

原初的な身体行為を通じた他者との関係形成過程の観察

Cognitive process of social association with another person through primitive physical acts

中田達郎^{1*} 竹内勇剛¹
Tatsuro NAKADA¹ Yugo TAKEUCHI¹

¹ 静岡大学 大学院情報学研究科
¹ Graduate School of Informatics, Shizuoka University

Abstract: By observing an interaction in the situation where information about the partner is not given at all, this study aimed to model an initial stage of the formation of relation with the unknown partner and to figure out the process of the relation formation and the cognitive process. As a result of observation, when a person recognized the existence of his or her partner, the possibility was suggested that the person judged whether the object was human or not by attaching importance to "the partner's act that is not like human act" rather than "the partner's act that is like human" in the partner's reaction to the intended act by the person.

1 はじめに

人間社会に適応するロボットの開発を目標とし、人とコンピュータ、ロボットといった「人とインタラクションを行うモノとしての Communicable Artifact(CA)」との相互行為を通じた関係形成に関する研究が近年注目されている [1]。この研究に関連して、人同士の相互行為に関する研究も行われている [2]。これらの実験では、被験者は予め相互行為を行う対象が、CA あるいは人であることを見た目や教示から知っており、共同作業により達成すべき課題が与えられている場合が多い。いわばコミュニケーションを行うことが前提となっており、実験課題によってある種の「社会的な役割」を CA に人為的に付与してしまっている。

一般に人間社会は目的の体系であり、反射的な反応を除く全ての人の行為は原則として合目的であり、その行為の集合が人間社会として有意義性を持つと考えられている。これは人が志向性(意図性)を包括する存在であるという直感的な認識に起因している。ゆえに人の行為を「ある種の意図性を含む」という先天的な認識に基づいて定義を行ってしまうのである。結果として、あらゆる人の行為を「意図を含む行為」として定義し、行為には全て意図性を含むことが自明として見られており、本当に人の行為(反射的な反応を除く)全てが意図性を含んでいるかの議論は行われていない。

これに対し、本研究では被験者を相手の確認ができないように別空間に隔離することで、コミュニケーションの対象を未知の存在とする。被験者は相手の反応を予測することができないどころか、相手が人なのか CA なのか、更にはコミュニケーション自体が可能な相手なのかも判断することが不可能となる。未知の相手と

のコミュニケーションの観察、観察者の主観に基づくタスクを与えない状況でのインタラクションの観察を行うことで、人 CA の先天的な関係性を排除した上での相互行為を観察することが可能となる。

我々は人 人とのコミュニケーション以外にも、人 動物、人 コンピュータとのコミュニケーションにおいても、主に言語を利用している。また言語を用いることによってより高度に複雑なコミュニケーションを可能としている。しかし、言語は人が生来から獲得してきた人間独自のコミュニケーション方法であり、言語を用いてインタラクション可能ということ自体が、相手側を先天的に人間社会に適応している存在として捉えてしまうことになる。そこで本研究では「叩く」という原初的な行為に着目した。また「叩く」という行為は能力・個人差の影響が少ないと考えられ、相互行為を観察するに適した行為である。更には、被験者が実践的生活者であり、「叩く」という行為をした後、相手側の環境から自分の行為に対応するように反応があった場合に、相手と何らかの関係が形成されることを実践的生活者は常識として知っているからである [3]。仮に図 1 のように壁の向こうの部屋から壁に何かがつぶかった音が聞こえたとする。だが、人がその音を風や機械によって偶然になった音と判断した場合には壁を叩き返してコミュニケーションを取ることはないであろう。人は、壁から聞こえて来る音に対して意図を感じ取らなければ、壁を叩き返そうとはしないと考えられる。

本研究では未知の相手との「叩く」行為を通じた相互行為からのコミュニケーション関係の形成過程、相手を社会的な存在と判断する認知的過程を物理量を指標とした定量的な現象を客観的、微視的に観察する。インタラクションをミクロな視点で分析し、関係形成過程、認知過程のモデル化を行うことにより人間のコミュニケーションの根本的な解明につながり、今後の

*連絡先: 静岡大学大学院情報学研究科情報学専攻
〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1
E-mail:gs09040@s.inf.shizuoka.ac.jp

