

新3地点IPS観測システムの構築と最近の太陽風観測結果

徳丸 宗利 [1]; 丸山 一夫 [2]; 丸山 益史 [2]; 藤木 謙一 [3]; 伊集 朝哉 [4]
[1] 名大・STE研; [2] 名大STE研; [3] 名大・STE研; [4] 名大・理・素粒子宇宙

Development of the new 3-station IPS system and solar wind data from recent observations

Munetoshi Tokumaru[1]; Kazuo Maruyama[2]; Yasushi Maruyama[2]; Ken'ichi Fujiki[3]; Tomoya Iju[4]
[1] STE Lab., Nagoya Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] STELab., Nagoya Univ.; [4] Particle and Astrophysical Science, Nagoya Univ

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

The occurrence of the sunspot is increasing gradually after an unusually long period of the deep minimum between the cycle 23 and 24, while the level of the solar activity is still rather low. In contrast, the Sun's magnetic field is evolving rapidly, and the polarity reversal is about to happen in the near future. The solar wind is also changing drastically in association with the evolution of the Sun's magnetic field. Interplanetary scintillation measurements made at the Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL) of the Nagoya University reveal that the evolution of the solar wind structure in the cycle 24 is significantly different from the one observed in the past (Tokumaru et al., Geophys. Res. Lett., 36, L09101, 2009; Tokumaru et al., J. Geophys. Res., 115, A04102, 2010). Therefore, it is an interesting subject how the global feature of the solar wind will evolve further, following the progression of the solar cycle 24. In particular, IPS measurements are of great importance since they can only access the high-latitude solar wind in these days when Ulysses measurements are no longer available.

The STEL four-station system has been used for IPS observations over more than three solar cycles (Kojima & Kakinuma, Space Sci. Rev., 53, 173, 1990; Asai et al., J. Geomag. Geoelectr., 47, 1107, 1995). Recently, a high sensitivity radio-telescope called the Solar Wind Imaging Facility (SWIFT) has been developed at Toyokawa, and IPS observations using it have been conducted on daily basis since 2008 (Tokumaru et al., Radio Sci., in press, 2011). In 2010, we upgraded the IPS observation system at Fuji and Kiso. The upgraded system enables to determine the solar wind speed by taking the cross correlation between Toyokawa and those stations. The system also improves quality and reliability of IPS data. IPS observations with the upgraded system started on October 27, 2010, and continue since this April after interruption by wintering. In this presentation, we will report an overview of the upgraded system and the solar wind data obtained from recent IPS observations.

1. はじめに

第24太陽活動サイクルは、長期間の無黒点状態が続いた極小期から脱し、徐々に黒点の出現が増える上昇期に入った。ただ、太陽活動は未だ低いレベルにとどまっている。これと対照的に、太陽磁場の反転は極小期から着々と進行しており、これに呼応して太陽風にも極小期から急激な変動が起こっている。名古屋大学STE研で実施している惑星間空間シンチレーション(IPS)観測からは、今サイクルにおける太陽風のグローバルな構造の変化は過去のものとは大きく異なっていることが示された。今後、太陽活動の進展に伴って、太陽風が如何なる変遷を遂げるかは興味ある研究課題となっている。特に、Ulysses衛星が機能停止している今日において高緯度の太陽風の観測はIPSに頼るしかなく、STE研の観測データの重要性は高い。

STE研IPS観測システムは1980年代に観測を開始して以来、長年にわたって運用され、データを収集してきている。この長期にわたる観測ができたのは、弛まず観測システムを維持・改良してきたからに他ならない。最初、STE研IPSシステムは富士・豊川・菅平の3つのUHF電波望遠鏡で構成されていたが、1993年に木曾に電波望遠鏡が完成し、以降2005年まで4地点システムが運用された。また、2008年には豊川に新しい電波望遠鏡が完成し、観測を行っている。豊川のシステムが更新されて以降、緊急の課題となっていたのが、他の3地点のシステム更新である。なぜなら、他の3地点と豊川のシステムは同期してデータ収集できないため、速度測定に豊川システムを用いることができなかった。さらに、他の3地点システムは老朽化しており、性能・信頼性などが低下していた。2009年末から我々は、富士・木曾の観測システムの更新に着手し、2010年10月末に新システムによる3地点IPS観測を開始した。今回は、新しい3地点IPSシステムの概要と、同システムによる太陽風観測データについて紹介する。

2. 新3地点IPSシステムの概要

新しい3地点IPSシステムは、豊川・富士・木曾の電波望遠鏡で構成される。豊川の電波望遠鏡(太陽圏イメージング装置)の観測は、電場源が子午面を通過する時間を中心として、アンテナのビーム幅以下の時間帯に限られる。このため富士・木曾の電波望遠鏡は豊川の観測開始・終了時刻に同期して観測を可能となっている。時刻同期はGPS時計を基準とし、秒単位で開始・終了が制御される。ただし、富士・木曾の電波望遠鏡は、南北方向のビーム制御がモータ駆動のため、豊川のフェーズドアレイによるビーム制御に追いつけないことがあるので、若干間引いた観測となっている。富士・木曾の受信周波数は従来通り327MHz、帯域幅は最大10MHzである。データサンプリングは、豊川と同じく分解能16bitで周期20msとした(従来は分解能13bit、周期50ms)。サンプリングはインパルス性雑音除去のため10kHzで行った後、median mean処理により周期20msにしている(豊川と同様)。また、新システムではAGCや検波出力のHPFを

やめ、ダイナミックレンジの向上とソフトウェアによる信号処理にて対応した。今回のシステム更新では、老朽化が著しかった富士電波望遠鏡の駆動制御装置および富士・木曽のプリアンプを除く受信機、ダイポール素子、観測制御・データ収集システムを新たに開発している。観測所からのデータ転送・解析用計算機も STE 研の共用計算機システムの更新に伴って、置き換えられている。新システムのデータを解析し、太陽風速度の決定を行うソフトも今回全面的に書き換えられた。ただし、過去のデータとの互換性を考慮して、太陽風速度を求める方法やシンチレーション強度の計算方法はできる限り従来を踏襲している。

3．最近の太陽風観測と今後の課題

更新作業が完了し、富士・木曽・豊川での IPS 観測が始まったのは 2010 年 10 月 27 日である。その後、12 月 5 日まで富士・木曽の観測は実施された（豊川は通年実施）。この期間に取得したデータからは、低速風が支配的になっていることがわかる。今年は、震災後の輪番停電の影響があったので、3 地点観測の開始はやや遅れ、4 月 21 日であった。今年のデータからは北極域の高速風が衰退していることや、低緯度に孤立した高速風域があることがわかる。新しいシステムによる観測は可能になったが、まだ残された課題は多い。中でも最重要の課題は、富士・木曽のプリアンプの更新である。これは、低密度化が進行中の太陽風の観測には不可欠のもので出来るだけ早期に実現したい。