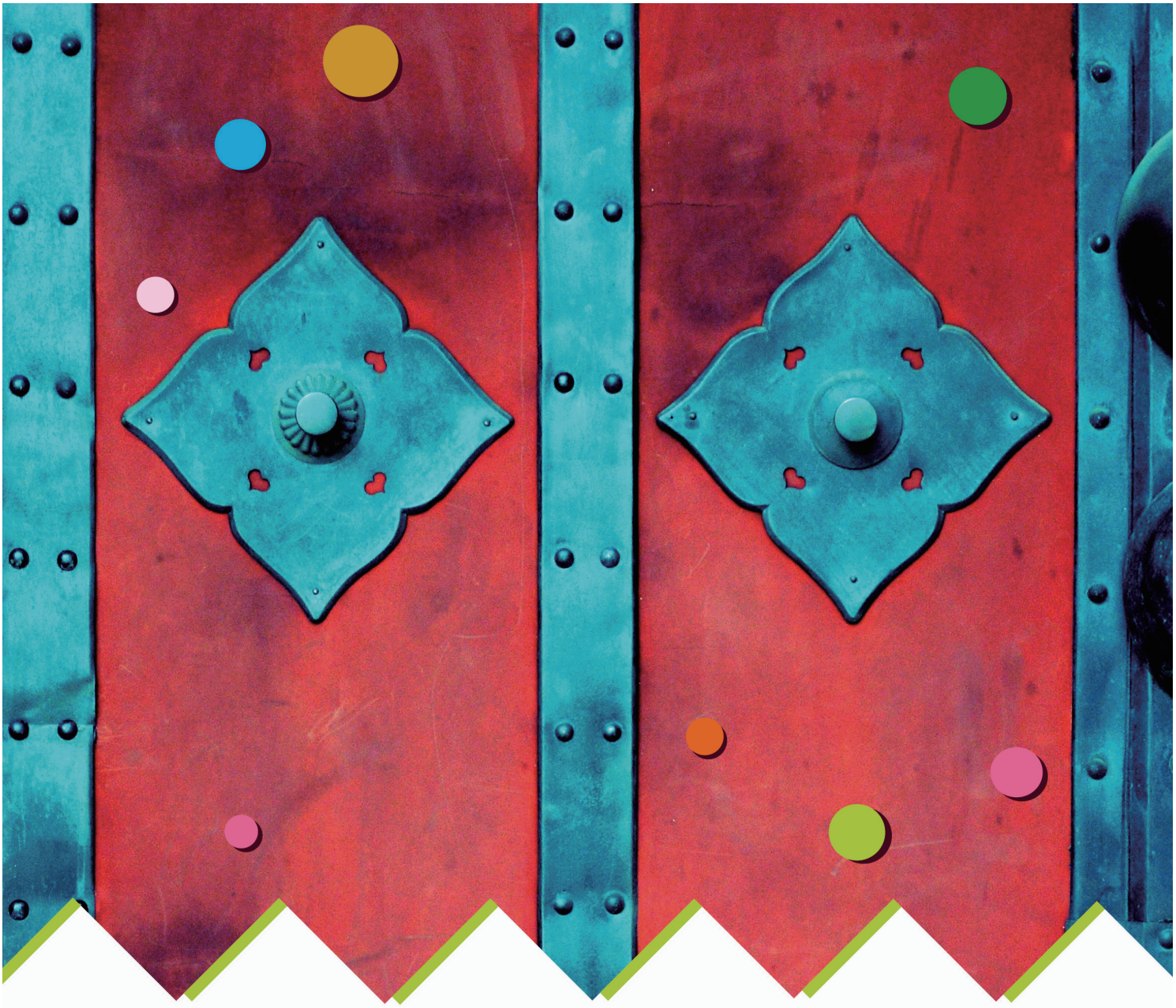


The 28th Annual Meeting of the Japanese Cognitive Science Society

日本認知科学会第28回大会

2011年9月23日（金）/24日（土）/25日（日） 東京大学本郷キャンパス（東京都文京区本郷）

- 招待講演　9月25日（日） 13:30〜14:30 前田英樹（立教大学） 剣の身体知—新陰流の場合
- シンポジウム1　9月23日（金） 15:10〜17:10 人ロボット共生学：人とロボットがともに学び合う世界へ
  今井倫太（慶応義塾大学） 石黒浩（大阪大学） 三宅なほみ（東京大学） 鈴木宏昭（青山学院大学）
- シンポジウム2　9月24日（土） 16:10〜18:10 科学技術社会のリスクに対処するために認知科学ができること
  中谷内一也（同志社大学） 田中淳（東京大学） 平川秀幸（大阪大学） 植田一博（東京大学） 橋田浩一（産業技術総合研究所）

問い合わせ　E-mail： jcss2011-local@jcss.gr.jp
Web： http://www.jcss.gr.jp/meetings/JCSS2011

大会組織

大会委員長

高野陽太郎（東京大学）

実行委員会

委員長　市川伸一（東京大学）

委員　秋田喜代美（東京大学）

池田謙一（東京大学）

石崎雅人（東京大学）

植阪友理（東京大学）

岡田猛（東京大学）

岡ノ谷一夫（東京大学）

佐々木正人（東京大学）

月元敬（東京大学）

新美亮輔（東京大学）

藤村宣之（東京大学）

三宅なほみ（東京大学）

プログラム委員会

委員長　鈴木宏昭（青山学院大学）

委員　阿部慶賀（青山学院大学）

植田一博（東京大学）

鈴木聡（青山学院大学）

高木光太郎（青山学院大学）

寺尾敦（青山学院大学）

針生悦子（東京大学）

開一夫（東京大学）

表紙・ポスター デザイン　江口倫郎（東京大学・岡田猛研究室）

大会運営システム開発・管理　三宅芳雄（放送大学）・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
阿部慶賀
新居佳子
有元典文
石井敬子
石井裕
石崎俊
伊藤毅志
伊東昌子
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
岡田猛
岡田浩之
岡田美智男
小川昭利
小倉加奈代
小野哲雄
加藤浩
金井明人
川合伸幸
河原哲雄
喜多伸一
清河幸子
黒田航
郡司隆男
小崎寛子
小島一晃
小堀聡
小松孝徳
近藤公久
齋木潤
齋藤洋典
阪田真己子
坂本勉
佐々木正人
定延利之
佐藤弘毅
佐藤裕
篠原和子
Shimase, Misa Grace
嶋田総太郎
白井英俊
白水始
新垣紀子
神長伸幸
杉尾武志
鈴木聡
鈴木宏昭
高木光太郎
高梨克也
高野陽太郎
高橋達二
高橋英之
高橋麻衣子
田窪行則
竹内勇剛
竹澤正哲
田中章浩
寺井仁
寺尾敦
寺田和憲
伝康晴
時本真吾
時本楠緒子
徃住彰文
中野昌宏
中野美香
中村國則
中本敬子
永井淳一
永井由佳里
長松隆
野口尚孝
橋田浩一
服部雅史
林勇吾
原田悦子
原田康也
日高昇平
日野泰志
平石界

平賀譲	松香敏彦	山崎治
平原憲道	水野りか	山崎由美子
藤井晴行	村越真	山本倫也
藤木大介	村山功	山森良枝
星野徳子	守一雄	湯浅将英
前原由喜夫	森田純哉	横澤一彦
牧岡省吾	森田均	吉川厚
松井孝雄	山岸侯彦	渡辺利夫

協賛企業（五十音順）

アイアール・アルト	（広告）
北大路書房	（広告）
竹井機器工業	（展示・広告）
トビー・テクノロジー・ジャパン	（展示）
ひつじ書房	（広告）
北樹出版	（広告）

論文集 目次

9月23日（金）

道徳・感情

9:20-10:20
会場：経済学研究科棟第1教室

O1-1 “進路を代える”と“男を突き落とす”では何が違うのか：道徳のジレンマの潜在構造分析 23
中村國則(東京工業大学)

O1-2 影は能面の表情を変える 30
西村律子(（独）科学技術振興機構ERATO岡ノ谷情動情報プロジェクト)，岡ノ谷一夫(東京大学)，川合伸幸(名古屋大学 情報科学研究科)

O1-3 一言の謝罪で怒りは抑制される ー中枢・自律・主観指標による検討ー 32
久保賢太(科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 岡ノ谷情動情報プロジェクト)，岡ノ谷一夫(東京大学)，川合伸幸(名古屋大学 情報科学研究科)

ポスター発表（1）

10:40-12:40
会場：法文1号館215・216・217号室

P1-1 多義的図形解釈における身体動作の影響 149
阿部慶賀(青山学院大学社会情報学部)

P1-2 顔と車の再認における処理の持ち越し効果の検討 153
日根恭子(慶應義塾大学)，伊東裕司(慶應義塾大学)

P1-3 言語統計解析に基づく評価メカニズムを含む比喩生成モデルの構築 155
寺井あすか(東京工業大学)，中川正宣(東京工業大学)

P1-4 エピソード記憶の検索過程―非連合記憶の活性化と想起― 160
分部利紘(東京大学)，綿村英一郎(東京大学大学院/日本学術振興会)，高野陽太郎(東京大学)

P1-5 フラッシュサプレッション下における意味分類課題を用いた意味表象の活性状態の検討 163
城戸楓(大阪府立大学)，牧岡省吾(大阪府立大学)

P1-6 The role of usual life imagination in tactile experience of materials 168
Georgiev Georgi(北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科)，永井由佳里(北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科)

P1-7 日本語の文処理における動詞予測に関わる情報についてー語順の問題を中心にしてー 172
矢野雅貴(九州大学大学院)，備瀬優(九州大学大学院)，坂本勉(九州大学)

P1-8 怒り顔は早く検出されるか？：ヒトとサルの顔の比較 179
孫暁犇(名古屋大学 情報科学研究科)，久保賢太(科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 岡ノ谷情動情報プロジェクト)，川合伸幸(名古屋大学 情報科学研究科)

P1-9 共同問題解決における参照表現と視線一致率の関係 — 参照表現の属性に基づく分析 — 182
栗山直子(東京工業大学)，寺井あすか(東京工業大学)，安原正晃(東京工業大学)，徳永健伸(東京工業大学)，山岸侯彦(東京工業大学)，楠見孝(京都大学大学院教育学研究科)
P1-10 授業における対話の構造と学習者の知識獲得 186
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)
P1-11 人間の営みのホメオスタシスモデルを構成する 193
福永征夫(アブダクション研究会)
P1-12 速読に対するニーズ，イメージと批判的思考の関連 203
森田愛子(広島大学大学院教育学研究科)
P1-13 円滑な会話を実現する多人数ビデオチャット環境の構築 205
佐藤了(静岡大学情報学部情報科学科)，坂本孝丈(静岡大学情報学部情報科学科)，兵藤幸与(静岡大学情報学部情報科学科)，石川智之(静岡大学情報学部 情報科学科)，市川淳(静岡大学情報学部情報科学科)，後藤知彦(静岡大学情報学部情報科学科)，竹内勇剛(静岡大学情報学部情報科学科)
P1-14 他者作品模倣が初心者の写真創作に及ぼす影響 213
石黒千晶(東京大学学際情報学府)，岡田猛(東京大学大学院教育学研究科・情報学環)，石橋健太郎(東京大学教育学研究科)
P1-15 NIRSによるワーキングメモリ課題を用いた読解力の神経基盤に関する研究 223
安村明(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)，開一夫(東京大学大学院総合文化研究科)
P1-16 コンテンポラリーダンスにおける即興プロセスの解明 227
中野優子(東京大学大学院学際情報学府修士課程)，岡田猛(東京大学大学院教育学研究科・情報学環)
P1-17 楽しさで育つ文法の探求：人工コミュニケーションツールを用いた実験 237
宇野良子(東京農工大学)，鈴木啓介(理化学研究所)，池上高志(東京大学)
P1-18 メタ認知により創造的思考を促進するインタビュー手法の開発 ：並べて語らせるメモツールの効用 243
忽滑谷春佳(慶應義塾大学環境情報学部)，諏訪正樹(慶應義塾大学環境情報学部)，西山武繁(慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科)
P1-19 会話における（部分）復唱発話の分析 250
小磯花絵(国立国語研究所 理論・構造研究系)，伝康晴(千葉大学文学部)
P1-20 映像作品におけるノスタルジア認知 256
内藤優哉(法政大学大学院社会学研究科)，金井明人(法政大学社会学部)
P1-21 前頭葉性認知機能が介護技術に及ぼす影響に関する研究-Go/No-go課題における前頭葉機能評価と介護技術方法の判断力との関係 262
武田啓子(日本福祉大学健康科学部)，原田妙子(日本福祉大学健康科学部)
P1-22 図形を用いた演繹的推論の認知プロセス 269
佐藤有理(慶應義塾大学文学部哲学専攻)，峯島宏次(慶應義塾大学文学部哲学専攻)，竹村亮(慶應義塾大学文学部哲学専攻)，岡田光弘(慶應義塾大学文学部哲学専攻)
P1-23 他者の信頼性判断の正確さに関する調査研究 275
林直保子(関西大学社会学部)

P1-24 関係節に伴う文の読み時間における文脈と潜在的韻律の効果 278
天谷晴香(東京大学大学院総合文化研究科)，中村真之介(東京大学大学院総合文化研究科)，久保田雅弘(東京大学大学院総合文化研究科)，広瀬友紀(東京大学大学院総合文化研究科)

P1-25 協調学習におけるEpistemic Agent の活動についての考察-他の学習者に影響を与えた要因- 283
大島律子(静岡大学情報学部)，中村亮(静岡大学情報学部)，大島純(静岡大学情報学部)

P1-26 コミュニケーションロボットに対する人間らしさの帰属の要因 288
阪本綾香(立命館大学大学院理工学研究科)，林勇吾(立命館大学情報理工学部)，小川均(立命館大学情報理工学部)

P1-27 技能習得における3D映像の効果について - ヴァイオリンの運弓動作の学習事例 - 295
馬田一郎(独立行政法人 情報通信研究機構)，伊藤禎宣(独立行政法人 情報通信研究機構)，小川純一(財団法人 ヤマハ音楽振興会 ヤマハ音楽研究所)，安藤広志(ATR知能ロボティクス研究所/NICT)

P1-28 「読む」行為と紙/PC/タブレット端末：説明文と小説の「読み」の比較から 301
原田悦子(筑波大学)，森健治(ニフティ株式会社)，須藤智(静岡大学大学教育センター)

P1-29 空間表現の送受信時における空間参照枠の選択特性 303
小島隆次(京都大学グローバルCOE（教育学研究科）)

P1-30 概念形成における特徴次元への重み付けのモデル化 306
西田豊(大阪大学大学院人間科学研究科)

P1-31 ブログにおける自己開示：開示内容及び開示機能について 310
木暮照正(福島大学)

P1-32 映画・演劇の批評文における記述対象の分類 314
村井源(東京工業大学)，川島隆徳(東京工業大学)，工藤彰(東京工業大学)，徃住彰文(東京工業大学)

P1-33 検索システムへのメディアイクエーションの応用に関する予備的検討 320
齋藤ひとみ(愛知教育大学教育学部)，小川岳流(愛知教育大学)

P1-34 三者間の共同創作活動におけるコミュニケーション-作品の創作性への影響- 324
西本光志(同志社大学大学院文化情報学研究科)，宮本圭太(同志社大学大学院文化情報学研究科)，阪田真己子(同志社大学文化情報学部)

P1-35 線形代数の教授内容の関連性と指導のポイントに関する考察 328
川添充(大阪府立大学総合教育研究機構)，岡本真彦(大阪府立大学人間社会学部)，高橋哲也(大阪府立大学総合教育研究機構)

P1-36 情報収集傾向とアイディアの質の関係に関する研究 335
足利純(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)，鷲田祐一(株式会社博報堂イノベーション・ ラボ)

P1-37 文書校正における熟達者の動作教示と表示メディアの効果：英語-他言語マニュアル間の突合わせ校正を題材として 343
米澤拓吾(ATR知能ロボティクス研究所/奈良先端大)，小野進(WarpStyle/フジ印刷株式会社)，水口実(WarpStyle/フジ印刷株式会 社)，中島青哉(WarpStyle/フジ印刷株式会社)，林真彩子(WarpStyle/フジ印刷株式会社)，安藤広志(ATR知能ロボティクス研究所 /NICT)

P1-38 教師の予測の精度を解析する数理モデルの開発とその適用 -見過ごされてきた学力・学習力を検出する実証的方法の提案- 350
植阪友理(東京大学)，中川正宣(東京工業大学)

P1-39 プロセスの追体験による環境知覚の豊穣化支援ツール 357
栗林賢(慶應義塾大学SFC研究所)，諏訪正樹(慶應義塾大学環境情報学部)

P1-40　音楽と物語の相互変換による循環的物語生成システムにおける循環経路の拡張　366
遠藤順，秋元泰介，小方孝(岩手県立大学)
P1-41　統合物語生成システムに向けてー自動生成と人間による制作についての一考察ー　370
秋元泰介，小方孝(岩手県立大学)
P1-42　概念体系と結びついたプロップに基づくストーリー生成システム　375
今渕祥平，大石顕祐，小野寺康，小方孝(岩手県立大学)

言語・コミュニケーション

14:00-15:00
会場：経済学研究科棟第1教室

O2-1　ガーデンパス文処理における視覚情報とプロソディー情報の交互作用 —視覚世界パラダイムを用いた予測的眼球運動計測実験—　36
中村智栄(慶應義塾大学/理化学研究所/学術振興会)，新井学(東京大学/理化学研究所/学術振興会)，馬塚れい子(理化学研究所/Duke大学)
O2-2　三者間での共同作業における言語・非言語行動の分析: リーダー シップに関する第三者評定　41
鈴木紀子(独立行政法人 情報通信研究機構)，神谷俊郎(大阪大学)，馬田一郎(独立行政法人 情報通信研究機構)，岩澤昭一郎(独立行政法人 情報通信研究機構)，伊藤禎宣(独立行政法人 情報通信研究機構)
O2-3　コミュニケーション成立の観察実験に基づく認知モデルの設計　45
森田純哉(北陸先端科学技術大学院大学)，金野武司(北陸先端科学技術大学院大学)，橋本敬(北陸先端科学技術大学院大学)

人ロボット共生学 人とロボットがともに学び合う世界へ

15:10-17:10
会場：経済学研究科棟第1教室

S1　人ロボット共生学 人とロボットがともに学び合う世界へ　2
企画:三宅なほみ(東京大学)，石黒 浩(大阪大学)／話題提供者:今井倫太(慶応大学)，石黒 浩(大阪大学)，三宅なほみ(東京大学)／指定討論者:鈴木宏昭(青山学院大学)

ワークショップ（1）学習と組織をめぐって：越境論を考える

17:30-19:10
会場：経済学研究科棟第1教室

WS1　学習と組織をめぐって：越境論を考える　5
企画:青山征彦(駿河台大学)／話題提供者:會津律治(横浜国立大学)，有元典文(横浜国立大学)，香川秀太(大正大学)，岡部大介(東京都市大学)，木村健世 (アーティスト)，加藤文俊(慶應義塾大学)／指定討論者:長岡健(法政大学)，石田喜美(常磐大学)

ワークショップ（2）物語論の情報学：物語・修辞・文学

17:30-19:10
会場：法文1号館113号室

WS2　物語論の情報学：物語・修辞・文学　7

企画:金井明人(法政大学)，小方 孝(岩手県立大学)／話題提供者:岩垣守彦，森田 均(長崎県立大学)／指定討論者:内海彰(電気通信大学)，小田淳一(東京外国語大学)，川村洋次(近畿大学)，戸梶亜紀彦(東洋大学)

ワークショップ（3）操作の熟達モデルを工学的･心理学的観点から考える

17:30-19:10
会場：法文1号館214号室

WS3　操作の熟達モデルを工学的･心理学的観点から考える　14

企画:小林春美(東京電機大学)／話題提供者:鈴木 聡(東京電機大学)，五十嵐 洋(東京電機大学)，安田哲也(埼玉県立大学・東京電機大学)，小林春美(東京電機大学)，中田脩一(東京電機大学)

9月24日（土）

相互作用

9:20-10:20
会場：法文2号館1番大教室

O3-1　モデルを作ることによる認知科学の授業実践　53

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/JST)，森田純哉(北陸先端科学技術大学院大学)，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)

O3-2　協調タッピング運動の組織化と安定性に関与する知覚の働き　60

児玉謙太郎(総合研究大学院大学)，古山宣洋(国立情報学研究所/総合研究大学院大学/東京工業大学大学院)

O3-3　“小さな世界”における知識の獲得：正確性と多様性を視点とする理論的分析　66

本田秀仁(千葉大学大学院人文社会科学研究科)，松香敏彦(千葉大学文学部)

ポスター発表（2）

10:30-12:30
会場：法文1号館215・216・217号室

P2-1　標的と妨害刺激の識別性の規定因の母語による相違－注意の瞬きへの影響(2)－　380

水野りか(中部大学)，松井孝雄(中部大学)

P2-2　外国語単語リーディングにおける母語の文字体系の影響：fMRI実験による検討　384

横山悟(東北大学加齢医学研究所)，金情浩(東北大学大学院文学研究科)，内田信也(国際医療福祉大学)，宮本正夫(東北大学大学院国際文化研究科)，吉本啓(東北大学大学院国際文化研究科)，川島隆太(東北大学加齢医学研究所)

P2-3　視覚追従課題が洞察問題解決に与える影響についての検討　387

田村昌彦(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)

P2-4 日本語における文理解時の格標識・語順手がかり使用―モンゴル語-中国語バイリンガル及びモノリンガル日本語学習者を対象に― 390
白春花(お茶の水女子大学人間文化創生科学研究科比較社会文化学日本語教育コース)
P2-5 自身の意図の隠蔽と他者の意図の誘導 399
石川悟(北星学園大学 文学部)
P2-6 文末詞のモダリティ心理学 402
伊東昌子(常磐大学 人間科学部)
P2-7 共有言語の存在しない状況下でのコミュニケーション確立過程の分析ー協調型二人ゲームを用いて 410
伊藤昭(岐阜大学工学部), 山下祥弘(岐阜大学工学部), 寺田和憲(岐阜大学工学部)
P2-8 健常者におけるマガーク効果の個人差 –自閉症傾向及び統合失調症傾向による検討– 419
氏家悠太(千葉大学大学院 人文社会科学研究科), 浅井智久(千葉大学 文学部), 田中章浩(早稲田大学高等研究所), 浅川香(東北大学大学院 情報科学研究科), 若林明雄(千葉大学 文学部)
P2-9 黙読と音読での読解活動における眼球運動の比較 424
高橋麻衣子(東京大学), 清河幸子(中部大学)
P2-10 ニュースサイト挿入型広告の相反する３目的に着目した最適デザイン 428
村松憲征(電気通信大学大学院総合情報学専攻), 佐藤寛之(電気通信大学大学院総合情報学専攻), 高玉圭樹(電気通信大学大学院総合情報学専攻), 坂本真樹(電気通信大学大学院総合情報学専攻)
P2-11 形容詞の語用論的解釈の使用に対する視覚注意の誘導効果 435
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/日本学術振興会), 馬塚れい子(理化学研究所/Duke大学)
P2-12 緩い対称性モデルにおける不確定情報の扱い 440
甲野佑(東京電機大学大学院理工学研究科情報学専攻), 高橋達二(東京電機大学理工学部情報システムデザイン学系)
P2-13 ５か月児とその母親における聴覚・触覚処理の位相同期に関する検討 445
金山範明(東京大学大学院総合文化研究科), 松中玲子(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)
P2-14 メタ認知的言語化によるオーケストラ理解の熟達プロセス 448
松原正樹(慶應義塾大学大学院理工学研究科), 諏訪正樹(慶應義塾大学環境情報学部)
P2-15 音楽の評価における奏者の動きと演奏経験の効果 453
粟津俊二(実践女子大学), 山崎千春(実践女子大学)
P2-16 ストリートダンスにおける即興的創造過程 458
清水大地(東京大学大学院教育学研究科), 岡田猛(東京大学大学院教育学研究科・情報学環)
P2-17 他者の状態推定に基づく対人インタラクションロボットの行動戦略 468
横山絢美(玉川大学大学院工学研究科), 大森隆司(玉川大学工学部), 阿部香澄(電気通信大学大学院情報理工学研究科), 長井隆行(電気通信大学大学院情報理工学研究科)
P2-18 協調学習形式の散文理解における類推と比ゆの効果II 472
光田基郎(ノースアジア大学・教養部)
P2-19 触覚刺激における連想語とその表出過程 473
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(愛宕病院リハビリテーション科), 椛秀人(高知大学医学部生理学講座)

P2-20 英語リスニングにおける協調学習の有効性 〜リスニング学習における建設的相互作用モデル〜 477
遠藤宏(中京大学大学院)，白水始(中京大学)，三宅なほみ(東京大学)
P2-21 視聴覚と運動の非同時性判断に関する研究 482
樋田浩一(明治大学理工学部建築学科)，浅井康平(明治大学理工学部建築学科)，上野佳奈子(明治大学理工学部建築学科)，嶋田総太郎(明治大学理工学部電気電子生命学科)
P2-22 大学生の数学能力の分析―メタ認知との関連― 486
二瀬由理(新潟国際情報大学)，小野陽子(新潟国際情報大学)
P2-23 比喩とその語順が主題の意味判断に与える効果 489
平知宏(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)
P2-24 アフォーダンス系と高次の情報処理 494
中山康雄(大阪大学大学院人間科学研究科)
P2-25 対話エージェントを用いた集団による協同問題解決の支援に関する研究 500
林勇吾(立命館大学情報理工学部)，三輪和久(名古屋大学大学院情報科学研究科)，クリサノフビクター(立命館大学情報理工学部)，小川均(立命館大学情報理工学部)
P2-26 気付きを生み、動機付けを高めるシミュレーション方法の開発 509
野田浩平(フェリス女学院大学)
P2-27 ちょっとした出来事の自動映像編集：映画文法に基づき撮影されたターゲット映像の参照による理解しやすい映像の生成 517
古川智裕(芝浦工業大学工学部)，金谷友樹(芝浦工業大学大学院工学研究科)，榎津秀次(芝浦工業大学工学部情報工学科)
P2-28 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－ 523
戸梶亜紀彦(東洋大学社会学部社会心理学科)
P2-29 道具の学習態度に及ぼす知識の影響 526
林和幸(中京大学大学院 情報科学研究科)，三宅芳雄(放送大学 教養学部)
P2-30 映画分析に基づくショット時間長決定要因の探求 530
森競一(芝浦工業大学工学研究科)，長谷川智裕(芝浦工業大学工学研究科)，榎津秀次(芝浦工業大学工学部情報工学科)
P2-31 物語のメンタルシミュレーションを生み出すメカニズムについて 533
野口武紘(芝浦工業大学大学院工学研究科)，島崎太一(芝浦工業大学工学部情報工学科)，榎津秀次(芝浦工業大学工学部情報工学科)
P2-32 音楽聴取によって生じたポジティブ感情が洞察問題解決に及ぼす影響 539
清河幸子(中部大学)，畑まり(中部大学)
P2-33 緩い対称性による語彙学習バイアスの発現 542
神谷匠(東京電機大学理工学部情報システムデザイン学系)，高橋達二(東京電機大学理工学部情報システムデザイン学系)
P2-34 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 549
日高昇平(北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科)，鈴木義彦(北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科)
P2-35 洞察課題としての日本語版Remote Associate Testの作成とその評価 553
浅見和亮(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/JST)，三輪和久(名古屋大学大学院情報科学研究科)

P2-36 空間メンタルモデル構築に及ぼす非空間スキルの影響-ルートとサーベイ・パースペクティブに基づく検討- 557
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)
P2-37 事物の機能性の高低における指示範囲の解釈 561
安田哲也(東京電機大学)，小林春美(東京電機大学)
P2-38 テクストと作者 565
森田均(長崎県立大学)
P2-39 修復連鎖の終了手続きとしての合意形成フェーズ―コミュニケーション・チャレンジドの多人数会話の観察から― 568
榎本美香(東京工科大学)，岡本雅史(成蹊大学)
P2-40 物語生成システムのための動詞的／名詞的概念体系の構築に向けて 576
大石顕祐，小野寺康，小方孝(岩手県立大学)
P2-41 概念体系と結びついた単一事象の広告風修辞機構 580
小野淳平，張一可，大石顕祐，小野寺康，小方孝(岩手県立大学)
P2-42 状態－行為変換及び概念体系に基づく物語内容における事象列の生成 585
小野寺康，大石顕祐，小方孝(岩手県立大学)

思考

14:40-16:00
会場：法文2号館1番大教室

O4-1 定言的三段論法推論の確率サンプリング・モデル 74
服部雅史(立命館大学文学部)
O4-2 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 84
鈴木宏昭(青山学院大学)，福田玄明(東京大学)，熊澤修(青山学院大学)
O4-3 因果学習における手がかり競合の非対称性 89
沼田恵太郎(関西学院大学大学院文学研究科/日本学術振興会)，嶋崎恒雄(関西学院大学文学部)

科学技術社会のリスクに対処するために認知科学ができること

16:10-18:10
会場：法文2号館1番大教室

S2 科学技術社会のリスクに対処するために認知科学ができること 4
企画:岡田猛(東京大学)，鈴木宏昭(青山学院大学)，植田一博(東京大学)／話題提供者:中谷内一也(同志社大学)，田中淳(東京大学)，平川秀幸(大阪大学)／指定討論者:植田一博(東京大学)，橋田浩一(産業技術総合研究所)

9月25日（日）

インタフェース

9:00-10:20
会場：法文2号館1番大教室

O5-1 Dennettの哲学的論考が指摘する3つのスタンスの存在の検証 94
寺田和憲(岐阜大学工学部)，岩瀬寛(岐阜大学工学部)，伊藤昭(岐阜大学工学部)

O5-2 自動化システム利用におけるMisuse/Disuseの実験的検討 103
前東晃礼(名古屋大学情報科学研究科)，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/JST)，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)

O5-3 加齢による認知特性の変化を考慮した作業用ICT機器のインタフェース・デザイン：ビルの中央管理室の警報対処を例とした実験的検討 112
緒方啓史(株式会社 山武)，熊田孝恒(産業技術総合研究所)，須藤智(静岡大学大学教育センター)

O5-4 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について 122
上村郷志(KDDI研究所 ネットワーク設計グループ)，新井田統(KDDI研究所/筑波大学)，中村元(KDDI研究所)

ポスター発表（3）

10:30-12:30
会場：法文1号館215・216・217号室

P3-1 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 589
中村太戯留(慶應義塾大学/東京工科大学)，服部隆志(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)

P3-2 教育事業会社における実践共同体の形成と相互作用 591
松本雄一(関西学院大学 商学部)

P3-3 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 601
関根和生(日本学術振興会/国立情報学研究所)，高梨克也(科学技術振興機構さきがけ/京都大学)

P3-4 各児童の学習プロセス外化共有による協調的授業分析の取り組みー小学校6年生算数のジグソー授業を題材にしてー 609
益川弘如(静岡大学大学院教育学研究科)

P3-5 繰り返しテストが高齢者の再生ドルードル課題に与える影響 615
林美都子(北海道教育大学函館校)

P3-6 単語の意味の印象と文字表記形態の印象の一致度に関する調査 618
宮代こずゑ(筑波大学)

P3-7 呼吸情報が管楽器アンサンブルにおける演奏の同期に及ぼす影響 624
高瀬弘樹(信州大学人文学部)，上野彩華(信州大学)，今井章(信州大学)

P3-8 マンガのスピード線が視覚的注意に及ぼす影響 629
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)

P3-9 時間繋ぎが待ち時間満足度に与える影響 633
新井田統(KDDI研究所/筑波大学)，上村郷志(KDDI研究所 ネットワーク設計グループ)，原田悦子(筑波大学)，中村元(KDDI研究所)
P3-10 BGM聴取時の心拍数・体温・血圧が時間評価に及ぼす影響 636
松田憲(山口大学大学院理工学研究科)，堀江悠美(山口大学工学部)，一川誠(千葉大学文学部)
P3-11 情動表情認知の個人差-事象関連電位N170を指標として- 642
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)
P3-12 日本人英語学習者の言語産出における統語的プライミングの累積効果 645
森下美和(神戸学院大学)，横川博一(神戸大学)
P3-13 意思決定に関する因果推論―因果モデルとパラメータの役割― 648
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)
P3-14 任天堂DSを用いた長期的な英単語学習の効果の検証 652
山本浩司(岡山大学大学院教育学研究科)，寺澤孝文(岡山大学大学院教育学研究科)
P3-15 文章洞察問題を用いた再解釈と説明に関する実験的検討 658
松林翔太(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/JST)，三輪和久(名古屋大学大学院情報科学研究科)
P3-16 眼球運動を用いた仮説生成における探索方略の検討 664
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)
P3-17 “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- 670
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)
P3-18 どのように地図課題は達成されるか 675
川端良子(千葉大学自然科学研究科)
P3-19 音声による色表示平面内のカーソル位置制御 681
成田健睦(中京大学情報科学研究科認知科学専攻)，筧一彦(中京大学)
P3-20 村上春樹12長篇の構文解析を用いた登場人物と行動の関係性 685
工藤彰(東京工業大学)，村井源(東京工業大学)，徃住彰文(東京工業大学)
P3-21 プロトタイプ学習と周辺事例学習によるカテゴリ化の違いについて 693
京屋郁子(立命館大学文学部)，尾田政臣(立命館大学文学部)
P3-22 焦点情報に関する統語構造と韻律構造の対応関係 697
松井理直(大阪保健医療大学)
P3-23 他者の不自然な動作に対するミラーニューロンシステムの活動 707
沖和真(明治大学)，嶋田総太郎(明治大学理工学部電気電子生命学科)
P3-24 ミラーニューロンシステムを指標とした「人間らしさ」の評価：アンドロイドはヒトかロボットか？ 711
松田剛(東京大学大学院総合文化研究科)，石黒浩(大阪大学)，開一夫(東京大学大学院総合文化研究科)
P3-25 二重対格制約に関する心理言語学的考察-事象関連電位を指標として- 716
備瀬優(九州大学大学院)，坂本勉(九州大学)
P3-26 幼児におけるオノマトペと動作イメージの結びつきの発達 725
大竹裕香(東京大学大学院 教育学研究科)

P3-27 カーソルは心の窓になるか？ 727
椎名乾平(早稲田大学)
P3-28 日本語授業おける学習者の意味構成の「揺れ」を引き出すための教師の「足場かけ」 737
大河原尚(大東文化大学 国際交流センター)
P3-29 服色，服種と装着者の有無が心理的および生理的反応に及ぼす影響 744
今井章(信州大学)，洞澤有香(信州大学人文学部)，高瀬弘樹(信州大学人文学部)
P3-30 上昇音および下降音に同期する呼吸パタンの予備的検討 748
新田隆充(森ノ宮医療大学保健医療学部)，天谷晴香(東京大学大学院総合文化研究科)
P3-31 実験室研究から実環境研究への接合を目指した Multi-platform Experiment ～運転行動特性を対象とした行動一貫性の実験的検討～ 751
寺井仁(名古屋大学大学院情報科学研究科/JST)，三輪和久(名古屋大学大学院情報科学研究科)，奥田裕之(名古屋大学大学院情報科学研究科/JST CREST)，田崎勇一(名古屋大学大学院工学研究科)，鈴木達也(名古屋大学大学院工学研究科)，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)，前東晃礼(名古屋大学情報科学研究科)，武田一哉(名古屋大学情報科学研究科)
P3-32 埋め込まれた時制のパズル： 時制のde se 分析 757
山森良枝(同志社大学グローバル・コミュニケーション学部)
P3-33 日本語の否定接頭辞「小–」と「薄–」について ― 価値判断の観点から ― 763
久保圭(京都大学大学院)
P3-34 公式を自力生成する協調学習過程の効果～ジグソー法と協調的な転移課題解決を用いた検討～ 767
伊藤智哉(中京大学情報科学研究科)，原田一平(中京大学情報理工学部)，田島啓(中京大学情報理工学部)，安田遼(中京大学情報理工学部)，白水始(中京大学)
P3-35 空間的課題の問題解決過程とその特徴 775
村越真(静岡大学教育学部)
P3-36 身体映像の心的回転における運動野の活動 782
田中菜摘(明治大学大学院 理工学研究科)，嶋田総太郎(明治大学理工学部電気電子生命学科)
P3-37 １００から１０００までの数の空間表象 785
岡本真彦(大阪府立大学人間社会学部)，米澤生筒美(大阪府立大学人間社会学部)
P3-38 視線が次話者選択に与える影響：擬人化エージェントを用いた検討 790
伝康晴(千葉大学文学部)，小森淑子(千葉大学文学部)
P3-39 市民による科学技術に関する社会的意思決定プロセス-熟議のもたらす効果の探索的検討- 794
山内保典(大阪大学コミュニケーションデザイン・センター)
P3-40 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 802
吉澤小百合(星薬科大学/東京工業大学大学院)，吉川厚(教育測定研究所/東京工業大学大学院)，寺野隆雄(東京工業大学大学院)
P3-41 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 808
黒田航(京都工芸繊維大学)
P3-42 意味と知覚システムの情報：進化論の視点から 814
高松薫

招待講演

13:30-14:30
会場：法文1号館25番教室

L1　剣の身体知――新陰流の場合　1
前田英樹（立教大学現代心理学部・映像身体学科教授）

音楽

14:40-16:00
会場：法文2号館1番大教室

O6-1　高い音を出すのは大きな物体より小さな物体，黒い物体より白い物体か：乳児における視聴覚対応の理解　126
針生悦子(東京大学)，梶川祥世(玉川大学)

O6-2　高い音は上？ー乳児の視線計測からのアプローチー　130
丸山慎(東京大学大学院教育学研究科/国立情報学研究所/（財）ヤマハ音楽振興会)，渡辺はま(東京大学大学院教育学研究科)，多賀厳太郎(東京大学大学院教育学研究科)

O6-3　ノスタルジア感はどのように生じるのか：反応時間を指標として　134
川口潤(名古屋大学)，佐藤綾香(名古屋大学)，伊藤友一(名古屋大学)，波多野文(名古屋大学)，大塚幸生(名古屋大学/California Institute of Technology)

O6-4　バンド練習における集合的課題調整 ー吹奏楽団とロックバンドの比較から　139
新原将義(横浜国立大学大学院教育学研究科)，有元典文(横浜国立大学)，尾出由佳(イムス横浜国際看護専門学校)

招待講演

剣の身体知――新陰流の場合

講演者：前田英樹（立教大学現代心理学部映像身体学科教授）
司　会：佐々木正人（東京大学大学院教育学研究科教授）
実演助手：新陰流・武術探求会々員

講演要旨：室町時代後期に頂点を極めた日本の剣法は、むろん一種の武技なのですが、同時に武技を否定しようとする悲願を抱いています。その技は、勝つことを活かすことに、殺すことを創ることに変えるような動きの法で成り立とうとしています。その理想は、稲作の暮らしを基層にした人々の生き方に根を持つもので、語りがたく高い普遍性に達しているのです。このような剣法を、新陰流の実際例を通して、いささかでも御紹介できればと思います。

講演者紹介：『沈黙するソシュール』以来、『言語の闇をぬけて』、『小津安二郎の家』、『小林秀雄』、『セザンヌ　画家のメチエ』などの著作で、多領域の思索に大きな影響を与えている。一方、長く、新陰流の稽古会を主宰する立場にあり、関連する著作には『宮本武蔵「五輪書」の哲学』などがある。

シンポジウム

人ロボット共生学
人とロボットがともに学び合う世界へ
Human Robot Symbiosis

三宅なほみ†，石黒浩‡
Naomi Miyake, Hiroshi Ishiguro
†東京大学，‡大阪大学
The University of Tokyo, Osaka University/ATR
nmiyake@p.u-tokyo.ac.jp, ishiguro@sys.es.osaka-u.ac.jp

話題提供者
今井倫太（慶応大学）
関係の協創：認知科学からの貢献と発展
石黒　浩（大阪大学）
システムの協創：ヒューマン・ロボット・インタラクション研究からの貢献と発展
三宅なほみ（東京大学）
知恵の協創：学習科学からの貢献と発展
コメンテーター
鈴木宏昭（青山学院大学）

本研究は，2009年度に採択された科学研究費補助金による「新学術領域研究（研究領域提案型）」のひとつである。私たちの提案する「人ロボット共生学」領域の目的は，人と人，人とロボットが互いに相手を育て合う「ヒューマン・ロボット・ラーニング」を共通のテーマとして，ヒューマンロボットインタラクション（HRI）と学習科学という二つの研究領域が双方を高め合い融合し合う新学術領域を創成することである。認知科学をベースとして，まだ若いが既に力のあるこの二つの既存の領域を統合してより強力に研究を推進し，研究テーマをできるだけ現実に近づけ，研究手法を刷新して，実社会の進展に実質的に貢献できる成果を生み出すことを目指している。

HRIは，人とロボットのインタラクションのあり方を幅広く探ろうと急速に発展し，インタラクションのための基礎技術が確立されつつある。このHRIの次の発展には，インタラクションを実際の日常生活の場に活かす研究開発が必要となってきていた。学習という場面では人同士のインタラクションが密に行われる。本領域において，インタラクションを活用するロボットを学習場面に利用することが，これまで漠然としていたインタラクションの意義を明確化し，良いインタラクションを定義づけ，インタラクションをより高度化するガイドとなりつつある。

他方，人の持つ潜在的な能力を洗い出し，それを活かして人を今より賢くしようとする学習科学は，中でも人と人とが互いに相互作用することによって新しい知力を生み出す実践研究を急速に拡大しつつある。しかしその方法論は，相互作用のダイナミズムを扱うだけに，経験知の蓄積に頼らざるを得ないなどの限界があった。それに対して本領域では，人と人との相互作用のロボットによる制御と支援という新しい研究方法を持ち込むことによって，現実場面への適用可能性を組み込んだ理論化を追求する新しい科学理念を生み出そうとしている。

ここ2年間，HRIと学習科学両領域から集まった研究者は，互いに相手を見据えつつ自らを振り返って両者を統合しようと努力してきた。統合の目標に「知恵の協創」を据え，これを実現するために，センシング，ロボットのアクチュエーション，音声信号処理といったインタラクションのための基礎技術を担う「システムの協創」，人同士の関わりに関する認知・心理

の研究と，その知見をロボットのふるまいに活かしてインタラクションを実現する認知科学と工学の融合研究としての「関係の協創」を設け，両者の協力の上に知恵を協創する条件と理論を明らかにする諸研究を推進してきた。

「システムの協創」研究の役割は，人々の協調的な学びを支援するロボットシステム実現のために必要となる，行動認識，対話戦略・行動計画，ロボット制御の要素技術を研究開発することである。実現した要素技術を領域内の研究者に向けて研究用プラットフォームとして提供し，領域内の研究推進に寄与する役割も担う。「システムの協創」の研究成果のなかでもっとも目覚ましいものとしては,「知恵の協創」研究からの要望に答える形で進展した対話行動認識技術があげられる。この対話行動認識技術によって，空間内で対話が起きている場所の検出，音声・話者同定を，同時に，かつ高精度で行えるようになった。この技術を利用するためのセンサネットワークや，本領域の実験で利用しやすいようにデザインした遠隔操作型の人型ロボットおよび卓上ロボットは，プラットフォームとして開発され，その基盤の上で「関係の協創」研究,「知恵の協創」研究がスタートしている。

「関係の協創」研究の役割は，学習を含む知的創造に資する協調的場面において生じる人とロボットの相互作用を，人とロボットの関係性の側面から体系づけることである。これまでに得られた主要な成果として，ヒト性を計測する客観指標として，脳波計測における mu-suppression が利用できることを示した（mu 波は頭頂から前頭におけるα波様の脳波)。さらに，人がロボットを人として認知するかどうかが学習場面での相互作用を成立させるために重要であることを見出しつつある。客観指標としては，脳計測を用いた指標の他にも，画像処理による人のふるまいの分析,心理指標の構築を進めた。また，社会的に関わろうとする動機付け（志向スタンス）を引き出すためのロボットのふるまいについて研究を進め，ロボットが視線の同時性行動を行うことが有効であることを見出している。

「知恵の協創」研究の役割は人と関わり合うロボットにより人々の学び合いを支援・促進する方法を明らかにすることである。研究としては，実際に学校現場で有効性を検証した教案と教材を使って，卓上ロボットが遠隔操作によって協調的な学習場面での「学習仲間」として機能し得ることを確認している。これら小学生，大学生を対象とした知識構成型協調学習場面の他，大学生を対象としたキャリア・カウンセリング，共同問題解決場面など多様な場面で，ロボットによる発話制御などの実験方法の開発を試みた。これらを活用して建設的相互作用論における「良い聞き手」の特徴や役割を特定し，多様な手法によって知的創造活動，知識構成活動を活性化する研究が展開し始めている。

これらの領域融合により，学習における新たな理論構築の可能性が見えてきた。ロボットは協調的に活動する個人と対等な存在としてふるまえる可能性を持っていると同時に，背後で遠隔操作する別の個人が協調場面で外化される知識や相互作用の仕方を内省的にコントロールする実験ツールともなり得る。ロボットとその遠隔操作という新しい研究手法を使うことで，参加者の行動をつぶさに観察し，ロボットを介して参加者間の相互作用に介入できる。加えて，ロボットの遠隔操作を通して操作者が自身の相互作用への介入の一挙一動を外化して内省できる。こういった新しい取組の成果があがってくるにつれ，今後，協調的な学習を含む知的創造活動を支援する諸手法や，翻って人とインタラクションを引き起こす中で賢くなってゆくロボット，人と人とのインタラクションを深化させる支援をするロボットなどを考えることが可能になってくるだろう。シンポジウムでは建設的な批判・討論を期待している。

謝辞　本研究は文部科学省科学研究補助金新学術創成研究（領域番号4101）による支援を受けている。

シンポジウム

科学技術社会のリスクに対処するために認知科学ができること

企画・司会: 岡田猛(東京大学)
鈴木宏昭(青山学院大学)
企画: 植田一博(東京大学)
話題提供: 中谷内一也(同志社大学) 社会心理学、リスク認知
田中淳(東京大学) 災害情報論、社会学
平川秀幸(大阪大学) 科学技術社会論、科学コミュニケーション
指定討論: 植田一博(東京大学) 認知科学、認知脳科学
橋田浩一(産総研) 認知科学、人工知能

東日本大震災や福島原発事故に代表されるように、現代の科学技術社会には様々なリスクが存在している。このようなリスクを個々人はどう捉えるべきなのか、リスクの少ない社会を作るために、専門家と市民との間にはどのようなコミュニケーションが必要なのだろうか、どのようなシステムを作れば、リスクの回避や低減が可能になるのだろうか。このような問いに答を探すことは、認知科学においても重要な意義を持つと思われる。

今回のシンポジウムでは、リスク認知やリスク回避の意思決定や専門家と市民のコミュニケーション等に関連して第一線の研究を行ってきた、社会心理学、災害情報論、科学コミュニケーションの各専門家に話題提供を行っていただく。

その後、そのような隣接領域の専門家による話題提供に基づいて、このような問題に対して我々認知科学者は、どのような認知科学的研究をすべきなのか、あるいはどのような研究が可能であるのかといった点について、二人のコメンテーターが提言を行う。

学習と組織をめぐって：越境論を考える

企画・司会：青山征彦（駿河台大学）
話 題 提 供：會津律治（横浜国立大学）・有元典文（横浜国立大学）
香川秀太（大正大学）
岡部大介（東京都市大学）・木村健世（アーティスト）・加藤文俊（慶應義塾大学）
指 定 討 論：長岡健（法政大学）、石田喜美（常磐大学）

企画趣旨

青山征彦（駿河台大学）

近年、学習論の領域で注目されている概念として、越境（あるいは境界横断）がある。越境とは、実践のコミュニティの境界を越えて、他のコミュニティの成員と協働することを指す。Engeström, Engeström, & Kärikkäinen（1995）では、普段とは異なる業務を担当しているチームが協力して課題にあたることによって、熟達とは違う種類の学びが生じると考えた。彼らは、熟達に向かっていく学びを垂直的学習と呼ぶなら、こうした学びは学習者が組織を超えて協働することによって可能になる水平方向の学びであるとして、水平的学習という概念を提唱している。

越境や水平的学習といった考えかたは、認知科学で従来考えられてきた熟達中心の学習観とは大きく異なる。理論的にも興味深いだけでなく、実際的にも、新たな学びの可能性を拓き、実践を変革する可能性を示すものと言える。一方で、実際に越境を通じて学ぶのは、組織によって時間の流れや価値が違うため、それほど容易なことではないことも指摘されてきている。このワークショップでは、こうした学習者と組織との関係に焦点を当て、越境や、学習（者）のデザインについて論じたい。

日常的実践の越境による変質 - 学習環境のデザインから見た学校化の具体

會津律治（横浜国立大学大学院）
有元典文（横浜国立大学）

青山(2010)は、実践コミュニティ間の境界は所与ではなく「ローカルな実践によって定義／再定義されることで維持されるもの」と指摘する。実践と境界とは、実践が境界を定め、逆に境界を参照することで実践が規定される関係にあると考えられる。本発表では、境界が実践を既定する例として、ミシンという日常的実践の道具が、家庭科授業という学校の境界の中へインポートされることで、これまでとは異なる意味や価値を帯びることを示す。布を縫い合わせるというミシンの日常的実践が、学校では各部の名称の空欄補充問題といった記憶課題や、糸のついていないミシン針による針孔跡の評価課題といった実践へと変化した。学校の境界内の実践において、ミシンは知識の獲得・評価を目的として再構成されていた。たとえミシンが得意な子供でも、日常の実践とは異なった学校実践におけるミシンの課題が得意とは限らない。または日常の技能が活かされる場面が構成されるとも限らない。学校は日常知と科学的知が出会うことで生起する水平的発達の機会となり得る可能性を持った場だが、境界に強く規定された実践はそうした出会いを阻む。境界を維持する実践によって日常的道具の学習方法や人工物・人へのアクセス方法が変化し、境界横断や水平的発達の機会が失われる事例について議論をしていきたい。

越境的な組織改革と複数の異なる主義・アプローチ間の葛藤・混交

香川秀太（大正大学）

近年、一部のリーダーが現場デザインを主導するトップダウン型や、組織間の交流に乏しい分断型のやり方では、変化の激しい現代では対応しづらくなっている。最近、複数の共同体間に水平的な交流があり、最前線にいる複数の人材が現場デザインに取り組む、「越境」的実践が注目されつつある。本発表では、まず、越境的な改革を通して、組織が抱える従来的問題が顕著に改善された、我が国の企業や病院での取り組みを紹介する。また、「越境」や「境界」を、一つの言説実践として捉える「距離化」という視点を提示し、距離化概念から見えてくる、人々の境界生成化実践と境界消失化実践との間の微妙な葛藤を議論していく。その際、現場が複数の主義・アプローチを導入し、ローカライズする中で生じさせている、異なる主義やアプローチ間の矛盾や葛藤について議論したい。通常、特定のあるアプローチに立脚することが多い、学者の実践とは異なり、現場は、複数の主義やアプローチが、元の学派間の境界を越えて移入され、それらの間の「煮え切らない」がしかし「ごった煮」となった、複雑な混交状態で動いている。一見、現場の一貫性のなさを示すこの特徴こそが、しかし現場のリアリティ（堀江・小保方・尾久・香川・山本，2010）であり、この現象を我々がどう捉えるべきか最後に議論していきたい。

メタファとしての大学を組織する:「墨東大学」という学習の場のデザイン

岡部大介（東京都市大学）
木村健世（アーティスト）
加藤文俊（慶應義塾大学）

「シブヤ大学」や「京都カラスマ大学」などに代表されるように、メタファとして大学のキャンパスをまちにインストールする試みが展開されている。発表者らは、東京都墨田区で開催された「墨東まち見世」というアートイベントのプロジェクトの 1 つとして、2010 年 10 月から実験的に「墨東大学」という企画を運営してきた。学校教育法で定められた正規の大学とは異なるものの、大学教員、アーティスト、大学生、一般企業に勤務する方々などにより、これまで約 50 回にわたり、講義や演習という形で「授業」を実施してきた。

まちと深く連関したアートイベントにおいては、プロジェクト間のコラボレーションが期待された。企画会議等の場においても、プロジェクト間の境界を閉じないことが推奨され、これは近年のアートイベントの特徴のひとつであると考えられる。「中心」の形成よりも、「つながり」を促す取組みや言説が希求され、墨東大学のプロジェクトの意味もまた、その文脈と切り離せない。

本発表では、アートイベントにおけるコラボレーションや越境的な言説がローカルにはどのように生じ、また用いられてきたのかをみていく。墨東大学のような「仕掛け」をまち、または、まちなかアートイベントに埋め込む実践から、人々や組織間の包摂や縫製に関する具体的側面について議論する。

物語論の情報学：物語・修辞・文学
Informatics of Narratology: Narrative, Rhetoric, and Literature

企画者・話題提供者　金井明人（法政大学）
小方孝（岩手県立大学）
話題提供者　岩垣守彦
森田均（長崎県立大学）
指定討論者　内海彰（電気通信大学）
小田淳一（東京外国語大学）
川村洋次（近畿大学）
戸梶亜紀彦（東洋大学）

企画趣旨

「文学と認知・コンピュータ II」研究分科会(LCCII) は年間数回の定例研究会を開催しているが，その際にワークショップなどで特定のテーマに関する議論も継続的に行ってきている. 更に，認知科学会の全国大会でも LCCII の幹事によってワークショップを開催し，研究分科会へのコメントを広く認知科学会全体から求め，研究分科会の研究活動内容を披露する機会としている.

2009 年のオーガナイザー三宅芳雄氏によるワークショップ「創作, 鑑賞の理 論－勝手読みの視点から」では，文学における「読み，解釈，受容」，「生成， 制作」,「書き手の意図の推測と非推測」,「受容理論＝生成理論」,「勝手読みの不可能性と可能性」など,「勝手読み」という切り口から，文学理論の 主題とも重なる多くの話題が析出された.

2010 年のオーガナイザー森田均氏によるワークショップ「文学の生成」では. 文学や物語や芸術その他を「生成」という観点から捉え,「生成の思弁的考察」,「生成の認知科学的検討」,「生成の人文・社会科学的な分析や考察」,「生成のシステムシミュレーション」など広い意味での文学の生成に 関連する議論がなされた

また，これらの成果もふまえ，2010 年 10 月には，分科会メンバーである小方孝・金井明人の共著によって学文社より『物語論の情報学序説 -物語生成の思想と技術を巡って-』という単行本も出版されている.

この度のワークショップでは, 以上の研究活動を発展させ，特に物語・修辞・文学を巡って,「物語論の情報学」をキーワードとして，あらためて討議すると共に，議論を広く公開し，多数の参加者から意見を求めたい.

物語論の情報学と認知映像論

金井明人

物語映像には受け手の認知に適応した映像の修辞と, そこから逸脱した映像の修辞がある. また，受け手の認知に適応，あるいは利用しながらも，最終的にそこから逸脱していくことで両者が同時に成立している映像も存在する.

ここで鍵になるのが小方・金井（2010）でも論じた「もう一つの映像」という概念である.「もう一つの映像」は受け手の認知によって初めて顕在化する映像の側面であるが，受け手がストーリーや映像に関するスキーマをそのまま用いるのではなく，緩和なり切断をすることによって接することが可能になる. これは，映像から，送り手が意図して制御しようとした(広義の）物語を除いた，残りの部分に相当し,「映像の論理」にも繋がる. とはいえ, それでも映像が様々な意味での「認知」から逃れられない以上は，依然として物語の中のある側面なのかもはしれない.

そもそも映像には，送り手が制御している要素

と制御しきれていない要素がある．これは映像が非中枢的あるいは機械的な性質を持ち，他者や世界そして物語を対象としている以上，必然的に生じるといえる．例えば，登場人物の身体や背景，天候などは，送り手が制御しようとしても，それが完全に可能ではない場合があるし，そこにカメラなど，機材の性能も関わってくる．また，映像の時間的構造や空間的構造により生じる物語の完全な制御も，常に可能なわけではない．この「制御不可能性」が「もう一つの映像」と関係している．

なぜ，これらの映像の側面をも扱うことが必要か．それは「世界を再現・再構築するもの」ではなく,「世界を捉えるもの」として映像を位置づければ明らかであろう．「制御不可能性」をはらみ，反/非=物語を含むのが，世界の論理なのではないだろうか.

その一方，プログラム的に生成される CG やエフェクトの存在，さらには映像作成の様々な工程のデジタル化をふまえれば,映像は(外見的には)，世界を再現・再構築する物語論の情報学に限りなく接近しつつある．しかも，そこでは「制御しきれない要素」，あるいは「もう一つの映像」は，避けるべきもの，あるいは無いものとして扱われつつあると言えるのかもしれない.

とはいえ，様々な映像を内容に囚われず，自由に制作・撮影することが技術的に可能になり，誰もが映像を自由に発信できる現状は,「制御不可能性」や「もう一つの映像」が強調される可能性自体は，むしろ高まってきている.

また, 非中枢性を強調し,「制御不可能性」や「もう一つの映像」に向けたコンピュータの利用は，映像では,(経済的な理由が絡んでいることもあるが）現状ではあまり成されていないとはいえ，コンピュータを介在させてこそ，原理的には，文字通り「機械的」に，確実に,「もう一つ映像」を生成し続けることができる.

「制御不可能性」「もう一つの映像」などに対応した概念は，未だに十分に流通していないため，その存在が十分に認知されているとはいいがたい．したがって，様々な形でその存在を明示的に示し続けていく必要があるし，プログラム中でも戦略として組み込んでいく必要がある．映像に留まらない広がりを持つ,「流動と固定」「〜でないものとしての物語生成」などに代表される小方が用いる様々な概念はその意味でも重要である.

そして,「私」の物語論の情報学では，認知映像論的な観点から，受け手の認知や物語にできる限り寄り添うことで，そこからの切断あるいは緩和としての「もう一つの映像」に接近したい.

「物語論の情報学“序説”」を抜けて―流動と固定（14)―

小方孝

1. （語り手→聴き手）→語り手

もともとはふたつの「序説」を計画し，ほぼ同時に上梓することを夢想していた.『物語論の情報学序説―物語生成の思想と技術を巡って―』がそのひとつに相当するが，仮題で『物語生成システムのテクノロジー序説』をそれと対になるもうひとつの序説にするのが真の目論見であった．この計画は潰え，後者の完成にはあと幾許かの時日を要するだろう．ここでは先回りしてふたつの序説を通じて目論んでいること，さらに序説を抜けた向うに遠望される風景について幻視してみたい．その序説，一歩先へ進んだ序説である.

物語生成システムのテクノロジーの序説で計画していたのは，比較的近い過去から現在に渡って様々な動機に基づき様々な文脈において行われて来た物語生成システムの研究を主に技術的な側面から総体的にまとめる作業であり，さらにこの研究史を背景として私の統合的な物語生成システムの構想と少なくともひとつの試行を記述することであった．つまりこの部分は私の表向きの研究活動に直結したものであり，その直接的な発展を意図したものであった．だから本来はこの序説の方の本を先に刊行することが望ましかったが，物語論の情報学の序説の方が結果的に先に進められて

しまった．統合物語生成システムは現在の私の水準にとっては遥かにその先に位置するが，しかしその先は単にこの技術的なシステムにのみ収斂するものとして考えられているのではなく，その先において収斂するべき場所の夢想が物語論の情報学の序説の方で試みられた事柄である．しかし必ずしも順序が逆になったということを意味する訳ではない．統合物語生成システムが完成することがその先へ向う道が開けることになるという順序が当り前のように思われもするが，技術とシステムの完成は殆どあり得ない夢のようなもので，それを待っていては何も出来なくなる可能性が大きい．技術としての物語生成システムの開発自体を窮極の意味での最終目標としないのであるとすれば，それが未完成のうちに既にその先に見取り図を描きさらにそのための作業に着手する必要がある．その繰り返しを通じてしか何事かを達成することは適わないと思われる．

物語論の情報学の序説の方で狙ったのは，物語論を物語の方へ進めることであり，また聴き手(受け手）を語り手（送り手）の方へ進めることであった．物語論は総体として（受け手を重視するにせよ送り手を重視するにせよ）受容（聴き手，受け手）の側からする対象としての物語の分析を行う研究ジャンルであるが，物語論を物語に移行させるとは物語を対象とするのではなく物語を実践することであり，それに伴って聴き手（受け手）としての立場を語り手（送り手）としての立場に移行させることである．

文学研究は語り手（送り手）中心の立場から聴き手（受け手）中心の立場に推移するという歴史的過程を辿ったが，そのことを踏まえた上でさらに語り手側に重心を移すという作業に私自身を送り出すということが，恐らく『物語論の情報学序説』を通じて遂行したかったことであるように思える．

2. 「物語としての現実の陥穽を切り抜ける隘路はあるか」補遺

『物語論の情報学序説』の奥付に記述された刊行の日付は 2010 年 10 月 20 日であるが，その日から数ヶ月が過ぎた 2011 年 3 月 11 日という日付は，将に歴史的なものとなった．私が盛岡近郊の大学や盛岡市街地の自宅で家人と共に経験した諸々の事柄は私の生涯において恐らく最も忘れられない熱した記憶の塊として残り続けるに違いないが，それを悲惨であると言うことが憚られる程の真の意味での悲惨が膨大な人々を一挙に呑み込み，その巨大な波は未だ一向に引こうとする様子もない．

ところで生憎と言うべきか，今年の人工知能学会全国大会は 6 月 1 日から私の住む盛岡で行われる予定になっており，直前まで開催が危ぶまれたが，結果的には震災後初の盛岡での学会として盛況の内に終った．その初日，会長の西田豊明氏（京都大学）の提案により，「緊急パネル：大震災と向き合う」が行われ，私も発表・討論者の一人として参加した（他の参加者は東北大学の正村俊之氏と産業技術総合研究所の野田五十樹氏）．私の発表タイトルは「物語としての現実の陥穽を切り抜ける隘路はあるか」（文章は，予稿集中の西田・正村・小方・野田「緊急パネル討論：大震災と向き合う」の一部として収録）というもので，もともと 8 分間の予定が 15 分近く話しても終らなかったため中途半端なまま打ち切られてしまい，最後に本当に言いたかったことまで達しなかった．そこで本稿をその本当に言いたかったことについて触れる機会として利用する．本当に言いたいことは常に曖昧であり，曖昧でなくなるということは，言いたいことから言ったことに変質したことを意味する．上記の発表では結果的に先延ばしすることになったが，ここでは曖昧さを抱えたまま議論に踏み出すことにしよう．

3 月 11 日以来，当然の如く，「地震」「原発」「復旧」「復興」「日本人」「東北」「放射能」等々，現実との強固な対応性を持った，多様でありながら一様な共通主題を巡る言説が，新聞，テレビ，ラジオ，雑誌，本，コンピュータ，舞台等様々なメディアの上で，ニュース報道，解説，論評，批評，感想等様々なジャンルにおいて，展開されており，

それは一個の言説空間を構成している．これは，これからのこの国の，この世界の，また私の，物語が創られて行く，集合的な言説である．そして言説のタイプを，文学的／物語的言説，政治的／政策的／制度的言説，科学的／学問的言説，個人的／私的言説等に分類することが出来る．それぞれにおける例を講演では取り上げたが，ここでは繰り返さない．問題は，様々なタイプの言説において制度的言説との関係が錯綜しているということであり，より端的には諸種の言説の中に制度的言説の性質が程度の差はあれ浸透しているということである．最も単純で愚昧なものとして石原慎太郎の天罰発言や（物語の中ではこの男は既に死んでいる，あるいは多数の刃によって殺されている．死者を知事に担いだ東京都民を私はある意味で尊敬する)，やや高度だが素朴なものとして内田樹の非日常性と物語性とを接合させる論等，物語が容易・安易に作られるということもこのことと関連しているだろう．物語が制度的言説を補強する技術になり得るのは，物語そのものの制度性という認識からは簡単に想像することが出来る.「危機管理」の名の下に，情報の隠蔽，虚偽情報の公表，情報流出源の曖昧化等々多様な修辞（レトリック）が殆ど実も蓋もなく駆使され，制度そのものが恰も物語生成システムになってしまったかのような状況が現出したことは，不思議なことではない．

バフチンの多声性の概念は恐らく積極的な概念として解釈・利用されているが，言説における声の単純な相互浸透性ではなく，制度的な声の時として一方的な浸透性，また制度的な声への物語的な声の浸透性など，声の透明なあり方や多元的なあり方に背反する不均衡という消極的な状況を述べるのに，私はバフチンの多声性を重ねてみた．それが動的な概念であるとすれば，現在までの様々な声の不均衡な共存を均衡させ，あるいは別の方向に不均衡化させる力の存在に焦点を当てて思考や実践を展開させて行くことは可能だろう．

もうひとつの理論的装置として，私は吉本隆明の共同幻想論を持ち出してみた．共同幻想論は，対幻想論であり個的幻想論である．共同性や制度性が優位に立つ大状況において，家族・親族の対幻想や詩や文学に結実される個的幻想の強度を保守することが後ろめたいことではないことを，共同性や制度性の歴史的な根深さの認識を伴いながらきちんと認識することの価値を教えた思想が共同幻想論とその周辺の書物における吉本であった．恐らく我々の世代は，対幻想と個的幻想優位の社会が既にそこにあったという原体験を持ち，それを獲得するという過程を経ることがなかったことから，逆に共同幻想に対して非参与的で且つ無警戒な心性を予め付与されており，構築するものとしての制度や公共性に対する意識や実践において弱いという性質を克服することなく今日に至ったのかも知れないということは認めなければならないが，言説空間において，別の言い方をすれば，大きな物語と小さな物語がせめぎ合う現在，そして大きな物語が思いがけず暴力的で巨大な力を揮いつつある現在，小さな物語としての対幻想や個的幻想の価値を実質的に保持する運動を，様々な形で組織化しなければならない歴史的な地点に我々が立っているということの認識に覚悟と強度を付与する試みは重要であると信じる．

一挙に飛ぶ前に，人工知能という技術の研究者としての私は，技術の多声性・多元性とでも言うべきものについて考えてみた．組で示せば―実作業のための技術（物理的技術）／コミュニケーションのための技術（精神的技術)，便利・効率のための技術／生存・死なないための技術，成長のための技術／継続・持続のための技術， 経済のための技術／文化のための技術，一般のための技術／私のための技術，と技術の領域を拡張し，また価値意識をずらしてあるいは異なるものに移行させて考えてみることは可能である．また，平時―フレーム内―論理―想定内―直ちに役立つための組織論／非常時―フレーム外―物語―想定外―直ちに役立たないための組織論，といった対を考えてみることも出来る．このように言い，このような事柄について議論することは容易く，また如何なる主題に関しても多様性の幅が広がることは一般

的には望ましいことであるが，問題は声の発信地点であり，重要なのはそれを明らかにするということである．科学者が制度的に物を語るということはそれ自体奇異なことではなく，時として必要なことであるが，重要なのは，科学の言説と制度の言説とが相互浸透しているという現象の認識である．より望ましいのは送り手による自己認識であるが，場合によっては受け手による認識でも構わない．

表層的な水準を超えてそのような認識が不可能であることは認めながら，私が私自身の声をどのように認識するのか，あるいはどのように形成しようとするのか，ということがここから先の問題であろう．唐突だが，東北地方の人々の対外的な寡黙や沈黙は差別の果てに形成された無意識化された戦略であり，それは如何なる素朴さとも，人格の立派さとも無縁なものである．対外的な寡黙や沈黙は大音声による狂騒と表裏の関係にある．そして時として悪辣なものと結び付いている．その種のものではない沈黙や寡黙や言葉のない言説はないだろうか．言説空間の中に位置を占めることのない沈黙の言説はないだろうか．多分ないだろう．しかし数々の私的言説・詩的言説の集積から滴り落ちるようにして別の水準に形成されるような可能性としての沈黙の言説が少なくとも可能性として存在することを想定しても許されるだろう．私は物語生成システムを，個人的な「声にならない声」を物語に仕立て上げるための私的・私的な道具，社会的関係も遮断する位の個的幻想と対幻想に塗れた文学独自の領域を見るための道具として捉えたい．

3. 物語論ではなく物語の構図

山内昌之は「本質的に日本の社会構造を根本的に変えるほどの大変動」として，15 世紀の応仁の乱と 1970 年代の高度成長のふたつを挙げている（『復興の精神』（新潮新書），2011 所収の「公欲のために私欲を捨てよう―災後の歴史認識」より pp.69-70）．そして後者の大変動は今も未完のプロジェクトとして現在進行形としてあり，特に 1990 年代以降の我々は，ヘッセが「鳥は卵の中からぬけ出ようと戦う．卵は世界だ．生まれようと欲する者は，一つの世界を破壊しなければならない．鳥は神に向かって飛ぶ．神の名はアプラクサスという．」（高橋健二訳，『デミアン』，1919）と書いたような状況の中でうごめき続けている．三島由紀夫は将に 1970 年という年に，その後に待ち受けている陳腐さ極まるに違いない絶望を先読みするかのように，「私はこれからの日本に大して希望をつなぐことができない．このまま行ったら「日本」はなくなってしまうのではないかという感を日ましにする．日本はなくなって，その代わりに，無機的な，からっぽな，ニュートラルな，中間色の，富裕な，抜目がない，或る経済的大国が極東の一角に残るのであろう．それでもいいと思っている人たちと，私は口をきく気にもなれなくなっているのである．」と書いた（「果たし得ていない約束―私の中の二十五年」，サンケイ新聞，1970.7.7）．そして我々はひとつの大きな物語が終焉したことを大きな物語自体の終焉であると（かなりの程度故意に）錯覚して，小さな物語と言うには気が退ける無意味な些事に拘泥しながら悪戯に時をやり過ごして来た．そして 2011 年 3 月 11 日がやって来た．

これまであまり考えたことがなかったが，1925 年生まれの三島由紀夫は 1958 年生まれの私にとって父の世代に当る．私の本当の父は 1930 年生まれである．三島の死の年である 1970 年から時代は大きく変化し，同じく私もその年を起点として子供から大人に向けて変化して行った．それから連続線上に 2011 年に至ったような気がする．三島は莫大な業績を残して 45 歳で死んだ．私は何ひとつ残さず 52 歳に至ったが，ひとつの時期は終った気がする．すなわち，1970 年 11 月 25 日から 2011 年 3 月 11 日はひとつの時代的な塊である．そこから過去に遡行すると，三島の生きた世界や，そこから見れば全く影の方に，私の父達が生きた世界があり，しかしながらそれらはひとつの時代を共有している．そして更に遡れば，

文学や歴史というテクストを通じて浮上するひとつの文化と社会の像がおぼろげに見えて来る．逆に，2011 年を起点とする未来の時間・時代は無論過去のように既に記憶され記録されたものとしては存在しないが，それを様々な仕方で想像の中で存在せしめることは出来る．私にとって物語生成システムの主題は，以上のように整理しようとすれば整理してみることが出来る時代的・時間的単位の重層・輻輳として構成される私的な物語を作るという作業であり，その意味でその研究は，私小説ならぬ私研究であるということになる．

「物語論の情報学」に対する私の立ち位置

岩垣守彦

私たちは表現の新鮮さに驚くことがある．基本的には，それは独創的な「情報の選択・組み合わせとその表出」の結果であるが，多くの場合，発信者は受信者の受容とその効果を予測している．このような「情報・選択・組み合わせ・表出・効果・受容予測」を，なるべく単純な一つの仕組みとしてとらえたいと思ってきた．そうすると，表出媒体の多様性を超える共通の基盤，言い換えるならば，ある情報が発生したときの伝達の方法・媒体・情報受容の仕組みなどの基盤を，人間・動物･自然のすべての営為に共通する｢情動の発露」に置かざるを得ないと考えた. その観点に立つと，情報を「ありのままに伝えたい」という欲求を軸にして,｢情報伝達」とは, 一次的動因に対する｢情動」, すなわち,「充足・満足・安心と不足・不満・不安」において，後者の状態にある情報［お腹を空かせた（赤ん坊)］を，様々な表現媒体［泣く］を通じて「意図的」［火がついたように（泣く)］に前者の状態を求める「情動の意図的な発露」ととらえることができる．それを単なる行為と見るか創造行為と見るかは受信者の受容感性［母親が授乳するかどうか］によるが,｢情報の意図的な伝達」は「不快を快へ変える原初的型」(物語原型＋原初的事象展開）を基に発露されるのである．しかし，情報の伝達に使われる「発露の媒体（音・声・音声・身体・画像・文字・映像など)」は「直接画像(figures)［身体・画像・映像］」を利用するものと「想像画像(image)［音・声・音声・文字］」を喚起させるものと分けることができ，しかも，「直接画像(figures)［身体・画像・映像］」を組み合わせる「想像画像(image)」を喚起させる素材となる．したがって，どちらの媒体を使っても，発信者によって提示されるものは「想像画像を喚起する透かし線描」(image-evoking perspective drawings) とも言うべき不完全態であり，「情報伝達」はすべて発信者自身も含めて受信者が勝手に色づけをして完成させるという「予測的協同創造(anticipated collaboration)」である．このような観点に立って，人間の情報伝達の行為を統一的に解釈することを試みる．

分析と生成とを架橋する試みあるいは未遂の「情報学的」創造

森田均

「普通」の「科学者」ならば分析にはサンプルを用いる．いや，その前に「研究」の「対象」や「方法」を明確にしておく．サンプルを用いるのは，網羅的な取り組みの放棄ではあるまいか．サンプルを用いないとすれば，全体と対峙するしかない．私の試みは，文学の解体を目指す．なぜ文学部の卒論は作家の全作品を読んでいなくてもでっちあげることが出来るのか．こうした疑問が私の出発点となっている．一巻の全集のみが公刊された早世の作家を「対象」とした卒論[1]は，全て読んだと胸を張る若僧によるささやかな作家論に過ぎなかった．そのあまりの矮小さに悲嘆して挑んだ修論[2] [3]は，輸入可能な限りの理論によって武装していたにもかかわらず，製本もしていないビラの作品論になった. 10 年を経て情報学的アプローチを取った[4]が研究の原点である. [5]で方向性を確定したものの，[7] [8] で「注文の多い料理店」悉皆調査を志向したことによってようやく独自性を獲得し，[9]で方法論を定めて[10] [11]に

結実した．悉皆調査は，メディア論の分野でコミュニティ放送局全ての web を調査すること[6]から始めており，テレビ放送開始から現在にまで至る番組コンテンツの分析[12] [15]に至っている．一方で[1]から[11]まで貫いていた受容理論から作者問題を再考する契機となったのは[14]だが，以降は[13]のようにメディア論との接点を持ちつつ[17] [18]へと至っている．[16]ではまた悉皆を試みながら壁の前にいる．悉皆は，対象と方法を後付けするのに好都合だ．ところで情報学的アプローチで文学の創造は可能になるのかね．そういう問いを発したいな．

参考文献(以下筆者の単著・第一著者論文のみ)

[1] 誰も，誰も返事をしないのか???, 明治大学大学院紀要 24(4), 295-308, 1987.

[2] 『ヘッセンの急使』試論, 明治大学大学院紀要 25(4), 329-339, 1988.

[3] 架橋できない溝，明治大学大学院紀要 26(4), 351-364, 1989.

[4] テキスト/ハイパーテキスト/文学理論,日本認知科学会テクニカルレポート No.29, 33-43, 1999.

[5] ハイパーテキスト文学論，認知科学第 8 巻第 4 号, 327-334, 2001.

[6] コミュニティ放送局のインターネット利用，マス・コミュニケーション研究 59 号，178-192, 2001.

[7] 小説のハイパーテキスト化とメディア比較，日本認知科学会第 20 回大会発表論文集, 172-173, 2003.

[8] 文学作品のハイパーテキスト化における評価方法の精緻化，人工知能学会全国大会(第 18 回)論文集, CD-ROM, 2004.

[9] 文学におけるグラフ・地図・樹状図，人工知能学会全国大会(第 19 回)論文集, CD-ROM, 2005.

[10]フローティング・ハイパーテキスト —概念の起源と展望—，県立長崎シーボルト大学国際情報学部紀要第 7 号, 145-156, 2006.

[11]文学テクストのハイパーテキスト変換 —コンピュータを利用したテクスト研究の新展開—, 雄松堂出版, 2007.

[12]テレビ番組としての平和式典と長崎くんち，県立長崎シーボルト大学国際情報学部紀要第 8 号, 139-154, 2007.

[13]内と外のレトリック，人工知能学会全国大会（第 21 回）論文集, CD-ROM, 2007.

[14]受容理論は生成の夢を見るか？ --秋元氏へのオマージュ, LCC II 第 18 回定例研究会予稿集, 18W-05, 2009.

[15]テレビ番組のコンテンツとしての平和式典と長崎くんち，長崎県立大学国際情報学部『研究紀要』第 11 号, 193-207, 2010.

[16]桃太郎 : いじくられた物語をいじくる, LCC II 第 20 回定例研究会予稿集, 20G-05, 2010.

[17]実世界から作品へ, LCC II 第 23 回定例研究会予稿集, 23W-01, 2010.

[18]作者問題再考, LCC II 第 24 回定例研究会予稿集, 24G-08, 2011.

操作の熟達モデルを工学的･心理学的観点から考える

Examining a Model on Skill Acquisition from Perspectives of Engineering and Psychology

企画者・司会　小林春美
発表者　鈴木 聡　(東京電機大学未来科学部)
五十嵐洋　(東京電機大学工学部)
安田哲也　(埼玉県立大学・東京電機大学)
小林春美・中田脩一　(東京電機大学理工学部)

Organizer　Harumi Kobayashi
Presenter　Satoshi Suzuki　(Tokyo Denki University, School of Science and Technology for Future Life)
Hiroshi Igarashi　(Tokyo Denki University, School of Engineering)
Tetsuya Yasuda　(Saitama Prefectural University, Tokyo Denki University)
Harumi Kobayashi and Shuichi Nakata　(Tokyo Denki University, School of Science and Engineering)

Abstract

Although studies on humans' skill acquisition were able to show some specific areas of skill acquisition of tool use and sports skills, these studies did not intend to present an integrated and broad model for humans' skill acquisition. Suzuki (2010) proposed a human's skill model composed of five levels, sensory-motor skill, motion skill, cognitive skill, planning skill, and social skill. In this workshop, we try to locate our studies on different levels of this model. Suzuki and Igarashi present studies on skill acquisition from engineering perspective. As one example of tool for the skill enhancement, Suzuki proposes a mathematical algorithm of a Bayesian Intention Estimator using Self-Organizing Map. Igarashi discusses a concept of skill acquisition as estimation of manipulative results and presents a skill assist technique without human awareness. Yasuda and Kobayashi present studies on skill acquisition from psychological perspectives. Yasuda categorizes eye movements when micro slips of a hand occurs and explores the relationship between hand movement and eye movement. Kobayashi and Nakata show ontology changes in task skill acquisition using virtual collaborative conveyer task. We hope our efforts of integrating both engineering and psychological findings will bring more active discussion on human skill acquisition.

Keywords — Skill Levels, Bayesian Intention Estimator, Self-Organizing Map, Human Machine System, Subliminal Calibration, Micro-Slips, Eye Gaze, Ontology, Common Ground.

1. はじめに

人間が道具･機械の操作を学ぶときには，novice から expert への変化すなわち熟達ということが起こる．この熟達がどのように起こるのか，熟達の際には人間の何が変化するかが探求され，波多野･稲垣によるそろばんの熟達研究を初めとして，スポーツの技能の熟達，コーヒー作りなど日常動作の熟達の研究が行われてきた．しかしこうした研究はある特定の技能の熟達について明らかにしようとするものであり，熟達を幅広く知覚的レベルから社会的レベルまでを含めた重層的視点でとらえ，包括的なモデルを提案するものではない．

鈴木聡は人間の操作の熟達に関して，工学的･心理学的観点から，社会スキルから生体スキルに至る 5 つのスキルレベルからなる，包括的な人間のスキルモデルを提案した．本ワークショップでは，各発表者がこのモデルを念頭において操作の熟達に関する実験研究を発表する．鈴木と五十嵐は主として工学的観点から熟達をとらえた研究を，安田と小林は主として心理学的観点から熟達をとらえた研究を発表する．フロアの参加者とともに，人間の熟達をどうモデル化するかについて活発な議論を期待したい．

謝辞

本研究は文部科学省科研費基盤(A)(20246071)の助成を受けたものである．

熟達階層の概念とユーザ意図の推定
Hierarchical Concept of Skills and Estimation of User Intention

鈴木 聡†
Satoshi Suzuki

†東京電機大学
Tokyo Denki University
ssuzuki@fr.dendai.ac.jp

1. はじめに

人間工学，ヒューマンファクタ，エルゴノミクス，人間中心設計，CSCW (Computer-Supported Cooperative Work)など，人間の活動を支援するための工学系分野は多い．しかし，機械自体の機能が高機能・複雑化するあまり，人の利便を図る目的で造られたはずの機械が，それらを使いこなすために新たに訓練や負荷を人間に課す，という矛盾が生じていることも少なくない. その理由は，工業製品の多くは，そのユーザビリティが設計時点で確定され，変化し続ける個々人の能力，そして個人差を十分考慮して設計されていないからである[1].

そこで，工学的立場並びに心理学的知見を踏まえ，熟達を考慮した人間-機械系の設計論の提案がなされ，21 世紀 COE プログラムの支援の下，東京電機大学 において「操作能力熟達に適応するメカトロニクス:Human Adaptive Mechatronics (HAM)」(平成 15～19 年度) [2]の研究が進められた．本プログラムでは，機械が人間の熟達を促進することに関連する制御系設計理論や人間計測に関する研究が行われ，世界的にも HAM 研究として定着しつつある．また，さきがけプロジェクト「相互作用と賢さ」(平成 12～16 年度) で提案された，人間中心のメカトロニクス「ヒューマトロニクス」と HAM とを融合させ，科研「熟達を考慮した人間システムモデリングとその支援」(基盤研究(A)：平成 20～22 年度) において，人間らしさの本質的特徴や人間の行動原理を，熟達支援という観点から体系的に捉え，具体的な熟達支援系を設計する方法について研究が続けられている．

熟達は非常に曖昧かつ対象の広い概念であるため, 熟達を支援する知的機械システムを創るには，熟達支援を前提とした"体系的な人間システムモデル"が必要である．そこで従来の人間(認知)モデル，例えば Rasmussen の SRK モデル(人間の行為をその複雑度に応じて，知識・ルール・スキルの 3 階層に分類)や，Norman の 7 段階モデル (ユーザ行為を，知覚・解釈・評価・実現目標・意図・行動選択・実行の 7 段階からなるサイクリックモデル) などを参考に，「“熟達”をレベル分類して，熟達定量化･支援方法を検討する事が妥当である」との結論に達し，社会・計画・認知・動作・生体の 5 つから成る階層的なスキル分類法を提案した[3](図 1)



図 1　5 階層スキル分類と具体例

図中 S1(S5)が上位(下位)レベルのスキルである．生体スキル(S5)は，機械の操作時に必要なインタフェース装置(ハンドルやスイッチなど)を扱う際に自分の手や足等を適切に動かすためのスキルである．脳神経科学を主体とした視覚運動制御や随意運動に関係しており，Ito-Kawato モデル(フィードバック誤差学習法[4])などの理論で原理的には説明できる．計画スキル(S4)は連続・連係動作を実行する為のスキルである．基本動作を実行するサブ制御器を複合化したモジュールで表現されることが多い．認知スキル(S3)は，環境の認知や

行動判断のスキルレベルである．視覚情報処理から情報クラスタリング，推論などの優劣に関するスキルと捉えている．計画スキル(S2)は，目標タスクの実現に必要な作業内容を分析し，各動作の連携を計画する能力であり，タスク・作業・環境に関する幅広い知識が必要で，それらの知識構造化と最適計画能力に関するスキルである．最後の社会スキル(S1)は，個人から集団へ作業を拡張，すなわち複数名で協力して作業を行うために必要な社会性に関するスキルである．コミュニケーション能力，他者の意図推定，交渉能力など多岐にわたるスキルである．

2. 社会スキルのツール事例：意図推定器

ここでは，社会スキルに関係する機械支援技法の一例として，人間の操作意図を機械で推定する方法を紹介する．本意図推定手法は，ベイズ推定という確率手法と，脳の神経回路を模擬した学習手法である自己組織化マップ(Self-Organizing MAP : SOM)[5]とを用い，事前予測確率を人間が実際に行った行為に基づいて修正・推測する方法である．Global Workspace Theory における`自覚している意識'を表すスポットライトモデルを参考に，複数の操作意図の選択要求の強弱で"意図"を数理的に表現し，確率的に意図を推定する[6]．

本手法では，機械(M)-環境(E)-タスク(T)などの情報を MET 状態量 s と定義し，操作者を状態量 s を入力，操作行動 ρ を出力，意図 z を内部状態量とする制御器 $\rho = H(z)\cdot s$ と考える．すると意図推定は，計測可能な s と ρ の時系列データから操作意図 z を推定する問題と見なせるので，意図の確率分布（”信念”といい，$bel(z)$ と表す）を次のベイズフィルタのアルゴリズムで計算する．

$$\overline{bel}(z_t) = \int p(z_t \mid s_t, z_{t-1}) \cdot bel(z_{t-1})\, dz_{t-1}$$

$$bel(z_t) = \eta \cdot \int p(\rho_t \mid z_t) \cdot \overline{bel}(z_t)$$

$p(z_t \mid s_t, z_{t-1})$ は，入力 s_t を知覚した後に意図が z_{t-1} から z_t へ遷移する状態遷移確率分布，$p(\rho_t \mid z_t)$ は意図が z_t であるときに出力が ρ_t である計測確率分布である．これら確率分布は規範データに基づいて学習した SOM から確率的に計算する．上式は時刻 t に関する更新則であり，順時間方向に逐次計算することで，信念 $bel(z)$，つまり意図の確率分布の変化を求めることができる．なお，η はベイズの正規化変数である．

提案手法を，建設機械ラジコンの遠隔操作タスク[7](図 2)に適用し，人間の解析意図と比較したところ約 30～90%の一致率となり，人間相当の意図推定が提案手法で実現できていることが確認できた．その一方で，人間自体の意図識別の個人差も大きいことが判明し，意図推定問題自体の難しさも再認識された．現在，作業の文脈性を有向グラフで表現するなどして，より推定精度を高める研究を継続中である．

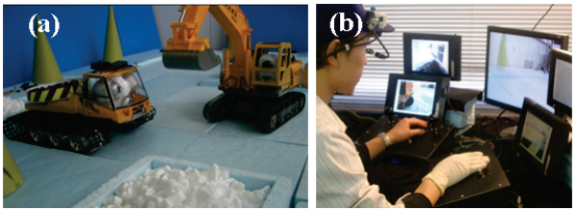


図 2 建機ジオラマ(a)と遠隔コンソール(b)

参考文献

[1] F. Harashima and S. Suzuki, "Intelligent Mechatronics and Robotics," keynote speech, in Proc. of the 2008 IEEE Int. Conf. on Emerging Technologies and Factory Automation(ETFA2008),Hamburg,Germany, Sept. 2008, in CD-ROM.

[2] S. Suzuki, ``Human Adaptive Mechatronics," Industrial Electronics Magazine, IEEE, Vol. 4, Issue, 2, pp. 28-35, June, 2010.

[3] F. Harashima and S. Suzuki, ``State-of-the-Art Intelligent Mechatronics in Human-Machine Interaction," Industrial Electronics Magazine, IEEE, Vol. 4, Issue, 2, pp. 9-13, June, 2010.

[4] D. M. Wolpert, R. C. Miall, and M. Kawato, “Internal models in the cerebellum,” Trends in Cognitive Sciences, vol. 2, no. 9, pp. 338–347, 1998.

[5] T. Kohonen, Self-Organizing Maps, Springer-Verlag, Heidelberg Berlin, 1995.

[6] S. Suzuki and F. Harashima, ``Estimation of operational intentions utilizing Self-Organizing Map with Bayes filtering" In Proc. of The 2010 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS2010), October 18-22, 2010, Taipei, Taiwan, pp.2249--2255, 2010.

[7] S. Suzuki and F. Harashima, ``Analysis of machine operation skills using hand discrete movement," in Proc. of ETFA 2008, pp.156--163, 2008.

謝辞

本研究は文部科学省科研費基盤(A)(20246071)の助成を受けたものである．

動的 JND 指標による操作者に気づかせない機械操作アシスト
Operation Assist Without Human Awareness by Dynamic-JND

五十嵐 洋†
Hiroshi Igarashi

†東京電機大学
Tokyo Denki University
igarashi@eee.dendai.ac.jp

1. はじめに

本論文は，高齢者や初心者が短時間で思い通りに操作できる機械システムの実現を目指し，操作者に気づかれないように機械特性修正を行うサブリミナル・キャリブレーションを提案する．本手法は，人間の有する無意識での学習適応能力を妨げず，かつ人間の学習過程を考慮しており，操作者の熟達促進効果が期待される．

人間の重要な能力のひとつである学習適応能力は，無意識での操作対象学習によって説明される[1]．人間の操作熟達過程において，人間は自分が入力した操作量に対する操作対象の挙動を予測し，実際の挙動との誤差から挙動予測モデルを修正しているとの報告がある[2]．つまり，熟達過程とは操作対象の挙動の予測精度を高めることに他ならない．このような観点で考えれば，内部モデルと操作対象のダイナミクスが一致しているとき，人間は操作対象を思い通りに操ることができると考えられる．本論文では，移動体の追従操作実験により，サブリミナル・キャリブレーションの有効性を検証する．

2. 人間機械システムにおける操作熟達

本研究のターゲットは，随意運動能力であり小脳レベルの運動能力･スキルの獲得に焦点をあてる．

脳科学研究の知見によれば，図１(a)のように，小脳は機械操作において，自分が入力した操作量に対する操作対象の挙動を予測し，実際の挙動との誤差から，挙動予測モデル（内部モデル）を修正しているとの報告がある[2]．この内部モデルが，操作対象のダイナミクスと一致するとき，操作者は思い通りにそれを操ることが可能となる．

本論文では，操作者のジョイスティック操作によって駆動する移動体をランダムに動作する参照点のトラッキングをタスクとして設定する．そして，図1(b)のように，操作者の内部モデルに近づけるように操作対象の移動体のダイナミクスを修正する．もし，内部モデルと移動体のダイナミクスが一致すれば，操作者は思い通りに操作対象を操ることが可能となる．

しかし，操作対象のダイナミクスが変化することで，操作対象が暴走している感覚を与えることが，先行実験により示唆されている．そこで，後述するJNDによりダイナミクス修正量を制限する．

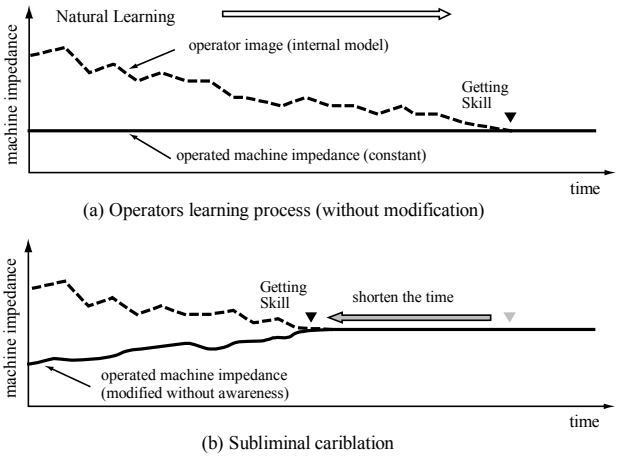


図1： 内部モデルに基づく熟達過程

3. JNDによる人間知覚特性の定量評価

本研究では，刺激変化に対する知覚閾値として知られる JND に着目する．すなわち，あらかじめ提示されている刺激（原刺激）が大きいほど，人間が刺激の変化に気づくためには，より大きな刺激変化が必要である．

本研究では，操作対象のダイナミクスパラメータを刺激と考え，その変化に対するJND を予備実験において検討した．その結果，それぞれ1 秒間に2% 程

度以内の変化であれば人間が知覚できないことがわかった．これをもとにダイナミクスパラメータ修正量を制限する．

4. 実験および結果

提案するサブリミナル・キャリブレーションの有効性を検証するため，図2 に示す水平方向および垂直方向のみに動作する移動体操縦実験を行った．被験者は健康な20 代学生20 名であり，それぞれ市販のジョイスティック（Saitek Cyborg Evo）を用いて参照点に追従するよう操作対象を操縦するよう指示されている．実験時間は約1分（12000サンプリングカウント）とし，アシストなし，それぞれ JND 1%，JND 2%でダイナミクスを修正した場合の，3通りの実験をそれぞれランダムな順序で計測した．

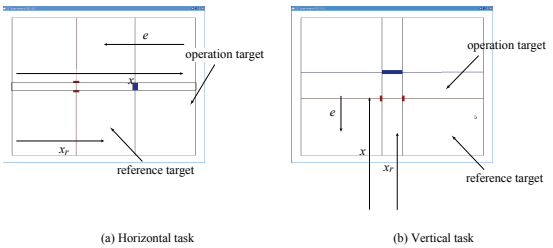


図2：実験タスク

実験の結果，20名全員がJNDを1%および2%としたときのダイナミクス修正に気づかなかった．各被験者の個人差を考慮し，アシストなしの場合の平均追従精度をもとに，上位5名をHigh skilled， 下位5名をLow Skilled，その他をMiddle skilled Group として，それぞれ解析を行った．

図3にそれぞれの実験グループにおける平均追従誤差を示す．この結果より，操作対象のダイナミクス特性を修正することにより，追従パフォーマンスが向上していることがわかる．すなわち，操作者のイメージする内部モデルに，操作対象のダイナミクスが近づけることができたといえる．この結果は，特にLow skilled グループで顕著に表れており，初心者のアシストに有効であることが示唆された．またJND1%と2%の有意差は認められなかった．これについては，今後の検討課題とする．

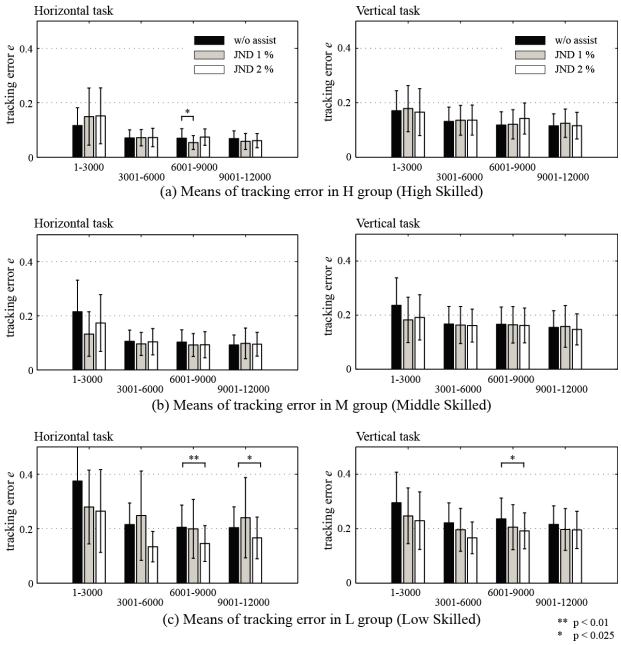


図3：実験結果（各グループの追従誤差の平均）

5. おわりに

人間の熟達能力を妨げないようJND に基づいて，修正量を制限することで，操作者に気づかれることなく，ダイナミクスパラメータを修正するアシストを提案した．実験結果より，内部モデルと実機のダイナミクスがかけ離れている Low skilled group の操作者に対し，特に効果的であった．これにより，操作対象のダイナミクスパラメータ修正をその操作者の内部モデルに近づけることができたと考える．

参考文献

[1] S. Yamada and T. Yamaguchi: “Training AIBO like a Dog,” Proc. of the 13th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2004, pp.431-436.

[2] 五味裕章，川人光男: “小脳における運動学習適応系モデル，応用物理”，Vol.61, No.10, 1992, pp.1035-103

マイクロスリップ”躊躇”時の視線移動
Eye Movement of Micro-slip Hesitation in Everyday Task

○安田　哲也[†‡]
Tetsuya Yasuda

[†]埼玉県立大学, [‡]東京電機大学
Saitama Prefectural University, Tokyo Denki University
cs.yasuda@gmail.com

1. はじめに

アクション・スリップが明白なエラーである一方，一見なめらかに見える動きのなかに，微小なよどみが生じることがある．たとえば，歯磨き用チューブの方に手を伸ばすが，一瞬，1 秒未満の短い時間その動きを止め，また動き始めたとき，その行為にはいわば不必要なよどみがあったことになる．Reed, Palmer, & Schoenherr, D. (2009)と，Reed & Schoenherr (1992)は人間が何かを操作しようとするときの手の動きの中に生じるなめらかではない部分を「マイクロスリップ（MS)」と名づけ，インスタント・コーヒーを作成するときの手の動きにおけるマイクロスリップの生起について報告を行った．Reed & Schoenherr は，マイクロスリップを躊躇（対象物に向かった手の動きの小停止などの淀み)，軌道の変化（手の動きの軌道の対象物付近における急激な変化)，接触（対象物以外の事物への不要な接触)，手の形の変化（対象物に手が近づいたとき起こる急激な手の形の変化）の 4 つのタイプに分類している．

鈴木（2001）は，行為と環境が出会うところにマイクロスリップが生起し，それは必ずしも誤りとは言えず，人間の身体が環境と柔軟に相互作用することを示す現象であるとの示唆を行っている．鈴木はさらに環境（実験装置など）を被験者が都合の良いように変更してもらってコーヒー作りをさせると，試行を重ねると共にマイクロスリップの生起頻度が減少したことを示している．鈴木は，環境と行為の適合性がよくなると行為の可能性の数に限定が生じ，この影響によりマイクロスリップの生起が減少するとしている．

安田・小林(2009)では，作業時におけるマイクロスリップの躊躇時間について調べている．作業は，クリーム粉，砂糖入りのインスタント・コーヒーを，1 分の休憩を間に挟みながら 10 試行（10 杯）連続して作ることとし，試行ごとのマイクロスリップ躊躇の時間の変化を検討した．その結果，熟達していくと比較的長い躊躇は試行とともに減少するが，短い躊躇は減少しないというものだった．熟達しても短い躊躇が消滅しなかったことからマイクロスリップ躊躇は人間の身体が環境と柔軟に相互作用することを示す現象だと考えることができる．しかしながら，もしリーチング時に誤った対象を見ていたために躊躇が起きたのならば，アクション・スリップを回避するためにマイクロスリップを行ったと考えられ，リーチング時に正しい対象を見ていたのならば，行為の柔軟性によるマイクロスリップと考えることができる．マイクロスリップ時の原因を調べるために視線分析を行った．

2. 方法

参加者　8 人の男子大学生と大学院生がボランティアとして実験に参加した．年齢レンジは 21 歳から 24 歳，平均年齢 22 歳であった．全員が右利きで健康であった．

装置　参加者の正面からデジタルビデオカメラで実験場面を撮影した．参加者の左手には手の動きを計測するための加速度計を取り付けた．また，マーカーを手に取り付け，頭部には注視点計測装置(ナックイメージテクノロジー，EMR 08-B, 30 frame/sec)を取り付け視線の動きを計測した．

Figure 1 は実験材料の配置を示す．実験材料はディストラクターの一部に変更を加えたほかは，Reed & Schenherr とほぼ同一のものを準備した．

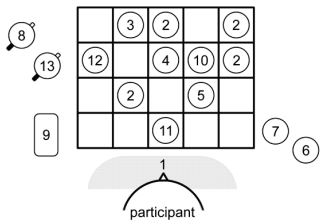


Figure 1.　実験材料の配置

手続き　参加者はコーヒー作りのためのボードやポットなどが配置されたテーブルの前に座り，クリーム粉と砂糖入りのインスタント・コーヒー

を 10 回作成すること，左手でコーヒー作成を行うことを求められた．左手でコーヒー作成を行うことにより，右手でコーヒー作成を行うよりも作業熟達の過程を捉えることができると考えた．教示内容は，コーヒーの材料をこぼさずになるべく早くコーヒーを作成し，かつコーヒーをなるべく均一に作ることであった．また，右手はカップを支えるため以外には使わないよう指示された．コーヒー作成における材料を入れる順序は自由であった．

動作のデータは 8 人の参加者中，1 人のデータは装置の計測上に問題があったため除き，7 人のデータを使用した．視線のデータは 8 人の参加者中，2 人のデータは装置の計測上に問題があったため除き，4 人を分析した．

3. 結果

注視点がオーバーレイされたビデオデータを 2 人のコーダーが独立に Frame by Frame 法で 1 フレームずつコーディングした. 注視時間に関して，大野(2000)は 200msec の以上の注視がもっとも頻度が高かったと報告しているため， 200msec の以上注視した場合に，注視したと見なした．動作データからマイクロスリップ生起時のリーチングを抽出し，リーチング開始時点から終了時点までの視線を調べ，視線のタイプをカテゴライズした．視線タイプのカテゴリーは，1）直前確認タイプ(Confirming):ターゲットの事物や他の事物を見た後，リーチング終了直前にターゲット事物を見る．2）注視継続タイプ(Keeping):同じターゲット事物を見る．3）探索タイプ(Searching)：ターゲットを含む事物を 3 つ以上見る．4）未確認タイプ(Directing):ターゲット事物を見ない．5）その他: 上記の視線タイプに当てはまらないもの，とした．以下の図は典型的な視線タイプの例を，円の直径は頻度を大まかに示す.

Figure 2 に参加者 D の 1 試行目における，直前確認タイプに分類された砂糖リーチング開始時から終了時の視線を示す．D は，リーチング開始時にターゲットである砂糖を注視し，パン粉，その後砂糖を注視した. Figure 3 に参加者 D の 1 試行目における，探索タイプに分類されたコーヒー粉リーチング開始時から終了時の視線を示す. D は，リーチング開始時に砂糖, 作業を行っている左手，砂糖，最後にコーヒー粉を注視した.

Figure 4 に各試行における視線タイプの平均頻度を示す．図は，2 試行ごとに区切って表示をしたが，9-10 試行はデータ数が少なかったために表示していない．直前確認タイプと未確認タイプの視線は, 試行を重ねても減少することはなかった．注視継続タイプと探索タイプの視線は，試行を重ねるごとに減少した.

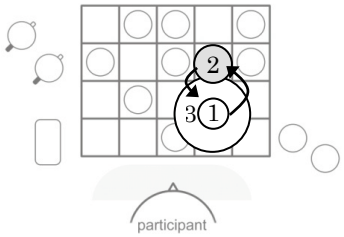


Figure 2. 直前確認タイプの視線

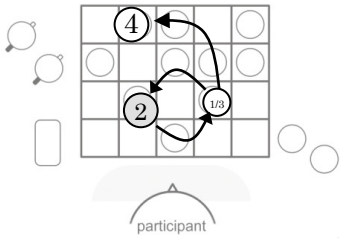


Figure 3. 探索タイプの視線

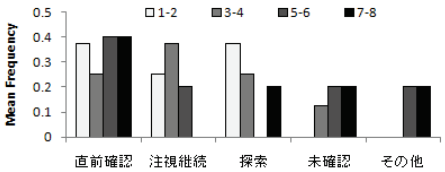


Figure 4. マイクロスリップ 1 回あたりの各視線タイプの平均頻度の変化

4. 考察

マイクロスリップ躊躇が生起したリーチング時の視線を調べたところ，ターゲット事物や他の事物を見た後，リーチング終了直前にターゲット事物を見るタイプの視線や，ターゲット事物を確認せずにリーチングするタイプの視線頻度は，試行を重ねてもあまり変化はなかった．また，同じターゲットの事物を見るタイプの視線とリーチング時に事物を 3 つ以上見るタイプの視線は試行を重ねるごとに減少した．これらの結果は，マイクロスリップ躊躇は，アクション・スリップを回避するためにマイクロスリップを行ったのではなく，微小なよどみは動作を行う上で重要だという知見を示唆すると言える.

視線データの数が少ないために本研究の結果に普遍性があるか疑問は残る．今後さらに検討していく必要がある.

謝辞

本研究は，科学研究費基盤研究(A) (20246071)の補助を受けたものである.

主要文献

(1) 安田哲也・小林春美 (2010). 作業の熟達におけるマイクロスリップ躊躇の生起時間の変化. 生態心理学研究, 4(1),25-30.

仮想空間内での共同作業時における言語使用の熟達
Human Speech Ontology Changes in Virtual Collaborative Work

小林 春美†, 中田 脩一†
Harumi Kobayashi, Shuichi Nakata

†東京電機大学
Tokyo Denki University
h-koba@mail.dendai.ac.jp, shuichinakata@gmail.com

1. はじめに

人間同士の協調作業が熟達する場合，言語も変化していく可能性がある．人間と協調作業を行うロボットに，適切な言語能力を組み込むことができれば，より良いコミュニケーションを行うことができる．協調するロボットのアーキテクチャについて，Iwata, Sawada, Takeda and Nishida (1996)は，タスク遂行に必要な知識構造としてオントロジーを導入し，オントロジーを共有することにより，人間とロボットがスムーズな協調作業を行うことができると予測した．

本研究では言語と動作ログをすべて記録できるよう，仮想空間における人間同士の協調作業を分析対象とし，協調作業時の発話をすべて書き起こした．これに基づき，作業の熟達に伴った単語使用とそれから推測されるオントロジーの共有化がどのように生じるかを調べた．作業は仮想空間内にある箱を 3 人の被験者が所定の 3 つの場所に移動することで 1 回の試行が終了する．この試行を 10 回行い，使用単語の変化を調べた．作業の熟達とともに作業者らが使用する総形態素数は減少すると予想した．さらに作業中でよく使う動詞カテゴリーの用語は，情報の伝達を明確に効率よく行うことができるような動詞の集まりに収束していくと予想した．

2. 方法

3 組の被験者からなる 4 グループを対象に，仮想空間内での協調箱運搬作業タスクを行ってもらった. タスクは仮想空間内で各々が車両を操作し，それぞれ赤・青・緑に色分けされた箱を所定の位置へ運搬する事でタスク終了とし，同一の条件で 1 グループあたり 10 試行行ってもらった. 各グループにおいて各試行におけるタスク遂行時間を記録した．タスク中になされた全発話を日本語発話コーパス用フォーマット wakachi2002 形式で書き起こし，各試行に発話された各品詞の種類数と全体に占める割合を算出した[1]．また，最も使用頻度の高かった動詞の使用傾向の変化について調査するため，動詞の語幹のみを抽出し，グループ A の 1, 5, 10 試行目における動詞オントロジーを作成した．使用された動詞をその性質から，タスク内容を問わず協調作業であれば産出されると考えられる task general verb と，本タスクに特有である task specific verb に分類した．

3. 結果

Table 1 に，各グループの各試行におけるタスク遂行時間を示す．どのグループにおいてもタスクの繰り返しとともに，タスク遂行時間は減少し熟達が生じた (Group A, r=-.865; Group B, r=-.827; Group C, r=-.911; Group D, r=-.796).

TABLE 1. 各グループの各試行におけるタスク遂行時間

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
A	652	328	483	327	340	263	256	262	259	250
B	2127	1321	549	645	325	304	338	313	281	389
C	969	576	491	319	313	272	352	501	310	220
D	1401	715	789	805	509	358	369	431	368	396

Figure 1 に各試行における各品詞の種類数の平均を示す．種類数は全体を通じて減少したが，名詞と動詞が大きな割合を占めるという傾向は試行が進んでも変わらないという結果が得られた．

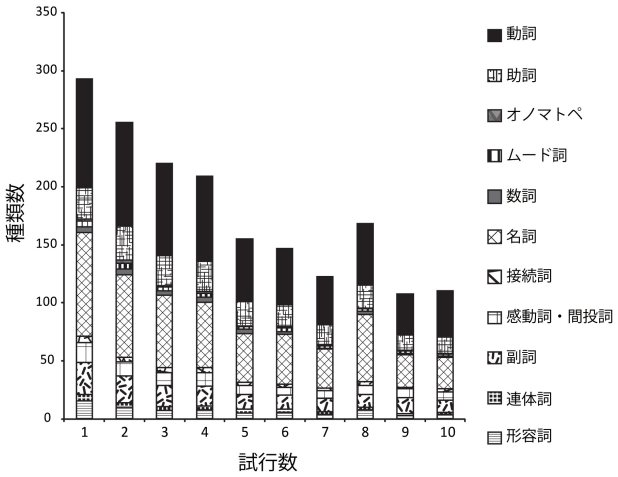


Figure 1. 各試行における各品詞の種類数の平均

Figure 2 から Figure 4 に，Group A における各試行での使用動詞のオントロジーを示す．試行が進むに従って，使用される動詞の種類は減少した．task general verb と task specific verb では減少傾向に違いが見られ，task general verb は task specific verb と比較して減少しづらいという結果が得られた．

4. 考察

全てのグループにおいて，品詞の使用種類数は試行が進むとともに減少するという結果が得られ，また品詞の割合は大きく変化しないという結果が得られた．

動詞については，task specific verb と task general verb でのカテゴリー分けを行ったところ，減少の傾向が異なり，task general verb の方が減少しづらいという結果が得られた．動詞の使用傾向においては「押さえる」「運ぶ」などのタスクに特有な動詞は減少が大きかったが，「わかる」「する」のような一般的な動詞の種類数は減少しづらかった．これは，試行を繰り返し，タスクに関するスキルが熟達した事で，被験者間でタスクに関する共有基盤(Common Ground)が確立されたためであると考えられる．

5. 結論

人間の協調作業が熟達するときに，使用品詞全体の種類数は試行とともに減少するが，動詞の種類数はタスクに特徴的なものは減少する一方，一般的な動詞は減少しづらいという結果が得られ，動詞オントロジーが変化することが示唆された．熟達にともなった被験者間の共有基盤(Common Ground)の確立が関わっている可能性がある．多くのグループにおいて動詞等のオントロジーを検討する必要がある．

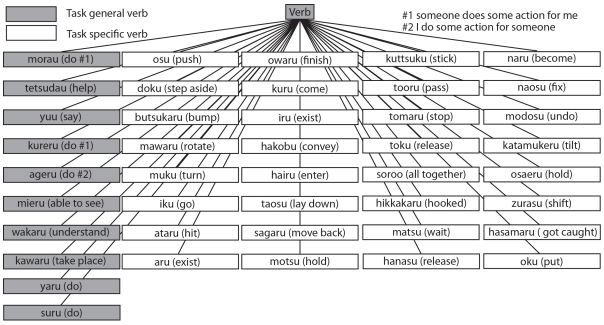


Figure 2.　1 試行目おける動詞オントロジー

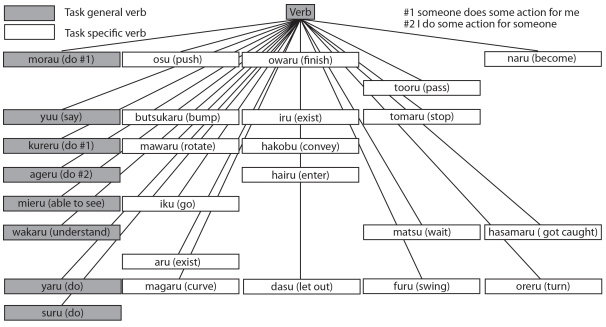


Figure 3.　5 試行目における動詞オントロジー

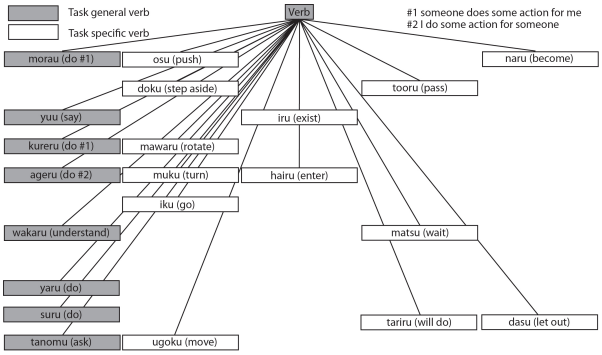


Figure 4. 10 試行目における動詞オントロジー

参考文献

[1] Brian MacWhinney and Catherine Snow. (1990). The Child Data Exchange System. Journal of Child Language, Vol. 12, pp. 271-276.

“進路を代える”と“男を突き落とす”では何が違うのか：道徳のジレンマの潜在構造分析

A latent structure of moral dilemmas and the difference between the trolley and footbridge dilemmas

中村　國則
Kuninori Nakamura

東京工業大学大学院社会理工学研究科
nakamura.kuninori@gmail.com

Abstract

Although moral dilemmas such as the trolley and footbridge dilemmas (Thomson, 1986) have been widely employed to investigate the nature of moral reasoning, but their psychometric properties remain a mystery. In this study, 219 participants completed 62 moral dilemma tasks used in Greene et al. (2001), and the correlation structure among the dilemmas was analyzed through factor analysis and structural equation modeling. The results show the following two points. First, the moral-personal dilemma tasks studied are composed of one factor, indicating that the assumption in Greene et al. (2001) was supported. Second, the trolley and footbridge problems fall into the same factor category; therefore, the difference between the two problems cannot be attributed to emotional involvement. In addition, results of the structural equation modeling suggest that they differ in engagement of the rational processing. Additional experiment also supported the implications from these analyses. Some theoretical suggestions were discussed.

Keywords: moral dilemma; trolley problem; footbridge problem; factor analysis; structural equation modeling

1. はじめに

“多数を救うための少数の犠牲は許されるか”を問う道徳のジレンマの問題では近年，同形の課題でも文脈によって導かれる答えが異なる点が注目を集めている．たとえば“暴走するトロッコに轢き殺されそうな 5 人の作業員を助けるための 1 人の犠牲は許されるか”の是非を考えるとする．ここで，トロッコのジレンマ(trolley dilemma)と呼ばれる，“トロッコの進路を代えた先にいる作業員”の犠牲の是非を問う問題では，多くの人は犠牲を是とみなす．それに対し，歩道橋のジレンマ(footbridge dilemma)と呼ばれる，“歩道橋の上にいる，突き落とせば身体の重みによってトロッコの暴走を止めることが可能な男”の犠牲の是非を問う問題では犠牲は不適切と判断される(Greene et al, 2001；Greene & Haidt, 2002; Mikhail, 2009)．このような結果から，トロッコ問題は結果の大きさによって判断の適切さを判断する功利主義者(utilitarian)的な思考が，歩道橋問題では個人の生きる権利を阻害してはならないという義務論主義者的(deontologist)な思考が反映されると解釈され(Waldman & Dieterich, 2007)，ジレンマ間の判断の乖離を説明するためにこれまで様々な検討が重ねられてきた．

この乖離への近年の有力な説明が Greene et al. (2001)の提案した感情説である．彼らは道徳的判断には感情的プロセスが強く影響し，上記の乖離は感情の働きがジレンマ間で異なるためと主張した．彼らによれば，道徳のジレンマは個人的道徳のジレンマ(moral-personal dilemma)と非個人的道徳のジレンマ(moral-impersonal dilemma)の 2 つに区分でき，歩道橋のジレンマは前者，トロッコのジレンマは後者に該当する．そして個人的な道徳のジレンマは非個人的な道徳のジレンマよりも強く感情的反応を誘発し，その結果” 多人数のための少人数の犠牲”という判断が抑制されると考えた． 以上の予測を検討するため，彼らは 2 名の評価者によって事前に分類された個人的道徳のジレンマと非個人的道徳のジレンマを実験参加者に提示し，回答中の脳内活性化部位を比較した．その結果，感情的反応に関与すると考えられる部位は，非個人的道徳のジレンマと比較して個人的

道徳のジレンマの回答時に有意に活性化しており，Greene らの予測を支持していた．この Greene et al. (2001)の研究はその後多くの実証的研究を喚起し，彼らの感情説は道徳判断の最も主要な説として位置づけられてきた．

ただし Greene et al. (2001)の知見には，個人的/非個人的道徳のジレンマの区分について以下に述べる 3 つの問題点が存在する．第一に，個人的道徳のジレンマに分類されるにはある 3 つの条件全てを満たす必要があり，逆に非個人的道徳のジレンマの定義が曖昧である点である(Moore, Clark, & Kane, 2008 も参照)．彼らの定義では，あるジレンマは，そのジレンマの対象とされる行為が(1) 深刻な身体的損傷を与え，(2)その損傷が特定の人物に降りかかり，(3)かつその損傷自体は他の人々への脅威をそらすことからは生じない場合に個人的道徳のジレンマと，この条件を 1 つでも満たさない場合には非個人的道徳のジレンマとみなされる．そのため，あるジレンマが非個人的道徳のジレンマに分類される理由は多様なものでありえることになり，結果的に非個人的道徳のジレンマが明確に定義されていない．

第二に，脳内部位の特定が個人的・非個人的ジレンマの平均に基づいている点である．Greene et al (2001)ではトロッコのジレンマと歩道橋のジレンマの違いとして個人的道徳のジレンマと非個人的道徳のジレンマの相違に言及しているが，実際に彼らが行っているのは個人的道徳・非個人的ジレンマの平均的な脳活性化部位の比較であり，個々のジレンマ課題における脳活動を議論しているわけではない．従って，個人的・非個人的道徳のジレンマに関連する脳内部位を全体的なパタンとしてみることができても，個々のジレンマの働きを明らかにしているわけではない．

第三に，ジレンマの分類が 2 名の評価者のみの判断に基づいていることである．そのため Greene et al. (2001)の分類の一般性，ひいては脳科学的知見に対する解釈にも疑問の余地が残るものとなっている．

以上のように，歩道橋のジレンマとトロッコのジレンマの相違に対する Greene et al. (2001)の説明には分析上の問題点が存在し，その問題の解消にあたっては計量的な分析によって個々の道徳のジレンマの性質を検討する必要があると考えられる．そこで本研究では様々な道徳のジレンマに対する反応パタンを分析し，判断に関わる潜在構造を検討する．

2. 研究 1
道徳のジレンマの潜在構造に関する分析

研究 1 の目的は，Greene et al. (2001)で用いられていたジレンマ課題の回答の相関構造を分析し，個人的・非個人的道徳のジレンマという区分の妥当性を検討することである．この目的のため，ジレンマ課題に対する回答に対して因子分析・及び潜在変数のパス解析を実行し，個々のジレンマの性質を検討する．

実験参加者・課題・手続き　Greene et al. (2001)で用いられていた，個人的・非個人的道徳のジレンマ，および道徳的な判断を含まないとされる選択課題の，計 62 種類の選択課題を日本語訳したものを 219 名の大学生に授業中に提示した．実験参加者は提示された 62 種類のジレンマについて，そのジレンマの中の登場人物か行った行為が“適切であるか”どうかを二肢選択で回答した．冊子は順序がランダムに決定された 6 種類を用意し，実験参加者はその 6 種類の冊子のいずれかに回答した．全ての実験参加者は 30 分以内に回答を終了し，回答に欠損のない 200 名のデータを分析対象とした．

結果

62 種類のジレンマの回答に対して因子分析(最尤法によるプロマックス回転，斜交解)を行った．5 因子解までの固有値は 12.36, 8.20, 3.08, 3.06, 2.77 であった．第 4 因子以降の固有値の変化は微小であったものの，Table 1 に示された 4 因子解の因子パタンを見るとわかるように 4 因子解はかなり明確な単純構造を示しており，このような傾

Table 1 因子分析の結果

	因子				
	1	2	3	4	回答率
おばあちゃんにいたずら	**-0.78**	-0.23	0.34	-0.53	0.10
有給のために給料を我慢する	**-0.73**	0.17	-0.01	-0.10	0.11
カブ，動いてより少ない収穫	**-0.72**	0.02	-0.12	0.02	0.19
ビデオで古いものを修理	**-0.69**	0.07	0.01	-0.03	0.19
傾いた会社に先行投資	**-0.68**	0.04	0.21	-0.24	0.15
病室_3人のために7人	**-0.66**	-0.04	0.07	-0.12	0.19
（以上を含め16項目を第1因子に分類）					
8人の子供を助けるために1人を自分で殺す	-0.02	**-0.73**	0.17	-0.04	0.28
瀕死の船員を殺して酸素の浪費を防ぎ，他を助け	0.32	**-0.68**	0.11	0.21	0.49
トロッコのジレンマ	-0.21	**-0.67**	0.16	0.29	0.44
けが人を殺して救命ボートの他の人を助ける	0.18	**-0.66**	0.02	0.13	0.25
歩道橋のジレンマ	0.00	**-0.64**	-0.22	0.13	0.85
（以上を含め20項目を第2因子に分類）					
政府の立法，10%1000，12%10で後者を選ぶ	-0.18	-0.24	**0.84**	-0.13	0.25
政府の立法，10%1000，8%10000人死ぬで前者	-0.20	0.07	**0.61**	0.21	0.21
トロッコ，5人のために7人を殺す	-0.37	-0.24	**-0.51**	0.16	0.89
政府の立法，10%1000，8%で10000人死ぬで後者	-0.23	-0.17	**-0.48**	0.07	0.09
景色のためにわざわざ遠回り，退屈を避ける	0.06	0.04	**0.46**	0.21	0.83
（以上を含め6項目を第3因子に分類）					
節約のために寄付をしない	-0.03	-0.17	-0.12	**0.77**	0.27
危険を伝えるために守衛にウソ	-0.17	-0.18	0.24	**0.55**	0.61
作業員を助けるために彫刻を壊す	0.11	0.03	0.03	**0.53**	0.67
予約のスケジュール	0.13	-0.09	0.15	**0.52**	0.69
HIVを持った犯罪者をケシの実で殺す	0.12	-0.28	0.16	**0.42**	0.50
（以上5項目を第4因子に分類）					

向は 3 因子解及び 5 因子以上の解ではみられないものであったため、本研究では 4 因子解を採用した．Table 1 に示される因子パタンをみると，個人的ジレンマは第 2 因子，そして非個人的ジレンマは第 3･4 因子のみから強い影響を受けており，個人的道徳のジレンマと非個人的道徳のジレンマは反応パタンからみても別のカテゴリに分類可能な課題であることを示している．

各因子を詳しくみると，第 1 因子は非道徳的なジレンマ課題，第 3 因子は期待値計算を要する意思決定課題，第 4 因子は決定の効率を問う課題に強い影響を与えており，それぞれ“合理性”，“リスク忌避”，“効率性”因子と命名した．これらの因子は概して決定の合理的な側面に関連する内容と考えることができる．それに対し第 2 因子は個人的・非個人的を問わず“少人数を犠牲にして多人数を助けることは適切か”を問う課題に影響を与えており，“生命のジレンマ”と命名した．Greene et al. (2001) の分類した個人的道徳のジレンマの多くはこの因子から強い影響を受けており，個人的道徳のジレンマの主たる内容が生命の犠牲を巡る問題であることが分かる．また，このような因子の内容は個人的道徳のジレンマは感情的プロセスの影響を強く反映するという先行研究の仮定(Greene et al, 2001)を支持すると解釈できるものである．

トロッコのジレンマ・歩道橋のジレンマへの因子負荷に注目すると，まず双方が第 2 因子のみから強い影響を受けており，第 2 因子が感情的反応を反映すると仮定すれば，これらのジレンマが感情プロセスの影響を同程度に反映していることを示している．逆に他の 3 因子からの因子負荷パタンは異なっており，これらのジレンマはむしろ合理的思考の反映の点で異なっていることを示唆している．

この示唆より詳細に検討するため，潜在変数のパス解析を用いて 4 つの因子からのこれらのジレンマへの影響を分析した．ここでは，先の因子分

析で各因子からの因子負荷が 0.4 以上であった 47 個の問題で 4 因子を再定義し，その因子からトロッコのジレンマ・歩道橋のジレンマへのパス係数を検討した．パス係数の検討に当たっては，4 因子全てからこれら 2 つのジレンマに対するパス係数を計算し，そこで有意にならなかったパスを除外したモデルを構成した(Figure 1)．モデルの適合度指標をみると CFI の値はやや低めであるものの，CFI は観測変数の数が増えると減少する傾向があり(たとえば Kenny & McCoach, 2003)，かつ最終的にモデルに用いた問題数が 47 個と多いことを考慮すれば，おおむねモデルの当てはまりは満足できるものと考えられる．

Figure 1 をみると，“生命のジレンマ”からの両ジレンマへのパス．加えて“合理性”“効率性”からのトロッコへのジレンマへのパス，及び“リスク忌避”からの歩道橋のジレンマへのパスが有意であった．

考察

研究 1 の知見は以下の 2 点にまとめることができる．第一に，個人的・非個人的道徳のジレンマという区分は因子分析の結果と対応しており，Greene et al (2001)の区分は支持されたと考えられる．近年，反応時間の解析から個人的・非個人的道徳のジレンマの区分に対する問題点が指摘

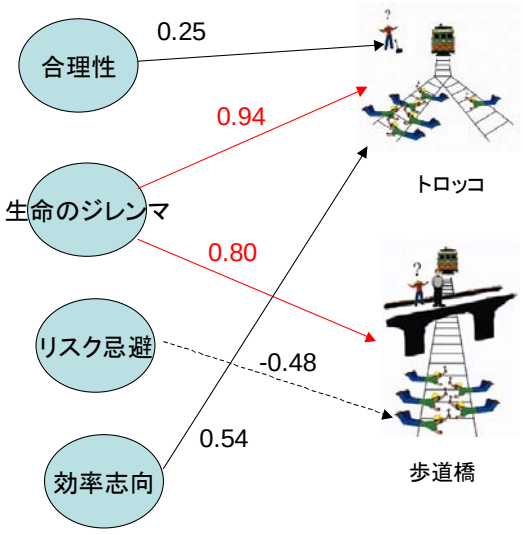


Figure 1 共分散構造分析の結果

されているが(McGuire, Langton, Coltherat, & Mackenzie, 2009; ただし Moore, Lee, Clark, & Conway, 2011; Greene, 2009 も参照)，本研究は反応パタンの分析から Greene らの区分に対して支持的な証拠を提示したといえる．

第二に，トロッコのジレンマと歩道橋のジレンマの相違は，感情的プロセスよりはむしろ合理的思考のパタンの相違と解釈できる．具体的には，トロッコのジレンマは主として“合理性”“効率性”因子から影響を受けていることから決定の手続き的側面が重視される問題であるのに対し，歩道橋のジレンマは主として“リスク忌避”の影響を受けており，決定の結果的な側面が重視される問題であると解釈できる．このような知見は Greene et al (2001)の想定とは異なり，道徳のジレンマに対する判断の説明として合理的思考プロセスの分析が重要であることを示唆するものである．

また，以上の知見は Waldman & Dieterich (2007)の提案した“介入による近視”(intervention myopia)仮説とも整合的である．彼らは，トロッコのジレンマでは生命を奪う原因となりうるトロッコに介入しているのに対し，歩道橋のジレンマではトロッコの暴走の結果として生じる犠牲に介入している点に注目した．そして前者の方が功利的な判断が優勢であることを踏まえ，前者のジレンマではトロッコへの介入が行われるために実験参加者の注意がトロッコに向けられ，結果として伴う犠牲への注意が弱まり，少数の犠牲への考慮が抑制される“介入による近視”(intervention myopia)が生じると考えた．この説明は，歩道橋のジレンマの問題構造が犠牲者に関心を向けさせることを含意する点で，決定の結果の大きさに関連するリスク忌避因子が歩道橋のジレンマに影響しているという本研究結果と対応するものである．ただしこの知見は相関構造の分析から得られた示唆的なものに留まるため，より詳細な検討を研究 2 で行なう．

3. 研究 2 ジレンマの功利的側面に関する検討

Waldman & Dieterich (2007)および研究 1 の知見が共通して示唆するのは，トロッコのジレンマよりもむしろ歩道橋のジレンマの方が，決定の結果的な側面を重視する問題であるという点である．この示唆を受け入れるならば，介入される対象そのものの操作の影響は，その対象に注意が向けられている課題の方で大きくなると自然に予測できる．たとえば，仮に“犠牲となる人数”を操作した場合，犠牲者に対する注意はトロッコのジレンマよりも歩道橋のジレンマの方が大きいため，犠牲者数の変化の影響は後者の問題で強く表れるはずである．興味深いことに，これまでの道徳のジレンマに関連する先行研究ではこのような点は殆ど検討されていない．

そこで本研究では多人数を助けるための犠牲者数を操作し，その影響は個々のジレンマでどのように現れるかを検討した．仮に Waldman & Dieterich (2007)の説明が正しいのであれば, 犠牲者数の操作とジレンマの種類の間に交互作用が生じるはずである．

方　法

53 名の私立大学生が実験に参加した．要因配置はジレンマの種類(トロッコ/歩道橋：被験者間)×犠牲者数(1 名/2/名 5 名)の 2 要因配置計画であり，実験参加者はトロッコのジレンマ・歩道橋のジレンマのどちらかで，“何名が救えるなら，1 名/2 名/5 名を犠牲にすることが適切と考えられるか”の 3 条件で適切と考えられる人数を数値で回答した．両ジレンマは文章のみで提示され，全ての参加者は 15 分以内に回答を終了した．

結果および考察

Figure 2 に実験結果を示す．従属変数に対してジレンマの種類(トロッコ/歩道橋：被験者間)×犠牲者数(1 人/2 人/5 人：被験者内)の 2 要因の分散分析を行った結果, 両要因の主効果(ジレンマの種類：$F(1, 48)=7.22$, $p<.01$；犠牲者数：$F(2, 96)=16.58$, $p<.01$)，及び交互作用($F(2, 96)=6.60$, $p<.01$)が有意となった．以上の結果は，トロッコのジレンマよりも歩道橋のジレンマの方が，犠牲者数という結果の大きさの操作を強く反映することを示すものといえる．すなわち，先行研究の想定や Waldman & Dieterich (2007)の解釈とは異なり，トロッコのジレンマよりもむしろ歩道橋のジレンマの方がいわゆる功利主義的な思考が反映されていることを示すものである．このような知見は，トロッコのジレンマが功利主義的思考を，歩道橋のジレンマが義務論的思考を反映するという先行研究の一般的な解釈(Greene et al, 2001; Waldman & Dieterich, 2007)が実は適切ではなかった可能性を示す上で重要である．

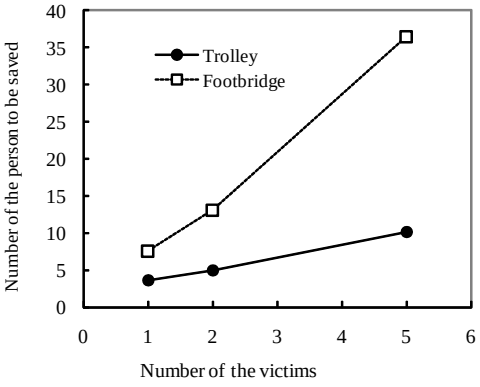


Figure 2 研究 2 の結果

総合考察

本研究は道徳のジレンマ，その中でも特にトロッコのジレンマと歩道橋のジレンマという 2 つの代表的なジレンマの性質を検討するため，2 つの実証的検討を行った．研究 1 では Greene et al. (2001)で用いられていた 62 種類の道徳のジレンマの潜在構造を分析し，(1)Greene et al. (2001)の用いた個人的/非個人的道徳のジレンマという分類自体は全体的にみて妥当であったこと，(2)ただしトロッコのジレンマは歩道橋のジレンマともに同じカテゴリに分類され，両者の違いは感情的プロセスよりはむしろ合理的思考プロセスの相違にあること，の 2 点が示された．研究 2 では(2)

の点をより詳細に検討し，これら 2 つのジレンマの違いが決定に伴う結果の大きさに対する評価にあることを実験的に明らかにした. 以上の知見は, これまで明らかにされていなかった道徳のジレンマの性質を示したという点で重要であると同時に, 以下の理論的含意を有すると考えられる.

1 つ目は道徳のジレンマ課題の計量的な分析の重要性である. 先行研究では個人的/非個人的道徳のジレンマの平均的なデータに基づいた検討が主であり，その中では個々のジレンマの性質へは強い関心は払われていなかった．本研究では多変量解析を用いて個々のジレンマの計量的な性質を明らかにし，その中で歩道橋のジレンマとトロッコのジレンマの相違がこれまでの想定と異なっている可能性を示した．これら 2 つのジレンマの他にも注目を集めている道徳のジレンマには様々なものがあり(詳しくは Greene et al, 2004; Mikhail, 2007 ; Waldman & Dieterich, 2007, 2010 などを参照), 今後はそれらのジレンマの個々の性質の検討が，道徳的判断プロセスの解明に重要であると考えられる.

2 つ目は，道徳のジレンマにおける合理的プロセスの重要性である．Greene et al (2001)以来, 道徳的判断と感情的プロセスとの関連が大きな注目を集めるようになってきた．しかしながら研究 1 の結果は行為の効率性や結果の大きさといった, 決定の合理的側面が様々な道徳のジレンマの分類, 特に感情プロセスの重要性の根拠として考えられていたトロッコのジレンマと歩道橋のジレンマの相違に対する解釈の点でも重要であることを示すものである．本研究結果は道徳的判断に感情プロセスが強く影響することを否定するものではないものの，同時にジレンマに伴う行為の合理的側面の分析も今後の検討課題であろう.

そして 3 つ目は，道徳のジレンマを記述する上での哲学的な概念の整理である．本研究はジレンマの持つ功利的な側面の影響がトロッコのジレンマよりも強く現れる課題であることを明らかにした．このような知見は，歩道橋のジレンマで 1 人の命を犠牲にすることが許されないという反応が優勢になるのは“5 人程度では 1 人を犠牲にするには釣り合わない”と考えられているためであり, 個人の権利を侵してはならないという発想に基づくものではない可能性を示すものである．このような解釈は功利主義と義務論といった哲学的立場と道徳のジレンマとの対応付けに再考を即す可能性があり，その意味で道徳のジレンマに対する計量的な分析は道徳を巡る哲学的議論の整理のための新たなツールとなりえるかも知れない.

引用文献

[1] Greene, J.D. (2009) Dual-process morality and the personal/impersonal distinction: A reply to McGuire, Langdon, Coltheart, and Mackenzie. Journal of Experimental Social Psychology, 45, 581-584.

[2]Greene, J. D., & Haidt, J. (2002). How (and where) does moral judgment work? Trends in Cognitive Science, 12, 571-523.

[3] Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. Neuron, 44, 389-400.

[4] Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. Science, 293, 2105-2108.

[5] Kenny, D. A. & McCoach, D. B. (2003). Effect of the number of variables on measures of fit in Structural Equation Modeling. Structural Equation Modeling, 10, 333-351.

[6] McGuire, J., Langton, R., Coltherat, M., & Mackenzie, C. (2009). A reanalysis of the personal/impersonal distinction in moral psychology research. Journal of Experimental Social Psychology, 45, 577-580.

[7] Mikhail, J. (2009). Moral grammar and intuitive jurisprudence: a formal model of unconscious moral and legal knowledge. Psychology of Learning and Motivation, 50,

27-100.

[8] Moore, A. B., Clark, B. A., & Kane, M. J. (2008). Who Shalt Not Kill? Individual Differences in Working Memory Capacity, Executive Control, and Moral Judgment. Psychological Science, 19, 549-557.

[9] Moore, A. B., Lee, N. Y. L., Clark, B, A, M., & Conway, A, R, A. (2011). In defense of the personal/impersonal distinction in moral psychology research: Cross-cultural validation of the dual process model of moral judgment. Judgment and Decision Making, 6, 185-196.

[10] Waldmann, M. R., & Dieterich, J. H. (2007). Throwing a bomb on a person versus throwing a person on a bomb: Intervention myopia in moral intuitions. Psychological Science, 18, 247-253.

影は能面の表情を変える
Shadows alter the perceived facial expressions of Noh-masks.

西村　律子※1，岡ノ谷　一夫※1,2，川合　伸幸※1,3
Ritsuko Nishimura, Kazuo Okanoya, Nobuyuki Kawai

※1JST-ERATO岡ノ谷情動情報プロジェクト，※2東京大学総合文化研究科，※3名古屋大学情報科学研究科
JST-ERATO OEIP, The University of Tokyo Department of Cognitive and Behavioral Sciences, Nagoya University Depertment of Cognitive Science
kawai@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Noh-masks, which are carved of wood, are used in traditional Japanese Noh performances and they can be used to express various emotions. We investigated whether shadows alter facial expressions of Noh-mask: Is Noh-mask with happy face shadow perceived as happy face, and Noh-mask with sad face shadow as sad face? We used pictures of four types of Noh-masks: *Koomote* and *Zouonna*, which are used to portray female roles, as well as *Jyuroku*, and *Douji*, which are used to portray male roles. To create "happy face shadows" and "sad face shadows", we made happy face and sad face of the four Noh-masks by using computer graphic technique with *Facetool* software. Shadows taken from these images in addition to "neutral shadow" faces were attached to pictures of Noh-masks. Participants (n = 59; 34 males and 25 females), were requested to judge whether the facial expressions of these Noh-masks were happy or sad. They were presented 12 pictures (4 types of Noh masks x 3 Shadow shapes) 4 times. Results indicated that when Noh-masks had shadows of sad faces, participants judged them to be sad. When *Zouonna* and *Jyuroku* masks had "happy face shadow", the participants judged those masks as happy. These findings suggest that the shape of the shadows change the facial expressions of Noh-masks.

Keywords —facial expression, Noh-mask, shadow

1. はじめに

無表情の代名詞でもある「能面」。しかし能舞台において，能面は実に様々な表情を現わす。木製の能面は，その角度，照明の位置，背景の音楽，その物語の文脈など様々な影響を受けその表情を変化させる。

これまで，上下方向に傾きを変化させて能面の印象を評価させた研究では，正面向きの能面に比べ，下向きの能面は「喜び」と判断される割合が高いことが示されている（Lyons, et al., 2000; 西村他，2010）。また，照明の位置を変化させて能面の印象を評定させた研究では，増女という女面に関しては，上から照明をあてると，「喜び」や「満足」など，ポジティブな評定が増加する一方で，下から照明をあてると，「悲しみ」や「怒り」など，ネガティブな評価が増加することが示されている（鈴木，1995）。これらの知見を考慮すると，能面の表情を変化させて見せる要因として，能面の陰影が考えられる。照明を上から当てると，当然能面の下半分に影が多くでき，逆に照明を下から当てると能面の上半分に影が多くできる。同様に，上から照明が当たっている状況で，下向きに傾けられた能面は，下半分に多く影ができると考えられる。以上を考え合わせると，能面の下半分に影が多くできる事態で，その表情が「喜び」と判断されやすい可能性が指摘できる。しかし，これまで能面の陰影とその表情認知について検討した研究は無く，結論付けるには早計である。そこで，本研究では特定の表情に見える陰影の特徴をつかむための第一段階として，能面に付けられる影の違いが，その表情認知に及ぼす影響を検討した。幸福顔や悲しみ顔にできる陰影を，能面画像に張り付けることで，その表情は異なって見えるのか否かを検討した。

2. 方法

実験参加者　59 名（男性 34 名，平均 19.0 歳）。

刺激　小面, 増女（女性の役で使用される能面），十六，童子（男性の役で使用される能面）の画像を用意し，この画像を加工したものを調査に使用した。表情作成ソフトである Facetool（東京大学原島研究室作成）を使用し，4 種類の各能面画像について，幸福顔と悲しみ顔を作成した。顔の各

領域を操作するコントローラーは，人間の表情筋の動きで表情の記述を可能にするシステムである Facial Action Coding System（Ekman & Friesen, 1978）における Action Unit に対応して作成された。その後，4 種類の各能面画像について，加工無しの画像，幸福顔画像，悲しみ顔画像から陰影を抽出するために，グレースケール変換した各画像の輝度の平均を算出，その平均をしきい値とし 2 値化を行い，黒色で表現された部分をその能面の陰影として定義した。以上の手法で抽出された陰影情報を，未加工の 4 種類の能面に張り付け，グレースケール変換したものを刺激として使用した。つまり，各能面（小面，増女，十六，童子）について，Facetool によって表情を変化させていない中立顔の影を貼付した画像（中立条件），幸福顔画像から抽出した影を貼付した画像（幸福顔条件），悲しみ顔画像から抽出した影を添付した画像（悲しみ顔条件）の 3 条件，計 12 種類の画像が準備された（図 1）。

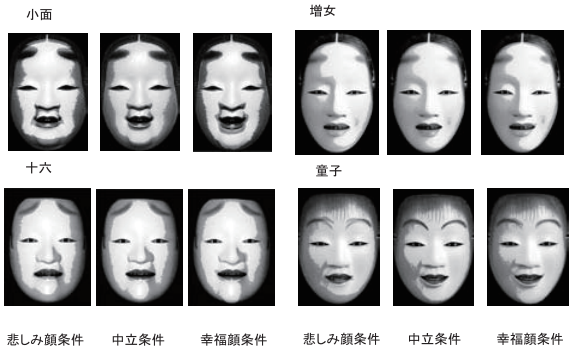


図 1.　使用された 12 画像

分析　12 種類の各画像について，4 回の評定中「喜び」と評定した回数から，「喜び」の評定の割合を算出した。算出された値は，逆正弦変換をした後，能面の種類（4：小面，増女，十六，童子）×影の条件（3：中立条件，幸福顔条件，悲しみ顔条件）の 2 要因分散分析をおこなった。

3. 結果と考察

すべての主効果，および交互作用が有意となった。能面の種類の主効果は，小面，童子，増女，十六の順に，「喜び」の評定値が低くなることを示し，小面が最も「喜び」と判断されやすいことを示した。影の条件の主効果は，幸福顔条件，中立条件，悲しみ顔条件の順で，「喜び」の評定値が低くなることを示した。交互作用は，小面と童子については，中立条件および幸福顔条件に比べ悲しみ顔条件で「喜び」の評定値が低く，中立条件と幸福顔条件で，評定値に差が無かった一方で，増女と十六については，すべての影の条件間で評定値に差があり，中立条件および幸福顔条件に比べ悲しみ顔条件で「喜び」評定値が低く，中立条件に比べ幸福顔条件では「喜び」評定値が高いことが示された（図 2）。

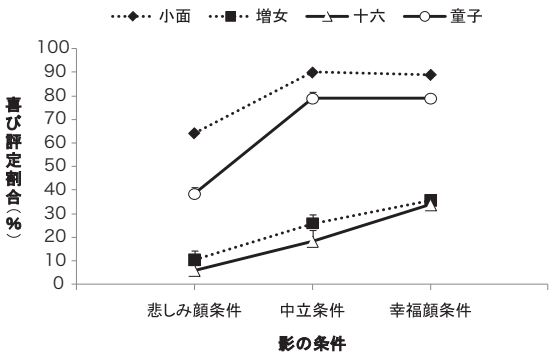


図 2.　各画像における喜び評定の割合

以上の結果から，能面の種類によって，違いはあるものの，幸福顔の影を貼付した画像は，より喜びの表情と捉えられ，悲しみ顔の影を貼付した画像はより悲しみの表情と捉えられることが明らかとなった。このことは，能面に付けられる影によって，その表情認知が変化することを示した。

4. 参考文献

[1] Ekman , P., & Friesen , W. V. (1978) . “Facial action coding system”. Palo Alto ,CA: Consulting Psycologists Press.

[2] Lyons, M. J., Campbell, R., Plante, A., Coleman, M., Kamachi, M., & Akamatsu, S. (2000). “The Noh mask effect: Vertical viewpoint dependence of facial expression perception.” Proceeding of the Royal Society of London B, Vol. **267**, pp. 229-2245.

[3] 西村律子・岡ノ谷一夫・川合伸幸 (2010). “能面は能で想定した情動を正しく伝えているのか？”，認知科学，Vol. 17，pp. 750-760.

[4] 鈴木晶夫 (1995). “能面の表情認知における陰影の効果”，早稲田大学人間科学研究，Vol. 8，pp.61-73.

ー言の謝罪で怒りは抑制される
ー中枢・自律・主観指標による検討ー
Apology suppresses physiological but not psychological anger.

久保　賢太[1]，岡ノ谷　一夫[1,2]，川合　伸幸*[1,3]
Kenta Kubo, Kazuo Okanoya, Nobuyuki Kawai

[1] JST ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト，[2] 東京大学総合文化研究科，[3] 名古屋大学情報科学研究科
[1] JST EATO OEIP, [2] Department of Cognitive and Behavioral Sciences, the University of Tokyo,
[3] Department of Cognitive Science, Nagoya University.
kawai@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Offering an apology has been believed to be one of the best ways to calm down an angry person. However, little is known about the physiological and psychological mechanisms of the apology as well as its efficacies in reducing someone's anger. In this study, half of the participants received an insulting comment on their opinions, whereas the other half received an insulting comment followed by a simple apology. The increases in heart rate and asymmetric frontal brain activity were suppressed only in the apology group. Nevertheless, both groups showed the increased the skin conductance level. The questionnaires indicated that the apology suppressed the approach motivational aspect but not the negative emotional aspect of anger. These results suggest that anger has multiple aspects that prompt different physiological and psychological responses to the apology, and that the apology is not as effective in soothing the angry person as was previously thought.

Keywords — Anger, Anger control, Approach motivation.

1. はじめに

現代社会において，怒りの制御は非常に重要である。「キレる」という表現にみられるように、突然の怒りが甚大な事件を引き起こすこともある。ヒトはそのような怒り状態になると，自律神経系反応に変化が生じる。心拍数，皮膚抵抗反応の増大，皮膚温の上昇などである[1]。

一方で，怒りは謝罪により抑制できると一般的に信じられている。実際に，相手を怒らせた時，怒らせた側が謝罪をすることで，主観的な怒りが抑制されることが実験的に示されている[2]。また，謝罪により，怒りに伴う血圧や心拍反応などの自律神経系反応が早く回復することも言われている[3]。しかし，そうした心拍反応などの自律神経系反応が，質問紙などで得られる参加者が主観的に感じている怒りと，どれくらい対応しているか，指標間の関連性は明らかになっていない。

さらに，怒りは強い接近の動機づけを持つ情動であることが言われている。強い接近の動機づけは，左前頭部のαパワ値を減少させ，右前頭部では増大させる不均衡状態を生じさせる[4]。この左右前頭部の不均衡状態は，接近の動機づけを除くことで，消失することが言われている。侮辱的なコメントを受ける時，直座の姿勢で受ける場合に比べ，仰向け(supine)の体勢で受ける場合，怒りを示す左右前頭部活動の不均衡が抑制されることが示されている[5]。これは、仰向け姿勢によって接近の動機づけが削がれるため，反応が抑制されると説明されている。しかし，この実験では，主観的な怒りは生じたままであることが報告されている。つまり，接近の動機づけが抑制されたとしても，主観的な怒り状態は抑制されないことを示している。

このように，怒りを抑制する手続きとして謝罪や仰向けの体勢が，複雑な怒りの側面のうち，抑制できる側面と，そうではない側面がある可能性が考えられるが, その違いは明確にされていない。言い換えると，怒りを反映すると言われる中枢神経系反応や自律神経系反応が，それぞれ怒りの同じ側面を反映しているのか，あるいは異なる側面を反映しているのか，それらの指標間の関連性についても不明である。

そこで本研究では，シンプルな謝罪が，怒りに関連する中枢神経系反応，自律神経系反応，そして主観尺度における反応を抑制するかどうかを検討し，怒りの側面を反映する指標間の関連性についても検討した。

怒りの喚起には，先行研究と同様の侮辱コメントを用いた[5]。実験では，怒りを喚起する侮辱コメントにシンプルな謝罪文が添えられている謝罪(Apology)群と，謝罪が無い怒り(Anger)群を設け，侮辱の前(baseline)と後(insult)で得られた中枢・自律・主観指標の反応を比較した。

2. 方法

2.1. 参加者

参加者は 24 名(平均年齢 21.5 歳，男性 10 名，全員右利き)で，ランダムに Apology 群と Anger 群に割り振った。

2.2. 手続き

参加者には，別室の参加者(実際には参加しない)と社会的な問題に対する意見の交換を行い，その後自分の意見に対する評価を受けるという偽の教示を行った。参加者に教示を信じこませるため，別の実験室にも参加者がいるように見せかけた。実験室に入室後，実験の説明を受け，同意書にサインを行わせた。その後生理反応の測定機器を装着し，ベースラインとして 2 分間安静状態の生理反応を測定した。測定直後に主観指標を評定させた。

次に，参加者に社会的な問題(飲酒年齢の引き下げ等)に対する自身の意見について，文章を 10 分間作成させた。文章作成後，文章の交換を行うと教示し，作成された文章を回収し，あらかじめ準備していた社会的な問題に関する文章を，別の参加者が作成した文章として与えた。

その後，その文章に対する評価を行わせた。文章の評価には評価書を用い，6 項目(作者の知能，興味，親近感，文章の論理性等)を 9 段階(1 低い-9 高い)で評定させ，その下部に文章に対するコメントを記入させた。評価は 5 分間で行わせた。

評価の後，参加者の文章に対する評価書を渡し，それを参加者が見るフィードバックの時間を設けた。評価書では，参加者が作成した文章に対してわざと低い評点(作者の知能 4 点等)を行い，さらに「大学生が書いた文章とは思えません。この人には学校で一生懸命勉強してもらいたいです」というコメントを記載した。怒り群ではこのコメントの最後に「以上がコメントです」，謝罪群では「こんなコメントをしてすみません」という 1 文をつけた。参加者には、実験者の合図により評価書を黙読させた。評価のフィードバックは 3 分間で，その中間の 2 分間の生理反応を測定し，さらにフィードバック終了直後に主観指標への評定を行わせた。

最初のベースラインの 2 分間と，フィードバック時の 2 分間の生理反応と主観指標の評点を比較した。

2.3. 測定指標

生理反応の記録は，左右の前頭側頭部 α パワ値，心拍(Heart rate: HR)，皮膚コンダクタンス水準(Skin conductance level: SCL)を記録した。脳波は，左右両耳朶を基準とし前頭側頭部(F7/F8)から 500 Hz で導出した。得られた脳波に対して，高速フーリエ変換(Hamming window)を行い，α 波帯域(8-13 Hz)のスペクトルパワ値を求め，侮辱の前後 2 分間の平均値を算出した。HR は第一誘導により記録し，侮辱前後 2 分間の平均 bpm を算出した。SCL は同様の時間帯で得られた皮膚コンダクタンス反応の平均値とした。生理反応は BIOPAC MP150(BIOPAC Systems 社製)を用い記録した。

主観指標として，気分状態を測定する日本語版快不快尺度(Positive and negative schedule: PANAS)と，怒りの攻撃性の側面を反映する状態

攻撃性尺度(State trait anger expression inventory: STAXI)日本語版を用い，評定させた。

統計分析として，左右のαパワ値に対し，左右差(left/right)と侮辱(baseline/insult)の繰り返しのある2要因の分散分析を群ごとに行った。自律神経系反応と主観指標に対しては，侮辱の前と後の反応に対して，群ごとに対応のある t 検定を行った。

3. 結果

3.1. 中枢神経系反応

図1に中枢神経系反応の結果を示した。分散分析の結果，Anger群では，左右差と侮辱の交互作用が認められ，侮辱後の左αパワ値が右に比べて有意に減少しており，怒り反応の生起が認められた($F(1,11) = 18.01$, $p < .01$)。一方，Apology群では左右差と侮辱の交互作用は認められず，怒り喚起後のα波パワ値に左右差は認められなかった。

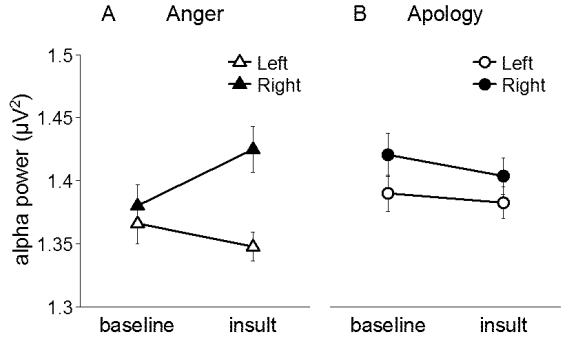


図1. 各群の左右αパワ値。

3.2. 自律神経系反応

図2に自律神経系反応の結果を示した。図2によると，HRではAnger群では侮辱後で心拍数が有意に増大したことに対し($t(11) = 3.20$, $p < .01$)，Apology群では侮辱後の増大は認められなかった。一方，SCLでは両群で侮辱による怒り反応の増大が認められ，謝罪群における反応の抑制は認められなかった($ts(11) \geq 3.36$, $ps < .01$)。

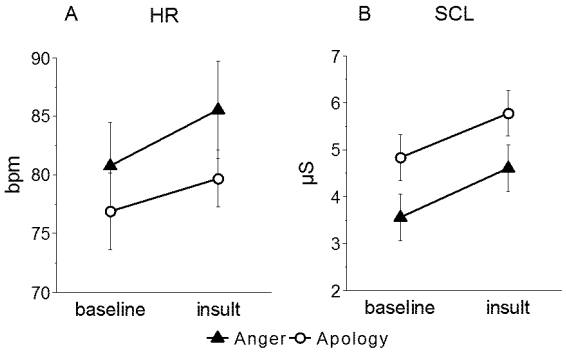


図2. 各群の心拍(左)と皮膚電気反応(右)。

3.3. 主観指標

表1に主観指標の結果をまとめた。PANASの不快尺度では，怒り群・謝罪群ともに侮辱による得点の上昇が認められ($ts(11) \geq 4.46$, $ps < .001$)，謝罪群において不快気分の抑制は認められなかった。快尺度においては，両群ともに得点の上昇は認められず，侮辱手続きの効果が表れていると考えられる。一方，STAXIの評点において，怒り群のみで侮辱後に有意に評点が高かった($t(11) = 2.59$, $p < .05$)。しかし，謝罪条件では侮辱の前後で差は認められなかった。

表1. 各群の主観指標に対する平均評定値。*: 侮辱前後で有意差が認められたことを示す($p < .05$)。

	Anger		Apology	
	baseline	insult	baseline	Insult
PANAS				
Positive	3.0(0.3)	2.5(0.3)	2.7(0.2)	2.6(0.3)
Negative	1.4(0.7)	2.8(0.3)*	1.8(0.6)	3.0(0.3)*
STAXI	1.0(0.01)	1.3(0.1)*	1.0(0.03)	1.2(0.3)

4. 考察

本研究の目的は，シンプルな謝罪が怒りを抑制できるかどうか，中枢，自律，主観の3指標から検討することであった。さらに，怒りに関連する

各指標における謝罪の効果を検討し，各指標が怒りのどのような側面を反映しているかを明らかにする事だった。

実験の結果，謝罪による左前頭部の活動の抑制が認められ，謝罪は先行研究における仰向けの体勢と同様に接近の動機づけを抑制した[5]。この結果から，謝罪による怒りの抑制とは，怒りの接近の動機づけを抑制する効果であることが明らかとなった。

一方，謝罪の効果は自律神経系では HR のみに認められ，SCL ではその効果は認められなかった。HR と SCL の上昇は，共に怒りの生理反応パターンとして考えられてきた[1]。しかし，本研究の結果は，HR は中枢神経系反応と同様に，怒りの接近の動機づけを反映し，SCL はそれ以外の側面を反映する可能性を示した。

さらに主観指標では，STAXI の結果から，謝罪により状態攻撃性が抑制され，一方で PANAS の不快尺度の結果から，謝罪されたとしても，不快な気分状態は持続することが示された。この結果と自律神経系の結果を並べると，SCL は怒りの不快な気分状態を反映していることが考えられた。

これらの結果から，謝罪は怒りの攻撃性などの接近動機と関連する側面を抑制するが，怒り全てを抑制するわけではなく，特にネガティブな側面を反映する反応はそのまま持続することを示された。つまり，謝罪により怒りは完全に抑制されるわけではなく，攻撃性という一側面にのみ効果があったことを本研究の結果は示している。

さらに，30 s ごとの各生理指標を，群別に求め侮辱の前後で比較したところ，Anger 群のみに最初の 30 s 間での左右差が認められ($t(11) = 6.03$, $P < .01$)，Apology 群では認められなかった。この結果は HR でも同様の結果が認められ，Anger 群のみ侮辱後の最初の 30 s 間で反応の増大が認められた($t(11) = 2.97$, $p < .05$)。この結果から，謝罪により怒りの接近動機が初期の段階から抑制され，そもそも攻撃性が生起しなかったと考えられる。

これまで怒りの生理反応パターンとして画一的に解釈されてきた HR や SCL の上昇が，中枢神経系反応と主観指標と対応させて解釈することで，HR は接近動機を，SCL は不快情動に関連する怒りの反応である可能性が新たに示された。本研究の成果は，謝罪の効果を検討しただけではなく，情動と生理反応の対応関係のメカニズムの解明に繋がる知見を示すことに成功した点にある。

引用文献

[1] Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). “Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions.” Science, Vol. 221, No. 4616, pp. 1208-1210.

[2] Ohbuchi, K., Kameda, M., & Agarie, N. (1989). “Apology as aggression control: Its role in mediating appraisal of and response to harm.” Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 56, No. 2, pp. 219-227.

[3] Anderson, J. C., Linden, W., & Habra, M. E. (2006). “Influence of apologies and trait hostility on recovery from anger.” Journal of Behavioral Medicine, Vol. 29, No. 4, pp. 347-358.

[4] Carver, C. S., & Harmon-Jones, E. (2009). “Anger is an approach-related affect: evidence and implications.” Psychological Bulletin, Vol. 135, No. 2, pp. 183-204.

[5] Harmon-Jones, E., & Peterson, C. K. (2009). “Supine body position reduces neural response to anger evocation.” Psychological Science, Vol. 20, No. 20, pp. 1209-1210.

ガーデンパス文処理における視覚情報とプロソディー情報の交互作用 −視覚世界パラダイムを用いた予測的眼球運動計測実験−

Immediate influence of contextually appropriate prosody on processing of garden-path sentences

中村 智栄[†]，新井 学[‡]，馬塚 れい子[¶]
Chie Nakamura, Manabu Arai, Reiko Mazuka

[†]慶應義塾大学/JSPS/理化学研究所，[‡]東京大学/JSPS/理化学研究所，[¶]理化学研究所/Duke University
Keio University/JSPS/RIKEN, The university of Tokyo/JSPS/RIKEN, RIKEN/Duke University
nak@brain.riken.jp

Abstract

An eye-tracking experiment examined whether prosodic cues (contrastive intonation) can be used to correctly predict a sentence structure. Japanese listeners listened to a temporally ambiguous sentence such as “The boy stared at the girl who was riding on the tricycle”, either with or without contrastive intonation on the RC-theme (tricycle). While listening to the sentence, they looked at a visual scene that contained either an object that makes a contrast to the RC-head noun (another girl riding on a hobbyhorse) or an object that makes no contrast (a woman riding on a bicycle). When hearing the sentences that carried contrastive intonation on the RC-theme, more looks to the correct RC-head noun was observed when the picture contained a contrast in the scene. No such effect of contrastive intonation was observed with the scenes without contrast. Given contextually appropriate prosody, contrastive intonation was used rapidly enough to affect listeners’ interpretation to predict a sentence structure (upcoming object) before disambiguating information was available.

Keywords — prosody, contrastive intonation, garden-path sentence, eye tracking, sentence processing

1. はじめに

日本語で「男の子が三輪車に乗っていた女の子を見つめた」のような文を漸次的に処理する場合，「乗っている」まで処理した時点では通常，三輪車に乗っていたのは男の子であると解釈（つまり「三輪車に乗っていた」を主節の構成要素と分析）される．しかしその後に続く「女の子を」を処理した時点で，三輪車に乗っていたのは男の子ではなく女の子であることが明らかになり，「三輪車に乗っていた女の子」を埋め込み関係詞節として再分析する正しい解釈が行われる．こうした構造的曖昧性によって再分析を引き起こす文はガーデンパス文と呼ばれ，このような文の処理過程に音声情報としてのプロソディーがどのように影響を与えるかについては多くの研究が行われてきた[11,12]．しかし，これらの研究で得られた結果の多くは，曖昧性が解消された時点，もしくはその後に観測された現象の報告に留まっており，初分析の段階（上の文で言えば「男の子が三輪車に乗っている」を処理する時点）でプロソディー情報が正しい文型を予測するキューとして用いられるか否かについては明らかになっていない．

2. 目的

本研究では，(1)のような文を用い，プロソディー情報の一つであり，指示表現において対比的な解釈を喚起する役割を持つ contrastive intonation が日本語ガーデンパス文の初分析に与える影響を眼球運動計測実験により明らかにした．

(1) *男の子が*(Subject)*三輪車に*(RC-object)*乗っていた*(RC-verb)*女の子を*(RC-head)*見つめた*(MC-verb).

3. 実験

3.1. 実験手法

視覚世界パラダイムによる眼球運動計測とは，スクリーン上の絵への注視パターンから漸次的処理の方略を明らかにする手法である[1][12]．本実験では，被験者はスクリーンに表示される絵を見ながら流れてくる音声文を聞き，その間の眼球運動を計測装置により測定した．

3.2. 被験者

日本語を母語とする大学生 28 人

3.3. 視覚刺激

スクリーンには，視覚刺激として，音声に関連した情景が提示された．情景は，各音声に対して*コントラストなし条件*と*コントラストあり条件*の 2 パターンが用意された．情景内には 4 つのオブジェクトが存在し，4 つのオブジェクトのうち 3 つは常に，主節の主語(Subject，男の子)，関係詞節の名詞句(RC-object，三輪車)，関係詞が修飾する主節の目的語に対応するオブジェクト(RC-head，女の子)が描写されている．残りの 1 つのオブジェクトは，*コントラストなし条件*においては，関係詞が修飾する主節の目的語に関係のないオブジェクト（自転車に乗っている大人の女性）が描かれ(図 1a)，一方*コントラストあり条件*では，その目的語に対してコントラストとなるオブジェクト（木馬に乗っている女の子）が用意された(図 1b)．

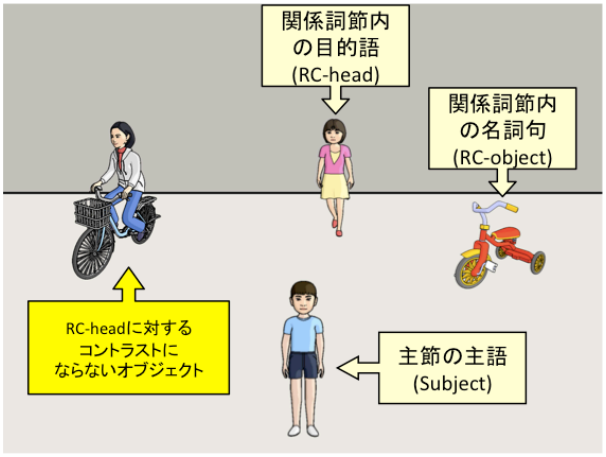


図 1a.　*コントラストなし条件*の絵

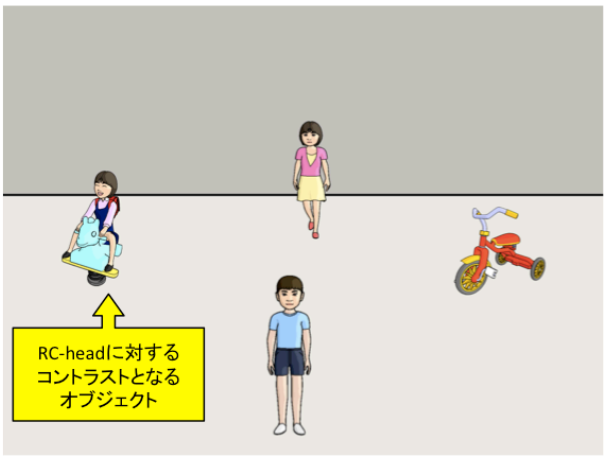


図 1b.　*コントラストあり条件*の絵

3.4. 音声刺激

音声刺激には，関係詞節内の名詞句に contrastive intonation がかかっている音声(図 2a)と contrastive intonation がない音声（図 2b）が用意された．[6]や[13]によれば，contrastive intonation は指示表現において対比的な解釈を喚起する役割を持つ．このことから，関係詞節内の名詞句に contrastive intonation がかかった音声を聞いている際に，*コントラストなし条件*の絵を見ている場合には情景の中に関係詞節内の目的語(女の子)の対比となるオブジェクトがないため，contrastive intonation は無意味な情報となる．その一方，*コントラストあり条件*を見ている際には，情景の中に関係詞節内の目的語に対するコントラストとなるオブジェクト（木馬に乗っている女の子）が存在することから，contrastive intonation の情報が「(木

馬ではなく）三輪車に乗っていた女の子」という解釈を聞き手に想起させると考えられる.

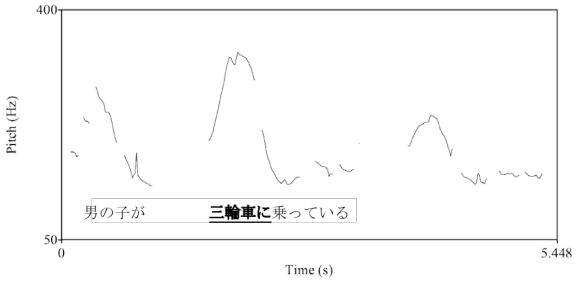


図 2a. *contrastive intonation* あり音声

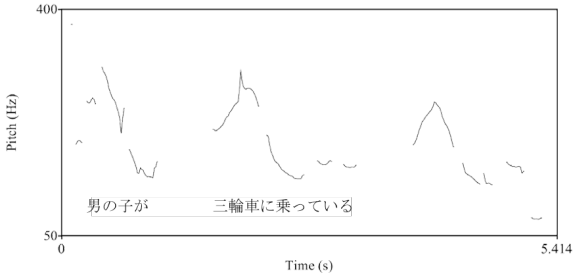


図 2b. *contrastive intonation* なし音声

3.5. 手続き

眼球運動測定には SR Research 社製 Eyelink Arm Mount (サンプリングレート 500Hz)を用いた. 音声は絵の提示から 2500ms 後に提示された. 被験者は流れてくる音声を聞きながらスクリーンに表示される絵を見るように指示され, その間の眼球運動が記録された. 本試行に先立ち, 3 つの練習試行を行った. 実験は, 説明, 練習, カリブレーションを含め約 30 分を要した.

4. 予測

音声の contrastive intonation が初分析の段階において予測的キューとしての影響を持つのであれば, *コントラストあり条件*の絵を見ながら関係詞節内の名詞句に contrastive intonation がかかっている音声を聞いた場合, 聞き手は三輪車に乗っていた動作主（つまり関係詞節の主語）が女の子であるということを, 曖昧性が解消される情報（e.g., 女の子）を聞く以前の段階で推測し, 聞いている文型が関係詞節の文であるということを予測できる可能性がある. そうであれば, 関係詞節内の動詞を聞いている時点で, その動詞の動作主 (e.g., 女の子)に予測的注視が見られるはずである.

5. 結果

曖昧性が解消される情報を聞く前に聞き手が正しい文構造を予測したかどうかを分析するため, 関係詞節内の動詞 (e.g., 乗っていた)のオンセットから 1000 ms における関係詞節内の目的語への注視について解析を行った. 実験データは全て線形混合効果モデル（linear mixed effects: LME）により解析した. LME モデルとは, 被験者とアイテムをランダム要因とみなし, それらのランダム効果を踏まえた上で検討したい要因(固定要因)の効果が有意であるかを分析する手法である[2,3]. 固定要因として Prosody（*contrastive intonation* なし音声／あり音声）, Visual Context（*コントラストなし条件*の絵／*あり条件*の絵）とこれらの交互作用をモデルに含めて分析を行った結果, Visual Context と Prosody の交互作用が見られた ($\beta = 0.09$, $t = 4.81$, $p < .001$). さらに, *コントラストあり条件*の絵と*コントラストなし条件*の絵それぞれにおけるプロソディーの効果を分析したところ, *コントラストなし条件*の絵を見ている時はプロソディーの影響がない ($t < 1$)のに対し (図 3a), *コントラストあり条件*の絵を見ている時は明らかなプロソディー効果が得られた ($\beta = 0.20$, $t = 7.42$, $p < .001$, 図 3b). つまり, 被験者が*コントラストなし条件*の絵を見ている時はプロソディー情報が文理解に影響を与えなかったのに対し, *コントラストあり*条件の絵を見ている時は, プロソディー情報により, 関係詞節内の名詞句を聞いた時点で文の構造が関係詞節文であることを正しく予測したと言える.

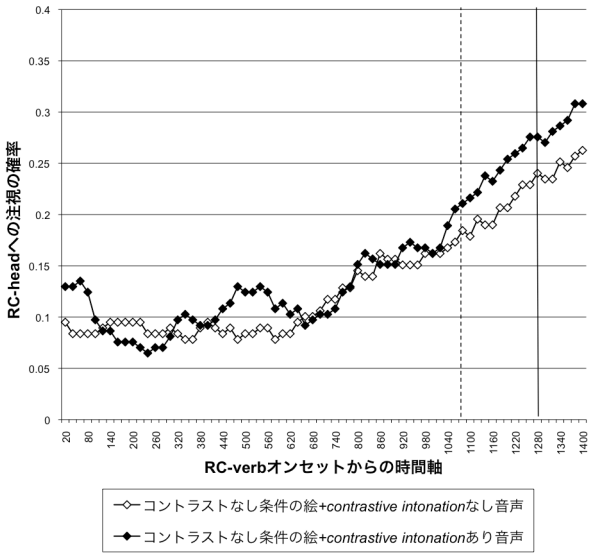


図 3a. 関係詞節内の動詞のオンセットから1400msにおけるRC-headへの注視の確率（コントラストなし条件）点線：RC-head オンセット最小値, 実線：RC-head オンセット平均値

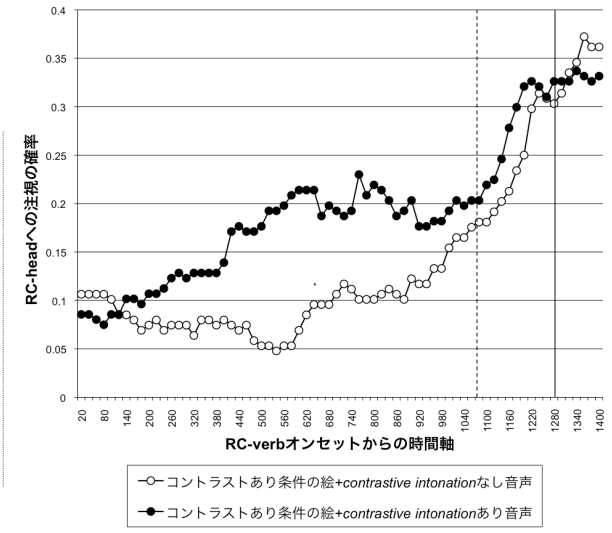


図 3b. 関係詞節内の動詞のオンセットから1400msにおける主節の目的語への注視の確率（コントラストあり条件）

6. 考察

本実験の結果として，ガーデンパス文処理における視覚情報とプロソディー情報の交互作用が見られた．視覚刺激がコントラストなし条件の絵の場合，音声刺激の contrastive intonation は聞き手の眼球運動に差を生じさせなかった．一方，コントラストあり条件の絵においては，音声に contrastive intonation がある時には，contrastive intonation がない音声に比べて関係詞節内の目的語（女の子）への注視が有意に多く見られた．さらに，この差が見られたのは聞き手が文型の構造的曖昧性が解消される前の時点（女の子のオンセットよりも手前）であったことから，日本語のガーデンパス文の初分析において，プロソディー情報が，聞き手が文型を正しく理解するための予測的キューとして使われることが示された．

参考文献

[1] Altmann, G. T. M. & Kamide, Y., (1999) “Incremental interpretation at verbs: restricting the domain of subsequent reference”, Cognition, Vol. 73, pp. 247-264

[2] Baayen, R. H., (2008) “Analyzing linguistic data: a practical introduction to statistics using R”, Cambridge: Cambridge University Press.

[3] 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, Vol. 59, pp. 390-412.

[4] Braun, B. & Tagliapietra, L., (2010) “The role of contrastive intonation contours in the retrieval of contextual alternatives”, Language and Cognitive Processes, Vol. 25, pp. 1024-1043.

[5] Dahan, D., Tanenhaus, M.K., & Chambers, C.G., (2002) “Accent and reference resolution in spoken-language comprehension”, Journal of Memory and Language, Vol. 47, pp. 292–314.

[6] Ito, K. & Speer, S.R., (2008) “Anticipatory effect of intonation: Eye movements during instructed visual search”, Journal of Memory and Language, Vol. 58, pp. 541-573.

[7] Kjeelgaard, M. & Speer, S., (1999) “Prosodic facilitation and interference in the resolution of temporary syntactic closure ambiguity”, Journal of Memory and Language, Vol. 40, pp. 153-194

[8] Mazuka, R. & Itoh, K., (1995) “Can Japanese speakers be led down the garden path?” In R. Mazuka & N. Nagai (eds.), Japanese sentence processing, pp. 295-329. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

[9] Schafer, A., Speer, S., Warren, P. & White, S., (2000) “Intonational disambiguation in sentence production and comprehension”, Journal of Psycholinguistic Research, Vol. 29, pp. 169-182

[10] Snedeker, J. & Trueswell, J., (2003) “Using prosody to avoid ambiguity: Effects of speaker awareness and referential context”, Journal of Memory and Language, Vol. 48, pp. 103-130

[11] Speer, S. R., Kjelgaard, M. M., & Dobroth, K. M., (1996) “The influence of prosodic structure on the resolution of temporary syntactic closure ambiguities”, Journal of Psycholinguistic Research, Vol. 25, pp. 249-271.

[12] Tanenhaus, M. K., Spivey Knowlton, M. J., Eberhard, K. M., & Sedivy, J. C., (1995) “Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension”, Science, Vol. 268, pp. 1632-1634.

[13] Weber, A., M. Grice, M. & Crocker, M. W., (2006) “The role of prosody in the interpretation of structural ambiguities: A study of anticipatory eye movements”, Cognition, Vol. 99, pp. B63-B72.

三者間での共同作業における言語・非言語行動の分析: リーダーシップに関する第三者評定

Verbal and non-verbal behaviors in multi-party collaboration: Third-party evaluation to leadership

鈴木　紀子†, 神谷 俊郎‡, 馬田　一郎†, 岩澤　昭一郎†, 伊藤　禎宣†
Noriko Suzuki†, Tosirou Kamiya‡, Ichiro Umata†, Shoichiro Iwasawa†, Sadanori Ito†

† (独)情報通信研究機構, ‡ 大阪大
† National Insitute of Information and Communication Technology, ‡ Osaka Univ.
nrk_szk@nict.go.jp

Abstract

We report an analysis of the emergent leader among three people using the task of assembling a large structure as our setting. We examine the correlation between behavioral data gathered in the course of the task and a third-party evaluation of the leading role. The ruesults suggest that task-oriented utterances and verification behaviors regarding progress status may contribute to the estimation of the emerging and reorganized leader.

Keywords — Third-party Evaluation, Non-verbal Behavior, Multi-party Collaboration, Emergent Leader

1. はじめに

我々は、学校での学習・企業での実習・友人同士での野外活動等、さまざまな場面で集団による共同作業を経験する機会を持つ。その際に、参加者に何らかの役割があらかじめ与えられない場合でも、作業の過程で自発的に役割が発現することがある[1, 2, 等]。筆者らはこの役割の自発的な発現に着目し、3名による共同作業を対象として、外部観測が可能な言語および非言語情報からリーダー等の役割を推定することを試みている[3, 4, 等]。共同作業における役割の構造をモデル化し、自動的に役割を推定することができれば、その情報を参加者に提示することにより、参加者間の連携の促進や作業の支援が可能になると考えられる。また、集団作業の過程における協力関係を評価する技術に用いる[5]等、様々な応用が期待される。

これまでに、集団行動に関する研究分野では、リーダーシップと集団の業績の関係について数多くの検討がなされている[1, 6, 7, 等]。これらの研究では、定性的な分析の結果から得られたリーダーの役割を担う参加者の行動特性について報告されている。一方、着座型の集団会話を対象とした研究では、センサを用いた定量的な分析により発話量や視線等の非言語情報が会話の先導役の推定に大きく寄与していることが明らかになりつつある[8, 9, 等]。筆者らもこれまでの研究において、定性的・定量的双方の側面から、外部観測により取得した言語・非言語行動からリーダーの役割を担う参加者の推定[3]や、共同作業過程におけるリーダーの変遷の解明を試みてきた[4]。しかし、共同作業参加者の自己評定や実験者の観察結果からは、リーダーの役割を担う参加者を明確には特定できていない[3]。そこで、観察者は相互作用の当事者よりも認知負荷が少なく、冷静な立場から客観的に判断できることから[10, 11, 12]、共同作業に参加していない第三者の視点によりリーダー役の人物の評定を行なうこととした

本稿では、共同作業に参加していない成人22名が共同作業のビデオ映像視聴をすることにより、中心となって作業を進めるリーダー役の人物を評定するという第三者評定実験を行なった。共同作業過程を序盤・中盤・終盤と時間軸で3等分した場合にリーダーの役割を担う人物が変遷するかについて、さらに作業参加者が表出した言語・非言語行動とリーダーの役割との関係について、第三者の観点から検討した結果を報告する。

2. 共同作業実験の概要

参加者の発話時間や視線、対物・対人距離などの言語・非言語行動と、相互作用過程で発現するリーダー等の役割との関係を調べるために、初対面の男性同士による3者間共同作業の実験を行なった(詳細は[3]参照)。

実験では、センサを装着した3名の参加者で完成図(図1右上)どおりに12種類の部品(図1左上)を組み立てて20分以内に箱型構造物を構築する課題を実施した。センサとして3次元位置計測装置・視線計測装置・発話記録装置の3種類を用いて(図1右下)、対物・対人距離、相互注視・共同注視、発話内容・発話時間等に関する言語・非言語行動に関するデータを収録した。参加者は6名(3名 × 2グループ)で、特定の役割が付与されていない状

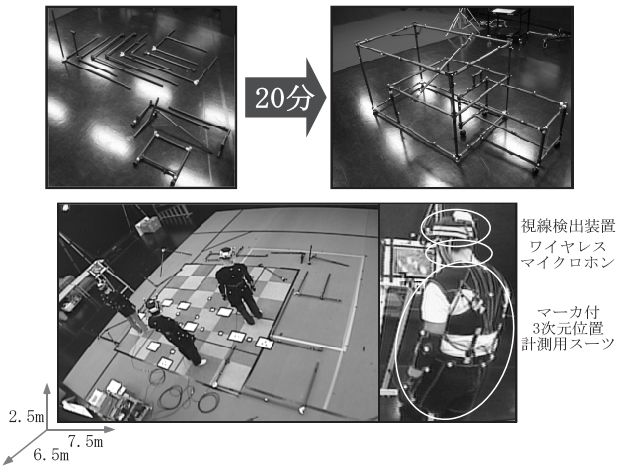


図 1 : 箱型構造物: (a) 全体完成図(左上), (b) 組立部品(右上), 実験環境(左下), センサを装着した実験参加者(右下)

態で課題にのぞんだ。

これまでの分析の結果、先導的な役割に関する作業参加者の自己評定については、2グループとも参加者間で明確な差異は見られなかった[3]。箱型構造物を組み立てる過程で生じる組み立て誤り(エラー)に着目した定性的分析の結果、他の参加者より早く組立誤りに気づき、かつそれを発話により指摘すること、誤りを指摘した発話に対して、他の参加者から発話・視線の双方により承認を得ること、がリーダーの発現に寄与している可能性が示唆された[3]。作業過程を序盤・中盤・終盤に3等分して言語・非言語行動を定量的に分析した結果、他の参加者に向けた組立作業に関する発話量と、手の届く距離から完成図を視認する時間長の値が大きい作業参加者が時系列的に変化していくことがわかった[4]。

3. 第三者評定実験

共同作業の過程で中心となって作業を進めるリーダーの役割を担う参加者を、参加者自身の自己評定の結果や参加者の言語・非言語行動の定性的および定量的な分析結果からだけでは推定することは困難である。よって、共同作業に参加していない第三者からリーダーの役割を担う作業参加者を判定し、さらにその結果と作業参加者の言語・非言語行動との関係を調べるために、第三者評定実験を行なった。評定者は、3者間の共同作業を行なった2グループ分のビデオ映像を視聴し、リーダーの役割を担う共同作業参加者について評定した。第三者評定実験の様子を図2に示す。



図 2 : 第三者評定実験の概観

3.1 実験参加者

第三者評定実験の参加者は、20〜38歳の成人22名(男性11名、女性11名、全体平均年齢29.55歳)であった。第三者評定実験の参加者が共同作業実験の2グループ(グループC1およびC2)分のビデオ映像を視聴する際には、グループC1のビデオ映像を前半に見る参加者と、後半に見る参加者の人数を均等に分けてカウンターバランスを取った。

3.2 手続き

第三者評定実験の参加者には、共同作業実験のビデオ映像を視聴し、視聴終了後に質問紙に回答するよう教示した。ビデオ映像は、単一視点から共同作業を撮影した素材を、さらに時間軸で序盤・中盤・終盤と3等分したものを用いた。第三者評定実験の参加者が各共同作業過程における同一ビデオ映像を3回まで視聴することができるよう設定した。評定時には、「他の作業者の協力を求めながら中心となって組み立て作業を進めていた人」をリーダーとし、この役割に従事していたと思う共同作業実験参加者1名の番号を質問紙に記入してもらった。

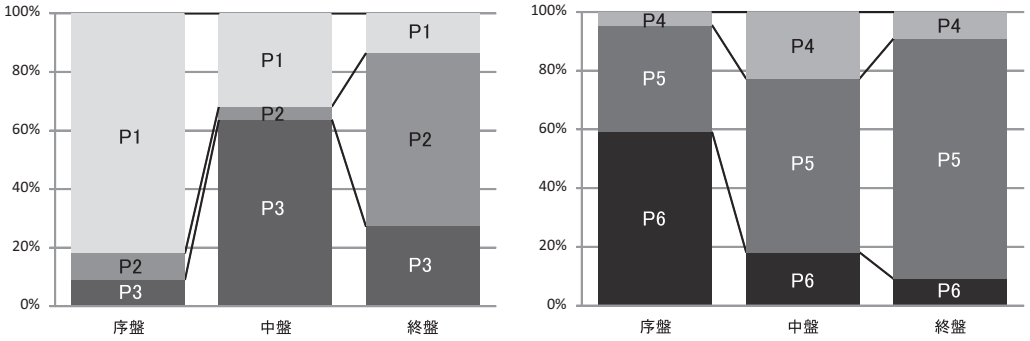
4. 分析結果

4.1 第三者評定実験の結果

第三者評定実験の結果を図3(上)に示す。この図では、各グループの共同作業過程の序盤・中盤・終盤で、各共同作業実験参加者(グループC1: P1〜P3, グループC2: P4〜P6)がリーダーと評定された割合を示している。

コクランのQ検定の結果、各グループのいずれの共同作業過程(序盤・中盤・終盤)において有意差が見られたため(いずれも$p < 0.05$)、第三者評定によりある参加者がリーダーと推定された比率が他参加者の場合とは異なるといえる。さらに、多重比較をした結果を表3(下)に示す。

この結果から、第三者評定実験の参加者は、グループC1ではP1→P3→P2、グループC2ではP6→P5→P5と、共同作業過程においてリーダーの役割を担う参加者が変遷したという印象を持ったと考えられる。



(a) リーダーの役割に関する第三者評定の結果

	序盤			中盤			終盤		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
P1	—	>*	>*	—	n.s.	<*	—	<*	<*
P2		—	n.s.		—	<*		—	>*
P3			—			—			—

$* p < 0.001$

グループC1

	序盤			中盤			終盤		
	P4	P5	P6	P4	P5	P6	P4	P5	P6
P4	—	n.s.	<*	—	<*	>*	—	<*	n.s.
P5		—	<*		—	>*		—	>*
P6			—			—			—

$* p < 0.001$

グループC2

(b) 各共同作業過程における第三者評定実験の多重比較の結果

図 3 : (a) リーダーの役割に関する第三者評定実験の結果: グループC1 (左上)、グループC2 (右上)、(b) 各共同作業仮定における第三者評定実験の多重比較の結果: グループC1 (左下)、グループC2 (右下)

4.2 言語・非言語情報との関係

時間軸上で序盤・中盤・終盤に3等分した各共同作業過程において、中心となって作業を進めたリーダーを第三者が評定した結果と、[4, 等]で分析した作業参加者の表出した言語・非言語行動の結果から算出した相関係数を表1に示す。

組立手順発話量[1]で強い相関、全体発話量と組立手順発話頻度で比較的強い相関、近方完成図視認時間[2]で弱い相関があり、その他の項目では相関はなかった。

この結果から、共同作業過程においてリーダーの役割を担う参加者を推定する特徴量として、作業の進行に関わる発話の時間長や頻度、作業を確認する時間長が有用であることが示唆された。

表 1 : 共同作業参加者が表出した言語・非言語行動とリーダーの役割に関する第三者評定結果との相関係数

言語・非言語情報	相関係数	
組立手順発話頻度	**0.484**	*
組立手順発話量	**0.735**	*
全体発話頻度	0.300	
全体発話量	**0.631**	*
近方完成図視認頻度	0.270	
近方完成図視認時間長	**0.417**	⋆
全体完成図視認頻度	-0.111	
全体完成図視認時間長	0.095	
総移動距離	-0.138	
他参加者との合計距離	-0.237	
内向き頻度	0.181	
他参加者との重複発話頻度	0.022	
他参加者との重複発話量	-0.047	
他参加者への注視頻度	0.122	
他参加者への注視時間長	-0.072	
他参加者との相互注視頻度	-0.112	
他参加者との相互注視時間長	0.068	
組立部品への注視頻度	0.244	
組立部品への注視時間長	0.042	
組立部品への共同注視頻度	0.029	
組立部品への共同注視時間長	0.046	
完成図への共同注視頻度	0.108	
完成図への共同注視時間長	0.070	

$*: p < 0.05, \star: p < 0.10$

5. 考察

第三者評定実験の結果より、第三者がリーダーの役割を担う共同作業参加者を推定する際には、発話内容や発話量、近方から完成図を視認するという作業内容を確認する行動に着目している可能性が示唆された。一方、視線や顔の向き、作業者間の距離といった非言語情報は利用されていない傾向であった。その要因として、評定者が単一視点によるそれほど解像度の高くないビデオ映像を見て判断していたため、作業参加者の視線や顔の

[1]他の作業参加者に向けた組立手順に関する発話
[2]手の届く距離から完成図を視認する時間

向きの詳細が見えなかったことが考えられる。また、今回の第三者評定実験では、リーダーの役割を担う作業参加者の選定のみを行ない、その選定の理由や根拠に関する記述は求めなかった。しかしながら、相互作用の過程におけるリーダーの発現・変遷を推定するには、評定者が作業参加者のどのような行動に着目してリーダーと判断したのかという内省に基づいた分析を行なうことも必要である。

本実験で得られた知見を用いることで、いくつかの応用が考えられる。一つは、先導的な役割の発現・変遷の過程を共同作業に参加している当事者に提示することで、共同作業をさらに促進・支援するシステムへの応用である。他に、先導的な役割の発現・変遷にかかわる言語・非言語情報を明らかにすることで、人と共同で作業をすることを目的としたロボット[13]に、作業を先導する機能や、人に先導されている状況を認識する機能[14]を付与することが可能となる。

6. むすび

筆者らは、3者間の共同作業という枠組の中で、外部観測が可能な言語および非言語情報を用いて、相互作用の過程で発現するリーダー等の役割の抽出を試みている。本稿では、共同作業に参加していない第三者が共同作業のビデオ映像を視聴することにより、中心となって作業を進めるリーダー役の人物を評定するという第三者評定実験を行なった。その結果から、共同作業過程の序盤・中盤・終盤でリーダーの役割を担う人物が変遷することを確認した。さらに、第三者評定の結果と、これまでに分析してきた作業参加者の言語・非言語行動との相関を調べたところ、発話内容や発話量、作業を確認する時間長がリーダーの役割を担う人物を推定する特徴量として有用であるという可能性が示唆された。

今後は、本稿と同様の共同作業課題で収録グループ数を増やし、本稿で得られた知見の妥当性を検証すると共に、定量的・定性的側面からより詳細な分析をする必要があると考えられる。さらに、共同作業で先導的な役割を担うリーダーだけに注目するのではなく、積極的に協力するフォロワーも含め、相互作用の過程で発現・変遷する様々な役割を推定するメカニズムを解明していくことも今後の課題である。

謝辞

データ収録に御協力いただいた深谷拓吾氏および大阪電気通信大学の皆さま、データ分析に御協力いただいた浅井一美氏・折田奈甫氏・鈴木幸平氏・野口広彰氏・山本哲史氏に深く感謝いたします。また、本研究に対して、有益な議論を行なってくださいました同志社大学の阪田真己子先生に感謝いたします。本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(C) 課題番号: 20500247および基盤研究(C) 課題番号: 23500338)の援助を受けています。

参考文献

[1] Carter, L., Haythorn, W., Shriver, B. and Lanzetta, J. “The behavior of leaders and other group members”, Journal of Abnormal and Social Psychology, Vol. 64, No. 4, pp. 589–595 (1951).
[2] 加藤. “協調学習環境における創発的分業の分析とデザイン”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 6, No. 2, pp. 161–168 (2004).
[3] 鈴木, 馬田, 神谷, 伊藤, 岩澤. “集団作業における言語・非言語行動の分析: リーダーの発現に関する一考察”, 日本認知科学会第25回大会 (2008).
[4] 鈴木, 神谷, 馬田, 岩澤, 伊藤. “三者間での共同作業における言語・非言語行動の分析: リーダーの変遷に関する一考察”, 日本認知科学会第27回大会 (2010).
[5] 宮本, 阪田. “共同創作活動におけるコミュニケーション生成過程の分析”, 情報処理学会研究報告 CH86, pp. 53–68 (2010).
[6] Cartwright, D. and Zander, A. “Group dynamics (Second edition)”, Harper & Row, Publishers. (1960)
[7] Strickland, L.H., Guild, P.D., Barefoot, J. and Paterson, S.A. “Teleconferencing and leadership emergence”, Human relations, Vol. 31, No. 7, pp. 583–596 (1978).
[8] Otsuka, K., Yamato, J., Takemae, Y. and Murase, H. “Quantifying interpersonal influence in face-to-face conversations based on visual attention patterns”, Proc. of CHI2006, pp. 1175–1179 (2006).
[9] Jayagopi, D.B., Ba, S., Odobez, J.M., Gatica-Perez, D. “Predicting two facets of social verticality in meetings from filve-minute time slices and nonverbal cues”, ICMI’08, pp. 45–52 (2008).
[10] 小川. “二者間発話量の均衡が観察者が抱く会話者と会話に対する印象に及ぼす効果”, 実験社会心理学研究, Vol. 43, No. 1, pp. 63–74 (2003).
[11] 木村、余語、大坊. “感情エピソードの会話場面における表出性ハロー効果の検討”, 感情心理学研究, Vol. 12, No. 1, pp. 12–23 (2005).
[12] 梶村, 高嶋, 山口, 北村, 岸野, 前田, 藤原, 横山, 大坊. “3人会話における「場の活性度」の自己と第三者の評価の比較”, 信学技報 HCS2010-34, pp. 43–48 (2010).
[13] Matsuyama, Y., Taniyama, H., Fujie, S. and Kobayashi, T. “Framework of communication activation robot participating in multiparty conversation”, The AAAI Fall Symposium, Dialog with Robots, pp. 68–72 (2010).
[14] 熊田, 小林, 中田, 鈴木, 五十嵐. “協調作業時の方策と質問発話の変化”, 日本認知科学会第27回大会 (2010).

コミュニケーション成立の観察実験に基づく認知モデルの設計
Design of a Cognitive Model that Forms a Communication System

森田 純哉†, 金野 武司†, 橋本 敬
Junya Morita, Takeshi Konno, Takashi Hashimoto

† 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
j-morita@jaist.ac.jp, t-konno@jaist.ac.jp, hash@jaist.ac.jp

Abstract

How can we communicate with people who don't share a common language? To explore this question, this paper describes a computational model that simulates a experimental study. In the experiment, we employed a coordination task in which participants used a novel communication media that restricted usual communication methods. The results of the experiment suggest the three components of the successful communication system; routine behaviors, a symbol system, and role-sharing. The model was developed to build these components from repeated interactions of ACT-R agents. We hypothesize that the multiple learning mechanism implemented in ACT-R architecture such as instance-based learning, reinforcement learning, and production compilation provide the scaffold for building a common communication system.

Keywords — Communication, Coordination, ACT-R

1. はじめに

我々は，言葉の通じない環境においても，何らかの手段を用いて他者との意思疎通を試みる．また，同一の相手との接触を繰り返すうちに，はじめは分からなかった相手の言動を徐々に理解できるようになる．このような状況での個体間コミュニケーションは，どのようにして成り立つのであろうか．この問いを検討することは，人間のもつ複雑なコミュニケーションシステムの成立を理解する有用な試みである．

この問題を検討する有効なアプローチとして，実験室内で人工的にコミュニケーション環境をデザインする手法，および計算機上でのそのプロセスのモデル化を考えることができる．Galantucci (2005) は，コミュニケーションシステムの創発を観察・操作可能な実験を行った．この研究では，実験参加者に相対での会話をさせず，あらかじめ意味も運用方法も決まっていないコミュニケーションメディアを別途用意し，それを用いてある種の調整課題を解くことを求めた．結果，当初は共通の意思伝達の手段を持ち合わせないペアが，複雑な記号ルールを含むコミュニケーションシステムを発現させることを確かめた．そして，そのようなシステムの成立と，習慣的行動や役割分担などの社会的行動の成立が関連することを議論した．

本研究は，先行研究と比べ，より制限された状況を設定し，これらの知見を定量的に確かめることを試みる．また，同時に記号処理的な認知モデルを構築し，記号ルールの成立に関与する認知的要因を検討する．以下では，実施された実験の概略とこれまでに構築されたモデルを示す．

2. 実験

2.1 方法

2.1.1 参加者

大学院生・大学院勤務の研究者から構成される21ペアが実験に参加した[1]．

2.1.2 課題

2名の実験参加者がペアになり，それぞれ別の場所から実験に参加した．実験環境のソフトウェアは，Webブラウザ上で操作可能なWebアプリケーションであった．図1にそのスクリーンショットを示す．実験参加者は，マウスを利用することでソフトウェアを操作した．

課題は，独立したラウンドの繰り返しから構成される調整ゲームであった（図2）．各ラウンドにおいて，2名の参加者は，それぞれ別々の初期位置に配置されるキャラクターを，共通の位置に移動させることを目指した．位置の移動は上下左右のみ許され，それぞれの参加者には，初期位置から移ることのできない位置が存在した．そのため，参加者は移動に先立ち，共通の移動先を事前に決定する必要があった．参加者は，意味や運用ルー

[1] 詳細は，金野・森田・橋本 (2011) を参照．

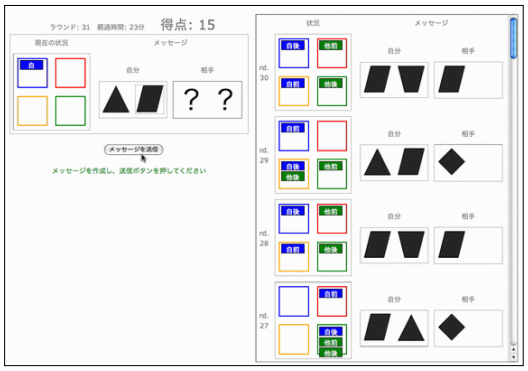


図 1 実験環境の画面

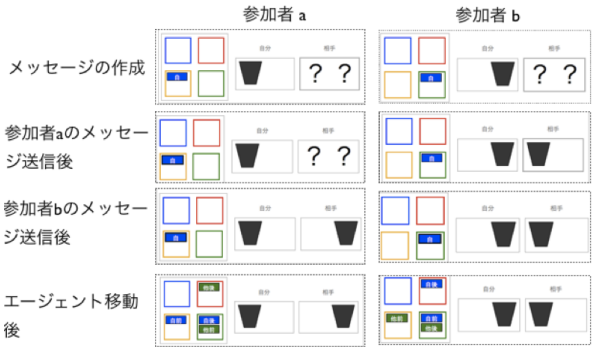


図 2 ラウンドの流れ．点線の枠内は各時点において各被験者に提示される画面を示す．各画面の左に自分のキャラクター（「自」と表示）の位置が示され，右に図形（シンボル）を組み合わせたメッセージが示される．シンボルは，6種類の中から選ぶことができた（□,■,◪,▼,◆,▲）．ラウンドの最後に，自身とパートナーのエージェントの移動前後の位置が示された．

ルが事前に定められない6種類の図形を横に2つ組み合わせたメッセージをパートナーへ送信できた．メッセージの送信は各ラウンドにおいて一度のみ許された．また，課題においてメッセージの交換は非同期になされた．すなわち，一方の参加者がメッセージをパートナーへ送信すると，パートナーの画面に直ちにそのメッセージが送信された[2]．このため，本実験課題において，参加者達は，現在位置の送信者，移動先の送信者などの役割を分担することができた．

2.1.3 手続き

上記の課題環境において，共通のコミュニケーションシステムの構築を目指すトライアルセッションが行われた（1時間）．続いて，トライアルセッションにおいて生成されたコミュニケーションシステムの性質を検討するために，以下3つのテストセッションが実施された（各12ラウンド）．

[2]実際には通信による遅延が存在．

- T_{NM} (Test with No Message): メッセージのやりとりが完全に制限されたテスト
- T_{SM} (Test with Simultaneous Message Exchange): メッセージが同時に交換され，役割分担が制限されたテスト
- T_{IM} (Test with Immediate Message Exchange): トライアルセッションと同一の内容のテスト

2.2 結果と考察

メッセージを使用することのできたテストセッション (T_{SM}, T_{IM}) は，メッセージを使用できなかったテスト (T_{NM}) に比べ，高い成績を示した．ここから，設定された課題において，記号を使った有効なコミュニケーションシステムが生成されうることが示された．さらに，役割分担が可能であったテスト (T_{IM}) は，そうでなかったテスト (T_{SM}) に比べ高い成績を示した．この結果，参加者がメッセージ交換の役割分担を有効に活用することができたことが示された．

続けて，トライアルセッション中の行動の傾向と，最終的に成立したコミュニケーションシステムの関係を検討した．結果，トライアルセッションにおいて，移動先の位置を偏らせる傾向が高く，2者間のメッセージ送信の時間差が短かったペアほど，テストセッションにおいて記号コミュニケーションを円滑に成立させたことが明らかになった．

この結果は，共通の習慣の形成やメッセージ交換の円滑さなどの協調的な行動様式が記号コミュニケーションの成立と関連することを示唆するものである (Scott-Phillips et al., 2009).

3. モデル

3.1 アーキテクチャ

前節に示した実験環境は，記号処理的な認知モデリングとの親和性が高い．特に，著者らは，ACT-R (Adaptive Control of Thought-Rational: Anderson, 2007) の持つ複合的な学習機構により，コミュニケーションの成立と協調行動の形成の相互作用を再現できると考えている．

ACT-Rは，統合認知アーキテクチャ (Newell, 1994) として構築されたプロダクションシステムである．知覚，運動，記憶，思考に関わる基礎的な心理実験の積み重ねによって構成され，人間の認知に関わる多様な現象を統合的に説明する．

ACT-Rの一つの特徴は，複数のモジュールの集合として認知の構成を説明することにある．図3は，本研究において構成するモデルをACT-Rのアーキテクチャ上で図示したものである．図3下部

の中央のボックスにACT-Rを構成するモジュールが示される．ACT-Rは，プロダクションモジュールを中心として，周辺に4つのモジュールが結合される形で構成される．周辺モジュールは，情報を一時的に保持するバッファをもつ．プロダクションモジュールは，それらバッファの状態を条件として，プロダクション（if-thenルール）を選択・発火させ，バッファの状態を書き換える．

周辺モジュールのうち，知覚モジュールと運動モジュールは外界との相互作用を受け持つ．ゴールモジュールは，課題状況の内部表現を形成することで，プロダクションの発火を制御する．宣言的モジュールは，意味記憶やエピソード記憶などの宣言的知識を格納する．ACT-Rにおける情報の単位はチャンク（スロットと値のペア）であり，宣言的モジュールは，チャンクが相互に結合されたネットワークとして情報を格納する．

ACT-Rでは，これらモジュールに関連する処理（プロダクションの発火，記憶検索，注意のシフト，リーチングなど）に要する時間を，過去の心理実験の結果に基づいて推定している．この推定値を用いることで，ACT-Rは，心理実験における実時間と対応したプロセスのシミュレーションを実現できる．

また，ACT-Rは，シンボリックな学習とサブシンボリックな学習を統合するアーキテクチャでもある．シンボリックな学習として，ゴールバッファの状態を宣言的モジュールに蓄積する事例ベース学習 (Lebiere, et al., 2007)と新たなプロダクションを生成するコンパイル学習などのメカニズムが備わる．サブシンボリックな学習として，宣言的モジュールに蓄えられたチャンクの活性値を制御するベースレベル学習とプロダクションの効用値を報酬に基づいて調整する強化学習が備わる．

著者らは，これら複数の学習メカニズムの組み合わせにより，コミュニケーションシステムの成立が導かれると考える．特に，本稿では，強化学習，事例ベース学習，プロダクションコンパイルを組み入れたモデルを構築する．強化学習を通して習慣的行動が形成され，事例ベース学習を通すことで，状況と記号を対応付けるシンボルシステムが形成される．さらに，コンパイル学習を通すことで，役割分担の円滑化が導かれる．ACT-Rによるモデリングにより，コミュニケーションシステムの成立，およびそれに随伴する行動傾向の発現に寄与する学習メカニズムが明らかになる．また，各学習アルゴリズムの有無を操作するシミュレーションを実施することで，学習アルゴリズム間の相互作用を検討することが可能になる．

以下では，このプロセスを具体的に議論するために，ACT-R上に構築された著者らのモデルを詳細に示す．

3.2 シミュレーション課題環境

本研究におけるコミュニケーションのモデルは，ACT-Rアーキテクチャ上に構築された2体のエージェントが，実験環境を介してインタラクションするものである（以降，シミュレーションにおける個体をACT-Rエージェント，2体のエージェントを合わせモデルと呼ぶ）．本研究では，ACT-Rエージェントによって操作可能な実験環境を，ACT-R Graphical User Interface (AGI) によって構築した．

AGIは，ディスプレイ上の知覚情報を，ACT-Rによる認識が可能な記号（宣言的知識と同様の形式で表現されるチャンク）によって表現する．ACT-Rエージェントの視覚モジュールは，色や形状などの視覚的特徴を手がかりとし，ディスプレイ上のチャンクを検索する．また，ディスプレイ上の特定の座標位置に注意を向けることで，視覚バッファにチャンクを格納する．

また，シミュレーション課題環境は，モデルによる操作が可能な仮想的マウスを含む．ACT-Rエージェントはディスプレイ上の特定の位置にマウスカーソルを移動させ，マウスをクリックすることができる．これにより，ACT-Rエージェントは，実験の参加者と同様の動作で，メッセージを作成／送信し，キャラクターを移動できる．

なお，モデルの実装上，2対のACT-Rエージェントのプロセスは，単一のスレッド上で実行される（タイムシェアリング方式を採用）．そのため，片方のエージェントによる課題環境の操作は，他方のエージェントの課題環境に遅延して反映される（遅延時間: 1秒）．この設定は，2節で示した実験環境において生起する通信の遅延と対応するものとみなせる．

3.3 ゴールバッファ，および宣言的知識の蓄積

図3の下部右には，本研究のACT-Rエージェントがもつゴールバッファを示している．ゴールバッファは，各時点での課題の状態を示す複数のスロットから構成される．本研究のACT-Rエージェントがもつゴールバッファは，以下のスロットを含む．

1. 位置に関わるスロット: *upper-left, upper-right, lower-left, lower-right*のいずれかを値とする．
   - *self-loc-pre*: 自分のキャラクターの初期位置．ロットは，

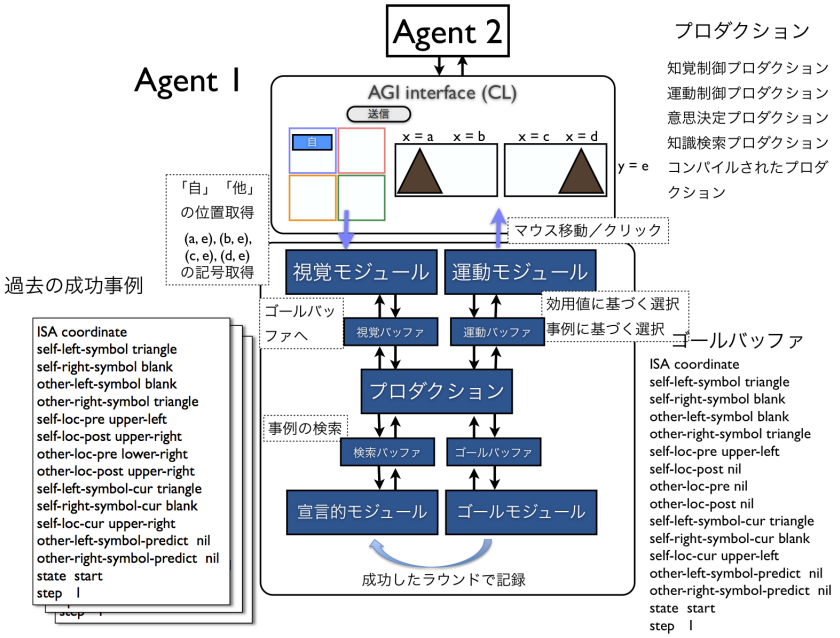


図 3 ACT-Rの枠組みによるモデルの構成．2体のACT-Rエージェントが，課題インタフェースを介して結合する．ACT-Rエージェントは，課題インタフェース上の視覚情報を取得し，マウス操作を実行する．取得された視覚情報はゴールバッファに逐次記録され，ラウンドの終了時に内容が宣言的モジュールに蓄積される．エージェントは，直面するゴールバッファの状態と類似した過去の事例を検索し，合致したものが存在した場合にその行動を踏襲する．同一の宣言的知識が繰り返し検索された場合，状況とシンボルを直接的に結ぶプロダクションコンパイルが生じる．

- *self-loc-post*: 自分のキャラクターの移動先の位置．
- *partner-loc-pre*: パートナーのキャラクターの初期位置．
- *partner-loc-post*: パートナーのキャラクターの移動先の位置．

2. シンボルに関わるスロット: *”blank”, ”square”, ”parallelogram”, ”trapezoid”, ”prizm”, ”triangle”*のいずれかを値とする．
   - *self-left-symbol*: 自分が送信するメッセージの左側のシンボルの値．
   - *self-right-symbol*: 自分が送信するメッセージの右側のシンボルの値．
   - *partner-left-symbol*: パートナーから受け取ったメッセージの左側のシンボルの値．
   - *partner-right-symbol*: パートナーから受け取ったメッセージの右側のシンボルの値．
   - *partner-left-symbol-predicted*: パートナーから送信されるメッセージの左側のシンボルの予測値．
   - *partner-right-symbol-predicted*: パートナーから送信されるメッセージの左側のシンボルの予測値．

ACT-Rエージェントは，各ラウンドにおいて，知覚モジュール，あるいは宣言的モジュールから取得された値を用い，これらのスロットを埋めていく．各ラウンドの終了時に，埋められたスロットの値は全てリセット (nil に置き換えられる) され，新たなラウンドに取り組む．

また，成功したラウンドの終了時には，その時点でのゴールバッファの状態が，事例として宣言的モジュールに格納される（図3の左下）．格納された事例は，次のラウンド以降，ゴールバッファのスロットを埋めるために用いられるようになる．

3.4 プロダクションモジュール

本研究において構築したACT-Rエージェントは，100のプロダクションを保持する．図4から図6にモデルが保持する主なプロダクションを示した．モデルのプロセスは，Step 1（メッセージ送信と移動先の決定），Step 2（移動先の再考とキャラクターの移動），Step 3（結果の取得と学習）に別れる．この区分は，課題環境の画面遷移（図2）と対応する．以下，各ステップにおけるプロセスの概略を示す．

3.4.1 Step 1: メッセージの送信と移動先の決定

Step 1において，ACT-Rエージェントは，自分のキャラクターの初期位置を認識した後，送信するメッセージ（左右のシンボル）を決定し，自分の

キャラクターの移動先を決定する．2体のACT-Rエージェントが，パートナーにメッセージを送信した時点でこのステップは終了する．

メッセージと移動先は，過去事例の利用（図4: 左・中央のパス），プロダクション間の競合解消（図4: 右のパス）のいずれかによって決定される．過去事例の利用による決定は，さらにパートナーのメッセージを検索の手がかりとするもの（図4: 左のパス）と，自分のキャラクターの初期位置のみを手がかりとするものに分かれる．2つの事例検索のパスのいずれが選択されるかは，*FIND-PARTNER-LEFT-SYMBOL*と*RETRIEVE-CASE*という2つのプロダクションの競合解消の結果に依存する．ACT-Rにおけるプロダクション間の競合解消は，各プロダクションに割り当てられた効用値 (utility) の比較による．効用値は後述する強化学習の手続きによって変化する．

*FIND-PARTNER-LEFT-SYMBOL*が選択された場合，ACT-Rエージェントは，知覚モジュールを用いて，課題環境中のパートナーのメッセージを探索する．これに成功した場合，ACT-Rエージェントは，パートナーのメッセージをゴールバッファのスロット (*partner-left-symbol, partner-right-symbol*) に格納し，現在のゴールバッファの状態とマッチする事例を，宣言的モジュールから検索する (*RETRIEVE-CASE-FROM-PARTNER*を使用)．事例の検索に成功した場合，送信するメッセージ (*self-left-symbol, self-right-symbol*)，移動先 (*self-loc-psot*) の値を，事例からゴールバッファにコピーする．パートナーのメッセージの取得や過去事例の検索に失敗した場合には，再度，*FIND-PARTNER-LEFT-SYMBOL*と*RETRIEVE-CASE*の競合解消がなされる．

*RETRIEVE-CASE*が選択された場合，自分の現在位置 (*self-loc-pre*) を手がかりとした事例検索が行われる．この検索に成功した場合には，上記と同様，検索された事例から送信メッセージ (*self-left-symbol, self-right-symbol*)，移動先 (*self-loc-psot*) の値が，ゴールバッファにコピーされる．加えて，検索された事例におけるパートナーのメッセージの値が，予測値としてゴールバッファのスロット (*partner-left-symbol-predict, partner-right-symbol-predict*) に格納される．この予測値は，後述するStep 2における移動先の再考に用いられる．

*RETRIEVE-CASE*による過去事例の検索に失敗した場合には，送信メッセージと移動先が，図4右に示されるプロダクション間の競合解消によって決定される．図4右側に配置される3つのボックスは，それぞれ送信メッセージの左側シンボルを決定するプロダクション，送信メッセージの右側シンボルを決定するプロダクション，移動先を決定するプロダクションを示す．これらのボックス内のプロダクションは，共通の条件節をもち，効用値による競合解消に依存して発火する．

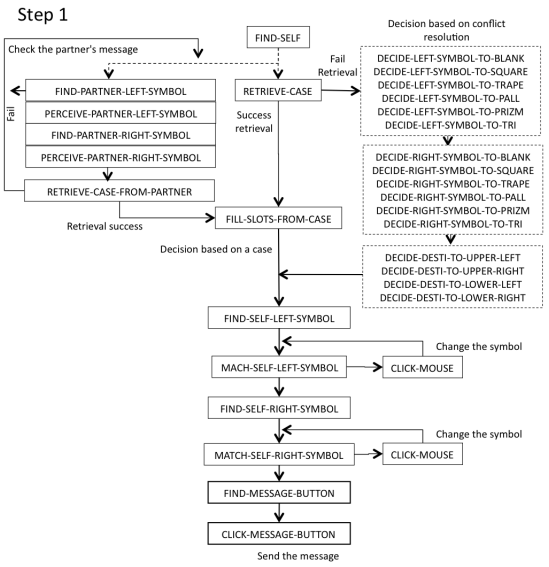


図 4 Step 1におけるプロダクションの発火系列．図中で，プロダクションがプロセスの系列にしたがって結合される．点線の矢印で結合されたプロダクションは，競合解消の結果発火するルールを示す．また，点の枠線で囲まれたプロダクションは，競合する関係にあり，各時点でいずれか1つのみ発火する．

上記のプロセスによって，送信メッセージ，移動先が決定した後に，ACT-Rエージェントは課題環境を操作することで，メッセージを作成し，メッセージを送信する．

3.4.2 Step 2: 移動先の再考と移動の実行

Step 2では，決定された移動先に基づいて，課題環境上のキャラクターを移動させる（図2の3番目の画面に対応）．移動に先立ち，ACT-Rエージェントはパートナーのメッセージに基づいて，移動先を再考する．*JUDGE-PARTNER-MESSAGE*によって，Step 1において予測されたメッセージ*partner-left-symbol-predict, partner-right-symbol-predict*と実際に得られたメッセージ*partner-left-symbol, partner-right-symbol*を照合する．

照合がとれなかった場合，モデルは再度事例を検索する．Step 2における事例の検索は，検索の手がかりの異なる2つのプロダクションによって行われる．まず，ゴールバッファ中の自分の現在位置，自分のメッセージ，他者のメッセージを手がかりとして事例を検索することを試みる (*RETRIEVE-DESTINATION-FROM-ALL-SYMBOLS*)．これに失敗した場合，自分のメッセー

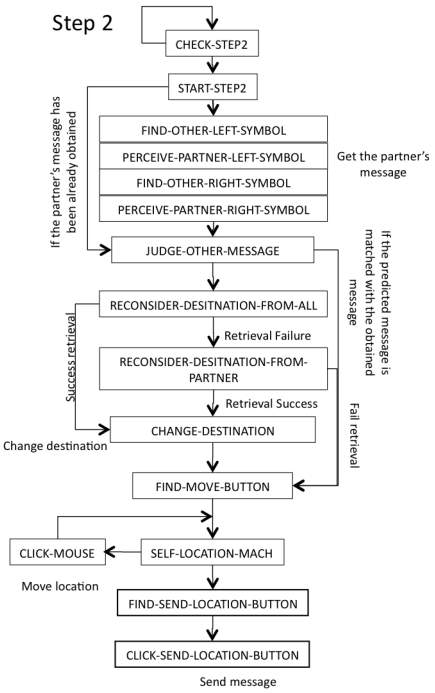


図 5 Step 2におけるプロダクションの発火系列.

ジを検索の手がかりから除き，自分の現在位置と他者のメッセージを手がかりとした事例の検索を試みる (*RETRIEVE-DESTINATION-FROM-PARTNER-SYMBOLS*)．これらのプロダクションによる事例の検索に成功した場合，検索された事例に基づいて移動先が変更される (*CHANGE-DESTINATION*)．検索に失敗した場合には，移動先の変更がなされない．

3.4.3 Step 3: 結果の認識と学習

Step 3は，課題環境に表示されたパートナーのキャラクターの初期位置，移動先をゴールバッファに格納する．格納の完了後，ACT-Rエージェントは課題環境上のFinishボタンをクリックし，ラウンドを終了させる．Finishボタンのクリックを駆動するプロダクションは，ゴールバッファにおける自分とパートナーの移動先の状態 (*self-loc-post, partner-loc-post*) によって変化する．自分とパートナーの移動先が一致した場合，*CLICK-FINISH-BUTTON-LEARN*が発火し，一致しなかった場合は，*CLICK-FINISH-BUTTON-NO-LEARN*が発火する．

CLICK-FINISH-BUTTON-LEARN は，現在のゴールバッファの状態を宣言的モジュールに格納し，*CLICK-FINISH-BUTTON-NO-LEARN* は，ゴールバッファの状態を宣言的モジュールに格納せずに，リセットする．

また，いずれのプロダクションが発火した場合であっても，そのラウンドで発火したプロダクション

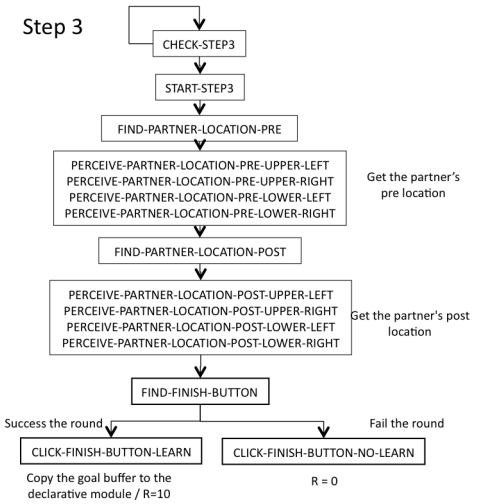


図 6 Step 3におけるプロダクションの発火系列.

の効用値が，強化学習によって更新される．ACT-Rにおけるプロダクションiの効用値 (U_i) は，式1によって制御される．

$$U_i(n) = U_i(n-1) + \alpha[R_i(n) - U_i(n-1)]) \qquad (1)$$

αは，パラメータによって設定される学習率であり，$R(n)_i$は時刻nにおいてプロダクションiが受ける報酬値である．学習率としてデフォルトの$\alpha = 0.2$を用い，プロダクションの効用値の初期設定は，先行研究 (Lovett & Anderson, 1996) を参考に$U(0) = 10$とした．

この式による効用値の更新は，そのラウンドにおいて発火した全てのプロダクションに対して適用される．本研究では，*CLICK-FINISH-BUTTON-LEARN*が発火した際に，$R = 10$の報酬値を与え，*CLICK-FINISH-BUTTON-NO-LEARN*が発火した際に，$R = 0$の報酬値を与えた．つまり，ACT-Rエージェントは，自分とパートナーの移動先が一致した場合に正の報酬を受け取り，一致しなかった場合に実質的に負の報酬を受け取った．

3.5 プロダクションコンパイル

3.4.3に示されるように，ACT-Rエージェントは，ラウンド終了時に事例を獲得し，プロダクションに対する報酬を得る．これらの学習に加え，ACT-Rエージェントは，プロダクションコンパイルにより，新たなプロダクションを学習する．以下は，プロダクションコンパイルによって構成されるプロダクションの例である．

```
(P PRODUCTION6
"RETRIEVE-CASE&FILL-SLOTS-FROM-CASE-G1-0"
   =goal>
```

```
    ISA coordinate
    self-loc-pre upper-right
    self-left-symbol nil
    self-right-symbol nil
    state start
    step 1
==>
  =goal>
    self-loc-post lower-right
    self-left-symbol "square"
    self-right-symbol "square"
    partner-left-symbol-predict "triangle"
    partner-right-symbol-predict "blank"
    state start
)
```

このプロダクションは，*RETRIEVE-CASE*と*FILL-SLOTS-FROM-CASE*の系列的な発火からコンパイルされた．より正確にいえば,「*RETRIEVE-CASE*が，チャンク*G1-0*を宣言的モジュールから検索し，*FILL-SLOTS-FROM-CASE*によって，ゴールバッファを書き換える」という一連のイベントから生成された．

上記プロダクションに示される条件節（==>の前の部分）は，*RETRIEVE-CASE*から引き継がれたものであり，実行節（==>の後の部分）は*FILL-SLOTS-FROM-CASE*を引き継ぐものである．また，もともとのプロダクションにおいて変数であった部分 (*self-loc-pre, self-loc-post, self-left-symbol, self-right-symbol, partner-left-symbol-predict, partner-right-symbol-predict*) が，コンパイル時に束縛された値によって置き換えられている．この値は，チャンク*G1-0*からコピーされたものであり，過去の成功事例を反映している．

このように，プロダクションコンパイルは，宣言的知識の検索をスキップし，環境に対してダイレクトに反応するプロダクションを生成する（宣言的知識の内容が手続き化される）．このようなコンパイルは，宣言的知識の検索が成功する度におきる．コンパイルされたプロダクションの効用値は，初回のコンパイル時は低いが，繰り返し同様のコンパイルが起きる度に強化されていく．その結果，宣言的知識の検索がスキップされるようになり，初期位置やパートナーのメッセージの提示などの環境の変化に対する速やかな反応が形成される．

3.6 モデルによって説明されるコミュニケーションシステムの成立

ここで示したモデルの特徴は，複数の学習メカニズムが関与する段階的な学習にある．

事例が蓄積されていない初期のラウンドにおいて，ACT-Rエージェントは，競合解消に基づく決定（図4右のパス）のみを行う．競合解消に基づく決定が成功を導いた場合，その決定に関与したルールが強化され．共通の習慣（メッセージ選択，移動先の決定）が形成されるようになる．

共通の習慣の形成と同時に，モデルは成功事例を蓄積していく．蓄積された事例は，シンボルと状況を対応付ける知識である．この知識が貯えられることで，事例の検索による決定（図4左・中央のパス）がなされるようになる．さらに多くの事例が蓄積されていく中で，パートナーのメッセージを考慮した移動先の再考がなされるようになる（図5）．

また，宣言的知識の検索は，プロダクションコンパイルによるルールの生成を導く．繰り返し同じ宣言的知識が使用されることで，環境やメッセージに対する素早い反応が形成される．この結果として，実験において観察されたメッセージ交換の円滑化が生起する．

このように，本研究において構築したモデルは，シンボルコミュニケーションシステムの形成と習慣的行動の形成やコミュニケーションの円滑化などの協調的行動の形成プロセスを説明するものである．そして，本研究によってなされた，このことの説明は，ACT-Rの持つ複合的な学習メカニズムを十分に生かしたものになっている．

なお，ACT-Rをコミュニケーションシステム成立のアーキテクチャとして利用した研究は，本研究が初めではない．Reitter (2010) は，本研究と同様，ACT-Rを用い，記号システムの成立に関わるシミュレーションを行っている．彼らの用いた課題は，コンセプトをパートナーに伝えるグラフィカルなシンボルを生成する課題 (Garrod et al., 2007) であった．Reitter (2010) のモデルは，基本的に宣言的モジュール内部の学習（ベースレベル学習）に基づくものであり，本研究が用いたような複合的な学習メカニズムは用いていない．

また，Reitter (2010) の用いた課題は，2者間での役割が固定化されたもので，本研究が用いたような自発的な役割分担が必要になる課題ではない．本研究のモデルは，図4に示されるように，2者間での役割調整を行う機構をもっている．Step 1におけるパートナーメッセージの取得に関わるルールは，自身の位置のみに基づいて事例を検索する

ルールと競合する．パートナーのメッセージの取得に関わるルールが，発火し続けることは，そのACT-Rエージェントがパートナーのメッセージを待ち続けることに対応する．

だが，このような役割調整の機構を設けることで，両者がパートナーのメッセージを待ち続ける状況が生起する危険も生じる．予備的なシミュレーションの結果，実際にそのようなデッドロックが生起することを確かめている．このデッドロックを回避するためには，競合解消のノイズパラメータを大きく設定するか，*RETRIEVE-CASE*，あるいは *PERCEIVE-PARTNER-LEFT-SYMBOL* に関わる効用値の初期設定をACT-Rエージェント間で変える必要がある．このようなパラメータの初期設定の妥当性については，今後検討する必要がある．

4. まとめ

本稿では，先行研究と異なり，メッセージに用いられる記号の種類，送信のタイミングが制限された実験環境を用意した．実験の結果，習慣の形成やメッセージ交換の円滑さが記号コミュニケーションの成立と関連することが示された．

また，この課題を解決するために構築を進めているACT-Rによるモデルを示した．本稿ではモデルの実行結果を示すことができなかったが，現在までに実行可能なモデルを構築している．当日の発表では設計されたモデルを用いたシミュレーション結果を示したいと考えている．

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金(課題番号 21120011) の助成を受けた.ここに記し謝意を表します.

参考文献

[1] Anderson, J. R. (2007). How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe? Oxford University Press, USA.
[2] Galantucci, B. (2005). An Experimental Study of the Emergence of Human Communication Systems. Cognitive Science, 29(5), 737-767.
[3] Garrod, S., Fay, N., Lee, J., & Oberlander, J. (2007). Foundations of representation: Where might graphical symbol systems come from Cognitive Science, 31, 961-987.
[4] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬. (2011). 調整課題における記号コミュニケーションシステムの形成実験. 電子情報通信学会技術研究報告言語理解とコミュニケーション研究会(NLC2010-39), No.400, Vol.110, pp.49–54.
[5] Lovett, M. C., & Anderson, J. R. (1996). History of success and current context in problem solving. Cognitive Psychology, 31, 168–217.
[6] Lebiere, C., Gonzalez, C., & Martin, M. (2007). Instance-based decision making model of repeated binary choice. Proceedings of the 8th International Conference on Cognitive Modeling.
[7] Newell, A. (1994). Unified theories of cognition. Harvard Univ Press.
[8] Reitter, D. (2010). How groups develop a specialized domain vocabulary: A cognitive multi-agent model. Cognitive Systems Research.
[9] Scott-Phillips, T., & Kirby, S. (2009). Signalling signalhood and the emergence of communication. Cognition.

モデルを作ることによる認知科学の授業実践
Class Practise of Cognitive Science by Creating Models

三輪 和久[†], 寺井 仁[†], 森田 純哉[‡], 中池竜一[†1], 齋藤ひとみ[†2]
[†]Kazuhisa Miwa, [†]Hitoshi Terai, [‡]Jyunya Morita, [†1]Ryuichi Nakaike, [†2]Hitomi Saito

[†] 名古屋大学大学院情報科学研究科, [‡] 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科,
[†1] 京都大学大学院教育学研究科, [†2]愛知教育大学教育学部
[†] miwa@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We designed and practiced a cognitive science class for graduate students. In the class, the participants were required to build three cognitive models: a bug model, a trace model, and an individual model. In the construction of the bug model, the participants learned to construct a cognitive model by monitoring their mental processing. The participants confirmed that the trace model can explain human normative behavior; and also understood that the individual model can explain various patterns of human behavior that are generated by different problem solving strategies. The post questionnaire analysis shows that the participants successfully understood various aspects of advantages of the mode-based approach in cognitive science and important features of human cognitive processing.

Keywords — Cognitive Science Class, Model Based Approach, Learning Environment, Production System

1. まえがき

モデルベースアプローチは，実験的アプローチと並んで，認知科学における主要な研究方法の1つである。しかしながら，日本の認知科学コミュニティにおいて，モデルベースアプローチに基づく研究の進展は，欧米に比して大きく停滞していると言わざるを得ない[20]。教育という面においても，認知モデルの実装を伴う認知科学教育，より広くは認知心理学教育が行われることは極めて希であり，その実践報告もほとんどみられない。

本論文では，授業参加者に認知モデルを実装させる授業を実践した結果について述べる。本実践では，まず，初学者を対象とした認知科学，より広くは認知心理学の授業に供される教育用Web basedプロダクションシステムを，アーキテクチャのレベルから新たに開発した。また，その使用を前提として提案された3つの異なるタイプの題材を取り上げ，それらが学習コンテンツとして有効であることを示す。その上で，参加者が，ここで提案された授業を通して，心の科学，とりわけ認知科学におけるモデルベースアプローチの有効性を体験的に理解すると同時に，モデルを構築することにより，人間の認知処理の特性をより深く理解することができるようになることを示す。

2. 教育用プロダクションシステムの開発

プロダクションシステムに関しては，ACT-R[2]やSOAR[12]など，いくつかの標準的アーキテクチャが公開され，多くの認知科学者の利用に供されている。しかし，これらのシステムは，研究用に開発されたものであり，初心者にとっては閾が高い。そこで，本実践では，教育用プロダクションシステムを新たにアーキテクチャのレベルから開発した。開発された教育用プロダクションシステムは，どこでもプロダクションシステム，通称DoCoProと呼ばれる[19]。図1に，DoCoProの概要を示す。

図1は，DoCoProユーザインタフェースのスクリーンショットである。DoCoProは，サーバ・クライアント型のWeb-based アプリケーションとしてWebブラウザ上で稼働する。GUIを通して簡単にルール設計が可能になる機能（画面右側「プロダクションルール」）や，ルールの意図せぬ動作の原因をより簡便に同定するために設計されたディバグ機能（画面左下「メッセージ表示部」）など，初心者用システムとしてモデル構築の支援機構を充実させた。インターネットに接続された計算機環境があれば，特別なソフトウエアのインストールなどの事前準備を一切行うことなく，システムを公開しているURLにWebブラウザでアクセスすることで，いつでも，どこでも，メンテナンスフリーでシステムを利用できる。新旧の計算機が混在する演習室での授業や，性能やOSが異なる個人所有のノートパソコンを持ち寄って行われる普通教室での授業，さらに教室外での自習にも対応する。ユーザのデータベースは，loginアカウントで管理され，DoCoProでは，ある場所での作業を一旦中段して別の場所へ移行した場合でも，作業のシームレスなつながりが保証される。

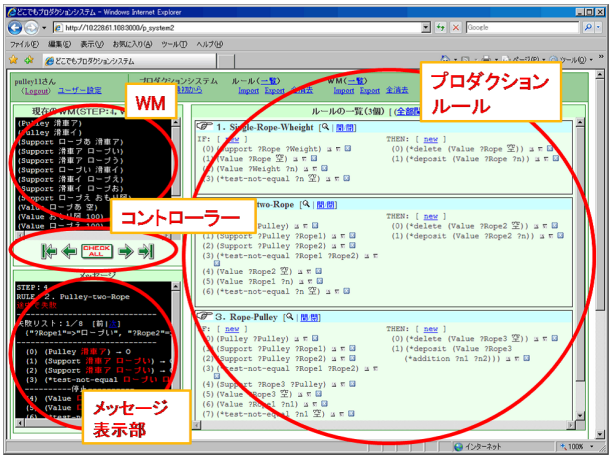


図 1 DoCoProユーザインタフェースのスクリーンショット。

3. 学習コンテンツとモデル

参加者は，情報系大学院前期課程の大学院学生であった。参加者は，合計14名であり，このうち最終レポートを提出した者は11名であった。本実践は，半期にわたる合計12回の授業から構成された。12回は大きく，導入，基礎，およびそれに基ずく2つの展開というように4つのパートに別れ，それぞれ 3 回，4回，2回，および3回の授業が割り当てられた。

3.1 導入

最初の3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実装した。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。

3.2 基礎: 内省に基づくモデルの構成

認知モデルを実装するにあたっては，まずは，人間の心の中で行われている認知処理に目を向けることが必要となる。その時のもっとも重要な手がかりは，自分自身の内的処理を内省することである。

参加者は，人間が筆算の減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」を構成する。それによって，自らの内的処理に目を向けることによって認知処理を同定するという，認知モデルを構成するための基礎を学ぶ。ここでは，3人の仮想的生徒のバグを含んだ計算結果の例が，各生徒ごとに5問づつ示された。具体例を表1に示す。参加者は，それぞれの生徒の認知処理

表 1 バグモデルの構成。

	364 -123	364 -182	6026 -1382	508 -261	3003 -1387
Bag 1	241	222	5364	367	2384
Bag 2	241	282	5344	367	2386
Bag 3	241	182	5644	247	1716

Bug 1: 上段から下段を引けない場合下段から上段を引く。
Bug 2：複合バグ。(1) 繰り下がり処理の欠如。(2)上段が0の時には下段を答とする。
Bug 3：上段0からの繰り下がり処理のバグ。0を9にした後さらに左桁からの繰り下がり処理が欠如。

のバグを同定し， DoCoProを使って，そのバグを含んだ3種類の認知モデルを構成することが求められた。取り上げたバグは，[7]を参考にした。

認知モデルを構成する前後で，プレ・ポストテストが実施された。その結果を図2に示す。参加者は，バグの内容を記述すると同時に，チェック用の減算問題において，そのバグを含んだ処理を行った際に算出される結果を予測した。バグの記述内容，およびチェック問題の解答が共に妥当であれば1点，前者は妥当であるが後者が誤っていた場合には0.5点，前者の記述そのものが間違っていれば0点として各参加者ごとに評定し，プレテスト，およびポストテストの点数の平均値を算出した。プレ・ポストテストの得点の間に，統計的には十分な差が検出できなかったものの（バグ1, n.s.; バグ2, n.s.；バグ3, $p < 0.1$），ポストテストの得点が一貫して8割を越えることなどは，本学習コンテンツが，ここでの学習目標を達成するにあたって，適切な課題であることを支持するものである。

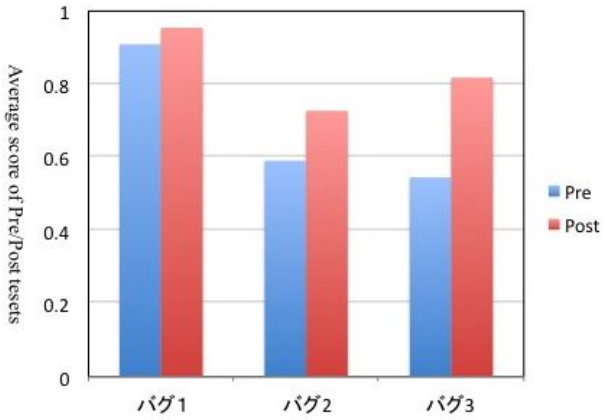
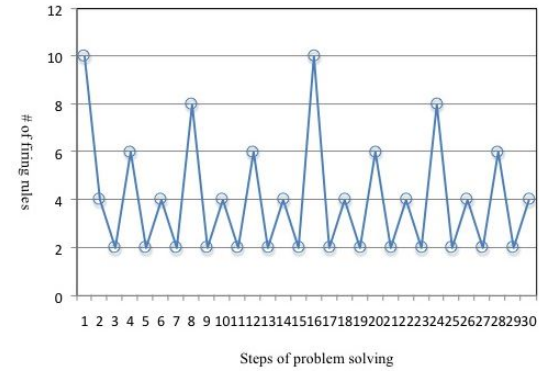


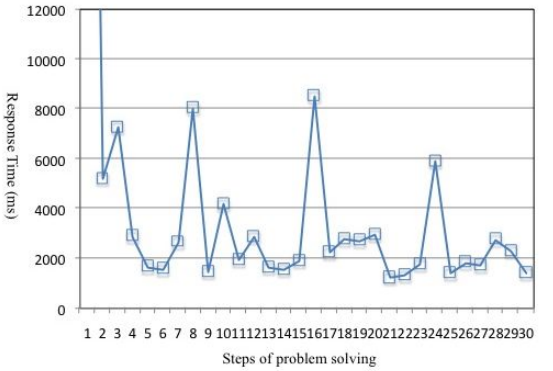
図 2 プレ・ポストテストの結果。

3.3 展開1: 規範的・平均的行動の説明

導入，基礎に基づく第1の展開として，参加者は，モデルが，人間の規範的方略に基づく，平均的問題解決行動を予測・説明することができることを理解する。まず，参加者は，設定された実験課題の問題解決に関わる認知モデルを構成する。続いて，参加者が画一的に学習した規範的手続きによって問題を解決した時の問題解決行動を実験を通して測定し，全参加者の平均的行動を抽出する。認知モデルが，問題解決行動の時系列パターンを予測可能であることを体験的に理解する。ここでのモデルを,「トレースモデル」と呼ぶ。



(a) 各ステップにおけるモデルのルール発火回数



(b) 各ステップにおけるディスク移動までに要した時間の平均値

図 3 問題解決の各ステップにおける(a)モデルのルール発火回数と(b)実験における反応時間の関係。

ここで取り上げた課題は，Tower of Hanoi課題（以下では，TOH課題）であった。4枚ディスク，および6枚ディスクのテスト課題が与えられた。ただし，講義時間の制約から，分析の対象は，4枚ディスク問題に限定された。実験（行動データの収集）には，コンピュータ上に構築された実験システムが用いられた。(a) 参加者は，Perceptual Strategyを教示された。参加者は，DoCoProの上に，Perceptual StrategyによってTOHを解決する認知モデルを構成することが求められた。参加者は，以下の実験で用いた課題と同一の課題を自ら構成した認知モデルに解決させ，問題解決の各ステップで，ディスク移動が行われるまでに発火したルールの回数を記録した。(b) 次に参加者は，同方略を用いた問題解決を学習した。十分な学習の後，モデルが解決した問題と同一の問題が与えられ，誤手なく解決された問題解決において，各ステップでディスク移動までに要した時間の時系列データが回収された。全参加者の平均値を求め，そのデータを参加者にフィードバックした。その上で，モデルのルール発火回数と実験における反応時間との関係を検討することが求められた。

図3は，問題解決の各ステップにおける(a)モデルのルール発火回数と(b)実験における反応時間の関係を示したものである。構成された認知モデルは，おおむね人間の問題解決における各ステップの所要時間の時系列パターンをよく予測している。とりわけ，モデルが予測した8 ステップ，16ステップ，24 ステップに現れる主要な3 つのピークは，実験においても一貫して認される。看過できない大きな差異は，(1) 最初のディスクを移動させる第1 ステップに関して，モデルの予測に比して，人間は非常に長い時間をかけていることと，(2) 前述の3 つの主要なピークの間に予測される小さなピークに関しては，実験において観察されない場合があることである。最後に回収されたレポートの感想においてu参加者の多くは，上記の点に言及していた。

3.4 展開2: 個別的行動の説明

モデルは，人間の平均的問題解決行動を説明するに留まらず，行動の多様性の背後に存在する認知処理の個別性を説明することができる。トレースモデルにおいては，参加者に規範的，平均的行動を説明させた。次には，参加者に自由に問題を解かせ，モデルは，そこに現れた多様な問題解決行動を個別的に説明することができることを理解する。

ここでは，認知処理の個別性を，認知モデルに実装されたルールの差異に対応づけて説明する。参加者は，特定の行動実験のデータは，その行動の基にある方略を実装した「個別モデル」によって，もっとも良く説明されるということを確認する。

ここで取り上げた課題は，曜日計算であった。この問題を解くもっとも簡便な方法は，日曜日を0，月曜日を1というように，曜日を数字に変換し，変換された数字の演算で結果を求め，その結果を曜日に戻すというものである。参加者は，数字変換方略を用いることなく，曜日計算を行う方法を

表 2 認知モデルの問題解決ステップ数と実験における反応時間の相関。

		実験データ											
		参加者A	参加者B	参加者C	参加者D	参加者E	参加者F	参加者G	参加者H	参加者I	参加者J	参加者K	参加者L
モデル	モデルA	0.22	0.22	0.29	0.35	0.01	−0.26	−0.34	0.71	0.19	0.44	0.44	0.60
	モデルB	0.34	0.39	0.43	0.52	0.35	0.15	0.03	0.45	0.36	0.37	0.24	0.35
	モデルC	0.34	0.39	0.43	0.52	0.35	0.15	0.03	0.45	0.36	0.37	0.24	0.35
	モデルD	0.34	0.39	0.43	0.52	0.35	0.15	0.03	0.45	0.36	0.37	0.24	0.35
	モデルE	0.4	0.0	0.5	0.1	0.4	0.0	0.2	−0.1	0.2	0.3	0.1	0.1
	モデルF	0.13	0.03	0.13	0.20	0.35	0.54	0.45	−0.28	0.10	−0.17	−0.14	−0.19
	モデルG	0.10	0.00	0.04	0.06	0.18	0.23	0.61	−0.47	0.09	−0.14	−0.20	−0.31
	モデルH	0.22	0.22	0.29	0.35	0.01	−0.26	−0.34	0.71	0.19	0.44	0.44	0.60
	モデルI	0.59	0.09	0.67	0.23	0.32	0.08	0.11	0.29	0.42	0.49	0.31	0.21
	モデルJ	0.35	0.01	0.29	0.04	0.06	−0.45	0.14	0.09	0.15	0.40	0.30	0.20
	モデルK	0.22	0.22	0.29	0.35	0.01	−0.26	−0.34	0.71	0.19	0.44	0.44	0.60
	モデルL	0.22	0.22	0.29	0.35	0.01	−0.26	−0.34	0.71	0.19	0.44	0.44	0.60

提案した。参加者が考案した曜日計算の処理方法は，合計7種類に及んだ。続いて，その方略を用いて，実際に各曜日の組み合わせの足し算全49（=7×7）問の曜日計算を行うことが求められた。各問題の反応時間（問題解決時間）が記録された。実験データの収集は，コンピュータ上に構築された実験システムを用いて行われた。また，その方略を実装した認知モデルを構成することが求められた。表2は，49問の問題解決の反応時間に関して，12種類の認知モデルのステップ数と，12種類の実験データセットにおける反応時間との相関を示した一覧表である。モデルnは，参加者nによって構成されたモデルである。

参加者は，それらの相関表に基づき，各認知モデルが，実験データの多様性をどのように説明するのかについて検討することが求められた。表において,「枠線で囲ったセル」は，相関がもっとも大きい認知モデルと実験データの組み合わせ，すなわち各実験データをもっともよく説明するモデルとの対応を示している。また,「網かけされた表の対角上のセル」は，自分の実験データを自分のモデルが説明した時の相関，言い換えれば当該の問題解決方略が実装されている個別モデルが，その実験データを説明した時の相関を示す。12種類の実験データのうち，9種類の実験データは，表中の実験データnの各列において，モデルnと参加者nの実験データの相関がもっとも大きく，各実験データは当該の問題解決方略を実装したモデルによってもっとも良く説明されたことがわかる。これらの点は，ほとんどの参加者によって指摘されていた。

4. 学習内容の分析

参加者は，授業の最後の段階で,「人間の心を理解する装置としてのモデルが持つ可能性（strong points）と制約（weak points）」を検討するレポートを提出することが求められた。

分析の結果，以下の観点が抽出された。特に強調されるべき点は，報告された内容が，トリビアルなものではなく，これまでの半世紀を通して確証されてきた，そして現在展開されているモデルベースアプローチの特性に対応づけて議論できることである。具体的な記述例を末尾の付録に示す。

内的情報処理の記述　認知モデルを構築することにより，ブラックボックス化された心的過程を明示的に記述することができることが指摘された。これらの視点は，認知科学の標準的教科書に繰り返し指摘される[1]。

モデルの予測と実験データの差分からの学習　トレースモデルは，人間の規範的，平均的行動系列を予測した。モデルは，単に行動を予測するだけでなく，モデルの予測の失敗の分析，すなわちモデルの予測と人間対象の実験の不一致を分析することで，より人間の心的過程に関する理解が深まることが指摘された[13][8]。

エラー原因の同定　手続き的計算において起こるエラーを，ルールの内容ではなく，形式に基づき説明することを試みることで，人間のエラーの特性を，ルールコンパイルの誤りと関連づけて議論していた[12][14][3][4][17]。

個別性の記述　人間の行動の多様性を，標準的ルールと個別性を表すルールに分けて説明することができる可能性に言及された[16][11][9]。

教育分野への応用可能性　認知処理を明示的に記述することは，教育分野への応用可能性を持つこ

とに言及する参加者もあった[15][5][6]。

仮説演繹装置としての機能 認知モデルを計算機上で実行可能な形式で実装することにより，人間対象実験の予測が可能になり，研究の効率化に寄与することが指摘された。具体的には，モデルを使ったコンピュータシミュレーションを，人間を対象とした実験に対するある種の仮想実験と見なして，モデルを研究の効率化のための装置として用いることの可能性に言及する事例が収集された[20][10]。

モデルベースアプローチの限界 今回の授業では，ルールの発火時間はすべて一定という前提で参加者に分析を行わせたが，多くの参加者から，この点に関する違和感の指摘があった[3][4]。また，ルールベースの記述になじまない心的過程があることに関する指摘もあった。例えば，感情に関わる認知[18]や潜在的意識処理などがその例である。

参考文献

[1] J. R. Anderson. *Cognitive psychology and its implications*. W.H.Freeman and Company, 1980. (邦訳：認知心理学概論，冨田，増井，川崎，岸訳，誠信書房，(1982)).

[2] J. R. Anderson. *Rules of the mind*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, 1993.

[3] J. R. Anderson. *How can the human mind occur in the physical universe?* Oxford University Press, 2007.

[4] J. R. Anderson, D. Bothell, M. D. Byrne, S. Douglass, C. Lebiere, and Y. Qin. An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, 111:1036–1060, 2004.

[5] J. R. Anderson, F. G. Conrad, and A. T. Corbett. Skill acquisition and the lisp tutor. *Cognitive Science*, 13:467–505, 1989.

[6] J. R. Anderson, A. T. Corbett, K. R. Koedinger, and R. Pelletier. Cognitive tutors: Lessons learned. *Journal of the Learning Sciences*, 4:167–207, 1995.

[7] J. S. Brown and R. R. Burton. Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. *Cognitive Science*, 2:155–192, 1978.

[8] D. Kulkarni and H. A. Simon. The processes of scientific discovery: The strategy of experimentation. *Cognitive Science*, 12:139–176, 1988.

[9] K. Miwa. Deductive and inductive ways of investigation on human problem solving. *Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence*, 14:1165–1176, 1999.

[10] K. Miwa. Collaborative discovery in a simple reasoning task. *Cognitive Systems Research*, 5:41–62, 2004.

[11] K. Miwa and H. A. Simon. Production system modeling to represent individual differences: Tradeoff between simplicity and accuracy in simulation of behavior. In *Proceedings of Artificial Intelligence and Simulation of Behavior Conference*, pages 158–167, 1993.

[12] A. Newell. *Unified theories of cognition*. Harbard University Press, 1990.

[13] K. Popper. *The logic of scientific discovery*. Hutchinson & Co., 1959.

[14] F. Ritter and P. A. Bibby. Modeling how, when, and what is learned in a simple fault - finding task. *Cognitive Science*, 32:862–892, 2008.

[15] S. Ritter. Cognitive tutor: applied research in mathematics education. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14:249–255, 2007.

[16] H. A. Simon. *Human problem solving*. Prentice Hall, 1972.

[17] N. Taatgen. Modeling parallelization and flexibility improvements in skill acquisition: From dual tasks to complex dynamic skills. *Cognitive Science*, 29:421–455, 2005.

[18] P. Thagard. *Hot Thought: Mechanisms and Applications of Emotional Cognition*. MIT Press, 2006.

[19] 中池 竜一, 三輪 和久, 森田 純哉, and 寺井 仁. 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**, 2011. 印刷中.

[20] 三輪 和久. 仮説演繹器・認知シミュレータ・データ分析器としての認知モデル. **人工知能学会誌**, 24:229–236, 2009.

付録

内的情報処理の記述　以下の記述では，心的過程をブラックボックス化して出力を予測する統計モデルとの差異を指摘して，認知モデルの有用性に言及している。

> 以前私は研究で自動車を運転するドライバの状態予測を行っていました．その研究では，「運転行動信号」と「ドライバの状態」をベイジアンネットワークという統計モデルで学習し，観測した「運転行動信号」から確率的に「ドライバの状態」を推定していただけで，「運転行動信号」と「ドライバの状態」の2者間はブラックボックスでした．人間の心を理解するモデルによって，この2者間の関係を知ることができれば，ドライバの動きや話から的確にドライバの状態を知ることができるのではないかと思い，自身の研究においても“モデル”が活躍する一つの可能性を感じました．

また，日頃ブラックボックス化している自分自身の心的処理を，改めて吟味することで，それまでほとんど意識されていなかったその心的処理を相対化する経験を持つ参加者もいた。

> 自分自身が思考をモデル化する流れの中で、改めて自身の思考過程を理解しなおさなければならないという点を考えると、モデルは人間が人間自身の心を理解するためにも有用なものであると考えられる。一見「直感」で処理・解決しているような問題についても、突き詰めるとそこには「論理」があると気付かされることもある。

モデルの予測と実験データの差分からの学習　トレースモデルは，人間の規範的，平均的行動系列を予測した。以下の言及では，モデルの予測の失敗の分析，すなわちモデルの予測と人間対象の実験の不一致を分析することで，より人間の心的過程に関する理解が深まることを指摘している。

> モデルの予測と行動データの差分を考察することで、これらの結果をも予測できるモデルの作成が可能になるかもしれない。ハノイの塔のモデルの予測でも、行動データとの差を考察することで、さらに深く人の思考の理解ができた。

> 後者の場合[モデルの予測と実験の結果が一致しない場合]でも、なぜ一致しなくなるのかについて考察することで、人間の心を深く探ることができるようになるのではないか、とも思う。

エラー原因の同定　以下の記述では，手続き的計算において起こるエラーを，ルールの内容ではなく，形式に基づき説明することを試みようとしている。

> このことを感じたのは、加算・減算のバグモデルを作成したときである。このバグモデルは、既に完成されたルールセットから改変して作っていったが、どのバグモデルも完成されたルールセットよりもルールの数が少なくなっていた。要するに、本来はそのときの状態によってふたつに分けなければならないルールが、ひとつに集約されてしまっていることが、正しい計算結果を導くことができない主な原因のひとつであった。なぜ計算がうまくできないのかの原因を探る上で、モデルを作成して比較することで浮かび上がってくるものが多くある、ということを今回身をもって体感した。

個別性の記述　人間の行動の多様性を，標準的ルールと個性を表すルールに分けて説明することができる可能性に言及された。

> 私は，モデルの構築に対して望まれることは，標準的なルールと個性を表現するルールの分離を行うことで，標準からの差分として個性を表すことではないかと考える．…ハノイの塔の例や，減算モデルの例により，標準からの差分としての個性の存在が示唆された．つまり，標準という共通基盤の上に個性という差分が位置するということが示唆された．標準的なモデルではタスクのあらゆる側面を反映することは出来ないが，概ね上手く行くようなモデルが構築される場合もある．個性的なモデルは，標準からの変動として表すことのできる可能性がある．

教育分野への応用可能性　認知処理を明示的に記述することは，教育分野への応用可能性を持つことに言及する参加者もあった。

> 人間が試行錯誤により得たアルゴリズムをモデル化し，これから問題を新たに解く人間に対し教示することで，効率の良い学習が可能になると考えられる．…単純に機械的に問題を解決するアルゴリズムを教示するよりも，人間の思考スタイルに即したアルゴリズムを

> 教示することが出来ればより容易な学習が可能になるであろうとも考えられる.

仮説演繹装置としての機能　認知モデルを計算機上で実行可能な形式で実装することにより，人間対象実験の予測が可能になり，研究の効率化に寄与することが指摘された。具体的には，モデルを使ったコンピュータシミュレーションを，人間を対象とした実験に対するある種の仮想実験と見なして，モデルを研究の効率化のための装置として用いることの可能性に言及する事例が収集された。

> モデルをコンピューター上に実装すると、高速かつ正確的に仮説を検証できる。たとえば、ある生徒のいくつかの計算結果をみてバグ手続きを推定し，そのモデルを実装すれば，もっと多くの計算結果を（予測し）検証できる。
>
> またモデルが無いならば，人の心理状態を研究するには人間を被験者として実験に協力してもらう必要があり，有意な結果を得るには多くの被験者が必要でその実験にかかるコスト，時間が莫大なものになると予想できます. モデルが完成すれば研究にかかる時間，コストが大幅に削減できるのではないかと，研究面においてもその可能性があるのではないかと思いました.

モデルベースアプローチの限界　まず，今回の授業では，ルールの発火時間はすべて一定という前提で参加者に分析を行わせた。しかし，多くの参加者から，この点に関する違和感の指摘があった。

> モデルが1ステップにかかる時間を便宜的に一律としていたが、私はその手法では上手く比較することができないのではないかと考えており…。例えば、現在の状態を絞り込むためのパラメータが1つ多いだけで、人間はその分思考を長くとらなければ適切な処理を行えないが、今回の授業のモデルではそこが考慮されておらず、また考えうる状態の数(モデルの場合はルールの数)による処理時間の違いというものも勘案すべき点であると私は考える。

また，ルールベースの記述になじまない心的過程があることに関する指摘もあった。以下の記述において，前者は感情に関わる心的プロセス，後者は無意識的プロセスの記述の困難性を指摘している。

> 気付いたのは、[今回授業で扱った]すべての話題が理性的な問題解決である。人間の心を理解するには、感性的な表現を理解しなければならない。高いレベルのロボットの「心」は感情を理解し表すはずであると考える。感情的な面を含めるモデルを作るには難しいかもしれない。
>
> 自分でもなぜこのような気持なのか分からないときがあるのに，計算機が人間の心を理解するというのは難しいのではないかと感じます.

協調タッピング運動の組織化と安定性に関与する知覚の働き
The role of perception in the organization and the stability of finger tapping movement

児玉 謙太郎[†]，古山 宣洋[‡ † ¶]
Kentaro Kodama, Nobuhiro Furuyama

[†]総合研究大学院大学，[‡]国立情報学研究所，[¶]東京工業大学大学院
The Graduate University for Advanced Studies
kodamakentaro@nii.ac.jp

Abstract

In this study, we conducted finger tapping experiment to reveal the role of perception in the organization and the stability of inter-limb coordination. Participants were required to synchronize their tapping movements with metronome sounds in in-phase mode or anti-phase mode. In our experiment, we investigated three factors, intra-/inter- personal, the number of fingers, and phase mode. As result it was revealed that perceptual information such as visual, auditory, and haptic information might effect on the stability of finger tapping movement, it also revealed that if the number of fingers change, the distribution pattern of mean frequency of phase transition might also differ between intra-personal condition and inter-personal condition, because the role of perception change with the number of fingers.

Keywords — Finger Tapping, Perception-Action System, Dynamical Systems Approach

1. はじめに

本研究では，体肢間協調運動の組織化と安定性に関与する知覚の働きを検討するため，個人内および個人間で，左右の手の指 1 本ずつ（2 本指条件），または 2 本ずつ（4 本指条件）を用いたタッピング運動を，２つのパターン（同位相，逆位相）で同期させることを課題とした実験を実施した．

一般に，体肢間協調運動に関しては，指や脚，振り子を宙で振る運動などで，体肢間の相対位相が 0 度（同位相），および 180 度（逆位相）の運動パターンで運動が安定することが知られている（例えば[1]）．また，運動の周波数が増加すると，いずれのパターンでも運動の安定性が低下する一方，逆位相から同位相へのみ運動パターンが変化する相転移現象が，個人内のみならず個人間でも観察されてきた[2]．相転移は行為者の意図に反して起こるため，中枢指令型の運動制御モデルでは説明できないとされ，自己組織化の原理を適用した力学系モデルによるアプローチ（Dynamical Systems Approach: DSA）が試みられてきた（例えば[3]）．さらに，機械的（触覚的）・神経的な結合が存在しない個人間でも相転移が生じるという事実は，運動の自己組織化が視覚情報だけでつながった緩やかな結合によっても起こることを示唆している．

また，体肢間協調運動に関する研究にはタッピング運動を課題にするものもあり，運動に用いる指の本数として，左右の人差し指 2 本を用いる 2 本指条件と，左右の人差し指・中指の 4 本を用いる 4 本指条件とがある．4 本指個人内タッピング課題について，人差し指(I)同士，中指(M)同士を交互に同期させる，左右対称の運動パターンを同位相(_I・I_), (M_・_M)…，非対称のパターンを逆位相(M_・I_), (_I・_M)…とし，運動の周波数を増加させていくと，逆位相から同位相への相転移が生じることが知られている[4]．相転移をもたらす要因については，逆位相パターンでは 2 つの意味で対称性が保たれていないため，高周波数で運動が不安定となり相転移に至ると説明されてきた（[3][4]など）．すなわち，同位相パターンでは，左右の手の相同の筋群が同時に活性化するという神経解剖学的な意味での対称性が保たれている[1]．また，運動する指の見えが空間的・知覚的に左右対称という意味でも対称性が保たれている[4]．逆位相パターンではこれら 2 つの意味で非対称であるため相転移が起こるとされた．タッピング運動に関して，2 本指条件については，個人内

または個人間で，4 本指条件については個人内で検討した先行研究はあるものの，筆者らが調べた限り，個人内と個人間との間で運動の安定性を比較検討した研究は存在しない．本研究で個人内条件のみならず個人間条件についても検討する理由は，個人間では協調する体肢間に機械的（触覚的）・神経的な結合は存在せず，知覚情報だけで緩やかにつながった結合しか存在しないため，個人内と個人間の両条件を比較することで運動に関与する知覚の働きを検討できると考えたからである．

2. 実験

目的

本研究では，協調タッピング運動を課題とし，個人内／個人間，指の本数，位相パターンの３つの要因を検討した．知覚的要因という観点では，個人内では運動する体肢同士に機械的（触覚的）・神経的な結合が存在するのに対し，個人間ではそれらの結合は存在せず，相手の体肢を互いに見るという視覚的な結合しか存在しないため，両条件を比較することで体肢間協調運動に関与する視覚の働きを検討できる．また，指の本数が異なれば，運動によって生じる運動感覚という意味での触覚情報や，タップ時に得られる机表面との接触という意味での触覚情報の在り方が異なるため触覚的要因の影響が検討される．さらに，位相パターンについても，同位相か逆位相かで運動に関与する神経系，知覚系の影響が変わってくる．以上の理由から，本実験では，個人内／個人間，指の本数，位相パターンの３つの要因を検討した．

実験参加者

参加者は，20 歳から 47 歳までの健常な男性 15 名，女性 15 名，計 30 名であり，いずれも右利きであった（個人内条件では男女 5 名ずつ計 10 名，個人間条件では男女 10 名ずつ計 20 名が同性 2 名で 1 組となり，男女ペア 5 組ずつ計 10 組が参加した）．

実験装置・刺激

図 1 に実験状況の概略を示す．メトロノーム音には，一音の長さが約 85ms のビープ音が用いられた．音量は，実験の始まる前に参加者ごとに不快でない大きさに設定された．メトロノームは，参加者それぞれに対し，PC(MacBook2130/13.3; Apple)で再生され，ヘッドホン(MDR -NC600D; Sony)を通して提示された．指の運動は，ビデオカメラ(TK-C1380; Victor)で撮影され，HDD(HVR-DR-60; Sony)に記録され，メトロノームの音声と映像はビデオカメラ(DSR-PDX 10; Sony）を経由して同期された．

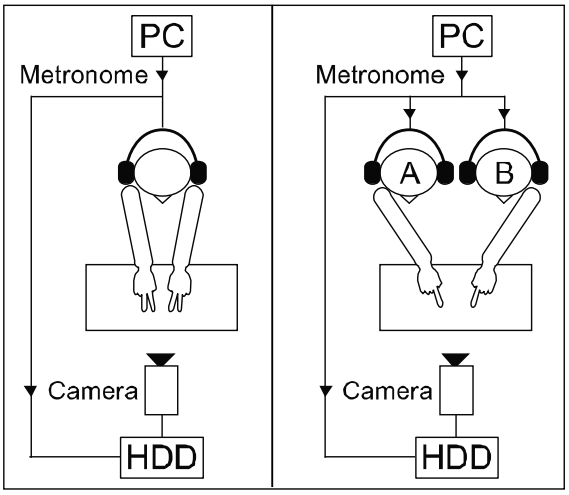


図 1　実験状況（左：個人内，右：個人間）

実験計画・手続き

実験計画は，2｛個人内／個人間（個人内，個人間）｝×2｛指の本数（2 本指，4 本指）｝×2｛位相パターン（同位相，逆位相）｝の 3 要因混合計画であった．指の本数については，両手の人差し指 1 本ずつ計 2 本を用いる 2 本指条件と，両手の人差し指・中指の 2 本ずつ計 4 本を用いる 4 本指条件の 2 水準が検討された．位相パターンについては，2 本指条件では，人差し指同士が同期する同位相パターンと，それらが交互にタップする逆位相パターンの 2 水準，4 本指条件では，人差し指(I)同士，中指(M)同士が同期する同位相パターン(_I・I_)，(M_・_M)…と，左手の中指と右手の人差し指，左手の人差し指と右手の中指が同期する逆位相パターン(M_・I_)，(_I・_M)…の 2 水準が検討された（図 2）．

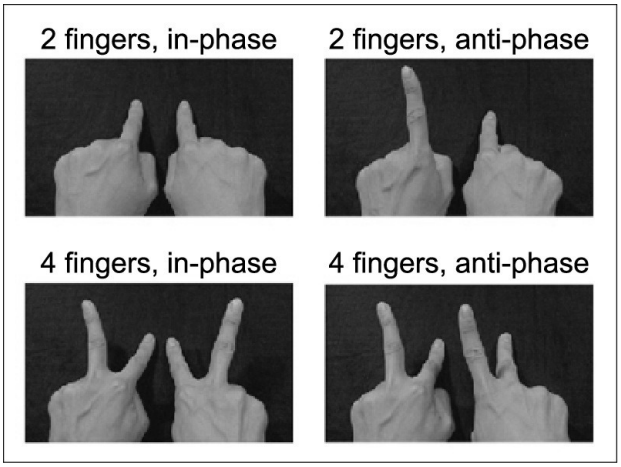


図 2　実験条件(左上:2 本指同位相, 右上:2 本指逆位相, 左下:4 本指同位相, 右下:4 本指逆位相)

課題は，1 Hz から 3Hz まで 30 秒間かけて，テンポが加速するメトロノーム音に，個人内条件では被験者は自身の左右の手で，個人間条件では被験者 2 名が並んで着座し各自外側の手で，同期してタッピングを行うことである．ただし，いずれの位相パターンにおいても，メトロノームと運動の周期が一致するよう求められた．また，課題を行う際，被験者は指の動きを注視するよう求められた．個人内条件，個人間条件いずれの条件においても，指の本数（2）×位相パターン（2）の 4 条件をランダム化したものを 1 ブロックとし，4 回ずつ繰り返し計 16 試行ずつ行われた．

3. 結果

本研究では，タッピング運動の安定性を評価する指標として，相転移の生起回数と相転移に至るまでの時間(Time to Transition)を求め，それぞれ条件ごとに平均値を求め，3 要因の分散分析を行った. 先行研究[4]では, 指同士が 70ms 以内の時間間隔でタップした場合を同期とみなしているが，本研究では，ビデオカメラで記録したデータを，動画解析ソフト（Frame-DIAS Ⅱ; DKH）を用い毎秒 60 フィールドでコマ送り再生し視認でタッピング運動の分析を行ったため，4 フィールド分である約 67ms 以内の時間間隔でのタップを同期とみなし，同期タップが 5 回以上，すなわち 4 サイクル以上続いた場合を相転移とみなした.

3. 1. 相転移の生起回数

さらに，試行ごとに相転移の有無を判定し，参加者（参加者ペア）ごとに相転移の生起回数を求めた．図 3 は，横軸を実験条件（左から，個人内 2 本指同位相，個人内 2 本指逆位相，個人内 4 本指同位相，個人内 4 本指逆位相，個人間 2 本指同位相，個人間 2 本指逆位相，個人間 4 本指同位相，個人間 4 本指逆位相），縦軸を相転移の生起回数として条件ごとに比較したものである． 2（個人内／個人間）×2（指の本数）×2（位相パターン）の 3 要因分散分析を行った結果, 指の本数と位相パターンについての主効果が認められ（それぞれ $F(1,9)=43.886$, $p<.001$, $F(1,9)=113.558$, $p<.001$），個人内／個人間と指の本数の間, 指の本数と位相パターンの間, および, 個人内／個人間と指の本数と位相パターンの間の交互作用が有意であった(それぞれ $F(1,9)=90.686$, $p<.001$，$F(1,9)=45.474$, $p<.001$，$F(1,9)=230.211$, $p<.001$)．以下に，下位検定を行った結果を記す.

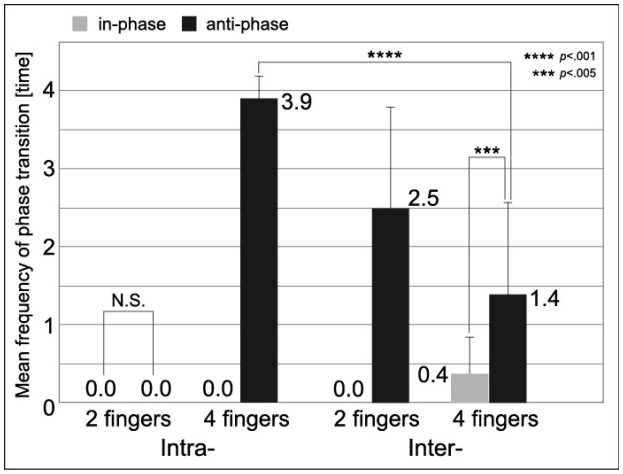


図 3　各条件の相転移の生起回数[回]

個人内条件について

個人内については，2 本指条件では，同位相，逆位相ともに相転移の生起回数は 0 回であり，相転移の生起回数に有意差は認められなかった ($F(1,9)=0$, N.S.)．一方，4 本指条件では，同位相で 0 回であったのに対し，逆位相で平均 3.9 回の相転移が観察され，逆位相のほうが同位相より有

意に生起回数が多かった(F(1,9)=199.839, p <.001).

個人間条件について

個人間については，2 本指条件では，同位相で 0 回であったのに対し，逆位相では平均 2.5 回の相転移が観察され，逆位相のほうが同位相より有意に相転移の生起回数が多かった (F(1,9)= 82.117, p<.001)．一方，4 本指条件では，同位相で平均 0.4 回，逆位相で平均 1.4 回の相転移が観察され，逆位相のほうが同位相より有意に相転移の生起回数が多かった (F(1,9)= 13.139, p<.001).

3.2. 相転移に至るまでの時間

また，先行研究[5]と同様に，相転移に至るまでの時間を求めた．相転移が生起しなかった試行については 1 試行に要する時間である 30 秒とし，相転移が生起した試行については，試行開始時刻と相転移に至る最初の同期タップの時刻から求め，条件ごとに平均し，分散分析を行った．図 4 は，横軸を実験条件，縦軸を相転移に至るまでの時間として，条件ごとに比較したものである．

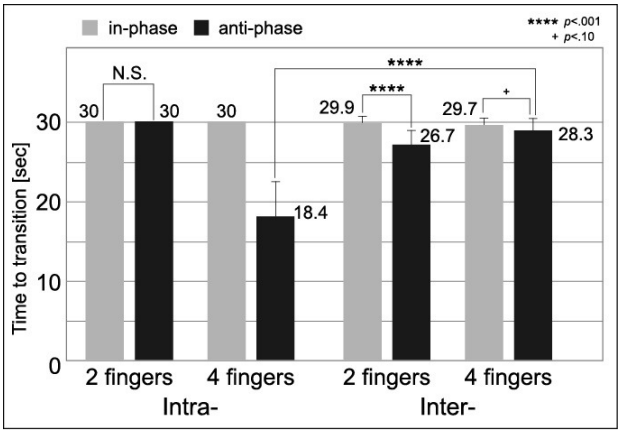


図 4　各条件の相転移に至るまでの時間［秒］

2（個人内／個人間）×2（指の本数）×2（位相パターン）の 3 要因分散分析を行った結果，個人内／個人間，指の本数および位相パターンについての主効果が認められ(それぞれ F(1,9)=10.049, p<.01， F(1,9)=39.959, p<.001， F(1,9)=75.599, p<.001)，個人内／個人間と指の本数の間，個人内／個人間と位相パターンの間，指の本数と位相パターンの間，および，個人内／個人間と指の本数と位相パターンの間の交互作用が有意であった(それぞれ F(1,9)=66.250, p<.001，F(1,9)=13.712, p<.005，F(1,9)=36.774, p<.001，F(1,9)=66.119, p<.001)．以下に，下位検定を行った結果を記す．

個人内条件について

個人内については，2 本指条件では，同位相，逆位相ともに相転移に至るまでの時間は 30 秒であり，有意差は認められなかった(F(1,9)=0, N.S.). 一方，4 本指条件では，同位相では 30 秒であったのに対し，逆位相では平均 18.4 秒と短く，逆位相のほうが同位相より有意に相転移に至るまでの時間が短かった(F(1,9)=174.391, p <.001).

個人間条件について

個人間については，2 本指条件では，同位相で平均 29.9 秒であったのに対し，逆位相では平均 26.7 秒であり，逆位相のほうが同位相より有意に相転移に至るまでの時間が短かった(F(1,9)=13.105, p<.001)．一方，4 本指条件では，同位相で平均 29.7 秒，逆位相で平均 28.3 秒であり，逆位相と同位相の間に有意傾向が認められた(F(1,9)= 2.880, p<.10).

4. 考察

個人内条件について

まず個人内条件の結果について考察する．実験の結果，2 本指条件について，相転移の生起回数と相転移に至るまでの時間のいずれの分析指標においても，同位相と逆位相の間で有意な差が認められなかった．この結果は，HKB モデル[6]から予測された結果とは一致せず，これまで，個人内・個人間の別を問わず，体肢間協調に関する研究で報告されてきた事実，すなわち同位相のほうが逆位相よりも運動の安定性が高く，運動の周波数がある臨界値を越えて増加すると逆位相から同位相へのみ相転移が生じるという事実[2]とは異なる．この結果について，知覚的要因という観点から考察する．先行研究[1]で行われた実験課題が，指を宙で水平方向に振る運動であったのに対し，本研

究で実施したタッピング課題では，タップ時に机に指先が接触するという意味で，触覚情報が得られる課題となっていた．そのため，不安定と予測された個人内 2 本指逆位相条件においても，触覚情報が得られたことによって運動が安定化したのではないかと考察される．

一方，4 本指条件については，相転移の生起回数と相転移に至るまでの時間のいずれの分析指標からも，同位相のほうが逆位相より運動の安定性が高いことが示された．この結果は，これまでの個人内 4 本指タッピング運動に関する研究の報告結果[4]と一致する．

個人間条件について

次に個人間条件について考察する．2 本指条件では，相転移の生起回数と相転移に至るまでの時間のいずれの分析指標においても，同位相のほうが逆位相より運動の安定性が高く，先行研究の報告結果[2]と一致する．また，個人間逆位相条件で 2 本指条件と 4 本指条件を比較すると，4 本指条件のほうが 2 本指条件より運動が安定していたことが明らかとなった．この結果をもたらした聴覚的要因として，2 本指条件では，いずれか一方の参加者が常に裏拍（メトロノーム音とビートの間）でタップしなければならなかったことが考えられる．4 本指条件では，人差し指か中指のいずれかがメトロノームと常に同期しているため，運動が比較的に安定化した可能性が考えられる．

個人内条件と個人間条件の比較

さらに，個人内と個人間を比較すると，2 本指逆位相条件について，相転移の生起回数と相転移に至るまでの時間のいずれの分析指標においても，個人間のほうが個人内より運動の安定性が低かったことは，先行研究の報告結果[2]と一致する．一方, 4 本指逆位相条件について, 個人内について，個人間のほうが個人内より運動の安定性が高かったことは，先行研究の報告[2]から予測される結果と一致しない．この結果について，指の本数（振動子の数）が異なると，運動に関与する神経系と知覚系の働きが異なってくる可能性が考えられる．すなわち，2 本指条件については，個人内システムでは，神経的結合および触覚的要因により，逆位相でも運動が安定するが, 個人間システムでは, 神経的結合が存在せず，相手の指の動きに視覚的に引き込まれる，あるいはメトロノーム音に聴覚的に引き込まれることによって，運動が不安定化した可能性がある．一方, 4 本指条件については, 個人内システムでは，神経的結合が強いため逆位相で運動が不安定化するが, 個人間システムでは, 腕同士の神経的な結合が存在せず，また，指の動きの見えという視覚的要因より，中指を動かすことによって得られる運動感覚などの触覚的要因が前景化し，逆位相でも運動が安定化した可能性が考えられる．しかし，これらの要因のほか，個人内と個人間とでは，片手であるか両手であるかという要因なども存在するため，今後これらの要因についても検討できればと考えている．

また，データの分析についても，相転移の生起回数や相転移に至るまでの時間だけでなく，指同士の相対位相の標準偏差の時間的な変動や，運動データの時系列解析など，多角的に運動の安定性と知覚と運動の関係を明らかにしていく必要がある（これらの分析結果は他の論文で発表予定）．

臨界周波数と固有周波数

一般に，ヒトの指の固有周波数は 4 Hz 程度とされている[7]．本研究では，タッピング運動のテンポを，メトロノーム音に合わせるよう教示することによって統制した．その際，メトロノームのテンポは 1 ～ 3 Hz に設定されていたため，相転移が生起した臨界周波数は，いずれも指の固有周波数以下であるが，相転移に至るまでの時間から求められる臨界周波数は，個人内 4 本指逆位相条件で平均 2.0 Hz，個人間条件でも，平均 2.9Hz 程度である．よって，とくに個人間では神経系の結合がないため，メトロノームの音（聴覚情報）や，相手の指の動きを見ること（視覚情報）によって運動の安定性が低下したと考えられる. また，運動の周波数を固有周波数以上まで高くした場合，本研究で安定とされた条件でも，運動が不安定化するかなどについては，今後検討していきたい．

5. まとめ

本研究では，体肢間協調運動の組織化と安定性に関与する知覚の働きを検討するため，協調タッピング実験を行った．その結果，メトロノームという聴覚情報，他者の身体運動の見えという視覚情報，および自身の運動によって生じる触覚情報などの知覚情報の働きが振動子の数の違いによって異なり，さらに，それら知覚的要因が運動の組織化と安定性に及ぼす影響が，個人内システムと個人間システムとで異なってくる可能性が示唆された．しかし，本研究で得られた結果だけでは，具体的にどのような知覚情報が運動の組織化と安定性に影響を与えるのか特定されない. そのため，今後，本研究で示唆された知覚的要因を整理，分離し，より具体的な知覚情報を特定していく必要がある．

参考文献

[1] Kelso, J. A. S., (1984) “Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination”, American Journal of Physiology, - Regulatory. 15, R1000-R1004.

[2] Schmidt, R. C., Bienvenu, M., Fitzpatrick, P. A. and Amazeen, P. G., (1988) “A comparison of intra-and interpersonal interlimb coordination: Coordination breakdowns and coupling strength”, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol. 24, No. 3, pp. 884-900.

[3] Kelso, J. A. S., (1995) “Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior”, MIT Press.

[4] Mechsner, F., Kerzel, D., Knoblich, G. & Prinz, W., (2001) “Perceptual basis of bimanual coordination”, Nature, Vol. 414, pp. 69-73.

[5] Riek, S. and Woolley, D., (2005) “Hierarchical organisation of neuro-anatomical constraints in interlimb coordination”, Human Movement Science, Vol. 24, Issues 5-6, pp. 798-814.

[6] Haken, H., Kelso, J. A. S. & Bunz, H., (1985) “A theoretical model of phase transitions in human hand movements”, Biological Cybernetics, 51 (5), 347-356.

[7] Repp, B., (2005) “Sensorimotor synchronization: A review of the tapping literature”, Psychonomic Bulletin & Review, 12 (6), pp.969-992.

“小さな世界”における知識の獲得
−正確性と多様性を視点とする理論的分析−
Knowledge acquisition in the “small world”:
Correctness and diversity

本田秀仁，松香敏彦
Hidehito Honda, Toshihiko Matsuka

千葉大学
Chiba University
hito@muscat.L.chiba-u.ac.jp, matsukat@muscat.L.chiba-u.ac.jp

Abstract
Social science studies have shown that people are connected in a “small world.” In this network, people are connected with short path lengths and are highly clustered. To clarify how people in a small world acquire knowledge through communicative interactions, we constructed a multi-agent model and subsequently conducted a computer simulation. Results of the computer simulation showed that in a small world network, agents acquire correct knowledge. It was also found that knowledge acquired in a small world network is diverse. We discuss the adaptive nature of a small world network for knowledge acquisition and the importance of study from macro processes even in the cognitive science studies.

Keywords — small world network, multi-agent model, knowledge acquisition

1. はじめに

人間が獲得している知識の性質を調べる研究トピックの一つはカテゴリー学習であり、認知科学分野において最も研究されているトピックの一つとして挙げられるだろう。カテゴリー学習の研究では主に人工的に作成されたカテゴリーのメンバーに所属する刺激が呈示され、刺激の事例一つ一つからカテゴリーの特徴を学習していく、という実験パラダイムで研究がなされる。つまり知識獲得プロセスは基本的には個々の認知プロセスに起因させられる。また学習自体、個々が独立して行っているものとして仮定されているといえる。

しかしながら我々の知識の学習は個人内にすべてを起因させられるわけではない。Mason, Conrey, and Smith (2007)に基づくと現実の知識獲得場面において我々は複数の他者から知識を得て、またそれを他者に伝えるような形でコミュニケーションを行っている可能性が考えられる。特にここにおいて重要と考えられることは人間関係のネットワークである。我々は誰とでもコミュニケーションを行うわけではない。家族・友人・同僚など、限られた特定の人物とのみ基本的にはコミュニケーションを行う。それでは人間関係ネットワークは個々の知識獲得にどのような影響を与えているのであろうか。本研究では社会学等の研究で古くから知られている“小さな世界”というネットワーク構造に注目し、ネットワーク構造が知識獲得に与える影響について検討をしていく。

2. 小さな世界ネットワークと知識獲得

小さな世界とは、細かい定義は研究者によって異なるものの、本研究ではWatts and Strogatz (1998)が挙げている、1）短い距離で世界中の誰とでも結ばれている、2）自分の知り合い同士は知り合いである確率は高い、この２点の特徴で定義付けるものとする。

まず１点目であるが、これはある人物からターゲットとなる人物まで、知り合い同士をパスとして辿ると平均６ステップの非常に短い距離で世界中の誰にでも辿りつけるという現象を指している。古くはアメリカ大陸で行われた Milgram (1967), Travers and Milgram (1969)の手紙渡し実験でこのことが実証的に示されている。また近年では Dodds, Muhamad, and Watts (2003)が email を使い、世界レベルでも Milgram らの結果と同様の結果が得られることを示している。

次に２点目であるが、例えばある部署に所属しているならば、その部署に所属している人々のこ

とをお互いに知っているという関係が生まれ、自分の知り合い同士が知り合いである確率は高く、またこの中で仲間意識が生まれることが多い。社会心理学では内集団をキーワードに非常に多くの研究が行われているが（e.g., Tajfel, 1978）、このことは自分の知り合い同士は知り合いという関係性が我々の人間関係を考えていく上で重要な意味を持っていることを示していると言えよう。

Watts and Strogatz (1988)は小さな世界を数学的に表現するモデルを提案した（以後 WS モデルと呼ぶ）。WS モデルは以下のような手順で構成される（cf. 図 1）。

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）各枝に関して、確率 p 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。

付け替え確率 p で構築された WS モデルの特徴である頂点間の平均距離 $L(p)$（2 頂点を行き来するのに通る必要がある最小枝数）とクラスター係数 $C(p)$（ある頂点から出ている枝先の頂点同士が結ばれている確率）の関係を図 2 に示す。なおこの図では L(p)/L(0), C(p)/C(0)と p の関係（i.e., 最も規則正しいグラフである p=0 の場合の特徴で標準化）が示してある。WS モデルでは $0.01 \le p \le 0.1$ の時が最も特徴的であり、高い $C(p)$と短い $L(p)$を同時に示している。つまりこの範囲において小さな世界の特徴が表現されているといえる。

それでは小さな世界で特徴付けられるような人間関係のネットワークで結ばれている時、我々はコミュニケーションを通じてどのような知識を形成していくのであろうか。Cowan and Jonard (2004)はこの問題についてマルチエージェントモデルを構築し、計算機シミュレーションを通じて理論的に検討した。彼らは 5 つの知識に関して、小さな世界上に配置されたエージェントがコミュニケーションを通じて知識を習熟させていく時、p 値と習熟度の関係について分析した。結果として彼ら

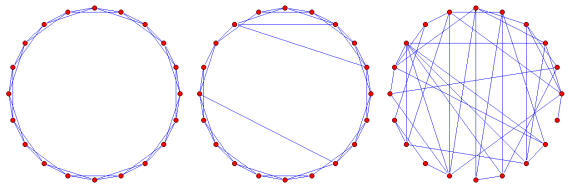


図 1　WS モデル．この図は n=20, k=4。付け替え確率は左から p=0, 0.1, 1。

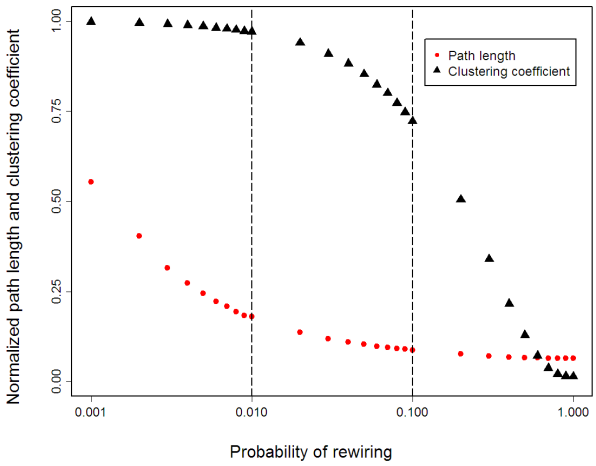


図 2　L(p)/L(0), C(p)/C(0)と p の関係。ここでは本研究のシミュレーション時の設定である n=1000, k=10 として、28 個の p 値に関してそのネットワークを 100 個作り、それの平均値を示してある。

は p=0.09 の時にエージェントの知識が最も習熟しやすいことを示した。

この知見は大変興味深いものであり、小さな世界のネットワーク構造は知識を習熟させる上で促進的な影響を与えている可能性を示した。しかしながら知識の獲得という意味において以下の 2 点について Cowan and Jonard (2004)の研究からは明らかではない。まず知識の正確性である。彼らは知識の習熟度、つまり量的な視点から検討している。よってエージェントがコミュニケーションをすることによって知識が習熟する方向にしか変化しないので、コミュニケーションをすればするほどよい知識が形成されていくことになる。しかしながらコミュニケーションは常に効果的に機能す

るとは限らないだろう。例えば記憶機能が生み出す false memory (e.g., Roediger & McDermott, 1995) を考えてみると、我々は誤った知識を持ちうる。つまり、コミュニケーションを通じて誤った知識を獲得したり、また逆に誤った知識を相手に伝える可能性が考えられる。

次に知識の多様性に関する議論である。通常我々はある対象に関して、誰もが同一の知識を持っていることはない。よって全員が正しい知識、また全員が誤った知識を持つ場面はあまりない。このように社会の成員が持つ知識は同一ではなく、様々なものがあるという意味において社会が持つ知識は多様性を持つと言えるだろう。これまでも社会心理学（Mason, et al., 2007）や政治科学（Axelrod, 1997）の視点から意見・態度・文化などに多様性が生じる原因について様々な議論が行われてきた。それでは小さな世界ネットワーク上では知識の多様性は生み出されるのであろうか。Cowan and Jonard (2004)では小さな世界のネットワーク構造と知識の多様性の関係性については何も検討していない。

3. 本研究の目的

本研究では小さな世界ネットワークが知識獲得に与える影響について理論的に検討を行う。具体的には、２で挙げた点を検証するために、小さな世界上に設置されたエージェントがコミュニケーションを通じて知識を学習していくマルチエージェントモデルを構築する。そして計算機シミュレーションに基づいて、学習される知識の正確性、多様性について検討を行う。

4. マルチエージェントモデル

ネットワーク：本モデルでは、ネットワーク上に 1000 エージェントを設置した。エージェント間の結びつきは WS モデルによって構築した。なお k=10 とし、また枝の付け替え確率 p 値として、0, 0.01, 0.04, 0.07, 0.1, 0.4, 0.7, 1、計 8 つの値を使用した。

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、$S_{correct}$, $S_{incorrect}$, $S_{missing}$ を持つものと仮定した。$S_{correct}$, $S_{incorrect}$ 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 $S_{missing}$ は知識を何も持っていない状態と仮定した。

エージェントが持つ認知的特性：各エージェントが持つ認知的特性については以下２点の特徴を持つものとした。まず、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 $S_{correct}$ 数は平均 10、標準偏差 5 の正規分布から、$S_{incorrect}$ の数は平均 9、標準偏差 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、$S_{correct}$ が 10、$S_{incorrect}$ が 9、$S_{missing}$ が 81 であった。

次にエージェントは認知的制約として、学習できる項目数、即ちの 100 項目のうちの知識状態として $S_{correct}$ と $S_{incorrect}$ を取れる数の上限を設定した。上限は平均 80、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。もし新たな学習の結果 $S_{correct}$ と $S_{incorrect}$ の数が上限を越えた場合、学習前に知識状態が $S_{correct}$ あるいは $S_{incorrect}$ だった項目のうち一つが $S_{missing}$ になるものとした。

コミュニケーション：100 項目に関する知識状態はエージェントが 1 対 1 コミュニケーションによって更新していくものと仮定した。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た。

確信度は以下のように算出される。３つの知識状態, $S_{correct}$, $S_{incorrect}$, $S_{missing}$ 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、i, j がそれぞれ以下の式により確信度を算出する。

$$Conf_{im} = \left(1 - \alpha_i^{0.1t_{im}+1}\right)k_{im} + \alpha_i^{0.1t_{im}+1}k_{jm} \qquad (1)$$

$$Conf_{jm} = \left(1 - \alpha_j^{0.1t_{jm}+1}\right)k_{jm} + \alpha_j^{0.1t_{jm}+1}k_{im} \qquad (2)$$

パラメータ α_i,α_j 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おり、数値は 0 から 1 の間の値を取る。例えば $\alpha_i > 0.5$ の時、エージェント i は自身の知識状態よりもエージェント j の知識状態をより重み付けていることになり、逆に $\alpha_i < 0.5$ であれば自身の知識状態をより重み付けることになる。$\alpha_i = 0.5$ の場合は自身の持つ知識状態とエージェント j の知識状態を同等に重み付けることを意味する。即ち、このパラメータは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、といった認知的特性を表現している。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}, t_{jm} は項目 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 $Conf_{im}$, $Conf_{jm}$ に基づいてエージェント i, j 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。また図 3 に $Conf_{im}$ と t_{im}, α_i ,の関係を示す。なおこの図では k_{im}=1, k_{jm}=0 の状況、つまりエージェント i, j が対立した知識状態の時を示している。t_{im} が 0 の時、すなわちエージェント i が項目 m に関してコミュニケーションを行ったことがない場合、エージェント j が持つ知識状態の影響を強く受け、知識状態が $S_{missing}$ になる確率が高い（$\alpha_i = 0.5$ の時は確実に $S_{missing}$ になる）。しかしながら t_{im} の値が大きくなるにつれてエージェント j が持つ知識状態の影響は小さくなり、エージェント i の知識状態が変化する確率は低くなる。よってパラメータ t_{im} は、知識は初期においては柔軟であり、コミュニケーションを重ねるにつれて固定していく、という認知的プロセスを表現していると考えることができる。

シミュレーションの概要：本モデルでは、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、以下のような収束基準 CC_r を算出した。

$$CC_r = \sum_{r=r-999}^{r} \left(1 - \frac{CN_{r-1}}{CN_r}\right) \quad (3)$$

$$CN_r = \frac{CKS_r}{CKS_r + IKS_r} \quad (4)$$

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

	$S_{correct}$	$S_{missing}$	$S_{incorrect}$
$Conf_{im}$ >0.5	$Conf_{im}$	1- $Conf_{im}$	0
$Conf_{im}$ =0.5	0	1	0
$Conf_{im}$ <0.5	0	$Conf_{im}$	1- $Conf_{im}$

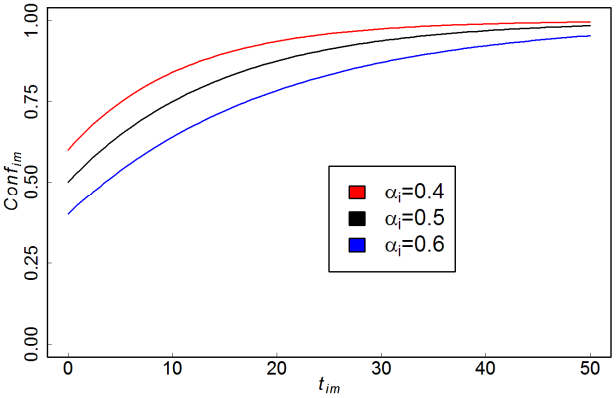


図 3　t_{im}, α_i , $Conf_{im}$ の関係

表 2　1 コミュニケーションの 4 ステップ

①: エージェント i, j をネットワークから決定
②： 項目 m を 100 項目の中から決定
③: エージェント i , j がそれぞれ $Conf_{im}$ and $Conf_{jm}$ を算出
④: 算出された $Conf_{im}$ and $Conf_{jm}$ に基づき、エージェント i , j が k_{im} and k_{jm},に関する知識状態を更新する

CKS_r, IKS_rはピリオド r における 1000 エージェントが持つ $S_{correct}$, $S_{incorrect}$ の数の合計を示している。即ち、CN_r は $S_{correct}$ の $S_{incorrect}$ に対する相対的な割合を示している。そして CC_r が以下の基準を満たす時、学習は収束したと見なし、シミュレーションを終了した。

$$-0.001 < CC_r < 0.001 \qquad (4)$$

もし連続して CN_r が上昇、あるいは下降するトレンドを持つと CC_r は 0 から逸脱した値を取る。よって CC_r 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 の 8 つ値から作ったネットワークに関してそれぞれ 30 回シミュレーションを実施した。

5. 結果・考察

正確性：獲得された知識の正確性については学習が収束した時の知識が持つ正確性の指標として考えることができる CN_r を分析の対象とした。

図 3 に 30 シミュレーションのおける CN_r の平均値と付け替え確率 p の関係を示す。図からも分かるように、p 値が増すにつれて正確性も増す傾向にあることが見てとれる。しかしながら正確性の増加は p>0.1 以降は逓減している。p=0.01 から p=0.1 までの CNr の平均値の増加は約 0.1（0.543-0.643）であるのに対し、p=0.1 から p=1 までの増加は約 0.04（0.643-0.688）となっていた。

先に述べたように、Cowan and Jonard (2004) では小さな世界構造の時（p=0.09）、知識は最も成熟しやすいことを示した。本研究では p=1 の時、知識は最も正確になりやすいことが示された。但し、小さな世界構造である p=0.1 の時の正確性も p=1 の時と近い値を示しており、小さな世界ネットワーク上に存在するエージェントは最高レベルではないものの、十分に正しい知識を獲得できることを示している。

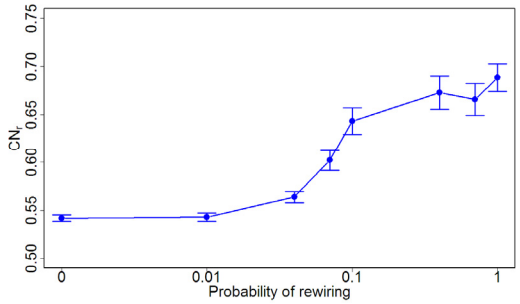


図 3　p と CN_r の関係（誤差バーは標準誤差）

多様性：社会が持つ知識の多様性については知識 100 項目それぞれに関して $S_{correct}$, $S_{incorrect}$, $S_{missing}$ の知識状態を持つ人の割合から分析を行う。例えば CN_r=0.7 の時、社会が持つ知識状態に関して 2 つの可能性が考えられる。1 つは 100 項目のうち、70 項目に関しては全員 $S_{correct}$ の知識状態をもち、残りの 30 項目に関しては全員が $S_{incorrect}$ の知識状態を持つ可能性である。２つ目の可能性は 100 項目の知識それぞれに関して $S_{correct}$ の知識状態を持つ人が 70%、$S_{incorrect}$ の知識状態を持つ人が 30%存在しているという状態である。多様性の視点からすると、前者は全員が同方向の知識状態を持っているという意味において多様性がなく、後者は対立する知識状態を持つ人が存在しているという意味において多様性がある状態である、と考えることができる。

図 5 に 100 項目ついて知識状態が $S_{correct}$, $S_{incorrect}$, $S_{missing}$ の割合を算出したものを示す。図から分かるように、p の値が 0.1 を境目として明確な違いが観察された。p 値が 0.1 以下の場合、100 項目それぞれにおいて $S_{correct}$, $S_{incorrect}$, $S_{missing}$ の知識状態を持つ人が存在している。つまり対立する知識状態を持つ人が存在しているので、社会において形成された知識に多様性が存在していた。一方、p 値が 0.4 以上の場合、各項目においてほとんどの知識状態は $S_{correct}$ と $S_{missing}$、または $S_{incorrect}$ と $S_{missing}$ となっている。$S_{missing}$ は知識がない状態を示していることを踏まえると、全員が同一の方向の知識状態を持っており、多様性が存在していないといえる。

但し、多様性の議論では考慮に入れるべき点がある。もし全員が $S_{correct}$ という知識状態を持つならば多様性は全くなくなるが正確性は高いことになる。また $S_{correct}$, $S_{incorrect}$ を持つ人が同じ割合いるならば多様性は高いが正確性は低いことになる。

つまり、本研究で定義した知識の多様性には正確性とトレードオフ関係にある。よってこのトレードオフ関係を考慮に入れた上で多様性を検討していく必要性がある。

この点を検討するために、社会が持つ知識の多様性を以下の式で定量的に表現した。

$$Div = \frac{1}{100}\sum_{m=1}^{100}\left(-c_m \log_2 c_m - i_m \log_2 i_m\right) \quad (5)$$

c_m は項目 m において $S_{correct}$ の $S_{incorrect}$ に対する相対的な割合、i_m は項目 m において $S_{incorrect}$ の $S_{correct}$ に対する相対的な割合を示している（i.e., $c_m+i_m=1$）。よってこの式は 100 項目それぞれに関して、c_m, i_m を用いてエントロピーを算出したその平均値を示している。

図 6 に 8 つのネットワークの 30 回のシミュレーションにおける CN_r と Div の関係を示す。上で述べたように、CN_r と Div は基本的に相関関係を持つが、ここで注目すべきは p=0.1 の場合である。この時、Div の値は p=0.4, 0.7, 1 の場合よりもかなり高い値を取っているにも関わらず、CN_r の値はさほど変わらない。即ち、p=0.1 の時は、正確性を保ちながらかつ社会としては多様性の高い知識を形成しているということである。

6. 総合討論

本研究では小さな世界ネットワークにおいてエージェントがコミュニケーションを通じてどのような知識を獲得していくのか、という点について理論的に検討を行った。

Cowan and Jonard (2004)は知識の成熟という本研究とは異なる視点からネットワーク構造が知識獲得に与える影響について検討を行い、小さな世界ネットワークでは知識が最も成熟しやすいことを示した。本研究で示したように、正確な知識についても小さな世界構造で獲得されることを踏まえると、小さな世界ネットワークは知識を獲得する上で促進的な影響を与えるネットワーク構造をである可能性が考えられる。

また、社会が持つ知識の多様性は小さな世界ネットワークの時のみ生成されることが示された。

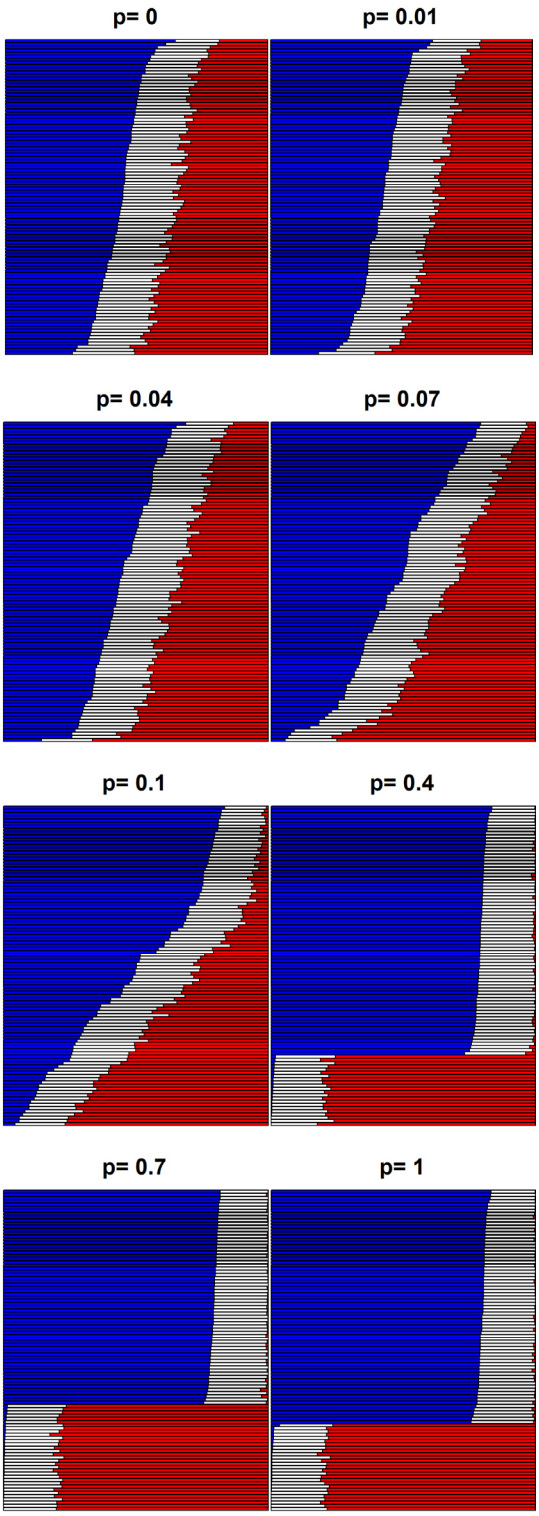


図 5. 100 項目における知識状態 $S_{correct}$（青バー）, $S_{incorrect}$（赤バー）, $S_{missing}$（白バー）の割合。縦軸は 100 行あり、それぞれが 1 つの知識状態を意味する。横軸は割合を示しており、各行における 3 領域を足すと 1 になることを意味する。各ネットワーク 30 回シミュレーションを行っているのでここでは 1 例を示してある。

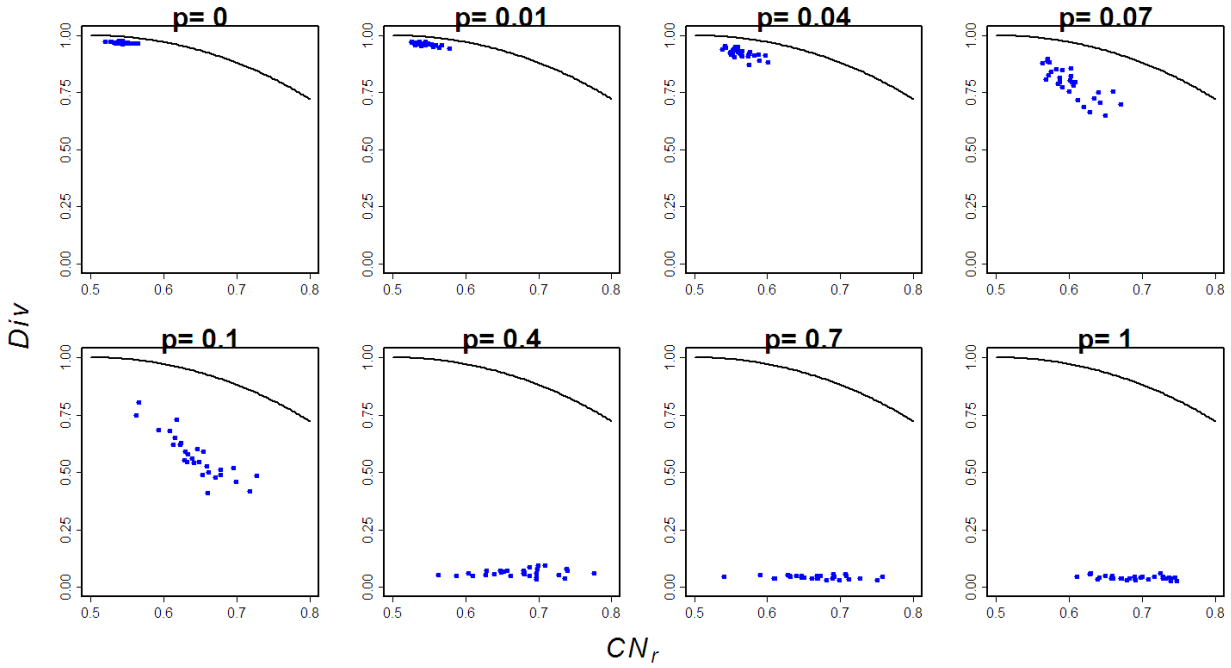


図 6. CN_r と *Div* の関係。曲線は CN_r から予測される *Div* の最大値。

この知見は知識の多様性の起源を考えていく上で大変興味深い。個人内プロセスを主に検討する認知科学的視点からすると、多様性の起源は個々の知性、パーソナリティ等の個人特性の差異に起因させる議論が多いと思われる。もちろん、個人的特性は社会に見られる知識の多様性を生み出す上で重要な役割を果たしていることは間違いない。しかしながらネットワーク構造に依存して知識の多様性が大きく異なることを示した本研究の知見は個人内のミクロプロセスだけではなく、個人間のインタラクションを視点とするマクロプロセスから考えていくことも必須であることを示していると言えるだろう(cf. Goldstone & Janssen, 2005)。

本研究では個々の認知的特性とネットワーク構造の関係については詳細に検討をしていない。例えば、本研究においてエージェントが持つ認知的特性の重要なパラメータの一つが記憶機能における認知的制約である。記憶機能が持つ認知的制約に関する議論は認知科学・心理学研究で頻繁に行われているが（e.g., Anderson & Schooler, 1991; Schooler & Hertwig, 2005）、記憶機能の認知的制約が持つ意味合いについて、認知的制約を規定するパラメータとネットワーク構造の関係を調べることによって、新たな視点から議論が発展できると思われる。この議論は認知的制約だけではなく、エージェントが持つ認知的特性のすべての点について適用できる分析法である。つまり、認知的特性を表現するパラメータを変動させることによって最終的にマクロレベルでの行動・現象がどのように変化するのか、という観点から個々が持つ認知的特性の持つ意味合いについて新たな議論が展開できる可能性が考えられる。

謝辞

本研究は科学技術融合振興財団の助成を受けた。

文献

Anderson, J. R., & Schooler, L. J. (1991). Reflections of the environment in memory. *Psychological Science*, *2*, 396-408.

Axelrod, R. (1997). The dissemination of culture: A model with local convergence and global polarization. *Journal of Conflict Resolution*, *41*, 203-226.

Cowan, R., & Jonard, N. (2004). Network structure and the diffusion of knowledge. *Journal of*

Economic Dynamics and Control, 28, 1557-1575.

Dodds, P. S., Muhamad, R., & Watts, D. J. (2003). An Experimental Study of Search in Global Social Networks. *Science, 301*, 827-829.

Goldstone, R. L., & Janssen, M. A. (2005). Computational models of collective behavior. *Trends in Cognitive Sciences, 9*, 424-430.

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 Review, 11*, 279-300.

Milgram, S. (1967). The small world problem. *Psychology Today, 3*, 60-67.

Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21*, 803-814.

Schooler, L. J., & Hertwig, R. (2005). How Forgetting Aids Heuristic Inference. *Psychological Review, 112*, 610-628.

Tajfel, H. (1978). *Differentiation between social groups: Studies in the social psychology of intergroup relations*. Lodon: Academic Press.

Travers, J., & Milgram, S. (1969). An experimental study of the small world problem. *Sociometry, 32*, 425-443.

Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of `small-world' networks. *Nature, 393*, 440-442.

定言的三段論法推論の確率サンプリング・モデル

服部 雅史
立命館大学文学部

定言的三段論法推論の確率サンプリング・モデルを提案する．このモデルは，確率的表象という新しいアイデアを導入することにより，従来のメンタルモデル理論と確率ヒューリスティック・モデルを統合的に発展させた全く新しいモデルである．確率的表象に基づいて論理的推論を行う過程をシミュレートする．モデルは，確率原型モデルの構成，標本メンタルモデルの構成，論理的結論の 3 段階から成り，結論の回答の確率分布を予測する．実験データに対して，これまでのどのモデルよりも高いフィットが得られた．パラメータ推定の結果から，三段論法推論過程における確率的表象について考察した．

Keywords: メンタルモデル理論 (mental models theory)，確率ヒューリスティック・モデル (probability heuristic model)，確率的表象 (probabilistic representation)

心理学における推論研究の歴史は古いが，中でも，定言的三段論法（以下では単に三段論法と呼ぶ）を用いた演繹研究は，最も古くから精力的に行われてきた．従来，演繹課題の推論結果は，論理学に基づいて分類されることが多かった．すなわち，論理学が規定する正誤に基づいて推論パフォーマンスが測定されてきた．つまり，論理は人間の演繹推論についての規範的理論であった．しかし，それと同時に，論理は記述的理論の原型でもあった．その典型的アプローチはメンタルロジック理論 (Braine & O'Brien, 1998) であるが，Stenning & Oberlander (1995) が鋭く指摘したように，心的表象を中心概念としたメンタルモデル理論 (mental models theory; MMT; Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991) も命題計算形式で表記可能であり，見かけ上は論理学ほど形式的には見えないものの，真理関数的前提の上に構築されている点で違いはない．

90 年代になって，環境における生態学的合理性の観点から，論理に合わないパフォーマンスも正当化できることが明らかにされてきた (Oaksford & Chater, 2007)．実際，さまざまな確率モデルが提唱され，人間の推論パフォーマンスを記述するためには確率論が極めて強力なツールとなることが示されてきた (Chater & Oaksford, 2008)．Wason 選択課題 (Wason, 1966) のような演繹課題でも，推論の際に確率的表象が使われている可能性が示唆された (Kirby, 1994; Oaksford & Chater, 1994)．さらに，純粋な演繹課題と考えられる三段論法推論の確率モデルによる説明の成功 (Chater & Oaksford, 1999) は，このアプローチの威力を印象付けた．三段論法の確率ヒューリスティック・モデル (probability heuristic model; PHM; Chater & Oaksford, 1999) は，確率論によって正当化されるヒューリスティックスが解の導出に役に立ち，しかも，実際に人間のパフォーマンスをよく予測することを示した．

しかし，PHM は明示的に心的表象を扱っておらず，心的方略が心的表象との関連において吟味されていない点に不満が残る．その点，MMT は，心的表象に直接言及する認知科学の理論として大きな期待が寄せられてきた．ところが，三段論法推論のモデルとしては，MMT は仕様の文書化と正当化が不十分であり，予測力の点でも満足のいくものではない．そこで，本研究では，詳細なパフォーマンスの予測が可能な心的表象に基づく理論を提案する．このような試みは，PHM と MMT の接点を探ることになり，両理論の統合につながる可能性もある．

本研究で導入される確率的表象は，三段論法推論モデルとしては全く新しいが，思考に関する別の領域から示唆的な証拠を得ているアイデアである．Hattori & Nishida (2009) は，等確率性仮定を提唱した．これは，われわれが 2 つの事象の関係について考えるとき，その集合の大きさのデフォルト値をほぼ等しいと仮定することを指す．このデフォルトの仮定が課題設定と一致する場合は問題ないが，大きく異なる場合はパフォーマンスが悪くなる．課題構造を正しく認識することを可能にすると，劇的にエラーが減

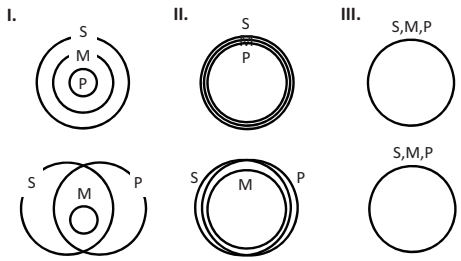


Figure 1. 三段論法 AA1（上段）と AA3（下段）の確率的オイラー円モデル.

少することを示した．彼らの扱った課題は確率判断課題であったが，条件的演繹 (Hattori, 2002) や因果帰納 (Hattori & Oaksford, 2007) においても同様の証拠が得られている．三段論法推論においても同様のことが起きていると考えることが可能であり，そのことにより，たとえば以下に示すように，これまでの理論では説明できなかった現象が説明できるようになる可能性がある．

All Meditators are Practitioners
All Sophists are Meditators
∴ All Sophists are Practitioners

いま，AA1（後述）と呼ばれる上の三段論法を考える．ここに出てくる 3 個の名辞 Sophists, Mediators, Practitioners の関係は，Figure 1-I の上段に示すようなオイラー円によって表現することができる．通常のオイラー円は，円のトポロジカルな関係だけが意味を持つが，ここでは，各円の大きさが各事象の生起確率に対応するとする．等確率性仮定が示唆するように各事象の生起確率がほぼ等しくなるようにすると，I から II のように変化し，その極限は III となる．この形式 (AA1) の三段論法の場合は，I, II, III いずれの場合も同じ結論を導くことができる．実際，この形式は最も容易な三段論法の 1 つであり，Dickstein (1978) のデータでは，正答率は 95% であった．ところが，次の形式 (AA3) の場合は様子が異なる．

All Meditators are Practitioners
All Meditators are Sophists
∴ Some Sophists are Practitioners

この三段論法は Figure 1-I 下段のオイラー円によって表される．しかし，等確率性を仮定すると Figure 1-III 下段のようになるため，“All Sophists are Practitioners”（論理的には誤り）という結論が導かれることになる．実際，多くの人（62%）がこのような結論を選択し，正答率は低い（28%）．重要なのは，MMT や PHM などの従来の理論では，両者の違いを説明できないことである．

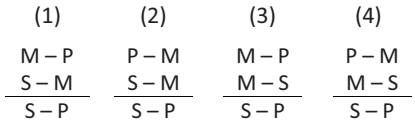


Figure 2. 三段論法の 4 つの格.

モデルの概要

ここでは，**確率サンプリング・モデル** (probability sampling model; PSM) の概要を紹介し，モデルの詳細については次節で述べる．まず，三段論法に関する用語を説明しておく．三段論法は，2 個の前提と 1 個の結論から構成され，いずれも**量化子** (quantifier) を伴う文で，次の 4 つの**式** (mood) のうちの 1 つの形態をとる．これらは伝統的に A, I, E, O で表される．

A: All *X* are *Y*
I: Some *X* are *Y*
E: No *X* are *Y*
O: Some *X* are not *Y*

結論に含まれる *X*, *Y* （**端名辞** end term）をそれぞれ S, P とするとき，両前提文には，結論に出現しない**中名辞** (middle term) M が 1 つずつ含まれる．すなわち，第 1 前提文の *X*, *Y* は P, M または M, P に対応し，第 2 前提文は S, M または M, S に対応する．対応関係にそれぞれ 2 個の可能性があるので，名辞の位置関係は，Figure 2 に示す 4 個が存在することになり，これを**格** (figure) とよぶ．2 個の前提文にそれぞれ 4 種類の式があり，前提文の名辞の位置関係が 4 種類あるため，三段論法の前提文は 64 個存在することになる．これらの三段論法は，第 1 前提文の式，第 2 前提文の式，格の表す 3 個の記号を組み合わせて，AA1 のように表す．なお，64 個の三段論法の前提のうち，論理的に妥当な（A, I, E, O の形式で表現可能な）結論を持つのは 19 個である．

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，事例に基づいて推論すると仮定する．そのような推論過程をシミュレートするため，次のような仮定を置く．

1. 事態に対応したモデルには，論理的関係（だけ）ではなく，確率的情報も含まれる．
2. 論理的関係は，有限少数個の個物に基づいて推論される．

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，たとえば，Figure 1 の I と II は区別されない．この点では MMT も同様であるが，MMT では「モデルの構造は命題論理のように任意ではない」(Johnson-Laird, 1980, p. 98) とされているものの，メンタルモデルは「集合の典型的なメンバーを表す任意の数の要素を導入することにより，一式の実在物を表象する」(Johnson-Laird, 1980, p. 98, 下線は筆者) ため，個物の個数は関係ない．この点で，PSM はこれまでの理論と明確に異なる．規範的には，論理的関係の記述や推論に確率情報は不要なはずであるが，そのような不要な情報が推論に影響を及ぼしているというのが，本理論の要点の 1 つである．

もう 1 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．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．

最後に，上記の 1 と 2 の仮定をスムーズに結びつけるために，無作為抽出のアイデアを導入する．具体的には，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．

1. 確率原型モデルの構成：2 つの前提文から論理的に矛盾のないよう**確率原型モデル** (probability prototype model) を構成する．
2. 標本メンタルモデルの構成：確率原型モデルに従って有限少数個のデータをランダムに発生させ，**標本メンタルモデル** (sample mental model) を構成する．
3. 論理的結論の生成：構成された標本メンタルモデル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．

モデルの概要は Figure 3 にまとめられている．以下では，このモデルがどのように振る舞うかを具体的に説明する．たとえば，AI2 場合，前提文は次の 2 つである．

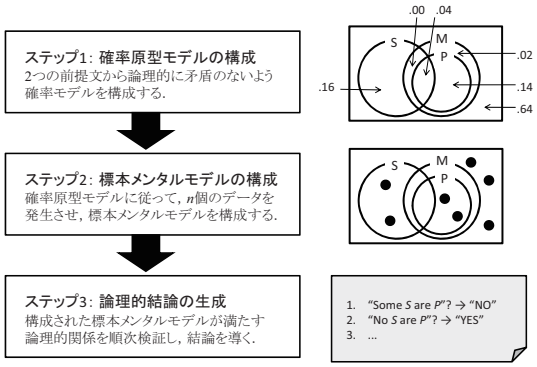


Figure 3. 三段論法の PSM の概要．AI2 の場合の例．

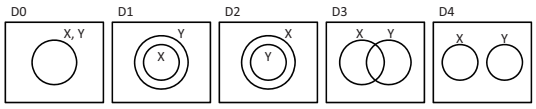


Figure 4. 2 つの集合 X と Y の論理的関係を表すオイラー円．

All P are M
Some S are M

第 1 前提文より，P と M は Figure 4 の D1 の関係にあると仮定され，第 2 前提文より，S と M は D3 の関係にあると仮定される．実際には，第 1 前提文が規定する論理関係は，D0 の場合もあり得るが，D1 の方がより一般的であるため D1 を採用する．同様に，第 2 前提文が規定する関係は D0, D1, D2, D3 の 4 つの可能性があるが，最も標準的な D3 を採用する．第 1 のステップでは，この両者を組み合わせた上で，各集合の確率について最小限の仮定として**条件つき独立性** (conditional independence) の仮定（後述）をし，Figure 3 のステップ 1 に示すような確率原型モデルを構成する．このモデルは，S と M と P のそれぞれの真理値の組み合わせ $2 \times 2 \times 2 = 8$ 通りの論理ステータスに対応する各領域の生起確率を定める．

第 2 のステップでは，確率原型モデルが定める論理ステータスの確率にしたがって，比較的少数個（たとえば 7 個）のデータをランダムに発生させる．これらのデータを標本メンタルモデルと呼ぶ．第 1 ステップにおける（必ずしも論理的ではない）標準的な関係の決め打ちと，第 2 ステップにおける確率的サンプリングが，「ありそうな」状況を想定した事例に

基づく推論過程を実現する．

最後に，これらの標本メンタルモデルが満たす論理関係を順次に検証して回答を決定する．最初に検証するのは「いくらかの S は P である」という関係であるが，Figure 3 に示す例では，たまたまこの関係は満たされていないため，次の「どの S も P でない」という関係を検証する．この関係は満たされているためここで検証を終え，これを結論とする．このステップにおける検証順序は，モデルの出力を大きく左右する．ここでは，できるだけ効率的に検証を行うため，PHM の最小ヒューリスティックを採り入れている．以上が，モデルの振る舞いの概要である．以下では，各ステップについて，詳しく説明する．

モデルの詳細

PSM は，上で述べた 3 つのステップから成る．以下では，各ステップの詳細について述べる．最後に，3 つのステップを合わせたモデルの振る舞いと，実験データにフィットさせるときの仮定について述べる．

確率原型モデルの構成

オイラー円表現　三段論法の前提文は，S と M，または P と M の 2 項関係を表す．2 つの集合 X と Y による部分集合は，$X \cap Y$, $X \cap \bar{Y}$, $\bar{X} \cap Y$, $\bar{X} \cap \bar{Y}$ の 4 個あるため，論理ステータスの組み合わせは $2^4 = 16$ 種類考えられるが，ここでは，X, Y およびそれらの補集合が空集合であるような不自然な状況を除外して (田村・服部・三輪, 2010)，Gergonne 関係 (Faris, 1955) と呼ばれる 5 種類の状況（Figure 4）だけを考えることとする．

三段論法の前提文の形式は，A, I, E, O の 4 種類である．A に対応するオイラー円表現は，Figure 4 の D0 と D1 の 2 種類の場合がある．同様に，I は D0, D1, D2, D3，E は D4，O は D2, D3, D4 の場合がある．しかし，A に関して言えば，D0 は D1 の状況の特殊な場合とみなすことができる．というのも，D1 の Y の面積を仮に 1 とみなし，X の Y に対する相対的大きさを c（**被覆度** coverage）として c を連続的に変化させると考えると，c は 0 から 1 までの実数 $(0 < c < 1)$ となるが，このとき，極限 $c \to 1$ において D1 は D0 に一致することから，D0 は D1 の特殊な場合と考えることができる．よって，A を「標準的」に表現する状況は D1 とみなすことができる．標準的とは，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，最も制約が少ないことを指す．同様にして，I については D3 を標準的状況とみなすことができる．O については，2 つの集合が独立である状況 (D3) が最も制約が緩いので，D3 を標準的状況とみなすことにする．以上により，前提文 A, I, E, O のオイラー円表現は，D1, D3, D4, D3 となる．以上のアイデアは，論理的制約を最小にする（独立性を最大限にする）という観点に基づくが，Stenning & Oberlander (1995) の最大モデル (maximal models) に基づく分類結果と一致する．

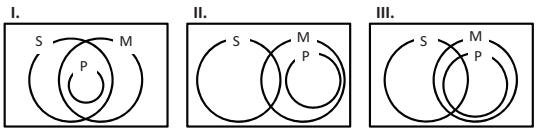


Figure 5. 三段論法 AI2 の第 1 前提文を Figure 4 の D1，第 2 前提文を D3 としたとき，その組み合わせから考えられる 3 つのオイラー円表現.

こうして各前提文に対して 1 つのオイラー円表現が定まると，2 つの前提文を組み合わせたオイラー円表現も定まる．ただし，組み合わせの際に，やはり複数の表現が可能になる場合がある．その場合は，最も標準的な表現を採用することとする．たとえば，Figure 5 に示すように，AI2 の三段論法の場合，第 1 前提文を D1，第 2 前提文を D3 とすると，その組み合わせのオイラー円は 3 つ考えられる．このうち，M の条件つきで S と P の間に独立を仮定できる Figure 5-III が最も標準的と考えられるため，このオイラー円モデルを採用する．すなわち，第 1 前提文から $P(M|P) = 1$，第 2 前提文から $P(S, M) > 0$ となるが，端名辞の間には中名辞の条件つき独立関係 (Pearl, 1988)，$P(S, P|M) = P(S|M)P(P|M)$ を仮定する．こうして構成されたすべての三段論法のオイラー円モデルを Figure 6 に示す.

確率値の付与　3 つの集合 S, M, P で定められる部分集合は，$2^3 = 8$ 個ある（Figure 6 の中に 1 から 8 の数字がつけられている）が，これらの部分集合に確率値を割り当てる．基本方針としては，前提で言明されている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とする．まず，S, M, P の確率を決める．中名辞 M の確率 $P(M)$ をパラメータ x とする．すなわち，

$$x = P(\mathrm{M}). \tag{1}$$

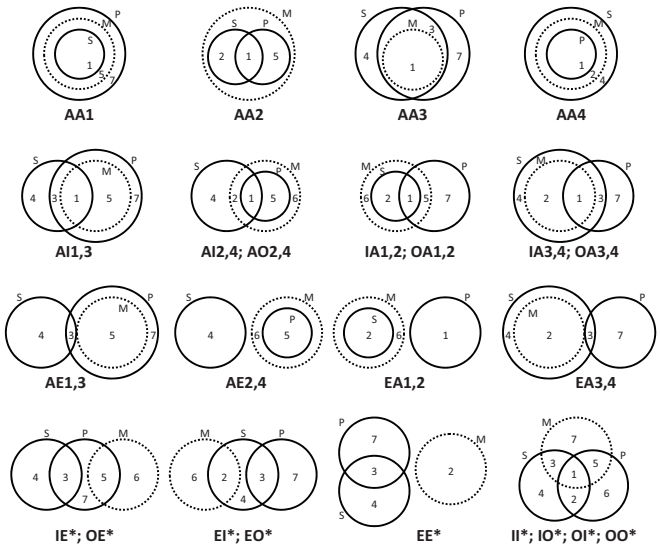


Figure 6. 各三段論法の確率原型モデルのオイラー円表現．アスタリスクはすべての格に相当し，たとえば，IE*は IE1,2,3,4 を表す．図中の S, M, P は三段論法の名辞を表し，数字は論理的ステータスに対応する（たとえば，1 は $S \cap M \cap P$ を表す）．

前提文が A 以外の場合は，S や P が M と同じ確率となることを妨げる制約がないため，それぞれ，

$$P(\mathrm{S}) = x, \tag{2}$$
$$P(\mathrm{P}) = x \tag{3}$$

とする．前提文が A の場合は被覆度パラメータ c $(0 < c \leq 1)$ により，当該集合の確率を決定する．“All X are M”（ただし，$X = \{\mathrm{S}, \mathrm{P}\}$）という前提文がある場合は，

$$P(X) = cx \tag{4}$$

とする．“All M are X” がある場合は，

$$P(X) = 1 - c(1 - x) \tag{5}$$

とする．このパラメータは，$c = 1$ のとき，M と X が完全に一致することを表し，c が 0 に近づくほど M と X の確率の大きさが異なることを表す．

次に，S, M, P の同時確率分布を定める．前提文に A (“All X are Y”) が含まれる場合，論理的制約から次の関係が含意される．

$$P(X, \bar{Y}) = 0. \tag{6}$$

同様に，前提文に E (“No X are Y”) が含まれる場合，次の関係が要求される．

$$P(X, Y) = 0 \tag{7}$$

さらに，前提文に I (“Some X are Y”) が含まれる場合，X かつ Y の事例に対して注意が向けられると考える．注意の度合いはパラメータ a $(0 \leq a \leq 1)$ によって定められ，X と Y の同時確率を次のように変化させるものとする．

$$P(X, Y) = aP(Z) + (1 - a)P(X)P(Y) \tag{8}$$

ここで，$P(Z) = \min[P(X), P(Y)]$ である．つまり，$a = 0$ のときは X と Y が完全に独立であり，$a = 1$ のときは，X と Y が理論的に最大限に重なり合うことを意味する．ただし，II1,2,3,4 については，この形式のオイラー円モデルは対称形であることから，注目度パラメータ a は領域 1, 2, 5（Figure 6 参照）だけではなく，領域 3 にも拡張するよう働くこととした．

以上の式 (4)–(8) を論理による制約とし，それ以外については，できるだけ互いに独立になるように同時確率を決定する．以上のようにして定められた各三段論法の同時確率分布は，表 1 に示される．

標本メンタルモデルの構成

このステップでは，確率原型モデルが定める各部分集合の確率に基づいて，一様乱数により事例（標本）を発生させる．理論的には，発生事例数を無限個にすれば，Figure 6 に示すオイラー円モデルが表す論理関係が，そのまま事例が満たす論理関係になる．すなわち， AE2,4 と EA1,2 は E (“No S are P”)

Table 1
三段論法における各領域の確率

No.	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	cx	y	cx	0	0	$\bar{c}x$
2	AA2	cx	cx	c^2x	$c\bar{c}x$	0	$c\bar{c}x$
3	AA3	y	y	x	0	$(y-x)y$	0
4	AA4	y	y	cx	$\bar{c}x$	0	0
5,7	AI1,3	x	y	x^*	0	$\max(xy-x^*,0)$	$x-x^*$
6,8	AI2,4	x	cx	cx^*	$\bar{c}x^*$	0	$c(x-x^*)$
9,10	IA1,2	cx	x	cx^*	$c(x-x^*)$	0	$\bar{c}x^*$
11,12	IA3,4	y	x	x^*	$x-x^*$	$\bar{a}\bar{c}x\bar{x}$	0
13,15	AE1,3	x	y	0	0	$\min(xy,y-x)$	x
14,16	AE2,4	x	cy	0	0	0	$\bar{c}x$
17,18	EA1,2	cx	x	0	cx	0	0
19,20	EA3,4	y	x	0	x	$\min(xy,y-x)$	0
21,23	AO1,3	x	y	x^2	0	$x(y-x)$	$x\bar{x}$
22,24	AO2,4	x	cx	cx^2	$\bar{c}x^2$	0	$cx\bar{x}$
25,26	OA1,2	cx	x	cx^2	$cx\bar{x}$	0	$\bar{c}x^2$
27,28	OA3,4	y	x	x^2	$x\bar{x}$	$\bar{c}x\bar{x}$	0
29–32	II1,2,3,4	x	x	xx^*	$\bar{x}x^*$	$x(x-x^*)$	$x^*\bar{x}$
33–36	IE1,2,3,4	x	x	0	0	x^2	x^*
37–40	EI1,2,3,4	x	x	0	x^*	x^2	0
41–44	IO1,2,3,4	x	x	xx^*	$x(x-x^*)$	$x(x-x^*)$	$\bar{x}x^*$
45–48	OI1,2,3,4	x	x	xx^*	$\bar{x}x^*$	$x(x-x^*)$	$x(x-x^*)$
49–52	EE1,2,3,4	x	x	0	0	x^2	0
53–56	EO1,2,3,4	x	x	0	x^2	x^2	0
57–60	OE1,2,3,4	x	x	0	0	x^2	x^2
61–64	OO1,2,3,4	x	x	x^3	$x^2\bar{x}$	$x^2\bar{x}$	$x^2\bar{x}$

注：パラメータ x, c, a は，それぞれ $P(M)$, 被覆度，注目度を表す（本文参照）．表中の $\bar{x}$, $\bar{c}$, $\bar{a}$ は，それぞれ $1-x$, $1-c$, and $1-a$ を表し，$y = 1-c(1-x)$，$x^* = (a+\bar{a}x)x$ である．また，$P(4) = P(S,\bar{M},\bar{P}) = P(S)-P(1)-P(2)-P(3)$, $P(6) = P(\bar{S},M,\bar{P}) = P(M)-P(1)-P(2)-P(5)$, $P(7) = P(\bar{S},M,\bar{P}) = P(P)-P(1)-P(3)-P(5)$, $P(8) = P(\bar{S},\bar{M},\bar{P}) = 1-P(1)-P(2)-P(3)-P(4)-P(5)-P(6)$ である．

の関係を満たし，それ以外はすべて I (“Some S are P”) の関係を満たす．うち，AA1 以外は O (“Some S are not P”) の関係も満たし，AA1 は A (“All S are P”) の関係も満たすことになる．

しかし，比較的少数の有限個の標本に基づいて論理関係を決定する場合は，オイラー円モデルが表す論理関係が保存される保証はない．たとえば，Figure 6 の AE1,3 において，c が 1 に近い場合は M と P がほぼ重なるため，領域 3 および 7 の生起確率は必然的に小さくなり，S と P の連言事象の標本がなかなか得られないことになる．その結果，I の結論が得られず，O や E の結論が得られる可能性が高くなる．なお，ここで標本数は，短期記憶の容量である 7 個程度を想定している．以下では，具体的な例によってこのしくみを説明する．

三段論法 AE1 について，たとえば $x = .2$, $c = .9$, $a = .0$ のとき，表 1 より領域 3, 4, 5, 7, 8 の確率はそれぞれ，.06, .14, .20, .02, .58 となる．この確率に従って 7 個の標本を抽出した結果，たとえば，領域 4 に 1 個，領域 5 に 2 個，領域 8 に 4 個の標本が得られたとする．この標本は，MMT (Johnson-Laird, 1983) の表記によれば，Figure 7 上段のように表すことができる．このモデルでは，S と P を同時に満たす個体が存在しないため，E (“No S are P”)，あるいは，O (“Some S are not P”) という結論が導かれる．どちらの結論が導かれるかは，次の「論理的結論の構成」のステップの手順に依存して決まることになる．

一方，同じく AE1 について，たとえば $x = .2$, $c = .5$, $a = .0$ とすると，領域 3, 4, 5, 7, 8 の確率はそれぞれ，.12, .08, .20, .28, .32 となり，標本抽出の結果，たとえば領域 3, 5, 7, 8 にそれぞれ 1, 1, 2, 3 個が得られたとすると，対応するメンタルモデルは Figure 7 下段のようになる．この場合は，A (“All S are P”)，または I (“Some S are P”) という結論が引き出せることになる．

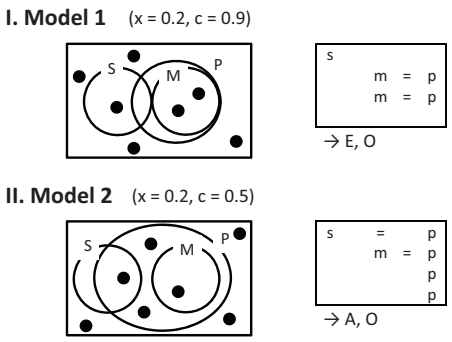


Figure 7. 三段論法 AE1 の標本メンタルモデルの例．パラメータが事例の論理的ステータスの確率を変化させる．右はメンタルモデル理論に準じた表記法による場合．

論理的結論の生成

標本メンタルモデルが構成されたら，標本が満たす論理関係を見て結論を引き出すことになる．ところが，標本メンタルモデルの中で，複数の論理関係が成立することがある．たとえば，A が成り立つときは必ず同時に I も成り立つ．同様に，E が成り立つときは同時に O も成り立つ．また，I と O は同時に成り立つことが多い．したがって，複数の候補の中から結論を選択する手続きについて明確にしておく必要がある．

検証順序の決定　標本が満たす論理的関係を検証する順序は，Chater & Oaksford (1999) が提案した**最小ヒューリスティック** (min-heuristic) に従うものとする．最小ヒューリスティックとは，2 つの前提文のうち，情報量の少ない形式を結論として採用する傾向を指す．彼らの分析によれば，稀少性仮定 (Oaksford & Chater, 1994)，すなわち事象の生起確率のデフォルト値は低いという仮定の下では，各形式の情報量は $I(\mathrm{A}) > I(\mathrm{I}) > I(\mathrm{E}) > I(\mathrm{O})$ となる．実際の検証手順は以下のようになる．

1. まず，2 つの前提文のうち，情報量の小さい方の形式の結論を選び，それを検証対象形式とする．
2. 与えられた標本について，検証対象形式の論理関係が成立しているかどうか（詳細は「判断基準」で述べる）を検証する．成立している場合はそれを結論として出力する．成立していない場合は (3) へ進む．
3. 検証対象形式として，次に情報量の多い形式を選んで (2) を実施する．検証対象形式を O まで試した場合は A に戻る．4 つの形式すべてを試しても結論が出ない場合は，N (“No valid conclusion”「妥当な結論なし」) を出力する．

判断基準　各形式の検証における判断基準は以下の通りとする．

1. **A**: S と P の両方を満たす個体が少なくとも 1 つ存在し，かつ，S を満たし P を満たさない個体が 1 つも存在しない．
2. **I**: S と P の両方を満たす個体が少なくとも 1 つ存在する．
3. **E**: S と P の両方を満たす個体が 1 つも存在せず，かつ，S を満たし P を満たさない個体が少なくとも 1 つ存在する．
4. **O**: S を満たし P を満たさない個体が少なくとも 1 つ存在する．

反応パタン（確率分布）の生成

以上の 3 ステップは，直列的に順番に実行される．ただし，参加者は一定の割合で論理的に正しい解を導くものと仮定し，その割合をパラメータ l ($0 \le l < 1$) で定める．以上のようにして構成されるモデルは，三段論法の特定の形式の 2 つの前提文を入力とし，A, I, E, O, N のどれかを出力とするものである．つまり，いわばある個人の 1 回限りの推論のモデルに相当する．このモデルを無限回走らせた理論値が，三段論法推論の回答パタンの分布を予測するモデルとなる．この理論値は，確率原型モデルの確率値と標本数 n から解析的に導き出すことができる．

モデルの評価と考察

PSM の反応パタンモデルとしての記述的妥当性を確かめるため，実際の実験データを用いてモデルの適合度を吟味した．使用したのは，Dickstein (1978) の実験 1 と 2 のデータである．両実験のデータを参加者数（実験 1 : 22 名，実験 2 : 実質 19 名）で重みづけて平均した．なお，実験 2 については，異なる参加者によって各形式がそれぞれ 2 回実施されたため，両者の平均をこの実験のデータとして扱った．

モデルのデータへのフィットの良さは，二乗平均平方根偏差 (root mean square deviation) d によって評価した．ただし，分散の均一化のため，選択率データには逆正弦変換（ラジアン）を施した．64 個の三段論法について，それぞれモデルとデータの d を求め，その平均値を最小化するパラメータを求めた．

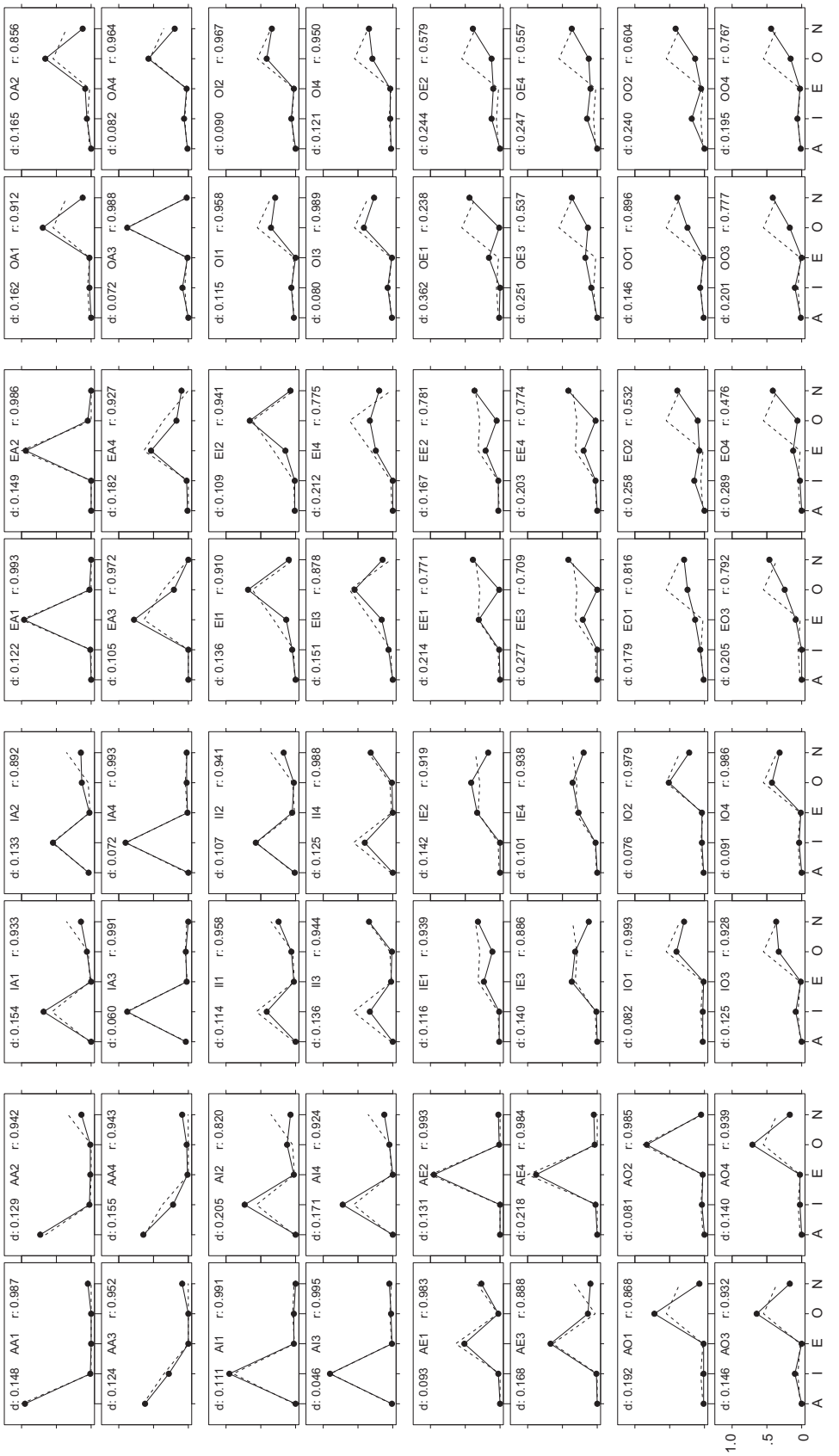


Figure 8. 実験データ (Dickstein, 1978) とモデルの予測．実線がデータ，点線がモデルを表す．モデルのパラメータは，$a = .60$, $c = .99$, $x = .32$, $l = .33$.

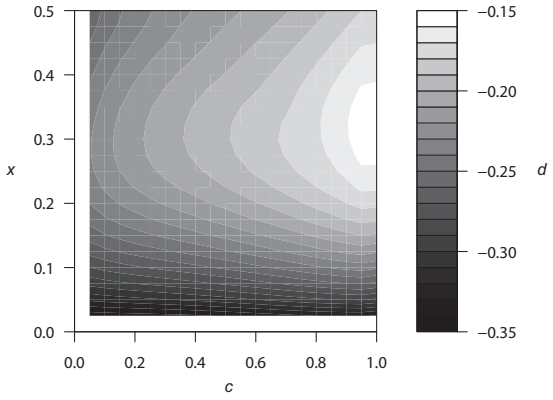


Figure 9. モデルのパラメータ c, x のモデルフィットとの関係．他のパラメータは固定した (l = .33, a = .60).

標本数 n = 7 とし，各パラメータを .01 刻みで変化させ (.00 ≤ l ≤ .50; .00 ≤ a ≤ .80; .00 ≤ c ≤ 1.00; .01 ≤ x ≤ .50)，d の最小値を探した．その結果，l = .33, a = .60, c = .99, x = .32 のとき最もフィットがよく，d = .155 であった．そのとき，モデル予測値とデータと相関係数は r = .936 であった．相関係数は，三段論法毎に算出したものを z 変換後に平均して再変換した．モデル予測値とデータの関係を Figure 8 に示す．この図を見ると，全体にかなりよいフィットを示していることがわかる．ただし，EE, EO, OE, OO については相対的にフィットが悪い．

比較のために，同じデータセットを使って，Chater & Oaksford (1999) の PHM のフィットを確かめたところ，d = .171, r = .931 であった（パラメータ値は，p_A = .76, p_I = .34, p_E = .16, p_O = .18, p_{ent} = .11, p_{error} = .018）．注目すべきは，PSM のパラメータは l, a, c, x の 4 個であるが，PHM は 6 個である点である．つまり，PSM の方がパラメータの数が少ないにもかかわらず，データへのフィットはよかった．

被覆度パラメータ c の推定結果が 1 に近かったことから，三段論法推論においても等確率性仮定がなされていることが示唆された．この点について，さらに確認するため，パラメータ c と x のモデルフィットとの関係をグラフにした．Figure 9 より，x がどんな値であると仮定しても，c は常にほぼ 1 に近い値をとることがわかる．つまり，等確率性仮定に関する証拠はかなりロバストだとみることができる．

総合考察

本論文では，確率的表象に基づく三段論法推論のモデル，PSM を提案した．PSM は，前提文の解釈に基づいて，現実的に「ありそうな」事態を想定して個物に基づく心的表象を形成し，できるだけ情報量の多い「論理的」結論を導く過程をシミュレートした．モデルはデータに対して高いフィットを示し，その妥当性が裏づけられた．

PSM のデータへのフィットは，全体にはよかったが，E と O の組み合わせの形式については相対的に悪かった．本研究では，できるだけシンプルなモデルを提案したが，フィットを高めるためにはモデルをさらに改善する必要があるかもしれない．そのためには，2 つの方向性が考えられる．1 つは，MMT と同様に複数モデルの探索のしくみを導入することである．前提文 A, I, E, O の標準的オイラー円表現（確率原型モデル）を Figure 4 の D1, D3, D4, D3 としたが，I と O は自由度が高く，特に O はこの言明がもたらす情報量も少ないことから，D3 に限定するのではなく，複数のモデル（たとえば D3 と D4）に基づく代替確率原型モデルのアイデアを導入するのが妥当かもしれない．

もう 1 つの修正の方向は，PHM で提唱された最大ヒューリスティックと O ヒューリスティックを導入することである．最大ヒューリスティックとは，結論に対する確信度（結論の回答率）を決定するもので，最も情報量の大きい前提が，その大きさに応じて結論を強く確信させるとされる．よって，前提が E や O のような情報量の小さい文から構成される場合は，結論に対する確信度が高まらないことになる．また，O ヒューリスティックは，O という結論を避けようとするものである．いずれのヒューリスティックも，この場合，O という結論候補に対する確信度を割り引く働きをする．つまり，O の選択率を低めて N の選択率を上げる働きをする．Figure 8 より明らかな通り，EE, EO, OE, OO におけるフィットの悪さの主な原因は，モデルが O の選択率を実際よりも高く予測していることから，これらのヒューリスティックをモデルに取り込むことによって，モデルのフィットが高まることが期待できるだろう．

パラメータ c は，安定してほぼ 1 と推定されたことから，三段論法で考慮対象となる 3 つの集合 S, M, P は，いずれもほぼ同じ大きさと仮定されていること

が示唆された．Hattori (2002) は，情報獲得モデルによる Wason 選択課題の分析から，この課題において検証されるべき条件文形式の規則の前件と後件の確率がほぼ同じと仮定されていることを示唆した．また， Hattori & Nishida (2009) は，確率判断における基準率錯誤も，同様の等確率性仮定によって引き起こされているという証拠を示した．さらに，Hattori & Oaksford (2007) は，等確率性を前提とした効率的な二要因ヒューリスティック (dual-factor heuristic) が，因果帰納の基礎となる共変動検出に役立っていることを示した．以上の結果は，人間が外界を認識する際の一般的な特性について語っているとみることができる．つまり，これまで別々の現象と考えられてきた条件的および定言的演繹，帰納，確率判断などにおける様々なエラーが，等確率性という共通の特性によって説明できる可能性が示唆される (服部, 2008).

最後に，PSM におけるランダムサンプリングの仮定の妥当性について言及しておきたい．ランダムサンプリングの仮定は，確率的表象と論理的導出をつなぐために導入されたしくみであるが，この過程は，データにフィットする出力を得るための単なる便宜的なしくみなのか，それとも，相応の心理的実在性を想定しているのかという疑問があるかもしれない．この疑問に対する回答は，Yes でもあり No でもある．一方では，われわれの心的過程のある部分には，本質的な揺らぎが内包されており，乱数生成装置に似たある種の実行系が組み込まれている可能性は否定できない (e.g., Glimcher, 2003)．その意味で，PSM のランダムサンプリングの仮定は，ある種の心的不確定性をモデル化していると考えることができる．しかし，もう一方では，ある人がある三段論法推論を行う際の推論過程において，厳密な意味でのランダムサンプリングがなされているとは考えにくい．ある集団の平均的な振る舞いを記述する際に，ランダムサンプリングが十分に精巧なモデルとして機能すると考える方が現実的であろう．すなわち，各個人の推論過程には，さまざまな要因による予測不能な不確定性が内在するが，完全なランダムではない．しかし，それらを重ね合わせてマクロに眺めると，ランダムな過程によって十分な精度でシミュレート可能になると考えることができる．

引用文献

Braine, M. D. S., & O'Brien, D. P. (1998). *Mental logic*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Chater, N., & Oaksford, M. (1999). The probability heuristic model of syllogistic reasoning. *Cognitive Psychology*, *38*, 191–258.

Chater, N., & Oaksford, M. (2008). *The probabilistic mind: Prospects for bayesian cognitive science*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Dickstein, L. S. (1978). The effect of figure on syllogistic reasoning. *Memory & Cognition*, *6*, 76–83.

Faris, J. A. (1955). The gergonne relations. *The Journal of Symbolic Logic*, *20*, 207–231.

Glimcher, P. W. (2003). *Decisions, uncertainty, and the brain: The science of neuroeconomics*. Cambridge, MA: MIT Press.

Hattori, M. (2002). A quantitative model of optimal data selection in wason's selection task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, *55*, 1241–1272.

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.

Hattori, M., & Nishida, Y. (2009). Why does the base rate appear to be ignored? the equiprobability hypothesis. *Psychonomic Bulletin and Review*, *16*, 1065–1070.

Hattori, M., & Oaksford, M. (2007). Adaptive noninterventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science*, *31*, 765–814.

Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive Science*, *4*, 71–115.

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., & Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.

Kirby, K. N. (1994). Probabilities and utilities of fictional outcome in wason's four-card selection task. *Cognition*, *51*, 1–28.

Oaksford, M., & Chater, N. (1994). A rational analysis of the selection task as optimal data selection. *Psychological Review*, *101*, 608–631.

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.

Stenning, K., & Oberlander, J. (1995). A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning: Logic and implementation. *Cognitive Science*, *19*, 97–140.

田村 昌彦・服部 雅史・三輪 和久. (2010). 仮説検証過程における確信度更新と検証系列：情報獲得モデルによる検討. 『認知科学』, *17*, 180–195.

Wason, P. C. (1966). Reasoning. In B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology* (pp. 135–151). Harmondsworth, UK: Penguin.

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
An analysis of the Implicit system in Insight Problem Solving by Subliminal Priming

鈴木 宏昭†‡, 福田 玄明‡, 熊澤 修†
Hiroaki SUZUKI, Haruaki FUKUDA, Osamu KUMAZAWA

† 青山学院大学教育人間科学部, ‡ 青山学院大学ヒューマンイノベーション研究センター
Department of Education, Human Innovation Research Center, Aoyama Gakuin University
hsuzuki@ephs.aoyama.ac.jp

Abstract

Growing evidence has suggested interesting dissociation between conscious and subconscious processing in insight problem solving. We examined if the underlying mechanism in insight problem solving could make use of the information presented subliminally, using the continous flash suppresson technique. The results showed that subjects subliminally presented with the goal of a difficult insight puzzle solved it much faster than those in the control group.

Keywords — Insight, Implicit Learning, Subliminal Perception

1. はじめに

本研究では，洞察問題解決が潜在的な処理過程に大きく依存することを主張する．そしてcontinuos flash suppressionを用いてヒント画像の閾下提示を行うことで，この主張の検証を行う．

1.1 洞察の潜在性

人間の認知過程のきわめて多くが主体の意識とは独立に営まれていることは，視覚や運動では半ば当然のこととされている．また潜在記憶，潜在学習などの知見も，人間の意思や意識とは独立に記憶，学習が行われていることを示している．

一方，問題解決研究においては，ゴール設定，プランニング，モニタリングなど主体の意識的なコントロールが中心的な研究対象となってきている．自分のゴールを認識，設定し，それと現状との違いを検知し，その差を埋めるためのプランを立て，その実行過程をモニターするというのが，問題解決の典型的なイメージとしてあるだろう．この意味で問題解決を含む思考は意識，意思の最後の砦と言えるかもしれない．

しかし問題解決の中にはこうした枠組みには合致しないものもある．その1つとして洞察問題解決を挙げることができる．洞察問題解決は長い間の行き詰まりの状態から突然のひらめきを伴う問題解決である．洞察は創造や発見と密接に関連しており，90年代以降多くの研究者の注目を集めたが，従来の思考の枠組みを再検討するための重要な性質も持っている．

まず洞察問題解決では，問題解決者が自分の状態を正しくモニターすることが出来ない(Metcalfe, 1986)．また意識的にはインパスの状態に陥っているが，適切な操作が試行を重ねるに連れて増加するという現象も報告されている(Suzuki, Abe, Hiraki, & Miyazaki, 2001; Terai & Miwa, 2003)．これに関連して，言語化などの意識的なプロセスを介在させることにより，洞察が阻害されるという報告もある(Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993)．さらに興味深いのは，行為レベルでの洞察とその意識的な報告の間にはかなりのずれがあるという現象である(Siegler, 2000)．このように洞察問題解決は，高次認知における意識と無意識の関係を検討する素材としても，興味深い性質を有していると言えよう．

これらの実験データから，次のような仮説を考えることができる．すなわち，洞察問題解決ではその長いインパスの期間に，潜在的な情報処理システムが不適切な操作を抑制する一方，適切な操作を増大させるための処理を行っており，これが洞察を引き起こしている，という仮説である．一方の顕在的，意識的なシステムはその過程にアクセスすることが出来ず，その潜在システムの調節の結果を観察するだけであり，一定以上ゴールに近づいた時にその結果を把握し，AHA体験を生み出している可能性がある．

意識的コントロールの及ばない潜在システムが問題解決へのゴールへ接近するための操作を制御するという前述の仮定は，直感的には信じ難いことかもしれない．しかし，運動学習などでは，潜在システムが言語的，意識的に全くアクセスできないような微細なレベルでのコントロールを精密に行っている．また意識を持っているとは通常考

えられないような動物であっても，目標達成のためにその知覚や運動を見事に制御している例は枚挙のいとまがない(たとえば佐々木 (2003)の挙げているDarwinによるミミズの行動など)．また潜在学習の研究では，自分が言語化，あるいは意識できない抽象的なルールが獲得され，それが利用されていることが示されている(Reber, 1969)．

またこのような考え方は実験社会心理学におけるさまざま知見とも整合的である．この分野の研究では，人の特性の推論や行動予測，ゴール追求活動などは意識していない情報によって極めて大きな影響を受けていることが数多く示されている(たとえば(Bargh, 2007))．また前野 (2004)の受動意識仮説も同様の提案をしており，そこでは潜在システムの認知における働きが強調される一方，顕在システムの役割はきわめて限定的なものとして捉えられている．

1.2 閾下知覚を用いた検討

洞察問題解決が潜在的システムによって行われていること，あるいは潜在的情報処理に大きく依存していることを示すためには，どのような方法があるのだろうか．たとえば，一定時間，あるいは試行ごとに問題解決を中断させ，その間に何を学習したかを直接聞くという方法があるかもしれない．もしこのように直接聞いても被験者が適切に答えられないにもかかわらず，行動上は適切な方向に変化しているのであれば，これは潜在学習が起きている証拠と考えることが出来るかもしれない．

しかしこの方法にはいくつもの問題がある．第1に，言語報告を行わせることで被験者の洞察が妨げられる可能性がある．前述した言語隠蔽効果の実験が示すように，言語報告は洞察を選択的に阻害する危険性がある(Schooler et al., 1993)．第2に，頻繁な中断と言語報告を行わせることにより，問題解決が通常のものとは異なってしまう危険性も存在する．第3に，言語報告が信頼できるかどうかの問題もある．特に解決後などに回顧的な報告をさせると，作話をしてしまう危険性が高い(Nisbett & Wilson, 1977)．第4に，言語で表現は出来ないが，何らかの学習が意識レベルで行われている可能性も存在する．つまりわかってはいるのだが，うまく言葉で表すことが出来ない可能性である．第5の問題は，これがもっとも大事だが，上記の方法は厳密な意味で学習「中」のことではなく，学習「後」のことを測定することになる，というものである．つまり，これらの方法は，ある試行を行った後に，その試行のことについての言語報告を求めることになってしまっている．よって，この種の事後に言語報告を求める方法は，本研究の仮説の検証にとって適切な方法とは言えない(Ericsson & Simon, 1993)．

学習の潜在性を言語報告や事後的なテストによらずに明らかにするための 1 つの方法として，閾下刺激の呈示が考えられる．すなわちヒントとなる情報を閾下で呈示すれば，それは意識的な処理を受けることはないので，確実に潜在的な学習過程が使われたかどうかを検討できるはずである．

こうした閾下刺激を用いた研究としては，閾下単純接触効果を挙げることが出来る．Kunst-Wilson & Zajonc (1980)はZajonc (1968)で見られた単純接触効果が刺激の閾下提示でも生じるかを検討した．刺激呈示は1msであったため被験者にまったく知覚意識を生じさせることがなかったが，Zajonc同様呈示刺激への選好が高まることが確認された．さらに単純接触効果のメタ分析を行ったBornstein (1989)は，単純接触効果は閾上の刺激呈示よりも，閾下の方がより強いことを明らかにしている[1]．

これと同様ことが洞察問題解決においても生じている可能性がある．問題解決者はインパスに陥っている状態にあっても一定程度の割合で適切な配置を行う．こうした配置は意識的には単に失敗と見なされるかもしれないが，潜在的な学習システムにおいてはそのゴールとの距離が適切に計算され，そうした配置や配置をもたらした行為への選好が高まる．これによってさらに同じような配置を行いやすくなり，結果として洞察が得られるというものである．

また逆のケースも考えられる．たとえばVeling, Holland, & vanKnippenberg (2007)は文字検出課題を行った際に，妨害刺激として用いられた刺激の好ましさが下がることを明らかにしている．つまりあるゴールの達成に対して，それをじゃまするものの評価を下げるということである．こうしたことは，洞察問題解決においても生じている可能性がある．不適切な試行をした場合に，潜在的学習システムがその時の配置とそれをもたらした行為に対してネガティブな評価を与える．これによってそれらをさらに抑制することが進み，結果として適切な置き方が増加するというものである．

ここで検討しておくべきことがある．実際の洞察問題解決においては，自らが組み合わせたピースは明確に見えており，またそれに対して意識的な判断が下されている．だとすると，閾下刺激を

[1]ただしこの結果については，他の研究との一貫性や，メタ分析のサンプルの取り方に問題があるとの指摘がある(生駒, 2008)．

表 1 刺激の受容と学習における潜在的，顕在的処理

	刺激受容	学習	タイプ
1	顕在	顕在	通常の問題解決
2	顕在	潜在	洞察問題解決
3	潜在	顕在	不可能
4	潜在	潜在	本研究での問題解決

呈示することは，実際の問題解決状況を正しく反映していないことになる．

この問題に答えるには，まず情報処理プロセスの各段階とその処理の顕在性，潜在性を検討する必要がある．人間の情報処理を考えると，刺激の処理とそこからの学習の2つのプロセスをおおざっぱに分けることが出来よう．刺激の処理にも顕在的な処理と潜在的な処理があり得る．前者は通常の対象の認識プロセスに該当し，後者は閾下刺激の処理プロセスに該当する．学習についても同様に顕在的学習と潜在的学習が存在するだろう．意識的なアクセスやコントロールが可能な顕在的学習と，そうしたことが出来ない潜在的学習である．

表1に示したように，刺激受容と学習の2つの側面において顕在か潜在かを区別すると4つの場合が存在する．

さて，本研究の仮説は，表1の2であり，洞察問題解決では，(a)刺激の受容が顕在であり，(b)学習が潜在というものである．この仮説の前半はある意味自明であり問題は存在しない．問題となるのは(b) の部分である．もし刺激を顕在的に受容したとすればその後の学習は顕在である時もあるだろうし，潜在である時もあるだろう．一方，潜在的に刺激処理がなされた場合，それに基づく学習が顕在的になされる可能性（表1の3)はあり得ないだろう．だとすれば刺激を潜在提示した時に，学習が生じるとすればそれは潜在的学習システムが関与したとしか考えられないだろう．

こうしたことから，閾下刺激を用いることは潜在的学習システムが洞察において機能していることを明確に示すために必要な方法であることがわかる．むろん，これが通常の洞察問題解決来過程と同じかどうかについては，さらなる検討が必要となる．しかし，少なくとも洞察問題解決のプロセスが，潜在的な学習を行う機構と関連しうることは明らかに出来ると考える．

1.3 閾下提示の方法

西村・鈴木 (2006)，鈴木 (2006) は動画中にヒント情報を含むフレーム(約1/30秒)を挿入する方法を用いて洞察問題解決プロセスを検討した．適切なマスク刺激をヒント画像の前後に挿入することで，被験者にはヒント情報の知覚が生じない．しかし，パフォーマンスは統制群に比べて改善される．またヒント画像の注視点をコントローすることにより，パフォーマンスの改善に差があることも明らかになった．服部・織田 (2011)では9点問題に対して，同様の方法での介入を試みた．ヒント情報の閾下提示はパフォーマンスを改善させることが明らかになった．

一方，こうした結果とは異なる結果も報告されている．たとえば，鈴木 (2009)には，ほぼ同様の方法を用いた実験であっても，上述の効果が得られないケースがあることが報告されている．また服部・柴田 (2008)では閾下提示は一定程度改善させたが統計的に有意なレベルには達しなかった．

この原因として考えられるのは，順向，逆向マスキングを用いたヒント情報の閾下提示である．これまでの実験では無関係な図形からなる動画像の1コマ(1/30）をヒント刺激と置き換えるという方法で刺激画像が作られてきたケースが多い．この方法では数分に渡る動画を提示しても，被験者の提示される閾下ヒント刺激は数秒程度にしかならず，強い効果を期待することは難しい．

そこで，本研究ではContinuous Flash Suppression（以降CFS）という手法を用いる(Tsuchiya & Koch, 2004)．CFSとは両眼視野闘争をベースにした刺激の提示方法である．両眼に異なる画像を提示し，片方の輝度をもう片方に比べて一定以上に高くすると，輝度の低い方の画像が認識できなくなる．認識はできないのだが，提示した刺激の影響はさまざまな場面で表れることが知られている．この方法が他の方法と比べて優れている点は，数十秒から1分に渡る連続提示が可能になることである．これによって呈示された刺激に対して，潜在レベルで深い処理が可能になり，問題解決においてより効果的に機能する可能性がある．

本研究ではCFSを用いたヒント刺激情報を提示し，それによって洞察問題解決のパフォーマンスが向上するかを検討する．これを通して，潜在的な情報処理が洞察と言う創造性の高い活動において重要な役割を果たすことを明らかにする．

2. 方法

被験者： 26名の大学生を実験群と統制群にランダムに割り当てた．なお実験後のアンケートで，Tパズルを解いたことがあると述べた4人の被験者は以降の分析の対象とはしない．その結果，被験者数は実験群10名，統制群12 名となった．

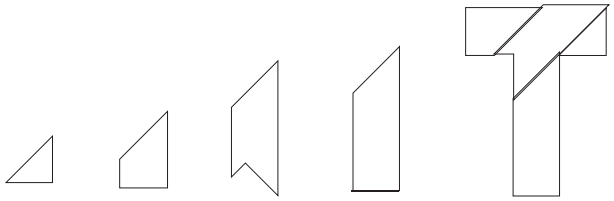


図１Tパズル．左の4つのピースを用いてTの形を作る．正解は右端の通り．

手続き： まず被験者それぞれの利き目を調査を行った．このため，両手を使って穴を作らせ，対象物を見てもらい，どちらかの目を閉じて，閉じた時に対象物が見えなくなったほうの目を利き目とした．次に図2で示した環境で，どの程度のコントラストで閃輝動画の反対側の暗い画像が見えなくなるかを調査した．これを3回繰り返した後，実験群に対してのみ，利き目とは反対側のCFSの画面に，上記で調査したコントラストで，Tパズルのヒント画像を10秒間提示した．被験者にとって，ヒント画像の呈示もそれまでに行ってきた可視のレベルを決めるための一連の実験として捉えられていた．

この後すぐに，実験室内の別の場所に移動し，Tパズルの課題に移行した．課題は枠の上で4つの図形を組み合わせてT字を作るというものであった．15分経過しても解決できない場合には，5角形の凹部分を埋めないようヒントを与え，その後3分で(開始から18分)解けない場合には解決を中断し，正解を呈示した．

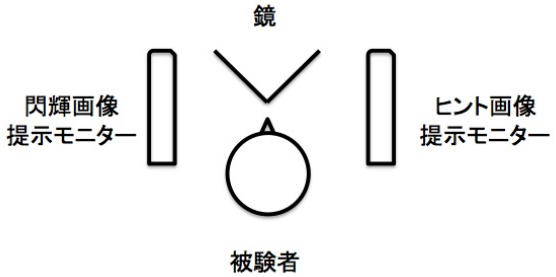


図 2 実験状況

3. 結果と考察

実験終了後の質問で，ヒント画像が見えたと答えた被験者は存在しなかった．ヒントなしで解決できた被験者は，実験群10名中7名であり，統制群では12名中9名であった．各々の解決時間の平均は55.7秒，311秒となり大きな差が見られた．このデータについて検定を行ったところ，両群の間に有意な差が見られた($t(13) = 2.47, p < .05$).

解決時間の分布を図3に示した．分布に大きな差があることがここからわかる．実験群では1分以内の解決者が4名（各3, 8, 18, 19秒），1分台の被験者が2名（61，69秒），残りの1名が3分半程度(212秒）となっている．一方，統制群では1分以内の解決者は2名いるが（各20，26秒），1分台はおらず後はすべて2分以上かかっている．

閾下情報が何を行ったかについて2つの可能性が存在する．1つは制約の緩和に関わるものである．洞察問題解決は初期の不適切な制約が失敗を通して緩和してくいくプロセスであるという知見がある(開・鈴木, 1998; 三輪・寺井, 2003; Ohlsson, 1992; 鈴木・開, 2003)．西村・鈴木 (2006)でも，閾下ヒント情報の提示は問題解決初期から制約の緩和を促すことが示されている．但し，今回の結果は問題解決者の試行回数が非常に少なく，数名は全くエラーをすることなしに解決に至っている．したがって，これらの数例においては，失敗からの制約緩和が生じていないことを示している．

こうしたことは制約の緩和というよりも，直接プライミングに近いことが生じている可能性を示唆する．さて，このパズルの完成形は2種類存在する．1つは図1で示したように五角形ピースの凹部分が左側に来る作り方であり，もう1つはそれが右側に来る作り方である．実験においてはこの2つがランダムに呈示されるようになっていたが，もし閾下ヒント情報提示が直接プライミング的なものであれば，被験者の作成したTにおける五角形ピースの向きは，ヒント情報の五角形の向きと一致するはずである．そこで実験群で時間内に完成した7名について分析を行ったところ，こうした偏りがはっきりと見られた．ビデオ撮影の関係でうまく記録を残せなかった1名を除いた6名の中で5 名が閾下呈示ヒント情報と一致する向きでTを作成していた．この5名のうち2 名は失敗なしで解決しており，残りの3名も1度の失敗の後すぐに解決に至っている．

この事実は閾下知覚された情報がワーキングメモリ内の情報のように参照され，行為をコントロールした可能性を示唆する．従来ワーキングメモリは意識された情報の貯蔵庫およびそれへの操作のシステムと捉えられてきた．しかしHassin, Bargh, Engell, & McCulloch (2009)は，意識はされないが，従来のワーキングメモリと同様の働きを行う心的機構を見つけ，これをimplicit working memoryと名付けている．本研究の成果はこの新しい見解を指示する証拠の一つと考えられるかもしれない．

なおこれまでのTパズルを用いた実験に比べると，本実験の被験者の解決時間は統制群であって

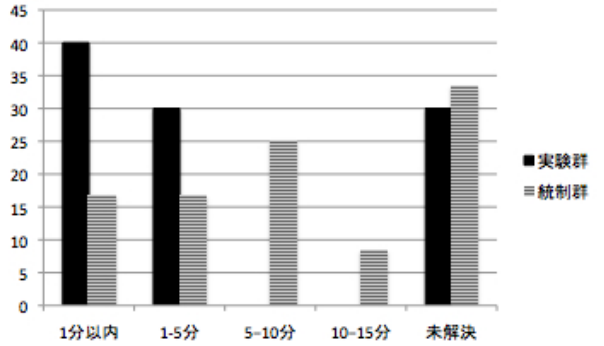


図 3 各時間帯に解決した被験者の割合.

もずいぶんと短縮されている．これは図4で示したゴールの枠の影響が考えられる．Suzuki, Miyazaki, and Hiraki (1999)で示されているように，枠を与えることにより現状とゴールとのマッチがとりやすくなる．偶然正しく配置された五角形は枠のない場合にはその正しさを認識することは容易ではないが，枠があることにより，それがTの中で占める位置が確認できる．このために統制群の問題解決も促進されたと考えられる．

謝辞

本研究はコクヨS&T株式会社による委託研究「潜在処理と顕在処理の相互作用がオフィス環境下での作業者に与える影響の解明」からの補助を受けて行われた．

引用文献

Bargh, J. A. (2007). *Social psychology and the unconsious: The automaticity of higher mental processes.* New York: Psychology Press. (及川昌典・木村晴・北村英哉（訳）「無意識と社会心理学」ナカニシヤ出版))

Bornstein, R. F. (1989). Exposure and affect: Overview and meta-analysis of reseach, 1968 - 1987. *Psychological Bulletin*, *106*, 265 – 289.

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data (revised edition).* The MIT Press.

Hassin, R. R., Bargh, J. A., Engell, A. D., & McCulloch, K. C. (2009). Implicit working memory. *Consciousness and Cognition*, *18*, 665 – 678.

服部 雅史・柴田 有里子. (2008). 洞察問題解決における潜在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回大会発表論文集.』

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』 (p. 7).

開 一夫・鈴木 宏昭. (1998). 表象変化の動的緩和理論. 『認知科学』, *5*, 69 – 79.

生駒 忍. (2008). 知覚的流動性誤帰属説. 宮本 聡介・太田 信夫（編）『単純接触効果の最前線』 (pp. 26 – 36). 北大路書房.

Kunst-Wilson, W. R., & Zajonc, R. B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science*, *207*, 557 – 558.

前野 隆司. (2004). 『脳はなぜ「心」を作ったのか:「私」の謎を解く受動意識仮説』. 筑摩書房.

Metcalfe, J. (1986). Premonition of insight predict impeding error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *12*, 623 – 634.

三輪 和久・寺井 仁. (2003). 洞察問題解決の性質: 認知心理学からみたチャンス発見. 『人工知能学会誌』, *18*, 275 – 282.

Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than what 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.

Ohlsson, S. (1992). Information processing explanations of insight and related phenomena. In M. T. Keane & K. J. Gilhooly (Eds.), *Advances in the psychology of thinking, vol. 1* (pp. 1 – 44). Hertfordshire, UK: Harvester.

Reber, A. S. (1969). Transfer of syntactic structure in synthetic languages. *Journal of Experimental Psychology*, *81*, 115 – 119.

佐々木 正人. (2003). 物/環境を行為で記述する試み. 『人工知能学会誌』, *18*, 399 – 407.

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

Siegler, R. S. (2000). Unconsicous insights. *Current Directions in Psychological Science*, *9*, 79 – 83.

鈴木 宏昭. (2006). 洞察問題解決における潜在学習. 『日本心理学会第70回大会発表論文集』 (p. 913).

鈴木 宏昭. (2009). 『閾下情報提示を用いた洞察における潜在的情報処理過程の解明』 (Tech. Rep.). 平成18〜19年度科学研究費補助金基盤研究(C)　研究成果報告書.

Suzuki, H., Abe, K., Hiraki, K., & Miyazaki, M. (2001). Cue-readiness in insight problem-solving. In *Proceedings of the Twenty-Third Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1012 – 1017). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

鈴木 宏昭・開 一夫. (2003). 洞察問題解決への制約論的アプローチ. 『心理学評論』, *46*, 211 – 232.

Terai, H., & Miwa, K. (2003). Insight problem solving from the viewpoint of constraint relaxation using eye movement analysis. *Proceedings of the 4th International Conference of Cognitive Science Society*, 671 – 676.

Veling, H., Holland, R. W., & vanKnippenberg, A. (2007). Devaluation of dstracting stimuli. *Cognition and Emotion*, *21*, 442 – 448.

Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology: Monograph*, *9*, 1 – 27.

因果学習における手がかり競合の非対称性
Asymmetries of cue competition in causal learning

沼田恵太郎[1,3]，嶋崎恒雄[2]
Keitaro Numata, Tsuneo Shimazaki

[1]関西学院大学大学院文学研究科，[2]関西学院大学文学部，[3]日本学術振興会
Graduate School of Humanities, Kwansei Gakuin Univ., School of Humanities, Kwansei Gakuin Univ., JSPS
k.numata@kwansei.ac.jp

Abstract

Previous studies have addressed the question of whether people are sensitive to causal directionality (as is postulated by causal-model theory) or whether it neglects this important feature of the physical world (as is implied by associative-learning theory). Three experiments using different cue competition paradigms are reported that participants can differentiate between predictive and diagnostic learning. However, these experiments also show limitations of the explanation that uses only causal-model theory. The study provides evidences for the necessity to consider a dual-process model, where higher level (i.e., structural) and lower level (i.e., associative) processes run separately or interactively, for understanding human behavior.

Keywords — Causal Learning, Cue Competition, Forward and Backward Blocking, Unovershadowing

因果関係の知識を獲得することにより，過去に起きた事象の説明や，未来に生じる事象の予測が可能となる．因果関係の知識が獲得される過程については，因果学習（causal learning）という表題のもとで，これまで盛んに研究が行われてきた．

因果学習には，結果の後に原因候補を観察する「診断学習（diagnostic learning)」と，原因候補の後に結果を観察する「予測学習（predictive learning)」の二つの方法が存在する．たとえば，前者は発熱の後にウィルスの存在を知らされること，後者は発熱の後に異常行動が生じること，の様に考えれば理解しやすい．

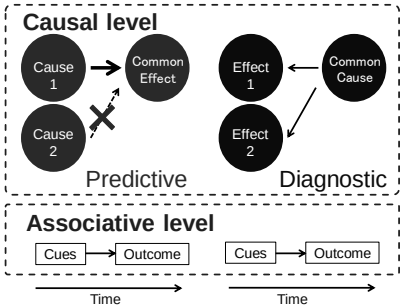


図 1．予測学習と診断学習の因果構造．

どちらの方法も因果関係を把握するために有用であるが，ここではこれらの状況に依存して，ヒトの行う推論が動的に変化し得ることを見逃してはならない．たとえば，Waldmann & Holyoak（1992）は教示（i.e., 先行事象が原因候補であるか否か）によって因果の方向性を操作する巧妙な実験を行い，いわゆる「手がかり競合（cue competition)」の現象は予測学習群のみで生じ，診断学習群では生じないことを報告している．彼らはこの知見から，因果の方向性に関する先行知識がその後の因果学習を導くという因果モデル理論（causal-model theory）を提唱している（図 1）．

しかしながら，この主張について問題がないとはいえない．なぜなら，手がかり競合の非対称性については，確認が容易であるという報告と（e.g., Waldmann & Walker, 2005)，容易でないという報告（e.g., Arcediano, Matute, Escobar & Miller, 2005; 沼田・嶋崎，2010）が混在しているためである．

後者の立場では，因果の方向性に関する教示を施したとしても，ヒトは時間的に先行する事象を一貫して原因候補と知覚することを示唆する結果が得られている．このような知見は因果モデル理論よりも，むしろ因果の枠組みを仮定しない連合学習理論（associative-learning theory）を援用することによって上手く説明することができる．上記から，手がかり競合の非対称性がみられるか否かという問題は，ヒトの因果学習の過程を検討するうえで重要な役割を担っていると考えられる．

本研究の目的は，再現性が疑問視されている Waldmann & Holyoak（1992）の追試と拡張を行い，予測学習群と診断学習群において手がかり競合がみられるか否かを検討することであった．

実験 1

実験 1 では Waldmann & Holyoak（1992）の単純追試を行った．具体的には，手がかり競合の一種である順行ブロッキングが，因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した．順行ブロッキング（forward blocking）とは，ある原因候補（i.e., P）に対する信念によって，別の原因候補（i.e., R）に対する信念の獲得が妨げられる現象である（e.g., Shanks, 1985）．

方法

実験参加者　参加者は大学生 24 名（男性 12 名，女性 12 名）であった．平均年齢は 20.6 歳（19 歳から 22 歳）であり，参加者は予測学習群と診断学習群に無作為に割り当てられた．

実験課題　実験 1 の課題は Waldmann & Holyoak（1992）の実験 3 と同様であった．予測学習群の参加者は「ボタンの操作（原因候補）が警報機の作動（結果）を引き起こすか否か」について観察するように求められた．課題において参加者は, PC ディスプレイに表示されるボタンの操作と，警報機作動との関係を観察した．他方，診断学習群の参加者は「ボタンの点灯（結果）が警報機の作動（原因候補）によって引き起こされたか否か」を観察するよう要請された．予測学習群と同様に，診断学習群ではボタンのいずれかが呈示された後に，警報機作動の有無が呈示された（図 2）．

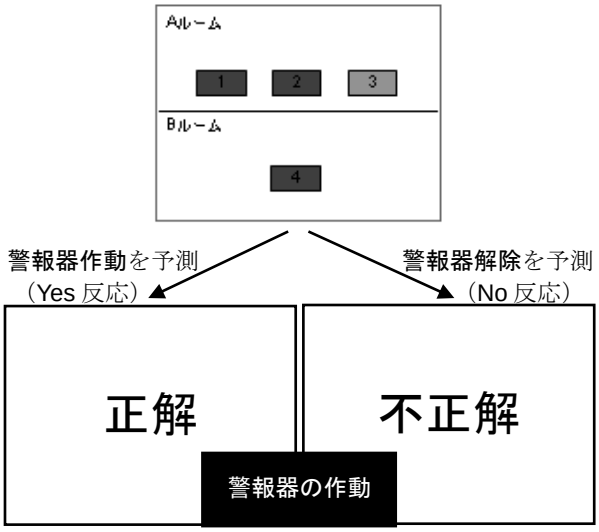


図 2．実験課題の一例（実験 1〜3 で共通）．先行事象と後続事象は予測群と診断群で共通している．参加者は課題実施前に，あらかじめ因果の方向性を教示される．

実験手続き　教示を反復した後に課題を行った．課題は，表 1 に示された実験デザインに基づいて構成された．Phase 1 では先行事象である $\overline{\mathrm{PCU}}$ と $\mathrm{P}\overline{\mathrm{CU}}$ が後続事象と対提示され，$\overline{\mathrm{PCU}}$ と $\overline{\mathrm{PCU}}$ は後続事象と非対提示された（各 12 試行）．Phase 2 では $\mathrm{PR}\overline{\mathrm{CU}}$ と $\mathrm{PR}\overline{\mathrm{CU}}$ が後続事象と対提示され，$\overline{\mathrm{PRCU}}$ と $\overline{\mathrm{PRCU}}$ が後続事象と非対提示された（各 12 試行）．実験 1 では，P（perfect predictor）は比較刺激，R（redundant predictor）は標的刺激となる．なお，C（constant off）と U（uncorrelated）は後続事象とは無関係な刺激であり，P と R の対照条件となる．

表1　実験デザイン

Experiment	Phase 1	Rating 1	Phase 2	Rating 2
1 (FB)	12$\overline{\mathrm{PCU}}$+ 12$\mathrm{P}\overline{\mathrm{CU}}$+ 12$\overline{\mathrm{PCU}}$− 12$\overline{\mathrm{PCU}}$−	P? C? U?	12$\mathrm{PR}\overline{\mathrm{CU}}$+ 12$\mathrm{PR}\overline{\mathrm{CU}}$+ 12$\overline{\mathrm{PRCU}}$− 12$\overline{\mathrm{PRCU}}$−	P? R? C? U?

Note. Letters indicate names of the cues. Numerals indicate numbers of the trials. "+" and "-" signs indicate presence and absence of the outcome, respectively.

実験 1 における先行事象は，1・2・3・4 と印字された 4 種のボタンであり，後続事象は警報機の作動と対応した（群間で共通）．各先行事象のボタンへの割り当ては参加者間で平衡され，各試行の提示順序は無作為化された．Rating 1 と Rating 2 では，参加者はそれぞれのボタンの状態が警報機の作動を予測する程度について評定を求められた（群間で共通）．評定は 0（全く予測しない）から 10（完全に予測する）までの数に丸をつけることで行われ，ボタン 1 から 4 の順序で行われた．

結果　図 3 に示されているように，予測学習群の Rating 2 では，R に対する評定値は P に対する評定値よりも低くなった（$t(11) = 2.74$, $p < .001$）．さらに，このような傾向は，診断群ではまったくみられなかった（$t(11) < 1.5$）．これらの事実は，予測学習群のみでブロッキングが生じたこと，および実験 1 で手がかり競合の非対称性がみられたことを示している．なお，この結果は Waldmann & Holyoak（1992）と同様であり，因果モデル理論による予測とほぼ一致するものであった．

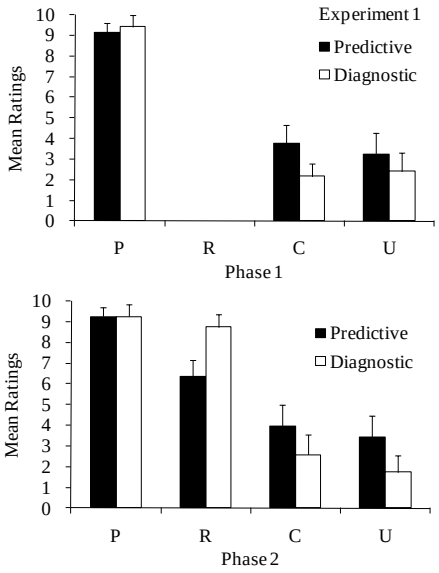


図 3. 上段は Rating 1, 下段は Rating 2 の平均評定値を，それぞれ表す．また，エラーバーは標準誤差を表す．

考察　実験 1 で Waldmann & Holyoak（1992）と同様の結果が得られたという事実は，先行研究の再現性，および実験 1 で用いた追試方法の妥当性を示している．なお，実験 1 と同様に Waldmann & Holyoak（1992）の追試を行った沼田・嶋崎（2010）では，手がかり競合の非対称性はみられなかったが，これらの知見の相異は因果の方向性に関する教示方法（i.e.,反復の有無）や実験手続き（i.e., Yes/No 判断の有無）の差異によると考えられた．

実験 2

実験 2 では Waldmann & Holyoak（1992）の拡張を行った．具体的には，手がかり競合の一種である逆行ブロッキングが，因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した．逆行ブロッキング（backward blocking）とは，ある原因候補（i.e., P）に対する信念を新たに獲得することによって，別の原因候補（i.e., R）に対する信念が減少する現象である（e.g., Shanks, 1985）．

方法

実験参加者　参加者は大学生 24 名（男性 12 名，女性 12 名）であった．平均年齢は 20.3 歳（19 歳から 23 歳）であり，参加者は予測学習群と診断学習群に無作為に割り当てられた．

実験課題　課題は実験 1 のものと同様であった．

実験手続き　教示を反復した後に課題を行った．課題は，表 2 に示された実験デザインに基づいて構成された．実験 1 との相違は，二つの Phase の時間順序を逆転させた点であった．具体的には，Phase 1 では $\mathrm{PR\bar{C}\bar{U}}$ と $\mathrm{PR\bar{C}U}$ が後続事象と対提示され，$\mathrm{\bar{P}\bar{R}CU}$ と $\mathrm{\bar{P}\bar{R}C\bar{U}}$ は後続事象と非対提示された（各 12 試行）．Phase 2 では $\mathrm{P\bar{C}\bar{U}}$ と $\mathrm{P\bar{C}U}$ が後続事象と対提示され，$\mathrm{\bar{P}\bar{C}U}$ と $\mathrm{\bar{P}\bar{C}\bar{U}}$ が後続事象と非対提示された（各 12 試行）．実験 2 における各先行事象の役割や評定手続きは，実験 1 と同様であった．

表2　実験デザイン

Experiment	Phase 1	Rating 1	Phase 2	Rating 2
2 (BB)	$12\mathrm{PR\bar{C}\bar{U}}+$ $12\mathrm{PR\bar{C}U}+$ $12\mathrm{\bar{P}\bar{R}\bar{C}U}-$ $12\mathrm{\bar{P}\bar{R}\bar{C}\bar{U}}-$	P? R? C? U?	$12\mathrm{P\bar{C}\bar{U}}+$ $12\mathrm{P\bar{C}U}+$ $12\mathrm{\bar{P}\bar{C}U}-$ $12\mathrm{\bar{P}\bar{C}\bar{U}}-$	P? R? C? U?

Note. Letters indicate names of the cues. Numerals indicate numbers of the trials. "+" and "-" signs indicate presence and absence of the outcome, respectively.

結果　図 4 に示されているように，予測学習群の R に対する評定値は Rating 1 よりも Rating 2 で低くなった（$t(11) = 3.75$, $p < .001$）．しかし，予測学習群よりは小さいものの，このような傾向は診断学習群でもみうけられた（$t(11) = 2.28$, $p < .05$）．これらの事実は，両群で逆行ブロッキングが生じたこと，および実験 2 で手がかり競合の非対称性がみられたことを，それぞれ示している．

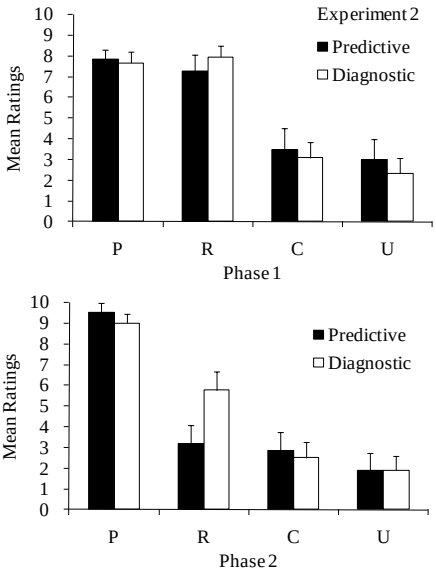


図 4. 上段は Rating 1, 下段は Rating 2 の平均評定値を，それぞれ表す．また，エラーバーは標準誤差を表す．

考察　実験 2 では実験 1 とは異なり，診断学習群においても逆行ブロッキングがみられた．また，予測学習群でみられた逆行ブロッキングの強度は，非常に大きいものであった（i.e., R の評定値は C と U に近似していた）．群間の非対称性がみられたという事実は因果モデル理論による予測と一致するが，診断学習群で逆行ブロッキングが生じたことは，むしろ連合学習理論（e.g., Van Hamme & Wasserman, 1994）による予測と一致していた．これらの点を考慮すると，巨視的には因果モデル理論が有力と思われるが，微視的には連合学習理論の方が有力な点も存在することになる．なお，これらの考察は最新の知見である Booth & Buehner（2007）とも一致していた．

しかし，実験 2 において実験 1 と異なる結果が得られた背景には，Phase 2 では観察していないはずの R に対して，回顧的推論を求めたことが関与しているのかも知れない．この考えを検証するため，実験 3 では実験 2 とは異なる手がかり競合事態を用いて再度検討を行う必要がある．

実験 3

実験 3 では実験 2 に続き，Waldmann & Holyoak（1992）の拡張を行った．具体的には，手がかり競合の一種である隠蔽解除が，因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した．隠蔽解除（unovershadowing）とは，ある原因候補（i.e., P）に対する信念が失われることによって，別の原因候補（i.e., R）に対する信念が増加する現象である（e.g., Wasserman & Berglan, 1998）．

方法

実験参加者　参加者は大学生 24 名（男性 12 名，女性 12 名）であった．平均年齢は 20.9 歳（18 歳から 23 歳）であり，参加者は予測学習群と診断学習群に無作為に割り当てられた．

実験課題　課題は実験 1 と同様であった．

実験手続き　教示を反復した後に課題を行った．課題は，表 3 に示された実験デザインに基づいて構成された．実験 2 との相違は Phase 2 の正号（i.e., +）と負号（i.e., −）を，逆転させた点であった．

具体的には，Phase 1 では $PR\bar{C}\bar{U}$ と $PRC\bar{U}$ が後続事象と対提示され，$\bar{P}\bar{R}C\bar{U}$ と $\bar{P}\bar{R}\bar{C}\bar{U}$ は後続事象と非対提示された（各 12 試行）．Phase 2 では $P\bar{C}\bar{U}$ と $PC\bar{U}$ が後続事象と非対提示され，$\bar{P}C\bar{U}$ と $\bar{P}\bar{C}\bar{U}$ が後続事象と対提示された（各 12 試行）．なお，実験 3 では実験 1・2 とは異なり，P は比較刺激ではあるものの，Phase 2 以降は後続事象をまったく予測しない刺激となる．その他の役割については実験 1・2 と同様であった．

表3　実験デザイン

Experiment	Phase 1	Rating 1	Phase 2	Rating 2
3 (UOV)	12$PR\bar{C}\bar{U}$+ 12$PRC\bar{U}$+ 12$\bar{P}\bar{R}C\bar{U}$− 12$\bar{P}\bar{R}\bar{C}\bar{U}$−	P? R? C? U?	12$P\bar{C}\bar{U}$− 12$PC\bar{U}$− 12$\bar{P}\bar{C}\bar{U}$+ 12$\bar{P}C\bar{U}$+	P? R? C? U?

