

# 身体的な相互行為を通じた他者性の認知

Agency Cognition through Physical and Primitive Human-Agent Interaction

竹内勇剛\*1\*2

Yugo TAKEUCHI

坂本孝丈\*2

Takafumi SAKAMOTO

吉岡源太\*1

Genta YOSHIOKA

\*1静岡大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Shizuoka Univ.

\*2静岡大学創造科学技術大学院

Graduate School of Sci. & Tech., Shizuoka Univ.

In order to encourage communication relationships between people and artifacts, the artifact's behavioral design must be considered. We examined how people act towards an unknown entity (robot) that has simple physical appearance and, thus, is without predisposed prejudice. In this study, we focused on human's and robot's behaviors and analyzed how they unconsciously interact with each other. The result shows that there are some characteristic tendency of the interaction based on their unconscious and physical behaviors.

## 1. はじめに

人が他者や動物、人工物などとインタラクションを行なう際の条件は何であろうか。HAI (Human-Agent Interaction) 研究に限らず、いわゆるインタラクション研究に類するもの (Human-X Interaction) の多くにおいて、人と関わる対象である X は現前的な存在として取り扱われていることがほとんどである。すなわち、X が人間と関わるためにそこに存在していることを、人はア priori に理解している状況が成り立っている状態である。しかしむしろこのような理解が成り立っている状況は、人の日常的な文脈の中では限定的である。例えば、人がある X に対し関心をもっていたり、自らの目的の実現のために X とのインタラクションが必要であると想定していたり、X が自分に対して理解可能な明示的なシグナルを送ってきたりした場合などである。一方、このような条件が満たされていない場合は、X は物理的には存在していたとしても、人にとってインタラクションの対象 (相手) としての地位を獲得することはなく、X に対する他者性は認知されていない状況となるのが普通である。

都会で人ごみの中を移動している状況を想定してみる。通常、我々はすれ違ったり自分の前方や後方、横を歩く人々の存在は知覚していたとしても、それらの人々を自分とのインタラクションの相手としては自覚していない。それにもかかわらず、現実には人ごみの中で他者とぶつかることは相互に回避されており、我々は無自覚的に他者との身体的なインタラクションを行なっている可能性もある [Hall 66]。しかしそのような中でも突如として、それらの人々の中から自分と関わり合うべき、言い換えれば、インタラクションの相手としての地位を獲得した他者として認知される存在が出現することがある [竹内 13]。このような経験はどのような条件が成立した際に生じるのだろうか。

上述の疑問の解明のために、本研究はインタラクション関係を成り立たせるための条件としての他者性の認知過程に着目し、インタラクションの対象となる存在と自分との身体的な相互行為の解析に基づく認知モデルの構築を目指す。この研究の成果は、HAI を日常的な文脈の中で自然に成り立たせるためにエージェントの振る舞いをどのようにデザインすべきかという課題に対する指標となると共に、人の他者性の認知における

身体的な相互行為の役割の解明に寄与することが期待される。

## 2. 他者性の認知

### 2.1 他者はいつから存在するか

図 1 のような状況に陥った経験は誰もあろう。これはすれ違いたい者同士が、相互に相手の行動を予測して自分自身も行動しようとするために生じるインタラクションである。だがこのようなインタラクションは人とすれ違うたびに生じるわけではなく、通常は相手の存在や行動を特別意識することなく自分の都合で歩いているだけで、すれ違いは自然に行なわれる。それではこの 2 通りのすれ違いの際に生じる現象の違いはなぜ生じるのだろうか。

すれ違いが自然にうまくできる場合は、一般に相手の存在や行動を意識し顕在化していることは少ない。しかし【ある条件が成立】し、向かってくる相手が自分の行動において「有意義な存在」として自覚されたとき、図 1 のようなインタラクションが生じることが多いのではないかと予想する [Fukuda 10, 飯塚 12]。換言すれば、人にとって他者とは、自分にとって有意義な存在となったときにその存在が心的に顕在化する (他者性の認知) のではないかと考える。

