

ロボットから紐解く保育士の 対人インタラクション技能の定量化

Quantifying Human Interaction Skill of Nursery Nurse Through Robot Interaction

肥田 竜馬¹ 山田 徹志² 宮田 真宏¹ 大森 隆司³ 長井 隆行⁴ 岡 夏樹⁵

Ryoma HIDA¹, Tetsuzi YAMADA², Masahiro MIYATA¹,
Takashi OMORI³, Takayuki NAGAI⁴, and Natsuki OKA⁵

¹ 玉川大学 工学研究科

¹Graduate School of Engineering, Tamagawa University.

² 玉川大学 脳科学研究所

² Tamagawa University Brain Science Institute.

³ 玉川大学 工学部

³ Graduate School of Engineering, Tamagawa University.

⁴ 電気通信大学大学院 情報理工学研究科

⁴ Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems,
Graduate School of Informatics and Engineering.

⁵ 京都工芸繊維大学 情報工学

⁵ Department of Information Science, Kyoto Institute of Technology

Abstract: Not only limited to human, our interaction with any of human, object and event is evoked by a result of our cognitive process. As a mechanism of its recall, we assume a model of “Field” that arises between a subject and an interaction target. For a model of the child-robot interaction behavior analysis that we observed at a kindergarten, we assumed a hypothesis that a value perception of the subject on the interaction with the target evokes the interaction action. As a result of the analysis in which we observed many of supporting evidences, a possibility of evaluating an interaction skill of nursery nurses through the depth of interaction understanding is suggested.

1. はじめに

近年、社会問題となっている保育士の不足は深刻であり、平成 26 年 1 月には保育士の有効求人倍率は全国平均で 1.74 倍とピークを迎えている[1]. その中で、離職率の高さは、安定した雇用数の確保の大きな阻害要因である。また保育職への資格緩和や給与形体改善も行われているが、問題の根本的な解決には至っていない。離職率の高さの原因として「責任の重さ・事故への不安」を挙げる割合が 40.0% (保育資格保持者の保育職を希望しない理由) と高く[2], 実労働が給与にそぐわないという現場の意見もある。このように保育職は責任や事故リスクが高い業種であるにも関わらず、今日に至るまで保育は殆どが人の手によって行われている。保育という負担の重い仕事の一部でも人工知能や情報技術などを用いて自

動化することができるなら、保育士の業務の負担を軽減することができるであろう。

その問題に対してこれまで、阿部らはロボット「ChiCaRo」により高齢者(例えば祖父祖母)がロボットを通じて子どもと遊ぶことで、忙しい母親の一次的な代理として子どもの保育を行う可能性を示した[3]. また、山田らは子どもとロボットの関わりをセンサで観察することで、インタラクション時の詳細な行動を分析しようと試みている[4]. しかし、幼稚園などのフィールドでは、その場で進行している事象を的確に理解するにはロボットに備えられたセンサでの計測だけでは不十分であった。より広い空間で起きている出来事を観測可能なセンサシステムがロボットの外部に必要であることが判った。

この研究に類似したロボットと人のインタラクションの先行研究は多くある。例えば、竹内らはイン

タラクションを理解する要素として視線によるコミュニケーションに注目し、公共空間における場の相互予期をする人間のコミュニケーション能力を評価している[5]。しかしいずれも現象研究であり、インタラクションの参加者の内部過程のモデル化、あるいは心的メカニズムに実証的にアプローチする研究は極めて少ない。

そこで本研究では、我々が行った子どもとロボットのインタラクション実験、あるいは幼稚園の活動の場での子どもの観察のから示唆される、子どもと周囲のヒト・モノ・コトとの間のインタラクションが発生するメカニズムについて考察し、そこから考えられる子どもに接する保育士の持つインタラクション技能の定量化の可能性について議論する。

2. 先行研究 : 「場」の理論

2-1. インタラクションにおける「場」

小野らは、公共の場における人同士のインタラクションのインターフェイスとして、「膜」と呼ばれるものを定義し、それを定量的に推定することにより、ロボットに空気を読む機能を実装した[6]。しかし、インタラクションの場において参加者の間に何らかの関係性が持たれることは示されたが、その相互作用が何かということについては述べられていない。

