

## マイクロ Type-III 電波と外部コロナ域 Micro-TypeIII radio bursts and outer corona

森岡 昭<sup>1\*</sup>; 三好 由純<sup>2</sup>; 笠羽 康正<sup>3</sup>; 増田 智<sup>2</sup>; 岩井 一正<sup>4</sup>; 三澤 浩昭<sup>1</sup>  
MORIOKA, Akira<sup>1\*</sup>; MIYOSHI, Yoshizumi<sup>2</sup>; KASABA, Yasumasa<sup>3</sup>; MASUDA, Satoshi<sup>2</sup>; IWAI, Kazumasa<sup>4</sup>; MISAWA, Hiroaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター, <sup>2</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>3</sup> 東北大学理学研究科, <sup>4</sup> 国立天文台 野辺山太陽電波観測所

<sup>1</sup>PPARC, Tohoku University, <sup>2</sup>STEL, Nagoya University, <sup>3</sup>Dep. of Gephys. Tohoku University, <sup>4</sup>NSRO, NAOJ

我々は、Type-III 型太陽電波の亜種としてマイクロ Type-III ( $\mu$  T-III) 電波と称されるべき電波が存在する事を示した (Morioka et al., 2007, ApJ)。この電波は通常のフレアに伴う Type-III 型電波に比べて、強度、頻発性、強度対発生頻度特性、スペクトル構造が明らかに異なり、電波放射をおこす電子ビームの発生源が異なることを示している。今回、この  $\mu$  T-III の特性をさらに詳しく調べるとともに、その特性から外部コロナ域の探測を試みる。

得られた特性の主なものは、

1. 太陽活動に対する出現特性は、heliospheric current sheet (HCS) の緯度分布変化と良い相関を示す。このことは、 $\mu$  T-III の発生域がコロナホール近傍の streamer の出現と深く関係していることを示唆する。

2. 頻発する  $\mu$  T-III のグループ (継続時間: 数日~10 日) はグループ毎に一定の下限周波数を持ち、かつその下限周波数の分布は統計的に 200 kHz 付近で最大となり 100 kHz を下ることではない。このことは  $\mu$  T-III を励起する電子ビームは、ある高度までは進めるが、 $f_p=100$  kHz の高度 (およそ 50 Rs) より先には進めない事を示している。

3. この下限周波数の分布は太陽活動依存性を示し、活動期にはより低い周波数 (~100 kHz) まで伸びる。このことは、streamer のプラズマ圧の太陽活動依存性を示唆しているかも知れない。

4. コロナー惑星間空間のプラズマ密度分布を仮定することにより、 $\mu$  T-III の周波数トレースから電波が放射されている磁力線形状を推定することが出来る。その結果、太陽面から開き角  $\pm 10-15^\circ$ , apex 距離 20-30 Rs の磁力線が導出された。太陽面上に孤立した active region が現れた時のこの磁場形状と STEREO 衛星による streamer 観測とを照合すると、streamer を取り囲むように  $\mu$  T-III 磁力線が張り出している様子が推定された。

キーワード: マイクロタイプ III バースト, 外部コロナ, 太陽電波, 惑星間空間, 内部陽圏

Keywords: micro-type-III burst, outer corona, solar radio burst, interplanetary space, inner-heliosphere

## 野辺山電波ヘリオグラフと衛星多視線観測によるコロナのベクトル磁場の導出 Coronal vector magnetic field and the plasma beta determined from the NoRH and multiple satellites observations

岩井 一正<sup>1\*</sup>; 柴崎 清登<sup>1</sup>; 野澤 恵<sup>2</sup>; 高橋 卓也<sup>3</sup>; 澤田 真平<sup>2</sup>; 北川 潤<sup>4</sup>; 宮脇 駿<sup>2</sup>; 柏木 啓良<sup>5</sup>  
IWAI, Kazumasa<sup>1\*</sup>; SHIBASAKI, Kiyoto<sup>1</sup>; NOZAWA, Satoshi<sup>2</sup>; TAKAHASHI, Takuya<sup>3</sup>; SAWADA, Shinpei<sup>2</sup>; KITAGAWA, Jun<sup>4</sup>; MIYAWAKI, Shun<sup>2</sup>; KASHIWAGI, Hirota<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 国立天文台野辺山太陽電波観測所, <sup>2</sup> 茨城大学理学部, <sup>3</sup> 京都大学大学院理学研究科, <sup>4</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>5</sup> 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター

<sup>1</sup>Nobeyama Solar Radio Observatory, National Astronomical Observatory of Japan, <sup>2</sup>Department of Science, Ibaraki University, <sup>3</sup>Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>4</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, <sup>5</sup>Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University

太陽コロナでは、フレアやコロナ質量放出現象に代表される爆発現象が数多く発生する。これらはコロナの磁場とプラズマの相互作用によって引き起こされる。よって、コロナ中の磁場、プラズマ密度、温度という環境パラメータを正確に計測することは、コロナにおける諸現象を理解するうえで非常に重要である。

本研究では、野辺山電波ヘリオグラフ (NoRH) による熱制動放射の観測と、STEREO 衛星・SDO 衛星による紫外線の多視線観測を組み合わせることで、コロナのベクトル磁場、プラズマ密度、温度を精密に計測することに成功した。観測では、2013年4月11日に西のリムで発生したフレアのポストフレアループを対象とした。ポストフレアループの視線方向磁場は、NoRH による熱制動放射の偏波観測によって導出された。ループの地球から見た場合の傾き角は STEREO 衛星から導出された。両者を合わせることで、コロナループのベクトル磁場が導出された。プラズマ密度と温度は SDO 衛星に搭載された紫外撮像装置 AIA の 6 枚のフィルタの撮像データから導出された。NoRH による熱制動放射の電波強度と AIA から求められたプラズマ温度を組み合わせることで、電波放射に寄与するプラズマの密度も導出された。その結果、電波観測から導出された密度は、紫外線観測から導出された密度に対して約 40% 大きかった。この原因は、AIA の温度感度外の低温プラズマの影響によるものと考えられる。導出された磁場、密度、温度を用いてコロナループの磁気圧とプラズマ圧の比 (プラズマベータ) を導出した結果、ループトップ領域で  $6.2 \times 10^{-3}$  であった。本研究で導出したプラズマパラメータはすべて観測に基づいており、特にコロナのベクトル磁場はこれまで導出された中で、最も仮定やモデルの影響が小さいものの一つである。

キーワード: 太陽, コロナ, 磁場, 偏波観測, 野辺山電波ヘリオグラフ

Keywords: Sun, corona, magnetic fields, polarization observation, Nobeyama Radioheliograph

## 宇宙線強度と光球磁場および太陽風速度 Relationships among cosmic ray intensity, the photospheric magnetic field, and solar wind speed

袴田 和幸<sup>1\*</sup>; 徳丸 宗利<sup>2</sup>; 藤木 謙一<sup>2</sup>; 小島 正宜<sup>2</sup>  
HAKAMADA, Kazuyuki<sup>1\*</sup>; TOKUMARU, Munetoshi<sup>2</sup>; FUJIKI, Ken'ichi<sup>2</sup>; KOJIMA, Masayoshi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中部大学, <sup>2</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所  
<sup>1</sup> Chubu University, <sup>2</sup> Solar-Terrestrial Environment Laboratory

本研究ではまず、袴田が開発したコロナ磁場モデル (Radial-Field Model) とキットピークの光球磁場観測値を用いてコロナ中の磁力線三次元構造を可視化し、光球面から惑星間空間へと開いた磁力線上の、光球磁場動径成分 ( $Br_{pho}$ ) とソース面上のコロナ磁場動径成分 ( $Br_{sou}$ ) を計算する。また、名古屋大学太陽地球環境研究所の IPS 観測を用いて太陽風速度 (SWS) を求める。今までに行った、カリントンローテーション毎のデータ解析によれば、 $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$  と  $\text{Log}_{10}|Br_{sou}|$  の値が、(1)  $-1.0 \leq \text{Log}_{10}|Br_{pho}| \leq 1.5$ , ( $0.1 \text{ G} \leq |Br_{pho}| \leq 31.6 \text{ G}$ ), (2)  $-1.5 \leq \text{Log}_{10}|Br_{sou}| \leq 0.0$ , ( $0.0316 \text{ G} \leq |Br_{sou}| \leq 1.0 \text{ G}$ ), の範囲の磁力線に限ると、SWS,  $\text{Log}_{10}|Br_{sou}|$ ,  $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$  の間に強い相関のあることが分かっている。本研究では、さらに、Oulu 中性子モニター強度 (NM) を加え、NM, SWS,  $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$  のカリントン周期にわたる平均値の関係について調べた。その結果、(1) と (2) の範囲の磁力線に限ると、 $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$ -NM の間には単相関係数で  $r=-0.773$  の良い負の相関があり、SWS-NM の間には単相関係数で  $r=0.703$  の良い正の相関があることが分かった。また同時に、 $NM = a + b * SWS + c * \text{Log}_{10}|Br_{pho}|$  の回帰式を仮定すると、 $a = 6363$ ,  $b = 1.186$ ,  $c = -1400.0$ , となり、NM, SWS,  $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$  の間には  $r = 0.785$  の良い重相関のあることも分かった。しかしながら、以前の研究結果から、 $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$ -SWS の間にも単相関係数で  $r=-0.802$  の非常に良い負の相関があることが分かっているため、(a)  $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$ -NM, (b) SWS-NM, (c)  $\text{Log}_{10}|Br_{pho}|$ -SWS の間の偏相関係数を調べたところ、それぞれの間に、(a)  $r=-0.294$ , (b)  $r=0.130$ , (c)  $r=-0.364$  の偏相関のあることが分かった。この結果は、中性子モニターで観測される地球周辺の宇宙線強度は、太陽から惑星間空間へと開いている磁力線の根元の光球磁場強度と、その磁力線が満たす惑星間空間の太陽風速度により決まっているが、光球磁場強度への依存性の方が太陽風速度への依存性よりも強いことを示している。

