

ISS曝露部搭載 EUVI較正実験

宇治賢太郎⁽¹⁾、吉川一郎⁽¹⁾、伊佐敷一裕⁽¹⁾

吉岡和夫⁽²⁾、村上豪⁽²⁾、山崎敦⁽²⁾

斎藤昭則⁽³⁾、穂積祐太⁽³⁾

⁽¹⁾東京大学、⁽²⁾ISAS、⁽³⁾京都大学

概要

- EUVI (Extreme Ultraviolet Imager: 極端紫外光撮像装置)
 - ISS-IMAPミッションの一部
 - 国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟船外実験プラットフォームに搭載
 - 電離圏・プラズマ圏内の He^+ と O^+ の共鳴散乱光を検出する
 - 2012年7月打ち上げ
 - 現在は定常観測中
-
- 本発表ではEUVIの較正試験結果を紹介する

EUVIにおける問題点

□ EUVIはISS上から軌道後方のリム方向を指向し、電離圏・プラズマ圏内のプラズマ分布を観測する

□ ISSは約90分で地球一周

□ 高い時間分解能が必要

□ ISSは高度約400 kmを飛行

□ ジオコロナの混入光が多い

□ 従来の観測器の約2倍のS/N比が必要

→ 1分間の露光時間で $SNR = 6$ 以上

□ 各光学素子の性能向上

□ 迷光対策

EUVI観測器

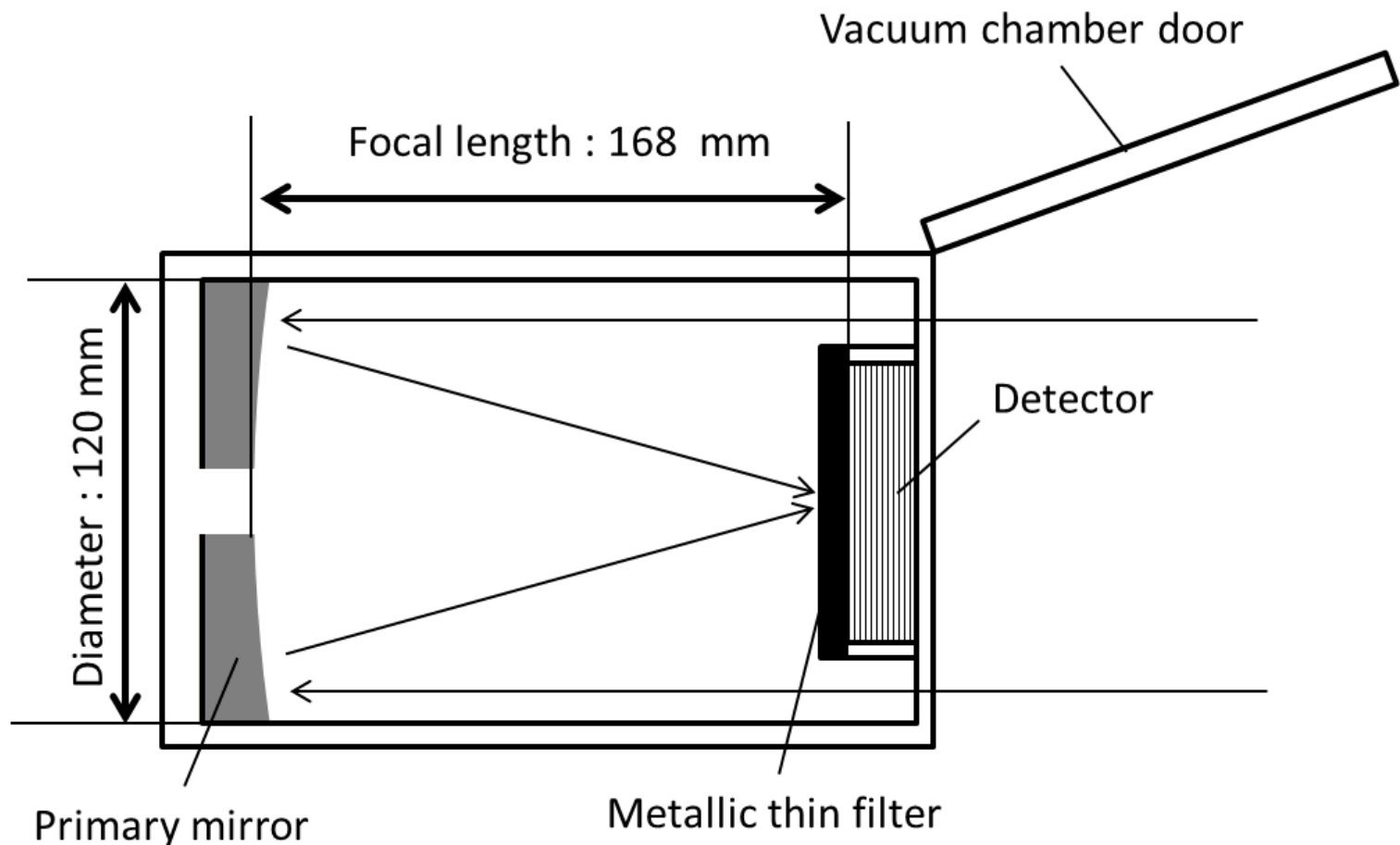
- EUVIは2個の望遠鏡から構成される
 - EUVI He⁺:He⁺の共鳴散乱光(30.4 nm)を検出
 - EUVI O⁺:O⁺の共鳴散乱光(83.4 nm)を検出

