

神経磁気刺激法を用いた高時空間分解能の脳機能解析装置の開発

JSTイノベーションプラザ広島 平成15年度採択課題
「神経磁気刺激法を用いた高時空間分解能の脳機能解析装置の開発」



代表研究者
広島市立大学 情報科学部
教授 樋脇 治

脳を非接触・非侵襲で刺激することができる経頭蓋磁気刺激法において刺激部位を正確に特定する方法を考案した。この刺激部位推定法を用いて、脳の磁気刺激を行ったときに刺激部位を正確に推定し表示することのできるシステムの開発を行なった。本研究プロジェクトの成果は、脳機能疾患の診断のみならず、精神神経疾患の治療や学術的な脳機能解析、ブレインマシンインタフェースの開発等に貢献する。

■ 研究内容、研究成果

経頭蓋磁気刺激法は、パルス磁場を頭部に照射することにより脳内に生じる誘導電界により非接触・非侵襲で大脳皮質の神経細胞を興奮させる手法であり、脳機能の診断・治療法として更なる展開応用が期待されている。しかしながら、磁気刺激により生じる誘導電界は脳内の広範囲に分布するため大脳皮質のどの部位が刺激されるのか特定することは困難であった。本プロジェクト代表研究者は、この問題を解決する手法として、各個人の大脳皮質の構造と神経細胞の興奮特性を考慮したテーラーメイドの刺激部位推定法を考案した(図1)。本プロジェクトでは、この手法に基づき、経頭蓋磁気刺激法における脳の刺激部位を正確に推定・表示し、目標とする脳の部位を刺激するために最適な位置に刺激用コイルを誘導するシステムのプロトタイプを開発した。開発したシステムは図2のように、「脳の位置計測部」、「刺激用コイルの固定・位置計測部」、「脳の刺激部位推定ソフトウェア」により構成されている。「脳の位置計測部」では、三次元形状計測装置により被験者の頭部の位置を測定し、頭部MR画像と重畳することにより脳の三次元空間中の位置をリアルタイムで計測できるようにした。また、「刺激用コイルの固定・位置計測部」では、多関節メカニカルアーム型固定装置により刺激用コイルの位置を高精度で計測できるようにした。「脳の位置計測部」により計測した脳の位置と「刺激用コイルの固定・位置計測部」により計測した刺激用コイルの位置を基にして、「脳の刺激部位推定ソフトウェア」において脳内に誘導される電界分布を計算し脳が刺激される部位を求めて表示するシステムを構築した(図3)。

以上のように、本プロジェクトでは、非侵襲的に脳の刺激を可能とする経頭蓋磁気刺激法において正確に刺激部位を特定できる画期的な脳機能解析装置を開発した。

■ 今後の展開、将来の展望

本プロジェクトで開発した経頭蓋磁気刺激において脳の刺激部位が正確に推定できるシステムは、ヒトの大脳皮質の詳細な機能マッピング等を可能にし、脳機能疾患の診断のみならず脳機能の学術的解明にも貢献できる。また、本システムを用いれば、精神疾患や神経疾患に対して効果的な脳の刺激部位を高精度で特定することができるため高頻度磁気刺激によりこれらの疾患を治療する手法が確立できる。脳機能障害のリハビリテーションにも有効であり、機能の低下した大脳皮質の標的的刺激を行うことによりリハビリテーションによる脳機能の回復効率を上げることができると考えられる。さらに、ヒトの脳と機械を融合させるブレインマシンインタフェースの開発にも寄与する。本システムにより大脳皮質の各部位の機能が明らかにされることにより、大脳皮質の各機能部位の神経細胞から発せられる電気信号を外部インタフェースに接続することにより脳からの信号によりアクチュエータ等を直接制御する技術を開発することができると期待できる。

