

## インターステーション法による ULF 電磁場データの信号弁別の試み

### Signal discrimination of ULF geomagnetic field variations with use of interstation method

# 原田 誠[1], 服部 克巳[2], 伊勢崎 修弘[3]

# Makoto Harada[1], Katsumi Hattori[2], Nobuhiro Isezaki[3]

[1] 千葉大・自然科学, [2] 千葉大・海洋パイオ, [3] 千葉・理・地球

[1] Graduate School of Sci. and Tech., Chiba Univ., [2] MBRC, Chiba University, [3] Dep. Earth Sci, Chiba Univ.

<http://www-es.s.chiba-u.ac.jp/~mharada/index.html>

#### 1. はじめに

ULF 帯 (周波数が 0.1Hz 以下) における電磁場観測が、地殻活動を監視するための手法として有望視されている。これは、電磁波の表皮深度が地震や火山活動が発生する深さとほぼ等しいため、地殻深部で生じる電磁放射や、電気伝導度分布の変動を直接的に検出できる可能性があるからである。

一方で、ULF 帯における電磁場データには様々な信号成分が含まれていると考えられる。それらを検出される空間の規模に従って、次の3つに分類する。

[1] グローバル変動 (数百 km ~ 数千 km)・・・地磁気日変動や太陽活動に起因する地磁気脈動など。

[2] 広域の変動 (数 km ~ 数十 km)・・・直流電気鉄道や工場に起因する人工ノイズ、地震電磁気現象など。

[3] 局所的変動 (数 km 以下)・・・磁力計近傍の磁化物体の移動、地盤の振動、測器ノイズなど。

地殻活動に関連する電磁気現象は一般に非常に微弱であるため、これらを適切に弁別することが必要がある。本稿では、電離層や磁気圏を起源とするグローバル変動の除去法を提案する。

千葉大学では、他機関との共同で、房総半島と伊豆半島において ULF 帯における電磁場観測を行っている。磁力計は約 5km 間隔で配置してアレイを構成しており、これにより広域の変動と局所的変動の弁別が可能になる。グローバル変動を分離するために、さらに気象庁地磁気観測所 (柿岡) の地磁気データをレファレンスデータとして利用する。

#### 2. インターステーション応答関数

地球超高層起源の電磁場変動 (グローバル変動) は、ULF 帯においては数百 km ~ 数千 km の波長を有するため、地磁気中緯度地方では近似的に平面波として大気中を伝搬して大地に対して垂直に浸透すると仮定される。したがって、アレイ構成点および百 km 程度離れたレファレンス観測点では一様平面波として入力される。しかし、実際にはそれぞれの観測点において振幅や位相が異なって測定される。これは、磁力計を取り巻く環境のうち、主に大地の電気伝導度分布の違いが反映されているためである。

インターステーション応答関数 (Interstation Transfer Function, 以下 ISTF) は、2つ (あるいは複数の) 観測点で取得される磁場直交 3 成分間に成り立つ応答関数として定義される。ULF 観測点およびレファレンス点の 2 点の場合を考えると、ISTF は 3 行 3 列の複素テンソルとして表される。ISTF は 2 観測点直下の電気伝導度分布の違いに関する情報を持つ。したがって、これを有意な期間において一定であると仮定すると、レファレンス点のデータから、もう一方の観測点における磁場のスペクトルを推定することができる。一般に、レファレンス点は人工ノイズの少ない観測点が選ばれる。本研究では、柿岡をレファレンス点として利用する。

柿岡の磁場データから ISTF を用いて ULF 観測点におけるグローバル変動のスペクトルを推定して、ULF 観測点における実際の観測値からグローバル変動の推定値を差し引く。これを逆変換することにより、時系列データが再構成される。残差成分は広域の変動と局所的変動で構成される。

#### 3. ウェーブレット変換

応答関数の計算は通常フーリエ変換により周波数領域で行われるが、本研究では時系列データに電車ノイズと思われるトランジェント信号が含まれるため、スペクトルの時間分解能に劣るフーリエ変換の適用は相応しくない。そこで、時間と周波数 (スケール) の両方で分解能に優れるウェーブレット変換を適用した。

ウェーブレット変換は、信号をマザーウェーブレットの振幅および時間方向へのシフトしたものの畳み込みによって表す。使用したマザーウェーブレットは、(1) 周波数とスケールの関係が単純である、(2) 逆変換によって元の時系列データの再構成が可能、という条件を満たすものとして、Morlet ウェーブレットを選択した。逆変換アルゴリズムには、デルタ関数を利用した再構成アルゴリズムを適用した。

#### 4. まとめ

房総半島のアレイ構成点のデータに適用したところ、グローバル変動が概ね除去されて、ULF 観測点周辺周囲

の変動が強調された。今後はこの中から地震電磁気現象の検出を試みることになる。一方、ISTF の推定の精度は以降の信号弁別に重大な影響を及ぼす。ISTF の時間変動について詳細に調査するとともに、ISTF の推定に使用する期間の選択や、モデルの選択法などにおいて工夫の余地がある。