

# SOLAR-C B案衛星: UV/EUVスペクトル装置 (ヨーロッパからの貢献)

Solar-C Plan B mission: UV/EUV high-throughput spectrograph (European contribution to Solar-C)

○清水敏文, 今田晋亮 (ISAS/JAXA), Luca Teriaca (MPS), 他LEMURコンソーシアム

## 概要

本ポスター発表にて、画期的な太陽観測を可能とするFUV~EUV域分光装置

### 「LEMUR」 = Large European Module for Solar Ultraviolet Research

を説明する。

この装置の特徴は、

- 既存望遠鏡に比べ**1桁以上高いスループット**(光子数収集)性能を持ち、**時間分解能~0.5秒**(@1スリット)の連続観測が可能
- 既存望遠鏡に比べ**解像面積比で1桁以上高い**、**高解像度0.3秒角**
- $10^4\text{K}$ (彩層)~ $10^6\text{K}$ (コロナ)~ $10^7\text{K}$ (フレア)の多温度プラズマを**シームレスにカバー**できる広い波長カバー

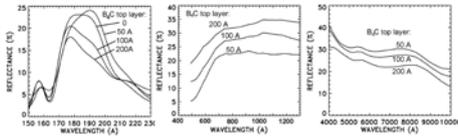
である。このような分光観測は世界で初めてのものであり、「ひので」の撮像観測で明らかになった太陽大気のダイナミクス、加熱、波動現象の**定量的な物理診断**(速度、温度、密度)を初めて可能として、コロナ・彩層加熱や太陽風加速を解く鍵として太陽プラズマ大気における**エネルギー輸送**や**物理素過程の理解**を飛躍的に進めるものと期待される。

この装置は、Solar-C国際サブワーキンググループ活動で詳細検討され、Solar-C B案衛星(地球周回軌道から高解像・長時間・高精度の分光・偏光観測を行う太陽観測衛星)に搭載を目指し、2010年12月にESAに提案された。

## 装置概要

### 鏡コーティング設計

高反射率Mo/Si+ $B_2C$ 多層膜鏡

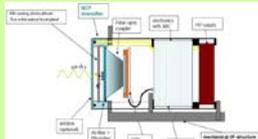


- LW band (>480Å) – 上面の $B_2C$ 層で反射
- SW band (170-210Å) –  $B_2C$ 層を透過、Mo/Si多層膜で反射

- 鏡は-85°Cで運用(SUMERと同様、吸収係数~0.7)。コンタミ防御。

### 検出器

- SW band (170-210Å)  
裏面照射型EUV CCDs  
(2Kx2Kx2, 13.5 microns pixels)  
薄膜金属フィルター付(可視光除去)
- LW band (>480Å)  
Intensified CCD or APS  
(3072x2K, 20 microns pixels)



Intensified CCD or APS:

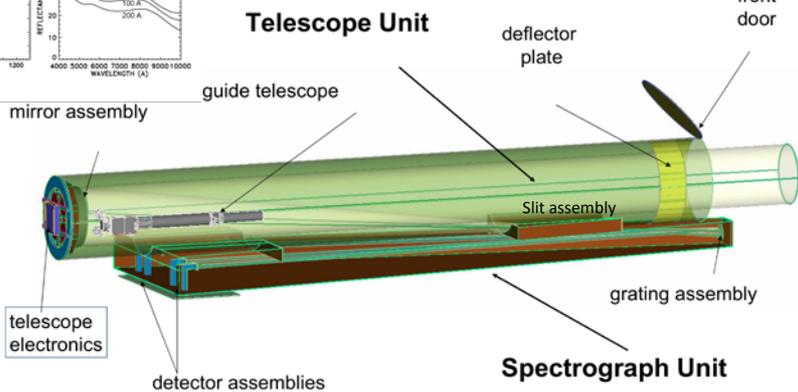
- UV光にのみ感度があるマイクロチャンネルプレート(MCP)で増幅
- 蛍光板に投影された画像を光ファイバで受光素子(CCD, APS)に導入

### 構造

- CFRP構造
- 総重量 155.0 kg

### 製作分担構想

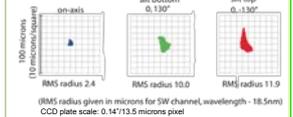
- 望遠鏡部 – ESA担当
- 分光部 – 欧州各宇宙機関&NASA担当
- 衛星I/F調整等 – 日本



