

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 20 日現在

機関番号：33910

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03321

研究課題名(和文) 発達障がいグレーゾーン児童の自尊感情育成のための教育支援ロボット開発

研究課題名(英文) Development of educational support robot to foster self-esteem in children with mild developmental disabilities

研究代表者

中村 剛士 (Nakamura, Tsuyoshi)

中部大学・工学部・教授

研究者番号：90303693

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、発達障害児向け教育支援ロボットを試作し、小学生を対象に互いに音読を行い褒めるロボットによる学習支援効果を調査した。実験の結果、ロボットとの音読は、単独で音読をするよりも句読点での停止割合が増え、誤読数が減少していた。このことから、褒めるロボットと互いに音読を行うことで音読の正確性が向上する可能性があることを示した。

また、学習者の状態を把握するために、ロボットにカメラを付け学習者の注視領域を推定できるか調査した。実験の結果、各分類器での精度は約75%であったが、注視点ごとに精度を見ると、カメラより下方向にある注視点で精度が悪い傾向があった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の学術的意義は、発達障害グレーゾーン児童向けの教育支援ロボットとして、「ロボットとの共同学習」「ロボットからの褒め」「Learning by Teaching」を実装したTabot Eggを提案・試作し、その教育効果が有効である可能性を示した点にある。有効な教育効果は児童の自尊感情を育成することが期待できる。一方、社会的意義については、グレーゾーン児童というこれまで教育支援の対象でなかった群に注目し、そのための教育支援ロボットによる教育支援方法や学習状態の把握機能について基礎的な検討を行った点が挙げられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a prototype educational support robot for developmentally disabled children and investigated the effect of the robot on learning support by reading aloud to each other and praising each other to elementary school students. The experimental results showed that reading aloud with the robot increased the percentage of stops at punctuation marks and decreased the number of misreadings compared to reading aloud with the robot alone. This indicates that reading aloud with a praising robot and each other may improve the accuracy of reading aloud.

In addition, in order to understand the learner's state, we investigated the possibility of attaching a camera to the robot and estimating the learner's gazing area. The experimental results showed that the accuracy of each classifier was about 75%, but the accuracy of each gazing point showed that the accuracy was worse when the gazing point was located below the camera.

研究分野：ソフトコンピューティング

キーワード：教育支援ロボット 発達障害

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 注意欠陥/多動性障害(ADHD)の3症状は、たとえば小学校段階では授業中も集中できず、勝手におしゃべりをし、席を離れて動きまわり、他の生徒を妨害し、暴言や暴力をふるうなどの逸脱行動として現れ、対人関係や教科学習を大きく阻害する。その結果、教師や親から叱責されることが多くなり、児童自身の自己肯定感を下げる。またコントロール不良群では思春期以降に二次障害として、薬物乱用や気分障害、抑うつや情緒障害、行為障害、反抗挑戦性障害などを併発することがある。そのため、できるだけ早期にADHDを発見し治療することで、対人関係や教科学習の障害を軽減し、自己肯定感の低下や二次障害の発生を予防する必要がある[1]。

(2) ADHDと診断された児童については、行政・福祉・医療・教育について支援を受けることが可能であるが、その一方で、疑いや可能性があるもののADHDと診断されない『発達障害グレーゾーン児童(グレーゾーン児童)』が潜在的に多数存在する[2]。グレーゾーン児童は、発達障害があると診断されないが故に、福祉サービスや療育などの公的支援を受けることが難しく、周囲から誤解を受け理解を得がたい。本来は適切かつ特別な教育支援を受ける必要があるが[3, 4]、現状において最もケアされていない児童であると言える。

### 2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、「グレーゾーン児童の自尊感情向上」であり、そのために「教育支援ロボットを用いた自尊感情育成法の体系化・モデル化」を行う。これまで、申請者らは、Learning by Teachingを促すロボットとの共同学習が、ADHDグレーゾーン児童に対して学習時間の増加とロボットとの共同学習を楽しむ傾向があることを示した[5, 6]。しかし、自己肯定感・自尊感情については未検証である。

(2) 臨床心理学においては、自尊感情の訓練によって、心身機能が向上することが実証されており[7]、自己批判や抑鬱・不安等の否定的感情が低減するとされる[8]。一方、文科省の調査研究協力者会議[9]において、「自己肯定感・自尊感情について学校として本格的な関わりを考える必要がある」との意見が出される等、教育面でその重要性が注目されている。自尊感情育成の必要性は一般にも認識されているものの、現場の教師や家族による独自対応に依存しているのが現状である[10]。各教師や家族の持つ知識・経験とこれらをベースにした会話技術は隠れた教育資産であり、これを分析・体系化してオープンに共有できることが望ましい。

