スペースICT推進フォーラム
会員・オブザーバー(登録者)
以外への配布不可

SPIE 光通信技術分科会
令和7年度第1回分科会
2025年11月13日

低熱膨張セラミック：ファインコージライト®
天文・宇宙 用途への展開

京セラ株式会社
ファインセラミック事業本部
ビジネスディベロップメント1部
神浦 真亜

1. 会社紹介

Kyocera：Kyoto + Ceramics
京セラ：京都＋セラミックス

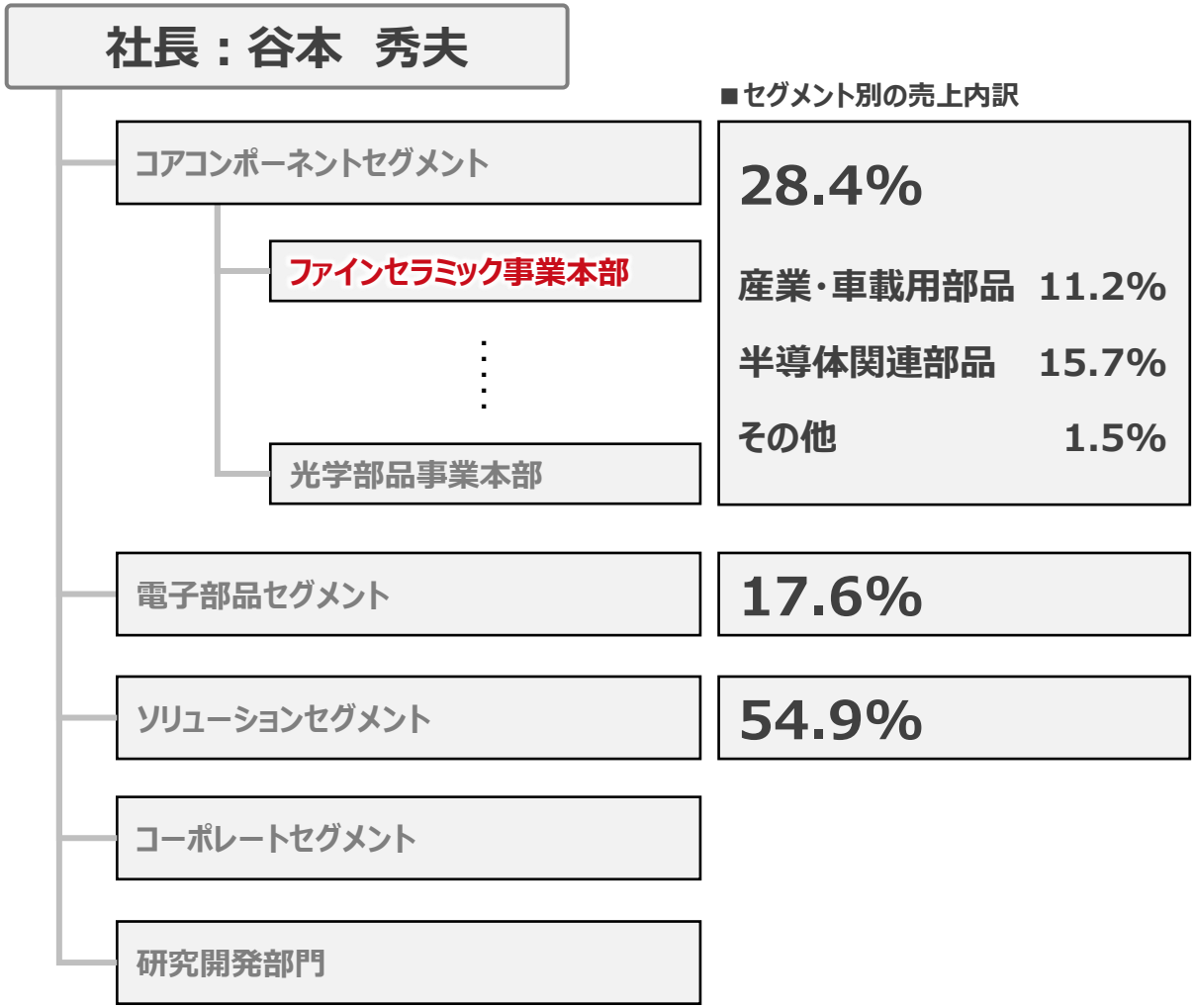
創業者
稲盛　和夫

京セラ初のファインセラミック製品
“U字ケルシマ“

会社概要

- 社名：**京セラ株式会社**
- 本社：**京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地**
- 設立：**1959年 4月 1日**
- 資本金：**115,703 百万円**
- 連結売上高：**2,014,454 百万円**
- 税引前利益：**63,631 百万円**
- グループ会社数：**289社（京セラ (株) を含む）**
- グループ従業員数：**77,136名**

