

## 対向収集法と隣接収集法がインピーダンスCTの データ再構築における影響

5 G-2

李明姫、内山 明彦

早稲田大学理工学部、電子・情報通信学科

### 1. はじめに

インピーダンスCTにはさまざまなデータ収集法がある。交差電極収集法、対向電極収集法、隣接電極収集法、適合電極収集法、排列電極収集法などがある。各種データ収集法によって画像の精度、収束度が変化する。そのため、質が良く、画像化に最適なデータ収集法の研究はインピーダンスCTにおいて大切である。

インピーダンスCTはファントム或いは人体の導電率分布を画像化しようとするものである。導電率分布は再構築アルゴリズムを用いて計算するが、最も大切なパラメータは印加電流と測定電圧である。測定電圧はさまざまなデータ収集法によって収集される。

本論文では、対向電極収集法と隣接電極収集法を基本にインピーダンスCTにおける影響を検討した。その結果、再構築画像の誤差は隣接電極収集法が対向電極収集法より大きいことがわかった。

### 2. 方法

われわれが採用した隣接電極収集法は図1の通りである。データセットIにおいて、電流印加電極はE0で、GND電極はE9で、電圧測定電極はそれぞれE1、E2、E3、E4、E5、E6、E7、E8である。同様に、データセットIIにおいて、電流印加電極はE1で、GND電極はE0で、電圧測定電

Relationships of the opposite method and the neighboring

method with the impedance reconstruction.

Mingji Li, Akihiko Uchiyama

Waseda University

Ohkubo 3-4-1, Shinjuku-ku, Tokyo 169-8555, Japan

極はそれぞれE2、E3、E4、E5、E6、E7、E8、E9である。このように電流印加電極を一周変えながら繰り返し電圧を測定する。採用電極数10個においてインデペンデントデータ数は計40(8\*5)個である。

対向電極収集法は図2の通りである。データセットIにおいて、電流印加電極はE0で、GND電極はE5で、電圧測定電極はそれぞれE1、E2、E3、E4、E6、E7、E8、E9である。データセット

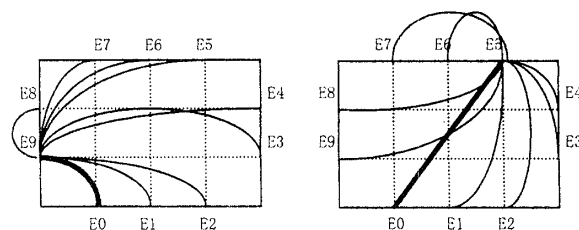


図1:隣接電極収集法

IIにおいて、電流印加電極はE1で、GND電極はE6で、電圧測定電極はそれぞれE2、E3、E4、E5、E7、E8、E9、E0である。隣接電極収集法と同様に電流印加電極を一周変えながら繰り返し電圧測定を行う。対向電極収集法のインデペンデントデータ数は40(8\*5)個である。

データ再構築アルゴリズムは自動補正係数ニュートン・ラプソン法(Automatic Regularization Method)を用いた。そのアップデート方程式には概算電圧のヤコビアン・マトリックスとその転置マトリックスの積による不良条件行列が含まれているが、固有ベクトルマトリックスDにより補正される。自動補正係数法は各繰り返しにおき、固有ベクトルマトリックスDを自動的に算出する。従って、固定補正係数法のような過補正による画像の歪み或いは不十分補正による収束不能などの問題が大いに改善されている。

### 3. 結果

本研究で用いたシミュレーション用のファントムは図3のような周囲が  $r=100\Omega$  で、中心部が  $r_0=150\Omega$  のものである。

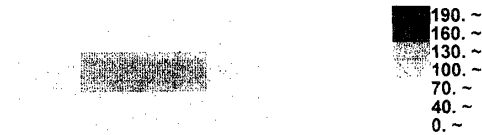


図3: The resistivity distribution to be reconstructed is an object of  $r_0=150\Omega$  imbedded in a  $r=100\Omega$  background.

われわれは、コンピュータ・シミュレーション実験により、隣接電極収集法と対向電極収集法を実現し、各方法の収束状況、画像の精度と適用範囲などを考察し、比較した。

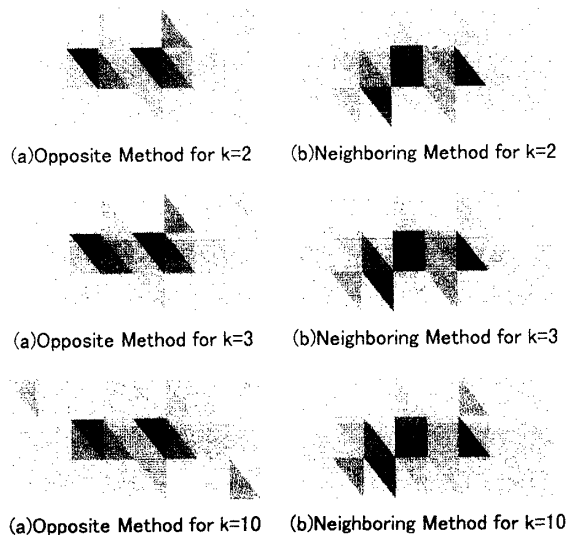


図4: Reconstruction of the simulation data.

The initial value is  $r=90\Omega$  and  $r_0=90\Omega$ .

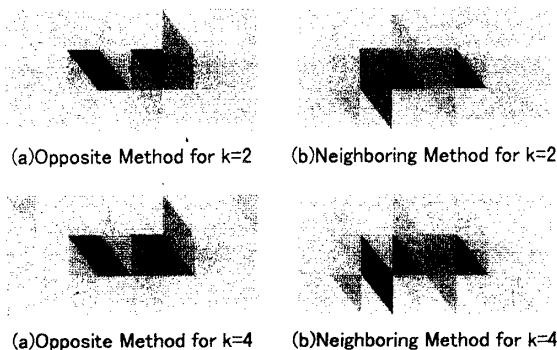


図5: Reconstruction of the simulation data.

The initial value is  $r=90\Omega$  and  $r_0=100\Omega$ .

その結果、隣接電極収集法は対向電極収集法より広い初期値範囲で収束し、不良条件行列式による影響が相対的に小さい。なお、二つの方法が一回の繰返しに要する計算時間はほとんど同じである。しかし、隣接電極収集法の平均繰返し回数が対向電極収集法より大きいため、対向電極収集法の方が画像化に要する計算時間が短く、画像化に有利である。

図4、図5は自動補正係数再構築アルゴリズムによる再構築画像である。それぞれの初期値  $r=90\Omega$ 、 $r_0=90\Omega$  と  $r=90\Omega$ 、 $r_0=100\Omega$  に対して、対向電極収集法の画像の精度が高く、隣接電極収集法より効果的で、分解能が高い。

### 参考文献

- [1] Mingji Li, Akihiko Uchiyama, "An automatic algorithm for the regularization method", *Proceedings of the 4<sup>th</sup> international conference on biomedical engineering, Tokyo, Japan, pp.15-16.*
- [2] Mingji Li, Akihiko Uchiyama, "An impedance computed tomography system", *Proceedings of the 3<sup>th</sup> international conference on biomedical engineering, Harbin, China, pp.16-19.*
- [3] Hua P, Webster J G and Tompkins W J 1988 "A regularised electrical impedance tomography reconstruction algorithm", *Clin. Phys. Physiol. Meas. 9 Suppl. A 137-41*