

相手の状態の配慮に基づく非言語行動表現

Nonverbal Movement Based on Considering Other States

吉岡源太^{1*} 竹内勇剛¹
Genta Yoshioka¹ Yugo Takeuchi¹

¹ 静岡大学

¹ Shizuoka University

Abstract: 対話のできるエージェントが開発されているが、それらの多くは対話し人と社会的な関係を構築することを目指しており、ロボットがどのようにアプローチするかが重要となる。相手の状態を読み話しかけを行うロボットも検討されているが、会話をするのに最適な相手に対してのみ会話を行う。しかし、コミュニケーションにおいて相手も話したいと思っている相手と会話を行う以外のケースもあり、その相手の対象とした場合のコミュニケーションについても考える必要がある。つまり、相手の状態に配慮した会話開始行動モデルが必要となる。そこで本研究では人の配慮に基づく行動を観察した。その結果、人は自身は話しかけたいが相手が他の課題に取り組んでいる状況を想定したとき、正面から直接話しかけることを避け回り込み横から話しかけるという特徴がみられた。

1 はじめに

人との対話を行うロボットの開発が盛んに行われており、多くの研究が行われている。それらの研究では人、動物を模したロボットとのやり取りの中で人と社会的な関係を構築することを目的としている [1][2]。実際にペッパーによる店頭の受付や案内業務の実証実験がニュースとなっている [3]。それらのロボットは人のかかわりを持つために人に対しどのようにアプローチが重要となる。神田らの研究では人にうまく話しかけるためのアプローチとして相手が話しかける意図があるかどうかを判断し、その相手を対象に話しかけるアプローチを行っている [4]。

しかし、必ずしも相手の状態状態がロボットにとって話しかけるために最適な状態であるとは限らない。例えば、相手が別の課題を行っている状態（本を読むなど）であり、そちらに注意がそれている場合などがある。このような場合、相手は話しかけられることを望んでいる可能性が低いと考えられるため、相手に配慮し会話を行わなければ相手に不快感を与える可能性がある。場合によっては会話を拒絶されてしまうこともあるかもしれない。逆に、相手がこちらの関心を持つまで待っているだけでは関係性を気付くのに時間がかかるだけでなく、無視されてしまう可能性もある。

この問題を解決するためには相手の状態を考慮し相手に不快感を与えないようなアプローチを検討する必要がある。そこで本研究では話しかける相手の状態に

よってどのように表現を行い、アプローチをするのかを観察し、モデル化を行うことを目的とする。この配慮したアプローチをモデルすることにより、初対面における関係構築のリスクを低減させ、より積極的な関係構築を実現することにも寄与することが期待できる。本稿ではモデル化ため人の行動からどのようにアプローチを行っているかを検証した。

2 背景

2.1 コミュニケーションと配慮

相手に配慮するということは相手の状況や気持ち、立場などの関係性を考え行動することである。これはより相手との良好な関係を構築する。またこのような配慮は譲歩の返報性（互惠性）となる可能性がある。[5] 互惠性では相手の譲歩に対して、こちらも譲歩するように互いに利益をもたらすように行動する。このような互惠性は社会的な関係をより持続・発展にするために必要なものとなる [6]。

会話開始においても配慮は必要で相手に対する配慮表現によって互惠的なインタラクションを行うことで相手に対して会話を誘発する。しかし、会話の開始前は当然ながら言語的な交渉ができるわけではなく、非言語において相手に配慮していることを表現する必要がある。そこで本実験では非言語に着目し、非言語によってどのように配慮を行うのかを観察する。

*連絡先：静岡大学創造科学技術大学院情報科学専攻
〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1
E-mail: dgs15010@s.inf.shizuoka.ac.jp

2.2 接近性と非言語チャネル

接近性とは2者間において認識されたある一定の身体的、心理的な親密性のことである [7]。接近性は好む対象に対しては近づき、嫌いな対象には回避する。接近的行動には相手の距離やアイコンタクトの頻度と時間、外見の良さ、接触の頻度などで表される。接近的行動は相手に親しみを与えるだけでなくコミュニケーションを促進させる機能も持つ。逆に非接近的行動はする相手は親密な関係を構築されず、コミュニケーションを抑制する。つまり、近接行動と非接近行動はコミュニケーションをしたいといった欲求を表現となる可能性を示唆する。直接的な欲求をぶつける行動を避けつつも、コミュニケーションをしたいという表現が配慮をにつながるのではないかと考えられる。

