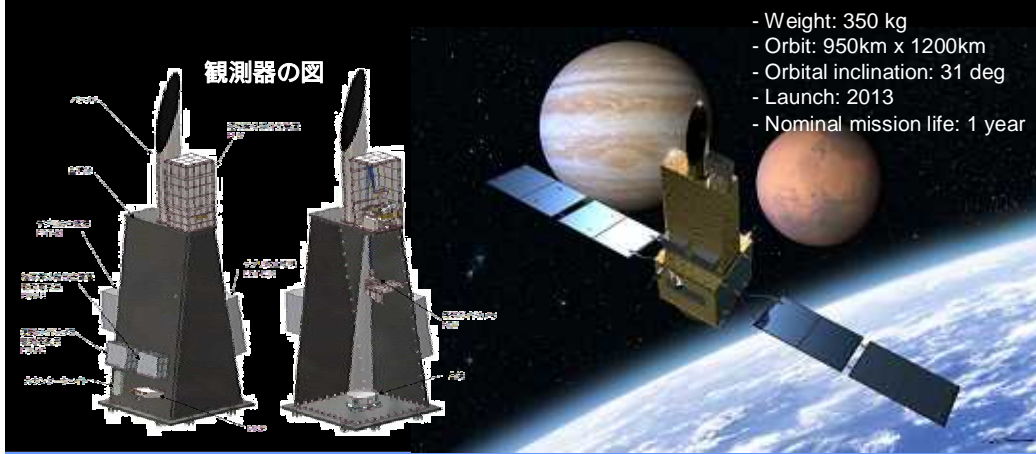


SPRINT-A/EXCEEDの感度絶対値較正

酒井恒一、村上豪、本間達朗、石井宏明、
吉川一朗(東京大学)、吉岡和夫(立教大学)
発表者連絡先:ksakai@eps.s.u-tokyo.ac.jp

要旨

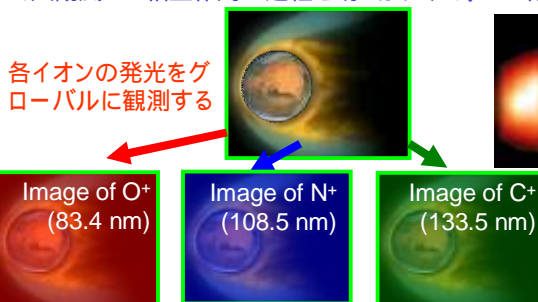
EXCEEDミッション(Extreme ultraviolet spectroSCOpe for ExosphERIC Dynamics mission)ミッションは惑星プラズマの発する極端紫外光(EUV)の分光観測を行う。観測対象は金星・火星から宇宙空間に流出する大気、木星・土星の磁気圏プラズマである。観測器は新規開発を終了し現在光学系のFMの開発を進めている。本発表はEXCEEDミッション観測器の開発現状・光学系較正試験計画を紹介する。



EXCEEDの観測対象

■地球型惑星からの流出大気

火星、金星などの地球型惑星の大気は太陽光中のUVにより光解離し太陽風磁場と相互作用することで惑星間空間に流出する。その場観測のデータはいくつか存在するが、流出する大気の総量は見積もられていない。EXCEEDによって流出大気の総量・その時間変化を電離圏～尾部にわたりグローバルに観測することによって太陽風との相互作用の過程を明らかにする。



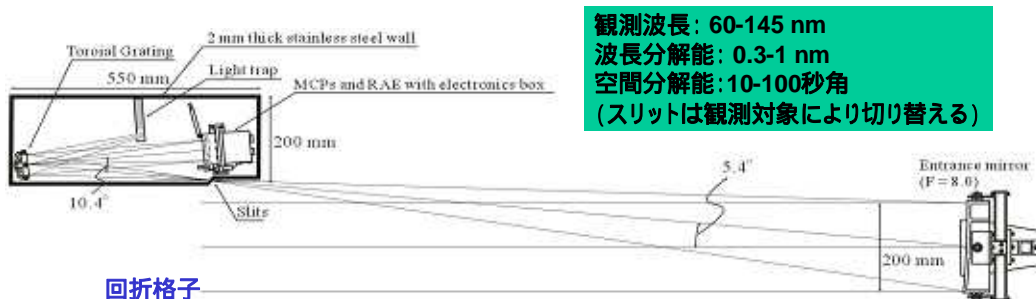
■巨大磁気圏プラズマ

木星磁気圏のオーロラ・イオプラズマトーラスの発光強度と太陽風の相互関係が指摘されている。しかし過去の間欠的な観測では物理過程の理解には至っていない。これは巨大惑星磁気圏での高エネルギー粒子の加速機構にも関係する。EXCEEDは磁気圏プラズマの発光を定常的に観測し太陽風との相互作用を捉える。



