

太陽圏イメージング装置 (SWIFT) による初期観測

Preliminary observations using the Solar Wind Imaging Facility (SWIFT)

徳丸 宗利 [1]; 小島 正宜 [2]; 藤木 謙一 [3]; 伊藤 大晃 [4]; 伊集 朝哉 [5]

Munetoshi Tokumaru[1]; Masayoshi Kojima[2]; Ken'ichi Fujiki[3]; Hiroaki Ito[4]; Tomoya Iju[5]

[1] 名大・STE研; [2] なし; [3] 名大・STE研; [4] 名大・STE研; [5] 名大・理・素粒子宇宙物理

[1] STE Lab., Nagoya Univ.; [2] none; [3] STE Lab., Nagoya Univ.; [4] STE Lab., Nagoya Univ.; [5] Particle and Astrophysical Science, Nagoya Univ

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

1. はじめに

我々は2006年から名大STE研豊川観測所において惑星間空間シンチレーション (Interplanetary Scintillation; IPS) 観測専用アンテナの開発を行ってきた。このアンテナは、太陽圏イメージング装置 (Solar Wind Imaging Facility; SWIFT) と呼ばれる。SWIFTは大口径の開口面積と高感度の受信機を有し、従来より微弱な電波源も観測できる。よって、SWIFTの観測からは一定期間により多くのIPSデータを収集でき、短時間に高精度で太陽風3次元構造の復元が可能になる (何故ならIPSデータの3次元復元解析の精度は、利用可能な観測視線の数に依存しているため)。既にSWIFTの開発は概ね終了し、2008年夏頃からは試験観測を開始している。本講演では、SWIFTの開発と初期観測の結果について報告する。

2. SWIFTの概要

SWIFTは、南北106m東西40mのシリンダカルパラボラアンテナ (有効な開口面積は89m × 38m) と192素子のフェーズドアレイ受信システム、そして観測制御・データ収集システムにより構成される。観測周波数は従来IPSシステムと同様327MHz (最大帯域幅10MHz) である。シリンダカルアンテナは地上に固定されており、円筒の軸は南北を向いている。よって、IPS観測は天体電波源が南中時付近に限られる。アンテナ形状は、効率を最大にすると同時に地上からの雑音を避けるように設計された。シリンダカルアンテナの焦点は東西2列に分かれており、それぞれ192個の半波長ダイポール素子を取り付けられている。東西1対のアンテナ素子の信号が合成されて、フェーズドアレイ受信機へ注入される。受信機の各ユニット (192台) はPCにより利得・位相が制御され、一本の観測ビームを天頂から南へ60度、北へ30度の範囲で振ることができる。また、本受信システムは観測ビームを最適化するための校正機能も備えている。フェーズドアレイ受信システムで合成された受信信号は、観測室内で検波・サンプリングされる。インパルス状の雑音を除去するため、データを最初10kHzでサンプリングした後、メディアン平均を行って、50Hzサンプリングのデータを生成する。観測スケジュールは、SWIFTの特性とIPS電波源の善し悪しなどを判断して作成され、1日あたり50~80個程度のIPS観測を含んでいる (従来システムは30~40個程度)。

3. 開発と初期観測

SWIFTを用いたIPS観測は、2008年8月下旬から開始した。但し、観測開始後も受信システムの改良が逐次行なわれている。また、観測開始当初はアレイシステムの位相校正が不完全のため、受信効率を最大化できていなかった。最終のアレイシステムの校正が行われたのは、2008年11月26日である。2008年11月28日に従来IPSシステムは積雪のため観測を停止したが、豊川にあるSWIFTはその後も観測を継続している (通年実施予定)。

現状ではSWIFTと従来システムは同期して同じ電波源を観測できないため、SWIFT観測から得られるのはIPSパワースペクトルの情報のみである。今回の解析では、SWIFTによって観測されたIPSパワースペクトルからシンチレーション強度を求めた。その結果を太陽からの見かけの距離についてプロットすると、太陽からの距離が小さくなるにつれてシンチレーション強度の系統的な変化が観測される。2008年末までのSWIFT観測では500個以上の電波源についてIPS観測が試みられているが、この内約70個の電波源でシンチレーション強度の距離依存性を決定することができた。決定できなかった理由の大半は、その電波源について有意な距離依存性を決定できるだけのデータ数がないことである。ここで、同一の電波源について8個以上のデータがあることを基準とした。その他に、距離依存性に対して aR^{**b} をフィットした時、カイ自乗残差が十分小さいこと、傾き b が $-4 \sim -1$ の範囲にあることを基準として使った。観測された傾きの多くは -2 を示し、太陽風密度ゆらぎの距離依存性から予想される傾きより小さい。これは、太陽極小期のために極域で太陽風密度ゆらぎが減少しているためと考えられる。この距離依存性を補正することにより、シンチレーション強度データから g 値を求めることができる。この g 値からはCMEに対応するIP擾乱を検出するのに有効であり、今後観測を継続しつつイベントの発生を期待したい。また、SWIFTの更なる改良を行ってゆく予定である。