

独立成分分析によって抽出されたグローバルな Pi2 型地磁気脈動の波動特性について

Wave Characteristics of Global Pi2 Pulsations Extracted by ICA(Independent Component Analysis)

徳永 旭将 [1]; 公田 浩子 [1]; 吉川 顕正 [2]; 魚住 禎司 [3]; 河野 英昭 [2]; 湯元 清文 [4]; 環太平洋地磁気観測グループ 湯元 清文 [5]

Terumasa Tokunaga[1]; Hiroko Kohta[1]; Akimasa Yoshikawa[2]; Teiji Uozumi[3]; Hideaki Kawano[2]; Kiyohumi Yumoto[4]; Yumoto Kiyohumi Circum-pan Pacific Magnetometer Network Group[5]

[1] 九大・理・地球惑星; [2] 九大・理・地球惑星; [3] 九大・宇宙環境研究センター; [4] 九大・宇宙環境研究センター; [5] -
[1] Graduate School of Sci., Kyushu Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] SERC; [4] Space Environ. Res. Center, Kyushu Univ.; [5] -

Pi2 型地磁気脈動は夜側地球磁気圏尾部のある局所で発生し、いくつかの伝搬経路に分かれながら地球に到達すると考えられている。例えば、磁力線に沿って伝搬し高緯度に侵入して来る Shear Alfvén モード、磁力線を横切って中低緯度まで伝搬する Compressional モード、プラズマポーズなどの不連続面における反射波や表面波などである。地上で観測される Pi2 の波動特性には伝搬経路の特性が反映されていると考えられ、地球磁気圏の構造解明や、太陽風と地球磁気圏の相互作用を理解する上で重要な情報を含んでいる。しかしながら、地上で観測される Pi2 型地磁気脈動の複数の成分を分離することができなかったために、Pi2 の全体的な描像解明を困難にして来た。

本研究の目的は、独立成分分析 (Independent Component Analysis : ICA) によって Pi2 を異なる成分の波に分解することで、Pi2 の発生及び伝搬機構の解明に繋げて行くことである。ICA とは多変量解析の一種であり、観測信号がそれぞれ独立な原信号の混合であるという仮定の上で、観測信号のみから未知な原信号を推定するという手法である。本研究では、 x をそれぞれの観測点での観測値、 s を時系列原信号、 A を線形変換を行う定数行列 (混合作用素) とする時、観測モデルを $x=As$ と考えた。これは s の独立性のみから s を推定する、Blind Source Separation とされる問題である。 A が時不変であることは、原信号が瞬間的に混合しているという仮定を意味する。

解析に用いたデータは 1995 年 2 月 17 日の 22:30-23:00LT に、環太平洋地磁気観測網 (the Circum-pan Pacific Magnetometer Network : CPMN) の 210 °MM chain と South America chain において観測された Pi2 型地磁気脈動である。それぞれの観測点で観測された Pi2 型地磁気脈動はいくつかの独立な成分の混合であると考え、ICA を適用した。その結果、検出された独立成分のうち Pi2 に関係のあると思われる成分は 5 つ見られた。そのうちの 2 つはグローバルに見られるキャピティ的な成分であり、残りの 3 つは夜側高緯度と昼側磁気赤道に特有の成分であった。

それらの波動特性についての解析結果を以下に示す。

(1) 中低緯度でグローバルに見られる成分は高緯度帯にも見られ、かつ高緯度のほうが振幅が大きい。また、ZYK ($L=4.00$) 以北の観測点では TIK ($L=6.05$) 以外で位相が逆転している。この結果は、従来考えられて来た Pi2 の変動モードがプラズマ圏空洞共鳴ではなく、磁気圏空洞共鳴であることを強く示唆している。

(2) 高緯度帯でのみ振幅が大きく、中低緯度ではほとんど見られない成分がいくつか見られた。これらはオーロラジェット電流の変動に関係する成分と思われる。また、これらの成分は昼側磁気赤道でエンハンスしており、夜側高緯度とは位相が逆転しているものもある。これは夜側高緯度から昼側磁気赤道に電離層を通して瞬時伝搬した変動電場の侵入と考えられる。