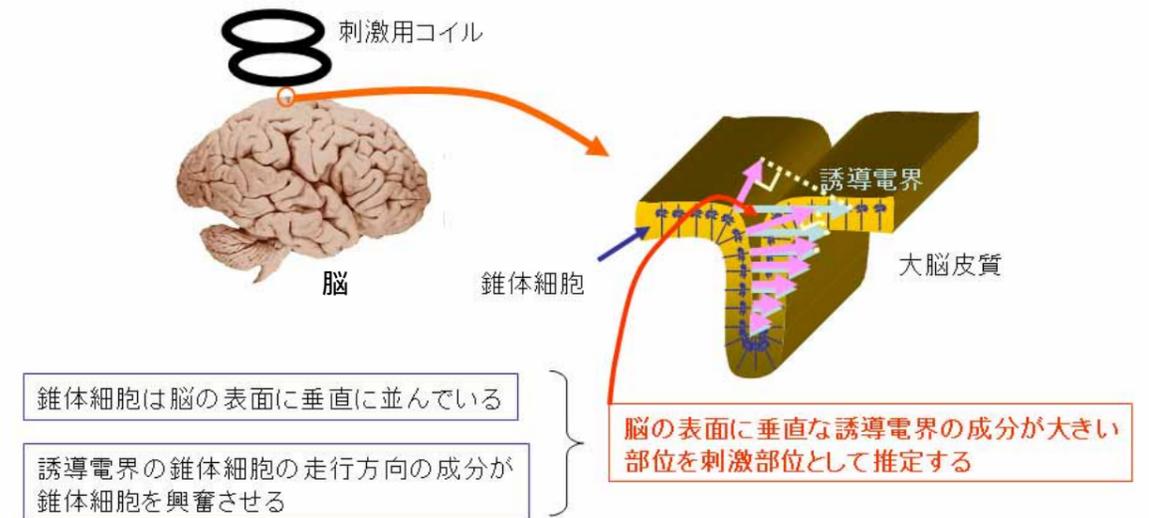


図1 経頭蓋磁気刺激における大脳皮質の構造と神経細胞の興奮特性を考慮した刺激部位推定法

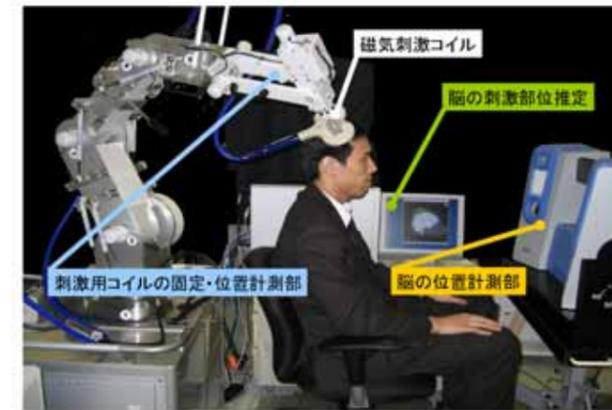


図2 経頭蓋磁気刺激における刺激部位を特定するシステムのプロトタイプ

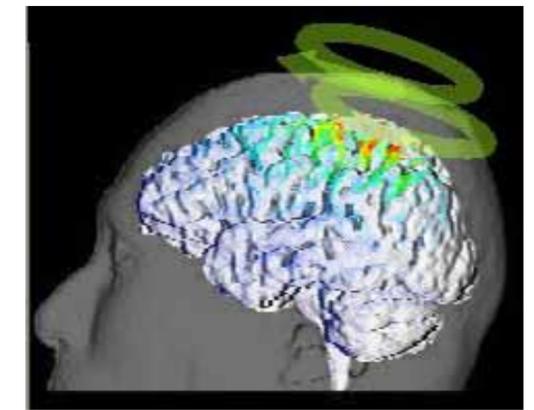


図3 開発したシステムにより推定した刺激部位の表示例

■ 研究体制

- ◆ 代表研究者
広島市立大学 情報科学部 教授 樋脇 治
- ◆ 研究者
和田 征洋・三島 行雄 (広島市立大学)、栗栖 薫・橋詰 顕 (広島大学)、
有村 有一・永松 俊剛 ((株)テムザック)、
井上 朋紀・横井 佐代子 (科学技術振興機構)
- ◆ 共同研究機関
広島市立大学、広島大学、(株)テムザック、科学技術振興機構

■ 研究期間

平成16年3月 ~ 平成18年9月