次に非言語情報のチャネルは、非明示的なものに限られると言語に密接な声のトーン・大きさ、シンボリックな表情・ジェスチャーなどは除外される。そこで本実験では対人距離について着目する。対人的な距離において Hall は相手との関係について、また西出によって会話についても検討がされている [8][9]。西出による分類は以下の通りである。

- 排他域
50 cm 以下。絶対的に他人を入れたくない範囲
- 会話域
50 cm ~ 1.5 m。日常の会話が行われる距離（会話に対する強制的な圧力を感じる距離）
- 近接域
1.5 ~ 3 m。普通、会話をするためにこのゾーンに入るが、会話をしないでこのゾーンに居続けることも不可能ではない 距離。
- 相互認識域
3 ~ 20 m。このゾーンでは、知り合いであるかどうか分かり、相手の顔の表情も分かる。普通、挨拶が発生する距離。

このように会話についても検討し分類されているが、会話域も確実に会話始まるわけではなく、そこに理由があれば例外となる可能性がある。さらに距離間においても相手と相手への配慮については検討されていない。

また位置関係では、Kendon は複数の会話を行うために向かい合ったときお互いに一定の空間が維持される現象を F 陣形と定義している [?]。会話話者の間で維持される空間（O 空間）は会話者の身体配置でつくられる空間（P 空間）に囲まれ形成される。この P 空間の外側の空間（R 空間）は会話を傍観している領域である。また形成される F 陣形は2人の場合、対面、L字型、隣り合わせがある。さらに、いくつかの会話状

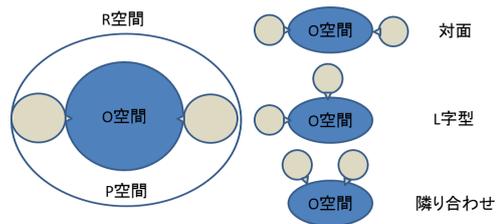


図 1: F 陣形

況についての座席選択では日常会話する際は直角の座席位置を、共同作業では隣り合わせを競争の場合は対面する座席位置を選択する傾向がある [?]

これらのように人と人の配置にはコミュニケーションの形態を作り、それは2者間の関係についても説明することがある。そこで本研究では特に2者間の位置状態が配慮の表現について距離・位置関係について着目し、どのように影響するかを検証する。

2.3 配慮に基づく行動観察

配慮に基づく非言語モデルを構築するためには配慮がどのように相手に表現され、また人がどのように相手の配慮を認知するかを検証しなくてはならない。しかし、一般的な会話開始は相互の行動によって意図が表現されるため、そのうちの一つである配慮を示す表現だけを判断し検証することは困難である。そこで、本実験では話しかける対象の状態を想定する教示をした場合にその内容によって実験者がとる行動を観察する。

また、前節の通り、人の持つ非言語チャネルは多く、多様であるため人同士での交渉から、どの行動が相手に配慮の認知を促したか判断が難しい。実験では会話対象をマネキン（株式会社ディスプレイコーポレーション、可動マネキン 168cm）とする。なぜならば、人同士でのコミュニケーションを測定しようとした場合、観察指標とする人の向きと位置以外にも手がかりとして推測が可能であるからだ。自律的なロボットを用いた場合も人と同様である。

本実験ではマネキンを会話対象とし、相手の状態を想定してもらうことで表現をどのように行動するのかを観察する。この実験では一方のみが動く状況であり、話しかける側は相手と会話したいという状態として振る舞わせる。これにより、話しかけるタイミングでの距離、陣形を検証することができる。

