

## 3次元MT法インバージョンにおけるGalvanic distortionの除去

谷 昌憲<sup>1</sup>, 三ヶ田 均<sup>1</sup>, 後藤 忠徳<sup>1</sup>, 武川 順一<sup>1</sup>, Weerachai Siripunvaraporn<sup>2</sup><sup>1</sup>京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻, <sup>2</sup>マヒドル大学, Thailand

## Abstract

Recent years, three-dimensional magnetotelluric(MT) inversions are widely used for geophysical investigation. In this paper, we show the effects of electrostatic effects to 3-D MT inversion results, and propose an improved 3-D MT inversion method which can deal with electrostatic effects. We use WSINV3DMT to estimate synthetic MT responses with and without surface anomalies which cause electrostatic effects. We applied WSINV3DMT as an inversion method to these synthetic MT responses. As a result we confirmed distinct difference which are caused by electrostatic effects between 3-D MT inversion results. We also modified 3-D MT inversion method, which based on WSINV3DMT. As a result we obtained better inversion result. Based on the obtained results, we conclude that the static shift and distortion should be included in the inversion, and removal of the shift is also important for estimation of reasonable resistivity structure.

## 1.緒言

近年の計算機技術の発達により、地熱地帯の探査に3次元MT法インバージョンが実用可能になり、以前よりも高精度な地下の可視化が可能になった。地熱開発等の資源開発での調査においてMT法を適用する場合、深さ数km程度の構造の情報を正確に得る事が必要である。しかし、MT法ではGalvanic distortionにより、探査対象の構造が本来とは大きく異なるインバージョン結果が得られるという事が分かっている(Goto et al., 2005)。このため、再現性の高いインバージョン結果を得るためにはGalvanic distortionの影響を取り除く必要がある。しかし、3次元インバージョンではこの問題に関する詳細な議論はされていない。そこで本研究では、Galvanic distortionの影響を評価し、またそれを除去出来る3次元MT法インバージョンの開発を目的とした。

## 2.手法

## (1)Galvanic distortionの影響を受けたMT応答関数

本研究では、Galvanic distortionが3次元MT法インバージョンに与える影響を調べる為に、Galvanic distortionの影響を与えたMT応答関数に対し3次元MT法インバージョンを適応した。ここで用いたMT応答関数は、100Ωmで一様な比抵抗構造(Fig.1)に人工的に作成したGalvanic distortionを加えて計算された疑似観測値である。つまり、表層に多様な局所的な低比抵抗異常を有するモデルでのMT応答関数となる。人工的に作成したGalvanic distortionとは、Distortion matrix Cの要素であるg,t,s,a(Groom and Bailey, 1989)を各観測点毎に決定し作成した。計算に用いた周波数は100Hz, 20Hz, 10Hz, 2Hz, 1Hz, 0.2Hz, 0.1Hzである。

## (2)Galvanic distortionを考慮したインバージョン手法

本研究で用いた3次元MT法インバージョンプログラムWSINV3DMT(Siripunvaraporn, 2005)において、目的関数W(m)は

$$W(\mathbf{m}) = \lambda^{-1}(\mathbf{d}-\mathbf{F}[\mathbf{m}])^T \mathbf{C}_d^{-1}(\mathbf{d}-\mathbf{F}[\mathbf{m}]) + (\mathbf{m}-\mathbf{m}_0) \mathbf{C}_m^{-1}(\mathbf{m}-\mathbf{m}_0)$$

と表される。 $\mathbf{d}$ は観測されたMT応答関数、 $\mathbf{F}[\mathbf{m}]$ はモデルより算出されるMT応答関数、 $\mathbf{m}_0$ は初期モデル、 $\mathbf{C}_d$ はデータ共分散関数、 $\mathbf{C}_m$ はモデル共分散関数を表している。右辺第2項は、初期モデルとインバージョンモデルとの差を用いる事でモデルを平滑化する項である。この平滑化によって安定的にインバージョン結果を得る事ができる。その反面、局所的な比抵抗の異常体を再現する事が困難になってしまう。そこで、表層の平滑化の強度を弱くする事により、局所的な異常体を再現する事を可能にした。本研究では第一層のモデルとそれ以外のモデルの平滑化の重み付けを、他の平滑化の20%としてインバージョンを行った。Fig.2は本手法の概念図である。

