

# 単一聴覚事象関連電位波形のスコアリングによる 統合失調症の疾患評価

大竹 達也<sup>†</sup> 石川 文之進<sup>††</sup> 加我 君孝<sup>†††</sup> 深見 忠典<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 山形大学大学院 理工学研究科

<sup>††</sup> 報徳会宇都宮病院 <sup>†††</sup> 東京医療センター・感覚器センター

## 1. はじめに

事象関連電位(ERP)は臨床検査において広く用いられており、これまでに精神疾患や加齢による波形への影響は多く報告されている。しかし、自発脳波や筋電図等のアーチファクトが含まれるため、ERP は通常多数回の応答(臨床検査では約 5 分の計測で標的刺激に対して約 30 応答を取得)に対する加算平均により推定される。加算平均に用いる応答数の増加に伴い、ERP 以外の成分の抑制効果も高くなるが、一方で計測時間が長くなり、被験者の精神的肉体的負担が大きくなる。そこで、本研究では、深層学習を用いたスコアリングにより、単一応答による ERP の評価手法を提案し、統合失調症診断における利用について考察する。

## 2. 手法

本研究は、報徳会宇都宮病院倫理委員会の承認を得て、20 歳代健常者、30~60 歳健常者、統合失調症患者の3群において、それぞれ 50 名、10 名、10 名の聴覚事象関連電位をオドボール課題によって取得した。なお、ERP は国際 10/20 法における 19 電極において、両耳朶を基準電極とした単極導出により、サンプリング周波数 1000Hz で計測が行われた。本研究では、20 歳代健常者の 50 名のうち 40 名のデータを学習用データとし、残りの各群 10 例ずつをテストデータとすることで、20 歳代健常者を基準とし、各群の評価を行う。

脳波波形の学習には、畳み込み層、プーリング層、全結合層からなるネットワークで、畳み込みにおいて時間方向・空間方向へのフィルタリングが行われる脳波処理に適した構造をもつ EEGNet[1]を用いた。前処理として、単一応答波形に過学習回避のため、1000Hz のデータを 200Hz にダウンサンプリングすることで入力次元の削減を行った後、安定した学習を行うため、平均が 0 で分散が 1 となるよう変換した。

このネットワークにおいて、標的刺激応答に対して 1、非標的刺激応答に対して 0 を出力するよう学習を行った。こうして得られた学習済のネットワークに対して、各群のテストデータにおける標的刺激の単一応答を入力し、出力(スコア)を得る。この出力は 0~1 の値となり、その大きさは入力した応答波形が、20 歳代健常者の標的刺激応答にどの程度近いかを反映している。

## 3. 結果

図1には、テストデータである各群 10 名に対するスコアを示している。これらのスコアに対して、一元配置分散分析の後、多重比較を行った。その結果、20 歳代健常者と統合失調症患者、30~60 歳健常者と統合失調症患者の間で有意差が認められた。

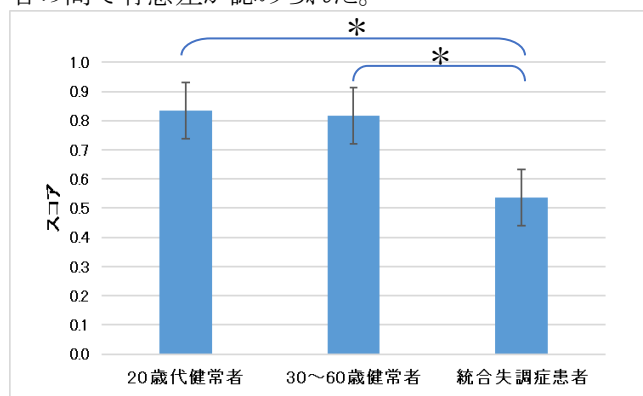


図1 単一応答に対するスコア(\*:  $p < 0.001$ )

## 4. 考察

健常群と疾患群間(20 歳代健常者 vs. 統合失調症患者、30~60 歳健常者 vs. 統合失調症患者)に有意差が見られた。我々が行った標的刺激応答と非標的刺激応答の分類において、判断や認知に関連する電位である P300 が関与していることが GradCAM[2]を用いた解析により分かっている。よって、統合失調症患者において疾患が認知機能や判断力に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

また、20 歳代健常者と 30~60 歳健常者の間では、有意差が見られなかったものの、微少ではあるが、30~60 歳健常者において 20 歳代健常者に比べ、スコアの低下が認められた。これまで加齢による P300 振幅低下が報告されていることから、スコアの低下は加齢によるものと推察される。

## 5. 結論

本研究において、従来の加算平均のために必要とされた多数回の応答がなくとも深層学習を用いることで、単一の標的刺激応答による疾患評価の可能性が示された。

## 参考文献

- [1] V.J. Lawhern et al., Journal of Neural Engineering 15: 056013, 2018.
- [2] R.R. Selvaraju et al., IEEE international Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 618-626, 2017.