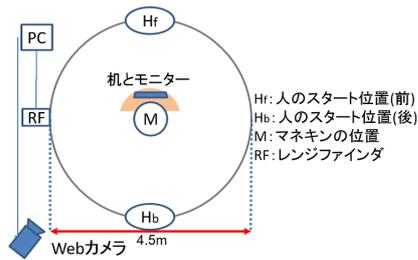


図 2: 実験環境



図 3: 実験の様子

3 実験 1

3.1 実験目的

本実験ではモデル構築の検証として話しかける対象の状態を想定させることによって話しかける側の対人距離・話しかけ位置を観察する。

3.2 実験内容

3.2.1 実験課題

実験協力者にはマネキンを話しかける相手であると想定し、話しかける課題を行ってもらう。この課題ではフィールドの中心にマネキンが椅子に座った状態設置されている。また、マネキンはモニターを見ているような状態で設置されており、テレビを見ている相手として教示する。さらにマネキンは実験協力者に対して初対面の相手であるが、今後も友好的に関わりたと思っている存在であり話しかけたい対象であることを想定してもらうよう教示する。実験協力者はマネキンの前側(Hs)と後側(Hf)の実験フィールドライン上から開始する(図2)。実験課題時間は声掛けを行うか接近し肩を触るなどの相手と接触し気づかせるような行動をした場合に終了とする。課題中は実験者が部屋の中の実験協力者に見えない位置でWebカメラを通してモニタリングを行う。

3.2.2 実験環境

実験のフィールドは4.5mの円の中で行う(図2)。フィールドの真ん中には上記で説明したマネキンが椅子に座った状態である。また、マネキンの前には机と机の上にモニターが設置されている。モニターには画面に映像を表示はしないが、テレビを見ている相手として想定しやすいように配置しておく。

3.3 実験条件

実験は1要因被験者間で行う。状態想定要因は実験協力者に対してマネキンがどのような状態であるかを教示する要因である。マネキンはテレビを見ている状態でその集中の程度が教示によって説明される。

C1では「相手はテレビを見ることに集中しています」と教示する(集中)。C2では「相手は暇でテレビを見ている」と教示する(中間)。C3では「相手はテレビの方を見ているが気が散っている」と教示する(散漫)。

C1はコミュニケーションをとりづらい状況設定であり、相手は配慮を提示する可能性が高いと考えられる。C2は想定を実験協力者に委ねられるため、ニュートラルであるにとらると考えられる。C3ではモニターを見ている状況であるが、相手とはコミュニケーションをとりやすい状況設定であるため実験協力者は配慮を提示する可能性が低い想定される考えられる。本実験では情報学を専攻する大学生・大学院生30名で、各条件10名の結果を提示する。

3.4 観察項目

- 話しかけるまでの行動
- 話しかけたときの状態(身体位置)
- アンケート(社会的スキルについて)

3.5 結果

3.5.1 コミュニケーション開始位置

コミュニケーション開始位置は接触あるいは話しかけを開始した位置とする。コミュニケーション開始位置はF陣形の対面、L字型、隣り合わせとそれ以外(マネキンの後)と分類した。

結果は正面側から話しかけた場合は図4、後ろ側から話しかけた場合は図5のようになった。図を見ると

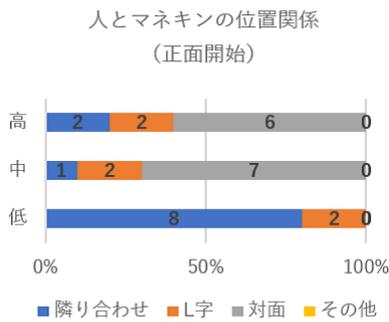


図 4: 話しかけ位置 (正面側スタート)

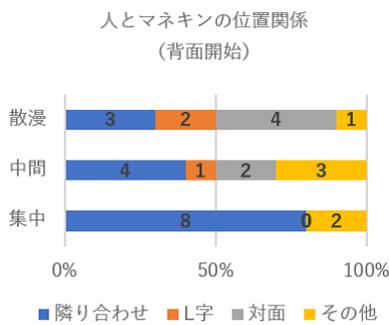


図 5: 話しかけ位置 (背面側スタート)

正面側ではマネキンがテレビを見ることに集中している状態と想定した場合により多くの実験者協力者が隣り合わせとなる位置関係から話しかけを開始していることが分かった。逆に、テレビを見ている状態、暇でテレビを見ている状態を想定した場合は隣に行くまでの移動に対するコストを割くことを避けている。

