

## 共同研究課題

# 惑星間空間シンチレーション観測によって得られた 太陽風速度のデータベース化(1996-2004 年度)

研究代表者：	小島正宜 (名古屋大学太陽地球環境研究所	教授)
研究分担者：	徳丸宗利 (名古屋大学太陽地球環境研究所	助教授)
	藤木謙一 (98 年度以降)	同上 助手
	横辺篤史 (96, 97 年度)	同上 大学院生
	阿部新助 (96, 97 年度)	同上 同上
	清水義行 (96, 97 年度)	同上 同上
	浜田正樹 (96 年度)	同上 同上
	脇久郎 (96 年度)	同上 同上
	山内洋平 (97 年度)	同上 同上
	大見智亮 (97-02 年度)	同上 同上
	渡辺裕 (98 年度)	同上 同上
	東山正宜 (98-99 年度)	同上 同上
	山下真弘 (00-04 年度)	同上 同上
	馬場大介 (03-04 年度)	同上 同上

## 1. 研究目的 (Research Objectives)

太陽地球環境研究所 (以下、STE 研) では、天体電波源の惑星間空間シンチレーション (IPS) の観測から、太陽風の遠隔測定を定常的に行っている。IPS 観測では探査機によって測定するのが困難な太陽近傍や高緯度の太陽風の情報が得られる上、3 太陽活動周期にわたる長い期間 (1973 年から現在まで) をカバーしているため、STE 研の IPS 観測で得られた太陽風データは宇宙物理学における貴重な研究資料になっている。本共同研究課題では、1996 年度以降、毎年の IPS 観測で得られる太陽風データについて公開を前提にしたデータベースを作成することを目的にした。特に、本研究課題が実施された 1996 年度から 2004 年度は第 22/23 太陽活動周期の極小期から第 23 周期の極大を経て下降期に至る期間にあたり、作成されたデータベースには大きく変動する太陽圏の姿が反映されている。同じ時期に実施された様々な太陽・太陽風観測データと比較・解析することによって、太陽風の起源や 3 次元構造、そのダイナミクスについて新たな知見が得られることが期待される。

## 2. データベース作成の概要

STE 研の多地点 IPS 観測からは、相関処理によって太陽風速度データが得られる。この処理は半ば機械的に実施されるので、得られた太陽風速度データには自動で検出しきれなかったシステムの不具合などによる不良なデータも含まれている。公開可能なデータベ

スとするには、こられの不良データを手作業によって取り除く必要がある。そこで、観測所での観測モニターの記録（時計の同期精度やアンテナ駆動エラーの情報などを含む）と照合しながら IPS 観測で得られる太陽風速度データの検査・編集を行い、場合によっては再度、相関処理を実施した。作業は、主に STE 研大学院生のアルバイトによって行われた。最終的に残った良好なデータはテキスト形式に整形して、anonymous ftp や WWW から参照可能なようにサーバに置いた。尚、WWW からはブラウザ上に太陽風速度データのグラフ表示などができるようになっており、外部の研究者によるデータ利用を促進を図っている。

### 3. 共同研究の成果 (Accomplishments)

本共同研究課題の実施によって、1996 年度から 2004 年度までの期間に取得された太陽風速度データのデータベース化を行うことができた。作成されたデータベースは、それ以前の期間のデータベースと併せて、anonymous ftp や WWW を通じて一般に公開されている。また、共同研究を行っているインドや欧州などの研究グループには、要望に応じて個別にファイルでデータベースを提供している。さらに研究室の各計算機からはデータベースの置かれているディレクトリが nfs マウントされて、解析時に自由に参照できるようになっている。

各年度のレコード数は、以下の通り：

1996年度	5954レコード
1997年度	4956レコード
1998年度	5398レコード
1999年度	3935レコード
2000年度	3997レコード
2001年度	5536レコード
2002年度	5526レコード
2003年度	5613レコード
2004年度	4570レコード

1999、2000年度にレコード数が減少している主な原因は、装置の障害により観測が長期にわたって中断したことによる。

均一な基準で作成された長期間の太陽風速度データがオンラインで利用できることによって、我々の太陽風研究が非常にやりやすくなった。最近、当研究室で計算機トモグラフィ法を応用した解析法が開発されたこともあって、太陽風の3次元構造や起源（特に太陽極小期）について数多くの研究成果が得られた（論文リスト参照）。この成果は、1999年度から開始した日米科学共同研究（STE 研とカリフォルニア大学サンディエゴ校）へと発展している。

### 4. 公表状況 (Publications)

a. 論文 (IPS 太陽風データベースに関連した主な査読付き研究論文；1996-2004 年度)

Ananthakrishnan, S., M. Tokumaru, and M. Kojima, Observation of travelling interplanetary disturbances, *Adv. Space Res.*, Vol. 29, pp 1467-1471, 2002.

