

# 独立成分解析を用いた ELF 帯電磁波データからの大域雑音除去

毛利 元昭\*, 内匠 逸(名工大), 船瀬 新王(名工大, 理研), 安川 博(愛県大), 畑 雅恭(中部大)

Global Noise Elimination from ELF band Electromagnetic Signals by Independent Component Analysis  
Motoaki Mouri, Ichi Takumi(Nagoya Inst. of Tech.), Arai Funase(Nagoya Inst. of Tech., RIKEN),  
Hiroshi Yasukawa(Aichi Pref. Univ.), Masayasu Hata(Chubu Univ.)

## 1. はじめに

地殻活動の前兆現象の一つとして電磁波の異常放射が報告されている。我々は全国約40ヶ所の観測点で極超長波(ELF)帯の磁界観測を続けている。

観測信号には赤道付近の熱雷に起因する雑音が多く含まれており、この雑音は異常検知や異常放射源の推定の際に障害となる。そこで本稿では、独立成分解析(ICA)を用いた信号分離による雑音除去について検討する。

## 2. 独立成分解析

独立成分解析(Independent Component Analysis)は、観測信号から源信号を復元する手法の1つである。

時刻  $t$  における観測信号ベクトル  $\mathbf{x}(t)$  は、源信号ベクトル  $\mathbf{s}(t)$  と時間によらない混合行列  $\mathbf{A}$  を用いて

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{A}\mathbf{s}(t) \quad (1)$$

と表されるが、 $\mathbf{s}(t)$  や  $\mathbf{A}$  は未知である。そこで ICA では、 $\mathbf{s}(t)$  の各要素は互いに独立に生起すると仮定し、 $\mathbf{x}(t)$  から復元行列  $\mathbf{W}$  を推定し、源信号を

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{W}\mathbf{x}(t) \quad (2)$$

で定まる復元信号ベクトル  $\mathbf{y}(t)$  として復元する。復元信号には大きさや順序の任意性があり、信号の意味づけは別に行う必要がある。

## 3. 大域雑音除去の手順

ELF 帯の観測信号から ICA によって源信号を復元し、その中で各観測信号との相関が最も強いものを大域雑音とする。観測信号  $\mathbf{x}$  から大域雑音を除去して得られる局所信号  $\mathbf{x}_L$  は、例えば成分  $y_i$  を大域雑音とした場合、 $j$  番目の観測点に対する重み  $b_j$  を

$$b_j = \frac{\sum_t (x_j(t) - \bar{x}_j)(y_i(t) - \bar{y}_i)}{\sum_t (y_i(t) - \bar{y}_i)^2} \quad (3)$$

のように定め、これを要素とするベクトル  $\mathbf{b}$  を用いて

$$\mathbf{x}_L = \mathbf{x} - \mathbf{b}y_i \quad (4)$$

のように表すことができる。

## 4. 大域雑音除去の処理例

2001年01月04日から数日間、岐阜県南濃の観測点(以下南濃)において異常信号が観測されており、前述の手法を用いて局所信号を求めた。なお、同月06日に岐阜県東濃においてM4.8の規模の地震が発生しており、異常信号と関連している可能性がある。

Fig.1は04日に南濃で観測された南北方向の電磁波強度であり、異常信号と共に大域雑音の特徴である日変動がみられる。Fig.2はICAにより得られた復元信号の1つであり、各観測信号との相関係数が平均-0.77と大きく、大域雑音成分と判断される。これを除去して得られた南濃の局所信号が図3である。日変動が見られないことから、大域雑音除去に成功していると判断できる。

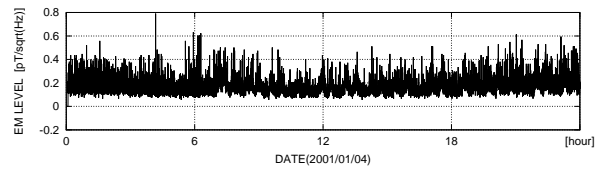


Fig.1. Observed signal at Nannoh,Gifu

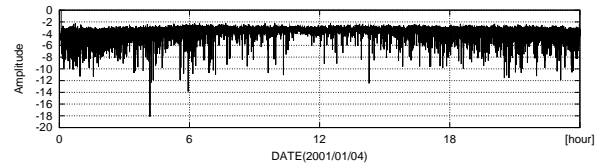


Fig.2. Estimated global noise

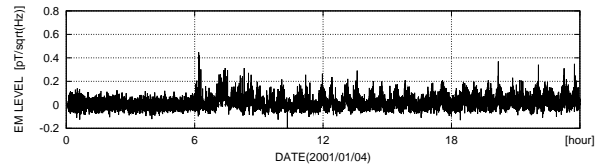


Fig.3. Local signal at Nannoh,Gifu by the proposed

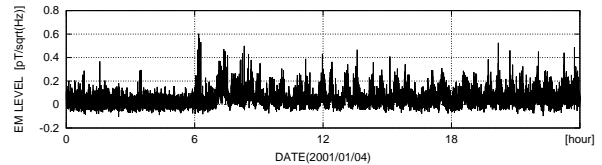


Fig.4. Local signal at Nannoh,Gifu by the previous

## 5. 従来手法との比較

Fig.4は全観測点の観測信号を直交回帰直線によって正規化し、同時刻の信号の最小値を差し引くという、以前行っていた手法から求めた局所信号である。これと比較して、提案手法のもの(Fig.3)はインパルス状の信号が少なく、より精度の高い雑音除去ができており、よって提案手法は、大域雑音の除去において、より有効な手段であると言える。

## 6. まとめ

本稿では、ICAを用いた大域雑音除去により、実際に局所信号が得られることを示した。また従来手法と比較することにより、大域雑音除去においてICAがより有効な手段である事を示した。

今後の課題として、復元信号や局所信号と地殻活動との因果関係を明確にし、異常検知や異常放射源の推定におけるICAの有効性を検討する必要がある。また、ICAを大域雑音除去以外にも応用することを検討している。

謝辞 本研究の一部は日本学術振興会 科学技術研究費補助金 基盤研究(A)17206042の補助による。