

入学年度 平成 11 年度

学籍番号 11117948

氏名 松沢和哉

論文題目 ELF 帯電磁波観測における感度校正と大域雑音除去に関する研究

中野研究室

1 はじめに

地殻活動の前兆現象として電磁波の異常放射が発生するとの報告がある。我々は、この信号を検出するために全国 40ヶ所の観測点を設け、磁界観測を続けている。

本研究では地震の前兆として発生すると考えられている異常電磁波の発生源を推定するにあたり、観測される電磁波データから局所的な異常電磁波のより正確な抽出、及び観測装置自体の感度校正の影響を考慮した雑音除去の実現を目標としている。

2 局所異常電磁波の抽出 (従来法)

観測電磁波データには大域雑音が含まれていること、各観測点の感度には差があることから局所的な異常電磁波推定に用いるためには感度を正規化し、局地的な電磁波を抽出する必要がある。

正規化は直交回帰直線を用いた回帰分析を行うことで実現する。基準となる観測点は一年を通じて観測値が比較的安定している神奈川県湯河原とする。

基準とする観測点の観測データを x 、正規化を施す観測点の観測データを y とすると、直交回帰直線 $y = ax + b$ の各係数は式 (2.1), (2.2) で求められる。

$$a = \frac{-(\sigma_x^2 - \sigma_y^2) + \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4\sigma_{xy}^2}}{2\sigma_{xy}} \quad (2.1)$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \quad (2.2)$$

ただし σ_x^2, σ_y^2 はそれぞれ x, y の不偏分散、 σ_{xy} は x と y の共分散、 \bar{x}, \bar{y} はそれぞれ x, y の平均を表す。求めた回帰直線を $y = x$ に写像する一次変換を散布点に対し施すことで正規化を行う。

大域雑音は全国で同傾向で観測されるため、各時刻毎に全観測点の正規化観測データをソートし、最小値から 4 番目の値をその時刻の大域雑音と考え、正規化後のデータから減じることで局所信号を抽出する。

3 観測装置の感度校正

3.1 校正用信号

各観測点における感度は周囲の環境によって変化する。そこで感度を一定に保つため、毎日同時刻から一定時間校正用信号が出されている。この信号を含む観測データが毎日一定になるように感度の校正をかける。この信号の観測レベルが観測装置の感度を示す指標となる。

3.2 観測装置の感度変化

観測装置の感度の変動の様子を調べるために 1 年間の校正用信号の変化の様子を調べる。具体的には毎日の観測データの中から校正用信号の出ている時間帯のデータの平均を取り、それをその日の校正用信号の観測レベルとして定義する。

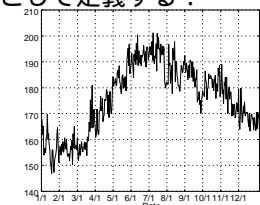


図 3.1: 2001 年京都市北
区の校正用信号の観測値
(A/D 変換直後の値)

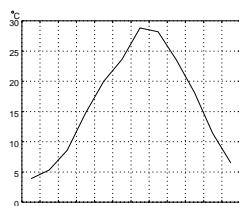


図 3.2: 2001 年京都市北
区の各月の平均気温

実験結果として 2001 年の京都市北区的校正用信号の観測レベルを示す。(図 3.1) この結果を見ると感度は季節に

よって大きく変動していることがわかる。この季節による変動は気温と相関があるのではないかと考えられる。図 3.2 は 2001 年京都市北区的の平均気温である。図 3.1, 3.2 を比べると感度の変化と気温の変化には非常に強い相関があることがわかる。(相関係数:0.88)

4 新たな正規化方法

現在用いられている正規化方法には推定に用いるデータ数によって正規化後の値が異なる、また正規化後のデータに負値が含まれるという問題点がある。それに加えて観測装置の感度が気温によって変化することから一日の間でも感度が変化すると考えるのが自然である。しかし現在の正規化方法では感度変化を考慮していない。

そこで新たに大域雑音、感度の日変化を反映するように短時間ごとに回帰直線を逐次計算する方法を提案する。具体的には、時系列に 1 分間で得られる散布点 10 点毎に回帰直線を逐次引く。回帰直線は 10 散布点の平均点と原点を通る直線として定義する。

この手法で直交回帰直線を計算すると 1 分毎にその傾き a が得られるが、傾き a は分散点の影響等により、通常激しく振動する。この傾き傾向をそのまま使用すると局所信号を大域雑音の変動として扱い、正規化で局所データが除去される可能性がある。そこで得られた傾き a を偏角に変換し、前後 30 分間の計 61 分のデータとの平均値を取ることで a の変動をなだらかにし、局所的な信号を残したまま正規化を行う。

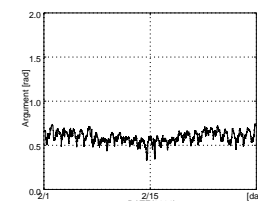


図 4.1: 2001 年 2 月の偏角の
変動 (伊東宇佐美)

図 4.1 は 2001 年 2 月伊東宇佐美の回帰直線の偏角の変動の様子である。これを見ると一日周期で回帰直線が変化していることがわかる。これは気温の変化による感度変化が反映されているためである。

例として 2001 年 1 月 1 日 ~ 7 日伊東宇佐美の局所データを従来法、提案法それぞれで求めた結果を示す。(図 4.2, 4.3)

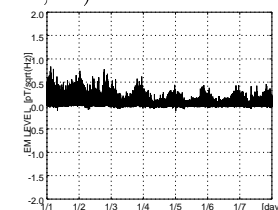


図 4.2: 伊東宇佐美局所
データ (従来法)

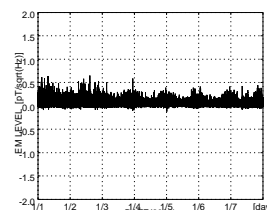


図 4.3: 伊東宇佐美局所
データ (提案法)

これらの結果より従来法に比べ夜間のデータがおさえられていることがわかる。これは夜間の大域雑音成分が反映した回帰直線で正規化したために夜間の大域雑音除去の精度が上がったためと考えられる。

5 まとめ

本研究では大域雑音、観測装置の簡素の日変化を考慮した正規化方法について述べた。今後の課題としては提案法を用いた推定結果の評価、提案法の更なる改善をする必要がある。