EUVIの仕様

	EUVI He ⁺	EUVI O ⁺
Size	19.3 kg, 170 × 370 × 480 mm	
Wavelength	30.4 nm	83.4 nm
Field of view	13.5°	
Spatial resolution	0.1°	
Time resolution	1min	
Entrance mirror	Al/Y ₂ O ₃ multilayer coated mirror 120 mm diameter 168 mm focal length	
Filter	Al/C	In
Detector	MCPs+RAE	

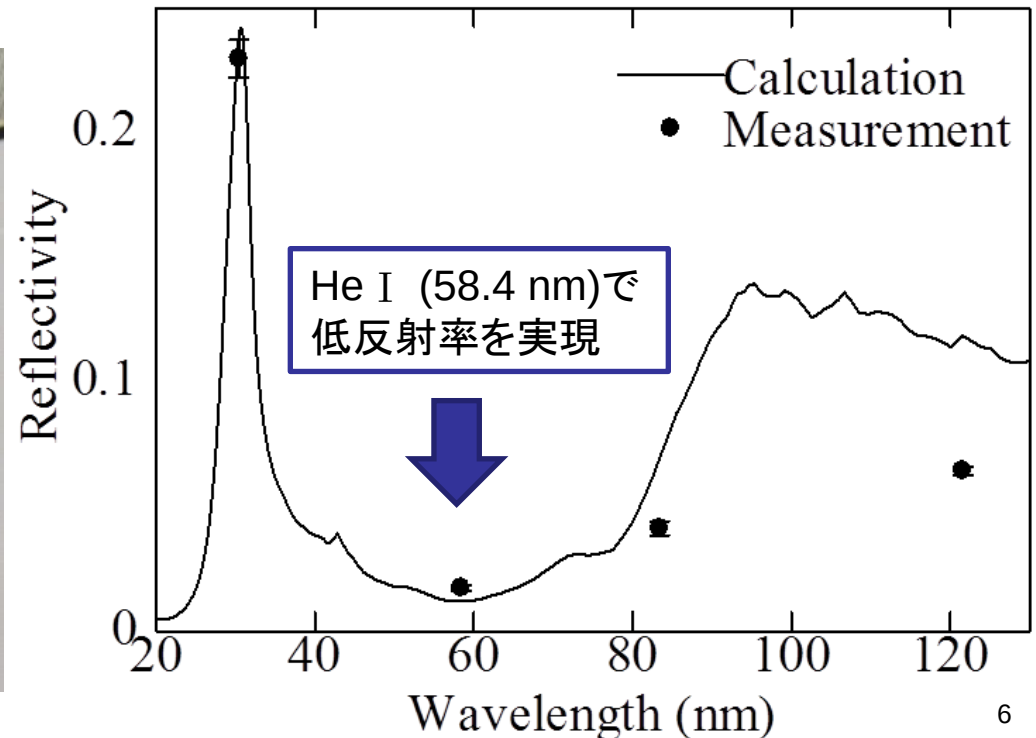
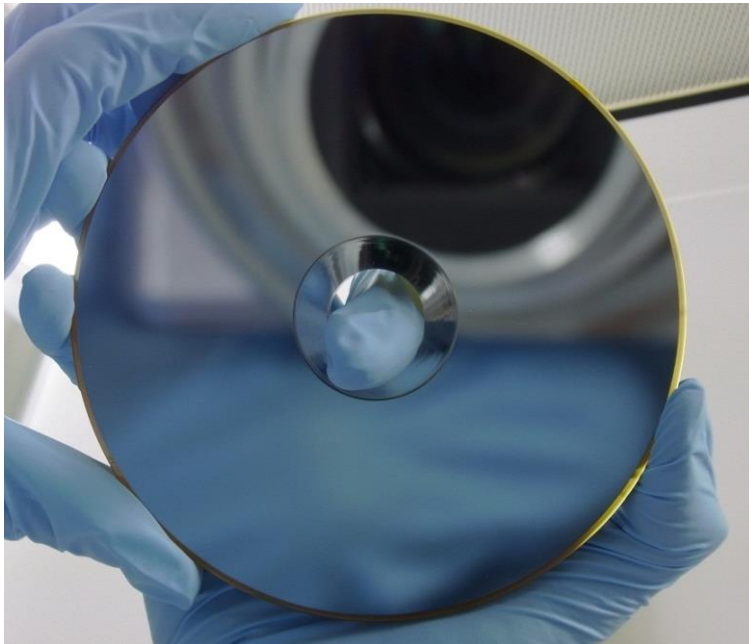
光学系

