

非侵襲脳活動制御による認知機能向上

研究代表者 松吉 大輔
(理工学研究所 次席研究員)

1. 研究課題

これまでの申請者の研究では、物体や顔の視覚認知・記憶において不全が生じる認知神経メカニズムを検討してきた。しかし、不全の研究は飽くまでそれを健全に戻すという目標の前段階に位置づけられるべきであり、完全ではないにせよある程度メカニズムの理解が得られた現段階において、不全を健全に戻すための応用的・臨床的な試みを積極的に行っていくべきである。そこで本研究では、物体や顔の認知・記憶を向上させることを目標に、経頭蓋脳刺激・制御を用いた認知神経科学研究を行う。

視覚認識における重要な単位である物体の認知・記憶の減退は、我々の日常生活の活動の質を有意に低下させるほか、他者の顔が分からない相貌失認をはじめ、顔認知の不全は社会生活に甚大な影響を及ぼす。本研究では、ヒトの頭皮に取り付けた電子回路（負性抵抗）から、神経細胞外のインピーダンスを制御し、神経突起電流を変化させることによって認知・行動に影響を与える経頭蓋細胞外インピーダンス制御（transcranial extracellular impedance control: tEIC）により、物体や顔の認知・記憶の向上の可能性を検討する。

tEIC はこれまで自発電位にはほとんど影響を与えないまま誘発電位のみを変化させることができる（≒何か認知・活動が生じたときにのみ、脳波・神経活動に影響を与えられる）ことが分かっている（Matani et al., 2014）。しかし、これまでより高次な認知過程に対してどのような影響を与えるかというは未だ分かっていない。そこで本研究では、これまでの申請者が蓄積してきた顔研究・記憶研究を基礎として、tEIC による 1) 記憶、2) 顔認知という 2 つの認知機能向上の可能性を探る。

これまでも、経頭蓋に脳の神経活動に影響を与える方法には、経頭蓋磁気刺激（transcranial magnetic stimulation: TMS）や経頭蓋直流刺激（transcranial direct current stimulation: tDCS）などがあるが、いずれも高価であったり、サイズが大きかったりといった実用上の問題のみならず、結局のところそれらは脳の活動を邪魔する「外乱」であるという原理的問題を抱えており、認知・行動を向上させるデバイスとなるには至っていない。しかし、tEIC は脳の自然な活動を邪魔する事なく「変調」させるものであり、なおかつ小型化や安価な生産も可能であることから、原理的にも実用的にも大きな可能性を秘めている。

2. 主な研究成果

tEIC が認知・行動に及ぼす影響の測定を行うため、本年度は物体記憶に焦点を絞った検討を行い、行動変化を誘発しうる可能性のある条件を一部において見出した。具体的には、課題には申請者がこれまで行ってきた変化検出課題（Matsuyoshi et al., 2010, 2012, 2014）を用いることで短期的な視覚記憶容量を定量化し、tEIC によって物体記憶が影響を受けるか否

かを、1)時間窓限定（物体記憶保持期間中に tEIC 適用）、2)時間窓非限定（サンプル刺激呈示から応答までの1試行の全時間に tEIC 適用）の時間要因2水準と、tEICの配置位置を複数水準で操作した。その結果、時間窓非限定での頭頂部の tEIC 設置により強い記憶干渉効果を、時間窓限定での後頭部の tEIC 設置により記憶向上効果を若干認め、電気学会医用・生体工学研究会において成果発表を行った。

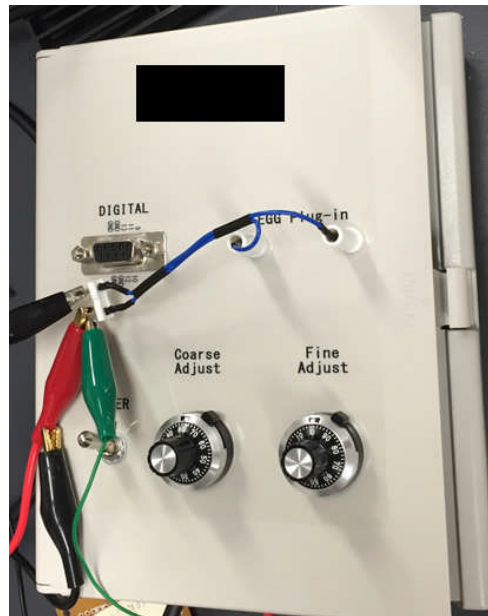


図 tEIC 実機. 頭皮上の電極を通じて神経のインピーダンスを制御する.

3. 共同研究者

渡邊克己（基幹理工学部・表現工学科・教授）

眞溪歩（東京大学・情報理工学系研究科・准教授）

4. 研究業績

4.1 学術論文

- N. Chen, K. Tanaka, D. Matsuyoshi, K. Watanabe, Cross preferences for colors and shapes. Color Res. Appl. 41, 188-195 (2016).

4.2 総説・著書

- 松吉大輔 （2016） 「個人差—連続と異質が交錯するヒト認知の多様性」 基礎心理学研究, 34(2), 276-281.

4.3 招待講演

- 松吉大輔 （2016年9月27日） 「マイクロレベル拡散異方性の定量マッピング」 順天堂大学医学部放射線科, 順天堂大学附属順天堂医院（東京都文京区）
- 松吉大輔 （2016年8月17-19日） 「顔アイデンティティ認識の個人差と平均特性」 日本視覚学会 2016年夏季大会企画シンポジウム「顔認知の個人差と文化差」, 朱鷺メッセ：新潟コンベンションセンター（新潟県新潟市）
- 松吉大輔 （2016年8月1日） 「高次視覚認知 fMRI 研究の実際」 慶応義塾大学医学部精神・神経科学教室, 慶応義塾大学信濃町キャンパス（東京都新宿区）

4.4 学会発表

- 松田圭介・東村陽・松吉大輔・眞溪歩 (2017年3月20日) 「経頭蓋細胞外インピーダンス制御によるビジュアルワーキングメモリへの介入」 電気学会医用・生体工学研究会, 東京大学先端科学技術研究センター (東京都目黒区)

4.5 学会および社会的活動

- 脳画像解析手順・コードの公開 (包括型脳科学研究推進支援ネットワーク)
<http://www.slideshare.net/arrayabi/2016-nodd-itutorialjpn20160123slideshare>

5. 研究活動の課題と展望

新たな原理に基づいて装置を開発し、その効果を検討しようとする本研究は、既存のパラダイムやツールを用いる研究と比較して格段に挑戦的な内容となっている。現在認識している課題には tEIC を設置・適用する時空間的な組み合わせの爆発がある。これに対しては、1) 設置の空間位置は既存の研究・モデルを元にしつつ、時間窓を操作により 1 つずつ (尤もらしいものか順に) 効果の有無を探索する現行のアプローチの他、2) 複数の tEIC 設置による効果増幅という 2 つのアプローチにより検討することも模索している。