

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：32408

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03007

研究課題名（和文）簡易脳波測定機器を用いた自閉症スペクトラム者への自己理解教育の有効性検証

研究課題名（英文）Development of autistic individual's self-understanding using conventional EEG measurement tool.

研究代表者

成田 奈緒子（NARITA, NAOKO）

文教大学・教育学部・教授

研究者番号：40306189

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）：自閉症スペクトラム児者においてよくみられる対人関係や社会活動の苦しさの原因は、脳の働き方の違い、特に脳の興奮が特に左の前頭葉で収まりにくくなることにあるという仮説を立て、脳波を測定しながら前頭葉のトレーニング、教育的介入を繰り返すことで、自分の脳機能を自分でコントロールできるようになり、対人関係の苦しさやストレス耐性が改善されることを目的とした。11名のASD者と11名の定型発達（TD）者で検討した結果、S-H式レジリエンス検査質問紙で測定したレジリエンス合計点カテゴリ得点、及び正答率・判断速度のASDに特異的な改善がみられ、自己認知のみならず脳機能改善にも効果があったことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的はASD当事者が専門家による介入・支援を受けながら認知課題トレーニングを継続することで、自律的な脳機能制御とレジリエンスや自己肯定感、自律神経機能などを含めた「二次障害の発症につながりにくい」心身機能への変容を促すことである。多くのASD研究はその脳機能障害のTD者との差異の比較にとどまり、それを変容させる手法にまで言及しているものは少ない。また、本研究の仮説が証明され、有効な対処方法として確立されるならば、ASDに対する向精神薬などの使用量を減少させることができるだけでなく、ASD者が学校・社会などで本来の能力を発揮できる機会を増やすことができると考える。

研究成果の概要（英文）：Autism spectrum disorder (ASD) is known as deficit of social relationship in various degrees. We hypothesized that suppression of neuronal excitement especially in the left hemisphere relieves their anxiety. For that purpose, we employed computerized prefrontal cortex (PFC) training, followed by educational intervention program for 6-12 times. Educational intervention was consist of clinical psychologist by teaching PFC training result, assessment their anxiety and stress, and stress coping training. Data from 11 ASD individuals and 11 typical developed (TD) individuals revealed that mean total resilience score, as well as mean social support score and mean sociability score improved exclusively in ASD. Moreover, mean correct answer rate and mean latency time also improved exclusively in ASD individuals. We conclude that PFC training accompanied by educational intervention is valuable for ASD individuals to improve their brain activity and [reduction of anxiety].

研究分野：発達脳科学

キーワード：自閉症スペクトラム レジリエンス 半球優位性 教育的介入支援 脳機能

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

先天的な脳の機能障害である自閉症スペクトラム(以下 ASD と略す)児者では、DSM-5 に記されるように 社会的コミュニケーション及び対人相互作用の欠陥、そして 行動、興味、または活動の限定・反復される様式が特徴である。この特性により教育場面・社会生活場面等で様々な程度に困難さを感じ、不安が高まった ASD 児者はしばしば不安障害や抑うつ障害、各種心身症といった二次障害を発症する。

申請者はこれまで、小児科医としてこれら ASD 児者の二次障害の診断と治療に従事するだけでなく、1) その発症に関わる脳機能の脆弱性を解明するための基礎研究を継続して行ってきた。さらに、得られた成果を応用することで、2) ASD 児者における二次障害の軽減もしくは発症の回避を実現し、より良い教育・社会生活を提供することで彼らの脳機能発達を促すことを目的として実践研究を進めてきた。

これまでのそれぞれの研究成果から得られた知見は主に以下の2点である。

1) 前頭葉機能を賦活する認知課題を反復的に施行した時に、ASD 児者においては刺激に呼応した前頭葉機能の切り替えが(特に左側前頭前野で)障害されていた。

2) 発達期の ASD 児において、親子それぞれへの個別のペアレンティング介入支援は親の子に対する特性認知の改善・親子関係の改善・子の社会適応度・子の反応速度・子における認知・衝動性の改善等に効果的であった。

