

サングラスの着用が与える SSVEPの分類精度への影響

A Case-Study on the Effect of Wearing Sunglasses
on the Classification Accuracy of SSVEP-BMI

名取恭汰¹⁾, 小林伸彰²⁾

Kyota Natori and Nobuaki Kobayashi

1) 日本大学 精密機械工学専攻 修士 (〒274-0063 千葉県船橋市習志野台7-24-1, E-mail: csky21085@g.nihon-u.ac.jp)

2) 博(工) 日本大学 准教授 (〒274-0063 千葉県船橋市習志野台7-24-1, E-mail: kobayashi.nobuaki@nihon-u.ac.jp)

SSVEP (Steady-State Visual Evoked Potential) is a type of visual evoked potential that occurs in the visual cortex in response to periodic visual stimulation, exhibiting frequency characteristics that match the stimulus frequency. However, SSVEP has certain drawbacks, including increased eye strain and discomfort due to prolonged exposure to flickering visual stimuli, as well as susceptibility to external light interference. To address these issues, we explored the feasibility of measuring SSVEP while wearing sunglasses. In this study, we compared the classification accuracy of machine learning models under conditions with and without sunglasses to evaluate their impact on SSVEP-based classification.

Key Words : SSVEP, BMI, sunglasses

1. はじめに

2025年現在、世界各地の先進国では高齢化が進んでいく。この増加傾向は今後も続いていくと予想される。令和5年10月1日時点の日本の総人口は約1億2435万人で、65歳以上の人口は3623万人であり、総人口に占める割合は29.1%である。一方で少子化といった社会課題も同時に抱え、介護分野の働き手不足が以下の問題を引き起こすと考えられる。身体が不自由な高齢者をはじめとした、手足が不自由な要介護者の生活の質(QoL : Quality of Life)の低下である。この問題を解決するためにBCI(Brain Computer Interface), BMI(Brain Machine Interface)など、手足を使わずに脳波のみを用いて機器やコンピュータを操作する研究が注目されている。

一概に脳波といっても様々な事象に対する脳波の種類があり、例としてはSSVEP(Steady State Visual Evoked Potential)、MI(Motor Imagery)、P300などが挙げられる。の中でも本研究ではSSVEP、定常状態視覚誘発電位に着目した。SSVEPとは特定の周波数で点滅する刺激を視覚的に与えることによって大脳皮質視覚野などに生じる視覚誘発電位であり、刺激と同じ周波数および整数倍の周波数を持つ定常的な正弦波の電位である。例えば、15Hzの視覚刺激を呈示した場合、それに同調して15Hz成分の脳波が増幅される。SSVEPの利点としては特徴抽出が容易であること、短い試行時間でも分類が可能なため遅延が小さく、慣れや訓練があまり必要でないことが挙げられる。一方でSSVEPの欠点は周辺の照度に依存すること、視覚的な負荷が高いことが挙げられる。

本研究では、周辺の照度に依存すること、視覚的な負荷が高いことの2点に注目した。過去の研究によると周辺

の照度によってSSVEPの分類精度が下がることが示唆されている。また、多くの研究で長時間の視覚刺激によって不快感や疲労感を感じることが課題となっている。この問題に対する解決策として、サングラスを着用した状態での視覚呈示が挙げられる。サングラスを着用することで周辺の照度を一定に保つことができ、視覚刺激に対する不快感や疲労感を軽減できることが期待される。そこで本研究はサングラス着用時におけるSSVEPの分類精度の比較を目的とする。

2. 実験条件

脳波の測定にはGuger Technology社製のUnicorn Hybrid Black、電極には同じくGuger Technology社製のg.SAHARA Active electrodeを使用した。被験者は5人（21～22歳）とし、いずれの被験者も既知の神経学的障害や重大な健康上の問題を有していない。電極は図1のように配置した。

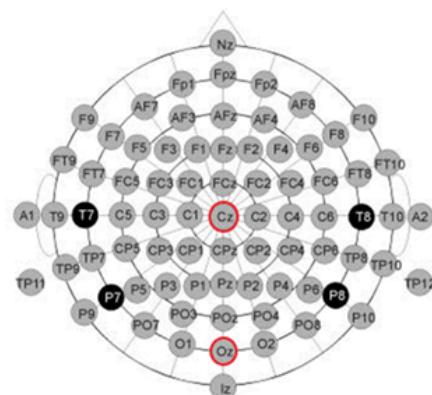


図-1 電極位置

3. 実験方法

- 以下に実験方法を示す。
- ① 被験者を楽な姿勢で椅子に座らせた。
 - ② ディスプレイの中央部分に白と黒のチェックカーボード(図2)を表示し、表示した画像の中央部を注視させた。
 - ③ 画像を30秒間注視した後、30秒間のインターバルを入れた。
 - ④ ③の手順を1試行とし、各周波数(9, 12, 15Hz)×6試行、計18試行を1セットとした。
 - ⑤ ①～④の手順をディスプレイ(サングラス無し)サングラス(薄)、サングラス(濃)の3パターン、計54試行を各被験者において1日で実験を行った。
 - ⑥ 実験終了後にアンケートを行い、3パターンを比較し視覚刺激に対する不快感を1～10段階で評価させた。

