

「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—

Child and robot interaction for a quantification of the early childhood care -Approach toward estimating a child mental state-

山田徹志¹ アッタミミ・ムハンマド¹ ジャン・ビン² 宮田真宏¹

中村友昭² 大森隆司¹ 長井隆行² 岡夏樹³ 西村拓一⁴

Tetsuji Yamada, Muhammad Attamimi, Jan Bin, Masahiro Miyata, Tomoaki Nakamura,
Takashi Omori, Takayuki Nagai, Natsuki Oka, Takuitsu Nishimura

¹玉川大学, ²電気通信大学, ³京都工芸繊維大学, ⁴産業技術総合研究所

Tamagawa University, The University of Electro-Communications, Kyoto Institute of Technology,
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

tetsuzi@lab.tamagawa.ac.jp

Abstract

This study suggests new study method for improving quality of child care in the early childhood education and care. In this study, we measured an interaction of a with robot and estimated degree of child's engagement using the WOZ method and analyzed the data using a machine learning method. We used the robot to improve a reproducibility of child's behavior. With the method, we aim evaluating a possibility of an artificial intelligence technology for estimation the procedural specialty of childminders. With the method, we expect to make the child care study more scientific to ensure the observation of child care objective.

Keywords — Robot, Child, ,mental, Early childhood education and care

1. 背景・目的

1.1 待機児童問題にみる保育の現状

昨今、待機児童問題が改めて深刻な社会問題として取り上げられている。この問題について昨年度より施行された子ども・子育て支援新制度（以下、新制度）により保育を提供する為の認定こども園をはじめとした保育施設の量的拡充が行われている。

しかし、新制度での保育施設の量的拡充には大きな問題が生じている。子どもへ保育を提供する保育者（職員）の不足である。現在、2017 年までに保育利用を必要とする子ども約 40 万人に対し、約 10 万人の保育者の不足が予想され、厚生労働省[1]は、そのうち約 6.9 万人の保育人材確保を盛り込んだ「保育士確保プラン」を示している。

この保育者の不足問題の根幹的な原因は保育者の離職であるとされている。この問題に対し今年度より「保育者の職務裁量の拡大」、「保育者の不足、離職対策に向けた給与の補填」等が検討されている。そして、これに

より、待機児童の施設入所数の一時的な増加と保育者の急速な雇用が生じると予測される。

1.2 保育者の離職と専門性の低下

保育者の離職については、文部科学省の学校教員動向調査（2015）では私立離職幼稚園教諭 10,233 名の内 30 歳未満が 53%と報告されている[2]。これは、他の学校教育機関と比較して極めて高い水準である（同調査の離職者数全体に占める 30 歳未満の離職率：「公立小学校 15.2%」、「公立中学校 14.2%」、「公立高等学校 9.0%」、「私立高等学校 14.9%」）。さらに、全国社会福祉協議会は、保育者の離職率は満 30 歳未満で高く、多くは勤続 5 年未満で離職すると報告している（2013）[3]。つまり、慢性的な保育者不足とその背景として保育者の早期離職の実態がありながら、突貫的に保育人材が確保されつつある。

ここで、懸念されるのが保育者の専門性の低下である。十分な保育経験や専門職者としての養成段階を有さない保育者が保育に従事することは、保育の質に少なからず影響を及ぼすことが予想される。Early ら [4] は、早期離職により保育者の専門性や資質が発揮されないことが保育の効果を低下させる原因の一つであるとしている。また、秋田ら[5]は、諸外国の就学前教育・保育支援における比較研究より、保育者の専門性の低下は「保育の質」そのものの低下につながり、保育者の専門性こそが「保育の質」の実現の重要な要因であると指摘している。