- 主鏡、金属薄膜フィルタ、検出器から構成される
- 各光学素子の校正試験を行った



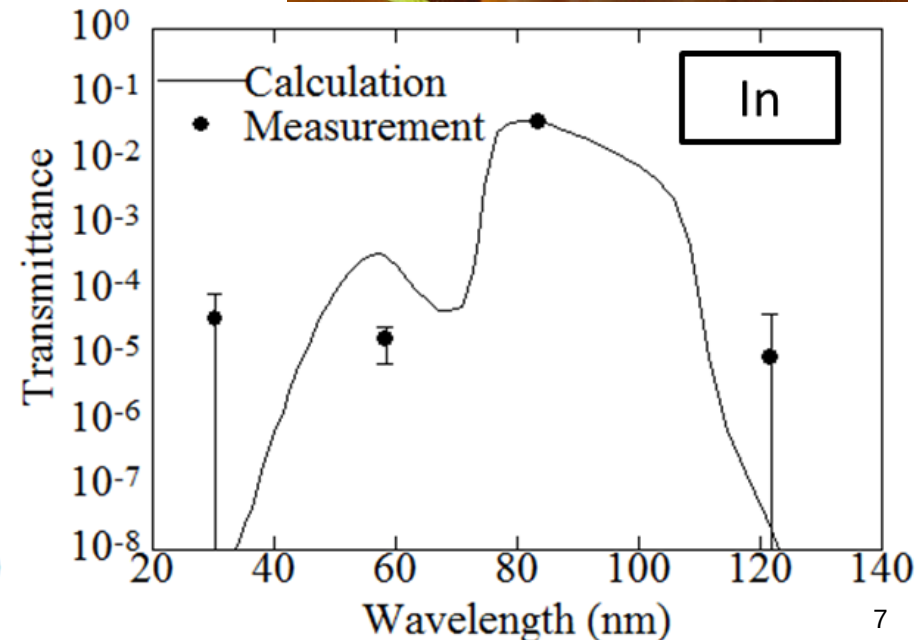
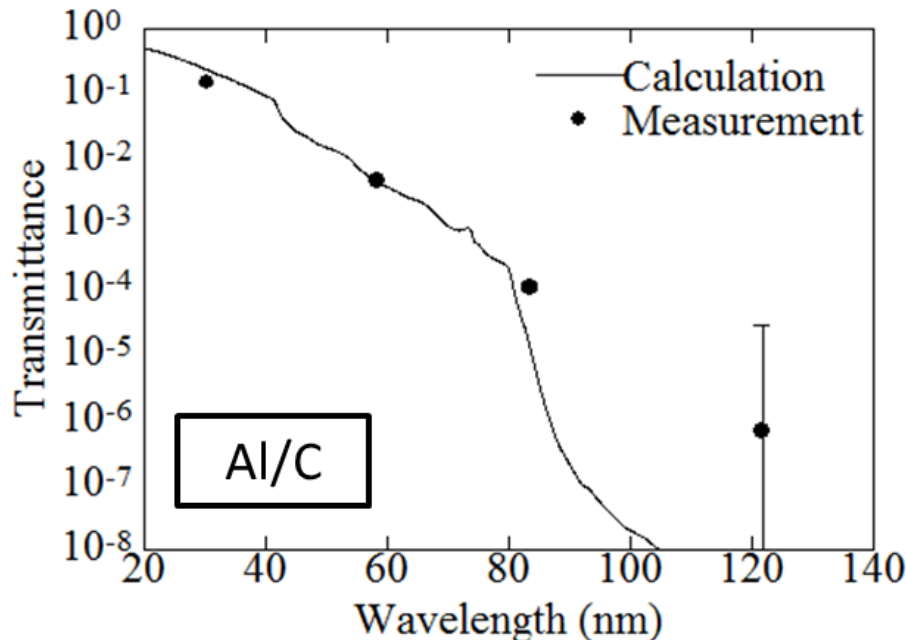
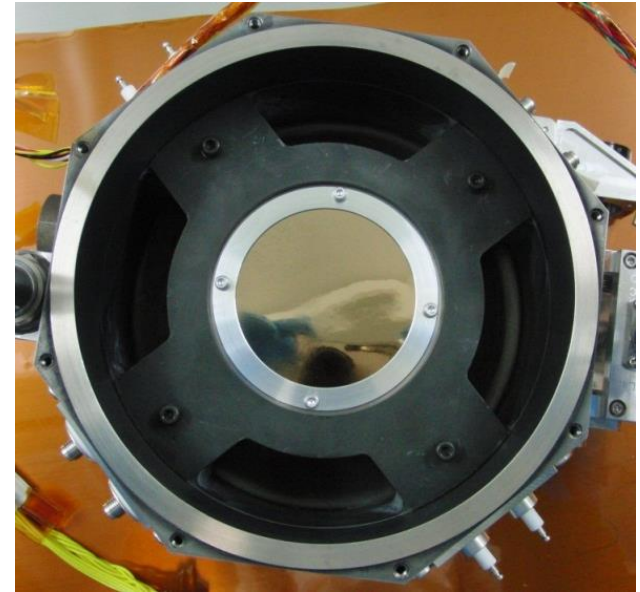
主鏡

- 新たに開発したAl/Y₂O₃の多層膜反射鏡を用いる
 - 直径: 120 mm
 - 焦点距離: 168 mm
- 従来のMo/Si多層膜反射鏡に比べ迷光が10分の1程度になった