それでは、他者性を認知が生じる状況はどのような過程のもとで生じるのだろうか。次節では他者とのインタラクションには複数の段階があると考えた仮説について述べる。

### 2.2 インタラクションの段階と仮説

本研究では、他者性の認知を行なっている場合と行なっていない場合での各インタラクションは異なるものではなく、連続的なものであるという仮説に基づいた議論を行なう (図 2)。

すなわち前節の例で説明すると、次のような連続的なインタラクションの段階が相互にあると考える。

- (1) 人は他者と身体的なインタラクションを通して自然にすれ違うための調整を自覚を伴わずに行なっている。

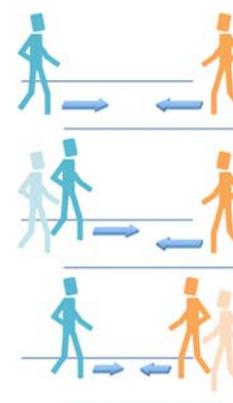


図 1: 埒が明かないすれ違い。

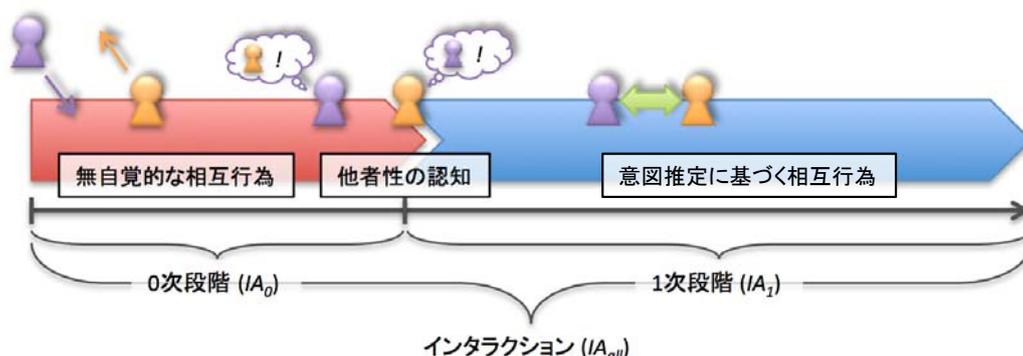


図 2: インタラクションの段階仮説 .

- (2) (1) の身体的なインタラクションの過程で【ある条件が成立】したとき、そのインタラクションの相手は「有意意味な他者」として心的に顕在化する（他者性の認知）。
- (3) (2) で他者性が認知された相手の意図や行動を予測し、それに基づいた行動を人は行なおうとする。

本稿の冒頭でも述べたが、いわゆるインタラクション研究に類するもの (Human-X Interaction) の多くにおいては、X が人間と関わるためにそこに存在していることを人はア priori に理解している状況が成り立っていることが一般的である。つまりこの状況をインタラクションの初期段階 (1 次段階) としていることが多い (図 2:  $IA_1$ )。

だが本研究では、上述のようなインタラクションの 1 次段階以前にも自覚を伴わない身体的なインタラクションが成り立っており、その過程において他者性の認知が行なわれた際にインタラクションの 1 次段階に移行すると考え、その過程のインタラクションを「インタラクションの 0 次段階」と呼ぶことにする (図 2:  $IA_0$ )。

### 3. 実験による仮説の検証

#### 3.1 実験の目的とアプローチ

前述した「インタラクションの 0 次段階」の存在の検証、およびそれが存在した場合における相互行為の解析を行なうことを実験の目的とする。

インタラクションの 0 次段階と 1 次段階との違いは、目の前の対象に対してそれが自分と関わるためにそこに存在していると想定していないか (0 次段階)、しているか (1 次段階) である。この 2 つの段階は、目の前の対象に対して事前に何らかの教示やインタラクションを成り立たせるための明示的な働きかけがない場合には、連続的に移行していく可能性をもっていると考えられる。

したがって、0 次段階から始まるインタラクションにおける人間と目の前の対象との間の相互行為<sup>\*1</sup> (図 2:  $IA_{all}$ ) のログデータと、すでに他者性が認知されている状態から始まる 1 次段階の相互行為 (図 2:  $IA_1$ ) を差し引くことによって、0 次段階での相互行為 (図 2:  $IA_0$ ) のログデータが残るはずである。そして、このログデータを解析することで、人間が無自覚の状態で行なっている身体的なインタラクションにおいて、どのような相互行為が行なわれているかを定量的に観察することができると思われる。