1.3 「保育の質」と保育者の専門性

「保育の質」とは何かということについて、その解釈は多様である。例えば世界的保育指標でもある ECEC(OECD) [6]では、保育の質を大きく2つの側面から捉えている。第一の側面が、容易に可視化でき設置基準等の明確な指標として提示し得る保育施設の広さや人員配置などの質、すなわち「構造の質」である。第二の側面は、保育者が子どもとのかかわりを通して行うミクロな保育のプロセスの質、すなわち「過程の質」である。保育者の専門性とはこの「過程の質」を指している。「過程の質」については以前より保育学や乳幼児教育学等の分野において、ワザ・コツ・ノウハウ[7]などの客観的指標では表現困難な曖昧な要素とされてきた。また、Bernstein [8]は、教科教育とは異なり生活活動に依拠する保育実践（乳幼児教育、保育）ではその定量化は容易でないことから「見えない教育」と呼んだ。つまり、「過程の質」は「保育の質」を保証する上で重要な側面でありながら、その内容は不明瞭なものとされている。その他、Fonytaine ら [9]は、国や文化によらずミクロな教育のプロセスを見直すことが専門性の評価・開発につながり、「保育の質」を改善して子どもの発達に好影響を与えている。しかし、国内の保育者の専門性に関する研究は保育臨床での事例研究が中心であり、その内実が何かという客観的根拠に基づいた知見の導出は成されていない。

以上より保育者の専門性、すなわち「保育の質」をデータに基づき科学的に議論するには、保育者の実践内容からの専門性の客観的な定量化が必要だと考えられている。そこで我々は、「保育の質」に関わる指標を工学技術により客観化・定量化することで、「保育の質」の向上へ寄与することを試みる。そして本稿では、その手段として子どもとロボットの対話に焦点をあてて調査を実施した為、それを中心に報告する。そして、分野融合的な手法が切り開く保育学・乳幼児教育学分野における新たな研究の方向性を提起したい。

2. 「保育の質」の定量化に向けての仮説

本研究の目的である「保育の質」(保育者の専門性)の定量化に向けた研究の方向性を提起する上で、以下の仮説を置く。

仮説 1

子どもの環境に対する主体的なかかわり

保育一般においてその実践とは、子どもの「遊び」による「学び」であると提言されている。また、子どもの遊びとは「子どもが主体的に環境へかかわること」とされている。すなわち、子どもが環境と主体的にかかわる為の援助こそが保育の目的である[10][11][12]。

子どもが環境(ひと・もの)へと主体的にかかわる時、その活動量と活動特徴から「保育の質」の評価につながる特徴量が得られることを期待する。子どもの主体性は、子どもの積極的な心の状態を示す指標であろう。

仮説 2

保育者の子どもへの主体的なかかわりにみる「読み取り」と「働きかけ」

保育者は、子どもとのかかわりの中で「子ども理解」を計りつつ、保育を行っている[13]。「子ども理解」とは子どもの主体性の認識であり、子どもの環境を整備・選択する際の根拠である。つまり、保育者は実際に子どもへの「働きかけ」を行う前に、まず子ども今の心情、意欲、態度といった心の状態(心的状態)の「読み取り」を行っている。また、保育者は子どもと主体的にかかわる中で、子どもの心を積極的に理解しようとする態度の必要性を認識している。実際、保育の場での保育者は、子どもの心的状態を刻々と推定しつつ働きかけていると思われる。これより、保育者の子どもへの積極的なかわり(読み取り)における判断指標を物理量として計測することは、子どもの心的状態を把握するための要素の抽出につながろう。

仮説 3

子どもの「心的状態推定」(心を読み取る能力)

保育実践は、「子ども」と「保育者」のかかわり合いにより、互いの主体性を取り交わしながら形成される過程と理解できる[14]。そこで、子どもと保育者が関係性を築く過程での子どもの活動と、保育者が子どもの心の状態を記述するオントロジを作成して組み合わせることで、子どもの心的状態を推定できると考える。保育の質に関わる保育者の心的状態には Margaret [15]のラーニングストーリーを参考として、心的状態の抽出モデルを作成した(図1)。子どもと保育者の活動や働きかけは、センサにより観測可能な物理量と場の記述から導き出されるとする。本モデルの信頼性及び妥当性は検証の途中であるが、多くの保育者は本モデル

