

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12117

研究課題名（和文）遠隔対話ロボットを用いた自閉症児のための少人数対話能力療育プログラムの開発と実証

研究課題名（英文）Development and Field Trial of Treatment and Education Program for Individuals with Autism Spectrum Disorder based on Small-party Conversation with Teleoperated Robots

研究代表者

吉川 雄一郎 (Yoshikawa, Yuichiro)

大阪大学・基礎工学研究科・准教授

研究者番号：60418530

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、対人的コミュニケーションの能力に関して障害を抱える自閉症スペクトラム症（ASD）の児童・青年に対して、人と対話するロボットを用いた療育プログラムの開発と支援学校における実証実験、およびそのための人とロボットの対話の分析を行った。ロボットを介して人と対話するための遠隔操作インターフェースを用いたASD者を対象とした面接のフィールド実験および健常者を対象とした統制実験を通じて、人と対話するロボットがASD青年にとって、非言語的な応答を示す相手となるとともに、普段、養育者に開示できていないことを開示する相手になる可能性、そしてそのロボットとの対話を契機とする療育の可能性を示した。

研究成果の概要（英文）：In this study, the program of treatment and education for individuals with Autism Spectrum Disorders (ASD) to communicate with others was developed by using communication robots. The developed system was used to create experimental human-robot communication both in the field of the special care school for individuals with ASD and the controlled experiment. Through these experiments, it was suggested that the communication robots have a potential to be a communication partner to whom individuals with ASD exhibit nonverbal signals and disclose the secret that had not been disclosed to their caregivers. It was also suggested that it would be used for guiding individuals with ASD to do the same things to their caregiver.

研究分野：知能ロボット学

キーワード：知能ロボット 自閉症スペクトラム障害 社交不安障害 遠隔対話ロボット

1. 研究開始当初の背景

自閉症児の割合は近年増加傾向にあり、世界的な社会問題となっている。自閉症児は健常者同士が行うような対人的コミュニケーションの能力の質的障害を抱えながらも、社会に適応しなければならないという問題に直面している。10年程前からの宮城大の小嶋や英国 Hertfordshire 大学の Dautenhahn らによる先駆的なフィールド研究により、自閉症児の多くがロボットに対して好意的態度を示すことが分かっており、自閉症療育へのロボットの応用に期待が集まっている。近年では、米国 Vanderbilt 大学の Warren らの研究により、自閉症児も人型ロボットの視線誘導に反応できるようになることが示されているが、人に対する汎化の徴候は確認されていない。

研究代表者は、人に対して汎化しやすいと考えられる、より人間らしいロボットとの対話経験を自閉症療育に利用する研究で成果を挙げた。具体的には、人とのアイコンタクトを避ける自閉症児も人間そっくりなアンドロイドの目を適切に注視できること、普段は集団の中での対話が困難な児も複数のロボットと落ち着いて対話ができることを見出してきた。しかし、療育法の確立のためには、どのような児が、どのような人間らしさのロボットと、どのような形態の対話を経験すべきかを明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、ロボット相手であれば、自閉症児もその目を適切に注視できること、普段は集団の中での対話が困難な児が、複数のロボット相手に、話者を適切に注視しながら積極的に発言できることに基づき、ロボットとの対話を用いた自閉症療育プログラムを開発するとともに、その実証に取り組む。具体的には、人間らしい刺激にさらされる程度を調整できる少人数ロボット対話環境を開発するとともに、療育課題の分類に向けたロボットとの対話における生理行動指標の分析に取り組む。そして、これらを基に療育プログラムを構築し、支援学校等の施設でのフィールド実験において、少人数の対話場面における自然に振舞うための療育を提供できることを示す。

