

高齢者介護施設における コミュニケーションチャンネル確立過程の 分析と支援システムの提案

秋谷 直 矩^{†1} 丹羽 仁 史^{†1} 岡田 真 依^{†1}
山 崎 敬 一^{†1} 小 林 貴 訓^{†1}
久 野 義 徳^{†1} 山 崎 晶 子^{†2}

高齢者介護施設において、高齢者とスムーズにコミュニケーションができるロボットを開発するためには、まず、「いかにしてロボットと高齢者がコミュニケーションチャンネルを確立するのか」ということを考えなければならない。そこで、高齢者介護施設における複数人環境でのケアワーカーと高齢者のコミュニケーションチャンネルの作り方を観察した。分析方法として、社会学の一領域であるエスノメソドロジーを用いた。ここでは、行為を始めることを可能にする「対応可能性」、指向の重なりを示す「受け手性」、そして指向の重なりを参与者相互が理解したことを示す「理解の表示」という一連の手続きの制度的特徴が見られた。この調査結果をリソースとして、ロボット開発を行った。その印象評価実験を行ったところ、開発したロボットがユーザに親近感や安心感を与えることが分かった。この実験の結果は、本稿の取り組みが一定の有効性を持つということと、人びとの日常的実践の場面において社会学の手法を用いて調査し、その結果を開発に生かすということの方法論的意義を示した。

Analysis of Establishment Process of Communication Channel and Proposal of Supporting System in Nursing Care Home for Elderly

NAONORI AKIYA,^{†1} HITOSHI NIWA,^{†1} MAI OKADA,^{†1}
KEIICHI YAMAZAKI,^{†1} YOSHINORI KOBAYASHI,^{†1}
YOSHINORI KUNO^{†1} and AKIKO YAMAZAKI^{†2}

In order to develop a robot that can communicate smoothly with humans in nursing care home for elderly, we have to examine how communication channels

are established between robot and elderly. For this reason, we will conduct a sociological as well as engineering experiment. First, we did examine naturally occurring interaction in nursing care home for elderly. The approach we employ is a sociological method, ethnomethodology. The result of this analysis is that people display “availability”, “reciprocity” and “acknowledgment” to establish communication channels to a particular participant. Second, we did experiment with how people subjectively evaluate the availability and reciprocity, acknowledgment robot showed. As a result, this experiment indicated that developed robot gives “sense of security” and “sense of closeness” to participants in the experiment. These findings suggest that ethnomethodological examination in naturally occurring settings, before develop robot, gives us to design robotic system effective.

1. はじめに

本稿では、高齢者介護施設において、高齢者とケアワーカーがそれぞれ複数人いる状況から、高齢者とケアワーカーの1対1のコミュニケーションチャンネルを作るやり方を調査分析し、そこで得られた知見に基づいて開発されたロボットシステムの機能評価を行った結果を示す。そして、そうした調査/開発プロセスが示す方法論的意義についても述べる。

人間とロボットの相互行為研究の多くは、コミュニケーションチャンネルが確立されたことを前提にした、実験室的状況で行われていたように思われる。しかし、私たちの経験に誠実であろうとすれば、「すでにコミュニケーションチャンネルが確立された状態」から会話などの相互行為が始まるとはいえない。相互行為を始めるためには、まずは、相互行為を始められるような環境構築を経て、コミュニケーションチャンネルが確立され、相互行為を始めることができると思われる。よって、その環境構築のやり方を見ていくためには、実際に人びとが(本稿に即していえば、ケアワーカーと高齢者が)日常的になしとげている「やり方」を見ていくのがよいだろう。

医師と患者の相互行為分析を行った Heath は、両者が相互行為を始める部分に焦点をあて、「行為を始めるために活動開始前の環境を与える」振舞いを「対応可能性の表示 (display of availability)」とし、「対応可能性の表示」を経たうえで、「明確に行為のシーケンスを始

^{†1} 埼玉大学
Saitama University

^{†2} 東京工科大学
Tokyo University of Technology

める」ためになされる振舞いを「受け手性の表示 (display of reciprocity)」とした¹⁾。

だが、Heath が分析の対象としたのは医師と患者の 1 対 1 の相互行為であり、複数人環境における「対応可能性の表示」と「受け手性の表示」のやり方に関して議論はなされていない。本稿では、複数人が共存する高齢者介護施設という特定環境での「対応可能性」と「受け手性」の表示の仕方を見ていくものである。

Heath の知見をふまえていえば、それぞれ複数人いる高齢者とケアワーカーが 1 対 1 の相互行為を始めるためには、

- (1) 複数人環境において、誰がケアワーカーであるか、そして頼みごとをしていい人なのかを知っている (状況的知識/カテゴリーの問題)、
- (2) 複数人のケアワーカーの中から、特定のケアワーカーが対応可能性を示す (対応可能性の表示)、
- (3) 対応可能性を示したケアワーカーに対して、高齢者は呼びかけなどの受け手性を引き出す行為を行い、複数人のなかからそのケアワーカーを選択する。それに対して、選択されたケアワーカーは受け手性を示す (受け手性の表示)、
- (4) 選択された特定のケアワーカーは、選択されたことに対する理解を示す (理解の表示)、といった手続きが展開されていると思われる。

