

光赤外線望遠鏡用金属コーティングの反射率測定

佐野圭、越智優、西口稜真、川崎悠貴、山下直生(九工大)、松浦周二、瀧本幸司、橋本遼、大橋秋聡、木田有咲、猪裕太、田中怜奈、松見知香、越榮芙未、萩原里紗(関学大)、和田武彦、内山瑞穂(JAXA)、津村耕司(都市大)、松岡萌(パリ天文台)、米徳大輔(金大)、川端弘治(広大)、秋田谷洋(千葉工大)

科研費
KAKENHI

<研究の背景、目的>

アルミニウム製望遠鏡

- 光赤外線で高反射率を得るために金、銀等を蒸着

異種金属接触腐食、凝集

- 望遠鏡反射率低下の要因

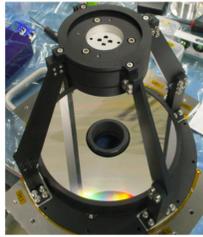


図1: CIBER-2主鏡(Ag+TiO₂膜)の状態変化

本研究の目的

- 金属膜の種類と湿度環境の違いによる反射率低下を定量的に調査

- 適切な金属膜と保管環境を決定

<試験方法>

1. アルミニウム合金A6061製平面基板(3 cm角)を複数個(25個)製作(クリスタル光学社による)

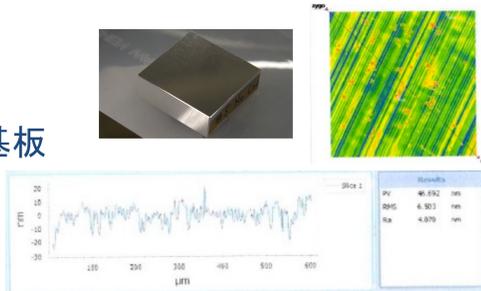


図2: 平面基板とその表面粗さ

2. 各基板に6種の金属膜(+SiO₂膜)を蒸着(Ag、Ag+SiO₂、Au、Au+SiO₂、Al、Al+SiO₂) (オプトクラフト社による)

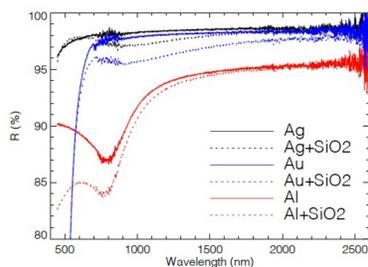
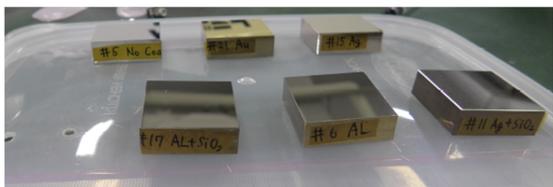


図3: 蒸着基板の一部(左)と蒸着直後の各反射率(上)

3. 各蒸着基板を高湿度(~90%)、中湿度(~30%)、低湿度(~10%)環境に保管



図4: 高湿度(左)、中湿度(中央)、低湿度(右)保管用デシケーター

4. フーリエ変換赤外分光光度計(BRUKER社VERTEX 80v)により、定期的に反射スペクトルを測定し、その時間変化を調査

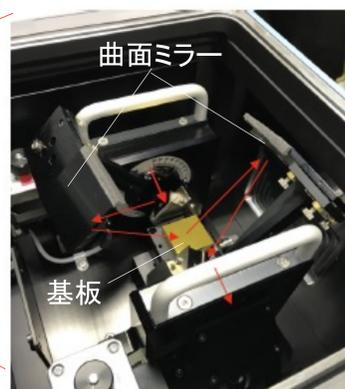
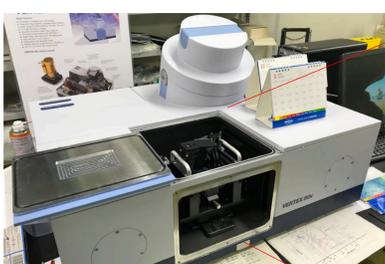
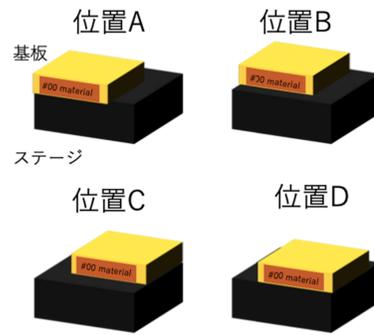


