

座標変換性に着目したMT応答に内在する異常位相の判別方法

岡崎 智久 [1]; 吉村 令慧 [2]; 大志万 直人 [2]
[1] 京大・理; [2] 京大・防災研

Discriminating Anomalous Phases in Magnetotelluric Responses

Tomohisa Okazaki[1]; Ryohei Yoshimura[2]; Naoto Oshiman[2]
[1] Kyoto Univ.; [2] DPRI, Kyoto Univ.

Magnetotelluric impedance phases are usually located in the first quadrant, which indeed holds for simple electrical structures such as 1D horizontal layers and TM mode of 2D structures. In some field data, however, phases largely deviate out of quadrant. Those phenomena are called anomalous phases. Since they make inverse analyses difficult, identifying the cause will improve the interpretation of MT data containing anomalous phases.

The appearance of anomalous phases changes depending on the observed coordinates. If the sounding curve is not anomalous in a certain coordinate system, it might be so by axis rotation. Therefore understanding the rotational properties is crucial to evaluate anomalous phases. In this direction, Lilley and Weaver (2010) used the Mohr circles of the impedance tensor to coordinate dependences. This enabled them to conclude that anomalous responses in their subject area are caused by galvanic distortion. However, their method requires geometrically depicting circles for each frequency, so it is difficult to analyze in a quantitative way.

We constructed rotationally invariant functions distinguishing anomalous phases by combining geometric quantities of the Mohr circles. A value less than unity indicates that an anomalous phase appears in some coordinates, and a negative value indicates anomalous phases in any coordinates. In addition, we proposed a criterion judging to which quadrant impedance phases belong under axis rotation. It shows full coordinate dependence of phases without rotating the impedance tensor angle by angle.

We apply the obtained criterion to field data to confirm the efficiency. In particular, some data whose sounding curve is normal in the measured coordinates are judged as anomalous. Our criterion tells the angle of axis rotation for anomalous phases to appear, and by rotating the impedance tensor by that angle, the sounding curve indeed becomes anomalous. We also plan dense MT measurements where anomalous responses are observed in a previous observation so as to increase the number of anomalous data and discuss the spatial change of responses in the criterion we proposed.

MT 応答のインピーダンス・テンソルにおいて、非対角成分の位相は通常第1象限に属する。特に水平成層構造や2次元構造のTMモードでは常に成立することが理論的に知られている。ところが観測では稀に、この範囲を大きく逸脱する位相が見られることがあり、異常位相と呼ばれている。その原因としては、特殊なノイズや地下の複雑な電気伝導度構造などいくつかのモデルが提案されている。しかし、個々の観測結果に対してモデルの有効性を議論するのが現状で、モデル相互の比較検討が十分にはなされていない。

異常位相は座標系によって様相が変化する。特に、測定した座標系では通常の位相でも、座標を回転すると異常位相が見られる可能性がある。観測に現れる異常位相の性質をもれなく把握するためには、座標変換性を理解する必要がある。Lilley and Weaver (2010) では、インピーダンスのモール円を周期毎に描き、ある座標で異常位相が現れるような応答関数を見分ける方法を提案した。これを用いて、対象地域の異常位相は galvanic distortion によると結論している。ただしこの方法は、モール円を多数描く必要があり、図形的で定量的に扱いつらいという欠点がある。

そこで本研究では、Lilley and Weaver (2010) を参考に、モール円の幾何学量を組み合わせて異常位相の有無を判定する回転不変な関数を構成した。関数の値によって、ある座標で異常位相が現れる場合や、どの異常位相が見られる場合を周期ごとに判別できる。さらに、座標回転に伴う位相の象限の変化を表示する方法を考案した。これによりインピーダンス・テンソルを実際に回転変換しなくても、座標による位相応答の全体像を把握することができる。

以上の定式化を観測データに適用し、正しく判別することを確かめた。特に、測定座標系の位相は正常でも判定関数の異常位相の存在を示す観測点があり、回転特性の表示をもとにインピーダンスを変換すると、探索曲線が異常位相を示すことを確認した。また本年9月に、過去に異常位相が見られた観測点周辺で高密度のMT観測を実施する予定である。異常位相データのサンプル数を増やすとともに、本研究の提案する判別方法により記述される応答の空間変化について議論する。