

## [研究助成 (A)]

ロボットの協同操作による自閉症者の言語・  
非言語コミュニケーション訓練

Communication training for individuals with autism spectrum disorder through robot cooperative tasks

2201033



研究代表者	金沢大学 理工研究域フロンティア工学系	教授	渡辺 哲陽
共同研究者	長崎大学 大学院医歯薬学総合研究科 未来メンタルヘルス学分野	教授	熊崎 博一
	慶應義塾大学 医学部 精神・神経科学教室		吉田 篤史
	金沢大学 大学院自然科学研究科機械科学専攻		西田 希平

## [研究の目的]

自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder : ASD) は多くの遺伝子が複雑に関与して起こる生まれつきの脳機能障害であり、社会性やコミュニケーションの障害、および行動・興味・活動の限局を特徴とする。自閉スペクトラム症の診断についてはアメリカ精神医学会 (APA) が 2013 年に発表した診断基準 DSM-5 に記載されており、発達早期より認める ① 社会的コミュニケーション及び対人相互反応における持続的な欠陥、および ② 行動・興味・活動の限定された反復的な様式があり、①、②の結果、臨床的に意味のある支障を引き起こしている場合に診断される。近年では有症者は 100 人に 1 人とも言われ、性別では男性に多く、女性の約 4 倍の発症頻度である。ASD 患者への支援は一生で平均 2.4 億円との報告もあり、社会問題となっている。現在の医学では自閉スペクトラム症の根本的な原因を解決することは不可能とされているが、症状の改善や ASD 者の社会的コミュニケーション能力の向上に対しての研究はこれまでに数多く行われている。

しかしながら、ASD 者を対象にした研究には課題が多く、その主な理由は ASD 診断基準

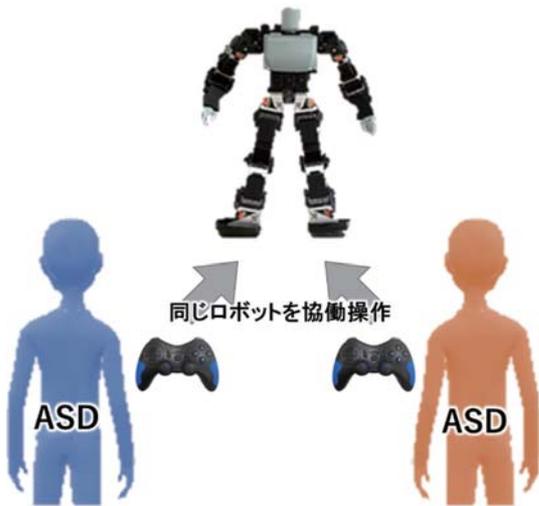
②の行動・興味・活動の限定された反復的な様式にある。すなわち、ASD 者は独自の生活様式を持っているため自分が好まない活動や行動の強制を嫌がり、環境の変化などにも敏感に反応する。このような特性から、ASD 者を対象にした研究は、彼らの特性を考慮したうえで適切な処置を行う必要がある。例えば、VR ゴーグルを利用して ASD 者のコミュニケーション能力を向上させようとした研究では、参加者の一人が VR ゴーグルを頭に装着することを過度に嫌がり、実験が中止せざるを得なくなった。LEGO ブロックを使用してグループで建設活動を行う中で協調性の向上を図ろうとした研究では、実験の会場という慣れない環境に長時間拘束された参加者が、時間の経過とともに集中力が大幅に低下し、訓練の効果が十分に得られなかった。以上のように、ASD 者を対象にした実験では彼らの特性が十分に考慮されていないと実験が失敗することもあり、場合によっては ASD 者にストレスや不安を与えてしまう危険性もある。

以上を踏まえて、本研究では、ASD 者の特性を十分に考慮した、ASD 者に対してできるだけ高い親和性を持つようなコミュニケーション訓練システムの開発に挑む。一言でコミュニケーションと言っても様々なコミュニケーショ

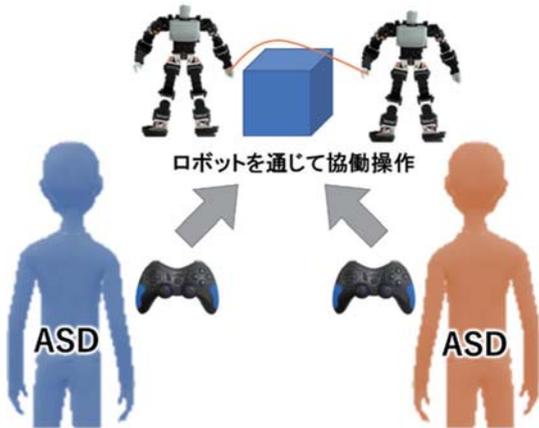
ン方法がある。本研究では、協同作業に注目し、協同作業能力の向上、協調性の向上、関連コミュニケーション能力の向上を目的とする訓練方法を見出すことを目指す。

