

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

鈴木紀子⁽¹⁾, 馬田一郎⁽¹⁾, 神谷俊郎⁽²⁾, 伊藤禎宣^(3,1,5), 岩澤昭一郎⁽¹⁾, 井ノ上直己⁽¹⁾, 鳥山朋二^(4,5), 小暮潔⁽⁵⁾

(1) NICT ユニバーサルメディア研究センター/ATR 認知情報科学研究所

(2) 大阪大学, (3) 東京農工大学, (4) 富山県立大学, (5) ATR 知識科学研究所

はじめに

複数人が共通した目標のもとで行動する直接対面時の集団作業において、役割が明示的に与えられていなくとも、作業を取り仕切るリーダーが発現することがある。同等の立場から作業を開始したにもかかわらず、なぜ集団の一成員がリーダーと目されるようになるのか? なぜ他の成員からの協力を得ることができるのか?

着座型の集団会話に関するこれまでの研究では、発話内容等の言語行動だけではなく視線等の非言語行動が会話の流れを取り仕切るリーダーの発現に大きく寄与していることが明らかになっている (Strickland, Guild, Barefoot, & Paterson, 1978; Otsuka, Yamato, Takemae, & Murase, 2006, 等)。また、コミュニケーションの過程でリーダーが発現するに至るまでには、課題遂行に対する貢献や集団成員による承認等が、定量的な側面からだけではなく定性的な側面からも必要であると指摘されている ((Strickland et al., 1978), 図 1)。

これまでに筆者らは、直接対面時の集団作業過程を通して、作業者の発話量・視線量といった定量的分析や、視認に焦点をあてた定性的分析を行ってきた (伊藤 et al., 2006; Suzuki et al., 2006, 2007; 鈴木 et al., 2006, 2007)。作業過程において、集団の中からリーダー・フォロワー等の役割の発現を観察していたが、これまでの定量的・定性的分析の結果からはリーダーの特定に関する手がかりを得るには至っていない。

そこで本稿では、集団作業における誤り発見から修正までの誤り修正区間のコミュニケーション行動に着目する。作業上の誤りを発見しそれを他の成員に示すことは、集団作業の流れを一時中断することとなる。それに伴い、指摘した誤りについて他の成員から何らかの承認を得る必要性が増大する。したがって、作業を円滑に進行するためのコミュニケーション行動と比べて、誤りの発見・修正という問題提起・解決に関する行動の方が、課題達成に対する質的貢献の度合いがより高いと考えられる。本稿では、誤り修正区間における各作業者の言語・非言語

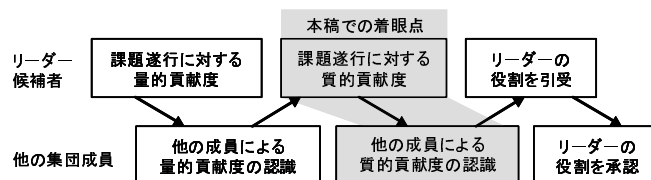


図 1: リーダー発現の過程 (Strickland 1978)

行動を定性的に分析することで、作業過程で発現したリーダーの特定を試みる。

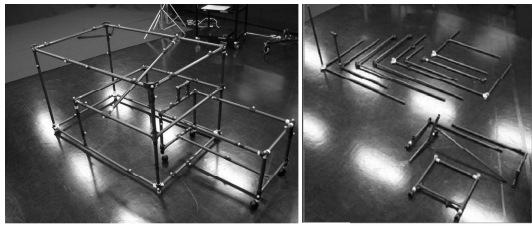
データ収集

被験者の視線および動作が観測可能な環境で、身体動作を伴う共同作業を行なう課題を実施し、データを収集した (詳細は (伊藤 et al., 2006) 参照)。

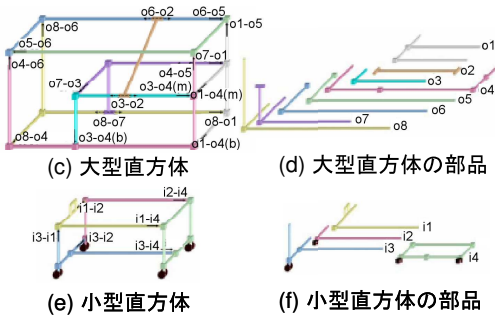
被験者: 6名 (3名 x 2グループ, 年齢: 25~ 35歳)。いずれもお互いが初対面であるため親和性の低いグループである。また、作業者は指示役・組立役等の明示的な役割をあらかじめ与えられておらず、課題開始時点では同等の立場で作業に従事する。