(2025年 3月 31日現在)



ファインセラミックス材料について - 製造工程フロー

お客様の製品用途、使用環境や製品形状、ご要求の精度に基づき、最適な材料・製造工程設計を行いご提案させて頂きます。

Low Thermal Expansion Ceramics

FINE CORDIERITE

Low Thermal Expansion

低熱膨張性

熱膨張率の低い緻密体の材料であり、光学ミラーなどの温度変化による変形を抑制し光学特性の向上に寄与

Light Weighting

軽量化への貢献

高い剛性による薄肉化と複雑リブ形状加工により、バルク材ガラスミラーと比較して約70%以上の軽量化が可能
（＊京セラ調べ）

Structural Components

光学構造部材への適用

高い機械強度を活かし、光学系構造部品としての適用も可能。切削加工性に優れ複雑形状でも高い生産性を実現。

ファインコージライト®- 材料特性

材料特性表 - 低熱膨張ガラスとの比較

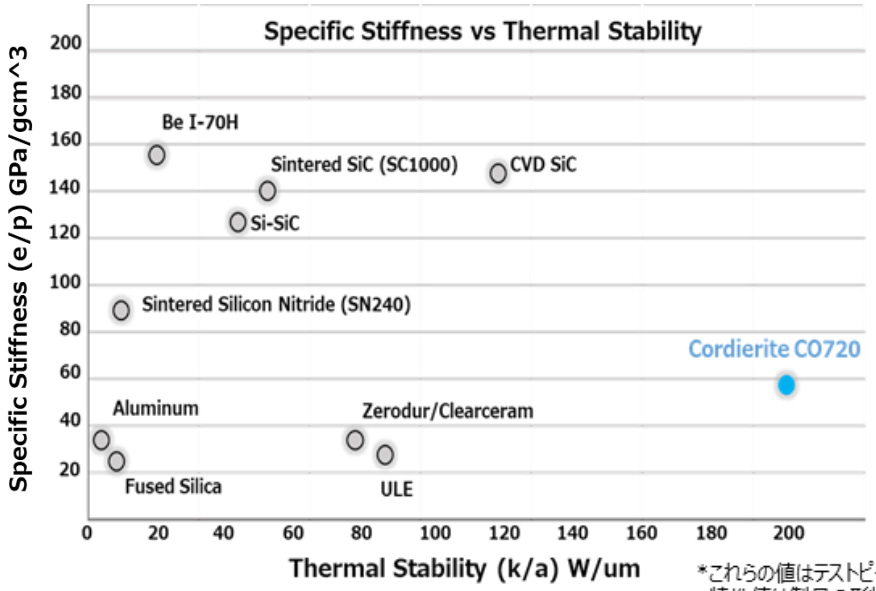
Item	Unit	Cordierite CO720	ZERODUR Class 0 [1]	ULE 7972 [2]
Density	g/cm^3	**2.55**	2.53	2.21
Young's Modulus	GPa	**145**	90.3	67.6
Specific Rigidity (E/ρ)	GPa/(g/cm^3)	**56.9**	35.7	30.6
Bending Strength (3-Point Bending)	MPa	**200**	-	-
Fracture Toughness (SEPB)	MPa√m	**1.2**	[3] 0.78	-
C.T.E.	ppb/K	**0 +/-20 at 22deg. C.**	0 +/-20 0-50 deg. C.	0 +/-30 5-35 deg. C.
Thermal Conductivity	W/m･K	**4**	1.46	1.31

[1] SCHOTT Technical Information, TIE-43: Properties of ZERODUR®
[2] Corning Product Information, ULE® Corning Code7972 Ultra Low Expansion Glass
[3] Nagano, Y et. al., "Precision Finishing and Fracture Strength of Ultra-Low Thermal Expansion Glass-Ceramics and Their Sintered Bodies for Ultra-Precision Applications," Journal of the Japan Society for Precision Engineering, Vol.84 (No.3), 255-261 (2018)