背面側でも同様にマネキンがコミュニケーション状態を低い状態と想定した場合により多くの実験者協力者が隣り合わせとなる位置関係から話しかけを開始していることが確認された。しかし、背面側からの話しかけは隣り合わせ状態の方がコストが低い。また、その他に分類されるほとんどはマネキンの後であったため、単にコストが低かったからとも考えられる。

3.5.2 コミュニケーション開始位置までの行動

コミュニケーションを開始するまでの移動は図 6 に示す。実験協力者の移動軌跡のサンプルであるサンプルはマネキンの隣り合わせの位置になるように行動した実験協力者をサンプルにした。図 6 に示すように相手がテレビに集中している状態を想定する場合は回り込むように移動し、そうでない状態を想定する場合で

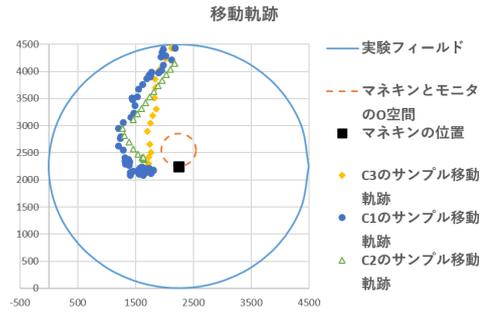


図 6: 各条件の移動軌跡のサンプル

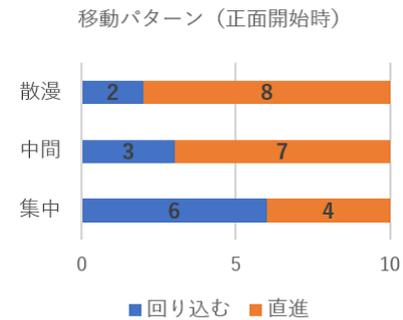


図 7: 移動パターン (正面開始時)

は直進するように移動している。これは、抽出したサンプルだけがこのようになっているのではなく、各条件で同様の特徴が多くみられた。その結果を図 8 に示す。図 8 に示す通り、マネキンがテレビを見ることに集中している状態を想定した場合は回り込むような動きが最も多い結果となった。会話を開始するために相手に接近するのであれば、相手のほうに直進するように移動するほうが効率がよい。しかし、相手の状態を想定して話しかけを始める場合は接近しつつも回り込むという回りくどい行動をとっている。また、机などの物理的に邪魔なものがあっても、図 6 の C 1 のような軌跡で必要以上の回避を行っているものであった。つまり、実験協力者は会話のために接近しつつも、その会話をしたいという意図を悟られないように回り込むような形で接近していたのではないかと考えられる。これは実験協力者が想定する相手の状態に合わせて、配慮した行動であると考えられる。

また背面側スタート時は正面時のように回り込む行動はあまり確認できず、どの状態であってもほとんど直進パターンでコミュニケーション開始位置までに移動する。このことを踏まえると実験協力者は相手にみられていると想定される状況下では配慮行動を行い、そうでない場合では配慮行動しないという結果となった。

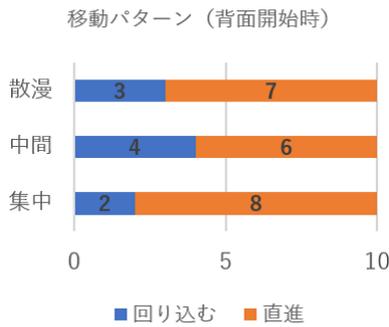


図 8: 移動パターン (背面開始時)

つまり、配慮行動は相手との交渉的な行動であり、相手の目に届く範囲では配慮しているように見せる。

しかし、本実験では話しかけなければいけない状況であったため、配慮として移動していたとは断定しづらい。例えば、本来話しかけたくはないが、話しかけないということで話しかけたとすると本実験で見た回り込むような行動は回避行動と考えられる可能性がある。つまり、配慮行動と回避行動において違いがあるのかどうかの検証が必要となる。