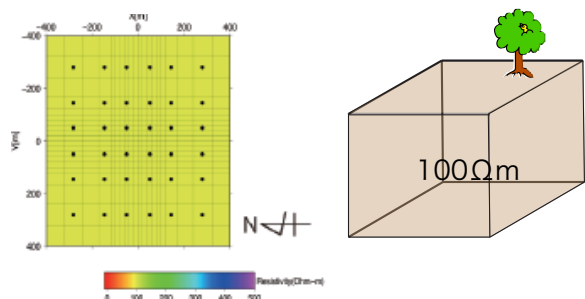


Fig.1 本研究で用いた求めるべきモデルのXY断面図およびモデルのイメージ図。100Ωm一様である。

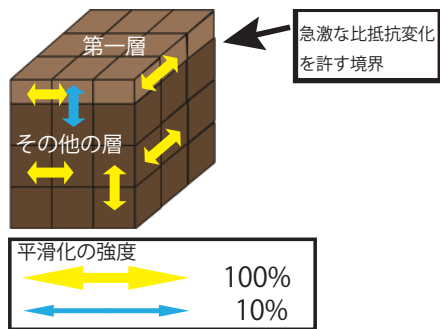


Fig.2 本手法の概念図

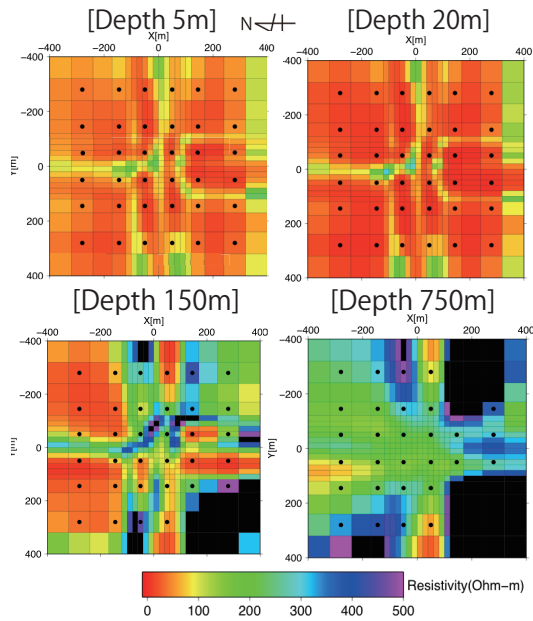


Fig.3 表層の平滑化の強度を変化させていないインバージョン結果 (X-Y断面図)

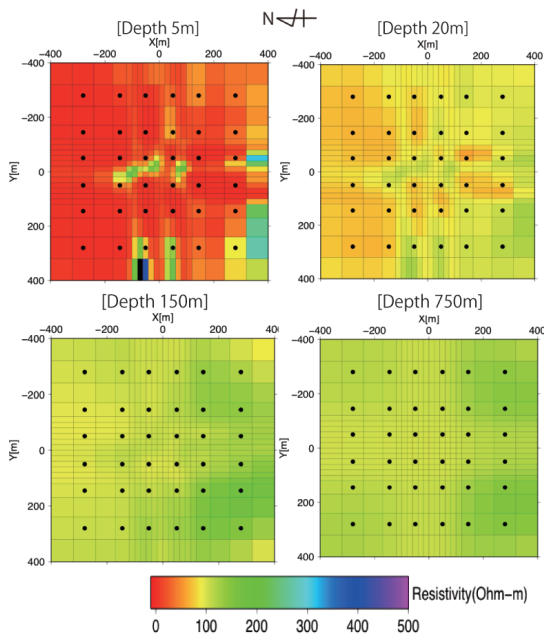


Fig.4 表層の平滑化の強度を変化させたインバージョン結果 (X-Y断面)

### 3.結果

まず、表層における平滑化の強度を変化させずにインバージョンを行った結果をFig.3に示す。表層では与えた低比抵抗異常を反映し、100Ωmより低い値を示している。一方、150m以深では100Ωmより大きくは離れた数100Ωm以上の値を示している。このようにGalvanic distortionの影響によって深部の構造が正確に得られない事がわかる。しかしながら、深度750mでの中心部分では本来の構造に近い構造が求まっている事も確認できる。

次に、平滑化の強度を変化させた場合の結果をFig.4に示す。強度を変化させていない場合と同様に5m以浅では局所的異常によって低比抵抗を示している。しかし、それより深部ではほぼ100Ωm一様となっている。表層の平滑化の強度を変える事によって深部におけるGalvanic distortionの影響を低減できることが分かる。

### 4.まとめ

本研究では、これまで議論されてこなかった3次元MT法インバージョンにおけるGalvanic distortionの影響を評価した。その結果、従来のインバージョン手法ではGalvanic distortionの影響によって、深部において本来の構造から大きく異なる比抵抗構造が得られる事を確認した。しかし、深度が大きくなるにつれGalvanic distortionの影響は軽減され、本来の構造に近い結果が得られる事も分かった。これはその上層でGalvanic distortionの影響を表現している事によると考えられる。また、局所的な異常体を持つ表層の平滑化の強度を変化させることによって、深部におけるGalvanic distortionの影響を除去できる事が分かった。従って、表層に異常体の多い地熱地帯においても、3次元MT法インバージョンによる高精度な可視化が可能になる事が示された。

### 参考文献

- Goto, T, et al. 2005, Resistivity structure of a seismic gap along the Atotsugawa Fault, Japan, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 148, 55-72.
- Siripunvaraporn W., et al, 2005, Three-Dimensional Magnetotelluric inversion: Data Space Method, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 150, 3-14.
- Groom W and R. Bailey, 1989, Decomposition of Magnetotelluric Impedance Tensors in the Presence of Local Three-Dimensional Galvanic Distortion, *JOURNAL OF GEOPHYSICS*. 94, 1931-1925.