50(.70)
	12. 普段自分の姿勢や呼吸など身体に意識を向けることがある	3.95(1.13)	4.56(.70)
	13. 身体を動かすことに興味がある	4.59(.73)	4.61(.77)
	14.（アート的な）表現活動に興味がある	4.36(.73)	4.39(.77)
	16. 普段、自分の身体の状態について注意深く考えることがある	3.77(1.19)	4.17(.93)
	18. 普段、他人とのつながりを感じられる	3.59(1.10)	3.78(.85)
	24. 自分の感情や気持ちについて意識的に考えることがある	4.55(.67)	4.33(.69)
2	2. 世界について自分なりの見方を持っている	3.94(.97)	3.94(.84)
	4. 踊ることに抵抗を感じる*	3.81(.85)	3.95(.58)
	7. 自分の身体は好きだ	2.91(1.02)	3.50(1.04)
	9. 普段、自分の周囲の環境（自分がいる空間・天気など）について注意深く考えることがある	3.41(1.18)	3.89(.87)
	15. 日々の生活の中で発見が多い	3.62(.97)	4.06(.59)
	17. 新しいアイディアを考えるのは好きだ（得意だ）	3.64(1.17)	3.94(1.00)
	20. 人とコミュニケーションをとることに抵抗がある*	3.45(1.01)	3.67(.76)
	22. 普段、他者との関わりの中で、自分の（物理的な）立ち位置について意識するこ とがある	3.55(1.14)	3.67(.87)
	23. ダンスにはテクニックが必要だ	3.68(1.04)	3.11(.92)
	25. 自分には表現したいことがある	3.45(1.23)	3.67(1.02)
	27. 何かを伝えたいという強い気持ちがある	3.41(1.22)	3.72(.86)
3	3. 何かを創造することは難しい*	2.27(1.31)	2.28(1.06)
	5. 人と話すのは得意だ	2.82(1.22)	3.17(1.08)
	6. 人前に立つのが好きだ	3.05(1.53)	3.56(1.03)
	8. 表現活動は難しいと思う*	2.05(1.13)	2.56(.89)
	10. 表現活動には強い自己主張が必要だ	2.77(1.15)	3.28(1.01)
	19. 踊ることは難しいと思う*	2.41(1.22)	2.89(1.02)
	21. 優れた技術がなければ良い表現はできない*	3.09(1.11)	3.72(1.01)
	26. ダンスには強い自己主張が必要だ	2.59(.73)	2.78(.72)

*は逆転項目

異が見られなかったと考えられる。つまり，ダンスや表現活動への興味は授業を通して高い水準で維持されたといえよう。次に，クラスタ 2 は「ダンス表現に関わる日常の内的プロセスについての認識」についてのクラスタである。つまり授業を通してダンス表現に関わる日常の内的プロセスについての認識が向上したと考えられる。最後に，クラスタ 3 は「表現活動に対する抵抗感」のクラスタである。この結果から，授業において実際に即興表現を体験してみることで，表現活動やダンスに対する抵抗感が和らいだと考えられる（逆転項目なので，グラフが上がっているということは抵抗感が和らいでいることを示す)。まとめると，もともとダンスをはじめとする表現活動には非常に興味がある一方で，それらを難しいと思う抵抗感を抱いていた受講者が，今回の授業を通して実際に即興で踊るということを体験し，ダンス表現に関わる日常の内的プロセスについての認識が向上し，また表現活動に対する抵抗感が和らいだと考えられる。以下，クラスタ内の項目について更に詳しく検討する。

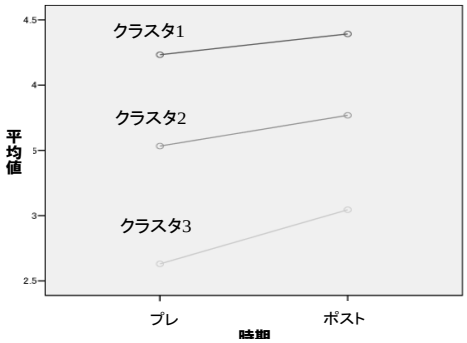


図 1 それぞれのクラスタにおけるプレとポストの平均値の推移

3−1−2 受講者の変化の詳細（t 検定を用いた分析）

クラスタ 1，2，3 に含まれる項目ごとに対応のある *t* 検定を行い，授業の前（プレ）と後（ポスト）の平均点の比較を行った。その結果，クラスタ 1 では項目 12 において，クラスタ 2 では項目 7，15 において，クラスタ 3 では項目 5，6，8，21 においては授業の前と後の平均点の間に 5%水準で有意な差がみられた（表 4)。更に詳細な検討を行うため，有意差の見られなかった項目と，10%水準で有意な差がみられた項目とにわけた。すると，クラスタ 2 では項目 9，17，23，クラスタ 3 では項目 10，19 において 10%水準で有意な差が見られた（表 4)。この結果クラスタ 1 においては授業を体験することによって，普段の生活で自分の身体に意識を向けることが多くなり，またクラスタ 2 においては，授業を体験することによって身体への愛着と日々の生活での発見が向上したと考えられる。また自分の周囲の環境への意識を向けることが多くなったり，新しいアイディアを考えることが得意になったり，ダンスにはテクニックがそれほど必要でないと考えるようになったと考えられる。またクラスタ 3 においては，人と話すことが得意になったり，人前に立つのが好きだと感じたり，表現活動はそれほど難しくないと思うと同時に，優れた技術がなくても良い表現はできると思うようになったと考えられる。また表現活動には強い自己主張が必要だと感じるようになったと考えられる。一方で有意差が生じなかった項目は，主にダンスや表現活動についての「興味の項目」（1，11，13，14）と，「自己表現観」についての項目（2，25，27）であった。ではなぜ変化が生じる項目と，生じない項目があったのであろうか。このことについて授業構成や，香瑠鼓氏とアシスタントのダンサー達の授業に対する姿勢から詳しく検討していく。

3−1−3 変化の有無に関する考察

まず変化が生じなかった原因について検討した。1 点目の「興味の項目」については，先述したように，もともと高い受講者が多く，その興味は授業を通して維持されたために変化が生じなかったと考えられる。

2 点目の「自己表現観」についてであるが，そもそも自己表現観とは自分には表現したいことがある，何かを伝えたいという強い気持ちがあるなど，作品を創る際の心構えの一部分である。今回は全員が初めて即興表現を体験する受講者であったので，まずは即興表現という行為自体を積極的に楽しむことが今回の授業の主な目的であった。

表4 項目ごとの*t*検定の結果

クラスタ	質問項目	プレ平均値（*SD*）	ポスト平均値（*SD*）	*t*値	*p*	
1	12. 普段自分の姿勢や呼吸など身体に意識を向けることがある	3.95(1.13)	4.56(.70)	2.95	.008	有意
2	7. 自分の身体は好きだ	2.91(1.02)	3.50(1.04)	2.89	.009	有意
	9. 普段、自分の周囲の環境（自分がいる空間・天気など）について注意深く考えることがある	3.41(1.18)	3.89(.87)	1.81	.084	有意傾向
	15. 日々の生活の中で発見が多い	3.62(.97)	4.06(.59)	2.29	.033	有意
	17. 新しいアイディアを考えるのは好きだ（得意だ）	3.64(1.17)	3.94(1.00)	1.74	.096	有意傾向
	23.ダンスにはテクニックが必要だ	3.68(1.04)	3.11(.92)	2.06	.052	有意傾向
3	5. 人と話すのは得意だ	2.82(1.22)	3.17(1.08)	2.22	.038	有意
	6.人前に立つのが好きだ	3.05(1.53)	3.56(1.03)	2.46	.023	有意
	8. 表現活動は難しいと思う*	3.95(1.13)	3.36(.90)	2.43	.024	有意
	10. 表現活動には強い自己主張が必要だ	2.77(1.15)	3.28(1.01)	1.90	.071	有意傾向
	19. 踊ることは難しいと思う*	3.59(1.22)	3.09(1.02)	1.98	.061	有意傾向
	21. 優れた技術がなければ良い表現はできない*	2.91(1.11)	2.23(1.02)	2.56	.018	有意

* これらは逆転項目であり，クラスタ分析では逆転した数値を使用した。なおここでは理解のしやすさのためにもとの数値を使用した

そのため，作品を創作する際の心構えであるこれらの項目には変化が見られなかったと考えられる。

次に変化が生じた項目について検討する。まず「身体への意識や愛着が増したこと」についてである。実際の授業において，香瑠鼓氏は特に Joint Control や Body Voice というメソッド（表 2）を通して,積極的に受講者に対して自分自身の身体と対話することを促し，身体感覚からひろがる内的イメージに基づいて踊ることや，頭でどのように動くか考えるのではなく，素直に身体で反応して動くことを大切にしていた。このことで受講者は自分の身体や身体感覚を意識し，それらを詳細に把握するようになり，その結果として自分の身体に愛着を感じるようになったと思われる。

次に「日々の生活での発見が増えたこと」,「アイディアを考えることや人と話すのが得意になったこと」,「周囲の環境への意識が向上したこと」に関して検討する。香瑠鼓氏は特に，Air Stick・Say Everything や，Air・ビートボックスというメソッド（表 2）を通して，自分の身体だけでなく，受講者の外側の環境（音楽や空間など）や，他者（共に踊る友人やダンサー達）を積極的に「受け取る」ことが大切であると繰り返していた。環境や他者を「受け取る」とは，それらとの対話を重視し，対話から受ける感覚を率直に表現していくことを意味する。このような環境や他者との対話を重視した授業を通して，受講者の環境や他者に対する意識に変化が生じ，日常生活の中での発見の増加やアイディアをうむ力の向上，他者とのコミュニケーションへの自信，周囲の環境への意識が向上したことに繋がったのであろう。

更に，人前に立つのが好きだという項目の平均点が上がり，表現活動や踊ることが難しいと思うという項目や，ダンスにはテクニックが必要だという項目，優れた技術がなければ良い表現はできないという項目の平均点が下がったことに関しては，香瑠鼓氏やアシスタントのダンサーたちの授業に臨む際の姿勢が強く関係していると考えられる。香瑠鼓氏もアシスタントのダンサー達も「ダンスを教える」という姿勢ではなく,「共に創る」「学生達の魅力を引き出す」という姿勢で授業に取り組んでいた。このように，香瑠鼓氏やアシスタントのプロダンサーたちと共に，1 人のダンサー・表現者として実際に踊ることによって，受講者はこれまでにダンスの経験がなくても踊ることができると自分達のダンスに自信を持ったのではないだろうか。その結果として人前に立つことが好きだという項目の平均点が上がり，表現活動は難しいと思うという項目，ダンスにはテクニックが必要だという項目，優れた技術がなければ良い表現はできないという項目の平均点が下がることに繋がったと考えられる。

ここで，ダンスにはテクニックが必要だ，優れた技術がなければ良い表現はできないという項目について検討してみる。確かに質問紙の結果では，ダンスにはテクニックが必要だ，優れた技術がな

ければ良い表現はできないという項目の平均点は下がった。つまり授業を通して受講者は必ずしも優れた技術がなくても良い表現はできると思うようになったと考えられる。今回の授業を通して，いわゆる「ダンスの身体的テクニック」は一度も香瑠鼓氏側から要求されるようなことはなかった。それらを使わなくても，受講者は自分たちの今のこの身体で他者と関わり合いながらのびのびと踊る楽しさを知ったのではないかと考える。ゆえにこれらの項目の平均点は下がったのではないか。一方，このような授業の中で，実際の受講者の感想文では，受講者がただ楽しむだけでなく，良い即興表現について模索する感想が数多く見られた。では，即興表現には何が必要なのだろうか。「優れたダンスの身体的技術」は必ずしも必要ないとしたら，そのとき即興表現にはどのようなことが必要なのだろうか。このことを仮に「即興表現における技術」と呼び，その内実を明らかにする。そこで，次節では受講者が捉える「即興表現における技術」というものが何であるか，その内実を受講者の感想文から検討する。

３－２感想文の分析の結果と考察

受講者が実際の授業で捉えていた「即興表現における技術」の詳細を明らかにするために KJ 法による感想文の検討を行った。結果，作成されたカテゴリとその定義，言及した人数を表 5 に示す。まず感想文は，《認知的技術》と《身体的技術》の 2 つの上位カテゴリに大きく分類された。認知的技術には＜他者を位置づける＞，＜発想の転換＞，＜考えない＞，＜客観視＞，＜自分自身への集中＞，の 5 つの下位カテゴリが，身体的技術には＜多様な身体表現＞，＜柔軟性＞の 2 つの下位カテゴリが含まれる。

表 5 より，受講者が実際の授業で感じていた技術には様々なものがあり，その中でも最も多くの受講者（全体の 62%にあたる 8 名）に言及されていたのが＜他者を位置づける＞であった。次に多かったのが＜多様な身体表現＞で 7 名（54%）によって言及された。＜考えない＞については 4 名（30%）が言及し，＜客観視＞と＜発想の転換＞については 3 名（23%），＜自分自身への集中＞と＜柔軟性＞については 2 名（15%）が言及した。

このことから，受講者が実際の授業の中で特に感じていた即興表現の技術とは，認知的技術である＜他者を位置づける＞と身体的技術である＜多様な身体表現＞であることが明らかになった。予めストーリーが決まっていない即興表現では，自分自身の表現を行いながらも，共に踊る他者とも対話を行いつつ，その場でストーリーを構成していく必要がある。そのためにはまず，その場で自分の表現の中に＜他者を位置づけて＞いくことが必要となってくると考えられる。また即興表現では身体の動きに関してもその場で作り上げていく必要があるため，自分の表現したいことや他者と

表5 受講者が捉える「即興表現における技術」に関するカテゴリとその定義

カテゴリ		定義	具体例	言及した人数(%)
認知的技術	他者を位置づける	自分のストーリーの中で他者を位置づけることで、自分の表現したいことを表現しながらも，他者を感じ全体が一つの作品となるように踊ること。	今日は他者と関わって動くことが多く，楽しいながらも難しいと感じた。他者に入りこもうとすると自分のことがおろそかになってしまう。(Gさん，6月9日)	8人(62%)
	発想の転換	物の見方を切り替えること	なかなか陳腐な発想でしか表現できず難しかったです。(Aさん，6月23日)	3人(23%)
	考えない	どのように動くかを頭で考えすぎずに感じたままに動き表現すること	長く経験を重ねれば，感覚的に頭を使わずできるようになるのだろうか。(Eさん，6月9日)	4人(30%)
	客観視	観客からどのようにみえているか意識すること	今までずっと，自分がどうするかということばかり考えてしまい，全体としてお客さんからどう見えるかというのを考えるに至ってなかったのですが‥(略)‥次回の発表ではそれが実践できるようにしたいです。(Bさん，7月7日)	3人(23%)
	自分自身への集中	自分の内側に広がる内的イメージや自分の表現しようとしていることに集中すること	やはり目を開けた後に想像の世界に集中できなかった部分があり，残念だった。(Jさん6月9日)	2人(15%)
身体的技術	多様な身体表現	テンポ・スピード・大小など様々な違った身体表現を生み出すこと	テンポ・スピード・音程・大小など，そうした要素を自在に変化させ緩急が付けられれば，表現の幅がぐんと広がると感じた。(Eさん，6月16日)	7人(54%)
	柔軟性	身体の柔らかさ	それにしてもストレッチ，足が伸びない‥‥。(Gさん，6月23日)	2人(15%)

の対話に対して，即時的に身体で反応していかなければならない。よって，表現したいことを即座にダンスとして表していくための＜多様な身体表現＞が必要となってくると考えられる。受講者はダンサーと共に踊る経験を通して，これらの技術の必要性を感じ取っていったのであろう。

では，質問紙においては「技術の必要性」はあまり認識されなくなったと示唆されたにも関わらず，感想文においてこれらの「技術への意識」が多く見られたのは何故だろうか。質問紙では「優れた技術がなければ良い表現はできない」という項目に加えて「ダンスにはテクニックが必要だ」という項目があったため（表 3 参照），学生は主に身体的技術，例えば跳躍，回転等のダンスの技術について質問されていると考えたのではないか。一方で実際の感想文では，認知的技術の 1 つである＜他者を位置づける＞が一番多く言及されていた。ゆえに優れた技術がなければ良い表現はできないという項目の平均点は下がったが，実際の感想文からは，受講者はより良い即興表現（「自分の表現に集中」しながらも，相手を「自分の表現に位置づけて」，対話しながら共に作品を創っていくこと）を目指して踊る中で，認知的技術の必要性を感じていたと考えられる。

4. 総合考察

本研究では，総合大学の大学生を対象に，即興ダンスの授業を導入し，その実践の効果を受講者のダンスや表現活動，日常生活に対する意識がどのように変化したのかといった点から実証的に検討した。質問紙や感想文を授業内容やダンサー達の授業への姿勢と関連づけて検討した結果，受講者はそれまで経験したことのなかった即興ダンスに意欲を持って取り組んでおり，1）自分の身体に意識を向け，愛着を感じ，日々の生活で発見が多くなるなどの日常における認知的側面が変化したこと，2）他者とのコミュニケーションに自信を抱くようになったこと，3）人前に立つことに慣れ表現活動に対する抵抗感が和らぎ，必ずしも優れた技術がなくても良い表現ができると感じるようになったこと，が明らかになった。さらに，どのように受講者が即興表現と向き合っていたのかを明らかにするために，「即興表現における技術」という観点から感想文を分析した結果，受講者の捉える即興における技術として認知的技術（他者を位置づける，発想の転換，考えない，客観視，自分自身への集中）と身体的技術（多様な身体表現，柔軟性）という 2 観点が見出された。更にこれらの技術の中でも，特に＜他者を位置づける＞と＜多様な身体表現＞が言及され，即興ダンスにおける技術には多様な側面が見られることが示唆された。

このような受講者の心理的変化をもたらした要因としては，全授業を通して重視されていた「対話をすること」とその対話を促すための「受けとるという姿勢」があげられる。香瑠鼓氏は，受講者に対してまず自分自身の身体と対話することを促し，その対話を通して生じた身体感覚から広がる内的イメージに基づいて踊ることや，頭でどのように動くか考えるのではなく，素直に身体で反応して動くことを積極的に指導していた。また，自分自身の身体だけでなく，音楽や空間などの受講者の外側に広がる環境や，共に踊る友人やダンサーや観客などの他者を積極的に「受けとり」，それに対して感じることを率直に表現していくことが大切であると繰り返していた。このように，自分自身や他者，自分の外側に広がる環境と「対話」することと，その対話のために，普段の生活では意識できていない自分自身の身体の声や相手や環境を様々な視点から，まず「受けとる」という姿勢を持つことが，受講者に上述したような心理的変化をもたらした一因であると考える。更に具体的かつ段階的に，それぞれの対話に挑戦していくというステップを踏んだことが更に効果を促進するポイントであったと考える。

また，このことには香瑠鼓氏やアシスタントのダンサー達の授業に臨む際の姿勢も強く影響していると考える。香瑠鼓氏もアシスタントのダンサー達も受講者に対して「ダンスを教える」「正しい見本をみせる」という姿勢ではなく，「共に創る」

「受講者の魅力を引き出す」「受講者との即興表現を楽しむ」という姿勢で授業に取り組んでいた。香瑠鼓氏やアシスタントのプロダンサーたちと共に，1 人のダンサー・表現者として実際に対等に踊るということは，受講者の自信や，更なる即興表現の展開に深く関わると考えられる。

これらの「対話すること」,「受け取ること」,「講師が受講者と対等な立場で取り組むこと」といった授業における重要なポイントは，先行研究で示唆された，即興表現を体験した人の変化（「仲間と楽しむ」,「自分を認める」[11]）とも関連しており，即興ダンスの授業を行う様々な場面において，上記した指導方法は有効に機能すると考えられる。

さらに本研究では，即興表現における技術の内実の解明にも繋がる知見を提示した。受講者は「認知的技術」と「身体的技術」という 2 つの観点から即興ダンスにおける技術を捉えていた。この見解は熟達したダンサーが即興で踊るときに意識していることを明らかにした中野・岡田[16]の見解と概ね一致する。それゆえ，この 2 つの技術（認知的技術と身体的技術）は即興表現を行う上で極めて重要なものであるといえるだろう。

ただし調査対象者の数が少ないことや，対象とした集団が東京大学の学部学生というある特定の限られた集団であったことから，一般化を行う際には慎重に判断する必要があるだろう。この点については今後更なる実践と調査を行って補う必要がある。

参考文献

[1] 佐々木 健一（1995）．美学辞典　東京：東京大学出版会

[2] 細川江利子（2010）．現代の舞踊における即興―山田せつ子（1950－）を事例として－　埼玉大学紀要 教育学部，59（1），59-71

[3] 辻元 早苗 （2010）． 即興する身体。 栗原 隆・矢萩 喜從郎・辻元 早苗（編）『空間と形に感応する身体』，63-88.　仙台：東北大学出版会

[4] Ribeiro, M. & Fonseca A (2011). The empathy and the structuring sharing modes of movement sequences in the improvisation of contemporary dance. Research in Dance Education, 12, 71-85

[5] 村田芳子・吉久一枝（1994）．ダンス教育における即興表現についての検討-特にコミュニケーションに着目して-　岡山大学教育学部研究集録 95，1-12

[6] 相馬秀美（2011）．月刊誌『体育科教育』から探る今日の舞踊教育の現状　遠藤保子・細川江里子・高野牧子・打越みゆき（編）『舞踊学の現在―芸術・民族・教育からのアプローチ―』，263-276。　京都：文理閣

[7] 村田芳子（2009）．表現運動・ダンスの特性とその指導　女子体育，51（7・8），8-9

[8] 中村恭子（2009）．中学校体育の男女必修化に伴うダンス授業の変容―平成 19 年度，20 年度，21 年度および 24 年度の年次推移から－　（社）日本女子体育連盟学術研究 2009(26), 1-16

[9] 縣拓充・岡田猛 (2010).「創作の過程や方法を知る」美術展示及びワークショップの効果　美術教育学，31，13-27

[10] 安藤幸・調枝孝治（1998）．舞踊における即興（ソロ）－Referent を手がかりとして－　鳴門教育大学研究紀要　生活・健康編，13, 1-9

[11] 相馬 秀美・細川 江利子 （2007）．舞踊作品創作過程における即興の果たす役割に関する考察－イスラエルの振付家の事例から－　埼玉大学紀要 教育学部, 56（1）, 209-224

[12] 柴真理子・塩瀬順子・須戸ゆか・原田純子・古川道代（1991）．ダンス学習の意義と創造性教育　日本体育学会兵庫支部体育学研究集録，17，43-56。

[13] 佐藤節子 (1996). 創作ダンス教育における創造性開発について　埼玉女子短期大学研究紀要，7，75-92

[14] 國川聖子・村田芳子 (2003). ダンス授業の即興場面における“空間”の様相―中学校での授業分析を通して－日本体育学会大会号　54, 639

[15] 香瑠鼓 (2012). 脳とココロとカラダが変わる　瞬感動∞ワークショップ　東京：高陵社

[16] 中野優子・岡田猛（2011）．コンテンポラリーダンスにおける即興プロセスの解明，日本認知科学会第 28 回大会発表論文集，227-336

チンパンジーにおける運動の因果性による生物・非生物の区別

Chimpanzees discriminate animate between inanimate objects based on causality in motion

村井　千寿子[1]，友永　雅己[2]
Chizuko MURAI, Masaki TOMONAGA

[1] 玉川大学脳科学研究所，[2] 京都大学霊長類研究所
[1] Brain Science Institute of Tamagawa Univ., [2] Primate Research Institute of Kyoto Univ.
cmurai@lab.tamagawa.ac.jp

Abstract

Human infants are known to discriminate animate and inanimate objects in terms of action principle; animate objects can be 'agents' that move not only by contact but also without contact, that is, self-propelled motion, while inanimate objects move by contact alone. We here report the study investigating whether non-human primates (chimpanzees) have such animate-inanimate distinction as in human infants. Our chimpanzees were presented with the events in which the object moved without contact or by contact. In Exp. 1, the objects used were computer-animated squares moving rigidly (inanimate object), in Exp.2 those were squares moving nonrigidly like a caterpillar (animate object). The chimpanzees were thus expected to apply 'action by contact' to animate/inanimate objects and 'action without contact' to animate objects. Our results support this hypothesis, suggesting that the chimpanzees discriminated animate and inanimate objects in terms of action principle.

Keywords — animate-inanimate, motion principle, causality, chimpanzees

1. はじめに

生物と非生物の区別－それは、対象の概念的・存在論的なカテゴリ分類や、素朴生物学・素朴物理学的な理解など多くの認知活動にかかわる[1,2]。また近年では、他者の行為や心的状態の理解などの社会的認知における前提知識のひとつとしても挙げられている[3,4]。これらの区別は、他者やモノに囲まれ、それらとの関わり合いのなかで生きるヒト、そして動物にとっても同じく必須であろうから、その獲得過程や獲得内容の解明は、ヒトと動物の認知を理解する上で重要な課題と言える。

生物と非生物の区別には、対象の見た目の特性だけではなく運動特性も要素として含まれる。とくに、行為主体(agent)になりえるかどうかは、生物と非生物をわける重要なポイントのひとつである。ヒトにおいては、生後数カ月ですでに生物に対する行為主体性の認識が報告されている。例えば７ヶ月児は、モノ（箱）の運動には他の対象による接触などの外的作用が必要であり、自己推進的な運動をしないこと（接触作用による運動)、対して、生物（人間）の運動には必ずしも外的作用が必要ではなく、他の対象との接触がなくても自己主体的･自己推進的な運動が可能であること(遠隔作用による運動）を理解する[5]。また９カ月児を対象とした研究から、長方形のような幾何学図形であってもそれがキャタピラ運動によって生物的に動く場合には、乳児がそれに行為主体性を認め、自己推進的な運動を期待することが報告されている[6]。つまりヒトは、生物に特徴的な運動を理解し、それにもとづいた行為主体性の付与を発達の早い時期から始めていると考えられる。

このような認識はヒト以外の動物にも見られるのだろうか。それを知ることは、ヒトと動物がどのような共通した（もしくは異なる）対象知識をもつのか、それを土台にどのような知識を発達させているのかを明らかにし、知識の系統発生につ

いてのより深い理解を提供する。そこで本研究では、ヒト以外の霊長類（チンパンジー）がヒトと同じように、運動の特徴から生物・非生物を区別するか、また、非生物には外的作用による運動を期待し、一方、生物に対しては行為主体性を認め、自己推進的な運動を期待するかどうかを調べた。課題には、ヒト乳幼児で用いられる注視時間を指標とした期待違反事象課題を用いてヒトとの直接比較を試みた。またヒト乳児の先行研究に倣い、長方形の幾何学図形を刺激とすることで、対象の見た目の違いを統制し、運動特性だけを生物・非生物の区別の手がかりとした。

2. 実験１ 非生物の運動についての検討

方法

被験体　京都大学霊長類研究所内の成体チンパンジー4 個体。

刺激と手続き　実験室に設置されたモニタ画面上に、赤と青２色の幾何学図形（長方形）が水平移動する様子を現した動画刺激を提示した（図 1）。動画には衝突事象と非衝突事象の 2 種類があった。衝突事象では、①1 つ目の長方形が移動し、②停止していた 2 つ目の長方形に接触する。接触後しばらく停止し、その後、③2 つ目の長方形が移動する様子が映された。これは、長方形同士が接触し、2 つ目の長方形が外的作用によって移動する起こりうる自然事象となる。対して非衝突事象では、①1 つ目の長方形が移動し、②2 つ目の長方形の手前で停止。しばらく後に、③2 つ目の長方形が移動する様子が映された。ここでは、長方形同士が接触していないにも関わらず 2 つ目の長方形が自己推進的に移動する違反事象となる。ヒト乳児研究の結果にしたがえば、正事象よりも違反事象への有意に長い注視時間が予想される。

それぞれの事象は約 2.6 秒で、①②③の時間の長さ、長方形の移動距離は自然事象・違反事象間で統一した。

図１　実験刺激（左下）と実験の様子

すべての被験体が衝突事象および非衝突事象を経験した。各事象は 1 セッションにつき 8 試行ずつ提示され、全被検体が計 4 セッションをおこなった。刺激提示中の被験体の反応はビデオ記録され、後の注視時間分析に用いられた。

分析　実験中に記録したビデオは専用ソフトを用いて 1 フレーム（1/30 秒）ごとに注視反応を分析した。事象内の②の部分、つまり長方形同士が接触したか、しないかを示す重要な箇所を被験体が見ていない場合、その試行はデータから除外した。その後、各試行において被験体が②と③を見ていた合計注視時間（最大 1.36 秒）を計上し、それを試行数で割り、セッションごとの平均注視時間を算出した。続けて、衝突事象、非衝突事象への全個体の平均注視時間を算出し、その値を t 検定（両側）を用いて比較した。実験 1 の結果を図 2 に示す。

結果

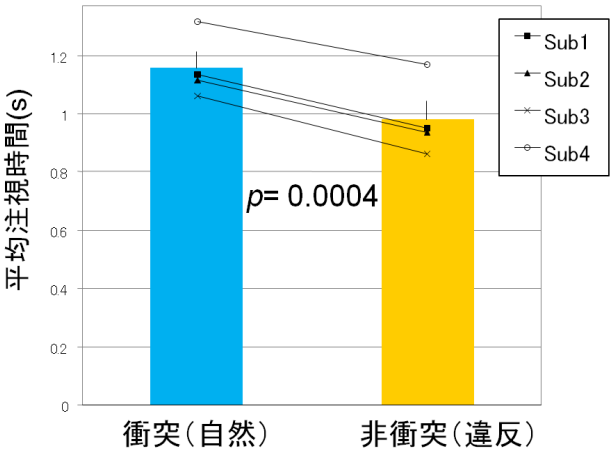


図２　実験１の結果

図 2 が示すように、対象同士が衝突する自然事象への注視時間が違反事象に対するものよりも有意に長かった。また 4 個体中 4 個体が自然事象への選好を示した（符号検定 $p = 0.0625$）。この結果はヒト乳児における違反事象選好とは逆の選好パタンを示す。その理由は明らかではないが、少なくともチンパンジーが非生物の運動において接触のあり・なしを区別していることが示された。

3. 実験 2　生物の運動についての検討

方法

被験体　京都大学霊長類研究所内のチンパンジー 5 個体。うち 4 個体は実験 1 に参加していた。

刺激と手続き　用いた動画刺激が異なる以外は実験 1 と同様の手続きを用いた。実験 2 では、図 1 に示した長方形の刺激が伸縮を繰り返しながらキャタピラ運動によって移動する動画を用いた。この生物的対象の場合は実験 1 の非生物対象とは違い、対象同士の接触がなくても（自己推進的）、あっても（外的作用）移動は起こりうる。よってここでは、衝突事象・非衝突事象ともに自然な事象となる。ヒト乳児研究の結果にしたがえば、両事象に対する注視時間に有意な違いは見られないと予想される。注視反応は実験 1 と同様の方法で分析された。結果を図 3 に示す。

結果

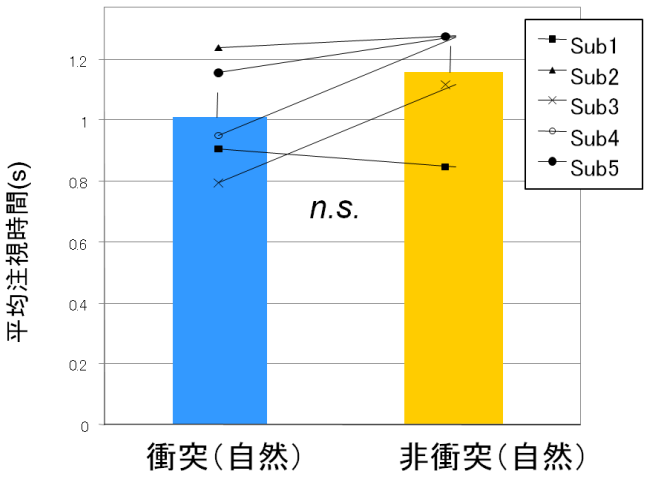


図 3　実験 2 の結果

分析の結果、衝突事象と非衝突事象への注視時間に有意な違いは見られなかった。また 5 個体中 4 個体が非衝突事象を選好したが、これも有意な結果ではなかった（符合検定 *n. s.*）。つまりチンパンジーはヒト乳児と同様に、生物的な対象においては外的作用による運動と、接触によらない自己推進的な運動を区別しなかった。

4. 考察

非生物の運動においてチンパンジーは非衝突事象と衝突事象を区別していた（実験 1）。つまり、非生物の運動については外的作用のある・なしに注目したと考えられる。ただし、事象への選好のパタンはヒト乳児とは異なり、起こりえる衝突事象に対して有意な選好が見られた。その理由は明らかではない。今後この点については検討を続けるが、ひとつの可能性として、チンパンジーが運動の因果性に注目していたわけではなく、単に事象の顕著さや対象間関係の複雑さから対象同士がぶつかる接触事象を好んだだけということも考えられる。もしそうであるならば、実験 2 においても同様の結果が起こるはずである。

これに反して、実験 2 では衝突事象・非衝突事象間で注視時間に有意な違いは見られなかった。これは上記の可能性を除外する。また実験 2 の結果は、チンパンジーが生物的対象の運動については接触のある・なしを区別せず、外的作用による運動にくわえて、自己推進的な運動を期待した可能性を示唆する。これはヒト乳児と同様の結果である。

また本研究で用いた刺激は運動の特徴（水平運動、キャタピラ運動）だけで生物・非生物を現しており、見た目などの視覚的特性は対象間で統制されている。このことから、対象の運動特性は、ヒトと同様に、チンパンジーにとっても生物・非生物を区別するのに有効な手がかりのひとつであることが示された。

以上の結果から、チンパンジーが運動特性によって生物・非生物を区別し、生物には行為主

体性を認め、非生物とは異なる運動の原理をあてはめる可能性が示唆された。これは生物・非生物の認識におけるヒトとの類似性を示すものであるが、ヒトそしてヒト以外の霊長類がもつ生物・非生物知識の一端を示したに過ぎない。今後のさらなる検討から、その種共通性そして種相違性についていっそう明らかにしていきたいと考える。

参考文献

[1]Manlder, JM., & McDonough, L. (1996) Drinking and driving don't mix: inductive generalization in infancy. *Cognition*, 59, 307-335.

