

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 次世代BMIシステムの応用実現のための基盤技術の研究開発
- ◆副題 多点高密度神経電極とUWB大容量高信頼無線を用いた次世代BMIの研究開発
- ◆受託者 国立大学法人大阪大学、一般社団法人YRP国際連携研究所
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和7年度(4年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度から令和5年度までの総額80百万円(令和4年度40百万円)

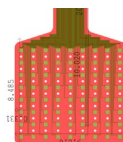
2. 研究開発の目標

多点高密度神経電極の実用化・神経刺激による双方向BMIの実現に向けた基盤技術を研究開発するとともに、UWB大容量高信頼無線技術の研究開発とその標準化を行うことにより、皮質脳波BMIの性能、利便性、安全性、信頼性を大きく向上させる。また、皮質脳波と頭皮脳波の同時計測データのオープン化により、非侵襲BMIの性能向上に貢献する。

3. 研究開発の成果

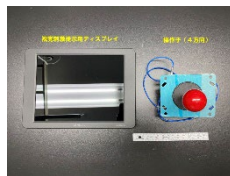
1-1 多点高密度神経電極技術

- 1) 長期信頼性評価のための高密度多点電極の開発に関して、電極性能の長期評価を可能にするための高い耐久性を備えた128チャンネルの検証用電極の設計をNICTと連携して開始した。
- 2) 確実な電極留置手技を行うための3次元ナビゲーションモデルの構築ならびに構築後検証を行った。



1-2 多点皮質脳波信号解読技術

- 1) 行動課題設計関連する先行研究の調査を行い、タスクパラメータ(試行における試行間待ち時間など種々のパラメータ、ターゲットの個数やその距離等)の策定を行った。また、実際の行動課題に必要なマニピュランダム設計開発を開始した。

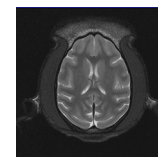


1-3 双方向BMIの実現のための神経刺激の応用技術

- 1) 多チャンネルカフ型神経刺激電極の開発
腕神経叢遠位部に容易に装着して確実に固定でき、神経叢を刺激して支配筋を選択的に制御できる多チャンネルカフ電極を設計・試作した。
- 2) 神経叢への電極植込み手技の開発
電極留置の手術手技として腋下アプローチを考案、動物実験にて電極植込み手技を検証し、試作した電極を用いて支配筋を選択的に刺激できることを検証した。

1-4 皮質脳波と頭皮脳波の同時計測データのオープン化

- 1) 頭皮脳波および皮質脳波の計測に向けてモデル動物の導入を行うとともに馴致を開始した。また、ECoGインプラント手術計画の策定に必要な構造脳MRI画像の撮影パラメータの検討を行った。
- 2) 頭皮脳波およびECoGの同時計測に向け、長期的な健全性を保つための手術準備・環境整備を行った。



2-1 UWB 大容量高信頼無線技術

- (1) 次世代BMI用高信頼UWB無線通信システムの基本設計、性能評価に必要な、頭蓋植込み送信機と体外受信機の装着位置に応じた(i)UWB電波伝搬モデル、(ii)通信信頼性を損なう要因となる周波数共用する同一、異種(UWB、狭帯域)無線システムの共存干渉モデルを、FDTD法などによるシミュレーション、実測により導出し、体系化した。
- (2) 基本システムに採用するUWB同期捕捉、変復調、符号化復号などの物理層方式を、(1)で求めた伝搬モデルを用いて、Link Budgetに基づき、概略設計し、システム性能をシミュレーションし、各方式及び組み合わせ全体の有効性、解決すべ気課題を抽出した。また、(1)の共存干渉モデルを用いて、共存システム間のパケット衝突(コンテンション)を回避、低減するContention Free/Access Hybridプロトコルのbeacon検出、ID認識のCCA、共通制御チャンネルとデータ伝送チャンネル設定などのMAC層方式の基本検討を行った。

2-2 BMI用のUWB無線通信技術の国際標準化

- (1) 新国際標準規格IEEE802.15.6maの代表応用として、本プロジェクトの次世代BMIシステムを位置づけ、3月米国アトランタ開催されたDependable BAN国際標準規格IEEE802.15 TG6ma会合にて2-1の伝搬・干渉モデルを標準伝搬モデルとして報告し、物理層通信符号化、MAC層C2C、パケットQoSレベルに応じた優先制御考案方式を標準規格方式として提案した。
- (2) 次年度以降の新標準規格IEEE802.15.6maの推進計画の基本的道筋を明確にした。



4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	20 (20)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

研究開発項目1-3双方向BMIの実現のための神経刺激の応用技術の初期の成果を、the 16th MEI International Symposium, Osaka University–University of Toronto Inter–University International Symposia, Neuromodulation and Neuroprosthetic Technologies for Improving Human Livesにて発表。

研究開発項目2-1 UWB 大容量高信頼無線技術の成果として、伝搬・干渉の基本モデルの解析、測定結果をとりまとめ、物理層通信路符号化、MAC層C2C、パケットQoSレベルに応じた優先制御考案方式などを考案、性能解析を行った。その成果を、研究開発項目2-2 BMI用のUWB無線通信技術の国際標準化の初期の成果として、新国際標準規格IEEE802.15.6maの代表応用として、本プロジェクトの次世代BMIシステムを位置づけ、2023年3月12-17日米国アトランタで開催されたDependable BAN国際標準規格IEEE802.15Task Group(TG)6ma会合にて、伝搬・干渉の基本モデルを標準規格の実用的な標準伝搬モデルとして報告し、物理層通信路符号化、MAC層C2C、パケットQoSレベルに応じた優先制御考案方式を標準規格方式として提案した。

5. 今後の研究開発計画

長期安定計測が可能な多点高密度神経電極の開発と動物での実証を目指し、電極やケーシングを開発し、動物への植込み手術を行い、データ取得を開始する。また、多元刺激デバイスの開発や組織学的評価の準備設計を行い、試作を開始する。多点皮質脳波信号解読に向けた大規模電極の設計を行うとともに、評価用の運動課題の訓練や準備を開始する。さらに指運動課題の準備を行う。多チャンネル神経刺激電極を試作し、動物実験にて神経叢電極植込み手技を確立する。皮質脳波と頭皮脳波を低ノイズで長期安定的に同時計測できる手法を麻酔下のサルで開発するとともに、非麻酔下計測に向けた動物モデルの準備を開始する。

UWB無線の電波伝搬モデル、共存モデルをシミュレーションと実測により基本モデルの基本設計を完了する。これに基づき、次世代BMIの要求仕様に適合したUWB無線伝送の基本システム設計を行う。一方、次世代BMIを新標準規格IEEE802.15.6maの先進医療応用(人体用)の代表例として、次世代BMI用に研究開発する要素技術を新標準規格の技術条件を満たす物理層・MAC層要素技術として標準規格会議に提案し、統一標準規格の審議を主導する。