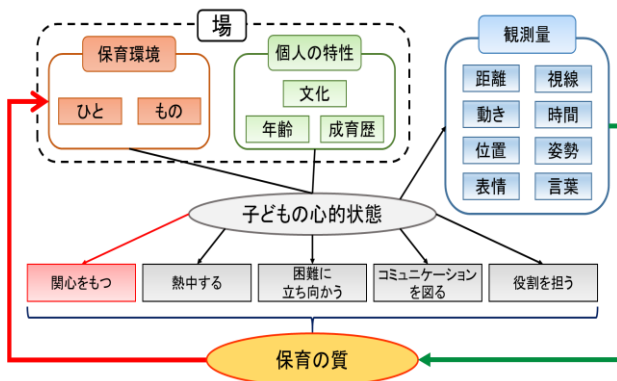


図1 「心的状態推定モデル」

に類似した構造で直感的に子ども心を読み取る技能を、その専門性として共有していると考え。

仮説4

保育の質を定量化するための再現性の確保

個々の保育者の保育の方法は多様であり、子どもとのかかわり方を統制することは困難である。これがこれまでの比較研究を困難にしてきた要因の一つであろう。そこで、子どもと保育者のかかわりの再現性を確保するため、プローブとして行動制御プログラムにより行動再現性の高いロボットを用いる。それと同時に、子どもとロボットのかかわりを3Dセンサと画像センサで精密に計測・認識処理することで、客観的なデータの抽出が可能となると期待する。

以上の仮説に基づき、子どもと保育者のかかわりの中から「保育の質」と関連する心的状態推定の要因を物理量として観測することを試みた。

3. 研究方法

【調査環境】

子どもとロボットの関わりにみる保育の質を、子どもが環境（人：ロボット）に対して示す関心を物理量として抽出する試みとして、Kinect V2 for Windowsを用いてRGB(カラー情報)、D(深度情報)画像を計測した。また、指向性マイクにより音声データを記録した。ロボットにはPepper (SoftBank 社製)を用いて、WOZ法による対話実験を実施した(図2)。

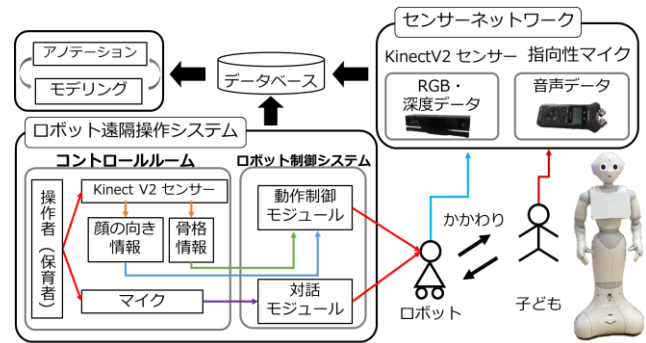


図2 「WOZ法：調査環境」

WOZ法におけるPepperの操作は、身体動作1名、対話処理2名、子どもの傍での補助および安全確保1名、の計4名で行った。対話の意思決定は保育経験(9年)を有する研究者が行った。なお、調査に用いた場所は子どもが通っている幼稚園であり、普段子どもが出入りしているホールに子どもがロボットと自由にかかわりをもてる場を設定した。

【調査場面の一例】



【分析対象】

調査においてPepperと関わりをもった子どもは、幼稚園に在籍する満3～6歳児、計23名であった。この被験者の内、最年少の3歳女児Rとロボットの関わりを詳しく分析した。

【分析方法】

子どもの関心の有無を計測された物理量から推定する評価実験を行った。分析方法は、観測された物理量を入力として子どもの関心を推定する自動識別機を学習的に構成し、その結果と子どもの関心について人手によるアノテーションの結果とを比較した。

自動識別機には、教師あり学習を用いたパターン識別を行なう機械学習の手法の一つであるSVM (Support Vector Machine) を用いた。

教師データには教育・保育経験を有する10名に女児R-Pepper間のインタラクション場面の動画を示し、関心の有無を評価してもらった。機械学習は、人によって抽出された物理特徴量と、センサからの自動的デー

