

## 脳磁図 (MEG) データからの磁場源分離と分離精度の評価

今野 義男<sup>1</sup>, 曹 建庭<sup>2,3</sup>, 荒井 隆行<sup>1</sup>, 武田 常広<sup>4</sup>, 遠藤 博史<sup>5</sup>

- <sup>1</sup> 上智大学 理工学研究科電気電子工学専攻
- <sup>2</sup> 埼玉工業大学 工学部電子工学科
- <sup>3</sup> 理化学研究所 脳科学総合研究センター
- <sup>4</sup> 東京大学大学院 新領域創成科学研究科
- <sup>5</sup> 生命工学工業技術研究所

### Decomposition of brain activities and its evaluation for MEG data

Yoshio Konno<sup>1</sup>, Jianting Cao<sup>2,3</sup>, Takayuki Arai<sup>1</sup>, Tsunehiro Takeda<sup>4</sup>, and Hiroshi Endo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical and Electronics Engineering, Sophia University

<sup>2</sup>Department of Electronics Engineering, Saitama Institute of Technology

<sup>3</sup>Brain Signal Processing, RIKEN

<sup>4</sup>Department of Complexity of Science and Engineering, Graduate School of Tokyo University

<sup>5</sup>National Institute of Bioscience and Human-Technology

#### 1. まえがき

本稿では、ICA を実際の MEG データ解析に適用する際の基本問題として、データの平均回数に対する磁場源の分離精度を評価する。具体的には、MEG の単一試行データ、部分・全試行の加算平均データに ICA を適用し、1) 分離信号の磁場強度、2) 逆問題として磁場源推定を行う際の推定誤差を比較する。

#### 2. MEG データ

解析に用いるデータには、ヒトの脳から計測された誘発波形に似せて作られた合成データを利用する (図 1(左))。これにより、活動源情報を事前に把握でき、ICA により信号源をどこまで分離できたかを確認することが出来る。本研究では、磁場源の強度、位置・方向成分に着目し分離の精度を検証する (図 1(右))。

#### 3. シミュレーション方法

脳内活動の解析に用いるアルゴリズムには、Cardoso らが提案した JADE アルゴリズムを適用する。更に、ICA の前処理として我々が提案するロバスト前処理法を組み合わせることでその有効性を示す。ロバスト前処理法は、加法性の雑音を除去し、信号の次元を縮約するのに有効な手法である。

シミュレーションでは、単一試行データと多試行 (2~100 試行) 加算平均化データについて、それぞれ 30 通りの独立成分解析を行った。1) 分離信号の磁場強度は、加算平均回数毎に各分離信号の分散の平均値から求め、2) 磁場源推定の誤差は、等価ダイポール推定法により推定された分離磁場源と既知の磁場源との誤差から求めた。但し、分離信号の分類は信号の分散に着目して行った。

#### 4. シミュレーション結果

1) 分離された誘発波形の磁場強度は、加算平均の回数に関わらずほぼ一定となり、本手法の効果が確認出来た (図 2(左))。しかし、単一試行解析時には付加雑音の影響で強いパワーとなって分離されている。また、電源の干渉成分 (50Hz) と  $\alpha$  波については加算平均回数を増やすに従いパワーが小さくなり、加算平均の影響が反映されている (図 2(中)(右))。2) 誘発波形の磁場源位置・方向の推定誤差は図 3 に示すようになり、ICA を適用することでより少ない加算平均回数で磁場源推定が可能で

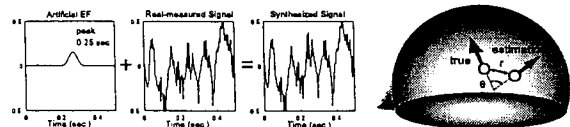


図 1: (左) データ合成例, (右) 推定誤差

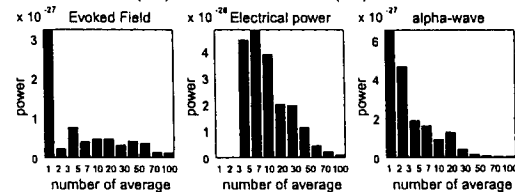


図 2: 分離された誘発波形の磁場強度

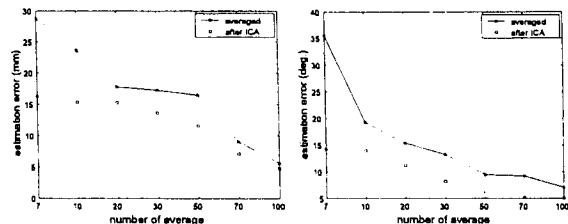


図 3: 推定誤差: (左) 距離差, (右) 角度差

あり、少ない加算平均回数の時のほうが ICA の効果が大きく反映されていることが確認された。

#### 5. 結論

本研究では、様々な加算平均数の MEG データに ICA を適用し原信号の分離精度を評価した。シミュレーションから、加算平均回数に対する分離精度の関係を確認した。

#### 6. 参考文献

- [1] Y. Konno, J. Cao, T. Arai and T. Takeda, "Visualization of Brain Activities of Single-Trial and Averaged Multiple-Trials MEG Data," IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E86-A, No. 9, pp. 2294-2302, Sep 2003.
- [2] J. Cao, N. Murata, S. Amari, A. Cichocki and T. Takeda, "A robust approach to independent component analysis of signals with high-level noise measurements," IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 14, No. 3, pp. 631-645, June 2003.