

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11437

研究課題名(和文) 発達障害児のコミュニケーション訓練対話システムの研究

研究課題名(英文) Teaching communication skills for children with neurodevelopmental disorders

研究代表者

田中 宏季 (Tanaka, Hiroki)

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・助教

研究者番号：10757834

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：仮想エージェントとの対話ロールプレイの中から、ユーザの聞き方、送信技能に関して、正の強化を促すフィードバックを提示する対話システムを構築した。SST訓練効果についての評価は従来の質問紙(Social Responsiveness Scale-2、自己効力感)および精神科医師による指標により実施した。本研究期間では、ユーザの聞き方、適切なフィードバックの提示方法および社会的自己効力感、仮想エージェントの見た目の受容性に関して基礎的なシステム構築と実験評価を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により次の目的を達成することを目指す。日常生活の中で、自閉スペクトラム症をはじめとした発達障害児が自分の状態や都合に合わせ、オンデマンドでコミュニケーションスキルを訓練できるシステムを構築する。また、精神科医師が行うSSTの補助となるシステムを構築する。ソーシャルスキルトレーニングを活用したトレーニング手法が、医療職者等による訓練手法に比してどの程度代替可能か、ないしは新たな貢献が可能か、当該訓練とその効果に関する研究に新たな展開を見出すことが可能になる。

研究成果の概要(英文)：We built a dialogue system that provides feedback that encourages positive reinforcement regarding the user's listening and expressive skills. The evaluation of the SST training effect was carried out using questionnaires (eg. Social Responsiveness Scale-2, general self-efficacy) and a rating by a psychiatrist. During this research period, we implemented a basic system and evaluated it by experiments with regard to listening to users, and how to provide appropriate feedback. We also explored the improvement of self-efficacy and the acceptability of virtual agents.

研究分野：知覚情報処理

キーワード：自閉スペクトラム症 マルチモーダル 社会的認知 仮想エージェント

## 1. 研究開始当初の背景

自閉スペクトラム症をはじめとする発達障害児が受診に訪れる数は年々増加傾向にある(2012年のCenters for Disease Control and Preventionの調査では、68人に1人の罹患率)。しかしながら、これらの人々を専門的に診断、訓練する小児精神科医師、臨床心理士等のいる機関は限られている。そのため、訓練実施機関を増やすことが喫緊の課題となっており、「受けたいときに、どこでもできる」訓練を自動化する技術の開発が期待される[1-4]。本研究では、自閉スペクトラム症児をはじめとした社会的コミュニケーションを苦手とする方々のための訓練手法として医学的に確立・実証されているソーシャルスキルトレーニング(SST)を反映したコンピュータ対話システムの構築を目指す。本研究により、下記の実現が期待される。

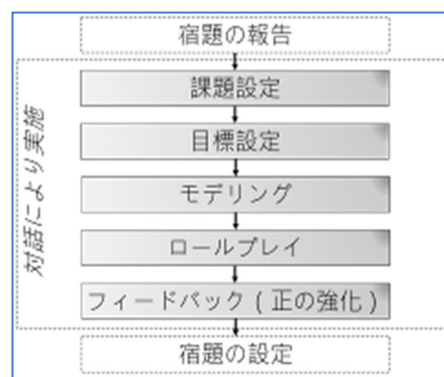
(1) 日常生活の中で、自閉スペクトラム症をはじめとした発達障害児が自分の状態や都合に合わせて、オンデマンドでコミュニケーションスキルを訓練できるシステムを構築する。また、精神科医師が行うSSTの補助となるシステムを構築する。

(2) ソーシャルスキルトレーニングを活用したトレーニング手法が、医療職者等による訓練手法に比してどの程度代替可能か、ないしは新たな貢献が可能か、当該訓練とその効果に関する研究に新たな展開を見出すことが可能になる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、データに基づき、SSTの枠組みに全体的に順じたコミュニケーションを訓練できる対話システムを構築することとともに、医療職者によるトレーニングと比したシステムの客観的な訓練効果の評価するという点である。SSTは右図に示す様に、課題設定、目標設定、モデリング、ロールプレイ、フィードバック、宿題から構成されている[5]。