1) の成果を基盤として申請者は現在、実用的なウェアブル NIRS (Near infrared spectroscopy, 近赤外線酸素モニター)を用いた左側前頭前野のスイッチングタスク施行時の重み付き分離度測定装置の開発を日大生産工学部等との共同開発として進めている。現在までに機器は小型化され簡易測定に近づいてはいるが、今なお、特に小児における測定誤差・不安定性が改善されていないことと、測定や解析に行動な知識と技術を要することが課題であり、実用には至っていない。

そこで今回は、上記 NIRS を用いた脳機能測定に代わって既存の簡易脳波測定装置を用いて ASD 者が自身の脳機能の脆弱性を知り、過興奮・過緊張を減らすための教育的介入支援を受けることで、ASD 児者の脳機能とレジリエンスの改善・二次障害発症予防への検証をしたいと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ASD 当事者に対する脳機能特性を含めた自己理解教育であり、専門家による介入・支援を受けながら認知課題トレーニングを継続することで、自律的な脳機能制御とレジリエンスや自己肯定感、自律神経機能などを含めた「二次障害の発症につながりにくい」心身機能への変容を促すことである。多くの ASD 研究はその脳機能障害の TD 者との差異の比較にとどまり、それを変容させる手法にまで言及しているものは少ない。申請者は小児期だけでなく、成人期に達した ASD 者に対しても様々なデータを測定、共有することによる教育的介入支援をこれまででも多く行ってきており、この手法による認知機能の変容を科学的に証明することを目標とした。

3. 研究の方法

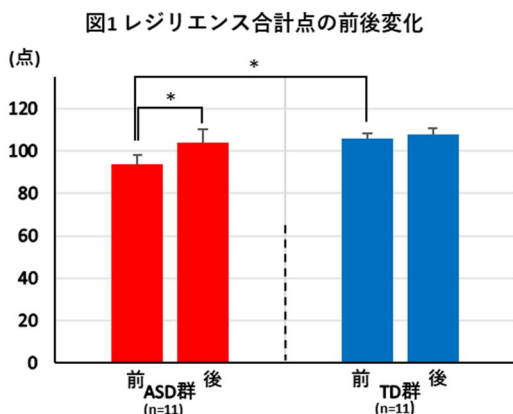
今回の研究期間内に、11名の ASD 者(15~35歳:平均年齢 21.6歳、男子9名、女子2名)(以下 ASD 群と表記)と、11名の定型発達者(20~23歳:平均年齢 21.2歳、男子2名、女子9名)(以下 TD 群と表記)、計 22名(15~35歳:平均年齢 21歳、男子11名、女子11名)からのデータを解析した。ASD 群の各被験者はすべて専門医師により医療機関において診断を受けている。対象者には文書と口頭による実験方法の説明を行った上で、被験者本人の同意を文書で取得した。本研究の実施内容は文教大学大学院倫理審査委員会による承認を得ている。

被験者はこの期間に 6回~12回の測定を行った。使用した機器は簡易脳波計 Fun Fun BrainBES-2000 (YKC 社、東京、申請者がすでに保有)であり、Fp1・Fp2 ポジションにプローブを装着し安静時・開眼時・及び 3種類の認知課題を遂行時の前頭葉脳波測定を行った。毎回測定後に瞬間記憶力、集中力、脳ストレス、左脳/右脳活性度、活性脳波リズムバランス(シータ波、アルファ波、SMR 波、M ベータ波、H ベータ波、ガンマ波平均含有量)、平均検査正確度(正答レベル、誤答レベル、判断速度)を解析し、小児科医または公認心理士による分析を行い、本人へのフィードバックと個別の課題を解決するための教育を行った。例えば、過集中・過緊張が原因と考えられる左側優位や 波成分の極端に多い出現が観察された場合には、呼吸法や筋弛緩法を教え、次回測定中に行うよう指示をした。初回と最終回には S-H 式レジリエンス検査(サクセスベル社)によるレジリエンス得点を測定した。

