

認知モデルベースロボットによる支援に向けた 子どもの反応のアノテーション指針に関する検討 Exploring Annotation Strategies for Observing Children's Responses to Cognitive Model-Based Robots

西川 純平[†], 森田 純哉[‡]

Jumpei Nishikawa, Junya Morita

[†] 岡山県立大学, [‡] 静岡大学

Okayama Prefectural University, Shizuoka University

j_nishikawa@cse.oka-pu.ac.jp

概要

認知モデルを搭載したロボットとのインタラクションを通じて、特別支援教育における子どもの認知的特徴を推定する手法の構築を目指し、注意傾向と受容性に関するアノテーション指針を検討した。展示実験の一部を対象とした予備的分析では、視線・発話・教員支援との関連が観察され、行動パターンの抽出可能性が示唆された。今後は行動定義の精緻化や信頼性の確保を図り、全体データに展開して分析を進める。

キーワード：認知モデリング、コミュニケーションロボット、フィールド実験

1. はじめに

言語と身体感覚の統合を担う認知的能力は、子どもの学習や対人相互作用において重要である。こうした能力の偏りは、学習困難や社会的相互理解の障壁となりうることから、特性に応じた支援技術の構築が求められている(坂爪, 2011)。これまで、実験的研究の知見が蓄積されており教員の経験に基づく実践的な報告も存在するものの、学術と実践の橋渡しとなる枠組みは限定的であった。

これに対し近年では、対象者の認知的特徴を、その者と同様の特性を持つ認知モデルとのインタラクションから推定する試みがある(西川・森田, 2024)。この試みの基本となるアイデアは「ある特徴をもつ個人は、同じ特徴を持つ認知モデルとの相互作用を、モデルの誤りに気付かないまま継続する」ということである。認知モデルは、認知科学理論を基盤に持ち、課題要因を切り分けることを可能とする。このような認知モデルとのインタラクションという課題設定は、自身と似た特徴のモデル(個別化認知モデル)の特定というかたちで、対象者個人の特徴を推定することを可能とする。

本研究の究極的目標は、このアイデアを特別支援教育における感覚-言語統合の特徴推定へと拡張するこ

とである。このために、著者らは、言語的・身体的表現を融合した認知モデルを搭載したコミュニケーションロボットを開発してきた(西川他, 2023)。この認知モデルベースロボットとのインタラクションを通じた認知的特徴の動的推定手法を整理し、支援に資するモデルの構築と課題設計を目指す。目標達成のための第一段階として、特別支援教育の文脈で認知モデルベースロボットに向けられる注意や受容性を確かめる必要がある。このために、特別支援学校でロボット同士のインタラクションを展示し、児童・生徒および教職員の反応を収録した(西川他, 2025)。本稿では、このデータに対するアノテーションと可視化方法を提示し、注意傾向や模倣行動の観察可能性、将来的な推定に向けた展望を示す。

2. 分析の方針

実験は2025年2月12日から20日にかけて、静岡県立浜北特別支援学校のプレイルーム^{*1}およびいくつかの教室において、時間帯をわけて実施された。対象は小学1年生から高校3年生までの児童・生徒であり、肢体不自由を併せもつ者も含まれる。展示されたロボットは、認知モデルに基づき制御され、しりとり形式で単語を発話しつつ、それに付随する身体動作を行う。児童らはこのやりとりを自由に観察する形式で参加した。

ここでは分析初期段階として、子どもの注意傾向と受容性を把握すべく、子どもの反応コードと教員の支援行動コードを共通の支援応用という軸で整理し、タイムライン上に重ねて視覚化可能にする。表1は子どもの反応コード、表2は教員の支援行動コードであり、両表に共通する「支援応用に向けた意味づけ」列は、後続の分析で両者を結びつける接合点として機能する。この作業によって得られる基礎データは、子

^{*1} スロープやマットが設置され、児童・生徒が遊ぶことができる室内の多目的スペース

表 1

観察項目	行動の定義・具体例	支援応用に向けた意味づけ
視線の向きと集中時間	ロボットへの注視，視線の遷移，持続時間	興味や注意の焦点を示す．選択的注意の傾向や刺激への関心度を指標化．自身に類似したモデルに対しては，持続時間が長くなる可能性がある．
身体の向き・姿勢変化	ロボットに身体を向ける，離れる，姿勢を変える	関与意欲や刺激に対する接近・回避傾向を把握し，環境調整の設計に活用．
模倣行動	ロボットの動作や発話の一部・全体を再現	モデル提示による学習可能性の有無や，運動模倣能力の発達段階を推定．支援タスク設計に応用可能．自身に類似したモデルに対しては，模倣の頻度が高まりやすい可能性がある．
発話・音声反応	自発的発語，発声，笑い，ロボットへの返答	音声刺激への反応性や対話的関与の兆候．言語刺激に対する受容性の評価にもつながる．
表情・情動反応	笑顔，困惑，驚き，無表情など	情動的負荷や肯定的関与の指標．学習環境の快適性・安心感の調整に活用．
無反応／回避的行動	明確な反応が見られない，注意を逸らす，離れる	刺激処理の困難さや不快感，過負荷の可能性を示す．支援強度・導入タイミングの調整に寄与．自身に類似しないモデルに対しては，無反応や回避的な行動が現れやすい可能性がある．