3. 研究の方法

(1) 少人数ロボット対話環境を開発する。遠隔対話端末としてロボットを最大2体用いながら、最大3人の少人数対話環境を構築する。ここで遠隔対話とは、対話の様子を隣の部屋に設置するモニターで視聴しながら、入力インターフェースを介して、会話に参加することを指す。ただし、療育対象者である自閉症児自身や他の参加者が遠隔対話によって参加する否か、あるいは何人が対話に参加するか等の対話形態を段階的に調整する。これにより、認知負荷・緊張の少ない状況で他

者の非言語的シグナルを認識する経験からはじめ、目標の少人数(2名)の対話環境に少しずつ近づけていくことができることが期待される。

(2) 対話における生理指標の分析と療育課題の分類の研究を行う。人間の対話中の心理は、視線や心拍間隔やコルチゾールレベルの変動といった生理行動指標に表れる。そこで本研究では、ASD 者および健常者を対象として、対話型ロボットと対話している際の生理指標の計測を行い、ロボットの対話しやすさを評価する。またこれと WISC-IV などによる知能検査、ADOS 等による自閉症の診断と合わせて分析することで、どのような児がどのような形態の対話環境において、ストレスなくロボットと対話可能であるかを考察する。

(3) 対話形態のスケジューリングによる療育の研究に取り組む。支援学校において、まず(1)で開発した少人数対話環境を教員と児に使用させ、その使用感を評価する。また、被験者の対話相手が、ロボットが1体である状況、ロボット1体と人間1名である状況、人間1名である状況を用意し、各状況における被験者の対話の様子や、状況を遷移させたときの变化を療育効果の観点から評価する。

4. 研究成果

(1) 少人数対話環境を構築するための、遠隔対話ロボットシステムを構築した。具体的には、脅威の対象となりにくい外見を持つ小型卓上型ロボットや人間そっくりな外見を持つアンドロイドを端末とし、遠隔操作者がロボットを設置した部屋の様子をモニターで視聴しながら、端末に文字列をタイピングすることにより、その合成音声をロボットのスピーカから口の動きとともに生成させたり、画面上のボタンのクリックにより、あらかじめ登録しておいた対話中にロボットに生成させたい発話・行動を生成させることで、ロボットと対面する者と対話できるシステムである。

予備実験として、養育者が遠隔操作者となって、本システムを使用して ASD 児と対話する際の養育者側の使用感を評価させるとともに、ASD 児がロボットと対面して対話する様子を観察し、本システムを用いることで、双方とも負担感の少ない対話ができる可能性を見出した。

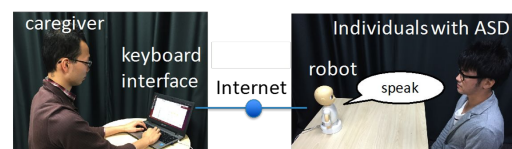
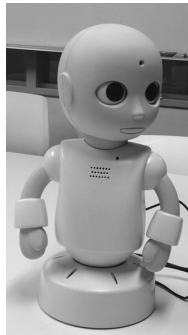


図1 ロボット対話環境



図2 対話インターフェース

(2) 大阪大学で開発を進めている対話ロボット CommU (コミュニュー：右下図) を用いて、ASD 者の面接のフィールド実験を実施した。CommU はその人間型・小型というデザインから、ASD 者が反応しやすい視線表現能力を持つこと、ASD 者にとって低脅威の、高く動機付けられた療育のためのコミュニケーション場面を構成できることが期待される。そこで、遠隔操作によって ASD 児と CommU の対話を



実現し、CommU を相手として、ASD 者が困りごとについて相談する場を構成できるかを評価した。

具体的には、青年の ASD 者を対象とした相談場面において、対象者が特定の養育者に対する際に比べ、問題の核心に迫りやすいという複数の例を観察した。相談場面において示された高い自己開示傾向は、ASD 者が高度なカウンセリングを受けるための一つの手段として、小型のロボットを用いる方法の有用性を示唆している。