Asai, K., M. Kojima, P.K. Manoharan, B.V. Jackson, P.L. Hick, and A. Yokobe, Heliospheric

- tomography using interplanetary scintillation observations, 3. Correlation between speed and electron density fluctuations in the solar wind, *J. Geophys. Res.*, 103, 1991-2001, 1998.
- Fry, C.D., W. Sun, C.S. Deehr, M. Dryer, Z. Smith, S.-I. Akasofu, Munetoshi Tokumaru, and Masayoshi Kojima, Improvements to the HAF solar wind model for space weather predictions, *J. Geophys. Res.*, Vol. 106, pp. 20985-21002, 2001.
- Fujiki, K., M. Kojima, M. Tokumaru, T. Ohmi, A. Yokobe, K. Hayashi, D.J. McComas, and H.A. Elliott, How did the solar wind structure change around the solar maximum? - From interplanetary scintillation observation, *Annales Geophys.*, Vol. 21, pp1257-1261, 2003.
- Hakamada, K., M. Kojima, M. Tokumaru, T. Ohmi, A. Yokobe, and K. Fujiki, Solar wind speed and expansion rate of the coronal magnetic field in solar maximum and minimum phases, *Solar Physics.*, Vol. 207, 173-185, 2002.
- Hayashi, K., M. Kojima, M. Tokumaru, and K. Fujiki, MHD tomography using interplanetary scintillation measurement, *J. Geophys. Res.*, Vol. 108, No.A3, 1102, 2003  
(DOI:10.1029/2002JA009567)
- Jackson, B.V., P.L. Hick, M. Kojima, and A. Yokobe, Heliospheric tomography using interplanetary scintillation observations, *Adv. Space Res.*, 20, 23-26, 1997.
- Jackson, B.V., P.L. Hick, M. Kojima, and A. Yokobe, Heliospheric tomography using interplanetary scintillation observations, 1. Combined Nagoya and Cambridge observations, *J. Geophys. Res.*, 103, 12049-12067, 1998.
- Kojima, M., K. Asai, P.L. Hick, B.V. Jackson, M. Tokumaru, H. Watanabe, and A. Yokobe, Solar wind structure at 0.1-1AU reconstructed from IPS observations using tomography, "Robotic exploration close to the Sun: Scientific Basis", AIP Conference Proc. 385, AIP New York, ed. by S.R. Habbal, 97-103, 1996.
- Kojima, M. M. Tokumaru, H. Watanabe, A. Yokobe, K. Asai, B.V. Jackson, and P.L. Hick, Heliospheric tomography using interplanetary scintillation observations, 2. Latitude and heliospheric distance dependence of solar wind structure at 0.1-1 AU, *J. Geophys. Res.*, 103, 1981-1989, 1998.
- Kojima, M. K. Asai, K. Hakamada, T. Ohmi, M. Tokumaru, and A. Yokobe, Solar wind measured by interplanetary scintillation method, "Solar Wind Nine", AIP Conference Proc. 471, AIP New York, ed. by S.R.Habbal, R. Esser, J.V. Hollweg, and P.A. Isenberg, 29-34, 1999.
- Kojima, M. K. Fujiki, T. Ohmi, M. Tokumaru, A. Yokobe and K. Hakamada, The highest solar wind velocity in a polar region estimated from IPS tomography analysis, *Space Sci. Rev.*, 87, 237-239, 1999.
- Kojima, M. K. Fujiki, T. Ohmi, M. Tokumaru, A. Yokobe, and K. Hakamada, Low speed solar wind from the vicinity of solar active regions, *J. Geophys. Res.*, 104, 16993-17003, 1999.
- Kojima, M. K. Fujiki, K.Hakamada, T.Ohmi, M. Tokumaru, and A. Yokobe, Low-speed solar wind associations with active regions near solar minimum, *Adv. Space Res.*, 25, 1893-1896, 2000.
- Kojima, M., K. Fujiki, T. Ohmi, M. Tokumaru, A. Yokobe, and K. Hakamada, Latitudinal velocity structures up to the solar poles estimated from interplanetary scintillation tomography analysis, *J. Geophys. Res.*, Vol.106, 15677-15686, 2001.
- Kojima, M., K. Fujiki, M. Tokumaru, T. Ohmi, Y.Shimizu, A. Yokobe, B.V. Jackson, and P.L. Hick, Tomographic analysis of 3-D solar wind structure using interplanetary scintillation", *COSPAR*

Colloquium "Space Weather Study Using Multi-Point Techniques", Taipei, Taiwan, Vol. 12, pp 55-59, 2002.