Note. Letters indicate names of the cues. Numerals indicate numbers of the trials. "+" and "-" signs indicate presence and absence of the outcome, respectively.

結果　図 5 に示されているように，予測学習群の R に対する評定値は Rating 1 よりも Rating 2 で高くなった（$t(11) = 2.23$, $p < .05$）．しかし，このような傾向は診断学習群でもわずかにみうけられた（$t(11) < 1.9$）．これらの事実は，二つの群で隠蔽解除が生じたこと，および手がかり競合の非対称性がみられたことを示している．なお，これらは先行研究（i.e., Booth & Buehner, 2007）にはない，新しい知見であった．

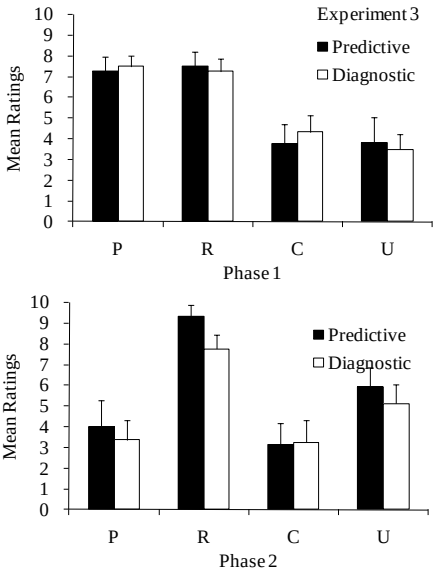


図 5. 上段は Rating 1, 下段は Rating 2 の平均評定値を，それぞれ表す．また，エラーバーは標準誤差を表す．

考察　実験 3 では実験 2 と同様に，診断学習群においても隠蔽解除の傾向がみられた．また，予測学習群でみられた隠蔽解除の強度は大きいものであった（i.e., R の評定値は最大値である 10 に近似していた）．これらの事実は実験 2 の知見を補強するものであり，因果モデル理論のみでは説明することが困難であった

また，実験 3 において実験 2 を支持する結果が得られたことは，試行の提示順序（i.e., Phase 1 と Phase 2 の時間的布置）が因果学習の過程を調整することを示唆している．たとえば，回顧的推論の事態では，ブロッキングなどの一般的な手がかり競合の事態とは異なる情報処理が働くのかも知れない．この点については，今後さらに実証的データを収集する必要があると考えられる．

論議

本研究で実施した三つの実験から，（1）手がかり競合の非対称性が頑健な現象であること，(2) 因果モデル理論のみではこれらの結果を包括的に説明できないこと，（3）試行の提示順序が因果学習の過程を調整すること，がそれぞれ示された．これらの事実は因果モデル理論だけでなく，その他の学習理論（e.g., 連合学習理論）を考慮する必要性，あるいはこれらの過程が相互に関連する二重過程モデルを考慮する必要性を示している（e.g., Collins & Shanks, 2002）．この領域での研究論文は，単一理論の検証についてのものが多いが，上で述べたように既に確立された理論やモデルの統合を図ることもまた，人間行動を理解するために重要な視点だと考えられる．

参考文献

[1] Arcediano, F., Matute, H., Miller, R. R., Escobar, M., & Miller, R. R. (2005). Competition between antecedent and between subsequent stimuli in causal judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition*, **31**, 228-237.

[2] Booth, S. L. & Buehner, M. J. (2007). Asymmetries in cue competition in forward and backward blocking designs: Further evidence for causal model theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology,* **60**, 387-399.

[3] Collins, J. D. & Shanks, D. (2002). Momentary and integrative response strategies in causal judgment. *Memory and Cognition,* **30**, 1138-1147.

[4] 沼田恵太郎・嶋崎恒雄（2010）．因果学習における手がかり競合の非対称性について．日本認知科学会第 27 回大会発表論文集，P3-33.

[5] Shanks, D. R. (1985). Forward and backward blocking in human contingency judgement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **37B**, 1-21.

[6] Van Hamme, L. J., & Wasserman, E. A. (1994). Cue competition in causality judgments: The role of nonpresentation of compound stimulus elements. *Learning and Motivation*, **25**, 125-151.

[7] Waldmann, M. R., & Holyoak, K. J. (1992). Predictive and diagnostic learning within causal models: Asymmetries in cue competition. *Journal of Experimental Psychology: General*, **121**, 222–236.

[8] Waldmann, M. R., & Walker, J. M. (2005). Competence and performance in causal learning. *Learning & Behavior*, **33**, 211-229.

[9] Wasserman, E. A., & Berglan, L. R. (1998). Backward blocking and recovery from overshadowing in human causal judgement: The role of within-compound associations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **51B**, 121-138.

謝辞

初期原稿において，2 名の査読者の方から貴重なご意見を頂き，感謝致します．また，本研究の一部は森恵氏の 2010 年度卒業論文（関西学院大学文学部）にもとづきます．ここに記して，感謝致します．

Dennettの哲学的論考が指摘する3つのスタンスの存在の検証
Validating the Three Stances Addressed by Dennett's Philosophical Argument

寺田 和憲，岩瀬 寛，伊藤 昭
Kazunori Terada, Yutaka Iwase, Akira Ito

岐阜大学
Gifu University
terada@gifu-u.ac.jp

Abstract

The philosopher Dennett proposed human cognitive strategies (three stances) in which humans construe the behavior of other entities: 'intentional', 'design' and 'physical' stances. Dennett's philosophical discussion is logically valid but not scientifically verified. In the present study, we redefined the stances and verified the efficiency of them scientifically by conducting three psychological experiments. The first experiments revealed that there are four linguistic conceptual categories for understanding behavior of entities. The next two experiments revealed that the three categories almost correspond to the Dennett's three stances. However, there was no direct evidence that human understand behavior of entities by attributing principle. The discussions concluded that human focus on the characteristic of surface behavior and vary four conceptual categories to suit the type of behavior.

Keywords — Dennett, intentional stance, design stance, physical stance, psychological stance

1. はじめに

哲学者Dennettは人間が他者の振舞を理解し予測するために用いる認知バイアスとして**意図スタンス** *(intentional stance)*, **設計スタンス** *(design stance)*, **物理スタンス** *(physical stance)*と呼ばれる3つの心的姿勢の存在を指摘し，哲学的論考によってその妥当性を示した[1]．物理スタンスとは主体の物理的組成，物理的性質，物理法則に基づいて振舞を予測する戦略である．設計スタンスとは物理スタンスで想定される物理的的組成などの細部を無視し，主体が設計意図に基づいて作られていることを前提として，様々な状況において設計どおりに振舞うと予測する戦略である．意図スタンスとは主体の振舞が意図，信念，願望などの心的状態に基づいて合理的に生成されているという前提のもとに，振舞の起源となる心的状態を帰属した上で，振舞を予測する戦略である．

スタンスの存在は直感的には妥当だと思われるが，人間が本当にそのようなスタンスを使い分けているかどうかは定かではなく[1]，心理学的研究によってその存在が証明されているわけではない．これは，Dennettの論考によって導かれた概念を科学的手法によって検証可能なものとして定義することが難しいからである．そこで本研究では，スタンスを定義し，実際に振舞理解において用いられているかどうかを検証するために3つの実験を行った．なお，本研究ではDennettの論考を検証するという立場から，3つのスタンスの存在を前提とした上で話を進める．

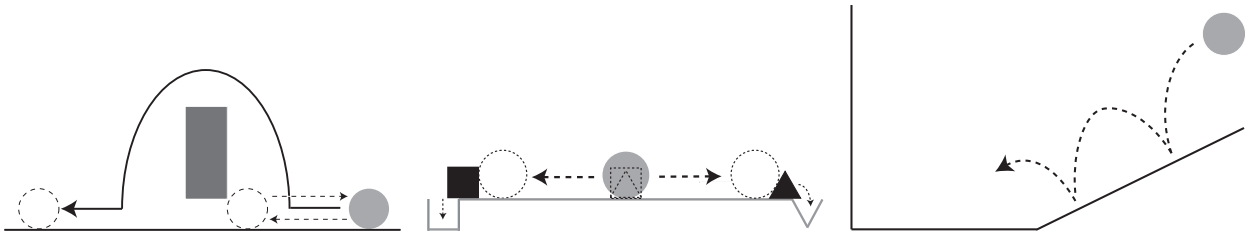
2. 実験1：スタンスを構成する特徴

Dennettの論考は哲学的考察であり，それぞれのスタンスについて科学的根拠に基づいて客観的に定義されているわけではない．また，その大部分が意図スタンスについての説明に割かれており，設計スタンスと物理スタンスは意図スタンスを対照化するために用いられているに過ぎない．そこで，振舞の観察者の視点から，各スタンスの概念を構成する特徴を明らかにするために，Dennettの論考をできるだけ忠実に再現したアニメーションを作成し，それぞれのアニメーションに対する被験者の印象記述を分析する実験を行った．

2.1 アニメーションによるスタンスの表現

Dennettの論考と認知心理学の知見に我々の考察を追加し3つのアニメーションを作成した．アニメーションを作成する際には次の点を考慮した．まず，外観による目的や機能の連想を避けるために，対象の形状を抽象的な形状である円にした．また各アニメーションにおいて同一のサイズの円になるようにし，注目するべき対象であることを

[1]意図スタンスと同義である心の理論研究は多数行われている．



(a) アニメーション 1. 円が中央の障害物の反対側に行こうという意図に基づいて行動している様を表現したアニメーション (Gergelyら [3] の用いたアニメーションを改編). まず, 円は長方形の物体の下側を通り抜けようとする. しかし円は, 長方形の物体の下側の隙間が円の直径よりも小さいため通り抜けることができず, 最初の位置へ戻る. この動作を二度繰り返した後, 円は長方形の物体の上側を飛び越えて障害物の左側へ移動する.

(b) アニメーション 2. 円が規則に従って仕分け作業をする様を表現したアニメーション. まず, 画面中央に赤い円が現れ, その後四角形か三角形のいずれかが円に重なるように現れる. 円は, 現れた図形に応じて, それらを左右のくぼみへと押してゆく. 矩形の図形が現れた場合には左に押し, 三角が現れた場合には右に押す. 図形がくぼみの中へ落ちると, 円は再度中央に戻り, 以下同様のプロセスを繰り返す

(c) アニメーション 3. 円が重力に従って自由落下する様を表現したアニメーション. 赤い円が右上から落下し, 跳ねながら坂を下った後に, 地面からの跳ね返りの高さを減衰しながら, 左の壁や坂に跳ね返されることを繰り返した後に, 静止する.

図 1 実験で用いた3つのアニメーション

示すために円のみを赤くした. さらに, 視点を横からの視点, すなわち画面の上下が重力の方向になるように統一した. 振舞に関しては, できるだけ具体性のない振舞でかつ各スタンスをうまく表現するような典型的なものになるようにした. 図1に, 意図(図1(a)), 設計(図1(b)), 物理(図1(c))のそれぞれのスタンスを採用することを想定して作成したアニメーションの概略を示す. 以下では, 各スタンスを表現するアニメーションの詳細を示す.

意図的な振舞を表すアニメーション

意図スタンスの採用に寄与する性質として, 目的となる地点へ向かう目的志向性[6], 外部からの力によらず動作を行う自己推進性[7], 重力などの物理現象に逆らった動作を行うエネルギー法則違反[8], 異なる方法によって単一の目的状態に達する等終極性[4]などが挙げられている. Gergelyら[3][2]はDennettの主張に基づき, 合理性の知覚が意図スタンスの採用の基本となっていると考え, 目的と状況に応じて効率の良い動作を行う合理的な動作を知覚できるか否かによって乳児が心の理論の萌芽を有しているかどうかを調べた. 我々の用いたアニメーションはGergelyらの用いたアニメーションとほとんど同じである. このアニメーション中の主体の振舞を理解するためには, 円が「反対側へ行きたい」という意図を帰属しなければ合理的な理解はできない.

設計された主体の振舞を表すアニメーション

このアニメーションでは主体の振舞が分別というタスクを遂行するために設計されたものであることを表している. 意図スタンスを示すアニメーションにおいては, 円が試行錯誤を経て目的に到達する様子を表現することで被験者を円の内部状態(意図)に注目させることを目標とした. 一方, 設計スタンスでは対象の振舞を設計者が規定した機能に基づいて解釈する[1][5]ため, このアニメーションでは対象そのものが意図を持つのではなく, 特定の入力に対して特定の出力を行うという「設計原理」によって振舞が規定されていることを表している.

この振舞の特徴は等速での移動, 対象物の形状に応じた移動であるため, 周期的, 規則的, アルゴリズム的である. また, より高い抽象レベルで見ると, 分別という機能が特徴となる. 同じ振舞を繰り返すという意味では固執であるが, 数回の失敗の後に成功に至るというような目的志向的な固執ではない.

物理的振舞をする主体のアニメーション

物理スタンスを表現するアニメーションは, 円が左上から出現し, 坂を弾みながら落ちてくる. このアニメーションでは物理的組成までを知ることはできないが, 重力という物理法則や壁と円の相対的な弾性係数の違いという物理的性質を知ることができる.

表 1 アニメーションの印象記述に用いられた単語

カテゴリー	単語
感情	憤る, いらいら, 沈静, いらだつ
知性	思考,意識,意思,見出す,学習,知能,頭脳,かしこい
判断	判断,問題,解決,考える,決める
努力	試行錯誤,克服,乗り越える,挑戦,チャレンジ,困難
達成	成功,失敗,達成,クリア
単調	単調,機械,淡々と,単純,リズム
仕事	仕事,作業,こなす,プログラム,はたらく
法則	法則,規格,則る,摂理
正確	正確,きちんと,きっちり
規則	繰り返し,繰り返す,反復,規則正しい,一定
予定	予め,決める,あらかじめ,決まる
識別	識別,選択,整理,分ける
複雑	複雑,意外,不規則
自然	自然,ありのまま
受動	受動,流れ,任せる,任す,逆らう,逆らえる,まま,なす,無抵抗
物理	物理,収束,落下,落ちる,重力,ぶつかる,飛ぶ,飛び越える

2.2 被験者

工学系の学部生と大学院生32名(男性23名，女性9名：平均年齢22.3歳)が実験に参加した．

2.3 実験方法

被験者はWebブラウザ上で3つのアニメーションを順に見せられた．アニメーションは繰り返し再生され，それぞれのアニメーションを見る時間は十分与えられた．3つのアニメーションを見終わった後に，アニメーション一つに対して文字入力フォーム一つがあるページを示し，アニメーションに対する印象を入力することを求めた．この時のアニメーションの提示順は被験者ごとにランダムであった．

2.4 実験結果

ほとんどの被験者が印象を一文で記述していた．各アニメーションに対する被験者の印象を定量化するために以下の処理を行った．まず，形態素解析システムSenを用いて形態素に分割し，名詞，動詞，副詞，連体詞のみを取り出した．次にそれらの語から,「感じ」や「思う」など被験者自信が主語になっている単語,「表現」や「様子」など，対象や状況を記述するための単語,「動き」や「動作」など対象の動きを説明するための単語を削除した．この操作によってアニメーション1, 2, 3それぞれに対しては107, 86, 99語が抽出された．抽出された全292語のうち振舞の性質を形容する単語のみを取り出した．この操作によって約半数の161語が抽出(アニメーション1, 2, 3それぞれに対して51, 57, 53)された．これは重複を許した数なので重複する語を除くと79語が残った．

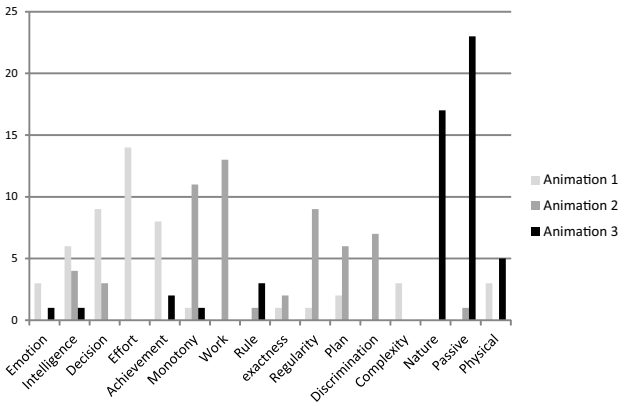


図 2 アニメーションの印象記述に用いられた単語の分布

結果をわかりやすく示すために79個の単語を意味の類似性に基づいて16のカテゴリーに分類した．カテゴリー作成とカテゴリー名の決定は我々が行った．カテゴリーを表す単語とカテゴリーを構成する単語の関係を表1に示す．また，それぞれのカテゴリーの単語が3つのアニメーションそれぞれに対して使用された頻度を図2に示す．

2.5 考察

分析によって得られた単語とDennettの論考におけるスタンス，心理学的知見を対比する．

2.5.1 アニメーション1に対する印象語

Dennettによると，意図スタンスでは心的状態(意図)を帰属した上で振舞を理解する．アニメーション1の作成時に我々が想定した心的状態は「障害物の反対側へ行きたい」という意図である．被験者がこの意図を想定していたと考えられるかについて検討する．アニメーション1の印象記述に用いられたのは主に感情，知性，判断，努力，達成カテゴリーの単語であるがこれらの中に意図を直接想定していたことを示す単語は見当たらない．しかし，達成カテゴリーの成功，失敗，達成，クリアなどの単語は意図の達成を評価するための単語であるので，なんらかの意図を想定したと考えることができる．ただし，これらは振舞の結果を評価するためのものであり，振舞の起源である意

図に言及するものではない．アニメーション1に対して多く用いられた知性や判断力は目的志向的な主体が合理的な行為を生成するために必要な能力であるために，被験者は暗黙的に目的志向性を想定していたと考えられる．以上のことから，アニメーション1の理解のために意図を帰属していたという直接的証拠は得られなかったが，目的志向性から派生的する単語や目的志向性を前提としなければ説明できない概念に関する単語が用いられたことから，Dennett の考える意図スタンスと類似した概念がアニメーション1から知覚されたと言える．

2.5.2 アニメーション2に対する印象語

設計スタンスとは設計原理を帰属して振舞を理解し予測する戦略である．設計原理とは，設計者の実装した目的とそれを実現するためのアルゴリズムやメカニズムなどの法則である．アニメーション2に対して目的や法則に関する概念に相当する単語が用いられたかどうかについて考察する．目的に関して抽象的に言及する単語は達成カテゴリーの語句であるが，アニメーション2に対して用いられることはなかった．しかし，具体的な目的である識別に関する単語は用いられた．また，アルゴリズムやメカニズムに関する単語として，は法則カテゴリーの単語があるが，これらはアニメーション3に用いられただけであって，アニメーション2には用いられなかった．一方で単調や規則などの法則に従う振舞の表面的属性に関する単語が得られた．以上のことから，設計原理を帰属していたという直接的な証拠は得られなかったが，設計原理を帰属することによって派生的に得られる印象を感じていたという間接的な証拠が得られたために，Dennettが考える設計スタンスと類似した概念がアニメーション2から知覚されたと言える．

2.5.3 アニメーション3に対する印象語

物理スタンスとは物理法則を帰属して振舞を理解し予測する戦略である．物理法則を帰属して振舞を理解していたかどうかについて検討する．アニメーション3に対して用いられた単語は主に自然，受動，物理のカテゴリーの単語である．この中で，物理カテゴリーの単語は物理法則や物理的性質に言及したものであり，Dennettの物理スタンスの考え方と一致する．しかし，それらの割合は少なく，代わって自然や受動カテゴリーの単語が多かった．これらの概念による振舞理解はDennett考えには入っていない．自然や受動カテゴリーの単語は，アニメーション1，2の場合と異なり，間接的に振舞の原理を想定していたこととを示すものではない．このことは，物理的な振舞をする主体の理解に，かならずしも振舞の原理である物理法則を帰属する必要がなく，自然や受動という理解をする方が有効であることを示唆する．

なされるがままやありのままという概念は意図的主体の振舞と対照的なものである．意図的主体の振舞の特徴として重力などの物理法則違反が提案されている[8]．言い換えると，非意図的な主体は物理法則に逆らわないような振舞をすると考えてもよい．

2.5.4 3つの概念的カテゴリーをなしているか

図2を見ると，3つのアニメーションそれぞれをに対して用いられた単語はある程度の分布の偏りがあり，3つの山を形成していることが分かる．すなわち，アニメーション1では努力，判断，達成，知性に関連する単語の頻度が高く，アニメーション2では仕事，単調，規則に関連する単語の頻度が高く，アニメーション3では受動，自然に関連する単語の頻度が高い．しかし，それぞれカテゴリーに属する単語は必ずしも3つのアニメーションに対して排他的に用いられているわけではない．これは，3つのアニメーションに対してそれぞれ固有の概念的理解がなされたことを示唆するが，3つの山を形成している単語が実際に3つのスタンスに相当する概念の形成に寄与していることを直接説明するものではない．例えば，アニメーション1では努力，判断，達成，知性に関連する単語の頻度が高かったが，それらの単語が意図スタンスという単一の概念を形成する要素となっているかどうかは明らかではない．そこで，得られた単語が3つの概念的カテゴリーを形成するかどうかを確認するための実験を行った．

実験2：60個の動画を参照基準とした概念カテゴリーの抽出

本実験では，実験1で得られた79語が3つのスタンスに相当する概念的カテゴリーに分類されるかどうかを調べた．3つのスタンスは振舞理解のために用いられる心的姿勢であるので，振舞理解時において人間が各単語が3つのカテゴリーを形成しているかどうかを検証しなければならない．そのために，60個の様々な主体の振舞が記録された動画を見せるという実験設定を用いた．60個の動画は79語の概念をカテゴライズするための参照基準として用いられる．また，動画を見せるという

表 2 26個の印象語句

カテゴリー	印象語句
感情	感情的
知性	意識的，考えている
判断	判断している，臨機応変
努力	努力している
達成	成功，達成(しようと)している
単調	単調，単純
仕事	義務的
法則	法則に従っている，アルゴリズムに従っている
正確	正確
規則	規則的
予定	予め決められている
識別	–
複雑	予測できない，変化がある，複雑
自然	自然な，ありのまま
受動	なされるがまま，身を任せている，受動的，逆らっている，能動的
物理	–

設定は実際の振舞理解における心的姿勢を調査するためでもある．

3つのカテゴリーを形成しているかどうかを検証するために，因子分析を用いた．79個の単語で表される個々の概念が3つの因子によって構成されることが示され，なおかつ，因子の内容に妥当性があれば，79語が3つのスタンスに相当する概念的カテゴリーに分類されると考えてよい．

2.6 被験者

工学系の学部生と大学院生20名(男性14名，女性6名：平均年齢20.1歳)が実験に参加した．いずれの被験者も実験1に参加していない．

2.7 実験方法

まず，実験1で得られた表1の単語を網羅するような26の語句を作成した(表2参照)．識別と物理のカテゴリーに属する単語は特定の動作や物理現象に関する単語であったため印象語句を作成しなかった．

次に，26の語句を用いて60個の動画を評定する被験者実験を行った．アンケートはhtmlで作成し，実験は全てWebブラウザ上で行った．被験者には動画一つと印象評定のための26の語句が表示されているページが順に示される．アンケートは全60ページである．動画の提示順は被験者ごとにランダムにした．回答に制限時間はなく，被験者が入力を行った後に自発的に次のページへのリンクをクリックすることで次のアンケート画面が提示された．

表 3 因子負荷量

	因子1	因子2	因子3	因子4
意識的	**0.826**	-0.100	-0.129	0.030
考えている	**0.799**	-0.066	-0.111	0.184
判断している	**0.736**	0.099	-0.148	0.138
努力している	**0.711**	-0.009	-0.114	0.265
能動的	**0.679**	-0.139	-0.294	-0.088
臨機応変	**0.664**	0.049	0.026	0.359
達成（しようと）している	**0.640**	0.240	-0.186	0.212
受動的	**-0.566**	0.201	0.406	0.119
感情的	**0.530**	-0.414	0.073	0.068
逆らっている	**0.400**	-0.242	-0.080	0.165
予め決められている	-0.184	**0.776**	-0.097	-0.140
正確	0.087	**0.771**	-0.145	-0.155
規則的	-0.117	**0.720**	0.052	-0.356
法則に従っている	-0.242	**0.717**	0.103	-0.128
アルゴリズムに従っている	-0.076	**0.614**	-0.010	0.069
義務的	0.083	**0.570**	-0.073	-0.093
成功	0.334	**0.547**	-0.112	0.039
予測できない	0.124	**-0.524**	0.107	0.377
自然な	-0.086	-0.285	**0.708**	-0.127
ありのまま	-0.150	-0.201	**0.682**	-0.190
身を任せている	-0.498	0.071	**0.603**	-0.041
なされるがまま	-0.505	0.065	**0.588**	-0.031
複雑	0.167	-0.031	-0.121	**0.725**
単純	-0.097	0.219	0.290	**-0.571**
単調	-0.177	0.451	0.186	**-0.546**
変化がある	0.189	-0.262	0.076	**0.523**

れるようにした．被験者には各動画に対して26個の印象語句がそれぞれの動画を説明するものとしてどの程度適切であるかを7段階のリッカートスケール(1.全く適切でない–7.とても適切である)によって評定することを求めた．表5の第1列に60個の動画で映された主体と振舞を示す．

2.8 実験結果

評定値に対して因子分析を行った．因子の抽出は重み付けのない最小二乗法を用いた．因子数は固有値1以上の規準を設け4因子とした．バリマックス回転後の因子パターンを表3に示す．また，表5の2列から5列にそれぞれの動画の因子得点を示す．

2.9 考察

以下では抽出された4つの因子がどのような概念を表しているかについて考える．第1因子で因子負荷量の高い語句は感情，知性，判断，努力，達成，能動（受動の反意）のカテゴリーに属するものである．これらは，実験1において，アニメーション1を記述する際に多く用いられた単語とほぼ一致している．このことから，因子1はアニメーション1を見ることによって得られる視覚的概念に相当していると考えられる．第2因子で因子負荷量の高い語句は仕事，法則，正確，規則，予定の

カテゴリーに属するものである．これらは，実験1において，アニメーション2を記述する際に多く用いられた単語とほぼ一致している．このことから，因子2はアニメーション2から得られる視覚的概念に相当していると考えられる．第3因子で因子負荷量の高い語句は自然，受動カテゴリーに属するものである．これらは実験1において，アニメーション3を記述する際に多く用いられた単語とほぼ一致している．このことから，因子3はアニメーション3から得られる視覚的概念に相当していると考えられる．アニメーション1から3はそれぞれ意図，設計，物理スタンスを採用することを想定して作られたものなので，因子1から因子3はそれぞれ意図スタンス因子，設計スタンス因子，物理スタンス因子と考えることができる．第4因子で因子負荷量の高い語句は複雑カテゴリーに属するものである．これらの語句は実験1において，アニメーション1を記述する際に用いられた単語であるので，因子4はアニメーション1から得られる視覚的概念に相当していると考えられる．しかし，因子4が因子1に含まれなかったことから，因子1の概念とは別の概念を表していると考えられる．因子1と因子4の違いについては総合考察で述べる．

以上のことから，Dennettの論考による3つのスタンスと近い3つの概念的カテゴリーが存在することが分かった．すなわち，意図的主体の振舞の特徴である感情や知性，判断，努力といった概念が意図スタンスという単一の因子に縮約され，設計された主体の振舞の特徴である，単調，仕事，法則，制約，規則，予定といった概念が設計スタンスという単一の因子に縮約され，物理的な振舞の特徴である自然，受動という概念が物理スタンスという単一の因子に縮約されることが分かった．

以上で示されたのは振舞理解において4種類の言語的概念カテゴリーが存在し，そのうちの3つはDennettのスタンスと類似しているということである．しかし，実験1で考察したように，3つのスタンスに相当する概念カテゴリーはDennettが主張する概念を忠実に表しているわけではない．どのような違いがあるかについては総合考察で述べる．

3. 実験3:視覚的概念と言語的概念の相関

実験1，2ではアニメーションの印象を言語的に記述したものがDennettの3つのスタンスの概念を含む4カテゴリーに分節されることが示された．このことはアニメーションから得られる3つの視覚的概念と4つの言語的概念のうち3つが一致していることを示唆する．このことを別の視点から検証するために，3つのアニメーションから得られる概念とそれぞれの因子の間にどれぐらい相関があるかを調べる実験を行った．この検証は，実験2で用いた動画を再度参照基準として用い，同一の動画に対する言語的理解と映像的理解を対比することで行った．

表4 因子得点とアニメーションによる評定値の相関係数

	因子1	因子2	因子3	因子4
アニメーション1	**0.5982**	-0.3791	-0.3133	**0.4748**
アニメーション2	0.2510	**0.6276**	-0.4548	0.0434
アニメーション3	-0.3782	-0.1289	**0.6461**	-0.0632

3.1 被験者

工学系の学部生と大学院生20名(男性16名，女性4名：平均年齢21.9歳)が実験に参加した．いずれの被験者も実験1，2に参加していない．

3.2 実験方法

実験方法は，アニメーションと動画の類似性を評定するという点を除いて実験2と同じである．アンケートのページには動画一つとアニメーション3つが表示され，被験者はアニメーションそれぞれに対して7段階のリッカートスケール(1.全く類似していない–7.とても類似している)によって類似性を評定することを求められた．

3.3 実験結果

各動画に対する評定値の平均を表5の6列から8列に示す．各動画ごとに一元配置分散分析を行い，有意なものに対してTukeyの方法による下位検定を行った．検定の結果，単一のアニメーションに対する評定値が5%以下で有意に高いものを太字で示した．また，表4に全動画を対象として，実験2で得られた因子得点とアニメーションに対する評定値の相関を求めたものを示す．各因子についてアニメーションとの相関が最も高かったものを太字で示した．

3.4 考察

まず，動画の性質に対するアニメーションの選択傾向について概観する．表5の評定値をアニメーションごとにみると，評定値の高さと主体の種類に関係がないことが分かる．例えば，アニメーショ

ン1に対する評定値が他のアニメーションより有意に高いものは1, 40, 50の動画であるが，主体は人間，ロボット，自動車と一貫していない．この傾向はアニメーション2, 3でも同様である．一方で，評定値の高いアニメーションの振舞には共通性がある．アニメーション1の評定値が高い動画の振舞に共通するのは行為の目標状態が明確に理解できるという点である．アニメーション2では振舞には決められた手順で特定のタスクをこなすという共通性がある．アニメーション3では表面的な振舞の類似性や共通する物理法則はないが，物理現象という共通点がある．例えば動画3は燃焼(酸化)，動画37, 39, 57などは風力(流体の運動)が振舞を支配している法則である．

次に，視覚的概念と言語的概念の相関について考察する．表4によると因子1とアニメーション1, 因子2とアニメーション2, 因子3とアニメーション3の間の相関が比較的高いことが分かる．また因子4と最も相関の高いアニメーションはアニメーション1であることが分かる．以上のことから，因子1から3までの言語的概念カテゴリーとアニメーション1から3の視覚的概念は一致していると言える．因子4とアニメーション1は因子1ほど高い相関はないが，他のふたつのアニメーションに比べると高い相関を持っているので，因子4はアニメーション1から得られる視覚的概念に相当していると考えられる．これは実験2の結果と一致している．

4. 総合考察

Dennettのスタンスの考え方は，振舞の起源（意図）や振舞を制御している要因（設計原理，物理法則）といった原理を想定した上で振舞の理解と予測を行うというものである．しかし，実験1で明らかになった16種類の概念は原理そのものについて言及するものよりも，原理から発生する振舞の性質を表現した単語によって構成されていた．被験者らが実際に原理を想定した上で振舞を理解していたかどうかは明らかではないが，このことは，具体的な原理を想定しなくても振舞の性質だけから振舞理解(スタンスの選択)がなされることを示唆する．実験2では16種類の概念が4つの抽象的概念に縮約され，4つの概念のうち3つはDennettの論考によるスタンスと概ね一致していることが示された．これは，表面的な振舞の性質による理解とDennettの言う振舞の原理に基づく理解がほぼ一致していることを意味する．このことから，Dennettの心的姿勢のカテゴリー化がある程度の妥当性を持ったものであることが示されたと考える．

しかし，Dennettの言う原理的理解と我々の結果が示す振舞の性質による理解の間には乖離がある．実験2の考察では，因子1が意図スタンス，因子2が設計スタンス，因子3が物理スタンスに相当するものであると考えた．因子1で因子負荷量の高い語句は意図的な主体が生成する振舞の多様な性質を表しており，原理そのものについて言及しているわけではないが，Dennettの考える意図スタンスに近い概念である考えられる．しかし，因子2は設計された主体のが生成する振舞の性質を表しているものの設計原理についての概念を表しているというよりは，法則による決定性を表していると考えられる．因子3に関しては，実験1の考察で述べたように，物理法則を想定したものではなく，単に振舞の主体の受動性を表す概念である．

因子4は実験2と3の結果からアニメーション1から得られる概念を表していることが分かったが，因子1とは独立であるために，意図的主体だけが生成する振舞の性質を表しているのではないと考えられる．実際に，表5の因子得点を見ると，必ずしも意図的主体の振舞において高い値を示しているわけではない（例えば8, 14, 45）．これらの動画中の主体の振舞に見られる共通点はその振舞が偶発的な出来事によって予期せぬものになっていることである．そのために，因子4はDennettのスタンスの中に含まれない，予測できない複雑な振舞に関する概念を表していると考えられる．

これらの議論に基づいて，Dennettの考えるスタンスは論理的に妥当ではあり，そのような分類がなされていることを示唆する間接的結果が得られたが，実際の振舞理解には異なる戦略が採用されている(カテゴリー化がなされている)と結論づける．以下に我々の研究によって明らかになった戦略を示す．Dennettの考えに倣ってスタンスと表記する．

意図スタンス 意図のような心的状態を持つ主体が生成する多様な振舞を理解し予測する戦略．

決定スタンス 法則などによって振舞が決定論的に決定する主体の振舞を理解し予測する戦略．

受動スタンス それ自身に振舞を決定する原因や法則を持たず，外部要因によって振舞が決定するような主体の振舞を理解し予測する戦略．

複雑スタンス 振舞を理解，予測できないものとして捉える戦略．理解も予測もしない．

5. まとめ

本稿ではDennettが哲学的論考で指摘している3つのスタンスが心理学的に妥当であるかについて検討するために3つの実験を行った．まず，Dennettのスタンスをできるだけ忠実に再現したアニメー

ションを作成し，アニメーションに対する被験者の印象記述を分析することで，アニメーションから得られる視覚的概念を言語化する実験を行った．実験の結果，3つのアニメーション理解のために16種類の概念が用いられていることが分かった．16種類の概念が3つのスタンスに相当する概念的カテゴリーを形成していることを示唆する結果が得られた．これを検証するために，16種類の概念が3つ概念に縮約されるかどうかを確認する実験を行った．これは60個の動画を参照基準として用い，16種類の概念を構成する26個の印象語句が適切であるかどうかを評定してもらう被験者実験によって行った．評定結果に対して因子分析を行ったところ，4因子が抽出され，そのうち3因子はDennettの3つのスタンスと同等のものであることが分かった．これはアニメーションから得られる3つの視覚的概念と4つの言語的概念のうち3 つが一致していることを示唆する．このことを別の視点から検証するために，3つのアニメーションから得られる概念とそれぞれの因子の間の相関を調べる実験を行った．この実験によって因子1から3までの言語的概念カテゴリーとアニメーション1から3の視覚的概念は一致していることが分かった．また，因子4はアニメーション1から得られる，因子1とは異なる，視覚的概念に相当していることが分かった．

以上の実験によって，表面的な振舞の性質による理解とDennettの言う振舞の原理に基づく理解がほぼ一致していることが分かった．しかし，Dennettの主張のような原理帰属による理解がなされているという直接的証拠は得られていない．そこで，実験結果について考察を行い，実際の振舞理解においては振舞の性質が注目され，意図，決定，受動，複雑の4つ概念的カテゴリー化が行われていると結論づけた．

参考文献

[1] Daniel C. Dennett. *The Intentional Stance*. Cambridge, Mass, Bradford Books/MIT Press, 1987.

[2] György Gergely and Gergely Csibra. Teleological reasoning in infancy: the naïve theory of rational action. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7, No. 7, pp. 287–292, Jul 2003.

[3] György Gergely, Zoltán Nádasdy, Gergely Csibra, and Szilvia Bíró. Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, Vol. 56, No. 2, pp. 165–193, Aug 1995.

[4] Fritz Heider. *The Psychology of Interpersonal Relations*. Lawrence Erlbaum Associates, 1958.

[5] Adee Matan and Susan Carey. Developmental changes within the core of artifact concepts. *Cognition*, Vol. 78, pp. 1–26, 2001.

[6] D. Premack and A. J. Premack. Motor competence as integral to attribution of goal. *Cognition*, Vol. 63, No. 2, pp. 235–242, May 1997.

[7] David Premack. The infant's theory of self-propelled objects. *Cognition*, Vol. 36, No. 1, pp. 1–16, Jul 1990.

[8] Brian J. Scholl and Patrice D. Tremoulet. Perceptual causality and animacy. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 4, No. 8, pp. 299–309, Aug 2000.

表 5 実験に用いた動画と因子得点，アニメーションによる評定値の平均

	因子得点				評定値		
振舞	因子1	因子2	因子3	因子4	アニメ1	アニメ2	アニメ3
1. 男性が固く閉じた缶を開ける	2.00	-0.61	-0.72	-1.11	**4.70**	1.90	2.00
2. ロボットアームが溶接作業を行う	-0.47	1.80	-1.11	-0.18	2.60	**4.90**	1.70
3. 火が紙を燃やして消える	-1.47	-0.49	0.72	0.19	2.00	1.80	**3.75**
4. 和菓子職人が精密な動作で生地を伸ばす	1.26	1.17	-0.87	-1.40	2.35	**5.30**	2.60
5. ダンサーがロボットダンスを行う	0.62	0.31	-1.31	-0.38	2.95	3.70	1.75
6. 軍隊が行進する	0.31	1.89	-0.51	-1.23	2.20	**3.95**	2.50
7. 人型ロボットがルービックキューブを解く	1.22	1.66	-0.89	1.47	3.30	**5.60**	2.15
8. 歩行中のBigDogがバランスを崩すも立て直す	0.30	-1.08	-0.30	1.57	3.70	2.95	3.10
9. 6足ロボットがぬいぐるみを掴み体に載せる	0.54	1.30	-1.30	0.89	3.35	**5.10**	1.95
10. 少年が一回転しながら川に飛び込む	1.38	-0.70	0.01	0.52	4.15	1.90	4.60
11. スキーヤーが斜面を滑り降りてくる	1.39	0.48	0.19	0.25	3.35	4.05	4.10
12. 人が丘の上から滑って転がってゆく	1.39	0.48	0.19	0.25	3.40	2.00	**5.70**
13. 自転車に乗った人がジャンプに失敗し転倒する	0.21	-1.62	0.24	-0.32	3.95	2.15	5.15
14. ラフティング中のボートが転覆し流される	0.88	-0.99	0.92	1.98	4.20	2.50	4.50
15. 寝そべっていた猫が台の上から落下する	-0.52	-1.34	0.38	-0.01	4.10	1.80	4.25
16. 犬が眠気に耐えきれず転倒する	-0.78	-1.66	0.46	-0.34	3.35	1.80	3.65
17. ししおどしの筒が上下に動く	-1.33	0.99	1.06	-1.43	3.20	3.55	4.55
18. 水車が回転している	-1.23	1.53	1.40	-1.39	2.05	3.65	4.35
19. 複数の鳥型のカイトが風で動く	-1.32	-0.31	0.89	1.02	2.50	2.50	3.20
20. 人型やじろべえが左右に揺れる	-1.37	1.21	0.65	-1.68	2.55	4.35	3.25
21. ASIMOが階段を登る途中で転倒する	-0.81	0.01	-0.13	1.41	4.00	3.60	3.70
22. 進行中の自動車が溝に落下する	-0.92	-1.45	-0.08	0.35	2.80	2.45	3.90
23. 男性がウィングスーツで滑空する	0.34	-0.43	1.14	0.73	2.60	2.35	3.80
24. 女性が辺りを見回している	0.02	-1.78	-0.46	-0.61	3.15	2.45	2.65
25. 幼稚園児たちがお遊戯をしている	1.00	-0.47	0.48	0.76	3.25	3.25	2.35
26. 男性が工場で仕分け作業を行う	1.05	1.01	-0.49	-0.52	2.95	**5.75**	2.50
27. カラスが針金を使って筒から餌を取り出す	2.04	-0.22	-1.11	1.23	4.30	3.40	1.95
28. 熊が木の棒を振り回し遊んでいる	1.09	-1.72	-0.14	0.08	3.70	3.25	2.45
29. オウムが棒を使って体を掻いている	1.90	-0.66	-0.62	0.15	3.35	3.55	1.95
30. ササゴイが水面に葉を落としおびき寄せた魚を捕らえる	1.99	-0.37	-0.17	0.66	4.00	3.95	2.20
31. 猫がゴム製の輪で遊んでいる	1.28	-1.49	0.28	0.48	4.80	2.70	3.65
32. 犬が風船で遊んでいる	0.89	-1.92	-0.18	-1.04	3.65	2.75	2.10
33. イルカが気泡で作った輪を追いかける	1.39	-0.74	-0.22	0.21	3.40	2.75	2.70
34. 猫が餌を食べている	0.96	-0.92	0.29	-1.88	2.50	2.75	2.00
35. 犬が眠気をこらえている	-0.09	-1.37	0.41	-0.37	3.15	2.30	2.45
36. 朝顔の蔓が棒に巻きつく(早送り映像)	0.51	0.04	0.73	0.35	3.00	2.55	2.75
37. 花が風に揺れている	-1.65	-1.11	1.52	-0.31	2.05	1.95	**3.90**
38. 花のつぼみが開く(早送り映像)	0.23	0.28	0.42	0.62	3.05	2.35	3.30
39. ススキが風に揺れている	-1.90	-1.13	1.68	-0.35	2.30	2.15	**3.70**
40. 人型ロボットが横たわった姿勢から反動をつけて起き上がる	-0.05	1.08	-0.79	0.75	**4.30**	2.75	2.55
41. 人型ロボットがバイオリンを弾く	-0.33	1.42	-0.76	0.56	3.25	3.95	2.10
42. 二足ロボットが足踏みし方向転換する	-0.76	0.45	-1.08	0.74	2.95	3.25	1.95
43. ファービーが表情を動かし左右に揺れる	-0.53	0.39	-0.98	0.84	2.95	2.80	2.05
44. ライントレースロボットが線上を進む	-0.29	1.82	-0.58	-0.37	3.35	4.60	2.70
45. 倒立振子ロボットが倒れた状態から起き上がり，バランスを取りながら移動する	-0.65	-0.95	-0.75	1.54	4.20	3.55	2.70
46. ベルトコンベアがテニスボールの仕分けを行う	0.34	1.64	0.10	0.55	2.95	**5.45**	2.55
47. 複雑に組まれた木製の枠上でビー玉が次々と転がってゆく	-1.36	1.31	0.62	0.23	2.95	4.15	4.85
48. 踏切の遮断機がバーを降ろす	-0.90	1.53	-0.64	-1.10	2.00	3.55	2.95
49. 自動車がドリフトする	1.16	-0.09	-0.81	1.44	3.20	3.50	2.70
50. 四輪駆動車が坂を登ろうとするがスリップしなかなか登れずにいる	0.87	-1.22	-0.76	0.29	**4.85**	2.30	3.35
51. バスが停留所に到着する	0.63	0.67	-0.93	-0.70	2.90	3.45	2.85
52. 電車が走ってくる	-0.72	1.27	-0.43	-0.73	2.30	2.55	3.65
53. ロープウェイが乗り場に到着する	-0.90	1.53	-0.64	-1.10	2.40	2.95	3.95
54. 旅客機が飛び立つ	-0.14	0.91	-1.07	-0.13	2.50	2.40	2.70
55. 船が海上を進む	0.03	0.42	-1.05	-0.50	2.55	3.10	2.55
56. 逆立ちゴマが回転しながらひっくり返る	-0.85	0.16	0.87	0.29	2.75	2.15	**4.10**
57. 風鈴が風に揺れている	-1.73	-0.76	1.86	0.36	2.40	2.35	**4.05**
58. 竹トンボが回転している(スロー映像)	-1.11	0.66	0.46	-1.33	1.95	2.25	3.30
59. 雲が空を流れてゆく	-1.69	-1.09	1.25	0.08	1.80	1.70	**3.60**
60. 滝で水が流れている	-1.41	0.59	1.22	-1.58	1.95	1.55	**4.80**

自動化システム利用における Misuse/Disuse の実験的検討
Experimental Investigation of Misuse/Disuse in Using Automation System

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，††早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
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

In this study, we experimentally investigated the relationship between calibration and resolution originally described by Lee & See (2004). In this study, calibration refers to whether people misuse or disuse automation systems. Also, resolution refers to which people depend more on the system performance or their manual performance in order to select to use automation systems. In the experiments, we used two different types of tracking tasks. Two main findings of the experiments are following. First, there is a relationship between calibration and resolution. Second, when the participants neither misused nor disused the automation system, they did not equally depend on the system and their manual performances; i.e., they depended more on their manual performance than the system performance in order to select to use the automation system.

Keywords—Human-Automation system interaction, Misuse, Disuse, Calibration, Resolution

1. はじめに

科学技術の発展に伴い，人々が自動化システムを使用する機会が増加している．人間と自動化システムとの協調において，人間には，必要に応じて，自動化システム使用または未使用の選択を行う役割がある[1]．しかし，誤った自動化システム使用，未使用の選択によって，多くの事故が生じている[2]．[2]は，このような誤った自動化システム使用，未使用の選択を Misuse(自動化システムへの過度の依存)と Disuse(自動化システムへの過度の非依存)として定義している．

[3]は，Misuse と Disuse が生じる原因として，自動化システムのユーザが，自動化システムの能力に対して不当に高いまたは低い信用を持つことを挙げている．彼らは，このような自動化システムの能力と信用との不整合性を Calibration と Resolution の 2 つの観点から示している．図 1 は，[3]が示した Calibration と Resolution のイメージ図を改訂したものである．

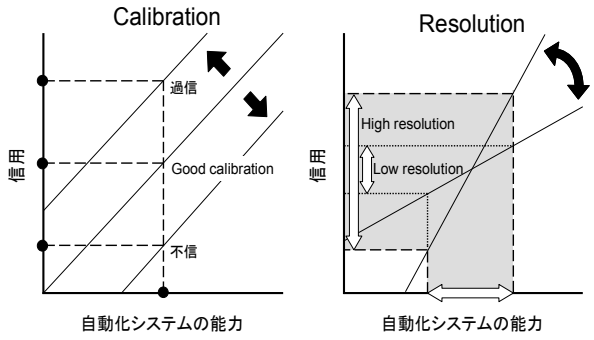


図 1　Calibration と Resolution　各イメージ図は，Lee & See(2004)が示したイメージ図を改訂したものである．

図 1 における Calibration は，自動化システムの能力と信用との関係を示している．Good calibration は，自動化システムに対する適切な信用である．自動化システムに対する不当に高い信用は過信であり，Misuse を招くことを示している．一方，自動化システムに対する不当に低い信用は不信であり，Disuse を招くことを示している．また，図 1 における Resolution は，自動化システムの能力の変化と信用の変化との関係を示している．High resolution は，自動化システ

ムの能力変化に対して，過度に信用を変化させることである．Low resolution は，自動化システムの能力変化に対して，過少に信用を変化させることである．

多くの先行研究は，Calibration の観点から実験的検討を行っている．[4]らは，人間は Misuse に陥る傾向があることを示し，また，[5]らは，人間は Disuse に陥る傾向があることを示している．一方，Resolution の観点から実験的検討を行った研究は少ない．本研究では，Calibration と Resolution の両方の観点から，人間の自動化システム使用について評価を行い，Calibration と Resolution との関連について検討を行う．

2. 本研究における Calibration と Resolution

[6]は，自動化システムと手動操作の両方のパフォーマンスが，それぞれ自動化システムへの信用と手動操作への自信に影響し，信用と自信との関係に基づいて，自動化システム使用，未使用の選択が行われることを示している．そのため，Calibration と Resolution について検討を行う場合，自動化システムと手動操作の両方のパフォーマンスに基づいた検討を行う必要がある．本研究では，自動化システムと手動操作の能力を独立変数として設け，それぞれの能力に伴うパフォーマンスに基づいて Calibration と Resolution の評価を行う．その際，本研究では，客観的指標である自動化システム使用率を従属変数として測定する．

図 2(a)は，本研究における Calibration のイメージ図を示す．本研究では，以下の観点から Calibration に関する検討を行う．我々は，Misuse にも Disuse にも偏らない自動化システム使用，未使用の選択を Good calibration と定義する．一方，自動化システムを使用する傾向を Calibration の Misuse bias，手動操作を使用する傾向(自動化システムを使用しない傾向)を Calibration の Disuse bias と定義する．図 2(a)における Calibration の評価は，自動化システム使用率を示す曲面の上下位置によって評価することができる．

更に，図 2(b)は，本研究における Resolution のイメージ図を示す．本研究では，以下の観点から Resolution に関する検討を行う．我々は，自動化システムと手動操作の両方のパフォーマンス変化に，偏りなく同等に依存した自動化システム使用，未使用の選択を Unbiased resolution と定義する．一方，手動操作よりも自動化システムのパフォーマンスの変化に依存した自動化システム使用，未使用の選択を Resolution の Automation bias，自動化システムよりも手動操作のパフォーマンスの変化に依存した使用，未使用の選択を Resolution の Manual bias と定義する．図 2(b)における Resolution の評価は，自動化システム使用率を示す曲面の左右の傾きによって評価することができる．

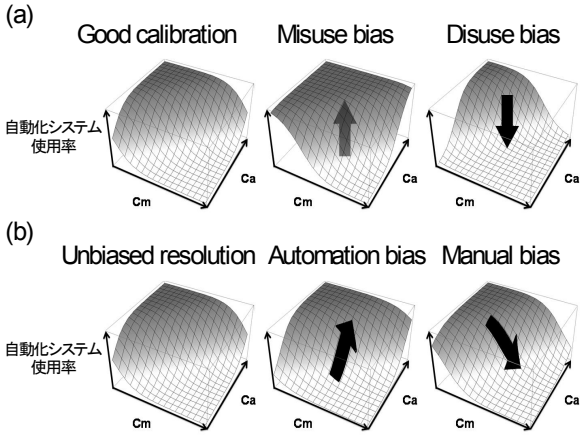


図 2　本研究における Calibration と Resolution
x 軸は手動操作の能力(Cm)，y 軸は自動化システムの能力(Ca)，z 軸は自動化システム使用率を示す．各イメージ図では，Ca と Cm が同じ値のときに，自動化システムと手動操作は同等のパフォーマンスを示すことを前提としている．

3. 本研究の Research Question と仮説

本研究では，Calibration と Resolution との関連について 2 つの観点から検討を行う．第一に，参加者の一般的傾向として Good calibration が示される状況では，どのような Resolution が示されるか検討を行う．Research question 1 は以下である．

RQ1:Good calibration が示される状況では，どのような Resolution が示されるか？

本研究では，以下で述べる追従課題を使用して，自動化システムと手動操作の能力が独立して変化する課題状況を設定した．先行研究では，自動化システムのエラー発生率が変化する状況では，自動化システムのパフォーマンスに対する警戒心が高まり，Misuse が抑制されることが示されている[4]．本研究における課題状況では，自動化システムと手動操作の両方のパフォーマンスに対する警戒心が高まり，参加者の一般的傾向として，Misuse bias でも Disuse bias でもない Good calibration が示され，そのような状況では，規範的に，自動化システムと手動操作の能力変化は同等に評価されると予測される．RQ1 に対する仮説 I は以下である．

仮説 I:Good calibration が行われる状況では，Unbiased resolution が行われる．

第二に，参加者全体を，Calibration 傾向の異なる 2 群(Misuse 傾向群と Disuse 傾向群)に分割して，各群における Resolution を比較する．Research question 2 は以下である．

RQ2:Misuse 傾向と Disuse 傾向のユーザは，それぞれどのような Resolution を示すか？

先行研究では，自動化システムを信頼する傾向と使用する傾向には関連があることが示されている[1]．Calibration の Disuse bias を持つユーザと比較して，Misuse bias を持つユーザは，自動化システムを信頼する傾向にある．そのため，自動化システムを使用する機会が多くなり，自動化システムのパフォーマンスにより注意を向け，Resolution の Automation bias が顕著になる可能性が考えられる．逆に，Calibration の Misuse bias を持つユーザと比較して，Disuse bias を持つユーザは，手動操作を信頼する傾向にある．そのため，手動操作を行う機会が多くなり，手動操作のパフォーマンスにより注意を向け，Resolution の Manual bias が顕著になる可能性が考えられる．RQ2 に対する仮説 II は以下である．

仮説 II:Calibration の Disuse bias を持つユーザと比較して，Misuse bias を持つユーザは，Resolution の Automation bias が顕著である．逆に，Calibration の Misuse bias を持つユーザと比較して，Disuse bias を持つユーザは，Resolution の Manual bias が顕著である．

4. 実験課題

我々は，2 種類の追従課題(線課題，道課題)を実験に用いた(図 3)．

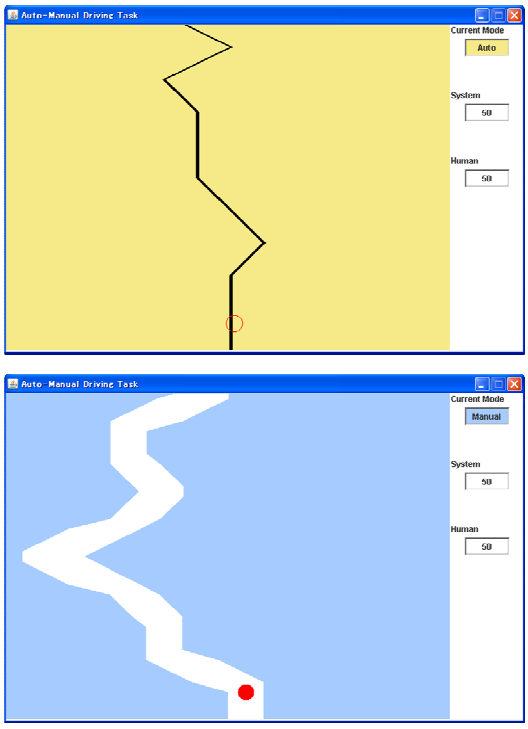


図 3　線課題(上)と道課題(下)

線課題は，画面の上から下へスクロールする線を赤い丸のカーソルで追従する課題である．カーソルが線から外れた場合，得点が減点される．一方，道課題は，画面の上から下へスクロールする道を赤い丸のドットで追従する課題である．ドットが道に壁に

ぶつかった場合，得点が減点される．この課題では，カーソルまたはドットの操作を自動化システムに任せることをAuto，自分で操作することをManualと定義する．Manualを選択した場合，キーボードの矢印キーを使用して，カーソルまたはドットの操作を行う．一方，Auto を選択した場合，自動化システムが操作を行う．我々は，各課題における Auto の能力(Ca)と Manual の能力(Cm)の各要因に 30, 40, 50, 60, 70 の 5 水準を設けた．CaとCmの値は，50Hzのサンプリングレートにおいて，実験システムが，Auto または Manual の操作を受けつける割合を示している．従って，Ca または Cm の値が大きいほど，Auto または Manual の指示通りにカーソル，ドットが動きやすく，追従パフォーマンスは高くなる．逆に，Ca または Cm の値が小さいほど，AutoまたはManualの指示通りにカーソル，ドットは動きにくく，追従パフォーマンスは低くなる．

5. 実験 1

線課題と道課題では，Ca と Cm はそれぞれ 5 水準(30, 40, 50, 60, 70)で変化する．先に述べたように，本研究で用いる分析において，Ca と Cm が同じ値のときに，Auto と Manual が同等のパフォーマンスを示すことが前提となる．しかし，実際の実験ではそれが保証されていない．そのため，実験 1 では，線と道の両方の課題で，Ca と Cm の 5 水準(30, 40, 50, 60, 70)の各値におけるパフォーマンスを測定する．Ca と Cm の各値におけるパフォーマンスを基に，Auto と Manual のパフォーマンスの関係式を算出する．実験 1 で算出された関係式を後の実験の分析に用いる．

5.1. 目的

各課題における Auto と Manual のパフォーマンスの関係式を算出する．

5.2. 方法

5.2.1. 参加者

参加者は大学生 132 名である．内 65 名は線課題を行い，67 名は道課題を行った．

5.2.2. 手順

Manual パフォーマンスの測定を行うため，参加者には，Manual だけを使用して課題を行わせた．各課題では，Cm の 5 水準(30, 40, 50, 60, 70)を各 4 試行ずつランダムな順で行い，合計 20 試行行った．各試行は 40 秒で切り替わるよう設定し，試行が切り替わる際，画面中央に「操作能力が変更されました」と表示した．それと同時に，全 20 試行中の何試行が終了したかを表示した．課題を行う前に，参加者には，操作の練習として，Cm が 100 の状態で課題を 1 試行行わせた．なお，課題遂行中，または課題の練習中に，Cm の値は表示せず，参加者は Cm の値を知ることはなかった．参加者には，できる限り高い得点を獲得することが求められ，課題終了時には，課題の得点を表示した．

一方，Manual パフォーマンスの測定とは別に，Auto だけを使用して各課題を行い，Auto パフォーマンスの測定を行った．各課題では，Ca の 5 水準(30, 40, 50, 60, 70)の各値を参加者数と同じ回数実施した(線課題 65 回，道課題 67 回)．

5.3. 結果

まず，各課題における Auto と Manual のパフォーマンスの関係を特定するため，Ca と Cm の各値で，パフォーマンスの平均値を算出した．次に，課題ごとに，Auto と Manual のそれぞれで，パフォーマンスの平均値に線形近似を行った．課題ごとに算出された Auto と Manual のパフォーマンスの線形近似式から，Auto と Manual のパフォーマンスの関係式を算出した．算出された関係式を以下に示す．

線課題

$$Cm = 1.177Ca - 2.626 \quad (1)$$

道課題

$$Cm = 1.086Ca + 1.897 \quad (2)$$

実験 2 では，Auto と Manual のパフォーマン

スの関係を考慮した検討を行うため，実験 1 で算出された Auto と Manual のパフォーマンスの関係式(1), (2)を使用して Research question の検討を行う．

6. 実験 2

6.1. 方法

6.1.1. 参加者

大学生 27 名(4 名はマシーントラブルにより分析から除外)である．各課題は，参加者内で行われた．

6.1.2. 手順

参加者には，Auto と Manual を使用して各課題を行わせた．各課題につき，5(Ca：30，40，50，60，70)×5(Cm：30，40，50，60，70)の全 25 試行を実施した．各試行内で，Ca と Cm の組み合わせはランダムな順序で実施した．各試行は 40 秒で切り替わるよう設定し，試行が切り替わる際，画面中央に「操作能力が変更されました」と表示した．課題を行う前に，操作の練習と Auto と Manual 切り替えの練習として，参加者には，40 秒の試行を 2 試行行わせた．なお，課題遂行中，または課題の練習中に，Ca と Cm の値は表示せず，参加者は Ca と Cm の値を知ることはなかった．各課題の遂行前には，参加者に，できるだけ得点が高くなることを目指して課題を行うよう教示し，各課題終了時に課題の得点を表示した．また，各課題を実施した後に，Auto と Manual への信頼性評定のアンケートを実施した．アンケートでは，参加者に，自動化システムと手動操作の信頼性について 7 段階の評定を行わせた(1：自動化システムの方が非常に信頼できた，2：自動化システムの方がわりと信頼できた，3：自動化システムの方がやや信頼できた，4：どちらでもない，5：手動操作の方がやや信頼できた，6：手動操作の方がわりと信頼できた，7：手動操作の方が非常に信頼できた)．

6.2. 結果

我々はロジスティック近似曲線を用いた分析を行う．手順として，最初に，Ca(5 水準)×Cm(5 水準)の合計 25 組の各組み合わせで，実験参加者の Auto 使用率の平均値を求める．次に，それら 25 組で測定された Auto 使用率の平均値をデータポイントとして，ロジスティック近似により Auto 使用率の予測平面を算出する．各課題におけるロジスティック近似式を以下に示す．

線課題

$$\text{Auto 使用率} = 100 * 1/(1 + e^{-(0.505 + 0.042\,Ca - 0.046\,Cm)}) \quad (3)$$

道課題

$$\text{Auto 使用率} = 100 * 1/(1 + e^{-(1.317 + 0.022\,Ca - 0.044\,Cm)}) \quad (4)$$

図 4 は，各課題における予測平面を示す．予測平面の適合の度検定として，Hosmer-Lemeshow 検定を行った結果，線課題(p=.89)と道課題(p=.97)における予測平面は有効であることが確認された．

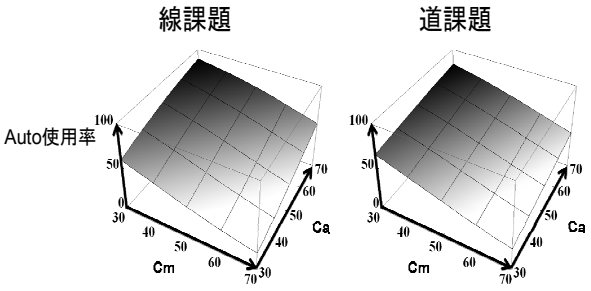


図 4　各課題における予測平面　x 軸は Cm の値，y 軸は Ca の値，z 軸は Auto 使用率を示す．

6.2.1. Calibration と Resolution の評価

Calibration の評価として，本研究では，ロジスティック曲面の中心である Ca と Cm が共に 50 の箇所を曲面全体の上下位置を示す代表値として扱い，この代表値における Auto 使用率が 50%を上回るか，下回るかを評価する．Ca と Cm が共に 50 の箇所で Auto 使用率が 50%前後である場合，ロジスティック曲面全体が上方にも，下方にも位置していないことから，Misuse 傾向でも Disuse

傾向でもない Good calibration であることを意味する．一方，Ca と Cm が共に 50 の箇所で Auto 使用率が 50%を上回る場合，ロジスティック曲面全体が上方に位置していることから，Misuse bias であることを意味する，50%を下回る場合，ロジスティック曲面全体が下方に位置していることから，Disuse bias であることを意味する．

また，Resolution の評価として，本研究では，ロジスティック近似式から算出される Ca と Cm のオッズ比を使用する．Ca のオッズ比は，Ca の増加に伴う Auto 使用率の変化率を示す．一方，Cm のオッズ比は，Cm の増加に伴う Auto 使用率の変化率を示す．Resolution の評価を行うために，Ca と Cm のそれぞれのオッズ比を比較して，Ca と Cm のどちらの変化により依存して Auto 使用率が変化しているかを評価する．具体的には，Ca のオッズ比×Cm のオッズ比の値を算出し，その値が 1 を上回るか，下回るかを評価する．Ca のオッズ比×Cm のオッズ比が 1 に落ち着いた場合，Ca と Cm の両方の変化に同等に依存して Auto 使用率が変化していることを示し，Unbiased resolution であることを意味する．Ca のオッズ比×Cm のオッズ比が 1 を上回った場合は，Cm よりも Ca の変化に依存して Auto 使用率が変化していることを示し，Automation bias であることを意味する．逆に，1 を下回った場合は，Ca よりも Cm の変化に依存して Auto 使用率が変化していることを示し，Manual bias であることを意味する．

4.2.2. RQ1，2 の検討

表 1 の上 2 行は，各課題のロジスティック近似式から算出された Ca と Cm の値が共に 50 の箇所での Auto 使用率と Ca と Cm のオッズ比の値を示す．表 1 における Auto 使用率，Ca と Cm のオッズ比は，ロジスティック近似式(3)，(4)から算出された．しかし，ロジスティック近似式(3)，(4)では，Auto と Manual のパフォーマンスの関係が考慮されていない．そのため，我々は，ロジスティック近似式を，実験 1 で求めた Auto と Manual のパフォーマンスの関係式(1)，(2)に基づいて補正を行い，補正ロジスティック近似式を算出した．具体的な算出方法は参考資料に示す．表 1 における Auto 使用率*，Cm*オッズ比は，補正ロジスティック近似式から算出された．本研究では，Auto 使用率*に基づいて Calibration の評価を行い，Ca のオッズ比×Cm*オッズ比に基づいて Resolution の評価を行う．

第一に，RQ1 に関する検討を行う．Calibration に関して，両課題で，Auto 使用率*は 50%前後に落ち着いた．この結果から，両課題で，参加者の一般的傾向として，Misuse bias でも Disuse bias でもない Good calibration が確認された．次に，Resolution に関して，両課題で，Ca のオッズ比×Cm*のオッズ比の値は 1 を下回った．このことから，両課題で，参加者は，Resolution の Manual bias を示し，Ca よりも Cm の変化に依存して，自動化システム使用，未使用の選択を行ったことが明らかとなった．この結果から，仮説 I は棄却

表 1　各課題における Auto 使用率と Ca と Cm のオッズ比

		Auto 使用率	Auto 使用率*	Ca オッズ比	Cm オッズ比	Ca オッズ比 × Cm オッズ比	Cm* オッズ比	Ca オッズ比 × Cm* オッズ比
	線	57.245	50.055	1.522	0.629	0.958	0.579	0.882
	道	54.603	47.652	1.248	0.638	0.797	0.614	0.767
線	Misuse	71.054	66.482	1.600	0.711	1.138	0.669	1.071
線	Disuse	42.192	33.070	1.578	0.535	0.845	0.479	0.757
道	Misuse	71.490	65.156	1.372	0.623	0.856	0.598	0.821
道	Disuse	38.319	31.499	1.189	0.616	0.732	0.590	0.702

された. 参加者は, 線課題では, Ca よりも 1.13(= 1/0.882)倍 Cm の変化に依存し, 道課題では, Ca よりも 1.30(= 1/0.767)倍 Cm の変化に依存していた.

第二に, RQ2 に関する検討を行う. Calibration と Resolution との相互の関連について検討を行うため, 各課題における Auto 使用率の中央値を基準に, 参加者全体を Calibration 傾向の異なる Misuse 傾向群(中央値よりも Auto 使用率が高い群)と Disuse 傾向群(中央値よりも Auto 使用率が低い群)に分割し, 両群の Resolution の比較を行う.

Misuse 傾向群と Disuse 傾向群の各群で, Ca(5 水準)×Cm(5 水準)の合計 25 条件において, 参加者の Auto 使用率の平均値を実測した. そのデータポイントとして, ロジスティック近似に基づき Auto 使用率の予測平面を算出した. Hosmer-Lemeshow 検定を行った結果, 線課題の Misuse 傾向群(p=.94)と Disuse 傾向群(p=.78), 道課題の Misuse 傾向群(p=.95)と Disuse 傾向群(p=.93)における予測平面は有効であることが確認された.

表 1 の下 4 行は, 各群の近似式から算出された Ca と Cm の値が共に 50 の箇所での Auto 使用率と Ca と Cm のオッズ比の値を示す. また, Auto 使用率*, Cm*オッズ比は, 実験 1 で求めた Auto と Manual の課題パフォーマンスの関係式を各群のロジスティック近似式に反映した補正ロジスティック近似式から算出した.

Resolution に関して, 各課題で, Misuse 傾向群と Disuse 傾向群の Ca のオッズ比×Cm*のオッズ比の値を比較した結果, 両課題で, Misuse 傾向群よりも Disuse 傾向群で値は小さいことが示された. この結果から, Misuse 傾向群よりも Disuse 傾向群で, Resolution の Manual bias が顕著であり, Disuse 傾向群よりも Misuse 傾向群で, Resolution の Automation bias が顕著であることが示された. このことから, 仮説 II は支持された.

最後に, 各課題後に実施した信頼性評定の結果を示す. 信頼性評定に関して, 2(課題：線/道)×2(群：Misuse 傾向/Disuse 傾向)の分散分析を行った結果, 課題要因の主効果はみられず(F(1, 10)=3.84, p=.29), 群要因の主効果がみられた(F(1, 10)=16.57, p<.001). なお, 交互作用はみられなかった(F(1, 10)=0.20, p=.64). 図 5 は, 各課題における Misuse 傾向群と Disuse 傾向群の信頼性のアンケートの結果を示す. 群要因の主効果から, Disuse 傾向群よりも, Misuse 傾向群の方が, Auto を信頼していたことが明らかとなった.

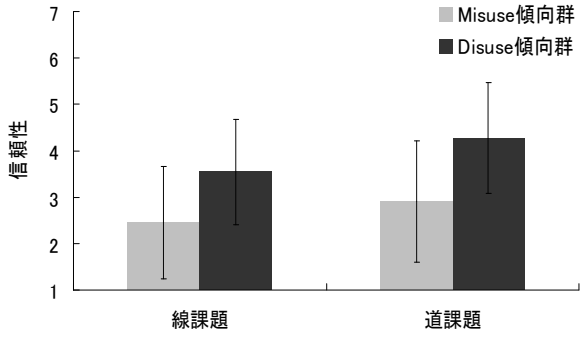


図 5　各課題におけるアンケートの結果

4.3. 考察

まず, RQ2 に関して, 仮説 II の通り, Misuse 傾向群よりも Disuse 傾向群で, Resolution の Manual bias が顕著であり, Disuse 傾向群よりも Misuse 傾向群で, Resolution の Automation bias が顕著であった. このことから, Calibration と Resolution には相互に関連があることが示された.

一方, RQ1 に関して, Calibration については, 予想通り, 参加者の一般的傾向として Good calibration が確認された. しかし, Resolution については, 仮説 I に反し, Unbiased resolution は行われず, Resolution の Manual bias が示された.

また, 信頼性評定のアンケートに関して, Disuse 傾向群よりも Misuse 傾向群の方が, Auto を信頼していたことが明らかとなり, これまでの先行研究[6]と同様に, 客観的指標の Calibration と主観的指標の信頼性との関連がみられた.

7. 総合考察

RQ1 に関して，実験の結果，Calibration に関しては，予想通り，参加者の一般的傾向として Good calibration が示された. しかし, Resolution に関しては，仮説に反し，Unbiased resolution は示されず，Manual bias が示された.

まず，Calibration に関して，本研究では，自動化システムと手動操作の能力が変化する状況を設定した. 先行研究[4]と同様に，今回の実験参加者は，自動化システムと手動操作の能力が変化することによって，それぞれのパフォーマンスに対する警戒心を上昇させた. その結果, 参加者は，Misuse や Disuse に陥らずに自動化システム使用，未使用の選択を行うことが可能であったと考えられる.

次に，Resolution に関して，実験の結果，参加者は，自動化システムよりも手動操作のパフォーマンスの変化に依存した使用，未使用の選択を行った. この様な結果は，人間の認知容量と状況認識の観点から解釈することができる. 人間の認知容量には制限がある. また，状況認識に関する先行研究では，自動化システムのパフォーマンスモニタリング(Passive automation monitoring)よりも手動操作のパフォーマンスモニタリング(Active human monitoring)で，状況認識は高いことが明らかにされている[7]. 今回の実験で，参加者は，認知容量の制限により，自動化システムと手動操作の両方のパフォーマンスを同等に考慮することができず，一方に偏った考慮を行い，自動化システム使用，未使用の選択を行った. その際，参加者は，自動化システムよりも高い状況認識を示す手動操作のパフォーマンスに偏った考慮を行い, Misuse や Disuse に陥らずに自動化システム使用，未使用の選択を行った可能性が考えられる.

RQ2 に関して，実験の結果，仮説通り，Calibration の Disuse bias を持つユーザと比較して，Misuse bias を持つユーザは，Resolution の Automation bias が顕著であり，Calibration の Misuse bias を持つユーザと比較して，Disuse bias を持つユーザは, Resolution の Manual bias が顕著であることが明らかとなった.

この様な結果が得られた理由として，2 つの可能性が考えられる. 一つ目は，自動化システムへの信頼性に関連する可能性である. 自動化システムへの信頼性に関する先行研究では，自動化システムの信頼傾向と使用傾向には関連があることが示されている[1]. また，状況認識に関する先行研究では，注意を向けた要素に関する状況認識は上昇し，一方，注意が向かない要素に関する状況認識は低下することが示されている[8].

可能性として，Calibration の Misuse bias を持つ参加者は，Disuse bias を持つ参加者よりも，自動化システムを信頼する傾向にあった. そのため，自動化システム使用傾向にあり，自動化システムへのパフォーマンスに注意を向ける機会が増加して，自動化システムのパフォーマンスの変化に偏った考慮を行い，自動化システム使用，未使用の選択を行ったと考えられる. 逆に，Calibration で Disuse bias を持つ参加者は，Misuse bias を持つ参加者よりも，手動操作を信頼する傾向にあった. そのため，手動操作を使用する傾向にあり，手動操作のパフォーマンスに注意を向ける機会が増加して，手動操作のパフォーマンスの変化により偏った考慮を行い，自動化システム使用，未使用の選択を行ったと考えられる.

二つ目の可能性は, Resolution を行う能力の個人差に関連する可能性である. 先行研究では，自動化システムのパフォーマンスの変化に対して，自動化システムへの信用を適切に変化させる能力には個人差があることが示されている[9]. 可能性として, Calibration で Disuse bias を持つ参加者は，Misuse bias を持つ参加者よりも，自動化システムのパフォーマンスの変化に対して，信用を適切に変化させる能力に劣っていたと考えられる. Disuse bias を持つ参加者は，その能力を補完するために，手動操作のパフォーマンスの変化により依存して，自動化システム使用，未使用の選択を行ったと考えられる.

参考文献

[1] Lee, J. D., & Moray, N., (1992) “Trust, control strategies and allocation of function in human-machine systems”, Ergonomics, Vol. 35, No. 10, p. 1243-1270.

[2] Parasuraman, R., & Riley, V., (1997) “Humans and automation: use, misuse, disuse, abuse”, Human Factors, Vol. 39, No. 2, pp. 230–253.

[3] Lee, J. D., & See, K. A., (2004) “Trust in automation: Designing for appropriate reliance”, Human Factors, Vol. 46, No. 1, pp. 50-80.

[4] 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.

[5] Dzindolet, M. T., Pierce, L. G., Beck, H. P., & Dawe, L. A., (2002) “The Perceived Utility of Human and Automated Aids in a Visual Detection Task”, Human Factors, Vol. 44, No. 1, pp. 79-94.

[6] 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.

[7] Metzger, U., & Parasuraman, R., (2001) “The role of the air traffic controller in future air traffic management: an empirical study of active control versus passive monitoring”, Human Factors, Vol. 43, No. 4, pp. 519–528.

[8] Endsley, M. R., (1995) “Toward a theory of situation awareness in dynamic systems”, Human Factors, Vol. 37, No. 1. pp. 32-64.

[9] Madhavan, P., & Phillips, R. R., (2010) “Effects of computer self-efficacy and system reliability on user interaction with decision support systems”, Computers in Human Behavior, Vol. 26, No. 2, pp. 199–204.

参考資料

補正ロジスティック近似式の算出

1) 実験 1 で Auto と Manual のパフォーマンスの線形近似式を算出.

2) 各課題で算出された Auto と Manual のパフォーマンスの線形近似式から, Auto と Manual のパフォーマンスの関係式を算出.

$$Cm = ACa+B$$

3) 実験 2 でロジスティック近似式を算出.

Auto 使用率 =

$$100*1/(1+e^{-(\beta_0+\beta_1 Ca+\beta_2 Cm)})$$

4) Auto と Manual のパフォーマンスの関係式を, ロジスティック近似の補正式に変換する. 具体的には, 実験 1 で算出された関係式の Ca を Cm*に置き換える.

$$Cm = ACm^*+B$$

5) ロジスティック近似式に補正式を代入. これにより, Ca と Cm*の値が同じときに, Ca における Auto のパフォーマンスと ACm*+B における Manual のパフォーマンスは同等となる.

Auto 使用率 =

$$100*1/(1+e^{-(\beta_0+\beta_1 Ca+\beta_2 (ACm^*+B))})$$

加齢による認知特性の変化を考慮した作業用 ICT 機器のインタフェース・デザイン：ビルの中央管理室の警報対処を例とした実験的検討

Interface Design of ICT Equipments for Work Taking Cognitive Aging into Account: Experimental Study on Alarmed Situation in a Central Control Room

緒方　啓史[1, 2]，須藤 智[3]，熊田　孝恒[4]，渡邊　克己[2, 4, 5]，伊福部　達[2]
Keiji Ogata, Satoru Suto, Takatsune Kumada, Katsumi Watanabe, Toru Ifukube

[1] （株）山武，[2] 東京大学，[3] 静岡大学，[4] （独）産業技術総合研究所，[5] （独）科学技術振興機構

[1] Yamatake Corporation, [2] The University of Tokyo, [3] Shizuoka University, [4] National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, [5] Japan Science and Technology Agency
ogata@human.rcast.u-tokyo.ac.jp

Abstract

A purpose of this study is to clarify the relationship between the usability of information technology devices in business use and the cognitive characteristics of aged people. A central control room is a workplace often staffed with aging personnel. In order to investigate what kind of a decline in cognitive function of older adults affects their operational abilities, we tested participants who were then classified into three groups according to the type of decline in their cognitive characteristics: a decline in working memory (WM), a decline in visual attention (AT), or a decline in task-switching (TS). In addition, people with completely normal cognitive function were recruited as a control group. A simulator of a central monitoring device was prepared to examine performance of work in an alarmed situation. Reaction time data showed a significant difference between the controls and each cognitive decline group for several operations dealing with an alarm. For the WM group, it was difficult to compare temperatures written in different spot in the screen. For the AT group, it was hard to find changes happen at a corner of the screen. It was also difficult for them to read long messages to the end. For the TS group, it was difficult to shift their task from inspection into coping with an alarm and vice versa.

Performance on the operations in an alarmed situation was negatively affected by these cognitive ageing. Based on these results, we discuss a design that can compensate for such cognitive aging effects.

Keywords —Cognitive Aging, Workplace, Central Monitoring Device, Usability

1. 緒言

高齢化に伴い，労働力人口の低下が喫緊の課題となっている．高齢者一人に対する生産年齢人口は減少し続け，2009 年の 2.8 人から 2055 年には半分以下の 1.3 人になると予測されている［1]．これに対し，国は高齢者の就労年齢を引き上げる政策を打ち出し[2]，同時に，ICT（情報通信技術）の利活用による持続的な成長の実現を目指している[3]．これらの方針を支える技術的課題として，高齢者が若年者と同様に効率よく仕事ができる職場環境[4]を，とりわけ ICT の利用に焦点を置いて実現することが挙げられる．

2. ビルの中央管理室

ビルの中央管理室（図 1）は，高齢の作業者を多く抱え，かつ情報化が進んだ環境にあり，先述した課題が顕在化した代表的な職場といえよう．ここでは 55 歳以上の高年齢者の割合が 4 割を超えており，日本の平均的な職場の年齢分布とは大きく異なる．一方，近年，ビルのインテリジェント化に加えてエネルギー管理の需要が高まったため，中央管理室の業務が高度化し，ICT の利用が不可欠となってきている．このような背景の下に，近年では，高度化する業務に対応できる人材の確保が課題となっている[5]



図１　ビルの中央管理室

このようなビルの中央管理室の実際の作業を調べるため，2009 年４月～9 月にかけて，４か所の規模の異なる中央管理室を訪問し，作業責任者に対する面接調査を行った．その結果，具体的な作業として「点検」と「警報対処」の２つが，全ての中央管理室業務に共通していることが明らかになった．

「点検」は，日常，定期的に行われる作業である．点検対象は，室温や圧力といった数値であることが多く，それらが適正な範囲にあるかどうかを判断し，逸脱していた場合，適正な値に修正する作業をいう．「警報対処」は，唐突に発生する異常事態に際して，どこで何が起きたのかを調べ，適切な対応策を講じる作業である．これらは，ビル管理に限らず，様々な中央監視業務に普遍的にみられる作業であり，かつ平常時と異常時という２つの異なる状況下における代表的な作業といえよう．

以上を考慮し，本研究では，高齢の作業者がビルの中央管理室で ICT 機器を用いた「警報処理」を実施する際，どのような点が問題になるのかを，加齢による認知特性の変化に焦点を当てて明らかにする．「点検」については，加齢によるワーキングメモリの低下が作業パフォーマンスに影響を与えることが報告されている [6].

3. 加齢による認知特性の変化と ICT 機器の利用

高齢者による ICT 機器の利用は，若年者と比較して少ない[7][8][9]．また，ICT 機器を利用した時のパフォーマンスも若年者と比較して低下する[10]．日常のみならず，職場でも高齢になるほど ICT 機器利用が少なくなり[11]，ICT 機器を用いた仕事のパフォーマンスも低下する[12]．高齢者が ICT 機器をうまく利用できない要因は様々に挙げられている[13][14]が，認知機能の低下は大きな要因のひとつである[15][16].

そこで，高齢者にとっての ICT 機器利用の困難さを，以上に述べたような加齢に伴う個々の認知特性の変化と対応付けて理解しようとする研究が参考になる[17][18][19]．本研究は，その中でも，「認知的インタフェースに関わる認知機能モデル」の研究パラダイム[18]に基づき，ビルの中央管理室での ICT 機器を用いた作業と加齢による認知機能の変化との対応関係を調べる．

4. スクリーニング

本研究は，実験参加者のスクリーニングとビルの中央監視シミュレータを用いた実験の２つのステップから成る．ここではスクリーニングについて説明する．

4.1　参加者

シルバー人材センターに依頼し，高齢者 209 名（男性 104 名，女性 105 名，平均年齢 69.02，標準偏差 5.15）の協力を得た．一般に WHO の定義に基づき 65 歳以上を高齢者というが，ここでは職場の高齢化を対象にしているため，60 歳から 80 歳までを参加者の条件としている．

4.2　実験刺激

参加者の認知機能を測定するために，産総研式認知的加齢検査（AIST-CAT）[20]を利用した．これは健常な高齢者の加齢による認知の低下を測定するために開発された質問紙形式のテストである．本研究においては，作動記憶課題，視覚的注意課題，タスクスイッチング課題を用いた．作動記憶課題は，PC 視覚的注意課題は，PC 版 O-span 課題と r=.38（p<.05）の相関があり，PC 版視覚探索課題と r=-.36 （p<.05）の相関がある[21].

4.3　手続き

スクリーニングは，2010 年 3 月および 6 月の２回に分けて実施した．実験者がマニュアル（AIST-CAT マニュアル）に基づき，口頭で説明

した後，参加者は AIST-CAT に回答した．全ての参加者は約 20 分で全ての課題を完了させた．

4.4　スクリーニング結果

予め準備された 308 名の高齢者の回答データを基準値として，AIST-CAT のそれぞれの課題の z 値を計算し，３つの認知機能のうちひとつだけが低下している“一落ち群“を選抜した．一落ち群の選定基準は，低下している一機能の z 値が 35%tile 以下，残り二つの機能は 50%tile 以上とした．さらに，対照群として，全ての認知機能が低下していない”全高群“を選抜した．全高群は，全ての課題の z 値が 55%tile 以上とした．

表 1 に示す結果が得られた．

5.　シミュレータ実験

中央監視装置のシミュレータを用いた実験について説明する．

5.1　参加者

スクリーニングした 36 名の参加者（表 1）が再び実験に参加した．

5.2　実験刺激

ビルの中央監視装置メーカーのエンジニアの監修の下，点検および警報対処の作業をシミュレートするプログラムを作成した．

図 2 は初期画面である．画面左の大部分は建物の 1 階を見降ろしたフロアマップになっており，空調機を意味する 10 個の赤いアイコンが並んでいる．各アイコンには，空調機の ID 番号，現在温度, 設定温度がそれぞれ付されている. ここで，現在温度は，その空調機の周りの気温を意味し，空調機は設定温度に到達するように冷暖房する．フロアマップの右には表示する階を切り替えるボタン（階ボタン）が 1 階から 10 階まで並んでいる．一方，画面右側には点検作業に用いる“点検表“が配置されており，空調機の ID と適正な温度範囲が併記されている．



図 2　中央監視装置のシミュレータ

参加者は，点検表の上から順番に，ID 番号と適正な温度範囲を読み取り，フロアマップの空調機アイコンに付された情報と照らし合わせながら点検作業を行う．

この点検作業の合間に，ときどき警報が発生する．警報には緊急警報と通常警報という２つの緊急度があり，それぞれに温度異常と動作停止という２つの発生原因が設定されている．従って，４種類の警報が発生しうる．

警報が発生すると，画面上部にある「警報」と書かれたボタン（以降，警報ボタン）が赤く点灯し，ブザーが鳴る．同時に，画面上部に赤字で警報メッセージが表示される. 警報メッセージには，緊急度，発生階，機器の ID 番号，発生原因がこの順に表記される（例：通常警報　5 階　VAV 5-1-1　温度異常）．警報ボタンを押すとブザーが止まる．

緊急警報の場合は，直ちに警報に対処する必要がある．従って，警報ボタンを押してブザーを止めた直後に許される操作は，発生階の階ボタンの押下だけである. それ以外の操作はエラーとなる．通常警報の場合は，逆に緊急性が低いため，直ちに警報対処を開始せず，現在，いる階の点検を続けなくてはいけない．従って，ブザーを止めた直後にできる操作は, 次の空調機の点検操作である．

表 1　スクリーニングの結果

群	年齢		人数	Z値の平均（標準偏差）		
	平均	*標準偏差*	(男性, 女性)	*WM*	*AT*	*TS*
WM 群	68.83	5.64	6 (1, 5)	**-0.5 (0.32)**	0.57 (0.09)	1.12 (0.5)
AT 群	67.4	4.14	10 (6, 4)	1.08 (0.7)	**-0.3 (0.37)**	0.7 (0.57)
TS 群	72.3	4.08	10 (3, 7)	0.69 (0.37)	0.6 (0.1)	**-0.7 (0.47)**
全高群	68.8	3.87	10 (5, 5)	1.03 (0.4)	0.66 (0.1)	1.27 (0.37)

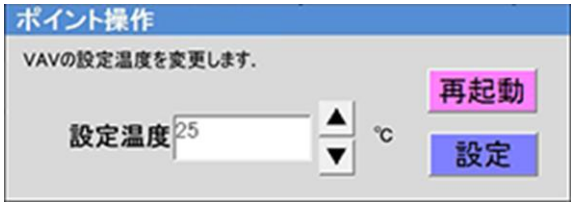


図 3　警報対処に用いる設定ウィンドウ

ただし，警報は解除されずに続いているので，その階の点検を完了した後に，発生階のボタンを押して警報対処を実施しなくてはならない.

発生階に画面を切り替えた後, ID 番号を手がかりに発生源となっている空調機アイコンをフロアマップから探す．この発生源空調機のアイコンを押すと，図 3 のような，「設定」「再起動」とラベルされた 2 つの押しボタンが付いたウィンドウがポップアップする．警報メッセージに記載された発生原因が「温度異常」だった場合，画面右の点検表を参照し，設定温度を適切な温度範囲に修正する．この対処方法は，点検時に逸脱があった場合と全く同じ判断・操作である．一方，発生原因が「動作停止」だった場合は，空調機が何らかの原因で停止したのだから，再び動作させるために「再起動」ボタンを押す．この操作は，全実験を通して，「動作停止」の場合のみに適用される.

実験中，参加者は 1 階から 3 階までの点検を 5 回繰り返し，合計 150 機の空調機を点検することになる．この間に，先述した 4 種類の警報が各 2 回ずつ合計 8 回発生する．これらの各空調機の現在温度と設定温度， 警報の発生タイミングを，偏りのないように乱数で決め実験シナリオ A を作成した．さらに，空調機の配置と警報発生タイミングを全く逆にした実験シナリオ B を作成し，それぞれを半数の参加者に割り当てた.

5.3　手続き

実験は，2010 年 9 月から 12 月にかけて実施した．参加者は，点検および警報対処のルールおよび操作方法を説明された後，練習用シナリオを用いて 1 階から 3 階までの点検を実施した．練習シナリオでは，全種類の警報が発生し，参加者は必要な全ての操作をひととおり体験した．10 分の休憩の後，ルール，操作法について網羅したテストを実施し，全てのルールを把握したことを確認した後，本試行を実施した．全ての参加者が 1 時間以内に完全にルールを理解し，操作できるようになった．実験は 1 階～ 3 階の点検を終えるたびに休憩を挟みながら行った.

5.4　実験計画

操作のパフォーマンスとして，ボタンを押してから次の正しいボタン押し操作をするまでの時間間隔を反応時間（RT）として取得した．また，同じ状況での操作において，適切なボタン以外を押した割合をエラー率として取得した．これらを従属変数とし，作動記憶，注意機能，タスクスイッチング機能それぞれの一落ち群（それぞれ WM 群, AT 群，TS 群）に対照群としての全高群を加えた 4 水準を参加者間変数とする一元配置の実験計画とした.

5.5　統計

本研究では，各群間の差を探索的に全比較するのではなく，アプリオリに対照群と各一落ち群との間の差を比較するため，ANOVA を経ず，直接多重比較にかけた．RT は，正規分布せず，また等分散性に問題があった．エラー率もまた正規分布しなかった．そこで，RT，エラー率に Steel の方法[22]による多重比較を適用した. 検定統計量 Z から効果量 r を算出して付した[23].

RT の分析に用いたデータは，エラー操作がなかったものだけであった．例えば，一人の参加者が，実験中にある操作を 10 回行うとすると，そのうち，3 回間違ったボタンを押したとき，エラー率は 30%であり，RT には，残る 7 回の操作の平均値が採用された.

6.　結果

警報対処の操作を,【ブザー停止】,【警報階の選択】,【警報：探索】,【警報：対処】,【点検階の選択】,【復帰】,【延期】という作業要素に分解して整理し， RT の結果を表 2 にまとめた.

ブザー停止　点検の最中に突発的にブザーが鳴るところから警報対処が始まる．ブザー音とともに画面の左上にある警報ボタンが赤く点灯するので，参加者は，直ちにそれを押して，音を止めるよう

に指示された．この操作には，対照群と AT 群との差に有意傾向がみられた（p = 0.090）．

警報階の選択　この操作は，警報メッセージで指示された警報階ボタンを押す操作である．緊急警報と通常警報のいずれでも実施されるが，そのいずれの操作にも有意差は見られなかった．

警報：探索　発生階のボタンを押してから，警報メッセージに記載された機器 ID を手がかりにフロアマップから発生源の空調機を探してアイコンを押すまでの操作．この操作では，対照群と TS 群との間に有意な差がみられた（p = 0.004）．

警報：対処　発生原因が動作停止だった場合，発生源の空調機アイコンを押してから再起動ボタンを押すまでが判断過程の操作である．この【警報：対処（動作停止）】において，対照群と AT 群との間に有意差（p = 0.035）がみられ，対照群と TS 群との差に有意傾向（p = 0.063）がみられた．

一方，発生原因が温度異常だった場合は，発生源の空調機アイコンを押してから適正な数値を設定温度のフォームに入力し，設定ボタンを押すまでが判断過程の操作である．これは，点検と全く同じの判断と操作による対処といえる．この【警報：対処（温度異常）】において，対照群と WM 群との差に有意な差がみられた．（p = 0.046）

点検階の選択　警報に対処すると，警報メッセージが消えるので，参加者は警報が解除されたことを知ることができる．その後，参加者は警報前に点検していた階に戻るため，自発的に適切な階ボタンを押す．このとき，対照群と TS 群との間に有意差がみられた（p = 0.042）．

復帰　緊急警報においては，警報対処が完了し，もともと点検していた階が表示された後，参加者は自発的に点検作業に復帰する必要がある．点検を再開する最初の空調機を判断して点検操作の最初のボタンを押すまでを復帰にかかった時間とした．このとき，対照群と TS 群との差に有意傾向がみられた（p = 0.052）．

一方，通常警報の場合は，全ての点検が終わった後に警報対処を開始しているのだから，警報後に点検操作を再開することはない．

延期　通常警報においては，ブザーを止めた直後，警報対処を開始せずに点検作業に戻る必要がある．このとき，対照群と TS 群との間に有意な差がみられ（p = 0.017），対照群と AT 群との差に有意傾向がみられた（p = 0.059）．

一方，エラーは，それほど発生しなかったため，得られた結果は多くない．【点検階の選択】において，対照群と TS 群との差に有意な傾向がみられた（p = 0.075）．エラー率の中央値は，対照群は 5.36%，TS 群は 9.29 であった．四分位範囲はそ

表 2　RT の多重解析の結果

作業要素		中央値	四分位範囲	*p*	効果量 *r*
ブザー停止	WM群	3.89	1.31	1.000	0.00
	AT群	4.74	1.81	**0.090 †**	0.47
	TS群	4.68	2.69	0.540	0.25
	全高群	3.67	0.87		
警報階の選択（緊急警報）	WM群	5.98	2.32	0.164	0.46
	AT群	5.59	2.34	0.149	0.42
	TS群	5.36	2.70	0.174	0.41
	全高群	4.47	2.12		
警報階の選択（通常警報）	WM群	4.46	6.08	0.994	0.05
	AT群	5.13	2.56	0.445	0.29
	TS群	6.11	3.23	0.285	0.29
	全高群	4.42	2.20		
警報:探索	WM群	11.89	16.66	0.363	0.35
	AT群	12.35	5.75	0.149	0.42
	TS群	13.84	19.34	**0.004 ****	0.71
	全高群	8.30	3.37		
警報:対処（動作停止）	WM群	2.80	2.61	0.204	0.43
	AT群	5.08	6.51	**0.035 ***	0.56
	TS群	6.37	19.33	**0.063 †**	0.47
	全高群	1.64	1.75		
警報:対処（温度異常）	WM群	25.81	13.17	**0.046 ***	0.56
	AT群	19.17	12.87	0.593	0.20
	TS群	15.64	4.13	0.699	0.24
	全高群	18.85	4.86		
点検階の選択	WM群	7.46	3.39	0.164	0.46
	AT群	6.34	5.12	0.489	0.27
	TS群	6.14	4.50	**0.042 ***	0.54
	全高群	5.28	2.34		
復帰	WM群	8.94	4.29	0.575	0.27
	AT群	8.76	3.64	0.234	0.37
	TS群	8.11	7.28	**0.052 †**	0.52
	全高群	6.40	2.08		
延期	WM群	8.21	3.89	0.930	0.00
	AT群	10.74	5.30	**0.059 †**	0.46
	TS群	9.62	8.33	**0.017 ***	0.41
	全高群	8.74	2.82		

†p < .10. *p < .05. **p < .01

れぞれ 1.95，7.65 であった．

7. 考察

7.1 作動記憶に負荷のかかる作業要素

対照群と WM 群との間に RT の差がみられた作業は，【警報：対処】において警報の発生原因が温度異常だった場合である． WM 群の RT が増大している．

実験終了後の参加者へのインタビューにおいて数名の参加者よりこの現象の原因に関する発話があった．「比較する二つの数値が画面の離れた位置に配置されているため，ときどきひとつの数値から次の数値に視点を移動させている間に，記憶した数値を覚えておくのが大変だった」という．この発話は，画面上の離れた数値を見比べる作業が，記憶を一時的に保持する役割を持つ作動記憶に負荷を与えたと解釈できる．【警報:対処(温度異常)】は，画面右の点検表に記された適正な温度範囲と，画面左のフロアマップの空調アイコンに付された現在温度を比較する作業であり，まさに上記発話で指摘された状況に相当する．よって，この結果は，加齢によって低下した作動記憶により，数値比較時の記憶の一時的な保持が難しくなり，修正作業のパフォーマンスが低下したと解釈できる．また，画面上の数値間の距離を短くするといった工夫によって，記憶を保持する時間を短くすることで，高齢者にとっての負荷を軽減できる可能性がある．

7.2 注意機能に負荷のかかる作業要素

対照群と AT 群との間に RT の差がみられた作業は，【ブザー停止】，【警報：対処（動作停止)】，【延期】の 3 つであった．いずれも AT 群において RT は増大している．

3 つの作業に共通しているのは，画面上のある一点を注目することが求められ，かつその点がどこなのか事前に予想が難しいという点である．

【ブザー停止】は，画面左上の警報ボタンがブザー音とともに赤く点灯する変化を発見する過程を含む．この結果から，加齢に伴う選択的注意機能の低下によって，このような画面の隅で起こる変化に気が付きにくくなることが明らかになった．

【警報：対処（動作停止)】においても AT 群の RT は遅延した．この現象の説明として，（1）動作停止の場合でも，温度異常への対処にミスリードするような状況になっていたこと，（2）その状況に抗って，正しく動作停止に対処するには，警報メッセージの末尾まで読む必要があったこと，が挙げられる．以下に（1）（2）について詳細を記す．

（1） 2 種類の発生原因―温度異常と動作停止―による警報は，等しく 4 回ずつ発生したものの，温度異常に対する判断と操作は，点検時に何度も（総計 28 回）出現する修正判断と同じであった．そのため，参加者にとっては，点検時と同じ構え[24]のまま，手慣れた作業で対処できる温度異常の方が動作停止より容易であったと考えられる．一方，出現頻度が低い上に全く異なる判断・操作が求められる動作停止への対処は，構えをシフトさせる認知的なコストが比較的大きかったと考えられる．その上，発生源の空調機アイコンを押してポップアップさせたウィンドウには，設定温度を変えるフォームがついていた（図 3）ため，参加者はこの誤った手がかり上にあった設定温度の数値にミスリードされ，点検表の数値を見て比較する点検の手順に誘導されがちであった．

（2）この状況下において正しく動作停止の警報に対処するには，警報メッセージに記された発生原因を読んで，動作停止であることをはっきりと認識する必要がある．先述のように，警報メッセージには，緊急度，発生階，機器の ID 番号，発生原因がこの順に表記される（例：通常警報　5 階　VAV 5-1-1　温度異常）．ところが，操作時の発話（本実験では発話思考を教示していないが，多くの参加者は警報メッセージを声に出して読んだ）から，AT 群の参加者が，警報メッセージを機器 ID まで読んだところで，温度異常への対処を開始してしまう様子が何度か観察された．そうした参加者は，設定温度の数値を操作しようとするが，動作停止においては現在温度が適正な範囲内にあるので，設定温度の修正目標値を判断することができない．そこで，改めて警報メッセージ

を見直して動作停止の表記に気付き，正しい操作に移行するが， RT は余計な数値比較にかかった分だけ増大している．

以上より，AT 群にとっては，注意を保ちながら警報メッセージを最後まで読むことが難しく，それが結果的に RT の増大に反映されたと考えられる．注意の維持と選択的注意には正の相関がある[25]ため，この解釈は妥当だと考えられる．

この結果は，画面インタフェースにおいて，表示するメッセージの長さを調節することが，加齢によって選択的注意が低下した作業者にとっての認知的な補償デザインになる可能性を示唆する．

【延期】は，通常警報の発生直後に求められる操作である．参加者は，警報ボタンを押してブザーを止めた直後に，点検作業に戻る必要がある．このとき，参加者はどの空調機から点検を再開するのかを判断するために，点検表を見て，まだ点検していない機器 ID を調べ，対応する空調機アイコンをフロアマップから探し出す必要がある．この操作過程においては，リストされた項目の途中や，配列されたアイコンの途中から目指す ID 番号や数値を探索する必要がある．多くの情報の中から特定の情報を取り出して認識することは，まさに選択的注意の役割であるから，AT 群の RT が増大したことは不思議ではない．

ところが，ほぼ同様の探索過程を伴う【復帰】では，対照群と AT 群の RT に有意な差は見られなかった．両者の唯一の違いは，【復帰】が，緊急警報への対処を全て終わらせてからの操作であるのに対し，【延期】は，後に警報対処を控えた予約状況下における探索操作だということである．この結果から，予約状況のような認知的負荷が背景状況にある場合，加齢による選択的注意機能の低下により，10 個程度のアイコンやリスト項目からの探索パフォーマンスが影響を受ける可能性が示唆された．

当初，【警報：探索】において，AT 群のパフォーマンスが低下すると予想していたが，そのような結果は得られなかった．想定では，参加者は警報メッセージの機器 ID を手がかりに，発生源の空調機を探索するはずであった．しかし，実際には，多くの参加者は空調機アイコンを発見した後，それを押す手を一旦とめて，残りの警報メッセージ内容に目を通したため，この操作の RT には，参加者が探索後の操作プランを立てていた時間が含まれている．そのため，探索過程において生じていた対照群と AT 群との RT の差が見えなくなってしまったと考えられる．

7.3 タスクスイッチング機能に負荷のかかる作業要素

対照群と TS 群との間に RT の差がみられた作業は，【警報：探索】，【警報：対処（動作停止）】，【点検階の選択】，【復帰】，【延期】である．いずれも TS 群において RT が増大していた．

本実験のタスクは，1 階分の点検タスク・ブロックがいくつか連なっており，そのブロックの中にときどき警報タスク・ブロックが挿入される構造となっている（図 4）．TS 群の RT が増大した

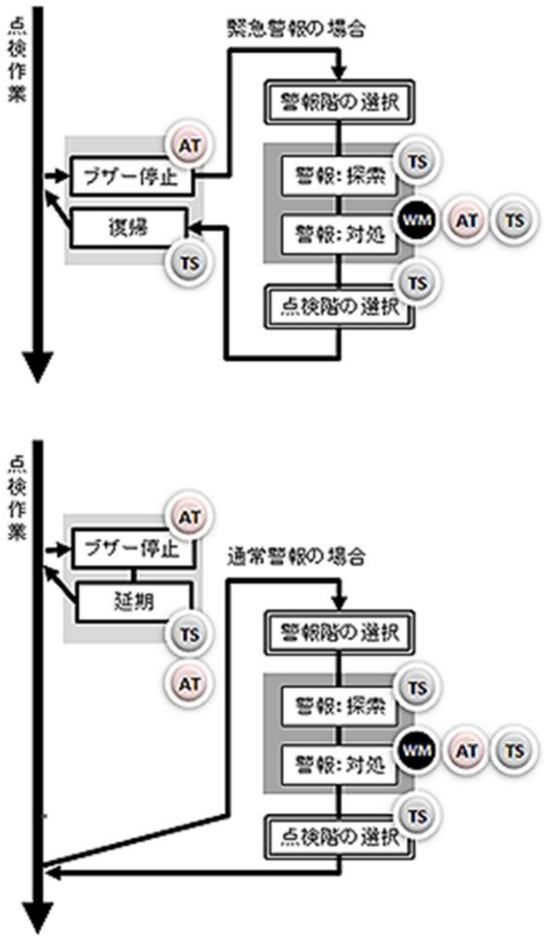


図 4　点検と警報の作業フローチャート

操作は，点検ブロックの途中には存在せず警報ブロックとの継ぎ目，および警報タスク・ブロックの中に存在した．

【点検階の選択】は，警報から点検タスク・ブロックに移行する継ぎ目であり，参加者はここで警報への対処から元の点検階の判断にタスクを切り替える．【復帰】も同様に，点検階の選択から点検作業にタスクを切り替える過程が含まれている．

以上のようなタスク切り替えは，タスクスイッチング機能が担う役割であるから，TS 群の RT が増大したことは理解できる．しかし，点検タスクから警報タスクに移行する際の継ぎ目である【ブザー停止】，【警報階の選択】においては TS 群の RT が増大しなかった．他の継ぎ目の操作と何が違ったのであろうか？　考えられるのは，タスク切り替えのためのキューの有無である．

【警報階の選択】では，警報メッセージによって明確に押すべき階ボタンが指示された．また，【ブザー停止】では，文章による指示ではないが，ブザー音と警報ボタンの点灯によって，強力にボタン押しが促された．一方，TS の RT が増大した【点検階の選択】においては，参加者は自発的に階ボタン押しを判断しなくてはならず，多くの参加者が操作の手を止めて「次に何をするんだっけ？」と戸惑う様子を見せた．【復帰】でも，参加者が途中まで点検の終わった状態に戻ってきて，何をしてよいかわからず，最初から点検を開始しようとして困惑する様子が観察された．

以上の結果から，加齢によるタスクスイッチング機能の低下により，前の作業から新たな作業に自発的に移行することが難しいことが示された．また，タスクの切り替えタイミングで何かしらのキューを出すことによって，作業の移行が促される可能性も示唆された．

ただし，高齢者の ICT 操作のひとつの特徴として“モノに対して主体性がない（何も考えず，言われるままにボタンを押す)“ことが報告されている[26]．ここでも，【ブザー停止】や【警報階の選択】におけるキューが単なる操作指示になってしまっており，参加者がタスクに対する構えを切り替えられないまま警報ボタンや階ボタンを”言われるままに”押している可能性がある．その場合，参加者の構えが警報タスクへ切り替わらないまま，画面だけが遷移していく．【警報：探索】において TS 群の RT が増大した理由はまさにこの点にあると思われる．すなわち，警報階の画面が描画されて初めて，参加者は点検作業から警報作業への切り替えを促され，TS 群はその切り替え RT を増大させたのではないか．以上から，タスク切り替え時のキューは，操作だけを促すのではなく，作業目標が変わることをユーザに明らかに伝えるようにデザインすべきことが示唆される．

【延期】は，ブザー停止の後，警報メッセージの指示する警報階への移動を無視して，点検を続ける操作である．これは，いわゆるストップシグナル課題となっており，タスクスイッチング機能に負荷がかかることが報告されている[27]．

一方，【警報：対処（動作停止)】において，操作・判断のルールに関する構えのシフトが必要となり，比較的大きな認知的コストがかかる点については既に述べた．タスクスイッチングは，この構えのシフトを担当する．従って，TS 群において RT の増大がみられた原因は，温度に関する数値操作から再起動ボタンの押下という判断・操作ルールの変更であると考えられる．このことから，今までと異なる操作・判断を必要とする作業においても，加齢によるタスクスイッチング機能の低下がパフォーマンスに影響を与えることが示唆される．

最後に，エラー率の多重比較について考察する．【点検階の選択】において，対照群と TS 群との間の差に有意傾向がみられた（$p = 0.075$）．ここでは，警報への対処が終わった後，自発的に点検階に戻ることができずに，空調機の設定ウィンドウを再度開くといったエラー操作が観察された．【点検階の選択】がタスクスイッチング機能に負荷を与える点については先に考察したとおりである．

TS 群のみでエラー率が増大したことは興味深い．加齢によるタスクスイッチングの低下により，

目標の変更に際して，変更前の目標に基づいた行動を抑制することができず，エラーの頻度を増大させたと考えられる．この結果より，中央管理室のような職場においては，事故に繋がりうるエラーのリスク低減は大きな課題であることから，今後，加齢によるタスクスイッチング機能の低下を補償する工夫が求められる．

8. 結論

本研究では, ビルの中央管理室の仕事を題材に, 加齢による認知機能の変化によって，ICT 機器を用いたどのような作業が困難になるのかを調べた. 認知機能検査によるスクリーニングと中央監視装置のシミュレータを使った実験により，以下が示された：

（1）加齢による作動記憶の低下によって，認知的な負荷がかかった背景状況下で数値を比較する作業が難しくなる．

（2）加齢による注意機能の低下によって，画面上の変化に気付きにくくなる．また，ある程度長い文章を注意深く読むことが難しくなる．

（3）加齢によるタスクスイッチング機能の低下によって，ある作業から自発的に次の作業に移行することが難しくなる．

以上の結論は，先行研究に基づいた本研究の仮説を裏付けるものである．それに加えて，このような加齢による認知機能の低下を補償するICT機器のインタフェース・デザインについてもいくつかのヒントが得られた：

（1）’数値等を比較する作業においては，比較対象同士の時間的距離を縮めることで，作動記憶への負荷が軽減される可能性がある．

（2）’ボタンの出現や点灯といったキューを，画面の隅ではなく，作業中の視野に確実に入る位置に出す．

（3）’作業内容や作業ルールが変更になることを，はっきりとユーザに認識させるキューを出すことにより，タスクの切り替えコストが低減される．

以上のような知見を手がかりに，高齢社会の産業を支えるICT機器のデザインを開発することを今後の課題としたい．

参考文献

[1] 厚生労働省,(2009),”厚生労働白書 平成２１年度版”,ぎょうせい,pp. 4-5.

[2] 内閣府,(2001),”高齢社会対策大綱”.

[3] 総務省,(2010),”情報通信白書 平成２２年度版”,ぎょうせい,pp. 161.

[4] 宮崎 利行・大木 栄一・川上 満幸,(1999),”高齢者の職業能力発揮サポートシステムに関する兆研究報告書”,調査研究年報 1999-2000 年度, 20-25.

[5] 中央職業能力開発協会, (2008) ”包括的職業能力評価制度整備委員会(ビルメンテナンス業)活動報告書”.

[6] 緒方 啓史・須藤 智・熊田 孝恒, (2011).加齢による認知特性の変化を考慮した作業用 ICT 機器のデザイン.日本認知心理学会 第９回大会発表論文集.37.

[7] Fisk, A. D., Rogers, W. A., Czaja, S. J., Charness, N., & Sharit, J. (2004). “Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches”. Boca Raton, FL: CRC Press.

[8] 総務省,(2009) ”平成 22 年 通信利用動向調査の結果”, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/110518_1.pdf>.(2011/6/20 アクセス)

[9] Ono, H. (2005) “Digital inequality in East Asia: evidence from Japan, South Korea and Singapore”. Asian Economic Papers, 4, 116–139.

[10] Langdon, P., Lewis, T., & Clarkson, P. (2010). “Prior experience in the use of domestic product interfaces”. Springer Berlin / Heidelberg. doi:10.1007/s10209-009-0169-9

[11] Friedberg, L., (1999). “The Impact of Technological Change on Older Workers: Evidence from Data on Computers”. UC San Diego: Department of Economics, UCSD.

Retrieved from:
http://escholarship.org/uc/item/1s97n77x

[12] Koning, J.D., Gelderblom, A. (2006). “ICT and older workers: no unwrinkled relationship”. International Journal of Manpower, Vol. 27 Iss: 5, 467-490.

[13] Czaja, S. J., & Sharit, J. (1993). “Age differences in the performance of computer-based work. Psychology and Aging”, 8(1), 59-67.
doi:10.1037/0882-7974.8.1.59

[14] 原田悦子・赤津裕子,(2003)”「使いやすさ」とは何かー高齢社会でのユニバーサルデザインから考える”,使いやすさの認知科学,共立出版

[15] Blackler, A. L., Mahar, D. P., & Popovic, V. (2010) “Older adults, interface experience and cognitive decline”. In Proceedings of The 22nd Annual Conference on the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group: Design - Interaction - Participation, ACM & CHISIG, Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland.

[16] Reddy, G. R., Blackler, A., Mahar, D., & Popovic, V. (2010). “The effects of cognitive ageing on use of complex interfaces”. Brisbane, Australia: ACM.

[17] Czaja, S.J., Lee, C.C. (2007). “The impact of aging on access to technology”. Univ. Access Inf. Soc. 5, 341–349 (2007).

[18] 熊田 孝恒・須藤 智・日比優子, (2009) “注意・ワーキングメモリ・遂行機能と認知的インタフェース”. 心理学評論, 52, 363–378.

[19] Suto, S. Kumada, T. (2010), Effects of age-related decline of visual attention, working memory and planning functions on use of IT-equipment. Japanese Psychological Research, 52: 201–215.
doi: 10.1111/j.1468-5884.2010.00438.x

[20] 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.

[21] 須藤 智・熊田 孝恒,(2009)”AIST 式認知加齢検査の妥当性の検討”,第 73 回日本心理学会大会発表論文集,pp. 642

[22] Rhyne, A. L., Steel, R. G. D. (1967). A multiple comparisons sign test: all pairs of treatments. Biometrics, 23(3), 539-49.

[23] 水本 篤・竹内 理,(2008)”研究論文における効果量の報告のために―基礎的概念と注意点―”英語教育研究,31,pp.57-66.

[24] Monsell, S. (1996). “Control of Mental Process”. IN V. Bruce (Ed.), “Unsolved Mysteries of the Mind”, pp. 93-148. Hove, UK: Erlbaum (UK) Taylor & Francis.

[25] Sohlberg, M.M., & Mateer, C.A. (2001). “Cognitive Rehabilitation: An integrative neuropsychological approach”. New York: Guilford Press.

[26] 赤津 裕子・三樹 弘之, (2004) “高齢者にとっての使いやすさ研究”, 沖テクニカルレビュー 71(3), 54-57

[27] Williams, B. R., Ponesse, J. S., Schachar, R. J., Logan, G. D., Tannock, R. (1999). “Development of inhibitory control across the life span”. Developmental Psychology, Vol 35(1), 205-213.
doi: 10.1037/0012-1649.35.1.205

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

A study on the relation between one's mental model to communication service and the causal attribution

上村 郷志†，新井田 統†，中村 元†
Satoshi Uemura, Sumaru Niida, Hajime Nakamura

†KDDI研究所　ネットワーク設計グループ
KDDI R&D Laboratories Inc.
{uemura, niida, nakamura}@kddilabs.jp

Abstract

With the rapid growth of Internet services, we enjoy a variety of services everywhere whenever we want. We can enjoy those services without stress, while we sometimes experience that it is hard to access the Internet. This article presents an investigation on how users recognize the reason why it is hard to access the Internet when they are about to use some communication services. The relation between one's mental model to communication services and the causal attribution was also investigated.

Keywords — mental model, communication service

1．はじめに

現在日本では，多様な情報通信インフラが整備されており PC や携帯電話を利用して様々な通信サービスを利用することが可能である．通信のブロードバンド化に伴い，通信サービスをストレス無く利用することが可能となった一方で，繋がりにくい状況を経験することがある．現在の通信サービスを提供するシステムは非常に複雑であることから，繋がりにくい状況の原因として常に複数の要因が考えられる．サービス提供者としては，繋がりやすい環境整備を目指すことが必要であるが，それと同時に，一般ユーザが通信サービス利用時に繋がりにくい状況を経験した際，その原因をどのように捉え，また，その結果どのような行動を行うのかについて知ることは重要と考える．なぜならば，実際に繋がりにくい状況が発生した際に，ユーザに適切なフィードバック情報を与えることによりサービスに対する満足度を維持・向上できる可能性があると同時に，ユーザ行動によっては繋がりにくい状況をさらに悪化させかねないという可能性もあるため，ユーザの原因帰属の現状を知り，それに対し，どのように対応をしていくことが全体としてのサービス向上につながるかを検討する必要があるためである．

そこで我々は，その初期的検討として，ユーザの繋がりにくさの原因帰属の状況を知ると共にその要因として考えられるユーザの持つメンタルモデルとの関連性についての検討行った[1]．その結果，通信サービスに対する個々のメンタルモデルと繋がりにくい原因として挙げる要因には関連性があることが確認された．本稿では，通信サービスを提供する仕組みに関する知識を多く有していると考えられる情報学科の大学生と一般ユーザの原因帰属およびメンタルモデルの相違を比較した結果を示す．

2．方法

通信サービスに対してどのようなメンタルモデルを有しているのか，および繋がりにくい原因をどのように把握しているかを検証するために，一般ユーザ 715 名(A 群)および情報学科に所属する大学生 148 名(B 群)を対象とした評価実験を実施した．実験では，PC を用いたインターネット接続および携帯電話を用いたインターネット接続に対するメンタルモデルを把握するため, それぞれ, 目的の Web ページが PC または携帯電話の画面上に表示されるまでの様子を図示させる作図課題を行わせた. 作図課題終了後, 表 1 に示す項目から, PC および携帯電話を用いたインターネット接続において繋がりにくい原因として考えられるもの

を，それぞれ順に 3 つ選択させた．A 群の実験参加者は，ネット広告で集められた自発的参加者であり，実験への参加に対し，規定の謝金が支払われた．また，課題への回答は全て自身の所有する PC を用いて行った．メンタルモデルの作図にあたり，PC や携帯電話，サーバ，鉄塔など約 40 のアイコン(図 1)を自由に組み合わせて作図するよう教示した．一方，B 群の実験参加者は，大学の授業時間内に配付した質問紙に全て手書きで回答した．

実験参加者には，上記課題の実施に先だって，PC および携帯電話の利用傾向に関する 20 の項目について実施経験の有無を回答させた．

表 1　繋がりにくい原因

項番	原因
1	自身の利用する PC/携帯電話の性能不足
2	自身の利用する PC/携帯電話の不調・故障
3	通信事業者
4	ISP/ネットワーク
5	コンテンツプロバイダ
6	Web サーバ
7	一斉利用
8	その他

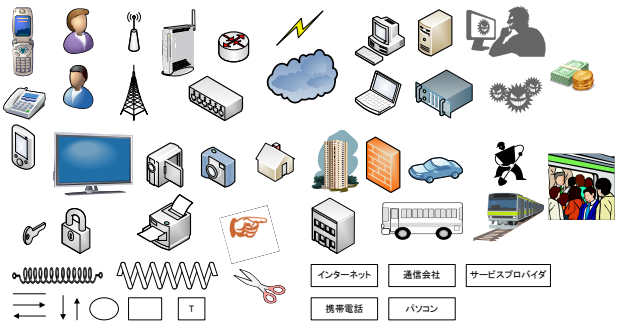


図 1 メンタルモデル作画に利用したアイコン

3．結果と考察

PC/携帯電話の利用傾向に関する各質問項目について，経験ありと回答した参加者の割合を図 2 に示す．図 2 は，A 群の実験参加者が経験ありと回答した割合が高い項目順に並べてある．図 2 から，B 群の実験参加者は A 群の実験参加者に比べて携帯電話を用いたサービス利用の割合が高いことが確認できる．経験ありと回答した質問項目の個数を合算することによって，図 3 に示すように IT リテラシー度を得点化した．さらに，A 群の平均得点(11.4)±1SD(3.35)を基準として，参加者を 4 群(かなり高い HH，高い H，低い L，かなり低い LL)に群分けした．尚，A 群，B 群の IT リテラシー得点の平均値について，t 検定を行った結果，有意な差は確認されなかった(t(281.67)=0.94, n.s.)．

次に，PC または携帯電話を用いたインターネット接続において，繋がりにくい原因として挙げた項目の得点化を行った．原因として挙げた順に得点を与え(1 番目…3 点，2 番目…2 点，3 番目…1 点)，平均得点を算出した結果を図 4 に示す．尚，図 4 では，各原因の得点について t 検定を行った結果，群間で有意な差が認められたものについては，「*」を付した．図 4 から，PC によるインターネット接続の場合は，A 群，B 群共に Web サーバや一斉利用が繋がりにくい原因であると考えていることがわかる．B 群は，上記に加えて PC の不調・故障が繋がりにくい原因と考えていることが分かる．一方，携帯電話によるインターネット接続の場合，A 群は通信事業者が繋がりにくい原因であると考えているのに対して，B 群では，一斉利用が繋がりにくい原因であると捉えており，両群の原因帰属に大きな差異が見られる．図 5 は，繋がらない原因を得点化した結果(図 4)を IT リテラシー度別に集計したものである．図 5 において，各原因について IT リテラシー度を変数とする 1 要因分散分析を行い，有意な差が認められたものには「*」を付した．PC によるインターネット接続に関して，繋がりにくい原因として挙げられた Web サーバや一斉利用については，A 群，B 群共に IT リテラシー度による差が確認できる．一方，携帯電話によるインターネット接続に関しては，A 群は IT リテラシー度に関わらず主な原因として通信会社を挙げていることが確認できる．また，B 群は，IT リテラシー度に関わらず繋がりにくい場合の主要な原因として一斉利用を挙げているこ

とが分かる．

このような原因帰属の差異は，メンタルモデルに現れている可能性がある．そこで，B 群の実験参加者が描いたメンタルモデル図を観察してみたところ，図 6 に示すように携帯電話と中継装置(基地局など)との間が電波で接続されている様子を描いたものが多く，全実験参加者の内，52.6%がこのようなメンタルモデル図を描いていた．一方，A 群については，携帯電話と中継装置が電波で接続されている様子を表すメンタルモデル図を描いた実験参加者は 32.6%であった．電波は，通信サービスを利用するユーザで共有しており，利用ユーザ数が増えた場合には繋がりにくくなるという事実を理解しているため，繋がりにくさの原因帰属として一斉利用を挙げた実験参加者が多かったのではないかと推測される．

今後，繋がりにくい原因として挙げられた項目とメンタルモデルとの関連性についてより詳細な分析を行う予定である．

謝辞

日頃ご指導頂く，筑波大学大学院人間総合科学研究科原田悦子教授に深く感謝致します．

参考文献

[1] 上村ら，”繋がりにくさの原因帰属：通信サービスのメンタルモデルとの関係，” 日本認知科学会第 27 回大会，2010.

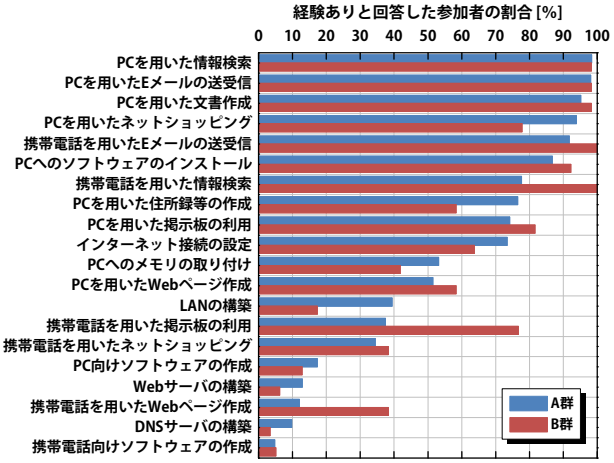


図 2　PC/携帯電話の利用傾向

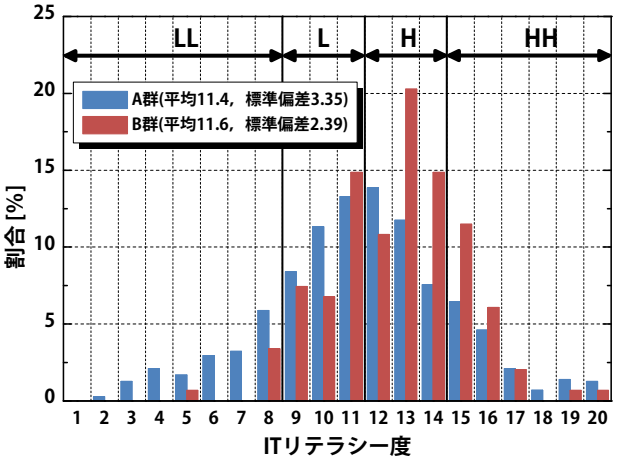


図 3　IT リテラシー度

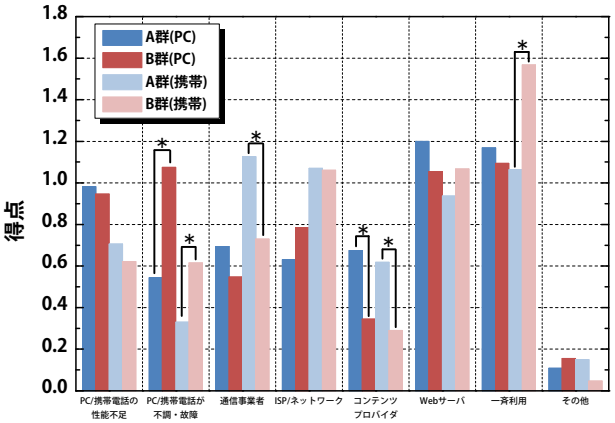
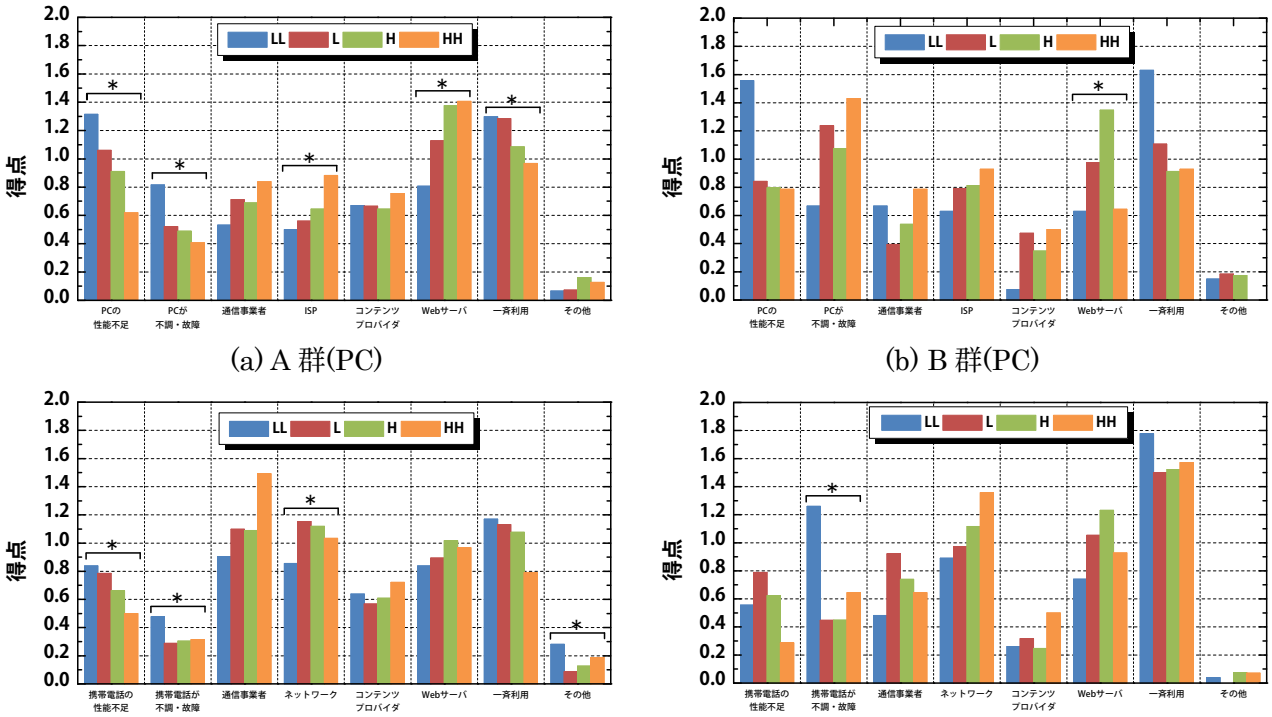


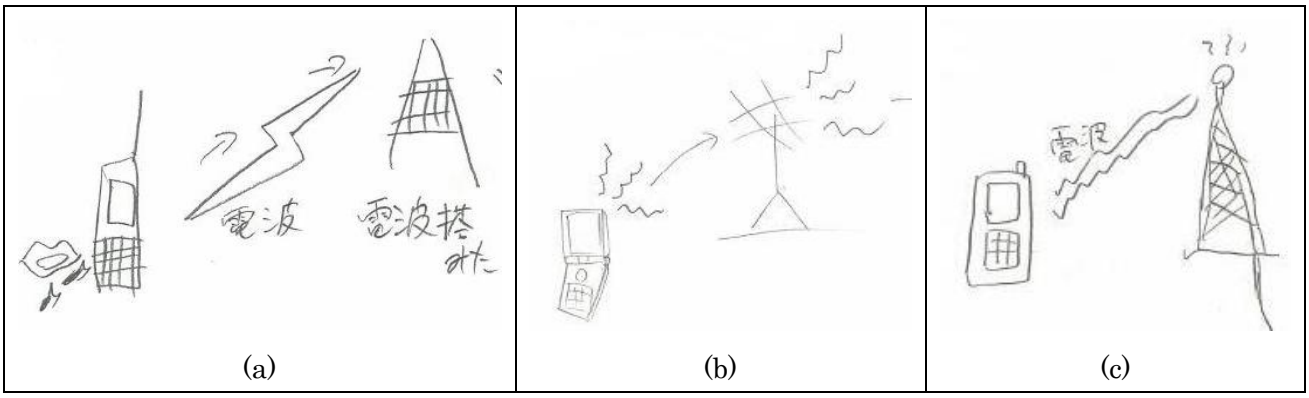
図 4　繋がらない原因帰属



(a) A 群(PC)　(b) B 群(PC)

(c) A 群(携帯電話)　(d) B 群(携帯電話)

図 5　繋がらない原因帰属(IT リテラシー度別)



(a)　(b)　(c)

図 6　電波を描いたメンタルモデル図の例

高い音を出すのは大きな物体より小さな物体，黒い物体より白い物体か：乳児における視聴覚対応の理解

Are High Pitched Sounds Smaller in Size and Brighter in Color? Auditory-Visual Correspondences in Infants

針生 悦子[†]，梶川 祥世[‡]
Etsuko Haryu, Sachiyo Kajikawa

[†]東京大学，[‡]玉川大学
University of Tokyo, Tamagawa University
haryu@p.u-tokyo.ac.jp, kajikawa@lab.tamagawa.ac.jp

Abstract

The literature has shown that not only adults but also 2.5-year-olds match lower-frequency sounds with darker-colored objects and with larger objects. The present research examined whether 10-month-olds were sensitive to these correspondences, using a violation-of-expectation procedure. The results showed that 10-month-olds matched pitch with surface darkness (Experiment 1) whereas they did not associate pitch with size (Experiment 2). This suggests that children learn pitch-size correspondences from observing statistical properties of the environment, whereas pitch-darkness correspondences may be based on neural connections between sensory areas that were present early in life.

Keywords — intersensory development, synesthesic association, pitch-size correspondence, pitch-darkness correspondence

1. 問題

たとえば音を聞けば色が見えるというように，共感覚者においては，１つの感覚モダリティへの入力が別のモダリティの知覚経験を引き起こすという。もっとも，共感覚者でない一般のおとなも，感覚間の対応づけを行っていないわけではなく，多くの人が共通して，高い音にはより明るい色が合うと感じ[1]，サイズの大きなオブジェクトにはより低い音を，サイズの小さなオブジェクトにはより高い音を対応づけている[2]。

このように，音の高さ（ピッチ）に色の明るさを対応づける非共感覚者の感じ方は，共感覚者の感じ方に通じるものである。ここから，共感覚者と非共感覚者との差は程度の違いにすぎない，すなわち，共感覚者の感覚経験が発達初期には誰にでも存在していた過剰な神経結合が十分に刈り込まれないまま残っていることの結果だとすれば，非共感覚者が部分的に共感覚者のような対応づけを行っているのも，発達初期の過剰な神経結合のなごりゆえのことだろう，と考えられている。また，発達初期に存在する過剰な神経結合の効用として，その結合が現実世界でのオブジェクトの在り方を反映している場合（たとえば，サイズの大きなオブジェクトは，実際に，サイズの小さなオブジェクトより低い音をたてがちである）には，この過剰な神経結合が子どもの世界についての学習負担を軽減している，との指摘[3]もある。

しかし，ピッチとサイズとの対応づけを，たとえばピッチと色の明るさとの対応づけと同様に見なして，いずれも生得の神経結合に基づくとすることには，以下２つの理由から問題があるように思われる。

まず，ピッチとサイズの対応づけは，ピッチと色の明るさの場合のように感覚領域どうしの神経結合では説明できないと考えられる点である。すなわち，ピッチと色の明るさとの対応については，聴覚野と視覚野（特にＶ４野）とのあいだの連絡によってストレートに説明できそうであるし，実際に共感覚者が音を聞いて色を経験するときにもこのＶ４野が活性化することが知られている。その一方で，ピッチとサイズとの対応づけにおいて，聴覚野と連結されるべきは，二次元もしくは三次元的な“大きさ”を抽象的に判断する領域でなければならない。そのような時間・空間的なマグニチュードを一般的なかたちで表象している領域としては，頭頂葉後部が指摘されている[4]。が，そ

のような領域との神経連絡を，ピッチと明るさの場合のような個別の感覚に対応する領域どうしの連絡と同列に考えることには慎重であるべきだろう。

第二に挙げられるのは，ピッチと明るさとの対応づけは現実世界における経験からは学習不可能と思われるのに対して，ピッチとサイズとの対応づけは学習可能であるという点である。もちろん，学習可能であるということは，その基礎にある神経結合が生得のものである可能性を排除しない。しかし，子どもも，ピッチと明るさだけでなく，ピッチとサイズを対応づけていることを確かめたこれまでの研究において，対象となった子どもはもっとも若くて 2 歳後半であった[5]。しかし，生後 2 年以上の時間をもってすれば，子どもは，もともとそのような神経結合を備えていなかったとしても，ピッチとサイズとの対応について現実世界における経験から学ぶことができただろう。

そこで，本研究では，期待背反法(violation-of-expectation procedure)を用いて，10 か月の子どもが既に，ピッチと物体の表面色の明暗（白黒）を対応づけているのか(実験 1)，また，ピッチと物体のサイズとを対応づけているのか（実験２）について検討した。少なくとも生後 9 か月までに子どもは，時間的・空間的な“大きさ”について一般的な表象を持つようになっているとの知見[6]にしたがい，本研究では 10 か月児を対象にすることとした。

2. 実験 1

２．１　方法

【対象】　10 か月児 16 名（平均 10 か月 14 日，男女比 1:1）が参加した。全員が満期産で，実験に参加した時点で視聴覚の発達に問題は認められていなかった。ほかに 3 名の 10 か月児が参加したが，泣いた，刺激提示ミスなどの理由により，分析からは除外された。

【刺激】　馴化刺激として，白いりんごと黒いりんご（実際の色は「白いりんご」がごく薄い灰色で，「黒いりんご」は濃い灰色であった）が台の上に並び，そのうち一方のりんご（基準りんご）のみが台の上でバウンドを続けるアニメーションを作成した。このアニメーションにおいては，りんごが毎回，台に衝突するタイミングに合わせて，基準衝突音として純音（782Hz）が提示された。一人の子どもは，白いりんごがジャンプする馴化刺激のみ，もしくは，黒いりんごがジャンプする馴化刺激のみを見せられたが，それぞれについて，白いりんごと黒いりんごの位置（左右）を入れ替えて 2 種類のアニメーションが作成され用いられた。

テスト刺激としては，まず基準りんごが 1 回ジャンプして基準衝突音をともなって着地したあと，もう一方のりんご（テストりんご）が 3 回続けてジャンプし，そのあとは 2 つのりんごとも台の上に静止したままになるアニメーションを作成した。このとき，テストりんごが基準衝突音よりも高い周波数の音(2096Hz)でバウンドする場合と，低い周波数の音(262Hz)でバウンドする場合，さらにそれぞれについて，白いりんごと黒いりんごの位置（左右）を入れ替えたもので，計 4 種類のテスト刺激（アニメーション）を作成した。これら 4 つのテスト刺激のうち，白いりんごより黒いりんごが低い周波数の音でジャンプする 2 刺激は適合事象(congruent event)，高い周波数の音でジャンプする 2 刺激は不適合事象(incongruent event)となる。すなわち，基準りんごが白いりんごであった場合，黒いりんごが低い周波数(262Hz)の音をたててバウンドするアニメーションは適合事象，高い周波数(2096Hz)の音をたててバウンドするアニメーションは不適合事象，また，基準りんごが黒いりんごであった場合，白いりんごが高い周波数(2096Hz)の音をたててバウンドするアニメーションは適合事象，低い周波数(262Hz)の音をたててバウンドするアニメーションは不適合事象であった。

【手続き】　子どもは，防音ブースの中で，養育者の膝の上に座り，正面のモニターに提示されるアニメーションを見た。実験は，馴化フェーズとテストフェーズからなっていた。

馴化フェーズにおいては，白いりんごと黒いりんごのうち一方のりんご（基準りんご；半数の子どもでは白いりんごが基準りんご，残り半数の子どもでは黒いりんごが基準りんごであった）だけが基準衝突音をともなって跳ね続けるアニメーション（馴化刺激）が提示された。試行ごとに，白いりんごと黒いりんごの位置（左右）を逆にしたアニメーションが交互に提示された。

子どもがモニターの前に座ると，モニターの中央にはまずアテンション･ゲッターが提示された。モニターの下に設置したビデオカメラからの映像で，子どもの視線が画面に向けられたことが確認されると，刺激ビデオの提示が開始され，子どもが画面から視線を 2 秒以上そらすか，試行の開始から 20 秒たったところで，1 試行は終了した。連続する 3 試行の注視時間の平均が，最も注視時間の長かった 3 試行の平均の 65%を割り込んだところで，テストフェーズに移行した。

テストフェーズにおける 4 種類のテスト刺激の提示順序は，試行ごとに必ず白黒のりんごの位置を変化させることを制約条件として，「適合事象―不適合事象―不適合事象―適合事象」もしくは「不適合事象―適合事象―適合事象―不適合事象」となるようにした。各試行は，子どもが画面から 2 秒以上目をそらすか，試行の開始から 45 秒たったところで終了した。

２．２　結果と考察

ここでは，期待背反法を用いているので，もし 10 か月の子どもも，ピッチと表面色の明るさとを対応づけているのであれば，そこからの期待に反する事象，すなわち，不適合事象は，適合事象より長く注視するであろうと予想された。テストフェーズにおける注視時間として，適合事象，不適合事象，それぞれについて 2 回のテスト試行の平均が求められた。その結果，適合事象に対する注視時間は 1 試行あたり 8.38 秒，不適合事象に対する注視時間は 13.11 秒であった（図 1）。対応のある t 検定をおこなった結果，不適合事象に対する注視時間は，適合事象に対する注視時間より，有意に長かったことが示された（$t\ (15) = 3.49$, $p < .01$）。ここから，10 か月児は，ピッチの高さと表面色の明暗とを対応づけていることが示唆された。

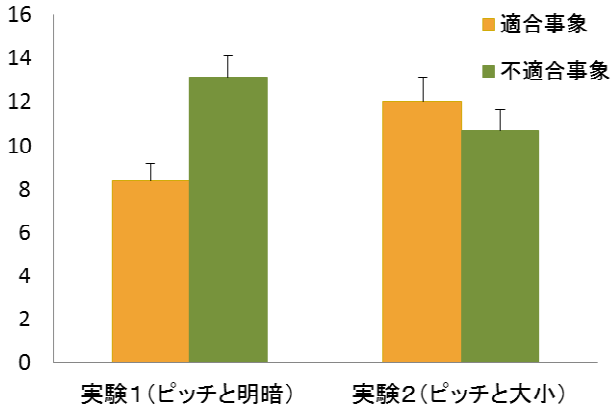


図 1　テストフェーズにおける注視時間

3. 実験 2

３．１　方法

【対象】　10 か月児 16 名（平均 10 か月 15 日，男女比 1:1）。全員が満期産で，実験に参加した時点で視聴覚の発達に問題は認められていなかった。ほかに 3 名の 10 か月児が参加したが，泣いた，刺激提示ミスなどの理由により，分析からは除外された。

【刺激】　馴化フェーズで提示する刺激として，大きな赤いりんごと小さな赤いりんごが台の上に並び，そのうち一方のりんご（基準りんご）のみがジャンプし，台にぶつかってバウンドするときに衝突音（782Hz の純音）をたてる，ということを繰り返すアニメーションが作成された。大きなりんごの直径は小さなりんごの 2 倍であった。刺激アニメーションは，大きなりんごがジャンプする場合，小さなりんごがジャンプする場合，それぞれについて，大きなりんごと小さなりんごの左右の位置を入れ替えた 2 種類が作成された。

テスト刺激としては，まず基準りんごが 1 回ジャンプして基準衝突音（782Hz）をともなって着地したあと，もう一方のりんご（テストりんご）が 3 回続けてジャンプし，そのあと 2 つのりんごは台の上に静止したままになるアニメーションを作成した。このとき，テストりんごが基準衝突音

よりも高い周波数の音(2096Hz)でバウンドする場合と，低い周波数の音(262Hz)でバウンドする場合，さらにそれぞれについて，大きなりんごと小さなりんごの位置(左右)を入れ替えたもので，計４種類のテスト刺激（アニメーション）が作成された。これら４つのテスト刺激のうち，小さなりんごより大きなりんごが低い周波数の音でジャンプする２刺激は適合事象(congruent event)，高い周波数の音でジャンプする２刺激は不適合事象(incongruent event)であった。

【手続き】　全体の手続きは実験１と同じであった。

３．２　結果と考察

テストフェーズにおける，適合事象，不適合事象に対する注視時間（２回のテスト試行の平均）は，それぞれ，12.08 秒，10.68 秒であった(図１)。対応のあるｔ検定の結果，適合事象に対する注視時間と不適合事象に対する注視時間のあいだに有意な差は見いだされなかった（t (15) = 1.47, p > .10)。なお，馴化最終試行における注視時間は平均 5.86 秒で，それより，テストフェーズにおける適合事象，不適合事象に対する注視時間は明らかに長くなっていた。したがって，適合事象と不適合事象に対する注視時間に差が見られなかったのは，疲れなどのために子どもはテストフェーズにおいて提示される刺激の違いに気づかなかったためとは言えない。

このように，大きなオブジェクトは小さなオブジェクトより低い音を出すと期待する，というように，ピッチとサイズを対応づけていることを示す証拠は，10 か月児では得られなかった。

4. まとめ

以上２つの実験の結果から，10 か月の段階で子どもは，ピッチと色の明暗（白黒）とは対応づけているが，ピッチとサイズについては必ずしも対応づけてはいないことが示唆された。ここから，おとなになれば我々は両方の対応づけを兼ね備えるようになるものの，それら２つの対応づけの成立基盤や発達過程は同じでないことが示唆された。すなわち，ピッチとサイズとの関係は，物理的な世界を観察することで学習可能であるし，実際に学習されるのであろう。その一方で，ピッチと色の明るさとの対応づけは，現実世界における経験から学習することはまず無理だと思われるにもかかわらず，10 か月の子どもも既にそのような対応づけを行っている。ここから，我々がピッチと色の明るさとを対応づけるのは，発達早期から存在する（おそらく生得の）神経間の結合によるものと考えられる。

文献

[1] Ward, J., Huckstep, B., & Tsakanikos, E. (2006) “Sound-color synesthesia: To what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all?” *Cortex*, 42, 264-280.

[2] Gallace, A., & Spence, C. (2006) “Multisensory synesthetic interactions in the speeded classification of visual size,” *Perception & Psychophysics*, 68, 1191-1203.

[3] Spector, F., & Maurer, D., (2009) “Synesthesia: A new approach to understanding the development of perception,” *Developmental Psychology*, 45, 175-189.

[4] Walsh, V., (2003) “A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity,” *Trends in Cognitive Science*, 7, 483-488.

[5] Mondloch, C., & Maurer, D., (2004) “Do small white balls squeak? Pitch-object correspondences in young children,” *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, 4, 133-136.

[6] Lourenco,S. F., & Longo, M. R., (2010) “General magnitude representation in human infants,” *Psychological Science*, 21, 873-881.

高い音は上？
ー乳児の視線計測からのアプローチー
Eye-tracking Study on Infants' Audiovisual Congruence in "*Height*"

丸山 慎 [1,2,3]・渡辺はま [1]・多賀厳太郎 [1]
Shin Maruyama, Hama Watanabe, Gentaro Taga
[1] 東京大学, [2] 国立情報学研究所, [3]（財）ヤマハ音楽振興会
The University of Tokyo, National Institute of Informatics, Yamaha Music Foundation
shindiana2@yahoo.co.jp

Abstract
Studies on the inter-sensory influence have reported that young infants as well as adults exhibit the perceptual congruence of "height" between sound pitch (hearing) and vertical space (vision). In the present study, we attempted to replicate the findings in previous infant studies but in different (and more precise) ways by introducing an eye-tracking system. In the experiment, we used computer generated movies as stimuli: an original character, "the smiling sun" encircled by flashing lights, moved horizontally accompanying the electric piano sound in an identical pitch (C3) and, after a few seconds, it suddenly disappeared. At that moment, the sound changed to the C major scale played in either direction (ascending: C3 to C4 or descending: C3 to C2) or did not change (identical: C3), and the flashing lights circle appeared at three spatial areas (top, middle and bottom) on the screen. Our logic was that, if infants exhibited the perceptual congruence between the spatial and auditory stimuli, their gaze direction would be biased due to the direction of the sound scale for detecting the missing character. Seventy three 10-month old infants participated to the study. The movies for all sounding patterns were randomly presented. We analyzed the infants' total looking time to the target areas in each direction of the music scales and partially replicated a tendency that the ascending scale induced the infants to watch the highest areas on the screen. This result demonstrates that the audio-visual congruence is a robust phenomenon that occurs *even* when the visual target is *absent*, suggesting that the direction of the change of the sound pitch intrinsically has an influence on the infants' prospective perception of the outcome of the visual event.

Keywords — infant, audio-visual congruence, pitch, spatial height, eye-tracking

1. 目　的

数多くの感覚間知覚に関する研究が明らかにしているように､私たちの知覚の対象となる刺激は､単一のモダリティにおいて処理されるだけではなく、複数の異なる感覚モダリティ間に“冗長な”仕方で影響を与える．本研究は、このような多感覚間知覚のなかでもとりわけ空間の高低の知覚（＝視覚）と音声のピッチの知覚（＝聴覚）との対応関係に焦点を当てる．空間的に「高い」ということと音声のピッチが「高い」ということの対応は、単なる言語的な表記やメタファーとしての一致ではなく、私たちの知覚的経験として実証されている[1]．さらに近年では、3－4 か月齢の乳児が視聴覚間で「高さ」を対応させていることが確認されている［2]．ピッチの高低が変化する音声に合わせて上下方向に移動するボールの動画刺激を乳児に見せ、ボールが上から下に移動する際に、音声も高いピッチから低いピッチへと移行する場合（＝視聴覚間の一致）と、ボールは上から下に移動しているのにピッチは低から高へと移行する場合（＝視聴覚間の不一致）のどちらが選好されるかを検討し、乳児が前者（ボールの動きと音声のピッチの上下行が一致している刺激）の方により注意を向けていたことを示したのである．

このように視聴覚間での一致という異なる感覚モダリティ間の結びつきは、人間の発達初期から認められるものである．しかし、果たしてそれはどの程度“頑強な”関係といえるのだろうか．例えばそれは、一方のモダリティからの入力が突然消失してしまったような場合、刺激の入力が消失したモダリティの知覚内容が、他方のモダリティからの入力によって影響を受けるようなことはあるのだろうか．そして、そのようなある種の“予見的な”知覚を導く視聴覚間の協応は、乳児においても確認できるのだろうか．以上の問題にアプローチするために、本研究では、音声を伴って動くキャラクターが刺激の提示中に消失し、その直

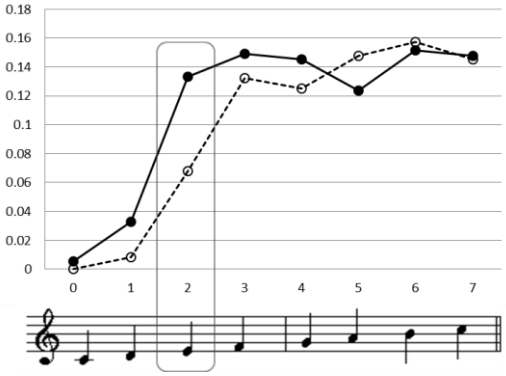
後から音声のピッチの高低が変化し始めるという動画を使用して、視覚刺激としては不在となったキャラクターの行方を追いかける乳児の視覚的な探索のパターンが、音声のピッチの変化（すなわち聴覚刺激の知覚）からの影響を受けるのかどうかを検討した．また本研究では、キャラクターの探索に関わる乳児の「見る」反応をより厳密に捉えるために、視線計測装置を用いた測定を行い、人間の発達初期における視聴覚間の協応について眼球運動の水準から検討した．

2. 方　法

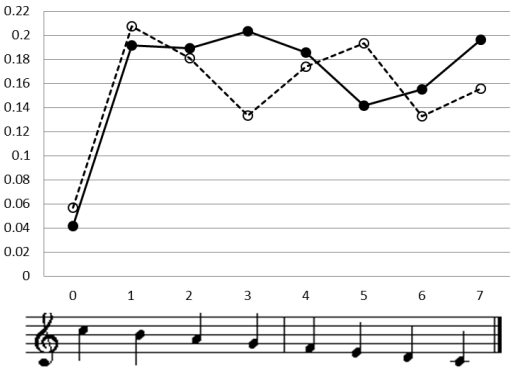
研究協力者は 10 か月齢の乳児 73 名とその保護者であった．計測は東京大学大学院教育学研究科発達脳科学研究室の防音ブース内にて行われた．研究協力者には研究内容および計測装置について説明し、参加同意書への署名を確認の上、計測を開始した．本研究では視線計測装置 Tobii T-60（トビー・テクノロジー・ジャパン：サンプリング・レートは 60Hz）のモニタ上に独自に作成した動画刺激および注意を喚起するための誘因刺激を投影した．乳児は保護者の膝の上に座った状態でそれらを視聴した．動画刺激は以下の 3 つの構造を持つ：(1) 架空のキャラクター（点滅する日輪で囲まれた笑顔の“お日さま”）が登場し、1 秒間に 1 音のペースで再生されるピアノの「ド（C3：ハ長調）」の音に合わせて、モニタの左右いずれかの端から中央に向かって水平方向に移動する (2) 中央に差し掛かった時点で、そのキャラクターが突然消失し、それと同時にピアノの音でハ長調の上行音階（ドレミファソラシド）、下行音階（ドシラソファミレド）あるいは変化しない一定音（「ド」のまま）のいずれかのパターンが再生される (3) このときモニタの上部、中部、下部の 3 か所にキャラクター本体を囲んでいた点滅する日輪だけが目印として現れる．各乳児に 3 パターンの音階の動画をランダムに提示した．もし乳児が音高と空間の高低とを対応づけた知覚をしているのだとすれば、消失したキャラクターを探索する彼らの視線の方向が、再生される音階の方向（上行、下行）に影響を受けるはずである．つまり上行する音階が再生された場合には、乳児の視線はモニタの上部に向けられやすいのでないか、ということである．この動画 1 回の再生時間は約 15 秒であり、誘因刺激を含めた全ての刺激を視聴した場合に要する時間は約 7 分であった．

3. 結　果

キャラクターが消失する直前の 1 秒間のうちの 80%以上（0.8 秒以上）キャラクターを追視していたことが確認でき、かつこの基準をクリアした試行が音階の各方向につき 2 試行以上あった乳児 31 名分のデータを分析対象とした．



a.　「上部」への注視時間の割合



b.　「下部」への注視時間の割合

図 1　動画刺激の指定領域への注視時間の割合
（音響刺激の各音ごとに算出）

キャラクターが消失して音階のパターンが再生され始めた直後に動画刺激の上部、中部、下部に現れる日輪の周囲を重複する領域がないように区切り、その 3 つの領域のいずれかを注視していた時間の割合を有効試行数に応じて算出した．この

注視時間の割合を、音階を構成する 1 音ごとにまとめたものが図 1 である．同 a.は動画刺激の「上部」の領域、同 b.は「下部」の領域への注視時間の割合であり、それぞれに上行音階を提示した試行（実線）と下行音階を提示した試行（破線）の結果を示した．

各音ごとに音階の方向（上行か下行か）を要因として対応のある t 検定を行ったところ、上行音階が再生され始めて間もない時点（ド，レ，ミ，ファ，ソ，ラ，シ,ドのうち「ミ」の音が再生された時点：図 1a.の四角で囲った 2 の部分）において、動画刺激の「上部」領域への注視が、下行音階が再生された場合よりも有意に長かった（$t(30)=2.563$, $p=.016$）．しかし「ミ」が再生された直後、「ファ」が再生された以降は、音階の方向による上部への注視時間に差は見られなくなった．また下部への注視に関しては（図 1b.）、音階が上行あるいは下行のどちらの方向に変化しても、各音ごとの注視時間の割合には差が見られなかった．

4. 考　察

動画刺激の中部から下部にかけての領域への注視は、上下行いずれの音階の方向にも影響されることなく全般的に大きな割合を占めていた（下部の領域に関しては図 1b.に示した結果から明らかである）. 各領域における 1 音ごとの注視パターンの変化を比較してみると、中部および下部についてはピッチが変化し始めた瞬間から（ピッチの変化の方向に関係なく）即座に注視が向けられる傾向が表れており、中部から下の領域は 10 か月齢の乳児にとって注視することが比較的容易な領域であったことが推測される．

これに対して上部は、注視時間の割合が他の領域に比して小さかったことから、最も注視しにくい領域であったと考えられる．実際、乳児の注視能力の発達に関しては、水平方向に比して、垂直方向への注視の発達がやや遅れるという報告もあり［3］、本研究の結果はそれと一致する傾向を示している．それにも関わらず、音階の再生過程において、上部への探索的な注視時間が、音階の上行下行によって変化していたという結果は重要である．すなわち上部への注視は、上行音階が再生された場合には 2 番目の音「ミ」への移行時から生じていたのに対し、下行音階が再生された場合には、それより後の 3 番目の音「ファ」への移行時から生じていた（図 1）．上行音階を提示した方が、下行音階を提示した場合に比べて“より早い”段階で上部への探索の割合が増加していたのである．これは、視覚的に不在となったキャラクターの移動先に関する乳児の空間的な探索行動が、上行音階、すなわちピッチが次第に高く上がっていくという聴覚刺激により強く影響を受け、視線が上部の空間に一瞬早く誘因されたということを反映しているのではないだろうか．ところが、この上行音階による上部への注視の影響は、たった 1 音の間でしか確認されなかった．つまり 2 番目の「ミ」の音が再生された時点での上部への注視の先行性が、続く「ファ」の音では消滅し、上部と下部への注視時間の間に差が見られなくなったのである（図 1a.）．このような反応から示唆されることは、乳児たちが本実験の課題において、「音が高くなっているから上方の空間ではないか？」といった、いわば音高と空間との“意味的な”対応による処理を行っていた可能性は低いということである．なぜなら、仮に乳児が音高と空間とを意味的な水準で関連付けていたならば、音が上行し続けている間は、少なくとも上部への注視がもっと持続的であってもよいはずだと考えられるからである. したがって上部への反応の生起と消滅が、きわめて短い時間のなかで起こっていたということは、むしろ視聴覚間での刺激の処理が、上行音階における音高の変化に内在する運動の方向性によって、乳児の視線が上部の空間へと“期せずして”導かれたからであると考えた方が適切ではないだろうか.

乳児の視聴覚間協応は、視覚的に不在となったキャラクターの行方を探索するという課題においても生起した．このような本研究の結果は、音高と空間知覚における視聴覚間の協応が、「見えるものと聴こえる音」との一致だけではなく、消失し

たキャラクターの行方を知覚的に誘導し、その行方を予見させる、すなわち「“見えないもの”と聴こえる音」の間にも生じる、頑強な事実であるということを示しているのである.

参考文献

[1] Evans, K., & Treisman, A. (2010) Natural cross-modal mappings between visual and auditory features. *Journal of Vision*. 10 (1): 6, 1-12.

[2] Walker, P., Bremner, J. G., Mason, U., Spring, J., Mattock, K., Slater, A., & Johnson, S. P. (2010) Preverbal infants' sensitivity to synaesthetic cross-modality correspondences. *Psychological Science*, 21 (1), 21-25.

[3] Gredebäck, G., von Hofsten, C., Karlsson, J., & Aus,K. (2005) The development of two-dimensional tracking: a longitudinal study of circular pursuit. *Experimental Brain Research*, 163: 204-213.

ノスタルジア感はどのように生じるのか：反応時間を指標として
What is underlying process of nostalgia?: An experimental study using reaction time measure.

川口　潤[†]・佐藤　綾香・伊藤　友一[†]・波多野　文[†]・大塚　幸生[‡]
Jun Kawaguchi, Ayaka Sato, Yuichi Ito, Aya Hatano, Sachio Otsuka
[†]名古屋大学，[‡]日本学術振興会・京都大学・カリフォルニア工科大学
Nagoya University, JSPS Research Fellow, Kyoto University, California Institute of Technology
kawaguchijun@nagoya-u.jp

Abstract
This study was done to examine how the feeling of nostalgia comes to mind. Recent studies have shown that people feel nostalgia following encountering pictures, music, and others in former times. Moreover, nostalgia often accompanies the retrieval of autobiographical memory. However, little is understood how the feeling of nostalgia emerges and what kind of process underlies nostalgia. Especially, studies ever done were almost questionnaire studies, and they examined only conscious or reflective process and didn't tap the fast-developing characteristic of nostalgia. In this study, we tried to elucidate the process of nostalgia using RT measure with popular music in last 15 years as stimuli. Participants listened to music and were required to press a space bar immediately when they feel nostalgia and when they retrieved any autobiographical memory. The results showed that RT of nostalgia was faster than that of retrieval of autobiographical memories. This suggests that the process of feeling nostalgia doesn't need the retrieval of autobiographical memory.

Keywords — Nostalgia, Autobiographical Memory, Episodic Memory, Emotion

1. はじめに

人が過去のものに出会うとき，強いなつかしさ（ノスタルジア）[1]を感じることがある．このようななつかしさ感情はどのようなメカニズムで表れてくるものであろうか．本研究は，なつかしさ感情の生じるメカニズムを実験的に解明しようとしたものである．

もともとノスタルジア(nostalgia)とは，nostos (return)と alogos (pain)の組み合わせによる造語であり，故郷をなつかしむホームシックに近い意味で，病気を表す用語として用いられたが（Hofer,1688），近年は人がふつうに感じる感情として捉えられるようになってきた．またなつかしさ感情は，単に快あるいは不快という２分法で分けられるものではなく，その両者が複雑に絡み合った感情であると考えられる．これまで消費者行動の研究文脈で，ノスタルジアが購買行動にどのように影響するかといった点は研究されてきたが(e.g.,堀内圭子, 2007)，ノスタルジア感情そのものが生じる心理的メカニズムについては，ほとんど研究されてこなかった．

数少ない研究のうち，最近の質問紙や自由記述を用いた研究からは，ノスタルジアの特徴として，どちらかと言えばネガティヴな状態の時に生じやすく，ノスタルジア感情を感じた状態はポジティブであること，過去の自伝的記憶を伴うことが多いこと，日常しばしば生じる感情であること(Wildschut et al., 2006)，また PTSD などの心理的危機に対する回復力（レジリエンス，resilience）と関係がある(Zhou et al. , 2008)といったことなどが示されてきている（川口，2011）．ただ，それらの研究でもどのようなメカニズムで生じるのかはまったく明らかにされていない．

本研究では，なつかしさ感情の生起メカニズムを明らかにする研究の一環として，実験的になつかしさ感情を作り出し，その状態での心理的特性を明らかにすることを目的としたものである．すでに述べたように，なつかしさ感情を感じることと自伝的記憶の想起には関連があると考えられるが，なつかしさ感情を感じたときはいつも自伝的記憶を想起しているかどうか，なつかしさ感情生

[1] なつかしさ感には，個人的体験に基づくものと，基づかないもの（社会的なつかしさ）があるが，本研究では個人的なつかしさを扱っており，表記上，ノスタルジア(nostalgia)となつかしさは同義で扱っている．

起は自伝的記憶想起に先立つのかあるいは時間的に遅い生起なのかといった点は明らかではない．そこで，本研究ではこれまで用いられてきたなつかしさ感の評定だけでなく，どれくらいの速さで生起するかを，実験的になつかしさ感情を生起させ，その反応時間を測定することで検討した．

2. 方法

本研究では，参加者に過去 20 年間のヒット曲を呈示し，なつかしさを感じたら反応キーを押すという課題，および自伝的記憶を思い出したら反応キーを押すという課題を実施した．同時になつかしさの強さ，自伝的記憶の詳細さ，曲を知っているかどうかに関する評定を行った．また，なつかしさ反応時間，自伝的記憶想起反応時間を同時に測定することは困難なため，約半年間の間隔を開けて，同一参加者に実施した．

- **実験参加者**

大学生，大学院生 17 名．

- **刺激**

本研究では，なつかしさ喚起刺激として音楽刺激を用いた．音楽刺激は自伝的記憶喚起の効果が高いとされているためである(Janata, 2009)．具体的には，1989 年から 2008 年のヒット曲を 100 曲用意した．またなつかしさ感を感じないと予想されるが，最近の曲で何らかの自伝的記憶を想起する可能性のある曲として 2010 年のヒット曲 20 曲を用意した．各曲から最も特徴的だと思われる部分を 7sec 間抽出し音楽刺激とした．

- **手続き**

なつかしさ感情喚起段階

各試行では，実験参加者は各曲を呈示され，なつかしさ判断段階では，なつかしさ感を感じたらすぐにスペースバーを押すことを求められた．各曲の呈示時間は 7 秒であった．両段階ともに，曲の終了後，なつかしさ感評定（なつかしさ感情の強さ），熟知性評定（曲を知っているかどうか），自伝的記憶評定（自伝的記憶の詳細さ）をおこなった (7 件法)．曲の呈示順序はランダムであった．

自伝的記憶想起段階

なつかしさ感情喚起段階の約 6 ヶ月後に実施された．各試行では，実験参加者は過去の自分の出来事を想起したらすぐに，スペースバーを押すことを求められた．それ以外はなつかしさ感情喚起段階と同じであった．

3. 結果

なつかしさ判断および自伝的記憶想起の反応時間を Figure 1 に示した．平均 RT はなつかしさ判断は 2455msec，自伝的記憶想起は 2884msec であった．刺激年および反応の種類（なつかしさ・自伝的記憶）の 2 要因分散分析を行ったところ，刺激年の主効果，反応の種類の主効果，刺激年×反応の種類の交互作用，いずれも有意となった(すべて $p<.01$)．刺激年の主効果は，多重比較の結果，最も新しい 2010 年の曲に対する反応が最も遅か

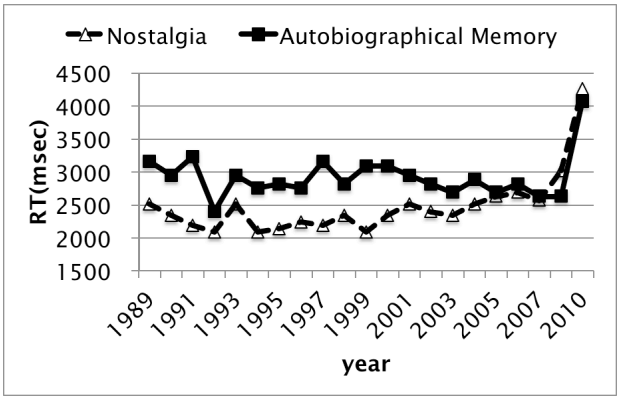


Figure 1. Mean RT of nostalgia and autobiographical memory as a function of year of songs.
Nostalgia: Nostalgia judgment phase,
Autobiographical Memory: Autobiographical Memory judgment phase.

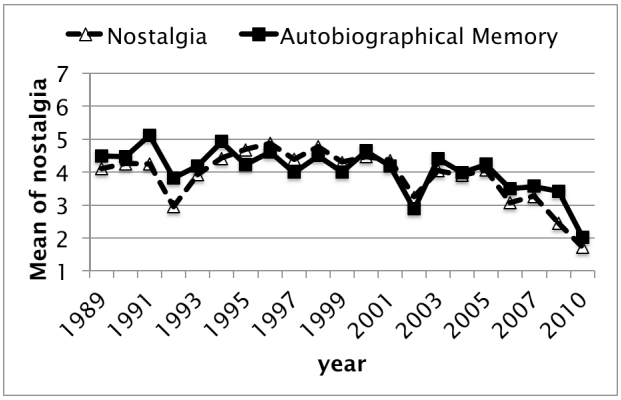


Figure 2. Mean of nostalgia rating as a function of year of songs with nostalgia and autobiographical memory judgment phase.
Nostalgia: Nostalgia judgment phase,
Autobiographical Memory: Autobiographical Memory judgment phase.

ったことによるものである．また反応の種類の主効果が見られた．これは，なつかしさ判断の方が自伝的記憶想起よりも反応が速いということを示している．また，なつかしさ反応と自伝的記憶想起反応との間の交互作用は，最近の曲（特に 2005 年以降）について，なつかしさ判断と自伝的記憶想起の反応時間には差がないが，より以前の年代の曲に対してはなつかしさ判断の方が速いということを示すものである．

各曲の年代ごとのなつかしさ感評定結果を Figure 2，曲の熟知性評定を Figure 3，を自伝的記憶評定 Figure 4 に示した．参加者は同一刺激に対して約半年の間をおいて 2 回行っているので（なつかしさ判断段階，自伝的記憶想起段階），それぞれの段階でなつかしさ評定，曲の熟知性評定，自伝的記憶評定を行っており，評定値は 2 回測定していることになる．3 つの評定値ともに，なつかしさ判断段階，自伝的記憶想起段階という 2 段階の評定間には違いはみられなかった．そのため，以降の分析では 2 つの段階の評定平均値を分析に用いた．

次に，3 つの評定値間の相関は，なつかしさ評定値と熟知性評定値間(.467), なつかしさ評定値と自伝的記憶評定値(.561)，熟知性評定値，自伝的記憶評定値(.509)，いずれも有意となった．これは，知っていると感じる曲の方がなつかしさ感が高い，なつかしさ感が強いと自伝的記憶を想起しているという関係があることを示している．

各評定値と刺激年の相関を求めたところ，なつかしさ評定値，熟知性評定値，自伝的記憶評定値に対し，それぞれ.216, .041, .056 であり，なつかしさ評定値とのみ有意な負の相関がみられた．刺激の年代が古くなるにしたがってなつかしさが増すということを示している．

なつかしさ反応時間と各評定値との相関をみてみると，なつかしさ評定値，熟知性評定値，自伝的記憶評定値に対して，それぞれ-.415, -.394, -.308, 各評定値と自伝的記憶想起反応時間との相関は，それぞれ-.354，-.337，-.439 で，いずれも有意であった．なつかしさが強く，よく知っていて，自伝的記憶を想起しやすい刺激に対する反応は速いということを示している．

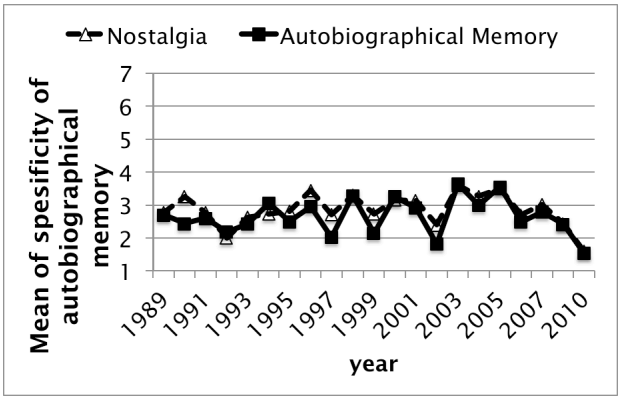


Figure 3. Mean of autobiographical memory rating as a function of year of songs with nostalgia and autobiographical memory judgment phase. Nostalgia: Nostalgia judgment phase, Autobiographical Memory: Autobiographical Memory judgment phase.

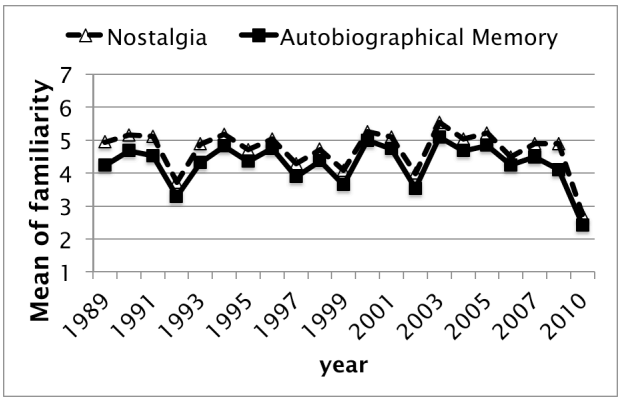


Figure 4. Mean of familiarity rating as a function of year of songs with nostalgia and autobiographical memory judgment phase. Nostalgia: Nostalgia judgment phase, Autobiographical Memory: Autobiographical Memory judgment phase.

4. 考察

本研究は，なつかしさ感がどのような機序で生じてくるかを明らかにすることを目指すものであった．なかでも，一般になつかしさを感じる刺激を処理する際には，自伝的記憶も同時に強く想起されると考えられている点に着目した. すなわち，これらの研究は主に評定を用いた研究であり，十分に時間が経過し，なつかしさも自伝的記憶も想起可能な状態で測定した評定データにもとづく研究である．一方，情動処理が無意識的に生じる場合があることをふまえると(e.g.,Izard, 2009; LeDoux, 1996)，昔の刺激に出会った際に急速に立

ち上がるなつかしさ感情は必ずしも意識的処理を介していない可能性がある．なつかしさ感情の生起機序を考えた場合，ある刺激に対して，自伝的記憶が想起され，それによってなつかしさ感情が生起するのか，あるいはなつかしさ感情が生起することによってそれがトリガーとなり，自伝的記憶が想起されるのかは明らかでなかった．またそのような機序を検討する方法も提供されてこなかった．

そこで，本研究では，なつかしさを感じる反応時間および自伝的記憶を想起する反応時間を測定することによって，時間的な関係を明らかにしようとした．

その結果，評定結果においては，なつかしさと自伝的記憶評定間に有意な相関がみられ，なつかしさ感と自伝的記憶想起の両者には強い関係があることが明らかとなった．これは先行研究と一致するところである(e.g., Janata, Tomic, & Rakowski, 2007).

一方，反応時間についてみると，全体としてなつかしさ判断の方が自伝的記憶想起よりも速かった．特に 2004 年以前の刺激に対しては，一貫してなつかしさ反応の方が自伝的記憶想起よりも数 100msec 速く生じていることがわかる．今回は音楽という刺激を用いているため，それがどのような曲であるかがわかるために数秒かかることを考えると，2 秒強でなつかしさを感じるのはかなり速い段階で感じていると考えられる．この反応時間となつかしさ感情評定値，自伝的記憶評定値との相関はともに有意であったが，散布図(Figure 5, 6)からわかるように，なつかしさ評定値との相関の方がやや高く，なつかしさを最初に感じた時点では自伝的記憶想起の影響は少ないのではないかと考えられる．なつかしさ判断反応時間を目的変数とし，なつかしさ評定値，自伝的記憶評定値を説明変数とする重回帰分析を行ったところ，標準偏回帰係数はなつかしさ評定値では -.545，自伝的記憶評定値では-.094 となり（R^2=.354），どれくらい速くなつかしさ感情が生

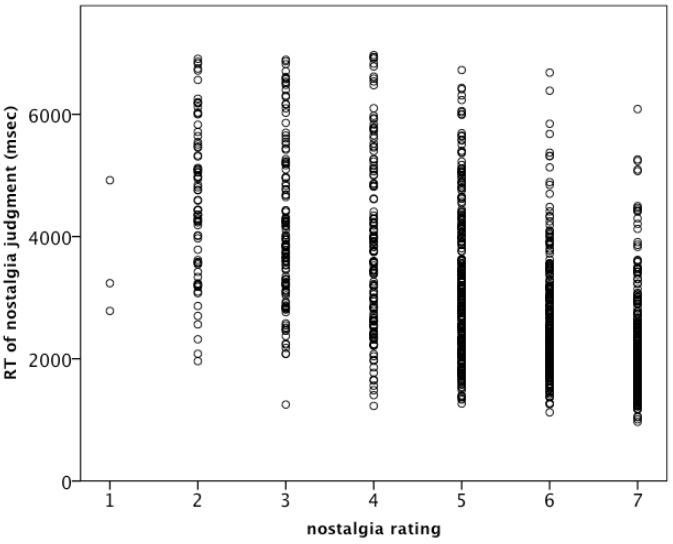


Figure 5. Nostalgia RT plotted against nostalgia rating.
Nostalgia rating: 7 Strong, 1 Weak.

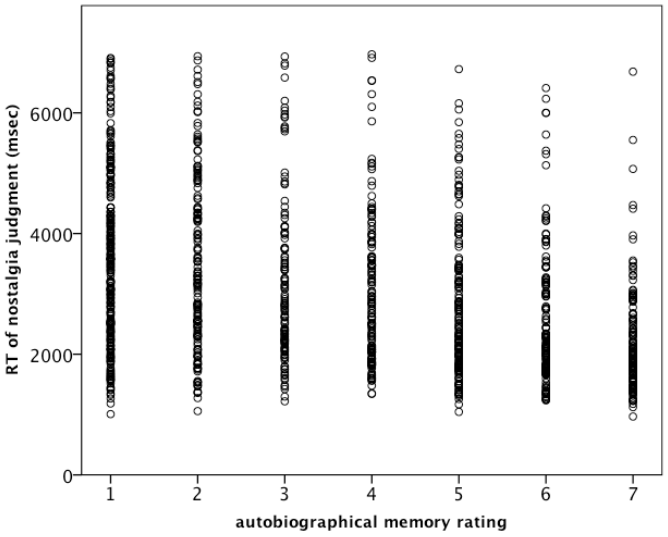


Figure 6. Nostalgia RT plotted against autobiographical memory rating.
Autobiographical Memory rating: 7 Strong, 1 Weak.

起するかには自伝的記憶想起は必ずしも強い絵今日は与えていないことが考えられる．ただ，これらの評定は 7sec の曲を聴取後実施したものであり，2〜3sec でなつかしさを感じた時点での過程そのものを十分に反映しているとはいえず，今後の検討が必要である．

これらの結果は，これまで評定法のみで行われてきた研究で示されてきた，なつかしさ感と自伝的記憶との間に強い関係がありなつかしさの喚起には自伝的記憶が伴うという知見とは少し異なる結果である．すなわち，ある程度時間が経過すれ

ば，自分の体験を思い出すこととなつかしさを感じることはほぼ同時に生じており，両者の関連は非常に強いが，なつかしさ感の最初の生起には，自伝的記憶の意識的想起は必ずしも必要でないことを示唆するものである．

本研究は，これまだ非常に研究の少ない，なつかしさ感情生起の実験研究として実施されたものである．今回はなつかしさ感情生起の速さに着目したが，今後，なつかしさ感情の機能的側面やその神経基盤を含めて検討が必要である．

5. 文献

Hofer, J. (1934). Medical dissertation on nostalgia (C. K. Anspach, Trans.). *Bulletin of the History of Medicine*, 2, 376-391.

堀内圭子 (2007) 消費者のノスタルジア―研究の動向と今後の課題―. 成城文藝, 201, 179-198.

Izard, C. E. (2009). Emotion theory and research: Highlights, unanswered questions, and emerging issues. *Annual Review of Psychology*, 60, 1–25.

Janata.P. (2009) The neural architecture of music-evoked autobiographical memories. *Cerebral Cortex*, 19, 2579-2594.

Janata, P., Tomic, S. T., & Rakowski, S. K. (2007). Characterization of music-evoked autobiographical memories. Memory, 15(8), 845–860.

川口潤 (2011) ノスタルジアとは何か― 記憶の心理学的研究から. *JunCture*, 2, 54-65.

LeDoux JE. 1996. The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life. New York: Simon & Schuster. 松本元・川村光毅ほか（訳）エモーショナルブレイン．東京大学出版会．2003.

Wildschut, T., Sedikides, C., Arndt, J., & Routledge, C. (2006). Nostalgia: content, triggers, functions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91, 975-993.

Zhou, X., Sedikides, C., Wildschut, T., & Gao, D. G. (2008) Counteracting loneliness: On the restorative function of nostalgia. *Psychological Science*,19, 1023-1029

1. 問題と目的

1-1. 心理学における音楽演奏研究

これまでの音楽心理学の研究には，研究対象の偏りがみられた。まず第一に，音響心理学の影響を多分に受けた聴覚実験などの音楽知覚への偏りが強く，音楽演奏についての研究が比較的少なかったことが挙げられる。Aiello(1994)はその原因として，「演奏を通じて音楽に積極的に関わるよりも，鑑賞を通じて受け身で関わっている人のほうが多い，という西洋文化の一側面」の影響を示唆している。第二に，演奏研究であっても音楽ジャンルに偏りがあることが挙げられる。Sloboda(1994)は音楽演奏の心理学的研究の歴史を概観したが，ここで Sloboda によって挙げられた研究もまたクラシック音楽にとどまり，ロックやジャズなどのポピュラー音楽の演奏を扱った研究はなかった。第三の偏りは，演奏形式である。以上で取り上げられた演奏場面はいずれもクラシック音楽の独奏場面であり，集団演奏場面を扱った音楽演奏研究はあまり行なわれていないのが現状といえる。

数少ない集団演奏場面を扱った近年の音楽演奏研究として，国内のものでは宮宇地ら(2005)，佐藤(2002, 2003)などのようなクラシックの集団演奏場面へのアプローチを試みたものがあるが，ポピュラー音楽の集団演奏場面を扱った研究や，音楽ジャンル間での比較を試みた研究は見当たらない。数ある音楽のうちのひとつでしかないクラシックだけを対象とした研究から得られた成果は，音楽演奏に関する認知・学習の一般化可能性の点で問題があるといえる。したがって本研究では，多数の演奏者による練習場面に焦点を当て，集団演奏練習場面を，指揮者及び演奏者の発話から分析し，ポピュラー音楽を含む異なる音楽ジャンル間で比較することを目的とした。観察の対象は，60 名程度の演奏者と指揮者からなる市民吹奏楽団と，3 名の演奏者からなるロックバンドの練習場面とした。理論の枠組みとして，人の知覚を人工物による媒介として説明する状況的認知理論を採用した。

1-2. 状況的認知理論の観点からみた音楽：実践と人工物

状況的認知理論では，人の行為遂行能力を人と人工物のセットとして捉える。このことは音楽知覚においても例外ではない。新原・有元(2010)はヘビーメタル・ミュージックの愛好家（メタラー）における音楽知覚の分化を取り上げ，メタラーはヘビーメタルという実践への参加の産物として立ち現れた演奏技法，音色等の人工物によってヘビーメタルを知覚し，またこの人工物がメタラーの知覚分化を説明することを示した。

吹奏楽団及びロックバンドの集団練習では，それぞれの音楽ジャンル特有の様々な人工物が活用されている。楽器や楽譜といった形のあるもの，伴奏和音をアルファベットと数字の組み合わせで示すコード・システムや演奏形式といった知識やルール，演奏やコミュニケーション上の慣習的行為などが音楽演奏の人工物として挙げられる。こうした音楽家によって頻繁に使用される人工物の一つに楽器演奏の代替としての「歌」がある。丸山(2001)

はプロフェッショナルとして活動するオーケストラと指揮者によるリハーサル場面を取り上げ，指揮者の発言のうち59%が「『強弱』,『長短』,『速度』などに関わる言葉を敢えて使用せずに,『ディーラーリーラーラーパンパン』などといった抑揚を伴った『歌』が付随した指示」であったことを明らかにしている。この「歌」は，音楽という時々刻々過去へと消えていく時間的変化を操作可能にする「対象化」(有元・岡部, 2008; 尾出, 2011)の為の手段である。以下，曲中のフレーズの特定や，個人内の心的なメロディの伝達など，コミュニケーションの目的で発声される楽器演奏の代替としての「歌」を“*voice instrumental*”(以下 *v.i.*) と呼称する。本研究では，*v.i.*を始めとする様々なヒト・モノ・コトといった人工物によって，集合的(collective)に調整される演奏の過程を考察したい。

2. 方法

2-1. 市民吹奏楽団における調査

調査対象：東京都内を中心に活動する市民吹奏楽団（構成員約 60 名。クラシックを中心とした吹奏楽曲を演奏）

調査時期：2010 年 6 月

調査方法：楽団の全体練習を観察すると共に，手持ちのビデオカメラを用いて練習場面を録画した。なお，調査日は演奏会本番の 1 週間前にあたる日であった。

〈吹奏楽団について〉

吹奏楽団では，指揮者を置き，楽譜を用い，楽譜の内容に忠実な演奏を目指すことが基本である。演奏会などの本番演奏においても，指揮者及び各演奏者は楽譜を参照しながら演奏する。

2-2. ロックバンドにおける調査

調査対象：東京都，神奈川県を中心に活動するロックバンド（構成員 3 名。ロック，ブルースロックに分類されるカバー曲及びオリジナル曲を演奏）

調査時期：2011 年 2 月

調査方法：調査者がロックバンドの演奏者（ギター・ボーカル）として参加し，参与観察を行った。ビデオカメラを練習スタジオの一角に設置し，練習場面を録画した。なお，調査した練習はバンド結成後初めての全体練習であった。

〈ロックバンドについて〉

ロックバンドはボーカル，ギター，ベース，ドラムスによって編成され，一般に指揮者はいない。他者の楽曲を完全にコピーすることを目的としたロックバンド (コピーバンド) も存在するが，多くのアマチュア・ロックバンドはオリジナル曲の演奏と，既存のプロフェッショナルの楽曲をアレンジして演奏することが主体である。また，五線譜に書かれた

楽譜を用いることは少なく，「コード譜」と呼ばれる，歌詞と伴奏和音のコードネームのみが記載されたものを参照しながら演奏することが一般的である。ライブなどの本番演奏の際は曲を暗譜して，コード譜を目の前に置かず演奏する。

3. 結果と考察

3-1. 結果の処理

市民吹奏楽団において録画した映像のうち，1 曲目に練習されていた「ジュビリー序曲」(Sparke, P., 1983)の練習場面が収められた 21 分 35 秒の映像を分析対象とし，指揮者による発話と演奏者による応答をトランスクリプトに起こした。同様に，ロックバンドにおいて録画した映像のうち，1 曲目に練習されていた「真夜中のダンディ」（桑田佳祐，1993）の練習場面が収められた 12 分 40 秒の映像を分析対象とし，練習中の演奏者による発話をトランスクリプトに起こした。

得られた発話データを，理論的コード化(Flick, 1995)の手続きを参考として，以下の手順で処理した。まず文脈を考慮し，意味を損なわない最小単位に分節化し，これを 1 切片とした。吹奏楽団においては，得られた発話データのうち指揮者による発話切片のみを抽出し，分析対象とした（雑談は全体の 61%であった)。ロックバンドにおいては，得られた発話切片のうちメンバー間での雑談を除いた演奏に関する発話切片のみを抽出し，分析対象とした。このようにして得られた発話切片のそれぞれにコードを付した（表 1 参照)。さらにそれぞれのコードについて似たものをまとめ，カテゴリ化し，分析を行った。なお，以下の表中における“Cond”は指揮者，“Ob”はオーボエ，“Fl”はフルート，“All”は演奏者全員，“Gt”はギター，“Ba”はベース，“Dr”はドラムスによる発話及び行動であることを示し，発話者の特定が困難であった場合にはこの欄を空欄とした（以下同様)。

表 1　発話切片とコードの例

発話者	発話内容	コード
Ba	一番最後のとこかな。	曲の位置の特定
Ba	*ダダダダダダダ*	オノマトペによる原曲の再現
Dr	あります	原曲の確認
Ba	ね。あそこのとこ俺たち合わさなきゃいけないのかな。そのままやればいいのかな	演奏内容に関する相談

併せて，それぞれの演奏集団の練習過程を詳細に記述するため，映像データの一部を用い，具体的な活動や演奏の変化について考察した。

3-2. 結果と考察

3-2-1. 両演奏集団の発話構造の概観

吹奏楽団において，191 切片の発話が分析対象として抽出され，21 種類のコードを付した。ロックバンドにおいて，77 切片の発話のうち音楽演奏に関係のない雑談を除いた 30

切片の発話が分析対象として抽出され，10 種類のコードを付した。得られたコードを 3 人の調査者の合議でカテゴリ化した結果，「演奏内容」「楽譜・原曲」「演奏者」「練習」の 4 つのカテゴリに分類できた。各カテゴリの定義と各カテゴリに分類された発話コード，及び両演奏集団における各カテゴリの発話切片数は表 2，3 のとおりである。両演奏集団において分析対象となった発話切片数の差は，データの記録時間，楽曲や練習時間の長さ，演奏に関係しない雑談の生起率の差に起因するものと考えられる。

表 2　各カテゴリの定義と分類された発話コード

カテゴリ	定義	吹奏楽団による発話コード	ロックバンドによる発話コード
演奏内容	演奏内容への言及や指導など，演奏の質の向上のための発話。	課題の特定 演奏内容の評価 演奏手法に関する指導 音階の指導	課題の特定 課題の認識 演奏内容に関する相談 音階の指導
楽譜・原曲	楽譜や原曲への言及，または楽譜・原曲の想起を意図した発話。	曲の位置の特定 楽譜記載内容に関する質問 楽譜記載内容の確認	曲の位置の特定 曲の位置の質問 原曲の確認 v.i.による原曲の再現
演奏者	演奏者個人への言及や指示，質問などの発話。	パートの特定 個人練習の指示 個人への演奏の指示 演奏者の配置に関する指導 演奏行為に関する指導 演奏者の能力の確認 演奏者への指示	なし
練習	練習内容やその具体的な方法などに関する発話。	練習内容に関する説明 入るタイミングの説明 入るタイミングの指導 全体への指示 合図	練習の提案 練習の提案への同意

表 3　両演奏集団における各カテゴリの発話切片数

	演奏内容	楽譜・原曲	演奏者	練習	計
吹奏楽団	60(31.4%)	34(17.8%)	39(20.4%)	58(30.4%)	191
ロックバンド	10(33.3%)	16(53.3%)	0　(0%)	4(13.3%)	30

3-2-2. 課題の特定と解決

吹奏楽団の練習では，指揮者によって演奏における課題が指摘され，その解決のために短い部分練習が繰り返し行われるという構造が確認できた。以下に例を示す。

表 4　吹奏楽団における課題の指摘と解決の例(1)

8:57	Cond	演奏中断「最初の4分音符の長さが3人バラバラです。張らない[強く吹かない]ほうがいいと思います」
9:04	Cond	「ワントゥーせーの」
9:06	Ob	演奏
9:10	Cond	「そうですそうです。じゃあえっと、みなさんでお願いします。Cからです。(タクトで譜面台叩いて)ワントゥーせーのー」

[]内は筆者補足

表 4 に示した発話では，指揮者によってオーボエ奏者に対して「最初の 4 分音符の長さがバラバラ」であるという「課題」が指摘され，その課題の解決策として「張らないほうがいい」と，オーボエを吹く強さに関するアドバイスが為されていた。映像データから，この指揮者による指示によって，それに続く演奏ではオーボエ奏者 3 人の「最初の 4 分音符の長さ」が揃い，課題が解決されたことが確認できた。それに続いて指揮者が「そうですそうです」と演奏に対してポジティブな評価をしている様子からも，課題が解決されたと判断されたことが推測できる。

表 5　吹奏楽団における課題の指摘と解決の例(2)

6:35	Cond	「えっと*タカターン*。ホルン、ユーホニウム。前回もお話しましたけどアレグロモルトの、1小節前の1拍目の裏の8分音符。クレッシェンドかけてください」
6:46		「はい」
6:47	Cond	「*タカタカターア*。テヌートですよね。それお願いします」

表 5 に示した発話では，指揮者はホルンとユーホニウムの奏者に対して「アレグロモルトの 1 小節前の 1 拍目の裏の 8 分音符」と，課題となる箇所を指摘し，「クレッシェンド」（だんだん強く）をかけて演奏するように指示し，続いて「タカタカターア」という *v.i.*と「テヌート」という演奏記号を発話した。この *v.i.*は，「テヌート」の意味する「音符の表す長さ一杯に伸ばして演奏する」という指示をより平易かつ詳細に伝達しようとするものだと考えられる。以上のように，吹奏楽団においては課題の解決のために，指揮者によって演奏手法（クレッシェンド，テヌートなど）や音階に関する指示が行われ，その中で具体的な音の強弱や音の伸ばし方などを示すために *v.i.*が多用されていた。

また，指揮者による指示は楽譜の記載内容を元としたものが主であった。このことから，吹奏楽団にとって楽譜は課題の指摘とその解決としての演奏方法の指示の際に重要な参照物であったといえる。

一方，ロックバンドでは，まず演奏者の一人によって課題が「指摘」され，その指摘によって他の演奏者が課題を「認識」し，その改善について演奏者全員で相談するという構造が確認できた。以下に例を示す。

表 6　ロックバンドにおける課題の指摘と解決の例(1)

7:15	Gt	「なんかこう…（*p.i.*: Gt演奏）のタイミングが合いませんよね」
7:19	Ba	「あ、そうだな。ほんとはどうなんだっけ？（Ba演奏しながら）ダーッダッダなんだっけ？」
7:24	Gt	「（*p.i.*: Gt演奏）じゃないですっけ？」
7:29	Ba	（*p.i.*: Ba演奏）
7:34	Gt	（*p.i.*: Gt演奏）
7:36	Ba	「ちょっと後ろってことね」
7:37	Gt	「そうですね」

表 6 に示した発話では，まずギター奏者によって曲中の 1 フレーズがギターの演奏によって示され，ギターとベースの「タイミング」が合っていないことが課題として指摘された。続いてベース奏者が「あ，そうだな」と課題を認識し，その後互いに担当楽器の演奏と，楽器を演奏しながらの発話によって同一箇所のフレーズを示し合うことでタイミングを調整し，最終的にベース奏者がそれまでの演奏より「ちょっと後ろ」でタイミングを合わせるとすることで課題を解決していた。以降，楽器を演奏しながらの発話及び発話の代替としての演奏は「楽器使用対話」（*conversation by playing instrument*. 表中 *p.i.*で表記）と呼称する。楽器使用対話に関しては 3-2-5 において詳しく考察する。

また，ベース奏者による「ほんとはどうなんだっけ？」という発話は原曲の想起を目的とした物であると考えられることから，この練習段階においては原曲の想起が課題の特定と演奏方法の指示の際に重要な参照物（リソース）となっていたといえる。原曲を参照物として重視する様子は，ロックバンドがこの曲の練習を開始したばかりであることに関係するものであると考えられ，練習が進むに従ってオリジナリティを重視し，原曲の重要性は低下していくであろうことが予想される。

3-2-3. 楽曲の位置の特定

吹奏楽団では，曲の位置を特定する際に楽譜を参照し，リハーサルマーク(e.g. “A”, “C”)や小節数，演奏記号（e.g. メゾフォルテ，メゾピアノ），楽譜に記載されている内容を表す専門用語（e.g. オクターブ），音階などの指揮者から提示される情報を手がかりに指揮者の示す楽曲の位置を特定しており，一部で *v.i.*の併用もみられた（表 7 参照）。

表 7　吹奏楽団における楽曲の位置の特定の例

9:52	Cond	「えーこっから行きましょう、Cのあと、2、4、5、1234567、8小節目のメゾフォルテのところから。 えー、メゾフォルテもしくはメゾピアノ。ユーホニウムはオクターブのところ。 （タクトで譜面台叩きながら）*ターターターラッターターターターララタッタ*、いきまーす。ワントゥースリーフォー」

このことから，吹奏楽団にとっての楽譜は，楽曲の特定の位置への迅速なアクセスを可能とする「地図」の役割を果たしていたといえる。吹奏楽団において，指揮者及び演奏者

は，全員が共通していつでも参照できる楽譜という人工物を活用して音楽を対象化していたといえる。

一方のロックバンドでは，曲の位置の特定は演奏者間の相互行為によって決定されていた（表 8 参照）。

表 8　ロックバンドにおける楽曲の位置の特定の例

8:26	Ba	「このあとさ、太鼓が*ドドドドッ*てゆっくり溜めた感じになるよね」
8:31	Dr	「どこの、ですか？」
8:33	Ba	「最後、どっか1カ所だけ最後…一番最後」
8:36	Gt	「ソロの後ですか？」
8:37	Ba	「ソロの後かな」
8:42	Dr	「一番最後のサビのところですか？」
8:43	Ba	「一番最後のとこかな。*ダダダダダダ*」
8:46	Dr	「あります」

ベース奏者によって *v.i.*を使用して示された原曲の一部のフレーズに関して，ドラムス奏者から「どこの，ですか？」という質問が発話され，その後「ソロの後ですか？」「一番最後のサビのところですか？」などの質問にベース奏者が答え，最終的にベース奏者が原曲のフレーズを *v.i.*によって再現することで位置の特定に至っていた。ロックバンドにおいて，原曲は曲の位置を特定する際の演奏者共通の参照物ではあったが，原曲そのものをその場で参照（聴取）することは手間がかかるため，原曲を想起しながらの相互行為によって，楽曲の位置を特定することの課題調整が達成されていたといえる。

3-2-5. 練習内容の決定

吹奏楽団において，練習内容は指揮者の指示や説明，合図，指示などで演奏者全員に提示されていた（表 9 参照）。

表 9　吹奏楽団における練習内容の決定の例

7:57	Cond	「じゃフラットで。せーの」
7:59	2nd Fl	Condの合図に合わせて1音ずつ
8:03	Cond	「はい、そう。じゃあセカンドだけ。ワントゥーせーのー」
8:07	2nd Fl	演奏
8:09	Cond	「そうです。じゃあファーストと一緒に。ワントゥースリーフォーうん」
8:12	Fl	演奏
8:14	Cond	「そうですね、じゃあそっからもう一回、あのオーボエとフルートでいきましょう」

表 9 に示された発話では，指揮者は 2nd フルート奏者に対して「フラットで」1 音ずつ演奏することを求めていた。2nd フルート奏者が指示に従うと，次に 2nd フルート奏者のみでの演奏を求め，その後 1st フルート奏者との合奏を指示し，さらにその後オーボエ奏者も加えるという順序で，指揮者が段階的な指示によって練習内容を決定していた。対してロックバンドにおいては，練習内容は演奏者間の相談と同意によって決定されている様子が確認できた（表 10 参照）。

表 10　ロックバンドにおける練習内容の決定の例

15:47	Gt	「別の曲もいってみますか」
15:49	Ba	「やりますか」

3-2-6. *voice instrumental*(*v.i.*)と楽器使用対話(*p.i.*)使用の集団差

吹奏楽団では，指揮者によって *v.i.*が計 18 切片の発話において発話されていた。このうち 1 切片は曲の位置を特定するための発話であり，残りの 17 切片は全て演奏者への具体的な指示のために発話されたものであった。ロックバンドでは，演奏者による *v.i.*の発話は 4 切片確認された。このうち 1 切片は曲の位置を特定するために原曲の一部を再現したものであり，2 切片は原曲の確認，残りの 2 切片は演奏内容を相談する際に原曲の一部を再現したものであった。

吹奏楽団とロックバンドにおいて，*v.i.*の使用法に差異が認められた。吹奏楽団では主に言葉では表現し難い音の強弱や伸ばし方，テンポなどを演奏者が表現するための人工物として活用されていた。これは丸山(2001)がオーケストラの事例において示した「『強弱』,『速度』そして『奏法』などの個々のカテゴリに還元できない包括的な内容を同時的に扱う事ができる『歌』という形」で，多くの指示を与える機能を期待したものである。つまり，指揮者の考える演奏（つまり楽譜に記載されている情報）と，演奏者が実際に行なう演奏との差異を調整するために発話していたものといえる。これに対してこの段階のロックバンドでは，*v.i.*の使用は原曲の再現に限られていた。ここでは *v.i.*によって原曲を再現することによって，演奏内容や曲の位置の特定などの課題調整が行われており，*v.i.*が原曲を想起しながら演奏内容を相談するための人工物として活用されている様子が確認できた。ただし本調査はロックバンドにおける集団練習の初期の段階を観察したものであり，今後練習が進むに従ってオリジナリティを追求し始めた段階では，吹奏楽団のような *v.i.*の使用法も観察されるであろうと考えられる。

またロックバンドにおいて，楽器使用対話 *p.i.*が 5 切片認められた。ロックバンドの演奏者は，全員が各々の担当パートの楽器を携えた状態で練習に臨んでおり，望んだ時に全員がいつでも楽器を演奏し音を出す事が可能であった。使用される楽器がギター，ベース，ドラムスの 3 種類のみで，さらにギターとベースは同じ弦楽器であり構造も似通っているため，互いの演奏を模倣したり，演奏の例を示し合うことが可能であった（表 6 参照）。以上の理由によりロックバンドでは *v.i.*に加え，*p.i.*が演奏者間における課題調整のための人工物として活用されていたといえる。吹奏楽団では楽譜の使用によって課題の特定や演奏方法の指示がなされることと、通常指揮者が身近に楽器をおいた状態で集団練習に臨むことはなく，かつ使用される楽器も多岐に渡るため，*p.i.*を活用する事は実質不可能であると考えられる。このことは，各演奏集団の集団練習のあり方が，それぞれの実践を構成する

「社会・技術的な環境」(Callon, 2004)に規定されることを示している。

4. 総合考察：集合的課題調整(collective task regulation)

本研究で対象とした演奏の産出場面では，メンバー間の演奏に関する諸課題の調整が多く観察された。課題調整過程では，各音楽ジャンルの社会・技術的環境を構成する人工物が使用され，課題は人工物とメンバー間の相互作用により集合的に調整されていた。

吹奏楽団における集合的課題調整は，吹奏楽の人工物と指揮者-演奏者間の相互行為によって達成されていた。分析対象とした発話と映像から，指揮者による指示・指示と，それに対応する各演奏者の人工物を使用した応答・演奏によって課題が調整されていることが明らかになった。メンバー達は練習場面において，楽譜を参照することによって演奏内容を決定し，また楽譜を用いて曲の位置を特定するなど，楽譜は集合的課題調整の際の重要な参照物であると同時に，曲を対象化するために必要不可欠な人工物であった。また指揮者は指示の際，具体的な音の強弱や音の伸ばし方などを示すために，*voice instrumental* や演奏記号を多用していた。

ロックバンドにおける集合的課題調整は，3 名の演奏者間の相互行為によって達成されていた。調整場面では演奏者 3 名による相談が主であった。調整の際に度々原曲に言及する発話が見られたが，曲を演奏者全員が共通に参照可能なものとして対象化する人工物は用いられず，原曲を想起しながらの相互行為が最も重視されていたといえる。この原曲を参照し課題調整をする際に voice instrumental や楽器使用対話などの人工物が活用されていた。

以上のことから，吹奏楽団とロックバンドにおける課題の集合的調整の過程と，用いられる人工物の差異が明らかになった。吹奏楽団において用いられていた楽譜や演奏記号，ロックバンドによって用いられていた楽器使用対話，また双方によって異なる目的で用いられていた *voice instrumental* などの人工物は，視覚的・触覚的に知覚不可能な「音楽」を知覚可能にし，その操作可能性を生成し維持するために用いられていたといえる。

音楽は，彫刻や絵画などの「空間芸術」とは違い，時間の流れに伴う変化を扱う「時間芸術」である。そのため，演奏集団における意思決定場面では，視覚的・触覚的に知覚・操作が不可能な要素を，集団の構成員全てが共通に知覚し，操作可能にする，つまり曲を「活動の対象(object of activity)」(Leontief, 1975／1978)とすることが求められる。吹奏楽団では，楽譜という人工物によって曲を対象化し，演奏記号によって演奏内容を対象化し，それでも対象化できない複雑な演奏内容に関しては *voice instrumental* を用いることで対象化を達成していた。ロックバンドでは，原曲を想起しながらの相互行為が課題調整場面の主であったが，想起した原曲を対象化し，演奏者全員で共有するための人工物として *voice instrumental* や楽器使用対話が活用されていた。吹奏楽団とロックバンドという 2 つの異

なる実践を行う演奏集団は，用いる人工物やその方略に差はあれど，それぞれの実践における社会技術的環境に根ざした人工物を用いて「音楽」の対象化を行い，集合的課題調整を達成していたといえる。

5. 参考文献

Aiello, L. (Ed) (1994) *Musical perceptions.* Oxford University Press（アイエロ L. 大串健吾（監訳）(1998) 音楽の認知心理学　誠心書房）, 180-181.

有元典文と岡部大介 (2008) デザインド・リアリティ–半径 300 ㍍の文化心理学　北樹出版

Callon, M. (2004) *The role of hybrid communities and socio-technical arrangements in the participatory design.* Journal of the center for information studies.5（武蔵工業大学環境情報学部情報メディアセンタージャーナル第 5 号）, 3-10.

Flick, U. (1995) *Qualitative forschung.* Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reimbek bei Hamburg (フリック U. 小田博志，山本則子，宮地尚子（訳）(2002) 質的研究入門-〈人間の科学〉のための方法論　株式会社春秋社)

Leontief, A. N. (1978) (Original work published in 1975) *Activity Consciousness, and Personality.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall

丸山慎（2001）指揮者の言葉–オーケストラ・リハーサルにおける指揮者の言語指示についての内容分析から–　日本教育心理学会総会発表論文集(43), 177, 2001-7-20 日本教育心理学会

宮宇地秀和・福田忠彦・諏訪正樹（2005）合奏という協調活動に関する研究：熟達者ペアの二重奏のケーススタディを例として（音楽制作・音楽分析）　情報処理学会研究報告 2005　一般財団法人情報処理学会

尾出由佳（印刷中）可視化と対象化　茂呂雄二・有元典文・青山征彦・伊藤崇・香川秀太・岡部大介 ワードマップ　社会・文化・活動の心理学　新曜社

新原将義・有元典文 (2010) 音楽知覚の分化に関する一研究-ヘビーメタル・ミュージックを主題として-　横浜国立大学大学院教育学研究科教育相談・支援総合センター研究論集 (10) , 137-151.

Sloboda, J, A. (1994) *Music performance –Expression and development of excellence*. Aiello, L. (Ed) (1994) *Musical perceptions.* Oxford University Press（スロボダ J.A. 音楽演奏–表現と演奏の上達　アイエロ L.（編）大串健吾（監訳）(1998) 音楽の認知心理学　誠心書房）, 180-199.

多義的図形解釈における身体動作の影響
Effect of Body Action in Interpretation of Ambiguous Figures

阿部 慶賀
Keiga Abe

青山学院大学
Aoyama Gakuin University
keiga.abe@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to examine the effect of body action in interpretation of ambiguous figures. To examine a hypothesis that a body action influences interpretation of ambiguous figures, two experiments were conducted. Results of experiments indicated that a hand action influences interpretation of ambiguous figures.

Keywords — Embodied Cognition, Silhouette Illusion

1. 研究の背景

創造的思考には、抽象的、または曖昧な情報や題材を解釈するプロセスが含まれると考えられている(Finke et al., 1992)。こうした解釈の段階では、新奇な視点からの再解釈が生じ、それが発明や科学的発見、芸術的創作に寄与する場合がある。近年では、こうした解釈の段階における身体の寄与が注目されている。

こうした解釈の段階において、近年では身体動作が題材や提示刺激、発明先行構造の解釈を左右するということを示唆する知見が報告されている。

心的イメージの研究では、すでに身体動作による心的処理への影響を示した知見が報告されている。Wexler et al.(1998)では、心的回転課題と並行してジョイスティックを回転させる動作を行わせ、心的回転と回転動作の方向が一致している場合に処理が促進されるという結果が得られた。

創造的思考と身体動作について検討した先行研究としては、Chambers & Reisberg(1992)が多義図形の解釈におけるスケッチ活動の効果を示している。さらに武長(2010)は、ジェスチャーやスケッチなどの自発的な運動行為が多義的図形の解釈に及ぼす影響を検討し、ジェスチャーを行うことが抽象的図形の再解釈を促進するという結果を報告している。

芸術作品の創作活動をとりあげた知見としては、Yokochi & Okada(2004)が山水画の制作プロセスを追跡した研究を行い、山水画の制作過程の中で多数の空書行動が行われていることを報告している。この空書行動に対しては、実際に描画を行う前のリハーサルやシミュレーションを補足する役割としての可能性が示唆されているが、先行研究からは、こういった空書行動が制作途中の絵画に対する視点の変更や再解釈を促している可能性も示唆される。

本研究ではこれらの研究を受けて、先行研究の知見の拡張を試みる。先行研究では自発的なジェスチャやスケッチ行動を行うよう実験環境を設定しているが、自発的な運動行為の場合、再解釈の結果が運動行為として発露したのか、運動行為によって再解釈が生じたのかの区別が困難である。この点について本研究では、予め運動行為を指定し、運動行為による再解釈への影響に特化した検討を行う。

また、先行研究では抽象的な図といった静的な刺激を題材にしていたが、実際の創造的思考の場面では、動きのある視覚刺激などを題材やヒントにして思考する場面もありうる。そこで本研究ではそこで本研究では図1 のシルエット錯視(茅原,2003) という多義的解釈の可能な錯視動画（http://www.procreo.jp/labo/labo13.html）を題材に用いた。この錯視動画は、バレリーナ風の女性のシルエットが回転し続けるだけのシンプルな動画であるが、シルエットとして表示されているため、奥行き情報が欠落し、回転方向の解釈（右回りか左回りか）が曖昧になっている。そのため、注視している最中に、回転方向が急に切り替わるような錯覚が得られる。また、同一の視覚刺激を得ていながら、人によって回転方向の解釈が異なるといった現象も生じる。

本研究ではこのシルエット錯視を多義的図形として扱い、回転方向の解釈の変化が起きた場合に図形の再解釈が生じたものとみなした。実験ではシルエット錯視の観察中に身体動作（具体的にはハンドルを回す行為）を課して説明変数とし、シルエット錯視動画の回転方向の切り替え回数を従

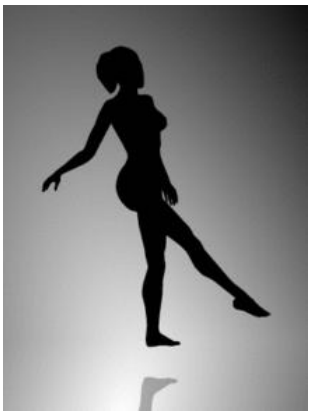


図 1 シルエット錯視

属変数とした。

2. 本研究の仮説

本研究の仮説としては、このような動きのある刺激についても、特定の運動行為によって多義的図形の再解釈が促進されると考える。ここで「特定の運動行為」と表記したのは、どのような行為でも効果が期待できる、というのではなく、提示刺激の運動方向との整合性も関与すると考えたためである。

先行研究では身体動作を行うことが、解釈の生成を促進するとしていることから、手での回転動作が、時計回りか反時計回りかの解釈が安定していなかった状態から、一方の回転方向への解釈が促されると考えられる。よって、身体動作を課した場合にはただ観察するだけの場合よりも回転方向の切り替えが生じやすくなると考えられる。

また、回転方向については、心的回転と手の回転が一致している場合に処理が促進されるという知見から、手の回転方向と順方向としての解釈の方が生じやすく、その解釈も安定しやすいと予想される。これは、手の回転方向と逆方向では順方向に比べて心的処理が促進されにくいため、解釈が安定せず、解釈の変更が生じやすくなるとも言い換えられる。

3. 実験１

3.1 方法

被験者 大学生30人が参加した。うち実験の提示刺激について事前知識を持たない23名が分析対象となった。23名中、利き手が右だった被験者は22名、左利きは1名であった。

題材と手続き 被験者には17インチXGAディスプレイ上にシルエット錯視の動画を3分間提示した。シルエット錯視動画は、300×400pixel大のサイズで、人物のシルエットが毎秒34フレームで一周するものを用いた。被験者と画像との間の距離は約45cm程度に位置するよう調整した。

被験者には事前に静止状態のシルエット錯視の映像を提示し、この動画を見たことがあるか、錯視画像であることを知っているか、どのような効果をもつ錯視画像であるかを確認した。被験者には静止状態のシルエット錯視を提示して、「この動画では、画像の人物が右回り、あるいは左回りに回転します。時々画像の回転方向が切り替わる場合があります」と教示した。その後の手続きは3種類の実験条件に応じて異なる。まず、統制条件として、「3分間この動画（シルエット錯視画像）を見ながら、動画の人物の回転方向が切り替わった回数を数えてください」という教示を与え、数取器で回転方向の変化回数を数えさせる条件を設けた。統制条件に加えて、順回転条件として、手回し式のハンドルを与え、「この動画の人物の回転方向と同じ方向にハンドルを回してください。回転方向が切り替わった場合は、ハンドルを回す方向も切り替えてください」という教示を与える条件を設けた。第三の条件である逆回転条件では、順回転条件と同様に手回し式のハンドルを与え、「この動画の人物の回転方向と逆の方向にハンドルを回してください。回転方向が切り替わった場合は、ハンドルを回す方向も切り替えてください」という教示を与えた。なお、順回転条件と逆回転条件においては、ハンドルを利き手で回すよう指示した。

常にハンドルは回転し続けるよう教示し、３秒間以上回転が行われない場合には回転を再開するアナウンスが流れるよう設定した。回転の速度は提示刺激となるべく同期するように、1秒で1周する程度の速さになるよう教示した。加えて、手回し式ハンドルによって自動で回転の変更回数を記録できるようにしたため、数取器でのカウントは教示しなかった。これは、手の回転作業と数取器でのカウント作業を並列に行うことによる数え忘れや数え間違い、処理負荷の増大を避けるためである。各被験者は統制条件、順回転条件、逆回転条件のすべての条件下で課題を行った。順序効果を考慮し、この課題の実施順序は被験者によってランダマイズしてある。

3.2 結果と考察

まず、各条件下での回転方向切り替え回数を示す。統制条件では平均11.57回(標準偏差10.52)、順回転条件では平均18.43回(標準偏差14.30)、逆回転条件では平均26.17回(標準偏差17.73)であった。

これらの結果について、一要因の分散分析を行ったところ、条件間に有意差が見られ（$F(2,44) = 23.38, p < 0.01$)、Bonferroni法による多重比較の結果、各条件間で有意な差が見られた(各条件間で$p < 0.05$)。

この結果は、手の回転運動がシルエット錯視の解釈に影響を与えるという仮説に整合的である。しかし、順回転においても回転方向の再解釈回数が増大したという結果も得られ、本研究の仮説を全面的に支持する結果とは言えない。この結果からは、順回転も逆回転も手を動かすという行為自体が負荷となり、注意を手元の動作にとられやすかったがために、回転方向の再解釈が起こりやすくなっていたという可能性も考えられる。統制条件ではハンドルを回す作業が無い分、動画の回転方向に注意が向きやすく、それが回転方向の解釈を固着させやすくなっていたとも考えられる。もしそうだとすれば、注意をとられる作業を並行して行ってさえいれば必ずしも手の運動は必要ではないことになる。そこで、以下では実験２として、手の運動こそ行わないが、別途無関係な心的処理を要求する条件を設け、手の回転動作を行う条件と比べてシルエット錯視の再解釈が行われやすくなるかどうかを比較検討した。

4. 実験２

4.1 方法

被験者 大学生25人が参加した。被験者25名のうち、シルエット錯視の効果を予め知っていた6名をのぞいた19名が分析対象となった。

題材と手続き 被験者には実験１と同じ17inchディスプレイ上にシルエット錯視の動画を3分間提示した。シルエット錯視動画のサイズや再生速度も実験１と同様である。

被験者と画像との間の距離は約45cm程度に位置するよう調整した。実験２においても実験１と同様に、静止状態のシルエット錯視の映像を提示しながら、事前知識の確認を行った。19名中、利き手が右だった被験者は17名、左利きは2名であった。被験者には静止状態のシルエット錯視を提示して、「この動画では、画像の人物が右回り、あるいは左回りに回転します。時々画像の回転方向が切り替わる場合があります」と教示した。

その後の手続きは3種類の実験条件に応じて異なる。統制条件は実験１と同じく、「3分間この動画（シルエット錯視画像）を見ながら、動画の人物の回転方向が切り替わった回数を数えてください」という教示を与え、数取器で回転方向の変化回数を数えるよう教示した。

また、実験１と同じく逆回転条件として、手回し式のハンドルを与え、「この動画の人物の回転方向と逆の方向にハンドルを回してください。回転方向が切り替わった場合は、ハンドルを回す方向も切り替えてください」という教示を与える条件を設けた。手回しハンドル上で自動的に回転方向の切り替え回数をカウントできる点も実験１と同様である。

実験２では第三の条件として、心的負荷条件を設けた。この条件では、統制条件と同じくハンドルによる回転運動は行わないが、口頭でひらがな３文字の読みがなを持つ単語でしりとり（以下、「３文字しりとり」と呼称）を行いながらシルエット錯視動画を注視し、回転方向の変化回数を数取器でカウントするよう教示した。また、３文字しりとりは制限時間内でできるだけ多くの答えを産出するよう教示し、通常のしりとりと同様に、「ん」で終わる回答や既出の回答がでた場合には無効とし、再度回答するというルールで実施した。各被験者は統制条件、逆回転条件、心的負荷条件のすべての条件下で課題を行った。順序効果を考慮し、この課題の実施順序は被験者によってランダマイズしてある。

4.2 結果

まず各条件ごとに回転の切り替え回数を示す。統制条件では平均13.42回(標準偏差13.42)、逆回転条件では平均27.42回(標準偏差13.79)、心的負荷条件では平均12.95回（標準偏差10.20）であった。これらの結果に対して一要因の分散分析を行った結果、有意差がみられた（$F(2,36) = 18.51, p < 0.01$)。

Bonferroni法による多重比較の結果では、逆回転条件のみが他の二条件に比べて有意な差が見られ(逆回転-統制条件間、および逆回転-心的負荷条件間でp¡0.05)、心的負荷条件と統制条件の間には有意な差は見られなかった。

心的負荷条件の３文字しりとりが負荷として機能しなかった可能性が考えられるが、３文字しりとりの回答数は平均34.26個（標準偏差11.91）となり、この課題を無視していたとは考えにくい。この結果から、単純な処理負荷が原因で回転方向の切り替え回数が増大するといった可能性は棄却されたと言える。

5. 総合考察

本研究では、２つの解釈可能性をもつシルエット錯視動画の解釈における、身体動作の影響を検討した。実験１では、回転動作の有無、および回

転方向の違いによる解釈の切り替え回数への影響を検討した。その結果、回転動作を行った場合には錯視動画の解釈の切り替えが生じやすいことが示唆された。また、実験２では、回転動作を行った場合と運動を伴わない心的負荷を加えた場合とで解釈の切り替え回数への影響を比較検討したが、心的負荷では切り替え回数には影響が見られなかった。これらの結果からは身体動作によって複数の解釈が可能であるあいまいな動画の解釈が左右されていることを示唆している。

単に身体動作自体が負荷になって錯視動画への固着が生じにくかったという可能性も考えられるが、その可能性は実験２の結果からみても棄却される。本研究からは従来の静的な多義的図形の解釈だけでなく、動的な多義的図形の解釈においても身体動作によって再解釈が生じやすくなるということが示された。

本研究ではシルエット錯視における回転動作による影響を示す結果が得られたが、回転動作と錯視動画の解釈との間の関連にはまだ未解決の問題を多く残している。今回は逆回転でもっとも大きな効果が得られたものの、順回転でも解釈の切り替えが多くなったことについては仮説を支持しない結果となった。この結果が生じた原因については、並列して行う身体動作のパターンを回転運動以外に変えるなどして、より詳細な検討を行う必要がある。

参考文献

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

[2] Finke,R.A., Ward,T.B., Smith,S.M.(1992) "*Creative cognition:Theory, research, and applica- tions"*, MIT Press, 1992, (小橋康章(訳) 1999 創造的認知. 森北出版.)

[3] 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.

[4] 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.

[5] Wexler, M. Kosslyn, S.M., & Berthoz, A., (1998) "Motor processes in mental rotation", *Cognition*, **68**, 77-94.

顔と車の再認における処理の持ち越し効果の検討
Processing Carry-Over Effect on Face and Car Recognition

日根　恭子，伊東　裕司
Kyoko Hine, Yuji Itoh

慶應義塾大学
Keio University
hine@psy.flet.keio.ac.jp

1．はじめに

顔の再認においては，全体的処理と部分的処理の二つの処理が行われていると考えられている．全体的処理とは，顔のパーツの配置についての情報である全体的情報に関する処理である．目と目の間や鼻と口の間の距離などは，全体的情報である．部分的処理とは顔の個々のパーツである部分的情報に関する処理である．顔の認知では，これら二つの処理が行われていると考えられている．

全体的処理と部分的処理の両方が顔の再認に用いられているものの，一般的に顔の再認では，部分的処理よりも全体的処理の方が重要であると考えられている．このことは．転移適切処理理論によって説明する事ができる[1]．つまり転移適切処理理論より，記銘時と再認時の処理様式が同じ場合に比べ，異なる場合の方が再認成績は低くなることが予測される．一般的に顔の記銘時には全体的処理が主に用いられていることが示唆されている．従って，再認時に部分的処理よりも全体的処理を用いた方が，再認成績は良くなることが予測されるのである．

転移適切処理理論に基づくと，記銘時に全体的処理を主に用いる場合，顔の記憶テストの前に部分的処理を多く用いる作業を行い，部分的処理を行う傾向が顔の記憶テストへ持ち越されるならば，その結果顔の記憶テストで部分的処理を行う傾向が高まり，記憶成績が低下する事が期待される．そしてこれまでに，このような“処理傾向の持ち越し”が生じる可能性が示されている[2][3]．本研究では，処理傾向とは同一の対象に対して複数の処理が可能である場合に，いずれかの処理が他の処理よりも用いられやすい状況を指す．

もしこのような処理傾向の持ち越しが起こりうるならば，顔の記憶テストの前に，部分的処理が求められる課題は実施するべきではない．そこで本研究では，記銘時に全体的処理を主に用いて，顔の記憶テストの前に部分的処理が求められる課題を実施した場合，部分的処理が求められない課題を実施した場合に比べて，顔の記憶成績が低下するかを検討する事を目的とした．またこのような現象が顔の再認のみに見られるのか検討するため，同様の実験を車の再認においても実施した．

2．実験 1

2.1 方法

学生 40 人が実験に参加した．実験参加者は，印象判断条件または形態判断条件のいずれかにランダムに振り分けられた．印象判断条件の実験参加者は，提示された写真の印象について 7 段階で評定する事が求められた．形態判断条件の実験参加者は，提示された写真の形態的特徴について 7 段階で評定する事が求められた．いずれの条件においても，28 枚の顔写真が提示された．評定後実験参加者はそれぞれの条件において，全体 Navon 課題条件または部分 Navon 課題条件のいずれかにランダムにさらに振り分けられた．全体 Navon 課題条件の実験参加者は，Navon 図形(Navon, 1977)の大きな文字を読むことが求められた．部分 Navon 課題条件の実験参加者は，Navon 図形の小さな文字を読むことが求められた．Navon 課題は 5 分間実施された．その後，顔の再認課題が実施された．再認課題では 56 枚の顔写真が提示された．28 枚は old 項目，残りは new 項目であ

った．さらにそれぞれ 14 枚は倒立提示された．

2.2 結果

正確さの指標として，d' を求めた．2(判断)×2(Navon 課題)×2(提示向き)の分散分析を実施した結果，3 要因の交互作用が有意であった $F(1, 36)=4.88$, $p<.05$．正立提示について，印象判断条件の d' は，部分 Navon 課題条件よりも全体 Navon 課題条件で高い傾向が見られた $F(1,36)=3.16$, $p<.1$．形態判断条件の d' は，全体 Navon 課題条件よりも部分 Navon 課題条件で有意に高かった $F(1,36)=13.00$, $p<.001$．倒立提示においては，主効果や交互作用は見られなかった．

3．実験 2

3.1 方法

学生 30 人が実験に参加した．実験 1 と同様の手続きで実施された．ただし，顔写真の代わりに，車の写真が提示された．また，印象判断-全体 Navon 課題条件および形態判断-全体 Navon 課題条件にはそれぞれ 8 人，印象判断-部分 Navon 課題条件および形態判断-部分 Navon 課題条件にはそれぞれ 7 人がランダムに振り分けられた．

3.2 結果

正確さの指標として，d' を求めた．2(判断)×2(Navon 課題)×2(提示向き)の分散分析を実施した結果，提示向きの主効果が有意であり $F(1,26)=5.71$, $p<.05$，倒立提示よりも正立提示の d' の方が高かった．また，判断の主効果に有意な傾向が見られ $F(1,26)=3.59$, $p<.1$，印象判断条件の d' の方が形態判断条件よりも高かった．

4．考察

本研究の目的は，顔および車の再認において処理傾向の持ち越し効果が生じるか検討する事であった．顔の再認においては，記銘時に全体的処理が主に用いられたと考えられる印象判断条件において，部分 Navon 課題条件よりも全体 Navon 課題条件の方が再認成績は良かった．また記銘時に部分的処理が主に用いられたと考えられる形態判断条件では，全体 Navon 課題条件よりも部分 Navon 課題条件の方が再認成績は良かった．従って，Navon 課題で用いられた処理傾向が顔の再認へ持ち越され，記銘時と処理様式が一致する場合の方が不一致の場合よりも再認成績が良くなったことが示唆された．

車の再認課題においては，判断と Navon 課題の交互作用は見られなかった．顔の再認では，全体的処理と部分的処理の両方が用いられている一方，顔以外の対象においては，部分的処理が主に用いられていることが報告されている[4]．従って，Navon 課題の種類に関係なく，車の再認では部分的処理が主に用いられていた可能性を挙げることができる．今後は，全体的‐部分的処理の持ち越しだけでなく，他の対立する処理様式に関しても，持ち越し効果が生じるか検討する必要があろう．

参考文献

[1] Morris, C. D., Bransford, J. D., & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 519-533.

[2] Lewis, M. B., Mills, C., Hills, P. J. & Weston, N. (2009). Navon Letters Affect Face Learning and Face Retrieval. *Experimental Psychology*, 56, 258-264.

[3] Macrae, C. N. & Lewis, H. L. (2002). Do I Know You? Processing Orientation and Face Recognition. *Psychological Science*. 13, 194-196.

[4] Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993). Parts and sholes in face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 225-245.

言語統計解析に基づく評価メカニズムを含む比喩生成モデルの構築

Construction of Metaphor Generation Model with Evaluation Mechanism based on a Statistical Language Analysis

寺井あすか，中川正宣
Asuka Terai, Masanori Nakagawa

東京工業大学
Tokyo Institute of Technology
asuka@nm.hum.titech.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to construct metaphor generation model represent a process where an expression consisting of a target (X) is modified by certain features to become a metaphorical expression of the form "target (Y) like vehicle (X)". In this paper, it is assumed that the process consists of candidate generation process and evaluation process. In the candidate generation process, candidate nouns for vehicles are estimated from input expressions. In the evaluation process, the candidate nouns are evaluated based on the similarities between the meanings of metaphors including the candidate nouns and the meaning of the input expressions.

Keywords — Metaphor Generation, Neural Network, Statistical Language Analysis

1. はじめに

本研究の目的は、「AなY」「YがBする」等という、喩えられる語（Y）と形容詞（A）または動詞（B）で表される特徴から「XのようなY」という形式の比喩を生成する計算モデルを、コーパスに基づき構築することである。

コーパスに基づく比喩生成の先行モデルとして、北田・萩原（2000）はEDR電子化辞書を用いて知識構造を表現し、比喩による文章作成支援システムを構築した。しかし、辞書作成においては人間の判断を必要とすることから、Abe, Sakamoto & Nakagawa（2006）はより客観的な推定方法であると考えられる言語統計解析に基づく知識構造の推定を行い、比喩生成モデルの構築を行った。また、人間による評定データに基づく先行モデルとして酒匂・中村・吉田（1993）は、評価プロセスを含む比喩生成モデルの構築を行っており、評価プロセスの必要性を指摘している。しかし、前述のコーパスに基づく先行モデル（システム）では、候補として出力された喩えられる語が比喩として解釈される際に、入力された特徴を表現しているか否かのモデルによる評価は行われず、評価プロセスを持たないモデルとなっている。しかし、人間による評定によって比喩によって用いられる概念を網羅するような大規模な知識構造の推定を行うことは時間的・経済的に非常に困難である。そこで、本研究ではAbe, Sakamoto & Nakagawa(2006)で用いられた言語統計解析に基づく知識構造の推定を行い、評価プロセスを含む比喩生成モデルの構築を行う。

一方、比喩理解において、喩える語、喩えられる語との関連が弱いにも関わらず、比喩によって顕現化する特徴（創発特徴）の存在が指摘されている（Becker 1997, Nueckles & Janetzko 1997, Gineste, Indurkhya & Scart 2000）。例えば、「薔薇のような生活」という比喩において、「薔薇」・「生活」どちらとも強い関連をもたない「豊かな」という特徴が比喩によって顕現化され、「薔薇のような生活」が表す解釈として見なされる場合、「豊かな」は創発特徴であるとみなすことができる。このような創発特徴が顕現化するメカニズムを、特徴間の感覚的類似度（内海 2000）または相互作用（Terai & Nakagawa 2007, 寺井・中川 2010）によって説明されている。このような特徴間の相互作用は、比喩理解のみならず比喩生成においても影響を与えることが考えられる。そこで、本研究では、比喩生成プロセスは特徴間の相互作用を含む比喩候補生成プロセスと評価プロセスからなると仮定しモデルの構築を行う。本モデルの比喩候補生成プロセスでは、「AなY」「YがBする」等の入力から、特徴間の相互作用を受けながら「XのようなY」という比喩におけるXの候補となる名詞を推定し、次に評価プロセスにおいて、候補として推定された名詞を用いた比喩が入力された特徴をどの程度表現するかについて評価を行う。

2. 言語統計解析による概念構造の推定

毎日新聞10年分（1993年～2002年）から、CaboCha（工藤・松本 2002）を用いて名詞-が-動詞、名詞-に-動詞、名詞-を-動詞の係り受け頻度データを抽出した。抽出された係り受け頻度データに対し、言語統計解析(Kameya & Sato 2005）を行う。言語統計解析では、単語の係り受け共起は潜在クラスを介して決まると仮定する(式(1))。

$$P(n_i^r, a_j^r) = \sum_k P(c_k^r)P(n_i^r|c_k^r)P(a_j^r|c_k^r) \quad (1)$$

データ(rはAdj(形容詞-名詞)、ga(名詞-が-動詞)、ni(名詞－に－動詞)、wo（名詞－を－動詞）の係り受けの種類を表す）の尤度を最大にする、潜在クラスc_k^rが与えられたときの名詞n_i^r、形容詞または動詞a_j^rの条件付確率($P(n_i^r|c_k^r)$、$P(a_j^r|c_k^r)$）と、潜在クラスの出現確率（$P(c_k^r)$）を推定する。各係り受け共起頻度データの影響等しくするため、各データに対し潜在クラス数を200として推定を行った。

4種類の係り受け頻度データに共通して含まれる名詞(n_h^*)を対象とし、推定された確率を用いて、名詞が与えられたときの潜在クラスの条件付確率($P(c_k^r|n_h^*)$)を式(2)を用いて計算する。

$$P(c_k^r|n_h^*) = \frac{P(c_k^r)P(n_h^*|c_k^r)}{\sum_k P(c_k^r)P(n_h^*|c_k^r)} \quad (2)$$

また、同様に形容詞または動詞が与えられたときの潜在クラスの条件付き確率($P(c_k^r|a_j^r)$)を式(3)により求める。

$$P(c_k^r|a_j^r) = \frac{P(c_k^r)P(a_j^r|c_k^r)}{\sum_k P(c_k^r)P(a_j^r|c_k^r)} \quad (3)$$

名詞n_h^*、形容詞または動詞a_j^rの意味ベクトル($V(n_h^*)$、$V(a_j^r)$）を、名詞、形容詞または動詞が与えられたときの潜在クラスの条件付確率($P(c_k^r|n_h^*)$、$P(c_k^r|a_j^r)$)を求める。

$$V_p(n_h^*) = P(c_k^r|n_h^*), \quad (4)$$

$$V_p(a_j^r) = \begin{cases} P(c_k^r|a_j^r) & \\ 0 & \text{else,} \end{cases} \quad (5)$$

$1 \leq p \leq 800$、$r = Adj$のとき$p = k$, $r = ga$のとき$p = 200 + k$, $r = ni$のとき$p = 400 + k$,$r = wo$のとき$p = 600 + k$とする。

3. 比喩生成モデル

比喩生成プロセスは候補生成プロセスと評価プロセスの2つのプロセスからなると仮定してモデルを構築する。モデルの入力は、喩えられる語を表す名詞n_{h0}^*と、特徴a_j^rの組み合わせからなる1つ以上の表現を用いる。本稿では、2つの入力表現セット"a_{j1}^{r1} - n_{h0}^*（例：ささやかな－希望）"、"a_{j2}^{r2} - n_{h0}^*（例：(が）消える－希望）"から、特徴a_{j1}（ささやかな)、a_{j0}（(が）消える）を表現可能な”Xのようなn_{h0}^*（希望）”における喩える語（名詞）Xを出力する過程を例として説明する。

3.1 候補生成プロセス

3.1.1 モデルのアーキテクチャ

候補生成プロセスモデルは、入力表現セット"a_{j1}^{r1} - n_{h0}^*","a_{j1}^{r1} - n_{h0}^*"から、”Xのようなn_{h0}^*”という比喩における喩える語Xとしての各名詞のふさわしさを出力する。モデルは入力層、中間層、出力層からなる（図1)。

入力層の各ノードは各形容詞または動詞を表現し、入力名詞（喩えられる語n_{h0}^*）と関連がある特徴を表すノード間には結合があり、比喩生成における特徴間の相互作用を表現する。入力名詞と各特徴の関連は、言語統計解析により推定した喩える語が与えられらたときの特徴の条件付き確率($P(a_j^r|n_{h0}^*)$)（式6)により推定する。

$$P(a_j^r|n_{h0}^*) = \sum_k P(a_j^r|c_k^r)P(c_k^r|n_{h0}^*). \quad (6)$$

この条件付き確率値($P(a_j^r|n_{h0}^*)$が閾値ζ^rを超えた特徴と入力特徴を入力表現と関連がある特徴とみなし、入力表現と関連のある特徴の集合を$F(n_{h_0}^*, a_{j_0}^{r_0}, a_{j_1}^{r_1}, ..)$で表す。これらの特徴（$a_j^r, a_{j'}^{r'}$)間の結合荷重値($w_{a_j^r a_{j'}^{r'}}^{11}$)を特徴間の相関係数($cor_{a_j^r a_{j'}^{r'}}$)を用いて推定する．相関係数は入力名詞（喩えられる語n_{h0}^*）のサイズSの近傍に含まれる概念が与えられたときの各特徴の条件付き確率を用いて推定する。また、入力表現と関連がない特徴は他の特徴と結合をもたない、即ち、他の特徴との結合荷重値を0として推定する（式7)。

$$w_{a_j^r a_{j'}^{r'}}^{11} = \begin{cases} cor_{a_j^r a_{j'}^{r'}} & \text{if } a_j^r, a_{j'}^{r'} \in F(n_{h_0}^*, a_{j_0}^{r_0}, a_{j_1}^{r_1}, ..) \\ 0 & \text{else,} \end{cases} \quad (7)$$

例えば、「ささやかな希望」「希望が消える」という2つの表現が入力された場合(図1)、「明るい(Adj)」,「増える (ga)」,「向かう（ni)」,「達成する(wo)」等は入力名詞（喩えられる語）である「希望」(n_h^*)と関連のある特徴であると見なされこ、れらの特徴間には結合が存在する。しかし、「ゆでた（Adj)」,「歩く(ga)」,「行く(ni)」,「食べる(wo)」は「希望」と関連の少ない特徴であるとみなされ、これらの特徴は他の特徴との間に結合をもたない。このように入力名詞に関連のある特徴

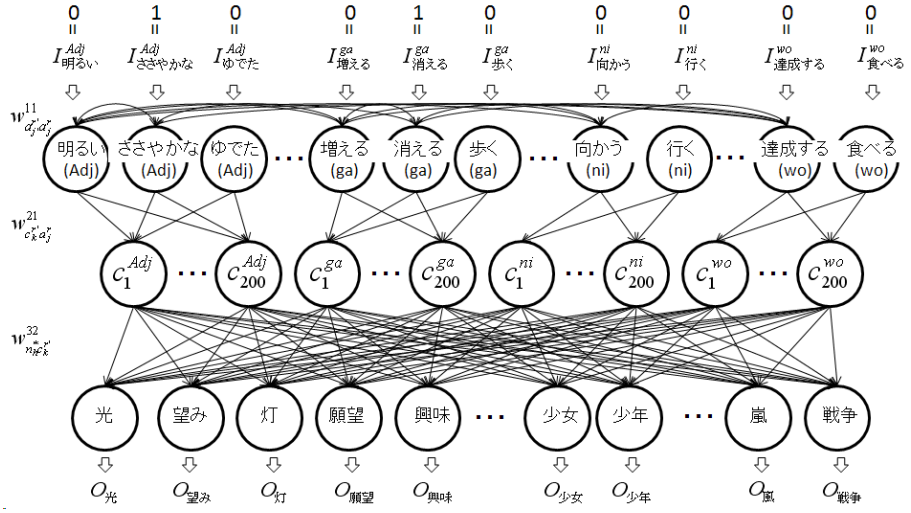


図 1 モデルのアーキテクチャ（例：入力表現「ささやかな希望」「希望が消える」）

間にのみ結合荷重をもたせることで、入力名詞の違いが比喩生成に与える影響を表現する。

中間層の各ノードは言語統計解析により推定された潜在クラスを表現する。入力層の特徴ノードから関連する潜在クラスノードへの結合があり、これらの結合荷重値$w^{21}_{c^{r'}_k a^r_j}$)は、言語統計解析により推定された条件付き確率$P(c^{r'}_k|a^r_j)$を用いて推定される（式8)。

$$w^{21}_{c^{r'}_k a^r_j} = \begin{cases} P(c^{r'}_k|a^r_j) & \text{if } r = r' \\ 0 & \text{if } r \neq r', \end{cases} \tag{8}$$

出力層の各ノードは名詞を表し、中間層の潜在クラスノードから各名詞への結合がある。これらの結合荷重値$w^{32}_{n^*_h c^r_k}$)は名詞と潜在クラスの関連を表現する条件付き確率$P(c^r_k|n^*_h)$により推定する(式9)。

$$w^{32}_{n^*_h c^r_k} = P(c^r_k|n^*_h), \tag{9}$$

3.1.2 モデルシミュレーション

初めに、入力特徴$a^{r_0}_{j_0}$, $a^{r_1}_{j_1}$を表すノードに1を$(I_{aj_0{}^{r_0}} = 1, I_{aj_1{}^{r_1}} = 1)$、それ以外の特徴を表すノードに0を$(I_{a^r_j} = 0, a^r_j \neq aj_0{}^{r_0} or aj_1{}^{r_1})$入力する。例えば、「ささやかな希望」「希望が消える」という2つの表現が入力された場合「ささやかな(Adj)」「消える(ga)」を表すノードには1を、それ以外のノードには0を入力する。入力層の各ノードの挙動は式(10)により表される。

$$\frac{dx_{a^r_j}}{dt} = exp(-\alpha t)(-x_{a^r_j}(t) + f(\beta \sum_{a^{r'}_{j'}} w^{11}_{a^r_j a^{r'}_{j'}} x_{a^{r'}_{j'}}(t) + \gamma I_{a^r_j})), \tag{10}$$

式(10)において、$x_{a^r_j}(t)$は特徴a^r_jを表すノードの時間tにおける活性値を、fはシグモイド関数を表す。$I_{a^r_j}$は入力値、$gamma$は入力特徴の比喩生成に対する影響力を表現する。また、$exp(-\alpha t)$は時間tによる変化の収束を表現する。

$$O_{n^*_h}(t) = \sum_{c^{r'}_k} w^{32}_{n^*_h c^{r'}_k} (\sum_{a^r_j} w^{21}_{c^{r'}_k a^r_j} x_{a^r_j}(t)), \tag{11}$$

出力ノードは、$dx_{a^r_j}/dt = 0$における、活性値$O_{n^*_h}(t)$を出力値$O_{n^*_h}$として持つ。出力層のノードは各名詞を表し、入力表現"$a^{r_1}_{j_1}$ - n^*_{h0}"、"$a^{r_2}_{j_2}$ - n^*_{h0}"に対する"Xのようなn^*_{h0}"という比喩における喩える語Xとしての候補としてのふさわしさを出力する。

4. 評価プロセス

評価プロセスでは、候補を用いた比喩表現が入力された表現セットをどの程度表現しているかを評価する。入力表現セットの意味ベクトルと候補を用いた比喩の意味ベクトルを、predicationアルゴリズム(Kintsch 2000, 2001)に基づき推定を行い、それらの類似度を用いて評価を行う。

入力表現セットの意味ベクトルを推定する。はじめに、各入力表現"$a^{r_u}_{j_u}$ - n^*_{h0}"を表す意味ベクトルを推定する。Sn^l個の概念を含む特徴$a^{r_u}_{j_u}$の近傍$(N(a^{r_u}_{j_u}))$を、特徴ベクトルと他の特徴ベクトルとの類似度に基づき推定する。次に, 特徴の近傍$(N(a^{r_u}_{j_u}))$に含まれ、喩えられる語ベクトルに類似したS^l個の特徴$(a^u_{s^l})$: $s^l = 1, 2, .., S^l$)を抽出する。最後に, 喩えられる語 (n^*_{h0})、入力特徴 $(a^{r_u}_{j_u})$ と抽出されたS^l個の特徴 $(a^u_{s^l})$) のセントロイドを用いて入力表現"$a^{r_u}_{j_u}$ - n^*_{h0}"を表す意味ベクトルを推定する。各入力表現を表す意味ベクトルの和によって入力表現セットLの意味を表すベクトル $(V(L))$

を計算する(式(12))。

$$V(L) = \sum_u \frac{\sum_{s^l} V(a^u_{s^l}) + V(a^{r_u}_{j_u}) + V(n^*_{h0})}{S^l + 2}, \quad (12)$$

喩えられる語 (n^*_{h0}) と、喩える語の候補 (n^*_v) からなる比喩の意味ベクトルを推定する。はじめに、Sn^m個の概念を含む喩える語の近傍($N(n_h)$)を、喩える語ベクトルと他の概念ベクトルとの類似度に基づき推定する。類似度は、2つの概念ベクトルのなす角の余弦により表現される。次に、喩える語の近傍($N(n_h)$)に含まれ、喩えられる語ベクトルに類似したS^m個の概念 (n_{s^m}: $s^m = 1, 2, .., S^m$)を抽出する。最後に、喩えられる語 (n^*_{h0}) と、喩える語 (n^*_v)、抽出されたS^m個の概念 (n_{s^m}) のセントロイドを比喩Mの意味を表すベクトル($V(M)$)として計算する(式(13))。

$$V(M) = \frac{sum_{s^m} V(n_{s_m}) + V(n^*_{h0}) + V(n^*_v)}{S^m + 2}, \quad (13)$$

このようにして推定された入力表現ベクトル($V(L)$)と比喩ベクトル($V(M)$)の類似度を、それらのベクトルのなす角の余弦として推定する。入力表現ベクトルにより類似した比喩ベクトルが、入力表現を表すためによりふさわしい比喩であるとみなす。

4.1 シミュレーション結果

本研究では、候補生成プロセスではS=50、$\zeta^{Adj} = 0.00294$ (= 10/形容詞数)、$\zeta^{ga} = 0.00047$ (= 10/動詞数(ga))、$\zeta^{ni} = 0.00041$ (= 10/動詞数(ni))、$\zeta^{wo} = 0.00044$ (= 10/動詞数(wo))、$\alpha = ln(10)$、$\beta = 0.1$、$\gamma = 10$とし、評価プロセスでは$Sn^m = 50$、$S^m = 3$、$Sn^l = 10$、$S^l = 3$としてシミュレーションを行った。比喩の意味ベクトルの推定は字義通り文の意味ベクトルの推定と比較しより大きな近傍が必要となると指摘されている(Kintsch 2000, 2001)ことから、$Sn^m > Sn^l$となるよう設定した。また、候補生成プロセスにおいて上位10個の喩える語候補を評価プロセスの対象とした[1]。候補生成プロセスと評価プロセスのシミュレーション結果を表1に示す。

候補生成プロセスにおいて最もふさわしい候補として推定されていた「赤信号」の順位が下がり、「へそくり」という非常にユニークな比喩が最もふさわしいと評価された。また、これらの結果の妥当性を検討するため、心理実験を行った。心理実験では、大学院生14名に入力表現「ささやかな希望」「希望が消える」を提示し、この表現を表す

[1]喩えられる語n^*_{h0}と同義語は対象から外した。

表1 候補生成プロセス、評価プロセスのシミュレーション結果.

	「ささやかな希望」, 「希望が消える」	
	候補生成プロセス	評価プロセス
1	赤信号 (0.2844)	へそくり (0.6549)
2	祝杯 (0.2354)	電球 (0.6344)
3	ランプ (0.2323)	灯 (0.5963)
4	灯 (0.2286)	ネオン (0.5914)
5	イルミネーション (0.2118)	イルミネーション (0.5833)
6	ネオン (0.2079)	ランプ (0.5627)
7	名残 (0.2037)	祝杯 (0.5378)
8	ろうそく (0.1927)	ろうそく (0.5144)
9	電球 (0.1894)	名残 (0.3934)
10	へそくり (0.1860)	赤信号 (0.3532)

「Xのような希望」という比喩においてふさわしいXを名詞を用いて回答してもらった。その結果、2名以上の被験者により回答された名詞は「ろうそく (4名)」、「灯 (3名)」「泡 (3名)」であった。シミュレーション結果と比較を行うと、「ろうそく」については候補生成プロセス、評価プロセスどちらにおいても8番目にふさわしい喩える語として推定されている。また、「灯」については候補生成プロセスにおいて4番目、評価プロセスにおいては3番目としてわずかではあるが評価プロセスにおいてよりふさわしい名詞として推定されており、評価プロセスの必要性を示唆している。

5. 考察

本研究では、言語統計解析に基づき、候補生成プロセスと評価プロセスからなる比喩生成モデルを構築した。心理実験結果とシミュレーション結果の比較により、わずかではあるが評価プロセスの必要性が示唆された。本実験で行った心理実験は、被験者数が14名、用いた入力表現セットが1種類という非常に限定されたものである。今後の課題としては、より多くの被験者を用い、また予備調査を実施することで入力表現として自然な入力表現セットを精査したうえで心理実験を行い、モデルの妥当性を検証する必要があると考えている。また、今回のシミュレーションでは、モデルは「ささやかな希望」「希望が消える」という入力表現に対し「へそくりのような希望」といった被験者が想定しないユニークな比喩の出力した。そのようなユニークな比喩の妥当性を検討するためには、被験者にモデルの出力を提示し、それらの妥当性を評定させる妥当性評定実験を行う必要がある。さらに、モデルでは多くのパラメータを用いてシミュレーションを行っているが、これらのパラメータが比喩生成に及ぼす影響の検討を行いたいと考えている。

謝辞

本研究は文部科学省における平成18年度科学技術振興調整費による委託事業「若手研究者の自立的研究環境整備促進事業」の援助を受けて行われた。

参考文献

[1] Abe, K., Sakamoto, K., Nakagawa, M. (2006) A Computational Model of Metaphor Generation Process. *Proc. of the 28th Annual Meeting of the Cognitive Science Society,* 937-942.
[2] Becker, A. H. (1997) Emergent and common features influence metaphor interpretation. Metaphor and symbol, 12(4), 243-259.
[3] Gineste, M., Indurkhya, B., Scart, V. (2000) Emergence of features in metaphor comprehension. Metaphor and Symbol, 15(3) 117-135.
[4] 北田純弥、萩原将文 (2001). 電子辞書を用いた比喩による文章作成支援システム. 情報処理学会論文誌. 42(5). 1232－1241.
[5] 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.
[6] Kintsch, W. (2000) Metaphor comprehension: A computational theory. Psychonomic Bulletin & Review. 7(2) 257-266.
[7] Kintsch, W. (2001) Predication. Cognitive Science. 25. 173-202.
[8] 工藤 拓、松本 裕治 (2002). チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析. 情報処理学会論文誌. 43(6). 1834-1842.
[9] Nueckles, M., Janetzko, D.(1997) The role of semantic similarity in the comprehension of metaphor. Proc. of the 19th Annual Meeting of the Cognitive Science Society. 578-583.
[10] 酒匂孝之、中村順一、吉田将 (1993). 概念間の外見的な類似性と心理的な評価を利用した比喩表現の生成. 電子情報通信学会技術研究報告. NLC, 言語理解とコミュニケーション 93(131), 17-24.
[11] Terai, A., Nakagawa, M. (2007). A neural network model of metaphor understanding with dynamic interaction based on a statistical language analysis: targeting a human-like model. International Journal of Neural Systems, 17(4), 265-274.
[12] Terai, A., Nakagawa, M. (2009). A Computational Model of Metaphor Generation with Dynamic Interaction. *C. Alippi, M. M. Polycarpou, C. Panayiotou, G. Ellinas (Eds.): ICANN 2009, Part1, LNCS, Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 779-788
[13] 寺井あすか、中川正宣 (2010). 確率的概念構造に基づく比喩理解の計算モデル—日本語コーパスの統計解析を用いて. 認知科学,17(1),129-142.
[14] Terai A., Nakagawa M. (2010). A computational system of metaphor generation with evaluation mechanism. Diamantaras K. I., Duch W., Iliadis L. S. (Eds.): Artificial Neural Networks - ICANN 2010, Part II. LNCS 6353, Springer. 142-147.
[15] 内海彰 (2000). 比喩の認知/計算モデル. Computer Today, 96(3), 34-39.

エピソード記憶の検索過程 —非連合記憶の活性化と想起—

Retrieval process of episodic memory: Activation and recall of unassociated memory

分部利紘[†]，綿村英一郎[†‡]，高野陽太郎[†]
Toshihiro Wakebe, Eiichiro Watamura, and Yohtaro Takano.

[†]東京大学大学院人文社会系研究科，[‡]日本学術振興会
The University of Tokyo, the Japan Society for the Promotion of Science.
wakebe@L.u-tokyo.ac.jp

Abstract
It has been widely accepted that memory retrieval involves selective activation of memory associated with retrieval cues and that a memory is sequentially recollected from among activated memories. This study investigated whether unassociated memory remains inactivated during target retrieval and whether all activated memories can be recollected. Study 1 revealed that unassociated memory was activated if its activation level was already high at the beginning of target retrieval. Study 2 showed that activated foils were not recollected and did not disrupt target retrieval unless they were associated with cues of the target. The present results would contribute to elucidating the memory system.

Keywords - activation, episodic memory, retrieval

1. 序論

“昨日の昼は研究室でうどんを食べた”など、自分が経験した出来事の記憶をエピソード記憶と言う（Tulving, 1983）。エピソード記憶を思い出す過程（検索過程）については、①個々の記憶には活性値があり、活性値の高い記憶ほど思い出されやすい、②検索を試みると、手がかりと連合している記憶に限って活性値が高くなる（活性化）、③閾値以上に活性化された記憶が一つずつ思い出されていく（想起）という考えが一般的である[1][2][3]。例えば昨日の昼食を検索する場合であれば、最近の食事の記憶や昨日の出来事の記憶に限って活性化された後、その中の一つとしてターゲットの“うどん”が想起されることになる。

しかし、手がかりと連合していない記憶（非連合記憶）は活性化されないという想定や、活性化された記憶が想起されるという想定には、充分な実験的裏付けがあるわけではない。そこで本研究ではエピソード記憶の検索過程を明らかにすべく、これらの想定を再検証した。

2. 研究 1

昨日の昼食を検索すべき際に夕食を誤って想起することがあるが、その頻度は低い[4]。このことから先行研究では、検索の際には手がかりと連合している記憶（連合記憶）のみを活性化していると言われる[5]。しかし誤想起の分析は閾値以上に活性化された記憶しか検討できないため[6]、活性化の過程を調べるには不充分である。また、活性化は検索の下位過程であるため、連合記憶のみが活性化されるという想定は「連合記憶のみが検索に向けた処理を受ける」ということを意味する。そのため、仮に非連合記憶まで活性化されれば、それは非連合記憶まで検索の処理を受けること、ひいては、記憶検索には連合以外の原理が働いていることになる。以上の重要性を踏まえて本研究では、閾値未満の活性化も検出可能な手法を考案し、非連合記憶の活性化の有無を検証した。

方法　参加者（36 名）は、まず「①de__：減少、②de__：決定」などの 12 個の英単語を作成した。次に場所を移し、「オレンジ」などの 12 個の画像（第一画像）を覚えた。妨害課題を挟んだ後に、「アイロン」などの別の 12 個の画像（第二画像）を覚えた。妨害課題を挟み、検索群では作成した各英単語を検索し、暗算群では簡単な暗算課題を

行った。最後に両群が画像を検索した。

仮説　暗算ではエピソード記憶は活性化されないこと、および活性化された記憶ほど想起されやすいことを踏まえると、英単語を検索する際に画像まで活性化されていれば画像の想起数は検索群の方が多いと考えられる。反対に画像が活性化されなければ、画像の想起数は検索群と暗算群で同等になると考えられる。

結果　第一画像の想起数は、検索群では 5.25 個、暗算群では5.13個であった。第二画像の想起数は、検索群では 7.19 個、暗算群では 5.94 個であった。分散分析の結果、両群の間で第一画像の想起数に無く（$F(1,28) = 0.07$, $p = .80$）、第二画像には差が観察された（$F(1,28) = 5.13$, $p = .03$）。

考察　英単語を検索した後の方が第二画像を多く想起した。活性化された記憶ほど検索されやすいため、この結果は英単語を検索した後の方が第二画像の活性値が高いこと、即ち英単語を検索する際に第二画像まで活性化されたことを意味する。第一・第二画像の内容（e.g., オレンジ、アイロン）は相殺されていた点や、第一画像の方が英単語と時間的に近い点を考えると、意味的・文脈的に連合していたために英単語検索に伴って第二画像が活性化された可能性は低い。

一方、第ニ画像は覚えてからの経過時間が短い状態で英単語検索が行われているため、英単語を検索する時点で活性値が高かったことになる [1]。このことから先の結果は、検索を行う時点で活性値が高い記憶は非連合記憶でも活性化されること、ひいては活性値の高さが記憶検索の重要な力学となることを示している。

3. 研究 2

先行研究では、活性化された中から記憶が一つずつ想起されると考えられている[1]。また、この特性により、ターゲット以外の記憶（フォイル）が活性化されるほどターゲットは想起されにくくなると言われている[7]。しかしこれらは連合記憶のみの活性化を仮定したモデルの適合度から検証されているだけで、どのようなフォイルが活性化された場合にターゲットの想起が阻害されるのか、即ち、どのような記憶が想起まで至るのかが直接検証されたわけではない。また、想起とは記憶が意識にのぼる段階であるため、どのような記憶が想起されうるのかは記憶検索において極めて重要な問題となる。そこで本研究では、ターゲットを検索する際にフォイルを強制的に活性化させる手法を開発し、活性化された記憶がそのまま想起に至るのかを検証した。

方法　まず参加者（57 名）は、「鳥 - ツル」などの 16 個のターゲット画像を青色の丸と関連付けて覚えた。妨害課題の後、「鳥 - ハト」「虫 - セミ」などの 16 個のフォイル画像を単独で覚えた。妨害課題の後、青丸と「鳥」からターゲット画像（ツル）を検索した。その際に、連合群では「鳥 - ハ__」、非連合群では「虫 - セ__」、統制群では「◆ - ヲ__」が背景に提示された。最後に、全群が「ハ__」や「セ__」からフォイル画像（ハト、セミ）を検索した。

仮説　連合群と非連合群ではフォイル画像の断片が提示されることで、ターゲット画像の検索時にフォイル画像まで強制的かつ付加的に活性化されると考えられる。したがって、活性化された記憶がそのまま想起されうるのであれば、連合群と非連合群では統制群よりターゲット画像の想起時間が長くなる（フォイルの活性化によりターゲットの想起が阻害される）と予想される。

結果　フォイル画像の想起数は連合群では 10.63 個、非連合群では 10.79 個、統制群では 8.79 個で、連合・非連合群と統制群の間にのみ有意差が観察された（順に $p = .04$; $p = .02$）。一方、ターゲット画像の想起時間は連合群では 5315ms、非連合群では 3992ms、統制群では 3944ms で、非連合・統制群と連合群の間にのみ有意差が観察された（順に $p = .02$; $p = .02$）。

考察　フォイル画像の想起数の多さが示す通り、連合群と非連合群ではターゲット画像を検索する際にフォイル画像まで活性化されていた。にもかかわらず、非連合群ではターゲット画像の想起が阻害されなかった。即ち、「ツル」を検索すべきと

きに「ハト」が活性化されるなど、ターゲットの手がかりと連合しているフォイルが活性化されない限り、ターゲットの想起は阻害されなかった。記憶が一つずつ想起される点を踏まえると、この選択的な阻害効果はターゲットの手がかりと連合している記憶のみが活性化された後に想起にまで至ることを示している。裏を返すと、「ツル」に対する「セミ」のように、ターゲットの手がかりと連合していない記憶は活性化されても想起には至らないということである。なお、内観報告もこれらの考察と一致した。

4. 総合考察

以上を総合すると、①連合記憶に加えて、活性値の高い非連合記憶まで活性化される、②活性化された中から連合記憶のみが選別される、③選別された記憶が一つずつ想起される、という検索過程が導かれる。これは既存の検索過程の枠組みを修正するだけでなく、海馬の機能やフラッシュバックの生起機序を解明するための重要な指針を提供する。

参考文献

[1] Anderson, J. R., Bothell, D., Lebiere, C., & Matessa, M. (1998). An integrated theory of list memory. *Journal of Memory and Language, 38,* 341-380.

[2] Chappell, M., & Humphreys, M. S. (1994). "An auto-associative neural network for sparse representations: Analysis and application to models of recognition and cued recall." *Psychological Review,* 101, 103-128.

[3] Raaijmakers, J. G., & Shiffrin, R. M. (1981). "Search of associative memory." *Psychological Review,* 88, 93-134.

[4] Davis, O. C., Geller, A. S., Rizzuto, D. S., & Kahana, M. J. (2008). Temporal associative processes revealed by intrusions in paired-associate recall. *Psychonomic Bulletin and Review, 15,* 64-69.

[5] Zaromb, F. M., Howard, M. W., Dolan, E. D., Sirotin, Y. B., Tully, M., … Kahana, M. J. (2006). Temporal associations and prior-list intrusions in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 32,* 792-804.

[6] Rohrer, D. (2002). The breadth of memory search. *Memory, 10,* 291-301.

[7] Wixted, J. T., & Rohrer, D. (1993). "Proactive interference and the dynamics of free recall." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 19,* 1024-1039.

フラッシュサプレッション下における意味表象の活性状態の検討
An investigation on semantic activation under flash suppression

城戸 楓† 牧岡 省吾‡
Kaede Kido, Shogo Makioka

†大阪府立大学 人間社会学研究科 人間科学専攻 ‡大阪府立大学 人間社会学部
Osaka prefecture university, Osaka prefecture university
kido@hs.osakafu-u.ac.jp

ABSTRACT

We investigated whether category-specific effect occurs in object recognition under binocular rivalry using flash suppression paradigm (Tsuchiya et al., 2006). The prime word was presented under flash suppression prior to the picture of the target object, and participants were asked to judge whether the object is a living thing or an artifact. As result, category-specific effect by the prime word did not occurr under the binocular rivalry. This result suggests that information from the suppressed eye does not activate semantic representation.

(key words) category-specific effect, binocular rivalry, flash suppression

1. 目的

本研究では，両眼視野闘争下での category-specific effect の生起について検討した.

両眼視野闘争とは, Wheatstone (1838) によって初めて体系的な研究が行われた両眼間の視覚的競合によって起こる知覚交代現象である. 両眼視野闘争下では両眼それぞれに呈示された異なった画像が融合されず，どちらか一方が知覚され, 時間の経過によってもう一方が代わりに知覚されるという知覚交替が繰り返し体験される.

意味的な処理に関して, 両眼視野闘争下で抑制された刺激は, 意味的なレベルまで処理が達していないと考えられている. Zimba & Blake (1983) では，両眼視野闘争下において先行刺激が優位眼に先行刺激が提示されればターゲットの反応時間を短縮する意味プライミングという現象が起こるが, 抑制眼に呈示された場合には起こらないことが示された.

しかし近年では, 両眼視野闘争下において抑制された刺激でも，ある程度の処理が行われている可能性が示唆されている. 行動学的研究で，Jiang et al. (2007) は抑制眼由来の情報にもオブジェクトのカテゴリ情報が含まれていると考え, 抑制状態が解けるまでの抑制時間を様々な条件の刺激ペアごとに測定した. この結果, 眼間競合をしない条件ではどの刺激ペアにも刺激の検出時間に有意差は見られなかったが, 両眼視野闘争条件では正立の顔の方が倒立した顔刺激よりも抑制時間が短く，母語の方が見知らぬ言語の刺激よりも抑制時間が短かった. このことから Jiang et al. (2007) は抑制眼由来の情報が意味的なカテゴリ情報を持っているのではないかと主張した. また城戸& 牧岡 (2010) では，フラッシュサプレッションを用いて，両眼視野闘争下で３つのプライミングが生起するかどうかを検討した. この結果，プライムとターゲットが同一の反復プライミング，およびプライムとターゲットの音韻が同一のクロススクリプトプライミングは生起した. この結果は, 両眼視野闘争によって抑制された刺激が形態や音韻のレベルでは処理されていることを示唆している.

ただし, 城戸&牧岡 (2010) でも, Zimba & Blake (1983) と同様に意味的プライミングは生起しなかった. しかしこの結果から，両眼視野闘争下において抑制された刺激からの情報が，意味表象に到達していないと結論づけることは出来ない. プライミング課題では，ターゲットと意味的に関連したプライムが提示される. このときプライムとターゲットの意味表象は完全に重なってはいない. 言い換えるならば，プライムはターゲット刺激そのものではない. こうしたプライムとターゲットの間の意味的な距離が，意味的プライミングに妨害を与えた可能性が考えられる.

このため，本研究では，ターゲット刺激にプライム語が示す画像刺激を用いて，両眼視野闘争下で抑制された刺激が後続するカテゴリ分類課題において category-specific effect（e.g. Kiffer, 2001）を引き起こすかどうかについて検討した.

2. 実験１

両眼視野闘争下において，単語刺激が後続する画像刺激に対して category-specific effect を引き起こすのかについて検討した.

被験者

正常な視力を持ち日本語を母語とする大学生及び大学院生 26 名（男性 11 名．年齢 18~29 歳：平均 20.3 歳）.

実験の目的は前もって知らされていなかった. また実験に際して大阪府立大学の倫理審査委員会による承認を受けた.

刺激

毎日新聞データベースより，単語の出現頻度 50～3000 の日本語二文字熟語の中から文字に重複のない 96 語を選出した．単語はそれぞれ８つのカテゴリから構成され，１カテゴリにつき 12 アイテムが選出された. 各カテゴリは，陸上生物（平均頻度; 509.4, 平均モーラ; 2.8), 水棲生物 (平均, 453.0, 2.5), 野菜（平均, 413.3, 3.2), 果物（平均, 572.5, 2.8), 家具（平均, 683.0, 2.8), 道具（平均, 677.7, 2.6), 交通手段（平均, 690.8, 3.3), 楽器（平均, 471.6, 3.4) から構成されており，前半４カテゴリは自然物，残りの４カテゴリは人工物に属する．更に，我々は三つ目のカテゴリとして，”概念” に属する 12 アイテムを加えて選出した (e.g., “ヘイワ (peace)”; 平均, 619.3, 3.1)．このカテゴリは自然物にも人工物にも属さない. またターゲット刺激には，選出された単語（概念カテゴリを除く）が示す具象物のみが描かれた画像刺激が使用された（図１参照）.

文字刺激は視角 2.5°× 5 °で提示された. 線画刺激は視覚 10°×10°で提示された. 刺激はステレオスコープを通して，前方に配置された CRT ディスプレイ（NANAO Flex Scan 54T）に提示．モニターと眼球との距離は 43cm，モニターの垂直同期周波数は 75Hz．実験で用いられた刺激の輝度は，白色 105.94cd/㎡，黒色が 0.81cd/㎡だった．実験にはApple社製コンピュータ, Mac mini (1.66Ghz Intel Core Duo)を使用し，制御にはMatlab 及びPsychtoolbox（Brainard, 1997; Pelli, 1997）を使用した.

また競合刺激の作成には継続的フラッシュサプレッション（CFS）と呼ばれる手法を用いた．フラッシュサプレッション（FS）は，競合刺激をフラッシュさせることによって統制的な競合を引き起こすことが出来る（e.g. Wolfe, 1984; Lansing, 1964）. CFS は優位眼に継続的なフラッシュ刺激を提示することによって，FS による統制的な不可視状態をより強力に持続させることが出来るよう考案された手法である（Tsuchiya et al., 2006）.

フラッシュ刺激は文字刺激に構成要素を類似させるために，直角に交わる二つの線分（└, ┌, ┐, ┘，計４方位）と楕円の一部の計５種類をランダムに並べて提示した（図１(a) 参照）. 線分の太さ及び長さはランダムに決定された.

手続き

実験開始に際して，被験者はチンレストに顎を乗せて頭を固定され，前方に配置されたステレオスコープを通して CRT ディスプレイを見た．次に両眼にそれぞれ提示された凝視点が視覚的に重なるように視野を調整された.

実験では競合要因として両眼視野闘争を引き起こす条件（競合条件）と引き起こさない条件（非競合条件）を設けた.

実験開始後，左右視野中央に十字の注視点が現れ，１s 後にフラッシュストリームを提示．このフラッシュ刺激は競合条件では片眼に，非競合条件では両眼に提示された．フラッシュは 200ms ごとに一新された．フラッシュ刺激提示開始後，400ms～1200ms 間にプライム語が注視点より半径５° 以内でランダム箇所に 80ms 提示された. プライム語消失より 600ms 後，フラッシュが消え，緑色の注視点を提示した．このとき被験者は，プライム語が読めたかどうかではなく，プライムが少しでも見えたかどうかをキー押しで反応した（ [z] or [x] キーを左手で押す）．この被験者のプライムが見えたかどうかの判断を，実験終了後，事後的に意識性要因として分類した.

プライム語に関する意識性判断が行われた直後，緑色の注視点は青色に変化．その 500ms 後，両眼の視野中央にターゲット刺激が提示され，ターゲット刺激に対するカテゴリ分類課題が課せられた（図１b 参照）．カテゴリ分類課題はキー押しで行い，被験者は右腕で [1] or [2] のキーを押した．カテゴリは [1] キーが自然物，[2] キーが人工物に相当した場合に押すよう指示された. またこのとき，プライム語は，ターゲット刺激と同じ具象物を示す場合（identical object; IO）と，ターゲット刺激と同じ側の自然 or 人工カテゴリから選出される場合（semantic related; SR)，プライム語が概念語である場合 (unrelated; UR）があった.

試行は１条件につき 24 試行が行われた（ただし意識性要因は，被験者の判断よって事後的に条件として分類した）. 計 72 試行が実施された. 各ターゲットをどの条件に割り当てるのかについて，被験者間でカウンターバランスをとった.

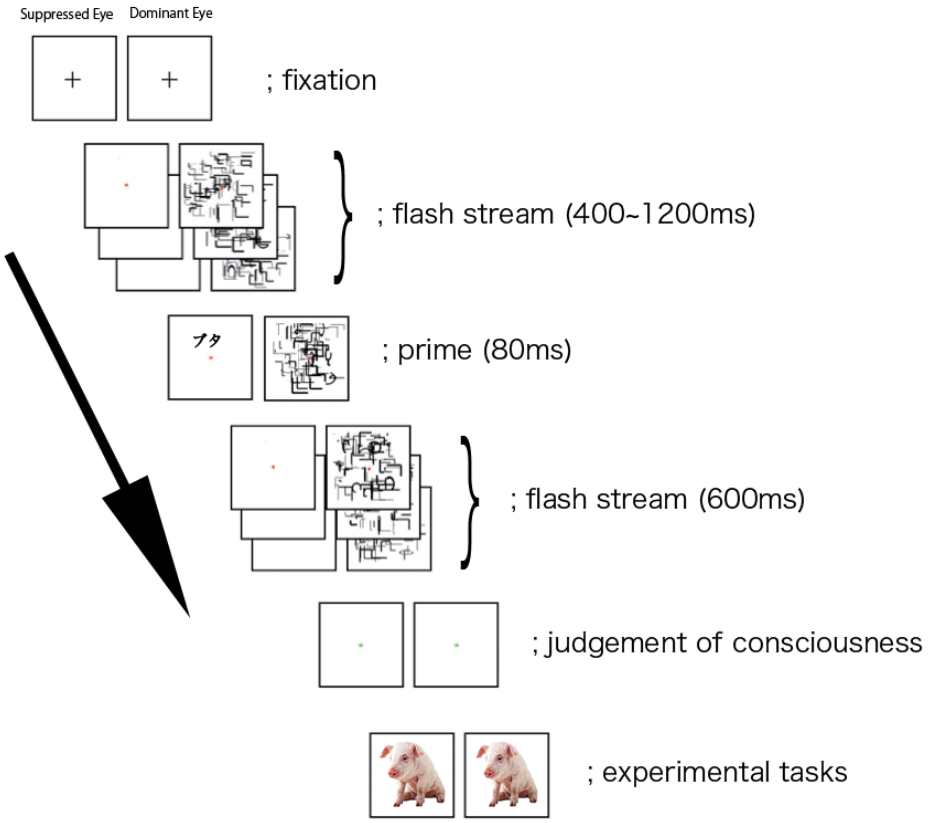


図１．実験１提示スケジュール例；注視点提示後，フラッシュストリームが片目に提示．400～1200msec 後，ターゲット文字が 80ms 提示された後，600ms フラッシュが提示される．フラッシュ提示終了後，被験者はフラッシュが提示されている間に刺激が見えたかどうかを判別．被験者の意識性判断の後，提示された画像刺激に対して被験者やカテゴリ分類課題を行う（実験２では意識性判断とカテゴリ分類課題が逆でプライム提示からターゲット提示までの SOA も 80ms になっている）．

結果

まずプライムが意識された割合に関して偏りがなかったかを調査するために，条件毎の反応数について，2(関連要因: IO / SR / UR) × 2(意識性要因: プライム語が見えた / 見えなかった)の被験者内２要因分散分析を行った（表１参照）．左右提示眼についての要因については，実験時にはカウンターバランスを取ったが，分析には含めなかった．カテゴリ分類課題の誤答に関しては，いずれかの条件でのカテゴリ分類課題に対する反応数が５以下だった被験者は除外した（２名）．この分析の結果，全ての要因で有意な主効果は見られなかった(関連要因: $F(1,23) = 1.811$, $p = .192$, 意識性要因: $F(1,23) = 0.131$, $p = .877$). 交互作用はみられなかった($F(1,46) = 2.371$ $p = .104$). この結果から，プライムが見えたかどうかの反応に，条件による偏りはなかったと考えられる．またプライムが見えたと答えた反応数は全体の 54.56%だった．

次に条件ごとの反応時間の平均値について２×２の被験者内２要因で分散分析を行った（表２，図２参照）．この分析の結果，関連要因と意識要因のどちらにも有意な主効果が見られた（関連要因: $F(1,23) = 17.625$, $p < .001$, 意識性要因: $F(1,23) = 3.357$, $p < .05$). 交互作用は有意だった ($F(1,46) = 3.942$ $p < .05$). このため下位検定として単純主効果の検定を行った結果，被験者がプライムを知覚出来ていた場合に，関連要因の主効果が有意だったが ($F(1,92) = 6.678$, $p < .05$), 知覚出来なかった場合には関連要因の主効果は有意でなかった ($F(1,92) = 0.842$, $p = .495$). さらに，ライアン法による多重対比較を行った結果，意識性があった場合に，IO 条件と UR 条件間で有意差があり ($p < .001$), SR 条件と UR 条件間でも有意差が見られた ($p < .025$). これらの結果は，被験者が CFS 下でプライムが見えなかった場合には category-specific effect によるプライミング効果が起こらなかったことを示している．また被験者が CFS 下でプライムが見えた場合には，IO 条件でも SR 条件でも category-specific effect によるプライミング効果が起こったことを示している．

最後に条件ごとの誤答率についても，反応時間と同様に 2×2 の分散分析を行った．この結果，全ての要因で有意な主効果はなかった（関連要因: $F(1,23) = 0.074$, $p = .788$; 意識性要因: $F(1,23) = 0.069$, $p = .933$）．交互作用はなかった ($F(1,46) = 0.091$, $p = .908$)．このことから，タスクに対する速度と正確性のトレードオフは起こっていなかった

表1. 実験1のプライムの見え（知覚）、平均反応時間(RT)、誤答率(ER)

	条件	知覚	RT	ER
意識性あり	IO	56.6	761	0.81
	SR	56.7	824	1.21
	UR	50.4	930	0.71
意識性なし	IO		949	0.62
	SR		989	0.62
	UR		935	0.70
		(%)	(ms)	(%)

と言える．全体の誤答率は1.04%だった.

3．実験２

実験１の結果から，両眼視野闘争下において抑制眼由来の言語刺激からはcategory-specific effectが生起しないことが明らかとなった．これはZimba & Blake (1983) の結果を裏付けるものである．しかし，Greenwald et al. (1996) は閾下の意味的プライミング効果が，stimulus onset asynchrony (SOA) が100msを超えると消失する可能性を示唆した．このことから，実験１や先行研究 (e.g. Zimba & Blake, 1983; 城戸&牧岡, 2010) では，SOAが長かったために抑制されたプライムがターゲットに影響を与えなかった可能性が考えられる．このため，実験２では，SOAを十分に短くすることで，category-specific effectが生起するかどうかを検討した.

被験者

正常な視力を持ち日本語を母語とする大学生26名（男性10名．年齢18〜22歳：平均19.8歳）.

刺激と手続き

実験のパラダイム，及び用いた刺激は実験１と同様．ただし，各試行において，意識性判断の前にカテゴリ分類課題を課して，プライムと課題間のSOAが80msになるように調整した.

結果

まずプライムが意識された割合に関して偏りがなかったかどうかを検討するために，条件毎の反応数について，2(関連要因: IO / SR / UR) × 2(意識性要因: プライム語が見えた / 見えなかった)の被験者内２要因分散分析を行った（表１参照）．左右提示眼についての要因については，実験時にはカウンターバランスを取ったが，分析には含めなかった．カテゴリ分類課題の誤答に関しては，分析から除外した．また意識性の判断の結果，いずれかの条件でのカテゴリ分類課題に対する反応数が５以下だった被験者は除外した（２名）．この分析の結果，意識性要因において有意な主効果が見られたが，関連性要因には有意な主効果は見られなかった(意識性要因: $F(1,23) = 5.468$, $p< .05$, 関連要因: $F(1,23) = 0.193$, $p= .824$). 交互作用はみられなかった($F(1,46) = 0.810$ $p= .451$). プライムが見えたと答えた反応数は全体の57.1%だった．このことから，全体にプライムが知覚された試行の方がそうでない試行より多かったと言えるが，関連要因との交互作用がみられなかったことから，以下の分析について問題は生じないと考えられる.

次に条件ごとの反応時間の平均値について２×２の被験者内２要因で分散分析を行った（表２，図２参照）．この分析の結果，関連要因と意識要因のどちらにも有意な主効果が見られた（意識性要因: $F(1,23) = 6.854$, $p< .05$, 関連要因: $F(1,23) = 4.606$, $p< .05$). 交互作用は有意だった($F(1,46) = 6.021$ $p< .001$). このため下位検定として単純主効果の検定を行った結果，意識性があった場合に，関連要因の主効果が有意だったが ($F(1,92) = 10.578$, $p< .001$), 意識性がなかった場合には関連要因の主効果は有意でなかった ($F(1,92) = 0.063$, $p= .939$). さらに，ライアン法による多重対比較を行った結果，意識性があった場合に，IO条件とUR条件間で有意差があり ($p< .001$)，SR条件とUR条件間でも有意差が見られた ($p< .001$). この結果は，被験者がCFS下でプライムが見えなかった場合にはcategory-specific effectによるプライミング効果が起こらなかったことを示している．また被験者がCFS下でプライムが見えた場合には，IO条件でもSR条件でもcategory-specific effectによるプライミング効果が起こったことを示している.

最後に条件ごとの誤答率についても，反応時間と同様に2×2の分散分析を行った．この結果，全ての要因で有意な主効果はなかった（意識性要因: $F(1,23) = 1.044$, $p= .317$; 関連要因: $F(1,23) = 0.193$, $p= .825$)．交互作用はなかった ($F(1,46) = 0.349$, $p= .707$)．このことから，タスクに対する速度と正確性のトレードオフは起こっていなかったと言える．全体の誤答率は1.6%だった.

表2. 実験2のプライムの見え（知覚）、平均反応時間(RT)、誤答率（ER）

	条件	知覚	RT	ER
意識性あり	IO	59.6	693	2.08
	SR	55.8	720	1.58
	UR	55.9	819	2.21
意識性なし	IO		838	2.19
	SR		832	2.00
	UR		828	0.80
		(%)	(ms)	(%)

4．総合考察

本研究で我々は，フラッシュサプレッションを用いて，両眼視野闘争下で呈示された単語に対して，非意識下で意味レベルでの処理がなされているのかを検討した.

実験１および２において我々は，両眼視野闘争下において category-specific effect が生起するかどうかを調査した．この結果，両眼視野闘争によって抑制された単語刺激は，後続する画像刺激のカテゴリ分類に対して影響を与えないことが明らかになった．これは先行研究と同様の結果である（e.g. Zimba & Blake, 1983; 城戸&牧岡, 2010）．またこうした意味的なプライミング効果は，プライム単語が画像刺激の名称そのものである IO 条件でもみられなかった．これは，両眼視野闘争で抑制された単語刺激が，意味表象に到達していないことを示唆している．しかし，城戸&牧岡 (2010) では，両眼視野闘争によって抑制された刺激が，反復プライミングとクロススクリプトプライミングを生起させることが明らかになっている．このことから，以下の二つの可能性が考えられる．第一に，抑制眼由来の言語情報は，音韻／形態レベルでの処理で止まっており，以降の意味レベルでの処理が行われていないという可能性が考えられる．第二に，抑制眼由来の情報は意味表象を到達しているが，プライミング効果や category-specific effect を引き起こすほどの活性状態の変化は生じなかったという可能性が考えられる．いずれにせよ，両眼視野闘争下で抑制眼に呈示された単語刺激の情報は，意味表象を十分に活性化させることはできないと考えられる．一方，Costello et al. (2009)は，閾上で呈示されたプライム単語が，CFS 下におけるターゲット単語の検出に対して意味的なプライミング効果を与えることを報告している。本研究の結果と Costello et al. (2009)の結果を総合すると，抑制眼由来の情報はそれ自体で意味プライミングを引き起こすことはないものの，閾上呈示された刺激により意味表象が既に活性化している場合には，抑制眼由来の情報の処理が，関連する意味表象の活性により促進されると考えられる．

引用文献

Costello, P., Jiang, Y., Baartman, B., McGlennen, K., He, S. (2009). Semantic and subword priming during binocular suppression. *Consciousness and Cognition, 18,* 375-382.

Wheatstone C. (1838). On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision, *Philosophical Transactions on Royal Society of London, 128*, 371-394

Kefer. M., (2001). Perceptual and semantic sources of category-specific effects: Event-related potentials during picture and word categorization. *Memory & Cognition, 29*, 100-116

Zimba L. D., Blake R. (1983). Binocular rivalry and semantic processing: Out of sight, out of mind. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 9,* 807-815

Jiang Y., Costello P., He S. (2007). Processing of invisible stimuli: Advantage of upright face and recognizable words in overcoming interocular suppression, *Psychological science, 18*, 349-355

城戸 楓，牧岡 省吾 (2010). フラッシュサプレッションを用いた両眼視野闘争下での文字情報の処理過程. 認知科学会代 27 回大会,

Brainard D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial Vision, 10,* 433-436

Pelli D. G. (1997). The Video toolbox software for visual psychphysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision, 10*, 437-442

Tsuchiya N., Koch C., Gilroy L. A., Blake R. (2006). Depth of interocular suppression associated with continuous flash suppression, flash suppression, and binocular rivalry, *Journal of vision, 6*, 1068-1078

Greenwald, A. G., Draine, S. C., & Abrams, R. L. (1996). Three cognitive markers of unconscious semantic activation. *Science*, 273, 1699–1702

日本認知科学会発表論文作成要領
The role of usual life imagination in tactile experience of materials

ゲオルギエフ　ゲオルギ　V.[†]，永井 由佳里[†]
Georgi V. Georgiev, Yukari Nagai

[†] 北陸先端科学技術大学院大学　知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
georgiev@jaist.ac.jp, ynagai@jaist.ac.jp

Abstract

This study aims to identify the role of usual life imagination from the view of tactile experience with materials which form the man-made environment. To detect usual life imagination this study focuses on the association process. We carried out an experimental study to capture imagination from different materials. We analyzed the association process with method that makes use of semantic networks. On the basis of the results, the identified typology of the associations of expressed semantics explained the role of human usual life imagination during a tactile experience of materials.

Keywords — design, tactile experience with materials, human imagination, association process

1. Introduction

In order to form better environment for human, it is necessary to pay attention to imagination, as this imagination influences the feeling and evaluations of the man-made objects in this environment. We approach the bases of this issue and pay particular attention to the imagination with respect to tactile experience of materials which form the man-made environment.

We define '*usual life imagination*' as the *association process* on close tactile experience between human and material. The usual life imagination is formed inexplicitly and is not normally expressed.

The context of this association process—the tactile experience—places one into a scenario in which experience is the foundation of knowledge [1]. People need to touch to know and understand the man-made objects, to grasp their meaning. The tactile experience can be considered as a kind of specification activity that consists of constructing representations of the artifact – a cognitive artifact [2]. Humans construct such representations which reflect in experiences, likes or dislike of materials and artifacts. Our view is that these representations can be judged on the basis of inexplicit foundations of human expressed semantics on tactile experience.

Thus, the main issue is related to examination and understanding the role of human usual life imagination. In design, we have to understand how human imagination of materials and representations (cognitive artifacts) are formed. The ultimate goal is to provide artifacts friendly to humans' usual life. In this research, we bridge the issue of identifying human usual life imagination and design and examine the tactile experience based on human associations behind the expressed semantics.

We make the following clarifications. *'Associations of expressed semantics'* comprise an inner associative base of human expressed semantics. As such, associations of expressed semantics underpin explicit and, however, superficial expressed semantics. '*Expressed semantics'* are the commonly expressed human imagination through verbalization upon experience of material or artifact.

Personally held associations affect the imagination that humans derive from materials; in this way, associations form certain meanings for those individuals. Materials are interpreted by usual life imagination, manifest feelings and contribute to evaluations of materials.

2. Aim and method

The *aim* of the study is to identify what is the role of usual life imagination in tactile experience. To address this aim, we examine: (1a) human expressed semantics of materials; (1b) explicit imagination of artifacts from these materials; and (2) tactile and feeling evaluations in experience with materials.

To detect and identify associations of expressed semantics, this study makes use of *method* that analyze semantic networks. In practical terms, associations of expressed semantics can be considered nodes that initiate higher numbers of connections in these semantic networks. The numbers of connections can be assigned as weights. Thus, in the networks, associations of expressed semantics can be identified as highly weighted associations.

After the human expressed semantics on tactile experience with a material are collected, the steps involved in identifying associations of expressed semantics are as follows:

Step 1. Expressed semantics is thought to be associated from certain associative words

Step 2. All common pairs of such words (from associative to expressed) are detected using a tool

Step 3. Case-specific semantic networks based on all the detected pairs are created

Step 4. Highly weighted associative words are identified as associations of expressed semantics

Step 5. The list of associations of expressed semantics is analyzed

In this way, this study identifies associations of expressed semantics that are based on associative cores, which are the basis of each of the expressed semantics evoked by the person interacting with the material (associations are the stimulus words used to evoke the expressed ones).

To detect associations of expressed semantics, a universally applicable associative analysis tool (i.e. associative concept dictionary) was used – the 'University of South Florida Free Association, Rhyme, and Word Fragment Norms' database [3, 4]. The associations of expressed semantics are quantitatively and qualitatively analyzed to derive a greater understanding of the characteristics of human experience. For the purpose of qualitative analysis, a universally applicable semantic hierarchy analysis tool (i.e. concept dictionary) was used – the WordNet database [5].

The lexical hierarchy of WordNet represents hypernym connections where each hypernym leads to more generic hypernym [5] (p. 25). The WordNet noun taxonomy has many of the qualities needed if it is to provide basic taxonomic knowledge for the purpose of classifications in English language.

3. Experimental study

To collect human freely expressed semantics and evaluations, we conducted an experiment that involved seven material samples. The following were collected from human individuals:

- Freely expressed semantics upon tactile experience with each of seven common material samples (aluminum, cork, glass, rubber, steel net, plastic, and wood)
- Explicit imagination of artifacts comprised

from these material samples

- Tactile and feeling evaluations of the seven material samples (7-point scales from low evaluation to high evaluation)

Eleven subjects participated in this study. All the words from the protocols of the verbally expressed semantics were recorded, further transcribed into files, and used in the analysis.

4. Analysis and results

After the steps 1 to 3 of the outlined method, to detect associations of expressed semantics, the highly weighted associative words in the semantic networks were considered (Step 4). The weighting limit was approximately set to the upper half of the word groups, based on the number of connections they initiated. With this method we detected number of associations of expressed semantics for all seven materials.

For the purpose of classifying the associations of expressed semantics (Step 5 of the method), we used a conceptual hierarchy of the concept dictionary database WordNet to identify their types. After examining all the identified associations of expressed semantics, we identified the following categories as appropriate to our case: (A) Artifact; (B) Abstraction; (C) Others and not classified. The categories of (A) Artifact and (B) Abstraction serve our purpose to investigate the role usual life imagination.

Figure 1 show stacked bar graphs of associations of expressed semantics classified into these types. For example, associations of expressed semantics of artifact type were words such as 'bud', 'screen', or 'pool', while an abstraction type were words like 'influence', 'confidence', or 'power'.

The observed correlations between types of associations of expressed semantics and evaluations are shown in Table 1.

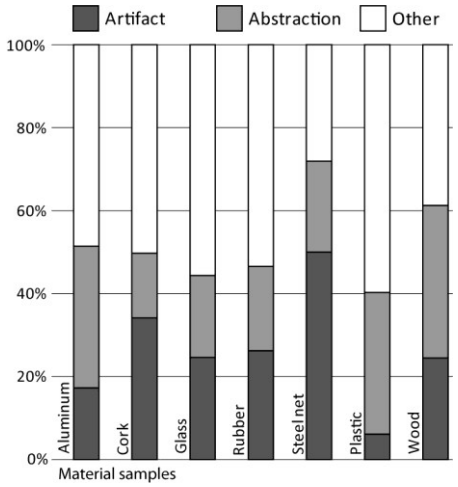


Figure 1 Typology of the associations of expressed semantics

Table 1 Correlations between the associations of expressed semantics and observed variables

		(2) Variable	Correlations 2-tailed sign.
(1b) Number of imagined artifacts		Feeling evaluation	0.881, p=0.009<0.01
(1a) Associations of expressed semantics (number)		Feeling evaluation	–0.538 n.s. p=0.212
(1a) Associations of expressed semantics by type	Artifact (number)	Tactile evaluation	–0.559 n.s. p=0.192
	Abstraction (number)	Tactile evaluation	0.645 n.s. p=0.118

5. Discussion

The identified associations of expressed semantics are connected with evaluations during a tactile experience with materials. The observed connection between the evaluations and the number of imagined artifacts, identified associations of expressed semantics (typology) explains the role of human usual life imagination during a tactile experience with product materials.

In order to achieve a high feeling evaluation for a material, a material's experience need to be associated with fewer associations of expressed semantics (i.e. connected via associations and previous human experiences) and have to contribute to a rich imagination of

artifacts. In order for a product material to be highly evaluated in tactile terms, the associations of expressed semantics have to be of the abstraction type. However materials also have to be associated with fewer associations of expressed semantics of the artifact type.

Thus the artifact and abstraction-based associations of expressed semantics play opposite roles in experiencing new materials and human tactile evaluations. Moreover, the findings show that when human associations of expressed semantics are related to artifacts—i.e. associated with the result of previous experiences with such materials—tactile evaluation is lower. In contrast, if a human's imagination of artifacts is richer, their feeling evaluation is higher. This finding contributes to our understanding of human tactile experience as a dynamic process and as an issue that needs to be better recognized in design.

However, the human tactile evaluations of materials were connected to fewer numbers of artifact-based associations of expressed semantics from the product materials. The feeling evaluation tended to be lower in cases where there were more associations of expressed semantics. The probable reason behind this finding is that more associations of expressed semantics create incoherent feelings towards the product materials.

Thus, from the human's viewpoint, a 'successful' cognitive artifact based on material experience should involve fewer affective abstraction-associating—even though, not artifact-associating—associations of expressed semantics and a diverse usual life imagination.

6. Conclusions

This study tried to clarify the ways in which human imagination of materials is formed. We applied semantic network method to analyze expressed semantics. The original analysis method seeks to identify association behind expressed semantics within the context of a study involving seven material samples. In the analysis, consideration was given to the ways in which human feeling and tactile evaluations were influenced by associations of expressed semantics, towards creating a cognitive artifact from the material. According to the findings, the generation of abstraction-based (however, not artifact-based) associations of expressed semantics produces high-preference evaluations and gives rise to diverse interpretations (number of imagined artifacts) with respect to a material. As for implications in design, creating a cognitive artifact with tactile experience, satisfying such conditions, should be the target of designers.

References

[1] Sonneveld M.H., Schifferstein H.N.J., 2008. The tactual experience of objects. In: Schifferstein H, Hekkert P. (Eds.) Product Experience, Elsevier, pp. 41–69.

[2] Visser W., 2006. The cognitive artifacts of designing, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

[3] Nelson D.L., McEvoy C.L., Schreiber T.A., 2010. AppendixA.xls. Psychonomic Society Web Archive. Retrieved December 20; 2010. <http://www.psychonomic.org/ARCHIVE/>

[4] Nelson D.L., McEvoy C.L., Schreiber T.A., 2004. The University of South Florida free association, rhyme, and word fragment norms. Behavior Research Methods, Vol. 36, Issue 3, pp. 402-407.

[5] Miller G.A., 1998. Nouns in WordNet. In Fellbaum C., WordNet: An electronic lexical database. Cambridge, MA: MIT Press.

日本語の文処理における動詞予測に関わる情報について

－語順の問題を中心にして－

Prediction of sentence final verbs in Japanese:

The effect of word order

矢野 雅貴†, 備瀬 優†, 坂本 勉‡
†九州大学大学院人文科学府, ‡九州大学人文科学研究院
†Graduate School of Humanities, ‡Faculty of Humanities, Kyushu University
myano1988@gmail.com

Abstract

This study investigates whether the parser utilizes word order information (i.e. which NP appears at which point in the course of input strings) when predicting sentence final verbs in Japanese. To test this, two types of verbs are used: dative object verbs (DOVs) and dative subject verbs (DSVs). Both take an NP with nominative case ('ga') and an NP with dative case ('ni') as their arguments. However, canonical word order differs between DOV sentences and DSV sentences, namely [NP-ga NP-ni V] and [NP-ni NP-ga V], respectively. In Experiment 1, a sentence-completion task is employed to confirm that DOVs and DSVs have psychological reality among native speakers of Japanese. In Experiment 2, an experimenter-paced reading experiment is conducted to examine whether word order affects the parser's prediction of the verbs. The results reveal that word order does influence such prediction, which suggests that the parser makes use of word order information when predicting what type of verb will appear in the sentence final position.

Keywords－sentence processing, prediction process, word order information, sentence final verbs

1. はじめに

人間は、ある刺激を知覚すると、それに対して何らかの認知的な処理（ボトムアップ処理）を行い、その処理によって得られた情報に基づいて、次にどのような事象が後続するのかという予測（トップダウン処理）を行う。人間の認知処理の重要な側面である文処理においても同様に、このようなボトムアップ処理とトップダウン処理が行われていると考えられる[1]。

文の構造、つまり名詞句と動詞の関係は、個々の動詞が持つ項構造によって決定される。そのため、文処理におけるボトムアップ処理は、動詞を中心としてその他の要素(名詞句)を関係付けることだと考えられる。しかし、文処理は時間軸上で展開されるものであり、関係付けに必要な名詞句と動詞が同時に入力されることはない。つまり、名詞句または動詞のいずれか一方が、必ず他方に先行して入力される。

例えば、英語はSVO型の言語であるため、比較的早い段階で動詞が解析器に入力される。そのため英語の場合、解析器は、動詞の情報に基づいて名詞句を関係付けることができる。一方、日本語はSOV型の言語であるため、文末まで動詞が入力されない。そのため、日本語の場合、解析器が名詞句をどのように関係付けるべきかは文末まで曖昧である。しかしこれまでの日本語の文処理研究において、解析器

は動詞の入力以前に、入力された要素に対する即時的な処理を行っていることが指摘されている[2][3]。

このことから、解析器は何らかの情報に基づいて文末に出現する動詞を予測し、入力された要素との関係を推定していると考えることができる。そこで、これまで日本語の文処理研究においては、解析器がどのような情報を利用して動詞の予測を行っているのかについて関心が寄せられてきた。

本研究では、解析器が動詞予測に利用する情報の一つとして、どの名詞句がどの順序で入力されたかという情報、すなわち、「語順の情報」に着目し、語順を操作した実験を行った。その結果、解析器の動詞予測に語順が影響を及ぼすことが明らかとなった。

2. 先行研究

従来の研究では、解析器が動詞の予測を行う際に利用している情報として、名詞に付される格助詞が注目されてきた[4]。

例えば、Yamashita(1997)は、「が・に・を」という格助詞のセットの情報が、二項動詞や三項動詞といった動詞タイプの予測に利用されていることを示した。Yamashita の実験 2 では、まず(1)に示すような不完全な文が文節毎に呈示された。その直後に動詞が呈示され、被験者はその語が実在語であるかどうかの判断を行った。

(1) a. かわいい/女の子が/若い/先生に/おいしい
/お茶を… (基本語順条件)
b. 若い/先生に/かわいい/女の子が/おいしい
/お茶を… (かき混ぜ語順条件)

→ { 飲んだ (二項動詞条件)
出した (三項動詞条件)
りわっご (無意味動詞条件) }

実験の結果、語彙判断時間において語順の主効果は見られなかったが、動詞の種類(二項動詞・三項動詞)の主効果が見られた。また、語順と動詞の種類の交互作用はなかった。

この結果は、語順に関わらず「が・に・を」という格助詞のセットが入力されると、この格助詞のセットに合致しない二項動詞よりも合致する三項動詞の方が強く予測されていることを示している。このことから、Yamashita は、語順の情報は動詞の予測に利用されないが、格助詞のセットの情報は利用されていると主張した。

Yamashitaの研究に残された課題として、次のことが挙げられる。Yamashitaは三項動詞を取り上げたが、Matsuoka (2003)によると、日本語の三項動詞には、「がにを」を基本語順とするShowタイプの動詞と「がをに」を基本語順とするPassタイプの動詞がある[5]。とすれば、入力される語順が「がにを」であれば、Showタイプを予測し、入力される語順が「がをに」であればPassタイプを予測している可能性がある。つまり、語順による効果が、三項動詞の下位分類に対する予測において現れている可能性がある。しかし、Yamashitaの実験で比較されたのは二項動詞と三項動詞の反応時間であった。このため、「が・に・を」という格助詞のセットが入力された際に、Showタイプ・Passタイプの予測に対して語順の影響があったのかどうか、ということが明らかでない。

Koizumi & Tamaoka (2004)は、これら二種類の三項動詞を用いて、語順と動詞タイプを操作した容認性判断課題実験を行っている[6]。実験の結果、反応時間に動詞タイプの主効果は見られなかった。このことから、「が・に・を」というセットの場合、基本語順が異なっていても格助詞のセットに合致する動詞であれば、同程度に予測されていると解釈することができる。

しかしこれらの結果から、解析器が動詞の予測に語順の情報を全く利用していないと一般化するのは早計である。なぜなら、先行研究では「が・に・を」という格助詞のセットしか用いられていないからである[1]。日本語には別の格助詞のセット「が・に」をとる動詞があるため、まだ検討の余地があると考え

[1] 発表要旨の査読者より、既に「が・を」の格助詞のセットを用いて語順の効果を検討した研究[7]があることをご指摘頂いた。しかし本研究は、「が・を」のセットを用いた場合、語順の効果は検討できないと考える。詳しくは、3.2 節を参照。

られる。

また、Yamashita や Koizumi & Tamaoka の実験の場合、解析器が格助詞の情報を三つ利用できたことで動詞タイプを絞り込むことができ、語順の効果を隠してしまったと考えることもできる。

この可能性を検討するためには、情報量がより少ない二つの格助詞のセット（「が・に」）を用いた実験が必要だと考えられる。

3. 二項動詞の分析と解析器の予測

2節で指摘した通り、格助詞に関する情報が少ない場合、解析器は、語順の情報を利用しながら動詞の予測を行っている可能性がある。そこで本研究は、「が・に」という二つの格助詞のセットをとる動詞を用いた。

3.1. 二項動詞の統語的分析

日本語の統語論において、二項動詞は、「が・に」という格助詞のセットをとる動詞と、「が・を」という格助詞のセットをとる動詞とに大別される。「が・に」の格助詞のセットをとる動詞に関しては、更に二種類に下位分類される。一つは、「太郎が花子に会った」のように、主語にガ格を選択し、目的語にニ格を選択するニ格目的語動詞である(2)。もう一つは、「太郎に花子が必要だ」のように、主語にニ格を選択し、目的語にガ格を選択するニ格主語動詞である(3)。

この動詞の区別に関する論証は、柴谷(1978)にある[8]。ある名詞句が主語であるかどうかは、「自分」の先行詞や主語尊敬化の対象になることができるかによって判定できると言われている。(4a,b)に示す通り、ニ格目的語動詞文では、ガ格名詞句がこの判定基準を満たす。つまり、(4a)で、「自分」は、「田中さん」のことを指し、(4b)では、「田中さん」が尊敬化の対象となっている。このことから、ニ格目的語動詞文では、ガ格名詞句（「田中さんが」）が主語であることが分かる。一方、 (5a,b)に示す通り、ニ格主語動詞文では、ニ格名詞句が判定基準を満たす。つまり、(5a)で、「自分」は、「田中さん」のことを指し、(5b)では、「田中さん」が尊敬化の対象となっている。このことから、ニ格主語動詞文では、ニ格名詞句(「田中さんに」)が主語であることが分かる。

日本語は「主語-目的語-動詞」が基本語順である。このため、ニ格目的語動詞は「NP が-NP に-動詞」、ニ格主語動詞は、「NP に-NP が-動詞」がそれぞれ基本語順であると考えられる。

以上述べた通り、「が・に」という格助詞のセットをとる動詞は、ニ格目的語動詞とニ格主語動詞の二種類あり、それぞれ「NP が-NP に-動詞」、「NP に-NP が-動詞」が基本語順である。

(2) [太郎が$_{主語}$ 花子に$_{目的語}$ 会った]

(3) [太郎に$_{主語}$ 花子が$_{目的語}$ 必要だ]

(4) a. 田中さん$_{i}$が奥さん$_{j}$に自分$_{i/*j}$の仕事場で会った。
b. 田中先生が太郎君にお会いになった。

(5) a. 田中さん$_{i}$には奥さん$_{j}$が自分$_{i/*j}$の仕事をするのに必要だ。
b. 田中先生には現状がお分かりになっていない。

一方、「が・を」という格助詞のセットをとる動詞は、一種類だけである。「NPが-NPを-動詞」を基本語順とするヲ格目的語動詞は存在するが、「NPを-NPが-動詞」を基本語順とするヲ格主語動詞は存在しない。このことは、「が・を」の格助詞のセットをとる動詞は全て、ガ格名詞句が主語判定の基準を満たすことから明らかである(6)。つまり、これらの動詞は、主語にガ格、目的語にヲ格を選択しており、「NPが-NPを-動詞」が基本語順であると考えられる(7)。

(6) a. 田中さん$_{i}$が自分$_{i}$の息子を褒めた。
b. 田中さんが花子をお褒めになった。

(7) [太郎が$_{主語}$ 花子を$_{目的語}$ 褒めた]

3.2. 解析器が予測する動詞タイプ

ここで、解析器が語順の情報を利用していると仮

定した場合と利用していないと仮定した場合に、それぞれの格助詞のセットで解析器がどのような文末動詞[2]を予測するのか考えてみよう。

まず「が・に」の格助詞のセットでは、基本語順とかき混ぜ語順の区別において語順の情報を利用していないと仮定した場合、どちらの語順でも解析器は両方の動詞タイプを同程度に予測すると考えられる[3](表1)。

一方、語順の情報を利用していると仮定した場合、解析器は入力された語順を基本語順とする動詞を予測すると考えられる。つまり、ガニ語順の場合、解析器は「NPがNPに」を基本語順とするニ格目的語動詞を予測し、ニガ語順の場合、「NPにNPが」を基本語順とするニ格主語動詞を予測すると考えられる[4]。なぜなら、かき混ぜ語順の処理は基本語順に比べて処理コストが増大するため、解析器はより処理コストの少ない方、すなわち、基本語順を選好すると考えられるからである。

表1 解析器が予測する動詞のタイプ（「が・に」）

語順情報の利用	無		有	
語順	ガニ	ニガ	ガニ	ニガ
動詞のタイプ	DOV DSV	DOV DSV	DOV	DSV

※DOV：ニ格目的語動詞, DSV：ニ格主語動詞

このように、「が・に」の格助詞のセットを用いた場合、解析器が語順の情報を利用しているかどうかによって、予測する動詞タイプが異なる。そのため、「が・に」の格助詞のセットを用いることで、語順の情報を解析器が利用しているかどうかを検討することができると考えられる。

一方、「が・を」の格助詞のセットの場合、解析器が語順の情報を利用しているかどうかに関わらず、同じ動詞タイプを予測すると考えられる(表 2)。

まず、解析器が基本語順とかき混ぜ語順の区別において語順の情報を利用していないと仮定した場合、解析器はヲ格目的語動詞を予測すると考えられる[5]。

次に、解析器が語順の情報を利用していると仮定した場合、解析器はヲ格目的語動詞を予測すると考えられる。「NP が NP を」が入力された場合、解析器は、その語順を基本語順とするヲ格目的語動詞を予測する。「NP を NP が」と入力された場合、その語順を基本語順とする動詞(ヲ格主語動詞)は存在しないため、解析器は、その語順がかき混ぜ語順であると判断すると考えられる。そのため、「NP を NP が」が入力された場合でも、ヲ格目的語動詞を予測すると考えられる。

表2 解析器が予測する動詞のタイプ（「が・を」）

語順情報の利用	無		有	
語順	ガヲ	ヲガ	ガヲ	ヲガ
動詞のタイプ	AOV	AOV	AOV	AOV

※AOV：ヲ格目的語動詞

このように、「が・を」の格助詞のセットを用いた場合、解析器が語順の情報を利用しているかどうかに関わらず、予測する動詞タイプは同じである。そのため、「が・を」の格助詞のセットを用いた場合、語順の情報を解析器が利用しているかどうかに関しては検討できないと考えられる。

以上のことから、入力された名詞句の順序の情報を解析器が用いているかどうかを検討するためには、「が・に」の格助詞のセットを用いる方が望ましいと考えられる。このため、本研究では、「が・に」の

2 ある名詞句が入力された際、解析器は、その名詞句を含む文構造が単文なのか複文なのかという判断を行う。しかし本研究では、単文構造の文のみを扱うため、この判断に関する処理は対象外としておく。このため、本研究が問題にするのは、「文末動詞」に関する予測である。

3 理論上、格助詞がどちらの順序で入力されても、両方のタイプの動詞を同程度に予測すると考えられるが、頻度など、その他の要因によりどちらか一方が選好されている可能性もある。

4 ニ格名詞句が無生名詞の場合、解析器が自動詞を予測している可能性がある。しかし、本研究ではニ格名詞に有生名詞のみを用いているため、解析器が自動詞を予測している可能性を除外しておく。また、ヲ格名詞句・三項動詞が続くことも可能であるが、本研究では、二項動詞文のみを用いるため、この可能性も本研究の対象外としておく。

5 「が・を」の格助詞のセットの場合でも同様に、解析が自動詞または三項動詞を予測している可能性は、本研究の対象外としておく。

格助詞のセットを用いた。

4. 実験 1

まず実験 1 では、ニ格目的語動詞とニ格主語動詞に心理的実在性があるかどうかを調べるために文完成課題実験を行った。もし、文完成課題においてこれらの動詞が産出された場合、日本語母語話者のメンタル・レキシコンにこれらの動詞が心的に実在するといえる。一方、産出されなかった場合は、これらの動詞が心的に実在しない、または実在はするが何らかの要因によって産出されなかったと考えることができる。

また本実験では、ニ格目的語動詞とニ格主語動詞が産出された場合に、語順によってこれらの出現率が異なるかどうかという点に着目する。もし、ニ格目的語動詞とニ格主語動詞の比率がガニ語順とニガ語順で有意に異なれば、解析器が語順の情報を参照しながら文末動詞の予測を行っていることが示唆される。

被験者：被験者は、日本語を母語とする大学生・大学院生 42 名(男性 12 名、女性 30 名)であった。被験者の平均年齢は 19 歳 7 ヶ月、標準偏差は、2 歳 7 ヶ月であった。

刺激：実験では、(7)に示すような1要因2水準からなる実験文42組、84文を使用した。ラテン方格法を採用し、質問紙には、同じ組の実験文が重複しないようにカウンターバランスをとった。これに加えて、実験文とは格助詞のセットが異なるフィラー文42文(「が・に・を」文22文・「が・(場所)で」20文)を使用した。従って、被験者一人に対して、合計84文の刺激文を呈示した。

(7) a. ガニ語順条件：

病気がちの娘が単身赴任の父に＿＿＿＿。

b. ニガ語順条件：

単身赴任の父に病気がちの娘が＿＿＿＿。

手続き：実験は、講義の一部として行った。被験者には、不完全な文を読み、単語を一つ補って文を完成させるように教示した。

結果：被験者が回答した中で、日本語として容認不可能な文、および文字が判読できなかった文(ガニ条件21文、ニガ条件47文)を除外した。

まず、ガニ条件の結果について記す。ガニ条件では、ニ格目的語動詞が344文、ニ格主語動詞が22文であった[6]。その他、三項動詞文が176文、使役文・受動文が116文であった。

次に、ニガ条件では、ニ格目的語動詞文が294文、ニ格主語動詞文が76文であった。それに加えて、三項動詞文が163文、使役文・受動文が108文であった。上記の結果の中で、被験者がニ格目的語動詞、ニ格主語動詞を回答した結果を表3 に示す。

表 3 ガ/ニ格名詞句に後続して出現した要素

動詞のタイプ	DOV	DSV	計
ガニ語順	344 (94%)	22 (6%)	366
ニガ語順	294 (79%)	76 (21%)	370
計	638	98	736

※DOV：ニ格目的語動詞, DSV：ニ格主語動詞

実験1の一つ目の目的は、二種類の動詞タイプが心的実在性を持つかどうかを調べることであった。これに関しては、ニ格目的語動詞とニ格主語動詞が共に産出されたことから、日本語の母語話者のメンタル・レキシコンには、これらの動詞が心的に実在しているといえる。

二つ目の目的は、これらの動詞タイプの出現率が語順によって変化するかどうかを検討することであった。表3から明らかなように、産出数に関しては、ニ格目的語動詞の方がニ格主語動詞よりも多かった。しかしここで問題にしているのは、語順が動詞タイプの産出率に影響を与えるかどうかである。これに関して検討するために、フィッシャーの直接確率計算を行った。その結果、有意であった(p<.000, 両側検定)。つまり、語順という要因が、動詞タイプの出

[6] 動詞のタイプの判定に関しては、付記を参照。

現率に影響を及ぼしたことが明らかとなった。

考察：実験 1 のオフライン調査(文完成課題)では、ニ格目的語動詞とニ格主語動詞という二種類の動詞タイプが心理的実在性を持ち、産出される動詞タイプに語順が影響を与えることが明らかとなった。このことから、解析器は語順の情報を利用しながら文末に出現する動詞の予測を行っていることが示唆された。

4. 実験 2

実験 1 では、語順によって産出される動詞タイプが影響を受けることが示された。しかし、実験 1 だけでは、時間軸上で展開される文処理において、解析器が語順の情報を利用しながら文末動詞の予測を行っているかどうかは明らかではない。

そこで、実験 2 では、実験者ペースの読文実験を行った。実験では、(8)に示すように 2 要因 4 水準からなる刺激文を用いた。被験者には、動詞が呈示された直後、文が文法的かどうかを判断し、できるだけ早く、正確に Yes/No ボタンを押すように教示した。

(8) a. ガニ・DOV条件
病気がちの/娘が/単身赴任の/父に/会った。
b. ガニ・DSV条件
病気がちの/娘が/単身赴任の/父に/心配だ。
c. ニガ・DOV 条件
単身赴任の/父に/病気がちの/娘が/会った。
d. ニガ・DSV 条件
単身赴任の/父に/病気がちの/娘が/心配だ。

実験の結果、語順が動詞タイプの予測に影響を与えることが明らかとなった[7]。このことから、本研究では、解析器が文末動詞の予測に語順の情報を利用していることが示された。本研究は、解析器が文末動詞を予測する際のメカニズムの一端を明らかにし、日本語の文処理研究に新たな知見を提供するものである。

付記

実験 1(文完成課題実験)において、動詞タイプを判定した基準に関して記す。

ニ格主語動詞：ガ格名詞句とニ格名詞句を項としてとる動詞の中で、柴谷(1978)であげられたニ格主語動詞の判定基準(9)(10)のいずれかを満たす場合
(9)ニ格名詞句が「自分」の先行詞になることができる。
(10)ニ格名詞句を主語尊敬化の対象にすることができる。

ニ格目的語動詞：ガ格名詞句とニ格名詞句を項としてとる動詞の中で、(9)(10)の基準をいずれも満たさない場合

三項動詞：日本語語彙体系(岩波書店)において三項動詞として登録されている場合、または被験者の回答にヲ格名詞句が書き加えられている場合

使役形・受動形：動詞に-(s)ase や、-(r)are のような活用語尾が付け加えられている場合

容認不可能な文：日本語語彙体系(岩波書店)でヲ格動詞として登録されている場合

謝辞

本研究を進めるにあたり，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）の助成を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

[1]坂本勉 (1998). 「人間の言語情報処理」『岩波講座　言語の科学 11 言語科学と関連領域』 1-55, 岩波書店.

[2]大石衡聴・坂本勉 (2004). 統語解析の即時・遅延性の検証－P600を指標として－. 『認知科学』, 11(3), 311-318.

[3]Kamide, Yuki and Don C. Mitchell (1999).

[7]実験の詳細に関しては、発表の際に行う。

Incremental pre-head attachment in Japanese parsing. *Language and cognitive processing* 14: 631-662.

[4]Yamashita, H. (1997). The Effects of Word-Order and Case Marking Information on the Processing of Japanese. *Journal of Psycholinguistic Research*, Vol. 26, No. 2.

[5]Matsuoka, M. (2003). Two types of ditransitive constructions in Japanese. *Journal of East Asian Linguistics* 12:171-203.

[6]Koizumi, M. & Tamaoka, K. (2004). Cognitive processing of Japanese sentences with ditransitive verbs. *Gengo Kenkyu*, 125, 173-190.

[7]中條和光 (1983). 日本語の単文理解過程－文理解ストラテジーの相互関係－. *The Japanese Journal of Psychology*, vol. 54, No.4, 250-256.

[8]柴谷方良 (1978).『日本語の分析』. 大修館書店. 東京.

怒り顔は早く検出されるか？：ヒトとサルの顔の比較
Do humans quickly detect an angry face of the monkey as in the case of human face?

孫暁犇[1]・久保賢太[2]・川合伸幸[1･2]
Sun Xiaoben [1]・Kubo Kenta [2]・Kawai Nobuyuki [1･2]
[1] 名古屋大学大学院情報科学研究科, [2] 科学技術振興機構　戦略的創造研究推進事業
岡ノ谷情動情報プロジェクト
[1] Graduate School of Information Science Nagoya University, [2] JST ERATO OEIP.
kawai@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract
It was clear that the angry faces are detected more efficiently among a crowd of distracter faces than happy or nonthreatening faces in human. Present study investigated whether the quick detection of the angry face is observed not only human face but also in the adult and juvenile monkey faces. We used the visual search task to compare to people, adult monkey and juvenile monkey's faces. There were four different patterns of trial in each stimulus condition: angry face in the neutral faces, neutral face in the angry faces, angry faces alone, and neutral faces alone. The result showed that the angry face of monkeys (even juvenile monkey's face) was more quickly detected among the neutral face than vice verse as the case of human's face.

Keywords — visual search task, angry face, monkey face, response time, evolution

1. はじめに
ヒトは怒り顔やヘビなど，自身の脅威となりうる刺激に対して素早く検出する能力を備えている[1][2]。しかし，怒り顔の検出が，ヒトの顔のみに起こる現象かどうかは確かめられていない。本研究では，ヒトの近縁種で同様の表情を示すサルの顔画像を用い，大人サル，コザルとヒトの表情に対する表情認知の違いを検討した。

ヒトの怒り顔に対する敏感さは、同種であるヒトの表情に対してのみ有効な能力であるなら，サルの怒り顔に対しては素早い検出が行われないと考えられる。しかし，怒り顔に対する感受性も，ヘビに対する反応と同様に進化的な起源を持つのであるならば[3][4], より古い霊長類の特徴を残しているサルの顔に対しても素早い反応が観察されると予測した。

実験は，異なる表情の顔写真があるかどうかを問う視覚探索課題で，大人サル，コザル，およびヒトの顔の写真を 4 枚か 9 枚呈示し、参加者には写真が同じ種類の表情だけか，異なる種類の表情の写真を含むかを判断させた。表情の検出に必要な反応時間（Reaction time: RT）から，それぞれの顔写真における怒りの表情に対する認知処理過程の違いを検討した。仮説として，サルの表情はヒトに比べ，より情動的な顔の特徴を持っているため，その認識はより早く行われることを予測した。

2. 方法
参加者　17 人の大学生。年齢は 19 歳から 33 歳で，全員女性。

刺激　実験は 3 つのブロックに分かれており，ブロックごとにコザル，大人サル，ヒトの顔の写真を 1 種類ずつ呈示した。各ブロックの実施順序はカウンターバランスされた。ヒトの顔写真は，JACFEE（Japanese And Caucasian Facial Expressions of Emotion；[5]）の中から，怒り表情，中立表情の 2 種類の表情を用い，各表情は 9 枚ずつ全て異なる人物の写真を使用した。サルの顔写真は、同じ個体の異なる表情の写真を用いた。表情は、3 年以上のサルの飼育経験が有する 2 名により，怒り顔と判定されたものを使用した。刺激は輝度を合わせ，グレースケールで呈示した。

手続き　1 回の試行につき，複数枚の写真を同時に呈示した。同時に呈示する写真の枚数は 4 枚，あるいは 9 枚で，それらを同時に呈示した。呈示する枚数はランダムに設定した。各ブロックにおける刺激は 4 種類で，複数の中立表情に 1 枚だけ怒り表情を呈示する場合を D（A／N）条件，複

数の怒り表情に 1 枚だけ中立顔を呈示する場合を D（N／A）条件，呈示する刺激がすべて怒り表情の場合を S（A）条件，すべて中立表情が呈示される場合を S（N）条件とした。

参加者には，呈示した顔写真が全て同じ表情の場合は左手の指先で C キーを，異なる表情の写真が含まれる場合には右手の指先で M キーを出来るだけ早く正確に押すよう求めた。試行は 1 ブロックにつき 136 試行行い，半数の試行で一致試行，残りの半数が不一致試行をランダムに行った。さらに，一致／不一致試行の半数で怒り顔を呈示し，残りの半数の試行では中立顔を呈示した。

各条件における平均 RT に対し，顔写真（ヒト・大人サル・コザル），課題（一致・不一致），表情（怒り・中立）の繰り返しのある 3 要因の分散分析を行った。

3. 結果

不一致試行における各写真に対する RT の結果を図 1 に，一致試行の結果を図 2 に示した。分散分析の結果，顔写真の主効果が認められ（F（2,32）= 118.13, p < .01），大人サル，コザル，ヒトの順に RT が早かった（ps < .01）。また，課題の主効果も認められ（F（1,16）= 69.07, p < .01），不一致条件は一致条件よりも RT が早かった。さらに，表情の主効果が認められ（F（1,16）= 21.56, p < .01）たが，怒り表情に対する RT が中立表情よりも遅く（p < .01），先行研究とは異なる結果だった。しかし，課題と情動の交互作用が認められ（F（1,16）= 49.79, p < .01），一致条件において怒り表情が中立表情よりも RT が遅く（p < .01），不一致条件においては怒り表情は中立表情よりも早い RT を示していたことから（p < .01），本研究の結果は，怒りの表情は早く検出されるという先行研究[6]を支持する結果だった。

さらに，顔写真と表情の交互作用が認められ（F（2,32）= 6.72, p < .01），怒り表情に対する RT はヒトが有意に遅く，コザルは大人サルに比べて有意に RT が遅れていた（ps < .01）。

また，顔写真，課題，表情の交互作用が認められ（F（2,32）= 7.73, p < .01），検出が求められる不一致条件において，怒り表情に対する RT はヒトが最も遅く，続いてコザル，大人サルは最も RT が早かった（p < .001）。

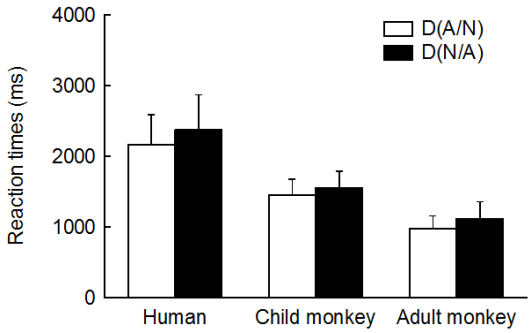


図 1　不一致試行における各顔写真に対する平均 RT（N = 17）。

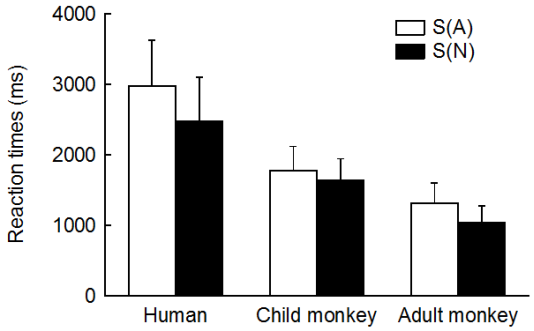


図 2　一致試行における各顔写真に対する平均 RT（N = 17）。

4. 考察

実験の結果，サルの顔表情はヒトの顔写真よりも早く検出された。本研究では，同種でない表情でも怒り顔の検出が早かったことは，ヘビを用いた先行研究[2][3][4]と同様に，ヒトは進化的に脅威を喚起する表情には敏感に反応することが明らかになった。

本研究の仮説として，サルの表情はヒトに比べ，より情動的な顔の特徴を持っているため，その認識はより早く行われると予測していた。結果として仮説は支持された。その原因として考えられることは，サルは怒っているとき口を大きく開く。サルの口には大きな犬歯があり，ヘビがウロコと

いう特徴に基づいて素早く検出されるのと同じように[7]，参加者はサルの大きく開いた口に見える犬歯や歯を表情認識の手がかりに用い，怒り顔を検出していたと考えられる。大きな犬歯は、ヘビのウロコと同様に、皮質を介さず上丘－視床枕を経て扁桃体で処理されるための特徴刺激であるのかもしれない[7]。

しかし、犬歯のような大きな特徴が単に目立っただけで検出が早くなった可能性も考えられる。ただし，これらのことは，ヒトが生得的に怒り顔に対して敏感な検出能力を有していることと矛盾するとはいえない。なぜならば，現代人の犬歯は小さくなったが，基本的には歯を見せる行為は，少なくとも霊長類の怒り表情であることは共通しているため[8]，かつて怒り表情の特徴であった犬歯という特徴を見つけやすい，という能力をヒトは現在も備えていることを強く示している。

怒り表情は検出されやすいという結果は，検出が必要な不一致課題においては認められたが，一致課題においては怒り表情に対する RT はむしろ遅れていた。この結果は，脅威刺激を検出する視覚探索課題を用いた先行研究でも確認されている[4]。本研究の結果は，検出対象となる脅威刺激がなく，脅威刺激のみが呈示される条件では，判断に要する RT が遅れるという先行研究の結果を支持するものである。

本研究はヒトの認知処理が，脅威刺激に対する鋭敏さを備えていることを，改めて示した。しかしながら，本研究の実験参加者はすべて女性であり，今後は男性の参加者に同様の実験を行い，実験の結果が一致するかどうかを検討する必要がある。さらに，実験で用いた表情は，怒りの表情と統制用の中立の表情だけである。したがって，他の表情においても，検討していくことで，今後の研究課題である。

引用文献

[1] 川合伸幸 (2011). ヘビが怖いのは生まれつきか？：サルやヒトはヘビをすばやく見つける認知神経科学，Vol. 13, pp. 106-112.

[2] Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, Vol. 108, pp. 483-522.

[3] Shibasaki, M., & Kawai, N. (2009). Rapid detection of snakes by Japanese monkeys (Macaca fuscata): An evolutionarily predisposed visual system. *Journal of Comparative Psychology*, Vol. 123, pp. 131-135.

[4] 柴崎全弘・川合伸幸 (2011). 恐怖関連刺激の視覚探索：ヘビはクモより注意を引く．認知科学, Vol. 18, pp. 1-15.

[5] 工藤　力・マツモト・D (編) (1996). 日本人の感情世界―ミステリアスな文化の謎を解く―誠信書房.

[6] 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*, Vol. 10, pp. 141-146.

[7] 川合伸幸 (印刷中). 怖いものほど早く見つけてしまう：生得的な脅威感知システム　行動科学, Vol. 50.

[8] 根ヶ山　光一 (1979). 霊長類における攻撃行動とその個体発達　大阪大学人間科学部紀要 Vol. 5, pp. 291-316.

謝辞

本研究は、文部科学省新学術領域研究「学際的研究による顔認知メカニズムの解明」による援助を得た。刺激の撮影にあたって、京都大学霊長類研究所の早川祥子博士および加藤朱美氏の協力を得た。記して感謝いたします。

共同問題解決における参照表現と視線一致率の関係
－ 参照表現の属性に基づく分析 －
Gaze matching of referring expressions : in collaborative problem solving
-Analysis based on the attributes of referring expressions -

栗山 直子[†]，寺井 あすか[†]，安原 正晃[†]，徳永 健伸[†]，山岸 侯彦[†]，楠見 孝[‡]
Naoko Kuriyama, Asuka Terai, Masaaki Yasuhara, Takenobu Tokunaga, Kimihiko Yamagishi, Takashi Kusumi

[†]東京工業大学，[‡]京都大学
Tokyo Institute of Technology, Kyoto University
kuriyama@hum.titech.ac.jp

Abstract

Richardson and Dale (2005) showed that eye gaze matching between speakers and listeners contributed to language comprehension. While their study used a static image as a visual stimulus, and the speech and eye gaze of speakers and that of listeners were recorded serially, we recorded speech in synchronization with eye gaze of both participants simultaneously in a collaborative problem solving setting. The analysis of the collected data revealed that the peak of the matching rate comes at a different position from the onset of referring expressions depending on their surface form.

Keywords — Gaze Matching, Collaboration, Eye Movements, referring expressions

1. はじめに

人間のコミュニケーションにおいて，相手が示している事柄が何を指すのかを正確に同定し，お互いの情報を共有することが重要である．情報を共有していることを示す認知的な指標の一つとして，「視線の共有」があげられる．栗山ら[1]では，タングラムを用いた 2 者の共同問題解決において両者の視線を測定し、解決者からの参照表現発話前後の視線一致率を検討した結果、解決者からの参照表現（「それ」「三角形」「大きいの」等）の発話前後の視線一致は、発話前において、解決ペアの方が、未解決ペアよりも、高まっていることと、視線一致のピークは参照表現発話後 2 秒前後であること明らかになった。この結果は Richardson & Dale(2005)の発話同定までにかかる時間と同様であった。しかし、参照表現といっても、指示代名詞（それ、これ）、サイズ（小さいやつ）など、様々な属性があり[3]、それぞれ性質が異なっている。そこで本研究では、参照表現を属性別に分類し、属性別に視線一致率を比較し、(1)どのような参照表現が視線一致率を高めるのか、(2)視線一致のピークはどの属性の参照表現でも同傾向なのかについて検討を行うことを目的として分析を行った。

2. 方法

実験参加者：大学生もしくは大学院生 5 組 10 名の仲のよい同性の友人のペア.

材料：課題は,ゴール図形が対称（2 題）と非対称（2 題）の計 4 種類のタングラムパズル（図形パズルの 1 種で，四角形や平行四辺形や三角形など計 7 ピースを組み合わせて，様々な図形を作るパズル）であり，PC 上で操作できるシミュレータを用いた.

手続き：2 人の課題解決中の視線測定を行うために，最初に各アイトラッカーのキャリブレーシ



図１：実験状況

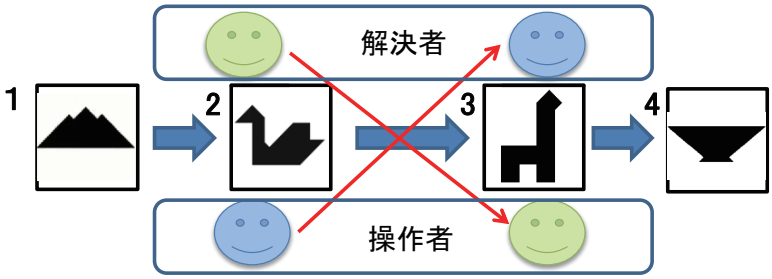


図2 課題の順と役割交代

ョンをそれぞれに対して行った．2 者の役割は，片方は，PC 画面上の完成図のシルエットを見て，解決をしながらパズル操作の指示を口頭で伝える役割（解決者：SV），もう一方は，解決者の指示に従って実際に PC 上のピースをマウスによって操作し、目標図形を完成させる役割（操作者：OP）である．解決者にのみ完成図をシルエットで提示し，解決者による指示に従い，操作者は PC 上の図形のピースをマウスで操作し，2 人で協力して目標図形を作成する課題を行った．モニターを分岐させ 2 者が同じ画面がみられるように設定したが，操作者にはゴール図形が見えないように設定した（図 1）．パズル解決問題は 4 題出された．

前半 2 問（対照図形 1 題・非対称図形 1 題の順）が終わったところで，解決者と操作者の役割を交代し，前半と同様に後半（非対称図形 1 題・対称図形 1 題の順）でも 2 題を解答させた（図 2）．課題解答の制限時間は 1 題につき 15 分とし，それ以前に正解に至ったペアは正解した時点で終了とした．

測定項目：PC 上のタングラムのピース操作，マウス操作，課題解決時における操作者と解決者の会話を記録した．また，2 台のアイトラッカー（両者とも Tobii T60 をそれぞれ用いた）を使用し，操作者・解決者両者の視線情報を測定した（2 台の視線測定装置は，CPU を 2 つ積んだ 1 台の Windows マシンによって制御し，時間コードを同期させた）．被験者に提示したモニター画面のサイズは 1280×1024pixels で，目から画面までの距離は 45cm 程度であった．

3. 結果と考察

本研究では，両者の視線が測定できた 2 組 4 名（5 組 10 名中），合計 8 対話のデータを分析対象とした（除外した 3 組は、すべて片方の被験者の視線の測定が困難（眼鏡のタイプによっては測定が困難な場合がある等）であり、正確な視線一致率が産出できなかった）。視線計測データは，6Hz のローパスフィルタを用いてスムージングをおこなった．本研究では両者の視線が 0.1 秒以上 100 ピクセル以内に停留した場合を視線が一致したと見なし分析を行った．

解決者（SV） からのピースを動かす指示をするときに用いられた参照表現（「それ」「三角形」「大きいの」 等）のみを抽出した。そして、Tokunaga ら[3]の参照表現の属性分類表に従い，参照表現の属性分類を行った．参照表現の総数と課題正誤と役割別の分類結果は表 1 のとおりである．「指示代名詞」が一番多く、次に「形状タイプ」，「大きさ」，「大きさと形状タイプの組み合わせ」が参照表現として多用されていることが明らかになった．さらに，解決者と操作者の参照表現の総発話数は，解決者（517 事例）の方が操作者（173 事例）よりも 3 倍多いこと，解決ペア（解決者：23 種類，操作者：7 種類）よりも未解決ペア（解決者：35 種類，操作者：14 種類）の方が，参照表現の属性が多様であることが明らかになった。

また、各参照表現の発話開始を 0 とし，−5〜10 秒の間の視線一致率を算出し、「指示代名詞（331 事例）」と「他の名詞句（指示代名詞以外すべて）（359 事例）」の 2 つに分類し、解決未解決別に平均値視線一致率を求めた結果を図 3 に示す。

表 1： 課題（解決ペア/未解決ペア）×役割（解決者/操作者）別属性

解決者／操作者		解決者参照表現		操作者参照表現		合計
課題全体の解決群／未解決解		解決	未解決	解決	未解決	
参照表現の属性	指示代名詞(これ，それ)	91	132	52	56	331
	タイプ(四角形)	48	31	13	5	97
	大きさ(大きい～)	30	11	12	7	60
	大きさ&タイプ(大きい四角形)	27	24	8	1	60
	指示形容詞＆サイズ＆タイプ(その大きい三角形)	9	13	1	1	24
	指示形容詞＆タイプ(その三角形)	10	8	0	1	19
	動作「さっき回転した三角形」	0	8	0	2	10
	指示形容詞＆タイプ(その三角形)	1	4	0	3	8
	数「2つの三角形」	0	3	1	3	7
	タイプ「四角形」	0	7	0	0	7
	動作＆タイプ(回転した三角形)	1	5	0	0	6
	補集合「もうひとつの三角形」	3	2	1	0	6
	入れ子＆投射型空間関係＆state＆タイプ(四角形の右にある三角形)	0	5	0	0	5
	投射型空間関係「右の三角形」	2	1	0	0	3
	state&サイズ＆タイプ(～な大きい三角形)	2	1	0	0	3
	動作＆大きさ&タイプ(回転した大きい三角形)	1	2	0	0	3
	サイズ＆大きさ(小さい2つ)	3	0	0	0	3
	比喩＆タイプ(足の部分の三角形)	2	0	0	1	3
	投射型空間関係＆タイプ(右の三角形)	0	2	0	0	2
	タイプ＆サイズ(四角形大きい)	1	1	0	0	2
	タイプ＆数(三角形2つ)	0	0	0	2	2

*合計が 2 以上のみ掲載

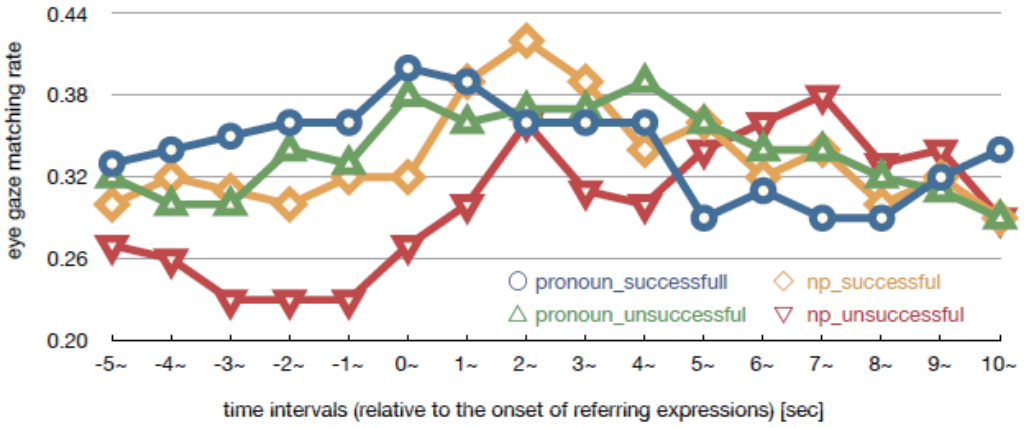


図3 参照表現･正誤別の平均視線一致率

結果、指示代名詞とその他の名詞句では、平均一致率のピークに 2 秒ほどのずれが見られる。それぞれの平均発話長は、指示代名詞は 0.24 秒で、その他の名詞句は 0.76 秒であった。表現の長さという意味では、その他の名詞句の方が、平均して 0.52 秒長いが、それを差し引いたとしても、指示代名詞の方が視線一致のピークが 1 秒ほど早いことが明らかになった。

指示代名詞以外の名詞句の属性のパターンについては、「大きさ」や「大きさ&タイプ」が多用されていたが、これは課題に依存する可能性があり、本課題はパズルを操作して解く課題であったため「大きさ」「タイプ」等の属性が多用されていたと考える。

4. 今後の課題

本研究においては、2 組 4 名の 8 対話分の分析のみであったため、実験参加者を増やして課題ごとの検討を行うことが必要である。視線のピークの違いについては、また、指示代名詞とその他の名詞句にはピークにずれがあったが、各参照表現の発話によって意図されたものに視線を向けたかどうかについてのさらに詳細に検討する必要があると考える。そのうえで、さらに、Grounding[4]の成功/失敗と参照表現や視線一致の関係を時系列に検討していくことも今後の検討課題であると考えている。

謝辞 : 本研究は科学研究費（18330154 号　代表：徳永健伸）の助成を受けました。

参考文献

[1] 栗山・寺井・安原・徳永・山岸・楠見 (2010). 共同問題解決時の二者の視線一致が共有知識の形成に及ぼす効果. 日本認知科学会第 27 回発表論文集.

[2] Richardson, D.C., & Dale,R. (2005). Looking to understand: The coupling between speaker's and listener's eye movements and its relationship to discourse comprehension. *Cognitive Science*, 29, 1045-1060.

[3] Tokunaga, T., R. Iida, M. Yasuhara, A. Terai, D. Morris, and A. Belz (2010): 'Construction of bilingual multimodal corpora of referring expressions in collaborative problem solving'. In: *Proceedings of 8th Workshop on Asian Language Resources.* pp. 38–46.

[4] Clark, H. H. and E. F. Schaefer (1989): Contributing to discourse. *Cognitive Science*, 13, 259–294.

授業における対話の構造と学習者の知識獲得
Conceptual change through social interaction in the classroom

齊藤 萌木
Moegi Saito

東京大学大学院
The University of Tokyo
saitomoegi@coref.u-tokyo.ac.jp

Abstract
In order to guide the design and assessment of successful intentional conceptual change at school, we examined third graders' learning processes using Hypothesis-Experiment-Instruction. All 21 students in the class successfully learned the target concept. Our analysis revealed that they gradually developed theory-like concepts by repeatedly discussing their predictions to be confirmed with experiments. Further analysis of the dialogue contents indicated that some small-group discussions were effectively monitored and utilized by the rest of the class, to assure achievement of the entire class.

Keywords — Conceptual change, Constructive interaction

1. はじめに

「学習環境をインタラクティブにデザインすることが，学習者の知識獲得に効果的である」という考えが広く受け入れられるようになって久しい。しかし，学習環境がインタラクティブにデザインされていても，学習の過程を分析すると「全くインタラクティブでない」場合もある[1]。Barron[2]によれば，インタラクティブな学習環境においてその学習者グループがよい成果を出せるかどうかは個々の学習者の学力や発話の総量ではなく，対話のパターンに因るという。そこで本論ではインタラクティブにデザインされた学習環境，具体的には教室での科学的概念獲得を目指した事例を対象に，学習者が知識獲得を効果的に達成した場合の対話の構造を明らかにするとともに，対話の構造と各学習者の知識獲得の関係について考察する。

2. 題材について

2.1 仮説実験授業の学習環境デザイン

本論では，仮説実験授業を行う教室における対話の構造を分析する。仮説実験授業は，「科学上の最も基本的な概念や原理・原則を教える」ことを目的とした授業理論であり，インタラクティブな学習環境デザインの１つの基本形として高い評価も受けている[3]。

仮説実験授業は，学習者に問題を提示し，その問題に対して予想をたて，その理由を出し合って討論し，多くの場合実際に実験して答えを明らかにするという「予想―討論―実験」の三つの活動を中心として進められる。普通 10 数コマ程度の授業時間で，主題となる概念や原理に関する複数 10 数題から数 10 題の問題を順に生徒たちに提示して実践される。問題の系列は、一連の問題について「予想 - 討論 - 実験」繰り返すことによって，「最後の問題では，生徒の全員がそこで教育目標とされている概念・法則・理論を正しく用いて正しい予想がたてられるようになる」ことをねらってデザインされている [4]。

2.2 授業書《空気と水》による事例

本論では，2002 年に公立小学校 3 年生で行われた仮説実験授業の予想分布と討論の発言記録を分析対象として，そこで起きた知識獲得と対話の構造との関係を明らかにする。データは，授業者によってテープレコーダーと授業中のメモを用いて採取された。授業者は仮説実験授業の実践経験豊富な 50 代女性である。授業は主に理科の時間を利用し，5 月半ばから 6 月半ばまで，45 分×12 コマを使って行われた。机の配置はコの字型，授業の形式は一斉授業である。クラスの人数は 21 人で，仮説実験授業を初めて受ける児童である。

授業名は《空気と水》で，「目に見えない空気の動き」を主題としている。《空気と水》では以下の

11 の問題を用い，「自然は真空を嫌う」という原理を獲得させることをねらっている。

表 1　《空気と水》の問題構成[5]

〔問題１〕空のコップを逆さまで水の中にいれると？ 〔問題２〕前問で，コップの中に紙をつめておくと？ 〔問題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？ 〔問題４〕水の上に逆さまに立てたコップの中の空気をストローで吸い出すと？ 〔問題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？ 〔問題６〕1m の管でも水を吸い上げられるか
〔問題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？ 〔問題８〕前問で穴を２つにすると？ 〔問題９〕1 つだけ穴をあけた空き缶を水に入れると？ 〔問題 10〕前問で穴を２つにすると？ 〔問題 11〕醤油さしの穴を１つふさぐと？

《空気と水》は比較的日常の経験で正しい予想をたてやすい状況で，目に見えない空気の存在を意識させる問題(1,2)からはじまり，空気と水の不思議な現象を用いて「自然は真空を嫌う」ことを意識させる問題(3.4)へと進む。更に，スポイトやストローという「自然は真空を嫌う」という原理を使った道具を使った問題へ移る(5，6)。次に，問題状況は大きく変化し，穴を開けた空き缶を使って，目に見えない空気と水の出入りをイメージする段階へ進む(7，8，9，10)。そして最後に，空き缶の実験結果と，その背景にある「自然は真空を嫌う」という原理を日常的な道具で再確認する問題で終わる。

2.2　《空気と水》における知識獲得の過程

上記のように,《空気と水》では日常生活経験では得られない目に見えない空気の動きについての科学的概念を獲得させることを狙いとしている。そこで本論では，対象クラスでの《空気と水》の 12 時間の授業における学習者の知識獲得の過程を，単なる知識の量的増大でなく，知識の再構造化を目指す概念変化の過程として分析する。

はじめに対象クラスにおける 21 人の学習者が，どの程度目指す概念変化を達成したかを，各問題における予想の正解率の変遷と，各学習者の討論中の発言や授業後コメントの分析によって示す。発言とコメントの分析は「協調的な概念変化モデル」(表 2)に即して行った。具体的には「自然は真空を嫌う」というモデルを用いて，各問題における空気と水の動きについて説明できている発言やコメントを,「協調的な概念変化モデル」における「抽象的な説明モデル(レベル 3)」を獲得できていると判断した。たとえば〔問題 11〕の場合,「ぼくは片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でると思う」といった発言をレベル 3 以上とした。発言者の予想の正否は問わず，モデルを用いた発言であれば，レベル 3 以上とカウントした。コーディングは 2 名が行い，一致率は 94%であった。

分析の結果，対象クラスでは，最終問題での正解率は 100%であり，21 人中 20 人が少なくとも 1 度はレベル 3 以上の発言あるいはコメントを行っていた(図 1)

表 2　協調的な概念変化モデル[6]

他人の意見も統合した理論	Lv.4．形式理論原則
	Lv.3．説明モデル
個人でできる観察	Lv.2　経験的法則
	Lv.1　一回性の観察記録

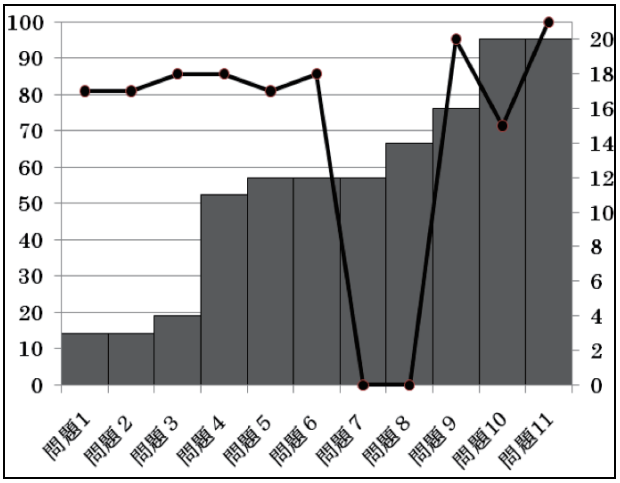


図 1《空気と水》の授業における各問題の正解率（折れ線）とその問題までにレベル 3 以上の言語化を行った学習者の数(棒)

3. 対話分析の枠組みと仮説

本事例では 12 時間の授業通して全ての学習者が「自然は真空を嫌う」という原理に関する具体的な問題状況において正しい予想をたてられるようになり，ほとんどの学習者がその原理について抽象的な理解を獲得していることがうかがわれる。

それでは，学習者はどのようにしてこのような概念変化を達成したのだろうか。11 の問題について「予想 - 討論 - 実験」を繰り返すことは，自分自身の考えを言語化し，他者の考えや新しい知識との相互作用を通して自分自身の理解を変えていくという協調的なプロセスだと言える。だとすれば，協調的な認知過程のメカニズムに関する認知科学研究の枠組みを用いることによってこのプロセスを分析することが可能であろう。そこで本論では「建設的相互作用」[7]の枠組みを用い，仮説実験授業による協調的な概念変化の過程を分析する。

「建設的相互作用」によれば，協調的な学習の場においては，話し手(task doer)と聞き手(monitor)の役割交代を通して，各自の理解が抽象化すると説明できる。「建設的相互作用」は，これまでペアか小グループでの学習を対象に論じられており[8]，比較的少人数の学習者による対話において生じると考えられるが，Miyake[6]は，教室のように多くの学習者が参加する場においても，同様のメカニズムが機能する可能性を指摘している。

そこで，本論では対象の授業における児童の抽象的な理解の獲得が建設的相互作用に基づいているとの仮定から，教室における建設的相互作用の型として次の 2 つを想定し検証した。

ひとつは，小グループにおける建設的相互作用と同様の構造が順に生起する型であり，これを「グループ討論型」と呼ぶことにする。学習者 1 人ひとりをアルファベットで区別して示すとすると，この型では，A→B→A→B ...D→E→F→D→F, のように少数の学習者間で発言者が推移することになる。

もうひとつは，A→R→F→C→H...のように全員が順に発言する型であり，これを「個人連鎖型」と呼ぶことにする。建設的相互作用の枠組みが，全ての学習者に個人として両方の役割に従事することを要求すると考えると，この型では 1 人の「話し手」に対して，教室全体が「聞き手」となり，すべての児童が交代で「話し手」となることが予想される。

仮説実験授業では「討論は発言を求めたもののみについて行わせる」[4]ということを授業運営の原則としているが，教師によっては「1 時間の授業中に 1 人 1 度は発言すること」をルールにし，挙手などによって発言を求めない児童に発言を行わせた事例もある[10]。このような方略は，クラス全員が両方の役割に平等に従事する「個人連鎖型」の建設的相互作用を志向するものと言える。しかし一方で，授業においては，一部の子どもだけが活発に発言している場面もしばしば生じる。このような小グループでの討論の場で，他の学習者が話を聞きながら考えを深めている可能性もある。だとすれば本事例において「グループ討論型」の建設的相互作用が重要な役割を果たしていることも考えられる。

対象事例の場合，討論は挙手した児童を教師が順に指名して進行した場面と，教師の指名すらなく，子どもたちが自発的に発言を重ねて進行した場面があった。教師は上記の原則に従い，挙手しない児童を意図的に指名したり，特定の児童に挙手を促したりはしていなかった。そこで発言者の推移は，仮説実験授業《空気と水》の学習過程で自然に生じた対話の構造とみなすことができる。

4. 分析の結果と考察

4.1 建設的相互作用の型

図 2 は， 21 人の学習者に発言総数順に A から U までのアルファベットを付し，問題ごとに発言者の推移を示したものである[1]。左端の数字は発言

[1]分析対象とした発言は，IC-R で判別可能なものから，歓声(i.e.ワーイ)と，教師の指名を除いたものである。

	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題6	問題7	問題8	問題9	問題10	問題11
1	J	N	K	I	I	J	C	B	I	K	F
2	F	D	J	H	K	D	N	K	F	N	B
3	C	?	A	F	D	E	J	F	M	D	A
4	B	M	H	G	C	P	H	L	G	A	E
5	H	H	B	A	H	N	E	S	C	H	G
6	D	F	L	?	N	I	G	P	A	M	M
7	A	B	G	A	A	K	A	M	D	O	A
8	G	D	E	?	L	Q	B	D	C	I	F
9	E	E	A	A	B	C	D	J	A	L	A
10	B	A	L	D	D	K	P	C	C	T	F
11	U	Teacher	A	A	J	E	T	A	A	G	
12	F	B	B	H	E	G	J	E	C	E	
13	A	?	A	B	I	A	E	B	A	B	
14	B	E	E	A	K	O	B	A	C	C	
15	D	O	A	Teacher	O	B	Teacher	E	L	B	
16	B	P	E	all	H	C	A	B	?	A	
17	D	N	A	Teacher	R	Teacher		C	E		
18	B	R	E	S	A	J		M	C		
19	A	?		I	D	?		B	B		
20	B	C		A	B	A		A	A		
21	A	B		C	C	C		C	I		
22	B	D			B	Teacher		B	Q		
23	K	B			?	H		C	C		
24	C	C			A	D		A			
25	B	B			D	A		B			
26	C	C			C	Teacher		C			
27	B	D			A			I			
28	I	A			Teacher			F			
29	B	B			A			H			
30		C			E			E			
31		B			D			C			
32		C			L			B			
33		B			A			F			
34		?			B			A			
35		C			D						
36		F			C						
37		Teacher			G						
38					B						
39					J						
40					E						

図 2：《空気と水》の各〔問題〕における役割交代の型

番号である。「Teacher」は教師の発言を示す。教師の発言は授業の進行や実験方法についての質問に答えるもののみであり，(i.e.「予想変更がなければ実験しましょう」〔問題 2〕の 37)，学習者の発言内容に対する干渉は行っていなかった。

発言者の推移が「個人連鎖型」とみなせる場合は白いセル，「グループ討論型」とみなせる部分は黒いセルとした。「グループ討論型」の判断の基準は，2～4 人の学習者が交互に発言を行っており，かつその発言内容が連続していることである。たとえば，〔問題 8〕の発言番号 17～26 の場合，学習者 ABC が「2 つの缶の穴からの空気とジュースの出入り」について発言を繰り返しているため，黒いセルとした。一方，発言番号 18 は学習者 M による「あ，そうか！」という連続性の不明な発言であったため，「グループ討論型」から除外した。

図 2 より，《空気と水》の討論では，「個人連鎖型」の割合が高いこと，「個人連鎖型」と「グループ討論型」両方の型が交互に生起していることが特徴として指摘できる。よって，教室における「建設的相互作用」は，「個人連鎖型」の役割交代を基本として生起すると考えられる。同時に，教室における「建設的相互作用」において「グループ討論型」の生起が一定の役割を果たしていることが推察される。

また，図 2 には A から U までのアルファベットが全て表れていることから，全員の学習者が一度は「話し手」になっていることがわかる。ただし，各学習者の発言回数には大きな差がある。発言数は，もっとも多い A で 44，もっとも少ない U で 1 である。全ての学習者が個人として両方の役

割に従事しているものの，どちらの役割にどれだけ従事したかは各学習者によって異なっている。

さらに，各〔問題〕における 2 つの型の生じる割合に注目すると，4 割以上の割合で「グループ討論型」の役割交代が生じているのは〔問題 1〕，〔問題 8〕である。図 1 と対照すると，「グループ討論型」が多く生起した〔問題 8〕の直前の〔問題 7〕で正答率が急落し 0%になったことが指摘できる。すなわち，授業の最初や正解率の急落といった認知的不調和が喚起される状況において生起する活発な「理解活動」[9]が，「グループ討論型」の対話構造であることが推察される。

このことを確かめる 1 つの手段として，各〔問題〕の討論における全発言数と「自然は真空を嫌う」という原理に即して空気と水の動きについての抽象的な説明を行った発言(前述のレベル 3)の数を図 3 に示す。

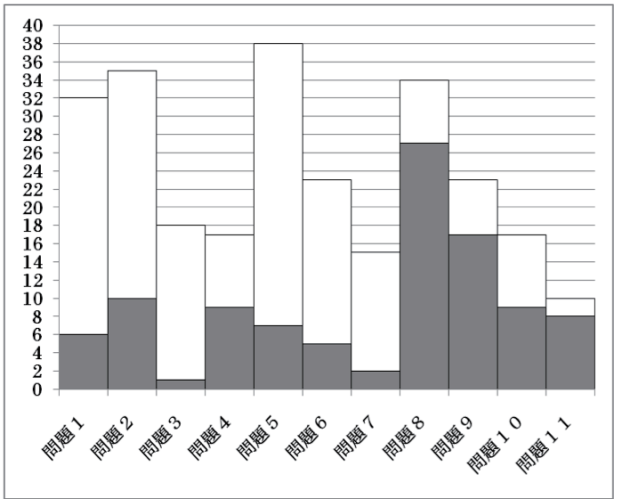


図 3　各〔問題〕の討論における発言数(グレーは，「自然は真空を嫌う」という原理に即して空気と水の動きについての抽象的な説明を行う発言)

図 3 から，〔問題 1〕と〔問題 8〕の両方において討論の全発言数が多いこと，また，〔問題 8〕の討論では，「自然は真空を嫌う」という原理に即して空気と水の動きについての抽象的な説明を行う発言が急激に増加していることが指摘できる。さらに〔問題 8〕以降，抽象的な説明を行う発言の割合が一貫して高くなっていることがわかる[2]。

4.2　〔問題 8〕における「グループ討論型」の対話と概念変化

〔問題 8〕は「穴を 2 つあけた空き缶を逆さまにするとジュースは出てくるか」を問うものである。《空気と水》の問題構成(表 1)では，上述のように〔問題 7〕から問題の性格が大きく変化している。缶をかたむけるという場面設定では，まず，それまでのコップ，スポイト，ストローを使った問題に比べて空気と水の出入りを視覚や触覚に基づいてイメージすることが難しくなる。更に，「空気がある」(1, 2)あるいは「空気を出した」(3, 4, 5, 6)ことがわかっている状況で水の動きを予想することから，空気が出るか出ないかをもイメージした上で対応する水の動きを予想する必要がある。

図 1，図 3 より，「穴を 1 つだけあけた空き缶を逆さまにするとジュースが出るか」を問う〔問題 7〕では，「ジュースは出ない」という正しい予想をした児童は 1 人もおらず，討論での発言数も少ない。これは，このような問題の性格の変化を受け，児童がこれまでの授業から得た知識を使って予想をたてることが難しくなることと同時に，「穴の開いた入れ物をかたむければ中身が出てくる」という日常経験に根拠を求めた場合でも正しい予想を選べないためと考えられる。

〔問題 8〕は，〔問題 7〕と同様に「缶をかたむける」という場面設定で，穴の数だけが変わっている。児童の予想は「ジュースは出ない」が 13 名，「ぽとぽと出てくる」が 8 名であった。討論の前半では「個人連鎖型」の役割交代が生起し(図 2)，児童は順に自分の予想の根拠を述べた。発言のレベルは，「自然は真空を嫌う」という原理に即して空気と水の動きについての抽象的な説明を行う発言(i.e.「1 つの穴から空気が入って，もう 1 つの穴からジュースが出るかなと思って」(発言番号 6))と，過去の問題の実験結果を参照する発言(i.e.「〔問題 7〕ではジュースは出なかったから、2 つあけてもいっしょじゃないかなと思って」(発

[2] 〔問題 1〕～〔問題 7〕では 22.6%，〔問題 8〕～〔問題 11〕では 72.6%。

言番号 7))がバラバラに行われ，論点の共有は起こっていなかった。

しかしこの後の発話内容を詳細に分析すると、この課題の回答についての議論を通して児童が各自，概念変化と呼べる原理の獲得を示唆する発言ができるようになっていることがわかる。

まず発言番号 11 以降の「グループ討論型」の対話では，ほとんどの発言が，「自然は真空を嫌う」という原理に即して空気と水の動きについての抽象的な説明を行う発言となる。また，参加する少数の児童の間で論点の共有が起こっている。

この実態をより詳細に検討するために〔問題 8〕における「グループ討論型」の対話の実際の展開を以下に示す(表 3)。ここではそれぞれ参加者の異なる「グループ討論型」の対話が 2 つ続いて生起しているので，A・E・B によって行われた前半の対話を「第 1 フェーズ」，C・B・A によって行われた後半の対話を「第 2 フェーズ」とする。

表 3　〔問題 8〕における「グループ討論型」の対話

第 1 フェーズ

11	A	今回は下に2つ(穴が)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いってるから，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。ちょうど缶の底でわかれている。
12	E	さっきBさんが「一方から空気が入る」って言ったんだけど，穴があいているんだから，どっちも入るんじゃないの？どっちもから入れば，水は出れない。
13	B	もし両方から入っても，空気は透けて上に入れます。
14	A	あ，そうだ。空気は泡になって上に出て行くんだ。
15	E	でも一方から入るとはかぎらんよ。
16	B	ぼくはここでも，ここでも，両方でもいい。空気が入ればジュースが出る。どこから出るかわからんけど。

第 2 フェーズ

17	C	ジュースが満杯で，空気があったら水とかジュースは入り込めないし，ジュースがあれば空気は入れなくて，空気は入ろうとしても，ジュースでふたされると思います。
18	M	あー，そうかー。
19	B	人の話，聞いてなかったな。だから，ジュースがいっぱいでも空気はそこを通りぬけて上に行って，上の空気の力で下から出ると言いました。
20	A	でも入る場所はないよ！ダイキさんが言ったみたいに缶の中はジュースがまんぱいだよ。
21	C	ジュースがあれば空気は無理やり入り込めないんだよ。なぜジュースがあって空気が入り込めるんですか？
22	B	ふつうの缶は上に少しスペースがあいています。
23	C	ふつうのびんとかのジュースなら確かにちょっとあいてるけど，こういうのは満杯まで入ってる。
24	A	うん，ふつうのジュースはプルトップをあけると確かに満杯まで入っているよ。
25	B	ほんの少しのスペースがあればいいのです。
26	C	ジュースは満杯なので，絶対！空気が入り込むことはありません！

表 3 の第 1 フェーズでは，「2 つ穴を開けた空き缶をさかさまにしてもジュースは出ない」と予想した A と E，「ジュースはぽとぽと出てくる」と予想をした B が討論を行っている。A・E・B は，「目に見えない空気の動き」という授業の主題に焦点をあて，「空気と水の出入り」という論点を共有して対話を進めている。

続いて第 2 フェーズでは A・B に加え，第 1 フェーズで「聞き手」であった C（予想は「出ない」）が，E と交代で議論に参加する。論点はより絞られ，「空気が入り込むとしたら，どこにどのように入り込むか，そしてジュースをどう出すか」をより詳細に，動的にイメージしている。第 2 フェーズでは，「空気が入ればジュースが出る」ことを前提として議論が進んでいるところから，議論の参加者は，「自然は真空を嫌う」という原理を正しく理解し，それに基づいて目に見えない空気の動きと対応する水の動きについて自分なりの説明を作っているとみなせる。

また，第 2 フェーズで C と代わってモニターとなった E は第 2 フェーズの議論が収束したのち，発言番号 30 において「水は空気のあるところへは入れないんだから，出ないんじゃないかなと思います」という発言を行い，「穴の外の空気が水の動きを妨げてしまう」という自分自身の理解を整理している。

さらに，興味深いのは，「グループ討論型」の議論に参加しなかった学習者にも，理解深化が起こっていることがうかがわれる点である。〔問題 8〕の実験後のコメントにおいて，討論中に発言のなかった学習者 G は次のような記述を行っている。

表 4　〔問題 8〕における「聞き手」の授業後コメントの例（記述は原文ママ）

今日，２つ穴をあけたら，かた方からしかジュースは出なかったよ。じゃあ，ジュースが出なかったあなは，どうなっていたんだろう？わたしは，ジュースが出てないあなからは，たぶん空気が入っていたんだと思うよ。

G のコメントでは，片方の穴からジュースが出るという実験結果を，「ジュースが出てない穴から空気が入り込んでいる」という目に見えない空気

の動きと結び付けて説明しているところから,「聞き手」グループにおいても,「グループ討論型」の論点が共有されていたことがうかがわれる。

また「聞き手」グループの理解深化を示すもう1つの事実としては,〔問題 8〕から〔問題 10〕で,それまで発言やノートへの記載など観察できる形では主題についての抽象的な理解を獲得できていなかった 8 人の学習者が相次いでレベル 3 の言語化を行ったことも指摘できる(図 1)。8 人は全員が「聞き手」グループの生徒である。

以上から〔問題 8〕の「グループ討論型」の対話においては,1 人の発言者が話し手としての役割を果たすだけでなく,少数の学習者が「話し手グループ」としての機能を果たし,グループ間でも建設的相互作用が生じることによって,「聞き手グループ」の学習者を含む,個々の学習者の概念変化が効果的に促進された可能性がある。

4. 今後の課題

今後,個々の学習者の発言内容をより詳細に分析することによって,1 人ひとりの学習者の概念変化の過程を詳細に明らかにする。具体的には,「グループ討論型」の対話に頻繁に参加する発言数の多い児童,発言数の特に少ない児童,その中間の児童の間で,1 人ひとりの概念変化の過程を比較検討する予定である。また,同じ教材を用いた他の教室の実践の記録を分析することによって 2 つの型の生起パターンと児童の知識獲得の関係をさらに検討する。

参考文献

[1] Chi, M. T. H., (2009).,"Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities." *Topics in Cognitive Science* 1(2009), 73-105.

[2]Barron, B.,(2003), "When Smart Groups Fail. *The Journal of the learning sciences*.12(3), pp.307-359.

[3] Roseman, J. E. & Linn, M. C. & Koppal, M. (2008). "Characterizing Curriculum Coherence", Kali, Y., Linn, M.C. &Roseman, J.E.(Eds.), *Desgining Coherent Science Education,* 13-36. Teachers College Press

[4] 板倉聖宣, (1974), "仮説実験授業の骨組み",『仮説実験授業 授業書〈ばねと力〉によるその具体化』, 仮説社

[5] 仮説実験授業研究会,(1970),授業書《空気と水》初版.

[6] Miyake, N. (2008). "Conceptual change through collaboration." S. Vosniadou, (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change.* 453-478. New York: Routledge.

[7] Miyake, N. (1986)."Constructive interaction and the iterative process of understanding." *Cognitive Science, 10(2),* 151-177.

[8] Shirouzu, H. & Miyake, N.,& Masukawa, H. (2002). "Cognitively active externalization for situated reflection." *Cognitive Science*, 26, 469-501.

[9] 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*. 331-348. APA

[10] 渡辺慶二, (1968), "討論ぎらいのクラスを改革する",『子どもの変革と仮説実験授業』, 明治図書.

人間の営みのホメオスタシスモデルを構成する

Creating Homeostasis Model of Human Activities to Process Information and to Control Environment

福　永　征　夫　　アブダクション研究会

Masao FUKUNAGA　　Abduction Research Institute

Abstract : Fundamental characteristics of homeostasis found in natural systems including human brain is dynamic circulation and fusion between local area and global area of the system . Creating Homeostasis Model of Human Activities to Process Information and to Control Environment, the author argues that the rule of homeostasis generates informational self-organization , and that it is possible and important to realize human activities upon high-dimen sionally continuous knowledge which do not conflict with each other, in order to solve many difficult problems of the Earth .

１．「人間の営みのホメオスタシスモデル」を構成する

自然の系におけるホメオスタシス＜恒常性＞の本質は、系の部分と全体の間の循環と融合である．この論稿は，自然や人間の脳に具わるホメオスタシスの機序のモデルを創案しながら，ホメオスタシスの規律が，人間の脳を含む自然のシステムに情報の自己組織化を生むことを論じると共に，人間の生存の営みを，より高次の領域的な知識に則した互いに矛盾がなく連続性のあるものとして実現することの可能性と重要性について取り扱う．

２．地球規模の難題への対処が喫緊の課題である

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

３．人間の営みに相補性を実現せずしては地球規模の難題に対処できない

筆者は1980 年代の初頭に環境問題･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的な相補性（complementarity）を実現しなければ，人間は自然の系の本質を理解できないばかりか，自然の環境の中で生存を続けられないという自覚を得，その必然性を認識するに至った．

４．相補性は，２つの異なる座標系で，同一の出来事を一度に見る状況を記述する

W・ハイゼンベルク（HEISENBERG）は，その著書「部分と全体」の中で，相補性の概念について述べている．『相補性という概念は，２つの異なった座標系を通して，同一の出来事を一度に見ることができるような状況を記述することを目的としている．この２つの座標系はお互いを排除し合うものであるが，しかもまた，お互いを補い合うものでもあって，この２つの矛盾する座標系の両立があって初めて，現象の現われに対する完全な見方が可能となるのである．』

５．数学的なラティスの構造を表わす「ラティスの構造モデル」を創案する

筆者は，理論と方策を求めて学術の諸領域の知見を横断的に研鑽することを試み，1996 年には，Ｘ・Ｙ・Ｘ∧Ｙ・Ｘ∨Ｙから成る数学的なラティスの構造を４式で表わす「ラティスの構造モデル」の端緒を開き，2003 年にこれを完結した．「ラティスの構造モデル」は自然の系の相補的な作用の基本単位を表わすモデルとして考え出されたもので，これを人間の情報の処理と環境の制御の営みに適用して，構成したのが「人間の営みのホメオスタシスモデル」である．

６．この部分の最適化と，あの部分を含めた全体の

最適化を，矛盾なく達成する

人間が自然の環境の中で生存を続けるためには，特定の領域的な知識に基づいて，人間や自己などの＜この部分＞を最適化することと，より広域的な知識に基づいて，自然のシステムや他者などの＜あの部分＞を含めた，＜全体＞を最適化することを，矛盾なく融合して達成し，より高次の領域的な知識を創造して，自然や生存環境への負荷を軽減することが必要不可欠だと考えられる．

７．人間の生存の営みを，より高次の領域的な知識に則した互いに矛盾がなく連続性のあるものとして実現する

地球規模の深刻な問題群に有効に対処するためには，人間が省資源・省エネルギーの実を挙げて，地球のシステムや生態系の変調が回復されなければならず，人間がその活動を，多様で異なる領域的な知識による多様で異なる省資源・省エネルギーの営みとして展開するだけではなく，それらの営みの間に共通する広域的な知識を発見し，より高次の領域的な知識を創造して実践に移し，人間の生存の営みを，より高次の領域的な知識に則した互いに矛盾がなく連続性のあるものとして実現しなければならない．

８．知識を貫く過程と知識を連ねる過程を循環させて，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できないので，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を説明できそうな，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できる．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，貫く過程と連ねる過程を更に循環させ，自然の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．

９．「ラティスの構造モデル」は，自然の系の相補的な作用の基本単位を表わす

「ラティスの構造モデル」は，自然の系の作用を，部分域の間の「引き込み合い」というポジティブ・フィードバックの作用と，「斥け合い」というポジティブ・フィードバックの作用との相補性の間で，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すもので，自然の，系の部分と系の全体の融合を表現している．自然のシステムにおけるホメオスタシス＜恒常性＞の本質は，系の部分と系の全体との間の循環と融合であり，「ラティスの構造モデル」が表わすところのものと同一である．

10．ホメオスタシスの規律が人間の情報の処理と環境の制御の基盤を形成している

自然のシステムでは，ホメオスタシス＜恒常性＞の規律に基づき，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に調節され，このシステムの場のダイナミズムを通して，情報の自己組織化がダイナミックに達成される．人間の脳という認知と行動のシステムにおいても，また，しかりであって，ホメオスタシス＜恒常性＞の規律が，知識を貫く過程と知識を連ねる過程の相補的な作用を通して，認知と行動の場に，知識の重層的なネットワークの構造を生み出し，人間が行う情報の処理と環境の制御という営みの基盤を形成している．

11．ホメオスタシスの原理が自然のシステムを規律する

宇宙のシステムを全体として捉えるならば，非平衡化と平衡化の狭間で，ある宇宙定数に向かって，バランスが成立し，宇宙のシステムは，エントロピー（entropy）の増加速度が最も小さい経路を辿って進化し続けているものと考えられる．生命のシステムについても，同様に考えられる．部分域と部分域の相互作用は，平衡化をもたらすところの，正の共振と，非平衡化をもたらすところの，負の共振から成り立ち，正の共振は，互いを促進し，負の共振は，互いを抑制して，エントロピーの増加速度が最も小さいエネルギーのレベルに落ち着くことになる．これが，ホメオスタシスと呼ばれている状態である．

12．自然の系のホメオスタシスを表わす『ラティスの構造モデル』を構築する

（1）脳を含む自然のシステムにおける二つの部分域を 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， $\ell P_2=1$，$1>\ell P_1>0$ ，とする．

そうすると，自然のシステムのホメオスタシス＜恒常性＞を表わす 『ラティスの構造モデル』 は，次のように表現することができる．

（2）P_2 と P_1 の間の引き込み合う関係は，

$\ell P_2/\ell P_1>(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_1$ ・・・・・[式1]

で，表わすことができる．

その解は， $\ell P_1<(\sqrt{5}-1)/2$ となる．

（3）引き込み合う関係とは， P_2 と P_1 の間のポジティブ・フィードバックによって生じる，引き込み合う相互作用のことである．

（4）P_2 と P_1 の間の斥け合う関係は，

$\ell P_2/\ell P_1<(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_1$・・・・・[式2]

で，表わすことができる．

その解は， $\ell P_1>(\sqrt{5}-1)/2$ となる．

（5）斥け合う関係とは， P_2 と P_1 の間のポジティブ・フィードバックによって生じる，斥け合う相互作用のことである．

（6）P_2 と P_1 の間のトータルとしての中立的な融合（fusion）の関係である，ホメオスタシスの関係は，

$\ell P_2/\ell P_1=(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_1$・・・・・[式3]

で， 表わすことができる．

その解は， $\ell P_1=(\sqrt{5}-1)/2$ となる．

（7）トータルとしての中立的な融合の関係である，ホメオスタシスの関係とは，P_2 と P_1 の間に生じる「引き込み合いのポジティブ・フィードバック」と 「斥け合いのポジティブ・フィードバック」 の間に生じる，ネガティブ・フィードバックの相互作用のことである．

（8）［$(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq0.61803398$］ を**『融合準位』** ＦＬ ［FUSIONAL ENERGY LEVEL］ と名づける．

（9）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．

（10）ＦＬ と ＣＬ の間には，

（ＦＬ＋ＣＬ）（ＦＬ＋ＣＬ）＝ＦＬ ・・・[式4]

という関係が存在し，

$CL=\sqrt{\{(\sqrt{5}-1)/2\}}-(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq0.168117389$ となる．

13．ホメオスタシスの規律が，脳の認知と行動の場に，知識の重層的なネットワークの構造を生み出す

（1）上記のモデルの機序によって，脳の認知と行動の場の，次々に生ずる新しい知識の部分域が，以前に生じた知識の他の部分域と次々に結びつく過程を，知識を「私」に見立てて，比喩的に言うと，新しい「私」が，以前の私と結びつき，以前の「私」が，もっと以前の「私」と結びつき，そして，新しい「私」が，もっと以前の「私」と結びつくことを繰り返して，新しい「私」が，飛び石伝いに過去の私と結びつく，というのが知識の重層的なネットワークの作られる仕組みである **（式３・式４）**．

（2）次々に生ずる新しい「私」，以前の「私」，もっと以前の「私」の３つの部分域から成る知識のクラスター（cluster）が，次々に生ずる新しい「私」の層ごとに，小域的なクラスターから，中域的なクラスターへ広がり，更に，大域的なクラスターへと広がって，知識の重層的なネットワークの構造を生み出し，人間が行う情報の処理と環境の制御という営みの基盤を形成している．

（3）そして，同時に，個別の結びつきの様相が，

「同じ」（AND）として結びつくのか（式１），または「違い」（OR）として結びつくのか（式２），が決って行って，「同じ」（AND）×「同じ」（AND）×「同じ」（AND）のクラスター関係が実現すれば，個々の領域的な知識が，より広域的な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発現することになる.

（４）このプロセスの基本には，時間と空間の情報から成る知識のパターンが，現在の「私」から過去の「私」へフィードバックされ，そして未来の「私」へフィードフォワードされるという，自然のシステムと人間の情報処理に共通して特徴的な再帰性（recursiveness）が存在する.

現在の「私」から過去の「私」へのフィードバックは，知識を連ねる過程であり，未来の「私」へのフィードフォワードは知識を貫く過程であって，その相補性を稼動させているのは，ホメオスタシス＜恒常性＞の規律としての「ラティスの構造モデル」の機序である.

ホメオスタシス＜恒常性＞の規律が，認知と行動の場に，知識の重層的なネットワークの構造を生み出し，人間が行う情報の処理と環境の制御という営みの基盤を形成している，という記述の意味するところは以上である.

14．自然の系では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に調節される

自然のシステムでは，ホメオスタシス＜恒常性＞の規律に基づき，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に調節され，このダイナミズムを通して，情報の自己組織化がダイナミックに達成される.

『ラティスの構造のモデル』の機序が働く，人間の脳という認知と行動のシステムにおいても，また，しかりであって，『融合準位』ＦＬというエネルギー準位からの逸脱と，それへの回帰が，次のようにして逐一に調節される.

＜１＞繰り返して結びつく，同一の二つの部分域の（AND）関係の結合頻度と（OR）関係の結合頻度は対称性を示す方向に収斂する.

＜２＞連続して結びつく，三つの部分域では，各部分は他の部分と（AND）または（OR）の２通りの関係で繋がるので，結びついた三つの部分域は，２×２×２=８＜通り＞の相互関係を変遷しながら，８通りの等しい結合頻度に収斂する.

15．新たな領域的な知識が進化する仕組みを模擬する――広域的な知識の創発と新たな領域的な知識の形成は相互に依存し合っている――

（１）先に記述した，自然のシステムのホメオスタシス＜恒常性＞を表わす『ラティスの構造モデル』を適用して，脳の認知と行動の場がネットワークをつくり，広域的な知識という構造を創発するプロセスをシミュレートすることが出来る.

（２）このプロセスは，同時に，新たな領域的な知識が形成され，人間の知識が進化するプロセスのシミュレーションでもある.

（３）それは，新たな領域的な知識の，ある要素知識Ｆ に，別の要素知識が，新たに形成されて加わり，新機軸の広域的な知識の構造が創発されて，その新機軸の広域的な知識の構造が，更に，次の新たな要素知識を呼び込んで，更に，新たな新機軸の広域的な知識の構造を創発するという，相互的な作用のプロセスである.

○ **一層**：ＦにＧが「同じ」（AND）で繋がり，ＧにＨが「違い」（OR）で繋がる．［Ｆ・Ｇ－Ｇ・Ｈ］.

○ **二層**：ＨにＩが「同じ」（AND）で繋がり，ＧにＩが「違い」（OR）で繋がる．一層のネットワークに，Ｈ・ＩとＧ・Ｉが重層化し，［Ｆ・ＧＧ・Ｈ－Ｈ・Ｉ－Ｇ・Ｉ］になる.

○ **三層**：ＩにＪが「同じ」（AND）で繋がり，ＨにＪが「同じ」（AND）で繋がり，ＧにＪが「違い」（OR）で繋がる．ＪＩＨに構造ができる．二層のネットワークにＩ・ＪとＨ・ＪとＧ・Ｊが重層化し，［Ｆ・Ｇ－Ｇ・Ｈ－Ｈ・Ｉ－Ｇ・Ｉ－Ｉ・Ｊ－Ｈ・Ｊ－Ｇ・Ｊ］になる.

○ **四層**：ＪにＫが「同じ」（AND）で繋がり，ＩにＫが「同じ」（AND）で繋がり，ＨにＫが「同じ」（AND）で繋がり，ＧにＫが「違い」（OR）で繋がる．ＫＪＩとＫＩＨに構造ができる．三層のネットワークにＪ・ＫとＩ・ＫとＨ・ＫとＧ・

Kが重層化し，［F・G－G・H－H・I－G・I－I・J－H・J－G・J－J・K－I・K－H・K－G・K］になる.

・・・・・・・・・・・・　,

○ n層：・・・・・・・・・　.

16. 新たな環境への適応が新たな領域的な知識を進化させる

（1）人間の歴史の過去・現在・未来の繋がりとは，人間が様相を変えつつある生存環境を探って得た，新たな領域的な知識の視点から，過去に経験し学習した既存の領域的な知識を捉え直して，広域的な知識という，より抽象的で一般的な知識に組み換え，過去の知識を現在の適応のためにリフォームすると共に，その広域的な知識をベースにして，更に営みを効果的・効率的に変革するための，次なる新たな領域的な知識をまとめ上げ，現在と未来の生存をより一層確かなものにして来た，という知識の進化の歴史である.

（2）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，その要素知識をいう.

（3）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.

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.

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.

17. 脳の認知と行動の場に，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，ホメオスタシス＜恒常性＞の規律による営みを通じて，現在から未来に向けて，新たな領域的な知識の記憶を形成する.

（2）それは，＜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］・［事実・目的の空間の軸］・［評価（感情）の空間の軸］の3軸から成る，脳という認知と行動の場に配置し，生存に役立つように秩序化する過程である.

（3）三つの系各々において，情報の時間的な配位と，空間的な配位が接合して生じる，情報の起・承・転・結の繋がりに，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て，一つの総体としての新たな領域的な知識の記憶が形成され，蓄積される.

（4）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.

（5）認知と行動の場において，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と，転→結という時間的な情報を結び付けるのは，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.

（6）人間は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に，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，知識を進化させて行く.

（7）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＞の情報を担う.

（8）脳の部位で言うと，事実＜知＞の系は，大脳皮質の前頭前野より後ろの部分が主担する機能に当たる．価値＜情＞の系は，大脳の辺縁系が主担する機能に当たる．目的＜意＞の系は，大脳の前頭前野が主担する機能に当たる．

18．三つの系の情報が一つの総体としての新たな領域的な知識を紡ぎ出す

（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，外部の環境と，＜自我＞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）そして，不均衡を解消して均衡を回復するために，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）こうして形成された，新たな領域的な知識のアイデアが，試行と実行の後に，新たな領域的な知識にまとめ上げられて，新たな記憶として，脳という認知と行動の場に定着して行くことになる．

（4）＜自己の思考・自己の行動＞の方略のヴァリエーション（variation）がもつ，未来における現実性と可能性が想像され予期されて，評価され，選択されて，現在における実行に移される．

（5）人間の営みにおいて，三つの系の情報の記憶は，脳という認知と行動の場で，一対一に対応して布置され，連動し，相互に規定し合う．

（6）事実＜知＞の系・価値＜情＞の系・目的＜意＞の系の三つの系は，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，三つの系は，２×２×２=８＜通り＞の相互関係を変遷しながら，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， 相補的に調節されて，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，一つの解決の状態に達することになる．

19．広域的な知識は三つの系の情報のマルチモーダルな知識のクラスターである

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，もっと以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クラスターの結合関係の全てが，「AND」の関係で自己組織化されたときに生じるところの，事実＜知＞・価値＜情＞・目的＜意＞という三つの情報の系から成る，マルチモーダル（multimodal）な情報のクラスターをいう．

20．経験と学習を積み重ねて新たな領域的な知識を進化させる

（1）新たな領域的な知識の記憶と，既存の２つ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クラスターの結合関係の全てが，「AND」の関係で自己組織化されたときに生じる，広域的な知識のパターンは，無意識的な帰納の推論によって，３組の領域的な知識の記憶の意味の共通性が集約された抽象的なイメージまたは概念である．

（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，より新しい知識のネットワークほど，多くの既存の領域的な知識の蓄積に基づくので，より一般性と抽象性の高い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．

（3）その新機軸の広域的な知識が，未来における更に新たな経験と学習に遭遇する可能性を生み出し，近い未来に，更に新たな領域的な知識をまとめ上げることに繋がって行く．

（4）すなわち，人間は，そのような一般的で抽象的なイメージまたは概念を前提とした，意識的な演繹の推論によって，事実＜知＞・価値＜情＞・目的＜意＞の三つの系の各々に関する，時間的・空間的な情報の起・承・転・結の配位に，生存に意味のある，リスクとチャンスの，新たなストーリーを見出して，新たな領域的な知識にまとめ上げ，知識を進化させながら，営みの変革を図って行くことが出来るのである．

（5）帰納という知識を連ねる過程と，演繹という知識を貫く過程の相補的な相互作用によって，より一般性と抽象性の高い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が作り出され，その広域的な知識のパターンから，新たな領域的な知識がまとめ上げられる.

これらの作用の根底には，新たな領域的な知識の場から，既存の領域的な知識を見つめると共に，既存の領域的な知識の場から，新たな領域的な知識を見つめることによって，２つの方向の広域的な知識が形成され，両方が相互に還流されて，方向に違いによって変らない，より高度の新たな領域的な知識が作り出されるプロセスが存在するが，これは，アブダクションという高次の知識の融合過程と共通するところのプロセスである.

21．三つの系の領域的な知識が高度化を遂げて発展する

（1）新たな領域的な知識が長期に継続的にまとめ上げられて，認知と行動の場に多様な知識の重層的なネットワークが豊富に蓄積されると，領域的な知識として蓄積された事実＜知＞の情報は，広域化を経て，＜事物・事象＞に関するより高度な領域的な知識，すなわち，環境世界に関するより高度な理解の基準として発展して行き，主体の理解の能力が，＜事物・事象＞を短期的・小域的に理解する能力から，中期的・中域的に理解する能力へ，更には，長期的・大域的に理解する能力へと発展を遂げて行く.

（2）領域的な知識として蓄積された＜事物・事象＞や＜自己の思考・自己の行動＞に対する価値＜情＞の情報は，広域化を経て，＜自己＞が保有する，より高度の領域的な知識，すなわち，＜自己＞が保有する，より高度の価値づけの基準として発展していき，主体の価値観が，生理的・物質的な価値観から，社会的・技術的な価値観へ，更には，精神的・文化的な価値観へと発展を遂げて行く.

（3）領域的な知識として蓄積された目的＜意＞の情報は，広域化を経て，＜自己の思考・自己の行動＞に関する，より高度の領域的な知識，すなわち，＜自我＞による，＜事物・事象＞や，評価（感情）という＜自己＞に対する，より高度の働きかけの基準として発展して行き，自己や人間，などの＜この部分＞を最適化することと，他者や環境などの＜あの部分＞をも含めた＜全体＞を最適化することを矛盾なく達成しようとするところの主体の目的行動が，短期的・小域的な目的行動から，中期的・中域的な目的行動へ，更には，長期的・大域的な目的行動へと発展を遂げて行く.

22．アブダクションという，高次の知識が創造される，離隔した知識の間の融合過程を定義する

三つの系の領域的な知識が高度化を遂げて発展するに従い，アブダクションの推論を実現出来る蓋然性が整えられることになる．アブダクションとは，既存の領域的な知識では説明できない不可思議な事物・事象に当面する一方で，別の事物・事象との遭遇をトリガー（trigger）として，離隔した知識空間の新たな領域的な知識を探索して積み重ね，既存の領域的な知識との間に二つの方向の広域的な知識を発見し，その相互還流により，高次の領域的な知識を創造することによって，不可思議な事物・事象を説明可能なものにするところの蓋然的な推論である.

それは，不可思議な事物・事象とは異なる別の事物・事象を媒介者として，新たな広域的な知識を発見すると共に，その広域的な知識という帰納的なパターンの表象を高次の領域的な知識という演繹的なシンボルの表象に展開して，新たな認知と行動の基準を確立しようとする，人間の環境の変化に対する新しい創造的な適応の行為である.

23．高次の領域的な知識を創造する蓋然的なプロセスを３軸認知場のモデルで表現する

高次の領域的な知識を創造する蓋然的なプロセスを３軸認知場のモデルで表現すると次のようになる.

①「起」・＜現実性＞の視点から，ある系の課題や問題を対象に，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．→②「承」・系の＜この部分＞は捉えることが出来るが，系の＜あの部分＞を含めた系の＜全体＞では，説明のつかない帰結Ｘを生じ，知識Ａからは対象を説明できる帰結を導けない．⇔③「転」・＜可能性＞の視点に視座を転換して，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て，Ｂ⇒ＡおよびＡ⇒Ｂの２方向の広域的な知識を発見する．→④「結」・２方向の広域的な知識を相互に還流することを繰り返す．そうすると，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高まる．

24．高次の領域的な知識の重層的なネットワーク構造で省資源・省エネルギーの営みを実践する

（１）地球規模の深刻な問題群に有効に対処するためには，人間が省資源・省エネルギーの実を挙げて，地球のシステムや生態系の変調が回復されなければならず，人間がその生存の営みを，より高次の領域的な知識に則した互いに矛盾がなく連続性のあるものとして実現しなければならない．

省資源・省エネルギーの実を挙げるためには，全ての生産・消費・廃棄の営みが，次の条件の全てに該当する省資源・省エネルギーの営みとして遂行されなければならない．そして、各条件を満たす省資源・省エネルギーの営みのいずれの２つをとっても矛盾なく両立するような広域的な知識を発見し,より高次の領域的な知識を築いて行かなければならない．

（A）常に新レベルの有意で高性能な財・サービス・知的システムを新たに開発して資源やエネルギーおよび情報の活用効果と利用効率を限りなく高める．

（B）部材の機能の傾斜複合化，財・サービス・知的システムの有意な複合化を図って資源やエネルギーおよび情報の活用効果と利用効率の向上を追求する．

（C）内外の要因に基づくシステムの変動に対し，新たな自己組織化によって自律対処のできる，誤作動や故障のない安定品質・長寿命の財・サービス・知的システムを生産し消費する．

（D）新レベルの高性能パーツとの交換で当初の性能を上回る若返り修理が可能な財・サービス・知的システムを生産し消費する．

（E）廃物を燃料としてではなく再利用の可能なパーツや素材として，また,残留熱量を再利用の可能なエネルギー源として，完全に回収し消尽的な循環利用が出来るように財・サービス・知的システムを生産し消費する．

（F）特定の種類の資源やエネルギーおよび情報の大量使用を抑制し解消するため常に代替の資源やエネルギーおよび情報を開発し実用化する．

（G）高物質・高エネルギー社会の生産・消費・廃棄における摩擦，抵抗，接合や表面の劣化，資源・エネルギー・情報の未利用排出，排気ガス，騒音，振動，粉塵，過剰照明，によるムリ・ムラ・ムダの検出と排除の徹底を期して改善と是正を図る．

（H）環境に修復困難な影響を与えないように財・サービス・知的システムを生産・消費・廃棄し，損耗を生じた場合は直ちに修復し保全を図る．

（Ｉ）大気・土壌・海水・河川水・湖沼水・地下水の短期・小域かつ長期・大域の成分分析を通じて人の生産・消費・廃棄の営みと地球のシステムや生態系の変調との因果をサベイランスし原状回復のための暫定・恒久策の徹底を期する．

（J）人体構成成分の短期・小域かつ長期・大域の成分分析を通じて，地球のシステムや生態系の変調と人体のシステムの変調との因果，および衣・食・住・その他の生産・消費・廃棄の営みと人体のシステムの変調との因果をサベイランスし原状回復のための暫定・恒久策の徹底を期する．

（２）省資源・省エネルギーのために，ある具体的な行為を試みるとき，それが多くの異なる側面を持つことが分かる．多くの異なる側面で省資源・省エネルギーの条件を満たすためには，それらの側面が互いに他を規定し他から規定される融合的な関係を，全てのリンクにおいて矛盾なく成立させなければならない．

それは，次の手順で，高次の領域的な知識の重層的な玉ねぎ構造のネットワークを構築することを意味する．

○一層：（A）を満たす知識を同定する．

○二層：（B）を満たす知識を同定する．［（B）×（A）］の高次の知識を同定する．

○三層：（C）を満たす知識を同定する．［（C）

×（B）］および［（C）×（A）］の高次の知識を同定する.