太陽風、IPT、オーロラを定常的に観測し、相互関係を探る

観測器全体の光学設計



回折格子

トロイダル型で表面はCVD-SiCを用いる。ラミナータイプ1800本/mmの溝を掘る。

スリット

観測対象により155, 496, 1096nmの3つを切り替えて使用する。それぞれ20", 64", 140"の空間分解能に対応する。

主鏡

軸外しのparabolic型を使用する。口径20 cm、焦点距離1600mm、反射材はCVC-SiCを用いる。

光学系のEUVに対する効率

EUVの反射率は一般的に低いため反射回数のできるだけ少ない光学系を設計する。

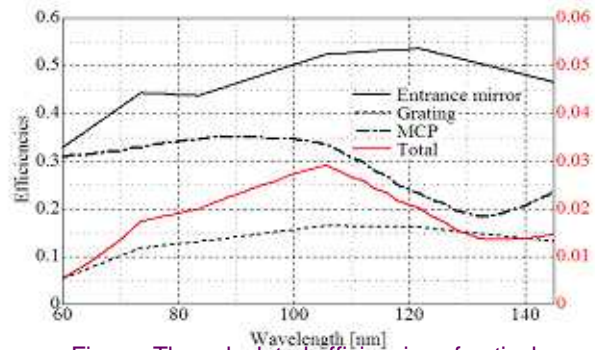
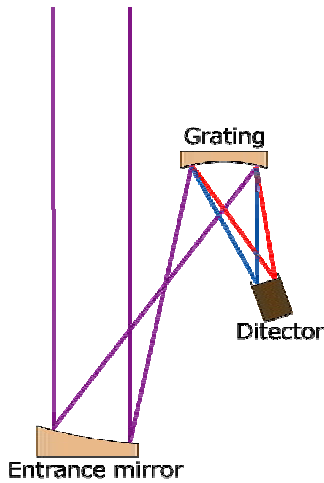
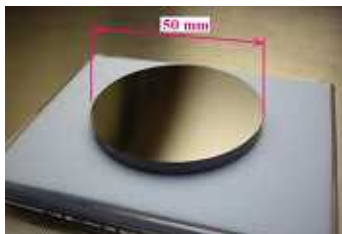


Figure: The calculated efficiencies of optical components and overall instrument (red line) assuming that reflective surface is CVD-SiC.

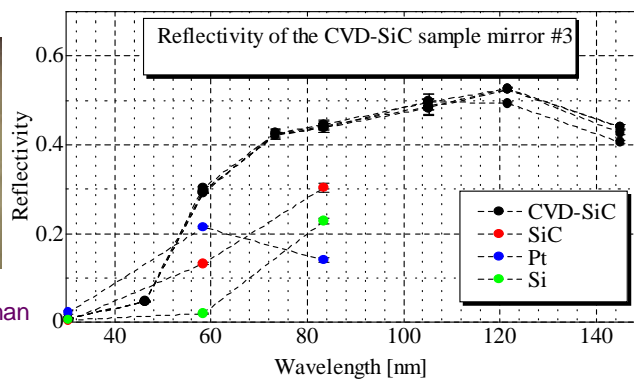
検討の結果、観測器全体で検出効率1-3%を目指す設計とした。

EUV反射面の検討

EUVの反射材としてSiC、Pt、Siなどを検討し観測波長領域の反射率を測定した。

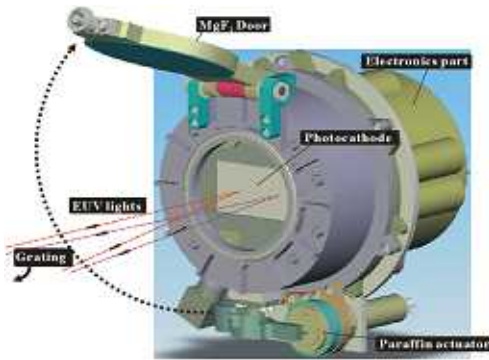


Sample mirror coated CVD-SiC. The surface roughness is less than 0.5 nm RMS.