[研究の内容, 成果]

本研究で検討した訓練方法の概要を図1に示す。コンピュータを介したゲームパッドを通じて二人で同じヒューマノイドロボット (KHR-3HV 近藤科学) の操作を行ってもらう (図1(a))。あるいは、それぞれ1台のヒューマノイドロボットを操作し、二台のヒューマノイドロボットで協同作業を行ってもらう (図1(b))。ヒューマノイドロボット1台を二人で



(a) 二人で同じロボットを協働操作



(b) 二人が別々のロボットを操作して協同作業

図1 ロボット協同作業システム

回数	訓練内容
1	ポーズをとる (難易度: 低)
2	ポーズをとる (難易度: 高)
3	歩行
4	障害物をまたぐ
5	ボールを足で蹴る
6	ドリブルをする (難易度: 低)
7	ドリブルをする (難易度: 高)
8	二台のロボットの協調動作

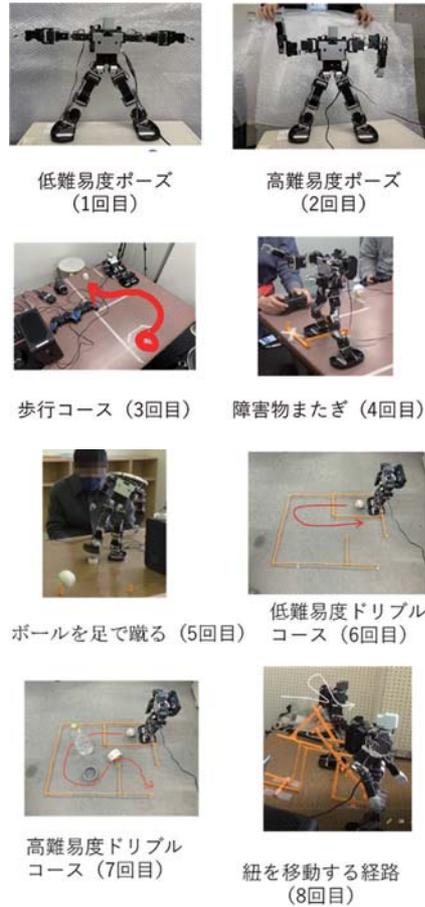


図2 訓練内容

操作する場合、一人が右半身、もう一人が左半身を操作するなど、二人が協調しないとロボットを上手く操作できないよう設定した。ASD者とASD者のペアで操作を行ってもらった。疲労や訓練効果を踏まえて、1ペアあたり1日に30分の訓練を8回行った。各回の訓練内容を図2に示す。

被験者情報

ASD者16名(女性2名, 男性14名)をリクルートし, 2名ずつのペアを構成して実施し

た。同じ人同士でペアを組み、ペアは最初から最後まで変えなかった。リクルートした16名全員に、本研究の目的、実験システム、手順方法について、各被験者に対して説明を行った。16名のうち、文書による同意を得た14名（女性2名、男性12名）に実験に参加していただいた。なお、本研究は、実験の目的と全体的な手順に関して、金沢大学の医療倫理委員会によって承認されている。

### 実験システム

近藤科学製のヒューマノイドロボット KHR-3HV、ゲームパッド (BEBONCOOL)、ならびにそれを制御する PC (オリオスペック CreateON WS 9 Compact) を用いて実験を行った。近藤科学が提供している Rcb4 ライブラリと Microsoft Visual Studio を用いて Visual C# により、ゲームパッドでヒューマノイドロボットを操作するプログラムを構築した。

### 実験手順

実験の同意を得た後で、訓練内容を被験者について説明した。その後、30分程度の訓練を二人一組で実施してもらった。訓練には必ず目的のタスクが設定されている。そこで、訓練時間が30分に近づいたタイミングで実施しているタスクを成功したら終了とした。訓練内容を毎回変えながら8回実施した。実験の様子をビデオにて録画・録音した。8回の訓練実施後、アンケートに回答してもらった。

### 実験条件

以下のような訓練内容を実施してもらった。1回目と2回目はヒューマノイドロボットにポーズをとるタスクである。1回目に比べて2回目はより構成するのが難しいポーズとした。ペアのうち、Aが右半身、Bが左半身を動かすようにゲームパッドのボタンを設定した。関節の動きとボタンが連動するように設定した。3回目では、歩行に挑戦してもらった。ダイナ