\*1 ここでは、インタラクションを構成する要素を相互行為と呼ぶ。

#### 3.2 実験の方法

実験は、極力インタラクションの相手になる可能性がある対象に外観から得られる認知バイアスや記号的な振る舞いによる解釈が生じないように、シンプルなお外観と単純な振る舞いのみをするものを利用する。そこで本実験では、iRobot 社製 Roomba 770 をインタラクションの相手になる可能性がある対象として採用した。

実験は図 3 に示すように、2 つの部屋 (3,000x3,000mm のフィールド) をまったく同じ条件で一方の部屋の人間がいる位置に他方の部屋の同じ位置に Roomba が移動するように相互性をもたせてある。人間がいる位置は各部屋に設置したレンジファインダ (北陽電気社製 URG-04LX) を用いて位置計測をしている。

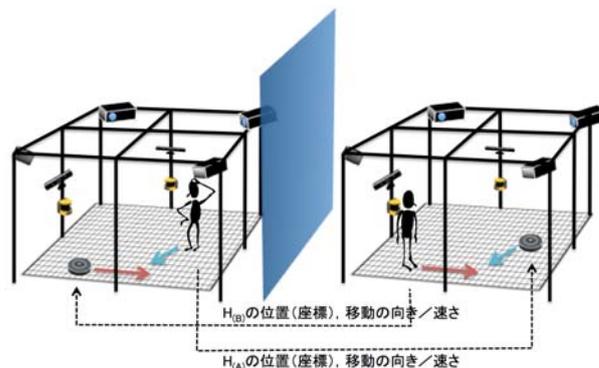


図 3: 実験環境 .

このような実験環境を構築することによって、2 台の Roomba の振る舞いに対して現実の人間の (足の) 動きを与えることが相互に可能となり、Roomba は事実上エージェントとみなすことができる。

次に実験条件について説明する。以下に示すように、0 次段階のインタラクションから始める群と 1 次段階のインタラクションから始める群を設定する。後者の群には、2 つの部屋に入るそれぞれの実験協力者に対して、Roomba はコミュニケーション可能な存在であり、ポジティブあるいはネガティブな情報がそれぞれ教示として与えられる。これによって教示あり群の実験協力者はポジティブ/ネガティブな情報に基づいて、それぞれの想定に基づいて Roomba と能動的にインタラクションするための動機が与えられることになる。



図 4: 実験中の様子 .

実験協力者は 10 組 20 名の情報系の大学・大学院生であり、  
 教示あり群に 5 組、教示なし群に 5 組ずつ分けた .

教示なし群 Roomba およびその振る舞いに関する情報が双方  
 の部屋の実験協力者に一切与えられていない .

教示あり群 Roomba がインタラクション可能な存在であると  
 双方の部屋の実験協力者に与えられている .

ポジティブ情報 一方の部屋の実験協力者に対して、「ロ  
 ボットはあなたがイメージする“関わりたいもの”  
 の動きを再現する」と伝える .

ネガティブ情報 他方の部屋の実験協力者に対して、「ロ  
 ボットはあなたがイメージする“関わりたくないも  
 の”の動きを再現する」と伝える .

実験は 5 分間とし、その間に次の項目に関するデータを計  
 測・観察を行なう .

#### 定量的データ

- 各実験協力者の位置座標のログ (125ms 毎)  
 レンジファインダによる計測 .
- 各 Roomba の位置座標のログ (125ms 毎)  
 Roomba 自身のカウンタによる計測 .

#### 定性的データ

- ビデオカメラにより撮影した実験協力者の行動
- 実験後のアンケート  
 実験中の実験協力者自身の行動や Roomba の行動  
 について、どのような印象や認識をもっていたかを  
 記述させる .

