

# 発達障害児と教育支援ロボットの共同学習における 教育支援効果に関する報告

## その1：ロボットとの共同学習の実現可能性

Learning Effect of Collaborative Learning between  
Educational-Support Robots and Developmental Disorder Children  
-First Report: Feasibility of Collaborative learning with Robots

ジメネス フェリックス \*1  
Felix Jimenez

吉川 大弘 \*2  
Tomohiro Yoshikawa

古橋 武 \*3  
Takeshi Furuhashi

加納 政芳 \*4  
Masayoshi Kanoh

中村 剛士 \*5  
Tsuyoshi Nakamura

\*1\*2\*3 名古屋大学大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Nagoya University

\*4 中京大学 工学部  
School of Engineering, Chukyo University

\*5 名古屋工業大学大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

With the growth of robot technology, more attention have been paid to educational-support robots that assist in learning. Although most existing studies report learning effect of collaborative learning between educational-support robots and healthy children, the number of developmental disorder children in a primary school have increased year by year. Therefore, it is necessary to develop the educational-support robots for development disorder children. However, no reports have addressed educational-support robots for development disorder children. Thus, this study investigates the learning effect of collaborative learning with educational-support robots. This paper reports feasibility of collaborative learning between educational-support robots and development disorder children.

## 1. はじめに

ロボット関連の技術進展により、学校生活をサポートするロボット [Kanda 04] や、英語学習を支援するロボット [Kwon 10] など、学習を支援する場面で活躍する教育支援ロボットが注目されている [Jimenez 14]。例えば、小泉ら [小泉 11] は、子供たちが、Lego ブロックによる車ロボットの組み立てやその動きを制御するプログラミングを話し合いながら学ぶ状況に「見守り役」としてロボットを導入した。ロボットは単に子供たちの行動を管理するのではなく、管理しつつ子供たちの努力を誉めるなど、社会的にポジティブな関係を持つと見守り役である。その結果、子供たちが積極的にロボットに関わるようになり、子供たちの間の協調学習も活発化する傾向が見出され、子供たちの学習意欲の向上が示唆された。このように、ロボットを人が学習している状況に導入することで、学習効果や学習意欲を向上できるといった研究報告がされ始めており、多種多様な方法での教育支援ロボットの研究開発が行われている。

従来研究の多くは、小学校など、学校における“健康児”を対象に実験を行うことで、教育支援ロボットの研究開発や効果報告が進められている。一方で、全国の公立小中学校における通常学級に在籍する生徒のうち、人とコミュニケーションがうまく取れないなどの、発達障害の可能性のある生徒が6.5%を上回っており、また年々上昇しているという調査報告がある [文部省 12]。そのため今後、発達障害児を対象とした教育支援の必要性が高まると考えられる。実際、医学的なアプローチとして、発達障害児を対象とした支援方法の提案 [半田 14] や、支援システムの研究開発 [三浦 13] などの報告がされ始めている。そして近年では、ロボットを用いた支援方法も試みられている [Standen 14]。

文部科学省では、発達障害は大きく三つに定義されている [文部省 03]。一つ目が、他者との社会的関係の形成が難しい

「自閉症」、二つ目が、知識の習得が難しく、学習能力が低い「学習障害」、三つ目が、注意力が非常に低く、衝動性、多動性を特徴とする行動をとる「注意欠如/多動性障害 (ADHD)」である。これらの中で、ロボットを用いた療育支援の従来研究として、学習障害を持つ児童とロボットが共同学習を行ったところ、学習障害を持つ児童の学習に対する集中力が上がり、学習効果を向上させる傾向があることが示唆されている [Standen 14]。また、自閉症を持つ児童に対しても、ロボットを用いて療育支援を試みる研究も始まっている [田中 10]。

しかしながら、発達障害グレーゾーン児童を対象とした、療育支援や教育支援ロボットの研究開発は行われていない。発達障害グレーゾーン児童とは、発達障害があるとは診断されていないが、発達障害の病名がつかつかないかの境界にいる、または疑いや可能性のある児童のことである。発達障害と診断された児童は、福祉サービス、療育など、その児童に合った教育を受けられるが、発達障害グレーゾーン児童は、このようなサポートを受けることは極めて難しい。そのため、発達障害グレーゾーン児童は、適切な環境整備や対応が難しく、家庭や学校で、同級生らから教示を受ける、命令を受ける立場であることが多く、自己肯定感を高める機会がないままに、自己を否定しながら、成長する傾向がある。その結果、発達障害児と同様に、引きこもり、不登校、うつ等の二次障害が発生し、暴力的、攻撃的な行動を併発する可能性がある [昼田 11]。この二次障害を防ぐ方法として、発達障害グレーゾーン児童に対しても、他者に勉強を教えることや、命令する機会を与えることが有効であると考えられる。

そこで本研究では、発達障害グレーゾーン児童に教示を求め、満足感や優越感を与える、Learning by Teaching を促す教育支援ロボットを開発し、そのロボットと発達障害グレーゾーン児童が共同学習することで生じる教育支援効果について検討を進める。Learning by Teaching とは、学習者が他者に教えることによって、自身が学習する枠組みであり、学習者の学習意欲を向上させ、学習者に満足感や優越感を感じさせる