○四層：（D）を満たす知識を同定する.［（D）×（C）］および［（D）×（B）］および［（D）×（A）］の高次の知識を同定する.

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・，（略）

○十層：（J）を満たす知識を同定する.［（J）×（I）］および［（J）×（H）］および［（J）G]］および［（J）×（F）］および［（J）×（E）］および［（J）×（D）］および［（J）×（C）］および［（J）×（B）］および［（J）×（A）］の高次の知識を同定する.

25. 営みの多様な側面の多元的な情報空間に生きて変動の制御能力を高めなければならない

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，ある特定の課題や問題に対しても，高次の領域的な知識の重層的な構造を創造し，営みの多様な側面の多様な要因が，直接的あるいは間接的に，互いに他を規定し他から規定される融合的な関係を，点から線に，線から面に，面から体に至る，全てのリンクにおいて矛盾なく成立させる，多元的な情報空間に生きて，環境の変動を受け取る多元的な柔軟性と変動に対する多元的な制御の能力を高め，営みのロバストネスを強化し充実させなければならない.

26. 多元的な営みのための創造的な思考と行動のホメオスタシスモデルを構築する

（1）このモデルは，＜1＞現実性の視点に立脚した営みと，＜2＞可能性の視点に立脚した営みの相互作用から，知の広域化・高次化が蓋然的に実現することを目指すためのモデルである.

（2）現実性の視点の「フレーム」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，過去にないような新たな課題や問題であれば，終には，異型な事物・事象や異型な観念を見出すに至ることとなる.

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，現実性の視点の「フレーム」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た，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，可能性の視点の「フレーム」に視座を相補的に転換する．先の＜異型な事物・事象や異型な観念＞を説明出来て，しかも，（2）の既存の領域的な知識Aとの同型性をも確保出来そうな，新たな領域的な知識を，構成論的に探索して蓄積するという，思考と行動の営みが，粘り強く繰り返して，追求されることになる．以上が可能性の視点の「フレーム」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，ラティスの構造として融合し，方向の違いによって変らない，より普遍的で，新たな，高次の領域的な知識が構成論的に創造される蓋然性がある.

（6）多元的な営みのための創造的な思考と行動のホメオスタシスモデルは，人間の思考と行動の営みを次の四つの側面から捉える.

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

四つの側面の各々は三対の，現実性の視点の「フレーム」と可能性の視点の「フレーム」の相補的な組み合わせから成り立つ．四つの側面が体の情報

空間を形成し，三対の「フレーム」が面，二対の「フレーム」が線，一対の「フレーム」が点，の情報空間を形成する.

（7）＝アクション＝の側面の「フレーム」

＜1＞ ＜重負担からの脱却と生存の効率化を図る＞

［現実性］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

［可能性］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

＜2＞ ＜トータルなコントロールを働きかけ受け入れる＞

［現実性］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

［可能性］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

＜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＞

［現実性］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

［可能性］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

（8）＝経験と学習＝の側面の「フレーム」

＜1＞ ＜事業分野の拡大と深化を図る＞

［現実性］事業分野の深さを追求する

［可能性］事業分野の広がりを追求する

＜2＞ ＜機能分野の拡大と深化を図る＞

［現実性］機能分野の深さを追求する

［可能性］機能分野の広がりを追求する

＜3＞ ＜知見分野の拡大と深化を図る＞

［現実性］知見分野の深さを追求する

［可能性］知見分野の広がりを追求する

（9）＝能力開発と人材育成＝の側面の「フレーム」

＜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＞

［現実性］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

［可能性］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

＜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＞

［現実性］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

［可能性］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

＜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＞

［現実性］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

［可能性］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

（10）＝整合的な適応＝の側面の「フレーム」

＜1＞ ＜人為を自然のルールに適合させる＞

［現実性］人為の自然のルールへの不適合度を下げる

［可能性］人為の自然のルールへの適合度を上げる

＜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＞

［現実性］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

［可能性］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

＜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＞

［現実性］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

［可能性］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

（11）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，多様で多重で複合的な「フレーム」から知識の広域化・高次化に挑み，それらの知識を，点から線に，線から面に，面から体に，結合させ，連続させて，多元的な情報空間の中で課題や問題の解決を図り，営みのロバストネスを強化し充実させなければならない.

［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**］**

速読に対するニーズ，イメージと批判的思考の関連
People's needs and image for speed reading training: Relation to critical thinking

森田 愛子，廣澤 篤紀
Aiko Morita, Atsunori Hirosawa

広島大学
Hiroshima University
amorita@hiroshima-u.ac.jp

Abstract
The purpose of the present study was to investigate the people's needs and image of a speed reading training. The needs research showed that people expect to read twice as fast as present. The research also showed that the distrust of a speed reading training disturbs people's motivation for training. In addition, the critical thinking was related the image of a speed reading. We should develop a speed reading training that corresponds to these needs.

Keywords — speed reading, needs, critical thinking

問題
現代社会においては，必要な情報を効率的に取り入れることが求められている。効率化のための有効な手段の 1 つが速読であるが，ニーズと現状との乖離もあると考えられる。乖離の 1 つとして，速読というものに対する不信感がある。松田 (2005) [1] によると，速読に対して過剰な期待あるいは不信感を抱く人が多い。もう 1 つの乖離として，どの程度の効果を期待するかなどのニーズと効果との間にギャップがある可能性がある。そこで本研究では，社会的ニーズに合致した速読トレーニングを開発するために，森田 (2010) [2] の調査を改定し，速読トレーニングに対するイメージおよび期待する効果を調べた。それらのイメージやニーズに影響する個人差要因の 1 つとして，批判的思考態度との関連を調べた。

方法
参加者　大学生 162 名。

調査内容　調査は，以下の 3 つから構成されていた。(a) 速読トレーニングに望む効果の調査。効果とコストが比例する場合に，どのくらいの効果を望むかを記述してもらった。(b) 速読に対するイメージ調査。速読に関するイメージ, ニーズ, 知識や経験を尋ねる 24 項目から成っていた (5 件法)。(c) 批判的思考態度尺度。平山・楠見 (2004) [3] の尺度を使用した (5 件法)。

結果
速読トレーニングに望む効果　最も望まれていた速読トレーニングは，読む速度の変化が 2 倍以下のトレーニングであった。参加者の 52%がその程度の効果を望んでいた。また, 2 倍より大きく，3 倍以下の効果を望んだ参加者が 26%いた。

速読のイメージ　速読に対するイメージ調査の 5 段階評定の結果に 1-5 点を割り当て，因子分析を行った (最尤法, プロマックス回転)。その結果，Table 1 のような 3 因子を得た。各因子に含まれた項目の平均値を算出したところ，有益性の平均得点が 4.3 であり，興味および不信感の平均得点はそれぞれ 2.8，2.9 であった (得点が高いほど因子名の傾向が強いことを表す)。

批判的思考態度尺度　批判的思考態度尺度の結果について因子分析を行った (最尤法，プロマックス回転)。Table 2 のような 4 因子を得た。平山・楠見 (2004) とは構成が異なっているところもあった。論理的思考の自覚因子や探究心因子は，平山・楠見とほぼ同一の項目から成っていたが，客観性因子のなかに“判断をくだす際は，できるだけ多くの事実や証拠を調べる”など，平山・楠見で“証拠の重視”因子に含まれていた 2 項目が加わった。また，平山・楠見で客観性因子に含まれていた “一つ二つの立場だけではなく，できるだけ多くの立場から考えようとする”などが独立した因子を構成したため，多面性因子と名づけた。

Table 1. 速読のイメージ調査の因子分析結果

	項目	F1	F2	F3
有益性				
23	文章を読むのが速いと，便利だと思う。	.89	-.15	-.07
21	文章を読むのが速いと，将来，役立つと思う。	.88	-.07	-.03
24	文章を読むのが速いと，仕事や勉強に役立つと思う。	.83	-.10	-.04
20	文章を，もっと速く読めたらいいのにと思ったことがある。	.70	.18	.06
8	速読ができれば，得られる情報量がもっと増えると思う。	.62	.13	.00
12	文章を，もっと速く読めるようになりたい。	.51	.27	.18
興味				
19	速読に興味がある。	.05	.91	.00
14	速読トレーニングの広告が気になることがある。	-.02	.77	.14
18	今後，速読トレーニングを受けようとは思わない。	.03	-.74	.17
16	速読トレーニングは，面白そうだと思う。	-.01	.65	-.11
不信感				
4	速読トレーニングは，非科学的な感じがする。	-.01	.15	.82
2	速読トレーニングは，効果がなさそうだと思う。	-.09	-.02	.76
6	速読トレーニングは，効果が科学的に証明されていると思う。	-.16	.10	-.68
1	速読トレーニングは，あやしげな感じがする。	-.09	-.20	.56
	因子間相関			
	F2	.46		
	F3	-.20	-.42	

Table 2. 批判的思考態度尺度の因子分析結果

項目	F1	F2	F3	F4
論理的思考の自覚				
31 公平な見方をするので，私は仲間から判断を任される。	.66	-.07	.08	-.13
32 誰もが納得できるような説明をすることができる。	.64	.02	.10	-.18
21 考えをまとめることが得意だ。	.61	.01	-.07	.18
27 建設的な提案をすることができる。	.58	.12	.20	-.15
26 物事を正確に考えることに自信がある。	.54	.05	.17	.05
30 何か複雑な問題を考えると，混乱してしまう。	-.48	.20	.32	-.15
28 物事を考えるとき，他の案について考える余裕がない。	-.43	-.08	.28	-.35
25 複雑な問題について順序立てて考えることが得意だ。	.40	-.08	.36	.29
探究心				
20 生涯にわたり新しいことを学びつづけたいと思う。	.06	.78	.06	-.11
19 新しいものにチャレンジするのが好きである。	.36	.67	-.16	-.14
13 自分とは異なった考えの人と議論するのは面白い。	-.12	.60	.00	.23
17 自分とは違う考え方の人に興味を持つ。	-.12	.58	.01	.18
12 さまざまな文化について学びたいと思う。	.06	.57	-.22	-.07
11 いろいろな考え方の人と接して多くのことを学びたい。	-.22	.51	.16	.13
客観性				
10 判断をくだす際は，できるだけ多くの事実や証拠を調べる。	-.14	-.05	.71	-.01
8 結論をくだす場合には，確たる証拠の有無にこだわる。	.07	.01	.64	-.20
33 道筋を立てて物事を考える。	.29	.00	.53	.10
7 注意深く物事を調べることができる。	.18	-.15	.44	.15
5 物事を決めるときには，客観的な態度を心がける。	.02	.09	.36	.29
多面性				
3 物事を見るときに自分の立場からしか見ない。	.02	.03	.09	-.88
1 一つ二つの立場だけではなく，できるだけ多くの立場から考.	-.07	.18	.18	.53
因子間相関				
F2	-.06			
F3	.28	.08		
F4	.27	.20	.32	

批判的思考態度と速読のイメージとの相関　速読の有益性因子の得点と，批判的思考態度の論理的思考への自覚因子の得点の間に，有意な負の相関がみられた (r = -.23)。また，速読の有益性因子と批判的思考態度の探究心因子との間には有意な正の相関がみられた (r = .21)。さらに，速読の不信感因子と批判的思考態度の客観性因子との間に有意な正の相関がみられた (r = .22)。

考察

速読トレーニングへの期待およびの速読のイメージ　まず，速読トレーニングに望む効果の結果から，読み速度が 2 倍または 3 倍程度になるトレーニングが, 最もニーズに合致すると考えられる。

速読のイメージについては，有益性を認識している人は多いといえる。ただし，必ずしも興味を感じているわけではない。不信感の平均得点が 5 段階評定で 2.9 であることから，不信感が非常に強いとも言い難いため, “有益ではあるが自分に必要ではない”と思っている人も多いのではないかと推測される。

速読のイメージと批判的思考態度との関連　探究心の強い人のほうが速読の有益性を感じているという結果は，探究心の強い人のほうが多くの情報収集を求める傾向があるためであると推測される。一方で，論理的思考の自覚が強い人のほうが速読の有益性を感じていなかった。論理的思考への自覚因子は正確さや順序立てた思考など，熟慮と関連のある項目から成っているため，この得点の高い人は，速読の有益性をあまり感じない傾向にあるのかもしれない。そして，速読に対する不信感因子については，森田 (2010) では有意な相関がみられなかったが，本研究では批判的思考態度の客観性因子との間に有意な正の相関がみられた。物事に対して客観的に，根拠のある判断をする傾向のある人は，速読に対して非科学的だといったイメージをより強く持っていることが推測される。全体的に不信感因子の得点は非常に高いとは言い難いものの，少なくとも客観的に物事を判断するような人に対しては，非科学的なイメージを除去した呈示をすることで，より興味を持たれる可能性がある。

参考文献

[1] 松田真澄 (2005). 速読らくらくエクササイズ 日本実業出版社

[2] 森田愛子 (2010). 速読に対するイメージおよびニーズ調査 日本認知心理学会第 8 回大会発表論文集, 115.

[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, **52**, 186-198.

円滑な会話を実現する多人数ビデオチャット環境の構築
Eye Contactable Multi-party Video Conferencing System

佐藤 良　坂本孝丈　兵藤幸与　石川智之　市川 淳　後藤知彦　竹内勇剛
R. Sato, T. Sakamoto, S. Hyodo, T. Ishikawa, J. Ichikawa, T. Goto and Y. Takeuchi

静岡大学情報学部 認知的コミュニケーション研究室
cognitive Communication, Faculty of Informatics, Shizuoka University
http://cog.cs.inf.shizuoka.ac.jp

1. はじめに

ビデオチャットは，直接会えない者同士が手軽に互いの顔・姿を映しながら語り合えるインターネットを利用したコミュニケーションアプリの1つである．近年は技術的進展に伴い1対1だけでなく，多人数間での会話環境も可能になってきている．ところが多人数会話（3人以上）になると，しばしば会話の円滑さが損なわれてしまう事態が生じる．

一般に3人以上での多人数会話を円滑に成り立たせるためには，次話者が誰になるかという選択が行なわれるのと合わせて，次話者として選択された者があるタイミングにおいて速やかに次話者としての順番の委譲を受けなくてはならない[1]．DuncanやKendonは，このような話者交替に伴う際に，視線や顔の向きが強く寄与している可能性を指摘しており，この考えは広く受け入れられている[2, 3]．このことから，円滑な多人数会話を実現するためには，会話参加者らの視線や顔の向きを参加者間で相互に参照し合える環境が要求されるはずである．

ところが一般的な多人数ビデオチャット環境では，会話参加者間で互いの姿を視覚的には参照し合えるのだが，話者が誰を次話者として選択して視線を向けているのか，あるいは誰が話者に対して次話者としての順番の委譲を要求しているのか，といった視線や顔の向きによる働き掛けを明確にするための配慮はなされていない．その結果，このようなビデオチャットを多人数で利用した場合，会話参加者間での発話開始時の重複が頻繁に生じるなど，話者交替が適切に行なわれず，会話の円滑さが妨げられるといった問題が顕在化してきている．

そこで本研究では，上述のような多人数ビデオチャット環境における視線による発話のアドレッシングや次話者のセレクト，次話者としての発話権の委譲要求が明示的に実行できないことによって妨げられる会話の円滑さを，新しいビデオチャット環境を提案することで改善することを目的とする．

具体的な取り組みとしては，会話参加者の視線動作を人物撮影用のカメラからの映像から解析し，会話参加者間で能動的なアイコンタクトを実現できる仕組みを従来の多人数ビデオチャット環境に実装する．このことによって，直接対面で行なわれる会話環境に近似したビデオチャット環境を実現することができ，複数の次発話者が発話冒頭に重複した発話を行なうなどの円滑な会話を妨げる原因をなくすことが期待される．さらに本研究で提案する多人数ビデオチャット環境は，特別な装置を必要とせずに利用できため，CMCにおける会話分析などのツールとして容易に利用することができる．

2. 自然な多人数ビデオチャット環境構築の試み

2.1 従来の多人数ビデオチャットの問題点

ビデオチャット(video conferencing)環境は，PCを端末として複数のユーザが互いの姿（主に顔部の映像）と音声を互いに送受信するマルチモーダルなCMC(Computer Mediated Communication)である．かつては会話を目的としたCMCは文字によるIRC(Internet Relay Chat)が中心であり，後にIM(Instant Messenger)が普及し，その過程でファイルの送受信をする機能や，文字だけでなく音声による通話を実現する機能や，カメラで撮影した映像を音声と共に送受信する機能（→ビデオチャット機能）へと発展してきた．ビデオチャットは映像を取り扱うため通信路の帯域を多く消費し，端末での映像の描画処理が高負荷であることから1対1の会話環境に限られていたが，近年の技術発展によって多人数での会話環境も容易に実現できるようになってきた．

多人数ビデオチャット環境では，3人以上の会話参加者が互いの顔映像をそれぞれの端末の画面上に表示させるが，多くの場合では図1のように，会話参加者の顔映像をタイル状に並べる画面構成となっている．しかしこのような画面構成では，自分を中心とした1対1の会話環境が自分以外の会話



図 1　多人数ビデオチャット環境の一例(1).

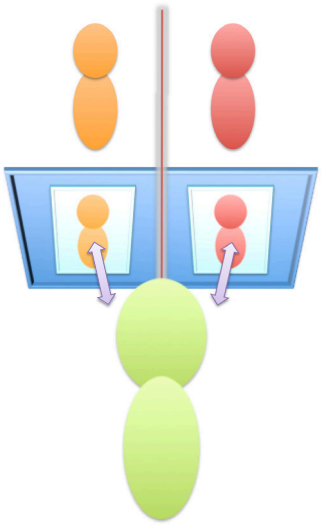


図 2　1対1の会話環境が2つ同時に並行しているようなインタフェース.



図 3　多人数ビデオチャット環境の一例(2).

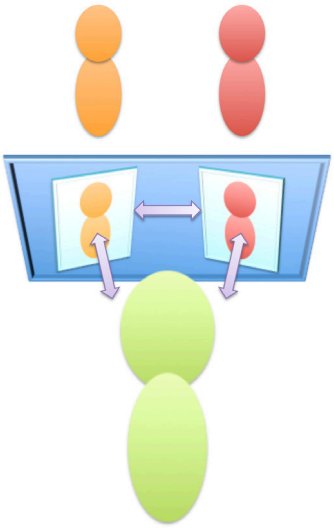


図 4　3人が円座になっているようなインタフェース.

参加者の人数分並列に提供されているような印象を与える（図2）.

一方，図3に示すような多人数ビデオチャット環境では，自分以外の会話参加者が円座になって互いの顔を参照しあっているようなインタフェースとなっている．このような映像の表示効果によって，会話参加者全員が1つの会話の場を共有しているような印象を各参加者に与えることができ，会話の活性化が期待される（図4）.

ビデオチャット環境は通常，PCに接続されたカメラで撮影された会話参加者の上半身映像（顔映像）が，他の参加者のディスプレイに表示される仕様になっている．カメラの多くはディスプレイ中央上部のフレーム内など，できる限り会話参加者がディスプレイを注視している際の顔を正面から撮影できる位置に設置される．そのため，各会話参加者のディスプレイ上には常に他の参加者が正面を向いた映像が表示されている状態で会話を行なう環境となっている．このような環境は，直接対面での会話場面では存在しえない．つまり一般的なビデオチャット環境では，会話参加者全員が互いに自分以外の参加者と正面を向き合っている状態となっているのである.

本稿冒頭でも述べたが，円滑な多人数会話を実現するためには，会話参加者らの視線や顔の向きを参加者間で相互に参照し合える環境が要求される．なぜならば，多人数での会話場面では，話者以外に複数の次話者候補者がいるため，次に挙げる項目が視線によって表現される可能性があるからである[4, 5].

(a) 話者が誰を次話者としてセレクトするのか.
(b) 次話者としてアドレスされた者が次話者となることを受け入れるか.
(c) 次話者としてセレクトされることを要求しているか.
(d) 誰を次話者とすべきか.

しかし従来のビデオチャット環境では，話者やそれ以外の会話参加者の視線が，誰から誰へと向けられているかは適切に再現されない．したがって，上記のような視線によって表現される話者交替に関わるインタラクションは，従来のビデオチャット環境では成り立たない．その結果，(a)のような

場合には次話者を言語的に呼んだり，(c)のような場合には挙手をしたりすることで，視線以外のモダリティを用いた円滑な話者交替を試るほか有効な手段はない．

2.2 円滑な多人数ビデオチャットを実現するための先行研究

2.1節で述べたような視線による円滑な話者交替のためのインタラクションを，多人数で利用するビデオチャットシステムで実現するために，SellenらはHydra Unitと呼ぶ小型ディスプレイとカメラ，スピーカ，マイクを内蔵した装置を，自分以外の会話参加者の身体に見立ててテーブル上での多人数会話を試みた（図5）．この装置は，各参加者が個別に身体化されているため，ある装置に対する注視は，その装置に割り当てられている参加者への視線となり，直接対面した状況と近似した相互にアイコンタクトを可能にした会話環境を構築することができるとされている[6]．

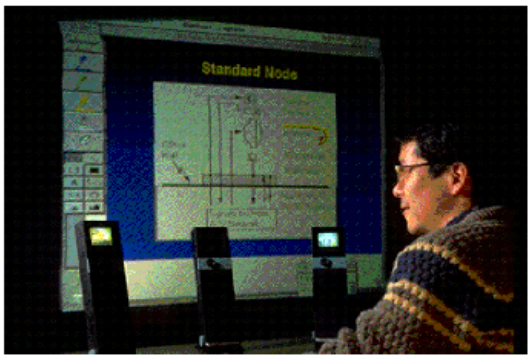


図 5　Hydra Unitによる多人数会話環境．

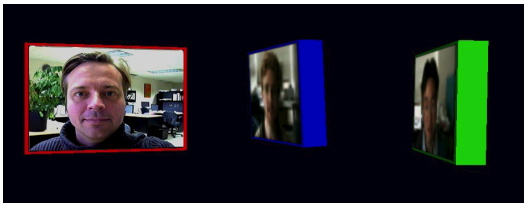


図 6　Gaze-2による多人数会話環境．

またVertegaalらは，ハーフミラーを用いてハーフミラーの背後（会話参加者からは見えない）にカメラを複数台設置し，その各カメラとその会話参加者とを結ぶ線上のハーフミラー上に自分以外の会話参加者の映像を鏡面反射によって投影する装置によって，多人数でのビデオチャット環境におけるアイコンタクトの実現を試みた[7]．この装置はGaze-2と呼ばれ，各会話参加者は図6に示すように，自分が視線を向けている会話参加者の映像



図 7　複合現実感技術を用いた多人数会話環境．

が正面を向くようにし，それ以外の会話参加者の映像は斜面像とすることで，誰が誰とアイコンタクトをしているかを明示的に表示させることができる[7]．

またこれに類似した多人数での共同作業環境として，OkadaらのMAJICなどがある[8]．さらに井上は，HMDによる複合現実感技術を用いることで複数の会話参加者を仮想的に1つのテーブルを囲んで会話しているかのような環境を，直接対面での多人数会話を行なっているかのような装置を通して，視線が会話の円滑な進行にどのような効果を与えているかを報告している（図7）[9, 10]．

2.3 提案する多人数ビデオチャット環境

2.2節で挙げたような，すでに開発された会話参加者間のアイコンタクトを可能とした多人数ビデオチャット環境は，*Skype*や*iChatAV*のように一般に広く普及しているような市販されているUSBカメラをPCに接続し，プログラムを起動するだけの手軽さはない．

そこで筆者らは，より簡便に市販されている安価な機器と一般的なPCを使って，多人数の会話参加者が互いにアイコンタクトをすることができるビデオチャット環境の構築を試みる．

提案システムでは，図8に示すように，各会話参加者が仮想的に円形のテーブルを囲むような位置

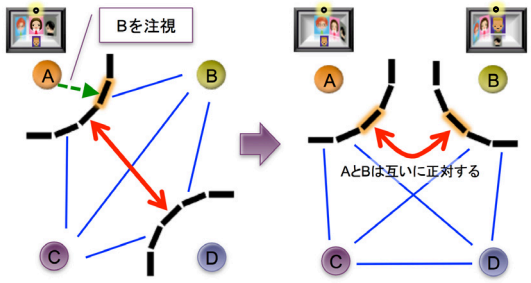


図 8　視線の方向とアイコンタクト．

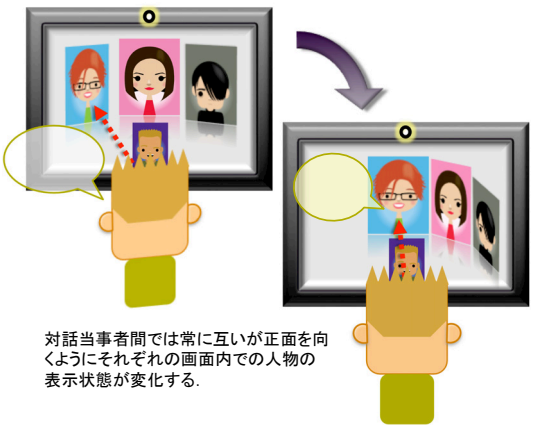


図 9　会話参加者の映像の位置シフト.

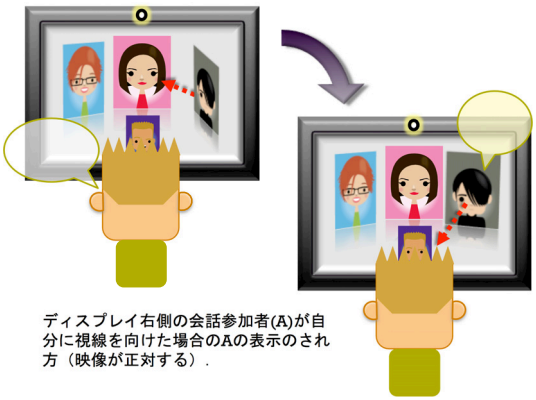


図 10　自分を注視している会話参加者の表示のされ方.

関係に配置される．そして，図9のようにある会話参加者が視線を向けた人物の映像が正面に表示されるように，他の会話参加者の映像の位置が左右どちらかにシフトされる．また，他者から視線を向けられた会話参加者のディスプレイでは，自分を注視している者の映像がその位置で正対し，残りの会話参加者の映像が斜面像となることで，被注視状態として感じられるようになる（図10）．このとき，自分に正対している映像に視線を向けると，その映像がディスプレイ中央にシフトしてくる．これにより，2者間におけるアイコンタクトを能動的に行なうことができるようになる．ただし，会話参加者の正面に表示される映像は，あくまでもその者が視線を向けた他の会話参加者の映像となる．

会話参加者Pに視線を向けたSのディスプレイ
正面にPの映像がシフトしてくる．カメラと同一直線上で向き合う状態となる（図9）．

会話参加者Sに視線を向けられたPのディスプレイ
ディスプレイ上の位置はそのままで，Sの映像のみが正対し，残りの会話参加者の映像は斜面像となる（図10）．

本提案システムは先述した通り，特別な装置を利用することなく，一般的なユーザが通常利用しているようなコンフィグレーションで円滑な多人数ビデオチャット環境を構築するために，市販のUSBカメラ（*Logicool*製*Qcam Orbit*）から撮影した映像を，視線方向の検知にも利用する．そして各会話参加者が利用するPC （*DELL*製*Studio XPS9000*）上で，視線方向に応じた映像の表示位置を計算し，アイコンタクトをしている会話参加者同士が互いにディスプレイの正面にそれぞれの顔映像が表示されるようにソフトウェア的に操作している（図11）．

多人数ビデオチャットを実現する通信アプリケーションは，多人数会話（グループビデオ通話）に対応した*Skype Premium 5.3 for Windows*を利用している．自分以外の会話参加者の映像がディスプレイ内で位置シフトする機構はOpenGLを用いて処理されており，ディスプレイに表示された映像のキャプチャし，Microsoft Visual C++でコーディングされた視線検知プログラムの出力に応じた位置に映像を再配置することで実現している．なお，視線検知にはOpenCVを用いており，左右への視線移動量を実時間で検出することができる．

3.　提案システムの評価実験

3.1　実験目的

本実験では，多人数ビデオチャット環境において，会話参加者の視線が円滑な会話の進行にどのような影響を与える要因となっているかを検証する．本実験においては，円滑な会話の進行とは次のような状態であると定義する．

(A) 話者交替が行なわれる際の発話の重複が適切に回避されている．
(B) 次話者が適切に順番の委譲を受けて発話を開始している．

このような円滑な会話が多人数間で成り立つためには，各会話参加者の視線の向きや動きが強く寄与していることが先行研究によってすでに実証されている．これらの知見は，直接対面している状況での多人数会話に基づいたものであり，ビデオチャット環境では，視線の向きや動きがどのように会話進行の円滑性に寄与するかは不明である．

本実験の仮説としては，ビデオチャット環境においても直接対面の状況と同様に，視線の向きや動きが多人数での円滑な会話を進行させていく上で必要な要因となると考える．したがって，本提案システムを利用した多人数ビデオチャット環境での会話は，会話参加者の視線の向きや動きを互いに参照可能であるため，直接対面での場合と同様

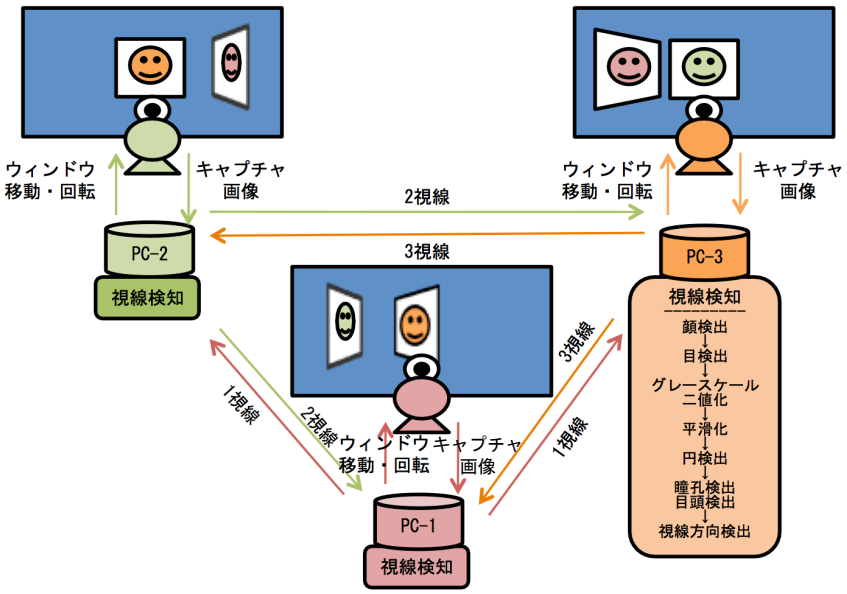


図 11　提案する多人数ビデオチャットシステムの概要.

な多人数会話の進行が観察されると予測する．同時に，本提案システムとは異なり，会話参加者間の視線の向きや動きを考慮していない一般に利用可能な多人数ビデオチャットシステムでは，本提案システムおよび直接対面の場合と比較して，円滑な会話の進行が妨げられると予測する（表1）．

表 1　会話環境と円滑な会話の進行に関する予測.

会話環境	視線の利用可能性	予測
直接対面	利用可能	円滑
提案システム	利用可能	円滑
従来システム	利用不可能	非円滑

3.2　実験条件

本実験では，3.1節で比較したように，次の3つの実験条件のもとで次節で述べる観察指標に基づいた比較を行ない，本提案システムが円滑な多人数会話の進行に有効であることを実証する．

直接対面条件 図12のように各会話参加者が向かい合うように着座して会話をする．

提案システム条件 各会話参加者が，図13で示すような環境のもとでビデオチャットを行なう．

従来システム条件 各会話参加者が，図14で示すような環境のもとでビデオチャットを行なう．

本実験では，3人を1グループの単位として，5グループの実験協力者が会話参加者として各条件での多人数会話をそれぞれ1回ずつ体験する．グループ内の実験協力者の組合せは変わらない．



図 12　直接対面条件での会話.

3.3　観察指標

本実験では，次の2つのデータを観察指標をしてデータの分析を行なう．

(1) 発話開始時の重複（頻度）
(2) 前発話と次発話との間（沈黙時間）

3.1節冒頭でも述べたように，本研究においては円滑な会話の進行は，話者交替が行なわれる際の発話の重複が適切に回避されていることと，次話者が適切に順番の委譲を受けて発話を開始していることであると定義している．

そのため，仮に発話の進行が円滑でなければ，発話開始時において複数の会話参加者による重複（同時に発話すること）が生じる頻度が高くなると予測できる．すなわち直接対面での会話の場合では視線の向きや動きによって話者交替が円滑に行なわれると仮定すれば，ビデオチャットの場合において，円滑な会話が行なわれているならば直接対面条件と同じ程度の頻度でしか発話開始時の



図 13　提案システム条件での会話.



図 14　従来システム条件での会話.

重複は発生しないと予測できる.

また次発話をすべき会話参加者が誰か不明な状態になり，次話者が決定せずに前発話と次発話との間に時間的な空白（沈黙時間）が生じてしまう可能性も予測できる．これに関しても，直接対面での会話の場合では視線の向きや動きによって話者交替が円滑に行なわれると仮定すれば，ビデオチャットの場合において，円滑な会話が行なわれいるならば直接対面条件と同じ程度の間しか生じることはないと予測できる.

3.4　実験手続きと実験課題

本実験では多人数ビデオチャットにおいて円滑な話者交替が行なわれる際の視線の効果を検証するために，会話参加者の顔の向きや身振り・手振りなど視線以外の非言語的な表現を排除した形で実験を行なう．実際には，図15のように，会話参加者としての実験協力者は，顔のサイズにくり抜かれたボードに顔をはめ込んで会話するため，視線の向きや動き以外に顔や体を左右に向けたりジェスチャーをしたりする非言語的な表現はできない環境になっている.

このような実験環境は，直接対面での会話においては違和感があるかもしれない．しかし，直接対面条件は他の2つの実験条件に対する統制条件なっているため，このような形にすることで，各条件間の結果の差異が視線の向きや動きを要因としていることが明確になる.

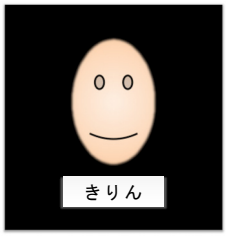


図 15　会話参加者の正面像.

実験課題として，3名の会話参加者は次に述べる会話ゲームを行なう.

1. 3名の会話参加者は，それぞれ自分が顔をはめているボードの正面に書いてある動物や事物の名称を，他の参加者との会話によって誰よりも早く推理し，正解すること目指す（図15）.
2. 会話参加者は，自分のボードに何と書いてあるかは知らない.
3. 会話参加者は，他の参加者を呼ぶ際にその者の名前を呼んではいけない．また，相手のボードに書いてある動物や事物の名称で呼んでもいけない.
4. 会話参加者は，積極的に他の参加者に自分のボードに書いてある名称に関するヒントを得るための会話を行なう．会話参加者は基本的に虚偽の発言をしてはならず，ルールに抵触しないように可能な限り簡潔に答える.
5. 会話参加者は，互いに自分以外の参加者の推理を助けるための情報を言語的に提供する.

1ゲームは5分間とし，1つのグループは3つの実験条件のもとでの多人数会話を1回ずつ行なう.

3.5　実験結果

本実験は，3名1組のグループが3つの実験条件を1回ずつ行なうため，被験者内実験計画とみなすことができる．実験では5組のグループが参加したが，実験時間の5分間でのグループ間での発話量はほぼ同程度であることが確認されている.

このことに基づいて，3つの条件間で観察指標である発話開始時の重複が発生した頻度を比較した（図16）．データが5グループ分でしかないため統計的な信頼性が低いことは否めないが，1要因3水準での分散分析の結果，発話開始時の重複回数は会話環境の違いによって有意に差が生じることが示された（$F_{(2,3)} = 9.71,\ p < .01$）．LSD法による下位検定の結果は，従来システム条件が他の2つの実験条件よりも重複回数が多いことが明ら

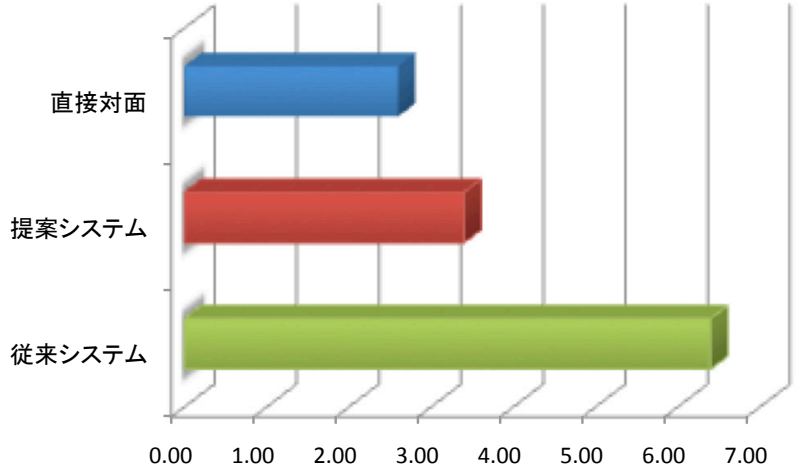


図 16　発話開始時の重複回数の条件間での比較（回）.

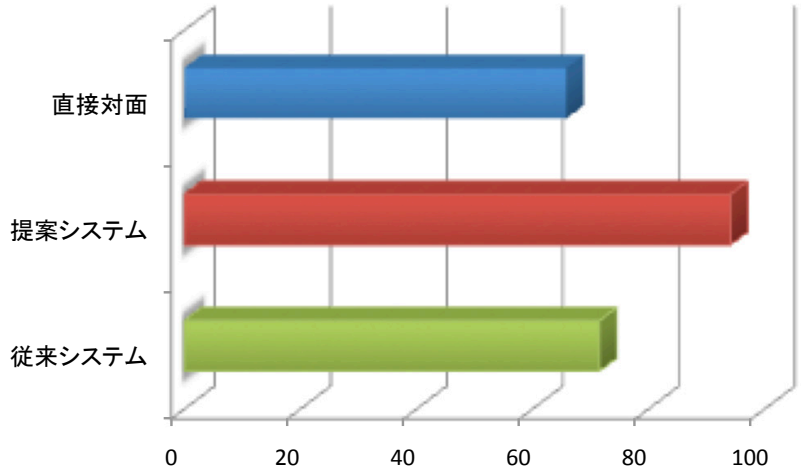


図 17　300秒のうちの沈黙時間の条件間の比較（秒）.

かになった（$MSe = 2.07, p < .05$）. ただし，提案システム条件と従来システム条件の間での有意な差はなかった.

次に5分間（300秒）の実験時間内に，3名の会話参加者のいずれもが発話していない状態の時間（沈黙時間）の条件間での比較を行なった（図17）. その結果，発話開始時の重複回数の比較の場合と同様にサンプル数が不足しているため信頼性に乏しい統計値ではあるが，1要因3水準での分散分析の結果，沈黙時間は会話環境の違いによって有意に差はみられなかった（$F_{(2,3)} = 2.46,\ n.s.$）.

3.6　考察

本実験を通して，3.3節で示した次の2つの観察指標とそれに対する結果の予測の正否が明らかになった.

発話開始時の重複（頻度）に関する予測
発話開始時の重複の頻度は，直接対面条件が最も少なく，それと同程度で提案システム条件が並び，従来システム条件はこの2つの条件と比較して高い値を示す.

前発話と次発話との間（沈黙時間）に関する予測
沈黙時間は，直接対面条件が最も短く，それと同程度で提案システム条件が並び，従来システム条件はこの2つの条件と比較して長くなる.

まず，発話開始時の重複に関する予測は，図16が示すように，ほぼその正しさが検証されたといえる. 一方，沈黙時間に関しては，図17が示すように，各条件間に差がなく，予測通りの結果にはならなかった.

このような結果となった原因として想定できることは次の通りである．

(a) 提案システムを利用した場合には，会話参加者の視線の向きや動きによって自分の正面に表示される他の参加者の映像が切り替わるため，明示的な発話のアドレッシングや次話者のセレクトが行なわれ，発話開始時の重複が抑制された．

(b) 提案システム条件では，会話参加者の視線の向きや動きに伴う映像の切り替えが発生するが，この際，会話参加者の視線の動きに適応できておらず，視線検知精度が一定でなかった．このため，会話参加者は映像の切り替えが完了するまで，前発話者にセレクトされた次発話者の発話を待ったことによって沈黙時間が増加してしまった．

上述の分析が示唆することは，提案システムが，本研究の目的である多人数ビデオチャット環境における視線による発話のアドレッシングや次話者のセレクト，次話者としての発話権の委譲要求が明示的に実行できないことによって妨げられる会話の円滑さを改善することに十分寄与できる能力を有しているということである．前発話と次発話との間の沈黙時間が，提案システム条件では直接対面条件と同程度にならなかったが，むしろこの結果は，提案システムが提供している会話参加者の視線の向きや動きに応じた他の参加者の映像の切り替えが有効に寄与したために生じたものであり，従来システム条件の場合の沈黙（誰が次話者か不明な状態で互いに発話を譲り合っている状態）とは異なる性質のものであると考えられる．

現時点では，データのサンプル数も不足しており，また分析および提案システムの視線検知の精度も十分なものではない．したがって本実験を通して，提案システムの有効性が実証されたという結論を導くことは尚早である．しかしながら，多人数ビデオチャット環境において，会話参加者の視線の向きや動きが会話の円滑な進行に大きく影響している可能性を示唆できた点で，本実験の成果はあったと考える．

4. まとめと今後の展望

本稿では次の点を中心に述べた．

1. 従来の多人数ビデオチャット環境では，会話参加者同士の視線の向きが誰から誰に向けられているか表現されず，次発話の開始時で発話が重複するなど円滑な会話の進行を妨げている可能性がある．
2. 会話参加者同士の視線の向きや動きを参加者間で互いに共有できる多人数ビデオチャット環境を提案し，実験によってその有効性を検証した．
3. 多人数ビデオチャット環境では，会話参加者同士の視線の向きや動きが会話の円滑な進行に強い効果を与えることが示唆された．

3.6節で述べたように，本実験結果はまだ中途のものであり，今後より一層のデータの追加，および発話データ間の関係などの精度の高い分析と提案システムの改良が必要である．また，本システムを通して検知した視線の向きや動きのログデータをロボットの頭部の動きに反映させ，その際の会話音声と同期させることで，疑似的な直接対面での会話状況の再現を試みていきたい．

謝辞

本研究は，国立情報学研究所H21,22年度共同研究「多人数ビデオチャットにおける適切な発話アドレッシング手法の開発と円滑な対話環境の構築」（坊農真弓担当）による助成を受けている．

参考文献

[1] 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.

[2] Duncan, Jr., S. (1972) “Some signals and rules for taking speaking turns in conversation,” Journal of Personality and Social Psychology, Vol.23, pp.283-292.

[3] Kendon, A., (1967) “Some functions of gaze direction in social interaction,” Acta Psychologica, Vol.26, pp.22-63.

[4] 榎本美香, 伝康晴 (2003) “3人会話における参与役割の交替に関わる非言語行動の分析,” 人工知能学会SIG-SLUD資料, Vol.38, pp.25-30.

[5] Lerner, G. H. (2003) “Selecting next speaker: The context-sensitive operation of a context-free organization,” Language in Society, Vol.32, pp.177-201.

[6] Sellen, A., Buxton, W., and Arnott, J. (1992) “Using spatial cues to improve video-conferencing,” Proceedings of CHI92, pp.651-652.

[7] Vertegaal, R., Weevers, I., and Sohn, C. (2002) “GAZE-2: an attentive video conferencing system,” Proceeding of CHI02, pp.736-737.

[8] Okada, K., Maeda, F., Ichikawa, Y., and Matsushita, Y. (1994) “Multiparty Videoconferencing in Virtual Social Distance: MAJIC Design,” Proceedings of ACM CSCW’94, pp.385-393.

[9] 野口康人, 井上智雄 (2007) “複合現実感を用いた分散会議における複数アバタの配置と表現,” 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.1, pp.54-62.

[10] 井上智雄 (2009) “実対人距離を調整可能な複合現実分散会議システム,” 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.246-253.

他者作品模倣が初心者の写真創作に及ぼす影響
Influence on beginners' photography of imitation of artistic photographs by others

石黒千晶[†],岡田猛[†‡],石橋健太郎[‡]
Chiaki Ishiguro, Takeshi Okada, Kentaro Ishibashi
[†]東京大学大学院情報学環,[‡]教育学研究科
Interfaculty Initiative in Information Studies/Graduate School of Education, The University of Tokyo
qq116201@iii.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp, kentaro@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study examines how the imitation of professional photographers' pictures affects a beginner's photographic process. One subject, a female undergraduate, participated in a three-month experiment, which included four sessions taking her own individual photographs and three sessions imitating professionals' photographs. The two types of sessions were conducted alternatively, and after each session the subject was interviewed by one of the authors about her experience of photography. A professional photographer evaluated the creativity of the student's pictures. The results indicate that her creativity did not significantly improve. However, the results of the interviews show that she gradually started to use ways of expression used in the professionals' photographs.

Keywords — imitation, creativity, expertise, photograph

1. はじめに

創造的な活動は,多くの場合,個人の中で閉じた形ではなく,他者から様々な影響を受けながら進行していく．創造に及ぼす他者からの影響に関する認知科学的研究としては,これまでは,主として他者との対面状況での言語コミュニケーションを前提にした研究が行われてきた[10など]．しかし,絵を描いたり,写真を撮ったりといった芸術的な創造活動では,対面状況だけではなく,例えば作品を介して，その作者から影響を受けるといったこともよく見られる．例えば,江戸時代の琳派絵師は,先人の画業の模倣作業を重要視した．その際の模倣は,画法研究や学習のみではなく,先人の絵画に自分の解釈を挿入し,作品の変化を加えながら新たな作品を創造することであった[9]．このような他者作品との関わりと創造活動との関係に関しては,石橋・岡田が心理実験を行い,他者作品の模写が描画創造を促進する効果を持つことを示している[7]. この研究では,日頃なじみの薄い描画スタイルの絵一種類を模写することによって,初心者の大学生が持っている認知的制約が緩和し,新たな着眼点が獲得され,描画が創造的になることが明らかにされている．

しかし,これまでの研究では,複数の他者作品がどのように作品創造に影響するかは十分に検討されていない．本来,創造活動は長期間かけて,複数の他者,あるいはその他の外的要因の影響によって変化すると考えられる．すなわち,既有知識に加えて,複数の異なるスタイルを持つ他者の作品に関わることによって,新たな着眼点が生成・相対化され,独自の観点や表現方法が形成されていくのである．以上から,長期に渡って,複数の他者作品と関わることが創造活動にどのような影響を与えるかについて検討することは創作活動プロセスを捉えるにあたって重要な観点である．

加えて,これまで他者作品と関わることの影響についての先行研究は,絵画という芸術ジャンルのみで行われてきたが,他の芸術ジャンルにおける影響についても検討しなければならない．石橋・岡田は,他者作品と関わる方法の中でも,より自然な状況で創造を促すプロセスとして模写を挙げており[7],写真学習場面においても,著名な写真と同じような視点で写真を撮ることはプロが推奨する方法の一つである[6]. 以上の事実から,複数の写真の模倣が創作活

動にどのように影響するかを検討することで,描画以外の芸術ジャンルとしての写真の模倣が,作品創造に与える影響についての洞察を得ることができる.

以上から,本研究の主たる目的は(1) 複数の異なるスタイルを持つ他者作品と関わることが中長期的な創作活動に与える影響を検討することである. 加えて,(2) 描画以外の芸術ジャンルにおける模倣が,作品創造に与える影響についても検討する. また,本研究を進めるにあたって,現段階では多数の研究協力者を対象とする実験室実験より,現実的な場面を長期間に渡って丁寧に観察するケーススタディの方法が望まれる. なぜなら,複数の他者作品の模倣は,一度きりの作品の模倣よりも,より長期間に渡って複雑な影響をもたらすため,その詳細なプロセスの記述から研究を始めることが重要であると考えられるからである.

2. 方法

2.1 実験

写真について専門的な知識を持たない一名の大学生を対象に,時期（プレ,ポスト①②③の４水準研究協力者内要因）の一要因配置の実験を行った.

研究協力者　M は写真撮影に関する専門的な知識・技術を持たないが,芸術に関心を持っている理系の女子大学生（22 歳）である. 一眼レフカメラの使用経験はないが,写真撮影に興味を持っており,本研究に対して自発的な協力が得られた.

手続き　本実験は 2010 年 10 月 28 日から 2011 年 1 月 21 日までの 86 日間に渡って実施した.

まず,実験開始前日に【準備期間】として,研究協力者に「一眼レフカメラの仕組み」と,「絞り・シャッタースピード・露出・ISO 感度」といった一眼レフカメラの基本的な使用方法を説明した. 説明後,研究協力者は実際に説明した機能を利用してテスト撮影を行い,使用方法が理解できているか確認が行われた. テスト撮影の写真は今回の研究の分析として利用していない.

次に,【プレセッション】（一週間）において,研究協力者は自由な表現で写真作品を制作した. 続く【介入セッション①】（3 日間）で,プロの写真家の作品を一枚模倣して写真を撮影し,その後【ポストセッション①】（一週間）として再度自由な表現で写真撮影を行った. このような介入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. 全ての写真は,Canon EOS Kiss X3（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（約一時間）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・ポストセッション】では 10 枚,【介入セッション】では５枚,研究協力者に選ばせた. 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研究協力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　３回の介入で模倣課題として利用した写真は,研究協力者への【プレセッション】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を利用した. これは,先行研究から,本人の既有知識構造と合致しにくい作品の模倣が創造に効果をもつことが示されているためである[7]. 具体的には,アンリ・カルティエ＝ブレッソン（以下,HCB とする）【介入セッション①】,梅佳代【介入セッション②】,橋口譲二【介入セッション③】を利用した. これらの[1]写真集の中から,各介入セッションに付き研究協力者本人が一番いいと思う作品を選び（表 1 参照）それを模倣し,撮影した.【プレセッション】のインタビューで研究協力者は写真を見る時に気をつけることとして「色彩」と「陰影」を挙げた. また,そのような特質のある写真として蜷川実花の写真や『陰影礼讃展』[2]で見た写真を挙げ（付録参

[1] 使用した写真集は[12][13][5].

[2] 2010 年 9 月 8 日から 10 月 18 日まで,国立新美術館で開催された展覧会. 写真のみでなく,絵画,版画,映像も展示された.

表 1　模倣課題

介入①：HCB	介入②：梅佳代	介入③：橋口譲二
		

注：介入②模倣課題のみカラー

照）,これら以外に研究協力者が特に関心を持つ特定の写真家や写真はなかった．また,研究協力者の【プレセッション】における写真には，人を被写体にしたものは存在しなかった．そのため,模倣課題には,人を被写体に含み,「色彩」や「陰影」以外の点で特徴を持つ写真家を選んだ．

また,本研究で扱った 3 人の写真家の作品スタイルは「被写体となる人との関わり方」が互いに異なる．アンリ・カルティエ＝ブレッソンの写真集では,被写体となる人と関わることなく撮影された作品が多かった．一方,梅佳代の写真集は被写体となる人とコミュニケーションをとりながら撮影されたと考えられる作品が中心で,さらに,橋口譲二の写真集は被写体となる人一人一人とインタビュー等を通して深く関わりながら撮影された作品が中心である．

2.2 分析の指針

対象としたデータは,インタビューにおける研究協力者の内省報告,写真の被写体,研究協力者の作品の創造性評価である．以下では,【プレセッション】を【A プレ】,【介入セッション】において,模倣課題をとなる作品を選ぶ鑑賞を【B-1 介入】,対象の模倣を【B-2 介入】,さらに,【ポストセッション】を【C ポスト】とする．

2.2.1 作品の分析

写真の被写体　被験者の撮影した全ての写真の被写体の種類を KJ 法によって分類した．

創造性評価　評定は写真家（美術学校の教員兼務）一名によって行われた．40 枚を評価対象とし,作品の創造性評価を行う Consensual Assessment Technique [1]の方法に則った,「創造性」「技術」「美的魅力」の三つの評価観点に,「表現の自覚」を新たに加え,7 件法によって評定した．評定においては,それぞれの観点について 40 枚の写真を逐一提示した．評定者は,まず,全体の写真を 2 分程度見,次に個々の作品について,全ての作品の中での相対的な評価を行うことを教示された．評定者には実験の条件についての情報は一切与えられず,写真はランダムな順序で提示された．

2.2.2 内省報告

模倣の実践　研究協力者が模倣課題からどのような着眼点[3]を獲得したか,また,その着眼点がどのセッションで実践され,その際,どの程度模倣対象が意識されていたかを示す．さらに,研究協力者が述べた模倣の失敗や,模倣が困難だと感じた着眼点を整理した．

着眼点の推移　研究協力者が選択した写真およ

[3] 石橋・岡田（2010）によれば,「着眼点」とは,主体が情報を選別して組織化するために構築する新たな認知的制約のことである．彼らの研究では,絵というものに対する見方そのものについての制約を扱っていたため,抽象度の高い着眼点が想定されていた．一方で,本研究では,作品の表現内容・表現方法を捉えるためのより具体的な枠組として着眼点を考える．なぜなら,写真初学者の創作では,技術を通した作品の捉え方が行われやすく,表現方法・内容についての枠組みを検討することが求められるからである．

び失敗した写真についての内省報告の中で,特に表現方法に関わる発言に関して検討した．分析に際しては音声データを書き起こし,セグメンテーションを行った．発話の対象となっている写真が切り変わった時点で分割し,その中で表現方法について明らかに異なる内容を発言している場合は,その発話をさらに分割してセグメントとした．そのうえで,これらのセグメントをKJ法によって分類した.

3. 結果と考察

写真の模倣は絵の模写とは異なり,対象と全く同じ作品を作ることではなく,写真家が対象を作り出すために意識している方法を推測し,真似ることである．そこで,まず撮影された作品の変化について,写真の被写体の変化について示す．これは,模倣課題の選定に被写体の種類が関係しているからである．次に,研究協力者の作品についての創造性評価の分析結果を示す．さらに,写真の模倣がどのように行われたかを研究協力者の内省報告の分析から明らかにする.

3.1 作品の分析

写真の被写体の変化　研究協力者の撮影した写真の被写体は「風景写真」「人物のいる風景写真」「人物写真」「オブジェクト写真」に分類された.

その結果,研究協力者の被写体は【A プレ】では「風景写真」が主だったのに対して,【B-2 介入①】以降,人物を含む写真が増えた．また,出来がいいとして選択する写真も「人物のいる風景写真」が増えた（図１参照）.

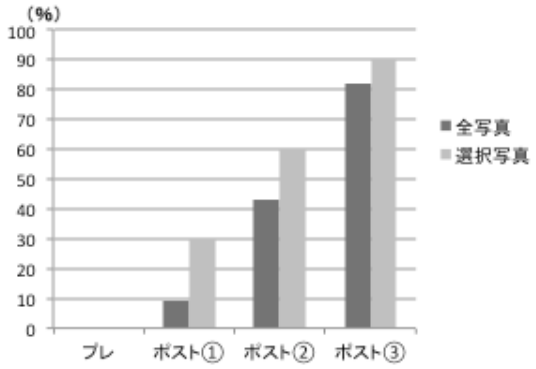


図 1 人物のいる風景写真の割合の増加

表 2　創造性評価の平均値(*SD*)

	表現の自覚性	創造性	技術	美的魅力
プレ	4.4(1.1)	3.3(1.6)	4.2(2.0)	3.1(2.2)
ポスト①	4.6(1.0)	3.4(1.1)	4.5(2.3)	3.4(2.2)
ポスト②	4.1(1.4)	3.4(1.4)	4.5(2.0)	2.6(1.9)
ポスト③	4(1.3)	3.5(1.1)	3.8(1.5)	3.4(1.8)

創造性評価　時期【A プレ・C ポスト①②③】を独立変数として一要因の分散分析を行った（表２を参照）．その結果,全ての観点において有意な効果は得られなかった（Fs(3,36)<1, *ns.*）．以上から,本研究で行った模倣では,作品の創造性を高めるほどの影響は生まれないことが示された.

3.2 模倣の影響・結果

模倣実践に関する研究協力者の内省分析の結果を示す.

着眼点の模倣に関する自己評価　研究協力者は,【B-1 介入①②③】で写真集を鑑賞し,選択した写真について「写真家はどのようなことに気をつけて撮影したか」,また「選択した写真と,自分の写真の違いは何か」を述べ,模倣課題を撮影した写真家の思考や撮影状況を考えながら模倣を実践することを教示された.

研究協力者が【B-1 介入①②③】で模倣課題から得た着眼点とその実践（発言があったものに○を付け,ない場合は×とした）,模倣に関する内省を表３に示した（ただし,介入セッションで実践した着眼点の判断については,作品についての発話を参照し,「模倣対象を想起した」という内容の発言から判断したものは◎を付けた）.

この結果,研究協力者は鑑賞時に言及したほとんどの着眼点を実践しているが,【B-2 介入②】【B-2 介入③】においては,「被写体の動きを捉えること」「被写体（人）に視線を合わせること」「被写体に撮影許可をとること」「違和感の表現」といった点で,思い通りに撮影できなかったと報告している．特に,「被写体（人）に視線を合わせること」に関しては,【B-2 介入②】で実践するはずが,【B-2 介入③】で実践されていた.

表 3　模倣課題から得た着眼点と,その着眼点模倣に関する自己評価

模倣課題	【B-1 介入】の鑑賞時に出した着眼点		【B-2 介入】で実践した着眼点[注2]	模倣に関する内省
HCB	人を被写体にすること[注1]		○	・ 動く被写体（特に人）を撮影するのが難しい.
	人の一瞬の動きを捉えること		◎	
	遠景・中景・近景などの捉え方		○	
	視線を誘導する構図		◎	
	遠近感	近くと遠く	◎	
		深さ		
梅佳代	面白い瞬間を捉えていること		×	・ 被写体（人）に視線を合わせられない. ・ 撮りたかった瞬間をのがしてしまう. ・ 被写体が何をしているかをうまく表現できない.
	被写体の向きに注意すること		○	
	被写体に目線を合わせること		○（【B-2 介入③】において）	
橋口譲二	メインの被写体が人であること[注1]		○	・ 被写体に撮影許可をとることができなかった. ・ 日常風景の中に非日常的な人がいるという違和感が表現できなかった.
	被写体（人）が撮影者を見ていること		○	
	職業紹介をテーマにすること		◎	
	非日常的なシーンを捉えること		◎	

注１：写真の被写体から判断した項目,注がついていない項目は内省から判断した.

注２：◎–模倣課題の名前を挙げながら発言しているもの．○–名前は挙げていないが,鑑賞時に挙げた特徴と同じ特徴を実践しているもの．×–発言が見られなかったもの.

3.3 着眼点の変化 内省報告で得られた作品に関する発話[4]を,表 3 の結果を踏まえて,内容に基づき分類したところ表４に示すカテゴリが見出された．その際,【A プレ】実践後のインタビューで撮影の内省を行う前に尋ねた「写真を撮るとき,もしくは鑑賞するときに気をつけること」に対する回答を,介入前の時点でもっていた着眼点とみなして,1 既有知識に分類した．従って,既有知識は,カメラで実際に作品創作を行ったうえで得た知識である．その後の【B-1 介入】の中で言及されたものは,模倣課題から得た着眼点とみなして, 2 介入で得た知識,とした．それらの知識以外にプレからポストまでの内省報告で自発的に出てきた着眼点は 3 その他の知識,として分類した. その結果,【A プレ】時点では「写真を撮るときに気をつけること」は存在せず,1 既有知識は,「写真を鑑賞するときに気をつけること」として,「色彩」「陰影」に分類された. また,2 介入から得た知識は, 3 つの介入セッションに別れ,【B-2 介入①】は,「動き」「遠近感」「構図」に分類された.「構図」については,【A プレ】で既に実践されている着眼点であるが,「遠景・中景・近景などの景観の捉え方」は【B-1 介入①】で着眼点として挙げられ,【B-2 介入①】

[4]研究協力者は全てのセッションで, 同じ手順で写真の選択を行った. すなわち, 単純な失敗（例えば, ピンぼけやブレ, 適正露出になっていない）写真は除き, その他の写真から本人の出来がいいと思う写真を自ら選択した.

表 4　写真作品に関する発言のカテゴリと,プレ・ポストセッションごとの発言の推移

着眼点のもとになった知識（最初に着眼点が発言されたタイミング）		着眼点	表現方法の定義		例	プレ	ポスト①	ポスト②	ポスト③
1 既有知識（プレ）		色彩	被写体の色の表現		信号が,これは好きやったんやけど,その後頑張っても綺麗な色に写らんかった.		○	○	
			被写体の色の表現		（被写体の）黒が綺麗.			○	
			作品全体の色合いの表現		（被写体の）赤と（背景の）黒の対比が綺麗		○	○	○
		陰影	明暗のニュアンスの表現		カフェの明るい雰囲気がでやんかったから設定あげたけど,最後まで納得いかんかった		○		
			陰影によるコントラストの表現		大きい建物に出来てる影を際立たせたくて,暗くしてみた		○		
			画面上の明暗の対比		木の影と後ろの明るさを対比させたかった		○		
			明暗のニュアンスの表現		午前の明るい光の中の雑貨屋さんの店先が穏やかで楽しい感じ.			○	
			陰影によるコントラストの表現		暗いのと光が当たってカエルが浮き立ってるのが好きかも			○	○
			画面上の明暗の対比		真っ暗なんやけど（明るい部分が）一緒に写ってるほうが好き	○			
			被写体の色彩や質感の表現		真っ暗な中で明るくて、きらきらメタリックで近未来的な印象			○	
2 介入で得た知識（介入①②③）	介入①（HCB）	動き	被写体の動きを捉えること		本体より影がメインで,もっと影が人型してるときに撮ろうとした		○	○	○
			被写体の動きを捉えること		これも好き．自転車がちょうど走り去って行く.			○	○
		遠近感	遠近感のある画面の表現		これは奥行きがあるから好きなんやなって思う.		○	○	○
		構図	遠景・中景・近景などの景観の捉え方	撮影位置（被写体との距離）の調整	もっと接写したかったんやけど,花の迫力じゃないけど,綺麗な感じがあんまり出なかった				○
				ズームイン／アウトによる調整	やっぱ引いてるほうが好きやなと思って,もう一回撮って見た	○(注)	○	○	
			画面構成要素の調整	画面構成要素の比率の調整	構図を気にしてる．どこをどう入れよう.	○(注)		○	○
				被写体同士の関係の表現	動いて行く人と止まっている人が一緒に写っているのを撮りたかった.		○	○	○
				画面構成要素の比率の調整	（被写体と風景の）バランスがこっちのがいい気がする	○(注)			○
	介入②（梅佳代）	被写体と撮影者の関係	撮影者に対する被写体の向き		真っ正面,横から,どこから撮ったのがいいんかなーと思って密かにくるくる回ってた				○
			撮影者に対する被写体の向き		こっちの方が体がこっち向いている（のを評価する）				
	介入③（橋口譲二）		カメラと被写体（人）の視線を合わせること		ポーズじゃなくていいから目線を下さいって言えばよかった.				
3 その他の知識		構図	カメラ自体の向き（縦・横）の調整		両方の人を撮るには縦では入らんかったんよね．横のほうが人いっぱい撮れるかなと思って横で撮った.				○
			カメラ自体の向き（縦・横）の調整		縦（で撮った写真）と横（で撮った写真）どっちがいいか悩んだ.				
			アングルの調整		階段登る感じを撮りたかったから,下にかがみ込んで下から上を見上げる感じで撮った	○	○	○	○
			アングルの調整		（この作品の）アングルとかも好きやった.	○	○	○	○
			撮影位置（高さ）の調整		ちょっと高いところに上がったけど,上から撮ってる感が出なかった				○
			フレーミング・トリミングによる画面上の被写体の調整		自転車禁止の札を入れたくなかったからもう一枚撮った.	○			○
		ピント	遠近感を出すための絞りの調整		自分の足下手前だけ（ピントを）合わせ,今から降りて行く遠いとこはボケた感じで高いなって感じとか上から下見下ろして怖いなってのを撮りたかった	○	○		○
			被写体を強調するための絞りの調整		全体をパッと撮っても面白くないなと思ったから,一つに焦点を当ててみようと思った.	○		○	
			ピントのぼかしによるコンセプトの表現		ボケてるようにした．非現実的なものていう感じの象徴的に撮ったから.	○			

表現内容を踏まえて表現方法が実践されている着眼点　　作品鑑賞の際に評価基準として意識されている着眼点

介入で得た知識が，発言されないことが想定されるセッション．　　初めて着眼点を発見したタイミングを示す

注:【B-1 介入①】で着眼点として挙げられ,【B-2 介入①】で実践されているため,介入による影響として扱った

→ 着眼点が獲得されてから,作品創作で発言されるまでの期間.

で実践されているため,介入による影響として扱った（表 3 を参照）. また,「画面構成要素の調整」も,「視線を誘導する構図」という具体的な表現方法を模倣したことによって再認識された着眼点と考える. 次に,【B-2 介入②・介入③】はいずれも「被写体と撮影者の関係」に関連するとして,「撮影者に対する被写体の向き」および「カメラと被写体（人）の視線を合わせること」に分類された. さらに,3 その他の知識は,「構図」と「ピント」に関するものに分類された.

これらの観点は全て,「表現内容を踏まえて表現方法が実践されている着眼点」と,「作品鑑賞の際に意識されている着眼点」に分類された（表４では,前者は灰色で示されている）. これらを分類したのは,両者において着眼点の利用の仕方が異なるからである. 前者の着眼点が表現したい内容を表現するための表現方法として利用されるのに対して,後者の着眼点は,既に撮影した写真の鑑賞時に,評価基準として利用される. このような着眼点の利用の仕方の違いは,模倣の影響をより詳細に検討するのに有用である. また,各カテゴリの着眼点が【A プレ・C ポスト①②③】のどのセッションの作品で発言されているかを検討した.

以下,それぞれの知識における着眼点についての発言の推移について詳述する.

既有知識　既有知識は【A プレ】で写真創作を行うことで得た知識であるが,【A プレ】における作品についての内省では,既有知識の着眼点についてはほとんど発言されず,【B 介入①】実践後の【C ポスト①】の作品で評価基準として用いられると同時に,表現方法としても発言されるようになった。

具体的には,「色彩」に関する発言は,【C ポスト①】以降のセッションで発言しており,全てのセッションで鑑賞時の評価基準となった. 一方,「陰影」に関しては,【A プレ】で評価基準となっていたが,【C ポスト①】で表現内容を表現する方法として利用された. 【C ポスト②】以降では評価基準として再び発言が見られるようになった.

以上の結果から,既有知識は,自分の作品についての内省,あるいは他者の写真の影響を受けてより具体的な方法として意識され,評価基準としてのみならず,表現内容を表現する方法としても利用されるようになったことが示唆される.

介入で得た知識　介入で得た知識の中で,最も多くの着眼点が見いだされ,表現内容を表現する方法としても,評価基準としても最も多く発言され,【B 介入】後も発言されたのは【B 介入①】(HCB の作品の模倣)で得た着眼点であった. 一方,【B 介入②③】で得た着眼点は,研究協力者にとって実践が困難であり（表２の内省報告参照）,【C ポスト】で発言がない,または,発言されるまでに時間がかかったものであった. 以下,詳細を記述する.

まず,【B-2 介入①】で出てきた着眼点をみてみると,「動き」は【C ポスト①②③】で表現内容を表現する方法として,【C ポスト②③】では評価基準としても発言された. 一方,「遠近感」は撮影後の評価基準としてのみ発言された. さらに,「構図」については,【A プレ・C ポスト①②③】で表現内容を表現する方法として利用されており,【B 介入①】セッションを経験した後は,表現内容を表現する方法として【B 介入①】の着眼点を利用した写真で,「出来がいい」と評価するものが多くなった（【A プレ】では,２枚,【C ポスト①】では３枚,【C ポスト②】でも４枚,【C ポスト③】では,９枚を「出来がいい」として選択した）. 特に「遠景・中景・近景などの景観の捉え方」については【B-2 介入①】で HCB の特徴として発言されていなかった（表２を参照）にも関わらず,ほとんどのセッションで発言され,セッションが進むにつれ,カメラのズーム機能だけでなく,自らの足で被写体との距離感をつかもうとしている様子が発言から伺えた.

次に,【B-2 介入②③】では「被写体と撮影者の関係」についての着眼点が得られた. しかし,「撮影者に対する被写体の向き」は,【B-2 介入②】直後の【C ポスト②】で発言されず,【C ポスト③】で表現内容を表現する方法として利用されるようになった. また,「カメラと被写体（人）の視線を合わせること」については,【C ポスト③】で発話

が見られなかったため,この撮影の時点では実用されなかったと思われる．この着眼点は,実験後に実用される可能性がある．

以上の結果から,介入から得た知識には,すぐに実用されるものと,実用されるのに時間がかかるものがあり,撮影者にとっての着眼点実践の難易度や,その時の被写体や撮影環境次第では,より多くの時間をかけて理解・実践される場合があることが示唆される．

その他の知識　(1)既有知識と(2)介入で得た知識以外の知識は,おおむね不規則に意識・実践された．

その他の知識は,「構図」と「ピント」に分かれた．「構図」において,「カメラの向きの調整」と「撮影位置の調整」は,【C ポスト③】で表現内容を表現する方法として利用された．また,「アングルの調整」については,【A プレ・C ポスト①②③】の全てのセッションで,表現内容を表現する方法と評価基準の両方において発言された.「フレーミング・トリミングによる画面上の被写体の調整」は【A プレ・C ポスト③】で表現内容を表現する方法として利用された．

「ピント」に関しては,いずれの着眼点も【A プレ】から表現内容を表現する方法として利用され,その後,「遠近感を出すための絞りの調整」は【C ポスト①・③】,「被写体を強調するための絞りの調整」は【C ポスト②】のみ表現内容を表現する方法として発言され,「ピントのぼかしによるコンセプトの表現」は発言されなくなった．

以上の結果から,その他の知識はおおむね不規則に意識・実践されることがわかる．現時点では,その他の知識が獲得された理由として,撮影状況などの外的要因が考えられるが,既有知識や介入で得た知識がこの知識の獲得に影響していることも考えられる．

4.　総合考察

以上に述べてきた結果から,(1) 複数の異なるスタイルを持つ他者作品と関わることが中長期的な創作活動に及ぼす影響,及び (2) 描画以外の芸術ジャンルにおける模倣が,創造性に与える影響について述べる．

まず,複数の異なるスタイルを持つ他者作品と関わることが中長期的な創作活動に与える影響の特徴は以下の３点にまとめることができる．

第一に,写真初学者の既有知識が表現内容を表現する方法として実用化される点である．着眼点として知っていることであっても,すぐに実用できるわけではないが,他者作品を鑑賞し,模倣することによって,表現したい内容とそれを表現するための具体的な方法が理解されるのである．

第二に,他者作品から得た知識が,写真初学者にとっての難易度やその時の被写体や撮影環境等に応じて,より多くの時間をかけて理解・実践される点である．すなわち,模倣がどの程度達成できるかによって,他者作品の影響は変化しうる．模倣する着眼点が「構図」や「動きの表現」といった比較的実践しやすいものであれば,その影響は撮影者の作品に現れやすいが,「コミュニケーション等による被写体との関係構築」は,実践が難しく模倣が達成されにくい．その結果,そのような着眼点は理解に時間がかかり,影響もすぐには現れにくい．また, 本研究では模倣を 3 日で行い,その後一週間の創作期間を与えたが,複数作品の模倣を行う場合は,それぞれの模倣の間にもっと長い咀嚼期間が必要なのかもしれない．なお,一度見られた着眼点について,発言が見られなくなったとしても,それは撮影者の着眼点が消失したことを意味しない．というのも,その着眼点が撮影者にとって当たり前となって意識されなくなった可能性もあるからである．このような問題に関しては今後さらに検討する必要がある．

第三に,以上に述べた以外の知識が獲得される点である．その理由は,現時点で断定することが困難であるが,被写体や撮影状況の変化といった要因の他に,既有知識や介入で得た知識を再構築する中で生まれるということが考えられる．ここには,自己説明[2]や行為の中の省察[3]やメタ認知[4,11]などの活動が関わっていると思われる．

次に,本研究では,描画以外の芸術ジャンルにおける模倣が作品創造に与える影響も併せて検討し

た. 今回,模倣直後の作品の創造性に影響は見られなかった. しかし,被写体の関心が変化していることから,プロセスレベルでの影響は見られたと言えよう. このような違いが見られた一つの理由として,今回の写真の模倣が絵の模写のように対象をそのまま真似ることではなく,かつ,絵画の模写に比べてモチーフとなる被写体の選択の自由度が高かったことなどが挙げられるかもしれない. このような違いから,対象を咀嚼するための時間や度合いにばらつきが生じたという可能性が考えられる. 他者作品の模倣を行うことと作品の創造性の関係についてはさらに詳細に検討する余地があるだろう.

4.1 本研究の限界と今後の展望

本研究では,インタビューにおける内省報告を中心に分析を行い,中長期的な研究協力者の創作の変化や回顧的な情報について具体的に検討することができた. この方法によって,中長期に渡る模倣の複雑な影響を丁寧に検討することができた. しかし,この方法はインタビューにおける質問によって内省にバイアスがかかるなど,データの信頼性に問題が残る. また,作品創作についての教示において,撮影場所や被写体を限定していないため,環境の変化や偶発的な要素を排除することができなかった. さらに,本研究はケーススタディであるため,個人差の影響についても問題が残る. これらの問題は,今後事例を増やすことや,統制条件を含む実験を行うことで改善していきたい.

また,本研究で議論できなかった写真のコンセプトや作品性に関する問題は,今後の研究で検討していく.

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.

参考文献

[1] Amabile, T. M. (1982) “Social psychology of creativity: A consensual assessment technique” Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 43, pp. 997– 1013.

[2] 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.

[3] Donald A. Schön. (1983). The Reflective Practitionar: *How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.（柳沢 昌一・三輪 建二訳(2007). 『省察的実践とは何か:プロフェッショナルの行為と思考』.東京:鳳書房.）

[4] Flavell, J. H. (1979). “Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry” American Psychologist, Vol. 34, pp. 906– 911.

[5] 橋口 譲二(1996). 『職』. 東京:メディアファクトリー.

[6] ホンマタカシ(2009)たのしい写真—よい子のための写真教室

[7] 石橋 健太郎・岡田 猛(2009)“他者作品は美術の創造をどうインスパイアするか:作品の親近性および関与方法の効果”『日本認知科学会第26回大会発表論文集』, pp.45-51.

[8] 石橋 健太郎・岡田 猛(2010)“他者作品の模写が描画の創造に及ぼす影響”認知科学, Vol17, No.1, pp.196-223.

[9] 内藤 正人(2006)“雷神と風塵：宗達・光琳,そして抱一をつなぐもの”出光美術館（編）『国宝　風神雷神図屏風：宗達・光琳・抱一琳派芸術の継承と創造』

[10] Okada, T. & Simon, H. A. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. Cognitive Science, Vol. 21, pp.109–146.

[11] 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,Vol20, No.5, pp.525-532.

[12] 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』.

東京:日本経済新聞社.

[13] 梅佳代(2007). 『男子』. 東京:リトル・モア.

付録

蜷川実花の作品の一例	陰影礼讃展で研究協力者が見た写真
	

注：蜷川実花の写真はカラー

NIRSによるワーキングメモリ課題を用いた読解力の神経基盤に関する研究

Relationship between neural activity during working memory task and reading comprehension skill:A NIRS study

安村 明，松田 剛，開 一夫
Akira Yasumura, Goh Matsuda, Kazuo Hiraki

東京大学
University of Tokyo
a_yasumura@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study examined neural basis of reading comprehension skill by using near-infrared spectroscopy (NIRS). Hemodynamics in prefrontal cortex was measured while participants (15 adults) performed oral reading-span test (RST). There was significant correlation between behavioral performance and neural activity in left inferior frontal gyrus (lIFG) during oral RST. This result indicates that there is neural basis of reading comprehension skill in lIFG region.

Keywords — reading comprehension, working memory, Inferior frontal gyrus, Near-infrared spectroscopy(NIRS)

1. はじめに

読解力の個人差に関する研究は，認知心理学や認知科学における重要なテーマのひとつである．特に子どもの学習面で重要で，過去に行動指標を用いた多くの研究が行われている．しかし，その神経基盤については議論がまとまっていない．読解とは，文章などを読んでその内容を理解することであり，統語，意味，語用といった複数の構成要素から成り立っている．そのため，一般的な読解力を測定する課題は複雑になる傾向があり，課題中の脳活動計測を効率的に行うことは難しい．そこで本研究では，手順が比較的単純な Reading Span Test(RST)を用い，読解力の神経基盤を探ることを目標とした．RST は，ワーキングメモリの個人差を測定するために開発され，短文を読みながら文中の指定された単語を記憶するといった単純な課題であるにもかかわらず，その成績は他の読解力課題（言語性学力テスト，読んだ文章の内容を問う質問，文中の代名詞が示す対象を問う質問など）と高い相関を示すことが知られている[1]. これまでの RST を使用した読解力の神経基盤に関する研究では，脳活動計測に fMRI が用いられており, その装置の特性から本来の音読ではなく，黙読での RST が実施されている[2]．過去の研究[1]から，黙読よりも音読での RST がより他の読解力課題との相関が高いことが示されているため，本研究では測定中の発話が可能な近赤外分光法（NIRS）を用い，音読での RST 遂行中の脳活動計測を実施した. 音読での RST が読解力との高い相関を示す理由は，リハーサル等の内的な処理の余地を少なくすることが出来るためと言われている．本研究での関心領域は，過去の RST を用いた fMRI の研究[2]で，記憶を要求しない音読と比較して黙読の RST で有意な活動が見られた左下前頭回(lIFG)に設定した．

2. 方法

2.1 実験参加者

日本語を母国語とする成人 18 名(女性 4 名，男性 14 名，平均 28.22 歳，SD=5.50)が参加した．参加者の全員は顕著な病歴が無い健康な人で，測定時に実験に影響を及ぼすような薬等は服用していなかった．実験の前にインフォームドコンセントが行われ，全員が承諾した．なお，本研究は東

京大学大学院総合文化研究科の倫理審査委員会で承認されている．(課題番号：208)

2.2 課題

RST は文章を読むこととターゲットの単語を覚えることが並行して要求される二重課題である[1]．本研究では，日本語版 RST[3]に準拠して，高等学校の教科書から 20～30 文字の漢字仮名交じり文を 70 文用意した．

参加者は規定数の文章を読み上げた後に，各文章に 1 つずつ含まれていたターゲット単語を全て再生することが求められた．読み上げる文章の数は 2 文から 5 文まで 1 つずつ増加され，それに伴い覚えるべき単語数も，2 つ，3 つ，4 つ，5 つと，1 つずつ増加した．各文章はノート PC の 15 インチ液晶画面の中央に，背景色は黒，文字色は白で提示された．ターゲット単語の下部には赤線が引かれていた．

また，比較のため，単語を覚える必要がない音読課題も実施された．この課題では，RST と同じ文章が用いられたが，文中に赤線は引かれておらず，参加者は提示された文章をただ読み上げることが求められた．

2.3 手続き

参加者は刺激提示用のノート PC が置かれたテーブルに向かって座り，頭部には NIRS 装置の送受光プローブが装着された．液晶画面と参加者の顔の距離は約 60cm であった．

RST では，15s のレストの後に文章が提示され，参加者が一つの文章を読み終えるとすぐに次の文章が提示された(図 1)．音読するスピードは参加者の自由とした．規定数の文章を読み終えると，画面には「赤線の単語は何ですか？」と表示され，参加者は覚えているターゲット単語を口頭で再生した．再生の制限時間は Daneman and Carpenter [1]に準拠して一語につき 5s とした．したがって 2 文条件で 10s，5 文条件では 25s であった．2～5 文の各条件につき 5 試行ずつ繰り返し測定された．RST と音読課題の順番は参加者間でカウンターバランスをとった．

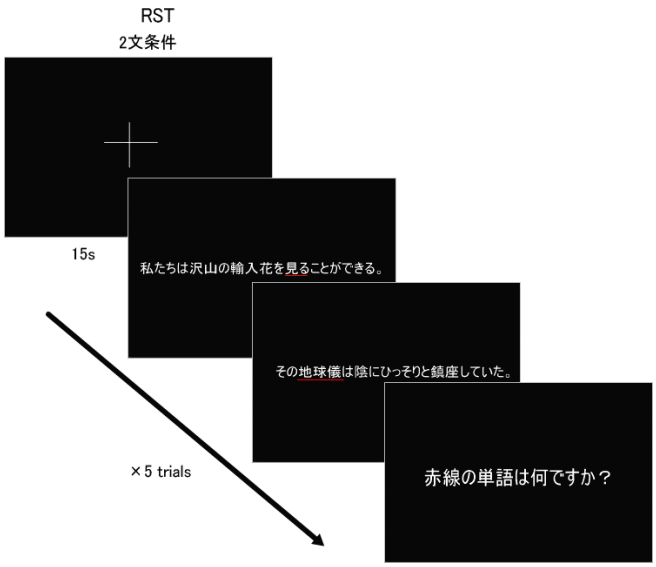


図 1： 2 文条件での RST の流れ．レスト時間は 15s で，5 試行繰り返される．

2.4 データの記録・解析

RST の成績は日本語版 RST[3]に準拠して評価した．各文条件 5 試行のうち 3 試行正解の場合はその条件をパスしたものとし，2 文条件をパスすると 2 点，3 文条件をパスすると 3 点と評価した．また，2 試行だけ正解のときは 0.5 点の評価とした．例えば，3 文条件をパスし次の 4 文条件を 2 試行だけ正解した場合は合計で 3.5 点である．

脳活動計測のための NIRS はスペクトラテック社製の OEG-16 を使用した．測定部位は国際 10-20 法における Fpz を中心とした縦 3cm，横 15cm の領域で，全 16 チャンネルを使用した(図 2)．データの取得間隔は 0.66s であった．関心領域となる lIFG は 14～16 チャンネルの位置とし，右下前頭回(rIFG)は 1～3 チャンネルの位置とした．脳活動の指標には酸化ヘモグロビンの変化量を使用した．まず各参加者の各チャンネルのデータに測定時間に応じたバンドパスフィルタ(2 文条件：0.033-5Hz，3 文条件：0.022-5Hz，4 文条件：0.017-5Hz，5 文条件：0.013-5Hz)を適用したのち，ベースラインとなるレストの後半 10s の平均値が 0，標準偏差が 1 となるように数値を標準化（Z スコア化)した．そして RST および音読課題遂行時

の平均値を条件ごとに求め，それらと RST の成績との相関関係を調べた．ただし Z スコアの平均が 2SD 以上のデータは解析から除外し，15 名(女性 2 名，男性 13 名)のデータを最終的に使用した．また，RST における文の増加による被験者内の脳活動の変化を調べるために，各条件の Z スコアの平均を使用して一元配置分散分析(ANOVA)を行った．

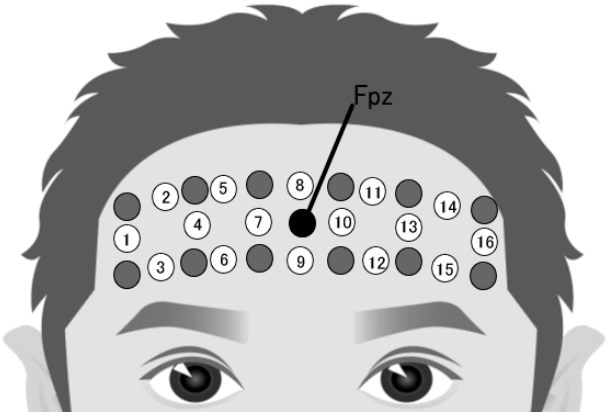


図 2：NIRS の測定場所．国際 10/20 システムに準拠した Fpz を中心に設定し，lIFG は 14~16 チャンネルの平均により算出した．

3. 結果

一元配置分散分析により，RST において文の増加による脳活動の変化に有意差が見られなかったため，2～5 文すべての Z スコアの平均を算出し，それらと RST の成績との相関係数を求めた．その結果，RST 遂行時の lIFG の活動変化と RST の成績との間に有意な正の相関が認められた(r=.68,p<.01)．また，RST 中の rIFG の活動変化と RST の成績との間には有意な相関が見られなかった(r=.48,p=.07)．さらに，音読課題での lIFG の活動変化と RST の成績との間にも有意な相関は認められなかった(r=-.2,p=.50)．

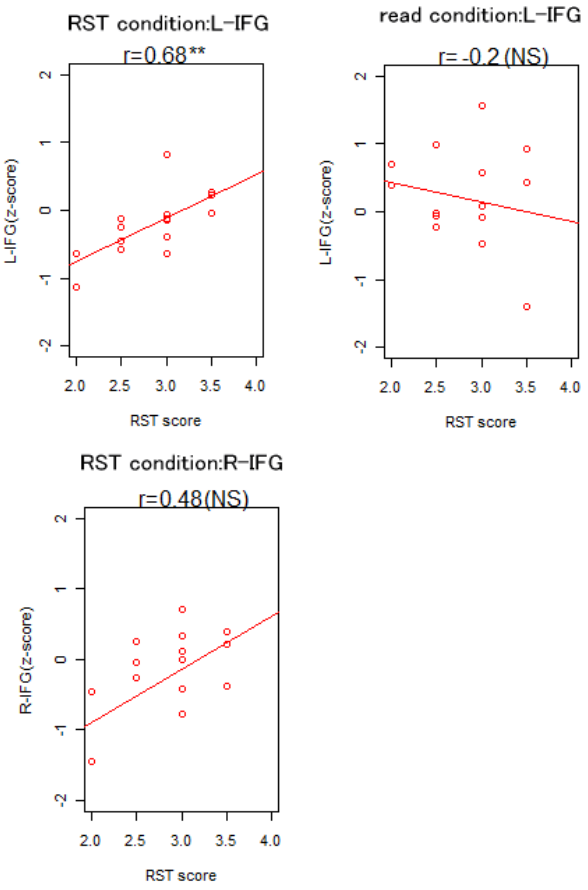


図 3：左上が RST 遂行時の lIFG の活動変化と RST の成績との相関関係，右上が音読遂行時の lIFG の活動変化と RST の成績との相関関係，下が RST 遂行時の rIFG の活動変化と RST の成績との相関関係．

4. 考察

我々がある文章を読解するためには，文章を読む以前にその文章に現れる単語の意味をある程度知っておく必要がある．つまり一定の単語情報が脳内に貯蔵されていなくてはならない．これは記憶システムのうちの長期記憶と関係があると考えられる．さらには，読んだ単語がどのような意味を持っているのかという情報を脳内から検索する間，一時的に文字情報を保持しておく必要がある．このような一時的な情報保持は，短期記憶のシステムと関係がある．このようなことから，読解は記憶システムと関連が深いと考えられている[4]．そして，文中の一つの単語に複数の意味が考えられる場合などは，前後の文脈を基に適切な意味を

推測する必要がある．また，文章を素早く読み進めるためには，次に書かれている内容をある程度予測する必要も生じる．このように，読解には記憶の保持と予測や推測といった処理が同時に求められる．本研究で使用した RST もターゲット語の記憶と音読といった処理が同時に求められるため，特性が似ている．本研究により，RST の成績と RST 遂行時の脳活動に有意な相関が認められたことから，読解力の神経基盤としての lIFG の関与を示唆することができた．

保持と処理は役割が異なるため，同時に要求される場合はエネルギーの配分を制御する必要がある．このような制御機構は，脳内の中央実行系が行っていると言われている[5]．本研究の関心領域である lIFG は，背外側前頭前野（DLPFC）近傍であり，中央実行系の制御機能の関与が示唆される．しかし，本研究では前頭領域のみの計測のため，他の前部帯状回（ACC）などの中央実行系に関わる領域との関連性については言及できず，今後の課題である．また，一般的な読解力検査を実施しておらず，脳活動と一般的な読解力検査との直接の相関関係についても本研究では言及できず，今後の課題である．

本研究に NIRS を使用した理由は，参加者に対する低拘束性から，発声を伴う実験にも耐えうるためであるが，NIRS は子どものような動きのアーチファクトが生じやすい参加者に対しても比較的ロバストである[6][7][8]．その特性を生かすことで，まだ文字を知らない子どもの脳活動計測によって，将来の読解力を予測するようなことが期待できる．

謝辞

本研究は，科学研究費補助金(研究課題番号:18200018)の助成を受けて行われた．

参考文献

[1]Daneman M, Carpenter PA.(1980) Individual differences in working memory and reading. J.Verb.Learn.Verb.Behav, 19,450-466

[2]Osaka N,Osaka M,Kondo H,Morishita M,Fukuyama H,Shibasaki H.(2004) The neural basis of executive function in working memory:an fMRI study based on individual differences. Neuroimage , 21, 623-631

[3]Osaka M,Osaka N.(1994) Working memory capacity related to reading:measurement with the Japanese version of reading span test.Jpn.J.Psychol,65,339-345

[4]Just, M.A., and Carpenter, P.A.(1992) A capacity theory of comprehension:individual differences in working memory. Psychological Review,99,122-149.

[5]Baddeley,A.(1996) Exploring the central executive. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49A, 5-28

[6]Otsuka Y, Nakato E, Kanazawa S, Yamaguchi MK, Watanabe S, Kakigi R.(2007) Neural activation to upright and inverted faces in infants measured by near infrared spectroscopy. Neuroimage, 34,399-406.

[7]Tsujimoto S, Yamamoto T, Kawaguchi H, Koizumi H, Sawaguchi T.(2004) Prefrontal cortical activation associated with working memory in adults and preschool children: an event-related optical topography study. Cereb Cortex, 14,703-712.

[8] Matsuda, G., Hiraki, K. (2006) Sustained decrease in oxygenated hemoglobin during video games in the dorsal prefrontal cortex: A NIRS study of children. Neuroimage, 29, 706-711.

コンテンポラリーダンスにおける即興プロセスの解明
Process of improvisational contemporary dance

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

The purpose of this study is to investigate the process of improvisational contemporary dance. To achieve this goal, we combined two types of methodology: analysis of data from interviews with dancers, and analysis of their dance performances. Our findings reveal that while dancing, in order to create their movements, improvisational dancers interact with various stimuli that come from inside and outside of themselves (for example, images and feelings that they entertain during their dancing, and the music, space and audiences of their dance performances). Through such interactions, dancers organize movements into their performances extemporarily, using various expressive techniques (for example, changing speed or image intentionally and seeing themselves from the viewpoint of a third person).

Keywords ― Improvisation, Contemporary dance, Creativity

1．はじめに

芸術作品が生み出されるというプロセスでは一体どのようなことが起こっているのだろうか．このプロセスで重要になってくるのが即興である．「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」と美学者の佐々木が述べるように[5], 即興は芸術表現の本質だからである．そしてこの即興プロセスを顕著に見ることができる芸術表現の１つが，即興で踊られる即興ダンスであると考えられる．なぜなら，即興ダンスはダンスを生み出す過程をそのまま作品として提示するダンスであるため，あらかじめ決められたパタンに基づいて踊ったり，あるいは途中で踊り直したりすることができないからである．

これまで舞踊学的研究のなかでも舞踊作品創作における即興の重要性や，即興表現そのものの重要性が述べられてきた[1,2,4,6,7]. しかし即興でダンス作品が創りあげられていくプロセスについて実証的に検討した研究は未だ見受けられない．

一方、認知科学の領域では近年芸術創作に関する研究がみられるが[例えば 8], 身体の芸術領域での表現について，とくに即興ダンスに焦点を当てた直接的な先行研究はみられない．また，音楽の即興を扱った研究はみられるが[9], そこでは先行研究のレビューや音楽家の評伝やインタビュー，自身の演奏経験を基に考察がされており，実際の創作の様子について十分に焦点が当てられていない．

そこで本研究ではコンテンポラリーダンスにおける即興プロセスを実証的に解明することを目的とする．具体的には（１）ダンサーが即興で踊るときに意識していることについてのインタビュー調査と（２）実際のダンスパフォーマンスの観察（３）実際のパフォーマンスと内省報告の分析を合わせて行うフィールド実験，というダンサーの内面プロセスと行動プロセスの両側面を捉えるべく探索的な検討を行った．

2．研究１　インタビュー調査

2.1 方法

対象者　即興ダンスを行うプロのコンテンポラリーダンサー10 名

手続き　「即興で踊るときに意識していること」というテーマで半構造化インタビューを行った．インタビューは，2010 年 8 月～10 月に対象者の都合の良い日時と場所（飲食店や大学の実験室等）で実施した．その際，全ての会話を IC レコーダーで録音し，ノートでも記録を行った．１回のインタビューは１人あたり９０分～１２０分であった．

インタビューは，即興で踊るときに意識していること，大切にしていることについて，ソロで踊る場合とペアで踊る場合それぞれについて尋ねた．

インタビュー・データの整理　データ分析は①逐語録の作成，②内容の全体的な把握，③即興で踊るときの意識や行動に関する発話の同定，④コーディング，⑤カテゴリの生成，⑥カテゴリ間の関係についての考察，の順序で進めた．その際，話者が交代するまでを１ユニット（分析対象とするデータの最小単位）とし，全ユニットについて，「即興で踊るときに意識していること」という分析テーマに基づいて，その部分の内容を示すラベルをつけるというコーディングを行った．１ユニットに対して複数のコードがつくものもあった．その後ラベルが意味的に共通しているものをまとめて、カテゴリを生成した。

このコーディングの作業は第一著者が行ったが，

表 1　ダンサーが即興で踊るときに意識していることに関するカテゴリとその定義

		カテゴリ	定義
自分との対話	内的体験	メッセージ	自分の伝えたいことを意識しながら踊ること
		感情	その場で感じている気持ちに集中し，それを表現すること
		内的イメージ	その場で見えたり，感じたりするイメージを意識して踊ること
	身体的体験	身体感覚	自分の身体から今この瞬間に湧き出る感覚（つまり身体が今感じている感覚）を味わうこと
外界とのインタラクション	外界からの刺激	音楽	音楽からインスピレーションを受けて踊ること
		空間	空間からインスピレーションを受けて踊ること
		観客	観客の求めることを感じて，それに合わせたり意図的に反する対応をしたりして観客と対話すること
		共演者	相手の意図，体の状態をよく感じて，その上で自分がどう踊るか決めること
具現化の方法	誠実に向き合うこと	内的体験への信頼	自分の感じたことを，例えば既成のダンスの型といった何かに変換して表すのではなく，自分の感じたとおりに表現すること
		身体的体験への信頼	頭で考えるのではなく，身体が動くままに身体に任せて踊ること
	思考すること	切り替え	今行っていることとは違う別のことをすること
		展開	いろいろな動きやストーリーを展開させること
		客観視	自分が観客にどう見えているのかを常に意識すること
		共演者との見せ方	相手の意図，体の状態を察知した上で，具体的に自分が相手に合わせて動いたり，反対の動きをしたり，装飾的な動きをしたり，敢えて反応せず違う動きをするのかを決めること．近づく遠ざかるといった，２人の配置を考えること等も含む．
	決断すること	選択	自分の気持ちと，周囲の状況から判断して，そのときに一番必要な表現を選ぶこと
		続行	今行っている動きを自分が満足するまで続けること

認知科学を専攻する教員や大学院生数名とコードの妥当性を確認し，不適切な部分に関してはコードの振りなおしを随時行った．

2.2 結果と考察

ダンサーが即興で踊るときに意識していることについてインタビュー・データの整理を行った結果，表 1のようなカテゴリが生成された．

まず，発言内容は[自分との対話]，[外界とのインタラクション]，[具現化の方法]の大きく３つにわけられた．

更に[自分との対話]についての発言は≪内的体験≫と≪身体的体験≫の２つにわけられる．≪内的体験≫の下位カテゴリは＜メッセージ＞，＜感情＞，＜内的イメージ＞，≪身体的体験≫の下位カテゴリは＜身体感覚＞となっていた．

[外界とのインタラクション]については≪外界からの刺激≫となった．更に≪外界からの刺激≫の下位カテゴリは＜音楽＞，＜空間＞，＜観客＞，＜共演者＞となっていた．

最後に[具現化の方法]についての発言は≪誠実に向き合うこと≫と≪思考すること≫と≪決断すること≫の３つにわけられる．≪誠実に向き合うこと≫の下位カテゴリは＜内的体験への信頼＞＜身体的体験への信頼＞，≪思考すること≫の下位カテゴリは＜切り替え＞，＜展開＞，＜客観視＞，＜共演者との見せ方＞，≪決断すること≫の下位カテゴリは＜選択＞，＜続行＞となっていた．

これらのカテゴリ間の関係は，即興ダンスにおいてダンサーは[自分との対話]，[外界とのインタラクション]を意識し，これらのやりとりが[具現化の方法]によってダンスパフォーマンスとしてあらわされるという関係になっていると考えられる．またそれぞれのカテゴリに該当する発言をした人とその人数を，以下表 2 に示す．

このように，ダンサーは即興で踊るとき，何か（＜メッセージ＞，＜感情＞，＜内的イメージ＞，＜身体感覚＞，＜音楽＞，＜空間＞，＜観客＞，＜共演者＞）とインタラクションし，そのインタラクションをそのまま≪誠実に向き合うこと≫で

表 2　カテゴリ該当者とその人数

カテゴリ名	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん	Fさん	Gさん	Hさん	Iさん	Jさん	合計人数（人）
メッセージ	○	○		○	○		○	○		○	7
感情		○		○	○				○		4
内的イメージ									○		1
身体感覚		○				○	○		○		4
音楽		○	○	○	○	○	○	○	○	○	9
空間		○		○	○		○	○			5
観客			○		○		○	○	○		5
共演者	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
内的体験への信頼	○		○	○				○	○		5
身体的体験への信頼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
切り替え		○					○	○	○		4
展開			○			○			○	○	4
客観視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
共演者との見せ方	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
選択									○		1
続行						○					1

表現することによってダンス（身体の動き）を生み出していると考えていることが明らかになった．そのインタラクションの対象が，自分の≪身体的体験≫であったり，≪内的体験≫であったり，自分の外側の≪外界からの刺激≫であったりする．どれを＜選択＞するかは，自分の状況によって，臨機応変に自分の気持ちに従って，しかし周囲の状況も察知しながら≪決断≫している．また＜選択＞されたインタラクションは自分の満足いくまで＜続行＞される．このように，即興ダンスにおいてダンサーは，いつもここにあるけれど普段は集中して意識していないもの（自分の感情，体の感覚，音楽，空間，共演者など）を，次々に意識して，それに≪誠実に向き合うこと≫によってダンスを生み出している．

そして，更にこのインタラクションを，インタラクションのみで終わらせるのではなく，その場で作品化するために，ダンサーは≪思考すること≫すなわち，＜切り替え＞，＜展開＞，＜客観視＞，＜共演者との見せ方＞を行っている．即興ダンスはその場でダンサーが次々とダンスを生み出していく過程をそのまま作品として観客に提示する．よって動きを生み出すことに加えて，このような作品化の側面も同時に必要になってくるのである．

つまり，ダンサーが意識する即興でダンスが出来上がるプロセスとは，このように様々な刺激とのインタラクションによって，ダンスが生まれ，それがその場でダンサーによって作品化される過程としてとらえることができる．

では実際にはどのような刺激とのインタラクションがどのぐらい起こり，これらのインタラクションによってダンスはどのように展開していくのであろうか．この問いに答えるために，研究２では共演者とのインタラクションにしぼって，行動プロセスであるダンスパフォーマンスを捉える．次に研究３ではダンサーの内面プロセスと行動プロセスの両方を，内省報告とパフォーマンスの分析を通してみていく．

3．研究２　即興ダンスパフォーマンスの分析――フィールド観察

研究２では共演者とのインタラクションに焦点を絞り，ペアの即興ダンスに注目してパフォーマンスの観察を行い，そこでどのようにパフォーマンスが展開されるのかということを捉えるための枠組みを提案する．

3.1　方法

対象　２人組みで踊られる即興ダンス作品. 行うダンサーは４名（20 代男性２人（ＡさんとＤさん），20 代女性１人（Ｂさん），30 代女性１人（Ｃさん））で，いずれもダンス歴１０年以上の熟達したダンサーである．2010 年 4 月 19 日に撮影したＡさんとＢさん，ＣさんとＤさん，ＤさんとＡさんによる３作品について，パフォーマンスの記述を行った．

パフォーマンスの形態　ここで対象とした即興ダンスは，ダンサーが各自，自分の表現したいテーマをあらかじめ決めたうえで，相手と即興で関わり合いながら踊るというスタイルのものである．また音楽はあらかじめ用意されたものを使用することになっていた．

パフォーマンス時間は１作品４分 20 秒～5 分 10 秒であった．なおＡさん（20 代男性）のテーマは『体の一部が機械の働きざかりの青年』，Ｂさん（20 代女性）のテーマは『最初の一音を探しているピアニスト』，Ｃさん（30 代女性）のテーマは『迷子』，Ｄさん（20 代男性）のテーマは『声楽家』であった．

データの整理　即興ダンスのパフォーマンスを捉えるための枠組みを作るステップとして，音楽の記譜法を応用して，そのプロセスを厚く記述した．当初，ラバノーテーション，ベネッシュ・ノーテーション，ステファノフ・ノーテーション，Sutton によるダンスの記譜法等，既存の記譜法による記述を試みた．しかし，ベネッシュ・ノーテーション, ステファノフ・ノーテーション, Sutton によるダンスの記譜法はバレエを中心にした記譜法であったため，本研究で対象にしているダンス

はこれらの記譜法では記述できなかった．またラバノーテーションは，特定の舞踊様式に依存しない現時点で最も普遍的な舞踊記譜法である[3]とされるが，記譜が複雑すぎるという理由と，また今回扱う即興パフォーマンスではダンサー自身が発する声もパフォーマンスの一部として頻繁に用いられており，その声がラバノーテーションでは記譜できないという２つの理由から，最終的には音楽の記譜法をヒントに自ら記譜を考案した．

この記譜法では，１小節を５秒として声（voice）と動き（move）を分けて記述した．また声（voice）の部分はすべて第一著者が聞き取り，音程と音の長さを音符に起こした．なお，書き取った音の音程は適宜チューナーを用いて確認を行った．発声した言葉の内容は，歌詞のように文字で記録した．

また，動きは簡単な人の絵と，それに合わせて文字で書ける動作については文字で書き表した．動きの質感については音楽の記法を用いてｐ（ピアノ），ｍｐ（メゾピアノ），ｍｆ（メゾフォルテ），ｆ（フォルテ）等で示し，時系列の中で激しさを増していく動きについてはクレッシェンドを使うなどして，できるだけその場で行われていたパフォーマンスが記譜を通して分かるように記述を行った．記譜の具体例を図 １に示す．

3.2　結果と考察

３作品の記述の結果，ペアのパフォーマンスからは，表 3 にあげるような特徴的なパタンがみられることがわかった．すなわち，「Ａ．偶然に２人

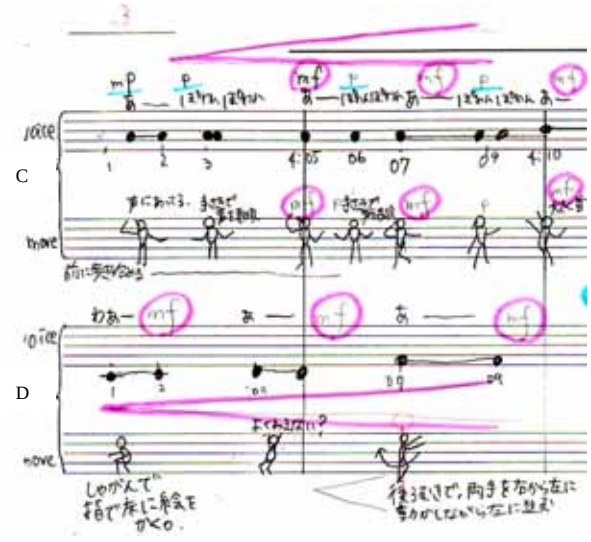


図 1　記譜の具体例

が一致した場合」と，お互いがお互いを意識したうえで「Ｂ．共演者を意識した一致やコントラストが作られている場合」，２人がばらばらに踊っている「Ｃ．不一致の状態」が観察された．

「Ａ．偶然に起こる一致」は「動きのタイミングがそろう」ことによって，また「Ｃ．不一致」は「相手とは関わらずにそれぞれで踊る」ことでそのような関係が作られていた．「Ｂ．共演者を意識した一致やコントラスト」がみられるときには複数のバリエーションがあり，「Ｂ-１．相手と１つの動きを作る」，「Ｂ-２．相手と同じ動きをする」，「Ｂ-３．相手の音・声に合わせて動く」，「Ｂ-４．相手にリズム（スピード）を合わせる・ずらす」，「Ｂ-５．相手に高さを合わせる・ずらす」，「Ｂ-６．相手に近づく・遠ざかる」といったやりとりの仕方が観察された．なお「Ｂ．共演者を意

表 3　観察されたパフォーマンス

観察されたパフォーマンス	
Ａ．偶然起こる一致	動きのタイミングがそろう
Ｂ．共演者を意識した一致やコントラスト	Ｂ-１．相手と１つの動きを作る
	Ｂ-２．相手と同じ動きをする
	Ｂ-３．相手の音・声に合わせて動く
	Ｂ-４．相手にリズム（スピード）を合わせる・ずらす
	Ｂ-５．相手に高さを合わせる・ずらす
	Ｂ-６．相手に近づく・遠ざかる
Ｃ．不一致	相手とは関わらずそれぞれ踊る

識した一致やコントラスト」について判断する場合はその前に相手を「見る」ということや，声が応答しているなど，何かしら相手との関わりがある場合をBとしており，これらがなくて動きが一致している場合はA，一致していない場合にはCと判断した.

この分析により、ペアの即興ダンスは表 3で表せるような共演者の動きとの「一致」「不一致」という枠組みで捉えられ，更に「一致」には上述したような様々なバリエーションがあるということがわかった.

4．研究３　フィールド実験

4.1　目的

研究 2で明らかになった共演者の動きとの一致不一致について，ダンサーはどのようなことを感じ考えながら踊っているのだろうか．研究３ではフィールド実験を行い，このような内省とダンスパフォーマンスの両者の関係を捉える．具体的には，内省報告の分析では研究１で示された様々な刺激の中でも，パフォーマンスの際にはダンサーは特にどの刺激に注目しているのかといった点を調べる．また，インタラクションによってダンスが生み出されているとすると，ソロのダンスよりもペアのダンスの方が「共演者」という刺激が増えるが，パフォーマンスの分析ではそのことによってダンサーの動きが変化するのかどうかといった点を検討する.

4.2　方法

対象と手続き　２人の熟達した即興ダンサー（HさんとMさん共にダンス歴１０年以上）による即興ダンスパフォーマンスを分析の対象とする. 実験は 2010 年 11 月 5 日に実施した．即興ダンスのスタイルは研究２と同様に音楽に合わせて踊るものだった．今回は，はじめにそれぞれソロで作品を踊ってもらった後に，２人によるペア作品を踊ってもらい，全てのパフォーマンスの様子をビデオで撮影した．またパフォーマンス直後に撮影したビデオを見ながら，どのようなことを感じ考え動いたのかについて内省報告をとった.

ソロ作品，ペア作品は全て同じ音楽が用いられた．なお，Hさんのテーマは『マニフェストって手形をつける意味なんだって〜手形をつける』, Mさんのテーマは『額縁のある絵の中』であった．またそれぞれの作品の所要時間はHさんのソロが４分１８秒，Mさんのソロが４分１７秒，HさんとMさんによるペアが４分３０秒であった．ペアではソロと同じテーマを各自持った上で２人で踊ってもらった.

データの整理

・内省報告：書き起こしの後，研究１で抽出されたカテゴリを参考に，どのような刺激とインタラクションしているのかを発話にラベリングした.

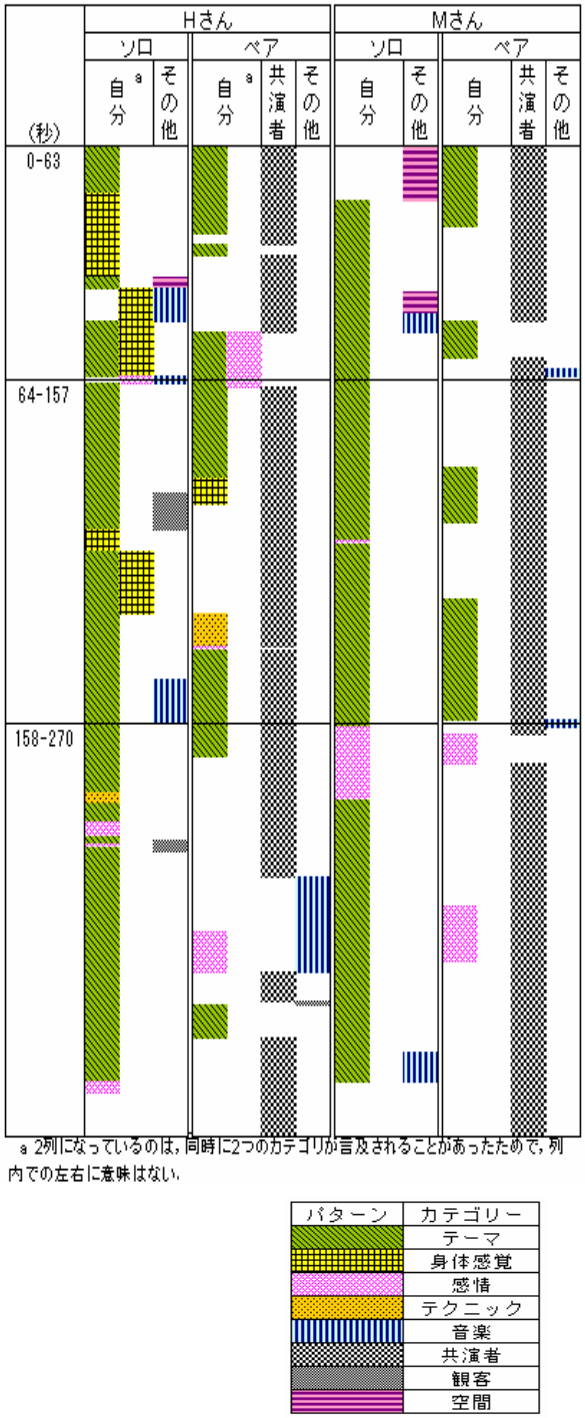
・パフォーマンスの分析：客観的にパフォーマンスを捉えるために，まず身体の中心点である重心位置の上下変化に注目した．具体的にはビデオのフレーム（１秒＝３０フレーム）ごとに重心の位置（１寝る，２座る，３中腰，４立つ，５背伸び，６飛ぶ）を目視でコーディングを実施し，値が変化するところに注目して変化の絶対値を求めた. この値を足し合わせ, 作品全体の所要時間(秒)で割り，１秒あたりの重心位置の変化の大きさの平均値を求めた.

4.3　結果と考察

4.3.1 内省報告

録音した内省報告を全て書き起こし，撮影したビデオと合わせて，発言内容がどのパフォーマンスの内容なのかを同定した．その後，どのような刺激とインタラクションをしているのか，発話に名前をつけた．このカテゴリ名は研究１のインタビュー調査で抽出された項目を参考にしながら，データを読みながらラベリングした．内的イメージとメッセージの区別がしにくかったために，今回は「テーマ」としてひとつにした. したがって，発言に付与したカテゴリ名は「テーマ」「身体感覚」「感情」「テクニック」「音楽」「共演者」「観客」「空間」という８種類である．そして，実際のパフォーマンスの流れの中でそれぞれのカテゴリが

どのように進んでいったのかを調べるために，以下のように色を割り当て，１秒ごとに時系列でその移り変わりを図 2 に示した．なお，わかりやすさのために，図 2 ではソロでは自分（「テーマ」「身体感覚」「感情」「テクニック」）とそれ以外（「音楽」「観客」「空間」）で列を分け，ペアでは自分（「テーマ」「身体感覚」「感情」「テクニック」）と共演者とその他（「音楽」「観客」「空間」）で列を分けた．



[a] 2列になっているのは，同時に2つのカテゴリが言及されることがあったためで，列内での左右に意味はない．

図 2　内省の移り変わり

結果，図 2 よりソロでは「テーマ」の占める割合がHさんは全体の 81%，M さんは全体の 86%と多い．ゆえにソロでは研究１で明らかになった様々な刺激の中でも特に「テーマ」とのインタラクションを中心にパフォーマンスが展開していることがわかった．一方ペアではHさんは全体の 80%，Mさんは全体の 94%で「共演者」を意識しており，よってペアでは「共演者」を中心としたインタラクションによってパフォーマンスが展開していることがわかった．

4.3.2　パフォーマンスの分析

使われた曲が３部構成だったので，音楽に基づいて，全体を３つに分けて１秒あたりの重心変化の平均値を求めた．なお音楽の分割の仕方は，音のスタートをそれぞれのパートのスタートとした．その結果，第１部は 64 秒間，第２部は 95 秒間であった．第３部は，人によって終了のタイミングが違ったため，Hさんソロが 99 秒，Mさんソロが 98 秒，HさんとMさんペアが 111 秒であった．重心変化の結果は，表 4 のようになった．

まずソロでの特徴をあげる．Hさんのソロの１部では，内省調査の結果（図 2）からわかるように，「テーマ」に次いで「身体感覚」とのインタラクションが多い．実際の動きをみてみても，速いスピードでジャンプしたり転がったり次々と体で遊ぶように様々な動きが展開されていた．よって重心変化の平均値も最も高い値となっている．一方でMさんのソロの１部では，内省報告の分析の結果（図 2）から「空間」とのインタラクションが多く，Mさんは空間を歩き回ることでそのインタラクションを表現した．その結果，重心変化の平均値が最も低い値となっている．

一方でペアの１部では，Hさんはソロのときよりもペアのときの方が重心変化の平均値が若干少なくなった．一方でMさんはソロのときよりもペアのときの方が重心変化の平均値がかなり大きくなっている．これは，「共演者」について特に意識していたという内省報告の結果と，上述のソロでの動きの特徴と合わせて考えると，１部は，相手

表 4　ダンサーの重心位置の変化値の１秒あたりの平均値（1,2,3 部別）

	Hさん		Mさん	
	ソロ	ペア	ソロ	ペア
１部				
変化値	66	53	12	44
音楽の時間（s）	64	64	64	64
変化値の平均値	1.03	0.83	0.19	0.69
２部				
変化値	43	45	45	54
音楽の時間（s）	95	95	95	95
変化値の平均値	0.45	0.47	0.47	0.57
３部				
変化値	53	91	41	44
音楽の時間（s）	99	111	98	111
変化値の平均値	0.54	0.82	0.42	0.40

がどう出るかをみて，相手に合わせたり，ひきずられたりしたことで，重心の変化の程度が互いにより近くなったためではないかと考えられる．相手を基準としてとらえてわざとずらしたり，コントラストをとったりということも出てくる．よって，ソロのときにもともと重心変化の平均値が大きかったHさんは，ソロでもともと重心変化の平均値の少なかったMさんに合わせて，ペアではすこし重心変化の平均値がさがり，もともとソロで重心変化の平均値の少なかったMさんは，ソロでもともと重心変化の平均値が大きかったHさんにつられて，ペアではその値が大きくなったと考えられる．

次に，２部の結果をみてみよう．２部ではHさんMさんのソロ，ペアともにあまり重心変化の平均値に違いがみられない．しかもその数値もほとんど同じような値である．違いという点で，敢えていうならば，Hさん，Mさんそれぞれがソロに比べてペアの重心変化の平均値が少しだけ高くなっているが，第１部の変化に比べればその変化は少ないといえる．これには音楽が影響していると考えられる．２部の音楽は１部（アレグロ），３部（ヴィヴァーチェ）と違って，とてもゆっくりな曲調（アンダンテ）であった．これが影響して，Hさん，Mさんのソロ，ペアともにそのリズムに合わせたゆったりした動きとなり，変化が少なかったのではないかと考えられる．また，２部のペアでは，そのほとんどのやりとりにおいて，２人が近い距離で１つの動きをつくることが多かった．それゆえにその重心変化の平均値も近いものとなっていると考えられる．内省報告の結果からも，２部はお互いがお互いに任せて展開しているということがわかっているので，その任せた結果が，重心変化の平均値がそれほど変わらないという動きにもあらわれていると解釈できる．

最後に３部である．Hさんの重心変化の平均値はソロに比べて，ペアの方が大きくなっている．一方Mさんの重心変化の平均値はソロと比べて少しペアの方が少なくなっているがほとんど変化がないといえる．Hさんの３部は，Mさんと関わり合いながらも，１部，２部に比べてMさんとは遠い距離で独自に展開しているようにみえる．これまでのMさんとの関わりをふまえた上で，Mさんの動きに合わせたり，Mさんの動きを基準としてずらしたりして動くのではなく，自分からMさんとの動きを提案していくように，Mさんの前であえて急に体を傾けてみるといった「いたずら」をしてみたり，内省報告の結果から明らかになったように音楽や観客など新たな違う刺激とのインタラクションも積極的に楽しみ始めたのではないかと考えられる（図 2 を参照）．今回の音楽の３部は速いテンポ（ヴィヴァーチェ）で，Hさんはそれに合わせて手で音符を形作りつつ体を上下にのばしたり，中腰になったりしながら踊るといった動きがみられたためにその重心位置が大きく変化した．つまり音楽とインタラクションすることによって重心位置が変化したと考えられる．しかし今回は相手とのインタラクションに焦点をしぼったために音楽や観客とのインタラクションによって，重心がどのように変化するのかは，詳しく考察できなかった．これは今後の課題である．またMさんも，１部，２部でのHさんとの関わりを通

して，内省報告からもわかったように，次は自分の感情とのインタラクションに集中し，それを楽しみ始めたのではないだろうか．パフォーマンスもMさんの３部は「ひたすら手をおろし続けて，さらに自分を押さえながら床の上をゆっくり寝ながら移動する」という動きがじっくりと行われていたからである．

このような結果から，今回のペアの即興ダンスパフォーマンスは,「お互い様子見，探り合いの１部」,「音楽に合わせて相手と１つの動きを作ることで展開した２部」,そして「独自の世界と相手の統合と発展の３部」という特徴をもっていたということができるのではないかと考える．

５．総合考察

研究１のインタビュー調査で明らかになった様々な刺激とやりとりをしながらダンスを生み出しているということについて，研究３の内省報告の分析の結果からは，実際のパフォーマンスの際は様々な刺激の中でも，特にソロはテーマ，ペアは共演者とのやりとりを中心に，様々な刺激（観客・空間・音楽・自分の感情や身体感覚）とやりとりしながらダンスが生み出されていることがわかった．また，同様に研究１のインタビュー調査で明らかになった，刺激とのインタラクションで生み出されたダンスがダンサー自身によって≪思考すること≫でその場でオーガナイズされながら積み重ねられ，最終的に作品が出来上がっているということについても同様のことが，研究３の内省報告で明らかになった．例えばHさんが，

> *（Mさんと自分の）２人がずっと立ってるのも（よくないのではないか）っていうので，絵のバランスを考えてというか，なんか下に入りたくなったのと，この人たち（観客）の視線がずっとやっぱ上に向かっちゃうから，ちょっとラインを下げようと思って，ガシューンって降りたのもある．*

と語ってくれていることからもわかる．このように，研究１の結果と合わせると，ダンサーは様々な刺激とのインタラクションに≪誠実に向き合う≫こと，更にそのインタラクションはある１つの刺激（ソロではテーマ，ペアでは共演者）を軸として様々に行われていること，またこれによって生み出されたダンスを作品として成立させていくために，その場で≪思考する≫ことによってオーガナイズしているということが実際のプロセスの中でも明らかになった．しかし，今回はデータが研究１では１０人，研究３では１ケースのみであったために，更なるデータの収集が必要である．

次に，研究３の重心位置の変化の分析結果からは，相手がいることでダンスパフォーマンスが実際に変わったということを支持する結果が得られた．特に１部ではそれが顕著にみられた．また２部，３部の重心位置の変化からは，他の刺激とのやりとりによってもダンスが変わるということが示唆された．今回の研究２と３のダンスパフォーマンスの分析では，とくに相手とのインタラクションに注目して分析を行ったが，今後は音楽や空間，さらには内的なもの（テーマ・感情など）とのインタラクションにも注目していきたい．加えて，今回の研究３の重心位置の変化の分析は，重心位置の変化というものをその平均値で大まかにしか検討できていない．今後は更に研究２で明らかになった「一致」「不一致」の枠組みも用いながら，ダンサーの重心がどのように変化していったのか，ダンサーのパフォーマンスがどのように展開したのかというプロセスを丁寧に捉えていく必要がある．なお，このような分析には，適宜加速度計やモーションキャプチャといった身体指標の測定装置を用いて研究を進めることが望ましいが，我々は現在そのようなデータを収集する準備を進めているところである．

まとめると，即興ダンスが出来上がるプロセスとは，ダンサーが今ここにある様々な刺激（感情・テーマ・身体感覚・共演者・音楽・観客・空間）を意識し，それと≪誠実に向き合い≫やりとりすることによってダンスを生み出し，これらの生み出したダンスを≪思考する≫ことで作品として成

り立つように，その場でオーガナイズしていくプロセスであるということが示唆された.

このことは，舞踊学者の辻元が「即興を踊るときは，相手からの刺激や周囲の環境からの刺激に対応していく身体，そして人間の内部から生まれてくる感覚を瞬時に返信し, 受信する身体で踊る」と述べている[7]こととも一致している．更に，その具体的な中身を明らかにするとともに，実際のパフォーマンスの過程での実態を紐解いたことに本研究のオリジナリティがある．今後は上述した課題をふまえつつ更に即興プロセスについて検討していきたい.

参考文献

[1]福本 まあや （2006）．コンタクト・インプロヴィゼーションにおける“disorientation”の概念．『お茶の水女子大学人間文化論業』, **9**, 51-60.

[2]福本 まあや (2009)．コンタクト・インプロヴィゼーションにおける“arriving”に関する研究．『富士大学芸術文化学部紀要』, **3** ,136-147.

[3]中村　美奈子（2002）．舞踊記譜法－用途，歴史, 分類, そして応用－『アート・リサーチ』, **2**, 89-100.

[4]中津留 絢香（2007）.『舞踊作品創作における即興の役割とその可能性～ピナ・バウシュとトリシャ・ブラウンの作品創作を通して～』． お茶の水女子大学文教育学部芸術・表現行動学科舞踊教育学コース卒業論文

[5]佐々木 健一 (1995).『美学辞典』． 東京：東京大学出版会.

[6]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.

[7]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.

[8] 岡田 猛(2006). 美術の創作プロセス. 大津 由紀雄・波多野 誼余夫・三宅 ほなみ（編）『認知科学への招待』. 東京：研究社.

[9] 田柳 恵美子（2010）. 音楽のパフォーマンスデザインとイノベーション：ジャズにおける即興と革新を事例として. 『認知科学』, **17** (3), 459-473.

楽しさで育つ文法の探求：

人工コミュニケーションツールを用いた実験

Exploring the Emergence of Grammar:

An Analysis of a Purpose-Free Communication

宇野 良子[†]，鈴木 啓介[‡]，池上 高志[*]
Ryoko Uno, Keisuke Suzuki, Takashi Ikegami

[†]東京農工大学，[‡]理化学研究所，[*]東京大学
Tokyo University of Agriculture and Technology, RIKEN Brain Science Institute, University of Tokyo
ryokouno@cc.tuat.ac.jp

Abstract
A new interactive "wall game" is proposed in which two human players alternatively configure a pattern to communicate. A pattern consists of 3x3 sites, on which a player can place one of three symbols. The two major findings in this paper are i) the subjects mainly communicated in two modes. Either the subjects changed the pattern by watching the pattern as it is (dynamical mode) or by having narrative reflection (metaphorical mode). ii) Subjects switched between these two modes. Most of the experiments in evolutionary linguistics are based on “task-oriented communication” and they observe the emergence of lexical items. In contrast, our experiment explores whether “communication without purpose” leads to the emergence of complex rules such as linguistic grammar. We argue that the switching between the two modes observed in our experiment can be seen as a grammatical process in the sense that it is a procedure to take an internal state outside using the media (i.e., patterns in the wall game). Under this hypothesis, the players’ exploration of the media becomes a crucial step in the emergence of language and grammar.

Keywords — language, grammar, communication, purpose, tools

1. はじめに

自然言語はどのようになっているのか、ということを言語学では通常研究している。一方、言語や文法はどうしてこんな風なのか、を問うならば、自然言語のデータの分析に加えて、何らかの工夫が必要となる。認知言語学が文法の認知的基盤を求める場合も同様である。

工夫の一つとして、数理モデルを用いて言語や認知を考えるような研究との連携がある。数理モデルなどを作ることで、対象を理解しようとする立場は「構成論的アプローチ」と呼ばれる。構成論的アプローチの一つである、人工生命という研究分野では、ロボットを作ったり、コンピュータシミュレーションを行ったりすることで、生命かもしれないものが現れる様を観察する（池上, 2007 などを参照）。そして、言語を分かるために、言語かもしれないものを立ち現れさせ、観るアプローチは、「進化言語学」とよばれる比較的新しい研究分野である

本稿は進化言語的アプローチをとる。私たちが作ったプロト言語に見立てたコミュニケーションツールを通じて、二人の被験者が相互作用を行うという実験を行った。そのプロト言語の使い方がどのような特徴があるかを観察する。

Galantucci (2005)のような心理学者や、Kirby（例えばKirby, Cornish and Smith [2008]）のような進化言語学者は、既に人間のコミュニケーションを通じた人工言語の進化について実験を行っている。（この分野の研究の総説はSteels [2006]や Scott-Phillips & Kirby [2010]を参照のこと。）

これらの先行研究ではほとんどの場合、結果的に得られる「言語」は語彙的な要素である。これはほとんどの実験で被験者たちはお互いに協調してタスクを行うように指示されていることと関係しているのではないか、と考えられる。

しかし、語彙だけでなく、文法も言語の重要な構成要素である。少なくともバラエティに富んだ結果を得るためにも、タスク指向なコミュニケーションに限らず実験が行われることは必要であると私たちは考えた。そして、「目的の無いコミュニケーション」が文法と語彙を備えたプロト言語の発生には大事なのではないかという仮説を立てた。

発達心理学の研究の中にはこの立場を根拠づけるものがある。例えば、幼児は二タイプのプロト

言語的コミュニケーションを行うことが知られている。一つは目的のあるコミュニケーションであり、タスク指向的なものである。もう一つは、目的のないコミュニケーション、すなわちコミュニケーションのために行われるコミュニケーションがある（Bates, 1976）。 Gómez, Sarria and Tamarit.（1993）はこの第二のタイプのコミュニケーションの重要さを指摘した。彼らは、このタスク指向ではないコミュニケーションこそが「心の理論」の先行指標であると論じたのである。幼児は「心の理論」を獲得すると自分の心とは異なる他者の心というものを推論できるようになるとされる。そしてこの能力の獲得は言語の文法の適切な使用には欠かせないとされている（Tager-Flusberg, 1993）。 Tomasello（2003）もまた注意の共有が発達において重要なことを指摘し、コミュニケーションしていること自体を共有するようなコミュニケーションが言語獲得において果たす役割を述べている。

本稿では､実験を通じて､タスクや目的のない、ただ楽しむだけのコミュニケーションを行ったときの人々の行動を観察する。被験者は私たちの作ったツールを通じてコミュニケーションを行った。このツールは｢わたしの壁｣と名付けられている。実験の結果として二通りのコミュニケーションのモードがあることが分かった。 そして、コミュニケーションの結果として得られたのは、語彙的な要素ではなく、心の中の状態が外部にメッセージとして表現されるその様式であった。私たちはこれがプロト文法につながるものであると考える。

以下第 2 節では実験の方法を、第 3 節では実験結果を述べる。第 4 節ではまとめと展望をおこなう。

私たちはこの実験を通じて、言語が情報伝達だけではなく、共感やコミュニケーション楽しむために用いられる（宇野・池上、2003）ことが、どれだけ文法の形成に関わっているのかを考察する手かがりを得ることを目指す。

2. 実験方法

28人の被験者（14組）には人工言語を使って、コミュニケーションをするように、と指示した。まず、被験者の一方が「メッセージ」をつくる。メッセージは、図1-Aにあるように、縦3、横3で合計9の位置に記号を＃＠＊の中から一つずつ選んだものである。

被験者は別々の部屋におり、インターネットを通じてメッセージを作り、相手に送る。インターネットを介し、もう一方の被験者はメッセージを受け取る。そして、受け取ったメッセージの 9 個の記号のうちいくつでも、別の変えることができる。そして相手に送り返す。これを繰り返す。やりとりしたメッセージの履歴は全て画面上に表示されている。（図 1-B）

A　　B

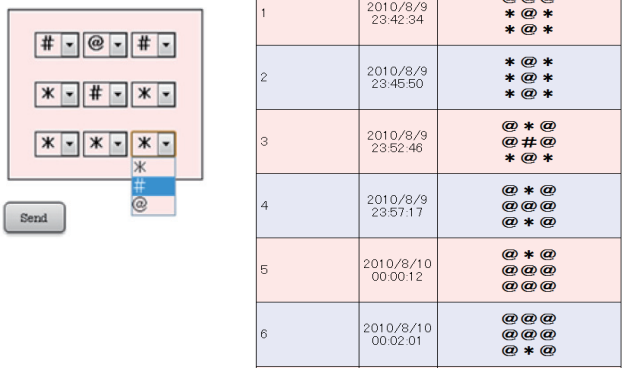


図 1 スクリーンショット
A：メッセージの入力画面
B：メッセージの履歴の表示

以下の表 1 にメッセージの実例を示す。Aが送った（1）のメッセージへの被験者Bの応答が（2）である。（2）へのAの返答が（3）で、Bの更なる返答が（4）である。

(1) A から Bへ	(2) B から Aへ	(3) A から Bへ	(4) B から Aへ
@@@ @*@ @@@	@@@ @*# @@@	### ### ###	### ##@ #@@

表 1 ：メッセージ交換の例

これをグループ1から9は、8往復（16メッセージ）繰り返した。グループ10から13は30往復（60メッセージ）を2セット繰り返した。メッセージをやり取りしたあと、被験者には自分が発信したメッセージについては、どのような意図で送ったかを、受け取ったメッセージに関してはどのような意図を読み取ったかを（自然言語で）記述してもらった。これを「意図のレポート」と呼んでいる。

三つの条件下で実験を行った。以下に示す。

条件１：

メッセージは 2 人の間で交換する。意図のレポートは全てのメッセージを交換した後に書く。（実験 1, 2, 3 で用いる。）

条件２：

メッセージは 2 人の間で交換する。意図のレポートはメッセージを交換する度に書く。(主に実験 2 で用いる。)

条件３：

被験者は一人でメッセージを送り続ける。意図のレポートは全てのメッセージを送った後に書く。（実験 3 で用いる。）

本稿では実験1のみについて紹介するので、関係してくるのは主に条件１だけだが、条件2についても3.3で必要があって触れる。それ以外の実験についてはUno, Suzuki, and Ikegami (to appear)を参照のこと。

3. 実験 1:二つのモード

3.1 言語学的分析

まず、「意図のレポート」を言語学的に分析するところからはじめた。私たちはレポートを三種類に分類した。「動的レポート(dynamical report)」、「比喩的レポート(metaphorical report)」そして「その他」である。

「動的レポート」とはパターンの字義的な描写のことである。例えば、以下である。

(D1) 全種類の記号をつかった。

(D2) 左から右へスクロールした。

(D1)	(D2)	(M1)	(M2)	(O1)	(O2)
＊＃@	@＃＊	@@@	@@@	@＊@	@＃＃
＊＃@	@＃＊	@＊@	@＊＃	＊@＊	＃＊＃
＊＃@	@＃＊	@@@	@@@	＃＃＃	＊＊＊

これらのレポートではパターンはあるがままに表現されている。これらのレポートによって説明されている「メッセージ」は以下の表２に示した。

一方で、「比喩的レポート」では、被験者がパターンの中の記号を使って物語をつくる。従ってパターンそのものの記述とはなっていない。比喩的な記述(cf. Lakoff and Johnson, 1980)であると言える。

つまり記号や記号の集まりを他の何かに譬えているのである。例を見てみよう。

(M1) ウサギが小屋の中にいます。

(M2) ウサギが小屋に穴を開けて逃げました。

この例では被験者は「＊」をウサギに、「@」の連なりを小屋の壁に、「＃」を穴に見立てている。

この実験ではどうやってもある被験者の作った物語はメッセージを交換する相手には伝わりようがない。例えば、被験者Ａは（M1）のメッセージでウサギのついて述べているつもりだが、そのメッセージを受け取った被験者Ｂは次のような全く異なる意図のレポートを行った。

(D3) ＊は@に囲まれている。

最後に「その他」のカテゴリーではレポートとメッセージのパターンはあまり関係がない。例えば(O1)のような交感的な表現であったり、(O2)のようなパターンには無関係な被験者の感情だったりする。

(O1) こんにちは。

(O2) この実験難しいね。

以下の表 2 に示されているのが以上のレポートに対応するメッセージである。

表 2：レポートに対応するメッセージ

それぞれのペアにおけるレポートのタイプの使用のされ方は以下の図 2 に示されている。ほとんどのレポートが比喩的か動的であることがこの図からは分かる。

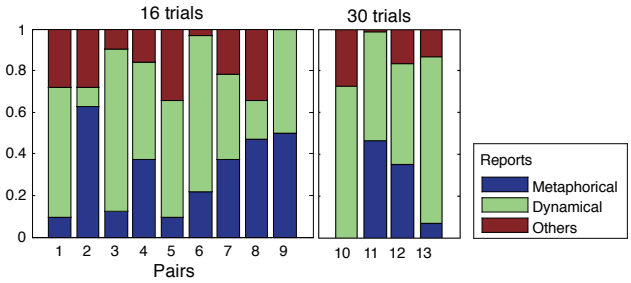


図 2：レポートのタイプ毎の使用率

3.2 数理的分析 1

以上で二種類のレポートのモードがあることが分かった。次にそれぞれのレポートのモードに対応したメッセージのパターンに特徴があるかどうかを見るために、数理的分析を行った。数理的分析として、ここでは連続する二つのパターン間のハミング距離を計算した。ハミング距離は一つの記号列を次の記号列と同一にするために必要な変更の回数として定義される。そのために、「メッセージ」を一次の記号列とみなした（例： 表 2 の（D1）は 「＊＃＠＊＃＠」とした。）。一組のパターン間のハミング距離が大きければ大きいほどそれらはより似ていないことを意味する。「意図のレポート」を数理的分析で扱えるように、二つのカテゴリーには指標をつけた。（例 比喩的指標は両方が比喩的レポートをした場合には 2、一方だけが比喩的に解釈した際には 1、どちらもそう解釈しなかった場合には 0 をつけた。）私たちはハミング距離と比喩的指標、あるいは動的指標との相関係数を測った。図 3 に示すように、結果として、連続するパターンのハミング距離が小さくなると被験者は比喩的レポートをすることが示された。一方で、ハミング距離が大きくなると動的レポートをすることが示された。

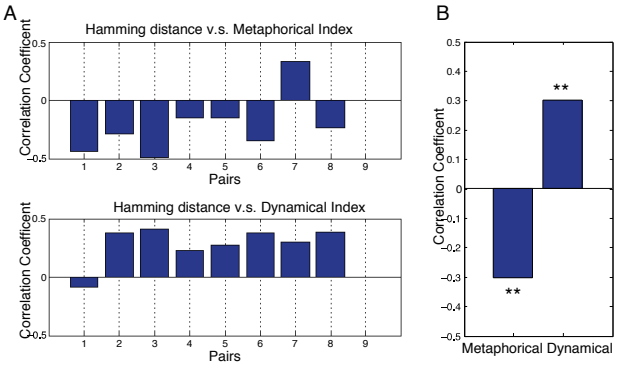


図3：A: 各ペアのハミング距離と二つのレポートの相関係数 B: 前ペアのハミング距離と二つのレポートの相関係数 。ハミング距離は動的レポートとは正の相関（$p < 0.01$）を比喩的レポートとは負の相関（$p<0.01$)を見せる。

3.3 数理的分析 2

次に、状態遷移グラフをつくりパターンを分析した。パターンの状態遷移を分析するために、16 のメッセージは十分ではなかったので、30 のメッセージを交換したペア 10 から 13 のデータのみを用いた。これらのグループは二つの異なる条件下で 30 のメッセージの交換を二度行っている。（第 2 節で説明した条件 1 と条件 2 である。）条件 2 を用いた実験の結果についてはここでは詳しくは述べないが、本稿に関係する重要な点は条件 2 では条件 1 に比べ比喩的レポートが増え、動的レポートが減るということである。（詳しくは Uno, Suzuki and Ikegami [to appear]。）

遷移グラフを描くために、メッセージのやりとりで用いられたパターンをそのペアが用いたシンボルの数によってグループ化した。まず、パターンを 3 列に分け、そして各列を用いられた記号の構成比だけでグループ化した。（例 「＊＠＊」は「210」に分類され、「＃＃＃」は「003」に分類した。そして、各列をグループ化した 10 グループのうちの一つを 0 から 9 の数字で表した。(0 は「012」を、(略) 9 は「210」を。）次に私たちは、3 列なからなるパターンの各グループに 3 ケタの番号をあたえた。（例「091」は「＃＠＃　＊＠＊＠＃＠」を表す)。最後にゲームで用いられた全てのパターンを数値化し、それらの間の遷移を計算

した。

図 4-A はペア 11 の状態遷移グラフを計算したものを表す。遷移グラフのリニアリティは「ノードの数をグラフのエッジの数で割ったもの」として定義した。主に動的モードでメッセージを交換した条件 1 では、リニアリティは 0.89.であった。そして、主に比喩的モードでメッセージを交換した条件 2 では 0.97 であった。このペアの分析からは比喩的モードの方がよりリニアリティが低いことが示唆される。図 4-B はリニアリティと 4 組全ての相関係数を示す。ここで示されるのは動的モードでは同じタイプの遷移が繰り返し用いられるが、比喩的モードではそうでない、ということである。

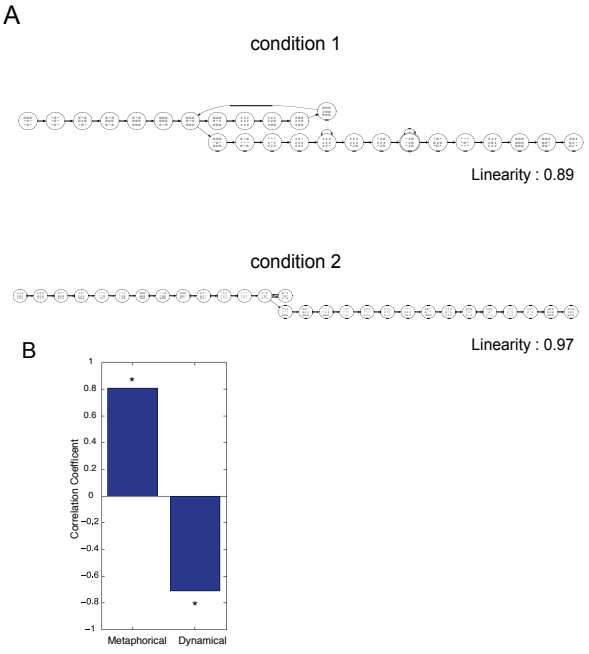


図 4：A: ペア 11 の状態遷移図
B: リニアリティと 2 種類のレポート数との相関係数

.

4. まとめと展望

以上本稿ではタスクの無いコミュニケーションにおいて、「動的」と「比喩的」の二つのモードで人はコミュニケーションをするのだということを、言語学的・数理的に示した。

この実験では、メッセージを特にコミュニケーションの目的のために交換しているのではない。そのため、お互いに「飽きない」「楽しい」コミュニケーションでありつづける必要がある。一番簡単なメッセージの作り方は、相手がやったことを真似することである（例えば、相手が一つ変えたら自分も一つ変える）。しかし、それをやり続けると飽きてしまう。そのような退屈な状態を回避するための二つの手法が二つのパターンに対応しているのではないか、と私たちは考える。動的モードでは、視覚的に変化の大きい、特徴的なパターンを見せることが変化につながり、比喩的モードでは、パターンそのものより、そこに見出したストーリーに基づき、新規のメッセージを送ることになる。これが、本稿で示した、ハミング距離や遷移状態の分析結果とつながっていると考えられる。今後は、このような二つのモードの存在がどのような役割を担いつつ、言語的な規則の生成に結びついていくのか見ていきたい。そのために、現在はインターネットを使ったツールばかりでなく、図5に示したように様々なタイプの実際に触れるコミュニケーションツールを作り、ツールの特性とコミュニケーションのモードとの関係を分析している。

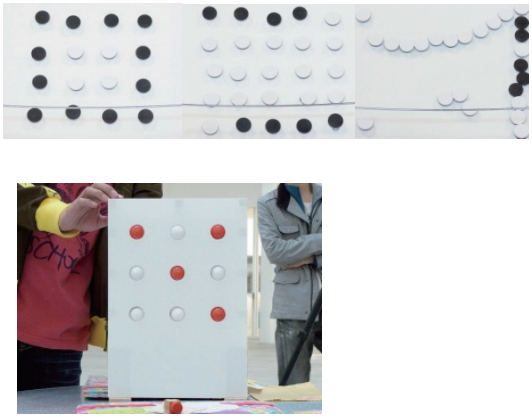


図 5:実験で用いているコミュニケーションツール。記号の数や特性とやりとりされるメッセージに相関があるかを分析している。
（デザイン：石山星亜良）

参考文献

[1] Bates, E. (1976). “Language and Context: the Acquisition of Pragmatics”, New York: Academic Press.

[2] Galantucci, B. (2005) “An experimental study of the emergence of human communication systems”, *Cognitive Science* Vol. 29, pp. 737–767.

[3] Gómez, J. C., Sarria, E., and Tamarit J. (1993) “A comparative approach to early theories of mind: ontogeny”, phylogeny and pathology, Baron-Cohen, S. Tager-Flusberg, H. and Cohen, D. J. editors. *Understanding Others Minds: Perspectives from Autism*. Oxford: Oxford University Press. pp. 195-207

[4] 池上高志 (2007) ”動きが生命をつくる”, 青土社

[5] Kirby, S., Cornish, H. and Smith, K. (2008) “Cumulative cultural evolution in the laboratory: An experimental approach to the origins of structure in human language”, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* Vol. 105, pp. 10681-10686.

[6] Lakoff, G. and Johnson M. (1980) “Metaphors We Live By”, Chicago: University of Chicago Press.

[7] Langacker, Ronald W. (2000). “A *dynamic-based* model”, In *Usage-based models of language,* ed. Michael Barlow and Suzanne Kemmer, pp. 1-63. Stanford: CSLI Publications.

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

[9] Steels, L. (2006). “Experiments on the emergence of human communication”, *Trends in Cognitive Sciences.* Vol. 10, No. 8, pp. 347-349.

[10] Tager-Flusberg, H. (2000) “Language and understanding minds: connections in autism”, Baron-Cohen, S. Tager-Flusberg, H. and Cohen, D. J. editors. *Understanding Others Minds: Perspectives from Autism*. Oxford: Oxford University Press. pp.124-149.

[11] Tomasello, M. (2003) “*Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*”, MA: Harvard University Press.

[12] 宇野良子・池上高志 (2003) “ジョイント・アテンション／予測と言語—志向性を揃えるメカニズム—”,山梨正明 (編)『認知言語学論考 2』ひつじ書房, pp. 231-274.

[13] Uno, R., Suzuki, K. and Ikegami, T. (to appear) “An interactive wall game as an evolution of proto language”, To apeear in *ECAL 2011 Proceedings.*

メタ認知により創造的思考を促進するインタビュー手法の開発：並べて語らせるメモツールの効用

Development of the way of the interview of promoting creative thinking: The effectiveness of memo tools

忽滑谷 春佳[1]，諏訪 正樹[1]，西山 武繁[2]
Haruka Nukariya[1], Masaki Suwa[1], and Takeshige Nishiyama[2]

[1]慶應義塾大学環境情報学部
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
[2]慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科
[2]Graduate School of Media and Governance, Keio University

t08740hn@sfc.keio.ac.jp

Abstract

This article discusses the way the interview that promotes one's creative thinking. this method utilizes memo tools which were made for promoting meta-cognition.

Keywords — creative thinking, interview, rateral thinking, vertical thinking, meta-cognition.

1. はじめに

創造的活動とは何か. 芸術やスポーツ分野におけるエキスパート達の卓抜した振る舞いに限らず, 我々の様々な日常的営為もまた, 創造的活動だと筆者らは考える. 建築やマーケティング, マネジメントや教育などあらゆる分野において, いまだ社会に存在していない事物の創出を模索する時, 誰しもが創造的活動をしている.

創造的活動では, “如何にして考えるか”（以下, 創造的思考）が成功の鍵を握る. 創造的思考は水平思考（lateral thinking）と垂直思考（vertical thinking）の反復過程から生まれる. [1] [2] 水平思考とは曖昧な内的表象を用いた発散的思考であり, 垂直思考とは曖昧な内的表象の輪郭を鮮明にする収束的思考である. 特に, 水平思考はアイディアを人と話す, 紙に書いて俯瞰するなど, 様々な発散的行為によりもたらされることが多い. 我々の身体は常に環境と無数の相互作用を行い幾つかの情報（以下, 変数）を認識している. 創造的活動においては, 曖昧な内的表象を様々な発散的行為によって外的表象化することで, 表象に対して今まで気付かなかった変数を環境から発見し, 表象が変化し, 表象の輪郭が明瞭になる. そして新たな表象をもとに環境と新たな相互作用を行う. この繰り返しが水平/垂直思考の反復であり創造的思考を可能にさせる[3].

そうはいうものの創造的思考は容易にできることではない. 各分野におけるエキスパートの創造的思考を知りたいという欲求は少なくない. 彼らがどのように水平思考や垂直思考を繰り返して創造に至るのかを知るには, 彼らにしゃべってもらうしかない. 思考内容をしゃべらせる手法としては, 思考しながらその場でしゃべる think-aloud 法[4]と, 過去のプロセスを思い出してしゃべる retrospective report 法[5]が挙げられる. 共に被験者の思考にはなるべく介入せずに, ありのままの思考内容を外化させることを目指す手法であった. それに対して本研究では, 積極的な介入を前提としたインタビュー手法を提案する. 従来のインタビューでは, インタビュアーの恣意性が被験者に影響することを恐れ, インタビュアーは介入に対して消極的であった. しかしながら, 積極的介入なきインタビューでは, 被験者の創造的思考に深く踏み入ることは難しい. 人間は自らの思考内容について意識できているのはほんの一部にすぎない. ゆえに, 積極的介入なきインタビューでは, 被験者が自ら意識できている思考内容以上のものは期待できない. そこで本研究では, イ

ンタビュアーの積極的介入を前提とすることで，被験者の暗黙的な創造的思考に踏み込むことを目指す．被験者にとってインタビュアーの存在は，相互作用を生む環境である．インタビュアーとの会話は被験者に新たな変数発見を促し，水平/垂直思考の繰り返しを促進させる．一方で，インタビュアーの積極的介入を奨励する以上，どのように介入するかがインタビュアーのスキルに依存してしまっては手法として汎用性に欠ける．そこで本研究では，インタビューにおけるインタビュアーのファシリテーションに関してある程度のシステマティックさを持たせる．これにより従来のインタビューとは異なり，促進されつつある(現在進行形の)創造的思考を顕在化させるシステマティックなインタビュー手法を提案する．

2. インタビュー環境のデザイン

2.1 二種類のメモツール

では水平/垂直思考を促進するようなインタビューとはどのようなものか?筆者らは,創造的思考を行う被験者に自分の思考内容を身体的メタ認知しながら,インタビュアーと会話してもらうような形態のインタビューがよいという仮説を立てた.身体的メタ認知とは,身体と環境に生じる相互作用を可能な限り言葉として外化し(以下，ことば化)，相互作用そのものを進化させる行為である[4].筆者らは,身体的メタ認知を促すメディアとして文房具が重要であるという思想の下,2種類のメモツール(hexとまるめも)を開発してきた[6][7].hexは1辺45㎜ の正六角形,白色無地･半透明で冊子状に綴じられたメモ帳である(図1)．「書いて,並べて,考えさせる」というコンセプトに基づき,発散的思考を促進する.まるめもは，3種類の大きさ(直径 80㎜,50㎜,30㎜）と4種類の色(赤,青,黄,白.全色半透明)からなる円型のメモである.冊子に綴じないカード状である(図2).丸い形が柔軟な概念操作を可能にし,抽象レベルの思考整理など収束の場面で役立つ.

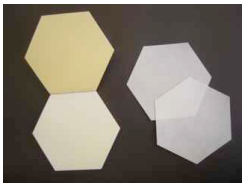


図１　hex

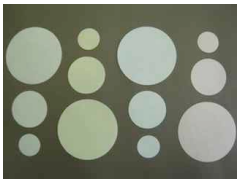


図２　まるめも

2.2 机から床へ

前節であげたメモツール hex は「並べる」ことがコンセプトになっている．実際に本手法では，50〜60 枚ほどの hex を被験者が自由に並べる作業がある．その際，机の上で作業を行うと机の面積や形状によって hex の並べ方が無意識に制限される．そこで本手法では，インタビュー時は机ではなく４畳ほどの平らな床で作業することを前提とする．ある程度の広さを持った平坦な床に hex を自由に並べることで,被験者の暗黙的な思考が hex の配置関係に自ずと現れる．

3. インタビュー手法

3.1 参加人数と役割

本研究では，建築学科１年の学生１名を被験者とし，被験者が取り組んでいる模型製作課題をテーマにインタビューを行った．インタビューのタイミングは被験者が１つの課題を大学より与えられた直後，課題作業期間中，課題提出完了後のそれぞれ３つのタイミング全てにおいて実施した．被験者１名に対し，第１著者がインタビュアーとなり，インタビューは１対１で行う．インタビュアーは，被験者の活動に関する知識をある程度持ち合わせていることが求められる．より具体的な内容について話すことで創造的思考の促進を図る.またインタビュー手順１においては，インタビュアーとは別に書記を設けることが望ましい．(書記の詳しい役割については後述する.)

3.2. インタビュー手順

創造的思考のインタビューの手順と各手順における狙いについて以下に説明する.

3.2.1 変数の書き出し

テーマについてインタビュアーと被験者は自由に会話をする．(30 分程度）今回は被験者に与えられた模型制作課題について自由会話を行った．会話中，書記は会話に含まれる変数を hex に単語単位で書き留める.また会話の妨げにならぬよう，書き留めた hex 会話の妨げにならぬよう被験者には見せない.

書記は会話中，被験者，インタビュアー両者の

発言に含まれる変数を抜き出し hex に書き込む．書記は被験者とインタビュアーの会話には介入せず傍で変数の書き込むことに徹する．書記はインタビュアーが兼ねることもできるが，その場合には hex への書き込むことで被験者との会話が中断しないよう留意する．

3.2.2　水平思考の構造模索

変数が書かれた hex をメモ帳から切り離し，全て被験者に手渡す．被験者は記入された変数を見ながら hex を自由に床に並べる．(図３）発散的な自由会話の内容が記された hex を並べることで，被験者の水平思考は hex の配置関係に反映される．また平面充填形の hex は被験者に並べるという行為をアフォードする．hex の形状が配置関係の模索を促し，並べられた hex，すなわち顕在化した思考構造が新たな視覚情報として被験者の配置模索をさらに促進させる．被験者は hex を並べる作業を通じて配置構造，つまり水平思考の構造模索が促進される．

3.2.3　積極的介入による水平思考の促進

hex を並べている間，被験者が新たに思い付いた変数は，その場で追加することを奨励する．さらに，様々な hex の並べ方（直線的配置，平面充填エリアと空きエリア，hex 同士の重なり具合等）が出現したら，インタビュアーは被験者に hex の配置関係の意味を細かく質問する．配置関係は隣接し合う hex のミクロな関係性から hex の群同士の関係性などマクロな視点まで，幅広い視点をもって質問する．被験者が hex の配置関係を事細かに意識できていることは少なく，hex の配置には被験者の暗黙的な思考構造が反映されている．インタビュアーの質問による配置の再考を通じて，

被験者は自らの暗黙的な思考構造までも認識することが可能になる．

3.2.4　垂直思考への誘導

hex の配置関係がある程度確定したら，その場で並べられた hex を俯瞰するように全体像を撮影し，A4 用紙１枚にカラー印刷する．全体像が印刷

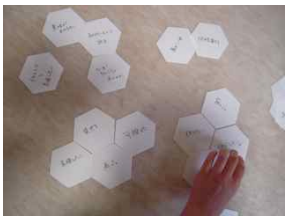


図３　hex を並べる



図４ 用紙への書き込みと質疑

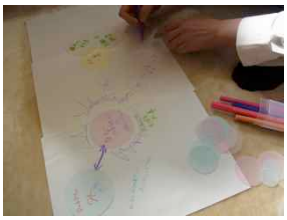


図５　まるめもを用紙に配置する

されたA4用紙と筆記具を被験者に渡しhexの群などマクロな配置関係の意味付けを用紙に書き込んでもらう．具体的変数が書かれた hex の操作からそれらを俯瞰する A4 用紙１枚への書き込みに移行することで，被験者の操作概念レベルが低次から高次へ上がり，発散していた思考を一度収束させる．

3.2.5　さらなる水平思考

被験者が，A4 用紙への書き込みを行う際，インタビュアーは積極的に hex のマクロな配置関係について質問を重ねることで，一度収束させた自らの思考についてさらに掘り下げ，思考を発散させ水平思考をうながす．

3.2.6　概念操作による垂直思考

マクロな配置関係を書き込んだ A4 用紙を参考に，hex の群につけられた意味をひとつずつまるめも（サイズ大）に記入する．また，並べられた hex の中で被験者が重要変数だと思う hex があれば，まるめも（サイズ中）に変数を記入する．この際，使用するまるめもの色は被験者に選ばせる．

3.2.7　積極的介入による水平思考

記入したまるめもをすべて A3〜A4 サイズの用紙（無地）に乗せ，被験者に配置してもらう．また，数種類のカラーペンを被験者に渡す．hex とは異なり，用紙の上での配置操作では，配置関係の書き込みをうながすことで，より明確に被験者の思考が用紙上に顕在化する．

インタビュアーは被験者の配置と書き込み作業に対して，これまでの会話内容を参照しながら意味付けの確認や質問を行う．概念レベルでの配置操作により被験者の思考は収束へ向かう．また意味付けの確認を通じて，１枚のまるめもに書かれた概念に関する思考が深く掘り下げられる．すべてのまるめもの配置操作や用紙への書き込みに対し，被験者とインタビュアーの両者が納得した時点でインタビューは終了となる．

４．実践例とメモツールの効用

4.1　建築学科学生へのインタビュー

本研究では第一筆者がインタビュアーとなり，建築学科１年の学生１名の被験者に対し，被験者が取り組む模型製作課題について，複数回のインタビューとそのフィードバックを行った．本章では実際に行ったインタビューにおいて，メモツールの使用例と創造的と考えられる事例を取り上げる．インタビュー時，被験者には設計製図の課題が与えられ，自らクライアント（施主）を想定し，クライアントに沿った建築物を設計する段階にいた．被験者は，前段階のクライアント設定でメンターにクライアント案を一度却下され再提出の後，合格したが，被験者はメンターの判断が腑に落ちないまま作業を進めた．

4.2　hex の効用

インタビューは，被験者が構想する建築物とその意図をテーマに行った．４０分程度の自由会話を終え，hex を並べながら配置関係の模索を行った．並べられた hex には，被験者がメンターに却下されたクライアントの設定とメンターに合格をもらった設定とが大きな２つの群となって現れていた．２つの群に対する意味付けは手順２の段階で被験者自身も意識できていた．しかしながら，hex の配置を傍観していたインタビュアーは配置構造の中に，hex の重なり具合の差異を新たに発見する．一方の群は hex の辺と辺を合わせ平面充填的配置に，そしてもう一方の群は hex の角同士が重なり合った状態で配置してあった．前者の群がメンターに合格をもらったクライアント設定に関する群（a 群），後者がメンターに却下されたクライアント設定に関する群（b 群）であった．（図６）この特徴を被験者に指摘したところ，被験者はこれらの配置の差異に関してまったくの無意識であった．そこで，インタビュアーは「なぜこのような配置の違いが現れたのか」を被験者に問い，考えさせた．すると，「前者の群では，1 枚 hex とそれに隣接する hex との関係性をすべて語ることが出来るが，後者の群ではそうした具体的説明ができない．非常に感覚的に hex を並べた」という返答を得た．さらに被験者は，「自分自身の思考内容が曖昧であったことが，（後者の群が）却下された原因かもしれない．」と目の前にある hex の配置構造とメンターの評価を照らし合わせて配置構造を解釈した．被験者がこうした発見や解釈の促進に至ったのには，hex の形状が大きく影響している．hex が六角形であるため，他の形状（円形や四角形等）に比べ，被験者の思考状態をそのままの状態で顕在化しやすい．今回の被験者の発言にあったように，ある程度整理された思考内容はノード同士の関係性が明確であるため，被験者は hex を平面充填的に配置する．一方，感覚的で曖昧な思考内容では辺同士をきちっと並べることに対して抵抗感を覚え，hex の重なりが多く見られる．円形のメモツールでは，平面充填的配置が難しい．また，四角形のメモツールであれば，ノード間の関係性が上下左右の４つに限定されてしまう．よって，ノード間の関係数のゆとりと，平面充填をアフォードする性質を備えた hex の形状は被験者の思考状態を被験者自身がメタ認知するツールとして効力があるといえる．

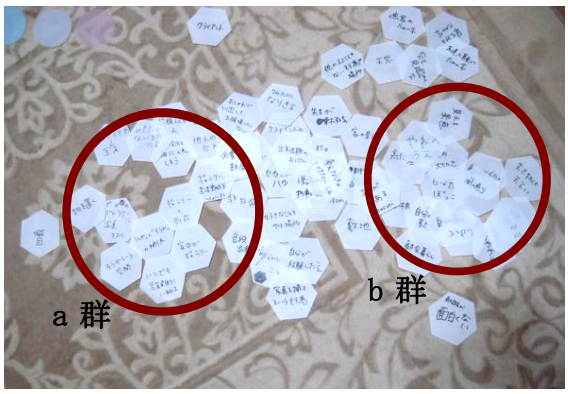


図６　hex の効用

4.3　まるめもの効用

手順６，７ではまるめもを用いる．hex に比べ配置の自由度が高いのがまるめもの特徴である．手順６で，被験者は hex の操作から上がってきた概念レベルの単語や重要変数を，まるめもに記入する．hex の配置によって具体的レベルでの思考促進がなされた後，まるめもを用いることでインタビュー全体としての収束を図る．しかしながら，創造的思考の促進には，水平／垂直思考の「繰り返し」が重要である．そこでまるめもを A3～4 サイズの白紙にのせることで，まるめもの配置に加え，余白へのスケッチをアフォードし，被験者にさらなる水平思考を促す．まるめもは，形状や色のバリエーションから，hex のように並べるだけでなく，下地（今回は白紙を用いる）への自由な書き込みを促す．[2]　まるめもへの単語記入の際に，被験者はまるめもの大きさと色を自分で選択する．この作業によって，被験者はこれまでの手順を経て上がってきた概念や重要変数に対し，感覚的に意味付けを行う．これにより，概念や重要変数に対する思考の収束がスムーズになされ，インタビュー全体の収束につながる．また，まるめもの選択と配置によって収束した思考をもとに，余白への書き込みを行うことで，被験者は，さらなる水平思考，ひいては一段階すすんだ創造的思考が促進されるといえる．（図７）



図７　まるめもの配置と書き込み

５．インタビュー手法開発のプロセス

本研究では，インタビュー手法の開発にあたり，手法の仮説立て，実践そして改善を繰り返し，現在の手法に到達した．本稿で提案する手法は ver3 となる．本章では，過去２つの手法を参照しながらこれまでの開発経緯について述べ，創造的思考の促進を念頭においたインタビューに関するヒューリスティックをまとめる．（表１）

表１　過去２回の手法との比較

	Ver.1	Ver.2	Ver.3
1	自由会話，変数書き出し	自由会話，変数書き出し	自由会話，変数書き出し
2	hex を床に並べる	hex を床に並べる	hex を床に並べる
3	新たな hex の追加．配置関係について質問と配置の再考を重ねる．	新たな hex の追加．配置関係について質問と配置の再考を重ねる．	新たな hex の追加．配置関係について質問と配置の再考を重ねる．
4	hex 全体像の撮影と A4 用紙への印刷 hex のマクロな配置関係の意味付けを A4 用紙へ書き込む	hex 群を表す概念や重要変数をまるめもに記入する．	hex 全体像の撮影と A4 用紙への印刷 hex のマクロな配置関係の意味付けを A4 用紙へ書き込む
5		A4 用紙上に配置．カラーペンで配置関係を記入する．まるめもの配置関係について質問と再考を重ねる	hex のマクロな配置関係について質問と再考を重ねる
6			hex 群を表す概念や重要変数をまるめもに記入する．
7			A4 用紙上に配置．カラーペンで配置関係を記入する．まるめもの配置関係について質問と再考を重ねる

注）下線部はインタビュアーが行う作業

ver.1 では hex のみを使用し,hex 全体像を撮影し,全体像が印刷された A4 用紙に配置構造の記入をしてもらった．この手法では，hex の配置時と A4 用紙への記入時に，それぞれ一回ずつ水平思考と垂直思考が促進をねらった．しかしながら，1 章で述べたように創造的思考の促進は，水平思考と垂直思考の「繰り返し」によって初めて可能となる．一度限りの水平／垂直思考では，被験者の暗黙的思考内容を深く掘り下げることが出来ず，結果として，インタビューは被験者自身もすでに意識できているような，表面的な思考内容に留まってしまった．

ver.2 では，まるめもを取り入れ，hex による具体的変数の操作から hex 群を示す概念操作を加え，作業の概念レベルの切り替えを図った．まず，hex による具体的な変数同士の関係性を考えるミクロな視点を被験者に持たせることで，水平思考を促す．その後，hex 群だけに注目させることで被験者はマクロな視点で自らの思考を捉える．さらに概念レベルでの配置関係を模索させることで，ver.1 で課題にあがった，垂直思考から再び水平思考への繰り返しを試みた．しかしながら，結果は ver.1 と同様に今ひとつに終わった．水平／垂直思考の繰り返しを取り入れたが，実際のインタビューでは,まるめもの配置や A4 用紙への書き込み作業においてインタビュアーの積極的介入が弱かったために，水平思考への移行が出来ていなかった．

また，ver.1 と ver.2 における垂直思考への誘導における被験者の振る舞いを比較すると,ver.1（全体像を印刷した A4 用紙への書き込み）に比べ，ver.2（まるめもへの概念記入）では，被験者の発言や作業に関する行為が少なかった．これは ver.1 の用紙への自由記述に対し,ver.2 ではまるめもへの
記入に作業内容が制限されることで，hex の配置操作で促進された水平思考が急激に収束されすぎたことが問題として挙げられる．垂直思考の段階であまりに急激な収束をしたことで，被験者はもちろん，インタビュアーも、その次の水平思考につながる質問の糸口が見つからなかったのではないかという仮説が立てられた．

以上の反省点から，ver.3 では水平思考から垂直思考への誘導に自由記述を設けることで，その次の水平思考への移行を容易にした．hex 配置後の写真撮影と印刷した A4 用紙への書き込みがこれにあたる．この作業を加えたことで，インタビューの一連の流れにおける，水平／垂直思考の繰り返しの回数を増やし，暗黙的な思考内容を徐々に掘り下げることを可能にした．

６．まとめと今後の課題

本稿では，被験者 1 名に関するインタビュー手法を提案した．しかしながら，創造的思考は個人のみでおこるとは限らない．グループワークなど被験者が複数になった場合のインタビュアーのファシリテーションや文房具の使い方については今後，研究していく必要性がある．また，インタビューの内容をどのようなメディアに載せて表現するかという点でも，従来のインタビュー記事とは異なる表現方法の開発が求められる．

謝辞

本研究の一部は,平成 22 年度日産科学振興財団特別研究課題「身体的感性に応じたデザインの基礎技術としてのメタ認知方法論の探究-言語化による身体知開拓の学習支援-」の助成による．

参考文献

[1] 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

[2] Goel, V.(1995) “Sketches of Thought” MIT Press, Cambridge.

[3] 諏訪正樹,(2004)“「創造」の研究:現象を生む実践の学”,人工知能学会誌,Vol.19,No.2, pp.205-213

[4] Ericsson, K. A. and Simon, H. A. (1986) “Protocol Analysis”,Verbal Reports as Data. MIT Press, Cambridge.

[5] Suwa, M. and 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.
[6] 西山武繁,諏訪正樹,佐山由佳,浦上咲恵,泉二肇.(2011)“身体と意識の開拓を促す文房具のデザイン”,2つのメモツールに関する考察.人工知能学会. 第9回身体知研究会,SKL-09-04, pp.27-35.
[7] 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 デザイン学:メタデザインへの挑戦, 第18巻1号

会話における（部分）復唱発話の分析
A corpus-based analysis of (partial) repetitions of other's speech in Japanese conversations

小磯 花絵，伝 康晴
Hanae Koiso, Yasuharu Den

国立国語研究所，千葉大学文学部
The National Institute for Japanese Language and Linguistics, Faculty of Letters, Chiba University
koiso@ninjal.ac.jp, den@cogsci.l.chiba-u.ac.jp

Abstract

In this paper, we focus on (partial) repetitions of other's speech, comparing them to Japanese interjection *aa*, which is thought to have a similar function with repetitions. Based on a quantitative analysis of Japanese three-party conversations, we show that repetitions tend to occur around the end of an other's utterance, while *aa*s are more likely to occur immediately after a focal element in other's speech. We also identify some features that may prosodically/acoustically characterize focal elements, as well as features that may invite hearer's responses immediately after focal elements, or around the end of utterances. These results suggest that hearers choose an adequate form of response tokens depending on what kinds of invitatory cues have been used by a speaker.

Keywords — repetition, interjection *aa*, hearer's response, focal element

1. はじめに

日常の会話には，以下の例に見られるような，直前の話し手の発話の一部を復唱する発話（以下，（部分）復唱発話）が頻繁に見られる（下線は復唱対象，「、」は休止，'['は重複位置を示す）。

(1) A: 週一週二かな
C: 週二
A: うん

(2) A: 回転寿司じゃなくてね立ち食い寿司って
いって、[二畳ぐらいしか店なくて
B: [立ち食い寿司

(3) C: じゃ、敬語で、おはようございますとか言って
B: 敬語で

この種の部分復唱発話は，会話という共同行為に対する関与(involvement) を生むといった社会的機能が指摘される一方で(Tannen, 1994)，例えば提示された情報の承認，提示情報の理解が十分ではないことを表示することによる修正・補足の促し（例(1)など），興味・関心や驚き等の評価の表示（例(2)・(3)など），それに伴うあいづち的な発話の促し（例(2)など）といった対話調整的な機能もあるとされる(Beun, 1995; 中田, 1991)。

ここで，興味・関心や驚き等の評価の表示という意味では，例えば「へー」や「ふーん」「あー」「えっ」などの感動詞も同様の機能を持ちうる。同様にあいづち的な発話の促しについても，「はい」「ええ」「あー」などの感動詞が担うことが多い。このことを考えると，この種の聞き手反応を示す際に，感動詞のような簡潔な表現があるにも関わらず，なぜ時として先行発話の一部を復唱するという，ある種冗長な手段を用いるのか，という素朴な疑問が生じる。

部分復唱発話と感動詞とですぐに思いつく相違点は，前者は聞き手反応を受けている対象（以下，焦点要素）がまさに復唱されている表現であり会話参与者にとって明示的であるのに対し，感動詞の場合は必ずしも表現形式から焦点要素が明示的ではないという点である。

感動詞の持つ焦点要素の不特定性は，結果として出現位置の制約につながる。Goodwin (1986)によれば，聞き手反応の一種である評価的発話は，特定の要素への評価の表明であり当該発話の内部で生起する傾向にあることが指摘されている。高梨ほか (2010)は，日本語会話に現れる3種類の感動詞「あー」「へー」「ふーん」を対象にその出現位置を調べた結果，焦点要素が発話内に特定できるケースについては，感動詞は発話の末尾よりも前に発話され（当該発話よりも前に終わ）る傾向にあることを見出している。つまり，例えば例(3)において，Cの発話が終了してから「あー」などの感動詞を発しても，何に対する反応なのかが明示的ではないため，焦点要素により近い位置で発話することが必然的に求められるということである。

一方，部分復唱発話では，焦点要素の特定性により出現位置は相対的に自由であると予想される。つまり，必ずしも焦点要素のすぐ後に発話する必要はなく，場合によっては発話終了後に少し間が

空いたとしても，少なくとも焦点要素の特定性という観点からは十分に成立しうることになる。

また高梨ほか (2010)は，上記感動詞の開始位置付近（焦点要素の後続部分）に，引用マーカー・ヘッジ表現・連体修飾（以下，焦点マーカー）といった特徴的な表現が多く見られるとしている。つまり，焦点要素と発話末尾の間にスペースを生み出し，聞き手に反応場所を提供するといったように，話し手の側でターンをデザインしている可能性があることを指摘している。

一方，部分復唱発話が仮に焦点要素のすぐ後に発話される必要性がないとするならば，焦点要素の後続部分に焦点マーカーなどの特徴は必ずしも見られないかもしれない。さらに言えば，焦点マーカーが存在せず聞き手が反応するスペースが作られない場合に，聞き手は機会を逸して発話終了付近で反応する必要性が生じ，結果として焦点要素を明らかにするために部分復唱という発話形式を採用することにつながった，とも考えられる。

そこで本研究では，部分復唱発話と，高梨ほか (2010)が対象とした3種類の感動詞のうち「あー」に着目し，その反応時間や，焦点マーカーを中心とする聞き手反応を「誘発」する可能性のある要因の出現率を求め，両者の比較を通して部分復唱発話の相互行為上の特徴を探る。

2. 方法

2.1 会話データ

分析には千葉大学3人会話データ(Den & Enomoto, 2007)を用いた。これは大学キャンパスにおける3人の友達同士（いずれも同性）の会話である。あらかじめ大まかな話題をサイコロで選択し，その話題をきっかけに自由に会話を展開してもらうという形で収録されたものである。本研究では上記データから12会話（男女各18名），各会話10分，合計2時間を分析対象とした。

2.2 分析の基本単位

データには，形態論情報（単語の境界と品詞情報）や長短2種の発話単位（主に統語・語用論の観点から認定される長い発話単位と，強い音響的・韻律的な切れ目によって認定される短い発話単位），韻律情報など多様な情報が付与されている(伝ほか, 2010b; Den et al., 2010a)。いずれの単位についても，その境界の時間情報が同定されている。このうち主に統語・語用論の観点から認定される「長い発話単位」（以下，単に発話）を分析の基本単位として用いた。

2.3 部分復唱発話・感動詞「あー」の認定

データには，形態と連鎖上の位置に基づいて，（応答系・感情表出系）感動詞・語彙的応答・繰り返し・補完・評価応答の5種類のあいづち表現が付与されている(吉田ほか, 2009)。本研究では，このうち，繰り返し（部分復唱発話）と感動詞のうち形態が「あー」であるものを分析に用いた。

部分復唱発話は，下記発話例のように，当該発話が先行発話の部分あるいは全体である場合に，部分復唱発話と認定した。

(4) A: もうでちゅまちゅで話し掛けるよ
　　B: でちゅ

(5) C: 接客として
　　B: 接客として

先行発話が特定できない場合，先行発話以前の発話中の要素を復唱している場合，先行発話が自身の発話の場合，極めて小さな声で発話された場合（独り言など），復唱範囲が語の断片の場合，復唱範囲に先行発話中に存在しない要素が追加されている場合（助詞の挿入など）は対象外とした。ただし,「は、腹いてえ」のように，復唱部分の言い誤りや言い淀みに伴う語断片の挿入がある場合は分析の対象とした。

感動詞「あー」は，発話冒頭に位置するものを分析の対象とした。「あー」が連続するものは冒頭のもののみ分析対象とした。部分復唱発話と同様，先行発話が特定できないものは対象外とした。

2.4 焦点要素の認定

部分復唱発話・感動詞「あー」といった聞き手反応のターゲットとなる，先行発話中の焦点要素の認定を，音声・映像情報を参照しながら，以下の基準に従って行った。

まず焦点要素の定義は高梨ほか (2010)に従い，評価表現(Goodwin & Goodwin, 1987)・質問への回答の焦点となる特定の名詞や動詞・驚くべき事実・説明の核心となるキーワード・直接引用形での具体例の提示などとした。その上で，部分復唱発話については，復唱された要素自体を焦点要素とした。

感動詞「あー」については，上の定義に従い焦点要素を特定したが，その際，できるだけ付属要素を排除し，中心的概念を示す部分に範囲を限定した（例:「電車とか」→「電車」)。その上で，次のように感動詞「あー」が先行発話の命題全体に対する反応と考えられる場合は分析の対象外とした。

(6) B: 酔ってる客の方がきれない
　　A: あー

また，焦点要素が先行発話の末尾に存在する場合，焦点要素に対する反応なのか，その発話全体に対しての反応なのかが明確ではないことから，これらの事例についても分析対象外とした。

分析対象とした感動詞「あー」の焦点要素の事例を以下に示す。認定した焦点要素の最後の単語を《》で,「あー」の開始位置を'//'で示す。また':'は母音の引き延ばしを示す。

(7) 特に最近あのなんだ《貸切風呂》って//いって:
(8) 中欧三か四か国、めぐりで、チェコ、と:、
オーストリア、と:、《ハンガリー》//、
の旅みたいな感じで:
(9) おでこんとこだけ丸い赤い《の》//があるやつが
いるんですよ

2.5 誘発要素の特定

1節で触れたように，高梨ほか(2010)は，感動詞の開始位置の付近（つまり焦点要素のすぐあとの位置）に，引用マーカーやヘッジ表現（例:「ような」「みたいな」），連体修飾といった特徴的な表現である焦点マーカーが多く見られ，話し手の側で聞き手の反応位置を提供するようターンをデザインしていることを指摘している。データを観察すると，たしかにこの種の表現が観察される一方で，焦点要素自体を強いプロミネンスで発話したり，発話の末尾で笑うなどして相手からの評価をいわば誘発するなど，それ以外の特徴も頻繁に観察された。そこで本研究では，焦点要素自体を際立たせる特徴や発話末尾付近に置かれる特徴についても分析することとした。具体的には次の3つを対象とした。

焦点表示要素 焦点要素自体を際立たせる特徴。具体的には次の5つ:焦点要素自体を笑いながら発話，焦点要素の直前に置かれる休止，音声の卓立，母音の引き延ばし，半疑問音調。

即時誘発要素 焦点要素のすぐ後に配置され相手反応の誘発に関わりうる特徴。具体的には次の3つ:引用マーカー，ヘッジ表現[1]，焦点要素の直後に置かれる休止。

遅延誘発要素 発話末尾あるいは発話の後に現れ，相手反応の誘発に関わりうる特徴。具体的には次の2つ:発話末尾を笑いながら発話あるいは発話後に置かれる笑い，発話後の長めの間(300ミリ秒以上)。

分析対象となる部分復唱発話･感動詞「あー」の先行発話を対象に，上記要素の有無を音声・映像情報に基づき認定した。

[1] 高梨ほか(2010)では引用マーカーに後続するヘッジ表現のみが対象とされたが，本研究では引用マーカーとは独立に用いられるヘッジ表現も対象とした。

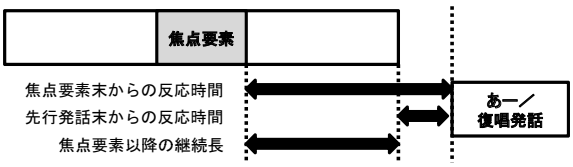


図1 分析に用いる反応時間・継続長の範囲の模式図

2.6 分析手順

以上の手続きで認定された部分復唱発話・感動詞「あー」を見ると，部分復唱発話については，連鎖上の位置として，(1)「問い返し」などそれ自身が働きかけ発話である場合，(2)働きかけに対する応答の場合，(3)応答に対する反応の場合が含まれているのに対し，感動詞「あー」についてはこの種の事例は存在しなかった。そこで，比較を妥当なものにするため，上記(1)〜(3)に相当する事例は分析対象外とした。

以上の結果，21例の部分復唱発話，41例の感動詞「あー」が得られた。これらのデータを対象に次の2種類の分析を行った。

まず，部分復唱発話と感動詞「あー」の反応時間の比較を行った。反応時間の算出にあたっては，焦点要素の末尾を基点にした場合と，先行発話の末尾を基点にした場合の両方を行った（図1)。次に，各種誘発要素の生起頻度について部分復唱発話と感動詞「あー」の比較を行った。

3. 結果

3.1 反応時間

図2に先行発話末からの反応時間の結果を，図3に焦点要素末からの反応時間の結果を示す。

先行発話末からの反応時間の結果を見ると，部分復唱発話については0秒を基点に前後2秒の範囲，特に前後0.6秒程度の範囲に局在しているのに対し，感動詞「あー」についてはその多くが負の値を示しており，その範囲も広いことが分かる(図2)。一方，焦点要素末からの反応時間の結果を見ると，それとは反対に，感動詞「あー」の方が0.3秒を中心に局在しているのに対して，部分復唱発話の方は相対的に広い範囲に分布していることが分かる（図3)。つまり，部分復唱発話については，焦点要素が現れてすぐに反応するのではなく発話末付近で発話されるのに対し，感動詞「あー」についてはむしろ発話末を待つのではなく焦点要素が現れたら比較的すぐに反応しているということである。

焦点要素は，先行発話の冒頭に来る場合もあれば，中程あるいは後の方に来る場合もある。復唱

表1　誘発要素の出現頻度

	復唱発話 (N = 21)		感動詞「あー」 (N = 41)	
	頻度	割合	頻度	割合
焦点表示要素	16	76.2%	30	73.2%
笑い	1	4.8%	3	7.3%
前置休止	4	19.1%	12	29.3%
音声卓立	14	66.7%	18	43.9%
母音伸張	2	9.5%	3	7.3%
半疑問音調	0	0.0%	4	9.8%
即時誘発要素	5	23.8%	19	46.3%
引用マーカー	2	9.5%	4	9.8%
ヘッジ表現	2	9.5%	8	19.5%
後置休止	3	14.3%	10	24.4%
遅延誘発要素	11	52.4%	0	0.0%
笑い	7	33.3%	0	0.0%
発話後の休止	8	38.1%	0	0.0%



図2　先行発話末からの反応時間（秒）



図3　焦点要素末からの反応時間（秒）

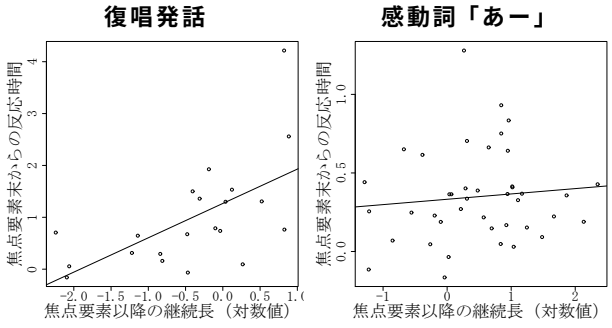


図4　焦点要素以降の継続長（対数値）と焦点要素末からの反応時間との関係

発話と感動詞「あー」とで焦点要素の位置自体に偏りがあり，それが上記結果に結びついた可能性も考えられる。そこで，焦点要素の相対的位置を表す尺度として焦点要素から発話末までの継続長を求め（図1），焦点要素末からの反応時間との関係を調べた。両者の相関を求めたところ，復唱発話は高い相関が見られたのに対し（r = .6, p < .01），感動詞「あー」は有意な相関は見られなかった（r = .1, p = .53）（図4）。

部分復唱表現において，焦点要素末から発話末までの時間が長くなるほど，焦点要素末からの反応時間が長くなる傾向が見られるということは，焦点要素の位置に関わらず発話末を基点に一定時間内に反応するという傾向が見られることを意味する。一方，感動詞「あー」において両者に相関が見られないということは，焦点要素の位置に関わらず焦点要素末から一定時間内（1秒以内）に反応していることを意味する。

3.2　誘発要素

部分復唱発話と感動詞「あー」のそれぞれに対し，焦点表示要素・即時誘発要素・遅延誘発要素の生起頻度と割合を求めた。結果を表1に示す。

焦点要素自体を際立たせる焦点表示要素については，いずれも76.2%，73.2%と高い比率で何らかの特徴が現れていることが分かる。詳細を見ると，特に音声卓立と前置休止が多い。

焦点要素のすぐ後に配置される特徴である即時誘発要素については，感動詞「あー」では46.3%と約半数に何らかの特徴が現れているのに対し，復唱発話では23.8%と若干少ない。内訳を見ると，特に感動詞「あー」ではヘッジ表現が多いほか，後置休止も目立つ。

発話末尾あるいは発話の後に現れる遅延誘発要素については，部分復唱発話では半数に何らかの

特徴が現れるのに対し，感動詞「あー」では一切みられない。復唱発話の場合の内訳を見ると，笑い，休止のいずれも，33.3%，38.1%と頻繁に見られることが分かる。

4. 考察

1節において，部分復唱発話では焦点要素がまさに復唱されている表現であり，結果として発話タイミングの時間的制約が低いのに対し，感動詞の場合は表現形式から焦点要素が明示的ではないため，焦点要素により近い位置で発話することが必然的に求められる可能性があることを指摘した。

3.1節の分析の結果，感動詞「あー」については，先行発話の終了を待つことなく（図2），焦点要素の直後（特に–0.2〜0.4秒の付近）に反応しており（図3），またこの傾向は焦点要素の先行発話中の位置に関わらず見られることが分かった（図4）。これは高梨ほか(2010)の結果と整合的であり，感動詞「あー」の時間的制約が改めて確認されたことになる。

一方，部分復唱発話については，焦点要素の特定性により出現位置は相対的に自由であることが予想されるとしたが，結果を見ると，焦点要素末の直後に発話が頻発するという傾向は見られず（図3），むしろ先行発話末に局在する傾向を示しており（図2），この傾向は焦点要素の位置に関わらず見られることが分かった（図4）。

実際，部分復唱発話が先行発話末以前に開始される事例を見ると，例(10)や(11)のように発話末を予測しての発話（11例中6例）や，例(12)のように発話末の（結果的に）誤った予測（2例）が大半を占めており，この傾向がより顕著になる。

(10) グルテン《小麦粉:》です//ね:

(11) でそれの《レプリカ》とか売ってる//って

(12) ま《ちょっと怖い:》、//かな:とは思った

部分復唱発話は，感動詞「あー」とは異なり，実質的発話内容を伴うため，時間的に重複して発話すると話し手の発話を妨害することにもなりかねず，その点からも出現位置が先行発話末に限定されることは十分に考えられる。また1節でも指摘したように，焦点要素の後続部分に焦点マーカーなどによって聞き手が反応するスペースが作られない場合に，聞き手は機会を逸して発話末付近で反応する必要性が生じ，結果として焦点要素を明らかにするために部分復唱という発話形式を採用している可能性もありうる。このことを念頭に3.2節の結果を見てみよう。

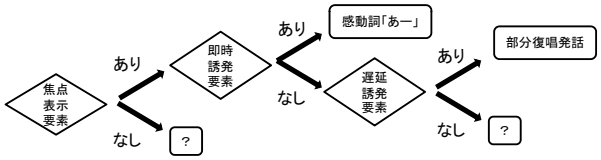


図5 焦点表示要素・即時誘発要素・遅延誘発要素と聞き手反応の関係

まず焦点表示要素について見ると，部分復唱発話・感動詞「あー」ともに7割強という高い割合で何らかの焦点表示要素が使われている。焦点要素自体を際立たせて発話するということは，いわば話し手が聞き手反応を受けるべき要素をいままさに発話していることを明示的に示しているということであり，単に聞き手が一方的に反応しているのではないということを意味する[2]。

次に即時誘発要素の結果を見てみると，感動詞「あー」の場合，その約半数に即時誘発要素が現れているのに対し，部分復唱発話の場合にはその約1/4に過ぎない。この結果は，焦点要素直後に即時誘発要素が置かれて聞き手が反応するスペースが作られると，そこで聞き手が感動詞「あー」を発話する可能性が高くなり，即時誘発要素が置かれず反応スペースが作られないと発話終了付近で部分復唱発話を発話する可能性が高くなるという予測と整合的である。

最後に発話末尾あるいは発話の後に現れる遅延誘発要素の結果を見てみると，感動詞「あー」では遅延誘発要素が全く見られないのに対し，部分復唱発話では半分のケースで遅延誘発要素が出現している。笑いに関して言えば，発話末尾を笑いながら発話し，それにすぐ反応する形で部分復唱発話が生起するもののほか，先行発話の話者（および他の会話参与者）がひとしきり笑ったあとに部分復唱発話をするといったように，先行発話末から1〜2秒の時間を置いて部分復唱発話を行うこともある。このように，笑いによって，話し手が聞き手反応を受けるべき発話をしたということを発話の末尾で改めて表示すると同時に，間を置く（次の発話を開始しない）ことで反応のスペースを作り出していると解釈することができる。

以上の結果を単純化して模式的に表すと図5のようになる。まず，焦点表示要素が出現し，かつ即時誘発要素が出現すると，聞き手反応として感動詞「あー」が用いられる。即時誘発要素が出現せずかわりに遅延誘発要素が出現すると部分復唱

[2] ここで注意すべきことは，焦点表示要素があっても聞き手反応のない場合があるということである。この種の箇所は今回の分析の対象としておらず正確な数は分からないが，少なからず存在することは十分に予想される。

発話が用いられる。このような模式図にのっとってそれぞれの聞き手反応が発話されやすいということである。

改めて全体を通してみると，焦点要素・その直後の位置・その発話の末尾と，各段階において，話し手が聞き手反応を受けるべき要素をまさに発話している／していたことの表示や，実際に聞き手反応を受けるべきポイントの提供を行っており，また聞き手も段階に応じて反応の形式を適宜選択している可能性のあることが分かる。また，1節に記した，感動詞ではなく，部分復唱発話というある種冗長な手段を何故用いるのかという疑問に関しては，反応の段階によって焦点要素の確定性や話し手発話への妨害の回避などに配慮して聞き手が反応の形式を適宜選択しており，その選択肢の一つとして部分復唱発話という形式が好まれる文脈が存在するということであろう。

5. おわりに

本研究では，聞き手反応としての部分復唱発話に着目し，日本語会話データに基づき，類似した機能を有する感動詞「あー」との比較を通して，部分復唱発話の持つ相互行為上の特徴を明らかにすることを試みた。反応時間の分析から，部分復唱発話については，焦点要素の位置に関わらず先行発話末を基点に一定時間内に反応するという傾向が見られるのに対し，感動詞「あー」については焦点要素の位置に関わらず焦点要素末から一定時間内に反応する傾向があることが分かった。また誘発要素の分析から，発話の各段階において，話し手が聞き手反応を受けるべき要素をまさに発話している／していたことの表示や，実際に聞き手反応を受けるべきポイントの提供を行っている可能性のあること，また聞き手が，反応の段階に応じて焦点要素の確定性や話し手発話への妨害の回避などに配慮しつつ反応の形式を適宜選択している可能性のあることが分かった。

今回の分析は，部分復唱発話が21例，感動詞「あー」が41例と，扱った事例が極めて少ないという問題がある。また誘発要素の分析において，聞き手反応のあった位置の各種誘発要素の有無については分析の対象としたが，それ以外の位置については分析しなかった。これらは，図5で不定のままとした部分であり，各種誘発要素の有無と聞き手反応の現れ方の関係の全体像をとらえることができていない。これらの問題については今後の課題とする。

謝辞　本研究は科研費補助金基盤研究（B）「発話単位アノテーションに基づく対話の認知・伝達融合モデルの構築」（代表者：伝康晴）からの助成を受けています。

参考文献

Beun, R. J. (1995). The function of repetitionsin information dialogues. *IPO Annual Progress Report*, **Tech.Rep.No.20**.

Den, Y., & Enomoto, M. (2007). A scientific approach to conversational informatics: Description, analysis, and modeling of human conversation. In T. Nishida (Ed.), *Conversational informatics: An engineering approach*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. pp. 307–330.

Den, Y., Koiso, H., Maruyama, T., Maekawa, K., Takanashi, K., Enomoto, M., & Yoshida, N. (2010a). Two-level annotation of utterance-units in Japanese dialogs: An empirically emerged scheme. In *Proceedings of the 7th conference on International Language Resources and Evaluation (LREC'10)*. Valletta, Malta.

伝康晴・小磯花絵・丸山岳彦・前川喜久雄・高梨克也・榎本美香・吉田奈央(2010b). 対話研究にふさわしい発話単位の提案とその評価(2)〜長い単位〜　人工知能学会研究会資料, **SIG-SLUD-A903**, 13–18.

Goodwin, C., & Goodwin, M. H. (1987). Concurrent operations on talk: Notes on the interactive organization of assessments. *IPRA Papers in Pragntatics*, **1**, No. 1, 1–54.

Goodwin, C. (1986). Between and within: Alternative treatments of continuers and assessments. *Human Studies*, **9**, 205–217.

中田智子 (1991). 会話にあらわれるくり返しの発話　日本語学, **10**, 52–62.

高梨克也・常志強・河原達也(2010). 聞き手の興味・関心を示すあいづちの生起する会話文脈の分析　人工知能学会研究会資料, **SIG-SLUD-A903**, 25–30.

Tannen, D. (1994). *Talking voices: repetition, dialogue, and imagery in conversational discourse*. Cambridge: Cambridge University Press.

吉田奈央・高梨克也・伝康晴(2009). 対話におけるあいづち表現の認定とその問題点について　言語処理学会第15回年次大会発表論文集，430–433.

映像作品におけるノスタルジア認知
Nostalgia and Film Cognition

内藤優哉，金井明人
NAITO Yuya, KANAI Akihito

法政大学大学院，法政大学
Hosei University
yuya.naito.3f@stu.hosei.ac.jp, kanai@hosei.ac.jp

Abstract

In this paper, we re-define nostalgia and re-model narrative structure of nostalgia cognition, which consists of “simple nostalgia”, “reflexive nostalgia”, and “interpreted nostalgia”. Our story analyses of films and experimental results suggest that some films can enable a viewer experience various nostalgias.

Keywords — nostalgia, narrative structure, film cognition

1. はじめに

過去に関する映像や写真，商品を目にした時，そして過去の時代の作品に触れた時,「ノスタルジア」に関する認知が生じる場合がある．では，人は具体的にどのような場面で「ノスタルジア」を認知するのだろうか．本論文は，ノスタルジアの認知過程を明らかにし,受け手の認知のみならず,送り手の立場からのノスタルジアの生成へ応用可能な理論を構築することを目的とする．

本論文では,『ALWAYS 三丁目の夕日』(2005,監督：山崎貴）（以下,「ALWAYS」と表記）『ALWAYS　続・三丁目の夕日』(2007,監督：山崎貴)（以下,「続 ALWAYS」と表記）と『監督・ばんざい！』(2007,監督：北野武)の中の短編「コールタールの力道山」（以下,「監督ばんざい」と表記）を研究対象としている．「ALWAYS」は，昭和 30 年代における「古き良き時代」を再現し大ヒットした映画であり，肯定的な要素を前面に出したノスタルジアが認知できる映画となっている．一方「コールタールの力道山」は，作品中のナレーションでも触れられているように「本当の昭和30年代」を表現したものだとされ,「ALWAYS」ならびに「続 ALWAYS」が意識されている．つまり，否定的要素を含むノスタルジアが認知できる映画となっている．これらの作品を対象にして，人がどのような過程でノスタルジアを認知しているのかを探究する．

2. ノスタルジアの多様性

ノスタルジアに関する心理学的研究は，楠見・松田・杉森（2009）による広告を対象とした安心感とノスタルジアの認知や，堀内（2007）による消費者行動におけるノスタルジアの研究など，様々な観点から注目されてきているが，ノスタルジアにおける肯定的な要素しか扱っていない場合が多く,「寂寥感」に代表されるような否定的要素を含んだノスタルジア認知の研究は少ない．そこで，本研究では,「ノスタルジア」を肯定的要素のみならず否定的要素も含んだうえで再定義を行う．

Davis (1979) の『ノスタルジアの社会学』では，ノスタルジアには三つの属性が存在するとし，感情の発生する順に並べている．本論文では特にこの三つの属性に注目する．

第一には「素朴なノスタルジア (Simple nostalgia)」．これは，否定されるべき現在に対し，賛美されるべき過去を求めるものであり，最もおこりやすいノスタルジアである．古い街並みや建物に対して無意識におこるノスタルジアの多くがこれに分類される．

第二には「内省的ノスタルジア (Reflexive nostalgia)」．これは，過去に比べて現在を否定するが，再考し，時代を遡及することで，その過去までも現在にあてはめて疑問を持ち始めるもので,否定的な要素をもったノスタルジアである．昔の良かった時代と比べて今を否定するが，これが昔であったら，もしかしたら同じことを言っていたのだろうか？と疑問を持ち始める．ほかには，昔

黙認されていた悪い行いが現在になり「こんな時代もあったなぁ」という思いにふけるが，さらに，「はたしてこれは許される行為だったのだろうか？」と疑問を持ち始め場合もある．

第三には，「解釈されたノスタルジア(Interpreted nostalgia)」．これは，内省的ノスタルジアからさらに発展したものである．過去に疑問を持ち，さらに，その疑問を持ち始めた意味さえ問い始めるものであり，否定的要素が重なり合い，混乱した状態を表している．

一方、堀内 (2007) は，消費者行動研究の領域でノスタルジアを定義する際，Holbrook and Schindler (1991) の定義を「過去に思いを馳せるときに生じる肯定的感情経験全般」と要約している．また，Stern（1992a,1992b）などのとらえ方を参照し，ノスタルジアの詳しい分類をおこなっている．

否定的要素を含んだ，ノスタルジアと似た単語に,「サウダージ」というものもある．サウダージ(saudade) という言葉の語源はポルトガル語であり，レヴィ＝ストロース (2008) によれば，ノスタルジアとは似ているが，翻訳が不可能な語だとしている．その一方で,「はかなさ，一過性についての激しい感情」「永続的なものはなく，不変のよりどころがない」「日常的に時間の捕虜でしかあり得ない人間存在への深い悲嘆とともに，ある憧憬の感情を呼び起こす」とも述べている．このように，ノスタルジアとは「ある過去の時代に対しての感情」という意味では共通しているが，そこには「ある過去の時代と現在とを比較する際に，経年による変化に対する，不変への憧憬からくる悲嘆の感情」という没落的，絶望的な要素が含まれている．

以上のような先行研究を基に，本論文では肯定的要素・否定的要素の両方を含んだノスタルジアとして,「ある過去の時期に対して想う，羨望や絶望の念」と再定義する．

本論文では，Davis (1979) による三種類のノスタルジアを認知の観点から再考し，さらに Urry (1990) による，「ある特定の地域は，その地域の特色の見直しを通じて，どのような場所であれ，他の地域との差異が生じる」とする「土着的ポストモダン」の概念も導入し，以下の三つの仮説を立てた．

仮説１

「どの映像作品も，おおよその場所や時期，人物像が判断できれば，受け手は特定の時期や歴史に関する独自の特徴がわかる．そして受け手がその独自の特徴と現代を比較する際，当時の独自の特徴の方が好ましいと認識された結果，素朴なノスタルジアが認知される」

仮説２

「素朴なノスタルジアの認知過程で時代の遡及がおこった場合，当時の独自の特徴の方が好ましいという部分に矛盾を感じることによって，内省的なノスタルジアが認知される」

仮説３

「遡及の反復によって矛盾を感じることを要因に，その意味まで追求する状態になると，解釈されたノスタルジアの認知に至る」

さらに三つのノスタルジアに関する認知物語構造をモデル化したのが図１である．

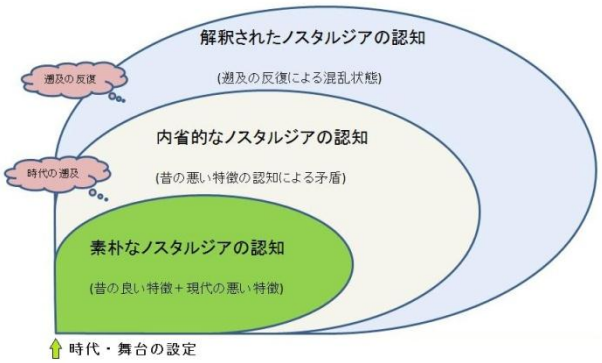


図１　３種類のノスタルジアの認知物語構造

3.　ノスタルジアの映像作品の分析

次に，「ALWAYS」および「続 ALWAYS」，そして「監督ばんざい」を題材として，その作品および時代背景の分析を，特にストーリー的な観点から行うとともに，ノスタルジア認知に関する三つの仮説を,「ノスタルジア」という単語を使わずに調査・実験を行うための再検討を行なった．

「ALWAYS」は，1 台の白黒テレビに大人数が熱狂し，「続 ALWAYS」では，戦争で生き残った人同士で 14 年ぶりに喜びを分かち合うなど，昭和 30 年代の東京における「古き良き時代」を再現した映画であり，古き良き時代としての肯定的な要素の認知が強調されている．換言すれば，現代の悪い時代に基づいて良い時代である「過去」を認知することになる．これは素朴なノスタルジアを認知した状態である．ただし，古き良き時代の認知を生じさせるには，その前提として，作品がある程度古い時代であることを把握しなければならない．これらをふまえ，本論文では素朴なノスタルジアの発生根拠として「爽快感」という語を利用する．つまり，「ALWAYS」および「続 ALWAYS」において，現代の悪い時代に基づいて良い時代である「過去」を認知することは，爽快感が高くなることである，といえる．

一方，「監督ばんざい」は，「本当の昭和 30 年代」を表現したものだという，「ALWAYS」とは対照的な前置きのナレーションに象徴されるように，否定的要素が出たノスタルジアが認知できると想定できる．具体的には，このシーンでは運転手が，駐車してある車を拾ったからといって付近の住民から持ち金の何割かを奪われるなど，現代の日本ではほとんど見られない行動様式が描かれている．車を止めただけで，珍しがる人々にまわりを囲まれ，金を奪われるというのは，はたして良い時代だったのだろうか，という疑問が生まれる．このように，一度過去の良い時代を認知した後に好ましくない過去を認知することで，当時が好ましい時代か，疑問を持つことは，内省的なノスタルジアの認知となる．これらをふまえ，本論文では内省的なノスタルジアの発生根拠として「もどかしさ」という語を利用する．

さらに，このような疑問が続くと，どのような時代だったのかもわからなくなる．これが解釈されたノスタルジアの認知である．疑問を持つことの意味自体を問う混乱をあらわすことから，本論文では解釈されたノスタルジアの発生根拠として「わかりにくさ」という語を利用する．これは堀・金井（2007）などで論じられている「わかりにくさ」のリアリティに関する問題にも通じる．

まとめると，「監督ばんざい」において，良い時代だった過去に疑問を呈することはもどかしさの発生度合いが高くなるといえ，疑問の蓄積によって時代考証に混乱が生じることはわかりにくさの発生度合いが高くなることだといえる．

「ALWAYS」のように爽快感が高くなれば，もどかしさ・わかりにくさの度合いが低くなり，「監督ばんざい」のではその逆となる．

4. ノスタルジア認知の実験

3 章の議論を証明するため，「ALWAYS」および「続 ALWAYS」，そして「監督ばんざい」を題材としてノスタルジア認知の調査および実験を行った．まず，調査によって，「続 ALWAYS」では生じているノスタルジアの種類が少ないことを立証し，さらに実験で「監督ばんざい」では，「ALWAYS」とは異なるノスタルジアが生じていることを示す．

4.1 調査

4.1.1 調査方法と目的

調査では，「続 ALWAYS」を題材にして 2 分程度の映像(DVD より 1:05:47～1 分 58 秒間)を，「ALWAYS」を題材にして 10 分程度の映像(DVD より 1:12:20～10 分 40 秒間)を視聴させ，その後調査票の質問に答えさせた．5 人の大学生の被験者に対し，年齢，予告編または本編の視聴経験，作品の舞台，作品の時代を，できる限り具体的に，その時代の特徴（被験者の知っている範囲で），作品の時代を印象付けるシーン，建物について回答させた．これによって，「続 ALWAYS」・「ALWAYS」で生じているノスタルジアの種類とその過程を調査した．

4.1.2 調査結果

調査結果では，2 作品とも時代や舞台が分からない場合でも，時代設定が過去であるという抽象的な認知や，映画的な演出による過去の時代の良い特徴をもとに「現代よりも活気がある」という

感情が生じていた．このことから，「素朴なノスタルジア」が生じていることは確認できた．ただし，その場合は歴史等の過去に関する知識不足により現在と過去の比較をすることができず，遡及まではおこらずに「素朴なノスタルジア」で止まっていた．

また，「続 ALWAYS」では，過去ということすらわからず，歴史に関する知識に疎く，時代の特徴を想起するに至らない場合には，あらゆるノスタルジアの認知はされないことも判明した．

ただし，「ALWAYS」では，歴史に関する知識を持っていた被験者の場合，現代よりも生活が不便であるという特徴を得ており，素朴なノスタルジアだけでなく，さらに時代の遡及がおこったことが考えられる．

まとめると，「続 ALWAYS」および「ALWAYS」では，仮説 1 にあたる「素朴なノスタルジア」は生じていたが，当時の悪い特徴から「内省的なノスタルジア」へは直接つながっていなかった．

4.2 実験

4.2.1 実験目的と方法

調査の結果をふまえ，「ALWAYS」と「監督ばんざい」を題材に各 2 分程度（「ALWAYS」は DVD より 00:53:56 から 2 分 40 秒間，「監督ばんざい」は DVD より 00:15:30 から 2 分 6 秒間）の映像を視聴させ，調査票の質問に答えさせる実験を行った．30 人の大学生の被験者に対し，年齢，今昔の比較はしたかどうか（比較していれば具体的に記述），抱いた感情（爽快度・もどかしさ・わかりにくさを最小値 1，最大値 7 として数値評定）および評定理由，予告編または本編の視聴経験，作品の舞台（都道府県で），作品の時代（選択肢），作品の時代を印象付けるシーン，建物を回答させた．

仮説とそれに基づく作品分析から想定される結果は，「「ALWAYS」では，爽快度が高く，もどかしさ・わかりにくさが低い数値が出る」「「監督ばんざい」では，爽快度が低く，もどかしさ・わかりにくさが高い数値が出る」である．これによって，「ALWAYS」によって生じるノスタルジア認知が限定的であること，および「監督ばんざい」が多様なノスタルジアを生じさせることを実証する．

4.2.2 実験結果

結果を表 1 にまとめた．

表1 実験結果

	爽快感		もどかしさ		わかりにくさ	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
ALWAYS※1	3.80 ***	1.47	3.27	1.66	1.53	.78
監督ばんざい※2	1.80	.81	4.27 *	1.87	3.97 ***	1.94

*=p<.05, **=p<.01, ***=p<.001

※1：『ALWAYS 三丁目の夕日』※2：『監督・ばんざい！』

2 作品を比較した結果では，全て想定される結果通りとなった．

爽快度の平均値については，「ALWAYS」が高く，「監督ばんざい」が有意に低い数値が出た．

もどかしさの平均値についても，「ALWAYS」よりも「監督ばんざい」の方が有意に高い数値が出た．ただし，「ALWAYS」では「爽快度」と「もどかしさ」の値があまり変わらず，「もどかしさ」も比較的高い値が出た点が，予測とは異なった．その理由として，「ALWAYS」のもどかしさを高く評定した被験者の自由記述において「テレビがなかなかつかない様子がもどかしかった」という指摘が多かったことが挙げられる．つまり映像中の演出に注目し，もどかしさを感じている．これは同じストーリーであっても，修辞に関連する観点から，ノスタルジアの認知に差が出ることを示唆している．

わかりにくさの平均値については，「ALWAYS」が低く，「監督ばんざい」が有意に高い数値となり，「監督ばんざい」の方が素朴なノスタルジアに留まらず「内省的なノスタルジア」「解釈されたノスタルジア」が認知されていることが立証された．

4.3 考察

ノスタルジアの認知に至るには，現在と映像作品中の過去とを比べ，過去を賛美する必要がある．しかし，更に最終的に「解釈されたノスタルジア」の認知まで至るには，過去を賛美したのちに過去に対して否定的な疑問を持ち始め，この否定的要素が重なり，疑問を持つ意味さえ問い始める状態

までたどり着く必要がある．つまり，ノスタルジアの認知とは，過去に対する肯定的要素と否定的要素が，混在している状態を表しているとも言える．実験ではまだ，混在した状態に関する認知物語構造を十分に捉えたとはいえないので，これを詳細に探究することも今後の課題となる．

調査および実験結果から「ALWAYS」や「続ALWAYS」では「素朴なノスタルジア」に留まりがちであり，それに対し「監督ばんざい」の方が「ALWAYS」に比べ，「内省的なノスタルジア」や「解釈されたノスタルジア」などに至る多様なノスタルジアを生じさせていることは立証された．だが，仮説および分析ではストーリー的観点を強調しすぎていたので，演出など修辞的側面も含めたノスタルジアに至るプロセスに関してはまだ十分に立証されたとはいえない．これらについても今後は更に分析を精緻化していきたい．

5. おわりに

本研究ではノスタルジアの認知物語構造を明らかにするため，まずノスタルジアを「ある過去の時期に対して想う，羨望や絶望の念」と定義したうえで，Davis（1979）の社会学的観点に基づく，素朴なノスタルジア・内省的なノスタルジア・解釈されたノスタルジアの３種類の属性に関する認知物語構造を探究した．

物語構造を擁した３つの仮説を立て，その仮説の証明のために作品分析による認知物語構造の作成，さらにノスタルジア認知の実験を行い，多様なノスタルジアを生じさせる作品と，そうではない作品が存在することは実証された．

本論文では，特にストーリー的観点からの分析となったが，多様なノスタルジアを生じさせる要因には，映像の修辞的要因として，金井・小玉(2010) などで論じられている切断技法や，それに対応した受け手の視点の再設定と物語内容理解の制約とその緩和（金井，2001）が影響していることも想定される．これらをふまえた認知プロセスは，現段階ではまだ十分な証明には至っていない．また，今回の分析・実験で用いた北野武監督の特徴は，ストーリーというよりも，むしろその修辞技法にあるともいえるので，その特徴とノスタルジアの認知仮説を融合していくことで，映像中の切断や認知における違和感と，素朴に留まらないノスタルジアの関係を解明していくことが可能になるだろう．また，「ALWAYS」および「続 ALWAYS」が生じさせているノスタルジアについても，「素朴なノスタルジア」に留まることが，逆に別の意味を生じさせ，作品および過去に対し，奇妙な幽霊的な質感をもたらしているともいえ，さらなる検討の余地がある．

今後は，以上のような観点も含め，ノスタルジアの認知物語構造を更に詳細に探究することが課題である．また，例えば，『ノスタルジア』(1983, 監督：アンドレイ・タルコフスキー）や『長江哀歌』(2006, 監督：賈樟柯）においては，作品の持つ寂寥感や，ダム開発によって無くなる故郷に対する想いなど，本論文のノスタルジア認知で十分に扱うことのできなかった要素が含まれている可能性があり，これらの作品の修辞分析と実験を絡めていくことによって，認知物語構造のさらなる探究を行うことができるであろう．

そして，時代や舞台の設定に基づき，ノスタルジアに関するスキーマを，ノスタルジアの物語文法として，より詳細に立証することを基に，ストーリーに関する物語文法（Thorndyke, 1977）やその拡張（内海・金井, 2007）に，ノスタルジアに関する要素を導入し，考察していくことで，ノスタルジアの生成へ向けた探究を行っていくことも今後の課題である．

肯定的要素・否定的要素の両者を複合的に含んだノスタルジアを認知あるいは生成していくことで，物語を介し，より多様で多声的な，過去との関係を築いていくことが可能になるのである．

参考文献

Davis,F., (1979). Yearning for yesterday: a sociology of nostalgia, New York: Free Press. （＝1990,間場寿一・細辻恵子・荻野美

穂訳,『ノスタルジアの社会学』世界思想社.)
Holbrook, M.B. and Schindler, R.M., (1991). Echoes of the Dear Departed Past: Some Work in Progress on Nostalgia, Advances in Consumer Research, **18**, 330−333.
堀光一・金井明人, (2007).「わかりにくさ」のリアリティと視点の再設定. 『日本認知科学会第24回大会発表論文集』, 382-383.
堀内圭子, (2007). 消費者とノスタルジア―研究の動向と今後の課題―. 『成城文藝』, **201**,179-198.
金井明人, (2001). 映像の修辞に関する認知プロセスモデル.『認知科学』, **8**(2), 139-150.
金井明人・小玉愛実, (2010). 映像編集のデザイン ーストーリーと切断をめぐってー 『認知科学』, **17**(3), 444-458.
楠見孝・松田憲・杉森絵里子, (2009).広告と消費者心理―単純接触効果による安心感とノスタルジア―. 『基礎心理学研究』, **28**(1),142-146.
小方孝・金井明人, (2010).『物語論の情報学序説』学文社.
Stern, B.B., (1992a), Nostalgia in Advertising Text: Romancing the Past, Advances in Consumer research, **19**, 388−389.
Stern, B.B., (1992b), Historical and Personal Nostalgia in Advertising Text: The Fin de siècle Effect, Journal of Advertising, **21**(4), 11−22.
クロード・レヴィ＝ストロース, (2008).『サンパウロへのサウダージ』, みすず書房.
Thorndyke, P.W., (1977). Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse. Cognitive Psychology, **9**, 77-110.
Urry, J., (1990). The Tourist Gaze: Leisure and Travel in Contemporary Societies, Sage. (＝1995, 加太宏邦訳,『観光のまなざし―現代社会におけるレジャーと旅行』,法政大学出版局.)
内海彰・金井明人, (2007). 認知修辞学の構想と射程. 『認知科学』, **14**(3), 236-252.

前頭葉性認知機能が介護技術に及ぼす影響に関する研究

－Go/No-go 課題による前頭葉機能評価と介護技術方法の判断力との関係－

Skill judgment of patient body transfer on nursing care is associated with frontal cognitive function

－Relationship between frontal cognitive function revealed by Go/No-go task and nursing care assessment－

武田啓子，原田妙子
Keiko Takeda，Taeko Harada
日本福祉大学
Nihon Fukushi University
takeda@n-fukushi.ac.jp

Abstract

When we perform nursing care, it is important to decide an appropriate nursing care skill depending on the environment. This decision process is involved in the frontal cognitive function. Thus, assessing the frontal cognitive function may have a beneficial effect for the skill learning in nursing care education. We examined the relationship between frontal cognitive function revealed by Go/No-go task (GNG) and the ability of nursing care assessment. Twenty subjects were participated in this study. They were university students of the welfare. We evaluated the performance of the GNG and nursing care skill using basic and applied environmental conditions. The results showed that reaction times for GNG were related to the ability of nursing care assessment in the applied environmental condition. Therefore, we suggested that employed cognitive assessment might be useful for evaluation of the nursing care ability in educational facilities.

Keywords —frontal cognitive function，Nursing care assessment，Nursing care skill

1．はじめに

介護に関わる技術を修得する際，手順の暗記と機械的な模倣だけでは，対象となる方の状況に応じた援助をおこなうのは不可能である．なぜならば，介護動作の手順の暗記だけでは異なる疾患や環境に応じた個別的な介護方法を選択し，応用できないからである．つまり，状況に応じた個別的技術を行うには，手順の暗記ではなく基本となる介護技術を構成する一つひとつの行為の根拠を意識して，修得することが必要となる．

一般的に，介護の基本的技術は養成機関において知識と技術を学生同士の実践演習を通して修得する．対象者役も学生であり，環境となる実習室も一定条件下であるため，状況に応じた適切な援助方法を判断する介護アセスメント能力が未熟でも，基本的技術を一つのパターンとして修得することもできる．そのため，実習前に学内で行う基本的技術の実技試験結果は，実

習で状況に応じた介護アセスメントを実施する個別的技術の評価を反映するとはいいきれない(小田,2009)．基本的技術を修得しても介護アセスメントができなければ状況判断を伴う個別的技術の実施は困難となる．

介護アセスメントの能力は，判断力のひとつであり，介護分野において非常に重要な機能となる．介護アセスメント能力は，環境に応じた行動の意思決定と遂行に関わる前頭葉性認知機能と密接な関係があると思われる．しかしながら，このような脳の機能が介護技術の獲得に及ぼす影響についての報告は未だない．前頭葉性認知機能の評価のひとつである Go/No-go 課題は，行動の選択や決定に基づく前頭葉性運動制御機構を評価する課題として，サルのニューロン活動の記録(Petrides, 1985, 1986 Komatsu, 1982; Kubota and Komatsu, 1985)やヒトを対象とし，課題遂行中の脳の活動を測定した結果から，前頭葉が機能局在となることが示されている(Cohen and others 1997; Kawashima and others 1996; Konishi and others 1999; Watanabe and thers 2002).

したがって，本研究では介護学生を対象に，行動の選択や決定に関わる前頭葉性の認知機能を評価する前頭葉機能テスト（Go/No-go 課題）を用い，介護時のアセスメント力が行動の意思決定にもとづく認知機能とどのような関係があるのかを検討した．

2. 方法

1) 被験者

本研究の被験者は，脳神経疾患を有さず，正常な認知機能をもつ健常大学生 20 名(男性 10 名，女性 10 名,年齢 19 才,前頭葉機能バッテリー，FAB;17.4±0.8 点,18 点満点)であった．被験者の身体的特徴は，身長 164.1±8.3 ㎝，体重は 59.2±9.5kg であった．本研究に参加した被験者は，1 年次に「介護技術」の講義（60 時間）および演習（90 時間）を履修済みである．

2) 手続き

まず，前頭葉機能を評価する Go/No-go 課題実施し，その約 1 週間後に基本的技術及び個別的技術課題の技術評価実験を行った．Go/No-go 課題は個室にて，介護技術課題は介護実習室にて各被験者に実施方法を説明後，実施した．

(1) Go/No-go 課題

Go/No-go 課題実施時、被験者には予め課題の練習として 10 試行程度施行し、課題をよく理解させた後、測定を開始した。課題は、ラップトップのコンピューター（14.1 型, PP21L, DELL, china）を用い、被験者とコンピューターの距離は約 50cm とした．

まず、被験者が施行開始のためのテンキーを押す。1 秒後に、ゴーもしくは、ノーゴーの 2 つの異なる刺激のどちらかが呈示され、ゴーのときは、ボタンを離し、ノーゴーのときは、ボタンを押したままで反応しないという手がかり刺激と反応の対応を行なう。ゴー呈示は約 1 秒間、ノーゴー呈示は、3 秒間である。正解が 7 回連続すると，手がかりと反応の関係を逆転される。被験者の反応が正解であったか否かについては、正解であれば、画面が緑色になり、真中に正解という文字が呈示され軽快な音が鳴る、不正解であれば、画面は赤色に変り、不正解の文字が現れ不調和音が鳴る。ゴー、ノーゴーの刺激セットは 3 段階あり、逆転反応も含め、全ての段階で 7 回連続正答すると次の段階へと進む。施行回数は 50 回を上限とした(図 1).

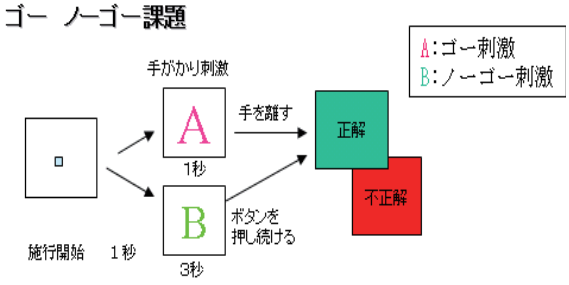


図 1　Go/No-go 課題

Go/No-go 課題を用いた前頭葉機能は，総誤答

率（%），Go 試行と No-go 試行時の誤答率（%）および Go 試行時の反応時間（Go RT）から評価した．

(2) 技術課題

技術課題について，被験者は実験準備室に入り全体の説明を受けた後，利用者の状況及び基本的技術課題1を1分間で読み込むこととした．課題を読み終えた後隣接した実験室に入室し課題を遂行する．実行状況は，ビデオカメラ及びストップウォッチ各 2 台を用いて録画，測定をした．実技時間は，被験者本人が課題終了と意思表示するまでとした．同様の手順で，個別的技術課題 2 を実施した．

技術課題の装置として，実験室内にベッド柵を足下に収納したベッド 1 台及び自走式標準型車いすと閉じた状態で 1 台設置した．ベッドの高さは，利用者役の学生がベッド上端座位姿勢にて足底が床面に着く高さである 42 ㎝とした．課題の遂行状況は，ベッド右上方及びベッド左下方の 2 か所に設置した 2 台のデジタルビデオカメラを使用し録画した（図 2）．

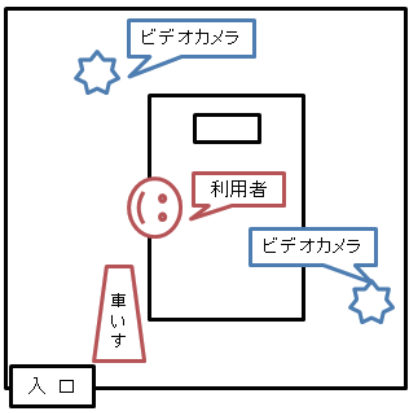


図 2　実験室見取り図

【技術課題の測定項目】

①「実技時間」: 課題実行に要した時間（秒）
②「動作開始までの時間」:
　入室から行動するまでの時間（秒）
③「躊躇回数」: 実行中に動作が止まった回数
④「躊躇時間」: 実行中に動作が止まった時間（秒）の合計
⑤「実技内容」: 実技評価項目 8 点を総合評価
⑥「介護アセスメント」: 状況に応じて移乗方法を安全性，快適性，自立支援を踏まえて適切に評価した割合
⑦「負担感」: 利用者役が感じる主観的負担度

測定項目①は，実験室入室から被験者が終了サインを出すまでの時間を，②～④は，実際の場面で観察，ストップウォッチを用いて計測した．測定項目⑤は，実際の場面で観察及びビデオ撮影した録画内容から複数の研究者で検討した．測定項目⑥は，課題終了後に介護アセスメントの内容について得た回答及び録画内容の動作から評価した．

また、被験者自身が実技中に感じる負担感を主観的に評価するために，Borg(1982)の RPE スケールを用いた．これは主観的指標運動強度を心理的な尺度（主観的運動強度（RPE））として，6 から 20 までの 15 段階へと数値化したもので，心拍数との対応もある．本研究では，各課題についてアセスメントが非常に簡単である「6」～非常に難しい「20」と設定しその尺度として使用した．被験者に対しては，実験の説明時に主観評価の内容及び記入方法について説明し，各課題を実施後，被験者自らが評価し記載することとした．

【技術課題の内容】

課題 1 は学内演習の「基本的技術課題」とし，「ベッド上端座位から車いすへの移乗」とした．利用者役はベッド右側中央に端座位姿勢とし，車いすはベッド足側に閉じた状態で設置した（図 5）．課題 2 は 1 年次の授業では履修しない基本からの応用が求められる「個別的技術課題」とし，「床からの車いす移乗」とした．ベッド右足側に車いすを開いた状態で設置し，利用者は床に座り，車いすのフットレストに手をかけている姿勢とした．課題 1 と 2 の対象者役は，健康な介護福祉系大学の学生 1 名が全て行い，事

前に対象者の状況や設定を説明し，研究者とデモンストレーションをしながら，姿勢や位置を確認し標準化した.

3) 分析方法

基本的技術課題 1 と個別的技課題 2 の差をみるため，各測定項目の結果について対応のある t 検定にて検討した．また，各技術課題と Go/No-go 課題の関連を検定するため Pearson の相関係数を用いて検討した. 統計学的解析には，SPSS17.0 for Windows を用い, 有意水準は 5%未満とした.

4) 倫理的配慮

本学の「人を対象とする研究」計画等倫理審査委員会の承認を受け実施した．実施するにあたり，被験者に研究の目的及び方法について書面を用いて説明し，同意書の提出をもって同意の確認を行った.

3. 結果

1) 基本的技術課題 1 と個別的技術課題 2 の比較(表 1)

学内演習で反復練習した介護技術項目である基本的技術課題 1 と，基本からの応用が求められる授業で履修しない状況設定とした個別的技課題 2 について，対応のある t 検定にて検討した．結果,「躊躇回数」以外の項目全てに有意な差がみられた(p<0.05)．個別的技術課題 2 は，基本的技術課題 1 よりも平均実技時間が 27.7 秒，平均動作開始するまでの時間 46.1 秒，平均躊躇時間が 11.4 秒長い．また，介護アセスメントの評価は高いが実技内容の評価は低く，利用者役が感じる負担感が高い.

表 1　基本的技術課題 1 と個別的技術課題 2 の測定項目の比較

項目	n	課題1		課題2		t値
		Mean	SD	Mean	SD	
実技時間	20	103.10	38.64	130.75	58.15	-2.84 *
動作開始までの時間	20	21.26	10.37	67.38	52.84	-4.129 **
躊躇回数	20	1.60	1.98	1.95	1.85	-.824 ns
躊躇時間	20	10.70	17.40	22.05	27.57	-2.547 *
実技内容	20	10.90	4.02	3.75	3.04	9.343 **
介護アセスメント	20	50.05	2.42	61.50	27.77	-8.781 **
負担感(利用者役)	20	8.35	2.21	12.55	3.20	-5.361 **

*p<0.05　**p<0.01

2) 各技術課題における「実技内容」との関連

(1) 基本的技術課題 1

基本的技術課題 1 の実技内容は，躊躇回数（r=-0.651, p<0.01），負担感（r=-0.719, p<0.01）と負の相関関係がみられた(図 3).

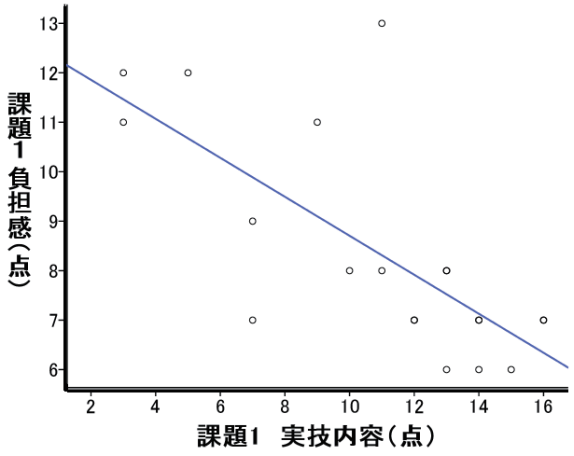


図 3　基本的技術課題 1 における実技内容と負担感の関係

(2) 個別的技術課題 2

個別的技術課題 2 の実技内容は，介護アセスメント(r =0.671, p<0.01)と正の相関関係(図 4), 負担感(r =-0.525, p<0.05)と負の相関関係がみられた.

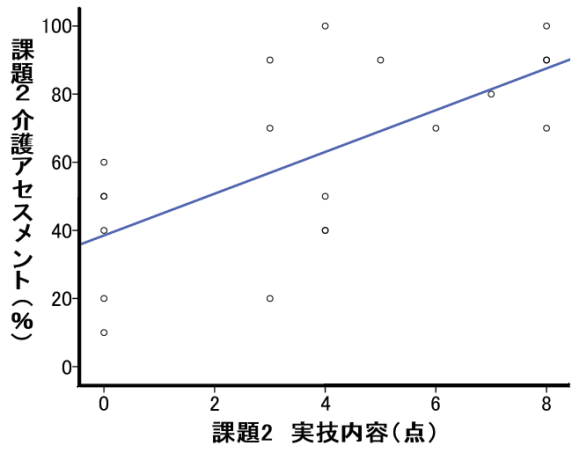


図 4　個別的技術課題 2 における実技内容とアセスメントの関係

3)　各技術課題における「実技時間」との関連

(1)　基本的技術課題 1

基本的技術課題 1 における実技時間は動作を開始するまでの時間（r =0.668, p<0.01）(図 5), 躊躇時間（r =0.489, p<0.05）との間に正の相関関係がみられた.

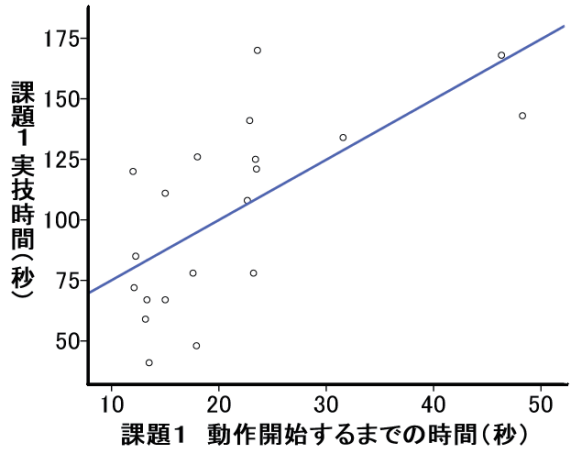


図 5　基本的技術課題 1 における動作開始するまでの時間と実技時間の関係

(2)　個別的技術課題 2

個別的技術課題 2 における実技時間は動作を開始するまでの時間(r =0.650, p<0.01)(図 6)，躊躇回数（r =0.560, p<0.05），躊躇時間(r =0.467, p<0.05)と正の相関関係がみられた.

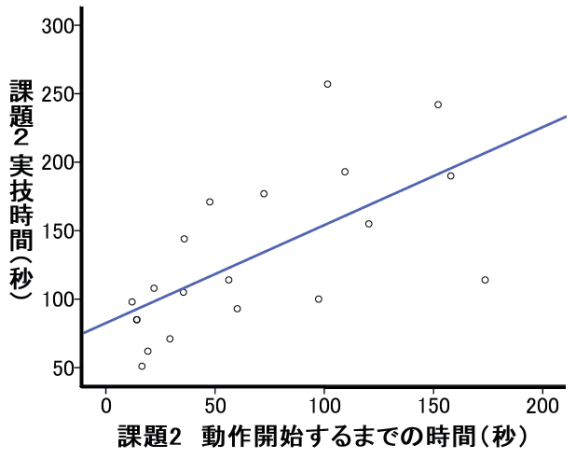


図 6　個別的技術課題 2 における動作開始するまでの時間と実技時間の関係

4)　Go/No-go 課題との関連

(1)　基本的技術課題 1

Go/No-go 課題の成績と基本的技術課題 1 の間には有意な相関関係がなかった(p>0.05).

(2)　個別的技術課題 2

Go RT に対して個別的技術課題 2 おける実技時間(r =0.467, p<0.05) (図 7)，躊躇回数(r =0.480, p<0.05)(図 8)及び躊躇時間(r =0.462, p<0.05)との間に正の相関関係がみられた.

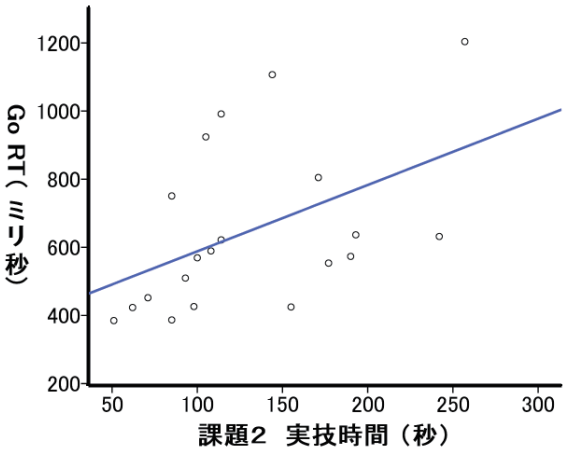


図 7　個別的技術課題 2 における実技時間と Go RT の関係

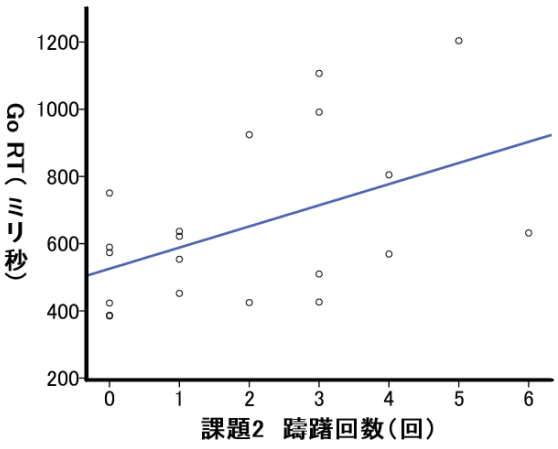


図 8　個別的技術課題 2 における躊躇回数と Go RT の関係

4. 考　察

1)　基本的技術課題 1 と個別的技術課題 2 の比較

学内演習で反復練習した技術項目である基本的技術課題 1 と，基本からの応用が求められる授業で履修しない状況設定とした個別的技課題 2 の間では，「躊躇回数」以外の全ての項目に有意な差がみられた．個別的技術課題 2 は，授業で履修してない状況設定であったため，実際の状況を観察し，どのような介護技術を行なえばよいのかを判断するアセスメントの時間を要したと考えられる．事実，動作を開始するまでの時間が課題 2 では課題 1 よりも平均して 46.1 秒程度長かった．また，課題 2 では初めての状況に面し，最初に判断した方法を実施する過程で，利用者約の負担や安全面などをふまえ何度か方法を変えていく試行錯誤的な動きが多く見られた．その際，一瞬動作が止まることもあり，それが躊躇時間として反映していたのであろう．そして，そのような対応が利用者役の負担感を助長した可能性があることから，介護の現場では迅速なアセスメントが重要となる．

また，介護内容は手順を修得している課題 1 よりも課題 2 は低い評価であったが，状況に応じて適切な方法を判断する介護アセスメントの評価は高く，利用者役の状況やベッド周辺の環境及び介護力などを具体的に分析する傾向を示した．技術 1 は，普段から経験している技術であり，手順としての方法は記憶としてすでに体得している．そのため，状況に応じた介護方法を判断するアセスメント能力を用いなくとも修得した介護手順を想起するだけで実施できることから，介護アセスメントの評価が低くなったといえる．

一般的に，状況に応じた介護技術の方法を判断するために，手順の想起ではなく介護アセスメントの能力が必要不可欠である．個別的技術 2 では，その介護アセスメントとの正の相関がみられたが，基本的介護技術 1 ではみられなかった．反復練習した技術課題を同じ状況下で実施することで，その場での介護アセスメントよりも経験にもとづいた判断が優先されたと考えられる．

2)　Go/No-go 課題の評価と介護アセスメントの関連

Go RT は“行動を判断し、判断した行動を実行する”という Go 刺激に対し反応するまでの反応時間であり，これが，実際の状況を判断し，どのような介護技術を行なえばよいのかを決定する時間として介護技術を行なう時間との間に関係があった．個別的技術課題 2 は初めての状況であり，行動を決定するまでの時間が長くなれば，実技時間も長くなり躊躇する回数や時間も増える．介護動作を開始するためにはアセスメントし，援助方法を選択する判断力が求められることから，援助方法を決定するまでの思考時間が実技時間や躊躇回数に影響を及ぼしたと言える．つまり，介護アセスメントから導いた方法を評価しながら適切な方法を見出す実施過程が伺えた．

基本的技術課題 1 では Go RT との間に関係はみられなかった．手順を修得している技術のため，行動の選択や決定に基づく認知機能を必要としなかったと考えられる．

3) 前頭葉性認知機能と介護技術との関係

介護動作を開始するまでのアセスメントの時間には，過去に学習した介護方法の記憶をもとに，実際の状況下での介護動作を計画し，実行する，という前頭葉機能が要求される．このことから，Go RT との間に介護技術指標との関係が見られたと推察できる．したがって，学内での技術演習を行う際，パターンとしての修得に固執することなく，より様々な状況下での介護方法をアセスメントできるように指導するなど，教育内容を工夫する必要がある．

5. まとめ

介護アセスメントの能力は，環境に応じた行動の決定と遂行に関わる行動執行系の認知機能との関係が認められた．したがって，教育現場において認知機能の評価を活用することは，単なる介護技術の修得にとどまることなく，介護アセスメント能力を育む手段となる可能性が示唆された．

謝　辞

本研究は文部科学省科学研究費（22530995）を受けた研究の一部である．記して，深謝いたします．

文　献

小田　史(2009).事例演習を軸にした介護技術演習授業の効果：フォーカスグループを用いて（第2報）.『大阪健康福祉短期大学紀要』,110.

Petrides, M. (1985).Deficits in non-spatial onditional associative learning after periarcuate lesions in the monkey. Neuropsychological 16(2-3):95-101.

The Journal of Neuroscience , 6(7): 2054-2063.

Komatsu, H. (1982).Prefrontal unit activity during a color discrimination task with GO and NO-GO responses in the monkey. Brain Res. 244: 269-277.

Kubota, K., Komatsu, H .(1985). Neuron activities of monkey prefrontal cortex during the learning of visual discrimination tasks with GO/NO-GO performances. Neurosci Res. 3(2):106-29.

Cohen,HL., Porjesz,B., Begleiter,H., Wang,W.(1997).Neurophysiological correlates of response production and inhibition in alcoholics. Biol Psychiatry. 1;42(1):57-67. Petrides, M. (1986).The Effect of Patriarchate Lesions in the Monkey on the Performance of Symmetrically and Asymmetrically Reinforced Visual and Auditory Go, No-Go Tasks.

Kawashima,R., Satoh,K., Itoh,H., Ono,S., Furumoto,S., Gotoh,R., Koyama,M., Yoshioka,S., Takahashi,T., Takahashi,K., Yanagisawa,T., Fukuda,H. (1996). Functional anatomy of GO/NO-GO discrimination and response selection--a PET study in man. Brain Res. 22;728(1):79-89.

Konishi,S., Nakajima,K., Uchida,I., Kikyo,H., Kameyama,M., Miyashita,Y. (1999).Common inhibitory mechanism in human inferior prefrontal cortex revealed by event-related functional MRI. Brain. 122 (Pt 5):981-91.

Watanabe,J., Sugiura,M., Sato, K., Sato, Y., Maeda, Y., Matsue, Y., Fukuda, H., Kawashima, R. (2002).The human prefrontal and parietal association cortices are involved in NO-GO performances: an event-related fMRI study. Neuroimage. 17(3):1207-16.

Borg.GA(1982) : Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc 14：377－381.

図形を用いた演繹的推論の認知プロセス
Cognitive processes of deductive reasoning with diagrams

佐藤 有理，峯島 宏次，竹村 亮，岡田 光弘
Yuri Sato, Koji Mineshima, Ryo Takemura, Mitsuhiro Okada

慶應義塾大学文学部 哲学専攻
Department of Philosophy, Keio University

{sato,minesima,takemura,mitsu}@abelard.flet.keio.ac.jp

Abstract

Syntactic manipulations of diagrammatic representations have played a key role in accounting for efficacy of diagram use in reasoning. Currently, however, little attention has been paid to the cognitive role of diagrams in deductive reasoning with quantified constructions. The present study investigates the cognitive processes of syllogistic reasoning with diagrams, in focussing on the role of logic diagrams in verification and falsification processes.

Keywords — Diagrammatic reasoning; Logic diagram; Deduction; Proof construction

1. はじめに

これまで多くの認知科学的研究によって、図形表現が人間のさまざまな問題解決の場面で効果的であることが明らかにされてきた。この分野の古典的研究としてよく知られるLarkin and Simon[11]では、図形表現は、とりわけ情報の探索や認識の場面において、主として空間的位置表示を利用することができるため、言語表現よりも効果的であることが指摘されている。この見解は広く支持されており、例えば、グラフ理解に関する実験研究（Shah, Mayer, & Hegarty[19]; Zacks & Tversky[28]; 神崎 & 三輪[10]など）では、意味論的には等価であるような複数のグラフ表現を比較することを通して、図形表現の情報伝達における有効性を説得的に示している。また、よく知られた三囚人問題におけるルーレット表現（Ichikawa[7]参照）による確率理解促進についてのYamagishi[26]の研究も、同様の見解を支持するものと理解できる。

他方で、Larkin and Simon[11]は、情報の探索や認識の場面とは異なり、推論の場面では、図形表現の有効性は限定的なものにとどまると主張している。その背景には、推論プロセスとは、もっぱら表現の意味論的内容に依存し、表現の仕方とは独立である、という考え方がある。この伝統的見解に対して、近年、動的な推論プロセスにおける図形表現の効果を探究する試みも存在する。例えば、Shimojima and Fukaya[22]、Shimojima and Katagiri[23]では、視線追尾装置を用いて、推移的推論において図形の心的操作が一定の役割を果たしていることを説得的に論じている。また、Bauer and Johnson-Laird[1]の研究は、選言を伴う演繹推論において図形が効果的であることを論じている。しかし、これら従来の研究の焦点は、推移的関係や選言といった比較的単純な論理的操作にあり、量化や否定を含むような、より複雑な演繹的推論における図形表現の認知的役割は十分に検討されていないのが現状である。もちろん、記号論理学の入門的テキストにおいては、オイラー図やヴェン図といったさまざまな論理図形が利用されてきたが、その役割は、主として量化構造をもつ論理式の理解の補助という限定的なものであり、証明や反証といった動的な推論プロセスを代替する手段として論理図形が導入されることはまれである。こうした論理図形は、Shin[24]によるヴェン図の研究以降、数理論理学の手法を用いて急速に形式化が進み、さまざまな図形推論系に対して、完全性や決定可能性のような論理的性質が明らかにされつつある（Howse, Stapleton, & Taylor[6]など）。しかし、こうした一連の論理学的研究は、認知科学で蓄積された研究とはほぼ独立に行われる傾向があり、さまざまに拡張された図形表現系が実際の利用者にとってどのような有効性をもつのかについてはほとんど明らかになっていない。

Sato, Mineshima, and Takemura[17][18]では、この溝を埋めるため、量化文を含む演繹的推論としてもっとも基本的な三段論法推論をケース・スタディとしてとりあげ、論理図形の有効性を検討した。そこでは、Mineshima, Okada, and Takemura[13][14]による一連のオイラー図とヴェン図の証明論的研究で導入された図形表現系に依拠して、図形を介する演繹推論の認知モデルを提示するとともに、行動実験に基づいて、いくつかのタイプの図形表現の有効性を検討した。本研究は、Sato et al.[18]のモデルに基づいて、演繹推論における「証明」と「反証」という二つの推論プロセスの区別に注目して論理図形表現の認知的役割を掘り下げて考察することを目的とする。本稿では、演繹推論において、特定の結論が前提から導かれること、つまり妥当性を判断するプロセスを「証明」といい、ある結論が前提から導かれないこと、つまり非妥当性を判断するプロセスを反証という。反証を行うためには、探し出すべき結論に該当する情報がないという判断を下す必要があり、これが、特に

自然言語に基づく推論ではしばしば困難な課題であることはよく知られている。Sato et al.[17][18]の研究は、反証プロセスにおいても、あるタイプの論理図形が有効であることを示しているが、その背後にあるメカニズムについてはいまだ十分に検討されていない。そこで本研究では、特に反証（非妥当性の判断）における図形の認知的役割に焦点を当てたい。

2. 図形推論における証明と反証

まず、Sato et al.[18]における外的に与えられた図形を用いた演繹推論の認知モデルを概観する。このモデルでは、演繹推論における図形の有効性として、文解釈に関する有効性と推論に関する有効性の二つが区別される。文解釈に関する有効性とは、外的に与えられた図形表現を参照することで、推論の前提や結論に現れる文の正しい解釈を固定することが可能となり、それゆえ誤解釈による推論エラーを回避することが可能となるという効果のことを指す。推論における有効性とは、実際の推論プロセスが図形表現の具体的操作（図形による証明構成）によって代替される、つまり、図を構文論的対象と見立て、その操作によって結論を導くことが可能となるという効果のことを意味する。

Sato et al.[17][18]の主たる目的は、推論に関する有効性が実際の演繹課題を解く際に現れるかどうかを検証することであった。この目的のため、Fig. 1のように前提文とそれに対応するさまざまな外的図形表現が与えられた場合の三段論法推論のパフォーマンスを比較する実験が行われた。[1]

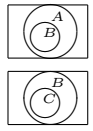


Fig. 1. 図を用いた演繹推論課題の一例（オイラー図）

この実験では、事前知識による影響を避け、また図形の文解釈に関する効果と推論に関する効果を区別するために、オイラー図やヴェン図のような外的表現については、被験者にその基本的な意味（真理条件）について十分な教示が与えられ、解釈上の効果が生じるように設定されている（なおプレテストの実施によって被験者がそれぞれの表現系を理解していることの確認を行った）。一方で推論過程での外的表現の操作方法や妥当性判定のストラテジーについては、被験者に教示を与えなかった。対照条件として文解釈にのみ有効な集合論的表記に基づく記号表現を用いることで、もし外的に与えられた図形表現の推論課題の成績が記号表現の課題の成績よりも良ければ、その外的表現の推論上の効果が示されたことになる。実験の結果、各課題で与えられたオイラー図[2]とヴェン図は、同等の意味論的情報を持つにも関わらず、集合論的表記を用いた推論課題よりも正当率が有意に高いという結果を得た。この結果は、オイラー図・ヴェン図を用いた推論では、被験者は、(1) 図の意味論的情報を文解釈の段階で利用するだけではなく、(2) 図を構文論的対象とみなし、妥当な結論を導くプロセスを図の具体的な操作（図形による証明構成）として実現していることを示唆している（詳細は、Sato et al.[17][18]を参照）。

以上をふまえて、以下では、より詳細に演繹推論のタイプごとの分析を行う。特に推論の妥当性判断の場面と非妥当性判断の場面を区別し、それぞれのタイプの推論を支える図形の特性がどんなものであるのかを考察しよう。

まずできるだけ問題を単純化するため、オイラー図を用いた普遍量化文を伴う三段論法推論の解法を例として考察を始める。オイラー図を用いて妥当な結論を得るプロセスを、Fig. 2に示す。

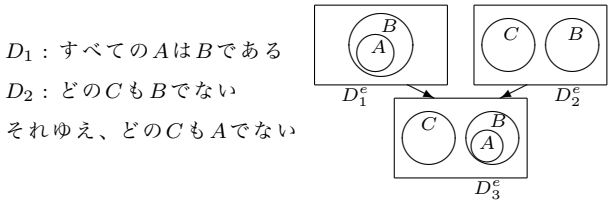


Fig. 2. オイラー図を用いた三段論法推論の妥当性判定

ここで、前提「すべてのAはBである」はD_1^eで表現され、前提「どのCもBでない」はD_2^eで表現される。D_1^eとD_2^eを合成することによって、D_3^eを得ることができる。D_3^eでは、排他関係が円Aと円Cに成り立っており、この図から、妥当な結論「どのCもAでない」を抽出することができる。ここでのポイントは、前提においてふたつの図形を合成し、円同士の空間的関係を観察することのみによって、結論に該当する新しい情報を読み取ることができるという点である。円AとCの間に成り立つ排他関係は、いわば合成操作の副産物として自動的に得られるものである。Shimojima[20][21]は、このように図形操作によって自動的に得られる情報をFree-rideと呼び、この特性が推論や問題解決における図形使用の様々な場面において見いだされることを指摘した。

一般に、演繹推論とは、複数の前提に既に含まれている情報を統合し、結論に該当する情報を明示的に抽出するプロセスである。Fig. 2に示され

[1] 三段論法課題において、オイラー図やヴェン図が文解釈に関する効果を有することは、Mineshima, Okada, Sato, and Takamura[12] などの実験において示されている。

[2] 正確には、オイラー表現系のひとつであるEUL図を使用した。心理学研究でよく知られるオイラー表現系との違いについて、詳しくは本稿第3節を参照のこと。

るような図形の合成操作は、この情報の統合と抽出を外的に代替する手段に他ならない。一般に、オイラー図のような図形表現が推論における妥当性判定を容易にするのは、このFree-ride特性に拠るものと考えることができる。

次に、オイラー図を用いて三段論法推論の非妥当性を示すFig. 3のプロセスを考えてみよう。

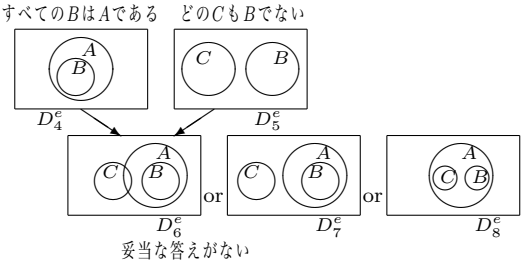


Fig. 3. オイラー図を用いた推論の非妥当性判断

この場合、前提にそれぞれ対応するD_4^eとD_5^eを合成しようとしても、円の組み合わせ方がただ一つに決まらず、D_6^e、D_7^e、D_8^eと図を列挙することになる。この三つの合成図全てにおいて成り立つAとCの意味論的関係は存在しないため、この推論には「妥当な結論がない」ということがわかる。円Aと円Cの関係をひとつに決めざるを得ないという特性は、Shimojima[20][21]が指摘する図のOver-specificity特性の一例だとみなすことができるだろう（図形のもつspecificity特性については、Stenning and Oberlander[25]も参照のこと）。こうしたOver-specificity特性はしばしば推論において不利に働くことが知られているが、推論の非妥当性の判定という局面においては、むしろOver-specifityはポジティブに機能し、「妥当な結論がない」という情報を得るのに積極的に貢献していると言えるだろう。

3. 図形表現系の拡張

前節の説明で使用したオイラー図は、伝統的に使用されてきたオイラー図表現系のひとつである。しかし、この表現系は、普遍量化文を表すのには適しているが、後述するように、存在文を表すのに不適であることが知られている。より複雑な演繹的推論を扱うには、もはやこの伝統的なオイラー表現系では対応できなくなってしまう。そこで本節では、より広範囲の演繹を扱うため、伝統的なオイラー図に対する拡張や修正の試みについて触れる。

数学者のL. オイラーはドイツ王女への手紙[4]の中で、三段論法推論や量化文を表現するための図形表現系の原案を複数提案しており、前節のオイラー図は、そのようなオイラー表現系のひとつである。この表現系をここでは、Gergonne表現系[5]と呼ぶ（詳細は、Sato, Mineshima, & Takemura[17]参照）。この表現系は、論理学研究よりはむしろ三段論法推論の心理学研究においてよく知られている（例えば、Erickson[3]）。このシステムは、(i) 図形は、円だけから成り立ち、(ii) 図形のどの最小領域においても対象の存在を仮定する、という特徴を持つ。その帰結として、三段論法における一つの量化文を表現するために、複数の図が必要となる。例えば、「あるAはBでない」という文は、Fig. 4において示されているように、D_1、D_2、D_3の三つの図の選言によって表現されることになる。同様に、「あるAはBである」という文は、四つの図が必要になる。このため、三段論法推論において二つの前提文を合成する際には、前提に対応する図同士の組み合わせ方を12通り考えなくてはならないことになる（こうした批判として、例えば、Johnson-Larid[8]の第4章を参照）。Gergonne表現系は、円同士の空間的関係にのみ基づいているという点で、理解しやすい図形ではあるが、上記の問題のため、存在命題を伴うような実際の三段論法的推論ではひどく扱いずらい図形表現であることが分かる。

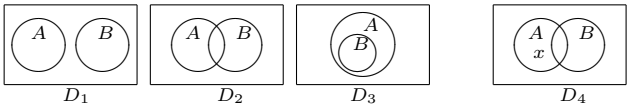


Fig. 4. 「あるAはBでない」に対応するGergonne図（D_1, D_2, D_3）とEUL図（D_4）

Gergonne図のこのような難点を克服するため、多くの試みがなされてきた。Mineshima, Okada, and Takemura[13][14]では、できるかぎりシンプルでかつ三段論法を扱うのに十分な表現力をもつオイラー図表現系として、EUL表現系が提案されている。このシステムでは、(i) 点“x”によって対象の存在を示し、(ii) 円の交差（Fig. 4のD_2における円の関係）によって「二つの円の意味論的関係が決まらない」という情報を表すことで、それぞれの量化文をひとつの図に対応づけることが可能となる。例えば、「あるAはBでない」という存在文は、Fig. 4のD_4で表現される。円の交差を利用することにより、EUL図は、Gergonne図におけるような組み合わせ爆発を避けることができる（より詳しくは次節の議論も参照）。なおEUL図は、Gergonne図と同様に、円同士の空間的関係（包含関係と排他関係）によって普遍量化文を表現する。例えば、「すべてのAはBである」という文を、EUL表現系では、Fig. 5の図D_5によって表現する。

オイラー図と同様よく知られている論理図形としてヴェン図がある（歴史的にはJ. Venn[27]によって考案され、C. Peirce[15]によりさらに拡張・修正された）。ヴェン図では、すべての円が互いに交差するような図が、基本図として固定され、その基

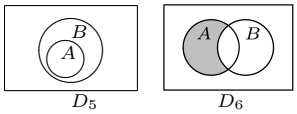


Fig. 5. 「すべてのAはBである」に対応するオイラー図(D_5)とヴェン図(D_6)

本図は円の間のいかなる特定の意味論的関係も表現しないものとされる（つまり、基本図は意味論的にはトートロジーを表す)。これを基に、ヴェン図では、例えば「すべてのAはBである」という文は、「AであってBでないものはない」とパラフレーズされ、Fig. 5のD_6のように表現される。ここで円が表す集合間の意味論的関係は、円同士の空間的関係ではなく、影（shading）を用いて空な領域を指定することによって表現される。

EUL表現系は、円の空間的配置を利用する従来のオイラー表現系と「円の交差」についてのヴェン図の規約を組み合わせた体系とみなすことができる。空集合を表す影に関する規約を採用していない点で、EUL図は、ヴェン図よりもより少ない規約によって三段論法を表現することが可能になる。

4. 部分情報を表す図を用いた演繹推論

前節で導入したEUL図を使用することによって、2節における伝統的オイラー図を用いた推論とは異なる仕方で図的推論プロセスを捉えることが可能となる。本節では、存在命題を含む三段論法推論を例として、証明（妥当性判定）と反証（非妥当性判定）という観点から、図形推論の理想的な認知プロセスを考察し、それによって明らかとなる図形特性についての検討を行う。

まず、存在命題を含む三段論法推論において、EUL図を用いて推論の妥当性をどのように示すことができるのか、Fig. 6のプロセスをもとに考えてみよう。

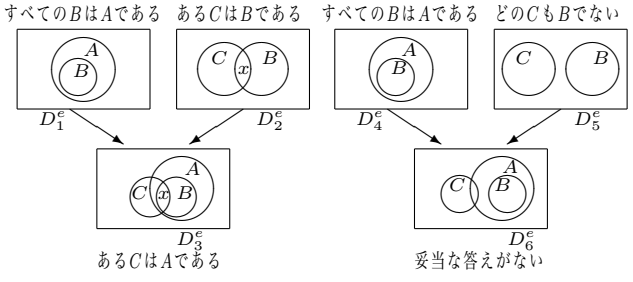


Fig. 6. EUL図を用いた推論の妥当性判定

Fig. 7. EUL図を用いた推論の非妥当性判定

ここで、前提「すべてのBはAである」はD_1^eで表現され、前提「あるCはBである」はD_2^eで表現される。そして、D_1^eとD_2^eを合成しようとすると、円Cと円Aの意味論的関係はただ一つに決まらないので、円の交差を用いた合成図D_3^eとして表現することになる。この図で、円Cと円Aの共通部分に点xが付いているので、妥当な結論「あるCはAである」を抽出することができる。

同様に、EUL図を用いた三段論法推論において、推論が非妥当であることを示すFig. 7のプロセスを考えることができる。ここでも、D_4^eとD_5^eの合成図において、円の交差を用いることによって、円Cと円Aが表す集合の意味論的関係がただ一つに決まらないことが表現されている。この合成図D_6^eからCとAの意味論的関係について抽出することのできるポジティブな情報はないので、いわばメタ的情報として、この推論には「妥当な答えがない」という結論を引き出すことができる。つまり、円の交差によって、「問題となっている意味論的関係を与えられた前提から決めることはできない」という部分情報(partial information)を図形的に表現することが可能になり、これにより、Gergonne図のときのように「合成の失敗」(Fig. 3参照）ではなく、むしろ「合成の成功」によって非妥当性判断が行われるようになっている。

Sato et al. [18]の実験結果は、この種の推論課題におけるEUL図の有効性を示唆している。しかし、これらEUL図を用いた図形推論では、Fig. 3のような、合成図を枚挙することによって反例探索を行うようなプロセスは行われない。したがって、この場合、非妥当性の判断は、図形表現のOver-specificity特性に基づいてなされると考えることはできない。むしろ、EUL図では、前提図の合成によって「円の交差」関係が新たに生じるという点で、非妥当性の判定もまた、Free ride特性の一種に基づいて可能になると考えられる。ただし、Fig. 6の場合は、点xが円Aの内側にあるという関係が自然な空間的制約（より具体的には、円と点の包含関係に関する推移性）から生じるのに対し、Fig. 7の場合、部分情報を扱うために導入された構文論的規約に基づいて、円の交差関係が新たに加えられる。このため、前者の通常のFree rideの場合は、幾何学的制約に基づいてほぼ自動的に円の関係を決定することができるのに対して、後者の円の交差の場合、特定の規約を参照するため、「互いに交差させる」という操作を意識的に行う必要があり、通常のFree rideよりは労力がかかると予想される。

本稿の最後に、非妥当性判定（反証）に関して、(1)EUL表現系による図形推論、(2) 自然言語ないし形式言語の記号表現に基づく言語的推論、(3) メンタルモデルによる反例構築に基づく推論の違いを指摘しておきたい。図形表現系をその表現力に応じて分類し、言語的推論との体系的比較を行った古典的研究であるStenning and Oberlander[25] は、主として意味論的（モデル論的）観点からオイラー図による推論と言語的演繹推論のメンタルモデル

による推論（Johnson-Laird & Byrne [9]）との比較を与えたが、本稿ではこれとは異なる証明論的視点から両者の比較を試みたい。

ここで我々が注目するのは、EUL図を用いた推論では、妥当性を示す場合と同様に、非妥当性を示す場合においても、「円の交差」を用いることによって一枚の合成図を構成し、証明を行うことができるという点である。これは、通常の言語的演繹推論について、特に証明論的観点から説明を試みるモデルとは大きく異なる。ここで証明論的観点とは、論理に対する一つの考え方であり、一般に、論理的帰結関係を証明の構成可能性概念により捉え、構文論的規則に従って前提を操作し変形することによって、前提の中に結論に該当する情報が含まれているかどうかを確かめる。この立場の認知理論として代表的なものに、メンタルロジック理論と呼ばれるモデルがあり、三段論法推論や述語論理で扱える範囲の推論についてはBraine[2]やRips[16]の研究がある。通常、これらの証明戦略を（自然言語ないし形式言語における）記号表現に基づく言語的推論において採用した場合、推論の非妥当性は、証明構成が不可能であること、つまり、どの構文論的規則を適用しても前提情報から結論情報への書き換えができないことによって示される。したがって、証明戦略によって推論の非妥当性を示すことは不可能ではないが、通常非常に困難となる。このような記号表現に基づく演繹推論の場合とは異なり、EUL図を用いた図的推論では、非妥当性の判定を、上述のように図形による証明構成によって行うことができるという点で特徴的である。

また、論理学におけるモデル論的枠組み、及び、メンタルモデル理論の枠組み（Johnson-Laird [8]）では、具体的な反例モデルを構築することで、推論の非妥当性が示される（与えられた推論に対して、証明可能性と反例モデルの構築可能性のいずれか一方が成立することは、論理体系に対する完全性によって保証される）。EUL図を用いた図的推論における反証プロセスは、こうした反例モデルの構築とも異なるプロセスである点に注意が必要である。その詳細は別の機会に譲らざるをえないが、EUL図を用いた場合、反例モデルは（典型的には円の交差を伴う）結論図から、円や点に対する意味論的値の付与というさらなるステップを経て構築されるものであり、これは円の合成プロセスの次の段階に位置するプロセスとして理解することができる。EULのように部分情報を扱うことのできる図形演繹系には、証明（妥当性判定）および反証（非妥当性判定）は、図形の構文論的操作という一元化されたプロセスとして実現することができるという大きな特徴がある。

5. まとめ

本研究の目的は、演繹的推論における論理図の認知的役割をめぐる先行研究の知見を整理し、それがさらに複雑な演繹推論となった場合の認知プロセスについて理論的に考察することであった。本研究の結論をまとめると、次のようになる。

1. 普遍量化文のみを含むような比較的単純な演繹的推論において伝統的オイラー図が果たす有用性は、図形のFree-ride特性（妥当性判断の場合）、及び、Over-specificity特性（非妥当性判断の場合）によって説明することができる。
2. 伝統的なオイラー図に対して修正を施したEUL図では、部分情報を図形的に表現することが可能となる。これにより、推論の妥当性判定および非妥当性判定を図形の合成操作という一元的プロセスとして実現することが可能となる。この枠組みは、特に、非妥当性の判定プロセスに関して、記号表現に基づく言語推論およびモデル的な推論の認知モデルには見られない特徴を備えている。

本研究が示した認知モデルは、更なる分析により、実際の運用レベルでは幾分異なってくる可能性は十分にある。今後の課題として、実験結果との照合を通して検討を重ねていく必要がある。

謝辞

本研究は、日本学術振興会特別研究員奨励費（課題番号21・7353）及び、慶應義塾大学グローバルCOEプログラム 「論理と感性の先端的教育研究拠点」（人文科学 D09）からの支援を受けた。

参考文献

[1] Bauer, M. & Johnson-Laird, P. N. (1993). How diagrams can improve reasoning. *Psychology Science*, 4(6), 372-378.

[2] Braine, M.D.S. (1998). Steps toward a mental-predicate logic. In M.D.S. Braine & D.P. O'Brien (Eds.) *Mental logic* (pp. 273-331), Mahwah, NJ.: Erlbaum.

[3] Erickson, J.R. (1974). A set analysis theory of behavior in formal syllogistic reasoning tasks. In R. Solso (Ed.), *Loyola symposium on cognition (Vol. 2)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

[4] Euler, L. (1768). *Lettres à une Princesse d'Allemagne sur Divers Sujets de Physique et de Philosophie*. Saint-Pétersbourg: De l'Académie des Sciences.

[5] Gergonne, J. D. (1817). Essai de dialectique rationelle. *Annuales de Mathematiques pures et appliqukes*, 7, 189-228.

[6] Howse, J., Stapleton, G., & Taylor, J. (2005). Spider diagrams. *LMS Journal of Computation and Mathematics*, 8, 145-194.

[7] Ichikawa, S. (1989). The role of isomorphic schematic representation in the comprehension of counterintuitive Bayesian problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 8, 261-181.

[8] Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models : Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[9] Johnson-Laird, P.N., & Byrne, R. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
[10] 神崎奈奈 & 三輪和久. (2010). 図的表現からの情報の読み取りに表現と文脈が及ぼす影響の実験的検討. 日本認知科学会第27回大会論文集 (pp. 160-167).
[11] Larkin, J. & Simon, H. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth 10,000 words. *Cognitive Science*, 11, 65-99.
[12] Mineshima, K., Okada, M., Sato, Y & Takemura, R. (2008). Diagrammatic reasoning system with Euler circles: theory and experiment design. In *Proceedings of Diagrams 2008*, *LNAI 5223* (pp.188-205), Springer.
[13] Mineshima, K., Okada, M., & Takemura, R. (2010). Two types of diagrammatic inference systems: Natural deduction style and resolution style. In *Proceedings of Diagrams 2010*, *LNAI 6170*, (pp. 99-114), Springer.
[14] Mineshima, K., Okada, M., & Takemura, R. (in press). A diagrammatic reasoning system with Euler circles. *Journal of Logic, Language and Information*.
[15] Peirce, C.S. (1897/1933). *Collected Papers IV*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
[16] Rips, L.J. *The Psychology of Proof: Deductive Reasoning in Human Thinking*. Cambridge, MA: MIT Press
[17] Sato, Y., Mineshima, K., & Takemura, R. (2010a). The efficacy of Euler and Venn diagrams in deductive reasoning: Empirical findings. In *Proceedings of Diagrams 2010*, *LNAI 6170*, (pp. 6-22), Springer.
[18] Sato, Y., Mineshima, K., & Takemura, R. (2010b). Constructing internal diagrammatic proofs from external logic diagrams. In *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2668-2673).
[19] Shah, P., Mayer, R., & Hegarty, M. (1999). Graphs as aids to knowledge construction: Signaling techniques for guiding the process of graph comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 690-702.
[20] Shimojima, A. (1996a). Operational constraints in diagrammatic reasoning. In G. Allwein, & J. Barwise (Eds.) *Logical Reasoning with Diagrams* (pp. 27-48), New York: Oxford University Press.
[21] Shimojima, A. (1996b). *On the Efficacy of Representation*. PhD thesis, Indiana University.
[22] Shimojima, A. & Fukaya, T. (2003). Do we really reason about a picture the referent. In *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1076-1081).
[23] Shimojima, A. & Katagiri, Y. (2008). Hypothetical drawing in embodied spatial reasoning. In *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2247-2252).
[24] Shin, S.-J.(1994). *The Logical Status of Diagrams*. New York: Cambridge University Press.
[25] Stenning, K., & Oberlander, J. (1995). A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning. *Cognitive Science*, 19, 97-140.
[26] Yamagishi, K. (2003). Facilitating normative judgments of conditional probability: Frequency or nested sets? *Experimental Psychology*, 50, 97-106.
[27] Venn, J. (1881). *Symbolic Logic*. London: Macmillan.
[28] Zacks, J. & Tversky, B. (1999). Bars and lines: A study of graphic communication. *Memory & Cognition*, 27(6), 1073-1079.

他者の信頼性判断の正確さに関する調査研究
A survey study on judgment accuracy of other's trustworthiness

林　直保子
Nahoko Hayashi

関西大学
Kansai University
nhayashi@kansai-u.ac.jp

Abstract

The purpose of this study was to clarify the relationship between people's trustfulness and judgment accuracy of other's trustworthiness. To this end, a survey study was performed. As a result, no positive correlation was found between people's trustfulness and their accuracy of judgments of others' trustworthiness, which was reported in the previous study. Father research was needed to confirm the structure of trust strategy.

Keywords — trust, trustworthiness, gullibility

1. 問題と目的

菊池・渡辺・山岸(1997)において，一般的信頼感の高い人々は，低い人々に比べ他者の人間性をより正確に推定できることが報告されている．この知見は，山岸(1998)による信頼の解き放ち理論の重要な基礎となっており，高信頼者が騙されやすいお人好しではないことの実証的根拠のひとつを提供する．Hayashi & Yosano(2005)は，菊池ら(1997)の用いた見極め課題の問題点，すなわち，囚人のジレンマにおける行動予測が，信頼性判断の課題として適切ではない点を指摘した上で，分配委任ゲームを用いて信頼感と信頼性判断の関連を再検討し，他者の信頼性判断の正確さと信頼感の間には関連は見られないこと，および信頼性の見極めには他者の多様性に関する信念が関連している可能性があることを指摘した．林・与謝野(2010)は，Hayashi & Yosano(2005)の実験が学部学生のみを用いており，信頼性判断の必要性に迫られるような社会的経験が不足していた可能性を考慮し，正確な信頼性判断の基礎となる社会的知性がどのような社会的環境において育まれるのかを検討するために，学部生に加えて社会人・社会人経験者を含む大学院生を参加者として，信頼性判断場面の動画を用いた調査研究を行った．より具体的には，４名の人物が分配実験とは無関係なテーマについて集団討議をする動画を実験参加者に提示し，動画の登場人物が，それぞれ別の他者と自分の間に金銭を分配する実験においてどのようにふるまったかについて予測を求めた．その結果，信頼性判断と関連する社会的経験については明確な結果を得ることができなかったが，社会人・院生を参加者とした実験では高信頼群の信頼性判断の精度が相対的に低く，大学卒業後も一般的信頼を高く保ち続けている人々が,「騙されやすいお人よし」である可能性を示唆するものであった．一方で，品田・山岸・Krasnow（2010）は，ターゲットの顔を数秒間視聴し，その情報のみからターゲットの信頼性を判断する課題をもちいて，高信頼者は低信頼者よりも他者の利他性の判断能力が優れているという結果を報告した．本研究では，それぞれ異なる方法を用い，矛盾する結果を導き出しているこれらの研究の方法上の問題を整理した上で，信頼性判断の材料となるターゲットの映像を web 調査により提示することで回答者の社会的背景の分散を大きくとり，信頼性判断と信頼感の間の関連を明確にするとともに，信頼性判断の正確さに及ぼす社会的変数を検討することを目的とした．

2. 方法

音声動画条件と無音声動画条件の 2 条件を設け，web 調査を行った．いずれの条件でも，以下の方法で撮影された動画をもとに刺激を作成した．

動画の撮影　2 名ひと組の学生が，それぞれ３

つの異なるテーマ（就職活動や政策等社会的なテーマ）について討議をしている映像をビデオ撮影した．撮影に先立ち，学生は討議の相手とは異なる参加者とともに，現金を用いた分配委任実験の分配者として 3000 円を自分と他者の間で分配する実験に参加していた．動画は，３つのテーマそれぞれについて，7 分間撮影された．音声動画条件に用いた 1 分間の動画は，7 分間の動画のうち，2 名の学生が最も均等に発言している部分を抜き出した．また，無音声動画条件に用いた 30 秒の動画は，音声動画条件の第 1 動画の 1 分間のうち，前半の 30 秒を用いた．

音声動画条件　動画条件では 20 歳～60 歳の男性回答者 800 名が，各ペアについて 3 本（各 1 分）の討議映像を見て，各映像の視聴後に分配額の予測と予測の確信度を回答した．Web 調査での人物映像提示に際しては，目から鼻にかけて処理を施した．また，発言が聞き取りにくい場合があるため，発言を字幕スーパーで表示した．

無声動画条件　静止画条件では，20 歳～60 歳の男性回答者 400 名の回答者が，各ペアについて 30 秒の無音声の討議映像を視聴し，分配額の予測と予測の確信度を回答した．

調査項目　回答者は分配額の予測に先立ち，信頼感項目 3 項目，用心項目 3 項目を含む諸項目に回答した．動画視聴と分配予測の後，回答者は自らの職業経験について回答した．

3. 結果

信頼と分配予想額の相関

音声動画条件では，各回答者は 6 名のターゲット人物に対してそれぞれ 3 回，計 18 回の分配額予測を行っている．ここでは各ターゲットについての 3 回目（最終）の予測を各ターゲットの信頼性判断とした．無音声動画条件では，各ペアについて 1 回の信頼性判断を行ったため，この判断を用いた．一般的信頼項目 3 項目を用いて因子得点を求め，これを信頼得点とした．信頼得点と各ターゲットに対する分配額予測の相関を表 1 に示した．音声動画条件では，すべてのターゲットについて，信頼と分配額予測の間に正の相関が認められた．無音声動画条件では，一部のターゲットについて，信頼と分配額予測の間に正の相関がみられた．これらの結果は，信頼感の高い回答者は，ターゲット人物が相手に多く分配したと考える傾向が高かったことを示している．

表 1　信頼得点と分配予測の相関

ターゲット人物	分配金額（相手に）	音声動画	無音声動画
0_A	0 円	.178***	.078
0_B	0 円	.161***	.076
1000_A	1000 円	.187***	.155**
1000_B	1000 円	.185***	.193**
1500_A	1500 円	.144***	.108*
1500_B	1500 円	.168***	.090

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

信頼と分配予測の誤差

次に，各回答者について，分配額予測（音声動画条件では 3 回目，無音声動画条件では 1 回目）と各ターゲットの実際の分配額の差の絶対値を信頼性判断の正確さの指標とした．この指標は正解と予測の誤差であるため，数値が大きい方が正確度が低い．以降，混乱を避けるため，分配額と分配予測の「誤差」と表記する．この誤差と一般的信頼得点の間の相関を表 2 に示した．

表 2　分配額と分配予測の誤差と信頼得点の相関

ターゲット人物	分配額（相手に）	音声動画	無音声動画
0_A	0 円	.178***	.078
0_B	0 円	.161***	.076
1000_A	1000 円	.011	-.090
1000_B	1000 円	.040	-.013
1500_A	1500 円	-.116***	-.115*
1500_B	1500 円	-.145***	-.134**

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

表 2 は，音声動画条件では，高信頼者は利己的な分配をしたターゲットについては誤差が大きく，平等分配したターゲットについては誤差が小さかったことを示している．また，表 1 と表 2 から，ターゲットの発言内容が提示される音声条件では，高信頼者は一貫してターゲットが相手に多く分配したと判断する傾向があり，その結果としてターゲットの実際の行動が利己的であった場合には誤差が大きくなり，平等にふるまった場合には誤差

が小さくなったと考えられる．一方，無音声動画条件では，傾向としては音声動画条件と同じであるが，誤差に関しては，平等分配の時にのみ信頼との相関が有意となっていた．

信頼と予測の確信度の相関

自己の判断に対する確信度（音声動画条件では3回目の判断後，無音声動画条件では1回目の判断後）と信頼の相関を表3に示した．音声動画条件では，3 分間の討議映像を視聴した後の自己の判断の確信度は信頼感と正の相関をもっていたが，無音声動画条件では，そのような相関は見られなかった．

表３　信頼と確信度の相関

ターゲット人物	分配金額（相手に）	音声動画	無音声動画
0_A	0円	.119**	.055
0_B	0円	.101**	.003
1000_A	1000円	.116**	.061
1000_B	1000円	.110**	.018
1500_A	1500円	.116**	.002
1500_B	1500円	.119**	.003

4. 考察

分析の結果，高信頼者が低信頼者に比べて他者の信頼性予測が正確だとは言えなかった．高信頼者は，ターゲットの発言を聞いた後でも，一貫して高い信頼を持ち続けていたため，その結果としてターゲットの信頼性が高い場合には正確な判断を，ターゲットが利己的にふるまっていた場合には不正確な判断を下していた．さらに，高信頼者は下した判断が不正確な場合でも，その判断に高い確信をもつ傾向があった．

ターゲットの発言内容が示されない無音声動画条件では，信頼の効果は小さく，高信頼者が一貫して他者を信頼する結果として，平等分配のターゲットについて，信頼性判断の精度が低信頼者を上回る点のみが確認された．

信頼性判断の確信度についての分析は，発言内容を知ることにより，高信頼者は判断に自信をもつことが示唆された．しかし，利己的な分配を行ったターゲットに関しては，自信をもって誤った判断を下したこととなり，「高信頼者は騙されやすいお人よしである」可能性を示唆する結果となった．

本調査で用いられた動画は，社会的なテーマについての短い討議映像であり，発言には，平等主義や正義についての考え方等が含まれていたものの，そこから信頼性判断に有用な情報を選びとることは非常に困難な課題であったと考えられる．本調査の結果は，高信頼者，低信頼者ともに，正確な予測には遠く及ばなかったことを示すものでもあり，今後は課題の難易度を変化させながら，信頼性判断の正確さを規定する要因について検討を重ねる必要がある．

参考文献

[1] 菊地雅子・渡邊席子・山岸俊男 1997　他者の信頼性判断の正確さと一般的信頼―実験研究― 実験社会心理学研究，37(1)， 23-36.

[2] Hayashi, N., & Yosano, A. 2005 Trust and Belief about Others:Focusing on Judgment Accuracy of Others' Trustworthiness. Sociological Theory and Methods, vol.37, 59-80.

[3] 林直保子・与謝野有紀　2010　信頼，社会的経験，信頼性判断　日本社会心理学会第51回大会発表論文

[4] 品田瑞穂・山岸俊男・Krasnow　2010　「社会的知性としての一般的信頼」日本グループ・ダイナミックス学会第57回大会発表論文

[5] 山岸俊男 1998　信頼の構造：こころと社会の進化ゲーム　東京大学出版会

関係節に伴う文の読み時間における文脈と潜在的韻律の効果
The Effects of Contexts and Implicit Prosody on the Comprehension of a Relative Clause

天谷 晴香†, 中村 真之介†, 久保田雅弘†, 広瀬友紀†
Haruka Amatani, Shinnosuke Nakamura, Masahiro Kubota, and 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
alameda_pitseleh@hotmail.com, shinnosuke.nakamura@me.com, kubota@phiz.c.u-tokyo.ac.jp, hirose@boz.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study investigated the effects of two non-syntactic factors on the resolution of the syntactic ambiguity imposed by a relative clause in Japanese, i.e. the ambiguity between subject reanalysis (SR) and subject and object reanalysis (SOR). One factor was the discourse bias provided by the preceding context. The other was the effect of implicit (as in silent reading) prosody within the sentence that includes a relative clause. In the present self-paced reading experiment, these two factors were manipulated. First, each target relative clause sentence either as SR or SOR. Second, the length of the sentence-initial matrix subject NP was either long (two conjoined proper names) or short (one proper name), with recourse to the earlier finding that the former case facilitated the SR-type reanalysis while the latter facilitated the SOR-type. We found the significant main effect of the preceding discourse in the sentence-final region immediately following the critical SR-/SOR disambiguation region. The main effect of implicit prosody did not reach significance and neither did the interaction between the two factors. The nature of the roles of context and prosodic phrasing in human sentence comprehension was discussed in detail with reference to the outcome of the current experiment as well as previous studies.

Keywords — Prosody, Discourse, Relative Clause, Reading Time

1. 問題

1.1 関係節開始点の曖昧性と解釈傾向

主要部後置言語の日本語は、関係節の節頭にマーカーがなく一時的な曖昧性が生じる。この一時的曖昧性とは、関係節のある文で、関係節が修飾する名詞が出てくるまでは、関係節として読まず、単節の文として読む可能性があるため生じる曖昧性である。関係節の head noun（ここでは「友人」）の入力により関係節の存在が明らかになった段階でも、関係節の始まりが早い解釈（1a）と遅い解釈（1b）がありえ、さらなる曖昧性が生じる。

（1）a. 森下が ［新薬を 心から 信頼した 友人に］ 会った。
b.森下が 新薬を ［心から 信頼した 友人に］ 届けた。

[1]によると、関係節の存在に気づいた時（1a）は主語だけを現在処理中の節内でなくその外側の要素として再解析すればよいが、(1b)では主語と目的語を再解釈する必要がある。このような理由から、再解釈する要素の少ない(1a)の方が再解析コストが低く、読み易いとされている[1]。（1a）のような解釈は SR（Subject Reanalysis）、（1b）のような解釈は SOR（Subject and Object Reanalysis）と呼ばれている。

1.2 潜在的韻律情報の統語解析への影響

黙読時の統語理解に潜在的な韻律情報が貢献するという仮説(Implicit Prosody Hypothesis)［2］は日本語の読み実験［3］においても証明されている。音韻研究においては[4]、韻律句 Minor Phrase(MinP)が1つ以上集まって、韻律階層においてひとつ上の階層にあたる Major phrase(MajP)を形成する。その時、MinP が2つ集まるのが MajP を形成するのに最も最適な数であるというサイズ制約［5］が提案されている。このサイズ制約に従って、以下の箇所に韻律句境界を予測することができる。

（2）a. {[森下が MinP］［新薬を MinP］MajP} {[心から］［信頼した]} {[友人に］・・・
b. {[細川と MinP］［森下が MinP］MajP} {[新薬を]［心から]} {[信頼した]［友人に]}・・・

MajP 境界を統語解析に利用すると、（2a）のように MajP 境界が目的語名詞句（「新薬を」）の直後にできる場合は SOR の解釈に、（2b）のように MajP 境界が主語名詞句（「細川と森下が」）の直後、目的語名詞句の前にできる場合は SR の解釈になりやすくなる[3]。

1.3 先行文脈による解釈のバイアス

［3］では単独で提示された文の読み時間を計測している。しかし先行する文章によって文脈が与えられた場合、関係節の解釈にも影響が出るはずである。本実験では、刺激文の関係節を SR の解釈で読みやすくなる文脈と SOR の解釈に読める文脈を用意する。

先行文脈による関係節の解釈への影響は、英語の実験［6］などで証明されている。 読み手は関係節が２つの解釈可能性を持つ時、先行文脈に合った解釈を選びやすい。

1.4 語用論的バイアスと韻律バイアス

潜在的韻律句ではなく、顕在的韻律句の操作と意味的・語用論的もっともらしさを対立させた聞き取りの実験として[7]がある。これはオンラインの実験ではなく、音声で文刺激を聞かせ、最終的な解釈を問う実験である。結果として、韻律句と語用論的バイアス、どちらも優位に効果があり、これらが対立する文では相互作用も見られたが、効果の強さとしては語用論的バイアスの方が強かった。（ただし、読み時間を測っていないので、読み時間で差があった可能性はある。）このことから、本実験においては、先行文脈による語用論的バイアスが潜在的韻律句によるバイアスよりも強いことが予測される。

2. 実験

2.1 被験者

被験者は 36 名の大学生である。

2.2 材料

刺激文は 16 文で、すべて最終的に SR の解釈が正しくなる文である。刺激文の前に先行文脈を呈示した。条件は２要因２水準の４条件である。一つの要因は韻律句のサイズで、主語 NP が 1 MinP の short 条件と２MinP の long 条件とした。[3]では、short 主語条件では韻律句境界によって SOR の解釈にバイアスがかかり、long 主語条件では SR の解釈にバイアスがかかることが報告されており、これを韻律句によるバイアスとして用いる。他方の要因は先行文脈によるバイアスで、SOR の解釈を促す条件と SR の解釈に導く条件でえある。組み合わせは以下（３）に示す。（３）内の①〜⑩は呈示時の区域を表す。

（３）a. SOR 文脈／short 主語 NP
　　b. SOR 文脈／long 主語 NP
（SOR 文脈）
新人サラリーマンの吉本（short）［と竹下（long）］は、新しい企画のアイディアを提出した。直属の上司は目立たない存在だったが、最近、大プロジェクトを成功させた。①／
（刺激文）
吉本［と竹下］が②／原案を③／この頃④／見直した⑤／上司に⑥／いさんで⑦／報告書を⑧／出した⑨／。⑩／
　　c. SR 文脈／short 主語 NP
　　d. SR 文脈／long 主語 NP
（SR 文脈）
新人サラリーマンの吉本（short）［と竹下（long）］は、新しい企画のアイディアを提出した。直属の上司は当初興味を示さなかったが、最近、考えを変えたようだ。①／
（刺激文）
吉本［と竹下］が②／原案を③／この頃④／見直した⑤／上司に⑥／いさんで⑦／報告書を⑧／出した⑨／。⑩／

2.3 手続き

Linger を使った移動窓法によるセルフペースの読み実験を行った。

文脈部分全体を第１区域とし、刺激文を第２〜10 区域に区切って提示した。区切りは（３）で斜線で記したの通りで、long 主語の場合のみ２文節がひとつの区切り内に、あとはすべて１文節でひとつの区切りに入っている。再解析の必要性が明らかになる第６区域、統語解析の曖昧さが除去されると考えられる第 8 区域(2 番目の対格名詞)、および文が完結する第９区域の読み時間に注目する。一番の興味の焦点は第８区域（ここでは「報告書」）である。読み手が第６区域から第７区域にかけてたてる予測、そこでの選好に上記の要因があたえる影響を第８区域で捉えることができるかに注目する。またスピルオーバーを考慮し直後の第９区域にも注目する。

2.4 予測

先行研究[1]から関係節を含む文では、主語再分析となる文のほうが目的語再分析となる文よりも処理コストが低いことが知られている。しかし、先行文脈や潜在的韻律句など統語的な情報以外の言語情報が存在することによって、関係節再分析の処理コストに影響があることも先行研究からは分かっている。よって、本実験では、

1. 最終的に主語再分析となる文でも、目的語再分析の選好を導く言語情報があれば最終的な処理コストを高めるのか
2. 先行文脈と潜在的韻律句という二つの言語情報がある場合に、処理コストにはどのような影響があるのか

の二点について検証することを目的とする。具体的には、最終的に主語再分析か目的語再分析かの判断を下す第８区域および第９区域の読み時間に注目する。また、単節ではなく関係節であることが分かる第６区域の名詞句にも着目する。

まずは、主節の動詞句（第 8,9 区域）の読み時間について以下の４つのパターンで予測を考える。

1. 文脈の効果によって、特定の関係節を予測できてしまい、韻律句の操作は影響しない（主効果のみ予測）とすると、韻律句（主語の長さ）に関係なく、SOR文脈パターンとSR文脈パターンで第８、９区域の読み時間に有意差（SOR文脈パターンで読み時間が長い）が生じるはずである。＊第８区域（SR関係節への再分析が必要）、第９区域（主節述部動詞）

2. 韻律句の効果によって、特定の関係節を予測できてしまい、文脈の操作は影響しない（主効果のみ予測）とすると、Short主語（xxが...）（SOR読み選

好）とLong主語（xxとxxが...）（SR読み選好）の間で、第８、９区域の読み時間に有意差(Short主語で読み時間が長い）が生じるはずである。

3. 文脈の効果によって、特定の関係節を予測できてしまい、韻律句の操作は二次的に影響する（交互作用を予測）とすると、SOR文脈の（３a,b）とSR文脈の（３c,d）では（３a,b）の方が長くなる（第８、９区域の読み時間に有意差）。さらに、SRO文脈の（３a）と（３b）を比較すると韻律句がSORバイアスの（３a）の方が読み時間が長くなるか、SR文脈の（３c）と（３d）を比較すると韻律句がSORバイアスの（３c）の方が読み時間が長くなるか、どちらかの効果が見られるはずである。

4. 韻律句の効果によって、特定の関係節を予測できてしまい、文脈の操作は二次的に影響する（交互作用を予測）とすると、韻律句がSORバイアスの（３a,c）とSRバイアスの（３b,d）では（３a,c）の方が長くなる(第８、９区域の読み時間に有意差)。さらに、韻律句がSORバイアスの（３a）と（３c）を比較するとSOR文脈の（３a）の方が読み時間が長くなるか、韻律句がSR文脈の（３b）と（３d）を比較するとSOR文脈の（３b）の方が読み時間が長くなるか、どちらかの効果が見られるはずである。

3. 結果

被験者 36 人の読み時間を分析対象とした（図１参照）。

第１区域における文脈タイプの効果がみられるか一元配置分散分析を行った。これは、文脈タイプによって、文脈部分(ひいては文全体)の読みやすさが違ったのではないかという解釈がありえるからである。結果は[$F_1(1, 35) = 0.30$, $p>.05$, $F_2(1, 15) = 0.2505$, $p>.05$]であり、第１区域において文脈タイプの効果は認められなかった。文脈部分の読みやすさが条件によって違ったという解釈は排除される。

第 6・8・9区域の読み時間に対して、文脈と韻律句を要因とする二要因分散分析を行った。第９区でのみ、文脈の主効果があり、被験者分析、アイテム分析ともに有意であった[$F_1(1, 35) = 6.1571$, $p=.01804$, $F_2(1, 15) = 23.808$, $p=.0002$]（図２参照）。第６区域では被験者分析において文脈の主効果の有意傾向が見られたものの[$F_1(1, 35) = 3.847$, $p=.058$, $F_2(1, 15) = 1.0933$, $p=.312$]、有意とはならなかった。また、第８区域にも文脈の主効果はなかった。韻律句の主効果に関しては３つの区域すべてで有意差がなく、文脈と韻律句の交互作用に関しても３つの区域すべてで見られなかった。

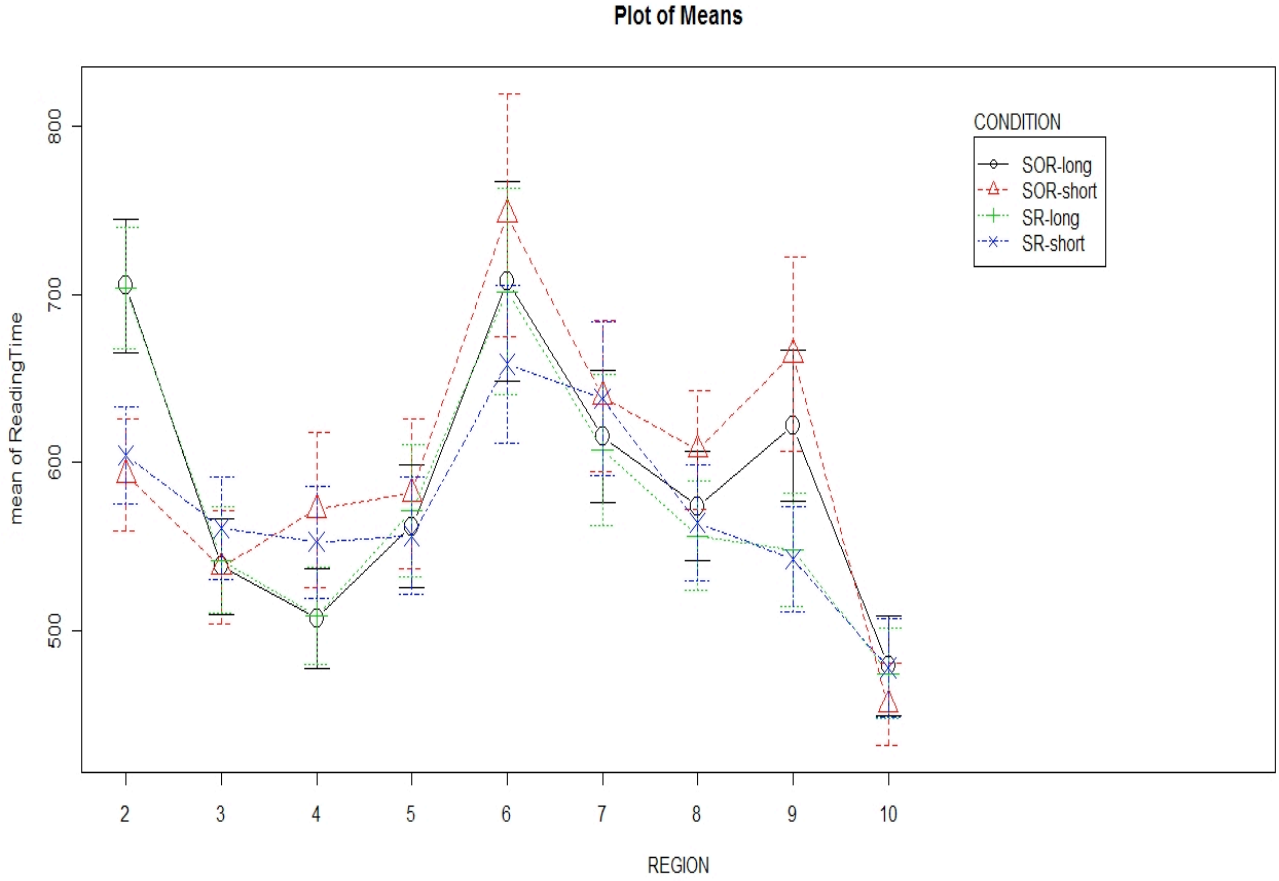


図.1 各区域における条件ごとの読み時間平均

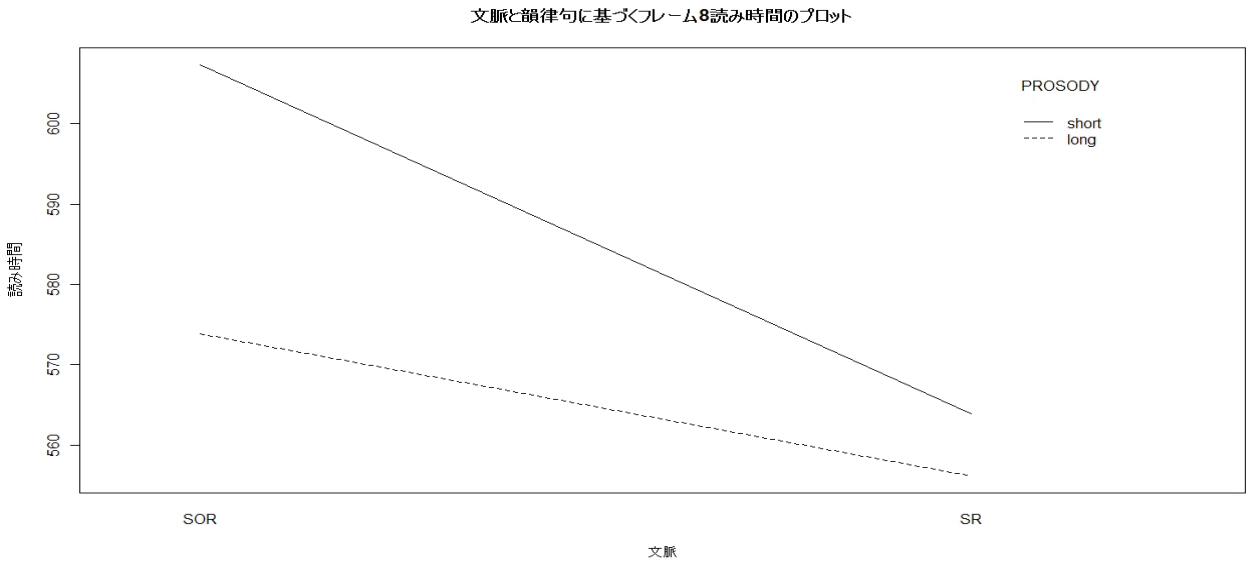


図.2 文脈と韻律句に基づく第８区域の読み時間のプロット
（SOR/SR は文脈のタイプを、short/long は主語すなわち韻律句のタイプをそれぞれ表す。）

4. 考察

本実験で最も注目すべき第８、９区域での読み時間を計測し統計分析を行なった結果、第８区域では先行文脈および韻律句操作のどちらの主効果も見られなかったが、第９区域では先行文脈の主効果が被験者・アイテム分析ともに有意に現れた。主語目的語関係節としての再解析が必要となる第８区域で主効果が現れなかったにしろ、曖昧性が解消される第９区域で主効果が現れたことは、文脈が関係節の選好に影響することを示していると言えるだろう。

文脈情報が再分析以前の初期分析に影響することについては我々が調べた限り異論の余地はないなさそうだ[6][8][1]。一方で、韻律情報は、顕在的韻律であっても、初分析に影響することもあるが[9]、再分析に限定されることもある[10]。さらに、潜在的韻律情報に関しては再分析に利用される[3]というのが今日までの見解である。今回の実験は、潜在的韻律情報も積極的に文の初分析に利用されうるのではないかという予測のもとに、初分析に影響をもたらすとされる文脈情報と組み合わせることで、文脈情報と韻律情報ではどちらがより強く統語解析に影響するかを明らかにするのが目的だった。結果としては、韻律句操作による主効果および文脈情報との交互作用は期待する文節では現れなかったので、韻律情報が積極的に初分析に利用されるとは言えない。しかしながら、文脈情報が常に韻律情報よりも先に提示されている今回の実験では、韻律情報が全く初分析や再解析に利用されていないとは断定できないと思われる。

先行研究が示唆しているように韻律句が関係節再解析において選好要因となりうるならば、なぜその主効果および文脈情報との交互作用が出なかったか。考えられる原因としては、まず韻律句が関係節の再分析に与える選好度は非常に限定的なものであるという可能性が考えられる。もう一つの可能性は文脈と韻律句のうちどちらが最初に与えられる情報であるかということではないだろうか。つまり、元々かなり強い(少なくとも韻律句よりは強いと思われる)選好要因である文脈が情報としては先に韻律句より与えられているこの実験では、韻律句の選好要因にある程度の効果があったとしても、多分に文脈に強い効果を与えてしまう。文脈と韻律句（主語）の関係性を見た場合、韻律句を先の情報として与えることは難しいので検証は困難だが、選好要因が与えられる順序そのものが大きな要因となっていることも考えられる。

5. まとめ

文脈効果は韻律句の効果よりも優先的に関係節の解釈に影響した。読者が次に出てくる内容を予測しながら文を読んでおり、その予測は統語解析にも影響していると考えられる。一方で、韻律句操作の主

[1] 文脈情報は次の文の意味内容の予測に用いられ、そのため次の文の統語構造の理解にも活用される。この予測を生むためのひとつの方法が、文産出システムを文理解に活用することである。文理解では意味処理が最終段階となるが、文産出では意味処理は最初に行われるため、文産出システムを活用すれば意味的・語用論的処理(文脈処理を含む)が初期段階に行なわれるという説明が成り立つ。文産出システムの文理解への活用については[11]で詳しく考察されている。

効果および文脈情報との交互作用は見られなかった。本実験では韻律については語彙アクセント等に注意して刺激文を作成したが、文脈作成については指標が明確でない点があった。今後は、先行文脈として作成した文が本当に主語再解析関係節（SR）や主語目的語再解析関係節（SOR）の選好を持つのかどうかを精査し、確かな効果のある材料を用いることで文脈が関係節に与える影響を再度検討していきたい。

参考文献

[1] Mazuka, R. and Itoh, K. (1995). Can Japanese speakers be led town the garden path? In R. Mazuka and N. Nagai (Eds), *Japanese sentence processing*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

[2] Fodor, J.D. (1998). Learning to parse? *Journal of Psycholinguistic Research 27(2)*, 285-319.

[3] Hirose, Y. (2003). Recycling prosodic boundaries. *Journal of Psycholinguistic Research 32(2)*, 167-195.

[4] Selkirk, E. O. (1986). *Phonology and Syntax*. The MIT Press: MA.

[5] Selkirk, E. O. (2000). The interaction of constraints on prosodic phrasing. In B. Gosta and M. Horne (Eds.), *Prosody, theory and experiments*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

[6] Spivey-Knowleton, M. J., Trueswell, J. C., and Tannenhaus, M. J. (1993). Context effects in syntactic ambiguity resolution: Discourse and semantic influences in parsing reduced relative clauses. *Canadian Journal of Psychology 47*, 276-309.

[7] Misono, Y., Mazuka, R., Kondo, T., and Kiritani, S. (1997). Effects and limitations of prosodic and semantic biases on syntactic disambiguation. *Journal of Psycholinguistic Research 26(2)*, 229-245.

[8] Binder, K. S.. Duccy, A. Z., and Rayner, K. (2001). The effects of thematic fit and discourse context on syntactic ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language 44*, 297-324.

[9] Kjelgaard, M. M. and Speer, S. R. (1999).Prosodic facilitation and interference in the resolution of temporary syntactic closure ambiguity. *Journal of Memory and Language 40*, 153–194.

[10] Pynte, J. and Prieur, B. (1996). Prosodic breaks and attachment decisions in sentence parsing. *Language and Cognitive Processes 11*, 165–192.

[11] Pickering, M. J. and Garrod, S. (2007). Do people use language production to make predictions during comprehension? *TRENDS in Cognitive Science 11(3)*, 105-110.

協調学習における Epistemic Agent の活動についての考察 - 他の学習者に影響を与えた要因 -

Epistemic Agents in Collaborative Learning: Influences on Group Members

大島律子
Ritsuko Oshima
静岡大学情報学部
Shizuoka University

中村　亮
Ryo Nakamura
（株）イーウェル
EWEL,Inc.

大島　純
Jun Oshima
静岡大学情報学部
Shizuoka University

roshima@inf.shizuoka.ac.jp

Abstract：The study was aimed at exploring the influences of learners' epistemic agency on collaborative learning. Based on the video recording of students' activities in an intensive course at a university, we identified high epistemic agents and low ones by referring to Damşa et al. (2010). Analyses of their activities manifested that: (1) two of three low epistemic agents developed their agency during collaborating with high epistemic agents, and (2) three types of activities by high epistemic agents were identified to facilitate agency of low epistemic agents.

Keywords：Epistemic Agent，Epistemic Agency，協調学習，集合的認知責任

1．研究の背景と目的

協調学習は知識伝達型の学習形態とは異なり，学習者の主体性が求められるのが特徴である．そこでは学習内容のみならず協調を通じて情報を共有することの重要性や，グループの一員としての責任を持つ姿勢「集合的認知責任（collective cognitive responsibility）」を学ぶことができるといわれている（Scardamalia, 2002）．

しかし，活動の多くを学習者が主導するこのような学習形態は，協調のスキル不足からうまく機能しない場合があることもよく知られている．能動的な学習環境の有効性（稲垣・波多野，1989）や学び方を学ぶ（佐伯，1995）を踏まえれば，学習活動は学習者自身によって逐一改善されていく方が望ましい．本研究で対象とする epistemic agent（大島ら，2005）とは，この協調のスキルを備えた学習者のことを指している．これまで学習共同体の epistemic agency については Damşa ら（2010）がその体系化を行い，７つ２側面の具体的な活動を同定しているが，それに貢献する epistemic agent（以下 EA と略す）の働きについては焦点が当てられていない．学習共同体が高度の epistemic agency を保ち質の高い学習活動を展開するためには，epistemic agency を share する活動の重要性を認識し，協調学習を望ましい方向へと導く彼らの存在が不可欠である．そこで本研究では協調学習において EA がどのような働きをしているかを明らかにする．

2．研究対象

2.1．対象講義と学習者

対象とした講義は，国立大学の教職系必修科目である．この講義は４日間の集中講義として実施され，総授業時間数は約 23 時間（1 時限 90 分 x15 回）であった．学習者は教員養成系ではない２つの学部の３年生 12 名（工学系･情報系各６名；男性９名，女性３名）で，授業の目的は「新しい学習理論を理解し，その理論を適用して授業デザインを行うための能力を獲得すること」であった．

2.2. 対象講義中の協調学習活動デザイン

2.2.1. グループ編成

４日間の集中講義期間中，12 名の学習者たちは前半と後半で異なるグループに属するようにした．どちらも１グループ４名，合計３グループで構成した．このうち前半は同じ学部同士のグループが２つ（G1，G3），異なる学部から２名ずつで構成されるグループを１つ（G2）編成した．また，課題の途中で一時的に異なるグループの学習者と学習活動を行うフェーズを組み込んでいる（次節参照）．一方，後半は異なる学部から２名ずつの編成とし，極力前半とは異なる者同士で編成した（GA,

GB, GC)．この際，授業担当者ならびにメンターによる学習観察や支援の結果をもとに，グループ間でメンバーの内容理解の程度に極端な偏りが生じないよう，また，うまくコミュニケーションがとれるメンバー構成となるよう検討した．

2.2.2. 課題

集中講義を通じて取り組む課題は大きく４つに分かれており，課題１「協調文献読解を通した学習理論の理解」，課題２「その理論を踏まえてデザインされた課題の体験」，課題３「理論に基づいて実践された授業についての分析・検討」，課題４「授業案の作成（グループレポート課題)」という順番で行われた．このうち課題１～２を前半グループで，課題３～４を後半グループで取り組んだ．なお課題１では，ジグソー学習法（Aronson & Patnoe, 1997) を用いて，エキスパートグループとジグソーグループという異なるメンバー構成での活動があり，部分的に前半グループとは異なるメンバーで活動を行っている．

2.2.3. 学習支援者

授業担当教員１名の他にグループに１名ずつメンターと，すべてのグループ支援にあたるメンター１名の計４名が学習支援に携わった．

3．結果と考察

3.1. 収集データ

収集したデータは学習活動の録画記録であった．各グループにビデオカメラとマイクを設置し，学習活動を行っているすべての時間（各 23 時間）を記録した．また，学習支援者が適宜観察の記録をつけたものもデータとして用いた．

3.2. 分析対象者の抽出

分析対象となる学習者の抽出にあたり，まず各学習者の EA に関する初期状態を把握するため，学習活動開始直後の活動の様子から全学習者を高 EA 群と低 EA 群のいずれかに分類することとした．データは前半グループにおける協調学習活動の録画記録 (約 11 時間) のうち，特に epistemic agency が求められる課題１におけるエキスパートグループ活動開始直後やグループ替え直後，集中講義での活動終盤となる課題４について発話のテキスト化を行い，学習者の分類に用いた．具体的にはまず始めに「Overview of Actions Indicating Shared Epistemic Agency」(Damşa ら，2010) を基準にして，学習者の発言を分類した．分類にあたりテキスト化された発話データを話し合われているテーマごとに複数のフェーズに分けた．次にそれらの各フェーズにおいて，基準となる 7 項目に該当する発言を抽出し，各学習者の評定を行なったが，この基準は本来グループの活動の「状態」(shared epistemic agency) を判断するものであるため，そのままでは学習者個人の発言に適用できない．そこで，このような状態にグループの活動を導く要因となっている発言を「epistemic agent 的な発言」であるとみなし，7 項目それぞ

表１　Epistemic Agent としての発言得点平均（指標は Damşa ら (2010) を参照）

		G1				G2				G3			
		高 EA1	高 EA2	高 EA3	A	高 EA4	高 EA5	B	C	D	低 EA1	低 EA2	低 EA3
Epistemic (知識に関連)	Creating awareness	0.5			1			0.5			1	0.5	
	Alleviating lack of knowledge	0.5				0.5				0.5		0.5	0.5
	Creating shared understanding	1	0.5	1	0.5	1	0.5			1		1	
	Generative collaborative actions	4.5	4	3.5	2	3	2.5	1.5	0.5	2	1	0.5	0.5
Regulative (プロセスに関連)	Projective		3	1		1	1	1		1		0.5	
	Regulative		3	8		2.5	6	1	0.5	1.5	0.5	0.5	
	Relational	1											

表２　後半のグループ編成

後半グループ	GA				GB				GC			
メンバー	高 EA3	高 EA4	低 EA2	A	高 EA5	低 EA3	B	C	高 EA1	高 EA2	低 EA1	D

れについて，発言が見られるフェーズ数を数えた．これは授業担当者とメンター１名により独立して行われ，各学習者の得点は２名の評定者の平均値を与えた（表１）．次に epistemic agent としての順位付けを行った．発言がみられたフェーズ数と，それらの発言の多様性という２つの観点から上述の評定者２名が順位を検討・比較した．評定者間で順番に違いはあったものの評価の上位５名は同一学習者であり，これらの学習者を高 EA と同定した（表１）．

一方，高 EA でない学習者が低 EA と分類されるが，その中から今回は前半グループにおいて高 EA とグループワークをしていない低 EA を分析対象とした（表１）．この条件を満たす４名の学習者について，評定者２名により協議が行なわれ，比較的得点の高い１名を除いた学習者３名を分析対象低 EA とした．なお，残りの低 EA は便宜上学習者 A ～ D と呼ぶことにする．

3.3. 分析の観点

今回は分析対象である低 EA3 名の発言内容について前半と後半グループ（表２）を比較し，後半に発言頻度が増している場合や，前半では出現しなかった側面の発言がみられた場合，学習者のパフォーマンスが向上したと判断した．そして，低 EA の発言に変化がみられた局面における高 EA と低 EA の間のやりとりをみることで，高 EA が低 EA のパフォーマンス向上にどのように貢献していたかを検討した．分析対象とした録画記録は，後半グループでの学習活動（約８時間ずつ）であった．

3.4. 低 EA の変化要因：高 EA の影響

低 EA3 名のうち変化が確認されたのは２名だった．２名の変化にかかわる高 EA の影響として，1）発言機会の提供，2）高 EA の発言減少，3）グループ内の高 EA の人数，が考えられた．以下に，事例を元に説明を行う．

3.4.1. 発言機会の提供

高 EA が低 EA に直接話しかけ意見を求めることで，普段発言が少ない学習者から有用なアイディアを引き出すことに成功している場面が確認された．一例として低 EA ①の変化を挙げる．低 EA ①は分析対象低 EA3 名のうち一番発言が少なく，また表１でも得点が低い．高 EA のいない前半グループでは自ら進んで話すことは少なく，意見を求められても「xx くんと一緒である」と返すことが多く発言に regulative なものは見られなかった．一方後半グループ GC では，高 EA ①や高 EA ②から話を振られる場面が多く見受けられるようになった．特に課題４の授業案を考える場面（表３）では，アイディアが拡散し議論に行き詰まった状況において，高 EA から発言を求められ（下線 (1)），これからの進め方に対する案を提案（regulative な発言）することができている（下線 (2)，(3)，(4)）．この低 EA ①の場合，前半において発言数の少なさは顕著だがメンターなどによる観察からコンピュータ操作など議論以外の面でグループ活動に貢献しようとする姿勢が見られていたことから，いわゆる「やる気のない学習者」ではないことが推測される．低 EA ①の場合，自分自身の内容理解の不十分さの認識やどのように議論に入っていけばよいのか分からないといったスキル面での弱さから epistemic agent になり得ていないのではないか．このような学習者の場合には，適切なタイミングで高 EA からの働きかけがあれば，徐々に epistemic な発言ができるようになってくる可能性が考えられる．

表３　低 EA ①に対する発言機会の提供

学習者 A：話し合うだけならさ，普通に政治の沖縄とか北朝鮮でいいんだけど・・・（授業案テーマが）．終わらないと思うんだけど．ねらいが・・・．
高 EA ①：あーやっぱそういう話にするとさっきのやったような感じ（授業中のある課題の教材となった授業のテーマ）になってくるんだよね．
高 EA ②:そもそも興味関心あるかどうかってのもあるしね．
高 EA ①：難しすぎるっていう可能性もある．
学習者 A：あれ（課題３でみた教材中の授業）小学生だったけど，これ（課題４で作成する授業案の受講生）高校生じゃんね．だからけっこういけるかなって．
高 EA ②：でも政治的関心ってさぁ，色々あるよね．政治にそもそも関心を持たせる必要があるのかどうかだよね．
学習者 A：そこで，あれじゃない？生徒の前提（既有知識）を決めていけばいんじゃない？例えばさぁ，文系のそういうクラスでやるみたいな．
高 EA ①：やる授業ってことか．
高 EA ②：なんていうかさぁ，教育と政治を分離すべきっていう基本方針があるじゃん．アレに対して授業でわざわざ深く掘り進めていくのは（自分としては）どうなのかな？っていう，そっちのほうなんだけど．

高 EA ①：(1)（低 EA ①を見ながら）難しいね・・・.
低 EA ①：(2) 案をだしてく？
高 EA ①：案を何か.
低 EA ①：(3) で，後でみんなで.
高 EA ①：そうだね.
低 EA ①：(4) 賛否両論を聞こう.

3.4.2. 高 EA の発言減少

グループに高 EA がいる場合には，彼（ら）が中心的に議論が展開していくが，何らかの理由で発言が減少する時がある．これをきっかけに低 EA がこれまでとは異なる性質の発言ができるような事例が確認された．低 EA ②は，epistemc と regulative の発言バランスが悪い学習者であったが（表 1），後に regulative な発言が行われるようになった．後半グループ GA の課題 4 に取り組み時に見られた例では，集中講義終了後レポート提出までの間にどうグループワークを進めるかを配布されたワークシートに従い検討する場面において，regulative な発言とともに議論を manage していっていた．これは低 EA ②の使用するノートパソコンにトラブルが発生し，高 EA ④がその対応にあたったことに起因したものであったが，トラブル解決後の低 EA ②の発言(表 4 下線部 (1))は，停滞していた議論の再開を促しており，いったん中断してしまった思考を元に戻した点で非常に効果的な発言であった．低 EA ②は，この後も高 EA ③と共に，グループワークを主導する発言（同表下線部（2））がみられるようになっていた．

表 4　低 EA ②の regulative な発言

低 EA ②：(1) はい，考えようかー.
高 EA ③：やるべきことって何？
低 EA ②：(2) 今からうちらがやるべきことを考えなきゃいけない．何をやらなきゃいけない？
高 EA ③：10 月 8 日に何を提出しなきゃいけない？
低 EA ②：うーんと・・・.
高 EA ③：具体的なテーマ設定と・・・.
低 EA ②：これこれ（配布されたワークシート）.
高 EA ③：これか.
低 EA ②：これを提出だよねきっと.
高 EA ③：これやね.
低 EA ②：これだよね.
高 EA ③：多分．背景となる題材観ってなに？

高 EA ④は，4 日間の講義を通してグループの中心となって活動してきた．後半グループにおいては，高 EA ③と共に epistemic agency を share しようとする場面が多々あり，グループワークを進める上で，中心的な存在であった．しかし，活動終盤では疲労から議論に参加する機会が減少，高 EA として本来のパフォーマンスを発揮できない状態であったことから，regulative な面での負担が高 EA ③に集中していたことがメンターなどの観察からも報告されていた．この時グループでは，高 EA ④に代わって低 EA ②の発言数が増加しており，高 EA ③と共に議論を先導するという構図になっていた．前半グループにおける低 EA ②は，たとえ他の学習者の発言が少ない場合でも，後半グループでの活動時ほど regulative な面で力を発揮することはなかった．もし低 EA ②が本来はグループ活動の regulative な側面に気づき，それを適宜進めていけるような力を元々持ち合わせていたのであれば，前半グループでそれが既に見られているはずではないかと考えられる．今回のような変化は高 EA ③，高 EA ④と一緒にグループワークを経験したことが足場かけのような役割を果たし，低 EA ②の epistemic agent としての能力が向上した可能性を示唆している．

3.4.3. グループ内の高 EA の人数

質の高い協調的な学習活動を進めるためには，グループ内で知識とプロセスの両側面から epistemic agancy を share している状態が望ましい（Damşa ら，2010）．しかし，協調学習の経験が少なく協調のスキルに乏しい学習者が多い場合，そこでの高 EA には学習活動を manage するために非常に高い負荷がかかることになる．特に，高 EA が 1 名しかいない場合，epistemic agency を share できる相手がおらず，自分自身の理解を確認し，そして課題にどうやって取り組むかを考え，さらに他のメンバーに対してどのように発言を投げかけ話し合いを進めていくかを全てひとりで考えなくてはならなくなる．結果として学習活動がうまくいかない場合も多く見られる．

後半グループ GB は高 EA1 名と変化の見られなかった低 EA1 名，分析対象外の低 EA2 名（学習者 B と C)から構成されていた．表 5 はこのグループの典型的なディスコース例である．このグルー

プでは，高 EA ⑤と学習者 B が中心となって議論が進められており，低 EA ③は確認や同意を示すことで議論に参加するケースが多かった（同表下線部（1））．高 EA ⑤と対話を進める学習者 B は，発言数は多く一見積極的に学習活動にかかわっているように見えるがグループを manage するという視点には欠けており，自分が考えたいことに集中してしまう傾向があることがメンターなどから報告されていた．加えてメンターの観察報告からは，高 EA ⑤の余裕のなさが報告されていた．高 EA ⑤は課題を進めるのに多くの労力をさき，またそのため話し相手になる学習者 B に積極的に働きかけていたのではないか．そのため GA で見られたような低 EA に発言を振ったり，GC で見られたような発言を減らしても大丈夫な活動状況になりえなかった可能性がある．このことはグループの分析対象低 EA ③には最終的に変化が見られていない理由の一因となった可能性も考えられる．

表５　グループ GB の対話例

高 EA ⑤：これ（提供されている電子教材中の教師の活動をカードに書き込み，イーゼルパッドに貼り付ける作業）どうやってやってくのがいいんだろ？結構長いよね．

学習者 B：ん？

高 EA ⑤：どうやってまとめていくかっていう・・・．

学習者 B:：こんな感じ（上から下へ）でパーって並べてけば・・・．

高 EA ⑤:それはそうなんだけど，どうやって，何ていうの，これから取り組んでいくか，みたいな．

学習者 B:：あー．

高 EA ⑤：いろいろやり方があるよね．

学習者 B：最初にここ（カード）だけ並べちゃって・・・．

高 EA ⑤：貼っちゃう？

学習者 B：順番にやってく感じでいいんじゃないかな，みたいな，ただの意見です．

低 EA ③：(1) これ（全カード）1 枚（イーゼルパッド）にまとめちゃうの？

高 EA ⑤：こっちも（2 枚目のイーゼルパッド）？

４．問題点と今後の課題

本研究では，低 EA に見られた変化を元にその変化要因のうち，高 EA の活動に関係するものを見いだそうとした．見いだされた３つの要因は，それ一つで低 EA の変化に影響を与えるというものではないだろう．現に，前半で高 EA から発言機会の提供をされても，必ずしもそれに上手く応えられないケースも見られた．さらに，取り組む課題の質や学習者自身の既有知識の程度なども学習者の活動に影響を与えるものと考えられる．加えて「隠れ高 EA」の存在についても検討する必要がある．例えば高 EA の人数が多い場合，あえてグループの managing を他者に任せ，一見発言数が少なく活動に積極的でないように見受けられる学習者がいる可能性がある．これら問題点を踏まえ，今後詳細な分析を継続するとともに，今回見いだされた３つの要因が再現性について新たな学習者グループにて検証する予定である．

引用文献

Aronson, E., & Patnoe, S. (1997) *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom* (2nd ed.). New York: Addison Wesley Longman

Damşa, C. I., Kirschner, P.A., Andriessen, J. E. B., Erkens, G., & Sins, P. H. M . (2010) Shared Epistemic Agency: An Empirical Study of an Emergent Construct. *The Journal of the Learning Sciences*, 19:143-186

稲垣佳世子，波多野誼余夫 (1989) *人はいかに学ぶか ―日常的認知の世界 ―*．中公新書，東京

大島律子，大島純，石山拓，堀野良介 (2005) CSCL システムを導入した協調学習環境の形成的評価 －メンタリングを通じた学習環境の解釈と支援－．*日本教育工学会論文誌*, 29(3): 261-270

佐伯胖（1995）*子どもと教育「わかる」ということの意味*．岩波書店，東京

Scardamalia, M. (2002) Collective Cognitive Responsibility for the Advancement of Knowledge. In B. Jones (Ed.), *Liberal Education in the Knowledge Age*. Open Court, Chicago, IL

付記

本研究は，科学研究費補助金（新学術領域研究）「ロボットによる協調学習支援と学習コミュニティ形成」（課題番号：00174177）の支援を受けて実施されたものである．

コミュニケーションロボットに対する人間らしさの帰属の要因
Investigating humanity attribution factor on communication robots

阪本 綾香†，林 勇吾‡，小川 均‡
Ayaka Sakamoto, Yugo Hayashi, Hitoshi Ogawa

†立命館大学大学院　理工学研究科　情報理工学専攻，‡立命館大学　情報理工学部　情報コミュニケーション学科
Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University, College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University
sakamoto@airlab.ics.ritsumei.ac.jp, yhayashi@fc.ritsumei.ac.jp, ogawa@is.ritsumei.ac.jp

Abstract
In this research, factors that influence attributing humanity on communication robots were investigated throughout a 'Shiritori' game. Conversations of two people playing 'Shiritori' were analyzed to extract factors that influence attribution of humanity. Results of the analysis suggest that, 'Falter' and 'Response time' are one of the key factors that influence attribution. Based on these results, speech actions were implemented into a communication robot called 'PaPeRo'. Next, a two factorial experimental designed experiment was conducted to investigate the influence of these factors. Dependant variables such as 'memory of the key words', 'playing trials', 'psychological questionnaires', and 'turn takings' were analyzed. Results show that there were differences between the memory performances on the response time factor. It is discussed that, 'Response time' is one of factors that foster attribution of humanity.

Keywords — Robot, Humanity, Shiritori, Response Time, Falter

1. 背景と目的
近年，人間とコミュニケーションを行うロボット開発が盛んに行われている．人間とのコミュニケーションを行うことは，様々な要因で行い易くなると考えられる．人間に近い外見を有するロボットは，人間らしさを誘発することが示唆されており，ロボットの外見の違いによってユーザとのインタラクションの仕方が異なることも示唆されている[1][2]．またロボットとのコミュニケーションに関しては，非言語情報を制御することでロボットとのコミュニケーションを円滑にする研究も行われている[3]．外見や非言語情報で人間のように振舞うことや，人間とコミュニケーションを行うことが可能であるとされているが，本研究ではコミュニケーションにおける発話行為に注目し，NEC 社製のパーソナルロボット PaPeRo(Partner-type Personal Robot)[4]を用いて，内面的な部分でロボットに対する人間らしさの帰属を引き起こす要因について検討する．

ロボットが人間のパートナーとして認められる要因は多くあるが，その一つに人間のように対話を行うことが挙げられる．対話には発話以外にジェスチャーやプロソディーなどの非言語情報が含まれるが，本研究では発話に限定し，人間のように思われるための要因について検討する．ジェスチャーやプロソディーを使用しない発話の例として「しりとり」を対象とする．

本研究では，発話における人間らしさの要因を検討することを目的としているので，人間が行う行為をそのまま実装すれば，人間らしさの要因が得られると判断した．まず，人間同士のしりとりを分析することにより，人間らしさの帰属を引き起こす要因の候補を抽出する．その候補をロボットに実装し，しりとりを用いて心理実験を行った．また，評価方法として，評価アンケート，ターン数，実験時間，記憶の正答数で評価を行う．これらの評価方法より，本研究で設定した条件を比較することで，その結果が人間らしさにおいて重要な要因かを検討する．

2. 発話の収集
本研究では，まず人間同士のコミュニケーションについての調査を行った．この調査では，3 組

6 人（男性 : 4 人，女性 : 2 人）の友達同士であり，飽きるまでしりとりを行って下さいと教示し，ルールは各組で決めながら，しりとりを行った．各組のしりとりの様子を IC レコーダー（OLYMPUS 製 Voice-Trek V-41）により収集し，発話の特徴についての解析を行った．

分析では，まずしりとりの内容を 8 つのコードに分類し，コーディングを行った（表 1 参照）．

表 1　コードの種類

コード	内容
しりとり	単語
その他	相手のやりとりとは無関係 （Ex.長く続いてますね）
言い淀み	ある文字を探す発言（Ex.「り」…）
感情	リアクション（Ex.おー）
相槌	相手への受け答え（Ex.うーん）
促し	相手へのプレッシャー（Ex.早く）
聞き	相手に単語の内容を確認（Ex.「あ」？）
始まり	冒頭に発言（Ex.始めるね）

各コードの出現頻度を調査したところ,「しりとり」以外に「言い淀み」や「その他」といった発話行為を頻繁に行っていることが明らかになった．

次に，各個人における「言い淀み」・「その他」より次のコードへの出現頻度を調査した．図 1 の縦軸は「言い淀み」・「その他」の次のコードをそれぞれ抽出し，次のコードの総数のうち各コードの割合を，横軸は,「言い淀み」・「その他」を発言後の次のコードを示したものである．この結果より，「言い淀み」の後に「しりとり」をする頻度(62.3%)が非常に高かった．これより，「しりとり」・「言い淀み」に着目し，さらに調査を進めた．

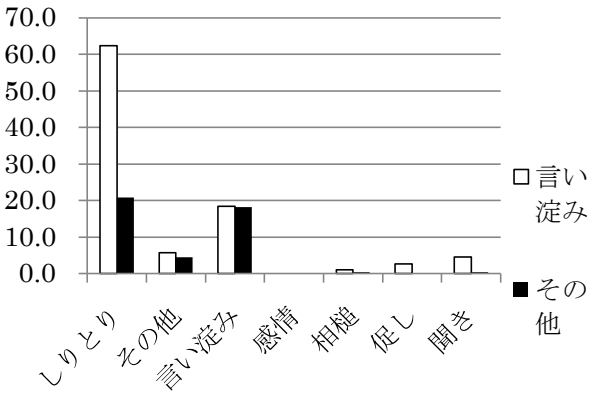


図 1　「言い淀み」・「その他」より次のコードへの出現頻度

また,「発話のタイミング」を調べるために人間同士のしりとりの実験においてコード別の応答時間を計測した．応答時間は，発話者が発言を終了し，相手に発話が移行するまでの時間とする．また，相手に発話が移行した際のコードの応答時間をコード別に抽出し，コード別の平均応答時間を調査した．分析の結果，次の「しりとり」が行われるまでの平均応答時間が 2.29 秒(標準偏差 1.36 秒）であり,「言い淀み」が行われるまでの平均 2.16 秒（標準偏差 1.89 秒）であることが分かった．

3. PaPeRo への実装と実験

発話の収集より，人間らしさの要因に関わる要因として「言い淀み」と「発話のタイミング」に注目し，実際に人間が行っていた発話や発話応答時間を PaPeRo に実装した．

3.1 しりとりシステム

システムは，「しりとりシナリオ」モジュールと「行動決定プログラム」モジュールで構成されている（図 2 参照）．なお，本システムに実装したしりとりの語彙の種類として，約 300 種類用意した．

シナリオとは，PaPeRo の応答（動作フロー）を記述したものである．しりとりシナリオは，最初に人間の発話の音声認識し，その単語を行動決定プログラムに送る．その後，行動決定プログラムから，

発話すべき単語と，発話までの行動（しりとり以外の行動）を受け取り，シナリオを作成する．PaPeRo はこのシナリオに従って，行動を行う．

行動決定プログラムは，しりとりシナリオの詳細な処理を行うモジュールである．人間の発話した単語をしりとりシナリオ生成モジュールから受け取る．この単語の末尾の語から始まる単語を探索し，決定する．このとき，PaPeRo 及び人間が一度発話した単語を除く．その後，発話の収集より得られた結果から「しりとり」や「言い淀み」のタイミングを決定し，しりとりシナリオ生成モジュールに送る．図 3 に行動決定プログラムまでの流れを示す．

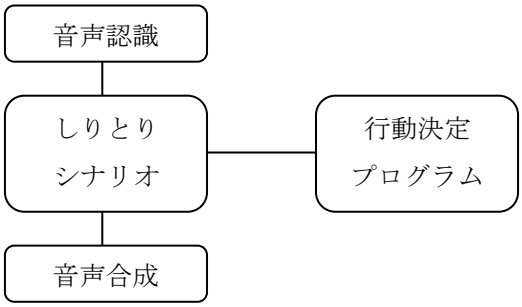


図 2　しりとりシステム構成図

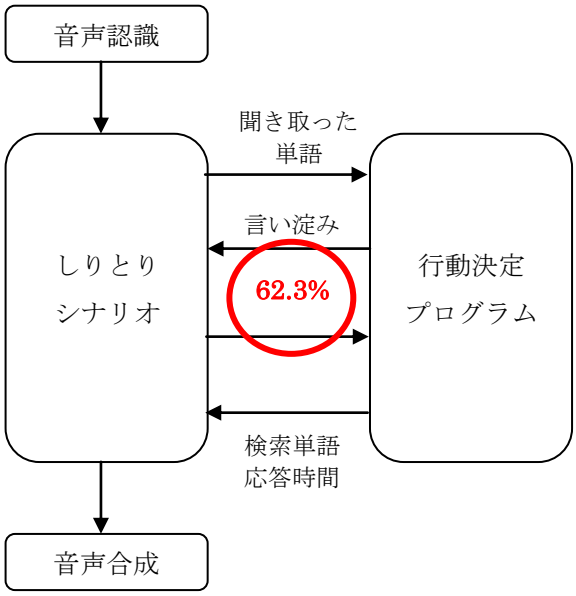


図 3　行動決定プログラムまでの流れ

3.2 実験方法

実験は，2（言い淀みあり／なし）×2（応答時間操作あり／なし）の被験者内要因の実験計画である（表 2 参照）．表 2 に基づき，4 種類のプログラムを作成し，PaPeRo に実装した．なお，応答時間操作ありは，人間同士のしりとり実験において調査したコード別平均応答時間を正規分布に従って作成し，応答時間操作なしは，2 秒と設定した．また，「言い淀み」に関しても，人間同士のしりとり実験において調査し抽出した「言い淀み」の中から，特に頻度が高かった 7 種類の「言い淀み」を実験者が抜粋した．

実験は，ビデオカメラ(SONY 製デジタルビデオカメラレコーダー DCR-DVD403)により収集を行った．また，しりとりのルールとして，システムの都合上，最初は実験参加者から開始することとした．しりとりの一般的なルールとして，語尾に「ん」が付くと負けとなる．これらのルールの基，実験参加者に 4 種類のしりとりを実施した．

表 2　2×2 の被験者内要因の実験計画

		時間要因	
		応答時間操作あり	応答時間操作なし
発話要因	言い淀みあり	①	②
	言い淀みなし	③	④

本研究の評価方法として，評価アンケート，各条件の実験ターン数及び実験時間，実験参加者による PaPeRo における「しりとり」の記憶正答数を従属変数として調査した．なお，記憶の正答数は以下の方法で調査した．実験参加者に各条件を実装した．PaPeRo としりとりを行った後，アンケートでこの回で使用された単語をできるだけ多く記述するように指示した．実験後，実験者が実際に使用した単語とアンケートで記述した単語(回答数)を照らし合わせ，実際に使用した単語の総数を正答数とした．PaPeRo が発話した単語であるか，実験参加者が発話した単語であるかを分類し，PaPeRo が発話した正答数のみを調査した．例を図 4，図 5 に示す．

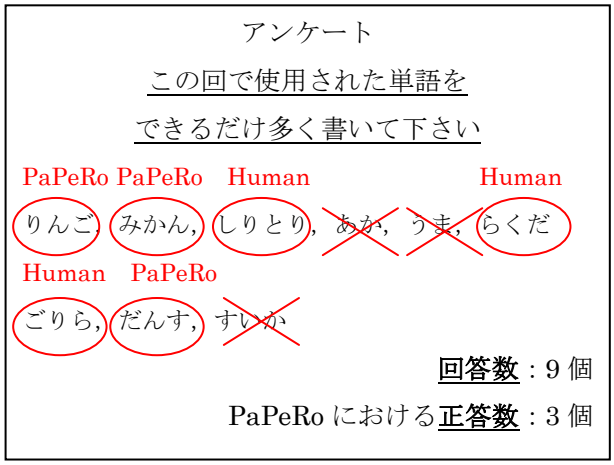


図 4　記憶の正答数アンケート

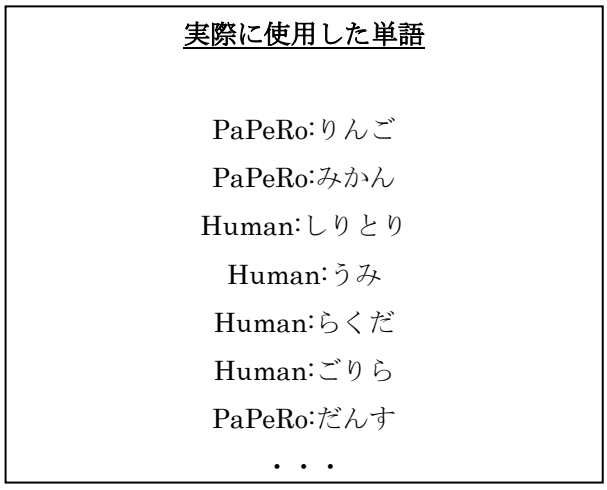


図 5　実際に使用した単語

評価アンケートに関しては，各条件の実験終了後，評価アンケートを実施した．アンケートは，都築，木村（2000）の大学生のメディアコミュニケーションの心理特性に関するアンケートを使用した[5]．質問は以下の表 3 に記述された 16 項目に分類され，質問項目に対して，「全くあてはまらない」「あてはまらない」「どちらともいえない」「あてはまる」「非常にあてはまる」の 5 件法で実験参加者に回答を求めた．なお，実験参加者は，全条件に割り当てられた．課題遂行順序は，カウンターバランスにより統制した．

表 3　評価アンケート質問項目

1. 孤独を和らげる
2. 楽しい
3. 緊張する
4. 意思伝達が素早い
5. 相手を身近に感じる
6. 気楽に心を開く
7. 苦手である
8. 情報収集に効果的である
9.思いやりを表現できる
10. かたぐるしい
11. 自分の意思を伝達しやすい
12. 個人的な話ができる
13. 気軽である
14. 目的がある
15. 集中できる
16. 疲れる

3.3 調査協力者

調査は，立命館大学の理系学部学生を対象に実施され，全体で 24 人(男性：16 人，女性：8 人，平均年齢：22.3 歳)が実験に参加した．

4. 結果

4.1 評価アンケート

図 6 は評価アンケートに関する結果である．縦軸は各質問項目の平均得点を示し，横軸は各質問項目を示す．評価アンケートの質問項目ごとで，2 要因の被験者内要因の分散分析を行った．その結果，どの質問項目において有意とならず，平均値に差はなかった．

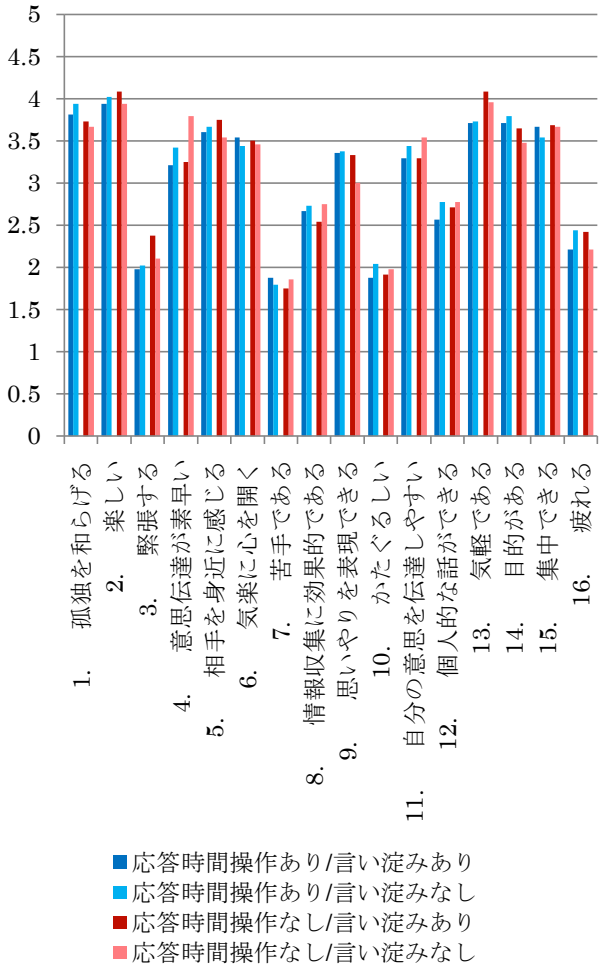


図 6　評価アンケート結果

4.2 平均ターン数

図 7 は，各条件における平均ターン数の結果である．縦軸は実験参加者の各条件のターン数を平均した値，横軸は各条件を示す．各条件におけるターン数において，2 要因の被験者内要因の分散分析を行い，交互作用が有意とはならなかった ($F(1, 23)=3.08$, $p=.09$)．また，いずれの主効果も有意とはならなかった ($F(1, 23)=0.074$, $p=.79$; $F(1,23)=0.027$, $p=.80$)．

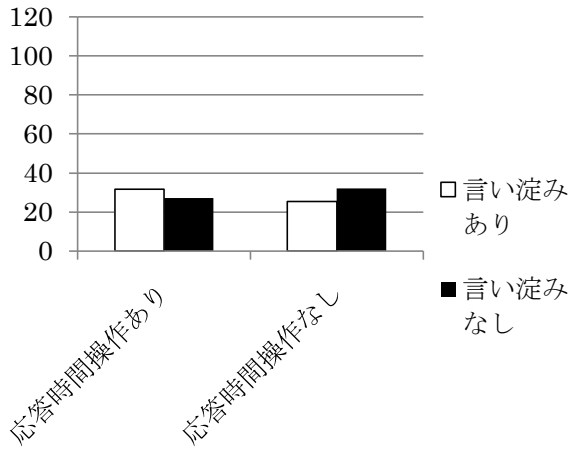


図 7　各条件における平均ターン数

4.3 平均実験時間

図 8 は，各条件における平均実験時間の結果である．あらかじめ実験参加者には，4 種類のしりとりをそれぞれ飽きるまで行ってくださいと提示している．実験時間は，各条件の実験開始から終了までとなる．縦軸は実験参加者による各条件の実験時間を平均した値，横軸は各条件を示す．各条件における実験時間において，2 要因の被験者内要因の分散分析を行った結果，各要因は有意とはならなかった．

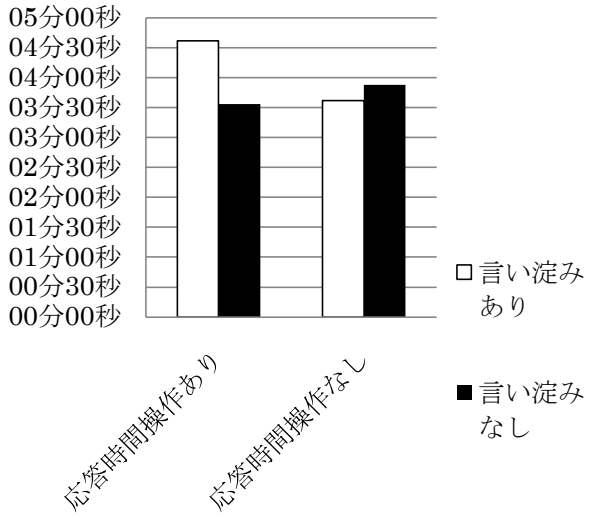


図 8　各条件における平均実験時間

4.4 記憶の正答数

次に記憶の正答数に関して，実験参加者による言い淀みの主効果について分析を行った. 図 9 は，縦軸に実験参加者による各条件の PaPeRo における「しりとり」の記憶の正答数を平均した値，横軸に各条件を示す．各条件における記憶の正答数において，2 要因の被験者内要因の分散分析を行った結果として，交互作用が有意とはならなかった(F(1, 23)=1.397, p=.24).

一方，発話要因の主効果は，有意とはならなかったが(F(1, 23)=0.301, p=.59), 時間要因の主効果は，有意となった(F(1, 23)=4.898, p=.04).

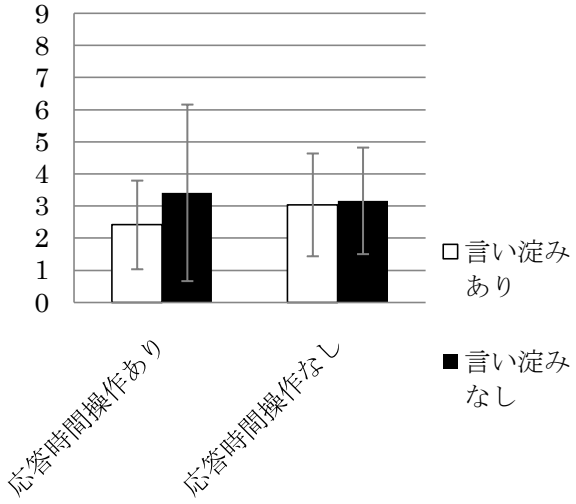


図 9　実験参加者による PaPeRo における「しりとり」の記憶正答数

次に，上記の結果はどのような要因によって生じているのかを詳しく調査するため，詳細な分析を行った．まず，記憶の正答数を詳細に検討するために実験参加者がアンケートに記入した回答数を high (6.5 個以上) と low (6.5 未満) に分類し，上記と同様に被験者内要因の分散分析を行った．図 10，図 11 の縦軸は high 群，low 群の実験参加者による各条件の PaPeRo における「しりとり」の記憶の正答数を平均した値，横軸は各条件を示す.

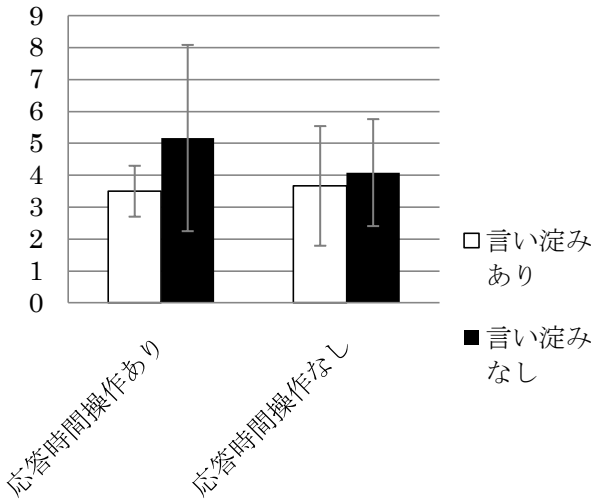


図 10　high 群の実験参加者による PaPeRo における「しりとり」の記憶正答数

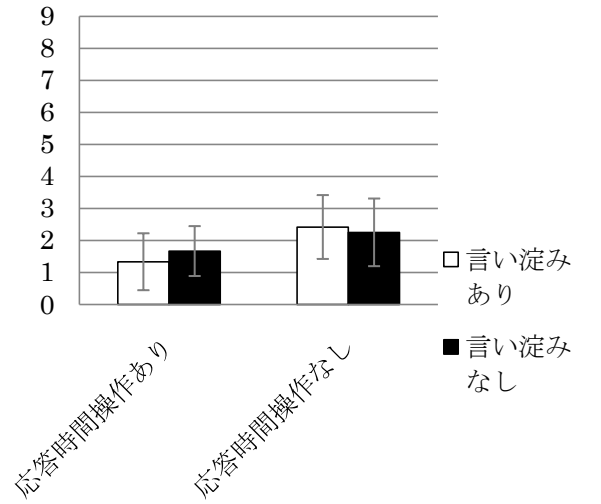


図 11　low 群の実験参加者による PaPeRo における「しりとり」の記憶正答数

分析の結果，high 群において，交互作用が有意とはならなかったが(F(1, 11)=0.912, p=.36), 時間要因の主効果のみが有意であることが分かった(F(1, 11)=5.677, p=.04). なお，発話要因に関しては有意とならなかった(F(1, 11)=0.620, p=.45). 一方，low 群において，時間要因による有意な差は見られなかった(F(1, 11)=0.186, p=.67).

4.5 考察とまとめ

これらの評価結果より，評価アンケート，平均

ターン数，平均実験時間に関しては条件間で差は観察されなかったが，記憶の正答数に関しては，応答タイミングにバリエーションがある方がない場合に比べて記憶の正答数が高くなることが明らかになった．また，この結果を詳細に分析した結果，high 群においてのみ同様の傾向が観察され，記憶成績の高い実験参加者は，応答タイミングのバリエーションがある場合の方が「しりとり」をより多く記憶していることが明らかになった．これは，応答タイミングのバリエーションという要因が，ユーザの特性に応じてコミュニケーションロボットとの発話行為に影響を与える可能性があることを示している．

現実の場面の人間同士のコミュニケーションでは，好きな相手の行動に対しては，相手の発言した内容についてより多くのことを記憶していることがこれまでの研究では明らかにされている[6][7][8]．今回の記憶の正答数における実験結果に関しては，応答タイミングにバリエーションがあった場合の PaPeRo との会話で，より多くのことを記憶していることが明らかになった．以上より，応答タイミングのバリエーションという要因が，人間同士のコミュニケーションと同じような行動を誘発する上で重要であることが示唆される．従って，これは人間らしさを引き起こす一つの重要な要因であること考えられ，今後より詳細に検討していく必要性がある．

5. 今後の展望

今回の本研究では，記憶の正答数でしか差は見られなかった．これは，実験参加者へのタスクが多々あったことが考えられるため，現在システムを改良中である．また，今回の結果より，応答のタイミングが人間らしさの帰属の要因と観察されたが，時間要因の応答操作なしにおける 2 秒と設定した時間が，実験参加者にとって，リズムよく，人間らしく思える時間であった可能性が推測されるため，様々な評価方法に影響を与えた可能性も考えられる．この時間設定に関して，応答タイミングを詳細に実験・分析する必要があると考えられる．新システム導入後，さらに調査を行うことを予定している．

参考文献

[1] 坂本大介，神田崇行，小野哲雄，石黒浩，萩田紀博，(2007)“遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性”，情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp.3729-3738

[2] T. Komatsu, N. Kuki, (2009) “Investigating the Contributing Factors to Make Users React Toward an On-screen Agent as if They are Reacting Toward a Robotic Agent”, In Proceedings of the 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2009), pp.651-656

[3] 横山真男，青山一美，菊池英明，帆足啓一郎，白井克彦，（1999）“人間型ロボットの対話インタフェースにおける発話交替時の非言語情報の制御”，情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.487-496

[4] NEC コミュニケーションロボット PaPeRo http://www.nec.co.jp/products/robot/

[5] 都築誉史，木村泰之，(2000)“大学生におけるメディア・コミュニケーションの心理特性に関する分析―対面，携帯電話，携帯メール，電子メール条件の比較”，応用社会学研究，Vol.42, pp.15-24

[6] Keenan, J.M. and Baillet, S.D., (1980) “Memory for personally and socially significant events” In R. S. Nickerson(Ed.), Attention and Performance, VII. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp.651-669

[7] Ferguson, T.J., Rule, B.G., Carlston, D., (1983) “Memory for personally relevant information”, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.44, pp.251-246

[8] 池上知子，（1991）“対人好悪の感情が情報の体制化に及ぼす影響”，愛知教育大学研究報告（教育科学）, Vol.40, pp.155-169

技能習得における3D映像の効果について - ヴァイオリンの運弓動作の学習事例 -

Impact of 3D Images on Skill Transmission - A Preliminary Study in Violin Lesson Setting -

馬田 一郎†, 伊藤 禎宣†, 小川 純一‡, 安藤 広志†
Ichiro Umata, Sadanori Ito, Shoichiro Iwasawa, Jun'ichi Ogawa, Hiroshi Ando

† (独)情報通信研究機構, ‡ 一般財団法人 ヤマハ音楽振興会 ヤマハ音楽研究所
† NICT, ‡ Yamaha Music Foundation

umata@nict.go.jp

Abstract

本研究では、技能習得における3D映像の効果について、ヴァイオリン運弓動作の学習事例で予備的検討をおこなった。ヴァイオリンの運弓においては、指、手首、肘、肩など身体各部の動きを制御し、柔軟な動作を行うことが要求される。こうした身体各部の複雑な運動制御を学習するためには、両眼視差により奥行き情報が豊かに与えられる3D映像が有効であるとの仮説のもとに、ビデオ学習状況で3D映像条件と2D映像条件の学習効果について比較した。学習者の内省を分析した結果、3D映像条件では2D条件の場合に比べ、より複雑な運動要因に気付いている可能性が示唆された。

Keywords — 3D images, Skill learning

1. はじめに

近年，両眼視差を用いたステレオ3D映像は急速に普及しつつあり，娯楽や教育、遠隔地間でのテレビ会議等といった様々な場面での効果が期待されている．しかし，現段階では話題性先行の傾向も強く，3D映像の実用場面での効果については慎重な検証が必要と考えられる．本研究では，動作の学習における3D映像の効果について，ヴァイオリンの運弓動作の学習事例において検討する．

音楽技能の学習では、従来より2Dビデオ映像が頻繁に用いられ，楽器店等でもさまざまなビデオ教材が販売されている．また、インターネットを介した映像配信による遠隔音楽レッスンも，同期／非同期さまざまな試みが報告されている(ヤマハミュージックレッスンオンライン; 斉藤、吉本(2003); ヤマハ遠隔レッスンシステム; 小林(2005))。現在の3D映像技術の普及を考慮するならば，ビデオレッスンや遠隔レッスンにおける3D映像システム導入の可能性は高く，その効果を検証することは重要である．

社会人向けの音楽教室で生徒が希望する科目として，最近ではピアノやギターのみならず，従来は敷居が高いとみられていたヴァイオリンにも高い人気が集まっている．クラシック音楽の人気の高まりに加え，従来よりも安い価格帯の楽器が販売され始めたことが理由と考えられているが，それに対して教師の数は現状では不足気味である．

また，ヴァイオリンの演奏に際しては，複雑かつ繊細な身体動作が要求されるため，独学による習得が困難とされている．一般には，左手で音程を取るのが難しいとされているが，多くのヴァイオリン教師によると，本当に習得が難しいのは右手の運弓動作ということである．特に，右手首を自由に柔らかく保ち，右腕の各部をスムーズに連動させて引くことが初学者には困難であるという．腕全体をスムーズに動かすためには，右手首の単純な曲げ伸ばしだけでなく，手首を捻るような動きも必要で，同時に複雑な運動要因が関わっている．著者らは，事前にさまざまな演奏技能で3D映像の効果を試した結果，遠隔技能習得の好例としてこの右手の運弓動作に着目した．本研究では，運弓時の右手首の動きを中心として，3D映像と2D映像の学習効果を比較するための予備的検討を行なう．

2. 手法

生徒

生徒役として，ヤマハ音楽教室のバイオリン初級生徒10名に参加していただいた．データ収録にトラブルがあった1名と，ステレオ立体視に困難のあった1名のデータを除く8名を分析対象とした．ステレオ立体視については，Stereo Optical Co., Inc. の STEREO FLY TEST によるチェックを行なった．分析では，3D映像条件4名，2D条件4名で比較をおこなった．

教師

教師役は10年以上のヴァイオリン教師経験を持つプロのヴァイオリン奏者に依頼した．

課題

課題演奏は4弦開放G音の全弓運弓で，テンポ52

の全音符で4小節演奏してもらった．生徒はまず課題演奏をおこない，その後教師の模範映像を視聴し，視聴後に再度課題演奏をおこなった．生徒は右手の運弓動作について，特に教師の右手首に注目し，模範映像を模倣して演奏するよう教示された．模範映像の視聴および演奏は4回繰り返された．ビデオは4回とも同じものが用いられた．模範映像の視聴後と自身の演奏後に実験者(第一著者)がインタビューをおこなった．今回の分析では，3D/2D映像の「気づき」に関する効果に着目し，模範映像視聴後のインタビュー結果を対象とした．インタビューはビデオにより録画された．

模範映像

模範映像として，Panasonic AG-3DA1ステレオ3Dカメラで教師の上半身映像が撮影された．映像提示は，計算機からPanasonic TH-P65VT2 65インチプラズマHDディスプレイ上にサイドバイサイド方式120Hzで時分割提示された．生徒はサングラス型のフィルタを着用した．3D条件では左右のカメラからの画像が提示されたが，2D条件では右目用画像のみが両眼に提示された．模範演奏視聴時は，本研究とは別の分析用途のため，生徒は視線検出装置をあわせて着用した．また，本論文では扱わないが，生徒自身の演奏時にはモーションキャプチャーデータと弓の歪みデータも収録された．

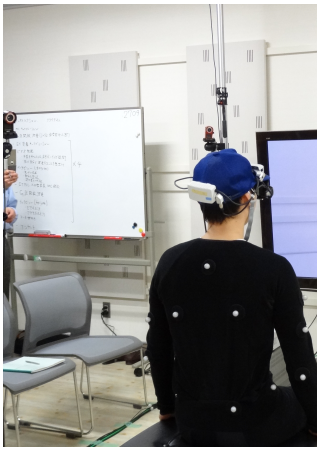


図 1 実験状況



図 2 模範映像: 運弓上端



図 3 模範映像: 運弓下端

3. 分析結果

模範映像視聴後に，毎回生徒にインタビューを行なった．視聴は4回行なわれたので，インタビューも一人につき4回行なわれた．インタビューおよび指摘点の分類は第一著者が行なった．生徒による指摘点の分類結果を，以下の表1，表2に示す．

表中の「番号」は，実験条件と生徒の番号を示す．

「指摘点数」は，各生徒が模範演奏を試聴した後に指摘した点の合計を表す．全く同じ点を複数

表 1 生徒の指摘項目: 2D

番号	指摘点数	各部の連動	手首の捻り	指定外
2D-1	20	1	0	0
2D-2	11	1	0	1
2D-3	17	1	0	2
2D-4	5	0	1	0

表 2 生徒の指摘項目: 3D

番号	指摘点数	各部の連動	手首の捻り	指定外
3D-1	27	8	1	0
3D-2	5	2	1	0
3D-3	12	0	1	0
3D-4	13	1	0	1

回繰り返し指摘している場合は，すべて合わせて1点と数えた．ただし，同様の指摘でも変化が見られる場合は，別個のものとして数えた．例えば，「手首を柔らかく使う」に対して,「手首の動かし方が柔らかい」は同じ指摘として合わせて1点としたが,「手首に力を入れず，滑らかに弾いている」は別の指摘として数えた．また,「こんな感じで」などと言いながら身体動作をつけて指摘している場合，指摘の内容が異なっていれば，それぞれを1点として数えた．

「各部の連動」は，手首，指，肱，肩の各部の間の動きの連関についての指摘を表す．例えば，「肱先導で手首がついてくる」,「手首を折曲げ，山を作るように戻す．同時に親指を回転する」,「全体の動かし方をチェックした．今まで一つずつ意識していたが，一つ一つよりは全体に気を配る」といった指摘をこのカテゴリに分類した．ただし，「肱と肩の角度の上がり方に注意する」というように，単に個別の点の列挙と解釈できる可能性のあるものは，このカテゴリに含めなかった．

「手首の捻り」は，右手首の捻り動作についての指摘を表す．手首の折曲げに関してはすべての生徒が指摘していた．しかし，これと同時に行なわれている手首の微妙な捻りは，重要な動きでありながら学習の難しい複雑な動作と考えられる．そのため，学習の深さをはかる目安として，分析項目に加えた．

「指定点以外」は，直接に右腕と弓に関わる指摘ではないものを表す．今回は，右手の運弓動作について，特に教師の右手首に注目し，模範映像を模倣して演奏するように教示を行なった．そのため，ネックを持つ左手に関する指摘，呼吸に関する指摘は，重要なものではあるが今回の課題の指定点とは少し外れるという意味で,「指定点以外」とした．このカテゴリの指摘は，3Dでは1点，2Dでは2人で1点ずつみられた．3Dではバイオリンの保持角度と弓と弦の当たり方に言及する指摘であった．2Dでは，1人が左手の手の高さに関して，もう一人が運弓の際の呼吸に関しての指摘であった．今回の実験では，両条件において，生徒が実験者による指定に忠実に学習を行なっていたと考えられる．

著者らによる事前の検討で，3D条件では運動における各部の動きの統合がより分かりやすいという印象を持ったため，3D条件では,「各部の連動」に関する指摘が2Dよりも多いと予測した．また，複雑な動作である「手首の捻り」に関する指摘も，3D条件ではより多いと予測した．

分析の結果．全体の指摘点数に関しては，両条件間でほとんど差はみられなかった．すなわち，気づきの数自体では，3Dと2D条件で差はみられなかった．

各部の連動については，一見3D条件の方が数多くみえるが，3D-1が突出して多く指摘しているので，両条件間に差があるかどうかは現時点では明確ではない．

「手首の捻り」については，3D条件では4人中3人が指摘していたが，2D条件では1人が指摘したのみであった．本分析のデータ数では強い議論はできないが，複数の運動要因をもつ動作の把握においては，3D映像を用いた方が有利である可能性が示唆された．

4. まとめ

本研究では，ヴァイオリンの演奏技能習得における3D映像の効果について予備的検討をおこなった．学習者のインタビューから，右腕各部の連動に関する指摘については，3D条件と2D条件で明確な差は見られなかった．条件の方がより複雑な運動要因への気付きが起こりやすいことが示唆された．

謝辞: 本研究にあたってヴァイオリン教師役をつとめて下さり，またヴァイオリン教育に関する貴重なご意見を頂いた阿部奈穂子氏に深く感謝致します．

参考文献

ヤマハミュージックレッスンオンライン: http://musiclesson.jp/index.php

斉藤 忠彦，吉本 隆行 (2003). 日韓の音楽授業ネットワークづくりと遠隔授業の実践, 信州大学教育学部紀要, 108:23-33.

ヤマハ遠隔レッスンシステム: http://www.yamaha-mf.or.jp/onken/academics/theme/theme5.html

小林 廣美 (2005). 高齢期における音楽学習の意義と可能性: テクノロジーの活用による音楽学習の試み, ヤマハ音楽研究所 研究報告書 No.504.

参考資料: 指摘点のリスト

3D-1

- トライアル1

肘で弾いている。
肘先導で手首がついてくる。
動きが柔らかい。
返すときも、手首の動きで、自然に同じ力で戻している。
手首をロックしない。
肘から入って手首に負担をかけない。

- トライアル2

最初は直線と思っていたが、直線ではなく伸ばすときも戻るときも山なり。

手首の曲げだけでなく、左右の動きもある。(註：手首の回転への言及)
肘がかぶせるような感じ。
弦と接するときに、upとdownで弓と弦との接触面が違い、upでは弦の上側。
右肩は固定。
伸ばしきったときに、手首がかなり張っている。
- トライアル3
downのときの親指。
upで手首を膨らませるようにする。
手首を折り曲げ、山を作るように戻す。同時に親指を回転する。
手首が先に動いて、指がついてくる。
downで押すときも、親指というより、手首の親指付け根部分から。
実際の動きは直線だが、手首のまげでかぶせているように見えていた。
弦と弓の距離を、手首を折って一定に保つ。
手首の指側と手のひら、甲側の両方で調節するので柔らかい。
手首と指、手首だけでカバーしきれない動き。
- トライアル4
指が伸ばすと寝て、戻すと立つ。
指の角度ではなく、手首が折れているから、立つように見える。
戻ったときに、かなり手首が折れて高くなる。
downでも、半分くらいまでは手首が折れて高く、その後で平坦になる。
指というより、手首が先。
手首が折れながら広げていくのに、肘がついていく感じ。

3D-2
- トライアル1
弓を降ろしきったときに、手首をもう一度押し返すというか、下げることに注意する(註：身体動作、手首の回転あり)。
- トライアル2
手首の使い方で、高い位置では割と角度があり、これが自分で出来ていない。
downで、角度がなくなってきて、降りきったらまっすぐになっていた。
- トライアル3
手首の使い方と連動して、肘の高さが動いていたので、その高さも自分で試してみようと思う。
- トライアル4
弓の根元(上)で弾く時、手首と肘の位置が分からなかったので、確認した。今回見た通りの位置で弾こうと思う。

3D-3
- トライアル1
肘を固定する。
手首を柔らかく使う。
右手を外に。押すとき(註: 降ろすときのこと)は、ちょっと手が外に行く(註: 身体動作で、手首の回転あり)。
- トライアル2
自分と違う点: 肘がしっかりと伸びきっていること。途中で止めて返しているのか?
気づいた点: 後で返ってきた時、手首が曲がらず、まっすぐ返ってきた。
気をつける点: 全弓を使って、downのときに肘を伸ばして弾ききること。
- トライアル3
気づき: 手首の動かし方が、柔らかい。
気づき: 下に行くから無理に曲げるのではなく、自然な関節の動きで伸ばしていく。
違う点: 弓の持ち方が柔らかい。
気をつける点: 無理に手首に力を入れるのではなく、自然に弓の持ち方をしっかり持つ。
- トライアル4
気づき: 手首に力を入れずに、滑らかに弾いている。
違う点: 最後の弓を弾ききったところの上げる所、一番最後の音。
気をつける: 最後の音の切り。関節に力を入れずに、柔らかく弾く。

3D-4
- トライアル1
手首の動きが滑らか。
弓と弦のあたる角度。
肘とか全体的な動きを確認した。
一番手首の動きが大きく違うので気をつけたい。
- トライアル2
手首の返しの動き(註: 身体動作有り。手首の曲げがあるが、回転はあまりない)。
弓が先まで届いている。
自分が届かないのは何故かと思い、バイオリンの角度等も確認した。
弦と弓の角度も確認。
- トライアル3
右手の小指が少し違う感じ。自由かつ力が入っていない。それもあって、より届くのか。
- トライアル4
まんべんなく弓の動き、手首、右肘などを見た。全体の動かし方をチェック。それっぽくやってみたい。今まで一つずつ意識しいていたが、一つ一つよりは全体に気を配る。

形だけではなく、音が震えたりとなりの弦にあたらないよう意識したい。
手首の動きが自分は硬い。
滑らかな感じが自分はない。例えば弦に最初に弓を置くところなど。

2D-1
- トライアル1
upで手首を曲げる。
downで指を伸ばす。
次は指を柔らかくもって、手首をdownとupで差をつけて動かす。
肘が思ったより大きな動き。
肩関節から柔らかく動かしたい。
- トライアル2
指の伸縮、動きがupで伸び、downでふわっと膨らむ。
downのときに弓に少しためがあって、音が力強く出ていた。
手首の返しが、自分と全然違う。
手首がもう少し動くようにしたい。
弓のために気をつけたい。
- トライアル3
肘と手首を重点に。
弦に弓がどのように接地しているか、角度をみた。
指の力の入れ方、伸縮の動きを見習おうと思った。
肩と肘の角度の上がり方も注目。
どの程度で上下させてよいものかの幅を測るように見た。
見た映像でイメージできる肘の高さと肩の高さをイメージして次は弾きたい。
- トライアル4
指の返しのタイミングを見た。
指の力の入れ具合に気をつけた。
指を返すタイミングと肘と肩の角度を注意して見た。
自分と違うのは、指がupとdownでかなり動いている。自分は弓を握っているだけなので、動かすことに気をつけたい。

2D-2
- トライアル1
弓を先から端まで全部使う。
手首が柔らかで力が入っていない。
肘が上がっている。
- トライアル2
downで弓の先まで使ったとき、肘が伸びきっていた。
upで、手の甲から上に向くように、downで手の甲が下がっていくような動きが柔らかい。これに注意したい。
音が一定、力の入り具合が同じというか一定。
- トライアル3
upからdownへの切り替わりが、滑らか、音が途切れない、続いている。
downの時、心持ち外側に手首が動いている。
指先が柔らかく弓を持っている。そこで柔らかい手首が出来ている。
- トライアル4
(註: 自分は)弾き始めに弓を弦においたまま用意していたが、(註: 先生は)返すときのように滑らかに用意している。
ネックを持つ左手がしっかり上がっているので、右手の手首と肘が上がっているのかな、と思った。右手と左手の関係に注意してやってみたい。

2D-3
- トライアル1
2回目の弓がまっすぐでなく、少し揺れていた。
自分と違う点: 手首が滑らか。
自分と違う点: 肘も若干動かしていた。
次に気をつける点: 手首、手前は引き、奥は伸ばす。(註: 手首の折り畳み動作、ただし回転はない。)
- トライアル2
気づき: 肘が円になる動き。(註: 肘の支点が、上下運動に従って、円を描くように動いているという意味。)
2回目は少し弓がぶれている。
手首の動きがやり過ぎ。
自分と違う: 音が一定。
自分と違う: 自分は目線を動かすが、先生はずっと一点を見ている。
次に気をつけること: 手首だけでなく、肘を意識したい。
次に気をつけること: 肘の上下の動きを意識したい。
- トライアル3
気づき: 肘を見ていた。上下というより、奥行き、手前と奥。
気づき: 2回目は手首を動かしすぎて、硬い。
自分と違う点: 手首と肘が別々でなく連動していた。手首と肘の連動に注意したい。
- トライアル4
気づき: 左手が、自分より力が入ってなく、軽く持っている。
気づき: 右手が、自分より柔らかい。自分のはかくかくしている。
気づき: 呼吸、肩に呼吸の動きがなかったので、ゆっくり呼吸するのがいいのかと思った。

2D-4
- トライアル1
手首の返し(註: 身体動作で手首の回転あり)があるので、それが違う。そこを直したい。
音が滑らか、自分は途切れがちなので、そこを直したい。
- トライアル2
右手のこういう動き(註: 肘の動作付き、肘が上下の動き)を真似したい。
- トライアル3
祖弓の角度を見た。まっすぐでなく、先生は斜めにしてるので、それを真似したい。
音を滑らかにしたい。
弓の返し方(註: ほぼ動作なし)。
- トライアル4
特に新しいことはない。右手の動かし方、弓の動かし方で、先生の真似をしたい。

「読む」行為と紙/PC/タブレット端末：説明文と小説の「読み」の比較から

Reading as activity and its relation to reading media: Are there any differences between novels and textbooks on media effects?

原田悦子†，須藤 智††，森 健治†††
Etsuko T. Harada, Satoru Suto, and Kenji Mori

†筑波大学心理学系　††静岡大学大学教育センター　†††(株)Nifty
†University of Tsukuba, ††Shizuoka University, ††† Nifty Corp.
etharada@human.tsukuba.ac.jp

Abstract In order to compare reading process with three kinds of reading media, paper book, PC, and a tablet (iPad), of two kinds of texts, novels and textbooks, a psychological experiment was executed with 36 undergrad students as participants. Subjective evaluations showed still strong preferences to paper compared to PC and iPad, and paper showed differences or plasticity in reading processes between novels and textbooks. Importance of unfettered control in reading with paper book is discussed.

Keywords reading processes, media, text materials

近年日本においても，タブレット型端末の普及とともに電子書籍の配信･販売が一般的になりつつある．これまで一般に，画面でのテキスト読解は紙媒体より劣るとされ，その主たる原因は視覚的精度と読む姿勢と考えられてきたが，こうした問題点はタブレット型端末では解決されていることから，再検討の必要がある．

北米では書籍購入や持運びの手軽さから小説など読み物の電子書籍が主流であるが，日本を含むアジアでは電子教科書としての利用が注目されている．マルチメディア教材としての有効性は明らかだが，テキストの読みが従来の紙の教科書と変わらないことの保証は十分に検討する必要がある．すなわち従来のテキスト理解研究では題材による変動は考慮されていないが，メディアの効果を考えるときには題材の特性による読みの変化について検討する必要があろう．

そこで本研究では，紙(本)･通常の PC･タブレット端末(iPad)の3媒体が，読み物(小説)と説明文との読みに与える影響について，心理学実験により検討した．

方法

実験計画：メディア(本/PC/iPad)×テキスト種類(小説/説明文)の 2 要因参加者内計画．テキスト種類の順序は固定（小説，説明文の順）だが，メディアの順序は参加者間でカウンターバランスを取った．

材料：小説3篇，説明文3篇を用い，前文を付してターゲットを抽出した．各テキストに数個の漢字誤変換を埋め込み，また再認刺激を 6 文から作成，さらに理解テスト（4肢選択3問）を作成した．本条件ではA5版の小冊子，iPad条件では本条件と同形のPDFを電子書籍アプリ（i 文庫）で提示，PC 条件では html ファイルを用いた．

実験参加者：大学生 36 名（男女各 18 名）．

装置：本条件は参加者左頭上から全体像を，PC 条件は画面を録画した．iPad 条件では右頭上からの全体像に加え，画面を記録した．

手続き：最大 3 名までの小集団型個人実験．実験目的の説明･同意後に，まず 1 枚紙に印刷された練習（短編小説）を読み，理解テスト，主観評価(6 項目,6段階評定)を行うこと，自分のペースで自由に読むよう教示した．またテキスト内に誤字を見つけたらメモをしておくよう依頼した．IPad の利用法を説明･練習した後，実験を開始した．

3メディア･2 テキストの課題を行った後，質問紙調査とリハーサル妨害課題（5 分）を行い，その後予告していなかった記憶課題（再生課題，各テキストのタイトルから自由再生；再認テスト，全 36 文の新旧を判断，旧判断時は情報源記憶＝メディアの回答を求める）を実施した．実験はおよそ 60 分で終了した．

結果と考察

テキスト種類(2)×メディア(3)の ANOVA の結果について報告する(有意差はいずれも 5%水準)．

主観評価：メディアに関する主観評価では，好感度に

おいて本条件が他の 2 条件よりも高かったのに加え，難しさでは iPad が他の 2 条件よりも高かった．またメディア評価項目にも関わらず，使いやすさ・難しさにおいて小説での評価が説明文での評価よりも高評価であり，テキスト種類がメディア評価に影響を与えることが示された．テキスト内容に関する評価ではメディアの効果は示されなかった．

直後理解テスト：メディアとテキスト種類の交互作用が有意であり，小説においてのみ iPad 条件が本条件よりも理解が低かった．

再生課題：総再生量ではテキスト種類の効果のみ有意であった(小説＞説明文)が，誤再生・侵入再生において交互作用が有意であり，本条件で小説が説明文よりも高いのに対し，他の 2 条件ではテキストの差が見られなかった．また特に iPad 条件・説明文において再生文が短く，単語のみの侵入再生が多かった．

再認課題：全体として成績が悪く，大きな効果は見られなかったが，正再認率で交互作用が有意であり，本条件では小説が説明文より成績がよいが，他の 2 条件では差が見られなかった．FA ではメディア主効果が有意であり，PC が iPad より高かった(図1)．

誤字検出率：交互作用が有意であり，本条件・PC 条件では小説の方が説明文よりも高く，これに対し，iPad では両テキスト間に差が見られなかった(図2)．

読みの行動分析：読み時間にはメディアの効果は見られず，テキスト種類の効果(説明文＞小説)のみ有意であった．「読み始める場所の検出」時間は本条件が PC 条件よりも長く，一画面に大量の情報を表示できる PC 条件のメリットが示された．

ページめくり行動では，全体の回数は本条件のほうが iPad よりも回数が多く，特に「戻る」ページめくりは本条件のみ説明文で多くなったのに対し，iPad ではテキスト間の差は見られなかった．PC 条件での画面スクロールでも，テキスト間の差は見られなかった．

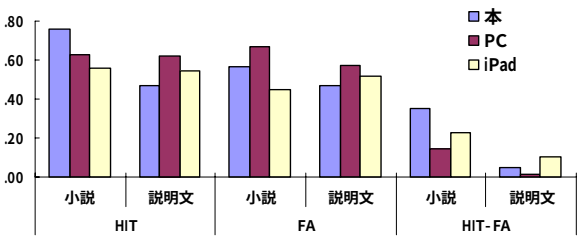


図 1　再認課題の結果（HIT，FA，**正再認率**）

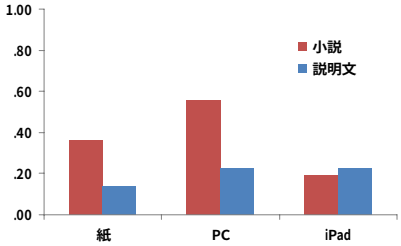


図 2　誤変換検出課題成

電子化への態度：質問紙調査において一般論として書籍の電子化への賛否を問うたところ(6段階評定)，小説(本)については平均3.69（SD1.49）とほぼ中央に位置したのに対し，教科書に対しては 2.58（SD1.36）と電子化に反対する傾向が強かった．2 種のテキスト内容によるメディア相違について何らかのメタ認知が存在することを示したと言える．

総合考察

当初の仮説では，小説ではメディア間の差が小さく，説明文では紙メディアすなわち本条件の優位性が示されるのではないかと考えたが，実際には，本条件ではテキストの種類に応じて読み方が異なり，特に小説において電子媒体 2 種と異なることが示された．iPad は再認課題などで PC よりも本条件に近い結果を示したものの，全体として課題成績が悪く，主観評価も低かった．PC 条件では予測よりスムーズな読みが観察されたが，テキストの種類による読みの変化は見られず，再認課題での FA 増大やテキスト間での侵入再生など，理解の表層性も示唆された．

このように，読みの課題達成自体に大きな差ないものの，本条件においては読み過程にテキスト特性への対応性が見られた．これは，紙媒体ではテキスト内容に応じて柔軟に読み過程を変更するのに対し，電子媒体ではそうした自律的変化が生じず，外的な物理的な刺激状況に規定された読みとなっている可能性を示唆する．主観評価やインタビューでは，依然として紙媒体を好む反応が強いことからも，紙媒体では外的制約が小さく，読み手が自律的に読みをコントロールしているのに対し，電子媒体ではそれが困難であり，iPad でもその問題解決がなされてない可能性を示している．

電子書籍が media equation を有するエージェントではなく，本のような対象物となるにはどのようなデザインが必要なのか，さらに検討が必要であろう．

空間表現の送受信時における空間参照枠の選択特性
Reference Frame Selection on Sending and Receiving Spatial Terms

小島 隆次†
Takatsugu Kojima

†滋賀医科大学
Shiga University of Medical Science
tkojima@belle.shiga-med.ac.jp

Abstract

This study focused on reference frame selection on sending and receiving basic projective spatial terms. The results of two experiments in this paper showed that whether you were a receiver or sender of the projective spatial terms influenced reference frame selection and, as a result, understanding the projective spatial terms.

Keywords — Reference Frame, Projective Spatial Terms, Spatial Communication

1. はじめに

自分と相手が正面で向き合い、両者の間に机があり、自分の視点からは椅子がその机の左右に一脚ずつ配置してあるとする。すなわち、自分・机・相手の中心を通過する直線と、椅子・机・椅子の中心を通過する直線が直交するように、それぞれが配置されている状況である。この時、相手から「机の右の椅子に座ってよ」と言われる場合と、自分が相手に「机の右の椅子に座ってよ」と言う場合とで、空間参照枠の選択特性に何か違いがあるのだろうか。言語的空間情報の送受信における、受信時と送信時の空間参照枠選択特性を実証的に明らかにすることは、日常での空間表現によるコミュニケーションの円滑化などに資するものである。

しかしながら、従来の空間表現による対象指示の際の空間参照枠選択の実験研究では、空間表現による指示を受け取る立場からの空間表現理解という状況設定が使用されており、空間表現を使用する立場での空間表現理解という状況設定との比較という視点が欠けている。そこで、本研究では、空間表現理解における空間参照枠選択特性につき、空間表現を受け取る側と伝える側という立場の違いの影響を探索的に検討した。

2. 実験 1

2.1.目的

本研究での実験状況において、空間表現による対象指示を理解する際の対象選択特性（空間参照枠選択特性）のデータを取得することを目的として、実験 1 を行った。

2.2.方法

2.2.1.実験参加者

実験 1 には、大学生及び大学院生 24 名が参加した。

2.2.2.実験刺激

実験で呈示された刺激画像は、実験参加者視点からの 3DCG であった。刺激画像は、実験参加者のコミュニケーション相手となるキャラクター、参照対象（白い玉または F さんと呼ばれる人型のキャラクター）、指示対象（赤、緑、青、黄色の玉）から構成された。コミュニケーション相手のキャラクター位置については、実験参加者と対面状態になっている場合（対面条件）と刺激呈示画面に向かって左側の位置に右向きになっている場合（右向き条件）が用意された。

参照対象は、内在的方位を含まない白い玉と内在的方位を含むF さんという人型キャラクターの 2 種類を用意した。F さんの向きは、実験参加者視点から見える面を基準にして、正面、左向き、背面、右向きの計 4 種類の向きが用意された。

刺激画像内での相手や各対象などの位置関係は、画面の手前から奥に向かう方向の配置については、実験参加者の視点位置、緑の玉、参照対象、赤い

玉、コミュニケーション相手（但し、対面条件の場合)、が画面中央に同一直線上に並んだ。画面に向かって右から左への水平方向の配置については、黄色い玉、参照対象、青い玉、コミュニケーション相手（但し、右向き条件の場合）が同一直線上に並んだ。指示対象の 4 種類の各玉の位置は、実験を通じて常に同じであった。

刺激画像は、参照対象 5 種類（白い玉と F さんが向きに応じて 4 種類で計 5 種類）とコミュニケーション相手の位置 2 種類との組み合わせで 10 種類作成した。呈示刺激の例を図 1 と図 2 に示す。

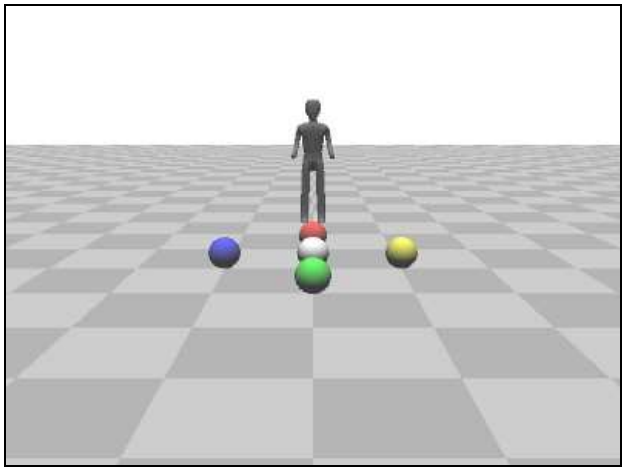


図 1. 呈示刺激例 1 （参照対象：白い玉，コミュニケーション相手の位置：対面）

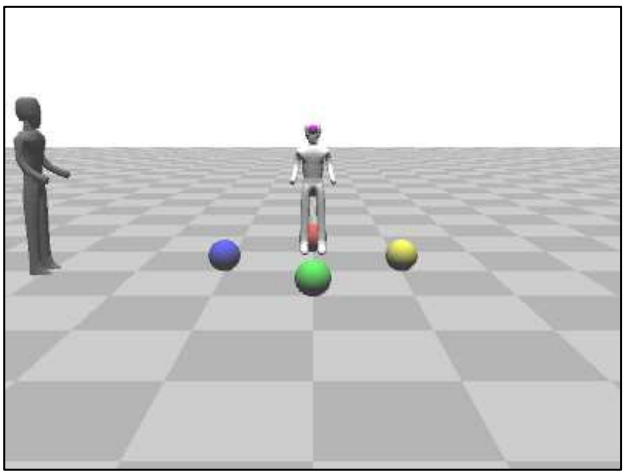


図 2. 呈示刺激例 2（参照対象：F さん正面向き，コミュニケーション相手の位置：右向き）

2.2.3.実験手続き

実験参加者には、コミュニケーション相手から、画面内に呈示される指示文（「白い玉（あるいは、F さん）の○○（実験の本試行では前後左右の空間表現のいずれかが呈示された)」）によって玉の位置を指示された場合に、どの色の玉のことを相手が指示しているのかを考え、相手が指示している可能性が高いと思われる順番に、画面内に呈示される、玉の色が書いてあるボタンを押していくように教示した。

刺激の呈示順は、実験参加者ごとに、ランダムであった。試行数は 40 試行であった（画像の種類 10×玉の種類 4)。

2.3.結果と考察

実験データとして、各試行での指示対象色の各選択順位度数を取得した。

実験 1 のデータからは、空間参照枠選択には参照対象の内在的方位の有無が大きく影響する傾向などが見られた。こうした傾向は先行研究と同様であった[1][2]。

3. 実験 2

3.1.目的

本研究での実験状況において、空間表現による対象指示を行う際の空間表現選択特性のデータを取得することを目的として、実験 2 を行った。

3.2.方法

3.2.1.実験参加者

実験 2 には、大学生及び大学院生 24 名が参加した。実験 2 の参加者は、実験 1 には参加していなかった。

3.2.2.実験刺激

実験で使用した刺激画像は、実験 1 と同様であった。

3.2.3.実験手続き

実験参加者には、コミュニケーション相手に対して画面上で指示された色の玉の位置を指示する場合に（指示文例「相手に赤い玉の位置を指示す

るとき」)、自分がどの空間表現を使用するのかについて考え、使用する可能性が高いと思われる順番に、画面内に呈示される、空間表現(「前・後・左・右」)が書いてあるボタンを押していくように教示した。

刺激の呈示順は、実験参加者ごとに、ランダムであった。試行数は 40 試行であった(画像の種類 10×空間表現の種類 4)。

2.3.結果と考察

実験データとして、各試行での空間表現の各選択順位度数を取得した。

実験 2 のデータからは、実験 1 のデータと比較して、選択度数のばらつきが低いことがわかった。このことは、相手への指示を行う場合には、相手から指示を受ける場合と比較して、空間参照枠の選択がある程度定型的に行われていることを示唆していると考えられる。

4. 実験 1 と 2 の結果の分析

今回の実験状況での参照枠選定、あるいは、前後左右の空間表現理解において、空間表現の受け手と送り手の立場の違いについて検討するために、実験 1 と 2 のデータから、各選択肢の第一選択順位の度数について、呈示刺激画像をベースにした実験参加者とコミュニケーション相手との位置関係を基準にして、各空間表現で各指示対象が指示された場合の状況が類似しているデータを組み合わせて一組として、それらから相関係数を求めた。

その結果、データ全体では有意な中程度の相関が見られた(r=.62, p < .01)。次に、各空間表現について検討した結果、前と後については、1%水準で有意な強い相関が見られた(前:r =.89, p < .01, 後:r =.89, p < .01)。左については、5%水準で有意な弱い相関が見られた(r =.32, p < .05)。右については、弱い相関が見られたが、5%水準で有意な相関ではなかった(r=.24, *n.s.*)。

この結果から、前後に関しては、送受信時における空間参照枠選定や空間表現理解には差異がほとんど生じないが、左右に関しては送受信時で違いが生じやすいことが示唆された。

5. まとめと展望

本研究での実験 1 と 2 の結果から、空間表現理解における空間参照枠選択特性及びその結果としての前後左右の空間表現理解について、空間表現を受け取る側と伝える側という立場の違いが影響をもたらすことが示された。そして、その相違のパターンは、使用される空間表現、参照対象の内在的方位の有無、コミュニケーション相手の位置などで異なる傾向があることが示唆された。特に前後と左右の理解や使用においては、受け手の立場と送り手の立場で、空間表現の解釈、すなわち、空間参照枠の選択に一貫性が低いため、コミュニケーション時に齟齬が生じやすい可能性があると考えられる。

今後は、本研究結果を踏まえて、より詳細な送受信の立場の相違による空間詐称枠選定や空間表現理解への影響、そして、静的状況での対象指示だけではなく、経路探索や移動時のコミュニケーションなど、様々な具体的な場面での空間参照枠選定が行われるような空間表現の送受信時の理解特性などについても検討していきたい。

参考文献

[1] Imai, M., Nakanishi, T., Miyashita, H., Kidachi, Y., & Ishizaki, S., (1999) "The meanings of front/back/left/right", Cognitive Studies, 6, pp. 207-225.

[2] 小島隆次 (2009) "視点変化が左右の指示領域に及ぼす影響", 日本認知言語学会論文集, 9, pp.500-506.

謝辞

本研究の一部は、大川情報通信基金 2008 年度研究助成「3 次元仮想空間内での空間表現を用いたコミュニケーション」の助成を受けて行われた。

概念形成における特徴次元への重み付けのモデル化
Modeling the feature dimension weighting in unsupervised category learning

西田 豊
Yutaka Nishida

大阪大学 大学院人間科学研究科
Graduate School of Human Sciences, Osaka University
nishida [at] bm.hus.osaka-u.ac.jp

Abstract

Selecting features is a important problem in category learning because of our limited cognitive resource. We introduce the feature dimension weighting and present a algorithm that calculate the weighting through the optimization process of unsupervised category learning. This model allows us to identify the important features for category learning.

