

令和 4 年 5 月 29 日現在

機関番号：34305

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12911

研究課題名(和文)自由会話プロソディの音声解析による自閉スペクトラム症児の質的言語能力評価ツール開発

研究課題名(英文) Development of qualitative language literacy assessment tool for children with autism spectrum disorder based on voice analysis of free conversation prosody

研究代表者

中井 靖 (Nakai, Yasushi)

京都女子大学・発達教育学部・准教授

研究者番号：80462050

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：自閉スペクトラム症児と定型発達児の音声パターンの機器学習を重ねた。ピッチの多次元特徴量の組み合わせを試行錯誤を繰り返し、一部の特徴量については自閉スペクトラム症児と定型発達児の識別精度に影響を及ぼさないことがほぼ明らかになった。しかしながら、収集した音声データが十分とはいえないため、引き続き検討する必要がある。また、数値化して客観的に評価することは学習プログラムの成果を促進することが一部支持された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、自閉スペクトラム症のバイオマーカーを探索する研究が散見される。しかし、これらの手法は人体への侵襲性及び機器が設置された場所での実施に限定される。私たちが提案する手法は自閉スペクトラム症児の話し言葉を音声収録用マイクで収集するのみである。人体への侵襲性は皆無であり、音声収録用マイクを含む音声収録機材は持ち運びが簡易である。発話パフォーマンスと脳機能の関係性を検討する中で、適切な学習プログラムを開発すれば、質的言語発達促進を期待できることが考えられた。

研究成果の概要(英文)：We repeated machine learning of voice patterns in children with autism spectrum disorders and children with typical development. By repeating trial and error with the combination of multidimensional features of pitch, it became almost clear that some features did not affect the discrimination accuracy between children with autism spectrum disorders and children with typical development. However, the collected voice data is not sufficient, so it is necessary to continue to consider it. In addition, it was partially supported that quantifying and objectively evaluating promotes the outcome of the learning program.

研究分野：人間医工学

キーワード：自閉スペクトラム症 プロソディ 自由会話 質的言語能力

### 1. 研究開始当初の背景

近年、自閉スペクトラム症のバイオマーカーを探索する研究が散見される。バイオマーカーとは障害あるいは病気の状態を表す定量的指標である。自閉スペクトラム症に関してはセロトニントランスポーターの機能不全、fMRI (functional magnetic resonance imaging) を用いた脳活動量の異質性、CNV (copy number variation) による遺伝子数の異常などの報告がある<sup>1-3)</sup>。しかし、これらの手法は人体への侵襲性及び機器が設置された場所での実施に限定される。

私たちはこれまでに音声解析技術を用いた自閉スペクトラム症児のプロソディ異常の定量化をテーマとして研究を重ねてきた<sup>4-9)</sup>。自閉スペクトラム症児のプロソディ異常については自閉スペクトラム症児がプロソディをどのように認知するか(情報入力)に関する研究が国内外で多く行われている。しかしながら、自閉スペクトラム症児がプロソディをどのように表出するか(情報出力)に関する研究ではそれぞれが異なる結果を示している。このような相違が生じるのは自閉スペクトラム症児のプロソディ異常を適正に表す定量的指標が特定されていないことにある。私たちは自閉スペクトラム症児のプロソディ異常の定量化を目指した。私たちが提案する手法は自閉スペクトラム症児の話し言葉を音声収録用マイクで収集するのみである。人体への侵襲性は皆無であり、音声収録用マイクを含む音声収録機材は持ち運びが簡易である。

私たちの研究では自閉スペクトラム症児と定型発達児のプロソディの違いを定量的に示すことを目指したため、実験統制を考慮して分析単位を単語に限定したり、プロソディからイントネーションのみを抽出して評価したりした。この2点については学会発表での質問及び論文の査読にて「本来、自閉スペクトラム症児のプロソディ異常は自閉スペクトラム症児が他者と自由に会話する時の話し言葉全体から印象づけられるものであり、また音声の質的要素の総体として捉えられるものである」とたびたび指摘を受けた。音声収録時の課題設定については研究協力者らと意見交換を重ねた。その結果、自閉スペクトラム症児と調査者の2者間における半構造化面接を基本とするシナリオを作成した。これにより、自閉スペクトラム症児が他者と自由に会話する時の話し言葉全体を音声収録することが可能となった。また、音声解析に関する最新の技術面については本研究協力者らと意見交換を重ねた。その結果、2者の話し言葉が重なった音声データの処理には話者認識の技術を用い、両者の音声データを分離することが可能となった。

### 2. 研究の目的

本研究では自閉スペクトラム症児の自由会話におけるプロソディ総体に着目し、最新の音声解析技術を用いて自閉スペクトラム症児のプロソディ異常の定量化を試みた。そして、これまで語彙量、言語による表現力などの量的言語能力と比較してあまり注目されてこなかった質的言語能力の側面から自閉スペクトラム症児を捉える新たな評価ツールを開発を目指した。

