

## 超臨界垂直衝撃波における微視的不安定性再考

## Microinstabilities in a supercritical perpendicular shock revisited

\*松清 修一<sup>1</sup>、梅田 隆行<sup>2</sup>

\*Shuichi Matsukiyo<sup>1</sup>, Takayuki Umeda<sup>2</sup>

1.九州大学、2.名古屋大学

1.Kyushu University, 2.Nagoya University

It is considered that reflected ions play decisive roles in the dissipation processes at a supercritical collisionless shock. Local non-equilibrium plasma distribution function in the foot of a perpendicular shock leads to a variety of microscale instabilities. Two of the major instabilities which have been extensively studied for the parameters of typical heliospheric shocks are the electron cyclotron-drift instability and the modified two-stream instability. They have been often discussed separately, because of the large difference in dominant wave frequency between them. Although only a few of the past studies tried to examine the nonlinear evolutions and competing processes of them, the physical parameters used in the past numerical simulations were not realistic. The relative importance of the instabilities may be a function of ion-to-electron mass ratio as well as the ratio of electron plasma to cyclotron frequencies, while these two ratios are hard to be simultaneously realistic in a full particle-in-cell simulation due to the limited computational resources.

In this study microinstabilities in the foot of a supercritical perpendicular shock is revisited. We perform a number of local simulations representing a part of the foot region with systematically changing the two ratios, mass ratio and frequency ratio, by using two-dimensional full particle-in-cell code. The foot plasma is assumed to be consist of incoming ions, electrons, and reflected ions. The system size is smaller than ion gyro radius in  $X$ , which is parallel to the shock normal, and a few times ion inertial length in  $Y$ , which is along a shock surface and the ambient magnetic field. The boundary conditions are periodic in both directions. We will report the results of the simulations in which the mass ratio and the frequency ratio are systematically varied with fixing the local Alfvén Mach number, plasma beta, and relative density of the reflected ions.

キーワード：無衝突衝撃波、微視的不安定性、数値実験

Keywords: collisionless shock, microinstability, numerical simulation

## 地球フォアショックにおける荷電粒子の二次フェルミ加速：波動分散の効果

Second order Fermi acceleration of ions in the earth's foreshock: wave dispersion effects

\*大塚 史子<sup>1</sup>、松清 修一<sup>1</sup>、羽田 亨<sup>1</sup>\*Fumiko Otsuka<sup>1</sup>, Shuichi Matsukiyo<sup>1</sup>, Tohru Hada<sup>1</sup>

1.九州大学大学院総合理工学研究院

1.Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences Kyushu University

地球バウショック上流の電磁波動は、MHD近似が可能な低波数領域からイオン慣性長以上の分散性が現れる高波数領域まで広がっている。これらの波動が一方方向に同じ位相速度で伝搬する場合には、イオンの運動エネルギーは保存されたまま、ピッチ角散乱のみが起こる。一方、これらの波動が双方方向に伝搬する場合には、ピッチ角散乱によって伝搬方向を反転させたイオンが、波動との衝突・追突を不規則に繰り返す、平均として運動エネルギーを増加させることができる。この加速機構は二次のフェルミ加速として知られている。先行研究では、双方方向に伝搬する波動を分散性のないアルフヴェン波として、二次フェルミ加速のテスト粒子解析が行われている(e.g., Terasawa, 1989; Kuramitsu and Hada, 2000)。イオンの磁力線方向の速度がアルフヴェン速度の数倍である場合、サイクロトロン共鳴する波数はイオン慣性長より小さく、散乱体である電磁波動をMHD波動と考えることは妥当である。しかし、アルフヴェン速度と同程度の速度を持つイオンは、波動分散性のために右偏波の波動と線形共鳴できなくなるため、波動分散の効果が加速効率に影響を与えるはずである。