Keywords — dimension weighting, unsupervised category learning, regularization method

1. 特徴次元の重み付けと選択

事例を分類し概念を形成することは，人の認知活動のうち最も基礎的で重要なもののうちの1つである．概念形成時にどの特徴を用いるかを選択することは重要な問題である．観測された特徴をすべて用いて概念を形成することは可能であるが，特徴数が多い場合は認知的負荷が高い．また，観測された事例によく当てはまる概念を形成したとしても，その概念が後から観測される事例に対してよい概念であるとは限らない．そのため，観測された全特徴を用いるのではなく，なるべく少数の特徴を用いて概念を形成していると考えるのが自然である．

より少ない特徴次元を用いて概念形成を行う場合，2つの方法が考えられる．1つは相関の高い特徴をまとめて，新たな重みつき合成特徴を創出する方法である．もう1つは概念形成に有用であると考えられる特徴のみを用いる方法である．

前者のような方法には，次元縮約を伴うクラスタリング法として提案されたREDKM (De Soete & Carroll, 1994) がある．概念形成のモデルとして提案されたわけではないが，このモデルを認知モデルとして考えることもできる．合成された特徴量を元に概念を形成するため少数の特徴次元を用いているといえるが，特徴次元を合成する過程があるため認知的負荷の軽減にはつながらないと考えることもできる．

後者のような考え方には，重み付けパラメータが導入される．特徴が概念形成に有用であるかの判断には特徴次元への重み付けの大小によって解釈される．すなわち特徴次元への重み付けが大きいほど，その特徴は概念形成に有用であると考えられる．このような考えを基にした教師つき概念形成モデルにALCOVE (Kruschke, 1992) がある．

ALCOVEは教師つき学習のアルゴリズムであり，その派生モデルも多く研究されている．しかしながら，教師つき学習と同様に重要である，教師なし学習における概念形成における特徴次元への重み付けを考慮したモデルは考えられていない．そこで本研究では，特徴次元への重み付けパラメータを導入し，Miyamoto, Ichihashi, Honda (2008) によって提案されたエントロピー正則化法を用いて，概念形成の最適化の過程で重み付けパラメータも計算するアルゴリズムを提案する．

2. 特徴次元への重み付けのモデル化

データを$N \times P$の行列$X = \{x_{ij}\}$とする．NとPはそれぞれ事例数と特徴次元数である．概念数を$K(k = 1, ..., K)$で表す．

提案モデルの目的関数は

$$F(\mathbf{U}, \bar{\mathbf{X}}, \mathbf{W}) = \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{P} u_{ik} w_j (x_{ij} - \bar{x}_{kj})^2 + \lambda^{-1} \sum_{j=1}^{P} w_j \log w_j. \quad (1)$$

とあらわせる．

$\mathbf{U} = \{u_{ik}\}$は事例iがある概念kに含まれるか否かを示す$N \times K$のメンバシップ行列である．事例iがある概念kに含まれる場合は1，含まれない場合は0となる．$\bar{\mathbf{X}} = \{x_{kj}\}$は概念$k$のセントロイドを示す$K \times P$の平均行列である．$\mathbf{W} = \{w_j\}$は次元$j$への注意重みを対角要素に持つ重み付け行列である．ここで$\lambda > 0$はwについての正則化パラメータである．

この目的関数に課される制約は2つある．1つめ

は所属度を示すパラメータuに関するもので，

$$\sum_{k=1}^{K} u_{ik} = 1,\ u_{ik} \in \{0,1\} \tag{2}$$

である．(2)は$\mathbf{U}$の行和は1であり，各値は0か1であることを示している．すなわち，事例はいずれかの概念に所属し，かつ1つの概念のみに所属するということである．

2つ目は重み付けを示すパラメータwに関するもので，

$$\sum_{j=1}^{P} w_j = 1,\ 0 \le w_j \le 1. \tag{3}$$

である．(3) は$\mathbf{W}$の対角和が1であり，各値は0から1の値をとることを示している．すなわち，特徴次元への重み付けは全体で1であり，各特徴次元へ配分するということである．

最適なパラメータ$\mathbf{U}$，$\bar{\mathbf{X}}$，$\mathbf{W}$を求めることが目的となる．

3. アルゴリズム

目的関数 (1) の値を最小にするパラメータ$\mathbf{U}$, $\bar{\mathbf{X}}$, $\mathbf{W}$を求めるために，次の3ステップを反復させるアルゴリズムを用いる．

- $\mathbf{U}$ step: $\bar{\mathbf{X}}$，$\mathbf{W}$を固定し，$F(\mathbf{U},\bar{\mathbf{X}},\mathbf{W})$を最小にする$\mathbf{U}$を求める．
- $\bar{\mathbf{X}}$ step: $\mathbf{U}$，$\mathbf{W}$を固定し，$F(\mathbf{U},\bar{\mathbf{X}},\mathbf{W})$を最小にする$\bar{\mathbf{X}}$を求める．
- $\mathbf{W}$ step: $\mathbf{U}$，$\bar{\mathbf{X}}$を固定し，$F(\mathbf{U},\bar{\mathbf{X}},\mathbf{W})$を最小にする$\mathbf{W}$を求める．

それぞれのステップでは以下のように最適解が求まる．

$$u_{ik} = \begin{cases} 1,\ \text{if} \sum_{j=1}^{P} w_j (x_{ij} - \bar{x}_{kj})^2 \le \sum_{j=1}^{P} w_j (x_{ij} - \bar{x}_{lj})^2 \\ 0,\ \text{other.} \end{cases} \tag{4}$$

$$\bar{x}_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{N} u_{ik} x_{ij}}{\sum_{i=1}^{N} u_{ik}} \tag{5}$$

$$w_j = \frac{\exp\left\{-\lambda \sum_{k}^{K}\sum_{i}^{N} u_{ik}(x_{ij} - \bar{x}_{kj})^2\right\}}{\sum_{j=1}^{P} \exp\left\{-\lambda \sum_{k}^{K}\sum_{i}^{N} u_{ik}(x_{ij} - \bar{x}_{kj})^2\right\}} \tag{6}$$

4. 数値例

本節では，簡単な数値例を示して，提案モデルの有効性を検討する．使用するデータセットは豊田 (2008) の動物の特徴データである．表(2) に示す30種の動物について，表(1) に示す13個の特徴が，ダミー変数 (特徴を有していれば1，有していなければ0のバイナリデータ) によって表現されている．

動物特徴データに概念数Kを2〜5に変化させて提案手法を適用した．正則化パラメータはすべての条件で$\lambda = 1$とした．50個の初期値を用いて，最も目的関数の値が小さくなった解を採用した．特徴次元への重み付けパラメータを表(1) に，所属を示すメンバシップパラメータを表(2) に示す．

まず概念数2の結果から解釈する．表(2) から30種の動物が「ほ乳類」と「鳥類」にカテゴライズされている様子がうかがえる．表(1) からは「4本足」と「羽」の次元への重み付けが大きいことがわかる．以上からほ乳類と鳥類に分類するために用いられる特徴次元は「4本足」と「羽」であることが読み取れる．

概念数が3になると先ほどの「ほ乳類」がさらに「蹄」を持つ種と持たない種に細分化されている．重み付けパラメータを見ると「4本足」,「羽」への重み付けが減少し,「蹄」への重み付けが増加している．

概念数が4になると先ほどの「鳥類」が「飛ぶ」ことを好む鳥とそうでない鳥に細分化された．重み付けパラメータを見ると「飛ぶ」への重み付けが増加していることがわかる．

最後に概念数が5の場合は「飛ぶ」ことを好む鳥のうち「泳ぐ」ことも好む鳥に細分化された．この場合も「泳ぐ」への重み付けがわずかではあるが増加している．

概念数を2〜5まで通してみると,「体のサイズ (小，中，大)」,「鬣」,「狩猟」,「走る」への重み付けはほとんどなされなかった．従ってこれらの特徴次元は「ほ乳類」か「鳥類」かといった分類にはあまり必要の無い情報であることがわかる．

逆に2つの概念に分類されるときに大きく重みづけられた「4本足」と「羽」は概念数を変化させても大きく重みづけられていたことから,「ほ乳類」か「鳥類」かの分類に最も重要な特徴次元であることがわかる．

以上の結果から，概念を形成する上で重要な特徴次元へ重み付けられていることが分かる．すなわち，本モデルによって得られた重み付けパラメータは認知モデルとして解釈可能であることが示された．

5. ファジィメンバシップへの拡張

2節で提案したモデルは事例がある概念に所属するか否か，すなわちメンバシップがバイナリで表されるものであった．しかしながら，我々が持つ概念構造はこのような決定論的なものではなく，確率的に変動するとも考えられる．例えば，プロトタイプから離れた事例について評定する場合，同一人物であっても文脈によって概念に含まれるか否かの判断が異なる場合がある (Mcclosky & Glucksberg, 1978)．

そこで本節ではメンバシップパラメータが[0, 1]の実数値を取るように拡張する．Miyamoto, Ichihashi, Honda (2008) のエントロピー正則化法をメンバシップパラメータuについても適用することによって達成する．したがって，ファジィモデルの目的関数は

$$\begin{aligned} G(\mathbf{U},\bar{\mathbf{X}},\mathbf{W}) &= \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{P} u_{ik}w_j(x_{ij}-\bar{x}_{kj})^2 \\ &\quad +\phi^{-1}\sum_{k=1}^{K} u_{ik}\log u_{ik} \\ &\quad +\lambda^{-1}\sum_{j=1}^{P} w_j \log w_j. \end{aligned} \tag{7}$$

とあらわせる．ここで$\phi > 0$はuについての正則化パラメータである．メンバシップパラメータuに関する制約が (2) から次のように変更される．

$$\sum_{k=1}^{K} u_{ik} = 1,\ 0 \le u_{ik} \le 1. \tag{8}$$

重み付けを示すパラメータwに関する制約は(3)と同様である．

アルゴリズムは (7) を最小にする$\mathbf{U}$，$\bar{\mathbf{X}}$，$\mathbf{W}$を求める3ステップを反復させるアルゴリズムを用いる．$\bar{\mathbf{X}}$，$\mathbf{W}$のステップは(5), (6)と同様であるが，$\mathbf{U}$を求めるステップではファジィ化にともない以下のように最適解が求まる．

$$u_{ik} = \frac{\exp\left\{-\phi\sum_{j}^{P} w_j(x_{ij}-\bar{x}_{kj})^2\right\}}{\sum_{k=1}^{K}\exp\left\{-\phi\sum_{j}^{P} w_j(x_{ij}-\bar{x}_{kj})^2\right\}} \tag{9}$$

6. まとめと展望

本研究では人は概念を形成する際，観測されるすべての特徴次元を等しく用いているわけではなく，概念を形成するために有用である特徴に重み付けを行いより効率的に概念形成を行っているという仮定のもと，特徴次元への重み付けを概念学習の最適化の過程で計算するモデルとそのアルゴリズムを提案した．提案モデルの有用性は動物データを通して検証された．その結果，概念を形成するに当たって，有用であると考えられる特徴次元へ大きな重み付けがされており，認知モデルとして解釈可能であることが示された．

また，人の概念構造はファジイであるとの考えから，[0, 1]のメンバシップパラメータを得られるように拡張を行った．しかしながら，人の概念形成においてメンバシップがバイナリかファジィのどちらで表現されるべかは行動実験とモデルフィッティングによって検証されるべき事項である．

本モデルの問題点として，あらかじめ概念数Kを設定しなければならないことがあげられる．人の認知処理を考えた場合，Kをいくつか設定し，モデル比較を行うといったメタ認知的な処理が行われていると考えられる．

メタ的な処理として現在考えられる方法には次のようなものがある．1. Kを変化させ得られた目的関数の値の減少幅が少なくなるところのKを採用する方法，2. 概念間の平方和と概念内の平方和の比が最も大きくなるKを採用する方法 (e.g., Calinski & Harabasz, 1974)，3. ギャップ統計量 (Tibshirani, Walther & Hastie, 2001)を用いる方法などが考えられる．しかしながら，どのような処理が心理学的に妥当であるかを検証するためには，行動実験の結果との比較が必要である．

文献

Calinski, R. B. & Harabasz, J. (1974). A Dendrite Method for Cluster Analysis. *Communications in Statistics*, **3**, 1-27.

De Soete. G., & Carroll, J. D. (1994). K-means clustering in a low-dimensional Euclidean space. In E. Diday, Y. Lechevallier, M. Schader, P. Bertrand & B. Burtschy (Eds.), *New approaches in classification and data analysis*, Berlin, Springer-Verlag.

Kruschke, J. K., (1992). ALCOVE: An Exemplar-Based Connectionist Model of Category Learning, *Psychological Review*, **99**, 22-44.

Mcclosky, M. E., & Glucksberg, S. (1978). Natural categories: well defined or fuzzy sets ? *Memory & Cognition*, **6**, 462-472.

Miyamoto, S., Ichihashi, H., & Honda, K. (2008). *Algorithms for fuzzy clustering: methods in c-means clustering with applications.* Berlin: Springer-Verlag.

Tibshirani, R.,Walther, G., & Hastie, T. (2001) Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistics *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, **63**(2), 411-423.

豊田秀樹 (編著) (2008). データマイニング入門. 東京図書.

表 1 概念数別重み付けパラメータ

概念数	小	中	大	2本足	4本足	毛	蹄	鬣	羽	狩猟	走る	飛ぶ	泳ぐ
II	.01	.00	.00	.12	.32	.12	.00	.01	.32	.00	.00	.04	.04
III	.01	.00	.00	.10	.24	.10	.24	.01	.24	.00	.00	.03	.03
IV	.02	.00	.00	.08	.20	.08	.20	.01	.20	.01	.00	.20	.02
V	.02	.00	.00	.07	.18	.08	.18	.01	.18	.01	.00	.18	.09

表 2 概念数別メンバシップパラメータ

	II		III			IV				V				
	A	B	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	D	E
イヌ	1		1			1				1				
オオカミ	1		1			1				1				
キツネ	1		1			1				1				
クマ	1		1			1				1				
サル	1		1			1				1				
タヌキ	1		1			1				1				
チーター	1		1			1				1				
トラ	1		1			1				1				
ネコ	1		1			1				1				
ハイエナ	1		1			1				1				
ヒョウ	1		1			1				1				
ライオン	1		1			1				1				
イノシシ	1			1			1				1			
ウシ	1			1			1				1			
ウマ	1			1			1				1			
シカ	1			1			1				1			
シマウマ	1			1			1				1			
ゾウ	1			1			1				1			
ブタ	1			1			1				1			
ペンギン		1			1			1				1		
ダチョウ		1			1			1				1		
ニワトリ		1			1			1				1		
カナリヤ		1			1				1				1	
スズメ		1			1				1				1	
タカ		1			1				1				1	
フクロウ		1			1				1				1	
ワシ		1			1				1				1	
ハト		1			1				1				1	
アヒル		1			1				1					1
ガチョウ		1			1				1					1

ブログにおける自己開示：開示内容及び開示機能について
Self-disclosure on weblog: Contents and functional efficacy of disclosure

木暮 照正
Terumasa Kogure

福島大学
Fukushima University
kogure@educ.fukushima-u.ac.jp

Abstract

In the present study, self-disclosure on weblog was examined by the online survey. The results indicated that women felt efficacy of self-disclosure on weblog more than men, especially on communication processes, i.e, “return of response”, “verification of idea”, “development of intimacy”, and “social control.” These findings are discussed with comparison on those of the face-to-face communication situation.

Keywords — Self-disclosure, Weblog, Efficacy

1. はじめに

自分が抱える心配事を誰かに相談する場合，その相談相手に対して「ありのままの自分を開示すること」，すなわち自己開示を行うことは，相談相手に対して多くの材料を提供することになるだけでなく，2 者間の信頼感の形成にもつながることから，有効な行為であるといえる．従来，この自己開示行動は自分が信頼する相手に対して直接に行われる行為であったが（例えば，丹野・下斗米・松井[1]は，親密感の高い相手に対してより多くの自己開示が行われていることを示している)，近年の情報技術の進展により，ホームページやブログ，マイクロブログ，Social Networking Service (SNS)等を通じて，不特定多数の人々に対して自己開示を行うことが可能となってきた[2]. インターネットを介したコミュニケーションでの自己開示は，対面での自己開示とどのように異なるのだろうか？

本研究では，実際にブログ等を開設している人を主な対象者として，ブログ等における自己開示についてオンライン調査により検討した．

2. 方法

2-1. 調査対象者

（株）NTT レゾナントが運営する goo リサーチの一般消費者モニタのうち，今回のオンライン調査に回答した 535 名（15-80 歳，平均年齢 = 42.2 歳，*SD* = 11.98）が調査対象者となった（男性は 266 名，平均年齢 = 45.3 歳，*SD* = 12.46，女性は 269 名，平均年齢 = 39.1 歳，*SD* = 10.65）．

2-2. 調査方法

オンライン調査の質問項目はおおよそ 3 つの部分から構成された．１）回答者の性別・年齢を尋ねる部分，２）ブログ等（SNS での日記やマイクロブログを含む）を開設しているか？ブログ等に『ありのままの自分』のことを記事として掲載したことはあるか？(自己開示の有無)，具体的な読者を想定して記事を掲載したか？（想定読者の有無)，どのような話題について開示したか？（開示内容)，自己開示を通じてどのような効用があったか？（開示機能）を尋ねる部分，３）対面場面で実際に会う間柄で，関わりの多い同性の人を 1 人想定してもらい，その人との親密度を 5 件法（１：かなり親しくない～５：かなり親しい）で尋ねた上で，その人に対してどの程度個人的な話題を開示したか？（開示内容)，自己開示を通じてどのような効用があったか？（開示機能）を選択式で尋ねる部分の 3 つであった．

開示内容としては，丹野・下斗米・松井[1]を参考に,「自分の性格で他人とは違うと思う部分」「特技についての話」「親やきょうだいと自分の関係」「これまでの恋愛体験」「社会に対する不

満」「好きな映画や音楽についての話題」「将来への期待や不安」の 7 つの話題内容について 5 件法（１：全くない～５：よくある）で尋ねた．開示機能としては，古川[3]他を参考に，（自己開示によって)「気持ちは落ち着いたか？（感情浄化)」「自分の考えや気持ちは明確になったか？（自己明確化)」「相手からコメント等が返ってきたか？（返報性)」「相手から,『同感である』『共感した』というコメントをもらったか？（社会的妥当化)」「相手とよりいっそう仲良くなったか？（2 者間の発展)」「相手に自分のことが正しく理解されたと感じたか？（社会的コントロール)」の 6 つの開示による機能の効用について 5 件法（１：不快～５：快）で尋ねた．

調査の実施は（株）NTT レゾナントの運営する goo リサーチに委託した．

3. 結果と考察

3-1. ブログ条件

ブログ等を通じて自己開示を行っていると回答した者は全体の 21.5%(N = 115)であった．そのうち，想定読者ありと回答した者は 58.3%(N = 67), なしと回答した者は 41.7%(N = 48)であった．

回答者の性別及び年齢, ブログの想定読者（想定読者の有無）と全ての交互作用を独立変数とし, 上述の自己開示内容(7 変数)及び自己開示機能(6 変数)をそれぞれ個別に従属変数として投入した重回帰分析（ステップワイズ法）を実施した（表 1)．開示内容については 3 つの従属変数において有意なモデルが得られたが，全般的に一貫した傾向は認められなかった．開示機能については，感情浄化機能を除いて，有意なモデルが得られた．とくに交流機能（ブログに掲載した内容が契機となって他者とコミュニケーションを図ることで得られる効用，返報性・社会的妥当化・2 者間の発展・社会的コントロール）では一貫して性差の主効果（男性＜女性）が認められた．ブログ等に掲載する自己開示の内容や自己内機能（自分のことを表明することで得られる効用，感情浄化と自己明確化）では性差の主効果は認められず，またその評価値も相対的に低いが，交流機能においては男性よりも女性の満足感が高いといえる（図 1)．

表 1　ブログ条件の重回帰分析の結果

	N	性別 (1)	年齢 (2)	想定読者 (3)	1x2	1x3	2x3	1x2x3	R^2
性格	115								
特技	115					-.236			.056
親きょうだい	115	.246			.222				.087
恋愛体験	115								
社会に対する不満	115								
好きな音楽映画	115		-.196						.039
将来について	115								
感情浄化	86								
自己明確化	86				.229				.052
返報性	81	.315							.099
社会的妥当化	79	.310							.096
2 者間の発展	68	.267		.267					.156
社会的コントロール	71	.243							.059

Note. 性別（男性 ＝0，女性 ＝1)，想定読者（なし ＝0，あり ＝1)

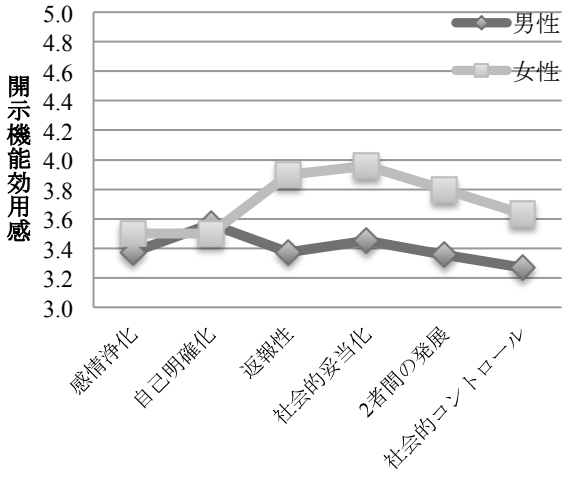


図 1　ブログ条件の開示機能効用感

3-2. 対面条件

回答者全数(N = 535)を対象として，回答者の性別及び年齢，開示相手との親密度と全ての交互作用を独立変数とし，上述の自己開示内容(7 変数)及び自己開示機能(6 変数)をそれぞれ個別に従属変数として投入した重回帰分析（ステップワイズ法）を実施した（表 2）．すべての従属変数において有意なモデルが得られた．自己開示内容・機能のほとんどにおいて性差（男性＜女性）と親密度（低＜高）の要因が有意となった．自己開示のベースとなる対面条件では男性よりも女性において自己開示の頻度が高く，その満足度も高いということ（図 2），また親密度の高い友人に対してより多くの自己開示を行うとともに，満足度も高いことが示された．

4. 総合考察

対面条件では開示内容・開示機能ともに性差（男性＜女性）及び親密度の影響が認められたのに対して，ブログ条件では開示機能のうち交流機能においてのみ性差が認められた. 一般に，対面場面での自己開示では，女性の方が男性と比べて自己開示の程度が高いという報告が多く，性役割観の観点から解釈されている（女性が自己開示行動を頻繁にとっても社会的に容認されるが，男性の場合は容認されにくい等）[4]．また，ブログ上での自己開示においても，直接的な検討ではないが，Guadagno, Okdie, & Eno [5]の研究から女性優位の可能性が示唆されている. 本研究で認められた性差についても, [4][5]の研究と符合するものであったといえる.

しかしながら両条件の性差の効果を比較すると，対面条件では全般的に性差が認められたのに対して，ブログ条件では一部の条件でしか認められなかった．対面条件で認められた女性優

表 2　対面条件の重回帰分析の結果

	N	性別 (1)	年齢 (2)	親密度(3)	1x2	1x3	2x3	1x2x3	R^2
性格	535	.099		.260					.082
特技	535			.236					.056
親きょうだい	535	.292		.246					.160
恋愛体験	535	.170	-.236	.194					.152
社会に対する不満	535			.259			.133		.083
好きな音楽映画	535	.137		.293		-.089			.121
将来について	535	.178		.252					.103
感情浄化	443	.187		.235	-.104				.105
自己明確化	450	.100		.217					.059
返報性	455	.173		.165					.060
社会的妥当化	449	.168		.229					.085
2 者間の発展	356	.163		.205		-.106			.075
社会的コントロール	455	.094		.213				.142	.055

Note. 性別（男性 = 0，女性 = 1）

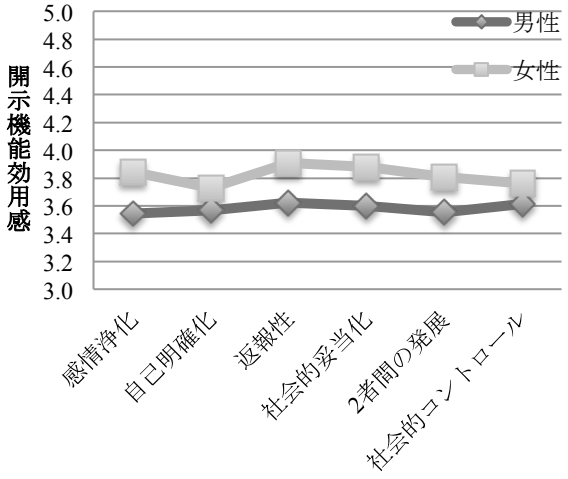


図 2　対面条件の開示機能効用感

位が自己開示における基本的な傾向であるとすると，ブログ条件の自己開示内容及び自己内機能の開示効用において，その性差が消失したと考えることができる．実際のデータ・パターンからは，ブログ条件，とくに自己開示内容において女性群の得点値の低下傾向が読み取れる（男性群の開示内容平均：対面 2.7→ブログ 2.5；女性群の開示内容平均：対面 3.1→ブログ 2.5）．このことから，男性はもとより女性においてもブログ等で活発に自己開示がなされているとはいえず，また，ブログに記事掲載するだけでは感情浄化や自己明確化といった自己内機能の開示効用も感じられていないといえる．これは男女ともにブログを通じて不特定多数の人に自己の内心を晒すということに対して慎重になっているためではないか．ただし，交流機能の開示効用では女性優位の性差があり，女性はブログ等を契機とした交流過程で慎重に開示相手の信頼性を見極めようとしており，それが功を奏して新たな友人が獲得された場合に，効用感が得られている可能性は考えられる．この過程の妥当性については，今回の調査データでは分析することができないため，今後の検討課題である．

なお，ブログ・SNS・マイクロブログ等のツールごとで開示内容や開示効用感が異なる可能性も考えられるが（マイクロブログの方が通常のブログよりも更新頻度が高いため，より感情的な側面の開示内容が書かれやすい等），今回の調査では使用ツールの詳細までは尋ねていないため，これを独立変数として分析することはできない．この点についても今後の詳細な調査が必要である．

5. 付記

本研究は，著者の指導の下で実施された 2010 年度福島大学人間発達文化学類卒業論文「Computer-mediated Communication と対面型コミュニケーションにおける自己開示内容と自己開示機能に関する探索的研究」（武田華那さん）のデータの一部を再分析したものである．付記して謝意を表す．

参考文献

[1] 丹野宏昭・下斗米淳・松井豊 (2005). “親密化過程における自己開示機能の探索的検討−自己開示に対する願望・義務感の分析から−” 対人社会心理学研究, Vol. 5, pp. 67-75.

[2] 山下清美・川浦康至・川上喜郎・三浦麻子 (2005). “ウェブログの心理学” NTT 出版.

[3] 古川良治 (2008). “インターネットにおける自己開示研究の方向性に関する考察” 社会イノベーション研究, Vol. 3, pp. 1-18.

[4] 榎本弘明 (1997). “自己開示の心理学的研究” 北大路書房.

[5] Guadagno, R. E., Okdie, B. M., & Eno, C. A. (2008). “Who blogs? Personality predictors of blogging” Computers in Human Behavior, Vol. 24, pp. 1993-2004.

映画・演劇の批評文における記述対象の分類
Categorization of descriptions in Movie and Theater Critiques

村井 源[†]，川島 隆徳[†]，工藤彰[†]
Hajime Murai, Takanori Kawashima, Akira Kudou

[†]東京工業大学大学院社会理工学研究科
Graduate School of Decision Science and Technology Tokyo Institute of Technology
h_murai@valdes.titech.ac.jp

Abstract

Although reputation analyses have been developed by utilizing NLP technology, such studies focus on texts on the Web. Critiques of humanities are not seen as main target of those analyses. The purpose of this research is to found a basis of profound semantic analysis of critique. Critiques about movie and theater, which are total work of arts, were selected as target, and nouns especially names of person and titles of works were extracted. Extracted words are categorized and characteristics of movie and theater were analyzed.

Keywords — critique, movie, theater, numerical analysis

1. はじめに

Web 上の Blog や商品レビューなどの大規模なテキストコーパスに対して，テキストマイニングの手法を用いた計量的な分析手法の研究が近年盛んになってきている[1]．これらの多くの研究における目標はマーケティングに向けての対象商品評価の効率的な抽出が中心であるため，効率よく大規模なテキストを収集可能な Web 上のコーパスが主要な分析対象となっている．しかし Web 上でのレビューと従来の批評には質的な差異があることが明らかとなっている [2] ．長い歴史を通じて文学，音楽，映画，演劇などの様々な芸術分野に対し，高度な批評の文化が構築されてきているが，これらの人文学的な評価テキストの計量的分析はあまりすすめられてこなかった．

このような現状に対し筆者らは文学[3]や音楽[4]の分野で伝統的な批評文の計量的分析を行ってきており，各分野における批評での特徴的要素と背景にある価値観の計量的な抽出を行ってきた．また，現代的エンターテイメントであるコンピューターゲーム[5]とアニメ[6]作品に対する批評・感想文に対する計量分析も行っている．

本研究では先行研究の結果に合わせて，物語・音楽・美術・パフォーマンスなどの要素を含む総合的な芸術である映画と演劇の批評テキストを電子テキスト化して比較し，その批評対象の傾向や相違を計量的に分析する手法の確立を模索する．総合的な芸術に対する批評を分析することで，それらが内包する個々の分野が批評者にとってどの程度の重要性を与えられているのか，個々の分野がどのような関係性にあるのかということが分析可能になると期待される．

2. 研究の目的

批評文の計量的分析の最終的な目標としては，人間の評価の機械的な意味分析であると考えられる．しかし人文学的な対象における批評文では，高度なレトリックが多用されるため，作品に対して肯定的か否定的かというような単純なレベルの分析であっても精度の高い特定が困難であることが予想される．

そこで本研究では，まずあるセンテンスが何に対して批評を行っているか，批評の具体的な対象を計量化することで，より深い意味分析に向けての基礎固めをすることを目標とする．あるセンテンス，あるいはさらにその中の小部分である命題が何に対しての批評かを特定し計量的に扱えるようになれば，批評文の持つ全体としての論理構造や，ある対象において注目されるべき点とそうでない点の相違などの計量的な特徴が分析可能になると考えられる．また，今後計量的なレトリック分析が進展すればどの対象に対してどのような評価を下しているかの分析も精度よく可能になると

期待される.

3. 対象となるデータ

本研究においては，さまざまな批評の中で総合的な表現を扱う映画と演劇を取り上げ，どのような要素が批評の要素となりうるかを検証する．映画と演劇の評論テキストとしては，非商業系で評論として定評のある『映画芸術』[7]『シアターアーツ』[8]を取り上げる．対象巻号はそれぞれ,『映画芸術』が 374 号(1995 年)から 430 号(2010 年),『シアターアーツ』が 1 号(1994 年)から 41 号(2009 年)である．対象巻号の内で，基本的に一つの作品について批評した連載記事のみを選択し,『映画芸術』では 604 作品への批評記事（テキストで 2.1MB),『シアターアーツ』では 256 作品への批評記事（同 1.4MB）を電子化した.

4. 人名の抽出と分類

得られた電子テキストに対して，映画・演劇それぞれの専門用語と固有名詞の辞書(約 9000 語)を作成し，Mecab[9]を用いて形態素解析を行った.なお，映画・演劇・書籍等の各タイトルは固有名詞として登録した．また形態素解析結果をTextSeer[10]を用いて集計した.

また辞書と別に，各批評文コーパス中で言及される各作品に監督・演出・脚本等で関わった制作側スタッフのデータベースを作成した．データ化された作品は映画批評で 1636 タイトル(内批評対象タイトル 604)，演劇批評で 671 タイトル(内批評対象タイトル 256)である．作品と関連する人名として登録するのは，各作品に対して批評文コーパス中で言及された人物に限定した．なお，映画批評ではこれに合わせて，「キネマ旬報映画データベース」[11]より抽出した各タイトルのスタッフと出演者データを追加した.

また，上記のタイトルと関連する人名のデータベースには含まれないが批評文中に出現する各人物に対し，映画・演劇・音楽・美術・文学・思想・マンガ・その他等の，主に関係する分野のタグによりカテゴリー化した．ただし，原作・音楽・主題歌等で作品データベースに名前が含まれる人物は，その主たる業績でカテゴリー化を行った.(ex.文学者が映画の原作を書いた場合には文学のカテゴリー）芸能人・タレント等が俳優として出演する場合には芸能人というカテゴリーは設けず映画・演劇として数えた.

各評論で出現する人名をカテゴリーに分類した結果を表 1，表 2 に示す．表中での回数はある人名が出現した批評数の合計を示し，人数は全批評中に出現した人名の数を重複なしに数えたものである.

表 1　映画評論での出現人名のカテゴリー分類

	回数		人数	
	頻度	%	頻度	%
映画関連	2336	85.8	1488	83.8
演劇関連	11	0.4	9	0.5
文学関連	162	5.9	120	6.8
音楽関連	89	3.3	71	4.0
思想関連	49	1.8	27	1.5
美術関連	17	0.6	15	0.8
その他文筆	5	0.2	5	0.3
漫画関連	48	1.8	37	2.1
その他	6	0.2	4	0.2
合計	2723		1776	

表 2　演劇評論での出現人名のカテゴリー分類

	回数		人数	
	頻度	%	頻度	%
演劇関連	1164	84.9	771	82.6
映画関連	29	2.1	25	2.7
文学関連	72	5.3	57	6.1
音楽関連	43	3.1	32	3.4
思想関連	37	2.7	24	2.6
美術関連	15	1.1	14	1.5
その他文筆	8	0.6	7	0.8
漫画関連	1	0.1	1	0.1
その他	2	0.1	2	0.2
合計	1371		933	

表 1・2 より批評中の人名は，映画批評中での映画関連人名が演劇批評中での演劇関連人名に対して倍程度ある．比率でみると，各批評中の文学・音楽関連人名は映画・演劇それぞれの全体に対し同程度であるが映画の方が若干高くなっている．一方で，思想・美術は演劇批評中での出現比率がそれぞれ 2.9%と 1.1%であるが，映画批評中では 1.8%と 0.6%となっており差が開いている．一方でマンガ関連の人名は映画の方が圧倒的に多く，映画批評中で1.8%に対し演劇批評中では0.1%となっている．[12]

5. 頻出名詞の抽出と分類

テキスト中の出現頻度の高い名詞中から（代名詞・固有名詞・接尾語・接頭語を除く），批評対象を示すと考えられる語彙を人手で抽出し，分類を行った．『映画芸術』からは出現頻度 15 以上の 1239 単語から 274 語を，『シアターアーツ』からは出現頻度 10 以上の 1310 単語から 265 語が抽出された．これらの語で重複する語を除くと，361 語であった．なお，抽出単語の内で，批評対象を指し示す場合もあるが，他の意味でも用いられる単語の場合には，ランダムに選択した 10 の用例の内で 7 以上が当該批評対象を示す用法で占められていると分析者により判定された単語のみを抽出している．

これらの批評対象を示すと考えられる単語群を 12 の大カテゴリーと，それらをさらに細分化した 30 の小カテゴリーに分類した．分類結果の語数を表 3 に示す．

また分類した名詞の一覧を映画・演劇共通に Appendix に示した．

含まれる語の数に映画と演劇で大きな差があるカテゴリーにとしては，「興業」，「劇場・場所」，「ダンス」，「カメラ」などがある．映画や演劇の作品としてのありように関して大きく異なる点に（映画のビジネス的側面，演劇での臨場感の重視など）関係するカテゴリーに当然のことながら大きな差が出ていることが分かる．

表 3　分類された批評対象単語数

大分類	小分類	映画	演劇	合計
作品全体	興業	4	0	4
	制作	3	2	3
	作品	4	4	4
	タイトル	3	2	3
	シリーズ・形式	10	7	11
	劇場・場所	2	8	8
	公開	4	7	9
スタッフ	監督	3	3	4
	その他	3	5	6
俳優	俳優一般	17	18	21
	主役	6	5	6
	演技	11	14	14
	身体表現	6	6	7
	ダンス	1	7	7
表現	カメラ	12	0	12
	画面	11	12	13
ストーリー	脚本	5	8	10
	設定	2	3	3
	物語	10	9	10
	場面	17	17	24
他作品	関係	7	6	8
	種類	19	9	19
芸術		2	3	3
音楽		10	8	13
その他要素		10	13	17
主題		18	18	20
評価	評論	15	15	20
	観客	27	25	29
ジャンル	ジャンル	25	21	40
	手法	7	10	13
合計		274	265	361

6. 名詞分類を用いた批評文の分類

分類された名詞に基づき，批評文中のセンテンスを分類する．分類においては単純に，分類された批評対象を示す名詞が含まれた文はそのカテゴリーに所属するとし，複数種類の名詞を含むセンテンスは複数カテゴリーに所属するとして計量を行った．映画・演劇それぞれの分類された文数とその全体中の比率を表 4 に示す．

また，映画・演劇それぞれでの各文がいくつのカテゴリーに所属するか頻度をグラフとしたものを図 1 に示す．カテゴリーに所属しない（未分類文）はグラフから除外している．

表 4　分類された文数

	映画		演劇	
	文数	比率	文数	比率
被分類文	11411	49.8%	6842	57.9%
未分類文	11523	50.2%	4981	42.1%
合計	22934		11823	

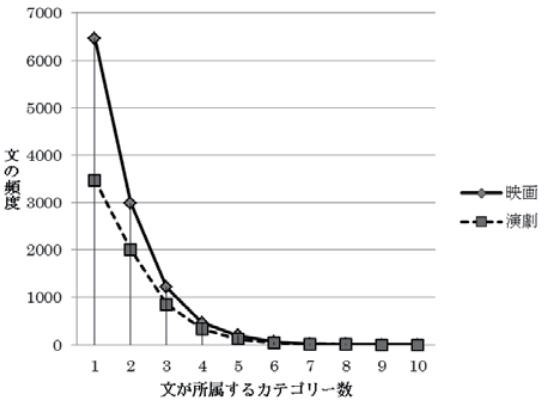


図 1　文が所属するカテゴリーの数

表 4 より，映画・演劇ともに約半数程度の文をカテゴリーに分類できたことが分かる．

また，分類された各カテゴリーのセンテンス数に基づき映画と演劇間でのχ二乗検定と残差分析を行った．分類結果とχ二乗検定の結果とを表 5 に示す．表 5 中で▲*は 5%有意水準で多い，▲**は 1%有意水準で多いことを示しており，▽*と▽**はそれぞれ 5%有意水準と 1%有意水準で少ないことを示している．

表 5 の結果であるが，表 3 での映画・演劇の各カテゴリーの語数と比較すると各カテゴリーの語数が多い方が必ずしもχ二乗検定の結果として多くなっているわけではないことが分かる．これよりある概念を語る語彙が豊富であることは必ずしもそれが頻出の概念であることを意味しないと言える．

映画・演劇で差が出ないカテゴリーとしては，「脚本」・「設定」や「音楽」，そして「主題」と「評論」が挙げられる．これらのカテゴリーが示す概念は，映画と演劇という異なるジャンルにおいても批評の技法としては同様の扱いを受けている可能性がある．映画と演劇で「主題」と「評論」の扱いが類似しているということは総合芸術において，作者達が何を示そうとしているのか，それをどのように批評するかという作品の中心的な問題意識に関しては，両分野に共通の土壌がある可能性が指摘できる．

表 5　文の分類結果

大分類	小分類	映画		演劇	
作品全体	興業	88	▲**	4	▽**
	制作	231	▲**	85	▽**
	作品	1293	▲*	746	▽*
	タイトル	131	▲**	46	▽**
	シリーズ・形式	334	▲**	129	▽**
	劇場・場所	102	▽**	374	▲**
	公開	262	▽**	431	▲**
スタッフ	監督	1150	▲**	491	▽**
	その他	150	▽**	216	▲**
俳優	俳優一般	1547	▽*	1061	▲*
	主役	771	▲**	130	▽**
	演技	690	▽**	924	▲**
	身体表現	805	▽**	722	▲**
	ダンス	63	▽**	384	▲**
表現	カメラ	786	▲**	54	▽**
	画面	1302	▲**	550	▽**
ストーリ	脚本	517		339	
	設定	218		147	
	物語	1391	▲**	653	▽**
	場面	1196	▲**	641	▽**
他作品	関係	599	▲**	242	▽**
	種類	807	▲**	206	▽**
芸術		98	▽**	203	▲**
音楽		465		317	
その他要素		330	▽**	323	▲**
主題		862		590	
評価	評論	673		416	
	観客	1503	▽**	1128	▲**
ジャンル	ジャンル	725	▽**	658	▲**
	手法	373	▲**	146	▽**

差の出たカテゴリーとしては，映画では作品自体に関連する語彙の出現が多いが，演劇では作品の公開や公開場所についてのカテゴリーが多いことがまず挙げられる．

また，映画では監督への言及が多い一方で他のスタッフへの言及が少なく，主役への言及は多いが他の俳優への言及が少ないなど，中心的な人物

に集中した批評の在り方が見える．一方で演劇では他のスタッフや他の俳優への批評も相対的に多いことが分かる．

映画では画面の構成や表現等が多い一方，演劇では演技や身体表現への言及が多いことも特徴的である．

7. 結論と今後の課題

人名の分野への分類からは，他の分野との関連，映画・演劇いずれも文学と音楽との関連が深く，それらの要素を含んだ総合芸術としての批評が行われていることが分かった．これら他分野の言及される比率も映画･音楽で同程度である．一方で，演劇が思想や芸術に対してより多くの言及を行うのに対して，映画はマンガに対する言及が多いことが分かった．

また，一般名詞の分類からは 「脚本」･「設定」や「音楽」，そして「主題」と「評論」など，映画と演劇という分野の違いにもかかわらず共通的な批評の在り方の可能性が浮かび上がってきた．他方で，映画における監督や主役の重視の傾向や，映画が物語の場面に評論の記述が割かれる一方で，演劇ではセリフや演技，身体的な表現がより重視されている傾向が明らかとなった．

今後の課題としては，複数のカテゴリーに分類された文でのカテゴリー間の関係や，特定批評中で共起するカテゴリー等のデータからカテゴリー間の計量的な関係性を分析することが可能であると考えられる．また，固有名詞の分析と一般名詞の分析の結果を合わせることでより網羅的な言及対象のカテゴリー化が可能になると推測される．

さらに，カテゴリーの出現順番のパターンから，批評文における論理的な構造パターンを抽出することも，将来的な課題の一つとして挙げることができよう．

謝辞

本研究は科研費「知識共有のための価値指向型オントロジーの多分野多言語化」(20300074)および「レトリカルデータベースシステムの構築による計量的修辞分析手法の確立」（22700256）の助成を受けた．また本研究実施に当たり，ご協力をいただいた文芸批評家，石堂藍氏に感謝の意を表する．

参考文献

[1] 奥村学, (2008) “ブログマイニング技術の最新動向”, 電子情報通信学会誌, Vol. 91, pp. 1054-1059.

[2] 原田隆史, 吉村 紗和子, (2010) “オンライン書評と従来の書評との違いの分析”, 情報知識学会誌, Vol. 20, No. 2, pp.65-72.

[3] 村井源, 徃住彰文, (2009) "テキスト批評の計量化に向けて－書評の計量分析－", 情報知識学会第１７回年次大会, Vol. 19, No. 2, pp. 120-125.

[4] 河瀬彰宏, 村井源, 徃住彰文, (2010) "音楽評論論文にみる作曲家の感性的特徴", 情報知識学会第１８回年次大会, Vol. 20, No. 2, pp. 129-134.

[5] 川島隆徳, 村井源, 徃住彰文 (2010) “ゲーム批評から見たゲームの「面白さ」―レビューテキストの計量解析による叙述対象の自動抽出―”, デジタルゲーム学研究, Vol. 4, No. 1, pp. 69-80.

[6] 滕文娜, 川島隆徳, 村井源, 徃住彰文 (2011) “エンターテイメントコンテンツ作品の相互関係”, 感性工学会春季大会, 16B-04, 2011.

[7] 荒井晴彦, “映画芸術”, 編集プロダクション映芸, http://eigageijutsu.com/

[8] 国際演劇評論家協会日本センター, “シアターアーツ”, 晩成書房, http://theatreart.exblog. jp/.

[9] 工藤拓, Mecab, http://mecab.sourceforge.net/.

[10] 川島隆徳, 村井源, Text Seer, http://www.valdes.titech.ac.jp/~t_kawa/.

[11] キネマ旬報社, “キネマ旬報映画データベース”, http://www.kinejun.jp/.

[12] 村井源, 川島隆徳, 工藤彰, (2011) “映画と演劇の批評文における記述対象の計量的比較”, 情報知識学会誌, Vol. 21, No. 2, pp. 279-284.

Appendix　分類された批評対象単語一覧

大分類	小分類	共通	映画のみ	演劇のみ
作品全体	興業		予算 宣伝 興行 配給	
	制作	制作 企画	製作	
	作品	作品 本作 今作 代表作		
	タイトル	タイトル 題名	原題	
	シリーズ	シリーズ 前作 新作 短編 一作 二作	最新作 全編 長篇 長編	三作
	劇場・場所	劇場 会場		稽古場 ワークショップ 小劇場 シアター ホール ステージ
	公開	発表 公開	試写 上映	再演 開演 公演 初演 初日
スタッフ	監督	監督 演出	巨匠	演出家
	その他	スタッフ プロデューサー	助監督	劇団 プロデュース 主宰
俳優	俳優一般	登場 人物 俳優 役者 デビュー キャラクター 出演 女優 役 キャスト 役柄 役割 メンバー 起用	デビュー作 キャスティング キャラ	稽古 男優 コロス 役名
	主役	主人公 主役 主演 スター ヒロイン	ヒーロー	
	演技	演技 芝居 台詞 セリフ 会話 語り 対話 好演 声 叫び	科白	仕草 せりふ 所作
	身体表現	身体 姿 肉体 体 表情	笑顔	身振り
	ダンス	踊り		ダンス ダンサー 舞踏 パフォーマンス 振付 振付家
表現	カメラ		撮影 カメラ キャメラ セット ロケ 編集 カット ショット フレーム アップ 長回し シークエンス	
	画面	映像 スクリーン 風景 光景 雰囲気 表現 描写 空間 視覚 画面	ディテール	暗転 スペクタクル
ストーリー	脚本	脚本 引用 創作	シナリオ 作劇	劇作家 台本 テキスト テクスト書き
	設定	設定 虚構		架空
	物語	物語 ドラマ 展開 ストーリー 構成 エピソード 進行 流れ プロット	パターン	
	場面	シーン ラスト 冒頭 後半 幕 終盤 場面 ラストシーン 結末 最終	エンディング ハッピーエンド オチ 見せ場 クライマックス 中盤 オープニング	終幕 幕切れ 第一幕 第二幕 二幕
他作品	関係	原作 本 オリジナル パロディ 古典	原作者 リメイク	翻案
	種類	小説 文学 詩 詩人 メディア テレビ 新聞 エッセイ プロレス	漫画 マンガ DVD フィルム TV ビデオ 劇画 CM ラジオ コミック	
芸術		芸術 美術		アート
音楽		音楽 音 歌 演奏 リズム	ロック バンド 音響 ミュージシャン ライブ	ソロ 歌手 曲
その他要素		小道具 装置 仕掛け セット 衣装 パンフレット	ナレーション CG 字幕 アニメ	ドレス 舞台装置 照明 衣裳 オブジェ チラシ ポスター
主題		テーマ 主題 メッセージ モチーフ 表象 題材 イメージ 象徴 主張 暗示 本質 提示 話題 示唆 思想 強調	ネタ 核心	メタファー コンセプト
評価	評論	評論 批評 傑作 受賞 評価 批判 成功 解釈 解説 分析	評判 秀作 秀逸 ヒット 大作	劇評 受容 検証 名作 考察
	観客	観客 興奮 感動 ファン 魅力 笑い 体験 感覚 人気 注目 感想 退屈 感傷 客 衝撃 刺激 圧倒的 強烈 納得 満足 興味 違和感 残念	カタルシス 感心 魅了 好感	客席 観劇
ジャンル	ジャンル	ジャンル 喜劇 悲劇 サスペンス コメディ ミュージカル	ファンタジー SF 娯楽映画 アメリカ映画 ピンク映画 青春映画 邦画 娯楽 メロドラマ アクション ホラー 活劇 時代劇 劇映画 ロマンポルノ サイレント V シネマ エンタテインメント B 級	オペラ 歌舞伎 戯曲 新劇 現代演劇 翻訳劇 現代劇 バレエ 伝統芸能 夢幻能 狂言 アングラ ナンセンス 会話劇 近代劇
	手法	フィクション インタビュー 朗読 リアリズム	ドキュメンタリー 実写 ドキュメント	即興 劇中劇 メタシアター 群読 独白 モノローグ

検索システムへのメディアイクエーションの応用に関する予備的検討

A Preliminary Exploration of Implications of the Media equation on IR System

齋藤 ひとみ †, 小川 岳流‡
Hitomi Saito, Takeru Ogawa

† 愛知教育大学, ‡ 三菱電機メカトロニクスソフトウエア株式会社
Aichi University of Education, Mitsubishi Electric Mechatronics Software Corporation
hsaito@auecc.aichi-edu.ac.jp

Abstract

In this study, we examined the effects of the media equation on Web search engine. We constructed four systems that were combined two types of character (human, robot) and two types of speaking (authority, modest) and a base system that did not have any character and speaking. The experiment was conducted to compare impressions and evaluations of these systems. The results showed that there were differences among the systems.

Keywords — Information Retrieval System, Media Equation, Interface

1. はじめに

本研究では，メディアイクエーションを利用したインターフェースがシステムの印象や評価にどのような影響を与えるかについて検討する．メディアイクエーションとは，画像，映像，コンピュータなどのメディアに対してパーソナリティをもつものとして対応し，自覚のない対人的行動をとることである(角所, 2007)．人間は様々なものを擬人化する傾向があることから，コンピュータのような人工物に人間を模倣させることで，印象が良くなる傾向があり，使用方法をサポートする際の信頼性を高めることや，人とコンピュータの円滑なやりとりに役立つと考えられ，研究が行なわれている．

竹内 (2002)は，人間が人間らしさを付与したコンピュータやシステム，エージェントなどに対して対人的反応をとることを明らかにした．しかし，どのような状況においても応用が可能なのかという点についてはまだ十分な検討が行われていない．

そこで本研究では，インターネットでの情報検索を対象に，検索のような非常に身近で，シンプルなインターフェースが定着しているシステムにおいても，メディアイクエーションが応用可能かどうかを検討する．さらに，メディアイクエーションの効果が，キャラクターや口調によってどのように変化するかを検討するために，2つのキャラクター(人・ロボット）と2つの口調(権威的・謙虚）を組み合わせた実験システムとキャラクターや口調を提示しないベースシステムを構築し，システムの印象や評価を比較する実験を実施する．

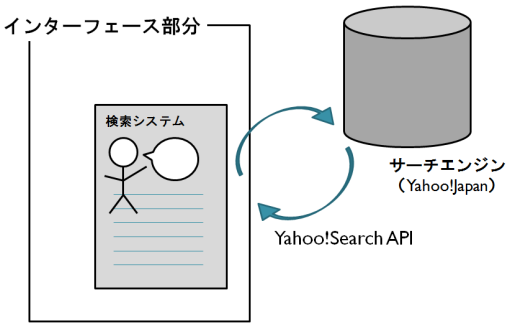


図 1: システム構成のイメージ

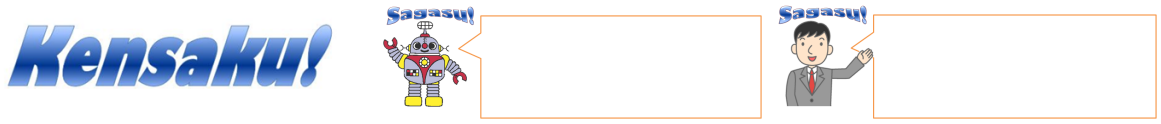
2. 実験システム

インターネットの情報検索におけるメディアイクエーションの効果を検討するために，実験で使用する検索システムを実装した．本研究では，人間的な要素を付与したシステムとして，メッセージを発するキャラクターが表示される「キャラクターシステム」を，人間的な要素を付与しない実験システムとして，キャラクターの表示されない従来の検索システムに近い「ベースシステム」を作成した．

図1は，システム構成のイメージを図にしたものである．インターフェース部分は，JavaScriptで実装し，サーチエンジンの部分はYahoo!JapanのSearchAPIを利用して実装した．

キャラクターシステムでは，ロボットのキャラクターと人のキャラクターが表示されるものをそれぞれ作成した．キャラクターの人とロボット[1]については，フリーのイラストからシステムのキャラクターとして適切なものを選んだ．また，キャラクターの好感度に差が出ないように，人とロボッ

[1]M/Y/D/S クリップアート集(http://myds.jp/)



(a) ベース　　(b) ロボット　　(c) 人

図 2: ロゴやキャラクターの表示

表 1: 状態番号と表示内容

状態の番号	状態
state1	開始表示
state2	初回の検索中
state3	初回の検索結果の表示
state4	2回目以降の検索中
state5	2回目以降の検索結果の表示
state6	終了表示
state7	おすすめ選択に対する表示
state8	おすすめ以外選択に対する表示

トそれぞれ事前アンケートで評価の高かったものを採用した．

またキャラクターシステムでは，状態に応じメッセージを変化させた．ユーザの操作に応じて，表1に示す8つの状態を定義し，それぞれの状態ごとに5つの台詞を用意した．システムは，その状態に遷移する際に，ランダムに1つの台詞を選んで表示した．メッセージは，図2に示すようにキャラクターが発しているように吹き出しの中に表示した．表示する台詞は，権威的な口調(例:どんな情報を探しているのだね?)と，控えめで丁寧な謙虚な口調(例:どのような情報をお探しですか?)を用意した．ベースシステムはキャラクターや台詞は表示せず，システムのロゴのみを表示した．

3. 実験

3.1 参加者

大学生43名が実験に参加した．参加者はランダムに4つの条件に割り当てられた．1人参加者が，ベースシステムとキャラクターシステムの1つの2つのシステムを使って課題に取り組んだ．システムの順序はカウンターバランスをとった．

3.2 課題

実験では，参加者は1つのシステムごとに4つの合計8つの課題に取り組んだ．課題は,「イベント」「商品」「建物」といった事項についてのページ(サイトやホームページ)を探すものであった．各課題について,「情報要求(探したい状況)」,「目的のページ」,「検索キーワード」の3つを提示した．実験参加者は，自身が「情報要求」で示された状況にいると仮定し，提示された「検索キーワード」を検索システム内で入力することで「目的のサイト」を探すよう指示された．

4. アンケート

参加者は，課題が終わるたびに「目的のページ」のURLを記入し，課題を解いてみて感じた難易度と，検索キーワードを入力して検索した時の検索結果に対する評価を行なった．

さらに参加者は，2つの検索システムをそれぞれ使用し終えた時点で，検索システムの印象についての評価と，検索システムに対する評価を行なった．システムの印象の評価にはSD法を用い，参加者は，13個の形容詞対(感じのよい，親しみやすい，暖かい，明るい，人間的な，良い，好きな，謙虚な，愉快な，親切な，優れた，信頼できる，理性的な)について7段階で評定を行った．課題の難易度，課題の検索結果の評価，システムの評価についても7段階の評定とした．

4.1 手続き

実験は小集団で実施された．初めに，質問紙を配布し，システムの使い方，実験課題の進め方について教示を行った．参加者は，1つの課題を解くごとに課題のアンケートに回答し，4つのアンケートを記入し終えた時点で1つ目のシステムのアンケートに答え，その後同様に4つの課題のアンケートを記入し終えた時点で2つ目のシステムのアンケートに回答した．課題の遂行は参加者のペースで進められた．

5. 結果

課題の難易度，課題の検索結果の評価，システムの印象，システムの性能評価について，ベースシステムを含む5条件間の比較と，キャラクターシステム間でキャラクター(人-ロボット)，口調(権威的-謙虚)の効果を比較する4条件間の分析を行った．5条件間の比較では，システムの種類を要因と

表 2: 課題の難易度，検索結果とシステムの評価

	難易度	検索結果	システム
ベース	5.88(1.71)	5.16(1.62)	4.58(1.08)
人-権威	5.59(1.74)	5.39(1.72)	5.18(1.03)
人-謙虚	5.85(1.73)	5.33(1.52)	5.50(1.02)
ロ-権威	5.59(2.26)	5.57(1.57)	5.45(0.89)
ロ-謙虚	5.23(1.91)	5.23(1.73)	5.18(1.27)

する1要因の被験者間分散分析を行い，4条件間の比較では，キャラクター2種類と口調2種類の2×2の被験者間分散分析を行った．

5.1 課題の難易度

表は2，各条件の課題の難易度，検索結果の評価，システムの評価の平均とSDを示している．課題の難易度については，5条件間と4条件間の両方において，有意な差は見られなかった(5条件:$F(4,339)=1.27, n.s.$; 4条件:$F(1,168)=1.10, n.s.$)．したがって課題の難易度は条件間で等質であったと考えられる．

5.2 課題の検索結果の評価

課題の検索結果の評価についても，課題の難易度と同様，有意な差は見られなかった(5条件:$F(4,339)=0.63, n.s.$; 4条件:$F(1,168)=0.30, n.s.$)．したがって，システムが提示する検索結果の評価は，キャラクターや口調の有り・無しによる影響を受けないことが示唆される．

5.3 システムの印象

システムの印象評定について，条件ごとの平均を図3に示す．5条件で比較した結果,「優れた」と「信頼できる」以外の形容詞で条件間に有意な差が見られた．

4条件で比較した結果,「良い」「謙虚な」「優れた」「信頼できる」において有意な差が見られた．「良い」に関しては，インタラクションが有意傾向だった($F(1,39)=3.07, p<.10$)．単純主効果の結果，権威的な口調におけるキャラクターの単純主効果が有意であった($F(1,39)=8.14, p<.01$)．つまり，ロボット権威の方が人権威より，良いという印象を持っていることがわかった．

「謙虚な」に関しては，口調の主効果が有意であった($F(1,39)=6.81, p<.05$)．つまり，キャラクターに関わらず，謙虚な口調の方が権威的な口調より，謙虚という印象を持っていることがわかった．

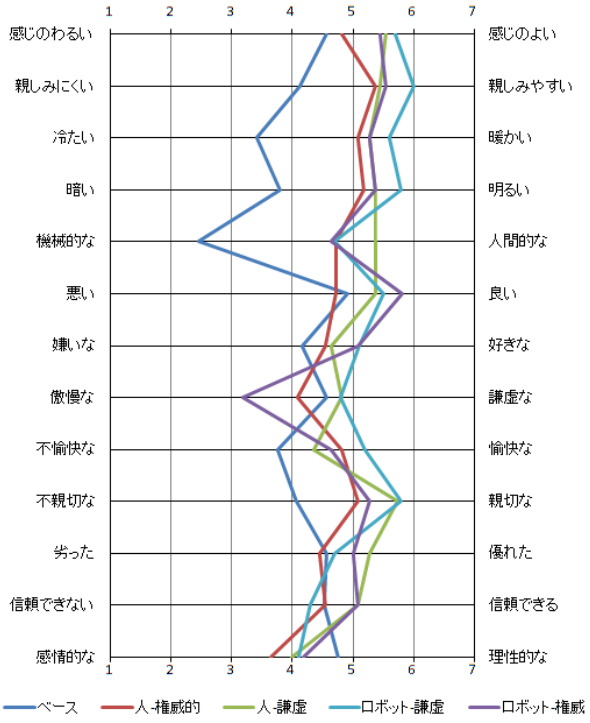


図 3: システムに対する印象評定

「優れた」に関しては，インタラクションが有意傾向だった($F(1,39)=3.52, p<.10$)．単純主効果の結果，人のキャラクターにおける口調の単純主効果が有意傾向であった($F(1,39)=2.97, p<.10$)．つまり，人謙虚の方が人権威より，優れているという印象を持っていることがわかった．

「信頼できる」に関しては，インタラクションが有意であった($F(1,39)=4.90, p<.05$)．単純主効果の結果，謙虚な口調におけるキャラクターの単純主効果が有意傾向であった($F(1,39)=3.23, p<.10$)．つまり，人謙虚の方がロボット謙虚より，信頼できるという印象を持っていることがわかった．また，ロボットのキャラクターにおける口調の単純主効果が有意傾向であった($F(1,39=3.16, p<.10$)．つまり，ロボット権威の方がロボット謙虚より，信頼できるという印象を持っていることがわかった．

5.4 システムの評価

システムの評価について5条件で比較した結果，システムの主効果が有意であった($F(4,79)=3.43, p<.05$)．多重比較の結果，ベースよりも人権威，ロボット権威，ロボット謙虚の方が性能が高いと評価していることが示された($Mse=1.0994, p<.05$)．

4条件で比較した結果，有意差はみられなかった($F(1,39)=0.75, n.s.$)．

表 3: 5条件で差がみられた項目

分析項目	システム間の関係性
システムの印象:	
感じのよい	べ＜人権,ロ権,ロ謙, 人謙＜ロ謙
親しみやすい	べ＜人権,人謙,ロ権,ロ謙, 人権＜ロ謙, 人謙＜ロ謙
暖かい	べ＜人権,人謙,ロ権,ロ謙
明るい	べ＜人権,人謙,ロ権,ロ謙
人間的な	べ＜人権,人謙,ロ権,ロ謙
良い	べ＜ロ権,ロ謙, 人権＜ロ権, 人謙＜ロ権,ロ謙
好きな	べ＜ロ権,ロ謙, 人謙＜ロ権,ロ謙
謙虚な	人権＜べ, ロ権＜べ, 人権＜人謙, ロ権＜人謙
愉快な	べ＜ロ権,ロ謙, 人権＜ロ謙
親切な	べ＜人謙,ロ権,ロ謙, 人権＜ロ謙
理性的な	人謙＜べ
システムの評価	べ＜人権,ロ権,ロ謙

表 4: 4条件で差がみられた項目

分析項目	システム間の関係性
システムの印象:	
良い	人権＜ロ権
謙虚な	権＜謙
優れた	人権＜人謙
信頼できる	ロ謙＜人謙 , ロ謙＜ロ権

6. 考察

6.1 ベースシステムとの比較

表3は5条件比較による分析で有意差がみられた項目の結果である．システムの表記は，ベースを「べ」，キャラクター(人・ロボット)を「人・ロ」，口調(権威的・謙虚)を「権・謙」とした．

課題の難易度と検索結果の評価では，有意差がみられなかった．システムの印象では，多くの形容詞対に関してベースシステムとキャラクターのシステムの間に有意差がみられたことから，システムに人格的な要素を付与することによって，システムに対する印象が変化することが明らかになった．

システム評価においても，ベースと人-権威，ロボット-権威，ロボット-謙虚に有意な差が見られた．このことから，実際の性能に違いがみられなくても，キャラクターや口調を変えることが，システムの評価にも影響を与えることが示唆された．

6.2 キャラクターおよび口調による比較

表4は4条件比較による分析で有意差がみられた項目の結果である．

課題の難易度と検索結果の評価，システムの評価については，有意差がみられなかった．システムの印象については，ロボット権威の方が人権威より「良い」印象であるという結果になった．口調が謙虚であればキャラクターに関わらず「謙虚である」という印象を持たれており，謙虚な口調であることは直接的に謙虚な印象を与えることが考えられる．人謙虚の方が人権威より,「優れている」という印象になっていることがわかった．

また，人謙虚の方がロボット謙虚より「信頼できる」こと，ロボット権威の方がロボット謙虚より「信頼できる」ことがわかった．このことから，口調が謙虚なときキャラクターは人の方が信頼でき，キャラクターがロボットのとき口調は権威的な方が信頼できることが明らかになった．

7. おわりに

本研究では，検索システムを使用した実験から，キャラクターと口調の違いがシステムの印象に影響を与えていることが明らかとなった．

今後の課題として，使用頻度の高いシステムでの応用性や，システムを使う上での効率性とメディアイクエーションの効果の間のバランスに着目しさらに検討を行う．

参考文献

角所考 (2007). HAIの方法論. 山田誠二(編), 『人とロボットの<間>をデザインする』, 23–68. 東京: 東京電機大学出版局.

竹内勇剛 (2002). コンピュータに対する自覚のない対人的反応とその応用. 『電子情報通信学会』, **SITE2002** (5), 25–28.

三者間の共同創作活動におけるコミュニケーション
―作品の創作性への影響―
Process in Establishing Communication in Collaborative Creation

西本光志†，宮本圭太‡，阪田真己子†
Nishimoto Koshi, Miyamoto Keita, Sakata Mamiko

†同志社大学大学院文化情報学研究科，‡(株)ナックイメージテクノロジー
Graduate School of Culture and Information Science, Doshisha University
nac Image Technology Inc.
dil0009@mail4.doshisha.ac.jp, msakata@mail.doshisha.ac.jp

Abstract

This article presents the guidelines for preparing manuscripts of JCSS. We try to quantify the communication in collaborative activities in terms of verbal and non-verbal processes, using collaborators of a creative activity as the study subjects. This study set up a production task using LEGO® blocks. The subjects were asked to use their imagination freely to build a “castle” using the LEGO blocks. We recorded their activities with video cameras. Our experiment showed that the works created by groups with many gestures for spatially expressing inner ideas and images rated high both in perfection level and favorability rating. In a collaborative creation, it was shown that direct visual expressions of mental representations through nonverbal, rather than verbal, communication among the collaborators increased perfection level of the end product.

Keywords — Collaborative Creation, Nonverbal Behavior, Communication

1. はじめに

複数人が共同で創作活動を行うとき，その過程にどのようなコミュニケーションが生まれ，それは出来上がる作品にどのような影響をもたらすのだろうか.

鈴木ら（2006, 2007）は，箱型構造物の組み立て課題において発話・視線・指さしなどの非言語行動が，課題の成功/不成功を左右していることを明らかにしている．また，松田ら(2007)は，集団課題において，親密性の高い作業者間で取り交わされるジェスチャーなどの非言語行動が，課題達成の促進に寄与していることを示した．このように，共同作業時においては発話だけでなく，視線や指差し，ジェスチャーなどの非言語行動を活用することがタスクの達成に影響している.

これらの先行研究は，共同作業における作業者間の非言語行動の重要性を実証するものであるが，いずれも課題達成の条件が作業者に明示されている課題遂行型作業である．他者との共同作業においては，課題達成の条件が明示されていないことも少なくない.

曲作りや舞台制作など，作業者間に共通した完成図がない共同作業の場合，個々の作業者の創造力が完成作品そのものを形作ることになる．このような共同作業では，自分のイメージを他の作業者に的確に提示し，また他の作業者の提示したイメージを正確に把握しなければならない. その上で，創作過程において刻々と変化する個々の作業者のイメージをどのように一つの作品として収束させているのだろうか.

このような問題意識に立ち，本研究では，共同創作活動を研究対象とし，そこで生成されるコミュニケーションを言語・非言語の両面から定量的に明らかにすることを目的とする. 本稿では特に，共同作業者間の言語・非言語行動と作品の創作性との関連について検討を試みることとする.



図 1　実験風景

2. 実験

2.1 実験概要

本研究では共同創作活動として，LEGO®ブロック(以下「LEGO」)を用いた創作課題を設定した．LEGO を用いた共同創作活動中の言語・非言語コミュニケーションを本研究の対象とする．

2.2 手続き

互いに初対面同士である男子大学生 3 名×5 グループに対し実験を行った（平均年齢 20.7 歳±1.46）．3 名を実験用テーブルに着かせ，用意された LEGO を用いて，30 分以内で自由に「城」を創作するように指示した．各協力者の作業の様子が正面から撮影できるようにビデオカメラを 3 台設置し，作業者の身体動作および音声を収録した(図 1 参照)．

各作業者には，Big Five 性格特性テスト，共同作業者に対する印象評価，および作業満足度を問うアンケートへの回答を求めた．

2.3 作品の感性評価

各グループが創作した作品を正面，背面，上方から撮影した画像を呈示刺激とし，一対比較法(Thurstone 法)による感性評価を行った．評価者は 68 名の大学生(男性 29 名/女性 39 名，19.53 歳±1.04)である．2 作品ずつ全ての組み合わせに対して，「独創性」「完成度」「好感度」の 3 項目について，どちらの作品がより高いかについて選択を求めた．

3. 結果と考察

3.1 感性評価

一対比較によって得られた「独創性」「完成度」および「好感度」の尺度得点を図 2 にプロット図として示す．なお，相関分析の結果，独創性と完成度に負の相関（r=-0.546），完成度と好感度に強い正の相関(r=0.846)が認められた．

図 2 が示すように，独創性に関してはグループ 3，完成度・好感度に関してはグループ 5 の作品が最も高い評価を得た．また，グループ 1 は，独創性，好感度において評価が最下位であった．本稿では，独創性が最も高かったグループ 3（g3），

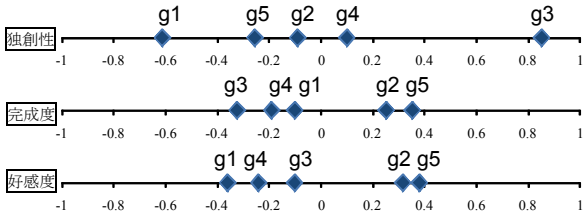


図 2　一対比較による作品の評価

完成度，好感度が最も高かったグループ 5（g5），独創性，好感度ともに最も低かったグループ 1（g1）に焦点を当てて考察を行うこととする．図 3 に g1，g3，g5 の作品画像を示す．

3.2 自己評価アンケート

共同作業に関する自己評価アンケートのうち「作品の出来」「チームワーク」「円滑なコミュニケーション」の 3 項目（いずれも 10 点満点で採点）について各グループの平均値を図 4 に示す．「作品の出来」については，独創性が高かった(完成度は最も低い)g3 の自己評価が 8.0 と最も高く，独創性，完成度ともに低かった g1 の自己評価は 4.3 と最も低かった．「チームワーク」については完成度，好感度ともに高かった g5 の自己評価が 8.3 と高い値を示したのに対し，g1 は 5.7 と低かった．また「コミュニケーション」に関しては，g3 の自己評価が 9.0 と際だって高く，ここでも g1 が 6.0 と最も低い値を示した．

独創性の高かった g3 は活発なコミュニケーションを交わしながら自己満足度の高い作品を創作し，完成度の高かった g5 は他の作業者との協業関係がうまくいったと自己評価していると考えら

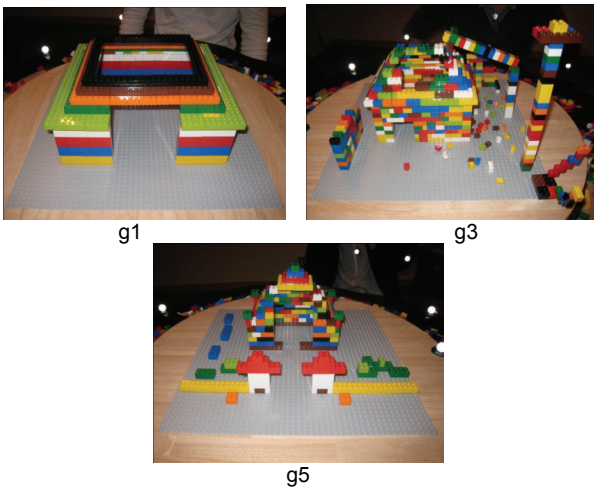


図 3　完成作品

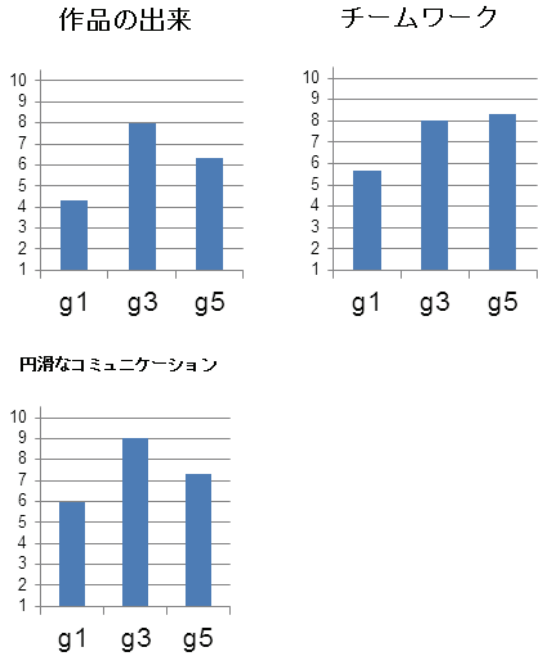


図 4　自己評価

れる．他方，独創性，好感度ともに低かった g1 は，いずれの自己評価も低いことが示された．

3.3 発話カテゴリ

本節では作業中の発話内容の分類結果を示す．発話内容の分類は，例えば藤原ら(2011)が用いている VRM などが知られている．本稿では共同創作活動時に，自分の心的イメージをいかにして他の共同作業者に提示し，また共同作業者がその提示内容に対してどのように対応しているのかを確認するために，表 1 に示す独自の定義に従って，全発話内容の分類を行った．

図 5 に g1，g3，g5 の全実験を通した合計発話時間と，発話カテゴリごとの発話時間を示す．図が示すように，完成度，好感度が最も高かった g5 は，作業全体を通して発話時間が最も長く（約 19 分），とりわけ「確認」発話が他のグループに比べて高い値を示した．独創性の高かった g3 は，発話時間は g5 に次いで約 16 分であった．また，他の 2 グループと比べて雑談の割合が極めて高く，全発話時間の約半分を占めていた．独創性，好感度ともに低かった g1 は最も発話時間が短く g5 の半分の約 10 分であった．また，雑談がほとんどみられなかった．

表 1　発話カテゴリ

発話 ｶﾃｺﾞﾘ	分類基準	例
提案	城の構造に関するアイデアの提示	ここに塀を作りましょう
了承	提案や確認に対して行程の意味を含む返答	なるほど それいいですね
確認	選考した提案や作業者間のイメージに対する確認	こういうことですか？ ここですよね？
その他	上記 3 項目に該当しない実験に関する発話	あと 5 分しかない
雑談	作業目的とは関係のない発話すべて	LEGO 懐かしいですね

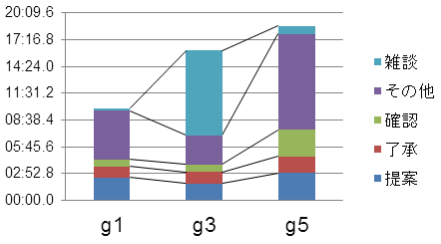


図 5　発話カテゴリ集計結果

イメージを共有するためには，まず言語による意思伝達が必要であることは言うまでもない．完成度・好感度ともに高い作品を創作した g5 の「確認」発話が多かったことは，作品イメージという極めて個別性の高い情報を共有するためには，解読(decode)した情報を自分の言葉で言い換えて確認(feedback)することの大切さを示すものといえる．また，独創性が高い作品を創作した g3 が実験とは全く関係のない雑談が突出して多かったことも興味深い．

3.4 非言語行動

作業中に出現した非言語行動について，表象的ジェスチャー，他の作業者への視線配置およびうなずきの生起回数を抽出した．なお，作業序盤の 10 分をフェーズ 1，中盤の 10 分をフェーズ 2，終盤の 10 分をフェーズ 3 とした．

3.4.1 表象的ジェスチャー

作業者の城に対する心的イメージを他者に伝える際に出現する表象的ジェスチャーに着目する(図 6 参照)．表象的ジェスチャーとは，形と意味が社会的慣習として完全に定まっていないジェスチャー(自発的ジェスチャー)で，特に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とされている(喜多 2002)．表象的ジェスチャーは



図 6　表象的ジェスチャーの例
（「こういう四角い～」という発話に伴って出現）

話者の心的イメージが身振りチャネルを通じて外部に発露したものであることから(McNeill 1987)，作業者同士のイメージの共有に重要な貢献を果たすと考えられる．図 7 に表象的ジェスチャーのグループ別の生起頻度を各フェーズごとに集計したものを示す．図が示すように，完成度，好感度の高かった g5 が最もジェスチャーの回数が多く，独創性，好感度ともに最も低かった g1 は g5 のわずか 1/3 以下であった．

本研究のような課題遂行型ではない共同創作活動においては，作品イメージをいかに共有するかが重要となる．各作業者の心的イメージを言語だけでなく，表象的ジェスチャーとして視覚的に提示し合うことで互いのイメージを確認し合い，その繰り返しが作品の完成度に寄与するといえよう．

3.4.2 視線

作業者が別の作業者に視線を向けた回数を集計した(図 7 参照)．図が示すように，独創性の高かった g3 の視線量が最も多く，g1 と g5 は同程度であった．いずれのグループも作品の構想を練る作業序盤においては視線量が多いものの，実際の組み立て作業が始まる作業中盤以降は著しく視線量が減少していた．しかし，g3 は中盤においても視線量が序盤と同程度にあることから，活発に雑談をしながら独創的な作品を創作している様子がうかがえる．

なお，いずれのグループも通常会話に比べると視線先は他の作業者ではなくブロックを組み立てる手元に向けられていくことが多く，視線による次話者選択が行われることはまれであった．そのような中にあって，あえて視線を他の作業者に向けているのだとすれば，それがどのようなタイミングであるかは興味深い．

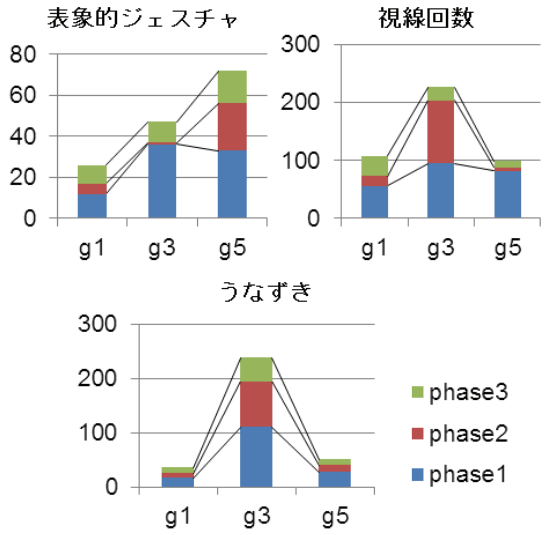


図 7　非言語行動

3.4.3 うなずき

正常位置から下を向きすぐに元の位置に戻す動作をうなずきとした．喜多(2002)に基づき，会話の流れに関連する会話調整エンブレムとしてのうなずき，自分の発話の内容を修飾する修辞的エンブレムとしてのうなずき両方を含めるため，発話中のうなずきも併せて抽出した(図 7 参照)．前項同様，独創性の高かった g3 の生起頻度が最も高かった．雑談の多さと関連していると考えられる．

4. おわりに

創造性の高い共同作業を遂行するためには，言語，非言語を含めた活発なコミュニケーションが必要であり，時には作業そのものには直接関係のない会話が作品の独創性に寄与する可能性があることが示唆された．今後は，作業者個人の創作能力やパーソナリティがどのように他の作業者と融合されていくのかを分析する予定である．

参考文献

[1] 藤原，大坊 (2011) “話者の言語・非言語行動と第三者評定の関連-個別評価と相対評価による検討-”，信学技報, Vol.111, No.59, pp. 189-194.
[2] 喜多 (2002) “ジェスチャー　考えるからだ”，金子書房.
[3] 松田他 (2007) “社会的分散認知環境における集団課題達成の促進要因 : 集団成員間の親密さの影響”，電子情報通信学会論文誌, J90, D (4), pp.1043-1054.
[4] McNeill. D (1987) “Psycholinguistics: A new approach”, New York: Harper & Row.
[5] Suzuki, N. et al (2007) “Nonverbal behaviors in cooperative work: a case study of successful and unsuccessful team”, Proc. of CogSci2007, pp. 1527-1532.

線形代数の教授内容の関連性と指導のポイントに関する考察
An analysis for linear algebra learning process and its instructional implication

川添　充†, 岡本　真彦‡, 高橋　哲也†,
Mitsuru Kawazoe, Masahiko Okamoto, Tetsuya Takahashi

† 大阪府立大学高等教育推進機構, ‡ 大阪府立大学人間社会学部
† Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka Prefecture University,
‡ School of Humanities and Social Sciences, Osaka Prefecture University
kawazoe@las.osakafu-u.ac.jp, okamoto@hs.osakafu-u.ac.jp, takahasi@las.osakafu-u.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to reveal expertise models for a course of linear algebra in university. We carried out to sixteen tests for 118 university students from 2009 to 2010. These test contained 43 problems which covered from basic procedural computations to complex conceptual problems solving in the linear algebra domain. The results from our analysis show that there are some different expertise models for linear algebra. First is a non-learning model. They can not learn the computational skills in linear algebra. Second is a rote learning model. They learn procedural computational skills, but do not learn the meanings of the procedure. Third is a meaningful learning model. They learn both the procedural skills and the conceptual understanding in abstract vector space. Two instructional implications are obtained from this study. One is that learning basic computational procedures based on conceptual understandings reduces the failure in learning abstract vector spaces. The other is that in learning Gram-Schmidt orthogonalization, understanding the procedure in Euclidean space leads understanding it in polynomial space.

Keywords — Learning process, Linear algebra, Mathematical education

1. 線形代数の学習過程

数学は，理系分野の学問の基礎となるだけでなく, 近年では文系分野でもその重要性が認められつつある．理系の学生の場合，大学 1 年次から数学の基礎科目を複数履修することになり，2 年次までの間に多くの数学的概念や計算手続きの理解・習得が求められる．学生のつまずきが多くみられる線形代数(通常のカリキュラムでは 1 年次に行われる数学科目)では，1 年間に非常に多くの抽象概念や計算手続きを学ぶことになる．たとえば，大阪府内のある公立大学の工学部でのカリキュラムを分析し，習得すべき内容をまとめると，表1のようになる．これは，標準的な理系のカリキュラムのもとでの線形代数の内容である．

表 1 線形代数における学習内容一覧

学期	項目番号	種別	内容
前期	L1	概念	基本変形と基本行列との積の対応を理解する．
	L2	概念	基本変形でできる操作とできない操作を見分けられる．
	L3	計算	掃き出しを実行できる．
	L4	計算	階段行列への変形を実行でき，階数を求められる．
	L5	概念	階段行列かどうかの判別ができる．
	L6	計算	正則性判定と逆行列の計算が実行できる．
	L7	概念	正則性判定と逆行列の計算での基本変形の意味を理解する．
	L8	計算	連立 1 次方程式を拡大係数行列の変形で解くことができる．
	L9	概念	拡大係数行列の変形が連立 1 次方程式の同値変形であることを理解する．
	L10	計算	行列式を基本変形を用いて計算できる．
	L11	概念	行列式の性質(多重線形性や交代性)を理解する．
後期	L12	概念	部分空間の定義を理解し，部分空間と非部分空間を区別できる．
	L13	計算	連立 1 次方程式の解空間の基底と次元を求められる．
	L14	計算	行列の列ベクトルで生成される部分空間の基底と次元を求められる．
	L15	概念	基底と次元の計算における基本変形の意味を理解する．
	L16	概念	1 次写像とそうでない写像を区別できる．
	L17	計算	1 次写像の線形性を利用した計算ができる．
	L18	計算	1 次写像の像と核の基底と次元を求められる．
	L19	概念	1 次写像の像と核の基底と次元
	L20	計算	座標(数ベクトル空間)を求められる．
	L21	計算	表現行列(数ベクトル空間の 1 次写像)を求められる．
	L22	計算	座標(多項式空間)を求められる．
	L23	計算	表現行列(多項式空間の 1 次写像)を求められる．
	L24	計算	実数ベクトル空間の内積が計算でき，長さの計算，直交性の判定ができる．
	L25	計算	複素数ベクトル空間の内積が計算でき，長さの計算，直交性の判定ができる．
	L26	計算	多項式空間の内積が計算でき，長さの計算，直交性の判定ができる．
	L27	計算	数ベクトル空間でシュミットの直交化法を運用できる．
	L28	計算	多項式空間でシュミットの直交化法を運用できる．
	L29	概念	直交補空間かどうかを区別できる．
	L30	計算	数ベクトル空間での直交補空間を求められる．
	L31	概念	固有値と固有ベクトルの定義を理解する．
	L32	計算	行列の対角化を実行できる．

表1における32項目を，そこで必要とされる概念的関連性に基づいて結合したモデルを図2に示す．このモデルは，あくまで教授する側の視点に基づいて作成されたものであり，モデルに示されている関連性に従って学習が行われているかどうか，また，このようなモデルにもとづいた順序で授業を行うことがよいかどうか，などについての検証が必要である．

2. 先行研究の概観と本研究の目的

大学での数学の学習においては，多くの大学生がその習得につまずいている．とくに，線形代数においては，1 年間に多くの数学的概念や計算手続きを学び，その正しい理解と定着のためには計算手続きとその概念的意味を含んだ理解のレベルに到達する必要があるが，概念や計算手続きの混

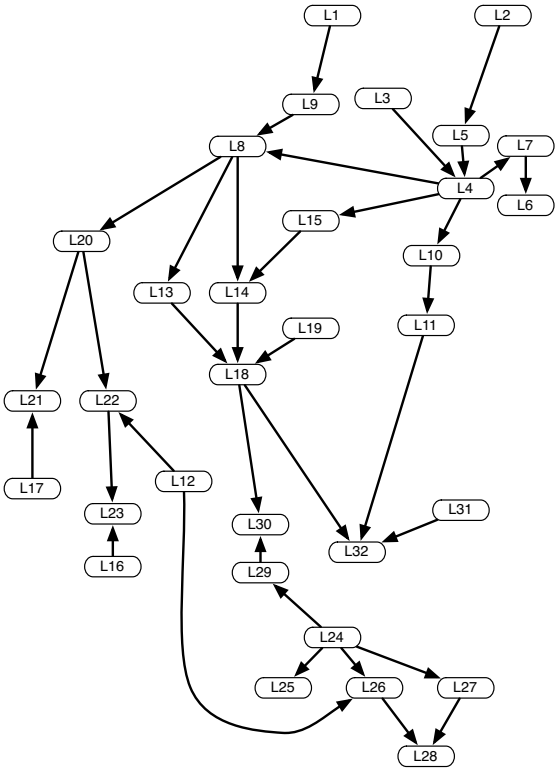


図 1 線形代数の学習内容の間の関連性

同が観察されるなど，大学での数学教育が効果的に行われているとはいえない[1]．この原因としては, 大学生が高校までの学習を通して，公式や計算手続きの背後にある数学的概念を理解せず, 公式や計算手続きを暗記的に学習するような受動的な学習傾向を獲得していることと，大学の数学教員の教え方が合致していないことにあるのではないかと考えられる．このような状況が，大学生の学力低下に起因するのか，それとも大学教員の教授法のまずさに起因するのかを，断定できる実証的なデータは存在しないが，少なくとも現代の大学生に対して，これまで通りの学習内容を，これまで通り，一方的に教員が説明するという授業形式で教えることが，大学生の数学力向上に十分に寄与しているとはいえない．この点について，市原と芝野[2]が，ゼミ形式の指導の中で，学生と教員がお互いの理解をすり合わせるようにしながら学生の数学的理解を導く過程を報告しているが，一斉授業方式の授業では，学生の分かっていない感覚を教師が捉えにくく，そのために効果的な指導が行えていないという側面があるのではないかと考えられる．このような大学数学の授業の問題点を解消するためには，高等数学で扱う抽象的な数学的概念がどのように理解され，あるいは，どのようにつまずくのかという認知過程を明らかにすることが必要である．

大学での数学の理解度については，線形代数の授業内容の理解度に関する Dorier [3] があるが，計算手続きの習得について，単なる暗記による習得と，概念理解に基づく習得とを区別した分析までは踏み込んでいない．線形代数については，抽象ベクトル空間における種々の計算手続きは概念理解が伴わなければ習得・定着が難しく，計算手続き暗記型の学習者が多数存在することが，線形代数の授業でのつまずきの原因になっていると考えられている．これを検証するためには，計算手続きの習得と概念理解との関連性について分析する必要がある．そこで，本研究では，線形代数の学習について，計算手続きの習得とその背後にある数学的概念の理解度に関する調査を行い，

(a) 計算手続きの意味を理解せず，形式的な手続きだけを暗記する暗記型の学習者の存在と実態，
(b) 抽象ベクトル空間における種々の計算手続きの習得と概念理解との関連性

についての分析・解明を行う．これにより，大学初年次の学生の数学的概念理解のつまずき箇所や，計算手続きが正しく習得できない学生の誤り原因を明らかにして学習者の理解過程を解明するとともに，その結果から教育的示唆を得ることが本研究の目的である．

以下では，調査の概要を述べた後，調査データに対して行った分析結果について報告する．本調査データの分析については，今回行った分析以外に，すでに筆者らによって2010年度の日本数学教育学会第43回数学教育論文発表会で発表された分析２つを含めて報告する[4]．今回はこれら３つの分析結果をあわせて考察を行うため，分析結果の節では，[4]の結果についてもその概要を示しておく．最後に，３つの分析をまとめた考察を示す．

3. 調査の概要

大阪府内の公立大学の工学部１年次配当の線形代数(前後期とも週１コマ)の授業クラスで，全授業期間にわたって授業内容の理解度に関する調査を行った．

3.1 調査時期と対象者

調査は，まず，学習パターンの分析のためのデータ収集を目的として，平成21年4月から平成22年２月までの期間に，大阪府内の公立大学の工学部１年次向けの線形代数（前期１コマ・後期１コマ）の授業を対象に行われた．さらに，問題間の関連分析のため，22年度にも，大阪府内の公立大学の工学部１年次向けの線形代数（前期１コマ・後期

1コマ）を対象に追加調査が行われた．授業クラス数・履修者数はそれぞれ，平成21年度が，授業者の異なる2クラスで履修者計154名，平成22年度が，1クラスで履修者数81名であった．

3.2 調査内容と方法

表1に基づき，大学1年次の線形代数で1年間に学ぶ主要な数学的概念, 計算手続きについて，その理解度を測るための調査問題を作成し，当該概念や手続きを学習した次の回の授業の冒頭で10分間程度の小テストとして実施した．調査問題として，計算手続きを正しく理解できているかを調べるための計算問題と，数学的概念や計算手続きの意味を理解できているかを調べるための概念問題の2種類の問題を作成し，記述式のテストとして実施した．各学期の最初の授業でもプレテストとして小テストを実施した．調査試験の実施回数は各学期の第1回目に行ったプレテストを含めて全16回，調査問題の個数は全43問であった．プレテストも含めた各調査問題の内容および授業内容・学習目標(表1)との対応を表2に示す．また，小テストに含まれる43問の問題を，そこで必要とされる概念的関連性に基づいて，図1にならって結合したモデルを図2に示す．

表2 調査試験内容一覧

学期	授業(回)	問題番号	問題種別	学習目標	内容
前期	1	P1	概念	–	プレテスト：平面ベクトル
		P2	概念	–	プレテスト：平面ベクトル
		P3	計算	–	プレテスト：連立1次方程式
		P4	計算	–	プレテスト：連立1次方程式
	7	P5	概念	L1	基本行列と基本変形
		P6	概念	L1	基本行列と基本変形
		P7	概念	L2	基本変形
	8	P8	計算	L3	掃き出し
		P9	計算	L4	階段行列と階数(ランク)
		P10	概念	L5	階段行列と階数(ランク)
	9	P11	計算	L6	正則性判定と逆行列
		P12	概念	L7	正則性判定と逆行列
	10	P13	計算	L8	連立1次方程式
		P14	概念	L9	連立1次方程式
	11	P15	計算	L10	行列式
		P16	計算	L10	行列式
		P17	概念	L11	行列式
後期	1	P18	計算	–	プレテスト：連立1次方程式
		P19	計算	–	プレテスト：行列式
	2	P20	概念	L12	部分空間
	4	P21	計算	L13	基底と次元
		P22	計算	L14	基底と次元
		P23	概念	L15	基底と次元
	6	P24	概念	L16	1次写像
		P25	計算	L17	1次写像
	7	P26	計算	L18	1次写像の像と核の基底と次元
		P27	概念	L19	1次写像の像と核の基底と次元
	8	P28	計算	L20	座標(数ベクトル空間)
		P29	計算	L21	表現行列(数ベクトル空間の1次写像)
		P30	計算	L22	座標(多項式空間)
		P31	計算	L23	表現行列(多項式空間の1次写像)
	9	P32	計算	L24	実数ベクトル空間の内積
		P33	計算	L25	複素数ベクトル空間の内積
		P34	計算	L26	多項式空間の内積
	10	P35	計算	L27	数ベクトル空間の正規直交基底
		P36	計算	L28	多項式空間でのシュミットの直交化法
		P37	計算	L27	数ベクトル空間でのシュミットの直交化法
	11	P38	概念	L29	直交補空間
		P39	計算	L30	数ベクトル空間での直交補空間
	12	P40	概念	L31	固有値と固有ベクトル
		P41	概念	L31	固有値と固有ベクトル
		P42	概念	L31	固有値と固有ベクトル
		P43	計算	L32	行列の対角化

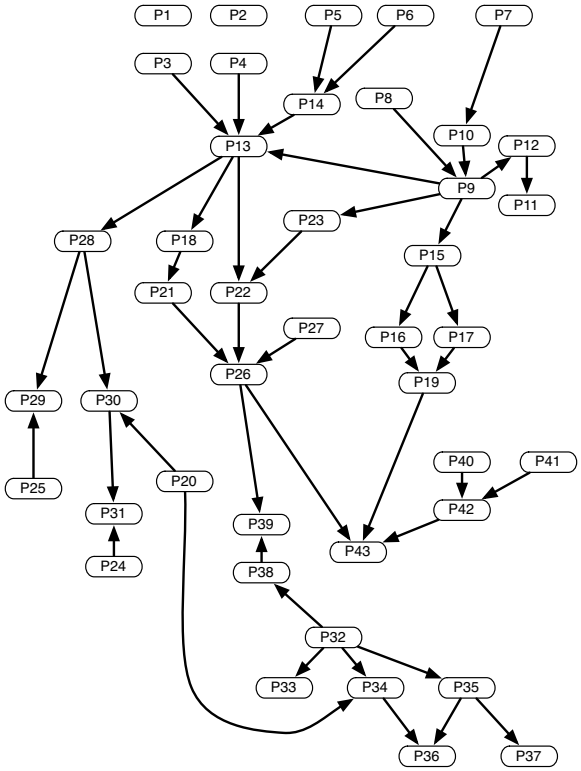


図2 線形代数の理解過程のモデル

表3 反応カテゴリー

反応カテゴリー	定義
正答	正解している
不十分な解答	解答の表現方法や論述に不備がある，あるいは，非効率な解法を選択
概念的誤り	概念的な誤りを含んでいる
計算間違い	計算間違いをしている
未完了	無解答もしくは解答に至らず

4. 分析

本節では，調査データに対する3つの分析結果を示す．なお，はじめの2つは，第43回日本数学教育学会数学教育論文発表会で発表した内容であるので，概要だけ示す．詳しくは，[4]を参照されたい．

4.1 分析(1)

平成21年度の調査対象154名のうち，全16回の調査試験を一度も欠席しなかった77名のデータのみを分析の対象として，小テストに含まれる各問題への反応パターンのクラスター分析を行った．表3に示した5つのカテゴリーについて，該当する場合を「1」，該当しない場合を「0」として，77名の対象者ごとに，問題数43×反応カテゴリー5の215個の1もしくは0の2値をもつデータを作成し，77行×215列のデータをクラスター分析のローデータとした．

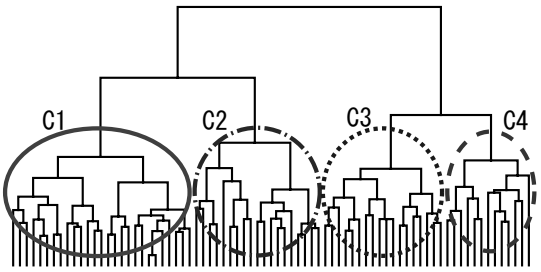


図 3 クラスター分析結果

クラスター分析の結果を，図3に示した．このデンドログラムからは，27名を含むC1，19名を含むC2，18名を含むC3，そして，13名を含むC4の４つのクラスターが存在することが明らかになった．

まず，プレテストへの反応から，C1とC2が既有知識が高いクラスター，C3とC4が既有知識が低いクラスターと考えられた．

さらに詳しく各クラスターをみてみると，C1は全体的に正答率が高く，概念的誤りも少ないため，計算手続きの背後にある数学的理論や概念も理解できていると考えられる．

C2は，前期については，正答率がC1と同程度に高く，概念的誤り率もC1と同様に低いが，後期の抽象ベクトル空間を扱う問題では正答率が下がり，概念的誤り率が上がる傾向にあるため，行列に関する基礎的な計算手続きは十分習得できているが，抽象的なベクトル空間の概念理解が不十分であると考えられる．

C3は，標準的な問題についての正答率は一定レベルに達しているが，計算手続きの背後にある数学的理論や概念に対する理解が不十分であると考えられる．

C4は全体的に正答率が低く，概念理解が不十分で，基礎的な計算手続きの習得も困難なクラスターと考えられる．

以上の分析から，線形代数の習熟のパターンには，

(i) 基礎的な計算手続きの習得でつまずく，
(ii) 計算手続きはある程度習得できるが，計算手続きの背後にある数学的概念の理解が伴わない，
(iii) 計算手続きをその背後にある数学的理論や概念も含めて理解・習得する

の３つのパターンがあるといえる．

4.2 分析(2)

図2において，近接する２つの問題間の正答誤答パターンが類似しているかどうかを分析することによって，どの理解ルートが困難であるのかの分析を行った．まず，図2で結合づけられた２問の正答・誤答に関連性があるかどうかをMcNemar検定を用いて調べた．図4では，２つの問題間にMcNemar 検定で有意な関連性が示されたものを実線矢印で示している．これらの関連性のある問題系列をみると，本研究で対象とした線形代数の学習内容の中には，図4に示したように,「逆行列の計算手続きについてのルート」「行列式の計算を中心として行列の対角化へ至るルート」「連立１次方程式の解法を中心として１次写像の像と核の基底と次元に至るルート」「内積とシュミットの直交化法についてのルート」の４つの理解ルートが存在することが分かった．

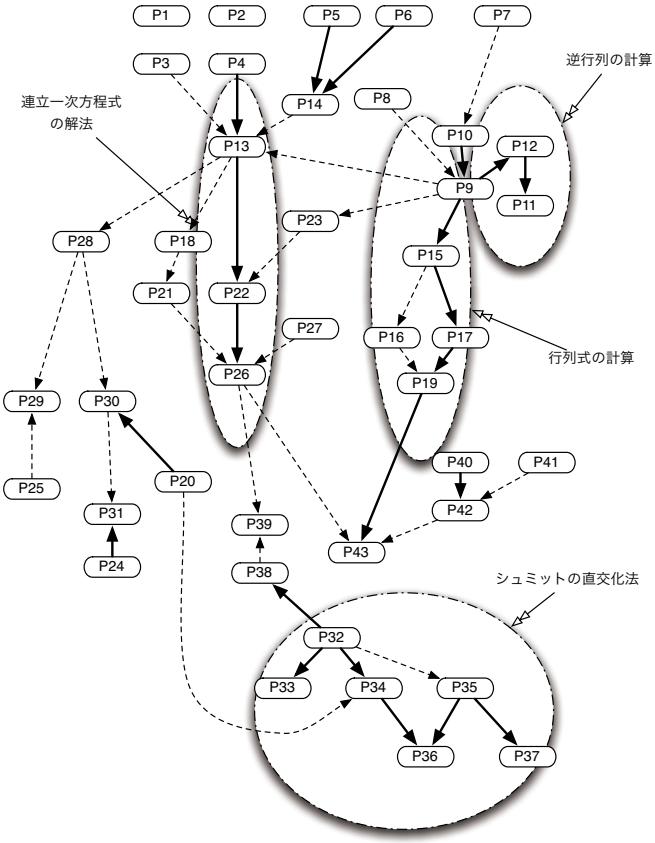


図 4 線形代数の理解過程モデルにおける関連性

表4は，分析(1)のC1～C4について，連立１次方程式の理解ルート上の4問を連続して解くことができた人の割合を示したものである．C1は半数が最後まで正答を続けられたのに対して，C2は基底などの抽象的概念に関する問題のところでつまずく人が多く，C3, C4は前期の連立１次方程式の段階でつまずく人が多いことが分かる．このことから，線形代数のつまずき方には，

(ア) 基礎的なの計算手続きの習得でつまずく，
(イ) ベクトル空間の抽象的概念の習得でつまずく，

表 4 理解ルート上での連続正答率

	P4	P13	P22	P26
C1	96.3	63.0	59.3	55.6
C2	100	59.7	31.6	5.3
C3	94.4	33.3	27.8	22.2
C4	92.3	46.2	30.8	7.7

の２つのタイプがあるといえる.

4.3 分析(3)

分析(1), (2)では，学習者を分類することによって，そこから間接的に理解過程を推察したが，必ずしも学習者の実際の理解過程と一致しているとは言えない．学習者の理解過程を解明し教育的示唆を得るためには，問題に対する学習者の反応データから，問題間の関係をとらえ直した上で，分析(1), (2)の結果と合わせて考察する必要がある．そこで，分析(3)として，問題への学習者の反応データから，問題に対するクラスター分析を行った．

調査データとしては，平成21年度と22年度の調査結果データを用いた．平成21年度と22年度を合わせた履修者数は合計235名であり，このうち全16回の調査試験を一度も欠席しなかった118名のデータを分析対象とした．

クラスター分析においては，調査問題43問のそれぞれに対する調査対象者118名の正誤パターン(正解1, 不正解0) のデータとしての，43行×118列のデータをクラスター分析のローデータとした．クラスター分析の結果，図5に示したように，43問の問題は，クラスAとクラスBの２つに大きくわかれ，さらにA, Bがそれぞれ4つのサブクラスa, b, c, dとe, f, g, hに分かれることが見出された．

これらのクラスターについて考察した結果，次のような特徴が見出された．

クラスAは，高度な概念を含まず単純な計算手続きの習得のみで正答できる問題を中心としたクラスであり，クラスBは，高度な抽象的概念の理解を必要とする計算問題や計算手続きの意味を正しく述べられるかを問う概念問題を中心としたクラスである．クラスAには，掃き出し法による連立１次方程式の解法や逆行列の計算，行列式の計算など，一般に比較的習得が容易とされている問題が多く含まれている．一方，クラスBには，１次写像の像や核の基底と次元を求める問題や，シュミットの直交化法，行列の対角化など，一般に習得困難とされる問題が多く含まれている．実際，表5をみると，クラスAがクラスBに比べて，正答

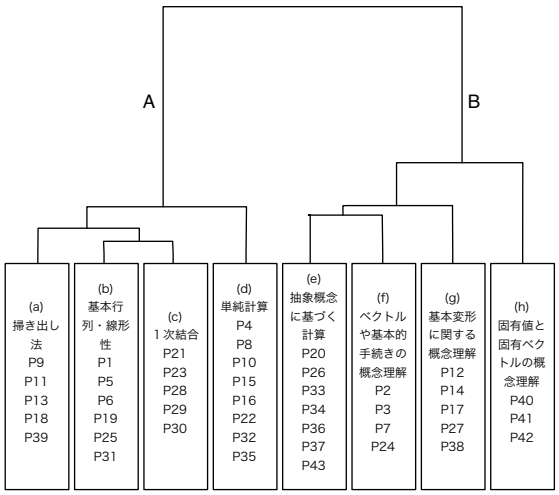


図 5 クラスター分析結果

表 5 クラスごとの反応率

クラス	サブクラス	問題番号	正答率	概念誤り率	計算誤り率	未完了率	出現率不十分な解答
A	a	P9	0.66	0.16	0.16	0.04	0.00
		P11	0.58	0.12	0.31	0.00	0.04
		P13	0.61	0.19	0.20	0.01	0.19
		P18	0.71	0.41	0.10	0.00	0.10
		P39	0.63	0.24	0.08	0.06	0.00
	b	P1	0.74	0.23	0.00	0.03	0.11
		P5	0.62	0.35	0.00	0.03	0.00
		P6	0.75	0.20	0.00	0.07	0.00
		P19	0.64	0.18	0.09	0.11	0.00
		P25	0.71	0.17	0.06	0.06	0.00
		P31	0.67	0.09	0.09	0.18	0.00
	c	P21	0.66	0.19	0.08	0.13	0.00
		P23	0.53	0.00	0.46	0.00	0.02
		P28	0.58	0.31	0.05	0.06	0.00
		P29	0.74	0.15	0.08	0.03	0.00
		P30	0.64	0.18	0.03	0.15	0.00
	d	P4	0.94	0.01	0.02	0.02	0.03
		P8	0.82	0.12	0.06	0.01	0.00
		P10	0.79	0.14	0.03	0.08	0.00
		P15	0.86	0.08	0.06	0.01	0.00
		P16	0.81	0.15	0.01	0.03	0.00
		P22	0.84	0.14	0.01	0.03	0.00
		P32	0.88	0.05	0.05	0.03	0.00
		P35	0.81	0.14	0.00	0.05	0.00
B	e	P20	0.32	0.64	0.00	0.00	0.08
		P26	0.51	0.36	0.14	0.05	0.00
		P33	0.31	0.54	0.15	0.08	0.00
		P34	0.32	0.44	0.20	0.21	0.00
		P36	0.31	0.42	0.16	0.11	0.00
		P37	0.44	0.26	0.27	0.03	0.00
		P43	0.39	0.43	0.15	0.15	0.00
	f	P2	0.40	0.52	0.00	0.15	0.33
		P3	0.50	0.25	0.02	0.03	0.21
		P7	0.34	0.25	0.00	0.13	0.29
		P24	0.53	0.45	0.00	0.00	0.10
	g	P12	0.13	0.18	0.00	0.00	0.69
		P14	0.09	0.14	0.00	0.05	0.82
		P17	0.24	0.35	0.01	0.08	0.36
		P27	0.07	0.60	0.00	0.00	0.00
		P38	0.11	0.89	0.00	0.01	0.03
	h	P40	0.54	0.23	0.00	0.04	0.54
		P41	0.56	0.28	0.00	0.05	0.43
		P42	0.44	0.08	0.37	0.12	0.35

率が非常に高くなっていることが見て取れる．このことから，単純な計算手続きは比較的習得できているが，高度な抽象概念の理解を必要とする計算手続きの習得や計算の意味理解の習得は十分でないことがわかる．また，クラスBについては，計算問題についても概念誤り率が高い傾向にあり，概念習得の難しさが習得を困難にしていることがみてとれる．

クラスAは，単純な計算手続きを中心としたクラスのため正答率が非常に高くなっているとはいえ，その習得の実態は，概念理解を伴ったものとはいえないことがサブクラスをみることで浮かび上がってくる．クラスAのサブクラスaに含まれる計算手続きの意味理解に関する問題がクラスBサブクラスgに含まれているという関係になっており，計算手続きの習得とその計算の意味理解に関連性がみられないという結果となっている．実際，表5をみると，サブクラスaの計算問題の正答率に比べ，その意味理解を問うサブクラスgの問題の正答率は非常に低くなっている．このことは，計算手続きを習得できていても，意味を理解せずに手続きの暗記だけに頼っている学習者が多く存在することを示唆している．実際，サブクラスaでは，概念誤りや未完了の率が上がっていることも表5のデータからもみてとれ，手続きの意味を理解していないために習得が困難となっている学習者の存在も示唆される．

クラスBのサブクラスeは，線形代数の後期の授業範囲に属する，重要な抽象概念の理解を必要とする計算手続きに関する問題を多く含んでいるが，これらの概念理解に関する問題は同じクラスBのサブクラスg, hに属している．このことは，サブクラスeの問題に関しては，概念理解と計算手続きの習得とが連動していることを示している．したがって，これらの問題に関して概念理解のつまずきが計算手続きの習得を困難にしていることを示唆している．

クラスBのサブクラスeからは次のような示唆も得られる．サブクラスeには，数ベクトル空間におけるシュミットの直交化法と多項式空間におけるシュミットの直交化法が含まれているが，これらが同じサブクラスに属しているということは，どちらか一つを習得できればもう一方も習得できることを示唆している．一般に，多項式空間はベクトル空間としての抽象度が高く，その習得難易度において数ベクトル空間と大きな差があると考えられているが，シュミットの直交化法については，実際，表5のデータから，数ベクトル空間と多項式空間とで習得難易度に差はなく，数ベクトル空間での理解習得が多項式空間での理解習得につながることが示唆される．

5. 総合的考察

分析(1)から, 線形代数の習熟には，

(i) 基礎的な計算手続きの習得でつまずく，
(ii) 計算手続きはある程度習得できるが，概念理解が伴わない，
(iii) 計算手続きをその背後にある数学的理論や概念も含めて理解・習得する

の３つのタイプがあることが明らかにされ，さらに，分析(2)と合わせた分析により，線形代数のつまずき方には，

(ア) 基礎的なの計算手続きの習得でつまずく，
(イ) ベクトル空間の抽象的概念の習得でつまずく，

の２つのタイプがあるという考察が導かれた．

概念理解を伴わない計算手続きの習得のみにとどまる，(ii)のタイプが存在することについては，分析(3)からも，連立１次方程式の解法，逆行列の計算，行列式の計算などの基礎的な計算問題と，その計算の背後にある数学的概念の理解を問う問題とが，学習者の正答誤答の反応データに関して関連性が弱いという結果が得られており，分析(1), (2)の結果と合わせて，計算手続きの意味を理解せず，形式的な手続きだけを暗記する暗記型の学習者の存在が確かめられたといえる．

また，ベクトル空間の抽象的概念の習得でのつまずきに関しては，分析(3)の結果から，次元や基底に関する問題や，シュミットの直交化法，行列の対角化などの抽象概念に基づく計算問題については，これらの問題と，その計算の背後にある数学的概念の理解を問う問題とが，学習者の正答誤答の反応データに関して関連性が強いという結果が得られており，これらの問題に関して概念理解のつまずきが計算手続きの習得を困難にしていることが確かめられたといえる．

上記の分析結果から，線形代数の指導について，次のような教育的示唆が得られる．

線形代数の標準的な１年間のカリキュラムでは，後半に，次元や基底の求め方や，シュミットの直交化法，行列の対角化など，抽象概念に基づく計算手続きを学ぶ．これらは前半で学ぶ基礎的な計算手続きに比べて習得・定着が難しいものであるが，分析(3)から，これらの抽象概念に基づく計算手続きに関する問題と，基本変形や逆行列の計算，連立１次方程式の掃き出し法による解法など，前半に学ぶ基礎的な計算の意味理解に関する問題とが，同じクラスに属していることから，抽象概念に基づく計算手続きの習得と，概念理解を伴った基礎的な計算手続きの習得とが関連性が高いことがわかる．このことは，基礎的な計算手続きの習

得段階から，形式的な手続きの暗記にとどまらないような教育を行うことが，抽象概念に基づく計算手続き習得のつまずきを減らす上で重要になることを示しているといえる．

シュミットの直交化法は，ベクトルの内積の計算を用いた計算手続きであり，その計算手続きの複雑さから，習得･定着が難しいものの１つとなっている．分析(3)から，実数ベクトル空間において，内積の計算の習得とシュミットの直交化法の習得の間にはギャップがあることがわかり，また，多項式空間の内積と多項式空間のシュミットの直交化法は実数ベクトル空間のシュミットの直交化法と同じサブクラスに属していることから，これらの習得の間にはギャップがないことががわかる．分析(2)からも，実数ベクトル空間においては内積の計算の習得とシュミットの直交化法の習得にはギャップがある一方で，内積の計算とシュミットの直交化法については，実数ベクトル空間での習得が多項式空間での習得につながるという結果が出ている．これらの分析結果は，実数ベクトル空間でのシュミットの直交化法が習得できればもう一方も習得できることを示唆している．一般に，多項式空間はベクトル空間としての抽象度が高く，その習得難易度において数ベクトル空間と大きな差があると考えられているが，シュミットの直交化法については，数ベクトル空間と多項式空間とで習得難易度に差はなく，実数ベクトル空間でのシュミットの直交化法をしっかり指導することが，より抽象度の高い多項式空間でのシュミットの直交化法の習得につながることがわかる．

参考文献

[1] 大阪府立大学総合教育研究機構, (2010) “文部科学省「特色ある大学教育支援プログラム」平成１９年度採択取組「大学初年次数学教育の再構築」成果報告書”.
[2] 市原一裕, 芝野雄大, (2010) “大学生における「わかる」の判断基準に関する研究 –ゼミ形式の指導を通して–”, 教育実践総合センター研究紀要, Vol. 19, pp. 67-74.
[3] Dorier, J.-L. ed., (2000) “On the Teaching of Linear Algebra”, Kluwer Academic Publishers.
[4] 川添充, 岡本真彦, 高橋哲也, (2010) “大学初年次線形代数の理解パターンの分析”, 日本数学教育学会第43回数学教育論文発表会論文集, p.807-812.

情報収集傾向とアイディアの質の関係に関する研究
The relationship between information gathering and idea generation

足利　純[†]，植田一博[†]，鷲田祐一[‡]
Jun Ashikaga, Kazuhioro Ueda, Yuichi Washida

[†]東京大学，[‡]株式会社博報堂
The University of Tokyo, Hakuhodo Inc
ashikagajun@gmail.com

Abstract

Creative cognition approaches in creativity research have focused on understanding the underlying mental representation and processes of creative thinking. On the other hand, social-personality approaches have focused on personal characteristics or features of creative personality. Therefore the cognitive work has tended to ignore personality and social system, and the social-personality approaches have tended to have little or nothing to say about the mental representation and process of creativity. In this study, we have focused on the role of individual characteristics in the process of creative activity. We conducted the idea generation experiments. Participants had searched information which is possible to be interpreted as their personal characteristic before they generated ideas. We analyzed the information which they searched and their producing idea. The results show that personal characteristics influence process of knowledge activation in creativity work.

Keywords — creativity, idea generation, creativity cognition, personality, information retrieval

1.研究背景と目的

1.1. 知造性研究における認知的アプローチとソーシャル-パーソナリティアプローチ

創造性に関する研究は 1950 年代から研究が増え始め現在まで活発に行われてきており，近年インターネットに代表される情報技術の発展によってその重要性が増加している．現代のように，インターネットなどによってあらゆる分野において膨大な量の情報を個人が比較的容易にアクセスできる状況では，単に多くの情報を知っているだけでなく，必要な情報を収集しそれらの情報を活用して新しい価値やアイディアを生み出すことが以前にも増して求められている．

創造性に関する研究は，様々な研究手法が存在し(Sternberg,1999)，古くは Guilford(1950)などに代表される創造性テストを利用した心理学的アプローチ(Psychometric Approach)や，ブレインストーミングの手法を開発した Osborn(1953)や水平思考を提唱した De Bono(1971)などに代表されるプラグマティックアプローチ(Pragmatic Approach)がある．近年これらに加えて積極的に研究が行われているものに，創造的認知アプローチ(Cognitive Approach)とソーシャル-パーソナリティアプローチ(Social –Personality Approach)がある．創造的認知アプローチ(Finke et al,1992)は，創造的思考の根底にある心的表象やプロセスの理解に焦点を当てており，創造的な活動のプロセスの解明に大きく貢献をしてきた．しかし，創造的認知アプローチでは，個人のパーソナリティなどの創造的活動を行う個人差の影響を無視あるいは重要視しない傾向がみられ，個人の特性がどのように創造的な活動のプロセスにおいて影響を与えているのかにはほとんど着目されていない．一方で，ソーシャル-パーソナリティアプローチでは，創造的な個人の性格の特徴や思考スタイルなど個人の特性に焦点をおいているため，心的表象やプロセスの理解への検討はほとんど行われていない(Sternberg,1999)．そこで本研究ではこの点を考慮して，個人の特性がどのように創造的な活動の心的表象やプロセスに影響を与えているのかを実験的に検討していく．

1.2. 知識と創造性の関係

創造的認知アプローチなどを含む多くのアプローチにおいて，創造的思考のメカニズムの解明に向けて数多くのモデルが提唱されているが，多くのモデルに共通するポイントとして知識の重要性が挙げられる(Weisberg,1999). 知識と創造性に関する研究は主に知識の量に注目しており，知識の量が少ないと考えられるノービスと知識の量が多いと考えられる熟達者の比較を行う研究や，Shimonton(1984)に見られるように卓越した個人の業績を年代ごとに分類し，知識の量が少ないと考えられる初期の頃，中期，知識の量が多いと考えられる後期などに分けて業績を比較する研究などがみられる．Shimonton(1984)の研究では，知識の量が少ない初期と知識の量が多いと考えられる後期よりも，中期のほうが業績を残していることを明らかにしており，知識の量と創造性の関係には逆U字の関係があると提唱している．

前述のノービスと熟達者を対象に知識の量と創造性の関係を検討している研究においては，前提として暗黙的に知識の量が同じぐらいであれば，同じぐらいのパフォーマンスが出せることを仮定していると解釈できるが，現実場面におけるナイーブな観察においては，知識の量があまり変わらないと思われる同じような分野について同じぐらいの年数の経験がある人同士や全くの初心者同士の創造性を比較しても，創造的な活動に差があるように見える場合が多々ある．また，Shimonton(1984)などの研究では，卓越した業績を残した個人内の知識量の関係を検討しており，歴史的に卓越した業績を残した個人と同じぐらいの経験や知識がある人は多く存在するだろうが，必ずしも彼らが著しい業績を残しているとはいえないだろう．それでは人間の創造的な活動における認知的なプロセスは普遍的であると仮定すると，知識の量があまりかわらないと考えられる個人間の創造的な活動におけるパフォーマンスの差はどこから生じるのであろうか？

ひとつの可能性として，知識そのものが違うということが考えられる．例えば，前述のノービスと熟達者の知識の量と創造性の関係を検討している研究では，創造的活動を行う個人の知識の量が多いか少ないかということは，分野に対する経験年数などをもとに解釈しており，実際に同じような年数の経験があるからといって全く同じ知識を保有しているとは限らない．またどのような知識が現在取り組もうとしている創造的な活動に関係があるのかは明確には判断できないため厳密な意味で知識の量の違いで個人間の創造的な活動のパフォーマンスの差を比較するのは容易ではない．

またもう一つの可能性として，創造的な活動を行う際に活用しようとする知識が違うということが考えられる．連想記憶をベースとしたSIAM(Search for Ideas in Associative Memory)モデル(Nijstad & Stroebe,2006)と行列モデル(Brown et al,1998)を検証した清河他(2010)によれば，両者のモデルに共通するプロセスに「アイディア生成時にどのような知識を活性化させることが出来るか」という点が挙げられており，アイディアを考える際にどのような知識を活性化しようとするかがアイディア生成のパフォーマンスに影響を与えていると解釈できる．それでは，個人において活性化しようとする知識はどのように決まるのだろうか？ここで次のような仮説が考えられる.「創造的な活動を行う際に，個人のパーソナリティなどの個人特性が影響して，活性化しようとする知識の傾向が個人間で違ってくるため，個人間の創造的な活動におけるパフォーマンスの差が生じる」という仮説が立てられる．

1.3. 実験概要と実験仮説

本研究では上述の仮説を検証するために次のような実験を行った. 実験参加者にアイディア生成の課題に取り組んでもらい, 課題に取り組む前にアイディア生成に必要だと考える情報をインターネット上の検索サイトを用いて収集させて

からアイディア生成を行わせた. これによって得られた実験参加者の収集した情報の傾向と生成されたアイディアに対する専門家の評定値の相関係数を算出し, 両者の関係を検討した. ここで, アイディア生成者がアイディア生成に必要だと考え収集した情報はアイディア生成者の個人の特性が反映された情報で, アイディア生成時に活性化すると推測される知識の傾向を反映したものと解釈できる. そのため収集した情報から推測可能な個人の特性と生成されたアイディアのパフォーマンスの間に関係があれば, 上述の仮説「創造的な活動を行う際に, 個人のパーソナリティなどの個人特性が影響して, 活性化しようとする知識の傾向が個人間で違ってくるため, 個人間の創造的な活動におけるパフォーマンスの差が生じる」という可能性が示唆される. 本実験では, この仮説を検討するため創造性のパーソナリティ研究などから推測された次の 2 つについて実験仮説を立て検証を行った. 第一に, 他者の意見が含まれている情報を収集する割合と生成されるアイディアの質に負の相関があるという仮説が考えられる. 創造性とパーソナリティの関係をレビューした Barron & Harrington(1981)では, independence of judgment, self-confidence, risk-taking の個人特性がある人は創造性が高いことを明らかにしており, 他者の意見を含む情報を収集する割合は, これらの個人特性の傾向が小さいことを示していると推測できる. 第二に, 機能や性能の情報を収集する割合と生成されるアイディアの質に負の相関, 用途の情報を収集する割合と生成されるアイディアの質に正の相関がある可能性が考えられる. 植田他 (2010)では, アイディア生成に影響を与えると提案されている個人特性のひとつとして, 主にマーケティングの分野で用いられている技術採用の速度に応じてユーザーを分類する Rogers (2003)のユーザー層分類の枠組みを用いて, イノベータ（革新的採用者）とアーリアダプタ（初期採用者）のアイディア生成のパフォーマンスについて検討行なっている. この研究では, アイディア生成実験における生成したアイディアの質が低かったイノベータとアイディアの質が高かったアーリアダプタの行動傾向の違いとして, イノベータはアーリアダプタと比較すると, 製品の用途や利用に関して着目するのではなく, 製品のモノとしての機能や性能を重視するモノ志向傾向があると報告している. 以上の実験仮説を下記にまとめると, (1) 意見:他者の意見が含まれている情報を収集する割合と生成されるアイディアの質と負の相関がある. (2) 内容 ：機能や性能に関する情報の収集を行う割合が生成されるアイディアの質と負の相関, 用途の情報を収集する割合がアイディアの質と正の相関がある. の 2 点が挙げられる. また本研究では, 「デジタル一眼レフカメラの数年後（2015 年頃）の変化を考える課題」と「あらゆるものがネットワーク化した状況でのサービス・商品のアイディアを考える課題」の 2 つの課題を用いて実験を行った.

2. 実験

2.1. 方法

2.1.1. 実験参加者

実験の目的を知らない 20～29 歳（M=25.9, SD=7.59）の健常成人 20 名（男性 18 名，女性 2 名）が実験に参加者した. なお課題 1 と課題 2 の実験参加者は同じ人であり，課題 1 と課題 2 はそれぞれ別の日に実施した.

2.1.2. 課題

下記の課題についてそれぞれ，課題に取り組む際に必要だと考える情報を，検索サイトを利用して調べてもらった上で，考えたことを自由記述形式で記入してもらった.

デジタル一眼レフカメラ課題

数年後（2015 年頃）を想定して，デジタル一眼レフカメラはどのように変化していると思いますか？ どんなことでも結構ですので, あなたのアイディアやイメージを教えて下さい.

ネットワーク課題

あらゆるものがネットワークで繋がったらどのようなサービス・商品などが考えられますか？どんなことでも結構ですので，あなたのアイディアやイメージを教えて下さい.

2.1.3. 手続き

次の手順で実験を実施した． ① 実験参加者に課題，検索エンジンとブックマークの利用方法について説明した．②実験の開始の合図とともに，実験参加者に課題を確認してもらった上で，20 分間検索エンジン(Google)を利用して，課題に取り組む際に必要だと考える情報を検索してもらった．なおこの際，アイディア記入時にもう一度参照したい情報を再度検索させると，アイディア記入の時間にもかかわらず実験参加者によっては検索に時間が費やされてしまうため，アイディア記入時にも参照したいと思うページにはブックマークをしてもらった．また，アイディア記入時にブックマークから情報を探す際に，メモを利用する方法とブックマークしたページに名前をつける方法の 2 つの方法が考えられたが，両者の方法を採用すると煩雑になるためブックマークしたページに名前をつけることのみを許可した. ③20 分間が経過したら実験参加者に合図し，アイディアの記入に移ってもらった．アイディアの記入の制限時間は 20 分間とした．なお，アイディア記入時はブックマークしたページのみを閲覧可能とした. また，記入できるアイディアの数の制限は設けなかった.

2.2. 分析方法

2.2.1. 分析方法の概要

本実験の分析では, 前述の２つの実験仮説（意見，内容）を検討するために，実験参加者各自が閲覧したウェブページの割合を「アイディア生成者の情報収集傾向」，実験参加者各自が記入したアイディアに対する専門家の評定を「アイディアの質」として，両者の関係を検討した具体的には下記の分析方法を用いて算出した項目ごとのウェブページの閲覧割合と評価項目ごとのアイディアに対する専門家の評定値との相関係数を算出して相関の有無を検証することで２つの実験仮説（意見，内容）を検討した.

2.2.2. 閲覧したウェブページの割合の算出方法

実験参加者各自が閲覧したウェブページの割合を定量化するために，実験参加者が情報検索を行っている際に閲覧したウェブページを分類し, 各項目に対する情報収集の割合を算出した. 例えば，総訪問ページ数 が 20 ページで，デジタル一眼レフカメラ関連の機能の情報を 5 ページ調べていた場合，その項目の数値を 5/20 = 0.25 とした. 実際の分類は以下の観点に着目して行った． 下記は，デジタル一眼レフカメラに関する分類の具体例.

1. 内容
機能や性能，用途に関する情報をどれぐらいの割合で収集しているか検討するため，デジタル一眼レフカメラに関係ある情報を植田他(2010)に従い機能，規格，用途，社会的影響の 4 種類に分類した．（詳細は表 1 を参照されたし．）

2. 意見
他者の意見が含まれている情報を収集している割合を検討するため，項目一覧ページ以外の情報に関して各ページに意見のある情報が含まれているかどうかで，意見を含むページ，意見を含まないページに分類した．具体的には，デジタルカメラのメーカーの社長による「今後のデジタル一眼レフ市場は, ○○が流行するだろう」というような内容やユーザーなどによる「この製品の◯◯の機能が使いづらい」などの内容を含むページを意見を含む情報のウェブページとして分類した．（デジタル一眼レフカメラ関連情報の分類に関しての詳細は表 1 を参照されたし．）

表 1　デジタル一眼レフカメラ関連情報の分類表

分類表	意見を含む	意見を含まない
機能	製品の機能に対する評価、意見など。	技術的な内容まで踏み込まない機能に関する情報。
規格	技術に対する評価。技術的に可能である、可能でないなどの意見を含む情報。	規格（レンズの様式など）、スペック一覧、機能のメカニズムの詳細、カメラの技術的な内容に関する情報。
用途	なぜデジタルカメラを利用するかなどの意見	利用状況に関する情報。
社会的影響	市場予測、アンケートデータ、ランキング、買う場所の紹介など	歴史、デジタル一眼レフカメラ初心者向け学習講座の情報など

2.2.3. アイディアに対する専門家の評定値の算出方法

一方で, 実験参加者各自が記入したアイディアに対する専門家の評定の算出に関しては, はじめに, 実験参加者が記入したアイディア全てに対して，5 段階（1～5 で数字が大きくなるほど高評価）で 5 名の評定者（マーケティング実務者 4 名, 認知科学の研究者 1 名）に評価してもらった. 評定項目については，Kristensson，Gustafsson & Archer (2004)が心理学や社会心理学の研究をレビューして集約したアイディアを評価する次の 3 つの基準を採用した．①Originality（アイディアがどの程度独自か），②New Value（アイディアがどの程度生活に対する価値を有するか)，③Reality/Feasibility(アイディアどの程度現実的か)．次に上記の評価項目ごとに 5 名の評定者が評価した数値を, 各アイディアについて項目ごとに平均し, その値をアイディアに対する専門家の評定値とした．なお，実験参加者は課題に対して複数のアイディアを生成しているため, 実際に利用したアイディアに対する専門家の評定値は，アイディア生成者個人の中で, 評定値の項目の合計が一番高いアイディアの評定値を用いた

2.3. 結果

2.3.1. 分析結果概要

専門家によって評定されたアイディアの評定値について，評定項目ごとに，ケンドールの一致係数を求めたところ，両課題において Reality の評定値以外の全ての評定項目で有意または有意傾向の W が得られた（表 2 を参照されたし）．これは，評定者の間で，Reality の項目を除いてアイディアに対する評定に大きな違いが見られなかったことを示唆している．ここで上記の分析方法を用いて算出した項目ごとのウェブページの閲覧割合と，評価項目ごとのアイディアに対する専門家の評定値との相関係数の結果を課題ごとに検討する

2.3.2. 課題 1 の結果

(1)意見

図 1，図 2 のグラフは，縦軸がそれぞれアイディア生成者の最も評定値の高いアイディアの Originality 評定値，New Value の評定値，横軸が他者の意見を含む情報を収集する割合であり，相関係数は-0.38，-0.41($p<.10$)である．このことからそれぞれ Originality 評定値，New Value の評定値と他者の意見を含む情報を収集する割合には負の相関の傾向があることがわかる．これより，実験仮説の「他者の意見が含まれている情報を収集する割合と生成されるアイディアの質と負の相関がある.」を支持する結果が得られた.

表 2 ケンドールの一致係数 W

ケンドールの一致係数	Originality	New Value	Reality
デジタル一眼レフカメラ(N=20)	0.50 ***	0.36 *	0.28
ネットワーク(N=20)	0.45 **	0.23	0.17

***p<.001, **p<.005, *p<.05

図 1

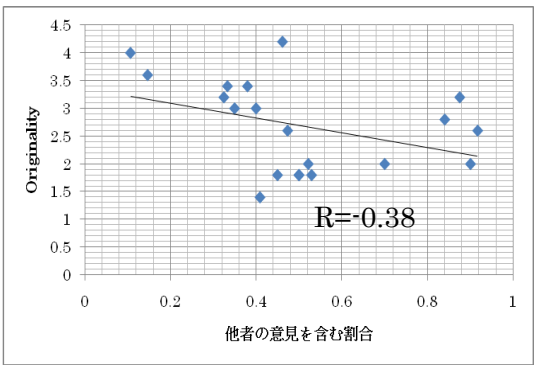


図 2

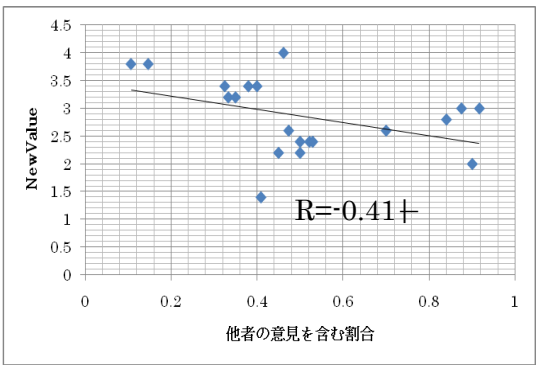


図 3

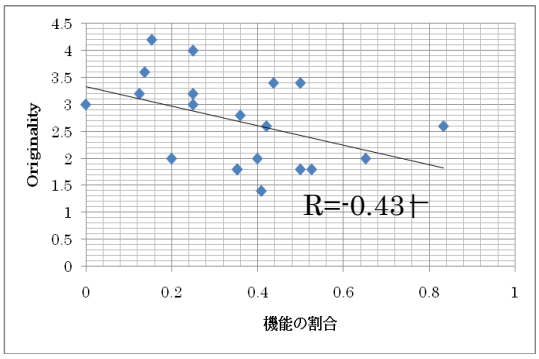
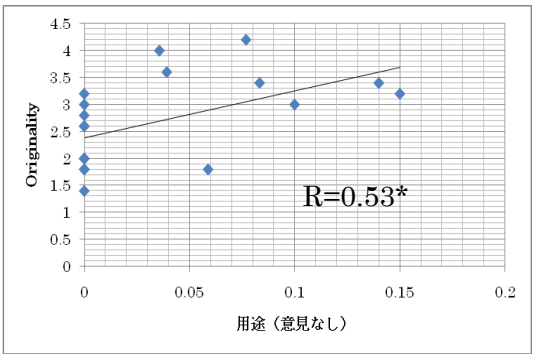


図 4



*p<.05 †p<.10

(2)内容

図 3 のグラフは，縦軸がアイディア生成者の最も評定値の高いアイディアの Originality 評定値，横軸を機能の情報を収集する割合であり，相関係数は-0.43(p<.10)である．このことから両者の間には負の相関(New Value も同様)の傾向があることがわかる．また図 4 のグラフから用途の情報と Originality の間に正の相関(New Value, Impressiveness も同様の傾向)の傾向あることがわかる．これは，実験仮説の「機能や性能に関する情報収集を行う割合が生成されるアイディアの質に負の相関，用途の情報を収集する割合がアイディアの質と正の相関がある.」可能性を支持する結果と考えられる．

2.3.3. 課題 2 の結果

図 5 のグラフから機能・規格の情報を収集する割合と Originality の評定値の間に負の相関の傾向があることがわかる．これは，実験仮説の「機能や性能に関する情報収集を行う割合が生成されるアイディアの質に負の相関がある」という可能性を支持する結果と考えられる．また意見に関しては特に傾向は見られなかった．

3. 考察

3.1. 結果のまとめ

本研究では，創造的な活動を行う際に，個人の特性が認知的なプロセスにどのように影響を与えているかを検討するため，知識と創造性の関

図 5

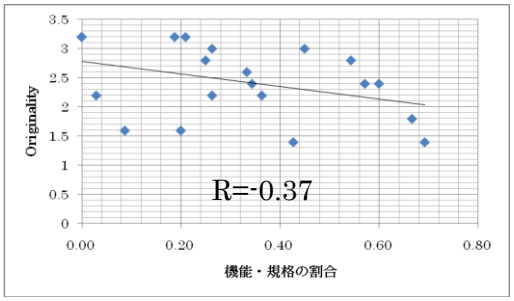


表 3 結果のまとめ

実験仮説	デジタル一眼レフカメラ課題	ネットワーク課題
(1)意見：他者の意見が含まれている情報を収集する割合と生成されるアイディアの質と負の相関がある	○	×
(2)内容：機能や性能（規格）に関する情報収集を行う割合と生成されるアイディアの質に負の相関	○（機能）	○（機能・規格）
(2)内容：用途の情報を収集する割合と生成されるアイディアの質と正の相関がある	○	×

係を検討した先行研究をもとに「創造的な活動を行う際に，個人のパーソナリティなどの個人特性が影響して，活性化しようとする知識の傾向が個人間で違ってくるため，個人間の創造的な活動におけるパフォーマンスの差が生じる」という仮説を立てて実験を行った．実験では，仮説を検証するため個人の特性と創造性の関係を検討した先行研究から推測された「他者の意見が含まれている情報を収集する割合と生成されるアイディアの質と負の相関がある」と「機能や性能の情報を収集する割合と生成されるアイディアの質に負の相関，用途の情報を収集する割合と生成されるアイディアの質に正の相関がある」の 2 つの実験仮説を立てて検証を行ったところ，デジタル一眼レフカメラ課題では 2 つの実験仮説を示唆する結果が，ネットワーク課題では後者の実験仮説の一部を示唆する結果が得られた．以上より，個人の特性がアイディア生成プロセスの知識の活性化に影響を与えている可能性が示唆された．

3.2　今後の課題

課題 1 では観察された「他者の意見が含まれている情報を収集する割合と生成されるアイディアの質と負の相関がある」という傾向が，なぜ課題 2 では観察されなかったのかを明らかにするために課題の違いを詳細に検討していく必要がある．また，本研究においては，アイディア生成者に収集させた情報からアイディア生成者の個人特性を推測した．そのため，個人特性がアイディア生成の情報収集のプロセスにおいて影響を与えて，結果的に得られた情報が違ってしまったことによって生成されたアイディアの質が変わったのか，個人の特性がアイディア生成プロセスの知識の活性化に影響を与えているかは明確に切り分けることは出来ない．今後はこの点を踏まえて更なる研究を行っていきたい．

参考文献

[1] Brown ,F., & Harrington, D.M. (1981). *Creativity, Intelligence, and personality.* Annual Review of Psychology, 32,439-476.

[2] Brown, V., Tumeo, M., Larey, T. S., & Paulus, P. B. (1998). Modeling cognitive interactions during group brainstorming. *Small Group Research*, 29, 495–526.

[3] De Bono, E. (1971) *Lateral thinking of management.* New York:McGraw-Hill.

[4] Finke, R. A., Ward, T. B., and Smith, S. M. (1992). *Creative Cognition: Theory, Research, and Applications*, Cambridge, MA：MIT Press.

[5] Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444－454

[6] 清河幸子・鷲田祐一・植田一博・Eileen Peng (2010). 情報の多様性がアイディア生成に及ぼす影響の検討『認知科学』,17, 635－649.

[7] Kristensson, P., Gustafsson, A. and Archer, T. (2004) Harnessing the Creative Potential among Users. *Journal of Product Innovation Management*, 21,4－14

[8] Nijstad, B. A., & Stroebe, W. (2006). How the group affects the mind: A cognitive model

[9] of idea generation in groups. *Personality and Social Psychology Review,* 10, 186–213.

[10] Osborn, A. F. (1957). *Applied imagination:Principles and procedures of creative thinking. 2nd edition.* New York: Scribner

[11] Rogers, E. (2003) *Diffusion of innovation* (5th edition). NY：Free Press. (三藤 利雄訳 (2007). 『イノベーションの普及』.東京：翔泳社.)

[12] Shimonton,D.K. (1984). *Genius, creativity, and leadership*. Cambridge University Press.

[13] Sternberg, R., & Lubart, T. (1999). The concept of creativity: Prospect and Paradigm. *Handbook of Creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.

[14] Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generations task.

[15] 植田一博・鷲田祐一・有田暁生・清水剛 (2010)イノベーションのためのアイディア

文書校正における熟達者の動作教示と表示メディアの効果：英語–他言語マニュアル間の突合せ校正を題材として

Effects of Task Teaching Movie on the Proofreading Tasks on Paper and Screen

深谷（米澤） 拓吾[1,3]，小野 進[2] 水口 実[2] 中島 青哉[2] 林 真彩子[2] 安藤 広志[1,4]
Takugo Y.Fukaya, Susumu Ono, Minoru Minakuchi, Seiya Nakashima, Masako Hayashi, and Hiroshi Ando

[1]ATR知能ロボティクス研究所，[2]Warp Style /フジ印刷株式会社，[3]奈良先端大，[4]情報通信研究機構
ATR IRC, Warp Style / FUJI PRINTING Co., Ltd., NAIST, NICT
tfukaya@atr.jp

Abstract

This study examined the performance of proofreading manual presented on a LCD, relative to performance with print on paper, in order to improve electronic proofreading. Fifteen professional proofreaders and fifteen general subjects proofread four manuals printed in Spanish, French, Portuguese and Italian, and their performances and errors were investigated in both paper condition and LCD condition. It was found that the zooming action sometimes cause a proofreader's error when the text was presented on the LCD. An extra experiment using a teaching movie by expert was conducted for general subjects. As a result, proofreading performance rose on paper condition rather than LCD condition.

Keywords — compare check, multi language, instruction manual, cognitive load, expert.

1. はじめに

出版工程の電子化と書籍の電子化はこれまで融合せず，それぞれ分断した状態で業界を形成し，それ故，同じデジタルパブリッシングでも「紙の本」と「電子化された本」は別物として扱われてきたが，近年の電子書籍を巡る流れでは，両者の境界はあいまいになりつつある．制作工程の１つである「校正」も，従来的な紙上での作業から電子校正へのシフトが加速しつつある．電子化されたオフィス環境においても未だ紙校正への支持は根強いが，グリーン ICT，省資源化等の観点からも，今後，紙校正から電子校正への移行は必至と考えられる．

表示，作業メディアとしての紙と液晶ディスプレイ（以下 LCD）等の電子デバイスとの比較はこれまでにも数多く行われており[1, 2,3,4]，概して電子デバイスよりも紙でのパフォーマンスが良いことが示されてきた．例えば，柴田ら[1]は複数文書を用いた校正課題において，紙での作業効率，精度が LCD を上回り，その要因の１つとして，紙の「操作性」の良さを挙げている．この他にも紙の解像度の高さ，や一覧性の良さなどの理由が考えられ，これらが総合的に作用することで電子校正よりも良いパフォーマンスをもたらすと考えられる．

しかし，電子校正での特性を業務的な側面から定性的に検証した例は多くない．そこで本研究では，実際の電子機器の取扱説明書（以下マニュアル）を題材に，電子校正でのパフォーマンスの向上を目標に，認知的負荷が電子校正で高いと思われる事例を探り，改善する目的で２つの実験を行った．まず，紙，LCD という表示メディアの違いが，校正業務従事者と一般被験者という経験値に差がある人にとって，どのような校正内容の差となって反映されるか検証し，電子校正で起こりやすいミスを同定した．また，業務従事者のなかでも校正パフォーマンスが高い被験者に共通する校正方法を見いだした．次に，校正パフォーマンスが高い業務従事者の校正作業の様子をムービーで一般被験者に教示することでパフォーマンスが実際に向上するかを検証した．

2. 実験１

2-1 方法

文章校正におけるチェック方法は音読や読み聞

かせなどいくつかあるが, ここでは 正しい文章と間違った文章を突き合わせ，エラー箇所を探す，「突合せ」課題と，エラーを含む文章だけが提示され，そこからエラー箇所を探す「素読み」課題を行った.

ここで突合せと素読みの校正課題を用いるのは, 世界展開するデジタル機器のマニュアル制作においては英語と他の言語マニュアル原稿との突合せ校正が元々行われており，一方，日本語マニュアルは素読みによるチェックが行われているという現実的な理由が一点．さらに英語・他言語間の突合せは基本的に文字やアイコン，イラスト等の形態的処理が主であり，意味的な処理を必要としないが，日本語マニュアルの素読み校正では文の意味処理が必要であるため，意味処理と文字処理を分けて考え易いからである.

突合せ校正材料：既存のデジタルカメラのマニュアル[※]を校正の題材として用いた．突合せ比較用に英語版と他言語版のマニュアルの組合せを以下の 4 セット作成した．①英語-スペイン語，②英語-フランス語，③英語-ポルトガル語，④英語-イタリア語. 各々のマニュアルは 10~15 ページの分量があった．英語版との比較用の他言語版マニュアルには表 1 に例示する通り，実際の業務で頻繁に生じるエラーが 1 ページにつき 0~4 個あらかじめ埋め込まれた．4 種類の他言語版マニュアルに埋め込まれたエラーの総数は 115 箇所, 種類は約 60 であった.

表 1　マニュアルに埋め込まれたエラーの例

エラー	
シェードがかかっていない	画像中の番号が間違っている
「メニュー」の語彙が間違っている	手順番号が間違っている
文が余分である	アイコンが間違っている
英語の（写真）画面である	画像が間違っている
″SP1″が抜けている	フォントの太さが違っている
ビュレットが抜けている	▲印の方向が間違っている
アイコンが抜けている	文字が太字になっていない
英語の文が残ったままである	文が終わっていない
文字の色が間違ってる	ビュレットが余分である
○の中にAが抜けている	SDHCがSDXCになっている

素読み校正材料：素読み校正用にはエラーを埋め込んだ日本語版のマニュアル 4 種類用いた．紙校正の場合には A3 用紙，B4 用紙に見開き 2 ページで印刷された.

被験者: 業務で校正を行っている 15 名（業務群；27 歳～45 歳，平均年齢 33.9 歳；男 12 名，女 3 名）と，一般から募集した被験者 15 名（一般群；30～47 歳，平均年齢 39 歳; 男 7 名,女 8 名）が実験に参加した．全ての被験者は 0.7 以上の矯正視力と健常な色覚を持つ．業務群は紙，LCD のいずれも業務での校正に用いるためメディア間で操作の慣れによる偏りは無いと考えられ，また，一般群は LCD 上での校正経験は無いがマウス操作に慣れていることを応募条件とした.

実験環境・条件： 実験は 300lx.以上の照明，机上輝度は 200cd.程度の VDT に適した実験環境で行われた．校正における表示メディアは次の 2 条件である.

・紙条件 被験者は机上に置かれた片面印刷された英語版マニュアルを参照しながら，他言語版マニュアルの対応箇所を黄色い蛍光ペンでチェックしていき，エラーを発見したらその箇所に赤ペンで印を記入することを求められた.

・LCD 条件 19 インチの液晶ディスプレイ（Mitsubishi RDT195LM；解像度 1280×1024；有効表示領域 376×301mm）を 2 台利用し，被験者は左の画面に英語版，右の画面には他言語版が表示される状態で校正を行った（図 1 参照）. マニュアルは PDF 形式であり，Acrobat Pro を用いて表示された．被験者は Acrobat Pro のツールを使って校正が済んだ箇所には黄色い線のチェック，発見したエラーには赤い囲みのチェックを入れるように，また文字の倍率を任意で変更していいことが教示された.

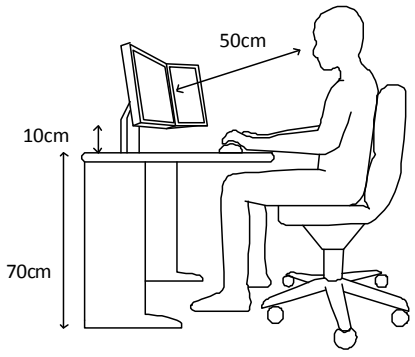


図 1　LCD 条件の設定

突合せ校正手順 ： 条件間の順序効果を避けるために業務群，一般群とも 7 名の被験者は紙条件から，残りの 8 名は LCD 条件から校正を行い，全ての被験者はそれぞれの条件を交互に 2 回，合計 4 試行を行った．1 試行の校正時間は 20 分であり，被験者は時間内に校正が済んだら見直しをするよう教示された．課題と課題の間には 5 分程度の休憩がとられた．また，LCD 条件のみ校正中の画面の動きを画面キャプチャーソフトの BB Flash Back を用いて録画した．

素読み校正手順 ： 被験者は 1 種類のマニュアルにつき制限時間 10 分間で校正を行った．半数の被験者は最初に紙条件で，残り半数の被験者は LCD 条件で校正を行い,その後の 3 種類の課題は条件を交互に換えて行われた．課題と課題の間には 5 分程度の休憩がとられた．

2-2 実験 1 の結果

2-2-1 突合せ校正の結果

英語-他言語マニュアル間の突合せ校正課題 4 試行を通した業務群と一般群の結果を条件別に比較したグラフを図 2 に示す．到達率，校正率は全校正箇所に占める時間内での校正の進捗度と正しく校正された割合，精度は校正が進捗した箇所までで正しく校正された割合を示している．業務群，一般群とも，15 名中 10 人が校正を行ったエラーの検出率(精度)について分散分析を行った結果，業務群では紙条件，LCD 条件の要因は有意であり（$F(1.111) = 11.3$, $p<.01$），一般群では有意傾向であった（$F(1, 73) = 5.3$, $p<.05$）．

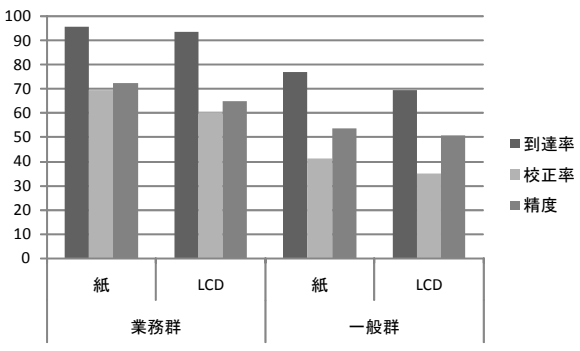


図 2 突合せ校正における到達率，校正率，精度：左）業務群， 右）一般群

2-2-2 素読み校正の結果

日本語マニュアルの素読み校正課題 4 試行を通した業務群，一般群の結果を比較したグラフを図 3 に示す．素読み校正では一般群の方が，業務群よりも到達率が高いが，一方，校正率，精度とも業務群の半分程度である．これは一般群の方が意味処理を伴うエラーが見つけられないため，逆に校正を先へ進めたことによると考えられる．グラフでは LCD よりも紙条件で若干パフォーマンスが良いように見えるが，15 名中 10 人が校正を行ったエラーの検出率（精度）について分散分析を行った結果，業務群，一般群とも紙，LCD 条件間での差は無かった．

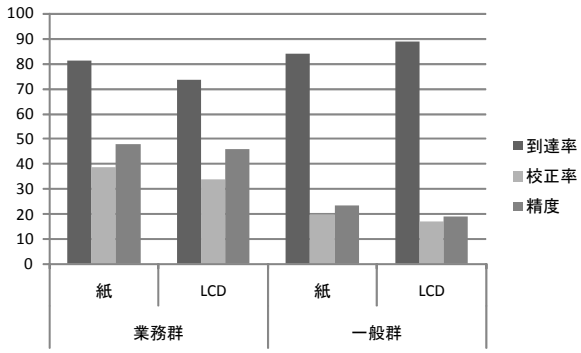


図 3 素読み校正における到達率，校正率，精度：左）業務群， 右）一般群

2-2-3 書込みチェック方法の違い

図 4 は全試行で被験者が校正の最中に採った書込みのチェック方法の割合を示している．被験者には「校正が済んだ箇所に蛍光ペンもしくはツールでチェックを入れる」よう教示してあったが，どのように書込みチェックを入れるかということは細かく指示しなかった．従って被験者は各自のやり方で書込みチェックを行った．全課題，全被験者の書き込みチェック方法を分類したところ，大きく 2 つの傾向に分類された．ひとつはチェック済みの箇所をペン，もしくはペンツールで点または短線を描くようにスポット的にチェックしたことを示す“ポイント”型チェック．もうひとつ

はチェックした場所をベタ塗り，もしくは下線を引く“塗りつぶし”型チェックである．業務群では，突合せ校正でポイントによる書込みチェックが圧倒的に多いが，素読み校正では塗りつぶしチェック法が採られる場合が増えていることがわかる．一般群でも素読みの場合には塗りつぶしチェックの割合が増える．しかし一般群では，突合せ，素読みとも，判別の付かない書込みチェックも多い．

図 5，図 6 はそれぞれ業務群，一般群においてポイントもしくは塗りつぶしチェックを採った場合の，課題毎のエラー検出数の平均のグラフである．一般群では全ての試行でポイントチェックが塗りつぶしチェックを上回っているが，業務群では素読み校正の場合，どちらの方法が有利とは断定できない．業務経験者は経験的に校正の種類によって最適なチェック方法を選択していると思われる．

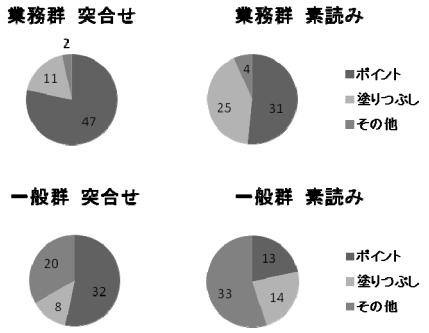


図 4　書込みチェック方法の割合

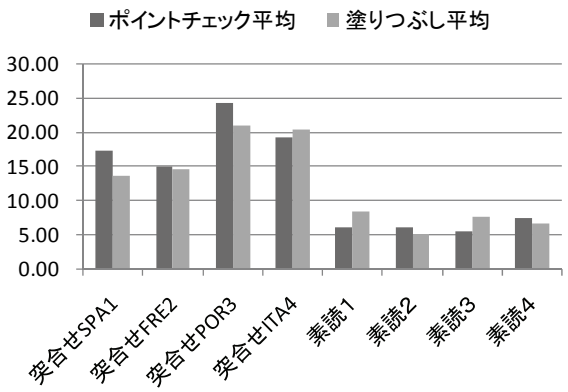


図 5　業務群における書込みチェック方法の違いとエラー検出数の平均

表 6 は日本語マニ**図 6**

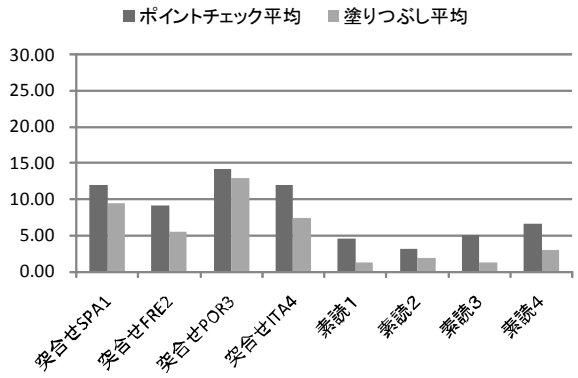


図 6　一般群における書込みチェック方法の違いとエラー検出数の平均

2-2-4 メディア間で検出率が異なるエラー

突合せ校正課題に関して，4 種類の他言語版マニュアルに埋め込まれた全ての個々のエラーについて，紙条件，LCD 条件でそれぞれ検出率（精度）を計算した．（ただし，15 人の被験者中，10 人以上が到達できたものに限る）その結果，業務群では総数 115 の埋め込まれたエラー中およそ 1 割にあたる 12 箇所で LCD 条件が紙条件よりも 40%以上検出率が低かった．表 2 はそのエラー内容を示している．これら 12 個のエラーは 4 つの言語にまたがっており，また内容も特別なものではなく，条件間で検出率に差が無いエラーと種類が重なるものも多い．一方，紙条件で LCD 条件よりも 40%以上検出率が低かったエラーは 3 箇所だけであり，表 3 はその内容を示している．

紙よりも LCD で大幅に検出率が低かったエラーのうち“P20”，“I13”，“F2”，これらのエラーはそれぞれ「間違ったボタンイメージが使われている」，「英語の文が残ったままである」，「テキストのサイズが小さい」というように種類が異なっている．しかしマニュアルのページ全体を俯瞰的に見るとこれらはカラー写真の側に配置されたエラーであることがわかった．これら以外にも“S25”，“F20”，（表 2 参照）のエラーも同じようにカラー写真の側に配置されていたことから，カラー写真に注意力を割かれることで，その周辺への注意力が逆に低下したと解釈できる．このメカニズムは校正の録画記録から 2-2-5 で再現する．

一般群では紙よりも LCD 条件で，LCD よりも紙条件で検出率が大きく上回ったエラーはそれぞれ 1 箇所であり，業務群と比較して表示メディアの影響は小さかった．

表 2　紙条件より LCD 条件で検出率が 40%以上低かったエラー

番号	エラー内容	説明	Paper検出率	LCD検出率
S13	circled numbers on picture are wrong	写真上にある○の中の数字が間違っている	100	57
F5	English sentence	英語の文が残ったままである	71	25
I13	English sentence	英語の文が間違ったままである	57	13
F26	garbled text	文字化けしたテキスト	67	14
F17	missing period	ピリオドが抜けている	57	14
S25	missing quotation	“”が抜けている	100	40
F20	missing sentence	文が抜けている	43	0
P32	replaced sentence	文が入れ替わっている	100	50
F2	small text	テキストのサイズが小さい	86	0
F25	unfinished sentence	文が閉じられていない	67	14
P20	wrong button image	間違ったボタンイメージが使われている	75	14
P23	wrong illustration	イラストが間違っている	88	29

表 3　LCD 条件より紙条件で検出率が 40%以上低かったエラー

番号	エラー内容	説明	Paper検出率	LCD検出率
S10	English menu text	英語のメニュー表示が残ったままである	13	57
P10	extra bullet	ビュレットが余分についている	38	86
I3	wrong button image	間違ったボタンイメージが使われている	57	100

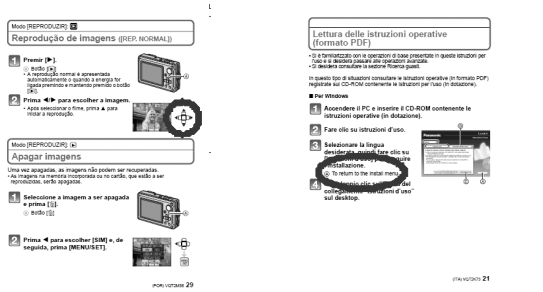


図 7　紙よりも LCD で大幅に検出率が低かったエラー：左）P20：間違ったボタンイメージ，右）I13：英語の文が残ったまま．○印がついているところがエラー

2-2-5 エラー見落としの例

図 8 は業務群のある被験者がエラー“P20”（図 7 参照）付近を校正している場面のシーケンスである．被験者は“P20”付近を校正するにあたり，まず写真を拡大した．次に写真の中の記号等にチェックを入れ，それが済むと写真を縮小して元の大きさで校正を進めた．結果として写真横にあるボタンイメージが英語版のものと異なっていることは見落とされた．

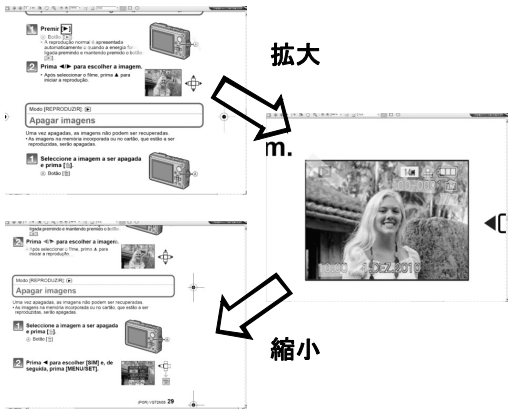


図 8　ある被験者の P20 付近の校正シーケンス

「拡大」操作がエラーの見逃しにつながっている例は他にも見られる．図 9 は業務群のある被験者がエラー“S14”付近をチェックしている動作のキャプチャー画面である．PDF の初期設定では校正すべき手順番号「1.2.3.4.4」（4 が連続している）の最後の「4」が見えていない．被験者はまず見えている手順番号 1~4 までに連続してチェックを入れる．その後，画面をスクロールさせ，重複していた番号も見えるようになるが，結果として重複していた番号を見落とした．

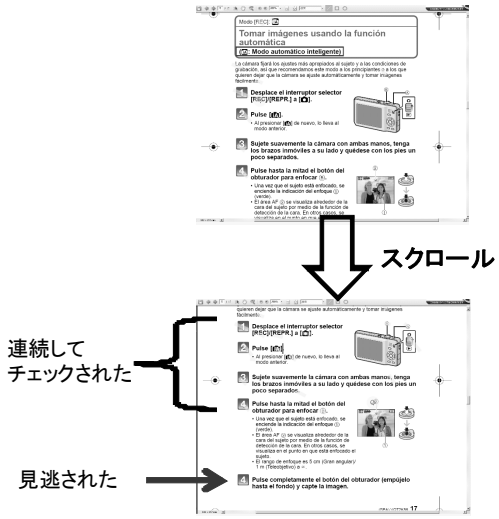


図 9　一覧性の欠如によるエラー見落としの例

2-3 実験 1 の考察

先行研究と同様，マニュアルを校正対象とした本研究でも，突合せ校正については LCD 条件より紙条件の方が，校正パフォーマンスが高かった．一般群よりも条件間での慣れの差が少ないと考えられる業務群の方が，より紙と LCD でのエラー検出率の差が大きいことから，校正の経験値が上

がるほど表示メディアの影響が強くなると考えられる．

一方，素読み校正では，業務群，一般群とも紙と LCD のパフォーマンスの差はわずかであった．業務群，一般群とも条件間でのエラー検出率に差が無かったことから，意味的処理を伴う校正では表示メディアの差は問題にならないことが示唆される．

書込みチェック方法の分析からは，突合せ校正ではポイント型のチェックが有効だが，意味的処理を含む素読み校正では塗りつぶしチェックもポイント型チェックと同等のパフォーマンスを示していた．業務群だけでなく，校正経験が無い一般群でも塗りつぶしチェックが増えていることから，下線を引く，塗りつぶす行為が，文の意味的な処理を補助しており，被験者はそれを経験的に知っていると考えられる．

条件間で検出率が大きく異なるエラーを分析した結果，LCD 条件では画面の「拡大」や一覧性の欠如による認知的な注意の固着や分散によってエラーが見逃されていることがわかった．

また，録画記録の分析からは，業務群の中でも特に校正率が高い被験者の校正方法には共通点があった．一つは，チェックの印の付け方が一定のリズムを刻み，時間的にも短いという点．二つ目はとてもシステマティックに左上から右下にかけてチェックが行われ，ブレが少ないという点である．

3. 実験 2

実験 1 の結果から，以下の点を変更することで，電子校正に改善が期待できるという仮説がたつ．

・チェック方法を点や短線のチェックに統一する．

・熟練者の校正の様子のビデオを教示として見せる．

・LCD での操作性と一覧性を高めるために，19 インチディスプレイ 2 台での校正から 24 インチディスプレイ 1 台で校正を行う．

・カラー写真の付近はエラーが見落とされ易いことを教示する．

・見直しをする．

これらの有効性を検証するため，新たに募集した一般被験者を対象に実験を行った．

3-1 方法

被験者 一般から募集した被験者 15 名（30~50 歳，平均年齢 38.6 歳，男 7 名，女 8 名）が実験に参加した．

実験材料 実験 1 とおなじく，突合せ比較用に英語版と他言語版マニュアルの組合せを 4 セット作成した．

手順 被験者は校正を行う前に，実験 1 で最も校正率が高かった業務群の被験者が校正する画面の様子を記録したムービーを見ながら，点や短線でチェック済みの箇所を記すこと，見落としやすい場所を教示された．練習の後，半数の被験者は紙条件から，残りは LCD 条件から校正を始めた．校正の制限時間は 20 分だが，残り 5 分で見直しをするよう教示した．また，LCD 条件では 24 インチの画面上にページ全体が表示されるように初期段階では調整したが，画面の拡大・縮小は被験者が自由に変えられるように教示した．

3-2 実験 2 の結果

図 10，図 11，図 12 は到達率，校正率，精度について，実験 1 の結果と今回の実験の結果を比較したものである．到達率は紙条件で 10%程度多くなっているが，LCD 条件では 1%ほど減少している．校正率は紙条件で約 8%，LCD 条件で 1%程度増えている．また，精度の面でも紙条件で 3%程度，LCD 条件でも 3%ほど改善している．

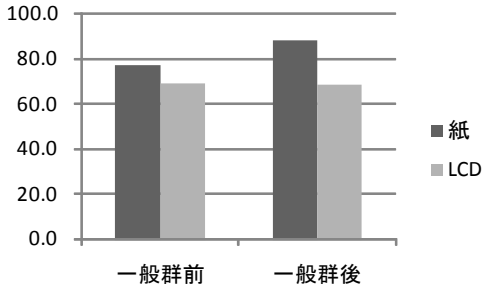


図 10　実験 1（左）と実験 2（右）における到達

率の比較

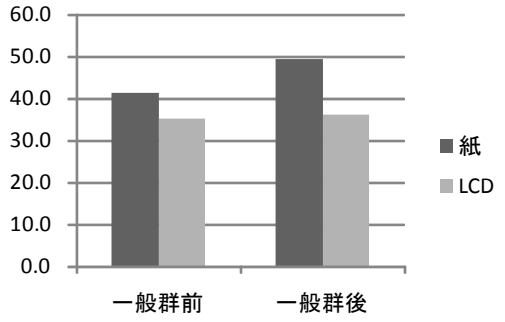


図 11　実験 1（左）と実験 2（右）における校正率の比較

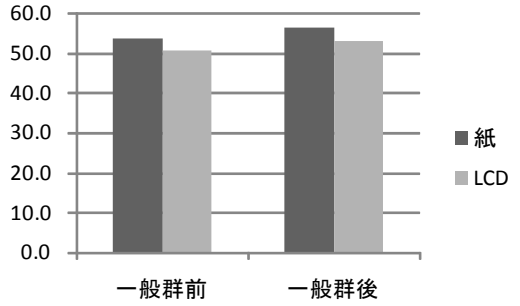


図 12　実験 2（左）と実験 3（右）における精度の比較

3-3 実験 1 の考察

以上のように，電子校正でのパフォーマンスを改善する目的で，実験環境や，教示を変えたが，LCD での校正パフォーマンスよりも紙条件でのパフォーマンスの改善が目立った．これは，ムービーによる校正方法の教示が，両条件で有効だった一方，実験 1 で業務群の被験者で多く見られた LCD 特有の画面の拡大縮小や一覧性の欠如によって引き起こされるエラーは元々一般被験者では多くなかったため，写真付近に注意する等の教示が有効に働かなかったことによると考えられる．

4. おわりに

紙と LCD を表示媒体として用い，業務経験者と一般被験者を対象に，英語と他 4 言語の実際のマニュアルの突合わせ校正実験と日本語マニュアルの素読み校正実験を行い，それぞれのメディアでのパフォーマンスを検討した．実験 1 では全般的に紙でのパフォーマンスが LCD を上回り，一方，素読み校正では紙と LCD の差はわずかだった．録画した LCD 校正の分析からは，文字やイラストの拡大・縮小操作や，ページの一覧性が損なわれることで被験者の注意が逸れた結果，エラーが見逃されるという現象が同定された．さらに，高い校正率を誇る被験者の校正は共通してシステマティックに行われていることが観察された．

これらの結果を受けて，校正のパフォーマンスを向上させるために，設定を改善して一般被験者を対象に行った実験 2 では，特に紙でのパフォーマンスの向上が見られた．熟練者のムービーによる教示や，ミスが見逃され易い場所のメタ知識を教示する，また，画面の一覧性を保つなどの工夫で業務経験が無い一般被験者でも LCD での校正で一定のパフォーマンス向上が見られたことから，業務従事者ではさらにパフォーマンス向上が見込まれるのではないかと思われる．

[※]　Panasonic 社の DMC-FS30, F3, FT2, FX6 等のマニュアルから抜粋

参考文献

[1] 柴田博仁，大村賢悟 (2010). 文書の移動・配置における紙の効果: 複数メディアを用いた相互参照の読みにおける紙と電子メディアの比較, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.103-113

[2] Dyson, M. and Haselgrove, M. (2001). “The influence of reading speed and line length on the effectiveness of reading from screen” Int. J. Human-Computer Studies. 54, 585-612.

[3] Mayes, D. K., Sims, V. K. and Koonce J. M. (2001). “Comprehension and workload differences for VDT and paper-based reading”, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 28, Issue 6, pp.367-378,

[4] Wright, P. and Lickorish, A.(1983). “Proof-reading texts on screen and paper”, Behavior and Information Technology, Vol.2, No.3, 227-235.

教師の予測の精度を解析する数理モデルの開発とその適用
- 見過ごされてきた学力・学習力を検出する実証的方法の提案－

植阪友理[1]・中川正宣[2]
[1]：東京大学教育学研究科学校教育高度化センター　[2]：東京工業大学社会理工学研究科
E-mail: [1]：y_uesaka@p.u-tokyo.ac.jp, [2]：nakagawa@nm.hum.titech.ac.jp

問題と目的

教育心理学や自己調整学習研究では，学習者が身につけるべき学力や学習スキルに関して様々な提案がなされている。しかし，こうした視点は，従来の学校教育の中では十分に取り入れられているわけではない。なぜならば，心理学的研究知見を踏まえて開発されたテスト，数学的学力・学習力診断テストCOMPASS（componential assessment, 市川ら，2009）によって，そうした学力・学習力が十分に身についていない実態が明らかになっているからである（植阪ら，2010）。つまり，これまでの研究知見に基づく学力・学習力は，学校現場では「見過ごされてきた力」である可能性が高い。

しかし，テスト得点の低さを示すだけでは，「見過ごされてきた力」であるということためには不十分であり，このことを実証的に示すのは容易ではない。この問題を解決する視点として，学習者の得点分布に関する教師の予測に着目することが考えられる。多くの教師が学習者の得点分布を正しく予測できていない（もしくは全体的に過大／過小評価する）課題が明らかとなれば，より実証的に「見過されてきた力」であることを示すことができる。しかし，従来のテストに関するモデルは，古典的テストモデルやIRTなど，学習者の学力を定量的に解析するためものが中心であり，教師の予測を解析する数理モデルではない。そこで，本研究では，教師の予測の精度を解析する数理モデルを新たに提案し，数学的学力・学習力診断テストCOMPASSに適用する。

教師の予測の数理モデル

■教師の予測のモデル

はじめに，図１に示したように，ある一つの課題についてあるクラスや学校の子どもがどの程度の得点をとれるのかを，教師が予測するという場面を考える（学習者のテスト得点の分布を直接的に予測させるのは難しいため，0-1点，2-3点・・・のようにいくつかのカテゴリに分け，何%程度の学習者がそこに属するのかを問うこととする）。

課題が１つであり，予測すべき集団も１つである場合には，KL情報量を用いて分布同士の類似度を計算し，教師の予測の精度を相互に比較することができる。しかし，課題が複数ある場合や，基準となる学習者の実態が異なる場合には，適用することができない。そこで，予測と実測の関係を，図１のようにαとβをパラメータとする関数として一般化する。Q(i)はある教師の予測の分布，P(i)は実際の分布を指す（iは課題，jは教師，kはカテゴリを示す）。対数をとったあとの式を見ると明らかなように，このモデルはlnQijk，lnpPikを変数とし，αijとβijをパラメータとする線形モデルと捉えられる。

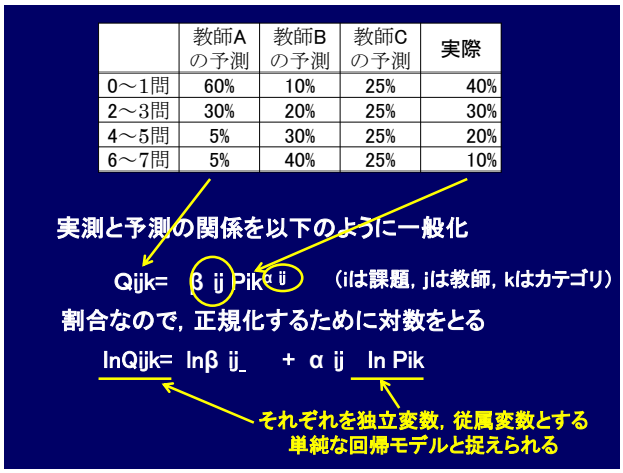


図１

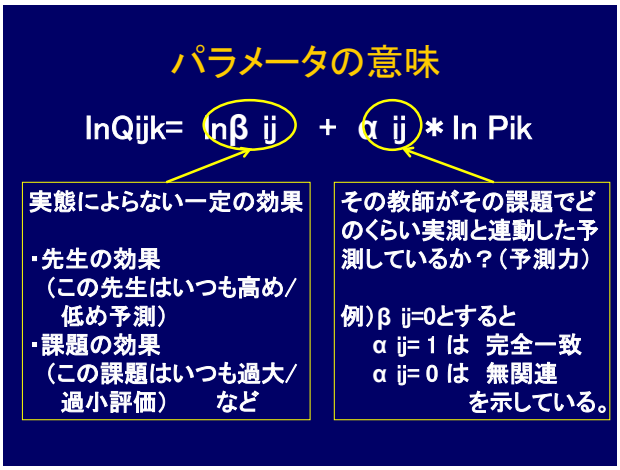


図２

■パラメータの意味

提案したモデルにおけるパラメータがそれぞれ何を示しているかをもう少し考えてみると，図 2 に示すように，α は教師の予測力を示しており，β は実態によらない一定の効果の総和を示している。1 人の教師のある課題において得られる α と β という 2 つのパラメータが，課題による違いや教師による違いによってどのように異なるのかを解析することによって，課題要因による効果や教師要因の効果を，定量的に示すことができる。

どのように解析するか？

■階層線形モデル（HLM）の利用

では，具体的にどのように解析できるのだろうか。線形モデルのパラメータ自体を変数として捉え，定量的に解析するモデルとして階層線形モデル（HLM）がある（図３）。これらのモデルでは，図４のように基本となるモデルで解析し，それぞれの式の誤差項が有意であった場合には，変数を新たに投入したモデルで解析するといった方法で進められる。本研究の分析に当たっては，HLM を用いて行った。

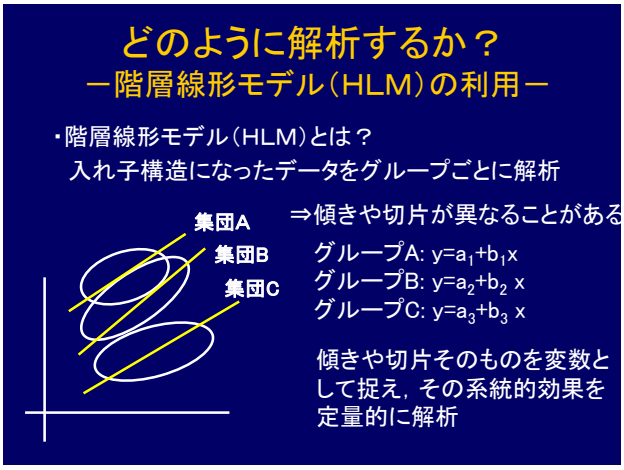


図３

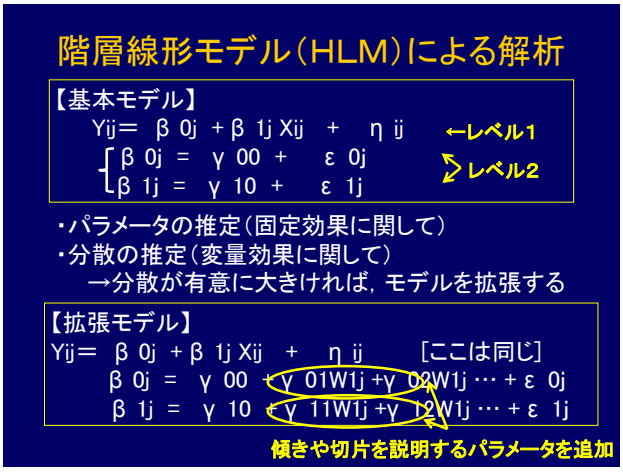


図４

実際のデータへの適用

■対象者と手続き

対象者は公立中学校 2 年生，計 468 名である（4 都道府県から 4 学校）と数学を担当した教師 18 名である。COMPASS（詳細は市川ら，2009 参照）を実施する前に，教師に対して質問紙を配布。教師に生徒の実態を予測するように依頼した。（予測させる際，１つの課題について 4−5 カテゴリに分け，何%の学生が所属するのかを質問した）。その後，生徒に COMPASS を実施した。

■解析結果

はじめに基本モデルで解析した結果，図 5 に示すように全体の誤差（η ijk）が有意であった。そこで，モデルを拡張して解析した。最終的には，全体の誤差が最小となるような，図 6 のモデルを採択した。具体的には，切片と傾きに課題要因と教師要因を投入した。課題要因や教師要因の効果を解析する際には，ダミー変数を用いて分析した（1 つの課題，1 人の教師などを基準としてその効果を明らかにした）。

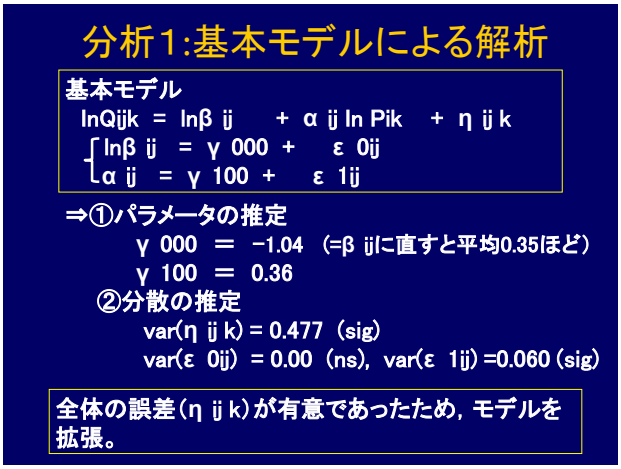


図５

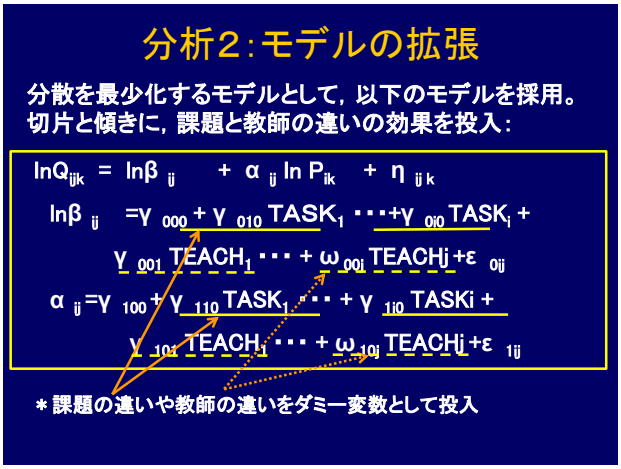


図６

パラメータにおける課題要因や教師要因の効果を解析したところ，図８，図９に示すように，予測の精度が高い課題や低い課題，予測精度高い教師や低い教師などが明らかとなった。さらに，図１１，図１２に示すように，実態によらない課題や教師ごとの効果が大きい（または小さい）課題や教師が明らかとなった。例えば，図表をどの程度自発的に利用しているのかを評価する課題（図表の自発的作成課題・図表の利用課題）では，計算課題の一部や単純な文章題などに比べてうまく予測できていない様子が伺えた。図表に関わる 2 つの課題は，子どものパフォーマンスも低いことが示されている課題である（植阪ら，2010）。この課題における学習者の得点が低いのみならず，教師の予測も正確ではないことから，外的リソースを自発的に利用するといった学力要素は，従来の学校教育では見過ごされてきた力であると考えられた。

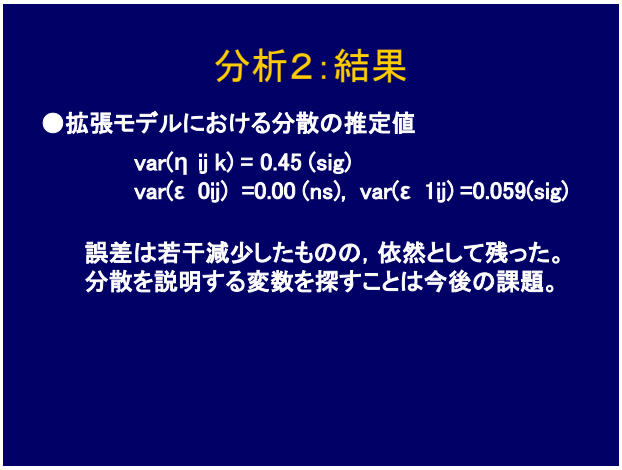


図７

分析2：結果

●傾き（α ij，予測力）における課題効果について：

※ α ijの値が最小であった図表の利用課題を基準に算出

（12,11,1,2,6,5,4,7,8）＜（9,3,10） ※有意水準5%

課題名	推定値	
12．図表の利用	（基準）0.000	γ 100の推定値は0．218
11．図表の自発的作成	0.031	
1．単純計算（四則・小数・分数）	0.047	
2．単純計算（正負・文字式）	0.062	
6．概念判断	0.122	
5．概念説明	0.133	
4．図表の解釈・作成	0.152	
7．論理判断	0.175	
8．単純速算（加減）	0.198	
9．単純速算（乗除）	0.291	
3．基本文章題	0.349	
10．工夫速算	0.451	

自発的な図表の作成や書き込みなどをみる問題（11，12）などでは，計算課題の一部(10,9,8)や単純な文章題（3)などに比べてうまく予測できていない。見過ごされてきた学力と考えられる。

図８

分析2：結果

●傾き（α ij，予測力）における教師効果について：

※ α ijの値が最小であった教師（101）を基準に算出

（101,404,403,104,･･･303)<(405,102,105) ※有意水準5%

教師ID	推定値	
101	（基準）0	γ 100の推定値は0．218
404	0.029	
403	0.038	
104	0.039	
201	0.086	
401	0.105	
303	0.118	
…		
205	0.257	
405	0.350	
102	0.367	
105	0.368	

一部の教師は，他の教師比べて予測力が高いことが示された。

図９

分析2：結果

●切片（lnβ ij）における課題効果について：

※ lnβ ijの値が最小であった図表の利用課題を基準に算出

（12,1,11,2,6,5,4）<（8,7,9,3,10） ※有意水準5%

課題名		推定値	
12．図表の利用	（基準）	0.000	γ 000の推定値は−1.09（β ij≒0.34）
1．単純計算（四則・小数・分数）		0.008	
11．図表の自発的作成		0.072	
2．単純計算（正負・文字式）		0.226	
6．概念判断		0.382	
4．図表の解釈・作成		0.390	
5．概念説明		0.391	
8．単純速算（加減）		0.472	
7．論理判断		0.574	
9．単純速算（乗除）		0.639	
3．基本文章題		0.690	
10．工夫速算		0.720	（参考，lnβij=-1.09+0.72の時のβijは約0.69）

予測力の比較的大きかった計算課題の一部（10,9）や，基本文章題（3）などでは，図表2課題（12,11）などに比べて，lnβ ijが大きかった。

※予測力が大きいほどPik$^{\alpha_{ij}}$は小さくなる。実態によらない効果であるβ ijによって補正している。

図１０

分析2：結果

●切片（lnβ ij）における教師効果について：

※ lnβ ijの値が最小であった教師（101）を基準に算出

（101,403,404,301,･･･105）<（405,102） ※有意水準5%

教師ID		推定値	
	101（基準）	0.000	γ 000の推定値は−1.09（β ij≒0.34）
	403	0.017	
	404	0.018	
	301	0.057	
	203	0.070	
	･･･		
	105	0.376	
	405	0.501	
	102	0.628	

予測力の比較的大きかった教師（405,102）は，他の教師に比べてlnβ ijが大きかった。

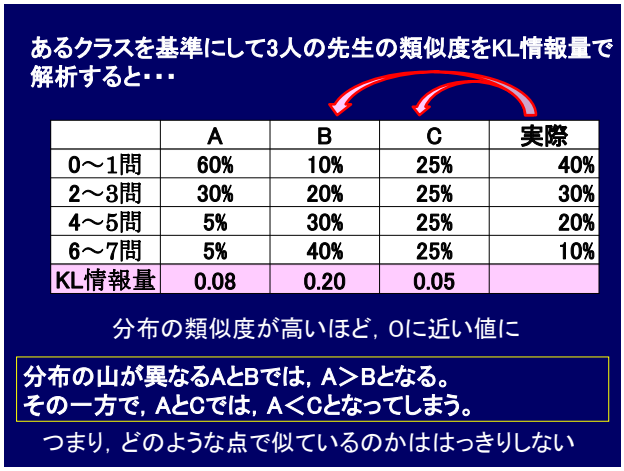
図１１

考察

教師の予測の精度を解析するモデルを提案するとともに，実際のデータに適用した。その結果，教師の予測が不正確な課題が明らかとなった。これまでのテスト得点関する実証研究と本論文で提案した方法を組み合わせて考えることによって，従来の学校現場の指導では「見過ごされてきた力」を実証的に明らかにすることができる。

ここで，本論文において提案した手法がどのような点で既存の数理モデルよりも優れているのかについて改めて論じる。分布間の類似度を評価する数理指標としては，前述したようにKL情報量が挙げられる。KL情報量は，相対エントロピーとも呼ばれ，ある分布を基準として，それとの類似を複数の分布について計算する指標である。すなわち，KL情報量を使うと，ある同一のテストについて，同一の集団をベースラインと，複数の予測を相互に比較することが可能である。具体的には，ある教科のテストについて，あるクラスの実測をベースラインとして，複数の教師の予測を相互に比較するような状況では利用が可能である。その一方で，ベースラインを固定する必要があることから，他の教科や，他のクラスの予測を統一的に扱うことができない。これに対して本研究で提案した解析モデルは，全く異なるベースラインの場合や，異なるテスト実施した場合であって適用可能である。

また，KL情報量を用いた場合には，図１２に示したように，どのような点で似ているのかを明確にできないという問題点もある（図１２に示しているように，分布の形状が異なる教師Cにおいて，最も類似度が高くなると判定されてしまうことも生じる）。一方，本論文の数理モデルは，αijを軸として，どの程度実態を反映した予測を行っているのかということを解析し，上述の問題を解消している。様々な状況で得られた予測を，統一した観点から解析でき，より実用可能性が高いモデルになっている点や，どのような意味で類似度が高いのかを明確にしているという点で従来の数理指標とは異なる利点があると言える。



	A	B	C	実際
0～1問	60%	10%	25%	40%
2～3問	30%	20%	25%	30%
4～5問	5%	30%	25%	20%
6～7問	5%	40%	25%	10%
KL情報量	0.08	0.20	0.05	

図１２

また，COMPASSのように，問題を解くために求められる学力を構成要素に分けて評価し，これらを予測させることで，単なる正答率の予測を超えたより有意義な分析を行うことが可能である。テストを行う際には，そこにおける正誤を明らかにするとともに，「なぜつまずいているのか」「どうして解けないのか」を明らかにすることが大切である。COMPASSでは，それらを明らかにするような課題を設定している。こうした課題を用いて教師に予測を求め，本モデルを適用することによって，「解けるようにするために，従来不十分であったのはどのような指導か」といった具体的な示唆が得られる。COMPASSは算数・数学に特化してこうしたことを明らかにするツールであるが，この他の課題についてもどこにつまずいているのかを診断するテスト課題を用意し，予測を解析することで，より指導に生かしやすい知見を得ることができると考えられる。

引用文献

市川伸一・南風原朝和・杉澤武俊・瀬尾美紀子・清河幸子・犬塚美輪・村山航・植阪友理・小林寛子・篠ヶ谷圭太　(2009)　数学の学力・学習力診断テスト COMPASS の開発　認知科学, 16(3), 333-347

植阪友理・清河幸子・市川伸一　(2010) 構成要素型テスト COMPASS で見る日本の数学的基礎学力の実態―「基礎基本は十分, 活用は不十分」は本当か―　第 74 回日本心理学会大会発表論文集, p775.

プロセスの追体験による環境知覚の豊穣化支援ツール
A Tool for Enriching Perception by Re-experience of Perceptual Process

栗林賢†，諏訪正樹‡
Satoshi Kuribayashi, Masaki Suwa

† 慶應義塾大学 SFC 研究所，‡ 慶應義塾大学環境情報学部
Keio Research Institute at SFC,
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
culi@sfc.keio.ac.jp

Abstract

We argue that meta-cognitive verbalization of what is experienced without losing live feeling and sensation is crucial for enriched perception. We thus have developed a tool that records and plays user's voices depending on location data and motion data. The tool supports re-experiencing walking process and perceptual process about surroundings. It enriches perception about surroundings through others' eyes. This paper verifies promotion of sharing other's variables and re-experience of perception and motion in practices.

Keywords — meta-cognition, voice, perception, re-experience, locomotion

1. はじめに

環境知覚が豊穣化するとはどのような状態であろうか．生態学的心理学によると,周囲の環境は膨大な数の変数を含んでいる.環境知覚は,どんな種類の変数に着眼しているかによって決まる.例えば,ある空間に対して,普通の人が「色」や「かたち」など限られた変数に着眼しているのに対して,環境知覚が豊かな人は,「素材」,「色とかたちの組み合わせ の相性」,「人の行動」,「時間の経過による変化」や「観る者の 立ち位置と風景の見え方の関係」などと多様な変数に着眼している.環境に埋め込まれた認知(例えば,[1])によると，何が知覚できるかは,そのとき認知主体が何を考えているか,どんな身体状態であるかに依存している．何かを知覚出来ているという状態は,身体と環境の関係に 依存して決まるのである.したがって,身体と環境が新たな関係を築けば,それまで知覚出来なかったことを知覚できるようになる． 我々は,それまで意識しなかった多様な変数に着眼し，身体と環境の関係を再構築することができる状態を,環境知覚が豊かになった状態と考える.

では多様な変数に着眼するには何が必要であろうか．諏訪は，身体的メタ認知研究 [2] [3] において，自己を取り巻く環境を自己の身体や心理と関連づけて言葉にするという外化行為によって，環境と身体に関する変数や変数同士の関係に気づくことを示している．特に言語化しにくい「環境からの知覚」や、自らの「身体動作」や「体感」を言語化しようと模索する行為がそれまで見えていなかった変数を発見することを促進する．言語化された様々な概念や事象に意識的焦点を当てることにより,環境に対する知覚が再編成される．例えば、写真に関して考えたことや感じたことを７ヶ月間、外化し続けた言葉を分類した実践例では，初期は「状況」と「解釈」が支配的だったのに対して、継続するにつれて「連想」「体感」「感情」に関する言葉が増加した．初期は「視覚」に関する記述が多かったのに対して、「聴覚」や「触覚」に関する記述が増加した．また，諏訪らは,「変数の受け渡し」が他者のメタ認知を触発し，変数や変数同士の関係の発見を促進する可能性を示している [4].

では環境知覚時の変数発見における課題は何であろうか.従来のメタ認知研究が採用していた手書きメモやテキスト入力ソ フトウェアでは,メモ帳や入力デバイスに視線を向けて手を動かす必要があり,環境を探索しながらの外化と振り返りがしに くいことが課題である.加えて,メモには重要とされる言葉が整理されて外化されている場合が多く,言葉に表れる変数を共有するには,外化された言葉と言葉が生み出された元となる 知覚体験を他者が関係づけて理解することが課題である.

我々は，変数の受け渡しには，他者の動作および知覚のプロセスの追体験が重要だと主張する．他者が外化した言葉を見聞きする時，前提となるプロセスを体験したことがない場合は，その言葉が使われた文脈を理解しにくく，その言葉に関係する動作や知覚を想起しにくい．これに対して，模倣のように身体を動かしながら作品の制作プロセスを追体験すると，他者の動作および知覚のプロセスの詳細な理解が可能となる [4]．他者と自分

のプロセスを比べることで，一致している部分や不一致の部分が意識化されて，自分のプロセスについての理解が促進する．

本研究では，音声を用いた外化データの共有を通して，動作および知覚のプロセスの追体験と変数の受け渡しを支援する．本論文では，ユーザの語りを位置移動情報や写真と関連づけて記録・再生することで，動作および知覚の追体験を支援するツールについて述べる．また変数種類数に注目した長期的な実践事例分析を通して,環境知覚変化の分析を行う.

2. プロセスの共有と追体験

Arnheimは,知覚とは,個々の経験によって心的に構築するダイナミックなプロセスであると述べている[6].見る者の心理的見方によって見えが異なるため,環境に対する人の関わり方によって,知覚される景観が異なる.個々の経験による知覚体験の違いに関連して,石橋らは,模倣は,身体を動かしながら作品の制作プロセスを追体験するダイナミックな経験であると述べている[5].自らが行為を再現することで他者の行為や思考のプロセスの詳細な理解が可能となる.模倣によって,他者の制作プロセスを体験することで,プロダクトである作品への理解が深まる.他者と自分のプロセスを比べることで,一致している部分や不一致の部分が意識化されて,自分の特徴について理解が促進する.そして,自分の特徴が明確になることで,自らの性質や技術の発展や追求につながることが確認されている.他者の行動を模倣するということは，普段の自分とは異なる身体動作を通して環境を知覚することになる．状況に埋め込まれた認知の考え方によれば，身体と環境が新たな関係を築けば,それまで知覚出来なかったことを知覚できると考えられる．

諏訪らは,「変数の受け渡し」が他者のメタ認知を触発し,新たな変数発見や変数同士の関係再構築につながる可能性を示している[4].諏訪は,野球に対するメタ認知実践において,身体的メタ認知を学びながら剣道でその実践を行っていた赤石から重要な変数を獲得している.例えば,赤石が使っていた「肩甲骨と仙骨との左右のつながり」という変数から,「左脇腹」と「左肩甲骨」という変数を意識するようになり,左肩甲骨が開いた状態を全身の繋がりで作り出せないかと考えるに至っている.腕周りを柔らかくするという課題に関して,着地した足から得る反力を肩甲骨につなげる走り方を模索し始めた.特に身体性に深く関係した知覚体験は,「身体を動かす」という基本的なプロセスを追体験することで,変数の受け渡しによる環境知覚の促進が起こり易いと考えられる.環境知覚の前提となる身体動作プロセスを共有している人だけでなく,さまざまな相手との変数を共有し,身体動作や感覚の追体験を生むためには,振り返り時に身体動作プロセスを共有することが重要である.我々は,他者の身体動作プロセスと同じ動作を行いながら他者の意識データを共有することで,変数の受け渡しや行動の追体験が促進するのではないかと考えている.

3. 感覚交換散歩

感覚交換散歩とは,他者が街を歩いた時の動作や知覚について語った音声を聞きながら歩くことで,他人の変数を通して,街を追体験する方法である.変数の共有を支援し,受け取った変数を利用した環境知覚を促進する.

3.1 ICレコーダを用いた実験

ICレコーダを用いて，感覚交換散歩を行った．機材は各自がICレコーダを2台，バイノーラルマイク1つ，音声コード1本，ヘッドフォン1つ，二股分岐ジャック1つを使用した．被験者は，第1著者と第2著者と3人の参加者であった．約7ヶ月間に渡り，計14回行った．この実験は，他者の外化した言葉から変数を見出して，他者から受け取った変数と自らの変数の関係性を再構築し，さらに環境の知覚を鋭敏化していく能力が前提となるため，被験者は日常的に外化やメタ認知の実践を行っている者とした．また，意識の変化プロセスを長く観察し，細かく分析するために，感覚交換散歩やメタ認知を長期間継続して探究するという強い意志を持つことを条件として5名を設定した．

以下に実験の流れを説明する．

1. 30分間，自分が選んだ道を歩きながら，自らの思考や感覚の内容を声で外化してICレコーダで録音する．
2. 30分間，後にICレコーダを交換する相手が歩いた道を歩きながら，自らの思考や感覚の内容を声で外化してICレコーダで録音する．
3. ICレコーダとルートを描いた地図を交換する．
4. コメント録音用ICレコーダのマイク入力ポートに二股分岐ジャックを差し込み，片側にマイクを，もう片側に音声コードを接続し，音声出力ポートにヘッドフォンを接続する．
5. 交換相手から受け取ったICレコーダの音声出力ポートに音声コードのもう片側を差し込む．
6. 受け取ったICレコーダで相手が手順1で録音した音声を再生する．同時に，コメント録音用ICレコーダの録音を開始する．

7. 30分間，相手が選んだ道を相手の声を聞きながら歩き，聞きながら生まれた自らの思考や感覚の内容を話してコメント録音用ICレコーダに再生音声に重ねて録音する．
8. 受け取ったICレコーダで相手が手順2で録音した音声を再生する．同時に，コメント録音用ICレコーダの録音を開始する．
9. 30分間，最初に自分で歩いた道を相手の声を聞きながら歩き，聞きながら生まれた自らの思考や感覚の内容を話してコメント録音用ICレコーダに再生音声に重ねて録音する．
10. 散歩終了後に，約90分間，その日の散歩を振り返りながら，対話と議論を行う．

最初，音声による外化に慣れておらず，うまく語ることができなかった被験者も実践を継続していく中で，徐々に自らの感覚や体感を言葉にできるようになり，一回の散歩における発言数の増加を確認できた．しかしながら，音声と地図のみでは，相手が歩いている場所とずれてしまうことがあった．相手の歩行状態や歩行スピードを音声のみで把握することは難しかった．相手が歩いた道を音声に合わせて相手と同じように歩くための支援が課題である．

3.2 支援ツール

3.2.1 概要

本ツールは,録音音声の経過時間と関連づけて写真と位置情報を記録・再生することで,歩行プロセスの共有と追体験を支援する.

記録を行う際には,それぞれが街を一定時間歩きながら,知覚対象および内容を声に出して録音する.途中,特に気になった対象があれば,写真を撮影する.音声と写真は位置情報と関連づけて保存される.

追体験を行う際は,再生リストから音声データを選択することで,音声を再生すると同時に地図を表示する.追体験者は,音声を頼りに記録者に合わせて移動することで,記録者の観点と行動を通して道を歩くことができる.地図では追体験者の現在位置と音声再生部分に同期した記録者の位置を確認することができる.追体験者の位置が記録者の位置から一定以上ずれた場合には,音で知ることができ,拡大された地図を観ることで歩行位置の調整が可能である.記録者が写真を撮影したタイミングには,カメラのシャッター音が鳴り,ディスプレイに表示された写真に目を向けることで,追体験者は,記録者の注目対象を明確に捉えられる.また,追体験者も外化して録音することで自らの思考や感覚内容が意識化される.後日の振り返り時には,記録者の音声に対する追体験者の反応やコメントの確認が可能である.加えて,歩行ステップに同期した音に合わせて歩けるようにすることで,立ち止まりや動きだしのタイミングや歩行リズムを合わせて歩くことを支援する.追体験者の身体方向が,記録者がそのタイミングで向いていた方向と合っていた場合に,音量を大きくすることで,身体の方向を合わせることを支援する.

3.2.2 システム

図1にシステム図を示す．本システムは記録システムと再生システムによって構成される.本システムはObjective-Cを用いてiPhoneデバイス上に実装した.

1. 記録システム

記録システムは,コンピュータとタッチディスプレイとフラッシュメモリディスクとカメラとマイクと，データベースとGPS衛星と3軸加速度センサと地磁気センサで構成される.

(1)録音

通常画面左下にある録音ボタンが押されるとマイクを通して音声を入力し,録音を開始する.年月日と時間によって固有のファイル名を設定し,フラッシュメモリディスクに音声データを記録する.録音ボタンがもう一度押されると録音を終了する.

(2)写真撮影

通常画面右下のカメラ起動ボタンが押されると,図2中央に示した撮影画面を表示する.撮影画面右下にある撮影ボタンが押されるとカメラを用いて写真を撮影する.音声と同様にファイル名を設定し,フラッシュメモリディスクに画像データを記録する.sqlデータベースに対象音声ファイル名と記録日時と録音開始からの経過時間と写真ファイル名を入力する．撮影画面左下のカメラ停止ボタンが押されると,撮影画面を隠し,通常画面を表示する.

(3)位置情報計測

CoreLocationフレームワーク[1]を用いて，GPS衛

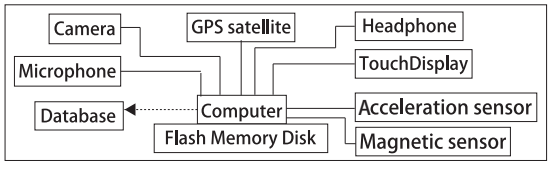


図 1 システム構成

[1]Core Location Framework, http://developer.apple.com/iphone/library/documentation/CoreLocation/Reference/CoreLocation_Framework/



図 2 左:通常画面　中央:撮影画面　右:地図画面

星から現在位置情報を常時取得する．位置情報を更新するたびに取得した緯度経度データの精度を確認し，GPS未取得時の無効な数値や許容値を超える誤差の場合は，取得した位置情報データは利用しない設定とする．また，取得した位置情報の精度を指定した回数確認し，その期間の中でより良い精度のデータを計測したら登録して利用する．一定の精度のデータを取得すると，通常画面(図2左)に操作ボタンを表示する．位置情報更新ごとに,sqlデータベースに対象音声ファイル名と緯度経度と記録日時と録音開始からの経過時間を入力する.

(4)歩行移動情報の記録

記録者の歩行移動の追体験を支援するために,以下の方法で歩行ステップと移動方向を記録する.システムを起動後に,3軸加速度センサの値を取得する.静止状態と歩行状態の加速度センサデータに基づいて閾値を2つ設定し,上側の閾値を超えた場合に歩くステップのタイミングと判定する.下側の閾値の範囲内に戻り再度上側の閾値を越えた場合に,次のステップとする.ステップ検出ごとに,sqlデータベースに対象音声ファイル名とステップ検出フラグの値と録音開始からの経過時間を入力する. 地磁気センサの値を取得し,現在の方角と登録してある最新の方角と比較して,45度以上変化した場合に,更新した方角情報をデータベースへと記録する.記録後に入力した方角を比較対象となる変数へと代入する.

2. 再生システム

再生システムは,コンピュータとフラッシュメモリディスクとヘッドフォンとタッチディスプレイとGPS衛星で構成される.

(1)音声ファイルリストの表示

システムを起動すると,指定したフォルダ内にある音声ファイル名を読み込み,テーブルにリストとして表示する.

(2)音声の再生

リストから音声ファイルが選択されると,対象ファイルを読み込み,音声の録音を開始する.

(3)コメントの録音

再生開始と同時に追体験者のコメント録音を開始する.

(4)記録された音声の位置情報データの読み込み

データベースから音声が記録された場所の緯度経度を取得する.

(5)地図と歩行ルートの表示

図2右の地図画面を開く．MapKitフレームワーク[2]を用いて，音声ファイルが記録開始時の緯度経度を中心とした地図を表示する．地図上に，歩行ルート全体を赤いポイントの連続で，現在位置を青い円で，表示する．現在位置と音声再生地点の位置が設定した範囲以上にずれた場合に，地図を拡大するとともに，音声が記録された位置を赤いピンで表示する．音声の再生開始からの経過時間に合わせて，地図の中心と赤いピンの位置を更新する．

(6)写真表示

写真が記録されたタイミングがくると，シャッター音を再生すると同時に，写真表示画面を開き，写真を指定した秒数間表示する．

(7)録音停止とファイルの保存

音声の再生が終了すると,追体験者の反応コメントの録音を終了し,音声ファイルとして保存する.保存 が完了すると,最初の音声ファイルリスト画面を表示する.

(8)歩行ステップ音の再生

記録者の歩行移動のリズムと合わせることを支援するために，歩行ステップに合わせて音を再生する．ステップのタイミングを記録したsqlデータベースを読み込み,音声再生開始からの経過時間に合わせて,メトロノーム音を再生する.

(9)身体方向による音量調整

記録者の身体方向と合わせることを支援するために，身体方向が合っているかによって音量を調整する．地磁気センサを元に現在向いている方角を取得し,データベースから,向いている方角情報を取得して配列変数へと格納する.再生開始からの経過時間に合わせて,方角情報を更新する.この音声の再生地点の方角と現在向いている方角と比較し,プラスマイナス45度以内であれば,音量を大きく,それ以外であれば通常に戻すように設定を変更する.

[2]MapKit Framework,
http://developer.apple.com/iphone/library/documentation/MapKit/Reference/MapKit_Framework_Reference/

3.3 実践実験

3.3.1 実験方法

開発したツールを用いて感覚交換散歩の実験を行った.意識の変化プロセスを長く観察し,細かく分析するために,感覚交換散歩やメタ認知を長期間継続して探究するという強い意志を持つことを条件として6名を設定した.感覚交換散歩の主旨が,自らの感覚を外化すること,他者の外化した言葉から変数を見出して,他者から受け取った変数と自らの変数の関係性を再構築し,さらに環境の知覚を鋭敏化していく能力が前提となるため,被験者は日常的に外化やメタ認知の実践を行っている者とした.年齢は20代であった.約6ヶ月間に渡り,計10回行った. 以下に実験の流れを説明する.

1. 約30分間, 自らが選んだ道を歩きながら, 自らの思考や感覚の内容を声で外化して録音する.
2. 約30分間, 後にiPhoneを交換する相手が歩いた道を歩きながら, 自らの思考や感覚の内容を声で外化して録音する.
3. iPhoneを交換する.
4. 約30分間, 相手が歩いた道を相手の声を聞きながら歩き, 自らの自分の声を重ねて録音する.
5. 約30分間, 最初に自分で歩いた道を相手の声を聞きながら歩き, 自らの自分の声を重ねて録音する.
6. 散歩終了後に, 約90分間, その日の散歩を振り返りながら, 対話と議論を行う.

3.3.2 実験後の対話と議論

実験後の対話と議論では次のような発言が見られた.

(1)追体験の促進について

- 写真が出てくることで, 特に森の中の木とか, 苔とか, どこに注目しているかがより明確に伝わった.
- 相手の位置がピンで見えるのは良かった. 遅く歩いているとか, たたずんでいるとかがわかってよかった.
- 迷子になると追体験できないけれど, 位置情報がわかっているので, はぐれるということがあまりない.
- 歩行リズムの音が聞こえることで, 止まっているか, 動き出したかはとてもわかりやすかった.
- 立ち止まったタイミングがわかったことで, 話に出て来た地面に生えた苔を特定することができた.

単純な音声メモとの違いである写真撮影・再生機能によって, 相手が注目している対象を確認することで, 追体験が促進された. 映像ではなくて, 写真であることで, 相手がどこに重点を置いて捉えていたかが伝わり易かったようである. また, 全体のルートだけでなく, 音声に合わせてピンが移動することで, スピードや立ち止まりのタイミングなどを合わせることが支援されることが確認された. 音声メモでは語りや地図に不備があることで, 道に迷って追体験ができなかったのに比べて, 相手と同じように歩くことが支援された. 歩行のリズムを音で聞くことが静止状態や動きだしのタイミングの把握に役立っていた. また, このタイミングの把握によって, 記録者が歩く道とタイミングがずれる頻度が減少することや立ち止まって語っている対象を特定しやすくなることが確認された.

(2)変数の共有とメタ認知の促進について

- ツタの先っぽがいいと写真に撮っていて, 自分も気になっていたから, よく見るようになったら, 二階のフェンスにも若干ツタがあって, それが龍が昇っているように見えることに気付いた.
- コンクリと土と草など足裏感覚を堪能できた.
- 足裏感覚について自分が語って, それに触発されて相手が気づきを加えて, それを聞いてさらにパワーアップした. 落ち葉の濡れ具合やかたちの差なども感じられた.

写真撮影・再生機能によって, 音声のみでは特定が不可能であった対象についても, 相手がどこに着眼しているかを共有することができた. 注意対象がより明確に伝わることで, 追体験者の発見や行動が促進することが確認できた. また, 本ツールのルート表示によって, 同じ場所を同じように歩きやすくなったことで, 感覚の追体験がより促進された.

3.3.3 注目した変数とその種類数の変遷

感覚交換散歩の実践において, 追体験時に受け取った他者の変数が, 少し時間が経過した後に受け取った変数を自分なりに利用し始めるという現象が見られた. この効果を評価するためには, 長期的な実践と観察が必要である. まず, 歩行時に外化した音声データおよび歩行後の会話データを聞きながら, それぞれが注目していた変数を抽出し, その種類数を数えた. 歩行時間が設定した30分から増減した場合は, 30分あたりの変数種類数を算出した. 次に, その中から, 対象の実験以前に音声を交換した相手が持っていた変数と関係

表 1 主な変数

被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4
自然にできる表情や造形	音と音楽	色	道幅
植物／花／草	空間のリズム	新緑	上下左右の地形変化
虫	人の種類と関係	空間の開き具合	足裏感覚
もこもこした立体感	風とその感覚	コントラスト	料理
生命力	かたち／構造	植物／葉／花／苔	身体への負荷
小さいもの	雰囲気	身体の動かし方	遠景と近景の関係

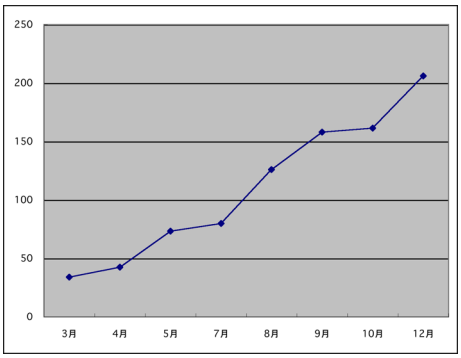


図 3 変数種類数の変遷：被験者 1

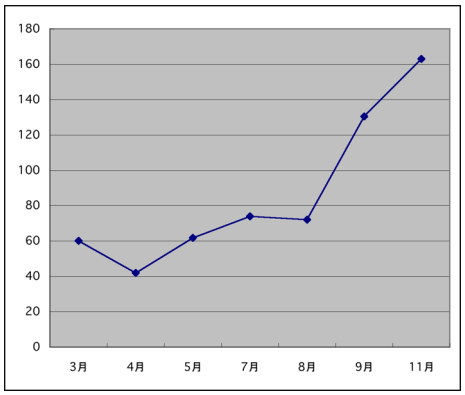


図 4 変数種類数の変遷：被験者 2

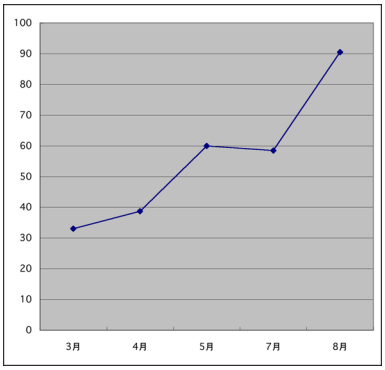


図 5 変数種類数の変遷：被験者 3

しているものを相手から受け取った変数をリストアップした．今回は，第1著者(被験者1)と被験者2名(被験者2と3)と第2著者(被験者4)の4名による2010年3月から12月の計15回の実験を分析対象とした．そのうち5月までの5回はICレコーダを用いた実験，7月からの10回は開発したツールを用いた実験となっている．この分析を通して，音声を用いた歩行運動の追体験が，どのように変数の受け渡しや散歩体験の拡張を行うかを検証する．

図3，図4，図5に変数種類数の変遷[3]を示す．感覚交換散歩実践によって，変数の種類のバリエーションが広がったかを検証する．増加幅に差はあるものの，被験者3人全員が実験を継続していく中で，変数の種類が増えている．これは，相手の変数を受け取って，その変数を通して，環境を知覚できるようになった結果を表している．

続いて，それぞれの発言が対象としていた変数同士の関係を観察することで，具体的にどのように変数の受け渡しが行われたのかを分析した．表1に主な変数を，表2に他者から受け取った変数の一例を示す．表2の変数の横の括弧内の数値は変数を受け取った相手を示したものである．被験者2の「空間のリズム」という変数を取り入れた被験者1は，被験者2が左右のポールのリズムを感じていたことを自分なりに発展させて，森を歩きながら木々の太さを音程に，木々との距離を音量に，形を音のゆがみに変換して捉えていた．被験者4の「足裏感覚」を取り入れた被験者1と被験者3は，公園を歩きながら，アスファルトと土と落ち葉など地面の素材の違いを足の裏で感じ取っていた．被験者1はそれまでの重要変数である「植物」と「足裏感覚」を組み合わせて，足の裏で「葉のかたち」や「葉の湿り度」を感じ取っていた．被験者3は被験者2と音声を交換した4/30の回に「人の種類と関係」という変数を受け取り，次の5/14の回で「人の年齢と行動」を強く意識して，「パンの袋を持ったおばさん」や「折りたたみ自転車に乗

[3]被験者4は6月以降の実験データがないため，ここでは対象外とした．

表 2 他者から受け取った変数の変遷

日付	相手	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4
4/30	1 と 4 2 と 3		コントラスト(3)		花の名前(1)
5/14	1 と 2 1 と 3 2 と 4	人の行動(2) 葉や苔の色(3) 地面の堅さ(4)	空の色(3) 新緑(3)	人の年齢と行動(2) 音／声(2) 足下の意識(1)	芝生とその模様(1) 色の対比(3) 風化と色(1,2)
5/21	1 → 3 2 → 4 3 → 2 4 → 1	奥行き感(4) 音(2) 色の意味／理由(3) 高低変化(4)	道の高低(4) 花(1) 色の混ざり具合(3) 植物の頑張り(1)		色とモノの相性(3) 音の変化(2) ポイントカラー(3) 毛虫(1)
7/2	1 と 2	森の音楽性(2) 曲線と円(4) 風の存在感(2) グラデーション(3)	床に咲く花(1) 植物の元気(1) 生命エネルギー(1) もこもこした木(1)		
7/9	1 と 3	色合い(3) 服装(2,3) 足裏感覚(4) 遠くにある建物(4)		凹んだ地形(4) 音の質(2) 地面の堅さ(1,4) 足裏感覚(1,4)	
8/15	1 と 5	人の行動(2) 靴と足裏感覚(4) 料理メニュー(4) 音との距離感(2)			
8/22	3 と 6			すり鉢上の地形(4) ツタで覆われた壁(1) 坂道の傾斜(4) 人の種類(2)	
8/23	2 と 7		奥にある風景(4) アロエの痛み(1) 立ち位置と風景(4) 遠近感(4)		

るおねえさん」など，人の特徴や行動を細かく捉えていた．被験者2は被験者1がコンクリートから生えている植物が背比べするように伸びている様子について語る音声を聞いて「植物の生命力」という変数を意識するようになり,「青いトマト」や「青くて細い竹」を見て，応援する気持ちを抱いていたり,「植物の気持ち」を想像して話しかけるという行為が観られるようになった．このように，実験を継続することで，自らの感覚を外化すること，他者の外化した言葉から変数を見出して，他者から受け取った変数と自らの変数の関係性を再構築し，さらに環境の知覚を鋭敏化していくことが確認できた．

3.3.4 追体験時の反応分析

3.1節に示したICレコーダを用いた方法と3.2節に示したツールを用いた方法における追体験時の平均発言数の比較を表3に示す．ツールの使用前後両方の実験に参加している3人の被験者のデータを対象として分析を行った．被験者1と2と3ともに，音声のみが4月から5月に行った5回，ツール使用が7月から9月に行った3回分のデータを元に，一回(30分)の平均発言数を算出した．

3人とも音声のみに比べて，ツール使用の方が平均発言数が多くなった．これは，ツールのルート表示や写真提示機能などにより，メモの交換相手と同じように歩くことが支援されたことが影響していると考えられる．迷ってしまった場合，相

表 3 ツール使用前後における追体験時の平均発言数の比較

	音声のみ	ツール
1	22.2	47.87
2	8.4	18.2
3	26	28.87

手のメモを元に環境を知覚した上で反応することができなくなるからである．

3.4 従来方法との比較実験

9名を対象として，手書きメモ，ICレコーダで録音した音声，映像，本ツールの4つを用いた方法を比較する実験を行った．散歩における音声データの共有と追体験において，本システムの効果を評価した．この実験の被験者も日常的に外化やメタ認知の実践を行っている者とした．年齢は20代であった．

以下に実験の流れを説明する．

1. 10分間，相手が外化した手書きメモを見ながら，相手が歩いた道を歩き．自らの思考や感覚の内容を手書きメモとして外化する．
2. 10分間，相手が撮影した映像を見ながら，相手が歩いた道を歩き．自らの思考や感覚の内容を話して，ICレコーダで録音する．
3. 10分間，相手の道を相手の声を聞きながら歩き，聞きながら生まれた自らの思考や感覚の内容を話して，ICレコーダで録音する．
4. 10分間，本ツールを用いて，相手の道を相手の声を聞きながら歩き，聞きながら生まれた自らの思考や感覚の内容を話して，本ツールで録音する．
5. 散歩終了後に，約10分間，その日の散歩を振り返りながら，ヒアリングを行う．
6. 質問紙調査を行う．

参加者に対して，本システムを用いた散歩体験について，質問紙調査を行った．追体験の促進，変数交換の促進，感受性の向上，発見の促進に対する4つの質問を設け，回答は「とても思う」を5,「全く思わない」を1とする5段階評価とした．表4に質問項目を，図6に回答結果と評価の平均値を示す．

散歩後のヒアリングでは次のようなコメントが得られた．

- 手書きメモは普段から慣れていてやりやすい．影響受け易い．逆にいうと言葉に縛られ易い．
- 映像は音声に比べて位置が分かり易かった．見ている対象も分かるが，束縛されている感じで疲れた．画面に意識がいってしまうので，音声のみの方が楽だし，よく周囲を見れる気がする．
- 映像よりも音声の方が意外に一緒に散歩している感があった．リアクションもしやすかった．注目点を自分で探す手間もかえって楽しい．
- 音声は，自分の感覚と相手の感覚がちゃんと交換されてる，混ざっている感じ．どっちにも集中できている．映像だと語るの忘れて，自分がどう思っているかを発することがあまりなかった．
- 音声の方が目が楽．自分は目を自由に動かせることが環境に対して感覚を開く要素になってる．
- ツールは，音声のみに比べ，写真が出てくることでシーンの共有感があった．
- 音声のみだとどこのことを言っているのかわからない部分もあった．相手の観点を体験しながら，自分なりにも歩くというのが一番やりやすかったのはツールだった．

手書きメモは，普段から慣れている方法なので，追体験に対する外化が行い易かったようである．しかしながら，外化された言葉に縛られて，それ以外の要素に対する感受や思考が生まれにくかったようである．追体験の促進の評価が他の3つの手

表 4 質問内容

NO	質問内容
Q1	追体験が促進されたか
Q2	変数交換が促進されたか
Q3	感受できたことは増えたか
Q4	新しい発見は得られたか

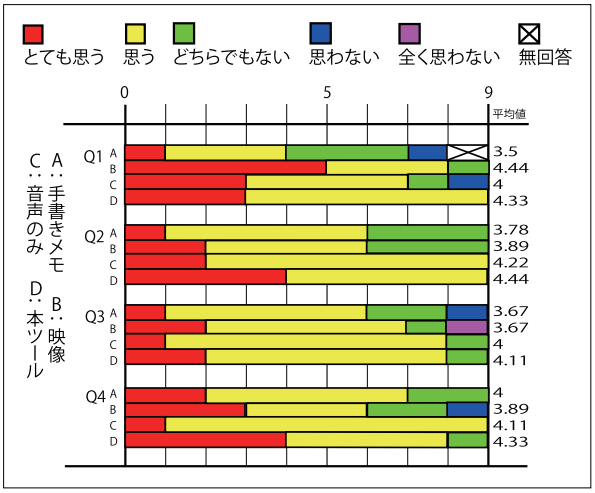


図 6 質問紙調査結果

段に比べて悪いのは，手書きメモが時間軸を持った情報を持たないことが影響していたと考えられる．

映像は，相手がどの対象をどのような視点から見ていたかがわかるため，追体験の促進効果が大きかった．しかしながら，メディアの特徴として，受動的になりやすく，映像に縛られる傾向が確認された．被験者によっては，他者の変数を受け取って自分なりに環境を知覚するという行為が生まれにくかったようである．

音声は，映像に比べると拘束度が低いため，他者の感覚を追体験して他者の変数を受け取りながら，受け取った変数を利用した環境の知覚が生まれ易かった．

ツールは，変数の受け渡しを通した環境の知覚を支援するという音声の持つ効果を持ちながら，映像が持つ追体験支援の効果を，瞬間的に写真を提示することでディスプレイに縛られないかたちで実現していた．このことが，変数交換の促進と発見の促進について最も良い評価をした被験者が多くなったことに影響していると考えられた．

4. 関連研究

運動の追体験を支援する研究に，仮想マラソンシステム[7] がある．これは，VR技術によって視聴者に運動者の感覚を追体験させるシステムである．これまでに，被験者が従来の中継に比べてより積極的にレースを体感した印象を得たことを示している．遠隔地にて歩行感覚提示装置[8]を用いることで，ユーザは受動的に追体験を行う．動くベルトの上を走り，スクリーンで風景を見るという体験は，実際の走行時の知覚体験とは大きく異なってしまう．地面の感覚や風を切る体感などが欠落しており，体験時の身体と環境の関係を追体験することは難しい．これに対して，本研究は運動が行われた現場にてユーザが能動的に運動を合わせる行為の支援によって追体験することを目指している．加えて，本研究は，運動や環境変化に対する意識の変化プロセスの追体験に取り組んでいる．

歩く道で記録された音声を聞きながら散歩を行う試みに，PodWalker[4]がある．PodWalkerとはポッドキャスティングを用いてある地点から特定の目的地までの道案内をする音声ガイドである．音声に合わせて歩くのには音声による指示を頼りにするしかなかった．PodWalkerを用いて都市での体験を伝えるフィールドワーク研究[9]も行われている．加藤は，体験を通じて他者のものの見方が協調的に併存するということを指摘している．この方法は，ICレコーダとハンディGPSとカメラ付きケータイを用いて記録するものであり，ポストカードに記されたQRコードを介してウェブにアクセスして音声を聞くというものであった．本研究では，複数デバイスの必要性や再生インタフェースの操作性などの問題を解決し，行動や感覚を妨げずに音声と写真と移動履歴のデータを同期させて提示する．

[4]PodWalker, http://www.voiceblog.jp/podwalker/

5. まとめと今後の課題

本論文では，音声を位置移動情報と写真と関連づけて記録・再生することで，歩行運動の追体験を支援する手法およびツールについて述べた．実践実験を通して，追体験と変数利用の促進効果を検証した．本ツールによって，変数をより明確に共有することが可能となり，相手の行動や感覚の追体験を促進することができた．

今後の課題として，第1に，本ツールを利用したメタ認知実践を長期間継続することで，環境知覚のプロセスおよび内容の変化を分析・検証する．第2に，歩行スピードなど動きに関するデータを記録し，音声を通して提示することで，歩行を合わせることを支援する機能を追加する．第3に，写真撮影やルート表示など歩行運動の追体験支援についても，歩行や感覚を遮断しない方法を検討する．第4に，現在地の近くで記録されたデータのみをリストとして表示し，記録者が現在地の近くを歩いた地点から再生を開始できるようにする．

参考文献

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

[2] 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, pp. 525-532.

[3] 松原 正樹, 西山 武繁, 伊藤 貴一, 諏訪 正樹 (2009) 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.

[4] 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.

[5] 石橋健太郎,岡田猛 (2004) 創造のための「芸術作品の知覚」経験: 模倣に焦点をあてて, 認知科学, Vol. 11, No. 1, pp. 51–s59

[6] Arnheim, R.∶The dynamics of architectural form, *University of California Press*, 1977. (乾 正雄訳：建築形態のダイナミクス，鹿島出版会，1980.)

[7] 杉原敏昭，野間春生，宮里勉，川合悟 (2000) 競技者の印象を用いた仮想マラソンの評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム2000 予稿集，pp. 415-418.

[8] 野間春生，宮里勉，中津良平 (1999) 能動的歩行動作に対応した歩行感覚提示装置の開発，日本VR学会論文誌，Vol. 4, No. 2, pp. 407–416.

[9] 加藤文俊 (2006) モバイル機器を活用した“ まち歩き ”のデザイン：「遊歩者」のためのメディアをつくる, 日本シミュレーション＆ゲーミング学会全国大会【論文】報告集, pp. 127–130.

音楽と物語の相互変換による循環的物語生成システムにおける循環経路の拡張

The Expansion of Circulation Routes in a Circular Narrative Generation System by the Mutual Transformation of Music and Narrative

遠藤 順[†]，秋元 泰介[‡]，小方 孝[†]
Jun Endo, Taisuke Akimoto, Takashi Ogata

[†]岩手県立大学，[‡]岩手県立大学大学院
Iwate Prefectural University, Graduate School of Iwate Prefectural University
g031g024@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

In our narrative generation system, narrative and music are mutually transformed through each structure. This mechanism is based on the concept that narrative logic and musical logic are used each other, and the goal is the development of mechanism in which narrative generation is combined with music generation in diverse routes as possible as. In this paper, we expand the possibility of circulation routes in circular narrative generation system by the mutual transformation of music and narrative.

Keywords — Automatic Music Composition, Narrative Generation System, Structural Transformation, Transformation Routes, Story, Narrative

1. 研究の背景と目的

筆者らの物語生成システムでは，物語の生成過程を物語内容（何を語るか），物語言説（如何に語るか），物語表現（文章，映像，音楽）の 3 段階に分ける．物語内容と物語言説は概念表現である．

音楽表現は，単に伴奏音楽を付ける，といった発想は取らない．物語言説は物語内容からの構造変換によるが，音楽も一種の物語言説と考え，同じく物語内容からの構造変換によって実現する．具体的には，物語内容を音楽の原曲と対応付け，物語内容を物語言説に変換するのと同じような発想で音楽への変換を行う．音楽の用語では変奏に相当する．逆に言えば，物語言説は物語内容からの変奏である．これは物語の論理を音楽に応用するという方向であるが，音楽の論理を物語に応用するという逆の方向を可能にすることも計画している．つまり，音楽独自の変奏手法を音楽表現に利用するだけでなく，それを物語言説の手法にも導入するという方向である．このように，本研究のコンセプトは，物語独自の方法と音楽独自の方法を相互浸透させることを目標としたシステムの構築である．文学者はしばしば音楽のような詩や物語，文学における音楽のような状態，といったことを夢想するが，それをシステムを通じて実現することが最終目標である．

これまで大きく分けると 4 種の試作を開発した（A(Kobayashi & Ogata, 2003)，B(秋元・小方, 2007; 小方・秋元, 2007)，C(高橋 他, 2010)，D(小方・秋元・清藤, 2011)）．システム D は，図 1 に示すように 6 つの機構による 8 つの変換経路からなる．図 2 に可能な循環過程の概要を示す．しかし，図 3 に示すように更に 4 つの経路の可能性がある．本発表ではより多様な循環を可能にするため，原曲→原曲及び変奏曲→原曲の変換機構の構想を述べる．出来るだけ多様な循環経路を可能にすることで，物語の論理と音楽の論理の相互浸透の可能性を高めることが目標である．

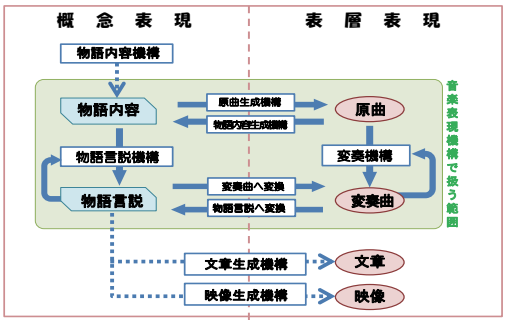


図 1　物語生成システムにおける音楽機構（システム D）の位置付け

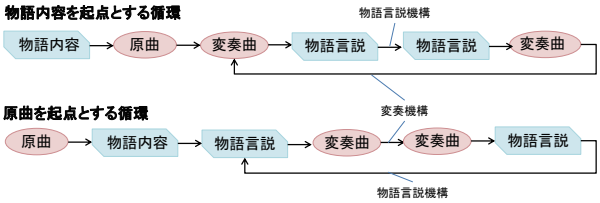


図 2　システム D で可能な循環過程

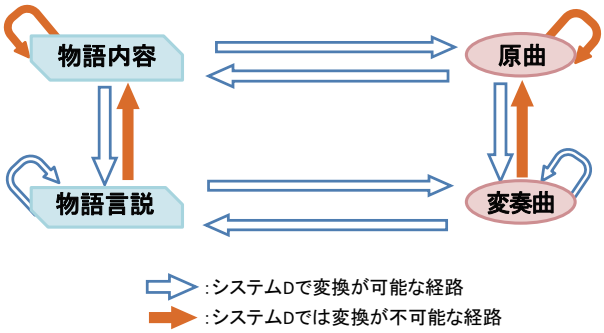


図 3　循環経路の拡張の構想

2. システム D の概要

物語内容と原曲の対応関係を図 4 に示す．物語内容は物語木(小方・堀・大須賀, 1996)の方法を用い，事象概念（群）どうしを意味的な関係により束ねた木構造とする．事象概念は動詞概念とその格（agent，object 他，全 7 種類）からなる．原曲は，GTTM(Lerdahl & Jackendoff, 1983)を参考に定義した音楽木で表現する．音楽木は音楽の単位であるイベントの列を主従関係により階層化した木構造である．イベントは一定長の持続を持ち，和声機能（トニック（安定），ドミナント（緊張），サブドミナント（弱い緊張・発展）のいずれか）と 7 つのトラック（並列軸に相当し，それぞれに楽器を割り当てる）及び幾つかのトラックに格納されたモチーフからなる（空のトラックもある）．モチーフは音高（和声の根音からの度数）と持続からなる音の並びの雛形であり，イベントと同じ長さの持続を持つ．モチーフの具体的な音高と演奏楽器は，それが挿入されたイベントの和声及び挿入されたトラックによって決まる．最終的な原曲は，音楽木を MML（コンピュータ上の楽譜に相当する簡易言語）の形式に変換して出力する．

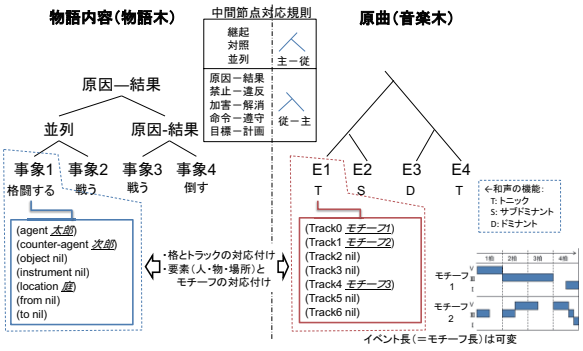


図 4　物語木と音楽木の対応

物語内容と原曲は中間節点どうし，終端節点どうしがそれぞれ対応する．事象の格はイベントのトラックに，格の値となる人・物・場所は個別のモチーフに対応する．これに従って，物語内容→原曲（図 5）及び原曲→物語内容（図 6）の変換を行う．

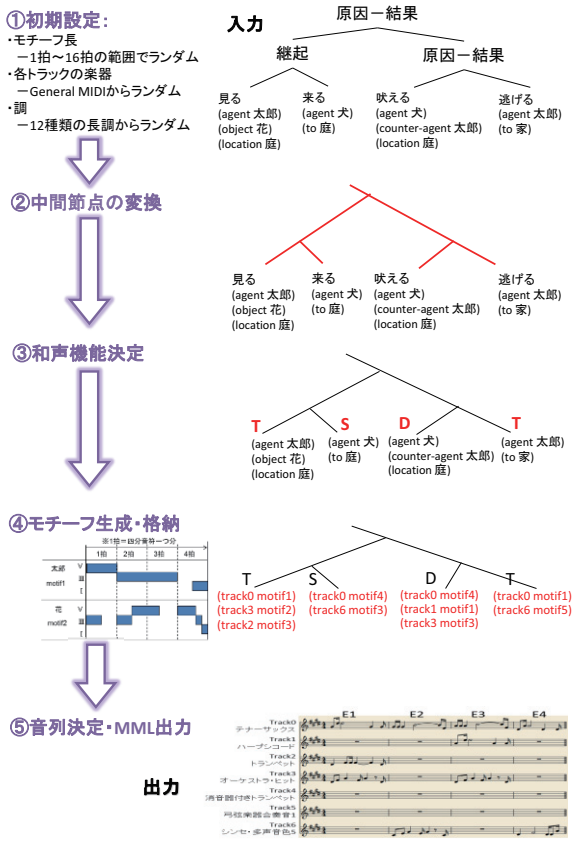


図 5　原曲生成機構の処理手順

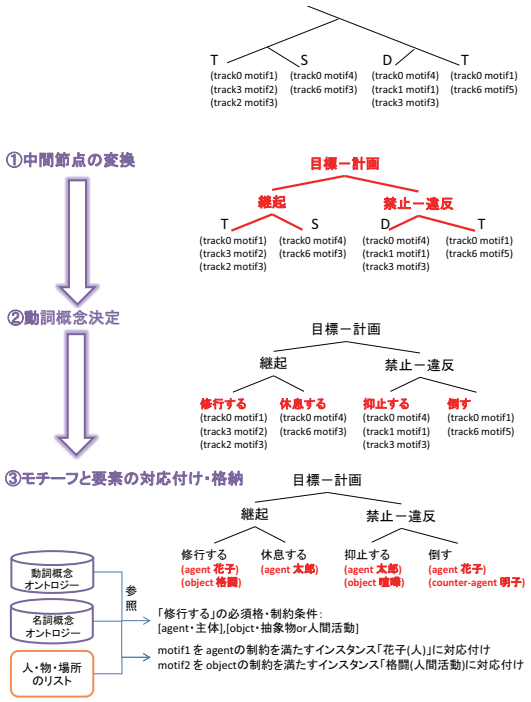


図 6　物語内容生成機構の処理手順

次に，物語言説と変奏曲の構造とその対応付けを説明する．物語言説及び変奏曲はいずれも物語内容，原曲と同様の木構造であるが，物語言説技法（物語内容の構造を物語言説の構造に変換するための諸技法．(Genette，1972)を再整理して定義.）及び変奏技法による構造変換が適用される．変奏技法は，物語言説技法を音楽の構造に当てはめて定義した．表 1 に物語言説技法と変奏技法の対応を示す（一部未実装の技法含む）．物語言説ー変奏曲間の変換はこの対応付けに従って行われる．但し，後述する変奏記号を付与するタイプの変奏技法は，対応する物語言説技法が未実装のため物語言説には反映されない．

表 1　物語言説技法と音楽変奏技法の対応

物語言説技法			音楽変奏技法
時間	時間順序	先説法	イベントをそれ本来の位置よりも前に挿入
		後説法	イベントをそれ本来の位置よりも後に挿入
	頻度	単記法	イベントを1度演奏（原曲のまま）
		反復法	イベントを繰り返し（2度）演奏
		括復法	複数のイベントを同時演奏（※未実装）
	持続	休止法	原曲に無いフレーズの挿入
		要約法	演奏速度を速める
		情景法	演奏速度を遅くする
		省略法	イベントの演奏を省略
叙法	距離	距離大	バッキングの音量と音程を上げ、メロディの音量を下げる
		距離小	バッキングの音量を下げ、メロディの音量を上げる
	~~パースペクティブ~~		演奏する楽器の種類の選択（※未実装）

物語言説機構では，与えられた物語内容または物語言説に任意の物語言説技法を適用する．同様に変奏機構は任意の変奏技法を適用する．図 7 に示すように，変奏技法の処理には木構造の組み替え，イベントの音程，演奏速度，音量を変化させるための変奏記号の付与，描写フレーズ（終端節点）の生成・挿入がある．

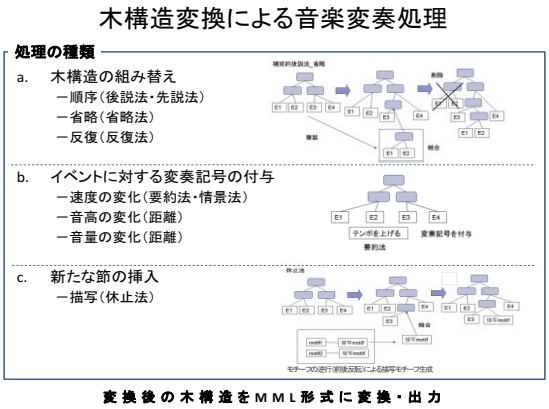


図 7　変奏処理の概要

3. 新たな変換経路の構想

原曲→原曲と変奏曲→原曲の変換方法の構想を述べる．発表では，これらの実装と生成結果，その評価結果についても示す予定である．

(1)原曲→原曲の変換方法

ある原曲から新たな原曲を生み出す一種の自動作曲処理である．その一方法として音楽木を構成するモチーフやイベントの付加，削除，置換，生成の各種操作による変換方法を提案する．以下にその説明を示す．また，図 8 にイベントの操作，図 9 にモチーフの操作の概要を示す．

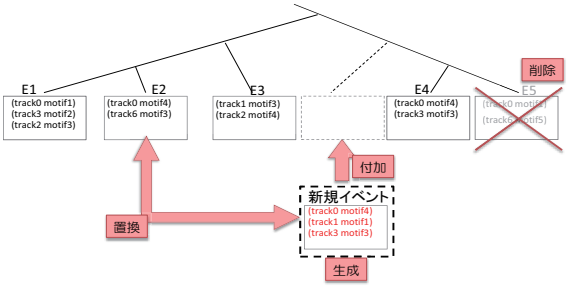


図 8　原曲から原曲への変換における操作の種類
①—イベント単位の操作—

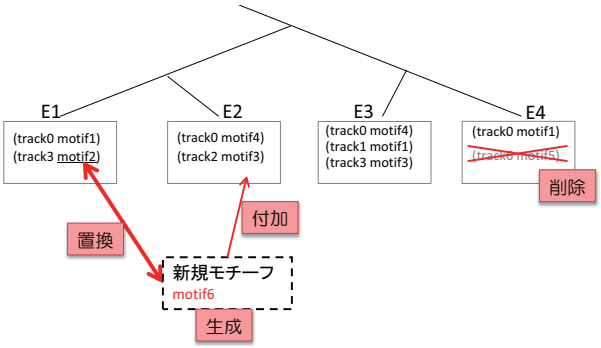


図 9　原曲から原曲への変換における操作の種類②—モチーフ単位の操作—

- 付加：イベントの空トラックに（既存／新規）モチーフを挿入．／新規のイベントを音楽木の任意の部分に挿入．
- 削除：イベント中のモチーフを削除．／イベントを削除．
- 置換：イベント中のモチーフを他の（既存／新規）モチーフと置換．／イベントを他の（既存／新規）イベントと置換．
- 生成：新規のモチーフを生成．／（既存／新規）モチーフを任意のトラックに格納した新規のイベントを生成．

(2)変奏曲→原曲の変換方法

変奏曲から最初の原曲に戻すという方法もあるが，循環のふりだしに戻るだけなので意味がない．元の原曲とは異なる原曲になる変換方法を検討したい．最も単純な発想は，変奏曲自体を原曲と見なすというものである．本システムにおける音楽は，物語と対応付けられてはいるものの，音楽自体は言語のように意味内容との明確な結び付きを持たない．従って，物語との対応を断ち切れば，原曲と変奏曲の区別を無視することが出来る．但し，変奏曲の音楽木には，変奏記号や時間順序の入れ替えを表す中間節点，描写のフレーズ等，原曲に含まれない要素が含まれるため，幾つかの形式変換処理が必要となる．

参考文献

秋元 泰介・小方 孝 (2007). 物語生成システムにおける物語と音楽の相互変換－第三システムの開発と考察－. 『人工知能学会第二種研究会ことば工学研究会(第 25 回)資料』. 107-136.

Genette, G. (1972). *Discours du récit, essai de méthode, 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.)

Kobayashi, F. & Ogata, T. (2003). Music Generation by Transformation - Toward the Narratology of Music -. *The 4th International Conference in Cognitive Science*.

Lerdahl, F. & Jackendoff, R. (1983). *A Generative Theory of Tonal Music*. The MIT Press.

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』. 11(1). 148-159.

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.

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.

高橋 雄大・小方 孝・秋元 泰介・清藤 綾香 (2010). 音楽と物語の相互変換による循環的物語生成システムの拡張. 『人工知能学会全国大会(第 24 回)論文集』. 1I2-OS1b-9.

統合物語生成システムに向けて
—自動生成と人間による制作についての一考察—
Towards an Integrated Narrative Generation System: A Consideration on the Creation by Automatic Generation and Humans

秋元 泰介[†]，小方 孝[‡]
Taisuke Akimoto, Takashi Ogata

[†]岩手県立大学大学院，[‡]岩手県立大学
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g236i001@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

The generation of narratives is one of the most complicated and difficult task, and the mechanism has mutually relating diverse elements. We have developed various elements in narrative generation process based on ideas of narratology & literary theories and artificial intelligence techniques such as natural language semantics and discourse models. In this paper, we propose a current tentative version of narrative generation system in which various modules are organically integrated, and consider the way of narrative creation using the function of its automatic generation.

Keywords — Integrated Narrative Generation System, Narrative, Creation Support, Story, Discourse

1. 統合物語生成システムに向けた試み

物語自動生成システムの研究は，問題解決，談話モデル，創造性，インタラクティブシステム，物語論・文学理論等との関連において，1970 年代以来続けられている．筆者らの物語生成システム研究は, 物語論や文学理論と強く連携したもの（文学と工学の融合）で，以下のような諸部分を一貫した構造変換手法によって構成する点に特徴がある．生成過程を，物語内容（何を語るか），物語言説（如何に語るか），物語表現（どの表現媒体で如何に表現するか）の 3 段階に分割し，前のふたつは概念表現で記述し，物語表現は文章，映像，音楽を扱う．各部分の機構は階層的に分割されて相対的に独立したシステムとして構成され，独立して研究して来たが，同時に，それらを統合したシステム（統合物語生成システム）に向けた試作開発も進めており，これまで第 0.1 版から第 0.4 版を試作した(小方, 2010; 小方 他, 2010; 秋元・小方, 2011; 小方・秋元, 2011)．不足の部分や不完全な部分はまだ多く存在するが，現時点で可能な範囲で統合化を試みることにより，トップダウンな観点からの知見を得ることが出来る．これを通じてこれまで，構成要素間の関係付けの方法を統一・柔軟化することにより多様な経路での生成が可能になること，特定の機構のためのアイディアを全体機構に拡充出来る場合があること（例えば物語言説機構のための制御機構の統合システム全体のそれへの拡張）等のことが明らかになった．また，統合物語生成システムはプロジェクトによって進められるもので，組織論的方面からの検討も必要となる．更に，全体イメージを想定しながらの応用や使用の方向性についての検討もしやすくなる．ここでは，統合物語生成システムの現状を紹介した上で，システムによる生成結果を如何に利用するかという観点からの検討を行う．

これは一種の創造支援でもある．通常の創造支援は対象主題に関連する情報の可視化に基づき使用者の発想を刺激することによって行われるが，本研究はいわば自動生成による支援であり，完全自動生成と発想支援的創造支援の中間形態である．人間とコンピュータの双方による制作形態に向けた提案とも言える．

なお物語生成システムの研究の中で，統合的・総合的な試みとして，(Mueller, 1990; Turner, 1994; Bringsjord & Ferrucci, 2000)等がある．

2. 試作の概要

図 1 に第 0.4 版のシステム構成を示す．音楽機構は物語概念表現と音楽の相互変換による循環的生成機構であり，他の物語表現（文生成，映像生成）の機構とは結合方式が異なる．使用する名詞や動詞の概念は概念辞書の体系（概念体系）に用意する．また，システムは各種の構造・テクストの生成を行う生成モジュール（表 1）と，その制御モジュール（表 2）に分かれる．ユーザが生成目標としてのパラメータ集合 (図 2) を与えると，それに従って制御モジュールが各生成モジュールの呼び出しや入出力の受け渡しを行いながら自動生成を行う．

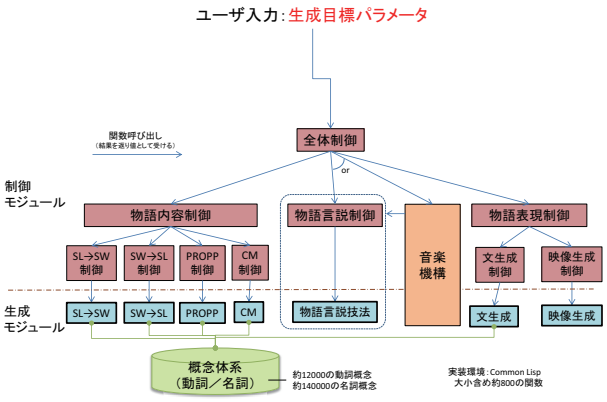


図 1　システムの概要

表 1　生成モジュールの概要

生成モジュール			概要
物語内容機構	SW→SL		ストーリー世界からストーリーラインへの変換
	SL→SW		ストーリーラインからストーリー世界への変換
	PROPP		プロップのストーリーグラマー化による物語内容生成
	CM		テレビ広告の分析に基づく修辞適用
物語言説機構			物語言説技法（13種類）＋制御機構
物語表現機構	文章生成	基本単文生成	事象概念からの基本的な単文生成
		語尾変換	文の語尾を変換
		複文変換	単文列を複文に変換
	映像生成	基本映像生成	舞台・キャラクタのCGモデル及びキャラクタの動作の定義
		カメラワーク	『東京物語』から得たルールによるカメラワーク適用
	音楽機構	原曲生成	物語内容から原曲を生成
		音楽変奏	原曲または変奏曲を変奏
	言説ー変奏曲変換		変奏曲を物語言説に変換／物語言説を変奏曲に変換

表 2　制御モジュールの概要

制御モジュール	概要
全体制御	①「物語内容制御」を呼び出す．②「音楽パラメータ／音楽機構循環」の値が0の場合は「物語言説機構」を，1以上の場合は「音楽機構」を呼び出す．③「物語表現制御」を呼び出す．
→ 物語内容制御	物語内容パラメータの「テーマ」，「人の数」，「物の数」，「場所の数」，「現実性」により呼び出すモジュールを選択する．「SL→SW」，「SW→SL」の各機構を使用する場合の入力素材となるストーリー世界とストーリーラインは予め複数用意．
→ PROPP制御	物語内容パラメータの「長さ」の値に応じて，ストーリーグラマーの展開の開始点を選択し「PROPP」を呼び出す．結果を「物語内容制御」に返す．
→ SL→SW制御	「SL→SW」を呼び出す．
→ SW→SL制御	物語内容パラメータの「長さ」の値に応じて，ストーリー世界中の事象生成で参照する時間の数を調節し，「SW→SL」を呼び出す．生成されたストーリーラインを「物語内容制御」に返す．
→ CM制御	入力としてストーリーラインを受け取り，物語内容パラメータの「現実性」の値に応じて「CM」を呼び出す．生成された事象をストーリーラインに追加またはストーリーライン中のひとつの事象と置換する．
→ 物語表現制御	まず「文章生成制御」を呼び出し，その結果を標準出力に表示し，次に「映像生成制御」を呼び出して結果のTVMLファイルを出力する．
→ 文章生成制御	まず基本的な単文生成を行い，その結果に対する語尾変換を物語表現パラメータの「多彩さ」の値，複文変換の処理を「一文の長さ」と「多彩さ」の値に従ってそれぞれ決定する．
→ 映像生成制御	最初に基本的な映像生成の処理を呼び出す．次に，「物語表現パラメータ／カメラワーク」の値によってカメラワーク適用処理の選択を行う．
→ 音楽機構制御	「音楽パラメータ／音楽機構循環」の値だけ循環を行う．音楽パラメータの「長さ」と「定型性」により，音楽変奏で使用する変奏技法を選択する．

```
(生成目標パラメータ
 (物語内容パラメータ
  (テーマ [propp|nil])
  (長さ [1|2|3])
  (人の数 [1|2|3])
  (物の数 [1|2|3])
  (場所の数 [1|2|3])
  (現実性 [1|2|3]))
 (物語言説パラメータ
  (説明性 [1|2|3])
  (複雑性 [1|2|3])
  (サスペンス性 [1|2|3])
  (長さ [1|2|3])
  (隠蔽性 [1|2|3])
  (描写性 [1|2|3])
  (反復性 [1|2|3])
  (冗長性 [1|2|3])
  (暗示性 [1|2|3])
  (時間的自立性 [1|2|3]))
 (物語表現パラメータ
  (一文の長さ [1|2|3])
  (多彩さ [1|2|3])
  (カメラワーク [OZU-TOKYO0.1|OZU-TOKYO0.3|nil]))
 (音楽パラメータ
  (音楽機構循環 [0 以上の数値])
  (長さ [1|2|3])
  (定型性 [1|2|3])))
```

図 2　生成目標パラメータ

全処理は Common Lisp で実装され，約 800 の関数を含む．映像表現の出力には TVML（映像記述言語）形式，音楽の出力には MML（コンピュータ上の楽譜に相当する簡易言語）形式を用いる．概念体系には約 12000 の動詞概念と約 140000 の名詞概念を用意した．図 3 の生成目標を入力とした実行例を生成過程に沿って図 4～図 10 に示す．

```
(生成目標パラメータ
  (物語内容パラメータ
    (テーマ nil) (長さ 3) (人の数 2) (物の数 2) (場所の数 3)
    (現実性 1))
  (物語言説パラメータ
    (説明性 1) (複雑性 1) (サスペンス性 1) (長さ 2) (隠蔽性
    1) (描写性 1) (反復性 2) (冗長性 1) (暗示性 1) (物語言説
    の時間的な自立性 1))
  (物語表現パラメータ
    (一文の長さ 1) (多彩さ 1) (カメラワーク
    OZU-TOKYO0.3))
  (音楽パラメータ
    (音楽機構循環 10) (長さ 2) (定型性 1)))
```

図 3　入力の生成目標パラメータ

```
($継起
 ($継起
  ($継起
   ($継起
      (event 得る (1) (type action) (ID 1) (time
          (1 2)) (agent サル#1) (counter-agent
          nil) (location ある所#1) (object 柿の種
          #1) (instrument nil) (from ある所#1) (to
          nil))
      (event 供与する (1) (type action) (ID 2)
          (time (2 3)) (agent サル#1)
          (counter-agent カニ#1) (location ある所
          #1) (object 柿の種#1) (instrument nil)
          (from nil) (to ある所#1)))
＊以下略＊
```

図 4　物語内容の生成結果（一部）

″サル#1 がある所#1 から柿の種#1 を得た。サル#1 が柿の種#1 をカニ#1 へ供与した。サル#1 が柿の種#1 を揺した。カニ#1 が柿の種#1 を手に入れた。サル#1 が握り飯#1 を食べた。カニ#1 が柿の種#1 を庭#1 に持ち込んだ。カニ#1 が柿の種#1 を手放した。カニ#1 が柿の種#1 を手放した。サル#1 がある所#1 から庭#1 に歩いた。肉薄した。サル#1 が柿の木#1 から柿#1 を得た。サル#1 が柿#1 を齧った。サル#1 が柿#2 を噛んだ。サル#1 が柿#3 を庭#1 へ投げた。カニ#1 が命を落とした。″

図 5　物語内容の文章表現



図 6　原曲の生成結果

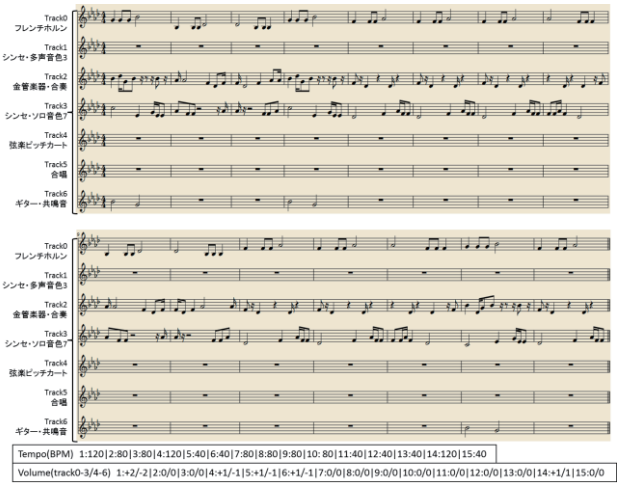


図 7　10 回循環後の変奏曲

```
($継起
 ($反復_言説
    (1 (event 投げる (1) (type action) (ID 13) (time
      (16 17)) (agent サル#1) (counter-agent nil)
      (location 柿の木#1) (object 柿#3)
      (instrument nil) (from nil) (to 庭#1))
      (tempo-up tempo-down tempo-up tempo-down
      melody-volume-up backing-volume-down
      melody-volume-up backing-volume-down))
($現在-未来
 ($描写
      (2 (event 食べる (2) (type action) (ID 5)
        (time (5 6)) (agent サル#1) (counter-agent
        nil) (location ある所#1) (object 握り飯#1)
        (instrument nil) (from nil) (to nil))
        (tempo-down))
      (3 (description (握り飯#1 (外面 大きい)) (ある
        所#1 (外面 きれいな家である)) (サル#1 (外面 大
        きい))) (tempo-down)))
＊＊＊以下略＊＊＊
```

図 8　物語言説

サル#1 が柿#3 を庭#1 へ投げた。サル#1 が握り飯#1 を食べた。握り飯#1 は、大きい。ある所#1 は、きれいな家である。サル#1 は、大きい。サル#1 が柿#3 を庭#1 に投げた。サル#1 が柿#2 を噛んだ。サル#1 が柿#2 を噛んだ。サル#1 が柿#2 を噛んだ。柿#2 は、赤い。柿の木#1 は、曲がりくねっている。サル#1 は、大きい。サル#1 が握り飯#1 を食べた。握り飯#1 は、大きい。ある所#1 は、きれいな家である。サル#1 は、大きい。サル#1 が柿#2 を噛んだ。サル#1 が柿#2 を噛んだ。柿#2 は、赤い。柿の木#1 は、曲がりくねっている。サル#1 は、大きい。サル#1 が柿#3 を庭#1 へ投げた。サル#1 が柿#2 を噛んだ。

図 9　文章表現



図 10　映像表現（「サル#1 が柿#3 を庭#1 へ投げた。」場面のスクリーンショット）

3. 生成結果の利用方法の可能性

物語生成システムのひとつの強みは，多様な結果を大量に生成することが出来ることである．このことを念頭に置いた上で，大量の生成結果の利用方法として考えられるものの例を列挙する．この他にも多くの可能性が考えられると思われ，今後議論を続けて行きたい．

A) 生成結果から気に入ったものを選択する．

B) 生成結果を作品制作のための素材として利用する．生成結果の選択や合成（組み合せ），手直し等によりひとつの作品を制作する．人間のユーザが行っても良いし，この操作をシステム化しても良い．

C) 生成結果を自動で web 上に随時公開したり，Twitter でつぶやき続けたりする．

D) 生成結果どうしをリンクにより連結して，全体をひとつのネットワーク状の巨大な物語にまとめ上げる．例えばある物語中のテレビ番組として他の物語をつなぐ．

E) 新たな生成や結果の合成等をリアルタイムに行い物語に反映させることで，読んでいる最中に随時変化して行く物語とする．

F) 物語をロボット等のコンピュータの知識として利用する．例えば事故事例の物語を大量に持つことで事故のリスクを回避する．あるいはロボットが物語を語る．

4. 自動生成による制作支援の一案

前記利用方法案の B について検討する．物語言説機構と文生成機構のみを使った実験では，筆者のひとりが生成結果を素材として物語を制作する実験を行った―(1)生成結果（1000 話）の中からふたつの物語を選択し，(2)一方の物語の中にもう一方の物語の一部を挿入し，(3)最後にそれを手直しする，という手順によりひとつの作品を制作した．

更に，以上のような制作過程を支援するシステムを検討する．上の手順を一般化すると(1)「検索」，(2)「合成」，(3)「手直し」の 3 段階に分けられる．今回は(1)と(2)の構想を述べる．

(1) 検索機能

生成結果の中からユーザの要求（キー）に応じた絞り込み・抽出を行う機能である．現状で考えられるキーの種類としては，物語に登場する要素（人，物，場所，行為，動詞概念），概念表現の木構造のパターン，文字列，計測値が挙げられる．計測値とは，図 2 中の物語言説パラメータ 10 種類のそれぞれに対応する物語言説の特徴量を表す数値であり，物語言説の構造を解析して自動で算出する．例えば，「太郎」が登場する物語を抽出したい場合は「太郎」をキーとし，長い物語を抽出したい場合は，「長さ:大」というキーを与える（「長さ」の計測値が大きいものを抽出）．

(2) 合成機能

ユーザが幾つかの生成結果を与えると，それを何らかの方法で合成した結果を出力するシステムを考える．以下のように合成方法を整理・分類する（以下の X，Y はそれぞれ任意の生成結果を意味する）．これらの操作単位は，事象（事象のまとまりでも良い．例：X に Y 中の事象（群）を付加する）と要素（例：X に Y の登場人物を付加する）に分けられる．また，物語内容，物語言説，物語表現のどの段階のテクストに対して行っても良い．

- 付加的な合成（X の中に，Y またはその一部を付加（挿入）する）
- 削除的な合成（X から，X と Y の共通要素を削除する）
- 置換的な合成（X の一部を，Y またはその一部に置き換える）
- 並列的な合成（X と Y を並列的に並べる）

発表では，これらの機能を試作して幾つかの制作例を示す予定である．

参考文献

秋元 泰介・小方 孝 (2011). 受容理論を援用した物語言説制御機構の統合物語生成システムの制御機構への拡張に向けて. 『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 24 回定例研究会予稿集』. 24G-07.

Bringsjord, S. & Ferrucci, D. A. (2000). Artificial Intelligence and Literary Creativity: Inside the Mind of BRUTUS, a Storytelling Machine. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Mueller, E. T. (1990). Daydreaming In Humans and Machines. New Jersey: Ablex.

小方 孝 (2010). ボトムアップとトップダウンによる統合物語生成システムの計画―流動と固定 (7)―. 『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 20 回定例研究会予稿集』. 20G-06.

小方 孝・秋元 泰介・及川 春香・清藤 綾香・千田 潤 (2010). 「統合物語生成システム」の統合的物語化のためのノート（続）：統合物語生成システム第 0.2 版，音楽と概念的物語の相互変換システム，三島由紀夫『午後の曳航』の分解と再構成，映像技法のルール化などを焦点として―流動と固定(11)―. 『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 23 回定例研究会予稿集』. 23W-09.

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(第 25 回)論文集』. 1H2-OS1-6in.

Turner, S. R. (1994). The Creative Process: A Computer Model of Storytelling and Creativity. Lawrence Erlbaum.

概念体系と結び付いたプロップに基づくストーリー生成システム
A Story Generation System based on Propp Combined with a Conceptual System

今渕 祥平†，大石 顕祐‡，小野寺 康‡，小方 孝†
Shohei Imabuchi, Kensuke Oishi, Kou Onodera, Takashi Ogata

†岩手県立大学，‡岩手県立大学大学院
Iwate Prefectural University, Graduate School of Iwate Prefectural University
g031g017@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

Propp's folktale theory has been a theoretical foundation for narrative or story generation system design, and we have also proposed some kinds of systems introduced the narratological idea. We think that Propp based mechanism or module is one of elements in the framework of integrated narrative generation system. In order to introduce the Propp module into it, we use the conceptual system to be used commonly in the integrated narrative generation system. This paper reports the implementation of the pilot version.

Keywords — Story Generation System, Propp, Propp Based Story Grammar, Conceptual System, Narrative Generation System,

1. 背景

筆者らはプロップの昔話の形態学(Propp, 1969)を参考に物語生成システムの一機構を担うシステムを研究している．ロシアの民俗学者ウラジーミル・プロップの昔話の形態学は，構造主義物語論（ナラトロジー）における物語内容研究の古典である．これを利用したストーリー生成システムの試みは従来からある（Klein et. al, 1974; Peinado & Gervás, 2005）．筆者らの先行研究(Ogata & Terano, 1991; 小方, 2007)では，物語生成システム(小方, 2003a, 2003b 等)への導入という観点から，物語の構成要素への解体としてプロップの昔話の形態学を整理し，コンピュータシステムとしての再構成例を提案した．

ここで物語生成システムの全体像を図 1 に示す．これは大きく概念構造(深層構造)の生成部分と表現(表層構造)の生成部分に分かれる．概念構造の生成部分は物語の中で時間順に生起する出来事を表現する物語内容，その語り方の構造を規定する物語言説に分かれる．システムのこのような大きな枠組みの中に相対的に自律したたくさんの小システムが含まれ，相互作用することで物語テクストが生成される．プロップに基づくシステムは物語生成システムにおいては物語内容機構の中に位置づけられる．

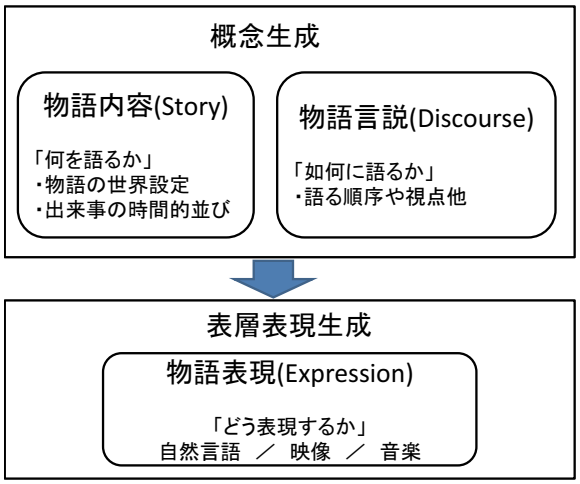


図 1　物語生成システム

2. 目的

上記のように，プロップに基づくシステムは全体としての物語生成システムの構成要素として構想されているが, 先行研究で提案したシステムは, データ構造の違い等により物語生成システムのその他の部分と統合できない状態であった．この問題点を解決すべく筆者らは概念体系と結び付いたプロップに基づくストーリー生成システムを提案する．現状では統合的な物語生成システムの開発自体も並行して進めているところで，既存のシステムに単に統合すれば良いということではないが, 他の機構との結合方式を考慮しながらプロップに

基づくストーリー生成の拡張を図ることで，統合された物語生成システムのあり方を考えることもここでの目的のひとつである．

具体的には，他の機構でも共通に用いる動詞/名詞概念体系と結合して後述のストーリーグラマー等で使用する諸概念をそれと結び付け，また事象やフレーム等の記述形式を他の機構と統一する．また，旧来のシステムは捨てて Common Lisp によってゼロから実装し直した．

なお以下で実装するシステムはストーリーグラマーに基づくシステムであるが，このストーリーグラマーは認知科学で提唱されたストーリーグラマー(スキーマ)と比較してより内容志向の特徴を持っている．また，小方 (2007)が示すようにプロップに基づく生成方法はストーリーグラマーだけではなく，その意味で本研究はまだプロップに基づくシステムとしても部分的な実現である．

3. システムの概要

新しく作り直したシステム構成図を図 2 に示す．システムはストーリーグラマーとそれを参照し処理する部分，プロップ DB から成り，動詞/名詞概念体系を参照して動作する．ストーリーグラマーは，先行研究で昔話の形態学の「機能」と例の記述から小方が生成文法風に整理したものを参考にして多少手直しして作成した．プロップによる「機能」とは物語の構造を規定する最も基本的な要素であり，ロシア昔話では表 1 に示す 31 個の「機能」が原則としてこの順序で並んでいるとされる．また，プロップは各「機能」の下位レベルに複数の実現方法を掲げている．筆者らはその実現方法を「副機能」と呼ぶ．表 2 はストーリーグラマーの実際の記述の一部であるが，これはレベル④までの多層的モデルを成す．レベル①は物語内容全体を 4 つの要素に分けて示す．レベル②は 31 個の「機能」をいくつかのグループに分けて示す．レベル③は各「機能」の「副機能」を示す．最下層レベル④は「副機能」の具体的な実現形態を示し，動詞に基づく格構造で表す．プロップ DB にはシステムで生成される事象概念やフレームが格納される．また物語生成システムの動詞/名詞概念体系は，事象概念の生成に必要な動詞/名詞情報を概念構造の生成部分に提供する．

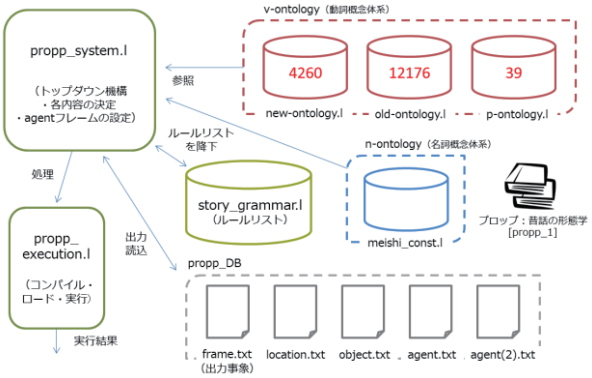


図 2　システムの構成図

表 1　31 個の「機能」

(0)予備部分(導入の状況)	(16)闘い
(1)留守	(17)標づけ
(2)禁止	(18)勝利
(3)違反	(19)不幸・欠如の解消
(4)探り出し	(20)帰還
(5)情報漏洩	(21)追跡
(6)謀略	(22)救助
(7)幇助	(23)気づかれざる到着
(8)加害(欠如)	(24)不当な要求
(9)仲介	(25)難題
(10)対抗開始	(26)解決
(11)出立	(27)発見・認知
(12)贈与者の第一「機能」	(28)正体露見
(13)主人公の反応	(29)変身
(14)呪具の贈与・獲得	(30)処罰
(15)二国間の空間移動	(31)結婚

動作の流れを説明する．まずユーザがレベル①からレベル④の物語長をパラメータとして入力する．次に「*主人公*」，「*敵対者*」等の登場人物の名前を入力する．これは agent フレームとして保存される．処理部分は入力された物語長に応じて再帰的にストーリーグラマーを参照する．参照の結果，最下層に到達した場合は事象概念を生成し(表 3)，それ以外の場合はトップダウンに参照を続ける．物語長に応じたストーリーグラマーを参照し終わると動作は終了する．最後に生成された事象概念の格情報の，登場人物を agent フレーム，物を object フレーム，場所を location フレームとして保存する．これは事象概念と共にプロップ DB に格納される．

表 2　ストーリーグラマーの一部

```
(defvar *propp-level1-list*
  '((ロシア民話 (00_導入 問題 試行 解決))))

(defvar *propp-level2-list*
  '((問題 (予備部分 発端))
    (試行 (OR (予備試練 闘いと勝利)
              (予備試練 難題解決)))
    (解決 (問題解消 到着と試練 終結))
    (予備部分 (OR (01_留守 02_禁止 03_違反)
                  (01_留守 04_探り出し 05_情報漏洩)
                  (01_留守 06_謀略 07_幇助)))
    (発端 (OR (08_加害 09_仲介 10_対抗開始 11_出立)
              (08a_欠如 09_仲介 10_対抗開始 11_出立)))
    (予備試練 (12_贈与者の第一機能 13_主人公の反応 14_呪具の贈与・獲得 15_空間移動))
    (闘いと勝利 (16_闘い 17_標づけ 18_勝利))
    (難題解決 (25_難題 26_解決))
    (問題解消 (OR (19_不幸・欠如の解消 20_帰還 21_追跡 22_救助)
                  (19_不幸・欠如の解消 20_帰還)))
    (到着と試練 (23_気付かれざる到着 24_不当な要求))
    (終結 (27_発見・認知 28_正体露見 29_変身 30_処罰 31_結婚))
    ))

(defvar *propp-level3-list*
  '((00_導入
          (alp-1_導入))
    (01_留守                                ;家族の成員のひとりが家を留守にする.
          (OR bet-1_外出 1                  ;年長の世代に属する人物の留守(外出).
              bet-2_死                      ;両親の死.
              bet-3_外出 2))                ;年少の世代に属する人物の留守(外出).
    (02_禁止                    ;主人公に禁を課す.
          (OR gam-1_禁止                    ;禁止.
              gam-2_命令/提案))             ;命令，または提案.
    (03_違反                    ;禁が破られる.
          (OR del-1_違反                    ;禁止を破ること.
              del-2_命令実行))              ;命令を実行すること.
    ;ここで敵対者が現れる
    (04_探り出し                            ;敵対者が探り出そうとする.
          (OR eps-1_問いただし 1            ;敵対者が，子供達の居場所，貴重なものその他の在り処を探り出す.
              eps-2_問いただし 2))          ;犠牲となる者の方が敵対者に問いただす.
            ;eps-3                  ;他の人物を介しての探り出し.
;中略
    (30_処罰                    ;敵対者が罰せられる.
          (OR U-1_処罰                      ;二セ主人公，あるいは敵対者が，罰せられる.
              U-bar_容赦))                  ;二セ主人公，あるいは敵対者を，寛大に容赦する.
    (31_結婚                    ;主人公は結婚し，即位する.
          (OR W-**_贈与 1                   ;花嫁と国が与えられる.
              W-*_結婚                      ;結婚する.
              W-_*_贈与 2                   ;王位を得る.
              W-1s_婚約                     ;結婚の約束.
              W-2s_再婚                     ;再建された結婚.
              W-3s_報賞))                   ;金銭その他の形での報酬．175
    ))

(defvar *propp-level4-list*
  '((alp-1_導入 ((導入の状況 (1))))
    ;*********************************************************************************
    (bet-1_外出 1 ((出かける (1) (agent 両親) (object 用事))))
    (bet-2_死 ((死ぬ (1) (agent 両親))))
    (bet-3_外出 2 ((出かける (1) (agent 子ども) (object 用事))))

    (gam-1_禁止 (OR ((禁止する (1) (agent (人間)) (object 外出) (to *主人公*)))
                    ((禁止する (1) (agent (人間)) (object 発言) (to *主人公*)))
                    ((監禁する (1) (agent (人間)) (counter-agent *主人公*)))
                    ((依頼する (1) (agent (人間)) (object 留守番) (counter-agent *主人公*)))
                    ((忠告する (2) (agent (人間)) (object リンゴを食べてはならない) (counter-agent *主人公*)))
                    ((忠告する (2) (agent (人間)) (object 金の羽毛を拾ってはならない) (counter-agent *主人公*)))
                    ((忠告する (2) (agent (人間)) (object 箱を開けてはならない) (counter-agent *主人公*)))
                    ((忠告する (2) (agent (人間)) (object 妹に接吻してはならない) (counter-agent *主人公*)))
                    ((説得する (1) (agent (人間)) (counter-agent *主人公*)))))
    (gam-2_命令/提案 (OR ((命令する (1) (agent (人間)) (counter-agent *主人公*) (object 朝飯を持って行きなさい)))
                         ((提案する (2) (agent (人間)) (counter-agent *主人公*) (object 弟を連れて森へ行きなさい)))))
;中略
    (del-1_違反 (OR ((反す (1) (agent *主人公*) (object 禁)))
                    ((破る (1) (agent *主人公*) (object 禁)))
                    ((犯す (1) (agent *主人公*) (object 禁)))))
    (del-2_命令実行 ((実行する (1) (agent *主人公*) (object 命令))))

    (eps-1_問いただし 1 ((探る (4) (agent *敵対者*) (counter-agent *被害者*))))
    (eps-2_問いただし 2 ((探る (4) (agent *被害者*) (counter-agent *敵対者*))))

    (U-1_処罰 ((罰する (1) (agent *派遣者*) (counter-agent *敵対者*))
              (罰する (1) (agent *派遣者*) (counter-agent *二セ主人公*))))
    (U-bar_容赦 ((容赦する (1) (agent *派遣者*) (counter-agent *敵対者*))
                 (容赦する (1) (agent *派遣者*) (counter-agent *二セ主人公*))))

    (W-**_贈与 1 (OR ((得る (1) (agent *主人公*) (object 花嫁)))
                     ((得る (1) (agent *主人公*) (object 国)))))
    (W-*_結婚 ((結婚する (1) (agent *主人公*) (counter-agent *被害者*))))
    (W-_*_贈与 2 ((得る (1) (agent *主人公*) (object 王位))))
    (W-1s_婚約 ((婚約する (1) (agent *主人公*) (counter-agent *被害者*))))
    (W-2s_再婚 ((結婚する (1) (agent *主人公*) (counter-agent *被害者*))))
    (W-3s_報賞 ((得る (1) (agent *主人公*) (object 報酬))))
    ))
```

最下層を参照した際の事象概念生成の方法を表 3 に示す．まず最下層で参照した動詞と動詞概念体系を照合し格フレームを取得する．そして取得した格フレームに，最下層に記述されている格情

報を挿入する．この際，格情報に「*主人公*」等アスタリスクに囲まれている記述が現れた場合，agent フレームを参照しその名前を割り振る．また，格情報に「(人間)」等括弧に囲まれている記述が現れた場合，名詞概念体系を参照しその下位概念からランダムに取り出し挿入する．こうして事象概念が生成される．実行結果を表 4 に示す．

表 3　事象概念生成の方法

最下層で参照した動詞と動詞概念体系を照合し格フレームを取得する．
例：最下層レベル④…(禁止する (1) (agent (人間)) (object 外出) (to *主人公*))

ここでは「禁止する (1)」と名詞概念体系を照合する．
例：(set (intern "禁止する(1)") '((name (禁止する (1))) (sentence-pattern "N1 が N2 に/へ N3 を 禁止する") (case-cons-set ((case-frame ((agent N1) (counter-agent N3) (location nil) (object N3) (instrument nil) (from nil) (to N2))) (constraint (("主体") ("主体") ("*"))))) (is-a (精神的移動))))
動詞概念体系の「禁止する (1)」を参照し，格フレームを取得する．

取得した格フレームに，最下層に記述されている格情報を挿入する．
例：(case-frame ((agent (人間)) (counter-agent N3) (location nil) (object 外出) (instrument nil) (from nil) (to *主人公*))

格情報にアスタリスクに囲まれている記述が現れた場合，agent フレームを参照しその名前を割り振る．
例：*主人公*→agent フレームの*主人公*参照「イワン」
格情報に括弧に囲まれている記述が現れた場合，名詞概念体系を参照しその下位概念からランダムに取り出し挿入する．
例：(人間)→人間の下位概念「誰かさん」

こうして事象概念が生成される．
(event 禁止する (1) (type action) (ID 1) (time (1 2)) (agent 誰かさん) (counter-agent nil) (location nil) (object 外出) (instrument nil) (from nil) (to イワン))

4. 問題点と解決案

以上のように，試作の枠組みはほぼ出来上がったが，完成度を上げるためには様々な課題がある．まず，名詞概念体系と物語の登場人物や物，場所とが完全に結び付いていない．これは agent フレーム等各フレームに概念スロットを設けて，名詞概念体系に存在する値を挿入することで解決を図る．例えば物語に現れる「鳥」に「動物」，「花嫁」に「女」等の上位概念を与えることを目指す．そのため昔話の形態学で取り上げられているロシア昔話数話において，出現する名詞の抽出，分析を行っている．またこれに伴い，ストーリーグラマーの最下層に記されている格情報を名詞概念体系と結び付く形に改善する必要がある．たとえば表 2 では格情報「リンゴを食べてはならない」を object と定めているが，これを入れ子の事象として階層化する記述法に拡張する．また，台詞などの格情報を格納できる新たなスロットの提案が必要である．

この種の細部の問題点の抽出と解決を図る必要があるが，同時に，この機構を物語生成システム全体の中に組み込む方式の検討を行う予定である．物語生成システムが生成する概念表現は談話的な構造記述であるが，構造知識にミクロからマクロへの段階を設ける案を組織的に検討中である．本稿で述べた方法はマクロ構造に相当する．従って，大きな物語を一挙に構築する方法として上述のシステムを直接的に組み込むことが出来る．しかし，プロップのストーリーグラマーの中には，禁止ー違反，加害ー解消等，ミクロな談話関係が含まれており，これらを独立して利用することも出来る．この辺りを起点として，プロップの方法の統合物語生成システムへの組み込みについて検討を進めて行きたい．

参考文献

Klein, S., Aeschlimann, J. F., Appelbaum & M. A. et al. (1974). Modeling Propp and Levi-Strauss in a Meta-Symbolic Simulation System. Computer Sciences Technical Report 226. University of Wisconsin.

小方 孝 (2003a). 物語の多重性と拡張文学理論の概念―システムナラトロジーに向けて I―. 吉田雅明 編.『複雑系社会理論の新地平』. 専修大学出版局. 127-181.

小方 孝 (2003b). 拡張文学理論の試み―システムナラトロジーに向けて II―.『複雑系社会理論の新地平』. 専修大学出版局. 309-356.

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』. 14(4). 532-558.

Ogata, T. & Terano, T. (1991). Explanation-Based Narrative Generation Using Semiotic Theory. Proc. of National Language Processing Pacific Rim Symposium 91. 321-328.

Peinado, F. & Gervás, P. (2005). Creativity Issues in Plot Generation. Workshop on

Computational Creativity, Working Notes, 19th International Joint Conference on Artificial Intelligence. 45-52.

Propp, V. (Пропп, В. Я.) (1969). Морфология сказки, Из, 2е. Москва: Наука. (北岡 誠司・福田 美智代 訳 (1987). 『昔話の形態学』. 白馬書房.)

表 4　実行結果

```
(propp 'ロシア民話)
==================================
デフォルトは 0 入力は 1：1
==================================
*主人公*：イワン
*敵対者*：蛇
*被害者*：姫様
*呪具*：魔法の杖
*派遣者*：王様
*贈与者*：バーバ・ヤガー
*ニセ主人公*：メロス
==================================
導入の状況が示される
子どもが出かける
蛇が変身する
蛇が毒入りの錠剤をイワンに使う
イワンが眠る
蛇がひとに海に投げ込めと命令する
ひとが命令を実行する
イワンが被害を知る
イワンが決意する
イワンが対抗を開始する
イワンが出立する
二人の巨人がツァンツァを取り合う
イワンが分配する
イワンが二人の巨人を仲直りさせる
イワンが魔法の杖を発見する
イワンが魔法の杖を入手する
魔法の杖がイワンを案内する
イワンが■他国へ行く
イワンが蛇と罵り合う
イワンが蛇と競争する
イワンが傷を負う
蛇がイワンにカードで負ける
イワンが魔法の杖を使う
イワンが効果で貧しくなる
イワンが■場所へ帰還する
蛇がひとに変身する
蛇が道を妨げる
イワンが鍛冶屋の許へ隠れる
鍛冶屋たちが蛇を叩きのめす
イワンが家郷に到着する
メロスが報酬を要求する
イワンが難題を解決したことによって認知される
姫様が総てを語る
メロスが露見する
イワンが■新たな姿形に変身する
王様が蛇を罰する
王様がメロスを罰する
イワンが花嫁を得る
((event 出かける (1) (type action) (ID 1) (time (1 2)) (agent 子ども) (counter-agent nil) (location 家) (object 用事) (instrument nil)
(from nil) (to nil)) (event 変身する (1) (type action) (ID 2) (time (2 3)) (agent 蛇) (counter-agent nil) (location 家) (object ■変身)
(instrument nil) (from nil) (to nil)) (event 使う (3) (type action) (ID 3) (time (3 4)) (agent 蛇) (counter-agent nil) (location 家) (object
毒入りの錠剤) (instrument nil) (from nil) (to イワン)) (event 眠る (1) (type action) (ID 4) (time (4 5)) (agent イワン) (counter-agent nil)
(location イワン) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to nil)) (event 命令する (1) (type action) (ID 5) (time (5 6)) (agent 蛇)
(counter-agent ひと) (location イワン) (object 海に投げ込め) (instrument nil) (from nil) (to nil)) (event 実行する (1) (type action) (ID 6)
(time (6 7)) (agent ひと) (counter-agent nil) (location イワン) (object 命令) (instrument nil) (from nil) (to nil)) (event 知る (1) (type
action) (ID 7) (time (7 8)) (agent イワ
中略
(from nil) (to nil)) (event 語る (1) (type action) (ID 32) (time (32 33)) (agent 姫様) (counter-agent nil) (location 家郷) (object 総て)
(instrument nil) (from nil) (to nil)) (event 露見する (1) (type action) (ID 33) (time (33 34)) (agent メロス) (counter-agent nil) (location
家郷) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to nil)) (event 変身する (1) (type action) (ID 34) (time (34 35)) (agent イワン)
(counter-agent nil) (location 家郷) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to ■新たな姿形)) (event 罰する (1) (type action) (ID 35) (time
(35 36)) (agent 王様) (counter-agent 蛇) (location ■新たな姿形) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to nil)) (event 罰する (1) (type
action) (ID 36) (time (36 37)) (agent 王様) (counter-agent メロス) (location ■新たな姿形) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to nil))
(event 得る (1) (type action) (ID 37) (time (37 38)) (agent イワン) (counter-agent nil) (location ■新たな姿形) (object 花嫁)
(instrument nil) (from nil) (to nil)))
```

標的と妨害刺激の識別性の規定因の母語による相違 ー注意の瞬きへの影響 (2) ー

Difference in the Determinants of Discriminability between Targets and Distracters due to Native Language: Its Effect on Attentional Blink, No.2

水野りか，松井孝雄
Rika Mizuno, Takao Matsui

中部大学
Chubu University
mizunor@isc.chubu.ac.jp

Abstract

It was known that, in the case of English native readers, the differences in phonological familiarity between targets and distracters determine their discriminability which influences attentional blink (AB) (Chun & Potter, 1995). We, however, hypothesized that, in the case of Japanese native readers, the discriminability is determined by the difference in visual familiarity between targets and distracters, since we had found that they rely heavily on visual codes of letters in a previous study. Mizuno & Matsui (2009), having examined the visual and phonological familiarity of digits, symbols, and *Hiragana* in advance, conducted an AB experiment using *Hiragana* as target and the rests as digits, and confirmed the validity of the hypothesis. In this study, we rotated the stimuli allocated to targets and distracters: targets in Experiment 1 were digits and those in Experiment 2 were symbols. The result of Experiment 2 supported our hypothesis. However, the result of Experiment 3 suggested that not only the difference in visual familiarity but also the context had some effect on AB.

Keywords — attentional blink, discriminability, native language, visual familiarity, phonological familiarity

１．問題と目的

注意の瞬き (attentional blink: AB) とは，高速逐次視覚呈示 (rapid serial visual presentation: RSVP) される妨害刺激 (distracter: D) 系列中に第１標的 (target 1: T1) と第２標的 (target 2: T2) を数 100 ms 以内の間隔で呈示すると T2 の処理が阻害される現象を指す．AB の原因説で最も有力視されているのは２段階モデル (Chun & Potter, 1995) である．このモデルでは，RSVP される刺激は容量の大きい感覚レベルの第１段階と容量の限られた記憶レベルの第２段階で処理され，AB は次のようなプロセスで生じると仮定されている．T1 と後続の１刺激は第２段階に入力・処理されうる．しかし，その後続刺激が妨害刺激の場合，その妨害刺激と T1 の識別が難しいほどその妨害刺激と T1 で第２段階が占有される時間が長くなる．その占有時間が T2 が呈示される時間を超えてしまうと，T2 の処理不全が生じる (Figure 1).

Chun & Potter (1995) はこの考え方を検証するために，標的をアルファベットとし，妨害刺激を数字にした場合と記号にした場合の AB を比較した．彼らは，数字はアルファベットと同様，親近性の高い音韻を有するためアルファベットとの識別性が低く，記号は音韻化しにくく親近性が低いためアルファベットとの識別性は高いと考えた．そしてそのために，妨害刺激が数字の時は AB が認められるが記号では AB が認められないと予想し，これを検証した．

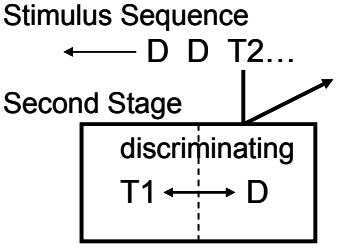


Figure 1．２段階モデルの仮定する T1 と妨害刺激の識別性が T2 の処理不全を生むプロセス

これに対し，水野・松井 (2009) は，文字処理において日本語母語者は英語母語者に比べて音韻コードへの依存度が低く形態コードへの依存度が高いため (e.g., 水野・松井・Bellezza, 2007)，標的と妨害刺激の音韻的な親近性の違いは識別性にさほど影響せず，形態的な親近性の違いが影響するのではないかと考えた．そして，日本語母語者でも音韻的親近性は記号だけが極端に低くアルファベット≒数字＞＞記号だが，形態的親近性は数字＞アルファベット＞記号であることを確認し (水野・松井, 2011)，妨害刺激が数字でも記号でもある程度の AB が生じるのではないかと予想した. そして Chun & Potter (1995) の実験を日本語母語者に対して実施して上の予想を検証し，日本語母語者の識別性の規定因が英語母語者のように音韻的親近性の差ではなく，形態的親近性の差であることを示した (Figure 2).

続いて水野・松井 (2010)は，日本語母語者に対して標的をひらがなにした場合の AB を予想した．日本語母語者にとって母語文字のひらがなはアルファベットよりやや形態的親近性は高く，数字≧ひらがな＞記号であった（≧は傾向 ($p < .10$) の意）．そのため，妨害刺激が数字だと AB が生じるが，記号の場合はほとんど生じないのではないかと予想した．そして，標的をひらがな，妨害刺激を数字と記号にした実験を日本語母語者に対して実施し，上の予想を検証した (Figure 3).

以上の研究結果は，文字マッチングで認められた母語者間の文字処理特性の違い，とりわけ，優勢な文字コードの違いが AB 実験にも影響しうること，そして，標的や妨害刺激を同じにした AB 実験でも，優勢文字コードの違いのために母語者間で異なる結果が得られうることを示している．とりわけ危険なのは, 英語母語者を対象とした AB 実験とその実験条件を一部操作･変更した AB 実験を日本語母語者に対して行った実験結果の違いが，その条件操作に起因したものではない場合がありうることである．よって，日本語母語者の刺激文字の処理特性やその AB への影響を正確に知ることは，単に日本語母語者と英語母語者の文字処理特性の違いや文化差を知るためだけなく，AB の生起過程やメカニズムを日本語母語者と対象とした実験で検討していく上でも，極めて重要である．

そこで本研究では，水野・松井 (2009, 2010) で得られた，日本語母語者の識別性は英語母語者とは異なり標的と妨害刺激の形態的親近性の差異に規定され，その差異が小さいほど両者の識別性が低下し AB が生じやすくなるという示唆に, 確証を得ることを目的とする．そのためにまず実験 1 では，標的を数字，妨害刺激をひらがなと記号にした AB 実験を行う. 日本語母語者の識別性の規定因が形態的親近性の差であるならば，妨害刺激がひらがなの場合は AB が生じるが，記号の場合は AB がほとんど生じないと予想される．

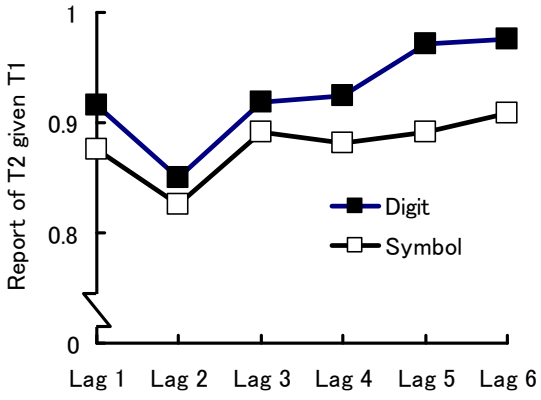


Figure 2. 標的がアルファベットの時の数字条件と記号条件の T2 の報告率（水野・松井, 2009）

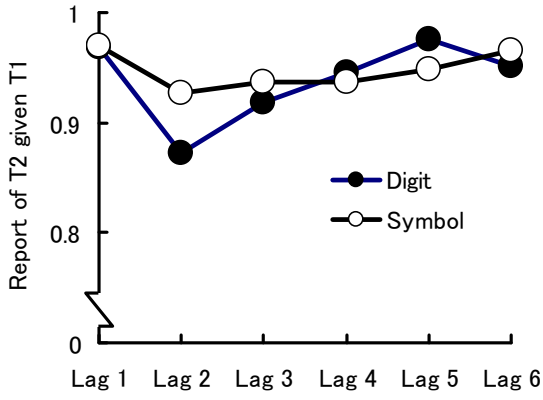


Figure 3. 標的がひらがなの時の数字条件と記号条件の T2 の報告率（水野・松井，2010）

２．実験１

2.1　方法

参加者　日本語を母語とする大学生 15 名．

刺　激　標的の数字は 0, 1 を除く８種，妨害刺激のひらがなは「ゐ」「ゑ」「を」「ん」を除く 44 種, 妨害刺激の記号は Chun & Potter (1995) に準じ, <, >, =, #, %, ?, /, *の８種とした．１刺激の呈示時間 (lag)は 100 ms．１試行 13 刺激で T1 の呈示位置は２から６，lag は１から６で，妨害刺激がひらがなの条件，記号の条件とも，総試行数は各 lag が 20 試行の計 120 試行とした．

手続き　個別実験で，参加者 8 名はひらがな条件から，7 名は記号条件から開始した．120 試行の呈示順序は参加者毎にランダムにした．参加者は 10 試行の練習の後本番を行った．各試行では，画面中央に注視点のアステリスクが 400 ms 呈示された後, 刺激が 100 ms 間隔で１つずつ呈示された．参加者は１試行 13 個の刺激が呈示され終わった直後に報告用紙に２標的を記入し，キー押しで次の試行に進んだ．

2.2　結果と考察

各妨害刺激条件の T2 の報告率は Figure 4 に示す通りである．条件と lag の２要因参加者内分散分析の結果, 条件の主効果 (F (1, 14) = 9.62, p < .01), lag の主効果 (F (5, 70) = 4.13, p < .01)，交互作用 (F (5, 70) = 4.69, p < .01)がみな有意であった．lag の単純主効果は記号条件では有意でなかったが (F (5, 140) = 0.17, *ns*)，ひらがな条件では有意で (F (5, 140) = 8.69, p < .01)，Lag 2 と Lag 1, 4, 6 の間に 1%で (HSD = 0.062)，Lag 3, 5 の間に 5%で (HSD = 0.051)，有意差が認められ，Lag 2 の報告率が他のすべての lag よりも低かった．

この結果は，ひらがな条件でのみ顕著な AB が認められるとする予想と一致しており，日本語母語者の識別性の規定因が標的と妨害刺激の形態的親近性の差であることが改めて示唆された．

実験２ではさらに，標的を記号，妨害刺激を数字とひらがなにした追試を行う．この設定では，妨害刺激が数字の場合は全く，ひらがなの場合はほとんど AB が生じないと予想される．

３．実験２

3.1　方法

参加者　実験１とは別の日本語を母語とする大学生 15 名．

刺　激　標的を記号，妨害刺激をひらがなと数字にした以外は実験１に準じた．

手続き　実験１に準じた．

3.2　結果と考察

両条件の T2 の報告率を Figure 5 に示す. 条件と lag の２要因参加者内分散分析の結果, 条件の主効

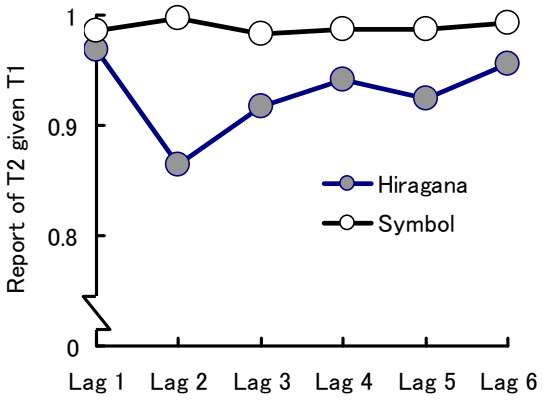


Figure 4. 標的が数字の時のひらがな条件と記号条件の T2 の報告率

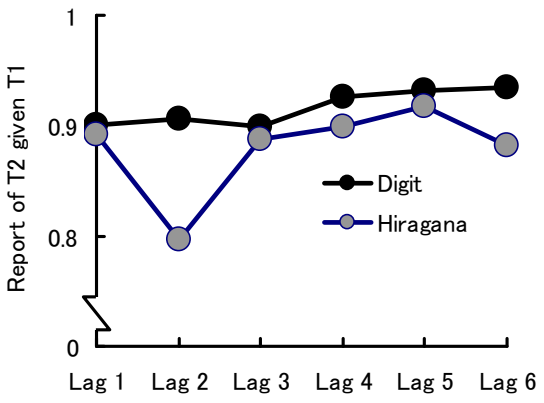


Figure 5. 標的が記号の時の数字条件とひらがな条件の T2 の報告率

果 (F (1, 14) = 24.98, p < .01)，lag の主効果 (F (5, 70) = 3.83, p < .01)が有意で，交互作用には傾向が認められた(F (5, 70) = 2.23, p < .10). 仮説と密接に関わるため lag の単純主効果を求めたところ，lag の単純主効果は数字条件では有意でなかったが (F (5, 140) = 0.77, *ns*)，ひらがな条件では有意で (F (5, 140) = 5.28, p < .01)，Lag 2 と Lag 1, 4, 5 の間に 1%で (HSD = 0.092)，Lag 3, 6 の間に 5%で (HSD = 0.077)，有意差が認められ，Lag 2 の報告率が他のすべての lag よりも低かった.

数字の場合に AB が生じなかったことは予想通りである．しかし，ひらがなの場合にある程度の AB が生じたことは，予想とやや異なっていた．この原因については，次の総合的考察で詳しく考察する.

４．総合的考察

標的を数字とした実験１の結果は，標的と妨害刺激の形態的親近性の差異が大きい記号条件では AB が生じないが，差異が小さいひらがな条件では AB が生じることを示しており，水野・松井 (2009) および水野・松井 (2010) が提起した，日本語母語者の識別性は標的と妨害刺激の音韻的親近性ではなく形態的親近性の差異で，これが AB に影響するという考え方は支持的証拠を得た.

一方，標的を記号にした実験２では，標的と妨害刺激の形態的親近性の差異が非常に大きい数字条件では AB が生じないことが確認され，これは予想と一定していた．しかしながら，形態的親近性の差異が数字条件ほどではないがある程度大きいひらがな条件でも AB が生じることが確認された．これは予想と異なっただけでなく，ひらがなを標的とした水野・松井 (2010) の記号条件の結果とも異なっていた.

この結果は，記号系列からひらがなを検出するよりもひらがな系列から記号を検出する方が困難であることを示しており，文脈の影響の存在を示唆している．実際，見慣れた刺激の系列の中に異質な刺激が少し混ざっている場合は異質な刺激を検出しやすいが，異質な刺激の系列の中に見慣れた刺激が少し混ざっていても検出し損なうといったことは起こりうるのではなかろうか．数字の場合にこれが生じなかったのは，記号と数字は同一文内で呈示されることが多く，その弁別に習熟しているためではないかと考えられる.

今後は，文脈の影響を別の条件で再確認すること，どういう状況で文脈の影響が生じるかを見極めること，そして，文脈の影響を除去できるような刺激を用いることで形態的親近性の差異の影響を改めて確認することが必要だと考えられる.

付記

本研究は，平成 21 年度～平成 23 年度科学研究費補助金（研究代表者 : 水野りか，基盤研究 (C)，課題番号 : 21530776）の補助を受けた.

引用文献

Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 109-127.

水野りか・松井孝雄 (2009). 母語による文字符号化の相違が注意の瞬き現象におよぼす影響－その２－ 日本認知科学会第 26 回大会発表論文集, 338.

水野りか・松井孝雄 (2010). 標的と妨害刺激の識別性の規定因の母語による相違－注意の瞬きへの影響－ 日本認知科学会第27回大会発表論文集, 249-251.

水野りか・松井孝雄 (2011). 注意の瞬きを左右する標的－妨害刺激間識別性の規定因の母語による相違－ 東海心理学研究, 6（印刷中）.

水野りか・松井孝雄・Francis S. Bellezza (2007). 表音文字処理における形態・音韻コードへの依存度の日本語母語者と英話母語者の相違 認知心理学研究, **5**, 1-10.

外国語単語リーディングにおける母語の文字体系の影響：fMRI 実験による検討

横山悟[†]、金情浩[†]、内田信也[‡]、宮本正夫[†]、吉本啓[†]、川島隆太[†]

[†]東北大学, [‡]国際医療福祉大学
yokoyama@idac.tohoku.ac.jp

Abstract

本研究では、外国語学習者の外国語単語リーディング時に母語の文字体系の影響があるかどうかについて検証するため、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）による実験を行った。結果として母語の文字体系の違いにより、外国語単語リーディング時における脳活動に違いが見られることが実証された。特に母語と外国語との間に言語構造上の違いが存在する場合、脳内ではより多くの賦活を必要とした。この結果は、母語の違いが外国語理解処理に影響を与えるという仮説を支持する。

Keywords — fMRI, 認知神経科学, リーディング, 文字体系, 第二言語

1. 研究の背景及び目的

近年、母語と外国語は脳内でどのように処理されているか、についての研究が盛んに行われてきている。しかしながら特に neuroimaging 研究では、それぞれの実験において使用されている母語・外国語間の特徴の違いについては、あまり考慮されてこなかった[1-3]。この点は、外国語学習における母語の影響があるとすれば、それを利用して外国語学習をより効率的に行う方法の開発につながるため、そのメカニズムの解明は実際の外国語学習・教育の場において有用であると考えられる。

単語のリーディングにおいては、アルファベット・中国語（漢字）・ひらがななどの文字体系の違いにより、脳内では処理を担当する部位が異なることが分かっている[4]。よって母語と外国語における単語リーディングでは、この文字体系の違いが脳内での処理パターンに大きく影響する可能性が示唆される。我々が調べた限りでは、母語と外国語との間での文字体系の違いを脳機能画像法で調べた研究が一つ存在する。Tan et al. (2003)では、英語母語話者と中国人英語学習者の双方に、英語単語リーディング課題を行った際の脳活動を fMRI によって撮像した[5]。また、中国人学習者には中国語単語のリーディング課題も行った。その結果、英語母語話者と中国人英語学習者は、同じ英語単語を読んでいるにも関わらず脳活動が異なった。さらには中国人英語学習者の英語リーディング時の脳活動は、中国語単語リーディング時と同じ脳領域での活動が観察された。よって、単語リーディング時の脳内処理パターンは、母語における文字体系処理に使われる部位が担当する、と結論付けた。しかしこの研究では、英語母語話者が中国語単語を読んだ際の脳活動を撮像しておらず、逆が成り立つのか否かについては不明である。また母語と外国語とで文字体系が類似している場合のデータも得られていない。

そこで本研究では、中国人日本語学習者と韓国人日本語学習者に、日本語のひらがな単語を読ませたときの脳活動を fMRI によって撮像し、比較した。中国人の母語の文字体系は表意文字である一方、韓国語の母語の文字体系は表音文字である。よって、日本語のひらがなは表音文字であるため、中国人学習者にとっては文字体系が母語と異なるのに対し、韓国人学習者にとっては類似していることになる。よって、同じ日本語単語のリーディングに対し、母語との文字体系との差異による効果を、両群の比較によって検証できる。

2. 方法

実験では、中国人 11 名、韓国人 7 名のデータを、東北大学に設置してある MRI スキャナによって撮像した。口頭で実験説明を行い、書面にてインフォームドコンセントを得た。実験は東北大学で承認を受け、ヘルシンキ宣言に基づき行った。被験者は日本語能力試験 2 級にて両グループに習熟度の差がないことを確認した。年齢にも差がなかった。実験では、MRI スキャナの中で「れいぞうこ」といった日本語能力検定 3 級・4 級から選定した単語を視覚提示し、正しい日本語の単語であるかどうかをボタン押しで判断させた。問題数は 90 問であった。刺激提示時間 2 秒、課題間インターバル 2 秒、6 問ごとに休憩 28 秒を入れた。刺激提示は E-prime software v.1.3 を用いた。解析には標準的 fMRI データ解析ソフト SPM8 を用いた。一般的手順により各被験者データを解析し、中国人・韓国人データを直接比較した。

3. 結果及び考察

結果として年齢・習熟度に差がなく、また全く同じ日本語単語を読んでいるにも関わらず、脳活動に違いが見られた（図 1、2）。よってこの違いは、中国人・韓国人の母語の違いによる影響以外に考えられない。

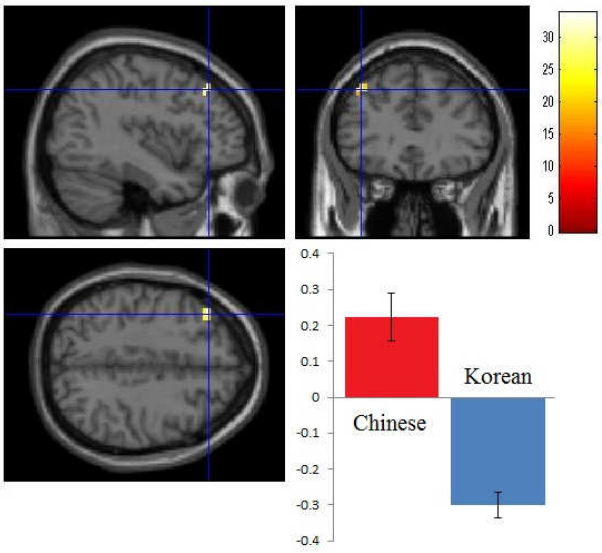


図 1：左中前頭回における活動の違い

ただし、母語の文字体系処理に関与する部位が外国語単語リーディング時にも活動する、という Tan らの仮説とは一部食い違っていた。図 1 の脳領域は表意文字である中国語の処理時に活動する部位と一致しており[4]、外国語であるひらがな処理時にも中国人のみが活動しているため、Tan らの仮説に一致している。しかしながら、表音文字の処理時に活動するとされる左下側頭回[6,7]では、中国人・韓国人間に脳活動の差がなかった。Tan らの仮説に基づけばこの領域は韓国人のみに活動が見られる領域であるはずであるが、その領域の活動に差は見られなかった。よって中国人は表意文字処理に関与する脳部位も活動していることになる。

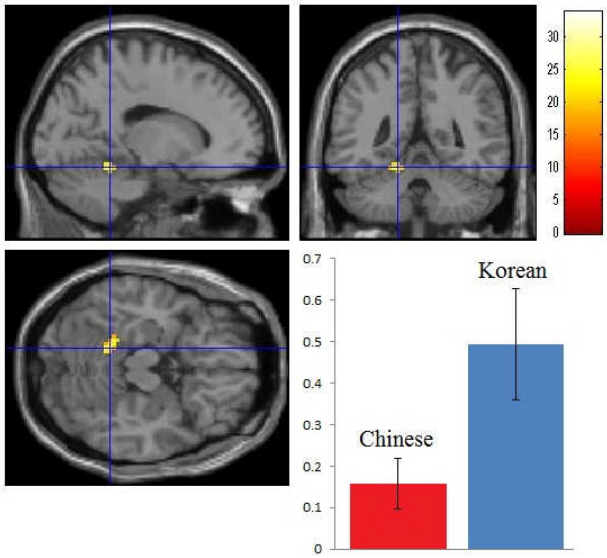


図 2：左小脳における活動の違い

4. 結論

本研究の結果より、母語の文字体系は外国語単語リーディング時の脳活動に影響を及ぼすが、母語の文字体系処理に関与する脳領域のみが外国語処理時にも活動する、という Tan らの主張と少し異なり、外国語処理時には、母語と外国語の間で言語構造上の違いが存在する場合にのみ、母語処理・外国語処理双方に関与する脳領域における活動が生じる一方、母語と外国語との間で言語構造上の違いが見られない場合は、

母語・外国語共通で使われる脳部位のみが活動する、という結果となった。これは、母語と外国語との間に言語構造上の違いが存在する場合、脳内ではより多くの賦活を必要とするということから、心内での処理負荷が高いということが示唆される。

参考文献

[1] Yokoyama, S., Miyamoto, T., Riera, J., Kim, J., Akitsuki, Y., Iwata, K., Yoshimoto, K., Horie, K., Sato, S. & Kawashima, R. (2006) Cortical mechanisms involved in the processing of verbs: an fMRI study. Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 18, pp. 1304-1313.

[2] Yokoyama, S., Okamoto, H., Miyamoto, T., Yoshimoto, K., Kim, J., Iwata, K., Jeong, H., Uchida, S., Ikuta, N. & Sassa, Y. (2006) Cortical activation in the processing of passive sentences in L1 and L2: An fMRI study. Neuroimage, Vol. 30, pp. 570-579.

[3] Jeong, H., Sugiura, M., Sassa, Y., Yokoyama, S., Horie, K., Sato, S., Taira, M. & Kawashima, R. (2007) Cross-linguistic influence on brain activation during second language processing: An fMRI study. Bilingualism: Language and Cognition, Vol. 10, pp. 175.

[4] Tan, L. H., Laird, A. R., Li, K. & Fox, P. T. (2005) Neuroanatomical correlates of phonological processing of Chinese characters and alphabetic words: A meta-analysis. Human Brain Mapping, Vol. 25, pp. 83-91.

[5] Tan, L. H., Spinks, J. A., Feng, C.-M., Siok, W. T., Perfetti, C. A., Xiong, J., Fox, P. T. & Gao, J.-H. (2003) Neural systems of second language reading are shaped by native language. Human Brain Mapping, Vol. 18, pp. 158-166.

[6] Nakamura, K., Dehaene, S., Jobert, A., Le Bihan, D. & Kouider, S. (2005) Subliminal convergence of Kanji and Kana words: Further evidence for functional parcellation of the posterior temporal cortex in visual word perception. Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 17, pp. 954-968.

[7] Sakurai, Y., Momose, T., Iwata, M., Sudo, Y., Ohtomo, K. & Kanazawa, I. (2000) Different cortical activity in reading of Kanji words, Kana words and Kana nonwords. Cognitive Brain Research, Vol. 9, pp. 111-115.

視覚追従課題が洞察問題解決に与える影響についての検討
An experimental study of the effect of eye-tracking task on insight problem solving

田村昌彦，三輪和久
Masahiko Tamura, Kazuhisa Miwa

名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
{tamura, miwa}@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We experimentally investigated how participants ' experiences solving an eye-tracking task pier to an insight problem affect the following insight problem solving process. In one condition without the eye-tracking problems solving experiences, most participants tended to make wrong hypotheses and their performance were relatively low. In the other condition with the prior problem solving experiences, these features were reduced. We concluded that eye movements appearing in solving the tracking task worked as a kind of embodied cognition, and affected the participants ' fixation formation in our insight problem.
Keywords — Insight problem solving, Tracking task, Embodied cognition

1. はじめに

洞察問題解決では，一般に問題解決者は，解に到達することができない解法に固着することにより，問題解決が妨げてられていると考えられている．したがって，この固着を解消し，適切な解法を選択するように問題解決者を導くことで解に到達できるようになる．たとえば[2] は，手掛かりを提示することで，洞察問題がたやすく解決できることを指摘した．著者らも，非直接的かつ非言語的な手掛かりを提示することで，洞察問題解決時の固着の解消が促進される場合があることを指摘した[1]．本研究は，著者らの先行研究をさらに展開することを目的としたものである．先の研究では，先行する課題遂行中に経験した視覚的探索経験が，後の洞察問題解決時に固着を解消するために利用されていたことが観察された．

近年では，視覚的刺激が洞察問題解決に与える影響を検討する研究も行われてきた．[3]は，無関係と考えられる追跡課題を洞察問題解決中に提示すると，問題解決者はその追跡経験を，当該洞察課題の解決に無意識に利用することを示した．彼らはこの現象を具現化された認知(embodied cognition)の利用，あるいは具現化の効果(embodied effect) と捉えた．つまり，眼球運動というある種の身体的運動をとおして得られた経験が，より高次認知プロセスでの問題解決に利用されていると考えられる．このことは，著者らの先行研究も彼らの主張を支持する内容であったといえる．

しかし，彼らの研究では固着の解消や問題空間の切り替えといった洞察問題解決プロセス中の機能あるいはフェーズに追跡刺激が与える影響を検討していない．そこで，本研究では著者らの先の研究と同様のスロットマシン課題を洞察課題として用い，先行して行った比較的単純な追跡課題が洞察問題解決に影響を与えるかについて，主に固着の解消の観点から検討した．

2. 実験1

追跡課題が洞察問題解決，特に固着の解消に与える影響を検討するため，以下の3条件を設定した．1つ目の条件は統制条件であり，洞察課題であるスロットマシン課題（詳細は後述）のみを行う条件であった．2つ目の条件は課題前呈示条件であり，後述する追跡刺激をスロットマシン課題前に呈示した．3つ目の条件は課題中呈示条件であり，スロットマシン課題前と，スロットマシン課題遂行中に追跡刺激を呈示した．この課題中呈示条件は，孵化理論を考慮した実験条件とした．孵化理論は洞察問題解決時のメカニズムに関する理論であり，問題解決者がインパスに陥ったときに課題から一旦離れることで，外界からの刺激などにより解法を見つけるとする理論である．この状況を設定するため，スロットマシン課題でインパスに陥ったと考えられる試行に追跡課題を挿入した．

2.1 方法

参加者　大学生65人が参加した．

課題　洞察課題としては[1]のスロットマシン課題を用いた（図1 ）．この課題の画面構成は，上部のスロット部と下部の履歴部からなる．スロット部は左から順に第1，第2，第3スロットと呼ばれ

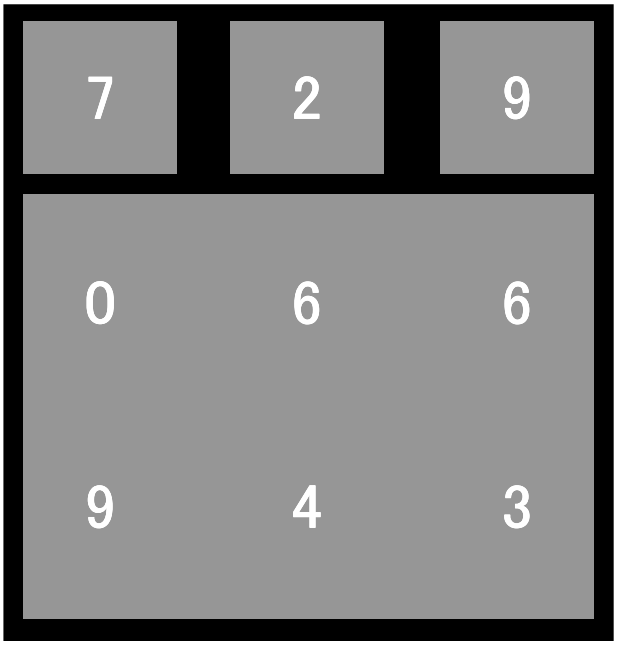


図 1 スロットマシン課題の画面イメージ．参加者が発見すべき規則は，「過去2試行の第3スロットの合計の1の位」である．しかし，多くの参加者が「第1および第2スロットの合計の1の位」という誤った規則を発見し，その後，横方向に固着した規則を生成し続けることで，解に到達することが困難であることが知られている．

る．各スロットは，第1スロットから第3スロットにかけて順に値が決定され，それぞれ1桁の正数もしくはゼロが表示される．このとき，第3スロットは実験者によって設定された規則にしたがって表示される値が決定されるようになっており，参加者はこの規則を発見することを要求された．第1スロットから第3スロットまで値が決定されることで1試行とし，参加者はなるべく早く規則を発見することように教示された．また，履歴部には直前2試行の結果が表示された．この課題では，発見すべき正解規則は，「前回と前々回の第3スロットの合計の1の位」である．これに加え，初めの8試行では「第1および第2スロットの合計の1の位」という偽の規則（ブロック規則）を満たすように設定された．このブロック規則により，多くの参加者がブロック規則を最初に発見し，その後，横方向での規則を探そうとすることが報告されている．

このスロットマシン課題に先立ち，後述する実験条件によって，以下のような視覚的な追跡刺激を先行課題として呈示した．画面上に直径70ピクセルの赤い円が1つ呈示され，図2の矢印で示した軌跡で移動した．また，図2中の赤い円の場所に移動したとき，約2秒間，赤い円は停留した．この一連の移動と停留を1ブロックとし，参加者あたり3ブロックを実施した．このうち1ブロックは軌跡が左右対称のものであった．

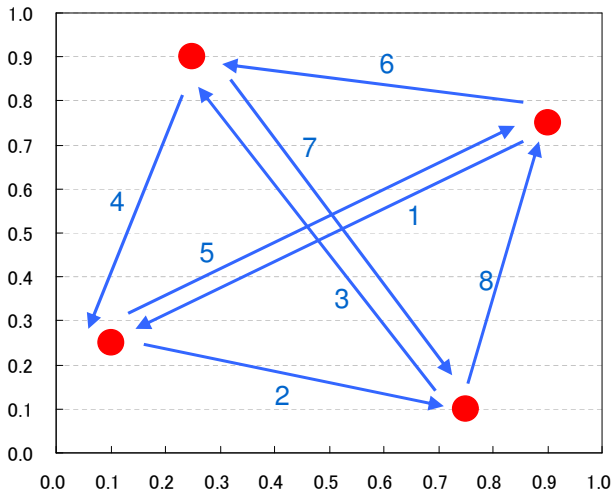


図 2 先行課題における視覚的な追跡刺激の軌跡と座標．垂直方向，水平方向の座標は百分率で示した．図中の矢印は赤い円の軌跡を，付随する番号は軌跡の順番を，図中の赤い円は停留点を示す．

装置　追跡刺激の呈示，およびスロットマシン課題はMicrosoft Windowsが稼働するコンピュータ上で実施した．参加者は1人1台ずつ，Webカメラが設置されたコンピュータの前に着席し，実験に参加した．実験は最大5人の小グループで実施した．また，これら刺激，課題はMicrosoft Visual C++(2008)を用いて作成された．

要因計画・手続き　前述の統制条件，課題前呈示条件，および課題中呈示条件の3条件を参加者間要因（1 × 3）として実施した．全ての参加者は，はじめに，課題中の眼球運動をWebカメラより取得すると，偽の教示を受けた．統制条件では，参加者はスロットマシン課題のみに取り組んだ．一方，課題前呈示条件および課題中呈示条件では，参加者はスロットマシン課題に先立ち，追跡刺激が呈示された．このとき，課題前呈示条件では3セット，課題中呈示条件では2セットの追跡刺激が呈示された．その後，参加者はスロットマシン課題に取り組んだ．また，課題中呈示条件では10試行目開始時に，スロットマシン課題を一時中断し，1セットの追跡刺激が呈示された．なお，追跡刺激は眼球運動を取得するためのキャリブレーションとして教示された．

3.　結果と考察

本研究で用いたスロットマシン課題は洞察問題であり，そのためには参加者は一旦，誤った仮説に固着する必要がある．そこで，ブロック規則（「第1および第2スロットの合計の1の位」という仮説）

を一定回数以上生成した参加者を，誤った仮説に固着したとみなした．この基準にしたがって，条件ごとのブロック規則に固着した参加者を求めたところ，統制条件では20人中15人が，課題前呈示条件では24人中13人が，課題中呈示条件では21人中13人が誤った仮説に固着したことがわかった．誤った仮説に固着した参加者の割合は，固着しなかった参加者と比較して，統制条件でのみ有意に多く（直接確率計算，$p < .05$），他の条件では違いが認められなかった（それぞれ，$p = .84$，$p = .38$）．この結果は，追跡刺激を課題開始前に呈示することで，固着が起こりにくくなっていることを示している．次に，一旦，誤った規則に固着した参加者について，30試行までに正答した人数を求めた．その結果，統制条件では15人中3人が，課題前呈示条件では13人中5人が，課題中呈示条件では13人中5人が30試行までに解に到達した．条件ごとに正答者と誤答者の割合について直接確率計算を用いて分析したところ，統制条件でのみ有意に正答者が少なかった．他の条件では正答者と誤答者の割合について，違いは認められなかった（それぞれ，$p = .58$）．一方で，3条件ごとの正答者と誤答者について，3×2のカイ二乗検定を行ったところ，有意差は認められなかった（$\chi^2(2) = 1.50$, $p = .43$）．これらの結果からは，追跡刺激を呈示しなかった場合，多くの参加者が誤った規則に固着し，正答率も低くなるのに対し，追跡刺激を呈示することで，誤った規則に固着されにくく，また一旦，誤った規則に固着しても，その固着が比較的，解消されやすくなることを示唆している．ただし，これらの結果は，統制群と実験群の比較に基づく両条件間の差を検出したものではない．したがって，より信頼度の高い議論を行うためには，今後の実験をとおして，より強いエビデンスを確認する必要がある．

以上の結果は，先の著者らの研究で示された，先行課題で得た（記述的な）知識ではなく，経験が後の洞察問題解決に用いられていること，さらにそれが，固着の解消に影響を与えていることを支持している．また，本研究の結果は，追跡刺激の呈示が，初期の固着形成にも影響を与えていることを示した．これらは，洞察問題解決のような高次認知処理が，一見，全く関連性のない比較的低次な認知処理からも影響を受けることを示している．

また，本研究や，著者らの先行研究では，先行刺激（先行課題）とスロットマシン課題の関連性について，自発的に気づく参加者も少なく，関連性に気づいたと報告した参加者も，そのほとんどが正確に答えることができなかった．これらのことを踏まえると，本研究で用いた追跡刺激や，先行研究で示した様々な探索経験が，問題解決者の固着の解消に，無意識的に作用していたといえるだろう．つまり，このような視覚的な運動経験が，embodied cognitionとして，潜在的に利用されていると考えられる．

先述のとおり，本研究では，このembodied cognitionの利用は，ブロック仮説の生成に影響を与えていると考えられる．このことは，実験条件によって固着の強度が異なる可能性をはらんでいる．つまり，仮に参加者がブロック規則に固着したとしても，追跡刺激を提示された参加者は，呈示されなかった参加者と比較して，その程度が低くなることは十分に考えられる．さらに，このことが後の問題解決過程に影響をおよぼすことも考えられる．この点についても，本研究では明らかにできなかったため，今後，検討する必要がある．

参考文献

[1] 田村昌彦・三輪和久, (2011) 洞察問題解決における類推的手掛かり利用の検討, 認知科学, Vol. 18, No. 2, 299–313.

[2] Weisberg, R. W. & Alba, J. W., (1981) An examination of the alleged role of “fixation” in solution of several “insight” problems, Jornal of Experimental Psychology: General, Vol. 110, 169–192.

[3] Thomas, L. E., & Lleras, A., (2009) Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight, Cognition, Vol. 111, 168–174.

日本語における文理解時の格標識・語順手がかり使用
—モンゴル語・中国語バイリンガル及び
モノリンガル日本語学習者を対象に—

The Use of Case Markers and Word Order Cues
during Japanese Language Sentence Comprehension
-bilingual Learners and Monolingual Learners of Japanese Language

白　春花
Chunhua Bai
東京大学総合文化研究科言語情報科学
Language and Information Sciences, University of Tokyo
bchjp@hotmail.co.jp

Abstract

The purpose of this study is to investigate whether there is a difference in the speed of sentence comprehension between bilingual and monolingual learners. In order to clarify the above research question, this study examined the speed of both Mongolian-Chinese bilingual and monolingual Chinese/Mongolian native speakers` Japanese language sentence processing. In an experiment based on the competition model, the participants were required to identify the actor of a series of Japanese simple word strings, of which consists of one verb and two nouns. Word order and case marking cues, in these word strings, are competed or consistent with each other. The results based on ANOVA analysis indicate a statistical significance in the speed of phrase comprehension in both between monolingual learners and between bilingual and monolingual learners is showed. The results suggest that sentence processing mechanisms of bilingual learner `s might be different from monolingual learner`s. Moreover, there may also exist a correlation between a language student`s speed of sentence comprehension in a second or third language and language distance between the student`s language(s) they have already mastered and language they are currently learning.

Keyword － competition model, trilingual, sentence comprehension, cues

1. はじめに

近年、三言語話者はどのように文を処理しているか、各々の言語の文処理が行われる際に、第一言語（L1）、第二言語（L2）はどのように関係しているか、注目を浴びている。この問題について、Jeong, Sugiura, Sassa, Haji, Usui & Taira（2007）は、母語が韓国語で、思春期前後に L2 として英語を学び、さらに、二十歳前後で日本語を学び始めた人を対象に、fMRI を用いて、韓国語、英語、日本語それぞれの文処理における脳活動パターン（Brain activation pattern）を指標として検討した。その結果、日本語の文処理における脳活動パターンが母語である韓国語の文処理時のパターンと非常に似ているのに対し、英語の文処理時のパターンは韓国語の場合と同様の部分もあれば、異なる部分も観察された。Jeong et al.（2007）は、この結果を言語類型論の視点から考察している。つまり、韓国語と日本語は基本語順が同じ SOV であるが、英語は SVO である。また、格標識に関しては韓国語と日本語が同じ格助詞を持っているのに対し、英語はそれと異なる統語的な特徴がある。これらの違いが脳活動パターンにも影響を与えた結果であると考察している。この研究に続き、Jeong, Sugiura, Sassa, Yokoyama, Horie, Sato,

Taira & Kawashima（2007）は、韓国語母語話者ではなく中国語母語話者を対象に同様の実験を行った。その結果、英語の文処理では中国語の文処理の場合と同じ脳活動パターンが示されたが、日本語の文処理においては中国語の文処理とは異なるパターンとなった。中国語と英語は基本語順が SVO（subject-verb-object）であるのに対し、日本語は SOV（subject-object-verb）である。また、格標識に関しては、英語には代名詞に格変化はあるものの、日本語のような格助詞はない。また、中国語には格標識がない。従って、Jeong, Sugiura, Sassa, Yokoyama, Horie, Sato, Taira & Kawashima（2007）においても L1、L2、L3 における統語的な特徴の異同が脳活動パターンにも反映されていることが明らかになった。このように、統語的な特徴の類似性が文処理プロセスに影響を及ぼすことが指摘されている一方、具体的にどの統語的特徴がどのような働きをしているかは、まだ分かっていない。

本稿は、統語的な特徴に注目し、ターゲット言語の文処理において、既習言語の統語的な特徴がどのような働きをし、バイリンガルの学習者とモノリンガルの学習者において、その働きが異なるか否かを探ることを目的とする。

2. 理論背景

従来の第二言語習得研究は（SLA）L1 と L2 の間の関係、主に L1 の L2 への影響を調べた研究は 1970 年代から盛んに行われてきた。その中でも、言語運用の観察、実験を通じて言語理解、及び言語産出のメカニズムを解明しようとする研究が注目を浴びた。その方法論として用いられているのは Bates & MacWhinney（1981）によって提唱された競合モデル（Competition model）である。

2.1 競合モデルの考え方

競合モデルは機能主義の視点から言語処理を解釈するモデルである。言語処理とは、聞き手が言語形式から文意を理解すること、また、話し手が様々な言語形式の中から適切な表現を選択し、文を産出することの両方を含むものである。機能主義の立場では、コミュニケーションの中で行われる言語形式と言語機能のマッピングを通して、言語理解（形式→機能）、言語産出（機能→形式）両方の能力が習得されると考える。

競合モデルはこのような機能主義的な立場に基づき、行為者（Agent）とその行為を受ける側の受動者（Patient）との関係性に着目し、言語形式と意味・機能のマッピングを説明している。言語の中における、語順、格標識、有生性などの特徴を手がかりと名付け、言語処理に利用可能である様々な手がかりがすべての言語に存在すると考える。競合モデルにおいては行為者と受動者の関係は、これらの手がかりの関係によって決められるものとして捉えられている。その詳細は佐々木（2003）をご参考にされたい。

上述したように、競合モデルにおける、言語形式と意味・機能のマッピングは手がかり間の連携及び競合に基づいて形成されると考える。そして、言語によって手がかりの存在率や信頼性が異なるため、マッピングのプロセスも異なると思われる。

2.2 競合モデルの実験方法

競合モデルを提唱した Bates & MacWhinney、及び彼らの共同研究者により、言語形式と意味・機能のマッピングを調べるための文解釈タスクがデザインされている。このタスクで用いられる文は２つの名詞、１つの他動詞からなる語列が多い（Bates & MacWhinney, 1982; Harrington, 1987; Kilborn & Ito, 1989; Sasaki, 1991; Liu,Bates & Li, 1992; Koda, 1993 など）。

２つの名詞と１つの他動詞からなる単純な語列の場合、これら３つの要素を系統的に統制、操作し、手がかり連携と競合を起こす文を作る。例えば、「ねこが　ネズミを　だます」という文について言えば、「ネズミを　ねこが　だます」「ねこが　だます　ネズミを」「ネズミを　だます　ねこが」「ねこ　ネズミ　だます」「ねこ　ネズミ　だます」などのように、すべての文が文法的に適格であるわけではない。

これらの文を被験者に音声呈示、あるいは視覚呈示し、行為者を判断させるが、その方法は研究によ

って異なる。動作を人形に演じさせる、行為者を口頭で報告させる、コンピュータに接続したキーやボタンを押させる、といった方法が用いられる。このような方法で被験者の文意解釈や判断までの反応時間についてのデータを定量的に分析する。そしてその結果に基づき、被験者がどのような言語処理を行ったかを考察する。競合モデルによる研究はこのような方法で行われるのが一般的である。

3. 研究課題

本稿は、類型論的な観点を取り入れ、競合モデルの考えを踏まえ、統語的な特等において、日本語と類型論的に同じモンゴル語を母語とする日本語学習者、また日本語と類型論的に異なる中国語を母語とする日本語学習者を対象とし、以下の研究課題を考察する。

(1) 母語が日本語と類型論的に同じ言語のモノリンガルと、類型論的に異なる言語のモノリンガルでは、日本語の文理解において用いる手がかりが異なるか。

(2) 日本語と類型論的に同じ言語と異なる言語の両方を母語とするバイリンガルは、母語が日本語と類型論的に同じ言語のモノリンガル、及び、類型論的に異なる言語のモノリンガルと日本語の文理解において用いる手がかりが異なるか。

4. 研究方法

4.1 対象者の言語

本稿ではモンゴル語母語話者（MJ)、中国語母語話者(CJ)、モンゴル語･中国語バイリンガル(MCJ)、三グループの日本語学習者を実験対象とする。本節では日本語、モンゴル語、中国語の統語的な特徴について説明する。

日本語

日本語の主な統語マーカーに語順、格助詞がある。語順は比較的に自由であるが、語順、格助詞とも母語話者における手がかりとしての有効性は強いことが明らかにされている（田中・山内，1979; 中條，1983)。格助詞の中では｢ガ｣は主に主語を示し、｢ヲ｣は目的語を示す。｢ガ｣、｢ヲ｣両格助詞は機能に揺れが見られない。しかし、主語を示す統語マーカーには「ガ」以外に「ハ」もある。さらに、「ニ」「デ」「へ」などの格助詞もあり、統語マーカーに多様性が見られる。そのため、格助詞を持たない言語を母語とする学習者にとっては困難な項目であることが推測される。

モンゴル語

モンゴル語は語順が日本語と類似しており、平叙文では主語と目的語が動詞の前に来る。日本語と同様、SOV が基本語順になっている。日本語のように OSV 語順にする場合もまれにあるが、一般的ではない。そのため、インプット中の OSV 語順の文の存在率は日本語ほど多くない。したがって、SOV 語順の手がかり妥当性は日本語より高いと考えられる。

また、日本語と同様に格助詞を持っている。しかし、主語を示す格助詞は、文脈によって何が主語であるかが明らかである場合には省かれることも多く、文における必須の要素ではない。そのため、主語を示す格助詞手がかりは日本語ほど信頼性が高くないと考えられる。また、主語を示す格助詞以外に、日本語の「ヲ」「ニ」「デ」「へ」などに対応する格助詞がある。さらに、日本語と同じように語尾が変わる膠着性を持っている。

中国語

中国語は類型論的に日本語、モンゴル語とは異なる。そして、基本語順は SVO で多くある。話し言葉では主語を省略する場合がよくある。Miao（1981）と Liu, Bates & Li（1992）は競合モデルに基づいて実験を行い、SVO 語順手がかりより有生性手がかりの方が信頼性が高いことを指摘している。日本語には格助詞に当たるものはなく、また、語尾変化もない孤立言語である。

4.2 実験協力者

CJ と MCJ は中国内モンゴル師範大学の日本語専攻の学生、それぞれ 20 名、25 名である。MJ はウランバ - トル科学大学の日本語専攻の学生 21 名である。

4.3 実験材料

本研究では、２つの名詞、１つの動詞からなる単文を実験材料として用いた。２つの名詞の組み合わせについては、｢ねこが　ネズミを　食べる｣など、文

全体を理解していなくても、名詞の属性から行為者が特定できる組み合わせにならないようにした。つまり、「うまが　うしを　みる」など、名詞の属性から行為者が特定できない文を作成した。また、日本語とモンゴル語は語順、格助詞の有無に関して共通点があるのに対して、日本語と中国語は語順も格助詞の有無も異なる。この点を踏まえ、語順、格助詞の有無を操作して文を作成した。操作基準は表 1 で示した通りである。

表 1　**実験材料文作成における語順・格助詞の操作**

	語順	○：一致　×：不一致
格あり	SOV	モンゴル語　語順○　格○ 中国語　語順×　格×
	SVO	モンゴル語　語順×　格○ 中国語　語順○　格×
	OSV	モンゴル語　語順×　格○ 中国語　語順×　格×
	OVS	モンゴル語　語順×　格○ 中国語　語順[1]○　格×
格なし	SOV	モンゴル語　語順○　格× 中国語　語順×　格○
	SVO	モンゴル語　語順×　格× 中国語　語順○　格○

S、O、V の語順の組み合わせは 4 種類（SOV、SVO、OSV、OVS）、格の有無は 2 種類なので、論理的には 4×2 で 8 種類になる。しかし、格がない場合、例えば「うま　うし　みる」「うし　うま　みる」と「うま　みる　うし」「うし　みる　うま」のように、SOV と OSV、SVO と OVS はそれぞれ同類の文となる。このため、格なし文は 2 種類となり、合計で 6 種類となる。すなわち、格あり SOV、格あり SVO、格あり OSV、格あり OVS 語順と格なし SOV、格なし OSV である。（以下、実験における文の条件を示す時は以下、［格 SOV］［格 SVO］［格 OSV］［格 OVS］［SOV］［OSV］とする。）

本実験の前に行った事前調査では格助詞「が」を見た瞬間に、その名詞を文の行為者として選ぶ学習者がいたため、協力者が文全体の意味を理解した上で文の行為者を選択しているかどうかを確認するため、格あり文に「うしが　うまに　みられた」というような受身文を入れた。格あり文だけに受身文を入れたのは、格なし文「うし　うま　みられた」では、「うし」と「うま」のどちらが行為者か判断できないからである。4 種類の格あり条件で、それぞれ 8 文ずつ、合計 32 の受身文を入れた。モンゴル出身のモンゴル語母語話者教師と筆者（内モンゴル出身）の二人で話し合い、両言語で同じ格助詞が使用される語彙を選択した。

材料文はすべて平仮名で表記した。日本語と中国語は漢字を共有する言語であるが、モンゴル語は非漢字言語である。中国語を母語とする日本語学習者は漢字の影響を強く受けることは明らかにされている（玉岡, 1997）。そのため、漢字表記は使わなかった。また、「ライオン」のような外来語や、カタカナで表記されることが多い「ネズミ」のような日本語語彙は材料文の中に入れていない。このような単語は学習者にカタカナで認識されているが、カタカナは目立ちやすく、名詞だと判別しやすい。主語か目的語か判断すればいいだけなので、動詞を含めた 3 単語を対象に判断するよりも反応時間が短くて済む。結果として、反応時間に影響を与える可能性も考えられる。

以上の点を踏まえ、名詞は「うま、うし、ねこ、いぬ」の 4 単語、動詞は「みる、ほめる、しんじる、あいする、よぶ、りようする、そだてる、てつだう、むかえる、たべる、まつ、みとめる、わすれる、わらう、だます」の 15 単語を使用した。

分析対象となる文は 6 条件、各 12 文ずつ、合計 72 文である。この他に本実験前のトレーニング用 20 文、受身文 32 文を含め、全部で 124 文である。

4.4 手続き

まず、言語背景についてのアンケート（資料 1）

[1] 中国語は SVO 語順を基本語順とする、格がない言語である。本研究では、有生性手がかりの影響が最低限に統制されているため、格助詞を省くと、SVO 語順と OVS 語順が同様になる。たとえば「うまが　うしを　みた」の語列を OVS 語順に変えると「うまを　みた　うしが」になる。格助詞を省くと、「うま　みた　うし」になり、格なし SVO の語順と同様になる。そのため、格有 OVS 語順では、中国語の語順が「○」になっている。

を行った。次に、実験材料文が確実に理解できるものであることを確認するため、語彙知識のチェックと格助詞記入テスト（資料 2）を実施した。語彙チェックと格助詞記入テストで最低 90%できている人を対象に実験を実施した。バイリンガル学習者には、その後 Can-do-statement テスト（資料 3）を実施した。

その後、材料文の行為者を判断する本実験課題を行った。課題は材料文の２つの名詞のうち、どちらが文の行為者であるかをできるだけ早く判断することである。

実験材料文を提示するプログラムは SuperLab4.0 で筆者が作成し、実験は東芝 SX/3211LNKW のノート型コンピュータを用いて個室で 1 人ずつ実施した。

調査対象者には、コンピュータ画面の中央に表示された文を見て、第 1 名詞を文の行為者だと考える場合、パソコンキーボードの「F」キーを押し、第 2 名詞を行為者だと判断する場合「J」キーを押すとように指示した。例えば、「うまが　うしを　みた」という文の場合、「うま」が第 1 名詞で、「うし」が第 2 名詞である。調査対象者がコンピュータ操作、及び第 1 名詞、第 2 名詞の意味を完全に理解したことを確認してから、実験をスタートできるようにパソコンを設定した。

4.5 実験計画

実験協力者の言語を被験者間要因（３水準)、実験で使用する文の種類を被験者内要因（６水準）とする混合計画である。被験者間要因は、MJ、CJ、MCJ の３水準である。被験者内要因は手がかりを操作して作成した文の種類で、格あり SOV、格あり SVO、格あり OSV、格あり OVS、格なし SOV、格なし SVO の６水準である。

5. 結果

5.1 分析のためのデータ編集

本稿では、文全体を読んで判断しているかどうか確かめるために受身文も入れた。受身文で 70%以上間違っている場合、文全体を読んでおらず、文中の格助詞「が」を見て文の行為者を選んでいる可能性が高い。そのため、分析対象から除外することにした。この段階で MJ、CJ、MCJ、それぞれ 5 名、5 名、6 名をデータ分析から除外した。さらに、平均から標準偏差±2.5 の範囲に入らないデータを外れ値とし、分析対象から除外した。この段階で除外されたデータは MJ、CJ、MCJ それぞれ、２人、５人、４人である。データクリーニング後の、実際の分析対象人数は表 2 に示す通りである。

表 2　分析対象者数

	MJ	CJ	MCJ
参加者数	21 人	20 人	25 人
分析対象者数	14 人	10 人	15 人

5.2 分析結果

各グループが行為者を選択するまでにかかった反応時間の平均、及び標準偏差を表 3 にまとめた。

表 3　行為者選択に当たる反応時間の平均値（X)、及び標準偏差（SD）

	MJ（n=14）		CJ（n=10）		MCJ（n=15）	
	X	SD	X	SD	X	SD
SOV	2005	588	2955	837	3285	873
SVO	2216	648	3608	1107	3755	1452
OSV	3034	1010	4288	1397	4001	1037
OVS	3188	1048	3884	1239	3490	918
SOV	3747	1109	4719	1995	3923	1493
SVO	3612	1126	5199	1928	3776	1098

＊上の四項目は格あり文で、下の二項目は格なし文である。

平均反応時間は、全体的に、格あり文の方が格なし文より反応時間が短い。また、全体的に、MJ のほうが反応時間が短くなっている。しかし、グループ（MC、CJ、MCJ）を独立変数、SPOT のスコアを従属変数として、１要因の分散分析を行った。その結果、３グループの得点に有意差はみられなかった[F (2,36) = 0.35, n.s.]。このため、３グループの日本語レベルは同程度であると考える。結果は表 4 で示している。

表 4　各グループの SPOT スコアの
平均値及び標準偏差

	MJ（n=14）	CJ（n=10）	MC（n=15）
X	34.1	32.8	30.9
SD	9.8	12.2	9.3

実験協力者の言語（MJ、CJ、MCJ）と、手がかり（6 条件の文）を独立変数、反応時間を従属変数として分散分析を行った。分析の結果、言語×手がかりの交互作用が有意であった[F (10,180) = 3.20, p < .001]。そのため、言語ごと、手がかりごとに単純主効果の検定を行った。

言語ごとの分析

モンゴル語モノリンガル（MJ）について

まず、MJ において、手がかりを独立変数、反応時間を従属変数として、1 要因の分散分析を行った結果、有意差が見られた[F（13.5）=19.85, p <.05]ため、その後多重比較を行った。その結果を格あり文、格なし文の順に結果を述べる。

格あり文では、基本語順である［格 SOV］は、主語が文頭に来る［格 SVO］との間には有意差がなかったが、目的語が文頭に来る［格 OSV］［格 OVS］との間には有意差が見られた。つまり、主語が文頭に来る［格 SVO］と［格 SOV］を理解するためにかかる時間に差がないことが示された。それに対し、目的語が文頭に来る［格 OSV］［格 OVS］は、基本語順の［格 SOV］に比べ、反応時間が有意に長いことが示された。

格なし文では、［SOV］と［SVO］の間には有意差が見られず、格助詞がない場合、語順が違っても反応時間に差がないことが示された。

格あり文と格なし文を合わせて検討すると、語順が基本語順であるかどうかに関わらず、主語が文頭に来る［格 SOV］［格 SVO］は、目的語が文頭に来る［格 OSV］［格 OVS］や格のない［SOV］［SVO］よりも反応時間が短かった。したがって、格助詞手がかりがあり、しかも主語が文頭にある文は、他の条件の文より理解が速いことが示された。

中国語モノリンガル（CJ）について

CJ においても、手がかりを独立変数とし 1 要因の分散分析を行った。結果は有意差が見られた[F (9,5) =7.85, p<.05]。その多重比較結果を述べる。

格あり文では、基本語順である［格 SOV］と［格 OSV］の間に有意差が見られただけで、他の条件の文の間には有意差がなかった。MJ の場合は、主語が文頭に来る［格 SOV］［格 SVO］の反応時間が、他のどの条件の文より反応時間が短かったことと異なる結果となった。

また、格なし文では、［SVO］と［SOV］の間に有意差はなかった。これは MJ の場合と同じ結果で、格助詞がない場合、語順が違っても反応時間に差がないことが示された。

格ありと格なしの文を合わせて検討すると、基本語順である［SOV］は格のある［格 SOV］より反応時間が有意に長かったが、他の格あり条件の文との間には有意差がなかった。一方、格がなく、基本語順でもない［SVO］は、他のすべての条件の文より反応時間が有意に長くなっており、行為者を判断するまでに時間がかかることが示された。

モンゴル語・中国語バイリンガル（MCJ）について

MCJ においても、手がかりを独立変数とする 1 要因の分散分析を行った。しかし、 6 つの条件の文のあいだには有意差がなかった[F (5,70) = 1.79, *n. s.*]。この分析から、MCJ においてはどの手がかり条件でも反応時間に差がないことが示された。

手がかりごとの分析

次に、手がかりごとに言語を要因とする単純主効果を検定した。

［格 SOV］について

言語を独立変数、［格 SOV］における反応時間を従属変数として、 1 要因分散分析を行った。その結果、有意差が見られた[F (2,36) = 3.64, p < .05]。その後の多重比較で、MJ と MCJ の間にだけ有意差が見られた。つまり、格がある基本語順の文の理解において、MJ は MCJ より反応時間が速いが、CJ との間には差がないこと、また、MCJ と CJ との間にも差がないことが示された。

［格 SVO］について

［格 SOV］について、言語を要因とする分散分析

を行った。その結果、有意差が見られた[F (2.36) = 5.95, p < .001]。

MJ と CJ、MCJ との間に有意差が見られたが、CJ、MCJ との間に有意差はなかった。つまり、格があり、基本語順ではないが主語が文頭に来る条件の文である［格 SVO］において、MJ は CJ、MCJ の両者より文理解が有意に早かったということが示された。

［格 OSV］について

［格 OSV］において、言語を要因とする分散分析を行った結果、有意差が見られた[F (2,36) = 3.56, p < .01]。MJ と CJ の間にのみ有意差がみられたが、MJ と MCJ、CJ と MCJ の間には有意差がなかった。つまり、基本語順ではないが格がある条件の［格 OSV］において、MJ は CJ より有意に早く文を処理することが示された。

［格 OVS］について

［格 OVS］でも言語を要因とする分散分析を行った。しかし、３つのグループの間に有意差は見られなかった[F (2,36) = 1.17, *n. s.*] 。したがって、格があっても基本語順と異なる［格 OVS］の理解においては、どのグループも反応時間の差がないことが示された。

［SOV］について

［SOV］でも同様に 1 要因分散分析を行った。その結果、有意差は示されなかった[F (2, 36) = 1.19, *n. s.*]。したがって、格がないが基本語順である［SOV］の理解にかかる時間はどのグループにも差がないことが示された。

［SVO］について

［SVO］においても言語を要因とする分散分析を行った。その結果、有意差が見られた[F (2,36) = 6.28, p < .001]。その後の多重比較において、CJ と MJ、MCJ との間に有意差が見られ、CJ の反応時間が有意に遅いことが示された。しかし、MJ と MCJ の間には有意差が見られなかった。

6. 考察

本稿は、統語的な特徴に注目し、ターゲット言語の文処理において、既習言語の統語的手がかりがどのような働きをするか、それが手がかりの類似性とどのような関係があるかについて調べた。ターゲット言語が日本語である、モノリンガルのモンゴル語母語話者と中国語母語話者の間に統計的な有意差が見られ、モンゴル語－中国語のバイリンガルの学習者とモノリンガルの間でも、手がかりによって有意差が見られた項目が見つかった。これらの結果について、以下のように考察する。

類型論的に近い言語ほど転移しやすいか

ニューラルネットワークの活性化パターンを調べた Joeng et al.（2007）の結果では、中国語・英語バイリンガルの日本語学習者が母語を処理するときと日本語を処理する時では、脳の活性化パターンが異なり、中国語と英語の文処理における脳活性化パターンは類似することが示唆されている。Joeng et al.（2007）はこの結果を類型論の視点から考察している。つまり、中国語と英語は類型論的に近い言語であるため、脳の同じ場所が使われ、脳の活性化パターンも類似している。一方、日本語は中国語と類型論的に遠い言語であるため、脳の中の異なる場所が活性化される。もしそうであるならば、モンゴル語・中国語バイリンガルの日本語学習者は日本語の文を理解する際、日本語と類似するモンゴル語のほうが活性化されることが考えられる。その場合、格助詞が強く働き、［格 SVO］ではモンゴル語モノリンガルとの間に有意差が出るはずがないということになる。この結果は、脳神経の活性化パターンを調べた研究の結果と一致しない。つまり、類型論的に近い言語ほど活性化される部分が類似するということは、転移パターンを説明することにならない。すなわち、活性化されたということだけでは、脳がどのような働きをしているかということを説明できないということである。転移のパターンを調べるには、条件を統制し、行動レベルの実験が必要であることを示唆している。しかし、これは脳神経を調べる研究の結果を否定したことにならない。むしろ、今後は神経レベルと行動レベルの実験の結果を総合的に見ることの必要性を示唆している。

競合モデルの L3 言語処理の応用可能性

本研究では、モンゴル語・中国語バイリンガルの日本語学習者とそれぞれのモノリンガルの日本語学

習者を対象に、日本語の文処理プロセスにおける手がかり使用を調べた。その結果、バイリンガルはモノリンガルと異なる操作を行っていることが明らかになった。また、バイリンガルの日本語学習者の場合、日本語の文を処理する際、モンゴル語と中国語のルートが活性化していることが確認された。このように、本研究では競合モデルの実験技法に従い、文の条件を統制し、操作することで、予測をたて、バイリンガルとモノリンガルを対象にデータを取り、その結果を具体的に比べることでバイリンガルとモノリンガルの文処理における手がかり使用が異なることが確認された。これは、競合モデル実験技法によって L3 言語処理を調べることが可能であることを示唆している。

同時に、このモデルに基づいて L3 言語処理を調べることはどこまであてはまるのかは今後の研究を待たねばならないことも示唆された。というのは、本研究では、類型論の視点から L3 言語における L1 と L2 の影響を明らかにすることを目的とした。今回はモンゴル語・中国語バイリンガルの日本語学習者において、L1 のモンゴル語と類似している言語―日本語―をターゲット言語として、それの手がかり使用における L1 と L2 の影響を調べた。しかし、類型論的に L2 と近い言語の場合、L1 と近い言語と相違がみられるか、そこはまだ明らかになっていない。

手がかり転移、及び類型論の関係

MJ の文処理において、[SOV]と[格 SOV]、[SVO]と［格 SVO］との間に有意差が見られた。このことから、同じ語順である場合、格がないと理解に時間がかかることが明らかになった。また、［格 OSV］と［格 SOV］［格 SVO］との間に有意差が見られたことから、格があっても主語が文頭に来ていない文は理解に時間がかかると言える。同時に［格 OSV］と同じ語順で格のない[OVS]も[格 SOV][格 SVO]との間に有意差があった。つまり、格助詞手がかりも、基本語順手がかりも使えない［OVS］は理解に時間がかかると言える。これらの結果は、モンゴル語モノリンガル日本語学習者は、日本語の文を理解する際、格助詞手がかりに強く依存していることを示唆している。

しかし、格助詞の位置が同じだが、語順が異なる［格 SOV］と［格 SVO］の間、及び［格 OSV］と［格 OVS］の間に有意差が見られなかった。また、格助詞なし、語順手がかりのみの[SVO]及び[SOV]の間には有意差が見られなかった。この結果から、モンゴル語モノリンガルの日本語学習者は日本語文を理解する際、語順手がかりに依存していないことが示唆される。

また、［格 OSV］［格 OVS］［SVO］［SOV］の間では、[格 OSV］と［SOV］に有意差が見られたが、それ以外には有意差が見られなかった。［格 OSV］では、格助詞を落とすと、［SOV］語列と類似することになる。①「うしを　うまが　みた」と②「うし　うま　みた」という文を例として説明すると、①の格助詞を落とすと、「うし　うま　みた」となり、②と同じ語列になる。したがって、有意差が見られたのは、格助詞の有無による相違だと考えられる。このことからも、モノリンガルのモンゴル語日本語学習者は格助詞を手がかりにして文の行為者を選択していると言えるだろう。

この結果から、類型論的に近くかつ母語において強い手がかりが目標言語においても強い手がかりになる場合、その手がかりの転移が起こりやすいことが示唆された。

また、CJ において、予測に反し、格助詞のない［SVO］と［SOV］では反応時間に有意差が見られなかった。［SOV］と［SVO］の文条件では格助詞を省いているため、語順処理のみになる。もし CJ が母語の語順をそのまま転移させている場合、中国語は SVO を基本語順とするため、［SVO］は［SOV］より早く処理されるはずである。しかし、統計結果では、［SVO］と［SOV］では反応時間に有意差が見られなかった。

これらの結果から、中国語モノリンガルの日本語学習者は日本語文を理解する際、母語の SVO 語順を利用していないことが示唆される。

ターゲット言語の手がかりの創生

CJ においては、格あり文の中で、[格 SOV］と［格 OSV］の間に有意差が見られたものの、他の条件の文の間には有意差が見られなかった。

中国語の基本語順は SVO であり、なお格標識を持たない。そのため、CJ は日本語文を処理するとき、語順のみではなく、格助詞の処理も行わなければならない。結果として、語順と格助詞が連携している文では一番速く処理されるが、両手がかりが競合している文では反応が一番遅くなる。格あり文の中で、［格 SOV］より［格 OSV］の方が反応が遅かった。中国語は SVO を基本語順とするため、日本語の語順の SOV、及び OSV を処理する際、格助詞のみではなく、日本語の語順を処理していることも考えられる。もし、そうであれば、格助詞なしの［SVO］が一番早いことになる。しかし、統計分析の結果から、［SVO］は［SOV］との間には有意差が見られなかったが、他の条件の文、すなわち、すべての格あり文との間で有意差が見られた。また、［SOV］も［格 SOV］との間に有意差が見られ、格なし文のほうが反応が有意に遅かったことが示されている。

上述したように、［格 SOV］と［格 OSV］の間に有意差が見られ、［格 OSV］が遅かったことは、格助詞手がかりの処理によるものであることを示唆している。つまり、学習者は目標言語に有効な手がかりが自分の母語にないことを気づいた場合、目標言語のインプットから、その言語に有効な手がかりを自分の心内で創り上げていると考えられる。

参考文献

玉岡賀津雄（1997）「英語系および中国語系日本語学習者の日本語処理の効率性-ローマ字および仮名・漢字表記による文章の読みと読解」『平成 9 年度日本語教育学春季大会予稿集』207-212.

佐々木義則（2003）「競合モデルに基づく第二言語習得研究の論点―日本語習得の視点から―」『第二言語習得研究への招待』畑佐由紀子（編）くろしお出版　32-46

中條和光（1983）「日本語短文の理解過程－文理解ストラテジーの相互関係－」*The Japanese Journal of Psychology,* 54（4）, 250-256

田中孝志・山内光哉（1979）「文理解手がかりとしての語順と助詞の効果」『九州大学教育学部紀要（教育心理学部門）』24, 63-68

Bates, E. & MacWhinney, B. (1981). Second-language acquisition from a functionalist perspective: pragmatic, semantic, and perceptual strategies. In H. Winitz (Ed.), *Annals of the New York Academy of Sciences of conference on native & foreign language acquisition* (pp. 190-214). New York: New York Academy of Sciences.

Jeong, H., Sugiura, M., Sassa, Y., Haji, T., Usui, N., Taira,M. et al. (2007). Effect of syntactic similarity on cortical activation during second language A comparison of English and Japanese among native Korean trilinguals. *Human Brain Mapping*, 28, 194–204.processing:

Jeong, H., Sugiura, M., Sassa, Y., Yokoyama, Y., Horie, K ., Sato, S., Taira, Kawashima, K., (2007) Cross-linguistic influence on brain activation during second language processing: An fMRI study Bilingualism: *Language and Cognition* 10 (2), 2007, 175–187 C 2007 Cambridge University Press

Kilborn, K., & Ito, T. (1989). Sentence processing strategies in adult bilinguals. In B. MacWhinney & E. Bates (Eds.), *The crosslinguistic study of sentence processing* (pp. 257-291). New York: Cambridge University Press.

Koda, K. (1993). Transferred L1 strategies and L2 syntactic structure in L2 sentence comprehension. *The Modern Language Journal*, 77/4, 490-500.

Liu, H., Bates, E., & Li, P. (1992). Sentence interpretation in bilingual speakers of English and Chinese. *Applied Psycholinguistics,* 13, 451-484.

Miao, X. (1981). Word order and semantic strategies in Chinese sentence comprehension. *IJP*, 8, 109-122.

Sasaki, Y. (1991). English and Japanese interlanguage comprehension strategies: an analysis based on the competition model, *Applied Psycholinguistics*, 12, 47-73.

自身の意図の隠蔽と他者の意図の誘導
Inhibition of Intention and Leading of Other's Intention

石川　悟
Satoru Ishikawa

北星学園大学
Hokusei　Gakuen University
ishi_s@hokusei.ac.jp

Abstract

In the communication with others, we seldom inhibit own intention and lead other's intention with operating own behavior. In this study, "Cheat situation" which deceived other's belief by operating shared hints was prepared for analyzing the way of deception. Subjects showed two types of hints usage, the one was using the hints for imagining others "false belief", and the other was for leading others to confirm the "false belief".

Keywords — Inhibition of intention, Intention Leading, Deception

1. はじめに

他者とのやり取り場面では，他者の意図を推定しそれに基づいて自身の行動を選択することにより，他者と協力行動が可能になる[1]．しかし他者とのやり取り場面では，相手の意図を推定するだけではなく，意図を相互に調節する場合（交渉場面）や自身の意図を偽る場合（騙し場面）も考えられる．特に，「能動的な行動誘導」[2], [3]と呼ばれる，自身の行動の意図を他者に推定させ他者の意図や行動決定に影響を与えることで，相手から自身にとって望ましい行動を引きだすことも，他者とのやり取り場面で生じていると考えられる．そこで本研究では，この「能動的な行動誘導」が特に顕著に表れると考えられる騙し場面[4]を実験的に用意し，「自身の意図の隠蔽」と「他者の意図の誘導」がどのような過程から実現されるのか検討した．

2. 方法

被験者：　大学生 18 名（男性６名，女性 12 名）が実験に参加し，このうち 14 名（男性５名，女性９名）が「騙す側」の被験者として参加した．

課題：　騙す側と騙される側の被験者が２人１組で集めたヒントを共有し，「パスワード」を特定する「騙し課題」を用意した．パスワードは，３種類の色（赤，黄，青）のボタンを４回押す順序として用意した．

「騙される側」の被験者の課題は，「騙す側」の被験者とともに「正解パスワード : 赤・“黄”・黄・青」を見つけることだった．この時「騙される側」の被験者には「騙す側」の被験者を「協力者」として紹介し，実験終了後に自身が騙されていたことを知らせた．一方「騙す側」の被験者の課題は，「騙される側」の被験者と共有するヒントを自身で操作し，実験者が指定した「課題パスワード : 赤・“赤”・黄・青」を「騙される側」の被験者に「正解パスワード」だと思わせることだった．

ヒントには「正解パスワード」と「課題パスワード」の両方に当てはまるもの（共通ヒント，計 16 種類，例 :「４番目は赤ではない。」），「課題パスワード」が「正解パスワード」だと強く思い込ませられるもの（誘導ヒント，計７種類，例 :「2 番目が赤ならば、1 番目も赤である。」），「正解パスワード」にしか当てはまらないもの（正解ヒント, 計２種類, 例 :「黄は１番目か２番目である。」）を用意した．

手続き：　両被験者は両者が衝立で隔てられた実験室に座らされ，実験中は声を出さないよう教示を受けた．「騙し課題」では，まず両被験者にヒントが書かれた８枚の「場のカード」から１枚のカードを上から順に引かせ，もう１人の被験者と交換・共有させた．この時「騙す側」の被験者は，「騙される側」の被験者が「課題パスワード」を「正解パスワード」だと思い込むように，与えら

れた別の９枚の「手札カード」と取り替えることができた.「騙される側」の被験者には，共通ヒントのみが８種類「場のカード」として用意された.「騙す側」の被験者には,「場のカード」として共通ヒントが５種類，誘導ヒントが１種類，正解ヒントが２種類用意され,「手札カード」には共通ヒントが３種類，誘導ヒントが６種類用意された.

「騙される側」の被験者には，カードを引く度に現在予想している「正解パスワード」と確信度（10 段階）を回答させた．また「騙す側」の被験者には,「騙される側」の被験者が１つ前のカードを引いた時に記入した回答用紙を渡し，次に交換・共有するヒントの決定に使うことで,「騙される側」の被験者の意図を操作できるようにした．この時,「騙す側」の被験者が「騙される側」についてどう考えているか知るため,「騙される側」が次に予想するであろうパスワードと確信度（10 段階）を回答させた.

８枚の全てのカードのヒントを共有した後，「騙される側」の被験者に「パスワード」を回答させた．この回答結果が「騙す側」の被験者に提示された「課題パスワード」だった場合，騙しが成立したと考えた．また,「騙す側」の被験者が「騙される側」の被験者に提示したヒントの内容からどのように「騙し」を成立させたか分析した.

3. 結果と考察

「騙される側」の被験者が回答した「パスワード」は全て「課題パスワード」であり，全ての「騙す側」の被験者が,「騙される側」の被験者を騙せていた．また，被験者ごとに個人差は見られたが,「騙される側」の被験者が予想したパスワードを「騙す側」の被験者は高い確信度のもとで推定できていた（図１）.

「騙す側」の被験者が用いたヒントの内容を分析した結果,「正解ヒント」を「騙される側」の被験者に提示することはなく，隠蔽していた自身の意図が明らかになってしまうヒントを回避していた．また,「共通ヒント」よりも「誘導ヒント」が

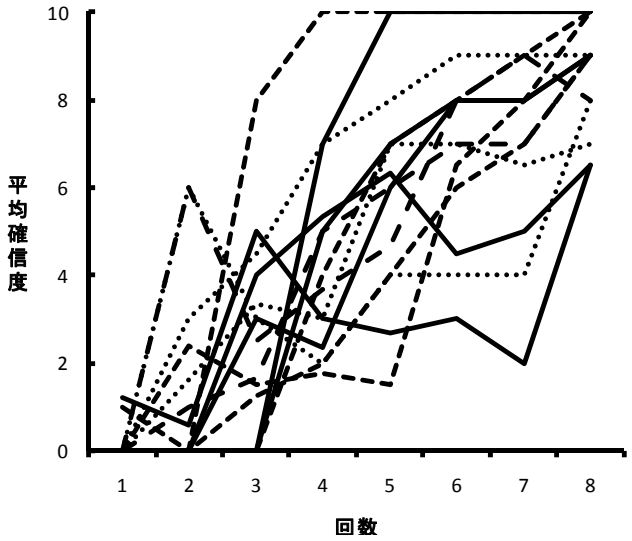


図１．推定した「騙される側」に対する確信度の変化

表１．「騙す側」の被験者が用いたヒントの使用率

場のカード								
	1	2	8	13	24	25	26	28
種類	共通	誘導	正解	正解	共通	共通	共通	共通
使用率	0.07	0.64	0.0	0.0	0.71	0.29	0.64	0.64

手札カード									
	5	6	7	9	17	19	21	23	27
種類	誘導	共通	共通	誘導	誘導	共通	誘導	誘導	誘導
使用率	0.29	0.5	0.43	0.93	0.86	0.29	0.29	1.0	0.64

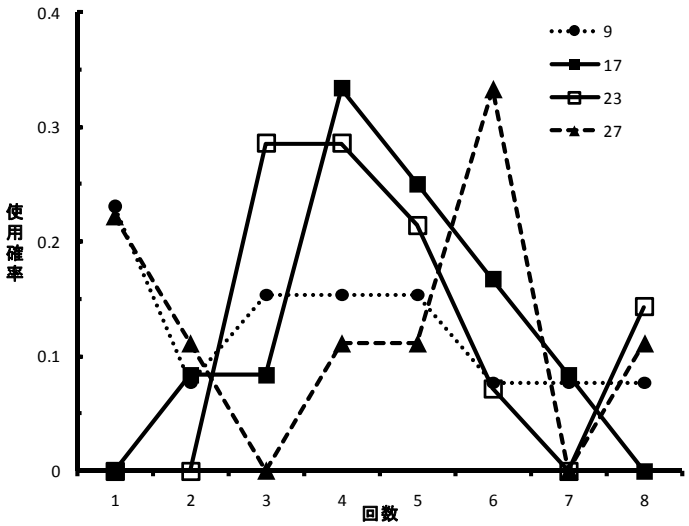


図２．主な「誘導ヒント」の利用確率

多く使われた（表１）.

特に多く使用された「誘導ヒント」は,「騙される側」に与えた影響から,「課題パスワード」を想起させられる想起ヒント（17.「２番目が赤ならば、４番目は青である。」，23.「赤は続けて押す可能性がある。」）と「課題パスワード」を「正解パスワード」だと確証させられる確証ヒント（27.「２番目は赤かもしれない。」）の２種類に分類できた．想起ヒントは８回のヒント交換の前半部分で使用されることが多く，確証ヒントは後半部分

で使用されることが多かった（図２）.

以上の結果から，推定された他者意図と隠蔽すべき自身の意図に基づき，推定された他者意図を自身の意図に沿って誘導するように，現在の自身の行動が選択されることが示された．今後は，他者の意図を誘導するために，騙す側がどのように自身の行動の意図に多重性を持たせているのか，そして多重性を持った意図の中で，自身の「真の意図」を「偽の意図」の中に隠蔽するためにどのように自身の行動を決定しているのか，検討が必要である.

参考文献

[1] 長田悠吾・石川　悟・大森隆司 (2010) “意図推定に基づく行動決定戦略の動的選択による協調行動の計算モデル化”，認知科学，Vol.17, No.2, pp.270-286.

[2] Omori, T., Yokoyama, A., Nagata, Y. & Ishikawa, S. (2010) "Computational Modeling of Action Decision Process including Other's Mind - A Theory toward Social Ability", Proceedings of Second IEEE International Conference on Intelligent Human Computer Interaction,

[3] 横山絢美・大森隆司・岡田浩之 (2008) “意図推定に基づく行動決定過程のモデル化とその評価”，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.108, No.101, pp.35-40.

[4] 石川　悟 (2010) “他者の行動の誘導　～「騙し場面」を用いた検討～”，日本認知科学会第 27 回大会発表論文集, pp.325-327.

文末詞のモダリティ心理学
Modality psychology of sentence-final particles

伊東昌子
Masako Itoh

常磐大学
Tokiwa University
masakoit@tokiwa.ac.jp

Abstract

This study discussed functions of sentence-final particles in terms of listeners' perception of modality and generation of modality tag on the propositional representation of message sentences based on four psychological researches. On listening sentences with the sentence-final particle "*no*" listeners generate human relational modality tag such as 'involvement required'. The tag more activates the sentence proposition and showed better memory performance than the case of the same declarative sentences. On listening sentences which finish with "*kedo*" listeners generate another tag such as 'incomplete message'. The tag maintained the sentence memory longer. These effects show the importance of modality psychology of the sentence-final expression in terms of relation-building communication.

Keywords — Sentence-final particle, Modality tag, Psychological experiment, Effects on memory

1. はじめに

人と人がメッセージ文を投げかけ合う談話場では，メッセージ文の受け手はその文に表現された事柄内容である命題と，文生成時の送り手の主観と心的態度を表すモダリティの双方を理解・感知・推論して応答しようとする．文の構成要素の中で，文末詞（終助詞が代表的である）は文レベルで機能する多様なモダリティを担う主要な言語要素の一つである（宮崎ら, 2002）[1].

談話場，特に対話場面では，命題には反映されない送り手の主観や訴えや誘いかけを文末詞が引き受けて文表現が投棄される．受け手はそのモダリティを感知して命題に重ね合わせながら適応的な応答を生成する．このような機能を果たす文末詞を，藤原（1990）は「会話での，対話のかんどころになる」と述べている（p. 130）[2].

従来，終助詞は国文法における助詞の一つとして，終助詞に至る文がどのように終わるかの観点から，用法や機能が明らかにされてきた．終わり方への焦点に関連して，終助詞の用法や機能は，主にメッセージ文の送り手の立場から文の終わり方を形づくる形式として説明されてきた．一方，談話場ではメッセージ文を受け取り応答する受け手が存在し，彼らは投棄された文に呼応した文を生成する．受け手の文の生成の仕方に重要な影響を与える部分を終助詞が担うことになる．したがって，終助詞がメッセージ文の受け手にどのような心理学的影響を与えるかを調べることは重要である．

終助詞の受け手に対する独自の機能を解明しようとするとき，藤原（1990）[2]が述べるように，終助詞を「先天性の接続分子として，おのずから半機能者たる（p. 35）」助辞としてではなく，「独自の全的機能がある（p. 35）」文末詞あるいは文結詞として扱うことが適切である．独自の機能を持つ詞として着目することにより，その使用がメッセージ文の受け手に何を感知させ，どのような印象を持たせ，応答や記憶に与える影響を科学的に研究することができる．対話の連鎖が何によってどう方向づけられて対話がつながるかに関し，メッセージ内容とは別の表現領域としての文末詞が持つ心理学的意味を探求することは，他の文末詞の働きの解明にも貢献できる．

先に述べたように，文末詞としての終助詞が談話場におけるメッセージ文のモダリティを担う．特に即応性が求められる対話場面では, 聞き手(メッセージ文の受け手）は話し手（送り手）の主観状態を感知した上で応答する必要がある．聞き手が終助詞によって応答のための重要な手がかりを感知し，適切な即応的反応を生成するときの，ま

さに「かんどころ」をつかむ心理過程の解明が求められる．以下では終助詞を文末詞として，文末詞とモダリティの関係を議論する．

2. メッセージ文のモダリティタグ

藤原（1990）は，談話活動は文末詞的なものをくさびにして個々の文を順置していく作業であり，個々の文が次々に仕立てられていくと言う（p. 130）[2]．この状況的に「仕立てる」活動が可能になるためには，メッセージ文の受け手の内部には投げかけられた文の命題とモダリティに対応する表象が生成されねばならないであろう．

分かりやすさのために，対話場面を想定して議論を進める．メッセージ文には話し手が捉える「出来事」[†1]である命題と，命題に対する心情や聞き手に対する働きかけを示すモダリティが含まれる[†2]．聞き手に対する働きかけを山本（2004）は対人的モダリティと呼ぶ[3]．例えば「月が青いよ」は，話し手が聞き手に一緒に見るように誘う心情，あるいは聞き手が対象に注目するよう望む心情が暗示される．一方「月が青いね」であれば，青さを共感したいのだろうとの心情が知覚される．この知覚に対応する対人的タグ（human relational tag），例えば“誘い”タグ，“要注目”タグ，“要共感”タグが聞き手内部に生成されて，命題表象に貼付されると推察される．

別の例を考えてみよう．「これが欲しいと思うけど」と投げかけられた場合，聞き手内部には未だ語られない部分があることを示す表象（空白ノードのようなもの）が生成され，そこに注意が向けられて待機状態になるであろう[†3]．話し手が続く部分を語らないときは，未完成部分の表象に“未完”タグが貼付され，未完であるが故に注意は解除され難い．このため，聞き手が未完部分を埋めようとして「けど，何なの↑」と問いかけるかも知れない．このように対人的モダリティは，その種類や機能に応じて，命題表象の生成の有り様や相互行為の取り方の手がかりを聞き手に与える．

相互行為の取り方については，筆者が文末表現によって話し手が状況的に抱く対人的距離感を察知した例をあげよう．以前，私は年下の同僚と電車の中で一緒になり，仕事場を離れてたわいもない会話を楽しんでいた．そのような場でも彼女は丁寧語で話していたが，仕事で生じたトラブルについて密やかな口調で話すとき，「おおっぴらにはいえない話なんだけどさ...」と仲間に話すような文末表現を使い始めた．とっさに私は「なに，どうしたのさ」と同様の文末表現で返した．先輩後輩という社会的距離を保った表現から親密さを示す表現への変化は，彼女の内部で私が先輩から秘密を共有する仲間へと変化したことを指標する．私は一瞬違和感をもったが，すぐに仲間的な距離感で会話を続けた．このように話し手と聞き手の関係性は，文脈や状況により話し手の中で刻々と変化する．それが文末詞に反映されて，聞き手は変化を知覚することができる．

モダリティタグの生成は，おそらく命題の意味処理と並行して素早くなされると推察される．そのような命題表象とモダリティタグの双方が，即応的で「かんどころ」を捉えた力動的かつ繊細な会話の局所的連鎖を可能にすると考えられる．

ここから先の検討は，対人的タグにどのような種類と事例が認められるかを分析整理する方向と，それらのタグの心理学的な影響，聞き手の何にどう影響を与えるかを検証する方向が考えられよう．ここでは後者に焦点をあてて議論を進める．

3. 対人的モダリティの知覚

伊東・永田（2007）は，対話場面でよく使用される文末詞である「ね」や「よ」に比べて使用頻度が低く，あまり注目されてこなかった「の」に着目し，その使用がどのような意図の知覚を引き起こすかを調べた[4]．対象となった文末詞「の」の用法は，下降調のイントネーションで使用され，語調をやわらげつつ聞き手を意識した主観的断定を表すもの（大辞林第二版，2006）である[5]．

話し手の意図に関連して，山森（1997）は対話の局所的連鎖の観点から「ね」と「よ」の説明を行っている [6]．文末詞「ね」は，話し手が認識していた先行状況の変更を示唆せずに以降もその

先行状況が保たれることを暗示する（①）．一方，文末詞「よ」は現行発話が先行状況と非整合的であるとの話し手の認識を示し，会話文脈を新たな局面へと展開させる（②）．

いつものように正確な作業ですね．①
あのー，財布が落ちましたよ．　②
私は赤い色にするの．　③

「ね」や「よ」と異なり，「の」は現行発話が先行状況を引き継いでいるか，新たな局面へと展開させようとするかを曖昧にしたまま文を投棄し終了させる．例に示した③の「の」は，「ね」でも「よ」でも交換可能であり，「の」のままでは話し手内部での先行状況との関係が曖昧である（伊東・永田, 2007）[4]．したがって，対話場面で話し手と共同注意体勢にある聞き手（近藤, 2006[7]; 宇野・池上, 2005[8]）は，投棄された曖昧な主観に注意を向けざるを得ず，関与せざるを得ない状態に陥る．自然な局所的連鎖は投機的行為を支える行為（grounding）によって成り立つからである（岡田, 2001）[9]．このような場合には，対人的“要関与”タグが生成されると考えられる．

伊東・永田（2007）は大学生を対象として女子大学生の日記風の文章を読んでもらい，書き手のどのような意図が知覚されるかを調べた[4]．刺激としては，文章を構成する文が宣言文条件と文末詞「の」付加文条件を設けた．その結果，「の」付加文では，読み手の性別に関わらず，「聞いてほしい」「共感してほしい」「関わりを持ちたい」「読み手の何らかの反応を期待している」との意図が知覚された．また，読み手としての反応を調べた実験では，「の」付加文条件においては，男子が聞く姿勢になりやすいことが示された．この結果は，「の」付加文の処理において，“要関与”タグが生成されることを支持するものである．生成されるタグの種類やその活性化の程度が，メッセージ文の受け手の性差により異なることも示唆される[†4]．

なお，上記研究において刺激として使用した文章に関して，今日ではソーシャル・ネットワーク・サービスが普及しているため，日記であれ，それはネットワーク上の対話のきっかけになり得る．被験者の大学生にとっては，文章刺激に文末詞が付加されている場合でも，あまり違和感がなかったことを述べておきたい．

心理学実験により，聞き手（読み手あるいは受け手）が対人的モダリティに敏感に反応し，適切なタグが生成されることが示唆された．それらのタグは即応的反応それ自体に影響を与えるだけではなく，図1に示すように，関わり感や聞く姿勢といった注意の向け方やその強さにも影響を与え，結果として命題表象の活性化水準や記憶にも影響をもたらすと推察される．また，文末詞の使用は待遇表現でもあるので，聞き手の感情にも影響を与えると推察される．

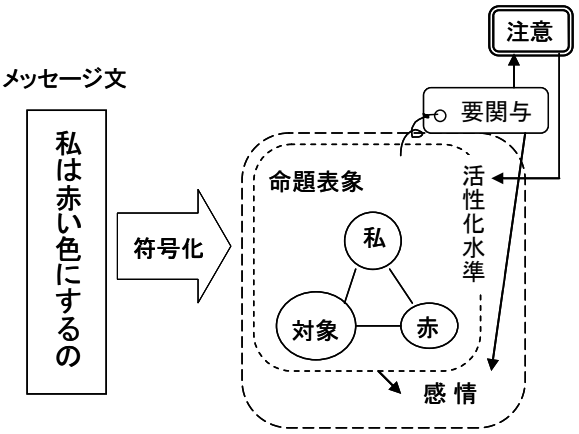


図1　メッセージ文の処理と表象のモデル

以下では，“要関与”タグを生成させるであろう文末詞「の」を例として，その使用が記憶に与える影響を調べた心理学実験を整理し，モダリティタグの生成とメッセージ文の認知的処理の関係を検討する．

4. 命題表象の活性化と記憶への影響

4-1“要関与”タグ：文章の記憶と理解

伊東・永田（2007）の実験1において，上述の宣言文文章と文末詞「の」付加文文章を材料として2つの刺激条件を設け，刺激文の読了後に記憶テストと理解度テストを行った[4][†5]．文末詞「の」付加文文章条件では，“要関与”タグが生成されて命題表象への注意がより多く注がれ活性化水準が上がるので，宣言文文章条件よりも記憶が促進さ

れるであろう．一方，当該タグは命題の意味操作や推論操作には影響がないので，真偽を問う理解テストでは差がないと予測される．

記憶テストは，特定語句に対し「そのままの表現があった」「ちょっと違うがそのような表現があった」「そのような表現はなかった」を答える 12 問から成る．理解テストは，短文に対し「文章内容からそう推測できる」「文章内容からは判断できない」「文章内容とは異なる」を答える 10 問から成る．結果として，記憶成績は文末詞「の」付加文条件と宣言文条件で, それぞれ 8.25 と 7.42 であり，*t* 検定の結果 6%水準で文末詞付加文条件の方が成績が良い傾向が認められた．理解成績はそれぞれ 6.32 と 6.39 となり, 両群の差は認められなかった．この結果は予測を支持するものである．

4-2“要関与”タグ：短文リストの記憶

文章刺激は対話場面で行き交うメッセージ文とは異なる．対話場面では，文末形態の異なるメッセージ文が複数投げかけられる．このことを考慮し，宣言文と文末詞付加文が混在する複数の刺激材料を用いて，文末表現の違いが記憶に与える影響を調べた研究がある．伊東（2010）は，大学生を対象に，宣言文と文末詞「の」付加文が混在した文リストを刺激材料として，文末詞文の記憶が促進されるかどうかを調べた[10]．“要関与”タグは文末詞「の」が付加された文の表象にのみ貼付されるので，使用された文の記憶を促進すると考えられる．

刺激材料としては，「色を選びたい」「海を渡りたい」「店を開きたい」などの「～をーしたい」という単文 20 個が用意され，半数に文末詞「の」が付加され，残り半数は宣言文であった．刺激用紙 1 枚に 1 文を印刷したものを，提示時間が 3 秒，刺激間間隔は 2 秒として，任意の順で順次読み上げて提示された．刺激文内容と文末形態の組み合わせも複数種類作成された．20 個の文は，一人の女子学生の雑多な願望を記したものであるという設定である．記憶テストとしては，直後再生と 1 週間後の遅延再生が実施された．結果として，直後再生では文末詞「の」付加文の平均再生率は，宣言文より有意に高かった（それぞれ.47 と.34）．遅延再生ではどちらの群の成績も同様に低下したため，文末詞「の」付加文の成績の方が宣言文より高いままであった（それぞれ.25 と.14）．文末詞はそれが付加された文の命題表象をより活性化することがわかる[†6]．

上述の結果は，文末詞「の」に関する従来の文法的説明からは予測できない．従来は文末詞「の」は語調を和らげつつ主観的な断定を表すと説明され，主張の強さは宣言文より弱いことになる．この場合，文の命題表象の活性化レベルは弱く，記憶を強める効果はないと予測される．しかし，文末詞「の」付加文の平均再生率は宣言文のそれより有意に高かった．生成された“要関与”タグの効果であると推察される．

以上のように，対人的モダリティタグはその種類に応じて文の命題表象の活性化に影響を与え，記憶にも影響を与える．上述の実験の結果は，文末詞「の」の働きというよりは，“要関与”タグの働きと考えられ，他の文末表現であっても同様のモダリティを指標するものであれば同様の効果が認められるであろう．文の命題表象の活性化水準だけではなく，文末詞が表象内容の有り様に影響を与えることを示唆した研究がある．文末詞「けど」を使用した研究である．

4-3 “未完”タグ：短文リストの記憶

文末詞の「けれども（けれど）（けど）」は，言いさしの文に付けて，ためらったり相手の反応を待ったりする表現であり，また前に述べた事柄から続くと考えられる以外の事柄が後に続く意を表す（大辞林第二版，2006）[5]．この文末詞が使用されると，聞き手内部の命題表象には未だ語られていない未完部分の枠が生成されると考えられ，そこには“未完”タグが貼付される．しかし文が終了してしまうときは，聞き手内部では未完の枠が埋められることなく待ち受け状態のまま終了する．このような場合，命題表象や記憶にどのような影響があるだろうか．

宣言文④と「けれども」付加文⑤における命題表象の活性化水準を検討する．「けれども」付加文

では，聞き手はまだ述べられていない部分に注意

店を開きたい．　④

店を開きたいけれども．　⑤

を移行させるので,「店を開きたい」部分の活性化水準は宣言文の方が強いと考えられる．一方,「けれども」付加文では“未完”タグが貼付された未完部分への注意が解除されないまま文が終了する．このため「けれども」付加文では「店を開きたい」部分の活性化水準は宣言文に比べて低くなるものの，未完状態という緊張が持続することの影響が認められるであろう．

伊東（2010b）は宣言文と「けど」文末詞付加文が混在する刺激材料を用いて，文末表現の違いによる記憶への影響を，直後再生と一週間後の遅延再生により調べた[11].「けど」を用いた理由は，宣言文と比べて字数の差を最小にするためである．予測としては，直後再生では文の命題表象の活性化水準が相対的に高い宣言文の方が成績が良い．ただし記憶された「けど」付加文は記憶減衰への抵抗がより持続すると考えられる．

実験の刺激材料は，伊東（2010a）で用いた「～をーしたい」という単文 20 個である．その半数に文末詞「けど」を使用し，残り半数は宣言文のまま終了させた．刺激用紙 1 枚に 1 文を印刷したものを提示時間は 3 秒，刺激間間隔は 4 秒として順次読み上げて提示した．設定は同じである．直後再生と 1 週間後の遅延再生を行った. 結果として，直後再生では宣言文の成績の方が良い傾向が 7%水準で認められた（「けど」付加文と宣言文の平均再生率は，それぞれ.31 と.41）．遅延再生では，それぞれ.15 と.19 となり，有意差は認められなかった．記憶低下率に関しては，それぞれ.16 と.22 であり,「けど」付加文の方が，記憶低下が少ない傾向が 8%水準で認められた[†7].

文末詞「けど」は聞き手の注意をその後の未完部分に移行させ, その内容が与えられない場合は，緊張が解除され難いことが示唆される．“未完”タグが貼付された出来事が忘れられ難い現象は，ツァイガルニク効果（Zeigarnik, 1967)と呼ばれる[12]. 本来のツァイガルニク効果は，課題遂行者が実施中の課題を中断させられたときに，完了した課題よりも中断させられた課題をより良く思い出す現象である．対話場面でのメッセージ文のやり取りにおいて，聞き手は話し手の文の投機を支える行為を返そうとする[9]．そのとき，未完の部分がありそれが語られないならば，聞き手が用意した命題表象の枠もそこへの注意も解除されず中断される．この内的状態が記憶の減衰に抵抗を示したのであろう．

5. 文末詞の働き

本稿では，終助詞や他の文末に用いられる表現を含む文末詞が対話場面における聞き手や SNS 上の読み手に与える影響を，文生成時の話し手（書き手）の表現態度を表す対人的モダリティの働きの観点から検討した．以下，文末詞が命題表象の形成や活性化に与える影響について議論を行なう．

5-1 表象形成への影響

メッセージ文の表象に関しては，文が示す出来事の命題表象にモダリティタグが貼付されることを提案した．例えば，下降調イントネーションで語調をやわらげた文末詞「の」の場合は,“要関与”タグが生成され貼付される．文末詞「けど」の場合は,“未完”タグが生成され貼付される．また「けど」が出現した時点で，命題表象としては続く内容部分が用意され，それが埋められることを待つ．このため，未だ検証はされていないが，聞き手の応答開始は他の断定を示す文末詞が使用された場合より遅くなることが予想される．

本稿で検討した「の」や「けど」に限らず，聞き手（読み手）は文末詞を手かがりにして話し手（書き手）の表現態度に関わる主観を知覚し,「出来事」以外の表象をも生成したり，知覚された対人的モダリティタグが貼付されたりする. それらを手がかりに応答が生成されるので，応答内容だけではなく，応答タイミングにとっても，文末詞は「かんどころ」になる．

5-2 表象の活性化：記憶への影響

文末詞「の」は話し手の主張としては強くない．しかし聞き手の関与を誘(いざな)う“要関与”タグ

を生成させ，これが文の命題表象の活性化水準を強める．この内部現象は関係構築を主目的とするコミュニケーションにおいて重要な側面である．宇野・池上（2002）が述べるように[8]，日常の言語伝達の解釈は話し手と聞き手の相互行為性に依存しており，間主観的な場に投棄された言葉の働きは，聞き手内部で独自に生成されることがある．その内部変化を捉えることにより，言語要素の隠された働きや意味が現れる．本稿で示したように，文末詞「の」は聞き手に話し手の主観への関与依頼知覚を生じさせ，命題の活性化水準にも影響を与える．

文末詞「けど」の場合は，聞き手内部では単に文が言いさしで終わったとの理解ではなく，心的注意が「けど」の後に注がれるとともに，未完部分の枠が生成される．その枠が埋められない場合は，“未完”タグが貼付され，それ故に注意が解除されず，日数を経ても記憶に残る部分があることになる．この状態は，時を越えて話が再開される契機を提供すると思われる（例，「そういえば，この間の「けど」は何が言いたかったか聞いてもいい↑」）．

5-3 感情への影響

先述の図 1 ではモダリティタグが感情にも影響を与えることを示している．これは文末詞の使用が待遇表現であり，状況によっては親しみ感を与えることもあれば，ぎゃくに違和感や不快感を与えることもあると考えられるからである．言語学的にはポライトネス理論に基づく議論が可能であろうか，心理学実験では未だ明らかにされていない．おそらく印象形成に影響を与えると推察される．

6. 今後の課題

文章理解研究は，文章の表象について，文意を表すテキストベースと対象世界の出来事や状態の様子を表す状況モデルの 2 種類があることを明らかにした（van Dijk & Kintsch, 1983）[13]．本研究では，表現対象の表象であるテキストベースと状況モデルの他に，内部で生成されるであろうメッセージ文の送り手の主観や対人的態度を指標するモダリティに着目した．そのモダリティを担う文末詞の使用が受け手に相応のモダリティタグを生成させると仮定し，それが対話意図の知覚や文内容の記憶に与える影響を心理学実験を整理することにより検討した．

本研究では限られた終助詞や他の文末表現についての実験を扱ったが，他の文末表現についてもより広くモダリティの観点から検討することが可能である．文末表現の働きを検討するとき，本研究の特徴であるメッセージ文の受け手への影響を明らかにすることは重要である．従来の言語要素や表現要素の研究は，主に送り手の立場から，あるいは適切な用法の観点から知見が積み重ねられてきた．この背景には伝達を目的とするコミュニケーション像が影響していたように思われる．しかし関係構築を目的としたコミュニケーション像を描くことにより，言語要素の新たな意味や働きが発見されると期待できる．

関係構築を目的とするコミュニケーションにおいて，文末表現がメッセージ文の送り手のモダリティを担うならば，他言語においても同様の言語要素が認められるはずである．今後は他言語における文末詞のあり方や，モダリティの表現方法を検討する必要がある．

文末詞が担うモダリティやそのタグが他の内的状態に与える影響については，様々な応用分野が考えられる．例えば，現在の人工知能を備えたロボットがメッセージ文の聞き手である場合，文末詞は無視して意味処理を行うか，あるいは文末詞の文法的説明を検索する処理を行なうであろう．しかし，より自然な聞き手反応を引き出すためには，モダリティ内容やタグが注意あるいは感情に与える影響を再現させる必要がある．さらに，モダリティ知覚は脳のどの部位でどのタイミングで行われるのか．その部位の活動は記憶を司る部位とどう関係するのか．感情を司る部位との関連はどうであろうか．これらの問いには，領域を超えた研究で答えねばならない．

対話場面でのメッセージ文に出現する文末詞のモダリティを的確に知覚する力は，社会的なコミュニケーションに欠かせない．豊かで力動

的かつ繊細な対話の「かんどころ」の解明に，文末詞が聞き手に与える影響を明らかにする研究は，他領域への広がりが期待でき，独自の発展的研究領域を提供するであろう．

また，最近ではメール上でのコミュニケーションのように，メッセージ文の最後に絵文字表現を行う場合が散見される．文末が新たな表現領域として拡張されているようにも考えられる．メッセージ文の文末表現とその読み手への影響が，さらに着目され解明されることを待ちたい．

注）

†1 山本（2004）[3]と庵（2001）[14]は「出来事」を文の概念的内容という意味で用いており，『一郎が殴った』のような『動作』，『事件が起こった』のような『（狭義）の出来事』，『静かな夜だ』といった『状態』のすべてを含むものとしている．

†2 秋月（2005）[15]は，命題に関わるモダリティに関して，判断や説明を指標する対命題モダリティの他に，背景文脈から話し手が嬉しい状態にあるか悲しい状態にあるかといった心情を担う発話状況モダリティがあるとする．しかし，ここでは対人的モダリティに焦点があるため，命題に関わるモダリティについての詳しい議論は行なわない．

†3 本稿における文末詞には「けど」のように文末に用いられる表現も含む．

†4 “要関与”の“関与”については，実験で得た「聞いてほしい，共感してほしい，関わりを持ちたい，何らかの反応を期待する」との知覚に基づき，話し手の主観に注目し参加する意味で用いている．このような機能は，文末詞「の」が命令として機能する用法があることの説明にもなる．

†5 伊東・永田（2007）では対人的モダリティの知覚を問題としているため，第1実験では印象評定のみの記載がある．実際は印象評定の前に，記憶と理解のテストを行っている．

†6 談話の流れの中に埋め込まれたメッセージ文の記憶を想定しているので，系列位置曲線に認められる初頭効果と新近性効果の影響のない範囲を分析対象とした．具体的には，系列位置曲線の底辺部に相当する項目を先行研究から特定し，6番目から13番目を分析対象とした．

†7 26名であった被験者数を増やそうとした時期，データを保存したメモリが破損した．このため新たな 48 名を対象として実験をやり直した．直後の平均再生率は「けど」付加文と宣言文では.36 と.44 となり 9%水準で差の傾向があった．遅延再生では.23 と.23 と差はなかった．記憶低下率は.13 と.22 となり 6%水準で差の傾向が認められた．このように同様の結果を得た．

参考文献

[1] 宮崎和人・安達太郎・野田春美・高梨信乃, (2002) 『新日本語文法選書４　モダリティ』, 東京：くろしお出版

[2] 藤原与一, (1990) 『文末詞の言語』, 東京：三弥井書店

[3] 山本裕子, (2004) “発話を形成する要素についての一考察”, 名古屋大学紀要, 50（人・社）, pp. 153-166.

[4] 伊東昌子・永田良太, （2007）“談話場における相互行為の構築に関わる文末詞の修辞機能”, 認知科学, Vol. 14, No. 3, pp. 282-291.

[5] 大辞林第二版, (2006) 東京：三省堂

[6] 山森良枝, （1997）“終助詞の局所的情報処理機能”, 谷泰（編）『コミュニケーションの自然誌』, pp. 62-67, 東京：新曜社

[7] 近藤安月子, (2006)“「のだ」が指標する話し手の主観性”, 月刊言語, Vol. 35, No. 5, pp. 68-73.

[8] 宇野良子・池上高志. （2005）“ジョイントアテンション：予測と言語志向性を揃えるメカニズム”, 山梨正明・辻幸夫・西村義樹・坪井栄治郎（編）『認知科学論考 No.2』, pp. 231-274, 東京：ひつじ書房

[9] 岡田美智男, （2001）“社会的な相互行為とそのリアリティを支えるもの”, 岡田美智男・三嶋博之・佐々木正人（編）『身体性とコンピュータ』, pp. 220-232, 東京：共立出版

[10] 伊東昌子, （2010a）“文末詞「の」が記憶に与える影響：相互行為の観点から”, 認知科学, Vol. 17, No. 2, pp. 287-296.

[11] 伊東昌子, (2010b) “共同関与を誘う文末詞「の」”, 日本認知科学会第 27 回大会論文集, 神戸大学, 9 月 17 日, 索引 P1-18.

[12] Zeigarnik, B. (1967) “On finished and unfinished tasks.”, In W. D. Ellis(Ed.), *A source book of Gestalt psychology.* New York: Humanities Press.

[13] van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension.* San Diego, CA: Academic Press.

[14] 庵功雄, (2001) 『新しい日本語学入門』スリーエーネットワーク

[15] 秋月高太郎, (2005) “ケータイメールの日本語”, Mobile Society Review 未来心理, Vol. 3, pp. 20-25.