実験中の様子は図 4 に示すように、一方の部屋 R1 の実験  
 協力者が立っている位置に他方の部屋 R2 にある Roomba が  
 移動し、同様に R2 の実験協力者が立っている位置に R1 の  
 Roomba が移動する . 実験協力者の移動と Roomba の移動は  
 ほぼ同期しており、事実上の人間同士での空間的なインタラ  
 クションが成り立っている .

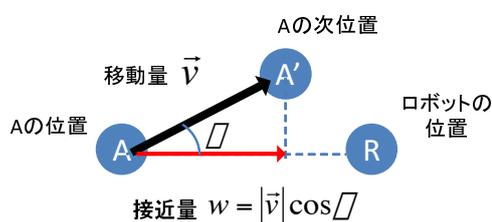


図 5: 接近量の算出方法 .

### 3.3 実験の結果

本実験ではに課題を与えていないため、実験協力者の行動は  
 多様であり、条件内全体の傾向をとらえることは困難である .  
 そこで、各実験協力者ペアを行われたインタラクションの内容  
 で分類し、条件間での比較を行う .

実験協力者ペアの行動は Roomba への接近と Roomba の回  
 避が主となる . そこで、被験者が自室の Roomba に接近した  
 量を求めた (図 5) . この接近量に基づき算出したところ、本実  
 験で観察されたインタラクションは以下の 4 つに分類された .

- 接近側・回避側に分かれるインタラクション
- 接近・回避が交代するインタラクション
- 一方が接近・回避を行うが他方がほとんど動かないイン  
 タラクション
- 双方がほとんど動かないインタラクション

(a) および (b) のインタラクションでは両実験協力者の間で  
 対人的なインタラクションが成立したと考えられる . 一方で  
 (c) および (d) の実験協力者間では、対人的なインタラクシ  
 ョンが成立していなかったと考えられる . 以下に、(a) および (b)  
 のインタラクションに限りその様相を示した実験協力者ペアを  
 抽出したものを例示する .

#### 接近側・回避側に分かれるインタラクション

実験全体を通して接近・回避の一方の役割に分かれた状態  
 でインタラクションが行われた実験協力者ペアの距離および  
 接近量の変化を図 6、図 7 に示す . なお、上部のグラフが相互  
 の実験協力者間の距離であり、下部のグラフが各実験協力者の  
 Roomba に対する接近量を表す .

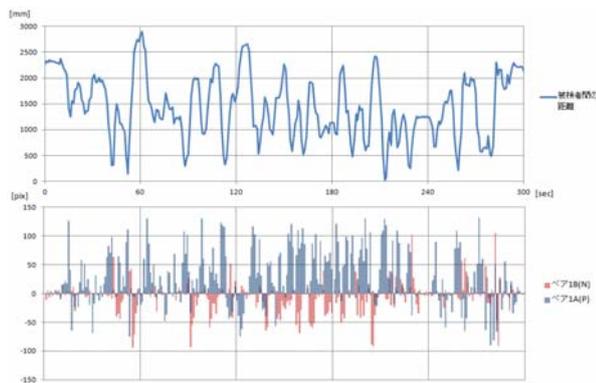


図 6: 接近側・回避側に分かれたインタラクション (教示あり群) .

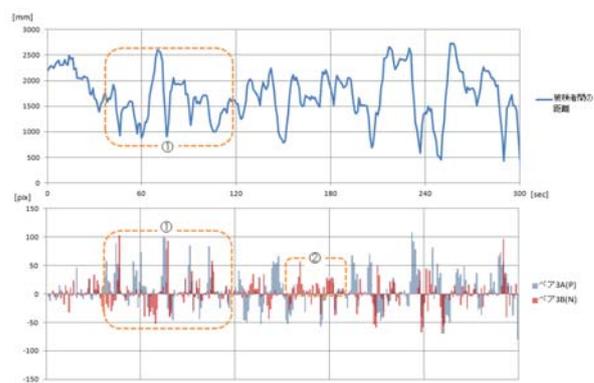


図 8: 接近・回避が交代したインタラクション (教示あり群) .