それでは実際に、このような複数人環境において、ケアワーカーの対応可能性は具体的にどのように示されているのか？ 続いて、その受け手性はどのようにして引き出され、高齢者に対して表示されるのか？ そして、それらはどのような制度的特徴を持つものなのか？ 今回調査を行ったような高齢者介護施設において、将来的に高齢者とスムーズにコミュニケーションをとれるような介護ロボットを設計するためには、その出発点として、まずは上に述べたようなコミュニケーションチャンネルが確立される手続きの当該成員による「やり方」を明らかにしていくことが必要である。今回はその「やり方」の記述に焦点化していくので、(1) については、すでに参加者はそのことを「知っている」という指摘にとどめておく。おそらく (1) が問題になるのは、ある特定の機能を持ったロボットを「介護」ロボットとして実際の介護現場に持ち込むときであろう。この点については今後の課題となる。

筆者らは CSCW, HCI の分野で研究を進めてきた工学者と、社会学、特にエスノメソドロロジー²⁾を専門とする社会学者の共同研究グループである。高齢社会の突入により、要介護高齢者の増加と介護職の不足が早急に対処すべき社会問題とされている昨今、それに対する支援システムの開発をするためには、まずは高齢者介護施設という制度的場面の様々な規範を明らかにしていくことが必要であるという指針を提示してきた^{3),4)}。具体的には、ケア

ワーカーが高齢者をケアする際、具体的に高齢者が指示しなくてもスムーズにケアが行われるのは、ケアワーカーと高齢者両者の発話・身体的行為が次になされる動作をお互いに予期可能なものになっているからである、ということを示してきた³⁾。しかし、そうした相互行為を展開するためには、それが可能になる環境の構築が両者の間でなされる必要がある。その相互行為を始めるための環境構築の記述に焦点化したという点において、本稿はこれまでの筆者らの研究の延長線上に位置するものである。

本稿の構成は以下のとおりである。まず 2 章では、高齢者介護施設での調査方法および分析結果を示す。続いて 3 章では、2 章で得られた知見をもとに開発したロボットの評価実験について述べる。そして 4 章では、全体の考察を行う。最後に 5 章のまとめで、今後の展望について述べる。

2. 高齢者介護施設における調査・分析

高齢者介護施設において、高齢者とケアワーカーの 1 対 1 のコミュニケーションチャンネルをスムーズに確立できるロボット開発をする際、その重要なリソースとなるものは、実際に高齢者介護施設において 1 対 1 のコミュニケーションチャンネルをスムーズに確立している「やり方」である。ただ、実験室的状況を設定して、高齢者とケアワーカーがコミュニケーションチャンネルを確立するやり方を見ていくのは難しい。というのも、実験室的状況では、実験に指向した合意が実験参加者に与えられてしまい、ただ共存するという状況下で偶発的に起きるコネクション構築過程の記述ができなくなってしまうからである。コミュニケーションチャンネルの確立は、偶発的に起きる「出会い (encounter)」^{5),6)}を通して、相互行為の焦点が定まらないうちから準備的に行われる。こうした観点により、コミュニケーションチャンネルが確立されるやり方を見ていく場面は、実際の高齢者介護施設においてケアが行われている場面が望ましいといえる。

本章では、冒頭で述べたような関心に基づいて高齢者介護施設 (デイサービス) において観察し、エスノメソドロロジーの観点に基づく分析を行った結果を示す。まず、最初に調査概要を述べ、次に分析方法について説明する。最後に、分析結果について述べる。

2.1 調査概要

2007 年の 2 月と 6 月に、4 日間、関西にある高齢者介護施設のデイサービスを複数台のビデオカメラで撮影した。撮影時間は合計して約 30 時間である。デイサービスの収容人数は約 30 人であり、フロアには常時 3 人以上 (含看護師 2 人) のケアワーカーが利用者に対してケアを行っている。フロアにいるケアワーカーは、看護師以外は流動的である (入浴介

助や訪問介護を同時に行っているため)。入浴介助終了後に食事の時間になるが、このとき、入浴介助をしていたケアワーカーもフロアに出てきて、食事介助を行う。よって、食事の時間では、フロアにいるケアワーカーの数は若干名増えることになる。なお、すべての撮影期間において1人の看護師がフロアマネージャーを務めていた。

2.2 エスノメソドロジー

本稿では、分析方法としてエスノメソドロジーの手法を用いた。エスノメソドロジーの創始者である Garfinkel によれば、「この研究の中心的な考え方は、社会成員たちが組織化された日常的出来事の場面を産出し、管理する活動は、それらの活動を『説明可能 (accountable)』なものにするための手続きと同等できる」²⁾ (p.1) としている。この視点に基づいて、本稿の目的である、高齢者介護施設における、複数人環境から高齢者とケアワーカーの1対1のコミュニケーションチャンネルの作り方を記述していく。

なお、Garfinkel によって示された視点は、現在、相互行為分析の領域において様々な広がりを見せている。そうした広がりをも、(i)「会話」(ii)「発話と身体的行為」(iii)「発話をともなわない身体的行為」の3点に絞って、以下に簡単に示す。

- (i) 会話において、1人の話し手だけが一時に話す。そして、会話は話し手の交代が繰り返されるといふ、連鎖的な特徴を持つ⁷⁾。
- (ii) 人々は、発話と身体的行為によって、「いま-ここ」で起きていることが理解可能になるように振る舞っている。そして、その発話と身体的行為は、相互に意味を補完しあっている^{1),8)}。
- (iii) 頭の動きや視線、胴体の向き、腕の方向といった身体的振舞いは、発話がなくても、それぞれが指し示す指向性を示している^{6),9)}。

以上の視点に基づき、施設でケアワーカーと高齢者のやりとりをビデオで撮影したデータを分析した。

複数人環境の相互行為を記述していくにあたって、(iii)で示した「身体の持つ指向性」という観点は非常に重要である。というのは、介護施設のような複数人環境において、高齢者とケアワーカーがコミュニケーションチャンネルを作ろうとすると、両者の位置がかなり離れている場合がある。このようなとき、人間は手を振る、目を合わすといった指向性を示すジェスチャーをする。ここで忘れてはならないのは、こうした身体的行為を示すということも重要だが、それ自体が、「相手によって見られていなければならない」ということである¹⁰⁾。つまり、ここから示唆されることは、コミュニケーションチャンネルを確立するためには、身体的に指向性を示すのと同時に、それが適切なタイミングでなされなければならない



図1 対応可能性の表示
Fig.1 Display of availability.