タ処理による物理特微量の2パターンに対して、別々に行なった。

センサからのデータは Kinect V2 センサの深度情報を用い、「距離」(女兒 R-Pepper 間)、「視線」(女兒 R が Pepper を見ているか)、および「感情推定」(表情分類ソフト OKAOVISION を用いた顔の表情分析)の結果を用いた。

人による判断には、上記と同じ教育・保育経験者が「視線」(ロボットへの視線の向き)、「発話」(ロボットに対しての発話の有無)、「動き」(行動が関わりをもとうとしているか)を評価し用いた。この3点の観測データを選定した理由は、心的状態推定モデル(図1)を元に保育者が子どもの関心を推定すると想定したためである。

4. 結果・考察

4.1 女兒 R とロボットの関わりにおける関心の推定

心的状態(関心状態)の推定についての SVM による推定結果は、教育・保育経験者により評価された特微量を用いた場合には正答率 82.05% であり、センサデータの自動特微量推定による結果は 78.63% であった(図3)。

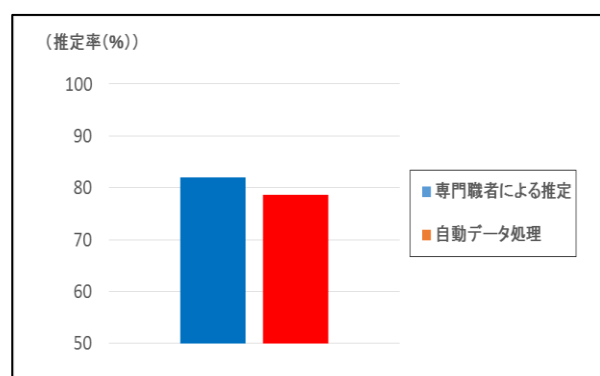


図3 心的状態推定(関心)のパターン別推定率

4.2 「保育の質」を定量化する可能性

4.1の結果より、人(専門職者)により評価した特微量の方が、計測データの解析よりも高い推定結果を得ることが出来た。一方で、センサデータを自動特微量推定したデータによる関心推定の結果でも 78.63% とかなり高い正答率を得ることができた。

センサデータの自動特微量抽出による推定精度は人(専門職者)よりはやや低い値を示しているが、その差は小さく、今後の実運用に使える可能性は高い。このことから、人手による特微量アノテーションを用い

ることなく、センサからの計測データを解析することで保育の質を定量化することの可能性が示されたと考える。

4.3 「場」に応じた状態推定

本分析対象の女兒 R と Pepper との関わりについては、心的状態推定への可能性が示された。しかし、調査へ参加した他の子どもたちと Pepper との関わりでは、同様の推定結果は得られなかった。例えば、Pepper の周りに複数の子どもが集まって関わりを持った場面では、子ども同士の関わりが強く影響していた。また、女兒 R と同様に他の子どもが Pepper と 1対1 の関わりをもった場面では、どう関わりを持てばよいのか判らず困惑し、沈黙する場合も多くあった。これらの現象をどう説明するか、単に個人の内部過程のモデル化ではない、他者との関係も含めた集団の場のモデル化が必要であるように思われる。その一つの要因として、そのインタラクションの「場の構造」があろう[16]。子どもが今、対峙している場をいかに理解して活動しているかを推定する「場」の推定モデルを考慮することが、多様な「場」に応じた心的状態の推定に関連すると予想される。

5. まとめと今後の課題

「保育の質」の定量化に向けた試みとしての子ども-ロボットインタラクションの分析について紹介した。その高機能化についての課題は多くあり、現状は一部の心的状態推定の分析に留まっている。

一方で我々は、他の推定すべき要因及び多様な「場」の理解に向けた定量化分析も実施している。現在、我々は本稿で述べた女兒 R-Pepper 間の関わり以外にも以下の調査アプローチを行っている。