また知能情報学としては、知的にユーザの状態を推定し、行動介入を自動的に行う対話モデルの構築が期待される。さらに技術的要素として、機械学習および深層学習による音声認識、韻律認識、画像、視線認識、各種情報の統合・フィードバック生成、対話応答生成が含まれる。本研究では、これら各要素での精度向上を目指す。



## 3. 研究の方法

仮想エージェントとの対話ロールプレイの中から、ユーザの聞き方、送信技能に関して、正の強化を促すフィードバックを提示する対話システムを構築する。SST訓練効果についての評価は従来の質問紙(Social Responsiveness Scale-2、自己効力感)および精神科医師による指標により実施する。本研究期間では、ユーザの聞き方、適切なフィードバックの提示方法および社会的自己効力感、仮想エージェントの見た目の受容性に関して基礎的なシステム構築と実験評価を行った。以下にその成果をまとめる。

## 4. 研究成果

### (1) 話を聞くスキルへの拡張

我々は、SSTの課題拡張を目指し、話をするスキルから、話を聞くスキルに焦点を当てた。話を聞くスキルに関しては、27名の大学院生(女性6名、男性21名、年齢平均25.1歳(SD:2.13))が実験参加者として参加した。仮想エージェントが話している時の、実験協力者の聞いている様子を収録し、臨床心理士2名による動画主観評価を行なった。収録の際、眼球運動計測装置により協力者の注視領域を記録した。また自閉症傾向Social Responsiveness Scale-2と個性尺度Ten Item Personality Inventoryの取得も行った。

話を聞くスキルに関しては、うなずきの頻度および発話の頻度を合計した値と、聞くスキルの評価値に相関係数0.59の関係性が見られた。また重回帰による聞くスキルの線形推定モデルを作成し、26名でのモデル学習および1名の予測における交差検証を行い、実測値と予測値において相関係数0.38で予測が可能であることを示した。これにより、話を聞くスキルに関して調査を進め、仮想エージェントとの対話からの自動評価の可能性を示した[6]。これにより、精神科医が行うスキル群に沿った訓練が可能になった。

## (2) 適切なフィードバックの提示方法および社会的自己効力感

これまでの仮想エージェントを拡張するため、対話プラットフォーム Greta を用いてエージェントの再構築を行ない、精神科医が行っている SST プロセスに従う「自動ソーシャルスキルトレーナー+」を新たに構築した（右図）。



2 種類のフィードバックを実装し、その影響を調査した：1)画面表示されたフィードバックと、2)以前のトレーニングの結果に基づく履歴を考慮したフィードバック。

開発したシステムを実験的にユーザが使用して、自信につながる社会的自己効力感、フィードバック評価、トレーニング前後の精神科医による評価、を計測しその有効性を確認した。結果として、画面表示されたフィードバックと、人間が話す様な口頭でのフィードバックに関して、その好みに有意な差はみられなかったが、傾向としては画面表示されたフィードバックがより好ましいという結果を得た。加えて、以前のトレーニングの結果に基づくフィードバック提示が、それが無いものよりも有意に好ましいと判定された。またシステムを使用する前後で、社会的自己効力感尺度および精神科医によるスキル評価が、有意に向上することが確認された [7]。これらの知見はよりシステムを詳細に作り込み、根拠を見出していくという点で重要であると考えられる。

## (3) 仮想エージェントの見た目の受容性

自動 SST の設計にあたって、仮想エージェントの種類による受け入れやすさ、好ましさなど種々の尺度に関して調査を行った。仮想エージェントの画像と動画を用意し、固定された SST のシナリオに対して、合計 912 名の日本人クラウドワーカーが評価を試みた。結果として、女性のアニメ型の仮想エージェントが有意に受け入れられることがわかった。また参加者の性別、年齢、自閉症傾向に関係して有意に差のある仮想エージェントと質問項目の関係性も調査した。これらの知見は、個人に適応した仮想エージェントの設計で重要だと考えられる [8]。