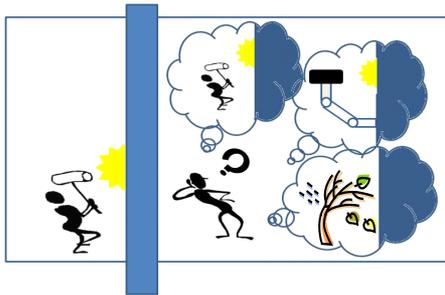


図 1: 壁の向こうから聞こえる不思議な音

HAI(Human-Agent Interaction) の相互認知の分野に寄与するものと期待する。

2 これまでの取り組み

人と未知の存在との相互行為に関する知見は行われておらず、人がどのような行為、反応を見せるかは予測できない。従って、まず人にとって相手が未知の存在となる状況、相手との先天的関係性が排除された状況を作り出し、実際に人の行為を観察する必要がある。そこで前研究である打楽器による人 - 人の相互行為の観察結果を報告する [9]。

2.1 観察実験

図 2 の環境の下で、異なる空間を電子的に結ばれただけの環境下において、教示や相手に関する手がかりを一切何も与えられていない被験者と相手の存在を教示によって与えられている被験者が、それぞれの空間におかれた打楽器を叩くことによって他方にも音が出力され、同時にその音と対応づいて“踊る”エージェントを画面に表示させ、被験者の行動を観察した。

