

人間の集中力低下状態を予測する脳視覚メカニズムの究明と 色情報を用いた意識集中力を向上させる研究

研究代表者 工学部 電子機械学科 准教授 辛 徳
共同研究者 准教授 小林 信一，助教 大海 悠太，教授 姜 有宣

1. 序論

本学の連携最先端技術研究センターでは教育・コミュニケーションの研究を推進しており、それを可能とするには人間の心理や感情の状態を予測する技術と色情報を活用した集中低下防止システムが必要になる。

そこで、本研究では居眠り・ボンヤリなど人間の集中力低下時の脳には目に入る視覚情報が第1次視覚野まで流れなく視床でブロッキングされるメカニズムを究明する。さらに、脳神経生理学に基づいて人間の心理や感情の状態を検知できる生体指標を提案し、照明など色情報を用いて集中力を向上させる手法を探る。

2. SSVEP を用いた脳視覚メカニズムの究明

定常状態視覚誘発電位 (SSVEP: Steady State Visual Evoked Potential) とは人が一定の周波数で点滅する視覚刺激を注視すると、脳波に誘発電位として刺激と同じ周波数が生じる脳活動である。本研究では考え事(ボンヤリ・妄想)や居眠りなどによる集中力の低下時に LGN の選択的な遮断の脳メカニズムの検証を目指す。そのため、29 年度には防音室の製作を行い、ポータブル EEG 計測機を用いて SSVEP の検出を目的とする予備実験を行った。

被験者(2名、男性)に 5ch の脳波電極をはり、暗室の中で座らせてディスプレイ画面を注視するように指示した。画面上には図 1 のようにそれぞれの周波数を持つ視覚刺激を提示した。5Hz(右)、6Hz(中)、7Hz(左)の三つの刺激を各 4 秒ずつ 20 回注視するよう指示し、合計 60 回の計測を行った。

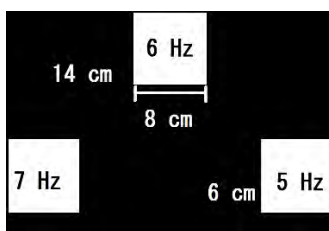


図 1 3クラスの視覚刺激プログラム画面

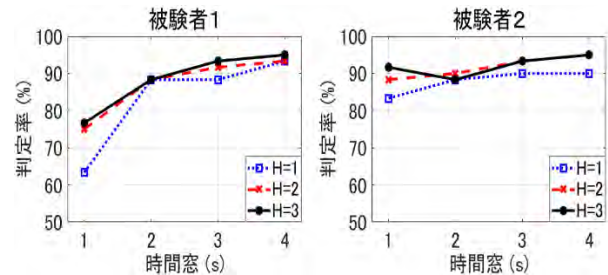


図 2 CCA による SSVEP の判別率

被験者の判定実験の結果を図 2 に示す。測定実験に対して時間窓が2秒以上であれば 90%以上の判定結果を見せた。この結果より、被験者 1、2 とも CCA 手法に使う高調波 H の個数は 2 個以上使ったほうが良いことが分かった。

本実験では SSVEP を誘発する3クラスの視覚刺激プログラムを制作し、CCA による SSVEP の検出が可能であることを確認できた。

ボンヤリや考え事などで集中力が低下するときに SSVEP が検出できない仮説を検証するための予備実験を行った。図3にその結果を示した。被験者は7Hz の刺激を見ているが 210 秒から240秒の間でパワーが小さくなり、241 秒から 270 秒の間では消滅することが観測できた。