共有言語の存在しない状況下でのコミュニケーション確立過程の分析— 協調型二人ゲームを用いて

The Sharing of Meanings of Signals Through Limited Media in Two-player Games

伊藤　昭† 山下祥弘† 寺田和憲†
Akira Ito, Yoshihiro Yamashita, Kazunori Terada

† 岐阜大学工学部
Faculty of Engineering, Gifu University
ai@info.gifu-u.ac.jp

Abstract

How can humans come to share the meaning of signals when only very limited media are available and there are no pre-defined meanings to signals? To answer the above question, we designed two-player games, which require the players' cooperation to play. The only communication means are to send color (hue) signals in one game, or monotonic sound signals in another. The player must assign a necessary meaning to an available signal, and send it to the partner. The partner must infer its meaning (sender's intention) and act cooperatively. Using these games, the process of sharing the meaning of signals is investigated, and some interesting common features are found. The process is based on mind-reading of the partner's intention, which is a key ability for any types of human communication. The mechanism is analyzed in the relevance theory framework. Our findings can be used for improving human-agent communication where no pre-defined languages are available.

Keywords — Emergence of Communication, Sharing of Meanings

1. はじめに

共通の言葉を持たない状況で，人はどのようにしてコミュニケーションを確立するのだろうか．予め意味を付与されていない信号にどのように意味を付与し，記号を共有化するのだろうか．様々な言語，文化の異なる人同士，さらには人と機械（ロボット）とのコミュニケーションが現実味を帯びてくる中で，このようなコミュニケーションの創発，確立過程に研究者の関心が集まっている．

人の言語獲得には，生得的色彩の強い「言語（文法）処理能力」，もう一つは「心の理論」に代表される「心を読む」能力が必要であると言われている[1][2]．幼児が成長の過程でこれらの能力をどのように獲得するのかは興味ある課題であるが，解明は簡単ではない．ここで扱うのは，既に言語によるコミュニケーション能力を身につけているが，共有言語の存在しない２者の間での「コミュニケーション確立過程」である．したがって，研究の興味は，成人が持つ文法処理能力,「心を読む」能力が，コミュニケーションの確立にどのように関わるのかという点になる．

著者らは人と機械とのコミュニケーションへの応用を念頭に,「心を読む」ことによるコミュニケーション創発のメカニズムの研究を行っている．しかしながら，人が日常用いている様々な言語，非言語媒体は長い進化の過程で高度に洗練化され，また言語能力とも複雑に絡み合っているため，そこから「心を読む」能力を純粋な形で抽出するのは困難である．そこで著者らは，人工的なコミュニケーション媒体のみを用いて，予め共有言語を持たない状況から，人がどのようにコミュニケーションを確立するのかを観察したいと考え，そのテストベッドとして協調型二人ゲームを開発し，被験者の行動を観察分析した．

コミュニケーションの創発の研究の歴史を見ると，人工生命的アプローチではWernerら[3]の先駆的研究，また実際のロボットを用いたSteelsら[4]の研究がある．またMitriら[5]は，ゲーム理論的／利害の対立する状況下でのコミュニケーションの創発を扱っている．

人同士でのコミュニケーションの確立過程については，ストローク情報を用いたGalantucci[6]らの研究がある．De Ruiterらは，行動により「意図」を伝達することを目的とした課題を取り上げている．しかしながら両者とも，伝達される情報は，前者ではある種の象形文字，後者では身振りのように信号の意味が信号の形態から推測されるものであった．

今回の我々の研究も，人同士のコミュニケーション確立過程の研究であるが，これまでの研究との主要な違いは，次の点にある．

信号の形態と意味との独立性： 信号の形態から意

味を推測することが困難，または不適切な色相，または単音といった抽象的信号を用いる．

課題とコミュニケーションの独立性： 被験者に課された課題はゲームをクリアすることで，コミュニケーションはその手段でしかない．したがって，相手の信号の「正しい意味」は課題遂行の中で開示されることはなく，相手の反応から推測することしかできない．

人と人工物のインターフェースデザインへの応用は，鴨田らの「コンコン」インターフェース[8]がある．我々の研究は，そのような新しいインターフェースへ向けての人の行動モデルの研究でもある．

2. 司令官と見張り番ゲーム

2.1 ゲームの概要

司令官と見張り番ゲーム(Commander and Sentinel Game, CS Game)は，司令官と見張り番が協力して，風船爆弾の浮遊しているダンジョンの中を飛行艇を操作してゴールを目指すものである．この時司令官は飛行艇を操作できるが，風船爆弾は見えない．一方見張り番には風船爆弾は見えるが，飛行艇を直接操作することはできない．見張り番は司令官へ，事前に意味の取り決めのない色相信号を送信することができる．司令官の行動は飛行艇の動きとして見張り番に伝達される．風船爆弾が飛行艇を発見する(一定距離の範囲に入る)と飛行艇の方向に向かって移動を開始し，飛行艇または壁に衝突して爆発するまで動きつづける．見張り番の操作画面を図1に示す．司令官の操作画面は風船爆弾が表示されないこと，条件を満たせばゴールが表示されることを除いて見張り番と同一である．

見張り番はジョイスティックの方向キーを用いて，右上の色相環のバーを回転させることで，司令官へ送信する色相信号の選択を行う．また送信ボタンを用いて色相信号のOn/Offを行う．送信された色相信号は，飛行艇のヘッドライトの色として表示される．色相環と各色の名前を図2に示す．

司令官は，ジョイスティックの方向キーを用いて，飛行艇を方向転換させたり，上下左右に移動させることができる．また方向キーと同時に加速ボタンを押すことで高速な移動も可能である．ゲームには危機的な状況に対処するためのポーズ機能が備わっており，停止（ポーズ）ボタンを押すことで，飛行艇と風船爆弾を同時に停止させることができる．停止時には，司令官は飛行艇を移動できないが方向転換することができる．また見張り番は色相信号を用いて情報を伝達することができる．

ゲームの目的は，できるだけ高いゲーム点でゴールに到達することである．ゲーム点は最初0点から出発し，2秒毎に1点減点される．飛行艇が風船爆弾に衝突すると200点減点され，スタート地点に戻される．一方，風船爆弾を（初めて）壁に衝突させると，100点の得点を得る．爆発した風船爆弾は元の場所に再生するが，再び爆発させてもそれ以上得点できない．プラスの得点でないとゴールが表示されず，飛行艇をゴールさせることはできない．飛行艇と風船爆弾の衝突で累積の減点が大きくなり，残りの爆弾を全て破壊してもプラス得点になり得ないと判断されるとゲームオーバーとなる．

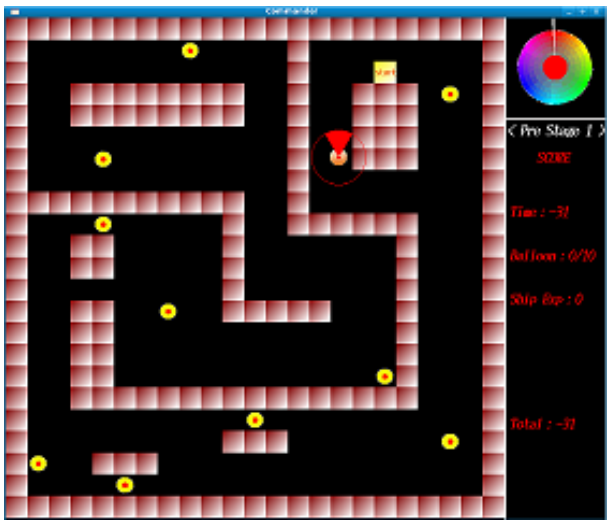


図 1 見張り番の操作画面：黄色の円は風船爆弾，赤い円弧のある黄色の円は飛行艇

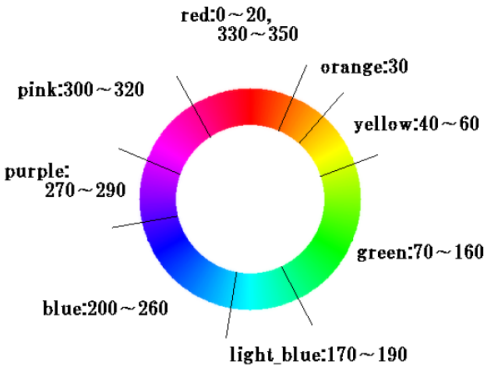


図 2 色相環と各色の名前

2.2 実験

被験者プレーヤは別々の部屋に導かれ，ゲームの説明マニュアルを見たあと，PC上の操作画面を

Group	No.	意味の共有された信号	ステージ点	ゲーム点
A	9	安全（青），危険（赤），ストップ（緑）	3	1732
	10	進行方向（色相バー），急げ（点滅），ストップ（黒）	3	1276
	8	安全（青），危険（赤），急げ（点滅）	2	777
	1	安全（青），危険（赤），ストップ（色変化）	2	710
	5	安全（青），危険（赤），注意（緑），急げ（点滅）	2	369
B	3	危険（赤），強調（点滅）	1.5	354
	4	安全（青），危険（赤），急げ（点滅）	1	0
C	2	安全（青），危険（赤），注意（黄），強調（点滅）	0.5	0
	6	爆弾位置（色相バー），距離（点滅速度）（注）	0.5	0
	7	安全（青），危険（赤），急げ（点滅）	0	0

表 1 意味の共有が確認された信号とゲームの成績：((注）停止時：安全（緑），危険（赤））

見ながらジョイスティックによりゲームをプレイする．実験は，以下のような２つの練習ステージpr1，pr2と，３つの本番ステージs1，s2，s3からなる．

pr1：練習ステージ１．

pr2：練習ステージ２．pr1と司令官，見張り番の役割を交代して行う．

s1, s2, s3：本番ステージ1, 2, 3．pr1の時と同じ役割に戻す．番号順に難易度が増加する．

各ステージとも，クリアするまで，または15分間経過するまで同じステージを繰り返す．各ステージの終了後，被験者は用いられた信号とその意味を含むアンケートに回答する．全実験時間は，アンケートを含めて２時間弱である．被験者には本番ステージの各一回目の得点に応じて報酬が支払われる．

実験は10組の男子学生ペアで行われた．ペアの間で意味の共有が確認できた信号を表1に示す．ステージ点は，ステージを１回目でクリアすると１点，２回目でクリアすると0.5点とし，本番３ステージについての得点の和である．各ペアを，ステージ点によって，A(≥ 2)，B(≥ 1)，Cにグループ分けした．ゲーム点は，報酬の基準となる本番ステージ１回目の得点の和である．

多くのペアは「赤／危険，青／安全」という単純な信号から出発したが，複雑な場面ではこれだけで飛行艇を正しく制御するのは難しく，危険，急げなどの新たな信号が追加されて行った．また赤／青を危険／安全と理解するのではなく，停止／前進と解釈するような変化も見られた．これは信号の意味が変化したという解釈以外に，行動決定の主導権が司令官から見張り番に移行したとも理解できるため，表1では区別されていない．

色相環のバーを用いて，ペア10では進行方向を，ペア6では風船爆弾の方向を，伝達しようと試みている．同じようなアイデアにもかかわらず大きな成績の差が生じたのは，爆弾位置を伝達するよりも，行動を指令する方が多くの場面では有利だからと思われる．これは，安全･危険から前進･停止への解釈の変化と同じ理由である．

実験の途中では，様々な異なる記号／意味の組み合わせが出現した．しかしながら，多くの信号は共有されることはなく消滅し，最終的には表のように比較的少数の信号の使用に収束している．赤，青以外で多くのペアに共通に見られた信号は「点滅／急げ」である．これは,「点滅」が信号に対して「副詞」的に使えることによるものだと思われる．

ゲームの成績を大きく分けたのは,「ストップ」信号，すなわち見張り番から司令官への「ストップボタンを押せ」という信号の共有である．ストップ（ポーズ）の機能は，一時停止をすることで操作に余裕を与えるだけではなく，情報交換をする時間的余裕を与えてくれる．しかしながら，被験者にはこの機能に関して機械的機能のみ説明し，情報交換を促すような教示は一切行っていない．したがって,「ストップボタンを押せ」という信号を生成，共有するためには危機的な状況での情報交換の必要性の認識と，そのような状況を見張り番が判断すべきであるということの認識の共有ができているかどうかが決め手となる．実際，成績Aグループのペア9, 10, 1では，様々な方法でこの信号の共有を実現して，その結果好成績を上げている．以下では，ペア９を例にこの信号の共有プロセスを説明する．

ペア９の各プレイでの色相信号と行動の統計を図3に示す．上は見張り番からの色相信号，下は司令官の行動である．forward/turn/stayは前進／方向転換／停止を，また()内のaccel/stopは加速ボタン／ストップボタンを押しながらの操作を意味す

る．横軸のpijはプレステージiのj番目の，またsijは本番ステージiのj番目のプレイを意味する．

p13で初めて「ストップ」を意味する緑信号が見張り番によって使われている．p14では司令官により初めてその意図が認識され，ストップボタンが押されるようになる．役割交代後のp21では緑信号は使われていないが，次のp22からは再び緑信号が使われるようになる．これは再度役割交代をした本番ステージでも使われ続け，その結果全てのステージを１回でクリアしている．s2, s3と進につれて緑信号がだんだんと使われなくなったのは，司令官が先読みをして早めにストップ操作をするようになったためである．

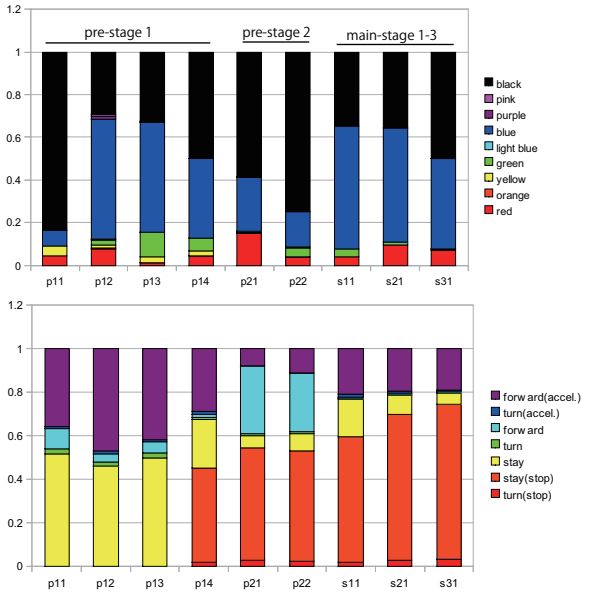


図３ペア９の色相信号と行動統計．上：見張り番からの色相信号，下：司令官の行動

3. 三角迷路ゲーム

3.1 ゲームの概要

三角迷路ゲーム(Triangle Dungeon Game, TD Game)は，三角形の部屋が連続する迷路のなかで，二人の対等なプレーヤが指定された条件で出会うことを目的とする協力ゲームである．指定された条件は次の通りである．

ステージ１：任意の部屋で出会う．
ステージ２：各自が自分のアイテムを取得後，任意の部屋で出会う．
ステージ３：各自が自分のアイテムを取得後，ゴールで出会う．

ステージ２，３では，アイテムを片方でも未取得の状態で出会うとゲームオーバーとなる．したがって，アイテムの取得を相手に知らせることは必須の機能となる．

両プレーヤは，隣室への移動を１歩（ステップ)として，指定された歩数以内で上記目的を達成する必要がある．各ステージの上限ステップ数は，ステージ1，2，3ではそれぞれ5，20，25ステップである．上限ステップ数と実際に要したステップ数の差（の両プレーヤの和）がゲームの得点となる．

ゲームの操作画面を図4に示す．迷路内の各部屋は独自の色（色名は右上に表示）によって区別される．プレーヤが部屋に入ると灯りが点灯し部屋の色が表示される．隣室の部屋の色は，ドアに隣接する半円の色として表示される．プレーヤはボタン操作で明かりを消すことができるが，新たに部屋に入り直す以外，再び点灯することはできない．

プレーヤは単音信号(正弦波）を他プレーヤに送信することができる．送信された音は他プレーヤまでの距離に応じて３段階の音の大きさで伝達される．具体的には，隣接した部屋では最大音，一つ部屋を挟んで隣接している時には中間音，それ以外は最小音であるが，プレーヤには音の大きさが距離に応じて異なるとのみ教示される．自分の発した音も聞こえるが，自分の発した音（300Hz)と，他のプレーヤの発した音(400Hz)とは周波数が異なるため，容易に聞き分けることができる．

プレーヤはジョイスティックの方向キーで部屋の移動を，またボタンを押すことで音信号を発信することができる．自分のアイテムはアイテム取得ボタンを押すことで取得できるが，相手のアイテムは取得できない．

迷路は位相的には正二十面体の各面で構成されているのだが，この情報はプレーヤには開示されない．実験後のアンケートでも，迷路が二十面体の面からなっていることに気づいたものはいない．各プレーヤの出発位置，ゴール，自分の／相手のアイテムの位置はプレイ毎に（それぞれが重ならないように配慮した上で）毎回ランダムに配置される．

3.2 実験

被験者は，相互に隔離された部屋に導かれ，ゲームの説明のマニュアルを読んだあと，PCの操作画面を通してゲームをプレイする．ステージ１，ステージ２は練習ステージであり，直近の10プレイ中８プレイをクリアするか，15分経過するかで次のステージに進む．ステージ３は評価ステージであり，成績に関わらず10プレイが行われる．被験

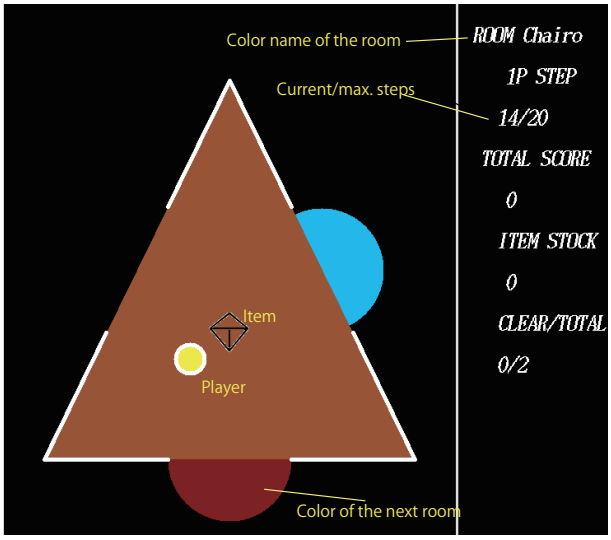


図 4 三角迷路ゲーム操作画面

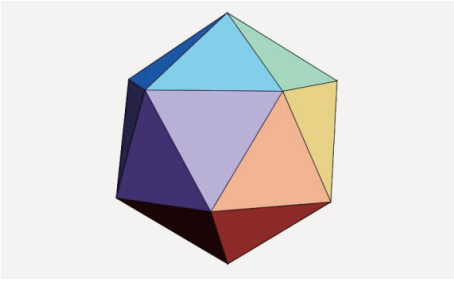


図 5 正二十面体：迷路は正二十面の三角面から構成されている．

者には，ステージ３の得点に応じて報酬が支払われる．

被験者は，友人の学生同士５組である．各ステージの後に，信号の意味の認識を含むアンケートを行った．実験に要した時間は，実験後のアンケートを合わせて２時間弱であった．

観測されたコミュニケーション戦略と行動戦略を表2に示す．戦略名の●はコミュニケーション戦略，○は行動戦略である．各戦略はそれが現れた最初のステージにのみ記載されている．たとえば，「●相手からの音に音を返す」は全ステージで一貫して観測されるが，ステージ１にのみ記載されている．

各ペアの番号1-5の下の○はその信号がそのペアで共有されたことを，△は一方のプレーヤに使われたことを，×は最初は使われたがその後使われなくなったことを示す．ペア１とペア５とが成績が良いが，現在のところ採用された戦略と得点の間に強い相関は見出せていない．

次に全ペアで共有が実現したコミュニケーション戦略について，どのような音信号が使われたのかを表3に示す．ほとんどのペアで，相手との位置関係を確認するために，一番単純な音信号である単音が使われている．

自分のアイテムの取得を知らせるためには，単音の次に簡単な信号ということで，短音２回，長音、リズム音など様々なものが用いられている．最後にゴールに到達すると，多くのペアで単音の繰り返しが用いられている．

表2表3に現れる信号が各ペア間で比較的良く一致していることを考えると，タスクが容易過ぎたのかもしれない．当初，単音信号だけで意思疎通をするのはもう少し難しいものだという思い込みが我々にはあったようである．

ペア１のステージ３での行動系列の例を図6に示す．横軸は時間tで単位はフレーム(=30msec)である．最初は両者とも，位置確認のため単音を交互に送っているが，$t = 10200$付近でBがアイテムを入手，2回の短音を送り始める．同じくAも$t = 10350$付近でアイテムを取得，交互に2回の繰り返し短音を送り合う．$t = 11170$でBはゴールに到着，音を短音３回に切り替えるとともに，その場で待機する．最後に$t = 11550$でAがゴールに到達してゲームクリアとなる．

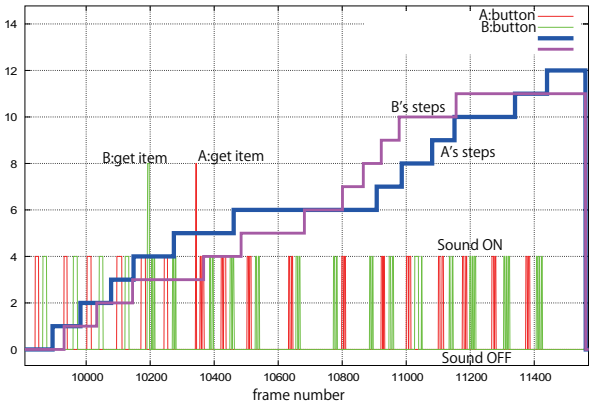


図 6 ステージ３での行動系列の例

4. 考察

司令官と見張り番ゲームは，スピードが要求されるアクションゲームである．一方三角迷路ゲームは，思考力が必要とされるパズルゲームである．また，コミュニケーションの媒体も，一方では色相信号であり，他方では単音信号である．このように二つのゲームは，見かけは大きく異なっている．

しかしながら，二つのゲームは共通の特徴を持っている．両者とも良い成績を取るためには，他のプレーヤと協調して行動せねばならない．そのためには，プレーヤは目的だけではなく，行動戦略，現在の状況などリアルタイムの情報を共有しなければならない．しかしながら，情報共有のための

	●:コミュニケーション戦略 ○:行動戦略	1	2	3	4	5
ステージ 1	●相手からの音に音を返す	○	○	○	○	○
	●歩数限界で音を送信して停止				○	
	○一方が相手を探索し，もう一方が待機	○	○		○	
ステージ 2	●相手のアイテム見つけたら灯りを消す				○	△
	●相手のアイテムを見つけたら音を送信	△	×	△	×	×
	●自分のアイテムを取ったら音を送信	○	○	○	○	○
	●相手と隣り合ったとき灯りを消す		○		○	○
	○アイテム取得まで無点灯の部屋を優先探索	○	○	○	○	○
	○アイテム取得後相手のアイテム取得まで待機	△	○	○		○
	○アイテム取得後相手のアイテムの隣で待機	△				
ステージ 3	●アイテム未取得でゴールを見つけたら音を送信	△	○	×		
	●アイテム取得後にゴールに着いたら音を送信	○	○	○	○	○
	○アイテム取得後ゴールに向かう	○	○	○	○	○
	ステージ 3 のクリア回数	6	3	3	4	7
	ステージ 3 の総得点	149	71	78	109	187

表 2 観測されたコミュニケーション戦略と行動戦略

	相手との距離の確認	自分のアイテム取得を知らせる	アイテムを獲得し，ゴールで待機
1 組	短音（交互）	短音を 2 回	短音を 3 回
2 組	短音（交互）	長音	短音繰り返し
3 組	短音／長音（交互）	お互い違うリズムの音	短音繰り返し
4 組	短音（交互）	長音	短音繰り返し
5 組	短音（交互）	短音数回	短音繰り返し

表 3 各組で確立した音信号

コミュニケーション媒体が制限され，さらにそこで予め定められた記号の意味というものは存在しない．プレーヤは，ゲームを進める中で必要になれば，利用可能な信号に意味を割り当て，その意味を共有していかなくてはならない．

4.1 意図明示推論的伝達

明らかに，予め意味の取り決めのない信号では，意味のある情報を運ぶことはできない．では，そのような信号を用いて，どのようにコミュニケーションを実現すればよいのか．我々は，Sperber & Wilsonの提案する関連性理論[9] の枠組みを用いてこれを説明することとする．

もし信号に予め決められた意味がなければ，その信号は情報意図（＝送り手が伝達したいと考えている情報の内容）を伝達することはできない．しかしながら，その信号を用いて伝達意図（＝何らかの情報意図を伝達したいという意図）を伝達することはできる．伝達意図が受け手に伝わると，受け手は得られる手がかりを総動員して，送り手の情報意図を推測することになる．この伝達メカニズムを関連性理論では,「意図明示推論的伝達 (Ostensive-inferrential communication)」と呼ぶ．もし誰かが信号を明示的に送ったとすれば，それは意図的であり，送り手は「送り手の意図を推論することは受け手にとって可能であり，かつ有用である」ことを受け手に保証することになる．

意図明示推論的伝達では，伝達を成功させるために二つの問題を解決せねばならない．その一つは，任意の信号がどのようにして意図明示的とみなされるのか，である．ある信号は，それが明らかに「通常と違っていて」，受け手の注意を引き起こすに十分目立つものであれば，意図明示的となる．我々の問題で言えば，明らかに異なる新しい信号を送信することで，信号を意図明示的とすることができる．

司令官と見張り番ゲームでは，意図明示性は完全に異なる色信号を送ることで実現できるように思われた．実際，多くのプレーヤは最初赤と青の信号から出発して，新しい色— 黄色，緑など—を増やして行った．しかしながら，これは意図明示

性という点では，あまり成功しなかった．これは受け手が色の違いを認識できなかったということではなく，色の違いが十分に意図明示的とはみなされず，受け手側での新しい意味の探索を引き起こさなかったのである．この結果，使用される色の種類は2,3に減少して落ち着くことになった．これは我々の当初予想していなかったことである．

一部の被験者は，新しい色の導入では意図明示性を実現できないことに気づき，新しい色ではなく，色信号の点滅，色の（色相環での）回転など本質的に異なる信号形態を用いることで意図明示性を実現しようとした．

三角迷路ゲームでは，被験者は様々な長さ，リズムの音信号を用いて意図明示性を表現した．面白いことに，純粋に記号的な信号である単音では，パターンを変えることで簡単に意図明示性の伝達に成功しているように思われる．つまり，異なるパターンの音が届けば，それは必ず新しい意味を伝達していると仮定して，受け手側で意味（情報意図）の推論を開始するのである．

二つ目の問題は，受け手側でどのようにして送り手の情報意図を復元するかということである．これは，伝達意図の検出よりも困難な課題であるが，やはり関連性理論がその助けになる．関連性理論では,「受け手がその状況で最も必要とする情報」で,「他の方法では伝達できない情報」が，復元すべき情報意図の候補となる．もし送り手と受け手との間で共通の認知環境（＝観測できる情報の集合）があるのなら，これにより情報意図の候補を少数に絞り込むことが可能である．

しかしながら，受け手側で意味候補を一つに絞れないこともある．その時には，受け手は自分が適切と思う解釈を行って，行動するよりない．もしそれによって何か不都合が生じれば，解釈が誤っていたと考えて，次回は別の解釈で行動することになる．しかしながら，前に述べたように，正解（=正しい解釈）は決して与えられない．当然送り手側では，受け手側で複数の解釈が生じないように最大限の配慮を行う．送り手側での不用意な新しい信号の使用は，受け手を混乱に陥れて，以後のコミュニケーションを極めて困難なものにする．

司令官と見張り番ゲームで観測された最も難しい信号は,「ストップボタンを使え」信号である．実際，この信号の共有の成否が，ゲームの成績の良否を大きく決定している．この信号は状況が緊迫している時に情報交換の時間を作るために見張り番から出されるものだが，司令官側で単なる「注意」信号として解釈される可能性／危険性を残している．成功したペアが，この信号として緑，黒，色変化など「注意と解釈されにくい」信号を用いていることは，明示的意図伝達のよい戦術である．

三角迷路ゲームで観測された最も難しい信号は「相手のアイテムを発見」である．この信号は，最初全てのペアで伝達を試みたが，最終的にどのペアも共有に成功しなかったものである．この信号が有用であるためには，受け手が送り手の部屋に来れるよう送り手が誘導するしかない．しかしこの信号がそこまでを保証するものかどうか，受け手は確信を持てないだろう．その結果，送り手は受け手が来てくれるという確信を持てず，結果的に有用な情報にはなり得なかったのだと思われる．コミュニケーション戦略は行動戦略とあわせて共有される必要があるのである．

我々は意味情報の共有されていない信号を用いたコミュニケーションを関連性理論を用いて分析したが，いずれのゲームの場合でも，信号の共有のためには相手の意図を適切に処理する能力が，またその前提として，相手の意図を信じて行動することが求められている．

4.2 色相信号と単音信号ーどちらがより情報を伝えられるか

色相信号と単音信号はそれぞれに特徴があるものの，On/Offしかできない音信号に対して色相信号は多くの情報量を含むため，より情報を伝達しやすいと我々は当初考えていた．実際，色相信号では、最初は多くのペアが「赤／危険、青／安全」というデフォルトの意味に頼ってコミュニケーションを取ろうとした．それに対して，単音のOn/Offしかできない音信号では，伝達できることは極めて限られてしまうと考えていた．

しかしながら，このような判断は皮相的であった．色相信号では、デフォルトの意味を越えて新しい意味を付与する必要が生じたとき，デフォルトの意味の存在は障碍として作用する．人が新しい色信号を「意図明示」を目的として，すなわち伝達意図の伝達を目的として送信しても，受けて側でそれを直接情報意図として（たとえば黄色ー注意のように）解釈されてしまう可能性を排除できないのである．伝達意図の伝達には，それが情報意図として解釈できない信号を必要とする．この時初めて受け手側で「意図の探索」が起動されるのである．

実験前には我々は，新しい信号が必要となる毎に，新しい色がその意味に割り当てられ，ゲームの進展に合わせて多くの色が使われるようになるのではないかと考えていた．しかしながら，実際に使われた色はそれほど多くはなく，時間の経過とともに逆に２，３個に収束してしまった．どう

しても新しい信号を必要としたペアでは，信号の点滅や色相環の回転など，我々が予想していなかった「新しい」信号を生成した．

一方三角迷路ゲームでは，音信号は全く意味情報を欠いており，デフォルトに頼ることはできない．逆に言えば，新しい信号はかならず受けて側で解釈の探索を必要とし，これが信号の共有を手助けすることになる．また送り手も信号は受けて側で解釈されなければならないということから，解釈の候補が確実に絞り込めるようにコミュニケーションを設計しようとする．これが，表3にあるような，多くのペアでの信号の一致に繋がっているのだと考えられる．

もちろん，単音信号にも弱点はある.「相手のアイテム発見」の信号で述べたように，本当に有用な，問題解決に不可欠な信号のみしか共有できないのである．しかしながら，これはある意味では当然である．我々が被験者に課したタスクがゲームで高得点を上げることである以上，なくてもすむような信号の共有は発生しない．

4.3 コミュニケーション確立の必要要素

意図伝達の過程は次の二つのサブプロセスからなる．

1.「送り手が何か伝えたいことを持っている」という伝達意図の伝達

2.送り手が伝達しようとしている情報内容である情報意図の伝達

1.の伝達意図の伝達については，意図明示的な信号を送信する必要性を述べたが，伝達意図が受け手に伝わるためには，もう一つ必要ことがある．相手の意図を読む前提としての，送り手の「意図性」への受け手の信頼である．これは，受け手が送り手の行動について，意図的である、すなわち送り手は「何らかの意図」をもって行動する「意図的行動主体」であり，送り手の行動を「意図」の立場で解釈することが有用である，との認識である．これはDennettのいわゆる意図スタンス(intentional stance)[10] に相当し，相手が人の場合は自然であるが，相手がロボットや計算機の場合は必ずしも自明ではない．

今回の実験のように，プレーヤ同士が計算機を介してのみ接続されており，利用できるコミュニケーション媒体が極めて限られているときに，人はどの程度強固に意図スタンスを取れるものだろうか．もし意図スタンスが揺らげば，これまでで述べてきた意図明示推論的コミュニケーションは崩壊する．意図スタンスで重要なポイントは，相手の意図を読むためには意図スタンスに立たねばならず，一方相手の意図性を支持する証拠は，相手の意図を読み協調的に行動した結果としてしか入手できないことである．意図スタンスにうまく立てない被験者は，相手の意図がうまく読めないためコミュニケーションに失敗し，それがまた相手の意図性を疑わせることになる．

2.の受け手側における情報意図の推測においては，認知環境といわれる周りの世界についての共通認識が重要になる．我々の場合でいえば，認知環境はゲームのルールや目的だけではなく，現在の双方のおかれている現状，最適な行動戦略，どのような情報を交換する必要があるのかなど，多岐にわたるものである．このような認知環境として共有できる領域が大きければ大きいほど，相手の情報意図の推測は容易になる．もちろんコミュニケーションが進めば，共有される認知環境も増大する．しかしながら，出発点で何らかの共有されている認知環境がないと，情報意図の推測は難しい課題となる．

我々はこのような配慮から，今回の実験の被験者を司令官と見張り番ゲームでは男子学生に，さらに三角迷路ゲームでは男子学生の友人ペアに限って行った．男子学生に限ったのは，日本のほとんどの男子学生（特に工学部の）が豊富なビデオゲームのプレイ経験を持つのにたいして，一部の女子学生では必ずしもそうではなく，それが今回の実験の成績にどのように影響するのか予測しかねたからである．

デジタル環境への接触の頻度が意図スタンスにどう影響し，さらにそれがここで行ったようなコミュニケーション課題の成績にどのような影響を与えるのかは，今回の研究の範囲を越える問題であるが，今後ぜひとも取り上げてみたい課題である．

5. まとめ

我々は，予め意味の共有されていない極めて制限された信号を用いて，人がどのようにして意味を共有しコミュニケーションを実現するのかを，二つの協調ゲームを用いることで調べてみた．コミュニケーション媒体として利用できるのは，一つのゲームでは色相信号，もう一つでは単音信号である．プレーヤは，ゲームの進行につれてコミュニケーションが必要となると，適当な信号に意味を割り当て，相手プレーヤに送る．相手プレーヤは，得られる情報から送り手の意図を推測し，適切な行動を生成する．意味の共有と最終的に意図の伝達がなされる過程を関連性理論の枠組みで分析した．

我々はここで分析した結果に基づき，人のコミュ

ニケーション確立過程をモデル化する．また一方の被験者をプログラムで置き換えることで，どこまで機械がこのような柔軟なコミュニケーションに対応できるのかを実験的に研究することを計画している．

参考文献

[1] Frith, U.,*AUTISM: Explaining the Enigma*, 1989, Basil Blackwell Ltd.

[2] Baron-Cohen, S, *Mindblindness*,1996, The MIT Press.

[3] Werner, G and Dyer, N., Evolution of Communication in Artificial Organisms, *Artificial Life II*, 1992, pp. 659–687, Addison-Wesley Pub..

[4] Steels, l. and Vogt, P., Grounding Adaptive Language Games in Robotic Agents, *Proc. of 4'th European Conf. on Artificial Life*, 1997, pp.474–482.

[5] S.Mitri, D. Floreano and L. Keller, The Evolution of Information Suppression in Communicating Robots with Conflicting Interests, PNAS, 2009, pp.15786–15790.

[6] Galantucci, B., An experimental study of the emergence of human communication systems, *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, Vol. 29, 2005, pp 737–767.

[7] J. de Ruiter, M. Noordzij, S. Newman-Norlund, R. Newman-Norlund, Pe. Hagoort, S. Levinson, I Toni, Exploring the cognitive infrastructure of communication, *Interaction Studies*, Vol.11. 2010, pp 51–77.

[8] 鴨田貴紀, 角裕輝, 竹井英行, 吉池佑太, 岡田美智男, Sociable Dining Table : 相互適応による「コンコン」インタフェースに向けてヒューマンインタフェース学会論文誌, Vo. 12, 2010, pp 57–70.

[9] Sperber, D. and Wilson, D.: *Relevance: Communication and Cognition,* , 1986, Oxford, Basil Blackwell.

[10] Denett, D. C., *Kinds of Minds*, 1996, Basic Books.

健常者におけるマガーク効果の個人差
−自閉症傾向及び統合失調症傾向による検討−
Individual differences on the McGurk effect
An Examination with the Autism trait and Schizotypal Personality.

氏家悠太[1], 浅井智久[1], 田中章夫[2], 浅川香[3], 若林明雄[1]
Yuta Ujiie, Tomohisa Asai, Akio Tanaka, Kaori Asakawa, Akio Wakabayashi

[1]千葉大学, [2]早稲田大学高等研究所, [3]東北大学
[1]Chiba University, [2]Waseda University, [3]Tohoku University

Abstract

The McGurk effect is a perceptual phenomenon that demonstrates interaction between hearing and vision in speech perception. This effect may be experienced when a visual of the production of a phoneme is dubbed with a sound recording of a different phoneme being spoken, wherein the perceived phoneme is often the third, intermediate phoneme. In the present study, we examined the potential individual differences in the McGurk effect among 51 healthy students. The results suggested that people with higher scores for schizophrenic or autistic traits respectively might report less /ka/ responses (visually captured responses) but more /ta/ responses (vision-audio mixed responses) in the McGurk condition (visually /pa/ but auditor/ka/). This indicates that such people might show a preference for auditory information over visual information. Both schizophrenia and autism might have deficits in social functioning. If an individual has a poor level of interpersonal skills, this would reflect in the result since he/she might not be able to read others' lips automatically.

Keywords — the McGurk effect, autistic trait, schizophrenic trait

1. はじめに

音声は対人コミュニケーションの主要な手段の一つである．他者と対面し発言を知覚する際に聞こえる音節は，口の動きから読み取られた情報の干渉を受ける．このような視覚から聴覚への干渉によって生じる錯覚として，マガーク効果という知覚現象がある[6]．マガーク効果とは，特定の音節を発音する口の動きに，別の音声を重ねた映像を呈示した場合に，視覚情報・聴覚情報のどちらでもない第 3 の聞こえ方をするという錯覚である．例えば，視覚情報(/ga/という口の動き)と聴覚情報(/ba/という音声)という，複数モダリティからの異なる情報を呈示された場合，聴覚情報/ba/に対して読唇情報/ga/の干渉が起こり，観察者は/da/という音声の知覚が生じる．

マガーク効果のような，対人場面の聴覚情報に対する視覚情報の干渉は，健常者と自閉症や統合失調症の患者との間で違いがあることが先行研究で報告されている[2][7][10][12]．Taylor et al. (2010)では，口の動き(視覚情報)，音声(聴覚情報)の単独呈示条件と，各モダリティ情報を不一致に組み合わせたマガーク刺激条件を用いて，自閉症の臨床群と健常者との課題成績の比較を行った．その結果，視覚情報の単独呈示条件において，自閉症群は健常群よりも成績が低く，視覚情報の理解に乏しい事が示された．統合失調症の臨床群を対象とした研究でも同様の傾向が示されているが[2]，マガーク刺激条件では，健常者と臨床群の違いに関して，自閉症，統合失調症ともに一貫した結果は報告されていない[2][7][10][12]．先行研究に共通した傾向として，臨床群は，対人場面において，聴覚に対する視覚からの影響を受けにくいことが示唆されている．健常群と間のこれらの違いは，この 2 つの病理に共通する，社会性の障害という要因が作用している可能性がある.社会性は他者との相互作用に関連し[3]，マガーク効果は対人情報における音声知覚であるため，社会的機能の低下が先行研究により示された音声処理の方略における健常者との違いに影響すると考えられる[2][7][10][12].

以上のような仮説を検討するために, 本研究では, 自閉症及び統合失調症を社会性の障害と捉え，これら 2 つの病理に共通する素因と対人情報にお

ける音声処理との関連性を検討するために，健常者を対象として検討を行った．自閉症や統合失調症では，症状の程度や頻度が連続的な関係性を想定する仮説があり（自閉症スペクトラム[11]，統合失調症の連続説[1])，健常者においても，臨床群と比べると弱いが，同様の傾向が見られる可能性があることから[11]，健常者の中で「社会性」が連続的に分散していることを仮定し，検討することは十分可能であるといえる．

2.方法

2.1.実験参加者

都内の大学生 51 名（男性 12 名，女性 39 名）を実験参加者とした．平均年齢は 19.8 歳(SD=1.47)であった．

2.2.実験刺激

マガーク課題として，聴覚情報に３種類の音節(/pa/，/ta/，/ka/)を使用し，各音節の口の動きを，聴音位置を一致させた映像課題を用いた．話者は男女各 3 名(計 6 名)であり，映像はデジタルビデオカメラ(HDR-A1J， Sony)で撮影し，音声はコンデンサーマイクロフォン(ECM-77B, Sony)で録音した．視覚情報(口の動きの映像)と聴覚情報(音声)が一致している刺激を一致条件刺激[/pa，(pa)/，/ta，(ta)/，/ka，(ka)/の 3 種類，カッコの外が視覚刺激，カッコの中が聴覚刺激]，視覚情報と聴覚情報が異なる刺激を不一致条件刺激[/ka，(pa)/の 1 種類，カッコの外が視覚刺激，カッコの中が聴覚刺激]とした．課題の試行数は各条件が１８試行，全体で３６試行を１セッションとし，ランダム順に刺激を呈示した．

2.3.質問紙

個人特性の測定には，自閉症スペクトラム指数質問紙(The Autism-Spectrum Quotient：AQ)日本語版[11]，統合失調型パーソナリティ質問紙(Schizotypal Personality Questionnaire :SPQ)日本語版[4]を用いた．

自閉症スペクトラム指数質問紙(AQ)日本語版の質問項目は，社会的スキル，注意の切り替え，細部への注意，コミュニケーション，想像力という５種類の下位尺度を含み，それぞれ 10 項目の計 50 項目であった．

統合失調型パーソナリティ質問紙(SPQ)日本語版は，質問項目が 74 項目であり，下位尺度は「陽性症状」，「陰性症状」，「解体症状」の 3 因子説[5]に基づき，それぞれ，陽性症状は「認知・知覚」，陰性症状は「対人」，解体症状は「解体」の下位尺度を用いた．

2.4.手続き

実験参加者は，課題の反応について教示を受けた後，実験課題を行った．視覚刺激の観察距離は約 50cm とし，20 インチのディスプレイ上を解像度 800×600 ピクセルに設定し，640×480 ピクセルの動画を呈示した．また，視覚依存性が強い環境にするため，音声にはピンクノイズを重畳し，SNR を 0dB に設定した.音声の呈示音圧は実験参加者全体で一定にして，ヘッドホン(Quiet Comfort2，BOSE)を通して呈示した．各試行では，注視点(1000ms)に続いて動画(平均933ms)が提示され，その後ブランク画像(刺激に対する反応)が呈示された．実験参加者は視覚刺激が呈示された後，聞こえた音声について，/pa/，/ta/，/ka/の中から強制選択を行った．実験参加者は，1 人につき３セッション，計１０８試行を行った．この課題が完了した後に質問紙への回答を行った．

3.結果

3.1.マガーク課題

複数モダリティの情報が一致する場合と異なる場合での難易度の差を検討するために，各条件における実験参加者の回答割合の平均値を Figure1 にまとめた．条件ごとの聴覚反応率の平均値を，t 検定を用いて比較した結果，一致条件での聴覚反応率(各音節条件刺激の正答率)が不一致条件の聴覚反応率(/pa/)に比べ有意に高いという事が示された[t(50)=9.41，p<.001].

次に，不一致条件においてマガーク効果の生起を検討するために，不一致条件での各反応の反応率を算出した．聴覚反応(/pa/)の割合は非常に小さく(2.0%)，ノイズの効果が強く現れていたことが示された．反応の種類(/pa/，/ta/，/ka/)を要因とした分散分析の結果，反応の種類に主効果があり[F(2，100)=196.4，p<.001]，Tukey 法による多重比較の結果，融合反応(/ta/)が他の反応に比べて有意に高く(p<.05)，実験参加者の全体の傾向として，マガーク効果が生じていた事が示された．

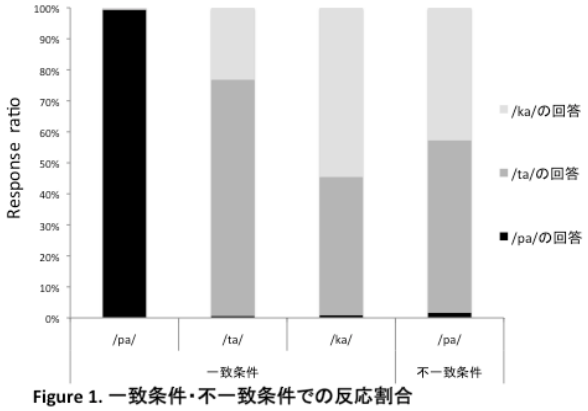


Figure 1. 一致条件･不一致条件での反応割合

3.2.質問紙との関連

不一致条件の各反応と各パーソナリティ傾向との関連性を検討するため，各尺度の回答結果を得点化し，それらと一致条件の正答率との相関係数，及び不一致条件(“pa”，“ta”，”ka”)の各反応の反応率との相関係数を算出した．一致条件では，有意な相関は示されなかったが，不一致条件では，尺度の全体得点において，AQ･SPQ と融合反応(/ta/)の間で有意な正の相関が示された(AQ：r=0.55，SPQ：r=0.48)．また，視覚反応(/ka/)への反応率は，融合反応と逆の傾向を示しており，AQ・SPQ と視覚反応の間で有意な負の相関が示された(AQ：r=-0.53，SPQ：r=-0.43)．

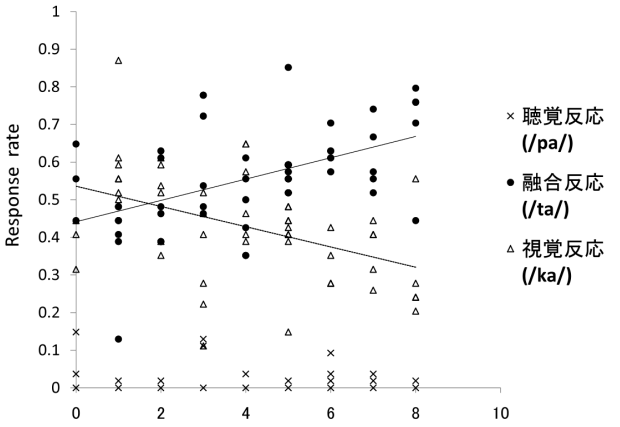


Figure 2. AQ-社会的スキルと不一致条件の反応傾向の関連性

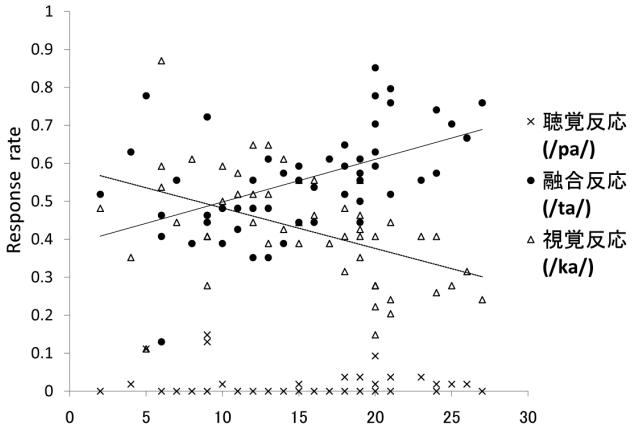


Figure 3. SPQ-対人と不一致条件の反応傾向の関連性

3.3.「社会性」との関連

ここで，「社会性」という要因が対人場面の音声知覚に影響するという仮説を検討するために，AQ と SPQ の下位尺度ごとの関連性の検討を行った．その結果から，強い関連のあった下位尺度は，AQ の「社会的スキル」，SPQ の「対人」であり，それぞれ社会的機能を反映した下位尺度であったと考えられる．これらの尺度得点と不一致条件における反応率の関係を Figure2, 3 に示した．マガーク効果の生起に関して，/ta/の反応率(視覚＋聴覚)と AQ の「社会的スキル」(r=0.49)，SPQ の「対人」(r=0.50)との間に正の相関があることが示された．また，視覚反応への反応率は，AQ の「社会的スキル」(r=-0.45)，SPQ の「対人」(r=-0.48)との間に正の相関が示された．これらの下位尺度は「社会性」の中で，特に対人コミュニケーションと関連する尺度であり，対人場面の音声知覚に「社会性」の影響があるという仮説を支持する結果が得られた．

4.考察

本研究では，対人情報における音声知覚に対する，「社会性」の影響を検討することを目的として，マガーク刺激を用いて健常者における自閉症傾

向・統合失調症傾向と，各モダリティ情報への反応率との関連性を検討した．その結果，マガーク課題の不一致条件では，視覚・聴覚の融合反応と統合失調症傾向，自閉症傾向との間に正の相関関係があり，聴覚情報に対する視覚情報の干渉（視覚反応）では，負の相関関係が示された．また，それぞれの下位尺度の中で,「社会性」と関連する尺度(AQ の「社会的スキル」，SPQ の「対人」）と課題成績との関連もみられたことから,「社会性」が音声知覚に影響するという本研究の仮説を支持している．

本研究の結果は臨床群を対象とした先行研究とほぼ類似の傾向を示しており，自閉症傾向及び統合失調症傾向が高いと視覚からの影響を受けにくいと示唆された．しかし，先行研究では，視覚・聴覚の単一モダリティの呈示条件と，2 つを組み合わせた複数モダリティの呈示条件を設け，それらの結果から上述の主張をしているが[2][7][10][12]，本研究では複数モダリティの条件のみを用いている．従って本研究の結果は，視覚・聴覚の複数モダリティが同時に呈示された場合に，視覚情報から受ける干渉の弱さと，健常者の中の自閉症傾向及び統合失調症傾向との関連があるという限定的な主張に留まる．今後の研究では，本研究の課題に単一モダリティの情報を呈示する条件を加えて検討を行うことが必要である．

マガーク効果（融合反応）の生起については，自閉症傾向，統合失調症傾向ともに，融合反応と正の相関が示された．William et al (2004)では，自閉症群は健常群より融合反応の生起が低いと示し，統合失調症に関しても，de Gelder et al (2003)において，同様の結果が示されている．一方で，Taylor et al (2010)では自閉症群と健常群との間に，Myslobodsky et al (1992)では統合失調症群と健常群との間に，マガーク効果の生起率の差は無いことを示している．このようにマガーク効果だけで見れば，統合失調症・自閉症ともに一貫した結果は示されていない[2][7][10][12]．本研究の結果はマガーク効果の生起率だけで見た場合はどちらの先行研究とも逆の結果に見える．しかし，本研究の課題は，聴覚刺激の SNR が 0 dB であり，聴覚情報の利用が困難な環境に設定している．これは，本研究の目的が視覚情報から受ける干渉の弱さと自閉症傾向及び統合失調症傾向との関連を見ることであり，実験参加者が視覚・聴覚の複数モダリティ情報を呈示されたとき，視覚依存性が強く現れる刺激にする必要があったためである．先行研究の多くはノイズが無い課題を用いているが[2][7][10][12]，本研究での音声同定課題は，平均正答率は 2.0%と，視覚依存性が強く現れる刺激であったことを示している．先行研究ではマガーク反応の生起率のみを報告しているために実際どうであったかは不明であるが，統合失調症や自閉症においてはマガーク効果が減る代わりに，聴覚の反応率が上がっていた可能性がある．統合失調症･自閉症では視覚情報の利用が困難なために，視覚＋聴覚の融合反応が減り，聴覚のみの反応が増えたと考えられるのに対して，本研究では視覚情報の影響が強い実験環境を設定したので，統合失調症・自閉症傾向の高い健常者では，視覚のみの反応が減り，融合反応が増えたと解釈できる．表面的に融合反応であるマガーク効果だけを見ると先行研究とは逆の結果であるが，不一致条件における反応率は実験環境あるいは刺激に依存しているため，視覚情報の非優位性という意味では本研究は先行研究と同じ結果を示唆していたと考えられる．

5.まとめ

本研究では，マガーク課題を用いて，健常者の中の自閉症傾向・統合失調症傾向・共感傾向と，音声知覚での視覚からの干渉との関連性を示した．本研究により，対人情報における音声知覚の処理において，視覚情報から受ける干渉の程度は個人が持つ社会性と関連性があるということが示唆された．

参考文献

[1]浅井智久・丹野 義彦 (2007). 統合失調型パーソナリティと視聴覚に同時提示した運動情報統合の関係--動的な腹話術効果を用いた検討. 認知心理学研究 5(1), 33-41.

[2]de Gelder, B., Vroomen, J., Annen, L., Masthof, E., & Hodiamont, P. (2002). Audio-visual integration in schizophrenia. Schizophrenia Research, 59, 211–218.

[3]Happé, F., (1994) Autism: An introduction to psychological theory. University Press.

[4]飯島雄大・佐々木淳・坂東奈緒子・浅井智久・毛利伊吹・丹野義彦 (2010) 日本語版 Schizotypal Personality Questionnaire の作成と統合失調型パーソナリティにおける因子構造の検討. 行動療法研究, 36(1), 29-41.

[5]Liddle, P. F. & Barnes, T. R. E. (1990). Syndromes of chronic schizopherenia. British Journal of Psychiatry, 157, 558-561.

[6]McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). H e a r i n g voices. Nature, 264, 746-748.

[7]Myslobodsky, M.S., Goldberg, T.E., Johnson, F., Hicks, L., & Weinberger, L., (1992). Lipreading in patients with schizophrenia. Journal of Nervous and Mental Disease 180, 168–171.

[8]Oberman, L. M., & Ramachandran, V. S. (2008). Preliminary evidence for deficits in multisensory integration in autism spectrum disorders: The mirror neuron hypothesis. Social Neuroscience, 3(3-4), 348-355.

[9]Sekiyama , K. (1999) Audiovisual speech perception under various signal-to-noise ratios：Asymmetry for different places of articulation. 電子情報通信学会技術研究報告. SP, 音声 99(166), 23-30.

[10]Taylor, N., Isaac, C., & Milne, E. (2010). A Comparison of the Development of Audiovisual Integration in Children with Autism Spectrum Disorders and Typically Developing Children. Journal of Autism and Developmental Disorders, Vol 40(11), 1403-1411.

[11]若林明雄・東條吉邦・Baron-Cohen, S.,・Wheelwright, S. (2004). 自閉症スペクトラム指数(AQ)日本語版の標準化−高機能臨床群と健常成人による検討− 心理学研究, 75, 78-84.

[12]Williams, J., Massaro, D., Peel, N., Bosseler, A. , & Suddendorf , T. (2004). Visual–auditory integration during speech imitation in autism. Research in Developmental Disabilities, 25, 559–575.

黙読と音読での読解活動における眼球運動の比較
Comparison of the Eye-Movement during Reading Silently and Orally

髙橋　麻衣子[†]，清河 幸子[‡]
Maiko Takahashi, Sachiko Kiyokawa

[†]東京大学，[‡]中部大学
The University of Tokyo, Chubu University
takahashi@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to explain the silent and oral reading process comparing the eye-movement during reading comprehension. In Experiment 1, we measured the eye-movement during reading garden-path sentences silently and orally. In Experiment 2, we compared the eye-movement during reading more common paragraph silently and orally. The results showed that, while silent reading took shorter time for comprehension than oral reading, readers had more fixation points and read back frequently when reading silently than orally. These reading strategies during silent reading seemed to support the comprehension, and for this reason, it would appear that adult readers prefer to read everyday text silently than orally.

Keywords — silent and oral reading process, eye-movement, reading strategy

1. 問題と目的

読解活動は，活字媒体から情報を取得し知識を増やすために重要な活動である。読解の遂行方法には大きく分けて声に出して読む音読と声に出さないで読む黙読が存在するが，どちらの読み方を使用するかは読み手の年齢や状況に依存する。これまでの研究から，年齢が若く読解能力の低い読み手は黙読よりも音読によって理解が促進されること[1][2], その原因として音読においては構音運動や音声情報のフィードバックによって文字情報についての音韻表象の生成と利用が確実に行なわれて一定の理解につながること[3]が明らかにされてきた。このように，音読においては黙読に加えて，構音運動や音声情報のフィードバックなどの加算的な活動が含まれており，これらの活動が情報の一時的な保持を促進し，結果的に理解を支える役割を持つことも報告されている[4]。

一方で，我々成人においては，音読にこのような利点があるにもかかわらず，日常の読解活動に主として黙読を用いている。そして，成人においては黙読と音読での文章の理解度に差が無いとする報告が多い[1][5]。すなわち成人においては，理解を支える音読の加算的な活動に匹敵する活動が黙読においても生起している可能性が指摘できる。例えば, 黙読のほうが音読よりも読解速度が速く，時間効率がよいため[6][7], 保持時間が短く記憶への負荷が少ない可能性が指摘できる。加えて，眼球を自由に動かして読み戻りを行なうなどの理解を補償するような方略の使用が可能であることも黙読の利点として考えられるだろう。しかし，黙読と音読での読解活動中の眼球運動についてはこれまで独立に測定され分析されており[8][9], この 2 つを直接比較した研究はこれまでに存在しない。そこで本研究では，黙読と音読での読解活動中の眼球運動を測定し比較することで，成人の黙読では音読と比較して眼球運動を自由に動かすことで読解を支える方略を活用しているとの可能性を検討することを目的とする。

2. 実験 1

2.1 目的

黙読と音読での読解活動中の眼球運動を測定し，理解に至るまでの読解中の停留や読み戻りの様相を比較することを目的とする。成人の黙読と音読後の読解成績には差が無いことが報告されているが，黙読では効率的な読解活動を行なっているために，音読に比較して読み戻りが多く，移動速度が速いことが予測される。実験 1 では，読解材料に途中で再解釈が必要となるようなガーデンパス文を使用する。読解の途中で再解釈が必要な文を

使用することで，読解中の停留や読み戻りが顕著に表れることが考えられる。

2.2 方法

実験参加者 日本語を母語とする大学生 12 名が実験に参加した。

刺激 髙橋（2007）と同様に，読解の途中で再解釈が必要となる複雑文（文字数平均 21.5）と再解釈の必要がない単純文（文字数平均 22.4）を 1 条件につき各 6 文計 12 文，及びそれぞれに対する正誤判断文を使用した（表 1）。

表 1 実験 1 の文刺激例

	課題文	正誤判断文
複雑文	太郎がその会場で花子を呼んだ女性と話をした。	花子は女性に呼ばれた(正)
	細川は優しく老人を会場に案内した従業員をほめた。	細川は老人を案内した(誤)
単純文	弟が母親に学校の話をしながら楽しそうに笑った。	弟は楽しそうに話した(正)
	少女が腕によりをかけて友人にごちそうをつくった。	少女はごちそうされた(誤)

装置 両眼眼球運動測定装置（竹井機器工業株式会社製 T.K.K.2901）を使用した。眼球運動のデータは，両眼で，検出レート 30Hz で記録した。実験実施の際には，参加者の頭部の動きを抑制するために，顎台を用いた。データの解析には竹井機器工業株式会社製眼球運動統計プログラムⅡを使用した。

実験計画 読み方（黙読・音読）と課題文の複雑性（複雑・単純）を参加者内要因として配置した。従属変数は正誤判断文の正答率と課題文の読み時間，注視回数，読み戻り回数，移動速度とした。

手続き 実験に先立って，参加者には眼球運動測定装置を装着させて視線キャリブレーションを行なった。キャリブレーションの終了後に，眼球運動測定装置を装着したままで文理解課題を遂行させた。課題文はコンピュータの画面上に 1 文ずつ全文提示し，参加者には課題文を読み終わったらキーを押すように求めた。参加者には課題文をできるだけ速く，正確に読むこと，また，読み戻りはしないことを教示した。課題文提示後，課題文に対する正誤判断文を 1 文ずつ提示し，これが課題文と内容的に矛盾しているかについて，キー押しでの回答を求めた。

2.3 結果と考察

表 2 に，全参加者の正答率，読み時間，注視回数，注視時間，読み戻り回数，移動速度の平均を示す。これらの数値について，読み方（黙読・音読）×文の複雑性（複雑・単純）の分散分析を行なった。

表 2 文読解課題における眼球運動

	黙読		音読	
	複雑	単純	複雑	単純
正答率(%)	60.83 (20.21)	92.96 (10.62)	61.85 (22.37)	89.79 (14.79)
読み時間 (ms)	6844.02 (2669.10)	5401.60 (1705.87)	7760.56 (2194.65)	6454.81 (1343.57)
平均注視回数(回/文)	3.70 (2.31)	2.70 (1.76)	2.92 (2.74)	2.27 (2.19)
平均注視時間(ms)	327.86 (62.55)	305.07 (31.99)	324.86 (52.09)	307.78 (40.83)
読み戻り回数(回/文)	1.80 (0.78)	1.20 (0.73)	1.43 (0.45)	1.10 (0.55)
移動速度 (deg/秒)	19.05 (4.67)	20.20 (5.05)	17.85 (4.64)	18.41 (4.34)
移動速度 (字/秒)	21.85 (5.65)	24.31 (7.63)	19.22 (5.71)	20.20 (5.67)

（括弧内は標準偏差）

正誤判断文の正答率については，文の複雑性の効果のみが有意となり（$F(1,11) = 35.71$, $p < .001$），黙読と音読での差は生じなかった。課題文の読み時間については，黙読よりも音読で（$F(1,11) = 4.01$, $p < .08$），単純文よりも複雑文で（$F(1,11) = 10.65$, $p < .01$）長いことが示された。注視点については 200ms 以上の注視がある場合と定義して分析を行なった。その結果，注視回数と注視時間のどちらにおいても文の複雑性の効果のみが検出された（注視回数 $F(1,11) = 10.13$, $p < .01$，注視時

間 $F(1,11) = 6.24$, $p < .05$)。読み戻りについては，水平方向で左に 3 度（約 3.3 文字）以上移動したデータが 333ms 以上継続していた場合と定義して分析を行なったところ，音読よりも黙読で（$F(1,11) = 5.34$, $p < .05$），単純文よりも複雑文で（$F(1,11) = 3.81$, $p < .08$）読み戻り回数が多いことが示された。移動速度については，課題文の提示中に計測された 1 秒あたりの移動速度（deg/秒，字/秒）を算出して分析を行ったところ，文の複雑性の効果のみが有意となった（$F(1,11) = 6.13$, $p < .05$)。

以上の結果から，黙読と音読での正誤判断文の正答率には差がないが，黙読では音読よりも読解に費やす時間が短く，それにもかかわらず読み戻りの回数が黙読において多いことが明らかとなった。本実験で使用した複雑文は文の途中でそれまで構築してきた文の意味表象の再解釈を求められるものであり，そのような箇所での停留や読み戻りが生起することが予測される。本実験の結果から，複雑文における読み戻りは，音読よりも黙読において頻繁に生起することが示された。一方で，文中での注視回数や移動速度については，読み方による差が生起しなかった。この原因として，実験 1 で使用した読解刺激が 20 文字程度の文であったことが考えられる。そこで実験 2 では，読解材料の文字数を増やした文章を刺激として用い，音読と黙読での読解中の眼球運動を比較する。

3. 実験 2

3.1 目的

実験 1 では文読解中の注視回数や移動速度は黙読と音読で差が生起しなかった。この原因として，読解刺激の文字数が少なく差が生じにくかったことが挙げられる。また，実験 1 で使用した文刺激は，文の途中で再解釈を求めるような特殊な文であり，日常的にはあまり使用されないため結果の一般化が難しい。そこで実験 2 では，読解材料の文字数を増やし，より日常的な読解活動に近付けるために，文章を刺激として用い，音読と黙読での読解中の眼球運動を比較する。

3.2 方法

実験参加者　日本語を母語とする大学生 12 名が実験に参加した。

刺激　小説やエッセイ，童話の一部から抜粋した 270 字程度からなる文章 6 つを使用した。文章は横書きで水平方向に 25 字，縦に 11 行として，一つの画面で全文提示できるように配置した。それぞれの課題文章について，森（1980）を参考に，逐語的な記憶を問う問題と，内容の理解度を問う問題を各 6 問計 12 問設定した（表 3)。

表 3　実験 2 の文章刺激例

	課題文章の一部	正誤判断文
逐語記憶問題	ナイフとフォークが、びっくりするほどたくさん並んでいました。	ナイフとフォークが、びっくりするほどたくさん並んでいました。(正)
	古い写真特有の輪郭のぼやけた、陰影のはっきりしない写真だった。	古い写真特有の陰影のはっきりしない、輪郭のぼやけた写真だった。(誤)
内容理解問題	仏壇上方には、先月葬儀で使った勝行の遺影と並んで、成一の祖母、初江の生前の姿が掛けられている。	仏壇の上には、初枝の写真が掛けられていた。(正)
	この殺伐とした世の中で、詩というジャンルはなんだか肩身を狭くしているように見える。	世の中が殺伐としているのは、人々が詩を忘れ去ったからだ。(誤)

装置・実験計画・手続き　実験 1 と同様に行った。

3.3 結果と考察

表 4 に，全参加者の正答率，読み時間，注視回数，注視時間，読み戻り回数，移動速度の平均を示す。これらの値について，読み方（黙読・音読）の違いを独立変数とした t 検定を行なった。

音読・黙読での読解後の逐語記憶問題，内容理解問題の正答率については，黙読と音読での差が

検出されなかった（逐語記憶問題 $t(11) = 1.15$, n.s. 内容理解問題 $t(11) = 0.19$, n.s.）。1つの文章を読むのにかかった時間は，黙読のほうが音読よりも短かった（$t(11) = 2.71$, $p < .05$）。一方で，注視回数は黙読のほうが音読よりも多い傾向にあり（$t(11) = 1.56$, $p < .08$），注視時間の平均は音読と黙読で差がなかった（$t(11) = 1.15$, n.s.）。また，読み戻り回数も黙読のほうが音読よりも多かった（$t(11) = 1.96$, $p < .05$）。そして，眼球の移動速度は黙読のほうが音読よりも速かった（移動速度（deg/秒）$t(11) = 2.21$, $p < 05$，移動速度（字/秒）$t(11) = 4.48$, $p < 01$）。

表 4　文章読解課題における眼球運動

	黙読	音読
逐語記憶問題	47.50	51.44
正答率(%)	(12.64)	(7.64)
内容理解問題	65.23	64.17
正答率(%)	(16.61)	(15.53)
読み時間(ms)	46318.18	57717.69
	(13328.03)	(6956.31)
平均注視回数	23.64	16.43
(回/文章)	(11.87)	(9.07)
平均注視時間	330.14	318.08
	(47.26)	(47.85)
読み戻り回数	5.30	2.72
(回/文)	(4.83)	(1.17)
移動速度(deg/	21.04	17.58
秒)	(5.18)	(3.97)
移動速度(字/	16.69	12.77
秒)	(3.45)	(4.46)

(括弧内は標準偏差)

以上から，文章を理解するために読む際には，黙読のほうが音読よりも読解時間が短いにもかかわらず停留が多く，眼球を速く動かして読み戻りを行なうことが示され，理解を補償する方略をとりながら効率的な読解を行っていることが示唆された。

4. 総合考察

本研究では文や文章を音読もしくは黙読する際の眼球運動を測定して比較を行なった。その結果，読解内容についての理解度は黙読と音読で差はなかったものの，黙読においては読解時間が短く，さらに停留や読み戻りを多く行っていたことが示された。このように黙読は音読と比較して時間効率がよく，理解を補償する方略の使用が可能であるため，成人の日常的な読解活動に使用されることが考えられた。

参考文献

[1] 田中敏（1989)“読解における音読と黙読の比較研究の概観.”，読書科学，33，32-40.

[2] Miller, S.D., & Smith, D.E., (1985) “Differences in literal and inferential comprehension after reading orally and silently.”, *Journal of Educational Psychology, 77*, 341-348.

[3] 髙橋麻衣子，(2007)“文理解における黙読と音読の認知過程－注意資源と音韻変換の役割に注目して－”，教育心理学研究，55，538-549.

[4] 髙橋麻衣子・田中章浩，(2011)“音読での文理解における構音運動と音声情報の役割”，教育心理学研究，59，印刷中.

[5] 森敏明，(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, 57-61.

[6] McCallum, R.S., Sharp, S., Bell, S.M., & George, T., (2004) “Silent versus oral reading comprehension and efficiency.”, Psychology in the Schools, 41, 241-246.

[7] Rubin, G.S., & Turano, K. (1992) “Reading without saccadic eye movments.”, *Vision Research, 32,* 895-902.

[8] Hyönä, J., Lorch, R.F., & Kaakinen, J.K. (2002) “Individual differences in reading to summarize expository text: Evidence from eye fixation patterns.”, *Journal of Educational Psychology,* 94, 44-55.

[9] Kondo, T. & Mazuka, R., (1996) “Prosodic planning while reading aloud: On-line examination of Japanese sentences.”, *Journal of Psycholinguistic Research, 25*, 357-381.

ニュースサイト挿入型広告の相反する3目的に着目した最適デザイン

The Optimal Designs of Newssite-inserted Advertisements Focusing on Three Conflicting Objectives

○村松 憲征†，佐藤 寛之†，高玉 圭樹†，坂本 真樹†
Noriyuki Muramatsu, Hiroyuki Sato, Keiki Takadama, Maki Sakamoto

†電気通信大学大学院総合情報学専攻
Department of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

Abstract
This paper proposes optimal designs of advertisements on news websites. In this paper we take into account the advertising effectiveness measured by the attention degree, the impression degree and the usability degree at same time. Since previous studies show that the attention degree and the impression degree of advertisements are in the trade-off relation, the goal of this study is to show the effective layouts of advertisements on news websites optimizing three conflicting objectives. We pursue this goal by conducting experiments in which the participants view a variety of page layouts of the news websites. The results of experiments on the attention degree, the impression degree and the usability degree were analyzed from the viewpoint of the multi-objective optimization. As a result of analyses, we got the six optimal designs of advertisements.

Keywords – Advertisement, Optimization, Newssite

1. 研究目的と意義

近年インターネット広告の収益は急成長を遂げており，上昇の一途を辿っている．本研究では，インターネット広告の中でもニュースサイト挿入型広告に着目し，どのような配置に広告を挿入すれば，よりインプレッション効果が上がるのかを追求していく．インプレッション効果とは，広告露出そのものの効果である．ユーザが広告に接触した際のブランドに対する認知率・イメージ評価などが指標となる．

竹山・坂本(2007)は日本のニュースサイトにおける注目度の高い広告配置を求めた．村岡・坂本(2008)及び坂本(2009)では，プラス印象の記事に挿入された広告は記事の影響を受けないのに対して，マイナス印象の記事に広告を挿入された広告は記事の影響を受け，広告自体の印象が下がってしまう事が判明している．また，記事に近い広告ほどマイナスの影響を受けやすく，遠い広告ほどその影響が少ないことが判明している．これらの事から Muraoka ら(2010)は，広告への注目度と印象度はトレードオフの関係にあるとし，多目的最適化理論を用いて最適な広告配置レイアウトを求めている．

前述のニュースサイト挿入型広告の研究では，広告自体の注目度と印象度を求めてきた．しかし，ユーザがニュースサイトを閲覧する目的は，読みたい記事を見つけ出し，情報を得る事にある．広告がさまざまな配置に挿入され，記事が読みにくくなると，ユーザの妨げになり，再利用意向が低下してしまう可能性がある．坂巻ら(2008)は，情報サイトを用いて，Web サイトの構成と情報記憶率の関係について研究を行っている．その結果，利便性がユーザの再利用意向を高めるためには必要である事を明らかにした．

そこで，本研究では，広告への注目度と印象度だけでなく，ニュースサイトに対しての利便性を加えた 3 目的を多目的最適化理論を適用し，最適な広告配置レイアウトを求める．その方法として，10 パターンの広告配置を用いたニュースサイトを被験者に閲覧させ，広告への印象度，ニュースサイトの利便性を 7 段階 SD 法により評価してもらう．また，眼球運動測定装置を用いて広告への注目度を測定する．この 3 つのデータに対して統計処理を行い，目的関数を設定し，3 目的による多目的最適化理論の観点から，最適な広告配置レイアウトを求める．

2. 先行研究

EYETRACKⅢという研究機関では，眼球運動測定装置を用いて，人の視線移動や視線の停留時間を観測し，人が Web ページ上のどこに最も注目しているかなどを計測している．EYETRACKⅢの調査によると，広告は記事に近い程視線が集まりやすいとされている．竹山・坂本(2007)では，日本の Web サイトの広告を被験者がどのくらい注目するかを調査するために眼球運動測定装置を用いた実験を行った．被験者に Web サイトを閲覧してもらった後に，広告や記事内容など覚えているものを回答させている．実験に使用されて

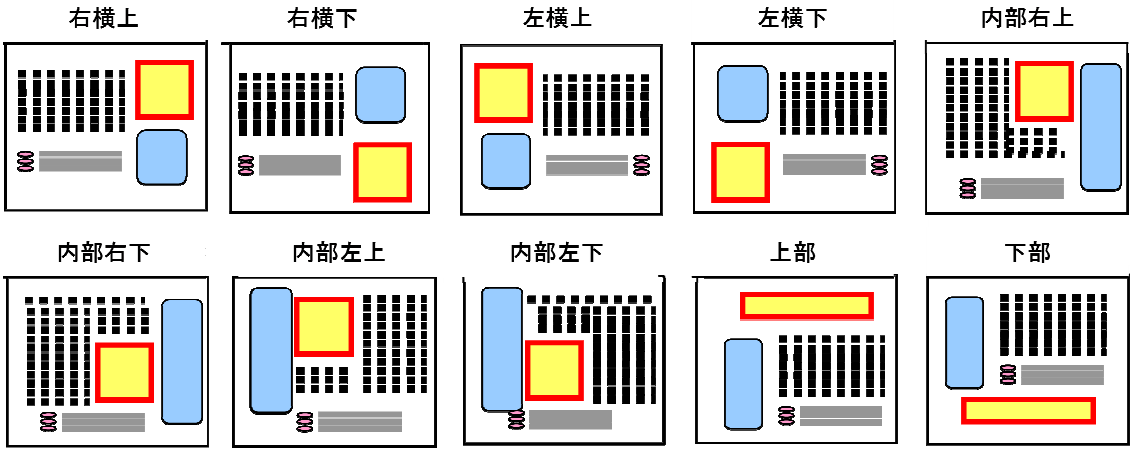


図 1　実験で使用した 10 パターンの広告配置レイアウト

いる広告配置は以下の通りである．(1)左上配置型，(2)右上配置型，(3)内部上配置型，(4)内部下配置型の 4 つである．例えば，内部上配置型とは，記事内上部に広告を配置した Web レイアウトの事である．結果は，先述の EYETRACKⅢと同様に記事に近い内部上配置型が最も視線を集めることがわかった．

村岡・坂本(2008)及び坂本(2009)ではニュースサイトに挿入されている広告において，広告配置の違いによりニュース記事の内容が広告のインプレッション効果に与える影響度を調査している．調査の結果，記事内容と広告の内容が関連していない時は，どの広告配置においても広告はニュース記事の影響を受けないことが分かった．しかし，記事内容と広告の内容が関連している時に，ニュース記事の印象がマイナス印象だと広告の配置により，ニュース記事による影響度に差が生まれたことを明らかにしている．中でも，ニュース記事から近い内部配置型が最もマイナス印象の影響を受けやすいことが分かった．

上記の先行研究から，Muraoka ら(2010)は，広告への注目度と印象度がトレードオフの関係にあると仮定し，調査を行った．調査の結果，広告への注目度と印象度はトレードオフの関係にあることが明らかとなり，多目的最適化理論を用いて，広告の最適配置について研究をしている．

これまでのニュースサイトにおける広告配置に関する研究は，広告を主体とした研究であった．しかし，本来ニュースサイトというのは，情報の閲覧や収集することが目的であり，記事の読みやすさが重要となる．

そこで本研究は，広告の注目度と印象度に，ニュースサイトの利便性を加え，3 目的についての多目的最適化理論の観点から，最適な広告配置レイアウトを追求する．

3. 実験

3.1 実験概要

本研究は，広告への注目度と印象度の 2 目的に，ニュースサイトの読みやすさ加え，3 目的による最適デザインを追求する．ここで，ニュースサイトの読みやすさを利便性とする．

実験は，図 1 のような広告配置 10 パターンを用いたニュースサイトを被験者に閲覧してもらい，広告への注目度，印象度，ニュースサイトの利便性の評価を行う．広告への注目度は，眼球運動測定装置を用いて，データを測定する．広告の印象度とニュースサイトの利便性は，7 段階 SD 法により+3～-3 で評価をしてもらい，評価値を得る．以下に実験の詳細を示す．

3.2 実験 1

被験者 1 人あたりに 12 個のニュースサイトを閲覧してもらい，注目度データを取る．眼球運動測定装置を用いて，広告への注目度の指標となる「視線停留回数」，「視線停留時間」，「1 度でも広告を見た人の割合」の 3 つの視線停留データを得る．被験者 1 人あたりが閲覧する順番のサンプルパターンを表 1 に示す．ニュースサイトを閲覧する際には，時間などの制限は設けず，閲覧以外にはタスクを課さない．被験者は 18～23 歳の大学生及び大学院生 20 人．20(人)×12(個)で 240 個のデータを得る事になる．

表 1　閲覧サンプルパターン

順番	配置(広告)	順番	配置(広告)
1	右横上 (サービス 1)	7	内部左下 (化粧品 2)
2	上部 (不動産 1)	8	内部左上 (情報通信 2)
3	右横下 (金融 1)	9	左横下 (金融 2)
4	内部右上 (情報通信 1)	10	下部 (レジャー2)
5	左横上 (サービス 2)	11	左横上 (不動産 2)
6	右横上 (レジャー1)	12	内部右下 (化粧品 2)

表 3　「視線停留回数」,「視線停留時間」,「1 度でも広告を見た人の割合」の平均値

	右横上	右横下	左横上	左横下	内部右上	内部右下	内部左上	内部左下	上部	下部
視線停留回数(回)	0	1.13	1.32	1.21	3.26	2.45	1.33	3.55	0	0.9
視線停留時間(ms)	0	0.13	0.2	0.16	0.6	0.3	0.21	0.48	0	0.15
1 度でも広告を見た人の割合(%)	0	0.35	0.52	0.46	0.6	0.73	0.62	0.55	0	0.4

3.3 実験 2

被験者 1 人に 12 個のニュースサイトを閲覧してもらい，広告についてのアンケートに答えてもらう．アンケートの質問項目は，「広告の印象が良い-悪い」，「広告の商品が欲しい-欲しくない」の 2 項目を 7 段階 SD 法で評価する．被験者は表 1 のような順番で閲覧を行う．ニュースサイトを閲覧する際には，時間などの制限は設けず，閲覧以外にはタスクを課さない．被験者は 18～23 歳の大学生及び大学院生 20 人で，実験 1 とは別の 20 人である．20(人)×12(個)で 240 個のデータを得る事になる．

3.4 実験 3

実験 3 で取得する利便性データの評価尺度を選定するために予備実験を行った．予備実験の詳細を以下に記す．

3.3.1 予備実験

仲川ら(2008)が開発したウェブユーザビリティ評価スケール（表 2）を用いて，ニュースサイト 1 ページの利便性を評価するのに必要な質問項目を抽出する．実験方法は以下の通りである．

被験者 1 人に 10 個のニュースサイトを閲覧してもらい，ユーザビリティに関するアンケートに答えてもらう．被験者は 21～23 歳の大学生及び大学院生の 10 人である．評価方法は，ニュース記事を読んだ後，評価できる項目のみを評価してもらった．被験者 10 人全員が評価できた項目をニュースサイト 1 ページに必要な質問項目とする．

表 2　ウェブユーザビリティ評価スケール項目

	項目名
1	見やすい
2	信頼できる
3	反応が良い
4	操作が分かりやすい
5	構成が分かりやすい
6	好き
7	役立ち感がある

実験の結果，「見やすい-見にくい」，「構成が分かりやすい-構成が分かりにくい」の 2 項目を本実験のニュースサイトの利便性を評価するための評価尺度とした．

3.3.2 実験 3 の実行

被験者 1 人あたりに 12 個のニュースサイトを閲覧してもらい，ニュースサイトの利便性についてのアンケートに答えてもらう．アンケートの質問項目は上記の予備実験で選定した 2 項目を 7 段階 SD 法で評価する．被験者は表 1 のような順番で閲覧を行う．ニュースサイトを閲覧する際には，時間などの制限は設けず，閲覧以外にはタスクを課さない．被験者は 18～23 歳の大学生及び大学院生の 20 人であり，実験 1，実験 2，予備実験に参加していない 20 人である．20(人)×12(個)で 240 個の利便性データが得ることになる．

4　結果と考察

4.1 実験 1 の結果と考察

実験 1 では眼球運動測定装置を用いて，注目度データを得た．注目度データとして得た評価尺度は「視線停留回数」,「視線停留時間」,「1 度でも広告を見た人の割合」の 3 項目である．このうち，「視線停留回数」,「視線停留時間」においては，はずれ値の検出を行った．はずれ値の検出とは，被験者から得たデータの中から明らかに誤ったデータを検出する際に用いる統計的手法である．いくつかあるはずれ値検出の手法の中から正規分布を仮定して行うスミノフ・グラブスを用いた．統計解析ソフト R の計算プログラムを使い，それぞれの配置ごとにはずれ値を検出した．はずれ値検出後の「視線停留回数」,「視線停留時間」の平均値と「1 度でも広告を見た人の割合」のデータを表 3 に示す．

視線停留回数では，内部左下配置型が最も平均値が高く，最も平均値が低かった配置は，右横上配置型と上部配置型であった．ニュースサイトの記事は紙面のものとは違い，横書きになっており，文章は左上から始まるため，読む際には，必ず左側に視線停留が偏る．先行研究で挙げた通り，記事に近い程見られやすいため，内部左上配置型が最も視線停留回数の平均値が高かったと言える．

視線停留時間では，内部右上配置型が最も平均値が高く，最も平均値が低かった配置は，右横上配置型と上部配置型であった．この結果からも広告が記事に近い程見られやすいという特徴によるものだと言える．

1 度でも広告を見た人の割合では，内部右下が最も平均値が高く，右横上配置型と上部配置型は 1 度も見られないという結果になった．この指標

表 4　視線停留データのそれぞれの尺度間における相関分析結果

	視線停留回数	視線停留時間	1 度でも広告を見た人の割合
視線停留回数	1	0.96	0.76
視線停留時間	0.96	1	0.69
1 度でも広告を見た人の割合	0.76	0.69	1

表 5　印象度データの各尺度ごとの平均値

	右横上	右横下	左横上	左横下	内部右上	内部右下	内部左上	内部左下	上部	下部
広告の印象が良い-悪い	-0.33	-0.58	0.04	-1.04	-0.67	-0.71	-0.54	-0.79	-0.83	-0.83
広告の商品が欲しい-欲しくない	-0.33	-0.46	-0.46	-0.71	-0.46	-1.13	-1.04	-0.96	-0.13	-0.71

表 6　印象度データの尺度間の相関分析結果

	広告の印象が良い-悪い	広告の商品が欲しい-欲しくない
広告の印象が良い-悪い	1	0.56
広告の商品が欲しい-欲しくない	0.56	1

は視線停留回数に依るものであるため，右横上配置型と上部配置型が 1 度も見られないという結果となった．全体的に比較を行うと，記事に近い程見られやすいのももちろんだが，上方より下方に配置した広告のほうが広く人に見られやすいことがわかった．また，内部配置型以外では，左横上配置型の平均値が高かった．これは，左横上配置型がニュース記事のタイトルの左横に位置するため，広告を見た人の割合を大きくする要因の 1 つと言える．

さらに，本研究では，多目的最適化を行うため，最小限の目的関数を設定する必要がある．そのため，この視線停留データを注目度という 1 つの尺度にする．まず，視線停留データである「視線停留回数」，「視線停留時間」．「1 度でも広告を見た人の割合」の 3 つの尺度を 1 つの尺度にすることができるのかを検討する．相関分析により，各尺度の相関係数を算出した．その結果を表 4 に示す．全ての尺度間で強い正の相関が見られた．つまり，この 3 つの尺度は同じ性質を持ち，1 つの尺度にまとめられるということが言える．それぞれの尺度の単位が異なるため，正規化を行うことにより，1 つの尺度とする．正規化はそれぞれの最大値により行った．この正規化した評価値を「注目度」と定義する．

4.2 実験 2 の結果と考察

実験 2 では，ニュースサイトを閲覧した後に 7 段階 SD 法により，広告の印象を評価してもらい，印象データを得た．得た印象データの平均値を表 5 に示す．ここで，非常に良いを+3，どちらとも言えないを 0，非常に悪いを-3 とした評価での平均値である．

印象データの平均値が最も低い配置は，内部右下配置型，次いで内部左下配置型であった．これは先行研究の村岡・坂本(2008)及び坂本(2009)の結果のように，ニュース記事に近い配置ほどマイナス印象の記事に影響され，広告の印象も悪くなったと考えられる．また，最も平均値が高かった配置は，上部配置型であった．これも先行研究 EYETRACKⅢで述べられているように，ニュース記事から離れた位置に広告が配置されているため，影響が受けにくいと考えられる．

実験 1 と同様に，この印象データも 1 つの尺度にまとめる．相関分析を行った所，「広告の印象が良い-印象が悪い」，「広告の商品が欲しい-商品が欲しくない」の 2 つの尺度間に比較的強い正の相関が見られた．この結果を表 6 に示す．つまり，この 2 つの尺度は同じ性質を持ち，1 つの尺度にまとめられるということが言える．また，印象データは 2 つとも 7 段階 SD 法により評価をしているため，2 つの尺度の平均値を求め，その値を「印象度」という 1 つの尺度として定義する．

4.3 実験 3 の結果と考察

実験 3 では，ニュースサイトを閲覧した後，ニュースサイトの利便性について 7 段階 SD 法で評価してもらい，利便性データを得た．得た利便性データの平均値を表 7 に示す．ここで，非常に良いを+3，どちらとも言えないを 0，非常に悪いを

表 7　利便性データの各尺度ごとの平均値

	右横上	右横下	左横上	左横下	内部右上	内部右下	内部左上	内部左下	上部	下部
見やすい -見にくい	1.08	1.63	1.38	1.17	0.42	0.38	-0.13	0.63	1.3	1.42
構成が分かりやすい -分かりにくい	1.29	1.3	1.17	1.71	0.8	0.33	0.58	0.8	1.21	1.5

表 8　利便性データの尺度間の相関分析結果

	見やすい-見にくい	構成が分かりやすい-分かりにくい
見やすい-見にくい	1	0.82
構成が分かりやすい-分かりにくい	0.82	1

-3 とした評価での平均値である．

利便性データの平均値が最も高い配置は，下部配置型と右横下配置型であり，最も低い配置は内部左上配置型であった．視線停留データと比較すると，正反対の結果となっている．また，印象データと比較すると，平均値が低い配置は内部配置型と共通しているが，平均値が高い配置に関しては異なる結果を得ている．

実験 3 も同様に，1 つの尺度にまとめる．相関分析を行った所，「見やすい-見にくい」，「構成が分かりやすい-構成が分かりにくい」の 2 つの尺度間に強い正の相関が見られた．つまり，この 2 つの尺度は同じ性質を持ち，1 つの尺度にまとめられるということが言える．また，利便性データは 2 つとも 7 段階 SD 法により評価をしているため，正規化ではなく，2 つの尺度の平均値を求め，その値を「利便性」という 1 つの尺度として定義する．

広告への「注目度」，「印象度」とニュースサイトの「利便性」の尺度間で相関分析を行った結果，「注目度」と「印象度」，「注目度」と「利便性」の間で強い負の相関が見られた．それぞれ相反する関係であることが分かった．また，「印象度」と「利便性」の間には，弱い正の相関が見られた．正の相関が見られたわけだが，弱い相関なので，「印象度」と「利便性」は同じ性質を持っているとは言い切れないため，1 つの尺度にするのは不可能である．これらの事から，「注目度」，「印象度」，「利便性」はそれぞれ相反する関係であり，多目的最適化理論を用いることで最適な広告配置レイアウトを追及する．

5. 多目的最適化

本研究では，パレート最適性を用いて広告配置レイアウトの優劣を決定する．ある広告配置レイアウト x と y に対して以下の式が成立する時，x は y を優越する（$\boldsymbol{f}(x) \geq \boldsymbol{f}(y)$）と言い，$x$ が y より優れたレイアウトであると判断する．

$$\forall i \in \{1,2,\ldots,m\}: f_i(x) \geq f_i(y) \ \wedge$$
$$\exists i \in \{1,2,\ldots,m\}: f_i(x) > f_i(y)$$

ここで，m は評価尺度の数であり，本研究では「注目度」，「印象度」，「利便性」の 3 つである．また，f_i は各評価尺度の評価値である．これを用いて本研究では，10 種類の広告配置レイアウト集合 F の中から，他のレイアウトに優越されないレイアウトを次式からパレート最適レイアウト集合 P として導出する．

$$P=\{x \in F \mid \neg \ \exists y \in F : \boldsymbol{f}(x) \geq \boldsymbol{f}(y)\}$$

上記の式からパレート最適レイアウト集合と判定された配置は，(1)右横下配置型，(2)左横上配置型，(3)内部右上配置型，(4)内部左下配置型，(5)上部配置型，(6)下部配置型の 6 つであった．以下では，それぞれの配置の特徴を述べる．

右横下配置型は，注目度が最も低く，印象度がやや低い配置である．しかし，利便性が最も高い配置の 1 である．つまり，ニュースサイトの利便性を保ちつつ，広告の印象を下げることを防ぐことができる配置である．

左横上配置型は，注目度，印象度，利便性の 3 つともバランスが良い配置である．

内部右上配置型は，最も注目度が高く，マイナス印象のニュース記事から影響を受けやすい配置である．また，利便性がとても低いため，広告とニュースサイトの両方に悪影響与えてしまう可能性があることが分かった．

内部左下配置型は，注目度が高いが，印象度が最も低く，利便性が低い配置である．ユーザの目に触れる機会を多くし，記憶に定着させることが目的とする広告を配置するのに適していると言える．

上部配置型は，最も注目度が低く，印象度が高い配置である．また，利便性はやや高い．ユーザの目に触れにくい位置ではあるが，広告商品のブランドイメージを守るためには最適な配置となる．

下部配置型は，注目度が比較的高く，印象度は低い．また，利便性は最も高い配置の 1 つであった．ニュースサイトの利便性を保ちつつ，広告にある程度の注目を集めることができる配置となる．

表 9　それぞれの尺度を正規化した結果

	右横下	左横上	内部右上	内部左下	上部	下部
注目度	0.67	0.93	1.79	1.67	0.00	0.69
印象度	1.00	1.60	0.91	0.31	1.68	0.51
利便性	1.30	1.13	0.53	0.63	1.11	1.30

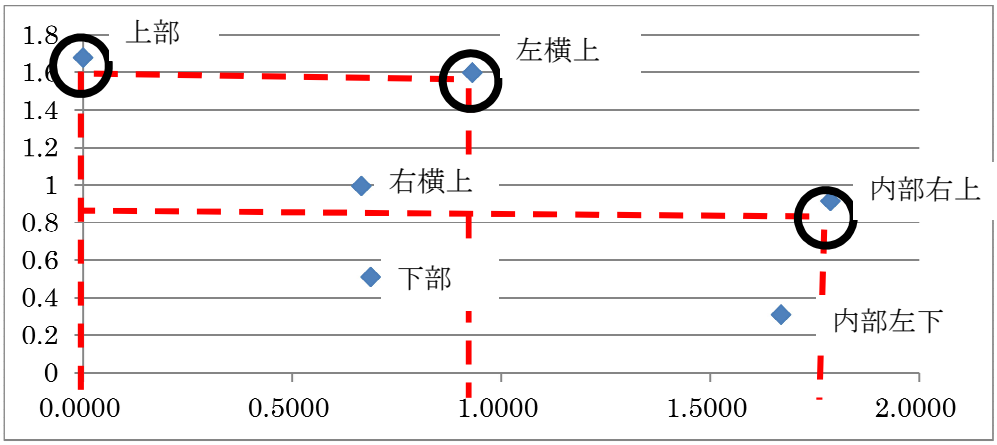


図 2-a　注目度(横軸)と印象度(縦軸)のグラフ

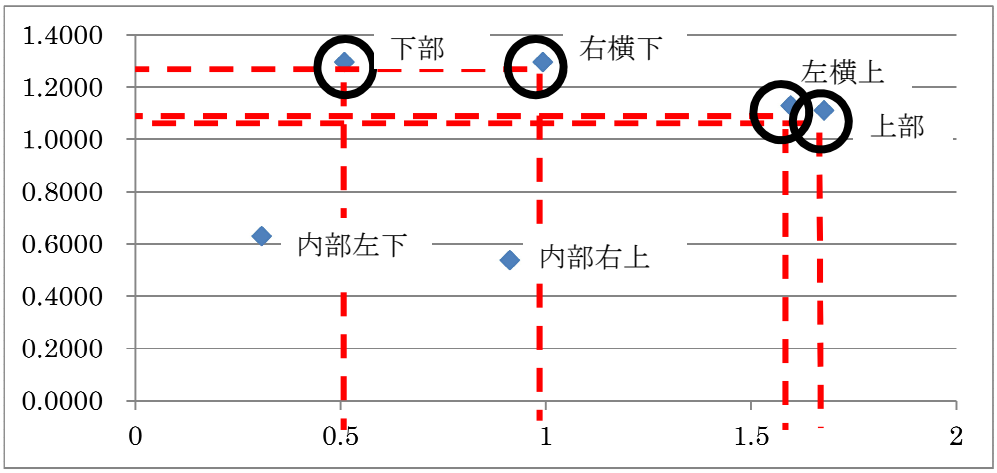


図 2-ｂ　印象度(横軸)と利便性(縦軸)のグラフ

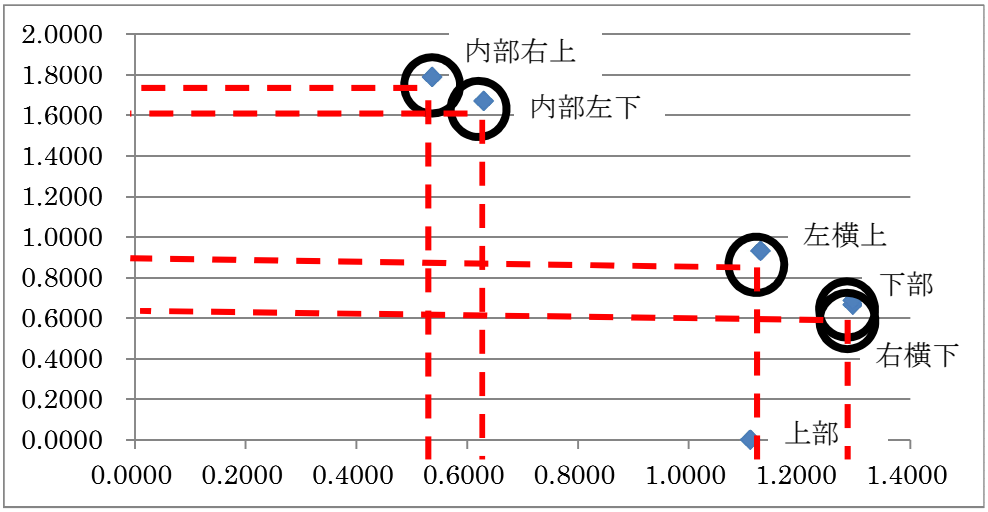


図 2-c　利便性(横軸)と注目度(縦軸)のグラフ

全体的な特徴としては，内部配置型である内部右上配置型と内部左下配置型は注目度がとても高く，マイナス印象のニュース記事から影響が受けやすく，利便性が悪い配置であることが分かった．このことから，この 2 つの配置は一般消費財のようなユーザの目に触れる機会を多くし，記憶に定着させることが目的となる広告を挿入することが適していると言える．ただし，利便性が低いため，ユーザのニュースサイトに対しての再利用意向を低下させてしまう可能性がある．

また，左横上配置型と上部配置型は印象度が高く，マイナス印象のニュース記事から影響を受けにくいことが分かった．また，利便性は比較的高いので，ニュースサイトに対する再利用意向を低下させる可能性が低いことが分かる．

ここで，それぞれの評価値をグラフで可視化するため，正規化を行う．その結果を表 9 に示し，グラフを図 2 に表す. 図 2-a を見ると上部配置型，左横上配置型，内部右上配置型がそれぞれ他の配置に優越されないことが分かる．同様に，図 2-b では，下部配置型，右横下配置型，左横配置型，上部配置型左も他の配置に優越されていない．さらに，図 2-c では，右横下配置型，左横上配置型，内部右上配置型，内部左下配置型，下部配置型がそれぞれ他の配置に優越されていないことが分かる．つまり，これらの配置はそれぞれ他の配置に優越されない特徴を持った最適レイアウトであることが図 2 からも分かる．左横上配置型がバランス良く，一番良い配置型に見えてしまうが，目的によっては，左横配置型よりもより秀でた特徴を持つ配置があるため，その特徴を活かした配置を考えなければならない．例えば，広告の印象を絶対に守りたい場合，左横上配置型よりも上部配置型の方が，広告の印象を守ることに適している．注目度だけを考慮したいのならば，内部右上配置型にすることにより，どの配置よりも高い注目度を得る事ができる．このように広告戦略の目的と配置の特徴をかけ合わせることによって，広告効果を最大限に引き出すことが可能となる．

6. 結論

本研究では，広告配置 10 パターンのニュースサイトを用いて，被験者実験を行った．測定項目は，広告への注目度データ，印象度データとニュースサイトの利便性データの 3 つである．測定したデータをそれぞれ相関分析した結果，強い相関が見られたので，「注目度」，「印象度」，「利便性」という 3 つの尺度にまとめた．

3 つの尺度間で相関分析を行った結果，「注目度」と「印象度」，「利便性」の間には強い負の相関が見られ，「印象度」と「利便性」の間には弱い相関が見られた．それぞれの間で強い正の相関が見られなかったため，多目的最適化理論を用いて，最適デザインを求めた．

最適デザインとして判定されたのは，以下の 6 つの配置である．(1)右横下配置型, (2)左横上配置型, (3)内部右上配置型, (4)内部左下配置型, (5)上部配置型, (6)下部配置型.

現在，ニュースサイトで使用されている右横上配置型は，私たちが求めた最適デザインに含まれていない．つまり，現在のニュースサイトで使用されている配置は，広告効果があまり期待できないと言える．

6 つの最適デザインは，広告をどの配置に挿入しても良いというわけではない．例えば，上部配置型は広告の商品の印象を下げたくない場合に有効であり，内部右上配置型と内部左下配置型は，ユーザの記憶に定着させたい場合に有効である．また，ニュースサイトの利便性を保ちたい場合には，右横下配置型と下部配置型が適している．左横上配置型に関しては，それぞれの項目で平均的に良いため，スタンダードな配置として利用することが適していると言える．私たちが求めた最適デザインは，広告戦略の目的と配置の特徴をかけ合わせることによって，広告効果を最大限に引き出すことができる．

参考文献

EYETRACKⅢ
http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/advertising.htm

Kazuhiro, Muraoka., Maki, Sakamoto. &Keiki, Takadama(2010) . The Layout Optimization of Newssite-Inserted Advertisements Using Two Conflicting Objectives. *Proceeding of the IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction*, 147-154.

酒巻 隆治・染矢 聡・岡本 孝司(2009). Web デザインに対する印象と記憶される記憶量との関係性分析.『デザイン学研究』, 55(6), 59-66.

坂本 真樹(2009). ニュースサイトの記事内容が広告インプレッションに及ぼす影響 – 広告配置に着目した検討.『日系広告研究所報』, 246, 9-16.

竹山 友梨・坂本 真樹(2007). 眼球運動測定によるニュースサイト挿入型インターネット広告に関する研究.『第一回エンターテインメントと認知科学シンポジウム予稿集』, 2-3.

仲川 薫・須田 亨・善方 日出夫・松本 啓太(2001). ウェブサイトユーザビリティアンケート手法の開発.『第 10 回ヒューマンインタフェース学会』

松岡 由幸・宮田 悟志(2008). 『最適デザイン』. 東京：共立出版.

村岡 和彦・坂本 真樹(2008). ニュースサイト挿入型インターネット広告における記事内容と広告配置の影響関係.『第三回エンターテインメントと認知科学シンポジウム予稿集』, 2-5.

村岡 和彦・坂本 真樹・高玉 圭樹・佐藤 寛之(2010).相反する目的を満たすニュースサイト広告のレイアウト最適化.『第 37 回知能システムシンポジウム予稿集』, 269-274.

形容詞の語用論的解釈の使用に対する視覚注意の誘導効果
Guiding Visual Attention and the Pragmatic Use of Adjectives in On-line Sentence Comprehension

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，[¶]日本学術振興会，[‡]デューク大学
RIKEN Brain Science Institute, Japanese Society for the Promotion of Science, Duke University
njincho@brain.riken.jp

Abstract
This study investigates on-line comprehension of adjectival phrase in Japanese. We examined whether guiding listener's visual attention to the contrastive objects enhanced the pragmatic interpretation of pre-nominal modifiers. In a Visual World paradigm experiment, the visual guidance and the visual context were manipulated when participants listened to the adjectival phrase. Participant's gaze was biased towards one of contrastive objects when it moved in his/her peripheral vision. After this, his/her gaze shifted toward the other contrast object which shared the color with another object. This result suggests that the color adjective was understood using the pragmatic interpretation. When the visual guidance was not introduced, this bias was not found. These results suggest that the utilization of the pragmatic interpretation of pre-nominal modifiers may be mediated by the state of visual attention.

Keywords —pre-nominal modifier, visual attention, on-line sentence comprehension

1. はじめに

形容詞には、主語となる名詞の性質などを詳しく説明する叙述用法のほかに、複数の指示対象が想定できる名詞に対して対象を制限する限定用法がある。例えば青と黄色の二つのコップがある状況において、話し手がコップの一つについて述べることを意図する場合、「黄色のコップ」のように色によって指示対象を一つに特定できる。聞き手にとっても形容詞は話し手が意図する指示対象を特定する上で重要である。さらに、日本語の場合、形容詞が名詞に先行して述べられるので、形容詞を聞いた時点で次に述べられる名詞として「コップ」が予測され、実際に名詞が述べられる前に、指示対象である黄色のコップに注目することも可能であろう。このように、話し手と聞き手が特定の視覚文脈を共有する場合には、名詞に先行する形容詞が聞き手の名詞や指示対象の特定に予測的に働く可能性がある。文のオンライン理解を扱った先行研究においてこのような用法は形容詞の語用論的解釈と呼ばれている。また、実際に聞き手が形容詞を聞いた時点で語用論的解釈を行い、後続の名詞やその指示対象を予測するかが検討されてきた[e.g.,1, 2, 3, 4]。その結果、形容詞を含む文の前にコントラストをなす事物（上述の例では青いコップ）について述べたり、非典型的なオブジェクト（例えば茶色と黄色のバナナがある状況での「茶色の」バナナ）を視覚文脈内に提示したりすると、語用論的解釈を反映した予測的眼球運動が見られた。これらの結果の共通点を考えてみると、刺激文の提示前にコントラストをなす事物に聞き手の視覚的注意が誘導されていることが挙げられる。そこで本研究は、聞き手が文を聞きながら文で述べられる指示対象をどのように特定するのかを明らかにするために視覚世界パラダイム[5]を用いた実験を行った。実験では、聞き手の周辺視野にあるオブジェクトをわずかに揺らすという操作を実施して、コントラストをなす事物に聞き手の視覚的注意を予め誘導すると、語用論的解釈が適用されやすくなるかを検証した。

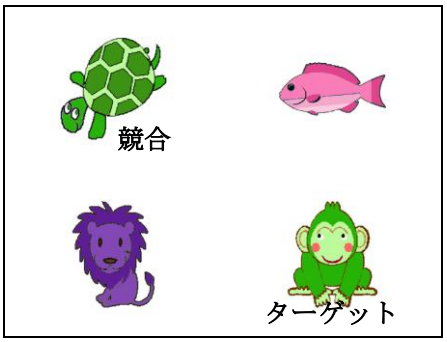
2. 方法

被験者　18 歳から 28 歳の大学生および大学院生 26 名（男性 12 名、女性 14 名、平均年齢 20.7 歳）が参加した。全ての被験者より実験内容の説明を受けた上で参加同意を得た。

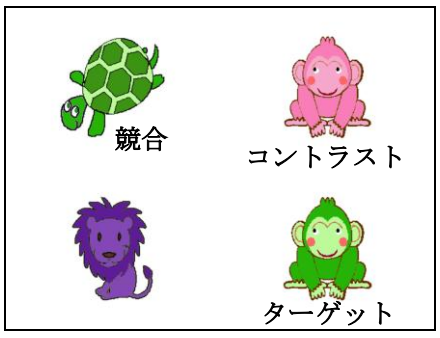
音声刺激　刺激文は「緑の猿はどれ」のように色

名を示す形容詞の後に動物の名前を示す名詞と疑問詞が続いた。刺激文は日本語を母語とする女性の発話を録音した。形容詞は緑・オレンジ・ピンク・紫の四種類があり、名詞は猿・猫・サカナ・リス・ウサギ・ライオン・カメ・カエルの八種類があった。形容詞と名詞を組み合わせた発話を個別に録音した。形容詞句（緑の）、名詞句（猿は）、疑問詞（どれ）の平均持続時間はそれぞれ 553ms（SD　55ms）、491ms（SD　71ms）、314ms（SD　29ms）だった。

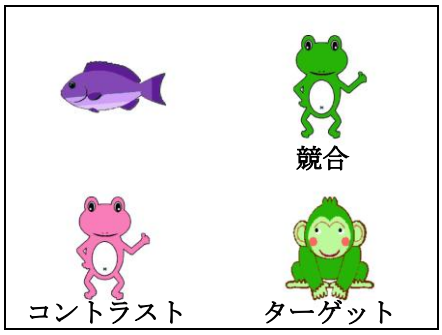
視覚刺激　聴き手が形容詞を聞いた時点で、語用論的解釈を行ったかどうかを検証するため三種類の視覚刺激を作成した。コントラストなし条件（以下 NC 条件、図１（A））は四種類の動物が三色に塗り分けられていた。コントラスト促進条件（以下 CF 条件、図１（B））では、三種類の動物が三色に塗り分けられていた。ターゲットとなるオブジェクトは、異なる色に塗られた同種のオブジェクトのうち、他のオブジェクトと色を共有しているオブジェクトだった。コントラスト妨害条件（以下 CI 条件、図１（C））は、CF 条件と同様のオブジェクトで構成されていた。ただし、名詞の提示によって特定されるターゲットはコントラストを形成していないオブジェクトだった。



（A）NC 条件



（B）CF 条件



（C）CI 条件

図１　視覚刺激の例

注：実際に提示された刺激にはオブジェクトの種類は表示されなかった。

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 Microsoft　C#を使用して作成したアプリケーションを用いた。

手続き　実験は防音室で個別に行なわれた。被験者は最初に眼球運動測定のためのキャリブレーションを行なった。次に、課題内容が実験者によって説明された。被験者の課題は、画面に動物の絵が出てきた後で、文が聞こえてくるので、文に対応するオブジェクトを指で指し示すことだった。

実験条件として NC 条件、CF 条件、CI 条件を 20 試行ずつ実施した。ただし、各条件の半数の試行では、被験者の視覚的注意の誘導操作が行なわれた。具体的には、音声刺激の提示 500ms 前にオブジェクトを上下にわずかに揺らす操作が試みられた。オブジェクトを揺らす際、NC 条件ではターゲットでも競合オブジェクトでもないオブジェクトが揺らされた。CF 条件および CI 条件では、コントラストオブジェクトが揺らされた。つまり、ターゲットまたは競合オブジェクトが揺らされることは一度もなかった。さらに、被験者の注視点をオンラインで取得し、音声提示の 500ms 前の時点で揺らすことを想定したオブジェクトに被験者の注視点があった場合には、オブジェクトを揺らさなかった。以上のような視覚的注意の誘導操作と視覚刺激の条件はどちらも被験者内要因だった。

実験条件以外に、フィラーとして 60 試行実施した。フィラー試行では、実験条件と同様の音声

刺激が提示された。視覚刺激も実験条件と類似していたが、形容詞を聞いた時点でターゲットを特定することが可能だった。

仮説と予測　視覚刺激に関する三つの実験条件では、いずれも形容詞が視覚刺激中の二つのオブジェクトに一致していた。さらに、名詞を聞いた時点で一つのオブジェクトに指示対象が特定された。CF 条件および CI 条件では、異なる色に塗られた同一種のオブジェクトがコントラストを形成していた。この状況下で聞き手が形容詞を聞くと、コントラストをなすオブジェクトの限定に形容詞を用いる（つまり先行研究における語用論的解釈を適用する）と仮定した。その場合、形容詞を聞いた時点で、形容詞の意味と一致し、かつコントラストをなすオブジェクトの一つに聞き手の注視が偏ることを予測した。CF 条件では、それがターゲットに当たることから、他の条件と比較してターゲットの注視確率の上昇が早まると予測した。一方、CI 条件では、聞き手の注視が偏ると予測されたオブジェクトが競合オブジェクトとなっており、ターゲットの注視確率は、上昇が遅くなると予測した。

次に、視覚刺激内のオブジェクトに対する注意の誘導操作に関して CF 条件および CI 条件では、コントラストをなすオブジェクトのうち、ターゲットでも競合オブジェクトでもないオブジェクトをわずかに揺らした。揺らすタイミングは、刺激文を提示する直前だった。したがって、刺激文を提示し始める時点では、視覚的注意の誘導によってコントラストなすオブジェクトへの視覚的注意が高まっていると考えた。もし視覚的注意が視覚刺激の中のコントラストに集中することでコントラストをなす二つのオブジェクトの限定に形容詞を使う（つまり語用論的解釈を適用する）傾向が高まるならば、視覚的注意を誘導する場合に上記で述べた視覚刺激の効果がより顕著に見られると予測した。

3. 結果と考察

刺激文の提示開始から 20ms 毎のターゲットオブジェクトおよび競合オブジェクトの注視確率を図 2 および図 3 に示す。また、形容詞の提示中（刺激文の提示開始から 560ms 後まで）、名詞の提示中（刺激文の提示開始 560ms 後から 1060ms 後まで）、および疑問詞提示中（刺激文の提示開始 1060ms から 1360ms 後まで）の三つの時間窓のターゲットオブジェクトおよび競合オブジェクトの注視確率について混合ロジットモデルを用いて解析した[6]。各モデルでは、ターゲットまたは競合オブジェクトの注視確率をロジット変換した値を従属変数とし、視覚的注意の誘導（あり、なし）と視覚刺激のコントラスト（CF、NC、CI）を被験者内要因、被験者をランダム要因とした。図 2 (A)は視覚的注意の誘導を行なった場合のターゲットの注視確率を示している。名詞の提示開始から終了までの間、CF 条件の注視確率が最も高く、CI 条件の注視確率が最も低かった。名詞提示中のターゲットの平均注視確率は、CF 条件で 39%、NC 条件で 32%、CI 条件で 28%だった。混合ロジットモデルでは、CF 条件と CI 条件の差が有意であり、CF 条件と NC 条件の差が有意傾向だった。図 2（B）に示されている競合オブジェクトの注視確率は、この結果と対照的だった。名詞を提示している間の注視確率は CI 条件（平均 42%）、NC 条件（平均 38%）、CF 条件（平均 30%）の順に高かった。混合ロジットモデルにおいて CF 条件と CI 条件の差が有意だった。

これらの結果は、本研究が仮定したように聞き手が形容詞を語用論的解釈によって理解していることを示唆するものである。つまり、形容詞を聞いた後で、コントラストの一方に注視が偏り、それが CF 条件ではターゲットと一致するため促進的に働いたと考えられる。一方、CI 条件では、競合オブジェクトと一致するためにターゲットの注視には妨害的に働いている。

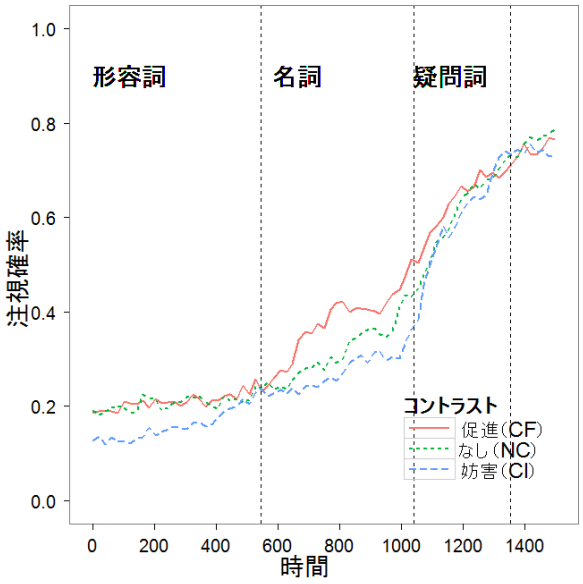


図 2（A）視覚的注意の誘導があった場合のターゲットの注視確率

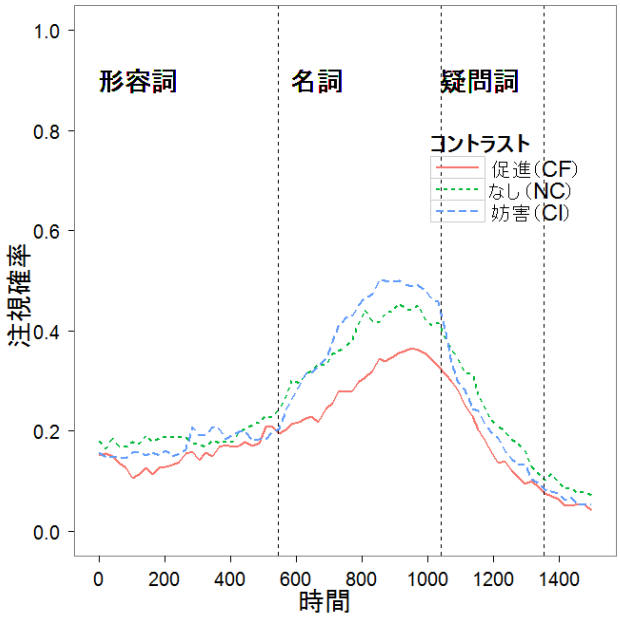


図 2（B） 視覚的注意の誘導があった場合の競合オブジェクトの注視確率

図 3(A)は、視覚的注意の誘導がないときのターゲットの注視確率を示している。誘導があるときとは異なり、名詞提示中のターゲットの注視確率は条件間で差がなかった（CF 条件平均 38%、NC 条件平均 39%、CI 条件平均 35%）。

この結果は図 3（B） に示される競合オブジェクトの注視確率でも同様であり、名詞提示中の平均注視確率は CF 条件で 37%、NC 条件で 36%、CI 条件で 38%だった。つまり、視覚的注意の誘導がない場合には、聞き手は形容詞に対して語用論的解釈を適用するという仮説が支持されなかった。

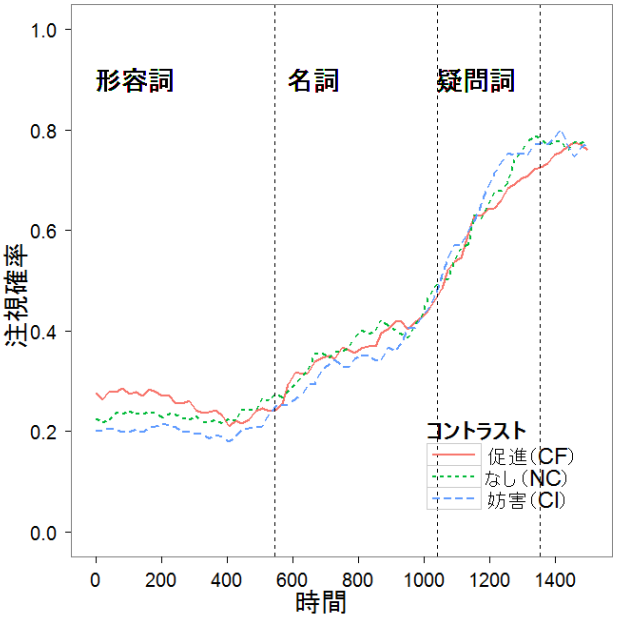


図 3（A）視覚的注意の誘導がなかった場合のターゲットの注視確率

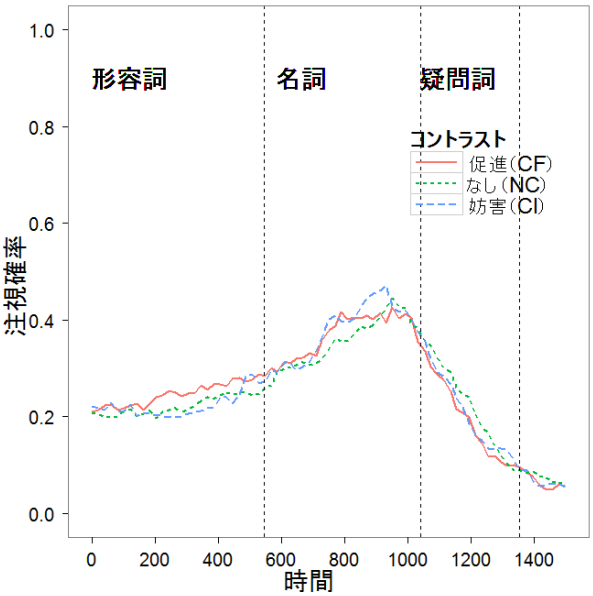


図 3（B）視覚的注意の誘導がなかった場合の競合オブジェクトの注視確率

ただしターゲットの注視確率（図 3（A））における視覚刺激の条件差は、刺激文開始直後に見ら

れる。形容詞の提示中の平均確率は CF 条件で 28%、NC 条件で 27%、CI 条件で 23%だった。また、混合ロジットモデルでは、CF 条件と CI 条件の差が有意傾向だった。このような差は視覚的注意の誘導がある場合には見られなかった。このような結果は、本研究の仮説を元にした予測と一致しているものの、効果が出現するタイミングが予測よりも早かった。早いタイミングで効果が出現するのは、単純な構造の文を繰り返し聞いたことによって、予測が早まったためとも考えられるが、今後詳細に検討する必要がある。

視覚的注意の誘導の有無に関して、本研究は誘導がある場合に聞き手の語用論的解釈の適用が促進されることを予測した。実験結果は、この予測と矛盾せず、語用論的な解釈の適用と一致するような眼球運動パターンは、視覚的注意を誘導したときのみ見られた。このような結果から、形容詞を語用論解釈によって理解する際には、聞き手の視覚的注意がコントラストに当たっていることが重要であると考えられる。今後は、先行研究で語用論的解釈が用いられていると報告されている状況において、聞き手の視覚的注意が刺激文の提示開始前と開始後でどのように変化しているのかをより詳細に検討する必要があると考えられる。

参考文献

[1] Ito, K., & Speer, S. (2008). Anticipatory effect of intonation: Eye movements during instructed visual search. *Journal of Memory and Language*, **58**, 541-573.

[2] Jincho, N., Oishi, H., & Mazuka, R. (2009). Children can access pragmatic contexts immediately during on-line sentence comprehension, but they cannot suppress interfering ones selectively. Paper presented at the Boston University Conference on Language Development, Boston University.

[3] Sedivy, J. C. (2003). Pragmatic versus form-based accounts of referential contrast: Evidence for effects of informativity expectations. *Journal of Psycholinguistic Research*, **32(1)**, 3-23.

[4] Sedivy, J., Tanenhaus, Chambers, C., & Carlson, G. (1999). Achieving incremental semantic interpretation through contextual representation. *Cognition*, **71(2)**, 109-147.

[5] Tanenhaus, M. K., Spivey-Knowlton, M. J., Eberhard, K. M., & Sedivy, J. C. (1995). Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science*, **268**, 1632-1634.

[6] Barr, D. J. (2008). Analyzing visual world eyetracking data using multilevel logistic regression. *Journal of Memory and Language*, **59(4)**, 457-474.

緩い対称性モデルにおける不確定情報の扱い
How Does Loosely Symmetric Model Treat Indefinite Information?

甲野 佑[†], 高橋 達二[‡]
Yu Kohno, Tatsuji Takahashi

[†] 東京電機大学大学院, [‡] 東京電機大学理工学部
School of Science and Engineering, Tokyo Denki University
yu.kohno.02@gmail.com

Abstract

We analyze the loosely symmetric model proposed by Shinohara. We show that the model reflects not only fundamental properties of human cognition, but also information theoretic and statistical treatment of uncertainty.

Keywords — Symmetry Bias; N-Armed Bandit Problems; Indefiniteness; Decision Making; Causal Induction

1. 概要

現実に生きる我々は常にその観測，記憶，思考，行動に時間的，量的な制限を受け続けている．計算機上でランダムなシミュレーションによるモンテカルロ計画法が上手く働くのは，それが定常的な環境を仮定しているからだと考えられる．しかし現実で働く人工知能を想定する場合，その仮定が十分満たされているとは限らない．現実の環境は複雑でむしろ非定常環境にあり，環境から受ける様々な制約の中で逐次的，連続的に行動を決定し続けなければならない．

そのような基礎的な課題として2本腕バンディット問題が存在する．この研究では人の非論理的バイアスを考慮した確率モデルであるLoosely Symmetric model(以下LS)DH[1]を2本腕バンディット問題上で扱った場合での分析において判明した，不確定な事象に対する扱い方を幾つかの側面から分析する．

LSは人間の因果帰納に対して最も相関が高いとされる服部のDH[4]と比較しても高い相関を得ているのみならず，多本腕バンディット問題においても高い成績を有する唯一のモデルであり[1]，因果帰納と意思決定に対する統合理論の仮説構築にも寄与している[5]．LSの認知的な妥当性は高橋らによって地の不変性等から示されている[3]．しかしながらその式そのものに関する意味的妥当性は未だ十分に述べられていない．本研究では上述した偶然の影響を排する事が出来ない不確定，非決定的な事象への扱いという観点からシミュレーション，理論的分析からLSの妥当性を論じる．

2. 2本腕バンディット問題

本研究では2本腕バンディット問題を例に不確定な情報の扱い方，値付けを論じている．ここでの不確定な情報とは事前情報がなく観測が不十分な情報を意味する．これは強化学習課題における初期において学習を促進するためにどのような方策，価値観数を用いるかの問題に対応する[2].

2本腕バンディット問題とは意思決定課題の一種で，動物が餌獲得のため複数(ここでは2種)の餌場から餌獲得が最も期待される餌場を選択する課題に例えられる．ここで問題となるのが知識の獲得とその利用のジレンマである．現在の観測結果から最も餌を獲得出来る確率の高い餌場を選ぶとして，それが真に最も高い確率で獲得出来る餌場とは限らない．観測された情報数が少なければ少ない程，実際はよく餌を得られるはずの餌場で“ 偶々 ”餌を得らなかった等，偶然の影響が強くなる．このような場合に人間は観測された客観的な確率をそのまま用いるだろうか．経験的には人間は主観的に確率を歪め，偶然を補正するような推定を行っているのだと思われる．

この課題を数学的モデルとして扱うため，2本腕バンディット問題を試行して得られた情報を以下の2×2分割表として扱う．ここで事象A，Bは選択可能な二つの手段のうち手段A，Bをそれぞれ試行した事象である．対して事象Eは結果として報酬が得られた事象である．先ほどの例では手段A,Bが餌場に，結果Eが餌の獲得に対応する．

表 1 共変情報の2×2分割表

	E	$\bar{E}$
A	a	b
B	c	d

a：手段Aで結果Eを得た回数
b：手段Aで結果Eを得なかった回数
c：手段Bで結果Eを得た回数
d：手段Bで結果Eを得なかった回数

表の頻度情報，a，b，c，dは試行総数$N = a+b+c+d$で除算する事により，結合確率分布(表2)として表す事が出来る．この事から手段A，Bを行っ

て結果Eが得られた確率が以下の式1，2で定義される．

表 2 結合確率分布

	E	$\bar{E}$
A	$P(A,E)$	$P(A,E)$
B	$P(B,E)$	$P(B,\bar{E})$

$$P(E|A) = \frac{P(E,A)}{P(A)} = \frac{a}{a+b} \quad (1)$$

$$P(E|B) = \frac{P(E,B)}{P(B)} = \frac{c}{c+d} \quad (2)$$

以降，式1，2で挙げられた条件付き確率を以下CPと呼び客観的な確率モデルとして扱う．

3. Loosely Symmetric model

本研究で主に扱うLSは篠原によって考案された信念の度合いを計算する確率モデルである[1]．LSは人の非論理的なバイアスを記述する対称性と相互排他性バイアスを緩く満たすモデルであり以下の式で表される．

$$LS(E|A) = \frac{a+\frac{b}{b+d}d}{a+\frac{b}{b+d}d+b+\frac{a}{a+c}c} = \frac{P(A,E)+S_p}{P(A,E)+S_p+P(A,\bar{E})+S_n} \quad (3)$$

$$\text{Positive bias}: S_p = P(\bar{E})P(A|\bar{E})P(B|\bar{E}) \quad (4)$$

$$\text{Negative bias}: S_n = P(E)P(A|E)P(B|E) \quad (5)$$

人の思考には“ $p \rightarrow q$ ”という命題が真であるとき，“ $q \rightarrow p$ ”もまた真であると思い込む非論理的なバイアスが存在する．これが先に述べた“ 対称性バイアス ”であるまた，同じように“ $\bar{p} \rightarrow \bar{q}$ ”を真であると思い込む性質を“ 相互排他性バイアス ”という．これらは論理学において誤りだが，現実にはそのように考える事がより適切な場合もある[5]．対称性，相互排他性バイアスを完全に満たすモデルとして以下のRSが考案されている．

$$RS(E|A) = \frac{a+d}{a+d+b+c} = P(A,E)+P(B,\bar{E}) \quad (6)$$

しかし，人が常にそのようなバイアスを完全に働かせているとは考え辛く，むしろ緩く柔軟に満たすものだと考えられる．LSは非対称なCPと完全対称性なRSモデルの中間，緩く対称性を満たす数学的モデルである．また，LSは条件付き確率に対するバイアスの値(式4,5)を定数で調節するのではなく，地の不変性から導く事の出来る関数を用いる事で，対称性，相互排他性バイアスを柔軟に変化させている[3]．この式は人の因果帰納実験に対して高い相関を得ており[1]，複雑な多本腕バンディット問題においても高い成績を有している[7]．またモンテカルロ計画法や，単純な追跡問題においても優れた結果を残している[8]．

4. 偶然と必然

上述のようにLSの有用性は諸問題に対する成績から正当化されるが，その理論的な分析は未だ不十分であった．特にバイアス項(式4,5)が何故このような式になるのか強い理由が示されていない．この章では不確定の解釈として用いられる偶然という概念から，バイアス項と平均情報量，分散との関係性を論じる．

4.1 バイアス項と平均情報量

LSのポジティブなバイアス項である式4は“ 試行全体において報酬を得なかった確率 ”である$P(\bar{E})$と，確率の偏りから値の大きさを制御する項$P(A|\bar{E})P(B|\bar{E})$からなる．即ちLSは大まかに言って，現在得られている報酬確率が低ければ“ 偶然報酬が得られてない ”と考え評価を上げ，ネガティブなバイアス項(式5)であれば逆に“ 偶然報酬を得過ぎている ”として評価を下げる性質がある．

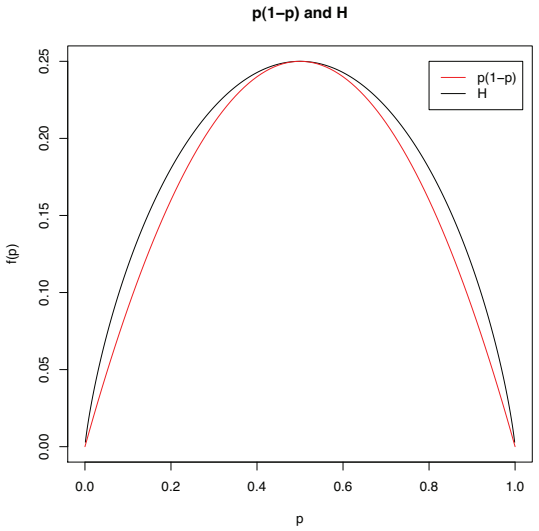


図 1 平均情報量への近似

この効果を偶然の補正と捉えるならば，試行を重ねれば減少するべきである．LSの制御項$(P(A|\bar{E})P(B|\bar{E}))$は“ 当たった時，どの手段を行っていたか ”という報酬から選択への確率$p = P(A|\bar{E})$で記述され，pに対する平均情報量の4分の1倍に近似される（表1）．平均情報量の特性から制御項は逆確率が0.5のとき最大となり，最も偏ったとき

最小となる．LSのバイアス項から得られる偶然への補正はその偏りによって試行回数を表現し，効果の減少を制御していると言える．

4.2 標本平均とその分散

ベルヌーイ試行で得られた標本の平均は中心極限定理により正規分布に近似される．その分散は試行回数nが増える程に小さくなって行く．言い換えれば標本平均とはその試行によりある結果が生じる確率pであり，その分散は誤差である．この考えは前述した我々の直感的な偶然の扱い，そしてLSモデルのバイアス項の挙動と一致している．実際に“ 報酬を獲得した回数 ”$a+c$をnとし，報酬を得た時，それが“ 手段Aを試行していた確率 ”$P(A|\bar{E})=a/(a+c)$をpとした時，二項分布の分散$np(1-p)$とLSのネガティブなバイアスと一致する(式7).

$$np(1-p)=(a+c)\frac{a}{a+c}(1-\frac{a}{a+c})=\frac{ac}{a+c} \qquad (7)$$

このように分散の概念からもLSがバイアス項により誤差を補正して真の確率を推定していると考えられる．

4.3 認知的事象歪曲

高橋らはLSのバイアス項の値が全ての手段に対して一定である事を示した．それは視覚における図と地の関係に例えられ認知的に正当化される．即ちLSは注目対象を図として正確に捉えるが，それ以外の非注目対象を地として図がなんであるかに関わらず同様に曖昧に捉える性質を持つ．これを地の不変性としている[3].

LSは上述した平均情報量等から結合確率分布(表2)を歪めて表3を生成し，対称性，相互排他性バイアスから評価値を導いていると考えられる．これは環境から曖昧な領域として，視覚等における地(Ground)の確率変数Gを新たに生成しているに等しい（図2）.

表 3 歪められた結合確率分布

	E	$\bar{E}$
A	$P(A,E)$	$P(A,\bar{E})$
$Ground$	S_n	S_p

これは全事象Uそのものを変化させる事で，注目する事象に対して主観的な確率を導いていると解釈出来る(図3)．人は地の不変性から，全ての事象を常に正確には扱っていないと考えられる．LSはこのような性質から対称性，相互排他性バイアスを緩く調節していると考えられる．

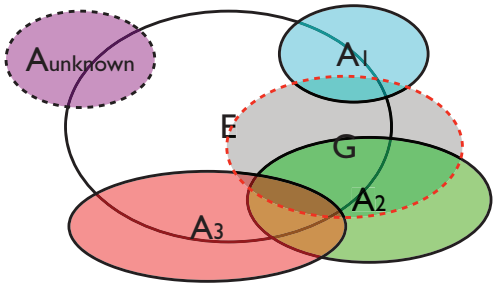


図 2 確率変数Gの生成

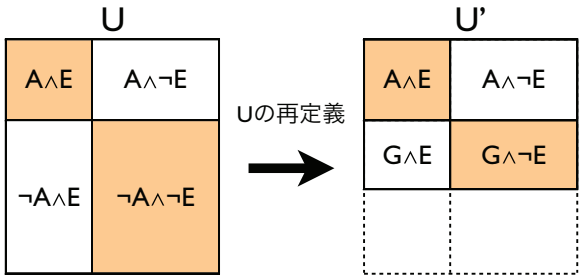


図 3 全事象Uの歪曲

5. LS policyと環境適応

意思決定課題である2本腕バンディット問題においては意識的に変更出来る変数とそうでない値が存在する．手段A（あるいはB）を行い報酬を得られた割合（$P(A|\bar{E})$, $P(B|\bar{E})$）はいくら試行を行っても任意に確率を変える事は出来ない．意思決定者が直接変化させられるのは“ 手段A（あるいはB）を行った割合 ”である$P(A)$のみである．

表 4 2本腕バンディット問題の変数分類表

意思決定変数	環境変数	目的変数
$P(A)$	$P(A|E)$,$P(A|\bar{E})$	$P(E)$
$P(B)$	$P(B|E)$,$P(B|\bar{E})$	$P(\bar{E})$

ここで手段Aの真の報酬確率をP_A，手段Bの真の報酬確率P_Bとする．$P_A>P_B$，即ち手段Aが最も効率的な手段である場合，以下の式が成り立つ.

$$\lim_{P(A)\to 1.0} P(E)=P(E|A)\approx P_A \qquad (8)$$

即ち，バンディット問題とは選択の割合を$P(A)$もしくは$P(B)$に偏らせる事で報酬獲得割合$P(E)$を最大化する問題だと考えられる．この事からLSをはじめとする2本腕バンディット問題のモデルは意思決定変数$P(A)$の関数と捉える事が出来る．

5.1 LSの基準点

2本腕バンディット問題は真の報酬獲得確率P_A, P_Bから環境を定義出来る．特に報酬確率の高低

で図4のように環境を大別する事が出来る[7].

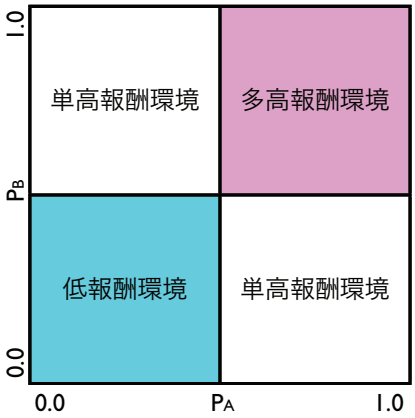


図 4 報酬獲得確率からなる問題環境の区分

以下はこの分類に合わせ，単高報集環境($P_A = .8, P_B = .2$)，多高報集環境($P_A = .8, P_B = .7$)，低高報集環境($P_A = .3, P_B = .2$)の環境に分けてLSの挙動の変化を論じる．

図5はある時点で観測された環境において，意思決定変数$P(A)$の値からどのように評価値が変化するか，LSを$P(A)$の関数として捉えた図である．

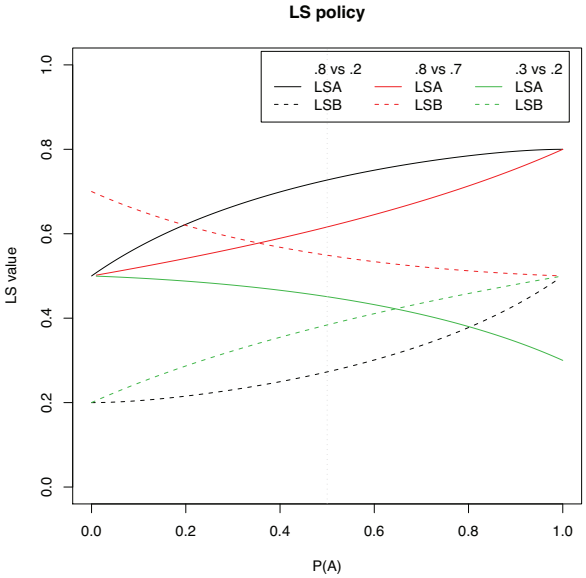


図 5 意思決定変数$P(A)$に対するLSの値

この関数においては意思決定変数$P(A)$に対して評価値が逆転する交点の有無が客観的な確率に逆らい探索を行うかを決定する．環境観測変数を固定した時，単高報酬環境(どちらか一方の手段のみが報酬獲得確率が0.5以上)という易しい問題環境では交点が存在せず探索を行わない．対して多高報酬環境，低報酬環境のような難しい問題環境では交点が現れ探索するようになる．

また，$P(A) = 0$，即ち手段Aを全く行っていない場合には，その手段に対する評価はどの環境においても$LS(E|A) = 0.5$に収束している．因果帰納におけるLSの0.5は人が無相関と感じる規準が一致する[6]．逆に$P(A) = 1.0$に近づけば近づく程値が頻度的に観測された客観的な条件付き確率$P(E|A)$に近似される．即ち，LSにはあまり観測されていない未知の手段を無相関規準である0.5に値付けし，十分観測された手段に対しては客観的な値に収束する9.

$$\lim_{P(A)\to 1.0} LS(E|A) = P(E|A) \qquad (9)$$
$$\lim_{P(A)\to 0.0} LS(E|A) = 0.5$$

図5，LSの極限(式9)から，$P(E|A)$の値が0.5を境に$LS(E|A)$と$LS(E|B)$のLSの評価が逆転し，低報酬獲得環境において探索をより行う事にが示された．この事からLS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，報酬確率が0.5以上の手段を求めて探索を行うと解釈出来る．

5.2 選択バイアスの状態遷移

LSには低報酬環境ではよく探索し，多高報得環境(どちらの手段も報酬獲得確率が0.5以上)では報酬を最大化させる傾向がある．これは環境に適応するよう緩やかな状態遷移を行っていると言える(図6)．このようにLSは一つの価値観数でありながら，環境の状態に応じて方策を複数種類有している．

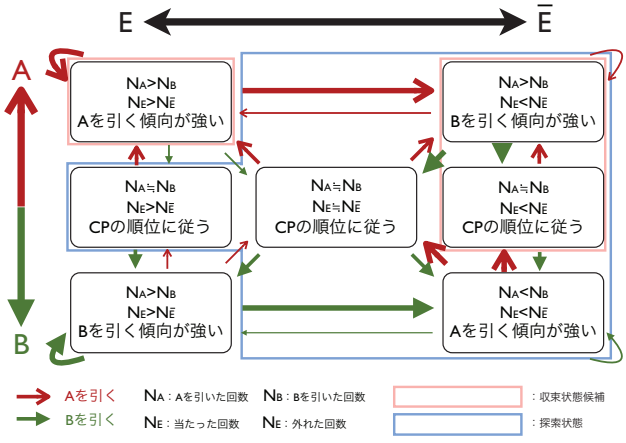


図 6 LSの方策状態遷移

2本腕バンディット問題で優秀とされる$UCB1$と比べても多数の状態を表現しており，また$UCB1$は試行回数が増える程，方策が客観的な評価に収束する．LSは試行数が増えても上述したような柔軟な状態変化を行う能力を失わないため，複雑

に変化する環境に対しても柔軟な判断を行う事が可能である．

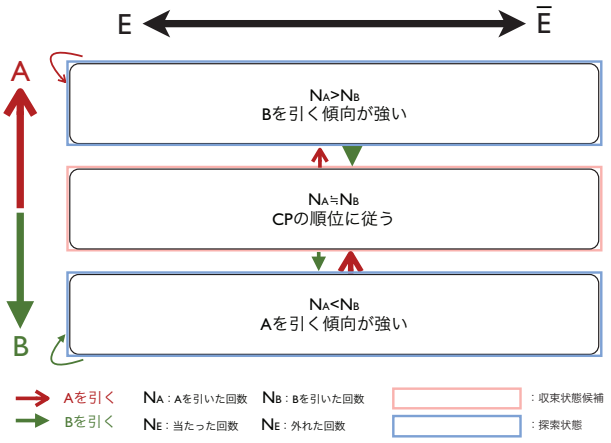


図 7 $UCB1$の方策状態遷移

6. 総合考察

以上によりLSは環境の複雑さを地の不変性，平均情報量，分散からなるバイアスの補正項という形で値に取り入れ，異なる環境毎にその挙動を変化させて不確定な情報を扱っていると考えられる．LSにおいて手段の大まかな評価は手段と報酬間の因果関係で表され，0.5という規準は試行による損失と利益に対する相関の境界を示しているのだと解釈出来る．

また，LSはある種の主観確率を記述すると考えられる．主観確率とは認知を構成する上で最も基礎的なカテゴリーに位置する．論理で扱えない矛盾を省くだけでなく，確率においても初期において近似的な解を効率的に与え，環境変化に対しても高い適応性を示す．曖昧さをどのような扱うべきかという議論は今までも行われてきた．ファジィ集合等で扱われるファジィ理論はその代表例ともいえる．それは人間の離散的だが定性的な判断を定量化し，論理に持ち込もうというアプローチから生まれた．それに対してLS等の主観確率は，確率という定量的な判断に定性的な性質を与えようというアプローチである．

主観確率モデルであるLSは確率の公理を満たすものである．ファジィ集合にはいくらか特殊な規定を行う必要があるのに対して，LSは確率を扱うシステムであれば大きな変更なく扱える．前述のとおりLSは情報獲得が制限される場合に有用に働き，また情報が十分に獲得できている場合には客観的な確率と等しく収束する．即ち，広い分野で単純に確率の表記をLSやその改良モデルに変更するだけで複雑な環境に適応する主観確率を扱えるようになると考えられる．

このようにLSは偶然の影響，不確定な情報に適応する人間の基本的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．この点については意思決定係数の分離による分析(表4,図5)等も行い，今後，確率に対する人間の主観的な値付けを実験的に研究して行く．

参考文献

[1] 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, pp. 58–68.

[2] Sutton, R. S., Barto, A. G. (2000) 強化学習. 森北出版. (三上, 皆川 訳)

[3] Takahashi, T., Nakano, M., Shinohara, S. (2010) “Cognitive symmetry: Illogical but rational biases,” *Symmetry: Culture and Science* , Vol. 21, No. 1-3, pp. 275–294.

[4] Hattori M., Oaksford M. (2007) “Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis,” *Cognitive Science*, Vol. 31, No. 5, pp. 765–814.

[5] 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 ,”日本認知科学会第*27*回大会発表論文集, pp. 799–800.

[6] Tatsuji Takahashi, Kuratomo Oyo, Shuji Shinohara : “ A Loosely Symmetric Model of Cognition ”, *Lecture Notes in Computer Science*, No. 5778, Springer, pp. 234–241 (2011).

[7] 大用 庫智, 甲野 佑, 高橋 達二 (2011) “n本腕バンディット問題に対する LS モデルの一般化, ” *2011*年度人工知能学会全国大会*(*第*25*回*)*予稿集, 1G1-2in.

[8] 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*(*第*25*回*)*予稿集, 1P2-12in.

5か月児とその母親における聴覚・触覚処理の試行間位相同期に関する検討

Inter-trial coherence to the auditory and tactile stimulation for 5 months infant and mother

金山範明[†,‡]・松中玲子[†]・玉宮義之[†]・開一夫[†]
Noriaki Kanayama, Reiko Matsunaka, Yoshiyuki Tamamiya, Kazuo Hiraki

[†]東京大学, [‡]日本学術振興会
The University of Tokyo, JSPS
kanayama@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract
In this study, we measured EEG response to auditory and tactile stimulations from 5 months infants and their mothers. Applying independent component analysis and time frequency analysis to the recorded EEG waveforms, we obtained inter-trial coherence (ITC). The timing of the ITC increase is same between 5 months infant and mother, while the ERP waveform is completely different. This suggests that the ITC can be used as an alternative measure for the infant EEG study.

Keywords — Inter-trial coherence, infants, EEG, Independent component analysis

1. はじめに

脳活動は，言葉やボタン押しなどの反応によって行動実験を行うことが大変困難である乳幼児の認知研究において，非常に重要な指標になりうる．特に脳波測定は，装着や運用の簡便性から乳幼児の研究と親和性が高く，様々な課題で用いられている．乳幼児研究において行われている脳波研究では，収録された各試行における信号を加算平均した波形を検討する事象関連電位（ERP）を検討したものが多い．乳幼児を対象に，音声刺激を使ったオドボール課題を用いて収録した脳波と，MRI 撮像によって得られた脳構造画像を用いて，ERP 波形の信号源推定を行った研究では，乳幼児でも聴覚野に信号源を持つ活動において，ERP 振幅が頻度の違いによって異なることが示された[1]．また，成人の ERP 波形から百ミリ秒ほど反応が遅れて起こることが示唆されている．

ERP は電位変動の分散が大きい場合に影響を受けやすく，加算平均回数を十分に取ることが困難な乳幼児対象の研究ではデータの信頼性が低いと考えられる．実際に多くの研究では，成人と異なる時間帯に異なる極性で反応が出たとしても，条件差をもって同じ活動であると結論付けるものもあるが，ノイズとして混入した無関連の別の生体反応により波形が歪められている可能性も十分に考えられる．さらに ERP 振幅の変化は，神経活動量（パワースペクトラム）の上昇と，神経活動のタイミング（位相）の同調の両方を反映するとされている [2]．感覚野における反応は刺激呈示とともに位相が試行間で同期することが知られており[3]，これは視覚や聴覚刺激の呈示によって引き起こされるほぼ自動的な感覚処理であると考えられている．乳幼児においてもこの試行間位相同期が起こっているのか，そして ERP と同様に成人よりも反応が遅れるのかを検討する．

本研究では，処理開始のタイミングの同調を反映する試行間位相同期という指標を用いて，乳幼児の反応が成人よりも遅れて現れるのかを検討する．聴覚及び体性感覚を刺激として用い，感覚モダリティによって脳波における位相同期の違いがあるのか，また成人と比較してその位相同期の時間帯は遅いのかを検討した．

2. 方法

2.1 手続き

5 ヶ月の乳幼児 2 名とそれぞれの母親 2 名が実験に参加した．64 極のネット状脳波測定センサ（Electrical Geodesics system: EGI Inc, Eugene, OR)を装着後，母子ともにシールドルーム内に入

り，母親が乳幼児を抱いた状態で椅子に座った．体性感覚課題においては振動を伝える振動子を，母子ともに左腕に装着し，椅子に座った状態でしばらく安静にさせた（図１）．聴覚課題でも振動子は腕につけたままとし，目の前におかれたスピーカーから出る音を聞かせた．できるだけ運動や発声を抑制させるよう母親に教示した．強い振動/音声(0dB，100Hz のサイン波)と弱い振動/音声(-20dB，100Hz のサイン波)を 50ms 呈示する試行を，60 回ずつ合計 120 回ランダムに呈示した．Inter stimulus interval (ISI)は試行毎に，1300 ms から 50 ms 区切りで 1500 ms までの 5 種類の長さからランダムに決定された．母子は全く同じタイミングで，各刺激を呈示された．

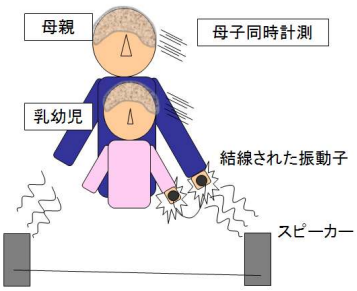


図 1.母子同時体性感覚刺激課題の実験状況

2.2 データ解析

課題中に収録した脳波データを，刺激の呈示時をオンセットとし，-600 ms から 1200 ms までの区間に区切り，extended informax 法による独立成分分析にかけた（EEGLAB ver7.4）．抽出された成分に対し，dipole 推定法を用いその信号源を推定した．推定された信号源から，体性感覚野及び聴覚野に信号源を持つ独立成分のみを抽出し，参加者毎に平均した独立成分を作成した．独立成分は，被験者ごとに体性感覚野成分，聴覚野成分として表され，各参加者 2 つの成分を得た．これらの成分に対し，それぞれを事象関連電位，事象関連スペクトラム摂動（Event-related spectrum perturbation: ERSP）と試行間位相同期（Inter-trial phase coherence: ITC）の値を算出し，全ての試行のデータをセッションごとに平均した．事象関連電位は，刺激呈示前 100ms までをベースライン区間とし，その平均値を波形全体から減算した．事象関連スペクトラム摂動と試行間位相同期は，サイクル数 3 の Morlet のマザーウェーブレットを用いてウェーブレット変換することにより得た．事象関連スペクトラム摂動におけるパワー値はベースラインを刺激呈示前 300ms から 50ms までとし，その区間の平均値からどれだけ増加したかを dB 値によって表した．試行間位相同期は，Tallon-Baudry らの方法 [4] に基づいて 0-1 までの範囲で算出された．0 は試行間で位相がまったくそろわない場合，1 は試行間で位相が完全に一致している場合を示す．各指標のシータ帯域(4-8Hz)に当たる活動を，刺激提示直後から呈示後 800ms のセグメントに区切り，その間のピーク値を算出した．またピークの現れる潜時を，反応潜時として記録した．

3. 結果

3.1 独立成分分析

独立成分分析及び抽出された独立成分に対する信号源推定の結果，母子ともに，体性感覚刺激に対しては体性感覚野に信号源を持つ成分が，音声刺激に対しては聴覚野に信号源を持つ成分が抽出された（図 2）．以降の解析には，この成分における脳波を用いた．

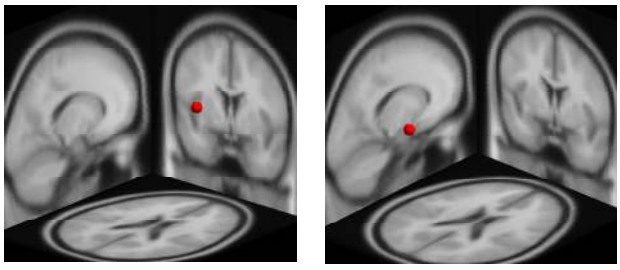


図 2. 抽出された独立成分の信号源．左図が体性感覚野(51, -10, 46)に，右図は聴覚野(-60, -15, 0)に推定された推定された信号源．

3.2 試行間位相同期

抽出された独立成分において，感覚反応が反映されるシータ帯域(4-8 Hz)の事象関連スペクトラム摂動と試行間位相同期を，体性感覚及び聴覚反応において検討したところ，振動（音声）が強い

場合と弱い場合も 200 ms までに試行間位相同期の上昇が見られた（図 3）.

刺激提示後 50 ms 以降 400 ms までの時間帯の試行間位相同期のピーク潜時を取ったところ，体性感覚刺激，音声刺激ともに，弱い刺激の際に母子間の潜時に大きな異なりが見られた（図 4）．強い体性感覚刺激に対する試行間位相同期のピーク潜時においては，母子間の差よりも個人差の方が大きかった．一方強い音声刺激に対する試行間位相同期のピーク潜時においては，個人差も母子間の差も数 10 ms の範囲内に収まっていた.

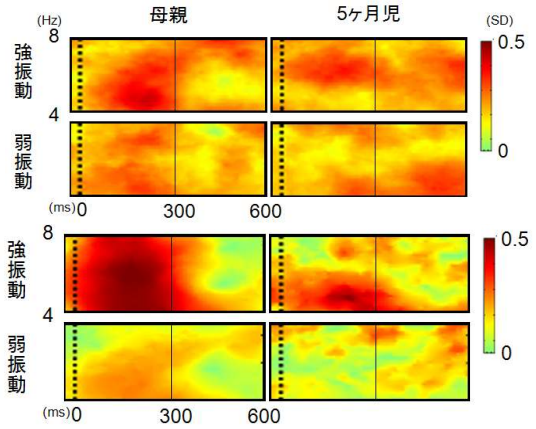


図 3. 1 名の母親とその子である 5 ヶ月児から得られた体性感覚刺激時（上段）と聴覚刺激時（下段）のシータ帯域の試行間位相同期

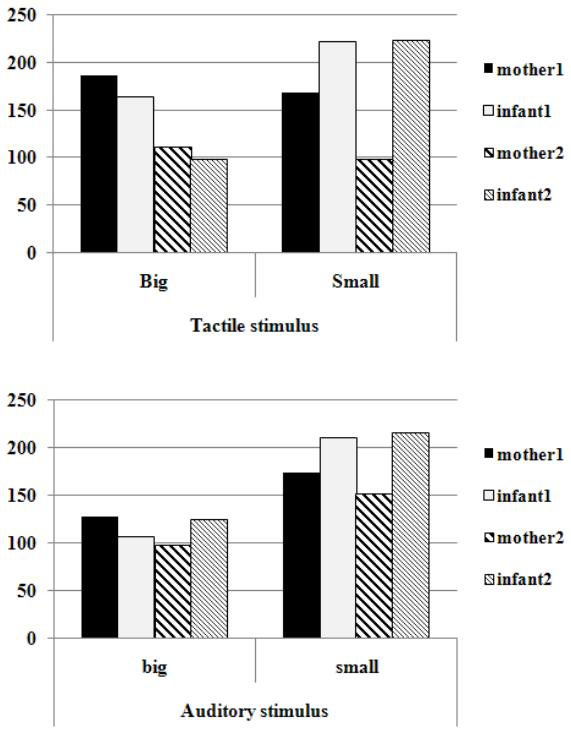


図 4. 母親と 5 ヶ月児から得られた体性感覚刺激時（上段）と聴覚刺激時（下段）のシータ帯域の試行間位相同期のピーク潜時

4. 考察

試行間位相同期に関しては，成人と乳幼児の間での反応時間の遅れはそれほど観測されていないため，成人においても乳幼児においても感覚処理を反映する脳活動の処理時間に大きな差がないことが示唆された．このことは，5 ヶ月の乳幼児においてすでに，感覚入力の初期段階の処理は成人と同じである可能性が示された．本研究は，2 例の報告にとどまっているため，反応強度と時間を目視で検討したまでにすぎないが，今後多くの乳幼児と母親の協力を得て，本結果の汎用性を，推測統計法を用いて検討することが重要である.

謝辞

本研究は科研費（22240026）の助成を受けたものである.

参考文献

[1] Hämäläinen, J. A., Ortiz-Mantilla, S., & Benasich, A. A. (2011). Source localization of event-related potentials to pitch change mapped onto age-appropriate MRIs at 6 months of age. *Neuroimage*, 54, 1910-1918.

[2] Makeig, S., Westerfield, M., Jung, T.-P., Enghoff, S., Townsend, J., Courchesne, E., et al. (2002). Dynamic Brain Sources of Visual Evoked Responses. *Science*, 295, 690-694.

[3] Brandt, M. E. (1997). Visual and auditory evoked phase resetting of the alpha EEG. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 285-298.

[4] Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Delpuech, C., & Pernier, J. (1996). Stimulus specificity of phase-locked and non-phase-locked 40 Hz visual responses in human. *The Journal of Neuroscience*, 16, 4240.

メタ認知的言語化によるオーケストラ理解の熟達プロセス
Exploring Own Orchestra Comprehension Through Meta-Cognitive Verbalization

松原 正樹[†]，諏訪 正樹[‡]
Masaki Matsubara, Masaki Suwa

[†]慶應義塾大学大学院 理工学研究科，[‡]慶應義塾大学 環境情報学部
Department of Computer Science, Keio University, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
masaki@nak.ics.keio.ac.jp

Abstract

Since an orchestra has many kinds of instruments, its score, consisting of many parts (staves of instruments), needs a large space to express even a small piece of music. This makes the musical structure of the score difficult to understand. Musicians must be proficient in reading a score in order to understand its structure. This problem happens in not only reading score but also listening music, performing music, composing music, etc. To solve this problem, this paper advocates that everyone, including musicians, should explore own musical comprehension through meta-cognitive verbalization. This paper describes an effectiveness of meta-cognitive verbalization by experimental episode. The episode shows how subject explore her own orchestral comprehension through meta-cognitive verbalizing.

Keywords — Music Listening Comprehension, Meta-Cognitive Verbalizing

1. はじめに

オーケストラは複数の楽器から編成されており，それぞれの楽器(パート)が様々な役割を担うことで１つの音楽を構築する．演奏者は楽譜上の情報だけで演奏を行うのではなく，ホールの響き，指揮者や他の演奏者の動作など様々な情報をリアルタイムに判断して，音を奏でる．よくオーケストラは演奏者が楽譜通りに演奏するだけで後は指揮者がコントロールすると言われるが，実際には演奏者同士が演奏を通じてコミュニケーションを取り演奏するのである．

今日では，楽器の演奏技術や楽譜通りの演奏は多くの教則本や楽典を読み教わることで身に付くが，アンサンブルにおいて状況を読み取る力は言葉化しづらく，経験により培われるもので暗黙知であることが多い．そのため後者の能力は教則本などに表記されにくく代わりに練習時に指揮者により指導されるのが普通だが，何に着目したら良いか(以降「変数」と呼ぶ)が状況依存性や個人固有性が高いため特定できないことが多く．その場限りの指導になりやすい．現在，アマチュア演奏家が活発な日本では世界に類を見ないほど多くのアマチュアオーケストラが存在するが，一部のプロも含め，上に挙げた難しさから次のような問題が散在する．

- 楽譜通りには弾けるが表現力が足りないこと
- 個人個人の演奏技術はあるのにアンサンブルがバラバラであること

これらの問題点に共通することは演奏者が音楽的知識や文化的背景を知らないために曲を理解できないことと，技術不足のために相手に伝えられないことが原因として挙げられる．前者はリスナーとしての能力，後者はパフォーマーとしての能力であり，これらを克服し演奏を熟達させるには 4 つの段階があると我々は考える．

① オーケストラスコアやパート譜を読み, 曲を聴いて，楽曲を理解するプロセス
② オーケストラの演奏を聴きながら, リアルタイムに何が起きているか理解するプロセス
③ リアルタイムに状況を判断しどう反応すれば良いか理解するプロセス
④ リアルタイムに反応しながら思い通りの表現できるプロセス

①はリスナーの能力，②以降は高度なリスナーの

能力とパフォーマーの能力が必要となる．そして②ー④の能力については練習方法や指導方法が難しい．その理由は先に述べたように暗黙的であることがあげられるが加えて，指導者が指摘できたとしてもあくまで演奏者が起こした現象(演奏)に対してであって,演奏者の意識レベル(その原因となる変数)までの注意をすることは難しい.そのため最終的には自分の身体に即して考え重要変数を見つけ出して行くことが必要である.

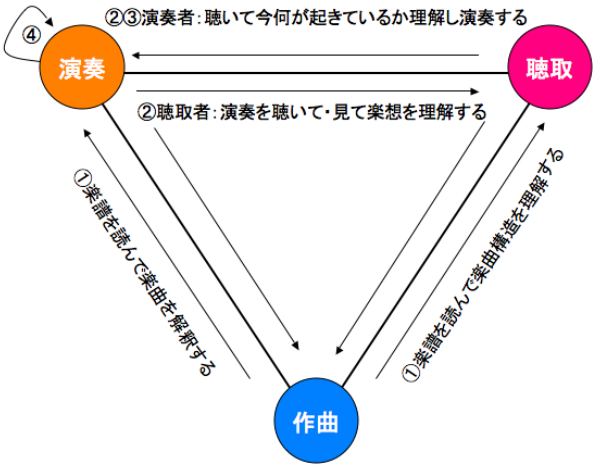


図１　音楽に対する３つの立場

以上オーケストラを演奏する上での難しさや教育上の問題点を挙げたが，これは何も演奏に限った問題ではない．須藤らの音楽行動の 3 項関係[12]を参考に図１に示すように，音楽には演奏する,聴取する，作曲する,という３つの立場が考えられる．先の４つの段階を矢印に示すと，作曲や演奏の前提である音楽を聴いてその場で理解する行為は大変重要であることが分かる．岡本[11]の主張と同じく，本稿では音楽の聴き方は，個人個人で模索していくべきであると考え，オーケストラを聴いて理解できること(①ー③)が重要であると主張する．すでに我々の先行研究では①を焦点に当てた研究を行っているが[1],本稿では①,②,③を対象とする．本研究は①ー③の能力の熟達させるための方法論を提案するとともにそのケーススタディを報告することで一つの熟達のあり方を示すことを目的とする．

２．メタ認知的言語化

１ 章で述べた②や③の能力は個人差や状況依存性があるため暗黙知として扱われやすい．暗黙知を熟達させるにはどうすれば良いだろうか？暗黙知の熟達とは身体や環境に含まれる新しい変数の存在に気付き，新旧の変数を取り込んだ形で身体と環境の新たな関係を再構築し続ける漸進的プロセスであると諏訪は主張している[2].またメタ認知的言語化は熟達の漸進的プロセスを自ら創りだしながら身体知への理解を深めるための研究方法論として有効であることが分かっている[3].本稿でも熟達の方法論としてメタ認知的言語化を用いる．

３．ケーススタディ

音楽の理解の研究は聴覚情景分析［4]に始まり音楽情景記述[5]で盛んに研究されているが,本稿ではこの分野の多くが研究している基礎的な音響的特性だけを対象とするのではなく，Dibben[6]や吉野［7]が主張するように物理的ソース(音響)だけでなく文化的ソースも含めた音楽の理解を対象とする．

分析方法は吉野［7]や大沼[8]の方法になぞって自由会話記述のプロトコル分析を行う．被験者はアマチュアオーケストラに所属する女性ファゴット奏者１名であり，楽器歴は 13 年になる．実験期間は 15 ヶ月で,期間中メタ認知的言語化によって被験者が意識する変数がどのように変わって行くかを分析した．できるだけ被験者の普段の生活環境での意識のデータを得るために，一ヶ月に一回程度，被験者とともに被験者が聴きたいと思うプロオーケストラの演奏会に聴きに行き，必要であればその場でスコア等にメモをしてもらった．その後，自由会話形式で１時間ー2 時間程度演奏会の感想などを話し合い，その会話記録のプロトコル分析を行った．また実験期間中の被験者のブログやツイッターの発言でオーケストラに関係があるものも分析の対象とした．表１に実験内容の概要を，図２に会話記録の例について記す．

表１　実験内容の概要

日付	実験内容	変化	重要変数，新たな変数	資料
7/31	ScoreIlluminator	縦割りだけでなく横の流れも意識できるようになった	一つの楽器を中心としたタイミング、音域	ビデオ
10/2	ScoreIlluminator			メモ(自宅)
10/4	アマチュアオケ①	聴くのに頭を使いすぎて、演奏になじめなかった	全体のタイミング 一つの楽器に関する流れ	メモ
10/15	オーケストラプロジェクト 2009			メモ
10/25	ScoreIlluminator	特に変化なし？		メモ
11/18	アールレスピラン第 24 回演奏会	指揮者の視点(立ち位置)で聴くことができるようになった スコアだと自分中心	複数の楽器の発音 役割	インタビュー①
11/24		ブログをはじめる		
11/29	アマチュアオケ②			被験者が演奏、メモ
12/3	モントリオール交響楽団	どの楽器が弾いているか耳で聴いていてわかる 指揮者を客観的にみる	音色 雰囲気 間、ため	インタビュー②
12/5	マイアミでの経験			ブログ
12/9	メトロポリタンオペラ			ブログ
12/21	読響第九	聴く力があがったせいか、厳しくなる？ 細かいところまで気づく	演奏者のしぐさ 音色、音量、テンポ、 リズム、音程、役割、調性	インタビュー③
1/27	東響田園	指揮者の打点も見える 全体を聴きながら次を予測できる	指揮者、息、タイミング 雰囲気、音響、音程 意図、調性、関係性	インタビュー④
2/12	NHK 響マーラー5 番	細かい部分はわかりつつ大局的な部分を気にする 雰囲気や客席など空気の言及が多い	音色、音程、雰囲気、 タイミング 客席、関係性 イメージと身体	インタビュー⑤
4/5	NHK 響マーラー9 番		しぐさ、環境音、席、身体の反応、	インタビュー⑥

表 1 は実験期間と内容とともにその途中で見られた変化や重要変数についても記してある．図 2 の会話を先行研究の分類[9][10]を参考にプロトコル分析を行った．結果の変数を音楽に対する内的表象ととらえ，記譜法的表象，音響的表象，音楽的表象，身体的表象の 4 種類の分類をもとに，分類を行ったところ，時期によって分類の傾向の差が見られた．分析結果を図 3，プロトコル分析に用いたコーディングルールを表 2 に示す．例えば図 2 の会話の場合であれば，イメージだけでなく音楽的要素を考慮することで聴こえなかったモチーフが聴こえてくるというエピソードであるが，

被験者「イメージが大事だっていうけど，イメージだけじゃ音にならないんですよね．その前後の音量とかバランスとか調性とか．それを考えて吹いていく感じ．根詰めてさらっていると，今まで聴こえてこなかった音が聴こえてくるようになったりとか．」

松原「それはオケの音？ソロ？」

被「ソロの音．例えばファゴットのタララタララタタラララとか，頭拍を意識できるようになるというか．さらっているうちにやっと聴こえるようになって，意識しなくても聴こえてくるようにふけるようになってきたんですよね」

松「もちろん頭ではすでにわかってるんだけどね」

被「そうそう頭ではわかっていてもそういう風に聴こえるように吹けるようになるまでが難しくて」

松「体のどの部分にしみこむんだろうね」

被「しみこむっていうよりかは，頭と体が連動する感じかな？直結する感じ」

松「神経がつながるみたいな？」

被「うん．」

松「なるほどねぇ」

図 2 インタビュー会話の例

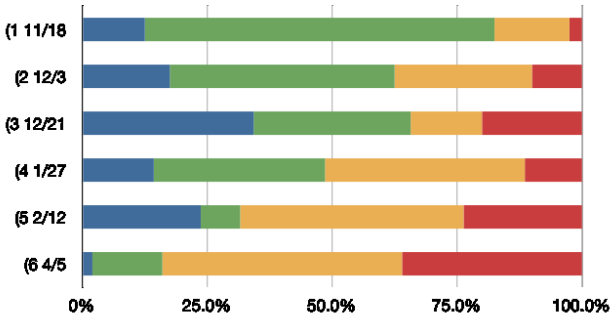


図 3　4 分類の時間経過(青/音響的，緑/記譜法的，黄/音楽的，赤/身体的)

この場合変数として抜き出されるのは「イメージ」「音量」「バランス」「調性」「楽器」「拍」「モチーフ」といったものである．図 3 をみるとわかるように，時期によってどの分類の変数を意識するのかが変わってきている．例えば実験を始めた最初の方は記譜法的表象，すなわちスコアに書いてあることばかり言及していたのに対し，それが徐々に音楽的表象，すなわちイメージのことを述べるようになってきた．そして最後の方では身体的表象，すなわち環境や動作に対して意識をするようになり音とは直接関係ないことからも解釈を行うようになった．もちろんインタビューで話す内容はその時聴いた演奏会に依存するが，それ以上に今まで本人が意識していなかったことを新しく述べることが多く見られた．これはメタ認知的言語化によって今まで暗黙的だった演奏会に対してどう向き合っていくかということを意識することで音楽の聴き方が変わったといえる．被験者 13 年演奏側の立場にいたにもかかわらず数ヶ月のメタ認知的言語化で聴き方が変わったというのは．聴取という行為を見つめてこなかったという典型的な例であり，本稿が指摘する問題点に合致する．

一方で 4 分類のコーディングについて着目するとコーディングの中身自体が実験期間を通じて変化していくのが見られた．例えば記譜法的表象における「調性」「リズム」「メロディ」といった単純な音楽の三要素を最初は述べていたのだが，イメージや身体的変数が増えていくにつれて，音響的な変数や記譜法的な変数がより限定的になるようになった．例えば「カデンツ」「3 対 1 のリズム」「上昇音形」など．これは今まで曖昧に意識していた記譜法的内容がメタ認知的言語化を行うことによってより詳細になった良い例である．

表 2　コーディングルール（抜粋）

音響的表象	響き	音程	長さ	音量	タイミング	動き	間
記譜法的表象	リズム	メロディ	調性	パート	役割	構造	横のつながり
	楽器の位置	楽器の数	セクション	合唱	譜面	演奏家	音形
音楽的表象	統制感	雰囲気	関係性	拍感	イメージ	表情	表現
身体的表象	ホールの大きさ	しぐさ	環境音	一席	聴衆	耳	指

４．まとめ

本稿では音楽における作曲，演奏，聴取の３つの立場の基本となる聴取による理解の重要性を述べ，オーケストラ理解の熟達方法としてメタ認知的言語化を用いたケーススタディを報告した．ケーススタディではメタ認知的言語化により被験者の音楽聴取の具合が変化する様子を見ることができた．メタ認知的プロセスはケーススタディを蓄積することで有効性が明らかになってくるので[13][14]，今後の展望としては引き続き実験期間の延長や別の被験者で行った場合の様子，変数の変化に関する考察について詳しく検討してく予定である．

参考文献

[1] 松原正樹，諏訪正樹 (2009) “ScoreIlluminator:「音楽を聴くスキル」の熟達支援ツール”, 日本認知科学会第 26 回大会, No.P2-10

[2] 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, pp.525-532.

[3] 諏訪正樹, (2009) “身体性としてのシンボル創発”，計測と制御, Vol.48 No.1, pp.76-82

[4] Bregman, A. S., (1990): Auditory scene analysis, MIT Press, Cambridge, MA

[5] Masataka Goto, (2006): Music Scene Description, In Anssi Klapuri and Manuel Davy, editors, Signal Processing Methods for Music Transcription, pp.327-359, Springer

[6] Dibben, N., (2001): What do we hear, when we hear music?: Music perception and musical material. Musicae Scientiae, 5, 161-194

[7] 吉野巌, (2004) “音楽を聴いて何を認知するのか:音楽鑑賞時の自由記述の分類を通して，日本音楽知覚認知学会平成 16 年度春期研究発表会資料, pp.77-82

[8] 大沼翔，浜中雅俊, (2009) “編曲作業の時系列分析 - オーケストラ譜からピアノ譜への変換, 情報処理学会全国大会，09-IPSJ-71-2, pp.2.227-2.228

[9] 波多野誼余夫(1991)“音楽と認知，音楽の認知的理論を目指して(補稿)”，東京大学出版会

[10] 梅本堯夫(編著)(1996) “音楽心理学の研究”，誠信書房

[11] 岡本暁生(2009) “音楽の聴き方” 中央公論社

[12] 須藤貢明，杵鞭広美(2010)“音楽表現の科学”, アルテスパブリッシング

[13] 諏訪正樹，（2011）“メタ認知エッセイの体系的蓄積がデザインを学問にする”，日本デザイン学会誌　デザイン学研究特集号　デザイン学：メタデザインへの挑戦，第 18 巻 1 号

[14] 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　デザイン学：メタデザインへの挑戦，第 18 巻 1 号

音楽の評価における奏者の動きと演奏経験の効果

Musicians' movement and expertise in performance affect evaluation of music.

粟津俊二・山崎千春
(実践女子大学)
Shunji,Awazu., Chiharu,Yamazaki.
Jissen women's university
awazu-shunji@jissen.ac.jp

Abstract

This study investigated whether musicians' body movement and expertise of audience in performing music influence evaluation of music. Twenty expert and twenty novice musicians evaluated four stimuli in twenty-six semantic differential dimensions. The four stimuli were identical in auditory, however they differed in visually; one was music with natural body movement, the second was with restrained movement, the third was with delayed movement, and the fourth was music only (no visual stimuli). A factor analysis abstracted three factors in music evaluation; pleasantness, intensity, and activity. A MANOVA found significant main effects of expertise and movement, and the interaction. These result suggest that the evaluation of music is based on not only music, but also visual stimuli and expertise of evaluators. The mechanism of music evaluation was discussed.

Keywords- music, evaluation, expertise, cross modal.

目的

知覚した事物の評価は,対象の物理的特性だけでなく様々な要因の影響を受ける.例えば,心理学実験に参加した経験の楽しさは事前に聞く情報・期待によって変化し(Klaaren, Hodges, & Wilson, 1994),動画の楽しさは他者がその動画をどのように評価したかという情報によって変化し(Geers & Lassiter, 1999),食べ物の美味しさは摂取者の価値観と食物に付けられたラベルによって変化する(Aaron, Mela, & Evans, 1994).これらは,知覚者の知識, 情報, 価値観などによるトップダウンな影響である.また, 飲み物の風味は色によって影響される(Shankar, Simons, Shiv, McClure, & Spence, 2010)など,他の感覚器に入力される情報からのクロスモーダルな影響も受ける.聴取した音楽の印象も,演奏者の動きが影響を与えることが知られている(Vines, Krumhansl, Wanderley, Dalca, & Levitin, 2011).

本研究の目的は, 音楽の評価に関する以下の 3 点である. 第 1 に, 奏者の動きというクロスモーダルな刺激要因が, 音楽のどのような評価に影響するのか検討する.第 2 に音楽演奏経験が評価に影響するかどうか検討する. 楽器演奏経験の有無には, 音楽の聴取経験, 演奏経験, 聴取した音

楽のタイプ，音楽演奏における習慣・文化・価値観など多くのが内包されているであろうから，知覚者要因が影響するかどうかを検討する上で，検出しやすいものと考えられる．第3に，音楽の演奏経験という知覚者の要因と，奏者の動きという刺激の要因の相互作用過程について考察する．

方法

協力者:なんらかの楽器演奏を 3 年以上経験している女子大生 20 名及び楽器演奏経験が 3 年以下の女子大生 20 名の計 40 名。

刺激:中央大学マンドリンクラブ第 89 回定期演奏会における「プレリュード 2(吉水秀徳　作曲)」の録画映像の一部を使用して,4 条件を設定した.1)「動き有り」刺激:録画映像自体である.奏者が演奏に合わせて体幹を前後に揺らしている.2)「ずらし」刺激:「動き有り」動画の音と画像を 4 小節ずらしたものである.拍は一致するが本来の演奏と比べると動きがずれている.3)「動き無し」刺激:音は「動き有り」動画と同一部分を使用し,奏者が体幹を揺らしていない動画部分と合わせたものである.4)「音のみ」刺激:動き無し動画から,音のみを抜き出したものである.

評定尺度:以下の26項目について,7件法で答えさせた.1)暗い-明るい,2)冷たい-暖かい,3)憂鬱な-軽快な,4)生気のない-いきいきとした,5)静かな-情熱的な,6)あっさりした-表現豊かな,7)臨場感のない-臨場感のある,8)単調な-変化のある,9)人工的な-自然な,10)調和の取れていない-調和の取れた,11)安らぎのない-安らぎのある,12)美しくない-美しい,13)物足りない-迫力のある,14)不快-快い,15)地味な-派手な,16)楽しくない-楽しい,17)激しい-穏やかな,18)繊細な-大胆な，19)魅力的でない-魅力的である，20)好ましくない-好ましい,21)印象が薄い-印象深い,22)ごちゃごちゃした-すっきりした,23)窮屈な-のびのびした,24)弱々しい-力強い,25)深みのない-深みのある,26)汚い-きれいな.

手続き:動画及び音楽はノートパソコンで,液晶ディスプレイ及びヘッドホンを使用して再生した.協力者は画面から 50cm 離れた椅子に,背もたれに背がつくように着座した.まず,26 次元の評定尺度を書いた用紙を 4 枚渡し,「これから、演奏している映像を 4 パターン流します。これは全て同じ曲です。1 パターン聞き終わり次第、今聴いた曲がどのような印象だったかを、この用紙に記入してください。記入の仕方なのですが、項目ごとに、自分の感じた印象に近いところに丸を付けてください。項目 1 を見てください。暗い、明るいと書いてあります。例えば、聴いた音楽の印象が暗いに非常に近ければ 1、暗いにかなり近ければ 2、暗いにやや近ければ 3、どちらでもなければ 4、明るいにやや近ければ 5、明るいにかなり近ければ 5、明るいにかなり近ければ 6、明るいに非常に近ければ 7 に印を付けてください。また、映像 1 パターンにつき 26 項目答えていただきます。」と説明をした。実験者が動画を再生し,1 つの動画を見るたびに評定を行わせた.動画の再生順は協力者間でランダマイズし,4 動画の評定を連続して行わせた.

結果

未経験者群の 1 名は,動き無し刺激に対する評定を完了しなかった.以下の処理では,欠損値として扱う.

まず全協力者の評定値をもとに,26 項目に因子分析を行った.3 因子において,バリマックス回転後の固有値が 1 を超えたためこの 3 つを採用した.3 因子での累積寄与率は 61．6%である.各因子において因子負荷量が 0．6 以上の項目から解釈した.第 1 因子において因子負荷量が 0．6 以上の項目は高い順に「汚い-きれいな」,「不快-快い」,「調和の取れていない－調和の取れた」,「美しくない-美しい」,「魅力的でない-魅力的である」,「好ましくない-好ましい」,「安らぎのない-安らぎのある」,「ごちゃごちゃした-すっきりした」,「窮屈な-のびのびした」,「人工的な-自然な」,「深みのない-深みのある」であり,この因子を「心地よさ」の要因と名付けた.第 2 因子において因子負荷量の絶対値が 0．6 以上の項

目は高い順に「激しい-穏やかな」,「物足りない-迫力のある」,「静かな-情熱的な」,「弱々しい-力強い」,「地味な-派手な」,「単調な-変化のある」であり,この因子を「激しさ」の要因と名付けた・第3因子において因子負荷量の絶対値が0．6以上の項目は高い順に,「憂鬱な-軽快な」,「暗い－明るい」であり,この因子を「軽やかさ」の要因と名付けた.

各協力者の3因子に対する因子得点を従属変数として,Wilksλを用いて経験×動画の2要因多変量分散分析(MANOVA)を行った(図 1).経験の主効果[λ=0.84, $F(3,149)=9.56$, $p<.01$, $\eta^2=.16$],動画の主効果[λ=0.71, $F(9,362.78)=5.99$, $p<.01$, $\eta^2=.11$],交互作用[λ=0.88, $F(9,362.78)=2.26$, $p=.021$, $\eta^2=.04$]の全てが有意であった.

動画の主効果について,因子ごとに動画間の対比検定を行った.心地よさの因子においては,「ずらし」と「音のみ」間に差があると考えられる($p=.06$)が,他の組み合わせには有意差が見られなかった.激しさの因子においては,「動き無し」と他の 3 動画全てとの間に有意差が見られた(全て $p<.01$).軽やかさの因子においては,全ての組み合わせ間で有意差が見られなかった.

経験の影響について動画の水準ごとの単純交互作用分析を行うと,「音のみ」[λ=0.95, $F(3,149)=2.52$, $p=.06$, $\eta^2=.05$]と「動き有」[λ=0.98, $F(3,149)=1.06$, $p=.37$, $\eta^2=.02$]において経験の効果が有意でなく,「ずらし」[λ=0.84, $F(3,149)=9.42$, $p<.01$, $\eta^2=.16$]と「動き無し」[λ=0.93, $F(3,149)=3.44$, $p=.02$, $\eta^2=.06$]において有意であった.また,動画の影響について経験の水準ごとの単純交互作用分析を行うと,経験無し[λ=0.89, $F(3,362.78)=1.98$, $p=.04$, $\eta^2=.04$],経験有り[λ=0.70, $F(3,362.78)=6.41$, $p<.01$, $\eta^2=.11$]ともに有意であった.したがって,音楽経験の有無によって,動画ごとの印象の受けかたには違いがある.

経験が各動画の評価に与える影響を比較するため,群間対比を行った.「音のみ」刺激においては軽やかさの因子に経験による有意差が見られ

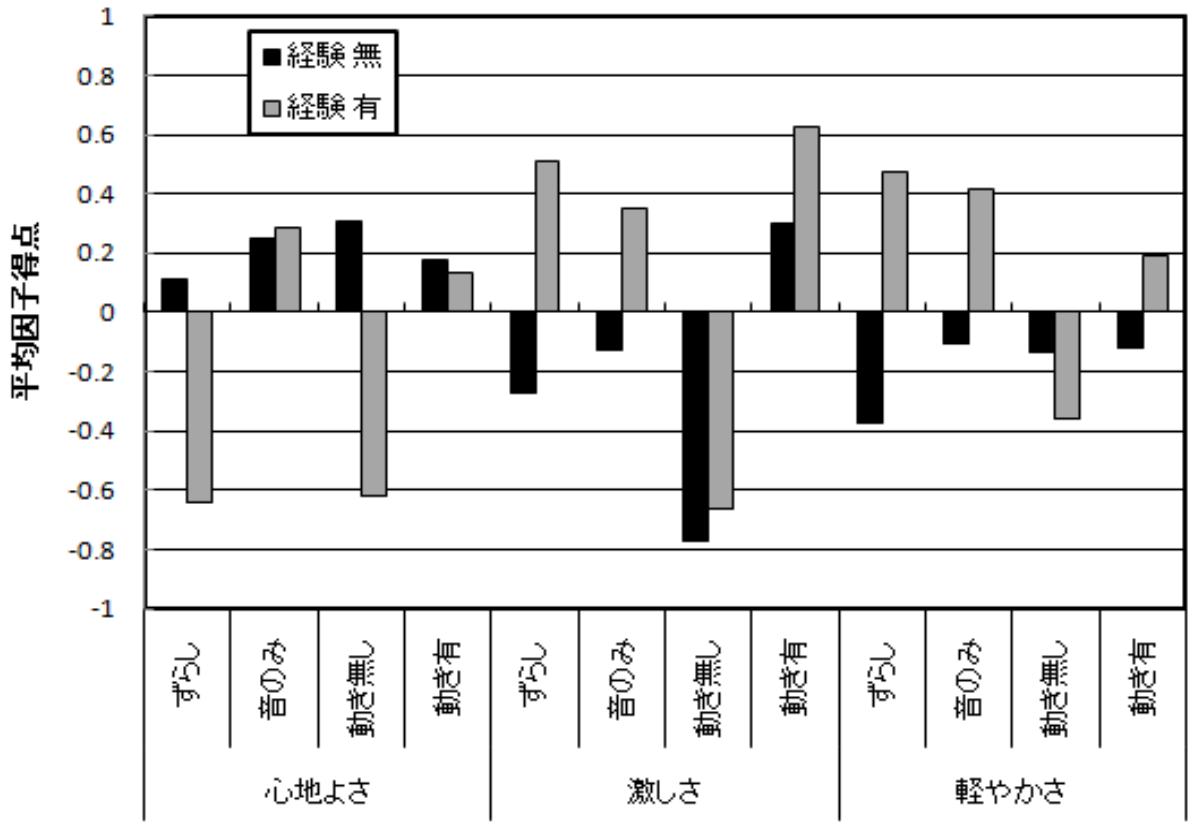


図 1　演奏経験と刺激ごとの各因子における評価

た(p=.05).「動き有」刺激においては有意差が見られなかった.「ずらし」刺激においては,心地よさ(p=.01),激しさ(p<.01),軽やかさ(p<.01)の 3 因子全てに有意差が見られた.「動き無し」刺激については,心地よさ(p<.01)の因子に有意差が見られた.

また経験によって動画から受ける印象がどのように異なるか見るため,群内での対比も行った(全て 5%水準).経験有り群では,心地よさの因子において,「ずらし」と「音のみ」,「ずらし」と「動き有り」,「音のみ」と「動き無し」の間に有意差が見られた.また,「動き無し」と「動き有り」にも差があると考えられる(p=.06).激しさの因子においては,「動き無し」と他の 3 動画との間に有意差が見られた.軽やかさの因子においては,「動き無し」と「ずらし」,「動き無し」と「音のみ」の間に有意差が見られた.経験無し群では,心地よさの因子と軽やかさの因子において 4 動画に差がなく,激しさの因子では「動き有り」刺激と「動き無し」刺激の差が有意であった.

考察

本研究の結果は以下のようにまとめることができる.まず,SD 法を利用して音楽に対する評価を測定すると,心地よさの因子,激しさの因子,軽やかさの因子の 3 因子が抽出された.次に,経験の有無を無視して動画の主効果だけから考えると,心地よさの因子と激しさの因子において,動画間に有意差が見られた.つまり,奏者の動きは,音楽の印象評価に影響を与えた.どの因子においても,奏者の動きの影響は演奏経験によって異なった.つまり演奏経験は,奏者の動きによる音楽の印象への影響を変化させた.

この結果から,まず,音楽の評価に奏者の動きが影響することが確認された.ただし,3 つの因子の全てにおいて,経験者でも非経験者でも「音のみ」刺激と「動き有り」刺激の間に,有意差が見られなかった.したがって,演奏に伴う程度の自然な体動であれば,音楽の評価に影響するとは言えない.先行研究では奏者の動きが音楽の評価に影響することを示しているが,強調表現のための動作を対象としたものである(Vines, et al., 2011).動作によって奏者が伝達したい表現を強調することはできるが,それには自然な演奏動作ではなく,通常以上に強調した動作である必要があると考えられる.

次に,音楽の評価に知覚者の要因が関与することが示された.心地よさの因子では,演奏経験者は音楽と奏者の動きがずれた状態,または奏者が動かないことによって,音楽のみまたは奏者が自然に動く状態よりも評定が低かった.一方非経験者は,刺激間に有意差が無かった.激しさの因子では,経験者は「動き無し」刺激に対して他の 3 刺激よりも評価が低下し,未経験者では「動き有り」刺激と「動き無し」刺激の間にのみ有意差があった.軽やかさの因子では,経験者は「動き無し」と「ずらし」,「動き無し」と「音のみ」の間に有意差が見られ,非経験者では動画間に差が無かった.つまり,3 因子のいずれにおいても,経験者と非経験者とで,動画に対する印象評価が異なった.この結果は,演奏経験によって,同一の知覚刺激に対する評価が変化することを意味する.

知覚者の要因が影響するプロセスは,3 因子で同一ではないと考えられる.演奏経験者は,心地よさの因子では,「ずらし」と「動き無し」で評定が低下したことから,音楽と奏者の動きが同期しているかどうかによって,心地よさが低下したと考えられる.しかし,激しさの因子と軽やかさの因子では「動き無し」のみで評定が低下したことから,音楽と奏者の動きが同期しているかどうかにかかわらず,奏者の動きの有無が,評価に影響したことになる.心地よさの因子を構成する項目と,激しさの因子及び軽やかさの因子を構成する項目を比較すると,心地よさの因子は音楽に対して知覚者が感じる情緒的・快不快評価が中心であり,激しさと軽やかさの因子は音楽の知覚特性に関する評価が中心であると考える.このような事物の評価を感情的評価と知覚的評価との区別は,期待に関する研究で見られるものである(Deliza & MacFie, 1996).この区別が適切であれ

ば,感情的評価と知覚的評価とで,影響を与える刺激の物理特性が異なる可能性がある.

演奏非経験者は,心地よさの因子と軽やかさの因子では刺激間に差が無いことから,奏者の動きに関係なく,音楽単独の印象を評価したと考えられる.激しさの因子でのみ「動き有り」と「動き無し」の間で有意差があった.「ずらし」が「動き有り」とも「動き無し」とも有意差が無いため詳細は不明であるが,激しさの評価には, 演奏経験の無い評価者でも奏者の動きが影響したと言えるであろう.

心地よさという感情評価は,奏者の動きと音楽の同期及び演奏経験の両方が必要であった.一方激しさという知覚評価では,奏者の動きの有無によって,音楽経験者も非経験者も影響を受けた.したがって,激しさの因子には,音楽経験の有無はあまり影響せず,演奏経験から獲得される要素の影響が少ないと考えられる.つまり,心地よさの因子と比べると,激しさの因子に知覚者の要因が与える影響は少ないと考えられる.

経験者の心地よさの因子では,「ずらし」においても評定が低下したことから,経験者は奏者の動きと音楽との同期性のズレを認識することができたと考えられる.これは, 音楽を聴取することで, 演奏経験あるいはそれに伴う聴取経験で記憶された音楽-奏者動作がひとまとまりに想起されたと考えられる. そして, 記憶内容から想定される奏者の動きと, 実際に知覚した奏者の動きが一致しないことにより,心地よさの評価が低下したと考えられる.

本研究では,演奏経験によってどのような知識,価値観,文化などが獲得されたのか検討していないため,知覚者の要因の詳細について今後検討する必要があるだろう.

文献

Aaron, J. I., Mela, D. J., & Evans, R. E. (1994). The influences of attitudes, beliefs and label information on perceptions of reduced-fat spread. *Appetite, 22*, 25-37.

Deliza, R., & MacFie, H. J. M. (1996). The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception adn hedonitc ratings: A review. *Journal of Sensory Studies, 11*, 103-128.

Geers, A. L., & Lassiter, G. D. (1999). Affective Expectations and Information Gain : Evidence for Assimilation and Contrast Effects in Affective Experience. *Journal of Experimental Social Psychology, 35*, 394-413.

Klaaren, K., J., Hodges, S., D., & Wilson, T. D. (1994). The role of affective expectations in subjective experience. *Social Cognition, 12*, 77-101.

Shankar, M., Simons, C., Shiv, B., McClure, S., & Spence, C. (2010). An Expectation-Based Approach to Explaining the Crossmodal Influence of Color on Orthonasal Odor Identification: The Influence of Expertise. *Chemosensory Perception, 3*, 167-173.

Vines, B. W., Krumhansl, C. L., Wanderley, M. M., Dalca, I. M., & Levitin, D. J. (2011). Music to my eyes: Cross-modal interactions in the perception of emotions in musical performance. *Cognition, 118*, 157-170.

ストリートダンスにおける即興的創造過程
Improvised Creative Process of 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，[‡]東京大学大学院情報学環
Graduate School of Education, University of Tokyo, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, University of Tokyo
tothefuture0415@yahoo.co.jp, Okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study examines the improvised process of street dance performance. We conducted an interview study with eleven street dancers, asking what they were thinking while dancing. We also conducted an experiment with a within subject design, in which ten street dancers participated in solo dance and battle dance. The results suggest that the dancers mostly composed their dance performance of regular patterns that they had already acquired. In battle dance, many dynamic movements are seen. Such dynamic movements have the possibility to cause frequent failure. After a failure in a dance movement occurred, the dancers created new patterns.

Keywords — improvisation, street dance, creativity, cognitive process

1. はじめに

1．1 即興的な創造活動

これまで認知科学は，芸術活動や商品開発など，創造のプロセスについて多様な知見を積み重ねてきた一方で[3][12]，ジャズや即興ダンス，即興劇など，リアルタイムに流れる時間，変化する環境の中での瞬発的な思考・行動が求められる「即興」的な創造活動は研究対象とはしてこなかった．しかし，様々な芸術活動においてその起源を即興的な創造活動に求める記述は多く見られる[2]． また，新しいアイデアや産物が生み出されるその瞬間は常に即興的な性質を有することを考えると，即興は創造活動の本質部分を構成していると思われる．以上のことから本研究では即興的に行われる芸術活動のプロセスを検討することを目指した．

1．2 即興的な創造活動の特徴

即興的な創造活動に関する数少ない先行研究としては，舞台芸術としては[9][16]が，美術としては[18]が挙げられる．

[9]ではジャズのデュオパフォーマンスを検討している．演奏の様子に関するプロトコルデータより，即興演奏では一定したパタンの再生と使用を繰り返すこと，1 人の演奏者が他方の演奏者のパフォーマンスを傾聴・分析し，自らの演奏の筋道とすることが示唆されている．

同様にジャズの即興に関する研究として[16]が挙げられる．文献や伝記的記録を元に理論的分析を行った研究であるが，演奏時に生じる逸脱（既存のスキーマとの高度な認知的交渉の結果，新たに認容されうると判定されたもの）を認容し，焦点を当てることで革新的な音楽が生み出されるとしている．これは[13]の，即興におけるエラーは取り返しのつかない連続体の 1 つとして受容され，強調や発展により文脈的に正当化される，との主張と類似する示唆である．

美術の領域では，山水画家の描画過程を扱った研究[18]が，即興による山水画の創作過程を扱っている．この研究からも，基本的にパタン化された方法で描画が行われること，観衆によって描かれた線が新たな制約となり逸脱を生み出し，新しい形式の絵が生まれることが示されている．

以上を踏まえると，即興的な創造活動では，一定したパタンを利用しながら活動が展開されること，逸脱やエラーを積極的に利用しながら活動が展開されること，他者によるパフォーマンスを刺激として利用しながら活動が展開されることが想定される．

1．3 創造活動における内的発見

本研究では創造活動を検討する観点として，活動を行う人物の内的発見に注目していく．創造活

動における内的発見とは，創作経験や他者との関わりの中で，創造活動を行っている個人にとって新しく有用なアイデアや表現に気づくことを意味している．これは Big-C（社会的・歴史的に新しくかつ有益）と small-c(活動を行う個人にとって新しくかつ有益)という，創造性の二つの分類の内 small-c と関係するが，評価する他者の側ではなく，創造活動を行う本人の側の内的過程に焦点を当てたものである．したがって，しばしば予想外の発見に対する驚き（surprise）の感覚を伴う．

内的発見は芸術家や科学者や製品開発者などのクリエイターが創作や科学的発見を行う上で，重要な役割を果たしている．例えば[8]は，科学的発見のモデルの中で，予想外の驚きの結果に目を向けることが発見の成功をもたらすと示している．また，[15]も自身のスケッチの参照を通して予想外の発見が生じ，新たなアイデアが獲得されることを示唆している．[12]では，現代芸術家が制作活動における思いがけない発見を通して創作ビジョンやコンセプトが明確になっていく過程が示されている．このようにクリエイターは内的発見の積み重ねを通して創造的なプロダクトを生み出す．

即興的な創造活動は，新しいアイデアを発見する過程を伴う[2]と主張されており，その意味で即興活動を内的発見という観点で捉えるのは妥当であると言えよう．そこで本研究では，即興的な創造活動の特徴について内的発見という観点から検討していく．

1．4　即興的な創造活動としてのブレイクダンス

本研究ではストリートダンスの主要ジャンルである「ブレイクダンス」の「バトル」場面を対象とした．ブレイクダンスは 1970 年代後半にマンハッタンで生まれたダンスであり，原則として曲の歌詞の無い部分（ブレイク部分）に合わせて，立ち踊り，フットワーク，パワームーブ，フリーズの 4 つの要素を起承転結の形で行う形式をとる[10]．特にバトル場面はダンサーが 1 対 1，あるいはチーム対チームで相対し，音楽に合わせて 1 人ずつ約 30 - 40 秒の踊りを即興で披露するパフォーマンスである．バトルは、ブレイクダンスの黎明初期から存在し，現在でも世界大会において使用されるなどブレイクダンスの発展において中心的な役割を担っており，生態学的妥当性の高い研究対象であると言えよう．

1．5　本研究の目的

本研究ではブレイクダンスのバトル場面を即興的な創造活動の 1 場面と捉え，バトル場面におけるダンサーの認知過程を検討する．先行研究を踏まえ，以下の 3 つのリサーチクエスチョンを取り上げる．ブレイクダンスのバトル場面において

1. 一定したパタンはどの程度利用され，新しいパタンがどの程度生じるのか.
2. 逸脱やエラーが利用される様子は見られるか，それらはどのように利用されるか.
3. 対戦相手のパフォーマンスはどのように利用されるか.

1．6　本研究の構成

本研究では 2 つの方法を組み合わせて，問いに対する答えを探っていく．1 つ目はインタビューを用いた検討である．即興的な創造活動に関する先行研究は数少なく，特にブレイクダンスのバトル場面を扱った研究は見られない．よって，まずインタビューを行い，ダンサーのバトル場面における認知過程の概要を把握していく．インタビューではエラーの利用過程などの詳細な検討を行うことは難しいが，対戦相手のパフォーマンスの利用などのリサーチクエスチョンを精緻化する参考となる．また心理実験を計画する際の指針を得るためにも必要である．

2 つ目の方法は心理実験である．バトル場面における認知過程の詳細を捉えるためには，実際のバトル場面の様子を捉えることが望ましい．しかし実際のバトル場面では，音楽や踊るスペース，観客の影響などの要因を統制することが困難である．そのためバトル場面を模した実験状況を設定し要因統制を行った．

2.　インタビュー研究

2．1　目的

バトル場面においてダンサーが意識している,

認知過程の概要を把握することである.

2．2　対象

ブレイクダンスの経験者 11 名にインタビューを行った（年齢の平均 23.2 歳（*SD*=4.0），経験年数の平均 5.5 年（*SD*=2.0））．認知過程を広く把握した上で，実験において一定の熟達段階に焦点を当てることが適切であると判断し，様々な経験年数を持つ協力者を対象とした.

2．3　手続き

半構造化面接の形式をとった．質問項目については目的を踏まえ，バトル場面におけるダンサーの認知過程に関する質問を中心に作成した．また必要に応じて追加質問を行った．インタビューの平均所要時間は 48.4 分（*SD*=14.0）である.

2．4　分析方法

質問項目ごとにカテゴリーを作成して分析を行った．対象とした質問項目はバトル場面における認知活動と関係する項目 1「バトルで踊っている際に考えていることは何か」，項目 2「バトルで他の人が踊っている際に考えていることは何か」である.カテゴリーと該当人数を Table1, 2 に記す.

なおカテゴリーの信頼性確認のため，第 1 著者と認知科学領域の研究者 2 名間の一致率を質問項目ごとに算出したところ, いずれも 90%を超えており信頼性があると判断した．一致しなかった回答は協議を行い判断した．また協力者 1 人が各質問項目について複数の視点からの回答を行うことが多いため, カテゴリーは排他的とはしていない.

2．5　結果と考察

2．5．1　踊っている際の認知過程（Table1）

『踊り方』に言及している協力者が 7 名（約 64%）おり，多くのダンサーが活動を行いながら踊り方についてプランを立てていることが分かる.また,『音楽』が 4 名（約 36%）と流れる音楽を意識する様子も見られた.

2.5.2　相手が踊っている際の認知過程（Table2）

『自分の踊り』が 7 名（約 64%）と項目 1 と同様に踊り方のプランを考える様子が見られる．また『相手の踊り』が 9 名（約 82%）おり，対戦相手の踊りに注目する様子も見られる．さらに『相手の踊り』の下位カテゴリーにおいて「踊りの分析」が 4 名（約 36%),「かぶせる踊りの探求」が 5 名（約 45%）と，対戦相手の踊りに基づいて自分が行う踊りを探索する様子も見られる．類似した踊りによる応答という形で相手のパフォーマンスが利用されていることが分かる.

Table1　踊っている際の認知過程

カテゴリー	*定義*	*人数*
思考なし	緊張してしまい考えることが出来ない	2 名
踊り方	この後の踊り方を考えている	7 名
音楽	音楽を意識している	4 名
対戦相手	相手を意識して駆け引きを行っている	3 名

Table2　相手が踊っている際の認知過程

カテゴリー	*定義*	*人数*
自分の踊り	次の自分の踊り方を考えている	7 名
相手の踊り	対戦相手の踊りに注目している	9 名
(踊りの分析	相手の踊り方を細かく分析している	4 名
(かぶせる踊りの探求	相手と類似した踊りを行おうと意識して相手の踊りに注目している	5 名
相手への挑発	相手にプレッシャーを与えるなど駆け引きを行おうとする	2 名

2．5．3　インタビューのまとめ

以上の分析より，ブレイクダンスのバトル場面において，ダンサーは踊り方のプランを立てながら踊りを展開すること，そして音楽や対戦相手という状況を踏まえプランを修正することが示唆された．自らが踊る時だけでなく対戦相手が踊る際にも踊り方のプランは意識され，相手の踊りに合わせて随時変更される．映画撮影のフィールド観察を行った[17]において，プランは撮影現場において絶えざる課題化と収束を繰り返す形で修正されることが示されているが，ブレイクダンスのバトル場面でも，対戦相手より独創的で洗練された踊りを行うという目的を目指し，課題化と収束が非常に短い時間の中で行われることが分かる．またプランは自分の中で完結するのではなく，対戦相手の踊りの取り込みによる修正という形で相手のパフォーマンスを利用することも示唆された.

またプランを立てる際に考慮する事項を探るため「バトルで踊る動きはどのように決めているか」という追加質問を 7 名に行った結果，6 名（86%）が『普段から練習している踊り』を基本にプランを立てると回答した．これは一定したパタンの利

用という過程の存在を示唆するものである．

以上の検討によりブレイクダンスのバトル場面では，踊り方のプランが即興的に立てられ，修正が行われること，その際に一定のパタンが利用されること，対戦相手の踊りが取り込みという形で意識的に利用されることが示唆された．これはリサーチクエスチョン 1 及び 3 に対する一先ずの回答であると同時に，プランの作成という新しい観点を示すものである．そのため実験ではプランの作成という観点にも注目してさらなる検討を行う．

3 実験

3. 1 目的

1. 4 で述べたリサーチクエスチョンに加えプランの作成という観点から，ダンサーのバトル場面における認知過程を明らかにしていくことである．

3. 2 対象

ブレイクダンスの準熟達者 10 名が参加した(年齢の平均 22.8 歳（*SD*=2.4)，経験年数の平均 4.7 年（*SD*=1.3))．熟達段階については経験年数による区分方法[1]も見られるが，実際の熟達段階が経験年数だけで測定可能ではないこと，本研究ではダンスという技術の程度が表面に現れやすい題材を扱うことを踏まえ，実験の映像記録に見られる技術の程度により熟達段階の判断（基準は[10]などを基に作成した）を行った．その結果，実験に参加した 10 名はいずれも一定の練習を積んだ経験者であること，基本的な要素を習得していること，変化をつけた踊りを実行可能であると確認できた．

3. 3 実験手続き

実験計画は 1 要因配置（ソロ条件，バトル条件の 2 水準被験者内要因）とした．ソロ条件はバトル条件と対戦相手の不在という点が異なる．この条件は対戦相手の踊りの利用をバトル条件との比較から検証することを目的として設定した．

実験は大学の施設の一室で行われた．使用した部屋のサイズは 14.4m×14.5m である．

実験の手続きは以下の通りである．まず実験概要を説明した上でソロ条件，バトル条件に備えて準備運動を行うよう求めた. 時間は 30 分である．

次にソロ条件もしくはバトル条件の試行を行った．両条件とも音楽に合わせ 30 - 40 秒程度の踊りを 3 回披露するよう求めた．バトル条件では交互に踊りを行う一方，ソロ条件では相手の踊りの代替として 1 回踊るごとに 30 秒待つよう指示し，30 秒経過のアナウンスを行った. なお使用音楽については条件間で差が出ないように共通の曲（Bomb the Bass「Megablast」）を選択し，使用する曲名を伝えずに用いた．選択曲はブレイクダンスのバトル場面で頻繁に使用される曲であり，実験実施後に協力者に確認したところ，全員から参加以前からこの曲を知っているとの回答を得た．

踊りの試行後には内省報告を求めた．まず全体の感想に関して質問項目に沿って報告を求めた[1]. その上で記録された映像を見ながら，自身の踊りを 1 つの意識で行った部分に区切り，各踊りについて，後述する創造性評定と認知過程に関する質問への回答を求めた．なお他の協力者に影響しないよう報告は 1 人ずつ行った．

この踊りの試行，内省報告という一連をソロ条件もしくはバトル条件で実施後，休憩とウォーミングアップの時間を各 1 時間, 30 分程度取った上で残りの条件を実施した．なお条件の実施順序についてはカウンターバランスをとった．

3. 4 分析の指針

本研究ではダンサーによる創造性評定（自己評定)，ダンサーの認知過程（内省報告)，踊りの客観的な分類（4 要素）の 3 点から分析を行った．これは「エラーが利用されるプロセス」などの複雑な過程を検証するには認知過程の分析に加えて，踊りの主観的評価や客観的分類も踏まえて総合的に判断することが必要と判断したためである．

創造性評定については過去の研究における生成物評定の観点（「新奇性」と「有用性」）[4][7]を踏まえ「新奇性」と「洗練度」という 2 点から踊りの評定を求めた．新奇性は（1：普段からよく行う動き，2：普段はあまり行わないが行ったことは

[1] この質問については研究目的との関連性から本研究では分析に使用していない．

Table3 各条件における各新奇性評定に該当する踊りの出現回数(踊り1回平均)

	新奇性1	*新奇性2*	*新奇性3*
ソロ	3.3(1.5) 66%	1.3(1.02) 26%	0.4(0.5) 7%
バトル	3.2(1.7) 67%	1.2(0.55) 24%	0.4(0.5) 9%

Table4 各条件における各洗練度評定に該当する踊りの出現回数(踊り1回平均)

	洗練度1	*洗練度2*	*洗練度3*	*洗練度4*	*洗練度5*
ソロ条件	0.77(0.47) 15%	1.27(0.38) 26%	1.9(0.94) 38%	0.83(0.88) 17%	0.2(0.36) 4%
バトル条件	0.83(0.81) 17%	1.33(0.68) 28%	1.8(0.89) 37%	0.73(0.89) 15%	0.13(0.32) 3%

ある動き，3：全く行ったことがない動き）の3段階，洗練度は普段練習している踊りと比べて（1：全く良くない，2：あまり良くない，3：どちらでもない，4：まあまあ良い，5：とても良い）の5段階評定である．創造性評定に関しては，通常第三者(特にエキスパート)による評定を得ることが必要であるが，本研究では前述のように内的発見の過程を扱っており，本人の内的に生じた新しい発見を捉えるには自己評定が望ましいと判断した．この2点の分析に加えて，両評定の段階が共に高い踊りにも焦点を当て分析を行った．

認知過程に関しては，内省報告における質問項目「何故この踊りを行ったか」などへの回答を用いて検討した．これにより各踊りを行った際のダンサーの認知過程を把握することができる．

動きの客観的な分類に関しては，バトル場面の基本的な特徴を明らかにするため，ブレイクダンスにおける4つの要素の出現頻度を調べた.なお，各要素は行われる姿勢が異なり，要素の切り換え時に体勢が大きく変化することになる．よって踊りの性質が変化する部分として要素の切り換え時を捉え，その回数についても検討した．

3．5 実験の結果と考察

結果を提示する前にソロ条件，バトル条件の基本的な特徴を確認した．これは両条件の等質性確認のためである．対応のあるt検定の結果，踊った秒数（平均値[2]はソロ条件30.06秒（5.85），バトル条件29.37秒（3.82)），意識して行った踊りの数（ソロ条件5.0（1.3），バトル条件4.8（1.3））両方に関して条件間の有意差は見られなかった（それぞれ $t(9)=.34$, $t(9)=.33$）．これにより両条件は一定程度等質性を有している．

3．5．1 創造性評定（自己評定）

(1) 新奇性

新奇性評定は内的発見の有無や程度に関わっており，各評価の出現頻度を検討することで，新規な踊りの生成や，よく練習を行うパタン化された踊りの利用の割合を特定することができる．さらに条件間の比較を行うことで対戦相手のパフォーマンスによる影響を調べることも可能である．

結果を Table3 に記す．各新奇性評定に関して条件を要因とし対応のあるt検定を行った結果，有意差は見られなかった（新奇性評定1，2，3がそれぞれ t（9）=.14，t（9）=.45，t（9）=-.45）．一方で新奇性評定間の出現割合を比較すると，評定1が約70%と評定2，3に比べて高く，評定2が約25%と評定3に比べて高いと分かる．このことから，バトル場面では普段から練習している踊りが中心的に利用されていると分かる．これは本人の意識している「一定したパタンの利用」の割合が全体の 70%程度と非常に高いことも示している．同時に全体の7〜9%は，全く新しい動きであると認識されている．この実験に携わった非常に短い時間の中においても，このように全く新しい動きが生成されているということは，ブレイクダンスが，ダンサーにとって内的発見を伴う創造的な活動であることを意味しているだろう．

(2) 洗練度

洗練度評定についても普段練習する踊りとの質の差異を測定しており，新奇性評定と同様出現頻度の検討を通してバトル場面で使用される踊りの特徴を捉えることが可能である．

[2] 以後記す平均値は全て1条件3回の踊りにおける1回の踊りの平均とする．

Table5 観点「プランの有無」に関するカテゴリーの定義と結果

カテゴリー名	*プラン無し*	*踊りながらのプランニング*	*踊る前のプランニング*
定義	踊る内容を計画せずに臨んで生じた踊り	踊る内容について直前に思いつくことで生じた踊り	踊る内容について踊る前に計画を立てたことで生じた踊り
ソロ条件	2.37(1.16) 46%	1.8(0.5) 34%	1.03(0.85) 20%
バトル条件	2.07(0.9) 43%	1.6(0.97) 33%	1.17(1.12) 24%

Table6 観点「行われた踊りの特徴」に関するカテゴリーの定義と結果

カテゴリー名	*普段から行う踊り*	*状況に合わせた踊り*	*結果として異なった踊り*
定義	普段からよく練習している踊り	音楽や時間を考慮し，普段の踊りを調整して生じた踊り	意図は無いが，結果として生じた普段と異なる踊り
ソロ条件	2.7(1.16) 54%	1.43(0.74) 29%	0.83(0.55) 17%
バトル条件	2.6(1.26) 54%	1.4(0.7) 29%	0.83(0.63) 17%

Table7 観点「踊りに影響を与えた要因」に関するカテゴリーの定義と結果

カテゴリー名	*言及無し*	*音楽*	*対戦相手*	*体勢の崩れ*
定義	影響した要因について言及がない	音楽に合わせて調節を行う様子がある踊り	対戦相手を意識する様子が見られる踊り	前の動きや動きの途中で体勢が崩れたことに影響を受けた様子がある踊り
ソロ条件	3.2(1.3) 64%	1.5(0.9) 26%	0.07(0.57) 1%	0.43(0.45) 9%
バトル条件	2.27(1.02) 47%	1.4(0.93) 29%	0.57(0.37) 12%	0.6(0.42) 12%

結果を Table4 に記す．各洗練度評定に関して条件を要因とし対応のある t 検定を行ったところ有意差は見られなかった（洗練度 1 - 5 がそれぞれ t（9）=-.29，t（9）=-.23，t（9）=.32，t（9）=.36，t（9）=1.50）．条件間で洗練度評定に違いがないと言える．一方で洗練度評定間の出現割合を比較すると評定 2 が 25 - 30%，評定 3 が 35 - 40%と高いことが分かる．これより評定 2 と評定 3 という，普段の練習に近い洗練度の踊りが中心的に用いられることが分かる．

(3) 新奇性と洗練度

さらに新奇性評定，洗練度評定共に段階の高い踊り（新奇性評価 2 もしくは 3 かつ洗練度評価 4 もしくは 5）を特定し検討を行った．この踊りは新しさと質の高さを兼ね備えているとダンサー自身に評定された踊りであり，本人にとって今後利用していく価値が高い踊りであると考えられる．

結果はソロ条件では平均 0.37 個（0.7）で全体の約 7%，バトル条件では平均 0.47 個（0.73）で全体の約 10%と，出現割合が著しく低い．新奇性評定から示唆された「一定のパタンが約 70%使用されること」も考慮すると，一定のパタンを中心的に利用しながら少しずつ新しい発見を行っていく，というバトル場面の特徴が読み取れる．また対応のある t 検定の結果，条件間に有意差は見られなかった（t（9）=-.758）．

3．5．2　踊りにおける認知過程

この分析ではカテゴリーを作成した．まず回答内容をボトムアップに分類し，さらにインタビュー研究の結果と考察を踏まえ「プランの有無」,「行われた踊りの特徴」,「踊りに影響を与えた要因」の 3 観点から認知過程を分類した．

(1) プランの有無

カテゴリーの定義と該当した踊りの数を Table5 に記す．各カテゴリーについて条件を要因とした対応のある t 検定を行ったところ有意差は見られなかった（Table 左よりそれぞれ t(9)=1.49，t（9）=.67，t（9）=-.36）．このことから条件間に差異が見られないことが分かる．

一方でカテゴリー間の出現割合を見ると「プラン無し」の割合が 40% - 50%，「踊りながらのプランニング」が約 35%，「踊る前のプランニング」が 20% - 25%であった．インタビューからは活動の大部分でプランを立てる様子が想定されたが，実際はプランを立てずに踊る部分も多く見られることが分かる．また「プラン無し」に該当した内省では「状況に柔軟に対応するため，あえてプランを立てない」という報告も多く見られた．また踊りながらプランを立てる様子も多く見られることから，場面に合わせて踊りを調整しようとする意識を強く持って取り組んでいることが分かる．

Table8 自己評定の高い踊りの該当数 1(1 回の踊り平均)

	プランの有無		
	プラン無し	踊りながらのプランニング	踊る前のプランニング
ソロ	0.23(0.63) 64%	0.13(0.32) 36%	0(0) 0%
バトル	0.37(0.53) 73%	0.13(0.23) 27%	0(0) 0%

Table9 自己評定の高い踊りの該当数(1 回の踊り平均)

	行われた踊りの特徴		
	普段から行う踊り	状況に合わせた踊り	結果として異なった踊り
ソロ	0.03(0.11) 9%	0.3(0.58) 82%	0.03(0.11) 9%
バトル	0.03(0.11) 6%	0.33(0.74) 63%	0.17(0.28) 31%

Table10 自己評定の高い踊りの該当数 3(1 回の踊り平均)

	踊りに影響する要因			
	言及無し	音楽	対戦相手	体勢の崩れ
ソロ	0.17(0.36) 45%	0.2(0.42) 55%	0(0) 0%	0(0) 0%
バトル	0.07(0.14) 13%	0.27(0.44) 53%	0.07(0.14) 13%	0.1(0.22) 20%

(2) 行われた踊りの特徴

カテゴリーの定義と結果を Table6 に記す．各カテゴリーについて条件を要因とした対応のある t 検定を行ったところ有意差は見られなかった(左よりそれぞれ t (9) =.3, t (9) =.16, t (9) =.0)．

カテゴリー間の出現割合を見るとそれぞれ 54%，29%，17%であった．これより一定のパタンとも言える「普段通りの踊り」を中心的に利用していることが分かる．(1) で示唆されたように状況に合わせようとする意識は見られるが，結果として練習経験のある慣れたパタンを用いて踊りを行っている様子が分かる．その一方で，数は多くないが，状況に合わせて踊りを調整する場合や結果として踊りが変化してしまう場合も存在する．

なお「普段通りの踊り」の割合が新奇性評定から導かれた割合と比べ低くなっているが，これは普段から練習を行っている踊りを行ったとしても，対戦相手に合わせて行うなどの様子が見られる場合「状況に合わせた踊り」と判断したためである．

(3) 踊りに影響を与えた要因

カテゴリーの定義と結果を Table7 に記す．各カテゴリーについて条件を要因とした対応のある t 検定を行ったところ「言及無し」において有意傾向の差（t (9) =2.23, p=.05)，「対戦相手」で有意差（t (9) =.29, p=.001）が見られ，「音楽」「体勢の崩れ」に関して有意差は見られなかった（それぞれお t (9) =.29, t (9) =-.921)．「対戦相手」に関してはソロ条件で言及が少ないことは当然である．しかしバトル条件においては「言及無し」に該当する踊りの数が少なく，ダンサーが音楽や体勢の崩れなど，何かしらの刺激に対してより注意して踊っていたことが分かる．

またカテゴリー間の出現割合はソロ条件では左から 64%, 26%, 1%[3], 9%, バトル条件では 47%, 29%，12%，12%となっている．この観点は質問項目に入ってなく，ダンサーから自発的に発言があった場合のみ意識があったとされる．そのため「言及無し」が必然的に多くなっているが，他の割合を見ると「音楽」をある程度意識していることが分かる．また数は少ないものの「対戦相手」や「体勢の崩れ」に関する指摘も見られ，即興的に踊りを行う場面において「音楽」や「対戦相手」，「体勢の崩れ」などを意識していると分かる．

(4) 創造性自己評定の高い踊りの特徴

ここまで実験の中で行われた踊りの認知過程を概観したが，特に創造性が高いと自己評定された踊りが生じた過程は，何か特有の性質を有しているだろうか．この問いを検討するため「創造性自己評定の高い踊り」に焦点を絞り，同様の分析を行った．結果を Table8，9，10 に記す．また創造性が高いと評定された踊りは数が少ないため，条件を要因とする対応のある t 検定を行ったが全てにおいて有意差が見られなかった．そのため，各カテゴリーにおける割合を全ての踊りの場合と比

[3] ソロ条件の際,「バトルと同様対戦相手がいると思って踊って下さい」と教示したため，架空の相手への意識が生じたと思われる．

較することで分析を行っていく．

『プランの有無』に関するカテゴリーではソロ条件が左から 64%，36%，0%で，バトル条件が 73%，27%，0%であった．全ての踊りの場合は順に 40 - 50%，約 35%，20 - 25%であり，比較すると「プラン無し」の割合が高いことが分かる．このことから自己評定の高い踊りはプランを立てずに踊ることで生じる場合が多いと分かる．

次に『行われた踊りの特徴』に関するカテゴリーではソロ条件が上から 9%，82%，9%で，バトル条件が 7%，60%，33%であった．全ての踊りの場合は 54%，29%，17%であり，比較すると「状況に合わせた踊り」の割合が非常に多いことが分かる．またバトル条件では「結果として異なった踊り」の割合も多く，何らかの影響により変化した踊りを創造性が高いと自己評定することが多い．

さらに『踊りに影響する要因』に関するカテゴリーではソロ条件が 45%，55%，0%，0%で，バトル条件が 13%，53%，13%，20%であった．全ての踊りの場合は 45 - 65%，約 30%，1 - 15%，約 10%であり，比較すると「音楽」を強く意識していることが分かる．またバトル条件では「言及無し」の割合が極端に低く様々な刺激を意識していること，「体勢の崩れ」が 20%と高くバランスの崩れを強く意識することを通して自己評定の高い踊りが生じているケースが多く見られた．

以上から創造性評定の高い踊りの特徴として，プランが無い状態で状況に合わせて音楽などを意識して踊った際に生じる傾向があると分かる．特にバトル条件では，プランが無い中で音楽や体勢の崩れなどを意識することを通して偶然生じた踊りの中から創造的と自己評定される踊りが生じる場合があると考えられる．

実際に創造性評定の高かった踊りに関する内省報告を見てみると以下のような過程が想定される．1 例である Table11 にあるように，ダンサーは若干のプランを立てるものの，基本として状況に柔軟に対応できるよう準備してバトルに臨んでいる．ただし柔軟な対応を行おうと意識しても，普段から練習を行っているために自身の有する一定の傾向に捉われてしまう．しかし，体勢を崩したことや音楽を意識したことで半ば無意識にその枠から外れた踊りを行うことが可能となる．

Table11 体勢の崩れによる影響

S141:普段から新しい組み合わせが生じることはありますか。
B144:毎回ネタだけで踊り切ることがない。どういう技やろうかな，っていうのだけ。だから大体さっきの位だけ。短いのをやろうかな，っていう。あとはフリーにやるだけ。フリーズはいつきても出来るようにしてるかな。
S142:じゃあフリーで踊る時は自由な組み合わせで踊っていますか。
B145:自由な組み合わせかな。その中でも癖が多分あるから。毎回これやってるのもあるかもしんない。
S143:その癖という点から見ると，今の動きはどうですか。
B146:外れてる，外れてる。今のは多分見たTもおお，と思ったと思う。
S144:じゃあ何故今の動きが出てきたか，分かる範囲で教えて下さい。
B147:何だろう。多分体勢が普段終わった後と若干。このトラックスした後に。あと，踊っている時に何も考えていないから。
S145:踊っている時に何も考えてなくて，体勢がいつもと違っていた。
B148:違った。あと音かな。速くもなかったから。多分何か。

この過程は，問題解決や創造活動における既有知識による制約と緩和の過程に類似している[6][7]. 創造活動において既有知識に縛られた結果，新しいアイデアの着想が妨害されることは主張されてきたが[4]，この例でも既有のパタンへの捉われが生じていると分かる．先行研究では失敗経験のフィードバックや他者の生成物による影響により制約が緩和する過程が示唆されているが，ここでは体勢の崩れなどの失敗によって無意識的に制約が緩和していく過程が示唆されている．

3．5．3 踊りの客観的性質

4 要素の定義と試行秒数を Tabel12 に記す．各要素について条件を要因とし対応のある t 検定を行ったところ，パワームーブのみ有意差が見られた（t（9）=-2.58, p=.03）．このことよりバトル条件においては回転動作，跳躍動作を行うダイナミックな踊りが多く行われていると分かる．

また要素の切り換え数を検証するため，条件を要因とし対応のある t 検定を行ったところソロ条件が平均 4.49（1.7）秒に 1 回，バトル条件が平均 3.8（0.9）秒に 1 回切り換えており，有意差は見られなかった（t（9）=1.43）．ただ平均値差を見る限りバトル条件において 4 要素の切り換えが頻繁に生じていると捉えることもできる．

以上の分析よりバトル条件でダイナミックな踊

Table12 4 要素の定義と試行秒数

要素名	立ち踊り	フットワーク	パワームーブ	フリーズ
定義	立っている状態でステップを踏む動作を行う踊り	手を床についている状態または膝や大腿部を床についている状態で足を動かしていく動作を行う踊り	背中や頭，両腕など足以外の部分を軸にして回転運動や跳躍運動を行う踊り	背中や頭，両腕など足以外の部分を軸にして瞬間的に止まる動作を行う踊り
ソロ	11.6(3.6)	12.9(4.1)	4(2.1)	1.6(0.6)
バトル	11.2(2.8)	11.1(2.1)	5.5(2.2)	1.5(0.8)

りが多く行われることが示唆された．バトル条件において「音楽」や「体勢の崩れ」といった刺激への意識が多く見られたことを踏まえると，ダイナミックな踊りが増えた結果として体勢を崩すことが多くなると推測される．さらにバトル条件では体勢の崩れから内的発見を伴う踊りが生じる傾向があり，ダイナミックな踊りの増加によって体勢を崩しやすくなり，制約が緩和されることで内的発見が生じる，という一連の過程が想定される．

3．5．4．　実験結果のまとめ

実験より以下のことが示唆された．まずバトル場面では，一定のパタンが 50%以上（新奇性評定に基づくと約 70%）と中心的に利用されることである．また創造性が高いと自己評定される踊りの出現頻度が約 10%と非常に少ないことも示された．これらよりバトル場面には，今まで練習を行ったパタンを中心的に使用し，その中から新しく洗練された踊りを少しずつ見出していく過程が存在すると分かる．また音楽や対戦相手，現在の体勢など刺激となるものを意識しつつ場面に柔軟に対応していこうとする様子も見られる．しかし意識はするものの，結果としてやり慣れた一定のパタンを行ってしまう場合が多いことも事実である．

この一定のパタンへの陥りを抜け出す方法として「失敗(逸脱やエラー)を利用すること」が示唆されている．バトル条件ではダイナミックな踊りが多く行われ，体勢の崩れが生じやすくなる．一見失敗とも捉えられる体勢の崩れが流れとして利用されることで結果として制約が緩和し，バトル場面において新しい動きの発見が導かれている．

またプランを持たずに状況に対応するよう意識して踊ることで，新しい動きの発見が導かれることも示唆された．

4　総合考察

本研究は，創造活動におけるアイデアの発展や熟達化に重要な役割を果たす「内的発見」に焦点を当てながら，即興的な創造活動の一種であるブレイクダンスのバトル場面におけるダンサーの認知過程を明らかにすることを目指した．

結果として，一定のパタンを中心的に利用しながら自身にとって新しく発展価値のあるパタンを発見していくこと，その発見の過程において「体制の崩れ」というエラーをパタンから外れる刺激として(無意識的に)利用することが示唆された．また，対戦相手の存在が踊りに変化をもたらし，「体勢の崩れ」を生じやすくする可能性も推測される．この結果より，「一定パタンの利用」や「逸脱・エラーの利用」といった先行研究で示唆されていた各知見が，実際の創造活動においては複雑に関連し合っていることが明らかになった．即興的な創造活動に関する先行研究の知見の関連性を実証的に示したことは本研究の意義の 1 つである．

また美学辞典[14]では即興は全部分で新しい発見を保証するものではなく，活動を継続させるために決まったパタンを用いること，それが存在することで少しずつ瞬間的な飛躍が生じると主張されている．これは本研究の主張と類似する指摘である．しかし本研究では単にパタンが発展するのではなく，一度制約として働き，失敗によって緩和されることで新しい発見が生じるという複雑な過程が示唆されている．即興的な創造活動における表現やアイデアが発展するプロセスについて，失敗が制約緩和としての機能を持つ可能性があるということを示唆した意義は大きいと言える．

さらに内的発見に関しても新しい知見を加えている．創造活動における自身の生成物からのフィードバックや失敗経験からのフィードバックの有

効性は数多く示されているが[5][15]，それらは主に行為の後の省察によるものである．一方で「失敗」は行為の最中においても制約緩和という点で有効に機能する可能性が示唆された．これは失敗の有効性に関する新しい知見である．

一方でリサーチクエスチョンの１つである「対戦相手のパフォーマンスが利用されるプロセス」に関して明確な検証を行えていない．これは「対戦相手のパフォーマンスの利用」行動が少数しか見られず，条件間に大きな差異が見出せなかったためである．しかしインタビューや内省報告において相手の踊りを意識して踊りを変更する場合があること，パワームーブの試行秒数に有意な差が見られることなどを考えると，対戦相手による影響は間違いなく存在すると思われる．今後は実験計画の変更やさらなるデータ収集を通して検討を進める必要がある．

参考文献

[1]安藤花恵,（2002）”演劇の熟達化－脚本の読み取りから演技計画，演技遂行まで‐“，心理学研究, Vol.73, No.4, pp. 373‐379.

[2]Bailey, D,（1981）, IMPROVISATION, Tokyo:Kousakusha.

[3]Dunbar, K, (1993), “Concept discovery in a scientific domain.”, Cognitive Science, Vol.17, pp. 397-434.

[4]Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M., (1992), Creative cognition: Theory, research, and applications, Cambridge, MA: MIT Press.

[5]畑村洋太郎, (2003), 創造学のすすめ, 東京:講談社

[6]開一夫・鈴木宏昭,（1998）, “表象変化の動的緩和理論:洞察メカニズムの解明に向けて”, 認知科学, Vol.5, No.2, pp.69-79.

[7]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.

[8]Kulkarni, D., & Simon, H.A,（1998）, “The process of scientific discovery: The strategy of experimentation”, Cognitive Science, Vol.12, pp.139-175.

[9]Mendonca, D. & Wallace, W. A., (2004), “Cognition in Jazz Improvisation: An Exploratory Study”, Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Chicago: USA

[10]OHJI,（2001）, ROOTS OF STREET DANCE,東京:ぶんか社.

[11]Okada, T. & Simon, H. A. (1997), “Collaborative discovery in a scientific domain”, Cognitive Science, Vol. 22, pp.107-130.

[12]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.

[13]Pressing, J, (1984), “Cognitive processes in improvisation”, Cognitive processes in the perception of art, Amsterdam: North Holland.

[14]佐々木健一,（1995）, 美学辞典, 東京:東京大学出版会.

[15]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.

[16]田柳恵美子,（2010）, “音楽のパフォーマンスデザインとイノベーション:ジャズにおける即興と革新を事例として”, 認知科学, Vol.17, No. 3, pp. 459-473.

[17]土倉英志,（2010）, “創作プロセスにおけるプランの役割の検討:映画撮影のフィールド研究”, 認知科学, Vol.17, No.4, pp.713-728.

[18]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.

他者の状態推定に基づく対人インタラクションロボットの行動戦略

Human Interaction Robot's Action Strategy based on State Estimation of others

横山絢美[*1] 大森隆司[*2] 阿部香澄[*3] 長井隆行[*4]
Ayami Yokoyama Takashi Omori Kasumi Abe Takayuki Nagai

[*1]玉川大学 Tamagawa University
[*2]電気通信大学 The University of Electro-Communications

In order to realize a human - robot interaction, we proposed a model of human intention estimation process and analyzed a human action decision process. And, most important action decision processes are Meta-strategy that behind the decision. Meta-strategy is a system to change own action decision strategy according to the situation.

In this study, we implemented a playmate robot that can play with a child according to the analysis. We used a task that the robot estimates the player's interest to the robot by using the facial information (smile level, facial direction or gaze direction etc.). We propose the play module switching strategy based on the player's state estimation.

1. はじめに

近年，ロボット技術が飛躍的に進歩し，介護やレスキューといった社会的ニーズに答えるロボットから，ペットロボットのようなエンターテインメントとしてのロボットなど，様々な知的能力を持ったロボットの実用化が進んでいる．日常生活で人と関わりながら活躍するロボットには，単なる機械的あるいは情報的な機能だけでなく，人間との協調作業やエージェントを介した人間同士のコミュニケーション支援など，メンタルな領域でも活動できるロボットが期待されている．この実現には，ロボット自身が他者の意図を推定し，それに合せて自身の行動を変えるような，ユーザーの心的過程に接点を持つ機能が必要とされよう．

本稿では，ロボットがこのような機能を実現するため，他者の意図推定に基づく行動決定過程の計算モデルについて述べ，さらに大人と子供の遊びを題材とした人のメタ戦略的行動のモデルベース分析について報告する．

2. 他者の意図推定に基づく行動決定

我々は常に他者と相互作用をし，その過程で他者の意図あるいは行動予測を行っている．このような，他者の意図推定/行動予測は他者とのコミュニケーションを実現するための重要な手段と考える．問題は，他者の意図を推定する方法である．

本稿では，特定の行動にはその裏に何か達成したい意図または目標があると考える．その目標の達成のため，我々は自身の取りうる行動の効果を予測し，自身の行動を決定すると考える．しかし，我々は他者の意図を直接観測する事は出来ない．一方で我々は，他者の置かれている状況とその振舞いの観測はできる．そこで，我々は他者の行動を観察し，他者の状況を自己に置き換え，自分であればこのように考えて次にこう行動する，というように他者の意図を推定していると考えられる．その過程については以下のように定式化されよう．

我々が日常生活で行なう行動決定の戦略として，他者の行動観察をもとに自己の行動を決める受動的な行動決定と，他者に自己の意図を推定させて他者に自信にとって望ましい意図あるいは行動を誘導する能動的な行動決定があろう．

受動的戦略とは，他者から自己への一方向的な情報の流れにもとづく行動決定であり，この戦略で我々が思い描く振舞いは，他者の行動からその意図を推定し，それにもとづいて自身の行動を決定するというものであろう．我々はこの行動戦略 [1] を「レベル 1 の戦略」と呼ぶ．ここでレベルとは，他者の意図を推定する深さを表している．



図 1: 他者の意図推定



図 2: 行動決定戦略

また，この他にも「自身は他者からどのように思われているか」というように，他者の自身に問る推定まで一段深く推定する戦略もある．我々はこのような行動戦略を「レベル 2 の戦略」と呼ぶ．

一方，能動的戦略では，まず自己の意図を決める．そして，自己の意図を明示的に他者に見せることで他者の意図に影響を与え，結果的に他者の意図を誘導しようという戦略で [2] ある．この戦略には相手の意図推定が含まれないため，我々はこの行動戦略を「レベル 0*の戦略」と呼ぶ．

また，受動的／能動的戦略のどちらでもない振舞いとして，他者の意図推定など行なわず，自己の目標に向かって突き進むという戦略もありえる．我々はこのような行動戦略を「レベル

連絡先: 横山絢美，玉川学園，町田市玉川学園６－１－１
Ayami_Yokoyama_U@k12.tamagawa.ed.jp

0 の戦略」と呼ぶ.

3. 対人インタラクションロボット

3.1 遊びロボット

この行動決定戦略に基づき実際に人とインタラクションするロボットを作成し，その評価により本戦略の妥当性を検討するため，家庭用サービスロボットとしての遊びロボットシステムの構築を試みた [3]．この遊びシステムは，単にロボットが遊びのデモをするのではなく，人とロボットが相互に主導権を持ってインタラクティブに遊び，その過程でロボットが人の意図や心的状態を推定して行動決定することを目標とする．

3.2 保育士－子供遊び観察

遊びロボットを実現するにあたり，ロボットはどのような指標をもとに子供の状態を推定し，その意欲を維持する手段の実行や遊びの切り替えなどを行ば良いのだろうか．我々はこの問いを，子供とのインタラクションのエキスパートである保育士はいかにして子供を飽きさせずに遊ぶのか，そこに何か戦略はあるのか，という疑問に置き換え，保育士が初対面の子供を飽きさせずに遊んでいく過程を観察し，その行動戦略を分析した．

観察では，保育士と子供が遊ぶ様子をビデオカメラで撮影し，実験中の子供の注意の程度がどのように変化するのか，保育士はどのように子供の興味を回復させるのか，子供のどのような振る舞いをどのタイミングで観測しているのか，どんな対話をするのかなど現実場面における保育士のインタラクション戦略の分析を試みた．

3.3 遊び観察概要

保育士には子供を飽きさせずに遊ぶようお願いし，子供と保育士が遊んでいる様子を記録した．また，実験後には子供の何をどのタイミングで見たかなど，各場面における行動戦略について，実験ビデオを見ながら口述で回想してもらった．観察時間は 30 分で，次の 5 つの遊びを行った．

1. どっちに入っているか？

   手に石を隠し，どちらの手に入っているかを当てっこする．

2. 絵本の読み聞かせ

   絵本の読み聞かせをし，その中で「これは何かな？」などと問いかけながら一緒に読み進めていく．

3. カードゲーム１０枚のトランプで神経衰弱をする．

4. カプラ（木製積み木）遊び

   細長い板 (カプラ) を積み上げたり，組み合わせながら，どれくらい高く積めるかを競争する．

5. 文字遊び（文字カード）

   ひらがなが一字ずつ書かれたカードを使い，様々な単語や文章を作ったり，しりとりをする．

3.4 子どもの行動観察

この遊び観察では，実験環境や保育士など児童にとって初めてのものばかりで，児童は最初はかなりの緊張状態にあった．しかし，保育士との会話や遊びを通して次第にその場の環境に慣れていき，徐々に遊びを楽しむ様子が見られた．しかし，同じ遊びを続けていると次第にその遊びにも飽き，興味が他のものへと移っていき，別の遊びがはじまると，再びその遊びに対して楽しい，面白いという状態に戻るというような状態遷移が観察された (図３赤枠).

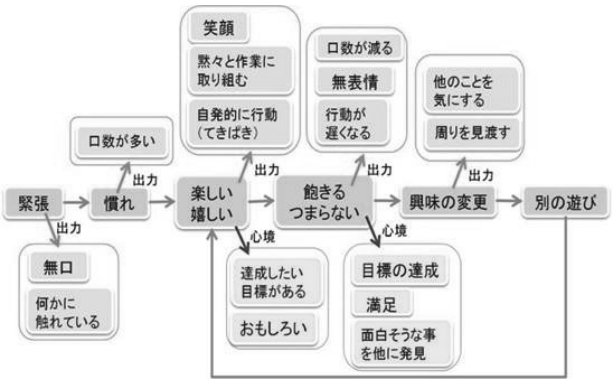


図 3: 特徴的な児童の振舞い

また，図３赤枠に示す子供の状態遷移について，それぞれの状態における特徴的な振る舞いも観察できた．例えば,「緊張」状態では口数が少なく手を後ろに組んでいたり，何かをずっと握っているという行動がよくみられる．また，少し緊張が和らいだ「慣れ」状態では口数が次第に増え,「楽しい/嬉しい」状態では笑顔を見せたり，黙々と作業に打ち込んでいて，話しかけても聞き流すなどの行動が観察された．

一方,「飽きる/つまらない」状態では,「楽しい/嬉しい」状態と比べて口数は減少し，無表情になったり，周りを気にするなどの行動が多く見られた．

これらの行動観察から，子供は「楽しい/嬉しい」状態においては，何か達成したい目標がある，遊び自体がとても面白いという心境にあり，反対に「飽きた/つまらない」状態では，目標を達成し終えて満足した，他に面白そうな事を見つけたなどの心境にあると考えられる．これらの状態は，例えば保護者や保育者は動画像からでもある程度の推定が可能であり，子供の状態表現の指標として有効である可能性が高い．

3.5 保育士の行動戦略

図３に示す児童の状態は，基本的には時間の遷移とともに自然に移り変わるものと考えられる．それに対し，保育士が取った行動はこれらの時間変化を短縮あるいは延長させる行為ととらえることができる．

例えば，児童が緊張状態にある時には，会話や共同作業などを通して緊張→慣れ，慣れ→楽しいというように，次の状態へ移る時間を短縮させていたと捉えることができる．また，楽しい状態では，勝たせたり，褒めたりすることで楽しいという状態を引き延ばしている．一方，児童が飽き状態になりつつある際に,「間違えてももう一回できるよ」などと声をかけて児童の状態を楽しい状態へと戻す新たなパスを作るという行為も観察された．

さらに，観察後に行った回想報告からは，保育士がこの遊びの時間全体を通じて子供の遊びに対する姿勢を推定し，その後の遊び戦略を考えていたことが窺がわれた．例えば，カードゲームでは子供がこの遊びをどの程度理解しているかを判断して手加減の程度を決めたり，絵本を読み聞かせながら，どの程度ひらがなが読めるかなどを判断し，文字遊びで用いる単語数を決めるなどの戦略を用いていた事が明らかとなった．

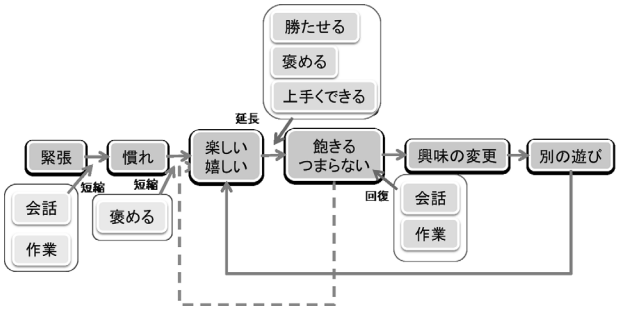


図 4: 保育士の行動決定戦略

4. ロボットへの実装

4.1 人の顔情報を用いた興味度推定

保育士と子供の遊びの観察により，子供の状態推定の指標として，顔情報，行動パターン，会話情報が使えそうであることが判った [4]．そこで，我々は人の顔情報に注目し，顔表情検出ソフト OKAO Vision（オムロン株式会社）の顔向き検出機能および笑顔度評価機能を使用して，子供の遊びに対する興味度を計測した．

我々は OKAO Visoin を用い，ロボットと子供が向き合った状態で，子供の視線がロボットまたは遊びの対象領域に向いていれば，子供は遊びに注意を向けていると考え，その視線方向を顔向きのトラッキングにより推定した．そして本研究では，興味度 d(t) を以下のように定義した．

$$d(t) = t + \sum l - 1k = t(h(k) + s(k))/2l \qquad (1)$$

ここで，$s(t)$ は時刻 t における笑顔度，$h(t) \in 0,1$ は顔向きである．$h(t)$ はプレイヤーがロボットまたは遊びの対象領域を向いている場合を 1 とし，それ以外を 0 とする．l はフレーム長である．

5. 興味度測定指標の検討

5.1 ロボットとのチャット実験

この興味度指標が，タスクに対する被験者の興味をどの程度計測可能であるか評価するため，ロボットと児童による対話実験を行った [5]．

被験者 (6 歳児，男女各 1 名) にはロボットの前に座って対話をしてもらい，その間の被験者の状態を計測した．また，我々はこの実験を通して，ボットとの会話に対する子供の興味度がどのように変化していくのか，その変化の様子を観察するため，ロボットの会話戦略として，次に示す 3 つのフェーズを用意した．

条件 **1**：一度きりの質問の連続 (約 **5** 分間)
質問を投げかけるばかりで，子供の返事や問いに対する応答はしない．

条件 **2**：一度だけ返答 (約 **3** 分間)
一度きりの会話に加え，子供からの発話に対して 1 度だけ応答．

条件 **3**：オペーレータとの会話 (約 **3** 分間)
チャット機能を用いてほぼ自由に対話する．

条件 1 では，子供ははじめはロボットとの会話に興味を示すが，ロボットの会話パターンが一定であるため，次第に子供は何か言いたくなって様々な会話を始める．しかし，その会話に対してロボットは応答をしないため，次第に面白くなくなり「飽き」状態へ遷移する．

子供の状態が「飽き」になったところでロボットの会話戦略が条件 2 に移り，これまで話しかけても応答しなかったロボットが，一度だけ応答をするようになる．これにより，子供の興味度は一時的に回復するが，ロボットが応答をするのは 1 度きりであるため，再び「飽き」状態に戻る．

そこで，今度はロボットの会話戦略が条件 3 に移り，子供からの会話にロボットが興味を示すようになる．すると，会話が自然と弾み，ロボットに対する子供の注目度が向上すると同時に，ロボットとの会話に対する興味度も回復した．図 5 に被験者の興味度を前記の式で評価した結果を示す．

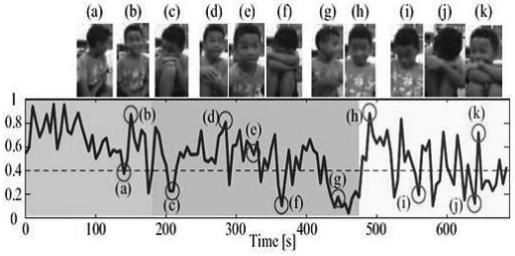


図 5: チャット実験結果

図 5 は縦軸が興味度，横軸が経過時間を示し，5 秒毎に興味度を計算してプロットした．経過時間は実験開始から３００秒まで（赤部分）は条件 1 区間，３００秒から４８０秒まで（青部分）は条件 2 区間，４８０秒以降（黄部分）は条件 3 区間である．この結果，５００秒付近で興味度が急上昇している．実際に，フェーズ 3 の開始は約４８０秒程度であり，ロボットの会話方略が変わった効果と考えられる．

また，(a)〜(k) は実験中の被験者の様子を示したものであり，これらの状態と興味度の結果もおおむね一致していた．

次に，実験のビデオを見ながら，人間がプレイヤーの状態を興味あり / なしに手動でラベル付けを行った．そして，この人間の評価と閾値で興味度を興味あり/なしに分類した結果を比較した結果を図 6 に示す．

顔向きと笑顔度から算出した興味度について，その値が 0.45 よりも大きい場合を興味あり，0.45 よりも小さい場合を興味なしと設定した場合に，人間の評価による興味度と最も一致した．特に条件 3 の開始前（450 秒付近）の被験者の飽きが計測できていることが分かる．これらの事より，顔向きと笑顔度による興味度でプレイヤーの状態を推定することはある程度は可能であると考える．

5.2 ロボットとのカードゲーム

ロボットに実装する遊びの一つとして，子供とロボットによるカードゲーム（神経衰弱）を行った．ロボットの行動パターンとして「ゲームの初めにじゃんけんをして順番を決める」，「相手の順番で相手の引いたカードに合わせて喜ぶ (悲しむ)」，

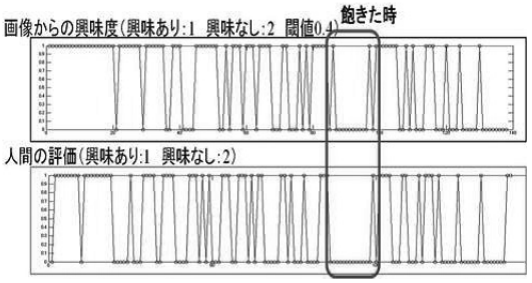


図 6: チャット実験における興味度評価

「ロボットの順番の時に一致する２枚のカードを選ぶ」などを用意した．

ただ，使用したロボットのハンドではテーブル上のカードはつかめないため，ロボットはカードを指差して被験者に裏返してくれるよう頼んだ．

5.3 実験結果

カードゲーム中の被験者の興味度を画像から５秒間隔で計測し，人間の判断による評価と比較した結果を図７に示す．

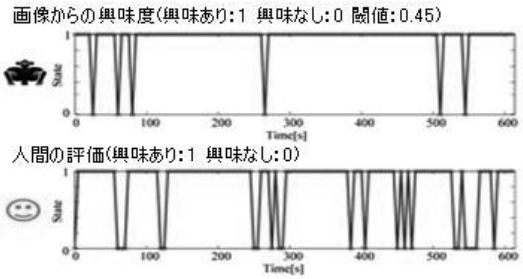


図 7: 興味度評価の比較

図７の上段は興味度指標を用いた評価，下段は人手による評価の結果であり，チャット時と同様に閾値を０．４５に設定した．上下のグラフを比較すると，チャット実験結果よりも一致率が低い事が分かる．この差について，カードゲームではカードをめくるなど，ロボットが動くため，被験者は最初ロボットを怖がって，笑顔が見られなかった事によると考える．この事は，実験中の被験者の表情変化からも明白である (図８)．



図 8: 表情変化

6. 考察

ロボットと子供の遊び実験を通し，子供と遊べる遊びロボットシステムの基礎的機能を評価した．このシステムを利用すれば，例えば興味度が低い値を連続して示している場合，ロボットは遊びを切り替えて，子供を飽きさせずに長時間遊べることが期待される．

また，提案した顔情報を用いた興味度推定指標はある程度は子供の状態を推定できることが示された一方で，過度の緊張状態などでは表情に状態が現れにくいことがあり，改善すべき点があることも明らかになった．より適応度の高いロボットの実現のためには，顔情報を用いた興味度の推定以外の指標も必要となるだろう．

保育者が子供の興味を維持するためにとった行動戦略は，子供モデルにもとづく行動探索であった．概念的にはその処理は従来の人工知能的な行動探索で説明できるが，一方でその子供モデルとはどういうものなのかという点については本研究では明らかにはならなかった．ロボットと子供の遊びを実装するうえでその知識の表現は極めて重要であり，現象観察と構成的手法の双方から追及すべき問題である．

7. まとめ

本稿では高度な対人支援ロボットを実現するため，受動的／能動的な行動決定といった他者の意図推定に基づく行動決定過程を計算モデル化し，高度な対人支援に必要な要素機能を検討した．

また，保育士と子供の遊び観察により，ロボットに実装する際に必要な他者の状態推定指標を検討し，人の行動決定過程の仕組みをモデル化した．また，提案した興味度推定の指標を，人とロボットによるインタラクション実験で評価をし，子供の状態を推定できる可能性が示唆された．

今後は，ロボットと人によるインタラクション実験により，被験者の状態推定指標や人間行動をベースとしたロボットの行動決定モデルの確立を目的とし，対人支援のような高度なサービス機能をロボットで実現するため，相手の意図を推定し，状況に応じて行動決定を行うような，人間の柔軟な行動決定過程の理解を目指す．

参考文献

[1] 長田悠吾, 石川悟, 大森隆司, 森川幸治 : 他者意図の推定に基づく協調行動の計算モデル化, 第 20 回人工知能学会全国大会, 1B4-2(2006).

[2] 横山絢美, 大森隆司: 協調課題における意図推定に基づく行動決定過程のモデル的解析, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J92-A, No.11, pp.734-742, Nov.2009

[3] 阿部香澄, 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: 子供や高齢者の遊び相手をする Playmate robot の実現と課題, 電気学会計測研究会, IM-10-081, 2010

[4] Ayami Yokoyama, Takashi Omori: Modeling of Human intention estimation process in social interaction scene, WCCI2010, Fuzzy Decision/MMI #247, July.2010

協調学習形式の散文理解における類推と比ゆの効果（II）

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・教養部）
North-Asia University(mitsuda@nau ac.jp)

Abstract: This study explores how learners in small groups influence each other in computorized text comprehension tasks.

Keyword:metaphor,collaboration,text reading

目的：web 上の協調学習形式で散文理解を求めた実験で比ゆ,類推と教示効果による理解促進を指摘した（光田,日心'11）のに引き続き,教示と比ゆ理解による表象の図式化と討議内容の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)「東大奴隷と慶応貴族」(週刊東洋経済誌,'95）より,東大出の官僚,トルコ帝国の奴隷出身官僚,江戸幕府の要人,帝政ロシアの貴族出身官僚,企業が選ぶ幹部要員と慶応出の二世経営者を例として「人材選抜の基本が身分か能力か,公正な選抜か否か」を述べた個所 29 文を端末画面で大阪経済大 2 年生 52 名が個別に閲読した。(ロ）参加者の半数には閲読直後に下記の内容再認とその下位技能のそれぞれの検査項目に対してマウスで選択反応入力を求め,次にチャット画面で 10 分間「貴族・奴隷という比ゆ的な表現の基本的内容は何か」を討議（検査先行)。半数はこの討議の後に下記の再認とその下位技能検査を行った（討議先行)。各群の 1/3 は上記の「この文は人材選抜が公正か否か,能力か身分か」を先行オルグとして提示した他,「選ばれて一代貴族」との比ゆ的表現を与え, 1/3 は上記の先行オルグのみ,残る 1/3 は無教示とした計 6 群にほぼ等数ずつ割り当てた。(ハ）(a) 検査項目は逐語/推理再認検査 8 項,(b)閲読内容とは無関係の 4 項類推の課題 4 項,(c)文字系列と数量を用いた予測課題,(d)過剰類推（狸,猫,狼・・狡）,(e)直喩と比ゆの差の理解,(f)閲読文の登場人物分類基準の理解程度評定値,(g)類推と比ゆの写像範囲の差の理解程度の評定値の各々に関してマウス入力を求めた。(ニ）上記（イ）の登場人物相互間の類似性評定値を求めた。(ホ）上記（ロ）のチャット記録画面を見て集団内対人態度 (Bales & Cohen' 78) として,(a)親和性,(b)課題志向性と (c) リーダーシップの各々の自己評定値とメンバー 5 人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,(e)集団内での評価懸念等の自己評定値（5 段階）の入力を求めた。

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,課題志向性と親和性の自己評定値は検査先行>討議先行を示す主効果(5%)以外に,（ロ）先行オルグのみを提示した条件下では親和性と集団参加への満足度の相関及び親和性―課題志向性の相関係数値は討議先行>検査先行(5%)が示された。このほか,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思考動機得点の向上が得られた一方, 検査先行・無教示の条件下で思考動機の低下が示された。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ることなく, 直接的・指示的な手がかりとなる先行オルグに従う方向での内容理解を試みて討議内容を収束する。（ニ）web 上の討議におけるリーダーシップの相互評定値（提案した, 意見集約したなど）は無教示>先行オルグのみ>比ゆと先行オルグ併用を示す主効果(1%)が得られたほか,リーダーシップと親和性との相関係数値も同様の結果を示し得た。特に討議先行条件下ではリーダーシップと親和性との相関係数値の低下が顕著に示された。その一方,リーダーシップの自己評定値と相互評定値の相関は上記とは逆に比ゆと先行オルグ併用>先行オルグ>無教示となる。

考察： web 上の内容討議が再認とその下位技能の検査に先行する条件下で閲読文の比ゆ的な理解を求めた際には不完全な初期理解の共有(亀田,'97)が生じて,リーダーシップが発揮された場合には親和性の低下が示される一方,安易な同調や社会的手抜きが生じるよりも,比ゆ理解による思考動機の向上とリーダーシップに関する自他の評価の一致が見られる。写像範囲の規定と合意に向けた教示が今後の課題となった。

主な文献：Suthers, D. D. et als, Beyondthreaded discussion. *Computers & Education* 50 (2008) 1103 – 1127.

触覚刺激における連想語とその表出過程
Associated words and recognition process in tactile system

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

This study investigated characteristic of the tactile concepts from the contents of the associated words and the characteristic of the recognition process to relate to the expression process of the association word using a word association task through sense of touch stimulation by the surface material of the file.

Keywords — tactile, word association, thinking

１．はじめに

触覚は，発達する最初の感覚であり，物理的な体験として外界の対象物を理解する上で重要な感覚である（e.g., Barnett, 1972; Gottlieb, 1971）。われわれが外界対象物を認識する場合に，視覚から取り込んだ情報だけで認識しているのだけではなく，視覚や聴覚，触覚，味覚，嗅覚などの各感覚様式の処理過程から得た情報を交差し合うことで認識に至る。その認識に至ったものを言語的に意味的に取り扱うためには心的表象としての概念が不可欠であり，この概念には各感覚様式に相応したものが存在する。ある概念が活性化されるとそれに関する視覚的，聴覚的，嗅覚的，触覚的，味覚的概念も活性化されると Paradi(2000)は考えている。つまり，物体の認知や物体の言語化は，物体に関する感覚情報を基とした概念がクロスモーダルなネットワークとして活性化するプロセスだと考えることができる。しかしながら，物体認知のプロセスに関わる各感覚様式の概念において，視覚や聴覚，嗅覚，味覚において検討はなされているが，触覚については十分に検討がなされているとは言えない。

そこで我々は，触覚を通して認知した物体を言語化する際の基盤である触覚的概念（心的表象）を明らかにすることを試みた。このような概念を検索する実験手法として連想法がある。八坂(2009)の研究において，触覚もしくは視覚を通して物体を連想するときに働く思考プロセスをインタビューの内容から分析を行い，触覚と視覚に同様の思考プロセスが存在することを明らかにした。その中の思考プロセスとして，触感から直接連想する方略やその触感から過去の経験や日常記憶を通じて連想する方略，連想した物からさらに連想する方略などの様々な思考プロセスを確認した。これらの結果は，連想法を実施するにあたって触覚情報のみで連想法が実施可能であること，連想語の表出過程を検索する際の参考になりうると考えた。そこで今回はその研究の発展として，触覚のみに焦点を当て類似した実験方法を用い，その課題から得られる連想語の内容に着目し，その内容から触覚の概念（知識構造）の特徴と，さらに，その連想語の表出過程に関わる思考プロセスの特徴を明らかにすることを目的とした。

２．方法

実験参加者は，実験の概要を説明した上で同意が得られた，触覚に機能障害を有しない健常成人 33 名（平均年齢 22.2±2.4 歳，男性 17 人，女性 16 人，右利き 31 人，左利き 2 人）とした。

実験材料は，八坂(2009)の研究において紙・紙やすり・布の表面素材が異なる実験材料の中で連想語数がより多くばらつきが少なかった素材が紙やすりであったため，本実験においてもより多くの安定した連想語反応数を得られるように紙やすり（#120）を選択した。また，本実験で用いた質問紙は，八坂（2009）で得られた 5 つ思考方略の定義を参考に作成した。この質問紙には，以下の 8 つの思考方略を記した。1. 直観的に回答を得た（以下，思考 1)。2. 一度答えた連想語を通じ，その語に関係する物品を連想させて回答を得た（以下，思考 2)。3. 一度答えた連想語を通じ，その語と関係する状況や場面を思い出し，その中から当てはまりそうなものを見つけ，回答を得た（以下，思考 3)。4. 過去に使用したことがある物品を思い出して回答を得た（以下，思考 4)。5. 日常の生活場面を思い出して，その場面から当てはまりそうなものを見つけ，回答を得た（以下，思考 5)。6. 昔の出来事や場面を思い出して，そこから当てはまりそうなものを見つけ，回答を得た（以下，思考 6)。7. 現状況（この部屋）の場面から，当てはまりそうなものを見つけ，回答を得た（以下，思考 7)。8. その他の方法で回答を得た（以下，思考 8)。思考 8 を選んだものにはその方法を自由記載できる欄を設けた。

実験環境として，参加者を机に向かって着座させ，刺激材料を参加者の利き手側の手元に提示した。また，手元の視野を遮蔽する目的でその実験材料を Box 内の底に敷いた。接触は，能動的に利き手の示指の指先にて刺激材料に触れてもらった。

実験手続きとして，個別にて実験を行った。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）課題中の回答に至るまでに頭の中で考えたことや思考したことを課題終了後にアンケートにて聴取すること，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語連想課題の練習を行った。練習時にはアンケート聴取を行わなかった。その後，本実験に入った。課題終了後，回答した連想語の個数分の枚数の質問紙を与え，それぞれの連想語にその連想語が表出に至るまでの思考方略を思考１から思考８の中から選ばせた。

分析は，１）語連想課題で得られた連想語および各思考の連想語と利用頻度を集計，２）質問紙から得られる各連想語表出時に利用する各思考方略について χ^2 検定により各思考方略の利用頻度の差の検討を行った。

３．結果

連想語総数は 195 語であり，一人当たりの平均は 5.91±3.29 語であった。また連想語の整理にあたっては，物品的に類似したものであっても表現が異なる場合（例えば，新体操のマット，玄関マット，マット）は別々のものとして集計した結果，連想語種数は 85 種であった。各思考の利用頻度に関して，思考 1 は 33，思考 2 は 36，思考 3 は 28，思考 4 は 31，思考 5 は 24，思考 6 は 40，思考 7 は 0，思考 8 は 3 であった。全体ならびに各思考の連想語の順位の詳細を表 1，2 に示す。各思考間の利用頻度の差において，利用なしもしくは少数利用だった思考 7・8 を除外し，思考 1 から思考 6 の利用頻度で統計的検討を行った。その結果，思考間の利用頻度の差において有意差を認めなかった（χ^2=5.06, f=5, p=0.41）。

表 1　触覚刺激に基づく連想表（連想語総数 195）

連想語	個数	割合※
やすり	20	10.3
コンクリート	12	6.2
砂	12	6.2
紙やすり	12	6.2
壁	10	5.1
石	8	4.1
アスファルト	8	4.1
木	6	3.1
滑り止め	5	2.6
レンガ	4	2.1
髭	4	2.1
錆	3	1.5
マジックテープ	3	1.5
砂利	3	1.5
陶器	2	1.0
ブロック	2	1.0
包丁研ぎ	2	1.0
岩	2	1.0
ターターントラック	2	1.0
堤防	2	1.0
スポンジ	2	1.0
軽石	2	1.0
タオル	2	1.0
爪切り	2	1.0
板	2	1.0
鉄やすり	2	1.0
おろし器	2	1.0
ゴキブリホイホイ	2	1.0

（※ 割合(%)＝連想語数／連想語総数）

表 2　各思考の連想表

思考 1（全 33 個）

連想語	個数
やすり	11
紙やすり	4
コンクリート	2
砂	2
ゴキブリホイホイ	2

思考 2（全 36 個）

連想語	個数
砂	6
石	4
コンクリート	3
アスファルト	3
滑り止め	2
砂利	2
おろし器	2

思考 3（全 28 個）

連想語	個数
コンクリート	4
壁	3
レンガ	3
砂	2
木	2

思考 4（全 31 個）

連想語	個数
紙やすり	7
やすり	5

思考 5（全 24 個）

連想語	個数
壁	4
アスファルト	3
やすり	2

思考 6（全 40 個）

連想語	個数
木	3
錆	3
やすり	2
コンクリート	2
砂	2
石	2
陶器	2

思考 8（全 3 個）

連想語	個数
ゴム	1
ささくれ	1
擦り傷	1

4．考察

本研究では，やすりの触覚情報による語連想課題の観点から触覚的概念の内容の確認を試み，課題から得られた連想語の集計を行った。今回得られた連想語の内容の特徴として，実験材料そのものの回答だけではなく，日常生活外に存在する物が多く確認された。やすりは日常的に触れる機会が多くない触感である [5]ことから，今回の連想語の内容もこのことを反映していると思われる。今回は紙やすりのみの実験材料であったため、今後は日常的に触れる機会が多い表面素材を通じて連想語内容の特徴を見いだし，接触機会の違いによる触覚的概念の特徴を確認する必要があると思われる。

また，連想語の表出過程における思考方略において各思考間の利用頻度に有意な差を認めず，様々な方略を利用していた。各思考の連想語の内容として，実験材料である『やすり』、『紙やすり』の回答に関しては，思考１や思考４を通じて表出しているのに対し、実験材料外の物品名の回答に関しては，思考２・３・５・６・８を通じて回答していた。このことから，実験材料ではない物品を連想させる際に情景を伴うような長期記憶を想起させ表出させていることが伺える。このことは，連想語の表出過程において，記憶想起における認知活動や過去の経験などの長期記憶に関する内容が個人間に左右される可能性があると推測される。今回は思考方略を制限しなかったため、今後は思考方略の提示の有無の違いにより連想語の内容や連想語数にどのような影響を及ぼすかを検討する必要があると思われる。

5．参考文献

[1] Barnett,K. (1972). “A theoretical construct of the concepts of touch as they relate to nursing.”, Nursing Research 21, 102-110.

[2] Gottlieb,G. (1971). “Ontogenesis of

sensory function in birds and mammals.”, in: Tobach, E., Aronson, L.R., Shaw, E. (Eds.), The Biopsychology of Development. Pp67-128.

[3] Paradis, M. (200). “Cerebral representation of bilingual concepts.”, Bilingualism: Language and Cognition 3(1), 22-24

[4] 八坂一彦, 八木文雄 (2009). “触覚系と視覚系における物体再認過程の修正版グランデッド・セオリー・アプローチによる分析”. 理学療法科学 24(2), 215-220

[5] 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)

英語リスニングにおける協調学習の有効性
～リスニングにおける建設的相互作用モデル～
Effects of Collaborative Learning on English Listening

遠藤　宏[†], 白水　始[††], 三宅　なほみ[‡]
Hiromu Endou,　Hajime shirouzu,　Nahomi Miyake

エィ・ダブリュ・サービス[†], 中京大学[††], 東京大学[‡]
AW Service Co. LTD., Chukyo University, The University of Tokyo
cugs.room.f.166@gmail.com

Abstract

This paper examined the effects of collaboration on learning of English listening through two different listening strategies. We compared two conditions, one of which made paired college students conscious of the meaning of sentences they listened through discussion (Meaning group), while the other made them repeat what they listened to check the gap between their listening results and original material (Pronunciation group). Results showed that Meaning groups constructed sentences adaptively by caring contexts or meaning of the whole sentences and dictated function words which were difficult to listen. Detailed process analyses implied that talking about meaning forced pairs to reflect upon the material globally, which enhanced each member to take turns to construct the whole from what they had listened.

Keywords — Collaborative Learning, Collaborative Dictation, Learning Process, Dictogloss

1.　導入

本研究では，英語リスニングを協調的に行う際に，聞こえた音声を意識させ文章を構成させる群と，意味を意識させ文章を構成させる群を設けて，その学習プロセスと効果を比較・検討した．

日本の多くの学習者は，単語や定型的な文・句を暗記し機械的に適用することで英語力を向上することができると考えている．リスニング学習ならば，聞こえた音をボトムアップに暗記済みの既有知識に照らして内容を理解していくことを重視する．これは，認知研究で言われているデータ駆動型処理にあたるものである．一方で，本来，母国語を使用し会話をする際には，聞こえた断片的な単語や文を自らの解釈によってつなぎ合わせて，トップダウンに聞き取れなかった箇所を補いながら理解していると考えられる．この過程は，データ駆動型処理と逆の概念駆動型処理にあたる．人が話を聞いたり話したりする知覚の仕組みは，この２つの処理が相互作用していると考えられている．だとすれば，第二言語においても既習の断片的な文法や語彙知識を積極的に活用して，全体の解釈から聞こえない音を聞き取ろうとする概念駆動型の認知活動が行われるべきだと言える．

しかし，現在の学校教育では語彙や文法をひたすら暗記し利用する学習が主として行われている．それが，暗記をすることが英語力の向上になるという学習者の素朴モデルに繋がっているのではないだろうか．当然のことながら，多くの単語や文法を知らなければ全体の内容解釈すらできず，推測などしようがないが，もし聞き取りが２つの過程の相互作用であるのならば，概念駆動型処理を促すような学習法が行われることで英語力向上に役立つパスがあってもよいはずである．

最近の英語学習では，ディクトグロスという複数の学習者が協調して聞き取った音声結果から文を構成する学習方法も試され，その有効性が実証

されつつある[1][2][3]．この過程では，協調によって聞き取れた音に関する多様解を持ち寄り，それらを意味や文法構造など，より抽象的な観点で吟味・統合する活動が起きていると考えられる．

そこで，遠藤(2010)は，ディクテーションを行う際に，個人では聞こえた音を頼りに文章構成を行いがちだが，協調的に行うことでパートナーに聞きとった根拠を説明する必然性が生まれ，聞こえない音においても文法や意味を利用し，適応的に文章を構成することを示した．

しかし，上記は協調過程において自然に生じた過程であり，そのような方略を組織的に支援することによる学習効果を検討してはいない．今回は，その知見に基づいて，協調的ディクテーションの際に支援を行い，どのような学習方略が定着するのか，その効果が表れるのか検討した．

2. 実験方法

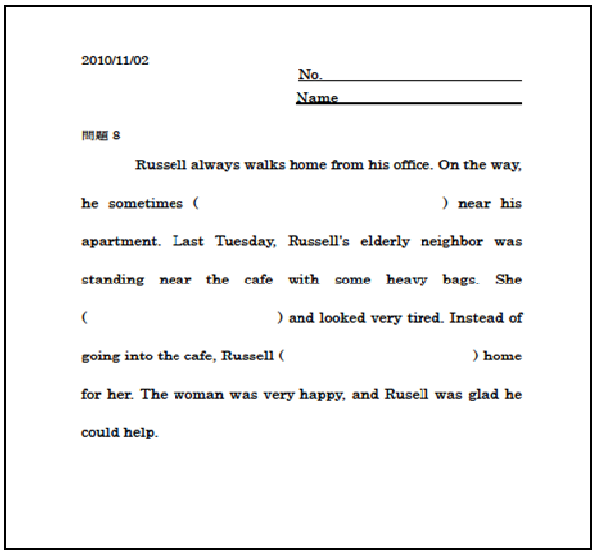
実験は，事前テスト，学習フェーズ，事後テストを行った．各テストは，一般問題 5 問，1 単語穴埋め問題 2 問，複数単語穴埋め問題 2 問の 3 構成であった．事前・事後テストの内容は，学習フェーズで使用した問題集の中から無作為に選択し，事前・事後で異なる問題を出題した（学習フェーズで学習した問題は出題しなかった）．学習フェーズは，英文の途中の単語がカッコで抜き取られている用紙に(図 1)，流れた音声を聞きながら正確に書き取らせる方法を採用した．

実験参加者は，普段は英語の勉強をしていない大学生 13 名とし，音群 6 名，意味群 7 名に振り分けた．学習は両群ともペアで行い，パートナーが欠席した場合は大学生または大学院生に代行をお願いした．なお，比較のために事前・事後テストのみ参加するベース群を 16 名準備した．

実験教材には，「旺文社製 2010 英検 2 級過去 6 回全問題集 CD」の一次試験第二部から計 10 題を選択し，1 日 2 題，計 5 回に分けて聞き取らせた．カッコの数は 1 題につき最大 4 個で，1 カッコあたり抜き取られている単語は 3〜6 個であった．学習手続きは次の手順を取った．

1. 4 分間時間を与え，
   音群:地の文を音読した後に自由に会話を行わせた．
   意味群:全体の意味とカッコ内に入りそうな意味，単語を考えさせた．
2. 音声を流し，できるだけ書き取らせた．
3. 書き取ったものをペアで 3 分間話し合わせた．
4. 手順 2 と 3 を計 3 セット行い，解答をまとめさせた．
5. もう 1 度音声を流し，変更がなければ解答を与え，気づいたことなどを記述させた．もし，変更があれば，「@」をつけて変更箇所がわかるようにした．

前述したとおり，事前・事後テストの内容は，学習フェーズに使用した問題集から選択し，それぞれ異なる問題を出題した．



2010/11/02

No._____

Name_____

問題 8

Russell always walks home from his office. On the way, he sometimes ( ) near his apartment. Last Tuesday, Russell's elderly neighbor was standing near the cafe with some heavy bags. She ( ) and looked very tired. Instead of going into the cafe, Russell ( ) home for her. The woman was very happy, and Rusell was glad he could help.

図 1　学習フェーズに使用したワークシート

3. 分析方法

まず，事前-事後テストの全体成績と構成別のテスト成績を比較した．次に，両群の学習中の発話を「音に関する発話」，「意味に関する発話」，「文法に関する発話」の 3 種類に分け，それぞれの発話回数を数えた．

そして，その発話データを基に，両群の発話がどのように遷移していたのか，また役割交代がど

の程度行われていたのかモデル化した．

今回の分析は，データ量が膨大になったため，音群と意味群それぞれ 2 ペアずつを対象に，各問題の一番難しかったカッコを埋める際の発話について分析を行った．発話回数は下記のようにコーディングを行い，合計回数を比較した．

穴埋め Martha should (stay home until she) feels completely well again.
①参加者A: お母さんは娘に，完璧によくなってから，完治してから会いに行っていいよって**(意味発言)**
②参加者B: あ、そうだわ。completely well againだもんね．

1回目聞き取り後

③参加者B: 最後がstay home**(音発言)**
④参加者A: たぶんまた動詞がきてるので、これが動詞1、動詞1で、ここにandがきてそうな感じ **(文法発言)**

2回目聞き取り後

⑤参加者B: untilかと思って．**(音発言)**
⑥参加者A: あ，こうじゃないですか．完璧に良くなるまで家にいなさいってことじゃないですか**(意味発言)**
⑦参加者B: あー，だからuntil
⑧参加者B: そうなるとstay home until feelsってなるのかな？文法はいい??**(文法発言)**
⑨参加者A: はい，たぶんここに助動詞をいれてしまうとこのsが

3回目聞き取り後

⑩参加者A: Stay home until sheでした．**(音発言)**
⑪参加者B: ね．

図 2　3 種類の発話コーディング例

両群の発話回数を数えた後，音声を 1 回聞く毎にペア間の発話がどのように遷移したのかを矢印を使い以下のようにモデル化した．上記の例では参加者 A の③行目の音発言を受けて参加者 B が④行目に文法発言を行うという遷移になる。

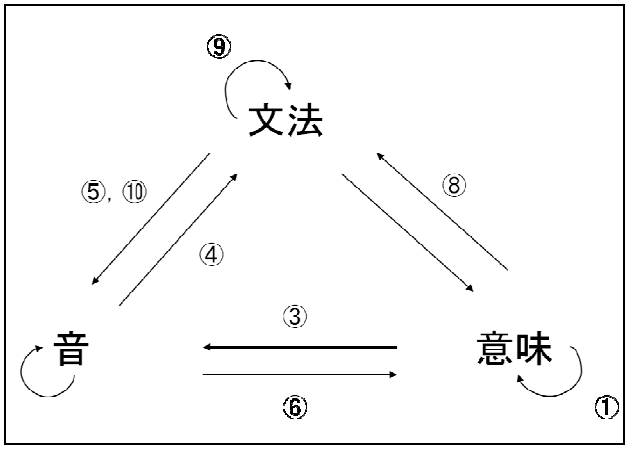


図 3 発話遷移のモデル例
（数字は図 2 の発言番号）

4. 結果

4.1 事前・事後テスト結果

音群，意味群に加え，テストのみを受験したベース群の事前-事後テストの結果を図 4 に示した．どの群も事前テストでは差はみられなかったが，事後テストでは意味群の成績が 1 番高かった．事前・事後テストの難易度は，事後の方が事前より難しかったため，音群とベース群で成績が落ちたが，意味群においては成績がアップした．

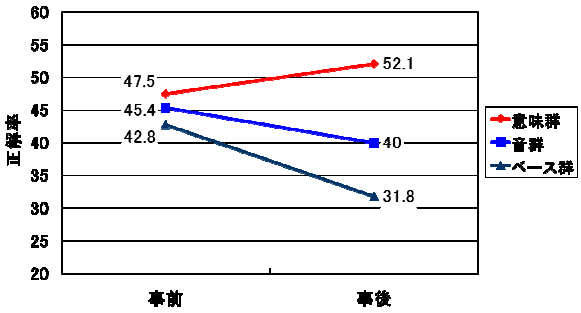


図 4　事前-事後テスト全体正答率

4.2 事前・事後テスト構成別結果

次に事前テスト，事後テスト構成別の結果を図 5a，5b に示した．意味群では，どの構成でも事後テストにおいて他の群よりも高い成績だった．とりわけ図 6 に示した通り，1 単語穴埋め問題では，冠詞，前置詞など機能語と呼ばれる聞き取り難い品詞に対して正答率が高かった．

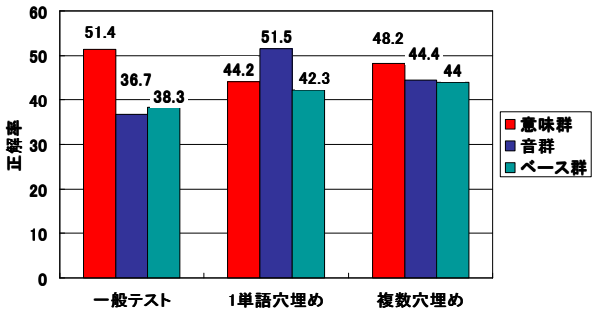


図 5a　事前テスト構成別正答率

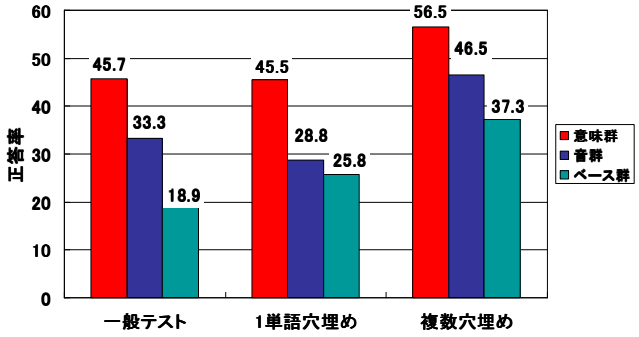


図 5b　事後テスト構成別正答率

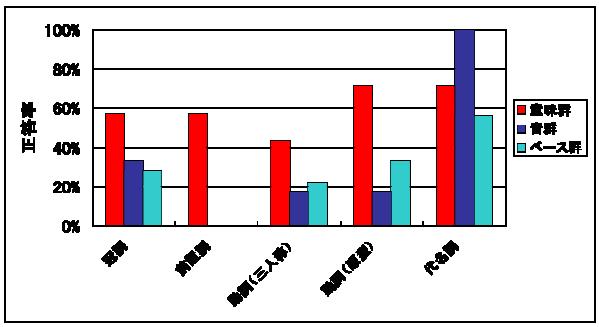


図 6　品詞別正答率

4.3 学習中の発話回数

学習中の発話回数では，音群，意味群共に音と意味に関する発話に差はみられなかったが，意味群では文法に関する発話が多かった(図 7)．

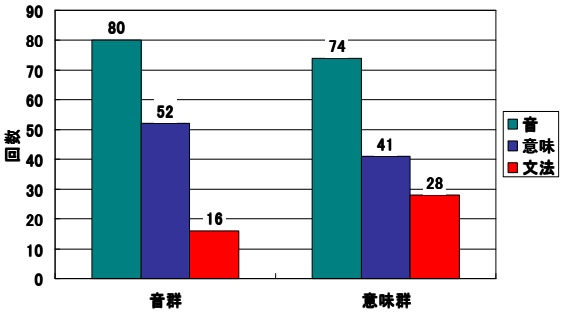


図 7　学習中の発話回数

4.4 学習中の発話遷移

学習中の発話遷移を図 3 の例にならって作成したところ，意味群では音群に比べ，音から文法，または意味から文法へ発話が遷移していることがわかった(図 8a，8b)．また，意味発話は，カッコが書かれている 1 文のみについて発話している「局所的意味」と，カッコが書かれている 1 文の前後または全体を含めて発話している「文脈的意味」に分けることができ，「文脈的意味」発話が意味群では 13 回中 8 回，音群では 12 回中 4 回であり，意味群が音群に比べて 2 倍多かったことがわかった．

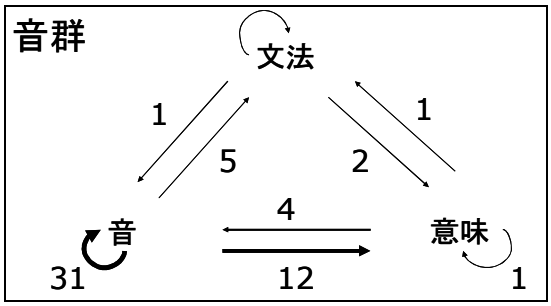


図 8a　音群の発話遷移

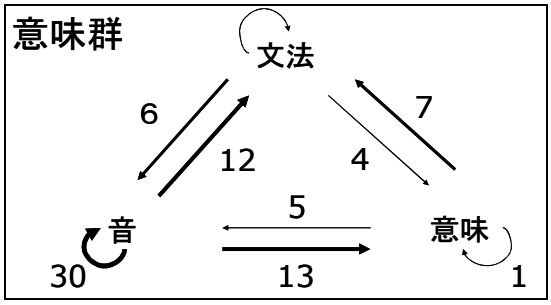


図 8b　意味群の発話遷移

4.4 発話遷移と役割交替

そこで最後に，音から文法，意味から文法，音から文脈的意味への発話遷移に協調学習がどのように役立っていたかを分析した．協調に関する建設的相互作用論[4][5]によると，課題遂行者が外化した結果をモニターが再解釈することによって，理解の抽象度が上がることが知られている．そこで図 2 の聞きとりプロセス(下記参照)を見直すと，リスニングにおいても同様に，参加者 B の音の聞きとり(until)結果を，参加者 A が意味の面から再解釈していることがわかる．

穴埋め　Martha should (stay home until she) feels completely well again.

参加者B:untilかと思って.**(音発言)**
参加者A:あ，こうじゃないですか，完璧に良くなるまで家にいなさいってことじゃないですか(**意味発言**)

このように音から意味など違う要素への遷移を聞き手(モニター)側が主導した割合を図 9 に示した．その結果，半分以上が聞き手(モニター)役のパートナーによって発話展開されていた(図 9).

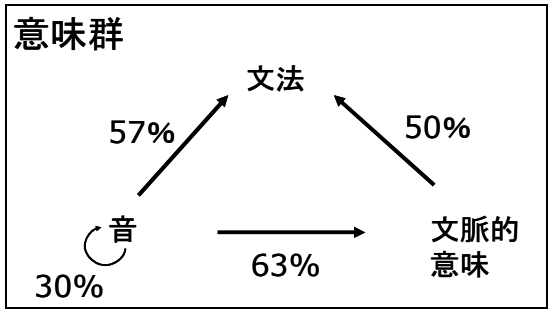


図 9　意味群で聞き手が主導した発話遷移

5. 考察

以上より，意味群では音群に比べて文法を利用した構成活動が行われ，その結果，事後テストにおいて，機能語と呼ばれる早くて繋がりやすい単語の正答率が上がったと考えられる．学習中のプロセスでは，両群ともに音や意味発話の回数に違いはなかったが, 意味群では文法発話が増加した.

その理由は，意味群は，意味を意識することで文脈的意味を多くとり，カッコが書かれている文と前後の文または全体との意味の一貫性を保つために，意味を生みだす構造としての「文法」を積極的に利用したと考えられる．それにより，意味群は適応的に文章全体を構成できるようになり，機能語など聞きとりにくい箇所を補って聞き取れたと考えられる．さらに，協調学習における建設的相互作用のメカニズムによって，音，意味，文法を相互的に，かつ，役割交代を行いながら利用することができたと考えられる.

つまり，意味群のように文章全体の意味を構成しようと志向することが，協調過程において各自が断片的に聞き取ったことを互いに再解釈しながら全体を作り上げる「協調的な構成過程」を促進しやすくなることが示唆されている.

今回は，支援を行った際の学習分析に留まっているが，支援を外した後のディクテーションを分析し，学習者が意味や文法を利用した構成的な方略を獲得しているかどうか明らかにする必要がある.

参考文献

[1] Wajnryb, R. (1990). *Grammar dictation*. Oxford: Oxford University Press.

[2] Swain, M. (1998). Focus on form through conscious reflection. In C doughty and J. Williams(Eds.), *Focus on form in Classroom Second Language Acquisition*, Cambridge University Press, pp64-81.

[3] Pederson, S. (2009). Pre-service teachers' reflections on a repeated dictogloss activity, *Kumamoto University Repository*, Vol.58, pp111-120.

[4]Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science, 10*, 151-177.

[5] Shirouzu, Miyake & Masukawa, 2002. Cognitively active externalization for situated reflection, Cognitive science, Vol.26, 469-501.

視聴覚と運動の非同時性判断に関する研究
A Study on Asynchrony Judgment of Visual/Auditory Perception and Self-body Movement

樋田 浩一[*1, *2, †], 浅井 康平[*1], 上野 佳奈子[*1, *2], 嶋田 総太郎[*1, *2, ††]
Kouichi Toida, Kouhei Asai, Kanako Ueno, Sotaro Shimada
[*1] 明治大学, [*2] 独立行政法人科学技術振興機構,CREST
[*1] Meiji University, [*2] JST, CREST
[†] ee65053@isc.meiji.ac.jp [††] sshimada@isc.meiji.ac.jp

Abstract
This study investigated the delay detection probabilities of visual and auditory feedback of self-generated body-movement. In the present experiment, the subjects pressed a button with their finger and judged whether visual or auditory feedback was delayed or not, compared to the sensation of the finger movement. The results showed that the delay detection sensitivity for the auditory feedback was significantly better than that for the visual feedback. This suggests that visual and auditory feedbacks are differently integrated into the internal representation of the self-generated movement.

Keywords — Self-recognition, Agency, Delayed feedback

1. 背景

人間は目や耳などの感覚器官を用い，外界からの様々な感覚情報を視覚や聴覚として知覚している．感覚情報には自己の身体運動に付随して生起するものもあり。身体運動とその感覚フィードバック情報の処理が自己身体の認識に重要であることが知られている．

自己身体認識は，運動主体感（sense of agency）と身体保持感（sense of ownership）から構成されると報告されている（Gallagher, 2000 [1]）．運動主体感は，「その運動を行っているのは自分自身である」という感覚であるのに対して，身体保持感は，「その身体は自分自身のものである」という感覚である．

自己身体認識において，運動主体感と感覚間の時間的整合性が重要であると知られており，既往の研究（Shimada et al., 2010 [2]）では，身体運動に伴って生じる視覚情報に遅延をかけて呈示し，意図的に運動主体感と感覚間が時間的不整合な状況を作り出し，その特性が示された．視覚情報に遅延を感じるとの判断（以下，非同時性判断と記す）が 50 %となる遅延時間は約 230 ms であることが示された．しかし，他の感覚モダリティについては明らかとなっておらず，本研究では身体運動と視覚刺激の非同時性判断に加え，身体運動と聴覚刺激の非同時性判断が起こる遅延時間を調べ，両者の違いについて比較検討した．

2. 実験

身体運動は，既往の研究[2]と同様に右手人指し指でスイッチを押す動作とした．この動作に伴う視聴覚刺激として，指の動きの映像（視覚刺激）及びスイッチの押下時に生じるパルス音（聴覚刺激）を呈示する装置（図１）を用いた．視覚刺激については, 被験者の手の上部に両面鏡を設置し，両面鏡下面に写った被験者の右手をビデオカメラで撮影し，その映像信号に遅延をかけて両面鏡上部に設置した LCD モニターに映し，両面鏡の上面に写して被験者に呈示した. この装置によって，自分自身の手を上部から見下ろすのと同様の映像が，所望の遅れ時間を与えた視覚刺激として呈示される．聴覚刺激については，スイッチの押下時にパルスを発生させ，ディレイマシンによって遅れ時間を制御し，ヘッドフォンからモノーラル信号を呈示した．

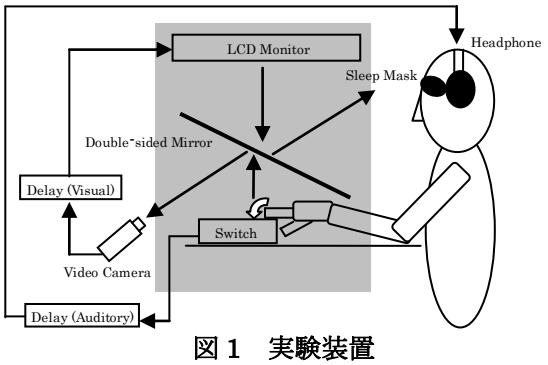


図１　実験装置

視覚／聴覚刺激の遅延時間は 8 段階（118 ～ 352 ms, 33 ms 間隔）とし，試行間の間隔（ISI）は 10 秒間隔でランダムな順序で呈示した（恒常法）. 1セッションは各遅れ時間について8回ずつ，合計 64 試行とした.

被験者は椅子に座り，実験者の合図を受けて実験装置内のスイッチを押す動作を繰返し行い，動作に対する視覚／聴覚刺激が遅れていると感じるか判断した. 視聴覚の呈示条件は, 実験 1 として，1 : 視覚刺激のみ， 2 : 聴覚刺激のみ，実験 2 として，3 : 視覚刺激（遅延あり）及び聴覚刺激（遅延なし），4 : 視覚刺激（遅延なし）及び聴覚刺激（遅延あり）の，合計 4 条件とした．これら 4 条件の実施順序としては，表 1 の A～F の 6 つのパターンを作り，順序効果の影響を考慮した．パターン E と F については，条件 1 と条件 2 を各 2 セッション行っており，試行数は 2 倍（各条件 128 試行）としている.

以上の実験は，照度及び静穏環境を統制した防音室内で行い，実験 1 の被験者として右利き健常成人 25 人（男子 13 名，女子 12 名）が，実験 2 の被験者として右利き健常成人 17 人（男子 9 名，女子 8 名）, 左利き男性健常成人 1 人が参加した.

実験 1 と実験 2 の両方に参加した 1 名の男子被験者（パターン D で実施）は，条件 2 の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，感覚刺激の遅延時間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．被験者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等価点（Point of Subjective Equality, 以下 PSE と記す）として求めた.

3. 実験結果

視覚刺激又は聴覚刺激のみが呈示された実験 1 について, 24 名の被験者の結果から求めた非同時性判断の割合と遅れ時間のフィッティング曲線を図 2 に示す．回帰曲線の曲率（傾き）は類似して

表 1　実験条件の実施順序

パターン	順序	人数
A	1 → 2 → 3 → 4	男子2人, 女子2人
B	2 → 1 → 4 → 3	男子2人, 女子2人
C	1 → 2 → 4 → 3	男子2人, 女子2人
D	2 → 1 → 3 → 4	男子3人, 女子2人
E	1 → 2 → 1 → 2	男子2人, 女子2人
F	2 → 1 → 2 → 1	男子2人, 女子2人

条件1　視覚と運動の非同時性判断に関する実験
条件2　聴覚と運動の非同時性判断に関する実験
条件3　聴覚情報も呈示した条件下での条件1
条件4　視覚情報も呈示した条件下での条件2

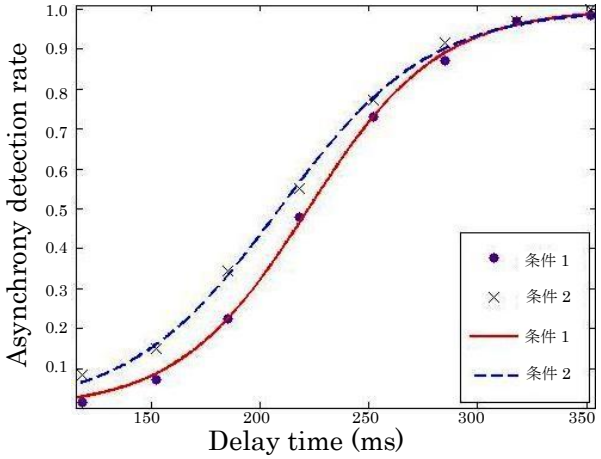


図 2　条件 1，2 の結果の比較

表 2　被験者ごとの PSE

被験者	条件1	条件2	条件3	条件4
A	182.3	192.5	220.0	216.4
B	179.4	116.9	185.0	114.2
C	289.2	242.8	263.3	301.9
D	324.9	237.8	305.4	256.3
E	178.9	211.1	206.1	206.9
F	157.6	175.6	186.5	181.4
G	188.5	186.6	183.2	184.9
H	258.0	224.5	279.4	270.5
I	204.6	210.5	198.0	198.0
J	231.5	228.9	235.2	216.6
K	216.4	209.8	265.2	220.2
L	240.5	237.8	248.1	227.9
M	246.2	232.0	234.5	226.2
N	268.5	215.2	253.4	202.3
O	245.7	222.9	255.1	264.4
P	237.3	232.5	250.6	231.4
Q	219.2	251.4		
R	201.5	212.4		
S	182.5	187.0		
T	242.6	246.1		
U	219.1	185.0		
V	201.6	185.0		
W	196.4	166.0		
X	229.5	160.6		
平均	222.2	209.0	235.4	221.2

判断が短い
47.4 ms 以上 判断が短い
条件 1，2，条件 3，4 の比較

いるが，遅れ時間ごとにみると聴覚の方が視覚よりも非同時性判断が生じる確率が高い傾向がみられた. 視覚刺激呈示時(条件 1)の PSE は 222.2 ms, 聴覚刺激呈示時（条件 2）の PSE は 209.0 ms であり，有意差が確認された（t=2.42, p<0.05）. すなわち，約 13 ms という僅差ではあるが，聴覚は視覚よりも運動に対する非同時性判断が生じる遅延時間が短いことが示された.

表 2 に，被験者ごとに分析した結果を示す. 被験者ごと, 実験ごとに視覚と聴覚の PSE の値を比べ，非同時性判断が生じる遅延時間が短い方は赤色で示している. PSE の値は視覚刺激呈示時（条件 1）で 158～325 ms，聴覚刺激呈示時（条件 2）で 117～251 ms と個人差があり，視覚と聴覚の PSE の差（視覚の PSE－聴覚の PSE）についても-10.2～68.9 ms の範囲で個人差がみられた. 実験 1 では視覚の非同時性判断が生じる遅延時間が短い結果だったのは 8 名，残りの 16 名は聴覚の方が短い結果であった.

図 3 に呈示刺激の違いによる非同時性判断の推移を，図 4 に条件ごとの PSE の平均を示す. 視聴覚刺激を同時呈示した実験 2 についても，図 3 の a において実験 1 と同様の傾向が得られており視覚刺激呈示時(条件 3)の PSE の平均は 235.4 ms, 聴覚刺激呈示時(条件 4)の PSE の平均は 221.2 ms と同様の傾向がみられた（t=2.30, p<0.05）,

被験者ごとに分析した結果においても，実験 2 では視覚の方が短い結果だったのは 4 名，残りの 11 名は聴覚の方が短い結果となり，1 名は両方とも同じだった. すなわち，他の感覚刺激が呈示された場合でも，視覚・聴覚のみの場合と同様の傾向がみられた.

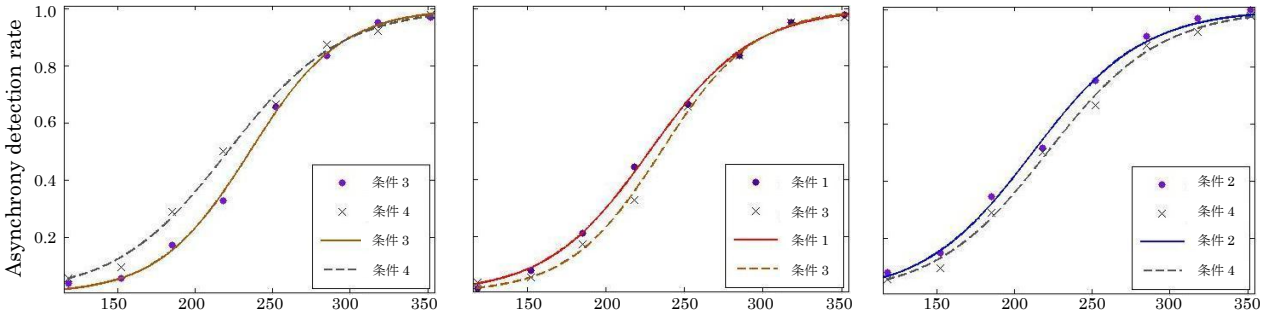
一方，視覚・聴覚それぞれで他の感覚刺激の有無の違いを検討すると，図 3 の b，c や図 4 から PSE の平均に多少の違いはあるものの，有意差はなかった.

また，非同時性判断の推移に着目し，PSE における傾きを調べた. 条件ごとの PSE におけるロジスティック曲線の傾きを図 5 に示す. 差はみられるものの，統計的に有意差はみられなかった.

4. 考察

実験結果から，運動に対する非同時性判断に関して視聴覚を比較すると，聴覚の方が視覚よりも有意に遅延の検出感度が高いことが示された. しかし，幾つかの点において，個人差がみられたため，それらの原因を考察した.

まず，試行の繰り返しによって実験結果に変化



a）条件 3，4 の結果の比較　b）条件 1，3 の結果の比較　c）条件 2，4 の結果の比較

図 3　呈示刺激の違いによる非同時性判断の推移

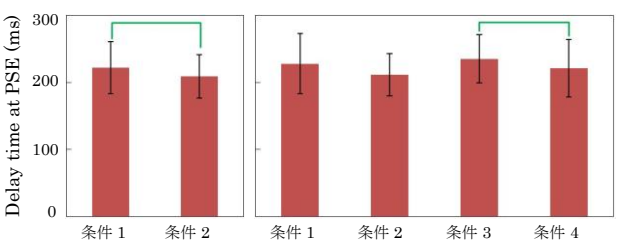


図 4　条件ごとの PSE の平均（左:N=24 右:N=16）

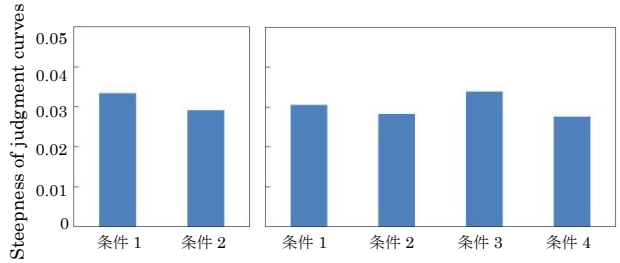


図 5　PSE における傾きの平均（左:N=24 右:N=16）

が生じる可能性を考え，順序効果に関しての検討を行った．表 1 のパターン E と F において，視覚（1 回目）と視覚（2 回目）の PSE の平均はそれぞれ 211.6 ms と 213.8 ms，聴覚（1 回目）と聴覚（2 回目）の PSE の平均は，それぞれ 199.2 ms と 205.3 ms であった．二元配置の分散分析を行った結果，有意な効果は確認されなかったため，順序効果は小さいと考えられる．

次に，視覚と聴覚の PSE に十分な差がある被験者を抽出し，非同時性判断に関して視聴覚で大きな差が出る要因について考察を行った．図 6 に，被験者ごとの視覚・聴覚の PSE（条件 1，2 の結果）を示す．95 %信頼区間の外側のプロット，すなわち視聴覚の PSE に有意な差がある被験者は 4 名であった．4 名全員が聴覚の方が感度の高い被験者であり，これらの被験者に関して，実験終了後に実施したフェイスシートから属性を検討したものの，共通性は見出せなかった．

さらに，今回の実験方法（恒常法）で得られた PSE の確かさについて，追加実験により検討した．ここでは，聴覚刺激呈示条件（条件 2）に絞り，極限法の変形である上下法を用いて実験を行った．上昇系列では，PSE より十分に短い遅延時間から刺激を呈示し，被験者が遅れていると答えるまで 30 ms ステップで遅延時間を長くした．被験者の非同時性判断が変わった後，その遅延時間から 10 ms ステップで遅延時間を短くし，再び非同時性判断が変わる遅延時間を求めた．同様の方法で下降系列も行い，上昇系列及び下降系列各 8 回，計 16 データの平均から閾値を求めた．

以上の実験には，右利き健常成人 7 人（男子 6 名，女子 1 名），左利き男性健常成人 1 人が参加した．なお，ほぼ全ての試行において「遅れている」と回答した男性被験者 1 名については以降の解析の対象から除外した．

上下法から求めた閾値の平均は 191.4 ms，同じ被験者による恒常法の PSE は 219.4 ms となった．この差については全被験者の結果で恒常法よりも上下法の PSE が短い結果となっており，有意差が確認された（$t=3.76$, $p<0.05$）．したがって，測定法によって PSE の値が若干異なる可能性がある．

5. 総括

身体運動とそれに付随する視覚及び聴覚刺激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（PSE）は，視覚刺激では 222 ms，聴覚刺激では 209 ms という結果が得られた．両者の差の検定の結果，聴覚の方が視覚よりも有意に遅延の検出感度が高いことが示された．このことから，身体運動に付随する視覚刺激と聴覚刺激では非同時性の判断に関する内部プロセスが異なる可能性が示唆された．感覚モダリティによって非同時性判断が異なるという結果は，身体の内部表現がどのように構成されるかについて重要な示唆を与えるものといえる．

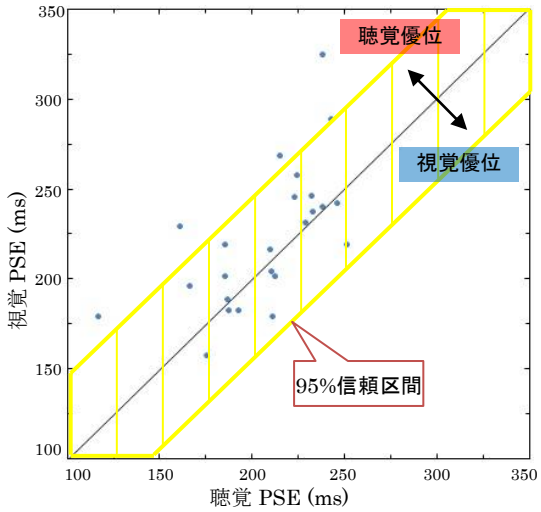


図 6　各被験者の視覚と聴覚の PSE の散布図

参考文献

[1] Gallagher, S. (2000) “Philosophical conceptions of the self：Implications for cognitive science” Trends in Cognitive Science, No. 4, pp. 14-21.

[2] Shimada, S., Qi, Y., & Hiraki, K. (2010) “Detection of visual feedback delay in active and passive self-body movements" Experimental Brain Research, Vol. 201, pp.359-364.

大学生の数学能力の分析—メタ認知との関連—
The Analyses of mathematical Ability of University Students
-The Relation with Metacognition-

二瀬　由理†，小野 陽子‡
Yuri Ninose, Yoko Ono

†新潟国際情報大学，‡横浜市立大学
Niigata University of International and Information Studies, Yokohama City University
nino@nuis.ac.jp

Abstract

In this study, we conducted a math test which consisted of some types of problems (e.g. computational problems, simple story problem, complex story problem, logical problem and practical problem) on 86 university students who belong to different university. They assessed whether they could solve these problems before they solved them. In this way, we examined the relation between college student's mathematical ability and their "meta-cognition". As the result, the university students who could assess their ability accurately had more correct answers on the math test.

Keywords — Mathematical Ability, Metacognition

1. はじめに

近年，大学生の学力低下は大きな社会問題になっている．特に，理数系の科目の学力はかなり低下しているのではないかという指摘もなされ，高等教育の現場では，学生の理解を深めるためにさまざまな工夫がなされている．また，認知心理学の分野では，メタ認知は学習において重要な役割を担っていることが示されている（三宮, 2008）．そこで，本研究では，大学生のメタ認知能力と数学能力との関係について検討することを目的とした．具体的には，学力水準の異なる３つの大学において，同じテストを実施し，学生のメタ認知能力（ここでは特に，現在与えられている問題を解決可能かどうか予測する能力）と数学能力との関係の全体的傾向を分析した．また，異なる３つの大学の結果を比較することで，大学入学後の数学能力に，入学前の学力の差が与える影響を検討した．

2. 方法

（実験協力者）

大学のレベルを変えて集めた3グループの大学生

・N大学情報システム学科 1年生29名 3年生19名
・F大学工学部電子情報工学科 3年生19名
・T大学工学部経営工学科 3年生19名

（テスト問題）

表１に示すような分類で，大問 14 題，小問 29 題を準備した．問題のレベルは，中学程度から大卒の SPI 試験の問題程度までであった．

（手続き）

被験者には，まず，5 分間で全ての問題に一通り目を通してもらい，大問ごとに，その問題が解けそうかどうか 4 段階（「絶対解ける」,「多分解ける」,「解けるか解けないかやってみないと分からない」,「多分解けない」）で評価してもらい，解答用紙に記号（順に，◎，○，△，×）を記入してもらった．その後，解ける自信のある問題（つまり，◎→○→△→×の順で）から解いてもらうよう教示した．また，解答の際には，できるだけ解答に至った過程もきちんと書くように指示した．

表 1 テスト問題の内容とそのレベル

問題種類	内容	レベル
計算	正負の計算および四則演算	中学
計算	平方根を含む四則演算	高校
計算	連立方程式	中学
計算	一次方程式(代入後)	中学
計算	因数分解	高校
計算	因数分解	高校
論理	複数の命題から導くことができる命題を探す	大卒 SPI
文章題	割合	中学
論理	ある命題を導くのに必要な命題を解答する	大卒 SPI
文章題	連立方程式を作成して解答(易)	中学
文章題	連立方程式を作成して解答(難)	中学
文章題	連立不等式を作成して解答	中学
文章題	一次方程式を作成して解答	中学
文章題	二次方程式を作成して解答	高校
文章題	連立方程式を作成して解答(易)	中学
文章題	距離・速度の問題，不等式を作成して解答(難)	大卒 SPI
数列	具体的操作	中学
数列	形式的操作	中学
数列	総合	中学
推論	いくつかの条件から売り上げの順位を決定	大卒 SPI
推論	いくつかの条件から売り上げの順位を決定	大卒 SPI
推論	いくつかの条件から売り上げの順位を決定	大卒 SPI
推論	いくつかの条件から売り上げの順位を決定	大卒 SPI
総合	図表の理解	中学
総合	割合の計算	中学
総合	連立方程式を作成して解答	中学

3. 結果と考察

まず，被験者 87 名分のデータを用いて，問題別に正答率を算出したものを表 2 に示した．この正答率は，完全に正解までたどり着いたものだけを正答とし，算出した．したがって，因数分解において，途中までしか解答しなかったものや，文章題にて，正しい式を組み立てることができていても，計算間違いをして正しい解答にたどりつかなかったものは正答に含まれていない．

今回の問題の中で全体の 5 割以上が正解にたどりつかなかった問題は，計算問題の中の「因数分解」1 題，複数の命題から正しい命題を導くような「論理問題」2 題，比較的難しい（複雑な）文章題 4 題，数列，推論，総合問題という大問の最終問題 3 題であった．特に，正答率の低い問題は，「論理問題」であり，今回のテストには 2 題含まれていたが，この 2 題とも全体の正答率が 15%以下であった．この 2 題の問題は，5 つの選択枝から答えを選択することが求められていたので解答のチャンスレベルは 20%であり，今回の正答率はそれ以下であることが示された．このことから，現在の大学生が最も苦手にしていることは，数字の含まれているような数学の問題ではなく，命題論理の思考が必要となる問題であることが分かった．

次に，学生自身がその問題を解けるかどうかというメタ認知能力と正答率がどのような関係にあるのかをより詳細に分析するために，被験者ごとに認知のズレを表 3 に示した基準で得点化した．

表 3 認知のズレの得点化基準

メタ認知	正答	得点
◎ 絶対に解ける	○正答	0
	△途中まで正解	1
	×不正解	2
○ 多分解ける	○正答	0
	△途中まで正解	1
	×不正解	2
△ やってみないと分からない	○正答	−1
	△途中まで正解	0
	×不正解	1
× 多分解けない	○正答	−2
	△途中まで正解	−1
	×不正解	0

負の得点が付与されているものは，実際は解ける問題に対して，解けないと判断したものであり，自分の能力を低く見積もったことになる．これに対して，正の得点が付与されたものは，実際は解けないのに，解けると判断したものであり，必要以上に自分の力を高く見積もったことになる．このどちらもメタ認知の誤りであるので，それぞれの得点の絶対値の合計をメタ認知の誤りとして，各被験者についてメタ認知のズレを得点化した．このメタ認知のズレの得点と正解数との相関をみるために，縦軸をメタ認知のズレの得点，横軸を正解数として 86 名分のデータ(メタ認知の欄に欠損値があった 1 名のデータ除いた)をプロットしたものが，図 1 である．認知のズレの得点と正解数との間には強い相関係数がみられた（ $r= -.68, p<.01$）．

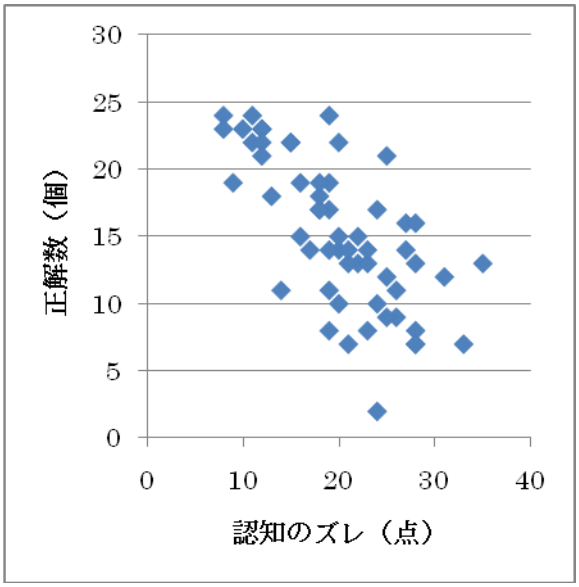


図 1　認知のズレと正解数との関係

図 1 に示した結果は，大学のレベルの異なるすべての学生のデータをプロットしたものであるが，入学時の学力の違いによって，このような負の相関が生じない可能性もあるので，大学ごとにわけて，同じ学年（3 年生）のデータのみを用いて大学別に回帰分析を行った．

その結果，入学時の学力が高い大学の学生ほど，認知のズレと正解数との相関が高いことが示された．今回，実験に協力してもらった 3 校のうち，入学時の偏差値が最も高い T 大学では，認知のズレと正解数に強い負の相関がみられた（ $r= -.70, p<.001$）（図 2 参照）．次に，入学時の偏差値の高い F 大学では，認知のズレと正解数に負の相関がみられた（ $r= -.40, p<.01$）ものの，T 大学に比べると弱い相関であった（図 3 参照）．最後に，入学時の偏差値が最も低い N 大学では，認知のズレと正解数に有意な相関はみられなかった（ $r= -.37, n.s.$）．

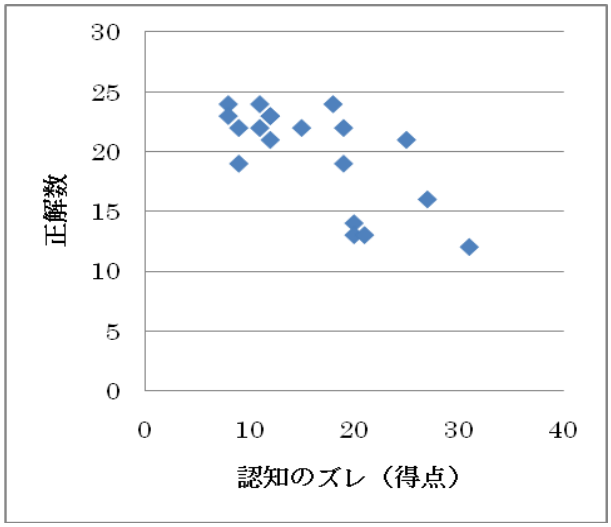


図 2　T 大学での認知のズレと正解数との関係

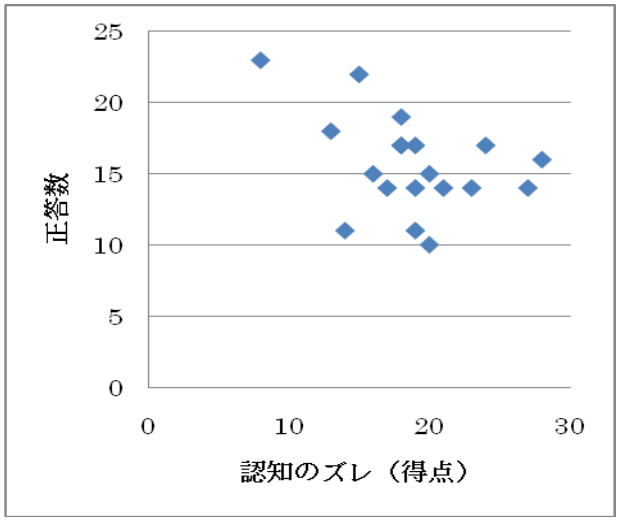


図 3　F 大学での認知のズレと正解数との関係

参考文献

[1]三宮真智子，（2008）“メタ認知研究の背景と意義”，メタ認知，北大路書房

比喩とその語順が主題の意味判断に与える効果
The Effect of Metaphor and Word Order on the meaning decision of Topic

平 知宏[†‡]，楠見 孝[†]
Tomohiro Taira, Takashi Kusumi

[†]京都大学，[‡]現所属：大阪市立大学
Kyoto University, Osaka City University
cogpsy.t.taira@gmail.com

Abstract

Our study investigates the process of topic comprehension in a metaphorical expression. Our experiment used a meaningfulness decision task with three conditions: no-vehicle sentence (e.g. life is unpredictable), vehicle-after-topic sentence (e.g. life is, like a gamble, unpredictable), and vehicle-before-topic sentence (e.g. like a gamble, life is unpredictable.) The results of the meaningfulness decision task show that the vehicle-after-topic sentence and the vehicle-before-topic sentence were judged as meaningful more quickly than the no-vehicle sentence. Moreover, the strength of activation of topic was correlated with the strength of aptness.

Keywords — Metaphor, Aptness, Word Order, Meaningfulness Decision Task

1. はじめに

「人生はギャンブルのようだ」といったように，ある主題を別の語（喩辞）でたとえている比喩文は，様々な過程を経て理解されている。例えば，比喩文は主題と喩辞の二つの語に共通する意味特徴や構造上の類似点を指摘する表現であることから，比喩文において類似性を発見する過程が必要となる[1][2]。一方で，「人生はギャンブルだ」といったような隠喩文であれば，主題（人生）と喩辞（ギャンブル）の類似性を発見するだけでなく，主題を喩辞の一成員としてとらえるような，カテゴリ化の過程が重要になってくる[3][4]。従来の研究では，これら 2 つの類似性認知の過程とカテゴリ化の過程に注目し，特定の主題と喩辞の組み合わせに対し，いずれの過程が重視されるか，またそれらの過程の選択に影響を与える要因を検討するものが多い。特に先行研究からは，喩辞の慣習性[5][6]や適切性[7][8]などが，2 つの過程の選好に影響を与えることがわかっている。

ところで，こうした過程の選択において重要となってくるのが，主題と喩辞それぞれの語が，どのような意味で理解されているかという問題である。例えば，類似性認知の過程であれば，2 つの語が共通の意味で理解されている必要が生じる。また，カテゴリ化の過程であれば，喩辞がカテゴリ名となるような抽象的な意味で理解される必要があり，同時に主題は喩辞というカテゴリ内に当てはまるような意味で理解されていなければならない。また，主題と喩辞には，比喩とは無関連な情報（例：「人生はギャンブルのようだ」における，「人生は人と歩む」「ギャンブルはやみつきになる」要素など）が存在するが，比喩理解においてはそれらの情報を排除する必要がある。これらの点に関して従来の研究は，比喩理解における喩辞の意味変化や，喩辞の役割について言及しているものが多い。例えば，比喩をプライム刺激として呈示した直後，喩辞は比喩と関連する意味を活性化させ，比喩と関連しない喩辞の意味は抑制されているとする実験例がいくつか報告されている[9][10]。また，比喩と関連する意味の活性化の度合いは，呈示される比喩文の性質とも相関し，比喩文の親しみやすさや適切性が高ければ，意味の活性化の度合いは強まることもわかっている[11][12]。これら親しみやすさや適切性は，前述のカテゴリ化の過程に関与する要因でもあることから，カテゴリ化の過程における下位過程として，喩辞において比喩と関連する意味の活性化と無関連な意味の抑制が生じていることが推測される。

一方，同様の実験パラダイムを用いて，主題における比喩と関連する意味，および無関連な意味について検討した実験例もいくつかみられる。実験パラダイムとしては，比喩文をプライム刺激と

して呈示した直後に，主題が比喩と関連する意味，比喩と無関連な意味で理解されやすくなっているかどうかを，意味判断課題とその判断時間を用いて検討しているものである。これによると，比喩と関連する意味，および比喩と無関連な意味の両方が，比喩理解直後には活性化することが分かっており，特に比喩と関連する意味の活性化の度合いについては，喩辞とは異なり，適切性や慣習性の高さとは相関しないことが明らかとなった[12]。これらのことから，比喩理解における主題は，比喩に限らず多様な意味を活性化させ，主題にかかわるあらゆる意味で理解されやすくなっていることが示唆される。

しかし，主題に関する従来の実験パラダイムには，いくつか問題点があり，特に，従来のプライミング実験では，比喩文の構造的な問題が挙げられる。従来の研究で用いられている比喩文は隠喩文形式であり，「人生はギャンブルだ」といったように，検討対象である主題から文が始まるため，比喩が出現するかなり初期の段階において，主題の処理が始まっていることが予想される。さらに，こうした隠喩文をプライム刺激として呈示し，主題の意味判断課題（例：人生はどうなるかわからない）を行わせることから，主題の過剰な出現により，意味判断の時点で，主題の知識全体が活性化している可能性もある。このため，主題の意味判断に対する慣習性や適切性の効果が消失したり，比喩と関連する意味や無関連な意味の双方が，比喩の効果とは別の要因により活性化したりすることなどが考えられる。これらをまとめると，従来の隠喩文を用いたプライミング実験では，(1) 主題が実験刺激の初期段階で出現しているため，意味判断までに他の過程が介在する可能性があり，(2) プライミングと意味判断課題の両方で主題を呈示することから，比喩理解における主題の意味の処理過程のみを検討しているとは言い切れない，という 2 点の問題があることになる。

こうした問題に対する一つの解決方法としては，用いる比喩文を「人生はギャンブルのようだ」といった直喩形式のものにするといったことが挙げられる。直喩形式の文，および「どうなるかわからない」といったような解釈文は，「人生はギャンブルのようにどうなるかわからない」といった一文の日本語文に変換することが可能である。こうした処置により，主題の過剰な出現を抑えられるという利点がある。また，変換された日本語の文については，自然に語順を変えた形で，二種類の文を作ることができる。これは，「人生はギャンブルのようにどうなるかわからない」と「ギャンブルのように人生はどうなるかわからない」といったように，主題を文の最初に配置するか，もしくは喩辞の後に配置するかといったものである。これら 2 種類の文については，「人生はどうなるかわからない」という意味で，同程度の理解強度が保証されている[13]。しかし，主題の出現位置が異なることから，2 つの文の比較を通じて，比喩理解初期における主題の意味処理の過程について検討することが可能となる。

そこで，本研究では，「人生はギャンブルのようだ」といった直喩形式の文を用い，「人生」のような主題が，「どうなるかわからない」といった比喩的意味で理解される過程について，文の主語と述語の組み合わせに対する有意味性判断課題を用いた心理実験を通じて検討した。その際，語順を操作した 2 つの比喩文を用いることで，比喩理解における主題の役割について検討することを目的とした。

2. 方法

参加者　日本語を母語とする大学生・大学院生 86 名が実験に参加した。このうち 2 名の参加者は，実験課題の成績が 6 割に満たなかったため，後の分析からは除外した。そのため，最終的な参加者は 84 名（男性 44 名，女性 40 名，平均 20.8 歳）となった。

材料　平・楠見（2009）で用いた直喩（例：人生はギャンブルのようだ）と意味特徴（例：どうなるかわからない）をもとに，主題と意味特徴を組み合わせた主題特徴文，主題が先行した上で喩辞との比喩的関係をもとに意味特徴について述べた

主題前置文，主題より喩辞が先行した上で意味特徴について述べた主題後置文の 3 組の文をターゲット文として 72 組作成した（表 1）。

表 1. 実験材料の例

統制文	人生はどうなるかわからない
主題前置文	人生はギャンブルのようにどうなるかわからない
主題後置文	ギャンブルのように人生はどうなるかわからない

またターゲット文とは別に，ダミー用の文として，直喩形式の文と主題特徴文それぞれ 36 文を作成した。ダミー用の文は，主語と意味特徴の組み合わせが，日本語として意味の通らないものであった（例：沈黙は朝日のようにかみつく）。

手続き　実験では PC を用いた有意味性意味判断課題が行われた。実験が始まると，PC ディスプレイ上の中央に「＋」印の注視点が参加者に呈示された。注視点が出て 2000ms 後，ディスプレイ上に材料文が 3 つのブロックごとに順に呈示された。この時, 主題前置文と主題後置文については，比喩呈示条件として，主語（例：『人生は』），比喩（例：『ギャンブルのように』），述語（例：『どうなるかわからない』）の 3 つの部分が語順通りに呈示された。主題特徴文については，主題前置文と主題後置文の比喩と同じ位置に，無意味な記号列（***）を呈示し，統制条件とした（図 1）。

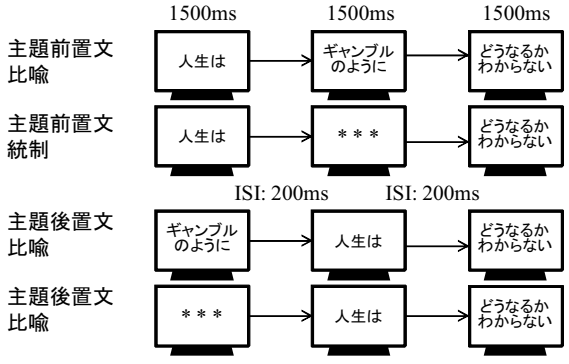


図 1. 実験デザイン概要

本課題においては，主語と比喩は 1500ms の間呈示された後，自動的に次のブロックに移動するが, 述語は 1500ms 呈示された後, 画面上に「Time Over」という文字が出るようプログラムされた。実験参加者は，述語が画面上に出てきた時点で，主語と述語の組み合わせが「日本語として意味が通るかどうか」を判断するよう求められた。また，述語が呈示されてしばらくの間に判断が行われないと，画面上に「Time Over」の文字が呈示されるため，そうした文字を出さないよう素早く判断するよう求めた。また，意味判断時には，主語と述語以外の情報は，無視するよう教示を与えた上で，ターゲット文に対し「意味が通る」と判断されるのに要する時間を測定した。

3. 結果

結果の処理　有意味性意味判断課題において，ターゲットとなる主語と述語の組み合わせのうち，「意味が通る」と判断されたものを分析対象とした。ターゲット全体の有意味判断率は，84.3%（N=84，SD=.08）となった（詳細は表 2 参照）。

表 2. 各条件における有意味判断率（*SD*）

主題の位置	統制	比喩文
主題前置文	80% (12)	88% (10)
主題後置文	81% (13)	88% (10)

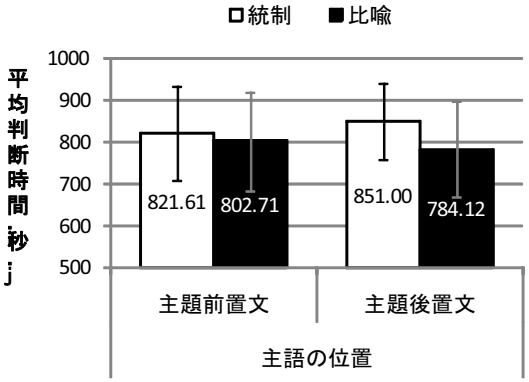
参加者内・材料内ともに統制-比喩感の主効果が有意（$F_p(1, 83) = 43.31$, $F_i(1,71) = 24.37$, $ps < .001$）．交互作用は非有意（（$F_p(1, 83) = 0.27$, $F_i(1,71) = 0.50$, $ps > .10$）.

判断時間の分析　と述語の組み合わせの判断時間を分析した。なお，分析前の段階で，判断時間の平均値±2SD 外のデータは排除した。その結果，分析対象データから 3%のデータが除外された。

各条件における判断時間のデータは，図 2 のようになった。分析は，プライミングの手段（統制／比喩）×主語の位置（前／後）の参加者内（F_p）および材料内（F_i）2 要因分散分析を行った。その結果，プライミングの手段（$F_p(1, 83) = 36.74$, $F_i(1,71) = 42.05$, $ps < .001$），主語の位置（$F_p(1, 83) = 4.60$, $F_i(1,71) = 9.79$, $p < .05$, $p < .005$）に

主効果が見られ，交互作用も有意となった（$F_p(1, 83) = 15.09$, $F_i(1,71) = 7.48$, $p < .001$, $p < .01$）。下位検定の結果，統制プライミングにおける主語の位置の効果（$F_p(1, 166) = 51.76$, $F_i(1,142) = 44.63$, $ps < .001$），及び主語の位置が前の状態（$F_p(1, 166) = 7.60$, $F_i(1,142) = 9.48$, $p < .01$, $p < .005$）と主語の位置が後の状態（$F_p(1, 166) = 51.76$, $F_i(1,142) = 44.63$, $ps < .001$）それぞれにおいてプライミング手段の効果が見られた。ただし，比喩プライミングにおける主語の位置の効果は見られなかった（$F_p(1, 166) = 0.87$, $F_i(1,142) = 0.00$, $ps > .10$）。これらのことから，主語の位置が前・後いずれの条件においても，主題の特徴の意味判断において比喩の効果が見られた。

図 2. 有意味性判断課題における平均判断時間



（エラーバーは SD）

また材料ごとの比喩文の反応時間を従属変数，統制条件の反応時間，喩辞慣習性，適切性，主題特徴重要度，特徴部分のモーラ数を独立変数とした重回帰分析を行った（表 3）。喩辞慣習性，適切性，主題の特徴重要度については，平・楠見（2009）で測定した数値を用いた。分析の結果，主題前置文では統制条件の反応時間，適切性，モーラ数が有意であり，主題特徴重要度が有意傾向となった。一方で，主題後置文では，統制条件の反応時間，適切性，モーラ数が有意となった。いずれも慣習性は有意とならず，また主題後置文では主題特徴重要度が有意とはならなかった。

表 3. 反応時間の重回帰分析（N=72）

	主題前置文			主題後置文		
	β係数	t値		β係数	t値	
統制条件の反応時間	.33	3.23	**	.58	5.86	***
喩辞慣習性	-.07	-0.77		.08	0.87	
適切性	-.30	-2.82	**	-.22	-2.28	*
主題での特徴重要度	-.17	-1.83	†	-.05	-0.57	
特徴部分のモーラ数	.22	2.34	*	.19	2.31	*
調整済みR^2		.45			.57	

4. 考察

実験の結果，主に以下の 2 点について明らかとなった。一つは，直喩により，主題は特定の特徴の意味理解を促進させるということである。統制文は，主題のある意味特徴について言及した文であるのに対し，比喩文は，主題と意味を共有する喩辞を用いることで，主題のどの意味特徴について言及するのかが，ある程度予測可能な文となっている。このことから，統制文よりも比喩文の方が，より理解しやすくなっていることが予測される。また，重回帰分析の結果より，こうした比喩文の促進効果は，比喩文の適切性が高ければ強まることがわかった。これらのことは，従来の研究とも一致する結果といえる[6][7][12]。

また二つ目として，重回帰分析の結果から，主題前置文において主題の重要度が特徴の理解に関与することから，主題の特徴それ自体がその意味での理解を助けることが示唆される。一方で，このような効果は主題後置文には見られない。以下は推測だが，主題前置文においては，主題の意味が先にある程度決定され，喩辞の意味だけで比喩が理解されるわけではないことが考えられる。対して主題後置文においては，主題の処理が遅延するため，主題の意味が決定されないことが考えられる。

本研究における主題前置文は，従来の「プライム刺激＋意味判断」という過程を省略することにより，従来の研究より主題の早い段階の処理を検討していると考えられる。結果は，もともと主題において顕著でない意味については，判断が遅くなり，元から顕著な意味については，判断が速くなることを意味しているが，この傾向自体は，単

純な単語-意味の組み合わせに対する意味判断課題の結果と同じである[14]。比喩文の理解では，喩辞の意味が活性化されていることがわかっているが[9]，比喩理解においては喩辞から想起されたその意味が主題にそのままあてはめられているわけではなく，主題は喩辞から想起される意味に対し，主題での意味との比較の上，その意味を許容するかどうかといったフィルターのような役割を果たしている可能性が推測される。これらの役割は，主題後置文のように主題の処理が比較的遅れるような文には見られないこと，また主題の意味判断自体が，適切性といったような主題と喩辞の相互作用に対する評価により影響を受けることなどからも示唆されうる。

なお，本研究では主題における「比喩と関連する意味」のみを対象とした実験を行ったが，今後は同様の実験パラダイムを用い,「比喩と無関連な意味」を対象とした検討を行っていきたい。

文献

[1] Tversky, A. (1977). “Features of similarity”. Psychological Review, Vol. 84, pp. 327-352.

[2] Gentner, D. (1983). “Structure-mapping: A theoretical framework for analogy”, Cognitive Science, Vol. 7, pp.155–170.

[3] Glucksberg, S., & Keysar, B. (1990). “Understanding metaphorical comparisons: Beyond similarity”. Psychological Review, Vol. 97, pp. 3-18.

[4] Glucksberg, S., Mcglone, M.S., & Manfredi, D. (1997) “Property attribution in metaphor comprehension”, Journal of Memory and Language, Vol. 36, pp. 50-67.

[5] Gentner, D., & Bowdle, B. (2001). “Convention, Form, and Figurative Language Processing”, Metaphor and Symbol, Vol. 16, pp. 223-247.

[6] Nakamoto, K., & Kusumi, T. (2004). “The effect of repeated presentation and aptness of figurative comparisons on preference for metaphor forms”, Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, p. 1611.

[7] Chiappe, D. & Kennedy, J. M. (1999). “Aptness predicts preference for metaphors or similes, as well as recall bias”, Psychon Bull Rev, Vol. 6, pp. 668-676.

[8] Jones, L., & Estes, Z. (2006). “Roosters, robins, and alarm clocks: Aptness and conventionality in metaphor comprehension”, Journal of Memory and Language, Vol. 55, , pp. 18-32.

[9] Gernsbacher, M. A., Keyser, B., Robertson, R. R. W., & Werner, N. K. (2001). “The role of suppression and enhancement in understanding metaphors” Journal of Memory and Language. Vol. 45, pp. 433-450.

[10] Glucksberg, S., Newsome, M. R., & Goldvarg, Y. (2001). “Inhibition of literal: Filtering metaphor-irrelevant information during metaphor comprehension” Metaphor & Symbol. Vol. 16, pp. 277-293.

[11] Blasko, D., & Connie, C.M. (1993). “Effects of familiarity and aptness on metaphor processing” Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. Vol. 19, pp. 259-308.

[12] 平知宏・楠見孝, (2009). “隠喩理解における主題と喩辞の意味：有意味性判断課題を用いた検討”, 日本認知科学会第 26 回大会発表論文集, pp. 92-95.

[13] 平知宏・楠見孝, (2011). “直喩の語順が主題の意味判断に与える影響”, 日本認知心理学会第 9 回大会発表論文集, p. 70.

[14] 平知宏・楠見孝 (2009). “語の意味の理解は反応時間で測れるか？：有意味性判断課題を用いた検討”, 日本心理学会第 73 回大会発表論文集, p. 956.

アフォーダンス系と高次の情報処理
Affordance Systems and Higher-Order Information Processing

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

In this paper, I propose to use the term “affordance system” instead of “affordance” in order to characterize interactions between sensory systems and motion systems. Here, affordance systems are applied not only to description of agent’s interactions with physical environments but also to description of our higher-order information processing. The chunking of appropriate information elements plays an essential role for performing higher-order information processing. Through chunking of salient objects, Children can learn to structure their environments which include their caregivers and neighbors as their essential components.

Keywords — affordance system, chunk, magnet effect, working memory, tree structure

1. はじめに

本稿ではまず，アフォーダンス概念を拡張することを提案する．ひとつの提案は，生態心理学の鍵概念である「アフォーダンス」の代わりに「アフォーダンス系（affordance system）」というより体系的な連関を持つ概念を用いることにある．そしてアフォーダンス系は，感覚系と運動系の間の相互連関を持つものとして特徴づけられる．発達をアフォーダンス系の遷移として捉えると，感覚系の変化と運動系に関する能力変化が相互連関的に描写できる（[15]）．

ところで，本発表での主眼は，むしろ，この「アフォーダンス系」という概念を，現実の物理的環境のみでなく，より抽象的な情報処理の段階にも適用できることを示すことにある．全体の考察は，哲学的なものであり，その主張は素朴な体験や先行文献に基づく考察を基盤にしており，独自の実験を基盤にしたものではない．アフォーダンス系概念と「チャンク（chunk）」というワーキングメモリ（working memory）の心理学の概念を結びつけ，より一般的な概念枠組みを提案することも，本稿のもくろみのひとつである．

2. 「アフォーダンス系」の規定

ギブソン（James Jerome Gibson, 1904-1979）のアフォーダンス概念は，環境の中で生きる生物体の情報を表すために導入されたものである．それは，事物が観測者に提供しうる（afford）事がらをさす（[17] p.4, [6]）．動物の場合，環境の意味はそれぞれの動物種に特有な形で現れてくる．つまり，動物が環境から受け取る情報は，その動物自身から独立ではなく，その動物に依存した形で現れてくる（[18] p. 134）．

中山・福田 (2010) は，このアフォーダンス概念を拡張して，「アフォーダンス系」という概念を用いることを提案した（[15]）．本稿でも，ある動物のある時間帯での「環境のアフォーダンス」を，その時間帯でのその動物に対する「環境の現れ方」として解釈する．同一状況にいる二種類の動物では，環境は，通常，異なる仕方で現れる．それは，環境への関係の仕方や関係の築き方が，動物の種類によって異なることによっている．その意味で，知覚情報は動物がその動物特有の仕方で環境に働きかけるときに環境から得られる情報ということになる．

中山・福田 (2010) では，発達にともなう運動系・知覚系の相互依存的発展および統合的遷移という現象を主に論じた（[15]）．例えば，それまでバタバタと手足を動かすことしかできなかった乳幼児がハイハイができるようになることを考えてみよう．このようなときには，組織的なアフォー

ダンスの変化が発生している．というのも，自ら動きまわることができるようになった乳幼児では，動くことによる知覚の変化と運動パターンの増加に伴い，この乳幼児が受けとる環境の意味や価値も変わると考えられるからである．このようなタイプのアフォーダンスの組織的変化を描写するために，「アフォーダンス系」という用語がそこでは導入された．アフォーダンス系というのは，人間や動物やロボットなどの行動体にある時間帯に提供されているその行動体にとっての環境に関する情報の集まりのことである．人間の成長過程の中では，このアフォーダンス系の創発と遷移が何段階かのステップによりなされ大人へと成長していくと考えられる．これは，障害児の成長に関しても同様である．

3. 知覚バイアスとアフォーダンス系

ここでは，音声認識や視覚におけるバイアスをアフォーダンス系の一種として捉えることを提案する．まず，音声認識について考えてみよう．

浅田らのグループは，「音声模倣ロボット」を用いて母音の学習を研究している（図１, [8], [9], [21], [1] pp. 53-58）．この発話ロボットを用いた実験において，浅田らの研究結果は，アフォーダンス系の問題に関して興味深い現象を示唆している．

浅田らは日本人の被験者に約四百種類の母音をランダムに聞かせて，それを模倣させた．すると，模倣された母音は日本語の「あいうえお」のいずれかに引き寄せられることがわかった（[1] pp. 56-58）．つまりこの場合，母音の聞き分けが自分が発音できる母音発声に影響されていることが判明した．これは，「マグネット効果（magnet effect）」と呼ばれている現象である（[21], [11]）．このことをより抽象的に表現すると，聞かれた母音はすでに確立されたアフォーダンス系によって知られているどれかのパターンに適合するものとして分類され，それに従って模倣の音声が発生される．そしてこのとき，母音発声パターンの種類と母音の聞き取りのパターンが一致している．浅田も言及しているように，赤ちゃんは生後６カ月くらいまではあらゆる言語の母音を発するが，それを過ぎると次第に母国語の母音しか話さなくなる（[1] p. 58, [7] p. 145）．ここにアフォーダンス系の遷移が起きており，母国語の母音を話すようになるときには，母音を母国語の分類によって聞き分けるようになると思われる．

この母音の聞き取り現象を一般化させると，私たちは環境そのものを知覚しているわけではないことがわかる．むしろ私たちは，入ってくる情報を分類できる形に（無意識に）整形して聞いている．外部情報に対するこの編集能力のために逆に，日本で成長期を過ごした私たちが，読めば理解できる外国語の文を聞いた場合でも発音を聞き分けられないので理解できないという現象が起こるのである．

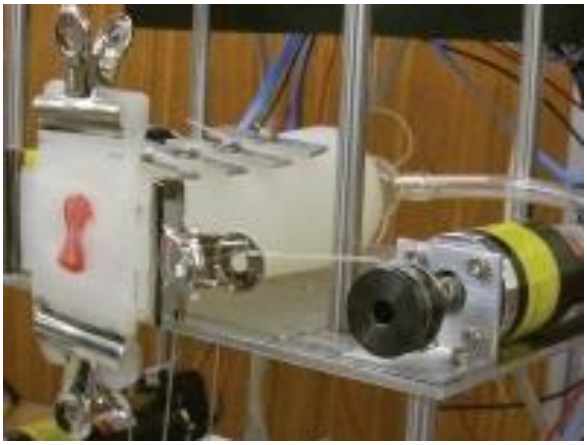


図１　発話ロボット Burpy（[21] より）

母音発声に関するマグネット効果は，当然，〈音素の発声に関するマグネット効果〉へと拡張できるだろう．日本で育った人は，L と R の区別が苦手なことはよく知られているが，これも乳幼児期に形成された音素の聞き取りと発声に関するアフォーダンス系の固定化により説明できる．つまり，ある種のアフォーダンス系の獲得の学習には，臨界期が存在すると思われる．[1]

[1] 開一夫によれば，視覚系以外の認知機能に関しては，今のところ脳神経系レベルでの臨界期の存在を実証した研究はない（[7] p. 176）．しかし一方で，生後６カ月ぐらいまではすべての赤ちゃんが L と R の発音の区別ができるのに，この区別の必要のない日本語環境で育った赤ちゃんはこの弁別

乳幼児における他の学習と同様に，音素の学習においても，養育者や身近の人々が重要な役割を演じている．これをアフォーダンス系の観点から記述するなら，人間の発達においては，養育者や身近の人々が環境の主要な部分を形成しているということになる．[2] 動物においては，環境との相互作用は主に，身体行動によって形成される．乳幼児においてはこれに加えて，身近の人々との身体的コミュニケーションや発声による（身近の人々も含んだ）環境への働きかけが見られる．また環境は，部分に分割され，クラス分けされ，個別化される．養育者などの特別な存在者が，コミュニケーションを通じて相互作用する環境の主要な構成要素として現れる．

4. チャンクと情報処理の階層性

幼児が単語の意味を理解するようになるとき，幼児は音節の特定の連鎖をひとつのチャンクとして捉えることができるようになる．ここでは，自分が知っている単語の集合がバイアスを形成しており，自分が聞いた音声をこのバイアスに引きつけて聞いているのである．ここでも，〈単語に関するマグネット効果〉が起こっていると言えるだろう．また養育者の側でも，乳幼児が発するひとかたまりの音列を自分が理解できる語に引きつけて解釈すると思われる．

ところで，言語獲得初期に見られる語彙の多くは，「ワンワン（犬）」，「トット（鳥，魚）」，「ブーブー（自動車）」などの幼児特有の名詞である（[2] p. 92）．また養育者は子どもの言葉を模倣し，不適切な言葉は訂正したりして，学習しやすいモデルを提供する（[2] p. 97）．このような養育者の姿勢は，音素の学習において見せる彼らの態度と同様のものである．

〈単語に関するマグネット効果〉は，〈音素に関するマグネット効果〉が確立した後に確立すると考えられる．[3] 少なくとも，単語が音声的には音素から構成されるという構造上の観点から，単語に関する認識は，音素に関する認識よりもより高次の認識に位置づけられるべきである．そして当然，文の認識は単語の認識よりもより高次の認識ということになる．[4] ただし，乳幼児は単語を一語文としても用いているので，単語と文の区別は文法構造を持つ文を使うことができてからはじめて明らかになると考えられる．また，言語行為（speech acts）の理解が文の使用とともに現れると言える（[3], [19]）．[5]

また顔の認知は，誕生直後に観察されることが知られている（[7], [12], [10]）．私たちでも，漫画や絵画を見るとき，そこに人間の顔や意味のある風景を（意識せずして）探し出す．つまり，知覚には顔の認知に関するバイアスがすでにかかっている．これは，音声認識のバイアスと同様に，一種の〈顔認知に関するマグネット効果〉と呼んでいいものだろう．漫画の中で，引かれた一連の線が，顔型や人の身体型に引き寄せられて認識されているのである．また，錯視（optical illusion）の例から，私たちが線を見るとき，〈空間認知に関するマグネット効果〉が現れていると考えることができる．例えば，ミュラー・リヤー図形（Müller-Lyer

能力を失うことも報告している（[7] p. 145）．

[2] 乳幼児の発達においては，模倣が大きな役割をはたすと言われている．このことからも，ヒトにとっての環境要素として身近の人々の存在が大きな意味を持つことがわかる．模倣はしばしば，「ミミック（mimic）」，「エミュレーション（emulation）」，「イミテーション（imitation）」の三段階に分けられる．イミテーションは，意図も目的も動作も同じであるような模倣であり，ヒトにしか存在しない能力だと言われている（[7] p. 115）．

[3] 音声の習得は０歳ではじまるが，一語文の習得は１歳から２歳半で起こる（[2] p. 95）．

[4] 二語文は１歳半から２歳で習得され，文節や句は２歳から３歳で習得される．文構成が習得されるのは，３歳以降になる（[2] p. 95）．

[5] バンライパーは言葉の働きを次の五つに分類している（[20], [2] p. 96）．(1) 思考や意志を他人に伝えたり受けとったりするための手段，(2) 思考の手段，(3) 他人に要求を出しその人を動かすための手段，(4) 喜怒哀楽など感情を表現するための手段，(5) 自己の存在を他人に知ってもらうための手段．(1) は主張型や自己拘束型の言語行為に，(3) は指令型の言語行為に，(4) は表現型の言語行為に対応する．言葉を知る段階にある１歳以降の幼児は，まず(3), (4), (5) のタイプの行為を学習し，次に(1), (2) のタイプの行為を学習する．

figure）で同じ長さの線が異なる長さに見えるのも，二次元的に描かれた線の組み合わせを三次元的に読み解く人間の視覚認知のバイアスから説明できる．そして実際私たちは，漫画の中に描かれた図を平面的なものではなく，立体的でしかも動的なものとしていつも読み解いている．

5. ワーキングメモリとチャンクの階層

ワーキングメモリが関与する意識的な活動においては，情報処理の容量に限界があることはよく知られている（[16], [4]）．情報がひとまとめにされチャンクとして処理できることは，このワーキングメモリの容量の限界という制約の中で効率的に情報処理をするための非常に重要な戦略である．ミラーは，チャンクを作り上げてこれを巧妙に利用することによって記憶できる情報量を拡大できることを指摘した．例えば，956384215074 は１２ケタの数字であるが，これを 956, 384, 215, 074 というように３個の数字にまとめて記憶すると，４チャンクで表すことができる（[16] p. 16f, [13]）．このようなとき，情報に階層性が生まれ，元の平坦な情報が階層的データ構造に変形されていることに注意したい．

チャンク付けは入れ子の操作を許すので原理的には非常に複雑な情報を扱うことを可能にする．そして，チャンク付けの操作を複数回行うことにより，情報の木構造（tree structure）が自動的に生まれることが分かる（図２）．

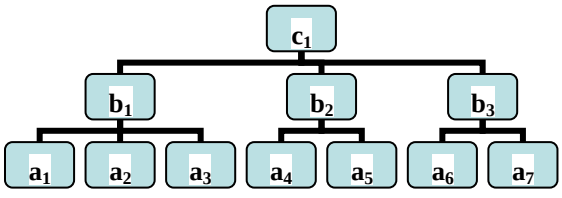


図２　チャンク付けにより構成される木構造

図２では，〈a_1, a_2, a_3〉という情報の組みから b_1 というチャンクがＡレベルよりひとつ上の階層であるＢレベルで形成され，さらに，〈b_1, b_2, b_3〉という情報の組み合わせから c_1 というチャンクがＢレベルよりひとつ上の階層であるＣレベルで形成されている．またこのチャンク付けは，Ｃレベルからｄレベルへというように上に伸ばすこともできれば，Ａレベルからさらに下位のレベルへと下へも伸ばすことができ，さらに新しいチャンクをすでにあるレベルで付け加えることにより横にも伸ばすことができる．このような木構造は，オントロジー（Ontology）などの一般的データ構造（data structure）や（[14]），文法構造を表わすことができるものである．文法構造を例にとれば，Ａレベルは音素レベル，Ｂレベルは単語レベル，Ｃレベルは語句レベル，Ｄレベルは単文レベル，Ｅレベルは複合文レベルということになろう．そして，これら構造全体は長期記憶に保存されることになる．これらの考察は，バッドリーによるワーキングメモリの新モデルともよく対応している（図３）．

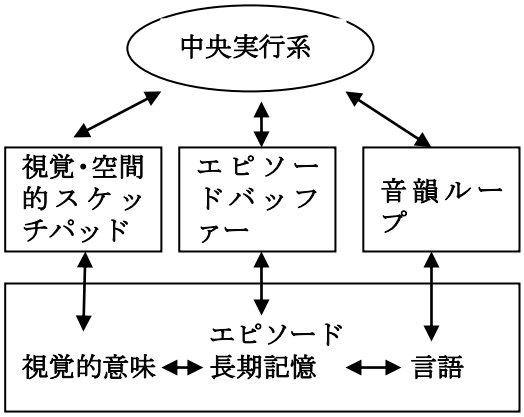


図３　ワーキングメモリの新モデル（[16], [5]）

6. 関心枠とアフォーダンス系

次に，関心枠の中で情報が探し出されることについて考察したい．すでに述べたように，ワーキングメモリが関与する意識的な活動においては，情報処理の容量に限界がある．バッドリーは，短期の記憶には，受動記憶（passive memory）と情報に注意を向けることにより情報が保持される能動記憶（active memory）があると指摘した．ワーキングメモリは，この能動記憶に対応している（[16] p. 21, [4]）．

通常の状態で私たちが外部から情報を取り入れるとき，私たちは設定された関心枠にそって情報を意識化しているということをここでは，提案したい．この関心枠を私は，アフォーダンス系と同

一視したい．この関心枠は，将棋の達人が将棋の盤を一瞬にして読み解く仕方であり，情報のチャンク付けの枠組みでもある．将棋の達人は，将棋のコマの並びを構造化・階層化して見ており，そのため，コマの並びを精確に記憶できることになる．外部からの情報は，それが意識化される場面では，すでに中立的ではなく，バイアスがかかった形で情報処理されている．

乳幼児においては，身体的運動能力の発達と言語能力の発達は同時進行している．この二種類の発達に共通の基盤はないだろうか．本稿では，そのような基盤としてアフォーダンス系を提案した．身体発達におけるアフォーダンス系の獲得や発達は，外界の事物の独特なチャンク付けの習得と言ってもよいだろう．環境は，私たち人間には事物のチャンクとして現れる．例えば私の研究室は，ドアや椅子やソファや机がなどの個物が特定の配置のもとに置かれるものとしてひとかたまりの形で私は把握し，そのような多くの研究室の集まりとして研究棟の五階を私は把握し，そのような階の複数の集まりとして私は勤務先の研究棟を理解している．このような層構造をなしたデータ構造は，私たちがいたるところで見いだすものである．そして知識表示のために知識工学でも用いられているオントロジーのデータ構造は，このような木構造をなしている（[14]）．アフォーダンス系がチャンク付けと結びついたとき，高度で複雑な情報処理が可能になると言える．入れ子は，再帰的操作（recursive operation）であるため，理論的には任意の有限の深さの木構造をデータ構造として用いることができることになる．

7. まとめ

乳幼児における運動能力の発達と言語発達の間に関連はないだろうか．本稿は，この間の関係についてアフォーダンス系とチャンク付けという概念を用いて考察した．浅田らの母音獲得に関する構成論的研究に見られるように（[8], [9]），現段階における工学的研究はデータのレベルでは主に最下層の情報を扱っている．このような研究は，どのようにより高次のデータ処理へと拡大させていけるのだろうか．本稿では，このような問いとの関連で，チャンク付けによる階層性の導入という提案を行った．本研究はなお，純粋に理論的段階にとどまり，どのように情報をチャンク付けするかについては，述べていない．本当の難問は，本稿が提案したような抽象的な考察を具体的に工学的に実現するところにあるのかもしれない．[6]

参考文献

[1] 浅田稔（2008）『ロボット未来世紀』日本放送出版協会.

[2] 浅見千鶴子・稲毛教子・野田雅子（1980）『乳幼児の発達心理２　１～３歳』大日本図書.

[3] Austin, J. L. (1962) *How to Do Things with Words*, Harvard University Press.

[4] Baddeley, A (1986) *Working Memory*, Oxford University Press.

[5] Baddeley, A (2000) “The episodic buffer: a new component of working memory?” *Trends in Cognitive Sciences*, 4, pp. 417-423.

[6] Gibson, J. J. (1979/1986) *The Ecological Approach to Visual Perception*, Hilsdale, NJ: Erlbaum.（古崎敬ほか訳（1985）『生態学的知覚論』サイエンス社）.

[7] 開一夫 (2011)『赤ちゃんの不思議』岩波書店.

[8] Ishihara, H., Yoshikawa, Y. Miura, K., and Asada, M. (2008) “Caregiver’s sensorimotor magnets lead infant ’s vowel acquisition through auto mirroring,” *Proc. of the 7th IEEE Intl. Conf. on Development and Learning*.

[9] 石原尚・若狭みゆき・吉川雄一郎・浅田稔（2011）「乳児母音発達を誘導する自己鏡映的親行動の構成論的検討」『認知科学』第 18 巻

[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）「現代唯名論の理論的および応用的研究」（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.

第 1 号, pp. 100-113.

[10] Johnson, M. H. and Morton, J. (1991) *Biology and Cognitive Development: The Case of Face Recognition*, Blackwell.

[11] Kuhl, P. K. (1991) “Human adults and human infants show a ”perceptual magnet effect ”for the prototypes of speech categories, monkeys do not,” *Perception & Psychophysics*, 50, pp. 93–107.

[12] Meltzoff, A. N. and Moore, M. K. (1977) “Imitation of facial and manual gestures by human neonates,” *Science* 198.

[13] Miller, G. A. (1956) “The marginal number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information,” *Psychological Review*, 63, pp. 81-97.

[14] 溝口理一郎（2005）『オントロジー工学（知の科学)』オーム社.

[15] 中山康雄・福田佑二（2010）「アフォーダンス系の創発と遷移に関する哲学的考察」, 日本認知科学会第 27 回大会発表論文集（CD-ROM 版）, pp. 605-614.

[16] 苧阪満里子(2002)『脳のメモ帳　－　ワーキングメモリ』 新曜社.

[17] 境敦史・曾我重司・小松英海（2002）『ギブソンの心理学の核心』勁草書房.

[18] 佐古仁志 (2008)「アフォーダンスの構造　－生態記号論に向けて」『年報　人間科学』大阪大学大学院人間科学研究科社会学・人間学・人類学研究室, pp. 133-148.

[19] Searle, J. R. (1969) *Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language*, Cambridge University Press.

[20] Van Riper, C. (1963) *Speech Correction: Principles and Methods*, Prentice-Hall, Inc.

[21] 吉川雄一郎, 浅田稔 (2009)「音声模倣発達過程の理解に向けた認知発達ロボティクスの試み」 バイオメカニズム学会学会誌, Vol.33, No.4, pp.231—236.

対話エージェントを用いた集団による協同問題解決の支援に関する研究

How do Conversational Agents with " Different Perspective " Assist Collaborative Problem-solving?

林 勇吾†, クリサノフ ヴィクター†, 三輪 和久‡, 小川 均†
Taro Kobe, Victor V. Kryssanov, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Ogawa

† 立命館大学情報理工学部, ‡ 名古屋大学大学院情報科学研究科
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University, Graduate School of Information Science, Nagoya University
yhayashi@fc.ritsumei.ac.jp

Abstract

The presented study explores how different perspective in a group based problem-solving task contributes to the emergence of a new and creative perspective. Effects of the following two factors were tested through a computer simulated set-up: (1) consistent opinions from different perspectives and (2) consistent meta-cognitive suggestions. In an experiment, these factors were investigated using conversational agents. A situation was reconstructed, where problem-solving situation where problem solvers collaborate with each other via a text-based chat system. Results obtained in the experiment suggest that a synergy of the two factors can lead to the emergence of ideas during collaboration. The paper also discusses implications of the study for designing collaborative environments with conversational agents.

Keywords — Collaborative Problem Solving, Different Perspectives, Conversational Agent

1. Introduction

The ever-evolving information and communication technology has brought us to a stage where people can collaborate through dynamic and complex networks (i.e. the World-Wide Web). It has also made it possible to use conversational agents which can facilitate collaborative problem solving. There has been however few empirical studies investigating factors to foster the performance of collaborative problem solving. In the following, it is discussed how effective collaborative environments could be created by conversational agents.

1.1 Opinion from a different perspective: The consistent perspective factor

One of the negative effects in collaborative groupwork is social influence. Social influence forces people to adapt one's perspective to the other. This kind of adoption often occurs in the process of decision making in a group. Social influence tends to ignore minority views, favoring a certain perspective, whether that latter perspective is ideal or not. A certain perspective is also thought to be favored when people encounter only partially defined situations. When problems solvers confront unfamiliar or uncertain problems they are thus easily influenced by perspectives dominant in the group. Such situations are similar to those discussed in the 'Paradigm Theory' by Thomas Kuhn (1962)[4].

When people are fixated and biased in favor of a typical perspective within a group, one of the key factors to make a breakthrough is to take into consideration a dissenting opinion from a member that takes a different perspective. In psychology this type of social influence is called the "minority influence" and it is affected by several factors, such as size of the group, consistency of the view by the minority group, situation, etc. Past studies have shown that the influence of a minority perspective is a desirable condition for increasing the diversity of views, prompting reconsideration, processing information and making a decision [7], [8].

In this study, the idea of minority influence is expanded to collaborative problem solving. The term ' minority ' is used to resemble a member with different perspectives in collaborative problem solving. This minority has an important perspective to improve problem solving performance inside the group.

It is hypothesized that opinions from minorities can be effective when different perspectives are presented consistently. This is scrutinized throughout an experiment assumption further called the “ consistent perspective factor ”.

1.2 Meta-suggestions: The meta-suggestion factor

As mentioned above, problem solving in a group often becomes difficult when social influence is present. Nevertheless, a different perspective can make an important contribution to the problem solving. A question to be further investigated is, then, what kind of communication would constitute an effective strategy for collaborative problem solving.

In Cognitive Science, many studies have investigated what contributes most to collaborative problem solving. It has been found that different perspectives brought into a group promote effective interaction in collaborative problem solving [6], [10], [2]. Miyake (1986) and Okada & Simon (1997) reported that asking reflective questions to conversational partners is a useful interaction strategy for gaining a deeper understanding about the problem. Conversations, such as asking for explanations and providing abstract suggestions, are assumed to stimulate reflective thoughts and meta cognition. Shirouzu, Miyake, & Masukawa (2002) suggested that taking different roles is an effective way to reconstruct the problem solvers external representation. The authors also showed that this activity is effective for reconstructing the involved individuals ’concepts and promoting creative thoughts.

All these studies also found that meta suggestions are useful in settings, such as collaborative problem solving in small groups. It is presumed that meta suggestions lead to promoting new perspectives when they are delivered by minorities. The presented study focuses on suggestions, such as“ asking explanations ”, “ communication on alternative ideas ”, “ confirmations of ideas ”, and ”giving suggestions about procedures of problem solving ”. Relevant conversations are investigated throughout an experiment where this “ suggestion factor ” was artificially introduced.

1.3 Aim of the study

In this study, effects of consistent different perspectives and suggestions were investigated during collaborative problem solving, when solvers are biased to a particular view point. The following three issues are investigated:

1. Do different perspectives emerge when a member consistently takes different perspectives?
2. Do different perspectives emerge when minorities ask partners to provide meta suggestions, such as explanations and suggestions?
3. Does the synergy of the above two factors above enhance problem solving performance?

To examine these situations, an experiment is conducted using conversational agents which play the role of human partners. Based on results obtaining, it is discussed how conversational agents would support collaborative problem solving.

2. EXPERIMENT OF DESIGN

In this study, an experimental design originally proposed in Hayashi et al. (2006) was used. In this experiment, two participants are engaged in a rule discovery task, but are provided with different perspectives.



図 1 Example of a figure with a complimentary back ground.

2.1 Controlling the participants ’ perspective

In the experiment, a combination of blocks was shown on different backgrounds to derive Gestalt effects [3] and thus control the participants ’ perspective. Figure 1 is a well-known illustration which may look like a vase or two faces, depending on where the visual focus is. When the focus is on the white color, a vase pops out as the figure and the black part becomes its background. On the other hand, when the focus is on the black color, two faces pop out while the white part becomes the background.

Following this idea, several sets of random patterns consisting of squares on a 6 x 6 grid base were generated, each colored black or white (see Figure 2.

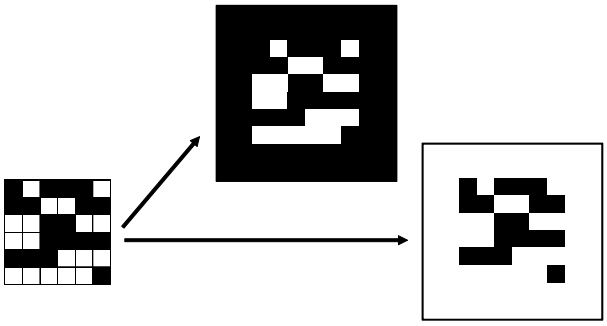


図 2 Example of stimuli.

Each set has several components, each of which consists of a single or a few combined squares forming an " object ". In one example shown in Figure 1, there is a total of ten objects comprising four black objects and six white objects. They were displayed on either black or white background. Participants acquire a distinct perspective when focusing on objects whose color is different from the background color. That is, when they focus on white objects, the white objects become figure and black objects become the background and vice versa. When participants focus on the white objects in Figure 2, for example, six objects pop out and form the figure. When the focus is on the four black objects, these latter objects are seen as the figure.

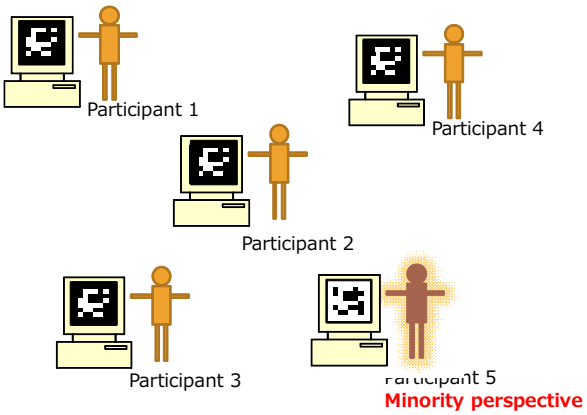


図 3 Example of experimental situation.

In the experiment, five participants are engaged in a collaborative problem-solving work through computer terminals connected via a local network. Figure 3 illustrates a setting where different perspectives exist, as they are induced by changing the background color of the outer frame. In this setting, the minority member presumably has a different perspective due to his/her focus on black objects.

Before starting the task, a squared outer was shown on each participant 's display for one second; a stimulus picture was then presented inside this frame. The frame and the stimulus were presented in pairs in succession (see Figure 4).

The number of white and black objects was controlled with the total number of the objects varied between six and twelve (see Table 1). As shown in Table 1, the sequential patterns of the sums of black objects and white objects are repeated (i.e. 6, 8, 10 / 6, 8, 10). When participants focus on only one of the two colors, however, they cannot find this target rule. To discover the sequential regularity of the sum, the problem solvers have to look at the objects from two different perspectives by focusing on two different colors. The important point to solve this problem is that the problem solvers need to realize the existence of an alternative set of hidden objects (shown in black). Minority participants (agents) are provided with a set of objects manipulatively, so that they can easily focus on the hidden objects and communicate the rest of the majority participants the information that would lead to the discovery of the target rules.

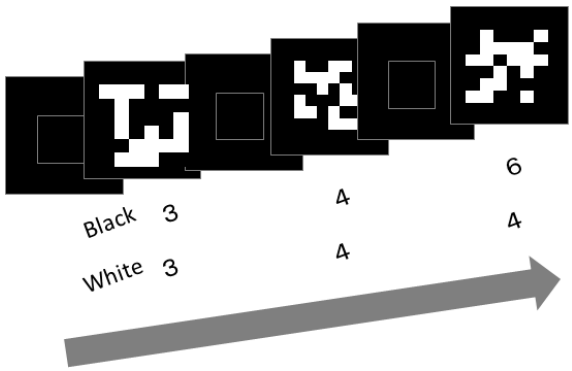


図 4 Series of presented stimuli.

表 1 Example of sequences of the presented objects.

White (Majority)	4	6	4	7	2	4	6	5	3
Black (Minority)	2	2	6	5	4	4	4	7	3
Sum of Black and white	6	8	10	12	6	8	10	12	6

Figure 5 illustrates the interface of a text-based information exchange where the participants can type in and receive messages to discuss the target rule. The participants were told that the stimuli presented inside the frame are identical for all other participants. Buttons to change objects, send messages, and to terminate the experiment were placed at the bottom of the screen. In the experiment, the participants were

allowed to write only one sentence with a maximum of 30 characters per pair and were asked to finish the task within 30 minutes.

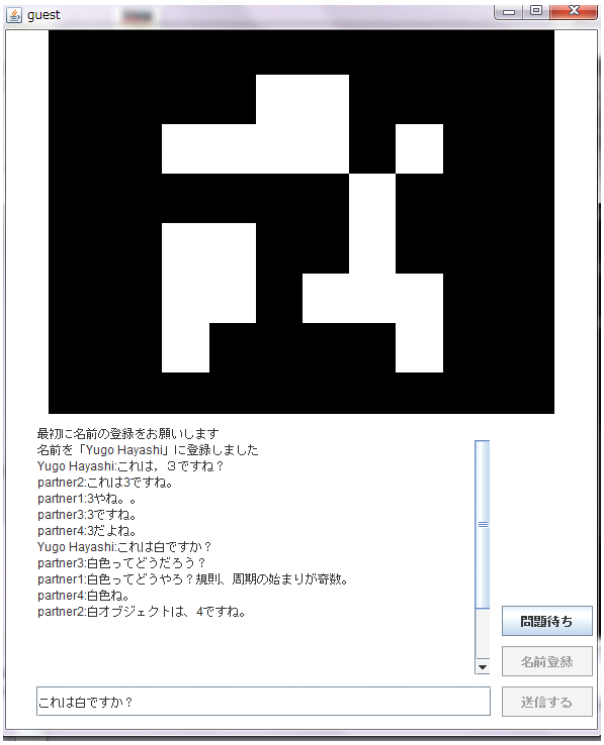


図 5 Example of the interface.

2.2 Conversational agents and the experimental system

The system used in the experiment was implemented in Java (see Figure6). Four program modules are automatically activated: (1) Server, (2) Client, (3) Agent, and (4) Problem Generator. The GUI is presented in the Client program. The four programs were developed to work in a local area network environment. Multi-threads are used for the Server program to process all the messages simultaneously. When messages are sent to the Server, they distributed to all the Clients (Agents). The Problem Generator generates the sequence, as shown in Table 1. This module also provides important information about the objects presented on the GUI as well as about the sequence of the stimuli. Agents use this information to generate conversations.

A simple conversational computer agent used in this study is a typical rule-based system. It has an ability to meaningfully respond to sentences input by the user, based on pre-defined rules. The agent has

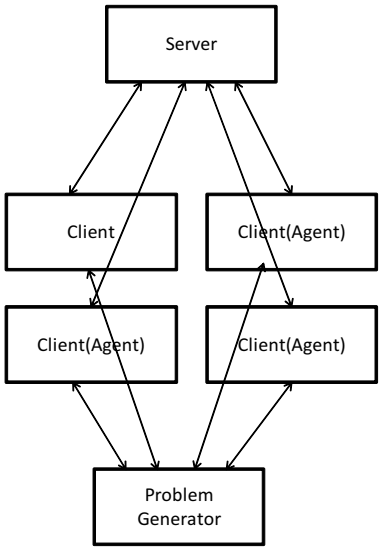


図 6 Example of the interface.

three main modules: (1) Semantic Analyzer, (2) Generator, and (3) Motion Handler (see Figure 8).

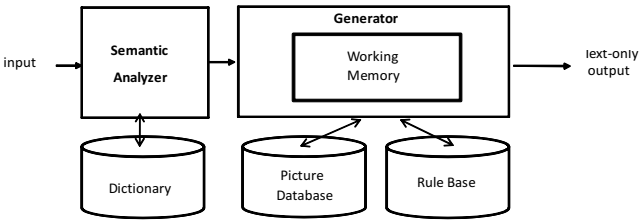


図 7 Structure of the agent.

The Semantic Analyzer extracts keywords from the input messages and detects keywords relevant to the task. Keywords collected from a previous study were used to build the Dictionary containing important keywords originally the task[2]. The Working Memory is created by the Generator, and it basically has two states associated with: (a) Presented objects (Picture Database), and (b) Detected key words (Semantic Analyzer). Various types of argument statements are stored in the Rule Base in the 'if-then' format. Definitions from the Working Memory are sent to the Rule Base to search for matching statements. When there are several overlapping statements, a simple conflict-resolution strategy is utilized. As the matching process ends, the selected sentences are sent to the Generator, definitions in the Working Memory are updated, and the output is displayed.

An experimental situation was modeled by using these conversational agents to play the role of human partners. As shown in Figure 9, participants are instructed that they are interacting with real people,

but they are actually engaged in the task alone.

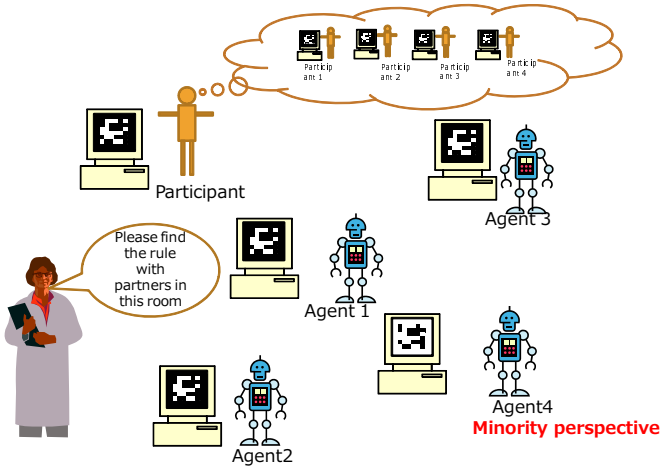


図 8 Experimental set-up.

3. EXPERIMENT DESIGN

3.1 Controlled factors

The experiment has a 2 x 2 between-subjects factorial design. The two factors are: (1) consistent opinions from different viewpoints, and (2) consistent suggestions.

The first, ‘ consistent perspective factor ’ is controlled by observing whether the minority consistently communicated on a different perspective (the background) or they did not. The second, ‘ suggestion factor ’ was controlled by observing whether the minority gave meta-suggestions, such as explanations about the participant perspectives or they did not. The minority provided meta suggestions such as (1) asking for explanations, (2) communicating on alternative ideas, (3) conformation, and (4) suggestions of how to solve the task.

In the Consistent perspective/Suggestion condition, the minority agent would chat about consistent different perspectives and meta suggestions. In the Consistent perspective/No suggestion condition, the minority agent would chat about consistent different perspectives but not about meta suggestions. In the No consistent perspective/Suggestion condition, the minority agent would not chat about consistent different perspectives but would chat about meta suggestions. In the No consistent perspective/No suggestion condition minorities would not chat about any of the two conversations. See tables 2 and 3 for conversation examples on Consistent perspective/No suggestion condition and No consistent perspective/ Suggestion condition.

表 2 Example of conversations in Consistent perspective / No suggestion condition.

	participant	Majority agent	Majority agent	Majority agent	Minority agent
Trial 1	I think this are three.	Three objects	Yes, three	I think three	I can see the black objects
Trial 2	I think this are four.	Yea, four objects	I think four	Four objects	Aren't there 4 black ones?
Trial 3	I think this are five white	White and five	Definitely white and five	Five white objects	Black objects are 6!!

表 3 Example of conversations in Consistent perspective / Suggestion condition.

	participant	Majority agent	Majority agent	Majority agent	Minority agent
Trial 1	I think this are three.	Three objects	Yes, three	I think three	What about looking at the task from a different view?
Trial 2	I think this are four.	Yea, four objects	I think four	Four objects	Maybe we should stop here and look if our hypotheses are correct.
Trial 3	I think this are five white	White and five	Definitely white and five	Five white objects	Why do you think your counting is correct?

3.2 Participants

120 undergraduate students participated in the experiment (males = 42, females = 78, average age = 20.4 years). All participants were randomly assigned to each condition (30 participants per condition). The participants, who did not follow the instructions, did not answer the final questions, or felt suspicious about their partners were excluded from data. Table 4 shows the number of participants who were finally assigned to each condition.

表 4 Number of participants included into analysis.

	Consistent perspective condition	No consistent perspective condition
Suggestion condition	24	21
No suggestion	21	21

The experiment was conducted in a computer room containing a maximum of 60 people. The computers were all connected to the local area network. The program of the experiment was installed on a USB memory stick, and was handed over to the partici-

pants. All conversations were recorded as logs.

3.3 Dependant variables

Two sets of data were used to evaluate collaborative problem solving on two levels: Problem solving performance and the perspective changing process.

After the task, participants were asked to answer the target rule using an answer sheet. The answer sheets were analyzed for estimating the‘ problem solving performance ’. When the answer was related to the black and white objects, they were evaluated as ‘ correct ’, e.g. the sum of the black and white objects rotates 6,8,10, the difference between the black and white objects ranges from 0 to 2, etc. On the other hand, when answers did not include such information, they were evaluated as ‘ incorrect ’.

The participant ’s conversation data was analyzed for estimating the ‘ perspective changing processes ’ during the problem solving. When the conversation included keywords about the background color, it was classified as‘ perspective change ’, e.g. “ I was counting only the white objects, but maybe the black objects have to do something with the target rule··· ”.On the other hand, when conversations did not include such information, they were evaluated as ‘ no perspective change ’.

4. RESULTS

4.1 Problem Solving Performance

Figure 9 shows results of the estimation of the problem solving performance. The vertical axis represents the ratio of the problem solving performance, and the horizontal axis represents the experimental condition. The studies focus is to investigate how the two factors, consistent opinions from different viewpoints and consistent meta-cognitive suggestions, influence the performance. Therefore, an ANOVA was conducted using the chi-square distribution, based on the arcsine transformation method. This method enables detecting both the main effects and the interaction of the two experimental factors.

The analysis was thus performed by a 2 x 2 ANOVA with the factor of Consistent perspective (Consistent perspective condition vs. No consistent perspective condition) and the factor of Suggestion (Suggestion condition vs. No suggestion condition) as a between-subject factor.

There was detected an interaction between the two factors ($\chi^2(1) = 5.21, p < .05$). An analysis of the simple main effect was conducted on each level of the consistent perspective factor. In the No consistent perspective condition, the ratio of problem solving performance in the Suggestion condition was higher than the No suggestion condition($\chi^2(1) = 6.51, p < .01$). However, there were no differences detected between the two factors in the Consistent perspective condition($\chi^2 1) = 0.46, p = .50$).

Next, an analysis of the simple main effect was conducted on each level of the suggestion factor. In the No suggestion condition, the ratio of problem solving performance in the Consistent perspective condition was higher than in the No consistent perspective condition($\chi^2(1) = 25.14, p < .01$). T there were detected only marginal differences between the two factors in the Suggestion condition($\chi^2(1) = 3.19, p = .07$). There was detected the main effect in the Consistent perspective factor but there were detected only marginal differences in the Suggestion factor($\chi^2(1) = 23.13, p < .01; X2(1) = 1.76, p = .08$).

The results obtained have several implications. First, the problem solving performance in the Consistent perspective/No suggestion condition and No consistent perspective/Suggestion condition was better than in the No consistent perspective/No perspective condition. This indicates that providing different perspectives by minorities is an effective strategy for improving the problem solving performance.

The performance in the Consistent perspective/Suggestion condition was not superior to neither No consistent perspective /Suggestion condition nor Consistent perspective /No suggestion condition. The statistical results show that there was only a marginal difference between these two conditions. This indicates that the synergies of the two types of perspectives were not superior as was hypothesized for this level.

4.2 Perspective change process

Figure 10 shows results of the estimation of the performance of problem solving. The vertical axis represents the ratio of the perspective change process, and the horizontal axis represents the experimental condition. An ANOVA was conducted using the chi-square distribution, based on the arcsine transformation method.

The analysis was thus performed by a 2 x 2 ANOVA with the factor of consistent perspective (consistent perspective condition vs. no consistent perspective condition) and the factor of suggestion (suggestion condition vs. no suggestion condition) as a between-subject factor.

There was detected an interaction between the two factors ($\chi^2(1) = 3.67, p < .05$). An analysis of the simple main effect was done on each level of the consistent perspective factor. In the no consistent perspective condition, the ratio of the perspective change process in the suggestion condition was higher than in the no suggestion condition($\chi^2(1) = 6.51, p < .01$). There were no differences found between the two factors in the Consistent perspective condition($\chi^2(1) = 0.02, p = .88$). These results are consistent with the problem solving performance discussed in the previous section.

Next, an analysis of the simple main effect was conducted on each level of the suggestion factor. Both in the suggestion and no suggestion conditions, the ratio of the perspective change process in the consistent perspective condition was found to be higher than in the no consistent perspective condition($\chi^2(1) = 6.86, p < .01; \chi^2(1) = 28.38, p < .01$). There was the main effect in the consistent perspective factor but no such effects in the suggestion factor($\chi^2(1) = 31.57, p < .01; \chi^2(1) = 2.87, p = .09$).

These results have several implications. The perspective changing performance of the No consistent perspective/No suggestion condition did not improve at all, compared to the conditions where minorities provided different perceptions or suggestions. This means that providing different perspectives and suggestions from minorities is an effective strategy for enhancing the perspective changing. An interesting point was found from comparing these results and the results of the problem solving performance described in the previous section. The simple main effects detected suggest that there were differences between Consistent perspective/Suggestion condition and No consistent perspective/Suggestion condition. This may mean that the synergies of the two factors (Consistent perspective/Suggestion condition) are effective.

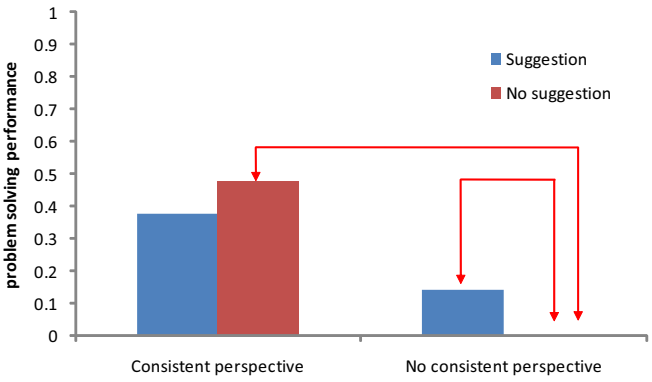


図 9 Results of the problem solving performance.

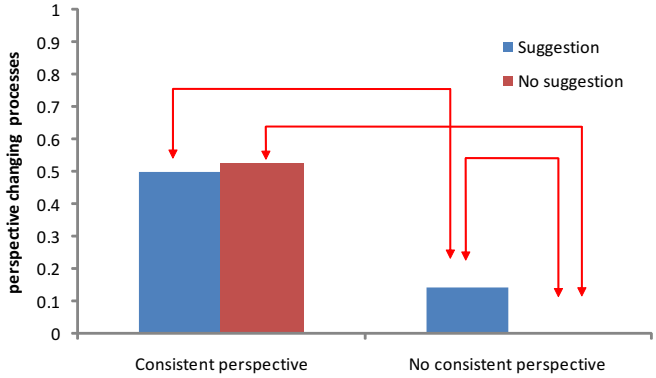


図 10 Results of the perspective changing process.

5. DISCUSSION

5.1 Effects of minorities with different perspectives

The results obtained suggest that using minority opinions in collaborative problem solving is an effective strategy for improving the collaborative problem solving performance and the perspective changing process. In the No consistent perspective/No suggestion condition, there were no participants who could find the solutions or change their perspectives. However, when participants collaborated with the minorities who communicated them different perspectives, the problem solving performance and the perspective taking process improved. These results show that creative perspectives emerge when minorities consistently take different perspectives. The past research on the minority effect has not been focused on natural collaborative problem solving environments. There were also few studies that focused on creative activities, such as collaborative problem solving. Therefore, this study offers new results for open-ended situations.

The obtained results also indicate that the two factors of communication behavior affect the problem solving performance and the perspective enhancing process and can be used for improving the collaborative problem solving performance.

No synergy of the two types of the perspectives on the problem solving performance was experimentally found, as was predicted in the beginning. The synergies of the two types of factors were however, found effective, when focusing on the perspective changing process. These results support our initial hypothesis and lead to speculations about how different perspective suggestions would make a break through during collaborative problem solving.

There are still unanswered questions that could affect the problem solving and the perspective changing process. These are about the social relationship between the collaborators, conversational manners of the minorities, dynamic size of the groups, etc. Is future work, we will investigate these issues.

5.2 Conversational Agents for supporting collaboration in groups

The results obtained in this study highlight the usefulness of minorities with different perspectives in collaborative problem solving. One important point is that conversational agents were employed that respond, based on simple rules. This suggests that there is a big potential to use such agents in different domains for supporting collaborative problem solving in groups.

Recently, there is a growing trend in the study of pedagogical conversational agents in collaborative learning and education[1]. Most of those studies have pointed to the importance of using animated characters to enhance motivations of the learners. There were few studies, however, that focused on communication behavior and the role of agents that help during collaborative problem solving. From the viewpoint of pedagogical conversational agents, this work suggests a useful way to employ conversational agents to model minorities. This should be used to motivate learners to consider problems from different perspectives. Especially, conversational agents could be used to promote a break trough in situations when problem solvers are fixated and biased to a typical perspective within a group. The use of such agents is not limited to education, as they could be applied in other domains to support divergent thinking and promote generating original ideas.

6. CONCLUSION

The goal of the present study was to investigate the effects of consistent different perspectives and suggestions were investigated during collaborative problem solving, when solvers are biased to a particular view point. The following three points were investigated: (1) Do different perspectives emerge when a member consistently takes different perspectives? (2) Do different perspectives emerge when minorities ask partners to provide explanations and suggestions?, and (3) Do the synergy of the above two factors enhance problem solving performance? To examine the effects we conducted an experiment, using conversational agents which played the role of human partners.

Results obtained in the experiment suggest that: (1) the problem solving performance and the perspective changing performance are improved when minorities consistently take different perspectives, (2) the problem solving performance and the perspective changing performance are improved when minorities provide meta suggestions, and (3) a synergy between these factors can lead to the emergence of new perspectives during collaboration.

7. ACKNOWLEDGMENTS

This research was partially supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI), The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan (MEXTGrant), Grant No. 23700325

参考文献

[1] Graesser, A., McNamara, D., (2010) Self-regulated learning in learning environments with pedagogical agents that interact in natural language. Educational Psychologist. Vol. 45, No.4, 234–244

[2] Hayashi, Y., Miwa, K., & Morita, J., (2006) A laboratory study on distributed problem solving by taking different perspectives. In Proceedings of the 28th annual conference of the cognitive science society, 333-338.

[3] Koffka, K., (1935) Principles of gestalt psychology. Routledge and Kegan Paul.

[4] Kuhn, S, T.,(1962) The Structure of Scientific Revolutions, University of Chicago Press.

[5] Miwa, K., (2004) Collaborative discovery in a simple reasoning task. Cognitive System Research, Vol.5, No.1, 41-62.

[6] Miyake, N., (1986) Constructive interaction and the interactive process of understanding. Cognitive Science, Vol.10, No.2, 151-177.

[7] Moscovici, S., Lage, E., Naffrechoux, M., (1969) Influence of a consistant minority on the response of a

majority in a color perception task, Sociometry, Vol. 32, 365-379.
[8] Nemeth, C., Brown, K., & Rogers, J.,(2001) Devil's advocate versus authentic dissent: stimulating quantity and quality, European Journal of Social Psychology, Vol. 31, 707-720.
[9] Okada, T., & Simon, H.,(1997) Collaborative discovery in a scientific domain. Cognitive Science, Vol. 21, No.2, 109-146.
[10] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H.,(2002) Cognitively active externalization for situated reflection. Cognitive Science, Vol. 26, No.4, 469-501.

気付きを生み，動機付けを高めるシミュレーション方法の開発
The development of the mental simulation methodology which enhances mindfulness and motivation

野田浩平† 宮越大樹‡ 五十嵐久美子‡ 平本明武‡
Kohei Noda, Daiju Miyakoshi, Kumiko Igarashi, Akio Hiramoto

†フェリス女学院大学 ‡株式会社ココロラボ ‡株式会社チームフロー
Ferris University, Kocoro Laboratory Inc, Teamflow Corporation
noda@kocorolab.com, miyakoshi, igarashi, hiramoto@teamflow.jp

Abstract

The authors discuss the methodology to investigate how to invoke mindfulness and to enhance human motivation as an outcome of mindfulness about individual life/career direction. The first author tries to combine empirical motivation training method developed and delivered by other authors to computational and embodied cognitive architecture research strategy. As a future problem the necessity of a concrete case which contains client's declarative knowledge, episodic memory with emotional memory, and physical/somatic memory is discussed.