[2]Carey, S. (1985) The biological concept of animal. In Conceptual change in childhood, Cambridge MA: MIT Press, 77-102.

[3]Frith, CD., & Frith, U. (1999) Interacting minds-A biological basis. *Science*, 286, 1692-1695.

[4]Frith, CD., & Frith U. (2007) Social cognition in humans. *Current Biology*, 17, 724-732.

[5]Spelke, E. S., Phillips, A. T., & Woodward, A. L. (1995) Infants' knowledge of object motion and human action. In Causal cognition: A multidisciplinary debate, Oxford University Press, 45-78.

[6]Schlottmann, A., & Surian, L. (1999) Do 9-month-olds perceive causation-at-a-distance? *Perception*, 28, 1105-1113.

言語統計解析に基づく文生成の計算モデル構築
Construction of Computational Models of Sentence Generation based on a Statistical Language Analysis

堀田崇史†, 木村玲菜‡, 寺井あすか†, 中川正宣†
Takafumi Hotta, Reina Kimura, Asuka Terai, Masanori Nakagawa

† 東京工業大学, ‡ 株式会社ゆうちょ銀行
Tokyo Institute of Technology, Japan Post Bank Co., Ltd
hotta@nm.hum.titech.ac.jp, asuka@nm.hum.titech.ac.jp, nakagawa@nm.hum.titech.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to construct a computational model which generates sentences, in the form of "subject (S) verb (V) object (O)" in Japanese. In this research, when a subject (S) and a verb (V) are input to the model, the model outputs the adequate nouns for the object (O) in the sentence. At first, we extracted modification relations "noun(S) - GA - noun(O) - WO - verb(V)". And, knowledge structure was estimated based on the language statistical analysis (Naive Bayes Clustering, Kameya & Sato 2005) using the modification relation data. In this research, we constructed to two types of models of sentence generation for a certain verb and three types of models for some verbs. The results of the models for some verbs show that two types of connectionist models are better than a Bayes model and it is difficult to simulate using Bayes' theory.

Keywords — Sentence Generation, Connectionist Model, Statistical Language Analysis

1. はじめに

本研究では、「主語(S)が目的語(O)を動詞(V)」という形式の文生成を対象とし、主語(S)、動詞(V)を入力することで目的語としてふさわしいと考えられる候補を出力する計算モデルを構築する。上記のような文章は、主語、目的語、動詞にそれぞれ単語を当てはめることで「台風が町を襲う」といった、文を生成することが可能である。しかし、「台風が喜びを襲う」のように、文法的には正しいが意味的に解釈が不可能なものが存在する。これは「台風は一般的に場所や建物を襲うことはあるが、感情は襲わない」という、知識に基づいた判断が行われているためであり、このような動詞が主語と目的語の組み合わせに要求するルールを、動詞の選択制限と呼ぶ。

中本・黒田（2005）は、動詞の選択制限の成立過程を、意味フレームを用いて表現し、「SがOを襲う」という文における主語（S）と目的語（O）の選択制限における意味フレームの存在を心理実験により明らかにした。さらに、言語統計解析を用いることで「SがOを襲う」という文における意味フレームを確率的に推定できることが示された（永山 2007)。そこで、本研究では「襲う」以外の様々な動詞に対応可能な文生成モデルとして、言語統計解析に基づき「SがOをV」における意味フレームを確率的に推定し、主語（S)、動詞（V）を入力することで 目的語（O）としてふさわしい名詞を出力する計算モデルを構築する。本研究では、1つの特定の動詞に関する文生成モデルとともに、類似した意味を持つ複数の動詞に関する文生成モデル構築を行う。

2. １つの動詞に関する文生成モデル

１つの特定の動詞vに関する文生成モデル構築を行う。

2.1 言語統計解析に基づく意味フレームの推定

はじめに特定の動詞vに対し、「主語（S）が目的語（O）を動詞v」文における主語（S）と目的語（O）の共起関係を抽出する。すなわち、動詞「守る」の場合、「SがOを守る」という文における主語（S）と目的語（O）の共起頻度データを、日本語作文支援システム「なつめ」(Bor et al. 2011)で用いられている抽出ルールに従い、毎日新聞18年分（1991年-2008年）、小学校国語教科書、ブログデータ、青空文庫、辞書・辞典データ等から抽出した。次に、抽出された係り受け頻度データに対しNave Bayes Clustering (NBC, Kameya & Sato 2005)を用いて、動詞vにおける主語（S）と目的語（O）に関する潜在クラスの推定を行う。この手法ではある特定の動詞vに対する主語s_i、目的語o_jの共起確率を潜在クラスc_k^vを用いて以下の式(1)によって決定されると仮定し、$P(c_k^v)$,$P(s_i|c_k^v)$,$P(o_j|c_k^v)$を推

定する。

$$P(s_i, o_j) = \sum_k P(c_k^v)P(s_i|c_k^v)P(o_j|c_k^v) \quad (1)$$

潜在クラスc_k^vとs_i, o_jとの関連はBayesの定理を用いて計算される$P(c_k^v|s_i)$,$P(c_k^v|o_j)$により表される。動詞「守る」では、潜在クラスの数を3として分析を行い、「組織による利権の維持（例：中日が首位を守る）」「社会的ルールの遵守（例：国家が人権を守る）」「生活環境の保護（例：父親が家庭を守る）」を表現する潜在クラスが意味フレームとして推定された。推定された各潜在クラスと関連の強い主語、目的語上位5単語を表1に示す。

2.2 文生成モデル

これらの確率値を用いて３層構造のコネクショニストモデル、ベイズモデル（図1）を構築した。入力層の各ノードは主語となる名詞、中間層のノードは言語統計解析により推定される潜在クラス（意味フレーム）、出力層の各ノードは目的語となる名詞を表す。モデルは主語（s_{IN}）を入力することで、各名詞の目的語（O）としてのふさわしさを出力する。すなわち、動詞「守る」に関するモデルは、「【入力されたs_{IN}】がOを守る」という文におけるOとしての名詞o_jのふさわしさを出力する。入力層から中間層への結合過重値は$P(c_k^v|s_i)$により推定される。また、中間層から出力層への結合過重値として$P(c_k^v|o_j)$を用いたコネクショニストモデル、中間層から出力層への結合過重値として$P(o_j|c_k^v)$を用いることで条件付き確率$P(o_j|s_{IN})$を出力するベイズモデルの2種類を構築した。両モデル共に、入力された主語s_{IN}を表すノードに1をそれ以外を表す入力層のノードに0を入力する事で、出力層の各ノードはそれぞれが表す名詞o_jの目的語としてのふさわしさを出力する。コネクショニストモデルの出力値$x_c(oj)$は式（2）により,

$$x_c(o_j) = \sum_k P(c_k^v|s_{IN})P(c_k^v|o_j) \quad (2)$$

ベイズモデルの出力値$x_b(oj)$は式（3）により推定される。

$$\begin{aligned} x_b(o_j) &= \sum_k P(c_k^v|s_{IN})P(o_j|c_k^v) \\ &= P(o_j|s_{IN}) \end{aligned} \quad (3)$$

シミュレーション結果を、表2に示す。コネクショニストモデルはベイズモデルと比較し、より推定された潜在クラス（意味フレーム）を反映した結果を出力している。しかし、両者の間に大きな違いは見られなかった。

3. 複数の動詞に対する文生成モデル

１つのモデルでより多くの動詞を扱うことを可能にすることを目的とし、類似した意味を持つ複数の動詞を対象とした文生成モデル構築を行った。本研究では、分類語意表 (2004) に基づき、類似した意味を持つ動詞を抽出した。すなわち、動詞「守る」と最下層の分類において同じカテゴリに分類されている「果たす」「固守する」「厳守する」など計11種類の動詞v_lを対象とした。

3.1 言語統計解析に基づく意味フレームの推定

はじめに、モデル化の対象となる動詞v_lにおける主語（S）と目的語（O）の共起関係を抽出する。すなわち「SがOをv_l」という文における主語（S）,目的語（O）,動詞v_lの共起頻度データを、日本語作文支援システム「なつめ」(Bor et al. 2011)で用いられている抽出ルールに従い、毎日新聞18年分（1991年-2008年）、小学校国語教科書、ブログデータ、青空文庫、辞書・辞典データ等から抽出した。抽出された係り受け頻度データに対しNBC (Kameya & Sato 2005) を用いて主語（S）、目的語（O）、動詞v_lに関わる潜在クラスの推定を行う。この手法ではある主語s_i、目的語o_j、動詞v_lの共起確率を潜在クラスc_kを用いて以下の式(4)によって決定されると仮定し、$P(c_k)$,$P(s_i|c_k)$,$P(o_j|c_k)$,$P(v_l|c_k)$を推定する。

$$P(s_i, o_j, v_l) = \sum_k P(c_k)P(s_i|c_k)P(o_j|c_k)P(v_l|c_k) \quad (4)$$

本研究では、潜在クラスの個数を10として推定を行った。推定された潜在クラスの中には、動詞「守る」に関連するクラスとして、動詞を「守る」のみに固定し主語（S）と目的語（O）に関わる潜在クラスの推定を行った際に抽出された「組織による利権の維持」「社会的ルールの遵守」「生活環境の保護」と同様の解釈が可能な3クラスが含まれていた。

3.2 文生成モデル

これらの確率値を用いて2種類の3層構造コネクショニストモデル（図2）を構築した。入力層は主語となる名詞を表すノードからなっており、中間層のノードは言語統計解析により推定される潜在クラス、出力層の各ノードは目的語となる名詞を表す。また、入力層から中間層への結合過重値に対し、動詞ノードから重み付けが行われる。このモデルは主語（s_{IN}）と動詞（v_{IN}）を入力するこ

表 1 言語統計解析結果（守る）((()内の数値は、$P(c_k^v|s_i)$または$P(c_k^v|o_j)$).

	組織による利権の維持		社会的ルールの遵守		生活環境の保護	
	主語	目的語	主語	目的語	主語	目的語
1	広島 (0.9871)	首位 (0.9985)	イラク (0.9904)	約束 (0.9968)	女性 (0.9908)	身 (0.9967)
2	中日 (0.9854)	リード (0.9985)	政府 (0.9902)	ルール (0.9945)	親 (0.9760)	家庭 (0.9850)
3	ダイエー (0.9854)	得点 (0.9925)	北朝鮮 (0.9882)	合意 (0.9936)	父親 (0.9719)	命 (0.9840)
4	日本ハム (0.9830)	日本 (0.9900)	自民党 (0.9862)	利益 (0.9921)	さんら (0.9705)	家 (0.9832)
5	オリックス (0.9830)	点差 (0.9891)	政権 (0.9837)	人権 (0.9910)	大蔵省 (0.9701)	体 (0.9813)

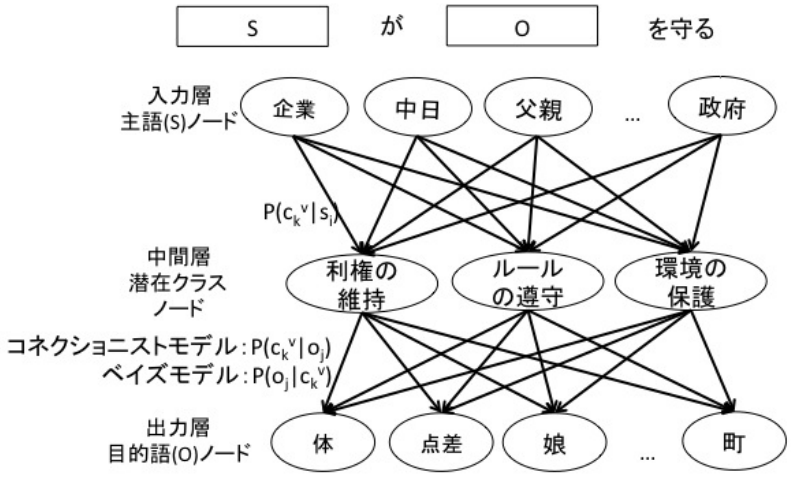


図 1 1つの動詞に関する文生成モデルのアーキテクチャ（動詞：守る）

表 2 文生成モデルのシミュレーション結果(()内の数値は、出力値$x_c(o_j)$または$x_b(o_j)$).

	コネクショニストモデル		ベイズモデル	
	父親がo_jを守る	中日がo_jを守る	父親がo_jを守る	中日がo_jを守る)
1	身 (0.9688)	首位 (0.9840)	身 (0.0769)	首位 (0.1633)
2	家庭 (0.9576)	リード (0.9840)	命 (0.0402)	リード (0.1521)
3	命 (0.9567)	得点 (0.9781)	沈黙 (0.02760)	安全 (0.0484)
4	家 (0.9558)	日本 (0.9757)	トップ (0.0257)	日本 (0.0316)
5	体 (0.9540)	点差 (0.9747)	子ども (0.0218)	座 (0.0296)

とで、各名詞の目的語（O）としてのふさわしさを出力する。すなわち、モデルは、「【入力されたs_{IN}】がOを【入力されたv_{IN}】」という文におけるOとしての名詞o_jのふさわしさを出力する。主語となる名詞を表すノードから中間層への結合過重値は$P(c_k|s_i)$により推定されるとともに、それらに動詞による重み付け$P(c_k|v_{IN})$が加味される。また、中間層から出力層への結合過重値を$P(c_k|o_j)$を用いて推定した コネクショニストモデル1、中間層から出力層への結合過重値を$P(o_j|c_k)$を用いて推定したコネクショニストモデル2を構築した。両モデル共に、入力された主語s_{IN}を表すノードに1をそれ以外を表す入力層のノードに0を入力する、また入力された動詞v_{IN}を表すノードに1をそれ以外の動詞ノードに0を入力する事で、出力層の各ノードはそれぞれが表す名詞o_jの目的語としてのふさわしさを出力する。

コネクショニストモデル1の出力値$x_{c1}(oj)$は式(5）により,

$$x_{c1}(o_j) = \sum_k P(c_k|s_{IN})P(c_k|v_{IN})P(c_k|o_j) \qquad (5)$$

コネクショニストモデル2の出力値$x_{c2}(oj)$は式(6）により推定される。

$$x_{c2}(o_j) = \sum_k P(c_k|s_{IN})P(c_k|v_{IN})P(o_j|c_k) \qquad (6)$$

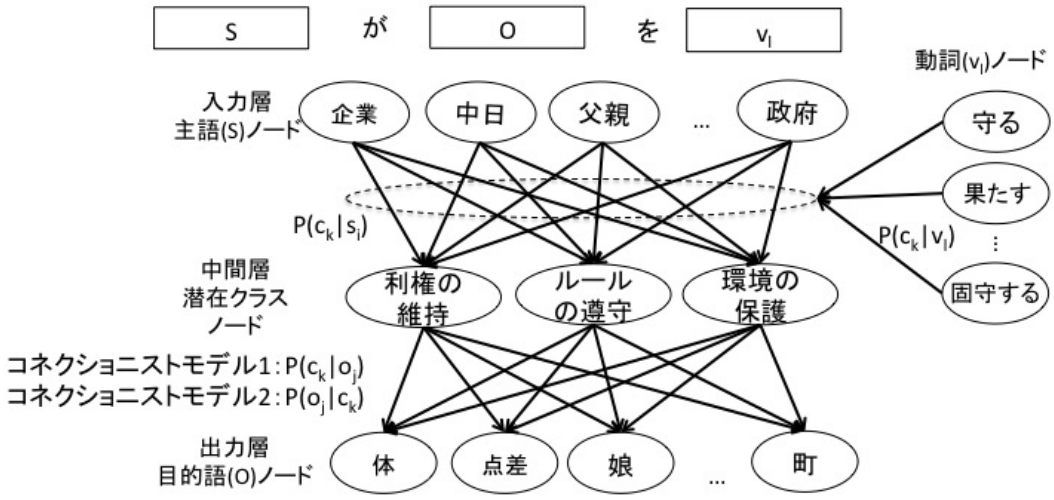


図 2 複数の動詞に関する文生成モデルのアーキテクチャ

表 3 文生成モデルのシミュレーション結果(()内の数値は、出力値$x_{c1}(o_j)$、$x_{c2}(o_j)$または$x_b(o_j)$).

	動詞：守る					
	コネクショニストモデル1		コネクショニストモデル2		ベイズモデル	
	父親がo_jを守る	中日がo_jを守る	父親がo_jを守る	中日がo_jを守る	父親がo_jを守る	中日がo_jを守る
1	命 (0.3121)	リード (0.2005)	身 (0.0188)	首位 (0.0412)	役割(0.8484)	首位 (0.1763)
2	環境 (0.3121)	得点(0.2003)	安全 (0.0109)	リード (0.0377)	責任 (0.0140)	リード (0.1613)
3	伝統 (0.3119)	点差(0.2001)	命(0.0099)	約束(0.01367)	仲介役 (0.0111)	約束 (0.0613)
4	日本 (0.3119)	大量点 (0.1997)	環境 (0.0095)	トップ (0.0100)	貢献 (0.0075)	トップ (0.0427)
5	子ども(0.3119)	雇用 (0.1993)	ルール(0.0085)	それい(0.0083)	機能 (0.0067)	それ (0.0356)
	動詞：果たす					
	コネクショニストモデル1		コネクショニストモデル2		ベイズモデル	
	父親がo_jを果たす	中日がo_jを果たす	父親がo_jを果たす	中日がo_jを果たす	父親がo_jを果たす	中日がo_jを果たす
1	役割 (0.0446)	優勝 (0.0161)	役割 (0.0415)	優勝 (0.0063)	責任(0.1301)	首位 (0.2055)
2	仲介役 (0.0446)	連覇(0.0161)	責任 (0.0108)	連覇 (0.0018)	機能 (0.0623)	リード (0.1881)
3	けん引役(0.0445)	出場(0.0161)	機能(0.0052)	出場(0.0014)	役割 (0.0394)	約束(0.0681)
4	回復 (0.0444)	進出 (0.0161)	使命 (0.0008)	進出(0.0012)	身 (0.0314)	トップ(0.0498)
5	国入り(0.0444)	入賞 (0.0161)	仲間入り(0.0008)	再選(0.0009)	首位 (0.0285)	それ (0.0414)

また、比較としてベイズモデルとして主語s_{IN}、動詞v_{IN}が与えられた時の条件付き確率$P(o_j|v_{IN}, s_{IN})$を用いて、名詞o_jの目的語としてのふさわしさ$x_b(o_j)$を推定した（式(7)）。

$$x_b(o_j) = P(o_j|v_{IN}, s_{IN}) = \frac{\sum_k P(c_k)P(s_{IN}|c_k)P(v_{IN}|c_k)P(o_j|c_k)}{\sum_k P(c_k)P(s_{IN}|c_k)P(v_{IN}|c_k)} \quad (7)$$

それぞれの結果を、表3に示す。特定の動詞に対する文生成モデルと同様、コネクショニストモデル1が最も推定された潜在クラス（意味フレーム）を反映した結果を出力している。また、コネクショニストモデル1とコネクショニストモデル2の間に大きな差異はみられなかった。しかし、条件付き確率$P(o_j|s_{IN}, v_{IN})$を用いて推定を行ったベイズモデルでは、動詞の違いをきちんと反映した結果が得られなかった。

4. 考察

本研究では、言語統計解析に基づき意味フレームの推定を行うことで文生成モデルの構築を行った。1つの動詞に関する文生成モデルについては、コネクショニストモデルとベイズモデルのシミュレーション結果に大きな違いは見られなかった。動詞「襲う」に固定した場合のモデルでは、心理実験結果との比較を通じ、ベイズモデルに対しコネクショニストモデルがよりよく心理実験結果の推定を行うことが既に示されている（永山 2007)。また、1つのモデルでより多くの動詞を扱う事を目的とし、類似した意味を持つ複数の動詞に対応したモデル構築を行った。モデル構築では、主語、目的語、動詞の3種類の共起頻度データを用い、これらに関わる潜在クラスを抽出することで、類似した意味を持つ複数の動詞に関する意味フレームを確率的に推定した。さらに、3種類のモデルを用いてシミュレーションを行った結果、2種類のコネクショニストモデルと比較し、ベイズモデルでは動詞の違いを反映した結果が得られなかった。すなわち、ベイズ推定のみによるモデル構築が困難であることが示された。しかし、シミュレーション結果のみから2種類のコネクショニストモデルのどちらがより妥当であるかは不明である。今後は、心理実験を実施し、類似した意味を持つ複数の動詞に対応した文生成モデルとしていずれのモデルがもっとも妥当なものであるかを明らかにしたいと考えている。

謝辞

本研究はJSPS科研費若手研究（B）(23700160)の援助を受けて行われた。

参考文献

[1] 中本敬子、黒田航 (2005). 意味フレームに基づく選択制限の表現：動詞“ 襲う ”を例にした心理実験による検討. 言語科学会第7回大会ハンドブック.
[2] Kameya, Y., Sato, T. (2005) Computation of probabilistic relationship between concepts and their attributes using a statistical analysis of Japanese corpora. Proc. of Symposium on Large-scale Knowledge Resources: LKR2005. 65-68.
[3] 永山遼 (2007) 言語統計解析に基づく文生成メカニズムの計算モデル. 東京工業大学社会理工学研究科人間行動システム専攻修士論文..
[4] Bor Hodoscek, 阿辺川武, Andrej Bekes, 仁科喜久子 (2011) レポート作成のための共起表現算出支援ー作文支援ツール「なつめ」の使用効果ー. 専門日本語教育研究. 13. 33-40.
[5] 国立国語研究所 編(2004) 分類語彙表-増補改訂版. 大日本図書刊

日本語の語彙処理における形態的プライミング効果
－中国人学習者によるパイロットスタディの結果から－
The Morphological Priming Effect in Japanese Lexical Processing
-Effect from a Pilot study by Chinese-speaking Learners-

張 鵬†, 朱 虹‡, 吉本 啓‡
Zhang Peng, Zhu Hong, Yoshimoto Kei

†中南財経政法大学, ‡東北大学国際文化研究科
Zhongnan University of Economics and Law, Tohoku University
yaoyuan2046@163.com; yaoyuan2046@znufe.edu.cn

Abstract

This paper sets out to discuss the morphological priming effect of Japanese verbs from the perspective of a cross-modal priming experiment. By investigating its applicability in the two aspects of morphological regularity and orthographical similarity based on the Two-Level model, a hypothesis put forward by Marslen-Wilson (1997), it is found that both play an important role in the morphological processing of Japanese verbs. First, as the distinction is not clearly defined between regular and irregular verbs, in morphological processing of the latter Japanese learners tend to employ a method similar to that of the former. Second, it is also found that orthographical similarity influence learners' processing of irregular verbs. In high degree of similarity, the facilitation from sharing Lexical entry in Lemma Level will be reduced by morphological similarity in Lexeme Level, thus weakening the morphological priming effect of Japanese verbs. This study will not only enrich the cognitive theoris of Japanese vocabulary, but also contribute a lot to the morphological teaching of Japanese verbs.

Keywords — Two-Level model, Cross-modal Priming Task, Transitive-intransitive Paired verbs, Morphological regularity,Orthographical similarity

1 はじめに

ほとんどの言語では、一定の規則に沿って変化する規則的な語彙変化と語彙によって変化が異なる不規則的な語彙変化が存在する。Marslen-Wilson ら (1994, 1995, 1998) の一連の研究では、英語動詞の語彙的形態処理において、規則動詞は不規則動詞より強い促進的なプライミング効果があるということを示し、語彙的規則性によってそれぞれのメカニズムで形態処理が行われることが示唆された。

本研究は、動詞の語彙的規則性と形態的類似度という二つの要因を取り上げ、中国人日本語学習者による日本語の語彙処理メカニズムを検討することを目的とする。

2 先行研究

これまでの語彙形態処理に関する研究によると、人間は語彙処理をする際、まず長期記憶にある単語の語彙記載項目 (Lexical entry) リストを調達する。そして、リストから該当単語の音声的･形態的･意味的特徴をチェックし、必要な情報が見つかると、すぐコード化し、すべての情報が集まった後、正しい組み合わせ方でアウトプットする。ここで問題になるのは、語彙記載項目リストを調達する際、同時に同レベルでそれぞれのリストをチェックするのか、それともレベルを分けて次から次へとチェックするのかということである。規則的･不規則的語彙の形態処理プロセスはその問題に深く関わっているので、従来の研究も注目されている。

Marslen-Wilson ら (1994, 1995, 1997)は英語母語話者を対象に、規則動詞と不規則動詞の語彙処理

プロセスを検討した結果、規則動詞は原型動詞の語彙処理に促進的なプライミング効果が見られたのに対して、不規則動詞には促進的なプライミング効果が見られなかった。実験の結果により、規則動詞に対して、語彙記載項目から取り出される形態情報が予測されるので、効率的に処理される規則基底プロセス(Rule-based processing)を用いる。一方、不規則動詞は形態上の複雑さにより、語彙処理をする際、もっと時間がかかる記憶基底プロセス(Rote-based processing)を用いるという語彙処理の“二重階層モデル”を提出した。

Allen (2002)の実験 2 では、不規則動詞の語彙的類似性を取り上げ、Marslen-Wilson ら が提起した“二重階層モデル”の適用性を再検討した。実験の結果は、語彙的類似性の低い動詞ペア (例えば taught と teach) には不規則動詞による語彙的プライミング効果が見られたが、語彙的類似性の高い動詞ペア (例えば gave と give) には語彙的プライミング効果が見られなかった。これにより、語彙の形態処理に語彙的規則性のほかに、形態的類似度も影響を及ぼすことが明らかになった。

“二重階層モデル”に関する検討は専ら英語母語話者を中心に行われていたが、最近の研究では、イタリア語やフランス語などのロマンス系言語において、必ずしも規則動詞がより強い促進的なプライミング効果が示されないことが指摘されている (Orsolini 1997, Fanny 2004)。それに、第 2 言語に対する研究 (Ullman 2001, Gor & Cook 2010) では、L2 学習者の語彙処理プロセスは母語話者と異なり、規則動詞であれ不規則動詞であれ、記憶基底プロセスを用いる傾向が強く見られたので、L2 学習者を対象に“二重階層モデル”の適用条件を再検討する必要があると考えられる。

3 実験と結果

先行研究の問題点を検証するため、本研究では「日本語の語彙形態処理は"二重階層モデル"に従い、語彙形態処理は動詞の語彙的規則性と形態的類似度に影響される」という仮説を立て、中国人日本語学習者を対象に語彙性判断のプライミング実験[1]を行った。

3.1 被験者

実験の被験者は中国の Z 大学に在籍している日本語専攻 3 年生の 21 名である。(男性 2 名、女性 19 名)すべての被験者は実験を実施する前に日本語能力試験 1 級に合格した上級学習者であり、実験の時点までに日本に留学･滞在した経験のない教室環境学習者である。

3.2 実験のデザイン

実験は表 1 に示されたように被験者間要因の語彙的規則性 4 (ホワイトノイズ条件 N、非関連条件 NR、規則条件 REG、不規則条件 IRR) × 形態的類似度 2 (高 S、低 D) 要因計画をデザインした。非関連条件はターゲットに形態的・意味的に関係のない名詞を、規則条件はターゲットの受身形を、不規則条件はターゲットに対応した自他動詞を用いた。各条件により Z 大学日本語専攻が使用されているテキスト『総合日本語 I、II』から実験材料を取り出し、高･低 2 種類の形態的類似度[2]に分けてそれぞれ 7 ペアと 11 ペア計 18 ペアである。実験材料に加えて、対応のない自他動詞をフィラー語として使用した。刺激が重複しないように 4 つのカウンターバランスをとった刺激リストを用意した、各被験者に対して 1 つだけの刺激リストを用いた。

[1] Allen (2002) の実験 2 と同じようにプライム刺激は音声で、ターゲットは文字で提示する Cross-modal 法を用いた。

[2] 本研究では、Allen (2002)により、不規則動詞の類似性を 1)相違する文字数 2)文字の左右関係 3)文字の位置によって計算し、高低 2 種類に分けられた(4 点以上は類似性の低い、4 点以下は類似性の高いペアだとみなされる)。たとえば、「決まる(kim-ar-u)」－「決める(kim-er-u)」は「a」と「e」の 2 文字だけで区別するため、類似性の得点は 2 点で類似性の高い動詞とみなされる。

表 1 実験用刺激例

形態的類似度	プライム	例
S	N	*ーかける
	NR	いつつーかける
	REG	かけられるーかける
	IRR	かかるーかける
D	N	*ーたつ
	NR	かばんーたつ
	REG	たてられるーたつ
	IRR	たてるーたつ

実験はコンピュータ上で行われた。インストラクションが提示した後、スクリーンの中央に“＋”印を 750ms 凝視点として提示した。それから、被験者にプライム単語の音声ファイルを聞いてもらって、その直後にターゲット単語をスクリーンの画面で提示した。被験者はそれが正しい日本語の語彙であるかどうかをキーボードにある「はい」と「いいえ」のボタンを通じてできるだけ早く判断させ、正しい答えの反応時間を記録した。実験はトレニング(24 問)と本実験(144 問)からなる、30 問ごとに休憩し、持続時間は 15 分ほどである。

3.3 結果

外れ値と誤反応を除外し、被験者の各要因の反応時間を 2 元配置分散分析で分析した結果、語彙的規則性の主効果が有意であった ($F_S(3,20)=13.07$, MSE=45712, P<.00 ; F_i (3,17)=10.18, MSE=73945, P<.00) 。ホワイトノイズ条件を中立条件にする各語彙的規則性条件の促進量は表 2 で示されたように、非関連条件にはプライミング効果が見られなかったのに対して、関連条件としての REG と IRR はともにプライミング効果が見られた。REG と IRR のプライミング効果に有意差が見られなかった。つまり、日本語の動詞の語彙処理において、語彙的規則性より意味的関連性に影響されている。

表 2 各語彙的規則性条件によるプライミング効果の分析表(ms)

プライム(I)	プライム(J)	プライミング効果(I-J)	標準差	p 値
N	NR	48.51	30.60	.39
	REG	140.66	30.56	.00 ***
	IRR	116.50	30.56	.00 ***

***.005 の有意水準で有意である

一方、形態的類似度の主効果が有意であった（$F_S(1,20)=5.00$, MSE=2984, P<.05 ; F_i, n.s.）。各形態的類似度における語彙的規則性の多重比較の結果(表 3) 、類似度が低い場合は、規則動詞でも不規則動詞でも強い促進的なプライミング効果が見られたが、類似度が高い場合は、規則動詞だけに促進的なプライミング効果が見られた。語彙処理プロセスは動詞の形態的類似度に強く影響されていることが明らかになった。

表 3 各形態的類似度における語彙的規則性の多重比較表(ms)

形態的類似度	プライム	プライミング効果(I-J)	標準差	P 値
S	NR	44.74	49.10	n.s.
	REG	134.32	48.93	*
	IRR	94.27	48.93	n.s.
D	NR	50.41	39.13	n.s.
	REG	144.39	39.13	***
	IRR	130.29	39.13	***

* .05 の有意水準で有意である

*** .005 の有意水準で有意である

n.s. .05 の有意水準で有意ではない

4 考察

従来の研究では、英語母語話者が規則･不規則動詞の形態処理をするとき、それぞれのメカニズムで行うことが指摘されている。“二重階層モデル”

のフランス語での検証の結果 (Fanny 2004) では、フランス語において同じ原型動詞に複数の形態的変化が存在するが、動詞の語彙的形態変化は英語より複雑なため、形態的プライミング効果は動詞の語彙的規則性(規則･不規則)でなく、意味的関連があるかどうかに深く関わると指摘された。たとえば、フランス語の原型動詞 aller (「行く」) には規則的変化の allons と不規則的変化の irons の両方に対応することが可能だが、実験の結果より、規則･不規則動詞の形態的プライミング効果はほぼ同じであることから、形態処理をする際、意味的特徴に共通する項目が同様の方法で扱われたのではないかと思われる。

日本語もフランス語に類似し、同様の原型動詞「決める」には規則的変化の「決められる」と不規則的変化の「決まる」が対応する。加えて、奥津 (1967) により「決まる」のような有対自他動詞は不規則的変化に見えるが、実際には派生パターンと接辞によって分類することが可能である。つまり、日本語の動詞の形態変化には潜在的な規則性が存在すると考えられる。本研究では、規則動詞と不規則動詞の間でプライミング効果の差が見られなかったのは学習者が不規則動詞に属する有対自他動詞の形態処理をする際、規則動詞と同様の方法を使用したためではないかと思われる。

一方、本研究では、不規則動詞をAllen (2002) の方法で高低二種類に分けてそれぞれの語彙処理プロセスを調べた結果、プライム語とターゲット語の語彙的類似度が低い場合、促進的なプライミング効果は見られたが、類似度が高い場合、プライミング効果は見られなかったことが明らかになった。語彙的規則性のほかに、形態的類似度にも語彙形態処理に大いに影響を与えるというAllen (2002) の研究結果が一致した。“二重階層モデル”によると、形態的に関連性のある動詞の形態処理は二つのレベルに分けて行う。つまり、レマレベル (Lemma Level) と語彙素レベル (Lexeme Level) である(あるいは、概念レベル(abstract Lemma Level)と形式レベル(form Level))。「決まる」と「決める」のような語彙的類似度の高いペアには、レマレベルで共通するレマを持っているため、促進的なプライミング効果が生じる。ただし、語彙素レベルでの語形が近ければ近いほどお互いに抑止するため、レマレベルでの促進効果と語彙素レベルでの抑制効果は相殺し、類似度の高い不規則動詞によるプライミング効果を弱めたということが考えられる。

5 終わりに

本研究では、プライミング実験を通して中国人日本語学習者による日本語の語彙処理メカニズムを検討した結果、語彙的規則性と形態的類似度は語彙形態処理に影響を及ぼすことが明らかになった。

しかし、今回の実験では、日本語学習者のデータだけを分析したが、学習者の語彙処理メカニズムを把握するのに、日本語母語話者のデータに対照して検討する必要がある。また、形態的類似度の高さによって学習者が不規則動詞を処理するとき、異なる処理法が選ばれたと本実験で指摘されたが、日本語教育の現場でどの教授法を通して、学習を促進できかという日本語の動詞教授法の開発も今後の課題にしたいと思う。

謝辞

本研究は中国「中央高校基本科研業務費」若手研究「認知言語学に基づいく日本語動詞の教授法に関する研究」(31541110223)の助成を受け、ここに記して謝意を表す。

参考文献

Allen, M. ,& Badecker. W. (2002). Inflectional Regularity: Probing the Nature of Lexical Representation in a Cross-modal Priming Task. *Journal of Memory and Language*, 46,705-722

Fanny, M., & Marslen-Wilson, W.D. (2004) Regularity and irregularity in French verbal inflection *Language and Cognitive Processes*, 19(4), 561-580.

