

自閉スペクトラム症者のコミュニケーション障害に関する新たな視点 ～最新の脳波技術を用いた科学的根拠による理解の促進～

研究成果のポイント

1. 自閉スペクトラム症者⁽¹⁾の二大特徴である、社会的コミュニケーションの障害と、こだわり傾向⁽²⁾の強さを統合的に理解する新たな理論を得ました。
2. 自閉スペクトラム症者は、他者とのコミュニケーションにおいて、イレギュラーなリズム⁽³⁾への適応に困難があることを、脳波によって確認しました。
3. この理論に基づいた脳波解析を用いることで、自閉スペクトラム症への理解が進み、新たな支援方法の開発、さらなる脳波解析技術の活用が期待されます。

筑波大学システム情報系 川崎真弘准教授と京都大学大学院人間・環境学研究科 船曳康子准教授は、理化学研究所 山口陽子チームリーダー、北城圭一連携ユニットリーダー/副チームリーダー、京都大学 村井俊哉教授、帝塚山学院大学 深尾憲二郎教授らとの共同研究により、自閉スペクトラム症者がコミュニケーションをとるにあたる上での困難には、他者が示すイレギュラーなリズムへの適応が困難であることが関係していることを、行動データと脳波データ解析により見出しました。今回見出された結果から、自閉スペクトラム症の二大特徴である、社会的コミュニケーションの障害とこだわり傾向の強さは、イレギュラーさに適応することの困難さにより統合的に説明できる可能性が開かれました。この理論に基づいた脳波解析を使うことで、自閉スペクトラム症に関する理解をなおいっそう深め、新たな支援方法の開発、さらなる解析技術の開発・活用が期待されます。

本研究の成果は、2017年11月8日(日本時間同日19時)付で、Scientific Reports誌にオンライン公開されました。

* 本研究は、文部科学省が助成する新学術領域研究「伝達創成機構」(研究期間:平成21～25年度)、新学術領域研究「構成論発達科学」(研究期間:平成24～28年度)、およびテニユアトラック普及・定着事業・個人選抜型(研究期間:平成25～29年度)によって実施されました。

研究の背景

自閉スペクトラム症の特徴は多彩であるうえに、個人差が大きいこともよく知られています。その中でも、社会的コミュニケーションの障害とこだわり傾向の強さが二大特徴であることがわかっています。自閉スペクトラム症を正しく理解するうえでは、一見関係がなさそうに見えるこの二大特徴が、なぜ同時に発生するのかを理解することが必要不可欠です。従来の研究では、種々の社会性を必要とする心理課題が用いられてきました。それに対して本研究では、単純な行動リズム同期⁽⁴⁾課題を作成し、自閉スペクトラム症の特徴を明らかにすることにしました。従来の研究によれば、会話時や拍手時などに行動リズム同期が観測されており、この同期によって人間関係が改善されることが報告されています。

研究内容と成果

本研究では、行動リズム同期に起因する脳活動の負荷を分析するために、リズム同期課題時の脳波測定を行い、脳波リズム、行動リズム、自閉スペクトラム症の特徴、の三者の関係性を検証しました。

まず、二者でリズムが一定になるように交互にキーボード押しを行うリズム同期課題時の脳波測定を行い、自閉スペクトラム症者と対照者の行動結果および脳波解析結果を比較検討しました。計測にあたっては、年齢、性別、知能指数においてマッチングされた、24名の自閉スペクトラム症群(29.2±7.2歳、女性10名、男性14名)と24名の定型発達群(25.5±6.6歳、女性12名、男性12名)が、書面による同意の上、脳波測定に参加しました。自閉スペクトラム症の診断⁽⁵⁾はDSM-IV-TR、DSM-5に基づき、自閉スペクトラム症の重症度評価としては、ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule)と船曳准教授が開発したMSPA (Multi-dimensional Scale for Pervasive developmental disorder and Attention deficit/hyperactivity disorder)を使用しました。