CVD-SiC(化学蒸着SiC)は表面粗さが小さく、最も高い反射率を持つことを確認した。主鏡、回折格子の反射面をCVD-SiCとすることを決定した。

EUV検出器の設計



Non-flight Stepping Motor

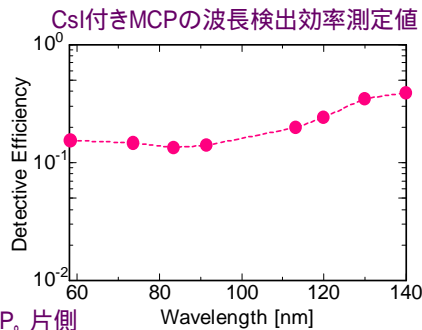
検出器は5段に設置されたMCPと電子雲の位置検出器としてレジスティブアノード(RAE)の組み合わせを用いる。量子効率を上げるため光電物質としてCsIをMCP表面に蒸着する。CsIは強い潮解性を持つため地上では検出器を真空容器内に収め、真空に保つ。

光電物質の検討

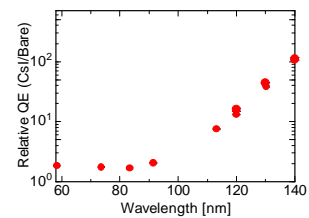
MCPのUV入射面に光電物質を蒸着し、効率を高める。光電物質としてMgF₂, Au, CsI等を検討した。



試験に用いたサンプルMCP。片側に光電物質が蒸着しており、片側はBare(蒸着物質なし)



CsIのBareに対する検出効率比

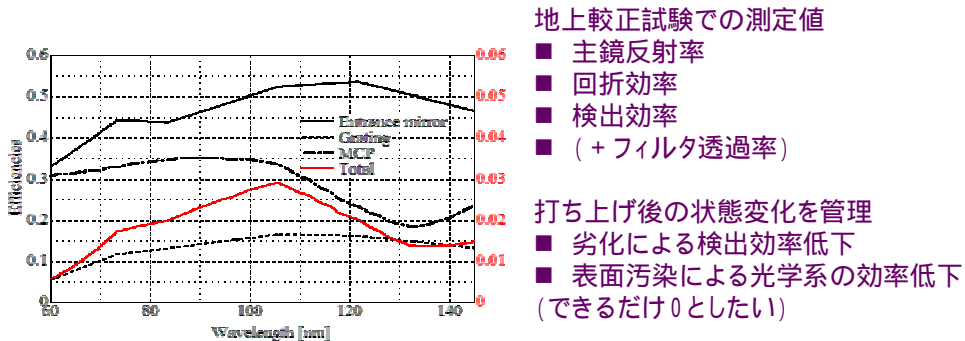


結果としてCsIが最も高い量子効率を達成することを確認し、検出器に採用することを決定した。

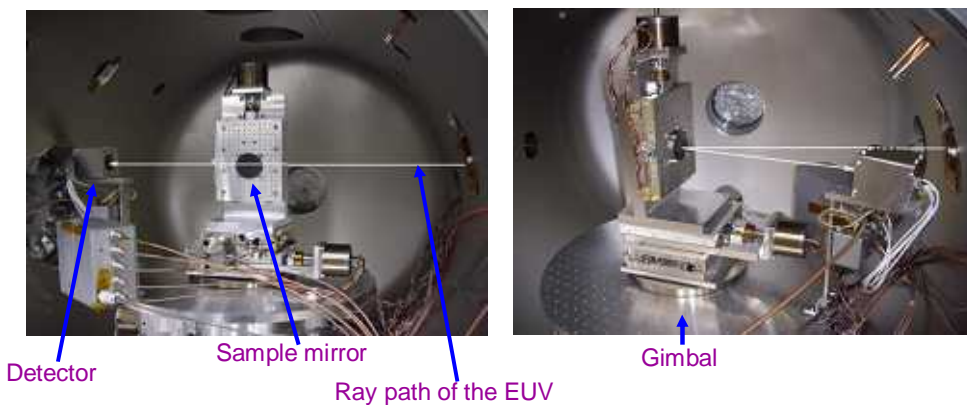


観測器の感度: 絶対値校正試験(計画)