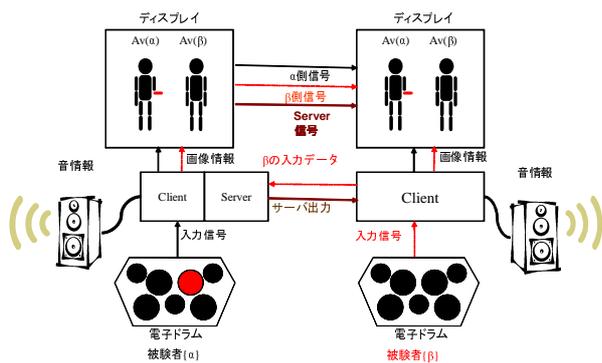


図 2: ”踊る”エージェントシステム概要

2.2 結果

約 5 分間の相互行為を観察したところ、特徴的な行動として、以下の行動が観察された (図 3, 図 4)。

被験者全体を通して観察された特徴的な行動として、教示で全く触れられていない相手の行為を真似る (ト

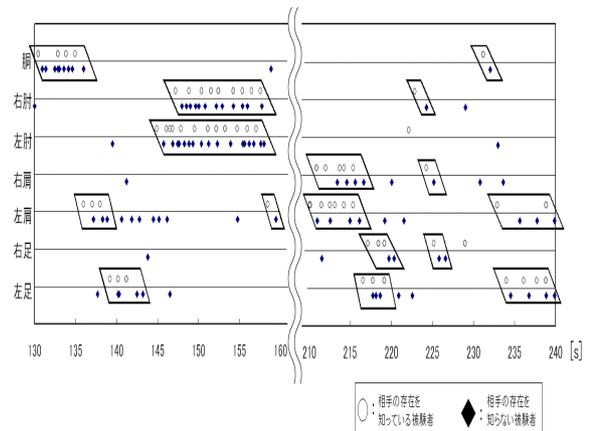


図 3: 人 人の相互行為の様子

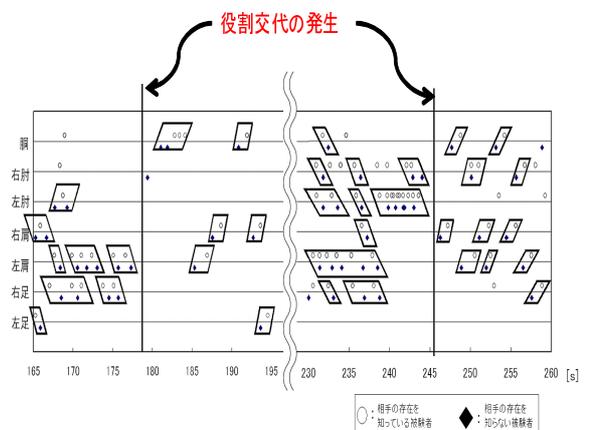


図 4: 行為の役割が交代した例

レースする) 行動が全ての被験者ペアにて確認された。被験者のいずれかが「相手の行為をトレースする側」と「相手にトレースされる側」として、ある種の役割 (主従的關係) を維持しつつ、画面に表示されたキャラクターが同じ動きをするようにドラムを叩いていた。図 3, 図 4 は、どちらも一方の被験者の行為に対して、もう一方の被験者が直後に同じ行為を行っている状態を示している。この一方がもう一方の行為をトレースする過程は、ある期間はその従属的關係が維持されるが、今までトレースをしていた側が突然それまでのトレース行為をせず、相手の行為とは独立して自発的にパッドを叩く瞬間が観察された。図 4 の場合、トレースしていた側が自発的にパッドを叩いた直後から、それまでの「トレースする側」と「トレースされる側」の従属的關係における主従が逆転する被験者ペアを示している。以降、この主従が逆転する現象を「行為の役割交代」と呼ぶ。この行為の役割交代は 5 分間の相互行為過程において複数回観察されることが多かった。また被験者は相手の動きをトレースする際に徐々にトレースまでの時間が短縮していく傾向あることが観察された。相手が未知の場合における人 人の相互行為の際に、これらの現象が発生することを確認できたが、「何故このような現象が発生したか」や「その際の被験者の内的状態」など議論すべき点は多い。以下に人 未

知の存在との相互行為における議論すべき点を列挙する。

- (a) 自分がコミュニケーションを行っている相手の正体を、何を基準に判断しているのか？
- (b) 何故、相手の行為をトレースするといった行動が発生したのか？
- (c) 相手の行為をトレースするまでの時間が短縮していくのは何故か？
- (d) 図3と図4で観察された相互行為は同等の意味を持つのか？
- (e) 何故、図4の実線部の行為の役割交代が発生するのか？

今回観察された人の相互行為に関する議論を次章にて述べる。(b), (c), (d)の疑問点に関しては、これまで行われてきた様々な研究の実験結果によって説明することが可能だと考えられる。しかし、(a)と(e)に関しては説明するにはまだ実験的検証が不足しており、この2つの疑問点に関する議論は4章での実験結果を含めて5章にて論ずることとする。

3 人の相互行為に関する議論

3.1 行為の意味

コミュニケーションを行う関係とは、相手を理解しようとする一方的な関係ではなく、相手に対して、自分の存在・意図を伝えることも含む双方向性を持つ関係である。相手が既知の存在の場合や、相手に明確な社会的存在が与えられている場合においては人間は暗黙的に自分の存在・意図を伝える方法を理解しており、それを実行することで相手とのコミュニケーション関係の形成を図る。では、人にとって相手が未知の存在である場合(自分の存在・意図を伝達する方法が不明)に、自分の存在・意図を相手に理解させようとする働きは一体何なのであろうか。そこで人は何らかのアクションを起こし相手の受け取り方を窺いつつ相互行為を行うであろう。自分の行為が相手にとってはたして意味を持つものなのかを考えながら、相手との相互行為を調整するプロトコルが存在するのではないかと考えている。また、人は相手への行為に対しての返答がない場合に、相手と関係を形成することはできない、もしくは困難であると考えらるであろう。人が自分と相手との関係が形成可能か否かの判断は、相互行為の初期段階 非常に短いスパンで判断を下してしまうと考えられる。

また、相手をコミュニケーション可能な存在と判断したと仮定した場合に、その後、どのようなコミュニケーション形態を持って相手との相互行為を継続していくのであろうか。

3.2 心の推定

人が自分や他者の心の動きを類推したり、他者が自分とは違う信念を持っていることを理解する機能のことを「心の理論」と呼ぶ[4]。人は他人とコミュニケーションをとるとき、この心の理論を用いて相手の心の内部構造を推論し、自分の行動を決定していると言われている。また我々は「他者の心」と「私の心」が同じ構造をしていると考えており、我々は「自分の心」と同じ構造の心を持つ相手、つまり自分が考えるであろう考えを持ち、自分が取るであろう行動を取る相手を「人らしい」と感じる。(a)の相手の正体の判断は、この心の理論を用いて行われていたのではないだろうか。

