

# SOLAR-C

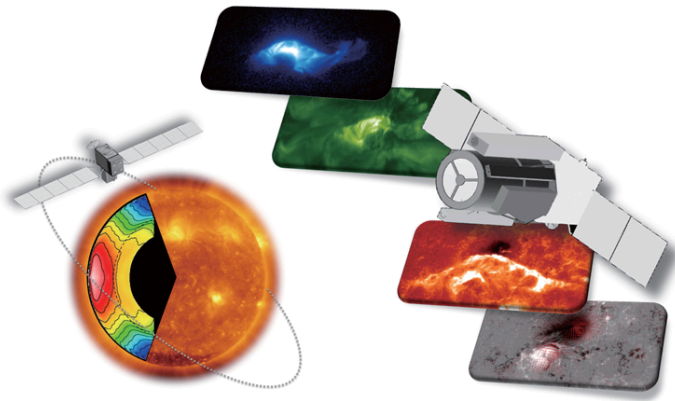
研究会「太陽物理学と恒星物理学の相互交流と将来的展望」  
@東京大学、2011年12月26-28日

**清水 敏文**  
**(ISAS/JAXA)**

shimizu@solar.isas.jaxa.jp

# 将来の宇宙からの太陽観測研究： SOLAR-C と SOLAR-D の2つの方向性

Interim Report  
on the  
SOLAR-C Mission Concept



SOLAR-C WG (ISAS/JAXA宇宙理学委員会のもとに設置, 常田主査、全国の太陽関連研究者が参加)で検討

- サイエンス、技術検討、国内外コミュニティ・宇宙機関との調整等

SOLAR-C Working Group

[http://solar-b.nao.ac.jp/SOLAR-C/Documents/Interim\\_report2011.html](http://solar-b.nao.ac.jp/SOLAR-C/Documents/Interim_report2011.html)

# 「ひので」の先に実現させるミッションで 重点的に取り組む未解決問題

- コロナ・彩層はどのように加熱されているか？
- 太陽風はどのように加速されているか？
- プラズマ素過程がどのように働いて、多彩な磁気構造・大気ダイナミクス・フレアを作るか？
- 太陽磁場がどのように生成・維持されているか？
  - 表面近くの乱流の役割(局所的ダイナモ機構)
  - 対流層全域の速度構造を観測的に理解
  - 太陽活動周期性をつくる大局的ダイナモ機構

# 「ひので」の先に実現させるミッション **SOLAR-C と SOLAR-D**

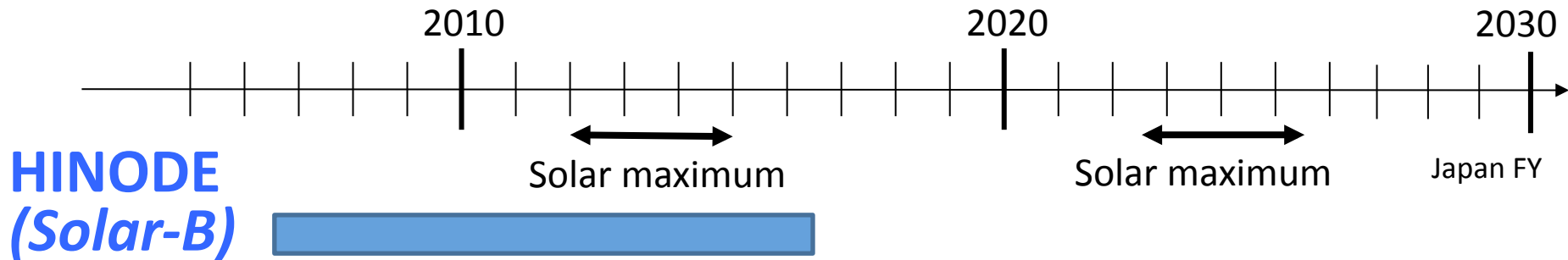
## • **SOLAR-C: 高分解能分光ミッション**

- コロナ・彩層はどのように加熱されているか？
- 太陽風はどのように加速されているか？
- プラズマ素過程がどう働いて、多彩な磁気構造・大気ダイナミクス・フレアを作るか？
- 太陽磁場がどのように生成・維持されているか？
  - 表面近くの乱流の役割(局所的ダイナモ機構)
- **太陽大気における“エネルギー輸送過程”の定量的解明。**高解像度・高時間分解能で全太陽大気層にわたる分光・偏光分光観測

## • **SOLAR-D: 極域探査ミッション**

- 太陽磁場がどのように生成・維持されているか？
  - 表面近くの乱流の役割(局所的ダイナモ機構)
  - 対流層全域の速度構造を観測的に理解
  - 太陽活動周期性をつくる大局的ダイナモ機構
- 40度以上傾斜角軌道から**未踏の太陽極域探査**。日震学手法で赤道~極域全域の内部構造診断。

