

## 特異な位相応答の理解に向けたMT観測

### MT Observation for Understanding Anomalous Phase Responses

岡崎智久<sup>(1)</sup>・吉村令慧・山崎健一・小松信太郎・大志万直人

Tomohisa OKAZAKI<sup>(1)</sup>, Ryokei YOSHIMURA, Ken'ichi YAMAZAKI, Shintaro KOMATSU  
and Naoto OSHIMAN

(1) 京都大学大学院理学研究科

(1) Graduate School of Science, Kyoto University, Japan

#### Synopsis

The phase of a magnetotelluric (MT) response function usually belongs to the first quadrant, but exceptions are sometimes observed. To investigate properties of such anomalous responses, we performed MT measurements at 11 sites in south-western Shikoku, where an anomalous response was previously observed. The MT responses are calculated using remote reference processing. We confirm the reproducibility of anomalous responses.

**キーワード:** MT観測, 応答関数, 異常位相

**Keywords:** MT observation, Response function, Anomalous phase

#### 1. はじめに

地磁気地電流法 (Magnetotelluric Method: MT法) は, 自然の電磁場変動を地表で観測することで地下の電気伝導度構造を推定する物理探査法である. 電磁場の時系列データから, 地球の応答を抽出した応答関数を算出し, 地下の電気伝導度構造を推定する. 応答関数の位相は通常0~90度の範囲にあるが, これを大きく逸脱する特異な位相応答が観測されることがあり, 異常位相と呼ばれている. 電気伝導度の異方性など特徴的な地下構造により生じるモデルが提案されている(Pek and Verner, 1997)が, 観測点ごく近傍での電流擾乱や機器の設置不具合などに起因する可能性も否定できず, 明確な結論は得られていない.

吉村・他 (2016) において実施された四国西部での広帯域MT観測では, 31観測点のうち3つの観測点で異常位相が見られた. 本研究では, その1つであるWSKK-006付近で稠密なMT観測を行い, 異常位相の特性理解を試みた.

#### 2. 観測の概要

2016年9月26~30日に, 四国南西部の愛媛県愛南町および高知県宿毛市にまたがる地域でMT観測を実施した. WSKK-006での再測(AS00)に加え, AS00からの距離が数百mから数kmまで段階的に変化するよう10観測点を配置した(Fig. 1). 観測点の位置情報および各観測点におけるデータ収録期間を Table 1 に示している.

AS00を含む2点では電場水平4成分・磁場3成分を測定した. 本来, 電場の測定は2成分で十分であるが, 極小さい障害物や機器の設置による応答の擾乱があるかを検証するために方位を変えた2種類の電極配置を行った(Fig. 2). 1点で電場2成分・磁場3成分を, 残り8点では電場2成分のみを測定した. 電磁場変動の計測は, 2,400Hz および150Hz サンプリングの離散的な収録と, 15Hz サンプリングの連続的な収録の合計3つのバンドで行い, 各観測点で1~3日間の電磁場データを取得した.



Fig. 1 Locations of MT sites are indicated as red circles. A double circle indicates the location of WSKK-006 (Yoshimura et al., 2016) and that of AS00 in this study.

Table 1 Site locations (WGS 84) and recording periods.

Site	Latitude dd:mm:ss.s	Longitude ddd:mm:ss.s	Measured	Period of observation yyyy/mm/dd hh:mm (UTC)	
AS00	32:59:59.6	132:40:40.2	3H2E	2016/09/27 02:14	2016/09/29 23:26
			2E	2016/09/27 02:06	2016/09/29 00:46
AS01	32:59:52.3	132:40:41.6	2E	2016/09/28 03:22	2016/09/29 01:18
AS02	33:00:09.8	132:40:49.7	2E	2016/09/27 07:38	2016/09/28 03:54
AS03	32:59:58.4	132:41:37.2	2E	2016/09/29 02:42	2016/09/30 00:02
AS04	33:00:31.7	132:40:16.8	2E	2016/09/27 00:02	2016/09/29 00:22
AS05	32:59:27.7	132:39:17.9	2E	2016/09/28 01:42	2016/09/29 23:06
AS06	32:58:57.4	132:37:51.0	2E	2016/09/27 04:06	2016/09/27 23:58
AS07	32:59:02.2	132:41:42.5	2E	2016/09/28 05:18	2016/09/29 03:14
AS08	32:58:09.8	132:43:29.4	3H2E	2016/09/27 06:02	2016/09/30 00:46
AS09	32:55:39.5	132:44:48.1	3H2E	2016/09/26 08:14	2016/09/29 05:42
			2E	2016/09/26 08:18	2016/09/27 23:02
AS10	32:55:43.1	132:39:29.5	2E	2016/09/29 05:06	2016/09/29 22:18

3H2E: 3 magnetic fields and 2 horizontal electric fields, 2E: 2 horizontal electric fields.