実験材料: TV カート組立課題 (Lozano & Tversky, 2004) を参考に、金属性パイプによって形成された大きさ・形状が異なる 12 種類の組立部品 (図 2(b)) で箱型構造物を考案した (図 2(a))。これは、2 組の独立した構造物である大型直方体 (図 2(c)) と小型直方体 (図 2(e)) から成り立つ。

実験環境: データ収録の様子を図 3 に示す。以下の装置を用いて視線・身体動作・発話を同期記録した:
(1) Vicon Motion Capture System を用いて、被験者と実験材料の位置計測を行なった。本実験では、幅 7500 x 奥行 6500 x 高さ 2500 mm の計測範囲を構築した。再帰性反射マーカにより、60Hz の時間分解能と約 1mm の空間分解能で記録された。
(2) 帽子装着型の視線計測装置 Nac Image Technology Inc. 社の EMR-8B を用いて、被験者の視線方向を計測した。30Hz の時間分解能と約 0.15 度の分解能で眼球運動が記録された。



(a) 箱型構造物の全体完成図 (b) 箱型構造物の組立部品



(c) 大型直方体 (d) 大型直方体の部品
(e) 小型直方体 (f) 小型直方体の部品

図 2: 箱型構造物: (a) 全体完成図 (左上), (b) 組立部品 (右上), (c) 大型直方体 (左中), (d) 大型直方体の組立部品 (右中), (e) 小型直方体 (左下), (f) 小型直方体の組立部品 (右下)

(3) ワイヤレスマイクロホンシステム (Audio Technica ATW-R92/ATW-T93B) および接話マイク (DPA 4088) を用いて 44.1KHz の時間分解能で被験者の発話が記録された。

教示: 被験者に箱型構造物の完成図(図 2(a)) を示し、実験スペースの床面に置いてある 12 種類の組立部品(図 2(b)) を用いて、20 分以内に組み立てるよう教示した。

データ分析

本稿では、(Strickland et al., 1978)(図 1) に基づいて以下の予測を立て、収録データの予備的検討を行なった。

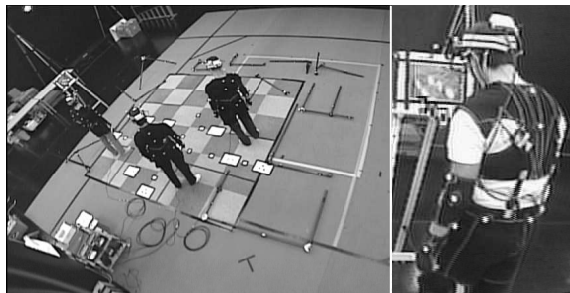


図 3: 実験環境 (左) およびセンサを装着した被験者 (右)

予測: 箱型構造物を組み立てる過程で、リーダーは次のような言語・非言語行動を経て発現されると予測される。ただし本稿では、パイプ状の組立部品の接続誤りを指摘する発話行動から組立部品同士を取り外す修正行動に至るまでの組立誤り修正区間(図 4)に着目する。

- (i) 課題遂行に対する質的貢献度 リーダー候補者は他の成員に比べて以下のような言語・非言語行動により箱型構造物の部品の組立誤りを指摘する。
- 組立誤りを発話により指摘する。
 - 組立誤りを指摘する際に指差しを伴う。
- (ii) 他の集团成员による質的貢献度の認識 リーダー候補者は箱型構造物の部品の組立誤り指摘後に、他の成員から以下のような反応をもたらされる。
- 応答発話を受け取る。
 - 視線を受け取る。

コーディング: 各作業者の言語・非言語行動のコーディングするにあたり、次のように定義した。

発話 200(msec) 以上の無声区間に挟まれた有声区間とし、ただしあいづちは含み、咳払い・鼻息・笑い声は含まないものとした。

視線 作業者の視野画像内に表示されているアイマークキャラクターの位置から、作業者の視線が向けられた対象を判断することとした。

指差し 異なる 2 地点から撮影した実験全体を捉えた映像を用いて作業者が人差指で物体を指差している場面を探し、(McNeill, 1992) に基づいてラベルが付与された。