図5: フーリエ分光器の概観(右)と基板の反射率測定時のセットアップおよび光路(上)



ステージ上で基板の位置を変え、4箇所(A、B、C、D)で反射スペクトルを測定

表: 反射スペクトル測定時の分光器の設定

波数域	12000 – 3500 cm ⁻¹ (近赤外線)
波数分解能	40 cm ⁻¹
ビーム径	2 mm
光源	Tungsten
検出器	DLaTGS D301
入射角	45度

<試験結果>

2020年9月-2021年11月にかけて数回の反射率測定を実施

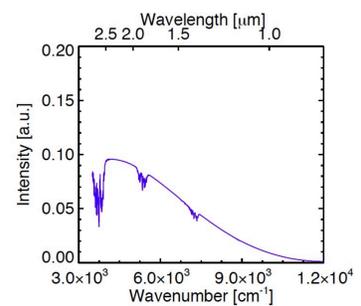


図6: 取得した反射スペクトルの例

反射スペクトルの解析

- Au+SiO₂(中湿度保管)に対する反射スペクトルの比(相対反射率)を算出

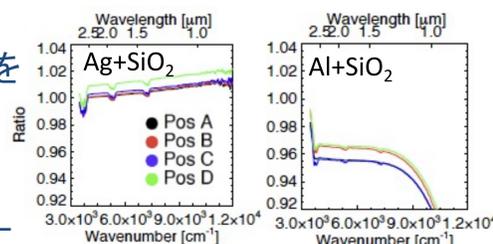


図7: 相対反射率スペクトルの例(Ag+SiO₂、Al+SiO₂)

- 水蒸気吸収のない波数域(4400 – 4600 cm⁻¹)における相対反射率の平均値の時間変化をプロット

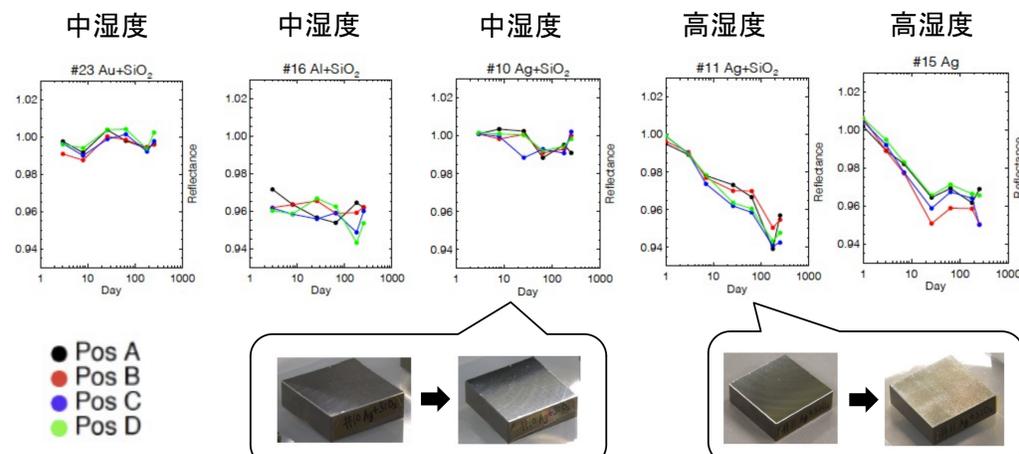


図8: 中湿度および高湿度保管基板の相対反射率および表面状態の時間変化

- 中湿度環境に保管した基板では、反射率の変化は少ない。
- 高湿度環境に保管した#15 Agと#11 Ag+SiO₂の基板は、約5%の反射率低下が発生。表面状態も大きく変化。

冷却試験

- 各基板を約200Kまで冷却
- Ag+SiO₂基板の冷却後では黄色変化が発生



図9: 冷却後のAg+SiO₂基板

<今後の予定>

今回のAg+SiO₂コートは、高湿度環境および低温環境においては、反射率が維持されないことが判明

→凝集に耐性のある銀合金をコートした基板を新たに製作し、今回と同様の耐久試験を実施予定

* 本研究はJSPS科研費JP19J00468とISAS/JAXA大学共同利用(宇宙放射線)の支援を受けたものです。