

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 国際共同研究プログラムに基づく日米連携による脳情報通信研究 (第5回)
- ◆副題 霊長類視覚システムにおける動的なトポロジー表現のモデル化
- ◆受託者 国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人九州大学、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和7年度 (36か月間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和4年度から令和7年度までの総額69百万円 (令和5年度23百万円)

2. 研究開発の目標

本研究では、より脳の視覚情報処理に近いニューラルネットワーク=脳型ニューラルネットワークの開発を通して、基礎的神経科学を推進することにより、生体の脳と親和性が高いモデルとしてシームレスで精度の高いBrain Machine Interface技術の実現に貢献する。

3. 研究開発の成果

項目1 脳機能計測に基づく脳型ニューラルネットワークの開発

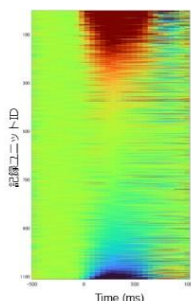
1-1 fNIRS/fMRIによる機能マッピング

非ヒト霊長類を実験対象として、DTIやfMRIによる大域的な神経活動実験を実施し、領野間結合の同定を行った。また、fUSを実験動物に適用し、領野間の機能的結合解析を実施した。

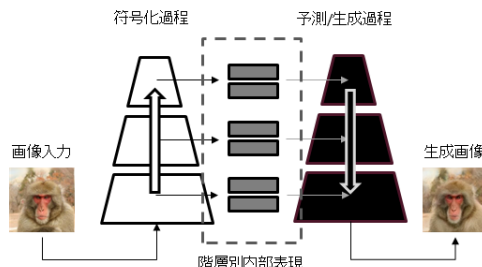
1-2 微小電極アレイによる脳情報記録

非ヒト霊長類を実験対象として、微小電極を用いた神経応答記録を実施した。UCSDが開発する、脳型ニューラルネットワーク開発を支援し、必要なデータ提供を行った。

この他、ニューラルネットワークを元に、視覚認知機能との対応を検討し、国際学会発表ならびに論文発表を行った。



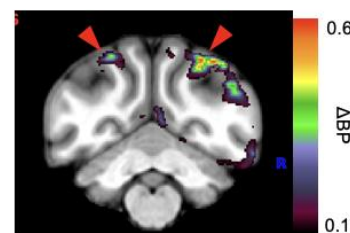
同時記録した数百規模のユニット活動の時間変化



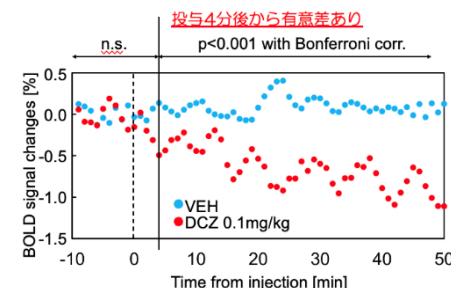
脳機能計測データの比較対象とする脳型ニューラルネットワークの概略図

項目2 薬理学的手法に基づく脳型ニューラルネットワークの開発

2-1 薬理学的手法によるフィードバック効果の検証



抑制性DREADD、hM4DiのPETによる発現の可視化

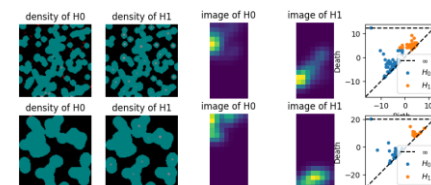


アゴニストDCZ投与によるhM4Diを介する神経活動の抑制

項目3 : 脳情報研究のための位相データ解析手法の開発

3-1 位相幾何学に基づく位相データ解析手法ならびにニューラルネットワーク学習手法の開発

3次元ボクセルデータに対して、パーシステントホモロジーと呼ばれるトポロジー特徴量を高速計算するオープンソースソフトウェアと同ソフトウェアを用いた解析手法を継続して開発した。



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)	3 (3)	20 (15)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 日米連携による脳情報通信研究推進のため月例ミーティングをオンラインで実施
 アメリカ側の研究プロジェクトメンバー(5名)と日本側のメンバー(3名)が神経データの解析や脳型ニューラルネットワークモデルの開発について議論し、研究進捗を報告している。

(2) 国内学会における研究成果発表
 国内の視覚研究者が集う日本視覚学会2024年冬季大会において、脳内における視覚情報処理に関する研究成果を発表した。また、マルチモーダル型ニューラルネットワークを用いた視覚認知研究の成果は、国際論文誌で発表した他、プレスリリースを行った。薬理学的手法に関する研究成果についても国際論文誌で発表した。開発した位相データ解析アルゴリズムを適用したデータ処理の成果に基づき、国際ワークショップで招待講演を行った。

5. 今後の研究開発計画

- 研究開発項目1 脳機能計測に基づく脳型ニューラルネットワークの開発
 - 1-1. fNIRS/fMRIによる機能マッピング(産総研・量研)
 引き続き、fNIRS/fMRI等による大域的な神経活動データから高次視覚領野の機能マッピングを進めるとともに、脳領野間の機能的結合が高い領域を特定し、視覚領野へのフィードバックを操作し、視覚情報表現の変容を見る実験系の確立を目指す。
 - 1-2. 微小電極アレイによる脳情報記録(産総研)
 非ヒト霊長類の高次視覚野から微小電極を用いた視覚刺激に対する神経応答記録を引き続き実施する。また、脳型ニューラルネットワークを対象として、視覚情報表現の解析ならびに神経応答データとの類似性検証を進める。
- 研究開発項目2 薬理学的手法に基づく脳型ニューラルネットワークの開発
 - 2-1. 薬理学的手法によるフィードバック効果の検証(量研)
 確立した薬理遺伝学的手法(DREADDsやPSAM/PSEM法)を同時に用いた多重操作の実用性検証を行う。
- 研究開発項目3 脳情報研究のための位相データ解析手法の開発
 - 3-1. 位相幾何学に基づく位相データ解析手法ならびにニューラルネットワーク学習手法の開発(九州大)
 パーシステントホモロジーの計算アルゴリズムとソフトウェアパッケージの改良を進める。パーシステントホモロジーによる画像からの大域的位相特徴を抽出し、ニューラルネットワークの学習に導入する手法の有効性を検証する。
 - 3-2. 脳情報データに対する位相データ解析の適用(九州大・産総研・量研)
 脳情報データベース、産総研で取得された神経情報データについて、機械学習技術ならびに位相データ解析技術を活用した解析を連携して行う。

6. 外国の実施機関

カリフォルニア大学サンディエゴ校(アメリカ)