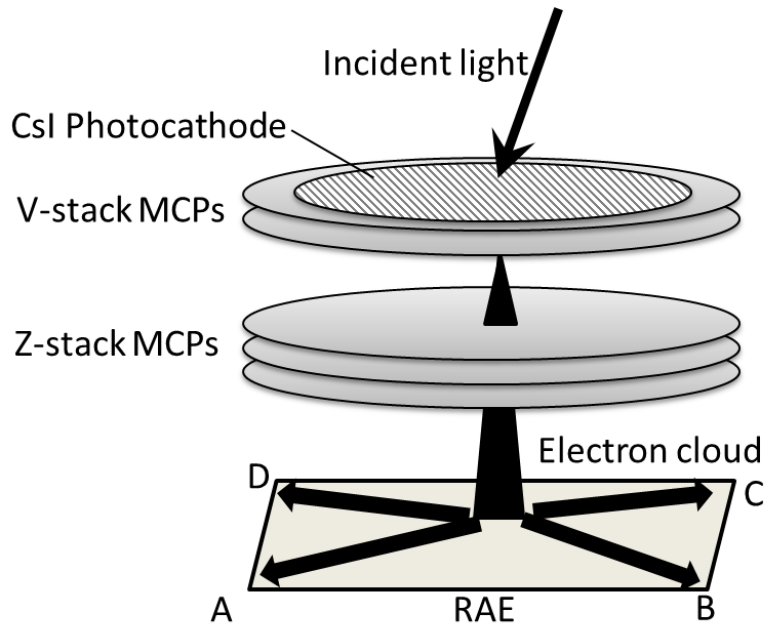
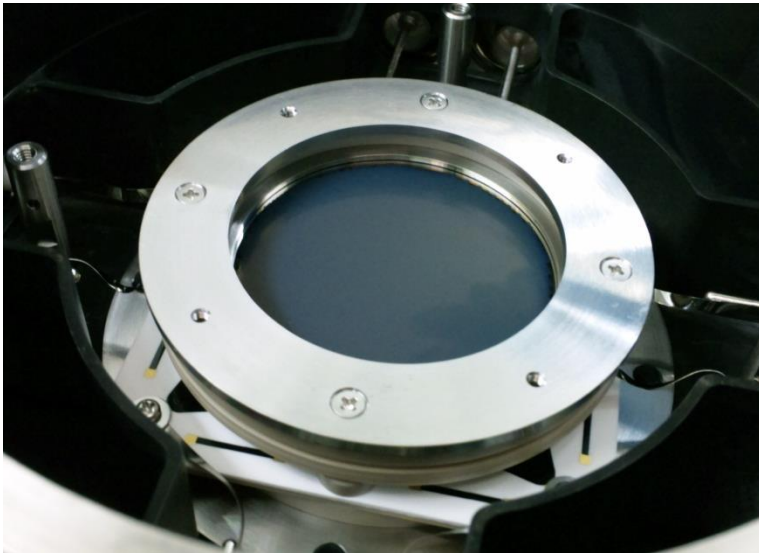
金属薄膜フィルタ

