

協調型タスクにおける非言語情報の使われ方

矢野博之 伊藤昭

yano@crl.go.jp, ai@crl.go.jp

郵政省 通信総合研究所 関西支所

〒651-24 神戸市西区岩岡町岩岡 588-2

本稿では、人と人の協調作業時にかわされる創発的コミュニケーション調査のための協調作業実験と、そこで得られた協調的な対話について報告を行う。まず、創発的コミュニケーションが起こる協調的なタスクを40組の被験者に課し、被験者の発話と振る舞いをビデオに録画した。ビデオテープから書き起された対話の中から、我々は被験者同士の非言語情報（特に相槌、発話の主導権）に注目し、「画像と音声を用いた対話」と「音声だけの対話」の比較を行った。さらに、創発的コミュニケーションを要する協調的なタスクにおいて仮説「対等に協調が行われれば、成績が上がる」を検討した。現在、対等に協調が行われていることを示す指標を2つ取り上げ、本実験との成績の相関について調査を行っている。

How non-verbal information is used in cooperative task

Hiroyuki YANO, Akira ITO

yano@crl.go.jp, ai@crl.go.jp

Kansai Advanced Research Center, Communications Research Laboratory

588-2 Iwaoka-cho iwaoka Nishi-ku, Kobe, Hyogo, 651-24, Japan

In this paper, we report on a cooperative task experiment for studying emergent communication. At first, we assigned 40 pairs of subjects the cooperative task in which we could observe emergent communication, recorded subjects' speech and action on video tapes. In investigating the dialogue in these video tapes, we focused on subject's usage of non-verbal information, and compare the user's behavior in "visual and audio" and "audio only" conditions. We examined the hypothesis that "if subjects cooperate equally, performance improves". We examined 2 indices that may measure the extent of cooperation. We are currently investigating correlation between these indices and the performance.

1 はじめに

銀行のキャッシュディスプレイ、都市の観光案内システム、データベースの検索などに見られるように、人と対話をして情報を提供してくれるシステムが我々の身近な所にも出現して久しい。これらのシステムの対話の特徴は以下のように考えられる。システムは情報提供者であり、ユーザを支援するという目的を持ち発話の主導権を取る。これに対して人間は情報が欠如しておりシステムに従いその目的を達成するために対話を行う。これが目的指向型の対話であり、Eliza [1] から始まり最近の対話分析に用いられる地図を用いた案内の対話までほとんどがこれに当る。

一方目的指向でない対話は以下の2つに分けて考えることができる。1つは、「ふれ合いのための対話」[2]である。これは恋人同士の語らいや親が離れて住む子供を心配して掛ける電話などで、情報交換を目的としない対話である。もう1つは情報交換を目的としているが、目的指向型の対話と異なり、ある発話が現在の文脈中でどのくらい関連があるかを発話者自信もよくわからない対話である。これは計算機センターなどで行われているプログラミング相談などで見られる発話を例として上げることができる。プログラム相談に来るユーザは往々にして問題となっている状況を適切に把握していないことが多い。これは、ユーザがプログラム相談員に適切に質問できないことから容易にわかる。このようなときに、プログラム相談員はユーザの操作履歴からユーザの状況を把握しようとする。このとき、相談員はユーザのイニシアチブを完全に殺ぐことなくユーザとシステムが対等に議論を進めていくことが大事である。この行為は、相談員とユーザの2人が、互いの会話の中で議論の文脈を明確にしていると考えられる。また、このときの対話はタスクの明確化の協調作業とも言える。我々はこのような対話を「創発的コミュニケーション」と呼ぶ。

我々は、人と人の協調作業におけるコミュニケーションの特質は創発的であることであり、特に「創発的コミュニケーション」において人が用いている非言語情報が協調作業のために重要であると考えた。そこで、「創発的コミュニケーション」が必要とされる協調的なタスクを被験者に課し、被験者の発話と振る舞いをビデオに録画した。録画されたビデオテープから、我々は被験者の視線の移動、被験者同士のあいづち [3] (特に単語の一致、笑いの一致、うなずき)、発話量、発話の主導権、タスクに関するキーワード量などに注目し、これらの非言語情報と実際の被験者同士の協調の様相について調べている。本稿では、「創発的コミュニケーション」調査のための協調作業実験とそこで得られた協調的な対話に

ついて報告する。

2 創発的コミュニケーション実験

2.1 協調型タスク

本実験では、「ボディーランゲージ解読法」[4] の中の問題10問を2人で協力して解くことを協調型のタスクとした。この問題は、被験者が与えられた写真を見てその写真に関する問題に対する正解を、2択または3択の回答群から選ぶものである。