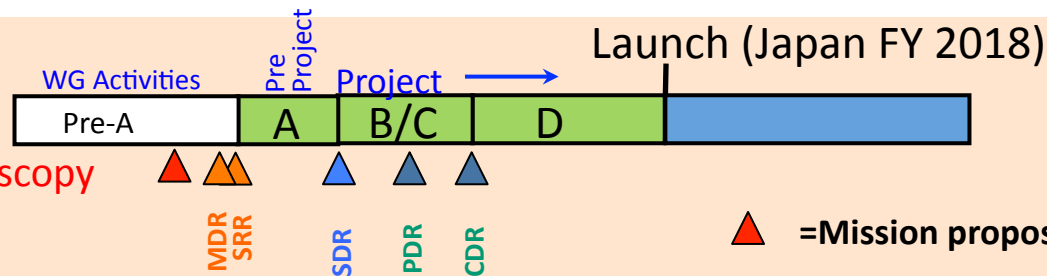
# Solar&helio physics roadmap 2011-2030



**HINODE  
(Solar-B)**

## Solar-C

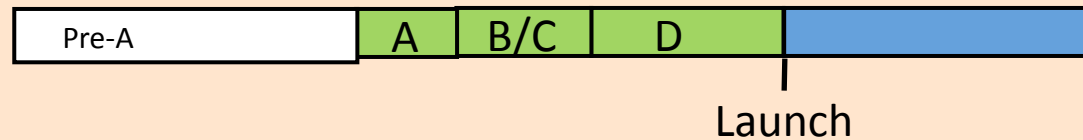
High resolution spectroscopy  
(plan B-satellite)



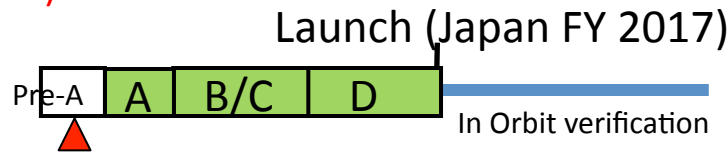
▲ =Mission proposal to ISAS/JAXA

## Solar-D

Out-of-ecliptic mission  
(Success-guaranteed plan A-satellite)



**Engineering mission(\*)**  
(ISAS small satellite series #3)



(\*) Verification of large ion engine and other technologies to be used for future deep space missions

**ISAS/JAXA Solar-C WG**

**JSPEC/JAXA out-of-ecliptic solar mission WG**

11 March. 2011

11.12.28

Pre-A: Pre-Phase-A (WG activities)

A: Phase-A (R&D)

B/C: Phase-B/C (PM phase)

D: Phase-D (FM phase)