- Lyman- α (121.6 nm) 除去のため金属薄膜フィルタを検出器前に設置
- EUVI He⁺ : Al/C
- EUVI O⁺ : In



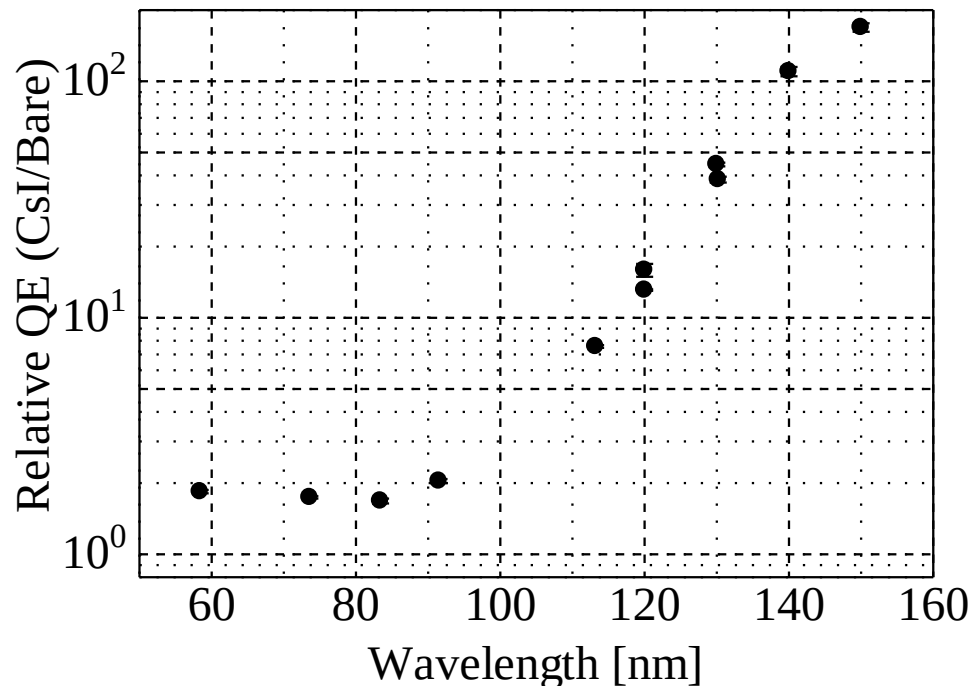
検出器

- 光検出器MCP(マイクロチャンネルプレート)と位置検出器RAE(レジスティブアノード)を用いる
- 検出器の効率はMCPの量子効率で決まる