この問題の特徴としては、協調作業のタスクとして従来から良く用いられるものと違い、いくら時間をかけて考えても正解が確実にわかる問題でないことが上げられる。さらに問題に対する着眼点が多く存在し、個人の能力差が発話に現われにくいために、互いに対等に発話を進行することができる。したがって、対話リーグ [5] でも見られたように、目的指向対話での対話戦略としてよく用いられる発話の主導権を一方が常に取ってしまうということが必ずしも最適戦略とならない。また最終的に2人で一致した正解を見付け出さなければならないために、テーマを与えられた時の自由発話に近い目的指向でない発話を得ることができる。

このタスクのもう1つの特徴は、創発的コミュニケーションにより互いに不明確で不確実な事象が対話により明確になって行くために、じっくり考えれば正解率が上がることである。

2.2 被験者

本実験では40人ずつの女子大学生の組と30歳~50歳の主婦の組からそれぞれ1人ずつ選び出し、その2人を1組として上記の協調型タスクを課した。われわれは協調的な対話を調べるためには、良く知っている2人よりも初対面同士の2人の方が適していると考えた。これは、互いによく知っている者同士では、相手のモデルが互いにでき上がっているために、互いの発話や非言語情報を十分に理解可能であり、相手のモデルを持っていない初対面同士と比較して発話量や非言語情報量が減ると考えたからである。そこで、初対面かつ世代の異なる女子大学生と、30歳~50歳の主婦とを被験者に採用した。なお被験者の組はすべて異なっており、複数回実験を行った被験者はいない。

2.3 実験環境

被験者は別々の部屋に入り、それぞれの部屋の計算機を通して相手の被験者と対話を行う。被験者の上半身は計算機の上に置いたビデオカメラから撮られ相手の計算機ディスプレイ上にその画像が表示される。音声は計算

計算機を通じた協調問題解決

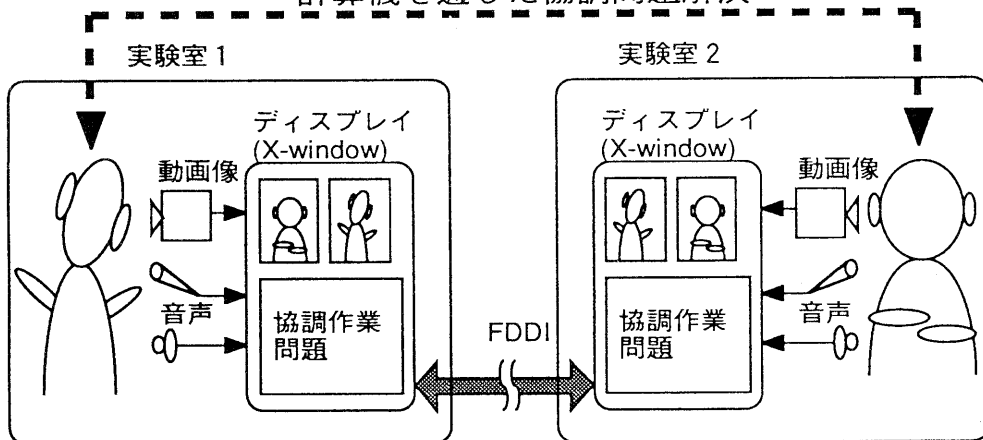


図1 創発的コミュニケーション実験図

機種のスタンドに設置したマイクとイヤホンでやりとりする。計算機のディスプレイには相手の上半身、自分の上半身、問題の写真、問題文が表示される。被験者の上半身の動画像の転送のために計算機同士をFDDIでつないでいる。音声は、計算機を介すことなく直接つながっている。なお協調作業中の被験者達の発話および動作がビデオに撮影された。

被験者40組中の30組がこの環境で協調型タスクを行い、残りの10組が互いの上半身の画像を表示しない環境で協調型タスクを行った。以下では、それぞれの環境での対話を「画像と音声を用いた対話」、「音声だけの対話」と呼んで区別する。

2.4 実験の流れ

被験者はそれぞれ別の部屋で、まず実験の説明ビデオを見て実験内容を知らされる。ビデオでは被験者に「この実験は計算機を通じた協調作業をする際に各種メディアの使われ方を調べるためのものである」ことが説明され、教示ゴールとして「2人で十分に議論し協力して正解を見つけること」が与えられる。被験者は実験開始まで互いに顔を合わせることはなく、実験が開始されて計算機のディスプレイ上で初めて一緒に協調型タスクを行う相手を知らされる。被験者同士は10問の問題を互いに協力して回答する。被験者達は1問解き終わるごとに回答への各自の自信度を相手にわからないように0~100%の範囲で記述する。