Gor, K., & Cook, S. (2010). Nonnative processing of

verbal morphology: In search of regularity. Language Learning, 60, 88–126.

Marslen-Wilson, W.D. , & Tyler, L. K. (1998) Rules, rep-resentations, and the English past tense. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 428-435.

Marslen-Wilson, W., Tyler, L., Waksler, R., & Older, L. (1994). Morphology and meaning in the English mental lexicon. *Psychological Review*, 101, 1–31.

Marslen-Wilson, W.D., Hare, M., & Older, L. (1995). Priming and blocking in the mental lexicon: The English past tense. Paper presented at the *Meeting of the Experimental Psychology Society*, London, January

Orsolini, M., & Marslen-Wilson, W.D. (1997). Universals in Morphological Representation: Evidence from Italian. *Language and Cognitive Processes*, 12(1), 1-47.

Ullman, M. T. (2001). The neural basis of lexicon and grammar in first and second language:The declarative / procedural model. Language and Cognition, 4, 105–122

奥津 敬一郎,1967,自動化・他動化および両極化転形―自・他動詞の対応―[J],『国語学』,70:46-66

現代美術家の作品コンセプトの生成過程
A field study on a contemporary artist's formation process of an art concept

髙木紀久子[†]，岡田猛[‡]，横地早和子[§]
Kikuko Takagi, Takeshi Okada, Sawako Yokochi

[†]東京大学大学院学際情報学府，[‡]東京大学大学院教育学研究科，[§]東京未来大学こども心理学部
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies/Graduate School of Education, The University of Tokyo,
Department of Child Psychology, Tokyo Future University
qq116213@iii.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp, yokochi-sawako@tokyomirai.ac.jp

Abstract

When producing a new series of artworks, how does the artist form an art concept? In order to capture this formation process, we conducted a case study of a contemporary artist. We interviewed the artist about his creation process once a month for about ten months. During that period, in order to develop his art concept, the artist first drew his ideas on paper and then took photographs to collect visual information. After these two phases, he began the hands-on creation of the artworks. As he discovered the core part of his new art concept during the photography phase, we analyzed the photographs and interview data collected during this phase. The results show that during the photography phase, the artist sought new visual information by actively using analogical modification and deviation from his own point of view. When he found unexpected features in the photographs that he took, he used analogical mapping to understand them. Through the various processes of analogical modification, deviation and analogical mapping, he gradually developed the core components of his art concept.

Keywords — Concept formation, Contemporary artist, Analogical modification, Visual information, Case study

1. はじめに

1.1 創造活動における概念生成

新しいコンセプトの生成を伴う美術創作は，創造的問題解決活動の一種として捉えることができる. その場合, 新しいコンセプトを発見し作品を生成するためには，新しい問題空間の設定が重要な役割を果たすと思われる. 本研究では, 熟達した現代美術家が作品コンセプトを生み出す場合に，どのようにして自分の既有の枠組みを乗り越えて，新しい問題空間への飛躍を行い，新しい作品コンセプトを生成していくのかを検討する.

1.2 ずらし、ずれ、予期せぬ発見

美術創作や科学的発見等の創造活動において，作品コンセプトの生成に焦点を当てた研究からは，コンセプト発見過程には「ずらし」，「ずれ」，「予期せぬ発見」といったプロセスが関与していることが示唆されている.

「ずらし」とは，自分の既有事例の枠組みの大枠を当てはめながら，その中の何らかの特徴を変更しながら新しい作品を制作する過程を指している[7][8].

ずらしが創作者による制約条件の意図的な改変であるのに対し，「ずれ」は，外側（特に他者）からの何らかの働きかけにより，創作者が意図しない状況に出会うことによって，既存の問題空間の制約が外れて新たな問題空間が発見されることを意味している [5].

3 つ目の視点である「予想外の結果」の利用は，科学的発見や建築家によるデザイン過程の研究で取り上げられてきた[9]. これらの研究は，新しい問題空間の発見のための制約条件の変更に関わる上述の 2 つの過程とは異なり，新しい問題空間探索のフィードバック情報の利用の過程と関わって

いる.

以上をまとめると，現代美術における作品コンセプトは，類推的ずらしや触発によって制約条件が変更され，その結果従来の制約条件の中では予想できないような驚きの結果が得られたときに，それを有効に利用することによって新しい問題空間の探索が進行するといった過程を経て生成されると考えられる.そこで本研究では,上記 3 つの観点を用いて，美術創作過程における作品コンセプトの構築過程について検討する.

1.3 マルチ・プロセスの認知操作による作品コンセプトの生成過程

現実の美術創作場面においては，上述の意図的なずらしや触発によるずれ，予期せぬ結果の利用などの過程は，それぞれが個別の過程として生起しているのではなく，相互に関わり合うマルチ・プロセスの過程として展開している可能性がある.[3]は，創造過程を生成と解釈の 2 つの処理コンポーネントのサイクルから成るジェネプロア・モデルを提唱している.この枠組みを援用して作品コンセプトの生成過程を捉えると,意図的な「ずらし」や意図せぬ「ずれ」によって制約条件が変更されることにより，予期せぬ新しい知覚が生じたり，新しい事物が生成され，既有知識の中の類似した事例を想起して当てはめる「類推」によってその意味を解釈するといった過程が存在する.この点について,例えば従来の類推研究の多くは,理解や問題解決場面を対象にして心理実験を行い,ターゲットの表象，ソースの探索，ソースからターゲットへのマッピング，マッピングの正当化，結果からの学習のサイクルから成る類推過程のモデルを構成している[4].しかし，現実の創造活動におけるずらしやずれの実際を捉えるためには,上述のように様々なタイプのずらしやずれ，予期せぬ発見，類推等の過程が関わり合いながら起こるマルチ・プロセスとして記述する必要があるだろう.

1.4 本研究の目的

以上のような論点を踏まえて，本研究では，熟達した現代美術家を対象にした創作活動のフィールドワークの中で，現在進行中の創作活動に関する定期的なインタビューという比較的オンラインに近いデータ収集を行い，ずらしや類推などから成るマルチ･プロセスの認知操作という観点から,美術創作過程における作品コンセプトの生成過程を記述することを目的とする.

2. 方法

2.1 事例の概要

本研究では，2008 年 10 月に東京大学駒場美術博物館で実施された展覧会「behind the seen　アート創作の舞台裏」[1]で取り上げられた現代美術家の篠原猛史氏が，この展覧会のために作品を創作する過程を対象とした.

この展覧会で，篠原氏に，駒場美術博物館所蔵のマルセル・デュシャンの作品「彼女の独身者達によって裸にされた花嫁，さえも」(以下，通称の「大ガラス」と表記）とコラボレーションする意識で作品を制作してもらうよう依頼した.そして,篠原氏は様々なアイデアの探索を通して，自身の新しい作品シリーズの軸となる作品コンセプト「White Noise」（後述）を生成し，それに基づいて数多くの作品シリーズを生み出していった.

2.2 対象者

本研究の対象者の篠原猛史氏は,日本と米国で美術教育を受け，国内外で活躍する現代美術家である．これまでに制作した作品は，絵画などの平面作品，彫刻などの立体作品，映像作品など多岐にわたり，その作品は世界各国の美術館に所蔵されるなど高い評価を得ている.

2.3 手続き

インタビューは，2007 年 12 月から 2008 年 9 月までの間に全部で 11 回,平均 3 週間に 1 度のペースで行われた（1 回平均約 3 時間）．インタビューに先立ち，氏には創作途上のメモをできる限り残し，発想のヒントになったものを写真等で記録すること，を依頼した．インタビューでは，前回のインタビューから今までの期間に考えたことや

[1] この展覧会の詳細と鑑賞者の鑑賞過程については[1][2]を参照.

制作した作品について説明を求めた．主な質問内容は，「状況の把握」「ドローイング，スケッチ，メモ,写真についての説明」「完成した作品の説明」「制作中の作品の説明」「頭の中で考えられているアイデアの確認」「今後の予定」であった．

2.4 篠原氏の作品制作の概要

篠原氏が新しい作品コンセプトを生成する過程は,おおよそ次のように進行した.まず始めにドローイングによるアイデア・スケッチを行いながらコンセプトを探る時期(ドローイングフェイズ)があり，続いて写真を情報収集の道具として，身の回りの気になる場面を写真に撮ることでコンセプトを探る時期（写真フェイズ）となり，その終盤で新しい作品シリーズの中核的な作品コンセプトとなる「White Noise」（次節参照）が生成された.「White Noise」生成以降は，そのコンセプトに従って数多くの作品を実際に制作しながら，作品コンセプトを精緻化する時期（制作フェイズ）に移行した．本論文では，3 つのフェイズの中でも,「White Noise」発見にいたる特にダイナミックな概念の変遷が見られた写真フェイズを扱い，撮影された写真と，それについての内省報告（全11回の内,3回目と4回目にあたる2008年2月1・2日と2月25・26日のインタビュー・データ）を中心に分析を行う．

2.5 作品コンセプト「White Noise」の概要

作品コンセプト「White Noise」とは，当初すべての人や物を隔てる「壁やボーダー」のメタファーを出発点として考え出されたコンセプトであり，のちに「壁やボーダーの向こう側はもともと微かに見えているが，意識しなければはっきりとは認識できない」「壁を意識することで互いを隔てる障壁を乗り越えることができる」といったことを，一連の作品シリーズとして表現する際の中核に位置するコンセプトとなる．特に,「ボーダー」はデュシャンの「大ガラス」を上下に分ける鉄製の枠に対する篠原氏の解釈から生まれたアイデアである．当初それは,「ものとものを隔てるボーダー」という意識が強かったが,「ボーダーを乗り越える」「隔てられた物同士が引き合い，ボーダーを通過する」といった新たな下位コンセプトを見いだすことで，最終的には「White Noise」という上位コンセプトの生成に結びついて行った．

2.6 データの整理と分析の枠組み

発話データの分類に際しては，ずらしやずれ，驚き，類推，作品コンセプト等に関する発言があるユニットを抽出し，KJ 法を用いて「視覚のずらし」と「White Noise の下位コンセプト」のカテゴリーを生成し，そのカテゴリーに「驚き」と「類推」を加え，インタビュー・データや写真の分析を行った．

2.6.1「視覚のずらし」のカテゴリー

「視覚のずらし」として，大きく分けて「撮影対象のずらし」「撮影方法のずらし」の 2 タイプを設定した．撮影対象のずらしは，写真に写されているモチーフ（対象）の変更のことであり，例えば，対象が「壁」から「フェンス」になったときなどにずらしがあったとみなす．また，撮影方法のずらしは,写真の中にみられるアングル(水平，俯瞰，あおりなど）から推察される，撮り方の変更を意味する．これも写された画像の特徴から抽出可能であり，例えば,「水平」から「俯瞰」的な視点に移動していれば，ずらしとみなす．

2.6.2「White Noise の下位コンセプト」のカテゴリー

「White Noise の下位コンセプト」とは，大きく「ボーダー」と「対象物」というカテゴリーからなる（表 1).「ボーダー」は，モノとモノとを隔てることに関連する項目を示し,さらにその下位には,「境界（モノとモノとの間に存在し，互いを隔てるもの)」「ネット（格子状のボーダー)」などがある.「対象物」は，モノとモノとの関係性に関する項目を表し,「媒介物」「引き合い」などの下位項目から構成される.このカテゴリーは,「White Noise」の最終コンセプトに関わる発話と最終的にできあがった作品シリーズが持っていた視覚的・物理的特徴に基づいて作成し，具体的な発話の中にある概念を丁寧に読み解く中で作成された．

表 1: White Noise の下位コンセプトのカテゴリー

大	中	小カテゴリー		記号	定義
ボーダー	ボーダーの構成要素	1	境界		すべてのモノとモノの間に存在する仕切り・ボーダー．事物・空間・時間などを区切り，モノを通さない 例）壁
		2	ネット		格子や編み目などの形状をした仕切り・ボーダー．隙間からモノが通り抜けることができる 例）フェンス，かご
		3	隙間・鍵穴		隙間や鍵穴などを有する仕切り・ボーダー．隙間から向こうのモノをのぞき見ることができる 例）壁と壁の隙間，扉の鍵穴
	ボーダーの通過性	4	通過		向こうのモノがボーダーを通過する状態 例）食器かごから滴り落ちる水
		5	突き出し		向こうのモノがボーダーから飛び出してきている状態 例）フェンスから飛び出した木，地面からのぞく木の根
		6	ノイズ・シグナル		向こうのモノをかろうじて感じさせるが，形をゆがませたり色を変化させたりするため，ありのままを見えにくくする 例）磨りガラス，テレビのスノーノイズ
		7	光		向こうのモノを光の反射によって見えたり見えなかったりさせる 例）川面の反射
対象物	対象物同士の関係性	8	媒介物		向こうとこちらのモノの間にあり，2つのモノの関係性を作るもの 例）内面と外面など相反するモノを結びつけるもの
		9	引き合い		媒介物を挟んで，向こうのモノとこちらのモノが互いに引きつけ合うこと 例）重力，引力，表面張力
		10	ホワイトホール・ブラックホール		向こうとこちらを行き来する穴，ホール，出入り口 例）排水口，向こうの世界とこちらの世界の出入り口
	対象物の不安定性	11	曖昧性		媒介物を挟んで，虚像と実像の区別が曖昧になったり，3次元のモノと2次元のモノの区別が難しくなったりすること 例）鏡に映る像，影と実物
		12	浮遊		対象物が重力に反して，浮いたりすること 例）飛ぶ人，浮く言葉（吹き出し・ワードバルーン）
		13	時間的変遷		対象物が時間とともに消えたり，崩壊したりすること 例）残像現象，滅びの美学

2.6.3 驚き (surprise)

ここで扱う驚きとは，ずらしやずれの結果，何らかの予想外の結果が生じ，それに伴って生起する驚きなどの感情体験である．驚きの有無は，発話から「どうしたら良いのか混乱してきた」や「あれ，どうしたらよいだろう？」といった戸惑いや驚きを示す発言によって判断した．

2.6.4 類推

類推とは，未知のものを理解するために，既知のものの中に含まれるある程度抽象的な構造などをマッピングする操作のことを意味する．本研究の場合の類推は，ずらしやずれなどで未知の現象が生起したとき，その現象を解釈・理解するために使われると考えられるため，前に撮った写真をソースに用いて，ある写真の説明をする場合に，類推が行われていると判断した．

3．結果と考察

3.1 写真フェイズにおける作品コンセプト生成過程の概要

インタビュー・データを詳細に見ると，作品コンセプトは一気に生まれたのではなく，一つひと

つの下位コンセプトを構築するという漸進的な過程を経ていったことが分かった.より具体的には,当初,篠原氏は「大ガラス」を上下に分ける枠,すなわち「ボーダー」に注目した.この「ボーダー」は「フェンス」や「壁」という具体的な対象に置き換えられ,壁そのものや壁によって分割された個々の空間,壁の内と外の関係といったことがらに着目してアイデアの探索が進められた.その探索は,主に写真フェイズで顕著であり,フェンスや壁などをモチーフとした写真が多数撮られている.またこのフェイズでは,「White Noise」に結びつくような2枚のクリティカルな写真が撮られた(図1).1つは,フェンスから飛び出した樹木の写真(写真17)で,この写真をきっかけに,篠原氏はそれまでに考えていたボーダーに対するアイデアの再解釈を行っていった.2枚目は室内で撮られた食器かごのマス目から滴る水とカップの写真(写真41)であり,このときも新たな視点からボーダーを考え直す契機となっていた.この2枚の写真を撮ったときには,彼は驚き(予期せぬ発見)を経験したと語っている.これは,今までのアイデアや考え方の枠組みでは簡単には理解できない事物に遭遇したという点で,観察した外界の事物から触発されて意図しない変化(ずれ)が生じたことを示唆している.つまり,この2枚の写真を撮ることによって,「モノとモノとを隔てるボーダー」というアイデアから,新たに「ボーダーを乗り越える・通過する」という着眼点が生まれた.

その他にも,「大ガラス」に対する解釈から,関連するアイデアが複数生み出されており,最終的に,それぞれのアイデアの特徴を総合的に表すものとして,テレビのスノーノイズ(砂嵐)が最適であることに気づく.それを篠原氏は「White Noise」と命名し,作品シリーズの中心となるコンセプトとした.

以上をまとめると,写真フェイズは3つの下位フェイズから成り立っていた.

第1下位フェイズ　間を隔てるものとしてのボーダー(写真1-16まで)

第2下位フェイズ　ボーダーの通過性の特徴の発見(写真17-40まで)

第3下位フェイズ　ボーダーとその両側にある対象物との関係性への焦点化(写真41-56まで)

3.2 第2下位フェイズのケーススタディ

3.2.1 ボーダー概念の変遷

① 「ボーダー」を撮る(積極的な視覚のずらし)

篠原氏は,室内で身近にある対象の写真を撮った後,今度は外に出て写真を撮り始める(写真12-28).このとき,「散歩道」「電信柱と空」「川」等,多様な対象を様々な撮影方法で撮っていく.特に,撮影対象の変化からは,「ボーダー」をいろいろなものに当てはめて考えを進めていく様子がうかがえる.例えば,

「橋の上から川を見たときに,見えるのは川の表面だけで,川底には藻があったり,魚がいたりするのかもしれないのに見えない.だから,川の表面というのは,最初に考えてた壁とかバリアーとかと同じようなもので,それがものすごく大事で,面白い」

と語っており,「川面」も「バリアーやボーダー」と見なしたりして,「ボーダー」が適用できる範囲の拡張を図っていた.

② 意外なボーダーの出現(予期せぬ驚きの結果)

このようにして,向こうとこちらを隔てる「ボーダー」としてのフェンスを探索していたが,途中でフェンスから飛び出る木に気づき,大きな戸惑いを感じる(写真17).

「今まで,そこに(向こうと自分の間に)ものがあるという関係で考えてたのに,(フェンスから)樹が出てきたのに直面して,『さあ,どうしよう』と.これは見過ごすべきか,撮って考えるべきか.やっぱり出会ったんだし撮っておこうと」

ここでは,今まで予期しなかったような新しい対象の発見が行われることによって,それまで考えてきた「ボーダー」に対する見直しを迫られる.しかし,すぐには「ボーダー」の考え方は変更されず,とりあえず予期しなかった対象を写真に撮

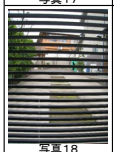
写真	視覚のずらし		驚き	類推	White Noiseの下位コンセプト	抽出された発話
	対象	撮影方法（アングル）				
写真11	1磨りガラス 建物	1水平アングル 0°	なし			・こっちは曇りガラスで（下半分が）見えない.見えないにもかかわらず，下が想像できる.電信柱が下まであるんだろうなとか，見えないのに想像できる.それが，全然こういう建物を見たこともなくて，電信柱もないような，草原とかで生きてきた人が見たら，ここから下は海なのかなとか（想像するものが全く異なる） ・それで，同じものを見ても，環境やシチュエーションや考え方とか，いろいろなものによって，見え方が違うものを撮ってみようと思って ・それで半分見えないものを撮ろうと思って，自分の生活している中で一番それに近いものと思って，これ（磨りガラス越しの風景）を撮ったんです
写真12	2レンガ敷きの道と街路樹	1水平アングル 0°	なし			・ここに何かを介在させたら向こうが変貌するんじゃないかとか，見え方が変わるんじゃないかとか，意識が変わるんじゃないかとか。ここに自分の，この場に立ったときに，自分の頭の中でそういういろいろなものを想像してたんです。
写真13	3電柱と電線（空）	2あおり 45°	なし			・ここは見えているものというのは，立っているものとか作ってあるものとか，雲以外全部人工のものなんです。それで，全て人工であるのに木が立ってるような感じであったり，草が生えているような感じであったり，人工であるのに自然のようにも見えてしまってる。何か麻痺してるんじゃないかなと。完全に人工的なものに，それが自然だと思いこんでいる，自分ではあまり好きじゃないなと。
写真14	3電柱と電線（空）	2あおり 45°	なし			・人工物（電柱と電線）の後ろに自然（空）があることによって，（人工物も）自然なものに見えてしまっている．それで電線が（画面一杯に）写るアングルで撮ったんです ・電柱と電線も美しいと思える気持ちを持てば，よくないように思うものでも，よく見えてくる．（そういう風に）自分自身の気持ちの持ちようを変えていくために，アングルとかをかえて，いろいろな側面から見ているのが大事だなと思って撮りました
写真15	4水面	3俯瞰 -90°	なし			・橋の上から川を見たときに，見えるのは川の表面だけで，川底には藻があったり，魚がいたりするのかもしれないのに見えない． ・だから，川の表面というのは，最初に考えてた壁とかバリアーとかと同じようなもので，それがものすごく大事で，面白いと思うように
写真16	5フェンス（向こうにある風景）	1水平アングル 0°	なし			・手前に何かを置くことによって，（ものとものの）関係性が変貌していく，ということを考えながら，フェンスの向こうのものとこちら側の関係を撮ってみたいなと思って ・フェンスもある意味で壁で，向こうにある風景と自分との間にある世界というか，それを撮ろうと ・このあたりから，向こうのものとか，被写体と自分の間にあるものに関連して撮っていこうと思って，それでこれを撮ったんです ・間にあるものが（向こう側を）全部覆い隠してしまうと，イメージを規定してしまうので，それは注意しなくちゃなと思いながら，これを撮ったんです
写真17	5フェンス（木）	1水平アングル 0°	あり			・フェンスやバリアーから出てきてしまっているものに出会ってしまって，「どうしよう」と ・今までは，（向こうにある）ものと自分の真ん中にあるものを撮ろうとしているのに，向こうにあるものが出てきたら，「どうしたらいいんやろう」と.フェンスからもの（樹）が出てくる場合，どうしたら良いのかと混乱してきて ・今まで，そこに（向こうと自分の間に）ものがあるという関係で考えてたのに，樹が出てきたのに直面して，「さあ，どうしよう」と，これは見過ごすべきか，撮って考えるべきか，やっぱり出会ったんだし，撮っておこうと
 写真18	5フェンス（向こうにあるもの）	1水平アングル 0°	なし			・家の扉で，向こうにあるものと自分の間のもの，こういうものを撮ろうとしてるんやと思って，これ（を見て）でちょっと安心して ・先ほど撮ったもの（写真17）との関係を考えようと思って，それで撮った ・さっきのフェンス（写真17）が引っ掛かって，壁があって，間にものがあって，こっちに自分がいるという，こういうの（家の扉）をずっと考えてるのに，壁を乗り越えて向こうのものがこっちに来ているものに落差を感じてきて，どういうふうに解釈して，表現していけばいいのか，撮って考えようと思って
写真19	5フェンス	1水平アングル 0°	なし			・これはほとんど向こうが見えない状態で，でも見えなくても向こうに何かある.そういう状況だと，間にあるものがすごく強くなって（強調されて），安心というか，「そうそう，こういうものをイメージしながら考えてやってたんだ」と ・このとき，半透明のもので（遮られて）見えない写真（写真11）のことを思い出して ・その写真（写真11）とこれのことを考えながらずっと歩いていったんです
写真20	5フェンス	1水平アングル 0°	なし			・この塀は下が石で作られていて，石の部分は完全に向こうが見えないですね，この（木でできた）部分は少し見える.この辺で，間にあるものの素材のこともすごく考え出して ・前の写真（写真18）はものすごく重厚な横線があって，（この写真で）縦と横の関係のことも考えなくちゃと ・縦の線，横の線で考え方とか見え方が変わってくるし，同じように立体と平面の関係とかも，もう少し考えていかないと

写真21	4水面	3俯瞰 −90°	なし		・また川に出てきて，先ほどの川（写真15）と同じように，影の部分はクリアーに見えて，光ってる部分はあまり見えなくて，サーフェイス（表面）だけ（が見えている） ・半透明の場合（写真11）と同じように，見えない部分とはっきり見える部分があって，この写真（11）と同じようなものだなと思って ・この辺（川の表面）のことだけに注目したら，フェンスから出てきてる木（写真17）と一緒じゃないかと思いだして，フェンスから出てきているものだけを意識してしまったのかなと思って ・さっき（写真17）は境界だけを見てしまったんだなと思って，前にあるものと向こうを意識しすぎて，囚われてしまったんだなとだからあれは混乱じゃなくて，自分はここ（境界）しか見えてなかったんだということに気がついて，もっと大きく捉えようと思って
写真22	6砂利	3俯瞰 −90°	なし		・パッと足元を見たら砂利があって，拾って手のひらにのせて見ていると，一個ずつ（の砂粒）がものすごく面白いんです，興味のある形で，一握りつかんだだけでも同じものがない.それが地面に広がってるのに，その美しさを意識しないで歩いてたような気がして ・足元にある物，微少な物を見過ごしているというか，行き過ぎてしまっているということに気がついた ・そんな風に，地面の奥側にあるものと自分の関係ということを考えていったら，これもひとつの壁じゃないかと思いだして，これを撮ろうと，これは地面なのに壁なんだと，そういうつもりで撮ったんです
写真23	7木と空	2あおり 90°	なし		・モノトーンで撮ってるわけじゃないのに，（写真の画像に）白と黒の世界が突然存在したんです.カメラの画面で見てたら，絵のように見えたり，いろいろな色があるのに，屈折とか，反射とか，気温とか，気圧のいろいろな関係で，白黒に見えるのがものすごく不思議で，左側を撮る，右側を撮るだけじゃなくて，真上を撮ってみようと ・空と自分の間に木があるというのは，ある意味でまた，向こうにあるものとこっちの間にものが入るという，面白さがある
写真24	7木と空	2あおり 90°	なし		・これも自分の思っているコンセプトのものだなと思って ・吸収する色，発散する色，屈折する色，透過していく色，光，そういったものをずっと考えながら，上を見て考えてたんです
写真25	7木と空	2あおり 90°	なし		・もう一枚撮っとこうと思って，これ絶対面白いと思って
写真26	7木と空	2あおり 90°	なし		・曇ってたのに，突然青空が見えてきたんです.さっきまではモノトーンだけだったのに，薄いブルーが入ってきたんで，「あれっ？」と思って，モノトーンの写真とこれを後でゆっくり見比べてみようと思って撮ったんです ・モノトーンの中に一色だけ，スカイブルーが入ってくると，向こうにある世界の色の意識と手前の意識が出来上がってくるので，色のことも少し練っていかないといけないなと思って
写真27	5フェンス	1水平アングル 0°	なし		・（またフェンスに）出会ったので，「あった，あった」と思って（撮ったんです） ・以前までは，フェンスがフラットや線（で出来ていた）だったのに，これは三角形（の格子で出来ている） ・先ほどまでは，どっちかというと平面的なもの，線的なものが多かったりして，これも平面的に見えるのに，（三角形などの）角度が入ることによって，立体的要素として存在してくる
写真28	6砂利（木の根）	3俯瞰 −90°	あり		・（撮った写真を見ながら歩いていて）先ほどの砂利の写真（写真22）が出てきて，ふと足元を見たら地面から根っこが出てきてるんです ・フェンスから出てきた木（写真17）と同じように，地面の向こうからこっちに向かってきてる.「こういうのもありだったんだ」と思って. ・（向こうの）ものが（こちらに）出てくることが，割と普通に考えられるように
写真29から写真40は、作品コンセプトの視覚的・物理的特徴以外に関する写真が中心となるので表から削除した					
写真41	8食器カゴと水滴	3俯瞰 −45°	あり		・これは，日常よく見る風景なんですけども，ここ（食器かご）にカップがあって，下に網があって，また下に受け皿がある ・先ほどのフェンス（写真17）と同じ状況で，「あ，日常的にこういうものも目にしてたんだ」と初めて気がついて，最初撮っていた写真と同じ要素があって，見方とか物が違うだけだなと思って ・（コップについた）水が重力で下に全部落ちていって，受け皿に溜まっている，これを見た時にすごく重力を意識して ・何気なく（食器かごに）カップを置いた時に，この升目を見て，「あれ，この間のフェンスと同じ升目だ」と気が付いた ・普段，（食器かごの升目は）意識されていないんです.それが，「あ，（フェンスと）同じフォルムを持っている」「あ，これは形式は違うけど，ここにも（フェンス）あるんだ」と思って，それでこれも撮ろうと ・この時に重力とか，色んなことを考えて，つながってきて，ふと思いついた，「あ，そうなんだ」と

図１　写真フェイズの変遷過程

っておき，それを見ながらしばらく考えてみるという形で対処している．この過程の中で，「ボーダーに引っかかる・突き出す」という考え方が作品コンセプトの中に新たに付け加えられていく．

③　「ボーダー」コンセプトのさらなる探索（統制された視覚のずらし）

次の写真では，再び「ボーダー」を表すフェンスを対象に撮影している（写真 18-20）．ここでは，篠原氏は大きな視覚のずらしは行わず，フェンスを対象にして同じアングルの写真を撮りながら，

フェンスのタイプという変数のみを変更していくという科学実験のような方法で探索を進めている.