表 2 教員の支援行動と支援応用の観点

観察項目	行動の定義・具体例	支援応用に向けた意味づけ
発話による促し・指示	「見てごらん」「まねしていいよ」などの声かけ	子どもの関与を導く支援スタイル．どのような介入が効果的かを評価．
身体的誘導	手を添える，肩を支える，ロボットに向ける	認知的負荷やモチベーションの差を補う補助手段．必要な支援の種類を見極める材料．
共同注視・指差し	教員と子どもが同じ対象を見たり指したりする	社会的参照や共同注意のサポート行動．協同的な支援導入の可能性を示唆．
行動の言語化・通訳	「いま ○○ してるね」と子どもの行動を言語化	教員のメタ認知的支援．子どもの行動への意味づけと周囲との共有を促す．
静観（意図的な関与の回避）	教員が意図的に介入せず見守る	子どもの自発的行動の観察と尊重．支援の必要最小化やタイミング調整の判断．

ものの個別的な注意や反応パターンを数値的に特徴付けることを可能にする．これらの特徴は，将来的に個別化認知モデルを構築する際のパラメータ調整や検証に直接活用される．

また，分析の実施前段階として，今後の検証課題を明示する．現在設定している探索的リサーチクエスチョンは以下の二点である．

- RQ1: ロボット発話前後 ±10 秒の範囲で子どもの視線・模倣・発話の組み合わせパターンが抽出できるか

- RQ2: 教員の介入（発話による促し／身体的誘導）が，これらの反応パターンの出現頻度や持続時間を変化させるか

これらのリサーチクエスチョンの検討によって，子どもの反応に現れる注意や受容性の傾向を，行動パターンとして記述可能であるかを評価する．このことは，将来的に認知モデルを利用して個別の認知的特徴を推定するための行動指標の妥当性を検証する第一歩となる．

2.1 予備的な分析

2025年2月12日の展示冒頭3分25秒間（展示開始から1回目のしりとり終了まで）を対象に、Elan 6.9を用いて予備的アノテーションを行った。この段階では第一著者のみがアノテーションを実施している。この展示は小学1年生を対象にプレイルームで行われた。展示場所が廊下に面しており、多数の児童・教職員が通過する状況下で実施されたことから、展示の正面に留まった児童3名と教員2名について、前述の観点に基づいてアノテーションを行った。

以下に予備的アノテーションに基づく児童および教員の観察の様子を整理する。

- **児童 A**：展示開始直後に訪れ、約3分間観察した。初期にはロボットを注視し、ロボットが発話を開始すると身体正面をロボットに向けたまま他の方向を見回した（約20秒）。その後、ロボットに視線を戻し、身をかがめて目線を合わせて観察した。この間に9回の発話を行った。うち2回は掲示の読み上げ、1回は実験者への問いかけ、6回はロボットへの反応であった。反応の内容には、しりとりへの回答やロボットの回答の繰り返しが含まれる。
- **教員 A**：展示開始20秒後に来場し、児童Aの「見ていいですか？」という問いに実験者が許可すると、「いいって、見てみよう」と促した。掲示内容を児童Aとともに読み上げ、児童の発話（しりとりへ回答）やりとりに対して共感的反応（「あたった！」）を示した。
- **児童 B**：教員Aに誘導されて来場した。約1分30秒間展示前に留まった。教員Aの指差しでロボットに注意を向けたが、すぐに視線をそらした。身体正面もロボットに向けず、発話もなかった。
- **教員 B**：児童Cを抱えて展示開始2分20秒後に来場した。約15秒滞在した。ロボットの発話の繰り返しや行動の言語化（「しりとりしてる」など）を計4回行った。
- **児童 C**：展示を訪れた数秒ロボットを注視し、その後足元や他の児童に注意を向けた。発話はなかった。

この予備的アノテーションにより、RQ1に関しては、児童Aの行動から「視線の向きと集中時間」「身体の向き・姿勢変化」「発話・音声反応」などの組み合わせが、ロボットの発話タイミング前後において抽出可能であることが示唆された。今回の範囲において、模倣行動は明確には観察されなかった。また、RQ2に関しては、児童Aに対する教員Aの「身体的誘導」「指

差し」「行動の言語化」などの支援が、児童の視線移動や発話といった反応と時間的に対応していたことから、教員支援が子どもの関与を引き出す要因となることが示唆された。一方で、教員Bが複数の支援の発話を行ったにもかかわらず、児童Cの反応は限定的であり、支援の質・タイミング・児童の特性といった要因を踏まえた検討が必要である。

3. まとめ

本稿では、認知モデルベースロボット展示の録画データに対して、子どもの注意傾向と受容性を把握するアノテーション指針を検討した。予備的な分析を通して子どもの多様な反応パターンが抽出可能であることを確認した。今後は、児童ごとの反応の違いや支援の効果を定量的に把握するために、全期間・全参加者を対象としたアノテーションを進める。支援の種類やタイミングが児童の反応に及ぼす影響を精査し、個別化認知モデルの構築に向けた支援設計指針の基盤形成を目指す。RQ1・RQ2の検証を通じて、ロボット-子どもインタラクションにおける認知的特徴推定の可能性を評価していく。

文 献

- 坂爪一幸 (2011). 特別支援教育に力を発揮する神経心理学入門, 学研プラス.
- 西川純平・森田純哉 (2024). 個別化認知モデルとの相互作用を通じた音韻意識の推定手法の検討, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 26(4), 363-378.
- 西川純平・佐々木康佑・森田純哉・MENESES, Alexis・酒井和紀・吉川雄一郎 (2023). シンボリック表現と身体性を融合した対話のモデルの提案, 人工知能学会全国大会論文集, JSAI2023.
- 西川純平・佐々木康佑・森田純哉 (2025). 特別支援教育における認知モデルベースロボットの位置付けと導入に向けた課題, HAI シンポジウム 2025.