Keywords — motivation, mindfulness, cognitive architecture, emotion

1. はじめに

動機付け（motivation）はどのようにに定義づけられる認知・感情状態であろうか．認知的には，ある目的・目標に対し，達成しよう，維持しよう，接近しようと認知している状態と考えられるし，生理・行動的には，その目標達成，維持，接近に対し実際に行動に出る状態にあると考えられる．では，現代社会に生きる人間にとっての動機付けの状態を明らかにするためにはどのような研究方略が取られるであろうか．一つは，実際に動機付けられている人間の状態を観察し，その内部構造を含めてモデリングしていく方略である．そしてもう一つは，動機付けを高める方法論を観察することによってさらにそのメカニズムに対する知見を得る方法である．心理学や脳科学などから得られた知見を元に実施される臨床的な手法を再度，認知科学的に再解釈し，モデリングするというものである．これは，複合領域，境界領域である認知科学的研究であるからこそ取りうる手法であり，かつ，認知科学の中でも人の臨床トレーニング手法をフィールドスタディー的に観察し，再構築化する方法と考えられる．

2. 背景

野田は，職業場面の人の動機付けや価値観であるワークモチベーションや職業価値観をモデリングすることを目標に研究を進めてきた．初期の研究では，Shankら(1977)]の記号計算的知識・学習理論の中に現れる目標の分類分け（達成，維持，楽しみ，危機，間接）がMaslow(1954)の欲求のヒエラルキーのように便利に使えると考え，それを用いて人間の動機付け，抑うつ過程をモデリングしようと試みた[1][2][3]．ここで，動機付け以外に抑うつ過程を導入したのは，ポジティブな感情状態である動機付けられた状態よりも，その逆の状態と考えられる抑うつ状態の方が基礎心理学や臨床心理学の分野でその認知感情過程のモデルが遥かに多く研究されていたため，その過程を仮説として導入することにより，意欲の正負の感情状態である動機付け，抑うつをあわせてモデリングしようとしたためである．

動機付け・抑うつという意欲・感情状態をモデリングしようとすると認知記号計算的な部分のモデル化だけでなく，生理・身体的な部分のモデル化も必要となってくる．そして，生理・

身体のモデル化というのは環境の中での身体の機能のモデル化も要求される．人間の行動をつかさどる脳の古い部位がつかさどるアルゴリズムとしての感情をモデル化しようとすると細分化された過程のモデル化ではなくて統合されたエージェントのモデリングが必要となってくる．この方法論として，身体性認知科学の方法論に則り，単純な脳を持つエージェントが環境内でいかに抑うつ状態に陥るかをモデリングしたのが，人工脳方法論による抑うつエージェントの研究である [4]．

そして，その研究のあとに人間を同様の方法論でモデル化するために社会エージェントシミュレーター SOARS を導入して，職業人の転職・就職過程の面接場面を抑うつ・不安感情をモデル化してシミュレーションした研究が野田ら (2007) である [5]．

そこまでの研究で明らかになった研究方略上の問題点としては，人間の動機付け過程は十分に複雑な過程であり，計算機上でモデリングするためにはその多くを捨象して単純化せねばならないという点である．そして，捨象したとしても，現在最も精緻に人間の感情過程をモデル化していると考えられる南カリフォルニア大学のVirtual Humansプロジェクトにおける感情過程を搭載したエージェントですら巨大な統合プロジェクトとなっており，その研究は容易ではないということである [6]．

さらに，実は人間の動機付け過程の知見は，研究のみを行っている基礎科学者が一般の人間をモデリングするよりもむしろ，心理学の理論を持って，臨床の現場や教育の現場で人の動機付けを実践している臨床家の中にその膨大な知見が眠っており，その理論は統合的な説明理論としては使われていても，基礎理論としては再構築化されていないということが筆者が観察を通じて感じていることである．

よって本研究の目的は，臨床や教育の現場で用いられている動機付けの手法を観察，体系化し認知科学的に再構築することによって，動機付けのメカニズムの理解をさらに進め，その手法を構築することにある．

3. 方　法

本研究では，カウンセラーでコーチである平本 (2005) がその著書で提案し，企業研修で導入している動機付けのためのコーチング手法を解析し，その動機付けの手法を明らかにする [7]．大きくはその手法は，動機付けワークの内容と，そのワークの手法に分かれると考えられる．すなわち，一般の研修の参加者が理解しやすいように，心理学の用語を日常用語に噛み砕いたワークのコンセプトや実施する内容がワークの内容である．そして，そのワークのインストラクションを実施する際に講師が用いる心理学的誘導方法（催眠誘導やインストラクションの文言，ペアワークや体を動かすワークなどのワークの方法）がワークの方法である．

はじめにワークの内容について説明する．ワークが行われる研修自体は数時間から 2 日程度に渡り行われ，その時間長は今回は厳密には分析しない．逆に一つのワークを参加者に影響を与える単位としてとらえ，それが何ステップ行われるかについて着目する．

平本は個人が動機付けられるその源泉を自分軸と定義し，それは 2 つに分解できるとしている．一つはこれまでの人生で培われてきた価値観であり，もう一つは将来の人生で達成したいビジョンである．価値観をコーチングや研修の現場では「自分らしさ」と呼び，ビジョンを「ありたい姿」と呼んで専門用語ではなく，日常用語として理解を得ようとしている．さらに価値観やビジョンについて，4 つのレベルに分けて分類化している．すなわち，ライフレベル，キャリアレベル，現職レベル，案件レベルである．（図１）ライフレベルは，仕事を始める前の人生，仕事時代の中でのプライベートな人生の時間，そして，リタイア後の人生のことをさす．キャリアレベルは典型的には仕事を始めてから，最後の職を退職するまでを指す．その中

で現職レベルは，現在の会社，あるいは現在の業界で働き始めてから，離脱するまでを指す．そして，案件レベルは参加者，クライアントが現在，仕事で関わっている案件のことを指す．これは特定の業務レベルである．

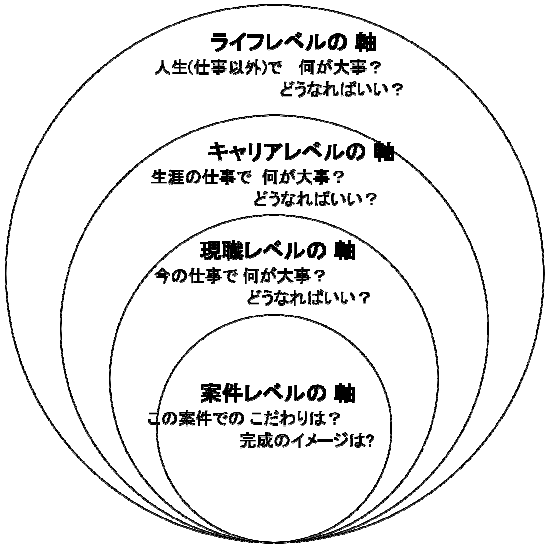


図 1.4 つのレベルの自分軸
（平本（ 2005 ）を改変）

この中で現職レベルで自身の過去を振り返り，その価値観を見出し，さらにそこから現在，そして将来のありたい姿を見出す「現職史質問集」というワークがある [7]．その中で，参加者はペアになり，1から6の順番に過去の記憶から将来の理想のイメージまでの想像し，ペアの相手に話す．（表1）それぞれのステップで話す内容が複数用意されていてその中のうち，記憶にのぼりやすい，あるいは想像しやすい将来を選んで話す設問もある．

それぞれのペアトークは1名1分で行う．この表1のステップをワークとして実施したあとに，自分軸を紙に書き出し，それを踏まえたうえで，3週間ぐらいの将来までの間に6の未来に向かって自分軸に従い，行動できるアクションを宣言してワークは終了する．

本ワークを終了した時点で，参加者は参加前に比べて仕事に動機付けられて，職場に戻っていくように設計されている．

他に動機付けに影響しそうな内容としての要素としては，研修内のプログラムで自分軸の説明，4つのレベルの説明，現職史質問集のワークを行う前に行われるアイスブレイクのワークが挙げられる．そのワークでは，例えば自身の好きなことを想像して，その好きなことを自己紹介に添えてペアで次から次へと参加者同士で自己紹介する自己紹介のワークが挙げられる．

他に手法としては，理論の説明の際に動機付けられた他社事例を紹介し，想像を深めてもらい，また，音楽も有効に使われている．音楽は，現職史質問集のワークの中ではクラシックのゆっくりした曲がかかり，宣言するワークの中では，アップテンポの元気が出る曲がかかる．そして，歌詞も仕事で動機付けが湧くような内容となっている．

4. 認 知 科 学 的 解 釈

前節で説明したワークの内容を実施する中で，参加者がどのような心的過程を経て，いかに動機付けられるのか認知科学的に解釈を行う．研修内の時系列を追って，参加者の気づきや動機付けが起こると想定される場面ごとに何が起きていそうかその仮説を認知科学的に説明する．

はじめの自己紹介ワークの時点では，参加者は個人の好きなものを想像して，それをペアで話し合うので，過去の記憶の中から好きなものを思い出すという作業を行う．その中で感情のラベルのついた記憶を想起するという作業を行う．これは知識表現としては，図2のようになると考えられる．但し，好きなことをやっている動作を体などを使い表現しながら自己紹介してくださいというインストラクションがあるため，記号表現的知識だけで表現できる好き嫌いのラベルのついたエピソード記憶ではなく，イメージ記憶，身体記憶，五感などの記憶も含まれる総合的なエピソード記憶となる．記憶としても総合的な記憶となり，体を動かす好きなこと（例えば，スポーツなど）を紹介した参加者は，心拍数も上がり，脳の覚醒度合いも上がる

ことが考えられる．

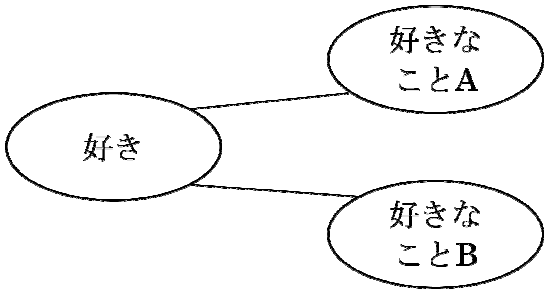


図２．好悪知識のネットワーク表現
（好きなことの場合）

続いて事例を多く含む，自分軸や４つのレベルの説明のパートが実施される．ここでは，その事例の話が参加者にストーリーテリングとしての効果を与えていると考えられる．多くの自身の好きなことに従い，動機付けられて仕事を進め，満足の行く結果が得られた話を場面の情景などを描写しながら演劇のように事例は紹介される．講師が一人何役も演じ，正負の感情が喚起される場面をいくつか紹介する．その中で参加者は場面を想像し，かつ，自身の似たような体験の記憶を想起したり，しやすくなるような状態になると考えられる．これは，上記の感情のラベルのついたエピソード記憶を他者のストーリーとして目の前の講師から聞き，脳内でミラーシステムが反応し，自身の近い感情が関係するエピソードが喚起しやすい状態に置かれていると考えられる．

また，説明理論として用いられている自分軸の中の一つの構成要素となる自分らしさ（価値観）やありたい姿（ビジョン）というものは心理学的な説明を一般の参加者に理解してもらえるように市民心理学的な説明の単純化を行っている．

その後，説明を聞いた後に現職質問集のワークに移る際，音楽がかかり， Pachelbel の Canon が流れる．ここでは，テンポの低い曲を流すことで，覚醒度を下げ，外界の環境からの知覚を減らし，記憶内の知識に意識が向くことを狙っていると考えられる．そして，現職史質問集の質問の説明を講師がする際に，心持ちゆっくりとした口調でその説明を行う．これはいわゆる催眠誘導の手法をとっていると考えられ，そこで外界の知覚を減らし，内的記憶の探索過程にさらに集中するように誘導していると考えられる．

さて，そこで時系列を経て質問を行う手法としては，過去の最近思い出していなかった古い記憶を思い出し，その中で特に好き，嫌いなど感情が動いた記憶を思い出させることにより，より個人として価値の高い意味のある記憶を思い出した後に，最近の記憶を思い出し，その日常的な認知の過程の中で認識していた現状認識とのずれを認知し，気付く効果を狙っていると考えられる．参加者は過去の記憶から最近の記憶に向けて複数のエピソードを語るが，その中でペアワークを行っている相手の参加者から質問を受ける．相手の参加者は主に，「具体的には」や「他には」といった質問を投げかける．普段，想起しない過去の記憶の中から想起をして話をするので，そこでさらに内容の深堀をする質問や関連するほかのトピックを質問されると，容易に大きなきづきが得られることが想像できる．ここで，きづきとは通常の認知思考過程の推移や遷移では辿り着かない問題の回答や状況認知を行い，それが予想している認知結果からの差が大きいと起こる驚きとその認知と定義する．

認知療法で言われるいわゆる自動思考以外の思考結果が発生するとそれは驚き感情を発生させる．そして，その強度は，思考結果の自動思考からの距離意外にも自身の好きなことや嫌いなことという自分の人生に重要であったことを想起させることによりより価値のある事象について，新たな思考結果が起こるという好悪の度合いにも影響される．つまり，気づき(mindfulness)は好悪の強度と通常の思考結果からの距離という２つの変数による関数と考えることが出来る．

通常，一人で思考しているときに考え付かな

い気付きを得て，現職史質問集の5のdを選び，仕事上の価値観を明確に思考および発話出来た状態で，6の将来のビジョンを想像すると，自動的に自身の望ましさの強い将来イメージを連想すると考えられる．その強く望ましいイメージを持った上で，最後のワークとして研修で気付いた自分軸を改めて明らかにし，それに向けてのアクションを考えるとなると，ポジティブな将来イメージに向かう行動であるので強く動機付けられた行動を思いつくと考えられる．このようなプロセスを踏んで，意図的に動機付けの高い状態を作り出していると考えられる．

5. モデリング

さて，このような一連の過程の認知感情過程をモデル化することを本節では考える．前節の認知科学的解釈で明らかなように，認知のみならず感情，そして，覚醒度などの身体過程が含まれるため，身体と感情を持ったエージェントを導入する必要がある．ここで野田ら（ 2007 ）の開発した認知感情エージェント機構を導入する．（図3）

そして，このエージェントを使い，環境下で研修内の参加者の心的過程をモデル化するためには，そのある参加者が持っているかこの記憶，経験，知識と研修のシナリオを用意する必要がある．ここで，本稿では，特定の参加者からヒアリングしたプロトコルデータがないため，参加者の記憶については，モデル化することが不可能である．

しかし，研修のシナリオについては，前節で解釈したような流れを構築することは可能である．表にその流れと起こりうる認知感情身体過程を記載した．

このような複雑な相互作用とエージェント内の変化をモデル化するためには，まずは，仮のエージェントの知識表現を設定し，そのストーリーの中で認知感情身体過程がどのように変化するかモデル化する必要がある．

6. シミュレーション

モデル化するに当たり，エージェントの記憶は，記号計算的な知識表現に頼り，シミュレーションを想定してモデル化する必要がある．ここで，実際のシミュレーションを上記の研修を受講する参加者の持ち得そうな最低限の知識を実装して実施しようとしたとしても，膨大な知識量が必要とされる．そして，本論文では，特定の事例を構築せず，まずは動機付け研修時の参加者の動機付けされる過程のメカニズムだけ，モデリングしようと試みたが，記憶，知識がないと認知部分の過程の変化をモデリングしにくいことが明らかとなった．理論的にはエージェント機構の各モジュール間の挙動のみを先にモデリングすることも可能であるが，参加者エージェントの知識がないままモデリングすることは非常に難しいと考えられる．

7. 研修方法の開発

本論文では，心理学等の知見を元に既に構築されている動機付け研修の内容を解析し，再理論化することを試みた．そして，研修がどのようなステップで何を意図しながら進められるかということについて，外部からの観察を通じて仮説モデルを構築した．しかしながら，認知科学的に詳細に解析して理論化するためには，事例として，ある参加者エージェントの知識を持たせ，そのエージェントの認知感情身体過程を明らかにする必要があることが分かり，そのシミュレーション結果をもって，再理論化が進むということが明らかとなった．そのため，そのシミュレーションを構築することが残された課題となる．

8. 考察

本研究では，心理学に発想を得た既存の動機付け研修を観察し，その過程を認知科学的に分析することにより，人間の動機付け過程を明らかにし，さらにはその知見をもとに動機付け効果の高いシミュレーション方法を開発すること

を試みている．

そこで，数時間で行う一連の研修を元にその中での認知感情身体過程の変化を仮説として提示した．ここで明らかになったこととして，研修としては数時間から二日を通じて，参加者の動機付けに影響を与えるように設計しているが，それ全体を認知感情身体過程として分析しようとするとある程度のステップ数が必要となってくると考えられることである．但し，これは，実時間長のプロセスとして捉えるのではなく，社会的存在としての人間が社会の中でどのような影響を受けて行動を行うかをシミュレートする SOARS （ Deguchi , 2005 ）のような社会エージェントシミュレーターを用いればシミュレートできるということが考えられる．しかし， SOARS のような社会エージェントシミュレーター上では大きな量の知識を持たせ，それを記号計算処理するような機能を持たないため，ある程度知識を集約させた形の参加者エージェントを設計し，その認知感情身体過程を認知感情エージェント機構上でシミュレートすることが課題として残される [8] ．そのためには，まず，参加者エージェントの知識を含むしなりを構築することが考えられる．そして，現在の認知感情エージェント機構では，研修時に起こると仮定される身体，脳内過程を十分に表現できるか不明な点もあるため，（宣言記憶からエピソード記憶への連想の遷移や，覚醒度の変化，及び外的注意から内的注意への変化，さらには記憶想起時の身体感覚の変化，その原因と考えられる運動野などの活性で起きる身体記憶の変化など）モデル構築とシミュレーション実施時に機構の改編も含め，試行錯誤することが必要と考えられる．

参 考 文 献

[1] 野田浩平，徃住彰文．(2000)．抑うつ気分における思考過程の認知モデル．第 4 回に本認知療法研究会大会予稿集．

[2] Schank, R. C. and Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding: an inquiry into human knowledge structures*, New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.

[3] Maslow, A, H. (1954). *Motivation and Personality,* Harper Collins Publishers.

[4] Noda, K. and Tokosumi, A. (2002). A simulated embodied agent model of depression by Artificial Brain Methodology, *Proceedings of 19th annual meeting of Japanese Cognitive Science Society.*

[5] 野田浩平， Voss, K. ，久津豪． (2007)．人事評価情報の可視化，知識共有への認知科学の応用 – エージェントモデリング及びオントロジーを用いて –，『認知科学 』, 14(1) ， 1-17．

[6] Institute for Creative Technologies, University of Southern California. (2011). http://ict.usc.edu/projects/virtual_humans

[7] 平本明武．（ 2005 ）． 『コーチング・マジック 』． PHP研究所

[8] Deguchi,H.(2005).SOARSProject,Where Do We Go from Here. Proceedings of The 21st Century COE Program Creation of Agent-Based Social Systems Sciences 2nd Symposium,79—90.

表 1. 現職史質問集（平本（2005））

領域	選択質問	質問内容
1		（入社の）きっかけ
2		入社当初
	a	業務や人間関係でよかったこと、期待通り(以上)だったことは？
	b	業務や人間関係でイヤだったこと、期待と違っていたことは？
3		入社から現在までの『業務』
	a	どんな案件が好きだった？　どんなところが？
	b	どんな案件が好きじゃなかった？　どんなところが？
	c	どんな案件がうまくいった？　どんなふうに？
	d	どんな案件がうまくいかなかった？　どうして？
4		入社から現在までの『人間関係』
	a	どんな人が好きだった？　どんなところが？
	b	どんな人が好きじゃなかった？　どんなところが？
	c	うまくいった『人間関係』は？　どうして？
	d	うまくいかなかった『人間関係』は？　どうして？
5		現在
	a	会社や自分の部署での、『業務』の現状は？　うまくいってるところは？　いってないところは？
	b	会社や自分の部署での、『人間関係』の現状は？　うまくいってるところは？　いってないところは？
	c	自分が仕事で大切にしているものは？　どうしてそれが大切？
	d	今の仕事でないがしろにされている自分の価値観は？　どんな時それを感じる？
6		未来
	a	どんな自分になりたい？　どんな会社になってほしい？
	b	今の『業務』や『人間関係』が、何の制約もなかったら、本当はどうなればいい？
	c	３年後 or ５年後or 10年後、今の仕事がどうなればいい？
	d	３ヶ月後　or 半年後　or １年後、今の仕事がどうなればいい？

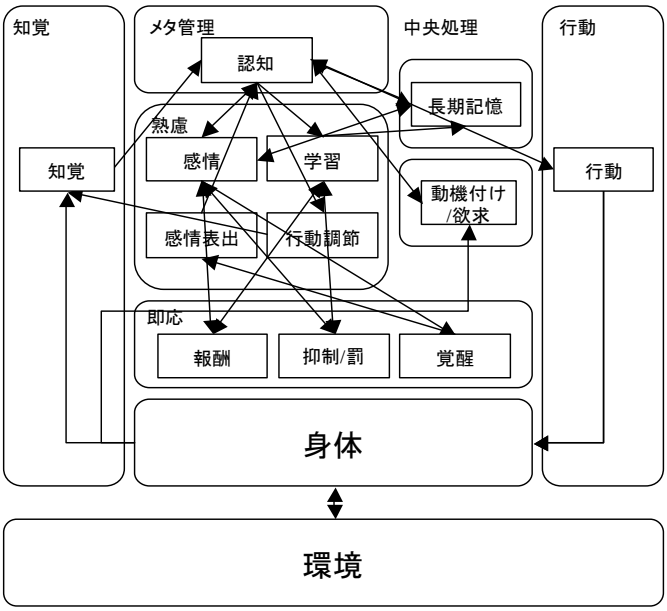


図 3.　認知感情エージェント機構

表 2. 研修過程における講師，ワーク相手の行動と参加者の認知感情身体状態の変化仮説

研修の流れ	講師インストラクション	ペア相手行為	参加者認知	参加者感情	参加者身体
自己紹介	好きなことを含めて、体を動かし自	好きなことヒアリング	好きなことの宣言型知識	好きなことの行為記憶	身体記憶活性
					覚醒度上昇
		いいですねという声かけ	ポジティブな体験（聞いてもらった）との自身の好きなことの価値向上	聞いてもらったことによる受容感 承認されたことによる受容感	
自分軸の紹介	価値観型、ビジョン型の説明		価値観型、ビジョン型という知識の理解		
自分軸の4つのレベルの紹介	自分軸の4つのレベルの紹介		自分軸の4つのレベルという知識の理解		
事例紹介	自分軸を再発見してモチベーションが湧いた人の演劇的な事例紹介		事例ストーリーの理解	事例登場人物の感情状態（動機付けられた）の体験	感情状態に連動した身体活性の変化
			（自分の経験との連想）	（自身の経験の感情状態の体験）	（感情状態に連動した身体活性の変化）
現職史質問集	1-6のステップ毎に質問文読み上げ	傾聴	過去の好悪感情が関するエピソード記憶	好悪感情の感情体験	感情体験による生理状態変化
	トーンを落とした読み上げ方		催眠誘導による記憶探索への集中		
			傾聴による記憶探索への集中		
	音楽（クラシック, Canon）		催眠誘導効果による記憶探索への集中		
自分軸の確認と行動の宣言	自分軸と行動をワークシートに書き出す説明		自分軸の確認とそれに向けての行動の探索	強い快感情と接近意欲の動機付け状態	
	音楽（アップテンポ、			動機付け効果	覚醒度上昇
	グループワークによる宣言	傾聴	傾聴による受容の認知	動機付け効果	
			他者に対する宣言による行動不実行への制約の意識	動機付け効果	

ちょっとした出来事の自動映像編集：映画文法に基づき撮影されたターゲット映像の参照による理解しやすい映像の生成
Automatic Video Editing of a Minor Event: Generation of Easily Comprehensible Image by Reference to Target Image Shot on the Basis of Film Grammar

古川 智裕[†]，金谷 友樹[†]，榎津 秀次[‡]
FURUKAWA Chihiro, KANAYA Yuki, ENOKIZU Hideji

[†] 芝浦工業大学大学院工学研究科，[‡] 芝浦工業大学工学部
[†] Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology [‡] Shibaura Institute of Technology
[†] m11138@shibautra-it.ac.jp, [‡] enokizu@sic.shibautra-it.ac.jp

Abstract

In the present study, we proposed the mechanism of automatic video editing that uses target image on the basis of the film grammar to generate the easily comprehensible image of a minor everyday event. Several minor everyday events were shot by eight digital video cameras set around the shooing space. On the other hand, we have prepared the target image of each everyday event shot on the basis of the film grammar previously. Two stages are primarily needed to generate easily comprehensible image. In the first stage, an image, which was shot from the most appropriate camera position, is selected by comparing eight images with the target image. Then, in the second stage, the selected image is cropped and zoomed by reference to the target image. Some images were generated by automatic video editing system that implemented a series of picture processing involved with these two stages. Generated images were similar to each target image appeared to be easily comprehensible. However, we found some problems, for example, estimating appropriate vale of the target image and segmenting the target image, to be overcome.

Keywords — Automatic Video Editing, Film Grammar, Everyday Event, Easily Comprehensible image

1. 研究目的

近年，ビデオカメラや映像編集ソフトの低価格化・高性能化などにより手軽に映像を撮影・編集することができるようになった．しかし，それにより作成された映像とテレビや映画などの映像では理解のしやすさに明らかな違いがある．これには様々な理由が挙げられるが，その中でも特に大きな問題として編集の問題がある．テレビや映画の編集を行っている人たちは長い年月をかけて自分たちが培ってきた知識や技術を用いて編集を行っている．しかし我々がその編集の知識や技術を身につけようと思うと多くの時間や資金などが必要となり困難である．そのため，映像を自動的に撮影し編集する様々な研究が進められている．先行研究[1][2][3][4]では，出力された映像がわかりやすい映像なのかどうかの判断を主観評価などによって求めていた．そこで本研究では映画文法[5]と呼ばれる映画編集のルールに基づき製作された映像を元に，その映像に近い映像をシステムにより撮影・編集することで，視聴者にとって理解しやすい映像を制作することを目的にする．

2. ターゲット映像

ターゲット映像とは，映画文法と呼ばれるルールに則って撮影・編集された映像のことである(図 2.1)．映画文法とは，映画制作関係者などが経験則的に培われた知識を自然言語で表現したもので，視聴者が映像を見たときに意識しなくても映像を理解できるような編集方法が記されたものである．映画のあるワンシーンをショットという映像の単位に分け，図 2.2 のように，人物の動きやカメラの配置，カメラで撮影した映像の代表的なものを描いた図とともに，ショットサイズや，カメラの操作方法などが自然言語で記されている．シーンとは，ある定められた空間の中で起こった出来事（イベント）の流れであるとする．ショットとは，時間的・空間的な切れ目なしに連続して撮影された映像の単一断片を指すものである．また，ショットサイズとは人物の体のどの部分でカ

メラを切るか(カッティング)の高さのことを指し，バストショットやミディアムショットなど複数の種類がある．なお，本研究で使用するショットサイズは人物の肩から上が映るクロースショット(CS)，人物の腰から上が映るミディアムショット(MS)，人物の全身が映るフルショット(FS)の 3 種類とした．これは，見た目として違いがわかりやすく，カッティングの場所が比較的明確であるからである．



図 2.1　ターゲット映像

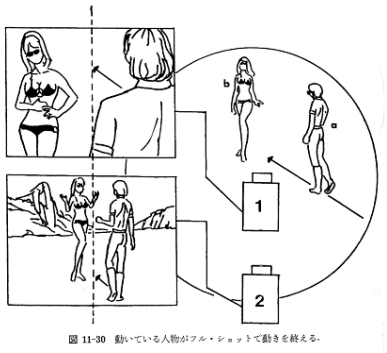


図 2.2　映画文法内の図

3.　イベント

イベントとはイベント情報より求められる，ある定められた空間の中で起こったカメラの切り替えに関わる動作を指す．本研究は移動・向きの変化・姿勢の変化・発話の 4 つをイベントとして扱っている．この 4 つのイベントの組み合わせを 4 次元配列で表記する．たとえば，移動と発話が同時に起こった場合は．(5,0,0,1)のように表す．なお，この移動の値は移動の向きを表している．

4.　システム構成

本システムでは，図 5 に示すようにイベント導出部，カメラ決定部，ショット映像生成部で構成されている．イベント導出部では，撮影空間で撮影された映像からイベント情報を導出し，イベントを決定する．カメラ決定部ではイベント導出部で導出されたイベントやイベント情報などを使い，ターゲット映像にもっとも近いカメラ映像を求め，カメラ番号を出力する．ショット映像生成部では，イベント導出部，カメラ決定部で得られた情報よりカメラ映像をターゲット映像に近づけ，音声を合成し動画として出力する．

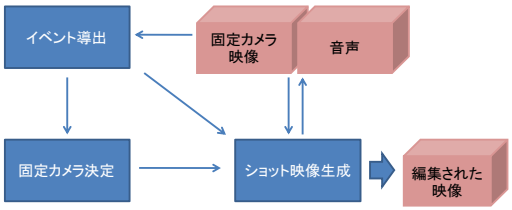


図 4　システム全体の流れ

5.　撮影空間

図 5 のように撮影空間とは，縦横に 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る．この撮影空間のまわりにカメラ 8 台用意し，高さ約 1.6m，カメラの中心が撮影空間の中心(5,5)を映すように設置する．左下のカメラ番号をカメラ 1 番とし，時計回りに 2 番，3 番…とする．このカメラの高さは映画での一般的なアイレベルを参考に人物の目線の高さに合わせた．その理由としては，アイレベルで撮影された映像は視聴者が普段見ている世界との見え方が同じなため安定感や安心感が得られるからである．

ターゲット映像に対し，撮影空間の固定カメラで撮影された映像のことを固定カメラ映像とする．

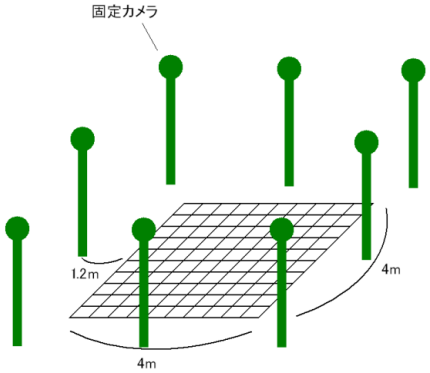


図 5　撮影空間

6. イベント情報

イベントを決定するために必要な情報のことで，撮影空間内に写っている人数，撮影空間内で人物のいる座標，人物の正面を検出したカメラ，人物の姿勢，発話の有無のことを指す．人物のいる座標が変わった場合移動を検出，そのときに正面を向いているカメラ番号をイベントに格納する．人物の向きが 1 秒以内に 90 度以上変わった場合にはイベントの向きの変化の値を 1 に，姿勢が 1 フレームの間に 30 ピクセル以上減少した場合人物の姿勢の値を 2(座る)にし，30 ピクセル以上増加した場合は人物の姿勢の値を 1(立ち)にする．また，人物の発話があった場合には発話の値を 1 にする．

7. 人物領域情報

人物領域情報はイベント情報とは異なり，撮影された固定カメラ映像の各フレームの中で人物がどのように映っているかを表す画像上の情報である．ここでカメラごとに抽出する情報を以下に示す．

1) 人物の重心点
2) 人物領域の右端，左端，上端，下端の各座標
3) 顔検出の中心点，半径の大きさ

これらの情報はイベント情報を出力する際に同時に出力できるため，人物領域情報の出力のためには新たな画像処理をすることはない．なお，ここでの座標はカメラの画像上の座標のことで，左上を始点としたピクセル数のことである．

8. イベント導出部

イベント導出部でのイベント情報導出方法について記述する．まず，人物の位置については各固定カメラから取得した映像を 0.2 秒ごとに静止画として保存したものを利用し，解析をする．固定カメラごとに取得した背景のみの画像(背景画像)を読み込み，フレーム単位での解析を行う．そして，各固定カメラから撮影空間内の人物に対して直線を引き交点を求めることで，人物の位置を検出する．解析手順を以下に示す．

1) 入力画像と背景画像のグレースケール化
2) 入力画像と背景画像の平滑化
3) 入力画像と背景画像の差分を取る
4) 差分画像の二値化
5) ノイズ除去
6) ラベリングをし，人物領域の重心を算出
7) 固定カメラからの角度計算
8) 各固定カメラから直線を引き交点を求める

それにより求められた交点に一番近い座標に人物がいるとし，人物の位置を導出している．なお，人物の位置は(0,0)～(10,10)で表現する．

人物の向きは撮影空間のまわりにある 8 台のカメラをすべて使って検出する．まず，8 台のカメラ全てで顔検出をし，検出された場合，その人物は検出されたカメラの方向を向いていると判断させた．なお，この顔検出には精度を高めるために色相による制限を行っている．

人物の姿勢に関しては，撮影空間のまわりにあるカメラを使い検出する．人物の位置を求めるために使用した背景画像との差分の情報とラベリングにより得られる情報より人物の姿勢を決定する．本研究では人物は立っている状態と座っている状態の 2 種類の姿勢を扱うものとし，人物が撮影空間に入ってきた場合無条件で立っているものとして扱っている．1 フレームである 0.2 秒の間に，人物領域の縦幅の値が 30 ピクセル減少した場合は座っている状態に姿勢の変化が起きる．なお，この 30 ピクセルという値は実際に姿勢の変化のある映像を解析して得られた結果である．また 1 フレームの間に人物領域の縦幅の値が 30 ピクセル増大した場合人物が立っている状態に姿勢の変化が起きたとしている．

音声に関しては，登場人物に装着したワイヤレスヘッドセットマイクによって拾われた音声を解析することによって導出する．録音した音声を 0.2 秒ごとに区切り，それを一つの単位とした．登場人物が発話をした場合，音声データの振幅が大きくなる．それを利用して，振幅がある閾値を超えた回数が 0.2 秒間に 50 回以上だった場合人物の発話として検出する．

こうして求められたイベント情報をもとに，イベ

ントを決定していく．まず，移動に関しては求めた座標に変化が 1 秒以上あった場合，その間で移動のイベントを検出する．イベントを検出した場合，同時に移動している固定カメラの番号を移動の方向として出力する．向きの変化は，得られた顔の向きが 1 秒以内に 90 度以上変化した場合その最初のフレームから 1 秒間を人物の向きの変化として検出する．姿勢の変化は，人物の姿勢が切り替わったときに，その最初のフレームから前後 1 秒間を姿勢の変化とする．発話は，音声処理により求めた人物の発話があった場合に発話を検出する．

9. ターゲット映像記述情報

ターゲット映像記述情報とは，ターゲット映像をカメラ映像との類似度を比較できるように必要な情報をテキスト形式でまとめたものである．1 フレームごとに抜き出す情報を以下に示す．

1) ターゲット映像のフレーム番号
2) 人物番号
3) 人物の位置
4) 人物の向き
5) 人物のショットサイズ
6) イベント

ターゲット映像を 0.2 秒ごとの静止画に分割し，分割した最初の画像を 0 フレームとしてフレーム番号を決定する．人物の位置は背景画像より背景差分を用いて求められた領域の重心点と画像左端の間の距離を位置とする．人物の向きとイベントの移動の向きに関しては分割された画像の顔の向きを図 9 の 8 方向から選択する．移動の向きは前後のフレームを見て移動している方向を選択する．ショットサイズは映画文法にあるショットサイズの中から人物の全体が映るフルショット(FS)腰から上が映るミディアムショット(MS)人物の顔が中心に映るクロースショット(CS)の 3 種類より選択する．イベントは，イベント導出と同じく移動・向きの変化・姿勢の変化・発話の 4 つをイベントとして扱う．この 4 つのイベントを 4 次元配列で表記する．

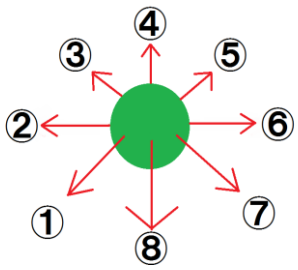


図 9　人物の向き

10. カメラ映像記述情報

イベント導出部より得られた情報より，撮影空間上のカメラの映像をテキスト形式で表す．フレーム単位で表す情報を以下に示す．

1) カメラ映像のフレーム番号
2) 人物番号
3) 人物の位置
4) 人物の向き
5) イベント

この値はイベント導出部で得られるイベント情報とイベント，人物領域情報と対応している．フレーム番号と人物番号はイベント情報と共通．人物の位置は人物領域情報の人物の重心の座標の値が入る．向きはイベント情報にある向きと対応しており，イベントはイベントが格納される．なお，イベント情報で与えられている向きは撮影空間上のカメラの番号となっているが，カメラ映像記述情報ではターゲット映像記述情報の向きと合わせるため，前もって変換してある．

11. カメラ決定部

カメラ決定部では，イベント導出部より得られた情報をもとに，カメラ映像記述情報を生成する．それと前もって作成しておいたターゲット映像記述情報と比較することで，どのカメラの映像が最もターゲット映像に近いのかを決定する．

まず，ターゲット映像の最初のイベントを見て，それと一致するイベントをもつカメラ映像記述情報をフレーム単位で全て抜き出す．さらに，その中からターゲット映像の人物向きが一致するカメラ映像を全て抜き出す．この抜き出されたカメラ映像記述情報のフレーム番号が連続している部分

を 1 つのショットとして扱う．この時のフレーム番号と最適カメラ番号をショット映像生成部に送る．また，次の処理で画像処理であるトリミングを行うかどうか，ターゲット映像記述情報のショットサイズと上端，下端，右端，左端の 4 つの端点の情報をトリミング情報として求める．
トリミングを行うかの判断は，ターゲット映像のショットサイズがフルショットでない場合はトリミングを行うとする．
これをターゲット映像全てのフレームに関して行う．

12. ショット映像生成部

ショット映像生成部ではカメラ決定部で決定した最適カメラからターゲット映像記述情報，イベント導出部の情報より最適カメラの画像に画像処理を行い，よりターゲット映像に近い映像を生成する．具体的には，ターゲット映像記述情報のショットサイズの情報をもとに最適カメラの画像をトリミングし，ショットサイズを一致するように画像処理を行う．前処理であるイベント導出部とカメラ映像決定部から，人物領域情報とイベント情報より人物領域の上端，下端，右端，左端の座標情報と人物領域の重心点の座標．さらに，カメラ映像決定部により決定した最適カメラの番号とトリミング情報を受け取る．その情報からカメラ映像をトリミングする．その切り取りの座標を決定する手順を以下に示す．

1) 切り取りを行う始点の決定
2) 横幅(width)の決定
3) 縦幅(height)の決定
4) 得られた値をもとに画像を切り取る

なお，縦幅と横幅の決定にはショットサイズごとのアルゴリズムによって決定する．次にショットサイズごとのアルゴリズムを示す．

まずクロースショット(CS)の場合は，人物領域情報の上端の y 座標と人物の重心点の座標から顔の中心点を求める．次に人物の顔の領域を円と見立てて中心点の座標と人物の上端の座標から顔の大きさの半径を求める．これにより求まった顔領域の半径と人物の重心から縦幅 height を決定する．横幅と縦幅の比はカメラ映像の比と同じく 4:3 としているため，縦幅が決まることで横幅 width も決定する．これより，顔の中心点が中心になるように始点を決定し，切り出しを行う．

次に，ミディアムショット(MS)の場合はトリミング情報中の人物領域の左端と右端の値より画像を 3 分割して比を求める．次に固定カメラの画像に移り，人物領域情報より人物の左端と右端の値が得られる．その差を先ほどの 3 分割した比の中央の値と対応させ，左右の幅のピクセル数を決定する．すべてのピクセル数の値を足した数値が横幅 width となる．また，縦幅 height の値も同時に求まる．次に始点を求める．ミディアムショットは腰の高さを下限とするため，人物の重心点の y 座標を切り出しの下点となるよう始点を決定した．

最後にフルショット(FS)の場合は，本研究の撮影空間で撮影された映像のショットサイズは人物の全身が移るフルショットであるため，フルショットに関しては画像処理によるショットサイズの変更を行わず，固定カメラ映像を使用した．

これにより得られた画像と音声を合成し，生成動画を生成する．なお，フレームレートはカメラ映像を静止画に分割したときと同じく 5fps とした．

13. 結果

結果として，ある一定の条件下での撮影空間上での人物の認識から最適カメラの決定．また，ターゲット映像と同じショットサイズへの変更を行うことができた．ただし，固定カメラで映る人物の背景差分より得られる人物領域が重なってしまった場合，領域がうまく検出できなかった．これは人物領域が重なることで 1 つの領域として認識されてしまったことが原因だと考えられる．また，複数の人物に対しての人物番号の割り当てがターゲット映像記述情報では撮影空間に入ってきた順番なのに対し，カメラ映像記述情報では領域の x 座標が小さい順番で行っていたため，ターゲット映像記述情報の値を検出しやすいように変更する

必要があった.

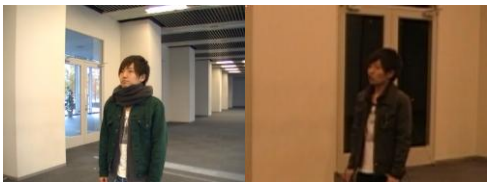


図 13.1　ターゲット映像(左)と出力映像(右)



図 13.2　人物領域が重なってしまう場合

14. 考察

これにより, 撮影空間上での動作をターゲット映像に近い形で出力することができた．しかし，今回はターゲット映像のパターンが少なく，またターゲット映像中のイベントと撮影空間上のイベントとの順番，内容が一致していないとうまく出力することができなかった．そのため，ターゲット映像となる映像をより多くのパターン用意する必要がある．また，ターゲット映像のイベントを 1 つ，または 2 つ程度とし，ターゲット映像を組み合わせることでカメラ映像のイベントと対応させていくなどの工夫が必要になると考えられる．トリミングにより出力された映像は画質が粗く見にくいものになってしまったが，今後カメラの画質や画素数が上がるにつれて画像の拡大を行っても視聴に耐える映像を作れると考えられる.



図 14　画像の劣化
(左:ターゲット映像 右:トリミング後の映像)

参考文献

[1] 金谷 友樹, 梶山 大介, 榎津 秀次, “撮影空間におけるイベントの流れの自動撮影・編集―映画文法に基づくショット選択ルールの適用―” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.33, pp.125-130(2010)

[2] 尾形 涼, 中村 裕一, 大田 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.

[3] 西崎 隆志, 尾形 涼, 中村 祐一, 大田 友一, (2006) “会話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.

[4] 足立 順, 滝口 哲也, 有木 康雄, (2007) “固定カメラ映像からの音声・画像情報を用いた映像コンテンツの生成”, 画像の認識・理解シンポジウム.

[5] Arijon,D.（著）, 岩本 憲児, 出口 文人（訳）(1980) “映画の文法”, 紀伊国屋書店.

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－
A Study of Making Scenarios for enhancing Work Motivation (4):
Content Analyses concerning Experiences that people noticed their Responsibility on Work

戸梶 亜紀彦
Akihiko Tokaji

東洋大学
Toyo University
tokaji@toyo.jp

Abstract
This article presents a research of making scenarios for enhancing work motivation. Especially, this study deals with people's experiences that they noticed their responsibility on work.

Keywords — Motivation, Responsibility on Work

1. はじめに

リーマンショック以来の不景気の中，人員削減のあおりを受けて就業すること自体が困難になっているにもかかわらず，入社後３年以内に離職してしまう若年層が高止まりを続けているとされている（厚生労働省, 2009; 内閣府, 2006）．こうした問題は，離職した個人にとっては職業能力開発の機会を減少させ，企業においては人材育成コストの増加を招くことになる．また，これらの問題が長期化することは，企業組織の存続への脅威となり，やがてはわが国全体の生産性の低下や経済活動の鈍化につながるおそれもある．

この問題に対する国の対策は，職場での適応促進を中心に据えたものとなっている（厚生労働省, 2002）．しかしながら，いわゆる七五三現象が未だに継続していることから，職場での適応を促すだけでは問題は解決しないと考えられる．そこでこの問題の原因を労働の本質的動因である職務動機づけが向上していないことではないかと考え、これまで職務動機づけを高める支援方法を考案するために，社会人を対象に動機づけを高めた職場での体験を収集し，職務動機づけの向上に関連する要因について検討を行ってきた．その結果,「パフォーマンスへの評価」「職務の自覚」「職務の役割理解」「職務上での達成」「ソーシャル・サポート」という５つの職務動機づけを向上させた原型となる体験内容が抽出された（戸梶, 2009a,b,c）。しかしながら，これらを現場において実践的に応用するには，より具体的なレベルに落とし込む必要性があると考えられる．

そこで本研究では，職務動機づけを向上させた５つの体験内容のうち,「職務の自覚（仕事への責任を自覚した体験）」について，体験の内容分析による検討を行った. また, その体験内容に関して，就職して３年以内の者と４年以上の者との違い，および社員として雇用されている者（正社員，派遣・契約社員）とアルバイト・パートの者との違いについても比較検討を行った．

2. 調査方法

調査協力者： ①インターネット調査 : 社会人 600 名（学生や主婦を除く，正社員，派遣・契約社員のうち，就職して３年以内の者と４年以上の者が各 200 名，アルバイト・パート 200 名）を対象にネット調査を行った．なお，各省庁の統計での若年層の定義にあわせ，年齢は 18～34 歳とした．
②インタビュー調査：首都圏や近畿圏、および地方都市で勤務するアルバイト・パート以外の社会人で，調査依頼に協力した 33 名にインタビュー調査を実施した．

調査内容：いずれの調査においても，仕事への責任を自覚するきっかけとなった体験について尋ね

た。

手続き：①のネット調査に関しては，調査会社の登録者を対象に，条件に合致する者のみが回答できるようにフィルターをかけ，自由記述で回答するよう求めた．

②のインタビュー調査は，事前に先方に対して調査依頼を行い，了承の得られた者に対して個別に聞き取りを行った．特に，ネット調査では捉えることのできない詳細な点について，その背後にあると考えられる心理的要因を見出すことができるよう聞き取りを実施した．

3. 結果

インターネット調査の結果　回答した者は，正社員，派遣・契約社員の３年以内の男性 124 名，女性 76 名，４年以上の男性 147 名，女性 53 名，アルバイト・パートの男性 98 名，女性 102 名，合計で男性 369 名，女性 231 名であった．全体の平均年齢は 27.2±3.69 歳であった。

得られた回答を集計した結果，全般的な特徴としては「ミスをして周囲（上司，顧客，会社など）に迷惑をかけたとき」が最も多く，どの属性においても 15%～30%弱の割合を占めていた．次いで「重要な・責任のある仕事を任されたとき」「責任者となった（一人で任された）とき」「自分の仕事の役割・影響の大きさを知ったとき」といった体験内容がすべての属性においてそれぞれ 10%前後を占めていた．

一方，就職して３年以内の者と４年以上の者との違いでは,「重要な・責任のある仕事を任された」という内容は４年以上の者で多く，単に「仕事を任された」という記述は３年以内で多いという傾向がみられた．また，この内容に関しては，社員に比べてアルバイト・パートでの割合が少ない傾向がみられた．属性ごとの特徴としては，３年以内の女性において「後輩ができたとき」が他よりも目立ち，アルバイト・パートの女性では「お金に関する仕事をしたとき」が他の属性よりも目立っていた．また，３年以内の男性において「特にない・分からない」の割合が他よりも多く，２割を超えていた．

インタビュー調査の結果　仕事の責任を自覚するような体験内容の詳細に関して,「ミスをして周囲（上司，顧客，会社など）に迷惑をかけたとき」では，単にミスをしただけでなく，周囲の反応からどれだけ大変なことになったのかがフィードバックされ，自分のミスをとおしてその仕事の重要性が認識されるようになったとの報告が多かった．失敗経験ということでの自己認識から責任を感じるようになった者もいるが，叱られることでの罰の効果や，失敗のフォローに上司や先輩が奔走する姿に自らがやらかした誤りの重要性を見て取ることができるようであった．

「重要な・責任のある仕事を任されたとき」「責任者となった（一人で任された）とき」「自分の仕事の役割・影響の大きさを知ったとき」に関しては，任されることで自ずと責任を感じることになり，また顧客や電話対応など外部の者との接触も会社を代表して対応しているという意識につながり，責任を感じるようであった．

概して，任されること，自らが相手と直接的に接することによって，今までよりも上からの目線で自身の仕事を捉えるようになっているようであった．

4. 考察

以上の２種類の調査結果から，仕事の責任を自覚する体験内容について考察する．

まず，多くの場合，誤りを犯すことで自身も反省するが，それ以上に周囲への影響の大きさによって責任の大きさを痛切に感じるようになると考えられる．自身の中だけであれば，失敗としての認識は持てるが，事の重大さは認識しにくい場合もあると考えられる．しかしながら，周囲の者への影響を観察することで事態の大きさが認識され，自分の担当するそれほどたいしたことのない仕事と思えることであっても，実は重要な業務であるということに気づくようになると考えられる．

また，仕事を任されるということは，その内容にかかわらず，自ずと責任がついてくると考えら

れる．それまでは、上司や先輩が側にいて教えてくれたりしていたのが，そのことに関して任されることで少しずつではあるが自立することも要求される．そのことによって，しっかりしなければならないという責任感が芽生えやすくなるのではないかと推察される．

属性による違いについては，経験年数の違いによる業務経験の違い，社員とアルバイト・パートという立場の違いによる業務内容の違いがそのまま反映されていると考えられる．このことからも，社員となるかならないかによって，職務上のスキルや経験内容の差異が生じていることが理解できる．また，３年以内の女性社員が，後輩ができることで責任を自覚するようになる傾向のあることは興味深い．このことから，若い女性では昇進などではなく，教えられる側から教える側へと立場が変わることでも責任感を醸成できることが示唆される．一方，３年以内の男性社員では，仕事への責任を自覚するような経験のない者が２割以上も存在するという結果であった．このことから，男性社員に関しては，責任を自覚できるような職場での体験が不足していると考えられる．

5. 今後の課題

本研究は，仕事の責任を自覚した体験についてインターネット調査とインタビュー調査の回答を中心に検討を行った．ネットによる調査では，一般的な内容を把握することはできるが，詳細まではわかりにくい．しかし，インタビュー調査では，詳細な内容を理解できるが，それが一般的なものかどうかが判断できない．その意味では，本調査は，その両者を用いているため，これらの欠点を補えているといえる．

しかしながら，現時点では多様な体験内容の検討ができているとは言い難い．インタビュー調査に関しては，もっと多くの人数に対して調査を実施し，検討を加える必要があろう．また，アルバイト・パートに関しては，インタビュー調査を行っていないため，これらの対象者に関しても調査を実施する必要があろう．最後に，本研究では明確にすることができなかったが，就職後３年以内の男性社員において，本当に仕事への責任を自覚させるような体験が少ないのかどうかについても確認する必要があろう．

引用文献

[1] 著者，（発行年）“タイトル”，書名, Vol. xx, No. yy, pp. aaa-zzz.

[2] Author, (publication date) “Title”, book title, Vol. xx, No. yy, pp. aaa-zzz.

[3] JCSS2009 発表論文作成要領.

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

厚生労働省（2009）平成 21 年版 厚生労働白書 －暮らしと社会の安定に向けた自立支援－ぎょうせい

内閣府（2006）平成 18 年版 国民生活白書 －多様な可能性に挑める社会に向けて－ 時事画報社

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(LCCⅡ)」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.

付記：本研究は，文部科学省科学研究費補助金（基盤研究(C) 課題番号 22530672）の助成を受けて行われた．

道具の学習態度に及ぼす知識の影響

林　和幸[1]，三宅　芳雄[2]
中京大学大学院　情報科学研究科[1]，放送大学　教養学部[2]

Abstract

We study attitudinal differences in tool learning. In our experiment we found people raised a wide variety of questions on how the tax payment tool worked. We discuss this finding in terms of knowledge and interest's people have.

Keywords - tool learning, attitude on tool, understanding of tool's mechanism.

１．はじめに

人は道具に対して多様な態度を持つ。例えば、ハイブリッドカーを運転している最中でも「ブレーキを踏めば車はとまる」という経験に密着した手続き的な知識を持つだけで満足する態度の人がいる一方で、「ブレーキには回生ブレーキと油圧ブレーキがあってブレーキペダルを踏むと二つのブレーキの仕組みでとまる」というメカニズムに注意を向けてそれを成り立たせる概念を知りたいと思う態度の人がいる。このように道具の学習態度は多様であり、それに応じて道具から何を学び取るのか、ということも多様でありうる。こうした態度の差が生まれる要因に、学習者の学習に対する信念や持っている知識の影響が考えられる。そこで本研究では、道具の様々な機能について知ろうとする態度を持つ人は、初めて使う道具で課題解決をしたとき様々な疑問を生起しメカニズムについての理解を深めるか検討した。

波多野・稲垣は新規な情報を取り入れようとする知的な欲求を知的好奇心と呼び、人は生得的に知的好奇心を持っているとした。【1】。前述した注意を向けて概念を知りたいと思う態度の人は知的好奇心が旺盛だと説明できるかもしれないが、いつでもそのことに注意が向くわけではない。それらにいつ注意が向き、気付くことには知的好奇心で説明されるよりも態度として表れていると考える方が妥当である。

また、Miyake＆Normanは初学者が専門的な解説を読む時に生成できる疑問量は知識をある程度持っているものが同じ文章を読んだ場合に一番多くなることから、対象の領域について少なすぎでも多すぎでもない適切な量の知識を持っていることが疑問を生起しやすいことを示した【2】。このことは対象にしている領域の知識を一定量持っていることで様々な気付きを促進し疑問を生起する要因になることの示唆を与える。確かに、対象の領域の知識を持っている経験者は、自分の知識と現実の現象を比較することでいつもと違う“不思議”を発見し疑問に思うことで物事をより深く理解することができる。しかし、現実には俗にいう“知りたがり”のような人がいて、そういった人々は初めて扱う道具に対しても、その道具のメカニズムについて知りたいと思う。このことは対象とする領域知識がなくても「ただ使える」だけでなく「なぜそうなるのか」というような道具のメカニズムについて知りたいと思う態度があることを

図 1　源泉徴収票例

<table>
<tr><td rowspan="2">支払を受ける者</td><td>住所又は居住</td><td colspan="3">〒***-****
**********</td><td rowspan="2">氏名</td><td colspan="2">(受給者番号)32645</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2">(フリガナ) ﾊﾔｼ ｶｽﾞﾕｷ
(役職名)　林 和幸</td></tr>
<tr><td>種別</td><td colspan="2">支払金額</td><td colspan="2">給与所得控除後の金額</td><td colspan="2">所得控除の額の合計</td><td>源泉徴収税額</td></tr>
<tr><td>給料・賞与</td><td colspan="2">¥2,070,658</td><td colspan="2">¥1,267,000</td><td colspan="2">¥630,000</td><td>¥73,362</td></tr>
<tr><td>特別対象配偶者の有無等</td><td>配偶者特別控除の額</td><td colspan="2">扶養親族の数</td><td>障害者の数</td><td>社会保険料等の金額</td><td>生命保険料の控除額</td><td>地震保険料の控除額</td><td>住宅借入金等特別控除の額</td></tr>
<tr><td>無</td><td>金額の記載有り ☐</td><td colspan="2">人数の記載有り ☐</td><td></td><td>¥250,000</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6" rowspan="3"></td><td>配偶者の合計所得</td><td></td></tr>
<tr><td>個人年金保険料の金額</td><td></td></tr>
<tr><td>旧長期損害保険料の金額</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">支払者</td><td>住所</td><td colspan="6">**********</td></tr>
<tr><td>氏名</td><td colspan="6">(株)**********</td></tr>
</table>

示唆している。

社会心理学者のエレン・ランガーは、物事を柔軟な思考で注意深くとらえる態度を“マインドフルネス”と呼んだ【3】。ランガーの提唱するマインドフルネスという考えは、物事について注意深く考えてみることで、既存の枠組みに囚われない柔軟な思考を形成し独創的なアイデアの創発や老化の抑制を図った。このことを転用すると、マインドフルな態度は物事の本質や変化に気付くことのできる態度であるとも考えられる。このことは様々な気付きから疑問を想起させ道具のメカニズムについての理解を促進させる可能性がある。

そこで本研究では、アンケート調査で選抜したマインドフルな態度を持つ初学者を対象に、様々な気付きからどのように疑問を生起しメカニズムの理解を深めようとするのか検討した。

２．実験と仮説

国税庁の提供する web 上の確定申告申請ツールを題材に実験を行った。本実験では、道具の機能を積極的に学ぼうと思っている人は現実の課題解決場面においても様々な疑問を生起し、道具のメカニズムの理解を深めるか検討した。

仮説として、物事のメカニズムについて学べた方がいいと考える信念を持っている人は、現実の課題解決場面においても課題解決中に知らない言葉の意味を理解しようとする等の疑問解決活動が観察されるだろう。この活動が知識のない初学者でもみられるか確認した。

課題の確定申告に用いるデータは事業所得、一時所得、医療控除と二か所からの給与所得の５つからなるものを用意した。給与所得は源泉徴収書を忠実に模したものを用意した（図１）が事業所得や一時所得は予め所得合計や必要経費を計算した状態のものを提示した。確定申告に用いる住所は現実に存在するものを使用した。

・手続き

前述のツールを用いて、確定申告の書面提出を行う手続きを行ってもらった。実験前に簡単なインタビューで確定申告や税金に関する知識をどの程度持っているか確認を行った。課題解決場面には第一著者が同席し課題解決者からの疑問や手詰まり時の

質問に応答した。解答する質問に制限は設けておらず、例えば“収入に入力する数値は何か“というような質問に対しても方針を示した。

課題後にわかったことや疑問に思ったことを尋ね、実験中は考えていることを説明するように求めた。なお実験は実験室で行い、その様子はビデオカメラで記録した。

・被験者

被験者は中京大学情報理工学部学生を対象にアンケートを行い、学習に対して概念理解が大切だと考え様々なことを試行してみると回答した学生から 7 名に実験を依頼した。

アンケートではマインドフルな態度を持つ人を調査するために以下の設問を用いた。まず学習の価値観についての調査として、課題達成が重要だと思うか意味理解が大切だと思うか、良い学びをしていると思うのは手続き的理解をしている人か概念理解をしている人か、のそれぞれに二択で答えてもらった。また道具の学習実態調査として、様々な機能を調べてみようと思うか特定の決まった機能しか知ろうと思わないか、ということを二択で答えてもらい以上の 3 項目で評価した。また、実験前に行ったインタビューで被験者は皆確定申告をしたことがなく、税金に関する知識も持っていなかった。

2．結果と考察

発話データから“所得と収入の違いは何か”や“一時所得等の用語をヘルプで確認をする“といった言葉に言及する疑問（what）や“一時所得の出力結果が 0 円になってしまったのはなぜか”と“この欄に入力ができない”といったフィードバックに言及する疑問（why）の総数を表 1 に示す。また、直接答えを聞く質問（所得の欄にはどの数字を入れたらいいか等）は発話数から省いた。

表 1　疑問総発話数

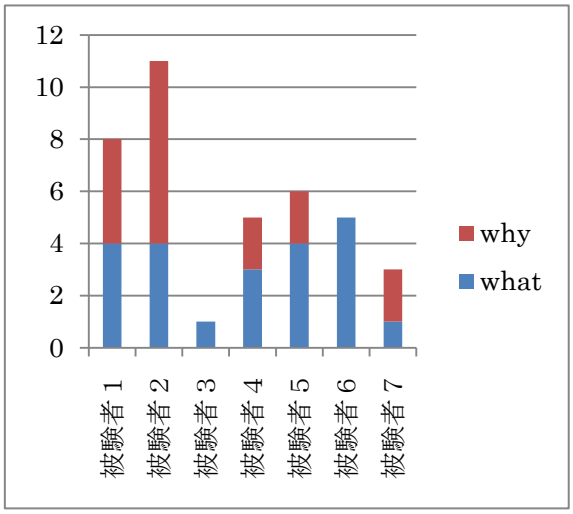
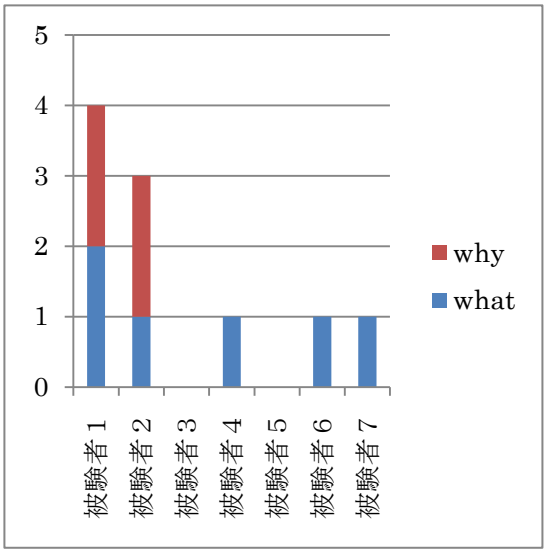


表 1 の結果は被験者が現実の課題解決場面でフィードバックや知らない言葉を疑問に思い、これらのことに意識を向けたことを確認した。この気付きをきっかけに自分なりの解釈を形成する事例や、質疑応答で意味の理解をする事例が観察された。被験者 3 で疑問発話数が少ないことには、全体の発話総数の少なさが影響している。しかし、ここで示した結果は課題解決をする時に一般的に出てくる疑問も含めた総数であるため、これらの疑問が被験者の態度によって出てきたものなのかはわからない。

そこで、先の発話データから疑問や質問を生起した瞬間の前後の文脈を分析し、言葉やフィードバックのメカニズムについて知ろうとしている事例をカウントしたものを表 2 に示す。具体的には、疑問や質問を発話した後、または前でヘルプを活用して内容を理解した事例や、質問に対するレク

チャーを被験者独自の再解釈によって知識を構成したものをカウントした。

表２　知識構成発話数



以上の結果は少数ではあるがメカニズムについての理解をしようとする活動が観察できた。しかし面白いことに、学習に対して同様な信念を持っている人達が同一の課題解決を行った時でも何を理解しようとするのかが多様であることが示唆された。

４．今後の展望

今回の実験では学習に対して同様な態度を持っていても理解の程度に差があることが示唆された。このような差が生まれた要因は被験者が持っている態度か知識だと考えている。“源泉徴収税とは何か“という言葉の意味を理解しようとする活動の際に、被験者は自信のアルバイトの経験から”給与から引かれている所得税のようなもの“と自分の持っている知識を源泉徴収税という言葉の解釈に含めていた。このような被験者の持っている別のカテゴリの知識を今行っている課題解決に持ち込もうとする知識や態度ともとれるものについて今後検討していきたい。また、今回統制群を設けなかったため疑問を生起した要因が態度によるものだと断定することはできない。今後、態度によってこのような疑問が生起されたことを実証するためには、学習に対して消極的な群を設けて疑問発話数や理解の差を分析する必要があるだろう。

参考文献

I.　波多野誼余夫・稲垣佳世子（1973）「知的好奇心」中公新書

II.　Miyake, N., & Norman, D. (1979) “To ask a question, one must know enough to know what is not known.”, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 18, 357-364

III.　Ellen.Langer（1989）「心はマインド」

映画分析に基づくショット時間長決定要因の探究
Inquisition of Shot Length Determinant based on Movie Analysis

森競一[†]，長谷川智弘[†]，榎津秀次[‡]
Keiichi Mori, Tomohiro Hasegawa, Hideji Enokidu

[†]芝浦工業大学大学院工学研究科，[‡]芝浦工業大学工学部
Graduate School of Shibaura Institute of Tchnology, Shiabura Institute of Tchnology
ma11158@shibaura-it.ac.jp

Abstract
It paid attention to the shot length as a factor to help the image understanding. In the movie, it aims to clarify by what factor the shot length has been decided. The component of the shot was clarified by using the concept like cinematography and the mise-en-scene. The factor to decide the shot length was analyzed based on those elements. The relation between the shot length and the shot size was able to be discovered a part it.

Keywords — Shot Length, Shot Size

1. はじめに
コミュニケーションとは，送り手が受け手に情報を発信し，相互に情報を共有することによって成り立つものである．そのためには，受け手が情報を理解する必要がある．映像においても，制作者と視聴者で内容・意図を共有することでコミュニケーションが成り立つと考えられる．私たちは 2 時間程度の映像を理解することができる．これは映画が理解しやすく作られているからであると考えられる．先行研究のひとつに，ハリウッド映画のショット時間長の相関を分析したものがある．これによれば，ショット時間長の相関によって生じるカメラ切り替えのリズムが，視聴者の注意を誘導すると論じられている[1]．このことは，ショット時間長が映像理解に影響することを示唆している．本研究では，ショット時間長の遷移が映像理解に関わっていると考えた．そのために，ショット時間長が映像のどのような要素から決定されるのかを分析によって明らかにすることを目的とする．

2. ショットの構成要素
本研究では，「ショット」をカメラが回り始めて止まるまでの一連の映像のことを示す．ショット時間長を決定する要因を得るために，「シネマトグラフィー」と「ミザンセヌ」という概念を参考にした[2]．これにより，ショットがどのような要素によって構成されるのかを明確にした．シネマトグラフィーでは，ショットサイズやアングルといった，撮る側に関する要素である．ミザンセヌは，照明や衣装といった撮られる側に関する要素である．これらの要素を参考に，ショット時間長を決定する要因を分析していく．

3. ショット時間長を決定する要因
ショット時間長を決定する要因を検討するために，「753 理論」を参考にした．これは，ショットサイズとショット時間長の関係を述べたものである．ロングショットは 5 秒，ミドルショットは 3.5 秒，クロースショットは 2 秒という映画製作者の経験則からショットサイズとショット時間長の関係性が指摘されている．ショットサイズによって映像に含まれる情報量が変化することで，必要なショット時間長が決まるとされている．本研究でもショット時間長を決定する要因としてまず，“ショットサイズ” に着目した．

4. 分析対象
本研究では分析対象として，ジョージ・スティーヴンス監督の『シェーン』と，リドリー・スコット監督の『ブレードランナー』を選択した．

5. 分析方法
映画のショット毎の時間長を記録した．『シェーン』では，総ショット数 1399，『ブレードランナー』では，総ショット数 1299 が得られた．ショット時間長の分布を調べるとショット時間長が短いものが多く存在した．『シェーン』の結果を図 1 に示す．

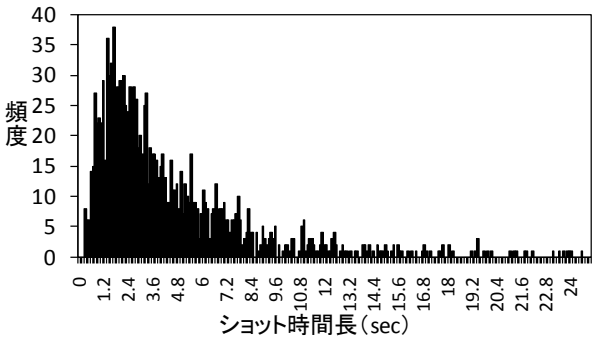


図 1. ショット時間長の度数分布

ショット時間長を対数変換した値で分布を見ると，正規分布に近い形が得られた．図 2 に示す．

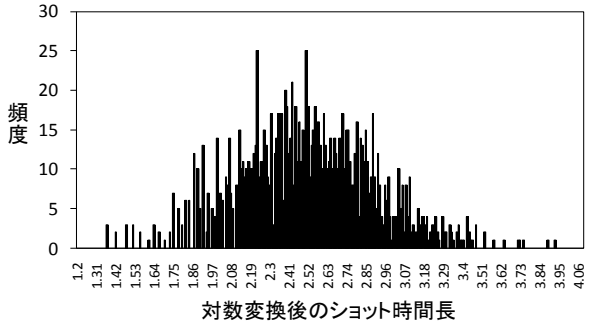


図 2. 対数変換後のショット時間長の度数分布

この結果を利用して，ショット時間長を長さに応じて 3 つのカテゴリーに分割した．各映画で，ショット時間長の平均と標準偏差を出した. 表 1 に示す.

表 1. ショット時間長の平均と標準偏差

	ブレードランナー	シェーン
平均	4.87	5.45
標準偏差	6.77	5.95

平均と標準偏差から，ショット時間長を SHORT・MIDDLE・LONG の 3 つのカテゴリーに分割した.『シェーン』では,

SHORT＜2.18≦MIDDLE＜4.67≦LONG

『ブレードランナー』では,

SHORT＜2.53≦MIDDLE＜5.35≦LONG

という結果が得られた.

これらの結果をもとに，ショット時間長の各カテゴリーとショットサイズの関係性を分析した．ショット毎に時間長のカテゴリーを振り当てる. 同時に，ショットサイズを目視で決定した．ショットサイズには，ダニエル・アリホンの『映画の文法』[3]を用いた．その中で，クロースアップ・クロースショット・ミディアムショット・フルショット・ロングショットの 5 つで分析を行った．図 3 に示す.

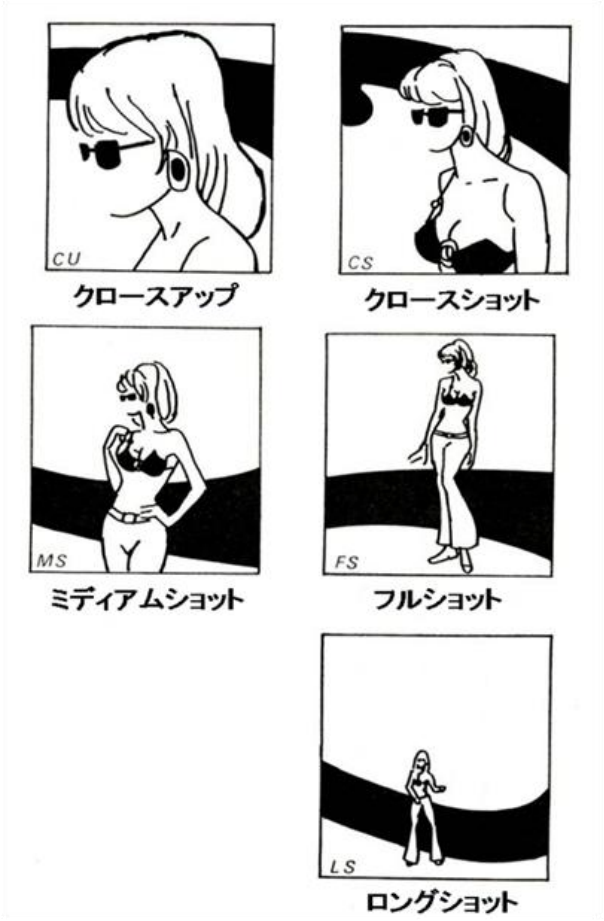


図 3.『映画の文法』によるショットサイズ

ショット内で，人物が移動していたり，パンやティルトといったカメラワークによってショットサイズが変化する場合を例外として除外した．これにより，『シェーン』では 1281 ショット，『ブレードランナー』では，1163 ショットにおいて，ショット時間長とショットサイズの関係を分析することができた.

6. 分析結果

ショット時間長とショットサイズの関係性を分析した結果，両映画ともにクロースアップはショット時間長の短いものが多く，ロングショットはショット時間長の長いものが多いという結果が得られた.『シェーン』の結果を図 4 に示す.

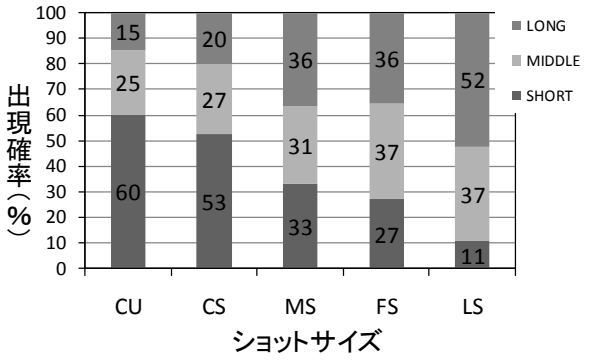


図 4. ショットサイズ毎の時間長出現確率

しかし，クロースアップでもショット時間長の長いものが存在した．またロングショットでショット時間長の短いものも存在した．クロースアップでショット時間長の長いものは，『シェーン』では 23 ショットあり，そのうち 20 ショットで発話が行われていた.『ブレードランナー』では，187 ショットあり，そのうち 157 ショットで発話が行われていた．

ロングショットでショット時間長の短いものは，『シェーン』では，16 ショット，『ブレードランナー』では，22 ショット存在した．

5. 考察

クロースアップの時はショット時間長が短く，ロングショットの時はショット時間長が長い傾向にあった．クロースアップでもショット時間長の長いものは，発話によってショット時間長が決定されているものがほとんどであった．このことからショット時間長を決定する要因は，ショットサイズよりも発話によって決められていると考えられる．しかし，発話の最中に聞き手に切り替わるショットも数多く存在し，発話の長さ＝ショット時間長とは考えにくい．よって，ショット時間長を決定する要因の一つとして発話なども考慮していくべきである．

ロングショットで時間長の短いものは，それ 1 つで存在することはなく，同様のショットが他のショットを挟んで，続くことからショットの切り替えにリズムを持たせていると考えられる．

6. 結果

クロースアップはショット時間長が短く，ロングショットはショット時間長が長い傾向にあった．ショット時間長を決める要因の一つとしてショットサイズが関係していると示唆している．シネマトグラフィーやミザンセヌによるショットの構成要素のうち，ショットサイズ以外の要素に関しても考慮しなければいけない．

参考文献

参考論文は上記のようにお書き下さい[1][2].

[1] James E.C. “Attention and Evolution of Hollywood Film.” Psychological Science pp5-7.

[2] Mariano Prunes, Michael Raine, Mary Litch, Film Analysis, YALE FILM STUDIES Film Analysis Web Site 2.0 <http://classes.yale.edu/film-analysis/>

[3] ダニエル・アリホン，岩本憲児，出口丈人（訳）（1970），映画の文法　実作品にみる撮影と編集の技法，紀伊国屋書店.

物語のメンタルシミュレーションを生み出すメカニズムについて
From Text to Animation: Exploration of Mental Simulation during Story Text Comprehension

野口 武紘†，島崎 太一‡，榎津 秀次‡
Takehiro Noguchi, Yoshiki Komatsu, Hideji Enokizu

†芝浦工業大学大学院工学研究科，‡芝浦工業大学大学院工学研究科，‡芝浦工業大学
Graduate School of Engineering,Shibaura Institute of Technology, Shibaura Institute of Technology
m110107@shibaura-it.ac.jp, ma11082@shibaura-it.ac.jp, enokizu@shibaura-it.ac.jp

Abstract
In order to investigate the mechanism that underlies mental simulation during story comprehension, we designed the system that can generate animation from the story text. Mental simulation is analogous to mental reproduction of the microworld depicted by each sentence. It was revealed that animation needs information composing the microworld as well as information determining how to shoot the microworld. Based on these findings, we indicated the mental representation and some mental computations necessary to mental simulation.

Keywords — Event Indexing Model, Mental Simulation, Event Segmentation Theory, Automatic Generation of Animation, Film Language

1. 研究概要

人間が文章を読む際，文章に書かれている状況を頭の中でイメージし，そのイメージは，読者自身が文章に展開される状況に自分自身を置き，あたかもそこにいるようにイメージしていると言われている．

本研究はこの頭の中のイメージ（心的小世界）を構築する過程のモデルを参考にし，心的小世界に近いアニメーション映像を自動生成することで，人間の理解支援，あるいは文章を読んだときと同様に理解ができるようなシステムの構築を目指す．

これまでにも，文章からアニメーションを生成する研究はなされてきたが，それらの中でも，心的小世界の視点や，何に注目して構成されているか，といった人間の理解モデルの部分に焦点を当てた研究は十分にされているとはいえない．本研究では，心的小世界の視点というものは決して固定ではなく，注目すべき出来事やものが更新される毎に変わるものだと考える．そこで本研究は，人間が心的小世界をつくりだす際にどこに注目しているのかを考え，これらの視点の変化をアニメーションのカメラ操作としてシステムに組み込む．この操作を行うことで人間が頭の中でつくる状況にいるような没入感を与えるアニメーションを生成する．

2. 理解モデル

人間の物語理解は，テキストに記述された状況についてのイメージを構築する過程であり，そのイメージを心的小世界と呼ぶ．本研究ではテキストからアニメーションを生成するアルゴリズムを人間の理解モデルである Zwaan の Event Indexing Model と Zacks の Event Segmentation Theory の 2 つのモデルを導入する．

心的小世界を構築するために，まず人はテキストから表層的な言語情報を得る．次に，Zwaan の EIM(Event-Indexing Model)によると，心的小世界は主に時間，空間，人，物，因果，目標に注目し，それらの情報を統合し脳内で心的小世界をつくり理解しているといわれている．

本研究ではこのうち時間，空間，人物，物，そして目標をそこから起こる行為としてこれらに注目する．因果は自動生成に組み込むには難しく，また次に説明する物語の区切りによってある程度補えると考えたため，必要な情報として直接は導出していない．本研究におけるテキストから導出する情報のイメージを図 1 に示す．

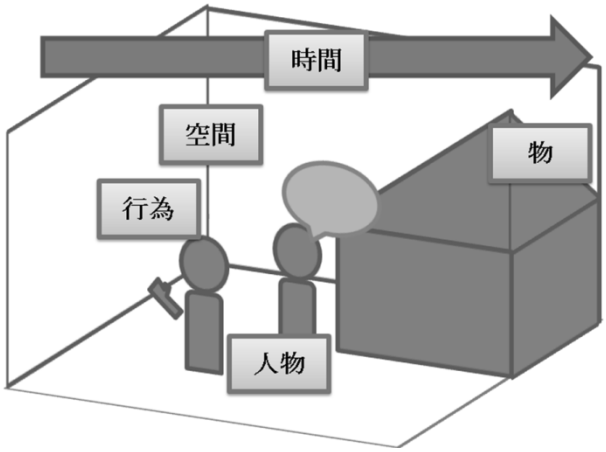


図 1　状況モデルの注目すべき要素のイメージ

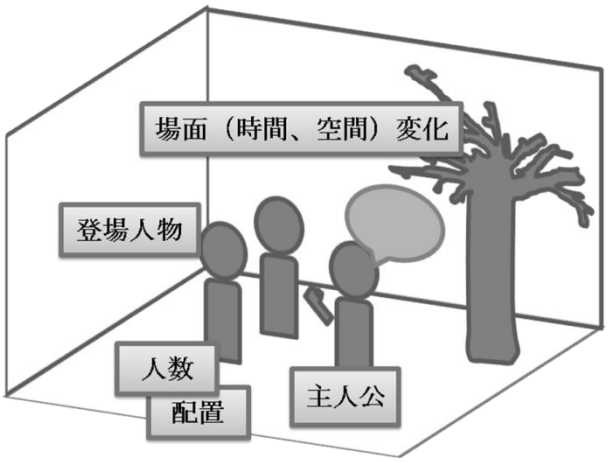


図 2　カメラ操作を決める要素のイメージ

Zacks の EST(Event Segmentation Theory)によれば，人間は物語内で起きるいくつかの特徴をとらえ分割し，意味の単位としてまとめ，複雑な動作のある世界を理解していると言われている．すなわち，人間は物語内の連続した出来事を特徴の変化毎に分割し，それらを意味のある単位毎に何が起きているか推論しているということである．特に EST によれば，時間，空間に注目し，その変化毎に物語を分割することで，我々はその内容を理解していると言われている．

本研究は，Zacks の EST を用いることにより，EIM によって導出された物語テキストに記述されている情報を意味の単位で分割し，構造化する．

人間が心的小世界を生成する際，自分自身がまるでテキストに記述された状況の中心にいるかのように感じ，物語に没入することで理解をしていると考えられている．つまり，常に遠くからその状況を傍観しているような視点の固定された舞台的な表現ではなく，映画のように注目する情報によって視点を様々に変化させていると考えられる．本研究では EIM や EST の理論による人間の物語理解を基に導出された情報を手掛かりに，視点の変化をカメラ操作として実装し，人間が文中のどの要素に注目しているかといった情報から撮影カメラを決定，より没入しやすいアニメーションの生成を行った．本研究におけるカメラ操作決定情報、すなわちテキストの情報から得られる計算，推論情報を以下の図 2 に示す．

3. システムの構成

本研究の大まかなシステム構成及び処理は以下図 3 のようになっている．

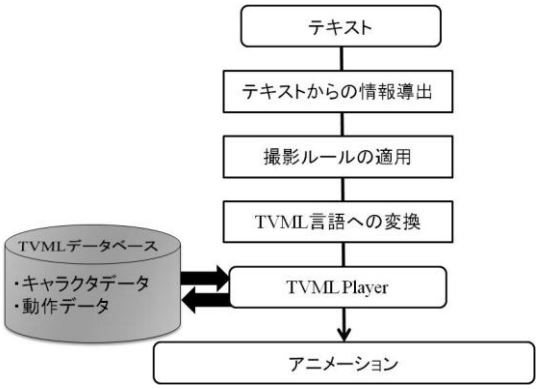


図 3　アニメーション自動生成システムの構成

本システムは，物語テキストを入力とし，まず自然言語処理を行い，一文ごとにアニメーション生成に必要な言語情報を導出する．解析から得られる単語の情報をフレームに格納し，更新と計算を行う．次に本研究におけるアニメーションを出力するうえで重要なカメラ操作を決定するため，これらの情報に撮影ルールを適用する．以上の過程で導出したアニメーションに必要な情報を全て TVML 言語に変換し，TVML Player に読み込ませる．また，この際に TVML に内蔵されているデータでは足りないキャラクタや動作のデータをデータベースから引用し，最終的にシーンごとに分割されたアニメーションが生成される．

4. テキストからの情報の導出

初めにテキストからアニメーションに必要な情

報を導出する処理について説明する．この部分の構造は図 4 の通りである．

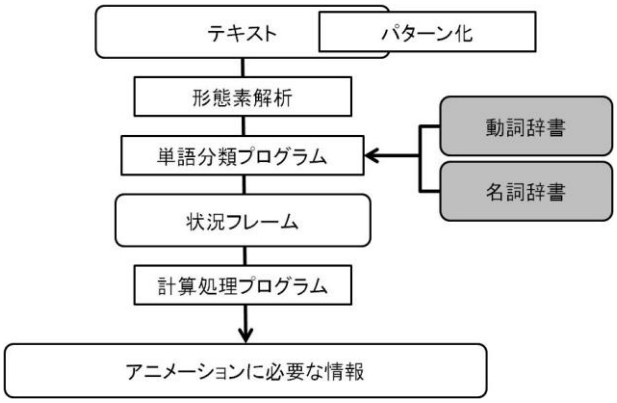


図 4　アニメーションに必要な情報の導出過程

本研究では，入力となるテキストを解析しやすいようにあらかじめパターン化した状態で扱う．このパターン化によって，一文に行為は一種類としている．まずテキストに形態素解析を施し，単語に分割する．本来ならばここで行うべき構文解析は文のパターン化によって必要がなくなり，意味解析は現段階では実用的な処理が困難なため，テキストに出てくる単語の意味をあらかじめ辞書として用意することによって回避している．これらはよく用いられる名詞辞書と動詞辞書に分かれており，例えば動詞辞書には動詞ごとの入退場に関する情報といった，本研究に必要な情報も付加できるようになっている．

次に単語分類プログラムによって単語ごとの文中での意味を格助詞と主語から決定する．ここでは文中の名詞を深層格[3]に当てはめ，後の処理で利用しやすくしてある．また主語は，動作，感情，状態の全てを持つ「人物」，感情は持たない「物」，どちらにも当てはまらない「その他」に分類した．この決定のアルゴリズムは表 1 のようになる．

表 1　格助詞と主語による深層格の決定

格助詞＼動作主	人物	物	その他
が/は	動作主		
に	被動作主	対象	空間
へ	被動作主	対象	終点
を	被動作主	対象	空間
、	—	—	時間
から	—	—	起点
で	—	道具	空間

ただしいくつかの例外があり，例えば従属や装飾を示す格助詞「の」については状況によって前後の単語の関係が大きく変わるため，現段階では処理方法を決定しきれていない．また表には記載していないが，助動詞「と」については常に並列を表す助動詞として扱い，これは前後の単語の深層格を等しくする働きをもつ．

このようにして決定された文中の各単語は，その役割に応じて状況フレームに格納, 編成される．

4. 1. 状況フレーム

本研究では，Zacks の EST と Zwaan の EIM を用いた人間の談話理解モデルの知識表現に Minsky のフレーム理論を用いた．これを状況フレームと呼ぶ．

一般的にフレームは階層構造の形を取る．EIM 及び EST もまた, 必要とする情報によって重みがあることを考えると階層構造と言えるため，これらは親和性が高い．各フレームは，そのフレームが持つ要素を表すスロットを持ち，スロットには状況に応じて様々な値が代入される．スロットに値が代入されると，そのスロットに関連する情報を表す下位フレームを探索、移動し，下位フレームが見つからなかった場合は新たに生成される．ただしこれを繰り返すと無限にフレームを生成しなければならなくなるため、本研究では状況モデルにおける重要な情報をそのままフレームとし，それ以上に細かい情報のフレームは生成しないものとする．本研究における状況フレームの構造を図 5 に示す．

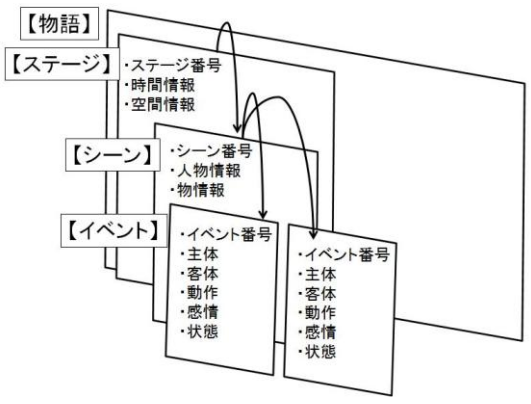


図 5　状況フレームの構造

解析対象の文における，最も重みが大きいと考えられる時間，空間の情報をステージと呼び，このステージフレームが最初に生成される．ステージフレームは最も重みのある情報群であり，ステージ内にある人物と物に関わる情報を内包している．次に空間の中に存在する人物，物に関するフレームが生成される．同じ時間の流れかつ，同じ空間での人物情報であることからそれをシーンフレームと呼ぶ．最後にシーン内で表現される人物の動作についてのフレームが生成される．これをイベントフレームと呼び, 主に人物の発話, 動作, 感情についての情報が格納される．また，人物の発話あるいは会話は他の行為に比べて情報の重みがあると考え，本研究では会話に関するフレームを実装した．ただし会話内容を解析すると非常に複雑な処理が必要になってしまうので，フレームの生成はここで終了となる．

4. 2. 推論情報の導出

テキストから直接状況フレームに編成した情報を用いることで舞台設定は整うが，本研究ではメンタルシミュレーションにおいて注目する場所がどこであるかが，メンタルシミュレーションを構成する重要な要素と捉える．そこで状況フレームに編成された要素に計算，推論を加え，アニメーションにおける視点の変更すなわちカメラ操作を決定するために必要な推論情報を導出する．これらは複数の要素や複数の文から決定する．表 2 にその種類と性質を示す.

表 2　カメラ操作を決定する推論情報

ステージ変化の判断	ステージが変化した文の推論と状況説明ショットの選択
既存人物とその人数	シーン変化の前後で変わらず登場する人物とその人数の判断
新規人物とその人数	シーン変化によって新たに登場した人物とその人数の判断
人物の登場回数	文章全体及びシーン単位での登場回数を計算、重要度の決定
主体、客体の判断	動作の主体及び客体を文から推論し、撮影する人物を決定

まずステージ情報の変化が起こることで，状況説明ショット(establish shot)の利用を判断できる．また，本研究におけるカメラ操作は，基本的にシーンにおける人物の配置，動作，及びカメラの配置といった情報から決定する．人物配置は，シーンごとの新規，既存人物の人数や登場回数から決定でき，カメラで何を映すかについては，現在起こっている動作の種類，動作の主体や客体といった情報から決定できる．このような追加情報によってアニメーションがより詳細に決まる．

状況フレームと推論情報が全て編成、決定されると，これを状況テーブルと呼ぶ CSV 形式のテキストファイルにして一度出力し、撮影ルールの適用を行い最終的にアニメーションに必要な情報を導出する。

5. 撮影ルールの適用

これまでに導出されたアニメーションに必要な情報から if-then ルールによりカメラ操作を決定し，生成されたアニメーションに状況によって変化する視点の概念を導入する．撮影ルールの適用及び最終的なアニメーションの出力までの過程を図 6 に示す.

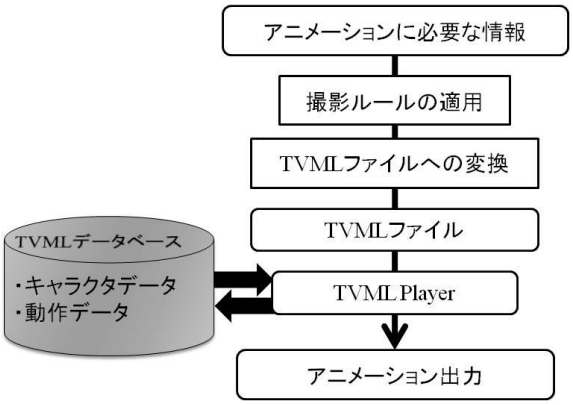


図 6　最終的なアニメーション生成までの過程

今回，視点を決定する撮影ルール構築のために映画文法[6]を利用した．映画文法とは映画制作関係者によって経験則的に養われた知識を自然言語により記録したものである.

状況テーブルを読み込み，文ごとの情報に撮影ルールを適用する．決定したカメラ操作の情報を加え，これらの情報を TVML[7]言語で記述された TVML ファイルに変換する．これは本研究ではアニメーションの出力に TVML Player を用いるためである．TVML は独自のインタプリタ型言語である TVML 言語を持ち，TVML 言語で記述され

たファイルを TVML Player に読み込ませることでアニメーションを生成することができるソフトウェアで, TVML Player による映像はカメラを非常に自由に配置することができる．また本研究では, あらかじめ TVML に用意されたデータでは汎用性に問題があると見て，新たにキャラクタや動作のデータを作成し, TVML Player で利用できるようにしている．

5.1. 撮影ルールのカメラ操作モデル

本研究のカメラ操作モデルは，初めに場面情報が変わったかという情報，次に文中の動作主が人物または物であるという条件の下で，人物の配置ルールとカメラ決定ルールによってショットを決定する．このカメラ操作モデルを図 7 に示す．

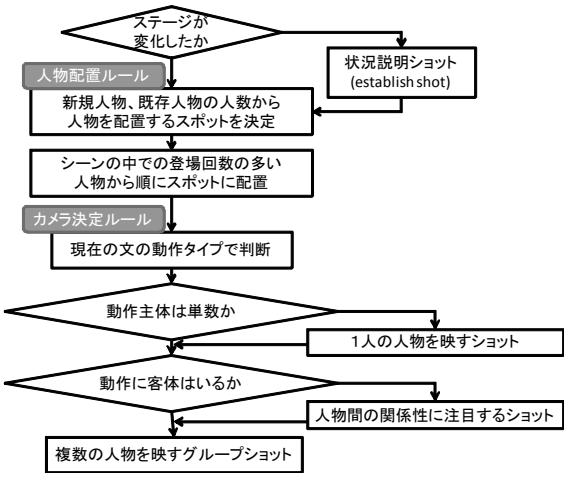


図 7　ショット決定のカメラ操作モデル

以下で各ショットの説明をする．

i.状況説明ショット(establish shot)

状況説明ショットとは Griffith[8]が提唱したものであり，場面の冒頭に挟むことにより視聴者が状況を理解しやすくなるショットのことをいう．後に説明する Long Shot がこれに該当する．

ii.　一人の人物を映すショット

このショットでは，注目する人物が画面の中央に収まるようにカメラを配置する．また，その人物の動作の種類を分析することでカメラのショットサイズを決定する．ショットサイズとは映像を意識的に空間文節するものであり，一般的には人物の心理的な距離の描写等に利用される．

本研究で扱う CG キャラクタは等身が現実世界の人間とは異なるため，図 8 のように統合した四種のショットサイズを利用する．

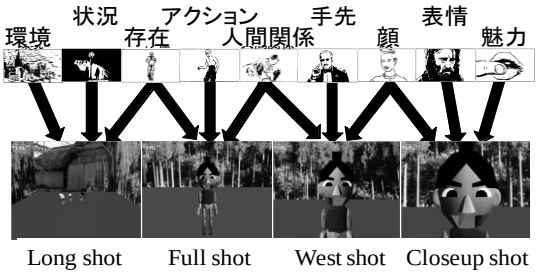


図 8　意味的な分類によるショットサイズ

iii.人物の関係性に注目するショット

会話や物の受け渡しといった，二人の人物の関連性を表すショットでは，個々の人物ではなく動作の受け手の表情や周囲の背景など，そのシーンの出来事そのものを映す必要がある．これを満たす撮影方法として求心ショット，中でも図 9 のように，一般的に映画製作等の会話シーンで扱われる肩越しショット(over-the-shoulder)，すなわち一方の人物の背後から頭と肩のリア映しこみ，その向こうに相手を映すといったショット等で撮影する．

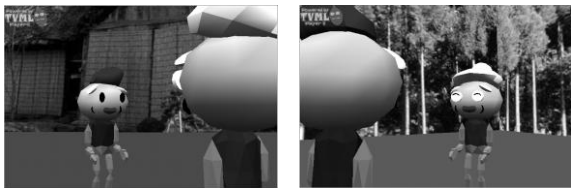


図 9　二人の人物の会話シーンの撮影

iv.より多くの人物に注目するグループショット

映画等でグループ撮影を行う場合，グループ内には必ず最も注目されるリーダー的人物すなわち主人公が存在し，その人物を中心にしてシーンが構成されるため，その人物を主体としたカメラ操作が行われる．そこで，物語あるいはシーンにおいて最も言及されることが多かった人物を中心に撮影するショットを扱う．

例として，我々が“桃太郎は犬に吉備団子をあげた”という文を読んだとき，撮影ルールに従うと動作主である桃太郎と被動作主の犬という二人の登場人物がいることから“人物間のインタラクションに注目するショット”によってこの状況をシミュレートする．このとき登場人数から二人は空間の中心で向きあって立ち，初めに被動作主で

ある犬の後ろから肩越しショットで撮影し，次に物を受け取った犬を桃太郎の背後から肩越しショットで撮影する，といったカメラ操作が決定される．

6. 結果

本研究の提案するシステムにより，アニメーションを生成してみたところ，我々の目指す違和感のないアニメーションが生成された．動作毎のカメラの切り替えがアニメーション内での出来事を捉えていることが大きな要因であると考えられる．しかし，１文について１つの動作，アニメーションに配置されているキャラクターの位置，これらは実際の映画から導き出したものではない．本来の映画であれば，例えば「食べる」といった動作はいくつかの動作からなり，それに対応した写し方がある．映画のようなアニメーションの生成を目指すのであれば，テキストからのより多くの情報を導出するアルゴリズムと，映画を解析し映し方や人物の配置を決めることが今後の課題である．

7. 考察

出力されるアニメーションは状況や人物の変化によって物語中で何が起きているのかを物語テキスト中から抽出し，アニメーションにおけるキャラクターや映し方を決めている．しかし，人物は新規の人物か，既存の人物か，出てくる人物が主体か客体化か, 登場回数によって決まる人物の配置，といった処理は人間の理解モデルに基づいた処理とは言えない．アニメーションを出力するための手掛りを導きだす処理であるため，今後，アニメーションの出力方法を変更する場合は，改善してゆく必要がある．

さらに，本研究で取り扱ったキャラクターの配置は映画文法を基にしているが，映画文法そのものは 1980 年代に作られた映画を統計的にまとめたものであるため，現代の映画と比べると必ずしも映画文法が正しいとはいえない．今後は，現代の映画を解析することにより分かりやすい映像を考える必要がある．

8. 結論

本研究は, テキストを入力としたアニメーション自動生成システムの構築に取り組んできた．今回の試行とシステムの構築により，アニメーション生成に必要な情報と，撮影に必要な情報，これらの２つの方針を決めることができた．

同時に，物語理解モデルを取り入れたアニメーション生成システムは，テキストからアニメーションを出力することで，物語理解過程のシュミュレートし，どのような情報処理過程であるのかを明らかにしていると言える．

参考文献

[1] Zwaan R.A and Radvansky G.A, (1998) “Situation Models in Language Comprehension and Memory”, Psychological Bulletin, vol. 123, No. 2, pp162-185.

[2] Zwaan R.A, (1999) “Situation Models: The Mental Leap Into Imagined Worlds”, Current Directions in Psychological Science, Vo.8, pp15-18.

[2] Zacks,J.M., & Kurby,C.A. (2008) “Segmentation in the perception and memory of events:”, Trends in Cognitive Sciences, 12(2), pp72-79.

[4] 長尾真，佐藤理史，黒橋禎夫，角田達彦，（1996） “意味解析”，自然言語処理，pp122-132, pp200-204.

[5] マーヴィン・ミンスキー，安西祐一郎（訳）（1990）“言語フレーム”，心の社会，pp421-443, pp553.

[6] Minsky M, 白井良明，杉原厚吉（訳） (1979) “A framework for representing knowledge”, コンピュータビジョンの心理, pp237-330.

[7] D. Arijon, 岩本憲児，出口文人（訳），(1980) 映画の文法.

[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!!―

[9] 純丘曜彰，エンターテイメント映画の文法

音楽聴取によって生じたポジティブ感情が洞察問題解決に及ぼす影響
Effects of Positive Mood Induced by Music on Insight Problem Solving

清河 幸子，畑 まり
Sachiko Kiyokawa, Mari Hata

中部大学
Chubu University
kiyo@isc.chubu.ac.jp

Abstract

The present study investigated whether positive mood induced by music could facilitate the insight problem solving. The participants in the positive mood condition were asked to solve the T puzzle with listening to the music while the participants in the control condition without listening to any music. The results showed that there were any significant differences in the performance between the two conditions although positive mood was induced by listening to the music. The results were interpreted in terms of the degree of the positive mood induced by music and in terms of the task property as an insight problem.

Keywords — Insight Problem Solving, Positive Mood, Music

1. 問題

我々は日常生活の中で音楽によって感情をコントロールすることがある。例えば，気持ちが落ち込んでいるときに明るいポップな音楽を聴くことによって気分が上昇したり，穏やかな癒しの音楽を聴いて気分を落ち着かせたりするなどの経験があるのではないだろうか。このように，音楽聴取によって，感情にさまざまな影響が見られると考えられる。本研究では，そのうち，音楽聴取によって生じる楽しい気持ちやよい気分といったポジティブ感情が認知的な課題，特に洞察問題解決に及ぼす影響に着目する。

Isen, Daubman, & Nowicki (1987) では，「ロウソク課題」を用いてポジティブ感情が洞察問題解決に与える影響を検討している。その結果，コメディフィルムによってポジティブ感情を生じさせた場合に洞察問題が促進されることが示している。しかし，キャンディを与えるといった操作の場合には，ポジティブ感情は生じるものの，洞察問題解決を促進する効果は見られなかった。このように，ポジティブ感情が生じたとしても，その誘導方法より効果が異なっており，音楽聴取の場合にもコメディフィルムと同様の効果が得られるかどうかは定かではない。

また，Kuhbandner et al. (2009) では，ポジティブ感情は意味的処理を促進するものの，ボトムアップの知覚処理を妨害するということが示されている。このことから，同じ洞察課題であっても，知覚処理が優位な場合には，ポジティブ感情によって生じる効果が異なる可能性がある。

以上を踏まえて，本研究では，音楽聴取によって生起したポジティブな感情が知覚的処理が優位となる洞察問題解決に与える影響を検討することを目的とする。なお，音楽によって生じるポジティブな感情の影響を検討するために，比較条件として，音楽を聴かない統制群に加えて，音楽は聴くものの，ポジティブな気分を生じさせない群も設定し，音楽を聴くこと単独の効果も併せて検討する。

2. 方法

2.1 参加者

大学生 61 名が参加した。

2.2 実験計画

課題遂行時の音楽を要因とした 1 要因 3 水準の参加者間計画を用いた。具体的には，楽しい気分になる音楽を聴かせるポジティブ群，穏やかな気

分を生じさせる音楽を聴かせる平穏群，何も聴かせない統制群の 3 群を設定した。各条件の参加者数は，ポジティブ群が 20 名，平穏群が 20 名，統制群が 21 名であった。

2.3 音楽

ポジティブ感情を生起させる音楽として，谷口 (1989) をもとに，「シバの女王の入城（Handel 作曲)」を, 楽しい気分を喚起しない音楽として「幻想即興曲（Chopin 作曲)」を選定した。

2.4 課題

T パズルを用いた。

2.5 手続き

課題について説明を行った後，音楽聴取前の感情を測定するため，情動価と喚起に関する質問項目への回答を求めた。具体的には，情動価については,「どのくらい快あるいは不快ですか」という項目を使用し, 1 を「不快」, 5 を「中性」, 9 を「快」とした 9 段階であり，値が高くなることを説明した上で，最も当てはまる値を答えるよう求めた。また, 喚起については,「どのくらい気持ちの高まりを覚えますか」という項目を用いて，1 を「全く覚えない」，5 を「中程度」，9 を「とても覚える」とした 9 段階で，最も当てはまる値を答えるよう求めた。

その後，ポジティブ群と平穏群では，音楽をヘッドホンで 2 分間聴いた。統制群の参加者の場合は 2 分間待機した。次に，もう一度，感情に関する質問項目への回答を求めた。その後，制限時間 15 分で T パズルに取り組むことを求めた。なお，ポジティブ群と平穏群では，音楽を聴きながら T パズルに取り組むよう指示した。課題終了後，再度，感情に関する質問項目への回答を求めた。

3. 結果

3.1 操作チェック

情動価　各測定時点における情動価の条件別平均値と *SD* を図 1 に示した。音楽聴取によってポジティブ感情が生起したかどうかを確認するため，条件（ポジティブ群／平穏群／統制群）と測定時点（1 回目／2 回目）を要因とした 2 要因混合計画分散分析を実施した。条件は参加者間要因，測定時点は参加者内要因であった。なお，測定時点を 1 回目と 2 回目に限定したのは，3 回目時点では音楽の聴取だけでなく，課題の成否の影響が混入すると考えられたためである。

その結果，時期の主効果および，条件と測定時点の交互作用が 1 %水準で有意となった（条件の主効果 : $F(2, 58) = 017$, 測定時点の主効果 : $F(1, 58) = 16.98$, 交互作用 : $F(2, 58) = 6.97$)。時期ごとに条件の単純主効果を見たところ，いずれの時点においても，条件の単純主効果は有意ではなかった（1 回目 : $F(2, 116) = 0.86$, 2 回目 : $F(2, 116) = 2.36$)。条件ごとに測定時点の単純主効果を見たところ，ポジティブ群，平穏群では 2 回目において平均値が有意に高かった（ポジティブ群 : $F(1, 58) = 25.58$, $p < .01$, 平穏群 : $F(1,58) = 5.29$, $p < .05$)。

喚起　各測定時点における喚起の条件別平均値と *SD* を図 2 に示した。情動価と同じ分析を実施した結果，喚起については，2 つの主効果，交互作用とも有意ではなかった（条件の主効果 : $F(2, 58) = .53$, 測定時点の主効果 : $F(1, 58) = .02$, 交互作用 : $F(2, 58) = 1.71$)。

3.2 課題成績への影響

条件ごとの解決者数と未解決者数を表 1 に示した。Fisher の直接確率計算法により，条件によって解決率に差が見られるかどうかを検討したところ，有意な差は認められなかった ($p = .38$)。

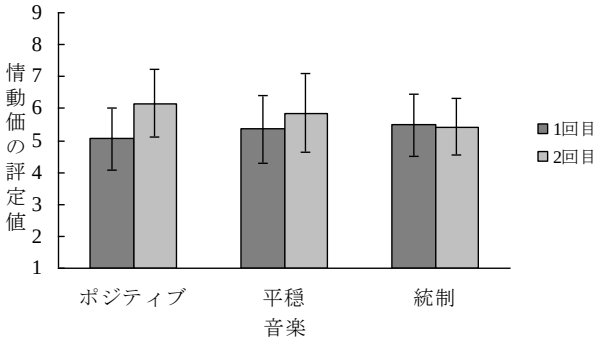


図 1　情動価の平均値および *SD*
（条件×測定時点別）

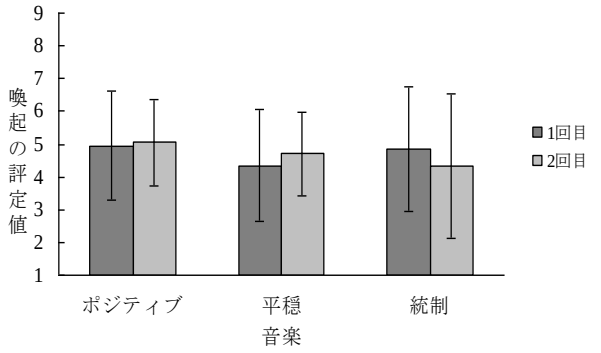


図 2　喚起の平均値および *SD*
（条件×測定時点別）

表 1　解決成績（条件別）

	ポジティブ（20 人）	平穏（20 人）	統制（21 人）
解決	2	5	6
未解決	18	15	15

4. 考察

本研究では，知覚的処理が優勢であると考えられる T パズルを用いて，音楽聴取によって生じるポジティブ感情が洞察問題解決に及ぼす影響を検討した。その結果，洞察問題解決を促進するという結果は得られなかった。

その原因としては，まず，音楽聴取によって十分なポジティブ感情が生じていなかったことの影響が考えられる。音楽聴取前後で，ポジティブ群では，情動価がポジティブ方向に変化はしていたものの，他の条件に比較して高い値を示していたわけではなかった。また，ポジティブ感情を生起しないものとして設定された平穏群においても，同様の変化が生じていた。このことから，音楽を聴くという行為による感情の変化は生じさせることができたものの，特にポジティブ群において，ポジティブ感情を高められたわけではなかったと解釈できる。よって，今後は，各群で聴取させる音楽を改めた上で，更なる検討を行う必要がある。また，音楽を 2 分間聴いた後で情動価と喚起について評定を求めていたが音楽を聴く時間が短かったために，感情が十分に生起しなかった可能性もある。この点についてもさらに検討する必要がある。

さらに，洞察課題として T パズルを使用したことの影響も考えられる。上述のように，Kuhbandner et al. (2009) によって，ポジティブ感情がボトムアップの知覚処理を妨害することが示されている。ロウソク課題とは異なり，T パズルでは意味的処理はほとんど解決に関与せず，知覚的処理が優勢となっている。このことから，たとえ曲を変更して，音楽聴取により十分な大きさのポジティブ感情が生じたとしても，解決は促進されることなく，むしろ妨害される可能性が考えられる。課題による影響の違いを明らかにするために，意味的処理の関与する課題も用いて再度検討する必要がある。

謝辞

本研究は術研究助成基金助成金（基盤研究（C）・課題番号 23500335，研究代表者・清河幸子）の補助を受けました。研究の遂行にあたり，University of Southern California の榊美知子さんに貴重な助言をいただきました。ここに記して感謝致します。

参考文献

Isen, A. M., Daubman, K. A., & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of Personality and Social Psychology*, **52**, 1122-1131.

Kuhbandner, C., Hanslmayr, S., Maier, M. A., Pekrun, R., Spitze, B., Pastötter, B. & Bäuml, K-H. (2009). Effects of mood on the speed of conscious perception: Behavioural and electrophysiological evidence. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, **4**, 286-293.

谷口高士（1998）．音楽と感情：音楽の感情価と聴取者の感情的反応に関する認知心理学的研究　北大路書房.

緩い対称性による語彙学習バイアスの発現
Emergence of Word Learning Biases from Loose Symmetry

神谷 匠†, 高橋 達二‡
Takumi Kamiya, Tatsuji Takahashi

† 東京電機大学理工学研究科, ‡ 東京電機大学理工学部
Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, School of Science and Engineering, Tokyo Denki University
tkm.kmy.aui.aia@gmail.com

Abstract

It is known that human children has some word learning constraints that accelerates early vocabulary building. Some studies have proven that symmetric cognition may be the source of the constraints or biases. However, the coordinating mechanism of the biases, that sometimes contradict each other, has not been well known. In this paper, we extend the previous word learning simulations to more realistic situations. The results suggest that Shinohara's loosely symmetric model is a hopeful candidate for the coordination mechanism.

Keywords — loosely symmetric model, word learning constraints, symmetry bias, lexical acquisition

1. はじめに

未知な環境を探索し学習するような構造は, 日常的に多く存在している. そのような環境において人間は, 少ない探索で効果的な行動を学習することを可能としている. 例えば,「スイッチを押すと動作する」ような機械を使うことで, 他の機械に対し「スイッチを押すと動作する」ことを学習するだけでなく「機械を動かすにはスイッチを押す」や「スイッチを押さなければ機械は動作しない」といったことを推論する. この「p ならばq」から「q ならばp」,「p でないならばq でない」を導く事は, 論理的には正しい事ではない. しかし, 人間は日常的にこのような推論を行っている. このような推論は, 人間が対称性バイアスと相互排他性バイアスという非論理的な傾向性持つことによって行われる事が示唆されており, この傾向性を緩やかに持つ緩い対称(LS: loosely symmetric)モデルによって意思決定においても有効であることがわかっている[1].

同じような学習は幼児の語彙獲得にも見ることができる. 指差しで示されたリンゴに対してリンゴというラベルを聞くことで対応付け, さらにはリンゴというラベルを聞くことでリンゴを想起したり他のリンゴに対してもリンゴというラベルを拡張していく. 学習は即時に行われ, その結果幼児は驚異的な速度で語彙を学習していく. しかし, 本来なら聞いたラベルを対象に即座に結びつけさらに他の対象にラベルを拡張するなどということは論理的には不可能とされている. この幼児の即時学習は即時マッピングと呼ばれ, 語彙学習バイアスと呼ばれる制約によって行われていると考えられている[2][3][4]. 未知環境からの学習の汎化にも語彙の学習と似たような挙動が見受けられ, 語彙の学習においてもリンゴの例のように「p ならばq」から「q ならばp」を導くような非論理的な傾向性が見られる. つまり, 未知環境からの学習と語彙の学習の間, 非論理バイアスと語彙学習バイアスの間には何かしらの関係があると考えられる. ここで, 対象とラベルの対応関係を学習する幼児エージェント(IA: infant agent)モデルによる実験[5][6]においてLSは優秀な成績を残していることがわかっており, 非論理バイアスが語彙獲得において重要な役割を果たしている[7][8]のは明らかである.

本研究ではIA による語彙獲得実験を拡張し, 対象とラベルの一義的な同定ができない状況と対象を固有の物体ではなく特徴の集合として認識することよる非論理バイアスと語彙学習バイアスの関係を調べることで, 非論理バイアスによる意思決定と語彙学習バイアスによる意思決定の関係明らかにすることをを目的とする. また, LSの非論理バイアスの自律的調整が語彙学習バイアスの調整機構として働く可能性を議論する.

2. 非論理バイアスと語彙学習バイアス

「p ならばq」から「q ならばp」を導くような傾向性を対称性バイアス,「p でないならqでない」を導くような傾向性を相互排他性バイアスと呼ぶ. 対称性バイアスは人であるならば年齢, 能力にかかわらず見られる傾向性で, 人以外の動物では成立することは困難であると知られている. 相互排他性バイアスは語彙学習バイアス[4]としてMarkmanによって提唱された. 既存の対象にはそれ以外ラ

ベルはないと考え, 新規なラベルを聞いたときに未知の対象のラベルであると考えるような傾向性である. 語彙学習バイアスは他にも, MarkmanとHutchinsonによって事物全体バイアスと事物カテゴリーバイアス, LandauとSmith, Jonesによって形状類似バイアスが提唱されている. 事物全体バイアスはラベルが対象の一部の属性を指すのではなく対象全体を指すと考えるような傾向性である. 事物カテゴリーバイアスはラベルが固有名詞ではなくカテゴリーであると判断する傾向性で, 同様の属性を持つ対象にラベルを拡張していく. 事物全体バイアスと事物カテゴリーバイアスは, 対象とラベルを対応付けるときに組み合わせで見られる傾向性で, 相互排他性バイアスと相補的な関係にある. 形状類似バイアスは形状の類似性によってラベルの拡張を行う傾向性である.

3. IA による語彙獲得実験と推論モデル

IA は, ある対象o を見せられあるラベルl を教示される事を繰り返し対象とラベルの共起情報を獲得する. 対象には色と形の属性を表すラベルが付けられており, 教示されるラベルは2つの属性のいずれかとする. 以降の実験では, 色属性10, 形属性20の30種のラベルと色と形の組み合わせ200個の対象を用いる. IA は50個のランダムに選らばれた対象について教示される毎に「o はl である」, 「l はo である」という対象とラベルの対応関係の確信度を共起情報から形成する. 確信度の形成方法として, 条件付き確率(CP: conditonal probability)モデル, 完全対称(RS: rigid symmetric)モデル, LSという3種類の推論モデルを用いることとし, 用いる推論モデルによってIA をそれぞれIAP,IARS,IALSと呼称する. 各推論モデルは, 式1, 式2, 式3, 式4によって計算されたo とl の共起情報a, o と$\bar{l}$ の共起情報b, $\bar{o}$ とl の共起情報c, $\bar{o}$ と$\bar{l}$の共起情報d を用いる(表1).

$$a = P(l_j, o_i) \tag{1}$$

$$b = \sum_{y \neq j} P(l_y, o_i) \tag{2}$$

$$c = \sum_{x \neq i} P(l_j, o_x) \tag{3}$$

$$d = \sum_{x \neq i} \sum_{y \neq j} P(l_y, o_x) \tag{4}$$

表 1 対象o とラベルl の共起情報の扱い

	l_1 ... l_{j-1}	l_j	l_{j+1} ... l_n
o_1 : o_{i-1}	d	c	d
o_i	b	a	b
o_{i+1} : o_m	d	c	d

表 2 CPが用いる共起情報

	ラベル l	ラベル $\bar{l}$
対象 o	a	b
対象 $\bar{o}$	c	d

3.1 推論モデル

CPは共起情報a, b, c, d の条件付き確率とする(表2). 非論理バイアスは成立しない.

$$CP(l|o) = \frac{a}{a+b} \tag{5}$$

$$CP(o|l) = \frac{a}{a+c} \tag{6}$$

RSは常に相互排他性と対称性が成立するモデルで, 「o とl」, 「$\bar{o}$ と$\bar{l}$」の共起情報を同一視することで相互排他性が, 「o と$\bar{l}$」, 「$\bar{o}$ とl」の共起情報を同一視することで対称性が成立する. 非論理バイアスを含むことで, 共起情報は(表3)のようになる. RSは共起情報a', b', c', d' の条件付き確率とする.

表 3 RSが用いる共起情報

	ラベル l	ラベル $\bar{l}$
対象 o	$a+d\ (=a')$	$b+c\ (=b')$
対象 $\bar{o}$	$c+b\ (=c')$	$d+a;(=d')$

$$RS(l|o) = \frac{a+d}{a+b+c+d} \tag{7}$$

$$RS(o|l) = \frac{a+d}{a+b+c+d} \tag{8}$$

LSは相互排他性と対称性を緩やかに含む. RSとは異なり, バイアス項をかけてから同一視することで非論理バイアスを緩やかに成立させる(表4). LSは共起情報a'', b'', c'', d'' の条件付き確率とする.

バイアス項が自律的に調整されることにより, LSはCPとRSの間を柔軟に変化する. また, 「lはoである」という確信度の場合bとcが入れ替わる.

表 4 LSが用いる共起情報

	ラベルl	ラベル$\bar{l}$
対象o	$a+(\frac{b}{b+d})d\ (=a'')$	$b+(\frac{a}{a+c})c\ (=b'')$
対象$\bar{o}$	$c+(\frac{d}{b+d})b\ (=c'')$	$d+(\frac{c}{a+c})a\ (=d'')$

$$LS(l|o)=\frac{a+(\frac{b}{b+d})d}{a+b+(\frac{a}{a+c})c+(\frac{b}{b+d})d} \tag{9}$$

$$LS(o|l)=\frac{a+(\frac{c}{c+d})d}{a+c+(\frac{a}{a+b})b+(\frac{c}{c+d})d} \tag{10}$$

3.2 課題

確信度の形成後, IA へ語彙獲得度を確かめるための課題として「o は何?」, 「l はどれ?」, 「l を取って」という3つの課題を課題1, 課題2, 課題3として行わせる. 「o は何?」, 「l はどれ?」はIA の想起能力を試す課題である. IA はo, l について尋ねられた時, それぞれに対してもっとも確信度が高いものを回答する. 前者に対するIA の回答を$What(o)$, 後者に対する回答を$Which(l)$ とし確信度を$B(l|o)$, $B(o|l)$ とすると, IA の回答はそれぞれ式11,式12と表すことができる.

$$What(o)=\arg\max_{l}B(l|o) \tag{11}$$

$$Which(l)=\arg\max_{o}B(o|l) \tag{12}$$

「l を取って」はIA のo に対応するl とl に対応するo が一致しているかを確かめる課題である. IA はあるo を取ってもらうためにo に対応するl を相手に伝える. そのl を聞いた相手は, l に対応するo をIA に渡す. そのo がIA が取ってもらいたかったo と一致していれば正解とする. これは, o とl の共起情報から「o はl である」, 「l はo である」という双方向の対応関係を学習していなければ達成できない. また, 以降の課題の結果は20回試行の平均とする.

4. 対象指定のない教示

対象指定がなく対象とラベルの対応関係を一義的に決定できない状況を想定する. IA はランダムに選ばれた5つの対象を提示され, そのうち1つの対象の色または形の属性のラベルを教示される. そのラベルがどの対象に付与されるラベルであるのかをそれまでの学習で形成された確信度によって判断し, その対象とラベルの対応関係として学習する. ここで用いる確信度は$B(l|o)$ を用いる.

4.1 結果

拡張前の結果[5]との比較のため, 上を拡張する前の通常の教示, 下を対象指定のない教示として図1, 2, 3に各IA の課題ごとの正答率の時間発展の推移を示す. 当然のことながら, どの課題, どのIAにおいても学習速度の低下が見られる. 特に影響が見られるのが課題3のLSで, 大体3万ターンまで正答率100% に到達しない. 通常の教示の課題1ではIAP とIALS はほぼ同等の正答率であったが, 対象指定のない教示ではIALS が先に正答率100% に到達する. この結果は, 同時に提示する対象を5つから増やしてもさらに学習速度が低下する以外に変動しない. また, 通常の教示の課題1では最終的にIARS, IALS はすべての対象に対し形属性を答えるになったが, 対象指定のない教示でも変わらずにすべての対象に対して形属性を答える. 通常の教示同様, 形属性の数と色属性の数の大小を逆転させると色属性のみを答えるようになる.

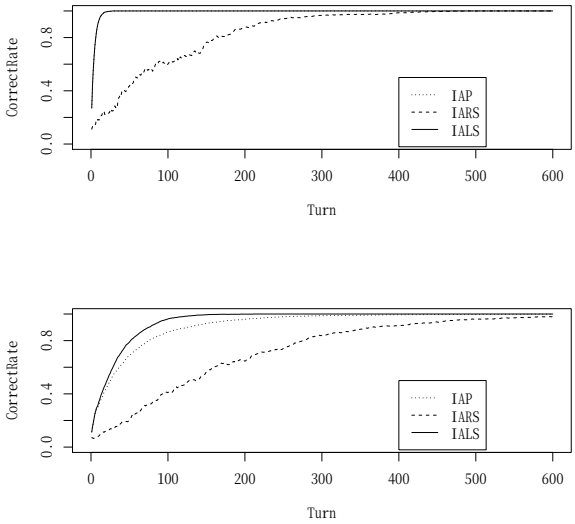


図 1 課題1における正答率の時間発展

5. 属性の識別と属性の等価判断によるラベル付け

本来はリンゴという対象を見てリンゴというラベルを聞いた時, そのリンゴというラベルが赤くて丸い果物であるリンゴだけを指し, 赤くて丸い野菜であるトマトや赤いポストを指さないと判別

することは非常に困難である. 現在の共起情報の扱いでは, 赤くて丸い果物に対してリンゴと教示されたときに本来は曖昧であり判別できないであろう赤い, 丸い, 果物という属性の何を指してリンゴと教示されているのかを無視し, リンゴという事物の全体に対してラベル付けを行っている. これは, ガヴァガイ問題に代表されるような論理的に難しい指示対象の同定を考えていない.

提案する共起情報の扱いでは, 赤い, 丸い, 果物のどれに対してリンゴと教示されたのかわからないことを考慮し, そのすべての属性とラベルとの対応関係として共起情報を保持する. これにより, 他の赤い, 丸い, 果物という属性のどれかを持つ対象を見たときにその対象をリンゴであると判断してしまう可能性を含むことで指示対象の同定をIAに判断させる.

IA は対象を形と色の組み合わせとして認識する. ランダムに選ばれた対象と形か色のどちらかの属性のラベルを教示されることで, 形とラベル, 色とラベルの共起情報を獲得する(表5). IA は確信度の形成をするために, それぞれの属性の共起情報を組み合わせて判断を行う.

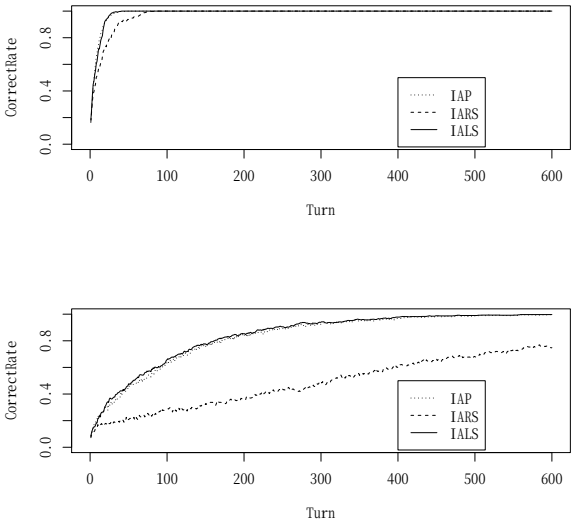


図 2 課題2における正答率の時間発展

表 5 属性S・Bを持つ対象とラベルl_1の提示

	ラベルl_1	ラベルl_2	ラベルl_3
属性S	1	0	0
属性B	1	0	0

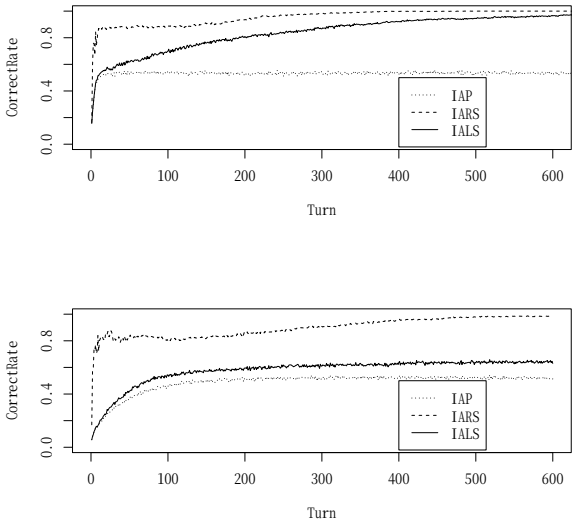


図 3 課題3における正答率の時間発展

5.1 結果

図4, 5, 6に各IA の時間発展の推移を示す. 前述の実験では1ターンに50個の対象とラベルの対応関係を教示していたが, 本実験では1ターンに1個の対象とラベルの対応関係を教示した結果を用いている.

課題1と課題3の各モデルの成績に大きな違いが見られた. 対象とラベルの共起の課題1ではIAP とIALS はほぼ同等の正答率だったが, 属性とラベルの共起ではIALS が先に正答率100% に到達する. またIARSは最終的に正答率100% に到達するが, 学習速度の低下が著しい. 課題3では, 属性とラベルの共起では50% 前後に収束したIAP の正答率がIALS とほぼ同等の正答率へと変化した. これは, IAP の「o はl である」と「l はo である」の対応関係の学習に対称性が見られることを示唆する. また, IAP, IALS 共に初期の正答率の発展速度がIARSよりも速いが, 途中でIARSが逆転する. さらに, 対象とラベルの共起では最終的にすべての対象に対して形属性を答えたが, 属性とラベルの共起では色属性のみを答えるようになった. 色属性の数と形属性の数の大小を逆転させると最終的に答える属性が反転するのは変わらない.

課題1のターン数に注目するとIAP, IALS 共に150ターン前後で正答率100% に到達するが, この段階では200個すべての対象を教示し終えていない. 対象がランダムに選ばれることを考えると, 実際には150個より少ない可能性も考えられる. つまり, すべての対象を教示される前に未知の対象へもラベルを拡張して正しい回答をしていること

を示している. ただ, IALS は142ターンで完全に100% へと収束するが, IAP が完全に100% へと収束するのは258ターンと凡そすべての対象の教示が終了してからとなる.

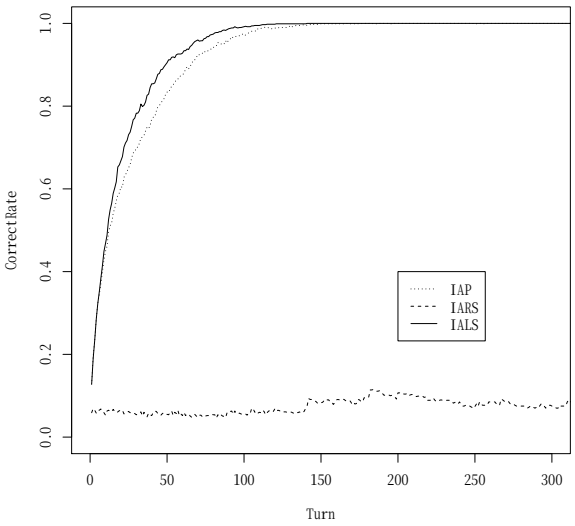


図 4 課題1における正答率の時間発展

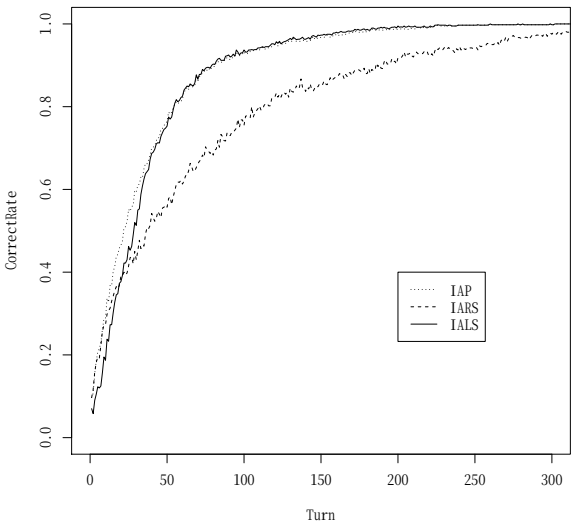


図 5 課題2における正答率の時間発展

6. 考察

まず, 通常の教示・共起の各モデルの動作を見る. 説明のための簡単な例として形属性3つ(Square, Circle, Triangle), 色属性2つ(White, Black)としたときの共起情報を表6とし, すべての対象とすべてのラベルの共起情報を等しく教示されたとする. 対象 □ に対する確信度を形成する場合を考える

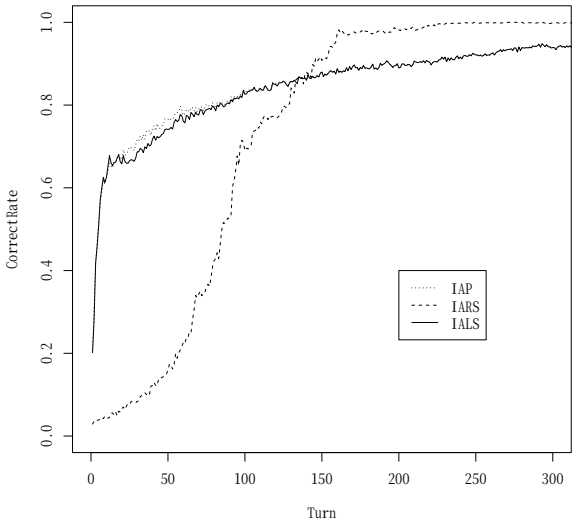


図 6 課題3における正答率の時間発展

と, CPは式5より$CP(S|\square)$ と$CP(W|\square)$ 以外の確信度は0となる. また, 他の対象に関する情報をまったく考慮しておらず, 観測した対象とラベルとの共起情報のみによって確信度を形成する. よって, 教示のミスがない限り回答を間違えることはないが, 他の対象とラベルとの間で観測した共起情報によってラベルを拡張するようなこともない. RSは式7よりa とd が高い, つまり注目対象と他のラベルと他の対象と注目ラベルの情報が少ないようなb とc の値が小さくなる状況で高い確信度を形成する. これは相互排他性バイアスが常に強烈に効いている状態といえる. 対象 □ に対する確信度を形成する場合, もっともb とc の情報が少ない$RS(S|\square)$ がもっとも高い確信度となる. LSは式9よりRS同様にb とc が少ないほど高い確信度を形成する. また, a が0の場合に確信度の形成方法を大きく変え, b の値が大きくなるほど0.5から確信度を下げていくような相対評価をする. つまり, 常に相互排他性バイアスを効かせるのではなく注目対象と他のラベルの共起情報がないときほど強く相互排他性バイアスを効かせている. 対象 □ に対する確信度を形成する場合, $LS(S|\square)$ がもっとも高い確信度となる.

6.1 対象指定のない教示

次に, 対象指定のない教示を考える. この場合, どの対象とラベルの共起情報であるのかをIA 自身が判断するため表6では0であった箇所も共起が観測される. CPの場合, 注目対象しか見ていないので間違った情報の影響は少ない. しかし, 情報の

表 6 通常の共起情報

	S	C	T	W	B
□	x_0	0	0	x_1	0
○	0	x_2	0	x_3	0
△	0	0	x_4	x_5	0
■	x_6	0	0	0	x_7
●	0	x_8	0	0	x_9
▲	0	0	x_{10}	0	x_{11}

表 7 属性とラベルの共起情報

	S	C	T	W	B
属性 S	x_0	0	0	x_1	x_2
属性 C	0	x_3	0	x_4	x_5
属性 T	0	0	x_6	x_7	x_8
属性 W	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	0
属性 B	x_{13}	x_{14}	x_{15}	0	x_{16}

少ないうちは間違いの影響が大きいことと, 正しい共起情報の学習が遅れることで学習に遅延が見られる. RSの場合, b と c の情報の増加が大きいが, 同程度d が増えているため学習への影響は少ない. LSの場合, やはり間違った情報の影響を受けるが, 上記の通りa が0の場合に相互排他性バイアスが働きラベルとの共起が少ない対象のラベルであると判断する事で新規対象への情報を増やしている. これにより, CPよりも早く学習が進んでいることが考えられる. 課題2ではすべてのIA が大幅に学習を遅らせているが, これは5つの対象から1つの対象を選ぶ際に$B(l|o)$ の確信度を用いているためだと考えられる. 片方向からの確信度で判断することで, 初期に観測した対象とラベルの共起をが対象のどちらかの属性に判断が偏ってしまっているためである.

表 8 表7による対象とラベルの共起情報

	S	C	T	W	B
□	x_0	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_2
○	x_9	x_3	x_{11}	x_{12}	x_5
△	x_9	x_{10}	x_6	x_{12}	x_8
■	x_0	x_{14}	x_{15}	x_1	x_{16}
●	x_{13}	x_3	x_{15}	x_4	x_{16}
▲	x_{13}	x_{14}	x_6	x_7	x_{16}

6.2 対象の内包する属性とラベルの共起

最後に, 対象の内包する属性とラベルの共起について考える. この場合, 表6と同様な教示を受けたときの共起情報は表7, 表8のようになる. このときx_0, x_3, x_6, x_{12}, x_{16} は属性とラベルが一致しているのでそのラベルのもっとも大きい共起情報となる. つまり, 表6で共起を観測されていた位置と同じ箇所が大きくなる. CPは, 今まで観測していない箇所を0として扱っていたがすべての箇所に情報が入り判断を間違える可能性が高くなっている. しかし, 通常の場合だと見ていなかった他の対象とラベルの共起に関しても属性を見ることによって考慮することができるようになった. 例えば対象 □ とラベル S を教示されたときに属性 W をもつ対象 ○, △ に対してもラベル S を拡張している. つまり, 事物カテゴリーバイアスが働いているといえる. 上記の例のように間違った対象にもラベルを拡張するが, 学習をすすめることで間違いは訂正される. また, 通常では0.5 に収束した課題3でLSとほぼ同数の正答率の発展が見られるのは, $CP(S|□)$ がもっとも高い確信度であったとき表6ではx_0, x_6 と異なっていた共起情報が表8では共にx_0 と同じ値と取ることによって対称性バイアスが働くようになったと考えられる. RSは対象 □ とラベル S のみを観測したような場合, $RS(S|□)$ はa よりもc が大きくなり確信度を下げる一方 $RS(C|□)$ はd が大きくなり確信度を上げるといったような確信度の逆転が起こる. よって全体の情報が多く集まるまで学習がなかなか進まないこととなる. よって4のような学習速度の低下が起こったと考えられる. これもまた, 一般的なラベルに対して相互排他性バイアスが強く働いた結果だといえる. 課題3で初期の正答率が低いのはこの確信度の逆転によって対称性バイアスがうまく働かなかったことによる. LSはCP同様事物カテゴリーバイアスが働く. それに加え, 上記の通り未知なラベルに相互排他性バイアスが働くことで学習を早めている.

以上のことから, 初期には対象が持つ属性をすべて等価のものだと考えることによって事物全体バイアスが発現し, 属性をカテゴリーとして認識することで同じ属性を持つ対象へとラベルを拡張する事物カテゴリーバイアスが発現していることが考えられる. また, 情報が少ない初期には同じ属性を持つ対象にラベルを無差別に拡張するような過剰適用が見られる. 語彙の学習初期に過剰適用が見られるのは幼児も同様でこの過剰適用はコンプレクシヴと呼ばれている.

7. まとめ

語彙学習バイアスのうち, 相互排他性バイアス, 事物カテゴリーバイアス, 事物全体バイアスを確認した. しかし, 事物全体バイアスは非論理バイアスによって発現するのではなく, 幼児が対象の属性を認識していること, そしてその対象が持つ属性すべてを等価なものとして認識していることによって発現していると考えられる. また, 事物カテゴリーバイアスは属性とラベルの共起情報によって同じ属性を持つ対象へとラベルを拡張していると考えられ, そのようにこのバイアスが働いている場合, 幼児のコンプレクシヴと呼ばれる語彙の過剰適用が見られた. 相互排他性バイアスはRSのように完全に持つと学習を逆に遅くするが, LSのバイアスの自律的調整によって調整ことにより逆に学習を早めるように働いている.

今後の課題としては, 形状類似バイアスがどのように発現するかを解明すること, 形と色の総当りで対象を定義するのではなく実際の動物などから属性と抽出し対象を定義した場合の実験, 実際の幼児のデータとの比較などを行いたいと考えている.

参考文献

[1] 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, pp. 58–68.
[2] 今井 むつみ, (2001) “ことばの認知科学辞典” 大修館書店, pp. 210–213.
[3] 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” 人工知能学会論文誌, Vol. 18, No. 1, pp. 31–40.
[4] 今井 むつみ, (2007) “ことばと学習のパラドックス” 共立出版.
[5] 篠原 修二, 田口 亮, 桂田 浩一, 新田 恒雄, (2008) “語彙獲得課題における非論理的推論の有効性” IPSJ Symposium Series, Vol. 2006, No. 10, pp. 187–194.
[6] Takahashi, T., Shinohara, S., Oyo, K., and Nishikawa, A., 2010 “Cognitive Symmetries as Bases for Anticipation: a Model of Vygotskyan Development Applied to Word Learning”, in International Journal of Computing Anticipatory Systems, Vol. 24, pp. 95–106.
[7] 篠原 修二, 田口 亮, 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, Vol. 22, No. 2, pp. 103–114.
[8] 篠原 修二, 田口 亮, 桂田 浩一, 新田 恒雄, (2007) “幼児エージェントにおけるバイアスの形成と言語の構造化”, 情報処理学会論文誌: 数理モデル化と応用, Vol. 48, No. SIG2(TOM16), pp. 125–146.

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
The eyes say more than the mouth: information relational between gaze dynamic and similarity judgments

日高　昇平†，鈴木　義彦†
Shohei Hidaka, Yoshihiko Suzuki

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

Abstract
人は、様々なものの関係を意識的・無意識的に判断し様々な認知処理を行っている。本研究では、視線移動パタンを非線形力学系として捉え、特に類似性判断に関して、この視線ダイナミクスの持つ情報量に着目して分析を行った。類似性判断の際の視線時系列の予測性(移送情報量)を分析した結果、類似性判断の異なる場合には、異なる情報特性を示した。これは、類似性の決定前に、その潜在的な内容を視線が反映する事を示唆している。

Keywords — 情報探索、類似性、情報量、非線形力学系

1. はじめに

人は、様々なものの関係を意識的・無意識的に判断しながら様々な認知的な処理を行っている。たとえば、連想関係、類似性、典型性などの意味的な判断は、無意識的に行われ、脳波計測によって事象関連電位として計測可能である(Kutas & Federmeie, 2000)。また、このような意味知識は、無数の結合を持つネットワーク構造として捕らえられると考えられている(Nelson et al., 1999; Steyers & Tenenbaum, 2005)。このような一連の研究から、徐々に意味知識、意味的な判断過程の構造が明らかになりつつある。しかし、一方、これまでの研究の多くは、実験参加者の判断した「結果」を測定、収集、分析しており、意味認知の(特に判断前の)「情報処理過程」に直接迫るものではない。人がなんらかの判断を下す前には、与えられた知覚的刺激の情報を収集し、それを分析し、判断を下すべきか決定し、刺激の情報が十分出ない場合は再び情報収集を続ける、といった、情報処理のループがあると考えられる。従って、最終的に下された判断結果のみならず、それに至るまでの情報処理過程の分析が、意味的な判断過程の解明へとつながる。

我々は情報の多くを視覚から得ており、また視線の動きとある種の注意はある程度の一致がみられる(Duchowski, 2002)。よって、視線の移動パタンと意味的な判断過程との関係が明らかになれば、意味判断に至る「情報処理過程」への直接的な分析が可能となる。従って、本研究では、人の意味的な判断における情報収集パタンを調べるために、画像の類似性判断課題を用いて、その判断過程で見られる視線移動パタンを分析した。この課題では、２つの画像(50 の基本カテゴリに含まれる事例)を同時に提示し、それらを見比べて類似性を判断する。本研究では、視線移動パタン(軌跡)を非線形力学系として捉え、特に類似性判断に関して、この視線ダイナミクスの持つ情報量に着目して分析を行った。

2. 実験手続き

実験参加者は、コンピュータディスプレイ上に表示された 2 つの画像について、1-5 のキーを押すことで、そのペアの類似性を答えることが求められた。類似性判断の基準は実験前には明示的に示されず、参加者自身の直感に従って決定する事を教示した。類似性の判断は、「非常に類似している」、「類似している」、「どちらでもない」、「類似していない」、「非常に類似していない」の５件(1-5 のキーと対応)で行った。

各試行では、参加者がキー押しによって反応するまで画像対はディスプレイ上に表示され続け、反応後ビープ音とともに次の試行へと進んだ。参加者は、50 クラス(1 クラス各 3 種)の画像についてから可能な組み合わせ 1225 対すべてについて類似性判断が求められた。実験は 1225 試行からなり、実験はおよそ 50 分から 90 分で終了した。

3. 参加者

北陸先端科学技術大学院大学の大学院学生 4 名(男性 3 名、女性 1 名、データ収集中)

4. 刺激・実験設定

幼児が3歳までに獲得する基本的な英語名詞50語(幼児の語彙獲得リスト MCDI (Fenson et al., 1994)から抽出)の表す典型事例の画像を 150 枚(各名詞 3 枚×50 語)を収集し、これを実験に用いた。画像は 1650×1050 の解像度を持つディスプレイ上に表示され、参加者はおよそ 40cm の距離からこれを見た。モニタの下に据え置き型の視線追従装置(Tobii X120)を置き、これにより、実験開始直後から実験終了までのディスプレイ上での視線の位置を計測した。サンプリングレートは 50Hz であった。

5. 分析方法

アイトラッカから得られた各試行の視線移動データと、参加者の類似性判断の結果をあわせて用い、視線と類似性判断の間に共有されている情報量を算出した。具体的には、時系列データの予測性から計算される移送情報量(Transfer entropy; Marko, 1973; Schreiber, 2000)によって、複数の変数間での情報量移動の時間平均および局所情報量(Lizier, 2008)を分析した。視線追従装置から得られるデータは、非線形力学系の解析に用いられる記号力学系を利用し、連続値時系列を記号列へと変換し(Buhl & Kennel, 2005)、情報量(Entropy rate および transfer entropy)を算出した。Entropy rate は時系列 A において、A の過去状態が与えられたときの、次の状態の条件つきエントロピーであり、Transfer entropy(B から A)は時系列 A の過去状態が与えられたときの A と B の条件つき相互情報量である。時系列 A、B 間の移送情報量を算出することによって、時系列 A から B、あるいは B から A への情報の移動を独立に測る事ができ、２つの情報源(力学系)がどの程度カップリングするか診断することができる(Marko, 1973)。

6. 結果・考察

視線(連続値系列)と類似性判断、および固視点の位置(左画像・右画像・どちらでもないの３カテゴリ値)の３つの変数の移送情報量(Transfer entropy)を分析した結果を表 1 に示す。移送情報量が情報の送信側、受信側の双方向を別個に測定できる。表 1(3×3 行列)では、対角要素に平均伝達情報量(Entropy rate)、非対角要素に時系列 A (Sender)から B (Receiver)への平均移送情報量を示す。理論上、平均移送情報量は平均伝達情報量を超えない非負値であるので、類似性判断のもつ情報量(0.0475)に対して、視線系列は比較的高い情報量(0.0154)を受けている事がわかる。

次に、視線系列から類似性判断への反応直前の時間プロファイルを分析した。図 1 は反応のオフセットを基準(時間 0, 情報量 0)とし、参加者１の反応の直前の１秒間の局所移送情報量のプロファイルを判断結果(5 段階)ごとにわけ、その試行間平均を示したものである。「類似」、非常に類似」、あるいは「どちらでもない」と答えた試行では、反応前に移送情報量が大きくなり、それ以外の反応の場合、移送情報量は小さい。しかし、この傾向は、参加者間で必ずしも同じではなく、参加者 2(図 2)では、「とても類似している」、「とても類似していない」の２つが類似の時間プロファイルを示した。どの選択肢が高い情報量を持つかは、参加者間で異なっていたが、参加者間で一貫して、移送情報量の時系列パタンが、類似性によって、判断と視線

との情報的なカップリングの強さが異なり、また反応の直前に大きく変化していた。そこで、視覚的刺激の検出から反応までの遅延(Kosinski, 2008)を考慮して、反応の190ミリ秒前(判断の推定オンセット)での局所移送情報量に対して、類似性判断を要因とする一要因分散分析した。その結果、いずれの参加者でも、局所移送情報量に有意な差が見られ($p<0.01$)、類似性判断により、視線の受ける情報量に差がある事が示唆された。

以上の結果から、画像の類似性判断と視線ダイナミクスの情報量には強い関連性があることが示唆される。しかし参加者間、または判断の内容によって情報量の時間プロファイルが異なり、視線の移送情報量が判断直前に変化する結果が得られた。従って、今後の課題として、意味判断を視線から個人または集団共通の認知モデルを構築し、その情報処理メカニズムの解明に迫る事が挙げられる。

表1：平均移送情報量

移送情報量が情報の送信側、受信側の双方向を別個に測定できる。類似性判断のもつ情報量0.0475に対して、視線系列は比較的高い情報量0.0154を受けている。

Receiver \ Sender	視線系列	類似性判断	視線位置
視線系列	0.5401	0.0154	0.045
類似性判断	0.0046	0.0475	0.0035
視線位置	0.0967	0.001	0.13

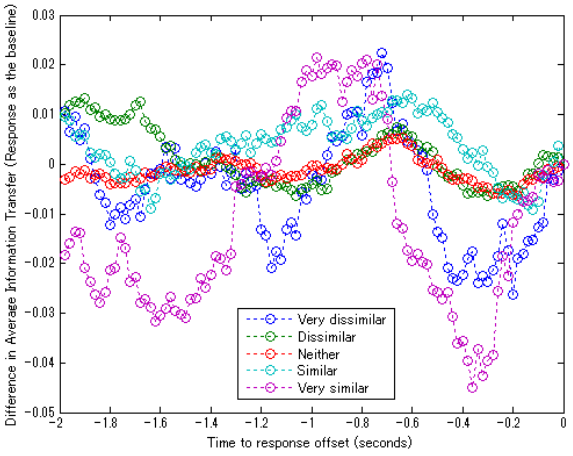


図1：類似性判断(1-5)から視線系列への移送情報量(transfer entropy)の反応時を基準(0情報量)とした時間プロファイル(参加者2の各試行の平均)

参考文献

[1] Buhl, M. and Kennel, M. B. (2005). Statistically relaxing to generating partitions for observed time-series data., Phys. Rev. E 71, 046213.

[2] Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications., Behavior Research Methods, Volume 34, Number 4, 455-470.

[3] Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thal, D. J., & Pethick, S. J. (1994). Variability in early communicative development. Monogr. Soc. Res. Child Dev., 59 , 1-173.

[4] Kutas, M. and Federmeier, K. D. (2000). Language comprehension and the N400, Trends in Cognitive Sciences - Vol.4, No.12, 463-470.

[5] Kosinski, R. J. (2008). A literature review on reaction time, Clemson University.

[6] Lizier, J., Prokopenko, M., & Zomaya, A. (2008). Local information transfer as a spatiotemporal filter for complex

systems. Physical Review E, 77(026110)

[7] Marko, H. (1973). The Bidirectional Communication Theory-A Generalization of Information Theory., IEEE Trans. On Communications, Vol. COM-21, No. 12, pp. 1345-1351.

[8] Nelson, D.L., McEvoy, C.L., & Schreiber, T.A. (1999). The University of South Florida word association, rhyme, and word fragment norms.

[9] Schreiber T. (2000), Measuring Information Transfer, Physical Review Letters, Vol. 85, No. 2, pp. 461-464.

[10] Steyvers, M. & Tenenbaum, J. B. (2005). The large-scale structure of semantic networks: Statistical analyses and a model of semantic growth. *Cognitive Science*, *29*, 41-78.

洞察課題としての日本語版 Remote Associate Test の作成とその評価

Development and evaluation of Japanese version of Remote Associate Test as insight problem

浅見 和亮[†]，寺井 仁[†,‡]，三輪和久[†]
Kazuaki Asami, Hitoshi Terai, Kazuhisa Miwa

[†]名古屋大学，[‡]JST/CREST

Nagoya University, CREST JST
asami@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract
We have developed and experimentally evaluated two types of Japanese version of Remote Associate Test to investigate insight problem solving process in neuroimaging studies. One is developed based on the idea of chunk decomposition, and the other is developed based on the idea of shifting problem spaces. In our experiment, the validity of the two tasks were evaluated by using self-reported aha experience, reaction time, and problem solving performance. The experimental results shows that both Japanese version of Remote Associate Test can been used as insight problems.

Keywords — insight, remote associate test

1. 背景

洞察は科学的発見や創造性に関わる問題解決活動の特徴的なプロセスである。洞察では Aha! Experience と呼ばれる情動反応を伴った顕在的な表象変化が起こる。一方で、それと同時に漸進的に解決へ向かう準備のプロセスが存在していることが、近年の研究で明らかにされつつある。

本発表では、洞察の顕在的な側面に加えて、潜在的な側面に注目し，脳機能計測を用いた実験的検討を行うために開発を進めてきた、日本語版 Remote Associate Test（日本語版 RAT）とその評価実験の結果を示す。

2. 実験課題

本研究では、洞察課題の 1 つとして知られる Remote Associate Test(RAT)[4]に着目した。RAT は複数の問題刺激セットを用意することで、同一被験者内で繰り返し実験が可能である点、短い時間で問題の解決が可能である点、比較的狭い視覚的空間で問題提示が可能である点で脳機能計測を行う上で優れた問題である。しかし、オリジナルの RAT は英語圏の被験者を対象としたものであるため、日本語版 RAT の開発が望まれる。また、従来の RAT では、洞察課題として要求される特徴については、明確な議論がなされていない。本研究では、洞察課題の特徴として議論されてきた、(1) チャンクの分解[2]、および（2）問題空間の移行[3]の 2 点に着目し、「単語発見 RAT」と「概念発見 RAT」の 2 つの日本語版 RAT の開発を進めてきた。

図 1 に単語発見 RAT および概念発見 RAT の概要を示す．単語発見 RAT ではチャンクの分解の観点から課題が作成された。本課題では、問題刺激として提示される 3 つの漢字（例：図 1(a)の“青”、“虚”、“真”）それぞれと結合して単語を構成する共通の漢字一文字（例：図 1(a)の“空”）を発見することが求められる。しかしながら、妨害刺激の存在（例：図 1(a)の“春”、“栄”、“実”）により、問題解決初期には、問題刺激と妨害刺激で構成される解とは関連のないチャンク（例：図 1(a)の“青春”、“虚栄”、“真実”)が、問題解決を阻害する制約として機能すると考えられる。そのため、解の発見には問題刺激と妨害刺激で構成されるチャンクを分解し、解を含む新たなチャンクを発見することが要求

される。なお，本課題では、解と問題刺激で構成される単語に関しては、日本語の語彙特性[1]をもとに、親密度の値が一定上（7 段階尺度で平均 4 以上）になる単語のみを対象とした。

一方、概念発見 RAT では空間の移行に着目して開発を行った。概念発見 RAT では、問題刺激として提示される 3 つの漢字（例：図 1(b)の“緑”、“龍”、“紅”）によって連想される概念（例：図 1(b)の“お茶”：緑茶、烏龍茶、紅茶）を発見することが求められる。しかしながら、妨害刺激の存在（例:図 1(b)の“地”、“虎”、“白”）により、問題解決初期には、問題刺激と妨害刺激による誤った概念空間（例：図 1(b)の“緑地”、“龍虎”、“紅白”）への固着が、問題解決を阻害する制約として機能すると考えられる。そのため、解の発見には、問題刺激と妨害刺激で構成される概念空間から、解となる概念空間への移行が要求される。

課題の有効性を検証するため、本研究では上記の観点に基づき、単語発見 RAT と概念発見 RAT をそれぞれ 40 問作成した。

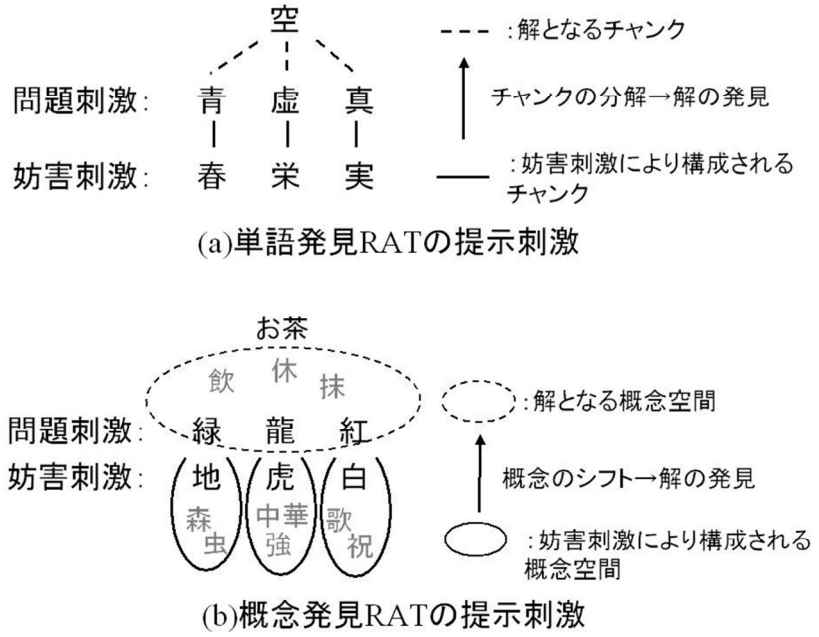


図 1　単語発見 RAT と概念発見 RAT の提示刺激

単語発見 RAT と概念発見 RAT の提示刺激の一例とそれぞれの刺激が構成するチャンクと概念空間を示した。

3. 実験方法

実験では、単語発見 RAT と概念発見 RAT を対象に、妨害刺激の有無が解の発見に与える影響について、検討を行った。それぞれの日本語版 RAT で妨害あり条件と妨害なし条件の 2 条件を被験者間計画で検討した。実験参加者は 80 人で、条件ごとに 20 名ずつ均等に配置した（表 1）。

表 1　条件毎の実験参加者の人数

	RAT	
条件	単語発見RAT	概念発見RAT
妨害あり	20	20
妨害なし	20	20

実験の手続きを図 2 に示す。参加者は 2 問の練習課題の後、40 問の日本語版 RAT の解決に取り組んだ。実験刺激はコンピュータスクリーン上で提示され、参加者はマウスとキーボードによる入力が求められた。最初に、0.5 秒間の注視点提示がなされた後（図 2(a)）、実験刺激が最大 90 秒間表示された（図 2(b)）。参加者は解を発見した時点でマウスボタンをクリックし、解答記入画面で発見した解の入力が求められた（図 2(c)）。最後に、解を発見した際のひらめき度を 5 段階で評価した（図 2(d)）。注視点提示

からひらめき度評定までの流れを 1 試行とし、20 試行終了後に 5 分間の休憩を挟み、計 40 試行が実施された。また、問題の提示はランダムに行われた。なお、課題終了後に実施した漢字単語の読み取りテストの結果から、条件間での参加者の漢字の読み取り能力に差がないことが確認された（単語発見 RAT：t(38)=1.20，n.s、概念発見 RAT：t(38)=0.21，n.s)。

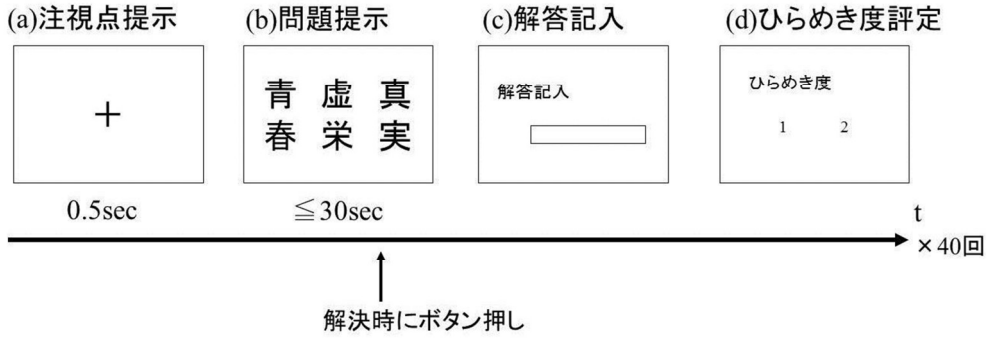


図 2　実験手続き

4. 結果

概念発見 RAT では、概念の発見が求められるという課題の性質上、実験者が想定した以外にも妥当な解が存在することが確認された。そこで、分析では、実験者が想定した解とその同義の単語のみを正解とする「narrow 基準」と、回答があった場合は問題刺激との間に何らかの概念間のつながりがあったと見なし正解とする「broad 基準」の 2 通りの基準を設けて検討を行った。

単語発見 RAT と概念発見 RAT の narrow 基準、broad 基準のひらめき度に関して，妨害刺激の有無による t 検定を行ったところ、全ての条件間で有意な差は認められなかった（単語発見 RAT: t(38)=0.49、n.s; 概念発見 RAT、narrow 基準：t(38)=0.56、n.s；broad 基準：t(38)=0.16n.s)。そのため、以下では，単語発見 RAT、概念発見 RAT の narrow 基準、broad 基準のそれぞれで、妨害なし条件よりも妨害あり条件において、ひらめき度が大きかった問題を対象に分析を行う。具体的には、条件間で効果量の大きい課題上位 20 問を対象に分析を進める。

単語発見 RAT と概念発見 RAT の narrow 基準、broad 基準の正答率、反応時間、ひらめき度の結果を図 3、4、5 に示した。正答率に関して t 検定を行ったところ、単語発見 RAT（t(38)=3.66、p<.001）と概念発見 RAT の narrow 基準（t(38)=3.77、p<.001）で有意な差が確認されが、概念発見 RAT の broad 基準（t(38)= t(38)=0.08、n.s）では有意な差は見られなかった。

また、反応時間に関しても同様に t 検定を行ったところ、単語発見 RAT のみで有意な差が見られ（t(38)=2.15、p<.05)、概念発見 RAT の両基準では有意差は認められなかった（narrow 基準：t(38)=0.77、n.s；broad 基準：t(38)=0.56、n.s)。

ひらめき度についても t 検定を行ったところ、単語発見 RAT（t(38)=2.20、p<.05）と概念発見 RAT の narrow 基準（t(38)=2.13、p<.05）で有意な差が見られたが、broad 基準では有意な差は確認されなかった（t(38)=1.68、 n.s)．

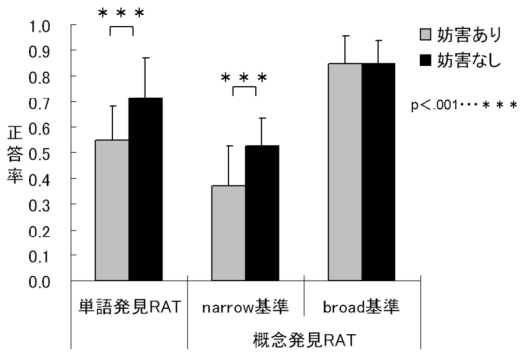


図 3　単語発見 RAT と概念発見 RAT における正答率

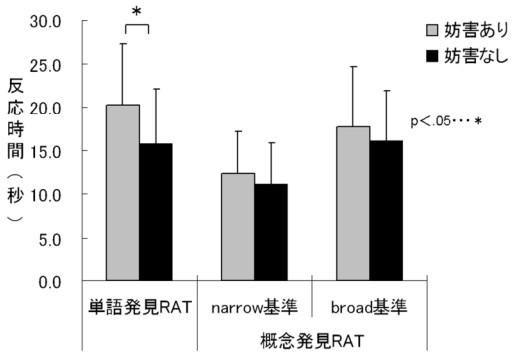


図 4　単語発見 RAT と概念発見 RAT における反応時間

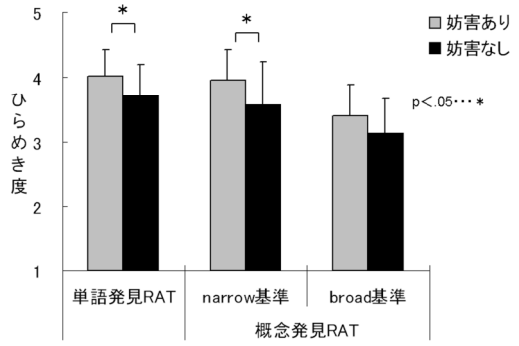


図 5.　単語発見 RAT と概念発見 RAT におけるひらめき度

5. まとめ

本研究では、洞察を特徴付けるチャンクの分解と問題空間の移行に着目し、2 つの日本語版 RAT の開発と、その実験的評価を進めてきた。実験の結果、ひらめき度の効果量を基準に選別した単語発見 RAT で正答率、反応時間、ひらめき度に有意な差が確認された。また、同様に概念発見 RAT に関しては、narrow 基準で正答率とひらめき度に有意な差が確認された。このことから、妨害刺激によるチャンクの分解および問題空間の移行の阻害が確認され、実験課題としての有効性が確認された。

今後は、課題刺激により無意識的に形成されると考えられる誤ったチャンクおよび誤った概念空間への固着とそれに対する意識的な抑制の効果について，本研究で開発された日本語版 RAT を用いた実験的な検討を進める予定である．具体的には，（1）実験課題上で妨害刺激によりコントロールされる無意識的な制約の喚起と，（2）メタ認知を教示による意識的な制約の抑制の関係について、正答率や反応時間といった行動データと脳機能計測による神経学的データに基づく実験的検討を進める。

参考文献

[1]天野成昭・近藤公久, (1999)“日本語の語彙特性　第 1 期”. 三省堂.

[2]Kaplan, C. A, &Simon, H. A, (1990). “In Search of Insight”. Cognitive Psychology, vol. 22. pp. 374-419.

[3]Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H. & Rhenius, D, (1999) ., “ Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving”. Journal of Experimental Psychology:Learning, Memory, and Cognition, Vol. 25, No. 6, pp. 1534-1555.

[4]S. A. Mednick, (1962). “The associative basis of the creative process ” . Psychological Review, Vol. 69, No. 3, pp. 220-232.

空間メンタルモデル構築に及ぼす非空間スキルの影響
- ルートとサーベイ・パースペクティブに基づく検討 -

The Effect of Non-spatial Skills on Spatial Mental Models Construction
- Consideration from Route and Survey Perspective -

杉本匡史・楠見孝
Masashi SUGIGMOTO, Takashi KUSUMI

京都大学
Kyoto University
m.sugimoto@edu.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

Abstract

One can describe a spatial relation in two ways: 1) In a survey perspective (e.g., “A is North of B”) and 2) in a route perspective (e.g., “You can see A when you turn left at B”). Previous researches have shown that some spatial tasks, such as mental rotation, have strong effects on survey perspective but not on route perspective. In addition, a few studies have clarified what kind of factors affect route perspective performance. In this research, we investigated the factors that have effects on route perspective performance. First, participants read texts, either in survey or route perspective, and answered corresponding true or false questions. Next, we measured their skills to recall serial items and their reading ability. Contrary to our prediction, a correlational analysis showed that the correlation between these two non-spatial skills and performance in the route perspective study did not reach significance. It is possible that this result may be suggesting the dominance of the survey perspective in processing spatial information. More research is needed to clarify this issue.

問題

空間表象の表象様式としてサーベイ・パースペクティブ(survey perspective)とルート・パースペクティブ(route perspective)の 2 つがある[7]。サーベイ・パースペクティブでは空間をとらえる際の観察点の位置が鳥瞰的になっており，それに応じて東西南北といった環境中心参照枠[5]に基づいた表現や，「ある」・「いる」といった静的な動詞が使用される[8]。一方ルート・パースペクティブでは空間情報は移動者の観察点で扱われ，方向を表現するためには前後左右といった自己中心的参照枠[5]に基づいた言葉や，「歩く」・「見える」といった動的な動詞が用いられる[8]。

Fields & Shelton[2]は 2 つのパースペクティブによる空間表象能力と，心的回転のような「物体の動きや形を想像する能力」や，パースペクティブ判断課題のような「違った角度から物体の見え方を想像する能力」との関連を検討した。その結果サーベイ学習後の方向判断課題の遂行には心的回転スキルが関与し，ルート学習後のそれには空間ワーキングメモリとパースペクティブ判断スキルが関与すると示唆した。刺激の呈示に動画を用いた研究[2] とは別に，杉本・楠見[6]は文章による空間表象の構築について検討した。その結果サーベイ・パースペクティブと心的回転の間には先行研究[2]と同様に有意な相関がみられたが，ルート視点とパースペクティブの関連についてはサーベイ・パースペクティブと心的回転の間ほど強くならなかった。

ここでルート・パースペクティブでの学習や想起には，自分が今までどのような道をたどって，どの方向からやってきたか」という系列情

報の記憶が必要である。先行研究では空間認知課題を遂行中の1時点に注目し，そこに関連する能力については検討を行っているが，上記のような「どういう経路をたどって現在の位置にいるか」という系列情報を処理する能力の影響については言及されてこなかった。本研究ではこの点に注目し，情報の系列を保ったまま記憶する能力がルート・パースペクティブに強く影響するのではないかという仮説を立てた。

さらにルート・パースペクティブの情報は階層構造をなしておらず，そこから空間構造を直接把握することは難しい。そのため学習によって得た情報を再構築することが必要だと考えられる。具体的な例を挙げると，ルート・パースペクティブによる文章の読解中に読み手は様々な空間情報を学習する。しかしサーベイ・パースペクティブで書かれた文とは異なり，ルート・パースペクティブで書かれた文では移動者の向いている方向によって位置関係は異なってくる。そのためそれらの空間情報を即時に一つの空間表象にまとめるためには文章中の様々な情報を統合する能力が必要となると予測した。

したがって本研究では，空間記述文読解時にルート・パースペクティブに対して空間スキルが比較的弱い影響力しか持っていないことの原因として,「ルート・パースペクティブはサーベイ・パースペクティブに比べて非空間スキルの影響が強い」という仮説を立てた。具体的にはルート・パースペクティブの空間表象構築・想起の成績はサーベイ・パースペクティブでの成績に比べ，系列再生能力や読解能力に強く影響されるというものである。

方法

大学生42名(男性22名, 女性20名)が実験に参加した。参加者は空間記述文課題，言語系列再生課題，空間系列再生課題，MK式読解テスト[4]に回答した。

空間記述文課題では参加者はサーベイ・パースペクティブもしくはルート・パースペクティブで書かれた空間についての記述(町・展示場，22-27文）をPC上で読み，その後正誤判断課題（28問）に回答した。空間記述文は予備実験によって決定した呈示時間で自動的に呈示された。正誤判断課題はそれぞれのパースペクティブで書かれた問題の両方が含まれていた。

空間スキルを測定する言語系列再生課題では3モーラの単語がPC画面上に4つから6つ連続して呈示され，参加者は呈示終了直後に口頭で系列再生を行った。空間系列再生課題では4×4のマス目とその中に黒丸が2つから5つ連続して呈示され，参加者は呈示終了直後に回答用紙に黒丸の位置を回答した。

実験ではまずサーベイ・パースペクティブまたはルート・パースペクティブで書かれた空間記述文の読解を行い，それについての正誤判断課題に回答した。その後言語系列再生テスト・空間系列再生テストを行った。最後にMK式読解テストを行い，実験を終了した。実験時間は50分から1時間であった。

結果と考察

空間記述文に対する正誤判断課題と系列再生テスト，読解テストの間の相関分析を行った。正誤判断課題は学習時とテスト時のパースペクティブについて4つに分類した上で，正答率を指標とした。正誤判断課題において正答率がチャンスレベルである50%に満たない参加者のデータは分析から除外した。各条件での正誤判断課題の正答率については図1に示した。系列再生テストと読解テストでは正答数を指標として用いた。表1に示すように，空間系列再生テストとサーベイ学習ルートテスト条件の間に有意な相関がみられた。それ以外の部分の相関係数については有意に達しなかった。

言語系列再生課題については予想と反する結果となった。しかし学習とテストの両方でサーベイ・パースペクティブを用いる条件（サーベイ学習サーベイテスト）と両方でルート・パースペクティブを用いる条件（ルート学習ルート

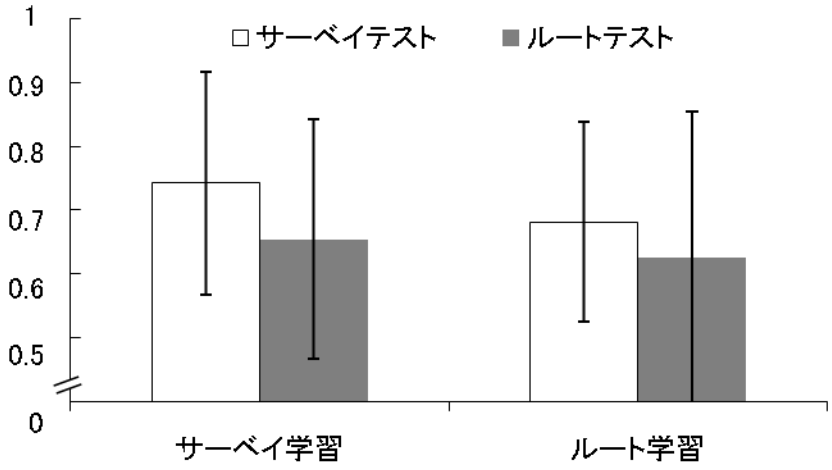


図1 各学習・テスト条件での平均正答率(バーはSD)

表1 空間記述文に対する正誤判断課題と各テストの相関

			サーベイ学習		ルート学習	
	空間系列再生	MKテスト	サーベイテスト	ルートテスト	サーベイテスト	ルートテスト
言語系列再生	.30	.10	−.23	−.09	.17	.14
空間系列再生		−.06	.21	.38*	−.01	.15
MKテスト			.09	.06*	−.08	−.24

N = 33, * p < .05

テスト）のそれぞれの相関係数(-.23 と.14)の差についての検定を行ったところ，有意傾向の差がみられた(t (30)= 1.99, p<.1)。このことはサーベイ・パースペクティブとルート・パースペクティブのそれぞれと言語系列再生能力の関連性の程度が異なることを示唆しているといえる。また統計的な相関の差がある訳ではないが，学習時に使用したパースペクティブによって相関係数の富豪に違いがみられた。具体的にはルート学習では言語系列再生能力が高いほど空間表象構築成績が低下し，サーベイ学習ではその逆となった。このことは系列再生に頼る方略がルート学習時には有効となるが，サーベイ学習時には空間表象の構築を阻害している可能性を示唆していると考えられ，2 つのパースペクティブによる学習において異なる性質の認知処理が行われている可能性を示唆しているといえる。この可能性を支持するデータとして，実空間の中で方向探索課題を行わせた研究[3]でも，成績上位群はサーベイ・パースペクティブに頼る方略を用い，成績下位群は経路の系列的記憶に頼る方略を用いることが明らかになっている。

空間系列再生課題についてはサーベイ学習条件との間に強い相関がみられた一方，ルート学習での成績との間の相関係数は低いものとなった。このことはサーベイ学習でのパフォーマンスに，先行研究[6]で示唆されているような「物体の形や動きを想像する能力」が影響を与えていることを意味しているといえる。ワーキングメモリにおいて言語的な下位コンポーネントと空間的な下位コンポーネントが分離していることからも，以上のような言語系列再生課題と空間系列再生課題での相関係数のパターンの違いは 2 つのパースペクティブで質的に異なった認知プロセスが用いられていることの証左とすることができる。

読解テストと各条件の間の相関係数が低いものとなったことは，説明文での論理を推論する能力と方向や位置情報といった空間情報を推論するシステムが異なったものであることを示し

ている可能性がある。MK テストで測定される読解能力は論理的な文章に対する読解能力であり，因果関係の推論が必要である。それに対して空間記述文で必要となる推論は参加者個人の記憶のみから推測する必要があるものであり，ある位置関係が正しいと思うことに記憶以外の根拠はほとんどの場合存在しない。そのためどちらのパースペクティブを用いるかということにかかわらず，空間情報に対する推論は参加者の記憶と照合する形で行われており，MK テストで必要とするような，根拠と照らし合わせたり間違っているであろう可能性を反証したりするといった処理は行われていない可能性がある。

先行研究[2][6]と同様，今回の研究でもルート・パースペクティブでの学習や想起に影響を与える要因の説明力は小さいものとなった。このことの原因としては 2 つの可能性が存在する。第 1 は単に今まで検討されてきた要因とルート・パースペクティブとの間の関連が弱いというものである。第 2 の可能性は学習や想起でルート・パースペクティブを使った場合でも，空間表象の保持はサーベイ・パースペクティブで行われているというものである。そのため学習→保持→想起といった記憶のプロセスの中でサーベイ・パースペクティブを用いた処理の割合が高くなり，ルート・パースペクティブに影響を与える要因を他の能力の個人差で説明しようとする研究[2][5]において，その説明力が低くなってきたと考えることができる。また学習と想起においてサーベイ・パースペクティブに基づく方略をとることは，学習→保持→想起という記憶プロセスの流れにおいてパースペクティブの切り替えによるコスト[1]を生じさせず，ルート・パースペクティブを用いた場合に認知コストが高くなることも説明できる。さらにこの仮説は Kato & Takeuchi[5]のような実空間研究においてサーベイ型の方略を用いた参加者が高い成績を示したこととも一致する。

そのため今後の研究としては，学習時や想起時の刺激を直接操作して 2 つのパースペクティブを区別し，ルートパースペクティブでの成績を変化させるためには何が必要なのかということを通して，記憶表象がサーベイ型であるのかルート型であるのかを明らかにすることが必要だと考えられる。

引用文献

[1]Brunyé, T. T., & Taylor, H. A. (2008a). Extended experience benefits spatial mental model development with route but not survey descriptions. *Acta Psychologica*, **127**, 340-354.

[2]Fields, A. W., & Shelton, A. L. (2006). Individual skill difference and large-scale environmental learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* **32**, 3, 506-515

[3]Kato, Y., & Takeuchi, Y. (2003). Individual differences in wayfinding strategies. *Journal of Environmental Psychology*, **23**, 171-188.

[4]近藤洋史・森下正修・薩田佳世・大塚結喜・苧阪直行 (2003). 読解力とワーキングメモリ―構造方程式モデリングからのアプローチ― *心理学研究* **73**, 480-487

[5]Levinson, S. C. (1996). Language and space. *Annual Review of Psychology*, **25**, 353-382.

[6]杉本匡史・楠見孝 (印刷中). 空間スキルの個人差と空間メンタルモデル *認知心理学研究*

[7]Taylor, H. A., & Tversky, B. (1992). Spatial mental models derived from survey and route description. *Journal of Memory and Language*, **31**, 261-292.

[8]Taylor H. A. & Tversky, B. (1996). Perspective in spatial descriptions. *Journal of Memory and Language*, **35**, 371-391.

事物の機能性の高低における指示範囲の解釈
Interpretation of Referred Area in Teaching Part Names

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
cs.yasuda@gmail.com, h-koba@mail.dendai.ac.jp

Abstract

This study investigated interpretation of a referred area when the experimenter pointed at an object part by forefinger. Participants colored a picture of an object to show their interpretation of a word meaning viewing a video of an adult uttering a nonsense word and pointing at an object part. When an object that does not have a clear function (e.g., a square wood panel) is pointed, participants interpreted the whole object was referred. However, when an object that has a clear function was pointed and the pointed part was separable (e.g., knock bottom of a ball-point pen), participants interpreted the pointed part was referred. When an object that has a clear function was pointed and the pointed part was unseparable, (e.g., screw part of a screw bolt), participants interpreted the whole object was referred. Participants interpreted meanings of an adult's pointing at an object part considering the object's characteristics, that is, whether the object has a function and the part is separable..

Keywords — Pointing, Referred Area

1. はじめに

子どもは，様々な情報から語と環境中の指示対象をつなげ，大人の発した語の意味を推測する．事物は様々な環境において，事物の部分が事物全体に組み込まれるという入れ子構造になっているため，大人の指示対象を正しく推測する必要がある．その中でも，大人が行う非言語的操作は，事物の部分や機能を示す情報として重要な要因となる．

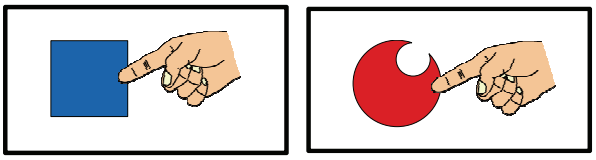
事物の機能と名称の獲得に注目した実験として，Kobayashi(1997)と Kemler Nelson, Russell, Duke and Jones (2000)の研究が挙げられる[1][2]. これらの研究により，子どもは事物の形より機能性を重視して事物名称を学ぶ場合があることが示された．これらは，事物全体名称を獲得する上で重要になる情報だが，機能性がある事物において機能性が低い部分を教える場合，子どもは誤って機能のある事物部分を部分名称であると解釈してしまう可能性も考えられる．そもそも大人は部分名称解釈において，機能性を考慮しているかは調べられていない．

本研究では，事物の機能性の違いによって，実験者の指さしの指示範囲の解釈に変化がみられるか成人を対象に調べた．実験者が指示されたと考えられる事物の一部または全体に色を塗るよう参加者に求め，またその解釈の理由も記入させた．

2. 方法

参加者 理工科系大学生 35 名を対象に，課題を試行し，32 名のデータを採用した．採用しなかったデータは，データシートの記入漏れ等があったものであった. 実験は大学の教室で一斉に行った．

材　料 機能性の高さと事物の特徴とで指示範囲に変化があるかを検証するために，機能性が高い事物と機能性が低い事物を用意し，各事物に特徴を持たせた．機能性の判断基準は，日常生活で使用方法が確立している事物を機能性が高い事物と定義し，そうでない事物を，機能性が低い事物と定義した．機能性が低い事物では，穴開き丸形木材と四角形木材を提示した(Figure 1).

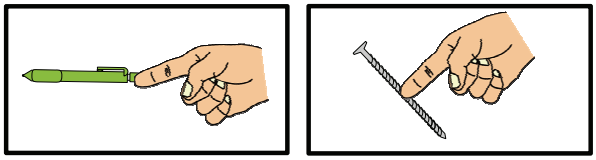


特徴あり　　特徴なし
穴開き丸形木材　　四角形木材

Figure 1. 機能性が低い事物

指さしで指示した際に，指示した場所の特徴によって指示範囲が変わるかを調べるために，指さしをした際にその近くに特徴がある穴開き丸形木材と，特徴があまりない四角形木材を用いた．これらの事物は，部分解釈が困難なため，参加者が解釈した理由と事物の塗り方を総合的に判断して，指示範囲を判断した．

機能性が高い事物では，ボールペンとスクリューネジを提示した(Figure 2)．指さしで指示した際に，指示した事物の特徴によって指示範囲が変わるかを調べるために，部分が分離しても機能があるボールペンと，部分が分離すると事物の機能を保つことができないスクリュー釘を用いた．



分離可能　　一体化

ボールペン　　スクリュー釘

Figure 2. 機能性が高い事物

準　備 複数の参加者に同一方法の指示を行うため，ビデオ映像を作成した．ビデオでは，はじめにビデオ画面の中央に事物を左手で持っている状態を提示し，画面の右側からもう一方の手で事物の一部に接触指さしを行った．その後「これは○○（無意味シラブル）です.」という発話を 2 回行い，画面外へ指さしを行っている手を移動し，撮影を終了とした．事物を持っている手と事物に接触している手を, なるべく動かさないようにし，撮影を行った．背景色はいずれの事物でも黄色に統一した. 小さい事物を判断しやすくするために，事物と手だけ大きく画面に映るように撮影を行った．

手　順 実験参加者に机に座ってもらい, 実験シートと赤ペンを配布した．「これから,『これは○○です.』と言いながら，事物に指さしをしているビデオを皆さんに見て頂きます．その後に，指示していたと思う範囲について回答して頂きます.」と，ことばで実験の流れについて説明した．次に，練習用のビデオデータを参加者に見せ,「このようなビデオを見て頂いた後に，回答用紙に指をさしていたと思った部分を，赤ペンを使ってこのように（モニターに実験の回答用紙を映し，紙に色を塗りながら）囲うか，塗りつぶすかしてください.」と参加者に説明をした．回答用紙の注意事項を参加者に指示し，実験開始とした．解答用紙には，色を塗るための図形とその理由を記入するよう作成した．

3. 結果

参加者が解釈した理由と事物の塗り方により，新奇語に対して指示範囲を，部分解釈したのか，全体解釈したのかを分類した．

Figure3 に機能性が低い事物の範囲解釈を示す．指示した際に，指示範囲に”特徴がある”事物を部分だと解釈した人数の割合は，34.3%であった．指示範囲に”特徴がない”事物を部分だと解釈した人数の割合は，34.3%であった．機能性が低い事物では，特徴の有無に関係なく，指示範囲を解釈することがわかった(χ^2=0, n.s.)．　部分と解釈した参加者は理由欄に，接触した範囲を部分だと解釈したと記入していた．

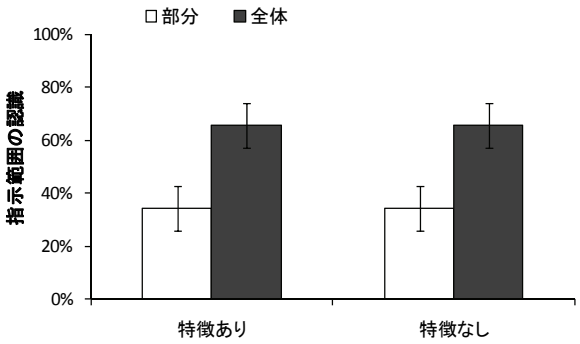
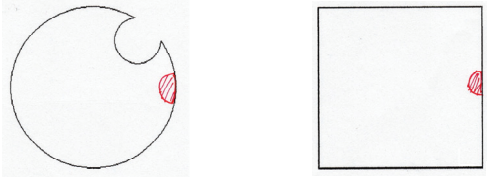


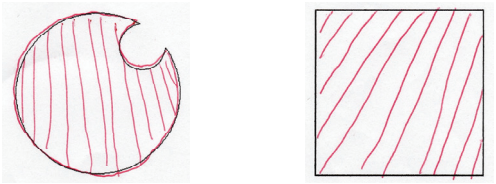
Figure 3. 機能性が低い事物の範囲解釈

Figure 4 に機能性が低い事物における部分解釈の典型的な事例を示す．部分と解釈した多くの参加者は，この例と同様に指示範囲を塗っていた．Figure 5 に機能性が低い事物における全体解釈の典型的な事例を示す．全体と解釈した参加者は，この例とほぼ同様に指示範囲を塗っていた．



特徴あり　　特徴なし

Figure 4.機能性が低い事物における
部分解釈の典型的事例



特徴あり　　特徴なし

Figure 5.機能性が低い事物における
全体解釈の典型的事例

Figure6 に機能性が高い事物の範囲解釈を示す．指示した際に，指示範囲が”分離可能である”事物を部分だと解釈した人数の割合は，96.8%であった．一方，指示範囲が”部分と一体化している”事物を部分だと解釈した人数の割合は，18.8%であった．機能性が高い事物では，部分の特徴に関係し，部分が分離できる場合は部分解釈を，部分が分離できない場合は全体解釈を行うことがわかった(χ^2= 193.34, p<.05)．部分と解釈した参加者は理由欄に，接触した範囲を部分だと解釈したと記入していた．

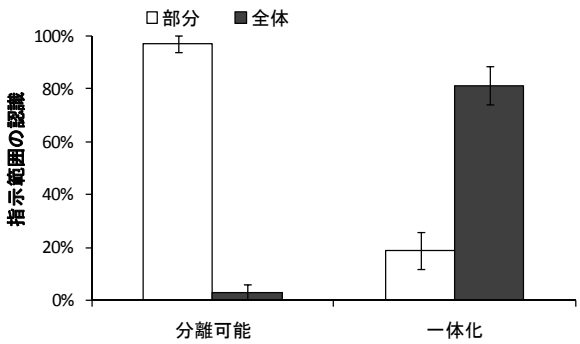
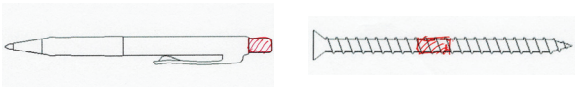


Figure 6. 機能性が高い事物の範囲解釈

Figure 7 に機能性が高い事物における部分解釈の典型的な事例を示す．部分と解釈した多くの参加者は，この例と同様に指示範囲を塗っていた．事物が部分と一体化しているスクリュー釘では，スクリュー部分を指示した範囲だと解釈した参加者がいた．Figure 8 に機能性が低い事物における全体解釈の典型的な事例を示す．全体と解釈した参加者は，この例とほぼ同様に指示範囲を塗っていた．事物の部分が分離可能であるボールペンに関して，全体解釈した参加者は，1 名しかいなかった．



分離可能　　一体化

Figure 7.機能性が高い事物における
部分解釈の典型的事例



分離可能　　一体化

Figure 7.機能性が高い事物における
全体解釈の典型的事例

4. 考察

本研究では，事物の機能性と特徴の違いによって，実験者の指さしの指示範囲の解釈に変化がみられるか成人を対象に調べた．

機能性が低い事物の指示範囲は，全体と解釈される可能性が高いことと，事物の特徴があったとしても指示範囲はあまり変わらないことが示唆された．機能性が高い事物の指示範囲は，事物の部分が分離できる場合には部分と解釈される可能性が高いことと，事物の部分が分離できない場合には全体と解釈される可能性が高いことが示唆された．

この指示範囲をより適切に調べるために事物の種類を追加することや，データの数を増やす等を行い，指示範囲の要因を特定していく必要がある．

謝辞

本研究は，科学研究費基盤研究(C) (20500241)の補助を受けたものである．

主要参考文献

[1] 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.

[2] Kemler 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.

テクストと作者
Text and Author

森田 均†
Hitoshi Morita

†長崎県立大学
University of Nagasaki
morita@sun.ac.jp

Abstract
The purpose of this article is to convert the method of the literary research from the reception of the literary work to the literary text generation.

Keywords — Reception Theory, Text Analysis, Text Generation

1. はじめに

筆者はこれまで表現技法としてのハイパーテクストに着目し，受容理論[1] [2]を理論的な支柱として通常のテクストからの変換手順や評価方法の提案をした．また，すべての表現技法の中間的存在として，さらにコンテンツの乗り物としてハイパーテキストの概念を拡張する「フローティング・ハイパーテキスト」を提唱した．これを踏まえて[3]では(１）文学の抽象モデル（２）歴史的テクスト（３）テクストとしてのテレビ番組という 3 種類の悉皆調査によるデータを具体例として，コンセプトからモデル化を試みた．これは，圧倒的な量の事実から物語の生成へと迫ることができるのか，さらに事実から現実が構築可能なのかという問いに応える試みでもあった．このように受容理論によってテクストの糸目を解き，反転して新たな織り方を提案しているうちに抹消してしまったはずの作者[4] [5]を再度召喚しなければならなくなったのかという憂慮がＬＣＣ第 23 回定例研究会における筆者の発表の結論に刻み込まれた[6]．筆者はこの指摘に応えるべく，それならば作者という存在を強固に要求するようなテクストは何かと具体例を求めて探索を始めた. 本発表では，偽書，ポリフォニックなテクスト群を具体例として考察する．

2. 偽書

[7]によると偽書とは，「正史には登場しない津軽の闇の古代・中世史を，敗者の視点から記した「門外不出」「口外無用」の古文書」と定義されている．本発表ではひとまずこれに従って考察を進める．もちろん東日流（つがる）と名付けられたテクストなので「津軽の闇の古代・中世史」となっているわけである．偽書は全て津軽ということではない．むしろこの引用で留意しておくべきなのは「正史」と「敗者の視点」であろう．司馬遷を挙げるまでもなく，歴史記述とは時代を制した支配者が行うものであり，勝者たる支配者の視点のみが用いられる．異なる視点を全力で排除することこそが戦いに勝利することであり，その後に君臨するということなのだ．その一方で正史には記載されないもう一つの歴史，あるいは滅ぼされた者のみが知っていた歴史があった，とするのが偽書の出発点となる．ここで正史と闇の歴史が交錯する．現代において正史の位置づけは，戦闘にはよらず原典あるいは本文至上であるか炭素年代測定などの物証によるかによって判定される．この判定の場で偽書は，論争を仕掛けて自らが原典を主張し，物の形を捨てることによって正史と対峙する.「東日流外三郡誌」は津軽の知られざる古代史を記したものであるが，先祖代々門外不出とされながら明治時代に偶然発見されたものを書写している．このようにテクスト作成の意図を明確にすることによって偽書は成立する．意図があるところには作者が存在する．偽書つまり偽りの書があれば偽物，偽絵，贋作も次々に出現する．作者によって偽物たる意図を明確にして作成される. 井上靖「ある偽作家の生涯」[8]は，日本画の巨匠

の伝記を準備するうちに遭遇した贋作からその作者を突き止めようとするストーリーであるが，ここでテクスト中の語り手は偽作家とは一度も対面することなく，また偽作家に直接語らせることもない．同じ作者による[9]も経文解釈書の作者像に迫るものであるが，後に点綴法と名付けられた同じ叙法によっている．原典は無いが書き写したものがある，何かが急に出土するという偽書作成システムとテクストのメインキャラクターを伝聞によって叙述する手法とは，中心を欠如させているところが共通している．偽書とは，フィクションを紡ぐことである．

3. 作家システム

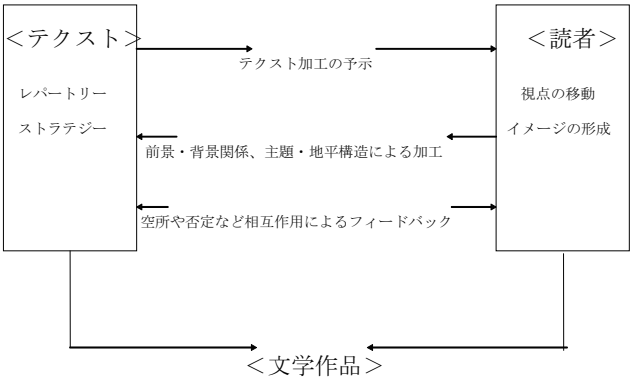
ここで固有名が出た井上靖という作家は，どのように位置づけられるか．[10]という風変わりな題名の小説がある．ここで描かれているのは，日本初の民間放送として大阪に開局したラジオ局に関する草創期のエピソードであり，メインキャラクターとなったのはそのラジオ局をメディアとして自立させるために親会社から出向した新聞記者である．このテクストは現在の毎日放送の前身である新日本放送という実在するラジオ局が開局した一年後に発表されたもので，同じエピソードがメインキャラクターとなった新聞記者の側から語られ[11] [12] [13]，そしてラジオ局は社史の中で紹介し[14] [15] [16] [17]，加えて井上靖という作家による作者解題がある．さらにメインキャラクターの評伝[18]もあり，同じエピソードが様々な視点から語られている．これらのテクスト群は聖書の４福音書のような共感あるいはポリフォニックな関係にある．そしてこれらのテクスト群には，用語や叙法など共通点も見受けられ相互の影響関係を示すことは可能である．ただし，文学あるいは文壇という制度内においてノーベル文学賞候補と称賛させた井上靖という作家システムを備えた作者の影響力が最も強い．一方で社史は，記された各年代の支配者（経営者）の意図を反映させた異なるテクストを形作る．このように同じエピソードに対して異なるテクストが成立するこれらの事例を前にして，テクスト生成のモデルを想定するとそれぞれ異なる作者という装置が必要となる．

4. コミュニケーションモデル

ここでは筆者がこれ以降，作者問題を再考するにあたってほんの出発点を示した．本発表ではひとまず，作者という装置があるべきだが，その作者にキャラクターは必要無い，という仮の結論を置いて[2] 及び[19]を結合し発展させたテクストに関する作者と読者の新たなコミュニケーションモデルを示す．

5. Iser の読書行為

図１に示したのは，Iser による読書という行為をモデル化したものである．ここでは，読者と作者ではなく，読者とテクストとのコミュニケーションによって「文学作品」が成立するプロセスを描いている．作者が存在しないことに注目すべきである．

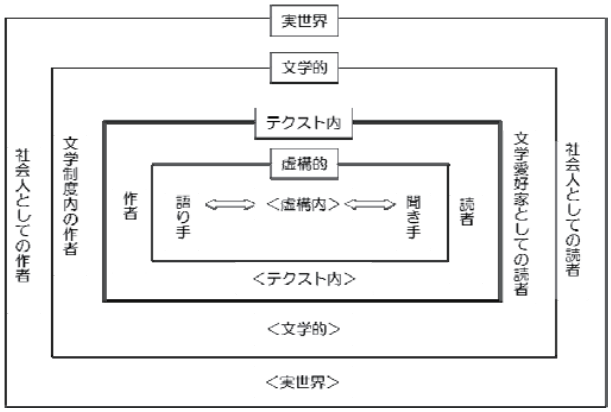


＜図 1:読書行為のモデル＞

6. テクスト内コミュニケーション

図 2 で明らかなように Waldmann のモデルには作者が存在する．ここでは，作者と読者が状況によって役割を変化させる．実世界から虚構の内部まで入れ子構造となっている．作者は存在するものの，作家という意味ではなく，テクストという相互作用の場で読者とやりとりを行う相手とし

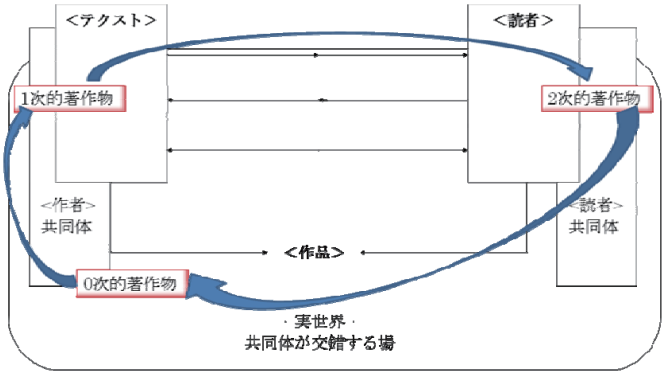
て対峙させているのである．



＜図 2:テクスト内コミュニケーションのモデル＞

7. 作者復活

二つの既存モデルを結合させたのが，図 3 で示した本発表で提案するモデルである．Iser のモデルでは，作者を消滅させることには成功したが，テクストと読者によるコミュニケーションのプロセスから「文学作品」が生成される場がどこなのか明らかにできていない．Iser は読書行為の中で一回ごとに成立するのが「文学作品」であるとしたが，図 1 ではうまく配置できない．Waldmann の場合は，状況による変化は描くことが出来ても連続性が明らかにならない．そこで両者を接合して「作品」生成のプロセスを段階的に示したのが筆者によるモデルである．読者と対峙するのはテクストであるが，テクストの背後には個別では無いものの「作者」を位置付けることが可能となる．



＜図 3:作者を復活させたモデル＞

【付記】本論文は，平成 21～23 年度日本学術振興会科学研究費補助金（挑戦的萌芽研究）による研究成果の一部である．（課題番号：21653042）

参考文献

[1] Jauss, Hans Robert: Literaturgeshichte als Provokation, Suhrkamp Verlag, 1970.（轡田収・訳:『挑発としての文学史』, 岩波書店, 1976）
[2] Iser, Wolfgang: Der Akt des Lesens, Wilhelm Fink Verlag, 1976.（轡田収・訳:『行為としての読書』, 岩波書店, 1982）
[3] 森田均: 事実とテクスト再考，日本認知科学会第 26 回大会発表論文集，日本認知科学会, CD-ROM, 2009.
[4] Barthes, Roland: La mort de l'auteur, 1968. 花輪光・訳:「作者の死」(ロラン・バルト:『物語の構造分析』, 花輪光・訳，みすず書房, 1979)
[5] Barthes, Roland: De l'oeuvre au texte, 1971. 花輪光・訳:「作品からテクストへ」(ロラン・バルト:『物語の構造分析』, 花輪光・訳，みすず書房, 1979)
[6] 森田均: 実世界から作品へ，日本認知科学会文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 23 回定例研究会予稿集, 2010.
[7] 斉藤光政: 偽書「東日流外三郡誌」事件，新人物往来社, 2006.
[8] 井上靖: ある偽作家の生涯，井上靖小説全集 4, 新潮社, pp.5-36, 1974. (初出:新潮 1951.10)
[9] 井上靖: 澄賢房覚書，井上靖小説全集 15，新潮社, pp.294-324, 1972. (初出:文学界 1951.06)
[10] 井上靖: 貧血と花と爆弾，井上靖小説全集 4，新潮社，pp.324-361，1974.（初出:文芸春秋 1952.02)
[11] 小谷正一: 黒馬になりたい--新日本放送の立場から，新聞と広告 6(8)，日本電報通信社，pp.7-9, 1951.07.
[12] 小谷正一: 外野席から，新聞ラジオ広告 7(5)，日本電報通信社, pp.36-38, 1952.05.
[13] 小谷正一: 国際興行師の泣き笑い--海外芸能人招聘の黒幕と呼ばれて，文芸春秋 36(4)，文芸春秋社, pp.280-293, 1958.04.
[14] 新日本放送: NJB の四年，新日本放送, 1954.
[15] 毎日放送: 毎日放送十年史，毎日放送, 1961.
[16] 南木淑郎: 楊梅は孤り高く 毎日放送の二十五年，毎日放送, 1976.
[17] 毎日放送: 毎日放送 50 年史，毎日放送, 2001.
[18] 馬場康夫:「エンタメ」の夜明け ディズニーランドが日本に来た!，講談社, 2007.
[19] Waldmann, Günter: Die Ideologie der Erzählform, München : W. Fink, 1976.

修復連鎖の終了手続きとしての合意形成フェーズ コミュニケーション・チャレンジドの多人数会話の観察から—

Consensus-Building Phase as a Procedure to Close Repair Sequences: An Analysis of Multi-Party Conversation with the Communication-Challenged

榎本 美香†, 岡本 雅史‡
Mika Enomoto, Masashi Okamoto

† 東京工科大学, ‡ 成蹊大学
Tokyo University of Technology, Seikei University
menomoto@media.teu.ac.jp, explicature@gmail.com

Abstract

This article is an empirical investigation of when and how repair sequences in multi-party conversations are closed with the 'consensus-building phase,' which we found in our previous study. Analyzing 93 minutes of excursive talks with the communication-challenged, we have newly found that the consensus-building phase is likely to occur when repair is initiated with utterances of 'Partial Repetition,' 'Completion Request,' and 'Possible Understanding,' against a trouble-source turn. In addition, when all the participants are involved in repair sequences, the sequences are often closed with some acknowledgement of repair execution.

Keywords — multi-party conversation, repair sequence, the communication-challenged, consensus-building phase

1. はじめに

Clarkら[2]は会話とは一発話ごとに発話された内容を参与者たちの共有基盤(common ground)に追加していく営みであると述べている．そして，重要なことは，ただある発話が発されるだけでなく，それが聞き手たちに理解され受け入れられた段階でこの共有基盤が成立することである．従って，会話でのやりとりは，ある発話の提示とその発話の受理という対から構成されると考えられている[2]．発話の受理がなされたかどうかは，'I see' 'uh huh' などといった理解の表明，提示された発話の理解を前提とする適切な次の発話，相手発話の例証などといった聞き手の次発話で示される様々な証拠から推定できる[1]．

逆に，聞き手が話し手の発話を何らかの理由によってよく理解できなかった場合，そうした発話の受理が不可能となり，聞き手は一つのトラブルを抱えることになる．それを解消するために，聞き手は話し手に元の発話の「修復(repair)」を要求することになる。[7]は、聞き手が聞き取りや理解の問題を抱えた場合、次発話の位置が修復を開始する場所であるとしている。そして、３人以上の参与者からなる会話を考えると、さらにどの聞き手が修復を開始するのかも問題となる。Egbert[3]は多人数会話における修復の特徴として(1) 二人以上の聞き手によって同一のトラブル源に対して修復が開始される場合や，(2) トラブル源の話し手が修復する前に別の他者によって修復が試みられる場合等の事例を報告している。例1は前者の例[1]で、01, 04, 06, 08からなるCの発話に対し、09, 10　でAとBが同時に「てんぷらだったのは夕飯か」と尋ねている。

```
(例1) 1131 253.555--265.7562
01 TS  C: じゃあ:昨日:+
02     A: +うん
03     B: +うん
04 TS  C: ちょっと+
05     A: +うん
06 TS  C: おーあのてんぷ(笑_ら)+
07     A: +<笑>
08 TS  C: てんぷらだったんで ┌(D_チョ)
09 RI  B:                    ├(U_(W_ユウハ|夕飯))?
10 RI  A:                    └うん夕 ┌飯?
11 RE  C:                            └そうそ ┌うそうそう
12 TR  B:                                    └うん
13 TR  A: そっか+
14     A: +ちょ ┌っと油っこいもんもたれるよね
15 ACK C:       └あー
```

榎本・岡本[4]はこうした聞き手たちによる修復を各参与者の理解度という認知的な観点から分析している。複数の聞き手が修復連鎖に関わる場合、トラブル源となった発話に対し、聞き手たち各々が自己の認知状態をディスプレイし、参与者間での共有基盤化が図られる。そして、トラブル

[1]転記中に用いた+ 記号は後続発話が先行発話の終了後間髪入れずに発されたこと(latching)を示す。(W_)記号は、いい怠け、いい誤りなど正規の発音とは異なる発音がなされたことを示す。(U_)記号は，その部分が非常に不明瞭に発音されていることを表す．(D_)は発話断片で何を話そうとしたのかわからない部分である。(笑い_)記号で囲まれた箇所は笑いながら発話されている。┌などの罫線記号は重複開始位置を示す．()内の数字は前後の間の秒数を示す．

源(Trouble Source;TS)〜修復開始(Repair Initiation; RI)〜修復実行(Repair Execution; RE)という一連の修復連鎖に加え、参与者たちがトラブルが解消したことを示しあう〈合意形成フェーズ〉が存在する可能性を示唆している。例1で言えば、12Bの「うん」や13A 「そっか」といったトラブル解消の証拠やその承認15C「あー」の連鎖がこれに相当する。

しかし、上記の研究からは、多人数会話における修復が一様に〈合意形成フェーズ〉で終了されるのかどうかは明らかではない。会話を観察すると、必ずしも参与者全員が修復の終了を認める発話を行っていないケースも散見される。そこで本研究では、修復が聞き手によって開始された場面を詳らかに観察し、どういったトラブルに対しどのような修復と〈合意形成フェーズ〉が生じるのかを明らかにする。

2. 方法

2.1 分析資料

分析資料として，精神障害や高次脳機能障害などの病名が与えられた人々(the communication-challenged; CC)が参加する 3 人会話を用いる．CCは，他者に自己の発話がどう受け取られるというメタ認知に支障を抱え、会話中で修復が頻繁に生じる。そこで本研究では、以下のデザインで収録されたCCたちの 3 人会話 3 組分を分析対象として用いる。

会話参与者 ：CCは精神科病院付属のデイケアに通っている人を対象とした．入院ではなく通院を行っているCCを対象としたのは，症状が比較的落ち着いており，30分程度の会話への参加が大きな負担にならずに可能なためである．

会話の設定 ：参与者たちは簡易収録室において，丸テーブルに等間隔で着座した状態で会話を行った．会話開始時の話題はサイコロを振って決めるが，途中でサイコロを何度振りなおして話題を変えても，サイコロの目にない話題を話してもよい旨を教示した．会話時間は約30分程度である．

音声・映像の記録 :各参与者の音声は，単一指向性説話型マイクロフォンを通じて別々のトラックに録音されている．また，各自上半身と円座全体の映像が 4 台のデジタルハンディカムで録画されている．分析にはこれらの記録データを用いる．

2.2 ラベリング

2.2.1 修復連鎖構造

修復開始発話を手がかりに、以下のラベリングを行う。

トラブル源となった発話(Trouble Source; TS)
RIの修復対象となる発話をTSとする。

修復を開始する発話(Repair Initiation; RI)
2.2.3の修復開始技法が用いられた発話をRIとする。

修復を実行する発話(Repair Execution; RE)
RIに後続し、RIの話者の抱えるトラブルを解消しようとする発話をREとする。REとなる発話はTSを行った話者だけでなく、助け舟として修復を手助けしようとする他の参与者の発話も対象とする。

トラブル解消を示す発話(Trouble Resolution; TR)
RIで顕になったトラブルが解消したことを示す発話をTRとする。TRの付与対象はTSの話し手以外の全員である。

TRを承認する発話(Acknowledgement; ACK)
REに対してTSの話し手が行う「うん」「そう」などをACK とする。また、この後さらにTSの聞き手たちが行う「うん」などのfollow up発話が打たれることもあり、それらをすべてACKとする。

例1でいえば、01,04,06,08に渡るCの一連の発話がTSであり、09B, 10Aの発話がRI, 11CがRE, 12B, 13Aの発話がTR, 14AがACKに相当する。これら4つの機能のうち、TR, ACK が出現した連鎖を〈合意形成フェーズ〉と呼ぶこととする。

2.2.2 参与者たちの認知状態

修復連鎖構造に属する各発話の発話者がトラブルを抱えているか抱えていないかによって以下2通りに分類する。

トラブルを抱えている人(Person-in-Trouble; PiT)
先行する発話の聞き取りや理解、あるいは受理に困難をかかえている人を指す。典型的に、修復開始者はPiTである。

トラブルを抱えていない人(non Person-in-Trouble; nPiT)
トラブルを抱えている人の問題を取り除くことのできる人を指す。修復を実行する参与者、あるいはトラブルが解消したことを示す参与者はnPiTである。

今回は、発話内容を参照にトラブルを抱えているか否かの判断を行った。従って、各発話に対して上記のラベルを付与し、発話を行っていない聞き手にはラベルを付与していない。例1では、TSとなった発話を行ったCは、てんぷらが夕飯のメニューであったことを知っているためnPit, その情報をCが発話に含めなかったために夕飯のメニューだったのか否かに確信を持てないAとBはそれぞれ09, 08の発話を行った段階ではPiTである。「夕飯?」という問いにBが承認を与えられると、AとBのトラブルは解消し、13, 12ではそれぞれnPiTとなる。

2.2.3 修復開始技法

修復を開始する発話(RI)がどういったタイプの修復発話であったかをSchegloff ら[7] を参考に以下のように分類する。

非限定的質問(Non Specific question; NS) 修復開始者が聞き取りや理解にどういったトラブルを抱えているか限定しない「え?」「何?」といった質問による修復の開始である。

例2はAが家にネズミが住み着いたという話をしている場面である。24の「エアコン近くのところに」というAの発話の後、Cは27で「うち猫」と話しだす。これはAの26の発話開始と同時であったため、ほとんど聞き取れない発話であった。そこで、29でAは「うん?」と問い返しを行っている。これが非限定的質問(Non Specific; NS)となる。全修復中、NSに相当するものは6ケースであった。

```
(例2) 1131 693.95-707.34
20       A: 中学校に住んでた時 ┌もの家もネズミが
21       B:                    └うんうん
22       A: 住み着いち ┌やって+
23       B:           └ううん
24       A: +(W_アンナ|穴)ぽこ開けちゃったの
         A: ┌エアコン近くんところに
25       B: └えーへーえーえーえ
26       A: ┌住みかにし ┌ちゃったの
27 TS    C: └うち猫     |
28       B:             └うんふ ┌うん+
29 RI →  A:                     └うん?;NS
30 RE    C: +猫
31       A: ネコ:ネコ住み着いてたの?
```

カテゴリー限定的質問(Category Specific question; CS) [7]によれば、「誰?」「どこ?」「いつ?」といった質問により、トラブル源となった発話に出現したどの部分が聞き取れなかったのかを示すものとされる。彼らが挙げている例を以下に示す。

```
(29) [KC-4: 3-4]
F:    This is nice, did you make this?
K:    No, Samu made that.
F: → Who?
K:    Samu
```

Kの発話'Samu made that.'に出現した"Samu"の部分が聞き取れなかったFは'Who?'と聞きなおしている。これがカテゴリー限定的質問(Category Specific question; CS)とされる。ただし、今回我々が観察したデータにはこのタイプの修復は出現しなかった[2]。

位置限定的質問(Position Specific question; PS) 「誰に?」「誰と?」というようにトラブル源となった発話にで使われていた表現の一部を用いて、聞き取れなかった箇所を質問するものとされる。

```
(35) [SBL: 2: 1: 8: 5]
Bea:      Was last night the first time
          you met Missiz Kelly?
Marge: →  Met whom?
Bea:      Missiz Kelly.
Marge:    Yes.
```

トラブル源となったBeaの発話中に使われたいた"met"を繰り返し、人名の部分を"whom"で尋ねている。このタイプも我々のデータには出現しなかった。

狙いのある質問(Target Question question; TQ) トラブル源となった発話の一部を繰り返し、そこに「って何?」のような質問語を付加するものである。

例3はサイコロを振りなおし次に話すお題を決めたシーンである。サイコロの「当たり目」という表示が出た後の41Cの発話に対し、Bは43で「当たり目って(W_ナーニ—何)」と狙いのある質問(Target Question;TQ)をしている。TQに相当するものは5ケース存在した。

```
(例3) 1131 247.6343-255.3697
40       C: あ
41 TS    C: 当たり ┌目だ
42 RI →  B:       └当たり目って(W_ナーニ|何)?;TQ
43 RE    A: 当たり目は好きな:お題でしゃべっていいの
44       C: じゃあ:昨日:
```

繰り返し(Partial Repetition; PR) トラブル源となった発話の一部をそのまま疑問調で繰り返す発話である。

例4は話すお題を決めるのにサイコロを振った後の会話である。50Cは何の目が出たかを聞いている。それに答えるBの51「びびった話」に対し、Cはその発言を52 で「びびった話:?」と繰り返し(Partial Repetition; PR)ている。

```
(例4) 1331 82.7250-88.3750
50       C: なんだ?
51 TS    B: びびった話+
52 RI  → C: +びびった話:?
```

[2]対象とした3会話の他7会話を観察したが、CSと次のPSは一度も出現しなかった。日本語話者による会話では非常に稀なケースであることが推測できる。

```
53 RE     B: (W_ビービッタ|びびった)は ┌なし
54 TR     C:                          └あーびびった話ね:
55        B: あのー
```

PRに相当するものは観測データ中最も多く、29ケース存在した。ただし、これに対するREは、例4のように先の発言を繰り返すものと言い換えるものの両方が存在する。PRは、聞き取りの問題だけでなく、理解の問題にも関わるものであると考えられる。

補完要求(Completion Request; CR) トラブル源となった発話で言及されていない情報を要求する発話である。ただし、その情報は、トラブル源となった発話に埋め込むことが可能なものである。修復開始に用いられる表現は、CSやPSで用いられる質問語と語彙的には同じである。しかし、[7]は脚注(15)で、「語彙的には同じ表現を用いるとしても、まったく異なる類の開始子であるようなもの」と述べている。我々もこれに習い、この種の修復に対し新たな項を立て、補完要求(Completion Request; CR) とすることにする。

```
(例5) 1131 1622.5362-1631.3278
60 TS     C: 手作りじゃないけど
61 TS     C: 持ってけ
62 TS     C: くれたの ┌(D_オ)(U_お渡し)チョコ
63        A:          └そうトヤマさんには
64 RI →   B: 誰が?
65 RE     A: (U_ワカバヤシ)さんが
66 TR     B: ふうん
```

例5がCRタイプの例である。60,61,62でCはバレンタインにチョコレートを渡すよう、スタッフからチョコレートを貰った話をしている。64でBは、チョコレートをくれたのは誰なのかを聞いている。誰からチョコレートをもらったのか、Bの発話では省略されている。それを補うように要求しているのが64である。このタイプのものは10ケース存在する。

理解候補の提示(Possible Understanding; PU) TSとなる発話を解釈しなおし、「○○ということ?」といった理解候補の提示(Possible Understanding; PU)を行う発話である。

例1の09B「(U_(W_ユウハ—夕飯))?」、10A「うん夕飯?」という発話がPUである。どちらもほぼ同時に、Cの08「てんぷらだったんで(D_チョ)」が夕飯がてんぷらであったと解釈してよいのかを問うている。

これが修復開始技法に属するのか、修復実行に属するのかは[7]においても混乱がみられる。西坂[5] は、この点に関して訳注33 で、「ここで提示された理解の候補が、トラブル源の話し手に受け入れられたとき、その受入れをもって修復そのものの実行と考えるのが良かろう」と示唆している。トラブルを抱えているか否かという認知的観点から考えても、09B, 10Aの発話がなされた段階では、『てんぷらが夕飯だったか否か」に対する確信はAやBにはなく、11Cの「そうそうそう」をもって初めてそのトラブルが解消することになる。そこで、本稿でも、理解候補の提示は修復開始であり、その受け入れ発話の方を修復実行とみなすことにする。このようなケースは全部で12ある。

間違いの指摘(Error Specification; ES) トラブル源となった発話に含まれる情報が誤っていることを指摘する発話である。これについては、Schegloffら[7]ではなく、Svennevig[8]が修復の一種として挙げているものである。これは聞き取りや理解の問題ではなく、受理の問題とされている。先の発話を受け入れられないという認知状態にRIの話し手が置かれていることを考えれば、これも修復開始技法とみなしてよいであろう。

```
(例6) 1131 546.4500-572.0605
70        C: んだんだん慣れてきました
             デイ ┌ケア:七年ぐらい通ってんねんで+
71        A:      └(W_ウーン|うん)
72        A: +あー七年 ┌も通ってるんだ
73        B:           └すごいね:
74        B: 私 ┌何年通ってんだろ
75        A:    └何歳の頃から通ってるの?じゃあ
76 TS     C: 二十歳:ぐらいから
77        A: あっ ┌そうなんだ
78 RI  →  B:      └えー今二十七になんないじゃん
               ┌(W_マーダ|まだ);ES
79 RE     C:   └二十四
80 RI     B: 四でしょう?;PR
             (0.8)
81 RI     A: じゃあ十七?;PU
82 RE     C: 高校終わったらす ┌ぐ
83 TR     A:                  └高 ┌校終わったらすぐか+
84 TR     B:                      └ふうん
85 TR     A: (W_ソッ|そう)か:
86 ACK    C: うん
87 ACK    A: うん
```

例6では、Cがデイケアに通って七年になる話をしている。75Aの「何歳の頃から通ってるの?」という質問にCは76「二十歳ぐらいから」と答え、これがトラブル源となる。現在のCの年齢を知っていたと思われるBはそれでは計算が合わないため、78でその間違いの指摘(Error Specification; ES)をしている。同様のケースは8 例みられた。

真偽要求(True or False; TF) 「本当?」「そうなの?」といった質問により前の発話の真偽を問うものである。先行研究では、修復開始技法に含められていない。しかし、ES同様、先行発話の受理に関わる問題を表明する機能を担っているという観点から、本稿では修復開始の一種と考える。

(例7) 1231 1503.5415-1513.6500
90 TS　　B: 十時ちょびっと過ぎたんだよな:
91 RI → A: あ本当?;TF
92 RE　　C: ┌うんもう終わりだよ
93 RE　　B: └うん十分か十五分かな
94 TR　　A: あーでも退席とかほらトイレとか自由だって言ってたから

例7は、この会話の終了時間について話している場面である。90の10時過ぎに終わるというBの発話に対し、Aは91で真偽を問うている。これに対し、92Cと93Bは同時に、本当である旨を答えている。TFに属する事例は4ケース存在した。

応答の不在(Not-Answering; NA)　隣接対第一部分に対し、第二部分がなされないことである。TF同様、これも先行研究では修復開始技法に含まれていない。通常、第二部分の不在は、申し出の拒否や不承諾といった否定的意味が含まれる。しかし、本データに出現する第二部分の不在は、第一部分の聞き取りの問題として対処されることから、ここでは修復開始技法に含める。

(例8) 1331 1076.9944-1087.3750
100　　A: 車買いたいんだけど
101　　B: はい
102　　A: やっぱり十万なんぼしてっから
103 TS　　C: うんかみさんがだめだってか
　　RI → A:　(0.55秒);NA
104 RE　　B: だめだって?+
105 TR　　A: +んーだめだっつってんの

例8でAの車を買うのは難しいという発話に対して、Cは103で「かみさんがだめだというのか」と質問をしている。これに対して、0.55秒間Aからの応答はない。これを前の発話に対する聞き取りの問題だと解したBは104で先のCの103の発話の一部を繰り返している。これに対して、Aはすぐに105で反応しているため、ここでは答えづらかったというより、やはり聞き取りに問題があったことがわかる。今回の観察対象の中には本ケースしかNAは存在しなかったが、榎本・岡本[4]でも同様のケースが報告されており、数は少ないながらも散見される修復であると考えて良いのではないだろうか。

3. 分析

3会話中にみられた修復総数は56であり、全4227発話に対し、227発話と全体の5.4%にあたる[3]。以下、この56の修復連鎖の特徴を分析する。

3.1 修復連鎖構造に関する傾向

同様の修復連鎖構造が2回以上出現したものは表1のようになる。これをみると、RI, REが共に一回ずつ出現する、あるいは、RI, RE, TRが共に一回ずつ出現するという連鎖が最も多いことがわかる。これに比して、RI, RE, TR, ACKがそれぞれ1回ずつ生じるという連鎖はあまり多くない。それよりは、TRが異なる話者によって2回行われるRI-RE-TR-TR-ACK連鎖、ACKが異なる話者により2回行われるRI-RE-TR-ACK-ACK連鎖の方がやや多くなっている。

表1　2回以上出現した連鎖構造

連鎖構造	出現頻度
RI-RE	19
RI-RE-TR	17
RI-RE-TR-TR-ACK	3
RI-RE-TR-ACK-ACK	3
RI-RE-TR-ACK	2
RI-RE-RI-RE-TR	2

表2　ひとつのTSに対しRIの行われた回数の頻度

RIの回数	出現頻度
RI1回	47
RI2回	8
RI4回	1

また、1度しか出現しなかったが、TSの二人の聞き手が同時にRIを行うものやRE を手助けするものもみられた。それら以外では、修復が一回では成功せずに、何度かRIが繰り返されるものもあった。一つのTS発話に対して、RIが行われた回数の生起頻度は表2のようになっている。

RIが一度しか行われないことが47回と圧倒的に多いが、2回生じることも8回とやや多い。3回というデータは観測されなかったが、4回というものが1例だけ存在した。これらは1度目の修復ではトラブルが解決されなかった折に、2回2回と繰り返し修復が開始されることを意味する。

3.2 修復開始技法のタイプと〈合意形成フェーズ〉の関係

修復開始技法としてどのタイプの発話が用いられたかと、その時〈合意形成フェーズ〉が見られたかを分析する。ただし、修復開始技法は2回以上用いられることもあるので、1度目の修復開始技法と〈合意形成フェーズ〉との関係を表3に、2度目移行の修復開始技法と〈合意形成フェーズ〉との関係を表4に示す。

表3で全体の生起度数が高いのはPR, CR, PU である。特に、PR とCRに顕著なのはRI-RE-TRまでの修復連鎖で終わることが多い点である。RI-RE-TR-ACKに至る修復連鎖はそれほど多くない。ところが、2度目移行で用いられている修復開始技

[3]無音区間が出現した時点で一発話とする間休止単位にて換算している。

表3 1度目の修復開始技法と〈合意形成フェーズ〉の生起頻度

開始技法	修復連鎖構造		
	RI-RE	RI-RE-TR	RI-RE-TR-ACK
NS	2	3	1
TQ	1	1	1
PR	9	9	3
CR	2	5	2
PU	2	3	3
ES	2	3	1
TF	0	4	1
NA	0	1	0

表4 2度目以降の修復開始技法と〈合意形成フェーズ〉の生起頻度

開始技法	修復連鎖構造		
	RI-RE	RI-RE-TR	RI-RE-TR-ACK
NS	0	1	0
TQ	0	0	1
PR	1	0	6
CR	0	0	0
PU	2	1	3
ES	0	1	0
TF	0	0	0
NA	0	0	0

法をみると、CRの生起度数が各連鎖とも0になっている。このことは、CRという修復開始技法は1度目にはよく使われ、その場合はTRまでの〈合意形成フェーズ〉を持つが、2度目以降はまったく使われないということである。一方、PR,PU は2度目以降にもよく使われている。しかも興味深いことに２度目以降にこれらの修復開始技法が用いられると、修復連鎖がRI-RE-TR-ACKに至ることが多い点である。このことはトラブルが一度で解決しなかった場合、さらに用いられる技法はPRやPUであり、この場合、ACKを含む〈合意形成フェーズ〉にほぼ至るということを意味する。

3.3 修復への関与者数と〈合意形成フェーズ〉の関係

修復連鎖に３人のうち何人が関与したかと、その時〈合意形成フェーズ〉が見られたかを表5に示す。なお、表には、1回以上のTRが出現したものをRI-RE-TR連鎖として、1回以上のACKが出現したものをRI-RE-TR-ACK連鎖として合算して示している。

表5から、修復への関与者数は２人の方が多く、その時、〈合意形成フェーズ〉をもたないRI-RE連鎖も結構あることがみてとれる。ただし最も多くなるのはRI-RE-TR連鎖である。3人が関与する場合をみると、RI-RE だけの連鎖に比して、TRやTR-ACKを含む〈合意形成フェーズ〉の出現率

表5 修復への関与者数と〈合意形成フェーズ〉の有無

連鎖構造	関与者数	
	2人	3人
RI-RE	15	4
RI-RE-TR	21	5
RI-RE-TR-ACK	5	5

が71.4%となる。３人が関与する場合には、〈合意形成フェーズ〉へと進むことが多いことがみてとれる。

3.4 参与者たちの認知状態と修復への関与者数が〈合意形成フェーズ〉に及ぼす影響 x

修復連鎖における参与者たちの認知状態として、TSの聞き手が二人ともトラブルを抱える場合、TSの聞き手が一人だけトラブルを抱える状態、TSの話し手がトラブルを抱える状態という３つがある。それぞれの認知状態に応じて、修復への関与者数と〈合意形成フェーズ〉の有無はどのように変化するのかを表したものが表6である。なお、TSの聞き手が二人ともトラブルを抱えていたか否かは彼らがそれを表明していなければわからない。二人がトラブルを表明するということは修復への関与者数は必然的に3人となるので、関与者数2人、PiT2人の欄にはΦを記入してある。

関与者数が2人の場合からみてみよう。TSの聞き手1人がトラブルを抱えるとき、RI-RE連鎖、RI-RE-TR連鎖が共に多くなる。一方、この時、RI-RE-TR-ACK連鎖へ進むことは5ケースと少ない。これはPiT がTSの話し手であった場合も同様である。このすべてのケースでRIの修復開始技法のタイプは間違いの指摘(ES)であるが、間違いの指摘を行った者がTRを受けて、ACKを行うケースは存在しなかった。

次に関与者数が3人の場合をみると、TSの聞き手1人がPiTであった場合のRI-RE連鎖、RI-RE-TR連鎖の度数が関与者数2人の時より大幅に減少している。逆に、RI-RE-TR-ACK連鎖はそれほど大差がない。このことは、3人が修復に関与する場合、ACKが行われることが多いことを示している。また、TS の聞き手2人がトラブルを抱えた場合に、〈合意形成フェーズ〉の存在しないRI-RE連鎖が全く生じていないことは興味深い。2人ともがトラブルを抱えた場合、少なくともTRが示され、その内半数はそれに対してTSの話し手がACKを行っている。なお、TSの話し手1人がトラブルを抱えた場合には、他の聞き手が2人とも修復に関与するというケースも存在しなかった。

表 6　参与者たちの認知状態と修復への関与者数による〈合意形成フェーズ〉の有無の正規頻度

	関与者数					
	2人			3人		
連鎖構造	PiT2人 (TSの聞き手)	PiT1人 (TSの聞き手)	PiT1人 (TSの話し手)	PiT2人 (TSの聞き手)	PiT1人 (TSの聞き手)	PiT1人 (TSの話し手)
RI-RE	Φ	15	0	0	4	0
RI-RE-TR	Φ	19	3	2	3	0
RI-RE-TR-ACK	Φ	5	0	2	3	0

4. 議論

3.1の分析から、すべての修復連鎖に〈合意形成フェーズ〉が含まれるわけではないことがわかる。また〈合意形成フェーズ〉にはTRやACK が様々な形で含まれている。これらの連鎖構造はどのようにして決まってくるのであろうか。

3.2の分析では、一般に1度目の修復開始では、PR, CR, PUが用いられやすく、この場合、〈合意形成フェーズ〉はRI-RE-TR連鎖が多く見られた。一方、一度目の修復でうまくトラブルが解消されなかった場合、PR, PUが再度用いられ、この場合〈合意形成フェーズ〉はRI-RE-TR-ACK連鎖からなっていた。

Schegloffら[7]は、脚注(15)で修復開始技法の『強さ』について言及している。彼らが挙げている技法は、NS→CS→PS→TQ→PR→CR→PUの順で強くなるという。その根拠として、より弱いものは強いものに発話途中で変更可能であること、複数回修復開始が行われる場合、より弱いものから強いものへという順序で用いられることが挙げられている。彼らのいう『強さ』が何を表すのかは定かに述べられていないが、より深刻なトラブルに対して用いられる手段と考えると辻褄があうのではないだろうか。1 回で解決できない問題が生じたとき、さらに強力な解決手段であるPRやPUが用いられるとするなら、本研究の分析結果とも一致する。そしてより深刻なトラブルが生じたときには、〈合意形成フェーズ〉にTRだけでなく、ACKが付随するというわけである。

3.3の分析から、修復に関与する人数が少ないときは、RI-RE-TR連鎖に留まることが多いが、関与する人数が増えるとRI-RE-TR-ACK連鎖まで〈合意形成フェーズ〉が進むことがわかる。さらに、3.4の分析からは、トラブルを抱える人がTSの聞き手1 人である場合は、RI-RE連鎖、あるいは、RI-RE-TR連鎖が多いが、TSの聞き手2 人がトラブルを抱えている場合は、〈合意形成フェーズ〉のないRI-RE連鎖で終わることはなく、RI-RE-TR-ACK連鎖の比率が高くなることがわかった。修復への関与者の人数やトラブルを抱えている参与者の人数が多くなるほど深刻なトラブルが生じていると考えられる。

RI-RE-TR-ACK連鎖が生じていた例6を再度みてみよう。最初の修復開始は、78BのESである。これにたいして、Cは79で「二十四」と答えるが、何歳からデイケアに通っていたのかということはまだ明確にならない。80でBは「四でしょう?」とPR を行うが、Cからの応答はない。ここで、Aが81で「じゃあ十七?」とPUを提示することで助け舟をだす。この発話は同時に、Aも76のTSに対してトラブルを抱える聞き手であったことを示す。そして、82でようやくCから「高校終わったらすぐ」という修復が行われる。これに対し、AとBは矢継ぎ早に83, 84 でTRを行い、さらにその後Aはもう一度85でTRを行っている。そして、CのACKが86で行われ、Aも再度それをfollow up して87でACKを行っている。このように、唯一修復を実行する権限をもったTSの話し手がなかなかそれを行わない時、修復開始と修復実行が何度も行われ、その中で皆が修復連鎖に関与していく。そして、この連鎖から抜け出すためには、単にTRが示されるだけではなく、TSの話し手や他の聞き手からACKが出されるという手続きが踏まれるのだと考えられる。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(B))(課題番号:23330183、代表者:榎本美香)の助成を受けて進められている。本稿で用いているデータの収集にあたっては、茨城県立医療大学 山川百合子氏、社会福祉法人木犀会ケアステーションコナン小谷泉氏に甚大な力添えをいただいた。ここに記して深く感謝する。

参考文献

[1] Clark, H. H. (1996) *Using Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
[2] Clark, H. H., & Schaefer, E. F. (1989) “Contribution to discourse”, *Cognitive Science*, Vol. 13, pp. 259-294.
[3] Egbert, Maria M. (1997) “Some interactional achievements of other-initiated repair in multi-person conversation” *Journal of Pragmatics*, Vol. 27, No. 5, pp. 611-634.
[4] 榎本美香・岡本雅史. (2010). 多人数会話において修復はどのように生じるかーコミュニケーションにハ

ンディキャップを抱える人を含む雑談データを通じてー. 日本認知科学会第２７回大会予稿集.
[5] 西阪仰(訳). (2010) 会話分析基本論文集: 順番交替と修復の組織. 世界思想社.
[6] Schegloff, E. A. (1992) “Repair after next turn: the last structurally provided place for the defence of intersubjectivity in conversation” *American Journal of Sociology*, Vol. 95, pp. 1295-1345.
[7] Schegloff, E. A., Jefferson, G., & Sacks, H. (1977) “The preference for self-correction in the organization of repair in conversation” *Language*, Vol. 52, No. 2, pp. 361-382.
[8] Svennevig, J. (2008). “Trying the easiest solution first in other-initiation of repair” *Journal of Pragmatics*,Vol. 40, No. 2, pp. 333-348.

物語生成システムのための動詞的／名詞的概念体系の構築に向けて
Towards the Development of Systems for Verb/Noun Concepts in the Narrative Generation System

大石 顕祐[†]，小野寺 康[†]，小方 孝[‡]
Kensuke Oishi, Kou Onodera, Takashi Ogata

[†]岩手県立大学大学院，[‡]岩手県立大学
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g231g010@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract
In the narrative generation system that we have developed, generations of story and discourse are done in the level of conceptual representation, and conceptual systems such as noun concepts and verb concepts hierarchies gives the basis. This paper explains the current development phase. The description of constraint condition in each verb case frame that determines the range of possible or natural concepts in a narrative event relates to the classification of concepts in noun concepts hierarchy.

Keywords — Narrative Generation System, Verb Concepts, Noun Concepts, Concepts Hierarchy, Case Frames, Constraint Conditions

1. 研究の背景・位置付け・目的

物語生成システム(Ogata, 1991；小方・堀・大須賀, 1996; 小方, 2003a, 2003b, 2007; 小方・金井, 2010)は，大きく分けて概念生成機構と表層表現生成機構から成る(図 1)．概念生成機構では，物語の意味内容と構造を，物語木（事象概念の木構造）の形式で生成する．表層表現生成機構は，この事象概念の木構造を文・映像・音楽の各表現媒体に変換する．

物語木の終端ノードに用いる事象概念は物語中に現れる出来事を表す物語の基本的な表現単位であり，物語生成システムでは動詞概念と名詞概念を深層格（名詞概念の動詞概念に対する意味役割）で関連付けたフレーム形式で表現する．例えば，「学生がカツ丼を食べる」という意味の事象は，(event 食べる (agent 学生)(object カツ丼)) と表現する．この事象概念に対して，その構成要素である動詞概念や名詞概念の体系，動詞概念における格フレーム及びそこに挿入する名詞概念の範囲を定義する制約条件の情報を提供するのが，概念体系である(図 2)．また，事象概念の木構造から言語表現を生成する場合，この概念体系と関連付けた言語辞書を使用する．

本研究は上述のように物語生成システムにおける必須要素として利用することが最大の目的であるが，この他に広告における単一事象の修辞的処理への応用にも利用出来る(阿部・小方・花田, 2008)．この処理では，概念体系から制約条件の範囲内の概念を取得することで広告風物語の場面における標準的な修辞（日常的な情景に相当）の適用を，制約条件の範囲外の概念を段階的に取得することで異化的な修辞（非日常的な情景に相当）の適用を行う．

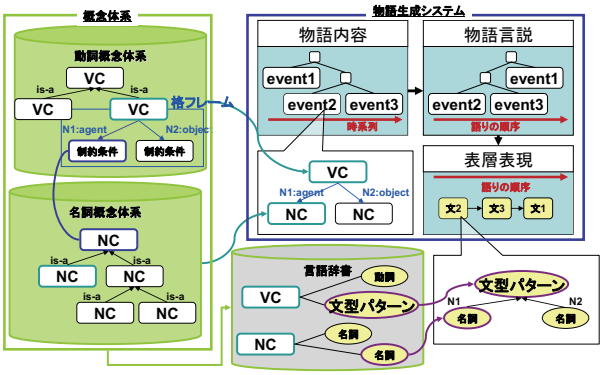


図 1　物語生成システムの全体像

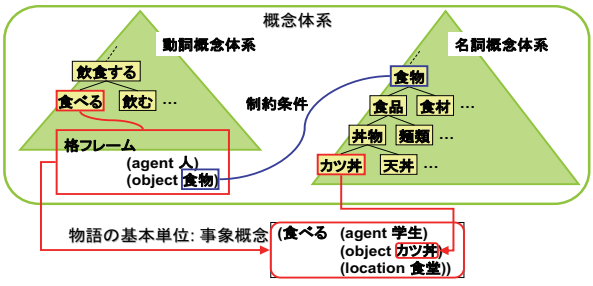


図 2　概念体系の機能

本稿では，現在開発中の，動詞概念体系とその格フレーム・制約条件，名詞概念体系を中心に，物語生成システムのための概念体系について紹介する．

概念体系構築の基本方針であるが，概念体系研究には蓄積があるので，既存のシステムを出来るだけ有効利用することを考えている．しかし物語生成システムの特徴や目的に沿ったカスタマイズを行わなければならない．特に本研究で利用した『日本語語彙大系』(池原 他, 1999)はもともと機械翻訳用の概念辞書であり，物語生成の観点からは動詞格の要素設定のための制約条件やそれと対応する名詞概念体系の範疇分類が粗過ぎるという欠点がある．そこで，それらを精緻化・充実させるという作業が研究の大きな部分を占める．

2. 成果と課題

これまで，詳細な制約条件の定義に必要な動詞概念の格フレームと名詞概念体系の構築を行って来た．具体的には，『日本語語彙大系』の用言意味属性体系 36 属性に関連付けられている動詞を述語とする文型パターン約 12000 個のうち，物理的な状態変化を表す 6 属性と関連付けられたものから自然現象や機械が行為の主体となるものを除く 4620 個に対して，5337 個の格フレームを定義した(図 3)．作成した格フレームは，『日本語語彙大系』における動詞概念と対になる文型パターンの名詞項を 8 種類の深層格のいずれかと対応付けたもので(図 4)，各深層格には制約条件が併記される(図 5)．

名詞概念体系については，『日本語語彙大系』の一般名詞意味属性体系 2710 属性と関連付けられた 145360 語を同音同義語ごとにまとめ(例：語「いぬ」「イヌ」「犬」「狗」を概念「犬」にまとめる)，139802 個の概念として登録した．このうち「人」「動物(個体)」「人工物」の下位概念については，『日本語 Word Net』(Bond et al., 2009)を参考に，705 個の中間概念を挿入することで詳細化を行った(図 6)．

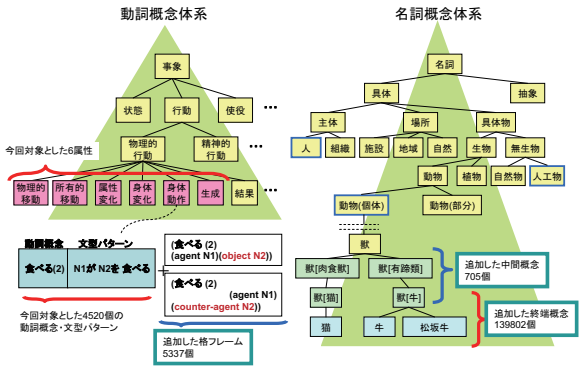


図 3　二種類の概念体系の構成

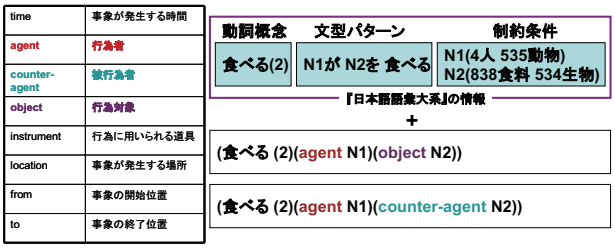


図 4　深層格の種類（左側）と各フレームの記述形式

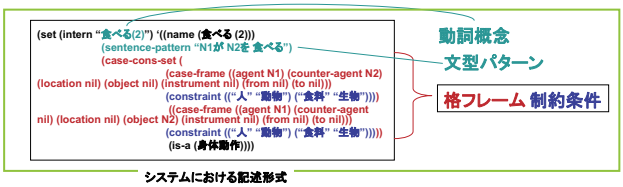


図 5　動詞概念のプログラム記述

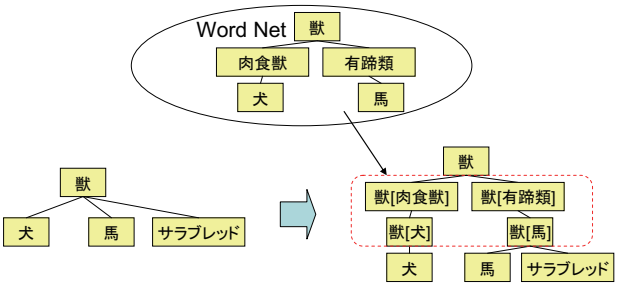


図 6　名詞概念体系の詳細化

問題点及び課題として，次のものが挙げられる．

① 概念に対応する深層格の検討：現在，作成した 5337 個の格フレームのうち，深層格との対応付けが困難なものが最終的に 174 個残っており，文型パターンのタイプ別に 7 種類に分類した(表 1)．

② 名詞概念体系の詳細化:作成した 5337 個の格フレームの制約条件を詳細に定義するため，名詞概念体系の詳細化作業の範囲を拡大する必要がある．

③ 制約条件の詳細化：試験的に動詞概念「食べる(2)」の制約条件を詳細化した．具体には，ひとつの名詞項が複数の格に対応する場合，対応する格ごとに制約条件を設定する．また元々の制約条件の範囲が広すぎる場合はそれをその下位概念に狭める．事象概念をランダムに 300 パターン生成し，生成結果を現実世界において日常的に起こり得る事象(自然な事象)／日常的には起こらないが物理的には実現可能な事象(不自然・可能な事象)／物理的に実現不可能な事象(不可能な事象)に分類した結果，表 2 に示すように 83.3%の割合で自然な事象が生成された（この評価は筆者の常識に基づいて行っている）．今後はその他の動詞概念にも同様の詳細化を行う必要がある．

表 1　格フレーム未定義の文型パターンの 7 分類

問題点	文型パターン	コメント
1. 副詞的概念の扱い	N1が N2を N3に N4 縮める	N4:副詞的概念
2. 所有格の扱い	N1が N2の N3に/へ 潜る	N2:所有格
3. イベント(催し物)の扱い	N1が N2を N3で 破る	N3:イベント(催し物)
4. 行為目的の扱い	N1が N2から/より N3へ/に/まで N4に 出かける	N4:行為目的
5. 経験者格の必要な事象	N1が N2に 疲れる	N1:経験者(ある動作の影響を受けたり，経験する実体)
6. 比較対象の扱い	N1が N2を N3の 倍にする	N3:比較対象
7. 慣用表現の扱い	N1は N2が N3から 遠のく	“足が遠のく”という慣用表現

表 2　事象概念のランダム生成実験とその評価

文型パターン	格フレーム	制約条件	自然	不自然/可能	不可能
N1がN2を食べる	(食べる(2) (agent N1) (counter-agent N2))	N1:"人" "動物" N2: "生物" "食料"	28.7%	53.0%	18.3%
		N1:"人" "動物" N2: "生物(個体)"	83.3%	15.3%	1.3%

3. 課題の解決案

① 概念に対応する深層格の検討：分類困難な深層格については，今後，各種文献を参考に改訂を図って行く予定である．例えば，(岡田, 1991)は動詞概念の深層格を 10 種類に，(竹内, 2011)は 71 種類に分類している．また，(小泉, 2007)は，日本語の 10 種類の表層格に対する 40 種類の意味役割を分類している．

② 名詞概念体系の詳細化： これまでに作成した，「人」「動物(個体)」「人工物」の下位概念以外についても，試験的に行ったものと同様に名詞概念の詳細化を行う．

③ 制約条件の詳細化:作成した 5337 個の格フレームに対して試験的に行ったものと同様に制約条件の改善・詳細化を行う．この制約条件には，②で作成した詳細化した名詞概念体系を使用する．

現在，②については概念「場所」の下位概念を対象に，③については「状態―事象変換システム」(小野寺・小方, 2011)で使用する 278 の制約条件を対象に作業を行っている．

参考文献

阿部 弘基・小方 孝・花田 健自 (2008). テレビ広告のショットにおけるブランド導入レトリックの分析―広告の物語生成システムの一機構のために―. 『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 16 回定例研究会予稿集』. 16G-05.

Bond, F., Isahara, H., Fujita, S., Uchimoto, K., Kuribayashi, T. & Kanzaki, K. (2009). Enhancing the Japanese WordNet. *The 7th Workshop on Asian Language Resources, ACL-IJCNLP 2009*.

Bringsjord, S. & Ferrucci, D. A. (2000). *Artificial Intelligence and Literary Creativity*. Lawrence Erlbaum.

小泉 保 (2007). 『日本語の格と文型―結合価理論に基づく新提案』. 大修館書店.

池原 悟・宮崎 正弘・白井 諭・横尾 昭男・中岩 浩巳・小倉 健太郎・大山 芳史・林 良彦 (1999). 『日本語語彙大系 CD-ROM 版』. 岩

波書店.

Ogata, T. & Terano, T. (1991). Explanation Based Narrative Generation Using Semiotic Theory. *Proc. of National Language Processing Pacific Rim Symposium 9*. 321-328.

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』. 11(1). 148-159.

小方 孝 (2003a). 物語の多重性と拡張文学理論の概念−システムナラトロジーに向けて I−. In 吉田 雅明 編. 『複雑系社会理論の新地平』. 127-181. 専修大学出版局.

小方 孝 (2003b). 拡張文学理論の試み− システムナラトロジーに向けて II−. In 吉田 雅明 編.『複雑系社会理論の新地平』. 309-356. 専修大学出版局.

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』. 14(4). 532-558.

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.

小野寺 康・小方 孝 (2011). 概念体系と結びついたストーリーワールド―ストーリーライン変換機構. 『人工知能学会全国大会(第 25 回)論文集』. 1H2-OS1-14in.

岡田 直之 (1991). 『語の概念の表現と蓄積』. 電子情報通信学会.

竹内 孔一 (2011). 動詞項構造シソーラスの構築. 『人工知能学会全国大会(第 25 回)論文集』. 3H2-OS3-5.

概念体系と結び付いた単一事象の広告風修辞機構
An Advertising Rhetorical Mechanism for a Single Event Combined with Conceptual Systems

小野淳平†，張一可†，大石顕祐†，小野寺康†，小方 孝‡
Junpei Ono, Yike Zhang, Kensuke Oishi, Kou Onodera, Takashi Ogata

†岩手県立大学大学院，‡岩手県立大学
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g231i006@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

We think advertisement is a narrative genre, and therefore advertising scenario generation system is one of applications of narrative generation system. Advertising scenario has two aspects of macro level, entire events sequence, and micro level, the structure in each event, and this paper deals with the latter. Our analysis of TV films showed that a basic principle in single event is making ordinary or regular situation and the defamiliialization in various aspects, and we call the way advertising rhetoric. The rhetoric of defamiliialization or irregular rhetoric can be made using conceptual hierarchy in narrative generation system and adjustment of the referring range. This paper shows a prototyping system to generate based on the idea and the result of advertising analysis.

Keywords — Conceptual System, Advertisement, Advertising Rhetoric, Single Event, Narrative Generation System of Advertisement, Advertising Scenario

1. 背景・目的・位置付け

筆者らは(小方 他, 1995a, 1995b)以来，物語生成システムの応用としてテレビ広告風のシナリオを自動生成するシステムの研究を続けている．広告シナリオの生成にはマクロレベルすなわちシナリオ全体の生成とミクロレベルすなわち単一事象の生成のふたつの側面があり，本稿では後者を扱う．単一事象とはひとつの行為とそれに関連した人物や場所等の要素を含む単位であり，広告の場合主題となる商品の直接的・間接的な表現技法と関連する．これまで，萱森・小方 (2003)は単一事象における商品の扱われ方に関して 100 本のテレビ広告を分析し，それに基づく簡易シナリオを生成するシステムを開発し，阿部・小方・小野寺(2009)は 1145 本のテレビ広告の分析により，先行研究における商品導入の分類を再定義し 12 種類の「単一事象における商品導入の修辞」として整理した（表 1)．ここで，広告の修辞は，商品の標準的な製造・売買・使用とそこからの各種の逸脱・異化として整理された．そして単純化すれば，異化・逸脱は概念体系における参照範囲の変化（広げたり狭めたりすること）の操作と対応する．

本研究では，これを発展させるために，物語生成システムにおける共通の使用を目的に作成中の名詞的概念及び動詞的概念の概念体系(大石・小方, 2011)との結合を図り，これを用いた修辞生成システムを試作する．

なお，川村 (2009) は，自動生成機構は構築していないが，テレビ広告を対象とした広告過程全般の分析に基づき，広告作成支援システムの概念設計を提案している．

表 1　商品導入の修辞の分類

	修辞の対象	商品導入の修辞の種類	意味
標準的な修辞	製造，購買，使用の標準的過程の修辞	R1(商品の本来の製造方法の修辞)	商品製造過程において，当該商品の本来の製造方法が行なわれている場合.
		R2(商品の本来の購買方法の修辞)	商品購買過程において，当該商品の本来の購買方法が行なわれている場合.
		R3(中核使用法の修辞)	商品が本来使われるべき使用法（中核使用法）において使用されている場合.
異化的な修辞	行為の修辞	R4(異化的使用の修辞)	商品が本来使われるべき使用法ではなく異化的に使用されている場合.
		R5(不使用の修辞)	商品の使用法の範囲からの逸脱ではなく，そもそも商品が使われていない場合. 単に「持っている」など.
	人物の修辞	R6(語り手としての登場人物の修辞)	登場人物がストーリーの登場人物に関与しているのではなく，ストーリーの外の視聴者に直接向けてメッセージを送っている場合.
		R7(登場人物の状態異化の修辞)	登場人物の全体もしくは一部が変化している場合. あるいは通常ならあり得ない登場人物が商品を使用している場合.
		R8(登場人物の行動異	登場人物が本来商品を使用するのに伴う行為ではなく，そこから異化

		化の修辞)	した行為を行なっている場合.
	物(商品, 対象)の修辞	R9(商品の状態異化の修辞)	商品の全体もしくは一部が変化している場合.
		R10(商品と関連する物の状態異化の修辞)	商品と関連する物(商品の使用対象など)の全体もしくは一部が変化している場合.
		R11(商品主体化の修辞)	商品が登場人物に使用される対象となるのではなく, それ自体で独立して存在している場合. 主に, 商品自体がどこかに「置かれている」場合.
	場所の修辞	R12(背景の異化の修辞)	背景の全体もしくは一部が, 通常あり得ないもの, 全く装飾的なものなどに変化している場合.

2. 概念体系との結合

大石・小方 (2011)は,『日本語語彙大系』を参考に物語生成システムにおける動詞概念体系及び名詞概念体系を構築中である. 図 1 に概要を示す. 動詞概念体系の全体構造は『日本語語彙大系』のままとし, その文型パターン定義に基づく格フレームの新規作成と制約条件の修正・拡張を行っている. 名詞概念体系の全体構造も上記辞書を利用するが, 中間概念を日本語 word-net 等を参考に大幅に拡充する作業を進めている. 共に Common Lisp で実装し, 稼動する形態になっている. 従来は広告システムにおいて独自の小規模な概念体系を構築していたが, 今回これをこの概念体系と置き換える作業を行った. 表 2 は, 従来の知識ベースと, 置き換えられた概念体系との対応である. 生成される事象の動詞概念は動詞概念体系に含まれ, 商品, 人, 場, 時間は is-a 関係によって名詞概念体系と結合される.

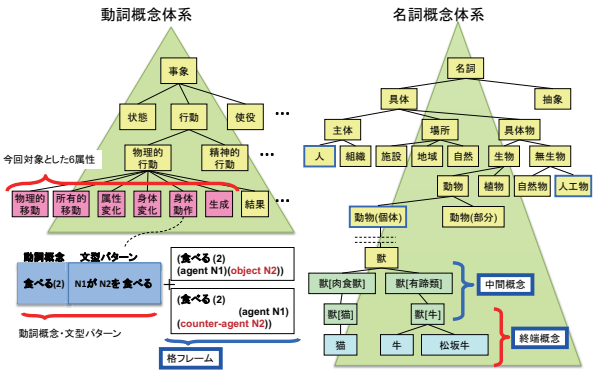


図 1　動詞概念および名詞概念の体系図

表 2　知識ベースと概念体系の対応表

知識ベース名	対応範囲
行為	動詞概念体系内の該当する動詞概念
場所	「施設」および「自然」概念以下の134概念
登場人物	「男」~「老人」概念および「人(職業・地位・役割)」概念以下の156概念
時間	「昼夜」概念以下の4概念
異化状態	「刺激」概念以下の21概念

3. 概念体系を利用した修辞生成方法①—標準的な修辞による単一事象の生成手順 (R1-R3)

標準的な修辞による生成手順を表 3 に示す. step.3 は step.2 で選択された修辞によって処理が分岐する. R1,R2 の場合は, 各修辞に対して定義した動詞概念(表 4)を対象とし, R3 の場合は, 中核使用法から動詞概念を選択する. 中核使用法とは, 商品の利用目的通りに使用される行為の一連の過程を示したスクリプトである. 中核使用法は名詞概念体系の特定の概念に対して定義されており, その下位の概念にも継承される. 表 5 に定義した中核使用法を示す. 図 2 に「冷凍食品」を例とした処理手順を示す.

step.4 における名詞概念の対象範囲を表 6 に示す. これは商品の標準的な利用者や利用場所を定義したものである. なお step.3 で決定した動詞概念の制約条件に当てはまらない要素は排除される. 制約条件とは, 動詞概念の必須格に入る名詞概念を制約する値である.

表 3　標準的な修辞による単一事象の生成手順

段階	処理の概要	処理の詳細	
Step.1	商品の選択	予め用意されている商品の一覧からひとつを選択(ユーザ)	
Step.2	修辞の選択	3種類の標準的な修辞(R1~R3)の中から適用する修辞を選択(ユーザ)	
Step.3	動詞概念の決定	R1,R2の場合	修辞ごとに予め定義した動詞概念の集合より動詞概念ひとつを任意に選択
		R3の場合	選択された商品の中核使用法として定義された動詞概念群から, 動詞概念ひとつを任意に選択
Step.4	人, 場所, 時間フレームの生成	事象の行為者, 場, 時間の各概念を名詞概念体系の各修辞に対して定義した範囲の中から任意に選択. 選択された概念それぞれを上位概念(is-a)とする人・場・時の各フレームを作成. 各フレームの名称には概念名をそのまま用いる.	
Step.5	出力	選択した動詞概念, 行為者, 時間, 場所, 商品で構成された事象概念とそれに含まれる人物, 物, 場所, 時間の各フレームの出力	

表 4　R 1, R 2 で選択される動詞概念の対応表

修辞	対象とする動詞概念の集合	集合に含まれる動詞概念
R 1	『製造過程』	製造する(1) 運搬する(1) 生産する(1) 生成する(2) 造る(1)
R 2	『購買過程』	取る(40) 入れる(9) 運ぶ(1) 運ぶ(2) 会計する(1) 試食する(1) 運搬する(1) 買う(1) 購入する(1)

表 5　中核使用法のリスト

中核使用法名	中核使用法に含まれる概念	中核使用法名	中核使用法に含まれる概念
塗る1	(“取る(40)” “塗る(3)”)	食べる9	(“食べる(2)” “持つ(8)”)
塗る2	(“開ける(4)” “付ける(6)” “塗る(3)”)	食べる10	(“持つ(8)” “食べる(2)” “持つ(8)”)
拭く1	(“拭く(1)”)	食べる11	(“開ける(4)” “食べる(2)”)
拭く2	(“取る(40)” “拭く(1)”)	食べる12	(“持つ(8)” “開ける(4)” “持つ(8)”)
洗う1	(“持つ(8)” “洗う(3)”)	食べる13	(“持つ(8)” “掬う(1)” “食べる(2)”)
洗う2	(“塗る(3)” “洗う(3)”)	食べる14	(“食べる(2)”)
噴射する1	(“持つ(8)” “掛ける(15)”)	食べる15	(“持つ(8)” “食べる(2)”)
噴射する2	(“持つ(8)” “つける(6)”)	食べる16	(“持つ(8)”)
点す1	(“差す(4)” “持つ(8)”)	飲む1	(“取る(40)” “持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
書く1	(“持つ(8)” “書く(2)”)	飲む2	(“持つ(8)” “飲む(2)”)
かける1	(“掛ける(15)”)	飲む3	(“持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
かける2	(“持つ(8)” “掛ける(15)”)	飲む4	(“入れる(9)” “持つ(8)” “飲む(2)”)
かける3	(“持つ(8)” “開ける(4)” “掛ける(15)”)	飲む5	(“飲む(2)” “持つ(8)”)
電話する1	(“電話する(1)”)	飲む6	(“開ける(4)” “持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
剃る1	(“持つ(8)” “剃る(1)”)	飲む7	(“持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
掃除する1	(“掃除する(1)”)	飲む8	(“持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)” “置く(3)”)
運転する1	(“乗る(3)” “運転する(1)” “下りる(10)”)	飲む9	(“注ぐ(1)” “持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
入れる1	(“入れる(9)”)	飲む10	(“開ける(4)” “注ぐ(1)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
つける1	(“取る(40)” “塗る(3)”)	飲む11	(“注ぐ(1)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
つける2	(“開ける(4)” “付ける(6)” “塗る(3)”)	飲む12	(“取る(40)” “開ける(4)” “注ぐ(1)” “持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
ラップする1	(“持つ(8)” “引っ張る(3)” “包む(4)”)	飲む13	(“取る(40)” “開ける(4)” “持つ(8)” “注ぐ(1)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
ラップする2	(“持つ(8)” “引っ張る(3)” “被せる(1)”)	飲む14	(“開ける(4)” “持つ(8)” “注ぐ(1)” “持つ(8)” “乾杯する(1)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
食べる1	(“食べる(2)”)	飲む15	(“開ける(4)” “取る(40)” “注ぐ(1)” “持つ(8)” “嗅ぐ(1)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
食べる2	(“熱する(1)” “持つ(8)” “嗅ぐ(1)” “食べる(2)”)	飲む16	(“取る(40)” “持つ(8)” “飲む(2)” “持つ(8)”)
食べる3	(“開ける(4)” “掛ける(15)” “持つ(8)” “食べる(2)”)	操作する1	(“操作する(1)”)
食べる4	(“取る(40)” “掛ける(15)” “持つ(8)” “食べる(2)”)	操作する2	(“操作する(1)” “見る(5)”)
食べる5	(“交ぜる(2)” “食べる(2)”)	操作する3	(“操作する(1)” “持つ(8)”)
食べる6	(“開ける(4)” “持つ(8)” “食べる(2)” “持つ(8)”)	操作する4	(“開ける(4)” “入れる(2)” “閉める(1)”)
食べる7	(“持つ(8)” “注ぐ(1)” “食べる(2)”)	操作する5	(“撮影する(1)” “覗く(2)”)
食べる8	(“持つ(8)” “食べる(2)”)		

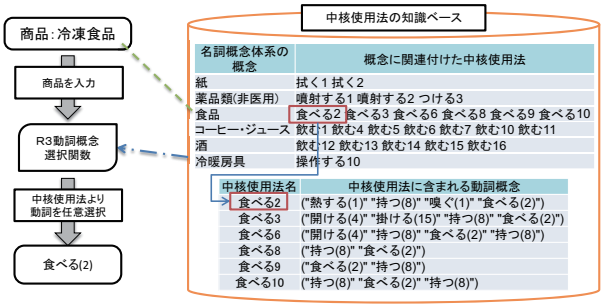


図 2　「冷凍食品」を例とした中核使用法と動詞概念の選択

表 6　R１～R３で選択される行為者，場所，時間の各名詞概念の対応表

修辞	行為者	場所	時間
R１	「若者」「成人」「成人(男)」「成人(女)」「作業員(工場)」「職人」	「工場」	「朝」「昼」「夜」
R２	「客」「祖母」	「市場」「商店」「デパート」	
R３	「若者」「若者(男)」「若者(女)」「成人」「成人(男)」「成人(女)」「老人」「老人(男)」「老人(女)」「人(職業・地位・役割)」「人(職業)」「人(専門的技術的職業)」「人(専門技術職)」「人(専門技術職(医療))」「医師」「薬剤師」「看護婦」「人(専門技術職(技術))」「人(専門技術職(その他))」「弁護士」「ガイド」「コンサルタント等」「教師・学生」「教師」「学生」「学者・研究者」「芸術家」「作家・詩人」「画家・書家」「音楽家」「芸術家(その他)」「ジャーナリスト」「タレント・競技者」「楽士」「歌手」「役者」「芸人」「競技者」「政治家」「役人」「行政官」「司法官」「裁判官」「検察官」「外交官」「役人(その他)」「事業家」「人(管理職)」「人(支配的管理的職業(その他))」「人(事務職)」「人(販売職)」「商人」「店員」「人(農林漁業)」「農民」「漁民」「猟師」「きこり」「飼育者」「作業員」「作業員(工場)」「作業員(工事現場・鉱山)」「作業員(その他)」「人(技能職)」「職人」「理髪師・美容師等」「人(運輸通信業)」「人(運輸業)」「運送人」「乗務員」「運転手」「乗務員(その他)」「人(運輸業(その他))」「人(通信業)」「人(郵便業)」「人(電気通信業)」「人(保安職)」「軍人」「警官」「消防士」「番人」「人(サービス職)」「使用人」「使用人(男)」「使用人(女)」「人(接客業)」「ボーイ」「ウエートレス」「芸者」	「家屋(本体)」「学校」「公共施設(その他)」「仕事場」「宿泊施設」「駅」「飲食店」「床屋・浴場等」「デパート」	

4. 概念体系を利用した修辞生成方法②—異化的な修辞による単一事象の生成手順(R4-R12)

異化的修辞は，標準的な修辞で生成された単一事象の特定の要素に異化を加えた要素に変換する処理である(各修辞と変換要素の対応を表 7 に示す)．「異化」とはシクロフスキイやブレヒトによって提起された文学上の概念で，見慣れたものを見慣れないものにする処理・技法を意味する．その生成手順を表 8 に示す．step.3 は選択された修辞によって処理が分岐する．R4，R8，R9，R10，R12 の処理における逸脱度とは，異化の度合いを調節するパラメータであり，これの値だけ概念体系の参照範囲を上位概念へ拡大する(図 3)．R5，R6，R7，R11 に対しては各修辞に対応する概念体系の参照範囲を表 9 の通りに予め定義した．

表 7　各修辞の異化適用対象の対応表

修辞	異化的修辞適用対象の要素
R４	事象概念フレームの動詞概念
R５	事象概念フレームの動詞概念
R６	事象概念フレームの動詞概念
R７	人物フレームの名称スロット及びis-aスロット
R８	事象概念フレームの動詞概念
R９	物フレームの外見スロット
R１０	物フレームの外見スロット
R１１	事象概念フレームの動詞概念
R１２	場所フレームの名称スロット及びis-aスロット

表 8　異化的な修辞による単一事象の生成手順

段階	処理の概要	処理の詳細	
step.1	事象概念の入力	事象概念及びそれに含まれる人物，物，場所，時間の各フレームを入力(ユーザ)	
step.2	修辞の選択	9種類の異化的な修辞(R4～R12)の中から適用する修辞を選択(ユーザ)	
step.3	異化適用後の値の決定	R4,R8,R9,R10,R12の場合	ユーザが逸脱度を入力．逸脱度によって決定される範囲から名詞概念もしくは動詞概念ひとつを任意に選択
		R5,R6,R7,R11の場合	予め定義している参照範囲から，適用後の値として名詞概念もしくは動詞概念ひとつを任意に選択
step.4	出力	事象概念とそれに含まれる人物，物，場所，時間の各フレームを出力	

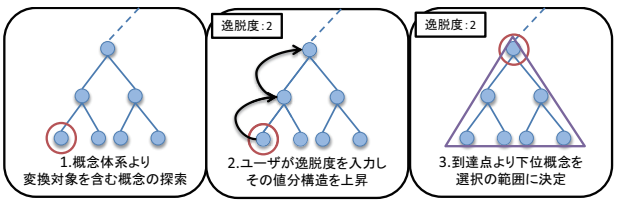


図 3　対象範囲の決定手順

表 9　R5,R6,R7,R11 における対象となる概念体系の範囲

修辞	異化に用いられる概念体系の範囲	範囲に含まれる動詞概念及び名詞概念
R５	『不使用』の動詞概念の集合	「持つ⑧」「持つ⑬」「持つ⑭」「抱える⑥」「しまう⑵」「私有する⑴」「所持する⑴」「携帯する⑴」「所有する⑴」「専有する⑴」「装備する⑴」「携行する⑴」「握る⑧」「保持する⑴」「保持する⑵」「保有する⑴」「持つ⑧」「持つ⑩」「有する⑵」
R６	『語り手』の動詞概念の集合	「PRする⑴」「表わす⑵」「表わす⑶」「暗示する⑴」「案内する⑶」「言い表わす⑴」「言い伝える⑴」「言い伝える⑵」「訴える⑵」「訴える⑶」「訴える⑷」「訴える⑸」「訴える⑹」「訴える⑺」「推す⑴」「推す⑵」「会見する⑴」「会見する⑵」「解説する⑴」「解説する⑵」「概説する⑵」「確言する⑴」「確言する⑵」「語る⑵」「語る⑶」「記者会見する⑴」「広言する⑴」「広言する⑵」「広告する⑴」「広告する⑵」「豪語する⑴」「告知する⑴」「告知する⑵」「誇示する⑴」「叫ぶ⑶」「叫ぶ⑷」……（以下省略, 全106個対象）
R７	名詞概念体系内の概念「準人間」もしくは概念「動物(個体)」以下の概念	「準人間」「神仏」「霊」「腐物・化け物」「動物（個体）」「獣」「＊獣［海獣］＊」「＊獣［イルカ］＊」「＊獣［鮫］＊」「＊獣［シャチ］＊」「＊獣［セイウチ］＊」「＊獣［有蹄類］＊」「＊獣［馬］＊」「＊獣［牛］＊」「＊獣［豚］＊」「＊獣［山羊］＊」「＊獣［羊］＊」「＊獣［鹿］＊」「＊獣［猪］＊」「＊獣［ロバ］＊」「＊獣［キリン］＊」「＊獣［ラクダ］＊」「＊獣［パッファロー］＊」「＊獣［シマウマ］＊」「＊獣［肉食獣］＊」「＊獣［犬］＊」「＊獣［猫］＊」「＊獣［熊］＊」「＊獣［狼］＊」「＊獣［狐］＊」「＊獣［ライオン］＊」「＊獣［豹］＊」「＊獣［豹］＊」「＊獣［虎］＊」「＊獣［アライグマ］＊」「＊獣［むじな］＊」「＊獣［類人猿］＊」「＊獣［猿］＊」「＊獣［オランウータン］＊」「＊獣［齧歯類］＊」「＊獣［鼠］＊」「＊獣［兎］＊」「＊獣［ビーバー］＊」「＊獣［有袋類］＊」「＊獣［コウモリ］＊」「＊獣［象］＊」「＊獣［伝説］＊」「鳥」「鳥［走禽］＊」「＊鳥［鳴禽］＊」「＊鳥［家禽］＊」「＊鳥［猟鳥］＊」「＊鳥［水禽］＊」「＊鳥［猛禽］＊」「＊鳥［伝説］＊」「爬虫類・両生類」「爬虫類」「＊爬虫類［亀］＊」「＊爬虫類［蛇］＊」「＊爬虫類［ワニ］＊」「＊爬虫類［トカゲ］＊」「＊爬虫類［伝説］＊」「両生類」「＊爬虫類［蛙］＊」「＊爬虫類［山椒魚］＊」「魚介」「魚」「＊魚［淡水魚］＊」「＊魚［海水魚］＊」「＊魚［伝説］＊」「魚介（その他）」「貝」「＊貝［腹足類］＊」「＊貝［二枚貝］＊」「たこ・いか・えび・かに」「＊たこ・いか・えび・かに［ひとで］＊」「＊たこ・いか・えび・かに［たこ］＊」「＊たこ・いか・えび・かに［いか］＊」「＊たこ・いか・えび・かに［えび］＊」「＊たこ・いか・えび・かに［かに］＊」「＊うに・くらげ」「＊うに・くらげ［くらげ］＊」「＊うに・くらげ［ひとで］＊」「＊うに・くらげ［サンゴ］＊」「虫」「昆虫」「＊昆虫［鱗翅目］＊」「＊昆虫［双翅類］＊」「＊昆虫［直翅目］＊」「＊昆虫［膜翅目］＊」「＊昆虫［鞘翅目］＊」「＊昆虫［半翅目］＊」「＊昆虫［蜻蛉目］＊」「＊昆虫［蜻蛉目］＊」「虫（その他）」「＊虫（その他）」「クモ」＊」「＊虫（その他）［ダニ］＊」「＊虫（その他）［寄生虫］＊」「＊虫（その他）［その他］＊」「動物（個体（その他））」
R１１	『主体化』の動詞概念の集合	「存在する⑴」「存する⑴」「存する⑵」「ある⑼」

5. 実行例と評価

表 10 は商品「冷凍食品」を入力とし，標準的な修辞 R1～R3 を適用して生成を行った結果である．表 11 は R3 の出力結果「学生が昼, 都立高校で冷凍食品を食べる⑵。」を入力として, R4～R12 を適用して生成を行った結果である．なお，実際の出力形式は表 12 にあるようなひとつの事象概念と４つのフレームである．

表 10　標準的な修辞の出力例

●R1 商品の本来の製造方法の修辞	R1: 作業員(工場) が 夜, 下請け工場 で 冷凍食品 を 運搬する(1)。
	R1: 作業員(工場) が 夜, 町工場 で 冷凍食品 を 製造する(1)。
	R1: 成人 が 夜, 町工場 で 冷凍食品 を 製造する(1)。
	R1: 成人 が 朝, 下請け工場 で 冷凍食品 を 運搬する(1)。
	R1: 職人 が 朝, プラント で 冷凍食品 を 造る(1)。
●R2 商品の本来の購買方法の修辞	R2: 客 が 昼, デパートメント で 冷凍食品 を 試食する(1)。
	R2: 祖母 が 昼, ステーションビル で 冷凍食品 を 試食する(1)。
	R2: 客 が 朝, 奉仕市 で 冷凍食品 を 購入する(1)。
	R2: 客 が 昼, デパートメント で 冷凍食品 を 取る(40)。
	R2: 客 が 朝, 闇市場 で 冷凍食品 を 買う(1)。
	R2: 客 が 昼, dept. で 冷凍食品 を 試食する(1)。
	R2: 祖母 が 朝, デパートメント で 冷凍食品 を 取る(40)。
●R3 中核使用法の修辞	R3: 政治家 が 夜, 料亭 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R3: 役人(その他) が 昼, リョテル で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R3: 店員 が 昼, スタジオ で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R3: 作家・詩人 が 夜, 酒場 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R3: 作業員(工場) が 夜, 茶店 で 冷凍食品 を 開ける(4)。
	R3: 老人(女) が 朝, 校庭 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R3: 音楽家 が 朝, ステーションビル で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R3: 政治家 が 朝, ロッカールーム で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R3: 教師・学生 が 昼, dept. で 冷凍食品 を 熟する(1)。

表 11　異化的修辞の出力例

●R4 異化的使用の修辞	R4: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 見詰める(1)。
	R4: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 装着する(1)。
	R4: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 奪う(2)。
	R4: 作業員(工場) が 夜 に 町工場 で 冷凍食品 を 焼く(5)。
	R4: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を こだわる(2)。
●R5 不使用の修辞	R5: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 専有する(1)。
	R5: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 所持する(1)。
	R5: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 携行する(1)。
	R5: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 持つ(13)。
	R5: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 携帯する(1)。
●R6 不使用の修辞	R6: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 推薦する(1)。
	R6: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 物語る(2)。
	R6: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 宣伝する(2)。
	R6: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 披露する(3)。
	R6: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を PRする(1)。
●R7 登場人物の状態異化の修辞	R7: 働き蜂 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R7: ビーバー が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R7: 殿様蛙 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R7: 恐竜 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R7: 山の神 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
●R8 登場人物の行動異化の修辞	R8: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べながら 突入する(2)。
	R8: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べながら 占領する(1)。
	R8: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べながら 駆ける(2)。
	R8: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べながら 補修する(1)。
	R8: 学生 が 昼 に 町工場 で 冷凍食品 を 食べながら駆け抜ける(1)。
●R9 商品の状態異化の修辞	R9: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品(外見 キャンドル) を 食べる(2)。
	R9: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品(外見 うな丼) を 食べる(2)。
	R9: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品(外見 インゴット) を 食べる(2)。
	R9: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品(外見 つづら) を 食べる(2)。
	R9: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品(外見 クッション) を 食べる(2)。
●R10 商品と関連する物の状態異化の修辞	((外見 優良品) のような ご飯 に/で)R10: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	((外見 ガラス質) のような ご飯 に/で)R10: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	((外見 夜光塗料) のような ご飯 に/で)R10: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	((外見 五穀) のような ご飯 に/で)R10: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	((外見 御汁) のような ご飯 に/で)R10: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
●R11 商品主体化の修辞	R11: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を ある(9)。
	R11: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 存する(1)。
	R11: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 存する(2)。
	R11: 学生 が 昼 に 都立高校 で 冷凍食品 を 存在する(1)。
●R12 背景の異化の修辞	R12: 学生 が 昼 に 王立図書館 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R12: 学生 が 昼 に プール で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R12: 学生 が 昼 に 抜け穴 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R12: 学生 が 昼 に 幹線 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R12: 学生 が 昼 に 迷路 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	R12: 学生 が 昼 に 大宇宙 で 冷凍食品 を 食べる(2)。

表 12　出力される事象概念とフレームの形式

分類	内容
事象	(event "食べる(2)" (type action) (ID 1) (time (nil nil)) (agent age1) (counter-agent nil) (location loc1) (object obj1)(instrument nil) (from nil) (to nil))
物	((id obj1) (time time1) (location loc1) (名称 冷凍食品) (体力 nil) (is-a 食品) (position nil) (外見 nil) (用途 nil))
人物	((id age1) (time time1) (location loc1) (名前 "学生") (知期 (所持 nil) (体力 nil) (外的状態 (体勢 nil) (服装 nil)) (思考 nil) (言葉 nil) (心理的特性 (知覚 nil) (態度 (人 nil) (物事 nil)))) (長期 (is-a 学生) (性別 nil) (身体情報 nil) (住所 nil) (信念 nil) (社会的特性 (準拠集団 (所属集団 nil) (分離集団 nil)) (表層的関係 nil) (裏面的関係 nil)) (個人的特性 (年齢 nil) (社会的位置 (職業nil) (経済状況 nil)) (行動パターン nil) (性格 nil) (自己概念 nil))))
場所	((id loc1) (time time1) (名称 都立高校) (気温 nil) (天気 nil) (季節 nil) (is-a 学校) (height nil) (in-or-out nil) (has-a nil) (in nil))
時間	((id time1) (名称 昼)(年月日 nil) (時間帯 nil) (back nil) (next nil))

今回は標準的な修辞及び異化的な修辞が定義通りに成功しているかをそれぞれ評価した．各修辞に対して単一事象を 100 個ずつ生成し，それぞれを表 13 に示す「○△×」の三段階の基準により評価した．表 14 はその結果であり，表 15 は標準的な修辞の失敗例である．各修辞の課題と単純な方法での改善案を表 16 に示す．

表 13　評価の段階と評価基準

段階	標準的修辞
○評価	日常的に起こりうる事象
△評価	日常的には起こりえないが物理的には可能な事象
×評価	不可能なまたは修辞の意味にあわない事象
段階	**異化的修辞**
○評価	異化的修辞の意味に適した事象
△評価	意味には適しているがあまり良くない結果の事象
×評価	異化的修辞の意味にあわない事象

表 14　評価結果

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
○	73	77	34	29	90	88	70	20	11	12	100	17
△	10	9	16	27	0	12	17	10	10	10	0	35
×	17	14	50	47	10	0	13	70	79	78	0	48

表 15　標準的な修辞の生成失敗例

修辞	評価	現象	実例
R１	△	商品に対する場所がやや不適切	成人(男) が 夜, ドック で 冷凍食品 を 運搬する(1)。
	×	商品に対する製造場所が不適切	職人 が 朝, 鍛冶屋 で 冷凍食品 を 製造する(1)。
		商品に対する動詞概念が不適切	成人(女) が 昼, 工場(こうば) で 冷凍食品 を 生成する(2)。 若者 が 朝, 乾ドック で 冷凍食品 を 造る(1)。
R２	△	商品に対して購入場所がやや不適切	客 が 夜, やみ市 で 冷凍食品 を 購入する(1)。 客 が 朝, 青空市場 で 冷凍食品 を 買う(1)。
	×	商品に対する販売場所が不適切	祖母 が 昼, 不動産屋 で 冷凍食品 を 試食する(1)。 祖母 が 昼, 金物店 で 冷凍食品 を 買う(1)。
R３	△	商品以外の要素がお互いにそぐわない	商人 が 朝, 都立高校 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
	×	商品に対して、動詞概念が不適切	使用人(女) が 夜, 屋根裏 で 冷凍食品 を 注ぐ(1)。
		商品に対して、場所がやや不適切	作業員 が 夜, 溝川 で 冷凍食品 を 食べる(2)。 役人(その他) が 昼, 岩風呂 で 冷凍食品 を 食べる(2)。
		他の修辞と判断できる	ジャーナリスト が 夜, 植込み で 冷凍食品 を 持つ(8)。

表 16　各修辞の問題及びのその原因と改善方法

修辞	問題点	原因	改善方法
標準	人物, 場所が不適切	商品の標準的な使用に関する知識が少ないため	物(商品)に関する知識ベースの導入
	動詞概念が不適切	動詞概念の制約条件の範囲が荒いため	動詞概念体系の修正
異化	評価が多い	異化の度合いを単一のパラメータ(逸脱度)のみで決定するので生成の方向性が一様でないため	動詞が変化する修辞は使用できない動詞概念を定義 名詞が変化する修辞は形状の類似など別の基準を定義
	○評価が多いが生成結果の多様性が低い	修辞ごとに定義した異化の範囲が狭いため	修辞ごとに定義した範囲の拡張

6. 今後の課題

現状では概念体系における参照範囲の変化を単純な方法で行っているが，面白さなどを考慮したヒューリスティックな検索方法の検討はひとつの課題である．

また，以上に述べた単一事象の操作機構は生成のミクロレベルであり，これを全体構造の生成すなわちマクロレベルの処理と結合し，広告風のストーリー全体を生成することが発展的な課題のひとつである．

更に，ここで扱われた修辞やその生成方法は必ずしも広告の物語に特有のものではなく，これをより一般的な物語生成システム全体の技法として捉えることも可能である．このことは，様々なジャンルの物語の分析から得られた技法を生成の観点から総合して取り扱える可能性を示唆している．

参考文献

阿部 弘基・小方 孝・小野寺 康 (2009). 広告における商品導入の修辞の分析とシステムの構築. 2009 年度人工知能学会全国大会（第 23 回）論文集. 1J1-OS2-4.

萱森 修・小方 孝 (2003). 物語―ブランド関係に注目した TVCF の分析と CF シナリオ生成―. 2003 年度人工知能学会全国大会（第 17 回）論文集. 2G2-06.

川村 洋次 (2009). 広告映像の内容技法と編集技法の分析--広告映像制作支援情報システムの構築に向けて. 『広告科学』. 50. 16-32.

小方 孝・渡辺 光一・堀 浩一・大須賀 節雄 (1995a). 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』. 4(1). 19-42.

小方 孝・渡辺 光一・堀 浩一・大須賀 節雄 (1995b). 物語生成システムによる広告創作支援を目的としたテレビコマーシャルの構造分析. 『広告科学』. 第 30 集. 1-22.

大石 顕祐・小方 孝 (2011). 物語生成システムのための動詞概念格フレームと名詞概念体系の開発と利用. 2011 年度人工知能学会全国大会（第 25 回）論文集. 1H2-OS1-10.

状態―行為変換及び概念体系に基づく物語内容における事象列の生成

The Generation of Event Sequences in Story based on States-Actions Transformation and Conceptual System

小野寺 康†，大石 顕祐†，小方 孝‡
Kou Onodera, Kensuke Oishi, Takashi Ogata

†岩手県立大学大学院，‡岩手県立大学
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g231i007@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

In the generation of story phase in narrative that chronological sequence of events, diverse ways are thought. Our narrative generation system also uses some methods for generating stories such as discoursal methods, grammatical methods and so on. This paper reports a story generation method through which makes events sequences based on relations between states and actions and shows the implementation of a prototyping system. In this system, as there are many actions for combing two states, from a set of states diverse events sequences are generated.

Keywords — Narrative Generation System, Story Generation Process, State, Action, Event, States-Actions Transformation, Conceptual System

1. 背景

筆者らの物語生成システム（Ogata & Terano, 1991; 小方, 2003a, 2003b, 2007; 小方・金井, 2010）は，物語内容機構，物語言説機構，表層表現機構の 3 つの主要モジュール，更に概念体系と知識ベースにより構成される（図 1）．この研究は，物語論・文学理論と人工知能（工学）・認知科学との融合研究としての特徴を持つが，本研究は，談話モデル，行為のプランニング，概念体系等工学的な処理と関連する部分である．

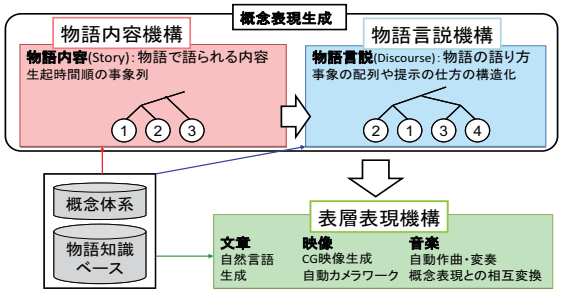


図 1　物語生成システムの概略構成

物語内容は最終的に事象を関係（因果や対照関係等）によって結合した木構造で表現するが，現在，構造を持たない事象列を生成する処理と事象列を構造化する処理に分けて作業を進めている．本研究は前者を扱う．事象列の生成を，ある状態を別の状態に推移させる行為・事象を生成する処理の連続によって行う（ここでは行為の動詞的概念とそれに伴う諸要素を含む一単位を事象と呼ぶ）．これを状態 - 事象変換システムと呼び，従来から研究を行って来た（中嶋・小方, 2008; 中嶋・小方・小野, 2009; 小野寺・小方, 2011）．本稿では，このシステムを物語生成システムで共通に使用する概念体系と結合する．更に発展として，状態と行為の変換の反復過程において結果に多様性を生み出す方法や，事象列に構造を付加する方法について検討する．

なお，竹内（2011）は，語彙概念データベースの観点から，動詞を基本事象（状態及び活動）と複合事象（状態変化動詞）に分けている．本研究における状態どうしを推移させる動詞概念とはこの場合の状態変化動詞に相当する可能性がある．

2. システムの概要

システムの概要を図 2 に，状態と事象の記述形式を図 3 と図 4 に示す．本システムは事象列（ストーリーライン）とその背景的情報としての状態集合（ストーリーワールド）を，概念体系や知識ベースを用いて相互変換する．具体的には，2 つの状態と 1 つの事象を対応付けて変換することにより，物語内容の事象列を生成する．

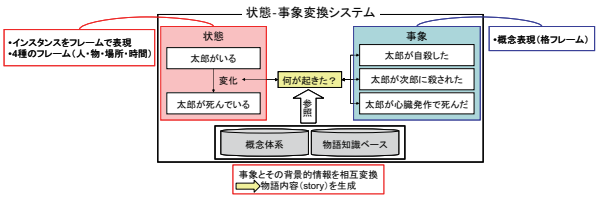
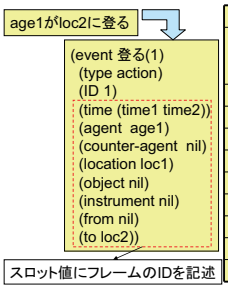


図 2　状態 - 事象変換システムの概要



スロット名		スロットの意味
ID		人物のID
time		その人物が存在する時間
location		その人物が存在する場所
名前		人物の名前
短期	所持	人物が所持しているもの
	完全性	人物の耐久力
	体勢	どのような体勢か
長期	is-a	人物の上位概念
	住所	その人物の住んでいる場所

図 3　人物インスタンスのフレーム表現の例



event	一つの事象を表す
type	事象の種類を表す (action,happening) ※『物語論事典』([Prince 1987])を参考
ID	事象のID
time	事象が行われる時間
agent	事象の動作主
counter-agent	事象の対象(人)
object	事象の対象(物)
instrument	事象に用いられる道具
location	事象が行われる場所
from	事象の開始位置
to	事象の終了位置

図 4　事象の概念表現

システムの構成内容を図 5 に示す．「状態 - 事象変換知識ベース」とは状態と事象を相互変換するための変換ルールを格納したものである（図 6）．変換ルールは，1 つの状態の変化に複数の動詞概念（行為）を対応付けて定義している．現在，状態 - 事象変換知識ベースには 94 の変換ルールが含まれ，287 種の動詞概念が格納されている．

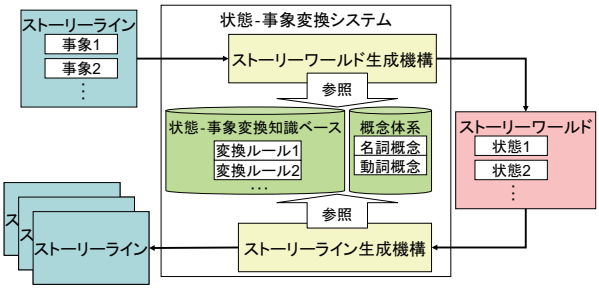


図 5　状態 - 事象変換システムの構成内容

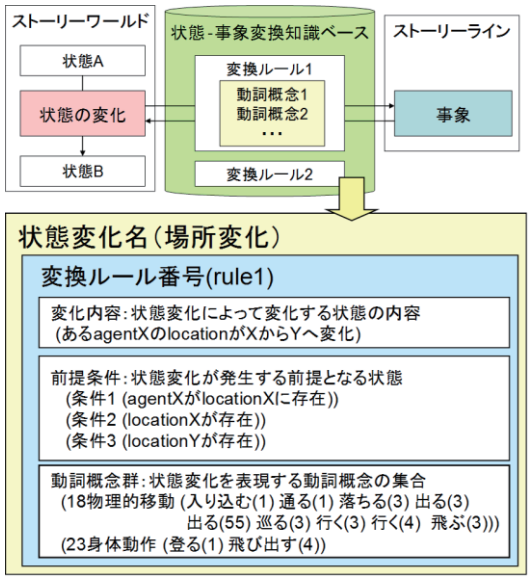


図 6　状態 - 事象変換知識ベースの概要と変換ルールの構成内容

概念体系は，名詞概念や動詞概念の上位 - 下位関係を体系的に記述したものである（図 7）．これは『日本語語彙大系』（池原, 2009）や日本語ワードネット（Bond et al., 2009）などを参考に開発中（大石・小方・小野寺, 2011）であるが，名詞概念の分類や動詞概念の制約条件（名詞概念体系における範囲）が粗いため，これらの拡張や精緻化の処理が必要になり，その作業を進めている．

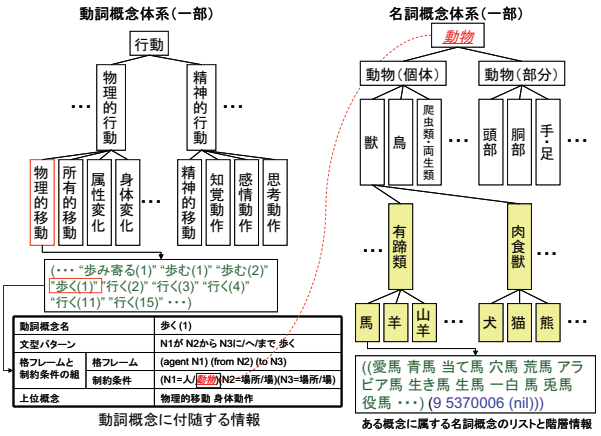


図 7　概念体系の概要

本システムでは，ストーリーワールドとストーリーラインを相互変換するだけでなく，各機構の出力結果をもう一方の機構への入力として循環的に実行することも可能である．ただし，現在定義

している変換ルールは状態変化と事象を 1 対多で対応付けているため，循環を行ってもほぼ同一のストーリーワールドが生成される．そこで，循環を通して物語内容に変化を加えるための変異機能を与えた．これは，生成されたストーリーラインやストーリーワールドにおける人物・物フレームの値または事象概念の格フレームの値を無作為に変化させる．

3. 評価と実例

3 種類の評価実験を行った．1 つ目は同一のストーリーラインからストーリーワールド生成を 20 回行い，状態が正しく変換される割合と生成される状態の種類の数を調べた．2 つ目は同一のストーリーワールドからストーリーライン生成を 20 回行い，自然な事象・不自然な事象・不可能な事象が生成される割合とその事象の種類の数を調査した．その結果，1 つ目と 2 つ目に関しては図 8 に示す程度で，尤もらしく多様な変換が行われた．3 つ目は，1 つのストーリーラインを入力として 15 回循環生成を行い，1 回ごとに生成された物語を比較した．結果，新たな事象が挿入されたり，登場人物が存在する場所が変化する等，循環を通じたある程度の多様性実現が可能となった．図 9 は 1 つのストーリーラインから循環生成を 1 周または 15 周行った結果のストーリーラインを示した例である．

ストーリーワールド生成

状態の生成確率

	○	×
生成確率	100.00%	0.00%

○：変換ルールの通りに変換できている
×：変換ルールの通りに変換できていない

生成された状態の種類
（各時間）

	状態の種類
time1	1
time2	1
～	
time23	1
time24	1

ストーリーライン生成

事象の生成確率

	○	△	×
生成確率	86.36%	6.91%	6.73%

○：自然な事象
△：不自然だが可能な事象
×：不可能な事象

生成された事象の種類
（各状態変化）

状態変化	事象の種類
人物の移動	13～16
物を所有	7～9
物を放棄	2
物を譲渡	3
人物が死ぬ	3
物を焼く	1
物を食べる	2

図 8　ストーリーワールド／ストーリーライン生成の評価

循環生成1回目

event1:猟師#1が餅#1を焼く
event2:猟師#1が餅#2を焼く
event3:猟師#1が餅#3を焼く
event4:猟師#1が巡察から餅#1を得る
event5:坊主#1が家#1まで前進する
event6:坊主#1が落字から餅#2を得る
event7:坊主#1が餅#2を食う
event8:猟師#1が餅#3を獲得する
event9:坊主#1が餅#3を譲り受ける
event10:猟師#1が坊主#1を噛む
event11:坊主#1が山#1を走る
event12:猟師#1が餅#4を焼く
event13:猟師#1が石#1を焼く
event14:猟師#1が石#1を獲得する
event15:猟師#1が石#1を放棄する
event16:坊主#1が猟師#1を追い立てる
event17:坊主#1の餅#4が手に入る
event18:坊主#1が餅#4を食う
event19:坊主#1が石#1を獲得する
event20:坊主#1が炉#1を齧る
event21:坊主#1が石#1を手放す
event22:坊主#1が家#1を抜け出す
event23:坊主#1は命を落とす

循環生成15回目

event1:猟師#1が餅#1を焼く
event2:猟師#1が石#1を手に入れる
event3:猟師#1が餅#2を焼く
event4:猟師#1が石#1を家#1より山#1に移す
event5:猟師#1が石#1を山#1から家#1まで運搬する
event6:猟師#1が石#1を家#1より山#1まで運ぶ
event7:猟師#1が石#1を家#1に橇で運ぶ
event8:猟師#1が石#1を家#1から山#1へ運搬する
event9:猟師#1が石#1を家#1へ持ち込む
event10:猟師#1が石#1を家#1から山#1に運搬する
event11:猟師#1が石#1を家#1へ輿で運ぶ
event12:猟師#1が家#1より山#1まで通う
event13:猟師#1が餅#3を齧る
event14:猟師#1が坊主#1を山#1より家#1に移す
event15:坊主#1が家#1から山#1へ飛び出す
event16:坊主#1が家#1に突入する
event17:猟師#1が石#1を山#1に
""乗り物(本体(移動(空圏)))[未分類]""で運ぶ
event18:猟師#1が家#1へ突入する
event19:猟師#1が家#1に入り込む

図 9　循環生成の例（1 周目，15 周目）

4. 課題

主な課題として以下の 3 点を挙げる．

(1) 循環生成を通じて物語内容を変化させるための機能として変異を実装したが，これ以外の方法も導入してより多様な変化が生じるような拡張を検討する．

(2) 評価実験において不自然・不可能な事象が生成される事例があった．原因として，変換ルールにおける状態変化と事象の対応付けの不完全さや動詞概念の制約条件並びに名詞概念体系の範疇分けが粗過ぎることが挙げられ，この精緻化が課題となる．概念体系の範疇分けやその問題点の詳細は，大石・小方・小野寺(2011)に述べられている．

(3) 本研究と事象列を構造化する処理との結合方法を検討する．

ここで，課題(1)に対する方法の一案を述べる．ストーリーワールドにおけるある時点の状態を起点状態とし，それに対する目標状態を新たに設定することで，起点状態と目標状態の間を補完する中間状態並びに事象の系列を生成するという方法である（図 10）．

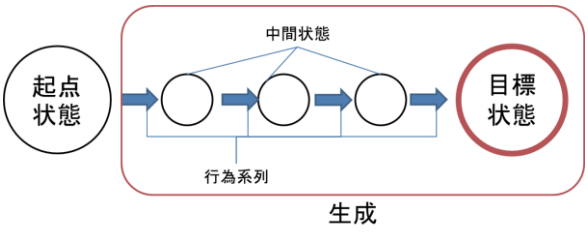


図 10　起点状態と目標状態の間の状態と事象を補完する方法のイメージ

提案手法は一種のプランニングにより，起点状態から段階的に目標状態に近付いて行くように状態の時系列を補完し，これを事象に置き換える．この時，補完する状態間の変化を状態 - 事象変換知識ベースに定義された状態変化と対応付けることで，それがひとつの事象に変換される．また，この補完の手順は，起点状態側から前向きに行う方法，目標状態側から後ろ向きに行う方法，両方向を組み合せた方法が考えられる．前向きな補完による簡単な例を図 11 に示す．

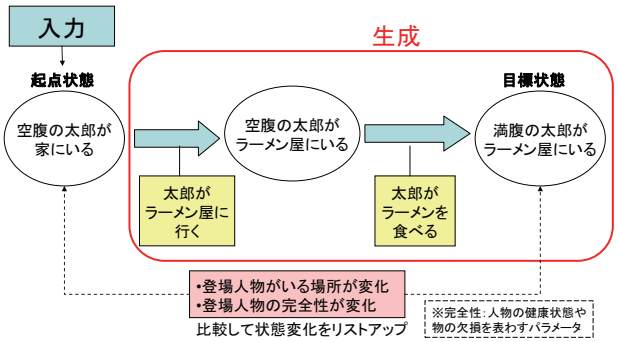


図 11　前向きに状態と事象を補完する方法の例

参考文献

Bond, F., Isahara, H., Fujita, S., Uchimoto, K., Kuribayashi, T. & Kanzaki, K. (2009). Enhancing the Japanese WordNet. The 7th Workshop on Asian Language Resources, ACL-IJCNLP 2009.

池原 悟 (2009). 『非線形言語モデルによる自然言語処理―基礎と応用―』. 岩波書店.

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 (第 22 回) 論文集』, 1C2-3.

中嶋 美由紀・小方 孝・小野 淳平 (2009). ストーリーと物語世界の関係のモデルに基づくシステムの実装. 『人工知能学会全国大会 (第 23 回) 論文集』. 1J1-OS2-6.

Ogata, T. & Terano, T. (1991). Explanation Based Narrative Generation Using Semiotic Theory. Proc. of National Language Processing Pacific Rim Symposium 91. 321-328.

小方 孝 (2003a). 物語の多重性と拡張文学理論の概念–システムナラトロジーに向けて I–. 吉田 雅明 編. 『複雑系社会理論の新地平』. 127-181. 専修大学出版局.

小方 孝 (2003b). 拡張文学理論の試み–システムナラトロジーに向けて II–. 吉田 雅明 編. 『複雑系社会理論の新地平』. 309-356. 専修大学出版局.

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』. 14(4). 532-558.

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.

小野寺 康・小方 孝 (2011). 概念体系と結び付いたストーリーワールド／ストーリーライン変換機構. 『人工知能学会全国大会 (第 25 回) 論文集』. 1H2-OS1-14in.

大石 顕介・小方 孝・小野寺 康 (2011). 物語生成システムのための動詞概念格フレームと名詞概念体系の開発と利用. 『人工知能学会全国大会 (第 25 回) 論文集』. 1H2-OS1-10.

竹内 孔一 (2011). 項構造レベルの動詞の類義・差違を考慮した言語処理のための動詞シソーラスの構築. 『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 25 回定例研究会予稿集』. 25G-05.

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
Effects of using-paper and instructor-to-student feedback on studying worksheet teaching materials

中村 太戯留[†1,2], 服部 隆志[†1], 千代倉 弘明[†2], 田丸 恵理子[†2,3], 上林 憲行[†2]
Tagiru Nakamura, Takashi Hattori, 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, hattori}@sfc.keio.ac.jp, [†2]{chiyokura,norikami}@media.teu.ac.jp, [†3]eriko.tamaru@fujixerox.co.jp

Abstract

The purpose of this study was to investigate effects of exercising by hand and instructor-to-student feedback on studying online teaching materials. 194 university students participated. They were divided into five groups: (1) using only online materials, (2) adding paper worksheets to (1), (3) adding the feedback to (1), (4) adding the feedback to (2), and (5) using both online and paper worksheets with the feedback. As a result, the ratio of an effect of adding paper worksheets and adding the feedback was one to 1.89. The results showed that both exercising by hand and by the feedback were important, but the latter was more important than the former.

Keywords — online teaching materials, handwriting, instructor-to-student feedback

1. 目的

近年の大学講義においては，オンラインで資料配布や課題収集をおこなう授業が増えている．一方，紙に手書きで記した方が記憶のパフォーマンスが良い[1, 2]との理由から，大学の講義に積極的に“ 紙に手書きする ”ことを取り入れる授業も増えてきている．このことを受け，中村他[4]は，これまでオンライン教材のみでおこなっていたコンピュータプログラミングを教える授業において，あえてプログラムを何度か手書きで記すための紙のワークシートを導入したものの，確認テストの結果は期待したほど上昇しなかったことを報告している．次に，授業においては学生と教員の双方向のやりとりが重要であるとの見解から[3]，中村他は，全員への口頭でのフィードバックに加え，学生のワークシートに対する個別のフィードバックを実施したところ，確認テストの結果が有意に上昇したことを報告している．このことから，手書きすることよりも，個別にフィードバックして復習を促すことが重要であることが考えられた．

そこで本研究では，プログラムはもともとコンピュータ上で作成するものであるため，あえて手書きしなくとも，オンラインで個別にフィードバックをおこなえば十分な効果が得られると考え，その効果の検証をおこなった．

2. 方法

実験条件　オンラインで課題収集した条件（2008年度後期，以下(PC-FB無)），紙のワークシートを配布した条件（2009年度前期，以下(紙-FB無)），加えて個別フィードバックをした条件（2009年度後期，以下(紙-FB有)），そしてオンラインのワークシートに対して個別フィードバックをした条件（2010年度前期，以下(PC-FB有)）の４つを設定した．ただ，結果として(PC-FB有)は確認テストの結果が低下してしまった．そこで，覚えるべき項目の多い最初の3回は紙のワークシートを用いて手書きさせて覚えるように促し，その後はオンラインのワークシートを用いて誤りの指摘やアドバイスの個別フィードバックをおこなうという併用条件（2010年度後期，以下(併用-FB有)）を追加した．なお，これらは二年にわたり講義の工夫を重ねた結果であり，意図的により効果があると予想される手法を用いない群を設定したものではない．

実験参加者　大学生で，(PC-FB無)は31名（女性13名），(紙-FB無)は18名（女性4名），(紙-FB有)は48名（女性18名），(PC-FB有)は27名（女性3名），そして(併用-FB有)は70名（女性28名）．

手続き　全員，コンピュータプログラミングに関する授業１３回を受けてもらった．１回の授業は１８０分で，同一のオンライン教材を使用した．ワークシートは同一のものを使用し，授業中に解説を加えた．フィードバック条件では，回収したワークシートに教員が誤りの指摘やアドバイスなどのコメントを加えて翌週に返却し，誤り箇所の復習を促した．全員，学期末に５０分間の確認テストを受験し，回答してもらった．

ワークシート　各回，A4用紙１枚分（オンラインの場合は相当量）を準備し，学習内容を確認する問題やフローチャートを記す内容，実際に作成したプログラムを記す課題で構成した．

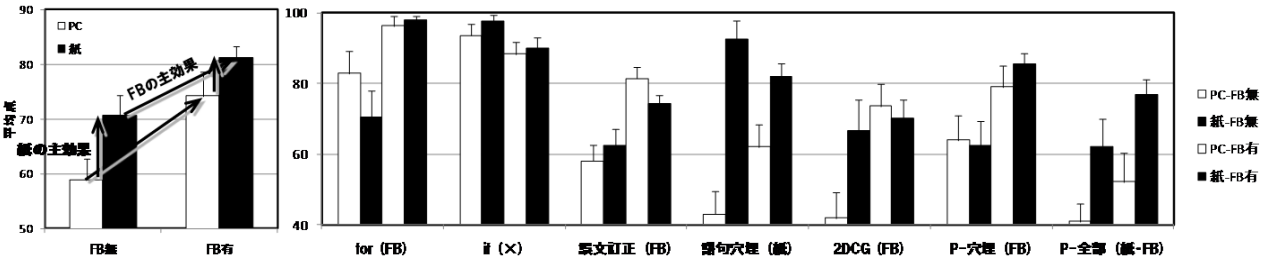


図 1 紙の効果とFB効果の比較：確認テストの結果(左)，確認テストの問題ごとの結果(右)

確認テスト　確認テストは大問７問で構成した．問題１は繰り返し（for文），問題２は条件分岐（if文），問題３は誤文訂正，問題４は語句の穴埋め，問題５は２次元パターンを描くもの，問題６はプログラムの穴埋め，問題７は指示されたプログラムを全て記すものであった．なお，各条件で具体的な数値等は多少変えたが，大問の構成，およびレベルは同じになるようにした．

3. 結果

紙とFBの効果比較　確認テストの平均点は，(PC-FB無)58.9点，(紙-FB無)70.7点，(PC-FB有)74.2点，(紙-FB有)81.2点で，紙の主効果（$F(1,120) = 7.203, p < .01$）とFBの主効果（$F(1,120) = 13.585, p < .001$）が有意であった．交互作用は有意ではなかった．また，合計の平均点として，紙は78.3点，オンラインは66.1点，FB有は78.7点，FB無は63.3点であった．これらの差から紙の効果は12.3点，FBの効果は15.4点で比は（1対1.26）と推定された．あるいは分散を考慮し，F値の比から（1対1.89）と推定された．

紙とFBの設問ごとの効果　確認テストの設問ごとの効果としては，問題１，３，５，６はFBの主効果が有意，問題４は紙の主効果が有意，そして問題７は紙とFBの主効果が有意であった．また，問題７において紙とFBの効果の比は（1対0.72），あるいはF値の比から（1対0.32）と推定された．

オンラインと紙の併用効果　(併用-FB有)の確認テストの平均点は78.7点であった．(PC-FB有)，(紙-FB有)，および(併用-FB有)の３条件の間に有意な差は認められなかった．ただ，各設問ごとの効果としては，問題４，７において紙の主効果が有意で，下位検定をおこなったところ，オンラインに対して紙のみ，あるいは紙とオンラインを併用した場合の方が有意に高いという結果であった（Tukeyの多重比較，$p < .05$）．

4. 考察

全体としては，紙の効果と個別フィードバックの効果の比は1対1.89で，両者の効果はほぼ同等であるが，後者の方がやや大きいという結果であった．オンラインのワークシートを利用した場合，その場でフィードバックが可能という利点はあるが，紙に比べて手続的操作が増えるという難点や，友人の解答を容易にコピーできてしまうという難点があるため，効果が伸びなかった可能性が考えられた．一方，紙のワークシートを利用した場合，たとえ友人の解答を写したとしても一度は手書きするため，少なくともその分の学習効果がある可能性が考えられた．

問題ごとの結果から，語句を覚えるタイプの学習（問題４）においては，紙に手書きするだけで効果が表れるのに対して，他は個別フィードバックまでしてようやく効果が表れる可能性が考えられた．また，自分で全てを構成するタイプの学習（問題７）に関しては，紙の効果と個別フィードバックの効果の比が1対0.32と全体とは逆転し，紙の効果がより重要である可能性が示唆された．

これらから，紙のワークシートに手書きし，それに対して個別フィードバックを受ける場合に学習効果が一番高い可能性が示唆された．ただ，プログラミングのように，もともとコンピュータ上で作成する内容に関しては，オンラインと紙を併用した場合の結果のように，初期の覚えるタイプの学習時には紙を利用し，その後は紙とオンラインを適宜併用するのが現実的な教育方法である可能性が考えられた．

参考文献

[1] Dzulkhiflee, M., 田野俊一, 岩田満, & 橋山智訓, (2008) “日本語のメモ書き作業における手書き入力の有効性” 電子情報通信学会論文誌, J91-D, pp. 771-783.

[2] Hamzah, M. D., Tano, S., Iwata, M., & Hashiyama, T., (2006) “Effectiveness of Annotating by Hand for non-Alphabetical Languages”, *Proc. CHI 2006*, pp. 841-850.

[3] Judson, E. & Sawada, D., (2002) “Learning from Past and present: Electronic Response System in College Lecture Halls”, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, Vol. 21, No. 2, pp. 167-181.

[4] 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.

教育事業会社における実践共同体の形成と相互作用
Interactions between communities of practice in educational company

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 the communities of practice. We conduct research in one educational company using case studies of teachers' learning behavior. We focus on the members between communities of practice. They conduct their own communities while participating in other communities to learn skills and enhance knowledge about managing classrooms as communities of practice. We also found that other communities (not communities of practice but those related) influenced teachers' classrooms. Finally, we discuss the self-motivation of teachers through the framework of "legitimate peripheral participation" and suggest some implications.

Keywords — communities of practice, legitimate peripheral participation, educational company

1. 目的

本研究では，実践共同体(communities of practice)の形成とそれ同士の相互作用について，教育事業会社の事例をもとに考察する．Lave & Wenger (1991)，Wenger (1998)，および Wenger, McDermott & Snyder (2002) という実践共同体の代表的な研究では，実践共同体と所属する組織の多重成員性(multimembership)が学習を促進するとしている．Wenger et al. (2002) では，組織と実践共同体の多重成員性が織りなす二重編み(double-knitted) 組織は，企業におけるビジネスプロセス，作業グループ，チームと実践共同体の多重成員性が知識資本の生成・適用のループを生み出すとしている．他方で Wenger (1998) は，複数の実践共同体に同時に所属する度合いを調整することで，成員のアイデンティティが構築されるとしている．Wenger (1998) では複数の実践共同体は両者に共通して所属するブローカー(broker)と呼ばれるメンバーと，共有された人工物である境界物象(boundary object)によって結びつけられるとする．そして学習者の実践による状況との相互作用によって，その共同体の境界や成員のアイデンティティは相互規定され，不断の実践によって常に変容していくものであるとされている．

この複数の実践共同体の多重所属は，二重編み組織における多重成員性と同様，所属する成員にとっては異なる学習や実践ができるなどのメリットが期待できる．たとえば松本(2010)における陶磁器作家，あるいは田崎(2009)における酒造業者は，複数の実践共同体に所属しながら，一方では技能の向上，他方では熟達者からの指導を受けるなど，異なる目的を持って学習を進めていた．また荒木(2007)は複数の実践共同体に所属することで，専門領域の自覚とキャリアの確立を促進するとしている．他方で山内(2002)は電子ネットワークで結ばれた複数の実践共同体の境界を巡る実践によって，学校における学びにネガティブなものを含む複雑な影響があったことを実証している．しかしこのトピックにかんする研究蓄積はまだまだ十分とはいえない．本研究では複数の実践共同体に所属する成員の事例について検証することで，多重所属のメリットについて考察していきたい．

また松本(2010)では，実践共同体とともにそれを補完する共同体(学習を主目的とする実践共同体ではない共同体)の存在とその影響についても考察してきた．Wenger et al. (2002) でも述べられているように，実践共同体は時間の経過とともに学習活動の頻度やレベルが低下するなどの変容段階(transformation)に至ることがあるが，松本(2010)ではそのリスク要因(親睦活動や年長者の支配)を隣接する他の補完的共同体にヘッジする

ことによって，実践共同体の活動を維持していることが示唆されていた．本研究でも実践共同体に影響を与える他の共同体の存在についても引き続き考察していく．

そして既存研究では暗黙の前提として，実践共同体同士はフラットな関係であり，複数の実践共同体に所属する成員は学ぶ立場としてはどこでも同じと考えられてきた．しかし一方の実践共同体では周辺メンバーとして学習し，他方では実践共同体をコーディネートするという，立場の違う所属の仕方も考えられる．実践共同体が「重層的な」関係にあり，成員がその積み重なった境界に位置するということもありうる．それは Likert (1961) における「連結ピン(linking pin)」のように両者を連結し，Wenger (1998) における境界の重なり(overlaps)実践に携わることになるであろう．学びをすぐに自身の実践共同体への指導に反映させるというケースは，組織と実践共同体の多重成員性同様，知識や技能の生成・適用のループを生み出すと考えられるのである．このような事例は Wenger et al. (2002) でもグローバルな分散型共同体として，ローカルなコーディネーターをつなぐ実践共同体が考えられているが，どちらかというとグローバルな実践共同体同士をつなぐネットワークという意味合いが強い．

以上のような問題意識から本研究は，実践共同体の重層的な多重所属がどのように行われ，その中で成員はどのような実践に携わり，そこからどのようなメリットを得るのかについて明らかにすることを研究の目的とする．

2. 方法

2.1. 調査対象

本研究では実践共同体の多重所属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．Yin(1994) は事例研究の方法論について，単一事例の事例研究では，理論化に際して，①その事例が決定的な事例であること，②極端かつユニークな事例であること，③対象が新事実であること，の 3 点が満たされることで，事例研究としての適切性が担保されるとしている．

本研究では株式会社日本公文教育研究会(以下「公文」)を調査対象に選定した．公文は公文式教室をフランチャイズ展開し，学習活動を支援する教育事業会社である(井上・真木，2010; 向山，2009)．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，そして公文において本研究の目的である「重層的な」実践共同体が形成されていることである．公文は指導者が共通の教材を用いて，公文式教室を経営して学習者を指導するが，指導者はそれぞれの教室で学習者と補助スタッフによる実践共同体を形成している．そしてそれと同時に指導者はその指導技能の向上のため，多くの実践共同体に参加しているのである．本研究における実践共同体は，Wenger et al. (2002) による定義，すなわち「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」であるが，その条件として Wenger et al. (2002) に基づき，①学習を主な目的とすること，②実践共同体を構成する 3 つの要素，すなわち「領域」「共同体」「実践」をもつこと，の 2 つとするが，指導者が運営する教室，および技能向上のため参加する実践共同体はいずれもこの定義に合致する．このことから公文は本研究の目的にかなう事例を構成できる調査対象であるといえる．

2.2. 調査方法

本研究で事例を構成するデータを収集するための調査方法は，インタビュー調査と観察調査の 2 つの方法を用いた．

2.2.1. インタビュー調査

対象者　公文において 10～30 年以上の指導キャリアを有する熟達した指導者 7 名である．人選は公文社員に調査趣旨を説明し，対象者を選定し

てもらった.

手続き　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．時間は 1 時間から 1 時間 30 分である．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．インタビュー調査には公文社員が同席し，インタビューでの不明な用語等について補足説明を受けた．また一部の教室では指導を行っているところを観察することができた.

2.2.2. 観察調査

公文の協力を得て，主催する 2 つのイベント・研修の様子を観察した．観察結果は Emerson, Fretz & Shaw (1995) の方法に従い，現場での発見と感想両方を対応させる形で観察メモとして記録していった.

(1) 指導者研究大会

まず「第 32 回日本公文指導者研究大会」(2010 年 12 月 5 日，東京ビッグサイト)は，全国の指導者が集まり，研究発表や各種分科会，全体会などが開催されるイベントである．観察には公文社員の帯同を得ることができ，不明な点について質問をしながら観察した．大会中研究発表を聴講するとともに，大会の様子について観察し，適宜メモをとっていった．配付資料は持ち帰り，メモと照合して記録を補正した.

(2) メンターゼミ

「近畿ゾーンメンターゼミ」(2011 年 6 月 8 日，日本公文本社ビル)は，近畿地方で指導している指導者の中でも，特に「メンター」として指導者の育成にあたる指導者を集めた研修イベントである．定期的な開催で，特に指導力に定評のある指導者と公文社員が中心となって運営しており，これ自体が実践共同体と呼べるものである．こちらも公文社員の帯同を得ることが出来，研修の様子を観察し，グループによるディスカッションでは，指導者のすぐ後ろで議論の様子を聞き取ることができた．観察結果はメモとして記録した．また配付資料について許可されたものを持ち帰り，メモと照合して記録を補正した.

2.2.3. 事例の構成

インタビュー調査と観察調査双方から得られた定性的データをもとに，問題意識に沿って特徴的なデータを抽出し，事例を構成した．以下ではその事例を検証する.

3. 結果

3.1. 公文の概要

公文はその主な事業として，全国 88 か所の事務局を拠点とし，16,800 の公文式教室(算数・数学，英語，国語)を全国でフランチャイズ展開している(2011 年 3 月時点)．教室では学習者は，個人別に課される課題に取り組み，指導者(先生)がその個人別学習活動を支援する．そして毎回宿題が課され，学習者は家庭に持ち帰って宿題に取り組み，次の教室にそれを持参することになっている．そして各教室は地域別に管轄する事務局が統括し，公文の社員が「地区担当」として教室の運営をサポートするという仕組みになっている.

公文の調査により明らかになったのは，指導者は自身の教室において実践共同体を形成し，学習を促進しながら教室を運営しているということである．そして指導者は同時に多様な実践共同体に所属し，指導技能を向上させながら，指導・教室運営の知識を獲得し，教育・教室経営の動機づけを得ている．そして公文の事業システム，すなわちヒト・モノ・カネ・情報という経営資源を，価値を生み出すよう一定の仕組みでシステム化したもの(加護野・井上，2004)は，実践共同体を形成し，実践により境界を越えて広がる仕組みを内包しているということである.

3.2. 公文における実践共同体

本節では，公文においてどのような実践共同体が形成されていたかについて説明する.

3.2.1. 教室という実践共同体

まず先述の通り公文式教室はそれ自体，実践共同体と呼ぶことができる．与えられる教材は個人別の進度に応じて課されるため，お互いに教え合うという機会はあまりみられない．しかし教室はたんに学力を培う場ではない．学習者はお互いの学習態度，あるいは先輩の態度を見て学び，刺激を受け，切磋琢磨することができる．同時に指導者から採点とコメントだけでなく，学習姿勢についてもアドバイスを受ける．教室だけでなく家庭での学習も求められるため，自律的な学習姿勢を形成することが重要であるからである．これらの指導･学びによって,高い基礎学力が身につくと，結果的に自律的な学習態度や人間的な成長も培うことができるという方針が，他の教育事業会社に対する差別化の要因ともなっている．そして指導者は，教室を個々人が刺激し合って学びあう実践共同体にする重要性を徐々に理解し，実践していくのである．

3.2.2. 指導者の参加するゼミ・自主研

指導者は個人事業主なので教室を自分の力で運営しなければならない．もちろん公文の地区担当を通じたサポートは受けられるが，指導や運営のノウハウを共有したいという気持ちは常にあるという．そこから指導者は「ゼミ」「自主研究活動(以下「自主研」)と呼ばれる実践共同体に参加することが，日常的に行われている．おもに指導技能の研究と共有を目的とする自主研と，指導技能共有の他に教室運営ノウハウなど幅広い目的ごとに形成されるゼミが存在する．ゼミは所属する事務局ごとに開催されるものもあれば，開設後数年のキャリアの短い指導者を集めて開催されるものもある．ゼミのコーディネーターは経験を積んだ熟達した指導者であり，地区別に指導者が複数で企画・運営することもある．

ゼミでは日々の教室運営の悩みや効果的な指導方法などについて，個々の指導者の事例を交えて活発な議論がおこなわれる．初めて会う指導者同士でも活発な議論ができる理由については，同じ指導者で話題が共有できることに加え，共通の公文式の教材を使っていることが大きいという．これはWenger (1998) における境界物象(boundary object)にあたるものであるといえる．教材への理解を深めることが指導者の熟達の重要なポイントであり，それが指導技能の共有においてより詳細な議論を可能にしているのである．

3.3.3. 指導者が運営の中心となるゼミ・自主研

指導者としてのキャリアを積み，指導に熟達してくると，今度は事務局の方からゼミのアドバイザーになってほしいという要請がある．指導者は自身の指導経験から，指導技能や教室運営について，参加した指導者に知識や技能の伝達をおこなう．これまでゼミや自主研に参加するだけだった指導者が，それらを運営する側の立場になることについて最初に感じる戸惑いはどの指導者からも聞かれたが，先輩の指導者から学んだことを伝えたり,指導技能を共有する意義を理解したりして,はじめは手探りでもアドバイザーとしての務めを果たしていこうという考えに至った指導者が多かった．また経営がうまくいかず指導者を辞めていく人を見て，その悲しみからゼミや自主研の意義を痛感したという指導者もいた．

このように特に熟達した指導者は，これまで通りゼミや自主研に参加しながら，同時に自分でゼミを運営する立場になることは珍しくない．今回のインタビュイーは全員，何らかのテーマでゼミを運営する立場の(あるいはこれから運営する)指導者であった．

3.3.4. メンターゼミ

公文は指導者になってキャリアの短い人たちをサポートする制度をいくつかもっているが，その一つが先輩の指導者が開設１年目の指導者のメンターとして相談に乗る「インストラクターアドバイザー」制度である. このメンター役の指導者や,ゼミの運営に携わる指導者を集めた,「メンターゼミ」というイベントが開催されていた．参加する

指導者は指導技能のみならず教室経営でも高い成果を上げている指導者が多かった．熟達者向けの実践共同体であるといえる．

メンターゼミでは長年指導者の技能と経営成果の向上に当たってきたベテラン指導者(本研究では指導者の中でも特に高度に熟達した指導者を指す)と事務局が中心となり，最近の活動の成否と取り組みについて，指導者の事例を発表してもらう場面や，それについてグループ討議をする場面などがあった．また作成した新しい指導ツールの説明がおこなわれ，メンターになる指導者が先んじて最新版のツールにふれ，その感想を聞くという場面もみられた．メンターの指導者を起点にして，指導者全体への普及を図ろうとしていた．そして参加した指導者の地区担当も同時に参加し，指導者の意見を聞きながら，理解を深めていた．

メンターゼミでは参加した指導者が，高い成果を上げるという目標に向けてどのような方策があるのかを熱心に話し合っていた．ベテラン指導者は高い成果を目指すことが教室の運営にもよい影響を与えるという事例を紹介し，具体的な数値目標をあげさせたり，そのための取り組みを評価したりしていた．またグループ討議では新しいツールの使い方について，率直な感想とともに，このツールが学習者の現状を目標に応じて細かく把握するという考え方の転換と定着を目指すものであるという意見を共有していた．指導面に重点を置いた教室運営という目線からの濃密な議論が展開されていた．

そしてベテラン指導者のアドバイスを直接聞くことができるということとともに，このメンターゼミに参加するということ自体が，指導者にとって大きな動機づけになっていることがうかがえた．参加者の中には，自身の地域ではこのような話は聞けない，この場に参加していること自体が大きな意義がある，と述べている指導者もいた．

3.3.5. 指導者研究大会

日本公文指導者研究大会(以下「指導者研究大会」)は年に１回，大きな会場に全国から指導者を集めて研究成果を発表する，最も規模の大きい実践共同体である．頻繁に学習活動が行われるということはないが，この年に１回開催される実践共同体は，指導者にとって大きな意味を持つ．

まず指導者研究大会では自主研やゼミで取り組んできた有効な指導方法について，指導者によって発表される．高い成果をあげたもので，審査を通過したものしか発表できないので，ここでの発表は指導者にとって，自身の取り組みが認められたという意義を持つ．ベテラン指導者の中には運営する自主研での最終目標をこの大会に据え，若手指導者に発表をさせることで能力の伸張と自信をもたせようとしている指導者もいた．

前述の通り指導者は教材の共通した知識をもっているので，どの発表でも理解することができる．観察した発表では，国語教材の指導方法と学習者の指導方法についての発表がおこなわれ，指導者は熱心にメモをとっていた．

他の会場では，キャリアの短い指導者を集め，その時期を超えた指導者が体験談を発表するという分科会があった．発表者は教室開設初期の具体的な問題や悩みを克服する方法を，実例を交えて説明していた．そのあとで近くに座っている指導者同士が交流する時間が設けられていた．新人指導者は先輩の体験談に熱心に耳を傾けていた．公文社員からの説明では，開設まもない新人指導者は，同期以外の指導者とネットワークを作る機会があまりないので，このような場を設ける意義は大きいとのことである．ここからゼミや自主研活動の存在を知り，参加していくことが多いという．

また全体会ではキャリアの長い指導者を表彰するとともに，会社の経営理念の浸透や経営目標の宣言などがおこなわれていた．そしてそのあとの懇親会でも，指導者同士のネットワーク作りがおこなわれるという．

このように公文の指導者は，自身の教室という実践共同体を運営しながら，同時に自主研・ゼミという実践共同体に参加し，指導技能や経営ノウハウを学習していく．そして熟達とともに自身で自主研やゼミを運営するようになる．また高い成

果を上げた指導者のためのメンターゼミや，指導者が一堂に会する全国大会といった実践共同体にも参加する．指導者はその目的，また自身の熟達の度合いによって多様な，そして重層的な実践共同体に重複参加していることが明らかになった．

3.4. その他の共同体

公文の指導者は他にも，学習を目的とした実践共同体とはいえないが，その参加や運営に大きな影響を持つ共同体にも関わりを持っている．以下では松本(2010)で述べたような，実践共同体に影響を与える補完的共同体についてみていく．

3.4.1. 事務局・地区担当の共同体

先述の通り公文の教室は地域ごとの事務局によって統括されている．その事務局，および教室を担当する地区担当の社員とは，深い関わりをもっている．事務局には教室で使用する教材や物品などがそろえられていて，指導者は教室運営上必要なツールを作成するため，また種々の相談事のために事務局を訪れる．

指導者にとって地区担当は，教室の運営について相談できる心強い味方ともいえる存在であるが，同時に指導者しかわからない悩みや問題を共有しづらいこともあるという．しかし教室の経営指標のデータを指導者とともにみながら議論したりするという取り組みによって，両者の協働関係は促進される．

3.4.2. 保護者の共同体

指導者にとって学習者の保護者は定期面談等で常に情報共有をしなくてはならない，重要な存在である．家庭学習の成否は学習者の学習成果に大きな影響を与えるからである．加えて最近は保護者同士の情報共有によって，指導に定評のある指導者の情報が迅速に共有されるようになった．保護者の評判はクチコミによって広まり，ひいては教室の経営に大きな影響を与えるのである．

指導者は基本的に年に 1〜2 回保護者と一対一の面談を実施するが，普段から学習者の誰と誰が友達であり，誰と誰が同じマンションに住んでいるか, などの関係を知ることは重要であるという．指導者は学習者同士の会話や，迎えにきた保護者の会話や目線に気を配ることで，それを推察しているという．いわば指導者の頭の中で仮想的な共同体のイメージを作り上げているのである．日々の指導にプラスになることもあるという．それは教室を個々人がばらばらに集まっている場ではなく，実践共同体にするという考え方に影響を与えている．

3.4.3. 地域の共同体

指導者は教室のある地域では「先生」と呼ばれ，特にベテラン指導者の中には地域の役員を務めるという形で，地域共同体の中でも一定の役割を果たすことがある．これも実践共同体ではないが，教室の地域性は公文にとって重要な要素であり，地域に埋め込まれた存在であるといえる．もちろんそれが教室の評判やクチコミに影響を与えることは容易に想像できる．

ベテランの指導者の中には，地域の問題や，学校で問題行動の多い児童や学習者についての相談を持ちかけられることが多いという指導者がいた．本来それは指導者の役割からははずれることもあるが，地域の問題に積極的に関与したり，問題のある児童や学習者を入会させ(そのように頼まれた場合), 指導により学力をつけながら更正させたりするという指導者もみられた．その指導者は公文の教室は地域の一部であるという強い信念を持って取り組んでいた．

このように教室という実践共同体を取り巻く形で存在する他の共同体は，直接的間接的に影響を与えるものである．しかし熟達した指導者はそれらの共同体の影響を把握し，逆にうまく利用することで, 教室の学びを促進させていた. 松本(2010)でみられた補完的な共同体の存在は，この事例でも確認できた．

3.5. 境界を越える実践

Wenger (1998) でも指摘されているように，実

践共同体の境界はその参加者の境界を越える実践者(broker)によって形成され，また変わっていく．公文における指導者の実践共同体でもそのような境界を越える実践がおこなわれていた．

3.5.1. ベテラン指導者の実践

指導力に定評のあるベテラン指導者は，自身が運営するゼミ以外にも，指導者向け研修会の講師として呼ばれることが多い．そこで自身の指導方法について語るほか，その指導方法の導入についてアドバイスを行ったりする．先述の指導者研究大会で観察した発表のように，ベテラン指導者の経験とアドバイスで若手メンバーの発表レベルを引き上げ，同時に発表の意義を伝えることで動機づけを行うこともある．ゼミや自主研の実践共同体の活動を促進し，よりレベルの高い実践を行う上で，ベテラン指導者の境界を越える実践は，大きな意味があるといえる．

3.5.2. 熟達した指導者の実践

指導者のメンターを務めるような熟達した指導者は，ベテラン指導者の領域にはまだ達していなくとも，地域で十分な成果を上げていることが多い．つまり自身の教室を運営しながら，メンターあるいはゼミを運営する立場として指導技能や経営ノウハウを指導し，なおかつメンターゼミなどの熟達した指導者向けのゼミでは，参加者としてベテラン指導者から学ぶという，重層的な実践共同体に重複して所属しているのである．この熟達した指導者も境界を越える実践に携わっている．まず指導者研究大会や自身の参加するゼミで知ったり学んだりした指導方法は，すぐに自身の教室で実践される．メンターゼミでは指導者研究大会で発表された指導方法の名称が議論の中で出現し，他の指導者も理解した上で効果について議論する様子が観察できた．これらの指導者は指導方法に意識が高く，新しい方法はすぐに持ち帰って実践するという．それは他の指導者の教室でも実践され，広がりを見せていると思われる．同時に自身でゼミを運営する指導者はそれをゼミや自主研で報告するであろう．この熟達した指導者による境界を越えた実践と知識の広がりのダイナミズムは，重層的な実践共同体にみられる特徴である．

また実践共同体の中でのベテラン指導者からの学びは，さらに境界を越える実践を促進する．熟達した指導者もベテランのように確固たる自信を持ってゼミを運営しているわけではない．むしろ自身の目指す目標であるベテラン指導者に少しでも近づくべく，日々研鑽を続けている．メンターゼミでベテラン指導者の前で事例を発表し，評価を受ける指導者たちは，その場で大きな動機づけを得るとともに，他の指導者もそれに負けまいという思いを強くする．知識や技能の伝達や共有とともに，集団力学の中で動機づけられる場である．そして熟達した指導者同士の出会いや議論によってお互いを理解し合い，ゼミや自主研への参加が促進され，自身のゼミの活性化につながるというよい循環がうまれているのである．

3.5.3. 公文社員の実践

その指導者たちの実践共同体による学習を事業システムの中で促進しているのが公文の社員である．社員は地区担当として指導者に日常的に接する存在であるとともに，指導技能の自律的な学習がうまく進むように助力を行っている．

特に新人の指導者にとって他の指導者と出会い，ゼミや自主研に参加する機会は少ない．まして教室運営に力を注いでいる指導者に，そのような情報を伝えるのは地区担当の役目である．ゼミへの参加を促したり，指導者同士を引き合わせたりする．地区担当の社員は 1 人で 30～40 人の指導者を担当しているため，このようなネットワーク作りが可能になる．また，指導者研究大会やゼミ・自主研での発表も助力することもある．このことで発表をしやすくし，幅広い実践に指導者が携わるのを補佐している．もちろん公文も組織として指導者が行う研究活動を物心両面で補助しているのはいうまでもない．

4. 考察

前節ではインタビューと観察調査から構築した公文の事例を紹介してきた．ここではそれについていくつかの考察を加えたい．

4.1. 実践共同体の重層的構造

公文の指導者は自身で教室という実践共同体を運営しながら，他方で自主研やゼミという実践共同体で指導技能や運営方法について学び，熟達とともに自身でゼミや自主研を運営するようになる．これは指導技能の熟達によって順序づけられた実践共同体の重層的構造であるといえる．この構造に特有なのは，指導者が熟達することでやがて別の実践共同体を構築するように仕向けられるメカニズムであろう．それが Lave & Wenger (1991) のいう正統的周辺参加における「十全的参加(full participation)」の先にあるというのが，この事例の特徴であるといえる．調査からそのいくつかの手がかりが得られている．1 つは公文側からの要請である．通常は所属する事務局から後進に話をしてくれという形で依頼されることが多い．しかしこれは決定打にはなりにくい．指導者はまだ自分の熟達について手応えを感じていないことが多く，「自分はゼミで人に教えるような人間ではない」と口にする指導者も多いのである．しかしこれにベテラン指導者からの依頼や奨励が加わる．自分の師匠ともいえる指導者に「もう大丈夫だから」と推薦を受け，またベテラン指導者の思いを広めたいという気持ちが，ゼミ指導や自主研の研究発表に踏み切らせる大きな要因となっている．しかしだからといってこれまで学習してきたゼミを離脱するということはあまりないようであり，このようにして重層的構造が形成される．

この重層的構造の枠組みを支えている一つの仕組みが，年に一度の指導者研究大会である．指導者が一堂に会するこのイベントでは，所属する地域やゼミの境界を越えた実践が可能になる．そこで知識の共有やネットワーク作りがおこなわれ，そのことが既存の実践共同体に活気を与える役割を果たしているのである．全国大会で発表したベテラン指導者が，事務局の境界を越えて遠くの地域まで講師に出向いているということがそれを証明している．

そして実践共同体の重層的構造を可能にするのが，共通知識である教材の知識と指導事例である．全員が共通に使用している教材と指導した学習者の事例が，面識のない指導者同士でもすぐに議論を始めることを可能にし，ひいては実践共同体とその重層的構造を確固たるものにしているといえる．

4.2. 実践共同体の多重所属の学習サイクル

次に公文の指導者の熟達について，Lave & Wenger（1991）の正統的周辺参加の枠組みをもとに考えてみると，ある重要な特徴が浮かび上がってくる．それは公文の指導者は，指導者同士の実践共同体では正統的周辺参加の枠組みに従って参加を深めていくことができるが，自身の指導する教室ではいきなり実践共同体のコアメンバー，あるいはコーディネーターとして運営しなくてはならないということである．これは大きな不安と負担を感じることである．正統的周辺参加の軌道とは逆に，経験が浅いことからくる「非正統性」を感じ(「私が先生など務まるのか」という感情を意味する)，いきなり実践共同体の「中心」に位置し，学習者や保護者を「参加させる」ことを求められるからである．そこから推測される問題は，十全的参加と技能獲得によって得られるはずの「アイデンティティの形成」の困難である．すなわち「公文の指導者」としてのアイデンティティは，自身の指導する教室への参加によっては形成しづらいと考えられる．指導者は学習者の教室への参加を深めるのが役割であるからである．

しかしこのような状況下でも公文の指導者は，多くの学習者を指導し，優秀な学習者を育てる経験を経ることで，実践共同体を構築するプロセスから，指導者としてのアイデンティティを形成していく．技能の形成，共同体への参加，成員のアイデンティティの形成が三位一体であり(Lave & Wenger, 1991)，お互いに影響を与え合うと考えれば(松本，2008a；2008b)，これは指導技能の向

上が実践共同体を構築し，アイデンティティの形成に寄与するというプロセスが考えられる．

それに加えてアイデンティティの形成に大きく役立つのがゼミであり，指導者研究大会である．そこでは正統的周辺参加本来の枠組みに従い，周辺から参加を深めていく中で，指導者としてのアイデンティティを形成することができる．同じ指導者同士で悩みを共有したり，問題解決をおこなったりすることの喜びは，われわれの想像以上に大きいものがある．重層的構造をうまく活用し，自身の実践共同体での主体的な努力の経験に加え，指導者同士の実践共同体で得た知識や技能を，教室という実践共同体で適用し，その事例や問題点をゼミや自主研で解決するという，多重成員性の学習サイクル(Wenger, et al. 2002) を生み出すことが，実践共同体の多重所属において大きな意義を持つといえる．

4.3. 実践共同体の重層的構造の利点

次に前項の議論をふまえて，公文における実践共同体の重層的構造にはどのような利点があるのかについて整理する．

まず指導技能や運営方法の学習と共有である．これは先述の通りであるが，指導者は重層的構造の中で多様な実践共同体への参加の機会を得，それを通じて技能や知識を獲得することができる．また前項で述べたとおり，それによって指導者とのアイデンティティを形成することもできるのである．

今回その熟達面での利点に加えて，注目したいのが指導者の動機づけについてである．Lave & Wenger（1991）では正統的周辺参加における動機づけについて，内発的報酬という概念は学習活動における動機づけに狭く焦点を当てたものであり，それよりも共同体の一部になること自体により深い意義があるとしている．調査前には指導者は学習者の成長する喜びや，子どもの笑顔などを動機づけの主要因として教室を運営していると推測していたが，調査においてもちろんそれは主要因であるものの，それだけではないという印象を受けた．それは指導の成果にすべてを起因させることにつながり，逆にうまくいかないときの精神的孤立を深めるおそれがある．Lave & Wenger (1991) の指摘のように共同体の一部になることが動機づけに大きな意味があるとすれば，やはりそれは指導者同士の実践共同体について参加を深めていくことによって得られると考えられるのである．自身の教室では動機づけの前提となる「所属」の意識を得るのは困難である．指導者はその教室という実践共同体にあらかじめ布置された学習資源の１つとされるからである．自身の教室を運営しながら，指導者同士の実践共同体に参加を深めていくことが，所属意識とアイデンティティの形成を促進し，多重所属の学習サイクルを駆動させる原動力と考えられる．だからこそ熟達した指導者は，後進のためにゼミを運営することを引き受けるのかもしれない．

5. おわりに

本研究では実践共同体の形成と多重所属による相互作用について，公文の事例をもとに考察してきた．指導者は多重所属というポジションをうまく活用し，一方で自身の実践共同体を運営しながら，他方で技能向上の実践共同体に参加を深めることで，正統的周辺参加の枠組みを駆動させ，学習を促進させるとともに，技能や知識の形成・適用の学習サイクルを好循環させていた．それは学習の動機づけにおいてもよい影響をもたらしていた．

今後は実践共同体の多重所属の意義についてより考察を深めたい．松本(2003)においては事前の短い研修の後すぐに実践の現場に「放り出す」ことが状況適応的な技能の獲得によい影響をもたらすことが示唆されていた．今回の事例は「放り出し」による学習を促進させるためのデザインについて考える端緒にすることもできると考えられるのである．

(本研究におきましては，インタビューにご協力いただいた日本公文教育研究会の指導者の先生方，

およびグループ広報室のみなさまには，多大なご協力をいただきました．記して感謝申し上げます．）

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] Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*, Cambridge: Cambridge University Press.

[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] 荒木淳子(2009)．企業で働く個人のキャリアの確立を促す実践共同体のあり方に関する質的研究．日本教育工学会論文誌. Vol.33, No.2, pp. 131-142.

[5] 山内祐平(2003)．学校と専門家を結ぶ実践共同体のエスノグラフィー．日本教育工学会論文誌．Vol.26, No.4, pp. 299-308.

[6] 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28回大会発表論文集.

[7] 田崎俊之(2009)．伏見酒造業における酒造技術者の実践コミュニティ．フォーラム現代社会学．Vol.8, pp. 105-119.

[8] Likert, R. (1961). *New pattern of management*. New York: McGraw-Hill. (三隅二不二訳［1964].『経営の行動科学』．東京：ダイヤモンド社．）

[9] 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．）

[10] 井上達彦・真木圭亮(2010)．サービスエンカウンタを支えるビジネスシステムー公文教育研究会の事例．早稲田大学『早稲田商学』．Vol.426, pp. 175-221.

[11] 趙命来・向山雅夫(2009)．KUMON．大石芳裕編『日本企業のグローバル・マーケティング』．東京：白桃書房．pp. 13-39.

[12] May, T. (2001). *Social research 3rd ed*. Buckingham: Open University Press. (中野正大監訳［2005].『社会調査の考え方ー論点と方法』．東京：世界思想社.

[13] Emerson, R. M, Fretz, R. I. & Shaw, L. L. (1995). *Writhing ethnographic fieldnotes*. Chicago: The University of Chicago Press. (佐藤郁哉，好井裕明，山田富秋訳［1999].『方法としてのフィールドノート』．東京：新曜社．）

[14] 加護野忠男・井上達彦(2004)．『事業システム戦略ー事業の仕組みと競争優位』．東京：有斐閣.

[15] 松本雄一(2008a)．キャリア理論における能力形成の関連性ー能力形成とキャリア理論との統合に向けての一考察(上)．関西学院大学商学研究会『商学論究』．Vol.56, No.1, pp. 71-103.

[16] 松本雄一(2008b)．キャリア理論における能力形成の関連性ー能力形成とキャリア理論との統合に向けての一考察(下)．関西学院大学商学研究会『商学論究』．Vol.56, No.2, pp. 65-116.

[17] 松本雄一(2003).『組織と技能』．東京：白桃書房.

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
Cues for defensive players in soccer to fill in the temporal and spatial gap to offensive players

関根 和生‡
Kazuki Sekine
‡日本学術振興会特別研究員PD / 国立情報学研究所
Japan Society for Promotion Science / National Institute of Informatics
sekine@nii.ac.jp

高梨 克也†
Katsuya Takanashi,
†科学技術振興機構さきがけ / 京都大学,
PRESO, Japan Science and Technology Agency,
takanasi@ar.media.kyoto-u.ac.jp,

Abstract
A task for defensive players in soccer is filling in the temporal and spatial gap to offensive players. This study examined what bodily cues defensive players make use of in order to start filling the gap. The result showed that defensive players used visual field, posture, center of gravity and distance to the ball of the offensive players as the cues for determining or changing their access points.

Keywords — Soccer, Defense, Temporal and spatial gap, Observability of bodily movement, Access Point, Access Cue

1. 理論的背景と本稿の狙い

1.1 社会的相互行為としてのサッカー

従来, サッカーを論じる解説書や研究の多くは, 個人技や技術向上などの運動学的観点かフォーメーションなどの戦術的観点を重視する分析がほとんどであった．しかし，高梨・関根[1][2]は，サッカーという競技の特徴を適切にとらえるためには, これらの 2 つの視点のいわば中間にある，「ある選手の身体が他の選手からどのように見えているか」という，社会的相互行為としての観点からの分析が必要であるとし，選手自身の身体的・認知的状態や相手選手との相対的な空間的関係などの観点から，攻撃側選手の分析を行った．本研究でも，こうした社会的相互行為の観点に立ち，今度はサッカーにおける守備を認知科学的に検討する．

1.2 サッカーにおける守備

サッカーにおいて，選手たちはどのように守備を行っているのだろうか．フォワードやディフェンダーなどのポジションに関係なく，ボールが敵チームに渡った瞬間に，ボールを渡してしまったチームは守備を開始しなくてはならない．その際に, 守備側の選手がやるべきことは, 原則的には, 攻撃側の選手にシュートを打たせない，ドリブルをさせない，パスを出させないようにし，ボールを奪うことである．とはいうものの，広いフィールド内で，そう簡単に攻撃側選手のプレーを阻止し，ボールを奪取することはできない．そこで守備側の選手が行っていることは，攻撃側の選手がプレーをするための空間やパス・シュートの軌跡を徐々に限定していくことである．

このことを達成するために守備側選手が行う基本的な活動は，攻撃側選手との間に時間的・空間的なズレをつくらないことである．“ズレ”(gap)は，“間合い”とか“隙間”などと言い換えることもできるが，どちらかといえば前者は時間的，後者は空間的な“間隔”を意味するために用いられることが多い．そこで本稿では時間と空間の両者を共に含意する“ズレ”という用語を用いる．時空間的ズレをつくらないためのポイントは，攻撃側選手に，自由にプレーをするための時間的余裕を与えないこと，もしくはボール保持者やボールの受け手となる選手の周りにプレー空間[1]を作らせないように接近することである．これらが達成されれば，つまり時空間的ズレが小さくなればなるほど（守備側選手のボールへの到達時間[1]がボール保持者のそれより短くなれば), ボールの奪取につながる．逆に攻撃側からすれば，守備側選手との間に時空間的ズレを作り続けることができれば（守備側選手がいない空間で素早くプレーをすれば）[2]，ミスが生じない限り，ボールは取られないということになる．

2. 分析枠組１：アクセスの選択

2.1 1本のパスの可能性に対するアクセス

攻撃側選手との間に時空間的ズレをつくらないため，もしくは，そうしたズレを最小限にするために，守備側選手がどのように守備を行うかという点について，本稿では,「アクセス（接近/接触）」という観点からの分析を提案する．

高梨・関根[2]では，「ボールが敵選手に触れられることなく目標地点に到達するという目標を達成するためには，ボール保持者は自分と目標地点との間の軌跡が敵選手によって干渉されないようにする必要がある」と指摘されているが，逆に，守備側選手から見たこの「干渉」の方法がここで言う「アクセス」である．

どこにアクセス（接近/接触）して守備を行うか，という点からは，①ボール保持者，②ボールの移動経路（パスやシュートの軌跡），③ボールの行き先（パスの受け手）という，大きく 3 つのアクセスポイントを考えることができる．さらに，これらの 3 つのアクセスポイントは，図 1 の A から F のように合計 6 つのアクセスポイントに下位区分できると想定される．当然のことながら，第一の大きなアクセスポイントは，ボール保持者（①）である．ボールの保持者に直接アタックして，ボールを奪取することができれば，すぐに攻撃に転じることができる．ボール保持者にアクセスする場合には，図 1 A のようにボール保持者にタックルをしたり，ぶつかったりして守備をするやり方と，B のようにボールへの直接的なアクセスが考えられる．次に，第二のアクセスポイントは，予測されるボールの移動経路（②）である．図 1 では C の部分にあたる．試合中は，フィールド内でのプレーの位置に関係なく，ボール保持者から味方選手へのパスコース（もしくはシュートコース）が絶えず作られようとしている（2.2 節）．そこで，守備側選手は，ボール保持者とボールの受け手となる者（もしくはゴール）との間に予測されるボールの移動経路を見つけ，その軌跡を塞いだり，実際にボールが移動する際にボールをカットしたりして，パスやシュートの可能性を狭めたりする．第三の大きなアクセスポイントはパスの受け手（③）で，受け手の前の空間でボールを奪ったりプレー空間に制約を与えたり（図 1 D），パスの受け手自身に身体的接触を行ったりする（E）．また，受け手の背後や受け手が走りこんでくる空間（F）がアクセスポイントとなることもあり，背後からプレッシャーを与えたり，利用可能な空間の幅を狭めたりする．この図では，パスの行先に受け手があらかじめ立っているようにみえるが，試合では，誰もいない空間にボールが出される場合も多い．守備側選手は，パスの受け手が利用しそうな空間をあらかじめ埋めるという活動を行っている．

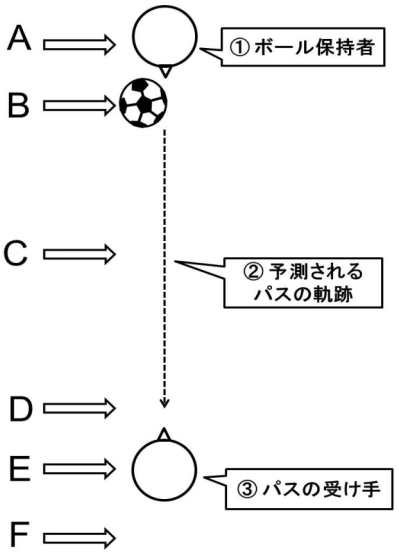


図１　守備側選手のアクセスポイント

このように，1 本のパスの可能性に対して複数のアクセスポイントを想定することで，サッカーにおける個々の守備側選手の判断や活動を体系的に記述することができる[1]．どのような形であれ，ボール保持者のパスが成功すれば，パスの受け手が今度はボールの保持者となる（[1]の「ボール保持単位」）．これに対して，守備側選手は，再びボール保持者やそのパスやシュートの軌跡を防ぎに行く．サッカーは，こうしたサイクルが絶えず繰り返されているスポーツだといえよう．

[1] 図 1 は俯瞰図であるため，地面に対して水平に移動するボールの軌道が想起されやすいかもしれないが，試合中には，空中にボールが上がり，選手同士がジャンプしながら競り合うことも多々ある．そのような場合でも，守備側選手の競り方（アクセスの仕方）は，D から F までのいずれかに分類することができる（第 4 節事例 2 参照）．

2.2 複数のパスコースからの選択

図１では１本のパスコースに対してのアクセスポイントを示したが，実際には，複数のパスやシュートの軌跡の可能性が同時に生みだされている場合が多い．そこで守備側選手は，ボール保持者から作られる複数のボールの軌跡を予測し，次の二つの要因を考慮し，それぞれのパスの軌跡に適切な（時空間的ズレを効率よく解消できる）アクセスポイントを選択していかなくてはならない．(1)あるパスやシュートの軌跡が，フィールド上のどの位置で生じる（と予測される）か．(2)ボール保持者とパスの受け手になる選手間の距離，自分以外の守備側選手の位置や距離．

(1)や(2)からも分かるように，守備側選手は，アクセスポイントの決定や時空間的ズレの解消を，個人レベルだけでなく，チーム（組織）のレベルでも調整している．まず，個人レベルで考えれば，最も直接的なのはボールを奪いに行く運動であり，A や B にアクセスを行うことになる．しかし，サッカーの本質は「人間の身体に現れた個人の志向状態が他者にとって観察可能になる」点にある[1]という観点からは，ある一人の守備側選手の動きが周りの選手に可視化され，他の守備選手のアクセスポイント変更のきっかけとなっているという，「他者の認知の利用」[3]としての側面が重要である．これがいわばチームレベルでの守備であり，敵のプレー空間を少なくするための仲間同士での連動した運動を生み出していく．図１の C や D，F のポイントにアクセスをすることで，攻撃選手のプレーの可能性を減らしていくのである．一般的に，チームレベルで緩やかに敵とボールを特定のスペースに追い込み，敵のミスが生じたり，時空間的ズレがなくなった時点で個人レベルでボールを奪う，という戦略が多く見られる．守備の成功（ボールの奪取）は，守備側の個々の選手が上記の二つのレベルでの守備をどのように両立させるか，ということによって決まるのである[2]．

[2] もちろん，後述の事例 4 のように，個人内においても，周囲の状況の変化に応じて，C，D，F から A，B，D へと局所的にアクセスポイントを変化させて，ボールを奪いに行くこともある．

3. 分析枠組２：アクセス選択のリソース

あるサッカーの解説本[4]では，間合いを詰める技術（本稿の用語でいえば，ズレを解消する技術）として，以下の 3 点が挙げられている．

①体をぐっと入れて，パワーで奪う
②相手のトラップの癖を観察し，ボールが体から離れた瞬間を狙う
③スライディングで奪う

個人の技能向上に主眼を置いた場合には，こうした記述も役に立つだろう．しかし，こうした見方に対して，社会的相互行為としてサッカーを捉える場合に重要なのは，時空間的ズレを埋める際の“技能”ではなく，そのための“手がかり”である．つまり，他者から観察可能な何を手がかりとして，上記のような技能を含めた時空間的ズレを解消するための動きが発動されているのか，ということが重要となる．以下では，そうした手がかりのことを“アクセス・キュー”と呼ぶ．こうした「技能」はアクセス・キューに基づいて各守備選手がそれぞれのアクセスポイント（第 2 節）を選択した結果として，一番最後に（のみ）顕在化する問題である．

FC バルセロナの下部組織で 14 年間指導したジョアン・ビラはインタビューの中で次のように発言している[3]．

> サッカーで大切な 3 つの要素があります．ペルセプシオン（状況把握），デシジョン（決定），ヘクシオン（実行）です．まずはピッチの中で状況を把握して，どこへパスを出すかなどのプレーを決定し，実行（＝キック）します．プレーをする上で大切な３要素のうち，多くの指導者は実行の練習ばかりしていて，実行をするために大切な状況把握，決定の練習をあまり行っていないように感じます．その結果，選手は正しい状況把握，決定ができず，間違ったプレーを選択してしまうのです．シャビやイニエスタのようないい選手は，どんな状況でもベストのプレーを選択することができます．なぜなら小さいころから，状況把握や決定のトレーニングをしてきたからです．わたしは状況把握，決定といった個人戦術を高めていくことこそが，いい選手になる秘訣だと思っています．

[3] http://sportsnavi.yahoo.co.jp

これはまずはボール保持者についての指摘であるといえるが，「実行」に先行する「状況判断」や「決定」といった認知活動の重要性という意味では，この指摘は本稿が焦点としている守備の際の「アクセス・キュー」の発見と利用という観点にも通じるものであるといえる．

先行研究では，攻撃側選手が時空間的なズレ（安全な「プレー空間」）を生み出すために，どのような身体運動を行っているのかが明らかにされている[1][2]．そこでの議論を守備側に反転させて考えれば，守備側の選手は，攻撃側選手の身体的徴候，攻撃側と味方守備側選手の位置や距離関係をモニターおよび予測することで，時間的ズレを最小化していることが考えられる．具体的には，主に以下の 4 点のうちいずれか，もしくは複数のアクセス・キューを利用して，時空間的ズレを埋める活動が開始されていると考えられる．

1）**視野**：攻撃側選手が，視線をボールにむけている，もしくは守備側の選手が視野に入っていない状態．
2）**重心**：攻撃側選手が，片方または両方の足を地面に着地した直後．逆接的なステップ[2]の際の着地ほど重心がかかるため，次のプレーのために足を上げる時間が遅くなる．
3）**姿勢**：攻撃側選手が，ある方向へ姿勢を変えた瞬間．この選手自身の移動やボールの軌跡が限定化される瞬間．
4）**ボールタッチ**：攻撃側選手（ボール保持者もしくはパスの受け手）とボールとの距離が離れた時．この選手のボールへの到達時間[1]が関与する守備側選手からの到達時間に対して相対的に長くなる瞬間．

本研究では，こうしたアクセス・キューが，実際の試合でどのように利用されているかを分析する．これらの動作によって，その直前の時点と比較して，ボール保持者からボールへの時空間的距離が相対的に広がるか，逆にボール操作方法の可能性が相対的に限定されることになるため[4]，これらの動作は守備側の各選手が自身のアクセスポイントを選択し実行に移すための手がかりとして利用できる．以下では，守備側選手が時空間的ズレを埋めることができた事例を取り上げ，守備側選手からみた攻撃側選手の身体的・認知的状態についての観察可能性や攻撃側選手との相対的な時空間的関係などの観点から分析を行う．

4. 分析

4.1 データ

J1 リーグ戦 G 大阪（以下 G）vs 清水（以下 S）（2010 年 4 月 17 日）を用いた．分析の対象となる事例の選別に関しては，1）攻撃側選手の観察可能な振る舞い（守備側にとって利用可能な「アクセス・キュー」）と，2）守備側選手の移動の軌跡やスピードの顕著な変化[5]，という 2 つの条件がみられた事例を分析の対象として取り上げた．

4.2 各アクセス・キューの分析

以下，アクセス・キューごとに 4 つの事例について記述する．本文中の①や②などはプレーの生起順を表しており，図中の各矢印に付した番号と対応する．AC はアクセスポイントの略である．

・事例 1：視野（図 2）

前半 35:35 フィールドのほぼ中央にいる S 本田が，右サイドを駆け上がる S 辻尾へサイドチェンジのパスを出す（③）．S 本田のキックの直前から S 辻尾はダッシュを開始するが（①），G 安田は，S 本田が視線をボールに向け，キックのモーションに入った瞬間に，自分のマークを捨てて，S 辻尾への接近を開始（AC=E）（②）．

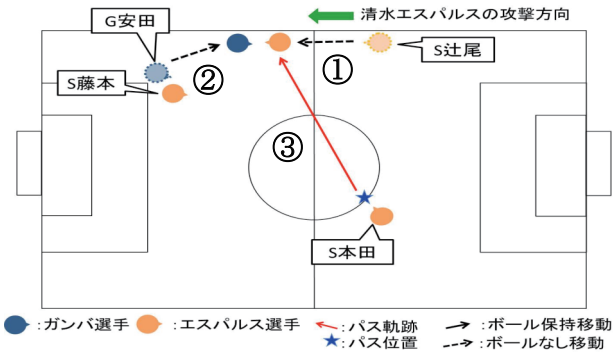


図 2　視野を手がかりとした G 安田の動き

[4] さらに抽象的に言えば，「ボール操作における実時空間内での自由度が瞬間的に低下する」ともいえる．

[5] 高梨・関根[2]では，攻撃側選手の動きに見られるタッチやステップの「逆接」性が「他の選手にとって」どのように利用可能かという点が焦点だったのに対して，本稿では，分析者がデータ発見のための手がかりとして，こうした逆接性が利用されている．

・事例２：重心（図 3）

前半 30:58　スローイン（①）から G 二川が S 太田に背を向けて（safety なプレー空間[2]），トラップするが浮き玉になってしまう（②）．浮いている間はボールタッチできないとみた S 太田が急接近してボールカット（AC＝D と E）（③）．

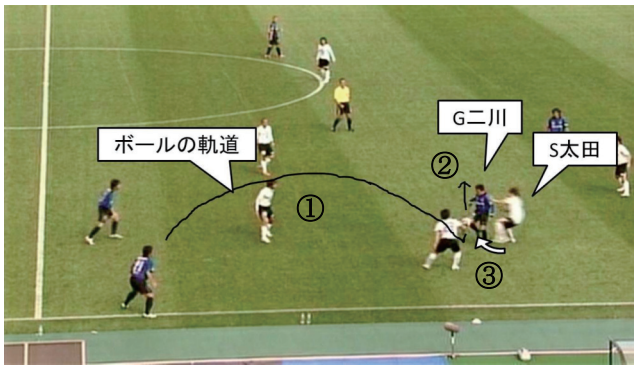


図３　重心を手がかりとした S 太田の守備活動

・事例３：ボールタッチ（図 4）

前半 44:16　S 本田がバックからパスを受ける際に背後から G 宇佐美がゆっくりと接近．前を向いた S 本田が前方に動かした最初の再配置[1]（①）が大きくなるのを見るや，G 宇佐美はスピードを上げ，ボールに接近（AC＝B）（②）[6]．

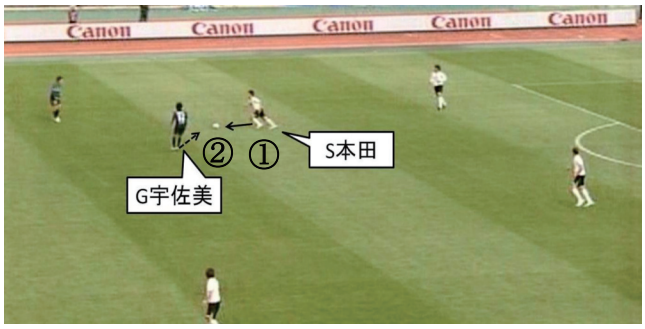


図４　ボールタッチを手がかりとした G 宇佐美の守備の動き

4.3 複数のアクセス・キューの連続的使用

ここでは，全てのアクセス・キューが一連の流れの中で利用された，次の事例４を取り上げ，どのようにして時間的ズレの解消が行われたのかを表１，図５，６とともにみていくことにする．

・事例４：視野，重心，姿勢

前半 10:22　S 本田が自陣に下がりながら，攻撃側に利用されそうな空のスペースを埋めていく．自陣への復帰，ボールへの接近，可能なパスコースを塞ぐことなど，複数の要因を考慮するため，軌跡が複雑に変化しつづけ，最終的にボールの奪取につながる（図５，６）．

ここで焦点を当てるのは，エスパルスのディフェンシブハーフ，本田の動きである．本田の主な役割は，攻撃側に有利となる（「プライオリティ」の高い[2]）スペースを埋めつつ，攻撃側選手がそのスペースに侵入をしてきたらそれを阻止することである．本田が，このことをどのように達成しているのか，またその際に，どのようなアクセス・キューを利用しているのかを表１にまとめた．表１の左列の番号は，図６における各場面の番号と対応している．中列には S 本田以外の選手の動きが，右列には本田の守備活動が記述されている．右列の太字は，当該の場面で利用された主なアクセス・キューである．

表１と図５，６から明らかなように，本田は，自陣に下がりながら空いているスペースを埋めつつ，同時にボール保持者に接近を行う．この二つを達成しながら，攻撃側選手間のパスコースを見つけ，結果として，ボールを奪取する．こうした一連の動きは，決してランダムに行われているわけではない．本田の移動軌跡は複雑に変化しつづけているが，その変化が顕在化する逆接的なステップ[2]は攻撃側選手の身体的変化への反応としてのタイミングで生じており，両者は個人間での行動連鎖[1]を形成している．これは，守備側選手が，攻撃側選手のアクセス・キューを利用しながら時空間的ズレを解消し，ボールの奪取を行っていることを示している．

5. 考察

本研究では，社会的相互行為の観点から，サッカーにおける守備活動を検討した．守備側の選手は，攻撃側選手の身体的徴候や攻撃側と味方の選手の位置・距離関係をモニターおよび予測することで，時空間的ズレを最小限にしていると考えられ，分析の結果，攻撃の選手の「視野」や「重心」，「姿勢」，「ボールタッチ」を手がかりとしていることがわかった．これらの「アクセス・キュー」は，その直前の時点と比較して，ボール保持者か

[6] この事例は高梨・関根[1]の事例中の T3（再配置）のやや大きなボールタッチの直後に敵選手 OpB が一瞬ボールに接近した場面と類似している．

表１　本田の守備活動とアクセス・キューとの関係

	他の選手の動き	S 本田の動き
①	G 高木がボールをドリブルしながら，S 陣営に侵入	ディフェンスライン（DL）をみながら自陣に下がる（AC＝F）
②	S 兵働が接近をすると，高木は前方の G 安田にパスをする．安田には，S 辻尾がマークにつく（AC=B，C）	DL の前の空間を目視しながら埋めていく（AC＝C）．つまり，ボール保持者のドリブル空間を消すと同時に，ボール保持者とフォワード選手との間に想定されるパスコースを消す
③	G 高木は速度を上げながら，G 安田の前方スペースめがけて走る．S 兵働は，高木と併走する（AC=F）	DL 前の空間を埋めながら（AC＝C），G 高木と S 兵働と併走
④	G 高木が G 安田に接近する．安田は S 高木に体を定位させている	走る方向を，DL の方向から，G 高木の方向へと変更し，S 兵働の背後の空間をカバーしにいく（AC＝C）
⑤	G 高木と S 兵働が，G 安田の前を通り過ぎると，安田は，フィールド中央に身体を向けなおし，ボールを前方に突く	G 安田が「**姿勢**」を変化させた週間に，G 高木の方向から，安田の方向へと移動経路を変化させる（AC＝B）
⑥	G 安田は，右足を大きく振り上げる	G 安田に速度を上げて接近する（AC＝B）
⑦	G 安田はボールを蹴らずに（フェイント），右足を地面に着地させ，身体は味方フォワード選手のほうを向く	G 安田の「**重心**」が地面に置かれ，「**姿勢**」が変化した直後に，走る軌道を変え，安田と G フォワード大塚との間のパスコースめがけて走る（AC＝C）
⑧	G 安田は，G 大塚に向けてボールを蹴るため，視線を下に落とす	G 安田がキックモーションに入り，「**視野**」に S 本田が入らない角度になると，パスコースの直前で立ち止まる（AC＝C）
⑨	G 安田のパスは，S 辻尾の股下を抜け，G 大塚に向かうが，角度と速度の精度を欠く	パス速度が遅く，ボールと G 大塚との間に「**距離**」があることがわかるやいなや，ボールに接近し，ボールを直接カットする（AC＝C）
⑩		足を伸ばしてパスをカット．バランスを崩すも，味方ディフェンダーが，ボールを蹴り出す

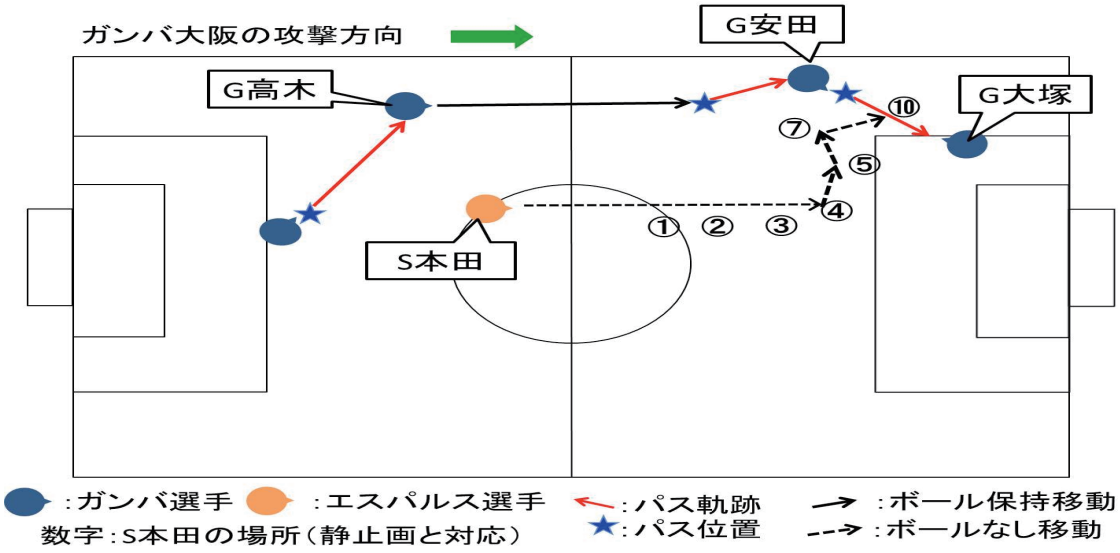
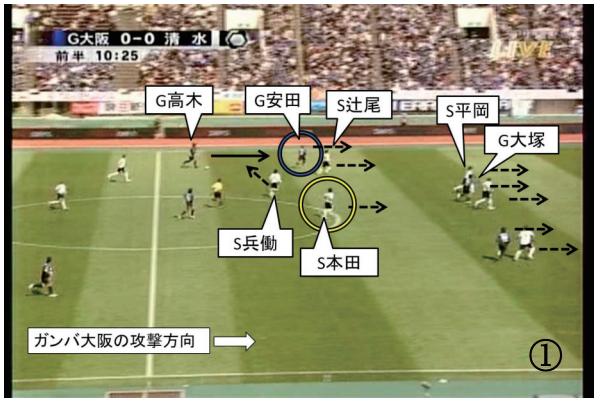


図５　S 本田のフィールド上でのボールカットまでの動き



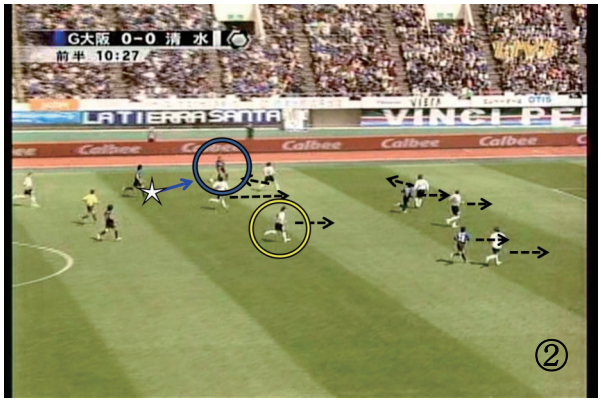




図６　Ｓ本田のボールカットまでのアクセスポイントの変化

らボールへの時空間的距離が相対的に広がるか，逆にボール操作方法の選択肢が相対的に限定される動作の最初の部分に生じる．つまり，攻撃側選手が身体上の制約でそれをやらなければならない（あるいは，できない）瞬間に生じるものである．守備側選手は攻撃側選手のこうした動作を手がかりとして利用し，「アクセスポイント」を選択して時空間的ズレを埋める運動を開始していることが明らかになった．

日常の会話において，話し手のターンが 1 語ごとに進行するのに応じて変化する「投射 projection」（発話の統語的形状や完了可能点，行為タイプについての予測）[5][6]に対して聞き手が指向しているのと同様に，サッカーでも，ボール保持者以外の選手は，ボール保持者の保持区間における一つ一つのタッチごと，ステップごとに生み出される投射に指向して，各自の次の行為を決めている[1][2]．守備側選手は，攻撃側選手が生み出す投射に気付かなかったり，その対応に少しでも遅れてしまうと，結果として相手に時空間的な余裕を与えることになってしまう．「攻撃選手が身体上の制約でそれをやらなければならないこと」を見つけた瞬間に，適切なアクセスポイントへ守備活動を開始することが，時空間的ズレを効率的に解消し，ボールの奪取へとつながることが示唆される．サッカーにおいて本質的な点は，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可能になる，という点である[1][2]．本研究では，このことが，守備側の選手にもあてはまることが明らかになった．

だが，攻撃側と守備側との間には，非対称性も存在する．攻撃側の選手は，シュートに至るまでプレーの選択肢を増やすため，絶えずプレー空間をみつけ，パスを回し続けなければならない．つまり，攻撃側チーム内での行動連鎖はボール操作に関して「成功」したプレーの連鎖でなければならない．一方で，守備側の選手は，相手のミスを待ったり，あえてボールを回させるなど，必ずしもあるプレーをし続けなくてもよく，いずれかの時点でボールが奪えればよい．その意味で，最も直接的なボール奪取行為はどこかで一度「成功」するだけでよい．こうした非対称性が存在するため，守備側選手のプレーの多くは，ボールや敵の動きに基づく行為可能性の徴候の発見という「探索」モード[7]と実際のボール奪取という「遂行」モードの 2 段階から構成されていることが多い．サッカーの用語で言えば，前者はプレッシャーを与える動き，後者はボールを奪いにいく動きとなるだろう．こうした二つのモードが，フィールド上のどのような場所で，あるいはどのようなアクセスポイントと連動して切り替わっているかは，引き続き検討されるべき課題である．

また，本研究では，守備側選手が攻撃側選手との時空間的ズレを解消するための活動開始の「アクセス・キュー」を整理することができた．しかし，ここで取り上げた事例は，パスへの守備対応であり，ドリブルに関しては言及をしてこなかったが，今後は，ドリブルや空中戦，セットプレーに対する守備活動も含めて議論をしていかなければならない．

謝辞

本研究の一部は，JST 戦略的創造研究推進事業さきがけ「多人数インタラクション理解のための会話分析手法の開発」，科学研究費基盤研究(C)「日本語と日本手話の「発話」に含まれる統合的関係と連鎖的関係のマルチモーダル分析」の一環として行われた．

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: 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ー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』588-595.

[3] 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

[4] 木崎伸也，(2010) サッカーの見方は 1 日で変えられる，東洋経済新報社.

[5] 串田秀也，(2006) 相互行為秩序と会話分析 ― 「話し手」と「共ー成員性」をめぐる参加の組織化，世界思想社

[6] Sacks, H., Schegloff, E. A. & Jefferson, G., (1974) “A simplest systematics for organization of turn-taking for conversation”, Language, Vol. 50, No. 4, pp. 696-735.

[7]Reed, E. S. (1996). Encountering the World: Toward an Ecological Psychology. Oxford University Press.（細田直哉（訳）『アフォーダンスの心理学ー生態心理学への道』新曜社，2000）

各児童の学習プロセス外化共有による協調的授業分析の取り組み
—小学校６年生算数のジグソー授業を題材にして—

益川 弘如
Hiroyuki Masukawa

静岡大学
Shizuoka University
ehmasuk@ipc.shizuoka.ac.jp

1. はじめに

校内研修の授業研究において、授業観察者が授業に参加している子どもたち全員の学習プロセスを分担記録し、事後研修時にそれらを持ち寄り、外化統合して、各学習者の知識構築過程を比較しながら話し合う活動を導入することで、子どもたちの「学習過程と理解状態」を論拠として話し合う「プロセス可視化型」研修を開発、静岡大学教職大学院の授業実習において、連携協力校先の校内研修にて大学院生と協力校教員が共同で実施、従来の事後研修との違いと効果を分析した。

結果、プロセス可視化型の導入により、学習者の学習プロセスの比較を論拠とした実効的な授業改善案や教材の修正案を抽出させることに成功した。しかし実施時間の制約により、各授業に共通するような効果的な知識構築活動一般についての議論や、この授業で何を教えるべきだったか等の高次の議論を引き起こすことまではできず、1回の研修デザインに留まらず、年複数回開催する中で総合的にデザインしていく必要性があるなど、課題も残った。

2. 背景と目的

校内研修における授業研究は、授業を実施する教員だけでなく、校内の教員全員が授業改善力を高めていく上で欠かせない活動である。日本における授業研究の取り組みは、海外ではレッスンスタディと呼ばれ（ルイス 2008)、そこでは、教師が相互に学び合い、生徒やカリキュラムから学ぶ文化を創り出していることが大きな特徴だと紹介している。例えば、困難校に対して、事後研修で子どもの姿を中心に語り合うことで、授業を核に学校改善を進める「学びの共同体」（佐藤 2006）などの取り組みもある。その一方、日本の授業研究では「いかに教えるか」という教授法の洗練に留まってしまう可能性が高く、「何を教えたいのか」を吟味する機会を埋め込んでいく必要があると述べている（白水、三宅 2008)。

本研究で対象とした小学校での校内研修における授業研究は、まず授業を担当する同学年の教員同士で事前に授業案を検討する。そして当日、担当者が授業を実施し、放課後に教員が全員集まり、90分の事後研修を実施している。90分間と限られた事後研修の時間内で、研修テーマにそって授業を分析した上で、良かった点や改善点を議論し、個々の教員の授業実践に反映できるような知見を得る必要がある。

これまで、ワークショップ型研修(村川 2010)など、教員全員が話し合いに参加できるようにする工夫などは多く提案されているが、白水、三宅らが指摘したような教授法の洗練のための話し合いでなく、事後研修を通して、この授業で教えるべきことは何か、について深く吟味させるような機会を授業研究で提供していく必要があるだろう。

学習科学の研究分野では、デザイン研究アプローチを用いて、子どもたちの学習プロセスの長期で詳細な分析を通した学習理論の精緻化と、21世紀に必要な学力を身につけさせるための新しい学習環境デザインの開発を進めている(Sawyer,2006)。デザイン研究は扱う要因が複数あるため、分析データの拠り所は、学習プロセスデータである。テクノロジの進展により、学習者

のより詳細なプロセスデータが記録できるようになった。例えば Cobb らの研究では(2008)、学習プロセスの詳細な分析から、統計を学ぶ中で、教師の発話の仕方やワークシートの記載内容が概念構成に影響を及ぼしていたことを示している。また Shirouzu らの研究(2002)では、教室の子どもたち全員が「わかった」と最後で発言していたが、各自の学習プロセスの違いから、事後の理解の程度が異なっていたことを明らかにしている。

このような、学習者の相互作用を詳細に分析することで理解が深まったのかを分析する方法を事後研修に実行可能なレベルで適用すれば、学習者各々の理解深化の様子や学習者間の理解深化の違いといった視点から、学習活動、教材などの見直しに繋がる。また学習者の多様な姿を知ることができるため、それら活動の比較から、どの教科でも共通するような学習活動の支援のあり方や、どのような知識を学習者に獲得させるべきかといった教授内容に関する議論も期待できる。

そこで、授業中、授業に参加している全ての学習者の学習プロセスをできるだけ詳細に記録しておき、事後検討で、各学習者の理解過程を比較しながら可視化、共有することで、子どもたちの「学習過程と理解状態」を論拠として、狙っていた学習を引き起こすことができていたかを話し合う協調的授業分析方法を開発、実際に連携協力小学校の元で、院生らが進行役を進めて実践し、従来の校内研修の事後研修との活動の違いを分析した。

3. 実践の概要

2010 年度、富士市内の連携協力小学校の校内研修の機会に、院生 8 名前後と大学教員 2-3 名で終日訪問し、授業の観察と事後研修に計 4 回参加した。内 3 回は、授業の実践者は連携協力校の教員で、事後研修は、連携協力校の普段の形式に加わって参加する形だった。そして 4 回目の校内研修にて、授業を現職派遣の院生 A が連携協力校先で実施し、大学院側が提案した形式(國松ら, 2011)で実施した(表 1)。今回は、連携協力校が中心となって実施した 9 月の校内研修（以下、分析視点多様型）と、大学院側が中心となって実施した 12 月（以下、プロセス可視化型）を比較しながら考察していくこととする。

表 1 合同校内研修 2 タイプの取り組み

開催月	7 月, 9 月, 10 月	12 月
授業	連携協力校の教員が実施	大学院生が飛込み授業を実施
事後研修	連携協力校の従来スタイルで	大学院側が計画したスタイルを提案して実施

3-1. 研修テーマ

連携協力校の研修主題は「学び合う授業～仕掛けて待つ教師の在り方～」であった。子どもの思いにもとづいた授業を展開していくために、子どもたちの思いや願い、問いといった主体性を大事にし、個で課題を追求した後に、自分の意見を述べ合い、意見の違いを大切にしてかかわり合っていくような、学び合う授業を目指していた。

3-2. 授業研究対象となった授業

9 月の授業は、連携協力校側による、6 年生社会科「全国統一への動き」(全 8 回中最終回)だった。授業では、織田信長、豊臣秀吉、徳川家康の 3 人の人物を学んだ上で、誰につきたいかを考え立場を決めるために、途中班での話し合いも組み合わせつつ、教室全体で先生が中心となって話し合いを進める形式だった。研修テーマに即して、互いに意見を述べ合う場面で多様な意見を出させて、それらを元に個々が考えを見つめ直し、自分なりに考えたことをまとめることができることを目指していた。

一方、12 月の授業は、院生 A が、6 年生算数科「拡大図と縮図」(全 12 回中 1 回目)を実践した。研修テーマに即した形で実現させるために、ジグソー学習法という協調学習を取り入れたデザインにした（図 1)。授業では、「大きさが違うのに、同じ形に見えるのはどうしてか」といった課題を提示し、最初「直角 3 角形」「長方形」「台形」について追求するグループに分かれ、それぞれの図形のワークシートで課題に対する答えを作成した

（エキスパートグループ）。その後、3 つ別々の図形を担当したメンバーで 3 人一組になり、それぞれの結果を発表しあった後、3 つの図形について共通するポイントを話し合うことで課題に対する答えを考えた（ジグソーグループ）。そして最後は全体で結果を話し合い、共有する授業だった。

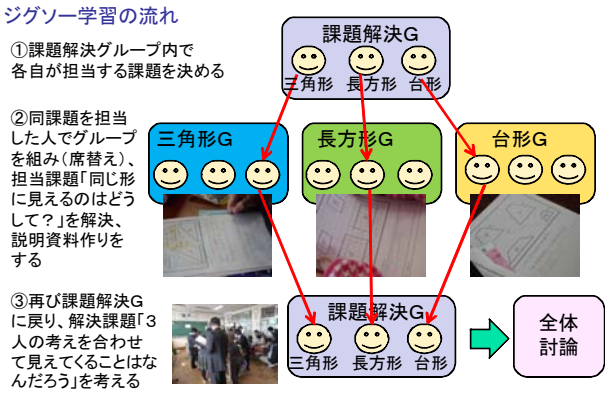


図 1　12 月のジグソー授業の流れ

3-2. 授業の観察方法

9 月の授業では、連携協力校の教員らは、授業記録代表者が教師と子どもたちの発話を記録し、他の教師は各々が興味を持つ子どもを観察していた。大学院生らも、教師と子どもたちの発話を分担して記録し、振り返りの材料とした。

12 月の授業では、連携協力校の教員らには、それぞれ記録する子どもの担当を割り当て、その子どもの発話と行動を全て記録するよう依頼した。一方、大学院生らは、各グループに張付いて、子どもたちの話し合いのやり取りを中心に記録した。これは、授業の途中でグループメンバーが交代するため、事後研修の際も、前半のエキスパートグループ、後半のジグソーグループで記録者のメンバーも組み替えて議論する必要があった。その際の司会進行を円滑に進めるためにこのように設定した。また、発話や行動を記録する際、あらかじめ表 2 にある「学習内容理解の段階」という基準を提示し、後にその段階基準を中心に議論することを明示した。

表 2 学習内容理解の段階表

段階	学習内容理解の段階
7	他の一般の図形にも，角の大きさと辺の長さの比を適用して考えようとする．
6	大きさが違う長方形，三角形，台形が同じ形に見えるのは，角の大きさと辺の長さの比が関係することに気付く．
5	対応する辺の長さと角の大きさの両者が関係することに気付く．
4	対応する角の大きさが等しいことに気付く．
3	対応する辺の長さが倍関係になっていることに気付く．
2	辺の長さ，もしくは，角の大きさを調べる．
1	同じ形に見える図形を特定する．

3-3. 事後研修

9 月の分析視点多様型研修と 12 月のプロセス可視化型研修を比較したのが表 3 である。

表 3　9 月と 12 月の研修の違い

分析視点多様型研修	プロセス可視化型研修
1.授業者が授業実施の感想や反省を述べる	1. 授業者が授業デザインの意図を説明する
2. 3 グループ（各グループ 6-7 人）に分かれ、研修テーマに基づいて授業について話し合う。話し合いの内容を記録者が模造紙にまとめながら記録していく	2-1. エキスパートグループの観察グループに分かれ（各グループ 4-5 人）、各学習者の活動を模造紙に可視化しながら(図 2)、理解状況について議論 2-2.ジグソーグループの観察グループに組み直し、2-1 と同じ活動を行う
3.グループ代表者が、模造紙に記録した話し合い結果を元に内容を報告する	3. 活動可視化グラフを並べ、比較し議論する
4.大学教員と校長が指導講評を行う	4.大学教員と校長が指導講評を行う

9 月の分析視点多様型研修では、授業者が授業実施の感想や反省を伝えた後、グループに分かれて、研修テーマに即した話し合いをした。話し合いの様子は、記録者が模造紙にまとめ、最後、グループの代表者が話し合い結果を報告した。最後に大学教員と校長による指導、講評を行った。

一方、12 月のプロセス可視化型研修では、授業者が授業デザインの意図を説明した。そしてはじめはエキスパートグループのメンバーを観察していた教員でグループを組み、手元の観察記録を元に、担当した子どもの学習の様子とそれが表 3 の

学習内容理解のどの段階にあるかを説明しながら、図 2 に示したようなグラフ化を試みた。グラフは横軸が授業の時間経過、縦軸が学習内容理解の段階である。グラフによる学習プロセスの可視化の際には、子どもたち相互作用の様子や、課題遂行の様子、教員の机間支援の効果等について話し合った。次に、ジグソーグループのメンバーを観察していた教員でグループを組み替え、同様の活動を行った。その後、各グループで可視化したグラフを黒板に張り、比較した上で特徴を話し合う予定であったが時間にゆとりがなくなったため、今回は著者が比較解説を行った。最後に、大学教員と校長が指導、講評を行った。

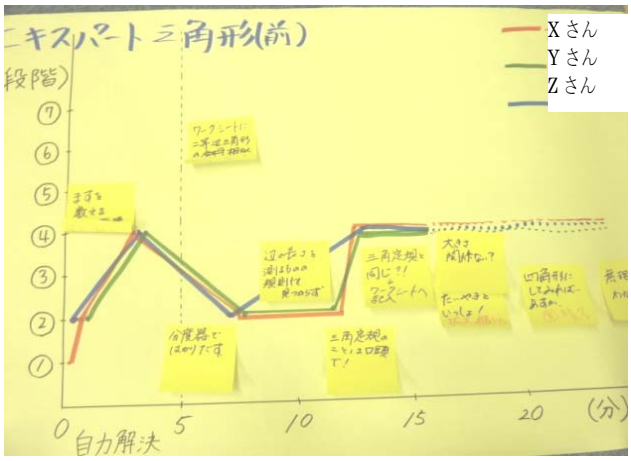


図 2 学習プロセス可視化のグラフ例

3-4. 実際の学習プロセス分析例

学習者 K の事例を紹介する。K は、授業の前半部分であるエキスパートグループでは、長方形グループだった。そのグループでは、対応する辺の比が等しいというところのみ気づいていた。しかし、K はその対応する辺の比について「わかんない」と何度もつぶやいていて、他のメンバーが辺の比について理解している段階 3 であったが、K は段階 2 の状態だった。

ジグソーグループでの学習場面になり、K は相互作用的に、台形担当者から辺の比(段階 3)の説明を受け、続けて三角形担当者から角度(段階 4)の説明を受けた。それらの意見を参考に、辺の比の納得に加え、担当している長方形についても角度が関係することに気づいた。そして、台形についても角度が関係するのではないかと仮説を立てて、グループ内で検証し合い、全ての図形において共通して段階 6 の理解に達することができた(図 3)。

この分析より、学習者 K は、長方形の図形のみでの話し合いからは納得のいく解を得ることができなかったが、3 種類の図形の特徴を組み合わせて見ることで、辺の比と角の大きさが全ての図形に共通した特徴である所まで理解を深めることができ、多様な図形の比較活動の効果があったことが分かる。学習者 C と D も、その検証場面に議論しながら参加したことで、学習者 K と同レベルの理解に至ることができていて、ここでもグループ活動の効果があったことが分かる。

このような分析活動を、プロセス可視化型研修では話し合いながら模造紙に書き込んでいった。

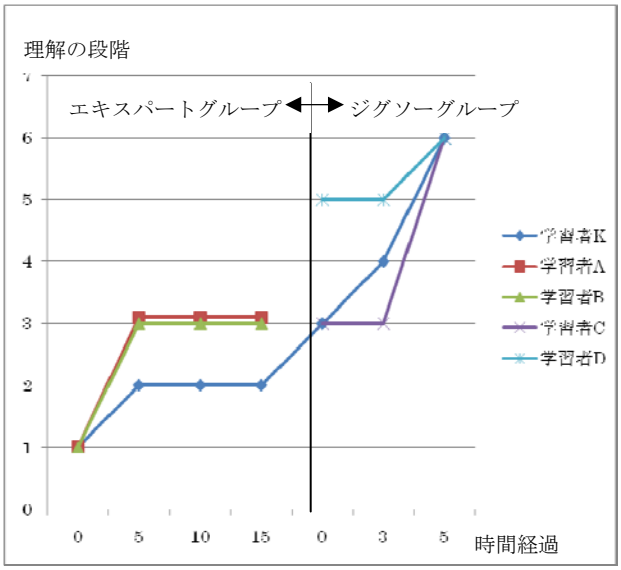


図 3　学習者 K の学習プロセス

4. 分析の観点

9 月の「分析視点多様型」の事後研修では、従来の研修方針を踏襲しており、各教員の授業観察・分析を通して得た考えを出しあって議論を進める。多様な視点が提案される利点がある一方、多様な視点が出てくるのみで、議論が深まらないことも多いだろう。一方、12 月の「プロセス可視化型」の事後研修では、各自記録した学習プロセスを拠り所に学習者の学習プロセスを比較するこ

とを通して授業を分析する。多様な視点が出てこない可能性が高いが、学習者の理解過程を論拠に、具体的な課題と改善策や、何を教えるべきだったかといった根本的な議論に繋がる可能性がある。

そこで、プロセス可視化型の事後研修を実施することで、以下の 2 点を分析する。

1．学習プロセスを中心とした対話的で相互作用的な議論が、分析視点多様型より増加したか

2．課題や改善の議論内容が、学習プロセスの事実に基づいて授業デザインや教材について話し合われたか。また、どの授業にも共通するような授業改善の知見や、この授業で教えるべき内容や知識に関してなど高次な議論に繋がったか

5. 話し合いの種類の分析

事後研修でのグループの話し合いの発話について、発言が次の人に変わるまでを 1 発話とカウントした。その結果、分析視点多様研修では 46 分で 83 回、プロセス可視化型は 50 分で 368 回と 5 倍近い数となった。プロセス可視化型の方が、相互作用的な議論を展開していたことが分かる。

次に、それら発話を表 3 の基準で分類し、各研修での発話比率を示したのが図 4 である。

表 4 発話分類表

分類名	
授業外の姿	授業以外での子どもの様子
全体的印象	特定の子どもを指定しない形での様子
個々の様子	授業中の子どもの学びに特化した様子
授業改善案	教師省察・教材解釈・改善案など

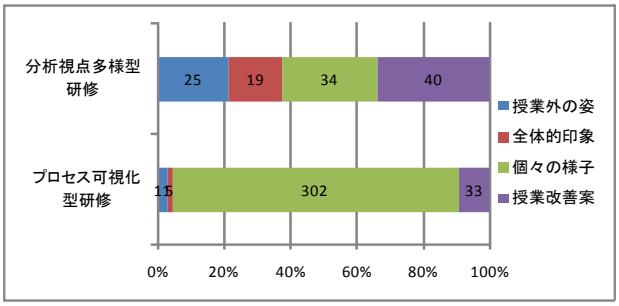


図 4　発話内容の各割合

結果、分析視点多様型では、子どもたちの授業外での様子や抽象的な全体的印象など、授業中の学習プロセスに直接関わらない発話が 4 割近くを占めていたが、プロセス可視化型研修では限定的で、個々の学習の様子について話し合っている割合が全体の 9 割弱を占めていた。また、発話の遷移を見てみると(図 5)、プロセス可視化型研修では、授業改善案などの議論が散発的ではなく、後半にまとめて出てきている様子が分かる。

6. 課題や改善に関する議論の質

授業改善に繋がる発話、ワークショップ型研修40件、プロセス可視化型研修33件に関して内容を考察していく。次に内容を詳しく見ていったところ、表5に示すような特徴の差が見えてきた。

分析視点多様型では、経験上の教材研究の知見など、各々の背景知識を基盤とした改善案であり、工夫に富んだ内容もあったが、各教員の教科の専門知識や教職経験の差によってその意見がグループ内で必ずしも共有できるものではなかった。それに対してプロセス可視化型では、各学習者の学習プロセスを論拠にしてワークシートのデザインや別の教材や授業目標などを議論していた。ここ

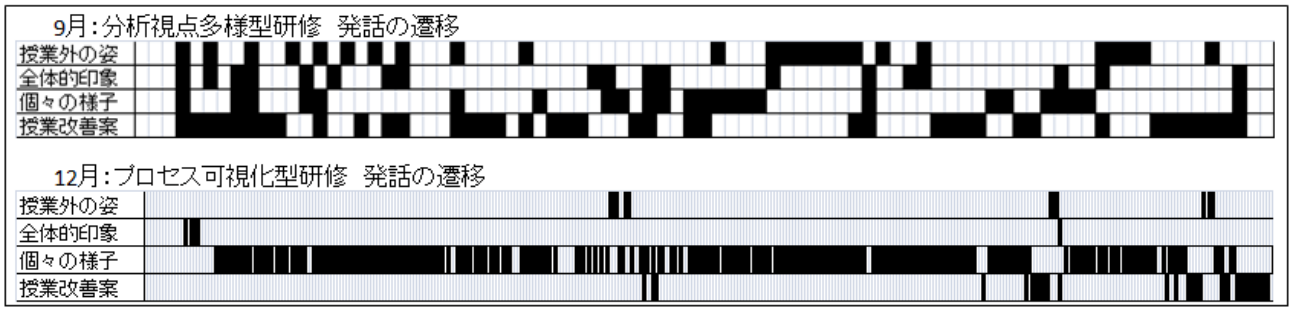


図 5 事後研修での発話遷移の違い

での改善案はワークショップ型に比べて具体的で、根拠の背景も共有活動で共有済みなので、話し合ったメンバー全員が納得のいく内容が出された。

表 5　授業改善案の特徴

	特徴
分析視点多様型	各々の教師経験に基づいた教材解釈や単元構成に関して
プロセス可視化型	子どもの学習プロセス結果に基づいた学習活動や授業目標などの改善案

しかし、両研修とも、授業共通の知見の抽出に関わるような発言や、この授業で何を教えるべきかといった高次の論点は出現しなかった。話し合いの流れを概観してみると、分析視点多様型では、司会者が参加者に意見を求める場面が多く、時間に余裕が見られたのに対し、プロセス可視化型では、各学習者の学習プロセスの書き出しや同定に時間を多く費やしてしまった結果、各学習者の学習プロセスと授業デザインを対比させながら、どのような学習活動がより良いかといった議論や、３つの図形を比較させることがそもそも良かったのか、といったレベルの議論をする余裕がなくなったのかもしれない。90 分以内でプロセス可視化型を導入するにあたり、大きな課題である。

7. 今後のデザイン改良に向けて

本実践研究を通して、事後研修において、各学習者の学習プロセスを比較しながら可視化し検討する「プロセス可視化型」は、議論を学習者の学習プロセスに集約させ、より学習者の理解に即した形での授業改善策やワークシート等教材の改良が提案された。しかし一方、学習プロセスを可視化し共有する過程に時間を費やすため、より抽象度の高い、効果的な学習活動についての議論や、学習者にどのような知識や技能を身につけさせるべきなのかといった議論までは進展しなかった。

今後は、90 分と限られた事後研修の時間を有効にしていくため、年複数回を統合的にデザインするなど改良し、より効果的な手法を検討していきたい。また、学習者の理解過程をより有効に記録外化共有できるような手法を、他の多くの学習科学研究事例も参考にしながら洗練させていく必要があると考えられる。

参考文献

[1] キャサリン・ルイス（2008） 授業研究―アメリカ合衆国における発展と挑戦．秋田喜代美，キャサリン・ルイス編著 授業の研究 教師の学習 レッスンスタディへのいざない．明石書店，東京

[2]佐藤学(2006) 学校の挑戦―学びの共同体を創る．小学館，東京

[3]白水始，三宅なほみ（2008） 学習科学から見たレッスンスタディ．秋田喜代美，キャサリン・ルイス編著 授業の研究 教師の学習 レッスンスタディへのいざない．明石書店，東京

[4]村川雅弘(2010) 「ワークショップ型校内研修」で学校が変わる学校を変える．教育開発研究所，東京

[5]SAWYER, R. K. (2006) The Cambridge Handbook of The Learning Sciences, Cambridge University Press.

[6]COBB, P. & GRAVEMEIJER, K.(2008) , Experimenting to Support and Understand Learning Processes, Handbook of Design Research Methods in Education: Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching. Routledge.

[7] SHIROUZU, H., MIYAKE, N., & MASUKAWA, H. (2002) Cognitively active externalization for Situated reflection, Cognitive Science, 26:469-501

[8] 國松弘子，植田誠人，遠藤育男，平松祐，安齋美香，杉浦綾子，杉原由佳梨，酒井宣幸，益川弘如（2011） 協力校と教職大学院の合同校内研修の取り組み．日本教育工学会研究報告集 11(1):31-36

繰り返しテストが高齢者の再生ドルードル課題に与える影響
The Effects of Repeated tests on Elder's Recall Tasks of Droodles

林　美都子
Mitsuko Hayashi

北海道教育大学函館校
Hokkaido University of Education HAKODATE
hmitsuko@hak.hokkyodai.ac.jp

Abstract

This study investigated hypermnesia of older adults using a labeled droodle recall task. Twelve older adults (mean age 67.75) participated in an experiment in which they took recall tests three times after having studied 30 pairs of labeled droodles. The results showed no hypermnesia in older adults. Errors of this study have investigated. Compared with both those of the similar experiments of younger adults (Hayashi & Une, 2004) and those of older adults using a labeled recognition droodle task experiment (Hayashi, 2007), possibility for hypermnesia in older adults is discussed.