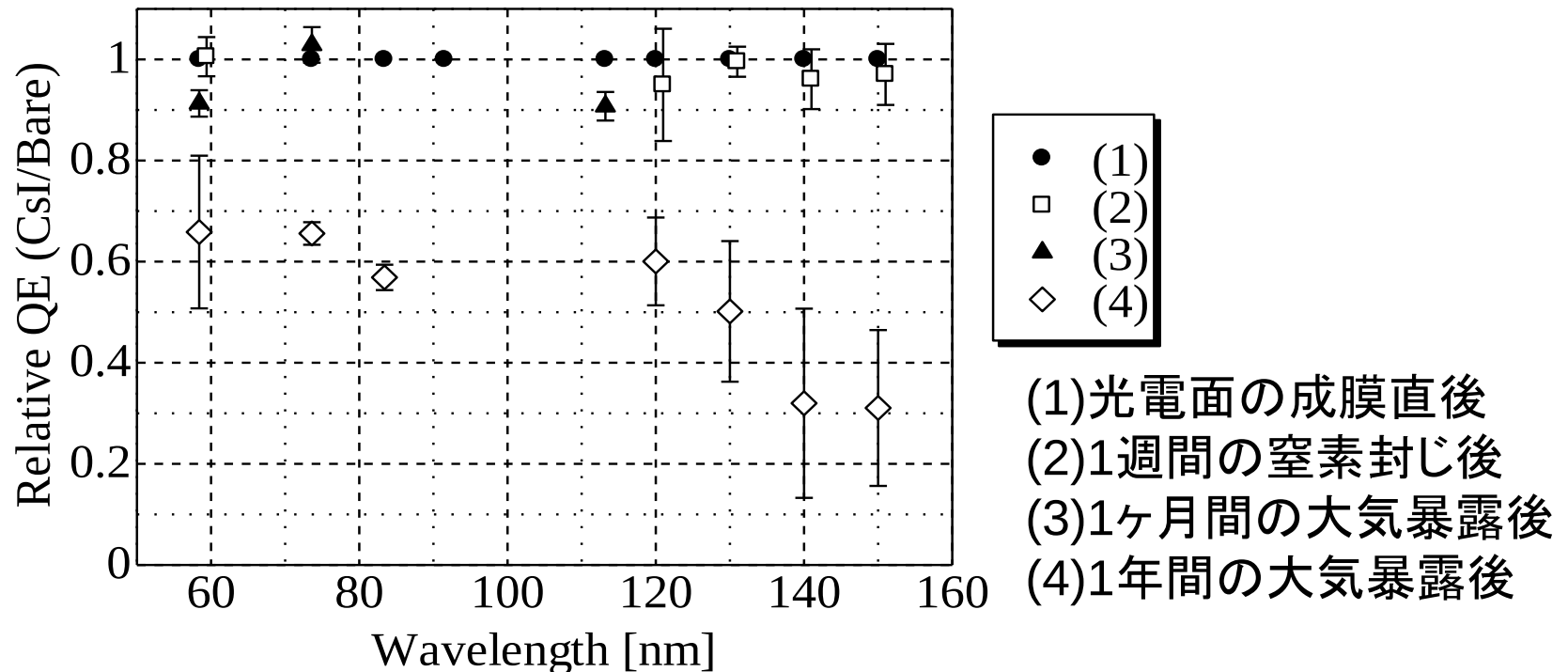
MCPの量子効率向上

- 量子効率向上のため、MCP表面にCsIを蒸着する
- 観測波長において未蒸着のMCPに比べて約2倍の量子効率を持つ



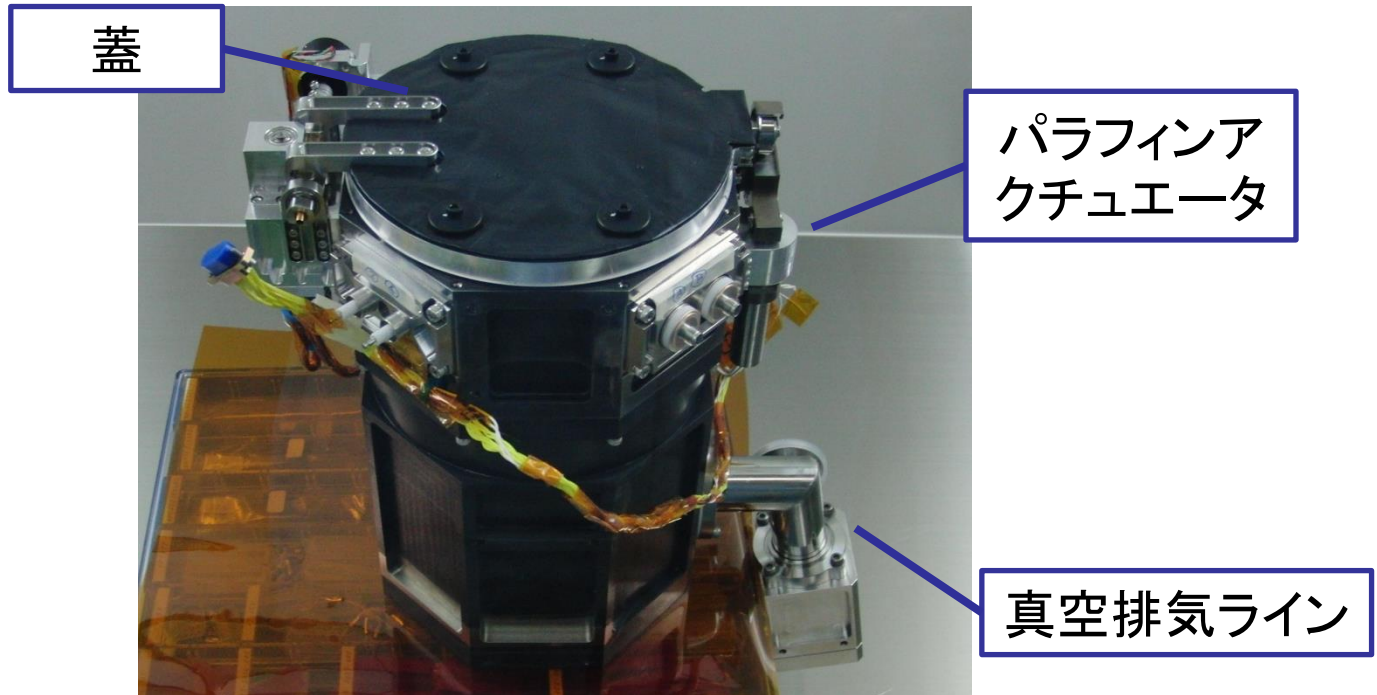
大気曝露による感度劣化

□CsIは潮解性物質であり、大気曝露することで検出効率が低下することが知られている
→打ち上げ直前まで真空引きする必要性



真空チャンバ

- EUVI観測装置全体を真空に保つチャンバ
- 打ち上げ後にパラフィンアクチュエータを用い、蓋をあける



較正試験結果

- 較正試験結果を表に示す
- Total sensitivityは以下の値を用いて計算した
 - Total FOV : 13.5 degrees
 - Format : 128 × 128
 - Open Aperture : 42 cm²