4 実験 2

4.1 実験目的

相手の状態を配慮した行動と回避行動の比較のため、相手に対して話しかけたい状態どうかを教示によって想定させることで行動が変わるかどうかを観察する。さらに話しかけない場合においても配慮のような行動があるのかを観察する。今回の実験課題では、話しかけないという行動もできる状態で観察を行った。

4.2 実験内容

4.2.1 実験課題

本実験では実験協力者側の状態を想定するため、実験協力者が道に迷っていて相手に道を尋ねるといった状況設定を教示した。また、実験協力者にはマネキンを話しかける相手（道を尋ねる対象）であると想定し、話しかけを行ってもらう。この課題ではフィールドの中心にマネキンを椅子に座わり、本を読んでいるような状態設置されている。実験協力者はマネキンの前側の実験フィールドライン上からスタートする。実験課題時間は声掛けを行うか接近し肩を触るなどの相手と接触し気づかせるような行動をした場合に終了とする。また、話しかけない場合にはマネキンの後ろ側に目印が

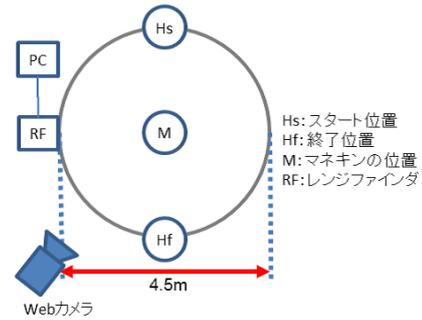


図 9: 実験環境

あり、その位置まで移動した場合も終了となる。課題中は実験者が部屋の中の実験協力者に見えない位置で Web カメラを通してモニタリングを行う。

4.2.2 実験環境

実験のフィールドは 4.5m の円の中で行う (図 9)。フィールドの真ん中には上記で説明したマネキンを椅子に座り本を持った状態である。

4.3 実験条件

実験は 2 要因被験者内で行う。実験協力者状態要因 (道に迷って困っている程度) とマネキンの状態要因 (別のタスクに集中している程度) の 2 要因である。話しかける相手 (マネキン) の状態の教示は以下の通り、

- 相手は本を集中して読んでいる (集中)
- 相手は本を読んでいる (中間)
- 本を読み終え、本を持っている (散漫)

さらに、状況を想定しやすいように本を読んでいるか否かによって、マネキンの首の角度を変化させた。話しかける側 (実験協力者) の状態の教示は現在道に迷っている状態がどのレベルかを教示することによって操作する。教示内容は以下の通り。

- 携帯の電池が切れた状態で自分では解決できない状況である。(解決不可)
- 目的地付近には来ているが道に迷っている。時間をかければ自力でも解決できそうな状況である (解決中)
- 携帯が使える、問題なく自身で解決できる状況である。(解決可)

表 1: 実験 2 の条件

		実験協力者状態要因		
		解決不可	解決中	解決可
マネキン 状態要因	集中	C1	C2	C3
	中間	C4	C5	C6
	散漫	C7	C8	C9

これらの要因の条件は表 1 にまとめる。本実験では情報学を専攻する大学生・大学院生 10 名での結果を報告する。

4.4 観察項目

- 色彩知覚課題の実行回数
- 話しかけるまでの行動（身体位置・顔の向き、手の動き）
- 話しかけたときの状態（身体位置・顔の向き）
- 話しかけるまでの時間
- アンケート

4.5 結果と考察

4.5.1 コミュニケーション開始位置

各条件において話しかけを行った実験協力者数が 5 人より多い条件は C1 (7 名), C4 (9 名), C7 (10 名) であった。実験協力者がマネキンに対して会話した位置の距離と角度を図 11, 12 のようになった。マネキンから見た実験協力者の位置方向は右からの接近と左からの接近で差が出ないように図 10 に示すようにマネキンの向いている正面方向を 0° とし、正面が離れるほど角度が大きくなるよう統一した。この結果を見ると、実験協力者は最終的に条件と関係なく同程度距離、同程度角度の位置から会話を行っている結果となった。