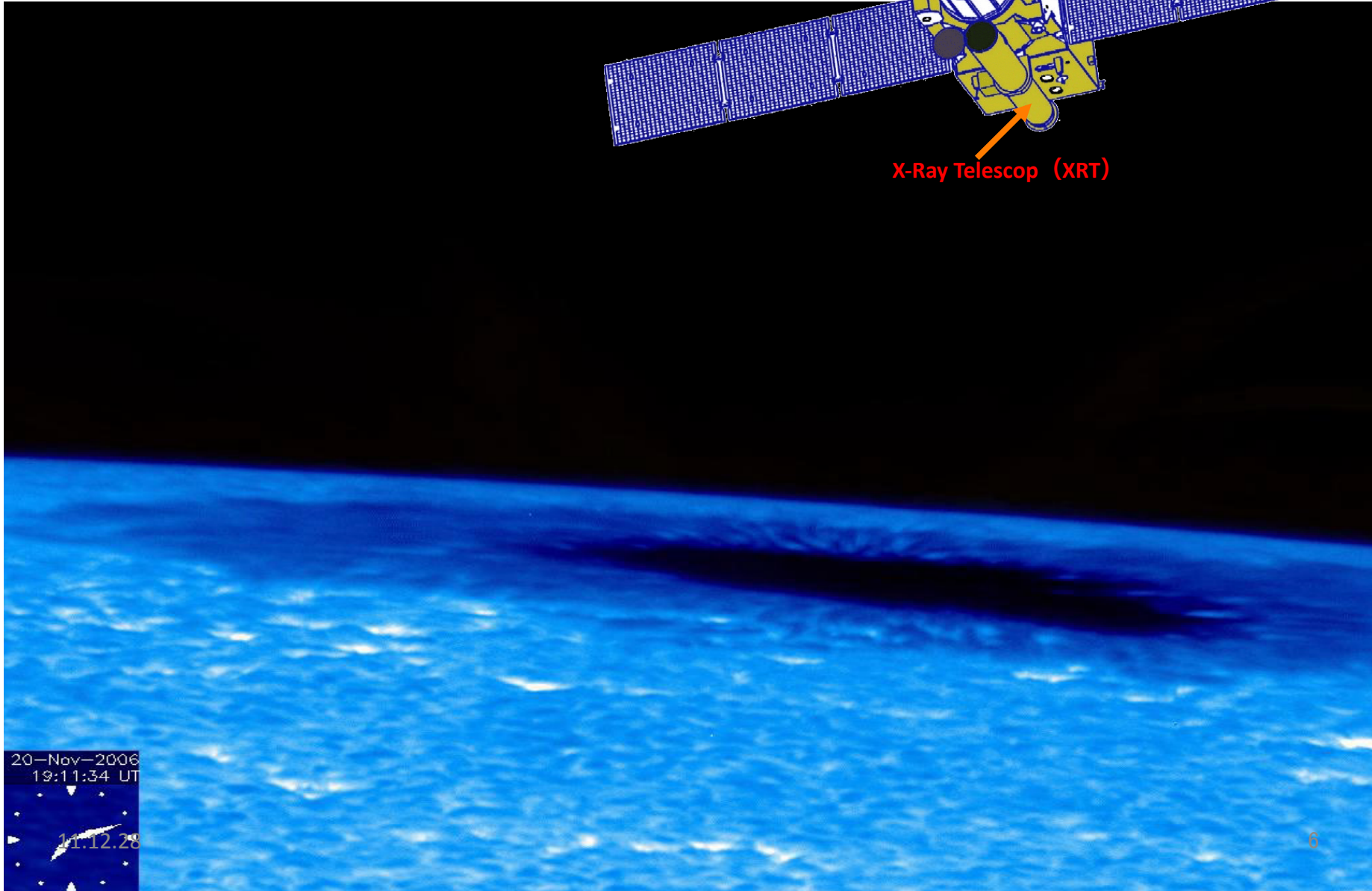
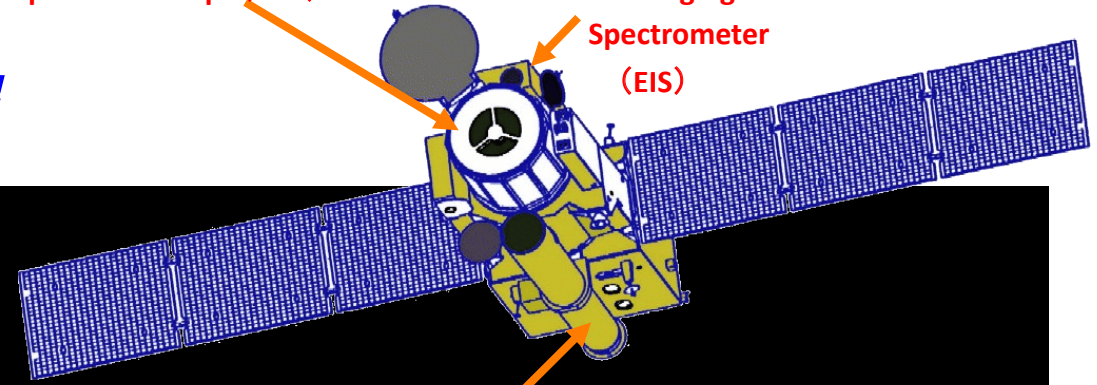
SSSC: Space Science Steering Committee

# “ひので”画像観測が とらえた活動的な彩層

Solar Optical Telescope (SOT)

EUV Imaging Spectrometer (EIS)

X-Ray Telescope (XRT)