(3) 本研究課題では、教育支援ロボットを塾・家庭に配備し、多くの教師や家族に操作してもらい、ロボットを通してグレーゾーン児童との共同学習を行うことを提案する。共同学習時には、会話・児童の表情・行動・ロボットの操作履歴をインタラクション・データとして収集する。教育支援ロボットという共通プラットフォームを用いることで、取得データを統一的かつ定量的に扱え、データ解析・体系化がしやすくなるのではないかと考える。

(4) グレーゾーン児童の自尊感情が低くなりやすいという問題に対し、これまで我々は教育支援ロボットによる解決を議論してきた。具体的には、「ロボットが児童に教えてもらう Learning by teaching」、「ロボットによる児童の褒め」、「児童が集中できていない場合のロボットからの声掛け」を行うことで、児童の学習に効果的な教育支援ができるのではないかと考えた。Learning by teachingについては、Jimenezら[6]が、教育支援ロボット“Ifbot”を用い、ADHDグレーゾーン児童と Learning by Teaching を促すロボットとの共同学習を行った。その報告では、児童の単独学習に比べて、ロボットとの共同学習の方が学習時間を増加できる可能性があることが示された。しかしながら、ロボットの褒めによる学習支援の可能性については関連研究でも十分な実験・考察がされていない。また、児童の状態に応じたロボットからの声掛けについては、技術的に可能であると考えられるがロボットへの実装を検討した事例は見当たらない。

### 3. 研究の方法

(1) 本研究では、グレーゾーン児童を含む発達障害児のための教育支援ロボットを開発する上で有効と期待する機能について検討を行った。一つは、「ロボットの褒めによる学習支援」について、我々が研究開発するロボットにおいてその学習支援効果を調査した。もう一つの「児童の状態に応じたロボットからの声掛け機能」については、ロボットからの声掛けの前段階として、「児童の観測」と「児童の状態推定」が必要となる。そこで、それらの実装を標榜し、児童の注視領域推定が我々の研究開発するロボットにおいて実現可能か否かについて議論した。

(2) 本研究では、タブレット型ロボット“Tabot” (図1)に、“Tabot”のメカニカルな部分を隠す外装を加えた“Tabot Egg” (図2)を試作した。教育心理学者からの意見に基づき、表情とカバーの色を一致させることで一体感を作り、児童の注意が学習から逸れてしまう要素を減らした。“Tabot Egg”は、遠隔操作可能であり、顔部分の動作、顔表情変化、発話が可能である。本研究では、注視領域推定機能の検討のため、オムロン社のHVC-P2を“Tabot Egg”の胴体前部に組み込んだ。



図1: Tabot



図2: Tabot Egg

(3) 試作したロボット“Tabot Egg”を用いた学習支援効果を調査する実験を行った。実験協力者は学習者として実験に参加した。この実験における

学習者は定型発達児とグレーゾーン児の小学生14人(低学年7人, 高学年7人)である。学習者とロボットは互いに童話の音読を行った。学習者の音読が終わるたび、ロボットが学習者を褒めた。ベース実験として、ロボットと音読を行う前に別室で学習者単独で音読を行い比較した。学習者の音読を分析し、ロボットの学習支援効果を評価した。ロボットは Learning by Teaching を促すため、学習者よりもゆっくり読み、いくつかの漢字を間違えて読むものとした。

(4) また、“Tabot Egg”に組み込んだHVC-P2の視線推定の機能を用いて学習者がどこを注視しているか推定する実験を行った。視線推定で得られる情報はカメラ平面上の座標(LR, UD)である。カメラの性能を調査したところ、一点を注視しても座標が分散してしまったため、視線データをそのまま使うのではなく、分類器を用いることで学習者がどこを見ているか判定する精度が向上すると考えた。図3のように注視点を配置する。ここで注視点とは、被験者に一定時間注視してもらう点である。カメラはI6の位置に取り付けた。ロボット領域として13個(I<sub>1</sub>~I<sub>13</sub>), 領域外として16個(O<sub>1</sub>~O<sub>16</sub>)の注視点を配置し、視線データにラベルを付ける。大学生7名を対象に各注視点を30秒間注視してもらい視線データを集める。得られた視線データのうち6人分をトレーニングデータ, 1人分をテストデータとして交差検証した。特徴量として、視線推定により得られる座標(LR, UD)を用いた。表が各分類器で学習を行った際の精度になる。また、比較のために実際の距離から解析的に求めた境界に基づく分類を行った。

