### すざく衛星が観測した地球磁気 圏からのX線輝線放射 -太陽風イオンの電荷交換反応-

満田和久!、山崎典子!、藤本龍一?、二元和朗!、 土屋彰広! McCammon, Dan<sup>3</sup>、篠原 育<sup>1</sup>、松岡 彩子!、前澤 洌! <sup>1</sup>宇宙航空機構・宇宙研、2 金沢大・理、 3 Wisconsin 大

# 歴史(1):設のX線時間変重

**ROSAT**衛星**(1990**年代**)** 軟**X**線全天スキャン



次のスキャンではほぼ同じ 場所を見ているのに強度が 一致しない



**Snowden et al. 1994**





![](_page_4_Picture_0.jpeg)

![](_page_4_Picture_1.jpeg)

![](_page_4_Picture_2.jpeg)

![](_page_4_Figure_4.jpeg)

小マゼラン銀河の超新星残骸E0102.2-729 1 1 01keV以下のX線 に対して、これま でにないよいエ ネルギー分解能

> 炭素、酸素、ネ オンなどの輝線

> ○太陽風の電荷交 換

# Blank skyのX線時間変動

 $\blacktriangleright$ 

![](_page_5_Figure_1.jpeg)

## 電荷交換反応の決定的な証拠

**ZV** 

![](_page_6_Figure_1.jpeg)

![](_page_7_Figure_0.jpeg)

![](_page_7_Picture_1.jpeg)

OX線強度の強かった約12 時間は太陽風fluxも大き かった。

しかし、X線の短時間変 動~10分 は太陽風flux 変動と相関していない

### 星の軌道運動と地球を

553

![](_page_8_Figure_1.jpeg)

### 容度の相関

![](_page_9_Figure_1.jpeg)

10

![](_page_10_Picture_0.jpeg)

![](_page_10_Picture_1.jpeg)

# **磁場のfootprint**

![](_page_10_Figure_3.jpeg)

X線の明るい点 =磁場のfoot printが磁気緯 度~70度、 ローカル時刻 で午前中 惑星間空間磁 場は東向き IMF:(-5.3, 6.1, 7.6)nT

![](_page_11_Figure_0.jpeg)

![](_page_12_Picture_0.jpeg)

![](_page_12_Picture_1.jpeg)

![](_page_12_Figure_2.jpeg)

![](_page_13_Picture_0.jpeg)

**OVII** 強度

### 現浪」された推線

![](_page_13_Figure_2.jpeg)

 **O7+ flux(ACE) ×** 中性水素柱密度(磁場太陽側に開いた視線上) **×**補正係数

![](_page_14_Picture_0.jpeg)

![](_page_14_Picture_1.jpeg)

## 予想と観測の比較

- 観測されたOVII強度=23±9 photons s-1cm-2str-1
- O7+およびproton flux等からの予想=5±0.3
- ➡Factor ~4のずれ

○ずれの原因候補 ○散乱断面積が大きい ○中性水素密度が高い OO<sup>7+</sup>/H+比が、ACEよりも、1.6rEの方が大きい

### Heriospheric SWCX 惑星間空間からの輝線放射 NAKAGAWA ET AL.: INTERPLANETARY EMISSION AND SOLAR WIND LIS 10 - 3

#### HI gas (Observation:Nozomi) X-ray emission (Model)

![](_page_15_Figure_2.jpeg)

X-ray emission (Observation:ROSAT)

digital level = 130.

behind the cell. The instantaneous field of view of one sensor unit is a square of 5.0 pixels of<br>The same of 5.0 pixels of of 1 square each. The SWAN detector is a microchannel of the SWAN plate with a multi anode detector with 27 anodes. The spectral band is 117–170 nm. One of these pixels is covered  $\mathbb{Z}_2$  by BaF2, which is used to filter out  $\mathbb{Z}_2$ pixel is used for the dark current monitoring. Counts from  $\frac{1}{2}$  pixels for data analysis. In order  $\frac{1}{2}$  pixels for data analysis. In order  $\frac{1}{2}$  $t_{\rm eff}$  , and the matrix mapping, different pixel sensitivities must be a sensitivities must be a sensitivities must be a sensitivities must be a sensitivity of  $t_{\rm eff}$ be corrected in data by so-called flat fielding. The central line of sight can be oriented toward any point of one hemisphere by a mechanical periscope system containing two mirrors at 45! incidence of each sensor. According to the standard absolute calibration of GHRS on HST, the sensitivities of SWAN sensors are 0.84 ± 0.08 cts/sec/ pixel/R at Lyman a for SU + Z at the HV digital level  $\mathcal{L}$ 110 and 0.35 ± 0.035 cts/sec/pixel/R for SU ! Z at the HV

