

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2022

課題番号：20K22676

研究課題名（和文）自閉スペクトラム症の発話特性の解明と定型発達者のための学習支援システムの開発

研究課題名（英文）Understanding of speech characteristics in autism spectrum disorder

研究代表者

大黒 達也 (Daikoku, Tatsuya)

東京大学・ニューロインテリジェンス国際研究機構・特任助教

研究者番号：60886464

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、自閉スペクトラム症者（ASD）と定型発達者（TD）の会話時の音韻的階層の特徴を調査した結果、TD音声とTD指向音声、ASD音声とASD指向音声の発話リズムがそれぞれ類似していることがわかった。この結果から、対話者の発話特性に気づいたTD者は、自身の発話を、ASD者を含む対話者の発話特性に似せて会話していることがわかった。本成果は英語論文にし、査読付き英文学術誌に投稿し、現在は査読中(minor revision)である。査読中の論文は、プレプリントとしても投稿している（PsyArxiv, 10.31234/osf.io/4agcw）。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々は皆、様々な個性や価値観を理解し合い、共に多様性社会を築いていく社会的当事者である。しかし、現代社会では多くの物事(災害や芸術)に対して多数派に合わせて価値が決定され、当事者-非当事者間で価値(観)のずれが生じてしまっている。このずれによって、歴史や文化、個性が正しく理解されず少数派を生きづらくするといった問題が起こっている。本研究は、当事者の発話特性が自身と違うことに「気づく」ことで、どのように当事者化されていくのかを明らかにした。本研究を通して、皆が社会的当事者として真に個性や価値観を共有し合える多様性社会へ貢献できるかもしれない。

研究成果の概要（英文）：This study investigated the phonological hierarchy during conversations between individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD) and typically developed individuals (TD). The results showed that the speech rhythm of TD speech and TD-directed speech, as well as ASD speech and ASD-directed speech, were similar. These findings suggested that the TD individuals who noticed the speech characteristics of the participants (interlocutors) adjust their own speech to match the speech characteristics of their interlocutors, including those with ASD. These results were submitted to an academic journal as an English-language paper, and are currently under review (minor revision). The paper under review has also been submitted as a preprint (PsyArxiv, 10.31234/osf.io/4agcw).

研究分野：音声解析，神経生理学，音楽，機械学習

キーワード：当事者化 音声リズム 階層性 気づき

1. 研究開始当初の背景

言語リズムは、プロソディ、音素、音節等からなり、これらがうまく表出されないと話の聞き取りやすさに影響を及ぼし、コミュニケーション上の支障となる。特に、ASD 者が抱える問題の一つに、感情の伝達において重要な役割を担うプロソディの乏しさや非定型性が報告されており (McCann et al., 2003)、コミュニケーション障害の大きな一因となっている。また、私生活においても ASD 者が定型発達者の発話を学ぶ機会は多くあるにもかかわらず、その逆の定型発達者が ASD 者の発話特性を学習する機会は格段に少ないため、社会全体の理解不足から社会への適応に苦しんでいる ASD 者は多く存在している。

多様性社会において真の意味で価値のあるサービスとはなにかを考えた時、ASD 者が定型発達者の特性を学ぶだけでなく、定型発達者が ASD の発話特性を理解するような、これまでに類のない当事者視点からの支援が必要である。様々なタイプの人々が互いの特性を理解したコミュニケーションを実現することが重要である。

2. 研究の目的

本研究では、定型発達者 (typical development: TD) が ASD の韻律的特徴を理解し、学習できるようなシステムを開発する。これまでの手法では、音声波形から音素、音節、プロソディリズムをそれぞれ分離し、特定のリズム成分のみを編集した後に元の音声波形に戻すことは音響工学的に難しかった。しかし、確率的振幅変調モデルを応用すると、特定のリズム成分の波形を編集した後に掛け算によって合成音声波形を生成することができるので、例えばプロソディ成分のみを変えたオリジナルに近い音声を合成することなどが事実上可能となる。それにより、定型発達者 (発話者) の発した元音声の言語情報を壊さずにプロソディのみを変えて ASD らしい音声を生成し、“発話者が理解しやすい ASD 音声” で学習できるようなシミュレータを開発することができる。本開発項目は、この手法を確立するための独創的かつ創造的な研究である。