10問を協力して解き終わった被験者達は別室で互いに対面する。そのとき、被験者達に実験の本目的を説明し、被験者達の発話と動作をビデオに録画したことを述べ、研究用にそのビデオを利用することの承諾を得た。協調作業タスクのあとで、被験者達には「ボディーランゲージ解読法」内の別の問題を10問単独で別々の部屋で解いてもらった。このときも協調作業時と同様に各自の回答への自信度を記述してもらった。以下単独で解いた10問を問題群1、協調して解いた10問を問題群2と呼ぶ。

2.5 追試

40組の実験が終了後、問題群1と問題群2の関係を調べるために、実験を行っていない30~50歳の主婦

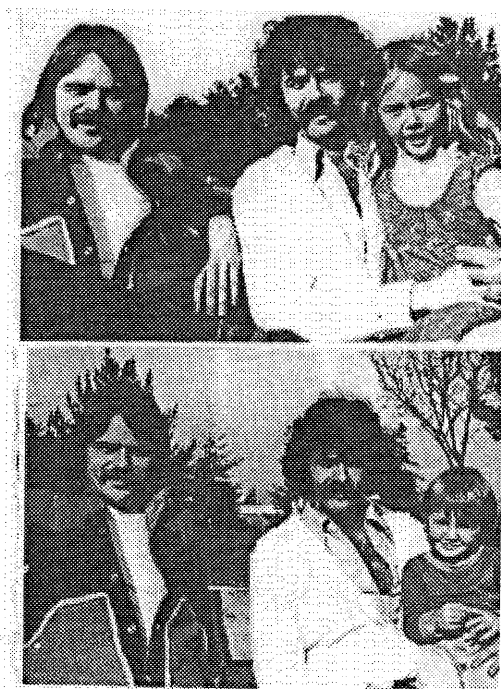
				問題群1	問題群2	問題群1と2の共分散
画像と音声を用いた対話 29組	主婦	平均	単 協 調	6.6	6.2	0.07
		分散		1.1	1.3	
	学生	平均		6.5	6.2	0.21
		分散		1.7	1.3	
音声だけの対話 9組	主婦	平均	単 調	6.7	5.5	0.14
		分散		1.2	2.2	
	学生	平均		6.5	5.5	-0.20
		分散		1.8	2.2	
単独で解いた場合 14人	主婦	平均	7.0	5.5	0.17	
		分散	1.4	2.1		

図2 問題群1, 2の成績分析

14人に対して単独で2つの問題群を回答させ成績の分布を調べた。実験は40組行ったが、そのうち1組についてはネットワークの不調から問題群2の8問目までは実験を行うことができなかった。そこで、この「音声だけの対話」1組と、女子大学生同士の組になった「画像と音声を用いた対話」1組をそれぞれ以下の分析から除外した。以降では、「画像と音声を用いた対話」29組、「音声だけの対話」9組を分析の対象とする。各対話における問題群1と問題群2の成績を図2に示す。この図から単独で解いた場合より「画像と音声を用いた対話」の成績がわずかに上昇していること、問題群1と2の成績に弱い相関があることがわかる。

3 対話データの分析

協調型タスクで得られた対話データの書き起しは、被験者の女子大学生が実験終了後に自分達の組の対話に対して行った。以下では、38組の書き起された対話デー



問題文

2枚の写真の右側の男性は、誰の父親だろうか。

- a. 少女の父親である
- b. 少年の父親である

図3 問題群2の8問目の写真と問題文

タについて、「画像と音声を用いた対話」と「音声だけの対話」の比較を行う。

3.1 画像と音声を用いた対話と 音声だけの対話の比較

対話例として、協調して解いた問題群2の8番目の問題の対話を取り上げる。この問題の写真と問題文を図3に示す。また、「画像と音声を用いた対話」の対話例を図4に、「音声だけの対話」の対話例を図5に示す。なお、図中の下線部は被験者が笑っていることを表す。

画像と音声を用いた対話では、音声だけの対話に比べて対話が滑らかにつながることが多い。図4の9行目のAの発話「なんかちょこんて乗ってるだけ」は、Bの発話に続いて滑らかにつながっていく。これに対して音声だけの対話では、このように滑らかにつながる会話はあまり見られない。音声のみの対話では図5の4行目のBの発話「男の子」に見られるように、単語レベルでの繰り返しが起こる程度か、または完全に2人会話がオーバーラップする場合である。また、図5の7～8行目に見られるように発話の開始が同時になり一方が中断することも多かった。これらは、相手の顔画像が見えないために発話の同期がとりにくいことが原因であると思われる。