パイプ状組立部品取り外し 異なる 2 地点から撮影された実験全体映像および各作業者の視野映像から、パイプ状の組立部品同士が取り外されている場面(例: 図 5)を探し、ラベルが付与された。

分析結果

C1・C2 の 2 グループが箱型構造物組立課題に参加した。両グループとも、作業者同士は初対面であるため、親和性は高くない。また、作業者は指示役・組立役等の明示的な役割をあらかじめ与えられておらず、課題開始時点では同等の立場で作業に従事する。課題については、グループ C2 は制限時間 20 分内に達成した一方で、グループ C1 は達成できなかった。

本稿では、(1) 実験過程の観察結果、(2) 作業者に対する事後アンケート、(3) 作業者の言語・非言語行動

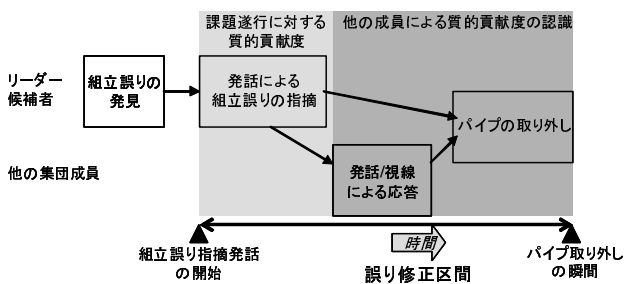


図 4: 組立誤り修正区間

グループ C1: カテゴリ I, 事例 A



グループ C2: カテゴリ IV, 事例 R

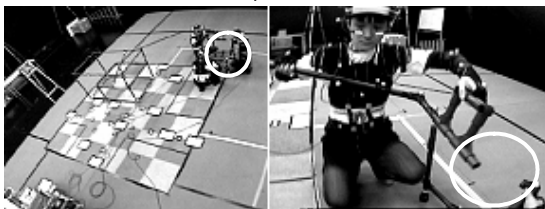


図 5: パイプ取り外し例: グループ C1: 実験全体映像 (左上), 作業員視野画像 (右上), グループ C2: 実験全体映像 (左下), 作業員視野画像 (右下)

の定性的分析の 3 種類の視点から各グループのリーダー発現の分析を行なう。

(1) 実験過程の観察結果: 実際の実験収録現場に立ち合った 3 名の実験者、および実験風景を収録したビデオを視聴した 2 名のラベラの一一致した印象は以下の通りである。

グループ C1: 制限時間内に課題を達成できなかったグループ (以下、非達成グループ) C1 では、明確なリーダーは観察されなかった。しかしながら、組立過程の初期段階では作業員 P2 が他の作業員達に相談せずに、かつ全体完成図 (図 2(a)) を参照せずに箱型構造物を組み立てようとしていた。グループの他の成員である P1 と P3 は、P2 の組立誤りの修正を試みていた。グループ C1 に対しては協調的な作業が行なわれていたという印象を受けなかった。

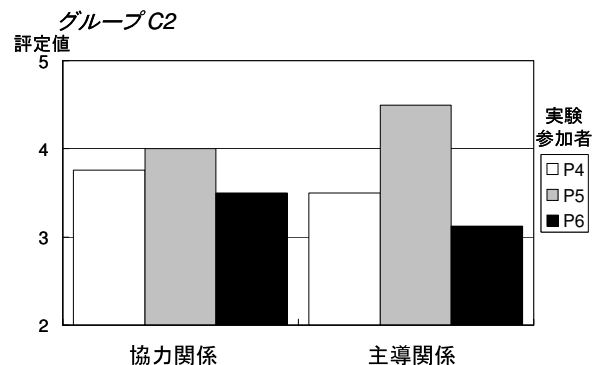
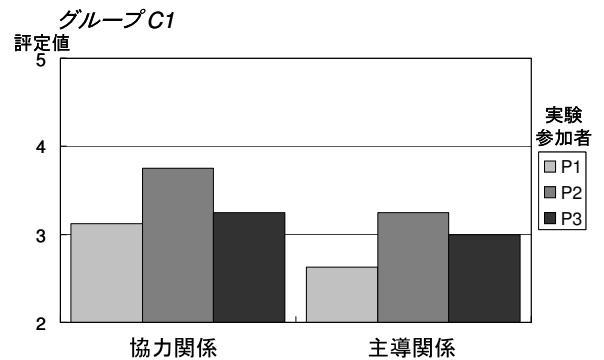