キーワード: 宇宙線強度, 光球磁場, 太陽風速度  
Keywords: cosmic ray intensity, photospheric magnetic field, solar wind speed

## アイソン彗星 (C/2012 S1) のプラズマテイルは惑星間空間シンチレーションを引き起こしたか？ Does a Plasma Tail of Comet ISON (C/2012 S1) Cause the Interplanetary Scintillation?

伊集 朝哉<sup>1\*</sup>; 阿部 新助<sup>2</sup>; 徳丸 宗利<sup>3</sup>  
IJU, Tomoya<sup>1\*</sup>; ABE, Shinsuke<sup>2</sup>; TOKUMARU, Munetoshi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 名大・理学・素粒子宇宙物理, <sup>2</sup> 日大・理工・航空宇宙工学, <sup>3</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所  
<sup>1</sup>Particle and Astrophysical Science, Nagoya-University, <sup>2</sup>Aerospace Engineering, CST, Nihon-University, <sup>3</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya-University

C/2012 S1 (ISON) (以下アイソン彗星) は、2013年11月28日の近日点通過までの間に0.1天文単位以上に発達したプラズマテイルを見せた。プラズマテイルは、彗星核から噴出して電離したガスが太陽からのプラズマ流(太陽風)と相互作用して太陽と反対の方向にたなびいたものである。今回我々は、惑星間空間シンチレーション(IPS)データを用いてアイソン彗星のプラズマテイルを調査した。IPSは、太陽風のプラズマ密度ゆらぎによる電波の散乱現象であり、コロナ質量放出(CME)のような惑星間擾乱がIPSの突発的増加を引き起こすことが良く知られている。彗星のプラズマテイルもIPS増加の原因になりうると予想されており、これまでに複数の研究者によってC/1973 E1 (Kohoutek) や1P/Halleyなどを対象に調査が行われた(e.g. Ananthakrishnan *et al.*, 1975, 1987; Slee *et al.*, 1987; Abe *et al.*, 1997; Roy *et al.*, 2007)。しかしながら、現在のところ彗星プラズマテイルによるIPSについて確定的な結論は得られていない。我々は、11月1日から28日までの期間にアイソン彗星のプラズマテイルに接近した電波天体を特定し、名古屋大学太陽地球環境研究所のSolar Wind Imaging Facility (Tokumaru *et al.*, 2011) で取得したIPS観測データを解析した。その結果、プラズマテイル由来のIPSの可能性のあるシンチレーション指数の増加を4例確認した。本発表では、これら4例の初期観測成果を報告し、彗星プラズマテイルによるIPSについて議論する。

キーワード: アイソン彗星 (C/2012 S1), 彗星プラズマテイル, 電波シンチレーション  
Keywords: Comet ISON (C/2012 S1), Cometary plasma tail, Radio scintillation

## 太陽風中で観測される波動スペクトルに対する位相速度と群速度の影響 Effects of phase and group velocities on wave spectra observed in the solar wind

津川 靖基<sup>1\*</sup>; 加藤 雄人<sup>1</sup>; 寺田 直樹<sup>1</sup>  
TSUGAWA, Yasunori<sup>1\*</sup>; KATOH, Yuto<sup>1</sup>; TERADA, Naoki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学理学研究科地球物理学専攻  
<sup>1</sup>Department of Geophysics, Tohoku University

Waves propagating in a plasma medium which has a relative velocity to the observer are differently observed in the spectra from those in the plasma rest frame. As known in general, the observed frequency is Doppler shifted by the relative velocity between the medium and the observer,  $V_{rel}$ . The frequency shift is the result of the difference of the phase velocities of the waves in the medium rest frame and in the observer frame. When the wave vector has a finite angle with respect to  $V_{rel}$  and the component of  $V_{rel}$  parallel to the wave vector is considerable to the phase velocity, the difference of the phase velocities between the frames and the frequency shift become significant.