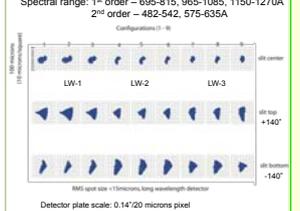
### 光学設計

- 二素子(鏡-グレーティング)系
- 鏡 30cmφ, 放物面 f 360cm
- スリット面プレートスケール 17.5μm/arcsec
- グレーティング2系統(SW, LW)  
光学倍率 5.5, 8.1

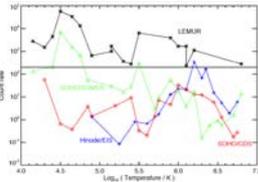
### SW band (170-210Å)



### LW band



### 観測輝線の強度の見積もり結果



- 1秒積算で得られる光子カウント数 1秒角 $\times$ にて。活動領域の場合。
- 200カウント以上で $\sim 2\text{km/s}$ の精度でドップラー速度導出が可能。
- 既存のスペクトルグラフ(SUMER, CDS, EIS)と比較
- 1桁以上のスループット性能を全温度域(彩層 $10^4$ -コロナ $10^6$ -フレア $10^7\text{K}$ )で実現できる。

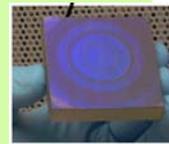


Photo: RAISE TVLS Grating (Hassler)

### TVLS (Toroidal Variable Line Space) グレーティング

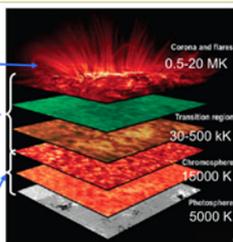
光学拡大率を持つことが可能に。Hinode/EISで実績。サブ秒角の解像度が、比較的小さなサイズの望遠鏡で可能となった。

## 本装置で大きく進展するサイエンス

LEMURが担う観測領域。B案衛星で役割

### X-ray Telescope (XIT)

- Coronal and flare plasma imaging
- 0.2" spatial resolution (0.1"/pixel)

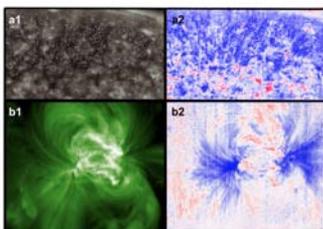


### VUV Imaging Spectrometer (LEMUR)

- Observes transition region, corona and flare plasmas
- Measures temperatures, densities, velocities using VUV emission line slit spectroscopy
- Spectra of 0.28"×0.28" areas

### Solar UV, Optical and IR Telescope (SUVIT)

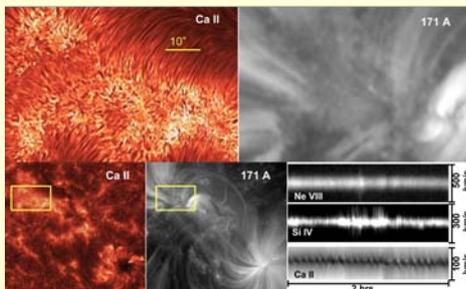
- Photospheric, chromospheric images ( $\approx 0.1''$  resolution) and vector magnetograms (0.2" - 0.4" resolution)



### ③ 太陽風の加速の謎を解明することが可能に

極域コロナホール(上)起源の高速太陽風と低緯度(下)起源の低速太陽風は、波動によるエネルギーで加速されているのだろうか? 波動の振る舞いをスペクトル診断で診断する。

### ① 磁気要素構造(サイズ $\sim 0.3''$ )を介して彩層からコロナにわたる**エネルギー輸送**を初めて探査可能に



彩層の磁場構造(左上)は、コロナ(右上、分解能 $1''$ )で様相が一変する。輸送されたエネルギー(加熱)の相違によるが、輸送形態は何なのであるか? 波動か、足元の微小ジェット(ナノフレア)か? スペクトル線の連続計測(右下)は、波動の伝搬やナノフレアの定量的な評価を可能とする。

0.5秒の高速観測により、磁気リコネクションによる突発的エネルギー変換後の非平衡状態のプラズマの診断が初めて可能に。リコネクションのエネルギー変換のなぞ(熱的/非熱的エネルギー比率を決める物理)に迫る。

### ② フレアやダイナミクスのエンジンである**磁気リコネクション**の物理や役割に迫る