図 6: 作業員に対する事後アンケートの結果: (A) グループ C1(上): 協力関係 (左), 主導関係 (右), (B) グループ C2(下): 協力関係 (左), 主導関係 (右)

グループ C2: 制限時間内に課題を達成したグループ (以下、達成グループ) C2 では、P5 がリーダーシップを発揮していた。P4 と P6 は P5 の指示に従っていた。グループ C2 に対しては協調的な作業が行なわれていたという印象を受けた。

(2) 作業員に対する事後アンケート: 課題終了後に各グループの成員に対して事後アンケートを実施した。質問項目は、(1) グループの他の成員に対して作業の指示を行なったか等の主導関係に関する 4 項目、および (2) グループの他の成員に対して協力的に振舞えたか等の協力関係に関する 4 項目を用いた。図 6 に事後アンケートの結果を示す。

この図から見てとれるように、グループ C1 では主導的役割の作業員が明確化されなかった一方で、グループ C2 では P5 が主導的役割を果たしたという傾向がみられた。これは観察結果に類似した結果である。

(3) 定性的分析: 組立誤り修正区間における言語・非言語行動 本稿ではリーダーの発現を分析するにあたり、組立誤り発見からパイプ状組立部品の取り外

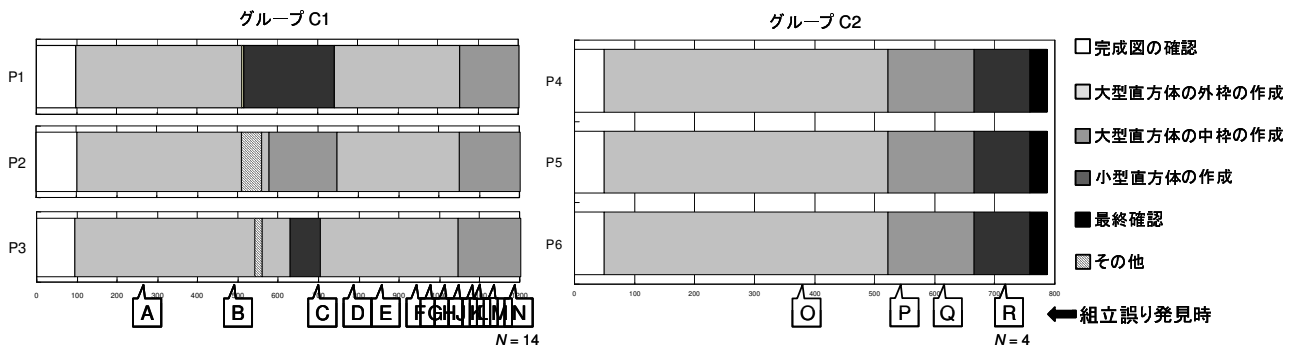


図 7: 組立過程における組立誤りの生起箇所:

(A) グループ C1 (非達成グループ) (左)、(B) グループ C2 (達成グループ) (右)

表 1: 組立誤り修正区間の言語・非言語行動パタンの分類

カテゴリ	課題遂行への質的貢献度	他の成員による質的認知度の認識	
	組立誤り指摘発話	発話による応答	視線による応答
I	x	x	x
II	○	x	x
III	○	x	○
IV	○	○	○

しに至るまでの組立誤り修正区間に着目した。図 7 にグループ C1・C2 の組立過程における組立誤りの生起箇所を示す。非達成グループ C1 では 14 箇所、達成グループ C2 では 4 箇所の組立誤りが観察された。各組立誤り修正区間について、次の 2 種類の視点に立ち定性的分析を行なった。