本稿では波動の分散性に着目し、イオンの二次フェルミ加速のテスト粒子計算を行う。磁力線に沿って双方方向に伝搬する電磁波動は、右偏波および左偏波の波動成分の重ね合わせとして与え、各波動成分のパワースペクトルは傾き負のベキ型とする。また、これらの波動は冷たいプラズマの分散関係を満たす。初期のイオンの運動エネルギーをパラメータとし、波動分散の効果によって、イオン加速効率が上昇するか否かを検証する。また可能であれば、クラスター衛星観測 (Kis et al., 2004)との関連を議論したい。

キーワード：二次フェルミ加速、粒子加速・エネルギー拡散、波動分散

Keywords: second order fermi acceleration, particle acceleration and energy diffusion, wave dispersion

太陽風中における上流伝搬ホイッスラーモード波動の停滞周波数を用いた密度推定方法  
Density estimation utilizing the group-standing frequency of upstream whistlers in the solar wind

\*津川 靖基<sup>1</sup>、加藤 雄人<sup>2</sup>、寺田 直樹<sup>2</sup>、町田 忍<sup>1</sup>

\*Yasunori Tsugawa<sup>1</sup>, Yuto Katoh<sup>2</sup>, Naoki Terada<sup>2</sup>, Shinobu Machida<sup>1</sup>

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.東北大学大学院理学研究科

1.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2.Graduate School of Science, Tohoku University

Upstream whistlers, so-called 1 Hz waves, have been observed in upstream regions of most solar system bodies including Mercury, Venus, Earth, the Moon, Mars, Saturn, and Uranus [e.g., Orłowski and Russell, 1995; Russell, 2007]. Their frequencies in the spacecraft frame concentrate around 1 Hz at 1 AU and slightly decrease with distance from the Sun. They exhibit similar spectral properties even in different situations, suggesting that common generation and propagation processes are responsible for the waves throughout the solar system.

Based on statistical and comparative studies, we proposed that the waves are essentially group-standing, i.e., their group velocities become rather small in the body's rest frame [Tsugawa et al., JGR 2014]. In the group-standing condition, the waves can behave as if they are at a resonance frequency because the group refractive index approaches infinity in the spacecraft / solar system body rest frame. This suggests that the group-standing frequency can be utilized as an indicator of plasma parameters, in analogous to the upper-hybrid resonance frequency, which is used to determine the plasma density in the magnetosphere. We propose a method to estimate the plasma density utilizing the group-standing frequency and evaluate the feasibility of the proposed method by using Geotail in-situ observations. The method possibly estimates the absolute value of number density with an accuracy of  $< \sim 0.1$ , although there remains some considerable difficulties. We discuss pros and cons of the proposed method.

太陽電波バースト中のゼブラパターンの偏波とそのスペクトル特性の比較  
Comparison between Polarization and Spectral Characteristics  
of Zebra Pattern in Solar Radio Bursts

\*金田 和鷹<sup>1</sup>、三澤 浩昭<sup>1</sup>、岩井 一正<sup>2</sup>、土屋 史紀<sup>1</sup>、小原 隆博<sup>1</sup>

\*Kazutaka Kaneda<sup>1</sup>, Hiroaki Misawa<sup>1</sup>, Kazumasa Iwai<sup>2</sup>, Fuminori Tsuchiya<sup>1</sup>, Takahiro Obara<sup>1</sup>

1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.情報通信研究機構

1.Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduated School of Science, Tohoku University,

2.National Institute of Information and Communications Technology

ゼブラパターン（ZP）とは太陽電波IV型バースト中に観測されるスペクトル微細構造のひとつであり、IV型バーストの広帯域連続性放射に対して、狭帯域のバンドが多数並んだ縞模様状のスペクトル形状を示す現象である。このような微細構造は、粒子加速、静電波励起、電磁波へのモード変換といった電波の放射過程や伝搬過程における変調を反映しており、太陽コロナ中での物理過程を理解する上で重要な情報源である。特に偏波は電波の放射過程によって決定される物理特性であるが、ZPの偏波特性に関する研究は少なく、偏波とZPの放射機構との関係性は明らかになっていない。本研究では、ZPの放射機構の理解を目的とし、高分解スペクトルデータを用いた偏波解析を行った。