リズム同期課題においては、参加者がキーボードを押す(タッピングする)と音が鳴り、続けて相手がタッピングすると別の音が鳴ります。このタッピングの時間間隔が一定であるほど二者のリズムは同期しているとして、この同期量を評価しました。参加者は、リズム同期課題をPC(コンピューター)プログラムと人(定型発達者)を相手に行いました。PCプログラムとしては、常に一定の時間間隔でタッピングするプログラムと、時間間隔を急に変更するプログラム、の2種類を使用しました。脳波はシールドルーム内にて27電極で計測しました。

行動データを解析した結果、自閉スペクトラム症群は、定型発達群に比べると、相手が人や急に変動するPCプログラム相手だと同期量が少ないことがわかりました。この同期量の少なさは、主に自閉スペクトラム症のこだわり傾向の強さと関係があることがわかりました。その一方で、リズムが一定のPCプログラムが相手の場合は、両群の同期量に差はありませんでした。これらのことから、自閉スペクトラム症者は人が持つリズムの揺らぎや急な変動に適応することが困難であることがわかりました。

次に、脳波データを解析した結果、自閉スペクトラム症群のみにおいて、認知負荷⁽⁶⁾に関係する前頭シータ波⁽⁷⁾が増加することがわかりました。この前頭シータ波の増加は、相手が人であってもPCであっても増加し、とくに自閉スペクトラム症のこだわり傾向の強さと関係があることがわかりました。興味深いことに、この前頭シータ波の増加は、課題の成績とは関係がありませんでした。つまり、リズム合わせができるかどうかにかかわらず、自閉スペクトラム症者は他者とリズム合わせをするだけで、脳に負荷がかかっていることがわかりました。

上記の結果から、自閉スペクトラム症者では、単純なコミュニケーションに含まれる他者のイレギュラーなリズムに適応することに負荷がかかっていること、しかもこれにはこだわり傾向が関係していることが、実験と臨床の両面から発見されました。つまり本研究により、自閉スペクトラム症の二大特徴である、コミュニケーションの困難さとこだわり傾向の強さは、他者のイレギュラーなリズムへの適応の困難さとして統合的に説明できる可能性が初めて示されました。

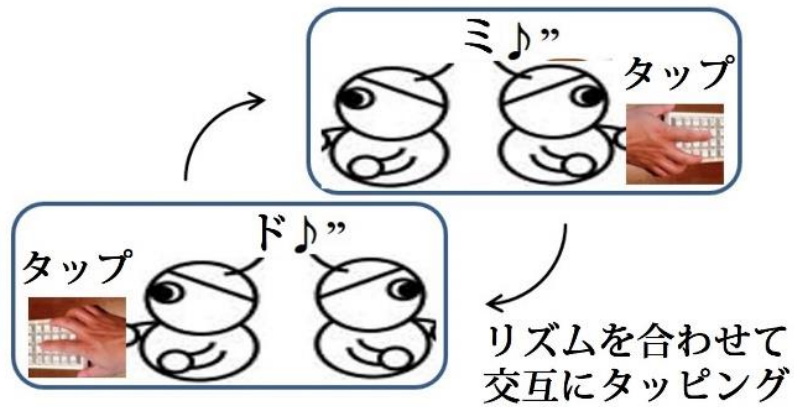
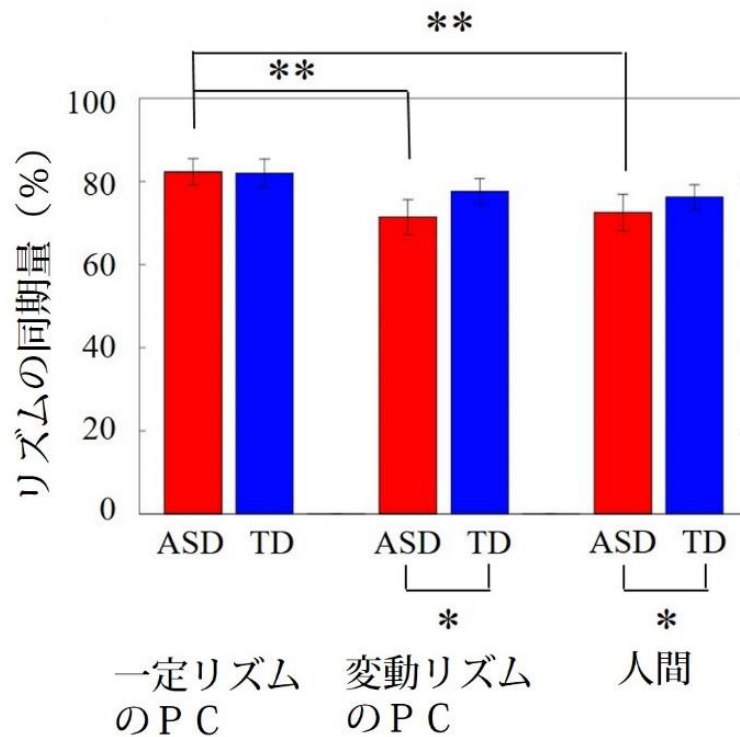


