

# 最新の EEG/MEG 研究と電流源推定法の現在地

## ABSTRACTS

### Current source imaging, where are we ?

山下宙人

ATR 脳情報解析研究所

The current source imaging is a method to visualize electrical physiological activities from EEG/MEG observations. Various imaging algorithm based on the distributed source model have been proposed for the past three decades. Nowadays the current source imaging is routinely applied in basic neuroscience studies thanks to increase of computation resource and development of open-source software.

In this talk, I review the following topics related current source imaging to understand what we can do with this method.

1. what is current source?
2. forward modeling
3. imaging algorithm
4. multimodal imaging algorithm
5. brain dynamics as a constraint
6. technical limitations.

#### Reference:

- Baillet, S., Mosher, J., & Leahy, R. M. (2001). Electromagnetic brain mapping. *IEEE Signal Processing Magazine*, 18(6), 14–30.
- He et al. (2018). Electrophysiological Source Imaging: A Noninvasive Window to Brain Dynamics. *Annu Rev Biomed Eng.* 20:171-196.

## 脳磁場信号源推定における情報拡散現象

宮脇陽一, 佐藤匡

電気通信大学情報理工学研究科、JST さきがけ

脳磁場信号源推定精度は、従来、信号源強度が真の信号源分布とどれだけ近くなるかという評価指標に基づいてなされることがほとんどである。しかしながら、推定した信号源分布を多変量からなるパターンと捉え、例えば判別分析のような多変量解析手法を適用した場合に新たな問題（情報拡散現象）が生じることが我々のグループの研究で明らかになった。本発表では情報拡散現象がどのようなものであるかを概説し、それを抑制するための試みについての導入を行う。

## 脳磁場信号源推定への構造化スパースモデリングの適用および評価

石橋直樹, 赤松和昌, 葦澤駿, 宮脇陽一

電気通信大学情報理工学研究科

脳磁場計測において信号源推定手法が従来数多く提案されている。これらの手法を用いて、脳磁場信号源の位置推定精度は向上している一方、推定された信号源に対して脳情報デコーディングを適用した場合、本来情報が表現される領域外でも偽陽性の結果が得られてしまう「情報拡散」現象の発生が指摘されている。そこで本研究では、脳の機能的な領域ごとに共通の傾向を持たせることができる構造化モデルに着目した。人工データ解析を用いた解析の結果、構造化が位置推定精度の向上と「情報拡散」の抑制につながる可能性が示唆された。

## VBMEG を用いた neurofeedback による幻肢痛治療

柳澤琢史

大阪大学高等共創研究院

幻肢痛は、上肢切断後などに生じる難治性の痛みであり、感覚運動野における体部位表象の変化が痛みの原因になっていると考えられている。我々は VBMEG を用いて MEG 信号からリアルタイムに感覚運動野の活動を推定し、これを decoding することで幻肢運動情報を抽出し、それに基づいた neurofeedback を幻肢痛患者に適用した。この訓練により感覚運動野に可塑的变化を誘導し、痛みの変化との関係を調べることで、幻肢痛のメカニズムを解明し痛みの治療法を開発する。

## MEG ニューロフィードバック法を用いた高齢者の顔認知機能改善の試み

大城武史

大阪大学脳神経外科

本研究では、高齢者の顔認知機能改善の為に、MEG を用いたニューロフィードバック法訓練を行った。その結果、トレーニング後の課題成績や Searchlight decoding の結果において、有意な向上を認めた。この結果は、高齢者の顔認知機能向上に、ニューロフィードバック法が有効であることを示唆する。

## MEG/EEG source imaging using VBMEG

武田祐輔

ATR 脳情報解析研究所

Variational Bayesian Multimodal EncephaloGraphy (VBMEG) is a MATLAB toolbox that estimates distributed source currents from magnetoencephalography (MEG)/electroencephalography (EEG) data by integrating functional MRI (fMRI) (<https://vbmeg.atr.jp/>). VBMEG also estimates whole-brain connectome dynamics using anatomical connectivity derived from a diffusion MRI (dMRI). In this talk, I introduce the VBMEG toolbox and demonstrate its characteristics and usefulness.