4. 研究成果

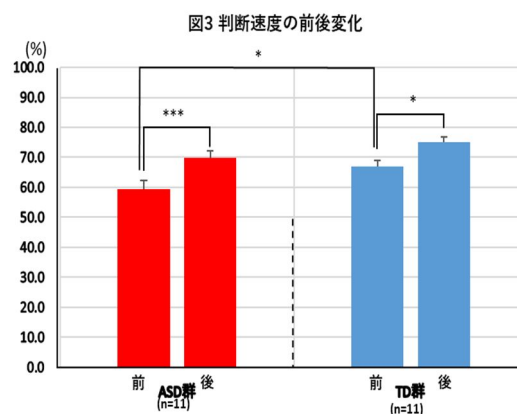
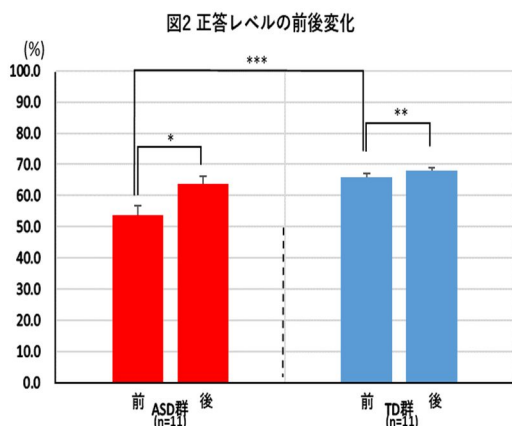
(1) S-H 式レジリエンス検査測定結果平均の前後比較

S-H 式レジリエンス検査測定結果について、合計の ASD 群、TD 群での平均前後比較を図 1 に表す。合計点の平均は ASD 群では前 93.6 ± 4.7 (点、平均 \pm 標準誤差、以下同じ) 後 104.0 ± 6.0 、TD 群では前 105.8 ± 2.7 、後 107.9 ± 2.9 であった。ASD 群、TD 群共に前より後で上昇していた。ASD 群前後で、Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.05$ の有意差を認めたが、TD 群前後では有意差は認められなかった。ASD 群前と TD 群前とで Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.05$ の有意差を認めたが、ASD 群後と TD 群後の間では有意差が消失した。



(2) 学習効果判定脳力測定結果平均の前後比較

検査正確度について、正答レベルの ASD 群、TD 群での平均前後比較を図 2 に、判断速度の ASD 群、TD 群での平均前後比較を図 3 に表す。正答レベルの平均は ASD 群では前 53.6 ± 3.3 (%、平均 \pm 標準誤差、以下同じ) 後 63.9 ± 2.3 、TD 群では前 65.8 ± 1.3 、後 68.0 ± 0.9 であった。ASD 群、TD 群共に前より後で上昇している。ASD 群では前後で Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.05$ の有意差を認めた。TD 群では前後で Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.01$ の有意差を認めた。また、TD 群前と ASD 群前とで、Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.01$ の有意差を認めた。判断速度の平均は ASD 群では前 59.3 ± 3.1 (%、平均 \pm 標準誤差、以下同じ) 後 69.9 ± 2.2 、TD 群では前 67.0 ± 2.1 、後 75.2 ± 1.5 であった。ASD 群、TD 群共に前より後で上昇している。ASD 群では前後で Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.01$ の有意差を認めた。TD 群では前後で Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.05$ の有意差を認めた。また、TD 群前と ASD 群前とで、Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.05$ の有意差を認めた。



(3) 活性脳波リズムバランス

各脳波成分の出現パーセンテージを、前の測定値、及び後の測定値それぞれ左右ごとに平均値を求め、群ごとにグラフに表した。図 4A が ASD 群の平均前後比較、図 4B が TD 群の平均前後比較である。ASD 群においては、Theta 波、Alpha 波、SMR 波、M-Beta 波、H-Beta 波、Gamma 波いずれも左右とも平均的に前後で出現パーセンテージが低下していた。このうち、右 H-Beta 波前 $48.7 \pm 2.6\%$ 、右後 $43.6 \pm 2.9\%$ と Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.05$ の有意差を認めた。また、右 Gamma 波も前 $51.5 \pm 2.5\%$ 、右後 $47.0 \pm 3.3\%$ と前後で Wilcoxon の符号付き順位検定で $p < 0.05$ の有意差を認めた。TD 群にはこのような有意差は認められなかった。