ないということである。では、具体的に、高齢者介護施設において、高齢者とケアワーカーはどのようにしてコミュニケーションチャンネルを確立しているのだろうか。

2.3 対応可能性の表示

観察において、ケアワーカーは、高齢者に呼びかけられやすいような身体配置をすることが見られた。たとえば、高齢者がいる場所を中心とした場合、その外円に位置する場所に立ち、身体を高齢者の方に向け、かつ頭を左右に振り、見回し行動を行う(図1)。

これは、高齢者のトラブルを早期に発見するための行動にも見える。もちろんそういった意味合いもあるだろうが、そうした行動は、高齢者にとっては、自身が何かアクションを起こせば、自分の方にケアワーカーの関心を向けさせることができるということにもなっている。このように、ケアワーカーが意図している/していないにかかわらず、ケアワーカーは、高齢者にとって話しかけやすい振舞いを行っている。これは、高齢者介護施設におけるケアワーカーの対応可能性の表示の1つのやり方であるといえよう。

もちろん、ケアワーカーと高齢者が近接している場合も同じように見回し行動が見られるわけではない。しかし、いずれにせよ、身体的な指向が高齢者の方に向けられていない場合(対応可能性が示されていない場合)は、高齢者は話しかけるのは難しい(図2)。

2.4 受け手性の表示

それでは、対応可能性を示しているケアワーカーに対して、高齢者はどのようにしてケアワーカーの指向を獲得しているのだろうか。実際の例に即して見ていく。

図3は、図1と同じ場面である。図1で示されているように、ケアワーカーは身体を高



図 2 対応可能性がない場合
Fig. 2 Absence of availability.

齢者の方に向け、かつ見回し行動を行い、対応可能性を示している。このケアワーカーに対して、特定の高齢者が左手をあげて、ケアワーカーの視線を獲得している。

具体的に、トランスクリプト（図 4）にそって見ていこう。まず、周りを見回しているケアワーカーの行動を、特定の高齢者が見ていることが分かる。そして、ケアワーカーを見続けるなかで、高齢者はあるタイミングで左手をあげている。そのタイミングとは、周りを見回しているケアワーカーの視線が高齢者に向けられた直後である。

おなじような場面を見ていこう。図 5 は、図 2 においてケアワーカーの指向を獲得することができなかった高齢者が、別のケアワーカーの指向を獲得する場面である。こちらもトランスクリプトにそって見ていこう。

トランスクリプト（図 6）でも示されているように、高齢者は特定のケアワーカーに視線を向けていることが分かる。そして、高齢者は、ケアワーカーの視線が高齢者に向けられた直後に、ケアワーカーに対して手を振っている。

この 2 つの場面で分かることは、対応可能性を示しているケアワーカーに対して、高齢者が自身の方へケアワーカーの指向を向けさせるために、ケアワーカーが高齢者に対して視線を向けたときに、タイミングよく手をあげる・呼びかける・手を振るといったアクションをしているということである。高齢者のこのような振舞いを可能にしたのは、ケアワーカーが高齢者の方へ視線を向けたことが、高齢者に対する受け手性の表示として、高齢者に理解されたことによる。

2.5 理解の表示

対応可能性を示していたケアワーカーの受け手性を獲得した高齢者に対して、ケアワ-



図 3 受け手性の表示 1
Fig. 3 Display of reciprocity 1.

Cはケアワーカー、Oは高齢者
C[gaze] : _____ 周りを見回している _____, OXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
C[action] : _____ Oに走って近づく
O[gaze] : C-----XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
O[action] : _____ Cに左手をあげる

- トランスクリプトの見方
- ・「動作説明+下線(ex. Aに手を振る)」: 動作が行われている長さを下線部によって示す
 - ・「,,,,,」: 視線が移動中であることを示す
 - ・「,,,,A」: 移動中であつた視線が、Aに向けられたことを示す
 - ・「,,,,AXXXXX」: Xは視線が合っている状態を示す
 - ・「::」: 発話中のコロンは、音が延ばされていることを示す

図 4 トランスクリプト 1
Fig. 4 Transcript 1.

カーはどのように振る舞っているのだろうか。トランスクリプト（図 6）を見てみよう。前節では、受け手性を示しているケアワーカーに対して、高齢者はそのタイミングで手を振っているところまで見ていった。この時点で、高齢者とケアワーカーの指向は重なりあったかのように見える。しかし、視線が向けられたタイミングで手を振るだけでは、まだそれは保障されない。受け手性を示しているケアワーカーに対して手を振り、それを見たケアワーカーが、「高齢者が自分（ケアワーカー）を呼んでいるということを理解した」振舞いをした時点でようやく指向の重なりが両者に理解可能になったといえる（Display of acknowledgment）。高齢者介護施設のような複数人環境において、特定の参加者を選択することと、選択され

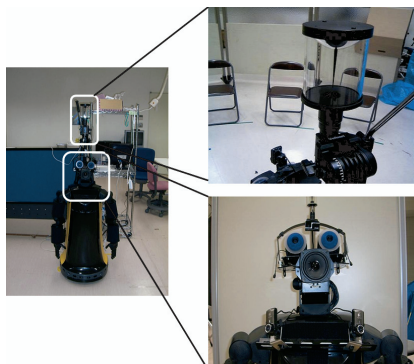


図 7 Robovie
Fig. 7 Robovie.

