

研究開発項目

1. 子どものこころの「見える化」

2023年度までの進捗状況

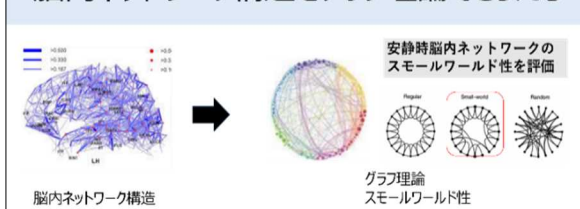
1. 概要

研究開発課題「脳の個性の評価と介入効果の評価」の役割は、自閉スペクトラム症（以下ASD）などの生まれもつての個性が、認知心理学および脳科学（例：幼児用脳磁図計）の両方で説明されるようになり、養育者が子どもをより客観的に見る事ができるようにすることである。子育てで悩んでいる家族が「育て方で発達障害になった」などの誤解を解消し、家庭内の不協和音（例：親の不応答性、虐待なども含む）を防ぐための学術的エビデンスを構築することが目的である。



（幼児用MEG）（OPMセンサー）

脳内ネットワーク構造をグラフ理論でとらえる



研究開発課題「子どもに最適化した脳磁測定システムの先進的要素開発」の役割は、ASD診断システムをより安価で実用的なものにするために、光ポンピングセンサー（OPM-MEG）の幼児への応用可能性も検証するOPM-MEGでSQUID-MEGでの先行研究の結果を再現出来るかも検証する。

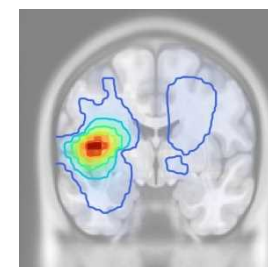
2. これまでの主な成果

「脳の個性の評価と介入効果の評価」においては、被験者を公募しデータの蓄積を開始している。本プロジェクトにおける公募を円滑に行うためのホームページ、被験者専用サイトを作成した。子どもの個性を反映する脳指数をえるために、脳内ネットワーク特性を、グラフ理論を活用して分析してきた。

この解析手法により、ASD傾向のある子どもたちは、定型発達児と比較して、small-world性が低下していることを報告してきた（Shiota et al. 2022 Front Psychiatry）。同様の解析技術を活用し、過去の経頭蓋直流電流刺激の臨床試験のデータを試験的に解析したところ、成人男性におけるワーキングメモリ向上へのレスポンスを予測できる可能性を示した（Hirosawa et al. 2023 Front Psychiatry）。

「子どもに最適化した脳磁測定システムの先進的要素開発」については、最新世代のOPMセンサ（Quspín社製QZFM Gen. 3）を用いて、成人被験者において聴性誘発反応等の感覚反応を検出した。さらに、センサ位置と脳構造データとの位置合わせ法を構築した上で、12台と従来MEGと比べてかなり少ないセンサ数でも情報を有効に生かす推定アルゴリズムを採用することにより、脳内の活動発生場所を特定する

ことに成功した（左図）。また、子どもの計測を見越して計測時の体動を許容するための磁場勾配制御システムの開発にも取り組んでいる。シールドルーム



により地磁気等の環境磁場を遮蔽しても残存する磁場勾配を、シールドルーム内に導入した電流コイルによってキャンセル磁場を印加して消去し、その効果の評価するシステムを構築して、磁場勾配消去の原理実証を行った。

3. 今後の展開

今後も脳磁計のデータの高い時間分解能、および脳波よりも高い空間分解能の利点を最大限にいかし、脳のネットワークをグラフ解析により分析を進めていき、ネットワークの特徴量を、ノードデGREE、オード効率性、クラスター指数、平均パスレングス、small-world性、ネットワーク脆弱性などで表す。そして、子どもをはじめとする、人の個性との関連を明らかにしていく。

また、子どもにより適した脳磁計測のためにOPM計測の最適化をさらに進めていく。とくに、磁場勾配や時間変動を抑えるシステムの構築に注力する。そのために、シールドルーム内での空間的・時間的変動の傾向を補助センサーなども使いながら把握しつつ、各方向の磁場勾配を同時に消去することでOPMを安定的に動作させ、信号処理や信号源推定などの手法を組み合わせることで、脳神経活動由来の信号を抽出する。これらの技術により、子どもの計測についても実証する。

研究開発項目

2. 芸術介入効果の「見える化」

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本課題では、自閉スペクトラム症（ASD）の特性や社会性に課題のある思春期の児童生徒が、安心して、社会性を向上させるような芸術活動を提供することを目的に、芸術活動がもたらすこころの安寧や社会的好奇心の向上を捉えることができる内分泌的、生体工学的な客観的指標の確立を目指す。