ファインコージライト®- 材料特性

ファインコージライト 材料優位性

光学ミラー基板材料 マッピング

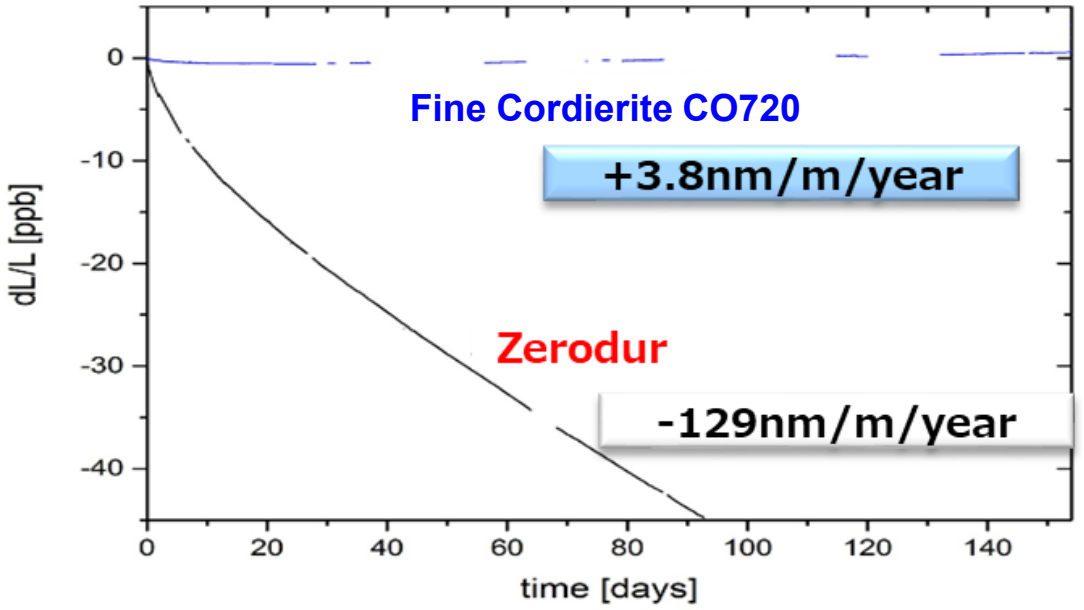


Fine Cordierite CO720

Material Property	Value
Density (g/cm^3)	2.5
Young's Modulus (GPa)	145
3-point Bending Strength (MPa)	200
Fracture Toughness (MPa m^1/2)	1-1.5
Vickers Hardness (GPa)	8.5
Thermal expansion coefficient (x10^-6/K) at 22℃	0.02
Thermal Conductivity (W/m·K)	4

*これらの値はテストピースの測定による参考値です。
特性値は製品の形状や使用条件により異なる場合があります。

長期寸法安定性



[1] Thomas Legero,
Interferometric measurements of low thermal expansion materials.
Cooperation Agreement between PTB and KYOCERA FV-No. - 43029

Specific Stiffness = Young's Modulus / Density
Thermal Stability = Thermal Conductivity / Thermal expansion coefficient

熱膨張率の低い緻密体コージライト採用により、温度変化に伴う変形を抑制
温度安定特性（Thermal Stability）、長期寸法安定性に優れた特性による光学システムへの寄与

Fine Cordierite CO720 – Outgassing Measurement

Fine Cordierite Outgassing Measurement

Material : Fine Cordierite CO720
Evaluation method : TML (TOTAL MASS LOSS)
Specification : <1%
Result : As shown below table

	Spec	Result ((B-A)/A)(%)	A. Before baking (g)	B. After baking (g)
TML	<1%	0%	92.78	92.78

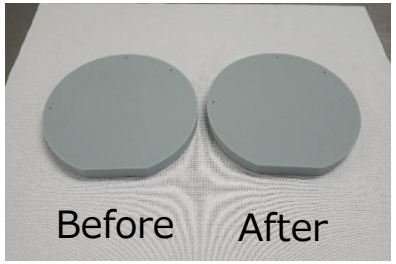
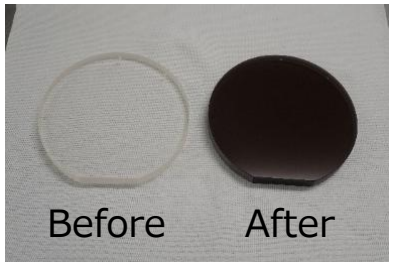
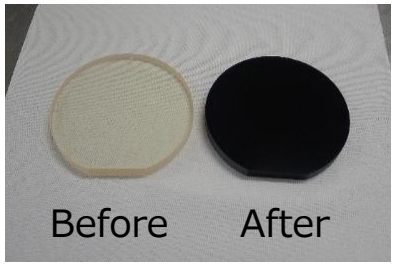
*Basically dense ceramic does not create outgas like TML0.1%~.
We need to be careful about organic contamination on the surface of ceramic, which become the source of contamination. In this case, we need to consider the evaluation of cleaning, and not ceramic itself.