図1. リズム同期課題のイメージ図 2者がそれぞれ相手と同じ時間間隔になるように(つまりリズムが合うように)、交互にキーボード押し(タッピング)を行う課題である。1名がタッピングすると音階の「ド」の音が、もう1名がタッピングすると「ミ」の音が、イヤホンより呈示された。



ASD: 自閉スペクトラム症群
TD : 定型発達群

** : $p < 0.01$
* : $p < 0.05$

図2. 両群のリズム同期量の平均 各実験条件における自閉スペクトラム症群と定型発達群のリズム同期量。**と*は統計検定において有意に差があった2群または2条件。

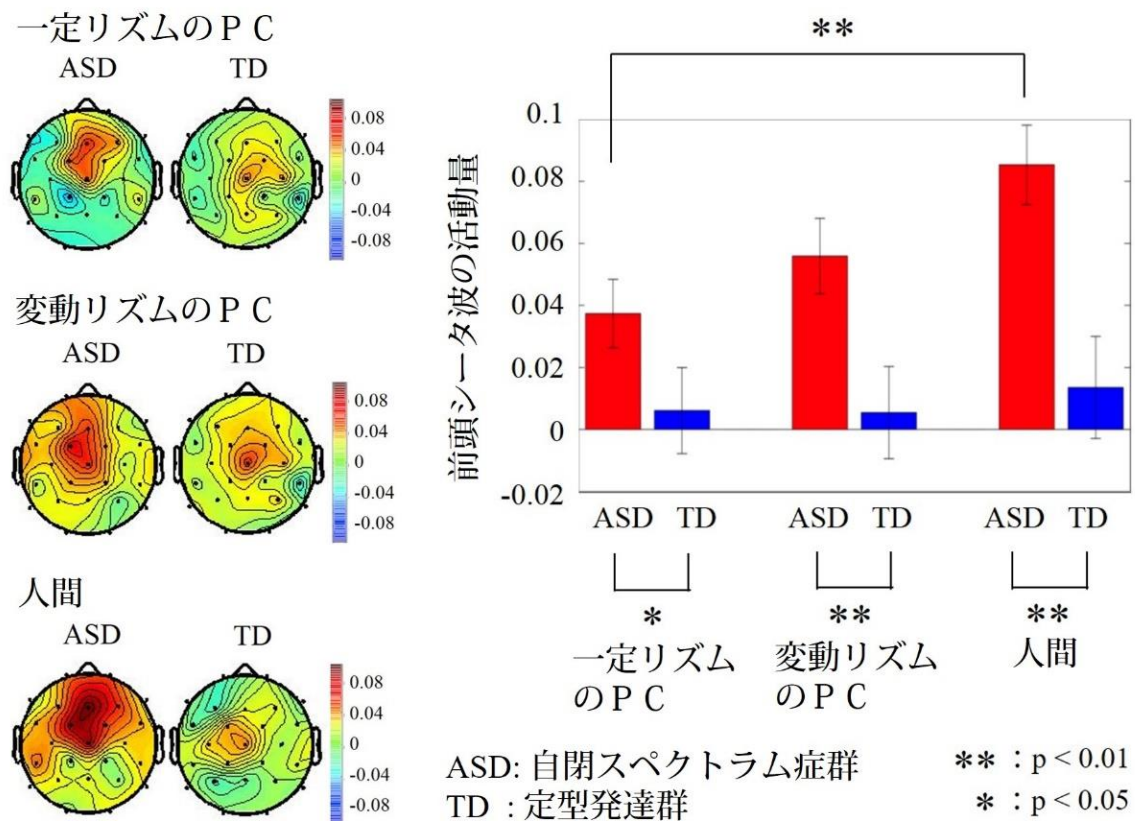


図 3. 両群の前頭シータ波の平均

今後の展開

本研究成果により、幅広い行動特徴を示す自閉スペクトラム症の背景メカニズムを、他者のイレギュラーなリズムへの適応の困難さを示す行動や脳活動をみることで、脳・行動の機能面から理論的に明らかにできる可能性が開けました。そしてそれにより、日常生活における行動や症状の統合的理解、また新たな支援方法を提案することが可能になります。今後は、この方法論を確立し、多くの自閉スペクトラム症者で検証する必要があります。

用語解説

注1) 自閉スペクトラム症

社会的コミュニケーションおよび相互関係における持続的障害と、限定された反復する様式の行動、興味、活動の特徴とする、神経発達症の中の一群

注2) こだわり傾向

融通の効かない執着、同じ行動の反復、興味対象の限局などの傾向があること。

注3) イレギュラーなリズム

急に時間間隔が変更されるリズムのこと。

注4) 行動リズム同期

独立した 2 つの異なるリズムをもった振動事象が、ある相互作用が加わることで、同じリズム(調子)で振る舞うこと。

注5) 自閉スペクトラム症の診断

一般に、自閉スペクトラム症の診断は DSM(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders)-5 によって行われる。IV-TR はひとつ前のバージョンである。ADOS は国際的に最もよく使われる自閉症の行動評定で、MSPA は発達障害者の要支援度評定尺度で、特性把握や重症度評価に用いられる。

注6) 認知負荷

見たり、聞いたり、考えたり、記憶したりすることで、脳にかかる負荷のこと。

注7) 前頭のシータ波

