

国際共同による惑星間空間シンチレーション観測

藤木 謙一 [1]; 小島 正宜 [1]; 徳丸 宗利 [2]
[1] 名大・STE 研; [2] 名大・STE 研

International collaboration of interplanetary scintillation observation

Ken'ichi Fujiki[1]; Masayoshi Kojima[1]; Munetoshi Tokumaru[2]
[1] STE Lab., Nagoya Univ.; [2] STE Lab., Nagoya Univ.

Radio wave from a compact radio source such as a quasar are scattered by irregularities of electron density. The scattered waves interfere with each other as they propagate to the Earth producing diffraction patterns on the ground. This phenomenon is called interplanetary scintillation (IPS). The IPS pattern contains the information of solar wind velocities and density fluctuations passing across a line of sight from an observer to a radio source. The IPS is a useful tool which allows us to measure the solar wind in three dimensional space inaccessible to in situ observations. Although the IPS measurement is an integral of solar wind velocities and density fluctuations along the line-of-sight, which causes degradation of accuracy, we have succeeded to develop computer assisted tomography (CAT) analysis and model fitting analysis to remove the effect of line-of-sight integration. These techniques greatly improved the accuracy of determinations of solar wind velocity structures and IP-disturbances.

One of challenging topics is solar wind acceleration mechanism. To investigate the acceleration mechanism requires acceleration profiles slow and fast solar wind. The IPS at STEL can not observe inside 0.2 AU from the Sun (strong scattering region at 327 MHz). The observable distance from the Sun with IPS depends on observation frequency. Therefore multi-frequency campaign observation under international collaboration allows us to determine the solar wind acceleration profiles from near the Sun to 1 AU.

Another topic is dynamics of IP-disturbances. Many IP-disturbances travel from the Sun to Earth within one or two days therefore temporal coverage is essential to investigate three dimensional structures of them. Japan (STEL) and India (Ooty) are carrying out routine observations at the present moment. In addition, MEXican ARray Telescope (MEXART) has been developed recently. China, UK, and Russia are also planning to start IPS observations. Square-Kilometer-Array at Australia is now constructing the test array. Collaboration of these facilities makes it possible to realize 24-hours monitoring of IP-disturbances and to investigate its dynamics in interplanetary space.

これが惑星間空間シンチレーション (IPS) とは、遠方の電波天体から発せられた電波は太陽風のプラズマにより散乱され、地上では強度変動として観測される現象である。電波強度の変動は太陽風の速度と密度擾乱に依存するため、IPS 観測を行うことで太陽風の速度と密度擾乱の値が得られ、飛翔体観測では為しえない 3 次元構造を比較的短時間に推定することができるという特長がある。しかしながら観測値は視線積分量であるため、構造の再現性にはこれまで問題があった。我々のグループでは、約 10 年前に視線積分効果を除去するための手法を確立し、3 次元的な太陽風速度構造、密度擾乱構造の再現性を飛躍的に向上させることに成功した。その結果、太陽風構造の周期変動の解明、太陽風流源の特定および速度モデルの構築、惑星間空間擾乱の 3 次元構造及びその伝搬機構等に関して観測的な制約を与えた。現在、我々はより高精度の観測を行うため、既設置装置の一部を約 2 倍の開口面積をもつ新アンテナ (太陽圏イメージング装置) に更新中であり、2008 年度には観測を開始する予定である。本装置により観測可能な電波天体の数が増えるため、太陽風、惑星間空間擾乱の構造の決定精度がより向上すると期待している。

今後 IPS 観測で行っていく課題の一つは太陽風加速機構の解明であろう。太陽風の加速機構は未解明の重要課題であり、加速領域 (~10Rs) の観測が必須である。我々の観測周波数 (327MHz : 30Rs 以遠) では太陽近傍の不可能で、さらに観測周波数を上げる必要がある。我々は EISCAT のアンテナ (930MHz : 15Rs 以遠) と同時観測することにより、加速プロファイルの決定に取り組んでいる。さらに太陽近傍の観測を行うためには、他の観測装置を用いる必要があり、今後は国際共同で多周波同時観測を行っていく必要がある。

もう一つの課題は惑星間空間擾乱の伝搬機構である。宇宙天気研究の重要性から、近年太陽風や惑星間空間擾乱現象の 3 次元構造や伝搬機構の研究も精力的になされている。IPS 解析手法の確立による信頼性の向上と飛翔体観測では困難な 3 次元的な観測の必要性から世界的に IPS 観測に対する関心が大きくなっている。現在、常時稼働している IPS 観測装置はインドのみであるが、ロシアは観測開始に向けて準備中であり、メキシコではアンテナの建設が完了している。また英国、中国でも新装置開発に向けた研究が行われており、オーストラリアで開発中の SKA (Square Kilometer Array) を用いた IPS 観測も検討されている。国際共同により、これらの観測装置で得られたデータを共有することで、24 時間 IPS 観測ネットワークを実現することが可能となり、時々刻々と変化する太陽風/惑星間空間擾乱の構造の変化を追跡することで、惑星間空間でのダイナミクスが明らかになると期待される。

IPS world network