(3) ロボットが主導する三者対話が ASD 者にとって受け入れられるか、またこの対話形態において、ASD 者が教員の前で自己の考えや悩みを話すことを許容するか検証した。3名の青年の ASD 者を対象とした対話実験(図4)において、すべての参加者はロボットに回答される形でそれまで教師に打ち明けられることのなかった自身の悩みや考えを一つ以上打ち明けた。打ち明けられた話題は例えば、就職に対する不安や彼らの趣味に関することであった。また就職に関する悩みを打ち明けた参加者 A について、直後に教員と追加の直接対話を行い、そのなかでその話題について直接話すことを試みたところ、A は悩みについて教師と話すことを許容した。

この結果は、ロボットとの直接対話、あるいはロボットを含む少人数対話を経ることが、ASD 者の周りの人との対話の効果的な療育となる可能性を指示するものと言える。

(4) 健常者を対象として、ロボットの対話のしやすさ、ロボットとの対話をするのが、後の人間との対話にどのような影響を及ぼ

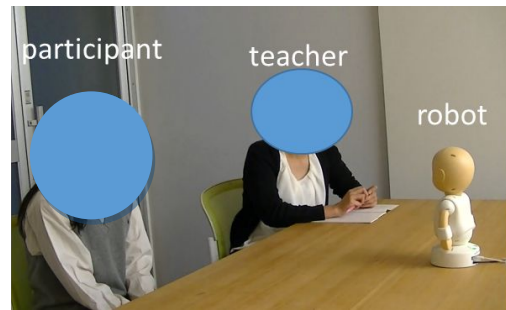


図4 ロボットを含む三者対話状況

すかを検証した。成果(2)を通じてロボットが ASD 者の気楽な対話相手になれる可能性が示唆された。そこで、健常者を対象とした統制実験を実施し、その一般性を評価した。

12名の大学生を対象に、人間と直接対話する場合(直接対話)、ロボットと対話するが、これを操作する実験者が陪席する場合(半間接対話)、実験者が操作するロボットと対話する場合(間接対話)という3つの対話を体験させ、被験者の振る舞いや主観的印象を被験者内比較した。カウンセリングにおいて、カウンセリングの良さを表す一つの指標とされる沈黙率や、落ち着いて話せたかどうかの主観評価について、直接対話よりも間接対話の方が高く評価された。

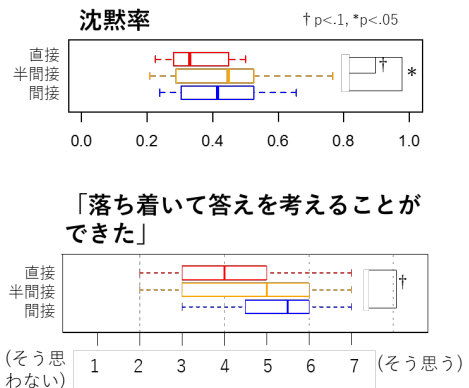


図5 直接、半間接、間接対話の比較

(5) 健常者は話している人の映像視聴時に、話者のまばたきに対して、自身のまばたきを同調させる一方で、ASD 者はそのような傾向を示さないことが報告されている。上述の成果において、ASD 者がロボットに対する話しやすさを感じるという示唆が、このような生理反応に及ぶかを検証する第一歩として、健常者を対象として、人間そっくりなロボットであるアンドロイドと対話中の被験者のまばたきを測定する実験を実施した。

アンドロイドが発話終わりで瞬きをする条件では、従来研究と同様にアンドロイドの発話終わりの瞬き直後に、聞き手の瞬きが有意に増加していることが確認された。このことから、アンドロイドに対してでも聞き手の瞬きが一定のタイミングで生じやすくなると言える。また、人間の映像による刺激で

は起こらなかった発話中の瞬きの同期が、アンドロイドに対しては生じていたことから、人間は無意識にアンドロイドの瞬きを模倣しやすい傾向があることが示唆される。

(6) ASD 青年と人間に酷似したアンドロイドと交互に対話させたときの視線追従を評価し、ASD 青年は人との対話時に比べ、ロボットとの対話時に指標の改善を見せる可能性を報告した。さらに、アンドロイドを相手とした ASD 者の面接の繰り返し練習において、コルチゾール(ストレスの生理指標)と自己評価を測定する実験を実施し、3日間の連続練習を経て、人に対する面接時のコルチゾールの変化を認めた。