We note that the observed spectral density is also modified by  $V_{rel}$ . The modification of the spectral density is the result of the difference of the group velocities of the waves in the medium rest frame and in the observer frame. When the component of  $V_{rel}$  parallel to the group velocity vector is considerable to the group velocity, the difference of the group velocities between the frames and the modification of the spectral density become significant. In order to estimate the amount of the modification, we derive the analytical expression of the modified spectral density in the observer frame.

It is important to consider not only the frequency shift but also the modification of the spectral density of waves observed by spacecraft in a moving plasma, such as the solar wind. Indeed, the phase and group velocities of whistler-mode waves cause significant frequency shift and modification of the spectral density in the solar wind. By the modification of the spectral density, we can explain the characteristic properties of '1 Hz waves', which have been generally observed in the upstream regions of various bodies, and suggest that the broadband upstream whistlers are the same source waves. The understanding of the effects is necessary to reveal the true nature of waves propagating in a moving plasma and to discuss their generation processes.

## かぐや衛星によって月の昼夜境界付近で観測された8Hzホイッスラー波 Monochromatic whistler waves at 8 Hz observed by Kaguya above the terminator of the Moon

橋本 彰<sup>1</sup>; 中川 朋子<sup>1\*</sup>; 綱川 秀夫<sup>2</sup>; 高橋 太<sup>2</sup>; 渋谷 秀敏<sup>3</sup>; 清水 久芳<sup>4</sup>; 松島 政貴<sup>2</sup>  
HASHIMOTO, Akira<sup>1</sup>; NAKAGAWA, Tomoko<sup>1\*</sup>; TSUNAKAWA, Hideo<sup>2</sup>; TAKAHASHI, Futoshi<sup>2</sup>; SHIBUYA, Hidetoshi<sup>3</sup>  
; SHIMIZU, Hisayoshi<sup>4</sup>; MATSUSHIMA, Masaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北工業大学工学部情報通信工学科, <sup>2</sup> 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻, <sup>3</sup> 熊本大学大学院自然科学研究科, <sup>4</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>Information and Communication Engineering, Tohoku Institute of Technology, <sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, <sup>3</sup>Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto, <sup>4</sup>Earthquake Research Institute, University of Tokyo

月には地球のような大規模な磁場がなく、太陽風プラズマが直接月面や局所磁場に衝突するため、地球とは異なる太陽風相互作用が起きている。月の近傍、特に昼間側及び昼夜境界付近で観測される磁場変動には、大きく分けて(1)月面で反射した太陽風イオンとのサイクロトロン共鳴によって起こる約100秒周期の磁気流体(MHD)波動と、(2)反射された太陽風電子との共鳴で起こる0.3-10HzのELF帯のホイッスラー波があるが、(2)のホイッスラー波のうち、帯域の狭いもの周波数は1-2Hzのことが多い。これは、反射粒子によって太陽風の上流に向かって伝搬する波の位相速度が太陽風速より遅く、衛星座標から見た場合にドップラーシフトによって周波数が下がって見えるためである。偏波も、もともと背景磁場に対して右回りだったホイッスラー波が衛星から見た場合に左回りに裏返って見えることが多い。

今般、かぐや衛星によって8 Hz付近に周波数幅の狭い波が発見された。2008年1月1日から9月30日までの間で月が太陽風にさらされていた期間中に観測された磁場データ(サンプリング周波数32Hz)を使用し、32秒ずつフーリエ変換してえたスペクトル中4-16 Hzの範囲で周波数幅0.15Hz以上にわたって周囲の周波数帯よりも10倍以上パワーが強くなっている場合4529例を現象として検出した。発生頻度の分布をとると、昼夜境界と極付近(これも昼夜境界)に多かった。月に固定した座標で見た場合は、地球から遠い側の南半球に集中していたが、これは月の磁気異常の位置と一致する。最小変化法で伝搬方向を求めると背景磁場に沿っており、偏波方向は右回りであった。これらの性質から、この波は反射電子との共鳴によって励起されたホイッスラー波が下流に向かって伝搬し、ドップラーシフトによって周波数が上昇して観測されたものと考えられる。

