

# 紫外線域での太陽観測における コンタミネーション防護の検討・実験

坂東貴政, 原弘久(国立天文台), 宮崎英治, 木本雄吾(JAXA), 浦山文隆(宇宙技術開発(株))

## 概要

SOLAR-Cでの紫外線域偏光分光観測の実現におけるクリティカルな技術要素の一つとして、有機物による汚染(分子コンタミネーション)からの防護が挙げられる。有機物汚染面は真空中で紫外線に照射されることで、汚染物質の蓄積レートや太陽光吸収係数が上昇することが報告されている。これによりスペース太陽望遠鏡は深刻な性能劣化を招く恐れがあり、最悪ミッション喪失のリスクがある。

我々は、紫外線域に感度のある太陽望遠鏡の性能寿命の予測精度向上と、必要な汚染防御の手法を確立するため、アウトガスに晒された光学面の紫外線照射環境下での汚染評価実験を行ってきた。今年度は望遠鏡構造材料候補をアウトガス源とした太陽光スペクトル模擬光源による照射実験を計画している。また、ファイバー分光器を用いるなど測定手法を改良したことで、真空チャンバ内でのin-situ汚染量測定が可能となった。

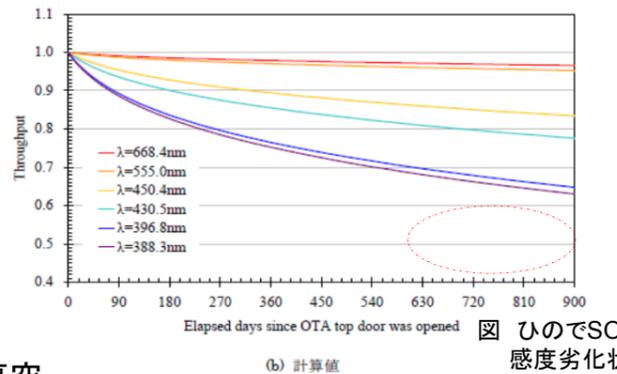
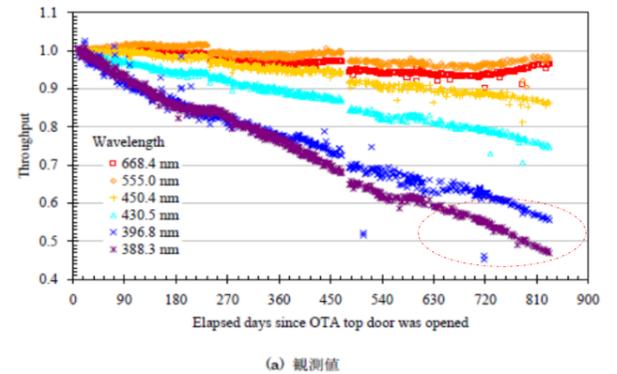
## 紫外線域でのスペース太陽観測特有の問題

光学素子へ付着したアウトガス(有機物)が太陽紫外線に照射され、感度劣化を引き起こす問題

- ❑ 真空紫外線域観測用OSO-8衛星は一ヶ月で感度劣化して観測機能消失
- ❑ 「ひので」可視光望遠鏡(SOT)でスループットの劣化発生

## 「ひので」可視光望遠鏡(SOT)での短波長領域感度劣化

厳格なコンタミネーション対策を行った「ひので」可視光望遠鏡においてさえ、500nm以下の短波長(紫外線)側で光量減少が観測されている。光学系へのコンタミネーションによると考えられるが、そのメカニズムは理解しきれていない。可視域に比べ紫外線域では、光学素子がコンタミネーションを受けると極端に透過率が低下するなど大きな影響が現れることが知られている。



### ひのでSOTの感度劣化状況(右図)

- ❑ アウトガスの放出は打ち上げ時から一桁程度下がっているはず
- ❑ しかし、短波長側の感度劣化は予想以上に進行

### 紫外線域のコンタミ理解度

- ❑ 真空紫外線領域での吸収係数(基礎データ)の不定性あり
- ❑ 紫外線照射による吸収係数の増大効果の把握(理解未成熟)
- ❑ 衛星による太陽紫外線域観測では素過程の理解が必須

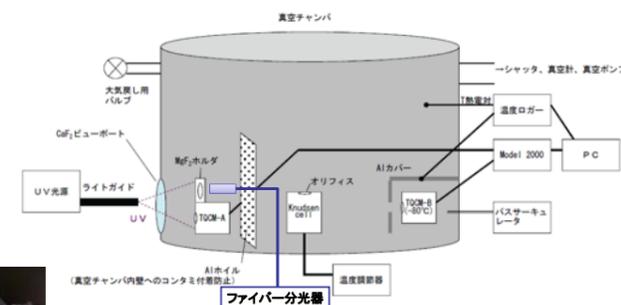
## アウトガスに晒された光学面の紫外線照射環境下での汚染評価実験

- ❑ 光学面を模したMgF<sub>2</sub>ガラス板、およびガラス板と同じ温度に制御したTQCM-A面に向けて真空チャンバ外から紫外線を照射  
→ このTQCM-Aの周波数変化からコンタミ付着厚を推定
- ❑ 紫外線光源は太陽光に近いスペクトルを持つキセノンランプを使用
- ❑ アウトガス源としては、ひので衛星で光学レンズと支持構造間の熱伝導強化に使用したシリコン系接着剤DC6-1104と、可塑剤の一種であるフタル酸ジエチルヘキシル(DEHP)を使用
- ❑ 真空チャンバ内では紫外線の当たらない場所に配置したもう一台のTQCM-Bを-80°Cに冷却してチャンバ内のアウトガス量を測定