EXCEEDミッションは惑星プラズマの密度・エネルギーの定量を目標とする。
観測される光量の絶対値を決めることが重要である。



EUV反射率測定@実験室



EUVは大気中を透過しないため真空中で測定を行う。チェンバ内に設置したジンバルを回転させることにより直達光と反射光の測定を切り替える。

EUV光学系の汚染管理

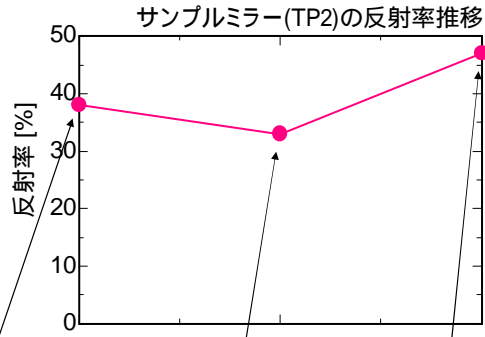
EUV光学系は地上での真空環境、衛星軌道上における汚染管理が重要である。

物質表面からのアウトガス粒子が
光学部品の表面に吸着され汚染となる

UVにより汚染物質が黒色化し
光学性能を低下させる



汚染物質はUVを吸収することにより黒色化し光学性能を低下させる。ゆえにEUVの観測器には表面汚染はクリティカルな問題となる。



初期状態:

いくつかの試験を経てきたため、表面はある程度汚染されていると考えられる

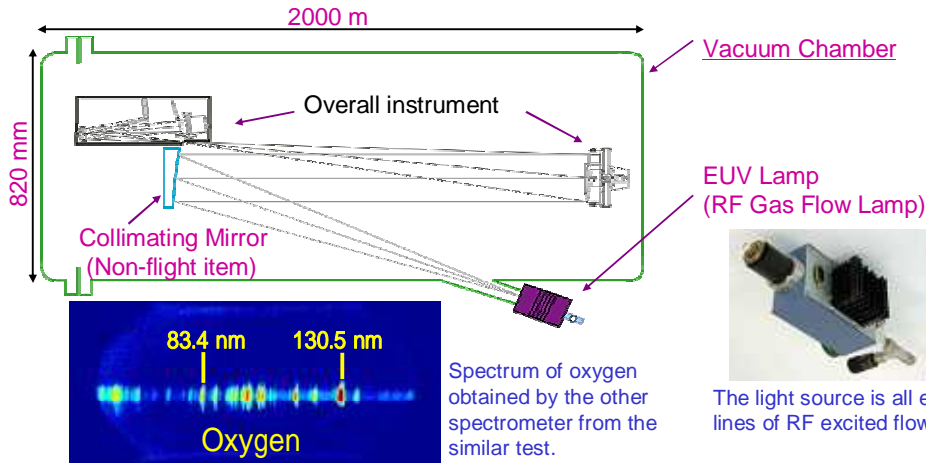
UVを照射し汚染物質が黒色化したため反射率が低下したと考えられる

リムーバ洗浄を行い有機物を除去した結果、反射率が回復した

地上試験において汚染条件の定量化・汚染の除去方法の確立を目指す。

光学アライメント較正試験

光学系のアライメントの調整と検出器の波長較正はEUVで行う必要があり、観測器全体が入る真空チェンバが必要になる。現在直径1m x 2mのチェンバを宇宙研に準備している。





まとめ

- 我々は2013年打ち上げ予定のEXCEEDミッション搭載に向けて極端紫外光(EUV)分光観測器を開発中である。
 - EXCEEDミッションは観測光量の絶対値が重要な意味を持つ。観測器はEUVの検出感度1-3%を達成目標として設計され、現在開発が進められている。
 - 打ち上げ前にEUVを用いた波長較正、感度絶対値較正そして光学アライメント調整が必要である。そのため観測器全体が入る大きさの真空チェンバを製作している。
-