

## 電流源と独立な MT 応答関数の時間的変動について

# 佐藤 真也 [1]; 後藤 忠徳 [2]  
[1] 京大・工; [2] 京都大学

## On the temporal changes in MT responses independent from source field

# Shinya Sato[1]; Tada-nori Goto[2]  
[1] Engineering, Kyoto Univ.; [2] Kyoto Univ.

MT responses have been used for visualizing subsurface resistivity structure and recently are used for discussing temporal changes in subsurface environment. However, the temporal changes in MT responses often are considered triggered by unstable source field (e.g., Romano et al., 2014). Romano et al. (2014) reported that the negative correlation between Ap index and apparent resistivity with period band of 10 - 100 seconds, and additionally they considered that the cause is not artificial noise. We therefore must pay attention to the source's condition when discussing the temporal changes in MT responses, and then we must judge whether the changes reflect the source's condition or subsurface environment. Romano et al. (2014) focused on the general relationship between geomagnetic conditions and MT responses. However, some temporal changes in MT responses in their paper cannot be explained easily by source's condition. We therefore derive the temporal changes in MT responses with the period band of 10 - 100 seconds, where MT responses depends largely on source field. Then, evaluating the strength and spatial characteristics of geomagnetic activity, we discuss the cause triggering the changes. We show that the MT responses can reflect the changes in subsurface environment even if the analyzed period-band is affected largely by source field.

We use the MT data obtained at Kakioka Magnetic Observatory, Japan (KAK) with 1 Hz sampling rate for local data and the magnetic field data at Memambetsu Magnetic Observatory, Japan (MMB) for reference data. The data at each month are divided into three sections a) 1 - 10, b) 11 - 20 and c) 21 - last day of the month. We derive the MT responses with the period of 64 seconds using FDICA-MT (Frequency Domain Independent Component Analysis based MT processing algorithm (Sato et al., 2019 submitted)). Romano et al. (2014) reported the MT responses become unstable under the condition of Ap index lower than 10. We therefore define that the sections with averaged K index over 20 are affected not so largely by the strength characteristics of geomagnetic activity. Also, we use the inter-station transfer functions (IS-TFs) between the geomagnetic-field data obtained at KAK and MMB for evaluating the spatial characteristics of geomagnetic activity. However, IS-TFs are not indicating correct value when there are several spatial characteristics of geomagnetic variations (Sato and Goto, to be submitted). We use IS-TFs together with Multi-Channel Nonnegative Matrix Factorization (MC-NMF (Sato and Goto, 2018)). MC-NMF can expose whether there are several spatial characteristics of geomagnetic variation or not. As a result, we can judge whether IS-TFs indicate correct value. The sections satisfying both i) no changes in IS-TFs and ii) no changes in spatial characteristics of geomagnetic variation are defined not largely affected by spatial characteristics of geomagnetic activity.

It is exposed that the MT responses with the period of 64 seconds derived from each section change temporally. In many sections, either strength characteristics or spatial characteristics of geomagnetic activation is not satisfied. However, some responses change temporally even under the condition that there is no large abnormality of strength and spatial characteristics of geomagnetic activity. Comparing the total rainfall before and after the changes, there is ten times difference. Therefore, the temporal changes in MT responses can be considered reflecting subsurface environmental changes at the shallow depth (e.g., rainfall effect). In summary, evaluating the strength and spatial characteristics of geomagnetic activation, the MT responses are available for discussing the subsurface environmental changes even if the analyzed period-band is affected largely by source field.

MT 法は地下電気抵抗率構造の可視化に用いられてきたが、近年では地下構造の時間的変動を議論する目的で用いられることもある。しかしながら、一般的に MT 応答関数の時間的変動が発生した場合、原因として電流源が疑われる (例えば, Romano et al., 2014)。Romano et al. (2014) は地磁気の擾乱度と周期 10-100 秒における見掛比抵抗には、負の相関を報告し、その主な原因はノイズではないと断定した。そのため、MT 応答関数の時間的変動の原因について議論する際、地磁気の状態について考慮し、地下由来のものか電流源由来のものか判断する必要がある。また、Romano et al. (2014) の報告例では、MT 応答関数と地磁気擾乱の全体的な傾向の相似度について議論を行っている。しかしながら、時間的に変動した MT 応答関数の中には、その全体的な傾向から外れており、単純に電流源由来と断定できないものも多く存在する。そこで、本研究では、電流源の影響を受けやすいとされる周期 10-100 秒の MT 応答関数の時間的変動を導出する。その後、地上磁場変動の強弱・空間特性を考慮した上で、電流源だけでは説明が困難な MT 応答関数の時間的変動の原因について議論を行う。電流源の影響を受けやすい周期帯においても、MT 応答関数は地下環境の変化を十分反映できることを示す。

解析するデータは、気象庁柿岡地磁気観測所 (KAK) で取得された 1 秒サンプリングの MT データで、Reference データは気象庁女満別地磁気観測所 (MMB) における磁場データを用いる。各月のデータをイ) 1-10 日、ロ) 11-20 日、ハ) 21-月末日の 3 区間に分け解析を行う。周波数領域独立成分分析に基づく MT データ解析法 (FDICA based MT processing algorithm: FDICA-MT (Sato et al., submitted)) を用いて、各区間で周期 64 秒の MT 応答関数を導出する。データに欠損がある区間や、導出した MT 応答関数の推定誤差が大きい区間は、ノイズの影響が考えられるため、解析や議論から除外する。Romano et al. (2014) によれば、Ap 指数が 10 程度未満 (K 指数にして 20 程度) の場合、MT 応答関数は不安定となるため、平均 K 指数が 20 よりも大きい区間を、地磁気の強弱特性の影響を受けにくい区間とする。また、水平磁場は電流源の影響を

受けやすいため、KAK-MMB 間の水平磁場変換関数 (Inter-station transfer functions: IS-TFs) を地磁気の空間特性評価に用いる。しかしながら、IS-TFs は、異なる空間特性を持った地磁気変動が複数存在した場合、正しい値を示さない (Sato and Goto, to be submitted)。そのため、多チャンネル非負値行列因子分析 (MC-NMF, Sato and Goto, 2018) と IS-TFs を併用し、地磁気の空間特性を評価した。MC-NMF を用いることで、異なる空間特性を持った地磁気変動が複数存在するかどうか知ることが出来、その結果、IS-TFs は正しい値を示すか判断することが可能となる。IS-TFs が時間的に変動せず、かつ、異なる空間特性を持つ地磁気変動が存在しない区間を、地磁気の空間特性の影響を受けにくい区間と考える。

前述の各区間で導出した周期 64 秒の MT 応答関数は時間的に変動していることが明らかとなった。多くの区間では、1)K 指数が 20 以上、2)IS-TFs が変動しない、という条件のうちどちらかを満たしていなかった。しかしながら、地磁気変動の強度特性・空間特性に異常がない条件下においても、MT 応答関数が時間的に変動しているケースも存在した。MT 応答関数の時間的な変動が発生している前後の総降雨量を比較すると、1 桁異なることが明らかとなった。それ故、その区間において発生した MT 応答関数の時間的な変動は地下環境、特に降雨による表層の変化を反映している可能性が考えられる。以上より、地磁気の強度・空間特性を評価することで、周期 64 秒という電流源の影響を受けやすい周期帯においても、地下環境変化の議論に用いることも可能であると結論を出す。