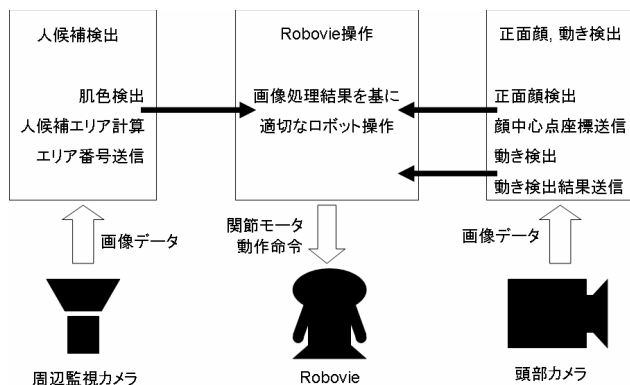


図 8 システム構成概要
Fig. 8 System configuration.

計測する。そのため、全方位カメラからの入力画像を YCrCb 表色系に変換し、閾値処理にて肌色画素を抽出する。全方位映像は 30 度間隔の領域で区切り、閾値以上の肌色画素の領域が検出された場合に、その領域を人物候補位置として検出する。ロボット制御モジュールでは、人物候補検出モジュールによって計測された人物候補位置に基づいてロボット頭部の姿勢を制御し、ロボット頭部を人物候補位置に向けて動作させる。ロボット頭部の制

御は 3 方向 (Yaw, Roll, Pitch) に対応する各関節のモータのステップ値を指定することで行う。正面顔検出モジュールでは、頭部カメラの映像から人物の正面顔を検出し、その中心位置座標を計測する。正面顔の検出には、画像処理ライブラリ OpenCV¹⁵⁾ に付属する Harr-like 特徴を用いた顔検出器を用いた。計測された顔の中心位置座標はロボット制御モジュールにフィードバックされる。ロボット制御モジュールでは、正面顔検出モジュールによって計測された顔の中心位置座標に基づいて、ロボット頭部の姿勢を微調整する。これにより、ロボットはユーザの顔方向に正確に頭部を動かすことができる。また、正面顔検出モジュールでは、ユーザの動き検出も行っている。これには、頭部カメラ画像から動き履歴画像 (Motion History Image) を生成し、勾配が閾値以上となった場合に画像内の人物に動きがあったと判断している。

続いて、ロボットの動作について述べる。まず、ロボットは頭部を左右に動かす。このとき、同時にロボット身体は対象者に向けられている。これは、2 章で示した観点に即しているならば、「対応可能性」を示しているといえる。この動作をしている間に、ロボットは全方位カメラによって、人物候補位置を検索し、ユーザがいる大まかな方向へ頭部を向ける。この頭部を向ける動作が、ユーザにとっては「受け手性」を示そうとする動作として理解可能になる。次に、正面顔検出モジュールにより計測された顔の中心位置に基づいて、ロボット方向を見ているユーザと目が合うように頭部の位置を調節する。こうして目が合った時点で、「受け手性」が獲得されたことになる。そして、目が合ったところでロボットは首を傾げる。これにより、ユーザはロボットが自分のことに気づいたと判断することができる。目が合っているロボットに対して、腕を振るといった大きな動作を行い、ロボットを呼ぶと、ロボットは頷きの動作を行う。この時点で、ロボットとユーザ両者の指向が重なったことがお互いに理解可能になる (理解の表示)。

3.2 ロボットの動作実験

3.1 節で述べたロボットシステムが適切に機能しているか、また、ユーザに良い印象を与えているかどうかを調べるため、評価実験を行った。1 グループ 4 人から 6 人、合計 21 人の大学生・大学院生を対象に実験を行い、印象についてアンケート調査を行った。被験者には、図 9 のようにロボットを中心に約 3 メートル離れたところに等間隔に並べた椅子に座ってもらい、ロボットに呼びかけるよう指示した。目が合ったと感じた人からロボットに呼びかけてもらい、1 度呼びかけた人は、その後、ロボットを注視しないように指示した。実験終了後、表 1 に示すアンケートに 7 段階評価で回答してもらった。

Q-1、Q-2 の平均得点は 5.524、4.476 であり、得点 5~7 をつけた被験者をアイコンタクト



図 9 実験中のロボットと被験者

Fig. 9 Robot and subjects in the experiment.

表 1 アンケート内容

Table 1 Questionnaires.

Q-1	ロボットが周囲を見まわっているように感じたか
Q-2	ロボットを見ている自分に、ロボットは気づいてくれたか
Q-3	ロボットを呼びかけやすかったか
Q-4	ロボットがうなずいたとき、自分のことを見ているように感じたか

ト成功, 1~4 をつけた被験者をアイコンタクト失敗とすると, アイコンタクトの成功率は 66.67%であった。また, アイコンタクトが成功した被験者のみに対して行った Q-3, Q-4 の平均得点は 4.867, 5.333 であった。

アイコンタクトが失敗したケースでは, 被験者の顔の方向に正確にロボットの顔が向いていないことが多かった。画像処理による顔検出, 特に正面顔が安定して検出されない場合に, ロボットは被験者の方向を正確に向くことができない。実験には, 顔に髪がかかる女子学生も多く参加しており, 正面顔が安定して検出されないことが, 被験者にアイコンタクトが失敗したと印象づけた主な原因であると考えられる。これらの性能の改善は今後の課題としたい。