## 参考文献：

- [1] Hiroki Tanaka, Hideki Negoro, Hidemi Iwasaka, Satoshi Nakamura, Embodied Conversational Agents for Multimodal Automated Social Skills Training in People with Autism Spectrum Disorders, PLoS One, vol.12(8), pp.1-15, Aug. 2017.
- [2] Hiroki Tanaka, Sakriani Sakti, Graham Neubig, Tomoki Toda, Hideki Negoro, Hidemi Iwasaka, Satoshi Nakamura, Teaching Social Communication Skills through Human-Agent Interaction, ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems, vol.6(2), pp.1-26, 2016.
- [3] Mohammed (Ehsan) Hoque, Matthieu Courgeon, Jean-Claude Martin, Bilge Mutlu, and Rosalind W. Picard. MACH: my automated conversation coach. ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing, pp.697-706, 2013.
- [4] Mathieu Chollet, Pranav Ghatge, Catherine Neubauer, and Stefan Scherer, Influence of Individual Differences when Training Public Speaking with Virtual Audiences, Intelligent Virtual Agents, pp.1-7, 2018.
- [5] Alan S. Bellack, Kim T. Mueser, Susan Gingerich, and Julie Agresta: Social Skills Training for Schizophrenia, Second Edition: A Step-by-Step Guide. Guilford Publications, 2013.
- [6] Hiroki Tanaka, Hidemi Iwasaka, Hideki Negoro, Satoshi Nakamura, Analysis of Conversational Listening Skills toward Agent-based Social Skills Training, Journal on Multimodal User Interfaces, volume 14, issue 1, pp.73-82, 2020.
- [7] Hiroki Tanaka, Hidemi Iwasaka, Yasuhiro Matsuda, Kosuke Okazaki, Satoshi Nakamura, Analyzing Self-Efficacy and Summary Feedback in Automated Social Skills Training, IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology, vol.2, pp.65-70, 2021.
- [8] Hiroki Tanaka, Satoshi Nakamura, Virtual Agent Design for Social Skills Training Considering Autistic Traits, 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Oct. 2021.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Watanabe Hiroki, Tanaka Hiroki, Sakti Sakriani, Nakamura Satoshi	4. 巻 153
2. 論文標題 Synchronization between overt speech envelope and EEG oscillations during imagined speech	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 48 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2019.04.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hiroki Tanaka, Hidemi Iwasaka, Yasuhiro Matsuda, Kosuke Okazaki, Satoshi Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Analyzing Self-Efficacy and Summary Feedback in Automated Social Skills Training	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/OJEMB.2021.3075567	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hiroki Watanabe, Hiroki Tanaka, Sakriani Sakti, Satoshi Nakamura	4. 巻 153
2. 論文標題 Synchronization between overt speech envelope and EEG oscillations during imagined speech	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 48-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2019.04.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hiroki Tanaka, Hidemi Iwasaka, Hideki Negoro, Satoshi Nakamura	4. 巻 14
2. 論文標題 Analysis of Conversational Listening Skills toward Agent-based Social Skills Training	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal on Multimodal User Interfaces	6. 最初と最後の頁 73-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12193-019-00313-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroki Tanaka, Hiroki Watanabe, Hayato Maki, Sakti Sakriani, Satoshi Nakamura	4. 巻 13
2. 論文標題 Electroencephalogram-Based Single Trial Detection of Language Expectation Violations in Listening to Speech	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Computational Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fncom.2019.00015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroki Watanabe, Hiroki Tanaka, Sakriani Sakti, Satoshi Nakamura	4. 巻 E102.D, 2
2. 論文標題 Neural Oscillation-based Classification of Japanese Spoken Sentences during Speech Perception	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 383-391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2018EDP7293	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayato Maki, Sakriani Sakti, Hiroki Tanaka, Satoshi Nakamura	4. 巻 13(6)