3.3 引き込み効果

対面コミュニケーションにおいては、単に言葉によるバーバル情報だけでなく、音声の周辺言語や顔つき、まばたき、表情、身振り・手振りなどの身体動作といった言葉によらないノンバーバル情報が話し手自身のみならず、話し手と聞き手とで相互に引き込み、対話者相互に関係を成立させ、コミュニケーションを円滑にしている。また人は脳波や呼吸、行為など常に何らかの生体リズムを有しており、生理的側面においても引き込みはインタラクションに重要な役割を果たしている[7]。本研究のように相手の存在が未知の場合においても、人間が行為を行う以上、相互行為には生体リズムが内包されるはずである。また、先の実験で被験者が相手の行為をトレースする際に、徐々にトレースまでの時間が短縮していく現象は、負の非同期現象と呼ばれている[8]。負の非同期現象とは、身体が行動する前に、すでに感覚フィードバックを内的に予測していることで生じる。つまり認知の生成に先行して、身体の感覚レベルでのリズムの同調が実現されており、ゆえに被験者は相手の行為を無意識的にトレース(b)し、また相手のリズムと同調したために徐々にトレースまでの時間が短縮していく(c)と解釈できる。

3.4 模倣行為

相手の「叩く」行為に対して、自らも「叩く」行為によって反応を返すこと。これは相手の行為に対する模倣行為とみなすことが出来るのではないだろうか。

模倣とは、他者の行動と同様、同類の行動をとることであり、「生物学における模倣」と「社会学における模倣」に分けられる[5]。例えば、猿などが他を模倣することがあるが、これは生物学的な模倣であって、「行為の意味を理解した上での模倣」ではない。つまりは、観察した行動を自動的に再生産しているだけであって、観察したことの意味を理解していなくても生じてしまうものである[6]。言い換えれば、「生物学における模倣」は相手の行為をコピーしているに過ぎない。逆に「社会学における模倣」とは、模倣行為自体が志向性を持ち、模倣される側の行為と模倣する側の行為のそれぞれが両者にとって合目的な手段として選択されていることになる。前章の(d) 図3と図4の相手をトレースする行動においては、引き込み効果によって相手の

動きを無意識的にトレースしているにすぎず、行為に意味を持たない「生物学における模倣」に分類されると考えられる。しかし、図4の場合に確認された「行為の役割交代」(e)は、引き込み効果や模倣行為で説明することができない。この役割交代に関しては次章の実験結果を踏まえた上で、5章にて議論することとする。

4 先天的関係性を排除した人 CA の相互行為の観察実験

4.1 目的

先行研究では人 人のコミュニケーションにおいて人は、相手の行為を真似た行為を行うことが観察された。先行研究で得られた人 人のコミュニケーションで観察された特徴的な行動を実装したシステムを構築し、人 システムのコミュニケーションを観察した場合の人間の行為を観察し、人の行為が前章の知見に基づいて発生しているかどうかの検証を行う。

4.2 実験システム

図5にシステムの概要を示す。被験者が入る部屋にはディスプレイと電子ドラムが置かれ、ディスプレイには”踊る”エージェントが2体表示されている。被験者には一方のキャラクタを電子ドラムを使い操作させる。電子ドラムは7つのパッドから成っており、パッドに対応する部位(右手,右腕,胴体,左手,左腕,右足,左足)がそれぞれ動作するようになっており、それと同時に部屋に設置されたスピーカーからパッド毎に決まった打楽器音が出力されるようになっている。もう一方のキャラクタはコンピュータ側で制御し、コンピュータ側のキャラクタが動く場合にも、スピーカーから部位ごとに決まった打楽器音が出力されるようになっている。

4.2.1 実験条件

条件毎にコンピュータ制御のキャラクタの動きを設定し、以下の3条件で実験を行った。

- 条件1:被験者のトレース/独立した動きをする

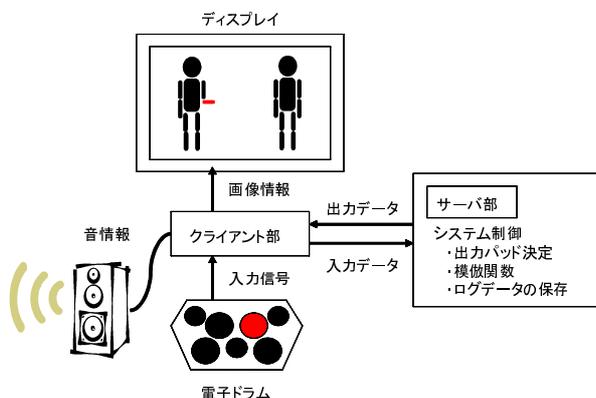


図5: 実験システム概要

- 条件2:被験者の行為のトレースのみを行う
- 条件3:独立した動きのみを行う

条件1,2は、先行研究から得られた行為の役割交代が発生する人 人のコミュニケーションを想定して設定しており、条件1,条件2との比較のために人 人のコミュニケーションでは観察されなかったパターンとして条件3を設定している。

