

## NIRS を用いた ASD 診断補助指標の開発に関する研究

日大生産工(院) ○富澤 友貴 日大生産工 柳澤 一機 日大生産工 綱島 均

### 1 緒言

近年、非侵襲的な脳活動計測装置の発展に伴い、脳活動計測を利用した発達障害の診断補助に関する研究が注目されている。

発達障害とは、注意欠陥・多動性障害や自閉症スペクトラム障害(ASD: Autism Spectrum Disorders)などに分類される発達遅延の総称であり、診断においては専門医による診断基準に基づいた問診のみによって行われる。血液検査などによる診断は行えず、正確な診断を行うことが難しいため臨床の現場において診断補助指標が必要とされている。

発達障害の診断補助についての先行研究として藤岡ら<sup>1)</sup>は、発達障害の1つであるASD者のアイコンタクト異常などの独特の注視パターンを客観的に測定し、判別分析を行うことで高い確率でASD者の判別が可能であることを示した。しかし、先行研究においてはASD者の社会性のみ注目した指標であるため、その他の特徴については考慮していないという問題が挙げられる。また、成田ら<sup>2)</sup>はASD者の認知課題時における前頭葉の血流変化を近赤外分光法(NIRS: Near-Infrared Spectroscopy)を用いて計測した結果、健常者とASD者の脳活動に差異があることを確認した。

NIRSは、発達障害や精神疾患の診断補助のための脳活動計測方法として注目されている。しかし、NIRS信号は計測値が相対変化の値であり、定量的に評価することが難しいという問題がある。そこで、本研究では健常者及びASD者の脳活動をNIRSを用いて計測し、定量的な評価方法の検討をすることで、ASDの診断補助指標の開発を行う。

### 2 NIRSとASD

NIRSとは、近赤外光を用いて酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)と脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の変化量を計測することで、間接的に脳活動を捉えることができる計測方法である。一般的に脳活動が生じるとき、局所的に脳

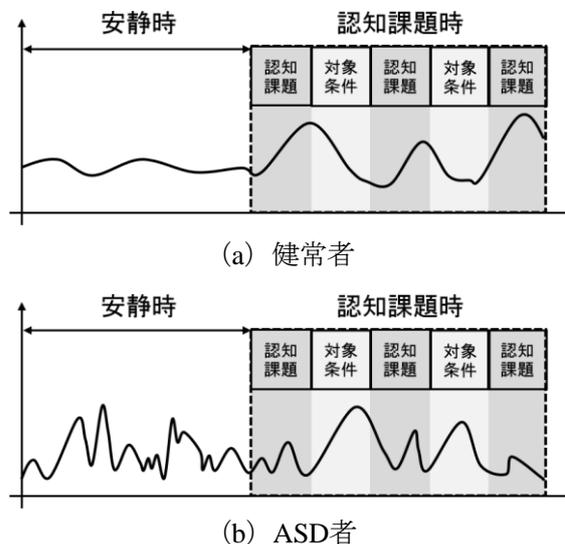


図1 健常者とASD者のoxy-Hbの変動(概念図)

血流が増加し血中ヘモグロビン濃度に変化するため、oxy-Hbとdeoxy-Hbの濃度変化を計測することができる。

図1に健常者とASD者のoxy-Hbの変動についての概念図を示す。安静時のNIRS信号の特徴として、健常者はoxy-Hbの変動が小さいのに対し、ASD者はoxy-Hbが大きく変動する場合が見られる。また、認知課題時には健常者は課題開始と共にoxy-Hbが上昇を示すのに対し、ASD者は課題に関連した変動が見られないことや、対象条件(認知課題が図形などを記憶する課題であれば、記憶する必要がない条件)においてoxy-Hbが上昇を示し、認知課題時にoxy-Hbが減少するような遅れの強い変動を示す場合が見られる。

### 3 実験方法

本研究では、健常者21名、ASD者11名の計32名を対象に安静時及び認知課題時の脳活動計測を行った。浜松ホトニクス社製NIRO200を用い、前頭前野左右背外側部の全2chを計測した。