「さっきのフェンス（写真17）が引っ掛かっていて.（もともと）壁があって，こっちに自分がいるという，こういうの（写真16や18）をずっと考えてるのに，壁を乗り越えて向こうのものがこっちに来ているものに落差を感じてきて，どういうふうに解釈して，表現していけばいいのか，撮って考えようと思って」

この発話には，最初に考えていた「ボーダー」の探索を続けつつも，写真17の「引っかかり・突き出し」の意味合いを考えようとしている様子がうかがえる．また，写真19では，写真11を類推のソースにしながら,「ボーダー」に対する理解を深めようとしていることも分かる.

④ 「White Noise」の下位コンセプトの発見

その後，写真を撮るうちに夕方になり，外が暗くなってしまったため，篠原氏は自宅に帰り、翌日は室内で撮影した．室内では「ボーダー」に直接関係しない写真が13枚撮られており，14枚目で「ボーダー」に関連するものとして食器かごを対象とした写真が撮られる（写真41).

「何気なく（食器かごに）カップを置いた時に，この升目を見て,『あれ，この間のフェンス（写真17）と同じ升目だ』と気が付いて.普段,（食器かごの升目は）意識されていないんです.それが,『あ,（フェンスと）同じフォルムを持っている』『あ，これは形式は違うけど，ここにも（フェンス）あるんだ』と思って.

また，食器かごの下に落ちた水滴を見て，フェンスを通り抜ける力としての重力にも気づき，これも新たな発見となる.

「（コップについた）水が重力で下に全部落ちていって，受け皿に溜まっている，これを見た時にすごく重力を意識して.この時に重力とか,色んなことを考えて，つながってきて，ふと思いついた,『あ，そうなんだ』と」

このように，食器かごの写真41では,「ボーダー」とともに,「引っかかり・突き出し」や「通過性」,「重力による引き合い」など，多様な側面についての言及がなされており，この辺りから「ボーダー」が,「ボーダーを通過する」や「ボーダーによって隔てられたもの同士が引き合う」という考え方に変化したと語っている.このようにして,「ボーダー」を中心にしたコンセプトの探索が,「通過性」という「White Noise」の重要な下位コンセプトの発見に結びついていった.

3.2.2 下位コンセプトの変化をもたらした認知作用

上述のように,予期せぬ驚きの結果をもたらした写真（写真17と41）がきっかけとなって，作品コンセプトの新しい下位カテゴリー（写真17で引っかかり・突き出しと，写真41で通過性と引き合い）が生成されていったことが明らかになった.これは先行研究と同様に予期せぬ発見が概念変化や創造に大きな影響を与えていることを示唆している[6] [9].また，美術家は，写真を用いた視覚の情報探索において，撮影対象や撮影方法を頻繁に変更しており，視覚のずらしを多用していていることが明らかになった.また,実際の写真には撮らずに，頭の中だけで環境を変更してイメージ化する思考実験も頻繁に使用されていた.

ここで興味深いのは,篠原氏が状況に応じて視覚のずらしのやり方を変えていたことである（図2）.初めて大きな予期せぬ発見があった写真17の前では，篠原氏は撮影対象やアングルを多様に変更していた.このことは,積極的な視覚のずらしによって制約条件が改変され，新しい環境での探索が行われていたことが，予期せぬ発見に貢献した可能性を示唆している.しかし，写真17で驚きの結果を得た後には，写真18，19，20とフェンスを水平アングルで撮りながら，フェンスのタイプをネットから，横の線，縦の線へと変更しながら写真を撮っていった.これは，[11]の言うVOTAT(vary one thing at a time: 一度に1つの変数を動かすこと)のような形で,統制された視覚のずらしを行っていたことを示唆している.VOTATは，いわゆる他の変数を統制して対象となる変数の値のみを変更するという，科学的実験の本質的

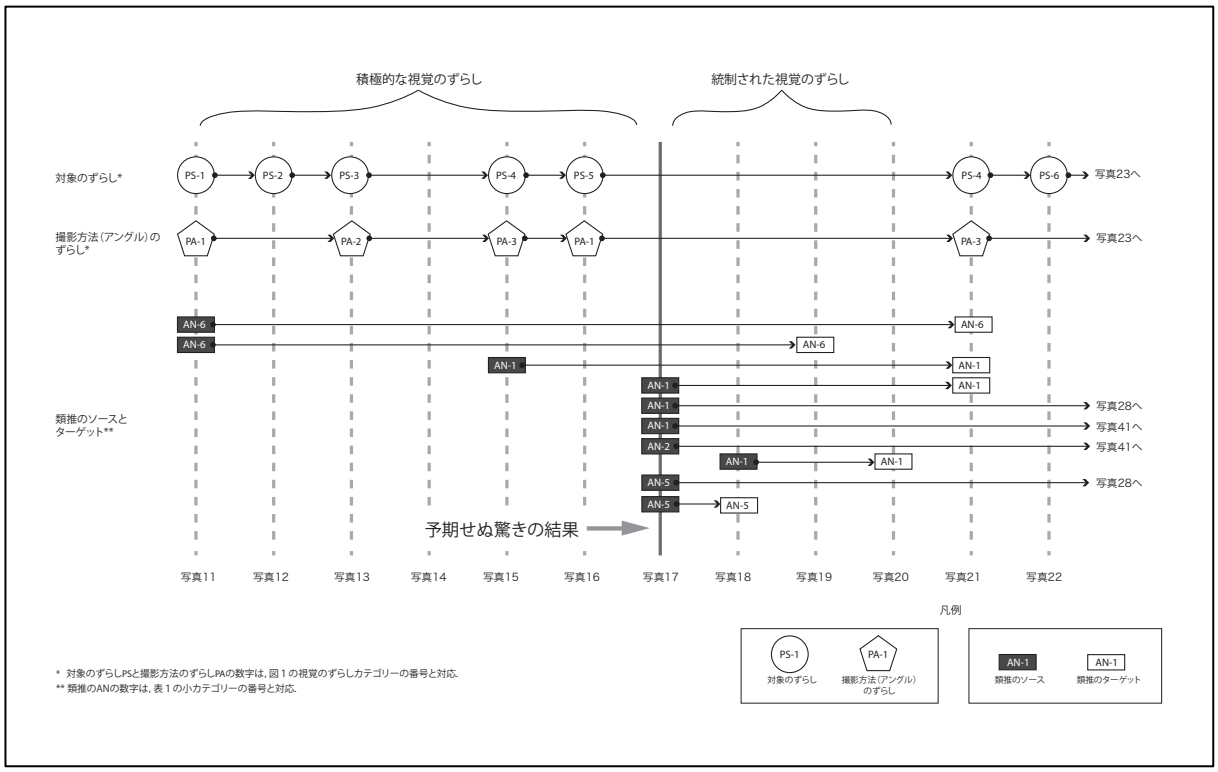


図2　マルチプロセスによる作品コンセプトの生成過程

特徴と関わっている.同様の科学実験のような，統制された視覚のずらしは，写真 23 から 26 にかけても行われ，あおりのアングルに固定し，木と空を撮影対象にして，空と自分の間にある木をボーダーとして捉え，ボーダーの向こうに見える空の色について考察をしていた.ここでも，撮影している対象の中にある要素の意味を考えながら写真を撮っている.このような科学的な方法が，美術の作品コンセプトの生成過程においても使われていたことは，創造領域を代表する科学と芸術の間の共通性を考える上で興味深い事象と言えるだろう.（図 2）

なお，新しい写真を撮ったときに，その写真の中にある構成要素の関係について，それ以前に撮った同様の写真の構造を言及していた.ここには類推的な過程が関わっている.例えば，写真 19 を説明するとき写真 11 が類推のソースとして言及されている.また，写真 20 では写真 18 が，写真 21 では写真 11，15，17 が言及され，特に写真 17 は，他の写真の説明においても繰り返し参照されており，写真 17 で得られた予期せぬ発見の意味が探られていった.このような活動は，よく知らない新しい写真を理解するために，よく知っている写真の構造を抽出して当てはめるという通常の類推過程とは少し異なり，新しい写真と既知の写真の中にある共通要素を抽出して考察することによって，その要素の持つ意味を理解するという機能を持っていた.これは，[10]の指摘する「類似を用いた知識の拡張」として捉えることができるだろう.

4. 総合考察

4.1 ずらしとずれ，類推，予期せぬ発見に関しての考察

1 人の美術家が実際に美術作品を創作する過程のケーススタディの結果，ずらしや類推などの活動が関わり合いながら作品コンセプトが展開して行く様子が見られ，視覚情報探索活動と作品コンセプトの生成との間に密接な関係があることが明らかになった.従来のずらしや類推の研究が，単一種類の活動の単一ステップの過程に焦点を当てていたことを考えると，このようなマルチ・プロセ

スの視点による記述は，現実に進行中の作品コンセプト生成の実態に迫る重要な切り口であったと言えよう.[7][8]の長期的スパンの回顧的インタビュー・データから得られたずらしの知見との違いも，1 つはこのマルチ・プロセスの特徴に起因すると思われる.すなわち，[7][8]の先行研究では，構造のずらしや概念のずらしがそれぞれ単独の過程として記述されていたが，現在進行形の創作活動のデータからは，ずらしやずれ，類推や予期せぬ発見といった多様な過程が複層的かつ双方向的に関わる，もっと複雑でダイナミックな創造過程が見られた.これは，本論文が芸術創造の研究領域にもたらす大きな貢献であると言えよう.

さらに本研究では，[9]で指摘された予期せぬ発見の利用に際して，類推が重要な役割を果たしている可能性を指摘した.これは，予期せぬ発見を契機に作品コンセプトの捉え直しが生じる過程をより詳細に明らかにした点で，新しい貢献と言えるだろう.さらに，そこで見られた類推は，表面的には新しい写真事例を説明するために，既知の写真事例の構造的特徴をマッピングするという形式を取っていたが，より深いレベルでは，驚きの結果をもたらした写真事例に含まれる本質的特徴の意味を理解するために，類似の新しい事例を探しながらマッピングを行い，その過程の中で両者に共通する特徴を探し出していくというものであった.

参考文献

[1] 縣拓充・岡田猛（2010），“「創作の過程や方法を知る」美術展示及びワークショップの効果”，美術教育学, Vol.31, pp.13-27.

[2] 「behind the seen アート創作の舞台裏」展実行委員会（2008），“東京大学駒場博物館特別展：behind the seen アート創作の舞台裏”展示カタログ（非売品）.

[3] Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992), “Creative cognition: Theory, research, andapplications”,Cambridge, MA: MIT Press,（小橋康章　訳（1999），“創造的認知–実験で探るクリエイティブな発想のメカニズム”，東京：森北出版.

[4] Gentner, D. (1983),“Structure-mapping: A theoretical framework for analogy”, Cognitive Science, Vol.7, pp.155-170.

[5] 石橋健太郎・岡田猛（2010），“他者作品の模写による描画創造の促進,”認知科学”, Vol.17, No.1, pp.196-223.

[6] Klahr, D., & Simon, H. A. (1999), “ Study of Scientific Discovery: Complementary Approaches and Convergent Findings ”, Psychological Bulletin, Vol.125, pp.524-543.

[7] 岡田猛・横地早和子・難波久美子・石橋健太郎・植田一博（2007），“現代美術の創作における「ずらし」のプロセスと創作ビジョン”，認知科学, Vol.14，No.3, pp.303-321.

[8] Okada, T., Yokochi, S., Ishibashi, K., & Ueda, K. (2009), “Analogical modification in the creation of contemporary art”, Cognitive Systems Research, Vol.10, pp.189-203.

[9] Suwa, M. & Tversky, B. (1997),“ What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis”, Design Studies, Vol.18, pp.385-403.

[10] 鈴木宏昭（2001），“思考のダイナミックな解明へ向けて”，認知科学，Vol.8, No.3, pp.1-13.

[11] Tschirgi, J. E. (1980), “Sensible reasoning: A hypothesis about hypotheses, Child development”, Vol.51, pp.1-10.

多様なリソースの自由配置による思考支援ツール “ViCoNote”の作成と効果検証

Developing and Testing a Constraint-Free Two-Dimensional Concept-Mapping Tool “Visualizing Connection Note”

隆藤 唯章†, 白水 始‡
Yuishou Takafuji, Hajime Shirouzu

†中京大学, ‡国立教育政策研究所
Chukyo University, NIER
h21103m@sist.chukyo-u.ac.jp

Abstract

Many two-dimensional tools have been developed for creative problem solving, but its effects have not been fully analyzed. We devise a constraint-free two-dimensional concept-mapping tool, ″ViCoNote,″ and kept track of all logs of one user. The tentative results indicated that the creative problem solving process is consisted of two modes of divergent and convergent thinking.

Keywords — Creative Problem Solving, Thinking Aid Tool, Concept Mapping Tool, Divergent/Convergent Thinking

1. はじめに

創造的思考のために，KJ 法（川喜多, 1967）やマインドマップ（Buzan & Buzan, 1991）など 2 次元空間を活用する支援方法やツールが数多く提案されてきたが，その効果は実際の使用プロセスに基づいて検証されてきたわけではない．本研究では，テキストメモや画像など多様なリソースを 2 次元空間上に自由に配置できるツール「Visualizing Connection Note（ViCoNote）」を開発し，その活用プロセスを記録し詳細に分析することによって，2 次元空間を利用したツールが創造的な問題解決をいかに促すかについての示唆を得る．

創造的思考は，授業内容やシステム設計，プレゼンテーション作成など，直面する問題に 1 つ以上の斬新な解を見つけ出す認知過程である．その過程は，水平思考と垂直思考のインタラクションによって進められると言われる（Bransford & Stein, 1984）．ここで水平思考とは，多くの解決策を発想する発散的な思考であり，垂直思考とは，1 つの正答を導いたりその正しさを吟味したりする収束的な思考である（Guilford, 1968）．創造的問題解決に複数の解や手段があり，明確な目標状態がない難定義問題であるために，このような複数の思考モードが必要とされるのだと考えられる（Finke, 1992）．

このような複雑な問題解決を支援するにあたって，ユーザーが創造的に考える枠組みを与えたり，そのプロセスを誘導したりする「枠組み」レベルの支援が行われてきた（小橋, 1996）．2 次元空間上にアイデアを外化し，自由な積み重ねや関連付けを許す支援ツールはその一例である．また，ツールにより，創造的思考のプロセスが客観的に検討可能な程度に外在化され，アイデアの対象比較，変形，交換，合成統合などの下位プロセスが検討可能となる（小橋, 1996）．

そこで，本研究では，2 次元空間を利用する「枠組み」レベルでの発想支援ツール ViCoNote を開発し，1 名に使用させ，ツール上での行動の全過程を記録しそのログを解析する．

2. システム構成

ViCoNote は，図 1 に示したように画面左側に Evernote の情報，右側に 2 次元空間を配置した思考支援ツールである．ViCoNote は JavaScript と Ruby で開発されており，以下の 3 つの特徴がある．

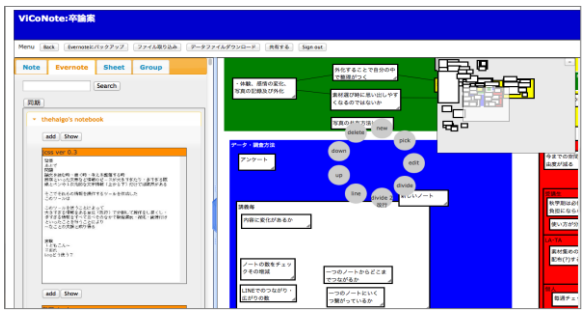


図 1 ViCoNote 画面

2.1 「枠組み」レベルの支援

情報を記述するカードを作製し，カードに対し縦，横，重なり順の 3 次元操作を行え，更にカードのテキストの改行・改段落に応じて自動的に新

たなカードに分割する．

2.2 Evernote との連携

Evernote とは，Evernote 社が提供するクラウド型パーソナル・データベースであり，ユーザーは多様な状況，機器を用いて情報を保存，閲覧することができる(堀, 2011)．この Evernote の情報をサムネイルで表示し，テキスト情報だけではなく，画像データといったマルチメディアな情報を右側の２次元空間に配置する．

2.3 活動履歴の記録と再現

本システムは，カードの新規作成/削除，編集，移動，分割，リサイズ，リンクの作成/削除の各アクションを記録している．そして，その記録を使用してユーザーの活動過程の再現を行うことができる．

3. 運用例

3.1 運用方法

本研究では，本学情報メディア工学科４年の学生１名を試験的運用の実験参加者とした．参加者には，カードの作成/削除，リンクの作成/削除，編集，重なり順の変更，カードの分割など，本ツールの基本操作を説明し，それ以外の介入はせず，自然な状態で使用を依頼した．

参加者は，アイデアを表現する方法として簡易 KJ 法やブレインストーミング等を学び，最終的にポスターという形にまとめ上げて発表する「表現工学」という講義の Leaning Assistant(LA) として講義に参加していた．表現工学では，LA 達が主体となり担当教員と相談しながら講義内容を計画していく．１年間を通して，前期と後期で別々の生徒が同じ内容を受講する．その特徴から，前期での授業の問題点を踏まえ，後期にその改善をはかることが課題になる．参加者は前期の授業において，KJ 法を受講生がうまく理解できなかったと判断し，その改善策の模索に本ツールを用いた．試用期間は７月２日から７月１６日，使用日数は間欠的に５日間使用してもらい，合計シート１枚，カード７７枚，１３本のリンクが作成された．そのプロセスには常時第一筆者が付き添い，システムログと手書きのメモで記録した．

3.2 ログ解析

今回はカードの作成，リサイズ，編集，移動を１つの活動のまとまりとし，ログデータを元に思考過程を再現し，その状態とログデータを照らし合わせながら分析を行った．図２に示したように，完成した概念地図の中で，どのノードやリンクがどの順で作成されたかを四角数字で再現した．

図２の緑色領域のカードは KJ 法の目的，黄色領域のカードはそのメリットで作成されていた．緑色の目的の領域は，KJ 法に関する仮説やどのように運用するかなどの内容のカードが作られており，領域内でのリンクは，ツール（KJ 法）を使用した課題を出すこと と，それに伴う生徒の負担との間につけられていた．その際，一つのカードから二つに分け，話の流れをリンクでつないでいることが見て取れる（図２中の A から B および C へのリンク）．黄色のメリットの領域では，目的の領域カードで立てられた仮説や疑問に対して，期待される結果についてのカードが作られていた．また，領域内のリンクは，KJ 法を通して視野の広がりが起こることを学習者の「志」が広がることと抽象化し，それが螺旋的に KJ 法をうまく進めることにつながるのではないかと，一連の流れを繋げている．

二つの領域を繋いだ「領域外リンク」は，目的側の「日常生活に活かせばどうなるか？」という問いに対して，メリット側の期待される結果を繋いでいる．また，目的側の「素材選びの時に思い出しやすくなるのでは？」カードからメリット側の「素材の幅が広がる」を質問に対する答えの意味でリンクを作成している．

これらのポイントは，いずれもツール開始前および初期には見られないものであったため，本人なりの創造的問題解決がなされたと言える．以下では，カードやリンクの作成順に注目して，それがどのように達成されたかを分析する．以下の特徴的な行為が見られた．

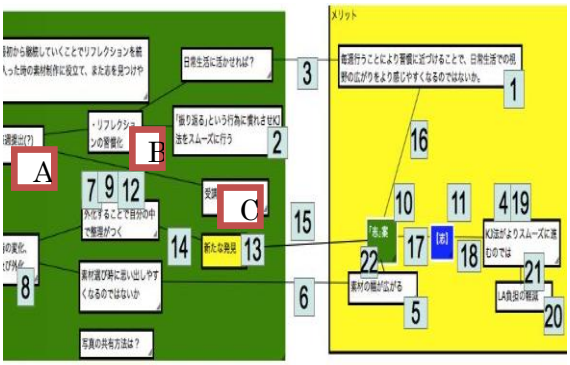


図２ ViCoNote のカード・リンク作成過程

3.2.1 水平思考

水平思考は多くの解決策を発想するものであり，他のカードの上に重ねず，一番下に配置されているものを指すと言える．これは「何について考えるか」という領域分けが多くを占める．図２上の黄色と緑のカードの作成が水平思考に当たる．

3.2.2 垂直思考

垂直思考は１つの答えを導くものであり，水平思考によって作成されたカードの上に重ねる行為，内容の明確化，精緻化を行うものである．図２上の黄色，緑のカード内に新たなカードを作成していく行為が垂直思考に当たる．

3.2.4 領域分け

水平思考の際に単語だけ記述し，大きめのカードを作製し，その上で垂直思考を行なっていく行為が見られる．領域の分け方は３種類あり，領域を先に作る，特定のカードを分類するために後から領域を作る,領域の中に更に細かく領域を作るものである．今回，通常領域数６，小領域４が作成された．このことは，人が思考をするとき，その一つの方法として，領域という枠を作りそのなかで思考を収束させていることを示唆する．

3.2.5 相互作用

領域分けによって作成された 2 領域,目的/メリットの領域間において 4 つのカード作成があり，ログの詳細を解析したところ,図 2 のように 22 ステップの行為が見られた．その内カードの編集は 13，リンクの作成は 9 であり，1 つのカードに複数の番号が振ってある場所は，複数回内容を書き換えたことを示す．これを表１のように，同じ領域内でノードを連続いて作成したか，リンクを作ったか，異なる領域間でノードを続けて作ったか，リンクを貼ったかを数えた．

表１ 領域内外のリンク・ノード作成

	該当番号	合計
同領域内 ノード作成	4-5,7-8,8-9,10-11, 12-13,19-20	6
同領域内 リンク作成	14,16,17,18,21,22	6
異領域間 ノード作成	1-2,11-12	2
異領域間 リンク作成	3,6,15	3

結果を見ると，同領域内のリンク・ノード作成だけでなく，異領域間でも起きていることがわかる．しかも，領域間をまたいでは，集中的に一つの領域での作業が行われ，その後また領域をまたぐ傾向が見える．このことは，領域という枠を越えた思考をする際に 2 領域を含んだメタ的な領域を作成した上でそのメタ的な枠のなかで，思考をしていることを示唆している．

4 考察と今後のまとめ

本ツールを使用することで，人の創造的問題解決において，いくつかの思考の特徴を記録することができた．ログの解析から，水平/垂直思考に該当する操作が見られただけではなく，水平思考と垂直思考とのインタラクションについて観察することができた．まだケースが一件と少ないが，一つの可能性として，人は思考する際に「何について考えるか」という枠を作り，その枠内で思考を行い，関連が深い領域が近接して配置してある場合，領域の枠を越え，メタ的な領域を作成した上で思考を行うと推測できる．そう考えると，今後に向けて，１つの領域は１つの思考のまとまりであり，１つの領域を移動，複製，検索ができるようになれば，様々な思考のまとまりを対比しながら思考できることが可能になると考えられる．これが今後の支援指針の一つである．

本稿では実験参加者１名に関する活動記録の解析を行った．しかし，人の認知過程，思考は多様であるため,今後,複数人の活動記録を見る必要がある．また，現状はログしか閲覧できないので，過去に作成した思考のまとまりを複製することで，分析および支援に繋げる可能性を探る．

参考文献

Bransford, J. & Stein, B. (1984) *The Ideal problem solver.* W H Freeman & Co.

Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S.M., (1992) *CREATIVE COGNITION -Theory, Research, and Application.* A Bradford Book

フィンケ ほか 著，小橋康章 訳，(1999)，「創造的認知 -実験で探るクリエイティブな発想のメカニズム」森北出版株式会社.

堀正岳，(2011)，“万人のためのクラウドデータベース，Evernote その仕組みと展望”，情報処理学会紙，vol. 152, No. 6, pp. 672-677.

Guilford, J.P, (1968), Intelligence, creativity, and their educational implications. San Diego: Knapp.

小橋康章，市川伸一編，(1996)，″創造的思考と発想支援″ 認知心理学４，東京大学出版会，pp.181-203.

川喜田二郎，(1967)，「発想法」(中公新書)，中央公論社.

トニー・ブザン著，神田昌典訳，(2005)，「ザ・マインドマップ」，ダイアモンド社.

発話の場としての話し手と聞き手が反映された文法 ―連体修飾節を事例として―

Syntax Concerning Speaker and Hearer as Ground : A Case Study on Japanese Adnominal Clauses

神澤克徳
Katsunori Kanzawa

京都大学
Kyoto University
rnkp43470@gmail.com

Abstract

The main purpose of this article is to show from the standpoint of Cognitive Grammar (CG) that in a language use our conceptualization considerably concerns syntactic phenomenon. We examine Japanese adnominal clauses as a case study. We find that the syntactic suitability of Japanese adnominal clauses has much to do with conceptualization involving pragmatical matters such as ground, scope or focusing of speaker and hearer.

Keywords —Cognitive Grammar, adnominal clauses, conceptualization, ground, scope, focusing, speaker and hearer

1. はじめに

生成文法を中心とする計算主義的言語学では、言語能力は他の認知能力からは切り離されたひとつのモジュールを形成するとされてきた。しかし認知文法(Langacker 1991, 2008 など)では、そのような言語能力の特殊性を認めず、意味論的な側面のみならず、これまで統語論にかかわるとされてきた事項を概念化という一般的な認知能力から説明する。本発表は、認知文法の立場から、日本語の連体修飾節の文法的適切性が発話における話し手(speaker)と聞き手(hearer)の際立ち(focusing)という語用論的側面を含む概念化(conceptualization)の観点から説明できることを示す。

2. 本発表で扱う問題

本発表は、ある言語表現の文法的適切性がその表現に関わる語用論的側面、特にある発話における話し手と聞き手の際立ちを反映する場合があることを認知文法の枠組みから明らかにするものである。本発表では日本語の連体修飾節をケーススタディとして扱う。

例文(1)はいずれも下線部を修飾部、名詞「映画」を主要部とする連体修飾節である。(1a)は、動詞「観る」の連体形「観る」が主要部の直前にある。(1b,c)は助動詞（(1b)は義務を表す「べき」、(1c)は推量を表す「らしい」）が主要部の直前にある。これらの助動詞にはそれぞれ好まれる主語があるため、今回の例文ではよく見られる主語（「べき」には二人称単数の「あなた」、「らしい」には三人称単数の「彼」）を仮に付与した。(1d)は動詞「観る」の命令形「観ろ」が主要部の直前にある。また、(1e,f)は終助詞「よ」「か」がそれぞれ主要部の直前にある。

(1) a. 試写会で観る映画はこれです。
b. あなたが試写会で観るべき映画はこれです。
c. ? 彼が試写会で観るらしい映画はこれです。
d. * 試写会で観ろ映画はこれです。
e. * 試写会で観るよ映画はこれです。
f. * 試写会で観るか映画はこれです。

例文の前部に付与されたクエスチョンマーク

(?)とアスタリスク(*)はその文の容認度を示す。クエスチョンマークはその文がやや不自然であるが、非文ではないことを示し、アスタリスクはその文が非文であることを示す。無標の場合は、その文が自然であることを示す。主要部名詞「映画」に接続する修飾部の末尾要素の適切性は以下のように示される。

(2) （適切←）動詞の連体形「観る」、助動詞「べき」＞助動詞「らしい」＞動詞の命令形「観ろ」、終助詞「よ」「か」（→不適切）

これをもうすこし一般化した形で示すことは可能だろうか。モダリティの観点から考えてみると、(1b)の助動詞「べき」は根源的モダリティ、(1c)の助動詞「らしい」は認識的モダリティとしての性質をもつと思われる(cf. Lyons 1977)。日本語において、根源的モダリティの性質をもつそのほかの表現としては「なければならない」などがあり、認識的モダリティの性質をもつそのほかの表現としては「だろう」などがある。「なければならない」と「だろう」を例文(1)と同様に修飾部の末尾要素として主要部名詞「映画」に接続させてみる。そうすると、「なければならない」を末尾要素とする(3a)は自然な文になる一方、「だろう」を末尾要素とする(3b)はかなり不自然な文になる。

(3) a. あなたが試写会で観なければならない映画はこれです。
b.?? 彼が試写会で観るだろう映画はこれです。

また、発話行為論の立場からすると、(1d-f)における修飾部はいずれも発話の力(illocutionary force)をともなう言語表現である。(1d)の修飾部は命令、(1e) の修飾部は陳述、(1f) の修飾部は質問という発話の力をともなう（cf. Austin 1962, 山梨 1986）。上での議論から、修飾部の末尾要素の適切性に関して、次のような仮説が成り立つ。

(4) （適切←）動詞の連体形、根源的モダリティ＞認識的モダリティ＞発話の力をともなう言語表現（→不適切）

では、この適切性の階層はどのように説明が可能だろうか。これまでは統語論の問題として説明されてきたが、本発表では認知文法の観点から、発話における話し手と聞き手の際立ちが関わっていることを明らかにする。

3. 認知文法におけるグラウンド、スコープ、焦点化

認知文法では、発話の場はグラウンド(ground)として捉えられる。グラウンドは、発話における話し手と聞き手、そして発話の場それ自体の総体である。また、認知文法が一般的認知能力に関わる事項とするスコープ(scope)や際立ちの問題も簡潔に述べておく。認知文法ではスコープに関して、最大スコープ(maximal scope 以下 MS)と直接スコープ(immediate scope 以下 IS)という入れ子式の構造を設定する。前者はある言語表現の基盤となる概念内容全体であり、後者はそのうち言語表現に直接的に関わる部分である。また、認知主体は状況に応じて、対象（状況によっては認知主体自身も概念化の対象になりうる）を前景化したり背景化したりする。言語化に関わるのは、直接スコープの領域で際立ちが与えられる対象である。

4. 連体修飾節の概念化

仮説(4)で見た日本語の連体修飾節における修飾部の末尾要素の適切性の階層は、それぞれの修飾部が異なる概念化にもとづいていることに大きく関係している。本節では、例文(1)の修飾部がそれぞれどのような概念化にもとづいているのかを明らかにし、 その概念構造のちがいが(4)の階層にどのように反映されているかを述べる。

4.1 ある命題的事態の概念化

例文(1a)を再掲したものが例文(5)である。この

連体修飾節において、修飾部はある命題的事態を表す。

(5) 試写会で観る映画はこれです。

認知文法の枠組みでは、概念化の構造は認知図式によって図式化される。(5)の修飾部の認知図式は以下のように表される。図中の矢印は「観る」という行為を表し、正円はその行為の主体(trajector)を表す。この場合行為と主体に際立ちが与えられ、言語化がなされる。

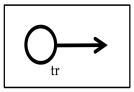


図 1 ある命題的事態の概念化

4.2 根源的モダリティにおける概念化

2 節で見たように、例文(6)の修飾部は根源的モダリティとしての性質をもつ「べき」「なければならない」を中心とする根源的モダリティ表現である。(6a)は(1b)の再掲、(6b)は(3a)の再掲である。

(6) a. あなたが試写会で観るべき映画はこれです。
b. あなたが試写会で観なければならない映画はこれです。

(6)の修飾部の認知図式は以下のように表される。根源的モダリティ表現では、4.1 で見た命題的事態とは異なり、グラウンド(G)が最大スコープ(MS)に位置づけられる。その中でも、話し手(S)が前景化されている（実線の正円でマークされている)。なぜなら、「べき」や「なければならない」が表す義務的意味は、グラウンドにおける話し手が社会的知識にもとづいて行う、命題的事態に対する主観的判断であるからである。話し手から伸びる破線の矢印は、命題的事態に対する主観的判断を表す。

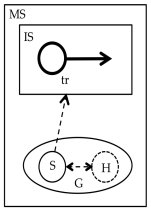


図 2 根源的モダリティにおける概念化

4.3 認識的モダリティにおける概念化

例文(7)の修飾部は認識的モダリティとしての性質をもつ「らしい」「だろう」を中心とする認識的モダリティ表現である。(7a)は(1c)の再掲、(7b)は(3b)の再掲である。

(7) a. ？彼が試写会で観るらしい映画はこれです。
b. ??彼が試写会で観るだろう映画はこれです。

(7)の修飾部の認知図式は図 2 の特徴をさらに強めた図 3 のように表される。Sweetser(1990: 59)は、根源的モダリティが社会・物理的領域(sociophysical world)に関わるのに対し、認識的モダリティは認識的領域(epistemic world)に関わるとしている。認識的モダリティ表現ではグラウンドにおける話し手が社会的知識にもとづいて行う、命題的事態に対する判断がより主観的になる。この場合、話し手の存在とその主観的判断はさらに前景化している（図中の話し手はより際だった実線でマークされており、破線の矢印もより太く示されている)。

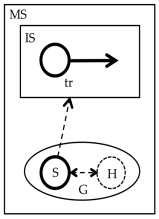


図 3 認識的モダリティにおける概念化

4.4 発話の力をともなう言語表現における概念化

例文(1d-f)を再掲したものが例文(8a-c)である。これらの修飾部はいずれも発話の力をともなう言語表現である。(1d)の修飾部は命令、(1e) の修飾部は陳述、(1f) の修飾部は質問という発話の力をともなう。

(8) a. * 試写会で観ろ映画はこれです。
b. * 試写会で観るよ映画はこれです。
c. * 試写会で観るか映画はこれです。

(8)の修飾部の認知図式は以下のように表される。この時、最大スコープ内のグラウンドはもっとも前景化される。ある命題的事態を命令や陳述や疑問で表すことは、話し手がその事態をどのように認識しているかに直接関わる。したがって図において話し手は前景化され、命題的事態に向かって破線の矢印が伸びている。さらに、話し手が命令、陳述、質問という発話行為を成立させるためには、聞き手(H)の存在が不可欠である。またオンライン上で、聞き手もその命題的事態を判断することが予想される。このようなことから、聞き手も実線で表され、命題的事態に向かって主観的判断を表す破線の矢印が伸びている。また、会話を成立させる上で話し手と聞き手が行うメンタルコンタクトも前景化される（S と H 間の両矢印で表される)。

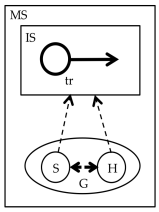


図 4 発話の力をともなう言語表現における概念化

以上の議論をまとめると、以下のように言える。

(9) 概念構造において、最大スコープ内にグラウンドが前景化すればするほど、その言語表現は連体修飾節の修飾部になりにくい。

5. まとめ

本発表は、認知文法の観点から、ある言語表現の文法的適切性が、その表現に関わる語用論的側面、特にある発話における話し手と聞き手の際立ちを反映する場合があることを日本語の連体修飾節をケーススタディとして明らかにした。日本語の場合、概念構造において最大スコープ内にグラウンドが前景化すればするほど、その言語表現は連体修飾節の修飾部になりにくいという結論に至った。4.4 で見た発話の力をともなう言語表現は、その概念構造において、話し手と聞き手間で行われるメンタルコンタクトが前景化されるという点で間主観的であるともいえる。すなわち、日本語では命題的事態よりもモダリティ表現のような主観的な表現の方が、また主観的な表現よりも発話の力をともなう言語表現のような間主観的な表現の方がより、連体修飾節の修飾部になりにくいと言い換えることもできる。言語能力を他の認知能力からは閉ざされたモジュールとして捉えるのではなく、一般的認知能力の反映として捉えることで、今後も言語現象に関して認知科学の分野との相互研究の可能性を模索していく必要がある。

参考文献

[1] Austin, J. L. (1962) *How to do things with words*. Harvard University Press.
[2] Givón, Talmy. (2001) *Syntax: An Introduction: Volume 1*. Amsterdam; Philadelphia: J. Benjamins.
[3] Lyons, John. (1977) *Semantics: Volume2*. Cambridge: Cambridge University Press.
[4] Langacker, Ronald W. (1991) *Foundations of Cognitive Grammar: Volume II: Descriptive Application*. Stanford: Stanford University Press.
[5] Langacker, Ronald W. (2008) *Cognitive Grammar: A Basic Introduction*. Oxford: Oxford

University Press.