また、音声だけの対話では図5の3行目のAの発話「どう どうですか?」に見られるように、直前の自分の発話（この例では「何となく女の子嫌がってそうでしょ」）に対する相手の反応を確認するための発話が見られる。これは、画像がある対話では、自分の発話に対して相手の反応を知りたいときは、相手の画像をみることで解決できるのに対し、音声だけの対話ではそれができないことによる。実際に、画像と音声の対話では自信がなさそうな発話に対しては、発話の最後に相手に視線を向ける行為が確認された。

対話全体を通しては、音声だけの対話の方が遠慮がちで丁寧な言い回しや全体を通しての表面的な笑いが多い。これは相手を音声だけからでは十分に判断できないために、相手との関係を十分位置づけることができなかったためだと考えられる。また、全体を通しては音声のみの対話に比べて、画像と音声を用いた対話の方が協調型タスク処理に要する時間が長い。

3.2 対話内での被験者間の協調関係

この実験を通して成績が良い組はお互いがうまく自分の意見を言い合っており、逆に一方的に意見をまとめてしまう被験者がいる組では成績の上昇が少ない。「画像と音声を用いた対話」について、一方的に意見をまとめ

られた例を図6に示す。この組は全体を通して被験者Bが主導権をもって対話を進めており、成績も単独で解いた問題群1の被験者A、Bそれぞれの成績和14点に対して、協力して解いた問題群2の成績和は10点と下がっている。この例でわかることは、AはBの同意を表しているだけの発話が多く、Aからの情報提供が1行目の「友達の子供かなんかですかね」だけであるということである。すなわちこの発話においてタスクを明確にしているものの大部分はBの発話である。したがって、この組では対等に協調が行われているとは考えられない。すなわち、この図6の対話は創発的コミュニケーションになっていないと考えられる。

3.3 創発的コミュニケーションでの仮説

我々は今回行った創発的コミュニケーションが行われる協調型タスクを通して以下の仮説を立てる。

仮説「対等に協調が行われれば、成績が上がる」

この仮説を立証するためには、発話データから対等に協調が行われていることを示すための指標が必要になる。我々はこの指標の候補として以下の2つを取り上げる。

回答の最終的決定回数

回答を最終的に決定する方が対話の主導権を持っているといえる。対話の主導権が一方に片寄っていれば、目的指向対話戦略に見られるように対話者の間に主従関係ができ対等に協調ができなくなる。そこで、回答を最終的に決定した回数に片寄りがあれば対等に協調が行われおらず、均等に決定していれば対等に協調が行われたと考える。

問題に関する着眼点の発見回数

前に創発的コミュニケーションはタスク明確化の協調作業であると述べた。この協調作業においても、問題を解くために被験者は写真からさまざまな情報を探りだし、互いに問題解決に有効であるかの検討を行い、正解を得るために互いのタスクを明確化している。1つの問題に対して発見できる着眼点は1人よりも2人で協調して解くほうが増えることが多い。そこで、対等に協調できている場合、そうでない場合よりも問題に対する着眼点を多く見つけることができると考えられる。

我々はこの2点を対等に協調が行われていることを表す指標として本実験での成績との相関について現在調査中である。

- A: うーん 右 何かでも左側の男の人と女の子顔が似ているような 気のせいかな
 B: 何となし少女の方に ふふふ どう思われます? うん
- A: はは うーん
 B: あーそう言えばそうね そこまで気がつかなかった ははは あーそやねえ うーん
- A: そうなんです はは そう言われたら確かに男の子も似てる
 B: そう言われたら男の子も似てる はははは
- A: あー ですねー
 B: ああそや抱き方見ててね うん 何か 女の子の方がぎゅっと持ってるね だっこしてるでしょ
- A: なんかちょこんと乗ってるだけ ああそういう そしたら女の子のほうかな はい
 B: 片一方の子の方は そうそうそう うーん のほうが なんか
- A: ははは はい いえいえいえ
 B: 何か愛情があるかなーって ははは aでよろしい? ははは 何かこっちの意見ばかりでごめんなさい