4.5.2 コミュニケーション開始までの移動

実験協力者がスタート位置から会話終了位置への方向を X' 軸、この X 軸に直交しフィールドの円の外側方向側を Y' 軸として座標変換し分析を行った (図 13)。Y' 軸は話しかけ開始位置までの移動における回り込みの程度を示す。図 14 に実際の実験協力者 A の C1, C4, C7 の座標変換した移動軌跡を示す。C1 はほかの条件よりも大きく回り込み、また最大は話しかけ開始

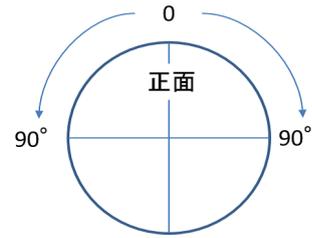


図 10: マネキンと実験協力者の位置関係 (角度)

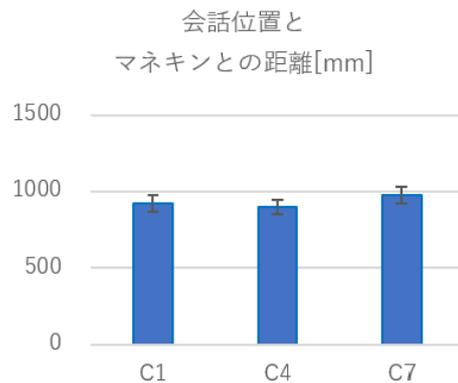


図 11: マネキンと会話位置の距離

位置に近い位置でピークを迎えていた。つまり、実験協力者 A は話しかけ開始位置に近づくぎりぎり、回り込むように移動していたと考えられる。C4, C7 は逆は Y' のピークが小さく、開始位置近くでピークに達していた。これは早い段階で、回り込みを終えて積極的に話しかけ開始位置に移動している。

この分析によって実験協力者がコミュニケーション開始までにおける回り込みのピークの大きさとピークを迎えた時のマネキンとの位置関係 (マネキンから見た実験協力者の角度) を調査した。回り込みのピーク値の平均は図 17 に、マネキンとの位置関係 (マネキンから見た角度) 平均は図 18 に示す。実験協力者のほとんどが C1 の条件で大きく回り込んでいた。また、この条件では最もマネキンの正面から遠い位置でピークに達していた。

つまり、相手が本に集中している状態を想定している場合、まわりこんでおり、相手の真正面での相手へのアプローチは避けているように移動している。

4.5.3 話しかけない場合の移動

過半数以上が話しかけなかった条件 C2 (9 名), C3 (10 名), C5 (8 名), C6 (10 名), C8 (5 名), C9 (10 名) の

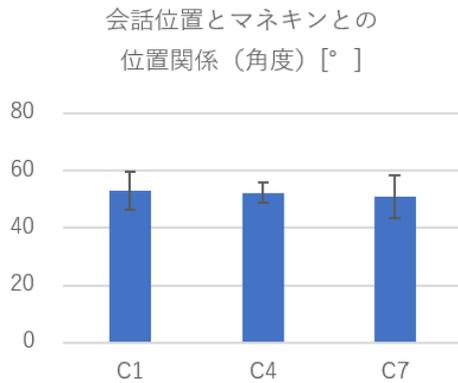


図 12: マネキンと会話位置の角度

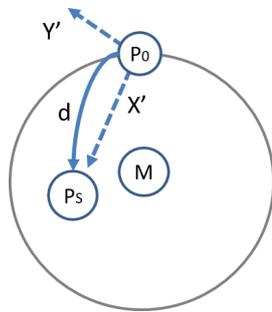


図 13: 座標変換

結果を示す。図 9 のスタート位置 H_s から終了位置 H_f に移動する。この時の移動の Y' のピーク値はどの程度マネキンを避けようとしている動きであったかを示すものとなる。 Y' のピーク値は C2 の条件では他の条件よりも近い位置でマネキンを避けているが、ほとんどの条件で差が生じなかった。また、 Y' のピークとなる位置とマネキンとの角度は条件間でほとんど差はなかった。これらの結果からマネキンを避ける場合は相手の状態に関係なく、同じような形でマネキンを避けることがわかる。

またこれらの結果はマネキンの死角範囲まで避けるように移動している。つまり、相手に対して会話の意図がない場合には相手の見られていると想定できる範囲まで相手を避けるように移動する。

