

ループ状惑星間空間擾乱と磁気ロープとの関係 (II)

徳丸 宗利 [1]; 小島 正宜 [2]; 藤木 謙一 [2]; 山下 真弘 [3]; 丸橋 克英 [4]; 宗像 一起 [5]; 岡崎 良孝 [6]

[1] 名大・STE研; [2] 名大・STE研; [3] 名大・理・素粒子宇宙物理学; [4] なし; [5] 信州大理; [6] 東北大・理・地球物理

Relation between loop-shaped interplanetary disturbances and magnetic flux ropes(II)

Munetoshi Tokumaru[1]; Masayoshi Kojima[2]; Ken'ichi Fujiki[2]; Masahiro Yamashita[3]; Katsuhide Marubashi[4];
Kazuoki Munakata[5]; Yoshitaka Okazaki[6]

[1] STE Lab., Nagoya Univ.; [2] STE Lab., Nagoya Univ.; [3] Particle and Astrophysical, Nagoya Univ; [4] none; [5] Physics
Department, Shinshu Univ; [6] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.

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

Loop-shaped interplanetary (IP) disturbances were identified for some coronal mass ejection (CME) events from interplanetary scintillation (IPS) measurements made with the 327-MHz for-station system of the Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL) of the Nagoya University. Although the mechanism to produce such features remains an open question, there are two possible interpretations; i.e. observed features may represent either the compressed solar wind plasma associated with IP shocks or the coronal ejecta confined within the magnetic flux rope. To elucidate the origin of loop-shaped IP disturbances, we investigated relation between the loop structure and the magnetic flux rope for two CME events which occurred in 2001 and 2004. In this study, we analyzed STEL IPS observations to retrieve the 3-dimensional distribution of IP disturbances, and compared them with flux rope geometries deduced from cosmic ray modulation and in situ observations. The result of this comparison will be presented.

1. はじめに

惑星間空間シンチレーション (IPS) 観測からは、CME に伴う高密度のプラズマが太陽風中でどのような 3 次元分布をしているか推定することができる (Tokumaru et al., 2003)。一方、宇宙線モジュレーション観測からは、CME に伴う強磁場の構造を推定することができる (Kuwabara et al., 2004)。我々は、これら 2 つの観測を比較することで、太陽風中における CME の密度構造と磁場構造の関係を明らかにしようとしている。特に我々が注目しているのは、IPS 観測から推定されたループ状の密度構造と宇宙線観測から推定された円筒状の磁場構造の関係である。IPS ループ構造の起源としては、高速で伝搬する磁気ロープの前面で形成される密度増加域、または磁気ロープ内に閉じこめられた濃密なコロナ物質の 2 通りが考えられるが、いずれの場合も磁気ロープの方向に沿って高密度域が分布するはずである。よって、宇宙線データから推定される円筒磁場の軸方向と IPS データから推定されるループ状密度構造の伸びる方向は一致することが期待される。2003 年 10 月 28 日に発生した高速 CME イベントでは、我々の予想通り IPS の密度構造の方向と宇宙線の円筒方向はよい一致を示した (徳丸他、SGEPSS 2005 秋)。IPS と宇宙線の間をより詳しく調査するために、我々は 2001 年の 3 つの CME イベントについて IPS データと宇宙線データの比較を行った (徳丸他、2006 春合同大会)。これらのイベントについて、宇宙線観測から円筒状磁場構造が決定されている。解析の結果、2001 年 8 月 25 日の CME イベントについて IPS 観測から決定されたループ状密度構造の方向は、宇宙線データから推定された円筒状磁場構造の方向とよい一致を示した。他の 1 つのイベントでは IPS ループ構造と宇宙線円筒構造は食い違いを示し、残りの 1 つのイベントでは IPS ループ構造は決定できなかった。今回の学会では、さらに 2 つの CME イベントについて IPS データと宇宙線データの比較結果を報告する。

2. IPS 観測

本研究では、名大 STE 研の IPS 観測から得られる g 値データを使って CME の 3 次元構造の推定を行った。 g 値データは、散乱が弱い場合、電波源方向の視線に沿った太陽風密度ゆらぎを重みをつけて積分したものに对应する。密度ゆらぎは太陽風密度と概ね比例関係にあるので、 g 値データから密度分布が推定できる。CME は、 g 値データの中で天空面の特定の場所が短時間増加する現象として検出される。観測された g 値の増加に対して CME の 3 次元モデルによる計算結果を最適化することで、CME の 3 次元分布の推定が可能になる。本研究で解析したイベントは、2001 年 4 月 2 日 X20 フレア、2004 年 7 月 23 日 M2.2 フレアにともなう Halo CME イベント (前者は Partial halo、後者は full-halo) である。これらのイベントでは、信州大学のグループによる宇宙線モジュレーション観測から CME に伴う磁場構造が推定されている。ここで、IPS、宇宙線観測はともに大規模な構造を反映している。

3. 解析結果

これまでの IPS データの解析結果をまとめると以下の通り。

1) 2001 年 4 月 2 日のイベントについて、南 12 度西 29 度の位置を中心にして、約 1,070 km/s の速度で伝搬するループ状の構造が決定された。ループ構造は概ね東西方向に延びている (但し、時計回りに 9 度捻れている)。宇宙線観測から決定された円筒方向は、経度 280 度緯度 13 度 (GSE 座標) なので、黄道面に対する角度には若干の食い違いがあるものの、全体的な方向は概ね一致していると考えられる。推定された速度は、CME の 1AU までの平均伝搬速度に近い。また、ループ構造の中心位置はこの CME に伴うフレアの位置 (西 limb) と違って、かなり地球方向に寄っている。

2) 2004年7月23日のイベントについて、北6度東25度を中心にして、ほぼ等方的な広がりをもった構造が決定された。このように宇宙線の円筒構造に伴って必ずしもIPSのループ構造が見られるとは限らない。また、推定された伝搬速度は1,060km/sであり、1AUまでのCME平均速度とほぼ一致する。

今後、さらに解析を継続し、その結果をまとめて報告する予定である。