Kaneda et al. (2015, ApJL) では2011年6月21日に発生したZPについて解析を行い、Oモードで放射された電波の一部が放射源近くでXモードに変換され、偏波率が減少した可能性を示した。本研究では上記の結果がZPの一般的な性質であるかを検証するため、メートル波帯太陽電波観測装置AMATERASで観測された17例のZPについて解析を行った。解析の結果、円偏波率、左右偏波成分間の時間差、縞構造の周波数間隔はそれぞれ、10~80%、0~70ms、1~5MHzであること、また、これらの特性はイベント毎に大きく異なっていることがわかった。イベントごとの偏波特性の違いは電波放射、伝搬中に働く物理過程の違いを示唆している。本講演では、ZPの偏波特性の違いがプラズマ放射における基底波と2倍高調波の違いによって生じている可能性について議論する。

キーワード：太陽コロナ、電波バースト、偏波、AMATERAS

Keywords: Solar corona, Radio bursts, polarization, AMATERAS

## 月ウェイクへの太陽風電子の流入とELF帯磁場変動に関する考察

Injection of solar wind electrons into the plasma void and associated magnetic fluctuations in the ELF range

\*中川 朋子<sup>1</sup>、綱川 秀夫<sup>2</sup>、斎藤 義文<sup>3</sup>、西野 真木<sup>4</sup>

\*Tomoko Nakagawa<sup>1</sup>, Hideo Tsunakawa<sup>2</sup>, Yoshifumi Saito<sup>3</sup>, Masaki N Nishino<sup>4</sup>

1.東北工業大学工学部情報通信工学科、2.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 太陽系科学研究系、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Information and Communication Engineering, Tohoku Institute of Technology, 2.Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 3.Solar System Science Division, ISAS, JAXA, 4.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

月面による太陽風プラズマ吸収のため月の下流に形成されるウェイク中には、月表面で反射されたプロトンが太陽風磁場の周りをラーマー運動して進入するタイプIIエントリープロトンが存在することがNishino et al., (2009, GRL)によって発見されている。このタイプIIプロトン侵入による正電荷の過剰のため、太陽風電子が磁力線に沿ったビームとなって流入していることがかぐや衛星のMAP/PACEにより観測され、双方向電子ビームにより形成された静電孤立波と考えられる広帯域の静電ノイズ(BEN)が同時に観測されている(Nishino et al., 2010, GRL)。

一方、かぐや衛星搭載のMAP/LMAGによって、月の真裏のウェイク中心部で1-8Hz程度の周波数帯のELF波動が観測されており、これもまたタイプIIプロトンを伴っていた(Nakagawa et al., 2015, EPS)。このELF波は磁場強度の変動を伴っており、斜め伝搬の波であることがわかる。明確な周波数のピークはなかった。ELF波の観測される時間はタイプIIプロトンの継続時間より短く、衛星が月面と磁力線でつながっている間は観測されず(例外2例)、磁力線が月面から離れると同時に0.1keV程度の電子が増え、ELF波が現れた例が5例あった。すなわち、このELF波の励起には電子の存在が必要であることが示唆される。また、タイプIIプロトンに伴う電子ビーム及びBENがあっても、ELF波が観測されない例が少なくとも8例見つかっている。

磁力線に平行な電子ビームで磁場変動を伴う波を励起することは困難であるが、電子ビームの温度が高いこと、背景のプラズマ密度に対して電子ビームの密度が高いこと、また、波の伝搬が磁場に対して斜めであることによって、静電的な不安定とホイッスラ不安定がある条件のもと協働してホイッスラ波を励起した可能性(Zhang et al., 1993, GRL)が示唆される。

キーワード：電子ビーム、磁場変動、月ウェイク、タイプIIエントリープロトン、ホイッスラ波、斜め伝搬

Keywords: electron beam, magnetic field variation, lunar wake, type II entry protons, whistler mode wave, oblique propagation

