

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：14302

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K13726

研究課題名（和文）自閉症スペクトラム障害における身体同調特性の解明

研究課題名（英文）Elucidation of body motion synchrony in autism spectrum disorders

研究代表者

権 眞煥（Kwon, Jinhwan）

京都教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：90772020

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的はコミュニケーションにおける自閉スペクトラム症（ASD）者の身体同調特性を解明し、ASDに対する客観的なバイオマーカーを開発することである。一方向言語コミュニケーションにおけるASD者の聴者としての役割に着目し、身体同調特性の検証を行った。その結果、ASD者は定型発達（TD）者より同調の活動度と強度が有意に低いことが明らかになった。つまり、ASD者はTD者に比べ、同調の発現頻度や収束性が低く、時間変動が大きいことを示す。本研究によりASD者の同調特性は量的側面（発現頻度）と質的側面（時間変動と収束性）の両方から相違点が現れることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果により身体同調はASD者の社会的コミュニケーションおよび対人的相互反応の特徴を定量化できるツールであり、特に位相差検出・分析アルゴリズムはその定量化に有効であることが検証された。ASDの診断に用いられる検査や尺度は、保護者の記憶と主観に影響を受けるものが多く、客観性を有するバイオマーカー（診断と評価のための指標）がないのが現状である。その中、本研究の成果はASDの診断支援システムの開発のための基礎データとして位置づけられ、身体同調データは客観性を有するバイオマーカーである可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to elucidate body motion synchrony of people with autism spectrum disorder (ASD) in human communication and to develop objective biomarker for ASD. Focusing on the role of people with ASD as listeners in one-way verbal communication, we examined the characteristics of body motion synchrony. The results revealed that individuals with ASD had significantly lower levels of synchrony activity and intensity than those with typical development (TD). Specifically, the frequency and convergence of synchronization is lower in people with ASD than in people with TD, and the temporal fluctuations are larger. This study suggests that there are differences in the synchrony characteristics between individuals with ASD and TD both quantitatively and qualitatively.

研究分野：人間情報学

キーワード：非言語コミュニケーション 自閉スペクトラム症 ASD 身体同調 位相差検出アルゴリズム

1. 研究開始当初の背景

1960 年代から、社会的相互性とコミュニケーションの障害および興味の限局、常同的・反復的行動を主徴とし、乳幼児期に発現する社会性の障害を自閉スペクトラム症 (ASD) と呼ぶ。アメリカ疾病予防管理センター (CDC) によると 2010 年時点で、アメリカに住む子供の 68 人に 1 人が自閉症スペクトラム障害と診断されたことが報告されている。日本の発現頻度も過去 20 年で 11 倍になっており、全世界的に発現頻度が急増している。しかし、ASD 診断の検査や尺度は開発されているものの、診断技術を有する専門医が少なく、診断や診療への待機時間が数ヶ月以上かかるなど様々な社会問題が発生している。また、ASD の診断に用いられる検査や尺度は、保護者の記憶と主観に影響を受けるものが多く、客観性を有するバイオマーカー (診断と評価のための指標) が無いのが現状である。一方、人間コミュニケーション科学分野では、コミュニケーションにおける相互作用の特徴が個人間の身体動作の同調現象により現れることが示唆されてきた。コミュニケーションとは複数の人が感覚情報と身体動作を介して相互作用するプロセスである。この相互作用の特徴は身体同調現象により現れ、身体同調はコミュニケーションの円滑度合いと強い相関があり、質的評価につながると報告されている。

2. 研究の目的

本研究では ASD において客観性を有するバイオマーカーを開発するために、人間コミュニケーションにおける ASD 者の身体同調特性を明らかにすることを目的とする。具体的には、位相差検出・分析アルゴリズムを用い、コミュニケーション中に発生した ASD 者の身体同調特徴を定量化し、定型発達 (TD) 者との相違を検証する。