3. 研究の方法

韻律的特徴の解析には、研究参加者の熊谷と馬塚が取得した、多様な発話条件下での ASD 者と定型発達者の音声データ (WAV) を用いる。研究参加者と議論を重ね、当該発話データから統計的解析の条件 (会話、音読等) に合致するデータを抽出する。

本研究では、2種類の音声解析方法を用いる。1つ目は、ヒト内耳の蝸牛基底膜が行う聴覚フィルタを模倣した蝸牛モデルで (Moore, 2014)、2つ目はベイズ推論を応用した確率的振幅変調モデル (Tuner et al., 2012) である。蝸牛モデルでは、音声の wav ファイルから言語リズムに重要な周波数帯域 (0.9Hz ~ 40Hz) の振幅変調波形を、聴覚フィルタバンク解析により約 24 個抽出する。それらの波形から主成分分析により言語リズムに重要な 3 つの主成分を抽出し、その負荷量の絶対値の大きさ

階層的な 3 つの振幅変調波形

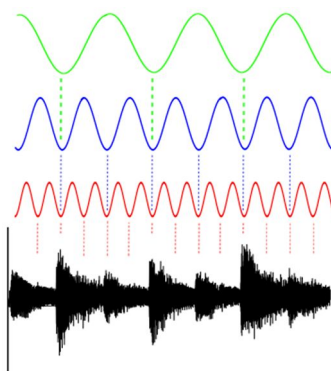


図 1. 蝸牛モデルや確率的振幅変調モデルによる音声解析の概要。音声波形 (下) から、音素 (赤: 12-30Hz)、音節 (青: 4-8Hz)、プロソディ (緑: 1-3Hz) に重要な 3 つの言語リズム成分を抽出する。

から、音素、音節、プロソディリズムに重要な周波数帯域をそれぞれ検出する (図 1)。一方、確

率的振幅変調モデルでは、自然音がリズム成分に依存する変調波とピッチやノイズを含むそれ以外の複合成分に依存する搬送波との掛け算によって生成されるという仮説に基づき、ベイズ推論を用いて音声のリズム波形を確率的に検出する。

本研究では、この聴覚機能に則した蝸牛モデルと、音響工学に基づいた確率的振幅変調モデルの両方に適合するような韻律的特性を明らかにし、聴覚機能的にも音響工学的にも説明し得る相互補完的で統合的な ASD 音声モデルを開発する。

4．研究成果

本研究では、自閉スペクトラム症者 (ASD) と定型発達者 (TD) の会話時の音韻的階層の特徴を調査した結果、TD 音声と TD 指向音声、ASD 音声と ASD 指向音声の発話リズムがそれぞれ類似していることがわかった。この結果から、対話者の発話特性に気づいた TD 者は、自身の発話を、ASD 者を含む対話者の発話特性に似せて会話していることがわかった。本成果は英語論文にし、査読付き英文学術誌に投稿し、現在は査読中 (minor revision) である。査読中の論文は、プレプリントとしても投稿している (PsyArxiv, 10.31234/osf.io/4agcw)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Tatsuya Daikoku, Shinichiro Kumagaya, Satsuki Ayaya, Yukie Nagai	4. 巻 -
2. 論文標題 Phonological Characteristics Shared By Questioner AndResponder: A Comparison Between Individuals With AndWithout Autism Spectrum Disorder	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PsyArxiv	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） 10.31234/osf.io/4agcw	査読の有無 無
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2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Tatsuya Daikoku
2. 発表標題 Speech Rhythm Hierarchy: Towards Understanding of Phonological Characteristics in Autism Spectrum Disorder.
3. 学会等名 International Society for Autism Research（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大黒達也
2. 発表標題 Characteristics of Speech Rhythm Hierarchy in Autism Spectrum Disorder.
3. 学会等名 日本発達神経科学学会 第9回学術集会
4. 発表年 2020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
---------------------------	-----------------------	----

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