

# 研究最前線



## 静磁場刺激による非侵襲的な皮質興奮性の抑制

桐本 光

医歯薬保健学研究科 保健学専攻  
心身機能生活制御科学講座 感覚運動神経科学 教授

### 静磁場刺激の作用機序

詳細な神経生理学的な機序は十分に解明されていませんが、中等度 (50 mT-1 T) の静磁場環境下では、反磁性異方性により、細胞膜リン脂質の回転や再整列が惹起されることが有力な

仮説となっています。その結果、細胞膜の変形による $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ チャネルの開口速度低下、シナプス後膜における $\text{Ca}^{2+}$ 濃度の増大が生じ、シナプスに対して抑制的に作用することが知られています。これらの性質を利用し、2011年にOliviero医師らが、ヒトの頭皮上にネオジム磁石を10分間留置することで、一次運動野の興奮性を一過性に抑制したと報告したのが経頭蓋静磁場刺激の始まりです。従来の磁気刺激や直流刺激と異なり、市場の工業製品を使用する静磁場刺激は、経済性だけでなく操作性も簡易なため、多くの医療施設、更には在宅でのニューロ・リハビリテーションに活用される可能性があります (図1)。

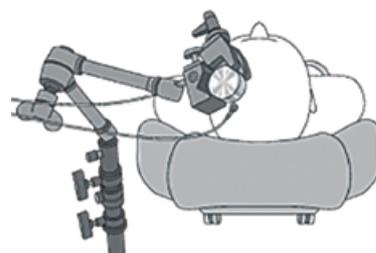
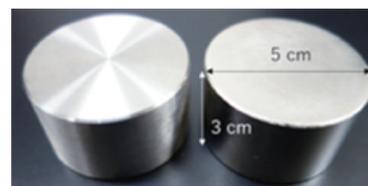


図1 tSMSに用いる非磁性シリンダ (左) とネオジム永久磁石 (右) 及び一次運動野上にネオジム磁石を設置する実験風景

Magnetic field strength

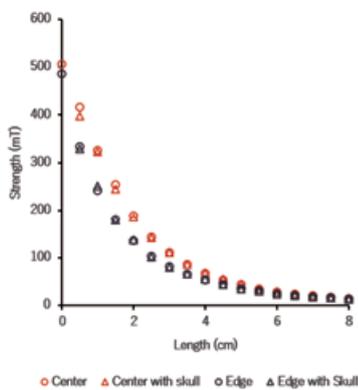


図2 ネオジム磁石の表面からの距離と磁束密度との関係

### 静磁場刺激の安全性

クーロンの法則に従い、静磁場の強度は距離の2乗に反比例します。我々はネオジム磁石表面の磁束密度 (約500 mT) が頭皮-皮質間推定距離である2-3 cmでは100-200 mTに減弱していることを確認しました (Sci Rep, 2016) (図2)。WHOは、1日8時間の就業中に暴露される静磁場環境は、1時間当たり約200 mT以内が望ましいとしています。約200 mTという静磁場強度は3.0 TのMRI室の床面レベルに相当します。また、2時間の経頭蓋静磁場刺激後に24時間モニタリングした結果、神経細胞とグリア細胞の損傷マーカーの血中濃度に異常を認めなかったとの報告もあります。以上のことから、100-200 mT程度の静磁場環境に10-20分間暴露する経頭蓋静磁場刺激の安全性がご理解頂けると思います。

### これまでの研究成果と今後の展開

我々はこれまでに、静磁場刺激によりヒトの体性感覚誘発電位、及び痛覚神経刺激関連電位が減弱することを明らかにしてきました (Brain Stimuli, 2014; Sci Rep, 2016; Front in Hum Neurosci, 2018 (図3))。脳卒中の右半球損傷後に好発する半側空間無視症状の改善には、非損傷半球の過剰な活動を抑制することが奏功するとの報告例があり、我々も今年から臨床介入研究を開始しました。また静磁場刺激の始祖であるOliviero医師 (スペイン国立両麻痺病院) と互いの研究室を訪問しあい、今後の協力体制を構築しました。今後の静磁場刺激研究が順調に進行した結果が、世界トップ100を目指す広島大学の発展の一助となれば幸甚に存じます。

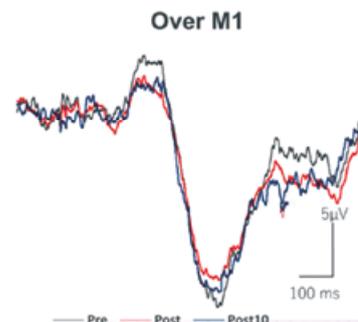


図3 一次運動野に対する静磁場刺激による痛覚誘発電位の減少