4.2.2 手続き

被験者は大学生45名とする。

被験者1名を実験室に入れ、電子ドラムを使い自由に遊ぶように教示を行う。教示中に被験者をシステムの使い方に慣らす為の練習時間を設ける。練習時間中は自分が操作するキャラクタと電子ドラムの絵がディスプレイに表示される。実験開始と同時にもう1体のキャラクタがディスプレイに出現するが、このことについては事前に被験者には知らせず、実験が開始されてからもこれに関する説明は一切行わない。実験時間は420secとし、実験終了後に被験者に事後アンケートに回答させる。

4.3 実験結果と考察

4.3.1 条件1における特徴的な行動

コンピュータ制御のキャラクタがコピー状態の際には、被験者が能動的にアクションを起こし、コンピュータ制御のキャラクタがランダム状態に切り替わると被験者はコンピュータ制御のキャラクタの動きをコピーするという行為の役割交代が発生した(被験者の47%)。図6に役割交代が発生した状況を示す。図6の場合には、160sec付近で被験者の動きと関係なくコンピュータが動き始めたことをきっかけとして行為の役割交代が発生した。

実験終了の合図まで、コンピュータ制御のキャラクタの動作パターンを探そうと、様々な行為を行う。具体的の実験中盤(180sec)以降にコンピュータが模倣状態であれば「パッドを高速で連打する」「パッドを複雑に組み合わせて叩く」といった行動が観察された。またコンピュータがランダム状態の際には、「行為の役割交代を発生させようと、コンピュータ制御のキャラクタの動きのトレースを止める」といった行動が観察された。これらの行動は40%の被験者で確認された。

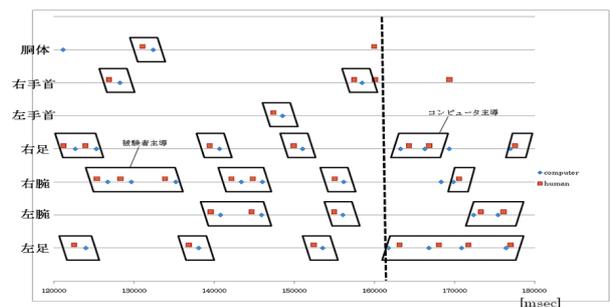


図6: 役割交代の様子

4.3.2 条件2における特徴的な行動

中盤以降に「パッドを高速で連打する(図7)」「パッドを複雑に組み合わせて叩く」行動が観察された(被験者の87%)。

4.3.3 条件3における特徴的な行動

コンピュータ制御のキャラクタの動作をしばらく観察した後に、相手の動きのトレースを開始する。しかし、中盤以降でコンピュータ制御のキャラクタを全く無視し、自分勝手に自分のキャラクタを操作し始める被験者(被験者の60%)も確認された(図8)。

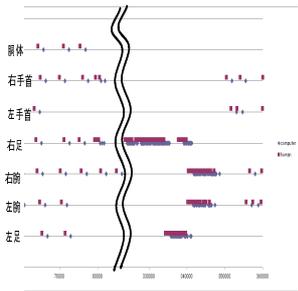


図7: 高速連打

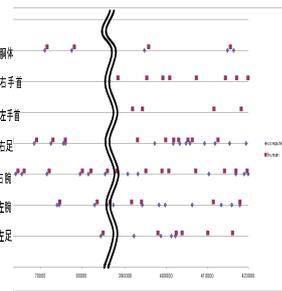


図8: 複雑な組み合わせ

4.4 考察

条件1,条件2の被験者に共通する行動として、中盤以降に「パッドを高速で連打する」「パッドを複雑に組み合わせて叩く」行動が確認された。このような行動が確認された被験者の100%が「相手キャラクタの正体」はコンピュータであると回答していた。逆に、「相手の正体」を人である、分からないと回答した被験者はパッドを連打するような行動は見られなかった。これは「心の理論」により自分(人)が「出来ない」であろうことを相手に要求し、相手が本当に人間であるのかどうかを確認していると考えられる。条件3において被験者の中に相手のキャラクタを全く無視するようになった被験者は、事後アンケートの「相手の正体は何であると思ったか」という項目にコンピュータであると回答していた。この事により、序盤の相互行為で自分の意図を相手が汲み取ってくれないと感じ、中盤以降はコンピュータ制御のキャラクタを無視して、自分勝手にパッドを叩いていたと推測される。上記の結果より、人は相手が心の理論を用いて、相手が自分ができるであろうことを行うかの確認と同時に、自分が出来ないであろうことを行うかの確認も行っていると考えられる。