小野の膜理論を参考として、山田ら[4]はインタラクションにおける「場」についての仮説を子どもとロボット間のインタラクション実験より提起している。そこでは、複数の子どもがロボットと関わりをもつ場面では子どもとロボットの間だけでなく、子ども同士の関わりが強く影響していること。また、子どもとロボットの二者間の関わりがある場面では、子どもがどう関わりを持てばよいのか判らず、沈黙する場合が多くあったことを報告している。

このことから、インタラクションにおける「場」とは比較的短時間の間に子どもの周囲に成立しており、子どもは自身の知識・経験からその瞬間の場に最も適切と思われる行動を選択したと考えられる。逆に、子どもの周囲にある事象(ヒト・モノ・コト)に対し適切な行動を選択する為の知識や経験を有さない場合は、子どもはインタラクションの継続が困難なために困惑、沈黙、逃避などの行動をとると考えられる。これより同研究では、子どもが対象物(ヒト・モノ・コト)とのインタラクションにおける「場」をどのように理解して活動しているかを推定する手法が必要であるとしている。

インタラクションにおける「場」の推定には子どもの主体的な活動の理解が不可欠となる。インタラ

クションにおける対象者の働きかけの重要性については、二人称的なかわり[7]、相互予期[8]などが先行研究により述べられている。また、対象間でインタラクションを形成し継続する上での身構えや積極的にかかわり合おうとする姿勢の重要性も多く述べられている。つまり、インタラクションにおける「場」とは、インタラクション自体が生起する状況そのものであり、人が対象物(ヒト・モノ・コト)とインタラクションを形成する際には、対象に対する何らかの主体的な行動選択が伴うと考えられる。

2-2. 人の行動選択

一方で、人の行動選択については、大森[9]や宮田[10]が感情を価値計算システムとしてモデル化することを提案している。このモデルでは、人は知覚した対象に対して脳内で何らかの価値計算を行い、それに応じた感情を知覚すると同時に、その値(正/負、大/小)に応じて、その瞬間における価値が最大であった行動を選択する、としている。この考え方は、行動経済学、意思決定の理論などで確立したと言ってよい概念であり、子どもについても当てはまろう。

これより我々は、「場」が生成される条件として人の知覚(認識)が深く関連し、かつ対象に一定の価値を見出せた場合にのみ生成されると考える。そのため、人の知覚・興味が何に向いているかを工学技術で推定することで、インタラクションにおける「場」の推定する可能性を検討する。

3. インタラクションを規定する場のモデル化

これまでの議論より、子どもを取り巻く環境にはそこで発生しうるヒト・モノ・コトとの相互作用の「場」が潜在的にあり、それぞれに対して可能性としての価値が直観的に計算して最も価値の高いものを選択する、というインタラクションの意思決定モデルが想定される。本稿ではこの過程を想定して「場」の観測を試みるが、それにあたって我々は以下のようなインタラクションまでの過程を想定する。

1. 「場」とは、個人の主体によって形成される。主体を取り巻く全てのヒト・モノ・コトの間に「場」ができるわけではなく、主体が認知しているものに対してのみ形成される。
2. 人はそれまでの経験から様々なインタラクションのパターンの知識を持ち、対象を認知することでそのパターンと知識、さらに価値が想起される。
3. 子どもではその経験が少なく、パターンが限ら