 $\mathcal{I}_1$  The SWAN instrument has a capability to make a full  $\mathcal{I}_2$ sky map of interplanetary Lyman a sky background. In order  $t$  to provide a full sky map from the three axis stabilized  $S_{\rm eff}$  platform, SWAN is composed of two sets of two sets of identical of two sets of identical or identical or  $S_{\rm eff}$ SU: one is mounted on the +Z body axis of SOHO and

#### Koutroumpa et al.: Heliospheric X-ray emission, *Online Material p 3*

![](_page_15_Figure_4.jpeg)

#### Kouroumpa et al. 2006

### 高銀緯方向の放射の**1/2**以上 (あるいは全て)を説明?

#### The two sensor units (SU is conceaved of two conceaved of the system mirrors with a toronomic with a toronomic shape. The shape in a street in a street in a steerable in a steerab Snowden et al. 1997

[11] The SWAN instrument onboard the SOHO spacecraft is designed to measure the large scale structures of the solar wind and the distributions of the solar wind mass flux in heliographic latitude by remote sensing of solar Lyman a emission scattered by interplanetary hydrogen atoms. A complete description of the instrument and its various of the instrument and its various of the instrument and operating modes are presented by Bertaux et al. [1995].

HGA has a sharp radiation pattern with a half beam width of  $\sim$  3/4 keV axis, which coincides with the spin axis, which coincides with the spin axis, which coincides with the spin axis, which coincides  $\sim$ HGA boresight direction is precisely controlled toward the  $\mathcal{L}(\mathcal{E})=\mathcal{E}(\mathcal{E})=\mathcal{E}(\mathcal{E})=\mathcal{E}(\mathcal{E})=\mathcal{E}(\mathcal{E})=\mathcal{E}(\mathcal{E})$ dicular to the spin axis of the spacecraft. The phase clock divides a spin period (nominally 8 s) into 256 time intervals for the timing of data sampling. The spatial resolution of  $U$  is the foreign in a plane perpendicular to the plane pe spin axis and 0.29! in a plane including the spin axis. Although the UVS instrument instantaneously points to a certain direction with this field-of-view, spatial distributions of emissions are measured using the spin and orbital motions are motions and orbital motions  $\mathcal{N}$ of the NOZOMI spacecraft. One-year observations enable us to obtain a full sky image of Lyman a emission with the

rotating motion of the spacecraft around the Sun.

### すざくの長期観測

超新星残骸の 観測装置較正観測

2575

![](_page_16_Figure_2.jpeg)

![](_page_16_Figure_3.jpeg)

![](_page_16_Figure_4.jpeg)

時間

![](_page_17_Picture_0.jpeg)

![](_page_17_Picture_1.jpeg)

- すざく衛星が観測した、特定の明るいX線天体が存在しない方 向からのX線強度変動は、太陽風の高電離した炭素からネオン までのイオンとジオコロナの電荷交換反応による輝線の強度変 動であった。
- 約10分の速い時間変動は、 衛星の軌道運動によるもので、太陽 風の重イオンが、1.6地球半径まで入り込んでいることを強く示 唆する。
- 対応する陽子フラックス増加が地球の朝側のDMSP衛星で観測 された。
- 観測されたX線輝線強度は、DMSP衛星とACE衛星のイオン データを用いたモデル計算に比べて5倍程度強い。
- この地球磁気圏からの放射に加えて、太陽圏全体がX線輝線で 輝いている可能性があり、それを捉えるための長期データの解 析を行っている。

### Comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3

![](_page_18_Figure_1.jpeg)

#### **Porter et al. 2007**