図4A ASD群活性脳波成分平均

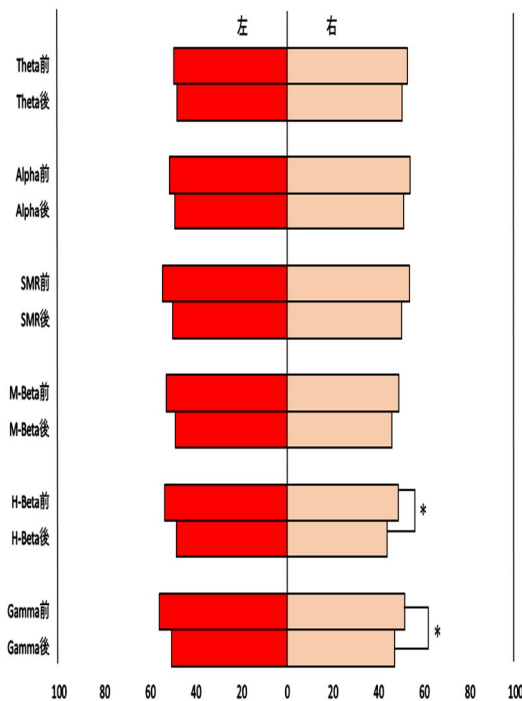
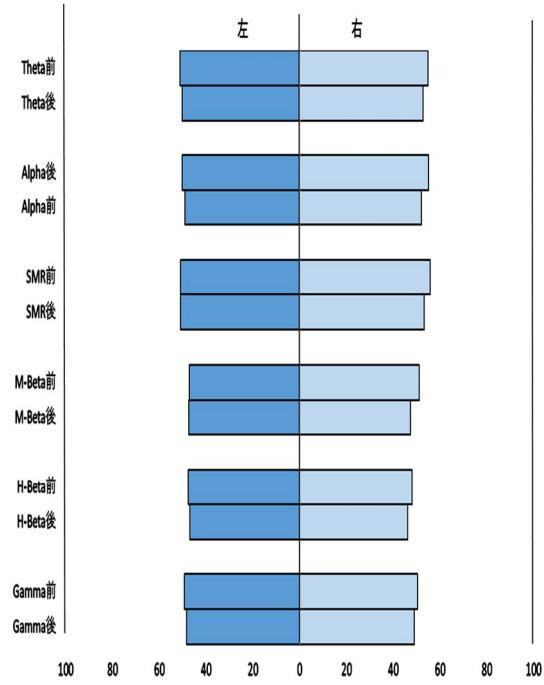


図4B TD群活性脳波成分平均



(4) 考察

近年、ASDの初診断後経年観察すると、認知、適応、社会的スキルが正常範囲内に変化する群 Optimal Outcome (以下、OOと表記)が存在することが知られてきている。OO者においては、適応行動、顔認識機能、文章理解能力においてTD者との有意な差が見られないと報告されている¹⁾²⁾。今回、初回測定時には認められたASD群とTD群の正答レベル、判断速度の平均値有意差が、最終回測定時には消失したことは、OOという概念のひとつの裏付けとなる。

Yeagerらは、短時間のマインドセット介入が、青年の社会的評価ストレスに対する心身の脅威的ストレス反応を減らし、肯定的な認知と心身反応、ひいては長期的な成績上昇効果があることを証明した³⁾。また、アカデミックレジリエンスが高い学生は、他の学生に比べて学業成績を維持し、改善する可能性が高いとの報告もある⁴⁾。

この事実を念頭におくと、ASD者の正答率と処理速度におけるTD群との差異が反復計測と教育的介入により消失したこと、及びASD者のレジリエンス得点平均が初回に比して最終回で上昇し、かつ、最終回測定時にはTD者との有意差がなくなったことは互いに関連していると考えることが妥当である。すなわち、ASD者の脳の特性としての不安・ストレス感受性の高さが、支援者による教育的介入がマインドセットとストレスコーピングとしての役割を果たして心身機能を安定させ、支援者の存在を実感させることができたと考えられる。これが、特にレジリエンスの一要素であるソーシャルサポート得点を上昇させ、次回以降の測定時の安定性を高めた可能性が考えられる。

活性脳波平均において、ASD群においては全体的に最終回測定で低下を認め、特にH-Beta波、Gamma波の出現割合は右側において有意に低下した。Gamma波は最速の脳活動であり、認知機能、学習、記憶、情報処理を担当しているが、この波の顕著な出現は、不安、高い覚醒、およびストレスにつながるとされており、また、H-Beta波は、重大なストレス、不安、被害妄想、高エネルギー、および高覚醒に関連している⁵⁾。ASD者においては、継続的・定期的な教育的介入支援が、課題非提示時間の不必要な過集中や過剰なストレス脳波の低減につながり、効率よく課題解決へと導いた可能性がある。

