

発達障がい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4：ロボットとの共同学習による学習時間増加の可能性

Learning Effect of Collaborative Learning between
Educational-Support Robots and Developmental Disorder Children
-Fourth Report: Increase in Learning Time 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 learning time 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、学校における発達障害の無い“定型発達児”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、発達障がいの可能性がある生徒が 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、発達障がい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、発達障がい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、発達障がい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く、

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

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、発達障がい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。発達障がいグレーゾーン児童とは、発達障がいがあるとは診断されていないが、発達障がいの病名がつく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。発達障がい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支援を受けられるが、発達障がいグレーゾーン児童は発達障がい児と同様の教育支援を受けるのは難しい。しかしながら、発達障がいグレーゾーン児童は、発達障がい児と同様に集中して学習することが困難であるため、長時間の学習を行うことが難しい。発達障がいグレーゾーン児童に長時間の学習を促す方法として、ロボットと共に学習する共同学習が有効であると考えている。実際に、定型発達児がロボットと共同学習することで学習効果を向上できること [小泉 11] や、ロボットが学習内容を説明することで知的障害を持つ発達障害児の学習の集中時間を増加できることを報告している [Standen 14]。

そこで本稿では、ADHD の可能性がある発達障がいグレーゾーン児童がロボットと共同学習を行うことで、学習に対する集中力を向上して学習時間を延ばせるかを検証する。ロボットは Wizard-of-Oz 法を用いて遠隔操作して、リアルタイムに児童と相互作用できるように設定する。共同学習では、複数の児童とロボットが日本史に関する教材を 1 ページずつ交互に読み合う学習を行う。



図 1: Ifbot の外観



図 3: ロボットとの共同学習中の様子



図 2: 遠隔操作システム



図 4: 児童達だけの共同学習中の様子

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、読み間違いなどを行わずに普通に教材を読む行動をとる。また、本稿の実験では発達障害グレーゾーン児童である小学生とロボットが共同学習を行う。そのため、ロボットを遠隔操作する実験者には、音読の際は可能な限りゆっくり読むように指示した。

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がい児支援のための塾「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がいグレーゾーン児童 3 名または 4 名である。実験は、発達障がいグレーゾーン児童 3 名または 4 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。実験では、日本史に関する漫画教示を教員が見守る中で児童とロボットが交互に 1 ページずつ音読する共同学習を行った。教材は、卑弥呼に関するもの [大石 12] と織田信長に関するもの [大石 12] を使用し、それぞれに対して 2 回ずつ約 30 分間学習した。具体的に卑弥呼に関して学習する回(以下、卑弥呼学習回)では、1 回目は三人の児童と一体のロボットが共に学習した。2 回目では、ロボットなしで三人の児童のみで学習した。次に、織田信長に関して学習する回(以下、信長学習回)では、順序効果を防ぐため、1 回目はロボットなしで 4 人の児童のみで学習した。2 回目では、三人の児童と一体のロボットが共に学習した。それぞれの学習回において、児童達には別々の箇所を読むように指示し、3 週間ほどの期間を空けて学習実験を実施した。また、実験の様子はビデオで撮影した。

