

## 地上多点同時観測された Pi 2 型地磁気脈動への独立成分分析の適用-時空間混合モデル

# 徳永 旭将 [1]; 吉川 顕正 [2]; 魚住 禎司 [3]; 湯元 清文 [4]; MAGDAS/CPMN グループ 湯元 清文 [5]

[1] 九大・理・地球惑星; [2] 九大・理・地球惑星; [3] 九大・宙空環境研究センター; [4] 九大・宙空環境研究センター; [5] -

### An application of Independent Component Analysis to Pi 2 magnetic pulsations observed on the ground- Blind Source Deconvolution

# Terumasa Tokunaga[1]; Akimasa Yoshikawa[2]; Teiji Uozumi[3]; Kiyohumi Yumoto[4]; Yumoto Kiyohumi  
MAGDAS/CPMN Group[5]

[1] none; [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] SERC; [4] Space Environ. Res. Center, Kyushu Univ.; [5] -

We have attempted to separate mathematically ground-observed Pi 2 pulsations by applying Independent Component Analysis (ICA). ICA is one of the multivariate statistical techniques that started to be used in the 1990s in the field of signal processing [e.g., Common, 1994]. With ICA, source signals are assumed to be non-Gaussian and statistically independent of each other and estimated by maximizing their statistical independence. It has been successful in resolving observed mixed signals including brain imaging data and voice signals into source signals.

As an initial stage of this study, we applied FastICA algorithm suggested by Hyvarinen and Oja [1997] to an isolated Pi 2 event on a quiet day observed at CPMN (Circum-pan Pacific Magnetometer Network) stations and successfully decomposed them into two components. One was the global oscillation that occurs from nightside high to equatorial latitudes with the common waveform and has an amplitude maximum at nightside high latitude. Another component was localized at nightside high latitudes. Its amplitudes were quite weak at low latitudes, but were enhanced near dayside dip equator [Tokunaga et al., 2007, GRL].

In this study, we have applied the ICA to ground-observed Pi 2 pulsations based on spatio-temporal mixture model described as  $x=A*s$ , where  $x$  is observed signals,  $A$  is FIR filter matrix and  $s$  is source signals that to be estimated.

地上で多点同時観測された Pi 2 型地磁気脈動に対する独立成分分析の応用を続けている。原信号や信号の混合過程、伝達過程を事前に知ることができない状況で、信号の統計的な性質（統計的独立性）を利用して信号分離を行う問題は Blind Source Separation[BSS] と呼ばれる。BSS を実現するための手法として独立成分分析 (ICA) が近年注目されている。

過去の Pi 2 研究から、地上観測される Pi 2 型地磁気脈動は Alfvén mode wave や Fast mode wave の波及効果、磁力線やプラズマ圏の共鳴、サブストームに伴う磁気圏・電離圏電流系の振動、電離層への電場侵入などを反映した、いくつかのことなる成分の混合信号であると考えられる。

Tokunaga et al., [2007] では Pi 2 の各成分が磁気圏・電離圏において瞬時に混合しているという観測モデル [ $x(t)=As(t)$ ] を仮定し、地上観測された Pi 2 を 2 つの成分に分類した（ここで  $x$  は観測信号、 $A$  は混合行列、 $s$  は原信号である）。分類した 2 成分の一つは夜側高緯度から夜側低緯度および昼側磁気赤道において同様の波形で存在する比較的突発的な振動モードであり、もう一つは夜側高緯度および昼側磁気赤道にのみ存在する比較的継続的な振動モードであった。

しかしながら、Pi 2 は磁気圏においてその発生領域から fast mode wave や Alfvén mode wave として伝搬することが示唆されており [e.g., Uozumi et al., 2007]、従ってより現実的な Pi 2 の生成・伝搬機構を理解するためには時間領域での信号の混合過程も考慮に入れることが重要であると思われる。そこで我々は、原信号が時間領域において畳み込まれており、それが空間的に線形に混合しているという観測モデル [ $x(t)=A(t)*s(t)$ ] に基づく ICA を導入した（ここで  $x$  は観測信号、 $A$  は FIR フィルター行列、 $s$  は原信号である）。この問題は時空間混合モデル、畳み込み混合モデル、あるいは Blind Source Deconvolution [BSD] と呼ばれている。過去の磁気圏-電離圏物理学において、信号の時間領域（あるいは周波数領域）での混合過程を考慮したデータ解析は行われていないと思われる。従って本研究は、磁気圏および電離圏で起こる様々な物理現象の時空間構造をデータ解析の立場から解明する上で、極めて重要な一歩となることが期待される。

本講演では THEMIS Canadian chain および MAGDAS で観測された Pi 2 型地磁気脈動に対し、この時空間混合モデル ICA を適用した初期結果について報告する。