かぐや衛星によって太陽風中で観測された10秒程度の磁場強度増大について  
10-sec magnetic field enhancement detected by Kaguya orbiting around the moon in the solar wind

刈部 陽子<sup>1</sup>、宮澤 豪<sup>1</sup>、村上 健太郎<sup>1</sup>、\*中川 朋子<sup>1</sup>、綱川 秀夫<sup>2</sup>  
Yoko Karibe<sup>1</sup>, Takeshi Miyazawa<sup>1</sup>, Kentaro Murakami<sup>1</sup>, \*Tomoko Nakagawa<sup>1</sup>, Hideo Tsunakawa<sup>2</sup>

1.東北工業大学工学部情報通信工学科、2.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻  
1.Information and Communication Engineering, Tohoku Institute of Technology, 2.Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

月周回衛星かぐやによって太陽風中で観測された磁場データ中、磁場が穏やかな時に、10秒程度の短い時間だけ磁場強度が急に1.5~3.6倍強まる現象が発見された。2007年10月29日から2009年6月10日までに11例検出されたが、磁場方向を変えずに強度だけが強まる例と、フラックスロープのような磁場方向の回転を伴うもの、さらに複雑な磁場変化を伴うものがあった。月の固有磁場の上空では検出されず、また、同一の軌道を通ったときには再現されていなかった。月面上の太陽風の当たる側でもウエイク側でも見つかっているが、どちらかというとは昼夜境界付近で多く検出されている。衛星かぐやの高度が100kmの時も約46kmのときにも見つかっている。GEOTAIL衛星によって観測された同じ時刻の太陽風中磁場データ中を探したところ、似た波形の磁場変化は見つかったが、同じような磁場強度の増大は見られなかった。これが月起源の磁場なのか、太陽風起源の磁場構造か、それとも月と太陽風の相互作用によるものかは現時点では未解明である、

キーワード：かぐやLMAG、太陽風、磁場強度増加、10秒  
Keywords: Kaguya/LMAG, solar wind, magnetic enhancement, 10sec

## 太陽風速度の球面調和関数展開

## Spherical Harmonic Expansion of Solar Wind Speed

\*袴田 和幸<sup>1</sup>、徳丸 宗利<sup>2</sup>、藤木 謙一<sup>2</sup>

\*Kazuyuki Hakamada<sup>1</sup>, Munetoshi Tokumaru<sup>2</sup>, Ken'ichi Fujiki<sup>2</sup>

1.中部大学工学部共通教育科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Department of Natural Science and Mathematics, Chubu University, 2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

名古屋大学宇宙地球環境研究所では、長期間にわたり、惑星間空間シンチレーション(IPS)の方法により、太陽風速度(SWS)を観測してきている。徳丸、藤木は、日々のSWS観測値を用いた Computerized Axial Tomography (CAT)法により、バイアスの少ない太陽風速度のシノプティックチャートを描いてきている。このSWSシノプティックチャートは、横軸がカリントン経度、縦軸が太陽面緯度であらわした、太陽を中心とし太陽半径の2.5倍の半径を持つ球面上における太陽風速度分布を表す図である。我々は太陽の1自転周期(1カリントンローテーション)毎に1枚のSWSシノプティックチャートを描くことができる。このSWSシノプティックチャートは、緯度・経度方向共に1度の空間分解能で描かれている。また、観測方法の制約から、SWSシノプティックチャートには、とくに高緯度帯で欠測値の多い領域がみられる。本研究では、まず(1)1カリントンローテーション毎に、シノプティックチャート上の太陽風速度を球面調和級数( $n=0\sim 90$ ,  $m=0\sim n$ )に展開し、約(90×90)個の展開係数( $A_{nm}$ ,  $B_{nm}$ )を求め、次に(2)これらの( $A_{nm}$ ,  $B_{nm}$ )を用いた球面調和級数により、カリントン経度方向・太陽面緯度方向、共に連続的に太陽風速度を計算することを試みる。その結果、IPS観測値が十分にあるSWSシノプティックチャート上の低緯度帯では、この方法により精度よく連続的に太陽風速度を計算できることが分かった。

