

# 生体電気インピーダンストモグラフィによる内臓脂肪推定に関する検討

## 精度向上と計算時間の短縮化

### Study on Visceral Fat Estimation Using Electrical Bio-Impedance Tomography - Accuracy improvement and Reduction of Calculation Time -

駒木 俊夫<sup>1</sup>, 青木 広宙<sup>2</sup>, 越地 耕二<sup>2</sup>

1東京理科大学大学院 2東京理科大学

Toshio Komaki and Hirooki Aoki and Kohji Koshiji

1. Graduate School of Tokyo University of Science. 2. Tokyo University of Science

#### 1. はじめに

現在の日本において、肥満患者数は年々増加の傾向にある。肥満は生活習慣病である糖尿病、高血圧症、脳卒中、心臓病の増悪因子であり適切な運動管理や食生活の管理などにより肥満を予防することが可能である。内臓脂肪分布を推定することができれば、健康管理を行う上で役立つものと考えられる。内臓脂肪分布を知る手段としてX線CTやMRなどが知られているが、これらの手段は高価な装置を必要とすることから、簡便に測定できるとは言いがたい。これらの手法に対して、電流を流し電位を測定することによって内臓脂肪分布を推定する手法である生体電気インピーダンストモグラフィ(EIT)は装置が安価であり、簡便に測定することができる。われわれは、EITによる脂肪分布測定に関する研究に取り組んでいる。

本研究では、EITを用いた局所的な内臓脂肪分布の推定を数値実験による検討を行った。本研究の解析では、皮下脂肪層、筋肉層、内臓脂肪層の3層からなる数値モデルを対象とし、逆問題解析による各層の分布の推定を行った。解析における、推定結果の精度向上を目的として、測定電位の設置位置および設置個数について検討した。

#### 2. 解析手法

逆問題解析は、観測モデルと推定モデルとの電位差が、最小となるよう順問題解析を反復計算することで、導電率パラメータの最適化を行う。最適化アルゴリズムとして、前処理付共役勾配法(PCG法)を用いた信頼領域法<sup>1</sup>を適用した。

#### 3. 数値実験

Fig.1に、大腿部を想定した皮下脂肪(導電率0.03 S/m)と筋肉(0.4 S/m)と内臓脂肪(0.03 S/m)の3層で構成される観測モデルに、電流源の組として+S1/-S1,+S2/-S2,+S3/-S3,+S4/-S4の4パターンで±0.1 mA/m<sup>2</sup>の電流を印加した。それぞれのパターンにおける体表の格子間の電位差を、電極間隔1測定間隔1電極間隔2測定間隔1電極間隔2測定間隔2の3通りで算出し、それぞれを観測値A,B,Cとして用いた(Fig.2)。観測モデルと同じ形状をしたモデルを推定モデル(Fig.3)とし、観測値A,B,Cそれぞれを用いて導電率分布を逆問題解析によって求める。逆問題解析の際に、パラメータである導電率の初期値は脂肪と筋肉の中間値である0.215 S/mとし、パラメータの変動範囲の上限を0.4 S/m、下限を0.03 S/mと設定した。

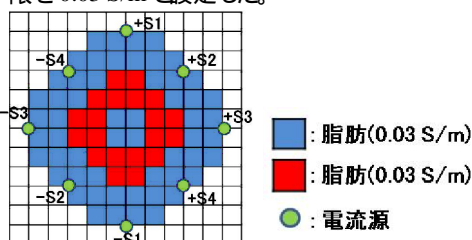


Fig. 1 大腿部を想定した観測モデル

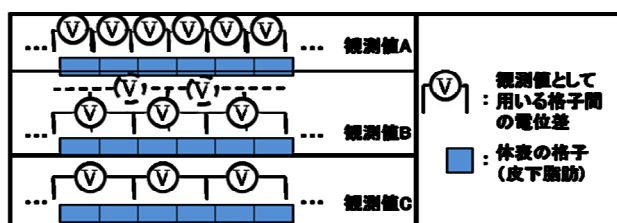


Fig. 2 逆問題解析に用いる観測値 A,B,C

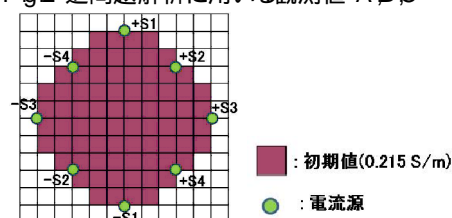
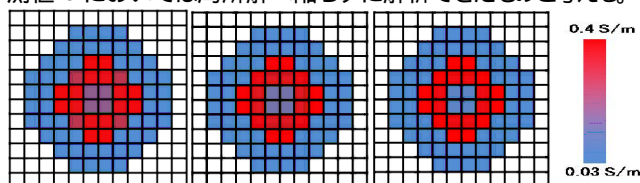


Fig. 3 観測モデルと同じ形状をした推定モデル

#### 4. 結果

観測値A,B,Cを用いて逆問題解析したそれぞれの結果を推定モデルA,B,Cとし、Fig.4に示す。 $|i_j - \hat{i}_j|$  (ここで、 $i_j$ :観測モデルの1格子の導電率、 $\hat{i}_j$ :推定モデルの1格子の導電率)で定義される誤差ノルムは観測値A,B,Cの順で大きく、観測値Cによる推定結果が最も良好であった。また、解析時間は観測値C,A,B順で長かった。以上の結果より観測値A,Bでは解析結果が局所解で収束してしまったのに対し、観測値Cにおいては局所解へ陥らずに解析できたものと考えられる。



Observed data A Observed data B Observed data C

Fig. 4 解析結果

#### 5. まとめ

EIT逆問題解析における推定結果の精度の向上を目的として、測定電位の設置位置および設置個数について検討した。EIT逆問題解析に用いる格子間の電位差(観測値)を、電極間隔1測定間隔1電極間隔2測定間隔1電極間隔2測定間隔2の3通りで解析を行ったところ、観測値として電極間隔2測定間隔2の電位差を用いた場合に誤差を小さくすることができた。

#### 6. 参考文献

- 1) Coleman, T.F. and et al. : Trust Region Approach for Nonlinear Minimization Subject to Bounds, SIAM Journal on Optimization, Vol. 6, pp. 418-445 (1996)