## ノイズに歪められた MEG/EEG データからの電流推定と時系列信号の再構成

森重健一

富山県立大学工学部知能ロボット工学科

MEG/EEG データに含まれる脳活動を反映した信号は極めて小さく、眼球運動や心拍といった様々なアーチファクトに歪められている。そのため、MEG/EEG データから脳情報を精度よく解読するには困難が伴う。本研究では、VBMEG を用いて、課題遂行中の MEG/EEG データから皮質電流だけでなく、アーチファクト源の電流も同時に推定しその影響を分離することで歪みの少ない皮質電流を得た。さらに、推定した皮質電流から、Sparse Linear Regression (SLiR) を用いて脳内の時系列情報を再構成した結果を報告する。

## Meta-analysis fMRI helps MEG source reconstruction

鈴木啓大

奈良先端科学技術大学院大学 / ATR 脳情報解析研究所

fMRI と MEG は脳機能イメージングで用いられている主要な観測装置である。fMRI は非常に高い空間分解能を持っている一方で、神経活動への血流応答を見ているという原理上、時間分解能には限界がある。反対に MEG は、神経活動を直接反映する高い時間分解能を持っているが、その空間分解能は信号源推定の性能に大きく依存する。この問題を解決するための方法のひとつとして、fMRI と MEG データを組み合わせる方法が提案されてきた。しかしながら、計測コストが単純計算で2倍となる点や、fMRI, MEG とともに高品質のデータを計測することには大きな困難が伴う。そこで本研究では、実際の fMRI データの代わりにメタ解析によって得られた fMRI データを MEG 信号源推定の制約として組み込む方法を提案する。

## **Dynamic Mode Decomposition reveals sequential neural process in working memory**

中井文哉

奈良先端科学技術大学院大学／ATR 脳情報解析研究所

We analyzed Magnetoencephalography (MEG) signals in working memory task by Dynamic Mode Decomposition, which was suggested in fluid physics area, with peculiar arrange and post-analysis process to solve signal-specific problems. As a result, suggesting method provided several spatial-temporal patterns which are the essential neural dynamics changing from moment to moment.

## **Resting-state current source estimation by using spectral graph theory**

伊藤佑起

奈良先端科学技術大学院大学／ATR 脳情報解析研究所

MEG の電流源推定のモデルがこれまでもいくつかありますが、安静時状態の解析に適した方法はまだ確立されていません。私たちの研究では、脳の構造的結合からグラフスペクトル理論を使用して、時空間的に良好な推定手法を目指します。結果、まず、蔵本モデルによるシミュレーションデータ上で、我々のモデルが他のモデルよりも優れた推定であることを確認しました。さらに、実データセットに対しても機能的結合の再現性は、他のモデルよりも優れていることを示しました。

There are several models of MEG current source estimation so far, but a suitable method for resting-state analysis hasn't been proposed yet. In our research, we aim at a spatiotemporally good method using graph spectrum theory from the structural connectivity of the brain. As a result, first, we confirmed in the Kuramoto simulation that our model is better than any other models. Second, the reproducibility of functional connectivity for empirical dataset is better than any other models as well. In conclusion, we were able to show that the proposed method worked as intended.

**Reconstruction of auditorily presented vowels from EEG cortical current source**  
(母音試聴時の脳波を用いた音声再構築)

吉村奈津江  
東京工業大学科学技術創成研究院

To develop a system to evaluate hearing, listening and comprehension skills, we reconstructed vowel-speech sounds using EEG cortical current source signals. Participants listened and imagined auditorily presented vowels, and a convolutional neural network was used to reconstruct the speech sounds.

**EEG source activity during affective picture viewing**  
(感情誘発画像提示時の脳波の信号源活動)

丸山裕恒  
東京工業大学工学院・情報通信系

In order to investigate neural activity underlying emotional processing, we applied source estimation methods to electroencephalographic signals during affective picture viewing. We used Independent Component Analysis and dipole fitting procedure to the data. Additionally, we compared the result to that estimated by VBMEG.