

探査機電波の位相揺らぎを用いた太陽近傍プラズマ擾乱の観測

Phase scintillation observation of solar wind using spacecraft signals

今村 剛[1], 野口 克行[1], 小山 孝一郎[1], 徳丸 宗利[2]

Takeshi Imamura[1], Katsuyuki Noguchi[2], Koh-ichiro Oyama[2], Munetoshi Tokumaru[3]

[1] 宇宙研, [2] 名大・STE研

[1] The Institute of Space and Astronautical Science, [2] ISAS, [3] STE Lab., Nagoya Univ.

2000年12月から2001年1月にかけて火星探査機「のぞみ」が太陽をはさんで地球の反対側を通過し、このとき探査機と地上局を結ぶ電波を用いて太陽近傍の太陽風の観測を行った。探査機と地上局を結ぶ電波の位相や強度は太陽風プラズマの影響を受けて揺らいであり、これを観測することによって太陽風の情報を得ることができる。受信局ではGHz帯の信号を20kHzまでダウンコンバートしたのち波形ごとサンプリングし、オフラインで変動を抽出した。位相揺らぎスペクトルの傾きは乱流の生成機構やカスケード過程を推定する手がかりとなるが、今回の観測では揺らぎの時間スケールによって傾きが異なる様子が観察された。

2000年12月から2001年1月にかけて、火星探査機「のぞみ」が太陽をはさんで地球の反対側を通過し、このとき「のぞみ」と地上局（臼田宇宙空間観測所）を結ぶ電波を用いて太陽近傍の太陽風の観測を行った。探査機と地上局を結ぶ電波の位相や強度は太陽風プラズマの影響を受けて揺らいであり、これを観測することによって太陽風の情報を得ることができる。受信局ではGHz帯の信号を20kHzまでダウンコンバートしたのち80kHzのA/Dで波形ごとサンプリングし、オフラインで位相や強度の変動を抽出する。宇宙科学研究所では「のぞみ」による火星大気の電波オカルテーション観測の準備を進めてきたが、今回は同じ設備を用いて太陽風の良好なデータを取得することに成功したので初期結果を報告する。

観測は数日おきに延べ9日間にわたって行い、そのほとんどの日について名大STE研グループによるシンチレーション観測と同時にデータを取得した（藤牧他の講演を参照）。電波の経路と太陽との距離は最短で12太陽半径である。S帯(2.3GHz)アップリンク・X帯(8.4GHz)ダウンリンクによる2-WAYの観測と、X帯ダウンリンクによる1-WAYの観測を行ったが、太陽風による位相揺らぎは専ら2-WAYにおいて顕著に観察された。これは、2-WAYでは地上局の安定な発振器を基準信号とするのに対して1-WAYでは安定度の悪い機上の発振器を用いること、およびプラズマの屈折率は周波数が低いほど大きいためと考えられる。2-WAYの観測に見られる位相揺らぎは、主にアップリンクの経路上のプラズマの影響と見なすことができる。

2-WAYの観測データからは、0.001~100Hzという広い帯域で位相揺らぎを抽出することができた。位相揺らぎスペクトルの傾きは乱流の生成機構やカスケード過程を推定する手がかりとなるが、今回の観測では揺らぎの時間スケールによって傾きが異なる様子が観察された。単一の観測でこれほど広い周波数領域（空間スケールに対応）をカバーすることは前例がない。今後は、同時に観測を行ったSTE研グループの太陽風速度データ等と対照しつつ、位相や強度のスペクトルの観測期間中の変化について解析を進めていく。