これらの結果から話しかけ時の配慮表現と話しかけない場合での違いは相手の視界内で回避的な表現をするのか、視界範囲外まで回避行動をとるのかの違いとして明確となった。

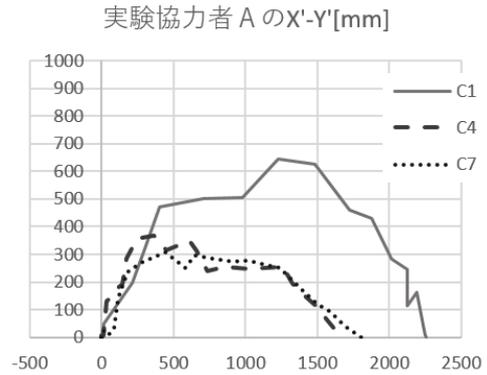


図 14: 座標変換のサンプル (C1,C4,C7)

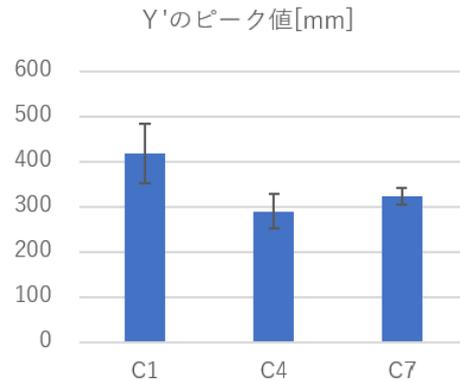


図 15: Y' のピーク値

4.6 考察

実験 1 では相手が別のタスクに集中している状態では相手に配慮するかのように回り込むような動きを行い、相手の隣で最も近い位置へ接近し話しかけを行った。またその際接近の際は回り込むような動きを行っている。実験 2 でも同様な結果を得られたが、実験 2 では相手の隣というよりも相手の斜め前の位置から話しかけられた。これらの違いはその後に想定される話の展開が要因と考えられる。実験 1 では相手に関心があり、親密になりたいために話しかけを行う。そのため、相手の関心を引くように話しかけなくてはならない。その時相手がテレビを見ているのであれば、テレビの情報から相手の興味を図りつつ会話ができるため、そのような位置を選択したのではないかと考えられる。実験 2 では道を尋ねるという立場であるが、日常的なやりとりに近い。2.2 節で説明したように Cook の実験では日常会話をするときの選択位置は L 字のような位置か対面状態となるような座席を選択しやすい。よってそれ

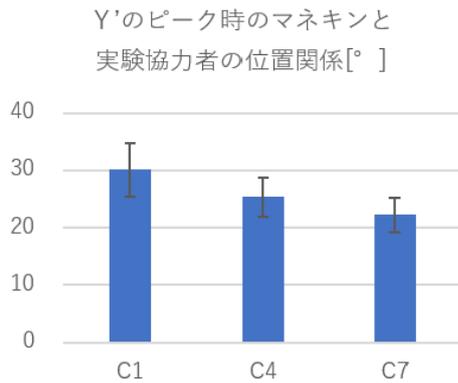


図 16: Y' のピーク時のマネキンと実験協力者の位置関係 (角度)

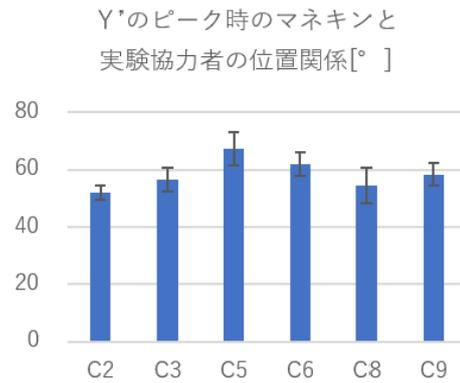


図 18: Y' のピーク時のマネキンと実験協力者の位置関係 (角度)