脳波の種類の一つ。シータ波とは脳波の中に含まれる 4~7 ヘルツのリズムのこと。

参考文献

- Kawasaki M., Kitajo K., Yamaguchi Y. (2010) Dynamic links between theta executive functions and alpha storage buffers in auditory and visual working memory. *European Journal of Neuroscience*, 31:1683-1689.
- Kawasaki M., Yamada Y., Ushiku Y., Miyauchi E., Yamaguchi Y.. (2013) Inter-brain synchronization during coordination of speech rhythm in human-to-human social interaction. *Scientific Reports*, 3: 1692.
- Funabiki Y, Kawagishi H, Uwatoko T, Yoshimura S, Murai T. (2011) Development of a multi-dimensional scale for PDD and ADHD. *Res Dev Disabil.* 32(3):995-1003.
- Funabiki Y, Murai T, Toichi M. (2012) Cortical activation during attention to sound in autism spectrum disorders. *Res Dev Disabil.* 33:518-524.

掲載論文

【題名】 Frontal theta activation during motor synchronization in autism

(自閉スペクトラム症におけるコミュニケーション時の運動同期中の前頭葉シータ波)

【著者名】 Masahiro Kawasaki, Keiichi Kitajo, Kenjiro Fukao, Toshiya Murai, Yoko Yamaguchi, and Yasuko Funabiki

【掲載誌】 *Scientific Reports*

DOI: 10.1038/s41598-017-14508-4