次に, ロボットの見回し方によって, 人間に与える印象に有意差があるのかを検証するために行った実験とその結果について述べる。

3.3 見直し評価実験

2章において得られた知見に基づいて開発したロボットは, 人間に対してどの程度有効なのだろうか。以下, それぞれ異なる見直し行動を設定し, それらを比較してみていく。

- (A) 被験者ごとに頭部の動作を一時停止しながら見直しを行い, 依頼者を発見して反応する。
- (B) 被験者ごとに頭部の動作を停止せずに, ゆっくり左右の頭部を回転させて見直しを行い, 依頼者を発見して反応する。
- (C) 見直しをせずに, 依頼者の方向に頭部を回転させ, 依頼者を発見して反応する。

(A) は, 調査によって得られた知見を反映させたものである。(B), (C) は, (A) がどの程度有効であるかを確認するために, 比較対象として設定した。

本実験では, ロボットは自律的に動作させず, 実験用に作成した遠隔操作プログラムを用いて操作した。これは, 本実験は, ロボットの周囲の見直し方についての印象について調査する実験であり, そのため, 依頼者の発見の成功/失敗によって被験者の印象に差を作らないためである。被験者は 38 人の大学生・大学院生とした。この実験でも, 図 9 のようにロボットを中心に, 約 3 メートル離れたところに等間隔に椅子を 6 脚並べ, 被験者に座ってもらった。1 グループにつき 4 人から 6 人とし, 各動作方法のうち 2 手法もしくは 3 手法の観察を行い, 各観察後に印象評価のアンケート紙に答えてもらった。実験前に, 各グループの被験者に, ロボットに呼びかける順番を指示しておき, 実験中にロボット操作者から番号を指示することで, ひととりの被験者にロボットへの呼びかけを体験してもらった。先入観を持った行動を避けるために, 被験者にはロボットの機能について詳しくは説明せず, ロボットの行動を観察するように教示した。アンケート紙は, 7 段階 28 対の形容詞対からなる SD 法 (Semantic Differential method) を用いて作成した。SD 法とは, 心理学的測定法の 1 つであり, ある事柄に対して個人がいだく印象を相反する形容詞の対を用いて測定するもので, それぞれの形容詞対に尺度を持たせ, その尺度の度合いによって対象事項の意味構造を明らかにしようとするものである。28 の形容詞対の選択や実験設定については文献 16) を参考にした。各形容詞対についての 7 段階尺度 (非常に・かなり・やや・どちらでもない・やや・かなり・非常に) の評定をポジティブな形容詞側が高くなるように 1 から 7 まで数値化して比較を行った (表 2)。

形容詞対の各手法の平均得点を表 2 に示す。すべての回答の集計から, ロボットの印象評定値の理解のために因子分析を行った。一般に, 統計的検定のためには 1 群 10 人以上, 因子分析には 50 以上のデータが望まれる。本実験では, 38 人の被験者により 2 群もしくは 3 群を交代で行っているため, この基準を満たしている。因子分析は文献 17) を参考にを行った。また統計ソフトウェアとして “R”¹⁸⁾ を用いた。

まず, Kaiser-Meyer-Olkin のサンプリング適切性基準に基づいて, 複雑な-単純な, 強気

表 2 形容詞対と各手法の平均得点

Table 2 Bipolar adjective pair and mean values of each experiment.

形容詞対	Method A	Method B	Method C
やさしい-こわい	5.211	4.143	4.227
愉快な-不愉快な	4.263	4.250	4.227
はげしい-おだやかな	2.974	3.000	3.409
感じのよい-感じのわるい	5.000	4.250	4.500
賢い-愚かな	4.816	4.357	4.500
親しみやすい-親しみにくい	5.053	4.107	4.455
敏感な-鈍感な	3.974	3.464	4.273
安全な-危険な	4.553	4.571	4.500
暖かい-冷たい	3.974	4.000	4.227
派手な-地味な	3.000	2.821	3.318
うちとけた-堅苦しい	3.868	3.750	4.455
わかりやすい-近づきがたい	5.132	4.214	4.909
積極的な-消極的な	4.395	3.786	4.636
陽気な-陰気な	3.816	3.821	4.091
近づきやすい-近づきがたい	4.158	4.464	4.500
思いやりのある-わがままな	4.500	4.536	4.455
かわいらしい-にくらしい	4.763	4.750	4.636
人間的な-機械的な	4.974	3.286	3.818
充実した-空虚な	4.000	3.893	4.000
すばやい-のろい	3.500	3.036	3.909
面白い-つまらない	4.553	4.429	4.091
好きな-嫌いな	4.447	4.714	4.273
興味深い-退屈な	4.632	4.821	4.591
良い-悪い	4.842	4.857	4.727
複雑な-単純な	3.632	3.786	3.773
明るい-暗い	4.105	3.964	4.045
速い-遅い	3.579	3.214	4.136
強気な-弱気な	4.105	3.714	4.136

な-弱気な、の 2 項目を分析の対象から除き、固有値に基づいて 5 因子を抽出した。Varimax 回転後の各項目の負荷量および寄与率を表 3 に示す。1 番目の因子は激しい、積極的、速い、といった項目で負荷が高かったため「活動性」因子と命名した。2 番目の因子は面白い、興味深い、良い、といった項目で負荷が高かったため「評価性」因子と命名した。3 番目の因子はやさしい、親しみやすい、人間的な、といった項目で負荷が高かったため「親近性」因子

表 3 Varimax 回転後の各項目の因子負荷量

Table 3 Factor loading (varimax normalized).

