

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18330144

研究課題名 (和文) 自閉症療育へのコミュニケーションロボットの応用

研究課題名 (英文) Robot-mediated communication for autism therapy

研究代表者

小嶋 秀樹 (Kozima Hideki)

公立大学法人 宮城大学・事業構想学部・教授

研究者番号：70358894

研究成果の概要：自閉症児は人との関わりに問題を抱える一方で、モノ（玩具や機器）の理解や操作を比較的に得意とする。本研究では、注意と情動を表出するだけのシンプルなロボットを自閉症児（就学前）の療育教室にロボットを導入し、計800人回にわたる長期縦断的インタラクションを観察・分析した。その結果、モノ的なわかりやすさと人らしい応答性を兼ね備えたロボットであれば、安心したモノ的なやりとりから社会的なやりとりを引き出せることが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	5,500,000	1,650,000	7,150,000
2007年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2008年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
総計	13,800,000	4,140,000	17,940,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：発達障害、自閉症療育、認知科学、身体的コミュニケーション、ロボット、ヒューマンロボットインタラクション

1. 研究開始当初の背景

対人コミュニケーションは、個人が社会のなかで生活する上で最も重要な活動であり、また社会全体の活動を支える個人間活動でもある。ところが近年、対人コミュニケーション能力の発達に遅れやつまずきを抱える子どもたち・若者たちが増えている。たとえば自閉症スペクトルの子どもたちは、その診断基準の改訂にともない増加している。また、学童期の軽度発達障害は全学童の6.3%を占めると言われる。

この現状を改善するために、発達早期での診断および療育的介入の手法が研究されてきた。その中でも、近年発達をめざましいロ

ボット工学および情報通信技術を利用した新しい手法に期待が集まっていた。単なる刺激提示装置としてロボットを利用した心理実験を行なうのではなく、発達障害児が社会的インタラクションを実践する相手としてロボットを活用する研究が国内外で始まりつつあった。

しかしながら、ロボットと発達障害児療育をつなげる関連研究の多くは、実験室条件での短期的なインタラクション観察に留まるものが多く、実践的・長期的な観察はまだなかった。また、使用するロボットも市販あるいはロボット工学研究の一環として開発されたものが多く、発達障害児療育に適したロ

ロボットのデザインについての考察はほとんどなかった。

2. 研究の目的

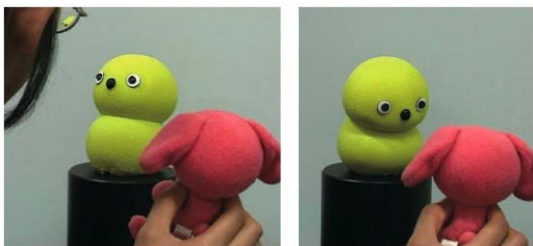
そこで本研究では、子どもたちの対人コミュニケーション能力の発達をサポートするために、コミュニケーションロボットを活用する手法（ロボットデザイン、インタラクション実践方法、データ分析・評価方法）を開発し、療育施設・保育施設などでのインタラクション実践および発達支援実践をとおして、それら手法を実証・評価・精緻化していく。とくに、コミュニケーションの発達障害と考えられる自閉症スペクトルに焦点をあて、その診断や発達サポートにロボットを活用する先駆けをつくる。また、ロボットという新しい行動観察装置から子どものコミュニケーション発達を捉えなおすことで、自閉症スペクトルについての新しい心理学的知見・療育手法を探求する。

具体的には、対人コミュニケーションに障害をもつ自閉症児（2～4歳）について、コミュニケーションロボットとのインタラクションを発達障害児の療育施設で長期縦断的に観察し、その行動データを分析する。また、その対照群として、保育所・幼稚園に通う定型発達児についても並行して観察・分析を行なう。どちらも特定の課題を与えることなく、養育者・療育者・保育者そして他児との日常的なやりとりのなかで、それぞれの子どもが自発的にロボットに向けるコミュニケーション行動に注目する。これら行動データから、ロボットを療育・保育の現場で活用するための発達支援スキームを構築し、その妥当性・有効性の検証・評価を行なう。ロボットを使って自閉症療育をサポートする先駆けとなるだけでなく、理論に裏打ちされたロボット療育支援のモデルケースになることをめざす。