キーワード：太陽風速度、ソース面、球面調和関数

Keywords: Solar Wind Speed, Source Surface, Spherical Harmonic Function

## 磁気雲通過開始時刻付近における惑星間空間磁場の計算と観測との比較

## Comparison of calculated and observed IMF near magnetic cloud start times

\*西村 信彦<sup>1</sup>、野崎 錦<sup>1</sup>、ジャクソン バーナード<sup>2</sup>、ユー シューサン<sup>2</sup>、徳丸 宗利<sup>1</sup>、藤木 謙一<sup>1</sup>、林 啓志<sup>1</sup>、袴田 和幸<sup>3</sup>

\*Nobuhiko Nishimura<sup>1</sup>, Nishiki Nozaki<sup>1</sup>, Bernard Jackson<sup>2</sup>, Hsiu-Shan Yu<sup>2</sup>, Munetoshi Tokumaru<sup>1</sup>, Ken'ichi Fujiki<sup>1</sup>, keiji hayashi<sup>1</sup>, Kazuyuki Hakamada<sup>3</sup>

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.カリフォルニア大学サンディエゴ校、3.中部大学

1.Institute for Space Earth Environmental Research., 2.University of California, San Diego.,

3.Chubu University.

The solar source of magnetic clouds (MCs) is considered to be either coronal mass ejections (CMEs) or prominence eruptions [Bothmer et al., 1994, 1998]. We suppose that the coronal magnetic fields above CME or prominence eruption sites move outward and are then convected into interplanetary space to arrive at the Earth a short time before the MC start time. We extract the magnetic field close to the solar surface at different heights using the PFSS model [Hakamada, 1998] and propagate this field outward to 1 AU using 3D-reconstructed solar wind velocity [Jackson et al., 2010]. The purpose of our work is to examine whether the direction of interplanetary magnetic field (IMF) agrees with the observed vector field prior to a MC arrival at the Earth. We compare the sign of each component of modeled IMF (in RTN coordinates) with that of IMF observed by ACE three hours before the MC start time (pre MC time) and at the MC start time (MC time). These comparisons are made for six MC events during 2006 - 2007. We find that the sign of  $B_n$ , the normal component of IMF in RTN coordinates, extracted from 1.4  $R_s$  (1.2  $R_s$ ) agrees best with ACE observations at the pre MC time (at the MC time) for all MC events analyzed here. However, the other two components  $B_r$  and  $B_t$ , the radial and tangential components of IMF in RTN coordinates, extracted from 1.4  $R_s$  (1.2  $R_s$ ) do not agree as well with ACE observations at the pre MC time (at the MC time). We conclude that  $B_n$  observed by ACE at the pre MC time (at the MC time) is related to that at 1.4  $R_s$  (1.2  $R_s$ ) at the location of the sub-Earth point on the Sun. This result shows that we can infer the sign of  $B_n$  at the MC time (pre MC time) from the value present at 1.2  $R_s$  (1.4  $R_s$ ) at the location of the sub-Earth point, and thus this is an important finding for space weather forecasts. Future work will extend this result to additional MC events.

キーワード：コロナ磁場、磁気雲、宇宙天気、太陽風

Keywords: coronal magnetic field, magnetic cloud, space weather, solar wind



## 太陽圏磁場の動径成分と南北成分の統計解析

## A Statistical Study of the Radial and North-South Component Values of Heliospheric Magnetic Field

\*野崎 錦<sup>1</sup>、西村 信彦<sup>1</sup>、ジャクソン バーナード<sup>2</sup>、ユー シューサン<sup>2</sup>、徳丸 宗利<sup>1</sup>、藤木 謙一<sup>1</sup>、林 啓志<sup>1</sup>、袴田 和幸<sup>3</sup>