### 3. 研究の方法

2019年度は自閉スペクトラム症児と定型発達児の音声データを収集した。音声データの収集には本研究協力者の協力を得た。2019年度から2020年度にかけては本研究協力者の協力を得て音声データを分析し、自閉スペクトラム症児のプロソディ異常の定量化を試みた。2020年度から2021年度にかけては本研究分担者の協力を得て質的言語能力の側面から自閉スペクトラム症児を捉える新たな評価ツールの開発を試みた。加えて、本研究協力者の協力を得て自閉スペクトラム症児のプロソディ異常に関する一連の評価手順を自動化し、独自にアプリケーションソフト等の開発を試みた。しかしながら、新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受けて、音声データを十分に収集することができなかった。

### 4. 研究成果

(1) 自閉スペクトラム症児と定型発達児の音声パターンの機器学習を重ねた。ピッチの多次元特徴量の組み合わせを試行錯誤を繰り返し、一部の特徴量については自閉スペクトラム症児と定型発達児の識別精度に影響を及ぼさないことがほぼ明らかになった。しかしながら、収集した音声データが十分とはいえないため、引き続き検討する必要がある。

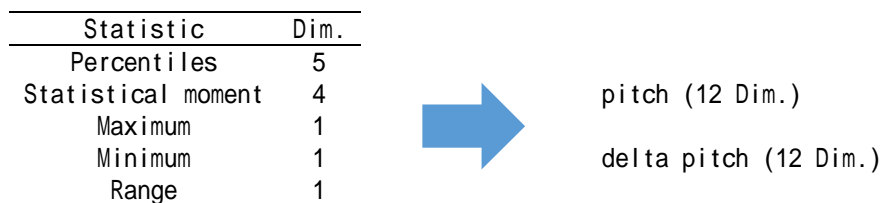


図1 ピッチの多次元特徴量の一例

(2) 発話パフォーマンスと脳機能の関係性の検討に向けて、運動学習進行過程の前頭前野と運動感覚関連領域を近赤外線分光法にて測定した。その結果、運動学習の進行とともに前頭前野の脳賦活時間が漸減し、また、脳内ネットワーク効率が上昇した。このことから、発話パフォーマンスについても適切な学習プログラムを開発すれば、質的言語発達促進を期待できることが考えられた。

(3) 障害等のある児童生徒の実態把握に困難さを感じることは児童生徒を理解し適切に指導することができるという学校教員の個人内信念、すなわち教師効力感を低下させる<sup>10)</sup>。そこで、発達検査を用いた実態把握に基づく教育実践の効果を明らかにするため、特別支援学校教員の教師効力感の変容について数量的指標を用いて統制群と比較した。

その結果、教師効力感尺度の全体は当該児の評価時期の主効果、交互作用が有意であった(評価時期： $F(1,30)=28.74, p<.001$ 、交互作用： $F(1,30)=8.60, p<.01$ )。当該児担任以外は事前と事後に有意差がなく、当該児担任は事前より事後が有意に高くなることが示唆された(当該児担任以外： $F(1,30)=2.95, n.s.$ 、当該児担任： $F(1,30)=34.39, p<.001$ 、図2)。このことから、数値化して客観的に評価することは学習プログラムの成果を促進することが一部支持された。