20-Nov-2006  
19:11:34 UT

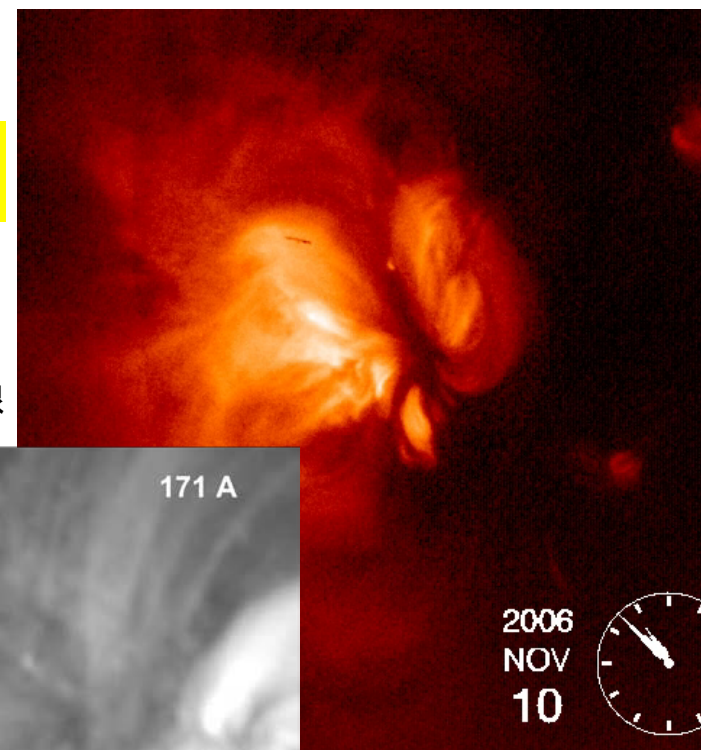
11:12.28



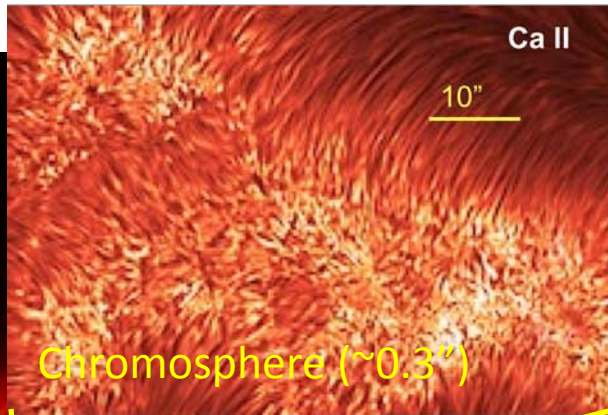
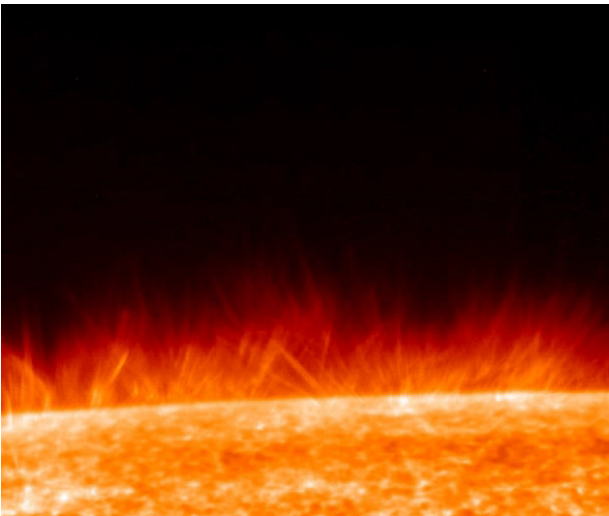
# コロナ・彩層はどう加熱されているか？

- 画像観測から偏光分光観測へ
  - “彩層”磁場の高解像度観測。高速診断

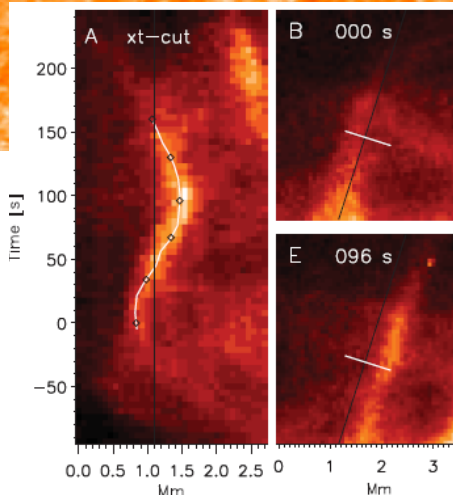
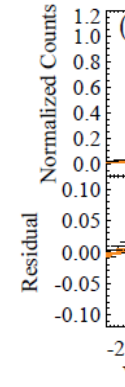
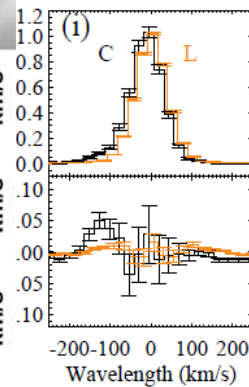
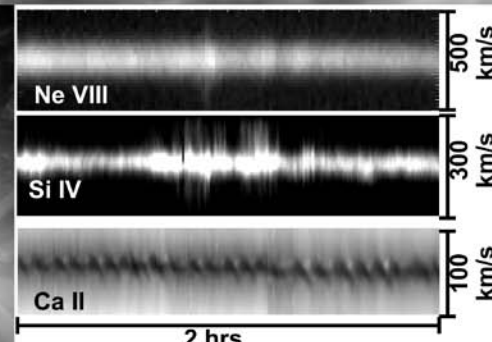
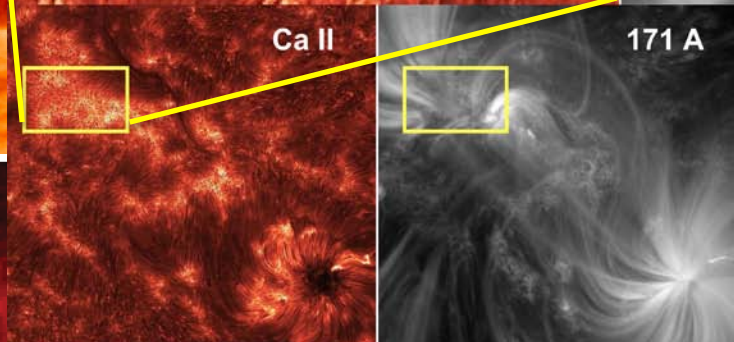
軟X線