Kojima, M., A. R. Breen, K. Fujiki, K. Hayashi, T. Ohmi, and M. Tokumaru, Fast solar wind after the rapid acceleration", *J. Geophys. Res.*, 109, A04103, 2004 (doi:10.1029/2003JA010247).

Kojima, M., K. Fujiki, M. Hirano, M. Tokumaru, T. Ohmi, and K. Hakamada, Chapter 6. Solar Wind Properties from IPS observations, in "The Sun and the heliosphere as an Integrated System", Editors: Giannina Poletto and Steven T. Suess, Kluwer Academic Publishers, pp.147-178, 2004.

Manoharan, P.K., M. Tokumaru, M. Pick, P. Subramanian, F.M. Ipavich, K. Schenk, M.L. Kaiser, R.P. Lepping, and A. Vourlidas, Coronal mass ejection of July 14, 2000 Flare Event: Imaging from near-Sun to Earth environment, *Astrophys. J.*, Vol. 559, pp1180-1189, 2001.

Moran, P.J., S. Ananthakrishnan, V. Balasubramanian, A.R. Breen, A. Canals, R.A. Fallows, P. Janardhan, M. Tokumaru, and P.J.S. Williams, Observations of interplanetary scintillation during the 1998 Whole Sun Month: A comparison between EISCAT, ORT and Nagoya data, *Annales Geophysicae*, Vol. 18, pp.1003-1008, 2000.

Ohmi, T., M. Kojima, A. Yokobe, M. Tokumaru, K. Fujiki, and K. Hakamada, Polar low-speed solar wind at the solar activity maximum, *J. Geophys. Res.*, Vol.106, pp24923-24936, 2001.

Ohmi, T., M. Kojima, M. Tokumaru, K. Fujiki, and K. Hakamada, Origin of the slow solar wind, *Adv. Space Res.*, Vol.33, pp689-695, 2004.

Tokumaru, M., M. Kojima, Y. Ishida, A. Yokobe, and T. Ohmi, Large-scale structure of solar wind turbulence near the solar activity minimum, *Adv. Space Res.*, 25, 1943-1946, 2000.

Tokumaru, M., M. Kojima, K. Fujiki, and A. Yokobe, "Three-dimensional propagation of interplanetary disturbances detected with radio scintillation measurements at 327 MHz", *J. Geophys. Res.*, Vol. 105, No.A5, 10435-10453, 2000.

Tokumaru, M., M. Kojima, K. Fujiki, M. Yamashita, and A. Yokobe, Toroidal-shaped interplanetary disturbance associated with the halo coronal mass ejection event on July 14, 2000, *J. Geophys. Res.*, Vol.108, No. A5, 1220, 2003 (DOI:10.1029/2002JA009574).

Yokobe, A., M. Kojima, and M. Tokumaru, Radial distance dependence of the solar wind speed at high latitudes observed by interplanetary scintillation, *Adv. Space Res.*, 25,1947-1950, 2000.

b. 口頭（太陽風データベース自体に関する発表、データベースを利用した成果の発表は省略）

- ・徳丸宗利、「太陽風のデータベース」、第1回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会、平成9年2月6-7日。
- ・徳丸宗利、「太陽風データベースシステムの開発、CGIを用いた太陽風データ表示ソフトについて」、第2回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会、平成10年1月22-23日。
- ・横辺篤史、「FITS formatによる太陽風速度マップのデータ・アーカイブス化」、第3回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会「画像データとビジュアライゼーション」、平成11年2月4-5日。
- ・徳丸宗利、「IPS 太陽風データの準リアルタイム処理」、第4回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会「リアルタイムデータとデータベース」、平成11年12月1-2日。

- ・徳丸宗利、「IPS 太陽風データベースの現状」、第5回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会「動画とバーチャルリアリティ・ネットワークデータベース」、平成13年2月1～2日（収録：49～53ページ）。
- ・徳丸宗利、「IPS 太陽風データベースの現状」、第6回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会「データベース：現状と今後」、平成14年2月6～7日（収録：20～26ページ）
- ・徳丸宗利、林啓志「惑星における太陽風データベースの開発」、第7回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会「STE データベースと分散・並列処理」、平成15年2月3～4日（収録：25～31ページ）。
- ・徳丸宗利、「IPS 太陽風データベース作成の現状と今後」、第8回太陽地球環境研究のコンピューティング研究会「STE データベースとコンピューティング、および新センター構想」、平成16年2月18～19日（収録：75～81ページ）。

公開 Web page のアドレス

[http://stesun5.stelab.nagoya-u.ac.jp/ips\\_data.html](http://stesun5.stelab.nagoya-u.ac.jp/ips_data.html)

