

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 Institute 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 leadership role. The results 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

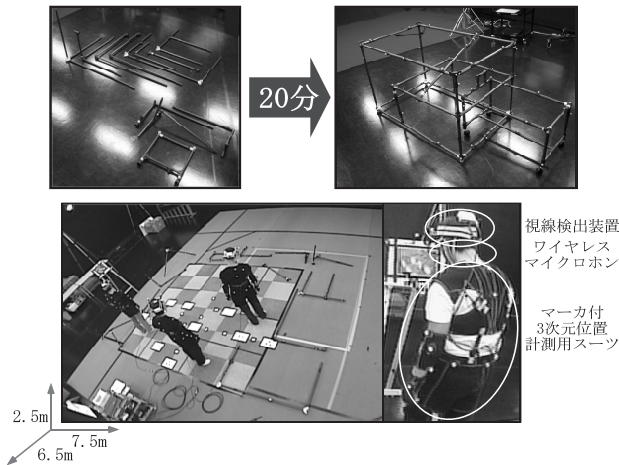


図1：箱型構造物: (a) 全体完成図(左上), (b) 組立部品(右上), 実験環境(左下), センサを装着した実験参加者(右下)

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価については、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. 第三者評価実験

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価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、第三者評価実験を行なった。評価者は、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価した。第三者評価実験の様子を図2に示す。



図2：第三者評価実験の概観

3.1 実験参加者

第三者評価実験の参加者は、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。第三者評価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

第三者評価実験の参加者には、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等分したものをを用いた。第三者評価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。評価時には、「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。

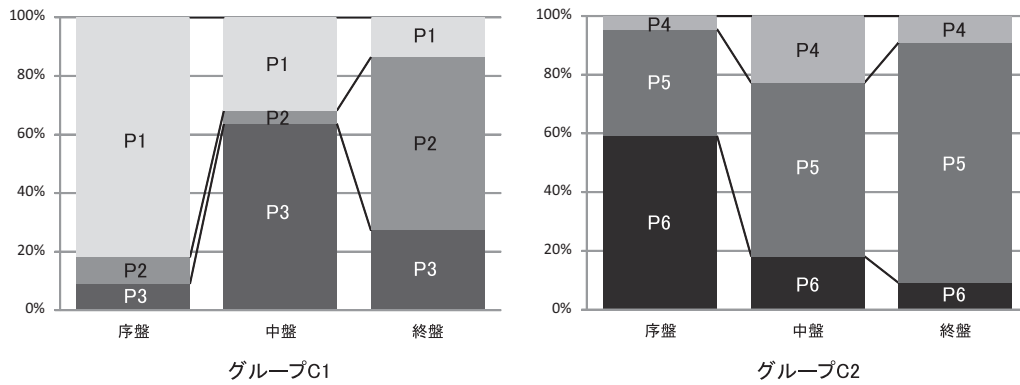
4. 分析結果

4.1 第三者評価実験の結果

第三者評価実験の結果を図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)がリーダーと評価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 $p < 0.05$)、第三者評価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、第三者評価実験の参加者は、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。

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、作業参加者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

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

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

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 five-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「場の活性化」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).