

令和 2 年 4 月 28 日現在

機関番号：13301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K15510

研究課題名（和文）自閉スペクトラム症児における対話活動中の脳内ダイナミズム：母親と他者との比較研究

研究課題名（英文）Neural dynamics of face-to-face interaction of children with ASD using the MEG hyperscanning method.

研究代表者

長谷川 千秋（Hasegawa, Chiaki）

金沢大学・子どものこころの発達研究センター・協力研究員

研究者番号：40644034

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）：絵本読み聞かせ課題中のTD幼児のMEGデータを絵本の読み手が幼児自身の母親条件と他人条件の2条件で比較検討を行った。脳内ネットワークの評価として、グラフ理論を用いた脳部位間の結合性解析を行った。今回の解析では、脳領域を68部位に分け、Node Degreeを脳結合性の指標とした。結果から母親の読み聞かせ条件では、他人の読み聞かせ条件に比べてアルファ及びベータ帯域の脳内ネットワーク結合指数が全脳レベルで上昇していることがわかった。今後の展望では追加のデータ収集を行い、ASD幼児とTD幼児の脳ネットワーク比較を行いたい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、読み聞かせ中の幼児の脳機能研究はNIRS（近赤外線分光鏡）やfMRI（機能的脳磁気共鳴画像）を用いて行われているが、MEGを使用した研究はあまりない。なおかつ本研究はMEGデータ解析にグラフ理論によるネットワーク解析を応用した点に新規性と発展性がある。

研究成果の概要（英文）：Parent-child book reading is an everyday naturalistic activity that is essential for facilitating various lifelong cognitive and social abilities in young children. Despite extensive literature demonstrating the effect of familiarity on shared reading for the child, the exact neural basis of the functional network architecture remains elusive. To indicate the role of familiarity in shared reading in a child's brain network, we conducted magnetoencephalography (MEG) experiments with graph theory to measure the connectivity dynamics of a child during listening to story book reading (LSBR) as representing in a daily activity of shared book reading between child and caregiver. A graph approach applied to MEG data may provide new insights into the familiarity-related brain response and its relevance to the child attitude even in the naturalistic setting in young children.

研究分野：発達心理学

キーワード：自閉スペクトラム症 脳磁図 母子インタラクション 読み聞かせ 脳内ネットワーク

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

Autism spectrum disorder (ASD) は社会的な相互交流やコミュニケーションの障害、興味の限局や繰り返し行動を中核症状とする障害である。社会的不適応に至る要因となりうる、言語や社会性障害の改善を目的とした早期介入・療育のための早期診断は自閉症臨床の最重要課題であるが、現在の ASD の診断は医師および専門家による行動特徴の評価のみによって行われているのが現状であり、客観性・信頼性の高い生理学的指標の確立が急務である。

様々な脳機能測定装置のなかでも、脳磁図(MEG)は非侵襲的であり、電極等の装着が不要で、検査中の付き添いも容易であることから、乳幼児の検査に適していると言える。近年の成人を対象としたニューロイメージング研究から、ASD の社会的情報処理に関する脳内神経基盤として神経ネットワークの異常が指摘されている。近年急速に進歩したオシレーションや非線形的変動、さらには脳皮質間の同期現象を捉えるための解析には、高い時間・空間分解能が必要であるが、MEG はその双方を備える脳機能イメージング法である。申請者の研究グループは MEG を用いて、3~9 歳の定型発達(TD)児および ASD 児を対象に研究を行っている。その結果、より複雑な神経ネットワークを評価できるマルチスケールエントロピー(MSE)を用いた非線形ネットワーク解析により、ASD 児の神経ネットワークの過活動を明らかにしている¹⁾。

発達過程にある子どもは、親・家族・周りの人びととのかかわり合いを通じて言語や社会性を獲得する。中でも養育者と子どもとの間の Face-to-face の相互交流は社会性発達の基盤となる心的機能であり、特に愛着形成や情緒の安定化において不可欠な要素である。コミュニケーション場面で脳は多部位を巻き込んだダイナミックな活動をしているため、その理解には、より複雑な神経ネットワークの評価を可能にする非線形理論やグラフ理論の適用が重要な役割を果たすと考えられる。子どもの共感性発達に大きな影響を与える、親子間の相互交流場面において、実際の親子間の相互交流場面における脳神経活動を親子同時にとらえた研究は未だ数少ないが、申請者らの研究グループは先駆的に研究を進めている²⁾。

2. 研究の目的

本研究の目的は、自閉スペクトラム症(ASD)児に特異的な対人交流特性を脳生理学的指標から捉えることである。世界唯一の、小児・成人用脳磁図(MEG)同時計測システムを用いて、親子の自然な交流場面の脳活動を測定し、非線形理論やネットワーク理論に基づく最先端の解析アルゴリズムにより 2 者インタラクション場面の脳内神経ネットワークの理解を目指す。非侵襲的で静音性に優れた MEG を用いた計測により、自制が長時間保てない乳幼児や感覚過敏のある ASD 児でも自然な状態で検査が可能となる。予備実験のサンプルデータから実験プロトコルの実行可能性を確認し、複雑性を指標として ASD 児と定型発達(TD)児の比較検討を始めている。この研究は、ASD における実践的な生物学的指標の確立、乳幼児期における早期診断、さらにはコミュニケーション支援システムの構築に大きく貢献すると考えられ、臨床応用の可能性も大きい。

