

# 常時地球観測システムを実現する 低熱膨張セラミックスの研究

SATテクノロジー・ショーケース2019

## ■ はじめに

低軌道周回衛星に搭載された光学センサは、1m以下の地表面分解能(地上の撮像対象を識別できる大きさ)で撮像することを実現しているが、周回していることから時間分解能(同一点を撮像できる観測頻度)が低い。静止衛星に搭載された光学センサは、同一点に常時指向することが可能であるため時間分解能が高いが、軌道高度が高いため低軌道周回衛星よりも地表面分解能が低い。

本研究は、静止衛星に大型の光学系を搭載することで、時間分解能と地表面分解能を両立させた光学センサの実現を目指している[1]。静止軌道から実用的な地表面分解能を得るためには3mを超える大きさの主鏡が必要となるが、大型化に伴う質量増加への対策として主鏡の軽量化が必要とされている。本研究では、従来の主鏡材料である低熱膨張ガラスと比較して比剛性が高く軽量化に有利である低熱膨張セラミックスを用いて軽量な主鏡を実現する技術を開発している。

## ■ 活動内容

### 1. 材料物性と放射線耐性の評価

常温近傍での熱膨張率が低熱膨張ガラスと同等であるコーディエライトセラミックスに着目した。それぞれの基本物性を同一の試験条件で比較した結果を表1に示す[2]。コーディエライトセラミックスは、低熱膨張ガラスと比べて密度や熱膨張率はほぼ同等であり、弾性率が1.5~2倍、熱伝導率が3~4倍高いため、軽量かつ熱的に安定なミラー材料である。また、放射線試験前後で熱膨張率の変化を評価した結果を図1に示す[3]。低熱膨張ガラスは放射線照射に伴い熱膨張率が有意に変化した。コーディエライトセラミックスには有意な変化は確認されなかったため宇宙用のミラー材料として適している。

### 2. 軽量化ミラーの試作

コーディエライトセラミックスの軽量化加工と鏡面加工の実証のために、実際の主鏡を模擬したφ0.7mの軽量化球面ミラーを試作した(図2)。背面側を薄肉リブ構造に軽量化加工し、鏡面側を高精度に鏡面加工することにより、面積密度25kg/m<sup>2</sup>以下、形状精度35nm RMS以下、面粗さ1nm RMS以下のミラーを製造することができた[4]。

### 3. 今後の予定

コーディエライトセラミックスの強度や放射線耐性について、材料ばらつきや試験条件の違いを考慮してより詳細な評価を実施する予定である。また、実スケールの大型主鏡の試作評価を実施する予定である。

## ■ 関連情報等(参考文献)

- [1] 白澤ら, “大型光学望遠鏡衛星による常時高分解能地球観測システムの検討”, SAT テクノロジー・ショーケース 2018.
- [2] T. Kamiya, et al., “Comparison of material properties between ultra low thermal expansion ceramics and conventional low thermal expansion glass”, Proc. SPIE 1037208, 2017.
- [3] H. Ueno, et al., “Evaluation of changes in physical properties of low thermal expansion ceramics and glass induced by radiation”, Proc. SPIE 1074204, 2018.
- [4] T. Kamiya, et al., “Development of ultra-lightweight and thermally stable cordierite ceramic mirrors”, Proc. SPIE 107060O, 2018.

表1 コーディエライトセラミックスと低熱膨張ガラスの比較

Property	Unit	コーディエライト	低熱膨張ガラス
Young's Modulus, E	GPa	140	66~89
Bulk Density, ρ	g/cm <sup>3</sup>	2.58	2.20~2.55
3-point Bending Strength	MPa	262	239~255
CTE at 23±5 °C, α	10 <sup>-6</sup> /K	0.03±0.05	0.03±0.01
Thermal Conductivity, k	W/m·K	4.68	1.27~1.52

図1 放射線耐性(熱膨張率の変化)の評価結果

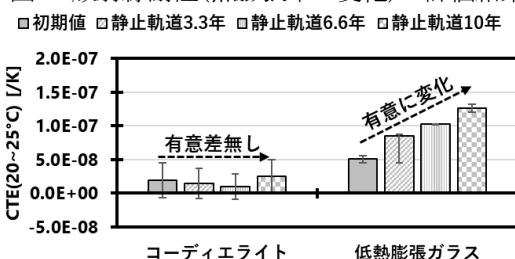
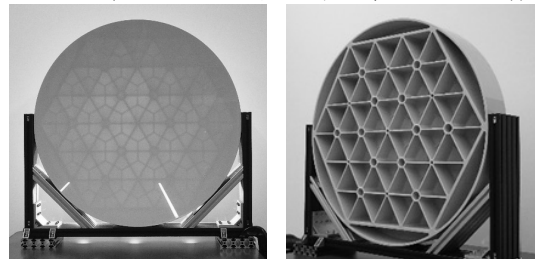


図2 コーディエライトセラミックス軽量化ミラーの試作結果



代表発表者 **神谷 友裕(かみや ともひろ)**  
 所属 **国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
 研究開発部門第二研究ユニット**  
 問合せ先 **〒305-0818 茨城県つくば市千現2-1-1  
 TEL:050-3362-5219 FAX:029-868-5969  
 kamiya.tomohiro@jaxa.jp**

■キーワード: (1)セラミックス  
 (2)低熱膨張  
 (3)光学部品  
 ■共同研究者: 水谷 忠均(宇宙航空研究開発機構)  
 上野 遥(宇宙航空研究開発機構)  
 北本 和也(宇宙航空研究開発機構)