太陽縁(横から)



ループ足元



- 遷移層・コロナの高解像度・高速の分光観測へ
  - 彩層微細構造から上空へのエネルギー輸送の定量化
  - 彩層観測に近い解像度(~0.3")で



## **SOLAR-C Strawman instruments**

### **3. X-Ray Spectrometer (XIS)**

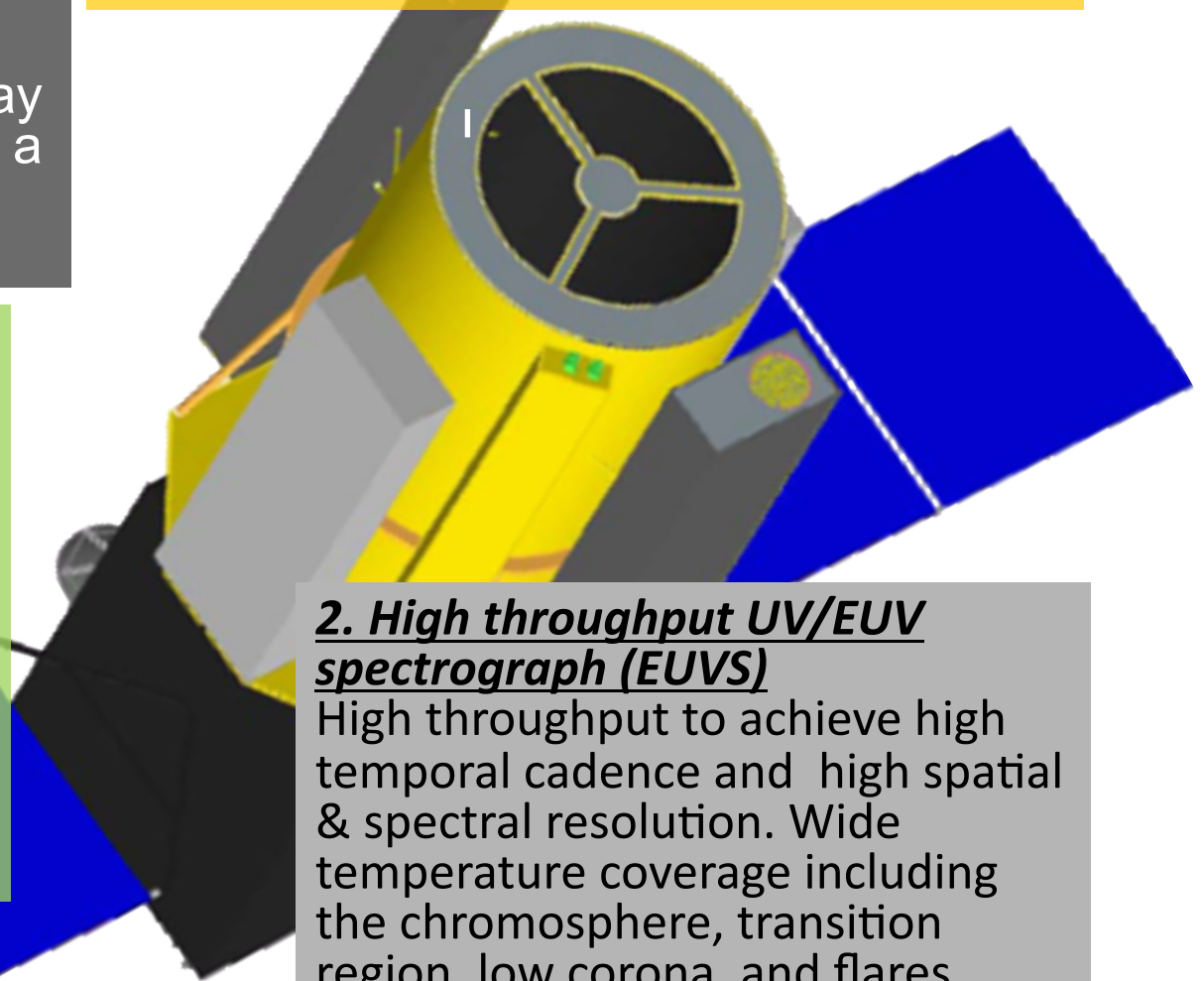
*Grazing incidence telescope with 1. photon counting & context imager and/or 2. X-Ray (6-24Å) slit spectrometer with a spectral resolution of ~1000 (150km/s velocity resolution)*