### 3. MT応答の解析

各観測点の電場・磁場時系列データの処理を行い、BIRRP アルゴリズム(Chave and Thomson, 2004)を用いて0.0026秒から1820秒までの40の周期で応答関数を算出した。取得期間が短いことから、昼夜問わず全てのデータを解析に使用した。電場のみを測定した観測点では、磁場を測定した近くの観測点での磁場データに対する応答を算出した。解析においては沢内(岩手県)の磁場データを用いてリモート・リファレンス処理(Gamble et al. 1979)を行っている。

AS00での応答関数は、2種類の電極配置ともに吉村・他(2016)のWSKK-006での応答と調和的な様相を示し、特に異常位相も再現された(Fig. 3)。異常位相

は観測時の電極設置などによる単発的な現象ではなく、同一地点では異なる時期でも繰り返し現れることが示された。このことから異常位相が地下構造に起因して生じることが示唆される。

### 4. おわりに

過去に異常位相が見られた四国南西部の地域で稠密なMT観測を行った。本観測で得られた応答関数は先行研究のものと類似しており、特に異常位相が再現されている。これにより異常位相は地下構造に起因する現象であると示唆される。今後、他の観測点での応答を用いて、この地域で異常位相を生じさせる地下構造について考察する予定である。

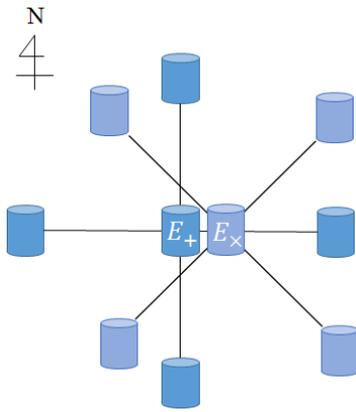


Fig. 2 Arrangement of electrodes at site AS00.

### 謝 辞

観測の実施において土地所有者の方々には多大なご協力・ご配慮を頂いた。日鉄鋼コンサルタント株式会社より沢内の連続磁場観測データを使用させて頂いた。観測では京都大学防災研究所共同利用機器、地球熱学研究施設および東北大学の機材を使用した。本研究は、京都大学地震予知研究センター・地震防災研究部門の独立研究経費の助成を受けて実施され

た。ここに記して謝意を表する。

### 参考文献

- 吉村令慧・山崎健一・小川康雄・中川潤・川崎慎吾・小松信太郎・米田格・大内悠平・岡崎智久・鈴木惇史・齋藤全史郎・寺石真弘 (2016) : 四国西部での広帯域MT観測, 京都大学防災研究所年報, 第59号 B, pp. 57-61.
- Chave, A.D. and Thomson, D.J. (2004): Bounded influence estimation of magnetotelluric response functions, *Geophysical Journal International*, Vol. 157, pp. 988-1006.
- Gamble, T. D., Goubau, W. M. and Clarke, J. (1979): Magnetotellurics with a remote magnetic reference, *Geophysics*, Vol. 44, pp. 53-68.
- Pek, J. and Verner, T. (1997): Finite difference modelling of magnetotelluric fields in 2-D anisotropic media, *Geophysical Journal International*, Vol. 128, pp. 505-521.

(論文受理日 : 2017年6月13日)

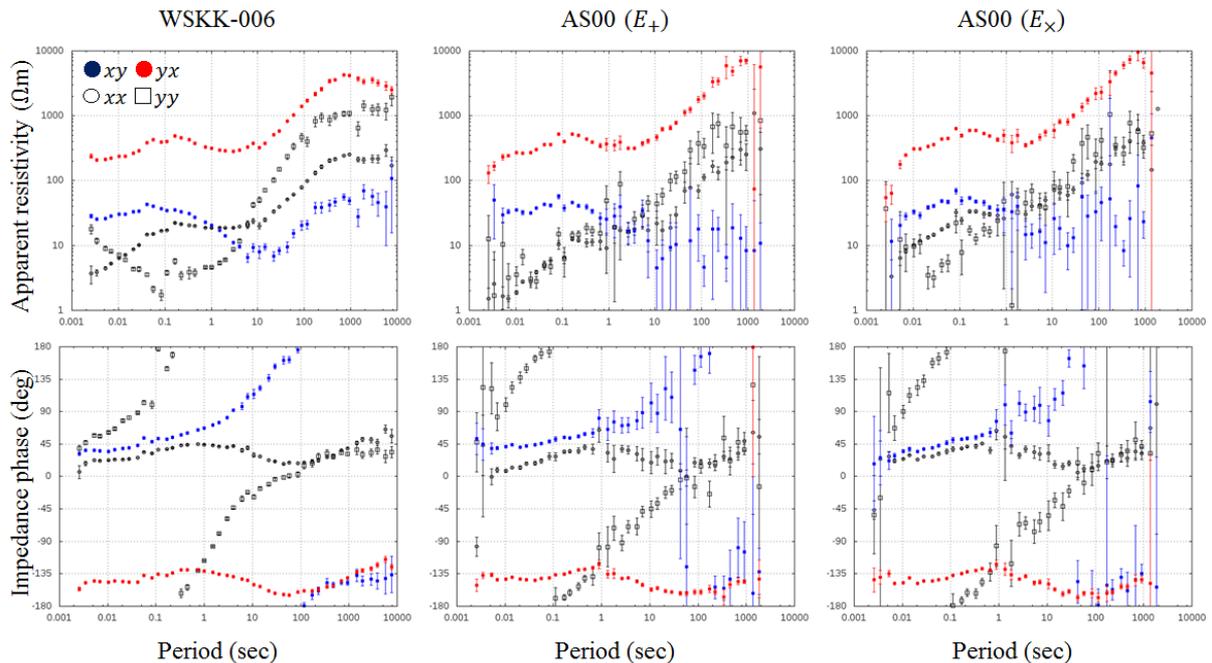


Fig. 3 Sounding curves of obtained MT responses. The center and right columns are responses calculated using two different arrangements of electrodes. The left column (WSKK-006) shows the results in Yoshimura et al. (2016) for comparison. All three responses are similar, especially anomalous phase responses.