形容詞	活動性	評価性	親近性	安心性	明朗性	共通性
やさしい	-0.223	0.069	0.704	-0.047	0.039	0.554
愉快な	-0.420	0.292	0.226	-0.240	0.154	0.395
はげしい	0.488	-0.194	-0.073	-0.445	0.140	0.498
感じのよい	-0.239	0.331	0.586	-0.177	0.083	0.549
賢い	-0.286	0.340	0.362	-0.173	-0.011	0.359
親しみやすい	-0.293	0.117	0.671	0.085	0.193	0.594
敏感な	-0.179	0.304	0.240	-0.567	0.092	0.512
安全な	-0.643	-0.008	0.120	0.088	0.058	0.439
暖かい	-0.616	0.127	0.394	0.020	0.373	0.691
派手な	-0.015	0.169	0.057	-0.444	0.484	0.464
うちとけた	-0.487	0.027	0.250	-0.167	0.484	0.562
わかりやすい	-0.138	0.550	0.326	-0.118	0.111	0.453
積極的な	0.148	0.381	0.179	-0.231	0.388	0.403
陽気な	-0.329	0.243	0.035	-0.160	0.700	0.685
近づきやすい	-0.656	0.301	0.145	-0.108	0.402	0.716
思いやりのある	-0.664	0.212	0.155	0.077	0.208	0.559
かわいらしい	-0.644	0.264	0.263	0.040	0.104	0.566
人間的な	0.030	0.372	0.643	-0.033	0.207	0.597
充実した	-0.258	0.074	0.370	-0.073	0.444	0.411
すばやい	0.081	0.094	0.012	-0.872	0.125	0.791
面白い	-0.286	0.702	0.152	-0.072	0.278	0.680
好きな	-0.655	0.572	0.086	0.098	0.067	0.778
興味深い	-0.206	0.699	0.145	-0.142	0.207	0.615
良い	-0.489	0.581	0.276	-0.085	0.233	0.714
明るい	-0.273	0.428	0.202	-0.180	0.672	0.783
速い	0.105	0.067	0.006	-0.878	0.132	0.804
負荷量の二乗和	4.139	3.204	2.743	2.605	2.481	
寄与率	15.918	12.322	10.550	10.017	9.542	
累積寄与率	15.918	28.240	38.790	48.808	58.350	

と命名した。4 番目の因子は好きな、安全、親しみやすい、といった項目で負荷が高かったため「安心性」因子と命名した。5 番目の因子は陽気な、明るい、派手な、といった項目で負荷が高かったため「明朗性」因子と命名した。因子分析の結果得られた標準因子得点に基づき、ロボットの 3 通りの行動パターン (A), (B), (C) の印象を比較した (表 4, 図 10)。

分散分析の結果、親近性得点に有意性が見られた。この親近性得点について LSD 法に

表 4 各手法の因子得点の有意性

Table 4 Statistical significance of factors.

	活動性	評価性	親近性	安心性	明朗性
Method-A	0.191	0.103	0.512	0.031	-0.095
Method-B	-0.236	0.047	-0.559	0.306	-0.067
Method-C	-0.029	-0.237	-0.173	-0.443	0.250
p	0.173	0.353	0.001	0.018	0.311

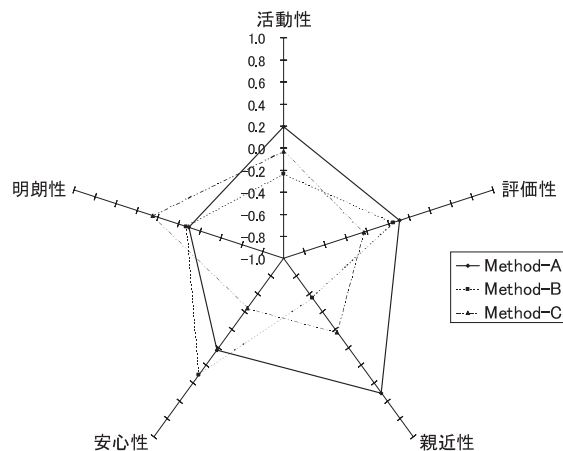


図 10 因子分析の結果

Fig. 10 Result of factor analysis.

よる多重比較を行ったところ、(A) の得点が (B) と (C) の得点よりも有意に大きかった ($p < 0.05$)。有意傾向のあった安心性についても参考のために多重比較を行ったところ (A) と (B) の得点が (C) の得点よりも有意に大きかった ($p < 0.05$)。

以上の結果より、

(A) 被験者ごとに頭部の動作を一時停止しながら見直しを行い、依頼者を発見して反応する、

という、2章で得られた知見を反映したロボットが、ユーザに親近感や安心感を与えることが分かった。

4. 考 察

3章までで、1章で示した、

- (1) 複数人環境において、誰がケアワーカーであるか、そして頼みごとをしていい人なのかを知っている (状況的知識/カテゴリーの問題)、
 - (2) 複数人のケアワーカーの中から、特定のケアワーカーが対応可能性を示す (対応可能性の表示)、
 - (3) 対応可能性を示したケアワーカーに対して、高齢者は呼びかけなどの受け手性を引き出す行為を行い、複数人のなかからそのケアワーカーを選択する。それに対して、選択されたケアワーカーは受け手性を示す (受け手性の表示)、
 - (4) 選択された特定のケアワーカーは、選択されたことに対する理解を示す (理解の表示)、
- という手続きのうち、(2)、(3)、(4) の、高齢者介護施設における具体的な「やり方」の一端が明らかになった。そして、そこで得られた知見をロボットに反映させたところ、ユーザに親近感や安心感を与えるということも明らかになった。この結果と、本稿の研究プロセスからは、以下のようなことが示唆される。