キーワード: 月, かぐや衛星, ホイッスラー波, ホイスラ, 太陽風, ドップラーシフト  
Keywords: moon, SELENE, KAGUYA, MAP/LMAG, whistler wave, solar wind

## 宇宙環境計測ミッション装置の中性子モニタ計測結果 Measurement result of the neutron monitor onboard the Space Environment Data Acquisition Equipment (SEDA-AP)

古賀 清一<sup>1\*</sup>; 村木 綏<sup>2</sup>; 柴田 祥一<sup>3</sup>; 山本 常夏<sup>4</sup>; 松本 晴久<sup>1</sup>; 奥平 修<sup>1</sup>; 河野 英昭<sup>5</sup>; 湯元 清文<sup>5</sup>  
KOGA, Kiyokazu<sup>1\*</sup>; MURAKI, Yasushi<sup>2</sup>; SHIBATA, Shoichi<sup>3</sup>; YAMAMOTO, Tokonatsu<sup>4</sup>; MATSUMOTO, Haruhisa<sup>1</sup>; OKUDAIRA, Osamu<sup>1</sup>; KAWANO, Hideaki<sup>5</sup>; YUMOTO, Kiyohumi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>2</sup> 名古屋大学, <sup>3</sup> 中部大学, <sup>4</sup> 甲南大学, <sup>5</sup> 九州大学  
<sup>1</sup>JAXA, <sup>2</sup>Nagoya University, <sup>3</sup>Chubu University, <sup>4</sup>Konan University, <sup>5</sup>Kyushu University

To support future space activities, it is crucial to acquire space environmental data related to the space-radiation degradation of space parts and materials, and spacecraft anomalies. Such data are useful for spacecraft design and manned space activity.

SEDA-AP was mounted on "Kibo" of the ISS (International Space Station) to measure the space environment at a 400-kilometer altitude.

Neutrons are very harmful radiation, with electrical neutrality that makes them strongly permeable. SEDA-AP measures the energy of neutrons from thermal to 100 MeV in real time using a Bonner Ball Detector (BBND) and a Scintillation Fiber Detector (FIB). BBND detects neutrons using He-3 counters, which have high sensitivity to thermal neutrons. Neutron energy is derived using the relative response function of polyethylene moderators of 6 different thicknesses. FIB measures the tracks of recoil protons caused by neutrons within a cubic arrayed sensor of 512 scintillation fibers. The charged particles are excluded using an anti-scintillator which surrounds the cube sensor, and the neutron energy is obtained from the track length of a recoil proton.

There are three sources of neutrons in space;

1. Albedo Neutrons

Produced by reactions of galactic cosmic rays or radiation belt particles with the atmosphere

2. Local Neutrons

Produced by the reactions of galactic cosmic rays or radiation belt particles with spacecraft

3. Solar Neutrons

Produced by accelerated particles in solar flares

An accurate energy spectrum of the solar neutrons includes important information on high-energy particle generation mechanism in a solar flare, because neutrons are unaffected by interplanetary magnetic fields. These data will become useful to forecast solar energetic particles in future. Some candidate events involving solar neutrons were found as a result of analyzing data of the solar flare of  $M > 2$  since September 2009.

Moreover, it is important to measure albedo neutrons, since protons generated by neutron decays are thought to originate from the radiation belt. This theory is called CRAND (Cosmic Ray Albedo Neutron Decay). Our observation result is consistent with the CRAND theory prediction in the case of low-energy parts. Moreover, the flux and angular distribution of local neutrons were estimated using the nuclear simulation code "PHITS" to evaluate the influence of local neutrons on the structure of SEDA-AP and "Kibo".

The results of our analyses on solar and albedo neutrons are reported in this paper.

## ひさき (SPRINT-A) 衛星で観測される惑星間空間からの散乱光 Interplanetary emission observed by HISAKI (SPRINT-A) satellite

山崎 敦<sup>1\*</sup>; 吉岡 和夫<sup>1</sup>; 村上 豪<sup>1</sup>; 木村 智樹<sup>1</sup>; 土屋 史紀<sup>2</sup>; 鍵谷 将人<sup>2</sup>; 坂野井 健<sup>2</sup>; 寺田 直樹<sup>3</sup>; 笠羽 康正<sup>3</sup>; 吉川 一朗<sup>4</sup>