(A) 課題遂行に対する質的貢献度: パイプ状組立部品同士の取り外し時に先行する組立誤り指摘に関する発話・指差し行動とその発話者の分析。

(B) 他の集団成員による質的貢献度の認識: 組立誤り指摘者に対する他の成員からの応答発話および視線の分析。

上述の 2 種類の視点による分析から、組立誤り修正区間における言語・非言語行動パタンの分類結果を表 1 に示す。また、図 8 に各分類における言語・非言語パタンの例を示す。組立誤りを指摘する発話がなされずにパイプ状組立部品同士の取り外し行動のみが行なわれる場合 (カテゴリ I) から、組立誤りを指摘する発話がなされ、それに対して他の成員から応答発話や視線を受けた上で組立部品取り外し行動が行なわれる場合 (カテゴリ IV) の

4 種類のカテゴリが観察された。

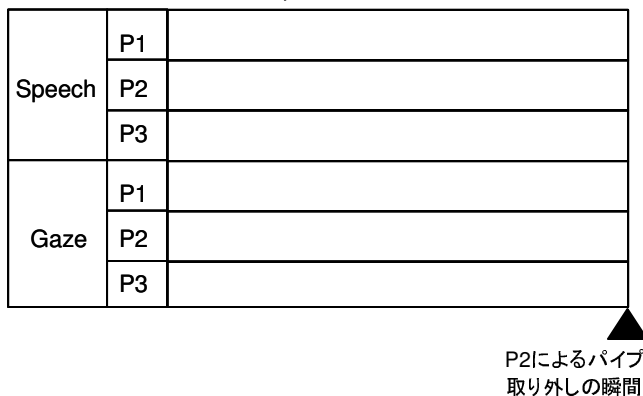
図 9 にグループ C1・C2 に対する定性的分析の結果を示す。図 9(左) に (A) 課題遂行に対する質的貢献度として、発話によって組立誤りを指摘した作業者の割合が、図 9(右) に (B) 他の集団成員による質的貢献度の認識として、組立誤り修正区間の言語・非言語パタンの種類の割合が各々示されている。

図 9(左) から見てわかるように、達成グループ C2 では同一の作業者 P5 が組立誤りを指摘している一方で、非達成グループ C1 では 3 名の作業者がほぼ同様の割合で組立誤り指摘発話を行なっている。すなわち、達成グループ C2 では組立作業過程を通して一貫して同一の作業者がリーダー候補となっていたが、非達成グループ C2 では 3 名の作業者各々がリーダー候補となっていたと考えられる。非達成グループ C1 は「船頭多くして舟山に登る」と表現できる状態であったと推測される。

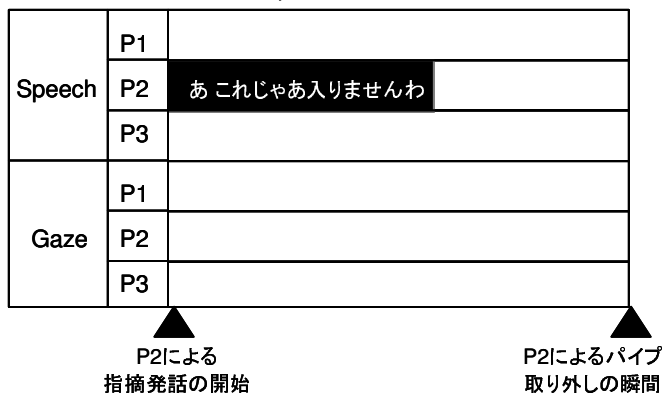
図 9(右) から見てわかるように、組立誤り修正区間における言語・非言語行動パターンにおいても、非達成グループ C1 と達成グループ C2 の違いが顕著に見られた。グループ C2 では組立誤り指摘発話がなされ、それに対して他成員からの応答発話・視線が送られるカテゴリ IV のパタンのみが観察された。一方、グループ C1 ではカテゴリ I-IV の 4 種類のパターンが混在していた。すなわち、組立誤り指摘発話が必ずしもなされず、またなされたとしてもそれに対して他成員から常に応答発話・視線が送られていたわけではない。よって、非達成グループ C1 の組立誤り指摘者は、達成グループ C2 の組立誤り指摘者ほど他の成員から強い承認を受けていなかったといえる。