心の安寧と活力につながる芸術活動の探究

自閉症スペクトラム症など発達障がいのある人はその特性から、不登校やひきこもりのリスクが高い

保護要因である回復力（resilience）を育む芸術創作活動により、不登校等を予防

社会的能力の未熟
コミュニケーションの困難
人間関係の構築の失敗
不安全感
自己肯定感の低下

Social Prescription
（社会的処方箋）

特性そのものへの治療薬は無い

生理学的指標、行動指標、心理学的指標によりアートワークショップの効果を見る化

- ・似た特性のある人同士の共感（Komeda,2014）
- ・仲間活動による社会性向上（日戸,2018など）
- ・アートセラピーは自閉症の子どもの柔軟でリラックスした態度、より良い自己イメージ、コミュニケーション能力や学習能力の向上に寄与する可能性（Schweizer,2014）

- ・子どもを対象に美術または音楽の対面/リモートアートワークショップ（AWS）を開催し、唾液中ホルモンの変動や身体同調、心拍データ収集を継続
- ・ウェアラブル小型心電計測システムの小型化、実装応用
- ・対面検知アプリのアップデート、リアルフィードバックシステムの開発
- ・成人を対象とした対面 AWS における唾液中ホルモンの変動について、論文にまとめ、投稿
- ・芸術活動のコンテンツや実施プロトコル検討
- ・地域のホールと連携し AWS イベントにて保護者カフェを開催し、作品展示や知見のフィードバック

2. これまでの主な成果

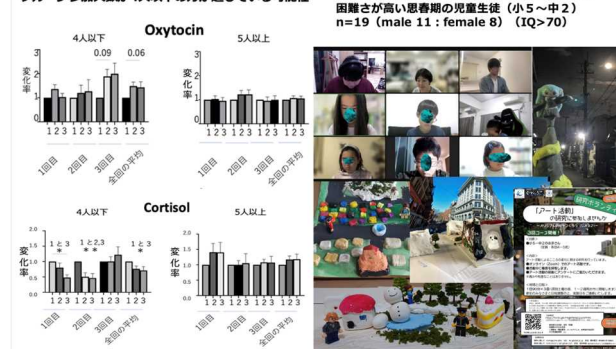
<アートワークショップ>

定型発達と同年代の子どもに比べ、ASD の子どもは、対面/リモート AWS に参加した際の唾液中オキシトシン、コルチゾール濃度変化が大きいが 2022 年度までの取り組みでわかってきている。これを踏まえ、2023 年度は、ASD の子どもを対象とした AWS 中の唾液中オキシトシン、コルチゾール濃度変化のデータ収集を継続した。その結果、ASD の特性のある子どもの場合、リモートの AWS は 4 名以下の人数で実施することでストレスが緩和し、またより満足感が得られる可能性が示唆された。これにより、少人数でよりインタラクションが生じやすい環境での芸術作品作りが、内在性のオキシトシンの分泌を高めると考えられる。

リモートAWS中の唾液中オキシトシンおよびコルチゾール濃度の変化率（グループの参加人数による比較）

グループ参加人数が4人以下の方が過している可能性

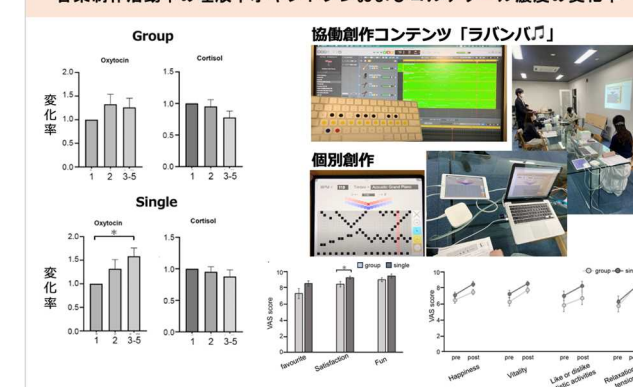
参加者：自閉スペクトラムもしくは対人応答性の困難さが高い思春期の児童生徒（小5～中2）
 n=19（male 11：female 8）（IQ>70）



また音楽コンテンツ（Desktop Music）を用いた対面形式の AWS を個別、協働創作の 2 種類実施した。個別と協働創作いずれにおいても、参加前後に実施した Visual-Analog Scale では、創作活動後に幸福度が高まり、リラックス度が増したと回答した。また唾液中オキシトシン濃度の上昇と、コルチゾール濃度の下降が見られた。特に、じっくり創作し、かつファシリテーターとのやり取りが多くなる個別創作活動において、唾液中オキシトシン濃度が有意に上

昇した。この成果をまとめ、論文を投稿した。

音楽制作活動中の唾液中オキシトシンおよびコルチゾール濃度の変化率



<対面検知アプリ> 機能開発を追加しより運用に適した形に改善した。またリアルフィードバックシステムを開発し、AWS 中の同調性の高まりを促進する仕組みの検討を開始した。