YAMAZAKI, Atsushi<sup>1\*</sup>; YOSHIOKA, Kazuo<sup>1</sup>; MURAKAMI, Go<sup>1</sup>; KIMURA, Tomoki<sup>1</sup>; TSUCHIYA, Fuminori<sup>2</sup>; KAGITANI, Masato<sup>2</sup>; SAKANOI, Takeshi<sup>2</sup>; TERADA, Naoki<sup>3</sup>; KASABA, Yasumasa<sup>3</sup>; YOSHIKAWA, Ichiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所, <sup>2</sup> 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, <sup>3</sup> 東北大学大学院 理学研究科 地球物理学専攻, <sup>4</sup> 東京大学

<sup>1</sup>Institute of Space and Astronautical Science / Japan Aerospace Exploration Agency, <sup>2</sup>Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>3</sup>Dep. Geophysics Graduate School of Science Tohoku University, <sup>4</sup>The University of Tokyo

昨年夏季に打ち上げられたひさき (SPRINT-A) 衛星は順調に惑星観測を続けている。主な科学目的である惑星周辺プラズマからの散乱光とともに、惑星間空間からの極端紫外散乱光も分光観測している。本講演では、ひさき衛星で観測する惑星間空間からの散乱光を導出し、ひさき衛星を用いた惑星間空間のリモートセンシングを議論する。

キーワード: ひさき (SPRINT-A) 衛星, 極端紫外光, 惑星間空間, 散乱光

Keywords: HISAKI (SPRINT-A) satellite, extreme ultra violet emission, interplanetary, resonance scattering



## マグネトグラム観測データを用いた太陽面上の磁場分布の振る舞いと太陽極小期 The Behavior of Distributions for Magnetic Polarities on the Surface of the Sun and Solar Minimum

清野 光弘<sup>1\*</sup>; 島袋 知巳<sup>1</sup>

SEINO, Mitsuhiko<sup>1\*</sup>; SHIMABUKURO, Tomomi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学理学部物質地球科学科

<sup>1</sup> Department of Physics and Earth Sciences, Faculty of Science, University of the Ryukyus

Time series of satellite image data for SOHO/MDI Continuum and Magnetogram from 1997 to 2010, and for SDO/HMI Continuum and Magnetogram from 2011 to 2013 are analyzed. The new time series data derived from fractal analysis of the time series images illustrated in 1200x1200 pixels from 1997 to 2013 are generated and fractal measures and packing exponents are analyzed by box-counting method. Then the occupancies of sunspot pixels in Continuum and of pixels for the positive and negative magnetic polarities in Magnetogram are calculated and packing exponents for sunspot pixels in Continuum and packing exponents for positive polarity pixels and negative polarity pixels in Magnetogram are evaluated. For packing exponents of Continuum and Magnetogram from 1997 to 2013, power spectra with peaks are calculated by using Fourier transform, respectively. A first peak which appears the power spectra is determined, and time intervals between nearest neighbor peaks are valued. The correlations between sunspot numbers and occupancies of the positive and negative magnetic polarities for 17 years are anatomized. As the correlation coefficients are calculated by using the least squares method, the correlation between sunspot number and occupancy of positive magnetic polarities has a very high correlational relationship because the correlation coefficient is 0.86 and it for negative magnetic polarities is low.

Furthermore, the behavior of occupancies of sunspot pixels in Continuum and of pixels for the positive and negative magnetic polarities in Magnetogram and the packing exponents represented with time series are described in detail and discussed. Fluctuations for occupancies of positive magnetic polarities are similar to it for Zurich number from 1997 to 2013. As observing the occupancies and packing exponents of positive and negative magnetic polarities, the two and three different fluctuations appear in (1) 1997-2005 and 2009 and (2) 2006-2008 including the time period that solar cycle 24 began on January 4, 2008, respectively. In addition, the occupancies and packing exponents of them have a single fluctuation in (3) 2010-2013. Therefore, the periods for characterizing solar activity from 1997 to 2013 are divided into three periods in (1), (2), and (3). Specially, for 2 years before solar minimum on 2008, the packing exponents start fluctuating suddenly and sharply in 2006 and the fluctuation disappear in the end of 2009.