\*Nishiki Nozaki<sup>1</sup>, Nobuhiko Nishimura<sup>1</sup>, Bernard Jackson<sup>2</sup>, Hsiu-Shan Yu<sup>2</sup>, Munetoshi Tokumaru<sup>1</sup>, Ken'ichi Fujiki<sup>1</sup>, keiji hayashi<sup>1</sup>, Kazuyuki Hakamada<sup>3</sup>

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.カリフォルニア大学サンディエゴ校、3.中部大学

1.Institute for Space-Earth Environmental Research, 2.University of California, San Diego, 3.Chubu University

Determination of interplanetary magnetic field (IMF) north-south component of magnetic field ( $B_z$ ) is important from the space weather perspective because this field interacts with Earth's magnetic field causing geomagnetic storms. Lyatsky et al. (2003) and Youssef et al. (2011) show that there is a correlation between IMF  $B_z$  (south is positive) and the absolute value of the radial field  $B_x$  ( $|B_x|$ ) during solar minima. They find a positive correlation when the dominant solar field has a positive polarity and negative for a dominant negative field polarity. The negative and positive polarities correspond to whether the Sun's magnetic field in the northern hemisphere is directed toward or away from the Sun, respectively. We calculate the correlation between IMF  $B_z$  and  $|B_x|$  using the OMNI dataset from 1965 - 2015, and Helios in-situ measurement data from 1975 - 1977. In a similar study, we find that the correlation between  $B_z$  and  $|B_x|$  shows a sinusoidal variation associated with ~11 year solar cycle, and also that an even more significant correlation between  $B_z$  and  $|B_x|$  exists for solar distances between 0.3 and 0.4 AU in the Helios measurements. In an ongoing study, we extrapolate the Potential Field Source Surface (PFSS) model [Hakamada, 1998] to the Earth's location by using the UCSD 3D tomography model [Jackson et al. 2010] and compare the radial component ( $B_r$ ) of modeled magnetic field with the normal (north-south) component ( $B_n$ ) observed by ACE spacecraft. This study finds a significant positive correlation between  $B_r$  and  $B_n$  (north is positive). Thus, this study strongly suggests that the IMF  $B_z$  is generated, not in interplanetary space, but at the corona. In the future, we will study why this correlation between  $B_z$  and  $|B_x|$  exists.

キーワード：太陽風、惑星間空間磁場、宇宙天気、太陽圏

Keywords: solar wind, interplanetary magnetic field, space weather, heliosphere

## 惑星間空間シンチレーションを用いた太陽風乱流の解析

## Analysis of solar wind turbulence using interplanetary scintillation measurements

\*徳丸 宗利<sup>1</sup>\*Munetoshi Tokumaru<sup>1</sup>

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

惑星間空間シンチレーション (IPS) のパワースペクトルは、数10km~数100kmの空間スケールを持った太陽風乱流 (micro-turbulence) の物理特性に関して重要な情報を提供する。本研究では、電波源3C273と3C48に対して名古屋大学宇宙地球環境研究所 (ISEE) の豊川IPSアンテナ (Solar Wind Imaging Facility Telescope; SWIFT) で観測したIPSスペクトルに理論モデルをフィットすることで、太陽風乱流のスペクトル指数と異方性を決定した。ここで用いた電波源は優れたIPS電波源であるため、高いS/Nで、これらのパラメータを決めることができる。このフィッティング解析における自由パラメータは、擾乱スペクトルのパワー指数、異方性の軸比、擾乱のレベルである。理論モデルを計算する際に必要となる太陽風速度は固定パラメータとし、ISEE多地点観測から得られた速度を用いた。また、電波源の見かけの大きさも理論モデルの計算時に必要となるが、本解析では3C273の場合、60mas、3C48の場合、100 masを仮定した。解析から得られたスペクトル指数は $4.1+/-0.7$ であり、Kolmogorov値 (11/3) に近いが、それよりやや高い数値を示した。一方、軸比は $1.0+/-0.4$ であり、擾乱スペクトルは等方的であることが判った。ここで重要な点はスペクトル指数と軸比に有意な負の相関が見られることである。即ち、太陽風乱流が非等方になると、乱流スペクトルが平坦になっている。さらに、得られたスペクトル指数と軸比を太陽風速度と比較したところ、弱い正の相関が見られた。これらの結果は、太陽風速度を自由パラメータとした場合でも同じであった。