[6] Palmer, F. R. (1986) *Mood and Modality*. Cambridge University Press.

[7] Ross, J. R. (1970) On declarative sentences. In Jacobs and Rosenbaum (eds.) *Readings in English transformational grammar*, pp.222-272. Waltham, Mass.: Ginn & Co.

[8] Sweetser, Eve. (1990) *From etymology to pragmatics: metaphorical and cultural aspects of semantic structure*. Cambridge: Cambridge University Press.

[9] 澤田治美（2006）『モダリティ』東京: 開拓社.

[10]渡辺実(1978)「叙述と陳述−述語文節の構造−」服部四郎ほか編『日本の言語学 第 3 巻 文法 I 』pp. 261-283. 東京: 大修館書店.

[11]山梨正明(1986)『発話行為』東京: 大修館書店.

非共感覚者における数の大小判断と空間配置の関係性

The ghosts of number forms (2): individual variation of spatial configuration effect on numerical comparison.

牧岡省吾
Shogo Makioka

大阪府立大学大学　現代システム科学域　環境システム学類
School of Environmental System Sciences, Osaka Prefecture University
makioka@hs.osakafu-u.ac.jp

Abstract

Some people automatically and involuntarily “see” mental images of numbers in spatial arrays when they think of numbers. This phenomenon, called number forms, shares three key characteristics with the other types of synaesthesiae, within-individual consistency, between-individual variety, and mixture of regularity and randomness. The results of numerical comparison experiment suggest that mental number lines of non-synaesthetes share the properties above.

Keywords — number forms, synaesthesia, numerical comparison

1.はじめに

数について考えるときに数字の配置に関する心的イメージが強制的に喚起される人がいる．この現象はナンバーフォームズ(number forms)と呼ばれ，19 世紀に Galton によって初めて報告された[1]．この現象は数の概念と空間知覚の間の共感覚であると考えられている[2]．Makioka は，ナンバーフォームズの形状が脳内の自己組織化学習によって決まるという見方(SOLA: Self-Organizing Learning Account of number forms)を提案した[3]．この枠組みは，a.規則性と不規則性の混交，b.個人間での多様性，c.個人内での一貫性というナンバーフォームズの特徴を説明する．a は自己組織化学習が本来もつ特性である．b は自己組織化学習の結果がネットワークの初期状態に依存することにより説明される．c は安定したマップの形成後に学習が停止すると仮定することで説明される．Makioka は，数の大きさを符号化した入力を SOM[4]に与えて自己組織化学習を行わせることにより，ナンバーフォームズと類似したマップが形成されることを見出した．

数の大きさと空間知覚との対応はナンバーフォームズの保持者に特有のものだろうか．Sagiv らは，ナンバーフォームズの保持者が二つの数の大小判断を行う場合，それらが刺激画面上で本人のナンバーフォームズと一致する向きに並んでいる場合の方が，そうでない場合より反応時間が短くなることを見出した[5]．一方，牧岡は，非共感覚者による数字の大小判断課題の反応時間を個人ごとに分析することにより，数の空間配置と反応時間との関係性に個人差があり，その関係性は必ずしも規則的ではないことを見出した[6]．この結果は，非共感覚者においても「見えない」ナンバーフォームズが存在する可能性を示唆する．本研究では，非共感覚者における数の大小判断と空間的な配置の関係性を更に厳密に明らかにするために，２つの課題の間の結果の一貫性および，時間をおいて再実験した場合の一貫性について検討する．

主として数の偶奇判断課題を用いた実験により，左から右に並ぶ心的数直線の存在が示唆されている[7].この種の実験では，通常，複数の実験参加者のデータの平均値の傾向について分析が行われる.本研究では，参加者全体の平均的傾向と，参加者それぞれの反応時間の分布に関する分析を併せて行う．

2.方法

実験参加者は大阪府立大学学部生・大学院生 13 名だった．うち色字共感覚者 1 名，2 回目の実験を欠席した 1 名，正答率が極端に低かった 1 名のデータを排除し，計 10 名（男性 3 名）のデータを分析対象とした．

矢印課題：

ディスプレイ上に 2 個の数字と矢印を呈示し，数字の大小関係と矢印の向きが一致しているかどうかを答えてもらった（図 1）．矢印は，その両端に二つの数字が位置するように，視野の中心に呈示さ

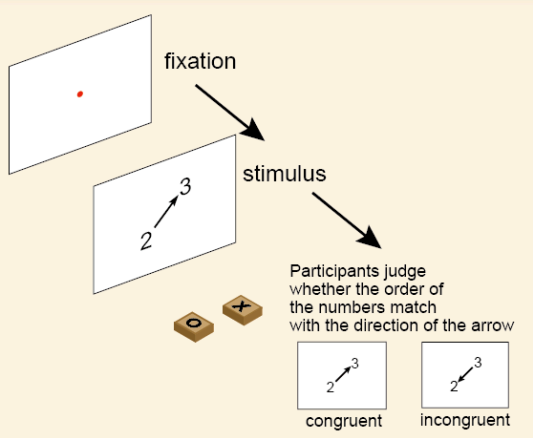


図１　矢印課題の流れ.

れた．矢印が大きい方の数字を向いている場合に正解とした．反応はキー押しで行い，反応時間を計測した．

音声課題：

ディスプレイ上に 2 個の数字を呈示し（図２），大きい方の数字を口頭で答えてもらい，音声反応の潜時を測定した．各数字は「に」「さん」「よん」「ご」「ろく」「なな」とよむように教示した．

2 つの数の位置関係は，数字が小さい方から左→右に並ぶ場合を 0 度とし，0～315 度の 8 方向とした．数の大きさの差は常に 1 とし，2～7 の数字のみを使い合計 6 種類の数字ペア（e.g. 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7）を用いた． 1 回の実験における総試行数は矢印課題で 960 試行，音声課題で 480 試行だった. 刺激呈示と反応時間の計測には MATLAB 2009a と PsychtoolBox-3[8][9]を用いた．1 日目と 2 日目それぞれで 2 つの課題を両方行った.課題の順序は参加者間でカウンターバランスを取った.1 日目と 2 日目の間には 14～16 日の間隔を空けた.

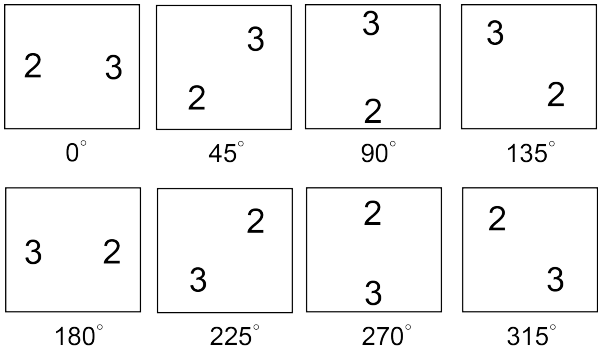


図２　音声課題の刺激例．1 つの数字ペアは上のように 8 種類の空間配置（角度）で呈示された.

3.結果と考察

矢印課題においては，矢印が大きい方の数字を向いている場合（一致試行）のみを分析対象とした．また，両課題において誤答は分析対象から除外した．音声課題のデータを分析したところ，「に」という読みに対して反応時間が正確に測定できない場合が多数あったことが明らかになった.そのため，両課題において数字ペア 1-2 に関するデータを分析対象から除外した.さらに，参加者ごとに各条件の反応時間の平均値と標準偏差を算出し，各数字ペアにおける平均値±3SD を超える試行のデータを外れ値として除外した.

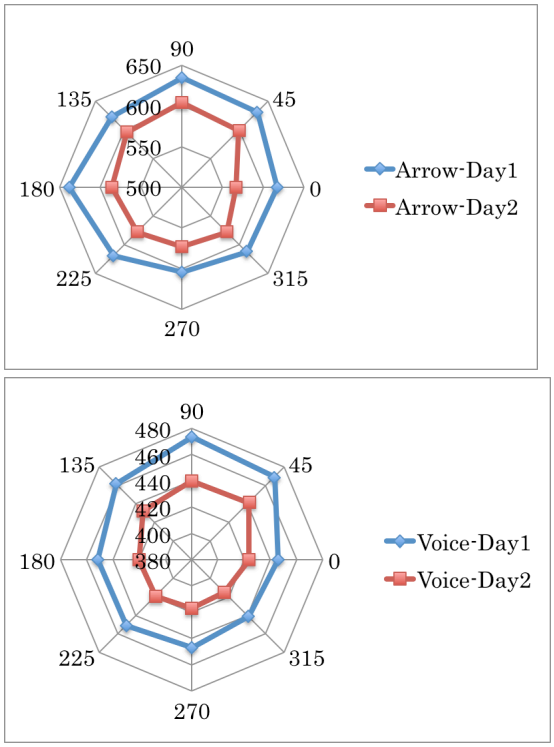


図３　各課題の平均反応時間(msec).

各課題における，実験日ごと・角度ごとの平均反応時間を図３に示す（数字ペア 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 の平均を示す）.各参加者の平均反応時間の対数を従属変数として分散分析を行った.先行研究との比較のため，数字の位置関係に関しては左右（0 度—180 度），上下（90 度—270 度）のみについて分析を行った.実験日(Day1/Day2)×左右×数字ペアを要因とした参加者内３要因の分散分析の結果，矢印課題においては，Day と左右の主効果が有意だった(Day:

F(1,9)= 44.54, p<.001; 左右: F(1,9)= 7.275, p<.05).2 日目の方が 1 日目より, 0 度の方が 180 度より反応時間が短かった.Day の効果は練習効果と考えられる.左右の効果は, SNARC 効果など先行研究の結果と一致しており,「左から右に並ぶ心的数直線」という解釈と整合する.さらに, 左右×数字, Day×左右×数字の交互作用も有意だった(左右×数字: F(4,36)= 2. 7, p<.05; Day×左右×数字: F(4,36)= 2. 783, p<.05).一方, 実験日(Day1/Day2)×上下×数字ペアを要因とした分散分析では, Day と上下の主効果がのみ有意だった(Day: F(1,9)= 16.55, p<.01; 上下: F(1,9)= 10.26, p<.05).2 日目の方が 1 日目より, 270 度（下向き）の方が 90 度（上向き）より反応時間が短かった.数字が下に向かって大きくなる方が速いという結果は, Ito & Hatta (2004) [10] が偶奇判断課題で見出した効果と逆方向である.

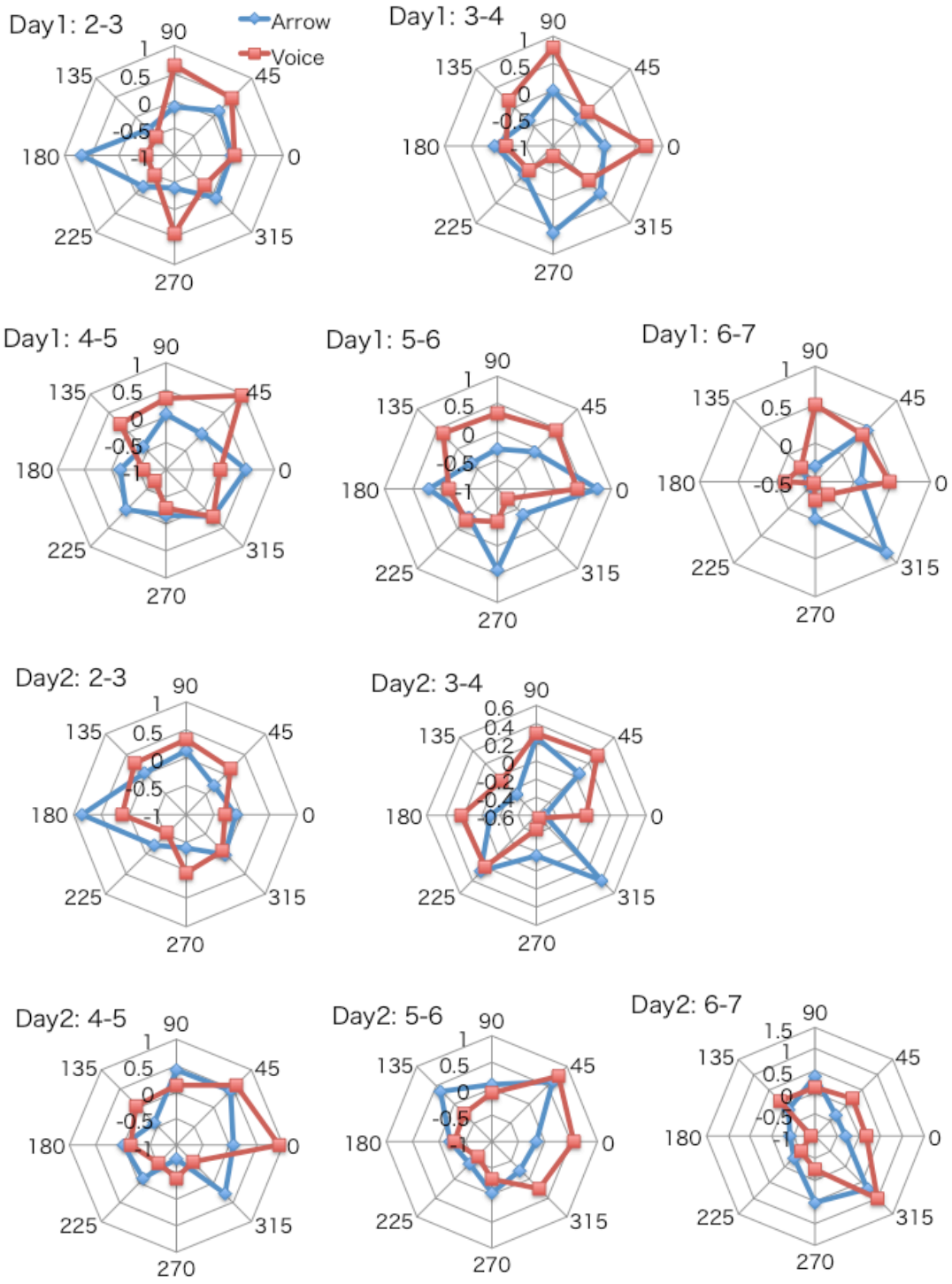


図 4 被験者 no. 9 の反応時間の z 値の分布.

表１　モンテカルロシミュレーションの結果.

	Day1	Day2	Arrow	Voice
Participant	Arrow-Voice	Arrow-Voice	Day1-Day2	Day1-Day2
1	0.0001	0.0027	0.0007	0.0002
2	0.3246	0.5840	0.2179	0.0017
3	0.0687	0.0004	0.1451	0.0000
4	0.0063	0.0018	0.0050	0.0226
5	0.0128	0.0018	0.0375	0.0024
6	0.3696	0.3750	0.8701	0.0177
7	0.0046	0.5040	0.0028	0.0684
8	0.8815	0.3662	0.2843	0.5947
9	0.13361	0.02633	0.77253	0.0395
10	0.64944	0.00143	0.04138	0.01375

音声課題においても同様な分散分析を行った.左右方向に関する分析では主効果は見られず，Day×数字，左右×数字の交互作用のみが有意だった(左右×数字: $F(4,36)= 2.901$, $p<.05$; Day×左右×数字: $F(4,36)= 2.853$, $p<.05$).矢印課題でみられた右方向が速いという効果は確認されなかった.上下方向に関する分析では，上下の主効果がのみ有意だった(上下: $F(1,9)= 24.74$, $p<.001$).この効果は矢印課題と一致する.

次に，参加者ごとの分析を行った.まず，矢印課題と音声課題の結果を比較するために，参加者ごとに反応時間を z 得点化した.参加者の反応時間の分布の例を図４に示す.10 人のデータを合算した場合には右方向及び下方向が速いという傾向が見られたが，個人別に分析すると，それと矛盾する傾向を示す数字ペアが存在することが分かる.どの数字ペアがどの方向で速く（遅く）なるのかが，参加者ごとに異なっている可能性がある.

この可能性について検討するために，参加者を要因とみなした分散分析を行った.ここでは，８方向全ての角度を１つの要因として分析を行った.参加者×角度×数字ペアを参加者間要因として，各試行の反応時間の対数を従属変数とした分散分析を行った.この場合，誤答や外れ値に起因する欠損値が生じるため，誤差項には Type III error を用いた.どの数字ペアがどの方向で速く（遅く）なるのかが参加者ごとに異なっているのであれば，参加者×角度×数字ペアの交互作用がみられるはずである.分散分析の結果，数字課題においては，１日目，２日目とも，参加者×角度×数字ペアの交互作用は有意傾向であった（Day1: $F(252,3323)=1.1242$, $p<.1$; Day2: $F(252,3336)=1.1384$, $p<.1$).矢印課題に関しては，１日目，２日目とも，参加者×角度×数字ペアの交互作用は有意であった(Day1: $F(252,3449)= 1.3134$, $p<.001$; Day2: $F(252,3489)=1.1592$, $p<.05$).以上の分析から，どの数字ペアがどの方向で速く（遅く）なるのかが，参加者ごとに異なっていることが分かった.これは，「心的数直線」が参加者ごとに不規則に変化している場合に予想される結果であり，非共感感覚者において，数と空間の内的表象間に自己組織化学習が生じているという見方と合致する.

次に，各参加者の反応時間の分布が課題間，実験日間で一貫性を持つかどうかについて検討した.図４に示される各参加者の角度ごとの反応時間の z 得点に関して，課題間，実験日間の類似度を計算した.類似度の指標としては z 得点間のユークリッド距離を用いた（グラフの２点間の距離に相当）.得られた類似度が偶然の変動の範囲内に収まるかどうかを検討するために，比較対象とする２つの分布のうち一方の角度をランダムに並べ替えて類似度を計算することを 10 万回繰り返すモンテカルロシミュレーションを行った.シミュレーションで得られた類似度の累積分布から，実験で得られた類似度値が偶然に得られる確率を見積もった結果を表１に示す.これらの確率は，統計的検定における危険率に相当するとみなすことができる.

同一実験日の矢印課題と音声課題に関しては，半数程度の参加者において，偶然とみなせない程度の反応時間分布の類似性がみられた.また，同一課題の反応時間の分布を実験日間で比較した場合，矢印課題で半数程度，音声課題で 9 割の参加者において，偶然とみなせない程度の類似性がみられた.これらの結果から，本実験で得られた反応時間の分布は，その実験時のみに偶然生じた変動ではなく，ある程度の一貫性を持っている場合が多かったと言える.これは，非共感感覚者において数と空間の内的表象間に自己組織化学習が生じ，その結果が定着しているという見方と合致する.

4.まとめ

非共感覚者を対象に，矢印課題と音声課題という２つの課題を用いて，２つの数字の空間的位置関係が数の大小判断課題の結果に与える影響について検討した.10 人の実験参加者の全体的傾向について

分析した結果は，矢印課題では，右から左に向かう心的数直線という，従来の見方と整合していた.ところが個々の参加者の反応時間分布を分析すると，空間的位置関係が数字ペアの大小判断に与える影響が参加者ごとに異なることが分かった.さらに，同一日に行った２つの課題の反応時間分布の類似性と，14〜16 日の間隔を空けて行った同一課題の反応時間分布の類似性について検討した結果，個々の参加者の反応時間分布には一貫性がみられる場合が多いことが分かった.

以上の結果は，ナンバーフォーム保持者と同様，非共感覚者においても数の表象と空間の表象の間に自己組織化学習が行われることによって個人間の多様性が生じ，学習が平衡状態に達したことにより定着しているという見方を支持している.今後は，本実験で得られた反応時間の分布が空間的な属性を備えているかどうかについて検討する必要がある.

参考文献

[1] Galton, F. (1880). Visualised numerals. *Nature, 21*, 252–256.
[2] Dehaene, S. (1997). *The number sense.* New York: Oxford University Press.
[3] Makioka, S. (2009). A self-organizing learning account of number-form synaesthesia, Cognition, 112, 397–414.
[4] Kohonen, T. (1982). Analysis of a simple self-organizing process, *Biological Cybernetics, 44*, 135–140.
[5] Sagiv, N., Simner, J., Collins, J., Butterworth, B., Ward, J. (2006). What is the relationship between synaesthesia and visuo-spatial number forms?, *Cognition, 101*, 114-128.
[6] 牧岡省吾(2009). 数の空間配置に関する共感覚の生成メカニズム, 日本認知科学会第 26 回大会発表論文集.
[7] Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and numerical magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General, 122,* 371–396.
[8] Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox, *Spatial Vision 10,* 433-436.
[9] Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies, *Spatial Vision, 10*, 437-442.
[10] Ito & Hatta (2004). Spatial structure of quantitative representation of numbers: Evidence from the SNARC effect, *Memory & Cognition, 32*, 662-673.

稀少な不在と過多な不在：因果帰納におけるフレーム問題
Absence, rare and abundant: The frame problem in causal induction

横川純貴, 大用庫智, 高橋達二
Yokokawa Junki, Kuratomo Oyo, Tatsuji Takahashi
東京電機大学
Tokyo Denki University
E-mail: 12rmj33[at]ms.dendai.ac.jp, tatsujit[at]mail.dendai.ac.jp

Abstract

This paper is intended to verify the descriptive validity of the *pARIs* model (proportion of assumed-to-be rare instances) in causal induction. Because *pARIs* coincides with defective biconditional (Wason), similarity index (Tversky's psychological and Jaccard's statistical), the probability of set identity (Kosko), and in particular, biconditional event (de Finetti, Gilio, Fugard) that may be one of the core notions in the new paradigm psychology of reasoning (Over, Evans, Politzer), it can be normative in the light of new theory of thinking.

We showed the result of a computer simulation, a meta-analysis and two experiments. The simulation and meta-analysis proved the descriptive validity of *pARIs* for causal induction. In the first experiment, we found a clear cognitive difference between so-called c-cell and d-cell type events, which is closely related to the frame problem. In the second experiment, we discovered that participants responded to the assumed rarity of the cause and effect, as the name of *pARIs* suggests, and not to the superficial cues (as in the exhibition of the matching bias in the deductive tasks).

Keywords — covariation assessment; defective biconditional; new paradigm psychology of reasoning; Jaccard similarity index; conditional event

1. はじめに

この論文では因果帰納モデルの一つである ”稀少と仮定される事例の比率”(*pARIs*: proportion of Assumed to be Rare Instances)[1] の妥当性を検証するために、2 事象間の真の関係性を記述できるかを確かめるシミュレーション、メタアナリシス、セル c とセル d の認知の差を見るための因果帰納実験、人間が因果帰納を行う際に何に着目するかを明らかにする実験を行った。これらによって、人の因果帰納のメカニズムが *pARIs* の形式に近しいことを明らかにすることを試みた。

2. 先行研究

因果帰納とは、着目する結果事象と、原因 C として疑う原因候補事象の共起情報から、原因 C から結果 E へという因果関係を構築する推論である。人の因果判断のメカニズムには哲学や心理学などの多くの引用が用いられるが、限られたリソースで早急にもっともらしい判断を下すことが重要だとされ、因果帰納のほとんどのモデルは共起あるいは共変動情報を抽出することが重要な第一歩であると仮定されている[2]。原因と結果が共変動する傾向がある場合、その共変動は因果のメカニズムを識別するのに重要な手がかりになるためである[3]。通常の因果帰納の研究では、ふたつの事象の共起情報をセル a, b, c, d に記録する、表 1 のような2×2 分割表が用いられる。これらの 4 セルを使用した指標が過去の研究でいくつも生み出されてきた [2]。

表 1: 2×2 分割表で表現された共起情報

		Effect (E)	
		E	$\neg E$
Cause (C)	C	a	b
	$\neg C$	c	d

規範的であると支持されている指標が ΔP ルール (Jenkins & Ward, 1965; Rescorla, 1968)[4, 5] や *PowerPC* (Cheng, 1997)[6] だろう。特に ΔP は認知心理学や条件付け学習にも用いられる指標である。しかし、これらの指標は人間を対象とした認知実験の結果とのフィットが悪いことも知られている。

$$\Delta P \triangleq P(E|C) - P(E|\bar{C}) = \frac{ad - bc}{(a+b)(c+d)} \quad (1)$$

$$Power\ PC \triangleq \frac{\Delta P}{1-P(E|\bar{C})} = \frac{ad-bc}{(a+b)d} \quad (2)$$

それに対して記述的なモデルとして、服部が提唱した二要因ヒューリスティックス(dual factor heuristics; *DFH*) が非常に良く実験データとフィットすることが知られている。

$$DFH \triangleq \sqrt{P(E|C)P(C|E)} = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}} \quad (3)$$

DFH は四分点相関係数ϕの d を正の無限大に発散させることで求められ、$P(E|C)$ と$P(C|E)$ の幾何平均の形式を持つ。また、稀少性仮定と等確率性仮説を前提とした環境でのサンプリングにおいて母集団の相関係数の推定に非常に有用である[2]。稀少性仮定とは原因と結果の生起確率が共に低いこと、あるいは人がそのように仮定してしまうことを指す。また等確率性仮説とは原因と結果の生起確率を人はデフォルトで同等として認識しているのではないかという仮説である。服部は情報獲得量の面からウェイソン選択課題を分析し、これらの仮説と仮定が合理的であると示した。

3. *pARIs*

我々が提唱する *pARIs* は原因 C と結果 E の和集合に対する、原因 C と結果 E の積集合の割合で求めることができる [1]。また、セル b とセル c の値に関して可換となるため、対称性 [7] を持っていると言える。

因果帰納における各要因がCからEへの関係に対して及ぼす影響は、セル a が肯定的、セル b とセル c は否定的である。セル d に関してはやや肯定的でありうるが、6.1 節で触れるようにその数え方に恣意性があるためもあり、中立、もしくは無効と考えられる。

$$pARIs \triangleq P(p \wedge q | p \vee q) = \frac{P(C \wedge E)}{P(C \vee E)} = \frac{a}{a+b+c} \quad (4)$$

心理学ではこの指標は Wason らの発見した defective biconditional として古くから知られてきており、また Tversky の類似性の集合演算による定義の最も重要な場合にいも一致する [8, 9]。他にも Kosko による probable equivalence (集合の同一性の確率) [10]、 Jaccard similarity index、また de Finetti 的な、無際限な世界での双条件法 biconditional event [11]として推論心理学の新パラダイム [12, 13] で着目されている指標と一致し、理論的に正当化できる。

pARIs はセル d の情報を使わずに計算ができることがわかる。同じようにセル d を含まない *DFH* ではシミュレーションの結果として、セル d を無視した上でその他の情報を集めたとしても母集団の原因 C と結果 E の相関を素早くかつ正確に推定できることがわかっている[2]。

4. シミュレーション

この章では Hattori & Oaksford [2] が行ったシミュレーション (Simulation 2) をもとに *pARIs* の統計学的な推定におけるパフォーマンスを検証する。シミュレーションでは 2 事象、つまり原因 C と結果 E の相関を四分点相関係数ϕによって求め、その値と各指標の値を比べる。原因と結果の相関が因果の強さとなるわけではないが、原因と結果に因果関係がなければ無相関となり、また因果関係があれば相関は基本的に強くなる。よってϕは基準の指標として妥当であることがわかる。

4.1. シミュレーション 1

現実的な因果関係の帰納推論においては、おそらく最初から全ての共起情報を得ているわけではないだろう。現実世界では 1 つ 1 つの共起情報を母集団から取り出し、情報が少ない段階でも判断をしなければならない。そこで今回のシミュレーションではサンプリング数の変化による各指標の値の収束具合を観測した。

以下はシミュレーション設定である。稀少性仮説のもとにP(C) = P(E) = 0.2とし、P(C, E)は ϕ_0 に依存する。$P(C,E)$ の算出には式 5 を使用する。ϕ_0 とは母集団における *P(C)* と *P(E)* の関係である。 ϕ_0 はここでは 0.2, 0.5, 0.8 に設定した。サンプリング数 30 回までを 1 試行とし、これを 5,000

試行し、その各指標の値の平均値(mean)とその標準偏差(SD) をプロットした。

$$P(C,E) = P(C)P(E) + \left(\phi_0\sqrt{P(C)P(E)P(\bar{C})P(\bar{E})}\right) \quad (5)$$

DFH や *pARIs* はセル d を式中に含んでおらず、セル d の情報を必要としない。つまりこれらの指標の必要記憶容量は $a+b+c+d$ である必要がなく $a+b+c$ でもよいと考えられる。そこでサンプリング数の枠組みをふたつ設けた。ひとつは $N\,(=a+b+c+d)$、もうひとつは $Nw\,(=a+b+c)$ である。Nw はセル d を含まない指標にのみ適用させる。

ΔP や ϕ はサンプリング数 1 ではどのような共起情報が起きても計算できないのでグラフではサンプリング数 2 から線が引かれている。また、*DFH* はサンプリング数 1 の時に a セルに共起情報が入れば値 =1 として計算ができる。それ以外は計算不可になるため、サンプリング数 1 の時、*DFH* の平均値は必ず 1 になる。また 5,000 試行の内、計算できたものと計算できなかったものが混同した場合は、計算できたものの数を母数に取り平均値、標準偏差を計算した。

図 1, 2, 3 がそれぞれ $\phi_0 = 0.2, 0.5, 0.8$ のグラフである。

各グラフの平均値はそれぞれに設定されている ϕ_0 の値に近づけば、それだけ正確に判断を下せていると見ていいだろう。また各標準偏差はその判断のばらつきを表している、こちらは 0 に近づけば近づくほどばらつきが少なくなるということを表している。