Development of Indices for Diagnosis of ASD Using NIRS

Yuki TOMIZAWA, Kazuki YANAGISAWA and Hitoshi TSUNASHIMA

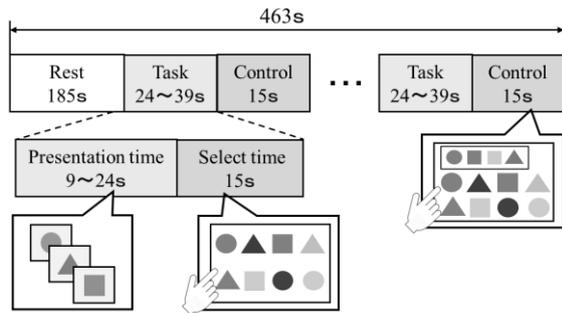


図2 実験デザイン

実験課題と実験デザインを図2に示す。異なる色や形の図形を3秒ごとに提示し記憶してもらい、その後選択画面で数個の図形の中から記憶した図形を提示順に指し示すタスク、画面上部に表示された図形を同じ画面に表示された図中から指し示してもらってコントロールを設定した。このタスクとコントロールを1試行とし、これを6試行繰り返した。タスクについては1試行ごとに覚える図形数を増加させていき、1試行目には1つ、6試行目には6つとした。また、タスク前に185sのレストを設け、実験参加者には閉眼し安静にするよう教示した。

#### 4 3指標を用いたASDの識別

ASD診断補助指標の開発として、①oxy-Hbとその変化率である微分値から作成した位相平面上に注目し、タスク時とコントロール時の位相平面上の分布を定量的に評価する重みつき分離度(WS: Weighted Separability)<sup>3)</sup>、②レスト時のn番目のデータをx座標、n+1番目のデータをy座標にプロットし、データのまとまりを楕円と定義することで面積からデータのばらつきや周期性を評価するローレンツプロット(LP: Lorenz Plot)、③ヒルベルト変換を用いて瞬時位相情報から算出したレスト時の変局点の数、の3つの指標と機械学習を組み合わせることでASDの識別を行った。

識別には線形のサポートベクターマシン(SVM: Support Vector Machine)を用いた。成田ら<sup>2)</sup>によりASD者の脳活動の違いは前頭前野左背外側部に表れると報告されているため、計測チャンネル中左背外側部に当たる2chのoxy-Hbのみを用いて識別を行った。

#### 5 識別結果

実験より得られたNIRS信号を離散ウェーブレット変換による多重解像度解析によって信号を再構成しノイズを除去した。WS及び変局点の数は再構成したNIRS信号を用いて算出し、LPについては原信号を用いて算出した。

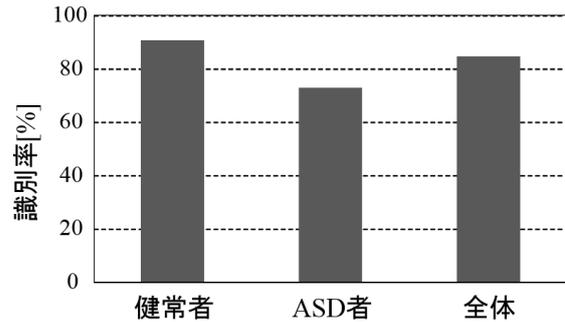


図3 健常者とASD者の識別結果

識別結果を図3に示す。図3より、健常者とASD者の識別において、健常者では90%、ASD者では72%、全体では84%という高い精度で識別される結果となった。この結果は、ASD者の脳活動の遅れや、安静時の変動が3指標に影響し、健常者とASD者の特徴に違いが見られたからだと考えられる。

#### 6 結言

本研究では、発達障害の1つであるASDの診断補助指標の開発として、健常者とASD者の安静時及び認知課題時の脳活動計測をNIRSにて行い、3つの定量的な評価方法(WS, LP, 変曲点の数)を用いることでSVMによってASDの識別が可能か検討を行った。

その結果、84%の精度で健常者とASD者を見分けることが可能であることを示した。

この結果より、WS, LP, 変曲点の数に注目し、SVMによって識別することでASDの診断補助指標を開発できる可能性を示した。

#### 「参考文献」

- 1) Toru Fujioka, Keisuke Inohara, et al., Gazefinder as a clinical supplementary tool for discriminating between autism spectrum disorder and typical development in male adolescents and adults, Molecular Autism, Vol.7, No.19, (2016), pp.1-14
- 2) Narita N., Saotome A., Higuchi H., et al., Impaired prefrontal cortical response by switching stimuli in autism spectrum disorders, Journal Pediatric Neurology, Vol.10, No.2, (2012), pp.87-94
- 3) 柳澤一機, 綱島均, 酒井薫, 前頭前野を対象にしたニューロフィードバックにおけるNIRS信号の評価手法の提案, 人間工学, Vol.51, No.1, (2015), pp.42-51