**Geo-synchronous orbit** for quasi-continuous access to the spacecraft:

1. Use SOLAR-C as a ground-based observatory to allow real-time response to solar situation,
2. Real time response for space weather

Launch vehicle: JAXA H-IIA

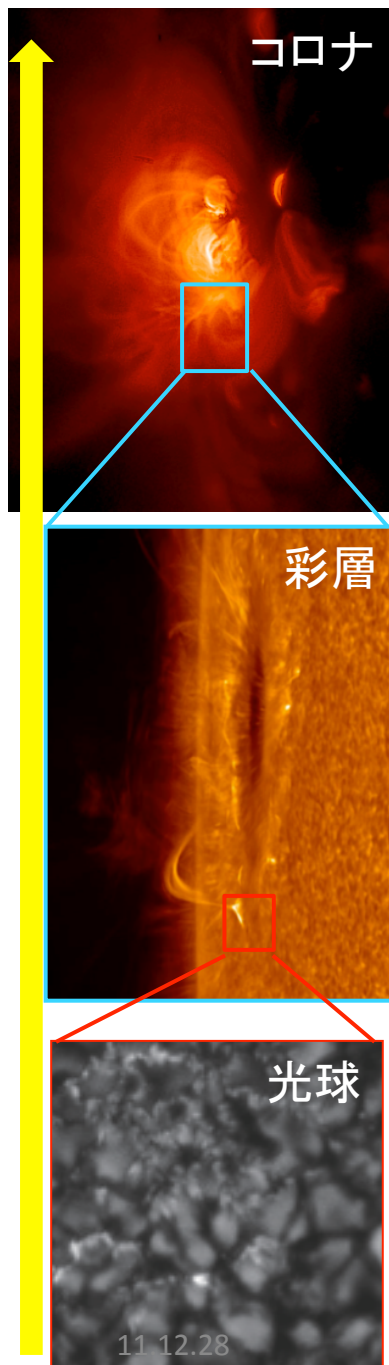
**1. UV-Visible-NIR telescope (SUVIT)** <1.5m $\phi$  telescope with filtergraph and spectropolarimeter. Wide wavelength coverage from photosphere to the upper chromosphere and transition region.  
**Zeeman+Hanle spectropolarimetry**



### **2. High throughput UV/EUV spectrograph (EUVS)**

High throughput to achieve high temporal cadence and high spatial & spectral resolution. Wide temperature coverage including the chromosphere, transition region, low corona, and flares.





## 2. High throughput UV/EUV spectrograph (EUVS)

**Spatial resolution: ~0.3"**

Time resolution:

- 1 - 5 s (0.33" sampling)
- 0.5 - 1 s (1.0" sampling)
- 15" FOV with 0.3" step 25-50s cd.
- **200" FOV with 0.6" step 200s cd.**

FOV: > 300" x 300" (0.3")

LOS velocity resolution: < 3 km/s

LOS line broadening: < 10 km/s

Temperature coverage: 10(4) – 10(7)K

## 1. UV-Visible-NIR telescope (SUVIT)

1. Spatial resolution: < 0.1" (UV & Visible), < 0.2" (near-IR)
2. Time resolution: > 0.1-1s (imaging), > 1-20s (spectro-polarimetry) FOV: > 180" x 180"
3. Wavelength: 280nm - 1.1μm including **Mg II h/k 280nm, Ca II 854 nm, He I 1083 nm, and photospheric lines**
5. Spectro-polarimetric sensitivity: 10(7) – 10(8) photons for chromospheric lines

## 3. X-Ray spectrometer (XIS)

Grazing incidence telescope with

**Photon counting & context imager**

Spatial resolution: ~1" - 2"