まずは結果から示唆されることを述べよう。人間同士が相互行為を行う際、そこではその状況に即した常識的知識が参照され、用いられる。それを適切な仕方、また適切なタイミングで相互に提示しあうからこそ、相互行為という連鎖的な性格を持つ現象を紡ぐことができる (もちろん適切ではない仕方/タイミングでなされることもあるが、それが相互行為の中で修復されることがあるということは、適切な仕方/タイミングがあるということを証拠だてる)。こうした観点で見れば、相互行為において、相手がこちらの意図を理解しているかどうかの判断尺度は、こちらの行為に対する相手の行為がどれだけ適切な仕方、また適切なタイミングで行われたかという「やり方」に依拠するということになる。ゆえに、本当に理解しているのかといった心的状態はさほど重要ではないといえる。たとえば、相手の話をまったく理解できていなくても、適切なタイミングで相槌を打てれば滞りなく会話が進むという経験は誰しもがあると思われるが、この「滞りなく会話が進む」ということが可能になるのは、相槌が適切な仕方/タイミングで行われたからであろう。

以上の観点から、そうした人々の「やり方」をロボットに反映させ、それが人間-ロボットの相互行為において一定の効果を持ちえたことを示した本稿は、有用な1つの開発指針を示しえたといえる。すなわち、そこで用いられている状況に即した常識的知識を調べ、またその用い方や用いるタイミングを調べることで、人間と「スムーズ」にコミュニケーション

ンをするロボットの開発につながるということである。

続いて研究プロセスについて述べる。本稿のような研究プロセスからは、社会学と工学が領域横断的に共同研究を行うことの有効性も示しているように思う。以下、その有効性についてももう少し詳しく述べていこう。テクノロジーを介した作業 (work) のエスノメソッドロジカルな研究は多い (たとえば、文献 19), 20)。そうした研究では、参与者による「観察可能で報告可能な実践的推論」²⁾ (p.vii) が、その推論において社会秩序を説明可能なものとしているということが中心的なテーゼであった。もちろん本研究でもそうしたテーゼは共有されているものである。

しかし、そうした研究と本研究にはまったく異なる点がある。それは、先にあげた研究は「すでにあるテクノロジー」を介した作業の分析・評価に重点が置かれているが、本研究は、まず実地調査があり、そこでの知見をリソースとして開発が行われるという点である。つまり、前者が研究者によって「あらかじめ設定された問題関心」に基づいて構築した実験的設定から出発するとすれば、後者は人々の日常的な実践の場面から (参与者自身の間で) 問題となっている事柄を見つけ出し、それを支援するシステム開発へ向かうという点で異なっている。このような、テクノロジーが入る前の状況において調査を最初に行うことに、どのような利点があるのだろうか。

まず第 1 に、人々の日常的な実践の場面において見つけることができた問題点が、そのまま開発の指針となりうるということである。

第 2 に、あわせてテクノロジー導入後の調査を行うことによって、比較研究ができるということである。たとえば Heath らは、病院のカルテの使い方について調査した際、手書きのカルテを使っていたときと、最新のデジタル式カルテを使った場合を比較したうえで、デジタル式カルテの問題点を指摘した。それは、デジタル式カルテでは、記入するフォーマットがあらかじめ決まってしまうために、手書きのカルテにおいてよく見られた余白の書き込みといった要素が抜け落ちてしまっているということだった。こうした点において、デジタル式カルテが使いにくいものであるということの理由が明らかになったのである²¹⁾。

以上の点により、テクノロジーが導入される以前の日常的な実践の場面において、社会的視点に基づいた調査を行うことの有効性も再確認できた。

5. おわりに

本稿では、まず、高齢者介護施設において、高齢者とケアワーカー間の「対応可能性の表示」と「受け手性の表示」、そして参与者相互の「理解の表示」という一連の手続きにおい

て制度的な特徴があることを指摘した。また、そうした調査結果をリソースとしたロボットが、人間とコミュニケーションチャンネルを確立する手続きにおいて、親近感や安心感を与えるということを示し、本稿での取り組みが一定の有効性を持つことを示した。そして、人間とロボットとのコミュニケーションシステムを設計する際、まず人びとの日常的な実践の場面において調査をすることの方法論的意義についても示唆した。

今後は、高齢者介護施設において相互行為を支援するようなロボットを開発するために、人間とロボットとのコミュニケーションチャンネルの確立をスムーズに行うためにはどうすべきか、そして、コミュニケーションチャンネルを確立したあと、何がロボットは支援できるのかということを考えていかななくてはならない。また、本稿では検討することができなかった状況的知識/カテゴリーの問題についても検討していく必要があるだろう。そのためにも、本稿で用いたような、人びとの日常的な実践の場面における調査を今後も継続して続けていく予定である。

謝辞 本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度、科学研究費特定領域研究 (19024013)、科学研究費基盤研究 A (19203025) および科学研究費特別研究員奨励費 (207402) の助成を受けたものである。

参 考 文 献

- 1) Heath, C.: Talk and Reciprocity, *The Structure of Social Action*, Atkinson, J.M. and Heritage, J. (Eds), pp.247-265, Cambridge University Press (1984).
- 2) Garfinkel, H.: *Studies in Ethnomethodology*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall (1967).
- 3) 秋谷直矩, 丹羽仁史, 坪田寿夫, 鶴田幸恵, 久野義徳, 山崎敬一: 介護ロボット開発に向けた高齢者介護施設における相互行為の社会学的分析, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.3, pp.798-807 (2007).
- 4) Yamazaki, K., et al.: Prior-to-Request and Request Behaviors, *Proc. 10th European Conference on Computer-Supported Cooperative Work (ECSCW 2007)*, pp.61-78, Springer (2007).
- 5) Goffman, E.: *Encounters*, Bobbs-Merrill, Indianapolis (1961). 佐藤 毅, 折橋徹彦 (訳): 出会い, 誠信書房 (1985).
- 6) Kendon, A.: *Conducting Interaction*, Cambridge University Press, Cambridge (1990).
- 7) Sacks, H., Schegloff, E. and Jefferson, G.: A Simplest Systematic for the Organization of Turn-taking in Conversation, *Language*, Vol.50, No.4, pp.696-735 (1978).
- 8) Goodwin, C.: *Conversational Organization*, Academic Press (1981).