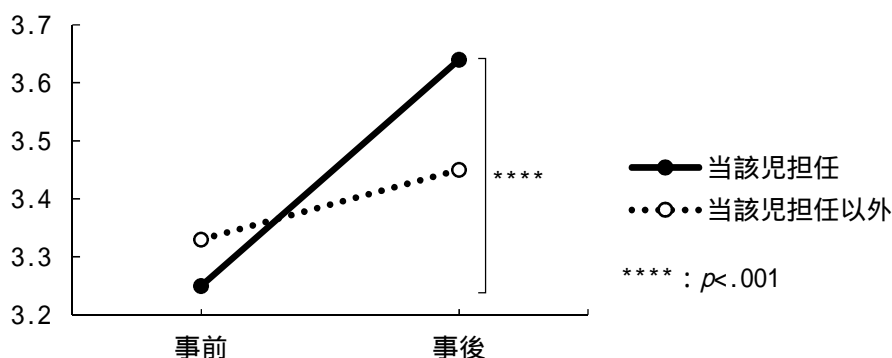


図2 教師効力尺度の変化

#### <引用文献>

- 1) Evidence of linkage between the serotonin transporter and autistic disorder. Cook EH Jr et al, Molecular Psychiatry, 2, 247-250, 1997.
- 2) Rare de novo and transmitted copy-number variation in autistic spectrum disorders. Levy D et al, Neuron, 70, 886-897, 2011.
- 3) Functional impact of global rare copy number variation in autism spectrum disorders. Pinto D et al, Nature, 466, 368-372, 2010.
- 4) 新版 K 式発達検査 2001 を用いた自閉症児における言語性能力と非言語性能力のばらつきの評価. 中井靖、小児保健研究、71、817-821、2012。
- 5) ピッチ特徴量を用いた自閉症スペクトラム障害児と定型発達児の識別. 柿原康博・滝口哲也・有木康雄・中井靖・高田哲、電子情報通信学会技術研究報告、113、35-40、2013。
- 6) Speech intonation in children with autism spectrum disorder. Nakai Y, Takashima R, Takiguchi T & Takada S, Brain & Development, 36, 516-522, 2014.
- 7) Investigation of classification using pitch features for children with autism spectrum disorders and typically developing children. Kakiyama Y, Takiguchi T, Ariki Y, Nakai Y & Takada S, American Journal of Signal Processing, 5, 1-5, 2015.
- 8) 発達障害児支援における現状と課題：近年の動向と実践. 大歳太郎、保健医療学雑誌、7、11-16、2016。
- 9) Detecting abnormal voice prosody through single-word utterances in children with autism spectrum disorders. Nakai Y, Takiguchi T, Matsui G, Yamaoka N & Takada S, Perceptual and Motor Skills, 124, 961-973, 2017.
- 10) 教育学部生の教師効力感に関する研究 - 尺度の作成と教育実習にともなう変化 - . 春原淑雄、日本教師教育学会年報、16、98-108、2007。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 福井信佳、大歳太郎、橋本有理	4. 巻 70
2. 論文標題 障害を開示して就職した高学歴発達障がい者の就労課題に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本職業・災害医学会会誌	6. 最初と最後の頁 31-37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 備前宏紀、木村大介、大歳太郎、吉弘奈央、水野（松本）由子	4. 巻 40
2. 論文標題 運動学習過程における脳血流動態およびグラフ理論を用いた脳内ネットワークの変化から運動課題介入期間の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 作業療法	6. 最初と最後の頁 281-290
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.32178/jotr.40.3_281	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 倉澤茂樹、立山清美、塩津裕康、中岡和代、大歳太郎	4. 巻 40
2. 論文標題 問題行動を呈する児童への作業療法士による学校コンサルテーション	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 作業療法	6. 最初と最後の頁 359-369
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.32178/jotr.40.3_359	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 Yusuke Watanabe, Taro Ohtoshi, Tetsuya Takiguchi, Akira Ishikawa, Satoshi Takada	4. 巻 66(2)
2. 論文標題 Quantitative Evaluation of Handwriting Skills during Childhood.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Kobe journal of medical sciences	6. 最初と最後の頁 E49-E55
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 倉澤 茂樹, 立山 清美, 丹葉 寛之, 中岡 和代, 大歳 太郎	4. 巻 39 (5)
2. 論文標題 不器用さを呈する学習障害児への作業療法士による学校コンサルテーション	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 作業療法	6. 最初と最後の頁 605-615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32178/jotr.39.5_605	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 大森和美, 神垣彬子, 中井靖	4. 巻 93
2. 論文標題 特別支援教育コーディネーターにおける役割ストレス - 経験の有無及び役割理解との関連から -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 宮崎大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 65-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 倉澤茂樹, 立山清美, 岩永竜一郎, 大歳太郎, 中谷謙, 横井賀津志	4. 巻 10(1)
2. 論文標題 日本における自閉症スペクトラム障害の診断年齢: 種別の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 保健医療学雑誌	6. 最初と最後の頁 34-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15563/jaliedhealthsci.10.34	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 渡邊雄介, 大歳太郎, 滝口哲也, 高田哲	4. 巻 59(2)
2. 論文標題 小児期における線描スキルの定量的評価に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 小児の精神と神経	6. 最初と最後の頁 191-198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24782/jsppn.59.2_191	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 倉澤茂樹、立山清美、大歳太郎、塩津裕康、横井賀津志	4. 巻 38(4)
2. 論文標題 特別支援学校における医療の専門家への相談：ICF-CYを用いた全校調査による各職種の特徴	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 作業療法	6. 最初と最後の頁 387-395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32178/jotr.38.4_387	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 福井信佳、大歳太郎、橋本卓也	4. 巻 68(1)
2. 論文標題 職業訓練修了後に就職した発達障がい者の就業環境と満足度	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本職業・災害医学会会誌	6. 最初と最後の頁 17-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大歳太郎、中井靖、木村大介、倉澤茂樹
2. 発表標題 同時模倣時における視線と模倣順序に関する予備的検討
3. 学会等名 日本作業療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅野裕理、立山清美、大歳太郎、中井昭夫
2. 発表標題 児童発達支援事業所に通う幼児における手洗いの特徴
3. 学会等名 日本作業療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中井靖
2. 発表標題 発達検査を用いた実態把握に基づく教育実践の効果-特別支援学校教員の教師効力感の変容-
3. 学会等名 日本特殊教育学会第57回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大歳太郎、片山裕代、五十嵐千尋、大歳美和、中井靖
2. 発表標題 自閉スペクトラム症児における感覚の偏りに関する追跡調査
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

中井靖の研究室 <a href="http://yas-nakai.jp/">http://yas-nakai.jp/</a>
--

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	大歳 太郎  (Otoshi Taro)  (40336483)	関西医療大学・保健医療学部・教授    (34438)	

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