真の相関 ϕ_0 が低い時は *pARIs* が非常に良いパフォーマンスを発揮している。逆に真の相関 ϕ_0 が高い時は *DFH* が非常に良いパフォーマンスを発揮している。真の相関が低いということは、原因と結果が共に起きることが少ないということになる。どちらの指標がより心理学的に記述的であるかは現段階では断言できない。断言するためには、人間が真の相関の強弱によってどのように判断を下すかを調べる必要がある。人間の推察値と真の相関の関係が判明すれば、このシミュレーションの結果をより明確に分析することができるだろう。

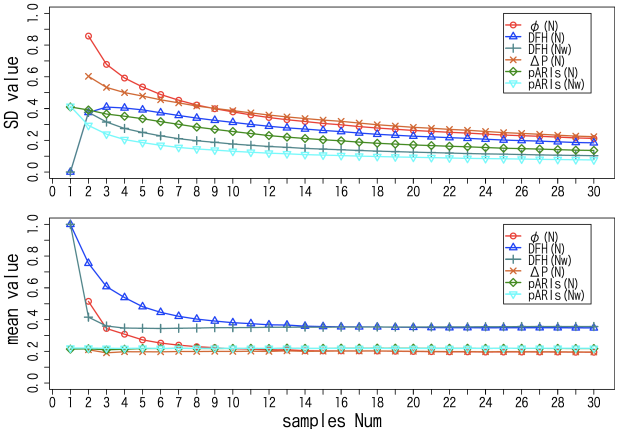


図 1: $\phi_0 = 0.2$ のときの各指標の値

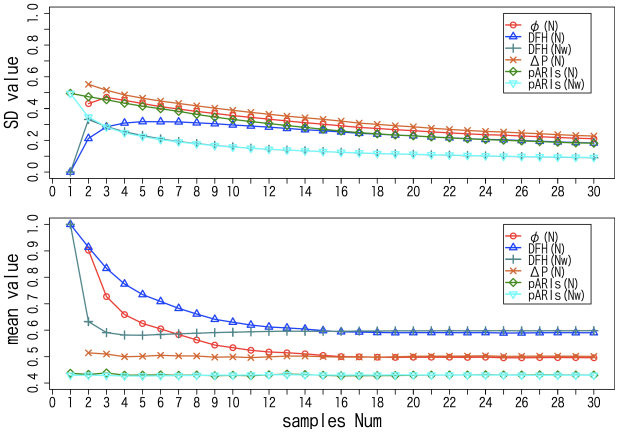


図 2: $\phi_0 = 0.5$ のときの各指標の値

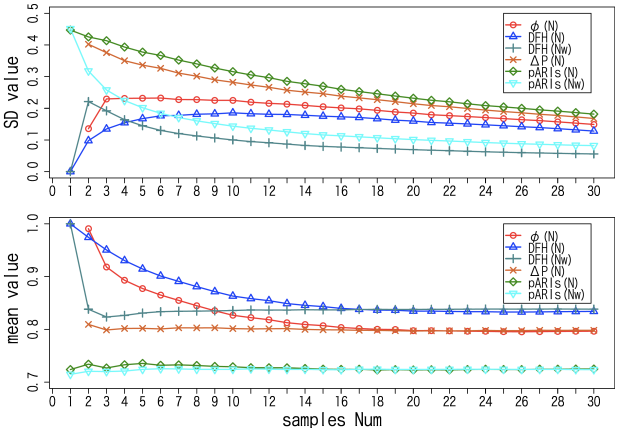


図 3: $\phi_0 = 0.8$ のときの各指標の値

5. メタ分析

この章では過去の認知実験のデータを元に

pARIs とその他の指標がどれだけデータにフィットするかを検証した。

表 2:メタアナリシス結果

	AS95	BCC03 exp01	BCC03 exp03	H03
pARIs	0.941	0.980	0.989	0.993
DFH	0.951	0.974	0.985	0.982
PowerPC	0.950	0.886	0.984	-0.095
ΔP	0.884	0.919	0.932	0.010
Phi	0.885	0.909	0.933	0.703
$P(E\|C)$	0.907	0.824	0.952	-0.011
$P(C\|E)$	0.762	0.511	0.877	0.984
pCI	0.872	0.919	0.932	0.398

	LS00 exp123	W03. 02	W03. 06	H06
pARIs	0.927	0.897	0.934	0.965
DFH	0.947	0.854	0.901	0.964
PowerPC	0.860	0.444	0.462	0.740
ΔP	0.834	0.294	0.462	0.707
Phi	0.843	0.551	0.462	0.708
$P(E\|C)$	0.580	0.470	0.770	0.893
$P(C\|E)$	0.339	0.178	0.560	0.579
pCI	0.834	0.770	0.574	0.697

	平均	誤差平均
pARIs	0.953	11.728
DFH	0.945	18.545
PowerPC	0.654	32.342
ΔP	0.630	24.547
Phi	0.749	26.156
$P(E\|C)$	0.673	28.166
$P(C\|E)$	0.599	24.914
pCI	0.750	28.903

各実験で計算できない刺激の組み合わせ（a,b,c,dの組み合わせ）の場合は、その刺激の組み合わせを取り除き計算している。つまり、すべての指標が計算できる刺激の組み合わせのみを抽出したデータに基づき計算していることになる。こうすることにより各指標に不公平がないように計算ができる。

表 2 が結果をまとめたものになる。決定係数の算術平均では *pARIs* が最も高いことがわかる。また *pARIs* は最低でも 0.89 という非常に高い値を記録しており、記述能力が安定している。また、誤差は群を抜いて最小である。

6. 実験

この章では複数の認知実験を通し、*pARIs* の考え方の妥当性、人間のセル c や d に対する認知の差、因果帰納において人間がどのような枠組みに注目するのかを検証した。

6.1. 実験 1

そもそもセル d には興味深い議論がある。因果帰納におけるセル d は原因 C も結果 E も起きなかった回数を数えなければいけない。これは非常に困難である。現実空間で事象の不在の回数を数え上げるのは限りなく困難であり、フレーム問題と深く関連する。しかし、事象の不在が数えられないのであれば、原因 C が生起しなかった場合に発生するセル c,d も人はうまく認識することができない事になってしまう。同じようことは結果 E が生起しない場合に発生するセル b,d にも言える。実際に人間は事象の不在と定義されているセルをどのように扱っているのかは不明確である。しかし我々は帰納により因果を判断することができる、これは上述したフレーム問題を人間が解消できていることにほかならない。

そこで、今実験では原因が不在だと定義されたセル c,d を人間がどのように認知しているかを明確にすることを目的とした。セル b,d も同じ枠組みで実験を行うべきかもしれないが、対称性によって b と c の交換が可能なことや等確率性仮説を考慮すると今実験と同じような結果になるのではないかと予想される。

萱野が行った因果帰納の実験では、通常の因果関係に加えて、セル c とセル d の値が尋ねられた [14]。因果帰納実験とは各セルのイベントを順不同に表示していき、いくつかを観察した後に原

因から結果への関係性の強さを尋ねる実験のことである。この実験で人が答えたセル c や d の値は真の値をおおよそ正しく見積もっていた。

通常、因果帰納における$\neg C$ (や $\neg E$)は上述したようにフレーム問題を抱えている。しかし実験の性質上、原因 C の否定は「原因が起こらなかった」という 1 つの事象として被験者に与えてしまう。そのため被験者が 1 つの事象として捉え、セル c とセル d をある程度正確に見積もることができたのだと考えられる。

そこでより現実的な因果帰納になるよう実験を考案した。与えるデータの形式を、通常は 2×2 の分割表になるところを、3×2 とした。このような構造にすることで C1 の否定は「C2 または C3」(生起回数は C2 + C3) になる。 C1 に対して 2×2 の分割表を考える際に、セル c' とセル d' は C1 の否定の事象を考え計算しなければならない。一意にセル c やセル d が決まる従来の因果帰納実験とは構図が異なるようになっている。

表 3：3×2 分割表と 2×2 分割表への再構築の例

	E	$\neg E$
$C1$	a	b
$C2$	c	d
$C3$	e	f

	E	$\neg E$
$C1$	a	b
$\neg C1$	$c'(=c+e)$	$d'(=d+f)$

また、現実的な因果帰納では判断を行うために原因 C と結果 E の組み合わせのイベントを観察し始めるのではなく、今まで積み重ねてきた経験から因果判断を行うことが自然である。つまり、因果帰納実験において事前に調べる因果関係を提示することは現実的な因果帰納の手順と反してしまう可能性がある。

因果関係に判断を下す場面のその時々で原因 C と結果 E のイベントをサンプリングし始めることは非現実的である。つまりイベントを観察し終わった後にいくつかの因果判断を下すことができると考えることが自然である。つまり、因果帰納実験においては一定回数サンプリングを行った後に複数の因果判断を下すことができ、判断を迫られるにしたがって2×2分割表を再構築できるのではないかと考えられる。

6.1.1. 実験 1-手続き

ここで行う実験はすべてコンピュータ上で行なっている。すべての被験者が同じ教室にて同時に行なっている。

ここでは刺激 (a,b,c,d,e,f) を 2 種類用意した。それぞれ、A $(6,4,9,1,2,8)$ と B $(5,5,8,2,1,9)$ である。被験者を A, B グループの 2 グループにわけた。この刺激内容は $P(C1) = P(C2) = P(C3)$、C1 および C2 を対象としたそれぞれの 2×2 分割表において、$ad' > bc'$を満たすように設定した。さらに 2 つのグループをランダムに CD と DC に 2 分割した。つまり被験者は 4 つのグループに分けられる、ここでは $A.CD$、$A.DC$、$B.CD$、$B.DC$のように表記する。

本実験においては、被験者は自分がどのようなグループ分けをされたのか分からぬままイベントをランダムに提示されていく。ここでは説明のために A.CD に割り振られたとする。

まず始めに被験者は以下のようなカヴァーストーリーを確認し実験を開始する。

「あなたは大学病院で働く科学者を演じてもらいます。あなたは科学者で、被験者に薬を投与し、どのような反応なのか確かめたい。あなたは被験者の反応を見ていき最終的にある判断を下したい。」

被験者はこれを確認すると、A の刺激の観察が始まる。一通りの刺激を観察し終えると質問ダイアログが現れる。1 問目は「C1（の色の薬）を投薬して、抗体が出来るという関係の強さはどのくらいですか」となっており、 0% から 100% の範囲で回答させられる。2 問目は「C1（の色の薬）を投薬せず、抗体ができなかった場合は何回ありましたか」となっており、0 から 30 回の間で回答させられる。3 問目は「C2（の色の薬）を投薬して、抗体が出来るという関係の強さはどのくらい

ですか」となっており、 0% から 100% の範囲で回答させられる。4 問目は「C2（の色の薬）を投薬せず、抗体ができなかった場合は何回ありましたか」となっており、0 から 30 回の間で回答させられる。これが終わると 1 セットが終わる。

続いて、被験者には 2 セット目のプログラムを受けてもらう。1 セット目と刺激内容は変えずに行う。変更がある部分は 2 問目と 4 問目である。これらがそれぞれ、「C1（の色の薬）を投薬せず、抗体ができた場合は何回ありましたか」、「C2（の色の薬）を投薬せず、抗体ができた場合は何回ありましたか」に変更されている。

ここでは 1 セット目の 2 問目を $A.c'1$ 、4 問目を$A.c'2$ と表記する。また 2 セット目の 2 問目を $B.c'1$ 、4 問目を $B.c'2$ と表記する。

CD グループと DC グループの差異は、CD グループはセル c の質問を 1 セット目に受けるグループ、DC グループはセル d の質問を 1 セット目に受けるグループのように区別がされている。この 2 セットが実験内容になっており、また被験者が入力したデータはテキストファイルとして出力されている。被験者は 54 名の東京電機大学理工学部の大学生である。

6.1.2. 実験 1-結果

抽象化された c' や d'を人は正しく計算できているか調べるため、回答された $c'(d')$ と理論的に正しい $c+e\,(d+f)$ を平均値の検定 (t 検定) にかける。ここでの帰無仮説は「データ群の平均が真の値である」となり対立仮説は「データ群の平均は真の値ではない」となる。表 4 はt検定を行うデータ群と真の値、p 値である。5%の有意水準で帰無仮説が棄却され対立仮説が採択されたものは $B.d'2$ のみだけだった。この検定からは人の c' や d' の計算方法が理論的に間違っているとは言えないということがわかった。

次に見るべき箇所は、注目する原因を変える前の$c'1\,(d'1)$と 注目する原因を変えた後の$c'2(d'2)$が有意に変化しているか、である。もしも有意に変化していないのであれば、最初に注目した 2 × 2 分割表からうまく再構築ができていないことが示唆される。

それを確かめるためには $c'1(d'1)$ と $c'2(d'2)$ の 2 標本 t 検定（関連 2 群）を行う。ここでの帰無仮説は「注目の対象が変わった後と前で差がない」となり、対立仮説が「注目の対象が変わった後と前で差がある」となる。表 5 に検定結果を掲示する。A グループ、B グループ共にc' は注目の対象が変わった前後で有意に差があるという結果になった。また d'に関しては、注目の対象が変わった前後で差があるとは言えないという結果になった。

表 4: 人のデータ群と真の値のt検定結果

人のデータ群 (mean) (SD)	真の値	p値
$A.c'1$ (12.65) (4.60)	$c' = C+E = 11$	0.062
$A.c'$ 2 (9.20) (4.12)	$c' = A+E = 8$	0.126
$A.d'$ 1 (9.37) (4.60)	$d' = D+F = 9$	0.661
$A.d'$ 2 (9.79) (5.90)	$d' = B+F = 12$	0.0536
$B.c'$ 1 (9.60) (5.15)	$c' = C+E = 9$	0.5661
$B.c'$ 2 (6.48) (4.04)	$c' = A+E = 6$	0.5583
B.d'1 (10.28) (6.30)	$d' = d+f = 11$	0.5735
B.d'2 (10.20) (7.34)	d' = B + F = 14	0.0162

表 5:フォーカス前後の値の 2 標本 t 検定

フォーカス C1	フォーカス C2	p値
$A.c'$ 1	$A.c'$ 2	0.000524
$A.d'$ 1	$A.d'$ 2	0.6707
$B.c'$ 1	$B.c'$ 2	0.0012
$B.d'$ 1	$B.d'$ 2	0.9497

つまり、c'において人は理論的に正しい値を算出しており、また注目するべき対象が変わったのであればそれに従って新しい c' を正しく再算出していると言える。

d' において人はおそらく理論的に正しく d'を

算出しているが、注目するべき対象が変わったとしても再計算をしていない可能性があるといえる。

$d'2$ は $d'1$ にアンカリングもしくは影響されているのではないかという疑問がここで浮かぶ。それを検定するために、人の $d'2$ の値と $d'1$ の真の値を平均値の検定にかけた。ここでの帰無仮説は「人のデータ群の平均は 1 つ前の質問の真の値である」となり、対立仮説は「人のデータ群の平均は 1 つ前の質問の真の値とは異なる」となる。表 6 に結果を記した。

5%の有意水準で帰無仮説が棄却され対立仮説が採択されたものはA,Bグループの$c'2$という結果が出た。つまり $c'2$ に関しては $c'1$ に影響されておらず、注目する対象が変わったのであれば、それに合わせて何かしらの再計算が行われている可能性が高まった。また、 d' に関しては帰無仮説を棄却できず、 $d'2$ は $d'1$ にアンカリングなどの影響を受けている可能性が高まった。

表 6: 1 つ前の質問とその後の値のt検定

人のデータ群	1 つ前の質問の真の値	p値
$A.c'$ 2 (9.20) (4.12)	$C+E=11$	0.02663
$A.d'$ 2 (9.79) (5.90)	$D+F=9$	0.4752
$B.c'$ 2 (6.48) (4.04)	$C+E=9$	0.004695
$B.d'$ 2 (10.20) (7.34)	$D+F=11$	0.5912

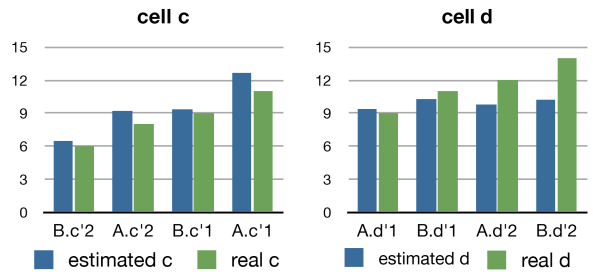


図 4: 人間が推察したc', d' と真の値

最後に、人が想像する$c'(d')$ と真の $c'(d')$ をグラフで示した。図 4 の左図が c' に関してのグラフ、右図が d' に関してのグラフである。これらのグラフはAグールプやBグループなどを混在させてプロットしてある。

6.2. 実験 2

共変動研究に関して McKenzie らが行った実験では、人が稀少であると思う事象の出来事の情報を重視することがわかっている[15]。McKenzie らは抽象的な内容のタスクと具体的な内容のタスクを用いて推論タスクにおけるフレーミング効果の説明を行った。ここでいう推論タスクは共変動評価と仮説検定を示す。抽象的内容のタスクとは、「遺伝子 A があれば人格 X である」のように遺伝子 A である確率や人格 X である確率の検討がつかないものを示す。対して具体的内容のタスクは、「精神的に病気であれば高校を中退する」のように起きうる確率を想像することができるタスクのことである。精神的病気を患うことも高校を中退することも非常にレアだと我々は普段の生活から自然に理解ができる。

McKenzie らの実験では人間は抽象的タスクでは YES のラベルがあるセルの情報量が高いと認識したとわかっている。YES のラベルとは「遺伝子 A があるかないか」に対して YES、つまり遺伝子 A が存在する（C）と表現しているラベルのことである。対して具体的タスクでは YES のラベルに関係なく発生確率がレアであるセルの情報量が高いと正しく認識した。

表 7:カテゴリ別の 2×2 分割表

YY

		dropout: yes	dropout: no
illness	yes	a	b
	no	c	d

YN

		graduation: yes	graduation: no
illness	yes	b	a
	no	d	b

NY

		dropout: yes	dropout: no
health	yes	c	d
	no	a	b

NN

		graduation: yes	graduation: no
health	yes	d	c
	no	b	a

我々は McKenzie の実験を習い、拡張し因果帰納実験に適用させた。実験内容は最も稀少になるセルを a,b,c,d の 4 個のセルに割り当て、因果帰

納実験を行った。刺激内容はストーリーに合うもの (condition 1) と合わないもの (condition 2) の2種類を用意した（表 8)。

表 7 の４つの表のタイトルは稀少であるセルの場所を表している。Y は yes、N は no であり、例えば YN であれば、原因 C が YES（つまり生起）で結果 E が NO（つまり不生起）の右上のセルが最も稀少であることを示している。

表 8: condition 1（左）と 2（右）

	a	b	c	d
1	2	2	2	8
2	1	1	3	10
3	1	1	1	15
4	1	1	3	20

	a	b	c	d
1	6	1	1	1
2	8	1	2	3
3	7	3	1	3
4	6	2	2	3

6.2.1. 実験２-手続き

被験者たちは condition 1 の カテゴリ（YY,YN,NY,NN)のうちランダムに 1 つをこなし、Condition 2 の カテゴリ（YY,YN,NY,NN）のうちランダムに 1 つをこなすという手順を踏む。よって被験者は 8 個のグループに分けられる。

以下の作業は実験 1 のように PC 上で行われる。

ある被験者を例に上げる。被験者は condition 1 の YY に選ばれたとする。そこで被験者は以下の文章を確認する。この文章は YY に依存している。

あなたには『高校生の不健康さ』と『高校生の退学』という２つの間の関係を調べなければならない学者を演じてもらいます。

調べる対象は ABC 高校の学生数人から十数人です。

高校生らには心理学テストを受けてもらい、心理学者から『不健康』であるかどうかを診断してもらいました。またあなたは彼らを追跡調査し、『退学した』かどうかを観察しました。

従来の調査では、『高校生の不健康』は『珍しいもの』、また、『高校生の退学』も『珍しいもの』とわかっています。

これから高校生が『不健康』かどうだったか、『退学した』かどうかを観察してもらいます。

何人かの例を見たあとに、あなたにはある判断をしてもらいます。

この文章はカテゴリによって鍵括弧の部分が変化する。YY なら「不健康さ」と「退学」になり、NY なら「健康」と「退学」になる。頻度の鍵括弧もその事象に対応したものになるようになっている。

以上の文章を確認すると condition 1 の刺激組がランダムに選ばれ刺激を観察していく。すべての刺激が観察し終わると評価ボタンが表示される。評価画面では「不健康であることから退学することへの関係の強さは？」と表示される、被験者はダイアログ上にあるスライダーバーで 0%から 100%の間で回答を行う。カテゴリ NN であれば、この質問は「健康でないことから卒業しないことへの関係の強さは？」と変更さえる。本質的に尋ねていることは変わらずに表現だけが変更される。これを 4 回繰り返し 1 セットが終わる。2 セット目は condition 2 になり 1 セット目と同じ手順を踏む。

被験者は東京電機大学理工学部の学生 132 名である。

6.2.2. 実験２-結果

人間の推定値の平均と *pARIs* の値をプロットしたものが図 5, 6 になる。 condition 1 では大小関係は捉えているが値そのものと一致はしていない。しかし condition 2 ではほとんどの値が一致していることが分かる。

各指標の値と人間の推察値の平均値の決定係数を示したものが表 9 になる。刺激の組み合わせを考える上で *pARIs* と ΔP を比較したため、構造の似ている *DFH* は *pARIs* と値が非常に似かよる結果になっている。*pARIs* はひとつだけ決定係数が 0.79 と低めだが、その他はすべて 0.9 を越していることが分かる。

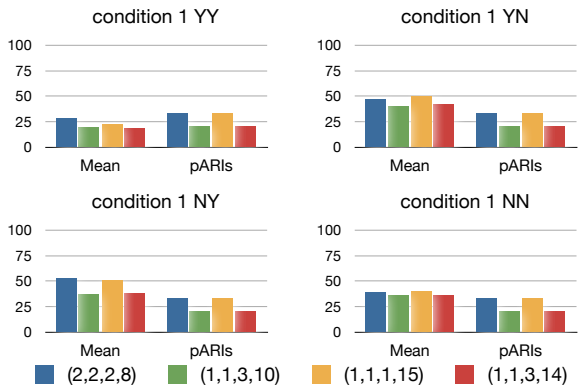


図 5: condition1 における人の平均値と *pARIs* の値

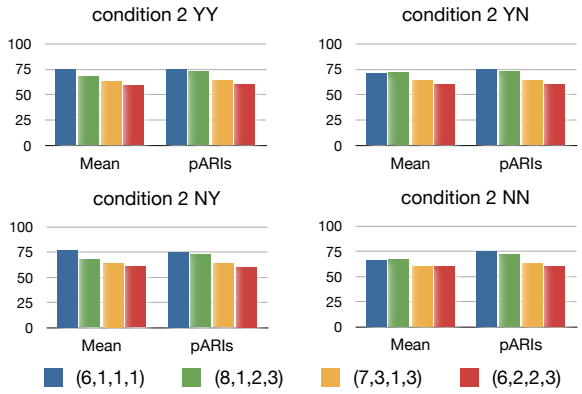


図 6: condition2 における人の平均値と *pARIs* の値

表 9:人の推察値と各指標の決定係数

	Condition 1			
	YY	*YN*	*NY*	*NN*
pARIs	0.790	0.960	0.992	0.956
DFH	0.790	0.960	0.992	0.956
ΔP	−0.039	0.776	0.504	0.781
PowerPC	−0.032	0.776	0.508	0.776

	Condition 2			
	YY	*YN*	*NY*	*NN*
pARIs	0.953	0.979	0.903	0.919
DFH	0.949	0.985	0.896	0.907
ΔP	−0.015	0.403	−0.141	0.275
PowerPC	0.665	0.923	0.559	0.966

6.3. 実験考察

まず実験 1 では人間が認知するセル c とセル d に明確な差があることが示唆された。これは非常に興味深い結果である。セル c とセル d はともに原因が不在の場合に発生するセルである。現実的に考えるとこれらのセルはどちらもフレーム問題を抱えている。しかしこの実験では原因の数はたかだか 3 個であり、薬 1, 2, 3 しか原因が起きない環境でありフレーム問題に陥るとは考えづらい。実際、人間はセル c に関してはほぼ正確な値を推察している。フレーム問題を抱えている 2 つのセルには他の違いがあると考えられる。この違いは情報量獲得の面から考えることができる。セル c とセル d は稀少性仮定が成り立っている場合、セル c の方がレアであり情報量が高い。このことから被験者は計算リソースや記憶リソースをセル d に比べてセル c に多めに割り振ったのではないかと考えられる。

また実験 2 でも稀少性の考え方が強く現れている。この実験では因果帰納を行う際に表現の差に囚われること無く因果判断が下せていることがわかる。つまり我々は表現から稀少である事象を推察し、稀少な事象に対しての情報を無意識に集めているといえる。また表 9 からわかるようにセル d をつかわない *DFH* や *pARIs* とこれほどフィットしていることから、人間は表現上のセル d ではなく、稀少性を仮定した上で事象の確率が一番大きいセルを無視している可能性がある。

7. 総括

シミュレーション、メタ分析、実験から *pARIs* は因果帰納モデルとして非常に妥当であると考えられる。人の因果帰納のメカニズムは *pARIs* のように稀少性を仮定したとき、結果や原因の在不在、表現が肯定か否定かに左右されず、稀少か非稀少なのかに従う可能性が高まった。また、Over らの提唱する推論心理学の新パラダイムに属する研究の一例ともなっている [12, 13]。

参考文献

[1]. Takahashi, T., Kohno Y. & Oyo, K. (2010).

Causal Induction Heuristics as Proportion of Assumed-to-be Rare Instances (pARIs). *Proceedings of the 7th International Conference on Cognitive Science (ICCS2010)*, 361–362.

[2]. Hattori, M., Oaksford, M. (2007). Adaptive Non-Interventional Heuristics for Covariation Detection in Causal Induction: Model Comparison and Rational Analysis, *Cognitive Science,* 31, 765–814.

[3]. White, P. A. (2003). Causal judgement as evaluation of evidence: The use of confirmatory and disconfirmatory information, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56A (3), 491–513.

[4]. Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgment of contingency between responses and outcomes, *Psychological Monographs: General and Applied, 79*, 1–17.

[5]. Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory, *Psychological Review, 104*, 367–405.

[6]. Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory, *Psychological Review, 104*, 367–405.

[7]. 篠原修二, 中野昌宏.(2007). n 本腕バンディット問題に対する「緩い対称性モデル」の有効性：因果推論における対称性バイアスと相互排他性バイアス, 進化経済学会第 11 回大会.

[8]. Wason, P. C. (1966). Reasoning. In B. M. Foss (ed.) *New Horizons in Psychology*, Penguin Books, Harmondsworth: Middlesex, UK, 135-151.

[9]. Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84 (4), 327–352.

[10]. Kosko, B. (2004). Probable Equivalence, Superpower Sets, and Superconditionals, *International Journal of Intelligent Systems,* 19, 1151–1171.

[11]. Gilio, A. and Sanfilippo, G. (submitted manuscript). Quasi conjunction, Quasi disjunction, T-norms and T-conorms: Probabilistic aspects.

[12]. Politzer, G., Over, D. E., & Baratgin, J. (2010). Betting on conditionals. *Thinking & Reasoning,* 16(3), 172-197.

[13]. Over, D. E. (2009). New paradigm psychology of reasoning. *Thinking & Reasoning*, 15(4), 431-438.

[14]. 萱野宏明 (2009). 因果推論と意思決定における認知バイアスの研究, 東京電機大学知能機械工学科 2009 年度卒業論文.

[15]. McKenzie, Craig R. M. (2004). Framing effects in inference tasks—and why they are normatively defensible, *Memory & Cognition,* 32 (6), 874–885.

Fixation failure と Attention failure に関する実験的検討
Experimental investigation of Fixation failure and Attention failure

前東 晃礼[†]，三輪 和久[†]，寺井 仁[‡]，小島 一晃[††]，森田 純哉[‡‡]
Akihiro Maehigashi, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai, Kazuaki Kojima, Junya Morita

[†]名古屋大学大学院情報科学研究科，[‡]名古屋大学大学院情報科学研究科/JST CREST
[††]早稲田稲田大学人間科学学術院，[‡‡]北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科
[†]Graduate School of Information Science, Nagoya University
[‡]Graduate School of Information Science, Nagoya University/ JST CREST
[††]Faculty of Human Sciences, Waseda University
[‡‡]School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
mhigashi@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Complacency is users' not detecting or being slow to detect automation malfunctions or outright failures (Parasuraman & Manzey, 2010). In this study, we experimentally investigated the relationship between human tendency to fall into complacency and their tendency whether to use automation or conduct manual operation. Results of the experiment indicated that the participants who preferred manual operation had a tendency to fall into complacency in a situation where automation performance was always within their eyesight, called attention failure. On the other hand, the participants who tended to trust automation had a tendency to fall into complacency in a situation where automation performance was out of their eyesight, called fixation failure. These results were explained by human ability to maintain vigilance and their trust on automation.

Keywords — Automation system, Complacency, Tendency to Use Automation System, Trust, Vigilance

1. はじめに

自動化システムは，人間が行う活動を代わりに行うテクノロジーである[1]．しかし，環境の変化や，自動化システムの故障によって，自動化システムのパフォーマンスは低下することが知られている[1]．このような自動化システムを使用する際に生じる問題の一つとして Complacency がある．Complacency は，ユーザが，自動化システムの故障，異常状態，明確なエラー(システムダウン)を見逃すこと，もしくは，それらに対する対応が遅れることである[2]．自動化システムのユーザが Complacency に陥ることによって，命に関わる事故が引き起こされる．Complacency については．これまでに多くの研究が行われている[3]～[5].

さて，Complacency に関する研究とは別に，自動化システムに関する研究の多くは，ユーザの自動化システム使用と手動操作実行の選択について実験的検討を行っている[6]～[8]. ユーザが自動化システムを使用する際には，自動化システムとユーザの状態の変化を考慮して，適切に自動化システムの使用/未使用の切り替えを行い，課題パフォーマンスを向上させる必要がある．これらの研究では，ユーザの自動化システムへの過信は過度の自動化システム使用(Misuse)を招き，逆に，ユーザの自動化システムへの不信は過度の手動操作実行(Disuse)を招き，課題パフォーマンスを低下させることが示されている[6]～[8].

しかし，これまでの自動化システムに関する先行研究では，Complacency と自動化システム使用/未使用の選択傾向との相互の関連性について検討が行われていない. これらの関連性については，それぞれの領域の先行研究から，二つの関連性を予測することができる．

一つ目は，自動化システムに対する信用が両者を媒介する場合の関連性である．自動化システムの使用/未使用の選択に関しては，自動化システムを信用するユーザほど，自動化システムを使用する傾向にあることが示されている[6]～[8]．一方，Complacency に関しては，自動化システムへの過信が Complacency を引き起こすことが示されている[2]．これらの研究から，自動化システムを使

用する傾向のユーザほど Complacency に陥る傾向を有することが考えられる(図 1(a)). 二つ目は, ビジランスが媒介する場合の関連性である. ビジランスとは, 刺激に対して警戒を保ち, 注意のフォーカスを維持し続ける能力である[9]. 自動化システム使用/未使用の選択に関しては, ビジランスの維持能力の低いユーザは, 自動化システム監視中におけるビジランス低下を避けるために自動化システムを使用しない傾向にあることが示されている[10]. 一方, Complacency に関しては, ビジランスの低下は Complacency を招くことが示されている[11]. これらの研究から, 自動化システムを使用しない傾向のユーザほど Complacency に陥る傾向を有することが考えられる(図 1(b)). 本研究では, これら二つの対立する関連性について実験的検討を行う.

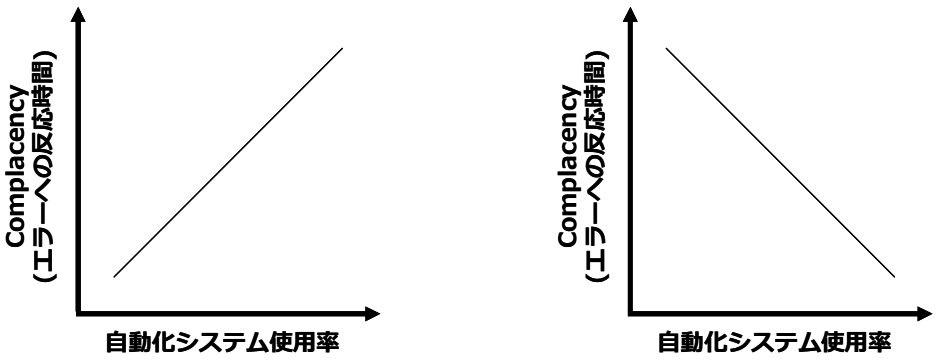
2. 仮説

Parasuraman ら[2]は, 二種類の Complacency を示している. その内の一つは, Fixation failure である. Fixation failure は, 自動化システムのパフォーマンスが, ユーザの視界に入らないために生じる Complacency である. Fixation failure は, 自動化システムに任せた課題とユーザが手動操作で行う課題が, 異なる画面(Separate display)で表示される状況で生じる. このような状況では, 自動化システムを信用するユーザほど, 手動操作で行う課題に視線を向けて, 自動化システムのパフォーマンスを監視しない傾向にあり, Complacency に陥りやすくなることが示されている[2]. このことから, Separate display を使用する状況では, Complacency と自動化システム使用/未使用の選択傾向との間に, 自動化システムへの信用を媒介した関連性がみられることが予測され, 以下の仮説 1 が導出される.