Evaluation Procedure :
(1) Prepare cordierite test piece
Size :60x40x14mm (As-ground surface)
(2) Weight Measurement – A
(3) Baking in vacuum condition
Vacuum : Less than 1.3 x 10^{-4} Pa
Temperature : 150℃
Time : 2 hours
(4) Weight Measurement – B
(5) TML=(B-A)/A

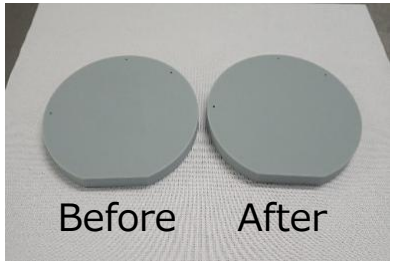
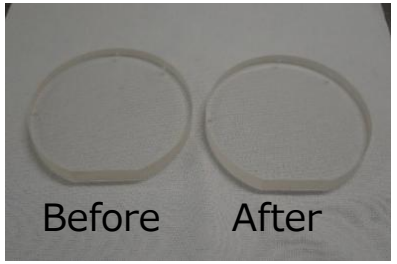
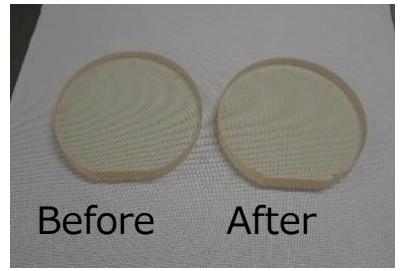
Test Result - Comparison with Low CTE Glass

■ ファインコージライト 材料優位性

□ γ-ray Irradiation

材料	ファインコージライト	低熱膨張ガラスULE	低熱膨張ガラス ZERODUR
γ線照射後の外観			

□ AO Irradiation

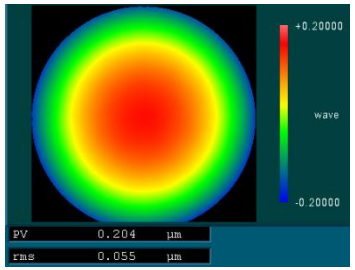
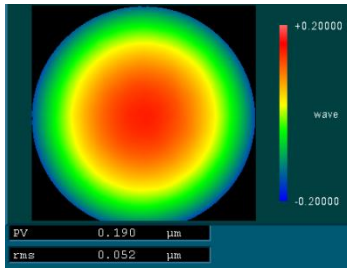
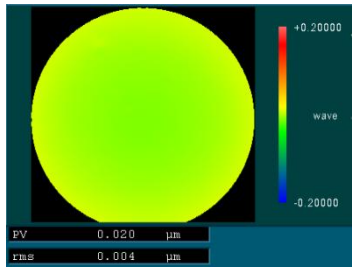
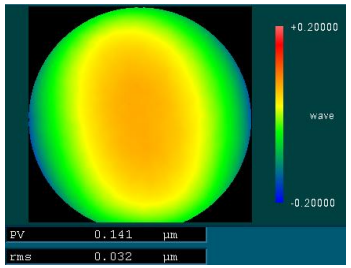
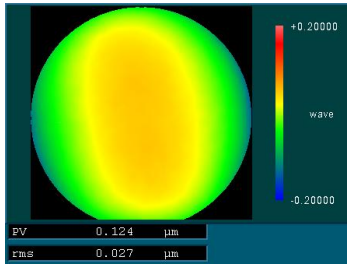
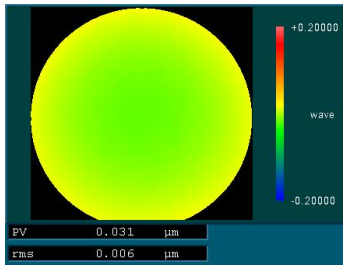
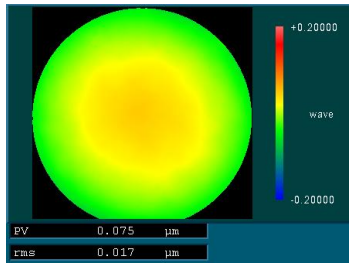
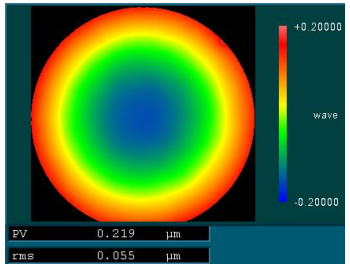
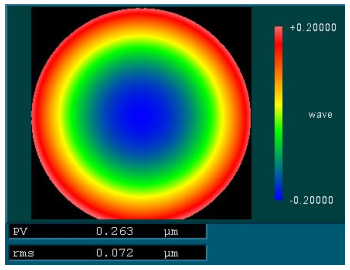
Material	ファインコージライト	低熱膨張ガラスULE	低熱膨張ガラス ZERODUR
Appearance			