Keywords — Hypermnesia, Elder's Memory, droodles

1. はじめに

テストとテストの間に復習や答えあわせなどの時間を設けずに、記憶テストを繰り返し行ったときに記憶成績が向上する現象のことを記憶高進(Hypermnesia)という(Erdelyi, 1996; 林・太田,2005; Payne, 1987)。以前のテストで思い出せなかった学習項目を思い出すテスト間回復現象(reminiscence)と、以前のテストでは思い出せた学習項目を思い出せなくなるテスト間忘却現象(forgetting)の 2 つの下位現象から成立しており、テスト間忘却現象の量をテスト間回復現象が上回ったときに記憶高進は生起する。

一般に記憶高進現象は大学生を中心とした若者を実験参加者として進められており、高齢者において本現象が生起するか否かは議論の分かれるところである。林・宇根(2004)はドルードル課題と呼ばれる絵画記憶課題を用いて、再認ならびに再生のテストを 3 回繰り返し、大学生で記憶高進が生起することを確認したが、林(2007)が同様の課題を用いて再認テストを 3 回繰り返したところ、高齢者ではテスト間回復現象の量が少なく、記憶高進は生起しなかった。おそらく、ドルードル課題という日常目にしない風変わりな学習項目を用いたために、テスト間回復現象の生起が阻害されたのではないかと推測される。

Widner, Otani, Smith(2000)は、一般的な単語や線画を用いた実験を行い、若者では記憶高進が生起するが高齢者では記憶高進は生起しないことを示した。高齢者の記憶高進が生起しなかった理由は、テスト間回復現象の量が少なかったからではなく、学習項目間の関連性を学ぶ能力が低下し、テスト間忘却現象の量が多かったからではないかと彼らは述べている。

林(2007)も Widner et al.(2000)も高齢者の記憶高進が生起しなかった点では同様の報告を行っているが、その理由に関しては異なっている。そこで本研究では、林・宇根(2004)で大学生において記憶高進の生起が確認されている再生ドルードル課題を用いて高齢者を対象に 3 回繰り返しテストを実施し、記憶高進が生起するか否かを確認し、さらに記憶高進が生起するもしくはしなかった原因について検討を行うこととする。

2. 方法

実験参加者：シルバーセンターに登録している高齢者 12 名(男性 5 名、女性 7 名)。平均年齢 67.75 歳(SD 2.77)であった。教育歴の平均は 12.67 年(SD 2.46)であった。

実験材料：西本・林(2000)よりドルードル課題 30 対。A4 用紙一枚にドルードル 1 対を印刷したものをまとめて学習用小冊子とした。ドルードルの提示順は実験参加者ごとに順番が異なるようにし

た。なお、提示したドルードルの下には、「強い風と」「飛ばされた看板」のようにドルードル絵に対する説明が印刷されていた。テスト用小冊子では、ドルードルの左対のみを A4 用紙一枚ずつに印刷し、右側の空白にドルードルの対応する右対を再生するよう 30 対分求めた。絵の説明は印刷されていなかった。テスト用小冊子におけるドルードルの左対の提示順は、小冊子ごとに異なるように配慮した。実験参加者 1 人につき、テスト用小冊子を 3 冊用意した。

手続き：実験は個別で行われた。まず学習用冊子を手渡し、こちらの合図にあわせて 15 秒ごとに 1 枚ずつめくるよう求めた。後でテストを行う旨も教示した。その後、3 分間、迷路課題を与え、テストを行った。その後、「さきほどみてもらった絵の左対のみが印刷されているので、対応する右対の絵を書き出してください」と伝え、同じく 15 秒ずつ合図をするので、思い出せても出せなくても、合図があったら次に進むよう指示した。テスト用冊子が 1 冊終了したら、間を空けずに 2 冊目のテストを開始した。さらに 3 冊目も同様に実施した。最後に想起方法などについて内観報告を求めた後、実験協力に関する謝礼を述べて実験を終了した。

3. 結果

採点方法：西本ら(西本ら, 1996;西本, 2000)の 5 点法による採点基準に従った。ただし、西本らの基準では異なるペアの右側対を再生するなど、正しいペアの絵以外を記入した場合は 0 点としてのみ扱われるが、本研究ではエラー得点として 1 点カウントした。さらにエラーの種類が、異なるペアの右側対を再生したのか、全く異なる絵を再生したのか、他の左側対を再生したのかを分類した。さらに、主観的な採点となることを避けるため、採点者は 2 名とし、うち 1 名には実験目的を伝えなかった。分析には、2 名の採点者の平均得点を用いた。

採点一致率：2 名の採点者間で、全く同一の得点つけている項目数を全項目数で単純に割った単純採点一致率は 78.3%であった。また、2 名の得点間におけるスピアマンの順位相関係数を求めたところ、ρ =.920 となり 1%水準で有意であった。したがって、本研究における採点は妥当であると考え、以下の分析を行った。

正答得点：図 1 の菱形の線には、テスト回数ごとに平均正答得点を示した。正答得点について回数の効果があるか、1 要因被験者内分散分析を用いて検討したところ、統計的に有意な差は得られなかった($F_{(2,22)}$<1, *ns*)。次に図 2 には、テスト間回復現象とテスト間忘却現象の平均項目数を示した。テスト間回復現象について検討するため、1-2 回目間のテスト間回復項目と 2-3 回目間のテスト間回復項目の項目数について分散分析を行ったところ、両者に統計的に有意な差はなかった($F_{(1,11)}$=2.99, *ns*)。テスト間忘却現象について検討するため、1-2 回目間のテスト間忘却項目と 2-3 回目間のテスト間忘却項目の項目数について分散分析を行ったところ、1-2 回目間の項目数が多かった($F_{(1,11)}$=5.59, p<.05)。

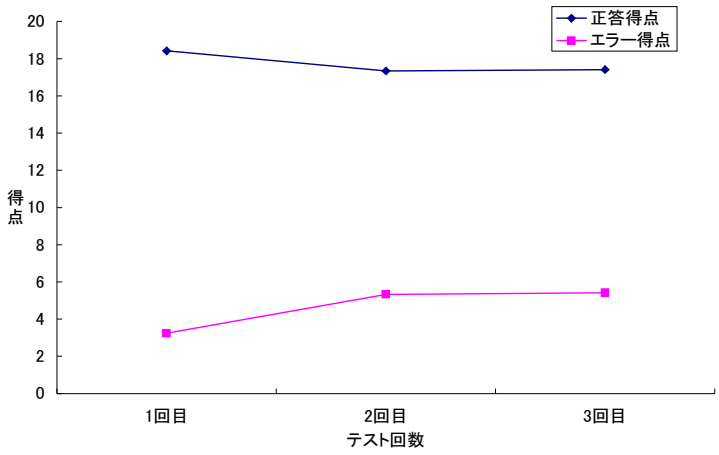


図 1. テスト回数ごとの平均正答得点と平均エラー得点

エラー得点：図 1 の正方形の線には、テスト回数ごとに平均エラー得点を示した。エラー得点について回数の効果があるか、1 要因被験者内分散分析を用いて検討したところ、統計的に有意な差があった($F_{(2,22)}$=8.43, p<.05)。LSD 法による下位検定の結果、1 回目より 2,3 回目のエラー数が多か

った(*Mse*=2.14, *p*<.05)。

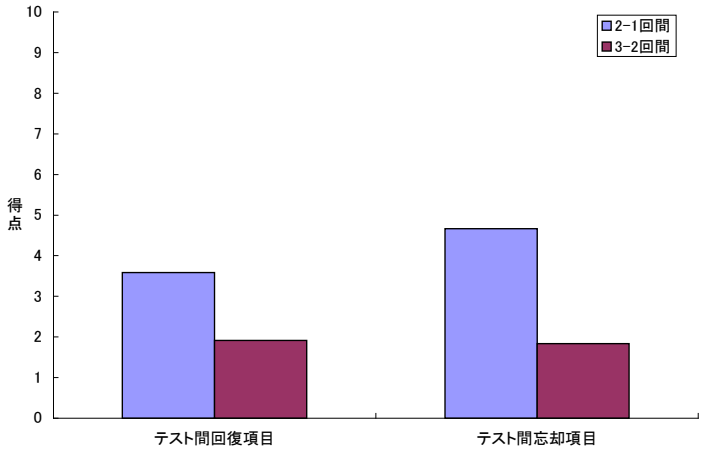


図 2. テストの前半と後半別の平均テスト間回復項目数と平均テスト間忘却項目数

図 3 には、テスト回数ごとに 1 回のテスト内におけるエラー数を 100%としたときに、どのような種類のエラーが生じているかの割合を示した。単純エラーとは、左対をヒントに再生されたドルードル絵が学習時に示されたいずれとも異なる場合のエラー、組合せエラーとは、異なる右対のドルードル絵を再生しているエラー、左対エラーとは右対を再生すべきであるのに左対のドルードルを描いてしまっているエラーのことであった。

$\chi 2$ 検定を行ったところ、図 3 に示されたデータの偏りは有意であった($\chi 2(4)=19.15$, $p<.01$)。残差分析の結果、2 回目のテストにおいて組合せエラーの数が多く、3 回目のテストにおいては左対エラーの数が 1,2 回目よりも多くなった。

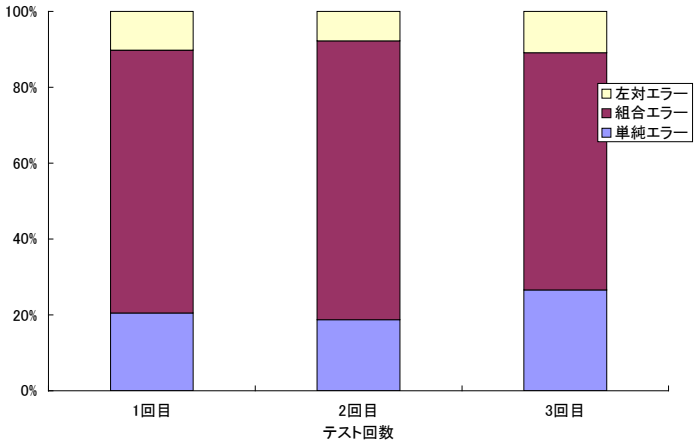


図 3. テスト回数ごとのエラー数を 100%としたときの各種エラーの割合

4. 考察

再生ドルードル課題を用いた本研究においても、高齢者における記憶高進の生起は確認されなかった。また生起しなかった理由として、本研究ではテストを繰り返してもテスト間回復現象の量には変化がなく、項目の新奇性によりテスト間回復が少ないとする林(2007)が支持されると同時に、項目間関係性の処理力の低下によりテスト間忘却が増えるとする Winder et al.(2000)も指示された。本研究では、テスト間忘却現象の量が増え、テスト前半のほうがテスト間忘却項目の数が多く、組合せエラーが多かった。

高齢者において項目間関係性の処理能力の低下が記憶高進の生起を阻害しているのだとすると、本研究で用いたドルードル課題は、学習項目がペアとなっており、通常の記憶課題より負荷が高かった可能性がある。ペアではないドルードル課題を用いて、今後検討してみる必要があろう。

引用文献

[1] Erdelyi, M.H. (1996) The recovery of unconscious memories: Hypermnesia and reminiscence. Chicago, University of Chicago Press.

[2] 林美都子 (2007) 再認ドルードル課題を用いた高齢者における記憶高進生起の検討 日米高齢者保健福祉学会誌, **2**, 349-357.

[3] 林美都子・宇根優子 (2004) ドルードル課題を用いた再認と再生における記憶高進 認知心理学研究,**1**, 13-24.

[4] 西本武彦 (2000) 命名と記憶 西本武彦・林静夫(編) 認知心理学ワークショップ 早稲田大学出版社 Pp.7-18.

[5] 西本武彦・高橋優 (1996) 記憶実験用の無意味絵(droodle)刺激 早稲田大学心理学年報, **29**, 63-90.

[6] Payne, D.G. (1987) Hypermnesia and reminiscence in recall: A historical and empirical review. Psychologicl Review, **101**, 5-27.

単語の意味の印象と文字表記形態の印象の一致度に関する調査
An investigation into the degree of the harmony between the images of the meaning of the word and the typography.

宮代こずゑ
Kozue Miyashiro
筑波大学
University of Tsukuba
kozuem@human.tsukuba.ac.jp

Abstract

This study is about the degree of the harmony between the impression of the meaning of the word and the typography. 154 words were selected out and shown by *hiragana*, the Japanese cursive syllabary and *kanji*, the Chinese character. And, each word were shown by three Japanese typography; '行書体', 'ポップ体', '古印体'. Then, the questionnaire that requests that evaluate the degree of the harmony between the impression of the meaning of the word and the typography was made and proceeded. The ANOVA was performed on the degree of the harmony and it revealed that there is significant difference between the typography in most of the words. These results suggest that typography has a particular image. We would be able to make the communication of information better with using the images of typography.

Keywords —typography , the meaning of the word, the degree of the harmony

【問題と目的】

本研究は、単語の意味の印象と文字表記形態の印象の一致度が潜在記憶に及ぼす影響を調査することを目的とした研究の予備調査として行われたものである。

Pope(1983)によれば、1890年頃のアメリカでは、「広告」と「告知」が同義であった時代が終わり、それまでの「お知らせ広告」から「説得する広告」への重大な転換が起きた。つまり、「広告表現を魅力的に作り、それによって読んでもらうようにする」ということが必要になったのである。具体的には、イラストや装飾、レイアウトを重視し、見る者のイメージふくらませてくれるような広告が登場した。その背景として、広告量増加に伴い広告同士の競争が激化し、「目立つ」ことがより重要になったことが指摘される。この広告競争の激化は現代においても留まらず、今では至る所に視覚的な言語情報が横溢している。よって、文字で表した主体を見る者の心にどれだけ印象付けられるかということはますます重要になってきているように思える。現在、町中にあふれる看板、ちらし、商品のパッケージなどにおいて発信される文字情報には、その情報に印象が一致する文字表記形態がごく自然に使用されている。しかし、それにもかかわらず、その印象一致度を直接測定した研究はまだ報告されていない。特定の単語の意味の印象と特定の文字表記形態の印象が有意に一致することが示され、さらにどの文字表記形態にはどの単語が一致するのか、ということが明らかにされれば、今後、情報の発信者がより効率的な情報伝達を行うのに役立つだろう。そこで本研究は、単語の意味の印象と文字表記形態の印象の一致度を調査することを目的とした。「文字表記形態」とは広い概念であるが、本研究においては、日常生活で使い分けることがより容易なタイポグラフィ(typography)に焦点を絞って検討する。

調査Ⅰ

【方法】

被験者：95名（男性19名、女性70名、性別未回答6名、平均年齢20.69歳）
内、Aパート47名（男性9名、女性33名、性別未回答5名、平均年齢19.61歳）
Bパート24名（男性8名、女性16名、平均年齢20.87歳）
Cパート24名（男性2名、女性21名、性別未回答1名、平均年齢21.58歳）

実験材料：太田ら(1991)、森・太田(1991)の

単語完成課題の中から、ひらがな 5 文字であり、送り仮名を持たずに漢字だけでも表記できるものを選び出した。その際、ゲシング率が 0%より上で 60%以下であるものに限って選出した。藤田(1997)の単語完成課題の中からも同様に、送り仮名を持たない漢字に変換できるもの、かつ、正答率が 0%より上のものを選び出した。それらの単語の内、他の単語完成課題から選出したものと重複した単語を削除した。その中で、被験者 6 名(すべて 22 歳女性)に対し「単語を漢字表記した場合の読み仮名がわかるかどうか」と「単語の意味がわかるかどうか」のテストを行い、「漢字表記が一般的でないもの」と「単語の意味が分かりにくいもの」については削除した。そうして選び出した 154 語をひらがなで表記したものについて、それぞれタイポグラフィ 3 種類(行書体、ポップ体、古印体)で表し、その一致度を 5 件法（全然一致していない(1)、あまり一致していない(2)、どちらとも言えない(3)、一致している(4)、よく一致している(5)）で評定してもらう質問紙を作成した(図 1 参照)。さらにその質問紙は、1 人の被験者に回答してもらうのに妥当な長さにするため、A～C の 3 つのパートに分割された。教示は「『単語の印象』と『フォント(タイポグラフィ)の印象』の一致度を評定してください」というものであった。

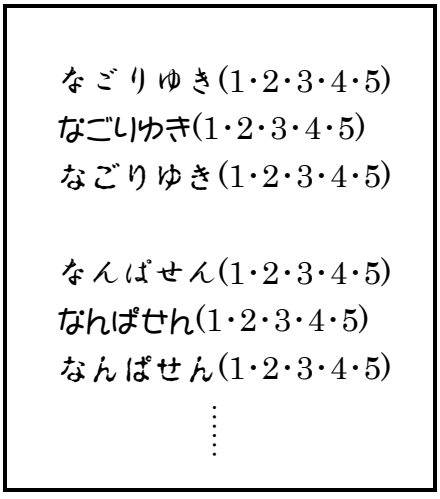


図 1　質問紙の例

手続き：被験者に質問紙を配布し、回答してもらった。

【結果】

回答データに欠損値が含まれていた為、A パートから 1 名、B パートから 1 名の合計 2 名の被験者を分析対象から除外した。それから、それぞれの語の印象一致度について、タイポグラフィを要因とした一元配置分散分析を行った。そして結果が非有意であった単語は削除対象とした。それから多重比較を行い、多重比較で有意差が出た項目の内、「3.50 以上の印象一致度評定平均値を持つ単語 - タイポグラフィの組み合わせ」と「2.50 以下の印象一致度評定平均値を持つ単語 - タイポグラフィの組み合わせ」を同時に含む単語 119 語を選び出した。この 119 語と印象が一致するタイポグラフィ及び印象が不一致のタイポグラフィ、さらにそれらの印象一致度評定平均値を一覧にしたものの一部は付表 1 として末尾に添付されている。網掛けになっている単語は、「ひらがな表記では印象一致度評定平均値にタイポグラフィ間で有意差が出たが、漢字表記にした際に有意差が出なかった単語」である。

【考察】

単語の意味-文字表記形態の印象一致度を直接調べた研究としてはこの論文が初であるが、ほとんどの単語において、タイポグラフィ間に有意差が出ることが確認された。次に、単語を漢字表記にした場合も同じ結果になるかどうかを確認するために予備調査Ⅱを行う。実験 I と同様の結果になるというのが筆者の立てた仮説である。

調査Ⅱ

【方法】

被験者:予備調査 I とは別の被験者 265 名(男性 117 名、女性 131 名、性別未回答 17 名、平均年齢 17.94 歳)

内、A パート 84 名(男性 49 名、女性 29 名、

性別未回答 6 名、平均年齢 17.67 歳)
B パート 83 名(男性 32 名、女性 47 名、性別未回答 4 名、平均年齢 18.10 歳)
C パート 98 名(男性 36 名、女性 55 名、性別未回答 7 名、平均年齢 18.06 歳)
実験材料：予備調査 I と同様。但し、単語はすべてひらがなではなく漢字で表記した。
手続き：予備調査 I と同様。

【結果】

予備調査 I と同様に、それぞれの語の印象一致度について、タイポグラフィを要因とした一元配置分散分析を行った。そして結果が非有意であった単語は削除対象とした。それから多重比較を行い、多重比較で有意差が出た項目の内、「3.50 以上の一致度評定平均値を持つ単語 - タイポグラフィの組み合わせ」と「2.50 以下の一致度評定平均値を持つ単語 - タイポグラフィの組み合わせ」を同時に含む単語 75 語を選び出した。この 75 語と印象が一致するタイポグラフィ及び印象が不一致のタイポグラフィ、さらにそれらの印象一致度評定平均値を一覧にしたものの一部は付表 2 として末尾に添付されている。
網掛けになっている単語は、「漢字表記では印象一致度評定平均値に有意差が出たが、ひらがな表記にした際に有意差が出なかった単語」である。

【考察】

興味深いことに、調査Ⅱの結果は調査 I とは大きく異なっていた。まず、漢字表記にすると、ひらがな表記のときと比べて、タイポグラフィごとの印象一致度評定値に有意差が出た単語の数がずっと少なかった。これは、漢字とひらがなという表記形態の根本的な相違によるものであると考えることができる。つまり、漢字は「音」の情報に加えて「意味」という情報も表しているため、それを読む際、ひらがな表記に比べて高い水準の処理が必要になる。よって、タイポグラフィの持つ知覚的な効果があらわれにくかったことが示唆される。また、有意差が出た単語自体もひらがな表記と漢字表記では異なっているものが多かった。さらに、ひらがな表記と漢字表記とでは印象が一致するタイポグラフィや印象が不一致なタイポグラフィが異なる単語もあった。たとえば、おなじ「かみしばい(紙芝居)」という単語でも、ひらがな表記の場合はポップ体が印象一致タイポグラフィになり、漢字表記の場合は行書体が印象不一致タイポグラフィとなった。このことから、文字形態を変化させると単語の印象そのものが変化する可能性がある。但し、文字形態を変化させても印象一致・不一致タイポグラフィが変わらない単語も 60 語存在した。単語の持つ意味と、その印象一致・不一致タイポグラフィを考え合わせると、「ポップ体」はかわいらしさを、「古印体」は禍々しさを表すのに向いているように思える。これは、生田目・石川（1999）の言語によるフォント(タイポグラフィ)イメージ評価の結果である「古印体＝古典的でおどろおどろしいフォント」、「ポップ体＝ポップで軽い陽気なフォント・繊細でかわいいフォント」と一致する。また、生田目・石川（1999）においては、「行書体＝和風で色気のあるフォント」というイメージ評価結果が出ていたが、本研究においてどの単語においても不一致タイポログラフィになることはなかったことから、様々なシーンで広く利用できる可能性のあるタイポグラフィだということが言えるだろう。明朝体・角ゴシック体・丸ゴシック体のイメージ調査については野宮・渡辺(2000)、渡辺・野宮(2001)、野宮・渡辺(2004)が実施しているが、現在流通しているタイポグラフィは、その数を増すばかりである。タイポグラフィのもつイメージを有効に利用するためにも、今後、様々なタイポグラフィの印象をより詳細に調査することが望まれる。

【参考文献】

[1]藤田哲也,（1997）“潜在記憶研究における単語フラグマント完成課題の作成について”, 光華女子大学研究紀要, Vol.35, pp. 111-126

[2]藤田哲也･齋藤智･高橋雅延, （1991）“ひらがな清音 5 文字名詞の熟知価について”, 京都橘女子大学紀要, Vol.18, pp.79-93

[3]森直久・太田信夫,(1991) “単語完成課題の作成:Ⅱ”, 筑波大学研究紀要, Vol.13, pp.135-140

[4]生田目美紀・石川重遠（1999）“発想を支援するフォントデータベース”, デザイン学研究.研究発表大会概要集, Vol.46, pp.58-59

[5]野宮謙吾・渡辺静香 (2000) “書体における視覚的イメージと聴覚的イメージの関係 1：擬態語からの考察 ”, デザイン学研究. 研究発表大会概要集 , Vol.47, pp.112-113

[6]野宮謙吾・渡辺静香 (2004) “和文書体の視覚イメージと音声イメージの関係”, デザイン学研究 Vol.50, No.6, pp.11-18

[7]太田信夫・小松伸一・原田悦子・寺澤孝文, (1991) “単語完成課題の作成:Ⅰ” 筑波大学研究紀要, Vol.13, pp.131-134

[8]Pope, Daniel., (1983) “The making of modern advertising.” New York: Basic Books.
(邦訳「説得のビジネス」伊藤長正・大坪檀監訳 電通)

[9]田中洋・丸岡吉人 (1991) 仁科貞文監修 “新広告心理” 電通

[10]渡辺静香・野宮謙吾 (2001) “書体における視覚的イメージと聴覚的イメージの関係について2： エレメント形状のイメージ調査” デザイン学研究. 研究発表大会概要集 , Vol. 48, pp. 276-277

付表1．調査Iにて選出された語(ひらがな表記)の例と
その印象一致・不一致タイポグラフィ、及びそれらの印象一致度評定平均値

注1)　タイポグラフィ番号：1＝行書体　2＝ポップ体　3＝古印体

注2) 印象一致タイポグラフィが2つあった単語は、より印象一致評定平均値が高いものを選んで表記してある。同様に、印象不一致フォントが2つあった単語は、より印象一致評定平均値が低いものを選んで表記してある。

	印象一致タイポグラフィ(印象一致度評定平均値	印象不一致タイポグラフィ(印象一致度評定平均値)	多重比較における有意確率
あいきどう	1(4.59)	2(1.78)	0.00
あいことば	2(4.04)	3(1.63)	0.00
あまもよう	1(3.78)	3(1.83)	0.00
あめおとこ	1(3.63)	3(2.37)	0.00
いいなづけ	1(4.28)	3(1.65)	0.00
いかいよう	1(3.61)	2(1.65)	0.00
いそうろう	1(3.93)	3(1.89)	0.00
いちだいじ	1(3.50)	2(2.26)	0.00
いなびかり	1(3.80)	2(2.35)	0.00
いろおとこ	1(4.26)	3(1.50)	0.00
いろめがね	1(3.74)	3(1.63)	0.00
うるうどし	1(4.57)	3(1.80)	0.00
おおみそか	1(4.78)	3(1.52)	0.00
おやしらず	1(3.76)	3(2.39)	0.00
おやふこう	1(3.59)	2(1.76)	0.00
かおなじみ	2(3.63)	3(1.48)	0.00
かがみもち	1(4.48)	3(1.54)	0.00
かくざとう	2(4.20)	3(1.57)	0.00
かけぶとん	1(4.35)	3(1.63)	0.00
かぜぐすり	2(4.37)	3(1.74)	0.00
かたいなか	1(4.04)	3(1.74)	0.00
かつおぶし	1(4.89)	3(1.80)	0.00
かつかざん	1(3.63)	2(2.26)	0.00
かみしばい	2(4.48)	3(1.80)	0.00
かみひとえ	1(4.35)	3(1.87)	0.00
からげんき	2(3.61)	3(1.74)	0.00
かんこどり	1(4.24)	3(1.93)	0.00
くさまくら	1(4.74)	3(1.85)	0.00
けいむしょ	1(3.63)	2(1.78)	0.00

付表2　予備調査Ⅱにて選出された語(漢字表記)の例とその印象一致・不一致タイポグラフィ、及びそれらの印象一致度評定平均値

タイポグラフィ番号：１＝行書体　２＝ポップ体　３＝古印体

印象一致タイポグラフィが2つあった単語は、より印象一致評定平均値が高いものを選んで表記してある。 同様に、印象不一致タイポグラフィが2つあった単語は、より印象一致評定平均値が低いものを選んで表記してある。

	印象一致タイポグラフィ(印象一致度評定平均値)	印象不一致タイポグラフィ(印象一致度評定平均値)	多重比較における有意確率
合気道	1(4.85)	2(1.71)	0.000
合言葉	2(3.50)	3(2.50)	0.048
後始末	1(3.52)	2(2.33)	0.000
胃潰瘍	1(3.80)	2(2.24)	0.000
一大事	1(4.21)	2(2.13)	0.000
稲光	1(4.24)	2(2.33)	0.000
色男	1(3.93)	3(2.43)	0.000
親不孝	1(3.56)	2(2.31)	0.000
角砂糖	2(3.77)	3(2.25)	0.000
活火山	1(4.15)	2(2.44)	0.000
紙芝居	1(3.94)	3(2.23)	0.000
紙一重	1(4.49)	2(2.06)	0.000
貴金属	1(4.20)	2(2.39)	0.000
草枕	1(4.55)	2(2.42)	0.000
刑務所	1(4.49)	2(1.82)	0.000
遣唐使	1(4.55)	2(2.49)	0.000
考古学	1(4.44)	2(2.49)	0.000
古文書	1(4.73)	2(2.12)	0.000
試金石	1(3.65)	2(2.48)	0.000
思春期	1(4.12)	3(2.36)	0.000
視神経	1(3.68)	2(2.48)	0.000
私生活	2(4.33)	3(2.50)	0.000
実力	1(4.83)	2(1.69)	0.000
四天王	1(4.83)	2(1.65)	0.000
寿命	1(4.37)	2(1.81)	0.000
十字架	3(4.27)	2(2.08)	0.000
新世界	1(4.47)	2(2.36)	0.000
心電図	1(3.99)	2(2.34)	0.000

呼吸情報が管楽器アンサンブルにおける演奏の同期に及ぼす影響

Influences of breath information on synchronizations of performance of wind ensemble

高瀬 弘樹，上野 彩華，今井 章
Hiroki Takase, Ayaka Ueno, Akira Imai

信州大学人文学部
Shinshu University
takaseh@shinshu-u.ac.jp

Abstract

This study investigated whether the effect of perception of other player's breath timing on performance of wing ensemble. 5 pairs of clarinetists performed ensemble tasks in listening to other's breath sound (Breath Sound condition: BS) or without listening to other's breath sound (No-Breath Sound condition: NBS). The ensemble tasks consisted of playing single tones in three tempos (long tone task) and performing a piece. The results showed that, in long tone task, the time lag of playing starts of 2 players were smaller in BS than in NBS condition. In performing a piece, when quick intake of breath was needed such as pauses between phrases, the time lag of playing starts of 2 players were smaller in BS than in NBS condition. These results suggest that sharing of breath timing of other player is effective in performance of music ensemble.

Keywords — Breath sound, Wind ensemble, Synchronization

1. はじめに

音楽演奏場面では，演奏者間で呼吸や視線，動作などの非言語情報によって音楽的なアイディアの伝達や調整が行われている。例えば，オーケストラの演奏では，指揮者と演奏者が，おたがいの呼吸の視覚的聴覚的情報を共有し，一緒に呼吸することで演奏開始のタイミングの調整を図っていると言われている［1］。

音楽演奏の同期と呼吸との関連についての実験研究として，中村［2］は，歌手と伴奏者の演奏中の呼吸を測定し，「間」の箇所で歌手と伴奏者の呼吸が同期する傾向を示した。このように，演奏の同期と呼吸の関連性についての研究結果はいくつか報告されている。しかし，演奏者間で呼吸情報を共有することが，演奏音の開始のタイミングを合わせる場面で有効であるか否か，特に管楽器のアンサンブルについて実証的に検討した研究は見当たらない。

本研究では，2 者のクラリネットアンサンブル演奏において，相手の呼吸音が聴こえる場合と聴こえない場合といった呼吸情報の有無が，演奏音の開始の一致度に如何に影響をするかについて検討することを目的とした。演奏内容として，３つのテンポで単音を 4 拍のばす課題と，曲を演奏する課題を用いた。

2. 方法

2.1 実験参加者

大学の音楽サークル，市民オーケストラに所属するクラリネット奏者 10 名，5 ペア（男性 3 名，女性 7 名，平均演奏年数 7.2 年）。5 ペア中 2 ペアは同じ演奏団体に所属しており，残り 3 ペアは初対面であった。

2.2 装置および材料

クラリネットの演奏音はチューナー用マイクロホン（TM-10L，YAMAHA），呼吸音はマイクロホン付きヘッドホン（BSHSH03，バッファロー）によって集音され，マイクロホンアンプ（AT-MA2，audio-technica）によって増幅された。この演奏音と呼吸音は，演奏相手のヘッドホンに接続された。これらのアナログデータは，A/D 変換ボード（PXI-6289，National Instruments）によってサ

ンプリング・レート 1kHz で A/D 変換され，PC に取り込まれた。

演奏開始は，視覚メトロノームにより合図した。PC ディスプレイ上で左右に円を 2 つ配置し，その 2 円が交互に点滅することで，各演奏の開始とテンポが提示された（図 1）。

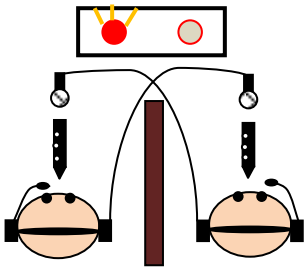


図 1　実験場面図

2.3　課題

実験参加者は，単音を 4 拍のばす「ロングトーン課題」と，L. Harline 作曲の『星に願いを』を演奏する「曲演奏課題」を行った。ロングトーン課題は，運指の影響を受けず，「息を吸い，音を出す」という管楽器演奏の基本の奏法である。また，『星に願いを』は，音楽演奏経験者であれば少しの練習で演奏が可能であるという理由から，本実験の曲演奏課題として選択された。ロングトーン課題には，40 bpm（beats per minute）のテンポで「ラ」の音を 4 拍のばす（TMP40），60 bpm のテンポで「ラ」の音を 4 拍のばす（TMP60），120 bpm のテンポで「ラ」の音を 4 拍のばす（TMP120）という 3 課題が含まれ，また，『星に願いを』は 78 bpm のテンポで演奏してもらった。

2.4　手続き

クラリネットは，実験参加者が普段使用しているものを使用した。2 人の間には，衝立があり，お互いの姿は見えないようにした（図 1）。また，実験の開始前に，呼吸音有り条件では相手の呼吸音が聴こえ，呼吸音無し条件では相手の呼吸音が聴こえないことを確認した。実験参加者は，各自で 4 つの課題について十分な練習を行った後，椅子に座り，TMP40，TMP60，TMP120 をそれぞれ 3 回，『星に願いを』を 1 回，1 人ずつ演奏（独奏）した。その後，呼吸が聴こえない（ヘッドホンから相手と自分の演奏音が聴こえる）アンサンブル条件（呼吸音無し条件）で TMP40，60，120 をそれぞれ 5 回，『星に願いを』を 3 回ずつ演奏し，十分な休憩後，相手の呼吸音が聴こえる（ヘッドホンから相手と自分の演奏音，相手の呼吸音が聴こえる）アンサンブル条件（呼吸音有り条件）で TMP40，60，120 を 5 回，『星に願いを』を 3 回ずつ演奏した。呼吸音の有無条件の順序は，ペア間でカウンターバランスをとった。

実験参加者には，前方に置かれた PC ディスプレイ上の視覚メトロノームで，演奏直前に各課題のテンポが 5 秒間提示された。2 拍の予備拍を視覚的に提示後，2 拍分を実験参加者自身のなかで刻んでもらい演奏を開始してもらった。実験参加者には，アンサンブル条件の演奏前に「相手と息を合わせて，良い演奏ができるように」と教示した。

2.5　データ分析

演奏音および呼吸音の時系列データは絶対値化された後，ローパスフィルタを用いて 10 Hz 以上の成分が削除され，平滑化された。平滑化された時系列データより，演奏音および呼吸音の開始時点を検出した。ペアの 2 人の演奏音および呼吸音の開始時点の差をそれぞれ「演奏音の開始時のずれ」，「呼吸音の開始時のずれ」として算出した。また，「基準テンポからの演奏音の開始時のずれ」は，予備拍提示後の 3 拍目のタイミングを基準とし，その基準とするタイミングからの演奏音開始のずれを「演奏音の開始時のずれ」とした。

3.　結果

3.1　ロングトーン課題

3.1.1　演奏音の一致度

演奏音開始時のずれについて，呼吸音の有無（2）×テンポ（3）の 2 要因分散分析の結果，呼吸音の有無の主効果（$F(1,4)=37.02$, $p<.01$），テン

ポの主効果（$F(2,8)=10.18$, $p<.01$）に有意差が認められた。下位検定の結果，演奏音開始のずれは，「呼吸音無し」＞「呼吸音有り」，「TMP40」「TMP60」＞「TMP120」であった（図 2）。

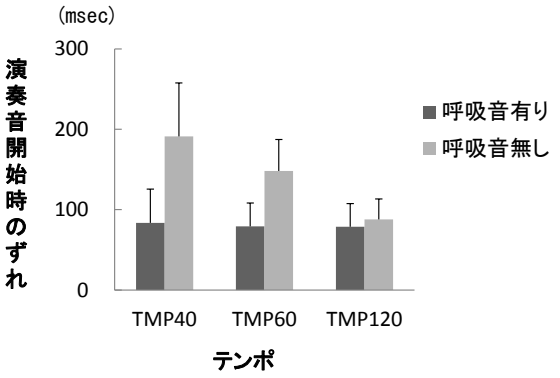


図 2 演奏音開始時のずれの平均時間

3.1.2 呼吸音の一致度

呼吸音開始時のずれについて，呼吸音の有無（2）×テンポ（3）の 2 要因分散分析の結果，呼吸音の有無による有意な差は認められなかったが，テンポによる主効果に有意な傾向（$F(2,4)=3.29$, $p<.10$）が認められた（図 3）。

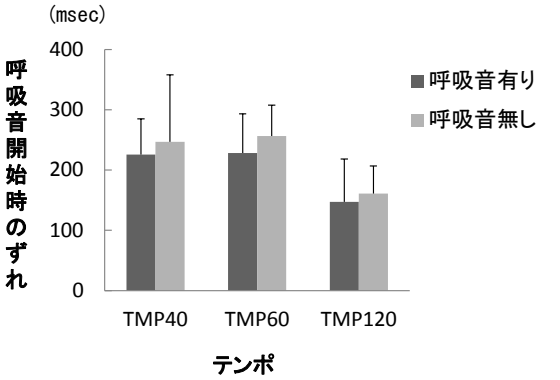


図 3 呼吸音開始時のずれの平均時間

3.1.3 基準テンポからの演奏音開始時のずれ

実験参加者が視覚メトロノームのテンポ情報をもとに演奏を開始しているのか，アンサンブル相手と演奏を合わせるように開始しているのか検討するため，視覚メトロノームによる基準テンポからの演奏音開始時のずれについて，呼吸音有りと無しの 2 条件間で違いがあるか調べた。基準テンポからの演奏音開始時のずれについて，呼吸音の有無（2）×テンポ（3）の 2 要因分散分析の結果，演奏条件とテンポに交互作用（$F(2,18)=15.95$, $p<.01$）が認められた。下位検定の結果，TMP40 では「呼吸音有り」＞「呼吸音無し」，TMP60 では「呼吸音無し」＞「呼吸音有り」，また，呼吸音無し条件では「TMP60」「TMP120」＞「TMP40」であった（図 4）。

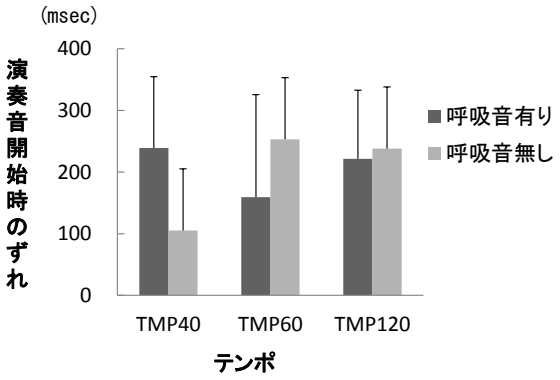


図 4 基準テンポからの演奏音開始時のずれの平均時間

3.2 曲演奏課題

3.2.1 演奏音の一致度

曲演奏課題については，曲の中から全ての実験参加者が息継ぎをとっていたフレーズ前 7 箇所（1, 3, 4, 5, 6, 7, 9 フレーズ目）を選出し（図 5），演奏音開始時のずれについて呼吸音の有無（2）の 1 要因分散分析を行った結果，3 フレーズ目においてのみ有意差が認められ（$F(1,4)=10.13$, $p<.05$），呼吸音有り条件の方が呼吸音無し条件よりも演奏音開始のずれは小さかった（図 6）。



図 5 『星に願いを』楽譜の一部。「V」が分析対象箇所で，図中の「V」は順に 1 フレーズ目と 3 フレーズ目。

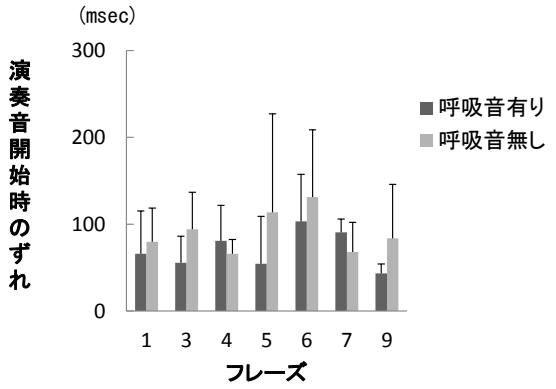


図 6 演奏音開始時のずれの平均時間

3.2.2 呼吸音の一致度

呼吸音開始時のずれについて分散分析を行った結果，3 フレーズ目（図 5）には呼吸音の有無による有意な差が認められ（$F(1,4)=8.24$, $p<.05$），呼吸音有り条件の方が呼吸音無し条件よりも呼吸音開始時のずれは小さかった（図 7）。

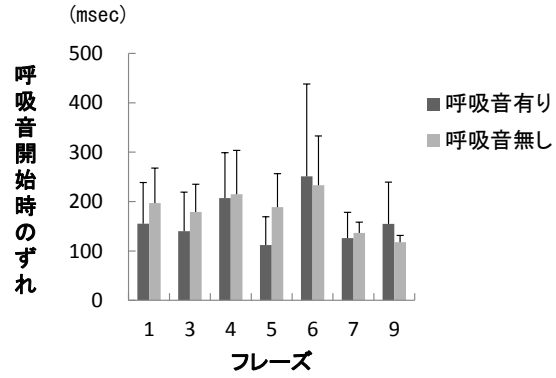


図 7 呼吸音開始時のずれの平均時間

4. 考察

4.1 ロングトーン課題

ロングトーン課題では，呼吸音有りと呼吸音無しの 2 条件間で，呼吸音の開始時について有意差が認められなかったが，演奏音の開始時については有意差が認められた。したがって，演奏者は，相手の呼吸を聴き，その情報をもとに，相手と演奏音開始のタイミングを合わせていると考えられる。

また，演奏音開始時の基準テンポからのずれは，呼吸音の有無の要因とテンポ要因に交互作用が認められた。例えば，TMP40 の場合，呼吸音有り条件では，呼吸音条件に比べ，演奏音の開始時の基準テンポからのずれが大きかった（図 4）。一方，この TMP40 のテンポのとき，演奏者間の演奏音開始時のずれは，呼吸音有り条件の方が演奏音無し条件よりも小さかった（図 1）。このことから，演奏者はテンポのみにしたがって演奏を開始しているのではなく，相手の呼吸を聴くことによって，相手の呼吸の終わり・演奏音の開始のタイミングを予測しつつ，自身の呼吸のペースや演奏音開始のタイミングを調整し，他者と演奏音開始のタイミングを合わせていると推測される。

4.2 曲演奏課題

曲演奏課題では，3 フレーズ目のようなフレーズとフレーズの切れ目で，素早い息継ぎをしなければならないときに呼吸音有り・無しの条件間で演奏音開始時のずれに有意差が認められた。また，3 フレーズ目では，呼吸音の開始時のずれにも有意差が認められた。このことから，フレーズとフレーズの切れ目で，素早い息継ぎをしなければならない箇所では，相手の呼吸を聴くことが，演奏音開始の一致に効果があると考えられる。

ロングトーン課題では，呼吸音の開始の一致に呼吸音有り・無しの条件間で有意差が認められなかった。しかし，曲演奏課題では，3 フレーズ目のように条件間に差がみられる箇所があった。したがって，ロングトーン課題のような単純な課題と曲演奏課題のような曲中では，相手の呼吸を聴くことが，演奏に異なる影響を及ぼしているのかもしれない。また，曲を演奏するときには，運指や演奏者自身が得意な音，苦手な音など様々な要因が演奏音の一致に影響を及ぼしていると考えられる。この点については，今後さらに検討する必要がある。

参考文献

[1] 伊東 乾（2001). 並列して演算する身体―音楽思考・ソルフェージュと指揮の技法 岡田美

智男・三嶋博之・佐々木正人（編）身体性とコンピュータ pp. 389-403.

[2] 中村敏枝（1995). 「間」における演奏者と伴奏者の呼吸の同期 日本心理学会第 59 回大会発表論文集, p. 631.

マンガのスピード線が視覚的注意に及ぼす影響
The effect of speed lines in comics on visual attention

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 a term that refers to the abstract lines that appear behind a moving object or person to make them look like they're moving quickly. In two experiments employing pre-cueing technique (Posner, 1980), we investigated the effect of speed lines in comics on visual attention.

As result, reaction time decreased significantly, when intended direction of speed lines and target position was congruent. This indicates speed lines promote voluntary attention shift in reading, towards its intended direction.

Keywords — Comics, Speed lines, Visual attention

1. 目的

マンガは静止画や言葉を組み合わせた視覚芸術のひとつであり、独特の記号的表現が多く用いられている。そのひとつに、対象の動きを表現する「スピード線」と呼ばれるものがある。たとえば図 1 のように球の右側に平行な直線が何本も描かれていると、読者は「球が左側に向かって飛んでいる」と解釈する。

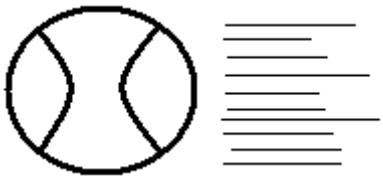


図 1　動く球

これまでに Geisler[1]や Burr[2]らによって、スピード線が運動の方向を認識させることは報告されているが、描き手が意図した運動方向に対して自動的に視覚的注意の移動が生じるかどうかは明らかにされていない。そこで本研究では、先行手がかり法[3]を用いた実験でこの問題を検証した。

2. 方法

被験者：学生 30 名を 15 名ずつ 2 つの実験に振り分けた。実験 1 は男性 9 名、女性 6 名（平均 23.3 歳）、実験 2 は男性 10 名、女性 5 名（平均 21.4 歳）であった。

装置：被験者の眼前 60cmに設置した 17 インチのCRTモニターに画像を提示した。キー押しにはキーボックスを用いた。

手続き:図 2 に手続きの一連の流れを図示した。画面中央に注視点が 680ms提示されたあと、手がかり刺激として直径 1.5cmの円を含む画像（被験者には「球のイラスト」と教示した）が 300ms提示され、手がかり刺激が消えると同時にターゲットとなるアスタリスクが左右いずれかに提示された。被験者はターゲットが右側に提示されたときはキーボックスの右側のキーを、左側に提示されたときは左側のキーを、出来る限り早く正確に押すよう求められた。手がかり刺激は、実験 1 では、平行線を円に付加した図 3a・図 3b（HorizontalLine：以下HL)・円のみの 3 種類の中から、実験 2 では、垂直線を円に付加した図 3c・図 3d（VerticalLine：以下VL)、図 3a・図 3bの平行線を 90° 回転させて得られる垂直線を円に付加した図 3e・図 3f（VerticalLine-Rotation：以下VLR)、図 3a・図 3bの平行線全体と同じ大きさの長方形を円に付加した図 3g・図 3h（Box：以下Bo)・図 3g・図 3hの長方形を 90° 回転させた長方形を円に付加した図 3i・図 3j（Box-Rotation：以下BoR)・円のみの 9 種類の中から、どの種類も等確率かつランダムな順序で提示された。このうちHL

がマンガで用いられるスピード線に相当する。手がかり刺激とターゲットの位置関係についてはHLを基準とし、スピード線が意図する球の進行方向とターゲットの出現位置が合致する条件（congruent条件）、合致しない条件（incongruent条件）、円のみが提示され進行方向がない条件（neutral条件）の3条件を設定した。もしスピード線が視覚的注意の移動を誘発するのであれば、特にHLのcongruent条件において反応時間（RT）が短くなることが予想される。注視点の提示からキーを押すまでを1試行とし、実験1ではHLの3条件を192試行ずつと、ターゲットが現れないcatch試行を72試行合わせて計648試行実施された。実験2ではVL・VLR・Bo・BoRそれぞれのcongruent条件およびinconguent条件について96試行ずつ、neutral条件について96試行、そしてcatch試行を108試行合わせて計972試行実施された。

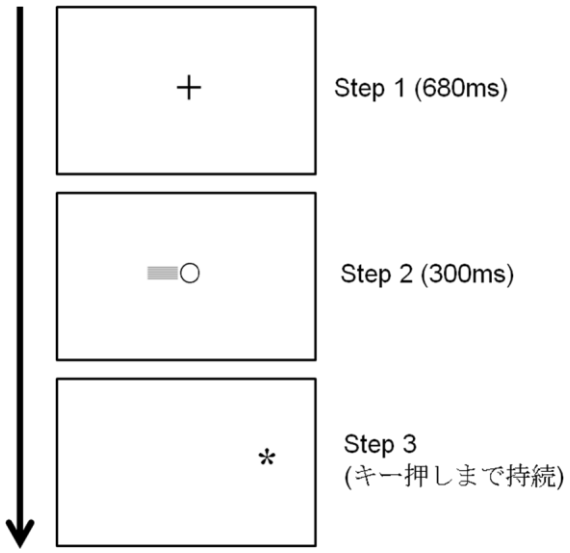


図2　実験手続き（HLのcongruent条件の場合）

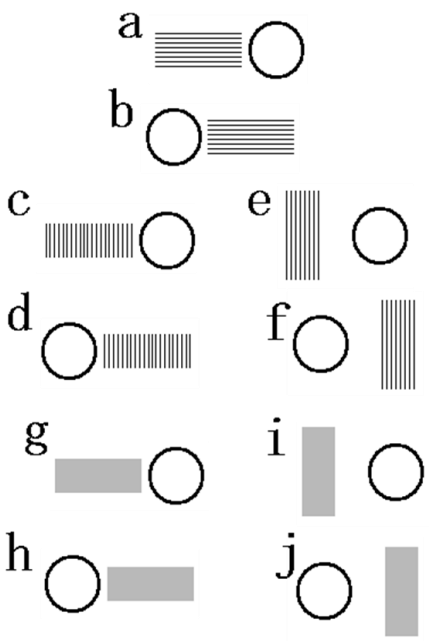


図3　手がかり刺激。a・bがHL、c・dがVL、e・fがVLR、g・hがBo、i・jがBoRである。

3. 解析

ターゲットが提示された方向のキーが押された試行を正答試行とし、各手がかり刺激の各条件（congruent/neutral/incongruent）における正答試行の平均RTを算出した。次に平均RT ± 2SDに含まれない試行のRTを外れ値として取り除き、取り除いた後の平均RTを算出した（図4〜8）。さらに、各手続き刺激における条件間の平均RTについて多重比較（Bonfferoni）を行った。

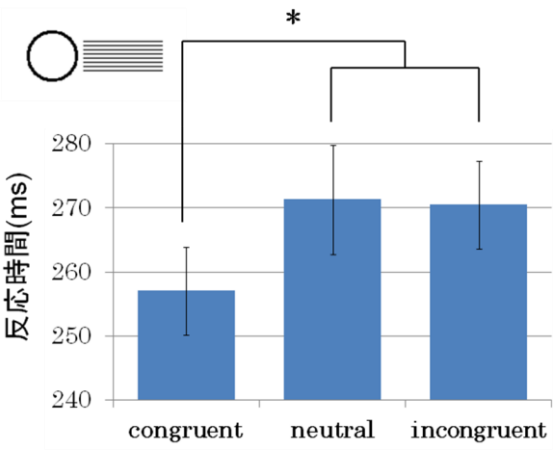


図4　HLにおける平均RT

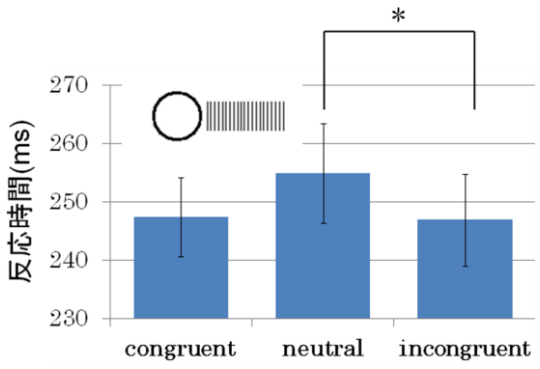


図 5　VL における平均 RT

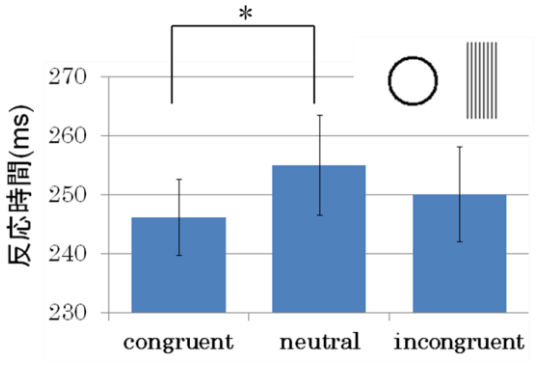


図 6　VLR における平均 RT

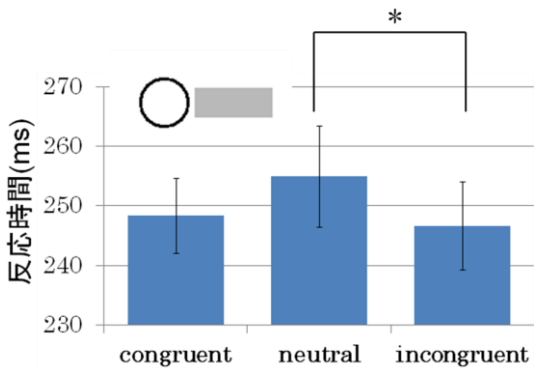


図 7　Bo における平均 RT

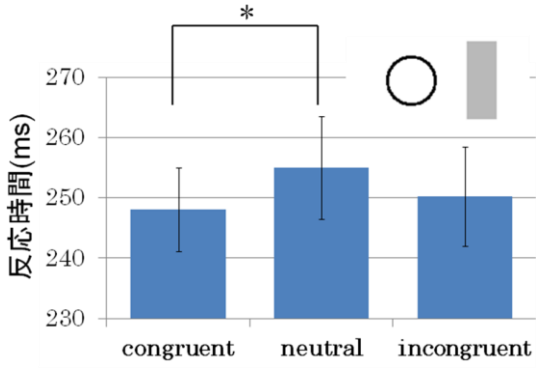


図 8　BoR における平均 RT

4. 結果

全手がかり刺激の全条件において、全試行に占める正答試行の割合は 98.8%以上だった。また多重比較の結果、HL において、congruent 条件の RT は neutral 条件および incongruent 条件の RT よりも有意に($p < .05$)短いことが示された。VL と Bo においては incongruent 条件の RT が neutral 条件の RT よりも有意に($p < .05$)短く、VLR と BoR においては congruent 条件の RT が neutral 条件の RT よりも有意に($p < .05$)短いことが示された。

5. 考察

マンガにおけるスピード線を想定したHLにおいて、congruent 条件の RT が neutral 条件と incongruent条件のRTよりも有意に短くなったことから、意図された球の進行方向に対して自発的な注意の移動が起こったと考えられる。

一方、HLと全体的な構造がよく似たVLとBoはHLと異なる結果になっていることから、水平な平行線に特別な効果があることが見て取れる。

VLRとBoRにおいてはHLと同様にcongruent条件のRTがneutral条件のRTよりも有意に短くなったが、congruent条件とincongruent条件には有意差がなかったことから、HLとは異なる効果が見られた可能性が考えられる。VLRやBoRの全体像が長方形から円が突き出た凸型の図形と捉えられることから、手がかり刺激の凸部に注意が移動するという報告[4][5]に合致した結果ではないだろうか。

このように、同程度の物理量をもつ刺激をそれぞれ提示したときに生じる注意移動のパターンがHLの場合だけ異なるという結果から、マンガのスピード線に対して、単なる文法的な解釈に留まらない視覚的認知が行われている可能性が示唆された。

ただし本研究の被験者は全員マンガに触れたことのある学生であった。今後の研究では、マンガにほとんど触れたことのない人やマンガに触れる前の乳幼児を対象に実験を行い、スピード線を理解するための発達的認知過程を検討していきたい。

謝辞

本研究は科研費（22240026）の助成を受けたものである。

参考文献

[1]Geisler W.S., (1999) Motion streaks provide a spatial code for motion direction. *Nature*, **400**, 65–69.

[2]Burr D.C., Ross J., (2002) Direct Evidence That “Speedlines” Influence Motion Mechanisms. *The Journal of Neuroscience*, **22**, 8661-8664.

[3]Posner M.I., (1980) Orienting of attention. *The Quarterly Journal of experimental psychology*, **32(1)**, 3-25.

[4]Gordon C.B., Jon D., (1993) Visual Attention and Objects: Evidence for Hierarchical Coding of Location. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **19(3)**, 451-470.

[5]Bradley S.G., (1994) Visual Attention and Objects: One Versus Two or Convex Versus Concave? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20(1)**, 203-207.

時間繋ぎが待ち時間満足度に与える影響
Influence of time filler on waiting time satisfaction

新井田 統[†‡]，上村 郷志[†]，原田 悦子[‡]，中村 元[†]
Sumaru Niida, Satoshi Uemura, Etsuko Harada, Hajime Nakamura

[†]KDDI研究所，[‡]筑波大学
KDDI R&D Laboratories Inc., University of Tsukuba
niida@kddilabs.jp

Abstract

As the variety of mobile services increases, the estimation of service quality becomes increasingly important for providing satisfactory quality for users. A waiting time in ICT usage is one of critical factors determining network service quality. In this paper, we discuss an influence of time filler contents on satisfaction considering waiting time based on a field experiment. The main contribution of this paper is to describe the cognitive process of influence time fillers and user preferences concerning content. The results show that a decrease of user dissatisfaction with waiting by utilizing of time fillers highly influenced by user preferences concerning content.

Keywords — Time perception, User satisfaction, Cellular phone, Time filler

1. はじめに

近年の情報機器の性能向上にも関わらず，未だに情報機器のインタフェースに対する不満の原因として，入力に対するレスポンスの遅さを挙げる利用者は多い．とりわけインターネットへの接続が可能な情報機器においては，ネットワーク利用時の待ち時間が，インタフェースやシステムの研究開発における大きな課題となっている．我々は，ICT 利用時の待ち時間を対象とした認知過程の評価を行ってきた[1][2]．従来の心理的時間研究[3]における時間評価に加えて，経験や態度，状況依存性などの認知特性を考慮した，待つ行為の認知モデルの作成に向けた検討を進めている．

本稿では，携帯電話利用中に発生する待ち時間に，時間繋ぎのコンテンツを表示することによって待ち時間に対する不満を低減するサービス[4]を想定して，表示される時間繋ぎが待ち時間満足度へ与える影響について分析をした．

2. 方法

本研究においては，著者らが開発した評価システム[5]を利用した．本システムは，FlashLite で作成したネットワーク接続時の状況を模擬した動画を使用して実験を行うため，統制された待ち時間を実現する実験環境を提示することが可能である．また，実験参加者本人の携帯電話で，通常利用するのと同じ形態で実験を行えるので，生態学的妥当性のある実験が可能である．

本実験では，写真が添付された E メールを携帯電話から送信する状況を模擬して，送信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)で評価させた．実験参加者は，ネット広告で集められた自発的参加者であり，実験への参加に対し，規定の謝金が支払われた．参加者数は，男女ともに 240 名の計 480 名で，年齢のレンジは 15-59 であり，各年代の参加者数がほぼ等しくなるよう統制した．

待ち時間に表示する時間繋ぎとしては，表 1 に示す 5 種類を用いた．表示の変化により動作の継続を提示するローディングバー（以下 LB）と，完了までの経過時間を示す連続変化と段階変化のプログレスバー（PB），雑学のテキストを表示するものを用意した[4]．雑学は 12 種類用意し，ランダムな順に表示した．送信中に表示する 5 種類の画面のそれぞれについて，送信完了までの待ち時間を 4, 6, 8, 10, 12 秒の 5 パターンを設定し，ランダムな順に提示した．従って，一人の実験参加者が，25 パターンについて満足度評価を行った．また，雑学表示＋LB 条件を除く 4 条件について，4 秒の待ち時間刺激に対する言語見積もりによる時間評価を行った．さらに，満足度評価終了後に，

提示された雑学の面白さや最後まで読んだかどうかについても，5 件法で併せて回答を求めた．

表 1　送信中画面の表示内容

No.	文言	アニメーション
1	“Now Sending”	LB
2	“Now Sending”	連続変化 PB
3	“Now Sending”	段階変化 PB
4	“Now Sending” + 雑学	LB
5	“Now Sending” + 雑学	連続変化 PB

3. 結果

基準を満たさない回答 24 件（男性 14 名，女性 10 名）を除く，456 名分について分析を行った．図 1 に時間繋ぎの種類による MOS（Mean Opinion Score）の変化を示す．MOS は 5 件法による満足度の回答の平均値である．待ち時間（5）と時間繋ぎ（5）による 2 要因分散分析の結果，待ち時間（$F(4, 7280) = 857.7$, $p < .001$）と時間繋ぎ（$F(4, 7280) = 45.1$, $p < .001$）の主効果，及びそれらの交互作用（$F(16, 7280) = 17.6$, $p < .001$）がいずれも有意となった．多重比較の結果，以下の点が明らかとなった．1）雑学と連続変化 PB の同時表示が，6-12 秒の待ち時間において，最も高い満足度を示した．2）LB と段階表示 PB は，6-12 秒において有意な差が無かった．これは，[1]の結果を追認するものである．3）連続表示 PB は雑学を表示した場合としない場合で 4-6 秒において差が無く，10-12 秒においては雑学と LB の同時表示よりも低い満足度となった．

ここで，時間繋ぎの表示が時間評価に与える影響を評価するため，言語見積もりによる回答について分析した．各時間繋ぎ表示時における回答の平均値は，LB で 4.29 秒（SD 2.24），連続変化 PB で 4.64 秒（SD 1.74），段階変化 PB で 4.30 秒（SD 1.88），雑学と連続変化 PB の同時表示で 4.72 秒（SD 2.21）となった．時間繋ぎを要因とする分散分析の結果，時間繋ぎの主効果は有意となった（$F(3, 1365) = 11.3$, $p = .005$）．多重比較の結果，LB と段階変化 PB 間および連続変化 PB と雑学と連続変化 PB の同時表示間において有意な差が見られず，それ以外の組み合わせでは有意な差が見られた．LB と段階変化 PB において言語見積もりの値が短くなり，連続変化 PB において言語見積もりの結果が長くなっている結果は，[1]における評価と同様の傾向を示している．ただし，[1]においては段階変化 PB においては，提示した待ち時間より平均時間が短くなったが，本評価では，全ての条件で提示した 4 秒の待ち時間より平均値は長くなった．また，連続変化 PB が表示されている時に，更に雑学を表示した場合にも，言語見積もりは変化しないことが明らかとなった．

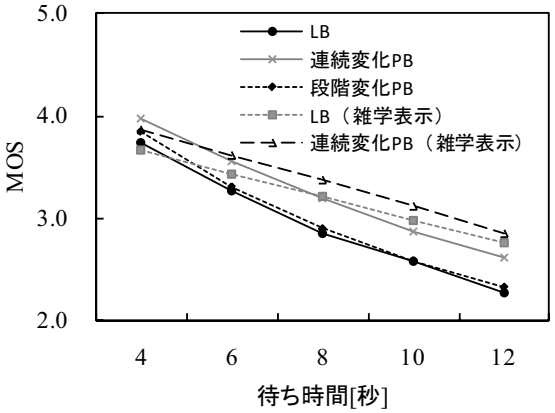


図 1　時間繋ぎの表示による満足度の変化

ここで，雑学の表示が与える影響の分析を行うため，満足度と同時に回答された，表示されたテキストの内容に対する選好を要因とする分析を行った．テキストに対する選好は，「表示された文章の内容についてどのように感じられましたか」との質問に対して 5 段階で回答を求めた．その結果，非常に面白かった（5）46 名，面白かった（4）198 名，普通（3）169 名，面白くなかった（2）32 名，全く面白くなかった 5 名（1），無回答 6 名となった．回答数の少ない“全く面白くなかった”という項目への回答を，“面白くなかった”の項目に含め，無回答の 6 名を除いた 450 名について分析を行った．

図 2 に，雑学と連続変化 PB の同時表示を行った条件における，テキストへの選好での群分けによる MOS の変化を示す．待ち時間（5）とテキストへの選好（4）を要因とする 2 要因分散分析を

行ったところ，待ち時間（$F(4, 1784) = 88.6$, $p < .001$）とテキストへの選好（$F(3, 446) = 23.2$, $p < .001$）の主効果は有意であり，これらの交互作用は有意傾向であった（$F(12, 1784) = 1.70$, $p = .061$）．多重比較の結果，4 秒と 8 秒の待ち時間において，“面白かった”と“普通”の間の有意差が消失しているものの，表示されたコンテンツに対して面白かったと回答した実験参加者ほど，待ち時間の長さに関わらず，待ち時間評価において高い満足度を示した．

比較のため，連続変化 PB のみを表示した条件における，テキストへの選好での群分けによる MOS の変化を分析した．2 要因分散分析の結果，待ち時間の主効果は有意（$F(4, 1784) = 78.3$, $p < .001$）であったものの，テキストへの選好の主効果（$F(3, 446) = 1.64$, $p = .179$）と，これらの交互作用（$F(12, 1784) = 1.28$, $p = .223$）は有意でなかった．これより，テキストへの選好への回答は，テキストを表示した際の待ち時間に対する満足度にのみ影響を与えることが確認できた．

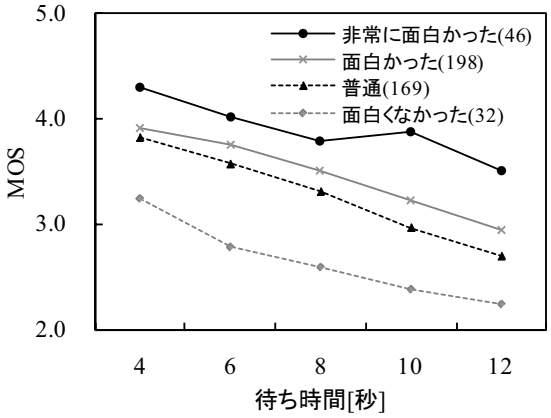


図 2　テキストへの選好が満足度へ与える影響

4. 考察

以上の結果より，時間繋ぎが待ち時間満足度に影響を与えていることが示された．また，一般的に利用される時間繋ぎ（LB や PB）に加えて，雑学を同時に表示することが，満足度評価に対して影響を与えることが分かった．ここで，LB や PB の表示は，待ち時間の長さに関わらず一定の効果をもたらしているのに対して，雑学表示の効果は長い待ち時間に限定されている．これは，雑学を読むために必要な時間が影響を与えていると考えられる．本実験で表示した雑学は約 150 文字程度の分量を持ち，読み切るのに数秒を要する．読み終わるまでに必要な時間が待ち時間よりも長い場合に，満足度の低下が起こると考えられる．また．時間評価にも雑学の表示による変化は見られず，PB 表示が時間長の認知に強い影響を与えていると推測される結果となった．

図 2 の結果からは，表示されたテキストへの選好が，満足度評価に強く影響している結果が得られた．しかし，表 2 に示す通り，面白くないと回答した群の参加者は，最後まで雑学を読んでいない割合が高く，一概に表示するコンテンツへの選好が影響をしているとは言えない．むしろ待ち時間に対する強い不満が，雑学の表示に対する不満を引き起こし，雑学に対して負の態度を示したと考える方が適切であろう．

これらの結果から，待つという行為に対する満足度を評価するという課題に，利用状況や態度といった認知過程が強く影響することが明らかとなった．今後，より詳細な分析を行い，これらの影響が心理的時間の見積もりへのものか，主観評価を下す過程に対するものかを明らかにする必要が有る．

表 2　テキストへの選好と読了度のクロス表

	5	4	3	2
読まなかった	0	1	22	15
送信完了まで	1	25	37	11
最後まで	45	172	110	11

参考文献

[1] 新井田ら, (2010a), 日本心理学会第 74 回大会発表論文集, pp.603.

[2] 新井田ら, (2010b), 日本認知科学会第 27 回大会予稿集, pp.840-841.

[3] 松田文子, (1996), 北大路書房.

[4] Niida et al. (2011), Proc. of MobileHCI 2011.

[5] Uemura et. al. (2011), Transaction of IEICE, Vol.E94-B, No.3, pp.639-648.

BGM 聴取時の心拍数・体温・血圧が時間評価に及ぼす影響

The effects of heart rate, temperature, and blood pressure during listening on BGM on time estimation

松田 憲[†]，堀江 悠美[†]，一川 誠[‡]
Ken Matsuda, Yumi Horie, Makoto Ichikawa

[†]山口大学，[‡]千葉大学
Yamaguchi University, Chiba University
matsuken@yamaguchi-u.ac.jp

Abstract

This study examined the influences of the changes in participants' heart rate, temperature, and blood pressure on the time estimation when listening to music. The results showed that, regardless of the heart rate, the tempo of the music tunes determined whether the participants would overestimate or underestimate the time duration. We found that participants underestimated the duration under the low temperature while overestimated when the body temperature rises, and that blood pressure was related to the underestimation of the duration. In addition,,, the level of participants' concentration determined whether they would overestimate or underestimate the duration.

Keywords — BGM, time estimation, physiologic indices

1. はじめに

我々は日常生活の中で，実際に経過した時間と自身が感じた時間の長さが異なるということを度々体験する．例えば趣味に没頭していたり，友人と遊んでいたりする時間は短く感じ，退屈な会議の時間は長く感じる．このように実際に感じられる時間（主観的時間）の長さは，心理学では「時間評価」(ある特定の時間の長さをどの程度として見積もる（評価する）か）の問題として調べられている．日常生活の中でこの時間評価が重要になる行為の 1 つとして,『待つ』という行為が挙げられる．

本研究では,『待つ』場面を構成する要素の一つである BGM に注目した。飲食店で並んで待つとき，待ち時間をあっという間に感じる音楽がある一方、店の滞在時間をゆっくりと感じさせる音楽もある. BGM には個々が感じる時間経過を変えることができる働きがある．しかし，我々が音楽を耳にする時は必ずしも同じ心身状態であるとは限らない．楽しい時，悲しい時，緊張している時，心身状態や音楽を聴いているときの気分はその都度様々である．そこで本研究では，実験参加者の心拍数・体温・血圧・心理状態を変化させた後に音楽を聴取させる．これらの心身状態の変化が音楽を聴いているときの時間経過にどのように影響しているのかを検討し，時間感覚に影響を与える条件を見つけだすことにより, 状況に応じた BGM を選ぶことが可能になる．

2. BGM が時間評価に及ぼす効果

松田・矢倉・一川（2010）[1] は，時間評価に影響を及ぼすことが知られている聴覚刺激としての音楽に注目し，そのテンポと音符の違いが時間感覚にどのような影響を与えるのかを検討した．大学生の男女 20 名に, 音楽以外の視聴覚情報に影響されないようにアイマスクをしてもらい，作成した音楽刺激について 1 分の課題時間を産出法により評価させた．産出法は，ある時間の長さを言葉で実験参加者に提示し，参加者はその時間と主観的に等しいと思う持続時間（産出時間）を測定する方法である. 音楽刺激は 2 分音符, 4 分音符, 8 分音符，2 分音符と 4 分音符の混合，2 分・8 分音符混合，4 分・8 分音符混合，2 分・4 分・8 分音符混合の 7 種類の音符条件と，40bpm，80bpm，120bpm，160bpm の 4 種類のテンポ条件を組み合

わせた BGM を作成した．

その結果，音符条件とテンポ条件では，テンポ条件の方が時間感覚に影響を与えていることが明らかになった．テンポは音楽に対する印象を決定するうえで重要な要素である（Gundlach，1935；Hevner，1937）[2] [3] とともに，音楽を聴いている時の時間経過に影響を与える要素であるということがわかった．また、最も遅いテンポの 40bpm は他のテンポに比べてより過小評価（経過時間を短く感じる）され，テンポが速くなるほどより過大評価（経過時間を短く感じる）されやすい傾向にあった．また，音楽経験のある参加者はテンポの影響を受けやすいことが明らかになった．音楽経験のない参加者は時間を過小評価（経過時間を長く感じる）しやすく，特に遅いテンポであるほど時間を過小評価することがわかった．これは音楽に対する情報量や新奇性が時間評価に関係している可能性があることを示唆している．

松田ほか（2010）は，好みのテンポは心拍数と関係しており，70~100bpm のテンポが好まれやすく（Dowling & Harwood，1986）[4]，心拍数と倍数関係にあるテンポを好みやすい（Iwanaga，1995a）[5] という理由から心拍数に沿った 4 種類のテンポを用いて実験を行った．しかし心拍数は個人固有のものであり，個人の特性である程度の差がある．そこで本研究では実験前に参加者の心拍数を測定し，その値を音楽のテンポとして使用した．その後，参加者の心拍数を強制的に変化させた状態で音楽聴取をしてもらい，心拍数を基準としたテンポによる BGM が時間感覚にどのような影響を与えるのか検討した．

本研究では，エアロバイクによる運動と破裂を予測される風船を使った心拍数操作によって参加者の心身状態を変化させた．エアロバイク運動では心拍数・体温・血圧，風船による心拍数操作では心拍数･血圧･心理状態をそれぞれ変化させた．

3. 方法

要因計画　心拍数操作条件（操作なし，エアロバイク運動，風船による心拍数操作）の 1 要因参加者内計画であった．

実験参加者　正常な聴力を持つ大学生 28 名（男女各 14 名，平均年齢は 21.7 歳）が参加した．実験は個別に行った．

実験材料　MusicStudioProducer（フリー音楽ソフト）で作成した，約 1 分間のピアノ音の曲（各 21 小節）を使用した．44 名による予備調査の結果より，27 曲からニュートラル曲 3 曲を選定した。テンポは 80bpm で統一した．曲はメロディと伴奏で作成した．松田ほか（2010）の実験で使用された楽曲を基に，4/4 拍子，C 長調とし，A2～E4 の間の白鍵盤のみ（12 音）を使用した．メロディは 4 分音符，8 分音符，16 分音符を使用し，1 曲に占める音符の割合が 8 分音符＝40%, 16 分音符＝30%, 4 分音符＝30%となるように作成した．伴奏は 2 分音符，4 分音符を使用した．音符割合は特に制限を付けずに作成した．

測定指標　生理指標として，血圧と心拍数，体温を測定した．血圧と心拍数は，オムロン自動血圧計（HEM－7420）を用いて，実験開始前，心拍数強制変化後，音楽聴取後に測定した．体温はオムロン電子体温計（MC－612）を用いて

，実験開始前，心拍数強制変化後，音楽聴取後に腋下の体表にて測定した．

実験装置　PC（FUJITSU FMV-S8230）に直接接続したヘッドホン（audio-technica ATH-AD1000）で音楽を流した．鹿野（1995）[6] より主観的時間（感じられる時間）は音量によって変動すると考えられるため，音量は固定して行った．時間はストップウォッチ（CASIO HS-70W）を用いて測った．音楽以外の視聴覚情報に影響されないように，実験参加者には音楽を聴いている間のみアイマスクをしてもらった．エアロバイクは ST-1030 を使用した．風船を使った操作では，四方に針を設置した場所で膨らませた風船を揺らし，参加者の心拍数を上昇させた．

手続き　参加者を個室内の椅子に着席させ，体温，血圧，心拍数を測定した．その後，心拍数操作なし状態，エアロバイク運動後，風船による心拍数操作後にそれぞれ 1 曲ずつ聴いてもらった．

エアロバイクは1分間全力でこぐよう求めた．風船による心拍数操作では，参加者が音楽聴取している間，もしくはストップウォッチを停止した後に風船を割ると教示した．また，なるべく音楽聴取に集中するよう求めた．実際に風船は割らなかった．3 つの運動条件の順番は，カウンターバランスをとるために参加者毎にランダムに設定した．また，曲はニュートラル曲 3 曲を各運動条件にランダムに振り分けた．エアロバイク運動後と，装置で風船を揺らすのを参加者に見せながら体温，血圧，心拍数を測定し，心拍数が変化したのを確認した後曲を聴いてもらった．心拍数上昇値の平均はエアロバイク運動後が 50.3bpm，風船による心拍数操作後が 7.9bpm であった. 体温上昇値の平均はエアロバイク運動後が－0.16℃，風船による心拍数操作後が 0.01℃であった．最高血圧上昇値の平均はエアロバイク運動後が 29.9mmHg，風船による心拍数操作後が－3.5mmHg であった．時間評価は産出法で行った．指示する時間は，松田ほか（2010）をもとに 1 分とした．曲が始まる前に全曲共通の合図音（woodblock 音）を流し，曲の開始とともにストップウォッチを押してもらった．そこから時間感覚を計ってもらい，指示した時間になったと思ったときにストップウォッチを停止してもらった．カウントをするかしないかで時間評価の値に変動が出ると考えられるので，実験参加者にはカウント，及びその他の評価手がかりを用いないように教示した．1 曲聴取毎に体温，血圧，心拍数測定と，聴取した音楽についての心理評定用紙の記入を求めた．記入終了後に参加者が安静状態になったのを確認し, 次の手順へ移った．最後にアンケート記入と，口頭で①普段の生活で 1 分を意識することはあるか，②風船による心拍数操作時に曲に集中できたか，③全体的な意見や感想について質問を行った．

4. 結果と考察

心拍数が聴覚的時間評価に及ぼす影響（図 1）

実験参加者の産出時間について，心拍数操作条件の 1 要因 3 水準分散分析を行った．その結果，心拍数操作条件の主効果が有意であった（F（2,54）= 3.59，MSe =101.2，p =.034）．心拍数操作が時間感覚に影響を与えたことが示された．心拍数操作の主効果における多重比較（Ryan’s method）(5% 水準)を行ったところ, 操作なし状態と風船による心拍数操作後の間で有意差がみられた（p = 0.02）．各心拍数操作条件において，時間評価値と基準となる 60 秒との間に有意な差があったかどうかを確認するため 1 変量の t 検定を行った. その結果，風船による心拍数操作後に有意差がみられた（t (27) =2.107，p =.045）．操作なし状態とエアロバイク運動後には有意差はみられなかった（t (27) =.183，p =.856；t (27) =.453，p =.654）．操作なし状態と比べて，風船による心拍数操作後は時間が過小評価（経過時間を短く感じる）されやすいことがわかった．

心拍数上昇値の平均値はエアロバイク運動後（50.3bpm）＞風船による心拍数操作後（7.9bpm）であった．心拍数操作方法によって心拍数の変化以外の要因で変動が生じ，その要因が時間評価値に影響した可能性がある．口頭質問の回答より，28 人中 20 人が風船による操作時に音楽に集中できなかったと答えている．様々なイベントを含む経過時間は長く評価される（Fraisse，1984）[7]. 他に気を取られて集中力が散漫になると時間を過大評価し，集中力が増すと経過時間は短く感じると考えられる．参加者が風船に集中しすぎて時間が経つのを忘れてしまい，時間を過小評価したことが考えられる．

初期心拍数の違いで見ると，好まれやすいテンポが 70~100 の範囲にあること（Dowling & Harwood，1986）に基づいて，初期心拍数を 70bpm 以上かそれ未満で区切り，初期心拍数条件（参加者間：69bpm 以下，70bpm 以上）と心拍数操作条件の 2 要因分散分析を行った結果，心拍数操作条件の主効果と交互作用が有意傾向であった（F（2,52）= 3.15, MSe =94.3, p =.051；F（2,52）= 2.97, MSe =94.3，p =.060）．下位検定の結果，操作なし状態では初期心拍数 69bpm 以下の参加者が時間を過小評価しやすく，70bpm 以上の参加者が過大評

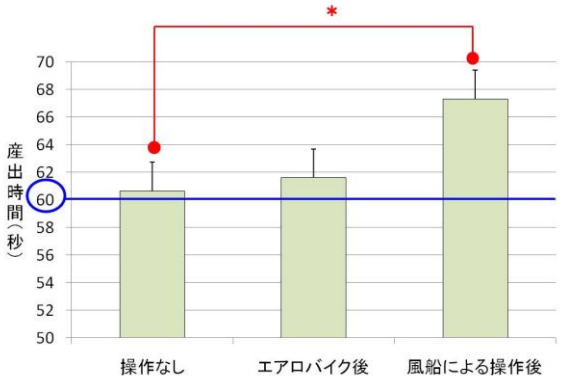


図 1　心拍数操作ごとの産出時間平均値と標準誤差（基準は 60 秒）

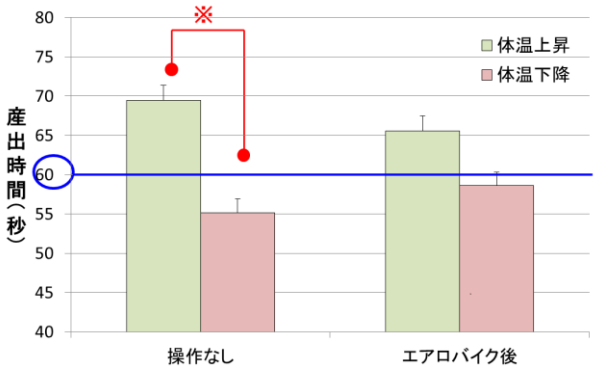


図 2　エアロバイク後における体温変化ごとの産出時間平均値　（基準は 60 秒）

価しやすいことが明らかになった．操作なし状態では，参加者自身の心拍数と音楽のテンポが同一であった。鹿野（1995），松田ほか（2010）より，遅いテンポの音楽は過小評価され，テンポが速くなるほど過大評価される．つまり，聴取した音楽のテンポが時間を過大・過小評価させたことが考えられる．今回，音楽の基本要素であるテンポの好みには精神テンポ（Temperley，1963）[8] が関係していると考えられている (Buchanan，1988) [9] とする説や，心拍数はテンポの好みに関連している要因の 1 つになっている (Iwanaga, 1995a, 1995b）[10] とする説を基に，心拍を基準としたテンポの音楽を使用した実験を行った．しかし，本研究では，初期心拍数に合わせて BGM のテンポを設定したところ，遅いテンポ（低い心拍数）では産出時間は過小評価され，速いテンポ（速い心拍数）では過大評価される結果となった．また，エアロバイクによる運動によって急激に心拍数が上昇した後でも操作なし条件の産出時間とほとんど差がないことから，時間を過大・過小評価するかは心拍数に一致しているか否かに関わらず，音楽のテンポそのものに依存するといえる．

体温の変化が時間評価に及ぼす影響（図 2，3）

心拍数操作条件ごとの体温上昇値と産出時間について相関分析を行ったところ，エアロバイク運動条件で r = .15，風船による心拍数操作条件で r = .16 であり，いずれも有意ではなかった．続いて，

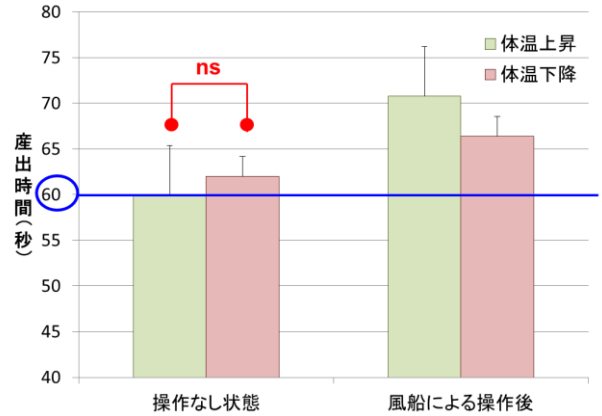


図 3　風船による操作後における体温変化ごとの産出時間平均値　（基準は 60 秒）

エアロバイク運動後に体温が上がった参加者 10 人（平均 0.32℃上昇），下がった参加者 16 人（平均 0.48℃下降）の時間評価値について，体温条件（参加者間：体温上昇，体温下降）と心拍数操作条件の 2 要因分散分析を行った．その結果，主効果と交互作用は有意ではなかったものの，操作なし条件における体温の上がったグループと下がったグループの時間評価値の差が有意傾向であった（p =.066）．操作を行っていない状態では，エアロバイク運動後に体温の上がったグループは下がったグループと比べて時間を過小評価（経過時間を短く感じる）する傾向にあったが，エアロバイクによる体温変化後にはその差が消失した．

風船による心拍数操作後において，心拍数操作条件の主効果が有意であった（F（1,22）= 8.347, MSe = 80.377，p =.009）．単純主効果検定の結果，

体温上昇グループにおける心拍数の効果が有意であった（$F(1,22) = 8.487$, $MSe = 110.498$, $p = .008$）．風船による操作によって体温が上がったグループは，時間を過小評価（経過時間を短く感じる）することが示された．エアロバイク運動条件における体温上昇群においては，初期体温の低さから身体の代謝が低かったと推測される．体温が上昇して身体の代謝が激しい時は時間を過大評価する（一川, 2008；Hoagland, 1933, 1981）[11] [12] [13]．そのため操作なし条件で時間を過小評価し，エアロバイクによる心拍数操作によって、体温が上昇したと考えられる．風船による操作条件における体温上昇群においては，初期体温の低さによる操作なし条件における過小評価はみられなかった．バイク条件（36.02℃）と風船条件（36.15℃）の体温上昇群の初期体温間に，時間が過小評価されるか否かの境界がある可能性がある．

血圧が聴覚的時間評価に及ぼす影響（図 4）　心拍数操作条件ごとの最高血圧上昇値と産出時間について相関分析を行ったところ，エアロバイク運動条件で $r = -.01$, 風船による心拍数操作条件で $r = -.23$ であり，いずれも有意ではなかった．続いて，最高血圧が 100mmHg 未満（低血圧）の参加者 5 人，100～134mmHg（正常血圧）の参加者 17 人，135mmHg 以上（高血圧）の参加者 6 人の時間評価値について，血圧条件（参加者間：低血圧，正常血圧，高血圧）と心拍数操作条件の 2 要因分散分析を行った．その結果，血圧条件と心拍数操作条件の主効果が有意であった（$F(2,25) = 9.96$, $MSe = 488.9$, $p = .001$；$F(2,50) = 3.39$, $MSe = 105.2$, $p = .042$）．下位検定として血圧の主効果における多重比較（Ryan's method）(5%水準)を行ったところ，正常血圧と高血圧，低血圧と高血圧の差が有意だった．低血圧, 正常血圧の人と比べて，高血圧の人は時間を過小評価（経過時間を短く感じる）しやすいことが示された．また，心拍数操作の主効果における多重比較を行ったところ，操作なし状態と風船による心拍数操作後の差が有意差だった．風船による心拍数操作後には時間が過小評価されやすいことがわかった．

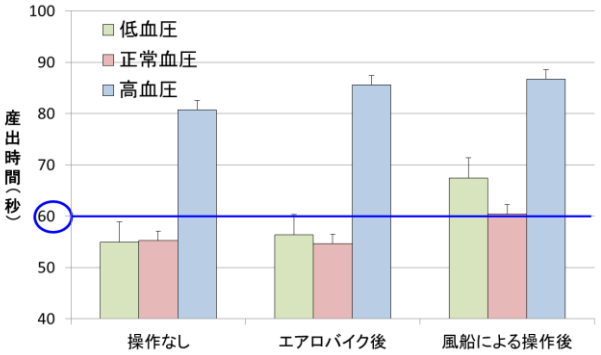


図 4　初期血圧ごとの産出時間平均値　（基準は 60 秒）

5. まとめ

本研究では参加者自身の心拍を用いた音楽を使用して時間評価値への影響を検討したが，時間を過大・過小評価するかは心拍数に一致しているか否かに関わらず，音楽のテンポそのものに依存するものであるということが示された．また，体温の低さによって時間を過小評価したことから，一川（2008）や Hoagland（1933，1981）の，体温が上昇して身体の代謝が激しい時は時間を過大評価するということと同様のことが言えた．今回，血圧を新たな指標として用いたが，血圧も時間評価に影響を及ぼす一つの要因であるということが明らかになった．さらに心理状態や集中の度合いによって時間評価値が変動することが明らかになった．今後はこれらの要因を系統的に操作することによって時間評価値への影響を見る必要がある．

参考文献

[1] 松田 憲・矢倉由果里・一川 誠（2010）．BGM の音楽的特徴が時間感覚に及ぼす影響　日本心理学会 74 回大会論文集，pp．588.

[2] Gundlach，R．H.（1935）．Factors determining the characteristics of musical phrases．American Journal of Psychology，47，pp．624-643.

[3] Hevner，K.（1937）．The affective value of pitch and tempo in music．American Journal of Psychology，49，pp．621-630.

[4] Dowling，W．J．& Harwood，D．L.（1986）．Music cognition．New York: Academic Press.

[5] Iwanaga, M.（1995a）. Harmonic relationship between preferred tempi and heart rate. Perceptual and Motor Skills, 81, pp. 67－71.

[6] 鹿野輝三 （1995）. 時間評価に対する音楽刺激の影響 金城学院大学論集 pp. 79－94.

[7] Fraisse, P（1984）. Perception and estimation of time. Annual Review of Psychology 35, pp. 1-36.

[8] Temperley, N. M.（1963）. Personal tempo and subjective accentuation . Journal of General Psychology, 78, pp. 267-287.

[9] Buchanan, J. C.（1988）. An exploratory study of preschool children's synchronization of a selected rhythmic activity with music set at their heart rates. Unpublished Ph. D. dissertation, University of South Florida.

[10] Iwanaga, M.（1995b）. Relationship between heart rate and preference for tempo of music. Perceptual and Motor Skills, 81, pp. 435-440.

[11] 一川 誠（2008）. 大人の時間はなぜ短いのか 集英社新書

[12] Hoagland, H.（1933）. The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock. Journal of General Psychology, 9, pp. 260-287.

[13] Hoagland , H .（1981）. Some biochemical considerations of time. In J. T. Fraser（Ed.）, The voices of time pp. 312-329. Amherst, MA: The University of Massachusetts Press.

情動表情認知の個人差

-事象関連電位 N170 を指標として-

Are faces created by computer graphics “faces” or “objects”?

玉宮義之[†]，開一夫[†]
Yoshiyuki Tamamiya, Kazuo Hiraki

[†]東京大学大学院総合文化研究科
The University of Tokyo
tamamiya@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Recognition of facial expressions is one of important parts of social skills. Recent studies on emotional processing have shown that some early components of event-related potential (ERP), which are sensitive to face stimuli, are also modulated by facial expressions. However, few study has addressed relationship between those components and discrimination of facial expressions. In the current study, each picture of three facial expressions (angry, happy and neutral) was presented to 36 young adults while recording ERP. Participants were asked to respond with a corresponding button as soon as they recognized what expression the picture depicted. A multiple regression analysis where ERP components were set as an explanatory variable, hits and RTs of the task as a target variable showed that among three expressions, amplitude of N170 significantly predicted hits and amplitude of P2 significantly predicted RTs. The result indicated that these early ERP components modulate discrimination of facial expressions.

Keywords — Face Perception, Emotion, Social cognition , Individual difference,

1. はじめに

表情から他者の意志・感情を推察することは重層的な社会の中で生きる人間にとって必要不可欠な認知能力の一つである。表情認知に関する認知神経科学的研究はこれまでに多く行われている。事象関連電位(event-related potential: ERP)を用いた研究では、刺激呈示後 140ms から 200ms の間で後側頭葉において惹起される陰性電位である N170 は、車や家などよりも顔に対して大きな振幅を示すことが知られている(Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996)。N170 は顔刺激が倒立呈示された場合(Sagiv & Bentin, 2001)やコントラスト反転された場合(Itier & Taylor, 2002)に影響を受けること、さらに情動表情によっても変化することが知られている(Batty & Taylor, 2003)。また、N170 に続く陽性電位である P2 は顔刺激の高次処理を反映しており、学習によって変化することが報告されている(Latinus & Taylor, 2005)。さらに、よく学習されたカテゴリーに属する知覚対象とそうでない対象では N170 の振幅が異なることが明らかになっている(Tanaka & Curran, 2001)。

情動表情認知に関する個人差が、これまでにいくつかの研究で報告されている(Hargrave, Maddock, & Stone, 2002; Isaacowitz et al., 2007)。しかし、情動表情認知に関する個人差が、初期知覚を反映した神経活動とどのように関連しているのか明かではない。そこで本研究では、情動表情認知処理を反映すると考えられる N170 と P2 が情動表情認知の個人差とどのような関係にあるのか検討する。

2. 実験

参加者：36 名（女性 25 名・男性 11 名；平均年齢 20.1 歳）の健康な成人

刺激：4 人のモデル（女性 2 名・男性 2 名）の怒り・喜び・中性の 3 表情

刺激呈示：それぞれの刺激は、参加者から 80cm 離れたところに置かれた 17 インチの CRT 上に一画像ずつ提示された。刺激と刺激の間には注視点が画面の中心に提示された。各刺激は 800ms、注視点は 1000ms 呈示された（図 1）。3 種類の表情が 1 ブロックにそれぞれ 40 回ずつランダムに呈示され、実験は 4 ブロックから構成された。

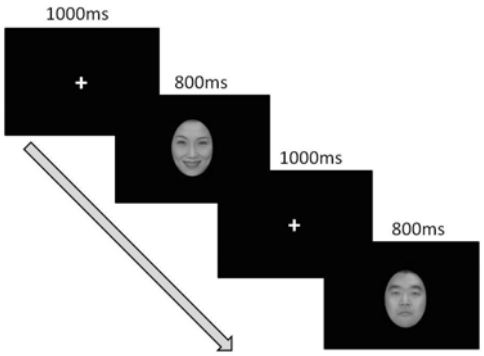


図 1.　課題の流れ

記録・解析：EEG データは国際 10-20 法に基づき Cz を基準とした。データ補正後、画像呈示前 100ms から後 800ms までを加算平均した。刺激提示後 170ms 前後の陰性成分を N170、250ms 前後の陽性成分を P2 として分析した（図 2)。行動指標として、ボタン押しの反応時間と正答率を分析した。

手続き：参加者は画面中央の注視点に視点を固定しながら、呈示された表情をできるだけ素早く正確に弁別するように求められた。反応はそれぞれの表情に対応するボタンを利き手の人差し指・中指・薬指で押すことによって行われ、正答率と反応時間が記録された。ボタンと表情の対応は参加者間でカウンターバランスがとられた、

分析：分散分析において Greenhouse-Geisser による自由度の調整を必要に応じて行い、重回帰分析をステップワイズ法により行い、回帰係数は標準化係数を表記した.

3. 結果

行動指標:正答率において表情の主効果が有意であった($F(1.5, 52.8)=4.94$, $p<.05$, $\eta_p^2 = .12$). 喜び(80%)よりも怒り(85%)をより正確に弁別していた。反応時間において表情の主効果は有意ではなかった($F(1.7, 58.2)=2.0$, $p>.05$,).

EEG：N170・P2 と表情弁別の関係について検討するため、正答率・反応時間を目的変数に、N170 と P2 の頂点振幅･頂点潜時を説明変数とする重回帰分析を行った。その結果、正答率と有意な関係にあった変数は、怒り・喜びでは N170 の頂点振幅(怒り・喜びそれぞれ $\beta=-.47$, $p<.05$; $\beta=-.47$, $p<.05$)、中性では N170 の頂点潜時であった（$\beta=-.38$, $p<.05$）（図 3)。反応時間において、怒り・喜びでは P2 の頂点振幅(怒り・喜びそれぞれ $\beta=.51$, $p<.05$; $\beta=.57$, $p<.05$)、中性では P2 の頂点潜時と有意な関係が見られた（$\beta=.36$, $p<.05$）（図 4）.

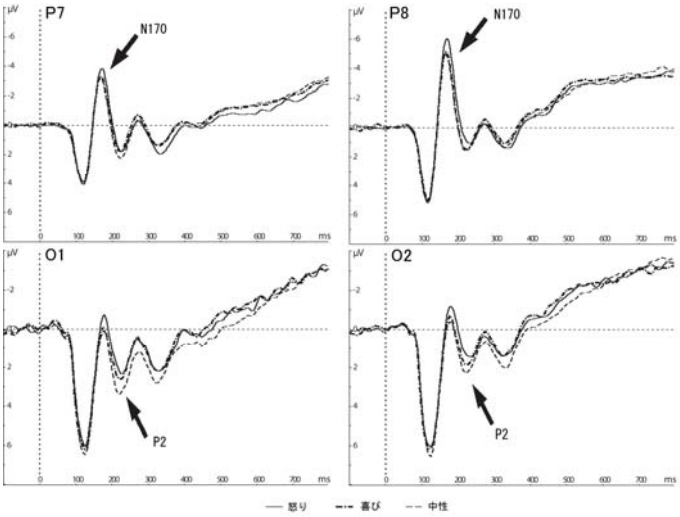


図 2.　各表情に対する ERP 波形

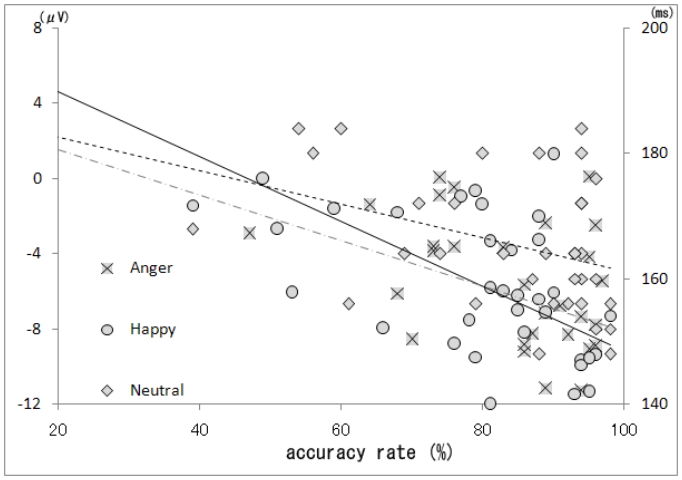


図 3.　各表情に対する N170 の頂点振幅（怒り・喜び)・頂点潜時（中性）と正答率

4. 考察

本研究の結果から、情動表情弁別課題における成績の個人差が表情の初期知覚に関連する神経活動と関係していることが示唆された。N170 は顔の符号化の段階とカテゴリー処理を反映し

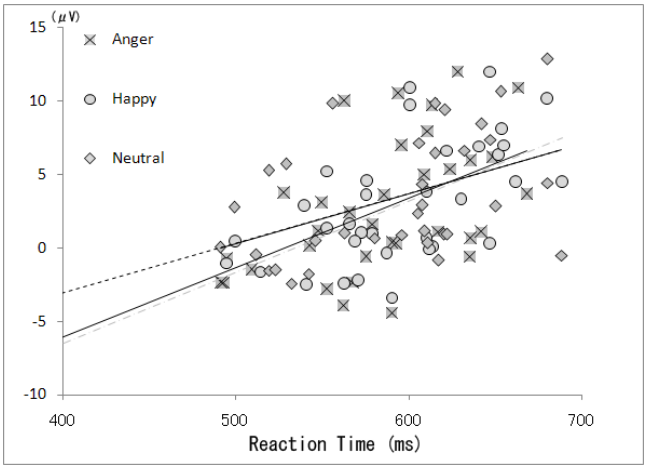


図 4.　各表情に対する P2 の頂点振幅（怒り・喜び・中性）と反応時間

ているとされ、顔とそれ以外でのカテゴリー間では頂点振幅に明瞭な差が見られることが知られている(Bentin et al., 1996; Sagiv et al., 2001)。 本研究の結果から、N170 は知覚対象のカテゴリー処理を単に反映しているだけでなく、そのパターン認識をする際の処理の程度も反映している可能性が示された。一方で、P2 は正答率には影響しておらず、反応時間とのみ関係が見られた。P2 は顔刺激の高次処理を反映していると考えられており(Latinus et al, 2005)、先行して処理されるカテゴリー弁別を補完する過程なのかもしれない。

本研究では実験課題を単純にするため、3 つの表情のみ使用した。そのため全ての表情において本研究と同様の結果が得られるか不明である。また、実験課題として表情弁別課題のみを行い、表情と無関連な弁別課題は行っていない。そのため、本研究で得られた知見が表情に特異的かどうかは今後の研究を待たねばならない。

参考文献

[1] Bentin et al., (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *8*, pp. 551-565.

[2] Hargrave et al., (2002). Impaired Recognition of Facial Expressions of Emotion in Alzheimer's Disease. *Journal of Neuropsychiatry, 14*, pp. 64-71.

[3] Isaacowitz et al. (2007). Age differences in recognition of emotion in lexical stimuli and facial expressions. *Psychology and aging, 22*, pp. 147-59.

[4] Itier R.J., & Taylor M.J. (2002). Inversion and contrast polarity reversal affect both encoding and recognition processes of unfamiliar faces: a repetition study using ERPs. *Neuroimage, 15*, pp. 353–372.

[5] Latinus et al, (2005) "Holistic Processing of Faces: Learning Effects with Mooney Faces". *Journal of cognitive neuroscience, 17,* pp. 1316-1327.

[6] Sagiv et al, (2001) "Structural Encoding of Human and Schematic Faces: Holistic and Part-Based Processes". *Journal of cognitive neuroscience, 13*, pp. 937-951.

日本人英語学習者の言語産出における統語的プライミングの累積効果
Cumulative Effects of Syntactic Priming in Language Production of Japanese EFL Learners

森下美和 [1]，横川博一 [2]
Miwa Morishita, Hirokazu Yokokawa

[1] 神戸学院大学，[2] 神戸大学
Kobe Gakuin University, Kobe University
[1]morisita@ba.kobegakuin.ac.jp, [2]yokokawa@kobe-u.ac.jp

Abstract
This study aims to investigate how the cumulative effects of recent experience with particular structures influence Japanese EFL learners based on a syntactic priming experiment using sentence completion tasks. The results show that the more the learners were exposed to a certain sentence structure, the stronger syntactic priming became, indicating the possibility of repeated exposure accelerating learning during language production.

Keywords - language production, syntactic priming, sentence completion tasks

1. 研究の目的

母語であれ，外国語であれ，効果的な言語コミュニケーションを行うためには，とりわけ語彙情報のアクセス・検索と統語構造構築能力の自動化が要求される．そのためには，脳内に豊かな語彙表象を構築する必要がある．言語産出の基底にあるメカニズムや言語表象の性質を解明することを目的とした心理言語学研究では，統語的プライミング（syntactic priming）効果がよく利用される．統語的プライミングとは，言語産出プロセスにおいて，直前に処理した文と同じ統語構造パターンを用いる傾向があることを指す．

本稿では，統語的プライミング効果を利用して，日本人英語学習者（JEFLLs）の語彙表象を豊かにする可能性を探るため，JEFLLs を対象に，特定の統語構造への接触（exposure）の回数が統語産出に与える影響について調査した．その結果に基づき，プライミング手法を用いた潜在学習（implicit learning）の可能性について考察する．

2. 先行研究

Pickering and Branigan (1998) の統語表象モデル（図 1）によると，メンタルレキシコン内のレマ階層には，統語範疇（syntactic category），時制・相・数などの素性（feature），言語単位の結びつきを指定する情報（combinational information）などの統語情報が貯蔵されている．

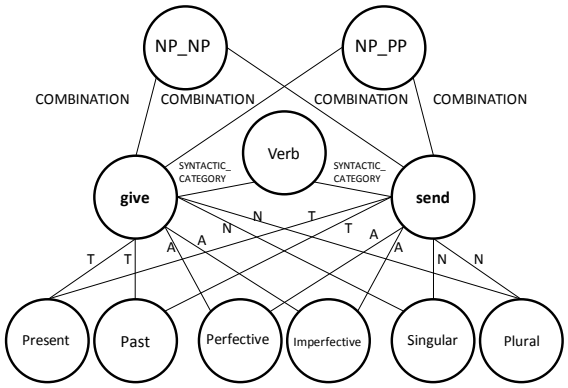


図 1　産出語彙における動詞と連結する統語情報表象の部分的モデル（Pickering & Branigan, 1998）

統語構造は語彙表象の組み合わせによって構成されており，特定の統語構造が繰り返されることにより活性化すると考えられている．Pickering and Branigan (1998) は，図 1 のモデルの妥当性を検証するため，L1 英語話者を対象に，文完成課題を使用した統語的プライミング実験を行った．与格（prepositional object: PO）構文または二重目的語（double object: DO）構文を刺激文（プライム文）とし，次に現れる未完成文（ターゲット文）を自由に完成させる課題を行った結果，動詞および時制・相・数の要因がプライム文とターゲ

ット文で同一か否かに関わらず，同一構文を繰り返し用いる傾向が見られた．

Morishita et al. (2010) では，Pickering and Branigan (1998) の手法に基づき，JEFLLs を対象とした文完成課題を実施したところ, L1 の統語表象モデルが JEFLLs の場合にも概ね当てはまることが明らかになったが，下位群のプライミング率は上・中位群と比べて有意に低かった．その理由としては，下位群の場合，メンタルレキシコン内に文産出のための語彙・統語表象が十分形成されていない可能性が考えられる．

本実験では，特定の統語構造への接触回数が増えるにつれてプライミング効果が高くなるという L1 先行研究（Kaschak et al., 2006）の結果に基づき, JEFLLs を対象とした文完成課題を実施し，統語的プライミングの累積効果について調査した．

3. 実験

3.1 実験協力者　日本人大学生 353 名が実験に参加し，Educational Testing Service (1997) による SLEP (Secondary Level English Proficiency) Test のリーディング・セクションのスコアに基づき，習熟度別に上・中・下位群に分類した．

3.2 実験素材および手順　プライム文およびターゲット文の動詞とその素性（時制・相・数）の異同を含む PO/DO 構文を 20 組用意した．実験文 20 文とフィラー文 20 文の計 40 文を含む調査冊子を，(a) 各組 4 文のうち 1 種類に 5 回ずつ均等に接触するグループ (equally- exposed group: EE 群）と (b) 1 種類のみに 20 回接触するグループ（unequally-exposed group: UE 群）に対して各 4 種類作成した．

以下に, プライム文 (1a-d) とターゲット文 (2) を示す．

(1) a.The driver *showed* the car to the mechanic.
b. The driver *showed* the mechanic the car.
c. The driver *gave* the car to the mechanic.
d. The driver *gave* the mechanic the car.

(2) The patient *showed*….

実験協力者は，調査冊子に書かれたプライム文を黙読し，次のページのターゲット文を自由に完成させるよう指示された．所要時間は約 50 分であった．

3.3 採点方法　すべての回答を,「プライミング効果あり」(PO プライム文のときに PO 構文を産出, DO プライム文のときに DO 構文を産出：Priming),「プライミング効果なし」（PO プライム文のときに DO 構文を産出，DO プライム文のときに PO 構文を産出：Alternate),「その他」（PO/DO 構文以外を産出，無回答など：Other）に分類した．

4. 結果と考察

まず，EE 群と UE 群のプライミング率を比較してみると，全体として，前者よりも後者のほうが明らかに高いプライミング率を示した（表 1)．

表1　EE群とUE群の平均反応率 (%)

Verb, etc.	Prime	Responses		
EE		PO	DO	Other
Same	PO	49.6	18.4	32.0
	DO	17.7	47.5	34.8
Different	PO	42.5	21.9	35.6
	DO	19.2	42.0	38.8
UE		PO	DO	Other
Same	PO	60.9	13.1	26.0
	DO	8.5	59.7	31.8
Different	PO	51.6	13.6	34.8
	DO	7.7	53.4	38.9

また，二元配置分散分析による統計分析およびテューキーの方法による多重比較を行ったところ, EE 群，UE 群とも，上位群では，Alternate の割合が，下位群では，Other の割合が，他の習熟度グループに比べてそれぞれ有意に高かったが, UE 群では，強いプライミング効果のために，上・下位群ともその割合が減少した（表 2)．

表2　習熟度別平均反応率 (%)

	Responses		
EE	Priming	Alternate	Other
Upper	47.9	25.2	26.9
Medium	52.8	18.9	28.3
Lower	35.3	13.2	51.5
UE	Priming	Alternate	Other
Upper	61.2	15.0	23.8
Medium	64.6	10.2	25.2
Lower	49.0	8.7	42.3

次に，UE 群の接触回数を前半（1－10 回）と後半（11－20 回）に分け，*t* 検定（両側）により平均プライミング率を比較した．その結果，上位群（56.9%→65.5%）と中位群（57.9%→71.3%）では，後半のプライミング率が有意に上昇していたが（$p < 0.01$），下位群（46.7%→51.3%）には有意な変化は見られなかった（図 2）．

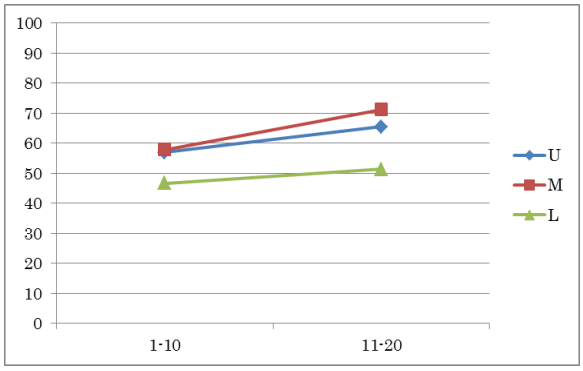


図 2　UE 群の接触回数による平均プライミング率（%）

このことから，習熟度に関わらず，特定の統語構造への接触回数が増えるにつれてプライミング効果が高くなることが分かり，統語的プライミングは自動的で無意識的なプロセスであるという Pickering and Branigan (1999) の主張と合致する結果となった．しかし，20 回程度の接触では下位群には大きな影響は見られなかった．

5. 今後の課題

統語的プライミング実験は，L1 話者の言語産出メカニズムを調べるために開発された心理学的手法であり，現在までのところ，L2/EFL に応用した研究は非常に限られている．しかし，統語的プライミングの手法は，L2/EFL 学習者の統語表象および言語産出メカニズムの解明のみならず，言語産出における統語構造の学習や統語処理能力の向上に利用できる可能性がある．

統語的プライミング実験の中で何度か同じ構文に接触することには，言語発達の初期段階に必要とされる模倣や反復 (Lightbown & Spada, 2006) による学習効果があると考えられる．また，統語規則（syntactic rules）は，本来，模倣できない性質のものであるので，プライミングの手法を用いた接触による潜在学習が促進される可能性がある．今後，学習者の言語習熟度および接触量，接触方法などの要因を考慮し，さらに調査する予定である．

謝辞

本研究は，平成 21 年度科学研究費助成金・基盤研究(A)「外国語運用能力の熟達化に伴う言語情報処理の自動化プロセスの解明」(課題番号 2124013, 研究代表者：横川博一)，および，平成 23 年度科学研究費助成金・基盤研究(C)「日本人英語学習者のスピーキングにおける統語処理プロセスに関する心理言語学的研究」(課題番号 23520778，研究代表者：森下美和）の助成を受けている．なお，本稿をまとめるにあたり，査読委員の先生方に有益なコメントをいただいた．この場をお借りして深くお礼申し上げたい．

参考文献

Educational Testing Service. (1997). *Secondary Level English Proficiency Test.* Princeton, NJ.

Kaschak, M. P., Loney, R. A., & Borreggine, K. L. (2006). Recent experience affects the strength of structural priming. *Cognition, 99,* B73-B82.

Lightbown, P. M., & Spada, N. (2006). *How languages are learned.* Oxford: Oxford University Press.

Morishita, M., Satoi, H., & Yokokawa, H. (2010). Verb lexical representation of Japanese EFL learners: Syntactic priming during language production. *Journal of the Japan Society for Speech Sciences, 11,* 29-43.

Pickering, M. J., & Branigan, H. P. (1998). The representation of verbs: Evidence from syntactic priming in language production. *Journal of Memory and Language, 39,* 633-651.

Pickering, M. J., & Branigan, H. P. (1999). Syntactic priming in language production. *Trends in Cognitive Sciences, 3*(4), 136-141.

意思決定に関する因果推論—因果モデルとパラメータの役割—
Causal Reasoning in Decision Making: The Role of Causal Models and Their Parameters

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

Hagmayer and Sloman (2009) proposed the causal model theory of choice which claims that deliberately chosen action serves as an intervention and that causal reasoning based on choice reflects only the qualitative aspect of causal models (i.e., causal structure). However, previous studies have suggested that interventional prediction is derived from both qualitative and quantitative aspects (i.e., base rates and causal strength). The purpose of the present study is to investigate what kind of information people use in inferences with choice. In Experiment 1, in which causal models were manipulated, participants were asked to infer probabilities conditional on deliberately chosen action, enforced actions, and merely observed actions. The results demonstrated that people conceive of choices as interventions and consider the qualitative aspect of causal models. In Experiment 2, in which base rates were manipulated, the results revealed the underuse of base rates in the inferences based on choice. These results are consistent with predictions derived from the causal model theory of choice.

Keywords — Causal Reasoning, Decision Making, Causal Model Theory of Choice, Intervention, Qualitative vs. Quantitative

序論

行動の原因や行動の結果の推測において因果推論と意思決定は密接に関連している．例えば，知的好奇心が読書行動とテスト成績に影響を及ぼしている事態（Figure 1. Left: common-cause model）では，読書をしている人がいればその人の知的好奇心が高いことを推測できる．しかしながら，このような推測はいつでも成立するわけではない．

選択の因果モデル理論（Hagmayer & Sloman, 2009）によると，強制された行動は何らかの指示によるもの，意図的に選択された行動は自由意志に基づくものとして解釈されるため，読書の有無から知的好奇心は推測されなくなる．このように事象に対して何らかの操作を加えることは介入(intervention）と呼ばれ，介入によって制御された事象は本来の原因からの影響を受けなくなる．したがって，強制的に読書をさせられている人の知的好奇心は，そもそも知的好奇心をどれくらい持っているかという基準率に従う．なお，読書が知的好奇心を高め，知的好奇心がテスト成績に影響を及ぼす事態（Figure 1. Right: causal-chain model）では，行動の原因に関わらず，読書から知的好奇心の高さが推測できる．

介入に基づく推論については二つの理論的立場が存在している．質的推定説（e.g., Sloman, 2005）によると，介入に基づく推論は因果モデル（causal model）のみを反映し，因果モデルのパラメータ（i.e., 基準率，因果強度）は考慮されない．一方，量的推定説（e.g., Waldmann, Hagmayer, & Blaisdell, 2006）では因果モデルおよびパラメータの両方が推定に用いられると考える．選択の因果モデル理論は前者の立場を取っているが，介入に焦点を当てたこれまでの研究では因果モデルだけでなく，そのパラメータも考慮されることが示されている（Meder, Hagmayer, & Waldmann, 2009; Waldmann & Hagmayer, 2005).

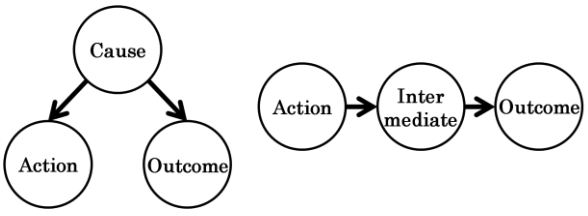


Figure 1. Common-cause model and causal chain model

Hagmayer and Sloman (2009) によって意図的に選択された行動が介入として機能することは示されたが，選択に基づく推論が因果モデルだけでなくそのパラメータを反映するかは明らかにされていない．したがって，本研究では (1) 意図的に選択された行動が介入として機能するか (2) 選択に基づく推論が因果モデルを反映するか，(3) 選択に基づく推論が基準率を反映するかについて実験的検討を行った．

実験 1

実験1の目的は，Hagmayer and Sloman (2009, Experiment 4)とほぼ同様の手続きを用いて，(1) 意図的に選択された行動が介入と同等の役割を持つか，(2) 選択に基づく推論が因果モデルを反映するか検討することであった．実験課題はシナリオを読んで推測を行うことであり，3ページで構成される小冊子を2種類用意した．シナリオの大部分は先行研究と同様であったが，因果モデルのパラメータを操作するという一連の研究目的のため，シナリオに記載されていた数値は取り除かれた．

1ページ目にはシナリオとその内容を図で表現した因果モデルが記載されていた．運動に関するシナリオでは，神経伝達物質CNAが増加すると運動するようになったり，摂取カロリーが減少したりすること (Figure 1. Left: common-cause model)，もしくは運動することで神経伝達物質CNAが増加し，神経伝達物質CNAの増加によって摂取カロリーが減少することが伝えられた (Figure 1. Right: causal-chain model)．もう一方のシナリオは家事の手伝いに関するものであり，運動に関するシナリオとは異なる因果モデルが提示された．

実験参加者は3群に分けられ，各群では2ページ目と3ページ目で求められる確率判断の問題文における行動の意図が異なっていた．運動に関するシナリオにおいて，選択群は友人が意図的な決断の上で運動している場合，介入群は友人が運動させられている場合，観察群は友人が運動している場合に神経伝達物質CNAが存在する確率を予測した．同様に，行動を行っていない場合についても推測することが求められた．2つのシナリオを通して*P*(cause | action), *P*(cause | ¬action), *P*(intermediate | action), *P*(intermediate | ¬action)という4種類の確率を推測させた．

Table 1に評定値の平均と標準偏差および選択の因果モデル理論の予測値を示した．causal-chainモデルでは行動の生起時に媒介事象の生起確率が高く，行動の非生起時に媒介事象の生起確率が低くなっている．一方，common-causeモデルでは，選択群と介入群は行動の有無に関わらず同様の評定を行っていることが示された．しかしながら，観察群では行動生起時の評定値が行動非生起時よりも高くなっている．これらの結果は，意図的に選択された行動が介入として機能することだけでなく，選択に基づく推論が因果モデルを反映することを示しており，先

Table 1: Means and Standard Deviations for Probabilistic Inference Questions in Experiment 1

	Common-cause		Causal-chain	
Inference	*P*(cause | action)	*P*(cause | ¬action)	*P*(intermediate | action)	*P*(intermediate | ¬action)
Choice				
Predicted values	50	50	100	0
M	48.50	44.25	71.25	37.00
SD	32.54	27.49	15.02	29.33
Intervention				
Predicted values	50	50	100	0
M	50.50	54.17	76.75	42.42
SD	35.74	30.70	30.27	32.51
Observation				
Predicted values	100	0	100	0
M	68.50	37.67	74.33	37.17
SD	17.32	25.42	15.44	21.60

行研究の結果（Hagmayer & Sloman, 2009, Experiment 4）と一致するものであった．

実験２

実験1の結果から選択に基づく推論が因果モデルを反映することは示されたが，基準率を考慮した推論が行われているかは不明である．そこで，実験2では（3）選択に基づく推論が基準率を反映するかについて検討を行った．

実験課題は実験1と類似していたが，以下の二点で異なっていた．一点目は使用する因果モデルをcommon-causeモデルに限定したことであり，二点目はシナリオを提示するページと評定を求めるページの間に，事象の共変情報を記載したページを挿入して2種類の基準率を設定したことであった．共変情報は表形式で提示され，高基準率条件では原因事象の基準率が0.8であり（i.e., *P*(cause) = 0.8），低基準率条件では0.2であった（i.e., *P*(cause) = 0.2）.

Table 2に評定値の平均と標準偏差および選択の因果モデル理論の予測値を示した．選択群は行動の有無に関わらず同程度の評定を行っており，さらに二つの基準率条件間で評定値に差は見られない．同様の傾向は介入群においても見られ，これらの推論において基準率が反映されないことが明らかとなった．一方，観察群では行動生起時の評定値が非生起時よりも高く評定されている．行動の生起時においては，高基準率条件の評定値が低基準率条件よりも高くなっており，基準率を考慮した推論がなされていることが示された．

総合論議

本研究の結果，意図的に選択された行動が介入として機能し，その推論において因果モデルは考慮されるが，基準率は考慮されないことが明らかになった．これらの結果は選択の因果モデル理論（Hagmayer & Sloman, 2009）の予測と一致しており，基準率が使用されないという実験2の結果は質的推定説を支持するものであった．

選択に基づく推論に基準率が反映されなかったことの理由として，実験事態の差異が考えられる．量的推定説を支持する研究は事象の操作としての介入を扱っているのに対して，本研究における介入は選択された行動や強制された行動であった．これらの行動の原因は明確に示されておらず，どのようにして介入が生じているかという実験事態の差異が基準率の使用に影響したかもしれない．

基準率の使用に関してはTversky & Kahneman（1974）を始めとして数多くの研究が行われており，基準率錯誤では尤度に基づく判断が広く観察されている．しかしながら，本研究ではそのような傾向は見られず，本研究の結果を一般的な基準率錯誤と捉えてよいかについては議論の余地が残されている．

Table 2: Means and Standard Deviations for Probabilistic Inference Questions in Experiment 2

	High base rate		Low base rate	
Inference	*P*(cause | action)	*P*(cause | ¬action)	*P*(cause | action)	*P*(cause | ¬action)
Choice				
Predicted values	50	50	50	50
M	53.06	48.69	52.25	44.38
SD	32.25	27.49	28.71	26.12
Intervention				
Predicted values	50	50	50	50
M	49.63	52.81	50.06	50.13
SD	35.20	31.65	29.48	29.74
Observation				
Predicted values	100	20	80	0
M	83.19	29.63	72.31	33.75
SD	18.48	22.13	24.34	27.64

参考文献

[1] Hagmayer, Y., & Sloman, S. A. (2009). Decision makers conceive of their choices as interventions. *Journal of Experimental Psychology: General*, *138*, 22-38.

[2] Meder, B., Hagmayer, Y., & Waldmann, M. R. (2009). The role of learning data in causal reasoning about observations and interventions. *Memory & Cognition, 37*, 249-264.

[3] Sloman, S. A. (2005). *Causal models: how people think about the world and its alternatives.* New York: Oxford University Press.

[4] Tversky, A. & Kahneman, D. (1974) Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science, 185*, 1124–1130.

[5] Waldmann, M. R., & Hagmayer, Y. (2005). Seeing versus doing: Two modes of accessing causal knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31*, 216-227.

[6] Waldmann, M. R., Hagmayer, Y., & Blaisdell, A. P. (2006). Beyond the information given: Causal models in learning and reasoning. *Current Directions in Psychological Science*, *15*, 307-311.

任天堂 DS を用いた長期的な英単語学習の効果の検証
Effects of a long-term English vocabulary learning with Nintendo DS

山本 浩司，寺澤 孝文
Koji Yamamoto，Takafumi Terasawa

岡山大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Okayama University
ged4222004@s.okayama-u.ac.jp

Abstract

This research examined validity of a self-rating scale value, and difference of implicit and explicit memory in the process of general vocabulary learning. We conducted a long-term (over 60 days) English vocabulary learning experiment targeting 29 high school students. The participants continued their studies at home, using a software for Nintendo DS (Terasawa & Ohta, 2007) that resembled vocabulary cards. As a result, the validity of self-rating scale was confirmed and different progress of English vocabulary learning was suggested between implicit and explicit memory.

Keywords ー implicit memory, explicit memory, self-rating scale value, everyday learning situation, second language acquisition

1．問題と目的

これまでの記憶研究では，顕在記憶と潜在記憶に関する研究が盛んに行われてきた。顕在記憶とは，一般的な記憶のイメージに対応するもので，想起意識（学習時のエピソードを意識的に思い出すこと）をともなう記憶とされている（Graf & Schacter,1985）。一方，潜在記憶とは，想起意識をともなわない記憶とされている。

両者の違いを，試験勉強の場面を例に説明すれば，一夜漬けの学習の効果は顕在記憶の表れといえ，いつ学習したのか思い出せないような内容が含まれる実力テストの成績に現れる学習の効果は潜在記憶を基盤とすると考えられる（寺澤・太田・吉田，2008）。潜在記憶は学習時のエピソードを思い出せなくとも成績として現れるものであり，これは実際の教育の場面で重要視されている学習効果と同質のものと考えることができる。一般に，学習には積み重ねが大切であるといわれるが，その積み重ねは，潜在記憶の積み重ねに対応すると考えられる。

ところで，一般的な記憶のイメージに対応する顕在記憶は時間とともに忘却すると考えられている。しかし，近年の潜在記憶の研究によって，わずかな学習の効果が長期に持続することが明らかになってきた（e.g.，寺澤，1995；寺澤，1997；上田・寺澤，2008，2010）。これらの研究では，かなり以前の学習の繰り返しの効果が再認成績に検出されており，ほんのわずかな学習の効果が数か月単位で持続するという，従来考えられてきた記憶のイメージとは異なる側面を描き出している。

これらのように，潜在記憶が一般的な学習の場面における学習の効果と同じものであり，その学習の効果が長期に保持されるのであれば，一般的な学習の場面における潜在記憶的な学習の効果，つまり学習者自身も自覚できないような学習段階をデータとして描き出せる可能性がある。しかし，従来のテスト法では，学習の効果を推定する精度が十分とは言えないため，新しい方法論を確立する必要があった。その問題には，たとえば次のようなものがある（寺澤・太田・吉田，2007）。

まず，従来のテスト法では，テスト項目の抽出誤差が大きいという問題がある。これは，膨大な内容を学習したとしても，テストとして取り上げられるのはそのうちのほんの一部であり，たまたま易しい問題や得意な問題が出れば，テストの成績が高くなるなど，学習者の学習の効果を正確に測定できないことになる。つまり，取り出されるテストの内容に

よって，学習者の実力の推定に誤差が出てくるという問題である。

また，学習とテスト間のインターバルの問題も存在する。たとえば，ある単語 A は学習してから 3 週間後，単語 B は 1 週間後，単語 C はその翌日にテストを行ったとすると，単語の成績は，一般的に考えれば単語 C が高くなりやすい。このような学習からテストまでのインターバルの相違は，従来のテスト法では全く考慮されていないため，学習の効果の推定には誤差が出てくるという問題がある。

このような問題を抱える従来のテスト法に対して開発された新しい方法論としてマイクロステップ計測技術がある。マイクロステップ計測技術とは，従来かなりマクロに捉えられてきた学習とテストのスケジュールを緻密にまた緩やかに統制し，結果として得られる到達度を，学習者にも自覚できないほど詳細なレベルで測定・記述し，さらにその情報を学習者にフィードバックする技術である（e.g., 寺澤他, 2007； 寺澤・高木・寺前・原, 2007）。具体的には，学習する内容の一つ一つやテストなどをイベントとみなし，そのイベントの生起を，例えば学習とテストのインターバルが等しくなるように，あらかじめ長期にわたってスケジューリングし，学習の効果を詳細に測定，その情報を学習者にフィードバックする技術である。

本実験では，このマイクロステップ計測技術を実装した任天堂 DS 用英単語学習ソフト（寺澤・太田，2007）を利用して，そこで得られる複数の指標に焦点をあて，英単語の長期的な習得プロセスを描き出すことを目的とする。また，実験に利用したソフトは，顕在記憶に起因する学習の効果と，潜在記憶に起因する学習の効果を比較できる設計になっていた。先行研究（e.g., 寺澤他，2008）では分析対象とされてこなかったが，本実験ではこの点に注目し，顕在記憶と潜在記憶の違いを学習の到達度から検討する。また，長期的な視点から顕在記憶と潜在記憶の学習の効果を比較した研究は少なく，その点において本研究には意義があると考えられる。さらに，自己評定値という新しい指標は，主観的な判断が入り込む余地が大きく，厳密性に欠ける可能性がある。寺澤他（2008）では，主観的な判断バイアスの影響を排除して学習の効果を検討していたが，本実験で用いられた学習スケジュールやタイミング条件は先行研究とは異なるものであるため，主観的な判断バイアスを排除して分析を行うのは困難である。そのため，自己評定値の厳密性についても検討を行う。

2. 方　法

実験参加者　長野県内の公立高校の高校生 29 名。

学習コンテンツ　一般の大学受験に必要とされる英単語の参考書 9 冊に収録されている英単語のうち 3 冊以上で重複して掲載されていた英単語を対象に，13 の国立大学の大学生による予備調査の結果（寺澤他，2007）に基づき，2170 語の英単語とその日本語訳のリストが作成された。2170 語の英単語は 7 つの難易度カテゴリー（E,D,C,B,A,S,SS：SS が最も難易度が高い）が分けられ，それぞれの難易度について，以下で示す学習スケジュールが適用された。1 難易度カテゴリー内では，スケジュール条件，学習条件等への割り振りは全て学習者ごとにランダムに行われた。

学習スケジュール　実験では，各難易度カテゴリーの英単語に対して，複数の学習スケジュールが設けられ，並列的に学習が進められた。具体的には，10 日を 1 サイクルとし，10 日間のうちある日に学習が求められ，1 回と 4 回英単語が呈示されるスケジュール条件（I01.I04 条件，潜在条件と呼ぶ）と，2 日を 1 サイクルとし，2 日間のいずれかで 2 回学習が求められる英単語のスケジュール条件（E02 条件，顕在条件と呼ぶ）があった。

I01.I04 条件には 280 個，E02 条件には 30 個の計 310 個の英単語が各難易度で割り振られた。E02 条件に割り振られた英単語は，各難易度の学習を開始後，最初の 10 日間のみ学習が求められた。最初の 10 日間の学習が完了すると，E02 条件に割り振られた英単語は 10 日間のうちある日に学習が求められ，2 回呈示されるスケジュール条件として，21 日目以降のスケジュールに再度組み込まれた。また，10 日分の学習が完了するごとに，I01.I04 条件の英単語から構成されるテストセットについて客観テストが行われた（インターバル相殺法が適用され，作られた 5 セット 5 サイクルを単位にローテーションされた）。

手続き　任天堂 DS もしくは DS Lite を使い，所定のスケジュールで，基本的に 1 日に 2 日分の学習を継続することが求められた。また，2 日分の学習時間が 40 分を超えないことを目安に学習するよう注意が与えられた。学習者には，E の難易度カテゴリーから毎日学習を続けることが求められ，各難易度の学習が完了したら，次の難易度の学習に移行することが求められた。学習は，単語カード的な学習であり，表示される英単語と日本語の意味を見て，その英単語に対する自分の学習の到達度を「よい」「もう少し」「だめ」「全くだめ」の 4 段階で自己評定する学習方法であった。また，客観テストは出題された英単語の日本語訳を，選択肢の中から選んでいく選択式問題であった。選択肢には「わからない」という項目があり，学習者には英単語の日本語訳がわからない場合は「わからない」を選択することが求められた。

3. 結　果

実験で利用したソフトは，10 日を 1 サイクルとし，1 サイクルの学習を終えるたびに，個別に棒グラフとして描き出される設計になっていた。棒グラフは，各単語に与えられる最初の上記 4 段階の自己評定反応が 3, 2, 1, 0 点に換算され，その得点を当該スケジュールに割り振られた単語について平均した値が反映されるようになっていた。また，各難易度の学習開始後最初の 10 日間はお試し期間とし，1 日分の学習を終えるたびに棒グラフが描き出された。この最初の 10 日間の学習では，毎日のべ 100 個の英単語の学習が求められたが，このうち 30 個は E02 条件であり，その単語に対する評定成績からお試し期間のグラフは描かれた。従って，このグラフには顕在記憶に起因した学習の効果が色濃く検出されると考えられる。I01.I04 条件の単語から構成される客観テストの成績は，テストを終えるたびに得点が棒グラフとして描き出された。本実験では，各学習者から 10 日分の学習が完了するごとに，自己評定と客観テストの成績のグラフを画像ファイルとしてメールに添付して送付してもらった。そのグラフ画像を解析し，自己評定と客観テストとも得点を 0〜1 の値に数値化して分析を行った。

まず，各学習サイクルにおける自己評定値と客観テストの得点の平均について分析を行った。難易度 E のレベルの学習を 60 日分以上完了した 24 人の実験参加者について，各学習サイクルにおける自己評定値と客観テストの得点の平均と標準偏差を Table 1 に示した。次に，自己評定値と客観テストの得点の相関を Table 2 に示した。自己評定値の平均値は，客観テストの得点に比べると全体的に低くなっているが，学習サイクルが増えるに従って右上がりに上昇していった。客観テストの得点についても同様に，学習サイクルが増えるに従って上昇していった。相関係数について，無相関の検定を行った結果，各学習サイクルの自己評定値と客観テストの得点のすべての組み合わせ（太枠で囲まれた部分）について有意な強い正の相関がみられた（p<.01）。

また，第 1 サイクルにおけるデータには，実験以前の学習経験の影響が現れている。このことを考慮し，実験以前の学習経験の影響

Table 1 各学習サイクルにおける自己評定値と客観テストの得点の平均（標準偏差）

	学習サイクル					
	1	2	3	4	5	6
自己評定値	0.54(0.21)	0.61(0.22)	0.67(0.21)	0.73(0.18)	0.76(0.18)	0.79(0.16)
テスト得点	0.76(0.14)	0.80(0.13)	0.83(0.10)	0.86(0.12)	0.86(0.15)	0.89(0.11)

Table 2 各学習サイクルにおける自己評定値と客観テストの得点との相関

		客観テスト得点					
	学習サイクル	1	2	3	4	5	6
自己評定値	1	.703**	.537**	.678**	.715**	.462*	.693**
	2		.574**	.715**	.773**	.528**	.741**
	3			.700**	.764**	.522**	.736**
	4				.839**	.597**	.800**
	5					.599**	.821**
	6						.833**

**1%水準で有意

を排除して学習効果を分析することにした。第 1 サイクルにおける各学習者のデータの平均を基準として，第 6 サイクルまでのデータの変化量を算出し，相関係数を算出し，無相関の検定を行った。自己評定値の変化量の平均（標準偏差）は 0.25（0.10），客観テストの得点の変化量の平均(標準偏差)は 0.13(0.07)であった。分析の結果，自己評定値と客観テストの得点の第 1 サイクルから第 6 サイクルまでの変化量の相関は r=.123 で，有意な相関は認められなかった。

次に，E02 条件と I01.I04 条件の単語に対する自己評定値の平均について分析を行った。E02 条件の英単語を含むお試し期間の学習では，1 日分の学習を終えるごとにグラフが表示されたが，お試し期間の学習は 2 日を 1 サイクルとしているため，2，4，6，8，10 日目（1～5 サイクル）の自己評定値を対象とした。それ以降の I01.I04 条件の学習期間については，10 日ごとに表示されるグラフの 1～5 サイクルの自己評定値を対象とした。なお，難易度 E のレベルの学習を 5 サイクル分以上完了した実験参加者は 26 人であったため，ここでは 26 人を分析対象とした。各学習サイクルにおける顕在条件(E02)と潜在条件(I01.I04)の自己評定得点の平均と標準偏差を Table 3 に示した。Figure 1 には，各学習サイクルにおける両条件の得点の平均の変化を示した。実験以前の学習経験の影響を排除するため，第 1 サイクルにおける各学習者のデータの平均を基準として，第 5 サイクルまでのデータの変化量から相関係数を算出し，無相関の検定を行った。分析の結果，顕在条件の変化量の平均（標準偏差）は 0.36（0.15），潜在条件の変化量の平均（標準偏差）は 0.22（0.09）であった。分析の結果，有意な相関は認められなかった（r=.186, p>.1）

4. 考　察

自己評定値と客観テストの得点の分析結果から，各学習サイクルにおける自己評定値と客観テストの得点はともに強い正の相関があり，それぞれ同じように右上がりに上昇していた。このことから，自己評定値は語彙力を

Table 3 各学習サイクルに対応する E.02 条件と I01.I04 条件の単語の自己評定成績の平均（標準偏差）

	学習サイクル				
学習サイクル	1	2	3	4	5
顕在条件	0.44(0.19)	0.59(0.21)	0.69(0.21)	0.76(0.20)	0.80(0.20)
潜在条件	0.54(0.21)	0.61(0.21)	0.67(0.20)	0.73(0.18)	0.76(0.18)

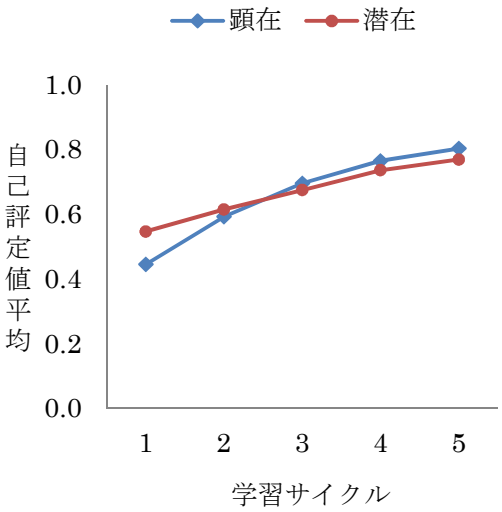


Figure 1 顕在条件と潜在条件ごとの各学習サイクルに対する自己評定成績の平均の変化

測定する指標としての妥当性が高いと判断することができる。これに対して，実験以前の学習経験の影響を排除するために行った第 1 サイクルから第 6 サイクルまでの変化量には有意な相関は認められなかった。この結果については，客観テストが選択式の問題であったため，実験参加者の客観テストの成績が全体的に第 1 サイクルの時点で高かったことや，客観テストの成績に比べて自己評定値のばらつきが大きかったことが原因であると考えられる。しかし，客観テストの成績は自己評定値の上昇に確実に対応しており，自己評定値は寺澤他（2008）と同様に学習の効果を十分測定できる指標であると考えられる。

次に，E02 条件の学習期間と I01.I04 条件の学習期間の第 1 サイクルから第 5 サイクルまでの変化量の平均を用いた分析では，ほとんど相関は認められなかった。この結果は，顕在記憶に起因する学習の効果と潜在記憶に起因する学習の効果の蓄積パターンが異なるということを示唆している。今回，E02 条件の単語は 1 サイクルで 2 回呈示されるのに対して，I01.I04 条件の単語は 1 サイクルで平均して 2.5 回と呈示条件が異なっていたことから，直接データの比較は行えなかった。しかし，相関データを見る限り，両条件の成績の上昇傾向に関係性は認められなかった。今後，両記憶に起因する学習効果の蓄積のパターンを比較していくことが必要となろう。なお，両条件の学習期間における自己評定値の平均の変化は，Figure 1 をみてもわかるように異なる特徴を示している。E02 条件は I01.I04 条件に比べて自己評定成績の上昇が早く，5 サイクルの時点で 0.80 と高い値を示している。これに対して I01.I04 条件は E02 条件ほどではないものの，10 日間のうちある日に 1 回か 4 回しか学習していなくても，学習サイクルを重ねるたびに学習の効果が積み重なっていくのがわかる。つまり，単語カードを 1，2 回見るようなわずかな学習の効果が，長期にわたり自覚できないレベルで確実に積み重なっていく様子が描き出されている。

今回の実験では難易度 E のレベルを対象に分析を行ったが，今後はより高い難易度でも同様の結果が得られるかどうかや，今回のように長期的な視点でより多様な学習方法，学習内容の学習プロセスについても検討していきたい。また，今回のような呈示条件が異な

るデータや時系列データをより的確に分析できる手法の開発なども今後の課題である。

引用文献

[1] Graf, P., & Schacter, D. L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, **11**, 501-518.

[2] 寺澤孝文（1995）. 中学生における 15 週間前の単語学習のシステマティックな効果 日本心理学会第 59 回大会発表論文集,815.

[3] 寺澤孝文（1997）. 再認メカニズムと記憶の永続性　風間書房

[4] 寺澤孝文・太田信夫（監修）（2007）. THE マイクロステップ技術で覚える英単語 D3Publisher

[5] 寺澤孝文・太田信夫・吉田哲也（2007）. マイクロステップ計測法による英単語学習の個人差の測定　風間書房

[6] 寺澤孝文・太田信夫・吉田哲也（2008）. 英単語学習における自覚できない学習段階の検出－長期に連続する日常の場へ実験法を展開する－ 教育心理学研究,**56**,510-522.

[7] 寺澤孝文・太田信夫・吉田哲也（2009）. 潜在記憶レベルの語彙習得プロセス－携帯ゲーム端末用英単語学習ソフトを用いた長期学習実験－　日本心理学会第 73 回大会発表論文集,914.

[8] 寺澤孝文・高木伸也・寺前謙治・原　健二（2007）. テストの測定精度を飛躍的に高める新しい測定技術－任天堂 DS 用英単語学習ソフトによる実証研究－　日本テスト学会第 5 回大会発表論文集,122-125.

[9] 上田紋佳・寺澤孝文（2008）. 聴覚刺激の偶発学習が長期インターバル後の再認実験の成績に及ぼす影響　認知心理学研究, **6**,34-45.

[10] 上田紋佳・寺澤孝文（2010）. 間接再認手続きによる言語的符号化困難な音列の潜在記憶の検出　心理学研究, **81**, 413－419.

文章洞察問題を用いた再解釈と説明に関する実験的検討
Reinterpretation and Explanation in Narrative Insight Problem Solving

松林 翔太[†]，寺井 仁[†‡]，三輪 和久[†]
Shota Matsubayashi, 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
s.matsubayashi@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The purpose of this study was to investigate the process of reinterpretation and explanation by using a narrative insight problem. The task we employed here was “barber task” (Gardner, 1978), where participants should reinterpret a “key fact” and construct an explanation based on reinterpretation of the “key fact” in order to explain an unexpected outcome. The experimental results are summarized as follows: (1) it is difficult to construct new explanation based on reinterpretation of a key fact that was already used for an initial explanation and (2) achieving reinterpretation needs to call continuous attention to such key fact.

Keywords — Explanation, Reinterpretation, Insight Problem Solving

1. 背景

私たちは普段，身の回りで起こる様々な現象を理解しようとする際，表層的で素朴な信念に基づいた説明を構築することがある．このようにして構築された説明は認知資源を節約する効果がある一方，その背後にあるより本質的な説明の発見を阻害する危険性を秘めている．例えば，天動説から地動説への移行に膨大な時間が費やされた背景には，素朴な信念の存在があったことが指摘されている（森・井上・松井，1995）．

また，説明が一旦構築されると，その説明と食い違う事実を受け入れることが困難になることが知られている．例えば，Wason (1960) では，仮説検証プロセスにおいて，自身が持つ仮説を支持する事例に選択的に目を向ける確証バイアスと呼ばれる現象が確認されている．また，自身が持つ仮説と食い違う事実に対して，保留や除外などの様々な反応を示すことが明らかになっている (Mason, 2001)．さらに Bilalic, McLeod and Gobet (2008) では，ある解法を発見した後，顕在的により良い解法の探索を試みた場合であっても，すでに発見した解法に関する事実に注意が向けられてしまうことが示された．これらの先行研究における知見は，私たちが現在保持している説明と異なる説明を新たに産出することの難しさを表している点で共通している．

以上のように，自身が持つ説明と相容れない事実を受け入れることの困難さが，多くの研究を通して明らかにされてきた．一方，予想外の結果が現れた状況において，どのようにして説明の構築が進められるのかについての検討は十分に行われていない．Dunbar (1995) は，現実の科学的研究活動を対象に，予想外の結果に対して研究者がどのようにそれを扱っているのかを明らかにしたが，そこから新たな説明を構築する過程を実験的に捉えた研究は見当たらない．

そこで本研究では，予想外の結果が発見され，新たな説明が求められる状況における，事実の再解釈と説明構築の過程について実験的に検討する．

2. 実験 1

2.1 刺激

本研究の目的は，初めに構築した説明をもとにした予想とは異なる結果が得られた状況において，その説明を支えていた事実を再解釈して説明を構築するまでの過程を検証することにある（以後では，再解釈が求められるこの事実を「キーファクト」と呼ぶ）．そのため，(1) キーファクトによって特定の説明の構築が促され，(2) 同じキーファ

クトを再解釈することで，結果を説明できる課題が求められる．そこで本研究では，Gardner (1978) の床屋課題を改変した刺激を用いた（表 1）．

この課題では，「髪がボサボサのアルフの床屋と髪がサッパリしているバリーの床屋の二軒しかない町で，主人公の太郎がどちらに入るか」について問われる内容となっている．この問いに対し，参加者はキーファクトとなる事実 B に基づき「清潔なほうが床屋としての腕が良い」という説明（清潔説明と呼ぶ）を構築し，「太郎は清潔そうなバリーの床屋に入るだろう」と予想することが可能である．しかしその後，この説明による予想とは異なる結末（「太郎はアルフの床屋に入った」）が提示され，なぜそのような結末になったのかについて，説明が求められる．

刺激として用いる文章にはキーファクトとなる事実 B 以外にも複数の事実が存在するため，キーファクトを再解釈しないまま，他の事実に基づく説明を構築することも可能である．しかしながら，そのような説明構築を行った場合，キーファクトに基づく清潔説明は保持されたままになる．このような状態を解消するには，キーファクトを再解釈することが不可欠となる．本課題におけるキーファクトの再解釈に基づく説明は，Gardner (1978)によれば，「床屋が二軒しかないため，アルフの髪をボサボサに切ったバリーの腕は悪く，バリーの髪をサッパリと切ったアルフの腕は良いと考えたため（以後，相互説明と呼ぶ）」となる．

以上のように床屋課題では，結末を説明する上で，キーファクトの再解釈とそれに基づく説明構築が求められる．

表 1　実験 1 で用いた刺激の文章

導入	太郎は車を借りてラスベガスまでドライブしていましたが、車が途中の小さな町で故障してしまいました。車を修理している間、彼は床屋にいくことに決めました。 その町にはアルフの店とバリーの店の二軒の床屋があります。 太郎はどちらの床屋に入ろうか悩んでいます。
A	アルフの店は町の西のほうの、ビルの１階にあります。 同じビルには事務用品を取り扱うオフィスが入居しています。 バリーは、町の東側を走る通り沿いに店を構えています。 ２軒隣は食料品を売るスーパーマーケットです。
B	店主であるアルフの髪の毛はボサボサです。 うなじもほとんど手入れされていないようです。 バリーの髪の毛はサッパリしています。 うなじもきれいに刈ってあり整っていました。
C	アルフの店のガラスはやや青色がかっています。 棚に置かれた雑誌の表紙には風景が描かれています。 バリーの店のガラスには緑色の模様があります。 店にある本には複数の種類の文字が書かれています。
D	アルフは夜遅くまで店を開けています。 晩ごはんを知り合いの店で食べることがよくあるそうです。 バリーの店は朝早くから営業しています。 近くを散歩することが彼の日課になっているそうです。
結末	どちらの床屋に入るか考えた結果、太郎はアルフの店に入っていきました。

2.2 手続き

実験 1 では床屋課題において，(1) キーファクトに基づいて特定の説明が構築されるかについての検証と，(2) 新たに構築される説明についての検討を行った.

実験には大学生 56 名が参加した（分析では，データ欠損のあった 3 名を除外）. 結末部分を除いた床屋課題を提示し,「主人公がふたつのうちどちらを選ぶか」について考えながら読むよう教示した. そして読み終わった後,「主人公の太郎はアルフの床屋とバリーの床屋のどちらに入ると思うか」についての予想と,「なぜそのように予想したか」についての詳しい記述が求められた. その後，結末が参加者に伝えられ,「わざわざ髪がボサボサのアルフの床屋に入った，誰もが納得する理にかなった説明を 1 つだけ書いてください」との教示を行い，どのような説明が新たに構築されるかについて確認を行った.

2.3 結果

結末提示前に参加者が立てた予想を表 2 に示す. この結果から，多くの参加者が「バリーの床屋に入る」という予想を立てていたことが確認された. また，この予想が清潔説明に基づくものか否かについての結果を表 3 に示す. この結果から，「バリーの床屋に入る」と予想を立てた参加者のほとんどが，清潔説明を構築していたことが確認された.

表 2　結末提示前に立てた各予想の人数

アルフ	バリー	計
7	46	53

表 3　「バリーの床屋に入る」と予想を立てた参加者のうち，清潔説明を構築した人数

構築	非構築	計
44	2	46

次に，清潔説明を構築していた参加者が結末提示後に構築した説明を表 3 に示す（本研究の目的は再解釈について検討することであるため,「バリーの床屋に入る」と予想し，清潔説明を構築した参加者のみをここでは分析対象とした）. この結果から，キーファクトである髪に関する事実に言及することなく，時間に関する事実に基づく説明（「時間説明」と呼ぶ）や，場所に関する事実に基づく説明（「場所説明」と呼ぶ）を構築する参加者が多いことが明らかになった. そして相互説明を構築できた参加者は少数であった.

表 4　清潔説明を構築していた参加者が，結末提示後に構築した説明

説明の種類	人数	記述例
相互説明	3	その町に床屋が 2 軒しかないならば、店主は互いの髪をカットしあっていると考えられる。
時間説明	18	夜遅くに髪を切ってもらいたかったから。
場所説明	15	車を修理している場所が、アルフの店の近くだったから。

2.4 考察

結末提示前の結果から，非常に多くの参加者が清潔説明をもとに「バリーの床屋に入る」と予想していたことが明らかになった. そして結末提示後には,「わざわざ髪がボサボサのアルフの床屋に入った理由」について説明を求められていたにもかかわらず，髪に関する事実であるキーファクトを再解釈することなく，その他の事実から説明を構築していたことが明らかとなった.

ここから，床屋課題では，(1) 多くの参加者がキーファクトに基づいて清潔説明を構築すること，そして，(2) 結末提示後の説明構築において，キーファクトの再解釈は行われずにそれ以外の事実によって説明が構築されることが明らかになった.

3. 実験 2

実験 1 の結果から，結末提示後にキーファクトの再解釈に基づく説明構築が困難であることが示された．そこで実験 2 では，キーファクトに対する注意の促進が，キーファクトの再解釈とそれに基づく説明構築に与える影響について検討を行った．

3.1 手続き

大学生 41 名が実験に参加した（分析では，マシントラブルのあった 1 名を除外）．最大 8 名の小集団実験で，刺激提示やデータ取得はすべて PC を通して行った．

実験条件は，明示的にキーファクトへ注意を促す条件（キーファクトを赤く表示するハイライトあり条件）と，注意喚起を行わない統制条件（ハイライトなし条件）の二つを設け，参加者間で比較を行った．

実験刺激を表 5 に示す．なお，本実験では，キーファクトに基づく清潔説明がより構築されやすくなるように，事実 C の内容を実験 1 から変更した．

参加者には，結末が省かれた床屋課題が PC モニタ上に提示され，構築された説明をキーボードで入力するよう求められた．説明の記述が終わると，「誰もが納得する理にかなった説明が他にもあるので，もう一度考えてください」との判定結果が画面に提示された（参加者には「入力された説明は別室の実験者が判定している」との教示を行った上で，実際にはすべての入力に対して同様の

表 5　実験 2 で用いた刺激の文章

導入	太郎は車を借りてラスベガスまでドライブしていましたが、車が途中の小さな町で故障してしまいました。車を修理している間、彼は床屋にいくことに決めました。 その町にはアルフの店とバリーの店の二軒の床屋があります。 太郎はどちらの床屋に入ろうか悩んでいます。
A	アルフの店は町の西のほうの、ビルの１階にあります。 同じビルには事務用品を取り扱うオフィスが入居しています。 バリーは、町の東側を走る通り沿いに店を構えています。 ２軒隣は食料品を売るスーパーマーケットです。
B	店主であるアルフの髪の毛はボサボサです。 うなじもほとんど手入れされていないようです。 バリーの髪の毛はサッパリしています。 うなじもきれいに刈ってあり整っていました。
C	アルフの店のガラスには汚れがたまっています。 雑誌がいろいろな場所に無造作に散らばっています。 バリーの店のガラスはきれいに磨かれています。 本もきっちりと整頓されて本棚に並べられています。
D	アルフは夜遅くまで店を開けています。 晩ごはんを知り合いの店で食べることがよくあるそうです。 バリーの店は朝早くから営業しています。 近くを散歩することが彼の日課になっているそうです。
結末	どちらの床屋に入るか考えた結果、太郎はアルフの店に入っていきました。

応答が返された)．説明構築を行う時間は 15 分とし，相互説明が構築されるまでのデータを分析の対象とした．

3.2 結果

結末提示前の予想と，その中で「バリーの床屋に入る」と予想した参加者が清潔説明を構築していたか否かを表 6・表 7 に示す．ハイライトの有無にかかわらず，実験 1 と同様に，ほとんどの参加者は清潔説明を構築し，「バリーの床屋に入る」と予想を立てていたことが分かる．

表 6　結末提示前に立てた各予想の人数

	アルフ	バリー	計
ハイライトあり	2	19	21
ハイライトなし	1	19	20

表 7　「バリーの床屋に入る」と予想を立てた参加者のうち，清潔説明を構築した人数

	構築	非構築	計
ハイライトあり	19	0	19
ハイライトなし	18	1	19

続いて，清潔説明を構築していた参加者が，結末提示後，キーファクトを再解釈して相互説明を構築する以前に参照した事実について検証を行った．説明構築の際に参照された事実は記述内容から判定し，そこから算出した各事実の参照率を表 8 に示す．キーファクトの参照割合については正規性が保証されなかったため，逆正弦変換後の値で分散分析を行った．その結果，ハイライト要因の主効果が有意であった（$F(1, 33) = 15.53$, $p < .001$）．ゆえに，ハイライトあり条件では注意喚起がなされたキーファクトを積極的に再解釈しようと試みていたことが分かる．一方，ハイライトなし条件では，キーファクトへの言及が少なく，注意喚起がなされなければキーファクトを再解釈しないまま，その他の事実から説明を構築しようとしていたことが窺える．

最後に，一度は清潔説明を構築した参加者のうち，キーファクトを再解釈して相互説明を構築できた参加者の累積割合を図 1 に示す．各条件において相互説明を構築できた人数について，5 分・10 分・15 分の時点でそれぞれ χ^2 検定を行った．その結果，5 分の時点では条件間に有意差は見られなかったが（$\chi^2(1) = 2.07$, *n.s.*），10 分時点と 15 分時点ではともに有意な差が観察された（$\chi^2(1) = 6.26$, $p < .05$; $\chi^2(1) = 7.79$, $p < .01$）．つまりハイライトの効果は，課題が提示された直後では見られないが，時間経過とともに現れ始めることが明らかになった．

表 8　清潔説明を構築していた参加者の，相互説明に至る以前の各事実の参照率（事実 B がキーファクトに該当する）

	A	B	C	D
ハイライトあり	.10	.46	.07	.26
ハイライトなし	.29	.08	.07	.37

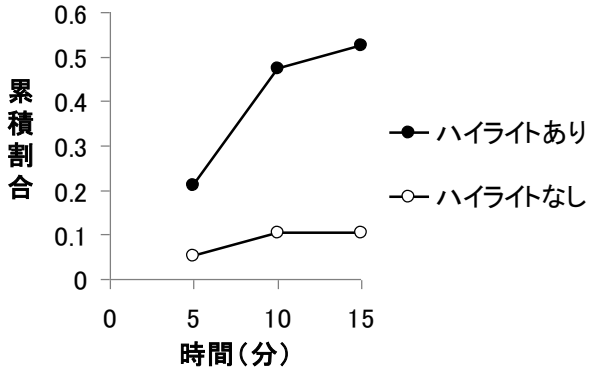


図 1　相互説明を構築した参加者の累積割合

3.3 考察

実験 2 の結果から，事実の再解釈に基づく説明構築に関して以下の三点が明らかになった．

一点目は，新たな説明を構築する上で，キーファクトを再解釈することは困難であり，それ以外の事実が用いられることが分かった．これは実験 1 の結果とも一貫している．二点目として，キーファクトへの注意喚起がなされているなら，それを再解釈しようと繰り返し参照することが明らかとなった．しかしながら，三点目として，再解釈

に至るためには十分な時間が必要であるということもまた明らかになった.

4. まとめ

本研究の目的は，説明活動における再解釈について調べることであった．その結果，以下の二点が明らかになった.

一点目は，予想外の結果が現れたときに，自身の構築した説明のもとになったキーファクトを再度参照し，再解釈することの困難さである．これは，自身の持つ説明にそぐわないキーファクトを意図的に保留していた可能性を示唆している(e.g., Chinn & Brewer, 1998)．また，その結果として，最初に構築した説明がキーファクトの再解釈を阻害することにより，問題表象の転換が要求される洞察的過程になっていたと考えられる（三輪・寺井，2003)．

二点目は，キーファクトを再解釈するには，一定以上の注意を継続的にキーファクトへ向ける必要があるということである. さらにこのことから，再解釈に至った参加者と至らなかった参加者の差異は，キーファクトに対する継続的な注意のあり方の違いによって生み出されていた可能性も示唆される．しかしながら本研究では，ハイライトの有無により注意の操作を行っており，実際にそこへ注意が向けられていたか否かについては明らかではない．また，参加者による説明の記述内容を分析対象としたため，課題遂行中における実際の注意の遷移についてもまた明らかではない．今後は, 本実験パラダイムと眼球運動の測定を併用し，キーファクトの再解釈を伴う説明構築におけるより詳細な注意の遷移に着目して，実験的な検討を進めていく予定である.

参考文献

[1] Bilalic M., McLeod P., & Gobet F., (2008) “Why good thoughts block better ones: The mechanism of pernicious Einstellung (set) effect”, Cognition, Vol. 108, No. 3, pp. 652-661.

[2] Chinn C. A. & Brewer W. F., (1998) “An Empirical Test of a Taxonomy of Responses to Anomalous Data in Science”, JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, Vol. 35, No. 6, pp. 623-654.

[3] Gardner, M., (1978) “Aha! Insight“, Mathematical Association of America

[4] Mason L., (2001) “Responses to anomalous data on controversial topics and theory change”, Learning and instruction, Vol. 11, No. 6, pp. 453-483.

[5] 三輪和久・寺井仁, (2003) “洞察問題解決の性質：認知心理学から見たチャンス発見”，人工知能学会誌, Vol. 18, No. 3, pp. 275-282.

[6] 森敏昭・井上毅・松井孝雄, (1995) “グラフィック認知心理学”，サイエンス社

[7] Thagard P., (1995) “Conceptual revolutions“, Princeton University Press

[8] Wason P. C., (1960) “ON THE FAILURE TO ELIMINATE HYPOTHESES IN A CONCEPTUAL TASK”, The Quarterly journal of experimental psychology, Vol. 12, No. 3, pp. 129-140

眼球運動を用いた仮説生成における探索方略の検討
An Investigation of Search Strategies for Hypothesis Generation 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

The hypothesis generation process is divided into two components: 1) identifying factors or variables and 2) defining the relation between selecting factor(s) and results or outputs. We investigated how participants manage theses two components in a rule discovery task using eye movement data. We found that the participants were categorized into two groups. The participants in one group supposed one particular factor as determining results and then consider the relations or regularities. The participants in the other group did not supposed one particular factor in the hypothesis generation process. Those in former group found the rule more frequently than those in later group.

Keywords — Rule discovery, Hypothesis generation, Eye tracking

1. はじめに

規則推論や（科学的）発見は日常において欠かせないプロセスの一つである．その過程は，仮説生成と仮説の検証からなる．先行研究において，その過程の様々な面が調べられてきた．例えば，仮説検証におけるバイアス[1]，仮説の生成と事例の生成（仮説の検証）の傾向[2]，実験の内容に関する研究[3]がある．しかし，発見，推論過程の大きな部分を占める，仮説生成の過程については，未だ研究が不足している．そこで，本研究では，仮説生成における方略に焦点を当てる．

仮説を生成するためには一般に，1) 結果とどの要因の間に，2) どのような関係が成り立っているか，という二つの点を決定する必要がある[4]．本研究では，前者を関連性の決定，後者を規則性の決定と定義する．関連性の検討，決定は仮説に使用する要因を検討し，ある要因が結果に関係すると仮定することである．要因を1つだけ選択し，主効果を仮定したり，複数の要因を選択し，要因間に交互作用があることを仮定したりする．規則性の検討，決定は要因と結果の間にどのような規則性があるのかを検討，決定することである．規則性には，何らかの関係があるというような一般的なものから，xが1増えるとyが3増えるというような具体的なものまでが含まれている．例えば，ある状況において，“湿度を5%あげると，細菌aの増加率は２倍になる”という仮説を立てたとする．関連性の決定は，温度や湿度，明るさなどの様々な要因の中から細菌aの増加率という結果と湿度が関連していると仮定したことにあたる．規則性の決定は，仮定した要因（湿度）において，結果（細菌aの増加率）との間に5%の増加に対して２倍という規則性を仮定していることである．

規則生成過程に関する先行研究においては，規則性の検討，決定についての研究が主になされてきた．つまり，原因となる要因を明示した上で，その要因と結果の間に成り立つ関係を推論させていた．例えば， Haverty, Koedinger, Klahr and Alibali[5]は，xとyという2つの値を示して，その間にどのような規則が成り立つかを推論させた．また，仮説生成支援の研究では，複数の要因を示して規則推論を行わせることが多いが，それらの研究では，仮説生成の過程については検討していない [4]．本研究では，複数の要因を示し，関連性の検討と規則性の検討を参加者がどのように行うのかを検討する．

1.1 眼球運動データの利用

これまでの仮説生成の研究は主に，プロトコルデータを用いて行われていた（e.g., [5, 6]）．しかし，プロトコルデータにはいくつかの弱点がある．第一に，発言が思考に追いつかないという点である．そのため，全ての思考を発言することは困難である．また，思考の取得の時間分解能は粗くなってしまう．第二に，個人により発言量が異なる．人により，思考を言語的に表すことが得意であることとそうでないことがある．そして，悩んでいるとき，熟考しているときには思考を言語化できないことが多い．第三に，発言が規則の発見に影響

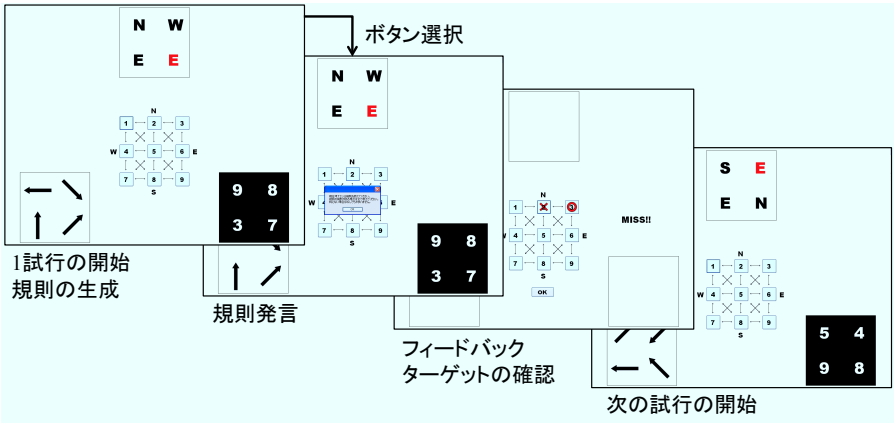


図 1 本研究における一試行の流れの一例
表示されているオブジェクトは上のパネルが矢印，左下のパネルが方位，右下のパネルが数字である．中央の数字の書かれている9つの四角がボタンである．規則は課題を通して同じである．

を与えることがある．先行研究によると，説明活動を行うことにより，規則の発見が促進されるということが示されている [7]．逆の効果として，思考を発言することにより規則の発見が阻害されることも考えられる [8]．

そこで，本研究では，仮説生成過程の研究のために，新しく眼球運動測定を用いた実験パラダイムを提案する．眼球運動データは近年，様々な分野で利用されている．例えば，カテゴリー学習の研究においては，複数の要因にどのように注意を振り分けているかを検討するために，眼球運動データが使用された [9]．

1.2 課題

本研究では仮説生成に3つの要因が使用可能な課題を用いる．図1に課題の流れの一例を示す．課題画面は3つのパネルと9つのボタンからなり．各パネルには異なるオブジェクトが表示される．表示されるオブジェクトの種類は矢印，方位，数字である．9つのボタンのうち1つがある規則に基づいて，ターゲットに設定される．規則には3つのパネルのいずれか1つに表示されるオブジェクトを用いる．要因間の交互作用はないことが事前に教示される．参加者はできるだけ早く規則を見つけることを求められる．なお，規則発見の難易度を調整するため，オブジェクトの基本的な使用方法が教示された．

規則の生成，検証は以下の流れで行われる．参加者は3つのパネルに表示されたオブジェクトを基に，規則を考える．任意のタイミングで，9つのボタンのうち好きなボタンを押し，規則を検証することができる．ボタンを押すと，フィードバックに先立ち，参加者はどのような規則を保持しているかを発言するよう促される．規則の発言が終わると，ターゲットボタンの位置が表示される．ターゲットボタンの位置を確認後，参加者は再び，規則の検討を始める．このときパネルに表示されるオブジェクトは，前回の検討時とは数や方向，方位が変更されている（図1参照）．ただし，使用される規則は課題を通して同じ物である．参加者は７分の間，規則の生成，検証を何度でも行うことができる．規則の生成開始から，フィードバックまでを一試行とする．3試行連続で正しい規則に言及した場合，規則を発見したとし，課題を終了する．

本課題では，各パネルへの注視が各要因の検討と対応している．注視が異なるパネルへ移動したとき，異なる要因の関連性を検討しようとしているといえる．つまり，注視点の拡散から，一回の検証において，どのように関連性を仮定しているかを知ることができる．一回の仮説生成，検証（1試行）において1つの要因の関連性のみ仮定し，規則性を検討している参加者は，関連性を仮定した一つの要因（パネル）しか注視しないため，注視点は一つのパネルに集中する．1試行において複数の要因の関連性を仮定，検討する場合，関連性を仮定，検討した全ての要因（パネル）を観察するため，注視点は複数のパネルに拡散する．本研究では，前者を注意集中探索，後者を注意拡散探索と定義する．

上記の課題を用いて，関連性と規則性の検討がどのように行われているかを検討する．以下の可能性が考えられる．第一に，人間は普遍的に同じ方略を使用する可能性である．この場合，全ての参加者の注視点の拡散は，集中か拡散のどちらかに収束する．対して，人により異なる方略を使用する可能性も考えられる．この場合，参加者の注視点の拡散は，その方略により異なる．また，人により異なる方略がとられた場合，それぞれの規

則発見率より，どの方略が規則の発見に有効か検討する．

2. 実験

2.1 方法

2.1.1 参加者

学部生22名が実験に参加した．

2.1.2 装置

課題は17インチ，1280×1024の解像度のモニタに表示された．参加者とモニタの距離は約60cmに設定された．各パネルの大きさは7.9°×7.9°，各パネルの中心はそれぞれ21.7°離れていた．眼球運動はTobii T60 eye trackerを用いて取得された．参加者は頭を自然に動かすことができる．

2.1.3 手続き

全参加者は課題を全部で5回行った．課題を行う前に，操作，および規則に関しての説明を受けた．その後，本番とは異なる規則で十分に練習を行った．本試行のためにeasy ruleとdifficult ruleが各要因に1つずつ，合計6つ用意された．easy ruleは練習に用いた規則とほぼ同じ簡単な規則，difficult ruleは練習に用いたルールとは少し異なる比較的難しい規則である．

はじめにeasy phaseとして3回の課題を行った．このフェーズでは各要因を用いたeasy ruleが1回ずつ用いられた．規則の順番，規則成立パネルの位置は参加者ごとに無作為に調整された．規則が成立するパネルの位置は3回を通して異なるようにした．その後，休憩をはさみ，difficult phaseが行われた．このフェーズでは各要因を用いたdifficult ruleの中からランダムに2つの規則が選ばれた．規則の順番，規則成立パネルの位置は無作為に調整したが，規則が成立するパネルの位置は互いに異なるように設定した．5回の課題を通して，各課題を行う前に，眼球運動測定のためのキャリブレーションを行った．また，規則の発見，未発見に関わらず，各課題終了後には各課題に使用されていた規則を教えた．

2.2 結果

2.2.1 使用方略の検討

始めに，各試行における参加者の注視点の拡散を算出する．用いたデータは，各参加者の各課題における，予測失敗後の眼球運動である．つまり，予測失敗試行の次の試行の開始から規則の報告までの眼球運動である．予測成功後は，その時点で生成されている規則を保持することから，規則の生成を行わない．そのため，当該の規則が含まれる仮説セットに対応する1つのパネルに注意が集中するため，データとして用いなかった．各試行における各パネルへの注視時間の割合（p_i）を求める．式(1)を用いて各課題における誤答タームの，adjusted-H（調整済みエントロピー）を産出した．

$$\text{adjusted} - \text{H} = -\frac{\sum p_i \cdot \log p_i}{\log 3} \tag{1}$$

このadjusted-Hの値が大きいほどその試行において複数のパネルへの注視があったことを示す．逆に，adjusted-Hの値が小さいほど，1つのパネルに注視点が集中していたこととなる．adjusted-Hの値は3つのパネルに均等に注視点が拡散されているときに最も大きい値である1をとり，いずれか1つのパネルに注視点が集中しているときに最も小さい値0をとる．

はじめに，課題間の使用方略に一貫性が見られるかどうかの分析を行う．この分析のために，課題ごとにadjusted-Hの平均を産出した．その相関を表1に示す．各課題間のadjusted-Hの平均の相関係数はいずれも0.5以上と高い相関を示している．このことから参加者は全ての課題を通して，一貫した方略を用いていることがわかる．特に，easy phaseの3問目以降は相関係数が0.8以上と非常に高い相関を示している．参加者の使用方略は一貫しているため，参加者ごとにどのような方略を用いているかを分類する．

参加者ごとにdifficult phaseの2回のadjusted-Hの平均値を算出する．全体の中央値は0.216となった．最小値は0.01，最大値は0.84，標準偏差は0.26であった．値の開きが大きく，参加者が複数のグループに分類できることが予測できる．ward法を用いたクラスター分析の結果，2つのグループに分類された（図2）．図2における上部10名は平均adjusted-Hが0.1以下であり，一回の検証で一つの要因に関連性を仮定したと考えられる．このグループを注意

表 1 平均adjusted-Hの課題間の相関

	easy 1	2	3	difficult 1	2
1	1.000				
2	.729***	1.000			
3	.838***	.661**	1.000		
1	.752***	.620**	.889***	1.000	
2	.636**	.668**	.809***	.896***	1.000

** : $p < .01$,*** : $p < .001$

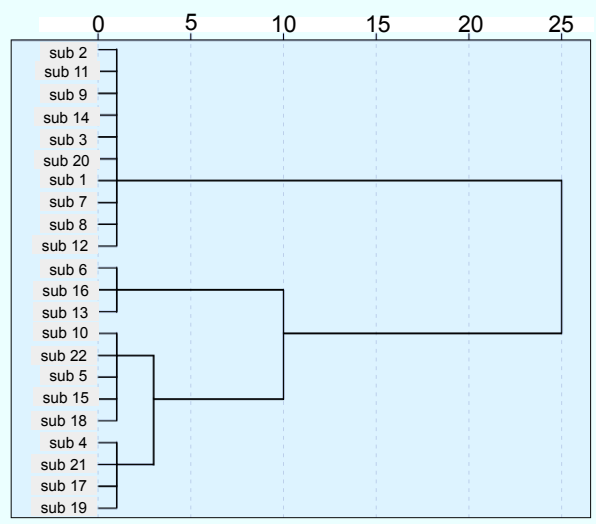


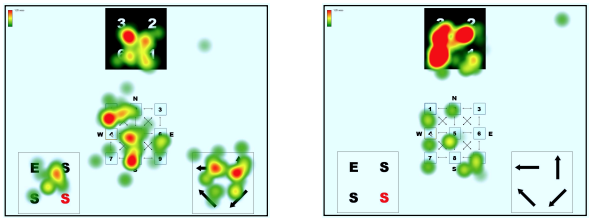
図 2 クラスター分析の結果

集中グループと呼ぶ．もう一方のグループを注意拡散グループと呼ぶ．彼らは一回の検証において，複数の要因の関連性を検討したと考えられる．各グループのadjusted-Hの平均値を比較すると，有意な差が見られる（$t(11) = 6.730, p < .001$）．この結果から，仮説生成中の関連性と規則性の検討の関係は人により異なることが示された．

2つのグループの代表的な参加者の，ある1試行における注視点の拡散をヒートマップで表したものが，図3である．グループにより拡散が異なっていることが観察できる．また，課題中の時系列でadjusted-Hの変遷を表したものが図4である．各グループの参加者はそれぞれ2つの変異パターンに分類される．注意集中グループの参加者はどちらのパターンも，値は基本的に0となっている．ほぼ全ての試行において，いずれか1つの要因を注視していることがわかる．対して，注意拡散グループの参加者は，複数の要因へ注視点が拡散，または，激しく上下している．2つのグループは根本的に異なる方略をとっていることが示された．

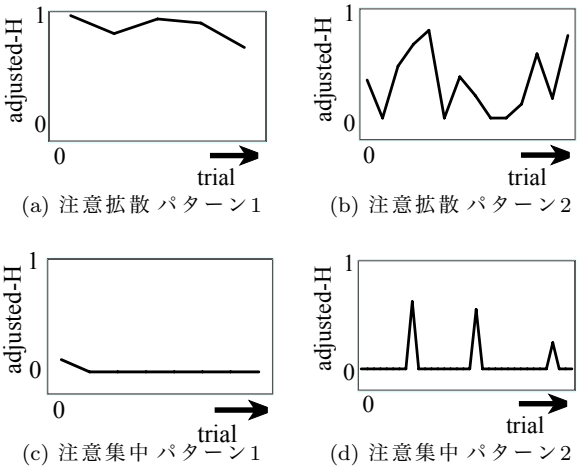
2.2.2 規則発見率

続いて，各グループにおける規則の発見率を比較する（表2）．両フェーズをあわせた全体的な規則発見率は，注意拡散グループ（43%）よりも注意集中グループ（68%）のほうが有意に高い（$\chi^2(1) = 6.693, p = .010$）．さらに，フェーズごとに分けて細かく検討する．easy phaseにおいては注意拡散グループ（50%）よりも注意集中グループ（77%）のほうが有意に規則発見率が高かった（$\chi^2(1) = 4.945, p = .026$）．しかし，difficult phaseにおいては2つのグループの規則発見率に有意な差は見られなかった（$\chi^2(1) = 2.087, p = .149$）．そこで，difficult phase



(a) 注意拡散グループ　(b) 注意集中グループ

図 3 各グループの代表的な参加者のヒートマップ
(a) 注意拡散グループの参加者のヒートマップ．複数のパネルに注視点が拡散している．(b) 注意集中グループの参加者のヒートマップ．1つののパネルに注視点が集中している．



(a) 注意拡散 パターン1　(b) 注意拡散 パターン2
(c) 注意集中 パターン1　(d) 注意集中 パターン2

図 4 adjusted-Hの課題中の変遷パターン
注意拡散グループにおける代表的な変遷2例を上段に，注意集中グループにおける代表的な変遷2例を下段に示す．各パネルは典型的な参加者の実際のパターンを示している．x軸は試行をy軸はadjusted-Hを表している．

の各課題を規則ごとに分けて分析を行う．すると，方位規則においては，注意拡散グループ（1/9）よりも注意集中グループ（4/6）において規則発見率が高かったが（$p = .047$,Fischer's exact test），矢印と数字規則においては有意な差は見られなかった（$ps > .50$）．

矢印規則においては，注意拡散グループの規則発見者が8名中1名，注意集中グループの規則発見者が6名中1名と全体的に少なかったことから，床効果により有意差が見られなかったと考えられる．また，数字規則においては注意拡散グループの規則発見者が7名中6名，注意集中グループの規則発見者が8名中6名と全体的に多く，天井効果により有意差が見られなかったと考えられる．difficult phaseにおいては，上記の床効果，天井効果により

表 2 各グループの各phaseにおける規則発見率

	注意拡散				注意集中			
	矢印	方位	数字	全体	矢印	方位	数字	全体
easy	0.17 (2)	0.42 (5)	0.92 (11)	0.50 (18)	0.70 (7)	0.90 (9)	0.70 (7)	0.77 (23)
difficult	0.13 (1)	0.11 (1)	0.86 (6)	0.33 (8)	0.17 (1)	0.67 (4)	0.75 (6)	0.55 (11)
全体	0.15 (3)	0.29 (6)	0.89(17)	0.43 (26)	0.50 (8)	0.81 (13)	0.72 (13)	0.68 (34)

()内は規則発見者数.

グループ間の差が観測されなかったといえる. 全課題, および, easy phaseにおける規則発見率, さらに, difficult phaseにおける適度な難易度であった方位規則における規則発見率から, 総合的に考えると, 1つの要因を仮定して, 規則性を検討する注意集中グループの参加者の方がより規則を発見したことが支持される.

2.2.3 生成規則と仮説生成方略

最後に, 参加者の関連性と規則性の検討方法と生成された規則の関係を検討する. 各試行において生成された規則は, 使用された要因と生成規則数から以下の3種類に分けることができる. 第一に, 一試行において, 1つの特定の要因に関連性を仮定し, 1種類の規則性（1つの規則）を生成した場合である. 例えば, 方位に関する規則を1つだけ生成した場合などである. 以下, 要因内単一仮説と呼ぶ. 第二に, 一試行において, 1つの特定の要因に関連性を仮定し, 複数の規則性（複数の規則）を生成した場合である. 例えば, 方位に関する規則を複数生成した場合がこれにあたる. 以下, 要因内複数仮説と呼ぶ. 第三に, 一試行において, 複数の要因に関連性を仮定し, 複数の規則性（複数の規則）を生成した場合である. 例えば, 方位に関する規則と, 数字に関する規則の両方を生成した場合がこれにあたる. 以下, 要因間複数仮説と呼ぶ.

参加者ごとに以下のように分類する. 課題を通して, 要因内単一仮説のみを生成し続けた参加者は要因内単一仮説の使用者に分類される. 要因内, 要因間複数仮説を一度でも生成した参加者はそれぞれ要因内複数仮説の使用者, 要因間複数仮説の使用者に分類される. 要因内, 要因間複数仮説の両方を生成したことがある参加者は要因間複数仮説の使用者に分類される.

表 3 各規則タイプの使用者

	要因内 単一規則	要因内 複数規則	要因間 複数規則
注意集中	8	2	0
注意拡散	7	0	5

表3にグループごとの各規則タイプの使用者の人数を示す. 注意集中グループでは1試行において, 1つの要因にのみ注目するため, 規範的に, 要因間複数規則は生成され得ない. 単一規則の使用者に分類された参加者のほうが多い傾向が見られた（$p = .055$）. 一方, 注意拡散グループにおいて, 要因内複数規則の使用者に分類された参加者はいなかった. 参加者は, 要因内単一規則と要因間複数規則の使用者に偏りなく分かれた（$p = .387$）.

この結果は注意拡散グループにおいて異なる関連性の仮定法が用いられていた可能性を示す. ある参加者は複数の要因の関連性を検討し, その中から1つの要因に関連性を検討し, その要因においてのみ, 規則性の検討を行った. つまり, 最初に3つの要因全てを比較し, 方位に関連性を仮定してから, 規則性を検討したような場合である. 別の参加者は, 要因の関連性を仮定して, 規則性を検討するという流れを, 複数の要因において行ったと考えられる. 例えば, 方位に関連性を仮定し, 規則を生成. その後, 数字に関連性を仮定し, 規則を生成するという行動がこれにあたる. 結果的に, 前者の方法をとった参加者は要因内規則を, 後者の方法をとった参加者は要因間規則を生成した.

3. 考察

実験の結果, 参加者により要因の関連性の検討と規則性の検討の行い方が異なることが示された. これは, これまで規則性の検討しか行っていなかった, 規則発見の研究に, 要因の関連性の検討過程を含む必要があることを示唆している. 特に, 本課題においては, 関連性と規則性の検討の行い方により, 規則発見のパフォーマンスに影響が見られた. これは, 本実験で使用した課題において, 複数の要因の関連性を検討する利益がないためだと考えられる. 逆に, 複数の要因の関連性を検討することにより, 時間がかかり, 記憶容量の限界のため, 検討した情報が失われてしまう. そのため, 注意拡散グループにおける, 規則発見

率が低かった可能性がある．ただし，この結果については異なる状況での検討が必要である．

本実験では参加者数が少なかったため，特に，注意拡散グループにおいて詳細な検討をすることができなかった．注意集中グループにおいては十分に小さい標準偏差が観察されたことから，全員がほぼ同様の行動をとっていると言える．しかし，標準偏差の大きさからみても，注意拡散グループには2種類のタイプの参加者が含まれていたと思われる．さらに，課題中の注視点の拡散の変異パターンや生成規則の内容も2つのパターンを示している．今後，参加者数を増やし，眼球運動の時系列的変化も含めた詳細な検討が必要とされる．

本実験の結果はdual space search theoryの観点からも検討できる．Klahr and Dunbar(1988)[10]によると，仮説空間は仮説のタイプごとにグループとなっており，異なるタイプの仮説への移行はより困難だとされている．大して，本実験においては，要因ごとに仮説がグループ化されていると考えられる．よって，注意集中方略は一度に仮説空間の狭い範囲を探索していると言える．一方，注意拡散方略は一度に仮説空間の広い範囲を探索していると言える．Klahrらの研究においては，一回の仮説生成でじっくり仮説を検討した参加者（theorist）のほうが，より早く、効率的に規則を発見していた．本実験では，一回の仮説生成で時間をかけて広い範囲を探索した，注意拡散グループの参加者のほうが，規則発見率が低かった．この結果は，仮説生成の際は，時間をかけて検討するときは，広い範囲を探索するよりも，ある程度の範囲に絞って探索する必要がある可能性を示している．ただし，本実験では全ての要因を事前に提示している点で先行研究と異なる．

実験課題の問題点として，フィードバックの回数が統制されていないことがある．2つのグループでボタンの押下数に有意な違いが見られたことから，規則発見率の違いはフィードバック数の違いによる影響である可能性がある．今後は，課題をより構造化し，条件の統制を行い，要因の関連性の検討と規則性の検討の関係性をさらに調べていく必要がある．

参考文献

[1] 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.

[2] Klahr, D., (2000) Exploring Science, the MIT Press.

[3] Tschirgri, J. E., (1980) “Sensible reasoning: a hypothesis about hypotheses”, Child Development, Vol. 51, pp. 1-10.

[4] Van Joolingen, W. R. & De Jong, T., (1991) “Supporting hypothesis generation by learners exploring an interactive computer simulation”, Instructional Science, Vol. 20, pp. 389-404.

[5] 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.

[6] Qin, Y. & Simon, H. A., (1990) “Laboratory replication of scientific discovery processes”, Cognitive Science, Vol. 14, pp. 281-312.

[7] Williams, J. J. & Lombrozo, T., (2010) “The Role of Explanation in Discovery and Generalization: Evidence From Category Learning”, Cognitive Science, Vol. 34, pp. 776-806.

[8] Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K., (1993) “Thoughts beyond words: when language overshadows insight”, Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 122, No. 2, pp. 166-183.

[9] Rehder, B. & Hoffman, A. B., (2005) “Eyetracking and selective attention in category learning”, Cognitive Psychology, Vol. 51, pp. 1-41.

[10] Klahr, D. & Dunbar, K., (1988) “Dual space search during scientific reasoning”, Cognitive Science, Vol. 12, pp. 1-48.

“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−
Exploring Ways of Coaching to Promote Athletes' Meta-cognition

西山 武繁[†]，諏訪 正樹[‡]
Takeshige Nishiyama, Masaki Suwa

[†]慶應義塾学大学大学院政策・メディア研究科，[‡]慶應義塾大学環境情報学部
[†] Graduated School of Media and Governance, Keio University,
[‡] Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
tksg@sfc.keio.ac.jp

Abstract

It is important for an athlete to explore his or her embodied skills. His or her coach should be able to support the exploration. In this study, we discuss the coaching methods based on a fieldwork by the first author as a coach in a karate team.

Keywords — Coaching, Embodied skill, Meta-cognition, Karate

1. はじめに

我々の為す多くの行為は，身体と環境の相互作用の上に成り立つ．身体の動きを通じて環境に働きかけ，環境にある何らかの変数を知覚・認識している．無数に生じる相互作用のうち，意識に上るのは一部であり，我々の行為を支える相互作用の大部分は暗黙知の領域に属する．暗黙知を探究することは有意義な研究課題であり，多くの研究が進められてきた（例えば，[1]や[2]など．また，身体スキルに関しては[3]などを挙げることができる）．暗黙知の探究は研究者に限らず，多くの人々が取り組むべき重要な課題であると筆者らは考えている．例えば，スポーツでは，個々のアスリートが自身と環境の間に生じる相互作用について意識的な探究を続けることが求められる．なぜならば，各アスリートは異なる身体特性を有し，また，身体や環境，その間の関係性は絶えず変化し続けるため，ある１つの身体の動かし方を持続するだけでは優れたパフォーマンスになりえないからである．

しかし，実際には，全てのアスリートが暗黙知を探究し，自らの身体のありたき姿について十分に考えている訳ではない．アスレティックトレーナーである石原らは，プロ野球の２軍選手ですら自分の身体に即して考えることが足りないのではないかという仮説を指摘している[4]．高校・大学の選手とは全く異なるパフォーマンスレベルにあるプロの２軍選手達が，「トレーニングを通じてどのような身体を獲得したいか」という問いに対して高校・大学の選手と全く同じ「キレのある身体」「再現性のある身体」「怪我のない身体」といった同じような言葉でしか語れないのである．これは選手１人１人が自らの身体と向き合い，身体感覚を探究することが不十分であることによると石原らは主張している．一方，1 軍で活躍する選手（例えば，イチローや稲葉）は，身体について語る独自の言葉（「身体でボールを観る」など）を有していることは，数々のインタビューを通して明白であろう．アスリートが自らの身体に即した言葉で自分の身体を語ることが出来ない状況は野球の事例に限らず，第一筆者がコーチを務める中学・高校の空手部でも同様の問題が生じている．

では，意識的な努力によって，アスリートは自らの身体と向き合い，独自の言葉で語ることが出来るようになるのだろうか？慶應義塾大学剣道部の副将であった赤石の事例は，２年に渡って自らの身体についてメタ認知的にありたき姿の模索を継続し，言葉として外化する努力を継続することで，身体に関する独自の言葉を獲得し，パフォーマンスの質を変容させる可能性を示した[5][6]．外化した言葉とパフォーマンスの重要な関連性が他のケーススタディでも報告されている（例えば[7][8]など）．

アスリートに自らの身体と向き合い・語らせるために，コーチは何をすべきなのだろうか？本研究は，第一筆者がコーチを務める中学・高校の空手部を例に，

・「自身の身体について語ることができない」とはどのような現象なのか

・ コーチはどのような働きかけによって部員に考えることを促せばよいのか

・ その結果部員はどのような反応を示すのか

に関する事例を収集・考察し，コーチングのあり方の再考を目的とする．

2. 空手における間合い

空手において，身体について考えることが重要となるトピックの１つが，組手における間合いである．間合いとは，競技者同士の駆け引きによって生じる，競技者と対戦相手，周囲の環境との関係性の総体である．単に技が対戦相手に届く距離を指すのではなく，技を繰り出すのに適したタイミングという意味をも有する言葉である．

以下に，現時点で間合いに関係すると筆者らが考える事柄を示す．

・「技が届く」ことを認識できる距離とは，主観的な距離を指す

・1 つの距離（例えば重心間の距離）ではなく，自分と相手の様々な部位と部位を結ぶ複数の距離が関連する

・「いま技を繰り出すべき」と認識できるタイミングは，競技者間の「圧力」の掛け合いの中で生じる

・「圧力」は，身体各部の様相・振舞いの総体としての構えや，上述の「距離」によって生じる

・「自らの間合いを憶える」とは，組手の場にある無数の相互作用の中から，自分にとって有用な着眼点を見出し，ありたき身体の使い方を体現しようと模索し続けるプロセスである

・間合いは，組手ごと・競技者ごとに変容し，個人固有性や状況依存性を強く孕む

・組手を周囲から観ている者は，組手中の競技者が間合い読むことができているか，解釈することができる

競技者が間合いを読むということは決して容易ではない．競技者と対戦相手や周囲の環境との間には無数の関係性があり，時々刻々と変化するため，どのような意味付けを行うかは，上述のように競技者の個人固有性や状況依存性を孕むからである．また， 人間には認知限界が存在し，組手競技中に生じる事柄全てに意識を向けることは不可能であり，間合いを読むという行為は無意識の領域，すなわち暗黙知によるところが大きい．暗黙知であるがゆえに，形式知化することが難しく，語りにくい・学びにくい・教えにくいという問題がある．間合いを学ぶことは競技者や，周囲から支えるコーチにとっても極めて困難なプロセスではあるが，一方では競技の醍醐味であるとも言えよう．筆者らは，これまでにも間合いを学ぶプロセスの支援を目指して，モーションキャプチャシステムを用いた組手の計測及び間合いを可視化するツールの開発に取り組んできた[9]．本研究では，コーチという立場から，部員が間合いを学ぶ際に「身体について考えること」を促すための方法論を考察する．

3. 「間合いを読むことができない」とは

前節にて述べたように，競技者にとって，間合いを読むということは決して容易ではない．第一筆者がコーチを務める空手部においても，間合いを読むことができない部員は少なくない．彼らの組手に見ることのできる行動の例を以下に示す．

・先手をとることができない

・相手に届かないような距離から技を出す

・「圧力」をかける動作を開始するタイミングや距離を誤る

・過度に相手に接近する

・相手との距離を詰めてから技を出すまでの時間が長い

・相手の技に対して，受ける・捌くなどの反応が出来ない
・相手の「圧力」に対して，反応がない（相手に屈さないよう，「圧力」をかけ返すのとは異なる）

コーチは上述のような組手中の行動から，部員が間合いを読むことが出来ないということを解釈することが可能である．ただし彼らは，技自体の動作を遂行することが出来ないわけではない．ミット打ちなどの組手の基礎となる練習においては技の動作を実行出来るが，対人練習になると上記のような行動がみられるようになる．ミット打ちが変化の少ない環境で遂行する課題であるのに対して，実際の相手と対峙する対人練習は変化し続ける環境で遂行しなければならない課題である．

間合いを読むことができない部員に対して競技中に何を意識していたのかを問うと，自分自身が対戦相手をはじめとする周囲の環境に対してどのように働きかけようとしていたのかを答える傾向が見られる．例えば「（構えたと時の）前の手を使って，相手にプレッシャーをかけようとした」という発言がこれにあたる．一方で，自身が環境から何を知覚・認識したのかを詳細に語ることは極めて少ない．上述の「プレッシャーをかけようとした」という働きかけに対し，相手がどのような反応を示したのか，多くを語ることが出来ないのである．相手について語る場合も「（自分が）中段を突きにいこうとするたびに，相手が先に逆突きを突いてくる」というように相手のとった行動について言及することはあるが，その背景として相手が何を知覚・認識したのか推論することは殆どない．

競技中に生じる全ての事柄に意識を振り向けることは不可能だが，環境に対する自身の働きかけのみに意識を振り向けていては，働きかけが思い描いた通りに機能したのか，あるいは予想もしなかった結果が生じたのかを知ることが出来ず，間合いを学ぶプロセスが視点することは期待出来ない．そこで，コーチングの方針として，競技中に環境から何を知覚・認識していたのか，部員自身に意識をふり向けさせることが重要になると考えられる．

4. 部員とコーチ・部員同士による組手のふり返り

組手競技中に環境から何を知覚・認識していたのか，部員自身に意識を振り向けさせるためのコーチングの１つの方法として，筆者は2011年4月より，組手を実施した直後に部員に組手中に意識したことを問い，自らのパフォーマンスをふり返り・語らせることを試みている．部員に自らのパフォーマンスについて発話させる意図は，Greenoが[10]において主張するように，単なる口頭報告ではなく会話という相互作用から参加者（本研究の場合，ふり返りを語る部員や聞き手であるコーチ，あるいは他の部員）の（間合いに関する）理解や目標，意図，期待を明らかにすることにある．

2011年4月より実施しているふり返りは，どちらも練習時間中，組手の試合形式の練習（以後，練習試合と呼称する）を行った直後に実施するが，その参加者によって2種類に分類することができる．1つは，部員とコーチによるふり返り，もう一方は，組手で戦った部員同士によるふり返りである．

4.1 部員とコーチによるふり返り

部員とコーチによるふり返りは，組手中に何を意識していたか？という問いを練習試合後にコーチから部員に問いかけることではじまる．前節では，この問いに対する部員の回答が「自身が環境に対して働きかけた」結果に偏りやすいという傾向を示した．

さらに実際のコーチングでは，コーチである筆者が部員の回答に対して「その結果どうなった？」「何でそうしたの？」というようなパフォーマンスについてより詳細に語ることを求める質問を繰り返す，あるいは「そのとき相手はどうしていた？」というような直接的に「（部員）自身が環境から何を知覚・認識」したのか質問を行う．多くの場合，このような質問を数回繰り返した時点

で部員は答えに詰まるようになる．質問を繰り返すコーチの意図は，組手中の意識を部員に正確に報告させることではなく，コーチとの会話を通じて組手中の出来事について多くのことを語れる必要性を部員に認識させることにある．

コーチとのふり返りを繰り返すうちに，ある部員は練習終了後に現在自分がどのような意識をもって組手に臨んでいるかを自ら語るようになった．その過程で，対戦相手の体格によって自分自身が相手から感じる「圧力」が変化することを語るようになった．

4.2 部員同士によるふり返り

部員同士によるふり返りは，2011 年 4 月から実施している先述の部員とコーチによるふり返りから派生したコーチング方法である．部員同士によるふり返りでは,練習試合後,自分の働きかけ(「圧力」のかけ方，技の仕掛け方など）について，どのような体感を得たか対戦相手に直接問う機会をつくり，自身の意図と相手が働きかけどのように受け取ったのかを比較することで間合いの読み方を学ぶ手がかりとすることを意図している．

部員同士のふり返りを行うきっかけとなったのが，2011 年 4 月末の練習における，部の主力選手（以後，K と呼称）と新人選手（以降，T と呼称）の練習試合である．

K は，競技歴は決して長くはないが，対戦相手への「圧力」のかけ方や，相手への反応に秀でた選手である.対する T は,入部 1 年目の新人であり，組手における基本的な技の動作には慣れつつあるが，まだ間合いを読むことはできず，「圧力」のかけ方や相手に対する反応，距離の取り方に不慣れな選手である．この日の練習試合において，T は K の構えや（構えたときの）前手の動きを模倣し，K に対して「圧力」をかけることを試みていた．結果としては，K の動きに影響を及ぼすことはできなかったが，それまでの組手で見せたことのない動きであった．練習試合後にコーチ（筆者）が T に普段との動きの違いについてと問うと，T は K の模倣をすることで「圧力」をかけ返そうとしていたこと，理由は分からないが試みは失敗だったことを語った．

ここまでは従来の部員とコーチによるふり返りと同じであったが，このとき T に，なぜ K に対して「圧力」をかけることが出来なかった理解を深めさせることを目的として，対戦相手である K とふり返りを行わせることにした．その結果，K は T に対して「圧力」をかけるタイミングのズレを指摘し，その原因が恐らく相手選手の動き出しを捉えるための視支点の置き方にあるのではないかと語った．

この部員同士のふり返りは単に T に「圧力」をかける際の重要な着眼点を教えるだけではなく,T の質問に答えるために K は自らのパフォーマンスについて考察し，さらに，コーチは K や T がそれぞれ間合いについてどのように理解しているかを知る機会となった．

5. ふり返りの実践に関する考察

本稿を執筆する現時点でも，中学・高校の空手部員による間合いの学習を支援するためのコーチングの実践は継続中である．本節では，前節に示した部員とコーチ・部員同士による組手のふり返りをコーチングの方法として練習の場で実践する際の留意すべき，ふり返りの頻度と対象とする部員・組手について考察する．

部員とコーチのふり返りは，ふり返りを実施する頻度についてよくよく検討する必要があると思われる．部員は，コーチとのふり返りをコーチに対するパフォーマンスの「口頭報告」であると思い込みがちである．闇雲にふり返りを繰り返すだけでは，コーチとの会話の中から新たな気づきを見出すのではなく，形骸化されて手続きとなってしまう恐れがある．同様に，ふり返りに対する部員の慣れを生じさせないためにも，部員に対する問いかけの言葉などをコーチは吟味しなければならない．

部員同士のふり返りにおいては，さらにどのような出来事について，どの部員とどの部員に語らせるのかという，ふり返りの場のデザインに留意

する必要がある．例えば，先に示した例ではふり返りを行った部員のうち，K は自分が組手の際に環境に対してどのような働きかけを行い，環境から何を感じているのかをある程度語ることのできたことが重要な要因となっている．少なくとも，ふり返りに参加する部員のどちらか一方が自身の働きかけや知覚・認識について語ることができなければ，部員による間合いの学習の助けとなることは困難である．また，先の例では，一方が対戦相手の動きを意識的に模倣するという出来事があったために，T の側から K に対して問いかけることができたと考えられる．このようなふり返りの手がかりとなり易いイベントをコーチが予め見出しておくこともふり返りを有意義なものとするための要因となりえるだろう．

ふり返りの実践には，上述のような事柄をはじめとする練習の場に偏在する様々な事柄影響を及ぼす．部員自身に自ら考えさせるコーチングを実践するためには，コーチ自身が練習の場から何を知覚・認識してコーチングの方法を選択・実践しているか探究する必要があると考えられる．

6. おわりに

本稿では，筆者がコーチを務める中学・高校の空手部を例に，アスリートが自らの身体と向き合い，自身の言葉で語るためのコーチングの在り方について考察に取り組んだ．本稿にて焦点をあてた空手における間合いを学ぶプロセスでは，競技者自身が「環境に対してどのように働きかけたのか」「環境から何を知覚・認知したのか」それぞれについて語れることが重要であるという仮説に基づき，実際のコーチングの現場で部員に組手についてふり返る機会を与え，自らのパフォーマンスについて考え・語らせることを試みた．

本研究は，筆者自身がコーチとして観察対象である空手部に密接に関わっており，その実践の経験からコーチングの方法論を考察するための多くの着眼点を得ることができた．今後は，本稿に示した部員とコーチ・部員同士によるふり返り等のコーチングの実践を記録し，筆者のコーチングが部員にどのような影響を及ぼしたのか，より明示的に示すことに取り組む．

参考文献

[1]Michael Polanyi 著，高橋勇夫訳(2003)“暗黙知の次元”，筑摩書房.

[2]野中郁次郎，紺野登(2003)“知識創造の方法論 -ナレッジワーカーの作法-”，東洋経済新報社.

[3]古川康一，植野研，尾崎知伸，神里志穂子，川本竜史，渋谷恒司，白鳥成彦，諏訪正樹，曽我真人，瀧寛和，藤波努，堀聡，本村洋一，森田想平(2005)“身体知研究の潮流 -身体知の解明にむけて-”，人工知能学会論文誌，Vol.20，No.2，pp.117-128.

[4]石原創，諏訪正樹(2011)“身体的メタ認知を通じた身体技の「指導」手法の開拓”，身体知研究会(人工知能学会第 2 種研究会)SIG-SKL-09-03，pp.19-26.

[5]赤石智哉(2010)“身体性復活のためのプロセスを伝える方法論探究”，2009 年度慶應義塾大学総合政策学部卒業制作，2010 年 1 月.

[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]諏訪正樹，伊東大輔(2006)“身体スキル獲得プロセスにおける身体部位への意識の変遷”，第 20 回人工知能学会全国大会，(CD-ROM).

[8]諏訪正樹(2009)“身体性としてのシンボル創発”，計測と制御，Vol.48. No.1，pp.76-82.

[9]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，(CD-ROM).

[10]Greeno，J. G.(2006)“Learning in activity”. In Sawyer，R. K.(Ed.)“The Cambridge handbook of The Learning Sciences”，pp.79-96.

どのように地図課題は達成されるか
How do people accomplish Map Task?

川端　良子[†], 土屋 俊[‡]
Yoshiko Kawabata, Syun Tutiya

[†]千葉大学, [‡]独立行政法人大学評価・学位授与機構研究開発部
Chiba University, National Institution for Academic Degrees and University Evaluation
ykawabat@graduate.chiba-u.ac.jp, tutiya@niad.ac.jp

Abstract

This report examines analysis frame for analyzing task-oriented dialogues even if the intentional structure in them does not necessarily have correspondence with the linguistic structure. As a result of having analyzed 8 dialogues of Japanese Map Task corpus with the frame, we could classify 16 types from 226 discourse segment purposes. The frequencies of each type support our intuition of the accomplishment of DSP and DP.

.

Keywords — Task-oriented dialogue, discourse purpose, discourse segment purpose, Japanese Map Task Corpus.

1. はじめに

複数人で一つの目標を達成する活動を共同的活動(collective activity)と呼ぶことにする。たとえば、重いピアノを 3 人で持ち上げて部屋の隅に移動する活動や、相談者が助言者に悩みを訴えて、助言者が応対することによって相談者の悩みを解消するという活動は共同的活動である。これらの共同的活動の遂行においては、言語が使用される場合もあれば、使用されない場合もある。ピアノを移動するような場合には、事前に相談したり、掛け声をかけあったりするという形で言語を使用することもあるし、長年チームを組んできた息の合った引越し作業チームであれば言葉をかけあうことなしに上手に移動できることであろう。悩みを相談する相談者に対して、助言者がただ耳を傾けるだけで、相談者の悩みは解消するかもしれない。

地図課題対話は、指示提供者(instruction giver: Giver)の手許の地図上に描かれている経路を指示追随者(instruction follower: Follower)の手許の地図上に再現するという目標の達成に伴う言語の使用のことを指す。すなわち、この活動は、言語を使用することによって地図上の経路の再現という共同的活動を遂行する活動であると考えられる。

一般に、特定の目標の達成のために行われる対話は課題志向対話と呼ばれる。一般的に目標はその達成に貢献する複数の下位目標を順次達成してゆくことで最終的な目標状態に到達すると考えられている。Grisz & Sidner [5] は、課題志向対話において対話を行う原因となった最終的な目標を談話目的(discourse purpose: DP)、その下位目標となる談話単位目的(discourse segment purpose: DSP)とし、その階層的な構造(意図構造(intentional structure))は、発話のシーケンスからなる言語構造(linguistic structure)と対応関係があるとして、その計算モデルを提案した。ただし、この対応関係の存在については、理論的にも、実証的にも根拠は示されていない。

地図課題対話は地図上の経路を再現するという目的を達成するために行われる対話であることから課題志向対話とみなすことができる。Grisz & Sidner のモデルに従えば、地図課題の談話目的(DP)は出発地点から目標地点までの経路を Follower が描くことで、談話単位目的(DSP)は、経路の一部を Follower が描くことである。そして、Giver が DSP を達成するための具体的な行動を Follower に指示し、Follower が実際に経路を描くことで 1 つの DSP が達成され、この談話単位目的の達成を順次実現することで最終的に DP に到達すると説明される。

Grosz & Sidner のモデルは理論的には地図課題対話が達成される仕組みを部分的にしか説明していない。たとえば、Follower が Giver の指示を誤解することがある。また、地図課題対話では課

題の進行中、Giver と Follower はお互いの地図を見ることができないため、Giver の指示に対して Follower は経路を書いたように見せかけて実際は経路を書かないことも可能である。川端、土屋[1]による分析では、Follower が Giver の指示に対して行動しなかったり、Giver に気づかれずに勝手に位置を移動したりするような「嘘をつく」ことが課題の達成に貢献することがあると報告したが、これらの現象が DSP の達成にどのような形でどのような寄与をしているのか、それともまったくしていないのかを明らかにしていない。

そこでこの報告では、日本語地図課題対話において Giver と Follower による DSP 達成の継起について 8 対話を分析し、Grosz & Sidner の用語を使えば、DSP の達成と DP の達成との 関係を明らかにして、談話単位と部分課題との対応がかならずしも一致しない場合についての分析を可能にする分析枠組みについて検討する。

2. 地図課題対話における DSP

Grosz & Sidner[5]による意図構造は、地図課題対話達成をその下位構造である DSP を順次達成することで達成されることを説明するが、Grosz & Sidner による意図構造の定義では地図課題対話における DSP を同定することは困難である。ほとんど地図課題対話で、Giver は複数に分割した一部の経路の描写を指示し、Follower は経路の一部の描写を行っていることから、分割された経路の一部について Giver の地図に書かれた経路を Follower の地図に再現することが DSP になる。しかし、Grosz & Sidner[5]のモデルでは Giver が構築した DP と DSP からなる意図構造を Follower は正しく認識すること前提とされているため、Follower が指示を誤解したり、Giver の指示に従わない場合には Grosz & Sidner の意図構造に上手く取り込むことができない。

しかし、今明らかにしたいのは地図課題対話において、Follower が Giver の指示通りに行動しない「嘘つき」のような行動がどの程度実際に行われており、それが課題の達成にどのような形で寄与しているのかを明らかにすることである。その分析のためには、Giver の経路描写の指示に対して、Follower はその通りに描写をしたのか、描写をしたが間違っていたのか、指示があったのに描写を行わなかったのか。また逆に、Giver が経路描写の指示をしていないときには、実際には Follower は経路描写をしていないのか、それとも実は経路描写をしているのかというデータを集める必要がある。その方法として Giver の観点から見た DSP を考える。この DSP に対して、以下の 4 つの観点について評価を行うことで DSP を 24 種類のタイプに分類することができる(表 1)。

DSP が開始した時点を T_{start} とし、DSP が終了した時点(諦めた場合も含む)を T_{end} とし、

1. 時点 T_{start} から T_{end} の間で Giver は Follower が一部の経路描写を行ったと想定しているか
   - Yes / No
2. 時点 T_{start} から T_{end} の間で Follower は実際に経路描写を行ったか
   - Yes / No
3. 時点 T_{start} において、Giver が想定する Follower の位置と実際の Follower の位置が一致していたかどうか
   - 一致 / 不一致
4. 時点 T_{end} において、Giver が想定する Follower の位置と実際の Follower の位置が一致していたかどうか。もしくは、DSP の達成を諦めた(キャンセルした)か。
   - 一致 / 不一致 / キャンセル

たとえば、Type1 の DSP の場合、Giver は Follower が経路描写を行うと想定していて、実際に Follower は経路描写を行い、Giver が想定する出発地点と DSP が開始された時点で Follower が実際にいた位置が一致しており、Giver が想定した目標地点と Follower が経路描写を行った地点が一致した場合である。これは、Grosz & Sidner モデル等で想定されるような DSP であると考えられる。このように DSP を分類することで、DP がどのような DSP によって達成されているのか、

どのようなやりとりによって課題が修正されたのかということについて、客観的、計量的に分析することが可能となる。

表 1 DSP のタイプ

	Giver の Follower が経路描写の想定	Follower の実際の経路描写	出発地点	目標地点
Type1	Yes	Yes	一致	一致
Type2	Yes	No	一致	一致
Type3	No	Yes	一致	一致
Type4	No	No	一致	一致
Type5	Yes	Yes	一致	不一致
Type6	Yes	No	一致	不一致
Type7	No	Yes	一致	不一致
Type8	No	No	一致	不一致
Type9	Yes	Yes	一致	cancel
Type10	Yes	No	一致	cancel
Type11	No	Yes	一致	cancel
Type12	No	No	一致	cancel
Type13	Yes	Yes	不一致	一致
Type14	Yes	No	不一致	一致
Type15	No	Yes	不一致	一致
Type16	No	No	不一致	一致
Type17	Yes	Yes	不一致	不一致
Type18	Yes	No	不一致	不一致
Type19	No	Yes	不一致	不一致
Type20	No	No	不一致	不一致
Type21	Yes	Yes	不一致	cancel
Type22	Yes	No	不一致	cancel
Type23	No	Yes	不一致	cancel
Type24	No	No	不一致	cancel

3. 分析方法

3.1 基礎情報

分析対象としたのは相手の顔が見えない視認不可能条件の 8 対話(j1n1~j1n4, j2n1~j2n4)で、被験者は 18 歳～21 歳の男性 8 名である。

アノテーションはマニュアルを作成し、それに従って著者(一名)によりアノテーションを行った。

3.2 アノテーション

アノテーションを行うのは以下の 3 点である。

(1) Giver の観点から見て DSP が開始された発話時点とその種類

(2) Giver の観点から見た DSP の開始時点における Follower の地図上の位置

(3) Follower がいつどのような描写を行ったか。

アノテーションは図 1 のような地図とアノテーション支援ソフト(図 4)[i]を用いて行った。Giver の観点から見て DSP が開始された発話時点の発話位置と判断される個所をマークし、その時点における Follower の現在地点を地図上に×印で記入し対話進行順に 0 から連番を振る(図 1)。そしてマークされた発話位置には、地図上の番号とその談話単位の目的(表 2)を記入する(図 4)。

Follower の動作は、Follower が地図上に書き込みを始めた時点からペンを離すまでの区間のタグ付けを行う。タグは動作の種類に応じて 6 種類に分類する(表 3)。

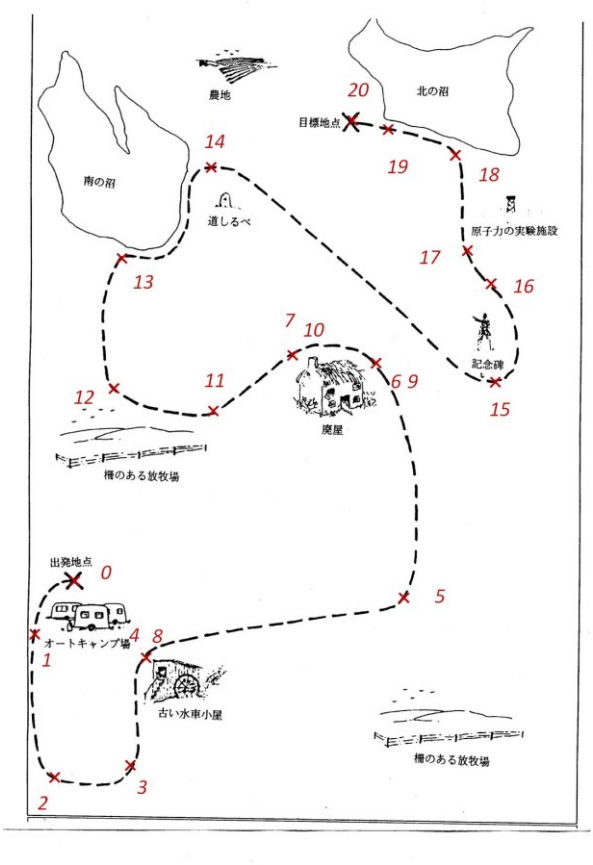


図 1 DSP の開始時点における Follower の地図上の位置をアノテーションした地図

表 2 談話目的

談話目的	表記	意味
Normal	P1	図 1 の×1 の位置から経路描写を行う談話単位の開始
	P1_2	図 1 の×1 の位置から経路描写を行う 2 回目の談話単位の開始
Review	P1_review	図 1 の×1 の位置からこれまでの経路について確認する
Overview	P1_overview	図 1 の×1 の位置から以降の経路に関して説明する
Other	P1_other	図 1 の×1 の位置にいる状態で上記以外で課題に関係のある話題を話す単位
irrelevant	P1_irrelevant	図 1 の×1 の位置にいる状態で課題に関係のない話をする談話単位

表 3 Follower の行動タイプ

行動タイプ	意味
wrote_route	経路を記入する
preparation	地図上にペン先を置いたまま制止
trace_route	一度書いた経路をなぞる
wrote_landmark	地図上の目標物を書き込む
mark	目印の点をつける
fix	間違えて書いた経路に×印をつけるなど

3.3 評価方法

アノテーションされたデータを元に、DSP を表 1 のタイプに分類を行った。各項目の評価は、図 5 のような評価用の表示を見ながら、各項目をについて評価を行った。

4. 結果

8 対話について DSP の抽出を行った結果、226 個の DSP が抽出された。表 4 は各タイプの数と比率を示している。各タイプの頻度(図 2)、各タイプの割合(図 3)を見ると明らかに、Type1 と Type2 が多い。Type1 は 2 節で説明したように、Grosz & Sidner モデル等で想定される理想的な DSP 達成が行われたケースであるが、Type2 も Giver の想定と Follower の実際の動作がすべて一致していることから理想的な DSP 達成のケースだと言え、両者を合計すると全体の 67%が理想的に DSP が達成している。つづいて、Type5、Type13、Type17、Type18、Type20、Type6 の順に出現頻度が高かった。

表 4 タイプごとの合計と全体との比率

Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type6
92	1	1	59	13	8
41%	0%	0%	26%	6%	4%
Type7	**Type8**	**Type9**	**Type10**	**Type11**	**Type12**
2	0	0	0	0	2
1%	0%	0%	0%	0%	1%
Type13	**Type14**	**Type15**	**Type16**	**Type17**	**Type18**

12	1	4	0	10	9
5%	0%	2%	0%	4%	4%
Type19	Type20	Type21	Type22	Type23	Type24
0	9	0	0	1	2
0%	4%	0%	0%	0%	1%

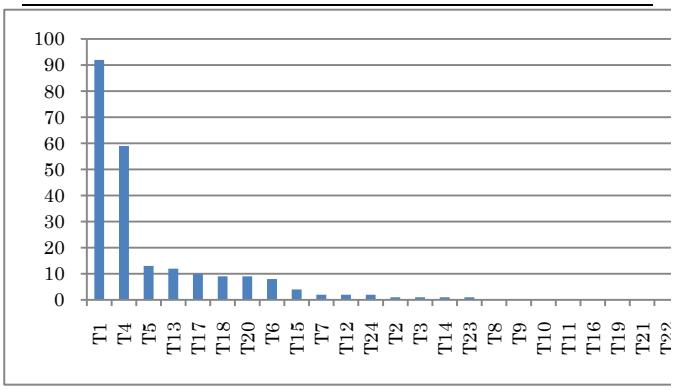


図 2 各タイプの頻度

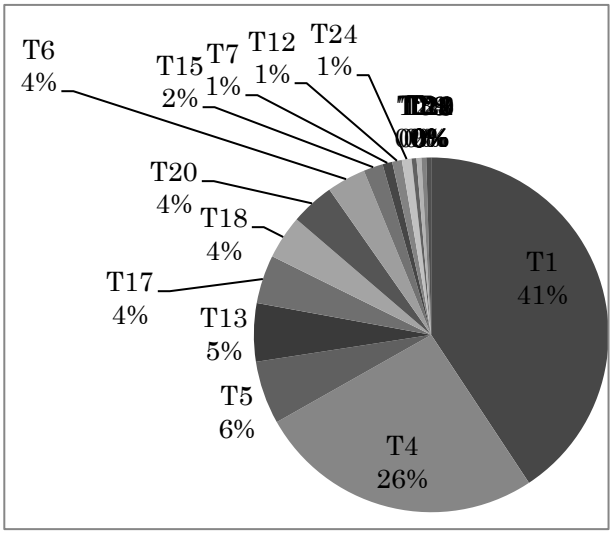


図 3 各タイプの割合

5. 考察

今回の分析方法による Grosz & Sidner のモデルで想定しているような理想的な DSP の達成が地図課題対話で多く起こっているという結果は、我々の日常的な共同的活動における DSP 達成に対する直観と一致しており、この分析の枠組みの妥当性否定するものではない。一つ、注意すべきは、地図課題という共同的活動が上手く遂行されていることは示されたが、意図構造と言語構造の対応が示されたわけではない点である。これについては、各 DSP の中でやり取りされている発話と Follower の行動をもっと詳細に調査する必要がある。

参考文献

[1] 川端 良子, 土屋 俊, (2010), “地図課題対話における課題の遂行のための嘘と取り繕い”, 言語・音声理解と対話研究会 59, pp. 25-30.

[2] 青野元子, 市川熹, 小磯花絵, 佐藤伸二, 仲真紀子, 土屋俊, 八木健司, 渡部直也, 石崎雅人 岡田美智男, 鈴木浩之, 中野有紀子, 野中啓子,(1994), 地図課題コーパス(中間報告)”, 情報処理学会研究報告, 94-SLP-3-5.

[3] Anne H. Anderson, Miles Bader, Ellen Gurman Bard, Elizabeth Boyle, Gwyneth Doherty, Simon Garrod, Stephen Isard, Jacqueline Kowtko, Jan McAllister, Jim Miller, Catherine Sotillo, Henry Thompson, Regina Weinet, (1993), “The HCRC Map Task Corpus”, Language and Speech, Vo.34, pp.351-366.

[4] Jean Carletta, Amy Isard, Stephen Isard, Jacqueline Kowtko, Gwnyeth Doherty-Sneddon, Anne Anderson, (1996), “HCRC Dialogue Structure Coding Manual”

[5] Barbara, J. Grosz, Candace L. Sidner, (1986), “Attention, Intentions, and the Structure of Discourse”, Computational Linguistics, Vol.12, No. 3.

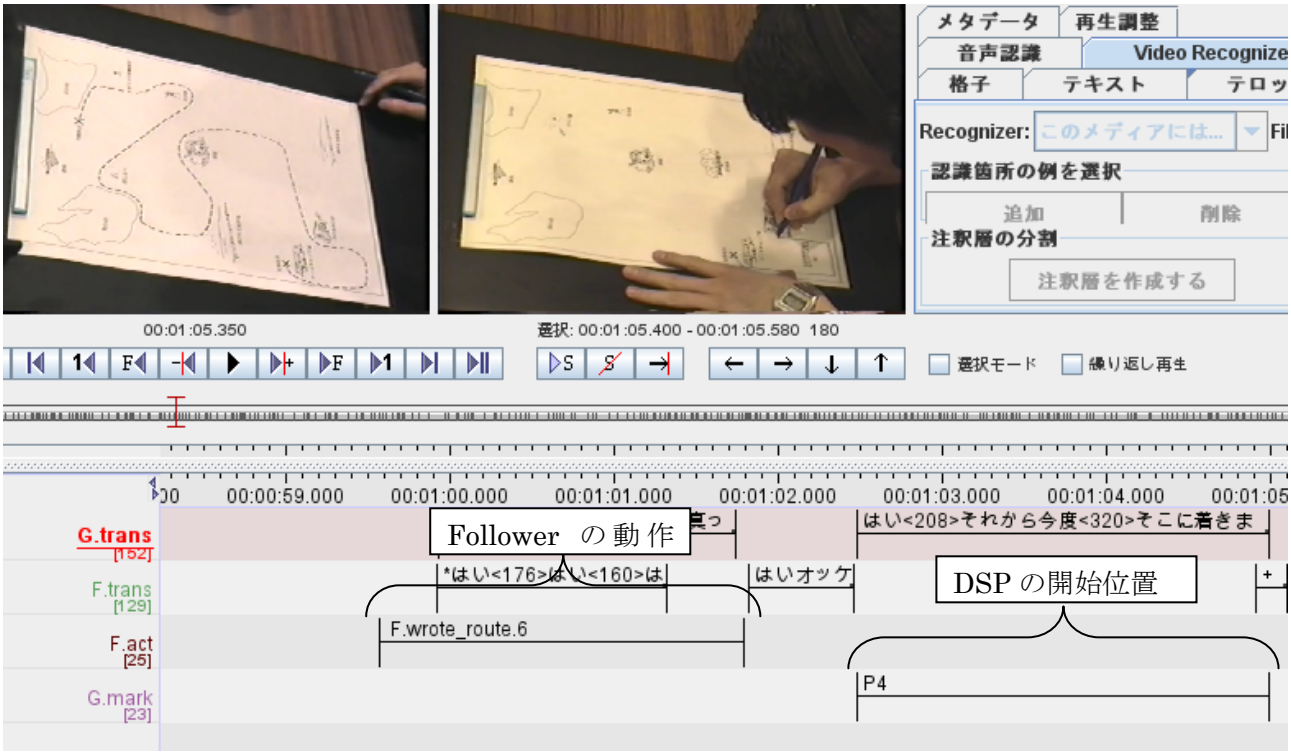


図 4 アノテーション方法(Elan 画面)

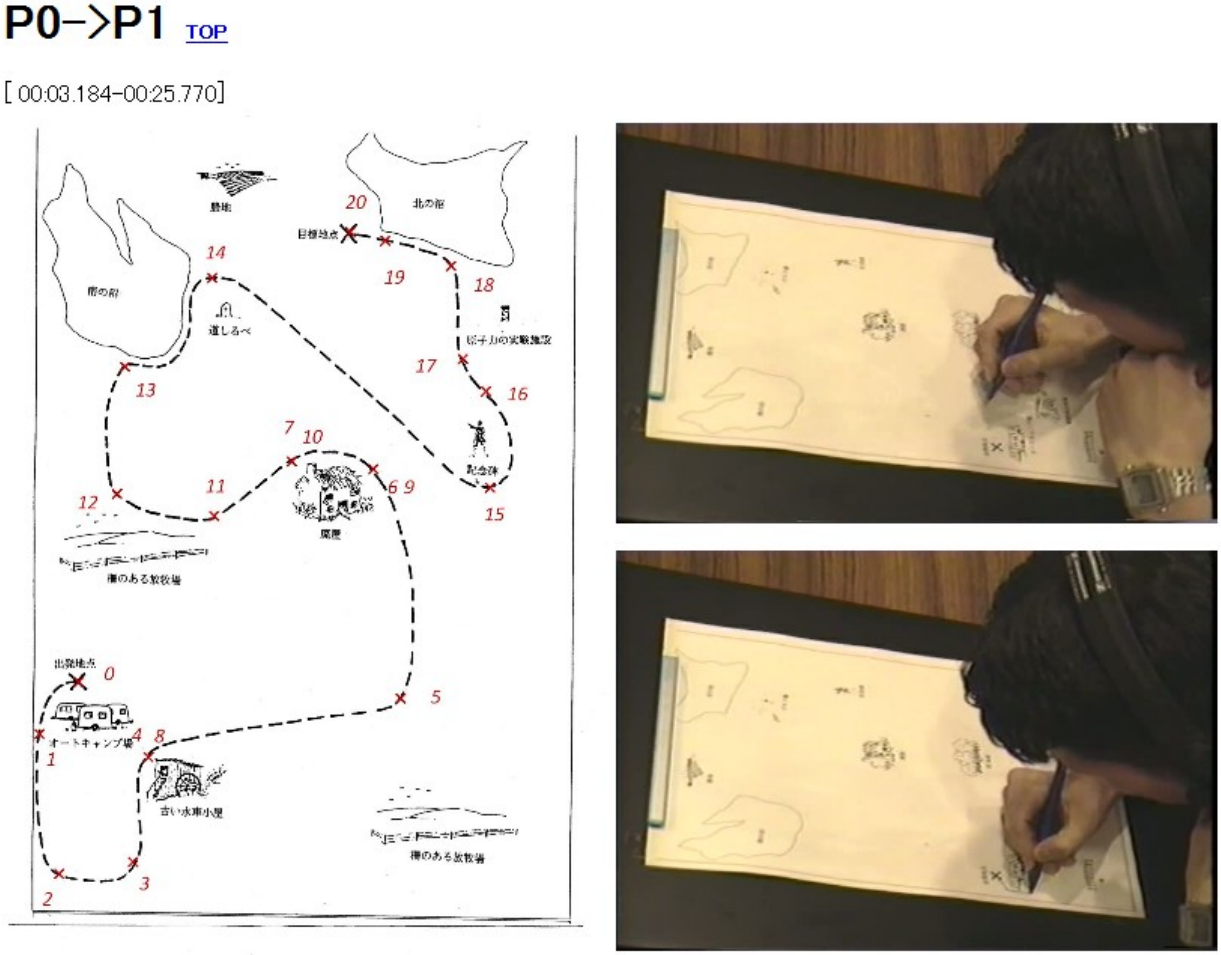


図 5 評価方法

[i] Elan http://www.lat-mpi.eu/tools/elan/

音声による色表示平面内のカーソル位置制御

成田 健睦，筧 一彦
Takechika Narita, Kazuhiko Kakehi

中京大学
Chukyou University
h20902m@st.chukyo-u.ac.jp

It is necessary to investigate the characteristics of speech utterances to design a system controlled by the sequence of speech utterances. First, the experiment of controlling a cursor by speech on a LCD, where a two-dimensionl colour space (brightness was kept constant) was exhibited, was conducted. In the second experiment, subjects listened to the sequence of utterances in the first experiment, and then controlled the cursor due to it. The two experimental results suggest that the requirement for those systems controlled by speech : ① the system should use the prosodic information to distinguish a control urnterance to the system from a utterance addressed to the speaker himself, and ②the system should make a confirmation inquiry to the speaker to desolve the ambiguity of meaning, especially for the word attributed to the characteristics of the space.

Keywords — speech, control, constraints free, confirmation, prosdic infomation.

1. はじめに

現在、カーナビゲーションシステムやアンドロイド携帯を初めとした音声認識機能が搭載された機器が数多く発売され、有効に使用されているケースも多い。それらの多くは検索目的に使用されるもので単語に対する音声認識がある程度正確であれば、実用上の問題が達せられる場合が多い. しかし、それらの機能が提供されていても、有効に利用されていない場合が多い。実際に使用する場面を考えた場合、運転中のカーナビ操作や携帯電話の発着信等手足を他の仕事に使用している状態で認識させたい場合など機械に対しての操作のための特別な発話をしているという意識なしに自然な発話で操作できることが望ましい。制御や操作を目的とした場合には単なる音声認識だけではなく発話者の意図を正確に読み取ることが必要となる。

本研究では操作者が機械に対して音声による制御を行った場合、どのような発話特性が生ずるかについて検討を行い実際に操作者が使えると感じるようなものにするために機械が備えるべき条件などを検討した。

2. 実験

2-1 実験概要

パーソナルコンピュータ(以下ＰＣ)の画面内において 2 次元のグラデーションのかかった色画面内から別途表示された指示色(ターゲット)と同等の色となる場所にカーソルを音声で操作する。実験時に使用した画面を図 1 に示す。



図 1　実験時使用画像

図 1 の右端に表示されている部分が指示色である。画面右下にある「新規」と書かれている部分の色

を指示色と同じになるようにカーソル操作をする。カーソルは画面中央に表示されている(✛)。カーソルの中央部分の色は右下隅に表示されカーソルが移動することにより新たにカーソル位置の部分の色が新規の色として表示される。

被験者が音声によるカーソル操作を行う実験 1 と実験 1 で行った各被験者の音声発話に従って画面上のカーソルを被験者に操作させる実験 2 を行った。

実験 1 では実際の音声認識ソフトは用いず、別室にて実験協力者が被験者の発話を聞き取りカーソル位置の操作する Wizard of Oz 法をとった。被験者には実験協力者が操作していることを伝えず機械が行っていると伝えた。また、実験協力者は被験者に与えられた指示色(ターゲット色)を知らず、音声入力のみによってできるだけ機械的にカーソルを操作するように指示した。

実験 1 と実験 2 では次のような相違がある、実験 1 では発話者自身の発話によって「機械」が動かしたカーソルの移動量や方向等の反応から次の発話内容を機械の操作特性に適応して決定していくことが出来る。また、裏で操作を行っている実験協力者も機械的な振舞いをするように指示されていても、被験者のこのような行動の構図は理解しているといえる。一方、実験 2 においては被験者がカーソル制御を行っても次の発話はその動きとは無関係である、即ち発話者側の適応的行動が無くなった場合に実験 1 と実験 2 に操作がどのようになるかを見ることが一つの目的である。

2-2 実験手順

本実験では両実験とも図 1 の左側部分は Microsoft excel 内の塗りつぶしの色選択画面を利用している。また同図右側部分は word を別途起動しセル内に塗りつぶしの色を表示することで指示色とした。図 1 の画面は色合い(色相：横方向)鮮やかさ(彩度:縦方向)がそれぞれ 0～255 までで数値化されている。表示画面における明るさ(明度)はどの色の部分でも同じとなっている。

実験 1(音声操作)：

［被験者］ 大学生及び大学院生 18 名

［実験課題］ カーソル内の色と指示色が同等になったと感じるまでグラデーション画面内のカーソルの操作を音声によって行ってもらう。被験者には日本語による自然な発話により音声操作可能であると伝えた。実験では、以下の 3 群を設けた。

I.「色属性制御群」: 色用語によるカーソル制御が可能

II.「位置情報制御群」: 位置・方向用語によるカーソル制御が可能

III.「自由発話群」 : 使用する用語に対する制約を設けず自由な発話によるカーソル制御が可能

それぞれの実験群の被験者に対し指定された用語以外の発話では動作しないと伝えたが、その他の発話制限は行わなかった。即ち指定された用語以外の発話であってもカーソルは動かないので、いわゆる「不要語」を発話しないように特に気を使った発話をする必要が無いようにした。

実験協力者が被験者の発話をリアルタイムで聞きとるために、実験協力者と被験者の双方で Google トークとヘッドセットを使用した。実験協力者は実験中の被験者の手の動きや目線などヘッドセットから聞こえる音声以外の情報を得ることはできず、音声発話のみによる操作を行っている。実験 1 ではすべての状況をビデオにより録画し、音声も同時に収録した。実験協力者は被験者からは見えない別室にてマウスを使用してカーソルの操作を行った。

なお被験者・実験協力者共に同サイズのモニタを使用した。実験協力者が使用する画面では、図 1 の画面左側に示されている指示(ターゲット)色のカラーバーを隠して、被験者に提示している指示色が実験協力者に分からないようにした。また被験者が使用する画面では、通常画面下部に表示されるカーソル位置の色空間の数値情報を黒い紙片で隠した。

実験 2(実験 1 の音声による操作)

［被験者］ 大学生及び大学院生 10 名

［実験課題］ 実験 2 の被験者は、実験 1 において

録音した各被験者の操作音声を再生しその音声に従ってマウスによるカーソル操作を行った。被験者に対してカーソル動作に対する制約は設けず思った通りに操作するよう求めた。また、実験で使用する音声については事前にチェックを行ったが、制御用語とは関係ない独白があってもそれらは削除せず実験を行った。

実験には実験1で実験協力者が使用したPCを使用した。また、画面サイズによる感覚の違いを避けるため実験協力者が実験1のときに使用したディスプレイを用い実験を行った。実験2の状況はビデオにより録画をした。

3. 結果と考察

実験1における発話の分析から以下のような点が明らかとなった

操作者の発話の特徴：

ほとんどの操作者は、機械が対応していると考えていたが(丁寧な)依頼表現を使うもの(３人)と単に操作用語のみをいうもの(１５人)とに分かれた。

操作者は自分の行為確認のための発話を多く行っている。①目標への到達の程度、②制御用語に対する「機械」の反応の確認、③制御プランの確認などである。

undoの発話は少ない(全発話233中2例)これが音声指示の特徴であるかについては、検討が必要である。

属性制御，　位置制御，　属性･位置制御の特徴:

属性で制御する場合でも基本的には基本色用語(basic color term)が使用されている(全色発話29中16例)。これは黄緑などの色表現が典型性を持たないと操作者が考えることによるものと思われる。現実に少数だが「レモン色」、「黄金色」、「黄緑」などでは操作者の意図すると考えられる制御ができていない。

属性制御において、鮮やかさ(彩度)を表現する適切な言葉が無いために、操作者は「薄い」、「濃い」、「明るい」と言った用語を使用したが、これは実験協力者によって適切な解釈が行われず、指示色の彩度方向に関しては最終的な誤差が大きかった。

自由発話群では目標付近になるまでは属性用語がつかわれるが最終的な調整は位置用語で行われている(10人中7人)。

操作者と[機械]のインタラクション：

実際には機械でなく実験協力者が行っているため必ずしも一貫した対応を行っているわけではないが、基本的には[機械]はワードスポッティングで行っている。操作者は、一つの指示用語に対する[機械]の反応を見て、次の用語の選択を行っている。また、[機械]は自己確認の発話(例えば連続した右・右)には一回の発話としてしか対応していない。しかし、本当の機械にこのような特性を持たせるためには発話のリズムやピッチなどの韻律情報を取り入れた分析が必要であることを示している。

程度の副詞は、最後のターゲットに近づくにつれて多用される(属性制御38%,位置制御33%,属性・位置制御 23.6%)が、位置制御の場合は[機械]のそれまでの指示用語に対する反応量をベースにして被験者は適宜使い分けている。

程度の副詞が操作開始直後に発話されることは非常に少なく全18名26試行中で2試行でしか見られなかった。普通被験者は「機械」が応答した操作量を見てから程度の副詞を使っている。また、3名の被験者は程度の副詞を使用しても自分の思い通りの操作量とならない場合には、画面上における実距離でのカーソル移動を要求した。

実験1と実験2の結果の1例を図2に示す。

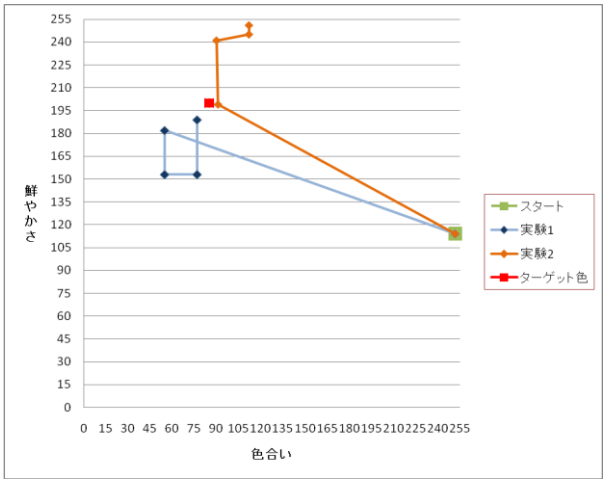


図 2　操作結果の例

表 1　図 2 の時の音声発話

1 発話目	黄緑
2 発話目	薄い
3 発話目	右
4 発話目	上

上図は実験 1 及び実験 2 でカーソルがたどった軌跡である。ターゲット色に向かっては表 1 のような発話が行われた。両実験ともに画面右側スタートにカーソルがある状態から音声に従って操作が行われた。一発話毎の動作に合わせたプロットしている。実験 2 の場合被験者側の適応が起きている場合にはターゲットに近いところへカーソルを誘導出来ているが、実験 2 のようにこのような適応が無い（オープンループ）場合ターゲットのところへ誘導が上手く行われていない。

実験 2 及び実験 1 と実験 2 の比較から以下のような点が明らかとなった。

属性用語における制御の問題点

実験 1 においても述べたように色相の表現に関しては日本語において確立している基本色があり、その典型性に頼ってターゲットに近付けることが可能であった。一方彩度に関しては適切に表現する用語が無いため同一発話に従って 12 人の被験者がそれぞれカーソルを制御して得られた最終位置のばらつきは大きかった。

位置制御における特性

位置制御では、前述したように実験 2 では「機械」の制御特性に対応した発話の調節は無いので、被験者は自信の考える制御量（例えば「右」に対しての移動量）を決めて、それ以降ほとんど変化させることは無いので、被験者各自が考える制御量に従って最終位置はかなりバラツいた。

実験 1 においては、一見操作者の発話者への適応は無いように見えるが、前述したように発話者の韻律情報の利用が行われる。特に「機械」がカーソルを移動させてから次の制御用発話が行われるまでの時間が短い場合はそれより前の制御が肯定的にとらえられているという判断をしているように見える。

これら一連の実験結果から使いやすい音声制御用の機械には以下のような点が求められる。

自由な音声発話を許容する観点からは、属性制御も位置制御も許容するのが良い。しかし、属性用語を許すと機械側も発話者側と同じ属性認知モデルを持つ必要が生ずる。今回の実験例では、色相に関しては、そのようなモデルを持つことが可能であるが、鮮やかさ（彩度）に関してはそのようなモデルを持たせることは難しい。従ってモデルでは解釈できないような属性用語が使われた場合には機械側からその意味を確認する機能を持たせる必要があると考えられる。また、制御を意図しない自己確認的な発話に対処するために韻律情報を利用した機械側の機能が必要とされるが、今回の実験からだけではデータ量が十分でなくどのような韻律的情報を用いれば、このことが可能であるかは解析出来ていない。今後引き続き検討を進めていくことが必要である。

村上春樹 12 長篇の構文解析を用いた登場人物と行動の関係性
Relationship between Characters and Behaviors Parsing Haruki Murakami Twelve Full-length Stories

工藤 彰[†]，村井 源[‡]， 徃住 彰文[†]
Akira Kudo, Hajime Murai, Akifumi Tokosumi

[†]東京工業大学大学院社会理工学研究科
Graduate School of Decision Science and Technology Tokyo Institute of Technology
akudo@valdes.titech.ac.jp

Abstract

The aim of the present paper is to numerically define the stylistic changes within the works of Haruki Murakami and the narrative content of his parallel format novel. We extract feature vectors from the works using classifications in terms of both word-class and semantic category, and conduct clustering analyses on the data in order to visualize the groupings based on style. We clarify whether characters and behaviors of twelve stories have common features or differences by comparing modification relation.

Keywords — Literature, Haruki Murakami, Change in style, Modification Relation

1. はじめに

現代日本文学を代表する作家の一人村上春樹は小説をはじめ，エッセイ，ノンフィクション，アメリカ文学の翻訳等, 幅広い執筆活動で知られる．近年は日本国外でフランツ・カフカ賞, フランク・オコナー国際短篇賞，エルサレム賞の受賞と国際的理解が高まっている．しかし，その一方で，村上の持ち得た文学性や普遍性の解明についてはまだ充分に論じ尽くされていない．

村上については人文学の領域で，既に多数の研究がなされてきた. 例えば Zuromsuki[1]は村上における 1960 年代のポップカルチャーの文脈を読み込み，読者の反応を分析している．Seats[2]は売春婦，騙されやすい人，ロリータ，家政婦が不在，否定，匿名といった主題として変奏されてきたことを明らかにしている．だが，最近は計量的手法の導入でより網羅的に分析が行われており，新しい論点も発見されている．たとえば村上の作風変化については黒古[3]のようにオウム事件と阪神大震災のあった 1995 年に転向の契機を読み取る主張が一般に多いが，計量的手法を用いた工藤の初期三部作の構造解析[4]によって語彙のネットワークから主要人物の重要度の変化が，また長篇８作の計量分析[5]によって使用語彙の特徴ベクトルを基にした時期毎のクラスターが明らかにされている．

本研究の前半では作家の長期的な変遷を明らかにすることを目的に，テキストから得られる語彙的・数値的指標をもとに分析と解釈を試みる．具体的には，各作品の比較から作風変化を検証し，作風変化時期特定のためにクラスター分析を，作風変化の要因を明示するために品詞と意味カテゴリーから語彙分類を行う．後半では，物語内容の特徴を明らかにするため，登場人物と行動に着目した係り受け分析をし，作品間で比較する．これまで登場人物と行動の関係を考察した物語論に物語を連辞的に固定した諸機能の連鎖と考えたプロップ[6]のロシア魔法民話の分析や，物語の行為者を主体/対象，送り手/受け手，援助者/反対者に分類したグレマス[7]の行為項モデルなどがある．だが，今後の作家やジャンルに左右されない大規模な物語の解析を念頭に措くと，語彙の定量性によって客観性を担保し，計量分析の精度や可能性を探っていくことに意義があるように思われる．

2. データ

本研究で扱う長篇 12 作の作品発表年と基本的な統計的数値の詳細を挙げたのが表 1 である．Mecab を使用し，テキストを語彙に分割後，句点までの長さを表す文の数や， 語彙の出現数を語の出現数で割った TTR といった様々な指標を算出し表にまとめた．

表 1　作品における基礎統計量

	作品発表年	文数	語数	語彙数	語彙数/語数(TTR)
1 風の歌を聴け	1979	2348	34508	3917	0.114
2 1973年のピンボール	1980	3052	50783	5297	0.104
3 羊をめぐる冒険	1982	8181	136484	8265	0.061
4 世界の終り	1985	15105	258681	10608	0.041
5 ノルウェイの森	1987	16231	185462	8263	0.045
6 ダンス・ダンス・ダンス	1988	18093	254603	9967	0.039
7 国境の南、太陽の西	1992	6462	106407	5282	0.05
8 ねじまき鳥クロニクル	1994-1995	23442	430092	13502	0.031
9 スプートニクの恋人	1999	5853	101190	7020	0.069
10 海辺のカフカ	2002	19768	291955	11264	0.039
11 アフターダーク	2004	5151	69404	5661	0.082
12 1Q84	2009-2010	26032	401758	14020	0.035

また本研究では，1-3 作目の通称「初期三部作」の時期を「前期」，4-8 作目の 95 年までの時期を「中期」，9-12 作目の 95 年以降の時期を「後期」と便宜的に呼び，通時的比較の際に使用することにする．

3. 品詞分類と意味分類

まずは 12 長篇の語彙を品詞として分類し集計した．本論文では内容に関する特徴を比較的得られやすい 4 品詞（名詞，動詞，形容詞，副詞）を扱った．結果が表 2 である．各時期に多い品詞として前期は名詞，中期は副詞，後期は形容詞，少ない品詞として前期は動詞，中期は名詞，後期は副詞であることが判明した．

表 2　品詞の出現頻度

	名詞		動詞		形容詞		副詞	
1 風の歌を聴け	▲	9634	▽	4533		572		984
2 1973年のピンボール	▲	14992	▽	6786		896	▽	1168
3 羊をめぐる冒険	▲	38992	▽	18569		2374	▽	3628
4 世界の終り	▽	61471	▲	37047		4355		7113
5 ノルウェイの森	▽	49056		26437	▲	3485	▲	5986
6 ダンス・ダンス・ダンス	▽	67408		35898		4547	▲	7991
7 国境の南、太陽の西		28523	▽	14583	▽	1794	▲	3538
8 ねじまき鳥クロニクル	▲	118640	▽	59614	▽	7166	▲	13072
9 スプートニクの恋人		27841		14279	▲	1975		2844
10 海辺のカフカ	▽	78284	▲	41477		5223	▲	8698
11 アフターダーク		19177		10021	▲	1389	▽	1966
12 1Q84	▲	111824		57087		7318	▽	10334

次に語彙を抽象度の高い概念から意味分類するため『分類語彙表』の 中項目 17 カテゴリ（「人間活動の主体」の 8 中項目，「人間活動―精神および行為」の 9 中項目）を参照し，名詞を中項目に従って分類した結果が表 3 である．前期に「生活」，中期に「事業」，後期に「人間」が多いことから，内閉的志向の前期，外部に物語を求めた中期，そして他者との密接な関わりを見せる後期という流れが明らかになった．

さらに下位の項目を詳細に見るため，中項目で上位三位までの「人間」「心」「言語」の分類項目を算出した結果が，それぞれ表 4，表 5，表 6 である．

「人間」においては，分類項目「われ・なれ・かれ」が前・中期に多く，「自他」が後期に多かった．これは「僕」という一人称を使っていた前・中期から，三人称の登場人物を主人公に据えた後期への移行を示す結果である．「心」においては，分類項目「判断・推測」「注意・認知・了解」が共通して 4 作目『世界の終りとハードボイルド・ワンダーランド』,8 作目『ねじまき鳥クロニクル』,それらにくわえ前者の分類項目で 12 作目『1Q84』が，後者の分類項目で 10 作目『海辺のカフカ』に多いという結果が得られた．この二つの分類項目は抽象的な語彙を扱ったカテゴリであり，またこの 4 作品はテキストの長い小説であることが共通しており，長大な作品になると作品の幅を広げるために登場人物や主人公の推量や興味，意識を文章に含ませて，物語に厚みを持たせていると考えられる．「言語」においては，分類項目「話・談話」が前期に少なく，「文献・図書」が前期に多いという結果が得られた．これは社会や他者と積極的にかかわろうとせず，一人孤独に読書に耽ることを好むという村上前期作品の傾向が読みとれる．

表 3　意味分類 17 中項目の出現頻度

	1.風の歌を聴け		2.1973年のピンボール		3.羊をめぐる冒険		4.世界の終り	
人間	1262		1339 **	▽	4130 **	▽	9039 **	▽
家族	48 **	▽	86 **	▽	147 **	▽	500 **	▽
仲間	38 **	▽	42 **	▲	151 **	▲	121 **	▽
人物	55 **	▽	64 **	▽	270		278 **	▽
成員	77 **	▽	154 **	▽	362 **	▽	579	
公私	83 **	▲	144 **	▽	397 **	▲	299 **	▽
社会	153 **	▽	195 **	▽	477 **	▲	850 **	▽
機関	29 **	▽	95		242 **	▽	402	
心	470		711 **	▽	1957		4683 **	▽
言語	359 **	▽	433		1472 **	▲	1693	
芸術	105 **	▽	71		303 **	▽	307 **	▽
生活	238 **	▲	376 **	▲	963 **	▲	1699 **	▲
行為	75 **	▲	134 **	▽	429 **	▽	713 **	▽
交わり	59 **	▽	67 **	▽	221 **	▽	355 **	▽
待遇	51 **	▲	97 **	▲	303		411	
経済	93 **	▽	116 **	▽	411 **	▽	474 **	▽
事業	83 **	▽	196 **	▽	622 **	▽	759 **	▲
	5.ノルウェイの森		6.ダンス・ダンス・ダンス		7.国境の南、太陽の西		8.ねじまき鳥クロニクル	
人間	7961 **	▽	10639 **	▽	5787 **	▽	15559 **	▽
家族	282 **	▽	362		388 **	▽	968 **	▽
仲間	172 **	▽	277 **	▽	97 **	▽	468 **	▽
人物	177		208 **	▽	31		426 **	▲
成員	361 **	▽	714 **	▽	147 **	▽	1592 **	▽
公私	359 **	▽	539 **	▽	158 **	▽	1158 **	▽
社会	694		1071		414 **	▽	1245 **	▲
機関	316 **	▽	488 **	▽	75 **	▽	679 **	▽
心	2472 *	▽	4173		1562		7424 **	▽
言語	1458 **	▽	2254 **	▽	641 **	▽	3633	
芸術	339 **	▽	624 **	▽	224 **	▽	530	
生活	1640		1928 **	▽	927 **	▽	3572 **	▽
行為	384 **	▽	895 **	▽	286 **	▽	1454	
交わり	306 **	▽	517		169 **	▲	966 **	▽
待遇	348 **	▽	419 **	▽	135 **	▽	1112 **	▽
経済	280 **	▽	714 **	▽	277 **	▽	1133	
事業	407		700 **	▽	227 **	▲	1252 **	▽
	9.スプートニクの恋人		10.海辺のカフカ		11.アフターダーク		12.1Q84	
人間	2999 **	▲	10815 **	▲	1687 **	▽	9807 **	▽
家族	188 **	▽	443 **	▽	155 *	▽	816 **	▽
仲間	105 **	▽	216 **	▽	96		508 **	▽
人物	99 **	▽	319 **	▲	224 **	▽	420 **	▽
成員	198 **	▽	698 **	▽	152 **	▽	1409	
公私	296		704 **	▽	121 **	▽	795	
社会	435 **	▽	1098 **	▽	292 **	▽	1602 **	▽
機関	175 **	▽	510		182 **	▲	845	
心	1953 **	▽	5271 **	▽	1370 **	▽	8981 **	▽
言語	1035		2291		670 **	▽	4269	
芸術	293		663		156		1009 **	▽
生活	906 **	▽	2350 **	▽	597 **	▽	3456 **	▽
行為	357 **	▽	938		224 **	▽	1651	
交わり	238 **	▲	557 **	▽	107 **	▽	1082 **	▽
待遇	157 **	▽	593 **	▽	126		1232 **	▽
経済	247 **	▽	721 **	▽	209 **	▽	1283 **	▽
事業	277 **	▽	881 **	▽	244 **	▽	1567 **	▽

表 4　中項目「人間」の分類項目

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ALL
われ・なれ・かれ	77.1%	72.4%	77.6%	80.1%	72.3%	82.4%	78.5%	73.3%	76.0%	56.4%	58.7%	56.1%	71.2%
人間	8.9%	13.4%	7.1%	7.3%	14.8%	6.9%	10.7%	11.6%	9.0%	26.5%	12.9%	13.6%	12.7%
自他	4.0%	4.6%	4.6%	4.3%	4.2%	3.9%	4.9%	7.0%	8.1%	4.4%	7.7%	9.9%	5.7%

表 5　中項目「心」の分類項目

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ALL
表情・態度	7.7%	6.0%	5.2%	3.3%	7.2%	7.4%	13.8%	8.1%	8.6%	8.1%	12.7%	6.5%	7.3%
判断・推測	3.2%	4.2%	6.1%	8.7%	4.0%	5.3%	7.1%	7.6%	7.2%	6.7%	6.9%	7.7%	6.9%
注意・認知・了解	4.7%	5.8%	6.8%	7.7%	5.3%	4.9%	4.9%	7.2%	5.5%	7.3%	6.3%	6.6%	6.5%

表 6　中項目「言語」の分類項目

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ALL
通信	15.0%	13.9%	11.4%	6.7%	18.2%	16.5%	8.1%	15.6%	14.1%	8.0%	14.9%	10.8%	12.6%
話・談話	8.1%	8.8%	6.5%	7.9%	21.1%	11.7%	18.1%	13.8%	15.1%	13.5%	15.1%	11.2%	12.5%
文献・図書	12.5%	17.3%	12.6%	10.6%	7.3%	6.6%	6.7%	7.7%	7.1%	7.4%	4.6%	7.1%	8.1%

4. 作風の近似的なクラスター

作風分類の4品詞と意味分類の中項目17カテゴリの，両分類で得られた特徴ベクトルからクラスタリングを行った．クラスタリングの方法はWard法を用いた．品詞分類から作成したデンドログラムが図1である．上から1，3，2のクラスター，4，5，6，10，7，8のクラスタ，9，11，12のクラスターと，ほぼ作品発表の時期毎によるクラスターが形成されている．形成された3つのクラスターより，村上春樹の文体上の品詞構成は執筆時期に密接に関わっており，さらには作品を発表する間隔が文体上の品詞変化に大きく影響していることが明らかになった．意味分類から作成したデンドログラムが図2である．上から1，2，3のクラスター，9，12，11のクラスター，4，6，10，5，8のクラスター，7のクラスターと，概ね作品発表時期に関連しているものの，それだけからは判断し難いクラスターも含んだ，4つのクラスターが形成された．詳細に見ていくと，1，2，3のクラスターは，登場人物が共通している続篇である．9，12，11のクラスターは三人称的な文体がテキストの意味構成に影響を及ぼしたと考えられる．4，6，10，5，8のクラスターの共通した特徴として，場所の大きな移動があり物語の舞台に幅を持たせていることが挙げられる．最後のクラスターは，7作目『国境の南，太陽の西』一作からなるクラスターである．中期作品群と異なる特徴として，作中で扱われる時間軸が非常に長く小学校時代から30代半ばまで主人公の年齢が移り変わりながら，物語が展開されるという特徴がある．形成された4つのクラスターより，品詞クラスター同様，ほぼ作品発表時期毎にクラスターを形成しているものの，中期クラスターに通時的傾向には収まらない特徴が現れた．10作目『海辺のカフカ』は舞台変化のある中期クラスターに含まれ，7作目『国境の南，太陽の西』は時間軸の移り変わりによって独自のクラスターを形成することが見てとれた．

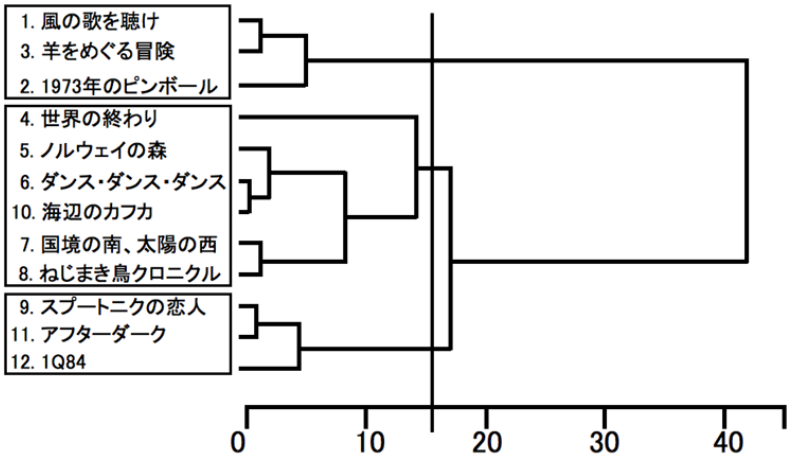


図1　品詞クラスター

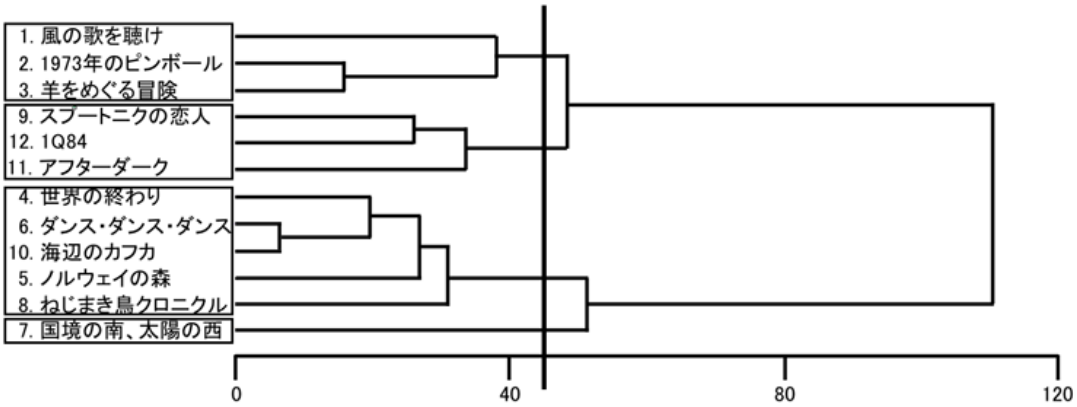


図2　意味クラスター

5. 登場人物と行動の特徴

村上春樹の長篇においては，ある時期まで登場人物と村上の年齢がリンクしていたこともあってか，私小説的な読解をされることが多かった．だが最近の作品では主人公を自分の年齢より下に据え三人称を使用し，私小説的な内面描写をするというよりもアクティブなエンターテインメント性に強い小説を構築している．これらのことからも村上長篇において登場人物の役割を精査し，その関係性を明らかにすることには充分な意義がある．

対象として12長篇それぞれ上位三位までの人物と村上作品においてしばしば主人公かつ語り手となることが多い「僕」と「私」の代名詞を扱った．なお，登場人物は，全12テキストから得られた名詞に対しTF/IDFを指標として用い，特徴的な人物を各作品毎上位三位まで抽出した．手法としては，それら登場人物である名詞と，行動を具体的に示す品詞である動詞（自立）に係り受け解析を行った．

5.1 三人称登場人物の係り受け語

三人称の登場人物の係り受け語からは，前期（初期三部作）において「鼠」という人物の「笑う」が上昇し，性格の変化が見えた．また前期では複数の人物に「飲む」「吸う」が多く現れ，ビールや煙草を偏愛する傾向にあることが読み取れた．

中期から後期にかけては「言う」「する」が，ほとんどの人物で一位と二位を占めた．個人の特徴を示す語は三位から五位までに現れていることが多かった．具体的には『世界の終りとハードボイルド・ワンダーランド』の博士は「照らす」，門番は「開ける」，老人は「掘る」，『ノルウェイの森』の直子は「書く」，レイコは「弾く」，緑は「訊く」，『ダンス・ダンス・ダンス』のユキは「すぼめる」，五反田君は「抱く」，キキは「寝る」，『国境の南，太陽の西』の島元さんは「会う」，イズミは「会う」，有紀子は「考える」，『ねじまき鳥クロニクル』のクミコは「帰る」，加納クレタは「交わる」，綿谷ノボルは「殴る」，『スプートニクの恋人』のすみれは「愛す」，ミュウは「たずねる」，にんじんは「盗む」，『海辺のカフカ』のナカタは「わかる」，大島さんは「うなずく」，佐伯さんは「微笑む」，『アフターダーク』のマリは「うなずく」，カオルは「尋ねる」，高橋は「考える」，『1Q84』は三人とも「思う」が登場人物のパーソナリティを示す行動として当てはまる．

また『ノルウェイの森』の直子の「死ぬ」，『ダンス・ダンス・ダンス』の五反田君とキキの「殺す」など，中期の特徴として，登場人物の中に死に関する行動が見られた．

他にも，しばしば作中で主人公に対して助言を与えるような役割を担っている人物（『1973年のピンボール』のジェイ，『スプートニクの恋人』のミュウ，『海辺のカフカ』の大島さん，『アフターダーク』の高橋）に，「微笑む」と「訊ねる/尋ねる/たずねる」が，共通して上位に出ていることがわかった．

5.2 僕の係り受け語

「僕」の係り受け語から，「眺める」「訊ねる」「飲む」が前期作品群で多く，後期作品群で少なかった．これは一人バーで酒を飲む受動的な僕の特徴的行動を示し，かつ当時の村上自身がジャズ喫茶のマスターでもあった前期の村上作品の特徴を示す結果だと言える．

また主人公の年齢が若い作品群（『風の歌を聴け』『1973年のピンボール』『海辺のカフカ』）における僕は「肯く/うなずく」が多かった．年齢の若さゆえ他人とのコミュニケーションにおいて，黙って意見を表明する人物だと思われる．

中期作品群では「思う」が多かった．物語が長大化していく中期作品群においては私小説的な物語ではなく，他者や社会を受け入れていくその具体的行為として「思う」が増えたのだと考えられる．

5.3 私の係り受け語

「私」の係り受け語からは，中期から後期にかけて「できる」が多かった．また「死ぬ」が1，3，8作目，「殺す」が6，10作目とコンスタントに登場しており，三人称の登場人物や僕と比較しても多かった．これらの場合の私は，女性が自己を呼ぶ場合に使われるときがほとんどであり，村上作品においては女性が死のイメージを纏った人物なのだということが，ここから類推できる．

表７　三人称登場人物の係り受け語（動詞）

1 風の歌を聴け						2 1973年のピンボール						3 羊をめぐる冒険					
一位 鼠		二位 ジェイ		三位 ハートフィールド		一位 鼠		二位 ジェイ		三位 双子		一位 羊男		二位 鼠		三位 羊博士	
言う	16.5%	言う	20.7%	言う	18.2%	言う	7.9%	言う	29.4%	黙る	8.6%	言う	24.8%	言う	22.7%	言う	22.2%
飲む	7.6%	呼ぶ	17.2%	気に入る	9.1%	する	5.3%	笑う	5.9%	残す	8.6%	する	5.8%	する	5.5%	する	7.9%
眺める	6.3%	やってくる	10.3%	できる	9.1%	飲む	4.0%	肯く	5.9%	買う	5.7%	訊ねる	4.1%	笑う	4.5%	答える	3.2%
考える	6.3%	持つ	6.9%	訊ねる	9.1%	わかる	4.0%	吸う	3.9%	遊ぶ	5.7%	肯く	3.3%	呼ぶ	3.6%	戻る	3.2%
振る	3.8%	戻る	6.9%	学ぶ	9.1%	眺める	4.0%	こむ	3.9%	笑う	5.7%	見る	2.5%	知る	2.7%	振る	3.2%
しゃべる	3.8%	置く	3.4%	育つ	9.1%	振る	3.3%	微笑む	3.9%	する	5.7%	来る	2.5%	黙る	2.7%	訊ねる	3.2%
読む	3.8%	考える	3.4%	する	9.1%	思う	2.0%	出る	2.0%	計る	2.9%	振る	2.5%	吸う	1.8%	どなる	3.2%
黙る	2.5%	こむ	3.4%	語る	9.1%	立ち上がる	2.0%	訊ねる	2.0%	飲む	2.9%	立つ	2.5%	送る	1.8%	飲む	3.2%
どなる	2.5%	むく	3.4%	憎む	9.1%	訊ねる	2.0%	もらう	2.0%	折り曲げる	2.9%	消える	2.5%	使う	1.8%	取る	1.6%
考え込む	2.5%	する	3.4%	かえる	9.1%	入る	2.0%	かきまぜる	2.0%	暮す	2.9%	黙る	2.5%	帰る	1.8%	建てる	1.6%
肯く	2.5%	肯く	3.4%			笑う	2.0%	冷える	2.0%	眠る	2.9%	知る	1.7%	続ける	1.8%	泣く	1.6%
腰かける	1.3%	出す	3.4%			慰める	1.3%	吹く	2.0%	かきまわす	2.9%	飲む	1.7%	いたむ	0.9%	閉じる	1.6%
かがむ	1.3%	頼む	3.4%			会う	1.3%	慰める	2.0%	眺める	2.9%	つく	1.7%	来る	0.9%	渡す	1.6%
来る	1.3%	慌てる	3.4%			起き上がる	1.3%	振る	2.0%	起す	2.9%	立ちあがる	1.7%	飲む	0.9%	黙り込む	1.6%
書く	1.3%	消える	3.4%			飲み干す	1.3%	聞く	2.0%	片付ける	2.9%	上る	1.7%	行く	0.9%	食べる	1.6%

4 世界の終りとハードボイルド・ワンダーランド						5 ノルウェイの森						6 ダンス・ダンス・ダンス					
一位 博士		二位 門番		三位 老人		一位 直子		二位 レイコ		三位 緑		一位 ユキ		二位 五反田君		三位 キキ	
言う	40.4%	言う	26.1%	言う	32.8%	言う	22.3%	言う	36.0%	言う	37.5%	言う	33.5%	言う	26.5%	殺す	17.5%
する	8.1%	する	3.9%	する	5.6%	する	8.4%	する	6.1%	する	5.5%	する	6.8%	する	9.1%	言う	10.5%
つづける	3.0%	開ける	3.3%	肯く	4.1%	書く	3.9%	弾く	4.4%	訊く	3.2%	見る	5.6%	見る	3.9%	する	9.8%
見る	2.0%	会う	2.6%	掘る	2.6%	なる	3.9%	笑う	2.7%	笑う	2.3%	訊く	3.4%	訊く	2.6%	寝る	9.8%
照らす	2.0%	いる	2.0%	笑う	2.6%	歩く	2.0%	訊く	2.4%	見る	2.3%	すぼめる	2.8%	抱く	2.6%	出る	4.2%
肯く	2.0%	つれる	2.0%	振る	2.1%	訊く	1.8%	つける	2.0%	飲む	1.7%	飲む	2.0%	見える	2.6%	いる	3.5%
辞める	2.0%	入れる	2.0%	ほる	2.1%	抱く	1.8%	戻る	1.3%	振る	1.5%	眺める	2.0%	殺す	2.6%	思う	2.8%
なる	2.0%	焼く	2.0%	戻る	2.1%	訊ねる	1.8%	飲む	1.3%	かける	1.5%	会う	1.7%	かける	2.6%	なる	2.8%
食べる	1.0%	追う	1.3%	眺める	1.5%	いる	1.8%	いる	1.3%	考える	1.5%	かける	1.7%	考える	2.6%	会う	2.1%
たずねる	1.0%	開く	1.3%	いる	1.5%	笑う	1.4%	撫でる	1.0%	食べる	1.2%	なる	1.1%	寝る	2.2%	消える	2.1%
思う	1.0%	できる	1.3%	訊ねる	1.5%	死ぬ	1.4%	訊ねる	1.0%	話しかける	1.2%	黙る	1.1%	飲む	1.7%	見る	2.1%
わたす	1.0%	教える	1.3%	答える	1.5%	見る	1.4%	置く	1.0%	見せる	0.9%	肯く	1.1%	振る	1.7%	見せる	1.4%
使う	1.0%	しれる	1.3%	なる	1.5%	泣く	1.1%	座る	1.0%	いる	0.9%	しれる	0.8%	会う	1.3%	わかる	1.4%
沸かす	1.0%	訊く	1.3%	叩く	1.5%	やる	1.1%	眺める	1.0%	唄う	0.9%	ある	0.8%	なる	1.3%	しれる	1.4%
描く	1.0%	入る	1.3%	黙る	1.0%	会う	1.1%	答える	1.0%	吸う	0.9%	振る	0.8%	肯く	1.3%	かける	1.4%

7 国境の南、太陽の西						8 ねじまき鳥クロニクル						9 スプートニクの恋人					
一位 島本さん		二位 イズミ		三位 有紀子		一位 クミコ		二位 加納クレタ		三位 綿谷ノボル		一位 すみれ		二位 ミュウ		三位 にんじん	
言う	22.1%	する	12.2%	言う	26.2%	する	17.1%	言う	26.1%	する	11.9%	する	14.6%	言う	10.5%	見る	16.0%
する	6.6%	言う	11.0%	する	7.1%	言う	10.3%	する	5.0%	言う	10.6%	言う	13.3%	する	9.9%	盗む	4.0%
見る	6.6%	いる	7.3%	見る	7.1%	帰る	4.5%	交わる	3.9%	なる	3.8%	愛す	2.3%	見る	4.1%	きく	4.0%
会う	2.9%	なる	6.1%	考える	3.6%	戻る	4.0%	見る	3.9%	殴る	3.8%	思う	2.3%	思う	3.2%	気がつく	4.0%
なる	2.5%	会う	3.7%	抱く	3.6%	出る	3.6%	寝る	2.2%	知る	3.1%	できる	2.1%	たずねる	3.2%	眺める	4.0%
笑う	2.5%	送る	3.7%	つく	3.6%	いる	3.6%	出る	2.2%	会う	2.5%	なる	2.1%	うなずく	2.2%	とる	4.0%
しれる	2.0%	傷つける	3.7%	なる	2.4%	考える	2.2%	いる	2.2%	ある	2.5%	書く	2.1%	微笑む	2.2%	向く	4.0%
座る	1.6%	抱く	2.4%	戻る	2.4%	しれる	2.2%	着る	1.7%	犯す	2.5%	戻る	2.1%	できる	2.2%	向ける	4.0%
訊く	1.6%	許す	2.4%	暮らす	2.4%	できる	2.2%	話す	1.7%	見る	1.9%	いる	1.8%	なる	1.9%	差し出す	4.0%
微笑む	1.6%	着る	2.4%	できる	2.4%	なる	2.0%	うなずく	1.7%	持つ	1.9%	考える	1.8%	いる	1.6%	見える	4.0%
見せる	1.2%	かける	2.4%	黙る	2.4%	行く	1.8%	答える	1.7%	かける	1.9%	答える	1.8%	つく	1.6%	答える	4.0%
眺める	1.2%	思える	1.2%	いる	2.4%	持つ	1.6%	振る	1.7%	書く	1.9%	ある	1.6%	知る	1.3%	突っこむ	4.0%
やってくる	1.2%	わかる	1.2%	打ち明ける	2.4%	取り戻す	1.3%	飲む	1.7%	出会う	1.3%	笑う	1.3%	尋ねる	1.3%	聞く	4.0%
来る	1.2%	残す	1.2%	振る	2.4%	会う	1.3%	噛む	1.1%	映る	1.3%	見る	1.3%	わかる	1.3%	いる	4.0%
いる	1.2%	使う	1.2%	めぐる	1.2%	使う	1.3%	抱く	1.1%	来る	1.3%	求める	1.0%	取る	1.3%	やる	4.0%

10 海辺のカフカ						11 アフターダーク						12 1Q84					
一位 ナカタ		二位 大島さん		三位 佐伯さん		一位 マリ		二位 カオル		三位 高橋		一位 天吾		二位 青豆		三位 牛河	
言う	10.5%	言う	35.4%	言う	14.6%	言う	27.8%	言う	29.6%	言う	30.0%	言う	16.8%	言う	19.7%	言う	12.9%
する	9.5%	する	8.0%	する	12.1%	する	7.1%	する	14.8%	する	5.3%	する	11.8%	する	10.6%	する	12.5%
わかる	6.4%	見る	3.9%	見る	3.6%	見る	6.8%	振る	3.7%	見る	4.7%	思う	5.8%	思う	6.6%	思う	7.3%
ある	4.9%	うなずく	2.8%	戻る	3.6%	うなずく	6.1%	見る	3.0%	尋ねる	4.0%	尋ねる	3.7%	尋ねる	2.8%	知る	2.5%
できる	4.3%	振る	2.5%	微笑む	2.4%	振る	5.8%	尋ねる	3.0%	考える	4.0%	わかる	2.6%	肯く	1.9%	肯く	2.3%
なる	3.6%	考える	1.6%	いる	2.0%	尋ねる	5.8%	入れる	2.2%	吹く	2.7%	できる	2.2%	見る	1.9%	見る	2.2%
思う	2.4%	微笑む	1.6%	しれる	2.0%	黙る	4.2%	うなずく	1.5%	やる	2.0%	なる	2.2%	振る	1.6%	わかる	1.7%
見る	1.9%	やってくる	1.4%	現れる	2.0%	考える	2.9%	歩く	1.5%	戻す	2.0%	考える	2.0%	わかる	1.5%	考える	1.6%
戻る	1.6%	尋ねる	1.1%	飲む	1.6%	しかめる	1.3%	押す	1.5%	飲む	2.0%	見る	2.0%	なる	1.5%	なる	1.6%
眠る	1.5%	たずねる	1.1%	座る	1.6%	感じる	1.3%	渡す	1.5%	迷う	2.0%	知る	1.4%	できる	1.5%	尋ねる	1.6%
つく	1.4%	飲む	1.1%	わかる	1.6%	向かう	1.3%	つける	1.5%	並ぶ	1.3%	眺める	1.2%	しかめる	1.1%	感じる	1.3%
知る	1.3%	笑う	1.1%	亡くなる	1.6%	なる	1.3%	かける	1.5%	置く	1.3%	感じる	1.2%	考える	1.1%	できる	1.3%
死ぬ	1.2%	ある	0.9%	持つ	1.2%	やる	1.0%	出す	1.5%	座る	1.3%	つく	1.2%	知る	1.0%	つく	1.2%
かける	1.1%	黙る	0.9%	振る	1.2%	入れる	1.0%	やる	1.5%	微笑む	1.3%	思い出す	1.2%	いる	1.0%	振る	1.2%
尋ねる	1.1%	教える	0.9%	なる	1.2%	かぶる	1.0%	つく	1.5%	しまう	1.3%	振る	1.0%	つく	0.9%	いる	1.0%

表8　僕の係り受け語（動詞）

1 風の歌を聴け		2 1973年のピンボール		3 羊をめぐる冒険		4 世界の終り		5 ノルウェイの森		6 ダンス・ダンス・ダンス	
する	10.0%	言う	9.8%	言う	21.2%	言う	17.3%	言う	23.3%	言う	19.0%
言う	6.4%	する	8.4%	する	7.7%	する	9.5%	する	11.1%	する	10.7%
肯く	5.1%	訊ねる	3.0%	眺める	2.9%	できる	5.7%	思う	4.8%	思う	7.6%
眺める	4.3%	眺める	2.6%	訊ねる	2.6%	思う	3.2%	訊く	4.2%	見る	2.9%
訊ねる	3.3%	飲む	2.6%	わかる	2.3%	わかる	2.6%	なる	2.7%	なる	2.2%
なる	2.6%	つく	2.1%	なる	2.2%	肯く	2.1%	見る	2.1%	できる	2.2%
考える	1.5%	肯く	1.9%	飲む	2.1%	見る	1.7%	できる	1.9%	考える	1.9%
飲む	1.5%	歩く	1.9%	考える	1.7%	眺める	1.6%	書く	1.7%	訊く	1.8%
つく	1.3%	食べる	1.9%	つく	1.6%	訊く	1.4%	答える	1.5%	わかる	1.7%
見る	1.3%	戻る	1.6%	見る	1.5%	訊ねる	1.4%	眺める	1.4%	感じる	1.2%
わかる	1.3%	取る	1.4%	読む	1.4%	感じる	1.4%	わかる	1.4%	飲む	1.2%
書く	1.3%	吸う	1.4%	肯く	1.0%	なる	1.3%	飲む	1.2%	いる	1.2%
向う	1.3%	思う	1.4%	いる	1.0%	知る	1.2%	肯く	1.0%	眺める	1.0%
点く	1.0%	なる	1.2%	できる	1.0%	待つ	1.2%	考える	0.9%	聞く	1.0%
かける	1.0%	待つ	1.2%	しれる	1.0%	ある	1.0%	感じる	0.8%	求める	1.0%
7 国境の南、太陽の西		8 ねじまき鳥クロニクル		9 スプートニクの恋人		10 海辺のカフカ		11 アフターダーク		12 1Q84	
言う	12.2%	言う	13.4%	言う	13.0%	言う	12.3%	する	11.1%	する	14.7%
する	10.6%	する	10.3%	する	10.8%	する	10.1%	ある	6.9%	わかる	6.3%
思う	5.0%	思う	5.4%	できる	4.0%	うなずく	5.1%	言う	5.6%	なる	3.5%
なる	4.8%	できる	3.5%	なる	3.6%	なる	3.1%	考える	4.2%	知る	3.5%
できる	4.7%	わかる	2.5%	思う	2.7%	見る	2.9%	違う	4.2%	いる	3.5%
見る	2.6%	なる	2.5%	考える	2.3%	振る	2.7%	しれる	4.2%	言う	3.1%
わかる	2.3%	見る	2.3%	見る	1.6%	思う	2.3%	できる	4.2%	できる	3.1%
考える	1.9%	考える	2.1%	振る	1.4%	わかる	2.3%	感じる	4.2%	書く	2.8%
思い出す	1.8%	知る	1.8%	いる	1.4%	いる	2.2%	いる	4.2%	会う	2.8%
感じる	1.6%	眺める	1.6%	わかる	1.4%	できる	2.1%	なる	2.8%	しれる	2.1%
知る	1.5%	いる	1.5%	出る	1.3%	知る	1.8%	持つ	2.8%	ある	1.7%
眺める	1.3%	うなずく	1.2%	眺める	1.3%	考える	1.6%	わかる	2.8%	思う	1.7%
ある	1.3%	訊く	1.1%	たずねる	1.2%	たずねる	1.3%	聞く	1.4%	書き直す	1.7%
いる	1.2%	飲む	0.9%	うなずく	1.2%	眺める	1.3%	答える	1.4%	読む	1.7%
つく	1.1%	尋ねる	0.9%	感じる	1.2%	黙る	1.0%	すぎる	1.4%	育てる	1.7%

表 9　私の係り受け語（動詞）

1 風の歌を聴け		2 1973年のピンボール		3 羊をめぐる冒険		4 世界の終り		5 ノルウェイの森		6 ダンス・ダンス・ダンス	
する	17.6%	訊ねる	46.2%	する	10.9%	言う	19.6%	する	16.7%	する	18.8%
しゃべる	5.9%	もたらす	7.7%	言う	6.5%	する	11.2%	なる	6.3%	言う	7.5%
与える	5.9%	行く	7.7%	思う	5.8%	思う	3.3%	言う	6.2%	わかる	4.6%
言う	5.9%	聞く	7.7%	話す	3.6%	できる	2.7%	わかる	4.0%	なる	4.6%
間違う	5.9%	呼ぶ	7.7%	わかる	3.6%	わかる	2.4%	思う	3.8%	傷つく	2.9%
付き添う	2.9%	買う	7.7%	語る	2.9%	なる	2.2%	ある	3.0%	感じる	2.9%
きかせる	2.9%	ある	7.7%	ある	2.9%	考える	1.5%	いる	2.5%	思う	2.5%
歩く	2.9%	引き上げる	7.7%	呼ぶ	2.2%	訊く	1.4%	知る	2.1%	いる	2.5%
学ぶ	2.9%			知る	2.2%	見る	1.4%	行く	1.9%	見る	2.1%
泳ぐ	2.9%			求める	2.2%	眺める	1.3%	できる	1.8%	殺す	2.1%
使い果す	2.9%			できる	2.2%	ある	1.2%	やる	1.8%	呼ぶ	1.7%
愛する	2.9%			教える	2.2%	飲む	1.1%	見る	1.4%	見える	1.7%
構う	2.9%			起こす	2.2%	知る	1.1%	書く	1.1%	求める	1.7%
死ぬ	2.9%			なる	2.2%	つく	0.9%	考える	1.1%	ちゃう	1.3%
愛す	2.9%			死ぬ	1.4%	訊ねる	0.8%	持つ	1.0%	連れる	1.3%
7 国境の南、太陽の西		8 ねじまき鳥クロニクル		9 スプートニクの恋人		10 海辺のカフカ		11 アフターダーク		12 1Q84	
する	15.9%	する	14.4%	する	15.5%	する	13.1%	する	14.3%	する	16.3%
できる	7.3%	できる	5.9%	できる	6.5%	ある	4.1%	できる	8.4%	できる	4.2%
わかる	6.8%	思う	5.1%	なる	4.9%	いる	3.6%	いる	5.8%	いる	4.1%
思う	5.9%	ある	4.2%	わかる	3.0%	求める	3.4%	なる	3.9%	わかる	3.4%
なる	5.9%	なる	4.2%	書く	3.0%	殺す	3.2%	言う	3.9%	ある	3.1%
しれる	4.1%	わかる	3.9%	言う	2.7%	わかる	2.9%	思う	3.2%	なる	2.8%
考える	3.2%	言う	3.2%	考える	2.2%	なる	2.9%	行く	1.9%	知る	2.6%
別れる	2.7%	感じる	2.2%	思う	2.2%	思う	2.7%	話す	1.9%	言う	2.5%
来る	2.3%	いる	2.1%	しれる	1.9%	言う	2.4%	ある	1.9%	しれる	2.2%
言う	2.3%	知る	1.6%	ある	1.9%	できる	2.2%	わかる	1.9%	思う	1.8%
会う	2.3%	考える	1.3%	いる	1.9%	見る	1.9%	見る	1.9%	与える	1.8%
取る	2.3%	見る	1.2%	知る	1.6%	思える	1.5%	眺める	1.9%	持つ	1.5%
いる	1.8%	持つ	1.1%	感じる	0.8%	感じる	1.5%	しれる	1.9%	考える	1.2%
やる	1.8%	やる	1.0%	まかせる	0.8%	やる	1.5%	見守る	1.3%	もたらす	1.0%
知る	1.8%	死ぬ	0.9%	過ぎる	0.8%	受ける	1.2%	こらす	1.3%	見る	0.9%

6. 結論と展望

品詞と意味の両クラスターから，村上の作風変化は共通して3，4作目，8，9作目の間に見られ，前・中・後期という三期に区分可能なことが判明した．また中・後期の分断は，これまでの村上95年転向説を計量的に立証するかたちとなった．また作風変化の要因であるが,品詞の変遷については前期に名詞，中期に副詞，後期に形容詞が多く，時期に応じた文体の変化を確認できた．意味の変遷については前期は登場人物が個人の狭い世界に充足し社会や他者に対しては消極的な時期，中期は外部の物語に巻き込まれ社会と否応無しにも接触する時期，後期は暴力や宗教という不可避な力の主題の背後で他者との密接な距離感を描いてきた時期だと言える．

登場人物と行動の分析における，三人称については，個々の特徴を示す動詞がいずれも上位に頻出していた．また時期的にテーマを示す語彙や，主人公とその人物の関係によって多く現れる語彙があることも判明した．僕については，主人公の若い年齢によって行動に受け身的傾向があること，出版時期による長大な物語的作風によって思弁的傾向が増加することが明らかになった．私については，女性であることが多い「私」に，死のイメージが比較的多く付与されていることがわかった．

今後は，本研究で明らかになった登場人物の行動の特徴について，より精密な意味分類を行う必要がある．同様，本研究でわかった「微笑む」と「訊ねる」のように，複数の語のパターンから共通性のある人物を特定するため，さらに下位の動詞まで精査し，共起回数の算出やネットワークの構築を考えている．今後はこのような体系的な分類を行い，人物間の関係性を明らかにしたい．

謝辞

本研究は科研費「知識共有のための価値指向型オントロジーの多分野多言語化」(20300074)および「レトリカルデータベースシステムの構築による計量的修辞分析手法の確立」（22700256）の助成を受けた．

参考文献

[1]Jacquelyn L. Zuromski，(2004) “Getting to the pulp of Haruki Murakami's Norwegian Wood : Translatability and the role of popular culture”，a thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts in the Department of English in the College of Arts and Sciences at the University of Central Florida Orland，Florida.

[2]Michael Seats，(2004) “Not Being Kumiko : The Displaced Feminine Subject in Murakami Haruki's The Wind-Up Bird Chronicle”，Nagoya University of Commerce & Business Administration，Vol.6，No.2，pp.25-41.

[3] 黒古一夫，(2009) “村上春樹「喪失」の物語から「転換」の物語へ”， 勉誠出版， 294p.

[4] 工藤彰， 村井源，徃住彰文，(2009) “村上春樹の初期三部作における構造解析”,情報知識学会誌, Vol.19， No.2， pp.126-131.

[5]Akira Kudo，Hajime Murai and Akifumi Tokosumi，(2010) “Historical Shifts in Writing Style within the Works of Haruki Murakami Identified using Semantic Analysis ”，PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE SCIENCE，pp.380-381.

[6]ウラジーミル・プロップ（北岡誠司・福田美智代訳），(1987) “昔話の形態学”，水声社，385p.

[7]アンジルダス・ジュリアン・グレマス（赤羽研三訳），(1992) “意味について”，水声社，427p.

プロトタイプ学習と周辺事例学習によるカテゴリ化の違いについて

Differences in Categorization between Learning with a Prototype Exemplar and Learning with Exemplars around the Prototype Exemplar

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

It is assumed that category learning can be divided into 3 major types: (1) learning with summary information, (2) learning with exemplars, and (3) learning with both summary information and exemplars. This research examines the differences in categorization after category learning between learning with only a prototype exemplar (the prototype condition) and learning with some exemplars around the prototype (the exemplar condition).

The results of the experiment showed that there was no difference in the ratings for subjective comprehension of learning categories and those for ease of learning between the two conditions. The ratings were obtained from the participants immediately after category learning. The trend in the proportion of correct categorizations in the transfer test was almost the same in both conditions: the values decreased according to the distance from the prototype. A similar trend was observed in the confidence ratings for categorization in the prototype condition. On the other hand, in the exemplar condition, the confidence ratings did not vary widely with variation in the distance from the prototype.

These results indicate that there are some differences in categorization between learning with only summary information and learning with some exemplars.

Keywords — categorization, prototype, exemplars

1. はじめに

概念やカテゴリを学習する際には，その概念，カテゴリを構成するさまざまな事例に出会うことで学習する場合や，ルール，すなわち要約情報を知ることで学習する場合，あるいは事例と要約情報の両者と出会うことで学習する場合，などが考えられる。教育場面では，具体的な事例を用いながら要約情報を教示する場合があり，教育心理学においては，概念獲得における具体的な事例情報のもつ影響を示した研究がいくつか存在している（工藤, 2003 ; 麻柄, 1991 ; 高垣, 2001 など）。また，認知心理学におけるカテゴリ研究では，複数の事例を呈示することで新奇カテゴリを学習させることが多いが，事例のみを呈示する場合と，事例とプロトタイプ（要約情報）を呈示する場合とを比較した研究もある（Medin, Altom, & Murphy, 1984）。カテゴリ化を，事例情報から抽出された要約情報との比較照合であると考えれば，複数の情報を呈示してカテゴリ学習を行う場合と，要約情報のみを呈示してカテゴリ学習を行う場合とでは，学習後のカテゴリ化に差はないということになる。

そこで，本研究では，カテゴリ学習時に要約情報としてのプロトタイプのみを呈示する場合と，プロトタイプ周辺の複数事例を呈示する場合とを設定し，両者に違いがあらわれるか否かを検討する。

2. 方法

参加者　64 名の大学生が実験に参加した。そのうち，記入不備とテストフェーズにおいて著しく正答率が低かった参加者を分析対象外とし，プロトタイプ群 26 名，事例群 26 名がそれぞれ分析対象者となった。なお，両群への参加者の振り分けはランダムであった。

刺激　視覚的人工カテゴリで，2 特徴次元をもつ幾何学図形であった。2 特徴次元は円とその直径の直線で，円は大きさ，直径の直線は傾きを変化させることにより，2 カテゴリを作成した。カテゴリ A のプロトタイプは円の大きさが 20mm，直径の直線は水平から時計回りに 30° 傾けた図形，また，カテゴリ B のプロトタイプは円の大きさが

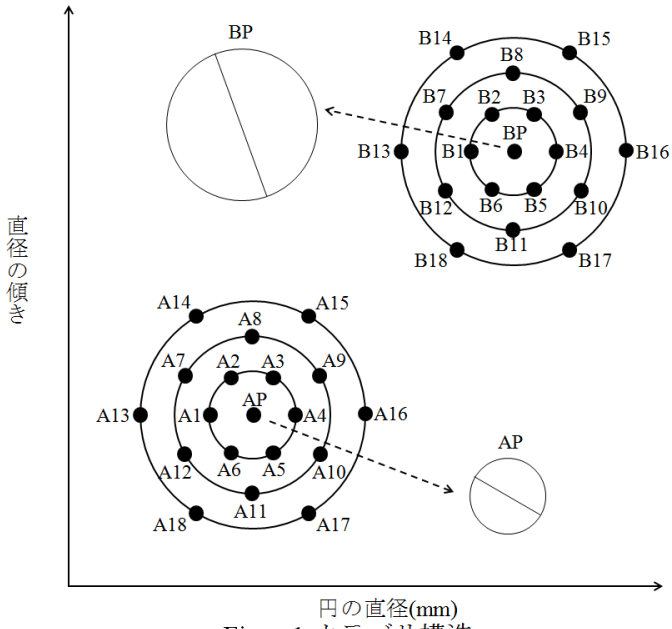


Figure1 カテゴリ構造

Table1 刺激一覧

距離条件	刺激№	直径(mm)	角度	直径(mm)	角度
		カテゴリA		カテゴリB	
prototype	P	20.0	30.0	40.0	70.0
near	1	17.0	30.0	37.0	70.0
	2	18.5	35.2	38.5	75.2
	3	21.5	35.2	41.5	75.2
	4	23.0	30.0	43.0	70.0
	5	21.5	24.8	41.5	64.8
	6	18.5	24.8	38.5	64.8
medium	7	14.8	36.0	34.8	76.0
	8	20.0	42.0	40.0	82.0
	9	25.2	36.0	45.2	76.0
	10	25.2	24.0	45.2	64.0
	11	20.0	18.0	40.0	58.0
	12	14.8	24.0	34.8	64.0
far	13	11.0	30.0	31.0	70.0
	14	15.5	45.6	35.5	85.6
	15	24.5	45.6	44.5	85.6
	16	29.0	30.0	49.0	70.0
	17	24.5	14.4	44.5	54.4
	18	15.5	14.4	35.5	54.4

40mm，直径の直線は水平から時計回りに 70° 傾けた図形とした。さらに，プロトタイプを中心として，near，medium，far の 3 種類の刺激を作成した。以降，この 4 種類の条件（prototype/near/medium/far）を距離条件と呼ぶ。カテゴリ構造を Figure1，各刺激の円の大きさと直径の傾きを Table1 に示す。near，medium，far の順に，prototype からの距離が大きくなっていくように，円の大きさと直径の直線の傾きを変化させた。prototype を中心として，同心円状に各距離条件で 6 事例，合計 18 事例を作成した。prototype も含め，A・B カテゴリあわせて，計 38 事例を作成した。

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，理解度・分かりやすさ評定課題，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 に属する事例(図形）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。学習フェーズでは，プロトタイプ群は各カテゴリの prototype のみ，計 2 事例を，事例群では medium の各カテゴリ 6 事例，計 12 事例を呈示した。このページを 1 分間眺めた後，理解度・分かりやすさ課題のページに進んだ。この課題では，学習フェーズで呈示したカテゴリがどの程度理解できたか（1：全く理解できない～7：とてもよく理解できた），また，その分かりやすさ（1：とても分かりにくい～7：とても分かりやすい）を，それぞれ 7 段階評定させた。その後，挿入課題を 2 分 30 秒間行い，テストフェーズのページに進んだ。テストフェーズでは，両群ともに，学習フェーズで呈示した事例と新奇事例を含む，作成した全 38 事例を呈示し，各事例に対するカテゴリ判断と，7 段階の確信度評定（1：全く確信がない～7：とても確信がある）を記入させた。

3. 結果

理解度と分かりやすさについて，プロトタイプ群と事例群とで t 検定を行ったところ（Table2, Table3 参照），両評定値ともに群の影響は認められなかった（理解度：$t(26) = 1.04$, $p>.10$；分かりやすさ：$t(26) = 0.28$, $p> .10$）。

Table2 群別理解度

	プロトタイプ群	事例群
平均	4.50	5.00
SD	1.89	1.49

Table3 群別分かりやすさ

	プロトタイプ群	事例群
平均	4.46	4.35
SD	1.74	1.17

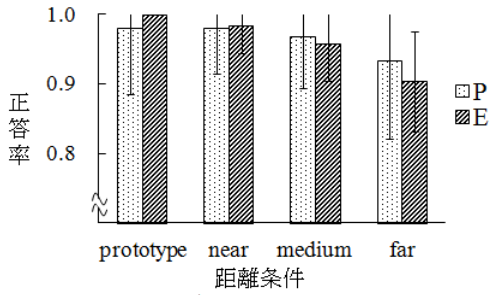


Figure2 距離条件別各群の正答率

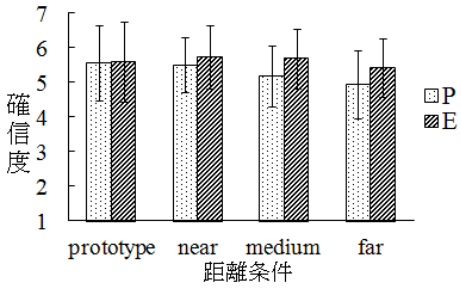


Figure3 距離条件別各群の確信度

テストフェーズの正答率を従属変数，群（プロトタイプ群/事例群）と距離条件（prototype/near/medium/far）とを独立変数として，2 要因混合計画の分散分析を行ったところ（Figure2 参照），距離条件の主効果（$F(3,150) = 29.60, p< .01$），群と距離条件の交互作用（$F(3,150) = 2.94, p< .05$）が有意に認められた。下位検定の結果，各群における距離条件の単純主効果が有意に認められ，プロトタイプ群（図中では P と表記）では 5%の有意水準で far が prototype，near，medium よりも低かった。また，事例群（図中では E と表記）では，5%水準で，prototype と near においてのみ差がなく，他の組み合わせでは全て有意な差が認められた。すなわち，プロトタイプ群では far が他の条件よりも低く，事例群では，値の高い順に，prototype・ near, medium，far となっていた。

また，テストフェーズの確信度を従属変数，群（プロトタイプ群/事例群）と距離条件（prototype/near/medium/far）とを独立変数として，2 要因混合計画の分散分析を行ったところ（Figure3 参照），距離条件の主効果（$F(3,150) = 10.22, p< .01$），群と距離条件の交互作用（$F(3,150) = 3.17, p< .05$）が有意に認められた。下位検定の結果，medium では有意に，far では有意傾向で，プロトタイプ群（図中 P と表記）と事例群（図中では E と表記）の差が認められ，事例群がプロトタイプ群よりも高かった（medium : $F(1,50) = 4.12, p< .05$; far ：$F(1,50) = 2.39, p< .10$）。また，プロトタイプ群における距離条件の単純主効果が有意に認められ（$F(3,150) = 11.00, p< .01$），5%水準で，prototype と near においてのみ差がなく，他の組み合わせでは全て有意な差が認められた。すなわち，プロトタイプ群では，値の高い順に，prototype・ near，medium，far となっていた。一方，事例群では距離条件の単純主効果は有意傾向で認められ（$F(3,150) = 2.39, p< .10$），5%水準で，far が near と medium より有意に低かった。

4. 考察

理解度と分かりやすさにおいて，プロトタイプ群と事例群とで差が認められなかった。このことから，カテゴリ学習時に感じる主観的な理解度，分かりやすさは，学習時に呈示される事例数が少なくても，事例数が多いときと同じような評価となることが示された。また，理解度では平均 4.5～5 ，分かりやすさでは平均 4.5 弱の評価値となっており，それほど高い値とはなっていなかった。このことから，カテゴリ学習直後は，そのカテゴリについての理解についての主観的な評価はそれほど高くない可能性が示唆された。

テストフェーズのカテゴリ判断についての正答率では，プロトタイプ群，事例群ともにプロトタイプからの距離が離れるにつれ，値が低くなっていた。その傾向は事例群の方がやや強く，プロトタイプ群では far が他の 3 条件よりも値が低くなっていたのみであったが，事例群では prototype・ near，medium，far の順に値が低くなっていた。このことから，事例群の方がプロトタイプ群よりもやや顕著にプロトタイプからの距離によってカテゴリ判断を行っていたことが示唆された。事例群では，呈示されたプロトタイプ周辺事例からプロトタイプを自ら抽出したことにより，プロトタイプのみを呈示されたプロトタイプ群よりも，プロトタイプを用いたカテゴリ化を行うことができた

と考えられる。また，事例群のプロトタイプの正答率がプロトタイプ群と同等であったことからも，学習時にプロトタイプの周辺事例を呈示することで，プロトタイプを呈示するのと同等に，プロトタイプ，すなわち要約情報を形成することができたと考えられる。

また，テストフェーズの確信度では，プロトタイプ群では prototype・near，medium，far の順に値が高くなっていたのに対し，事例群では距離条件の主効果は有意傾向にとどまり，プロトタイプからの距離による影響は小さかった。このことから，プロトタイプ群ではプロトタイプからの距離が大きくなるほど，主観的な確信度は低くなるが，事例群ではそれほど変化が認められなかった，ということができる。特に, medium では有意に, また, far では有意傾向で事例群がプロトタイプより高い値となっていた。このことから，プロトタイプからの距離が大きくなっても，事例群ではプロトタイプ群ほど確信度が低下しなかったといえる。事例群では，medium，far の正答率が 90%を超えていたことから，ほとんどの参加者は medium，far でも prototype, near とほぼ同程度の確信をもって，ほぼ正しいカテゴリ判断を行うことができていたと考えられる。事例群では，各カテゴリの medium の 6 事例を呈示していたことから，プロトタイプのみを呈示したプロトタイプ群よりも，各カテゴリの事例のちらばりについての知識を得ることができ，その結果，どの距離条件でもそれほど変化なく 5 以上の比較的高い確信度が得られたと推察される。

以上の結果から，学習時に呈示する情報が要約情報のみなのか，あるいは複数の事例情報なのかという違いによって，一部のカテゴリ化に変化が生じることが明らかとなった。このことから，カテゴリ化は単なる事例情報からの要約情報の抽出，また，それとの比較照合によるものではなく，要約情報の抽出と，学習時の事例情報とが複雑に関係しあって行われるものであることが示唆された。

5. 参考文献

[1] 工藤与志文 (2003). 概念重要学習における知識の一般化可能性に及ぼす教示情報解釈の影響 :「事例にもとづく帰納学習」の可能性の検討. 教育心理学研究, 51, 281-287.

[2] 麻柄啓一 (1991). 日常生活場面の事例がルールの学習に及ぼす効果. 教育心理学研究, 39, 261-269.

[3] Medin, D. L., Altom, M. W., & Murphy, T. D. (1984). Given versus induced category representations: Use of prototype and exemplar information in classification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 333-352.

[4] 高垣マユミ (2001). 高さのプリコンセプションを変容させる教授ストラテジーの研究. 教育心理学研究, 49, 274-284.

焦点情報に関する統語構造と韻律構造の対応関係
Syntax-Phonology Correspondence of Focus Information

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

Nishigauchi and Hidaka (2010) argue that the syntax-phonology correspondence affects the ambiguous interpretaion of the sentence which has a wh-phrase in the embedded clause. Their analysis is based on the *direct* relationship between the distance of WH-checking in LF and the distance of emphatic prosody (focus intonation) in PF. However, some phonological phenomena in Saga and Osaka dialects show that the short distance of WH-checking corresponds the long distance emphatic prosody. This paper proposes a formal phonological mechanism based on the correspondence of syntactic information to phonological information constitutes.

Keywords — WH interpretation, Focus Intonation, Syntax-Phonology Correspondence

1. はじめに

1.1 本稿の目的

言語は意味情報と音声・音韻情報が文法によって対応づけられているシステムである。したがって、どのような文法理論においても、統語情報・意味情報・音韻情報が互いにどのように関連づけられているかという問題は避けて通れない。本稿は、こうした問題の 1 つとして、統語構造や統語素性が音韻部門で解釈されるプロセスと、その適切な解釈が文法性に与える影響について考察を行う。その具体的な分析対象として、西垣内・日高 [6] (以下 N＆H と略す) によって提案された、日本語の疑問文解釈を取り上げる。次節で、まず彼らの議論の基本的なアイデアを見てみよう。

1.2 N＆H による疑問文解釈の分析

東京方言では、WH 句の埋め込まれた疑問文が、(1) に見られる受け答えのように、Yes/No 疑問文にも WH 疑問文にも解釈され得る [8] (東京方言話者である 1 名の査読者の方から、(1c) は非文法的ではないかとのご指摘を受けた。実際、(1c) は (1b) に比べ複雑な統語操作を必要とし、かつ有標な音調で読まない限り容認されない。この点については次節を参照されたい)。しかし、無アクセント方言である佐賀市内の佐賀方言では、こうした疑問文解釈の曖昧性が (2) に示すように通常のイントネーションでは生じにくい。

(1) a. 疑問文：直哉はマリが誰に会ったか今でも知りたがっているの？
b. Yes/No 疑問文解釈に対する応答：うん、知りたがっているよ。
c. WH 疑問文解釈に対する応答:奈緒美に会ってたんだよ。

(2) a. 疑問文：直哉はマリがだいに会うたか今でん知りたがっとっと？
b. Yes/No 疑問文解釈に対する応答：おう、知りたがっとお。
c. WH 疑問文解釈に対する応答 (不成立)：*奈緒美に会うとったよ。

N＆H は、疑問文解釈の曖昧性を生じさせる統語的な操作として、Ishihara [4] によって提案された WH 要素に与えられる統語的な焦点素性 [+F] の照合メカニズム (3) に注目し、(1)・(2) に見られる方言間の違いが、この焦点素性照合とその照合プロセスに基づく音調情報の生成プロセスに起因することを示した。

(3) Spell-out の前に、WH 要素が担う焦点素性 [+F] は補文標識 C によって派生的に与えられる。



N＆H の分析を短くまとめると次のようになる。例えば、(1a) の疑問文において、埋め込み文の C 主要部である「か」が WH 要素に [+F] を与えたとしよう。この場合、主文の C 主要部である「の」は WH 要素と無関係であるため、文の意味は Yes/No 疑問文に捉えられる。同時に、PF において、この素性照合の区間が 1 つの音調として解釈され、*Short Emphatic Prosody* (*Short EPD*) が実現される。この *Short EPD* (Deguchi et al [2]) とは、WH 要素の後が低く押さえ込まれて発音され、埋め込み文の境界でリセットが起こり、残りの主文の音調が再び高く発音されるような音調 (4) を指す。簡単に言

えば、統語的に関連する距離が短ければ、イントネーションのフレーズも短い。

(4) 直哉はマリがだれに会ったか知りたがっているの？

一方、LFでWH疑問文解釈を受けるためには、主文のCである「の」がWH要素に[+F]を与えなければならず、そのためには(5a)のようにWH要素がscramblingによって埋め込み文のTPに付加されなければならない。この長距離関係が、PFにおける*Long Emphatic Prosody* (*Long EPD*, WH要素から主文のC要素「の」の直前までが低く押さえ込まれる(5b)の音調)を生成する(WH解釈が困難という査読者の指摘もこうした複雑さが原因であろう)。さらにN & Hは、このscramblingが音声的帰結をもたらす必要がなく、移動前・移動後のWH位置のいずれで音声化されても良いと述べている。

(5) a. $\cdots [_{CP} \cdots [_{CP} [_{TP}$ WH $[_{TP} \cdots$ (WH) $\cdots]]$ C$] \cdots$ C]
[+F]

b. 直哉はマリがだれに会ったか知りたがっているの？

以上をまとめると、疑問文解釈の曖昧性が生じる主要因は、(i)補文標識Cによって WH要素に統語的焦点素性[+F]が与えられること、(ii)その統語的距離に対応して、*Short/Long EPD*という音調の長さがPFで適切に選択されること、の2点であるといってよい。ここで、N & Hは(ii)について、

(6) Wh要素の素性[+F]の解釈が[+WH]解釈の必要条件([+WH] → [+F])である。すなわち、PFにおいてWH要素の[+F]が解釈され、適切な音調として実現しなければ、LFにおける[+WH]の解釈がなされない。

という制約を提案する。東京方言はこの制約を受ける方言であり、また比較的豊かな音調を生成できるピッチアクセント言語であるため、統語的に異なった[+F]の付与を、(4), (5b)のような異なる音調に適切に対応づけることが可能である。この結果、東京方言では2通りの[+F]付与がどちらも文法的となり、疑問文解釈の曖昧性を許す。一方、佐賀方言はこの制約を受けない方言であるとされ、WH要素は最も近くにあるC主要部(すなわち埋め込み文の補文標識C)と常に結びつく。したがって、佐賀方言では遠くにある主文の補文標識Cとの結びつきが必要なWH疑問文の解釈ができず、疑問文の解釈曖昧性が失われてしまう。つまり、東京方言と佐賀方言における疑問文解釈の違いは、制約(6)のパラメータに起因するというのがN & Hの分析の最も重要な点である。

1.3 本稿で取り扱う問題

N & Hの分析は、統語部門と音韻部門のインターフェースの問題を扱ったものとしても重要である。しかし、彼らの分析のように統語情報間の依存距離とfocus intonationの範囲を直接関連づけるアプローチは、後述するように佐賀方言に見られる音調現象を適切に説明することができない。また、無アクセント方言である佐賀方言といえども、許容される音調とそうでない音調があり、制約(6)が掛からないという仮定に疑問が残る。そこで、本稿では以下の問題を取り扱い、syntax-phonology interfaceの特性を探る1つの手がかりとしたい。

(7) a. 日本語の韻律構造に関する制約、そのランキングと方言音調の違い、およびscramblingに関するPFのメカニズム。

b. PFにおける[+F]素性の解釈と、補文標識Cによる[+F]の付与が*Short EPD*と*Long EPD*をもたらすメカニズム。

c. [+WH] → [+F]の含意制約と、佐賀方言が基本的にYes/No解釈しか許さない理由。

まず(7a)については、東京方言と佐賀方言の音調の違いがアクセントに関する語彙特性と、韻律生成に関する制約のランキングの違いによってもたらされることを見る。また、N & Hが提案している「WH要素はscramblingを起こしても、移動前／移動後のいずれの位置でも音声化され得る」ことに関するPFの操作を仮定し、それが佐賀方言の疑問文解釈に強く影響することを論じる。

次の(7b)に関しては、依存関係にある統語情報の距離と直接関係する音韻情報は韻律構造の範囲であり、*Short/Long EPD*という音調は韻律構造から結果的に出てくる情報に過ぎないことを見る。また、[+F]素性のPF解釈は必ずしもWH疑問詞の部分で実現される必要はなく、与え主である補文標識C自体によって実現されてもよいことを述べ、補文標識Cが[+F]素性を内在的に持っていることの傍証とする。

最後の(7c)に関しては、N & Hの分析と異なり、佐賀方言も[+WH] → [+F]の含意関係を持つという立場を取る。WH要素が新情報としての[+F]特性を持つことは自然であるし、N & Hの分析でも、佐賀方言において疑問文の答の中心となる要素は韻律的プロミネンスを担うと述べられているからである。N & Hでは、佐賀方言が基本的に疑問文解釈の曖昧性を持たず、Yes/No解釈に偏る理由を、[+WH] → [+F]の含意制約が掛からないことに原因を求めているが、本稿では[+F]のPF解釈という側面から考察してみたい。

2. 東京方言の WH 解釈

2.1 東京方言の音調モデル

日本語の各方言は各々固有の語彙的音調情報を持つ。例えば、高音から低音に変化する部分—いわゆる「アクセント核」—のみがアクセントの情報として語彙的に指定されている。また、大阪方言はアクセント核の情報と共に、語頭の音高を決める「式」の情報—高起式なら高く始まり、低起式なら低く始まる—が語彙的な音調情報として必要となる。一方、無アクセント方言である佐賀方言では、アクセントに関する語彙情報が一切指定されていない。

こうした語彙的音調情報であるアクセントの性質は、言語機構の音韻部門 (PF) において、分節音の情報と共に、適切な形で実現される必要がある。同時に、統語部門から句構造や統語的・意味的素性に関する情報を受け取り、それらも PF における何らかの音韻情報として適切に実現されなければならない。例えば、質問文の統語的素性である [+Q] は適切な文末音調として実現される。また、句構造や素性の依存構造といった統語構造は、音韻部門においてもやはり構造 (すなわち韻律構造) に対応づけられなければならない。

Pierrehunbert and Beckman [7] (以後、P & B と略す) は、日本語の韻律構造に関する最もよいモデルの 1 つである。P & B が最初に注目した現象は、高音の連続する発話において、東京方言で明確に観察される基本周波数 (F_0) の緩慢な下降である。例えば、「もりのおまわりさん」という文は、実際の発話で「り」から「ま」にかけて徐々に F_0 が下降する傾向を持つ。藤崎モデル [3] などは、この下降現象を生理現象に起因するフレーズ成分という形で表現し、音調表示に起因するものとは見なさない。

しかし、P & B は、この緩慢な下降の度合いが統語構造の影響を受けること、モーラ数との反比例関係を持つこと等を実験的に検証し、この下降現象が本質的な言語表示の反映であると主張した。例えば、「もりのおまわりさん」と「もりやのまわりのおまわりさん」を比較すると、多くのモーラで高音が続く後者のほうが高音の F_0 下降が緩慢になる。この現象は、音高を全指定する理論では適切な説明ができない。そこで P & B は、「もりのおまわりさん」「もりやのまわりのおまわりさん」のいずれの発話でも、高音の表示は「り」と「ま」の部分に散在的にしか与えられておらず、その間の音調動態は表示された 2 つの高音を補間することによって得られると考えた。このアイデアは、モーラ数が多いほど下降が緩慢になる現象をよく説明する。

P & B は、様々なイントネーションパターンにおいて、音調の境界を表すような規則的な音調動態—例えば (7) における %L から H^- の動態や L から L% に至る動態など—が数種類存在することを指摘し、境界に関わる複数パターンがあるということは、統語構造と同じく音韻情報にも階層的構造が存在する証拠であると主張した。韻律構造と境界音高の素材は、様々な言語における研究でも確認されている。こうした点を踏まえ、PB モデルは以下のような特性を持つ。

(8) a. 階層的な韻律構造を持つ。
υ (発話) — ιP (中間句: intermediate phrase, major phrase) — αP (アクセント句: accentual phrase, minor phrase) — PrWd (韻律語) — F (foot) — σ (音節) — μ (モーラ) — s (segment) — π (音韻素性)

b. 音高は散在的 (sparse) に表示され、その間は機械的に補間されるに過ぎない。

韻律構造の中で、音調動態に特に影響を与えるのが、中間句 ιP とアクセント句 αP のレベルである。ιP はある種の統語構造を反映すると共に、ιP 開始部のマーカーとなる境界音高 %L を持つ。また、F_0 レンジが抑制されていく downstep (catathesis) が再帰的に起こるレベルも ιP であり、ιP 境界で downstep はリセットされる。これに対し、アクセント句 αP は何よりもまず語彙的に指定されているアクセント核が基本メロディによって実現されるレベルである。この他、αP 終止部のマーカーである境界音高 L% を持つ (L%H% のような複合境界音高を許す)。なお、この境界終止音高 L% は、後続する αP に共有されることで、αP の境界開始音高としての機能も果たし、フレーズ開始部のマーカーとしても役立つ。以後、こうした複数の αP 間に共有される境界音高を %L% と表示する。なお、境界終止音高と境界開始音高が共有された状態である %L% と、両者が独立している L%%L は、実際の音調現象としては似た振る舞いをするが、後者は韻律句の境界でポーズを挟むことができ、また F_0 の落ち込みも強いという点で重要な違いを持つ。

2.2 PB モデルにおける制約

PB モデルは東京方言の音調動態を自然に説明すると共に、韻律構造を導入することで統語構造との関係も明示的に表現できる。ただし、日本語の諸方言の音調動態を扱うためには、いくつかの拡張が必要となる。そこで、PB モデルに韻律に関わるいくつかの制約を簡単な形で導入してみよう

(詳細は松井 [5] を参照されたい)。まず、日本語のトーンタイプを $\mathcal{JT}$ とする。日本語は音韻的には高低 2 種類の音高があれば十分であるため、$\mathcal{JT}$ には高音のタイプ $\mathcal{H}$ と低音のタイプ $\mathcal{L}$ が属する。また、語彙的な韻律特徴であるアクセントのタイプ $\mathcal{A}^*$ と境界音高のタイプである $\mathcal{BT}$ も $\mathcal{JT}$ に含まれる。タイプ $\mathcal{H}$ には、トーンのトークンである H, H*, H⁻, %H, H% およびこれらの複合音高が属し、タイプ $\mathcal{L}$ には、トークン L, L*, L⁻, %L, L% およびこれらの複合音高が属する。タイプ $\mathcal{A}^*$ は複合音高のクラスであり、$\mathcal{H}^*\mathcal{L}$, $\mathcal{L}^*\mathcal{H}$ を下位タイプとして持つ。これらの下位タイプはタイプ $\mathcal{H}$, $\mathcal{L}$ に属するトークンに展開され、結果的に $\mathcal{H}^*\mathcal{L}$ なら H*L, H⁻H*L などに、$\mathcal{L}^*\mathcal{H}$ は L*H, %LL*H などに展開される。残りのタイプ $\mathcal{BT}$ は %H, %L、H%, L%および複合音高 (L%H% など) が属するクラスである。

次に、韻律構造が満たすべき制約について見てみよう。これは、一般的に Anchor と呼ばれる制約群で、対応する各構造の境界が一致することを要請する (この制約は左側境界の一致を要請する AlignL と右側境界の一致を要求する AlignL に分けられるが、本稿ではまとめて扱う)。例えば、発話 υ と中間句 ιP の境界が一致する制約 Anchor(υ, ιP) や、統語的な依存関係 (SDS: syntactic dependency structure) と中間句の境界一致を求める制約 Anchor(SDS, ιP) などが存在する。

(9) **構造対応に関する制約**

a. Anchor(υ, ιP)：発話 υ と中間句 ιP の境界は一致していなければならない。

b. Anchor(ιP, αP)：ιP の境界と αP の境界は一致しなければならない。

c. Anchor(SDS, ιP)：密接な依存関係を持つ統語構造の範囲と ιP の範囲が対応していなければならない。

d. Anchor(SDS, αP)：密接な依存関係を持つ統語構造の範囲と αP の性質が何らかの形で対応していなければならない。

中間句 ιP やアクセント句には、句固有の性格を決定づける制約が存在する。中間句に関しては音調動態の特徴である downstep に関わる制約 (10a)、および誇張された downstep ともいうべき focus intonation に関わる制約(10b) 等を持つ。一方、アクセント句 αP に関する制約は、語彙情報の converge (full interpretation) を成立させるために働く制約—すなわち faithfulness に属する制約—が重要である (詳細な音調表示にはこれら以外の制約も必要だが本稿では略す。詳しくは [5] を参照)。

(10) **中間句 ιP に関する制約**

a. DwnStp：ιP 内では F_0 レンジが徐々に抑制され (この抑制の強さを $\downarrow_1, \downarrow_2, \downarrow_3$ 等で表す)、ιP 境界終止部でその抑制がリセットされなければならない。

b. FocusInt：統語情報 [+F] を持つ範囲は、1 つの ιP 内でプロミネンス音調として、音声的にも強調されなければならない。すなわち、*Metrical Boost (MB)* ([+F] を持つ統語範囲に対応する αP で F_0 レンジが上昇 ($\uparrow$ で示す) すること)、*Post-FOCUS reduction (PFR)* ([+F] 以降の F_0 レンジが特に抑制 (強調された downstep なので、$\downarrow_2, \downarrow_3$ 等で出現) すること等が必要である。

(11) **アクセント句 αP に関わる制約**

a. MaxTone：入力の音高タイプは出力に適切に実現していなければならない。

b. DepTone：出力における音高は、タイプ $\mathcal{BT}$ を除き、入力の音高タイプに依存していなければならない。

c. $\mathcal{HL}_\alpha$：αP には高音タイプに属する音高と低音タイプに属する音高のいずれもが含まれていなければならない (順序は無関係)。

こうした制約は、日本語のどの方言も持っており、各方言の特性はこうした制約のランキングによって決定づけられる。本稿では、まず次節の議論に必要な東京方言のランキングを「大雑把」に示す。「大雑把」とは、「ほぼ必ず守られるべき制約」「時に破られてもよい制約」といった具合に、制約がその強さによっていくつかのグループに分類されることを指す。これによって、制約の順位付けを素早く収束させることができ、言語獲得を説明する上でも適切である。

(12) **東京方言における制約の基本的なランキング**

a. 制約順位：A 群 ≫ B 群 ≫ C 群 ≫ D 群

b. A 群の制約：Anchor(SDS, ιP), MaxTone, $\mathcal{HL}_\alpha$

c. B 群の制約：FocusInt, DepTone

d. C 群の制約：DwnStp, Anchor(SDS, αP)

e. D 群の制約：Anchor(υ, ιP), Anchor(ιP, αP)

これに加えて、PF では Auditory-Perceptual Process における解のチェック (A-P checking) が行われると考える。これは Chomsky [1] の言う言語能力と運用機構とのインターフェイスの一種で、感覚運動機構 (sensorimotor system) である音声の調音と知覚に関する情報を扱う。単純に言えば、A-P checking は、言語の構造的な情報を、記号列である線形的

な情報から正しく復元できることをチェックする機構であり、線状的な記号列が構造的に誤解を生まないことを確認するプロセスと考えてよい。

2.3 統語構造と東京方言の音調

こうした制約がどのように機能するかを具体的な例で見てみよう。まず、アクセント核を持つ語が連続する「大らかな青森の兄嫁」という名詞句を考える。いずれも単語も「お*らかな」「あ*もりの」「あに*よめ」という形で語彙的にアクセント情報を持っているため、各々の単語は独立した αP に属する。また、この名詞句は「大らかな」の修飾関係において曖昧性を持つ。これが「青森」を修飾する左枝分かれ構造の場合、PF の入力情報は [[お*らかな あ*もりの] あに*よめ] というものになり、、この情報を元に制約によって最適な音調が選択される。ここで、PF における音調解釈の 1 つの候補として、(13) のようなものを考えてみよう。これは、個々の単語を孤立して発音したものを繋げたような音調に近い。

(13) [$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ おお*らかな]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$あお*もりの]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$あ
%L H*L L% %L H*L L% %L
に*よめ]]]
H*L L%

この候補は、基本的な制約は守っているが、いくつかの制約違反を犯している。まず、υ の中に 3 つの ιP が含まれているため、Anchor(υ, ιP) に 2 回違反しており、また Anchor(SDS, αP) にも違反する。ただ、これらの制約は東京方言において極めて低いランクしか持っていないため、大きな影響はない。問題となるのは、やはり構造に関わる制約である Anchor(SDS, ιP) に違反していることである。この制約は、統語構造と中間句の韻律構造との関係を保証するものであり、統語的に強い依存関係を持つ [大らかな 青森] の部分が 1 つの ιP になることを要求する。しかし、(13) の韻律構造は、この強い依存関係が 2 つの ιP に分離してしまっているため、適切でない。

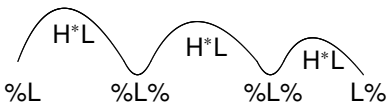
統語構造との対応に関する制約違反は、A-P checking においても、強い影響をもたらす。前述したように、これは線状的な音韻情報から韻律構造 (ひいては統語構造) を再現できることをチェックする機構である。(13) から韻律構造を取り去った線状的情報から再現できる統語構造は、

(14) a. [大らかな] [青森の] [兄嫁]
b. [[大らかな 青森の$_{[+F]}$] 兄嫁$_{[+F]}$]
c. [大らかな [青森の 兄嫁$_{[+F]}$]]

のいずれかであり、元の統語情報が再現されていない。これに対し、次に全体が 1 つの ιP で、再帰的に downstep が掛かるような韻律構造 (15) を考えてみよう。見てみよう。この構造は、ランクの低い制約である Anchor(ιP, αP), Anchor(SDS, αP) 以外の全ての制約を満たす。また、A-P checking による統語構造の再現にも成功する。

(15) 有核・左枝分かれ構造の韻律：[$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ おお*ら
%L H*L
かな] [$_{\alpha P}$ あお*もりの] [$_{\alpha P}$ あに*よめ]]]
%L% $_{1}\downarrow$H*L %L% $_{2}\downarrow$H*L L%

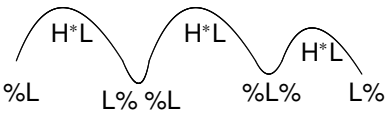
これの実際の F_0 曲線は以下のような形となる。なお、(15) 以外の韻律構造は何らかの形でより重い制約違反を起こし [5]、最適解になり得ない。



おおらかな あおもりの あによめ

このように強い依存関係が再帰的に繰り返される左枝分かれ構造では、依存関係の続く範囲全体が一つの中間句 ιP になることが最も適切である。これに対し、右枝分かれ構造では途中に深い統語境界が存在するため、この統語境界に対応して中間句の境界が生じ、結果的に中間句が複数に別れるような韻律構造が最適なものとなる。右枝分かれ構造 [大らかな [青森の 兄嫁]] に対応する最も良い韻律構造とその F_0 曲線を見てみよう。

(16) [$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ おお*らかな]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ あお*もりの] [$_{\alpha P}$ あ
%L H*L L% %L H*L %L%
に*よめ]]]
$_{1}\downarrow$H*L L%



おおらかな あおもりの あによめ

この韻律構造はランキングの低い制約 Anchor(υ, ιP), Anchor(ιP, αP) に違反しているが、これらの制約に違反しない構造は、必ずより高いランキングの制約に違反してしまう (MaxTone や Anchor(SDS, ιP)、$\mathcal{HL}_{\alpha}$ 等に違反)。また、A-P checking においても、(16) の線状的情報は右枝分かれ解釈において最適となる。この情報を左枝分かれ構造に解釈した場合、[[大らかな 青森の$_{[+F]}$] 兄嫁$_{[+F]}$] という複数の焦点を持つ文と理解されてしまい、語用論的に望ましくないからである。

2.4 東京方言の Yes/No 解釈を受ける埋め込み疑問文の音調

東京方言における WH 埋込み疑問文の音調も、こうした中間句の効果を強く受ける有アクセント

語の音調動態と深い関係を持つ。東京方言のWH疑問詞の多くが、「だ*れ」「な*に」「い*つ」など、語彙的にアクセント核を持っているからである。ここで(1)の議論に戻ろう。N & Hの分析に基づけば、(1)がYes/No解釈を受けるためには、補文の「か」が「誰」に対して[+F]を与え、主文の補文標識「の」は[+F]を与えてはならない。実際、統語操作が加わらない限り、補文直後の深い統語境界により、主文の補文標識は素性付与ができない。

(17) [直哉は[マリが誰に会った[か]]今でも知りたがっている[の]]
[+F]

このような統語情報がPFに出力された時、高いランクを持つ制約Anchor(SDS, ιP)によって、統語境界と中間句ιPの境界が対応づけられた候補が最適な解として選択される。すなわち、次のような韻律構造である。

(18) [$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$直哉は] [$_{\iota P}$マリが誰に$_{[+F]}$会ったか] [$_{\iota P}$今でも知りたがっているの]]

また、前述したように東京方言のWH要素は語彙的にアクセント核を持つので、制約DwnStp, FocusIntによって、[$_{\iota P}$マリが誰に$_{[+F]}$会ったか]の部分が最適なF_0レンジおよびdownstepのリセット位置を持つ韻律パターンが(19)が選択される。

(19) [$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ な*おやは]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ マ*リが] [$_{\alpha P}$ だ*れ
%L H*L L% %L H*L %L% $\uparrow\downarrow_1$H*L
に] [$_{\alpha P}$ あ*ったか]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ い*までも] [$_{\alpha P}$ しりた
%L% $\downarrow_2$H*L L% %L H*L %L% H$^-$
が*っているの？]]]
$\downarrow_1$H*L L%H%

この音調動態が*Short EPD*に他ならないことに注目されたい。まず、「誰に」のレンジがmetrical boost ($\uparrow$)とdownstep ($\downarrow_1$)とで相殺し合い、ιPの2番目の要素であるにも関わらず、通常のF_0レンジを持つ。次の「会ったか」の部分は、再帰的なdownstepの効果($\downarrow_2$)によってレンジが極めて抑制され、FPRが現れる。こうして[+F]を持つ要素がプロミネンスの効果を持つ。また、続く「今でも」の前でιPの境界によってdownstepがリセットされるため、*Short EPD*が実現する。このことから、(19)がA-P checkingも通過することが分かる。「会ったか」における抑制されたF_0レンジ($\downarrow_2$H*L)と「今でも」における通常のF_0レンジ(H*L)によって、この間にdownstepのリセットがあることが知覚的手がかりとなり、ここに中間句ιPの境界が存在すること(つまり統語構造の境界が存在し、主文の補文標識がWH要素に[+F]を与えていないこと)が理解できるからである。

2.5 東京方言のWH解釈を受ける埋め込み疑問文の音調

これに対し、(1)がWH疑問文として解釈されるような音調を生成するためには、多少複雑なプロセスが必要となる。まず、(1)がWH疑問文の解釈を受けるためには、WH要素をscramblingによって埋め込み文のTPから抜き出し、主文の補文標識「の」から[+F]を与えられる位置に移動させなければならない。こうした移動変形を受けた結果、PFで解釈を受ける統語構造上の依存関係は「誰に」から「知りたがっているの」までの範囲となり、これが1つの中間句を形成する。

(20) [$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$な*おやは]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ だ*れに] [$_{\alpha P}$ マ*リ
%L H*L L%%L H*L %L% $\downarrow_2$H*L
が] [$_{\alpha P}$ あ*ったか] [$_{\alpha P}$ い*までも] [$_{\alpha P}$ しりたが*っ
%L% $\downarrow_3$H*L %L% $\downarrow_3$H*L %L% H$^-$ $\downarrow_4$H*L
ているの？]]]
L%H%

この韻律構造の最適性は、A-P checkingによっても認可される。「誰に」から文末にかけてdownstepが起こっているため、「誰に」と文末の補文標識「の」の依存関係が保証され、かつ「今でも」と「会ったか」のF_0レンジが通常の再帰的なdownstepになっていないことから、ここに何か「通常でないもの(埋め込みの境界)」が存在することも保証されるからである。したがって、(20)はWH解釈を受けるPFの最適情報と言ってよい。

ところで、N & Hは、こうしたscramblingを受けたWH要素は移動先・移動元のいずれでも発音され得ると仮定している。この仮定を実現するためには、spell-out前に起こった移動をPFで元の位置に戻す以下のような操作が必要となる。

(21) WH要素がneumerationにおいて生成された同一CP内で移動している限り、PFにおいて、**移動したWH要素を持つアクセント句**を移動元に戻す操作が可能である。

この操作を適用すると、(20b)の「誰に」の部分が、「マリが」と「会ったか」の間に移動し、WH解釈を受ける「直哉はマリが誰に会ったか今でも知りたがっているの」という語順の韻律構造が得られることになる。

(22) [$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$な*おやは]] [$_{\iota P}$_[$_{\alpha P}$ マ*リが] [$_{\alpha P}$ だ*れ
%L H*L L%%L $\downarrow_2$H*L %L% H*L
に] [$_{\alpha P}$ あ*ったか] [$_{\alpha P}$ い*までも] [$_{\alpha P}$ しりたが*っ
%L% $\downarrow_3$H*L %L% $\downarrow_3$H*L %L% H$^-$ $\downarrow_4$H*L
ているの？]]]
L%H%

この PF 部門における移動操作の結果、(22) の音調は、「誰に」の F_0 レンジが極めて広く (先行する「マリが」のレンジよりも広い)、次の「会ったか」の部分で急激にレンジが抑圧され、その抑制が文末まで続く。これは正に *Long EPD* の特徴である。

なお、この (22) は、(20) と異なり、A-P checking において問題を引き起こすように見える。単純に (22) の線状的な音調情報のみから統語構造を復元した場合、「直哉は」と「マリが」の F_0 レンジの関係に注目した (23a) の統語依存関係と、「直哉は」と「マリが」の間にある境界音高の性質に注目した (23b) の統語依存関係のいずれもが等しく最適なものとなってしまい、知覚上の曖昧性が生じてしまうからである。

(23) a. [[直哉は$_{[+F]}$ マリが] [[誰に$_{[+F]}$ 会ったか] 今でも 知りたがっているの？]]

b. [[直哉は] [[マリが 誰に$_{[+F]}$ 会ったか] 今でも 知りたがっているの？]]

しかし、(23a) の依存関係は統語構造上あり得ないものであり、また focus を受ける部分が複数存在するという語用論的にも不適切なものである。音韻情報のみならず、統語・意味情報までも考慮した復元を行うならば、(22) の韻律構造は perceptual process においても (23b), (20a) と対応可能になる (ただし複雑な要因も考慮しなければ適切な復元ができないため、(20) よりも解釈が難しいことを予測する)。こうして東京方言では、WH 要素の埋め込みを持つ疑問文において、(一見) scrambling を起こしていない語順であっても、WH 解釈に対応する適切な音調を *Long EPD* として生成できることになり、その文法性も保証される。

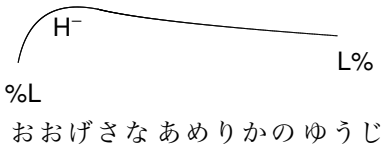
3. 佐賀・無アクセント方言のWH解釈

3.1 東京方言無アクセント語の韻律構造

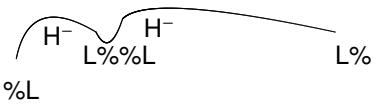
前節の東京方言の議論で鍵となっている中心概念は、統語境界と中間句の対応関係であり、中間句の影響を受けた線条的な情報として重要な現象は、中間句の境界音高と downstep のパターンであった。しかし、downstep という現象は、そもそも語彙的に高音と低音を持って有アクセント語がなければ生じにくい。したがって、佐賀方言のような語彙的なアクセント情報を持たない言語では、前節の議論とは別の現象が鍵になるはずである。佐賀方言のような無アクセント方言と並行的な現象を示すものに、東京方言における無アクセント語の振る舞いがある。例として構造的な曖昧性を持つ「大げさなアメリカの友人」という名詞句の音調動態を見てみよう。東京方言では、これらの語彙はどこにもアクセント核を持たない。しかし、この名詞句が発話された場合、タイプ υ を持つため、韻律の階層性によって 1 つ以上の ιP も持つことになり、同時にその ιP は 1 つ以上の αP をも持つ。また、無アクセント語では語彙的なトーンが生じないが、アクセント句内では何らかのトーン変化が要求されるため、他の要因によって何らかの音高変化がもたらされなくてはならない。この音高変化を保証するのが境界音高、およびアクセント句の default tone である。低音に関しては、ιP の境界開始音高である %L や、αP 自身の境界終止音高である L% によって保証される。高音は句の default tone であるフレーズ音高 H^- が与えられる。

以上の性質から、無アクセント語が連続する名詞句では、左枝分かれ構造に解釈される場合は、(24a) のように、F_0 は全体的に徐々に下降していくパターンを描く。有アクセント語連鎖の場合と同じく、発話全体が 1 つの ιP に支配されるからである。一方、右枝分かれ構造の場合は 2 つの ιP を持つことになるので、(24b) に示すように、途中で αP の境界終止音高 L% と ιP の境界開始音高 %L が挟まる。この結果、最初の αP では比較的急峻な F_0 の下降が起こり、次に F_0 の立て直しが起こって、再度徐々に F_0 が下降するようなパターンを描く (ιP の開始音高 %L が、αP の始まるマーカーとしての役割も果たしている点にも注意されたい)。このように、韻律構造の違いと、それによってもたらされる境界音高の存在によって、無アクセント語連鎖であっても、左枝分かれ構造と右枝分かれ構造の違いは音調に反映されていく。つまり、統語構造の違いはしばしば韻律構造の違いに反映され、韻律構造の違いは基本的に何らかの形で音調の違いを生み出すため、結果的に音調と統語構造を結びつけることができるようになるのである。

(24) a. 左枝分れ：[[大げさな アメリカの] 友人]
[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ おおげさなあめりかのゆうじん]]
%L　H$^-$　L%
実際の音調：全体が 1 つの ιP で、徐々に F_0 の下降が起こる。



b. 右枝分れ：[[大げさな] [アメリカの 友人]]
[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ おおげさな]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ あめ りかの友人]]
%L　H$^-$　L%%L　H$^-$　L%
実際の音調：initial lowering の発生により、F_0 が立て直される。



おおげさなあめりかのゆうじん

これらの音調の違いで重要な点は、中間句の生成と initial lowering の起こる関係にある。すなわち、無アクセント語の場合は αP の範囲が語彙的に強制されず、αP の生成の自由度が高い。ここで効果を持つ制約が ιP と αP の一致を求める制約 Anchor(ιP, αP) で、これにより、1 つの ιP が 1 つの αP を持つことが最適と判断される。同時に、これは Anchor(SDS, αP) をも満たす。また、高いランクの制約 $\mathcal{HL}_\alpha$ によって、1 つの αP は高音と低音を持たなければならないため、αP 内にその default tone である H⁻ を持つ音調動態が最適である。なお、これにより DepTone の違反が必ず生じるが、この制約が $\mathcal{HL}_\alpha$ より低いランクのものであるため、$\mathcal{HL}_\alpha$ の違反を犯す候補より常に適切である。この結果、左枝分かれ構造では、句全体が 1 つの ιP であり、1 つの αP であり、その中に境界音高と H⁻ を持つ。一方、右枝分かれ構造の (24b) は、統語構造に対応する 2 つの ιP が各々 1 つの αP を支配し、その中に境界音高と H⁻ を持つ。

ただし、ある要素が [+F] を持った場合には、Anchor(ιP, αP) よりも高いランキングを持つ制約 Anchor(SDS, αP) によって、多少違った現象が生じる。今、[[大げさなアメリカの] 友人[+F]] という構造に対応する適切な韻律構造を考えてみよう。この場合、「友人」という文節のみが focus を受けているため、制約 Anchor(SDS, αP) によって、(25) のような「友人」の部分が孤立した αP になるものが、より適切である。また、(25a) は Anchor(ιP, αP) に、(25b) は Anchor(υ, ιP) にそれぞれ違反しているが、これらの制約はどちらも同じランクに位置づけられているため、(25a) と (25b) の適切さに違いは生じない。

(25) a. [$_\upsilon$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$おおげさなアメリカの] [$_{\alpha P}$ゆうじん
%L H⁻ %L% $\uparrow\downarrow_1$H⁻
]]]
L%

b. [$_\upsilon$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$おおげさなアメリカの]] [$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ゆうじ
%L H⁻ L%%L H⁻
ん]]]
L%

3.2 佐賀方言の韻律構造と制約のランキング

佐賀方言 (長崎県に近い佐賀県南西部ではなく、佐賀市を中心とした無アクセント方言のみに限定する) も、アクセント句 αP が文節以上の範囲も持ち得るという句の範囲の自由度、ιP 内における αP 間で周波数が抑制される downstep の起こり方、その downstep と統語的焦点素性 [+F] によるプロミネンスの相互作用など、東京方言の無アクセント語連鎖に極めて類似した特性を示す。しかし、当然ながら、佐賀方言は東京方言と異なる性質も持つ。特に目立つ性質は、制約 Anchor(υ, ιP) のランキングと、フレーズ音高 H⁻ の振る舞いである。例えば、「直哉が何か飲み屋で飲んだって」という文の佐賀方言の音調パターンでは、文法的な句に対応して、アクセント句も 4 つ生成される。そのアクセント句は、平坦な部分があまりない山なりの形をなしており、アクセント句内にたった 1 つの高音しか持っておらず、またこの 4 つのアクセント句が 1 つの中間句に支配される。すなわち、発話 υ は 1 つの中間句 ιP しか持っていない。この性質は、疑問文の「直哉が何ば飲み屋で飲んだと」の音調でも同様であり、やはり発話 υ に 1 つの中間句のみが含まれる。このことから、佐賀方言の基本的な音調パターンは、(26) のような性質を持つと考えられる。

(26) a. 発話 υ 全体がなるべく 1 つの中間句 ιP にまとまることを好む。

b. アクセント句 αP は文節以上の広さを持つが、その範囲は決まっていない。したがって、αP の範囲を決める何らかの外部要因があるはずである。

c. 1 つの αP は必ず H⁻ を持つが、東京方言の無アクセント語と異なり、H⁻ の出現する位置は決まっていない。

この (26a) の性質から、佐賀方言における Anchor(υ, ιP) が、東京方言と違って高いランキングを持つ制約であり、同時に、東京方言で高いランキングを持つ制約 Anchor(SDS, ιP) が、佐賀方言ではランクが低く、効力を持ちにくいことが分かる。次の (26b) は、Anchor(ιP, αP) のランキングが低く、Anchor(SDS, αP) の力が強いことを示唆している。最後の (26c) の性質は、制約 $\mathcal{HL}_\alpha$ が東京方言同様、高いランクの制約であることを示す。

(27) **佐賀方言の制約順位**

a. 制約のランキング：A 群 ≫ B 群 ≫ C 群 ≫ D 群

b. A 群の制約：Anchor(υ, ιP), Anchor(SDS, αP), $\mathcal{HL}_\alpha$

c. B 群の制約：FocusInt, DepTone

d. C 群の制約：DwnStp,

e. D 群の制約：Anchor(ιP, αP), Anchor(SDS, ιP)

3.3 佐賀方言における統語構造の影響

佐賀方言の興味深い現象の一つに、いわゆるガ格の「ガ／ノ交代」におけるガとノの性質の違いが挙げられる。例えば、非能格動詞の場合、「太郎の走っとお」も「太郎が走っとお」も許されるが、「釘が刺さる」のような非対格動詞では、「釘の刺さっとお」という「ノ格」を取り、「ガ格」は用いられないのが一般的である。また、「太郎の走っとお」の音調では高音が一箇所しか出現しないのに対し、「太郎が走っとお」の場合は、高音が「太郎が」と「走っとお」の二箇所に出現することも不自然ではない。このことは、佐賀方言の「ガ格」は「ノ格」よりも有標 (marked) な機能語であり、何らかの文法的な素性を持っていることを示唆している。こうした違いは疑問文においても顕著に現れる。「だいの来たと (誰が来たの)」と「ノ格」が付いた場合には、全体で一つの音調パターンを持ち、文末に向かって徐々に F_0 が上昇し、最後の「と」で急速に F_0 が上昇する。一方、「だいが来たと」と「ガ格」が付いた場合には、「だいが」で一つの F_0 の山ができ、「来たと」で再度低い F_0 から高い F_0 に音調が上昇する。興味深いことに、この場合は文末の「と」でそれほど急速な F_0 の上昇が起こらなくてもよい。換言するなら、「だいの来たと」と「だいが来たと」では、アクセント句の作られ方という点で異なる韻律構造を持つ。これは、佐賀方言のガ格が統語的に marked な素性を持ち、統語単位として独立性が高いことから、自然に説明がつく。佐賀方言では、Anchor(SDS, αP) によって、独立性の高い統語単位は 1 つのアクセント句と対応するからである。また、その韻律構造から、「だいが来たと」の場合に 2 つの音調の山ができ、語末の F_0 上昇がそれほど強くないことも自然に導かれる。

(28) a. 誰の来たと？[$_{\nu}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ だいのきたと]]]
%L H$^-$ H%

b. 誰が来たと？[$_{\nu}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ だいが] [$_{\alpha P}$ きたと]]]
%L H$^-$ %L% $\downarrow_1$H$^-$ $\downarrow_1$H%

言うまでもなく、「大らかな青森の兄嫁」「大げさなアメリカの友人」といった構造的曖昧性を持った文でも、韻律構造の違いが生じる。ただし、東京方言と異なり、有アクセント語・無アクセント語の違いがないので、どちらの文であっても、3.1 節で見た東京方言無アクセント語と似た振る舞いを示す。特に、左枝分かれ構造についていえば、フレーズ音高 H$^-$ の位置以外は、東京方言と全く同一の構造を持つ。しかし、右枝分かれ構造に関しては、東京方言と佐賀方言との間に違いが生じていることに注意されたい。

(29) a. 左枝分れ：[[おおげさかアメリカの] 友人]
[$_{\nu}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ おおげさかあめりかのゆうじん]]]
%L H$^-$ L%

b. 右枝分れ：[[おおげさか] アメリカの友人]
[$_{\nu}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$ おおげさか] [$_{\alpha P}$ あめりかのゆうじん
%L H$^-$ %L% $\downarrow_1$H$^-$
]]]
L%

右枝分かれ構造では、「アメリカの友人」の部分における高音の周波数が、東京方言に比べ、佐賀方言では低く押さえ込まれる。これは、東京方言において「大げさな」と「アメリカの友人」が 2 つの ιP に別れ、「アメリカの友人」の部分で downstep が起きないのに対し、佐賀方言では 1 つの ιP の中に 2 つの αP が包含されるような韻律構造になるため、downstep が誘発されることに起因する。そして、この方言間の異なる構造生成の原因が、制約のランキングの違いにあることは言うまでもない。すなわち、東京方言では、制約 Anchor(SDS, ιP) が統語構造と韻律構造の対応に関して決定権を持つのに対し、佐賀方言では制約 Anchor(SDS, αP) が統語構造との対応について効力を発揮することが根源的な原因なのである。なお、(29) の構造は、A-P checking によっても認可される。Perceptual Proces でも、制約のランキングに基づいた復元が行われるため、佐賀方言で統語構造を再現する際に、中間句ではなく、はアクセント句のパターンが極めて重要なものとなるからである。したがって、佐賀方言では、(29) のアクセント句の違いによって、左枝分かれ構造と右枝分かれ構造の違いを明確に理解し得る。

3.4 佐賀方言の Yes/No 解釈を受ける埋め込み疑問文の音調

東京方言で疑問文の解釈曖昧性を PF で適切に解釈できるのは、制約 Anchor(SDS, ιP) によって統語構造が中間句と対応づけられること、そして東京方言の疑問詞の多くが有アクセント語であるため、中間句の構造の違いを downstep の違いに反映できることが主たる原因であった。これに対し、佐賀方言は無アクセント語であるし、統語構造も制約 Anchor(SDS, αP) によってアクセント句と対応づけられやすい。この違いが、東京方言と異なり、佐賀方言では基本的に Yes/No 解釈しか生じないことの一因になっている可能性がある。

佐賀方言の[直哉は [マリが誰に会うた か] 今でん知りたがっとっと] という入力に対応する最適

な韻律構造は次のような性質を満たす：(i) 発話全体が 1 つの ιP であること (制約 Anchor(υ, ιP) の効果)、(ii) したがって基本的に文全体が downstep の傾向を持つこと (制約 DwnStp の効果)、(iii) 「マリが」は marked な格なので、単独で αP を形成すること (制約 Anchor(SDS, ιP) の効果)、(iv) 「誰に」以降で focus intonation が生じること (制約 FocusInt の効果)、(v) 「会うたか」の後にある深い統語境界に対応して、アクセント句の境界が生じていること (制約 Anchor(SDS, ιP) の効果)、(v) Yes/No 疑問文という文タイプと対応する形で、文末は上昇調の境界音高を持つこと (Cor(UT, υ) の効果)。しがたって、以下の様な構造が最適解として選ばれる。

(30) [$_{\upsilon}$[$_{\iota P}$[$_{\alpha P}$なおやは] [$_{\alpha P}$マリが] [$_{\alpha P}$だ　いにおおた
%L　H$^-$　%L%　$^{\downarrow}_{1}$H$^-$　%L%　$^{\uparrow\downarrow}_{2}H^-$

か] [$_{\alpha P}$いまでん] [$_{\alpha P}$しり
%L%　$^{\downarrow}_{4}$H$^-$　%L%

たがとっと]]]
$^{\downarrow}_{5}$H$^-$　L%$^{\uparrow}$H%

この音調で特に重要な線状的な特徴として、「マリが」の F_0 レンジ ($^{\downarrow}_{1}$H$^-$) と「誰に会うたか」の F_0 レンジ ($^{\uparrow\downarrow}_{2}H^-$=$^{\downarrow}_{1}H^-$) がほぼ等しくなること、Yes/No 疑問文にとって最も重要な主文の補文標識「と」が持っている [+F] の効果で、文末が極めて上昇すること (L%$^{\uparrow}$H%) といった点が挙げられる。また、「誰に」以降の部分では再帰的な downstep が文末まで起こり続けていることも、東京方言における Yes/No 解釈の音調とは異なる特徴といえよう。そして、N & H で報告されている佐賀方言の実際の発話も、正にこの特徴通りの音調を持つ。

ここで、佐賀方言の WH 埋め込み疑問文における Yes/No 解釈の音調が、東京方言における WH 解釈の音調である *Long EPD* と同様の特性を持つ点に注目されたい。このことは、*Long EPD* という音調自体が、疑問文解釈の直接要因でないことの何よりの証拠である。本稿の議論が正しいとすると、疑問文解釈をもたらす統語構造と直接対応している PF の情報は、制約のランキングに基づいて決まる韻律構造 (ιP か αP) であり、*Long EPD* や *Short EPD* という線状的な音調パターンは、その韻律構造がもたらす結果に過ぎない。結果に過ぎないのだから、表面的な音調パターンは、文法性判断に影響を与える PF full-interpretation の情報としては使えない。実際、*Long EPD* が WH 解釈をもたらすとしてしまえば、佐賀方言の埋め込み疑問文解釈は WH 解釈が基本となってしまう。文法性を決める上で重要な PF の情報は、表面的なパターンではなく、統語構造と対応する韻律構造である。東京方言では統語境界が中間句と対応し、佐賀方言ではアクセント句と対応するという対応関係こそが鍵を握る。統語構造と韻律構造の対応さえ決まれば、*Long EPD* や *Short EPD* がいかなる解釈と結びつくのかは自然に導出されていく。

4. 総合論議

最後に、本稿での議論を簡単にまとめておく。まず、最も重要な主張は、spell-out 時における統語構造の依存関係が、いくつかの制約によって、最適な韻律構造にマッピングされるということである。依存関係を断ち切るような深い統語境界は、東京方言では Anchor(SDS, ιP) によって中間句の境界に、佐賀方言では Anchor(SDS, ιP) によってアクセント句の境界に対応していく。この韻律構造と、各語彙項目が持っているアクセント核の情報から、全体的な音調パターンが決まる。*Short EPD* や *Long EPD* という音調は、統語構造と直接の対応関係にあるのではなく、韻律構造を媒介にした間接的な関係のみを持つ。

謝辞

本稿の要旨について、匿名の査読者 2 名の方から有意義なご指摘をいただきました。ここに記して感謝いたします。また本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・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22〜25年度、研究代表者:松井理直、課題番号22520415) の援助を受けました。

参考文献

[1] Noam Chomsky. *Minimalist Program*. The MIT Press, Chambridge, 1992.

[2] Masanori Deguchi and Yoshihisa Kitagawa. Prosody and wh-questions, 2002. Proceedings of the Thirty-second Annual Meeting of the North Eastern Linguistic Society.

[3] 藤崎博也, 須藤寛. 音声の音調的法則. 比企静雄（編）, 音声情報処理, pp. 123–142. 東京大学出版会, 東京, 1973.

[4] Shin'ichiro Ishihara. Prosody by phase: Evidence from focus intonation wh-scope correspondence in japanese. In S. Ishihara, M. Schmitz, and A. Schwarz, editors, *Interdisciplinary Studies on Information Structure 1: Working Papers of SFB632*, pp. 77–119. University of Potsdam, Potsdam, 2004.

[5] 松井理直. 音韻部門における統語的焦点素性の韻律解釈. *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, Vol. 14, pp. 45–80, 2011.

[6] 西垣内泰介, 日高俊夫. Wh 構文の解釈と韻律構造 — 佐賀方言と東京方言の対照より —. 日本言語学会第71回大会論文集, 2010.

[7] Janet. Pierrehumbert and Mary. Beckman. *Japanese Tone Structure*. The MIT Press, Cambridge, 1988.

[8] Daiko Takahashi. Movement of wh-phrases in japanese. *Natural Language and Linguistic Theory*, Vol. 11, pp. 655–78, 1993.

他者の不自然な動作に対する ミラーニューロンシステムの活動

Activity of mirror neuron system when observing unnatural actions of others

沖　和真、　嶋田　総太郎
Kazuma Oki, Sotaro Shimada
明治大学　理工学部
School of Science and Technology, Meiji University, Japan
ce11020@isc.meiji.ac.jp

Abstract

This study examined how the mirror neuron system response is affected by the unnaturalness of the observed action. In the present experiment, the subjects observed a CG human character performing a pantomime action. In the middle of the action, a number of pauses were inserted to increase the perceived unnaturalness of the action (0, 2, and 6 pauses). We measured the brain activity in motor areas with NIRS and found that the activity was modulated by the number of pauses. Our results suggest that MNS is sensitive to the kinematics of the observed action.

Keywords; Mirror neuron system, unnaturalness, action observation, NIRS

１．背景

ミラーニューロンシステム(MNS)とは、他者の行動を観察しているときにあたかも自分が行動しているかのように活動する脳の領野のことを表し、他人の行動を理解するときに大切な役割を果たしていると考えられている。過去のいくつかの研究では、ロボットの行動よりも人間の行動を観察しているときの方が MNS がより活発に活動していると示されている(Kilner, Paulignan, & Blakemore, 2003)。しかし、他方では、ロボットの行動でも同じように MNS が活動しているという結果も出ている(Gazzola et al.,2007)。さらに、人間がロボットのような動作をしているときに MNS が非活性化するという報告もある(Shimada, 2010)。これらの研究は、MNS の活動は行為者の見かけと動きの両方による影響を受けることを示唆しているが、その詳細な特性についてはまだ十分に明らかではない。

そこで本研究では、行為者の動きの不自然さがどの程度 MNS の活動に影響を与えるかを調べた。ここでは人型の CG キャラクターを用いて、動きを 3 パターン作り、ランダムに提示した。動作の途中に短時間のポーズ(0.07s)

を挿入することで不自然さを操作した。ポーズが増えるほど不自然な動きになり、「動作」が普段の人間の動きから離れる。この時のMNSの活動を測定することによって、行為者の動きの要素がMNSにどのような影響を与えているか検討した。

２．方法

被験者は右利きの健康な22～23歳の12人（女性：１人　男性：１１人）であった。被験者にはCG作成ソフト(3ds MAX, Autodesk corporation, California)で作成した人型のCGキャラクター(首から下のみを画面に表示)が、コップに対して到達把持運動を行うようなパントマイムの動きを観てもらった。実験中は身体を動かさずに画面を見ているように教示した。実験条件はCGキャラクターの動きの中でのポーズ（0.07秒間止まる）の回数が異なる3条件(no-pause, 2-pause, 6-pause)であり、ポーズの回数が多いほど不自然だと考えられる。映像刺激の長さはすべて6秒であった。過去の多くの研究では、10/20システムのC3付近の領域でミラーニューロンシステムの活動が観測されている（Abe & Shimada,2010)。よって本実験では、実験中の被験者の運動野（10/20システムのC3周辺の24チャネル）の活動を近赤外分光法（NIRS; OMM-3000、島津製作所)で測定した。各試行では、前レスト5秒、タスク6秒、後レスト7秒とし､3条件を6回ずつ､計18試行行った。

解析ではNIRSのデータよりeffect sizeを算出し、条件ごとに有意な活動が見られたかを検討した（t-検定)。さらに条件間での変動を分散分析(ANOVA)を用いて調べた。有意確率はすべてp<0.05としている。

実験終了後、被験者には見てもらった映像の動作に関するアンケートを行った。内容は人間らしさ、ロボットらしさ、不気味さ、ギクシャク度、スムーズさの7項目を±3のスケールで回答させた。

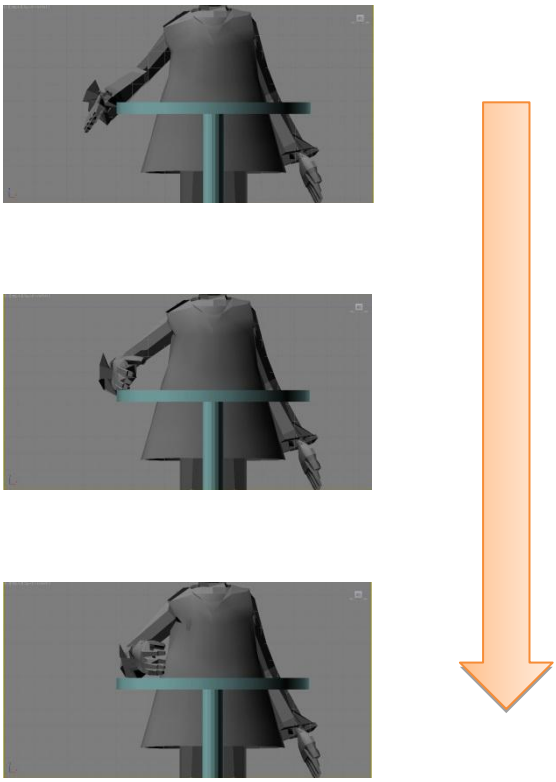


図１．ポーズが起こるシーン

３．結果

測定したNIRSデータについてeffect sizeを算出した。その後、クラスター解析を行い、類似した反応を示すチャネルをクラスターとした。クラスター内でeffect sizeの平均を取り、1要因の分散分析を行った。その結果クラスターE(図２）(F(2,33)= 7.52)で効果が見られた（p<0.05)。下位検定(Tukey-HSD)の結果、no-pauseと6-pause, 2-pauseと6-pause条件間でそれぞれ有意差が見られた(p<0.05)。アンケート結果については、人間らしさ(F(2,33)=3.27)とギクシャク度

(F(2,33)=4.19)で有意差が見られ、下位検定(Tukey-HSD)の結果、それぞれ no-pause と 6-pause 条件の間で有意差が見られた(p<0.05)。

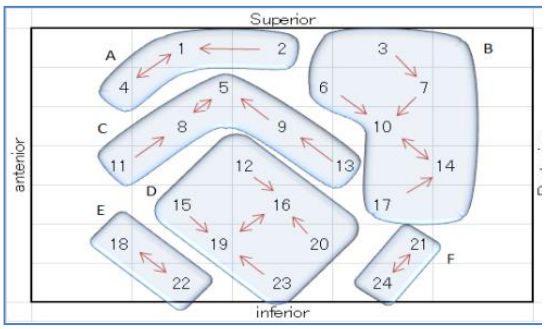


図２．クラスター解析マップ

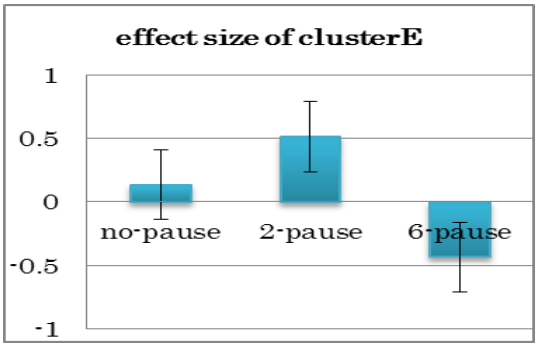


図３．クラスターE での条件ごとの effect size

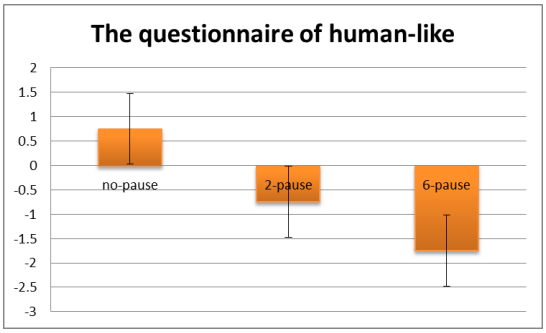


図 4. 人間らしさのアンケート結果

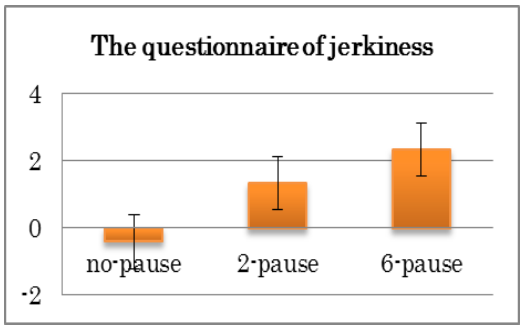


図 5. ぎくしゃく度のアンケート結果

４．考察

本研究では動作の不自然さが MNS にどのような影響を与えるかを調べた。動作中のポーズが増えるにつれ、不自然な動きであると知覚されることがアンケートによって確認された。さらに脳活動計測によって、行為者の不自然さが MNS の活動に影響を与えることが確認された。いくつかの計測領域では 1-pause 条件のときに有意な活動が見られ(t 検定 p<0.001)、3-pause 条件のときには非活性化が見られた (p<0.05)。no-pause 条件よりも 1-pause 条件で活動が見られたことは更なる検討が必要であるが、軽微なエラーを含む行動で MNS の活動が増えることは報告されており、今回の結果とも関連があると考えられる (Shimada, 2009)。不自然さが増すと非活性化する傾向は、人間がロボットのような動きをしているのを観察したときに MNS の非活性化が起こるとする先行研究とも整合性がある (Shimada, 2010)。これらの結果は、MNS の特性について新たな知見を与えるものだといえる。

参考文献

Gazzola, V., Rizzolatti, G., Wicker, B., & Keysers, C. (2007). The anthropomorphic brain: The nirro neuron system responds to human and

robotic actions. NeuroImage, 35, 1674-1684.

Kilner, J. M., Paulignan, Y., & Blakemore, S. J. (2003). An interference effect of observed biological movement on action. Current Biology, 13, 522-525.

Shimada, S.,(2010). Deactivation in the sensorimotor area during observation of human agent performing robotic actions. Brain and Cognition, 72, 394-399.

Shimada, S. Abe, R (2010) Outcome and view of the player modulate motor area activity during observation of a competitive game. Neuropsychologia, 48, 1930-1934

Shimada, S (2009) Modulation of motor area activity by the outcome for a player during observation of a baseball game. PLoS ONE, 4(11): e8034, pp.1-6.

ミラーニューロンシステムを指標とした「ヒトらしさ」の評価：アンドロイドはヒトかロボットか？

Evaluation of human-likeness by using the mirror neuron system activity: An android is a human or robot?

松田 剛†，開 一夫†，石黒 浩‡
Goh Matsuda, Kazuo Hiraki, Hiroshi Ishiguro

†東京大学大学院総合文化研究科，‡大阪大学大学院工学研究科
The University of Tokyo, Osaka University
matsuda@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

We evaluated human-likeness of humanoid robots by use of electroencephalograms (EEG). Since activity of the human mirror neuron system (MNS) is thought to reflect perceived human-likeness of observed agents, we used MNS activity as an index of human-likeness of robots. In the first experiment, we measured MNS activity while participants observed actions performed by a human (Human), an extremely human-like android (Android), and a machine-like humanoid (Robot). Although motions of Android and Robot were almost the same, MNS was significantly activated only when participants observed Human and Android, not Robot. In the second experiment, point-light motions extracted from the Human and Robot's motions were used as stimuli, and significant MNS activity was elicited only when participants observed a human-origin point-light motion. These findings indicate that human-like appearance and kinematics activate MNS even if an agent is not a real human.

Keywords — Humanoid Robot, Android, Mirror Neuron System, EEG, Mu Suppression

1. はじめに

近年、ヒトとの社会的相互作用を目的としたロボットが数多く開発されている。ヒトにとって最も社会的な存在はヒト自身であり、ヒトとロボットの円滑なコミュニケーションを実現するためには、ロボットをヒトに近い存在として認識させることがひとつの近道と考えられる。では、ロボットのどのような要素がロボットをよりヒトに近い存在と認識させるのであろうか。本研究では、ロボットの「見た目」と「動き」がロボットに対する「ヒトらしさ」の認知に与える影響に着目し、本物のヒトと、ヒトに形も見た目も近いアンドロイド、形はヒトに近いが見た目は機械的なロボットを刺激として用いた 2 つの脳活動計測実験を行った。

「ヒトらしさ」の指標としては、運動の実行時と観察時に共通して活動するミラーニューロンシステム（MNS）に着目した。MNS はビデオ映像や CG で描かれたヒトの動作に対しては、本物のヒトの動作を見ているときよりも反応が小さくなることが知られており[1][2]、主観的評価だけでは検出できない動作主の「ヒトらしさ」を測る指標になる可能性がある。

これまでにもヒトとロボットの動作に対する MNS の反応を比較した研究はいくつか存在するが、動作主としてロボットアーム[3][4][5]や CG[6]を用いたものが多く、本研究のように実在するアンドロイを用いた研究はほとんどなかった。本研究では実在するアンドロイドの、しかも全身の映像を用いるため、より現実に即したロボットに対する MNS の反応が観察できる。

脳活動計測には脳波計を使用し、感覚運動野付近の μ 波帯（8～13Hz）のパワーの変化を MNS の活動強度の指標とした。MNS を含む運動関連領域が活動すると、感覚運動野付近で記録される μ 波帯のパワーが減衰することが知られている[7]。

実験 1 では特にロボットの「見た目」が、実験 2 では「動き」が MNS の活動に与える影響を検討した。実験 1 と 2 は被験者と刺激映像以外の実験設定は全て同一であった。いずれの実験も東京大学大学院総合文化研究科の倫理審査委員会の承認を得ており、被験者には事前に実験の内容や装

置の安全性について十分な説明をし、書面による同意を得た上で実験を開始した。

2. 実験 1：「見た目」の影響

ロボットの見た目をヒトに近づけることで、ロボットに対する MNS の反応は、本物のヒトに対する反応に近づくのだろうか。実験 1 では、動きが同一で見た目のみが異なる 2 体のロボットを用い、ロボットの見た目が MNS の活動に与える影響を検討した。

2.1. 被験者

17 名（男性 8 名、女性 9 名、平均 21.0 歳、全員右利き）の被験者が参加した。いずれの被験者も本研究で用いたロボットとの接触経験はなかった。

2.2. 刺激

刺激映像として、3 種類の動作主が 2 種類の動作を行う映像と、視覚的ホワイトノイズの計 7 種類のモノクロ映像が用いられた。動作主は本物の女性（Human）と、見た目が精巧に作られた女性型アンドロイド（Android）、そして形状はヒト型だが見た目は機械的なロボットであった（図 1）。Android は Repliee Q2（大阪大学石黒研究室）であり、Robot はその外皮を取り除き、機械部分を剥き出しにしたものであった。したがって両者の動きはほぼ同一であった。動作は右手を伸ばして物を取りに行く動作（Reaching）と、右手を左右に振り机を拭く動作（Wiping）であった。

映像の長さはいずれも約 3.5 秒であり、繰り返し再生しても自然に繋がるように、映像の後半は前半の映像の逆再生になっていた。映像のフレームレートは毎秒 30 フレームであり、被験者の顔から約 90cm 離れた 17 インチ CRT モニターに縦 9.4cm、横 9.7cm の大きさで提示された。いずれの映像も中央に注視点として白い十字が常に表示されていた。

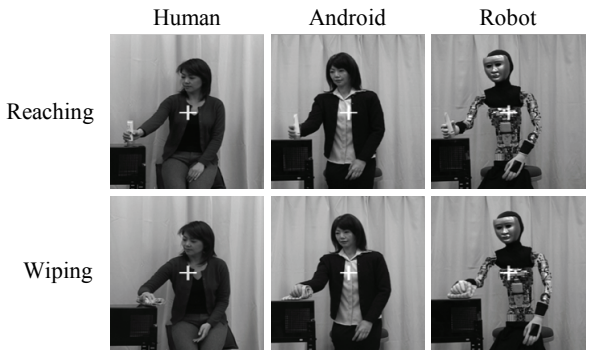


図 1　実験 1 で用いた刺激映像

2.3. 脳波の測定と解析

脳波測定には 64 チャンネルの同時計測が可能なネット式脳波計（Geodesic EEG System, EGI）を用いた。データのサンプリングレートは 500Hz であり、測定時のリファレンスは Cz であった。

解析は左右および正中部の感覚運動野上に位置する 3 つの電極（C3, C4, Cz）を対象とした。各電極のデータに 0.1～30Hz のバンドパスフィルタをかけた後、リファレンスを両マストイドに変更した。そして 512 ポイント（約 1 秒）ごとにセグメントを分け、各セグメントにおける μ 波（8-13Hz）のパワーを FFT によって求めた。その際、セグメント内の振幅の最大値と最小値の差が 150 μV 以上あるセグメントは除外した。

先行研究[3]に習い、各映像観察時の μ 波の平均パワーをホワイトノイズ観察時の μ 波の平均パワーで割り、その Log 値を μ 波の変化量とした。この Log 比が負の値となれば、ホワイトノイズ観察時よりも各映像観察時に μ 波が減衰したことを意味している。

2.4. 手続き

脳波の測定は 14 ブロックに分かれていた。1 つのブロックで提示する映像は 1 種類のみであり、約 3.5 秒の映像を 24 回連続的に提示した。被験者の注意を注視点に集中させるため、被験者には注視点の色が一瞬（5 フレーム間）黄色く変わった回数を数え、ブロック終了後に口頭で報告してもらう課題を課した。黄色く変わる回数はブロックごとに異なり、2～4 回であった。前半の 7 ブロッ

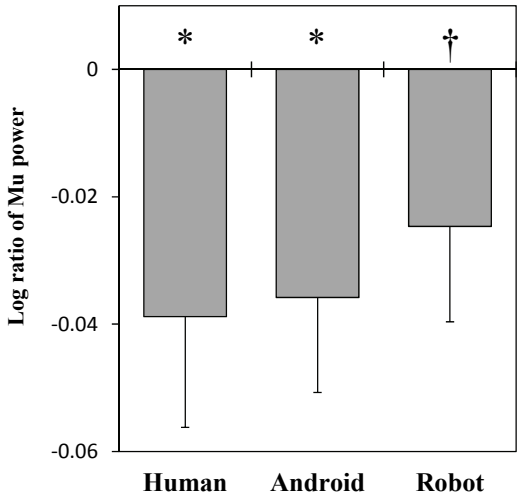


図 2　実験 1 の各動作主に対する μ 波減衰量
(*:$p < 0.05$, †:$p < 0.1$)

クで 7 種の映像を全て提示し、後半の 7 ブロックは前半 7 ブロックの繰り返しであった。ブロック間には 1 分以上の休憩を挟んだ。映像の提示順序は被験者間でランダムとした。

2.5. 結果

μ 波パワーの Log 比を用いて電極（C3/Cz/C4）× 動作主（Human/Android/Robot）× 動作（Reaching/ Wiping）の 3 要因で分散分析を行ったところ、有意な主効果や交互作用は認められなかったため、電極と動作をまとめて各動作主における Log 比を計算し、その値が有意に 0 よりも小さいか（μ 波が減衰したか）どうかを t 検定によって確認した（図 2）。その結果、Human と Android に対しては有意な μ 波の減衰が見られたが（$t(16) = 2.23$, $t(16) = 2.40$, いずれも $p < 0.05$）、Robot に対する μ 波の減衰は有意な傾向を示すに留まった（$t(16) = 1.64$, $p < 0.1$）。いずれの動作主に対しても MNS は反応したものの、その傾向は Robot よりも Human と Android の方がやや強かったと考えられる。

3. 実験 2：「動き」の影響

動作主の見た目の影響を排除し、動きのみの影響を検討するため、実験 1 で用いた刺激映像から 8 点の point light motion（PLM）による動画を作成し、被験者には元がロボットの映像であることを隠した上で実験 1 と同様の実験を行った。

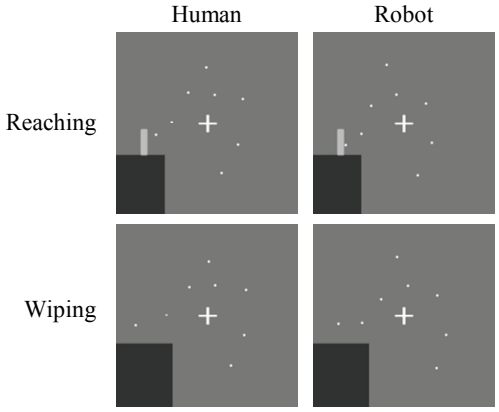


図 3　実験 2 で用いた刺激映像

3.1. 被験者

実験 1 とは異なる 19 名（男性 10 名、女性 9 名、平均 19.6 歳、全員右利き）の被験者が参加した。

3.2. 刺激と手続き

Android と Robot の動きはほぼ同一であるため、刺激映像には Human と Robot の動作（Reaching, Wiping）を PLM 化した 4 種類の動画（図 3）と、視覚的ホワイトノイズを用いた。それ以外の装置や手続きは実験 1 と同様であり、計 10 ブロックの脳波測定が行われた。

解析も実験 1 と同様に各 PLM 観察時の μ 波の平均パワーとホワイトノイズ観察時の μ 波の平均パワーの Log 比を求め、それらを使って統計処理を行った。

3.3. 結果

電極（C3/Cz/C4）×動作主（Human/Robot）×動作（Reaching/Wiping）の 3 要因で分散分析を行ったところ、動作の主効果（Wiping の方が値が小さい）が有意な傾向（$p < 0.1$）を示したため、電極だけをまとめ、各 PLM 観察時の Log 比が 0 よりも小さいかどうかを t 検定によって確認した（図 4）。その結果、Human の Wiping 動作に対してのみ有意な μ 波の減衰が見られた（$t(18) = 1.84$, $p < 0.05$）。

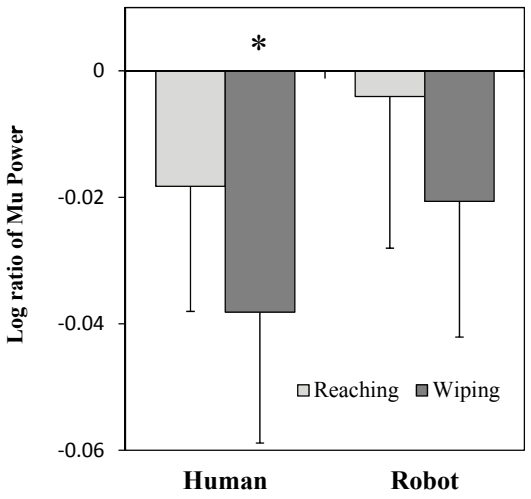


図 4　実験 2 の各 PLM に対するμ波減衰量
(*:$p < 0.05$)

脳波測定後の口頭質問によると、いずれの被験者も本研究で用いたアンドロイドとの接触経験はなく、また PLM のモデルがロボットだとは思っていなかった。

4. 考察

実写映像を用いた実験 1 において、Android と Robot の動きはほぼ同一であるにもかかわらず、μ波減衰量は Android の方が Human に近い結果となっていた。これはロボットの「見た目」をヒトに近づけることで、MNS の反応がより本物のヒトに対するものに近くなる可能性を示唆している。ただし動作主間のμ波減衰値に有意差はなく、3 者に対する MNS の活動量にそれほど顕著な違いはなかったとも言える。

一方で、point light motion（PLM）を用いた実験 2 においては、Robot の動きを模した PLM に対しては有意なμ波減衰が見られず、Human の動きを元にした PLM に対してのみ有意なμ波減衰が生じていた。この結果は、「動き」のヒトらしさが MNS の活動に影響を与えることを示している。Reaching よりも Wiping の方がμ波減衰が大きくなっていたのは、動作の反復回数による影響の可能性がある。Reaching は 3.5 秒間で 1 回のみ物に手を伸ばすのに対し、Wiping は 3.5 秒間に 4 回机の上を手が往復していた。その運動量の違いが、MNS の活動量にも影響を及ぼしていたのかもしれない。

実験 1 と 2 の結果を合わせると、実験 1 のみでは明確な結論が得られなかった、MNS に対する動作主の見た目の影響が見えてくる。実験 2 では Robot を元にした PLM に対し有意なμ波減衰は見られなかったが、実験 1 では Robot の実写映像に対し有意な傾向を示すμ波減衰が見られた。つまり同じ動作の PLM と実写映像を比べると、実写映像の方が MNS の活動が大きかったことになる。本来 MNS を顕著に賦活させるほどヒトらしくはなかったロボットの動きに対し、ヒトらしい見た目が加わることによって、MNS の活動が増幅されたのではないだろうか。

本研究と同様に、ヒトとロボットに対する MNS の反応を比較した先行研究においては、様々な結果が報告されている。Oberman ら[3]は、ヒトの手と、ヒトの手に似せたロボットアームの手のひらの開閉運動を観察しているときの脳波を比較し、いずれもμ波減衰が生じており、両者に有意差はなかったと報告している。また Gazzola らによる fMRI 研究[4]では、ヒトの手の動作を見ているときも、ロボットアームの動作を見ているときも、共通して運動前野などの MNS 関連領域が賦活したと報告されている。ただし有意水準を厳しくすると、ヒトの手のみが MNS 関連領域を賦活させたと解釈することもできると述べられており、本研究の実験 1 と同様に、ヒトとロボットの間に僅かな差があったことが示唆されている。一方で Tai らの PET 研究[5]では、ロボットアームが物を掴む動作を見ているときの方が、ヒトの同じ動作を見ているときよりも運動前野の活動が有意に小さかったと報告されている。ただしこの研究では、産業用のロボットアームが用いられており、形状がヒト型とは言えない点に注意する必要がある。

これらの先行研究と本研究の結果を踏まえると、MNS は動作主の見た目が本物のヒトに近づくほどより強く反応する傾向があるものの、ある程度以上に見た目がヒトに近い存在に対しては、本物のヒトと同様の反応を示すのかもしれない。実験

1 で用いられた映像は、表層こそ違え、いずれもヒトの形状をした動作主による動作であった。体や顔などが本物のヒトに近い形状であれば、多少動きが不自然でも、脳の一部はその対象をヒトと区別せずに処理しているのかもしれない。少なくとも本研究で用いたアンドロイドは、MNS にとっては十分ヒトらしい存在だったのではないだろうか。

よりヒトに近い存在感を持ち、ヒトとの円滑なコミュニケーションを目指すロボット開発において、見た目や動きといった物理的特徴をヒトに近づけることには、それなりの効果が期待できそうである。今後はロボットに対する事前知識がない乳児を対象に同様の実験を行い、ヒトに近い存在に対するより本能的な反応を検討していきたい。

謝辞

本研究は科研費（20220002）および科研費（18200018）の助成を受けたものである。

参考文献

[1] Perani, D., et al., (2001) "Different brain correlates for watching real and virtual hand actions", Vol.14, No.3, pp.749-58.

[2] Jarvelainen, J., et al., (2004) "Activation of the human primary motor cortex during observation of tool use", Vol.23, No.1, pp.187-92.

[3] Oberman, L., et al., (2007) "EEG evidence for mirror neuron activity during the observation of human and robot actions: Toward an analysis of the human qualities of interactive robots", Vol.70, No.13-15, pp.2194-2203.

[4] Gazzola, V., et al., (2007) "The anthropomorphic brain: The mirror neuron system responds to human and robotic actions", Vol.35, No.4, pp.1674-1684.

[5] Tai, Y. F., et al., (2004) "The Human Premotor Cortex Is 'Mirror' Only for Biological Actions", Vol.14, No.2, pp.117-120.

[6] Shimada, S., (2010) "Deactivation in the sensorimotor area during observation of a human agent performing robotic actions", Vol.72, No.3, pp.394-9.

[7] Pineda, J. A., (2005) "The functional significance of mu rhythms: translating "seeing" and "hearing" into "doing"", Vol.50, No.1, pp.57-68.

二重対格制約に関する心理言語学的考察 —事象関連電位を指標として—

Psycholinguistic Remarks on the Double-o Constraint in Japanese: An ERP Study

備瀬 優†，坂本 勉‡
Yu Bise, 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
bise1984@gmail.com

Abstract

Studies in theoretical syntax have revealed that there is a constraint in Japanese which prohibits the occurrence of more than one accusative case marker *o* in the same clause. This is known as the *Double-o Constraint*. We conducted an ERP experiment to examine its psychological reality. The results showed that a P600 component was elicited when the sentence processor encountered two successive *o*-marked NPs. Additionally, we report that the inversed P600 (Arao et al., 2007) was also observed, and argue that it reflects an instance of specific case-related processing.

Keywords — sentence processing, accusative case, Double-o Constraint, Event-related potentials (ERPs), P600, inversed P600

1. はじめに

言語は，人間に備わる認知機能の最も重要なものの一つである．ここでは，その運用における「言語理解」の側面に注目する．言語の理解は音の知覚から始まり，意味の抽出によって完了する．その間には，ひとつの命題を表現する単位としての「文」を処理するプロセス，すなわち文処理があると考えられている．文処理を行う脳内の基盤は文処理装置と呼ばれる[1].

文処理装置は，言語的な要素が入力されると即座にそれらを適切に組み合わせ，文を構築する．人間の言語理解がかなりの程度正確に，かつ高速に進められていることを考えれば，この装置は無秩序に処理を進めているのではなさそうである．おそらく，何らかの原則や，文法に関する知識を参照しながら処理を遂行しているのだと考えられる．

実際，これまでの文処理研究により，言語の違いを超えた普遍的な処理方略の存在が明らかになっている[2]．文処理過程に普遍的な側面があることは，言語が人間という種に備わる認知機能であることを思えば，ごく自然なことである．その一方で，日本語・英語といった各々の言語が，その言語に固有の制約や文法的な特徴を持っていることも揺るぎない事実である．とすれば，文処理装置はそのような言語個別的な情報も適宜参照しているものと推測される．

これまでの文処理研究では，処理の普遍的な側面に関心が集まることが多かった．そのため，個別言語的制約が文処理に対してどのような影響を及ぼしているのかということについては，十分に検討が進んでいない．しかしながら，文処理に対する理解をより正確なものにするためには，個別言語的な側面をも子細に検討し，知見を蓄積していく必要がある．

そこで本研究では，日本語の処理における個別言語的制約の影響を検討した．具体的には，「二重対格制約」(Double-o Constraint) [3] [4] [5] [6] を取り上げ，この制約が文処理を進めていく際の情報として利用されているのかどうか検討した．実験の結果，この制約に違反した文では P600 が惹起された．このことから，二重対格制約が心理的実在性を持っていること，ならびに統語的な性質を有していることを主張する．

2. 二重対格制約

日本語は，主格 (〜が)・与格 (〜に)・対格 (〜を) といった「格」を明示する言語である．このことから，日本語の文を対象とする理論言語学的研究においては，格の性質が多大な注目を集めてきた．これまでの格研

究の潮流の中で，日本語には「二重対格制約」が課せられているという提案がなされている．これは，対格「〜を」が同一節内に二つ以上現れることを禁止するという制約である．例として (1) と (2) を比較する．

(1) 自動詞文の使役文化
  a. 花子が歩いた．
  b. 太郎が花子に歩かせた．
  c. 太郎が花子を歩かせた．

(2) 他動詞文の使役文化
  a. 花子が本を読んだ．
  b. 太郎が花子に**本を**読ませた．
  c. *太郎が花子を**本を**読ませた．

(1) は，自動詞文である (1a)「花子が歩いた」を使役文化する例である．(1b,c) からわかるように，使役文では被使役者の「花子」が与格「花子に」にも対格「花子を」にもなり得る．これを踏まえて (2) を観察する．(2) は，他動詞文 (2a)「花子が本を読んだ」を使役文化する例である．この場合，(2b) が示すように，被使役者の「花子」は与格にはなれる．しかしながら，(2c) が示すように対格にはなれない．この事実は，二つの対格名詞句がひとつの節で共起することを妨げる制約を日本語が持っていることを示している．つまり，(2c) においては目的語「本を」が既に対格名詞句として生起しており，これに追加して「花子」が対格になることは許されない．これが，二重対格制約である．

3. 問題の所在

二重対格制約に関しては，Harada (1973) による定式化以来，多くの研究がなされてきた．しかしながら，それらはいずれも理論言語学的な記述に留まっており，リアルタイムな文の処理におけるこの制約の位置づけは，これまで全く検討されていない．そこで本研究では，事象関連電位 (Event-Related brain Potential: ERP) を用いて，二重対格制約に関する二つの心理言語学的な問題に取り組んだ．

第一の問題は，二重対格制約の心理的実在性の有無である．この制約は，対格の連続が特別な制約によって排除されると述べている．この制約が心理的に実在し，文処理においても参照される情報であるとする．その場合，対格名詞句が文処理装置に連続して入力されると，この制約に基づいた何らかの処理が行われるはずである．そして，その処理を反映した ERP 成分が観察されると予測される．さらに，そのような ERP 成分は他の格の連続 (たとえば，与格の連続) に対しては惹起されないと予測される．

第二の問題は，二重対格制約違反がどのような言語的性質を持つのか，ということである．ERP を用いたこれまでの言語研究により，統語的違反・意味的違反のそれぞれに対して，特定の ERP が惹起することが明らかにされている．すなわち，統語的違反に対しては P600 が，意味的違反に対しては N400 が，それぞれ惹起される．ERP のこの性質を利用することにより，二重対格制約の言語的性質に迫ることができる．

上に述べた二つの問題に取り組むため，本研究では実験者ペースの黙読実験を行い，文理解時の ERP を記録・分析した．

4. 実験

実験参加者　日本語を母語とする大学生・大学院生 21 名 (平均年齢 21.8 歳，標準偏差 1.3 歳，男性 6 名，女性 15 名) が実験に参加した．ただし，後に述べるように，5 名の参加者のデータは問題が含まれていたため，除外した．除外後の人数は 16 名 (平均年齢 21.7 歳，標準偏差 1.3 歳，男性 4 名，女性 11 名) であった．参加者は全員が正常な視力 (矯正視力を含む) を有し，右利きであった．

刺激　刺激文は，文タイプ (使役文か三項動詞文か) と文の正非 (正文か非文か) を要因とする 2×2 の構成で作成した．まず使役文条件として，(3) に例示される文のペアを 60 セット用意した[1]．

[1] 使役正文条件・使役非文条件に用いた動詞は，NTT コミュニケーション科学基礎研究所 (1999)『日本語語彙体系 CD-ROM 版』(岩波書店) に記載されている動詞のうち，格情報としてガ・ヲのみをとるものであった．刺激文では，動詞の語幹に「〜させた」を接続して使役動詞として使用した．

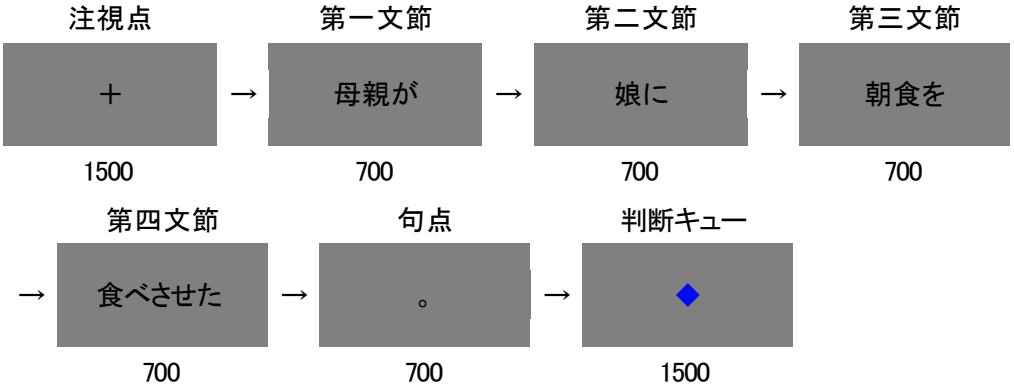


図 1 刺激の呈示状況
数値は呈示時間 (単位はミリ秒) を表す．各文節の間には 300 ミリ秒の空白が挿入された．

(3) a. 使役正文条件
母親が/娘に/朝食を/食べさせた/。
b. 使役非文条件 (対格の連続)
*母親が/娘を/朝食を/食べさせた/。

(3a) は使役文であり，4 つの文節と句点から成る．(3b) は (3a) とよく似ているが, 第二文節と第三文節がともに対格「〜を」となっているため，二重対格制約に違反して非文となっている．

(3a), (3b) の比較により，二重対格制約違反に対してどのような ERP が惹起されるか，検討できると考えられる．しかし，その ERP はどのような格の連続に対しても惹起される可能性がある．もし，他の格の連続に対しても同じ ERP が観察されるようであれば，対格に対する特別な制約を想定する必要はない，ということにもなりうる．この可能性を検討するために，(4) に例示する三項動詞文のペアを 60 セット用意した[2].