今後はこの予備実験に基づいて考え事(ボンヤリ・妄想)や居眠りなどによる集中力の低下時に、LGN が選択的に遮断するという脳メカニズムの仮説を検証する予定である。

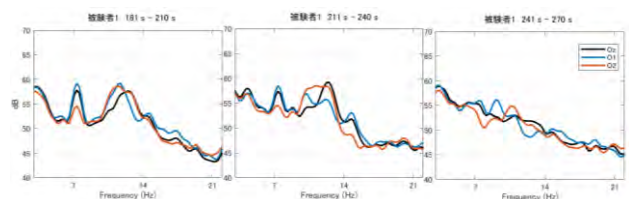


図 3 ボンヤリの時 SSVEP の変化

3. 人間の集中力を検知する視線計測

注意とは周囲の事物、事象の特定部分や複雑な心的活動の特定の側面に対して、選択的に反応したり注目したりするようにしむける意識（またはそれを支える脳）の働きのことである。意識心理学では刺激により生じる受動的な1次的注意、周囲よりの妨害のなかで意志的努力によって維持される2次的注意を分けられる。この2次的な注意が持続する状態を集中していると言える。この集中度を推定可能な生体指標として脳波を用いた眼球停留関連電位（EFRP: eye fixation related potential）や心拍、皮膚抵抗などが提案されて来た。本研究では画像探索課題を与えた時の視線の動きを視線計測装置（Tobii Eye Tracker4C, Tobii 社）を用いて計測し、集中度を客観的な数値で評価する方法を提案する。授業に集中していることを模擬して画像探索課題を（条件1）、ボンヤリや考え事を誘発するためボタン押しに集中するようなタスク（条件2）を設計した。

条件1では図4のように画像内の車の台数が3台以上ならキーボードの‘1’を、2台以下ならキーボードの‘9’を押すように指示する。被験者に表示する画像は全部で100枚に設定し、画像内の車の台数は1台から5台以内に限定した。条件2では画像探索は同じように指示をしたが画像の内容に関係なく、画像が変わるごとにキーボードの‘1’と‘9’をそれぞれ押し、全画像表示後に押した回数が正確に半々になるように指示をした。

視線計測装置により90Hzで計測した視線のデータを分析し車の中心点と視線の距離を算出した。その後、図5のように車を見ている固視（Fixation）が行った時に加重値を入れて算出した。その結果を表1にまとめた。



図4 提示した画像探索課題

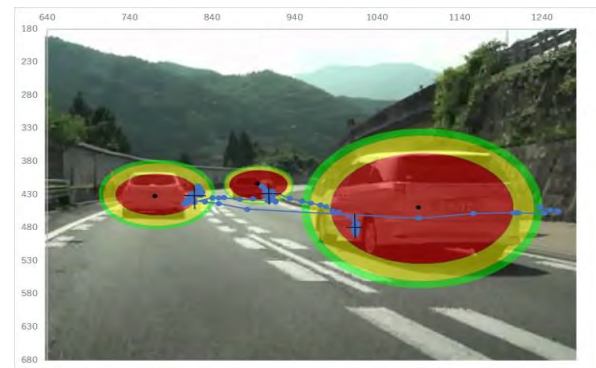


図5 探索課題の視線分布

表1 視線分布の評価点（100点満点）

被験者	条件1	条件2
A	81	35
B	91	45
C	65	42
D	72	32
E	83	38
F	88	38
平均	80	39

条件1では予想通り画像探索課題の正答率は平均94.3%であり、課題に対して集中できたと考えられる。しかし、表1のように視線分布の評価点について条件1と条件2を比べると条件2が有意に小さい（ $P < 0.001$ 、 t -test）ことが分かった。条件2について被験者は均等にボタンを押すために考え事をしなければならないので視線の分布が低くなったと考えられる。つまり、視線の分布を計測すれば授業に集中しているかボンヤリやわき見などに注意が向いているか判断できると思う。

4. 今後の課題

Montagna と Carrasco(2006)は注意とフリッカーの周波数の相関があることを報告した。2018年度では色情報、特に明暗（contrast）とフリッカーの周波数を制御することにより注意力が向上される手法の開発を予定する。具体的にはボンヤリ・妄想に入る学生をできるだけ早く生体指標から検知して、モニターの明暗とLED照明の周波数を変えることによって注意力を向上させる smart 照明システムを構築する。