Obvious change of Glass appearance by γ-ray irradiation, but NO change of Fine Cordierite CO720O.

Test Result - Comparison with Low CTE Glass

γ-ray Irradiation

(λ=633nm)

Material	(1)before	(2)after	(2) - (1)
CO720O			
ULE			
ZERODUR			

Zernike Polynomials	difference(λ)
PWR (Z_3)	0.010
AST (Z_4)	0.000
AST (Z_5)	0.001
CMA (Z_6)	-0.001
CMA (Z_7)	0.000
SA3 (Z_8)	0.001
PWR (Z_3)	0.018
AST (Z_4)	-0.002
AST (Z_5)	-0.001
CMA (Z_6)	-0.004
CMA (Z_7)	0.001
SA3 (Z_8)	0.001
PWR (Z_3)	0.217
AST (Z_4)	-0.006
AST (Z_5)	0.005
CMA (Z_6)	-0.002
CMA (Z_7)	0.004
SA3 (Z_8)	-0.001

- **There is a change of CO720O and ULE up to 0.018λ, which is negligible for the most applications.**
- **ZERODUR was significantly deformed by γ-ray irradiation.**

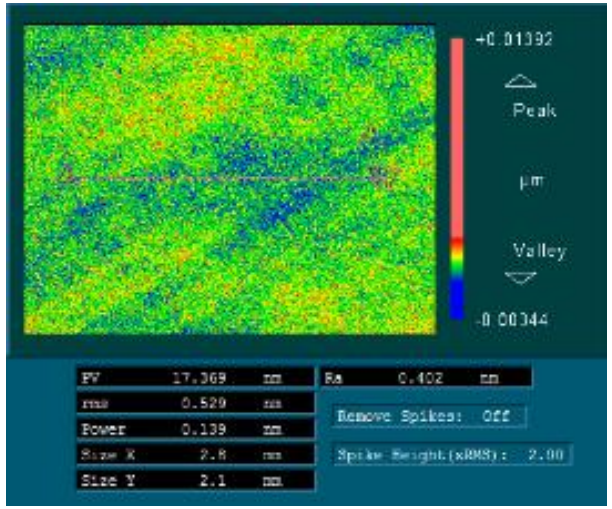
ファインコージライト® – 紹介ビデオ

■京セラのファインコージライトミラーの詳細についてはこちら（動画）：
https://youtu.be/Zh7pj1KMb9s

ファインコージライト®– 製品適用例

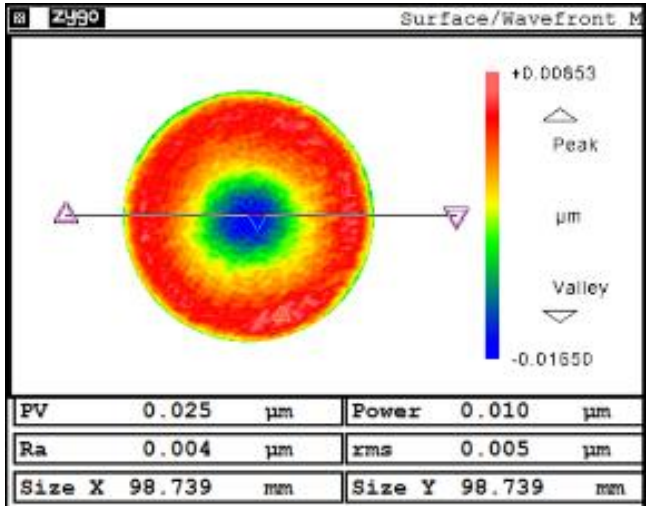
■ ファインコージライト 天文宇宙アプリケーション：光学ミラー

□ 鏡面 面粗さ



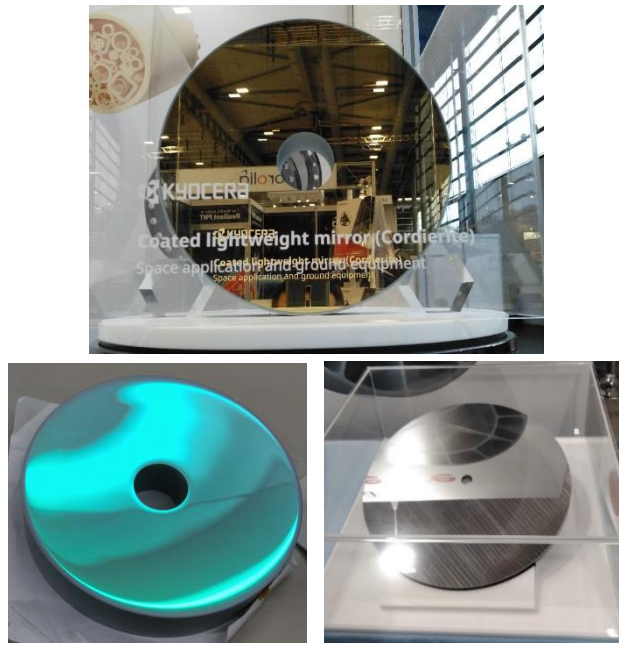
Observation area：2.8 x 2.1 [mm]
Camera resolution：4.399 [um/pix]

□ 平面度



Sample size ; Dia. 100mm

□ ファインコージライト 光学コーティング適用



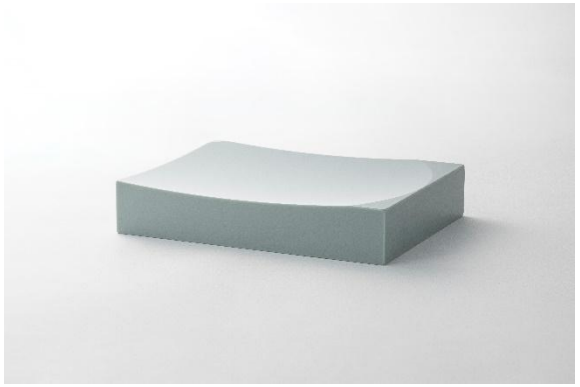
Optical Coating
(Au,Ag, Al, Dielectric Multi-layer)

緻密体セラミックに追加のHIP処理を施すことにより、光学ミラーとして必要な面粗さや面精度を達成
金属膜や誘電体多層膜など、CVD-SiCなどの中間層無しで実施可能（低熱膨張ガラスと同じプロセス）

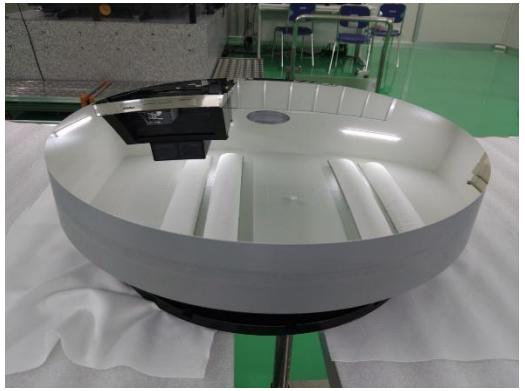
ファインコージライト®– 製品適用例

■ ファインコージライト光学ミラー製品実績例

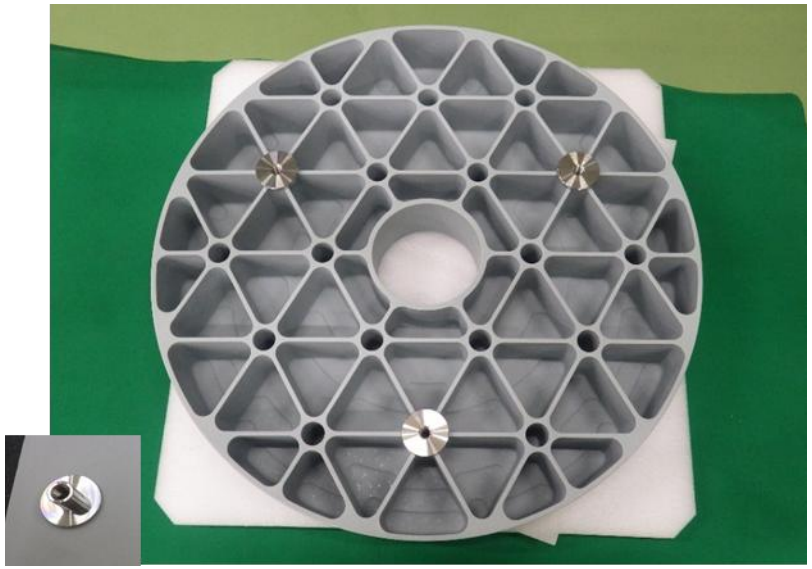
Optical Mirror for Space Laser Communication*



