

| | | |
|--------------------------------|---------------|---------|
| 入学年度 平成 10 年度 | 学籍番号 10117957 | 氏名 村上周平 |
| 論文題目 固有値分解による複数の異常電磁波源推定に関する検討 | | 中野研究室 |

1 はじめに

地殻活動の前兆として自然環境電磁波の乱れが発生するとの報告がなされている。我々はこの信号を検出するため全国約 40ヶ所の観測点を設け、ELF 帯 (223Hz) の磁界観測を続けている。得られた観測値には人工雑音や雷雲による雑音が含まれており、各異常信号が同時に複数箇所発生していると考えられる。それらの発生位置を推定するために固有値分解を用いた推定法を検討した。

2 観測データの概要

観測データは大域的に見て全ての観測点で同様に観測される地球規模の電磁波放射と地域的な電磁波放射が混ざっている。地殻活動等の必要な成分は後者であるので、全国のデータから正規化と回帰分析によって 1つの国内標準パターンを作成し、各地のデータから標準パターンを差し引く事によって各地の局所信号を検出する。

3 主成分分析

ある 3 変量 x, y, z があるとき、 $u = ax + by + cz$ という合成変量 u を考える。この合成変量 u の分散が最大になるように係数 a, b, c を求めることにより主成分を抽出する。係数の不定性を無くすための条件式 $a^2 + b^2 + c^2 = 1$ と分散の定義式、ラグランジュの定数変化法を用いると式 3.1 のようになる。

主成分分析は、式 3.1 の a, b, c および λ を求めることであり、すなわち分散・共分散行列の固有値分解を行うことに帰着される。固有値 λ が変数の数だけ求まり、大きい方からそのときの固有ベクトルの値が第 1 主成分の係数、第 2 主成分の係数、... となる。

$$\begin{pmatrix} s_{xx} & s_{xy} & s_{xz} \\ s_{xy} & s_{yy} & s_{yz} \\ s_{xz} & s_{yz} & s_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

4 異常電磁波発生源の推定方法

各地の観測データについて、固有値分解により各主成分を抽出すると、各主成分について固有ベクトルの値が各観測点ごとの重み付けの割合として求まる。この値を用いて、その絶対値が大きいほうがより発生源に近いという考えのもとに発生源の推定を行う。電磁波が距離の 2 乗に反比例して減衰するという理論のもとに重みの割合からそれを距離の比に換算し、係数の絶対値が大きい 2 点から距離の比が一定となるアポロニウスの円を引く。これを 3 番目の観測点まで用いて三角形のアポロニウスの円を引くと、図 4.1 のように 3 円が 2 点で交わり、その 2 点のうち、4 番目の観測点と最大観測点から引いたアポロニウスの円の円周により近い点を推定発生源と考える。

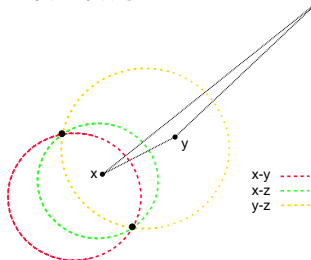


図 4.1: 3 点間のアポロニウスの円

5 雷雲による電磁波の推定

雷雲による電磁波の発生源推定を行った。2000 年 11 月 2 日 12 時 40 分の雷情報を図 5.1 に示す。同日 12 時 ~ 13 時の第 1 主成分と第 2 主成分の推定結果を図 5.2 に示す。図中の円は各主成分の固有値の大きさを示している。



図 5.1: 2000 年 11 月 2 日 12 時 40 分の雷情報

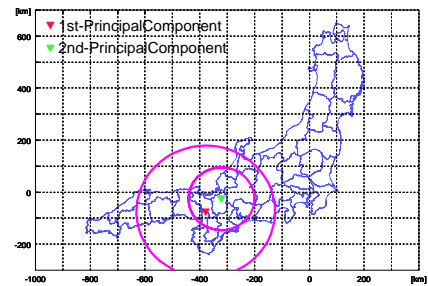


図 5.2: 2000 年 11 月 2 日 12 時 ~ 13 時 電磁波源の推定結果

雷情報と比較すると、この時間の第 1 主成分の発生位置と雷雲の発生位置がほぼ一致しており、この雷雲による電磁波を推定できたと言える。

6 地震による電磁波の推定

地震の前兆現象と思われる電磁波の発生源推定を行った。2001 年 1 月 6 日午前 11 時 48 分の地震の震源を図 6.1 に示す。前日 21 時 ~ 22 時の第 1 主成分と第 2 主成分の推定結果を図 6.2 に示す。図中の円は各主成分の固有値の大きさを示している。

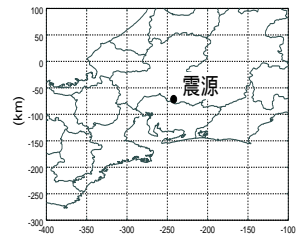


図 6.1: 2001 年 1 月 6 日地震の震源位置

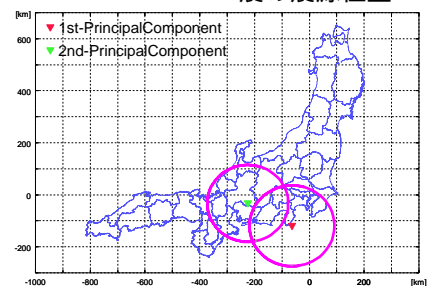


図 6.2: 2001 年 1 月 5 日 21 時 ~ 22 時 電磁波の推定結果

震源位置と比較すると、第 2 主成分の位置がほぼ一致しており、これが地震前兆としての電磁波を示している可能性がある。

7 まとめ

主成分分析を用いて固有値分解により複数箇所から発生している電磁波の発生源を推定する方法を提案し、雷雲による電磁波と、地震の前兆現象と思われる電磁波について推定を行った。雷雲情報、地震の震源地との比較により、電磁波発生源推定の可能性を示した。