	EUVI He+	EUVI O+
Mirror reflectivity	22%	5.5 %
Filter transmittance	15 %	3.8 %
MCP quantum efficiency	13 %	8.0 %
Total sensitivity [cps/R/bin]	4.9×10^{-2}	1.9×10^{-3}

S/N比 (signal to noise ratio)

S/N比は以下のように計算される

$$N_{\text{signal}} = N_{\text{total}} - N_{\text{background}}$$

$$\sigma_{\text{signal}} = \sqrt{\sigma_{\text{total}}^2 + \sigma_{\text{background}}^2} \approx \sqrt{\sigma_{\text{signal}}^2 + 2\sigma_{\text{background}}^2} \approx \sqrt{N_{\text{signal}} + 2N_{\text{background}}}$$

$$\text{SNR} = \frac{N_{\text{signal}}}{\sigma_{\text{signal}}} = \frac{N_{\text{signal}}}{\sqrt{N_{\text{signal}} + 2N_{\text{background}}}}$$

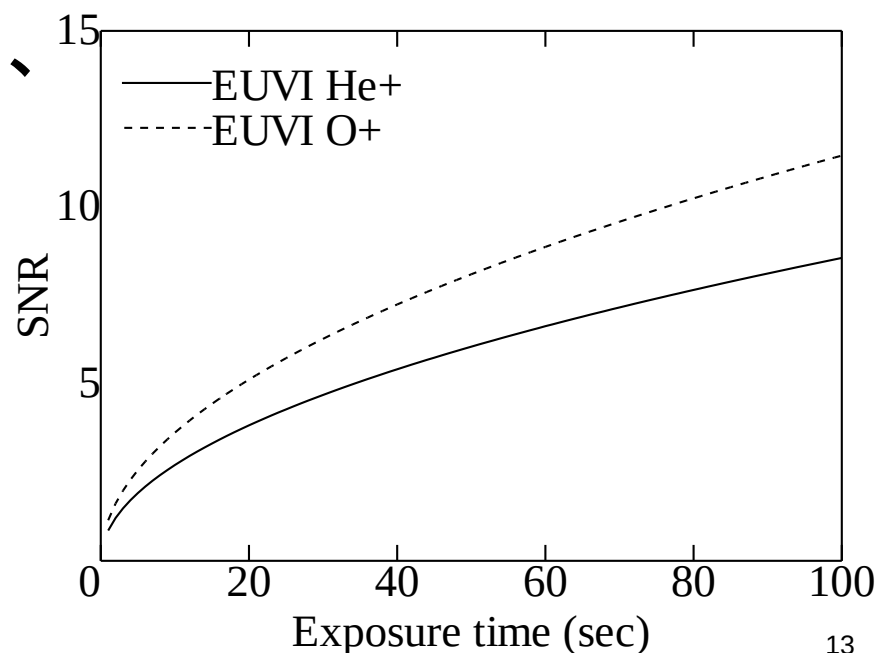
典型的な大気光を仮定すると、
1分間の露光時間で

□ EUVI He+ は 6.6

□ EUVI O+ は 8.9

のS/N比を得ることができる

→ 従来の観測器よりも2倍高いS/N比を達成



まとめ

- EUVIの地上較正試験を行った

- EUVI He⁺ : 0.049 cps/R/bin

- EUVI O⁺ : 0.0019 cps/R/bin

- 従来の観測器よりも約2倍高いS/N比を達成

- EUVIは現在、国際宇宙ステーションから電離圏・プラズマ圏内のプラズマの分布を観測している