

## 論文内容の要旨

博士論文題目

Evaluation of resting spatio-temporal dynamics of  
a neural mass model using resting fMRI connectivity and EEG microstates  
(安静時における機能結合と EEG microstate を用いた  
神経集団モデルの時空間的ダイナミクス評価)

氏名 遠藤 栄典

Resting-state brain activities have been extensively investigated to understand the macro-scale network architecture of the human brain using non-invasive imaging methods such as fMRI, EEG and MEG. Previous studies revealed a mechanistic origin of resting-state networks (RSNs) using the connectome dynamics modeling approach, where the neural mass dynamics model constrained by the structural connectivity is simulated to replicate the resting-state networks measured with fMRI and/or fast synchronization transitions with EEG/MEG. However, there is still little understanding of the relationship between the slow fluctuations measured with fMRI and the fast synchronization transitions with EEG/MEG.

In this thesis, we investigate connectome dynamics models that simultaneously explain resting-state functional connectivity (rsFC) and EEG microstates. Here, we introduce empirical rsFC and microstates as evaluation criteria of simulated neuronal dynamics obtained by the Larter-Breakspear model in one cortical region connected with those in other cortical regions based on structural connectivity.

As a result, fast synchronization transitions correlated with slow BOLD fluctuation based on structural connectivity yielded characteristics of microstates. Our results demonstrate that a bottom-up approach, which extends the single neuronal dynamics model based on empirical observations into a neural mass dynamics model and integrates structural connectivity, effectively reveals both macroscopic fast and slow resting-state network dynamics.

## (論文審査結果の要旨)

脳機能や精神疾患との関係などで、何もしていない resting-state の脳活動が注目を浴びており、これに関与する脳の機能的結合は resting-state networks (RSNs) と呼ばれている。ヒトを対象とした RSNs の研究においては、fMRI, EEG, MEG などの非侵襲脳機能計測装置が利用される。

fMRI は脳血流に由来する比較的遅い時間スケールで変化する一方、EEG/MEG は神経スパイクによる電気信号に由来する早い時間スケールで変化する。前者では活動の相関に特徴が見られ、後者は microstates と呼ばれる同期活動が短時間に遷移している。しかしこれらを同時に表現できる神経活動モデルはない。そこで本研究では、ニューラルマスモデルと呼ばれる粒度の神経回路網モデルをベースとし、コネクトームによって得られた構造的結合を利用して、resting-state における機能的結合と microstates を同時に説明できるモデルを提案した。このモデルのパラメータを実測データから推定して再構成したところ、提案モデルによって実測データを再現することに成功し、このモデルの精度の高さが確認された。

以上をまとめると、本論文は resting-state における fMRI と EEG/EMG の両方の観測データを説明できる新たなモデルを提案しており、今後の計算神経科学の研究に大いに資すると考えられる。よって、博士(工学)の学位に値するものと認められる。