連絡先: ジメネス フェリックス, 名古屋大学大学院工学研究科,  
h208042@gmail.com



図 1: Ifbot の外観

ことが可能である [Biswas 05] .そして、この学習方法は、ロボットと健康児間での共同学習においても、実現可能であることが報告されている [田中 11] .本稿では、実際に ADHD の可能性がある発達障害グレーゾーン児童が、教育支援ロボットと共同学習を行うことに対する、実現可能性について検討する。ロボットには、教師が出した問題を常に間違え、児童に学習内容の教示を求めることで、Learning by Teaching を促す行動を実装する。

## 2. ロボット概要

ロボットには、教育支援ロボットとしても利用され、効果的に学習が行えるという事例 [Jimenez 14] があることから、Ifbot(図 1) を用いる。ロボットの動作は顔の表情のみであり、手や身体は作動しない。実験は Wizard-of-Oz 法の枠組で行うため、ロボットの表情表出は遠隔操作システム(図 2) を用いて遠隔操作する。ロボットの表情は、喜びを表す表情 12 種類、悲しみを表す表情 12 種類、合計 24 種類の表情を設定する。ロボットの音声は、パソコンを通して実験者の声がロボット用の声に変換され、ロボットから再生される。

ロボットは、従来研究 [松添 13] を参考に、Learning by Teaching を促す行動をとる。人とロボット間の Learning by Teaching では、ロボットが問題を解く中で、意図的に間違えることで、学習者にその効果をもたらすことが示唆されている [田中 11] .そこで共同学習中、ロボットは「この問題は難しいね。答えは ××だね。」などと発話して、意図的に問題を間違える。そして、学習している児童に教示を求めるために「君、僕に教えてくれないかな。」などと発話する。また、児童が問題に正解すると、ロボットは「君、すごいね。」などを発話して、児童を褒める。今回はロボットに学習能力なく、一度教示された内容でも繰り返し間違えるよう設定する。

## 3. 実験

### 3.1 方法

本実験は、一般社団法人岐阜創発研究会が行っている発達障害児支援のための塾「ひかりキッズ」にて実施した。実験参加者は、ひかりキッズに通う ADHD の可能性がある発達障害グレーゾーン児童 1 名である。実験は、発達障害グレーゾーン



図 2: 遠隔操作システム

児童 1 名、ひかりキッズの教員 1 名、ロボットを遠隔操作する実験者 2 名で行った。実験者 2 名は、児童、ロボット、教員とは別室にてロボットの遠隔操作を行った。実験は、実験中の様子を撮影しながら 60 分間、以下のような手順で実施した。

- (1) 自己紹介：10 分間  
児童とロボット、お互いの自己紹介を行ってもらう。
- (2) 共同学習：40 分間  
教員が見守る中で、児童とロボットが共同学習を行う。教材は「ドラえもんの世界科おもしろ 攻略 日本の歴史 2 鎌倉時代～江戸時代前半」[藤子 13] を使用し、児童とロボットが交互に 1 ページずつ音読して、学習を進める。その際、ロボットは読み間違えることや、読み方の教示を児童に求めることを行う。具体的には「織田信長」といった人物名を「おだしんちょう」と音訓読みを逆にして読み間違える。また「桶狭間の戦い」といった戦いの名前を、「おけおけまのたたかい」と最初の文字を繰り返して読む。学習時間が残り 10 分になった時、教員は学習した内容の確認テストとして、学習内容から歴史問題を 10 問出題する。その際も、ロボットは意図的に解答を間違えて、児童に教示を求める。
- (3) 自由時間：10 分間  
教員は、児童に休憩時間であることを伝えて、ロボットがいる状況でどのような行動をとるか、10 分間観察する。

上記の実験手順を行い、発達障害グレーゾーン児童が実際にロボットに教示を行うかどうか確認することで、教育支援ロボットとの共同学習の実現可能性を検討する。

### 3.2 結果

実験の様子を図 3 に示す。実験の観察結果から、自己紹介の時間では、児童は教員とロボットと三人でしりとりを行い、相互作用していた(図 3(a))。しりとり中では、児童はロボットのことを「くん」と呼び、人のように接しているところが観察された。そして、学習に移ると、ロボットと交互に教材を読む様子が観察され、ロボットと発達障害グレーゾーン児童間での共同学習は、実現が可能であることが示唆された。また、学



しりとり中の様子



児童がロボットに教えている様子



児童がロボットを無視している様子

図 3: 実験中の様子

習の中でロボットが織田信長を「おだしんちょう」と読み間違えると、児童は「おだのぶながだよ」と自発的に訂正し、織田信長について説明する様子が観察された(図 3(b))。このことから、ロボットが意図的に間違えることで、発達障害グレーゾーン児童に Learning by Teaching を促すことは可能であると考えられる。