2. 論文標題 Quality Prediction of Synthesized Speech Based on Tensor Structured EEG Signals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PloS One	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0193521	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Takeshi Saga, Hiroki Tanaka, Hidemi Iwasaka, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Objective Prediction of Social Skills Level for Automated Social Skills Training Using Audio and Text Information
3. 学会等名 Adjunct of the 2020 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI), Workshop on Social Affective Multimodal Interaction for Health (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroki Tanaka, Hidemi Iwasaka, Hideki Negoro, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Linguistic Features during Speech Utterances in the Context of Social Skills Training
3. 学会等名 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shunnosuke Motomura, Hiroki Tanaka, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Sequential Attention-based Detection of Semantic Incongruities from EEG While Listening to Speech
3. 学会等名 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroki Tanaka, Hiroyoshi Adachi, Hiroaki Kazui, Manabu Ikeda, Takashi Kudo, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Detecting Dementia from Face in Human-Agent Interaction
3. 学会等名 adjunct of the 2019 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shunnosuke Motomura, Hiroki Tanaka, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Detecting Syntactic Violations from Single-trial EEG using Recurrent Neural Networks
3. 学会等名 Adjunct of the 2019 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taiki Kinoshita, Hiroki Tanaka, Koichiro Yoshino, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Measuring Affective Sharing between Two People by EEG Hyperscanning
3. 学会等名 Adjunct of the 2019 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ivan Halim Parmonangan, Hiroki Tanaka, Sakti Sakriani, Shinnosuke Takamichi, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Speech Quality Evaluation of Synthesized Japanese Speech using EEG
3. 学会等名 Interspeech (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Holy Lovenia, Hiroki Tanaka, Sakriani Sakti, Ayu Purwarianti, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Speech Artifact Removal from EEG Recordings of Spoken Word Production with Tensor Decomposition
3. 学会等名 EEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Tanaka, Hideki Negoro, Hidemi Iwasaka, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Listening Skills Assessment through Computer Agents
3. 学会等名 ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuyoki Ujio, Hiroki Tanaka, Hiroyoshi Adachi, Hiroaki Kazui, Manabu Ikeda, Takashi Kudo, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Detection of dementia from responses to atypical questions asked by embodied conversational agents
3. 学会等名 Interspeech (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuyoki Ujio, Hiroki Tanaka, Hiroyoshi Adachi, Hiroaki Kazui, Manabu Ikeda, Takashi Kudo, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Identifying Dementia Patients based on Behavioral Markers in Human-Avatar Interaction
3. 学会等名 World Federation of Societies of Biological Psychiatry (WFSBP) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Tanaka, Hiroki Watanabe, Hayato Maki, Sakriani Sakti, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Single-trial Detection of Semantic Anomalies from EEG during Listening to Spoken Sentences
3. 学会等名 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shiori Yamaguchi, Hiroki Tanaka, Hayato Maki, Shigehiko Kanaya, Nobutaka Suzuki, Satoshi Nakamura,
2. 発表標題 Prediction of Depressive Tendency from Multidimensional Health Data Collected through Crowdsourcing
3. 学会等名 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Hayato Maki, Hiroki Tanaka, Sakriani Sakti, Satoshi Nakamura
2. 発表標題 Graph regularized tensor factorization for single-trial EEG analysis
3. 学会等名 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2018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	中村 哲  (Nakamura Satoshi)  (30263429)	奈良先端科学技術大学院大学・データ駆動型サイエンス創造センター・教授   (14603)	
研究分担者	岩坂 英巳  (Iwasaka Hidemi)  (70244712)	奈良県立医科大学・医学部・研究員   (24601)	
研究分担者	根来 秀樹  (Negoro Hideki)  (80336867)	奈良教育大学・教職開発講座・教授   (14601)	

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
---------	---------