

脳磁計のセンサ位置精度が信号源推定に与える影響

小山大介, 足立善昭, 上原 弦
(金沢工業大学 先端電子技術応用研究所)

Influence of Sensor Positioning Accuracy on Signal Source Estimation of Magnetoencephalography

Daisuke Oyama, Yoshiaki Adachi, and Gen Uehara

(Applied Electronics Laboratory, Kanazawa Institute of Technology)

はじめに 近年, 冷媒による冷却が不要な磁気センサの高感度化が進み, 脳磁図等の生体磁気計測への応用に関する研究が進められている. これらのセンサは生体磁気計測に一般的に使われている超伝導磁気センサに比べて感度が劣るが, 信号源に近づけられることが利点として挙げられている. 著者らはこれまでに, 脳磁計ファントムを利用した計測実験により, 室温磁気センサによる脳磁図計測の実現可能性について検証した¹⁾. 他方, 脳磁計においては実際の磁気センサの位置が設計した場所とは異なったり, 機械的な位置と実効的な感度点の位置が異なったりする場合がある. センサが信号源に近い場合には, 遠い場合に比べて磁場勾配が大きいので, センサの位置ずれの影響を大きく受ける事が示唆されていた. そこで本研究では, 脳磁計のセンサ位置精度が信号源推定精度に与える影響をシミュレーションによって明らかにした.

実験方法 1)で報告した脳磁計用ファントムと室温磁気センサを用いた実験に合わせ, 信号源である等価電流双極子(Equivalent Current Dipole: ECD)とその周辺に円筒面状に配置した 54 チャンネルのセンサアレイによるシミュレーション実験を行った. Fig. 1 に ECD とセンサアレイの配置を示す. 本研究では, z 軸からの距離(r) が 76 mm と 96 mm の 2 種類のセンサアレイについて比較する. 前者は室温磁気センサによる脳磁計を, 後者は一般的な SQUID による脳磁計を想定したセンサアレイ配置である.

まず, 設定した各センサ位置に対して擬似乱数を用いて最大 e_p の位置ずれを与えて仮想的なセンサ配列を構成し, Sarvas の式²⁾により各センサが検出する磁気信号の大きさを計算する. 次に, 計算した磁気信号の大きさと元のセンサ位置情報を用いて逆問題を解き, 信号源位置を推定する. 得られた信号源位置と最初に設定した ECD 位置とのずれを信号源推定誤差とする. e_p の値を 0.1 ~ 5.0 mm としてそれぞれに対して擬似乱数の値を変えながら 100 回繰り返し, 各 e_p 値における信号源推定誤差の平均値を導出した.

実験結果 Fig. 2 にシミュレーション結果を示す. $r = 76$ mm, 96 mm 双方の場合において, センサ位置ずれが大きくなるにつれて信号源推定誤差も大きくなる. 特に $r = 76$ mm の場合にはセンサ位置ずれが 2 mm を超えると急激に信号源推定誤差も大きくなっていることが分かる. 本結果から, センサを信号源に近い位置に配置する場合には, センサ位置をより高い精度で決める必要があることが分かった.

参考文献

- 1) D. Oyama, Y. Adachi, and G. Uehara: *Journal of the Magnetics Society of Japan*, early access 1706R001 (2017)
- 2) J. Sarvas: *Physics in Medicine and Biology*, **32**, 11 (1987)

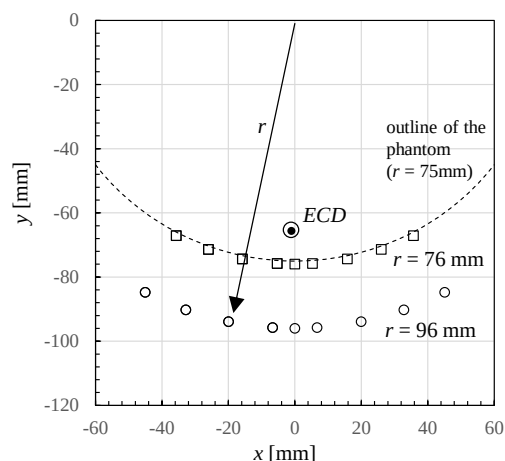


Fig. 1 Positions of the signal source (ECD) and the sensors. The squares and circles indicate the sensor positions with $r = 76$ mm and 96 mm, respectively.

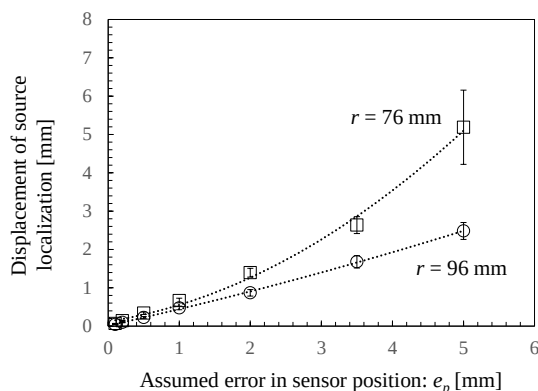


Fig. 2 Displacement of source localization as a function of the error in sensor position