3. 研究の方法

研究協力者 (小谷・小児神経専門医) の助力を得て、ASD 者の双方向コミュニケーションにおける身体同調特性を明らかにする。研究代表者が考案した身体同調検出方法の詳細は以下のようになっている。まず、3 軸加速度センサーを用い、コミュニケーション中、発生する頭部運動 (頷きなど) に注目してその動きを記録する (図 1A 参照)。図 1B は実際得られる加速度データのノルムであり、コミュニケーションを行う 2 者の身体運動のデータがリアルタイムに記録される。身体運動が記録された後、加速度データから位相関係を分析する。この際、身体同調状態を、1) 同調の活動度 (相対頻度として位相差分布の密度) と、2) 同調の方向 (平均位相差として同調の前後関係)、3) 同調の強度 (標準偏差と尖度として時間変動と収束性) の 3 つの指標で特徴付ける (図 2 参照)。本研究では知的障害のない成人男女の ASD 者を対象とし、TD 者の身体同調データと比較検証を行う。

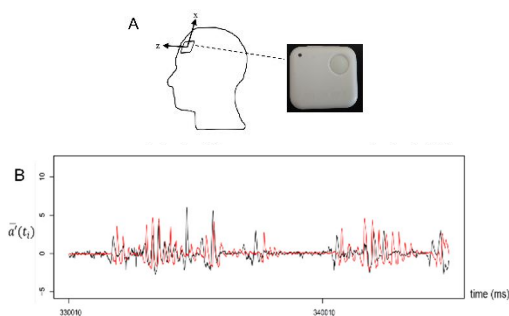


図 1. 加速度センサーによるデータ記録

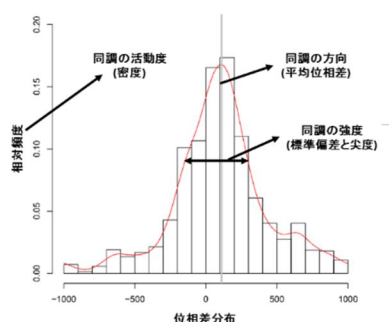


図 2. 身体同調の位相関係

4. 研究成果

本研究の成果は ASD 者と TD 者に対する身体同調特性が明らかになったことである。R3~4 年度は、一方向言語コミュニケーションにおける身体同調特性の検証を行った。特に、ASD 者の聴者としての役割に着目し、実験を進めた結果、ASD 者は TD 者より同調の活動度が有意に低いことが明らかになった (図 3, 4, 5 参照)。つまり、ASD 者は TD 者に比べ、同調の発現頻度が低いことを示す。さらに、ASD 者は TD 者に比べ、同調の強度が有意に低いことが検証され、ASD 者の身体同調特性は時間変動が大きく、収束性も低下していることが分かった (図 3, 4, 5 参照)。R5 年度は ASD 者が話者と聴者として参加する双方向コミュニケーション (自由会話) に着目し、実験を進めた。その結果、双方向コミュニケーションにおいても身体同調特性に相違が見られ、同調の発現頻度と強度の他に、同調の前後関係においても有意な差が見られる可能性が確認された。

今後重症度との関連を調べる必要はあるが、本研究により ASD 者の同調特性は量的側面 (発

現頻度)と質的側面(時間変動と収束性)の両方から相違点が現れることが示唆された。本研究の成果により身体同調は ASD 者の社会的コミュニケーションおよび対人的相互反応の特徴を定量化できるツールであり,特に位相差検出・分析アルゴリズムはその定量化に有効であると考えられる。また定量化された身体同調は ASD の診断支援システムの開発のための客観性を有するバイオマーカーである可能性が示唆された。