キーワード：太陽風、惑星間空間シンチレーション、乱流

Keywords: solar wind, interplanetary scintillation, turbulence

Turbulent transport model in a three-dimensional structured solar wind  
Turbulent transport model in a three-dimensional structured solar wind

\*塩田 大幸<sup>1</sup>、Zank Gary<sup>2</sup>、Adhikari Laxman<sup>2</sup>、Peter Hunana<sup>2</sup>

\*Daikou Shiota<sup>1</sup>, Gary P. Zank<sup>2</sup>, Laxman Adhikari<sup>2</sup>, Peter Hunana<sup>2</sup>

1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. Center for Space Plasma and Aeronomic Research (CSPAR) and the Department of Space Science, The University of Alabama in Huntsville, USA

1.Institute for Space and Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Center for Space Plasma and Aeronomic Research (CSPAR) and the Department of Space Science, The University of Alabama in Huntsville, USA

Turbulence plays an essential role in the heating of coronal and solar wind plasma and the acceleration of the solar wind, as well as acceleration of energetic particles associated with interplanetary shocks. Turbulence can be produced by energetic particles and shocks and the radial and lateral inhomogeneity of the global interplanetary magnetic field and solar wind plasma distribution. Because of the close coupling of turbulence, plasma heating, the global solar wind structure, and energetic particles, a comprehensive model describing not only turbulence but also the large-scale inhomogeneity of the solar wind and the interplanetary magnetic field is necessary to understand the physics of these phenomena.

Recently we have developed a solar wind MHD model for the inner heliosphere based on synoptic observations of the photospheric magnetic field (Shiota et al. 2014). The numerical results show reasonable agreement with in situ measurements of the solar wind at the orbits of Earth, Venus, and Mars. This MHD model is now used as part of the real-time space weather forecast system SUSANOO (<http://st4a.stelab.nagoya-u.ac.jp/susanoo/>).

We have extended our 3D MHD model to include the transport and dissipation of turbulence using the theoretical model developed by Zank et al. (2012). We solve a coupled model that describes the 3D inhomogeneous solar wind and the temporal and spatial evolution of three moments or variables that describe turbulent fluctuation intensities (the energy in forward and backward modes and the residual energy) and their corresponding correlation lengths. We find that the radial profiles for the three moments of the solar wind turbulence predicted by our model show good agreement with those of in situ measurements obtained from Ulysses and Helios observations. Based on the detailed analysis of the numerical results, we will discuss the connection between turbulence generation and global solar wind structure.

キーワード：太陽風、MHD、乱流

Keywords: solar wind , MHD, turbulence

A Test-Particle Simulation of ISM Oxygen over Heliosphere and Analysis for IBEX observations

A Test-Particle Simulation of ISM Oxygen over Heliosphere and Analysis for IBEX observations

\*河村 聡人<sup>1</sup>

\*Akito Davis Kawamura<sup>1</sup>

1.京都大学大学院理学研究科附属天文台

1.Kwasan Observatory, Kyoto University

The result of a test particle simulation will be presented and discussed as a possible interpretation on Interstellar Boundary Explorer (IBEX) observations of InterStellar Medium (ISM) Oxygen. Due to the physical characteristics of Oxygen atom, neutral Oxygen had interacted with Hydrogen-dominated Heliosphere before they were observed by IBEX, and such Oxygen may contain some information of Heliospheric structure within its flux distribution over the sky. In order to understand this observation, we must classify the particles based on their histories of interactions with Heliosphere. We provide a unique classification on the test particles which makes the simulation result provide an insight on the IBEX observations.

キーワード：太陽圏、重粒子、Interstellar Boundary Explorer (IBEX)

Keywords: Heliosphere, Heavy particle, Interstellar Boundary Explorer (IBEX)