① 子どもとロボットの関わり場

【調査対象】 幼稚園に在籍する年長児 計 22 名

【調査内容】 子ども-ロボットの関わりから心的状態推定要因を抽出する為、ロボットと自由に関わりをもてる場を設置し調査を行った。(Pepper を使用)

【調査場面】



② 日常の保育における一斉活動の場

【調査対象】 幼稚園に在籍する年中児 計 55 名

【調査内容】 日々の保育における子どもの活動と保育者の援助方法を観測するため、一斉活動場面（英語クラス、おかし作り、リトミック）の調査を行った。

【調査場面】



③ 日常の保育における自由活動の場

【調査対象】 幼稚園に在籍する年中児 計 33 名

【調査内容】 日々の保育における子どもの活動と保育者の援助方法を観測するため、自由活動場面（室内自由遊び）の調査を行った。

【調査場面】



これら、複数の調査をもとに「保育の質」に関する特徴量の抽出と分析を試みている。

本研究は乳幼児教育、保育学分野におけるセンサおよび機械学習手段による新たな研究の方向性を提起するものであり、乳幼児教育・保育を科学の対象とする試みである。今後、さらなる研究発展を目指しわが国における保育・乳幼児教育へ寄与する発見と知見の発信を目指していきたい。

本研究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したものである。一見すると保育研究に見える子どもの心的状態推定の研究を、人工知能の教育応用の基盤およびフィールド開拓として我慢強く見守ってくださる関係者に感謝する。

参考文献

- [1] 厚生労働省, (2015) “保育人材確保のための「魅力ある職場づくり」に向けて”
<http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11601000-Shokugyouanteikyoku-Soumuka/0000057898.pdf> (2016.7.1)
- [2] 文部科学省, (2015) “平成 25 年度学校教員統計調査 (確定値) の公表について”
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_ics_files/afiedfile/2015/03/27/1356146_1.pdf (2016.7.1)
- [3] 全国保育士養成協議会 専門委員会 平成 25 年度 課題研究報告, (2013) “保育者の専門性についての調査・養成課程から現場へとつながる保育者の専門性の育ちのプロセスと専門性向上のための取り組み- (第 2 報)”
- [4] Early, D. M et al, (2007) “Teacher’s education classroom quality and young children’s Academic skills : Results from seven studies of preschool programs.”
Child Development, Vol.78, No.2, pp.558-580.
- [5] 秋田喜代美, 箕輪潤子, 高櫻綾子, (2007) “保育の質研究の展望と課題”, 東京大学大学院教育学研究科紀要 Vol.47, pp.289-305.
- [6] OECD (編集), 星三和子, 首藤美香子, 大和洋子, 一見真理子 (訳), (2011) 『OECD 保育白書 人生の始まりこそ力強く: 乳幼児期の教育とケア (ECEC) の国際比較』, 明石書店
- [7] Donald, A. S, (1983) The Reflective Practitioner, How Professionals Think in Action, A Member of Perseus Books Group
- [8] Bernstein, B (著), 萩原元昭 (編), (1985) 『教育伝達の社会学 開かれた学校とは』, 明治図書
- [9] Fonytaine, N.S, Torre, L. D, Grafwallner, R, & Underhill, B, (2006) “Increasing quality in early care learning environments”, Early Child Development and care, Vol.176, No.2, pp.157-169.
- [10] 文部科学省, 『幼稚園教育要領』
- [11] 厚生労働省, 『保育所保育指針』
- [12] 内閣府, 『幼保連携型認定子ども園教育・保育要領』
- [13] 津守真, (1997) 『保育者の地平』, ミネルヴァ書房
- [14] Reddy, V (著), 佐伯胖 (訳), (2015) 『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
- [15] Margaret, C (著), 大宮勇雄, 鈴木佐喜子 (訳), (2013) 『保育の場で子どもの遊びをアセスメントする「学びの物語」アプローチと理論と実践』, ひとなる書房
- [16] 小野哲雄, 今吉晃, 兼古哲也, (2014), “Com-brane: 人とロボットの共創インタフェースとしての「コミュニケーションの膜」”, 信学技報 CNR2014, Vol.3, pp.11-16.