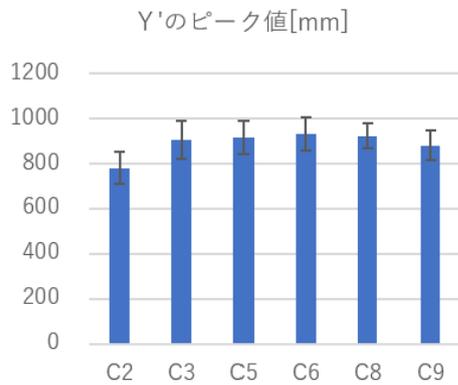


図 17: 話しかけない場合の Y' のピーク値

ぞれの実験での会話開始位置が違っているのだと考えられる。また、実験 2 では話しかけ位置に違いが生じなかった。これは相手への話しかけが道を尋ねるといふ依頼する形であったために生じたと考えられる。さらに実験 1 では机が移動の邪魔であったためそれを避けるコストが生じていた。よって話しかける相手の状態に違いがあったにもかかわらず、実験 1 と 2 では話しかけ位置に違いが生じたのではないかと考えられる。

次に配慮的な動作について実験 1・2 より相手の視界に入ると想定される範囲内で相手の状態によって動きを変化させていた。実験 1・2 どちらもマネキンに状態を想定してもらっただけでおのような配慮行動が確認された。この結果は相手の状態が想定されれば、ロボットなどの人工物でも配慮が生じる可能性がある。つまり、相手に配慮した行動の取れるロボットが作れたとしても、ロボットが忙しそうなどの話しかけにくい状態であると会話の機会を損なうという問題も生じうる。

今後ロボットにおいても話しかけやすい状態とはどのようなものかも考えなくてはならない。

5 むすび

本研究では配慮を非言語から表現することによってよりリスクが低いコミュニケーション開始モデルを構築すること目的とする。実験では置関係に対して着目し、相手の状態を想定することでどのように配慮を提示するか確認するため、マネキンを用いて片方が状態を想定して行動する状況を作った。この結果、相手に対して配慮する場合は直接的な接近を行うのではなく、やや控えめに回り込むような形で話しかけを行う。

この実験ではマネキンを用いているが、今後人やロボットからその他の非言語情報も加えた状態で配慮の表現とそれに対する認知について調査し、このモデル化を行いたいと考えている。さらにこれらのモデルの手がかりとなる接近性は外見やジェスチャーのようなシンボリックな表現ができる pepper を用いた際にこれらも要素と含まれるのか、接近性行動だけでもその重要性を示すのかも検討したい [11]。このモデルの構築により、社会的リスクの低い関係形成を実現することが可能になり、両者の実現の持続的な関係維持をすることにも寄与すると考えられる。

謝辞

本研究は MEXT 科研費 26118002 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 田島 年浩, (2000) “感情をもったペット型ロボット” 映像情報メディア学会誌”, Vol. 54, No. 7, pp. 1020-1024.
- [2] 日永田 智絵, 阿部 香澄, 長井隆行, (2014) “ロボットと子どもの身体的コミュニケーション～手をつなぐことによる関係性の構築～” 情報処理学会, 2S-2, pp. 411-412.
- [3] “はま寿司で Pepper を店頭の受付や案内業務に活用する実証実験について” (2017)
- [4] Yusuke Kato, Takayuki Kanda, Hiroshi Ishiguro, May I help you? - Design of human-like polite approaching behavior -, ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (HRI 2015), pp. 35-42, 2015.
- [5] 植村勝彦, 松本青也, 藤井正志, (2000) “コミュニケーション学入門”, ナカニシヤ出版, pp.54-55.
- [6] 大橋正夫・長田雅喜, (1986) “対人関係の心理学” 誠信書房.
- [7] V ,P リッチモンド, J, C, マクロスキー, (2006) “非言語行動の心理学,” 北大路書房. , pp. 165-190.
- [8] 渋谷昌三, (1990) “人と人との快適距離：パーソナルスペースとは何か” 日本放送出版協会.
- [9] 西出和彦, , (1986) “人と人との間の距離” 5, pp.95-99.
- [10] Kendon, A. (1967). ”Some functions of gaze direction in social interaction.” Acta Psychologica 26: 1-47.
- [11] “Pepper (一般販売モデル)” , <http://www.softbank.jp/robot/>, (2016 年 9 月 17 日).