また、組立誤り修正区間においては、組立誤り指

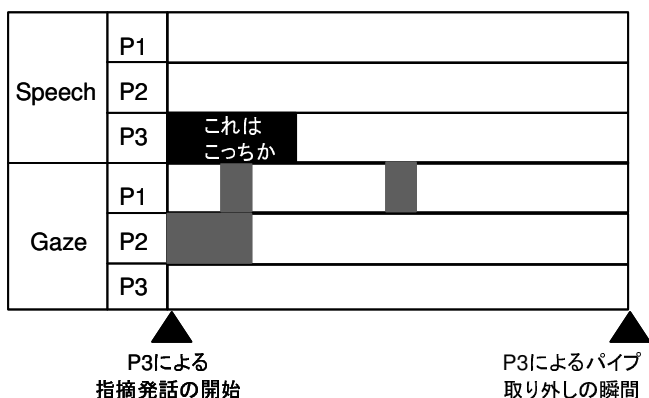
カテゴリ I: グループ C1, 事例 A



カテゴリ II: グループ C1, 事例 K



カテゴリ III: グループ C1, 事例 J



カテゴリ IV: グループ C2, 事例 O

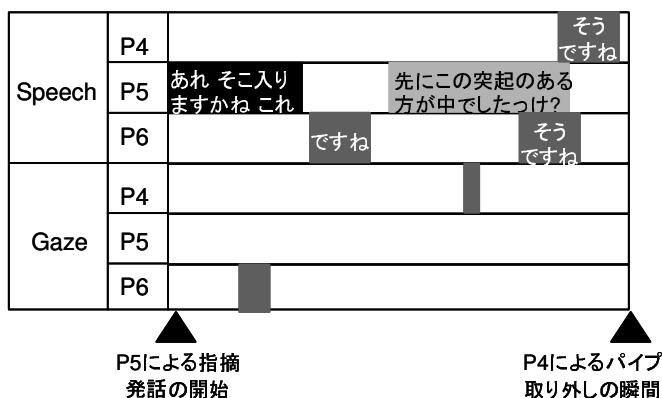


図 8: 各分類における言語・非言語パタンの例:

(i) カテゴリ I (左上), (ii) カテゴリ II (右上), (iii) カテゴリ III (左下), (iv) カテゴリ IV (右下)

指摘発話に伴った指差し行動は2例の観察にとどまった(グループ C1: 1例, グループ C2: 1例)。これらの結果から、予測は部分的に支持されたといえる。

考察

本稿では、親和性が低くかつ役割が明示的に与えられていない3名による箱型構造物組立課題を通して、リーダーの発現に関する言語・非言語行動パターンを観察した。組立誤り修正区間に着目し、(A) 課題遂行に対する質的貢献度として組立誤り指摘に関する発話・指差し行動、および (B) 他の集団成員による質的貢献度の認識として組立誤り指摘発話に対する他成員からの発話・視線行動の定性的分析を行なった。分析結果より、

- 達成グループでは作業過程を通して同一の作業者が組立誤りを指摘していた一方で、非達成グループでは3名の作業者がほぼ同様の割合で組立誤り指摘発話を行っていた。すなわち、達成グルー

プは一貫して1名の作業者がリーダー候補となっていたが、非達成グループは全作業者がリーダー候補となっていた。

- 達成グループでは組立誤り指摘発話に対して必ず他成員から応答発話・視線によるフィードバックが観察されていたが、非達成グループでは組立指摘発話や他成員からのフィードバックのないままに組立修正行動がなされる場合があった。すなわち、非達成グループのリーダー候補者は、達成グループのリーダー候補者ほど他成員から強い承認を受けていなかった。

ことが示された。これより、直接対面での集団作業過程において、(1) 他の成員より早く誤りに気づき、かつそれを発話により指摘すること、(2) 誤りを指摘した発話に対して他の成員から言語・非言語行動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。