5 総合議論

本研究では、コミュニケーション対象との先天的関係性を一切排除した状況での人 未知の相互行為の様子を観察し、一切の関係性を排除された場合の人の関係形成過程、認知過程を明らかとすること目的としている。観察の結果、確認された特徴的な行動から人の相手の正体の判断過程、関係形成過程における認知に

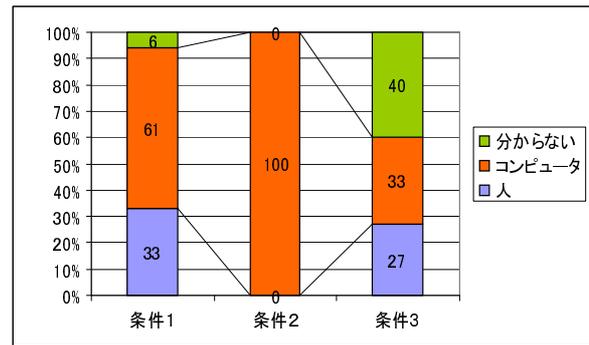


図9: コミュニケーション対象の認識(人)

についての議論を行う。

5.1 相手の正体の判断過程

観察の結果、被験者が対象を人だと認知するために、「パッドを高速に叩く」や「パッドを複雑に組み合わせて叩く」といった相手の反応を確かめるためのプロセスともいえる特徴的な行動を行うことが確認された。事後アンケートからも、「相手が自分の適当に叩いた行動も、相手が自分の動きを完璧に模倣してきたため対象が人ではないと判断した」といった回答が得られたように、人はコミュニケーション対象を判断する際には、「人らしい何か」を探るよりも「人らしくない何か」を探り判断している可能性が示唆された。

この状況で人が相手の反応を確かめる為の行為は明らかに志向性を持つ。条件3の被験者(システムが常に能動的に動くために、相手を確認する行為を行わなかった被験者)は他の条件に比べて相手の正体を「分からない」と回答した被験者がカイ2乗検定の結果、有意に多かった($\chi^2=3.199, p<.05$)。このことから人は、相手の正体を判断する際には、相手の行為に対して受け身の姿勢で判断するのではなく、自ら能動的に行い相手の反応を誘発させることによって相手の判断を行おうとしていると考えられる。

5.2 関係形成過程における認知

「パッドを高速に連打する」や「パッドを不規則に複雑に組み合わせて叩く」は、相手の反応を確かめるための目的を持った行為であるがゆえに明らかに志向性を持つ行為であり、人は能動的に行い相手の反応を確かめている。

では、人が受動的に行う場合には、その行為に志向性はあるのであろうか。今実験では、被験者は「ドラムを使ってみてください」と教示を与えられただけであり、ドラムの前に立たされた状況で何をして良いかと多少なりとも戸惑いが生じているはずである。この状況で、被験者の行為は以下の手順で生じる。

- (1) 被験者は、ドラムの前に何もタスクを与えられずに立たされている状況に多少なりとも戸惑いを感じる。

- (2) 被験者はとりあえず目の前のドラムを叩いて自分が操作する "踊るエージェント" を動かしてみる。
- (3) 相手 (システム) の行為が被験者の行為の規範となり、被験者はシステムの行為のトレースを開始する。
- (4) 相手 (システム) の行為のリズムと同調していく (相手の動きをトレースするまでの時間が徐々に短縮されていく)。

5.2.1 無志向性の関係形成

(1) で被験者が戸惑いを感じている際に、別の "踊るエージェント" が突然出現し動作を開始する為に、(2) に遷移する。また、その時点で被験者は相手の行為の意味を理解することが出来ないために、引き込み効果によって観察した行動を再生産してしまう「生物学における模倣」である (3) の行動が発生する。同様に (4) も引き込み効果の負の非同期現象によって身体感覚が認知に先行して生じる為に発生する。この状況では、システム側は勝手にドラムを叩いているだけであり、被験者も相手がドラムを叩いてエージェントを動かしているため、何となく自分もドラムを叩いているに過ぎず、これらの行為に志向性はないと考えるのが妥当である。そして、引き込み効果によって無意識的に相手の行為のリズムを把握し、次の動作を無意識的に予測しながら「とりあえずドラムを叩く」という志向性のない行為を続けてしまうのではないかと。同様に被験者が能動的に行為を行う場合にも、行為の開始地点はとりあえずドラムを叩いてみることであり、時間経過によって相手が自分の行為をトレースしていることに気づくとそれ以降は、自らの行為の目的を失ってしまい、自分がドラムを叩くことによって相手も同じ行為を行うであろうという無意識的な予測のもとで志向性のない行為を続けてしまうと考えられる。