- 9) Schegloff, E.: Body Torque, *Social Research*, Vol.65, No.3, pp.535-596 (1998).
- 10) Lerner, G.H.: Selecting Next Speaker, *Language*, Vol.32, No.2, pp.177-201 (2003).
- 11) 板原達也, 葛岡英明, 山下 淳, 山崎敬一, 中村裕一, 尾関基行: 対話型作業支援システムにおけるロボットの補助効果に関する研究, *情報処理学会論文誌*, Vol.48, No.2 (2007).
- 12) 村上生美, 渡辺富夫, 檀原龍正: 患者-看護師役割コミュニケーションにおける音声駆動型身体引き込みキャラクタ InterActor の評価, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol.7, No.1, pp.157-165 (2005).
- 13) Cassell, J., Vilhjalmsson, H. and Bickmore, T.: BEAT: The Behavior Expression Animation Toolkit, *Proc. SIGGRAPH2001*, pp.477-486 (2001).
- 14) ATR: ヒューマノイドロボット Robovie-R ver.2.
<http://www.irc.atr.jp/product/Robovie/robovie-r2-e.html>
- 15) Intel Open Source Computer Vision Library (OpenCV). <http://opencv.jp/>
- 16) 神田崇行, 石黒 浩, 小野哲雄, 今井倫太, 中津良平: 人間と相互作用する自律型ロボット Robovie の評価, *日本ロボット学会誌*, Vol.20, No.3, pp.315-323 (2002).
- 17) 繁樹算男, 柳井晴夫, 森 敏昭: Q&A で知る統計データ解析 DOs and DON'Ts, サイエンス社 (1999).
- 18) The R Project for Statistical Computing. <http://www.r-project.org/>
- 19) Suchman, L.: *Plan and situated actions*, Cambridge University Press (1987). 上野直樹, 水川喜文, 鈴木英幸 (訳): プランと状況の行為, 産業図書 (1999).
- 20) Button, G. (Ed.): *Technology in Working Order*, Routledge, London (1993).
- 21) Heath, C. and Luff, P.: *Technology in Action*, Cambridge University Press (2000).

(平成 20 年 4 月 14 日受付)
(平成 20 年 10 月 7 日採録)



秋谷 直矩

2007 年埼玉大学大学院文化科学研究科修士課程修了。現在同大学院理工学研究科博士後期課程在学中。2008 年より日本学術振興会特別研究員 (DC2)。専門はエスノメソドロジー・会話分析。相互行為に関する研究に従事。日本社会学会, 関東社会学会, 日本保健医療社会学会, 福祉社会学会, 日本社会学理論学会, 電子情報通信学会各会員。



丹羽 仁史

2008 年埼玉大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。在学中, コンピュータビジョン, ヒューマンロボットインタラクションに関する研究に従事。現在, 富士重工業 (株)。



岡田 真依

2008 年埼玉大学教養学部卒業。現在, 埼玉大学大学院文化科学研究科修士課程在学中。ミュージアムにおけるガイド行動研究に従事。特に, ミュージアムのギャラリートークにおける「沈黙」や「うなずき」に焦点化し, 分析を行っている。



山崎 敬一

埼玉大学教養学部教授。専門は社会学, エスノメソドロジー, 会話分析, CSCW, CHI, ロボットヒューマンインタラクション。主な著書として『モバイルコミュニケーション』(編著, 大修館, 2006 年), 『社会理論としてのエスノメソドロジー』(ハーベスト社, 2004 年), 『実践エスノメソドロジー入門』(編著, 有斐閣, 2004 年)。



小林 貴訓 (正会員)

2000 年電気通信大学大学院情報システム学研究科修士課程修了。2000 ~ 2004 年三菱電機 (株) 設計システム技術センターにて, ソフトウェア生産技術の開発に従事。2007 年東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了。博士 (情報理工学)。現在, 埼玉大学大学院理工学研究科助教。コンピュータビジョン, ヒューマン・コンピュータ・インタラクションに関する研究に従事。



久野 義徳 (正会員)

1977年東京大学工学部電気工学科卒業。1982年同大学大学院工学系研究科博士課程修了。同年(株)東芝入社。1987~1988年カーネギーメロン大学計算機科学科客員研究員。1993年大阪大学工学部電子制御機械工学科助教授。2000年より埼玉大学工学部情報システム工学科教授。現在、同大学大学院理工学研究科数理電子情報部門教授。工学博士。コンピュータビジョン、知能ロボット、ヒューマンインタフェースの研究に従事。電子情報通信学会、日本機械学会、日本ロボット学会、人工知能学会、計測自動制御学会、電気学会、IEEE、ACM 各会員。



山崎 晶子

東京都立大学大学院修士課程修了。2000年より公立ほこだて未来大学情報システム科学部講師、2006年助教授、2007年准教授、2008年4月より東京工科大学メディア学部教授。専門は社会学、相互行為分析、ヒューマンインタラクション、ヒューマンコンピュータインタラクション。