(4) a. 三項正文条件
係員が/来賓を/席に/案内した/。
b. 三項非文条件(与格の連続)
*係員が/来賓に/席に/案内した/。

(4a) は，文末が三項動詞の文であり，四つの文節と句点から成っている．(4b) は与格の連続を含む文となっており，文全体としては非文である．与格の連続に対する ERP を，対格の連続に対する ERP と比較し，両者が同じものかどうかを検討する．

ラテン方格法に基づいて，二つの刺激文リストを作成した．各リストには上記の四つの条件から各 30 文，計 120 文が記載された．さらに，上記の条件から被験者の注意をそらすため, 四文節から成るダミー文を 180 文，それぞれのリストに追加した．参加者には二つのリストのうち一つが割り当てられ，リストに記載されている文がランダムな順番で提示された．

手順 刺激文は，文節ごとに CRT 画面の中央に視覚呈示した (図 1)．実験参加者は，呈示される文を黙読するよう求められた．また，呈示直後にその文の適格性を判断し，判断に応じたボタンを押すよう教示した．

脳波の記録方法 国際 10-20 法に基づいて電極を配置した．Fpz を接地電極とし，両耳朶結合を基準電極として，頭皮上の 19 箇所の電極から脳波を記録した．ローカットフィルタは 0.03Hz，ハイカットフィルタは 60Hz，サンプリング周波数は 200Hz に設定した．

予測 (3), (4) ともに，第三文節を読んだ段階で，その文の適格性がほぼ判明する．もし，二重対格制約が心理的に実在しており，文処理に影響を及ぼす言語知識であるなら，次のことが予測される．まず，対格の連続である使役非文条件 (3b) の第三文節を呈示された際に，(3a)の第三文節呈示時と比較して，二重対格制約違反を反映した ERP 成分が観察される．次に，その

[2] ここでは，ガ・ヲ・ニの格配列をとりうる動詞を三項動詞と呼んでいる. 刺激文に用いた三項動詞は, NTT コミュニケーション科学基礎研究所 (1999)『日本語語彙体系 CD-ROM 版』 (岩波書店) に記載されている動詞のうち，格情報としてガ・ヲ・ニの三つが記載されているものである．

ような ERP 成分は，与格の連続である三項非文条件 (4b) の第三文節においては, (4a)の第三文節呈示時と比較して，観察されないはずである．

続く第四文節では，使役非文条件においても三項非文条件においても，動詞が入力され，文の適格性が確定すると考えられる．この文節では, 両条件において，非文の処理を反映する何らかの ERP 成分が観察されると予測される．

結果　結果の分析に入る前に，問題を含んでいると考えられるデータの排除を行った．まず，各条件の加算回数が 30 回中 23 回 (およそ 75%) を下回る条件を含んだ 1 名のデータを除外した．また，実験中に汗をかいたことによるアーチファクトの混入が多く認められた 1 名のデータを除外した．さらに，実験機器上の問題により正常に脳波を記録できなかった 3 名のデータを除外した．以下に示すのはデータ除外後の 16 名の結果である．

まず，使役条件の結果を概観する．図 2 に，使役正文条件・使役非文条件の第三文節・第四文節呈示時の ERP を示した．視察では，第三文節呈示後 500 ミリ秒付近から 1200 ミリ秒付近にかけて, 頭皮上の広い範囲で，使役正文条件と比べて使役非文条件が陽性に偏位している．また，第四文節呈示後 500 ミリ秒付近から 1000 ミリ秒付近にかけて (図では 1500～2000 ミリ秒にかけて), 頭皮上の広い範囲で，使役正文条件と比べて使役非文条件が陰性に偏位している．

次に，三項条件の結果を概観する．図 3 に，三項正文条件・三項非文条件の第三文節・第四文節呈示時の ERP を示した．視察では，第三文節呈示後 600 ミリ秒付近から 1200 ミリ秒付近にかけて, 頭皮上の広い範囲で，三項正文条件と比べて三項非文条件が陽性に偏位している．また，第四文節呈示後 400 ミリ秒付近から 1000 ミリ秒付近にかけて (図では 1400～2000 ミリ秒にかけて), 頭皮上の広い範囲で，三項正文条件に比べて三項非文条件が陰性に偏位している．

以上をまとめると，一見，使役条件と三項条件でよく似たパターンの ERP が惹起されたようである．すなわち, 第三文節呈示後に非文条件で陽性波が惹起され, 第四文節呈示後に非文条件で陰性波が惹起された，ということである．しかしながら，次のことに注意したい．それは，第三文節呈示時の陽性波は，使役非文条件におけるもののほうが，三項非文条件におけるものに比べ，明らかに振幅が大きいということである．

視察で判明した電位の差が統計的に有意なものかどうか確かめるため，文タイプ (使役動詞文か三項動詞文かの 2 水準)・文の正非 (正文か非文かの 2 水準)・電極位置 (正中線は 3 水準，傍矢状洞部は 10 水準，側頭部は 6 水準) を要因とする反復測定の分散分析を行った．その結果を次に示す．ただし，以下では論点を「文の正非」の要因に絞り，(5) の効果に限定して論述していく．

(5)　a.　文の正非の主効果が有意かどうか．
　　b.　文タイプと文の正非の交互作用が確認された場合，使役条件における文の正非の単純主効果が有意かどうか．また，三項条件における文の正非の単純主効果が有意かどうか．
　　c.　文タイプ・文の正非・電極位置の交互作用が確認された場合，使役条件の各電極において，文の正非の単純・単純主効果が有意かどうか．また，三項条件の各電極において，文の正非の単純・単純主効果が有意かどうか．

まず第三文節呈示後 500～1200 ミリ秒の潜時帯についての結果である．正中線では，文の正非の主効果が有意であった ($F(1,15) = 13.65, p < .005$)．また，文タイプと文の正非の交互作用が確認された．下位検定を行ったところ，使役条件における文の正非の単純主効果が有意であった ($F(1,30) = 24.56, p < .001$). これに対し，三項条件における文の正非の単純主効果は有意ではなかった．傍矢状洞部では，文の正非の主効果が有意であった ($F(1,15) = 14.73, p < .005$)．また，文タイプと文の正非の交互作用が確認された．下位検定を行ったところ，使役条件における文の正非の単純主効果が有意であった ($F(1,30) = 20.65, p < .001$)．これに対し，三項条件における文の正非の単純主効果は有意ではなかった．側頭部では，文の正非の主効果が有意であった ($F(1,15) = 20.66, p < .001$). 文の正非とそれ以外の要因と

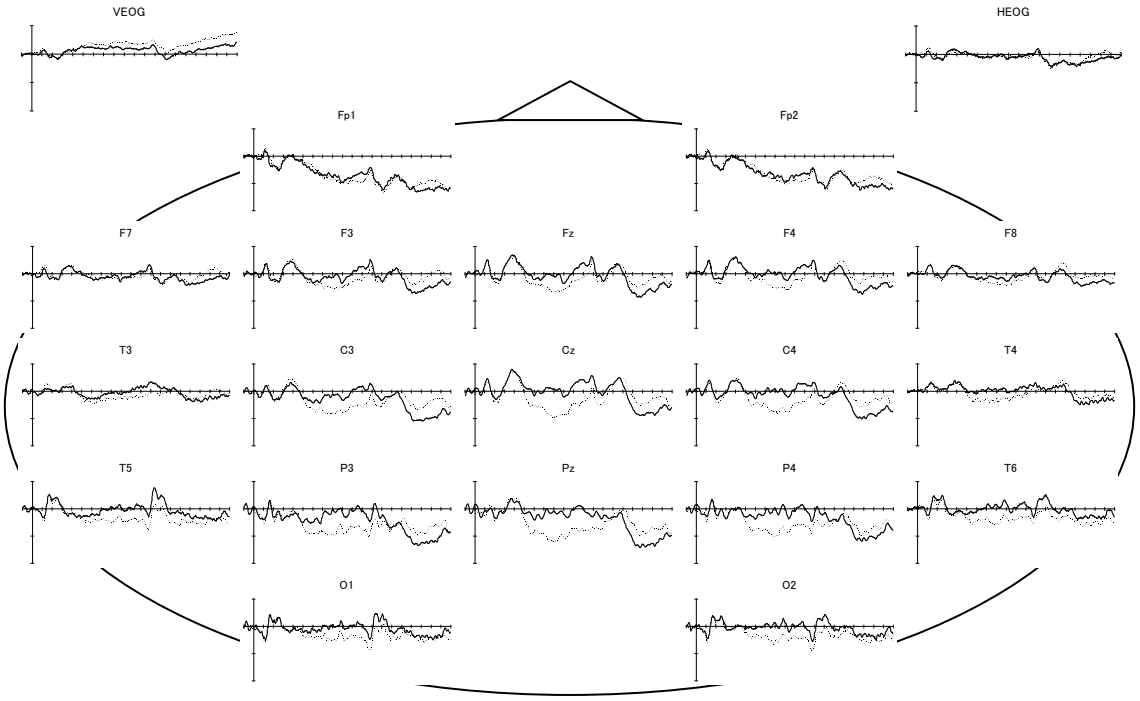


図 2 使役文の第三文節・第四文節呈示時の ERP 波形
縦軸が電位量 (1 目盛り 5μv, 陰性が上) を，横軸が時間 (1 目盛り 100 ミリ秒) を表す．第三文節呈示の瞬間を 0 ミリ秒とし，-100 ミリ秒～2000 ミリ秒の区間を描画した．第四文節の呈示開始の瞬間は 1000 ミリ秒時点である．実線が正文理解時の，破線が非文理解時の波形である．

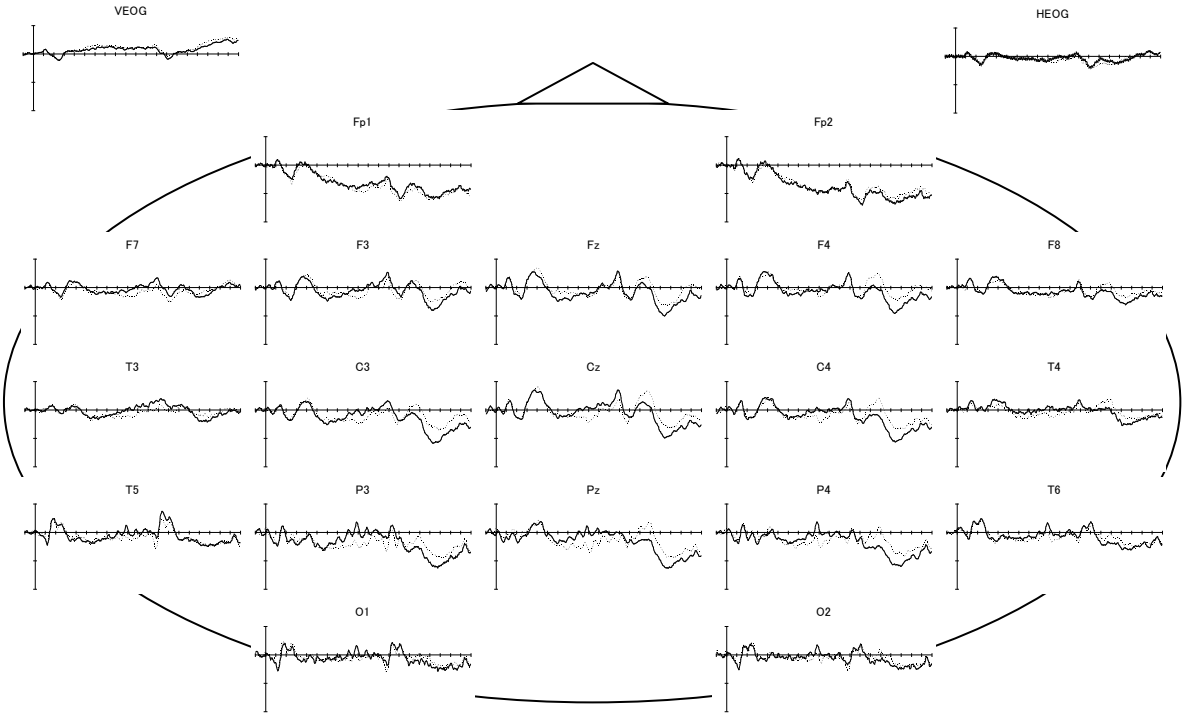


図 3 三項動詞文の第三文節・第四文節呈示時の ERP 波形
縦軸が電位量 (1 目盛り 5μv, 陰性が上) を，横軸が時間 (1 目盛り 100 ミリ秒) を表す．第三文節呈示の瞬間を 0 ミリ秒とし，-100 ミリ秒～2000 ミリ秒の区間を描画した．第四文節の呈示開始の瞬間は 1000ms 時点である．実線が正文理解時の，破線が非文理解時の波形である．

の交互作用は有意ではなかった．以上を次のようにまとめておく．第三文節呈示後 500〜1200 ミリ秒の潜時帯では，正中線・傍矢状洞部において，文の正非と文タイプの交互作用が確認された．下位検定の結果は，使役条件における文の正非の単純主効果が有意である一方，三項条件における文の正非の単純主効果は有意ではなかった．このことから，正中線・傍矢状洞部における陽性方向の偏移は，使役非文条件におけるものは統計的に確認できるが，三項非文条件におけるものはそうではないということがわかった．他方，側頭部では文の正非の主効果が有意であり，文の正非とその他の要因の交互作用は確認されなかった．このことから，側頭部における陽性方向の偏移は，使役非文条件・三項非文条件でともに有意なものであることがわかった．

第四文節呈示後 500〜1000 ミリ秒の潜時帯についての結果は次のようであった．まず正中線では，文の正非の主効果が有意であった ($F(1,15) = 19.76$, $p < .001$). 文の正非とそれ以外の要因との交互作用は確認されなかった．傍矢状洞部では，文の正非の主効果が有意であった ($F(1,15) = 20.34$, $p < .001$). 文の正非とそれ以外の要因との交互作用は確認されなかった．側頭部では，文の正非の主効果は有意でなかったが，文タイプ・文の正非・電極位置の交互作用が確認された．下位検定を行ったところ，使役条件の F8，T5，T6 においては，文の正非の単純主効果が有意であった．三項条件の各電極においては，文の正非の単純主効果は有意ではなかった．以上を次のようにまとめておく．第四文節呈示後 500〜1000 ミリ秒の潜時帯では，正中線・傍矢状洞部において，文の正非の主効果が有意であり，文の正非とその他の要因の交互作用は確認されなかった．このことから，第四文節呈示後の陰性方向の偏移は，正中線と傍矢状洞部においては，使役文か三項動詞文かを問わず有意なものであることが判明した．また，傍矢状洞部においては，使役条件の三つの電極において非文が陰性であった．このことから，第四文節呈示後の陰性偏移は，使役条件では三項条件よりも広い範囲で認められるということがわかった．

5. 考察

まず，第三文節における ERP の考察を行う．第三文節の波形に対する視察では，使役非文条件，三項非文条件でともに陽性波が認められた．しかしながら，この陽性波が統計的に確認されたのは，正中線と傍矢状洞部については，使役非文条件においてのみであった．三項非文条件において惹起されない ERP が使役非文条件において惹起されたことは，与格の連続に対してはなされない処理が，対格の連続に対してはなされたということを示している．本研究では，この処理をもたらした要因が二重対格制約であると推測する．具体的には，次のような処理がなされたものと考える．使役非文条件では，二つ目の対格が入力された時点で，文処理装置は二重対格制約を参照し，この文を不適格な文として処理した．これに対して，三項非文条件では，二つ目の与格が入力された時点で，このような処理は行わなかった．以上のことから，二重対格制約の心理的実在性が，本研究により初めて確認されたと言える．

では二重対格制約はどのような言語的性質を持っているのだろうか．対格の連続によって惹起された成分は，極性が陽性であること，頭皮上の広い範囲で観察されていること，潜時帯が 500-1200 ミリ秒であることから，P600 であることが示唆される．P600 は従来，統語的な逸脱を反映する成分であると考えられている．これに基づくと，二重対格制約違反は統語的な性質を持った違反であるということが推測される．

ところで，この P600 は文処理における二重対格制約の参照を反映しているのではなく，文処理装置が節境界を設定したことを反映している，という議論が可能かもしれない．日本語の文処理においては，一つの動詞で受けることのできない格の組み合わせが入力された際には，文処理装置はその文が複文であると判断し，節境界を新たに設定することが知られている[7]．今回の実験では，使役非文条件で入力される格は「ガ・ヲ・ヲ」であった．日本語には，このような格の組み合わせを同一節内で受けることのできる動詞は存在しない．ゆえに，使役非文条件の二番目の対格が入力された時点で，文処理装置が節境界を設定し，これが対格連続時の陽性波として観察された，という可能性がある．

しかしながら，節境界の設定に基づくこの議論は，

三項条件のERPにおいて有意な陽性波が惹起されていないことを説明することができない．本実験の三項非文条件では，「ガ・ニ・ニ」という格の組み合わせが入力された．日本語には，この格の組み合わせを同一節内で受けることのできる動詞は存在しない．従って，三項非文条件の第三文節入力時においても，節境界の設定がなされていいように思える．しかしながら，三項非文条件においては，使役非文条件で観察されたような大きな陽性成分は観察されなかった．ゆえに，使役非文条件で観察された P600 が節境界の設定によってもたらされたという議論は，強い説得力を持っているとはいえない[3]．

次に，第四文節のERPに関する考察に移る．第四文節呈示時には，使役条件の非文，三項条件の非文でともに陰性波が確認された．この陰性波は，従来，言語的違反に関して知られてきたERPのどれとも異なる成分であるように思われる．まず，言語に関するERPの中で，非文法的な文に対して頭皮上の広い範囲で惹起される陰性成分として，N400が知られている．しかしながら，今回，第四文節で観察された成分は，従来のN400に比べ頂点潜時が遅く，潜時帯も長いようである．このことから，N400であるとは考えにくい．また，刺激呈示後 500 ミリ秒以降の潜時帯で観察される言語関連の成分としては，先にも触れたP600がある．しかしながら，P600は非文に対して陽性に偏位する成分である．これに対して，本研究で観察された成分は，非文に対して陰性に偏位しており，P600とは極性が逆である．

ここで，本研究のこの成分とよく似た成分を報告した研究として，Arao, Swazono, Sakamoto & Nakada (2007) に目を向けてみたい [8]．Arao et al. (2007) は，次のような文を黙読する際のERPを分析した．

(6)　ヲ格動詞文 (正文・非文)

a.　俊子が/和夫を/訪問した。

b.　*俊子が/和夫に/訪問した。

(7)　ニ格動詞文 (正文・非文)

a.　俊子が/和夫に/即答した。

b.　*俊子が/和夫を/即答した。

いずれも，第三文節で文の適格性が判明する．彼らによると，第三文節呈示時のERPを分析した結果，ヲ格動詞文・ニ格動詞文のいずれにおいても，正文条件が非文条件に比べて，P600潜時帯で陽性であったという．P600 は通常，非文に対して惹起される成分であるが，彼らの実験では正文で惹起されたということである．Arao et al. (2007) は，この「正文で惹起されたP600」を inversed P600 と呼んでいる．

この inversed P600 と，本研究の第四文節の陰性成分が似ているとは，どのような意味においてであろうか．ここで留意したいのは，Arao et al. (2007) で報告されている成分は，P600潜時帯における陰性成分であるとみなすことも可能だということである．つまり，Arao et al. (2007) のように比較の基準を非文にするのではなく，比較の基準を正文とするなら，非文において陰性成分が惹起されたと言うことができる．そうだとすれば，彼らの観察したERP成分は，潜時帯がP600に似ているが，正文と比べて非文が陰性になっているという点で，本研究の第四文節で観察された陰性成分とよく類似している．

では，これらの二つの成分は，同じ認知処理を反映した成分なのだろうか．もし，Arao et al. (2007) の刺激文と本研究の刺激文に対して，同様の処理が行われたと考える根拠があれば，両者で観察された陰性成分は，同一のものであると考えることができそうである．以下では，この点について議論する[4]．

[3] ただし，側頭部においては，節境界の設定を反映する成分が惹起されている可能性がある．というのも，前節で述べたとおり，第三文節呈示時の側頭部においては，使役文か三項動詞文かを問わず，非文条件が陽性であるという結果になっているからである．

[4] Arao et al. (2007) において inversed P600 がどのような認知処理を反映した成分であると議論されていたか，ということについても本来触れるべきである．しかし，そうすることはここでの考察を複雑で分かりづらいものにすると判断し，割愛した．詳細な議論は，別稿に譲る．

Arao et al. (2007) の非文条件においては，名詞に付随して入力される格の配列が，最後に入力される動詞の持つ「語彙情報としての格の配列」と一致しない．たとえば (6b)「*俊子が/和夫に/訪問した。」では，まず「～ガ～ニ」という格が入力される．その直後，格に関する語彙情報として「ガ・ヲ」を持っているヲ格動詞「訪問した」が入力される．動詞が入力された瞬間には，名詞とともに入力された格配列と，この動詞固有の格配列とがいわば「照合」され，一致したものかどうかを確認する処理が行われると考えられる．ところが，二つの格配列は一致しない．このために，文処理装置は格照合における不一致を検出すると思われる．

このことを踏まえて，本研究で用いられた非文の性質を検討する．例えば (4b)「係員が/来賓に/席に/案内した/。」では，まず「～ガ～ニ～ニ」という格が名詞に付随して入力される．その直後に，格に関する語彙情報として「ガ・ヲ・ニ」を持っている三項動詞「案内した」が入力される．ここでも，先行して入力された格配列と，動詞の持っている格配列の照合が起こる．ところが二つの格配列は一致していないため，格照合に関わる不一致が検出される．

以上述べたように，Arao et al. (2007) 及び本研究の非文条件は，動詞入力時に格の照合がうまくいかないという点で共通している．このことから，両実験で観察された陰性成分は，「格照合における不一致」を反映した成分であると推測できる．本稿ではこの成分を**格照合上の不一致を反映した N600 成分**と名づけておく[5]．

もちろん，ここで議論した N600 の惹起メカニズムの妥当性については，さらなる検証と考察が必要である．しかしながら，それは本研究の範囲を超えるものであるので，今後の研究の進展を待つことにしたい．

[5] 前節で述べたとおり，第四文節呈示時の陰性波は，使役非文条件と三項非文条件の間で若干の頭皮上分布の差がある．すなわち，使役非文条件では，側頭部における三つの電極でもこの成分が観察されたが，三項非文条件ではそうではなかった．ここでは，この頭皮上分布の相違は，認知処理の本質的な違いを反映しているのではないと考えておく．ひとつの可能性としては，使役非文条件呈示時の格照合と，三項非文条件呈示時の格照合の，格の違いに伴う処理上の微妙な差異を反映していることが考えられる．

6. まとめ

本研究では，日本語研究で提案されている二重対格制約に注目し，その心理的実在性の有無を，ERP を用いて検討した．実験の結果，二重対格制約違反は，P600 成分として観察された．このことから，二重対格制約は文処理において参照される個別言語的情報として，心理的に実在していることが判明した．

本研究のもうひとつの発見は，非文条件の動詞入力時における陰性成分 (N600) であった．類似の成分は Arao et al. (2007) でも報告されている．本稿では，これらの成分が「格照合上の不一致」を反映した未知の成分である可能性を指摘した．

謝辞

本研究は，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) の助成を受けて進められた．本研究のデータ収集に際しては，下山恵莉氏 (実験実施時，九州大学文学部人文学科) の協力を得た．本稿の執筆にあたっては，矢野雅貴氏 (九州大学人文科学府) から貴重なコメントをいただいた．記して謝意を表する．

参考文献

[1] 坂本勉 (1998). 人間の言語情報処理．大津由紀雄ほか (編)『言語科学と関連領域』，岩波講座言語の科学 11, 1-55.

[2] Miyamoto, E. T. (2008). Processing sentences in Japanese. In S. Miyagawa and M. Saito (Eds.). *The Oxford Handbook of Japanese Linguistics*, 217-249. New York: Oxford University Press.

[3] Harada, S. (1973). Counter Equi NP deletion. In *Annual Bulletin*, **7**, 113-147. Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, Tokyo: University of Tokyo.

[4] Harada, S. (1975). The functional uniqueness principle. In *Attempts in Linguistics and Literature*, **2**, 17-24. Tokyo: ICU.

[5] Hiraiwa, K. (2002). Facets of Case: On the nature of

the Double-o Constraint. In Y. Otsu (Ed.), *The Proceedings of the 3rd Tokyo Psycholinguistics Conference*, 139-163. Tokyo: Hituzi Shobo.

[6] 柴谷 方良 (1978). 『日本語の分析』. 東京：大修館書店.

[7] Miyamoto, E. T. (2002). Case markers as clause boundary inducers in Japanese. *Journal of psycholinguistic research*, **31**, 307-347.

[8] Arao, H., Suwazono, S., Sakamoto, T., & Nakada, T. (2007). ERP correlates of the processing of object-verb integration in Japanese. In T. Sakamoto (Ed.), *Communicating Skills of Intention*, 319-336. Tokyo: Hituzi Syobo.

幼児におけるオノマトペと動作イメージの結びつきの発達
Children develop association between mimetics and iconic gestures.

大竹裕香†
Yuka Ohtake

† 東京大学大学院教育学研究科
Graduate school of education,Tokyo Univ.
mikakimori1129@yahoo.co.jp

Abstract

When Japanese adults produce mimetics for expressing action or motion, they usually produce it with spontaneous iconic gestures. This study examined whether young children also do so, or gradually get to do so. Like adults, most of 6-year-old children produced mimetics with spontaneous iconic gestures, but only half of 5-year-old children did so. The results suggest that children develop the high association between mimetics and iconic gestures during this period.

Keywords — mimetics, iconic gestures

1. 問題と目的

日本人成人にとって，ブランコを揺らす様子は「ぶらぶら」,すべりだいをすべる様子は「しゅー」であり，これらのニュアンスは「前後にゆらす」「勢いよくすべる」などのことばには代えられない。喜多(2002)[1]においては，1分間のアニメーションを，それを見ていない他者に説明する際，成人参加者が産出したオノマトペの94%に映像的身振り(表現対象の形態や動作を視覚的に表す身振り)が共起した一方,一般動詞には40%しか共起しなかったことを報告している。では，子どもも初めから，このようにオノマトペに映像的身振りを共起させるのだろうか。それとも，だんだん伴わせるようになるのなのだろうか。

オノマトペは，普遍的な音象徴を基盤としてもつため，子どもにとってもわかりやすく，一般動詞に比べて動作と結びつきやすいことばであることが示されている[2]。一方，オノマトペを対応する意味と正確に結びつけるには言語経験が必要であることや，子どものオノマトペ理解が幼児期を通して発達し続けるものであることが，これまで指摘されている[3] [4]。このことに鑑みると，幼児期を通して，動作を表すオノマトペと対応する動作イメージの結びつきが強まっていき，オノマトペと映像的身振りがだんだん共起するようになっていくと考えられる。

以上より本研究では，幼児におけるオノマトペと映像的身振りの共起について，年中児と年長児を比較した。その際，同じく動作を表すことばである一般動詞と比較し，映像的身振りの共起の発達が，動作を表すことば一般ではなく，オノマトペに特有なものかどうかについて検討した。

2. 方法

対象データ：片山・針生(2007)[5]におけるぶらんこ・すべりだい説明課題の映像データ。

対象：年中児15名（男7・女8, 平均5歳1カ月，レンジ4;7 - 5;6），年長児22名（男12・女10, 平均6歳0カ月，レンジ5;7 - 6;6）。

手続き：対象児一人ずつに対し，面接が行われた。対象児に対して，一体の人形に対し，「ぶらんこ」がどのようなものかわかりやすく説明するよう，教示した。幼児がぶらんこの説明を終えたあと，すべりだいについても同様に教示された。幼児の発話の様子は，デジタルビデオカメラで記録された。

データの分析：ターゲットとなる動作は，ブランコ課題では「ブランコを揺らす動作」，すべりだい課題では「すべりだいをすべる動作」とした。幼児の発話における，ターゲット動作を表すオノマトペ，一般動詞，映像的身振りを特定し，それらの共起について検討した。

3. 結果

説明の際にオノマトペを産出した子どもの数(年中児 12 名，年長児 16 名)，ターゲット動作を表す映像的身振りを産出した子どもの数(年中児 10 名，年長児 14 名)には，年齢差はなかった。

オノマトペ産出が見られた子どもを対象に，産出されたオノマトペに，身振りが共起したどうかについて，年齢ごとに子どもを 2 群に分け（オノマトペに身振りの共起あり/共起なし)，それぞれの群の人数を比較したところ，有意な差が見られた（Table1，Fisher の直接確率法，p=.029)。ここから，年中児より年長児の方が，オノマトペに映像的身振りを共起させており，成人と同じように，オノマトペを発話する際はほとんど映像的身振りを共起させていることが示唆される。

また，ターゲット動作への言及の際に用いられた一般動詞について，身振りの共起が見られるかどうか分析を行った(年中児 14 名, 年長児 20 名)。その結果，映像的身振りの共起はほとんど見られず，また年齢間で差は見られなかった(年中児:共起ありは 3 名，年長児:共起ありは 2 名)。

Table1. オノマトペに身振りが共起した人数

	共起あり	共起なし	計
年中児	6 [*50%*]	6 [*50%*]	12
年長児	14 [*87.5%*]	2 [*12.5%*]	16
計	20	8	28

4. 考察

上記の結果からは, 年中児から年長児にかけて，オノマトペには徐々に映像的身振りが共起するようになっていくということが示された。また，一般動詞については，同様の増加はみられなかったため，このことはオノマトペ特有の現象であるということが示唆される。

子どもにとって，ある動作をそれに合致するオノマトペと対応づける感覚は，3 歳ごろすでに持っているものである [2]。そのような感覚を基盤としながらも，保育者がオノマトペを動作とともに使用するのを観察し，また自分でオノマトペを身振りとともに使用するといった経験の中で，特定の動作に特定のオノマトペを結びつけることを繰り返すことを通して，その結びつきを強めていくと考えられる。

発話にともなう身振りは，幼児期から，児童期にかけて一度減少し，大学生ではふたたび増加することが報告されている。このことは，発話に伴う身振りが，幼児期からおとなにかけて，発話の補完的役割を担うものから，発話と呼応する冗長な表現手段として自立していく，発達的変化を示すものであるという[6]。この中で，本研究で見られた，オノマトペに共起する同じ動作を表す映像的身振りが，幼児期において大人と同じように共起するようになっていくことは，その発達的変化の先駆けであると言える。オノマトペと動作イメージの結びつきの発達は，発話に伴う身振りが構造化されていくことを足場がけする機能も有しているのかもしれない。

5. 引用文献

[1]喜多壮太郎(2002)　ジェスチャー　考えるからだ　金子書房

[2] Imai, M., Kita, S., Nagumo, M., & Okada, H. (2008). Sound symbolism facilitates early verb learning. *Cognition, 109*(1), 54-65.

[3]針生悦子・趙麗華(2007)　有声音と無声音を大小に対応づける感覚の起源：擬音語理解の日中比較．　*心理学研究*, 78, 424-432.

[4]針生悦子(2010)　幼児における擬音語の理解―濁音文字知識の影響に注目して―　*教育心理学研究*,　58,275-284

[5]片山顕裕・針生悦子(2007)　幼児におけるジェスチャーの視点―認知的役割取得との関連―　*教育心理学研究*,　55, 266-275

[6]藤井美保子(1999)　コミュニケーションにおける身振りの役割―発話と身振りの発達的検討―　教育心理学研究, 47, 87-96.

カーソルは心の窓になるか？
Is a Cursor the window of the mind ?

椎名 乾平 (Kenpei Shiina)
早稲田大学 Waseda University (shiina at waseda.jp)

Abstract

Although rating scales are still a mainstay of data acquisition in psychology and cognitive science, we do not have ample knowledge about how rating decisions unfold over time. In this study PC cursor trajectories were recorded and analyzed to probe internal states in rating decisions. Major findings are: 1) the variability of cursor trajectories and response RT are highly correlated suggesting that the trajectory variability is the cause of Inverted-U RT effect. 2) The trajectories consist of quick saccadic-like components that are called “strokes” in this paper. The distribution of strokes differed across tasks as a function of cognitive loads. 3) The shape and speed of tangential velocity of trajectories may reflect participant’s internal states, especially when cognitive loads are high. Finally, 4) we can infer the decisional vacillation and hesitation using the trajectories. In particular, rating decisions for middle categories are more susceptible to decisional fluctuation.

Keywords — rating decision, cursor movement, dynamic process

1. はじめに

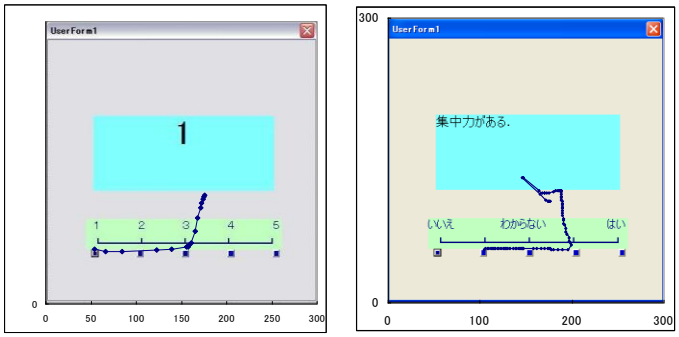
身体運動と心的活動が無関係であるはずがない．従って, PC 上のカーソルの動作も何らかの心的活動を反映するはずだが，何がどう反映するかを調べるのは容易ではない．ところで，最近マウスの運動や手の単純な動作から心的状態を推定しようという試みがなされている(総説としては, [3] [11]を参照されたい)． 本論文で扱うのは，心理学や認知科学で多用される「評定尺度判断」におけるカーソルの運動であり，その目的は，評定尺度でのカーソルの動作特性からどのような内的状態が推測できるのかについて，著者が行ってきた研究([7] [8] [9])を紹介することである．

評定尺度 評定尺度は心理学や認知科学におけるデータ獲得手段として依然健在である．しかしながら，評価尺度法とそこから得られる評価値の性質についてはわからない事が多い．例えば，我々は評定判断がどのように物理的に実行されるかをよく知らない．ましてや，心的過程が最終選択や反応時間にどのように影響を及ぼすのかについてはほとんど無知である．評定尺度は「ブラックボックス」であり，「パンドラの箱」であるようにも思われる．そこで，行動的意思決定研究でしばしば用いられるプロセス追跡パラダイムの枠組み内で，コンピュータベースの決定インタフェース(図 1)を使用してカーソルの軌跡を分析する．

2. 実験概要と分析の着目点

図 1 は, 軌跡を記録するために実験で使用されたフォームの例であり，順序カテゴリーとカーソル軌跡の例が示されている．カテゴリーラベルは 1 から 5 までの数字か，「いいえ」「わからない」「はい」が，刺激材料によって使い分けられた．

手続き 被験者がフォーム中央のスタートボタン(このボタンはクリックと同時に消えるので図 1 には表示されていない)をクリックすると試行が始まる．スタートボタンのクリックと同時に，刺激（問題）が中央の刺激提示ボックスの中に現れる．被験者の課題は，できるだけ早く「正しい」



a) b)

図 1 実験で用いられたフォームの例．左は Benchmark 課題，右は Big5 性格評定課題．図上の曲線は軌跡の例であり，中央部分のスタートボタン（非表示）の位置から下部の評定ボタンまで続いている． 図４も参照されたい．

あるいは「最も適切な」カテゴリーボタンをクリックすることであった．最初と最後のクリック間の時間とカーソル軌跡が記録された．以上のような手続きで，被験者は数十の問題に反応した．軌跡と RT が，実験刺激の変化に従ってどのように変化するのかが問題となる．実験用プログラムは VBA for Microsoft Excel で書かれ，実験は Excel の上で行われた．

軌跡の基準化と平均軌跡　図 1 に例示されているような軌跡を原軌跡(raw trajectory)と呼ぶ．軌跡は時間変数付きの 2 次元ベクトル

$(x(t), y(t)), 0 < t < RT$ として表現できる．RT は最初のクリックと最後のクリックまでの時間と定義されているので，この値は当然原軌跡によって異なり，原軌跡の形状を直接比較するのは難しい．そこで原軌跡を比較可能にするために「基準化」する．まず RT を 256 で割り，各軌跡ごとに時間刻み幅を定義し，次に線形補間により各時点 i (i=1,256)における軌跡の位置 (x_i, y_i), $i = 0, 255$ を推定した．この手続きは，軌跡の長さや形状を変えずに，時間ステップ数を 256 に揃える．この基準化刺激を用いて平均軌跡を描いてみると例えば図 2 のようになる．

軌跡の Tangential 速度　2 次元軌跡を直接分析するための標準的方法は存在しないので，本研究では軌跡の Tangential 速度に注目する. 時間 i における軌跡の Tangential 速度とは

$$TV_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}}{RT / 256} = \frac{Traveled\ Distance}{time\ step}$$

と定義される．図 3 に平均 Tangential 速度の例を示し, 図 4 に原軌跡の Tangential 速度の例を示す.

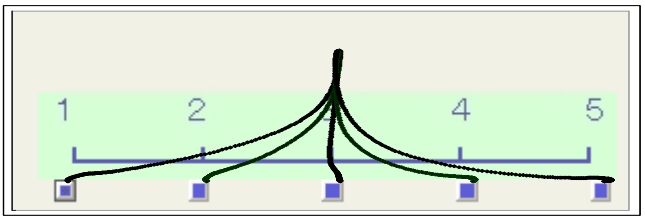


図 2　平均軌跡　Benchmark 課題（後述）で得られた平均軌跡. 各曲線はおよそ 2400 の原軌跡を平均したものである.

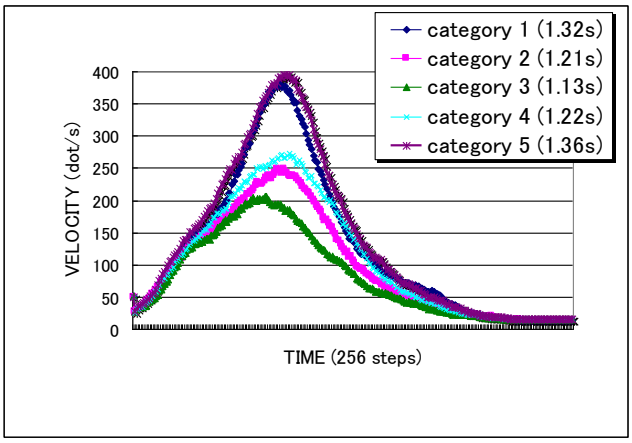


図 3 Benchmark 課題（後述）での平均 Tangential 速度(Shiina, 2011b, Fig.3a). 各曲線はおよそ 2400 の Tangential 速度を平均したものである. 各曲線は図 2 の平均軌跡に対応している.

ストローク　図 2 の平均軌跡曲線や図 3 の平均 Tangential 速度を見ると, 個別の原軌跡も単純到達運動(例えば[4]) のような滑らかな単一運動であろうと考えてしまう．ところが, Shiina(2011a)は, 評定課題でのカーソル軌跡が先行研究でみられたように滑らかな連続曲線ではなく，眼球運動における saccade のような，短い急速な運動の連続である場合が多いと指摘した．この運動を本論文では**ストローク(Stroke)**と呼ぶ．図 4 は，原軌跡の Tangential 速度曲線の例を示しているのだが, 急速なカーソル運動（**ストローク**）に起因する複数のピークが存在し，単峰性(パネル a)のみならず，二峰性，三峰性，さらにより多くの峰を持つ曲線が多数観測される．または e)のような，ドリフトパターンもあった．さらに，ストロークは同質ではなく様々な種類があると思われる．すなわち，明確な定義は難しいが，パルス，ピーク，山のようなものが観察できる．いずれにせよ，もしマウスインターフェースに特有のアーティファクトでないなら，意思決定におけるストロークの出現は，その時間発展の新しい側面を示す注目すべき発見と言えるだろう．このストロークをどう扱うかがデータ解析上の課題となる.

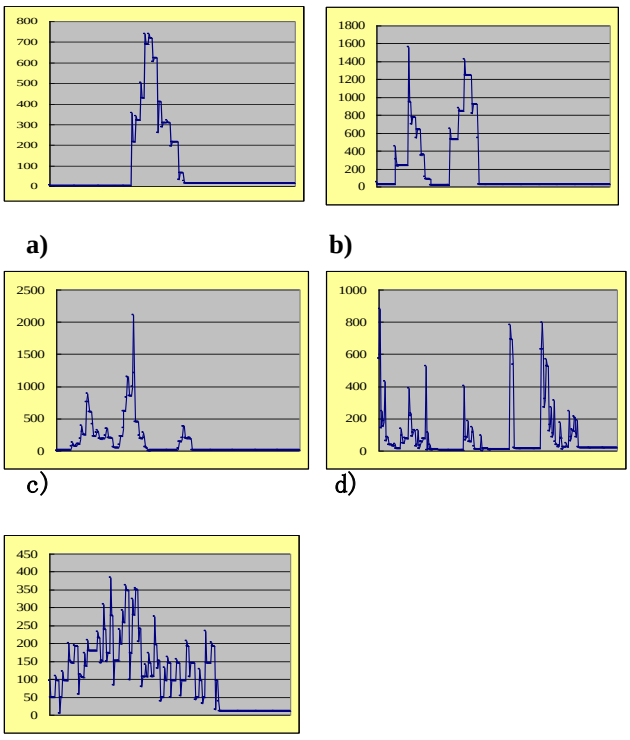


図 4　Benchmark 課題（後述）における Tangential 速度の例．パルスやピーク（ストロークと呼ばれる），およびドリフト(e)が見られる．パネル(b)は図 1a で例示されている軌跡に対応している．横軸は基準化された時間(256 時間ステップ)，縦軸は Tangential 速度(ドット/s)．

3．関連する重要な現象と理論

逆 U 字型効果　リッカート尺度のような多段階順序付カテゴリーを用いた反応スケールでは，反応スケールの中央部分に対する反応が両極部分に対する反応より，不安定で，長い時間を要するのが知られている[5]．この反応パターンは，反応時間，誤り，および反応変動性の形で観察されており，Mignault, Marley, & Chaudhuri (2008)は，それぞれを，逆 U 字型反応時間，逆 U 字型エラー効果，逆 U 字型不確実性効果と名付けた．この効果は様々な研究で確認されており，またいくつかのモデルが提案されている．この効果に対する概説とモデルについては，[1] [12]を参照されたい（ただし，これらのモデルは，一般の評定判断のモデルというより，評定判断の下位カテゴリーと考えられる絶対同定判断のモデルである）．逆 U 字型効果は，人々が評定判断で何を実際に行っているかについて様々な情報・示唆を与えてくれるものと思われる．

単純到達運動　運動制御研究では，単純到達運動が初期の弾道フェーズと 2 番目の修正制御フェーズで構成されるのが知られている[2]．神経伝達速度の制限のため，弾道運動は feed-forward コントロールにしたがう．すなわち，弾道運動では，初速と方向が運動の開始前に決定しており，その結果，運動の間には認知過程の影響を受けないことになる．言い換えれば，弾道運動での軌跡は弾丸のように「ただ飛んでいく」のであり，被験者が「ためらい」や「動揺」の状態ではないことを示す指標として機能する．弾道運動の典型的特徴は Tangential 速度が比較的高く，ベル形(Gaussian shape)をしていることである．したがって，Tangential 速度曲線の速度レベルとベル形状の確認は，軌跡が弾道であるか非弾道であるかを決定する基準として使用できる．

4．研究 1 Decide-then-move 仮説と Concurrency 仮説

Shiina(2008)は軌跡観測パラダイムを用いて意思決定者の内部状態を推測する実験を行い，Decide-then-move 仮説と Concurrency 仮説を対比した．Decide-then-move 仮説は，被験者は心内でカテゴリー選択を済ませてから，カーソルを動かして外部反応を生成するものと仮定する．この場合，カーソル運動は，初期の弾道フェーズとそれに続く修正制御フェーズからなる単純到達運動とならなければならない．一方，Concurrency 仮説は，カーソルの運動は，運動成分と認知的成分によってインタラクティブに，相乗効果的に制御されるとする．さまざまな刺激（数学，地理，人生観，一般的意見，性格評定などの課題）を与えて評定実験を行った結果，評定カテゴリーの両極を終点とする軌跡は単純到達運動を示し Decide-then-move 仮説を支持したが，中ほどのカテゴリーを終点とする軌跡は単純到達運動から逸脱しており，Concurrency 仮説があてはまるものと

された．また，単純到達運動からの逸脱は被験者の心的葛藤と動揺を反映するものと示唆された．ただし，この研究は平均曲線のみを取り上げて，やや早急な結論を出しているように思える．

５．研究２　課題特性と逆 U 字型 RT 効果

Shiina(2011a)では，認知的負荷の異なる 4 つの課題が対比された．課題 A は Benchmark 課題であり 1 から 5 までの数字が提示ボックスの中にランダムに提示され，被験者はできるだけ早く対応する反応ボタンをクリックするよう指示された．先行研究[7]において，この課題での軌跡は典型的な単純到達運動となるのが示されているので，この課題は最小の認知的負荷しか要求しないベースライン軌跡を測定することになる．課題 B1 での刺激は，3 つの数字の足し算と引き算からなる簡単な数式であった(例えば，3-2+1，1+3-2，)．答は 1 から 5 までの整数となり，被験者の課題は，できるだけ早く適切な数をクリックすることであった．課題 B2 は割り算課題であり，被験者にはある素数を 1 つの整数で割り（例えば 17/13)四捨五入して最も近い整数のボタンをクリックすることが求められた. 小数での解答は 0.7647 と 5.2222 の間の循環小数になるが，四捨五入した後は 1 から 5 までの整数となる．課題 C は Big5 課題であり，被験者には Big5 理論に基づいた形容詞か文が与えられ，自己の性格を 5 個のボタンのうち 1 つをクリックして評定した．この課題では「いいえ」「わからない」「はい」のラベルが，「1」，「3」，および「5」の位置に置かれ，「2」と「4」の位置にはラベルは無かった(図 1 b)．課題 A，B1，および C の被験者は早稲田大学学生 70 人であった．課題 B2 は異なる 173 人の早稲田大学学生に対して行われた．

逆 U 字型 RT 効果　図 5 に最終的にクリックされたカテゴリーの関数としての平均反応時間を示す．4 つの課題, すなわち, Benchmark, 足し算引き算, 割り算，および Big5 課題の結果が示されている．Benchmark 課題，足し算引き算課題では逆 U 字型 RT 効果は存在しないが，割り算課題と Big5 課題

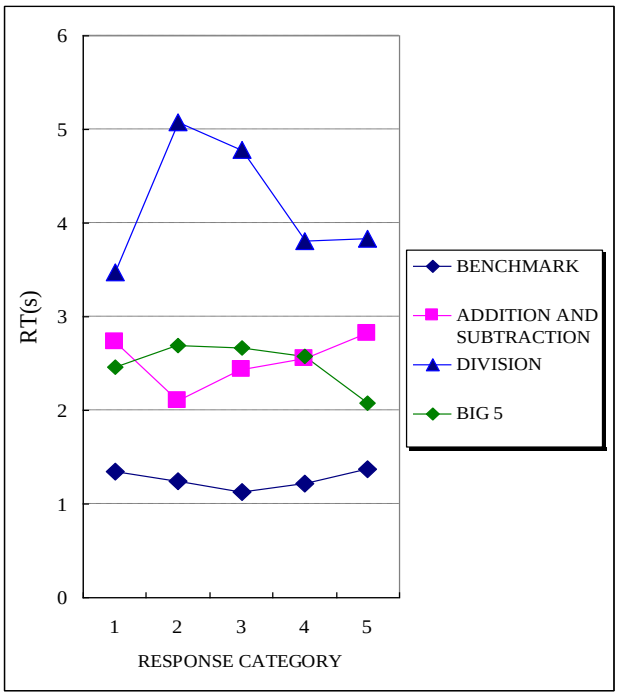


図 5　クリックされたカテゴリーごとの平均反応時間

では，典型的な逆 U 字型 RT 効果が観測できる．この結果は，認知的負荷が低いときには，逆 U 字型 RT 効果が起こらないことを示唆する．

平均 Tangential 速度と逆 U 字型 RT 効果　どんな条件下で逆 U 字型効果が生起するのか Tangential 速度に注目して調べる．すべての軌跡は 5 つの反応カテゴリーのどれかに到達するので，同一の評定カテゴリーに到着した軌跡群の平均 Tangential 速度が計算できる(図 6)．　例えば，図 6a の 5 個の平均 Tangential 速度曲線は，Benchmark 課題で最終的にクリックされた評定カテゴリーに対応している．曲線は基準化時間の関数としてのカーソルの「速度」を示しており，括弧内の数値は平均 RT である. 他の課題の Tangential 速度曲線は図 6b, 6c, および 6d に示されている. 認知的負荷が低く，単純到達運動を起こすものと考えられる Benchmark 課題では，すべての曲線が単純到達運動の典型的な特徴，すなわち最初の弾道運動(左のピーク)と小さい調整運動(右における小さい振動)を示しているので，最高速度が 200 ドット/s 以上である曲線が弾道運動を示しているものと推定した．

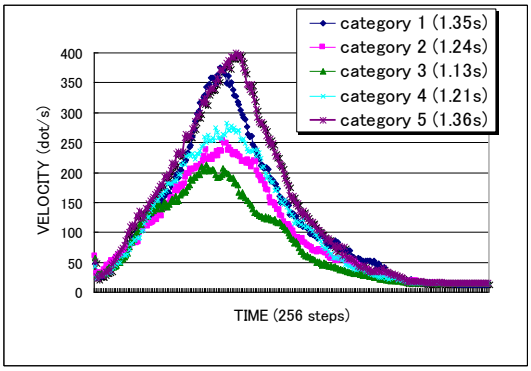


図 6a: 平均 Tangential 速度

Benchmark Task.

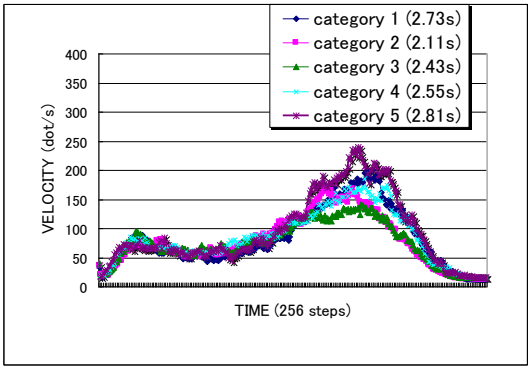


図 6b: 平均 Tangential 速度

Addition and Subtraction Task.

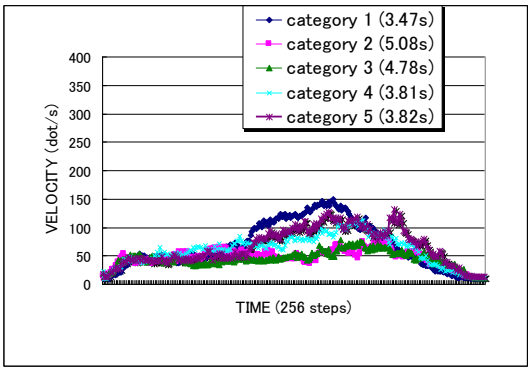


図 6c: 平均 Tangential 速度

Division Task.

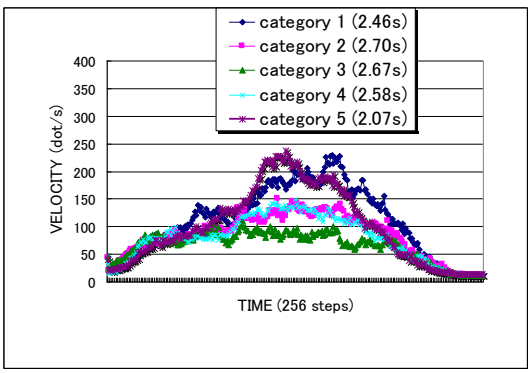


図 6d: 平均 Tangential 速度

Big 5 Task.

この推定に従うと，割り算課題には単純到達運動は存在しないことになり，足し算引き算課題においてはカテゴリー1 と 5 を目標とする軌跡は弾道運動成分を持つと考えられる．同様に，Big5 課題のカテゴリー1 と 5 を目標とする軌跡は，弾道運動となる．運動制御理論[2]によると，弾道運動は，運動過程と認知的過程の間に解離があるのを含意する．もちろんストロークの存在もあり，平均曲線に弾道運動が存在するからと言って原軌跡に弾道運動が存在するとは言えないし，平均曲線に弾道運動が存在しないからと言って原軌跡に弾道運動が存在しないとは言えない．すなわち，図 6 の結果は統計的な傾向を示しているのであるから，個々の原軌跡も調べてみなければならない．

変動係数　平均速度は原軌跡の速度変動性を捉えきれていないという意味で，平均速度曲線の分析だけでは危険なので，別系の分析を行うことにする．時刻 i において，

$\bar{X}_i$ =Tangential 速度の時刻 i での平均

s_i =Tangential 速度の時刻 i での標準偏差

と定義する．そして，再びすべての時間ポイント i にわたってこれらの量を平均すると，合計 20(4 課題 X　5 カテゴリー)　の平均 Tangential 速度と，平均変動性(標準偏差)のペアーが計算できる．しかし，一般に，測定量が大きければ，その変動性も大きくなる自然な傾向があるので，軌跡の変動性について調べるためには，平均の大きさを考慮に入れる変動性の評価が望ましい．この目的のためにピアソンの定義した Variation Coefficient $s/\bar{X}$ を使うことにする．

本研究の場合，時刻 i における平均速度曲線の変動性を，$CV_i = s_i / \bar{X}_i$ と定義したうえで，それらをすべての時刻にわたって再び平均するならば，全体的軌跡変動性の指標となろう．合計 20　(4 課題 X　5 カテゴリー)の速度曲線に対して，20 の平均 CV が計算された．さてこの CV で定義された軌跡変動性は逆 U 字型 RT 効果を説明できるだろうか? 平均 RT と全体的軌跡変動性(CV)の散布図を見ると（図 7），かなり明確な直線関係を見ることができる(r=0.94)．(異質であると思える)

Benchmark 課題の 5 データポイントを無視しても，相関係数は高い(r=0.92)．したがって，軌跡変動性(CV)が RT 変動性の原因であり，次に，RT 変動性を原因として逆 U 字型効果が生起するという（やや乱暴な）解釈が可能である．この解釈に対しては，図 7 には課題ごとにかなり明確なクラスターが見られるので，4 つの課題の困難度が異なるため偽相関が生起しただけであるという反論が可能かもしれない．この反論は，課題困難度が RT を大きくし，大きな RT が大きな軌跡変動性を生み出すという主張である．しかし，平均 RT と軌跡曲線の変動性(S_i を平均したもの)との相関は-0.18であり，言い換えれば，実験式

$$RT = a \times (averaged\ s_i) + b$$

はあてはまりが悪く，

$$RT = a' \times (averaged\ CV_i) + b'$$

のあてはまりは非常に良いということなので，この反論は支持できないように思える．

６．研究３　ストロークの分析

Shiina(2011b)はストロークと反応時間との関係に注目しつつ，ストロークの頻度と形状が，意思決定の特性(特に意思決定における迷い)の指標として機能するかどうかを調べた．Benchmark 課題と Big5 課題の 2 課題が対比されたが，その理由は，この二つの課題にはかなり大量の軌跡データ（それぞれ一万以上）が蓄積されていたので，後述するストロークの計数に適していたこと，また Benchmark 課題と Big5 課題は明らかに異なる認知的処理を喚起すると考えられるからである．すなわち Benchmark 課題では，カーソル移動の目標は実験者が定め，被験者は単に実験者の命令に従うだけであるが，Big5 課題での目標は被験者自身の自発的な判断で設定されなければならない．もちろん，このような特性を持つ課題は多数あるが，とりわけよく研究されているのが Big5 性格評価と考えられるからである．すべての被験者に対して，最初に Benchmark 課題，次に Big5 課題が与えられ，被験者は早稲田大学の 483 人の大学生であった．

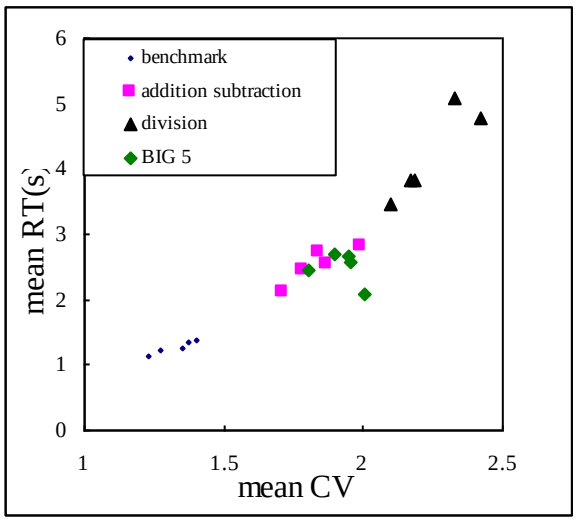


図 7　Response Time and Coefficient of Variation

ストロークの計数　ストロークを分析するための手始めとして，最終的にクリックされた評定カテゴリーの関数としてのストロークの計数を行う．数万の速度グラフ上のパルスやピークを目視で数えるのは，ほとんど不可能であるので，ストローク検出フィルターを設計した．

カーソル軌跡からのストローク検出は，図 4 のパルスやピークを捜し求めるのと同等である．一般に，雑音から信号を抽出するのは，難しい問題であり，ガイドラインを与えてくれる先行研究もなく，そもそも山や丘の「正しい」定義というものがあるわけでもない．

これらの問題を念頭におきつつ，フィルターは以下の方法で設計された．最初に，Tangential 速度は非負なので，デジタル画像解析でのフィルターリングや対象検出手法が使用できるのに注目する．特に，デジタル画像解析におけるエッジ検出は，基本技術であり，その標準手続きでは，画像の二次導関数を計算することによってゼロ交差を検出する．ストローク検出フィルターにこのアイディアを借用し，まず Tangential 速度の一次導関数(加速度)が計算された，そして，山の頂上(加速度 0 の点)に対応するゼロ交差が検出された．(山の頂上を探索するのが目的なので，二次導関数を計算する必要はない．なぜなら，Tangential 速度曲線上の，山の頂上の一次導関数は 0 でなければならず，

頂上の左側の一次導関数は正でなければならず(上り坂)，頂上の右側の一次導関数は負でなければならない(下り坂)からである)．この手続きから得られたゼロ交差は，本来のストロークと雑音の両方から生起するので，移動平均フィルターを適用して，雑音から発生するゼロ交差の除去が試みられた. 移動平均フィルターが使用された理由は，鋭いステップ反応を保存しつつ，ランダムノイズを減少させるという課題において，最適なのが知られているからである[10, p.277]．最後に，ストローク(速度グラフ上の山)が，2 つのパラメタ，幅と急峻度，を設定することによって検出された．最初のパラメタは，山の幅を定義し，2 番目は山の険しさを定義するが，両者は一次導関数の時系列上で以下のとおり定義される，

Width=幅は，ゼロ交差の左側の山の頂上から，ゼロ交差の右側の谷底まで時間差，

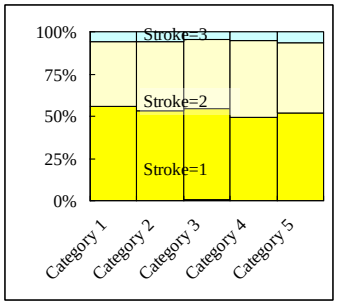
Steepness=急峻度は上で定義された幅で，山の頂上から谷底まで高低差を割ったもの

この 2 つのパラメタを変えると山の異なった定義が与えられるので，検出される山の数はこれらの 2 つのパラメタの関数である．以上をまとめると，元々の 2D 軌跡のストロークは Tangential 速度グラフ上の「山」として表現される．山頂は 14 時点の移動平均フィルターを適用した後の一次導関数時系列曲線上のゼロ交差として表現される．最後に，ゼロ交差検出アルゴリズムが， 2 つのパラメタを使用して，ストローク数を計数する．

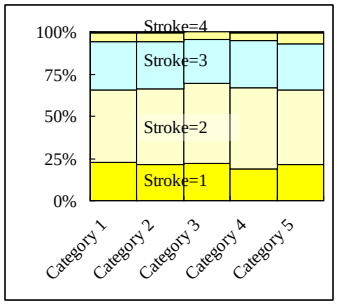
図 8 はストローク計数の結果を示している．Stroke Ratio を次の条件付き確率として定義する:

$$P(i|C) \equiv SR_C(i) \equiv \frac{\text{The number of trajectories arriving at Category } C \text{ and has } i \text{ strokes}}{\text{The number of trajectories arriving at Category } C}$$

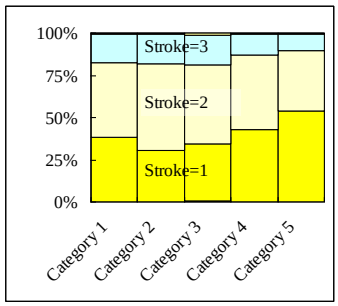
ここで C は何らかの評定カテゴリー，i はストローク数である．図 8a と 8b には，Benchmark 課題における各反応カテゴリーに対する Stroke Ratio が示されている. 図 8a は strict 基準 (幅=31, steepness=0.5), 図 8b は lax 基準 (幅 =20 , steepness=0.5)を用いた時の Stroke Ratios を示している．



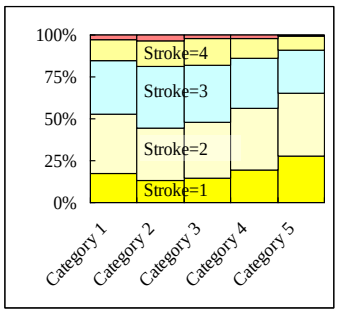
a)Benchmark Strict criterion



b)Benchmark Lax criterion



c) Big 5 Strict criterion



d) Big 5 Lax criterion

図 8: The ratios of stroke numbers for each rating category. Very small ratios (more than 4 or 5 strokes) are invisible in this figure. a) Benchmark Task under strict criterion (12,075 total responses) , b) Benchmark Task under lax criterion. In Benchmark Task, Categories 1, 2, 3, 4, and, 5 were clicked 2417, 2414, 2415, 2414, and 2415 times, respectively. c) Big 5 Task under strict criterion (14,490 total responses), d) Big 5 Task under lax criterion. Categories 1, 2, 3, 4, and, 5 were clicked 2642, 1987, 2289, 3367, and 4205 times, respectively.

同様に, 図 8c, 8d は Big5 課題の結果を示し，図 8c は, strict 基準， 図 8d は lax 基準を用いている．strict 基準の元では，より大きな山だけがストロークとみなされ, lax 基準の下ではより小さい山が検出されてストロークとみなされる．strict 基準は，本来の信号を reject する傾向があり，lax 基準は雑音から発生する山を採択する傾向があるのだが，信号検出と正棄却との間のこのトレードオフは，信号検出理論で知られているように，完全に排除することは不可能である．そして，これが複数の評価基準を同時に考慮する理由である．

主要な結果は以下の通りである．1）Benchmark 課題(図 8a と 8b)では，どちらの評価基準でも，ス

トローク比がどの反応カテゴリーに対してもほぼ同等であり，これはストロークの生起確率とどのカテゴリーがクリックされたかが無関係であったのを意味する．一方，Big5 課題(図 8c と 8d)でのストローク比にはかなり系統的な違いが観察できる．

2) 図 8a と 8c は, strict 基準の下で性格判断に起因する認知的負荷が，$SR_C(1)$(単一ストローク軌跡比)を減少させ，複数(2 以上)のストローク軌跡を増加させたことを示している. ただしカテゴリー5 は例外である．同様に，lax 基準の下で，図 8b と 8d を比較すると，性格判断により認知的負荷が課されている状態で，$SR_C(2)$(二重ストローク軌跡)が減少して，三重かそれ以上のストローク軌跡が増加したことがわかる．ただしカテゴリー5 は再び例外である．これらを総合すると，カテゴリー5 を除いて，性格判断がストローク数を増加させたと言えるであろう．

3) Big5 課題(図 8c と 8d)では，どちらの評価基準の下でも，カテゴリー2 と 3 に対するストロークの平均数が大きかった．

4) 図 9 で両課題における平均 RT を示す．Big5 課題では，平均 RT が短いと，$SR_C(1)$が高いに傾向がある. 両変数間の相関関係は strict 基準下では r=－0.98，lax 基準値下で r=－0.96 であった．もちろん 5 ポイントだけ用いた相関係数であるから信頼性は低い．

5) カテゴリー5 への反応はユニークであった．被験者が Big5 課題で，カテゴリー5，すなわち，「はい」カテゴリーをクリックしたときは，まるで認知的負荷が全くないかのように，ストローク比は Benchmark 課題と類似していた．この「はい」効果は, 将来の詳細な研究に値するものと思われる．

以上の結果から，ストローク数が評定判断と RT に関連するのは明らかであろう. なぜそうなるのかを明らかにするのは簡単ではないが，次のセクションで運動制御研究と逆 U 字型効果との関係が検討される．

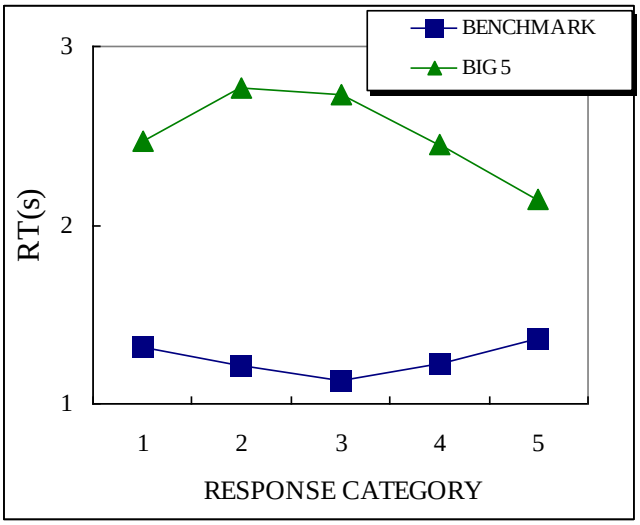


図 9　平均反応時間　Big 5 課題で逆 U 字型 RT 効果が見られる．

ストローク数と平均 Tangential 速度の関係（弾道運動とためらい）単一ストローク軌跡の比率は，弾道運動に関連するので理論的に重要な意味がある．もしここでの単一ストローク運動が弾道運動とあると言えれば，単一ストローク運動が行われている間は意思決定におけるためらいが小さかったと言えるだろう．先に述べたとおり，弾道運動の典型的特徴は Tangential 速度が高くベル形をしていることである．したがって，Tangential 速度曲線の速度レベルとベル形状が，軌跡が弾道であるか非弾道であるかを決定する基準となりうる．

前節で行ったストローク数による軌跡の分類結果を利用して，Benchmark 課題において各カテゴリーに向かった単一ストローク軌跡の平均 Tangential 速度を図 10a に示す. Benchmark 課題は弾道成分を含む単純到達運動を起こし，Tangential 速度が高くベル形をしているものと強く予想できる．図 10a を見ると曲線は明らかにベル形をしており, また全体的に Tangential 速度が比較的高く，Benchmark 課題が弾道成分を含む単純到達運動を生起させたのがわかる．

図 10b に，Big5 課題において各カテゴリーに向かった単一ストローク軌跡の平均 Tangential 速度が示されている．ベル形からの逸脱は，弾道運動からの逸脱を示し，意思決定におけるためらいを示すと考えられる．この規則に従えば，カテゴリ

ー1 と 5 は迷いなく選ばれたが，他のカテゴリーは迷いの後に選ばれたと推測できる．

逆 U 字型効果と RT　図 9 では，Big5 課題において，典型的な逆 U 字型 RT 効果が見られた．そして図 10b で，中程の 3 つのカテゴリーに向かった単一ストローク軌跡が弾道運動から逸脱しているのが明らかになった．（なお，この課題では，2 個以上のストロークを持つ軌跡の平均 Tangential 速度曲線は，ベル形からさらに逸脱しており，したがって弾道運動からより乖離していた．）

図 10 は，フィルター処理後の速度を使用して描かれたという意味において純粋な平均速度を示しており，そして Benchmark 課題の曲線は明らかにベル形をしている．そこで，Big5 課題での逆 U 字型効果の直接原因は，中程の 3 つのカテゴリーに向かった単一ストローク運動の Tangential 速度が低く，ベル形から逸脱し，弾道運動でなかったということになろう．結局，すべての結果を総合的かつ簡潔にまとめる説明は，Big5 課題の中程のカテゴリーに向かった軌跡のストローク数が多く，非弾道的(振動が多く不安定)であったので，平均速度が低下し，その結果，逆 U 字型 RT 効果が起こったというものであろう．より大胆な心理学的な解釈は，被験者のためらいと迷いがストロークを引き起こしたのであり，軌跡の振動の根本原因は心的変動であるというものである．もちろん，平均 Tangential 速度曲線はストローク開始頻度が時間軸上で平均されたという側面もあるので，他の解釈も可能だが，この心理学的な解釈は有望であると思われ将来の課題であると言えよう．

7．おわりに

本研究は基本的に探索的なものであり，取り扱わなかった重要な変数としては，例えば，個人差，速度の方向，RT の分布，ストローク持続時間の分布，ストロークの長さ，等があげられる．にもかかわらず，内的意思決定と RT，RT と軌跡振動，RT と物理的移動（特にストローク）の間の相互作用（あるいは因果関係）を示すいくつかの興味深い事実が見出された．本研究の主要な結果は以下のようにまとめられよう．

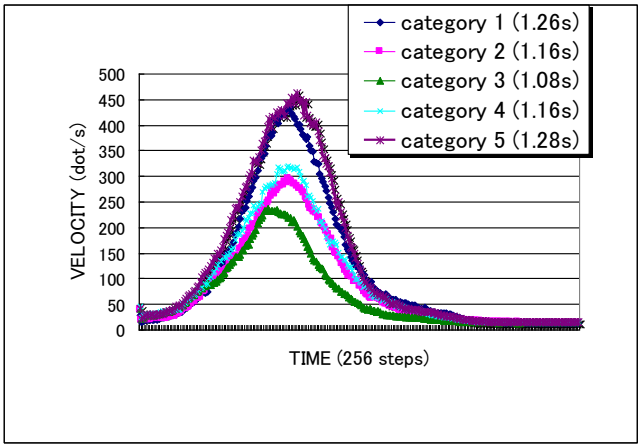


図 10a: Average tangential velocities of single stroke trajectories toward the 5 categories in Benchmark Task. All curves are Bell-shaped.　Lax criterion.

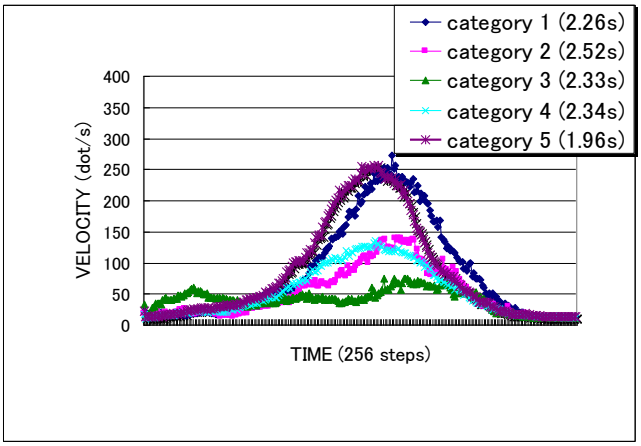


図 10b: Average tangential velocities of single stroke trajectories toward the 5 categories in Big 5 Task. Deviation from Bell-shape indicates deviation from ballistic movement. Lax criterion.

1）RT と軌跡の不安定性は強く関係している．

2）ストロークの分布は課題によって異なる．そして，認知的負荷の増加に従って，ストローク数が増加した．

3）ストロークは RT を減速させ逆 U 字型効果を引き起こした．

4）軌跡の tangential 速度の大きさと形状は，特に認知的負荷が高い時に，弾道あるいは非弾道運動という運動のタイプと連動し，被験者の心的状態の反映する指標になりうる．

5）「はい」反応には内的葛藤の兆候があまり見られない．また，平均 RT は「はい」と答える場合の

方が早く，逆 U 字型というよりも逆 J 字型になっている（図９）．この「はい」効果は無意識的意思決定研究の観点から興味深い現象に思える．

psychometrics への示唆　評定尺度法の実験的基礎研究は 30 年以上放置されほとんど行われていないのが現状である．その間に，psychometric 的な仮定を置いて評定尺度法の統計モデルを提案する研究は多数提出されている．しかし，それらのモデルはやや実証性に欠ける仮定をおいて，データ解析法や尺度化法を提案するものであって，そもそも基礎仮定が正しいかどうかのチェックはほとんど行われていないのが現状である．評定尺度を使用する人が一度は持つ疑問ながら，うやむやのままになっていると思われる，a）尺度水準は何か?，b）正規分布すると言えるのか?，c）カテゴリー数はいくつが最適か?　d）どの程度の精度があると言えるのか？　といった問題に解答あるいは何らかの指針を与えることができるのを期待している．そして，「何でも測定器」として使われている評定尺度法の意味付けの「近代化」ができれば良いと願っている．

意思決定理論への提言　a)心的過程と身体運動との関係，b)意思決定における葛藤解決過程，に新しい知見が提供できるだろう．とりわけ行動経済学的課題の解決プロセス，特に反応生成過程を丹念に追ったものは少ないので，この分野に基本的データを提供し，将来的には何らかの提言ができるだろうと期待している．

参考文献

[1]Brown, S. D., Marley, A. A. J., Donkin, C., & Heathcote, A. (2008). An integrated model of choices and response times in absolute identification. *Psychological Review*, **115**, 396-425.

[2]Elliott, D., Helsen, W. F., & Chua, R. (2001). A century later: Woodworth's (1899) two-component model of goal-directed aiming. *Psychological Bulletin*, **127**, 342-357.

[3]Freeman, J. B., Dale, R., & Farmer, T. A. (2011). Hand in motion reveals mind in motion. *Frontiers in Psychology*, 2, 59.

[4]Kelso, J. A.S., Southard, D. L., & Goodman, D. (1979). On the nature of human interlimb coordination. *Science*, **203**, 1029-1031.

[5]Kuiper, N. A. (1981). Convergent evidence for the self as a prototype: the "inverted-U RT effect" for self and other judgments. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 7, 438-443.

[6]Mignault, A., Marley, A. A. J., and Chaudhuri, A. (2008). Inverted-U effects generalize to the judgment of subjective properties of faces. *Perception & Psychophysics*, **70**, 1274-1288.

[7]Shiina, K. (2008). Vacillation and Hesitation in Category Rating: Evidence from PC Cursor Trajectories. *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp.1894-1899)**.** Washington D.C.: Cognitive Science Society

[8]Shiina, K. (2011a). Trajectory-Variability and Inverted-U Effects in Rating Decisions. *European Perspectives on Cognitive Science : Proceedings of the European Conference on Cognitive Science*
http://nbu.bg/cogs/eurocogsci2011/proceedings/pdfs/EuroCogSci-paper187.pdf

[9]Shiina, K. (2011b). Tracing the Process of Rating Decisions through Cursor Movements. *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society*

[10]Smith, S. W. (1997). The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. California Technical Pub.

[11]Song, J.H., Nakayama, K. (2009). Hidden cognitive states revealed in choice reaching tasks. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 360-366.

[12]Stewart, N., Brown, G. D. A., & Chater, N. (2005). Absolute identification by relative judgment. *Psychological Review*, **112**, 881-911.

日本語授業おける学習者の意味構成の「揺れ」を引き出すための教師の「足場かけ」
Teacher's scaffolding for eliciting students' "wavering" in a meaning constructing process in Japanese language classroom

大河原　尚†
Hisashi Okawara

†大東文化大学国際交流センター
Daito Bunka University International Center
hokawara@ic.daito.ac.jp

Abstract
This article examines the role of the teacher in a Japanese language classroom which aims at promoting students' meaning construction of Japanese vocabulary. Focusing "wavering" in the students' comments, the teacher took scaffolding strategies by trying to share students' understanding and presenting new view points for encouraging their process of understanding.

Keywords — scaffolding, "wavering", meaning construction, sharing understanding, presenting new view point

1. はじめに
協調活動を取り入れて学習者自ら日本語語彙の意味を構成するという授業を、初級後半レベルの日本語能力の留学生を対象に実践した。そこで教師は協調相手として学生の意味構成を促進していた（大河原 2009)。こうした教師の役割は「足場かけ」として理解することができる。効果的な足場かけとは、学生の能動的な知識構成を援助することであり、学生のニーズに合わせて調整される。（ソーヤー2009)。

大河原（2010）では、学生の発話において一つの語彙や例文に対する意味解釈が訂正されたり新たな解釈が追加されたりする不安定な発話を「揺れ」として捉え、「揺れ」が現れたときに教師は学生の発話内容を確認したり、別の視点を提起したりして、学生の提示した意味解釈を共有しようとすることで、その意味構成を促進していた。

本研究では、上の実践授業において、教師が「揺れ」自体をどのように引き起こし、学生の能動的な知識構成を促進しようとしているのかを調べた。その結果、まず学生との間で共通理解の構築を試みる過程で、「揺れ」が偶発的に現れていた。また、共通理解構築の過程で見られる、「揺れ」を含む学生の能動的な反応に対して新しい視点を学生に提起することで、学生の意味構成の促進を図っていた。さらに、そうして引き起こされた「揺れ」がまた手がかりとなり、その共通理解を試みたり、別の視点を教師が提供したりすることで、更なる意味構成を促すといった連鎖も見られた。

2. 研究の方法
2.1. 実践授業
日本語語彙の意味をクラス全体で検討するために、各自の辞書に出ている例文及び自作した例文の意味を吟味する活動を行った。具体的には、取り上げた語彙一つに対して、以下のような２種類の活動（活動Ａ及びＢ）で授業を構成した。

また、参加学生は３名（中国人２名（男女各１名)、韓国人１名（男)）で、日本語能力はいずれも初級後半から中級にかけてのレベルである。

《活動Ａ》

取り上げた語彙の意味を各自辞書で確認した後で、その辞書にある例文の中から、各自が最もその語彙の意味を分かりやすく表現していると考える例文を一つ選んで持ち寄った。そしてそれら各例文の意味や背景等をクラスで検討した。

《活動Ｂ》

まず､活動Aにおいて検討した例文を参考に、各自が自分のオリジナルな例文を作成した。次に、自作した例文は板書してクラスで共有した後、その意味や日本語の文としての成否についてクラスの中で相互に検討した。その後、検討の結果から、各自作例文がその語彙の意味をよく表現していて分かりやすいかどうかを吟味し、４段階で評定した。

また、実践授業は、週 1 回 90 分の授業を 5 週間にわたり 5 回実施し、合計で 10 の語彙を取り上げた。

2.2. 分析方法

分析対象は、授業における教師及び学生の発話を録音したものを文字化したデータを対象とした。しかし、実施した全 5 回の授業のうち第一回目の授業は録音機材の不具合により発話が採取できなかったため、第二回から第五回の 4 回分の授業 360 分の分析を行った。

分析では､「揺れ」が見られた時に学生の中で意味の構成過程が進行していたと考え、学生の「揺れ」を誘発するために、教師がどのような働きかけを行っていたのかを調べた｡そのために､まず、例文の検討場面において学生の例文や語彙の意味や解釈についての発話内容が変化あるいは具体化している「揺れ」の現象を抽出した上で、それが現れる契機となっている教師の働きかけとその対象となっていた学生の発話、さらに､「揺れ」出現後の教師の働きかけを調べた。

次に､「揺れ」が現れない場合にも、上で見られた契機となるような教師の働きかけがあったかどうか。あった場合の「揺れ」出現時との違いを分析した。

3. 分析

3.1. 学生の発話における「揺れ」

実践授業における各活動では、取り上げた例文の解釈およびその吟味の中から派生したトピックについて検討している。一つのトピックが問題とされて検討されているときの一人の学生の一連の発話に、発話内容が変化あるいは具体化していく「揺れ」の現象が見られた。

分析対象とした 4 回分のデータでは、それぞれ 9 回､9 回､13 回､17 回の例文検討場面を抽出し、各回においてそれぞれ 20、16、12、3 の合計 51 のケースで「揺れ」の出現が見られた（表１）。

表 1. 各授業における例文検討場面数と「揺れ」の出現数

授業	第二回	第三回	第四回	第五回
例文検討場面	9	9	13	17
「揺れ」	20	16	12	3

例えば、第二回の授業において中国人女性の学生の「むらむら」という語についての辞書の定義を読んだ説明に対し、教師からの例文を使っての説明を求められて、「怒りたい」と一旦説明したが、さらに教師が確認すると、今度は「だんだん怒りたくなる」と説明を具体化させた。

会話例 1

教師 :「むらむら」というのは怒りだけですか？
学生 :「おさえ､」「押さえがたい感情や思いがわき起こるさま」って書いて（ある）
教師：あ、ほんと。　例文でいうと？
学生：あー、**怒りたい**
教師：怒りたい？
学生：**怒りたくなる、だんだん**
教師：だんだん怒りたくなる
学生：ああ

また、第三回の授業では「のんきに構える」という例文について、教師がその例文は「いい意味」かどうかを確認すると､韓国人学生は「いい意味」だとした後で､「(のんきに構える人は）偉い人」と具体的な説明したが、その直後「我慢する人」と説明を変化させた。

会話例 2　教師：(性格が）のんきだから
教師：じゃ、のんきに構える人は、いい人だ、じゃ
学生：はい、そうです
教師：なるほど
学生：**偉い人**
教師：偉い人
教師：あ、のんきに構える人は、偉い人

学生：あ、はい
学生：**我慢する人**
教師：あ、我慢する人
学生：我慢

さらに、上の二つ目の例のように、一つのケースの中で連続して「揺れ」が現れた例も観察された。例えば、第三回の授業において中国人女性学生の「のんきな人は長生きする」という例文に対して教師が説明を求めると、「のんきな人は寿命が長いから」。さらに教師がその理由を質問すると、

会話例 3

教師：どうしてのんきな人は長生きするんですか？
学生：性格は
教師：ん
学生：あん、性格は
教師：ん
学生：のんきだから
教師：のんきだから
学生：あのー、あん、あん、**こせこせしない**から
教師：ん
学生：**心が広い**
教師：ん
学生：だからそんな人体に
教師：ん
学生：**そんな性格体にいい**から、長生きする
教師：ああ、わかりました

ここでは、学生は教師とのやり取りの中で例文「のんきな人は長生きする」理由として、まず「寿命が長い」続いて「こせこせしない」、「心が広い」、「体にいい性格」と 4 回の「揺れ」が連続して現れている。

3.2.「揺れ」出現時の教師の働きかけ

3.2.1.「理解共有」と「視点提示」

全 4 回分の授業の例文検討場面に現れた「揺れ」を見てみると、そのきっかけとなっていると考えられる教師の発話には、次の 2 種類が見られた。

①学生による例文の解釈や語彙の意味等の共有の試み（理解共有）
②教師からの別の視点の提示（視点提示）

①では、学生と共通理解を構築しようとする過程で、学生の方から言わば偶発的に「揺れ」が現れたのに対し、②では、教師が話題を制御し学生に「揺れ」の出現を期待していたと解釈できる。また、直接的なきっかけと考えられる教師の発話がない場合にも「揺れ」が見られた（表 2）。

表 2. きっかけとなった教師の発話の種類別「揺れ」出現数

授業	第二回	第三回	第四回	第五回
①理解共有	11	14	6	2
②視点提示	2	1	6	1
無し	6	1	0	0
(計)	19	16	12	3

例えば、まず①「理解共有」の例として、第四回授業において韓国人学生の「いかにも学生らしい態度」という例文の説明として、教師が具体的な態度の説明を求めると、「私」と答えたので、さらに説明を求めた。

会話例 4

教師:いえ、いかにも学生らしい人だったら「私」ですけど
学生：態度、態度は
教師：ん
学生：んー
教師：**どんな**
学生：一生懸命勉強するし
教師：ん
学生：一生懸命勉強するし
教師：**じゃ、授業**
学生：欠席もしないし
学生：授業をまじめで
教師：ああ
学生：する学生

学生は当初学生らしい態度を具体化できずにいたが、再度教師が「どんな」態度か具体的な説明を促すと、「一生懸命勉強する」と具体的に説明。さらに教師が学生の発話に関連して「授業」と言うと、「欠席もしない」「授業もまじめに勉強する」と説明を追加した。

また、第三回授業では「～への」を使った例文として中国人女性学生の自作した「未来への希望」という文に対する説明の際に、別の学生から「未来の希望」という表現が提示されて、両者の意味の違いが検討された。そこで中国人女性学生が「未来への希望」に対する説明に続いて、「未来の希望」に対する自身の解釈を説明した。

会話例 5

教師：じゃ、「未来の希望」は？
学生：「未来の希望」は
学生：二つの意味があるとお思います
教師：**二つがあると思う**
教師：**ひとつは？**
学生：「未来の希望」は、んー
学生：例えば「この人は未来の希望がないです」
教師：**あー、「この人は未来の希望がないです」**
教師：**どんな人？**
学生：あー
（別の学生：貧乏な人）
教師：**貧乏な人？**
学生：希望が欲しくない人
教師：希望が欲しくない人
学生：はい
教師：**そういう人いますかね**
学生：D（欠席しているクラスメート）さんです
教師：**あ、D さん**
教師：**D さんは未来の希望がないですか？**
学生：そうです
学生：そう言いました
教師：ああ、ちょっとかわいそうですね
学生：（詳しい事情は）知らないです

学生が「未来の希望」に二つの意味があるとした後、教師が一つずつ説明を求めると、少し考えた後で、例文を提示してきた。そのため、その例文に対してさらに説明を求め、すぐに答えられないと他の学生からの発言を取り上げて、具体例を教師から示した。さらに具体的な説明を求めると、具体的な個人を例に挙げてている。

次に②「視点提示」の例として、第二回授業で「離脱する」の例文として中国人女性学生が「A さん（中国人男性学生）は中国の国籍を離脱した」を提出。A さんの離脱の理由として「犯罪をした」と説明。その説明に対し本人が架空の話だとコメント。例文に対する解釈は一旦そこで終わったが、さらに教師は中国人男性学生に、仮に離脱しなければならない場合はどんな時かと説明を求めた。それに対し、「意識が変わったら」と発言した。

会話例 6

教師：じゃ、もし中国の国籍を離脱する
教師：どういうとき離脱します？
教師：**どんな時離脱しなければなりません？**
教師：犯罪のとき？
学生：たぶん、意識変わってから

また、第四回授業での「いきなり」の自作例文「彼女はいきなり僕の家へ行きたいです」に対し、教師から文法表現上の指摘として「行きたい」ではなく「行きたがる」の方が適切であるとの説明を行い、「いきなり」についても、彼女が長い間行きたがっていたのではなく、その時に行きたがったとして、例文の解釈が一段落ついたところで、さらに教師から自作した中国人男性学生に「（彼女に来られると）困りますね」と例文の場合の次の展開について質問した。

会話例 7

教師：（例文にあったような場合が実際にあると）**A さん困りますね**
学生：困りました
学生：C さん寝ています（笑）
教師：あ、C さんだけ？
学生：（笑）え、そうです（笑）

質問された中国人男性学生は「困ります」と一旦答えた後で、その理由を付け加えて説明した。

3.2.2.「理解共有」と「視点提示」の組み合わせ

「揺れ」が出現する一回のケースで、複数の「揺れ」の発言が連続して見られる場合があった。その過程で教師は「理解共有」と「視点提示」の二つを組み合わせて、学生の「揺れ」を促進している場合も見られた。

例えば、第四回授業で「いかにも」の例文としての「食べ物がいかにも安いです」の解釈を韓国人学生に求めた（理解共有）。それに対する学生の回答を受けて、「いかにも」がない例文との違い（視点提供）をさらに求めると、「とても安い」という意味だと回答した。

会話例 8

教師：食べ物がいかにも安いです
学生：はい
教師：**どういう意味？**
学生：いくら考えても安いです
教師：**「食べ物が安いですね」と同じ？**
学生：とても
学生：とても安いですねと
教師：あ、とても安いですねという意味？
学生：はい

3.2.3.「視点提示」の連続

「揺れ」が連続して出現する場面では、教師が「視点提示」を連続して行い「揺れ」を促している場合が見られた。例えば、第四回授業において「いかにも」の自作例文「A さんはいかにもハンサムですね」について韓国人学生が「全体がハンサム」という解釈を示して、一旦例文の解釈が終わったところで、教師が「いかにも」のない例文との違いを質問。その後の学生の「いつもハンサム」という発言を受けて、さらに「いかにも」と「いつも」の違いを質問すると、委「いかにもハンサム」が「いくら見てもハンサム」という意味だと学生が回答した。

会話例 9

教師：どうでしょうか「A さんはいかにもハンサムですね」
学生：全体で見て
学生：全体がハンサムですよ
教師：**じゃ「A さんはハンサムですね」と「A さんはいかにもハンサムですね」とどう違います？**
学生：違いますよ
教師：どう違いますか？
学生：ずっと見ててもハンサムですね
教師：ずっと見てても？
学生：はい、ずっと見てもハンサムですね、いつもハンサムですね
教師：**あ、「いかにも」は「いつも」という意味？**
学生：「いくら見ても」の意味ですね
教師：あ、「いくら見ても」
学生：はい

また、同じ第四回の授業で「いかにも」の「ここまで登って来ながら引き返すとはいかにも残念だ」という例文の意味の理解を教室にいた 3 人の学生に確認した後、教師からこの例文では「何を登ったか」と質問すると、中国人男性学生から「山」、さらに中国人女性学生から「階段」と相次いで発言があった。そこで続けて教師が中国には長い階段のある名所があるということに言及し、さらにその名所での具体的な段数を例として示して回答を求めると、学生から具体的な名所の名称が示された。

会話例 10

教師：意味分かりますか、この（例文の）意味
学生３：はい
教師：分かります？
学生３：はい
教師：「ここまで登ってきながら」
教師：登ってきたけれども
学生１：来たのに
教師：あ、そう、来たのに
教師：**何を登りました？**
学生２：山で
教師：あ、山
学生１：階段
教師：あ、階段
学生１：はい
教師：**ま、中国にはとても長い階段があるそうですから**
学生１：はい
学生２：はい
教師：**千段？五千段？**
学生２：何万段
学生１：万里の長城

教師：ああー
学生２：いや、万里の長城じゃなくて、＊＊（中国語での名称）という
学生２：＊＊（中国語での名称)、泰山

3.2.4.「視点提示」の手がかり

「揺れ」出現のきっかけとして教師が行う「視点提示」の前には、教師の働きかけに対する単なる受動的な応答ではない、学生の能動的な発話が見られた。一例として、前項（3.2.2）で見たような「理解共有」の後で「視点提示」が行われる場合も、「理解共有」によって学生の能動的な発話が「揺れ」として現れている。全 4 回分の授業データにおいて見られた 10 回の「視点提示」のうち 6 回において、先行する学生の能動的発話が見られた。

例えば、前項（3.2.3）の二番目の例（会話例 9）では「いかにも」の例文「ここまで登って来ながら引き返すとはいかにも残念だ」を教師が言い換えて「登って来たけれども」とすると、それに反応した中国人女性学生が「登ってきたのに」とさらに言い換えた。それを受けて、教師が「何を登ったか」と質問して、中国人男性学生および中国人女性学生からの発言は現れている。

会話例 11

教師：「ここまで登って来ながら」
教師：登って来たけれども
学生１：**来たのに**
教師：あ、そう、来たのに
教師：何を登りました？
学生２：山で
教師：あ、山
学生１：階段
教師：あ、階段
学生１：はい

3.3.「揺れ」が出現しない場合の働きかけ

「揺れ」の出現しない場合にも、教師による「視点提示」の働きかけが見られた（表 3)。

表 3.「揺れ」不出現時の「視点提示」回数

授業	第二回	第三回	第四回	第五回
「視点提示」総数	21	10	20	2
「揺れ」不出現時	17	7	11	1

3.3.1.「視点提示」の役割

前項（2.3.4）で見たように「揺れ」の出現した場合には、「視点提示」の手がかりとなるような学生の能動的な発話が先行して見られたのは、全「視点提示」10 回のうち 6 回と 60%である。それに対し、「揺れ」が現れなかった場合こうした学生の発話が先行して見られたのは全授業を通じて 36 回中 10 回（28%）である。むしろ、学生の反応が乏しくなり、例文検討のやり取りが停滞した時に、展開を打開するために「視点提示」を行う例が見られる。その意味で、「揺れ」が起きる場合とは異なる役割があると考えられる。

例えば、第二回授業で「離脱する」の例文「彼は職場から離脱した」に対し、別の学生が自分の解釈を提示した後で、例文を提示した学生（中国人女性学生）にも解釈を求めた。しかし「分かりません」としか答えないので、例文の使われる状況という点から説明を求めたが、「私は使わない」と回答し、やり取りがそこで終わってしまっている。

会話例 12

教師：じゃ、B さんはこれ（例文）は、どんな場合だと思いますか？
教師：B さんの意見は
学生：わかりません
教師：わかりません
教師：**どんなときこの例文使うと思いますか？**
学生：私なら、使わないです

4. まとめと考察

本研究では、協調活動を取り入れた日本語の実践授業において、そこで見られた学生の発話内容の不安定な現象を、「揺れ」として学生の能動

的な知識構成の過程と捉えた上で、教師がその「揺れ」をどのように引き起こし、を促進しようとしているのかを調べた。その結果、2 種類の働きかけによって学生の「揺れ」の出現を図っていた。一つは、学生との間での共通理解の共有を試みることで、その過程で「揺れ」が偶発的に現れていた。もう一つは、学生に対し「揺れ」の出現を期待して、新しい視点を提示していた。また、一度出現した「揺れ」が連続して起こるように、これら二つの働きかけを組み合わせて行っていた。

二番目の働きかけである新しい視点をどんなタイミングで提示するかという点については、「揺れ」が起きている場合には、先行して現れる学生の能動的な発話が手がかりとなっていた。しかし、「揺れ」が起きない場合には、停滞した発話やり取りの過程を打開し、新しい展開を作るために使用されていた。

これらのことから、例文検討の際に、まず教師が学生との共通理解の構築を試み、その過程で現れる学生からの能動的な発話を手がかりとして、教師から「揺れ」を期待する別の視点の提示が行われた。さらに、現れた「揺れ」に対して、また共通理解構築を試みたり、また別の視点を提示たりすることで、さらなる「揺れ」を促進する、という教師による「足場がけ」が見られた。

今後の分析課題として、「理解共有」において「揺れ」を引き出すためにどのような「足場がけ」のストラテジーが使われていたかを、分析する必要がある。というのは、今回の実践授業では、日本語の語彙に対する学生の能動的な意味構成を促進することが主旨であった。そこで見られた教師の「足場がけ」として「理解共有」と「視点提示」があったが、「視点提示」がより直接的な働きかけであるのに比べ、「理解共有」は非直接的で、教師との例文検討においてより能動的な関与を学生に求めていると、考えることもできる。

また最後に、今後の研究課題として今回の実践授業で見られた「揺れ」の現象と学生の日本語能力のレベルとの関係を研究していく必要がある。日本語能力が上達していく上で、「揺れ」という現象がどのように関係しているのかが明らかになれば、授業において「揺れ」を促進する意味も明確化するであろう。

参考文献

三宅なほみ、白水始（2003）『学習科学とテクノロジ』日本放送出版社。

稲垣佳世子、波多野誼余夫（1989）『人はいかに学ぶか』中央公論社。

大河原尚（2009）『留学生に対する日本語教育における協調活動による語彙の意味理解促進の実践』、中京大学通信制大学院情報科学科認知科学専攻修士論文。

大河原尚（2010）「学習者の理解深化の促進を目指した日本語授業おける意味構成の「揺れ」に着目した教師の「足場かけ」」第 25 回日本認知科学会発表。

ソーヤー，R. K.（2009）「イントロダクション―新しい学習科学」R. K. ソーヤー編、森敏昭、秋田喜代美監訳『学習科学ハンドブック』培風館。

服色，服種と装着者の有無が心理的および生理的反応に及ぼす影響

Influences of color of clothes, type of clothes, and type of wearer on psychological and physiological responses

今井章，洞澤有香，高瀬弘樹
Akira Imai, Yuka Horasawa, Hiroki Takase

信州大学
Shinshu University
imaiakr@shinshu-u.ac.jp

Abstract

This study investigated the effects of color of clothes, type of clothes, and type of wearer on psychological and physiological responses. Seven female participants observed 24 stimuli consisted of 6 colors (black/gray/blue/green/red/pink) × 2 types of clothes (one-piece/suit) × 2 types of wearer(non /oneself) while electroencephalogram (EEG) at Cz site, heart rate (HR), and finger skin temperature response were measured. Immediately after the measurements of physiological responses, the stimuli were again presented to the participants, and they scored the 15-item SD with 5 point scale for each stimulus.

The results were as follows: From the scores of SD, the typical 3 factors were extracted; activity, potency, and evaluation. The score of activity differed significantly for the type of clothes, showing pink was the highest and black the lowest. The potency score was significantly higher for pink and red than others, suggesting their high potencies of the female. There was also a significant difference for the score of evaluation, demonstrating that black had the highest evaluation of the university female. Although both physiological measures of EEG and HR did not differ to any variables of colors, type of clothes, or type of wearer, finger skin temperature showed differentiated response to colors, indicating the lowest temperature for clothes of black color. It is suggested that psychological estimation value shown by the SD score for color of clothes, type of clothes, and type of wearer may be associated with the finger skin temperature, but not with EEG and HR.

Keywords — color of clothes, type of clothes, type of wearer, EEG, HR, skin temperature

1. 問題

服装が人に与える影響には様々な側面があるが，これまでにもっともよく検討されてきた変数の一つとして色があげられる。服色が人の心理的，生理的反応に与える効果を検討した研究では，純色や色の基本色を用いた研究が多いが，石原・酒井[1]は，実際の服色として用いられやすい色彩 26 色を用いて検討を行った。その結果，快・不快感については明度が大きく影響し，高明度なほど快く感じられ，次に色相が影響すること，また，寒色系の方が全般に快く感じられることが示された。

そこで本研究では，まず，石原・酒井[1]の 26 色が，どのような色に要約できるかを予備検討により探り，その要約された色を服色として用いることにした。さらに，服の場合は，その形や誰がその服を着ているか，ということも評定者に影響を与えることがわかっている[2] [3]。そこで，服色，服種，および装着者を独立要因として，これらを組み合わせた刺激に対する心理的および生理的反応を取得して，服装に対する人の心理的，生理的反応を組織的に検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 実験参加者

矯正を含め視力や色覚が正常な女子大学生 7 名(平均年齢 21.1 歳)であった。

2.2 刺激

まず，石原・酒井[1]が用いた 26 色を用い，盛田[4]による 15 項目からなる SD 尺度による評定を, 81 名の大学生に行わせて予備調査を実施した。その結果, 色の評定調査で再現性のある「活動性」，「力量性」，「評価性」の 3 因子が抽出された。さ

らに,クラスタ分析によって色を分類したところ,6 グループに分けることが可能であり，各グループを代表的する6色(黒(N1.0),さえた赤(4R4.5/14),さえた青(3PB3.5/13)，さえた緑(4G5.5/10.5)，中間グレイ(N6.5)，薄ピンク(4R8.5/3.5)）を選定した。さらにこれらの 6 色と，服種として 2 種（ワンピースドレス／スーツ)，装着者条件として 2 条件(装着者の有／無)を独立変数として組み合わせ,合計で 24 種類の刺激を作成した。

2.3 心理的評定値

SD 尺度は盛田[4]と同様の 15 対の形容詞，すなわち，「明るい—暗い」,「陽気な—陰気な」,「表面的な—深みのある」,「軽い—重い」,「澄んだ—にごった」,「派手な—地味な」,「かたい—柔らかい」,「情熱的な—理知的な」,「くどい—あっさりした」,「強い—弱い」,「動的な—静的な」,「暖かい—冷たい」,「大人っぽい—子供っぽい」,「男性的な—女性的な」,「好きな—嫌いな」を使用して，5 件法で回答させた。

2.4 生理的反応

脳波，心拍，および皮膚温を取得した。脳波の測定は，国際 10－20 法による頭皮上の Cz を活性電極とし,両耳朶連結を基準電極として単極導出法で行った。また，心拍は左右手首に電極を装着する第 1 誘導で測定した。脳波と心拍の測定には，銀－塩化銀電極と電極糊(日本光電 Elefix)を使用し，ポリグラフシステム(日本光電 RMP－6000)を介して収録･解析ソフト(KISSEI COMTEC BIMUTAS-E ver. 2.20)により A/D 変換後，PC(NEC PC-98001RS)に記録してオフライン処理した。脳波の解析では,リラックスや快適感と関係が深いとされ,安静覚醒時に優勢となる成分であるα波帯域に着目し，高速フーリエ変換(FFT)によるパワースペクトル分析を用いて各色彩刺激に対するα波成分含有率を求めた。心拍の解析においては,LF 成分と HF 成分に着目し，周波数は LF 成分を 0.04—0.14 Hz，HF 成分を 0.15—0.4 Hz とした。さらに，LF/HF の比から精神負荷の度合いを調べた。

皮膚温は,左手甲側の中指指尖部に定点を設定し，測定には赤外線サーモトレーサー(TH3100ME NEC 三栄)を用い，皮膚温のセンスを 1.0，放射率を 1.00 に設定し，熱画像を 1 秒ごとに記録した。データは，解析用ソフト(NEC 三栄 TH－703)により処理した。

2.5 手続

実験日の前日までに，実験参加者にワンピースとスーツをそれぞれ装着してもらい，全身像をデジタルカメラで撮影した。その写真を PC に取り込み，服色と装着者の有無を加工し，刺激画像を作成して実験に用いた。電極装着後，実験参加者は PC ディスプレイから 60 cm 離れた位置に着席した。その後，皮膚温計測のため左手を専用台上に，手掌面を下にして置いてもらった。PC ディスプレイ上には，24 画像を 30 秒ずつ提示し，脳波，心拍，皮膚温を同時に測定した。生理的反応の測定終了後，再び同じスライドを提示して，刺激を観察させながら SD 項目に回答させた。刺激の提示順序と項目群は参加者間でランダムとした。

3．結果

3.1 心理的評定値

活動性，力量性，評価性の 3 因子が得られたので，この 3 因子ごとに平均評定値を算出し，色×服種×装着者の分散分析を行った。

3.1.1 活動性

服色の主効果($F(5,30)=16.28$, $p<.001$)，服色と服種の交互作用($F(5,30)=2.92$, $p<.05$)，服色と装着者の交互作用($F(5,30)=4.42$, $p<.005$),および,服色と服種と装着者の 2 次の交互作用($F(5,30)=5.71$, $p<.001$)が有意であった。薄ピンクの活動性が最も高く，黒が最も低かったが，薄ピンクでは，装着者がある場合は服種による活動性には差異がないが，装着者がない場合はスーツの方が活動性は高かった。一方，黒ではスーツ,

ワンピースとも装着者なしにおいて活動性が低かった(図 1)。

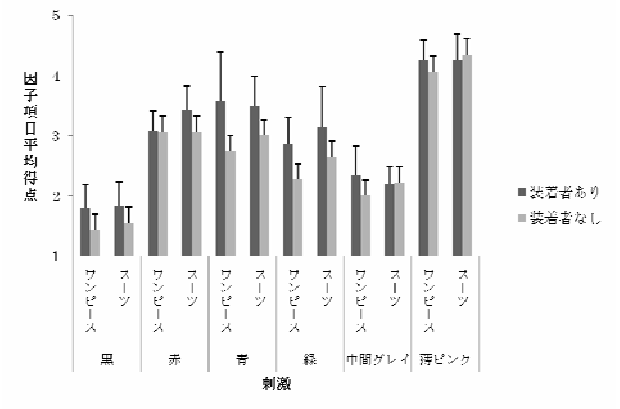


図 1　活動性因子平均得点(標準偏差)

3.1.2　力量性

力量性では，服色の主効果($F(5,30)=20.34$, $p<.001$)，服色と服種の交互作用($F(5,30)=3.69$, $p<.05$)，服色と装着者の交互作用($F(5,30)=3.06$, $p<.05$)，服色と服種と装着者の 2 次の交互作用($F(5,30)=4.07$, $p<.01$)が有意であった。薄ピンクの力量性が最も高く，次に赤が高く，黒が最も低かった。さらに，薄ピンクでは，装着者がある場合はワンピースの方が，装着者がない場合はスーツの方が力量性が高く，赤と中間グレイはその逆の傾向があった。黒は装着者がない場合はスーツとワンピースとでは力量性には差がないが，装着者がある場合は，ワンピースの方が力量性が高かった(図 2)。

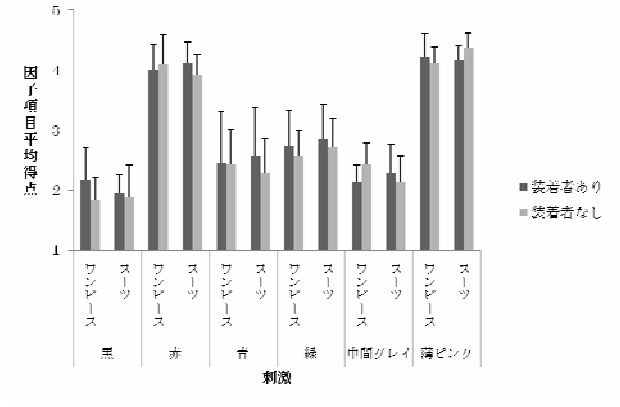


図 2　力量性因子平均得点(標準偏差)

3.1.3　評価性

評価性では，服色の主効果($F(5,30)=4.99$, $p<.005$)が有意であり，服色と装着者の交互作用が有意傾向($F(5,30)=2.34$, $p<.10$)であった。黒，青，中間グレイの順に評価性が高く，薄ピンクが最も低かった(図 2)。

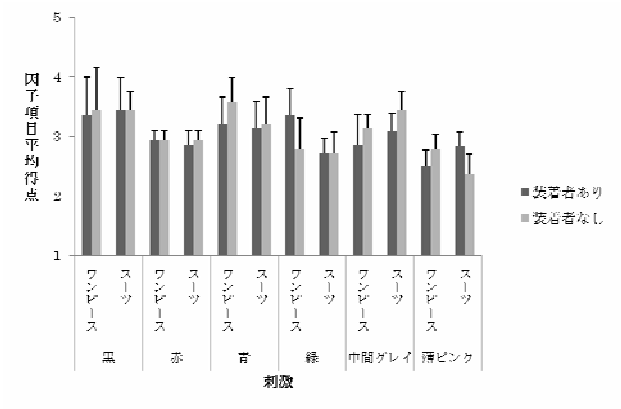


図 3　評価性因子平均得点(標準偏差)

3.2　生理的反応

3.2.1　脳波

各刺激に対する Cz より導出した脳波をパワースペクトル分析し，α 波含有率を算出して色×服種×装着者の分散分析を行った。その結果，いずれの主効果，交互作用とも有意な結果が得られなかった(図 4)。

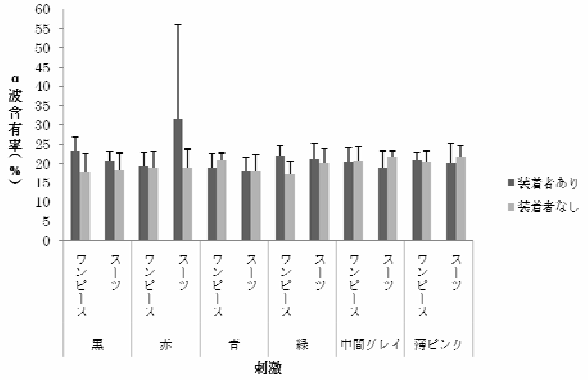


図 4　Cz における平均 α 波含有率(標準偏差)

3.2.2　心拍

各刺激観察中の心拍をパワースペクトル分析し，HF および LF/HF 比を求めて脳波と同様な分散分析を行った。その結果，HF および LF/HF 比の両者とも，有意な結果は得られなかった(図 5，6)。

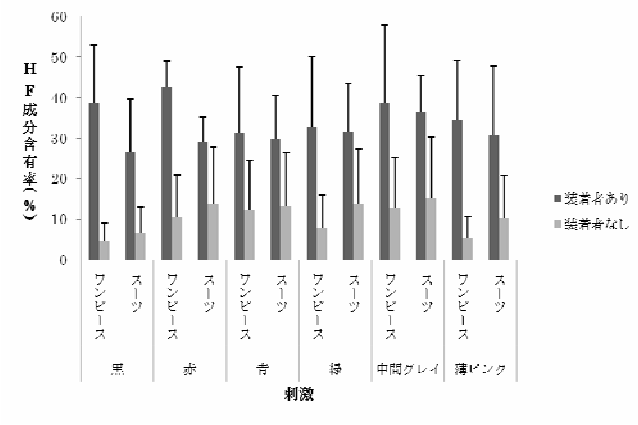


図 5　平均 HF(標準偏差)

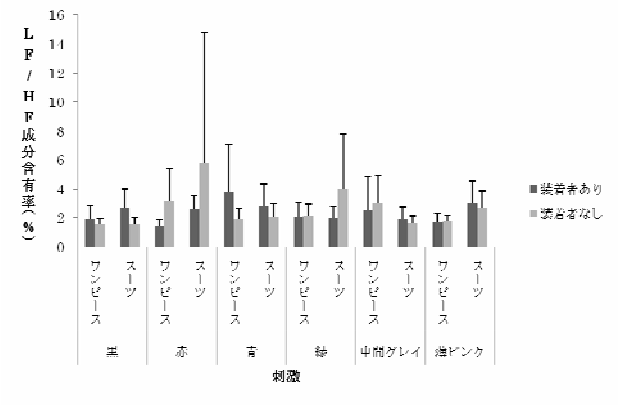


図 6　平均 LF/HF 比(標準偏差)

3.2.3　皮膚温

左手甲側の中指先端部から計測された皮膚温について，同様な分散分析を行った。その結果，服色の主効果が有意（$F(5,15)=7.69$, $p<.001$）であった。黒が，他の色との比較において皮膚温が有意に低下していた(図 7)。

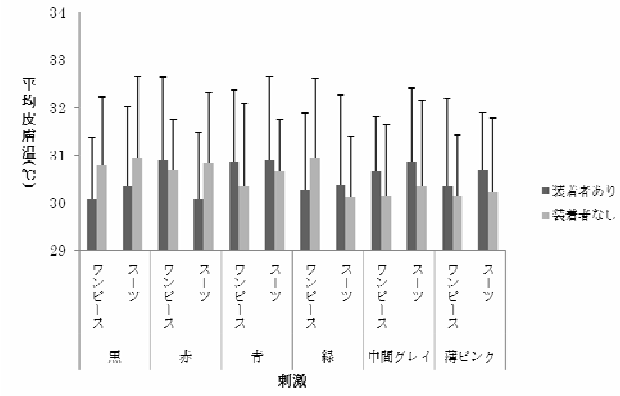


図 7　平均皮膚温(標準偏差)

4．考察

心理的評定値は，すべての因子についていずれも服色の主効果が有意であり，色に対する主観的評価の違いが一貫して認められた。すなわち，活動性は，薄ピンク，赤，青，緑，中間グレイ，黒という順に大きかった。力量性は，薄ピンク，赤，緑，青，中間グレイ，黒という順に高く，活動性と類似した評定値になっていた。しかし，評価性は，黒が最も高く，以下，青，中間グレイ，緑，赤，薄ピンクとなっていた。さらに，活動性と力量性では，服色と服種，および装着者との交互作用がみられ，服装の評価における色と種類，および誰が着ているかという要因が影響していることが示された。一方，生理的測度については，皮膚温のみに服色の主効果が認められ，黒に対して最も皮膚温が低く，青に対する皮膚温がもっとも高かった。また，黒と中間グレイとの間にも有意差が示されたことから，皮膚温は，彩度よりも明度に影響を受けやすい可能性が示唆された。服色の主効果の現れ方から，皮膚温と評価性との一致が示唆された。さらに，心理的評定値と皮膚温には，色相よりも明度が影響していることが示唆されたが，心理的評定値は服種や装着者の要因によっても変動することが示された。

参考文献

[1] 石原久代・酒井清子　(1985)．被服における色彩効果についての研究―温度感と快・不快感―　名古屋女子大学紀要, **31**, 23-31.

[2] 内藤章江・橋本令子・加藤雪枝（2007a)．　衣服の呈示方法が着装者に及ぼす心理的・生理的影響　繊維製品消費科学, **48**, 255-264.

[3] 内藤章江・橋本令子・加藤雪枝（2007b)．衣服の色彩と呈示方法が着装者に及ぼす心理的・生理的影響　繊維製品消費科学, **48**, 853-862.

[4] 盛田真千子 (2002). 被服における色と形態の一考察：布とその布で作成したワンピースドレスとのイメージの差異　日本色彩学会誌，**26**, 40-49.

上昇音および下降音に同期する呼吸パタンの予備的検討
When Sound Becomes Music: The Effects of Rising and Descending Tones on Breathing

新田隆充†，天谷晴香‡
Takamichi Nitta, Haruka Amatani

†森ノ宮医療大学，‡東京大学大学院総合文化研究科
†Morinomiya University of Medical Sciences, ‡Graduate School of Arts and Sciences, University of Tokyo
tkmc2011@gmail.com, alameda_pitseleh@hotmail.com

Abstract

A pattern of breathing can be affected by sounds. It has been argued that listening to music increases the number of breaths. However, whether simple sounds affects the respiratory pattern has not been closely investigated. We conducted an experiment which examines if rising and descending tomes changes breathing patterns. As predicted, the result indicated that the rising tone induces inspiration and that the descending tone induces expiration. The simple sound changes seemed to affect the breathing patterns.

Keywords — Music, Audio, Respiration, Biofeedback

１．導入

1.1 呼吸と音楽

呼吸パタンは外的刺激に影響されて変動する。呼吸に影響する外的刺激としては音楽がある[1]。音楽が生体に及ぼす影響は呼吸[1]を含め、発汗[2]など複数の生理指標を用いて検討されてきた。音楽への生体反応は情動と深く関わっていることが指摘されている[1][2]。

呼吸数に関して、音楽を聞いている時、聞く前と比較すると増加することが早くから言われている[3][4]。[3][4]はクラシック音楽を聞かせたものであるが、音楽のジャンルによって生理反応が異なるとの報告もある。[1]ではダンス音楽やマーチが運動反応を引き起こし、それ以外のジャンルの音楽は呼吸数や心拍数に影響を与えるとしている。また、[1]は音楽に対する生理反応には個人差が大きいことも指摘している。個人差に関して、[2]は音楽経験の長さを挙げている。[2]は発汗を指標として用いた実験で、結果として音楽経験の短い人は経験の長い人より音楽聴取時の発汗量が多かった。呼吸数以外の呼吸の変化としては、音楽のリズムと呼吸のリズムが同期することが報告されている[5]。音楽のどういった側面が生体に影響しているのだろうか。音楽をリズム因子とメロディ因子に分けて分析した試み[6]があるが、この分析に対して[4]は音楽の諸要素を分解することの難しさを指摘している。[7]は和音・テンポ・メロディー・ピッチ・音質・演奏スタイル・音量などを情動反応を規定する要因として挙げており、１要因を変化させると全体の印象が変わるため音楽の諸要素を分解して検討することはやはり難しいとしている。

1.2 呼吸と音

音楽の諸要素を分解する方法のひとつに単純な音刺激の操作が考えられる。単純な音による呼吸への影響を観た研究は我々が調べた限り見当たらないが、経験的に単純な音の変化を呼吸リズムを整える方法として用いた先行研究[8]がある。[8]が過換気症候群の治療法を提案したもので、呼吸を補助するために、息を吸うと上昇する音が流れて、息を吐くと下降する音が流れる装置を使っている。上昇する音に吸気を対応させ、下降する音に呼気を対応させることは経験的に自然であるため、1980 年代にはこのような訓練が呼吸を整える方法として有効になると考えられた。

本研究では被験者が音と呼吸の対応を意識していない状態であっても、上昇する音が呼気を誘発し、下降する音が呼気を誘発する可能性について検証する。上昇音および下降音の呼吸への影響を観る実験はおそらく初めてのものだ。実験には上昇音・下降音そして平坦な音を使用する。音の間隔を一定にすることでテンポを一律にし、上昇音・下降音と平坦な音に対する呼吸の反応を比較することで、音程の変化による影響を特定しようとするものである。

2. 実験

2.1 被験者

被験者は 22 歳の学生 2 名 NK, KS である。

2.2 材料

サンプル音の作成にはソフトウェアシンセサイザーとしてES1(apple、Logic Pro8)を用いた。音の上昇及び下降には、ピッチベンドを使用し、音程の変化は直線的なものとした。２秒間のサンプル音を４秒のインターバルをはさんで９回繰り返す試行を音程と（A1、A2、A3、C２、C3、C4）と音程の変化の度合いによって１２種類用意した。音程の変化は１オクターブと２オクターブの２種類とした。上昇ないし下降する音の試行のあいだには音程の変化が加えられていない試行を加え、フィラーとした。

2.3 手続き

仰臥位で閉眼を指示し、ヘッドホンによってサンプル音を聴取させた。実験は休憩をはさんで２回に分けられた。生体応答の測定にはProcomp infiniti（ToughtTechnology 社製）を使用し、呼吸活動、皮膚電気活動（SC）、皮膚温（Temp）を測定した。呼吸活動の測定器（Resp-Flex/Pro）は胸部の高さに固定した。

2.4 予測

本実験では、平坦な音の試行と比較して、上昇音と吸気が一致することが多く、下降音と呼気が一致することが多いと予測している。

3. 分析と考察

被験者 NK の結果に対して分析を行った。分析結果を以下の表でしめす。この表は呼吸と音の一致パタンを示したものである。この分析において、音の前方後方±0.5 秒以内に呼気または吸気が始まっている場合、一致していると見なす。表の「パタン」における「z」は刺激音の前方を表し、「k」は刺激音の後方を表す。また、例えば「xk」は呼吸の吸い終わり／吐き始めに注目したパタンで、呼気の始まりが音の後方と一致していることを示す。「zx」は呼吸の吐き終わり／吸い始めに注目したパタンで、吸気の始まりが音の前方と一致していることを示すものである。

予測をこのパタンで示すと、上昇する音は zx, xk になるはずであり、下降する音は xz, kx のパタンになるはずである。

分析結果は、上昇音で xk のパタンが他の音より高い割合で観察された。これは予測に合致する傾向である。また、下降音で xz のパタンが上昇音より高い割合で観察されており、これも予測に合致する。ただし、下降音の xz パタンに関しては、平坦音とほぼ同じ結果となっているため、下降音による影響が強いとは言えないだろう。また、下降音で kx のパタンが他の音よりやや高い割合で観察された。これも予測に合致する傾向である。

今回の実験では情動の影響を SC と Temp による観測を試みた。しかし SC については特徴的な変化は見られなかった。一方で Temp では被験者 KS において呼気位との対応があると思われる。このことが音の聴取とどのような関係にあるかは検討する必要があるだろう。

音の種類	パタン	回数	割合	パタン	回数	割合
平坦音	xz	49	24.5%	zx	47	23.5%
	xk	42	21%	kx	47	23.5%
		全体　200	100%		全体　200	100%
上昇音	xz	19	20%	zx	21	22.1%
	xk	25	26.3%	kx	21	22.1%
		全体　95	100%		全体　95	100%
下降音	xz	24	24.2%	zx	21	21.2%
	xk	21	21.2%	kx	25	25.2%
		全体　99	100%		全体　99	100%

表

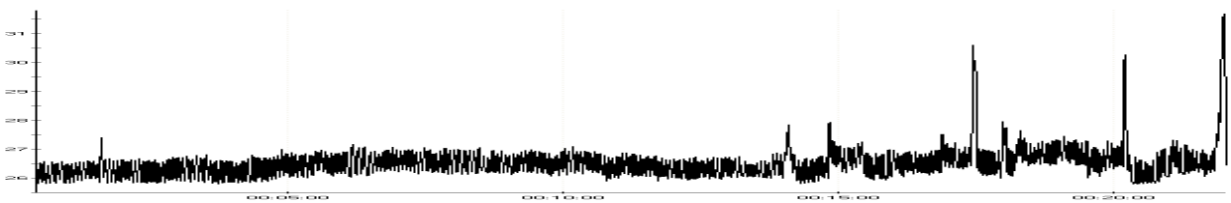


図 1 被験者 KS の呼吸活動

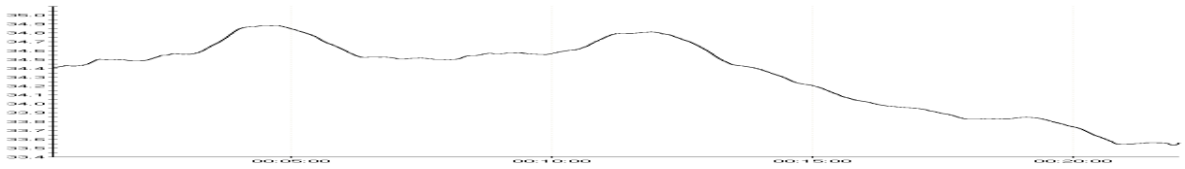


図２　被験者 KS の皮膚温

4. まとめ

呼吸と音の一致パタンから、上昇音は吸気を促し、下降音は呼気を促すという予測に沿った傾向が見られた。

今後、同様の実験で被験者数を増やし、統計処　理を行って、さらに分析を進めていきたい。また、より広範な音域を刺激音として採用することで、呼吸に影響を与えているのが音の変化、すなわち上昇や下降であるのか、それとも音そのものの高さであるのかについて検証したい。加えて、個人の音楽経験の違いが音に対する反応を左右する可能性についても将来的に検討していきたい。

5. 参考文献

[1] Fried, R. (1990). Integrating music in breathing training and relaxation: I. Background, rationale, and relevant elements. Biofeedback and Self-Regulation 15(2), 161-169.

[2] 作田由美子・奥忍, (2003), ”唱歌が心と身体に及ぼす影響―音楽に対する情動反応と生理的反応に関する実験”, 岡山大学教育実践総合センター紀要, 第 3 号, 29-38.

[3] Ellis, D. S. & Brighouse, G., (1952), Effect of music on respiration and heart-rate. American Journal of Psychology 65, 39-47.

[4] 今井靖親・増田忍, (1970), ”音楽と情緒との照応関係の分析的研究”,奈良教育大学紀要／人文・社会科学、第 19 巻第 1 号, 249-278.

[5] Haas, F., Distenfeld, S., and Axen, K. (1986). Effects of perceived musical rhythm on respiratory pattern. Journal of Applied Physiology, 61, 1185-1991.

[6] Henkin, R. I. (1955). A factorial study of the components of music. Journal of Psychology 39. 161-181.

[7] 児玉昌久・佐久田祐子, (1994), ”音楽呈示が生体に及ぼす効果の検討”, 早稲田大学人間科学研究 7(1), 43-52.

[8] Grossman, P., de Swart, J. C. G., and Defares, P. B. (1985). A controlled study of a breathing therapy for treatment of hyperventilation syndrome. Journal of Psychosomatic Research 29(1), 49-58.

実験室研究から実環境研究への接合を目指した Multi-platform Experiment ～運転行動特性を対象とした行動一貫性の実験的検討～

Multi-platform Experiment to Cross a Boundary between Laboratory and Real Situational Studies: Experimental Discussion of Cross-Situational Consistency of Driving Behaviors

寺井 仁[†,‡], 三輪 和久[†], 奥田 裕之[†,‡], 田崎 勇一[†], 鈴木 達也[†], 小島 一晃[*], 森田 純哉[*], 前東 晃礼[†], 武田 一哉[†]

Hitoshi Terai, Kazuhisa Miwa, Hiroyuki Okuda, Yuichi Tazaki, Tatsuya Suzuki, Kazuaki Kojima, Junya Morita, Akihiro Maehigashi, Kazuya Takeda

[†]名古屋大学，[‡]JST/CREST，[*]早稲田大学，[*]北陸先端科学技術大学院大学

Nagoya University, CREST JST, Waseda University, Japan Advanced Institute Science and Technology

terai@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

In this study, we constructed an innovative experimental platform to discuss cross-situational consistency in driving behavior, and conducted behavioral experiments. To discuss cross-situational consistency, we separated situation in which people use some systems to conduct some tasks into three independent conceptual factors: purpose, environment, and system. In this paper, we report the experimental results about cross-situational consistency where the following were used: a laboratory system with a gaming controller and steering/pedal controllers and a real system.

Keywords — behavior analysis, cross-situational consistency, driving behavior, multi-platform

1. はじめに

1.1 背景

人間の思考や行動の一貫性は，実験室研究をはじめ，応用研究においても重要な観点である．このような行動一貫性は，パーソナリティ研究における「人か状況か論争（*person-situation debate*）」や「一貫性論争（*consistency debate*）」を通して，多くの研究が積み重ねられてきており，個人が持つ特性による行動の一貫性と状況からの影響が明らかにされてきた．しかしながら，行動データを基礎にした「行動科学的」な検討はそれほどなされておらず，パーソナリティーの構成概念や評価基準の特質を明らかにする上で，これらの検討の必要性が求められている[1].

また，より一般的には，人間を対象として行われる実験室研究においては，生態学的妥当性や外的妥当性に関する議論がなされてきた[2]. 例えば，Anderson, Lindsay, and Bushman (1999)では，メタ分析を通して，特に個人特性と社会的行動の関係について，実験室実験とフィールド研究との相関を示し，その実在性の検討がなされている[3].

一方，応用研究に目を向けると，自動車設計や航空機設計などの大規模なシステム設計において，システムの評価やユーザビリティの評価に対する実環境を代替する仮想環境の応用的な利用が進められている．例えば，ドライビングシミュレータは，現実場面における車両の運転環境を高度に再現し，繰り返し利用可能で，コントロールされた安全な実験環境を提供する[4]. そこでは，シミュレータの実環境に対する妥当性が重要となり，絶対的な妥当性と共に相対的な妥当性について，多くの研究が進められている．

以上の様に，状況が行動に与える影響は多様な研究領域において議論がなされてきたが，その一方で，複数の環境間での行動データに基づいた統一的な議論は多くはない[5].

1.2 目的

本研究では，生態学的妥当性の異なる多様な状況における，行動の一貫性について，行動データに基づく統一的な理解を目指す.

そこで，本研究では，（１）安定的な日常行動の一つとして考えられる「車両操作」を対象として，行動の一貫性を議論するための実験プラットフォームの開発を行い，（２）異なる状況間において保持

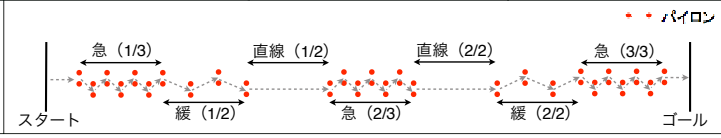
<table>
<tr><td colspan="2">目的</td><td colspan="5">自由走行(“コースを安全に走行”)</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="5">急ぎ走行(“コースを安全に，かつできるだけ速く走行”)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">システム</td><td></td><td colspan="2">実験室システム</td><td colspan="2">仮想システム</td><td>実システム</td></tr>
<tr><td>概要</td><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>操作系
(デバイス)</td><td>ゲーム
パッド</td><td>ステアリング/
ペダル</td><td>ゲーム
パッド</td><td>ステアリング/
ペダル</td><td>ステアリング/
ペダル</td></tr>
<tr><td>操作系
(入力値)</td><td colspan="2">デジタル/アナログ</td><td colspan="2">デジタル/アナログ</td><td>アナログ</td></tr>
<tr><td>物理モデル</td><td colspan="2">単純</td><td colspan="2">物理シミュレーション</td><td>現実</td></tr>
<tr><td>視点</td><td colspan="2">俯瞰</td><td colspan="2">3次元</td><td>現実</td></tr>
<tr><td colspan="2">環境</td><td colspan="5"> 
</td></tr>
</table>

図 1 実験プラットフォーム

される行動一貫性について実験的な検討を行う.

2. 状況

行動一貫性について議論を進める上で，個々人の行動に影響を及ぼす「状況」について考える必要がある．状況の意味は，研究領域によって，多様である．例えば，社会的な圧力を状況と捉える場合もあれば，仮想環境と実環境との違いを状況の違いと呼ぶ場合もある．また，より一般的には，与えられる課題設定が状況の違いに対応するとも考えられる．本研究では，このような「状況」を，内的な制約と外的な制約の観点から,「目的」,「システム」,「環境」の3つの階層で整理し，議論を行う.

「目的」は，与えられた状況において達成すべき目標状態であり，一方,「環境」は実際にその目標状態を達成するための場であり外的な制約を与える.「環境」には物理的な環境や社会的な環境が含まれると考えられる．また，ある「環境」においてある「目的」を実現するために，我々は，自身の身体を通してそれを遂行したり，何らかのシステムや道具を使って遂行することになる．このように「目的」と「環境」との間には何らかの「システム」が介在することになる.

3. 実験

3.1 実験プラットフォーム

本研究では，前述の「目的」,「システム」，および「環境」の3つの観点から，運転行動を対象に，行動の一貫性を議論するための実験プラットフォーム構築した．図 1にその概要を示す.

本実験プラットフォームは，車両操作という課題目的を共有した，生態学的妥当性が異なる「実システム」,「仮想システム」および「実験室システム」の3つのシステムから構成される.

「実システム」では，トヨタ車体製小型電気自動車COMSが用いられた．COMSが走行する「環境」として，障害物のない約200mの直線道路上にパイロンにより「急なカーブ」,「緩やかなカーブ」そして「直線」(以後,「急」,「緩」,「直線」と表記)からなるコースが用意された（図 1の「環境」を参照)．参加者に与えられた「目的」は，COMSを操作し,「環境」として用意されたコース上を,“安全に走行する”または“安全にかつできるだけ速く走行する”というものである（詳細については3.3 節において述べる)．COMSには行動計測用の各種センサが取り付けられており，走行中のハンドル，アクセル及びブレーキペダルの操作量等の行動計測と物理的な車両情報の測定が可能となっている.

一方,「仮想システム」では，バーチャルメカニ

クス社製のCarSimによる物理シミュレーションのもとで，前方3面大型スクリーン，後方スクリーンおよび実車同様の内装からなるシステムが用いられ,「実システム」と同様に行動計測および車両情報の測定が可能となっている．

また,「実験室システム」においては，一般的な実験室研究における課題の提示方法と同様に,「環境」がコンピュータスクリーン上に提示された．なお,「仮想システム」および「実験室システム」における「環境」と「目的」は「実システム」におけるそれと同様である．

3.2 実験参加者

実験参加者は30代〜50代の男女21名である（一部データ欠損のあった3名のデータを今回の分析からは除外した）．

「実システム」において安定した行動特性を有する参加者を分析対象とする目的から，運転歴10年以上で，かつ，月に10日以上日常的に車を利用しているドライバーを対象とした．

3.3 手続き

本実験では，COMSを用いた「実システム」と，操作系にハンドル/ペダルコントローラまたはゲームパッドコントローラを用いた2つの「実験室システム」の計3つのシステムを用いた（以降では，それぞれ「実システム」,「実験室システム（ハンドル）,「実験室システム（パッド）」と表記する）．

システム毎に,「練習走行」を2回行った後,「目的」として“コースを安全に走行する”ことだけを求めた「自由走行」を6回行った．その後，“安全に走行する”ことに加え，毎回走行時間を被験者にフィードバックし，“コースを安全に，かつできるだけ速く走行”することを求めた「急ぎ走行」を6回実施した．

なお,「実システム」と「実験室システム」の間で，また，2つの「実験システム」の間で，それぞれカウンターバランスを取った上で，全参加者は3つのシステムすべてにおいて課題に取り組んだ．

3.4 分析方法

分析では，各システムを用いた際の行動量（ブレーキ操作，アクセル操作，ハンドル操作）を個人の行動特徴とし，以下の4つの観点から「状況」の変化に対する行動一貫性について以下の4つの観点から検討を行った．

(1) 経時的行動一貫性
RQ1: 個人の行動特徴は「時間」を通して一貫するか？
(2) 目的間行動一貫性
RQ2: 異なる「目的」の間で，個人の行動特徴は一貫するか？
(3) 環境間行動一貫性
RQ3: 異なる「環境」の間で，個人の行動特徴は一貫するか？
(4) システム間行動一貫性
RQ4: 異なる「システム」の間で，個人の行動特徴は一貫するか？

4. 結果

4.1 経時的行動一貫性

各参加者内での経時的な行動一貫性を検証するため，各目的での6回の走行を前半と後半の3試行ずつに分け，経時的な行動の一貫性について検討を行った．分析では，各目的，各環境，および各システムにおける行動量の平均値を参加者毎に算出し，前半と後半での相関分析を実施した．

分析結果を表1に示す．分析の結果から，多くの行動に相関関係が認められ，個人の行動特徴が経時的に保持されていることが確認された．

4.2 目的間行動一貫性

異なる「目的」間での行動一貫性を検証するため，各目的，各環境，および各システムにおける行動量を参加者毎に算出し,「自由走行」条件と「急ぎ走行」条件の間で相関分析を実施した．

分析結果を表2に示す．分析の結果，それぞれの「システム」を利用した際の，ほぼすべての「環境」において，目的間行動一貫性が確認された．

4.3 環境間行動一貫性

異なる「環境」の間での行動一貫性を検証するため,「環境」間での行動量の相関を求めた．なお，本分析では,「環境」を「急」,「緩」,「直線」の3つの特徴に大別し，分析を行った．

分析結果を表3に示す．参加者毎に，各「目的」および各「システム」における「環境」毎の行動量の平均値を算出し，3つの「環境」間での相関分析を実施した．分析の結果，(1)「実システム」においては，ブレーキ操作，アクセル操作，そしてハンドル操作の各操作が環境間で一貫する傾向を示した一方，(2) 両「実験室システム」では，ブ

表 1 前半と後半における行動量の相関関係

目的:自由走行

ブレーキ操作

	実システム	実験室システム(ハンドル)	実験室システム(パッド)
急 (1/3)	r = 0.97 *	r = 0.74 *	r = 0.80 *
緩 (1/2)	r = 0.97 *	r = 0.99 *	n.s.
直線 (1/2)	r = 0.97 *	n.s.	r = 0.66 *
急 (2/3)	r = 0.97 *	r = 0.94 *	r = 0.87 *
直線 (2/2)	r = 0.97 *	n.s.	n.s.
緩 (2/2)	r = 0.97 *	r = 0.99 *	r = 0.70 *
急 (3/3)	r = 0.97 *	n.s.	r = 0.78 *

アクセル操作

	実システム	実験室システム(ハンドル)	実験室システム(パッド)
急 (1/3)	r = 0.99 *	r = 0.87 *	r = 0.63 *
緩 (1/2)	r = 0.98 *	r = 0.67 *	r = 0.84 *
直線 (1/2)	r = 0.95 *	r = 0.62 *	r = 0.86 *
急 (2/3)	r = 0.99 *	r = 0.78 *	r = 0.85 *
直線 (2/2)	r = 0.98 *	r = 0.88 *	r = 0.86 *
緩 (2/2)	r = 0.99 *	n.s.	r = 0.91 *
急 (3/3)	r = 0.99 *	n.s.	r = 0.73 *

ハンドル操作

	実システム	実験室システム(ハンドル)	実験室システム(パッド)
急 (1/3)	r = 0.76 *	r = 0.90 *	r = 0.97 *
緩 (1/2)	r = 0.79 *	r = 0.89 *	r = 0.90 *
直線 (1/2)	r = 0.99 *	r = 0.86 *	r = 0.89 *
急 (2/3)	r = 0.87 *	r = 0.95 *	r = 0.92 *
直線 (2/2)	r = 0.93 *	r = 0.71 *	n.s.
緩 (2/2)	r = 0.93 *	r = 0.95 *	r = 0.94 *
急 (3/3)	r = 0.81 *	r = 0.94 *	r = 0.94 *

目的:急ぎ走行

ブレーキ操作

	実システム	実験室システム(ハンドル)	実験室システム(パッド)
急 (1/3)	r = 0.93 *	r = 0.89 *	r = 0.90 *
緩 (1/2)	r = 0.96 *	n.s.	n.s.
直線 (1/2)	r = 0.92 *	r = 0.53 *	r = 0.88 *
急 (2/3)	r = 0.94 *	r = 0.81 *	r = 0.91 *
直線 (2/2)	r = 0.94 *	n.s.	n.s.
緩 (2/2)	r = 0.97 *	n.s.	n.s.
急 (3/3)	r = 0.96 *	r = 0.97 *	r = 0.87 *

アクセル操作

	実システム	実験室システム(ハンドル)	実験室システム(パッド)
急 (1/3)	r = 0.99 *	r = 0.54 *	r = 0.82 *
緩 (1/2)	r = 0.94 *	r = 0.58 *	r = 0.75 *
直線 (1/2)	r = 0.94 *	r = 0.73 *	r = 0.94 *
急 (2/3)	r = 0.98 *	r = 0.56 *	r = 0.83 *
直線 (2/2)	r = 0.94 *	r = 0.85 *	r = 0.85 *
緩 (2/2)	r = 0.95 *	r = 0.82 *	r = 0.79 *
急 (3/3)	r = 0.99 *	r = 0.63 *	r = 0.56 *

ハンドル操作

	実システム	実験室システム(ハンドル)	実験室システム(パッド)
急 (1/3)	r = 0.82 *	r = 0.89 *	r = 0.92 *
緩 (1/2)	r = 0.77 *	r = 0.87 *	r = 0.91 *
直線 (1/2)	r = 0.99 *	r = 0.50 *	r = 0.69 *
急 (2/3)	r = 0.91 *	r = 0.87 *	r = 0.90 *
直線 (2/2)	r = 0.85 *	r = 0.86 *	r = 0.72 *
緩 (2/2)	r = 0.93 *	r = 0.80 *	r = 0.89 *
急 (3/3)	r = 0.85 *	r = 0.93 *	r = 0.82 *

*: $p < .05$

表 2 自由走行と急ぎ走行における行動量の相関関係

実システム

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急 (1/3)	r = 0.96 *	r = 0.99 *	r = 0.75 *
緩 (1/2)	r = 0.97 *	r = 0.88 *	r = 0.70 *
直線 (1/2)	r = 0.85 *	r = 0.62 *	r = 0.99 *
急 (2/3)	r = 0.90 *	r = 0.98 *	r = 0.62 *
直線 (2/2)	r = 0.87 *	r = 0.75 *	r = 0.89 *
緩 (2/2)	r = 0.91 *	r = 0.93 *	r = 0.98 *
急 (3/3)	r = 0.95 *	r = 0.98 *	r = 0.44 +

実験室システム(ハンドル)

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急 (1/3)	r = 0.96 *	r = 0.52 *	r = 0.78 *
緩 (1/2)	r = 1.00 *	r = 0.84 *	r = 0.76 *
直線 (1/2)	r = 0.71 *	r = 0.59 *	r = 0.73 *
急 (2/3)	r = 0.89 *	r = 0.48 *	r = 0.85 *
直線 (2/2)	n.s.	r = 0.61 *	r = 0.72 *
緩 (2/2)	r = 0.94 *	r = 0.63 *	r = 0.82 *
急 (3/3)	r = 0.45 *	r = 0.58 *	r = 0.86 *

実験室システム(パッド)

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急 (1/3)	r = 0.50 *	r = 0.38 +	r = 0.79 *
緩 (1/2)	n.s.	r = 0.78 *	r = 0.88 *
直線 (1/2)	r = 0.74 *	r = 0.83 *	r = 0.86 *
急 (2/3)	r = 0.93 *	r = 0.37 +	r = 0.86 *
直線 (2/2)	r = 0.64 *	r = 0.88 *	r = 0.48 *
緩 (2/2)	r = 0.72 *	r = 0.55 *	r = 0.87 *
急 (3/3)	r = 0.92 *	r = 0.39 +	r = 0.76 *

+: $p < .10$, *: $p < .05$

レーキ操作およびアクセル操作の環境間での一貫性が崩れる傾向が示された.

4.4 システム間行動一貫性

異なる「システム」の間での行動一貫性を検証するため,「実環境」,「実験室環境 (ハンドル)」,「実験室環境 (パッド)」の3つの「システム」間での行動量の相関を求めた.

分析結果を表 4に示す. 分析の結果, 操作系のみが異なり, その他の多くの特徴が共通する実験室システム間 (「実験室システム (ハンドル)」×「実験室システム (パッド)) においては, アクセル操作とハンドル操作に多くの相関が認められた. 一方, 両「実験室システム」と「実システム」との間での相関はわずかであった. 特に, 3つのシステムを通して相関が確認された行動は, 急なカーブから直線へと開けてゆく途中の緩やかなカーブという特定の「環境」(図 1の環境中の「緩 (1/2)」) かつ,「急ぎ走行」という特定の「目的」におけるハンドル操作であった.

表 3 各環境間における行動量の相関関係

目的:自由走行

実システム

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急×緩	r = 0.99 *	r = 0.97 *	r = 0.57 *
急×直線	r = 0.98 *	r = 0.83 *	n.s.
緩×直線	r = 0.98 *	r = 0.88 *	r = 0.80 *

実験室システム(ハンドル)

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急×緩	r = 0.95 *	n.s.	r = 0.92 *
急×直線	r = 0.78 *	n.s.	r = 0.75 *
緩×直線	r = 0.70 *	r = 0.63 *	r = 0.76 *

実験室システム(パッド)

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急×緩	r = 0.88 *	r = −0.62 *	r = 0.94 *
急×直線	n.s.	n.s.	r = 0.53 *
緩×直線	n.s.	r = 0.55 *	r = 0.61 *

目的:急ぎ走行

実システム

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急×緩	r = 0.99 *	r = 0.91 *	r = 0.61 *
急×直線	r = 0.96 *	r = 0.42 +	r = 0.39 +
緩×直線	r = 0.93 *	r = 0.68 *	r = 0.85 *

実験室システム(ハンドル)

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急×緩	r = 0.95 *	n.s.	r = 0.84 *
急×直線	r = 0.38 +	n.s.	r = 0.79 *
緩×直線	n.s.	r = 0.54 *	r = 0.77 *

実験室システム(パッド)

	ブレーキ操作	アクセル操作	ハンドル操作
急×緩	r = 0.77 *	n.s.	r = 0.89 *
急×直線	n.s.	n.s.	r = 0.70 *
緩×直線	r = 0.44 *	r = 0.68 *	r = 0.73 *

+: $p < .10$, *: $p < .05$

表 4 各システム間における行動量の相関関係

目的:自由走行

ブレーキ操作

	実システム×実験室システム(ハンドル)	実システム×実験室システム(パッド)	実験室システム(ハンドル)×実験室システム(パッド)
急 (1/3)	n.s.	n.s.	r = 0.79 *
緩 (1/2)	n.s.	n.s.	r = 0.46 *
直線 (1/2)	n.s.	n.s.	n.s.
急 (2/3)	n.s.	n.s.	r = 0.42 +
直線 (2/2)	n.s.	n.s.	n.s.
緩 (2/2)	n.s.	n.s.	n.s.
急 (3/3)	n.s.	n.s.	n.s.

アクセル操作

	実システム×実験室システム(ハンドル)	実システム×実験室システム(パッド)	実験室システム(ハンドル)×実験室システム(パッド)
急 (1/3)	n.s.	n.s.	n.s.
緩 (1/2)	n.s.	n.s.	r = 0.79 *
直線 (1/2)	n.s.	n.s.	r = 0.72 *
急 (2/3)	n.s.	n.s.	n.s.
直線 (2/2)	n.s.	n.s.	r = 0.62 *
緩 (2/2)	n.s.	n.s.	n.s.
急 (3/3)	n.s.	n.s.	n.s.

ハンドル操作

	実システム×実験室システム(ハンドル)	実システム×実験室システム(パッド)	実験室システム(ハンドル)×実験室システム(パッド)
急 (1/3)	n.s.	n.s.	r = 0.58 *
緩 (1/2)	n.s.	n.s.	r = 0.55 *
直線 (1/2)	n.s.	r = 0.46 *	r = 0.59 *
急 (2/3)	n.s.	n.s.	r = 0.56 *
直線 (2/2)	n.s.	r = 0.54 *	r = 0.61 *
緩 (2/2)	n.s.	n.s.	r = 0.72 *
急 (3/3)	n.s.	n.s.	r = 0.49 *

目的:急ぎ走行

ブレーキ操作

	実システム×実験室システム(ハンド	実システム×実験室システム(パッド)	実験室システム(ハンドル)×実験室システム(パッド)
急 (1/3)	n.s.	n.s.	n.s.
緩 (1/2)	n.s.	n.s.	n.s.
直線 (1/2)	n.s.	r = −0.39 +	n.s.
急 (2/3)	n.s.	n.s.	r = 0.41 +
直線 (2/2)	n.s.	n.s.	n.s.
緩 (2/2)	n.s.	n.s.	n.s.
急 (3/3)	n.s.	n.s.	n.s.

アクセル操作

	実システム×実験室システム(ハンド	実システム×実験室システム(パッド)	実験室システム(ハンドル)×実験室システム(パッド)
急 (1/3)	n.s.	n.s.	r = 0.42 +
緩 (1/2)	r = 0.53 *	r = 0.45 *	r = 0.62 *
直線 (1/2)	r = 0.43 +	n.s.	r = 0.70 *
急 (2/3)	n.s.	n.s.	n.s.
直線 (2/2)	n.s.	n.s.	r = 0.43 *
緩 (2/2)	r = 0.46 *	n.s.	n.s.
急 (3/3)	n.s.	n.s.	n.s.

ハンドル操作

	実システム×実験室システム(ハンド	実システム×実験室システム(パッド)	実験室システム(ハンドル)×実験室システム(パッド)
急 (1/3)	n.s.	n.s.	r = 0.71 *
緩 (1/2)	n.s.	n.s.	r = 0.65 *
直線 (1/2)	n.s.	n.s.	r = 0.62 *
急 (2/3)	n.s.	n.s.	r = 0.63 *
直線 (2/2)	r = 0.39 +	n.s.	n.s.
緩 (2/2)	n.s.	n.s.	r = 0.63 *
急 (3/3)	n.s.	r = −0.46 *	r = 0.64 *

+: $p < .10$, *: $p < .05$

5. まとめ

本研究では，行動一貫性についての統一的な議論を可能にすることを目的に,「車両操作」を対象とした実験プラットフォームの開発を進めてきた.

本実験プラットフォームでは，行動を実行する際の「状況」を,(1) 与えられた状況において達成すべき目標状態としての「目的」と,(2) 実際にその目標状態を達成する上で外的な制約を与える「環境」，そして (3)「環境」とのインクションに関わる「システム」の3つの観点から構成した.

本実験の結果から，以下の4点が明らかとなった.

(1) 経時的行動一貫性

前半試行と後半試行の間で，多くの行動量に相関が認められ，経時的行動一貫性が示された.

(2) 目的間行動一貫性

異なる目的間 (「自由走行」と「急ぎ走行」) で,「アクセル操作」および「ハンドル操作」の多くで相関が認められ，目的間行動一貫性が示された.

(3) 環境間行動一貫性

「実システム」では，多くの行動において環境間での行動一貫性が示される一方,「実験システム」では一部の行動において行動一貫性が認められなかった.

(4) システム間行動一貫性

「目的」の自由度が低く,「環境」に一定の自由度がある状況においてのみ行動一貫性が認められた．多くの行動特徴は,「システム」の変化に対して，影響を受けることが明らかとなった.

以上の結果から，個人の行動特徴の現れは,「時間」や「目的」に対しては頑健性を示す一方で,「環境」の違いや,「システム」の違いからは大きく影響を受けることが明らかとなった.

今後は，環境の変化に対する行動の変化という観点から，目的間およびシステム間での行動一貫性について検討を進める．

また，現在，同一参加者を対象として，同一課題を用いた「仮想システム」上での実験を進めており,「実システム」,「仮想システム」そして「実験室システム」にまたがる多層の実験環境での行動一貫性とその差異についての検討を行う予定である．

参考文献

[1] Furr, R. M. (2009) “Personality psychology as a truly behavioural science”, *European Journal of Personality*, Vol. 23, No. 5, pp. 369–401.

[2] Brunswik, E. (1956), Perception and the representative design of psychological experiments, University of California Press.

[3] Anderson, C. A., Lindsay, J. J., and Bushman, B. J. (1999) “Research in the psychological laboratory: truth or triviality?”, *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 8, No. 1, pp. 3–9.

[4] Shechtman, O., Classen, S., Awadzi, K., and Mann, W. (2009). “Comparison of driving error between on-the-road and simulated driving assessment: a validation study”, *Traffic Injury Prevention*, Vol. 10, No. 4, pp. 379–385.

[5] Funder, D. C. (2006) “Towards a resolution of the personality triad: Person, situations, and behaviors”, *Journal of Research in Personality*, Vol. 40, No. 1, pp. 21–34.

埋め込まれた時制のパズル： 時制の De Se 分析

山森 良枝 （同志社大学）

1. はじめに

人称代名詞や「ここ・今」等の indexical は、その指示対象/意味が文脈依存的に決定される。こうした文脈は“評価の文脈”(context of evaluation)と呼ばれ、indexical 同様、当の発話が誰のパースペクトに基づいて記述されたかを知る上で重要な要素である。そのため、Kaplan(1989)が“only in a given context of utterance the reference of the indexical items can be determined.”と〈パースペクトの一貫性〉を求めているように、他者の信念や発話を報告する信念文や報告文では、信念や発話を内容とする被伝達部も報告者の視点から現実世界の出来事として記述されることになる。

しかしながら、自然言語には「昨日、田中君は今日自分の家から行くと僕に言った」のような文があり、間接話法の中に被伝達部の元発話者〈田中君〉による一人称発話を再現した直接話法が混在する〈混合話法〉(mixed quotation)も存在する。元の発話をそのまま再現する直接話法の報告文が *De Dicto* 報告であるのに対して、間接話法の形式を持つ報告文は、混合話法に対応する *De Se* 報告と、被伝達部が報告者の視点から現実世界の出来事を記述する *De Re* 報告の 2 つに分類される。信念文や報告文は、「x believes/says that y believes/says that z believes/says that …」と、被伝達文を埋め込む操作を無限に繰り返すことができ、被伝達部の著者(=元発話者)が誰なのかに応じて *De Se* と *De Re* の解釈が決まることになる。

同じことは時制にも当てはまる。時制にも発話時基準の〈絶対的テンス〉、主節時制に相対的な〈相対的テンス〉以外に、埋め込み節が独自の時制を示す場合がある。〈絶対的テンス〉は *De Dicto*、〈相対的テンス〉は *De Re*、そして埋め込み節独自の時制は *De Se* にそれぞれ対応すると考えられる。(1a,b)(2b)(3b)は〈相対的テンス〉を表す *De Re* 解釈、(2a)(3a)は埋め込み節独自の時制を表す *De Se* 解釈の例である。

(1) 太郎は[花子が{a.買った/b.買う}本]を読んだ

(2)a. 太郎は[昨日たくさん食べる]から、お腹が痛くなったのだ。
b. 太郎は[昨日たくさん食べた]から、お腹が痛くなったのだ。

(3)a. 福井交通の運転手は[越前海岸で自殺した女性]をそこまで乗せて行った。
b. 福井交通の運転手は[越前海岸で自殺する女性]をそこまで乗せて行った。

埋め込み節の述語がタ形の(1a)には、埋め込み節事象が主節事象に先行する〈埋め込み事象先行型〉の読みが成立し、埋め込み節の述語がル形の(1b)には、主節事象が埋め込み節事象に先行する〈主節事象先行型〉の読みが成立する。ただし、どちらの例も埋め込み節の時制は〈相対的テンス〉である。しかし、(2a)では埋め込み節の述語がル形であるにも拘らず、〈埋め込み節先行型〉の解釈が成立し、また(3a)ではタ形であるにも拘らず、〈主節先行型〉の解釈が成立する。どちらの例も、主節事象の時制とは無関係に埋め込み節独自の時制を示すという点では logophor と同じである。これが *De Se* 解釈を持つと言わ

れる所以である。ただし、(当該時制が評価されるべき)〈パースペクトの一貫性〉という観点から見れば、報告文同様、埋め込み節の時制が主節とは無関係に独自の *De Se* 解釈を持つことは好ましいことではない。事実、日本語の埋め込み節の殆どは *De Re* 解釈/〈相対的テンス〉を示している。それにも関わらず、埋め込み節の時制が *De Se* 解釈を持つ場合があるのはどう考えればよいのだろうか。本論では、*De Se* 解釈を持つ事例を対象に、日本語の埋め込み節における時制形式の選択と解釈の関係を文脈/パースペクト、より具体的には、〈著者〉(＝元発話者) パラミターのシフトの有無に関連づけて考察する。

日本語の埋め込み節の時制については、日本語学の分野だけでなく、時制論理や意味論の研究においても、絶対的テンスと相対的テンスの二元論で繰り返し論じられてきた。その中には、文脈依存的に指示対象が決定される指標要素を伴った時制演算子を仮定し、それぞれの時制演算子が文脈に則して個別に評価されるとする Kusumoto(2005)の意味論的なアプローチもある。また、日本語学の研究では、南(1974)が、主語、時制形式、主題、モダリティ要素との共起を基準に節にA類(描叙段階)、B 類(判断段階)、C 類(提出段階)、D 類(表出段階)の区別を設け、相対的テンスはB類節に現れると言う。したがって、(2a)の名詞補文や(3a)の関係節は、相対的テンスのときにはB類節に、埋め込み節独自の時制(*De Se* 解釈)を示すときにはモダリティ要素と同じ C 類節に分類されることになる[1]。実際、(2a,b)(3a,b)の埋め込み節の主動詞にモダリティ要素を付加すると、下に示すように、モダリティ要素との共起可能性が異なることが分かる。

(2)' a. 太郎は[勉強しないに違いないから]、試験に落ちた(のだ)
(3)' a. 福井交通の運転手は[越前海岸で自殺したに違いない女性]をそこまで車に乗せて行った。
(2)' b. *太郎は[勉強しなかったに違いないから]、試験に落ちた(のだ)
(3)' b. *福井交通の運転手は[越前海岸で自殺するに違いない女性]をそこまで車に乗せて行った。

De Se 解釈を示す(2a)(3a)の埋め込み節はモダリティ要素「に違いない」と共起するが、*De Re* 解釈を示す(2b)(3b)の埋め込み節はモダリティ要素と共起できないことが見てとれる。つまり、a 文の埋め込み節は C 類節、b 文の埋め込み節はB類であるということになる。

では、(2)(3)のa文とb文をもう少し詳しく見てみよう。まず、(2b)ではカラ節の内容は地の文の一部として解釈される。しかし、発話者がカラ節の記述内容を知っている/信じているかどうかは不明である。一方、(2a)ではカラ節の内容は発話者の知識に基づいた注釈として解釈される。また、(3a)でも発話者は実際に関係節の内容を知って/信じており、関係節は発話者の知識に基づいた注釈として解釈される。一方、(3b)では関係節の内容は地の文の一部として解釈される。しかし、発話者が関係節の記述内容を知っている/信じているかどうかは不明である。埋め込み節が独自の時制を示すa文は *De Se*、相対的テンスを示すb文は *De Re* と考えられる。

本論では、埋め込み節が独自の時制を示す *De Se* は、文脈/パースペクト・シフトの結果生じる読みであり、特に、〈著者パラミター〉が重要な要因となることを示す。以下ではまず、議論の背景となる報告文における *De Re* 解釈と *De Se* 解釈が生じる背景を logophoric pronoun の[自分]を使って簡単に示し、*De Se*

1 埋め込み節時制と南(1974)の従属節の階層構造との関係、および、統語論の分野で議論されているモダリティ要素の統語構造上の位置との関連については別稿で論じる。

解釈は主文主語と埋め込み節の著者パラミターが一致する場合に生じることを見る。ところが、埋め込み節の時制にが生じるのは、埋め込み節と主節間で著者パラミターが一致しない場合であることを示す。その上で、一見 *De Se* 解釈にそぐわない著者パラミターを示す埋め込み文が、実際にはより深い埋め込み構造を持つことを示して、むしろ、*De Se* 解釈は、埋め込み節における主節の著者のパラミターの上書きを行う文脈/パースペクト・シフトの問題として捉えられる現象であるということを見る。その結果、埋め込み節の時制の *De Se* 解釈は、Kusumoto(2005)が主張するような時制演算子を仮定しても説明できないこと、むしろ、文脈/パースペクト、中でも著者パラミターのシフトが重要な要因であり、logophoric pronoun の“同じ文脈/パースペクトに属する要素は全て同じ文脈に属する”という〈shift-together constraint〉により説明されるということを示す。

2. 報告の報告

既に触れたとおり、報告文には(i)他者の発話をそのまま報告する *De Dicto*、(ii)発話者が現実世界の出来事を報告する *De Re*、(iii)報告される信念や発話の元話者である一人称(「自分」)の視点から報告する *De Se* の3タイプの報告文がある。次の例を見てみよう。

(4) 太郎は[{a. 彼が/b. 自分が}キスした女の子]にキスしなかったと信じている/言っている。

まず (4a) は *De Se* 解釈を持ち得ない。*De Se* では、「キスした」は太郎自身が知っていることであり、それを自分で否定することは、矛盾することになるからである。むしろ、(4a)には(4')のような解釈が可能であり、その場合、*De Re* 解釈が容認される。(4')では、「キスしなかった」は太郎の信念に帰属するが、「キスした」は(silent な)話者の信念に帰属する狭い解釈を持ち、互いに排除し合わない。一方(4b)には、*De Re* 解釈のみが可能である。ただしその場合には、自分が知っている事実を自分で否定するという矛盾が生じることになる。

(4)' (私は[太郎は[彼がキスした女の子]にキスしなかったと信じている]ことを信じている)。

このように、*De Se* 解釈は、(4b)のように、埋め込み節中の lophoric ronoun「自分」が主文主語の「太郎」と同一指示的である場合にのみ生じる。そこで、*De Se* 解釈を得るための条件を次のように規定することができる。

(5) Shift-Together－同じ文脈/パースペクトに属する要素α、βは、同じ文脈/パースペクトに基づいて評価されなければならない:

a. C_A [… $Modal_1$ C_B … [$\alpha_{\{A/B\}}$ … $\beta_{\{A/B\}}$]]

b.＊ C_A [… $Modal_1$ C_B … [$\alpha_{\{B/A\}}$ … $\beta_{\{A/B\}}$]]

これは、logophoric pronoun の“同じ文脈に属する要素は全て同じ文脈に属さなければならない”という〈shift-together constraint〉に対応するものである。

しかし、前節で見たように、時制の *De Se* 解釈を認可する埋め込み節の著者(=元発話者)は(silent な)発話者である。silent な発話者が文表層に現れることはない。そのため、表層構造の上では、(5b)のパターンを示すことになり、*De Se* を予測できないということになる。それでは、(2a)(3a)の関係節・カラ節における時制の *De Se* 解釈はどのようにして生じるのだろうか。

3. 埋め込み節の時制と＜Shift-Together Constraint＞

既に触れたように、埋め込み節の時制にも、*De Dicto*、*De Re*、*De Se* 解釈の 3 つがある。*De Dicto* は発話時基準の絶対的テンス、*De Re* は主節時基準の相対的テンス、そして、*De Se* は 埋め込み節独自の時制を表す。次の例を見てみよう。(6)は *De Re* 解釈を持つ。

(6)太郎は[花子が{買った/買う}本]を読んだ

このとき、日本語の埋め込み文に現れるル形・タ形はどちらも固有の時制を持たず、研究者によっては、ル形は未完了、タ形は完了のアスペクトを表すとも言われる。(7)は Ogihara(1996:134)による埋め込み節の相対的テンスを一般化した規則である。

(7)The SOT (sequence of tense) rule: If a tense feature B is the local tense feature of a tense feature A at LF, and A and B are occurrences of the same feature (i.e., either [+past] or [+pres]), A and the tense associated with A (if any) are optionally deleted. N.B.: (i) The tense features include [+past] and [+pres] and nothing else. (ii) A tense feature A is “in the scope” of a Tense feature B iff B is associated with a common noun and asymmetrically c-commands A, or B is associated with a tense or a perfect and asymmetrically commands A. (iii) A tense feature B is the local tense feature of a tense feature A iff A is “in the scope” of B and there is no tense feature C “in the scope” of B such that A is “in the scope” of C.

ところが、次の(8)は(i)結婚が社長就任に先行する読みと(ii)社長就任が結婚に先行する読みを持ち曖昧である。この曖昧性を SOT 規則は予測し説明することができない。

(8)花子は社長になった男と結婚した。

同様に、三原(1992)の「視点の原理」も(8)を説明できない点では(7)と同じである。

(9)[視点の原理]:
a. 主節と従属節が同じ時制形式であるとき、従属節のテンスは発話時との時間的前後関係で決まる(絶対的テンス)。
b. 主節と従属節が異なる時制形式であるとき、従属節のテンスは主節時との時間的前後関係で決まる(相対的テンス)。

(9)は(8)の(ii)の読みを予測するが、(i)の読みを予測することはできない。これに対して、Kusumoto(2005)は、日本語の埋め込み文に現れる動詞が固有の時制を持たないことから、(8)に次のような S 構造を仮定することを提案する。

(10)[$_{TP}$ t* PAST λ_2 past $_2$ [$_{VP}$ Hanako marry [$_{NP}$ a [$_{N'}$ man [$_{CP}$ who$_i$ [$_{TP}$ t* PAST λ_3 past $_3$ [$_{VP}$ e$_i$ become the president]]]]]

(10)では、過去時制演算子の *PAST* が文脈依存的に指示対象を決定する指標要素 t*を伴うため、それぞれの *PAST* が個別に評価されることになる。これを(8)に適用すると、結婚と社長への就任はどちらも発話時に先行することが示されているだけで、その生起順序については一切語らない。これは、(i)(ii)どちらの読みも排除せず、曖昧性の予測可能性を有することになる。このよう

に汎用性のある分析の利点は、(3)に言語上の曖昧性を前提しなくても、(3)と(2)を同じように分析できる点にある。しかし、汎用性があるということは、冒頭の(2a)(3a)と(2b)(3b)とのニュアンスの違いが説明できない、ということでもある。

そこで、*De Se* 分析を適用してみよう。まず(3a)に*De Re*解釈を適用すると「自殺してから車に乗せた/試験に落ちた後勉強しない」という誤った解釈を得る。「車に乗った」ことが成立する世界に(同じ人物が)「自殺した(=死んだ)」を埋め込むという矛盾が導出されるからである。(2a)も同じである。そのため、*De Re* 解釈が成立するためには「自殺した/勉強しない」を「自殺する/勉強しなかった」に言い換える必要がある。こうして出来た文が(2b)(3b)である。これに対して、*De Se* 解釈を適用すると、(2a)(3a)は問題なく容認される。*De Se* 解釈では、「車に乗った」「勉強しない」は 主節主語ではなく(silent な)発話者の知識/信念に帰属する広いスコープを持つ。その結果、「自殺した」「試験に落ちた」が成立する世界に属する必要はないということになる。ところが、上で触れたとおり、(2a)(3a)の埋め込み節の著者(=元発話者)は(silent な)発話者である。そのため、(5)の制約に違反することになり、なぜ *De Se* 解釈を持つのかをうまく説明できない、という問題が生じる。しかし、(2a)ではカラ節は発話者の知識に基づいた注釈として解釈され、(3a)では関係節は発話者の知識に基づいた注釈として解釈されるという *De Se* のニュアンスはどこから生じるのか、それは、カラ節、関係節が、その記述内容を直接見聞きした silent な発話者を原著者とする著者パラミターを持つことが反映されたものであると考えられる。ただし、(5)の制約のままでは、(11)のような制約が生じることになり、silent な発話者が著者であるという状況で生じる *De Se* 解釈を、明確な形で捉えられなくなるということである。

(11) 発話文脈 C_A の直近の埋め込み節で文脈/パースペクトがシフトした場合、最も深く埋め込
まれた要素 α が C_A に基づいて評価されることは阻止される：
C_A [⋯$AUTH_1$ C_B ⋯[⋯i_B⋯$AUTH_2$ C_C ⋯[⋯$\alpha_{\{*A/B/C\}}$]]]

そこで、本論では、Shift-Together の基本的な考え方をさらに精密にして、信念文や報告文では、「[太郎は[花子が[PRO 大学をやめる]と言った]と言った]」のように被伝達部が主節直後の従属節よりもさらに深く埋め込まれた場合を考慮すると、(11)は(12)のように整備され、(2a)(3a)に *De Se* のニュアンスが生じることが説明できることを提案する。

(12) 発話文脈の直近の埋め込み節で文脈/パースペクトが シフトしても、最も深く埋め込まれた要素 α は同じ著者パラミターを有する文脈に基づいて評価され、α が発話文脈に基づいて評価されることは阻止されない：
C_A [⋯$AUTH_1$ C_B ⋯[⋯i_B⋯$AUTH_2$ C_C ⋯[⋯$\alpha_{\{A/B/C\}}$]]]

(12)は被伝達部がより深く埋め込まれた場合に *De Se* 解釈が生じる条件を示したものである。ここには主節と埋め込み節がそれぞれ属する文脈だけでなく発話文脈も含まれている。その結果、(2a)(3a)のように silent な発話者のパースペクトも明示的に捉えることができるようになり、(2a)(3a)についても正しい予測をすることができるようにな

る[2]。

4. 時制形式と文脈/パースペクト・シフト

(2a)(3a)と(2b)(3b)の違いを示すと次のようになる。

(13)	*De Re*	*De Se*
(2a)/(3a)	✓	*
(2b)/(3b)	*	✓

(2a)(3a)と(2b)(3b)の違いは(11)と(12)の違いに反映されており、埋め込み節の原著者が誰なのかという著者パラミターに代表される文脈の異同が、その原因に他ならない。(2a)(3a)における埋め込み節の時制形式の選択は、評価文脈を同じくする要素の著者パラミターを同じにするためのパラミター・シフト、文脈シフトを示すと考えられる。このような考えは、情報の帰属を明らかにし、そうすることによってパースペクトの衝突を避けるのに役立つ。日本語は情報の帰属に敏感な言語であることを考えると、このことが〈パースペクトの一貫性〉を損なうものではない。このような本稿の分析結果は、包括的な時制分析における評価文脈の重要性と *De Se* 分析の有用性を強く示すものである。

参照文献

Kaplan, D. (1989) “Demonstratives” in J. Almog, H. Wettstein, and J. Perry (eds.) *Themes from Kaplan*: 481-563, New York: Oxford University press.

Kusumoto, K. (2005) “Quantification over times” in *Natural Language Semantics* 13: 317-357.

三原健一(1992)『時制解釈と統語現象』, 東京: くろしお出版.

南不二男(1974)『現代日本語の構造』, 東京 : 大修館書店.

Ogihara, T. (1996) *Tense, Scope, and Attitude Ascription*, Dordrecht: Kluwer.

[2] §1で触れたように、*De Se* 解釈を示す(2a)(3a)の埋め込み節はモダリティ要素と共起し、*De Re* 解釈を示す(2b)(3b)の埋め込み節はモダリティ要素と共起できないことから、南の従属節の階層構造では *De Se* 解釈を示す埋め込み節はC類節、*De Re* 解釈を示す埋め込み節はB類節に分類されることが分かる。南の階層が意味的なものなのか統語的なものなのかは不明であるが、両者が統語構造上異なる位置に生起する可能性が見てとれる。注1で述べたとおり、この問題についての議論は別稿に委ねたい。

日本語の接頭辞「小–」と「薄–」について
— 価値判断の観点から —
Linguistic Manifestations of Value Judgement:
A Particular Focus on Japanese Prefixes *ko-* and *usu-*

久保 圭
Kay KUBO

京都大学大学院
Kyoto University, Graduate School
antshavenoborder@gmail.com

Abstract

In this paper I clarify the meaning and usage of Japanese Prefixes *ko-* and *usu-* in terms of value judgement. Although Taylor and Seto (2008) descrives Japanese diminutive *ko-*, as far as I know, there is no previous research about Japanese Prefix usu- , which seems to have a close meaning of *ko-*. At first, I make a survey of the description about *ko-* in Taylor and Seto (2008). Next, I analyze instances of *usu-* in terms of value judgement.

Keywords

Japanese Prefix, Diminutive, Value Judgement, Semantic Polysemy, New Expression

1. 本研究の目的

本研究の目的は，日本語の指小辞である「小–」と日本語の接頭辞「薄–」について，その意味と用法を明らかにすることである．

指小辞の「小–」については，テイラー・瀬戸 (2008) にその記述がみられるが，それと近しい意味と用法を持つと考えられる接頭辞「薄–」に関する先行研究は，管見の限りにおいてない．

本発表では，まずテイラー・瀬戸 (2008) における「小–」の記述を概観し，次に「薄–」の事例とあわせて，主に価値判断の観点から分析し，その結果にもとづいて考察をおこなう．最後に，ウェブ上でみられる「薄–」の新規的表現についても分析をおこない，結語を述べる．

2. 本研究の分析対象

前節で述べたように，本研究では，日本語の指小辞「小–」と日本語の接頭辞「薄–」を分析対象として扱う．該当する事例のなかでも，とりわけ各接頭辞に形容詞と形容動詞が後続しているものを扱う．あらかじめ注意書きをすると，「不–」や「無–」などに代表される，日本語の否定接頭辞の意味や用法は，中国語での意味や用法を反映している可能性が多分にある．当然，発表者はその可能性を否定しない立場を採っているが，本研究では，あくまで日本語として用いられた際の事例を分析し，その意味と用法について考察をおこなったものである．

以下に挙げるものは，指小辞の「小–」と，接頭辞「薄–」を用いた事例の一部である．なお，文頭にアスタリスク・マーク（＊）が付いているか否かは，該当する表現が国語辞典に記載されているかをその判断基準としている．

(1) a. 彼の格好は小汚い.
b. 彼の格好は薄汚い.
c. 寒くて暗くて，この部屋は小気味悪い.
d. 寒くて暗くて，この部屋は薄気味悪い.

(2) a. この音楽は小気味好い.
b. *この音楽は薄気味好い.
c. 小ぎれいな服装で出かける.
d. *薄ぎれいな服装で出かける.

(3) a. *もう七時なのに，まだ空が小明るい.
b. もう七時なのに，まだ空が薄明るい.

c. 天気予報では晴れだったのに，やけに空が小暗い.
d. 天気予報では晴れだったのに，やけに空が薄暗い.

以上の例で，(1a, 1b) や (1c, 1d) は言い換えがほぼ可能である．これは「小–」と「薄–」の意味が非常に近しいことを示している．しかし，(2a, 2b) や (2c, 2d) から，その用法に差異があることは明らかである．さらに，「明るい」が語基として後続している (3a, 3b) では用法に差がみられるのに対して，「暗い」が後続する (3c, 3d) では差がみられないことがわかる．「薄–」が「明るい」と「暗い」の両方に結合するのに対して，「小–」は「暗い」のみが後続可能であることは，非常に興味深い現象である．

3. 先行研究の概観

本節では，日本語の指小辞「小–」に関する先行研究であるテイラー・瀬戸 (2008) を概観する．

テイラー・瀬戸 (2008) では，指小辞「小–」の多義ネットワークの主要部分について分析しており，その意味を「程度」「強意」「軽蔑」の三つに大別した．この三つの意味は，物理的な大小に関して「小さなもの」をあらわすという「小–」の中心義から展開したものであり，互いに完全に切り離して考えられるものではないが，それぞれに特化した用法であると述べている．以下は，指小辞「小–」の各意味の具体的事例をテイラー・瀬戸 (2008) から抜粋したものである．

(4) 【程度】 小雨，小銭，小技，小声，小言，小降り，小分け，小太りなど
【強意】 小汚い, 小憎らしい, 小ぢんまり, 小うるさい，小気味がよいなど
【軽蔑】 小役人，小馬鹿，小賢しい，小利口，小器用，小理屈など

以下は，テイラー・瀬戸 (2008) における指小辞「小–」に関する記述を筆者がまとめたものである．

たとえば，【程度】に分類されている「小雨」は雨の一粒の大小が問題なのではなく，その振りかたそのものを注視した表現である．確かに雨水そのものは具象的な物ではあるが，「小雨」の「雨」は事象であり，時間経過の中で起こる出来事である．つまり，この「小–」は事象として雨の程度をあらわしているといえる．

また，【強意】に分類されている「小汚い」は，たいていの辞書では「どことなく汚らしい」という解釈を挙げるにとどまるが，「淀川の水は小汚い」「見るからに小汚い店」「余りにも小汚い車」「非常に小汚い格好」などの実際の用例から判断すると，この「小–」が強意の意味を獲得していることがわかる．

そして，強意の「小–」は，しばしば否定的な意味や非難をあらわす意味と一緒になる．この否定的意味合いは，中心義の「小–」に潜在的に含まれているものである．「大」に対する「小」は，一般に価値の低い方向に傾く．この「小–」に伴うマイナス・イメージは，物事を矮小化して【軽蔑】し軽視する態度となる．

4. 本研究のアプローチ

前節の先行研究をふまえて，本研究では「小–」に近しい意味を持つと考えられる日本語の接頭辞「薄-」について，主に対比と価値特性の観点から分析し，考察をおこなう．

価値特性とは，経験世界の知識から認知主体が下す価値の肯否を指しており，さらに「肯定的価値」と「否定的価値」に分けられる．肯定的価値とは，人間の価値判断において望ましいとされる価値をあらわし，一方，否定的価値とは，望ましくないとされる価値をあらわす.

また, これらの価値は語に内在している場合と，文脈に依存する場合に分類が可能である. 例えば，有光 (2006) では，語それ自体が持つ否定的価値を「価値的否定性」とし，その他の構成要素と組み合わさったり，文の一部となることによってあらわれたりする否定的価値を「対象依存的否定性」

として分析をおこなっている.

5. 分析結果と考察

本節では，日本語の接頭辞である「薄-」について，主に対比と価値特性の観点から分析をおこなう．なお，以下の表は (1-3) の事例をまとめたものである.「番号」は前述の例文番号に対応している．そして，用いられている「接辞」とその「意味」を分類し，後続する「語基」とそれが示す「価値」について分類している．なお，クエスチョン・マーク（？）が付いているものは，非正例的表現が使用されると仮定した場合に想定される分類・特性である.

表：事例の意味的分類と価値特性

番号	接辞	意味	語基	価値
(1a)	小	強意	汚い	neg
(1b)	薄	強意	汚い	neg
(1c)	小	強意	気味悪い	neg
(1d)	薄	強意	気味悪い	neg
(2a)	小	強意	気味好い	pos
(2b)	薄	強意？	気味好い	pos?
(2c)	小	強意	きれい	pos
(2d)	薄	強意？	きれい	pos?
(3a)	小	程度？	明るい	pos?
(3b)	薄	程度	明るい	pos
(3c)	小	程度	暗い	neg
(3d)	薄	程度	暗い	neg

以上の表において，意味的分類はテイラー・瀬戸 (2008) にならい、「強意」と「程度」を用いた．ここでは，度合いが少ないことをあらわしていると考えられるものを「程度」に分類し，また，度合いを強めていると考えられる事例を「強意」に分類した.

たとえば,「小暗い」や「薄暗い」は暗いことを強調した表現ではなく,暗さが確かにあるものの,まだそれが少なく感じられる状態をあらわしていると考えられるため，このような事例は「程度」に分類した．また,「小汚い」と「薄汚い」は「汚れが少ない」という意味を持つ表現ではなく，むしろ汚れていることを強調する表現であるため「強意」に分類した.

上記の表からわかる事実は以下の二点である.

① 「薄-」が強意の意味を持ち，かつ語基が肯定的価値を示す事例がない.

② 「小-」が程度の意味を持ち，かつ語基が肯定的価値を示す事例がない.

本発表では，①について考察をおこなう.

まず，表からもわかるように,「薄-」を用いた事例において，語基の価値と表現全体の価値が同じになる場合が多い．例えば「汚い」と「薄汚い」はともに否定的価値を持っている.それに対して,(3b) の「薄明るい」という表現の語基である「明るい」は，肯定的価値に傾きやすいが,「薄-」が付くことで否定的価値へと反転する．それは以下の作例からも明らかである.

(5) 薄明るい未来が待っている.

それに対して,「薄暗い」の「暗い」は否定的価値に傾きやすく，それは「薄暗い」においても同様である．ここでひとつの仮説を立てることが可能である.

③ 「薄-」に肯定的価値を持つ語基が後続すると，表現全体の意味が否定的価値に反転する.

この仮説をふまえて，次節では「薄-」の新規的用法について分析する.

6. 「薄-」の新規的用法について

(2d) の「薄ぎれい」という表現は，辞典などにはその記載がないが，ウェブ上では確認することが可能な事例であり，その用法は「小ぎれい」とはまったく異なるものである．以下はウェブサイトからの引用であり，下線は発表者によるもので

ある.

(5) 僕より先に入店していた薄ぎれいなオバサンも散々店員にアドバイスを貰った後に「いいのが無いなら買わないほうがいいわよね、いいのが無かったんだから仕方無い」とかえらく失礼なことを言っていたのであまりいいメガネを置いていない店なのかもしれない。
(http://s-smells.jugem.jp/?eid=2425)

(6) 薄汚いは男らしさ、薄ぎれいはただのメッキ
(http://blog.goo.ne.jp/2009nekotani/e/e313c68e4c0733b178c085a7441dcbc7)

以上の例から,「薄ぎれい」は「小ぎれい」の「ほどよく整っていて清潔なさま」という意味を持たず，また，肯定的な意味で用いられているとも考えにくい. この意味を推測するならば,「表面上はきれいにみえるが，実際（本質？）はそうではない」となるように思われる. このような新規的表現の分析においては，表現に対する容認度の揺れが大きいために注意が必要であるが，肯定的価値を持つ「きれい」という語基に,「薄–」を結合させて「薄ぎれい」という表現にした場合，否定的な価値に傾く（価値が反転する）という点は，③の仮説に一致しているといえる.

7. 今後の課題

本発表では，価値判断の観点から，日本語の接頭辞「小–」と「薄–」について分析し，その結果から以下の言語事実を示した.

① 「薄-」が強意の意味を持ち，かつ語基が肯定的価値を示す事例がない.
② 「小–」が程度の意味を持ち，かつ語基が肯定的価値を示す事例がない.

また，上記の①について考察をおこない，以下の仮説を提示し，ウェブ上で確認される「薄–」の新規的用法についても分析をおこなった.

③ 「薄–」に肯定的価値を持つ語基が後続すると，表現全体の意味が否定的価値に反転する.

今後の課題としては，まず上記の言語事実①②を動機付ける要因について探ることが挙げられる. また，さらに多くの事例を分析することで，③の仮説の妥当性についても検討したい. 事例の収集については，日本語の大規模コーパスを用いる予定である. 事例の収集と同時に，各事例がどのような文脈で用いられているかについても分析をおこないたい. 最後に，正例である「小ぎれい」とは異なった振る舞いをみせる「薄ぎれい」などの新規的表現についても考察をおこないたい.

参考文献

[1] 有光奈美. (2006). 日・英語の対比表現と否定のメカニズム ― 認知言語学と語用論の接点, 京都大学 人間・環境学研究科 博士論文.
[2] ジョン・R. テイラー，瀬戸賢一. (2008).『認知文法のエッセンス』. 東京：大修館書店.
[3] 影山太郎. (1993).『文法と語形成』. 東京：ひつじ書房.
[4] 久保圭. (2011). 否定表現に関わる動的プロセスと価値判断について ―日本語の否定接頭辞を中心に―, 『言語科学論集 第 16 号』, 京都大学大学院 人間・環境学研究科, pp. 57-77.
[5] 山梨正明. (2000).『認知言語学原理』. 東京：くろしお出版.

辞書

[1] 鎌田正・米山寅太郎（著）. (2001).『漢語新辞典』. 東京：大修館書店.
[2] 諸橋轍次（著）. (1989).『大漢和辞典 修訂第二版』. 東京：大修館書店.
[3] 佐藤進・濱口富士雄（編）. (2006). 『全訳 漢辞海 第二版』東京：三省堂.

公式を自力生成する協調学習過程の効果
～ジグソー法と協調的な転移課題解決を用いた検討～
On Effects and Processes of Collaborative Discovery Learning

伊藤智哉†，原田一平‡，　田島啓‡，　安田遼‡，　白水始‡
Tomoya Ito, Ippei Harada, Satoshi Tajima, Ryo Yasuda, Hajime Shirouzu

†中京大学大学院，‡中京大学情報理工学部
Graduate School of Chukyo University, SIST Chukyo University
shirouzu@sist.chukyo-u.ac.jp

Abstract
This study tries to clarify the effects and processes of collaborative discovery learning by two innovative methods: the jigsaw method and joint transfer-problem solving method. Thirteen college students were assigned to Direct Instruction condition, while fourteen students to Discovery Learning condition. In the former condition, the students were given texts which explained formulas, types of problems, and points of solutions explicitly in the domain of SPI test. In the latter one, the students were given only problems and asked to solve them to extract problem types and points of solutions. In four successive weeks, the students in both conditions learned with the jigsaw method, taking different parts and exchanging them. In the last week, they solved transfer problems individually and then again collaboratively. Results showed that the Discovery Learning condition outperformed the Direct Instruction one in this joint solving situation. Detailed process analysis implied that, in the former condition, the students reflected upon problem situations and formed conditional knowledge, which were usable in the collaborative situations to the transfer problem.

Keywords — Collaborative Discovery Learning, Joint Transfer-Problem Solving, Jigsaw Method, Math Education

1. はじめに
最近の学習研究では，協調学習を一つのリサーチツールとして，帰納的な発見学習と演繹的な受容学習の効果を再検討しようとする機運が高まっている[1][2]．それによって，発見学習を学習者の準備状態に合わせて適切な時期，課題に導入する精緻なデザイン原則を打ち立てることが狙いである．本研究も，その動きに呼応し，数学の学習を題材に公式や解法のポイントを提示して学ばせる方法と，提示せずに問題を解かせるだけで学ばせる方法との違いについて，ジグソー法と協調的な転移課題解決を用いて詳細に検討した．実験の結果，公式を明示すると学習の焦点が式を記憶し適用することに移り，転移課題も問題状況を吟味しないままに数値を式に代入して計算を始める傾向があった．それに対して，問題から公式や解法を自力構成させると，問題の状況的要素を包含した抽象化を行い，転移課題も問題状況を一つ一つ吟味して高い解決成績を収めることがわかった．

学習科学分野における，学習者の知識の自力構成を促すさまざまな学習活動や環境の提案に関わらず，教育現場では依然レクチャやテキストで直接「教える」ことが重視されている[3]．それが短期的な学習成果の向上に効率的だと信じられているためだろう．今後は，本研究のような知見を積み重ねることで，その弊害を明らかにし，対比的な教育手法の隠れた有効性を明示化していくことが重要である．

1.1. 協調的な発見学習と PFL
最近，協調的な発見学習が未来の学びの準備（Preparing for Future Learning）になることを示す研究が多数報告されている[4]～[7]．例えば，[4]は，何かを学ぶことで「今，目の前にある問題が解けるようになること」と「将来，何かを学ぶ準備ができること」を分けて考えるべきだと主張した．中学生を対象とした教室実験で，統計学を協調的な発見学習で学ぶ発見学習群と，公式やその使い方を教わる直接教示群とを設けて比較したところ，発見学習群は，公式が自力発見できなかったため，目前の課題は解けないが，遠転移課題で，ヒントになる学習素材を渡された場合は，直

接教示群より優れた成績を収めることを示した.

さらに, [5]では, より統制的な比較を行うため, 公式の説明と問題解決の順序を入れ替える実験を行った. 中学生に密度や速度の公式を教えてから, それが適用できる事例を与える「教示後解決群」と, 同じ事例を先に与え, 解法を自力で考えさせてから公式を教える「解決後教示群」とを比較した. 公式がそのまま適用できる文章題では, 両群とも好成績を収めたが, 密度や速度に通底する「比」の概念を把握していないと解きにくい転移課題では, 解決後教示群が教示後解決群の 2 倍以上の成績を残した. 両群の学習期間における事例解決のプロセスを追うと, 教示後解決群では, 公式が次々と適用できた分だけ, 事例間の細かな違いを無視し, 多様な事例に適用できる解法 (公式) のよさを吟味しなかったのに対し, 解決後教示群では, 一つの事例への解法が次の事例に適用できない体験を繰り返しながら, 複数事例を包含する問題状況の把握やどの事例にも適用できる一般的な解法の生成に努めたことが示唆された.

1.2. ジグソー学習法と協調的転移課題解決

協調的な発見学習に関する知見を現場で安定して活用するためには, その認知メカニズムが明らかになっている必要がある. 1.1 節に含意されるように, そのためには単なる条件比較ではなく, 発見学習のプロセスの解明が有効である. そこで本研究では, 学習者ごとに異なる学習素材を分担し, 学習内容を交換し統合する「ジグソー学習法」を導入した[8][9]. ジグソー活動時になされる説明によって, 発見学習によって何がどう学ばれるのかを明らかにすることを狙った.

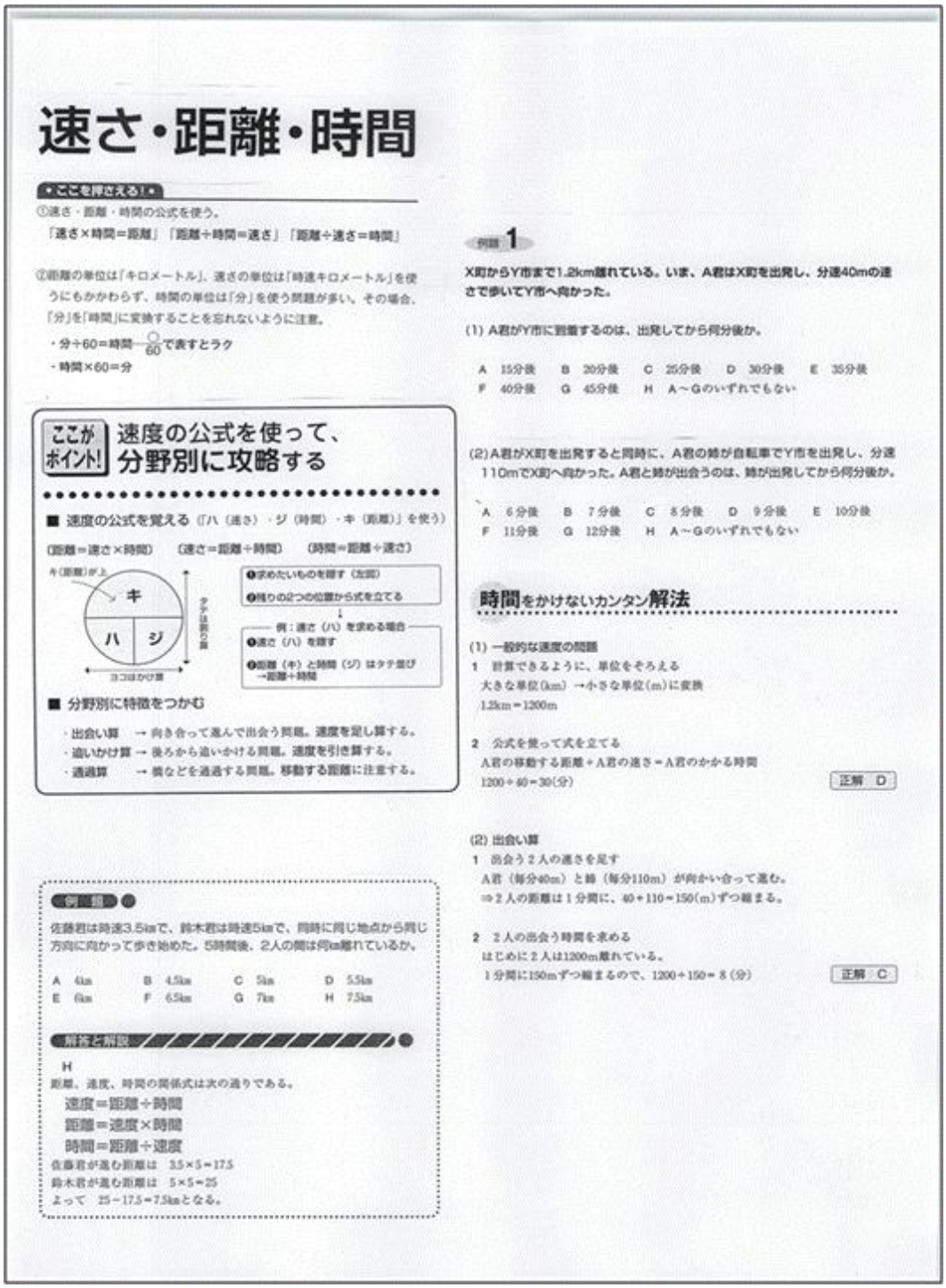
さらに, [4][5]の Schwartz らの研究では, 転移課題の解決は各学習者一人ずつに行わせていたが, 本研究ではペアで解かせることによって, 発見学習で得た知識や思考様式がどのように活用されるのかを, 発話を通して明らかにすることを狙った.

以上によって, 協調的な発見学習が具体的な問題状況の準抽象化を促すことで記憶保持と柔軟な問題解決を可能にするのに対し, 手順主体の学習は抽象的な公式の極めて「具体的・機械的な」適用を促すことを明らかにする.

2. 実験手順

実験は, 就職活動でよく使われる「SPI テスト」の数学分野を題材とした. このテストは大学生にとって既知の項目も多いが, 短時間で大量の問題を解く必要があり, 式の機械的な暗記・適用が一見効率的に見えるため, 題材に選んだ.

学部 2 年生 27 名を「手順群」13 名と「問題群」14 名の 2 群に割り振った. 手順群には, 図 1 のように問題が早く正確に解ける方略(図 1 の左中段)や公式の解説, 問題の分類がまとめられている解説書を渡し, これをまとめてジグソー時に説明することを求めた. 問題群は, 図 2 のように, その単元に関わる問題のみが列挙された教材を渡し, 既有知識のみで問題を解くことで方略や公式を自力構成して, ジグソー時に説明することを求めた. 本研究による条件操作は, この最初に渡す教材のみである.



速さ・距離・時間

ここを押さえる！

①速さ・距離・時間の公式を使う。
「速さ×時間＝距離」「距離÷時間＝速さ」「距離÷速さ＝時間」

②距離の単位は「キロメートル」、速さの単位は「時速キロメートル」を使うにもかかわらず、時間の単位は「分」を使う問題が多い。その場合、「分」を「時間」に変換することを忘れないように注意。
・分÷60＝時間　（○/60で表すとラク）
・時間×60＝分

ここがポイント！ 速度の公式を使って、分野別に攻略する

■ 速度の公式を覚える（「ハ（速さ）・ジ（時間）・キ（距離）」を使う）

（距離＝速さ×時間）　（速さ＝距離÷時間）　（時間＝距離÷速さ）

❶求めたいものを隠す（左図）
❷残りの2つの位置から式を立てる

例：速さ（ハ）を求める場合
❶速さ（ハ）を隠す
❷距離（キ）と時間（ジ）はタテ並び→距離÷時間

■ 分野別に特徴をつかむ

・出会い算　→ 向き合って進んで出会う問題。速度を足し算する。
・追いかけ算 → 後ろから追いかける問題。速度を引き算する。
・通過算　→ 橋などを通過する問題。移動する距離に注意する。

例題 1

X町からY市まで1.2km離れている。いま、A君はX町を出発し、分速40mの速さで歩いてY市へ向かった。

(1) A君がY市に到着するのは、出発してから何分後か。

A　15分後　B　20分後　C　25分後　D　30分後　E　35分後
F　40分後　G　45分後　H　A～Gのいずれでもない

(2) A君がX町を出発すると同時に、A君の姉が自転車でY市を出発し、分速110mでX町へ向かった。A君と姉が出会うのは、姉が出発してから何分後か。

A　6分後　B　7分後　C　8分後　D　9分後　E　10分後
F　11分後　G　12分後　H　A～Gのいずれでもない

時間をかけないカンタン解法

(1) 一般的な速度の問題
1　計算できるように、単位をそろえる
大きな単位(km) →小さな単位(m)に変換
1.2km＝1200m

2　公式を使って式を立てる
A君の移動する距離÷A君の速さ＝A君のかかる時間
1200÷40＝30(分)　正解 D

(2) 出会い算
1　出会う2人の速さを足す
A君（毎分40m）と姉（毎分110m）が向かい合って進む。
⇒2人の距離は1分間に、40＋110＝150(m)ずつ縮まる。

2　2人の出会う時間を求める
はじめに2人は1200m離れている。
1分間に150mずつ縮まるので、1200÷150＝8(分)　正解 C

例題 2

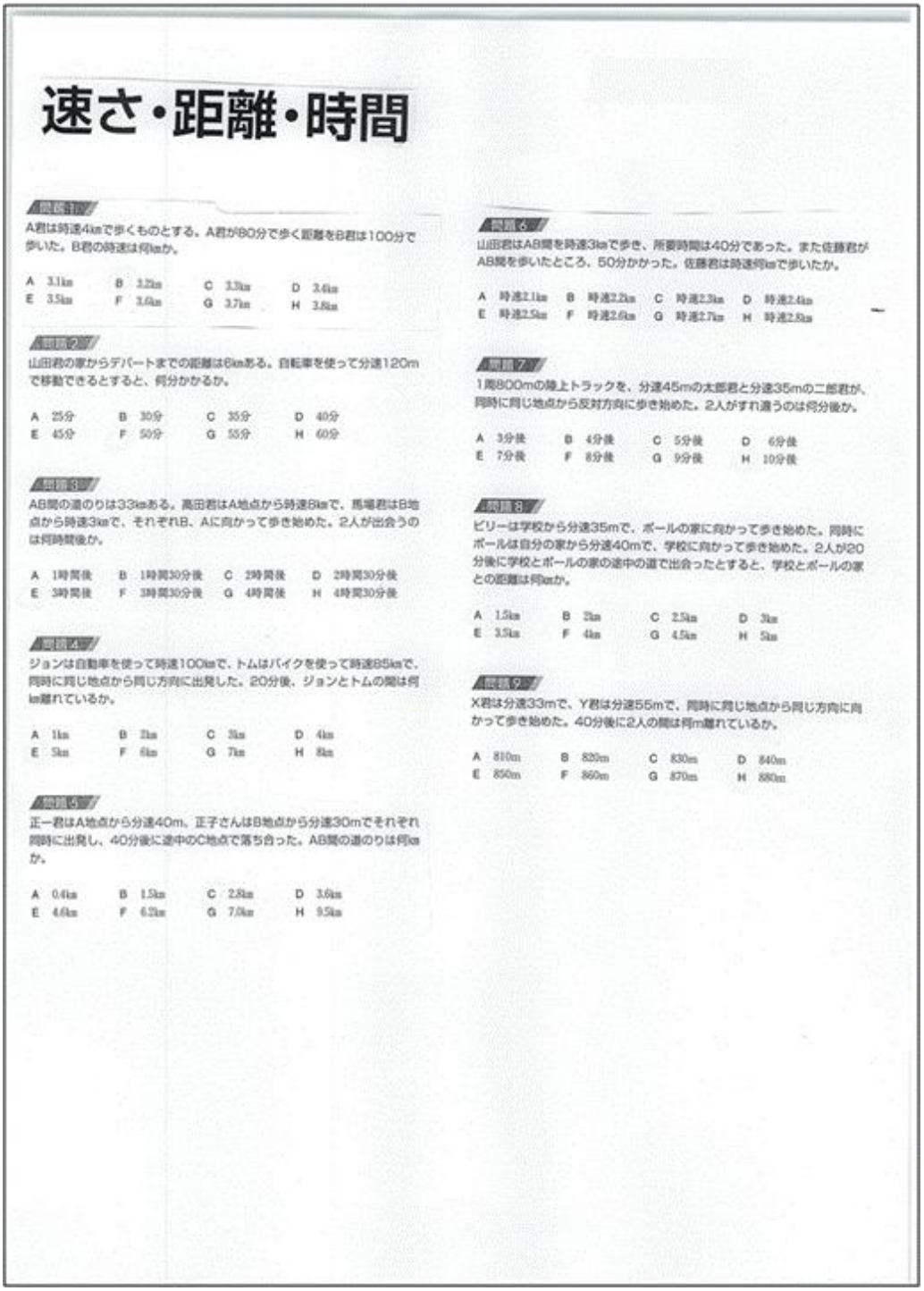
佐藤君は時速3.5kmで、鈴木君は時速5kmで、同時に同じ地点から同じ方向に向かって歩き始めた。5時間後、2人の間は何km離れているか。

A　4km　B　4.5km　C　5km　D　5.5km
E　6km　F　6.5km　G　7km　H　7.5km

解答と解説

H
距離、速度、時間の関係式は次の通りである。
速度＝距離÷時間
距離＝速度×時間
時間＝距離÷速度
佐藤君が進む距離は　3.5×5＝17.5
鈴木君が進む距離は　5×5＝25
よって　25－17.5＝7.5kmとなる。

図１　手順群配布教材



速さ・距離・時間

問題1
A君は時速4kmで歩くものとする。A君が80分で歩く距離をB君は100分で歩いた。B君の時速は何kmか。
A 3.1km　B 3.2km　C 3.3km　D 3.6km
E 3.5km　F 3.6km　G 3.7km　H 3.8km

問題2
山田君の家からデパートまでの距離は6kmある。自転車を使って分速120mで移動できるとすると、何分かかるか。
A 25分　B 30分　C 35分　D 40分
E 45分　F 50分　G 55分　H 60分

問題3
AB間の道のりは33kmある。高田君はA地点から時速6kmで、馬場君はB地点から時速3kmで、それぞれB、Aに向かって歩き始めた。2人が出会うのは何時間後か。
A 1時間後　B 1時間30分後　C 2時間後　D 2時間30分後
E 3時間後　F 3時間30分後　G 4時間後　H 4時間30分後

問題4
ジョンは自動車を使って時速100kmで、トムはバイクを使って時速85kmで、同時に同じ地点から同じ方向に出発した。20分後、ジョンとトムの間は何km離れているか。
A 1km　B 2km　C 3km　D 4km
E 5km　F 6km　G 7km　H 8km

問題5
正一君はA地点から分速40m、正子さんはB地点から分速30mでそれぞれ同時に出発し、40分後に途中のC地点で落ち合った。AB間の道のりは何kmか。
A 0.4km　B 1.5km　C 2.8km　D 3.6km
E 4.6km　F 6.2km　G 7.0km　H 9.5km

問題6
山田君はAB間を時速3kmで歩き、所要時間は40分であった。また佐藤君がAB間を歩いたところ、50分かかった。佐藤君は時速何kmで歩いたか。
A 時速2.1km　B 時速2.2km　C 時速2.3km　D 時速2.4km
E 時速2.5km　F 時速2.6km　G 時速2.7km　H 時速2.8km

問題7
1周800mの陸上トラックを、分速45mの太郎君と分速35mの二郎君が、同時に同じ地点から反対方向に歩き始めた。2人がすれ違うのは何分後か。
A 3分後　B 4分後　C 5分後　D 6分後
E 7分後　F 8分後　G 9分後　H 10分後

問題8
ビリーは学校から分速35mで、ポールの家に向かって歩き始めた。同時にポールは自分の家から分速40mで、学校に向かって歩き始めた。2人が20分後に学校とポールの家の途中の道で出会ったとすると、学校とポールの家との距離は何kmか。
A 1.5km　B 2km　C 2.5km　D 3km
E 3.5km　F 4km　G 4.5km　H 5km

問題9
X君は分速33mで、Y君は分速55mで、同時に同じ地点から同じ方向に向かって歩き始めた。40分後に2人の間は何m離れているか。
A 810m　B 820m　C 830m　D 840m
E 850m　F 860m　G 870m　H 880m

図 2　問題群配布教材

市販 SPI 問題集の 3 領域（計算領域，グラフの領域，未知数領域）から「速度算」「損益算」（以上が計算領域）「グラフの領域①」「グラフの領域②」（以上がグラフの領域）「ブラックボックス」「モノの流れと矢印」（以上が未知数領域）の 6 分野を選び，90 分×4 週を掛けてカバーした．

1 週目は 6 分野をカバーした事前テストの後，ペアで 1 分野を担当し内容を自由にポスターにまとめた．この際，手順群には問題を自作して互いに解きあう活動を入れて活動時間を均等にした．2 週目は，作成したポスターを用いて同領域内で説明を交換するジグソーを行い，各自が 2 分野のポイントをまとめたポスターを作成した．3 週目は，2 週目に作成したポスターを用いて 3 領域の間でジグソーを行い，全員が 3 領域 6 分野をカバーできるようにした．ここでは，各自が自分の担

当した一分野に加え，領域内の異分野一つも説明したことになる．最後の 4 週目は，事前テストとほぼ同内容の事後テストと発展的な応用問題からなる転移課題を一人で解いた後，転移課題をペアで解き直した．

全ペアの全学習期間中の発話や行動をビデオ，IC レコーダーで記録し，その他の記述物と合わせて分析に利用した．

なお，実験は認知科学の研究法を学ぶ授業内で行い，実験参加者となった学部 2 年生が自分たちの学習過程に対する振り返りを基にして，新たな学習法をデザインする基礎とした．

3. 結果

3.1. テスト結果

テスト結果については，事前テストの正答率は手順群が 77%，問題群が 67%，事後テストの正答率は手順群が 77%，問題群が 74%であった．問題群で若干の上昇が認められた程度であった．しかし，転移課題の解決成績は一人で解いた時点から手順群より問題群で良く，さらにペアで解いた場合に差が拡大した（図 3）．

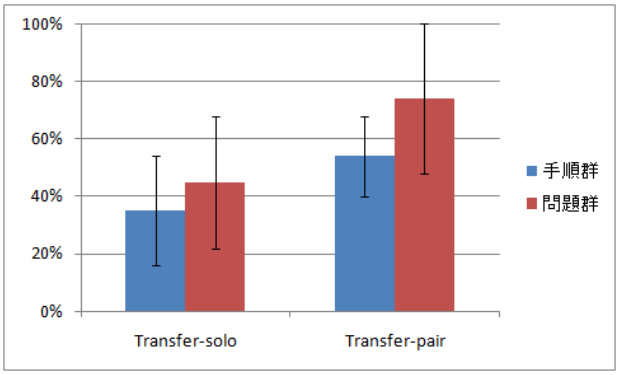


図 3　転移テスト正答率

3.2. 協調的な転移課題解決過程

転移課題から両群の正答率の差が大きかった問題「速度算」「3 つの異なる価格の品物の購買額を最適化するグラフ領域」を 2 題選んで協調的な解決内容の発話を分析した．速度算の問題は，「1 周 1km のレース場がある．時速 30km で 1 週目を走ったあと，2 周目で平均時速 60km/h にするには，2 周目を時速何 km で走ればよいだろうか？　それとも，そもそもそんな平均時速にすることはできないだろうか？」というものだった．2 周合計で平均時速を 60km/h にするには，2 周を 2 分間で回りきらなければならないが，すでに 1 周目で 2 分間が経ってしまっているため，不可能だという答えになる．

これに対する問題群のペアでの解決発話例は下記の通りである．

表 1　問題群の協調的転移課題解決過程

A：1 周目は、30 分の 1 時間でしょ？
A：で、2 周目の速度を X キロとして、2 周目のかかった時間が X 分の 1 時間でしょ？
A：足すと、30 分の 1＋X 分の 1 時間でしょ
B：で、2 周分の合計が出てくる
A：これが 2 周…2 周が 2 キロでしょ？
A：これをやると、まず分母を通分して…
B：で、平均速度が 60 キロになりますよ、と
A：あ、できないんだ、0 になるもん
B：なんで？
A：そもそも、そんな速度が存在しない
B：無理なの？
A：とりあえずさ、1 周に 2 分かかるんだって
A：で、60 キロで 2 周走るには、1 周 1 分で走ってくれってことになるので
A：だから、1 周目の時点で 2 周分の時間を使っちゃってるから

以上の通り，問題群は最初時速の公式から問題を解決しようとするが，A の洞察後（下線），問題の状況を的確に捉え，解が納得できる言語化（波線下線）を行っている．これに対して，手順群の典型ペアの発話は次の通りである．

表 2　手順群の協調的転移課題解決過程

C：1 周目と 2 周目の合計平均速度を 60 キロにしたいから、2 周目だけの時速を求めればいい

D：90 キロになった？
C：90 になった
D：ちょっと待ってよ、時間で考えたら…
D：60 分の 1 にしたらいいんだろ？
D：距離は、速さ×時間でしょ？
D：距離を速さで割ったら時間でしょ？
D：これが 1 周目の時間でしょ
D：2 周目の時間を 2 で割ったら…
C：2 周目はわかんないんだよね
D：平均を求めるからね
D：普通に考えて、90 キロにならないとおかしいんだよね？
C：おかしくなっちゃうね
D：まず、1 周目が 30 キロ毎時で、2 周目を X とおいて…
D:この平均…1 周目と 2 周目の平均が 60 だから、普通は 90 キロになる

手順群は下線の通り答えが 90 になることに固執し，そこに時速（キハジ）の公式を当てはめようとしている．翻って，問題群は何を求めればよいのかを考えるため，解や公式に固執しない特徴が見て取れる．

そこで，公式や計算に関する発話を「計算」，どういう問いで何を求めればいいのかなど問題の本質や方略に関する発話を「問題」として発話数のバランスを求めた（図 4）．

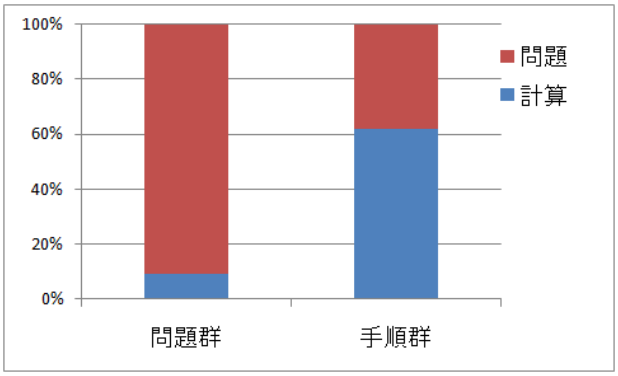


図 4　転移課題解決中の発話内容

結果，問題群は問題，手順群は計算の発話が多かった．問題への取り組み方は両群とも文中のキーワードから手順を導出（「平均」ならば足して 2 で割るなど）して計算するところから始めるが，手順群が答えと見なせる結果が出るまでひたすら計算を繰り返す一方，問題群は計算と共に問題の分析を行う活動がみられた．

3.3. 協調的な発見学習過程

4 週間の学習過程にいかなる知識が獲得されたかをポスターや記述回答から追った．具体的には，1 週目の担当分野のポスターの記述，2 週目にジグソーでカバーした 1 領域 2 分野に関する 3 週目冒頭の遅延再生記述，3 週目までにジグソーでカバーした全 3 領域 6 分野に関する 4 週目冒頭の遅延再生記述の 3 点から，「公式」に関する記述，例題など「具体的な計算例」に関する記述，具体的な計算例から抽象化された問題の考え方や計算のポイントなど「解法のポイント」に関する記述に分類した（図 5，6）．

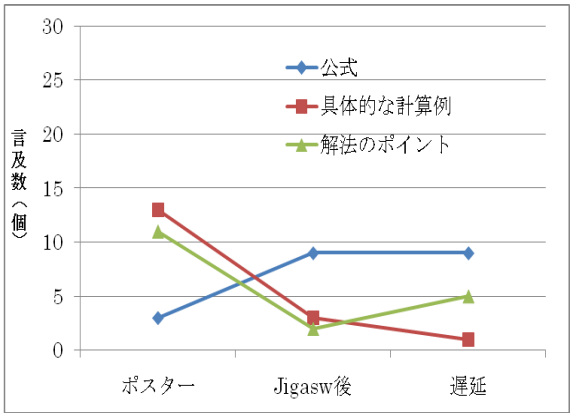


図 5　手順群の記述内容の推移

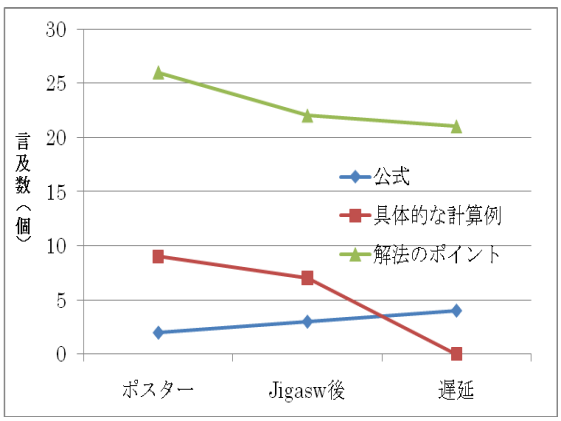


図 6　問題群の記述内容の推移

結果，手順群はポスター作成時に公式を簡潔に記した上で，計算例，解法ポイントをある程度豊富に記述していたにも関わらず，活動を経るごとに後者は抜け落ち，各分野の公式だけが残ることになった．一方，問題群はポスター時に多くのポイントが抽象化され，それらが長期に亘って分野ごとに収集・保持されたことが見て取れる．

そこで，ポスター作成時におけるペアの発話を見たところ，表 3 のように手順群がまとまった表を覚えることに重点を置いていた反面，表 4 に示すように問題群は計算の仕方の理由や考え方を説明しようとする違いが見られた．

表 3　手順群のポスター作成過程

E：この表見たら完璧なんだって
F：じゃあさ、基準となる理解を教えてよ
E：利益を計算するには原価をみる。利益は定価を基準としているから仕入れ値っていうか原価をｘとして…割引分があって売値がでると
F：この程度の文だけで全然分かる

表 4　問題群のポスター作成過程

G：すれ違う問題は、単位を合わせる
H：なんていうかな～
G：どうやって計算したかどう説明する？
H：そうそれだね
G：これって二人で足して、ほいで一方から行ったことにして着くってことで考えてもいいのかな？
H：あ～あ、それで計算してるよね

4. 考察

以上の結果を総合すると，手順群のように先に公式が与えられると，問題から数値を読みとって公式を適用することに焦点化するため，短期的な達成感とは裏腹に「どういう問題ならどういう解き方をすべきか」という条件づけられた知識（conditionalized knowledge）が獲得され難いと考えられる．問題群は学習時に問題状況と具体的な計算法を吟味して「何を求められて，そのための解法手順として何が要るのか」を言語化することにより準抽象的な解法知識を獲得し，転移課題にその知識と吟味の様式自体を適用することで高い正答率を示したと考えられる．今後はジグソー時の発話も詳しく分析してメカニズムを解明する．また，今回は，ジグソー活動時に一定の説明ができるように，速度算などある程度既知な分野を対象としたが，今後は公式が未知な分野でも，こうした過程が再現できるかについても検討したい．

参考文献

[1] Tobias, S. & Duffy, T. M. (Eds.). “Constructivist instruction.” New York: Routledge.

[2] 白水始 (2010). “協調学習と授業” 高垣マユミ（編）授業デザインの最前線Ⅱ, 北大路書房, pp. 136-151.

[3] Linn, M. C. & Eylon, B. S. (2011) “Science learning and instruction.” New York: Routledge.

[4] Schwartz, D. L., & Martin, T. (2004). “Inventing to prepare for learning: The hidden efficiency of original student production in statistics instruction”. *Cognition & Instruction,* Vol.22, No.2, pp.129-184.

[5] Schwartz, D. L., Chase, C., Chin, D., & Oppezzo, M. (2009). “How direct instruction distracts students from processing similarities and differences and thereby undermining transfer”, *Paper presented at the 13th Biennial Conference for Research on Learning and Instruction*, Amsterdam, The Netherlands.

[6] Kapur, M. (2008). “Productive Failure”, *Cognition and Instruction*, Vol.26, No.3, pp.379-424.

[7] Schwartz, D. L., Lindgren, R., & Lewis S. (2009). “Constructivism in an age of non-constructivist assessments”, In S. Tobias, & T. M. Duffy (Eds.). *Constructivist instruction.* New York: Routledge. pp.34-61.

[8] 白水始・三宅なほみ (2009). “認知科学的視点に基づく認知科学教育カリキュラム―「スキーマ」の学習を例に―” 認知科学, Vol.16, No.3, pp.348-376.

[9] 三宅なほみ (2010). “知の活用のためのコラボレーション” 河合塾編『初年次教育でなぜ学生が成長するのか――全国大学調査から見えてきたこと』東信堂, pp.229-247.

空間的課題の問題解決過程とその特徴
The process and characteristics of spatial problem solving.

村越　真†
Shin Murakoshi

†静岡大学教育学部
Faculty of Education, Shizuoka University
ehsmura@ipc.shizuoka.ac.jp

Abstract

This article investigated the process and characteristics of spatial problem solving using geography and geology problem from the national university examination. The participants are 7 students and 4 teachers/university professor of geology or geography. They were asked to solve nine to twelve problems and think aloud method was used. The analysis of verbal protocol revealed that there are three processes; visualization from verbal text or conceptualization from graphical choices, comparison of visual and verbal information in order to get correct choice, and searching additional cues by adjustment of description level. Mis-conception which is similar to that of physics problem was also reported.

Keywords ― Spatial thinking, problem solving, adjustment of description level, mis-conception

1．緒言

知能は多様な要素から構成されているが、言語、数学・論理的な能力と並ぶ知能の構成要素として空間的能力が指摘されている（たとえば、Hegarty & Waller, 2005）。言語や論理による問題解決に関する研究が認知心理学の初期から数多く行われてきた一方で、空間的問題解決についての研究は十分ではない。村越・小林(2002)は、大学入試センターの地理の地形図読解問題を高校生と地理の大学院生に解答させ、その結果から地形の読解にあたって、一種のスキーマと考えられる地理的知識が活用されている可能性を示唆した。また、北野・今井(2010)は、気象予報士と一般学生の天気図理解や基礎的な視空間能力や推論過程を比較し、全体としては知識が重要な変数であり、学生の基礎的な問題のみで視空間能力の関連があることを見いだした。

図的表現を使った問題解決は近年、空間的思考としてＧＩＳや地理の分野からの注目を集めている。空間的思考とは空間概念、表現の道具、推論プロセスの３つの要素の統合体であり、空間の意味理解や空間的特性を問題の構造化や解答の発見、解の表現に利用する過程である（NRC,2006）。空間的思考という視点でみた時、上記の研究は、領域固有の知識の役割を見いだしているものの、解を得るための推論過程の特徴についての十分な知見は得られていない。しかし、空間的問題解決を推論という視点から検討することは、認知心理学的にも興味あるテーマである。

第１に、空間的思考が仕事や科学的発見に寄与してきた点である。ＤＮＡの構造である二重螺旋の発見やプレートテクトニクスの発見につながる海洋底拡大の証拠の発見は、いずれも空間的思考による問題解決の例と言える（NRC,2006）。またビジネス書などでも、空間的に問題やその解決法を整理し、そこから新しいアイデアを得る方法が示唆されるなど、空間的思考が日常生活や一般的な仕事を生産的にする上で重要な役割を果たすことがエピソード的ながら指摘されている（たとえば、吉田,2003）。その背後に働いている推論過程を明らかにする上で、空間的問題解決が参考になろう。

第二に、ITC が進展することで、これまで以上に多様な地図やグラフィック表現が私たちの生活で身近になった点である。ウェブで配信される地図はもとより、ハザードマップや安全マップなど、問題解決に資する地図情報が作成、一般市民に配布され、行動に利用されてきている。その一方で、

必ずしも一般市民が作成者の意図通りにはこうした地図を使った問題解決を行っていないことも指摘されている（たとえば、村越・小山,2006）。効果的に地図情報が利用されるためには、空間的な情報を成人がどう受容し、推論に利用しているかを明らかにする必要がある。空間的問題解決の過程を検討することは、そのための基礎を提供すると考えられる。

第三に、こうした社会の変化に呼応して、中等、高等教育の入試問題、あるいは学力調査において地図や図的表現を利用した出題が増えている点である。国際学力調査である PISA でも図表等の読解は重要な要素の一つとなっている。ナイーブな視点からは、こうした図的表現を使った問題解決が現代の必須スキルの一つと考えられているが、その解答のためにどのような認知能力や過程が要求されているかは十分明らかになっていない。空間的問題解決の過程を明らかにすることは、その教育に資すると考えられる。

そこで本研究では、空間的問題解決過程の特徴やその背後にある空間能力や知識を明らかにするとともに、空間的思考の構成要素である空間推論（NRC,2006）の性質を考察することを目的とする。

2．方法

１）課題

大学入試センターでは、地学や地理において、空間表現を利用した問題が頻出されており、その他にも生物、物理、英語等で空間的思考を要求する問題が出題されている。過去約 15 年の出題集の中から、理科（理科総合、生物、地学）、地理の中で比較的教科特有の知識を要求することが少ないと思われ、空間表現の読み取りや空間的推論が必要だと考えられる問題を 12 題選んだ。実際には実施時間の関係で、実験参加者全員が共通して取り組んだのは６問（小問を入れると９問）であった。このうち、空間的な広がりを出題内容とし、解答過程が比較的複雑である地学（うち一題は理科総合として出題）と地理の合計３問を分析の対象とした。３問の特徴は以下のとおりであった。

①「GIS 問題」

GIS により作成された富士山の鳥瞰図を元に、凹凸、標高、傾斜の違いが白黒の濃淡で示された地図、およびぼかし式の４地図から、傾斜と標高の地図を解答する問題であった。解答にあたっては、富士山における上記の特徴の分布を地図化し、それに対応する地図を発見するために、空間表現の理解と表現の生成が必要とされると考えられる。富士山については大学生も含めてほとんどの日本人はその形状を知っていると思われる。また、詳細な知識は乏しくても、与えられた鳥瞰図から解答に必要な特徴は得られる。

②「人口分布問題」

ボストンの収入属性の分布図を元に、黒人の居住割合分布図、25 歳以下世帯割合の分布図、通勤に自動車を使う割合の分布図に相当する地図を回答する問題（地理）で、空間的なパタンを概念化したり、逆に特性から分布をイメージする視覚化の能力が問われるとともに、都市の地域特性についての一般的知識や、収入と年齢や自動車利用などの関係についての推論が必要だと考えられる。

③「地質図問題」

地表面の岩石分布境界を回答する理科総合の問題で、領域的には地学の問題である。地形図の河川上に３点が示され、そこで見いだされるれきの種類が与えられている。そこから地表面における岩石分布の境界線を考える問題である。大雑把な分布は問題文よりほぼ自明だが、最終的な解答の絞り込みには、地形によるれきの移動など、空間的な推論が重要な役割を果たすと思われる。

２）実験参加者

実験参加者は教育学部３－４年生７名、地学の大学教員１名、理科の高校教員１名、地理の大学教員１名であった。

３）手続き

実験参加者には、実験の趣旨を説明した後、A4 のページごとに印刷された問題を発話思考法により回答してもらった。また発話が不十分だと思われる時は、事後の質問により解答過程を確認した。



図 2

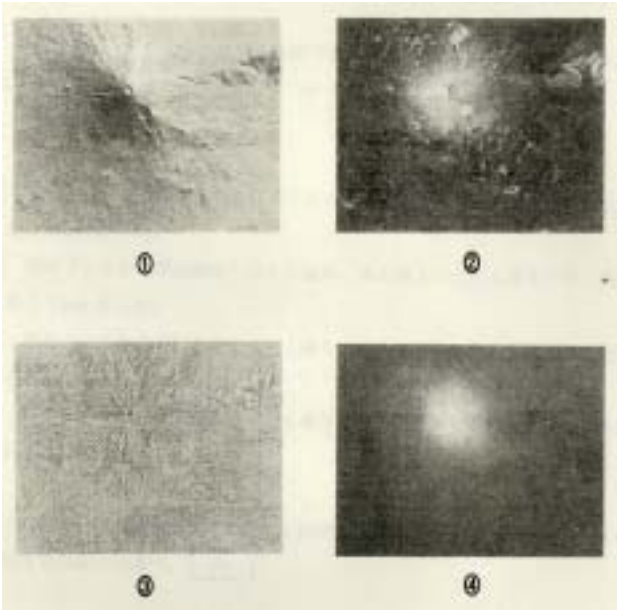


図１：「GIS 問題」の参考図（上）と選択肢（下）

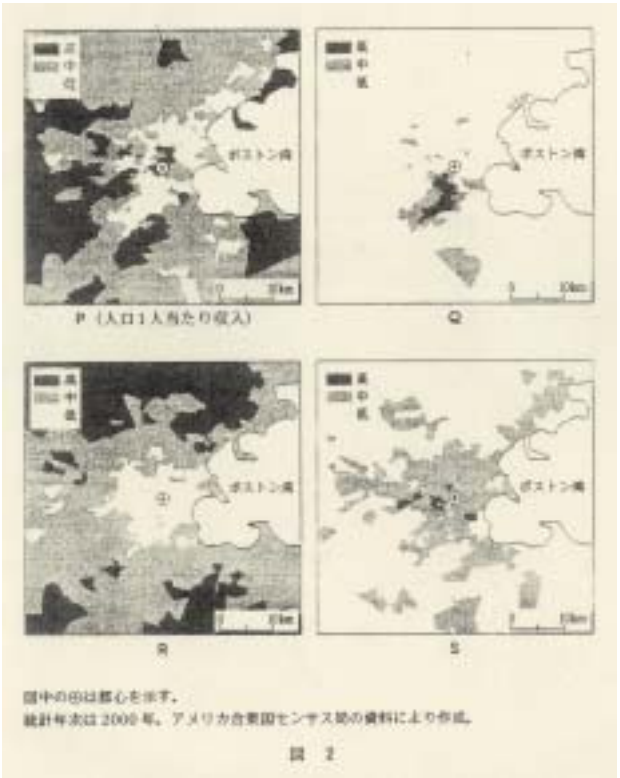


図 2

図２：「人口分布問題」の選択肢

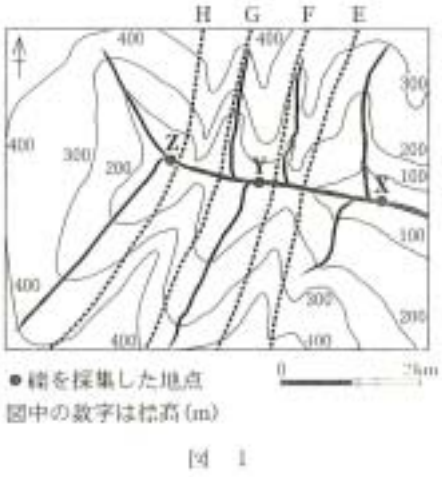


図 1

図３：「地質図問題」の出題図

3．結果

１）正答率等

共通に解答された９問の学生の正答率は 0.22 から 1.00 で、平均は 0.48、教員群の正答率は 0.67 から 0.89 で平均は 0.83 であった。また対象とした３問の正答数は「地質図問題」では学生、教員ともに２名が正答であったが、後に触れるように、解答過程で合理的な解答理由を指摘できた参加者は、不完全ながら学生・教員とも１名づつであった。「人口分布問題」では、学生の正答者は４名なのに対して教員は３名であった。また「ＧＩＳ問題」では、「傾斜」「標高」とも正答者は学生では２名、教員では４名であった。

２）解答過程の概略と代表例

①「地質図問題」

与えられた条件より、れきＰＱの分布境界がＺＹの間にあり、れきＱＲの分布境界がＹＸの間にあるところまでは、ほとんどの参加者が絞り込めていた。この過程は、問題文の読み上げを除くと十分な発話がなく、どのような認知過程を経ているかは十分明らかではない。この結果、ＺＹの間にはＨとＧという二つの選択肢、またＸＹの間にはＦとＥという二つの選択肢があり、４つの候補が残り、その先の絞り込みが必要になる。

正答にいたった参加者Ａは「Z の時に見つからなかった、P だけってことは、H じゃぁ近いよね。

H 近いから､だったら見つかる可能性もあるよね。だから、G。」と、不完全ながら推論の根拠が示されている。また、参加者Ｘも「もし H に境界線があったらそのすぐ東側に分布する Q の礫が、多少動くかもしれないと思ったので。でも前提としては、あ、でも、尾根を越えて隣の谷に転がることはないというんですが、ここにあまり高低差がない、例えば、大水が出たとなると動くカナとおもったので。後はこういう風に…ちょっと地形のところで横に転がったりするかなと思ったので、もう少しはなれたところにしました。」と発話し、もし境界がＨにあった場合れきＱがＺで見つかる可能性を示唆し、正解に至っている。

一方、正解に至らなかった参加者は、支流との関係がなんらかの手がかりになることには気づくものが多かったが、尾根筋から転がるれきが混入することには気づかず、正解に至らなかったり、偶然正解だったケースも見られた。

②「人口分布問題」

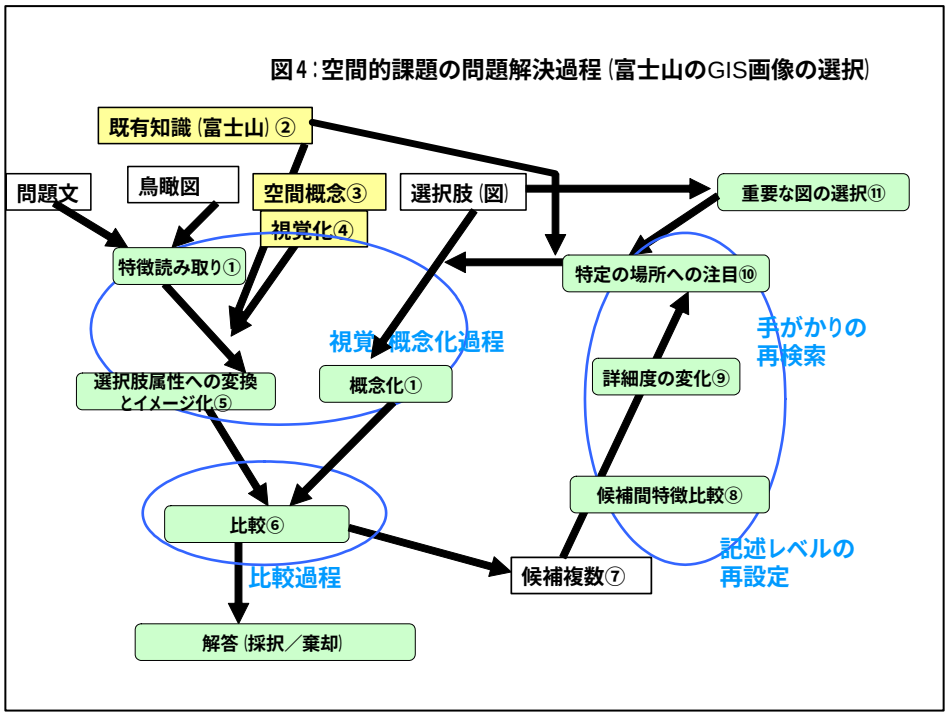
基準となる図であるＰ（一人当たりの収入高低の分布）との比較によって候補を見つけようとする過程はほとんどの参加者に見られ、また 25 歳以下と黒人の居住割合は収入が低い場所に関連しているという推論もほぼ全ての参加者に見られた。このレベルの粗い分析では、ＱとＳの両方が該当し、自家用車で通勤する人の分布からはそれ以上の情報は得られないので、ＱとＳをさらに比較してどちらが 25 歳以下でどちらが黒人の分布かを決める必要がある。正答した参加者Ｚは「仮に Q が世帯主が 25 歳未満の世帯の割合だとすると、若夫婦がすごい集中して住んでるという事になるので、ちょっとそれはあんまり無いかなという気がしますね。・・・地理的な問題で出しそうな、スラム街とかそのへんのことを教科書で扱っているだろうことを想定すると、黒人がこの辺に集中してるといいたいんであろう」という理由でＳを 25 歳以下と考えているが、一方不正解であった参加者Ｘは「学生だったら市街地にいるのかな？大学とかがあったら」、また参加者Ｂは「殆どこっち（Q）だと黒人がボストンには殆ど居なくなっちゃう気がするな。・・・やっぱ、…黒人は固ま…そんな固ま、アメリカいっぱい黒人居るから」と理由付けし、Ｓを黒人の分布と考えている。

③「ＧＩＳ問題」

「標高」である４と「傾斜」である２を取り違える参加者が２名みられ、さらに２名は２を「標高」と解答した。

教員群の中で、もっとも解答過程が表現されている参加者Ｚの解答過程の概要は以下のとおりである。前半では、「ぼかし」と「凹凸」に対応する選択肢を探し１と３と解答した。その後、残った２と４に対して､「どう区別するか」と自問し､「どっちも富士山の中央付近が白いんだけど」と、両方が候補になることを確認したのち､「ヒントになるのが、この宝永火口の、横っちょにあいてる大きな穴ですね。これが真っ白になってるっていう事は、そんなに、えーと、頂上に比べて高くないのに、白くなってるっちゅーことは、標高ではない」と解答している。同様に、２と４が似ていることと、それを区別する情報を探した発話が参加者W、Ｙにも見られた。また、学生群で正答したＡでは､「傾斜は、なんか、急とか、急なところとか、そうじゃないところとかバラバラにあるなという印象だったので、あ、2 番だなと思って。そのあと、標高高いところが白ってあったので、1 番と 3 番を見たら、白い所、標高が高いのは山なんで、やっぱり一番上は標高が高いはずなのに、白い所が別のところにもあるし、3 番は線みたいなのしかないので、って考えたときに、あ、4 番は周りが黒いのは標高が低いから黒いんだ、と思って」と、図的選択肢の比較による記述レベルの再設定と絞り込みが見られた。

一方学生群では、不正解であった４名は、こうした図的選択肢の詳細な比較が見られないか、あるいは詳細に検討した結果､「2 の方がなんか高さが分りそう」（参加者Ｂ）､「なんかこの、白く丸くなってるのが、山を示してる、山を上から見たのを表してるのかな」（参加者Ｆ）､「標高の所だと、高いところ程白だったので、全体が黒っぽいというので２、４だったんですけど、図 2 のこの、ボ



コっとしたところが、明確に現れているのがこっち（２）」（参加者Ｅ）として、「標高」の解答として２を選択するに至っている。解答の過程をモデル化したものが図４である。

4．考察

１）視覚化と概念化

いずれの問題でも、問題文からの空間的視覚化が見られると同時に、図的な選択肢の多様な特徴の中から重要だと思われる特徴を抽出し、概念化する操作が見られた（都心のそばに集まっている、ぼこっとしているところがある）など。問題文からの視覚的イメージ化は多くの場合かなり粗いレベルだと考えられる。たとえば「人口分布問題」では、収入が低いと学生が多い、収入が低いのは黒人が多い（だから収入の分布図とは逆）、あるいは、「GIS 問題」では、中心が高い、傾斜が急（だから中心が白い）といった発話がなされている。従って、図的選択肢との照合に十分な精度が得られないケースが多かった。一方で、図的選択肢の概念化が比較する上で重要な役割を果たす場面が見られた。過程の前半では、図的選択肢の特徴の概念化は粗いレベルで行われるが、後にも触れるように、後半では、候補の比較を通して、記述レベルの再設定と概念化が見られる。この点については、後に触れる。

「地質図問題」では、ＰＱＲの岩石が概ねＺＹＸ周辺に対応しているところまでは、どのような推論が利用されたかは発話からは十分明らかではないが、ＹやＸでその周辺では分布しないれきが採取可能であることが説明されていなければならないことを考えると、地形によりれきが上流から下流に移動する視覚化が行われたと考えられる。

２）比較過程

言語的情報が視覚化されたり、図的選択肢が概念化されたあと、解答を得るための両者の比較照合が行われる。しかし、取り上げた３問では、いずれも初期の比較過程では、解答が一つに絞れない参加者がほとんどであった。これは、前述したように、視覚化や概念化のレベルが不十分だからであった。

これを明確に意識した参加者は、必要な特徴を見つけるための手がかりの再検索に進んでいる。

３）手がかりの再検索

取り上げた３つの問題では、当初の「解答選択過程」で回答候補を一つに絞り込むことが難しかった。この際、唯一の解答を得るために新たな情報が必要とされるが、解答の選択肢が図的に与えられている「ＧＩＳ問題」や「人口分布問題」では、選択肢の比較からそのための情報を能動的に取り出すため、記述レベルを再設定し、絞り込みの手がかりを再検索する過程が、一部の実験参加者に見られた。

一方で、これらの問題のように選択肢の違いが明示的でない「地質図問題」では、支流との関係が手がかりであることには気づいていたが、そこからのれきの流入について十分な検討が行われないため、手がかりの再検索がうまく機能せず、正

解に至りにくかったものと思われる。

４）空間的問題解決の特徴

空間的思考は、比較的よく研究が行われている数学・理科の問題解決とどのような違いがあるのだろうか。論理・数学的、あるいはパズルの問題解決は、問題の制約による操作子と状態によって作られた問題解決空間内での自明でない初期状態から目標状態への系列の空間探索と考えることができる（たとえば、Anderson,2010）。また解答全体の過程では、言語的な知識やスキーマを利用した問題全体の表象を生成することの重要性が示唆されている（たとえば、鈴木ら,1989）。理科や数学において、問題全体の表象が正しく形成されれば、後は既習の計算手続きを適用するだけである。一方、空間的問題解決では、問題解決空間は問題の制約による操作子と状態によって確定されたものではない。また数学や理科での計算に相当する表象の変換により新しい状態を得る手続きは既習のものではなく、与えられた問題環境の中で適切な概念化／視覚化の表象レベルを設定する必要がある。この点が空間的問題解決の中心にあると考えられる。

以上のことより、空間的な問題解決過程の特徴は、「手がかりの再検索」過程にあり、その背後には、選択肢間の比較による記述レベルの再設定が重要な役割を果たすことが多いと考えられる。これは空間表現がアナログ的なものであるのに対して、それに対応すべき情報が言語という離散的な情報で表されていることも一因だと考えられる。言語情報を視覚化したり、空間表現を概念化するための記述レベルは、最初から自明な訳ではない。選択肢などの与えられた情報の中で、適切なレベルを設定する必要があり、それが比較過程を通して初めて明確になるため、このような記述の再設定と、それを通しての適切なレベルの概念化が必要になると考えられる。

記述の再設定は、利用された課題が入試問題という形式だったためだとも考えられる。その一方で、自然の中でのナヴィゲーションでの現在地把握課題でも、複数の候補がある場合に似たような記述の再設定やそれに基づく手がかりの再検索とそれによる絞り込み過程があることが報告されている（Murakoshi, 1985; Pick et al.,1995）。このことから、記述レベルの再設定と手がかりの再検索過程は、入試問題という特別な課題だからではなく、アナログ的な空間課題の中で正解を絞り込む必要があるために出現したと考えられる。

４）空間的「誤概念」について

力についての誤った概念である誤概念が力学の問題解答に阻害的に働くことが指摘されている（たとえば、Kaiser et al., 1986）。本研究の GIS による「傾斜」「標高」の分布図を選択する問題でも、比較的単純な空間概念である「標高」と「傾斜」の間に一種の誤概念的混乱が一部の学生参加者に見られた。傾斜と標高の分布図を間違えた数人の学生は、「ぼこっとしているところが白く表現されているから」といった理由で傾斜の分布図を標高の分布図と誤って選択している。しかし、彼らが「ぼこっとしている」と指摘するのは周囲に対して特徴的に高いという意味であり、その意味では傾斜に近い概念である。

空間的問題解決は、空間概念によって支えられている（NRC,2006）。一般的に空間概念は、抽象的操作期の成人であれば十分身に付いているとかんがえられるが、具体的場面においては必ずしもそうではなく、なじみのない概念の場合、変化と絶対量の混乱などによる誤概念が発生するという知見が得られた点は、本研究の成果だと考えられる。

5．結論

７名の学生と４名の地学または地理の教員に対するセンター入試問題の発話思考法による検討の結果、空間的問題解決の特徴として、記述レベルの再設定に基づく手がかりの再検索過程の存在が見いだされたが、これはアナログ的な空間課題で正解を絞り込むことが必要な問題構造を反映したものと考えられる。

また、なじみのない空間概念の場合、物理学の力の場合に似た誤概念が発生する可能性が示唆さ

れた。

参考文献

[1]Anderson, J. R. (2010) Cognitive psychology and its implications, 7th ed. Worth Publishers.

[2]Hegarty, M. & Waller, d. A. (2005) Individual differences in spatial abilities. In Shah, P. Miyake, A. (Eds.) The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking. (pp. 35-80). New York, NY, US: Cambridge University Press.

[3] Kaiser, M. K., McClosky, M. & Proffitt, D. R. (1986). Development of intuitive theory of motion. Developmental Psychology, 22, 67-71.

[4]Murakoshi, S. (1988). Information processing in photo-orienteering. Scientific Journal of Orienteering. 4, 14-33.

[4] 村越真・小林岳人(2002) 地形図を使った読図問題解決における既有知識の役割 静岡大学教育学部研究報告（人文・社会科学篇）52, 239-252.

[5]村越真・小山真人 (2006). 火山のハザードマップからの情報読み取りとそれに対する表現方法の効果 災害情報,4,40-49.

[6]National Reseach Council (2006) Lerining to think spatially. The National Academies Press. Washigton D.C.

[7]Pick, H. L, Heinrichs, M. R., Montello, D. R., Smith, K., Sullivan, C. N., & thompson, W. B. (1995) Topographic map reading. P. Hancock, & J. M. Flach (Eds.), Local applications of the ecological approach to human-machine systems, Vol. 2. Resources for ecological psychology. (pp. 255-284). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. xv, 470 pp

[8] 鈴木宏昭・鈴木高士・村山功・杉本卓(1989) 教科理解の認知心理学. 新曜社

[9]吉田たかよし (2003) できる人は地図思考 日経ＢＰ社

身体映像の心的回転における運動野の活動

Motor Area Activity during Mental Rotation of Hand and Object：A NIRS Study

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. However, it is still controversial whether this activation is specific to mental rotation of a hand, or is also observed to that of an object. In the present experiment, the volunteers judged whether or not the target picture was congruent with the sample picture by rotating it in their mind. The sample picture was a right hand or an object (cup, scissors, stapler or tissues). The targets were produced by rotating the sample by 4 angles (0° ,60° ,120° or 180°).We found a significant difference in brain activity between the hand and the object conditions. The motor area was activated during mental rotation of a hand. This presumably implies that mental rotation involves the internal simulation of a hand action.

Keywords – mental rotation, motor area, NIRS

1. はじめに

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（ミラー）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（腹側運動前野の一部）で発見された。 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以前の研究では、手の心的回転にミラーニューロンシステム（運動野を含む）が関係している可能性が示されている（Shimada & Abe, 2010）。この研究では、1 人称視点よりも 3 人称視点で手の映像が呈示され

たときの方が、ミラーニューロンシステムの活動が大きいという結果が得られた。このことは、運動野は（物よりも）手の心的回転において強く活動するという仮説を示唆する。そこで本研究では、被験者が手と物の心的回転をするときの運動野の活動を、近赤外分光法（NIRS）を用いて計測した。

2. 実験

被験者は 16 名（男性 10 名、女性 6 名、年齢は 20-23 歳）に協力してもらった。サンプル画像の呈示 1 秒後にターゲット画像を見せ、被験者に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、判断してもらった。サンプル画像は手（4 種類）または物体（セロハンテープ、コップ、ティッシュ、ホチキス）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°,60°,120°,180°）に回転させたものを用いた。

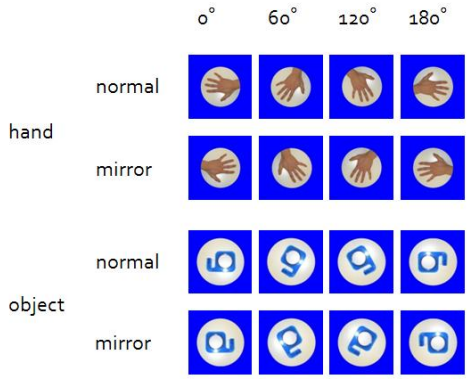


図 1　実験刺激

各条件 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。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。

3. 実験結果

反応時間に関して、刺激（手 vs. 物体）と角度の 2 要因による 2×4 の分散分析を行った。その結果、手と物体との間で主効果は見られず（F (1,15)=0.40, P>0.1, 図 2）、角度による主効果が見られた（F (3,45)=11.0,P<0.01,）。また、交互作用が確認できた（F (3,45)=8.90,P<0.01, 図 2）。下位検定を行ったところ、手の 0° と物体の 0° 以外の条件間で有意差が見られた。

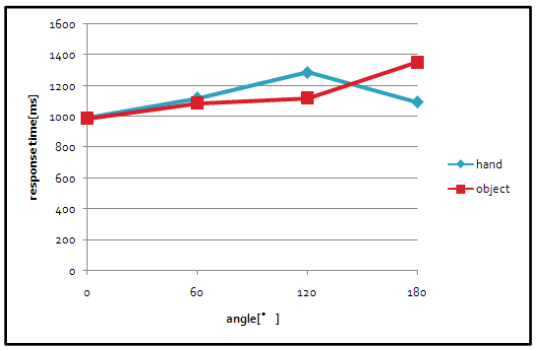


図 2　反応時間

NIRS の測定結果について、反応時間と同様にして分散分析を行った。その結果、ch-21 において手と物体の間で主効果が見られた（F (1,15)=6.82,P<0.02, 図 3）。角度における主効果および交互作用は確認できなかった。

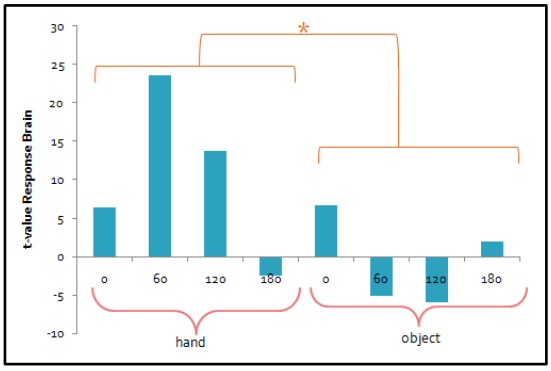


図 3　条件ごとの脳活動（ch-21）

4. 考察

本実験では手条件と物体条件の間で脳活動に有意差が見られた。このことは、物体の心的回転よりも手の映像の心的回転に運動野が大きく関わっていることを表している。手の心的回転における運動野の活動を角度ごとに見てみると、有意差はないものの、

普段行わない手の角度（60°,120°）のときに活動が大きくなっていることがわかる。これはおそらく、判断を行う際に手の内的に回転させるプロセスを反映しているためだと考えられる。従って、本研究の結果は、運動野が手の心的回転に選択的に関与しているという仮説を支持するものといえる。運動野が、身体部位の心的回転に関係しているという結果は、ミラーシステムの他者身体から自己身体への変換メカニズムと深く関わっていると考えられ、今後さらに検討していきたい。

参考文献

1. Vingerhoets et al (2002), NeuroImage 17, 1623-1633.
2. Eisengger et al (2007), European Journal of Neuroscience 25, 1240-1244.
3. Shimada& Abe (2010), Neuropsychologia 48, 1930-1934.

１００から１０００までの数の空間表象
Mental representation for the number from 100 to 1000

岡本　真彦†，米澤　生筒美†
OKAMOTO Masahiko, YONEZAWA Itsumi

†大阪府立大学人間社会学部
Osaka Prefecture University, School of Humanities and Social Sciences
okamoto@hs.osakafu-u.ac.jp

Abstract

This article discussed about the structure of mental representation for number from 10 to 1000. Two experiments were carried out to examine this purpose. The results showed that the decade break at 100 was obtained in two experiments. It indicated that we have the discontinuity number space from ten-base number representation to hundred-base number representation. And the distance effect was obtained for both hundred-base and thousand-base number representation in experiment 2. This result indicated that we have the magnitude information in hundred-base number representation and thousand-base number representation.

Keywords - number representation, SNARC effect, distance effect, decade break, five break

1. はじめに

Dehane (1997)は，１から９までの数に対する心的表象が，右から左に空間的に配置されているという考えを提唱している。２つの数を対提示して，その大小判断を求めた時に，右側に大きな数が配置される場合（例えば,“３－７”）の方が，左側に大きな数が配置される場合（例えば,“７－３”）に較べて反応時間が短くなるというデータが数多く報告されており，有力な仮説として受け入れられている。一方で，数の空間表象については，近年様々な議論が行われている。例えば，Domahs, Moeller, Willmes, & Nuerk（2010）は，１から５までの間でも５にひとつの段差があり，１０を超えるところでも別の段差があるとしている。このことは，Dehane（1997）が提唱するような１から９までの数が連続的に配置されているという考えとは一致しない。

特に，Domahs ら（2010）に限らず，１０を超える数や１００，１０００を超える数の空間表象がどのような構造をしているのかということについては，議論が分かれているのが現状である。例えば，Gibbon & Church（1981）や Siegler & Opfer（2003）は，数の表象は大きくなるにつれて，距離が小さくなるような対数的な表象であるとしている。

Dehane（1997）にしても，Domahs ら（2010）や Gibbon & Church（1982）にしても，議論の焦点は，数の空間表象の構造的な相違であるが，個人間で共通した数の表象を持っているということでは一致している。これに対して，Galton（1980）や Makioka（2009）は，数の空間表象は，ヒトによってユニークな表象を持っており，共通の空間表を持っていないとする研究者もいる。

しかしながら，これらの全ての研究は同じ課題やパラダイムを用いて検討したものではなく，様々に違った課題で得られた結果をもとに考案された数の表象モデルである。その意味では，これらの全てのモデルを一つにまとめて議論すること自体に無理がある。そこで，多くの実験的証拠が挙がってきている，２数を提示してその大小判断を求めるという課題を用いて，研究の知見を集めることが，数の空間表象の構造に関する議論の不一致を解消するための一つの方向であろう。

すなわち，本研究の目的は，これまでに様々なモデルが提唱されている 100 から 1000 までの大きな数の空間表象の構造がどのようになっているのかについて，数の大小判断課題を用いて検討することである。

2. 実験１

目的　本研究の目的は，１００から１０００までの数の空間表象を検討することであった。我々は，100 から 1000 までを数えあげることを求められた時，“100, 101, 102, ..., 999, 1000”と数え上げることもできれば，“100, 110, 120, ...”や“100, 200, 300, ...”と数え上げることもできる。このことは，我々が 100 から 1000 までの数を，1 単位でも，10 単位でも，あるいは，100 単位でも扱うことができることを示しているが，実際，認知的にもそれらの数の表象を同等に扱うことができるかどうかを検討することを実験１の第１の目的とした。加えて，従来の数表象の研究では，比較する数の間隔が大きい方が，判断に要する時間が短くなる距離効果の存在が報告されているので，10 単位の表象や 100 単位の表象でも距離効果が見られるかどうかを検討することを第２の目的とした。

方法　参加者：大学生 25 名が実験に参加した。課題と刺激：課題は，１００をプライム刺激として提示し，その後，1~1000 までのターゲット数を提示し，ターゲット数が 100 よりも大きいか小さいかの大小判断を参加者に求めるものであった（図１）。ターゲット数は，100 から 10 ずつ小さくなる 10 系列（90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10），100 から 10 ずつ大きくなる 110 系列（110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190），100 から 100 ずつ大きくなる 200 系列（200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000），そして 1 の 28 個であった。ターゲット数は，図１に示したように，プライムである 100 が提示される位置の左右どちらかに提示された。

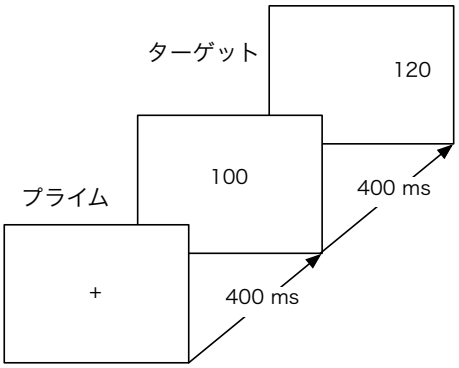


図１　実験１での刺激提示スケジュール

結果　分析には，大小判断が正しい反応の反応時間のみを用いたが，全反応時間の平均±2SD を超える反応時間については，分析から除外した。各ターゲット数への反応時間（図２）について，２（提示位置：左 vs. 右）×３（系列：1~3）×９（系列位置：1~9）の３要因分散分析を行った。系列位置とは，３つの系列における 100 からの距離であり，系列位置２となるのは，「80」，「120」，「300」である。

分析の結果，系列の主効果が有意であったので（$F(2, 48)=71.65$, $p<.01$），下位検定を行うと，系列１が系列２，３よりも反応時間が長くなることが明らかになった（$p<.05$）。また，系列位置の主効果も有意であり（$F(8, 192)=4.84$, $p<.01$），

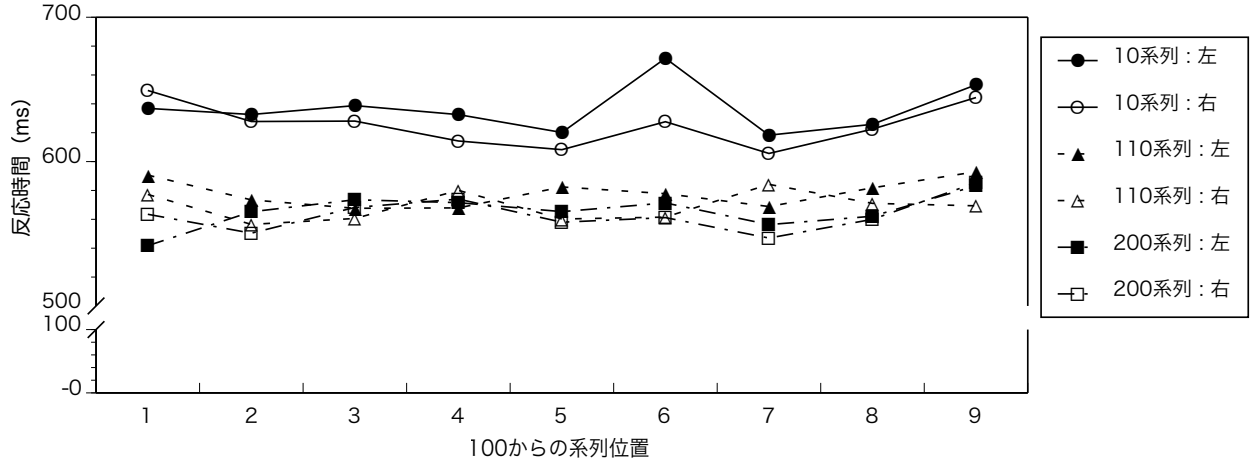


図２　ターゲット数の大小判断に要する時間

下位検定の結果，系列位置９が，2，5，7，8 よりも反応時間が長くなっていた（p<.05）。さらに，系列×系列位置の交互作用も有意であった（F(16, 384)=3.15, p<.01）。

考察　第１の目的に関して，本研究の結果からは，系列の種類によって反応時間が異なり，10 から 90 までのターゲット数への反応が，その他のターゲット数への反応に比べて明らかに長くなっていることが示された一方で，110 から 190 の系列２と 200 から 900 の系列３の間には差は見られなかった。この結果は，100-110-120 という 10 単位の数表象と 100-200-300 という 100 単位の数表象を同等に処理することができることを示しており，100 から 1000 までの数の空間表象では，10 幅をベースとした空間区切りと 100 幅をベースとした空間区切りのどちらも利用可能な状態の空間表象が構築されていることが示唆される。

これに対して，100 より小さな数を含む 10 系列では，一貫して反応が遅くなっている。この結果については，いくつかの解釈が可能である。一つ目は，１から１０００までの数の空間表象において，１から１００までの空間距離と１００から１０００までの空間距離が異なっており，１００よりも左側（小さい側）の空間距離が短いために，小さい数での反応時間が長くなるという解釈である。二つ目の解釈は，被験者の処理方略によるものであるという解釈である。というのも，実験１では，ターゲット刺激の２／３を１００よりも大きな数が占めている。そこで，被験者が１００をベースにそれよりも大きな数を表象して反応するという方略をとっていたのならば，その結果として１００よりも小さい数への反応が遅くなると考えられる。三つ目の解釈は，１から１０００までの数の空間表象の１００の位置に明確な段差が存在し，90-100-110 といった 100 をまたぐような数の空間表象には連続性がないという解釈である。Domahs ら（2010）は，１から２０までの数を用いた実験で，１０の位置に明確な段差（decade break）があることを報告しており，１００の位置にも同様の段差があると考えることもできる。ただ，これらのうちどの解釈が正しいのかについては，本研究からは結論づけられず，さらに検討が必要である。

第２の目的に関しては，どの系列であっても系列位置が大きくなるにつれて反応時間が短くなるといった距離効果は見られなかった。先行研究では，空間距離が大きくなるにつれて，反応時間が短くなる距離効果が現れていることが多く，本研究の結果は，それらと一致しない。この結果の不一致は，先行研究の多くが２数を同時提示して大小判断を求めているのに対して，本研究は，プライムとして提示した後に，ターゲット数を提示するというパラダイムを用いたことが原因ではないかと考えられる。大きな数の空間表象が，直線的であるか，対数的であるかということについては，議論が分かれるが，少なくとも一定の順序性があるということ先行研究でも支持されているので，本研究の結果から距離効果が見られないからといって，100 から 1000 にかけての数の空間表象は順序的なものではないと結論づけることはできないと考えられる。

3. 実験２

目的　実験１の結果からは，100 をまたぐような数は，連続的な空間表象構造となっていない可能性が示された。そこで，実験２では，第１に，100 と 1000 をまたぐ数の空間表象が連続性を持つかどうか，第２に，それらの数の空間表象が順序性を持つのか（距離効果が見られるのか）どうか，第３に，大小判断の基数が０以外であっても，上記の効果が見られるのかどうかについても検討する。

方法　参加者：大学生 36 名が実験に参加した。課題と刺激：実験２では，２つの数を対提示し，どちらの数が大きいかどうかの大小判断を求める課題であった。刺激として用いた数字ペアは，表１に示した 32 組のであった。刺激の提示スケジュールは，図３に示した。

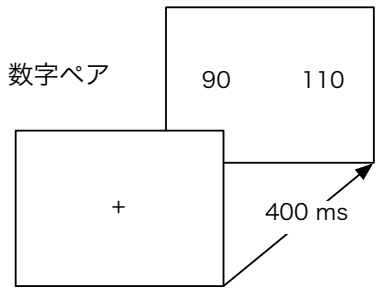


図３　実験２での刺激提示スケジュール

結果　大小判断が正しい試行で，反応時間が全体の平均±2SD を超えない試行を除いて分析を行った。最初に，100 を中心とした数字ペアの反応時間について，２（基数: 0 vs. 5）×２（桁の異同: 同桁 vs. 異桁）×２（距離: 近距離 vs. 遠距離）×２（提示位置: 左 vs. 右）の４要因分散分析を行った結果，基数の主効果（F(1, 35)=15.61, p<.01），桁の異同の主効果（F (1, 35)= 132.48, p<.01），距離の主効果（F(1, 35)=13.80, p<.01）がいずれも有意であった。また，桁の異同×提示位置の交互作用（F(1, 35)=5.65, p<.05），基数×提示位置の交互作用（F(1, 35)=19.67, p<.01）が有意であった。次に，1000 を中心とした数字ペアについても同様に分散分析を行った結果, 基数の主効果(F(1, 35)=11.07, p<.01），桁の異同の主効果（F (1, 35)= 129.10, p<.01），距離の主効果（F(1, 35)=7.34, p<.01）がいずれも有意であった。また，桁の異同×提示位置の交互作用（F(1, 35)=5.68, p<.05），基数×提示位置の交互作用（F(1, 35)=19.10, p<.01），基数×距離の交互作用（ F(1, 35)=5.81, p<.05）が有意であった。

考察　第１の目的に関しては，本実験の結果からは，異桁は同桁の数字ペアの場合よりも反応が速く，かつ，異桁数字ペアの場合には距離効果が明確に見られない。これらのことから，９０－１００－１１０や 900-1000-1100 といった１００や１０００をまたぐような数字の表象が不連続な表象であるということは先行研究からも結論づけられず, 10 から 1700 ぐらいまでの数の空間表象の１００の位置や１００の位置には，一定の段差が存在すると考えるほうがより妥当ではないだろうか。

また，第２の目的に関しては，同桁の数字ペアの場合には，一貫して距離効果が見られたことから，同桁内の数表象においては，順序性があるといえるだろう。この結果は，先行研究とも一致しており，１００や１０００を超えるような大きな数においても連続性のある数の空間表象が形成されていると考えてよいだろう。

最後に第３の目的に関しては，５を基数とするような大小判断を求めた場合でも，同桁の判断では距離効果が見られることから順序性があるといえるが，５を基数とした大小判断では，異桁の場合はいつも早く反応できているわけではなく，いくつかの条件下では，距離効果が見られない。すなわち, 5 を基数とした判断では，反応が安定しないということを意味している。これまで，特に子どもを対象とした数の空間表象の研究において，５を基数とした数の空間表象を形成しているとする研究が存在するが（栗山・吉田, 1985），大人の大きな数の空間表象においては，５は基数となっておらず，Domahs ら（2010）の５ベースの数表象というのも小さな数に限られたものであると考えるのが妥当ではないだろうか。

表１　実験２で用いた刺激の数ペア

	0				5			
	同桁		異桁		同桁		異桁	
	近距離	遠距離	近距離	遠距離	近距離	遠距離	近距離	遠距離
100を中心とした数ペア	70 - 90 40 - 80	20 - 80 10 - 90	90 - 110 80 - 120	80 - 140 90 - 170	75 - 95 45 - 85	25 - 85 15 - 95	95 - 115 85 - 125	85 - 145 95 - 175
1000を中心とした数ペア	700 - 900 400 - 800	200 - 800 100 - 900	900 - 1100 800 - 1200	800 - 1400 900 - 1700	750 - 950 450 - 850	250 - 850 150 - 950	950 - 1150 850 - 1250	850 - 1450 950 - 1750

参考文献

[1] Dehane, S. (1997) *The Number Sense*. Oxford University Press

[2] Domahs, F., Moeller, K., Huber, S., Willmes, K., & Nuerk, H. (2010). Embodied numerosity: Implicit hand-based representations influence symbolic number processing across cultures. *Cognition*, 116, 251-266.

[3] Galton, F. (1880). Visualised numerals. *Nature*, 21, 252-256

[4] Gibbon, J., & Church, R.M. (1981). Time left: Linear versus logarithmic subjective time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 87-107.

[5] 栗山和宏・吉田甫　(1995).　心的加算における数の表象構造について　教育心理学研究, **43**, 402-410.

[6] Makioka, S. (2009). A self-organizing learning account of number-form synaesthesia. *Cognition*, 112, 397-414.

付記　本研究は，第２著者の卒業論文として行われた研究の一部である。また，本論文の執筆においては，認知科学会の２人の査読者から貴重なご意見を頂いたので，ここに記して謝意を表します。

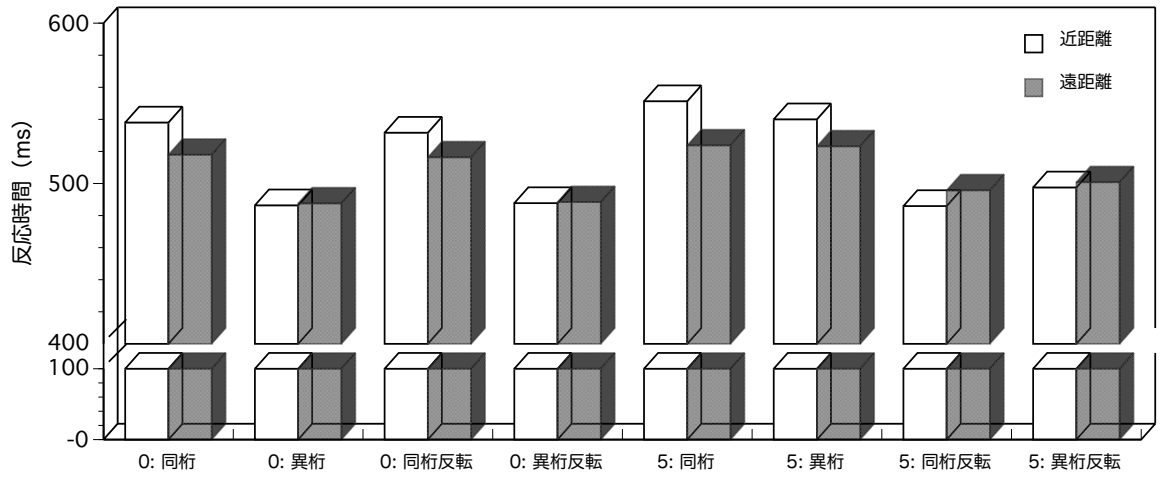


図４　100を中心としたペアでの大小判断に要する時間

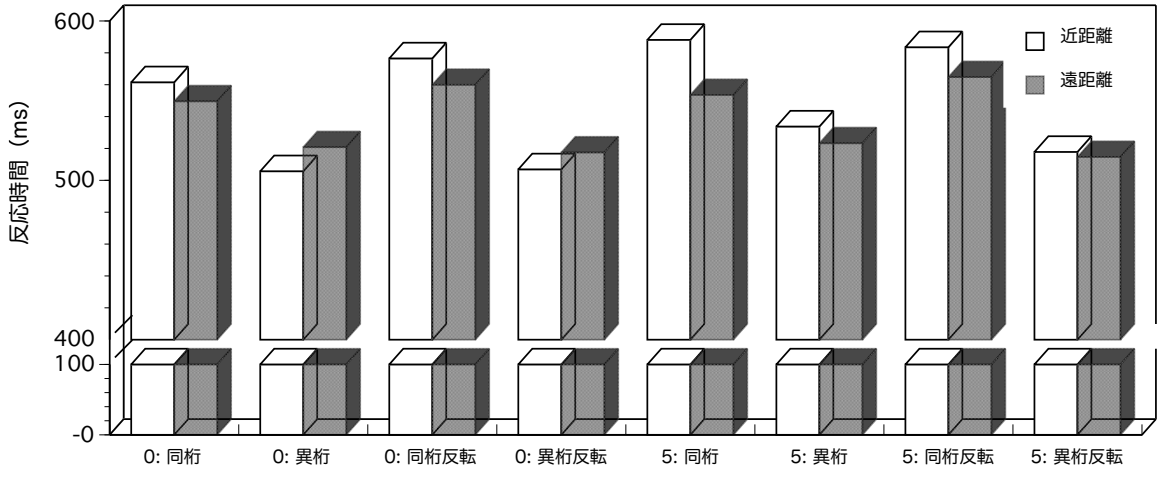


図５　1000を中心としたペアでの大小判断に要する時間

視線が次話者選択に与える影響：擬人化エージェントを用いた検討

How does the speaker's gaze affect next-speaker selection?: An experimental investigation using an anthropomorphic agent

伝 康晴，小森 淑子*
Yasuharu Den, Yoshiko Komori

千葉大学文学部
Faculty of Letters, Chiba University
den@cogsci.l.chiba-u.ac.jp

Abstract

In this paper, we investigate the effect of the speaker's gaze on next-speaker selection by using experimental three-party conversations with an anthropomorphic agent. In a target utterance, the agent's gaze was i) put between the two participants, ii) quickly switched from one participant to the other at the end of an utterance, or iii) placed at the other participant than was expected as next speaker in the context. The results showed that these "unusual" gaze behaviors affected next-speaker selection in some remarkable ways; e.g., the next speaker was unbiased between the two participants or contrary to the gaze direction, and the reaction time was increased at the target, and even the following, utterances. The timing of gaze-shift was also suggested to be influential.

Keywords — Gaze, next-speaker selection, anthropomorphic agent

1. はじめに

会話の中で、その時々の発言機会において誰が何を話すのかは、様々な要因によって規定される。会話参与者たちは、進行中の発話がどこで終わりそうか、その次は誰が話すのかを1発話ごとに局所的に管理し、長い重複や長い間を作ることなく円滑な話者交替を実現している(Sacks et al., 1974)。次話者の決定に際して、言語的手段以外に視線・身体などの非言語的手段も用いられることが知られている(Kendon, 1967; Duncan, 1972; Duncan & Fiske, 1977)。とくに、視線は次話者選択の有効な手段の1つであり、Kendon (1967)は、話し手が次話者を注視することで話者交替を合図し、次話者が相互注視によってそれを受け入れることで話者交替が成立するとしている。

しかし、会話データを詳細に観察してみると、話者交替の際に、聞き手に視線が向けられなかったり、複数の聞き手の間で視線が移動したり、文脈上の発話の宛て先と視線方向が一致しなかったりする場合が多々見られる。本研究では、このような「典型的でない」視線の使い方が次話者選択に与える影響を、擬人化エージェントとの3人会話場面を設定して実験的に検討する。

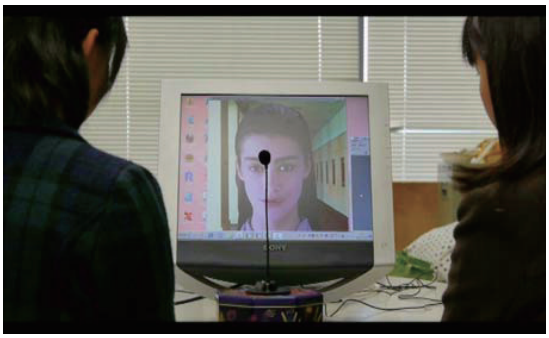


図1　擬人化エージェント（視線方向・左）

2. 方法

■実験参加者　18歳から24歳までの大学生ペア10組（男×男：3組、女×女：6組、男×女：1組）計20名
■刺激と実験計画　フリーソフトの擬人化音声対話エージェント・ツールキットGalatea Toolkit (川本ほか, 2002)を用いて、視線方向（顔の向き）を変えられる擬人化エージェントを作成した（図1）。女性の顔と音声を使用した。「普段の生活」「買い物の仕方」「趣味や特技」などをテーマとする、5〜7個のやり取りからなる会話を1試行とし、8試行分のシナリオを用意した。個々のやり取りは、[エージェントの質問–参加者の回答–エージェントの承認]の3発話からなり、質問はいずれも「はい」「いいえ」で答える平易なものであった。1つのシナリオは一方の参加者に視線を向けたやり取りから始まり、2〜3個のやり取りの後に他方の参加者へ視線を移して会話を続けた。8個中3つのシナリオにおいて、5〜6個目のやり取りにターゲット質問を含めた。ターゲット質問ではエージェントの

*所属は投稿時

中立条件

(中央)
G01:ここではあなた達の趣味や特技について
　質問していきます
G02:では早速始めましょう
(中央->A)
G11:あなたは子どもの頃習い事はしてた
A12:はい/いいえ
G13:そうなんだー
G21:中学や高校で部活はやってた
A22:はい/いいえ
G23:なるほどー
(A->B)
G31:あなたはなんか部活動入ってた
B32:はい/いいえ
G33:そうなんだー
G41:趣味は多いほう　　;先行質問
B42:はい/いいえ
G43:そっかー
(B->中央)
G51:スポーツとか
　体を動かすことは好き　　;ターゲット質問
X52:はい/いいえ
G53:そうなんだー
(中央->A)
G61:スポーツ観戦はよくする　　;後続質問
A62:はい/いいえ
G63:なるほどー
(A->中央)
G71:ＯＫ、これでこの回の質問は終わりです
G72:どうもありがとう

図2　中立条件のシナリオ

移動条件

(B)
G41:食べ物の好き嫌いは多いほう　;先行質問
B42:はい/いいえ
G43:そっかー
G51:脂っこいものは好き　　;ターゲット質問
(B->A)
X52:はい/いいえ
G53:そうなのー
G61:ファーストフードはよく食べる;後続質問
A62:はい/いいえ
G63:なるほどー

不整合条件

(B)
G51:健康管理には気をつけてる　;先行質問
B52:はい/いいえ
G53:そっかー
(B->A)
G61:食事のカロリーは気にしてる;ターゲット質問
X62:はい/いいえ
(A->中央)
G63:なるほどー
(中央->B)
G71:最近風邪引いたり
　体調くずすことはあった　　;後続質問
B72:はい/いいえ
G73:そっかー

図3　移動・不整合条件のターゲット周辺のやり取り

視線方向が以下のいずれかに設定された。

中立条件 両参加者の中央に視線を移動し、発話を開始する。

移動条件 発話の開始時に一方の参加者を見ていた視線を発話末で他方の参加者に移動する。

不整合条件 文脈上連続した内容の発話をそれまでの参加者とは異なる参加者に視線を移動して発話する。

中立条件のシナリオを図2に示す。左端のG,A,Bは発話者を示し、Gはエージェント、AとBは想定される回答者を表わす。ターゲット後の回答者がXとなっているのは、この回答がAとBのいずれによってなされる可能性もあることを示している。( )内はエージェントの視線方向がその時点で移動することを示している。この試行では、最初のやり取り（G11〜G13）はAに視線を向けて行ない、その後、3番目のやり取り（G31〜G33）からはBに視線を向けている。ターゲット質問はG51であり、中立条件では、この質問は視線を両参加者の中央に移動してなされる。これに対する回答X52が参加者AとBのいずれによってなされるかを見ることが実験の目的である。ターゲット後の最後のやり取り（G61〜G63）は視線をAに移動してなされている。以下では、ターゲットの1つ前のやり取りの質問（G41）を「先行質問」、1つ後のやり取りの質問（G61）を「後続質問」とよぶ。

他の2つの条件、移動・不整合条件における先行質問から後続質問までのやり取りを図3に示す。中立・移動・不整合条件に用いられたテーマはそれぞれ「趣味や特技」「食生活」「健康管理」であった。

■手続き　2人の参加者は擬人化エージェントを表示したディスプレイに対峙し、横に並んで着座した。エージェントとの対話のためのマイクは両参加者の中央に設置した。エージェントの視線方向は、「左の参加者」「中央」「右の参加者」が明確に区別できるように調整した。実験中の音声と映像をデジタルカメラで収録し、エージェントの質問に対する回答の発話者と発話潜時を記録した。

各ペアは8つの試行をランダムな順序で行なった。ただし、ターゲット質問を含む3つのシナリオは最初の2試行には現れないようにした。また、各シナリオにおける参加者AとBを左右いずれに着座した参加者に割り当てるかはペア間でカウンターバランスした。

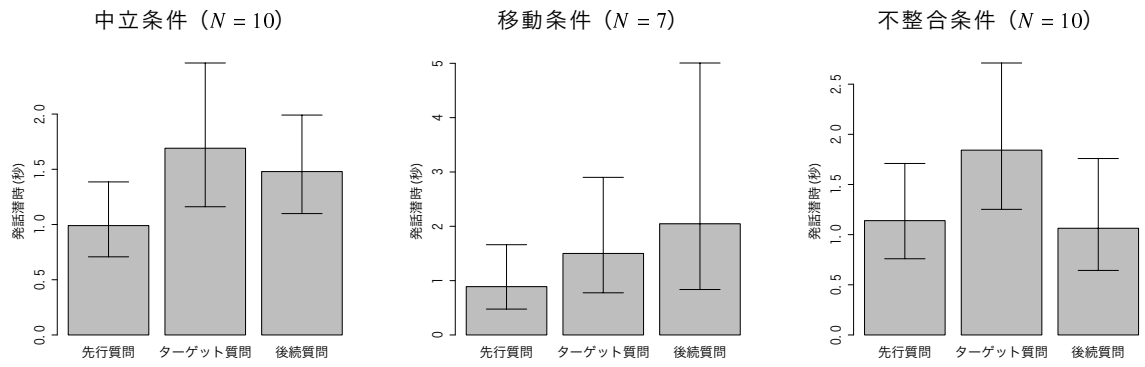


図5　先行・ターゲット・後続質問への回答の発話潜時（エラーバーは95% 信頼区間）

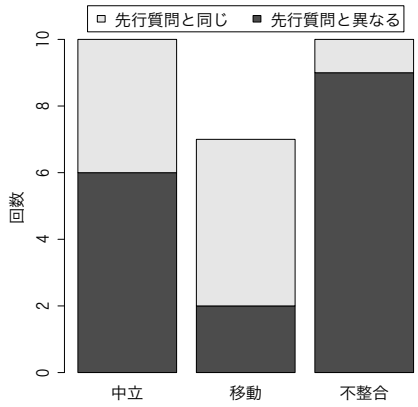


図4　ターゲット質問の回答者

3. 結果

3.1 視線の向け先と回答者

全参加者に対するターゲット質問を含む全30試行について、ターゲット質問以外への回答・計160件におけるエージェントの視線の向け先と回答者との一致傾向を調べた。視線の向け先以外の参加者が回答したのは2回（1.25%）のみであり、他はすべて視線の向け先が回答者となっていた。なお、視線の向け先と回答者が一致しない2回は、いずれも移動条件における後続質問に対する回答であった。

3.2 ターゲット質問の回答者

3組のペアに用いた刺激で、移動条件におけるエージェントの視線移動のタイミングが正しく設定できていなかった（発話末ではなく、発話冒頭で移動していた）ことが判明したため、これら3組の移動条件のデータを分析から除外した[1]。

各視線条件においてターゲット質問と先行質問の回答者が同じである/異なる回数を図4に示す。両参加者で回答の確率が異なるかを視線条件ごとに二項検定で検討した。

■中立条件　10組中4組（40%）で先行質問と同じ回答者が回答した。二項検定の結果、両参加者の回答確率が有意に異なるとはいえなかった（$p = .75$）。

■移動条件　7組中5組（71%）で先行質問と同じ回答者が回答した。二項検定の結果、両参加者の回答確率が有意に異なるとはいえなかった（$p = .45$）。

■不整合条件　10組中1組（10%）で先行質問と同じ回答者が回答した。二項検定の結果、両参加者の回答確率は有意に異なり（$p < .05$）、先行質問と異なる回答者（移動後の視線の向け先）が回答することのほうが多かった。

3.3 先行・ターゲット・後続質問への回答の発話潜時

各視線条件における先行・ターゲット・後続質問への回答の平均発話潜時（対数値で算出し、線形スケールに逆変換）を図5に示す。これらの値（対数値）を視線条件ごとに分散分析で比較した[2]。

■中立条件　平均発話潜時の質問位置による違いは有意であった（先行質問:0.99秒、ターゲット質問:1.69秒、後続質問：1.48秒; $F(2, 18) = 6.40, p < .01$）。ライアン法による多重比較の結果、先行質問への回答の平均発話潜時と比べて、ターゲット・後続質問への回答の平均発話潜時は有意に長かった（ターゲット質問：$p < .01$、後続質問：$p < .05$）。

■移動条件　平均発話潜時の質問位置による違いは有意でなかった（先行質問：0.88秒、ターゲット質問：1.50秒、後続質問：2.05秒; $F(2, 12) = 1.57, p = .25$）。

[1] これら3組の移動条件におけるターゲット質問の回答者は、いずれも移動後の視線の向け先の参加者であった。

[2] 先行質問以前のすべての回答の個人ごとの平均発話潜時、および、直前の質問との回答者の変化の有無を共変量として考慮した線形混合効果モデルによる分析でも、概ね同様の結果が得られた。ただし、中立条件では、ターゲット質問への回答と後続質問への回答の平均発話潜時の間にも有意差が見られた。

■不整合条件　平均発話潜時の質問位置による違いは有意であった（先行質問：1.14秒、ターゲット質問：1.84秒、後続質問：1.06秒; $F(2, 18) = 4.26$, $p < .05$）。ライアン法による多重比較の結果、先行・後続質問への回答の平均発話潜時と比べて、ターゲット質問への回答の平均発話潜時は有意に長かった（先行質問：$p < .05$、後続質問：$p < .05$）。

4. 議論

ターゲット質問以外への回答の約99%において、エージェントの視線の向け先が回答者であった。参加者たちはエージェントの視線を次話者選択の手掛かりとして用いていたと考えられる。

文脈上の連続性と視線方向が一致しない不整合条件では、90%のペアにおいて、視線の向け先の参加者が回答を行なった。このことから、文脈よりも当該発話の視線方向のほうが次話者選択により強い影響を与えるといえる。一方、平均発話潜時はターゲット質問への回答で先行・後続質問への回答よりも有意に長く、視線方向が文脈と不整合であることが次話者選択への迷いをもたらした可能性を示唆する。実際、「こっちかな」といった逡巡や、両参加者が顔を見合わせ、指差しや頷きで確認するといった行動が観察された。

視線が特定の参加者に向けられない中立条件では、次話者の分布がほぼ半々（4:6）になり、ターゲット質問への回答で平均発話潜時が有意に長くなった。これらのことは、視線が次話者選択のリソースとなっていることをさらに支持する。一方、後続質問への回答でも先行質問への回答と比べて平均発話潜時が有意に長かった。追加的な分析の結果、この傾向は、ターゲット質問において先行質問とは異なる回答者が回答した場合に顕著であることがわかった（異なる回答者：1.81秒、同じ回答者：1.09秒; $t(8) = 2.30$, $p < .06$）。これらの事例では、エージェントの視線がターゲット質問の時点で中央にとどまった後、さらに参加者のほうに移動したことに気づいて戸惑ったり、見つめあったり、笑いあったりといった反応が典型的に観察された。発話潜時の長さはその影響と考えられる。このことは、次話者選択の手掛かりとして参加者たちは、視線方向という静的な情報よりも、視線移動そのものという動的な情報により敏感であることを示唆する。

発話末で視線が移動する移動条件では、統計的には有意でないものの71%のケースで先行質問と同じ回答者がターゲット質問に回答した。ターゲット質問は先行質問の回答者に視線を向けた状態で始まっており、視線の移動は発話終了とほぼ同時であった。このため、視線移動を確認する前に、先行質問と同じ回答者がマイクに近づく動作を開始することが多かった。これらの事例では、他方の参加者もマイクに近づくそぶりを見せたり、後続質問への回答の際に発話者を指差しなどで確認する行動が観察された。一方、回答前に視線移動に気づいたペアでは、先行質問の回答者が続けて回答しようとして言い止めたり、手で他方の参加者に合図したりする行動が見られた。他方の参加者は視線が自分に向いていることに気づいて驚いた表情を見せたり、「俺か」とつぶやいたりしながら、回答を始めていた。このため、先行質問と同じ回答者が回答する場合よりも異なる回答者が回答する場合のほうが発話潜時は長くなっていた（同じ回答者：1.05秒、異なる回答者：3.68秒）。

これらのことから、視線移動のタイミングが重要であることがわかる。聞き手は発話途中で発話末を予測しながら次発話開始のタイミングをはかっており(Sacks et al., 1974; 榎本, 2007)、多くの場合、発話が実際に終了する時点では次話者は発話開始に取りかかりつつある。そのため、発話末での視線移動は次話者選択に必ずしも有効でないかもしれない。また、何らかの理由で次発話開始が遅れた場合には、このような視線移動は参加者たちを混乱させるもととなる。3.1で触れたように、移動条件では、後続質問において視線の向け先以外の参加者が回答したケースが2件見られた。これらはいずれも、先行質問の回答者がターゲット質問に回答し、そのまま後続質問にも回答したものである。これは、混乱のもととなった視線移動を無視した行動であるように思える。

以上のように、発話者の視線は次話者選択に強い影響を与えるが、同時にそのタイミングが重要であることがわかった。

参考文献

Duncan Jr., S., & Fiske, D. W. (1977). *Face-to-face interaction: Research, methods, and theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Duncan Jr., S. (1972). Some signals and rules for taking speaking turns in conversations. *Journal of Personality and Social Psychology*, **23**, 283–292.

榎本美香(2007). 日本語におけるターン構成単位の認知メカニズム　社会言語科学, **9** (2), 17–29.

川本真一・下平博・新田恒雄・西本卓也・中村哲・伊藤克亘・森島繁生・四倉達夫・甲斐充彦・李晃伸・山下洋一・小林隆夫・徳田恵一・広瀬啓吉・峯松信明・山田篤・伝康晴・宇津呂武仁・嵯峨山茂樹(2002). カスタマイズ性を考慮した擬人化音声対話エージェントツールキットの設計　情報処理学会論文誌, **43**, 2249–2263.

Kendon, A. (1967). Some functions of gaze direction in social interaction. *Acta Psychologica*, **26**, 22–63.

Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). A simplest systematics for the organization of turn-taking for conversation. *Language*, **50**, 696–735.

市民による科学技術に関する社会的意思決定プロセス
－熟議のもたらす効果の探索的検討－
Public Decision Making for Science and Technology Policy
Exploratory research on effects of deliberation

山内 保典
Yasunori Yamanouchi

大阪大学
Osaka University
Yamanouchi@cscd.osaka-u.ac.jp

Abstract

With increasing of Trans-Scientific problems, public decision making for science and technology policy (e.g. participatory technology assessment) has been emphasized. The concept of public participation is based on deliberative democracy. Comparing to the theoretical discussion of deliberation, there is not enough empirical researches of deliberation. This paper shows the results of exploratory research on effects of deliberation. 34 participants discussed as to regenerative medicine and answered questionnaire in Pre-Post design. As results, there are eight patterns of effects such as “Formation of opinions”, ”Information gain”, “Reinforcing opinions”, “Expanding view”, “Thinking concretely”, “Shifting view”, “Realizing principle” and “Discovering problems”.

Keywords — Deliberation, Public Decision Making, Participatory Technology Assessment, Deliberative Democracy, Trans-Science

1. 問題と目的

1.1 市民による科学技術に関する意思決定

社会的意思決定は、認知科学の重要な研究対象になり続けている（e.g., 佐伯, 1980）。それらの研究から得られる知見は、学術的には高度な知的活動を明らかにする上で有益である。一方で社会的にも、政策決定などの場面において、意思決定プロセスを批判的に検討したり、意思決定の質を高めるための手法を提案したりするために有益である。本研究では、様々な社会的意思決定の中から、科学技術に関連するものに焦点を当てる。

地球環境問題、生物多様性問題、エネルギー問題などは、その進展および解決の行方に科学技術が深くかかわっている。また遺伝子組み換え作物、ナノテクノロジー、再生医療などの革新的な科学技術は、それ自体が自然環境や社会に対し、正にも負にも大きな影響を与え、問題を引き起こしうる。そのため、その応用に際しては、多様な期待と不安を踏まえた議論を行い、倫理的、法律的、社会的問題も含めた制度づくりが必要である。

こうした問題に代表されるように、近年、科学と政治の交錯する領域（トランス・サイエンス）が広がりつつある（Weinberg, 1972； 小林, 2007）。

従来、科学技術に関する政策決定では、専門家が政策決定者に「正しい」知識を提供し、それに基づいた意思決定がなされてきた。同時に、その政策の下で生活する市民に対しても「正しい」知識を提供すれば専門家と同じ判断に至るという前提に立ち、啓蒙や理解増進が重視されてきた。

しかし、科学技術が社会に浸透するにつれて、そのモデルの限界が明白になった。例えば「どの程度のリスクなら、社会は受容できるのか」、「誰が『正しい』専門家なのか」、「ある技術が地域の生活や社会の価値観に、どう影響するのか」、「その科学技術政策は、他の政策と比べてどの程度優先すべきなのか」といった問いは、専門家だけでは判断できない。そこで科学技術に関連する政策決定への市民参加が試み始められた。

その１つとして、市民参加型のテクノロジーアセスメントがある。テクノロジーアセスメントとは、「従来の枠組みでは扱うことが困難な技術に対し、将来のさまざまな社会的影響を独立不偏の立場から予見・評価することにより、新たな課題や対応の方向性を提示して、社会意思決定を支援していく活動」（吉澤,2010）を指す。そこへの市民参加という流れは欧米諸国を中心に広がり、日本

においても徐々に広まっている（e.g.小林, 2007）。市民参加型で意思決定を行うことで「民主主義の理想の具現化」、「科学や新技術に対する信頼獲得」、「意思決定の質の向上」などの意義があると考えられている（Wilsdon, J. & Willis, R., 2004）。

1.2 熟議民主主義とのつながり

佐伯（1980）は、社会的意思決定に関して、「わたしたちは選ぶという行為を通して、自分が正しいと思っているコトや、自分が善いと思うコトを、他人の正しいと思っているコトや、善いと思っているコトとつきあわせてみよとしている」とした上で、「のぞましい社会的決定というのは、そのようなコトができるだけ表明されるようにし、それらを並存させ、相互つきあわせをさかんに行うことができるように取り計らうべき」と指摘した。この考えは、政治学における「熟議民主主義」という考え方と一致する。

例えば、山田（2010）は「熟議民主主義で重要とされるのは、『ある意見を何人の人が賛成したか』ではなく、『その意見がいかなる根拠に基づいているか』である。語る側が、自分の意見の根拠をきちんと示すことができるかどうか。その根拠が、聴く側にとっても説得力のあるものかどうか」としている。

近年、市民参加型の熟議民主主義を実質化する手法の 1 つとして、Deliberative Polling（以下、DP）が提唱されている。DP とは、図 1[i]のような手法である。

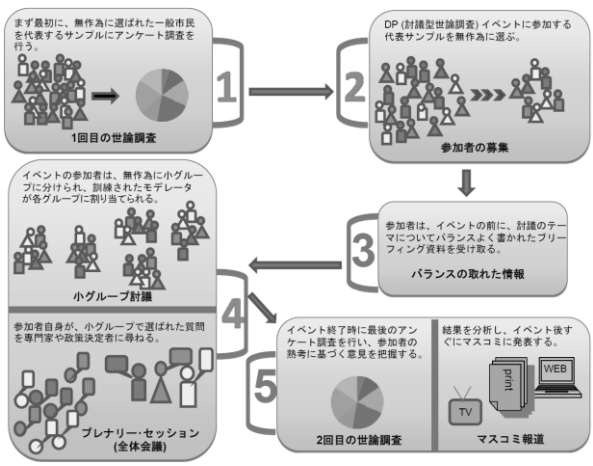


図 1 Deliberation Polling の概要

今後、社会的意思決定を行う際の 1 つのオプションとして、DP のような決断に至るプロセスを共有し、市民も含めた様々な価値観を考慮して、社会的意思決定にインプットする手法を開発し、実践していくことは有益な試みだと考えられる。

1.3 本研究の目的

日本において政策決定への市民参加は、パブリックコメントなどで認知されつつあるが、社会に根付いているとはいえない。市民参加という制度を、社会的意思決定の 1 つのオプションとして確立する上で、DP などのような各手法の有効性や限界をデータに基づいて示し、更なる改善に向けた提案をすることが求められている。

しかし、それに先立つ問題として、熟議を通して、意思決定にどのような効果がるのかを記述する必要がある。熟議民主主義に関する実証研究では、選好の変化が生じることが示されてきた（e.g. 井出, 2010）。しかし選好自体でなく、選好に至るプロセスや根拠を重視する熟議民主主議として、これでは不十分である。なぜなら、これでは選好の変化の背後にあるプロセスの変化や、選好は変わらない場合の根拠の変化を正当に評価できないからである。また手法開発という観点から「熟議プロセスのどの要素が、どのように意思決定プロセスに作用して根拠に変化をもたらすのか」を記述することなしに手法改善は困難である。そしてまさにこの点が、政治学を中心に進められてきた熟議民主主義の研究に対して、認知科学が貢献できる点であると考えられる。

本研究では、熟議による意見変容に着目する。熟議民主主義では、場合によっては自分の考え方を変える用意があるという「理にかなった態度」（Young, 2000）が重要だと言われている。自分が間違っている可能性、間違った意見の中にも耳を傾けるべき部分的な真理が含まれている可能性、自分自身が無意識に持っている「話の前提」や知らず知らず抱いている「根拠のない思い込み」に気づく可能性に開かれていることにより、熟議が効果を発揮するのである（山田, 2010）。

市民が科学技術政策に関して議論をする際に、実際にどのように意思決定がなされているのか。その中で議論はどのような効果を与えているのか。本研究では、萌芽的で、社会的影響も大きく、日本の科学技術政策において注目されている「再生医療」を議論テーマに取り上げる。そして再生医療と社会の関係を巡る議題について、市民同士で議論を行い、複数の選択肢から個々が 1 つを選択するii という意思決定場面を設定する。その場面において、個人の選好とその根拠が議論の前後で変化した事例に焦点を当て、議論がもたらす効果を探索し、その整理を試みる。

2. 方法

2.1 実験デザイン

実験デザインに関しては、上述した DP の手順をベースとしている。ただし、DP と比べて専門的な情報提供は限定している。その理由は 2.3 節を参照されたい。

■1. 事前調査

質問紙（2.3 節参照）を事前に郵送し、質問について選択肢とその選択理由（自由記述）を回答させた。なお質問紙は、フルバージョンだと 5 テーマあるが、参加者の負担を考え、各人が議論に参加する 1−2 テーマについてのみを回答させた。

■2. 議論

ファシリテータを入れて、事前に回答した 1〜2 テーマの質問について、各自が質問に対する選択と選択理由を紹介しながら、グループで議論を行なった（100 分程度）。

■3. 事後調査

議論終了後、改めて質問紙への回答を求めた（20 分程度）。また議論を通して意見が変わった部分、考えが深まった部分について振り返り行った（30 分程度）。

2.2 実験参加者

参加者は 34 名の一般市民である。リクルーティングの会社を通じて集められ、報酬が支払われた。年齢（20 代から 60 代）と性別が均等になるように配置した 5- 6 名からなるグループが、6 グループつくられた。医療関係者など再生医療に関する利害関係者は調査対象から外した。

上述した通り、本研究の実験者は、すべて一般市民である。科学技術に関する社会的意思決定を模した実験において、専門家が入らないことに違和感を持つ方もあろう。たしかに、市民と専門家による直接対話は重要な営みの 1 つである。例えば、具体的な問題解決における情報共有や利害調整、信頼の形成、市民の科学リテラシーや専門家の社会リテラシーの育成などにおいては有効な手段だと考えられる。その一方、市民のみで議論を行うのには、以下の 3 つの理由がある。

■1. 専門家と市民の不平等性への配慮

田村（2010）は、フレイザーの「サバルタン対抗公共圏」を引きながら、「社会的な不平等が存続しているところでは、開かれた『公的な』場における熟議／対話のプロセスは、『支配集団に特権を与え、従属集団から権利を奪うように働く傾向がある』。その場合、従属集団（サバルタン）は、『自らの考えを表現するための適切な声や言葉を見つけ出す』ことができない」とした。そのため従属集団がメンバーとなる私的で閉鎖的な場（サバルタン対抗公共圏）が必要になるといわれる。科学技術に関する議論においても、知的権威である専門家と市民の間に、このような不平等は存在するだろう。そのため、科学に関する社会的意思決定において、市民が自身の思いや意見を自由に語り合う場として、市民同士の議論の場を組み込むことは重要だと考えられる。本実験はその段階に関する知見を提供することになる。

■2. 日常的な政治議論への展開

田村（2010）は、マンスブリッジの議論について「家族における『日常的な話し合い（everyday

talk)』から議会における討論まで、様々な場において熟議／対話が存在し得ること、そして、その様々な場における熟議／対話の相互作用に注目する必要があることを理解するために『熟議システム』の概念を提唱した」としている。本研究の扱う対象は、その熟議システムの基礎となっている日常的な政治議論の 1 つと位置付けられる。このレベルの研究が進むことで、熟議システムの裾野が拡大し、熟議民主主義の社会的基盤が確かなものになるとともに、専門家を入れて実施することが困難な、中等・高等教育における市民性教育や科学技術リテラシーに関する授業にも展開可能な知見が得られると考えている。

■3. DP の基本設計との連携

本研究の設計のベースとなった DP は、市民同士の議論で行われる。本研究もこれを踏襲するため、市民同士の議論を採用した。さらに同じ質問項目で市民対象の社会調査を実施しており、その結果の解釈を深める狙いもある。

2.3 質問紙／議論内容

議論は「市民と専門家の熟議と協働のための手法とインタフェイス組織の開発プロジェクト」で作成された、「再生医療に関して社会で議論すべきアジェンダ」に基づき行なわれた。これは市民や専門家を含めた 180 名から集めた意見をもとに、市民と専門家の議論を経て設定された。これらは問題を考える際に必要な情報も、問題文に盛り込むようにしているため、通常の DP で行われる情報提供は今回の実験では行っていない。

このアジェンダは「価値観とその多様性への影響」、「社会的影響（人口バランスへの影響、医療に伴うリスクなど)」、「医療格差と市場原理」、「再生医療の意義と達成に向けての方策」、「再生医療に関するコミュニケーションのあり方」という 5 つのテーマからなる。さらに各テーマは 4 問程度の選択肢形式の質問からなっている。詳細は http://decocis.net/ を参照されたい。

3. 結果

3.1 質問紙の量的分析

熟議が参加者に与える影響として「選択結果の再考」、「選択理由の形成(言語化)」が考えられる。それらを間接的に示すデータとして、「選択変更の生起」や「自由記述の生起」の数があげられる。ただし「参加者の数が少ない」、「質問内容や選択肢が質問ごとで異なる」、「自由記述の生起に対する調査時間や調査に対するモチベーションの影響」、「意見が変わらないときの自由記述の省略」といった理由から、量的な結果の意味を解釈することは難しい。しかし傍証的なデータにはなるので、各質問について「議論後の意見変更者の数」、「事前／事後の自由記述の生起数」、「自由記述無から有に転じた人の数」を表 1 に示す。

表 1 質問紙の量的分析

	回答者	選択変更	理由の自由記述		
			有(前)	有(後)	無→有
Q1(1)	11	1	3	5	2
Q1(2)①	11	5	記述欄なし		
Q1(2)②	11	5	7	7	2
Q1(3)	11	7	8	6	1
Q2	11	5	8	9	3
Q3	11	4	8	7	0
Q4(1)	11	2	記述欄なし		
Q4(2)	11	4	9	8	1
Q5	11	3	9	5	0
Q6	11	3	8	5	1
Q7	11	4	8	6	2
Q8	11	1	9	8	1
Q9	11	2	8	6	1
Q10(1)	11	2	9	6	1
Q10(2)	11	5	9	8	1
Q11	11	0	8	5	0
Q12	11	4	9	9	2
Q13	11	1	9	6	1
Q14	11	0	7	4	0
Q15	11	3	7	7	2
Q16	11	1	6	5	0
Q17	12	2	10	11	1
Q18	12	5	11	11	1
Q19	12	0	10	10	0
Q20	12	3	10	11	1
Q21	12	1	10	11	1
Q22	12	4	9	9	0

「選択変更」を見ると、議論を経て意見が一人も変わらなかった質問は 27 問のうち 2 問しかなく、議論が選択変更をもたらす可能性は支持された。ただし質問ごとの差が大きく、質問内容や選

択肢が選択変更の生起しやすさに影響していることが示唆される。また、そもそも議論をしなくても選択が変動する性質のものだった可能性も否めない。さらに「選択変更が起きたから理由の記述が生じる」など、選択理由の生起との関係は明確ではない。そのため理由が示してあることが、よく考えて選択したことを意味するとも言えない。

「自由記述の生起数」では、議論後の方が多くなることが期待されたが、むしろ議論後に減ることの方が多かった。ただし、理由の変更が小さかった場合には、理由の記述をしなかった参加者や時間的制約から回答時間が不足した参加者もいたため解釈は難しい。

一方で、事前調査で理由の記述のなかった参加者が、議論後の事後調査では記述するケースも 25 回確認されており、議論により選択理由の形成（言語化）が生じる可能性は示されている。

3.2 自由記述の質的分析

選択変更の有無に直結しなくとも、その選択理由が変更されることは、熟議の効果の 1 つである。以下では、本実験で確認された選択理由の変更パタンを示す。ただし、以下はあくまで自由記述からの解釈であり、本人に確認したわけではない。またこれらのパタンは探索的な段階であり、明確な概念整理はできてない。現在、表 2 の 8 パタンを考えている。

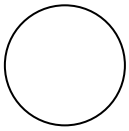
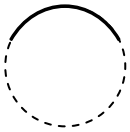
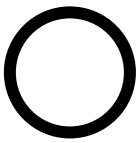
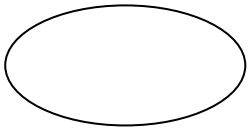
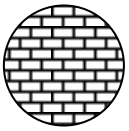
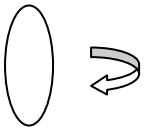
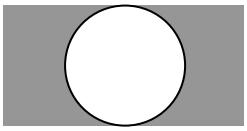
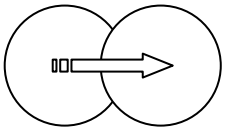
以下、それぞれについて、簡単な説明とともに事例紹介を行う。

■1. 意見形成（言語化）

3.1 で指摘したように、自由記述のなかった質問に対して、選択理由が記述されるケースが見られる。これらは、選択理由が新たに形成された、あるいは、選択理由が言葉で説明できる程度に明確になった可能性を示唆する。

事例：Q1（3）に対して、事前調査時に悩みながら 2 を選択していた参加者は、事後調査では「5. その他：第 3 者によって個人の尊厳を損なわれるかもしれない」と自らの問題意識を言語化した。

表 2 選択理由変更のパタン

1. 意見形成（言語化）	2. 情報獲得・修正
	
3. 意見の強化	4. 視野の拡張
	
5. 意見の具体化	6. 視点の変化
	
7. 理念の気づき	8. 問題の発見
	

（事前）上記 1,2,4 それぞれに思うところがあり、ひとつに選ぶのが難しい。
（事後）人体実験につながらないように（意志に反しての）

■2. 情報獲得・修正

情報がないため判断できなかったことについて、議論の中で出てきた情報を元に、自分の既有知識と合わせて判断をすることがある。

事例：Q12 において、ある参加者は情報不足を理由に判断を示していなかったが、他の参加者による発言から情報を得て、自分なりの判断を下した。

（事前）それぞれの費用がどれだけ必要か分からない
（事後）皆さんの意見を聞いて、確かに日本は研究者に対して冷遇していると感じたので

また選択肢に関する情報が訂正され、同じ価値を志向しながら選択肢が変わることがある。

事例：Q2 において、ある参加者は「現実味のあ

りそうな」ということで選択肢 2 を選んだ。議論後も「とりあえず決められるところで」と理想より現実を重視していることは変わらないが、選択肢は 3 に変わった。これは、議論で得た情報により、選んでいた選択肢 2 の実現可能性の見積もりが変化したと考えられる。

（事前）本当は 1 が良いですが、現実味のありそうな 2 を選びました。1 だと人類全体で話し合う機会が少ないと思ったので。
（事後）とりあえず決められるところで決めた方が良いのではと思いました。

■3. 意見の強化

自分の考えを人前で示すことや、それが人から支持されることにより、方向は変わらないまま、考えを強化されることが考えられる。

事例：Q3 について、ある参加者の選択肢は 5 のままだが、自由記述では「誰もが関わっていく問題」という認識から「全員が納得できる必要がある」という強い認識へと変化していた。

（事前）誰もが関わっていく問題であると思うので。
（事後）最終的には、全員が納得できる必要があると思うので

一方で、選択の限界を理解したり、判断が揺らいだりすることもある。

（事前）地域格差をなくすということは、どこに住んでいても同じ治療が受けられるということになるので、公平性から考えると受診時の機動性重視が良いと思いました。
（事後）現実味が少ない（高額になるし…）ようだけど変わらず

■4. 視野の拡張

他人の意見の部分的な取り込みにより、自分の意見の直接関連する事象だけでなく、それを支える間接的な事象まで視野を広げることもある。

事例：Q17 で、選択肢 1「効果的な治療法がない疾患のみに研究・開発の対象を絞る」を選択していた参加者が、選択肢 2「ある程度効果的な治療法のある疾患まで含む」に変えた。その背景に「研究を進めるための市場」まで考慮対象が広がったことが示唆される。

（事前）難病患者は、実際の身体の苦痛に加え、治療法が見えない不安や「どうして自分が…」という理不尽な思いなど、精神的な苦痛も抱えていると思う。そういう人達が少しでも未来に希望が持てるように国がサポートできたらいいと思う。
（事後）市場が少なすぎると研究が進みにくい

■5. 意見の具体化

議論を行なうことにより、より具体的な意見を示すことがある。

事例：Q3 で、選択肢 1 を選んでいたある参加者は、議論を通して、政治家や行政が関わることの必要性を感じ、選択肢 5 に変えた。ただし、政治家や行政が関わることにより意見統一が遅れるという自分の主張は変えなかったため、単純に選択肢 5 に賛成するのではなく、関わる順番を指定した具体案を示した。なお具体化のバリエーションには、場合分けや条件付きでの選択もある。

（事前）政治家や行政が主導するとなかなか意見を統一できないと思う。やはり専門家、研究者が主になって考えるべきだと思う。
（事後）研究者や専門家が原則やルールに関して主導し、市民の意見も聞きつつ最後には政治家や行政が法を整備して実現するかたちにしてほしい

■6. 視点の変化

熟議を通して、選択する際の視点を変える必要に気付くことがある。

事例：Q1（1）で、具体的な自分の心情に基づき、選択肢 1「何でも行なってもよい」としていた参加者が、選択肢 2「限界を設け、その範囲内であれば行なっても良い」に変わった。その背景には

「医療」という語の指す範囲が人によって異なることの気づきがあり、社会的に医療の範囲を決めることが必要だという認識が生じたと考えられる。

（事前）自分や他人の身体を大事にしなくなるーという点で不安はあるが、実際問題けがや病気などで生命の危機に直面した際や、自分の家族がそれによって救われる状況などがあった場合を考えると、再生医療が可能なら行ってほしいと考えると思う。
（事後）限界を設けるのではなく、どういったものが医療といえるのかという範囲をきっちりときめる必要があるように思えた

さらに、ある考慮対象について、別の視点から考えることも行なわれる。

事例：ある参加者は「法律」に対して「縛るもの」という認識から「暴走を止めるもの」という認識に変化した。これは法律を適用される側から、法律を適用する側に視点が変化したとも言える。

（事前）法律のように縛る必要は無いかと思う。指針があった上で自主的ルールを定めればよいかと。
（事後）法を定めた方が、暴走を止めれるから。法の範囲を超える者が現れると思う。

■7. 理念の気づき

他者に説明をする中で、主張の一貫性をチェックしたり、理念を自覚したりする。

事例：ある参加者は Q9 において「法的規制が必要」としており、議論の中で法的拘束力が必要という自身の理念を自覚した。しかし Q10（2）に対し、事前調査では「指針」を選んでおり、自身の理念に基づき、事後では選択を変えた。

（事前）法的拘束を持たしてしまうと情報が出てこなくなるのではないかと心配です。かと言って各情報提供者間での自主的ルールでは信憑性に欠けるように思います。
（事後）「Q9」で 1 を選んでおいて 2 は、やはりおかしい。法的拘束力が高まると思うので 1 に変更します。

■8. 問題の発見

議論をする中で、新たな問題を発見することがある。

事例：Q10（2）に関して、法律化を重視する一方、その運用上の限界も指摘していた参加者が、議論を通して、法律の策定に関する問題も発見した。

（事前）「法律」的根拠が不確かでは、「責任」の所在が不確かになるのがこの国の実情だ。・「法律」に整えられたとしても「運用」というごまかしがまかり通るこの国である。当然、「法律」の有効性の確保が課題。（以下略）
（事後）「法律」の内実をどのような人間が策定するかの透明性、中立性が必要。

4. 今後の課題

4.1 議論の場の設計への応用

本稿で示した熟議の効果について、相互に関係する 2 つの応用の可能性を考えている。

1 つ目は、市民参加型による科学技術政策決定の質を向上させるための応用である。上述したような熟議の効果に基づき、政策決定プロセスに関して評価・フィードバックを行うことで、熟議の有効性を説得的に示したり、その応用が適切でない場合には、プロセスを調整したり、場合によっては参加に制限を設けるなどの介入が可能になる。

2 つ目は、市民参加型の議論を学習の機会と捉え、その効果を促進し、場合によっては生涯学習や学校教育の授業としてのパッケージを開発するという形での応用である。

いずれにせよ、いかに議論の場をデザインするのかが重要であり、こうした熟議の効果に基づく評価指標は意義があろう。こうした応用のためには、グループの構成員の違い（年齢、経験等）による議論プロセスや期待される効果の違い、テー

マごとの領域固有の特徴など、更なる実証的な研究が不可欠である。

4.2 社会的意思決定の実験場面と現実との接続

今回は少人数の市民同士で行ったが、社会的意思決定というには、これを地域や国政、国際政治といったレベルに拡大する必要がある。

その際、問題になるのが、利害関係者などの各人の主張が強固（例えば、信念になっている、社会の立場上変われないなど）で、上述した「理にかなった態度」を取りづらい人を、どのように熟議に参加させていくのかということである。その逆に、今現在無関心な人の意見をくみ取る努力を、どの程度のコストをかけて行うのかという問題もある。そこでは個々の議論だけではなく、社会的意思決定の制度全体の設計を、その時間的な展開も含めて考えていく必要がある。

その際には、意思決定にかけられる時間的制約や経済的制約がある中で、市民、専門家、政策担当者の意見が乖離に対して、どのように対応するのかという具体的な問題も生じる。

またそうした多様なステークホルダーが参加するには相互の信頼感や、その基礎となる他者への想像力も育てる必要がある。その想像の範囲には、ある科学技術に関して相手が見ている時間的展望や問題空間の広がり、トレードオフ関係など、多くの複雑な事象が含まれる。このような想像性を学ぶための機会を、教育システムの中で整備することが求められよう。

参考文献

[1]井出弘子（2010）．市民同士の熟議／対話－日本における市民討議会の実証研究．田村哲樹（編）『語る－熟議／対話の政治学』．東京：風行社.

[2]小林傳司（2007）.『トランス・サイエンスの時代－科学技術と社会をつなぐ』．東京：NTT 出版.

[3]佐伯胖（1980）.『「きめ方」の論理－社会的決定理論への招待』．東京：東京大学出版会.

[4]田村哲樹（2010）．親密圏における熟議／対話の可能性．田村哲樹（編）『語る－熟議／対話の政治学』．東京：風行社.

[5]Weinberg, A.M.（1972）. Science and Trans-Science. *Minerva*,**10**(2).

[6]Wilsdon, J. & Willis, R.（2004）. See-through Science: Why public engagement needs to move upstream.
（http://www.demos.co.uk/files/Seethroughscience final.pdf）

[7]山田竜作（2010）．現代社会における熟議－対話の重要性．田村哲樹（編）『語る－熟議／対話の政治学』．東京：風行社.

[8]吉澤剛（2010）．テクノロジーアセスメントの現代的意義.『科学』,**80**(7).

[9]Young, I.M.（2000）. *Inclusion and Democracy*. Oxford University, p24-5.

---

[i] http://cdd.stanford.edu/polls/docs/flyers/deliberative-polling-flyer-jp.pdf より引用

[ii] 政策に関する意思決定をする議論では、そもそも何が「社会的な問い」や「採りうる選択肢」なのかを議論したり、選好が分かれた場合に、新たな選択肢を創りだしたりすることも重要である。こういった議論は、本実験に先だって実施した「アジェンダ設定会議」において、市民と専門家（自然科学研究者、人文社会研究者、実務家）が合同で行っており、本研究で用いた質問紙は、その結果に基づいて作成されたものである。詳しくは http://decocis.net を参考されたい。

複数評価者によるピアリヴュー学習効果に関する一考察
Learning Effects of Multiple Reviewers' Comments on Writings

吉澤 小百合[†,§]，吉川 厚[‡,§]，寺野 隆雄[§]
Sayuri Yoshizawa, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano

[†]星薬科大学，[‡]教育測定研究所，[§]東京工業大学
Hoshi University, The Japan Institute for Educational Measurement, Inc., Tokyo Institute of Technology
s-yoshizawa@hoshi.ac.jp

Abstract

The adoption of the peer review method has recently been increasing in language education. Although the method has become popular among the teachers of Japanese to foreigners, not many teachers of English in Japan have employed peer review activities. This paper presents the experimental results on the effects of multiple reviewers' comments upon using anonymous peer review activities. The results have suggested that the similar comments by multiple reviewers are more likely to be accepted upon revising the writings. It was also found that commenting on the writings of different issues would be of help in developing the ability to recognize the logicality and organization of the contents. Moreover, comparing the comments by multiple reviewers is beneficial in bridging the different interpretations between a reader and a writer.

Keywords — Peer Review Activities, Multiple Reviewers, Different Interpretations

1. はじめに

教育現場におけるピアリヴュー活動は，日本に滞在する外国人に日本語を教える第二言語習得の教育現場において増加している[1][2]. 文章推敲のためのピアリヴュー活動は，与えられた課題や情報を適確に理解し，根拠を挙げて相手が理解し易い記述ができるようになるための訓練として有効であるとされ，1970年代からアメリカの作文教育で導入されているが，海外における第二言語教育においてもその効果が多く検証されている[3]〜[14]. しかし，日本人英語教師による日本人に対する英語教育においては導入が未だに消極的である.

これまで著者らは，作文授業におけるピアリヴュー学習について，第二言語習得におけるピアリヴュー活動の効果や正規化圧縮距離を利用したピアリヴュー効果の予測などの研究を実施してきた[15]~[23].

本実験においては，同等のレベルにある複数の評価者（2・3人）の指摘と，単数の評価者の指摘とを比較することにより，作文修正の際に与える影響の違いについて確認する．また，綴りや文法，構文などの表面的な間違いを互いに見つけさせるだけでなく,論理構成に関する指摘を必ずさせることにより，論理的思考力も見ている.

本論文の認知科学に関する主要な貢献は，複数評価者によるピアリヴュー活動により，評価者同士が相互に与え合う教育的効果が高まり，協調的に達成度を高め合うことを例示したことである.

以下，本論文の構成は次のとおりである．第２章では複数評価者によるピアリヴューを導入した記述実験の方法，第３章では評価者の数の違いによる英作文改善の結果と考察，最後に第４章では本稿のまとめと今後の課題を述べている.

2. 実験方法

外国語の作文教育における，複数評価者によるピアリヴュー活動の効果の有無と被験者の論理的記述力を見ることを目的として，被験者を，英語力がほぼ同レベルの二つのグループに分けて異なる課題を与え，以下のような実験を行った.

2.1 被験者

被験者は，都内の薬科大学の，薬剤師になるために6年制に在籍している第4学年の学生41名（男15名，女26名）である．これらの被験者は，誤った指摘例や不適切な指摘例を利用して，リヴューを行う際の注意点や，リヴュー後の作文修正の際のピアコメントの取捨選択についても講義を受けていた．また，被験者は全員，ピアリヴュー活動またはその模擬演

習において,指摘を書く作業を少なくとも1回は経験していた.

今回の分析に使用されたデータは,2回目の演習に出席しなかった女子学生1名と,研究目的使用に同意しなかった男子学生を除く，39名分である.

2.2　方法

実験日当日に課題を与えて，それに対する意見を英語で記述させ，ピアリヴューを行った後に作文の書き直しをさせた．この実験では，①英語で論理的な文章が書けるか，②他人の英作文に対して適切な指摘ができるか，③その指摘は作文改善に採用されているか，④その修正は適切に行われているか，を見ることにより，複数の学習者の指摘が単数の学習者の指摘と比較して作文修正の際にどのような影響があるのかを確認した.

2.2.1　手順 1

被験者を2つのグループに分け,それぞれに異なる作文課題を与えた．異なる課題で作文を書かせたのは，評価者が予備知識や先入観を持たずにピアリヴュー活動を行えるようにするためであった。

実験当日に与えた課題は，グループA（20名）が胃潰瘍に関するもの（「検査は意味がないから受けたくない」と言い張る胃潰瘍の疑いのある患者さんに，ピロリ菌の検査を受けさせ，薬物治療をするように説得する，という設定で英作文を書いて下さい．），グループB（21名）が高血圧に関するもの（「薬を飲まない方が長生きをするという話を聞いたから，薬は飲みたくない」と言う高血圧の患者さんに，薬物治療を行うために説得する，という設定で英作文を書いて下さい．）であった.

英文の作成はコンピュータ室で行い，制限時間は60分で，目標単語数は200語とした．また，知識の有無の違いによる不利益を排除するため，それぞれの課題に関する資料（図１，図２）を配布した．また，Web検索などによる情報収集は禁止とすることで,情報収集能力の違いによって作文内容や作成量の差が出る可能性も排除した.電子辞書の使用は許可し,提出前にはMicrosoft Wordの校閲機能を利用して,スペルチェックと文章校正を必ず行うようにとの指示を出した.

2.2.2　手順 2

課題英文作成の一週間後に，原著者が分からないようにした作文を，各学生のコンピュータ上のフォルダに 3 部ずつランダムに配布した．胃潰瘍についての作文を行った学生には高血圧に関する作文を，高血圧についての作文を行った学生には胃潰瘍に関する作文をリヴューさせた.このとき,評価者自身が患者であると仮定して，作文を読んだ後に納得して治療を受ける気持ちになれるか考えながら作業を行うようにと指示した.

指摘は Microsoft Word の校閲機能を利用して記入し，指摘は英語または日本語で書くこととした．作業時間は作文 1 部あたり 20 分と想定して，3 部で 60 分と設定した.

＜参考資料＞

表 10-1●潰瘍患者のほとんどはピロリ菌陽性です

研究者等	十二指腸潰瘍	胃潰瘍
マーシャル	100%	82%
ランバート	95%	65%
シェパード	79%	58%
自治医大	97%	73%

表 10-2●ピロリ菌の検査法はいずれも精度が高い

	感度	特異度
尿素呼気テスト	94.7%	95.7%
便中抗原	92%	88%
ウレアーゼテスト	89～98%	89～93%
生体検検査	95%	95%
抗体測定	90～100%	76～96%

表 10-4●ピロリ菌の除菌による再発防止の劇的な効果
（27 のランダム化比較試験の結果から）

	ピロリ菌治療群	対照群	相対危険	治療必要数
再発率	14%	64%	0.2	2

Cochrane Database Systematic Review 2004 CD003840

図 1　配付資料(胃潰瘍)

2.2.3　手順 3

初稿及び手順 2 で評価者が記入した指摘付き原

稿 3 部を教授者が予めセットし，複数の評価者によるリヴューの 1 週間後に原著者に戻し，作文の修正を行った．この作業は普通教室で実施し，修正時間は 45 分で行った．

さらに，評価者が記入した指摘に対する自分の考えも，評価者からの指摘の横に自由に書き込むようにと指示した．これは，以前行った実験[19]において，匿名によるピアリヴューはもらった指摘に対して反論をする機会がないため，改善を求める声があったために行った．指摘に対する意見を書く機会を与えることで，指摘を無条件に受け入れたのか，指摘をどの程度採用したかを見られることを期待したものである．

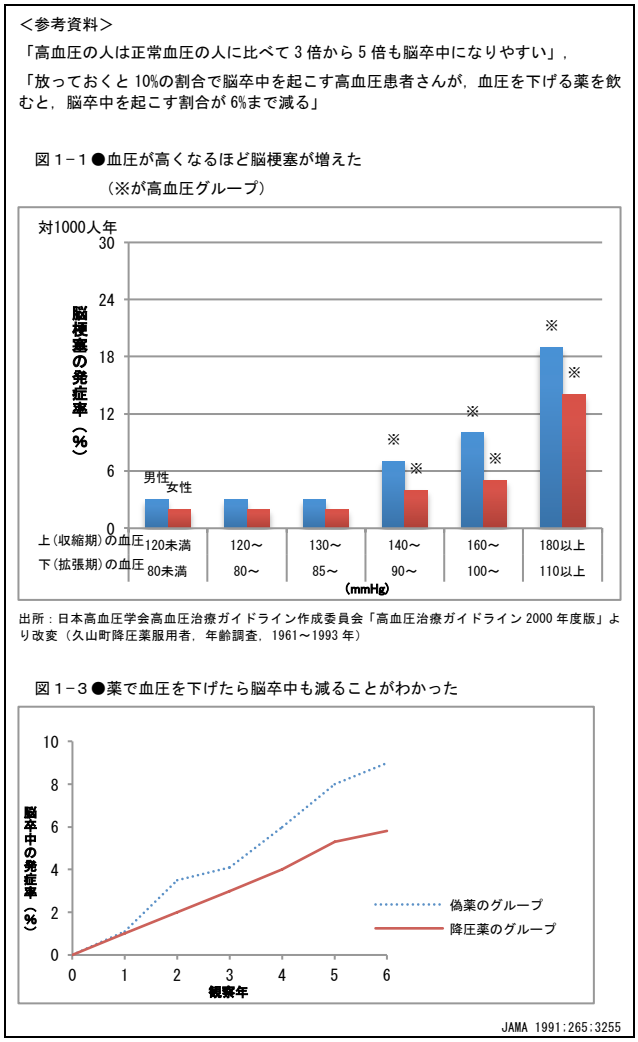


図2　配付資料（高血圧）

3. 結果と考察

今回の実験では，それぞれの課題における初稿と修正版の英作文の単語数，ピアからの指摘の数，指摘の種類，指摘に対する原著者の反応，本論文の著者が判断した，実際の修正の必要性などの観点から分析を行うことにより，複数評価者によるピアリヴュー活動によって学習者同士が相互に与え合う教育的効果が高まるか検証できることを期待した．これには，協調的に達成度を高め合うピアリヴュー活動を行うことにより，自分が書いた文を客観的に読み直し，指摘の助けを借りて作文が改善されることへの期待も含まれていた．

英作文の初稿の平均単語数は， Aグループが140，Bグループが118で，再稿の平均単語数は，Aグループ（胃潰瘍）が172，Bグループ(高血圧)が135で，各グループの英作文の初稿及び再稿の分布は図 3 の通りであった．

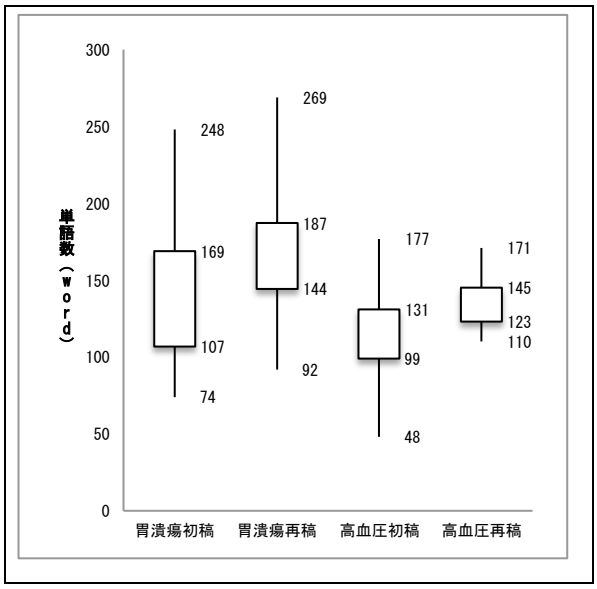


図3　英作文の単語数の比較

評価者がそれぞれの英作文の初稿に対して指摘を行った箇所は，グループAは延べ216，グループBは述べ322であり，3名の評価者が1つの作文に対して書いた指摘総数の最低数は7，最高数は43，平均数は14であった．

指摘を，綴り，文法，構文の誤りといった表面的な指摘と，論理構成や作文を改善するための示唆，全体の印象にといった内容的な指摘との2種類に分類したところ，グループAの表面的な指摘の延べ数は129，内容的な指摘の延べ数は87，グループBの表面的な指摘の述べ数は210，内容的な指摘の述べ数は112であった．　表面的な指摘の数は，2～35と数に

大きな差が見られ，内容的な指摘の数も，2～14と，ある程度の差が見られた．表面的な指摘の数の平均数は9，内容的な指摘の数の平均数は5であった．

作文修正の際に，1人，2人，3人の評価者による指摘を採用した割合は表１の通りである．

表１　評価者の数と指摘の採用率

	評価者の人数		
指摘の種類	1	2	3
表面的（綴り，文法，構文）	75.5% (245例中185)	93.1% (29例中27)	91.7% (12例中11)
内容的（論理構成，一貫性）	69.1% (139例中96)	100% (24例全て)	100% (4例全て)

2人や3人の評価者が共通して指摘する指摘の数が限られてはいるが，評価者の数が単数よりも複数の方が，作文を修正する際に指摘を取り入れる割合が高くなっている．

実際には修正の必要性がない，不適切な表面的指摘の延べ数は37（10.9%）あり，具体的には，評価者の文法知識が誤っていたものや，不要な接続詞の追加や単語の変更の指摘などがあった．指摘に誤りはないものの，元の文も正しいために修正の必要性は特になかった表面的な指摘の延べ数は41（12.1%）であった．一方，不適切な内容的指摘の延べ数は17（8.5%）で，具体的には，不必要な段落の入れ替えの指示や，根拠がきちんと述べられているにもかかわらず，根拠が薄いとする指摘があった．指摘に誤りはないものの，元の文も正しいために修正の必要性が実際にはなかった内容的な指摘の延べ数は，25（12.6%）であった．

また，評価者の数の違いによる，不適切な指摘の割合は，表２の通りであった．

表２　評価者の数と不適切な指摘率

	評価者の人数		
指摘の種類	1	2	3
表面的（綴り，文法，構文）	7.8% (245例中19)	3.4% (29例中1)	8.3% (12例中1)
内容的（論理構成，一貫性）	9.4% (139例中13)	0.0% (24例中0)	0.0% (4例中0)

複数の評価者が共通して誤った指摘は，評価者が1人の場合と2人の場合とそれぞれ1件ずつの合計2件であった．残念なことに今回は，3人が共通して誤った文法修正の指示を出した例が1件あったが，原著者は作文修正の際にその指摘を採用していなかった．全体的に見ても，複数の評価者が同様の指摘をしている場合には，指摘が適切である確率が高く，被験者の判断は正しかったことが分かる．

表３ 評価者の数と採用すべき指摘の不採用率

	評価者の人数		
指摘の種類	1	2	3
表面的（綴り，文法，構文）	9.8% (245例中24)	0.0% (29例中0)	0.0% (12例中0)
内容的（論理構成，一貫性）	17.3% (139例中24)	0.0% (24例中0)	0.0% (4例中0)

本報告では，評価者の指摘箇所が作文を修正する必要性があるかどうかを教授者が下した判断を，指摘の妥当性の基準とした．表３は，評価者の数と採用すべき指摘を採用していなかった割合を表している．

(導入文が必要である by 評価者 2→I suggest you to take a lower blood pressure medicine. I'll show you some data about risk of high blood pressure and benefit of taking medicines.を追加) [中略]

(脳梗塞が起きた場合の恐怖や，起きてしまってからでは遅いことを説明した方が説得力があると思う by 評価者 1)→Furthermore, cerebrovascular disorder has some aftereffects, for example, hemiplegia, sensory disturbance. Some symptoms rapidly progress and have relationship of [*with*] death. を追加) [中略]

The patient taking a lower blood pressure drug is low percentage of outbreak of vascular.

You want to live a long time. I suggest you taking a blood pressure drug. (仮定法を使うべき by 評価者 3, suggest より should を使う by 評価者 1)→If you want to live a long time, you should take blood pressure medicines.

図４　指摘を取り入れた修正例

本実験においては，内容的な指摘は妥当性が高いものが多く，作文修正の際に採用している場合が多く見られた．図４は，それぞれの評価者の指摘を採用し，作文改善に役立てた例である．導入文や説明を追加し，まとめの文を修正することにより，より説得力のある文章に改善されているのが分かる．

4. 結論と今後の課題

本研究では，リヴューを中心にした，評価者の人数効果を考察した．自身が作文した課題とは異なる課題についてリヴューを行うことにより，Ａグループ，Ｂグループともに，作文修正に有益となる，客観的なコメントを提供できたことを，表面的な指摘と内容的な指摘に分離して検出できた．

Ａグループにおける表面的な指摘は，内容的な指摘の1.48倍あり，Ｂグループにおいては1.89倍であったことから，内容的な指摘を行う訓練が学習者にとって必要であることが明らかとなった．

本実験においては，評価者の誤った知識が原因と見られる実際には修正の必要性がない不適切な指摘が約1割存在した．このうち，内容的な指摘については，複数の評価者が同様の指摘をしている場合には，その指摘には誤りがないとの結果が得られた．一方，表面的な指摘に関しては，指摘しやすい反面，作文の質を下げるような，誤った指摘も少なからず見られた．しかしながら，多くの場合，この様な指摘は他の評価者の指摘には含まれていないため，作文修正の際の指摘の取捨選択の判断に悪影響を及ぼすことはなかった．

上記の結果から，複数の評価者の存在が，指摘内容の比較を可能にし，よりよい判断を下すのに有益な結果をもたらしたと言える．また，評価者の指摘が特になかった場合でも，導入やまとめの文が修正の際に加筆されていた例が（数値を入れる）見られたことから，課題の異なる作文をリヴューすることによって，具体例や根拠を含む，論理的で明確な文を書く重要さに気付いた結果であると考えられる．

本実験において，①複数評価者による指摘は，作文を修正する際に適切な判断する上で効果的である，②明確な修正の指示がなくても，ピアリヴューは修正に影響を与えることがある，③複数の評価者からの同様の指摘を採用していない場合には，その理由を明確に記入していることが多い，ということが明らかになった．これは，指摘に対する意見を書かせることが，学習者に指摘を採用する理由や却下する理由を改めて考える機会を与え，指摘を無条件に採用する危険性を回避するのに有用だと言える．

また，複数の評価者による，匿名のリヴューを行い，それらの指摘を採用しなかった理由や指摘に対する意見を述べさせることで，以前の実験で課題となっていた指摘に対して反論や相談ができないことによる不利益を排除することができた．

本研究において，複数評価者による匿名のリヴューは一定の効果があることが検証できた．今後は，作文改善の補助として作成された問題点チェックリストを利用した新たなリヴュー方法を導入して行った実験の結果を分析することが必要であると考えられる．これにより，どのような指導が有益な指摘の産出をもたらし，より効果的なピアリヴュー方法となるのかを模索する予定である．

参考文献

[1] 池田玲子・舘岡洋子(2007).『ピア・ラーニング入門－創造的な学びのデザインのために』東京：ひつじ書房.

[2] 田中信行(2009). 自律的な書き手を育成する活動としてのピア・レスポンス－学習者のピア・レスポンスへの適応過程の分析を通して－，アカデミック・ジャパニーズ・ジャーナル **1**, 25-36.

[3] Berg, E.C. (1999). The effects of trained peer response on ESL students' revision types and writing quality. *Journal of Second Language Writing,* **8**(3), 215-241.

[4] Carlson, J.G. & Nelson, G. L. (1996). Chinese students' perceptions of ESL peer response group interaction. *Journal of Second Language Writing,* **5**(1), 1-19.

[5] Chaudron, C. (1984). The effects of feedback on students' composition revisions. *RELC*

Journal, **15**(2), 1-14.

[6] Connor, U. & Asenavage, K. (1994). Peer response groups in ESL writing classes: How much impact on revision? *Journal of Second Language Writing,* **3** (3), 257-276

[7] Liu, J.& Hansen, J.G. (2002). *Peer Response in Second Language Writing Classrooms*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.

[8] Mendonça, C. & Johnson, K. E. (1994). Peer review negotiations: Revision activities in ESL writing instruction." *TESOL Quarterly*, **28** (4), 745-69.

[9] Min, H.T. (2006). The effects of trained review on EFL students' revision types and writing quality. *Journal of Second Language Writing,* **15**, 118-141.

[10] Mittan, R. (1989). The peer review process: harnessing students' communicative power. In D. Johnson & Roen, D. (Eds.), *Richness in Writing: Empowering ESL Students*, 207-219, New York: Longman.

[11] Nelson, G. & Murphy, J. P. (1993). Do L2 writers use peer comments in revising their drafts?" *TESOL Quarterly* **27**(1), 135-142.

[12] Rollinson, P. (2005). Using peer feedback in the ESL writing class. *ELT Journal*, **59**(1), 23-30.

[13] Tsui, A.B.M. & Ng, M. (2000). Do secondary L2 writers benefit from peer comments? *Journal of Second Language Writing,* **9**(2), 147-170.

[14] Zhang, S. (1995). Re-examining the affective advantage of peer feedback in the ESL writing class. *Journal of Second Language Writing,* **4**(3), 209-222.

[15] Yoshizawa, S. and Kambayashi, Y. (2009). "Dialogue and monologue: A practice of producing a coherent document," *IEEE International Professional Communication Conference Proceedings*, 1A, 1-4.

[16] Yoshizawa, S. (2009). Effects of peer review activities in the EFL writing classrooms. *Hoshi Journal of General Education*, **27**, 1-8.

[17] 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発表論文集, 3F4-02.

[18] 吉澤小百合・寺野隆雄・吉川厚(2010). 正規化圧縮距離の利用におけるピアリヴュー効果の予測可能性, 人工知能学会第 59 回先進的学習科学と工学研究会資料, **SIG-ALST/B001**, 7-12.

[19] 吉澤小百合・吉川厚・寺野隆雄(2010). 第二言語習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, 457-462.

[20] Yoshizawa,S., Terano, T. & Yoshikawa, A. (2010). Analyzing the effects of peer review activities in the EFL writings, *Proceedings of the 18th International Conference in Computers in Education*, 2010, 738-742.

[21] Yoshizawa, S. (2010). Developing logical thinking skills through peer review activities, *Hoshi Journal of General Education*, **28**, pp. 1-10.

[22] 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, 第 61 回先進的学習科学と工学研究会資料, **SIG-ALST/B003**, 19-24

[23] 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, 人工知能学会全国大会発表論文集, **2E1-02**, 1-2.

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

Inner speech with and without simulation of a writer's voice

A preliminary research

黒田 航

京都工芸繊維大学 (非常勤)　早稲田大学総合研究機構情報教育研究所 (招聘研究員)　京都大学 (非常勤)

1　はじめに

ヒトは文章を黙読する．それは特別なことではなく，ほとんどの人にとって黙読する場合の方が朗読や音読をするより遙かに多いだろう．

読書の心理学 (psychology of reading) という研究分野 (Gibson, Rosenberg, and Levin 1994; Rayner and Pollatsek 1994; 村田 1999; 阪本 1971) があり，研究も積み重ねられている．

この分野の研究は L. Vygotsky (Vygotsky 1962) の強い影響下にある．Vygotsky は内言 (inner spech) に関する基本的な観察と定式化を行なった．内言は黙読の基礎になるが，暗黙の想定として読書は自分の内言と同一視されているように思える．

だが, 内言の実質は意外なほどわかっておらず (Ehrich 2006)，そのせいか黙読の実態もわかっていない[1)]．次のように問うた時の答えが一意に与えられないという事実からも，それがわかる:

(1)　a. 黙読する際に誰かの声が聞こえるか?
　　b. 聞こえるとすれば，その声は誰の声か?
　　c. 聞こえる声はいつも同じなのか?
　　d. 更に言うと，書き手を個人的に知っている (例えば手紙や電子メールを読む) 場合と，書き手を個人的に知らない (一般的な読書) 場合で，聞こえる声の主は変わらないのか?

一般的に言うと，読み手 R の文章 T の黙読に，T の書き手 W の肉声のシミュレートが伴うのであれば，W が R の知人か否かやどれだけ親しい知人かのような社会条件によって黙読の内実は変わりうる．ここで言う肉声のシミュレートは，Alexander and Nygaard (2008) の音像 (auditory imagery) や Kurby et al. (2009) の音像経験 (auditory imagery experiences: AIEs) の特殊な場合である．筆者が調べた限りでは，T の書き手 W の肉声のシミュレートの可能性を考慮に入れて，黙読の際に誰かが文章を読んでいる (かのような錯覚をもつ) 可能性を考慮に入れた黙読の先行研究は，Alexander and Nygaard (2008)，Kurby et al. (2009)，Mania (2010) に限られている．その上，これらの研究でも個体差は考慮に入れられていない．

以上の問題意識から，日本語の母語話者がメールや手紙を黙読している時に，それを誰かが発声しているかのような実感をもつかどうかを調査したが，調査からわかったことは断片的であり，かつ調査方法に改善の余地がある (質問自体が少なからず誘導的) ため，本研究の結果は暫定的なものである．だが，本調査で何が明らかになり，質問の設定のどこに問題があったのかなどの点で今後の本格的な研究への予備調査として有意義であったと考えるので，以下に概要を整理し，簡単な分析を示す．

2　調査の概要

著者が知人にメールで §2.1 の (2) に示す Q1, Q2, . . . , Q6 からなる質問表を送り，それに対する 33 人の回答をまとめた．結果は §3.1 の表 2 に示す通りである．

2.1　質問表

調査で使用した質問表は (2) の通りである[2)]．(2) の質問表は図 1 に示した決定木に基づいて設計された[3)]．

(2) あなたがメール（や手紙）を読んでいると想像して下さい．
　Q1. あなたはメール（や手紙）を読みながら，その内容を誰かが口頭で話しているように感じるこ

[1)] この調査のきっかけは，知人から受取ったメールを黙読している時に本人の声がするという錯覚が，筆者自身が考えていたほど一般的でないのを偶然に知ったことである．

[2)] 見やすさを考慮して，多少編集してある．例えば “Q2. Q1 の答えが Yes の方へ: それは書き手が未知の相手の場合と既知の相手の場合で違いはありますか？” は原文では “Q1 の答えが Yes の方へ: Q2. それは書き手が未知の相手の場合と既知の相手の場合で違いはありますか？” であり，条件と質問のヘッダーの順序が逆である．

[3)] この決定木自体は質問の際に被験者に見せていない．

ID	Q1	Q2	Q3A	Q3B	Q4A	Q5	Q4B	Q6
p2	0							
p26	0							
p3	0							
p4	0							
p5	0							
p6	0							
p7	0							
p8	1	0	1		1	0		unknown
p11	1	0		1		1	self	self
p10	1	0		0				unknown [someone else than self]
p22	1	0		1			?	
p9	1	0		0				
p12	1	0		1			self	
p21	1	0		1			self	
p13	1	1	1		0	0		
p25	1	1	1		0	0		unknown
p27	1	1	1		0	1		teacher or student
p24	1	1	1		0			
p14	1	1	1		0			
p28	1	1	1		0			
p1	1	1	1		1	0		unknown
p15	1	1	1		1	0		unknown
p16	1	1	1		1	0		
p17	1	1	1		1	0		
p18	1	1	1		1	0		
p19	1	1	1		1	0		
p23	1	1	1		1	0		
p26	1	1	1		1	0		unknown [male or female voice (default is male)]
p25	1	1	1		1	1		unknown [someone who speaks like announcer]
p20	1	1	1		1	1		self

図 2　(2) の結果 [空白は図 1 の NO MORE QUESTION への応答に対応]

とがありますか？ (Yes or No)

Q2. Q1 の答えが Yes の方へ: それは書き手が未知の相手の場合と既知の相手の場合で違いはありますか？ (Yes or No)

Q3A. Q2 の答えが Yes の方へ: 読んでいるメール（や手紙）の書き手が，親しい知人の場合，その内容を話しているのは本人ですか？ (Yes or No)

Q4A. Q3A の答えが Yes の方へ: メール（や手紙）の書き手が既知の人でない場合にも誰かが話しているように感じますか？ (Yes or No)

Q3B. Q2 の答えが No の方へ: 読んでいるメール（や手紙）の書き手が誰なのかわかりますか？ (Yes or No)

Q4B. Q3B の答えが Yes の方へ: 語り手は誰ですか？ (Free answer)

Q5. Q4A の答えが Yes の方へ: メール（や手紙）の書き手が既知の人でない場合，話しているのは誰なのか見当がつきますか？ (Yes or No)

Q6. Q5 の答えが Yes の方へ: 語り手は誰ですか？ (Free answer)

2.2　注意

NO MORE QUESTION が多いため反応の取りこぼしがあるのは否めないが，予備調査だと割り切っていたので，質問表が過度に複雑にならないことを留意した[4]．

3　結果と考察

(2) の質問に対して 33 人から回答を得た[5]．その結果は表 2 に示す通りである．

3.1　反応の分布

表 2 に示した結果からわかることは次の通り:

(3)　a. 全体の約 75% が Q1 に対して YES と答えている．

b. Q1 に YES と答えた人のうち約 72% (全体の約 55%) が Q2 に対して YES と答えている．

c. Q2 に YES と答えた人のうち 100% (全体の約 55%) が Q3A に YES と答えている[6]．

[4] この段階で質問表はすでに複雑であり，回答者からは混乱したというコメントもあった．

[5] 結果には著者自身の反応も含めている．本人の反応は質問表によるデータ収集に先立って行われた．

[6] Q2 に NO と答えた人のうち 1 人が Q3A に YES と答えた．

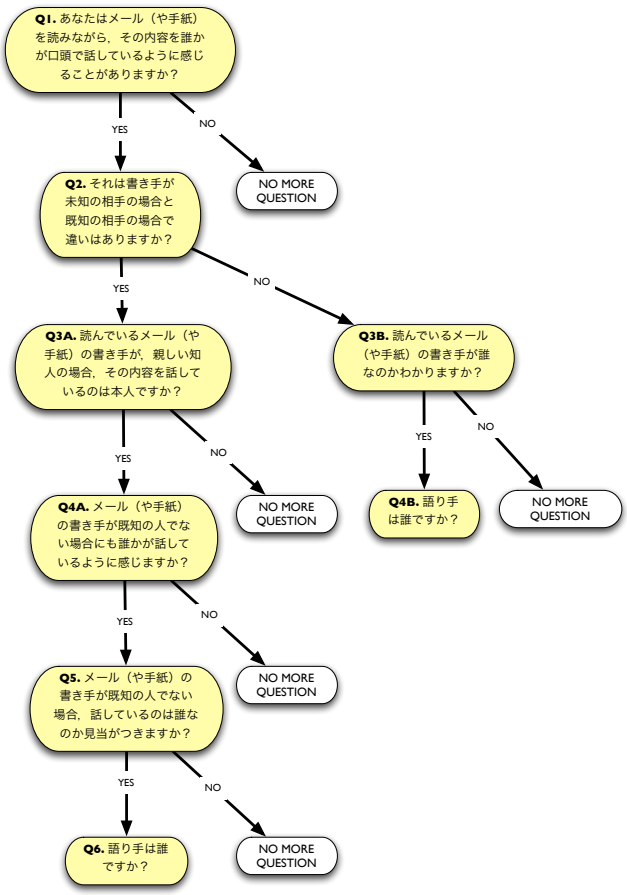


図 1　(2) の決定木表現 [Q4B=Q6 の答えは自由記述]

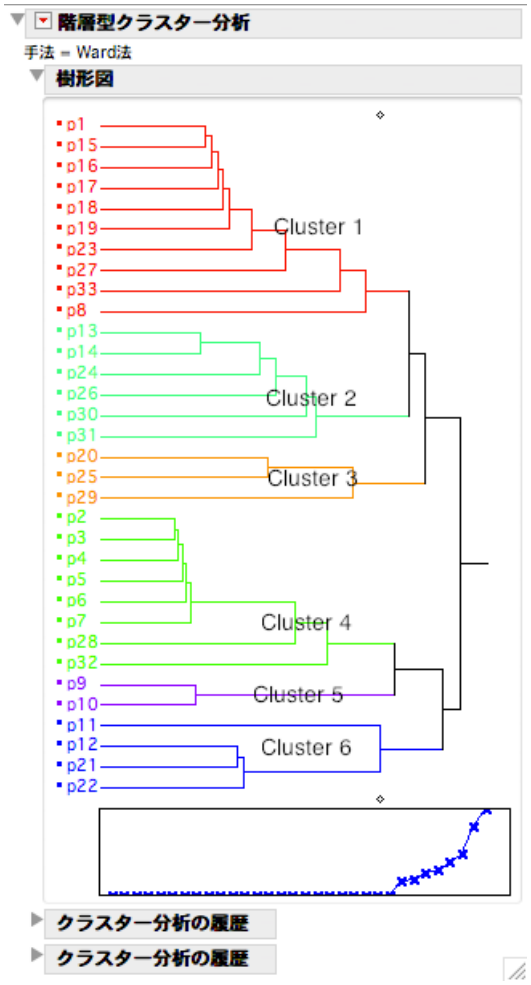


図 3　表 2 の結果のクラスター分析 (Ward 法)

d. Q3A に YES と答えた人のうち約 60% (全体の約 36%) が Q4A に対して YES と答えている．
e. Q4A に YES と答えた人のうち約 33% (全体の約 12%) が Q5 に対して YES と答えている．
f. Q4B の 4 人の反応のうち 3 つは “自分自身” であった (1 人の反応は一意的な解釈が難しいものだった)．
g. Q6 の答えの内訳は次の通り:
   i. 7 人が “知らない誰か”
   ii. 1 人が “生徒か教師”
   iii. 2 人が “自分自身”

これからわかるように被験者の反応は多様である．少なくとも被験者は皆が A1 であるとか，皆が B1 であるという形の均一な反応はしていない．

問題の多様性を把握するためにクラスター分析 (Ward 法) と Formal Concept Analysis (FCA) (Ganter and Wille 1998; Ganter, Stumme, and Wille 2005) を行なった．

3.2　クラスター分析

クラスター分析の元になった特徴ベクトルは，表 2 にある空白を 0 と解釈し，Q4B の答えが self である場合を 1 と解釈して作成した (ただし p22 については，Q4B の答えを 1 と解釈した[7])．

3.3　形式概念分析

クラスター分析は特徴ベクトル間の類似性を見ることができるが，特徴間の含意関係を見ることはできない．その関係を検討するため，同じデータを Formal Concept Analysis (FCA) で分析した (FCA の元になった特徴ベクトルは，クラスター分析の場合と同様に，表 2 にある空白を 0 と解釈し，Q4B の答えが self である場合を 1 と解釈して作成した (ただし p22 については，Q4B の答えを 1 と解釈した．それに加えて Q1 への反応の 1 と 0 を逆にしてある)．得られた FCA を図 4 に示す[8])．

FCA の結果から，(i) p09, p10 の反応が規格外であること，(ii) Q3B と Q5 に独立性がないことがわかる．

[7] p22 の Q4B の答えを 0 と解釈した場合，p22 が第 6 にでなく第 5 クラスターに属した．しかし，この結果は不自然だったので，本稿では取り上げない．

[8] この結果はフリーの FCA ツールである ConceptExplorer 1.3 http://conexp.sourceforge.net/ で得た．

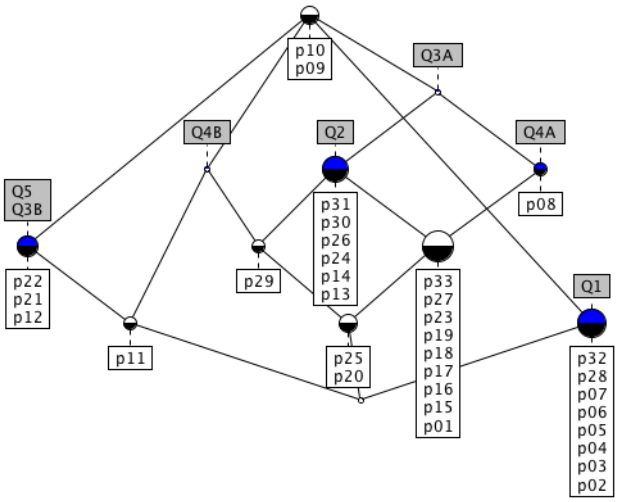


図 4　表 2 の結果の形式的概念分析

3.4　反応グループ

質問表への反応は大別すると (4) に示すように，A, B, C の 3 つ，更に細かく見ると A1 (=図 3 の Cluster 1), A2 (=図 3 の Cluster 2), A3 (=図 3 の Cluster 3), B1 (=図 3 の Cluster 5), B2 (=図 3 の Cluster 6), C (=図 3 の Cluster 4) の 6 つに分れる．これらを区別する条件は次の通り:

(4) A1: Q1, Q2, Q3A, Q4A への反応が YES で，Q5 への反応が NO
A2: Q1, Q2, Q3A への反応が YES で，Q3B への反応が NO で，Q5 への反応が NO
A3: Q1, Q2, Q3A への反応が YES で，Q3B への反応が NO で，Q5 への反応が YES
B1: Q1 への反応が YES で，残りの反応がすべて NO
B2: Q1 への反応が YES で，Q2 への反応が NO で，Q3B への反応が YES
C: Q1 への反応が NO

4　考察

得られた結果を，読み手 R による文章 T の黙読時の，書き手 W の肉声による朗読シミュレート (simulated vocalization) の有無の観点から考察する．

4.1　一般論

本調査の結果，手紙やメールのような媒体を介して黙読する際，その書き手 W が読み手 R の知人である場合に，W の肉声による読み上げを R が心内シミュレートしている，すなわち克明な auditory imagery experiences: AIEs (Kurby, Magliano, and Rapp 2009) が伴う場合が 50% 程度の割合で成立しているが，支配的な反応であると言えるほどでないことがわかった．これが周知の事実でないとすれば，本研究にはそれを事実として報告したという価値がある．とは言え，調査票への反応がその確実な証拠になっているのかは些か怪しい．

報告された事実が偽りでないならば，それには次のような理論的含意がある: 言語の知識は一般に想定されている以上に具体的である．より具体的には，得られた結果は，Port (2007, 2010) の豊かな記憶 (rich memory) 仮説や Kuroda (2009) の膨大な記憶のテーゼ (vast memory thesis) や Kuroda (2011) の潜在的に完全な言語記憶 (potentially full linguistic memory) の妥当性を支持する結果だと解釈できる．その確証の延長上で認知言語学で提唱されている用法基盤モデル (usage-based model) (Bybee 2001; Bybee 2010; Langacker 1988) の妥当性も支持される[9]．

これは言語の音声知識の心内表現を巡る抽象派 (abstractionist view) と多元派 (multicode view) の論争の主題にもなっている論点である (詳細は Kurby et al. (2009) を参照)．ここでは次のように言うに留めよう: 抽象派の主張は，生成言語学者 (Chomsky 1965; Chomsky 1995) がそうするように「これは言語運用の特性であって言語能力の特性ではない」と主張と繋がる．しかし，実質的に完全な言語記憶を効率的に用いることで，言語運用のみで言語の基本的特性が説明できるならば，言語能力は不要な想定である．

4.2　黙読時に人の声の聞こえる人と聞こえない人

Q1 に NO と答えた人，すなわち (4) の C に属する人は，黙読時に人の声が聞こえるという実感をもたない人である．これは全体の 1/4 を占める．

C グループの人とそれ以外の人の差が何によって生じるのかは，黙読の認知科学にとって興味深い研究テーマになる可能性がある[10]．しかし，この区別を説明できる要因は小数被験者の反応を調べたぐらいで見当がつくほど簡単なものではなさそうである．

原因に関しては，二つの極端な可能性がある．第一の可能性では，それが遺伝的に決まっている．第二の可能性では，それが一定の確率的で無作為に現われる．この二つの間に非常に大きな可能性の幅があり，現実はそのどこかにあるのではないかと推測する．

4.3　知人の肉声を聞く人と聞かない人

Q3A に YES と答えた人，すなわち (4) の A1 に属する人は，メールや手紙の書き手 W が自分の知人である場

[9] とは言え，Kuroda (2011) が指摘するように，その場合には用法基盤モデルでのスキーマ的知識の役割は再考の必要がある．
[10] 判っている限りでは，性別との相関はなかった．

合には，黙読の際に W の肉声による読み上げをシミュレートしている．このタイプの反応は全体の約 1/2 である．しかし，逆に言うと，残りの半分は語り手の肉声による読み上げをシミュレートをしていない．この差が何によって生じるのかは，黙読の認知科学にとって興味深い研究テーマになるだろう．

4.4 声の個別化をする人としない人

Q1 に YES と答え，Q2 に NO と答えた人，すなわち (4) の A2 に属する人は，書き手との親しさに関係なく，汎用の音声 (いわばデフォールト音声) を発声シミュレートで使っているように見える．別の言い方をすると，このタイプの反応をする人は，黙読時に声の個別化をしてない人である．その反対に，Q1 に YES と答え，Q2 に YES と答えた人，すなわち (4) の A1 に属する人は，書き手との親しさに応じて肉声による発声シミュレートをしているように見える．この差が何によって生じるのかも黙読の認知科学にとって興味深い研究テーマである．

4.5 書き手との親しさによる差別化

Q4A の反応から，書き手が自分にとって既知か否かによって肉声シミュレートをする人としない人に分れることが判る．該当者の半分強は，知らない相手でも発声シミュレートをし，半分弱は未知の相手では発声シミュレートをしない．この差が何によって生じるのかも黙読の認知科学にとって興味深い研究テーマになる[11]．

5 今後の課題

質問表を送った相手は著者の知人に限られている．このため，データ収集にバイアスがかかっており，代表性が失われている可能性は高い．この点は明らかに改善の必要がある．その意味で，本研究で報告した結果は，予備調査の暫定的な結果以上のものではない．本調査では，反応の代表性を確保し，その上で誘導性の少ない質問表を使ってより正確な反応を収集する必要がある．

その際，§4 で挙げた問題を説明する要因を探りあてることが必要になる．性別，年齢，好み，利き手，利き脳，外国語の習熟度などの個体特徴だけでなく，兄弟姉妹の数と番目，出身地のような社会的特徴も説明要因の候補として検討する必要があるだろう．それに加えて質問表から自由記述を取り除き，その上で Q4B, Q6 と自由記述の答えと Q1, Q2, Q3, Q5 の相関を見る必要があるだろう．

[11] Mania (2010) は未知の書き手でも，訓練による馴致効果で肉声による読み上げシミュレートが伴うようになると報告している．この実験の設計は，すべての被験者が A1 のタイプの反応をするようになるという示唆を与えるが，それが本当かどうかは疑問の余地がある．

最期に，今のところ具体的な案はないが，将来的には何らかの形で心理実験と結びつけられることが望ましい．それによって，より興味深い知見が得られると期待できる．また，その先の可能性に過ぎないが，fMRI や NIRS などの被侵入性の脳活動測定技術を使って，脳内活動の詳細を調査すると，肉声シミュレーションに関して興味深い知見が得られる可能性もあるだろう．

参考文献

Alexander, J. E. D. and L. C. Nygaard (2008). Reading voices and hearing text: Talker-specific auditory imagery in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 34*(2), 446–459.

Bybee, J. L. (2001). *Phonology and Language Use*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bybee, J. L. (2010). *Language, Usage and Cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Chomsky, N. (1965). *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.

Chomsky, N. (1995). *The Minimalist Program*. Cambridge, MA.: MIT Press.

Ehrich, J. F. (2006). Vygotskian inner speech and the reading process. *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology 6*, 12–25.

Ganter, B., G. Stumme, and R. Wille (Eds.) (2005). *Formal Concept Analysis: Foundations and Applications*. Berlin/Heidelberg: Springer.

Ganter, B. and R. Wille (1998). *Formal Concept Analysis: Mathematical Foundations*. Berlin: Springer-Verlag. Translated by C. Franzke.

Gibson, J. G., J. G. Rosenberg, and D. S. Levin (1994). *The Psychology of Reading*. Massachusetts, MA: MIT Press.

Kurby, C. A., J. P. Magliano, and D. N. Rapp (2009). Those voices in your head: Activation of auditory images during reading. *Cognition 112*(3), 457–461.

Kuroda, K. (2009). Pattern lattice as a model for linguistic knowledge and performance. In *Proceedings of the 23rd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation, Vol. 1*, pp. 278–287.

Kuroda, K. (2011). Introducing *pattern lattice model* as a form of *extremely usage-based model*. In **認知言語学会発表論文集**, *Vol. 11*.

Langacker, R. W. (1988). A usage-based model. In B. Rudzka-Östyn (Ed.), *Topics in Cognitive Linguistics*, pp. 127–161. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.

Mania, M. (2010). *Talker-contingent simulation of voice in silent reading*. Unpublished BA thesis.

Port, R. (2007). How are words stored in memory? beyond phones and phonemes. *New Ideas in Psychology 25*(2), 143–170.

Port, R. (2010). Rich memory and distributed phonology. *Language Sciences 32*(1), 43–55.

Rayner, K. and A. Pollatsek (1994). *The Psychology of Reading*. Routledge.

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press. [邦訳: 『思考と言語』. 柴田 義松 (訳). 新読書社.].
阪本 一郎 (1971). 『現代の読書心理学』. 金子書房.
村田 夏子 (1999). 『読書の心理学: 読書で開く心の世界への扉』. サイエンス社.

意味と知覚システムの情報：　進化論の観点から

Meaning and information obtained by a perceptual system:　from the viewpoint of the theory of evolution

高松　薫
Kaoru Takamatsu
所属：　なし
Affiliation:　nothing
e-mail:　ckeyv910@sutv.zaq.ne.jp

Abstract

It would be a natural supposition that the meaning of linguistic expressions we apprehend in our daily communication is the content of the information that the expressions encode. This information should be defined by activities of our perceptual-cognitive system. However we have not obtained knowledge of the system enough for the definition yet, hence the supposition lacks its essence. This paper describes an attempt to build up a hypothetical perceptual system constructively on the level of computational theory (Marr 1982), and to define the meaning of a linguistic expression by the information obtained by the system. The construction of the system is based on the idea that perception is an information processing generated through evolution. The validity of the system was examined by comparing 1, the processing of this system with those proposed by other theories of object perception and psychological evidence found in literature, and 2, output information with the structure of a sentence: a subject — predicate. No fundamental inconsistency was found in the former comparison and a structure of information corresponding to that of a sentence was obtained in the latter comparison; such a structure is a necessary condition of meaning.

Keywords.　A perceptual system; Evolution; Individuation; Object perception; Semantics.

１．はじめに

ある事象を知覚してそれを言語で表したとき、その表現の意味とは通常その表現が担う情報の内容であろう。その根拠はどちらも基本的には①、知覚経験によって獲得され知覚システムの中に生成、蓄積されたものである、②、現実の事象と一方で結びつき、他方で言語表現と結びつき両者を媒介する、③、言語表現との間に一定の同型性が成り立っている、④、論理的推論が可能な性質をもつ、そしてこの上に立って、人々の間で意味はコミニュケーションにおいて②③④にもとづいて同定される、という点にある。

意味についてのこのような見方は認知意味論に位置づけられる。そこでは意味を人間の知覚―認識作用をもとに考察している（Jackendoff 1983, Fauconnier 1984, Lakoff 1987, Langacker 1987, Talmy 1988）。しかし現在のところ知覚システムは生理学的に十分解明されていないので、意味を知覚システムの働きにもとづいて研究することはなされていないようである。

知覚システムを解明するには生理学の方向：知覚システムはどんな構造か？の他にその機能の必然性からの方向：なぜ知覚は現在の機

能をもつに至ったか？がある。後者は現在あるような知覚システムをその成立の必然性から求めるものである。この方略は知覚システム形成の原因、原因からのシステム導出、導出されたシステムと実際のシステムの比較同定からなる。原因としては自然選択による進化が考えられる。比較同定は両者の働き方や出力情報の比較による。これらが整合的であれば妥当なシステムということになる。出力情報が意味の性質をみたせばシステムの妥当性と同時に意味の定義を与えることができよう。このような知覚システムに対する立場は進化心理学の他Anderson(1990),Geisler, Diel(2003)によってとられたが、それらでは情報の問題はあつかわれてれていない。

２．知覚の性質

知覚が進化した原因から知覚の役割、それに必要な機能を導き、知覚システム構成の手がかりとする。生物において知覚機能が進化したのは世界の規則性に基づく予測可能性（シミュレーション）が生存競争に有利であるからと考えられる。つまり知覚は世界の規則性および環境の情報を獲得する役割をもつことになる。構成する知覚システムをΨとあらわすと、知覚の役割のためにΨがもつべき基本性質は次のようになる。

１、環境からの情報を担っている外的影響（入力）を有限の要素と作用で分析する。

２、情報は分析で得られた要素の構成物であり、シミュレーションのためには必要な範囲でその対象と同型でなければならない。このような情報の内容は事象の一つのモデルと考えられるので、情報モデルと呼ぶ。

３、入力は普通ノイズを含みかつ不十分であるから、対象を推測するようなヒューリステックスが必要である。このヒューリステックスは進化によって世界の規則性のある部分がシステムにとりこまれたと考えることができる。

以上からΨ、環境、情報モデルの関係は次にようになる。Ψをもつ生体の環境は環境の情報モデルに対応する。その情報モデルは生体自身の情報モデルを内部に位置づけている。よって両者のモデルは現実の環境と生体の関係に同調している。生体は自分の身体（感覚）を把握しているから、自己のモデルから身体への関連づけができる。この関連づけを環境モデルへ拡大することで生体は環境との関連づけを得ることができる。そしてこの関連によって生体は環境の中で自己自身をコントロールする可能性が得られる。

なおΨの対象はΨのまわりの環境であるが、それはΨに先立って存在しているので、当然Ψ構成の前提となる。この前提はΨを構成するのと同じ立場、すなわち我々の主観的知覚から独立の客観的立場から記述されねばならない。このため事象は物理的、化学的または生物学的事象として主観的知覚から独立に記述される必要がある。

３．場面のモデル

Ψの最初の対象はΨのまわりの場面になる。場面とはなんらかの物質の時空的配置とそこからもたらされる影響である。上述した情報の性質より場面の情報、場面モデルは入力する影響とその源および両者の関係に同型な構成物となる。この影響の情報はそれを分析同定することで得られる。以下影響を光として考える。入力光は波長、強さ、発生位置で同定でき、それらの特徴によって特徴空間内に位置づけられる。又入力分布の強度変化や分布の幾何的特徴等より高次の特徴も必要に応じてΨの対象となろう。

場面モデルの形成は論理的には次のプロセスが考えられる。

１．入力光をとらえるセンサーシステム：　入力光の分布および特徴に同型対応するようなシステム内の信号を発生する。

２．評価システム：　その信号の一定の基準に

基づく信号に同型な評価。

３．総合システム：　これらの評価値の、入力からの分解と逆の総合。

記述の簡単のため入力の位置づけはΨを固定し、主観的座標と客観的座標を一致させる。

３．１　センサーシステム

入力を光源の分布に同型にとらえるのは目のような光学系で可能である。平面×奥行きの２．５次元に光源に対応するように入力光を変換しその分布をとらえればよい。これは平面、奥行きを一定の単位に区切り、入力をこの単位に分割してそれぞれの強さ、波長に応じた反応―信号の発信―が生じるようにセンサーの単位を組織化すれば近似的に可能になろう。　波長、強度、奥行きの出力をそれぞれ q, g, d であらわす。平面の単位センサーの組織上の位置を i としその出力を$[q, g]_{id}$ とあらわす。i は平面上の位置に、id は光源の位置に対応する。これで得られた入力への反応から位置による強度変化や奥行きの変化も適当なセンサーによってとらえられる。これの出力をそれぞれ θ_i、δ_i とする。すると空間的入力に対する出力は単位センサー全体の構造を S とすると

$S([q, g]_{id}、\theta_i、\delta_i|i$: 平面のセンサー位置)

―（１）

とあらわす。以上のようなセンサーシステムを導入する。

３．２　評価システム

入力の各特徴に同型な評価値を得るためには、一定の基本系によって入力を測定し入力を各基本成分の割合に分解する方法がある。その値を結合し基本系のなすベクトル空間の位置ベクトルとすれば評価値となる。さらに入力間の比較や分布を把握するためにはその評価値が保存されるようにする必要がある。このため評価値を記録保存する要素を導入し記録された要素を f 値と呼ぶ。この f 値自身評価のための一つの基準になりうる。これが入力に対して類似度に応じた程度で反応する（１から０の値であらわされるような状態をとる）とすれば入力間の類似関係が得られる。センサーシステムからの各特徴の出力に応じてそれぞれの f 値を $\mathbf{[q, g]_{id}}$、$\boldsymbol{\theta_i}$、$\boldsymbol{\delta_i}$ であらわす。

次に入力の源の存在を評価する必要がある。位置 i の単位センサーは入力が存在する場合その源に対応するから、その出力を受けて対応する要素：　入力があれば状態１、なければ０、を設定すればこれが源を評価する要素になる。これを $\mathbf{f_i}$ とし、$\mathbf{f_{i+}}$, $\mathbf{f_{i0}}$ を入力の存在するときしないときそれぞれの f 値とする。この評価要素の全体を F とする。

$F=S(\mathbf{f_i}|i$: 平面のセンサー位置)

光源の位置の評価は、$\mathbf{f_{id+}}$ の id が源の位置に対応するから、$\mathbf{f_{id+}}$ に対して対応する（状態１をとる）要素によってなされる。よって f_{id} に対してこのような要素を割り当てユークリッド空間に近似的に同型な組織をつくれば、位置の評価ができる。この位置の f 値を $\mathbf{p_{id}}$　とあらわす。

３．３　総合システム

場面モデルは入力の構造および入力とその源の関係に同型に f 値を総合したものである。入力の構造は式（１）である。入力源が単位センサーに対応するなら入力源から発する影響はセンサーからの出力について生成される入力特徴の f 値に対応する。入力を受けた位置 i の単位センサーは $\mathbf{f_{id+}}$に１：１に対応するから、入力と入力源の関係は特徴の f 値と $\mathbf{f_{id+}}$の関係：「$\mathbf{f_{id+}}$が対応する（状態１）入力があるときこの入力に各特徴の f 値が対応する（状態１となる)」に対応する。この関係をみたす f 値の結合を

$\mathbf{f_{id+}}$＜$\mathbf{[q, g]_{id}}$、$\mathbf{p_{id}}$、$\boldsymbol{\theta_i}$、$\boldsymbol{\delta_i}$＞

とあらわす。この第一項を核、＜＞の中の項を帰属項と呼ぶ。ここで $\mathbf{f_{id+}}$と入力源は１：１対応であり、$\mathbf{f_{id+}}$　から入力源への対応は指示関係になる。全体として

$S(\mathbf{f_{id+}}$＜$\mathbf{[q, g]_{id}}$、$\mathbf{p_{id}}$、$\boldsymbol{\theta_i}$、$\boldsymbol{\delta_i}$＞$|i$: 平面のセンサー

位置)
これが場面モデルとなる。Ψがまわりの事象から得る情報とは事象に対応する情報モデルである。この対応は入力からのモデル形成でありΨはこの形成されたことを知覚するから、この知覚は形成されたモデルを特徴づける。この特徴づけられた情報モデルXを$[X]^T$とあらわすとこれがXを内容とする情報になる。

以上のプロセスに必要な要素、作用をΨに仮定する。場面モデルはいわば２．５Ｄの raw Primal sketch (Marr 1982)にあたる。これは対象の構造にあたる grouping はふくんでいない。次にこの内の基礎的なものについて考える。

４．固体のモデル

４．１固体

我々の身のまわりで生存に重要な規則性の一つとして固体性がある。固体は有限な閉領域をしめ、通常時空的に連続な同一性を保つ。その表面はある単位（分子、原子など）がとなりどうし互いに結合している。つまり「隣接して結合」という関係で単位が関連しあっている。よってこの関係の表面での分布の仕方は一定、つまり規則的である。これをr_s　と書く。ここで分布の対象が一定なのでなく分布の仕方（分布関数）が一定であることに注意。r_sの規則性とはその分布の仕方、すなわち「隣接して結合」という値の定数関数の連続的な同一性である。r_sの規則性を次のように定義する。簡単のため１．５次元：１次元×奥行き、で考える。

二つのとなりあう位置である単位物質が存在し結合しているという関係を *b*、そうでない場合を¬*b* とする。位置の対（ *x, x*＋ *1*）から関係 *b* への定数関数で、位置 *i* を含むある領域 D_i でなりっているものを $N_i(x)=b$ とする。もし $N_{i+1}(x)= b$　であれば $i+2 \in D_i$ であり、$N_i(x)$　と $N_{i+1}(x)$は $D_i = D_{i+1}$ において連続的に同一の関数である。この同一関係を CEi と書く。すると r_s は関係 *b*　による単位の分布の仕方であるから、CEi の連続的な列が r_s に伴って得られる。i＝１をこの列の出発点、ｉ＝n を終点とするとCEi : i＝１…n　の連続的連結が r_s の規則性になる。これを$\cap^n$CEi であらわす。これは r_s で決まり、また逆にこれによって r_s が特定できる。この連結は以下のように回帰的に定義できる。

1. 位置１，２，３　において CEi が成り立ち位置３と４の間の関係が¬ *b* のとき、
   $\cap^n CEi = CE_1$.
2. $CE_1 \cdots CE_k$ を含む規則性があるとき、位置 k+1 と k+2 の間で *b* であるときその規則性は CE_{k+1}　を含む。もし¬ *b* ならば$\cap^k$CEi が規則性である。この規則性によって D=D_i: i=1 … k の要素は決定され関連づけられる。すなわち一体化される。

４．２　固体の特徴

固体から生じる影響は r_s に応じた規則的な分布の仕方を持つ。光では光源の空間的連続分布。これを r_s’とする。固体の情報モデル（固体モデル）は固体が r_s’を持つ入力光を生じている事象のモデルになる。r_s’の規則性が固体を決定するからこの規則性の把握がモデル形成に本質的である。このための一つの方法が Langacker ,198 7 により示されているが、それは不完全な入力には使えないので、ここでは不完全な入力に対するヒューリステックスを考える。それは固体の以下の一般的性質を利用したものである。

１．規則性の領域は有限な閉領域で、その中の有限個の点の近傍の和で近似できる。
２．表面の点に中心で接する短い接線（２．５Ｄの場合は小さい円）はその点の近傍を近似する。
３．規則性の領域はその領域の任意の部分から特定される。
４．３より二つの規則性の領域が共通部分をもてば両者は同一である。
５．もしノイズが固体からの入力より十分小さければ、固体からの入力分布はその規則性に従う入力の密度分布から推測できる。これに

より性質１～４は入力の密度分布における規則性に適用できる。

４．３　固体モデルの形成

入力における r_s’とその規則性の評価推定について上記の性質を利用した方法のひとつを構成してみた。

１．最初に入力源の位置分布について b の測定が必要。この測定により b、$\neg b$ の分布が得られる。（ここでは結合関係は考えず静的な視覚の入力による隣接関係に限って考察する。）

２．分布の規則性は分布仕方の連続的同一性である。その基本は同一値の連続分布、すなわち定数関数である。従ってこれによって評価する。性質２より b の f 値をもつ点 f_i に中心で接する短い接線（単位接線）D'_i はその点の近傍の固体の f 値と推定され、さらにそこでの b の f 値の分布の仕方をこの f 値を値とする定数関数 $I_{D'i}$ と推定する（b の f 値は f_i と f_{i+1} の奥行きから決まるから単位接線の方向も決まる）。すなわち D'_i 上の点 x を含む領域でのその f 値の分布を定数関数 $I_{D'i}x$ とあらわすと、それが D'_i の各点で同一関数 $I_{D'i}$ であるという規則性が推定される。また規則性の f 値はとなりあう $I_{D'i}x$ と $I_{D'i}x_{+1}$ の同一関係 CE'_x の D'_i での列 $\cap^{D'i} CE'x$ である。入力には両者の結合が対応する。

$\cap^{D'i} CE'x$（$I_{D'i}$）

３．性質４よりもし二つの単位接線が交わっていれば、両者からなる端を除いた折れ線は固体の両接点を含む近傍の f 値と推定される。従って各単位接線での定数関数と規則性がそれぞれあわさり、折れ線の範囲での定数関数と規則性が推定される。この過程は推移的であるから、これにより結び付けられる全折れ線は入力源の固体の密度分布に従うことが見込まれる。そしてその範囲での定数関数と規則性が得られる。性質５よりこれは r_s’とその規則性の推定である。今その範囲の f 値を z とすると定数関数の f 値は I_z,規則性の f 値は $\cap^z CE'x$　となり $\cap^z CE'x$（I_z）が入力の分布の仕方の推定になる。

４．他方性質５よりこの過程に含まれない領域は規則性の外と推測される。両過程の境界は規則性の終わる点であり性質１によりその存在が保障される。

この方法は単位や分布のとり方により結果が一意に決まらないであろうが、ここではこの問題に立ち入らない。

固体モデルのためにはその入力源のための f 値が必要である。これは F から推定された場で F に重なる。これを F^c とする。z の領域のすべての要素は規則性の f 値によって関連づけられる、つまり一体化される。これは規則性により z 内で定数関数が、又それにより b の f 値 $\boldsymbol{b}$ の分布が、さらにそれにより z が一体化されるためである。これは入力源として推定される固体に対応する。F^c 上のこの一体化される領域を $\mathbf{d}_z$ と書く。すると $\boldsymbol{b}$ の分布の f 値を $\{\boldsymbol{b}\}$ とすると $\cap^z CE'x$（I_z）は、$\mathbf{d}_z$ と $\{\boldsymbol{b}\}$ をつなぐ関係、両者についての特徴の評価（推定）である。よって

（$\mathbf{d}_z$ ＜ $\{\boldsymbol{b}\}$ ＞）＜ $\cap^z CE'x$（I_z）＞

が形成される。これは固体モデルの基本部分になる。これに他の諸特徴が帰属項として結合することになる。このときこれら諸特徴の規則性により入力源としての固体を決定する場合も考えられ、それについても同様な考察が可能である。

以上は主に計算論的な考察でありハードウエアとしての生理学的知見とは直接比較できないが、関連する論点では次のようなものが見られた。

１．考察した固体モデルは Marr（１９８７）、による２．５スケッチの限定された場合のように見えるが、各特徴の結合がなされている点からむしろ視覚的なワーキングメモリにあたる可能性がある。ワーキングメモリは一体的な対象認識であることを示す証拠が報

告されている（Luck, Vogel 1999）。

２．人間の対象認識に必要な情報は処理の初期段階で抽出されているということが支持されている（Kamitani, Shimojo 2003）。これは本論文のボトムアッププロセスと整合的である。

３．図形認識が輪郭だけでなく広がりにもよる（Kovacs, Julesz 1994）ことは本論文で考察した推測の方法と類似している。

５．Ψと人間の知覚の比較

もしΨが妥当なものであればそれは人間の知覚と基本的に整合的なものであるはずで、得られる情報は‘人間’に固有の条件をΨに与えた場合同型になるはずである。ここでは個体認識について考える。固体は個体であるが個体の十分な定義がないので、固体モデルに比較できるような主な個体の理論と次の点で比較する。

１．固体モデルの対応する対象とそれら理論による対象。

２．固体モデルの構造とそれら理論による個体概念の構造。

３．固体モデルの形成とそれら理論での個体概念の形成。

UC 理論

これは‘同質的な閉領域は単一の対象（UC object）と知覚されやすい’（Palmer, Rock　1994）ということを知覚の組織原理としたもの。同質的な閉領域とは規則性の一つであるから、この原理による対象‘UC object’は固体と同類と考えられる。また UC object の一体性の定義は性質の連続的同一関係の結合というもので、固体モデルを性質分布一般へ拡大したもの。一方一体性については固体モデルの特殊な場合である。r_s は定数関数であったのでたまたま両者は重なっている。よって比較点１については同一対象と考えられる。UC object の構造はあたえられていないので比較点２は比較できない。比較点３についても UC object は不完全な入力からの推測は考えられていない。

Minimal model 理論

この理論は個体を、規則性による（視覚で得られる）要素の最大限可能な結合と定義する（Feldman 1997, 2003）。これは本論文での固体と同じに見えるがこの理論では「規則性」と「（視覚的）要素」の定義が十分与えられていない。この理論に現れる「規則性」と「要素」の例からみると本論文のものとレベルが異なっていて、後者の規則性は前者の「要素」の構造にあたり「要素」を定義づけるものになるようである。従って全体的には両者は補完しあう関係にあるようにみられる。

以上の結果ではΨと二つの理論は基本的に整合的であり互いに一般―特殊の関係、また補完しあえるような関係にあると考えられる。なお Object file theory や FINST theory 等対象の運動が本質的な理論ははぶいた。

これら以外に幼児の知覚や pre-attentive な知覚についての知見が比較の役にたつと思われる。幼児において空間的情報が他の諸情報より個体認識に先行するという多くの実験結果が得られている（Carey, Xu 2001，Xu, Carey, Quint 2004．Wynn 1992）。これは本論文での空間的連続性による固体モデルの形成と整合的である。次に特徴分布の Grouping が視覚の初期に Pre-attentive に起き、その後 Attentional なプロセスが逆方向に起きることを支持する証拠が報告されている（Driver Davis, Russell, Turotto, Freeman 2001）。これは初期的なプロセスである固体モデル形成がボトムアップで起きることと整合的である。

意味論

知覚の最も組織化された出力情報は言語表現によるものであろう。よってモデルがはじめに述べた言語表現による情報の基本性質①～④を満たせば、Ψの妥当性と同時に意味の情報モデルによる定義が可能になる。条件①は当然

成り立ち、条件②の世界との関係は、場面モデル、固体モデルのもととなる入力から人間はそれぞれ場面の心的表現や個体概念を形成することから、成り立っていると考えられる。この前提の上に条件③の言語表現の構造と情報モデルの構造の同型性について、ここでは主語―述語構造について考察する。

はじめに場面にイメージを写実的な絵、しかも点の集合であるような描き方をしたもので表すなら、これは入力分布に近似的に同型であり、場面モデルも同様であるから、入力の識別単位が同じなら両者は近似的に同型になる。

次に同じく識別単位が同じなら、固体モデルは個体概念にあたり固有名であらわすことができる。これについて表現と固体モデルの同型性を検討する。ある固体を A とし、A^mを固体モデル A^nを A の名前とする。A が性質 B をもち B は規則性をもつとする。つまり B にあたる特徴をもつ光を生じる。するとΨは B のモデル B^m形成し、A が B をもつという事象に対してその入力からモデル

$A^m<B^m>$

を形成する:A^mで特定した入力光を評価して対応する B^mを得、両者を総合する。得られる情報は

$[A^m<B^m>]^T$

となる。B の名前を B^nとすると同じ入力から人間は

「(主語) A^n－述語) B^n」

で言語化される情報を得る。

この文において主語 A^nは A を指示する機能をもち、述語 B^nは性質 B を A に結び付ける機能をもつ。また文は情報を運ぶものであるから、この文は$[A^m<B^m>]^T$に対応する。主語、述語の機能はそれぞれモデルの核、帰属項の機能と同じであるから各々対応しあい、文構造「(主語) X^n―(述語) Y^n」は固体モデルの構造$[A^m<B^m>]$に対応する。さらに節「(主語) X^n―(述語) Y^nであること」は文「(主語) X^n―(述語) Y^n」の内容、すなわち意味であり、これに$X^m<Y^m>$が対応することになる。つまり両者の構造が対応することになる。以上から文構造と固体モデルが同型であるといえる。

６．結論

本研究の目的は「言語表現の意味が知覚システムの得る情報の内容である」という仮説について、知覚システムを進化論に基づいて計算論のレベルで構築することで検討することであった。その結果得られた知覚システムΨの出力情報と人間の知覚の結果を比較した結果は、

１．心理学的知見との比較で、運動を含まない静的な個体認識についての理論 UC theory と Minimal model theory とは整合的である。また空間情報の処理が他の特徴情報の処理に先行すること、視覚の初期は preattentive にボトムアッププロセスが起きることが支持されていることと一致する。現在得られた結果の範囲では大きな対立点は見当たらない。

２．言語表現との比較では、一定の条件のもとにΨの出力情報が言語表現の「主語―述語」構造に対応する構造をもつことが示された。

これらの結果は上述の仮説を支持するものである。しかし主語―述語構造の明示的な定義として意義があるが、ここで検討した情報の範囲が限定的であるため結果も限定される。従って仮説の検証には今後Ψの拡張によって他の言語表現との同型性の検討、さらに論理的推論の能力について見当する必要がある。

文献

Anderson, J. R.(1990). *The adaptive character of thought.* Hillsdale,NJ: Erlbaum

Carey, S., & Xu, F. (2001). Infants'knwledge of objects: beyond object files and object tracking. *Cognition,80,* 179-213

Driver, J., Davis, G., Russell,C., Turatto, M., & Freeman, E. (2001). Segmentation, attention and phenomenal visual objects. *Cognition,80,* 61-95.

Fauconnier, G. (1984). *Espaces mentaux.* Edition de Minuit.

Feldman, J. (1997). Regularity-based perceptual grouping. *Computational Intelligence*, 13, (4), 582-623.

Feldman, J. (1999). The role of objects in perceptual grouping. *Acta Psychologica*, 102. 137-163.

Geisler, W. S., & Diel, R. (2003). A Bayesian approach to the evolution of perceptual and cognitive systems. *Cognitive Science*, 27, 379-402.

Jackendoff, R. (1983). *Semantics and Cognition.* Cambridge, MA:MIT press.

Kovacs, I., Julesz, B. (1994). Perceptual sensitivity maps within globally defined visual shapes. *Nature*, V. 370. 644-646.

Lakoff, G. (1987). *Women fire and dangerous things.* The university of Chicago press.

Langacker,R. (1987). *Foundation of cognitive grammar* vol. 1. Stanford univ, press.

Luck, S., &Vogel, E. (1999). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.

Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information.* San Francisco: W. H. Freeman and Company.

Palmer, S., & Rock, I. (1994). Rethinking perceptual organization: the role of uniform connectedness. *Psychonomic Bulletin &Review,* 1, (1), 29-55.

Spector, K. G.. (2003). The neural basis of object perception. *Current opinion in Neurobiology,* 13. 1-8.

Talmy, L. (1988a). Force dynamics in language and cognition. *Cognitive Science,* 12. 49-100.

Xu, F., Carey, S., Quint, N. (2004). The emergence of kind-based object individuation in infancy. *Cognitive Psychology 49*, 155-190.

Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature 358*, 749-750.

著者索引

【G】

Georgiev Georgi 168

【あ】

秋元泰介 366, 370
浅井康平 482
浅井智久 419
浅川香 419
浅見和亮 553
足利純 335
阿部香澄 468
阿部慶賀 149
天谷晴香 278, 748
新井学 36
有元典文 139
粟津俊二 453
安藤広志 295, 343

【い】

池上高志 237
石川悟 399
石川智之 205
石黒千晶 213
石黒浩 711
石橋健太郎 213
市川淳 205
一川誠 636
伊藤昭 94, 410
伊藤禎宣 41, 295
伊藤智哉 767
伊東昌子 402
伊藤友一 134
伊東裕司 153
今井章 624, 744
今渕祥平 375
岩澤昭一郎 41
岩瀬寛 94

【う】

植阪友理 350
植田一博 335
上野彩華 624
上野佳奈子 482
上村郷志 122, 633
氏家悠太 419
内田信也 384
宇野良子 237
馬田一郎 41, 295

【え】

榎津秀次 517, 530, 533
榎本美香 568
遠藤順 366
遠藤宏 477

【お】

尾出由佳 139
大石顕祐 375, 576, 580, 585
大石衡聴 435
大河原尚 737
大島純 283
大島律子 283
大竹裕香 725
大塚幸生 134
大森隆司 468
岡田猛 213, 227, 458
岡田光弘 269
岡ノ谷一夫 30, 32
岡本雅史 568
岡本真彦 328, 785
緒方啓史 112
小方孝 366, 370, 375, 576, 580, 585
小川純一 295
小川岳流 320
小川均 288, 500
沖和真 707
奥田裕之 751
尾田政臣 693
小野淳平 580
小野進 343
小野寺康 375, 576, 580, 585
小野陽子 486

【か】

筧一彦 681
梶川祥世 126
金井明人 256
金山範明 445
金谷友樹 517
椛秀人 473
上林憲行 589
神谷匠 542
神谷俊郎 41
川合伸幸 30, 32, 179
川口潤 134
川島隆徳 314
川島隆太 384
川添充 328
川端良子 675

【き】

城戸楓 163
金情浩 384
京屋郁子 693
清河幸子 424, 539

【く】

楠見孝 182, 489, 557
工藤彰 314, 685
久保圭 763
久保賢太 32, 179
久保田雅弘 278
熊澤修 84
熊田孝恒 112
クリサノフビクター 500
栗林賢 357
栗山直子 182
黒田航 808

【こ】

小磯花絵 250
甲野佑 440
木暮照正 310
小島一晃 103, 751
小島隆次 303
児玉謙太郎 60
後藤知彦 205
小林春美 561
小森淑子 790
金野武司 45

【さ】

齋藤ひとみ 53, 320
齊藤萌木 186
斎藤元幸 648
阪田真己子 324
阪本綾香 288
坂本孝丈 205
坂本勉 172, 716
坂本真樹 428
佐藤綾香 134
佐藤寛之 428
佐藤有理 269
佐藤了 205

【し】

椎名乾平 727
島崎太一 533
嶋崎恒雄 89, 648
嶋田総太郎 482, 707, 782
清水大地 458
白水始 477, 767
神長伸幸 435
新原将義 139

【す】

杉本匡史 557
鈴木啓介 237
鈴木達也 751
鈴木紀子 41
鈴木宏昭 84
鈴木義彦 549
須藤智 112, 301
諏訪正樹 243, 357, 448, 670

【せ】

関根和生 601

【そ】

孫暁犇 179

【た】

平知宏 489
高瀬弘樹 624, 744
高玉圭樹 428
高梨克也 601
高野陽太郎 160
高橋達二 440, 542
高橋哲也 328
高橋麻衣子 424
高松薫 814
多賀厳太郎 130
竹内勇剛 205
武田一哉 751
武田啓子 262
竹村亮 269
田崎勇一 751
田島啓 767
田中章浩 419
田中菜摘 782
玉宮義之 445, 629, 642
田丸恵理子 589
田村昌彦 387

【ち】

張一可 580
千代倉弘明 589

【て】

寺井あすか 155, 182
寺井仁 53, 103, 553, 658, 751
寺澤孝文 652
寺田和憲 94, 410
寺野隆雄 802
伝康晴 250, 790

【と】

樋田浩一 482
戸梶亜紀彦 523
徳永健伸 182
徃住彰文 314, 685

【な】

内藤優哉 256
中池竜一 53
中川正宣 155, 350
中島青哉 343
中野優子 227
中村國則 23
中村真之介 278
中村太戯留 589
中村智栄 36
中村元 122, 633
中村亮 283

中山康雄 494
長井隆行 468
永井由佳里 168
成田健睦 681

【に】

新井田統 122, 633
西田豊 306
西村律子 30
西本光志 324
西山武繁 243, 670
新田隆充 748
二瀬由理 486

【ぬ】

忽滑谷春佳 243
沼田恵太郎 89

【の】

野口武紘 533
野田浩平 509

【は】

白春花 390
橋本敬 45
長谷川智裕 530
波多野文 134
畑まり 539
服部隆志 589
服部雅史 74
林和幸 526
林直保子 275
林聖将 629
林真彩子 343
林美都子 615
林勇吾 288, 500
原田一平 767
原田悦子 301, 633
原田妙子 262
針生悦子 126

【ひ】

備瀬優 172, 716
日高昇平 549
日根恭子 153
兵藤幸与 205
開一夫 223, 445, 629, 642, 711
広瀬友紀 278

【ふ】

福田玄明 84
福永征夫 193
古川智裕 517
古山宣洋 60

【ほ】

洞澤有香 744
堀江悠美 636
本田秀仁 66

【ま】

前東晃礼 103, 751
牧岡省吾 163
益川弘如 609
松井孝雄 380
松井理直 697
松香敏彦 66
松田憲 636
松田剛 223, 629, 711
松中玲子 445
松林翔太 658
松原正樹 448
松室美紀 664
松本雄一 591
馬塚れい子 36, 435
丸山慎 130

【み】

水野りか 380
光田基郎 472
水口実 343
峯島宏次 269
三宅なほみ 477
三宅芳雄 526
宮代こずゑ 618
宮本圭太 324
宮本正夫 384
三輪和久 53, 103, 387, 500, 553, 658, 664, 751

【む】

村井源 314, 685
村越真 775
村松憲征 428

【も】

森競一 530
森健治 301
森下美和 645
森田愛子 203
森田純哉 45, 53, 103, 751
森田均 565
森友樹 473

【や】

八坂一彦 473
安田哲也 561
安田遼 767
安原正晃 182
安村明 223
矢野雅貴 172
山岸侯彦 182
山崎千春 453
山下祥弘 410
山内保典 794
山本浩司 652
山森良枝 757

【よ】

横川博一 645
横山絢美 468
横山悟 384
吉川厚 802
吉澤小百合 802
吉本啓 384
米澤生筒美 785
米澤拓吾 343

【わ】

若林明雄 419
分部利紘 160
鷲田祐一 335
渡辺はま 130
綿村英一郎 160