仮説 1: Separate display を使用する状況では, 自動化システムを使用する傾向にあるユーザほど Complacency に陥る.

もう一つの Complacency は, Attention failure である. Attention failure は, 自動化システムのパフォーマンスが, ユーザの視界に入っていても, そのパフォーマンスに注意を向けていないために生じる Complacency である. Attention failure は, 自動化システムに任せた課題とユーザが手動操作で行う課題が, 単一の画面(Superimposed display)で表示される状況で生じる. このような状況では, ビジランスを高く保つことが, 視界に入っている事象の変化に気づきを促進することが示されている[12]. このことから, Superimposed display を使用する状況では, Complacency と自動化システム使用/未使用の選択傾向との間に, ビジランスを媒介した関連性がみられることが予測され, 以下の仮説 2 が導出される.

仮説 2 : Superimposed display を使用する状況では, 自動化システムを使用しない傾向にあるユーザほど Complacency に陥る.



(a) 信用を媒介した関連性　　(b) ビジランスを媒介した関連性

図 1　Complacency と自動化システム使用/未使用の選択傾向との二つの関連性((a)信用を媒介した関連性, (b)ビジランスを媒介した関連性). 横軸は自動化システム使用率を示し, 縦軸は Complacency(自動化システムのエラーへの反応時間)を示している.

3. 実験課題

我々は，仮説検証を行うために，二つの実験課題を用いた．一つ目の課題は，追従課題である(図2)．この課題で，参加者は，画面の上から下へスクロールする路線をビークル(○印として表示される)で追従することが求められる．ビークルが路線から逸脱した場合に，課題の得点は減点される．この課題では，Auto モード(実験システムに実装されたシステムオペレータが路線追従を行う)と，Manual モード(参加者が左右の矢印キーを使用して操作を行う)があり，キーボードのスペースキーを押すことによって，両モードの切り替えを行うことが可能である．我々は，Auto モードにおけるシステムオペレータの操作能力と Manual モードにおける参加者の手動操作の操作能力に各 5 水準(30，40，50，60，70)を設けた．それぞれの操作能力の値は，システムオペレータまたは参加者の操作が，実際のビークルの挙動として出力される確率を示している．それぞれの操作能力の値が大きいほど，システムオペレータまたは手動操作の指示通りにビークルは動きやすく，追従パフォーマンスは高くなる．実際の実験では，Auto モードにおけるシステムオペレータの操作能力と Manual モードにおける手動操作の操作能力の全ての組み合わせ(25 組)が，ランダムな順序で出現するように設定された．参加者は，二つのモードを切り替えながらビークルの挙動を監視して，追従パフォーマンスの高い方を選択する必要がある．この課題における Auto モードの使用率を用いて，参加者の自動化システム使用/未使用の選択傾向の評価を行う．

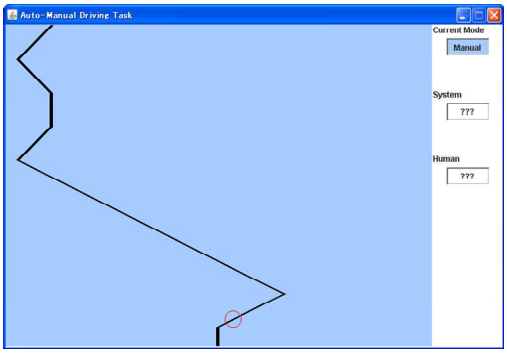


図 2　追従課題

実験課題の二つ目は，二重課題である(図 3)．この課題で，参加者は，二つの課題を同時に行う必要がある．第一の課題は，探索課題である．探索課題では，画面の上から下へ探索刺激が流れる．参加者は，妨害刺激(T)の中からターゲット刺激(L)を検出する必要がある．ターゲット刺激が画面下方の二重線の内側にある状態でスペースキーを押すことで，ターゲットの検出を行う．検出が成功した場合，ターゲットの文字色は赤に変化する．ターゲットの検出ミス，または，誤検出の場合，課題の得点は減点される．探索課題は手動操作のみで行う．第二の課題は，監視課題である．監視課題は，先に行われた追従課題の路線追従を Auto モードにおけるシステムオペレータに任せ，そのパフォーマンスの監視を行う．基本的に，システムオペレータは，完璧な追従パフォーマンスを示す．しかし，課題遂行中のある時点で Auto エラー(システムオペレータの操作能力の低下)が生じ，ビークルは路線を追従しなくなるように設定されている．参加者は，Auto エラーを検出した場合，左右の矢印キーを押して，ビークルを手動で操作する必要がある．監視課題では，矢印キーを押す

図 3　二重課題．Separate display では，探索課題と追従課題は個別の画面で表示される(左)．一方，Superimposed display では，探索課題と追従課題は単一の画面に表示される(右)．

ことで Manual モード，矢印キーから手を離すことで Auto モードに切り替わる．ビークルが路線から外れた場合，課題の得点は減点される．二重課題の監視課題における Auto エラーへの反応を用いて参加者の Complacency に陥る傾向の評価を行う．

二重課題では，二種類の課題状況を設定した．一方は，Separate display を使用して課題を行う状況であり，もう一方は，Superimposed display を使用して課題を行う状況である．また，監視課題では，課題遂行中に，二種類の Auto エラーが生じるように設定した．一つ目の Auto エラーは Gradual エラーである．Gradual エラーでは，Auto モードにおけるシステムオペレータの操作能力は 40 秒かけて徐々に低下し，最終的に追従停止し，その状態が 10 秒間継続する．二つ目の Auto エラーは Sudden エラーである．Sudden エラーでは, Auto モードにおけるシステムオペレータの操作能力が突如喪失し, 追従停止状態になり, その状態が 10 秒間継続する．

Gradual エラーでは，参加者は，Auto モードにおけるシステムオペレータの操作能力の低下(ビークルの動きの低下)を検出した直後に手動操作を行うことも，もしくはその状態をしばらく放置し，ビークルが停止する直前まで Auto モードに路線を任せることも可能である．このような状況では，自動化システムへの信用に基づく意図的な手動操作実行の判断が, Auto エラーへの反応に影響すると考えられる．つまり，Auto モードを信用するユーザほど，可能な限りビークルの操作を Auto モードに任せて, 手動操作の実行が遅くなることが予測される．このことから，仮説 1 を踏まえると，Separate display を使用する状況で，Gradual エラーが生じた場合，自動化システムを使用するユーザほど Complacency に陥る傾向が顕著に現れることが予測される．

一方，Sudden エラーでは，参加者は，ビークルの異変を認識した直後に手動操作を行う必要がある．このような状況では，参加者の自動化システムのエラーに対するビジランスを維持する能力が, Auto エラーへの反応に直接影響すると考えられる．つまり，ビジランスの維持能力が低い参加者ほど, Auto エラーの検出が遅くなることが予測される．このことから，仮説 2 を踏まえると，Superimposed display を使用する状況で，Sudden エラーが生じた場合，自動化システムを使用しないユーザほど Complacency に陥る傾向が顕著に現れることが予測される．

4. 実験

4.1 方法

4.1.1 参加者

実験参加者は，大学生 86 名である．

4.1.2 手順

全ての参加者は，追従課題を行った後に二重課題を行った．追従課題では，参加者は，まず課題の練習を行い，その後に本課題を行った．本課題では，1 試行 40 秒の試行を 25 試行行った．本課題における Auto モードと Manual モードの操作能力の各 5 水準は，無作為な順序で変化した．各試行の区切りとして，「操作能力が変更されました」と課題画面に表示した．しかし，実験中に，操作能力の値を参加者に示すことはなかった．参加者には，課題の得点ができるだけ高くなることを目指して課題を行うように教示した．

追従課題を行った後に休憩を設け，その後に二重課題を行った．参加者 86 名中 46 名は，二重課題を Separate display で行った．その他の 40 名は, 二重課題を Superimposed display で行った．二重課題では, 参加者は, まず課題の練習を行い, その後に本課題を行った．本課題では，1 試行 50 秒の試行を 9 試行実施した．探索課題では，課題遂行中に，妨害刺激が 400 個，ターゲット刺激が 100 個出現するように設定し，探索刺激が画面に出現するタイミングは参加者間で統制された．監視課題では, Auto エラーは, 各ブロックで 3 回生じるように設定した．Sudden エラーは，2 試行目の開始から 40 秒後に生じ, Gradual エラーは, 5 または 6 試行目と 9 試行目の開始時点から生じた．1 回目の Gradual エラーが生じる試行は，参

加者間でカウンターバランスをとった．参加者には，Autoエラーが生じるタイミングや回数は通知しなかった．Autoエラー終了後，Autoモードにおけるシステムオペレータの操作能力は回復し，「能力が回復しました」と課題画面に表示した．参加者には，操作能力の回復を示す表示が提示された後は，再びAutoモードに路線追従を任せるように教示した．Autoエラーが生じる試行の路線パターンは参加者間で統制された．二重課題終了後に，参加者には，監視課題におけるAutoモードへの信用について7段階(1: Autoは全く信用できなかった，2: Autoはほとんど信用できなかった，3: Autoはあまり信用できなかった，4: どちらでもない，5: Autoはやや信用できた，6: Autoはわりと信用できた，7: Autoは非常に信用できた)の評定を行わせた．

4.2 結果

まず，二重課題の探索課題における検出ミスまたは誤検出回数が，平均から4SD以上離れた参加者を分析から除外した．また，二重課題の監視課題で，Autoエラーが生じる前から手動操作を行っていた参加者を分析から除外した．結果として，Separate displayにおいて40名，Superimposed displayにおいて35名の参加者のデータを分析に用いた．

二重課題の探索課題における参加者の検出ミス回数の平均は，Separate displayで0.45回，Superimposed displayで0.28回であった．一方，参加者の誤検出回数の平均はSeparate displayで0.38回，Superimposed displayで0.67回であった．以上より，参加者は，適切に課題に従事していたことが確認された．

我々は，二つの仮説を検討するために，追従課題におけるAuto使用率と二重課題におけるAutoエラーへの反応時間との相関分析を行った．各参加者の追従課題のAuto使用率は，追従課題でAutoモードを使用していた時間を追従課題全体の時間で割って算出した．また，各参加者の二重課題におけるAutoエラーへの反応時間は，二重課題の監視課題において，Autoモードにおけるシステムオペレータの操作能力の低下が開始してから手動操作に切り替えるまでの時間(msec)を測定した．Gradualエラーへの反応時間は，各参加者の2回のGradualエラーへの反応時間の平均値を使用した．相関分析の結果を表1に示す．分析の結果，Superimposed displayを用いた実験状況において，Auto使用率とSuddenエラーへの反応時間との間に負の相関がみられた(r=-.50, p<.005)．図4は，両者の関係を図に示したものである．この結果から，Superimposed displayでは，Auto使用率の低い参加者ほどSuddenエラーに対する反応が遅いことが確認され，仮説2が支持された．

表1　追従課題におけるAuto使用率と二重課題におけるAutoエラーへの反応時間との相関分析の結果．数値は相関係数(r)を示す．

	二重課題			
	Separate display		Superimposed display	
	Suddenエラー	Gradualエラー	Suddenエラー	Gradualエラー
追従課題Auto使用率	.01	-.01	-.50***	-.21

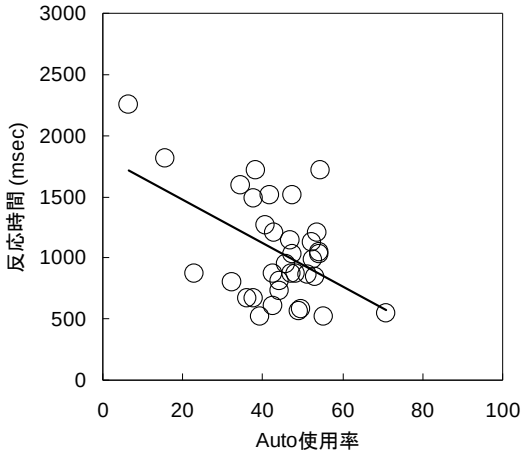


図4　追従課題におけるAuto使用率と二重課題のSuperimposed displayにおけるSuddenエラーへの反応時間との相関分析の結果．横軸は追従課題におけるAuto使用率を示す．縦軸は二重課題のSuperimposed displayにおけるSuddenエラーへの反応時間(msec)を示す．

一方で，仮説1からの予測は確認されなかった．

つまり，Separate display を用いた実験状況において，Auto 使用率と Auto エラーへの反応時間との相関はみられなかった．そこで，二重課題終了後に実施した信用アンケートと Auto エラーへの反応時間との相関分析を行った．その結果，参加者の Auto モードへの信用と Separate display における Gradual エラーへの反応時間との間に正の相関がみられた(r=.36, p<.05)．図 5 は，両者の関係を図にしたものである．この結果から，Separate display では, Auto モードを信用した参加者ほど，Gradual エラーへの反応が遅いことが確認された.

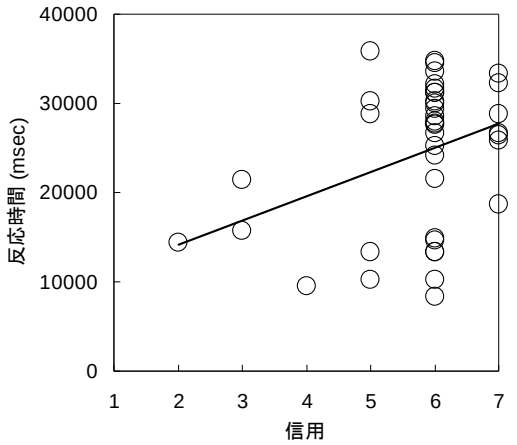


図 5 Auto モードへの信用と二重課題の Separate display における Gradual エラーへの反応時間との相関分析の結果．横軸は Auto モードに対する主観的信用度を示す．縦軸は二重課題の Separate display における Guradual エラーへの反応時間(msec)を示す.

5. 考察および結論

本研究では，Complacency と自動化システム使用/未使用の選択傾向との関連について実験的検討を行った.

仮説 1 に関して，自動化システムを信用する参加者ほど Separate display で生じる Gradual エラーへの反応が遅いことが示された. この結果は，先行研究[2]で示された結果と同様の結果である．一方で，二重課題を用いて測定された Complacency と，追従課題を用いて測定された自動化システム使用/未使用の選択傾向との関連性は確認されなかった．両者の関連性が確認されなかった理由には，以下が考えられる．仮説 1 に関しては，自動化システムの使用/未使用の選択を行う追従課題と，自動化システムの監視を行う二重課題で，各参加者の自動化システムへの信用は一貫していることが前提であった．しかし，二重課題でシステムダウンが生じたことによって，追従課題と二重課題との間で，参加者の自動化システムへの信用が大きく変化した可能性が考えられる．Lee ら[6], [7]は，自動化システムにシステムダウンが生じた場合，ユーザは，自動化システムへの信用を低下させ，その程度には，大きな個人差があることを示している．以上のことから，追従課題と二重課題における自動化システムへの信用は，参加者内で一貫性が保たれなかったと考えられる．その結果，Complacency に陥る傾向と自動化システム使用/未使用の選択傾向との関連が検出されなかった可能性がある.

仮説 2 に関して, Superimposed display を用いた状況で，Complacency と自動化システム使用/未使用の選択傾向との関連性が確認され，仮説 2 は支持された．仮説 1 に関連して述べたように，ユーザの自動化システムへの信用は，自動化システムのシステムダウンに影響を受ける[6], [7]．その一方で，ビジランスの維持能力は個人に備わる認知的能力であるため，追従課題と二重課題の間で，参加者のビジランスの維持能力は一貫していたと考えられる．その結果，今回の実験でも，先行研究[11], [14]で示されたように，ビジランスの維持能力の低い参加者は，追従課題では，自動化システムを使用しない傾向に陥り, 二重課題では，視界に入っている自動化システムのエラーの検出が遅くなったと考えられる.

本研究では，これまで検討されてこなかった Complacency と自動化システム使用/未使用の選択傾向との関連について検討を行い，対立する二つの予測を合理的に説明することができる理論的枠組みを提起した.

参考文献

[1]Parasuraman, R. & Riley, V., (1997) “Humans and automation: use, misuse, disuse, abuse”, Human Factors, Vol. 39, No. 2, pp. 230–253.

[2]Parasuraman, R., & Manzey, D. H., (2010) “Complacency and bias in human use of automation: an attentional integration”, Human Factors, Vol. 52, No. 3, pp. 381-410.

[3]Parasuraman, R., Molloy, R., & Singh, I. L., (1993) “Performance consequences of automation-induced `complacency'”, The International Journal of Aviation Psychology, Vol. 3, No. 1, pp. 1-23.

[4]Metzger, U., & Parasuraman, R., (2005) “Automation in future air traffic management: effects of decision aid reliability on controller performance and mental workload”, Human Factors, Vol. 47, No. 1, pp. 35-49.

[5]Singh, I. L., Molloy, R., & Parasuraman, R., (1993) “Individual differences in monitoring failures of automation”, Journal of General Psychology, Vol. 120, No. 3, pp. 357-373.

[6]Lee, J. D., & Moray, N., (1992) “Trust, control strategies and allocation of function in human-machine systems”, Ergonomics, Vol. 35, No. 10, pp. 1243-1270.

[7] Lee, J. D., & Moray, N., (1994) “Trust, self-confidence, and operators' adaptation to automation”, International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 40, No. 1, pp. 153–184.

[8]Muir, B. M., & Moray, N., (1996) “Trust in automation. part II. experimental studies of trust and human intervention in a process control simulation”, Ergonomics, Vol. 39, No. 3, pp. 429-460.

[9]Warm, J. S., Parasuraman, R., & Matthews, G., (2008) “Vigilance requires hard mental work and is stressful”, Human Factors, Vol. 50, No. 3, pp. 433-441.

[10]Rajaonah, B., Tricot, N, Anceaux, F., & Millot, P., (2008) “The role of intervening variables in driver-acc cooperation”, International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 66, No. 3, pp. 185-197.

[11]Molloy, R., & Parasuraman, R., (1996) “Monitoring an automated system for a single failure vigilance and task complexity effects”, Human Factors, Vol. 38, No. 2, pp. 311-322.

[12]Simons, D. J., & Ambinder, M. S., (2005) “Change blindness: theory and consequences”, Current Directions in Psychological Science, Vol. 14, No. 1, pp. 44-48.

大皿料理を介した食卓における取り分け行動の分析 −最後の一つは誰がいつ取り分けるのか？

Analysis of Serving Food for platter-for-share-style: Who and When do we serve “The Last One Piece of Food”

小倉 加奈代†，田中 唯太‡，西本 一志†
Kanayo Ogura, Yuta Tanaka, Kazushi Nishimoto

†北陸先端科学技術大学院大学，‡グリー株式会社
Japan Advanced Institute of Science and Technology, GREE Corporation
k-ogura@jaist.ac.jp

Abstract
In this paper, we try to analyze serving food to reveal a situation of “the last on piece of food”. When we analyzed video data of table talks with some platters, we focused on serving food for each platter and for dining table. As a result, we confirmed situations of suspending serving foods from middle stage to end often occurred. In addition, we found after suspending serving food, serving food occurred continuously for short time span. A series of suspending and activating serving food is important for us to handle a situation of “the last one piece of food”.

Keywords — platter-mediated interaction

1. はじめに

「一つの鍋をつついた仲」,「同じ釜の飯を食った仲」ということばで表現されるように，人間の集団は，共食によって連帯感を深め，集団が強化される[1]．我々は，日常的に，家族，友人知人や職場の仲間と共食することで，人間関係の醸成をはかっている．その中で，我々は,「遠慮のかたまり」と呼ばれる，その場にいる全員が共有している料理の最後のひとつが残り,「私はよいのでどうぞ食べてください」と誰もが遠慮して手を出さなくなり,料理が残る[2]という何とも歯がゆい状況をしばしば目にしているはずである.しかし,我々の日常の食事場面を考えると,「遠慮のかたまり」のもととなる最後の１つを他人に譲る人もいれば,積極的に自らが食べる人もおり，最後の１つに対する対処方法が個人個人で異なっている．そのために，実際の食事場面で「遠慮のかたまり」を生み出す最後の１つ，最後の１口をめぐり，我々がどのような行動をとっているのかを明確に説明することは難しい．

本稿では,「遠慮のかたまり」に直接アプローチせず，大皿上の料理の残量が最後の一個，最後の一口に近づくにつれ，食事をしている人々の特に取り分け行動にどのような特徴，変化がみられるのかに着目し,「遠慮のかたまり」につながる最後の１つ，最後の１口をめぐり，何が起こっているのかを明らかにすることを目指す．本章以下，2章では，食卓コミュニケーションに関連する研究のうち，特に．大皿料理における共食場面を対象とした研究をとりあげ，本研究との類似点および差異を整理する．3 章では，本研究の分析に利用するためのデータ収録のための実験について述べる．4 章では，取得したデータを用いた分析の手続きと結果について述べ，5 章では，本稿の考察行う．6 章では，本稿のまとめを行い，今後の課題を検討する．

2. 関連研究

武川ら[3][4]は，大皿料理を共有する形式での共食場面の食事中の会話および，視線，表情，ジェスチャーといった動作の分析を行うことで，意図や感情，一体感の共有を引き起こす理由を探索している．その中で，自分自身の摂食行動や，発話行動を，相手の行動にあわせ，相手に気を配りながら食事を進めることがその場での一体感の共有につながること，大皿は共有空間を形成し，大皿へのアクセスに伴うイベント共有により，盛り上がりの維持に貢献していること，大皿では銘々皿より聞き手の応答回数が多く，より積極的な会

話の姿勢が形成されていること，大皿では視線が自身の食べ物，他者，大皿の各所に配られ，視線交差，相槌から発話行動を引き起こし，活発なコミュニケーションの場を作り出すことを明らかにしている．これらの研究では，共食，大皿を介した場合と，実験の設定状況は同じであるが，主に発話に関わる行動を分析対象とし，コミュニケーションの活性化に焦点をあてている点で本研究とは異なる．

高橋ら[5]は，大皿を共有する形式での共食場面での，手の動きに着目し，手の動きが止まる意味について検討している．具体的には，食事中の手の動きを，手が皿，食べ物，箸に触れている段階（「ホーム」，「食器把持」，「食物把持」）と摂食段階（「摂食」）の 4 状態に分類し，動作が 1 秒以上停止する時点を抽出し，停止時に，人は食べるか，話すかの自己選択をしていると考え，その検証を行っている．高橋らの研究も本研究同様，大皿料理を共有する共食場面を対象とし，さらに手の動きを分析対象としているが，本研究では，同じ手の動きでも摂食に関わる行動ではなく，取り分ける行動を対象としており，本研究とは分析対象も研究の目的大きく異なっている．

3. 食事場面データの収録

3.1 参加者

5 人 1 組のグループ 3 組（うち 2 組は男性 4 名，女性 1 名，残り 1 組は全員男性）を対象に，大皿料理が 7-8 品用意された共食場面での食事場面データの収録を行った．参加者全員 20 代の大学生および大学院生である．3 組中 1 組は，日頃から会話をかわす関係である．残り 2 組は，5 人中，2 人ないし 3 人間の関係は，初対面である．

3.2 教示

参加者に対し，食事中に交わす話題は特に指定しなかった．収録の開始，終了については，食事開始時に「いただきます」ではじめ，食事を終了してもよい頃合いに「ごちそうさまでした」で終了するように指示した．また，取り分け時には，個々の大皿に取り分け用として用意してある取り箸を使用するように指示した．

3.3 用意した料理

メニューは，以下 2 種類を用意し，各組 7-8 品の料理を用意した．

1) 分割しており，取り分けが容易なもの
（ぎょうざ，焼き鳥，コロッケ，にぎり寿司，さばの押し寿司，からあげ，お漬け物）
2) 取り分ける量にばらつきが生じ，取り分けしにくいもの
（サラダ，チャーハン，野菜炒め）

この他，テーブルには醤油，ドレッシング等の調味料とお茶を用意した．

3.4 収録データの取り扱いに関する説明

参加者には，事前に収録データの使用目的を説明し，同意を得た．なお，ビデオ映像の収録は，参加者全員の取り分け行動を記録するため，2 方向から撮影を行った．

4. 食事場面データの分析

著者らは，大皿料理の残量の変動に伴い，取り分けが起こるタイミングに変化がみられると推測する．大皿料理の残量が減るにつれ，取り分ける行動が停滞，停止し，取り分け行動が再開すると，それにつられ，取り分けが連続して起こると推測する．また，取り分け行動の停滞，停止が起こる段階は，「最後の一つ」よりも前の段階で起こるものと推測する．これらの推測を確かめるために，個々の大皿料理に対し，どのタイミングで取り分けが起こるかに焦点をあて，収録した食事場面データを整理・分析・検討する．その際に 1）個々の大皿料理に対する取り分け行動，2）すべての大皿料理に対する取り分け行動の 2 点についてデータの整理・分析・検討を行う．

4.1 分析手続き

4.1.1 取り分け行動のラベリング

データの整理を行うために，取得した全データに対し，取り分け行動のラベル付けを行う必要がある．今回は，図 1 のように，ある参加者が，個々の大皿に対して取り分け用に用意された取り箸に手を伸ばし，大皿から料理をとり，自身もしくは他者の取り皿に料理を取り分け，大皿に取り箸を

戻す一連の動作を取り分け行動としてラベル付けを行った．なお，一人が複数人に取り分けを行った場合には，まとめて一度とは見なさずに，一人につき，取り分け行動が一回起こったということにした．

図 1　取り分け行動の一連の動作

（上：取り分け行動開始位置（取り箸に手を伸ばす），中：取り分け行動中，下：取り分け行動終了位置（取り箸を戻す））

4.1.2 取り分け行動の活性度

取り分け行動が活発に起こっているか，停滞，停止しているのかを区別するため，収録で取得した食事場面データを通して視聴し，取り分け行動が活発か停滞，停止しているかの基準時間を検討，設定した．その結果，取り分け行動間の時間が 10 秒以下の場合を取り分け行動が活発であると見なすこととした．また，取り分け行動間の時間が 1 分以上の場合に，取り分け行動が停滞，停止状況であると見なすこととした．

4.2 分析データの基本情報

分析対象とするデータの各グループに用意された料理の品数と，分析対象の食事時間を表 1 に示す．なお，料理品数の括弧内の数字は，3.3 節で説明した取り分けが容易なもの（前）と取り分けしにくいもの（後）の内訳である．

表 1　分析データ基本情報（食事時間は分:秒）

グループ	A	B	C
料理品数	7(4/3)	8(6/2)	8(5/3)
食事時間	49:25	1:02:34	51:50

4.3 取り分け行動の基本情報

取り分け行動の頻度と全取り分け行動のうち，1)自分で取り皿に取り分ける行動と，2)他人から取り分けてもらう行動別の頻度を表 2 に示す．

表 2　取り分け行動の頻度

グループ	A	B	C
1)自分で	81(1)	88(5)	64(5)
2)他人に	4	13	6
合計	85	101	70

表 2 より，全グループについて，全取り分け行動の 9 割は自分自身で取り分けを行っていた．この場合，自分の着席位置から遠い大皿の料理を立ちあがって取り分ける行動がしばしば観察できた．

4.4 個々の大皿料理に対する取り分け行動

個々の大皿料理に対する取り分け行動が活発に行われる傾向にあるのか，そうでないのかを見るために，各グループにおけるそれぞれの大皿料理に対する取り分け行動間の平均時間を算出した．その結果を表 3 に示す．

表 3 について，4.1.2 節で説明した，取り分け行動の活発／停滞，停止の基準時間をもとに考えると，どの料理についても活発な取り分けが行われていたわけではないことがわかる．ただし，グループ A のぎょうざ，お漬け物は他の料理に比べ，

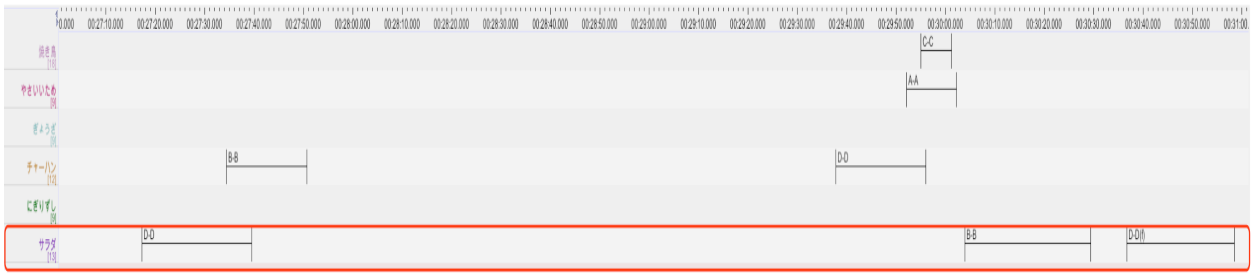


図 2 個々の大皿料理（サラダ）に対する取り分け行動の分布状況

取り分けが活発に行われていた．また，3.3 節で説明したように，大皿料理の取り分けが簡単なものか難しいものかを区別してみると，両者に大きな差はないことがわかる．さらに，知人のみのグループ（グループ A）と知人と初対面の人が混在しているグループ（グループ B，グループ C）を比べると，知人のみで構成されているグループ A のほうが取り分け行動間の平均時間が短く，活発に取り分けを行っている事がうかがえる．

また，それぞれの大皿料理内での取り分け行動の分布状況について特に残量が少ない場合についてみてみると，図 2 に示すように，残量が減ってくると取り分け行動の停滞，停止が起こり，その停滞が破られると，取り分け行動が連続し，最後の 1 つが取り分けられるという場面がみられた．

図 2 では，サラダに対して D さんが自分の皿へ取り分けを行い，その後約 2 分 30 秒後に B さんが自分の皿へ取り分けを行い，その直後（6 秒後）に D さんが残ったサラダの全てを自分の皿に取り分け，サラダの大皿は空になった．最後の取り分けの直前の B さんの取り分け時のサラダの大皿の残量は図 3 のように，B さんが残りのすべてを取り分けてもおかしくない程度であった．しかし，ここで B さんは，残り全てを自分の皿に取り分けることを回避することで，最後の 1 口に対する遠慮の姿勢を示したと考えることができる．

4.5 すべての大皿料理に対する取り分け行動

前節で，個々の大皿料理に対する取り分け行動が活発に起こるか否かを見たところ，全グループ，全大皿料理について，4.1.2 節で説明した，取り分け行動が活発であると判断できる基準時間よりも長く，個々の大皿料理に対しては，ほぼ停滞状況にあるという結果にいたった．しかし，食卓に

表 4 各グループの各大皿料理の取り分け行動間の平均時間（分:秒）

（上部（オレンジ）は取り分けが容易な料理．下部（グリーン），取り分けしにくい料理）

	A	B	C
コロッケ	-	2:44	-
焼き鳥	2:16	2:47	2:24
にぎり寿司	2:59	3:53	2:52
ぎょうざ	1:10	4:16	3:33
からあげ	-	7:12	3:53
押し寿司	-	-	6:12
お漬けもの	1:46	2:45	-
サラダ	2:13	5:09	3:31
チャーハン	3:18	4:54	5:18
野菜炒め	4:01	-	-
肉じゃが	-	-	5:52

図 3 サラダ取り分け時の大皿の残量

並ぶ，すべての大皿料理に対する取り分け行動をみた場合，活発および停滞，停止の状況が個々の大皿料理に対する場合と異なることが予想できる．そこで，食卓に並ぶすべての大皿料理に対する取り分け行動の活性度をみるため，分析対象である 3 グループの全大皿料理に対する取り分け行動間の平均時間を算出した．その結果を表 5 に示す．