今後、この脳波成分の詳細な分析を進めることで、さらに効果的な教育的介入支援の方法を開発したいと考える。先天的脳機能障害であるASD者が、自身の脳機能の使い方を学び、自身の生活に応用することで環境要因に適応しやすくなる、つまりレジリエンスを高め、学校生活や社会生活に不安を高めることを減らせるようになることが、目標である。

(5)文献

- 1) Fein D, Barton M, Eigsti I-M, et.al. Optimal outcome in individuals with a history of autism. *J Child Psychol Psychiatry* (2013) 54(2): 195-205.
- 2) Eigsti I-M, Stevensb MC, Schultzc RT, et al. Language comprehension and brain function in individuals with an optimal outcome from autism. *NeuroImage* (2016) 10: 182-191.
- 3) Yeager DS, Bryan CJ, Gross JJ, et al. A synergistic mindsets intervention protects adolescents from stress. (2022) *Nature* 607: 512-520.
- 4) Martin AJ, Marsh HW. Academic resilience and its psychological and educational correlates: A construct validity approach. *Psychol Schs* (2006) 43: 267-281.
- 5) Maxwell CR, Villalobos ME, Schultz RT, et al. Atypical laterality of resting gamma oscillations in autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord* (2015) 45(2):292-7.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 1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 成田奈緒子, 田副真美	4. 巻 32
2. 論文標題 ペアレンティングトレーニングを用いた親子介入支援の長期的効果	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 子どもの心とからだ 日本小児心身医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 2-10
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 成田奈緒子	4. 巻 68(1)
2. 論文標題 脳科学にもとづく親子支援プログラム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 指導と評価	6. 最初と最後の頁 39-41
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 成田奈緒子	4. 巻 41(7)
2. 論文標題 自律神経を考える ASDのある子を中心に 自律神経を鍛えるポイント	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 発達教育	6. 最初と最後の頁 18-19
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 成田奈緒子	4. 巻 71(1)
2. 論文標題 子どもの「こころとからだ」をはぐくむ発達支援論	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 保育の友	6. 最初と最後の頁 34-35
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 成田奈緒子	4. 巻 26(1)
2. 論文標題 親の軸が子を変える 育てにくい子ほどよく伸びます	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 保育と保健	6. 最初と最後の頁 67-69
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 -

〔学会発表〕 計3件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 成田奈緒子
2. 発表標題 乳幼児期における脳を育てる生活環境
3. 学会等名 赤ちゃん歯科ネットワーク研修会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 成田奈緒子、田副真美
2. 発表標題 ペアレンティングトレーニングを用いた長期親子介入支援の事例検討
3. 学会等名 第39回日本小児心身医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 成田奈緒子
2. 発表標題 子どもたちの発達のカギを握る「正しい睡眠」
3. 学会等名 小児歯科学会第36回関東地方会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計6件

1. 著者名 小山浩子 成田奈緒子	4. 発行年 2022年
2. 出版社 池田書店	5. 総ページ数 191
3. 書名 やる気と集中力を養う3～6歳児の育脳ごはん	

1. 著者名 成田奈緒子	4. 発行年 2023年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 183
3. 書名 高学歴親という病	

1. 著者名 成田奈緒子	4. 発行年 2023年
2. 出版社 青春出版社	5. 総ページ数 181
3. 書名 「発達障害」と間違われる子どもたち	

1. 著者名 成田奈緒子	4. 発行年 2021年
2. 出版社 PHP研究所	5. 総ページ数 215
3. 書名 子どもの自己肯定感は親のひと言で決まる！	

1. 著者名 山中伸弥、成田奈緒子	4. 発行年 2021年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 200
3. 書名 山中教授、同級生の小児脳科学者と子育てを語る	

1. 著者名 成田奈緒子・石原新菜	4. 発行年 2020年
2. 出版社 主婦の友社	5. 総ページ数 191
3. 書名 子どもにいいこと大全	

〔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
---------	---------