5.2.2 意図性を内包する関係形成

しかし、ここで相手が自分の無意識的な予測に反する行為を行った場合に、被験者の無志向性行為は中断されることとなる。今実験のシステムの場合には、システムが突然能動的な動作を中断する、またはシステムが被験者のトレースとは別の行為を行うことが被験者の無意識的な予測に反する行為となる。このような挙動を相手が行った場合に、2章の (e) や図6の「行為の役割交代」が発生する。被験者は無志向性行為を強制的に中断され、ふと我に戻る。メタ認知によって自らの行為に志向性を持たせようとする為に、今までとは別の行為を行ってしまうのではないだろうか。人の相互行為においては、そのメタ認知によって引き起こされた別の行為が相手にとっての無意識的な予測を裏切る行為となり、相互行為の相手にもメタ認知が発生する。この場合に相手も今までの行為を中断することとなり、結果として「トレースする側」、「トレースされる側」の役割交代が発生してしまうと考えられる (e)。連続した行為の最中にふとメタ認知が発生する現象は、例えば、コンサート終了時に拍手をしていたつもりが、いつの間にかアンコールを催促する手拍子

に変化していることに気づくように日常生活でも発生している。

6 まとめ

本稿では、人にとってコミュニケーション対象が未知であり、かつ、先天的関係性を排除した状況を作り出し、その状況での人の行為を観察した。結果として、人は相手の存在の判断のためには、相手の判断を確かめる為の志向性を持つ行為を行い、その行為に対する相手の反応によって相手の正体の判断を行っていることが明らかとなった。またその際には、相手の「人らしさ」よりも「人らしくなさ (人工物らしさ)」に判断基準の重きを置いている可能性が示唆された。

また、「行為の役割交代」が発生する理由として、人が行為することは必ず志向性を持つわけではなく、無志向性な行為と共存して成立しているからではないかと考察する。人の行為とは「無志向性の行為、引き込み、メタ認知、意図的な行為」が順番にループしていく、つまり人の意図性は離散的に発現するモノなのではないだろうか。人 CA のインタラクションを考察するに、人の無志向性行為の最中に人の無意識的な予測に反する挙動を行うことによって、人のメタ認知を誘発し、その瞬間に人はシステムの行為に強烈な意図性を感じてしまうと考えられる。

今後、様々な条件下での人 CA の先天的関係性を排除した相互行為を観察し、上述の考察事項の検討を行っていく。

参考文献

- [1] 駒込大輔, 鈴木道雄, 小野哲雄, 山田誠二: " Robot-Meme:模倣による人 ロボットの周辺の相互対応 ", ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.10, pp.47-58,2008.
- [2] 朝日健太, 中島壮人, 三宅美博: " 2種類の協調タッピング課題における相互同調過程の解析 ", ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, pp.241-244, 2006.
- [3] 山田誠二 (編): " 人とロボットの<間>をデザインする ", 東京電機大学出版局, 2007.
- [4] Permack, D.,Woodruff, G: " Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind? ", *The Behavioral and Brain Sciences* 1, pp.515-523, 1978.
- [5] 南博: " 社会心理学入門 ", 岩波新書, 1958.
- [6] Rizzolatti,G.,Fogassi,L., Gallese, V.: " Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. ", *Nature Reviews Neuroscience*, vol.2, pp.661-670, 2001.
- [7] 渡辺富夫: " 身体的コミュニケーションにおける引き込みと身体性 - 心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC の開発を通して - ", ベビーサイエンス, Vol.2, pp.4-12, 2003.
- [8] 早稲田大学複雑系高等学術研究所 (編): " 身体性・コミュニケーション・こころ ", 共立出版, pp.153-233, 2007.
- [9] 杉江舞子, 竹内勇剛: " 踊るエージェントを通じた相互作用による対人認知過程 ", *JAWS2005 講演論文集*, pp.479-484, 2005.