Parabolic Surface Optical Mirror



Convex Surface Optical Mirror



Optical Mirror for NASA, US

Dia.1m size Primary Mirror (Ground Telescope)

*世界初※１、京セラのファインコージライトミラーが 国際宇宙ステーションと地上間の小型光通信実験装置に採用 | ニュースリリース | ニュースルーム | 京セラ
https://www.kyocera.co.jp/newsroom/news/2024/002462.html

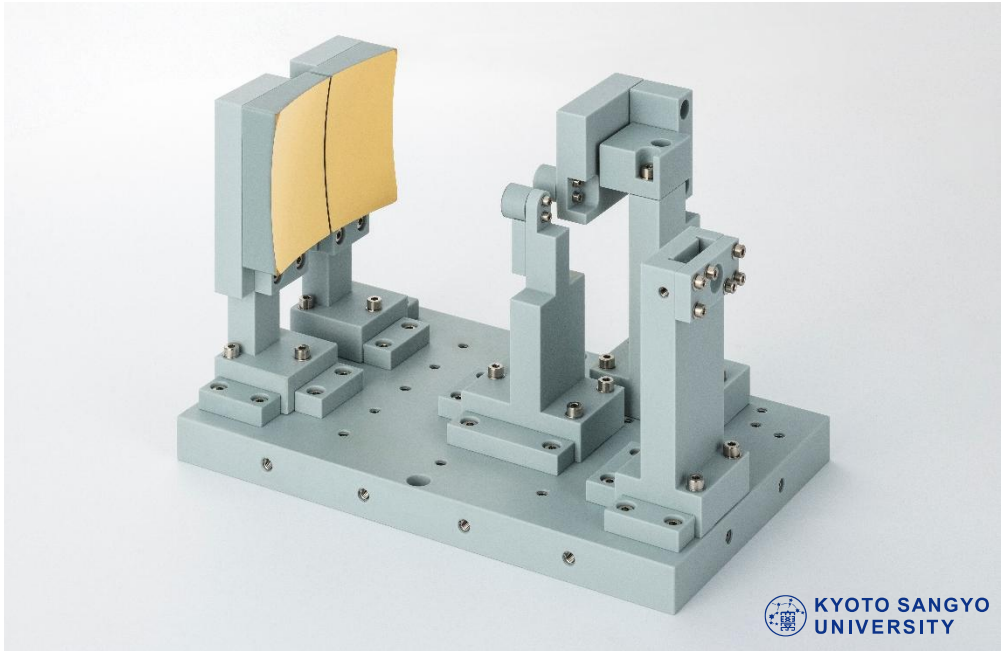
ファインコージライト®– 製品適用例

ファインコージライト 天文宇宙アプリケーション：構造部材・光学システム

ファインコージライト 構造部材 製品例

YouTube Key Word : “Kyocera” “Cordierite”https://youtu.be/l7YhlKK1jSM

ファインコージライト 光学システム 製品例



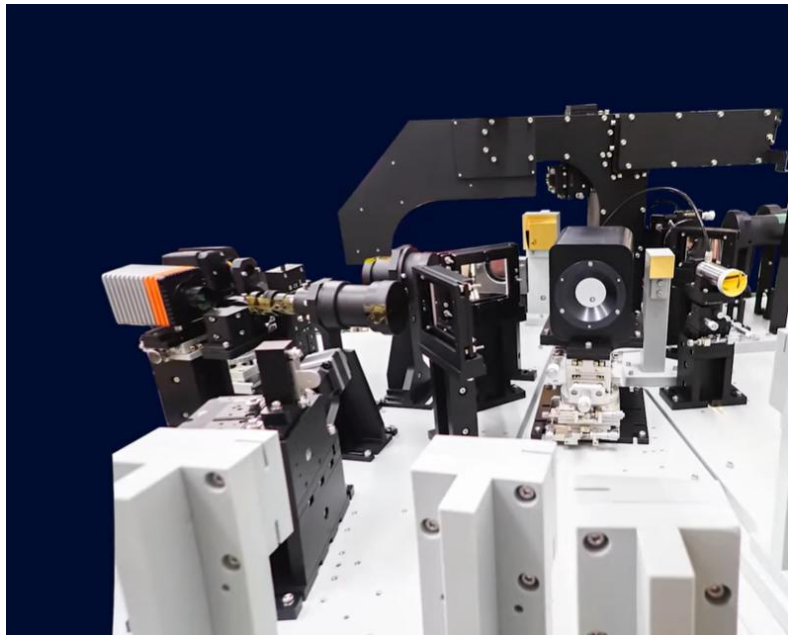
ファインコージライト ミラー、構造部材、
オプティカルベンチを採用した光学系

低熱膨張ガラスと比較して優れた機械的特性を活かし、構造部材やオプティカルベンチの適用も可能