(7) コミュニケーションの対話インターフェースを用いて、未就学児と非言語コミュニケーションを伴う対話ができるコンテンツを開発した。これを用いて、未就学児を対象に、人、ロボット、人、と対話相手を変遷することで、ASD 者においてロボットへの応答の容易さがみられるか否か、またそれが人の視線への反応につながるか否かを調査する実験を実施した。実験結果は被験者数の増加が今後の課題であるものの、ASD 者においてロボットへの応答が人と比べて促進されること、またロボットへの応答を経験した群の ASD 者において、その後の人への反応が促進される可能性を示唆した。

(8) 2体の小型ロボットを用いて、定評のあるアセスメント法である ADOS の診断過程の一部を自動化し、健常者と発達障害者の間に、ロボットへの反応の違いを認めた。これは ASD の診断技術として少人数ロボットとの関わりを用いる可能性を示唆するものであり、被験者数の増加が今後の課題であるものの、ロボットを用いた療育課題の分類法の開発につながる結果であると考えられる。

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4件)

K. Tatsukawa, T. Nakano, H. Ishiguro, and Y. Yoshikawa. Eyeblink Synchrony in Multimodal Human-Android Interaction. Scientific Report, Vol.6, pp.1-8, 2016 doi:10.1371/journal.pone.0153971
吉川雄一郎、石黒浩、複数体のロボットによる音声認識なし対話の可能性、通信ソサイエティマガジン B-plus, Vol. 39, pp.179-185, 2016 査読無
中江 文、吉川雄一郎、住岡 英信、柴田 政彦、力石 武信、石黒 浩 アンドロイドによる医療支援の可能性 整形・災害外科 Vol.58 No.8 1057-1061 査読無
熊崎博一、吉川雄一郎。ロボットを用い

た ASD 児の共同注視への介入効果についての予備的研究(中間報告), Human Developmental Research 2015. Vol 29 Vol.29 169-174 査読無

[学会発表](計5件)

J. Shimaya, Y. Yoshikawa, H. Ishiguro (2017) Study investigating the ease of talking via a robot tele-operated from same or different rooms. 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication.

J. Shimaya, Y. Yoshikawa, H. Kumazaki, Y. Matsumoto, M. Kikuchi, H. Ishiguro and M. Miyao (2017) Triadic Human-Robot Conversation for Easier Disclosing: A Case Study Involving Individuals with Autism Spectrum Disorder. International Meeting for Autism Research, 2017

J. Shimaya, Y. Yoshikawa, M. Miyao, H. Kumazaki, M. Nakano, and H. Ishiguro (2016) Advantages of Indirect conversation via a Desktop Humanoid Robot: Case Study on Daily Life Guidance for Adolescents with Autism Spectrum Disorder, 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. New York, USA.

熊崎博一、松本吉央、吉川雄一郎、宮尾益知、小坂浩隆、友田明美、中野三津子、前田貴記、村松太郎、三村将(2016)、自閉スペクトラム症児へのヒト型ロボットを用いたコミュニケーション訓練法についての検討、日本精神神経学会総会、(千葉)
J. Shimaya, Y. Yoshikawa, M. Miyao, Y. Matsumoto, H. Kumazaki, M. Nakano and H. Ishiguro (2016), Advantages of Robot-Assisted Counseling: Can Caregivers Better Address the Concerns of Children with Autistic Spectrum Disorders Via a Small Humanoid Robot? International Meeting for Autism Research, 2016

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

吉川雄一郎(YOSHIKAWA, Yuichiro)
大阪大学・大学院基礎工学研究科・准教授

研究者番号: 60418530