表 5　全大皿料理に対する取り分け行動間の平均時間（秒）

グループ A	グループ B	グループ C
20.9	30.4	22.5

表 5 より 4.1.2 節で設定した，取り分け行動の活性度をみるための基準時間と，前節の個々の大皿料理に対する取り分け行動間の平均時間を考え合わせると，全体として，ある程度活発な取り分け行動が起こっていることがうかがえる．しかし，取り分け行動の分布状況は，時間経過とともに変化するかどうかは明らかではない．その点を検討するため，全てのグループについて，分析対象時間を，前半，中盤，後半の 3 つに分け，前半を食事開始 10-15 分，中盤を 25-30 分付近，後半を食事終了 15-10 分前と設定し，抜粋した（図 4）．

食事開始前半については，30 秒-１分近くの取り分け行動が起こっていない停滞区間があるが，どのグループも取り分け頻度は中盤，後半よりも多くおこっていることがわかる．

食事開始中盤については，グループ A については，食事開始前半と傾向が類似しており，取り分け行動が起こる頻度も停滞，休止状態もそれほど長くない．しかし，グループ B については，途中に 2 分弱の停滞，休止状態が発生し，取り分け行動の頻度も食事開始前半と比べると減少しており，後半と比べても頻度は低い．グループ C については，グループ B のように長い停滞，停止区間はないが，前半と比べて取り分け行動の頻度が減少していることがわかる．

食事開始後半（食事終了 10 分前）については，どのグループも 1 分以上，グループ A およびグループ C については 2 分以上の長い停滞，停止区間が存在する．また，前半，中盤とは異なり，取り分け行動が再開した直後は，集中して取り分けが起こっている様子がうかがえる．後半になると，食卓上にある全ての料理の残量が減ってきており，残量を逐次観察しながら，取り分け行動を行っている可能性も考えられる．

5. 考察

本章では，前章の 1)個々の大皿料理に対する取り分け行動分析結果，2)すべての大皿料理に対する取り分け行動分析結果の 2 つの結果を整理し，これらの結果が，大皿上の料理の最後の 1 つ，および最後の 1 口とどう関わり，「遠慮のかたまり」にどうつながるかを考察する．

5.1 個々の大皿料理に対する取り分け行動の考察

個々の大皿料理に対する取り分け行動間の平均時間から，どのグループ，どの料理に対しても，活発な取り分け行動が起こっている様子は観察できていない．より詳細な検討を行うため，各大皿料理内の，全取り分け行動間の時間を検討した．その結果，4.1.2 節で設定した取り分け行動が活発であると見なせる基準時間の 10 秒以下である取り分け行動が，各料理についてしばしば起こっている場合があることがわかった．また，この場合，直前の取り分けが約 5 分，7 分，最も長い場合は 20 分といった長い停滞，停止の後に，再開した取り分け行動に連続して取り分けが起こっている場面を複数確認した．さらに長い停滞，停止の後に再開した取り分け行動に連続して取り分けが起こるタイミングについて，食事開始中盤以降，終了時前に起こっている場合も複数確認した．これらのことから，頻度は多くはないが，取り分け行動が長く停滞，停止した後の取り分けは，他の人の取り分け行動を誘発しやすいと考えられる．また，取り分け行動の停滞停止から取り分け行動の連続状況の生じるタイミングが，食事開始中盤から終了前にかけて多く見られるということを考えると，料理の残量が最後の 1 つになる前に，最後の 1 つを意識し，他人の出方をうかがうような行動をとり，最後の 1 つに向けたせめぎ合いを参加者間で繰り広げている場面も存在すると考えられる．

個々の大皿料理内での取り分け行動の分布状況について，特に残量が少ない場合についても，最後の 1 つが手つかずで残される場面も見られた．しかしながら，上述のとおり，残量が減ってくると取り分け行動の停滞，停止が起こり，その停滞が一度破られると，取り分け行動が連続し，最後の 1 つも取り分けられるという場面がみられた．

図 2 のサラダに対する取り分け行動では，大皿の残量が，その一度の取り分けで，最後の一口になると思われるほどの少量であるにも関わらず，サラダがまだ少し残るように取り分けを行い，自分が最後の一口を口にすることを回避することで，遠慮の姿勢を示したと考えることができるような場面もみることができた．

5.2 全ての大皿料理に対する取り分け行動の考察

食卓に並ぶすべての大皿料理に対する取り分け行動間の平均時間から，個々の大皿料理に対する取り分け行動とは異なり，活発とまではいかないにしろ，ある程度活発な取り分け行動が行われていることがわかった．さらにより詳細な検討を行うため，各グループのすべての大皿料理に対する，全取り分け行動間の時間を検討した．その結果，どのグループについでも，半数以上の取り分けが，4.1.2 節で設定した取り分け行動が活発であると見なせる基準時間 10 秒以下であることがわかった．また，これとは逆に，取り分け行動が停滞，停止しているとする基準時間 1 分以上の取り分けが 1-2 割あり，停滞，停止が起こるタイミングは，食事開始前半から中盤より，食事開始中盤から終了前にかけて多くみられることがわかった．また，活発であると見なせる取り分け行動は，単発で生じるよりも，2 度 3 度と連続して起こることが多いこと，さらに，前節の個々の大皿料理に対する取り分け行動の考察と同様に，1 分以上の停滞，停止直後，もしくはその後の取り分け行動以降の取り分けは，10 秒以下の間隔で 2 度 3 度と長くはないが連続して起こること場合が複数あることを確認した．すべての大皿に対する取り分け行動についても，取り分け行動が長く停滞，停止した後の取り分けは，他の人の取り分け行動を誘発しやすいことが示唆される結果であるといえる．また，取り分け行動の停滞停止→取り分け行動の連続状況の生じるタイミングについても，食事開始中盤から終了前にかけてより多く見られるということを考えると，食卓全体の料理の残量が最後の 1 つに近づくにつれ，自分以外の参加者の出方を伺い，最後の 1 つにそなえる行動をとっている場合もあると考えられる．

食卓上のすべての大皿に対する取り分け行動の分布状況については，分析対象時間を，前半，中盤，後半の 3 つに分け，観察した結果，食事開始前半については，取り分け頻度について，中盤，後半よりも多くおこっていることがわかった．食事開始中盤については，取り分け頻度においては，前半と傾向が類似している，もしくは，前半よりも減少していることがわかった． 後半（食事終了 10 分前）については，どのグループも長い停滞，停止区間が存在し，前半，中盤とは異なり，取り分け行動が再開した直後は，取り分けが集中することがわかった．

6. まとめ

本稿では，大皿料理のように，共食者が料理を共有する共食場面において，しばしば見られる「遠慮のかたまり」という状況がどのような状況かを明らかにすべく，大皿上の料理の残量が最後の一個，最後の一口に近づくにつれ，食事をしている人々の取り分け行動にどのような特徴，変化がみられるのかに着目した分析，考察を行った．

個々の大皿料理に対する取り分け行動の分析では，個々の大皿料理に対するすべての取り分け行動間の時間をみると，部分的に，活発な取り分け行動が行われていること，活発な取り分け行動が起こる近辺の取り分け行動は，停滞，停止している場合が複数あることを確認することができた．さらにこの，取り分け行動の停滞，停止→活発な取り分け行動という一連の流れの取り分けが起こるタイミングは食事開始中盤から終了前にかけて多く見られることがわかった．

食卓すべての大皿料理に対する取り分け行動の分析では，取り分け行動間の平均時間から，ある程度活発な取り分け行動が終始行われていることを確認した．また，すべての大皿料理に対する，取り分け行動間の時間をみると，活発な取り分けが行われていると見なせる 10 秒以下の取り分け行動が半数以上ある一方，停滞，停止とみなせる 1 分以上の取り分け行動が 1-2 割起こっていることを確認した．さらに，停滞，停止とみなせる取

り分け行動が起こるタイミングは，食事開始中盤〜終了前に多く見られ，その場合，停滞，停止直後もしくはその後の取り分けは活発な取り分けが2,3度連続して起こることがわかった．

個々の大皿料理単体で，料理の残量を気にする場合，食卓に並んでいる全ての料理に対する残量を気にする場合の両方が考えられるが，いずれの場合でも，料理の残量が最後の1個になる前に，取り分けを一旦停止することで，他者の出方を観察し，最後の1個の譲り合い，もしくは取り合いに対する備えをしているものと推測することができる．停滞，停止後のすばやい取り分け行動の連続は，食べたい料理がある場合，空腹が満たされていない場合に，他者に便乗することで，最後の一個への配慮の姿勢を見せつつ，自身の食欲を満たすというきわめて合理的な方法を選んだ結果であると説明することができよう．

今回は，全ての料理が事前に食卓に並んでいる状態であったが，外食をする場合，特にコースでの注文を行う場合，1つの料理をすべて食べきった後に次の料理が運ばれてくる場合がほとんどである．コースで注文した際の一品一品を片付けていく状況での大皿料理を介した共食場面でのデータ収録および分析も今後必要であり，今後の課題である．

謝辞 本研究は，科研費（23700163）の助成を受けたものである．

参考文献

[1] 石毛直道: 食事の文明論，中公新書. (1982).
[2] Weblio 辞書
http://www.weblio.jp
[3] 武川直樹:共に食べる場でのコミュニケーション構造分析と遠隔・仮想共食システムへの応用，信学技法，HCS2008-51, pp17-18. (2008).
[4] 武川直樹，峰添実千代，徳永弘子，寺井仁，湯浅将英，立山和美，笠松千夏:3人のテーブルトークの視線，食事動作，発話交替から見えるコミュニケーション―銘々皿と大皿料理における行動の比較分析―，信学技法，HCS2009-51, pp17-22. (2009).
[5] 高橋謙太郎，寺井仁，徳永弘子，立山和美，笠松千夏，武川直樹: 共食場面のコミュニケーション分析　食事動作が止まる意味，日本家政学会大会研究発表要旨集，p73. (2009)

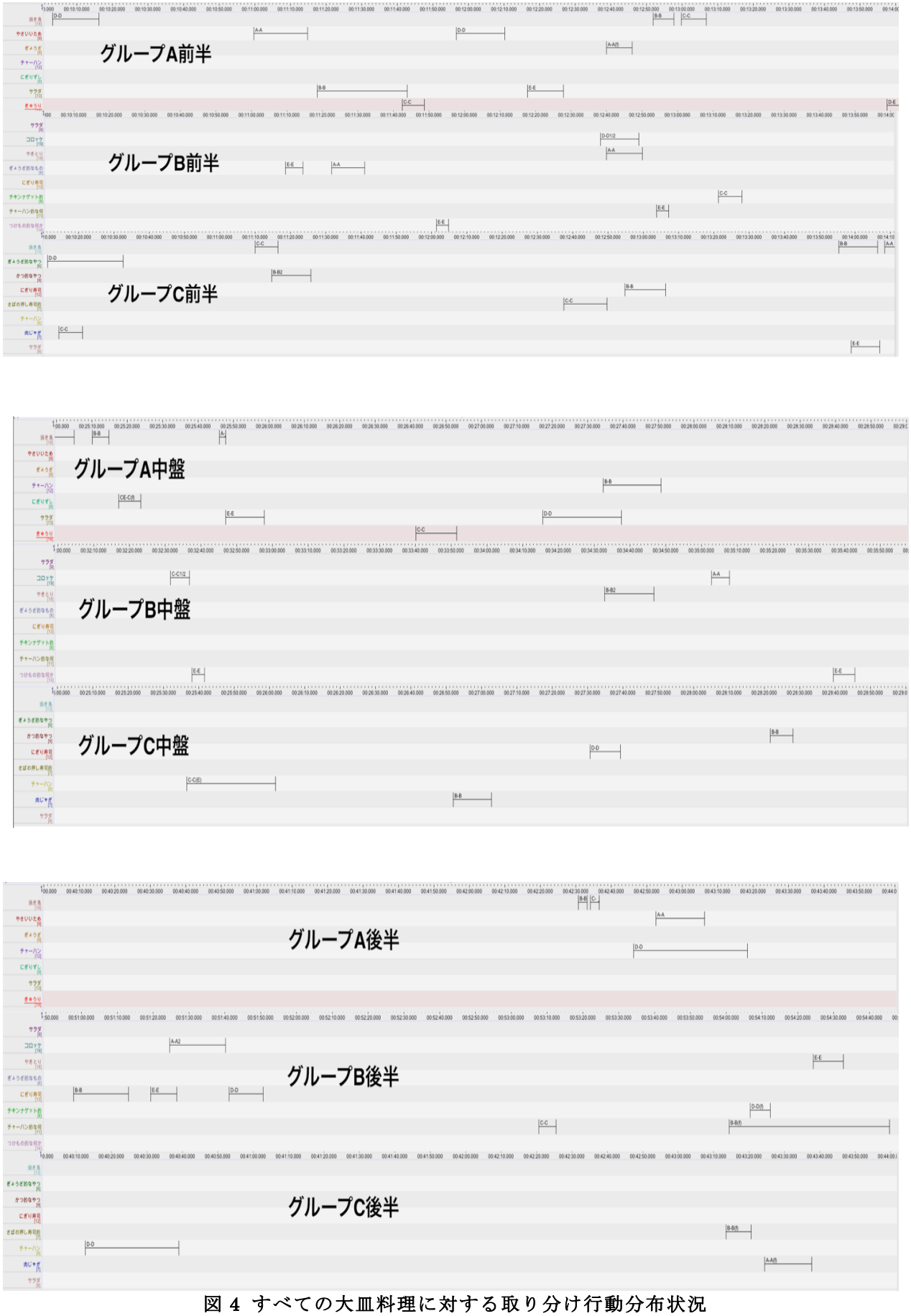


図 4 すべての大皿料理に対する取り分け行動分布状況

（上段：前半（10-15 分），中段：中盤(25-30 分)，下段：後半（食事終了 10 分前））

テクストと実世界のアンカーを考える
For the Node that constructs Text and Real World

森田　均†
Hitoshi Morita

†長崎県立大学
University of Nagasaki
morita@sun.ac.jp

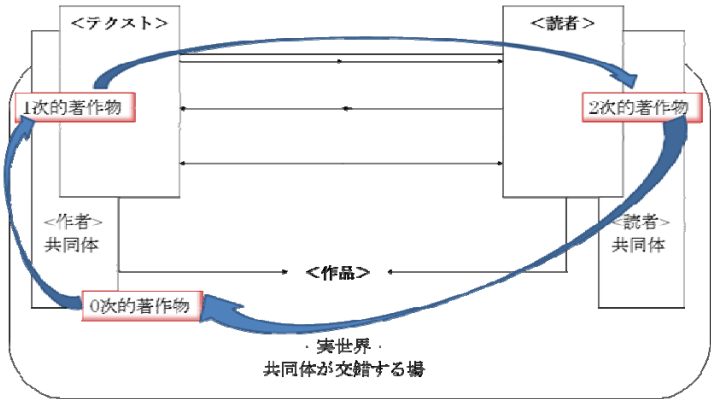
Abstract

This article explains the idea that uses place code of the real world as a text generation method.

Keywords — Information service, Light Rail Transit, Navigation system

1. はじめに

筆者はこれまで，図 1 に示すような読者あるいは作者側のコミュニケーション・モデルを示すことによってそれぞれの概念装置を示し，フィールドとしてのテクスト，作品としての実世界というコセプトを提示して文学や物語の構造的な研究を行って来た．本発表では，従来の成果に基いて物語ること，説明することにナビゲーションという概念を落ち込むことによって行為の面から作者と読者の問題，テクストと実世界の関係等を再検証する．さらに，テクストから実世界への関連を重視した新たな研究手法を提案する．



＜図 1:作者を復活させたモデル＞

2. テクストから実世界へ

これまで[1]に倣って，文学の研究にグラフと地図と樹形図を持ち込む試み[2]を行ったが，実世界とテクストとの間を関連付ける具体的なキーワードは見当たらなかった．しかし，実世界を見渡してみると，カーナビや携帯での道案内というように地図は GIS, GPS によって土地とデータがタグ付けされている．それならば，GIS，GPS を自分の研究に導入してみよう，と考えた．まずは ITS を情報社会論と接合させ，次の段階で記憶と記録，記憶と物語の研究に GIS, GPS を持ち込むこととする．以下で新しい研究の構想と展望を述べる．

3. ITS の手法

高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transport System)は自動車と道路の双方を情報通信技術によって制御することで移動や運搬の手段を安全性経済性と環境に配慮したネットワークへと変貌させた．ITS による開発やシステム構築においては，問題解決と開発目標を明確化するために必ず開発対象地域のコミュニティ形成にも関与することになる．これは「つくる」側からの実践である．一方で情報社会論の研究手法は，情報通信の高度化が進展する社会を観察する「使う」側からの参与であった．本研究では，研究者・官公庁・地域社会等の様々なコミュニティを参与的に観察し，社会実験においてはサービスの提供側として実践することによって ITS の手法を取り入れ，積極的に社会と関わる能動的な研究方法・手法を情報社会論へもたらし、これを援用してテクストと社会との関係の新たなモデルを得ることを目的とする．

4. 研究の系譜

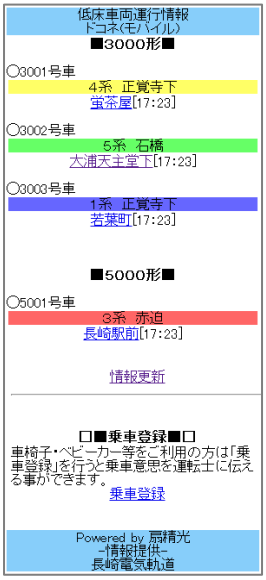
本研究は，計算文学理論を基盤としたハイパー

テキスト小説の開発を通じてコンテンツ研究の手法を検証した [2]，地上波テレビ放送を録画・内容分析し，原爆に関するメディア・ランドスケープを明らかにした [3]，テクストとしてのフィクションと社会との関係性を検討した [4]に続けて，コンテンツと社会との関わりに新たな研究手法をもたらすことを目的としたものである．コンテンツと社会との関係を手掛かりに行って来た上記の研究に対して，本研究は異分野の手法や知見を援用すること，情報通信技術によって変容する地域社会と能動的にかかわることがその特徴である．具体的には a)長崎 EV&ITS プロジェクト（図 8 に示した位置情報関連サービスを構築）における参与観察の機会としてのワークショップ [5] [6] [7] [8]，b)長崎市 LRT ナビゲーション推進協議会における路面電車位置情報配信システム事業（図 2～7）の実践[9] [10] [11]の記録をデータとして活用する．

＜図 4:表示範囲変化後の画面＞

＜図 5:移動支援情報＞

＜図 2:PC 専用サイト画面＞



＜図 6:携帯専用 Web サイト＞

＜図 7:リアルビュー＞

＜図 3:バリアフリートイレ情報表示画面＞

＜図 8: 長崎 EV&ITS の観光情報配信用 Web＞

5. メタファーから現実へ

情報社会論の研究は，道路や鉄道をネットワークのメタファーとして用いながらもあくまで情報化以前の存在として位置付けていた．ところが，自動車工学は CAN (Controller Area Network)によって自動車そのものを制御工学は ITS(Intelligent Transport System) によって道路や鉄道を知能化し，人・物の流れと情報の流れを一体化させている．情報社会論がインターネットと社会との共生や融合を目指すならば，こうした高度に知能化した交通網を再度参照する必要がある．ITS は，GIS(Geographic Information System)，GPS(Global Positioning System)等の地理情報，測位システムという要素技術を取り入れ，産学官で議論を重ね，その成果を実装して社会へ提供している．

6. 「現実」に参加する：研究の特徴

本研究は，このように物流・交通を情報化・知能化した ITS の手法を導入して情報社会論が研究分野として社会に貢献することが可能か検討することを最終的な目的としている．異分野に学び，道路や鉄道が高機能化されるコミュニティへの参与と実践によって参与観察，実践という情報社会論にとっても馴染みの手法を活性化させる．これは，学問分野としての ITS への参与観察でもある．活用するデータや実績は本研究の代表者が主体的な役割を果たした長崎県や長崎市が関与する既存のプロジェクトから得られたものである．こうした入り組んだ状況の中から客観的な理論とテクストと社会との新たなモデルを得るという成果を同時に得ようとするところが本研究の特徴である．

7. フィクションの中へ：研究の射程

工学分野におけるロボット研究は，「ロボット工学」(Robotics)という用語を SF 小説[12]起源としている．そればかりかロボットのコンセプトも同じ作品集の冒頭に掲げられた「三原則」に配慮しており，フィクションが現実を牽引する好例となっている．本研究においては，人文社会科学の分野として[13]で登場人物が提案した「仮想民俗学」に着目しておきたい．この点は，[4]を引き継ぐものでもあり「ヴァーチャル・エスノグラフィー」と対峙させることも想定している．

8. 実践の事例と展望

本研究は，社会参加による実践を重要な構成要素としている．ここでは現在進行中の試みを述べ，併せて今後を展望する．

長崎市内の新大工町から大浦町にかけての市内中心部を通る道路には図 9 に示したような銘盤が 45 箇所埋設されている。図 10 の赤の軸がこれにあたる．現在，筆者の研究室ではこの軸で緯度経度の測定を行い場所情報コードを整備している。青軸の長崎電気軌道の軌道はこれまでの事業で歩行空間ネットワークデータの整備を済ませている．他に隣接区域で別事業による整備実績があるが，新たに整備するデータと既存の成果を融合させて位置情報等を歩行支援に活用し，路面電車と歩行を組み合わせ，利用者のニーズにきめ細かく応じられる利用方法を提案する．青と赤の軸から面を形性し，路面電車と歩行の「乗換」を容易にしたエリアをつくる．

長崎市内の中心部は，実世界の場所と様々な史実，物語の現場となっている．以上のようなデータ整備を行うことによって，テクストと実世界の結節点を設けることが出来ないか．これが本研究の究極の検討項目である．

＜図 9：長崎 EV&ITS の観光情報配信用 Web＞

＜図 10：長崎 EV&ITS の観光情報配信用 Web＞

＜図 11：長崎電気軌道の電停に設置された外国語案内板＞

参考文献

[1] [Moretti 05] Moretti, F.: Graphs, Maps, Trees Abstract Models for a Literary History, Verso, 2005.

[2] [森田 07] 森田均: 文学テクストのハイパーテキスト変換, 雄松堂, 2007.

[3] [森田 09] 森田均: テレビ番組分析手法の精緻化へ向けて ー平和式典と長崎くんちー, 国際情報学部研究紀要第 10 号, 長崎県立大学, pp.117-131, 2009.

[4] Morita, H.: From the Real World to a Literary Text, Proceedings of the 21th Congress of the International Association of Empirical Aesthetics, CD-ROM, 2010.

[5] 森田均: 電気自動車と高度交通システムで実現させる未来型ドライブ観光 ー長崎 EV & ITS が五島列島で描く夢, ソフトウェア・シンポジウム SS2011 招待講演, ソフトウェア技術者協会, 2011.

[6] 森田均: まちづくりに貢献するナビゲーター 長崎 EV&ITS の ITS 搭載カーナビから長崎電気軌道の「ドコネ」システムへ, 国際情報学部研究紀要第 12 号, 長崎県立大学, pp.181-193, 2011.

[7] 渡部康祐・鈴木高宏・松本修一・森田均：長崎 EV&ITS における未来型ドライブ観光の実現に向けた地域発 ITS コンテンツ・サービス提供システムの構築, 土木計画学研究・講演集 43, 土木学会, CD-ROM, 2011.

[8] 渡部康祐・鈴木高宏・松本修一・森田均：長崎 EV&ITS における未来型ドライブ観光の実現に向けた地域発観光 ITS コンテンツ・サービス提供システムの開始, 土木計画学研究・講演集 45, 土木学会, CD-ROM, 2012.

[9] 森田均: 「3G 回線を活用した路面電車・利用者双方向位置情報配信システムによる歩行者移動支援サービス」のご紹介, 総合交通メールマガジン第 40 号, 国土交通省, 2011. (URL=http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/soukou-magazine/1110idousienn.pdf)

[10] 森田均: まちづくりに貢献するナビゲーター 長崎 EV&ITS の ITS 搭載カーナビから長

崎電気軌道の「ドコネ」システムへ, 国際情報学部研究紀要第 12 号, 長崎県立大学, pp.181-193, 2011.

[11] 森田均・松坂勲・山口泰生・高比良惣・山口文春：地域モビリティに貢献するナビゲーター　長崎電気軌道の「ドコネ」, 土木計画学研究・講演集 45, 土木学会, CD-ROM, 2012.

[12] Asimov, I.: I, Robot, Gnome Press, 1950.

[13] 北森鴻: 写楽・考, 写楽・考 蓮杖那智フィールドファイルⅢ, 新潮文庫, pp.171-305, 2008.

著者索引

【あ】

青山征彦 27

秋元泰介 343 353 733

浅川伸一 253

朝倉隆博 526

浅野倫子 149

安達悠子 183 662 668

阿部香澄 224

阿部慶賀 66

安部詩織 754

新井学 34 718

荒木修 760

荒牧英治 217

安藤花恵 131

【い】

池田任志 713

池田大樹 70

池本優 687

石川敦雄 244

石川知夏 171

石黒千晶 574

石崎俊 583

井上雅勝 34

今井むつみ 390

今井むつみ 149

今渕祥平 733

岩崎安希子 224

【う】

植阪友理 652

植田一博 121 127

上田信行 27

上田雅信 40

上野佳奈子 404

植村朋弘 504

内海彰 485 723

海野健 747

【え】

江口倫郎 699

榎津秀次 204 424

榎本美香 770

遠藤順 726 733

【お】

及川春香 540

王暁薇 304

王月 803

王宏陽 87

大石衡聴 494

大井京 87

大谷卓史 40

太田真梨子 92

大森隆司 142 224

大用庫智 797 860

大和田龍夫 153

岡田猛 574 639 699 813 837

岡田浩之 142

岡田浩之 149

岡田真人	70					
岡夏樹	760					
岡ノ谷一夫	40	70	135			
岡部大介	27					
小方孝	343	353	363	540	726	733
小川有希子	588					
奥成貴大	713					
小倉加奈代	713	877				
長田佳久	75					
尾島司郎	58					
尾関基行	760					
尾田政臣	782					
織田涼	29					
小野淳平	343	353	733			
小野泰	655					
折戸朗子	153					

【か】

筧一彦	490					
笠井慎平	708					
柏岡秀紀	447					
片平健太郎	70					
金井明人	588					
金谷友樹	424					
加納政芳	508					
椛秀人	550					
鎌田まみ	363	733				
上林憲行	430					
苅宿俊文	504					
川合伸幸	70					
川口潤	681					

河原純一郎 138
神崎奈奈 298
神澤克徳 850

【き】

北城圭一 149
喜多壮太郎 149
北舘拓真 726
北端美紀 153
北村英哉 29 434
木村玲菜 827
京屋郁子 782
清河幸子 179

【ぎ】

行場絵里奈 188
行場次朗 408
刑部育子 504

【く】

楠見孝 244 400 485
葛岡英明 160
國上真章 673
久保賢太 70
窪俊一 777
熊田孝恒 25 75
熊田孝恒 183
栗木一郎 334 708
栗澤康成 363 733
栗田季佳 244
桑井春菜 276

桑原明栄子 770

【こ】

小泉政利 24 754
甲野佑 313
小島一晃 298 630 870
小林春美 529
小堀聡 655
近藤公久 183

【さ】

齋藤ひとみ 298 526 630
齋藤洋典 87
齊藤萌木 98
斎藤元幸 786
坂井田瑠衣 280 463
酒井弘 24
坂口武司 244
阪田真己子 276
坂本聡 490
坂本孝丈 211
坂本勉 790
坂本真樹 627
櫻井成一朗 370
櫻哲郎 121
佐々木翔子 400
佐々木正人 127
佐々木康成 693
定延利之 559
佐藤智明 321
佐藤広英 138

佐藤渉 602
沢井和也 121

【し】
塩入諭 334 708
柴田寛 408
澁谷泰秀 476
渋谷友紀 127
嶋崎恒雄 786
嶋田総太郎 338 341
嶋田総太郎 404
清水大地 639
下斗米貴之 224
朱虹 832
首藤佐智子 440
白水始 513 847
新垣紀子 153 171 567

【じ】
ジメネスフェリックス 508
鄭嫣婷 58
神長伸幸 34 494

【す】
菅沼睦 321
杉崎鉱司 24
杉本徹 204 424
杉本匡史 244
鈴木紀子 276
鈴木宏昭 29 92
須藤智 160 183 662 668

諏訪正樹 49 280 292 463 533

【た】

平知宏 485 723

高垣マユミ 572

髙木紀久子 837

高木光太郎 504

高木幸子 517 622

高田敏弘 153

高田芳和 583

高梨克也 49 78

高橋康介 470

髙橋聡 673

高橋純一 408

高橋達二 313 797 860

高橋英之 142 747

隆藤唯章 847

竹内勇剛 211

武長龍樹 743

舘野泰一 27

田中章浩 285 517 622

田中観自 411

田中彰吾 612

田中伸之輔 662 668

田中菜摘 338

田中唯太 877

田中吉史 602

田泓明日香 131

田部井賢一 517 622

玉岡賀津雄 24

玉宮義之 647

田丸恵理子 430

【ち】

千葉克裕 58
千邑翔太 513
張鵬 832
張寓杰 803
崔在雄 440
千代倉弘明 430
陳娜 470

【つ】

辻井翔一 513
都地裕樹 341
都築幸恵 567
坪見博之 470

【て】

寺井あすか 803 827
寺井仁 298 330 630
寺井仁 870
寺野隆雄 673

【で】

伝康晴 49 78

【と】

樋田浩一 404
董媛 803
東山英治 49 78
戸梶亜紀彦 555
徳永留美 334 708

戸田真志 504
友永雅己 823

【な】

中池竜一 298 630
中川正宣 803 827
中島亮一 334
中田幸宏 179
中野優子 813
中野陽子 687
中村國則 420
中村真之介 266
中村太戯留 430
中村智栄 718
中村友昭 224
中本敬子 723
中山康雄 500
永井淳之介 713
長井隆行 224
永井聖剛 25 75 138
鍋谷めぐみ 244
成田友紀 121

【に】

新井田統 750
新美亮輔 470
西田恵 244
西本一志 713 877
西本武彦 285
西山武繁 49 292
西山ゆか 681

【ぬ】

忽滑谷春佳　280

【の】

野口聡一　115

野口武紘　204

野田佑帆　424

【は】

橋本敬　40

服部郁子　376

服部雅史　29　164

濱口祥治　513

林聖将　647

林美都子　808

原田悦子　160　183　662　668

原田悦子　750

原田康也　440

【ば】

坂東敏博　693

【ひ】

日高昇平　146

日根恭子　662　668

開一夫　434　647

広瀬友紀　194　266

【び】

備瀬優　790

【ふ】

深田智	760
福田玄明	127
福田玄明	92
福永征夫	380
藤桂	138
船津徹	777
布山美慕	258
古川聖	135

【ほ】

方昱	334
星名研吾	204
星一柴玲子	135
細野あゆみ	27
堀田崇史	827
堀田智子	453
本多明子	606
本田秀仁	108
本間元康	75

【ま】

前東晃礼	870
牧岡省吾	855
松井理直	234
松浦李恵	27
松岡裕人	153
松香敏彦	108
松田英子	434
松田憲	400
松田剛	647

松原和也 708
松宮一道 334 708
松室美紀 536
松本雄一 593
馬塚れい子 494
丸山慎 115

【み】

三浦知志 777
三浦佳世 131
水上悦雄 447
水本正晴 40
道又龍介 363 733
光田基郎 769
宮崎美智子 142
宮澤史穂 285
三輪和久 298 330 536 630 870

【む】

村井千寿子 823
邑本俊亮 23 188

【も】

望月崇由 153
本吉勇 25
森田純哉 298 630 870
森田寿郎 121
森田均 885
森田ゆい 127
森友樹 550
茂呂雄二 160

【や】

八木征子 115

八坂一彦 550

保田祥 217

安田哲也 529

安永大地 754

矢野雅貴 790

山﨑智仁 390

山田歩 92

山田敏幸 194

山田雅之 533

山本紘之 713

山本吉伸 414

【ゆ】

湯淺麻紀子 115

【よ】

横川純貴 860

横澤一彦 20

横地早和子 837

横山悟 58

吉川厚 673

吉澤(渡邉)小百合 673

吉本啓 58 453 832

【わ】

脇田玲 430

和嶋雄一郎 652

渡邊克巳 25 29 411 470

渡部諭 476

渡邊淳司 627

和田裕一 777

【D】

de Gelder Beatrice 517 622

【E】

Emmanuel Manalo 58 652

【F】

Froese Tom 434

【G】

Guillaume Thierry 149

【H】

Huis In't Veld Lisanne 517 622

【S】

Strambini Nicola 790

【W】

Wu Rachel 146

吳岳勳 (Wu Yueh-Hsun) 304

【Y】

楊立行 (Yang Lee-Xieng) 304

Yurovsky Daniel 146