Keywords: Time Series Analysis, Fourier Analysis, SOHO/MDI Continuum, Magnetogram, Solar Minimum

## AMATERASによって観測された太陽電波II型バースト中のスペクトル微細構造 Fine spectral structures of a solar radio type-II burst observed with AMATERAS

佐藤 伸太郎<sup>1</sup>; 三澤 浩昭<sup>1\*</sup>; 土屋 史紀<sup>1</sup>; 小原 隆博<sup>1</sup>; 岩井 一正<sup>2</sup>; 増田 智<sup>3</sup>; 三好 由純<sup>3</sup>  
SATO, Shintaro<sup>1</sup>; MISAWA, Hiroaki<sup>1\*</sup>; TSUCHIYA, Fuminori<sup>1</sup>; OBARA, Takahiro<sup>1</sup>; IWAI, Kazumasa<sup>2</sup>; MASUDA,  
Satoshi<sup>3</sup>; MIYOSHI, Yoshizumi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター, <sup>2</sup> 国立天文台野辺山太陽電波観測所, <sup>3</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所  
<sup>1</sup>PPARC, Tohoku Univ., <sup>2</sup>Nobeyama Solar Radio Observatory, NAOJ, <sup>3</sup>STE Lab., Nagoya Univ.

Solar radio type-II bursts are metric to hectometric radio bursts that show frequency drifting spectral structures caused by the plasma emission from shock-accelerated electrons. The bursts are known to sometimes show rapidly drifting fine structures; for example, about 20% of type-II bursts are composed of both negative and positive rapidly drifting elements, which are called as "herringbone" structure (hereafter HB) [Roberts, 1959]. Such the drifting fine structures are interpreted as the motion of non-thermal energetic electron beams accelerated by the shock. However, their particle acceleration mechanisms and regions have not been understood well. The purpose of this study is to extract characteristics of the fine spectral structures of type-II bursts from high-resolution observations and investigate their acceleration processes.

AMATERAS is a ground-based solar radio receiving system developed in 2010 by Tohoku University [Iwai et al., 2012]. This system enables us to observe radio phenomena in 150 - 500 MHz with the 10 ms accumulation time and 61 kHz bandwidth. So far some type-II bursts with fine spectral structures have been observed. Among them, a type-II burst observed on November 12, 2010 around 200MHz showed distinctive fine structures whose spectral characteristics were different from those of HB. The fine structures showed no core structure which were normally confirmed in HB, but showed various rapidly drifting nature and composed whole body of a slowly negative-drifting type-II burst. The statistical drift rate analysis showed that negative drift cases were dominant and some of them indicated more than 100MHz/s. The particle speed for the drift rate by assuming a general coronal plasma density model, for example the Newkirk model [Newkirk, 1961], is estimated to be unrealistically fast. This implies that the rapidly drifting fine structures were generated by energetic electron beams in an outward moving steep density gradient region such as a shock front.

In this presentation, we will show revealed statistical characteristics of the fine structures and discuss inferred generation processes of the type-II burst. We will also introduce characteristics of fine spectral structures of the other events of type-II burst.

キーワード: 太陽, 電波, II型バースト, 微細構造, 発生過程

Keywords: Sun, radio wave, type-II burst, fine structure, generation process

## AMATERAS によって観測された太陽電波 IV 型バースト中の zebra pattern の出現特性 Spectral fine structure of solar radio bursts observed with IPRT/AMATERAS: Characteristics of Zebra Pattern

金田 和鷹<sup>1\*</sup>; 三澤 浩昭<sup>1</sup>; 土屋 史紀<sup>1</sup>; 小原 隆博<sup>1</sup>; 岩井 一正<sup>2</sup>  
KANEDA, Kazutaka<sup>1\*</sup>; MISAWA, Hiroaki<sup>1</sup>; TSUCHIYA, Fuminori<sup>1</sup>; OBARA, Takahiro<sup>1</sup>; IWAI, Kazumasa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター, <sup>2</sup> 国立天文台野辺山太陽電波観測所  
<sup>1</sup>PPARC, Tohoku University, <sup>2</sup>NSRO/NAOJ

It is known that there are a variety of complex fine structures in solar radio bursts in the meter to decimeter wave bands such as broadband pulsations, narrowband spikes, fiber bursts and zebra patterns (hereafter ZP). Since they are thought to be caused by some inhomogeneities or modulations of wave generation and/or radio propagation processes, they have significant information about plasma parameters and dynamical plasma processes in the solar corona. Among the various fine structures, ZP has a particularly characteristic spectral pattern with parallel drifting narrow stripes of enhanced emission. Although several models for generating ZP have been proposed so far, the generation mechanisms have not been revealed well yet.