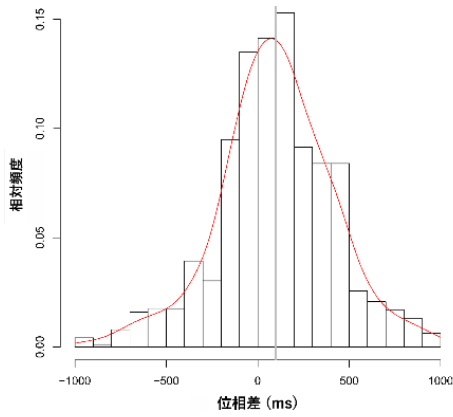


図 3. 一方向コミュニケーションにおける TD 者の身体同調特性

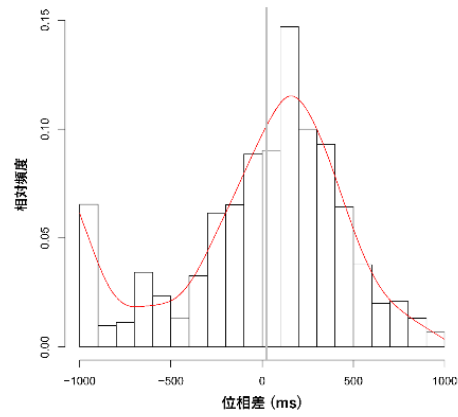


図 4. 一方向コミュニケーションにおける ASD 者の身体同調特性

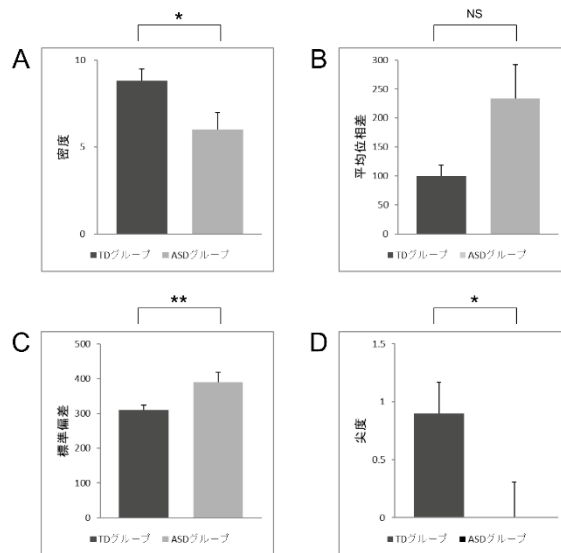


図 5. TD と ASD 条件における身体同調結果の比較 (*: $p < .05$, **: $p < .01$, ***: $p < .001$)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Jinhwan Kwon, Sangwook Park, Maki Sakamoto, Kazuyuki Mito	4. 巻 14
2. 論文標題 The Effects of Vibratory Frequency and Temporal Interval on Tactile Apparent Motion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Haptics	6. 最初と最後の頁 675 ~ 679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TOH.2021.3051388	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 該当する
1. 著者名 Koichi Yamagata, Jinhwan Kwon, Takuya Kawashima, Wataru Shimoda, Maki Sakamoto	4. 巻 12(654779)
2. 論文標題 Computer Vision System for Expressing Texture Using Sound-Symbolic Words	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	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/fpsyg.2021.654779	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 Shogo Okamoto, Kohta Wakamatsu, Shigeki Nakauchi, Jinhwan Kwon, Maki Sakamoto	4. 巻 14(1)
2. 論文標題 Computation of Sensory-Affective Relationships Depending on Material Categories of Pictorial Stimuli	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Affective Computing	6. 最初と最後の頁 498 ~ 508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TAFFC.2020.3039684	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 Jinhwan Kwon, Hiromi Kotani	4. 巻 18(5)
2. 論文標題 Head motion synchrony in unidirectional and bidirectional verbal communication	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 1 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0286098	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 Jinhwan Kwon, Yoshihiro Miyake	4. 巻 36(6)
2. 論文標題 Motion-Binding Property Contributes to Accurate Temporal-Order Perception in Audiovisual Synchrony	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Multisensory Research	6. 最初と最後の頁 557 ~ 572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1163/22134808-bja10104	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2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 権 眞煥、森本 雄大、小谷 裕実
2. 発表標題 ASDのコミュニケーションにおける身体同調特性 定型発達者における基礎データ
3. 学会等名 日本発達障害学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 権 眞煥、小谷 裕実
2. 発表標題 一方向コミュニケーションにおけるASD者の身体同調特性
3. 学会等名 日本発達障害学会
4. 発表年 2023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
研究協力者	小谷 裕実 (Kotani Hiromi) (10294266)	京都教育大学・京都市第二児童福祉センター診療所 (14302)	

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