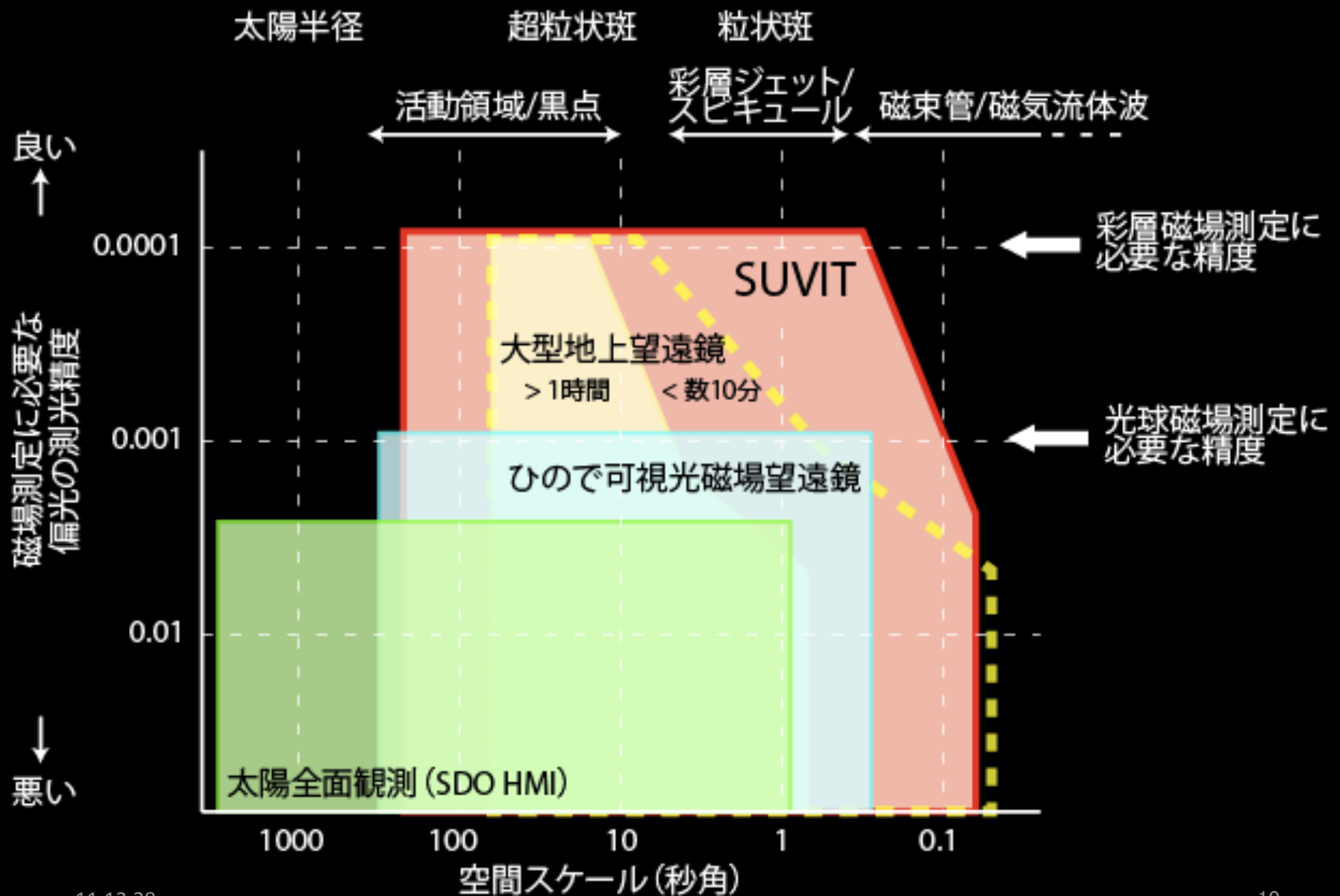
Time resolution: < 10s

FOV: 80" x 400"