3. 研究の方法

(1) ロボット

本研究で主に利用したロボットは、研究代表者が情報通信研究機構で2002年度に開発したKeeponである。



注意・情動表出ロボット Keepon

Keepon は、黄色い雪だるま型の身体（シリコンゴム製、高さ12cm）に左右の眼（カラー

CCDカメラ）と鼻（マイクロフォン）をもつ。このロボットに可能な動作は、①注意の表出：顔方向を上下左右に動かし、視線をある対象に定位させること、②情動の表出：身体を左右に揺らす・上下に伸縮させることにより、楽しさや興奮を表現することの2つに限定されている。

(2) 観察フィールド

療育施設（近江八幡市中心身障害児通園センター）および保育施設（社会福祉法人小羊会八王子保育園）のプレイルームにコミュニケーションロボットを導入し、自閉症児の集団あるいは定型発達児の集団における自発的なコミュニケーション行動を観察する。

ロボットの制御は操作者（研究代表者または研究分担者）が別室から無線データリンクをとおして行なう「ウィザード・オブ・オズ」方式を採用する。画像処理・音声処理による自動応答プログラムも開発したが、①子どもからの自発的な関わりを待つ必要がある点、②子どもからの関わり行為に意味づけを行ない、社会的に応答する必要がある点から、操作者による遠隔操作を一貫して行なった。



プレイルームにおける Keepon

(3) データ分析

ロボットの眼（カメラ）から捉えた子どもたちの行為や、鼻（マイクロフォン）で捉えた声・発話などを分析対象とする。まずは収録したデータを子どもごとのプロファイルに編集し、集団の中でのコミュニケーション行動の質的な分析（ロボットの視点から子どもの振る舞いを間主観的に意味づけ、エピソードを記述していくこと）を行ない、そこから対人コミュニケーション能力と相関すると思われる量的指標（たとえばアイコンタクトの頻度や距離、タッチの頻度や強さなど）あるいは行動カテゴリを選定していく。

これら質的・量的な分析と並行して、編集された子どもごとのデータ（とくにビデオデータ）を、療育施設や保育施設にフィードバックし、これら現場でのサービス向上に役立ててもらおう。とくに療育施設では、子どもごとのケアプランを策定するケースカンファレンスの基礎データをして活用してもらい、コミュニケーション行動の長期的な変化から、いまその子に必要なとされるサポートとその提供方法を探っていく。

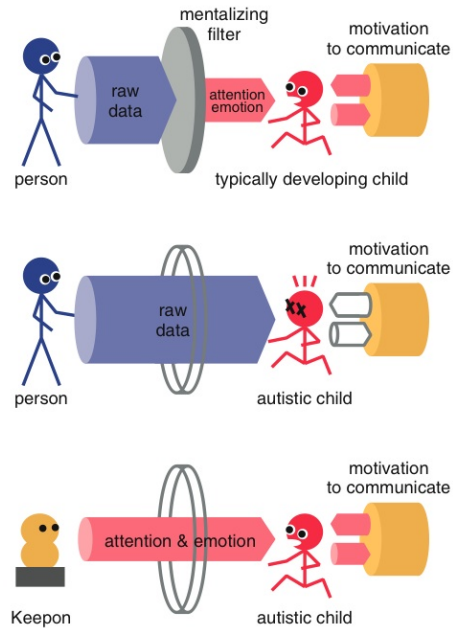
4. 研究成果

本研究では、約3時間の観察セッションを療育施設で約120回=360時間(約800人回)、保育施設で約30回=90時間(約900人回)ほど実施し、そのデータ分析から、ロボットを自閉症療育に活用するための重要な知見が得られた。おそらく本研究は、世界的にも最も長期かつ大規模な子どもとロボットのインタラクション観察研究と言える。

自閉症児は、玩具のように挙動を予測しやすい対象には安心してアプローチできるが、人のように、意図・情動・信念・注意などをモニタリングすることがその挙動を予測するために必要な対象とは、リラックスした関わりができず、むしろそれらを避けようとする。しかし、ロボットは、その外見(形状)や応答パターンを自由に設定できるため、たとえば最初は予測しやすい挙動から始め、自閉症児からの自発的なアプローチを引き出し、リラックスした遊びのなかで、徐々に社会的な応答(たとえば好き嫌いにもとづく応答など)を導入することで、自閉症児とのインタラクションを物理的なものから社会的なものへとリードしていくことができた。

実際、ロボット Keepon のシンプルな外見は、自閉症児からモノとしてのアプローチや自発的な関わり行動を引き出し、さまざまな遊びが展開した。そのなかで操作者は徐々に社会的な応答を導入していき、たとえばロボットも周囲を知覚することができることやアイコンタクトが何らかの相互行為の合図になることを気づかせ、一緒に何らかの対象を見ること(共同注意)ができることなど、さまざまな社会的インタラクションに引き込むことができた。