AMATERAS (the Assembly of Metric-band Aperture Telescope and Real-time Analysis System) is a radio spectro-polarimeter installed in a large radio telescope named IPRT in Fukushima, which was developed for solar radio observations in 2010 by Tohoku University (Iwai et al., 2012). The specifications of this system are time resolution of 10 ms, frequency resolution of 61 kHz and the minimum detectable flux of 0.7 s.f.u. in the frequency range of 150 MHz to 500 MHz, which are enough to observe fine structures of solar radio bursts and analyze their spectral characteristics. In this study we focus on an event on June 21, 2011 associated with C7.7 class flare. In this event enhanced ZP appeared around 200MHz with about 30 stripes in fast drifting envelopes like type III bursts or broadband pulsations. The emission was strongly polarized in right-handed and shows a distinctive time delay of the left-handed component relative to the right-handed component by several tens msec increasing with emission frequency. In the presentation, we will show the characteristics of ZP precisely and also discuss the expected generation processes.

Keywords: solar radio, AMATERAS, zebra pattern

## 多地点 IPS 観測システムの更新とサイクル 24 極大期の太陽風観測 Upgrade of the multi-station IPS system and solar wind observations at the cycle 24 maximum

徳丸 宗利<sup>1\*</sup>; 藤木 謙一<sup>1</sup>; 丸山 一夫<sup>1</sup>; 丸山 益史<sup>1</sup>; 山崎 高幸<sup>1</sup>; 伊集 朝哉<sup>1</sup>  
TOKUMARU, Munetoshi<sup>1\*</sup>; FUJIKI, Ken'ichi<sup>1</sup>; MARUYAMA, Kazuo<sup>1</sup>; MARUYAMA, Yasushi<sup>1</sup>; YAMASAKI, Takayuki<sup>1</sup>  
; IJU, Tomoya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所

<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

惑星間空間シンチレーション (interplanetary scintillation; IPS) は太陽風のグローバルな分布を決定する有効な手段となることから、名古屋大学太陽地球環境研究所 (STE 研) において多地点システムにより 30 年以上にわたって定常的な観測が実施されてきた。このような長期にわたる観測を可能したのは、絶え間なくシステムを維持・更新してきたからである。現在 STE 研では豊川・富士・木曾・菅平の 4 箇所に大型の IPS 観測専用アンテナを有しているが、その内、豊川の IPS アンテナは 2008 年に新型アンテナ (太陽圏イメージング装置、SWIFT, Tokumaru et al., 2011) に更新されている。その後、科研費を使って富士・木曾アンテナの観測制御・データ収集システムを更新し、2010 年より豊川・富士・木曾アンテナによる 3 地点 IPS 観測が可能になった。ただ、富士・木曾アンテナの心臓部であるフェーズドアレイ型低雑音受信機は従来のままであり、アンテナ反射面や駆動モータ・ギアなどとともに老朽化していた。これを改良するため、2012 年度の補正予算および 2013 年度からの科研費基盤 (A) により富士・木曾・菅平アンテナについて大規模な更新作業が行われている。

今回の更新内容は次の通り。1) HEMT を用いた低雑音受信機 FE327-V5 を搭載し、これをフェーズドアレイとして機能させるための制御システムを開発する。木曾アンテナでは、バックエンド部の開発も必要になる。2) 富士・木曾アンテナではループ法による受信機位相・利得校正システムおよびノイズソースを用いた受信機温度測定システムを開発する。3) アンテナ反射面、駆動ギア、およびモータ (木曾のみ) を新しいものと交換し、防錆塗装・防水対策を実施する。2013 年末までに項目 3) および項目 1)、2) の富士アンテナについて作業が概ね完了し、2014 年春以降に木曾アンテナについて項目 1)、2) を実施する予定である。

この更新作業に伴って 2013 年の IPS 観測は 4~8 月の期間のみとなった。得られたデータからは、北半球で高速風領域が出現しているのに対し、南半球ではまだ出現しておらず、低速風が支配的であることがわかった。極大期において北半球における高速風の消滅・再出現が南半球に先行して起ることは、過去の 2 サイクルにも見られたことから、太陽ダイナモ活動の共通する特徴であるといえる。また、今サイクルにおいても高速風と極磁場との間でよい相関が見られるが、その傾きは過去とは異なっていることも明らかとなった。これは今サイクルでは高次の磁気モーメントが作る高速風領域がより過去と比べ大きな寄与をしているためと考えられる。今後、太陽風は次の極小期に向けた構造変化が顕著になってくると予想される。その変化を見逃さないために、IPS システムの更新作業を早急に完成させたい。

キーワード: 太陽風, 惑星間空間シンチレーション, 太陽圏, 太陽活動周期, 宇宙天気  
Keywords: solar wind, interplanetary scintillation, heliosphere, solar cycle, space weather