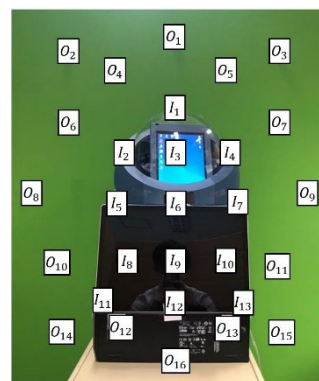


図3: 注視点配置

#### 4. 研究成果

(1) まず、音読実験の結果を示す。図4は、文中に存在する句読点のうち学習者が音読中、停止していた句読点の割合を示している。14人中11人がベース実験よりもロボット実験において句読点で停止する割合が増えていた。図5は、学習者の誤読数を示している。ここで誤読数とは、読み誤り、言い詰まり、言い直しを数えたものである。14人中10人がベース実験よりもロボット実験において誤読数が減っていた。これらのことから、褒めるロボットと互いに音読を行うことで学習者の音読の正確性が向上する可能性が示唆された。

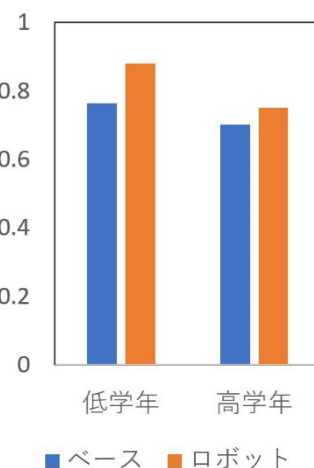


図4: 句読点での平均停止割合

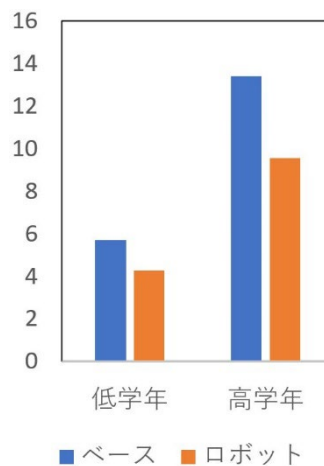


図5: 平均誤読数

(2) Learning by Teaching について、児童は、ロボットが誤読していることに気付いていたが、ロボットに教えるような行動はみられなかった。本当に間違っているのか不安だったため

教えなかったと答える児童もいた。このことから、Learning by Teaching を促すためには、分からない漢字について教示を求める発言を行うなどより直接的な方法が必要だと考える。

(3) 他方、HVC-P2 の視線推定実験の結果を図6に示すが、各分類器の正答率の間に大きな差は見られなかった。しかし、解析的に求めた境界に基づく分類と比較すると精度はやや上回った。注視点ごとに精度を見ていくと、 $I_{11}$ ,  $I_{12}$ ,  $I_{13}$ ,  $O_{12}$ ,  $O_{13}$ ,  $O_{16}$  といったカメラより下に離れた注視点での精度がどの分類器、解析的に求めた分類境界でも悪かった。そのため、学習者がうつむいた時の視線などが今回のカメラの位置ではうまく判定できないことが分かった。

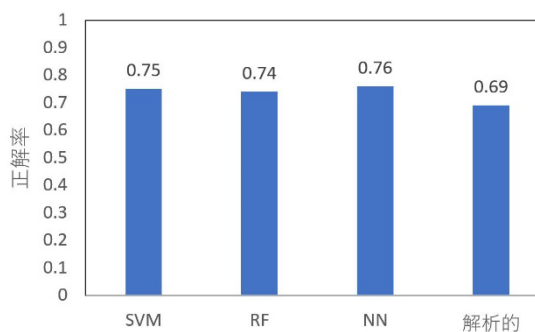


図6: 分類器の精度比較

(4) 本研究では、発達障害児向け教育支援ロボットを開発し、小学生を対象に互いに音読を行い褒めるロボットによる学習支援効果を調査した。実験の結果、ロボットとの音読は、単独で音読をするよりも句読点での停止割合が増え、誤読数が減少していた。このことから、褒めるロボットと互いに音読を行うことで音読の正確性が向上する可能性があることを示した。