図4 4組目の8問目の「画像と音声を用いた対話」

- A: えー そうですねえ うん 右っていうこと
 B: これ子供さんをだっこしてる人のことですよ
- A: うーん 男の子 何となく女の子嫌がって そうでしょ どう どうですか?
 B: 男の子 ふふふ 男の子
- A: あー似てるー 似てるー あ似てるかもしれない
 B: でも目が男の人に似ているような気も うん うん
- A: この男の子は左の人の子供 子かもしれない 何か目が似てる
 B: で男 かなー はは
- A: あ 女の子だこれ はい 女の子です はいはい
 B: 女の子じゃないですか そしたらaで はいー

図5 37組目の8問目の「音声だけの対話」

A: そうですね 友達の子供がなんかですかね
 B: えー どっちかの子供が違う子供ということ 2人とも親じゃないのね
 A: ああ ははは ああ
 B: でも女の子の方が似てるみたい お父さんと抱いてる人と
 A: うんうんうんうんうんうん
 B: この男の子左側の男の人に似てない? ね
 A: ああ そうか
 B: ということは少女の父親である ははは かな
 A: あははは なるほど うん
 B: でも顔がなんか女の子はお父さんに似るといふし はははは ははは うん
 A: はい
 B: ねえ ということは少女の父親である? はい

図6 Bが主導権を取った7組目の8問目の対話

4 まとめ

本稿では、人と人の協調作業の特質である創発的コミュニケーション調査のための協調作業実験と、そこで得られた協調的な対話について報告を行った。

まず、創発的コミュニケーションが起こる協調的なタスクを40組の被験者に課し、被験者の発話と振る舞いをビデオに録画した。ビデオテープから書き起された対話から、我々は被験者同士の非言語情報(特に相槌、発話の主導権)に注目し、「画像と音声での対話」と「音声だけの対話」の2つの比較を行い、以下のことを発見した。

画像と音声をういた対話

発話者が交代するときに滑らかにつながることが多い。

発話量が音声のみの対話に比べて多い。

音声だけの対話

慮慮がちで丁寧な言い回しや全体を通しての表面的な笑が多い。

発話の同期がとりにくい(会話がオーバーラップする場合が多い)。

直前の自分の発話に対する相手の反応を確認するための発話が見られる。

また、一方的に回答を決定してしまい創発的コミュニケーションにならない例では、上手く協調が行われず単独でそれぞれ解いた場合に比べて、成績が上昇しにくいことがわかった。そこで、創発的コミュニケーションを要する協調的なタスクにおける仮説「対等に協調が行われれば、成績が上がる」を立てた。この仮説を立証するためには、対等に協調が行われていることを客観的に調べられなければならない。我々はその指標として、回答の最終的決定回数と問題に関する着重点の発見個数を上げ、成績との相関を調べている。これらとともに、発話内において、単なる答えの言い合いで

はなく、有意義な議論になっているかを調べるために必要なものである。

関連研究として、2者間の相互作用場面でのノンバーバル行動の分析から、ノンバーバル行動の基本的な表出次元を検討しているものがある[6]。そこでは、「ユニットのノンバーバル行動(2人の行動をユニットとしてとらえて定義できる行動)が相互作用を円滑にする役割を果たしていることが推測される」こと、「相手の行動との関連性からノンバーバル行動を分析・検討することが、今後必要である」ということが報告されている。また、コミュニケーションを人と人のふるまいが局所的に相互作用することによって創発されるものとしてとらえて、計算機上にその実現を試みているものもある[7]。

非言語情報には本稿で対象としたもの以外にも、視線、発話量、沈黙、姿勢などさまざまなものがある。これらについても実験データからの調査を進め、創発的コミュニケーションの本質を探ってゆきたい。

参考文献

- [1] J. Weizenbaum, "ELIZA: A computer program for the study of natural language communication between man and machine," CACM, Vol. 9, No. 1, pp.36-45 (1966)
- [2] 森岡正博:「意識通信 ドリーム・ナビゲーターの誕生」, 筑摩書房 (1993)
- [3] 池田裕, 池田智子:「日本人の対話構造」, 月刊言語, Vol.25, No.1, pp.48-55 (1996)
- [4] D. Archer, "How To Expand Your S.I.Q. (Social Intelligence Quotient)", M.Evans and Company, Inc., New York, 1980 (邦訳 工藤力, 市村英次「ポアィーランゲージ解説法」, 誠信書房 (1988))
- [5] 佐藤理史:「対話リーグ戦'95に対する基本戦略」, 情処研報, 96-AI-103, pp.13-18 (1996)
- [6] 伊藤哲司:「ノンバーバル行動の基本的な表出次元の検討」, 実験社会心理学研究, Vol.31, No.1, pp.1-11 (1991)
- [7] 岡田美智男:「口ごもるコンピュータ」, 共立出版 (1995)