本来、自閉症児は他者との社会的インタラクションに入ろうとしない。しかし、本研究でロボットとの長期インタラクションを経験した自閉症児のほとんどが、ロボットとの社会的インタラクションに自発的に入っていった。Keepon のようなシンプルなロボットを相手とすることで、社会的に意味のある情報(注意や情動の状態など)を読み取ることができること、そして、それらを通して自閉症児がロボットとの社会的な関係を構築できることが確かめられた。これを説明するモデルとして、自閉症児では、他者の行為を心的活動として理解するための「心理化フィルタ」が十分に機能していないため、生身の他者と対峙したときは、その身体から発信される大量の情報(生データ)に圧倒され、そこから社会的な意味を選択することができないこと、そして「心理化フィルタ」を必要としないほどシンプルな対象(ロボット)であれば、自発的に社会的インタラクションに入っていけることが示唆された。



なぜ Keepon との社会的やりとりが可能なのか
(心理化フィルタ仮説による説明)

本研究の成果が示唆することは以下のとおりである。①自閉症児にもコミュニケーションへの動機づけが存在すること。②自閉症は「心理化フィルタ」の機能不全による非典型的の知覚スタイルに起因すること。③ロボット Keepon のようにコミュニケーション表出機能を絞り込むことによって、自閉症児に社会的インタラクションの経験を与え、その社会的発達に良好な予後を与えられること。今後は、これら示唆するところをより詳細に分析していきたい。

なお、本研究による成果の一部は、以下の受賞暦が示すように、国内外の関連研究に大きなインパクトを与えている。

①2007年 ヒューマン・エージェント・インタラクション・シンポジウム HAI-2006 Outstanding Research 最優秀賞「療育・保育の現場でのヒューマン=ロボット=インタラクション」(小嶋 秀樹・仲川こころ)

②2007年 Robots at Play Prize 2007, "Keepon" (Hideki Kozima, Marek Michalowski, Cocoro Nakagawa)

③2007年 ROMAN-2007 (IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication), Best Interactive Demonstration Award, "Keepon and the BeatBots" (Hideki Kozima, Marek Michalowski)

④2008年 ICRA-2008 (IEEE International Conference on Robotics and Automation), The ICRA 2008 Robot Challenge, Winner of the 1st Grand Challenge in Human-Robot Interaction, "Keepon" (Hideki Kozima, Marek Michalowski)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① Hideki Kozima, Marek P. Michalowski, Cocoro Nakagawa: Keepon: A playful robot for research, therapy, and entertainment, *International Journal of Social Robotics*, Vol.1, No.1, pp.3-18, 2009/1. 査読あり
- ② 小嶋 秀樹: 子どもはロボットとの遊びに何を見るのか, *ヒューマンインタフェース学会誌*, Vol.10, No.2, pp.99-104, 2008/5. 査読なし
- ③ Marek P. Michalowski, Hideki Kozima: Rhythm in human-robot social interaction, *IEEE Intelligent Systems*, Vol.23, No.2, pp.78-80, 2008/3. 査読あり
- ④ 小嶋 秀樹, 仲川 ころこ, 安田 有里子: ロボットに媒介されたコミュニケーションによる自閉症療育, *情報処理*, Vol.49, No.1, pp.36-42, 2008/1. 査読あり
- ⑤ Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa, Yuriko Yasuda: Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy, *Progress in Brain Research*, Vol.164, pp.385-400, 2007/10. 査読あり
- ⑥ 小嶋 秀樹, 安田有里子: 行為が意味と出逢うとき: ロボットから見た自閉症児のコミュニケーション発達, *日本音響学会誌*, Vol.63, No.7, pp.370-374, 2007/7. 査読なし

[学会発表] (計 41 件, うち国際発表 22 件)

- ① Hideki Kozima: Robot-mediated communication for autism therapy, *International Conference on Infant Studies* (ICIS-2008; Canada), 2008/3/29.
- ② Hideki Kozima, Yuriko Yasuda, Cocoro Nakagawa: Robot in the loop of therapeutic care for children with autism, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (IROS-2007; USA), *Workshop on Assistive Technologies: Rehabilitation and Assistive Robotics*, 2007/10/29.
- ③ Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa: A robot in a playroom with preschool children: Longitudinal field practice, *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (ROMAN-2007; Korea), WB3-4, 2007/8/29.
- ④ Hideki Kozima, Yuriko Yasuda, Cocoro Nakagawa: Social interaction facilitated by a minimally-designed robot: Findings from longitudinal therapeutic practices for autistic children, *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (ROMAN-2007; Korea), TB4-3, 2007/8/28.
- ⑤ Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa: Longitudinal child-robot interaction at preschool,

AAAI Spring Symposium on Multidisciplinary Collaboration for Socially Assistive Robotics (USA), 2007/3/26.