3. 研究の方法

本研究では、ASD 幼児および TD 幼児とその母親を対象に、課題中の MEG 計測、認知機能発達評価、自閉症症状の行動観察評価、コミュニケーション能力を評価する質問紙などから得られたデータを総合的に検討し、ASD に特徴的なコミュニケーション障害に関連する神経ネットワーク機構を解明する。

【MEG 計測課題】

MEG 同時計測システムを用いて以下の課題中の脳活動を記録する。

・フリートーク課題：MEG デュワに頭を入れた状態で、目の前のスクリーンに呈示されるお互いの顔を見ながら会話を行う(300sec)

・読み聞かせ課題：MEG デュワに頭を入れた状態で、目の前のスクリーンに呈示される絵本のページ画像を見ながら、傍らで読み聞かせ(音読)を行う(300sec)

以上の課題を母親条件および他人条件(検査者)で行う。

【認知機能検査】

子どもおよび母親の認知機能を調べるため、以下の検査を行う

・K-ABC (Kaufman Assessment Battery for Children)：子どもの認知機能評価

・JART (Japanese Adult Reading Test)：母親の認知機能評価

【自閉症症状評価】

・DISCO (The Diagnostic Interview for Social and Communication Disorders)：聞き取り

・ADOS-2 (Autism Diagnostic Observation Schedule-2)：子どもの行動評価

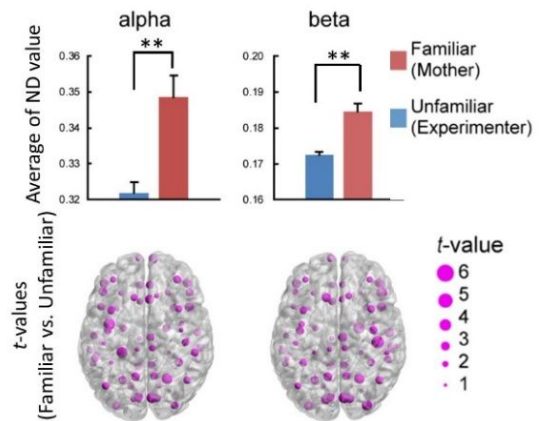
・SRS (Social Responsiveness Scale)：親が回答する質問紙

4. 研究成果

4 歳 6 ヶ月~10 歳 1 ヶ月の ASD 群(N=7)、TD 群(N=15)の母子ペアを対象に MEG データ収録を行い、予備的解析を行った。条件(フリートーク条件 vs 絵本読み聞かせ条件、他人条件 vs 母親条件)ごとの群間のマルチスケールエントロピー値(MEG 全センサ平均)を比較した。マルチスケールエントロピーは脳信号の複雑性の指標である。この結果から ASD 群ではフ

リートーク条件と読み聞かせ条件で MSE 値に大きな違いが見られたのに対し、TD 群ではその違いが顕著ではなかった。また、フリートーク課題の相手が母親か検査者（他人）によって、両群のマルチスケールエントロピー値の傾向に違いが見られた（ASD 群は他人 < 母親、TD 群は他人 > 母親）。

絵本読み聞かせ課題中の TD 幼児(N=15)の MEG データを絵本の読み手が幼児自身の母親条件と他人条件の 2 条件で比較検討を行った。脳内ネットワークの評価として、グラフ理論を用いた脳部位間の結合性解析を行った。今回の解析では、脳領域を 68 部位に分け、Node Degree を脳結合性の指標とした。結果から母親の読み聞かせ条件では、他人の読み聞かせ条件に比べてアルファ及びベータ帯域の脳内ネットワーク結合指数が全脳レベルで上昇していることがわかった（右図参照）。この結果を取りまとめた論文を現在投稿中である。本研究期間ではこの解析に耐えうる ASD 幼児の脳データが十分に収集できなかったため、今後の展望では追加のデータ収集を行い、ASD 幼児と TD 幼児の脳ネットワーク比較を行いたい。



【引用文献】

1. Takahashi T et al. (2016) Enhanced brain signal variability in children with autism spectrum disorder during early childhood. Hum Brain Mapp.
2. Hasegawa C et al. (2016) Mu rhythm suppression reflects mother-child face-to-face interactions: a pilot study with simultaneous MEG recording.; Sci Rep.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Chiaki Hasegawa, Mitsuru Kikuchi
2. 発表標題 The impact of familiarity on child brain network during listening to story book reading: An MEG study
3. 学会等名 The 46th Annual Meeting of the Japan Brain Science Society (国際学会)
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----