光学系をすべてファインコージライト材料でくみ上げることでアサーマル光学系を実現

ファインコージライト®– 製品適用例

ファインコージライト 天文宇宙アプリケーション：構造部材・光学システム

ファインコージライト 補償光学系

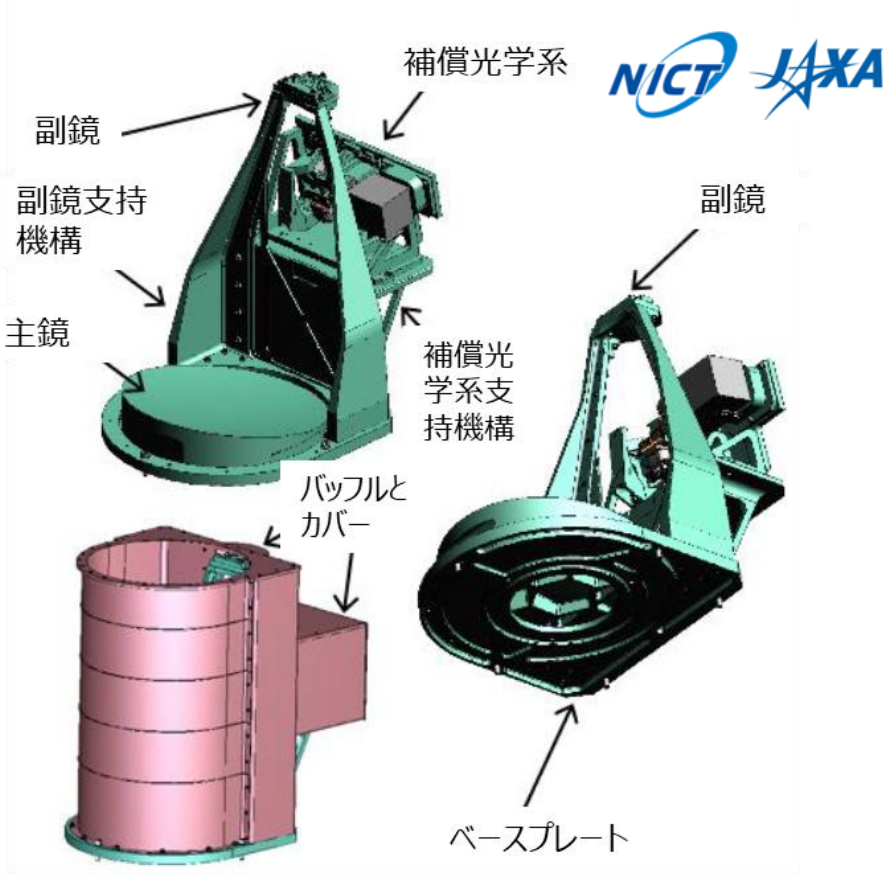


NICT様2m望遠鏡（鹿島）用
ファインコージライト補償光学系

ファインコージライト®– 製品適用例

■ ファインコージライト 天文宇宙アプリケーション：構造部材・光学システム

□ ファインコージライト 30㎝口径望遠鏡光学系



設計結果の図

■ 要求性能と設計結果

項目	要求性能	設計結果
波面誤差 (λ=1550nm)	< λ/15 (rms)	< λ/106 (rms)
光学系損失	< 0.8 dB	< 0.26 dB
太陽許容角度(SAA)	> 2 degrees	> 2 degrees
光軸保持精度	< 0.01 degrees	< 0.01 degrees

- ✓ 低熱膨張性、耐宇宙環境性を考慮しファインコージライトを選定
- ✓ 概念設計で決定した望遠鏡形式と素材に基づき詳細設計
- ✓ BBMとしては30cm口径の望遠鏡システムを試作

設計に基づいて、振動解析、熱解析、耐放射線試験を行っており、すべてにおいて設計上問題のないことを確認