

**【目的】** 大脳皮質へ非侵襲的かつ直接的に刺激する方法として電気刺激や磁気刺激がある。電気刺激法は広範囲な刺激に優れ、磁気刺激法は刺激コイルの種類によって広範囲な刺激だけでなく深部または局所への刺激も可能である。そのため経頭蓋磁気刺激 (Transcranial magnetic stimulation : TMS) は脳機能研究や脳・神経系をはじめとした臨床で広く利用されるようになった。経頭蓋磁気刺激の局所性は上野らによって開発された 8 の字型コイルで実現しているが、磁気刺激分解能を評価した報告は著しく少ない。刺激分解能の評価は、ヒトに対する磁気刺激の安全性と有効性の向上を図り、有害事象の低減につながる重要な基礎研究である。刺激分解能の評価法には、コンピュータシミュレーションの計算法と頭部モデルを活用した計測法がある。主流はコンピュータシミュレーションであるが、精度評価のために頭部モデルを利用した計測解析も必須となる。しかしながら計測には、ノイズ対策を含め高度な技術が要求されることから研究の発展を難しくしている。そこで本研究は、簡易的な計測装置を利用して経頭蓋磁気刺激の刺激分解能評価を実現し、経頭蓋磁気刺激装置の磁気エネルギー動態を明らかにすることを目的とした。

**【方法】** 本研究は簡易型磁束密度計測装置を構築し、「磁束密度計測時に問題となるバックグラウンドノイズ (以下、ノイズ) の特性を明らかにする」、「刺激コイル上の磁束密度分布を評価する」の 2 テーマを掲げて実験を実施した。簡易型磁束密度計測装置は、センサ部 (センサコイル)、導出部 (ツイスト・導出ケーブル)、計測部 (積分回路・バッファアンプ) で構成した。計測で問題となるノイズは、おもに導出部で発生すると予測されるため、導出部と計測部のみで構成したノイズ検出用の簡易型磁束密度計測装置を準備した。なお、経頭蓋磁気刺激装置は大脳皮質を刺激対象としているため、刺激コイル上 15 mm (頭皮-皮質間距離相当) の位置 (標的部位) 上の磁束密度を計測・評価した。

**【結果】** 刺激コイル中心から長軸方向に  $\pm 40$  mm の位置 (構造上、磁束密度 0 mT) で測定したところ、約 60 mT (TMS 出力値 75%) の磁束密度を検出し、本実験ではこの値をノイズと推定した。また、計測されたノイズの値は、同一平面上において一様である可能性を示唆した。これらノイズの特徴を考慮して、経頭蓋磁気刺激装置は、標的部位に対して約 170 mT (TMS 出力値 63%時) を与えると推定した。さらに、標的部位の磁束密度と比較して有意差が確認できない範囲を刺激分解能とすると、刺激分解能は標的部位から約  $\pm 2\sim 5$  mm の範囲 (刺激面積約  $40\text{ mm}^2$ )、磁束密度値では最高値より約 3~4%減少した部分に相当していた。磁束密度分布の広がり、標的部位の磁束密度と比較して 1%減少する範囲を含めると約  $7\text{ mm}^2$ 、5%減少する範囲を含めると  $130\text{ mm}^2$ 、10%まで減少した範囲を含めると約  $280\text{ mm}^2$ であった。本実験の結果から得られた磁束密度分布の面積算出モデルを利用すると標的部位の磁束密度から 20%減少する範囲は約  $600\text{ mm}^2$ と推定された。これらの結果は、本研究で構築した簡易型磁束密度計測装置が経頭蓋磁気刺激装置の刺激分解能の評価に活用できることを示唆した。ただし、この研究で得られた磁束密度分布は、刺激コイル上 15 mm の中心点における接平面であり、曲面を有する大脳皮質に対してそのまま適用することはできない。そこで、今後は頭部・脳モデル上での計測を実施する。

解析された刺激分解能より推定される磁束密度分布変化のイメージ図