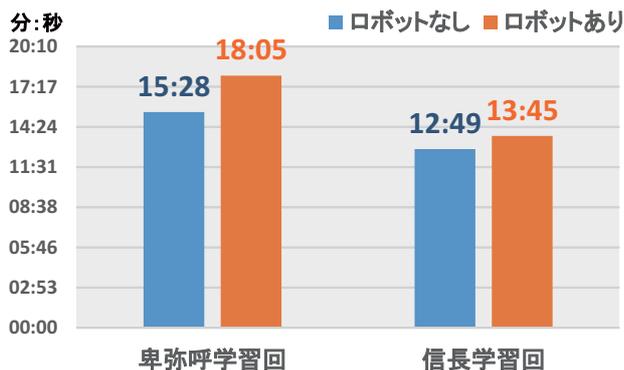


図 5: 各学習回の学習時間

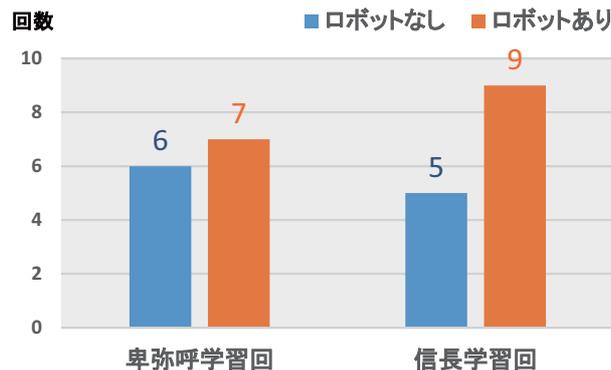


図 6: 各学習回の離脱回数

3.2 評価基準

ロボットを用いることで児童達の集中力を向上できたかを評価するために、各学習回における学習時間と離脱回数、そして平均離脱時間を計測した。学習時間とは、児童全員が座って教材を読み合った合計時間である。しかしながら、一人の児童が席を離れて、学習していない場合の時間は含まないものとする。この学習時間を計測することで、ロボットを発達障がいグレーゾーン児童同士による共同学習の学習時間を延ばすことができるか評価した。離脱回数とは、学習中に児童1名以上が席を離れていた回数である。また、平均離脱時間とは、学習中に児童1名以上が席を離れて、児童全員で学習を行うことが不可能だった時間の平均である。本実験の発達障がいグレーゾーン児童は、ADHDを持つ傾向が強く、ひかりキッズで行う通常の授業においても、席を離れて走り回ることが多い。そのため、学習時間だけでなく、離脱回数と平均離脱時間も計測することで、ロボットとの共同学習が発達障がいグレーゾーン児童の集中力に影響を与えるか評価できると考える。

3.3 結果

ロボットとの共同学習の様子を図3、児童達だけの共同学習の様子を図4に示す。各学習回の学習時間を図5に示す。図5から、卑弥呼学習回と信長学習回における学習時間は、児童同士による共同学習に比べ、ロボットと児童達による共同学習が高いことがわかる。また、実験中の様子を撮影したビデオを確認したところ、ロボットと共に学習した回では、一人の児童に落ち着きがなく、学習に集中していないと、他の児童が注意して、学習することを促す様子が観察された。

次に、各学習回の離脱回数を図6に示す。図7から、卑弥呼学習回と信長学習回における離脱回数は、児童同士による共同学習に比べ、ロボットと児童達による共同学習した場合が高いことがわかる。しかしながら、ロボットと共に学習した回では、児童達はロボットが教材を読みやすいようにダンボールや座布団を取りに行き、ロボットの前に置くなどの試行錯誤している様子が見られた。上記のような理由で児童がロボットのために席を離れた回数は卑弥呼学習回では3回、信長学習回では4回確認できた。そのため、離脱回数はロボットがいる場合といない場合での学習では大きな差はないと考える。

最後に、各学習回の平均離脱時間を図7に示す。図7から、卑弥呼学習回と信長学習回における平均離脱時間は、児童同士による共同学習に比べ、ロボットと児童達による共同学習が高いことがわかる。また、ロボットが本を音読している時は、児童達は大人しく聞いている様子も観察できた。

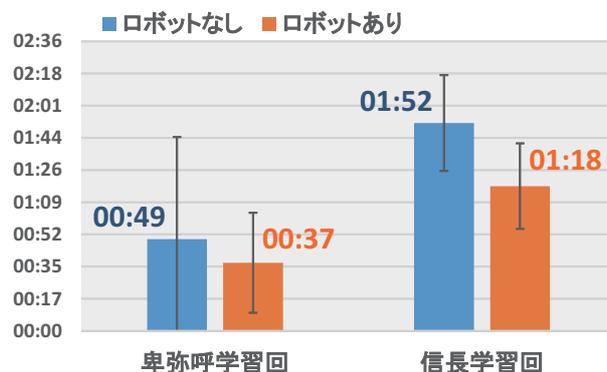


図 7: 各学習回の平均離脱時間

これらから、ロボットを発達障がいグレーゾーン児童同士の学習に導入することで、発達障害グレーゾーン児童の集中力を向上することを促し、学習時間を児童同士による学習に比べて増加できる可能性があると考えられる。