れていると想定できる。

- 人は「場」を認識し、そのフィードバックが経験となって、その「場」への参加による楽しさ／嫌さ（価値）を予測し、それが「場」に対する行動選択基準となる。

このような場の選択過程があるとすると、人がどのように「場」を認識しているかが、「場」の選択行動の理解のための要素となる。

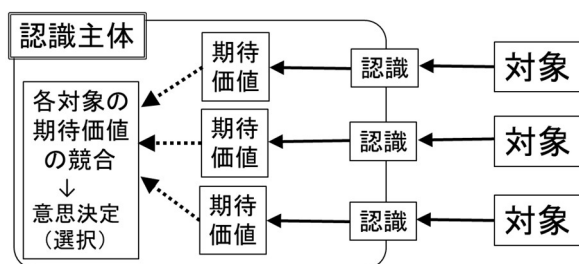


図 1: インタラクシオンの意思決定モデル

我々人間は、他者の行動を観察することで、その人の注意や環境認識状態をある範囲内で推定することができる。子どもの活動に接する経験の長い保育士は、その点においては専門家ということができ、子どもの観察からその「場」の内容を推定する能力は高いと期待できる。では、保育士は何を観察しているのか、ということが問題となる。

人が他者を観測する要素は、視覚・聴覚などの物理的な量である。そこから我々は、他者の位置・動き・視線・行為といった認知的な特徴量を抽出し、さらにその背後にあって直接観察は困難な意図や目的、さらにその動機となる「場」を推定していると考えられる。では、具体的に保育士は何を見ているのだろうか。基本的に、体の位置、体の向き、頭の向き、視線の対象などはその瞬間の状態量が観察され、さらにはその組み合わせによる行為の解釈があろう。

次いで、それまでの行為と異なる行為が始まった場合、それまでの行為の結果、変化の瞬間に子どもを取り巻いていたヒト・モノ・コトから推定される「場」を考え合わせると、子どもの内部での「場」の認識とその価値の評価が行われて行動を変容させた何かが発生していると推定されよう。その価値は、先に述べたように普遍的なものではなく、対象が持つ静的な価値と子どもがもつ文脈によって定まるものであろう。

以上の議論を踏まえ本稿では、子どもを取り巻くヒト・モノ・コトに焦点を当て、子どもとロボット、あるいは子どもを取り巻く活動との関わりについて分析する。ヒトとはその場にかかわりがある人ない

しロボットを指し、モノは玩具や机などその子にとって価値はあるが働きかけを行ってこない物、コトはその空間で起きている活動（例えば、みんなで歌を歌うなど）を指す。

4. ロボットと子どものインタラクシオンに見られる「場」

上記を踏まえて、ロボットと子どものインタラクシオン空間を構築する。子どもは、担任の保育士からロボットが居る事を知らされ、会いに来るのか来ないのかという部分から選択をさせる。ロボットはWOZ法により保育専門家が操作し、子どもとの会話も同様だが発話は合成音声を使用した。研究者が直接関わりを持たず、ロボットを介すことで場に再現性を持たせる事ができ、ロボットの動きや発話のログが残せることも利点である。ロボットと子どもの動きを測定するために、Kinectを用いたセンサネットワークを構築し、カラー画像と距離画像を取得した。



図 2: Kinectによる場面の観察

図 2はその一場面で、子ども達がロボットに対してかくれんぼをしている。子ども達は、ロボットとの対話や働きかけを通じて、ロボットが何をどこまで出来るかを探りつつ、子ども同士で対話や遊びを行っている。この場面には、ロボットと子ども、子ども同士にありうる行動とその価値がセットとなった複数の「場」が含まれている。子ども同士の場は、ロボットの発話や行動によって生じた興奮を共有する、ロボットに対する考えを共有するといった機能を持つと思われる。

この場面を観測したKinectのカラー映像から、子どもの表情・視線の向き・服の色等が観測でき、距離情報から子どもの位置が推定できる。個人の追跡はDepth情報と服のカラーヒストグラムにより可能である。これらを後述するアノテーションデータと紐づけることで、子どもの状態推定の方法について何らかの知見が得られることを期待する。

5. 保育士の技能の推定に向けて

熟練した保育士は、子どもの興味を推定したり、状態を推定したりすることに優れている。また、子どもへの働きかけの方法も多く持つ。そのため、子ども達の状態をよい方向に導き、結果として良好な関係を築くことができると考えられる。それを戦術の「場」の考え方から解釈すると、子ども達が心の中で捉えている「場」を、観察可能な情報から解釈・推定できるということである。保育士が行う観察行動の内容を解明して人工知能などの手段に組み込むことができるなら、人工知能による「場」の理解を実現することができるであろう。そのための手段として我々は、計測した動画について保育士などの子どもの専門家によるアノテーションを実施し、子どもの行動への解釈データを書き起こした。