- ⑥ Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa, Yuriko Yasuda: Wowing together: What facilitates social interactions in children with autistic spectrum disorders, *International Workshop on Epigenetic Robotics* (EpiRob-2006; France), 2006/9/20.
- ⑦ Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa, Yuriko Yasuda: Peer interactions between autistic children and a creature-like robot, *Quatrièmes Rencontres du Réseau Interdisciplinaire Autisme-Science* (France), 2006/9/19.
- ⑧ Hideki Kozima: An anthropologist in the children's world: A field study of children's everyday interaction with an interactive robot, *International Conference on Development and Learning* (ICDL-2006; USA), 2006/6/1.

[図書] (計 7 件)

- ① Hideki Kozima: Un robot interactif comme média pour l'observation d'enfants: technique du «Magicien d'Oz» dans le cadre de la thérapie de l'autisme, Hiroko Norimatsu et Nathalie Pigem (eds.), *Les Techniques d'Observation en Sciences Humaines*, Paris: Armand Colin, pp.59-70, 2008/12.
- ② 小嶋 秀樹: 子どもから見たロボット・ロボットから見た子ども: 育ちと育ての現場から見たコミュニケーションの成り立ち, 藤田雅博・下村秀樹 (編), *インテリジェンス・ダイナミクス3「発達する知能」*, シュプリンガー・ジャパン, pp.139-173, 2008/6.
- ③ 小嶋 秀樹, 仲川 ころこ: 人と向きあうエージェント, 人と人をつなげるエージェント: 療育現場のケーススタディ, 山田誠二 (編著), 「人とロボットの〈間〉をデザインする」, 東京電機大学出版局, pp.223-241, 2007/12.
- ④ Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa: Interactive robots as facilitators of children's social development, Aleksandar Lazinica (ed.), *Mobile Robots: Towards New Applications*, Vienna: Advanced Robotic Systems, pp.269-286, 2006/12.
- ⑤ Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa: L'interazione uomo-robot e i disturbi neurologici: una sperimentazione nella terapia dell'autismo, Paolo Dario, Sergio Martinoia, Giacomo Rizzolatti, Giulio Sandini (eds): *Neuro-Robotica: Neuroscienze e robotica per lo sviluppo di macchine intelligenti*, Patron Editore, pp.157-171, 2006/9.

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

(1) 主な新聞報道

①2007年10月17日掲載, 読売新聞(京都32面), 「技あり京都 / ぬいぐるみ型ロボット / 人と“心”を通わず「癒し系」 / 視線を合わせ, 音にも反応」

②2008年11月14日掲載, 朝日新聞(宮城30面), 「育 / キーボン 育児手助け / 自閉症療育などに県内の施設で活用」

(2) 主なテレビ・ラジオ報道

①2007年11月21日放送, PBS (Public Broadcasting Service; 米国公共テレビ), 「WIRED Science」(20:00～21:00の一部)

②2007年11月14日放送, NHK 総合/全国(テレビ), 「ニュースウオッチ9」(21:00～22:00の一部)

③2007年11月9日放送, NHK 総合/関西エリア(テレビ), 「おはよう関西 / 人と見つめ合うロボット」(07:30～07:45の一部「最新ロボットの紹介・京都府精華町の関西文化学術研究都市の情報通信研究機構が開発」)

④2007年11月8日放送, NHK 総合/京都(テレビ), 「ニュース 610 京いちにち」(18:10～19:00の一部「インサイド・人を癒やす最新ロボ」)

⑤2007年9月14日放送, NPR (National Public Radio; 米国公共ラジオ), 「Day to day: Robots Take Center Stage at Nextfest」

⑥2007年9月2日放送, NHK 総合/全国(テレビ), 「つながるテレビ@ヒューマン」(23:00～23:40の一部「超ハヤミ情報局 これは来る!」)

(3) ウェブページ

<http://www.carebots.org>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小嶋 秀樹 (Kozima Hideki)

公立大学法人宮城大学・事業構想学部・教授
研究者番号: 70358894

(2) 研究分担者

仲川 こころ (Nakagawa Cocoro)

独立行政法人情報通信研究機構・情報通信部門ユニバーサルシティグループ・専攻研究員
研究者番号: 20425763

(3) 連携研究者

なし