<心電計測器> 子ども向け、またプライバシーに配慮した計測への応用のため、計測機器やソフトウェアの改変を行なった。

3. 今後の展開

これまでの結果では、唾液中ホルモンの変動が AWS 中の参加者同士のインタラクションや絆を反映する可能性が示されている。ASD の子どもにより適した AWS の開発を進めながら、今後、音楽鑑賞等のコンテンツを追加し、芸術活動そのもののストレス緩和作用や満足感、達成感を捉えられるかも調べる。これにより、芸術活動がもたらす効果を示す指標としての有用性の検討を継続し、加えて、学校をはじめ、社会実装を促進するための地域ホール等との連携も強化する。

研究開発項目

3. 個性を守る学校の実現

2023年度までの進捗状況

1. 概要

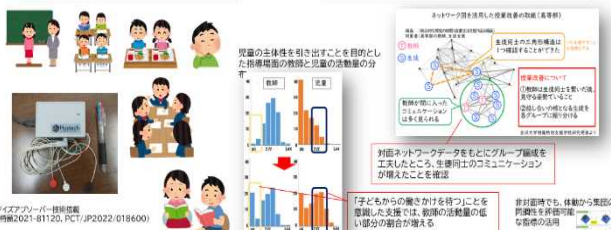
本プロジェクトでは、多様な子どもが共に生活する「学校」に着目し、本来の好奇心に基づいた学びを促進し、子どもの高い精神的幸福度を目指します。金沢大学と加賀市が連携して「学校における子どもたちのこころの安寧と知的好奇心の見える化」「教育システムの検討」「発達障害ELSI」の3つのテーマを柱として研究事業を進めている。

学校での子どものこころの安寧・社会的好奇心の見える化

学校生活において、子どもはどのような場面でリラックスしたり緊張しているのか

ウェアラブル高精度心電計測器の活用

対人同期性、ネットワーク評価システムの活用



心拍と活動データ、それらの組み合わせから、生活上のストレスやワーク、集団の同調性を評価することで、社会的好奇心の見える化、集団としての一体感を可視化

○対象

小学校通常学級・特別支援学級に在籍する児童生徒

○方法

学校での活動時間、休み時間にウェアラブル高精度心電計測器および対面検知アプリを装着してもらい、心拍データと活動量データを取得する。

2. これまでの主な成果

デバイス1：対面検知同調検出アプリ

小型スマートフォンに内蔵された加速度センサーによって、身体個々の活動中の身体の動き、集団の同調性について評価するシステムを導入

デバイス2：ウェアラブル高精度心電計測器

日常生活下での心拍・自律神経計測の精度を高め長時間計測を可能にするプロトタイプ機を作成



ノイズアブソーバー技術搭載
(特願 2021-81120,
PCT/JP2022/018600)

対面検知・同調性検出アプリによる「好奇心探求の時間」の子どもたちの活動量の特徴の分析

発達障害のある児童を対象に、特に興味・関心のある活動を実施し、活動中の身体活動を計測した。

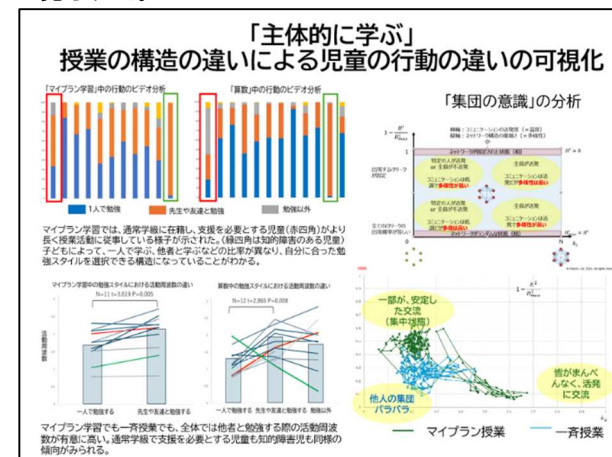


分析の結果、工作などの中で教員と生徒が一緒に活動する場面で2者間の同調性が高くなることが示された。

「主体的に学ぶ」

授業の構造の違いによる児童の行動の違いの可視化

石川県加賀市が取り入れている、個々に合ったペースや形態で学ぶ「マイプラン学習」（単元内自由進度学習）と通常の授業スタイルの違いについて、ビデオ分析と加速度データから分析を行った。加速度データによるネットワークの指標「集団の意識」では、通常授業に比べ、個々の進捗で取り組む学習で皆と交流している状態や個々で集中する状態を示し、ネットワークの特徴が広範囲に分布する様子が見られた。



3. 今後の展開

子どもたちが学校でのびのび成長し、好奇心、自尊感情を守り健全なこころと脳の成長を促すための教育システムづくりに向け、プラットフォーム構築を進める。継続的に加賀市と大学関係者による情報共有会議を開催し、地域における教育や発達障害に関する支援の状況、計測データから得られた結果を共有していく。子どものこころの研究・技術にかかわる議論を市民と議論し、インクルーシブ教育の理解推進のための機会を設ける。