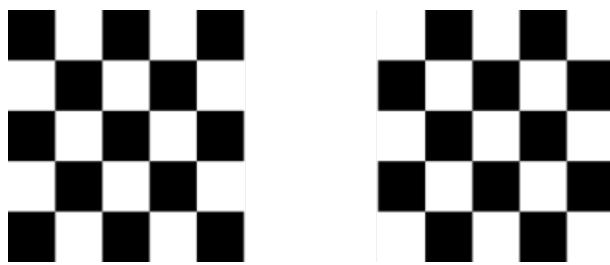


図-2 白と黒のチェックカーボード

4. 結果

(1) 分類精度の結果

被験者5人から計測したデータを機械学習させた分類精度の結果を以下に示す。

表-1 被験者5人の分類精度と平均

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E	平均
ディスプレイ	98.11	97.79	98.11	97.79	98.42	98.04
サングラス(濃)	98.42	96.53	96.21	96.53	97.79	97.10
サングラス(薄)	96.53	96.53	97.79	98.10	99.37	97.66

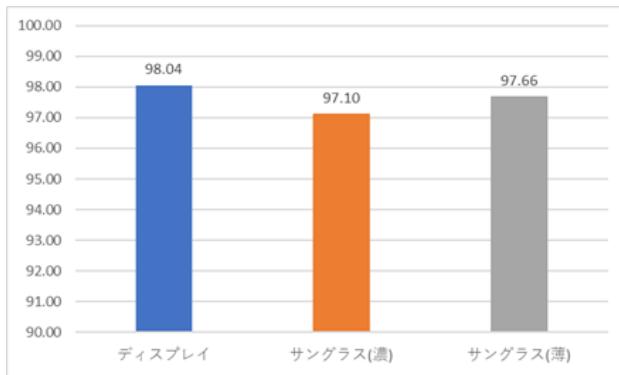


図-3 被験者5人の分類精度の平均

(2) アンケート結果

実験後に行われた不快感に関するアンケート結果を以下に示す。

表-2 被験者5人のアンケート結果と平均

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E	平均
ディスプレイ	5	2	2	3	3	3
サングラス(濃)	10	7	6	9	6	7.6

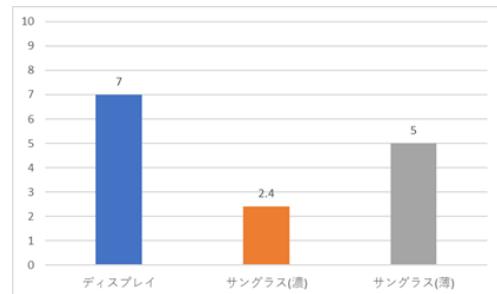


図-4 被験者5人のアンケート結果の平均

5. 考察・まとめ

サングラスの着用がSSVEPの分類精度に与える影響についての検討を行った。その結果は、3パターンとも97%以上と高い分類精度が得られた。また最も分類精度が高いディスプレイと最も分類精度が低い濃度の濃いサングラスの差は約1%程度で、サングラスの濃度の違いでも分類精度は0.5%と一貫して高い分類精度だった。このことから、サングラスの着用時の分類精度はサングラス無しの分類精度と大差ないということが分かった。

次に、4.(2)のアンケート結果からSSVEPの視覚刺激にはかなりの不快感があることが分かり、その不快感をサングラスを着用することで和らげる効果があることが示された。このことから、眼精疲労や不快感の軽減に対してサングラスの着用は有効であることが示唆された。

参考文献

- [1] 内閣府「1 高齢化の現状と将来像」『内閣府 Cabinet Office』, URL: https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2024/html/zenbun/s1_1_1.html, 参照日2025-01-13.
- [2] R. Zhang et al., "Improving AR-SSVEP Recognition Accuracy Under High Ambient Brightness Through Iterative Learning," in IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol.31, pp. 1796-1806, 2023.
- [3] A. González-Mendoza, J. L. Pérez-Benítez, J. A. Pérez-Benítez and J. H. Espina- Hernández, "Brain Computer Interface based on SSVEP for controlling a remote control car," 2015 International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP), pp. 93-97, 2015.
- [4] 阿部和穂「『ブロードマンの脳地図』の謎と魅力...脳科学者を魅了する理由」『All About 健康・医療』<https://allabout.co.jp/gm/gc/491827/>, 参照日2025-01-13