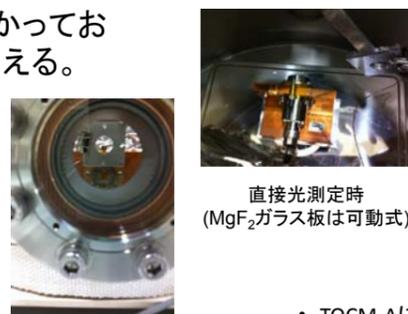
MgF<sub>2</sub>ガラス板は紫外線照射のみ(アウトガスなし)では劣化せず、また汚染されたガラス面を洗浄すると透過率は回復することがこれまでの実験からわかっており、本実験による透過率変化はコンタミ付着および黒色化によるものと言える。

今年度の実験では同時にファイバー分光器を使って、紫外線照射中のMgF<sub>2</sub>ガラス板の透過率を真空チャンバ内でリアルタイムモニタする改良を加えた。

## 実験コンフィギュレーション



汚染源	①DC6-1104 (80°C) ②DEHP (50°C) ※どちらもEffusionセル内
紫外線光源	500W キセノンランプ ※可視・赤外除去のため、ダイクロイックミラーを使用
光学面模擬	MgF <sub>2</sub> ガラス、およびTQCM-A (28°C) ※紫外線照射下
アウトガス量モニタ	TQCM-B (-80°C) ※非紫外線照射下



紫外線照射窓からの視野

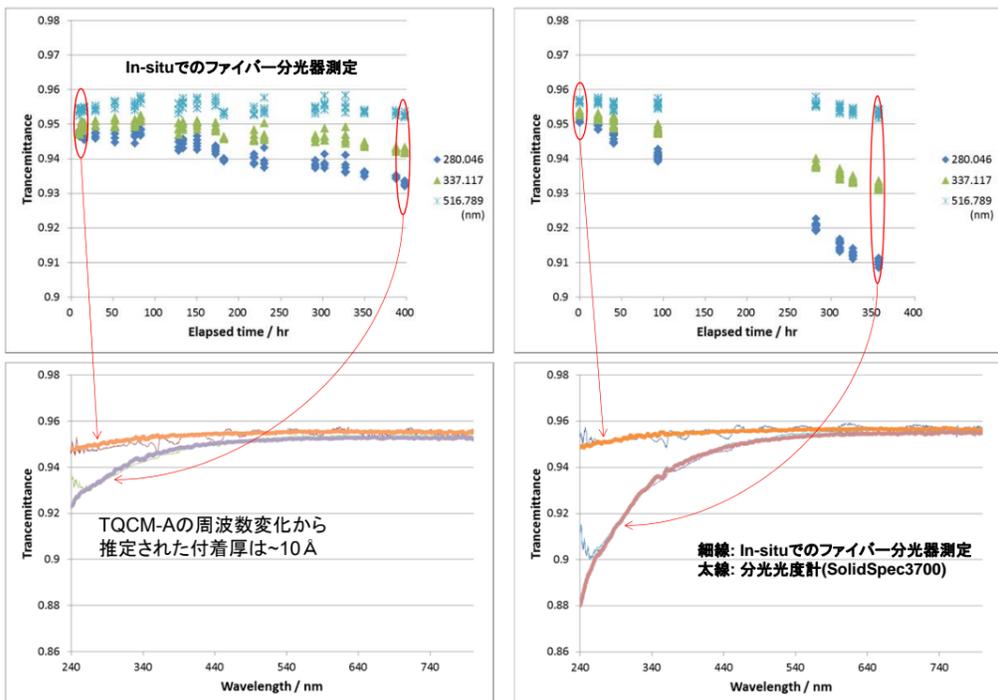
### TQCM-Aについて

- 非紫外線照射下では、コンタミ付着なし。
- 照射下では一定レートでコンタミが付着。
- TQCM-AにはMgF<sub>2</sub>と同量のコンタミ付着が起こると仮定。TQCM-Aの付着厚とMgF<sub>2</sub>の透過率低下の結果を用いて、望遠鏡の感度領域にわたって汚染物質の吸収係数を得る。

## MgF<sub>2</sub>ガラス板の分光透過率の測定結果

### ① シリコン系接着剤 DC6-1104

### ② フタル酸ジエチルヘキシル(DEHP)



## まとめ

- 紫外線照射前後のMgF<sub>2</sub>ガラス板の透過率を分光光度計で測定した結果と、ファイバー分光器によるIn-situ測定の結果は良い一致を示した。このことから、
  - ❑ ファイバー分光器による分光透過率のリアルタイムモニタは、直接的に光学劣化を観測する有効な手段となる。(コンタミ汚染による経時劣化のデータを比較的容易に、多点測定できる実験手法を確立)
  - ❑ 実験後、大気戻しをしてもMgF<sub>2</sub>ガラス板の汚染の状態は保存されている可能性が高い。  
→ XPSデプスプロファイル分析等を用いて、膜厚や付着物質のより詳細な分析が有効

## 今後

- これまでに取得した測定データを詳細に解析し、紫外線照射による影響についてさらに理解を深める。
- この実験手法を用いて、年度内にSOLAR-C可視光望遠鏡の構造材料候補について測定を行う。