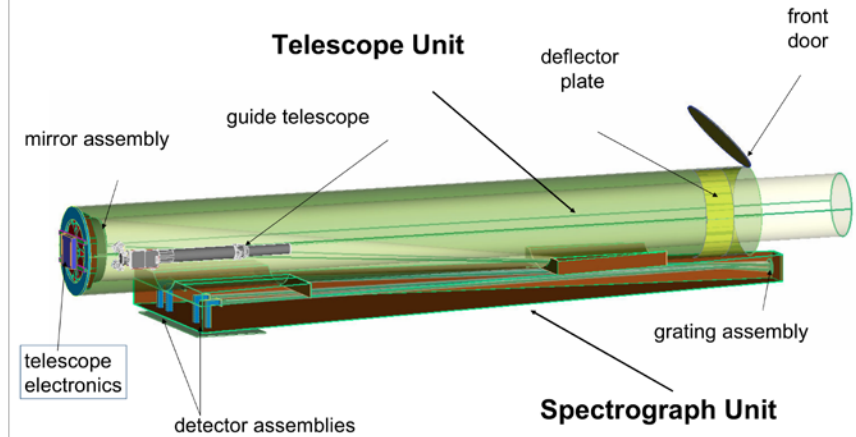
Energy range: ~0.5 ~10 keV

UV spectro-polarimetric observations: pending CLASP

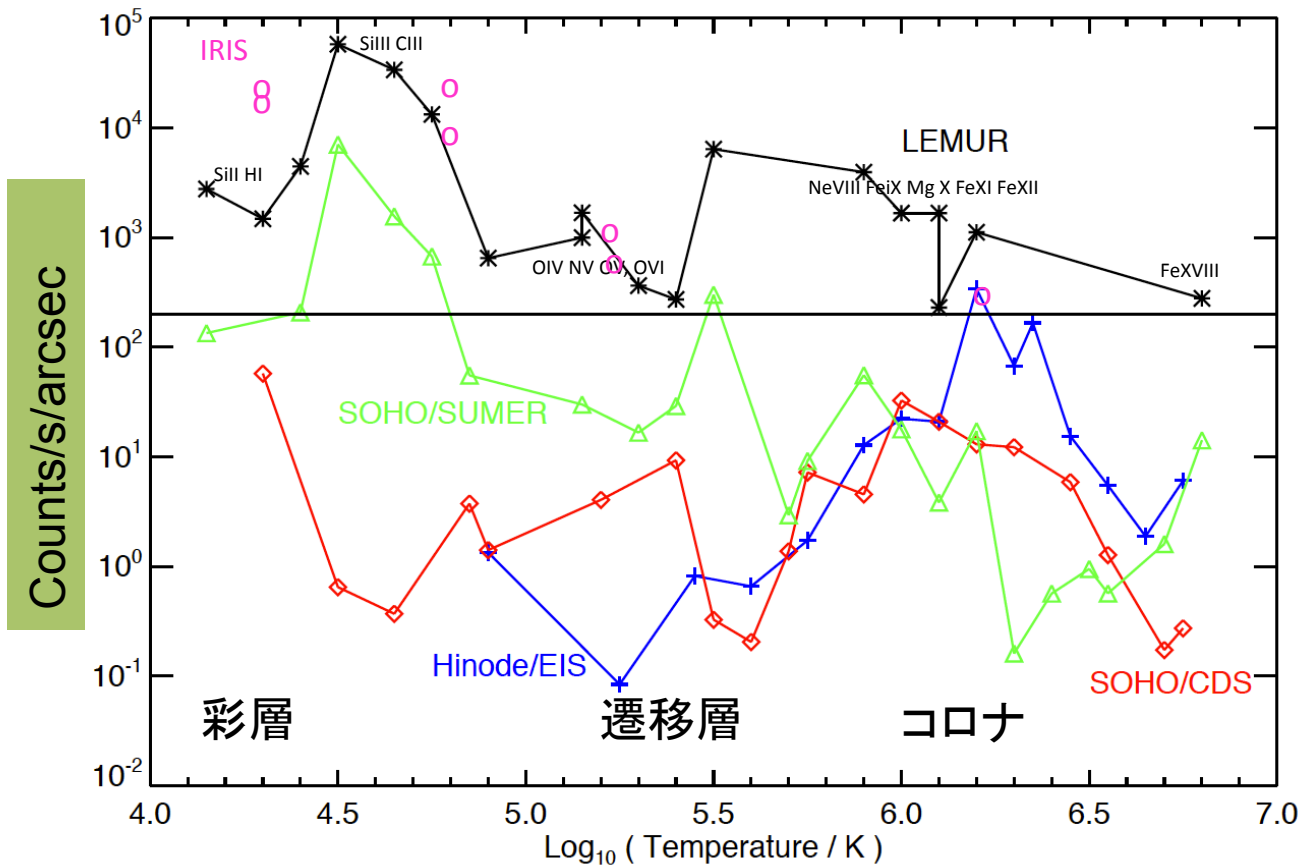
# UV-Visible-NIR telescope (SUVIT)



# High throughput UV/EUV spectrograph (EUVS/LEMUR) radiometric performance



For active region plasma



- **広い温度カバー**  
彩層～遷移層・コロナ  
10<sup>4</sup> K to 10<sup>7</sup> K
- **高スループット**  
早いケーデンスで観測領域を分光観測
- **高い解像度**  
微細構造(スピキュール)を分解できる0.3"

# まとめ

- SOLAR-Cは、太陽大気を診断する全く新しい手段を供する。
  - 偏光分光観測で、“彩層”の磁場を初めて計測
  - 同程度の高解像度かつ高時間分解能で光球・彩層からコロナを同時に観測
  - 分光観測で、彩層からコロナの物理量を定量化
  - コロナ・彩層加熱、太陽風加速、フレアや磁気構造生成におけるプラズマ素過程の役割、等
- SOLAR-Cは、科学的にも技術的にも極めて挑戦的なミッション。
  - 欧米との国際協力を実現させる。日本の負担は中型衛星規模。
  - 宇宙からの観測(SOLAR-C), 理論・数値シミュレーション研究、地上観測の協調がますます重要に。