4. 考察

実験結果から、複数の発達障がいグレーゾーン児童同士の教材を読み合う共同学習にロボットを導入することで、児童達だけの共同学習に比べて、児童の集中力を向上させ、学習時間を増加する可能性があることを示唆した。また、本実験における発達障がいグレーゾーン児童は通常の授業において、席を離れて走り回ることが多い。しかしながら、ロボットとの共同学習では、児童達が学習中に抜け出して他のことを行う平均離脱時間を減少できる可能性があることも示唆した。

ロボットと発達障がいグレーゾーン児童同士の共同学習において、学習時間を増加し、離脱時間を減少できたのは、ロボットの人を引きつける存在感 [石黒 07] が影響していると考えられる。この存在感が及ぼす影響の事例として、塩見ら [Shiomi 07] の研究がある。塩見らはロボット科学館における展示品の説明をロボットがしていると、子供は説明を聞いていないように見えたが、子供が興味を持つ展示品の説明を始めると、それを聞き始める傾向があることを示している。また、定型発達児を対象として教育支援ロボットの研究においても、定型発達児同士の共同学習にロボットを導入することで、定型発達児はロボットの発話を聞く傾向があると報告している [小泉 11]。実際に実

験中の様子を撮影したビデオを確認したところ、ロボットが本を音読している時は、発達障がいグレーゾーン児童達は大人しく聞いている様子が見られた。そのため、ロボットの人を引きつける存在感は発達障がいグレーゾーン児童に対しても有効に働き、共同学習による学習時間を増加できたと考える。

5. おわりに

本稿では、ADHDの可能性がある発達障がいグレーゾーン児童がロボットと共同学習を行うことで、学習に対する集中力を向上して学習時間を延ばせるかを検証した。ロボットはWizard-of-Oz法を用いて遠隔操作して、リアルタイムに児童と相互作用できるように設定した。共同学習では、複数の児童とロボットが日本史に関する教材を1ページずつ交互に読み合う学習を行った。

実験結果から、複数の発達障がいグレーゾーン児童同士による共同学習にロボットを導入することで、ロボットがいない場合の学習に比べて、児童の集中力を向上させ、学習時間を増加させる可能性があることを示唆した。また、児童達が学習中に抜け出して他のことを行う離脱時間を減少できる可能性があることも示唆した。

今後は画面上のエージェントと比較実験することで、教育支援ロボットが発達障がいグレーゾーン児童の教育支援に対して有効であるかを検証していく。また、本稿ではロボットの行動をWizard-of-Oz法を用いて遠隔操作していたが、自律的に行動して発達障がいグレーゾーン児童と共に学習できる行動モデルを構築していく予定である。

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
- [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
- [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.
- [大石 12] 大石 学, 高野 和弘, 姫川 明: 学研まんが NEW 日本の歴史 一 国の成り立ち, 学研教育出版, 2012.
- [大石 12] 大石 学, 川戸 貴史, 館尾 冽, アサミネ 鈴: 学研まんが NEW 日本の歴史 六 戦国時代から天下統一へ, 学研教育出版, 2012.
- [石黒 07] 石黒 浩: アンドロイドサイエンス-人間を知るためのロボット研究-, *毎日コミュニケーションズ*, 2007.
- [Shiomi 07] Shiomi, M., Kanda, T., Ishiguro, H. and Hagita, N.; "Interactive humanoid robots for a science museum," *IEEE Intelligent Systems*, Vol.22, No.2, pp.25-32, 2007.