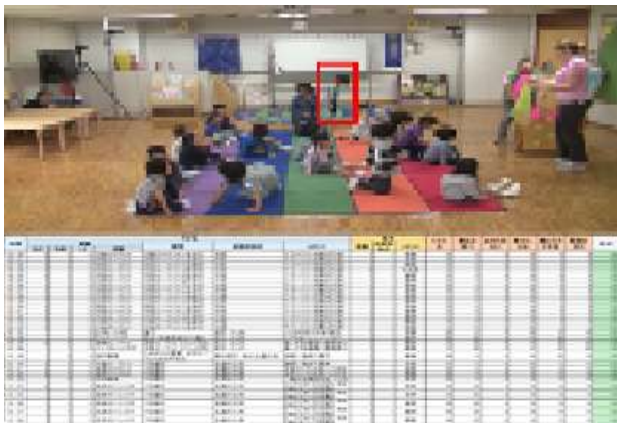


図 3: 保育士による子どもの状態のアノテーション

図3は実際の子どもの活動場面についてアノテーションを行ったデータの一部である。アノテーションの内容として、子どもの興味の方向・対象、その興味の対象に対する行動の指標（関心を持つ・あきらめない・夢中になる・関わろうとする・役割を担う・しらせる）、また体・頭の向きといった物理的な指標も含まれる。これらはいずれも、現在の乳幼児発達研究の中で重要とされている指標であり、その一部は物理量として計測が可能である。

一方で、Kinect データから計測されるのは物理量であり、パターン認識の手法を積み重ねると上記のような心理的な量に推定・変換できる可能性がある。人によるアノテーションデータと、センサによる計測可能な物理量との関係を探るならば、保育士の専門性を定量的に評価する指標の一部でも得られるのではないかと、というのが本研究の目指すところである。また、それらの推定量がまた、子どもの心の状

態の理解に役立つ「場」の解釈を可能にするものと期待する。

謝辞

本研究の一部は産業技術総合研究所人工知能研究センターからの委託研究により実施された。

参考文献

- [1] 厚生労働省 平成 27 年 4 月の保育園等の待機児童数とその後（平成 27 年 10 月時点）の状況について <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000078441.html>
- [2] 厚生労働省 保育分野における人材不足の現状① <http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11600000-Shokugyouanteikyoku/0000057759.pdf>
- [3] ChiCaro Child care robot チカロ <http://apple.ee.uec.ac.jp/chicar0/>
- [4] 山田徹志, アッタミミムハンマド, ジャンビン, 宮田真宏, 中村友昭, 大森隆司, 長井隆行, 岡夏樹, 西村拓一: 「保育の質」の定量化に向けた子どもとロボットの関わり —子どもの心的状態推定へのアプローチ, 第 33 回日本認知科学学会大会 OS13-4, (2016)
- [5] 高橋元紀, 竹内勇剛: 第三者を対話場に引き込む視線インタラクションのデザイン, HAI シンポジウム 2014, (2014)
- [6] 小野哲雄, 兼古哲也: 人とロボットの共創インターフェイスとしての「コミュニケーションの膜」, 電子情報通信学会, (2014)
- [7] ヴァスデヴィ・レディ: 驚くべき乳幼児の心の世界 「二人称的アプローチ」から見えてくること, ミネルヴァ書房, (2015)
- [8] 木村大治: 共在感覚 アフリカの二つの社会における言語的相互行為から, 京都大学学術出版会, (2003)
- [9] 大森隆司: 試論: 人はなぜ感情を持つのか—行動決定における感情の計算論的役割—, 人工知能学会誌, 特集「人工知能と Emotion」, Vol.31, No.5, pp.710-714, (2016)
- [10] 宮田真宏, 大森隆司: 感情の価値システムとしてのモデル化の試み, 第 33 回日本認知科学学会大会, O3-1, (2016)