

平成 28 年度 委託研究開発成果報告書

I. 基本情報

事業名： (日本語) 革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト
(英語) Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies
(Brain/MINDS)

研究開発課題名： (日本語) 脳構造・機能マップによる多階層モデルのための計算技術開発
(英語) Computational frameworks for multi-scale models using structural
and functional brain map data

研究開発担当者 (日本語) 神経計算ユニット 教授 銅谷賢治

所属 役職 氏名： (英語) Kenji Doya, Professor, Neural Computation Unit

実施期間： 平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 29 年 3 月 31 日

分担研究 (日本語) 該当なし

開発課題名： (英語)

研究開発分担者 (日本語) 該当なし

所属 役職 氏名： (英語)

II. 成果の概要 (総括研究報告)

本研究開発の目的は、革新脳により得られるマクロスコピック、メゾスコピック、ミクロスコピックの各レベルのデータを最大限に活用してモデルを構築し、さらに異なるレベルのモデルを統合することにより分子から細胞、回路を経て認知行動機能の理解と予測を可能にすることである。そのために以下の研究開発を行った。

1) モデルパラメタの自動推定：拡散 MRI データによるファイバートラッキングの結果を結合の事前確率とし、機能 MRI による安静時脳活動データに対する尤度をもとにして、領野間の結合パラメタをベイズ推定の枠組みにより推定する手法のサーベイとベンチマークを行い、理化学研究所が取得したマーマセット MRI データに対して適用するためのデータ処理パイプラインの開発を行った。

2) マルチスケールデータ統合：神経トレーサーによる領野間の結合強度を教師データとして、拡散 MRI データによるファイバートラッキングの精度の評価と最適化を行うために必要な、トレーサー画像処理パイプラインの構築を理化学研究所、京都大学の研究グループと密接な協力のもとで進めた。ま

た複数のファイバートラッキング手法の性能評価を行った。

3) モデル構築と性能検証: 拡散 MRI データによるファイバートラッキングにより得られた領野間の結合データをもとに全脳のネットワークモデルを構築し、そのシミュレーションにより安静時機能 MRI による脳活動データがどれだけ再現できるかの評価を行い、ネットワークの振る舞いに影響を与えるパラメタを明らかにした。

4) プロジェクトの総合的推進: 電極・データ班の班長として、中核機関と連携してデータソンを企画するなど、データ解析のパイプライン構築を推進した。また、データベース協議会の委員としてデータベースの構成と運用方針についての検討を行った。

The aim of this research and development is to maximally utilize the data obtained in the Brain/MIDNS program at macroscopic, mesoscopic and microscopic levels for building computational models of the brain and to integrate the models at different levels for understanding and predictions of cognitive and behavioral functions starting from the molecular and cellular levels through the circuit mechanisms. We performed the following research and developments:

1) Automatic estimation of model parameters: We explored the Bayesian connectivity inference framework to integrate the connections estimated by fiber-tracking using diffusion MRI data as the prior probability and the resting-state functional MRI data for the likelihood and ran benchmarks of multiple methods. We also produced data processing pipeline to apply those methods for the marmoset MRI data obtained at RIKEN.

2) Multi-scale data integration: Toward the goal of evaluation and optimization of fiber-tracking algorithms for diffusion MRI data using the neural tracer data as the reference, we built trace image processing pipeline in close collaboration with researchers at RIKEN and Kyoto University. We also performed evaluation of fiber-tracking algorithms.

3) Model building and performance validation: We built a whole-brain network model based on the connectivity matrix estimated by fiber tracking based on the marmoset diffusion MRI data and analyzed how the model could reproduce the functional connectivity given by resting-state functional MRI. We clarified key parameters that affect the network behaviors.

4) General promotion of the project: As the leader of the electrode & data group, in close collaboration with the center institute, we organized the first datathon for building data processing pipeline. As a member of the database committee, we participated in the planning of the design and operation policy of the Brain/MINDS database.

III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧 (国内誌 0 件、国際誌 0 件)

該当なし

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

1. Gutierrez CE, Yoshimoto J, Doya K (2016). Community detection and mean field approximation of a spiking network model (Poster). Advances in Neuroinformatics (AINI) 2016. 2016.5.28-29, 国内 (国際会議) .

2. Tsukada H, Hamada H, Nakae K, Ishii S, Hata J, Okano H, Doya K (2016). Mathematical modeling and dynamical analysis using structural and functional connectivity (Poster). Advances in Neuroinformatics (AINI) 2016. 2016.5.28-29, 国内 (国際会議)
3. Magrans De Abril I, Yoshimoto J, Doya K (2016) A strategy to infer hidden sources behind multiple neural recording data for neural circuit inference (Poster) Advances in Neuroinformatics (AINI) 2016. 2016.5.28-29, 国内 (国際会議)
4. Hamada H, Sakai Y, Takata N, Hikishima K, Tanaka K, Doya K (2016) Mapping Functional Whole-Brain Networks in an Awake State of Mice (Poster) The 39th Annual Meeting of the Japanese Neuroscience Society, 2016.07.22 国内 (国際会議)
5. Hamada H, Hikishima K, Takata N, Sakai Y, Tanaka K, Doya K (2016) The difference of resting-state brain activities in awake and anesthetized states in mice (Poster). 5th Biennial Conference on Resting State and Brain Connectivity 2016. 2016.09.21, 国外.
6. Doya K (2016). Reinforcement learning and Bayesian inference (口頭) . NSF-AMED Workshop 2016: Comparative Principles of Brain Architecture and Functions. 2016.11.17-18, 国外.
7. 塚田啓道, 濱田太陽, 中江健, 石井信, 畑純一, 岡野栄之, 銅谷賢治 (2017). MRI の構造・機能結合データを用いた数理モデリングと力学的解析 (口頭) . 第3回マウス精神疾患モデルMRI研究会. 2017.1.20, 国内.
8. 塚田啓道, 濱田太陽, 中江健, 石井信, 畑純一, 岡野栄之, 銅谷賢治 (2017). マーモセットの構造的・機能的MRIデータを用いた数理モデル(口頭). 複雑系数理の新展開, 2017.2.15-16, 国内.

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

1. 塚田啓道, 濱田太陽, 中江健, 石井信, 畑純一, 岡野栄之, 銅谷賢治 (2017). 脳構造・機能マップによる多階層モデルのための計算技術開発: 拡散・機能MRIデータにもとづく全脳モデルシミュレーション. 脳とこころの研究第二回公開シンポジウム「脳を考える」(ポスター). 2017.3.11, 国内.

(4) 特許出願

該当なし