しかしながら、ロボットが児童から教わった箇所をもう一度間違えると、児童をその内容を教えようとしなことが観察された(図 3(c))。また、実験後の感想を児童に聞くと、「くんは、教えても全然覚えなから、めんどくさい。」と言っていた。健康児とロボット間での共同学習の従来研究[松添 13]においても、ロボットが一度教わった箇所をもう一度間違えると、健康児は教示しなくなるという同様な実験結果が報告されている。このことから、ロボットが児童に教示された内容を再度間違えることは、児童は機嫌が悪くなることにつながり、Learning by Teaching を促すことが難しくなると推測される。

### 3.3 おわりに

本稿では、実際に ADHD の可能性がある発達障害グレーゾーン児童が、教育支援ロボットと共同学習を行うことに対する、実現可能性について検討した。実験では、発達障害グレーゾーン児童とロボットが、教科書を交互に 1 ページずつ読む合う実験を実施した。その際、ロボットは意図的に読み間違い、児童に Learning by Teaching を促す行動を実装した。実験結果から、児童はロボットのことを「くん」と呼び、人のように接して教科書を交互に読む様子が観察された。また、ロボットが読み間違えると、児童が自発的に訂正し、読み方を教えるといった様子も観察された。このことから、発達障害グレーゾーン児童とロボット間での共同学習について、実現は可能であると考えられる。また、ロボットが意図的に解答を間違えると、発達障害グレーゾーン児童がロボットに間違えた箇所の内容を教えるという、Learning by Teaching を促す可能性があることを示唆した。しかしながら、ロボットが一度教わった箇所をもう一度間違えると、児童は不機嫌になり、ロボットに教示をしなくなることが観察された。

今後は、一度教わった内容を覚える、学習能力を持つロボットと、発達障害グレーゾーン児童間での共同学習を行い、長期的に Learning by Teaching を促すことの可能性について検討していく。

### 参考文献

- [Kanda 04] T. Kanda, T. Hirano, D. Eaton and H. Ishiguro: “Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial,” *Human-Computer Interaction*, Vol.10, No.1, pp.61-84, 2004.
- [Kwon 10] O.H. Kwon, S.Y. Koo, Y.G. Kim and D.S. Kwon: “Telepresence robot system for english tutoring,” *IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts*, pp.152-155, 2010.
- [Jimenez 14] ジメネスフェリックス, 加納政芳: 教育現場で活用されるロボットの研究動向, 知能と情報, Vol.26, No.1, pp.2-8, 2014.
- [小泉 11] 小泉 智史, 神田 崇行, 宮下 敬宏: ソーシャルロボットを用いた協調学習実験, 日本ロボット学会誌, Vol.29, No.10, pp.902-906, 2011.
- [文部省 12] 文部科学省: 通常の学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果について, 2012. Available:[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/tokubetu/material/1328729.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/1328729.htm)
- [半田 14] 半田 健: 発達障害児へのセルフモニタリングを取り入れた社会的スキル訓練: 短期維持効果の検討, 行動療法研究, Vol.40, No.3, pp.177-187, 2014.
- [三浦 13] 三浦 剛: 発達障がい児の早期療育システムにおける保険とソーシャルワーク: 職種間連携と発達支援としての統合, 日本保健福祉学会誌, Vol.19, No.2, pp.55-57, 2013.
- [Standen 14] P.J. Standen, D.J. Brown, J. Hedgecock, J. Roscoe, M.J. Galves. Trigo, E. Elgajiji: “Adapting a humanoid robot for use with children with profound and multiple disabilities,” *International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, 2014.

- [文部省 03] 文部科学省：主な発達障害の定義について，2003 .  
Available:[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/tokubetu/004/008/001.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/004/008/001.htm)
- [田中 10] 田中 文英，小嶋 秀樹，板倉 昭二，開 一夫：子どものためのロボティクス-教育・療育支援における新しい方向性の提案-，日本ロボット学会誌， Vol.28， No.4， pp.455-462， 2010 .
- [昼田 11] 昼田 原四郎：AD/HD のある児童に対する認知リハビリテーション，認知リハビリテーション， Vol.16， No.1， 2011 .
- [Biswas 05] Biswas. G., Leedlawong. K., Schwartz. D., Vye. N. and Vanderbilt, at T. T. A. G.: “Learning by Teaching: A new agent paradigm for educational software,” Applied Artificial Intelligence: An International Journal, Vol.19, no.3-4, pp.363-392, 2005.
- [田中 11] 田中 文英：幼児教育現場におけるソーシャルロボット研究とその応用，日本ロボット学会誌， Vol.29， No.1， pp.19-22， 2011 .
- [Jimenez 14] F. Jimenez, M. Kanoh, T. Yoshikawa and T. Furuhashi : “Effect of collaborative learning with robot that prompts constructive interaction,” IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2014.
- [松添 13] 松添 静子，田中 文英：教育支援ロボットの賢さの違いが子どもの英単語学習に及ぼす影響，人工知能学会論文誌， Vol.28， No.2， pp.170-178， 2013 .
- [藤子 13] 藤子 F 不二雄，浜学園：ドラえもんの社会科おもしろ 攻略 日本の歴史 2 鎌倉時代～江戸時代前半 (ドラえもんの学習シリーズ)，小学館， 2013 .