(5) また本研究では、学習者の状態を把握するために、ロボットにカメラを付け学習者の注視領域を推定できるか調査した。実験の結果、各分類器での精度は約75%であったが、注視点ごとに精度を見ると、カメラより下方向にある注視点で精度が悪くなっていた。そのため今後は、ロボットの足元にカメラを増やすことで精度の向上を目指す。

(6) 本研究では、“Tabot Egg”というプロトタイプロボットを作成し、実験評価を行い、提案する教育支援ロボットの基礎的な検討を行った。これまでの実験評価では一定の教育成果が得られ、それによる自尊心の向上が期待されるものの、発達障害のない定型発達児とグレーゾーン児の小学生を対象とした実験協力者数は十分とは言えない。そのため、実験検証は現状十分とは言えず、“Tabot Egg”を教育機関や家庭に置いてのデータ収集については今後の課題である。今後、多数の発達障害児やグレーゾーン児童を対象とした実験を行い、発達障害児向け教育支援ロボットとしての教育効果と自尊心向上の効果を検査する予定である。

#### <引用文献>

- [1] 昼田：認知リハビリテーション, vol. 16, no. 1, pp. 8-14, 2011.
- [2] 藤田：最新福祉研究, vol. 8, pp. 41-47, 2013.
- [3] 福田：Q&A 大学生のアスペルガー症候群 理解と支援を進めるためのガイドブック, 明石書店, 2010.
- [4] 文科省：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
- [5] Jimenez, Yoshikawa, Furuhashi, Kanoh and Nakamura: Feasibility of Collaborative Learning and Work between Robots and Children with Autism Spectrum Disorders, New Frontiers in Artificial Intelligence, Post-Proceedings of ASD-HR 2015, Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol.10091, pp 454-461, 2017
- [6] Jimenez, 吉川, 古橋, 加納, 中村: Learning by Teaching を促すロボットと発達障害の可能性を持つ児童との共同学習による学習時間増加の可能性, 人工知能学会論文誌, vol. 32, no. 5, pp. A-H11\_1-11, 2017
- [7] Gilbert: Compassion Focused Therapy: Distinctive Features, 2010
- [8] Gilber et al.: Critical Psychology & Psychotherapy, vol. 13, No. 6, pp. 353-379, 2006
- [9] 文科省：暴力行為のない学校づくり研究会報告, 2011
- [10] 東海: 滋賀大学教育学部紀要, No. 65, pp. 225-236, 2015

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 中村優太, 大岡貴翔, 中村剛士, ジメネスフェリックス, 永田雅子, 吉川大弘, 加納政芳, 山田晃嗣
2. 発表標題 ロボットのほめる行為に対する心理学的評価
3. 学会等名 第35回ファジシステムシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村優太, 中村剛士, 加納政芳, 山田晃嗣
2. 発表標題 教育支援ロボットTabot Eggを用いた音読教育に関する報告
3. 学会等名 第28回人間共生システム研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村優太, 中村剛士, ジメネスフェリックス, 永田雅子, 加納政芳, 山田晃嗣
2. 発表標題 発達障害グレーゾーン児童のための教育支援ロボット開発
3. 学会等名 第46回東海ファジ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村優太, 中村剛士, ジメネスフェリックス, 永田雅子, 加納政芳, 山田晃嗣
2. 発表標題 発達障害グレーゾーン児童のための教育支援ロボット Tabot Egg
3. 学会等名 第5回人間共生システムデザインコンテスト
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大岡貴翔, 中村剛士, 加納政芳, 山田晃嗣, 犬塚信博
2. 発表標題 教育支援ロボットTabot Eggのための学習者の注視領域予測
3. 学会等名 第37回ファジィシステムシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kisho Oooka, Tsuyoshi Nakamura, Masayoshi Kanoh, Koji Yamada, Nobuhiro Inuzuka
2. 発表標題 Estimation of Learner's Gaze Area for Educational Support Robot Tabot Egg
3. 学会等名 International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	松原 茂樹  (Matsubara Shigeki)  (20303589)	名古屋大学・情報連携推進本部・教授    (13901)	
研究 分担者	吉川 大弘  (Yoshikawa Tomohiro)  (20303753)	鈴鹿医療科学大学・医用工学部・教授    (34104)	
研究 分担者	永田 雅子  (Nagata Masako)  (20467260)	名古屋大学・心の発達支援研究実践センター・教授    (13901)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	ジメネス フェリックス  (Jimenez Felix)  (60781507)	愛知県立大学・情報科学部・講師    (23901)	
研究分担者	加納 政芳  (Kanoh Masayoshi)  (90387621)	中京大学・工学部・教授    (33908)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関