ミックな動きを生成するため、左足の前方移動、右足旋回など、歩行のベースとなる動作をボタンに設定した。4回目は障害物をまたぐ動きに挑戦してもらった。5～7回目は、ロボットと他の対象物とのインタラクションが求められるタスクを実施してもらった。5回目はボールを足で蹴るタスクを、6、7回目はボールを足で蹴りながら歩行を行うドリブルタスクに挑戦してもらった。7回目の方が、6回目より、ドリブルを行うコースの難易度が高い設定にしてある。8回目は二人がそれぞれ1台のロボットを操作するタスクを行ってもらった。片方のロボットの左手ともう一方のロボットの右手をひもでつなぎ、設置された障害物にひもが触れないようにスタート地点からゴール地点までひもを移動してもらうタスクに挑戦してもらった。

### 分析

8回目の訓練終了後に参加者ならびに参加者の指導教員の先生方にアンケートに回答してもらい、その結果を分析するとともに、ビデオデータに基づいて会話などのコミュニケーション量について分析を行った。

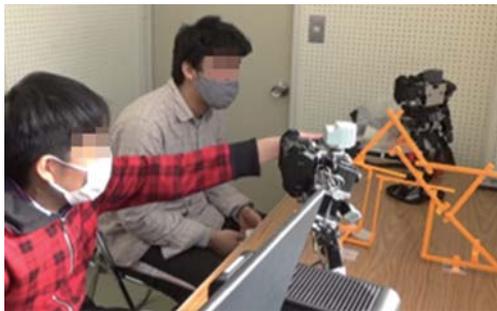
### 結果

訓練時の様子の一例を図3に示す。個人差はあるものの、全てのペアにおいて発話量が増えたことを確認した。訓練後のアンケートでは、参加者自身の主観的な協調性の向上度合について、7段階評価にて評価してもらった。具体的な項目として下記をあげる。

- ・訓練後の方が、誰かと協力するのが楽しいと感じるようになりましたか？
- ・訓練後の方が、誰かと会話するのが楽しいと感じるようになりましたか？
- ・訓練後の方が、誰かと協力するのが上手になったと思いますか？
- ・訓練後の方が、聞き手に回って相手の話を聞くのが好きになりましたか？
- ・訓練後の方が、誰かと会話をするのが上手に



(a) 一台のロボットを二人で動かす



(b) 二台のロボットで協調作業

図3 訓練時の様子

なったと思いますか？

- ・ 訓練後の方が、誰かと一緒に作業するとき、相手のペースに合わせるのが好きになりましたか？
- ・ これからも、機会があれば誰かと一緒に訓練や作業をやりたいと思いますか？

「全くそう思わない」場合1点、「強く思う」場合7点、としたとき、「ゲーム後の方が、誰かと一緒に作業するとき、相手のペースに合わせるのが好きになりましたか？」を除き、平均で5点以上の結果を得た。参加者の主観ならびにビデオ解析に基づけば、参加したペア同士における協調性やコミュニケーション（会話量）の向上が認められ、本訓練システムがASD者の協調性向上に寄与できることが示唆された。一方で参加者の指導教員のアンケート結果からは協調性向上やコミュニケーション

（会話量）の向上は明確には認められなかった。一部の先生から「ペアを組んだ参加者同士では協調性の向上は見られたが、それ以外の方との協調性は変わらなかった」との意見をいただいている。このことから、訓練システムにて協調作業を行った相手に対する協調性は高まるが、それ以外の相手に対する協調性向上までには至らなかったことが示唆される。訓練システムがASD者に対してできるだけ高い親和性を持つような訓練システムになっているかは、参加者への「これからも、機会があれば誰かと一緒に訓練や作業をやりたいと思いますか？」というアンケートと、指導教員の先生への「この訓練について、参加者は楽しい・もっとやりたいなど、ポジティブなイメージを持っていましたか？」というアンケートの高い評価から、本訓練手法がASD者が興味を持ちながら、かつストレスを抑えながら実施できる手法であることが示唆された。

#### [今後の研究の方向, 課題]

本訓練法は、ASD者に興味を持ってもらいながら、相手との協調性を高める効果があることが示唆された一方で、訓練で相手となった方以外の方との協調性の向上までは認められなかった。この点を改善する手法の構築が今後の課題である。また、分析ができたのは得られた結果の一部であることから、さらに詳細な分析により他の新たな知見を得ることも今後の課題である。

#### [成果の発表, 論文等]

- ・ LIFE2021（第21回日本生活支援工学会大会・日本機械学会 福祉工学シンポジウム 2022・第37回ライフサポート学会大会）での発表を予定している。