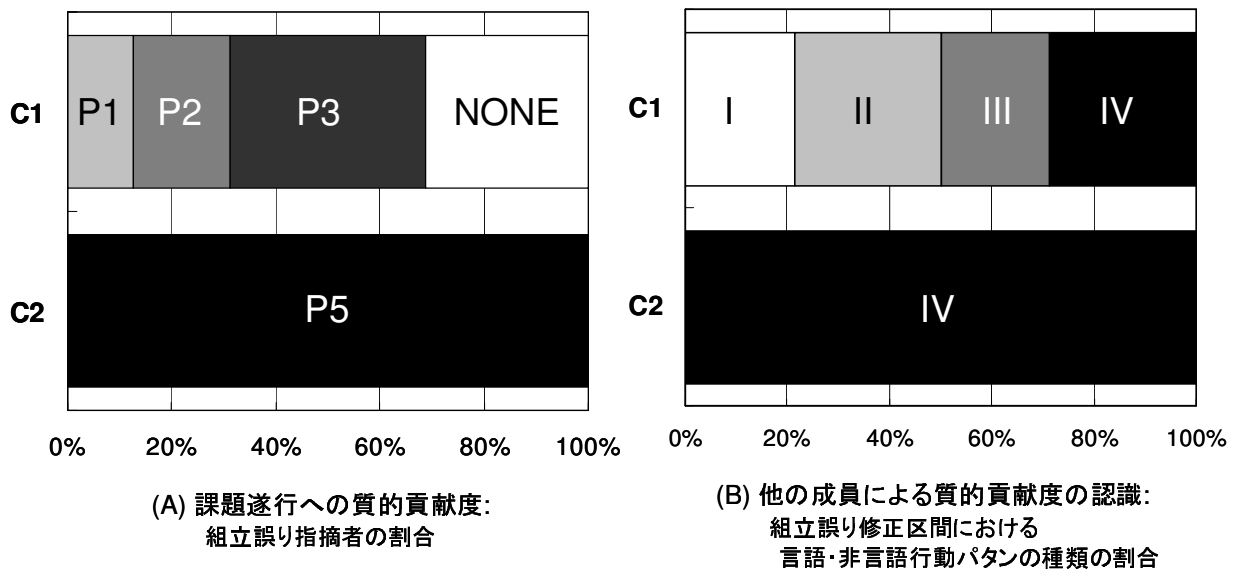


図 9: 定性的分析の結果:

(A) 課題遂行に対する質的貢献度: 組立誤り指摘者の割合 (左),

(B) 他の集団成員による質的貢献度の認識: 組立誤り修正区間の言語・非言語パタンの種類の割合 (右)

今後は、誤り修正に関するコミュニケーション行動だけではなく、他の側面からも直接対面時の集団作業におけるリーダーを推定する方法を考案し、作業者の言語・非言語行動の定性的・量的分析を進めていきたい。同時に、集団構造の変化やコミュニケーション過程に対する印象との関係についても明らかにしていきたい。

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)の援助を受けています。

参考文献

Lozano, S. C., & Tversky, B. (2004). Communicative gestures benefit communicators. In *Cogsci2004*.
 McNeill, D. (1992). *Hand and mind*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
 Otsuka, K., Yamato, J., Takemae, Y., & Murase, H. (2006). Quantifying interpersonal influence in face-to-face conversations based on visual attention patterns. In *Proceedings of chi2006* (pp. 1175–1179).

Strickland, L. H., Guild, P. D., Barefoot, J., & Paterson, S. A. (1978). Teleconferencing and leadership emergence. *Human relations*, 31, 583–596.
 Suzuki, N., Ito, S., Umata, I., Iwasawa, S., Kamiya, T., Toriyama, T., et al. (2006). Nonverbal behaviors in cooperative work: interaction in assembling a large object. In *Proceedings of iccs2006* (pp. 195–196).
 Suzuki, N., Umata, I., S. Ito, T. K. ans, Iwasawa, S., Inoue, M., Toriyama, T., et al. (2007). Nonverbal behaviors in cooperative work: a case study of successful and unsuccessful team. In *Proceedings of cogsci2007* (pp. 1527–1532).
 伊藤, 馬田, 鈴木, 岩澤, 神谷, 鳥山, et al. (2006). 共同作業時の身体動作と視線運動に関する考察. In *情報処理学会研究報告, ubi-010* (pp. 185–190).
 鈴木, 馬田, 伊藤, 岩澤, 神谷, 井ノ上, et al. (2006). 共同作業時における作業仲間コミュニケーションの分析. In *ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006* (pp. 667–670).
 鈴木, 馬田, 神谷, 伊藤, 岩澤, 井ノ上, et al. (2007). 共同作業における発話・視線行動に関する分析. In *日本認知科学会 第 24 回大会発表論文集* (pp. 506–509).