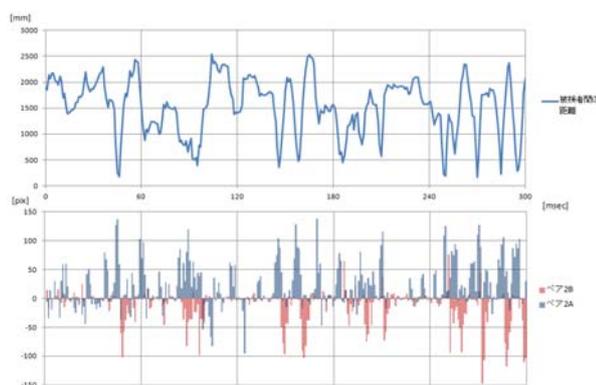


図 7: 接近側・回避側に分かれたインタラクション (教示なし群) .

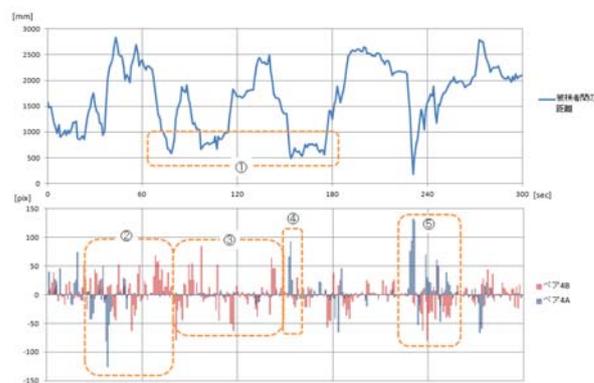


図 9: 接近・回避が交代したインタラクション (教示なし群) .

#### 接近・回避が交代するインタラクション

どちらか一方の実験協力が者が接近し、他方が回避するという役割が固定せずに、双方の実験協力が者が追いかける・追いかかれるようなインタラクションが行われた実験協力者ペアの距離および接近量の変化を図 8, 図 9 に示す。

#### 4. まとめ

現時点では部分的なデータに対する解析までしか進んでおらず、2.2 節で示した仮説の妥当性を検証するには至っていない。前節で示した実験の結果からもわかるように、教示なし群の実験協力者ペアも最終的に教示あり群とほぼ同じような相互行為系列となる。このことから、人間はたとえ目の前のものが自分にとって有意な存在であるかどうか不明な状態 (0 次段階) であっても、現時点では明らかにはなっていないが「ある相互行為」の結果、有意な他者としてインタラクションを成り立たせる段階 (1 次段階) へと自然に推移可能であることを示唆しているといえよう。

仮に本研究で仮定している対人的インタラクションにおける 0 次段階が適切にモデル化できれば、人工物を他者とみなす能力やエージェンシー認知の過程に対しても大きく貢献すると考える。また、人工物の形状や外観に依存せずに人工物の振る舞いから他者性を認知させることができれば、様々な物理的制約

からも解放されることで多様な人工物と人間とのインタラクションをデザインすることが可能になると予想する。

このことは、我々の日常世界が Human-Agent Interaction (HAI) によって構成されているようになる可能性も示唆しており、人間の認知能力のみならずその認知およびインタラクション特性を解明することは、将来に向けて有意義な取り組みになるはずである。

#### 参考文献

- [Fukuda 10] Fukuda, H. & Ueda, K.: Interaction with a Moving Object Affects One's Perception of Its Animacy, International Journal of Social Robotics, Vol.2, pp.187-193 (2010).
- [Hall 66] Hall, T. E.: The Hidden Dimension, Anchor (1966) (邦訳: かくれた次元, 日高敏隆・佐藤信行 訳, みすず書房 (1970)) .
- [飯塚 12] 飯塚博幸, 安藤英由樹, 前田太郎: 身体的相互作用におけるコミュニケーションとターンテイキングの創発, 電子情報通信学会和文論文誌 (A), Vol.J95-A, No.1, pp.165-174 (2012).
- [竹内 13] 竹内勇剛, 中田達郎: エージェンシー認知を誘発するコンピュータとのインタラクションと人らしさの帰属, 人工知能学会論文誌, Vol.28, No.2, pp.131-140 (2013).