

電波シンチレーション観測で捉えた惑星間空間擾乱の平均的な姿

Average feature of interplanetary disturbances identified from radio scintillation measurements

徳丸 宗利[1], 小島 正宜[1], 藤木 謙一[1], 山下 真弘[2]

Munetoshi Tokumaru[1], Masayoshi Kojima[1], Ken'ichi Fujiki[1], Masahiro Yamashita[2]

[1] 名大・STE研, [2] 名大・理・素粒子宇宙物理学

[1] STE Lab., Nagoya Univ., [2] Particle and Astrophysical, Nagoya Univ

<http://stesun5.stelab.nagoya-u.ac.jp/~tokumaru>

1. はじめに

コロナ質量放出現象 (Coronal Mass Ejection; CME) は地球周辺の宇宙環境 (宇宙天気) に大きな影響を与えるために、その精密な理解が重要かつ緊急の課題となっている。太陽近傍 (太陽半径 R_s の 30 倍以内) における CME の特性は、SOHO や TRACE、Yohkoh などの高分解能の観測から詳細に解明されつつあるが、惑星間空間 (30 R_s 以上) における CME (Interplanetary CME; ICME) の研究は疎らに分布した探査機による in situ 観測に依存していたため、その 3次元構造や伝搬特性は未だによく解っていない。特に、CME は背景の太陽風や他の CME などとの相互作用を通じて構造や伝搬速度が変化してゆくと考えられ、その変化を解明するには太陽近傍 (30 R_s 以下) の観測だけからでは十分で、惑星間空間における CME のグローバルな観測データが不可欠である。惑星間空間シンチレーション (Interplanetary Scintillation; IPS) を用いた太陽風観測は、広範囲の領域を短時間で探査できる利点があり、ICME のグローバルな特性を解明するのに適している。我々は、名古屋大学太陽地球環境研究所 (名大 STE 研) の IPS 観測データを用いて、ICME の 3次元構造と伝搬特性について研究を行っている。我々の研究の特徴は、ICME の 3次元モデルを観測データに最適化することで、ICME の立体構造を正確に復元しようとしている点である。

これまでに 9 例の ICME のイベントについて解析を行って、ICME の 3次元構造を決定しているが、本講演では得られた結果から導かれる平均的な ICME の特性について報告する。

2. 観測および解析方法

名大 STE 研の IPS 観測からは、太陽風速度データと同時に、IPS の強度を示す g 値データが取得される。我々が今回解析に用いたのは、この g 値データである。 g 値は、視線に沿って積分した太陽風密度ゆらぎの大きさの増減を表し、ICME に対応するプラズマ擾乱が視線を通過すると g 値の急激な増加となって観測される。名大 STE 研の IPS 観測では、1日あたり太陽離角 90 度以内に分布する約 30~40 個の電波源に対して g 値データが得られる。このデータを使えば、太陽を中心とした天空の面で ICME がどのように分布しているかを推定

することができる。但し、IPS データは視線に沿った積分量なので、IPS データから実際の ICME の構造を推定するには、視線積分効果を考慮しながら 3次元分布を再構築してやる必要がある。そこで我々は、単純な ICME の 3次元モデルを用いて g 値の計算を行い、観測値に最適になるようにモデルのパラメータを調整することで、ICME の 3次元構造の復元を行っている。これまでに我々は、9 例の ICME イベントについて解析を行った。この内、5 例 ('98/08/24, '98/09/23, '00/06/06, '00/07/12, '00/07/14) については、緯度・経度方向の広がり異方性を持たせたモデルで観測データに最適化された。残りの 4 例 ('98/04/29, '00/06/02, '00/07/10, '00/07/11) については、緯度・経度方向に等しい広がりを持つモデル (Shell 状モデル) で解析が行われた。

3. 結果

これまでの解析結果をまとめると以下ようになる。

1) IPS 観測 (g 値上昇) で同定される擾乱の距離方向の平均厚みは、約 0.1AU。これは、緯度・経度の異方性のあるモデルで解析した場合と、等方的なモデルの場合とで系統的な差異はない。

2) 擾乱に伴う密度の最大増加値 (平均値) は、周囲の太陽風に対して約 5.7 倍。これも緯度・経度の異方性のあるモデルと等方的なモデルの場合とで系統的な差異はない。

3) 解析では伝搬速度の角度依存性として $\cos(\theta/2)$ を用いているが、最適化された θ の値は平均で 1.6。また、緯度・経度で広がりに異方性のある場合には θ は大きくなる傾向がある。但し、 θ の分布は全般に偏りがある。

4) 異方性のあるモデルを用いた場合、長軸と短軸の比 AR は $AR=0.18$ であり、長軸は経度方向に向く傾向がある。また、長軸に沿った密度ゆらぎの分布はかなり広がっている ($1/e$ 半値幅の平均 $\theta=138$ 度)。

5) 等方的なモデルの場合、角度の広がり ($1/e$ 半値幅) は平均 $\theta=40$ 度。

今後も解析を継続し、イベント数を増やして統計的な有意性を高めてゆきたい。