

金属3Dプリンターによる Tomo-e Gozen 新筐体の製作




Tomo-e Gozen
新筐体の製作

高橋 英則

東京大学・木曾観測所 

神澤富雄、金子慶子、三ツ井健司、
岩下光、福田武夫、岡田則夫、福嶋美津広

国立天文台・先端技術センター 

富永望、青木和光（国立天文台）、酒向重行（東大）

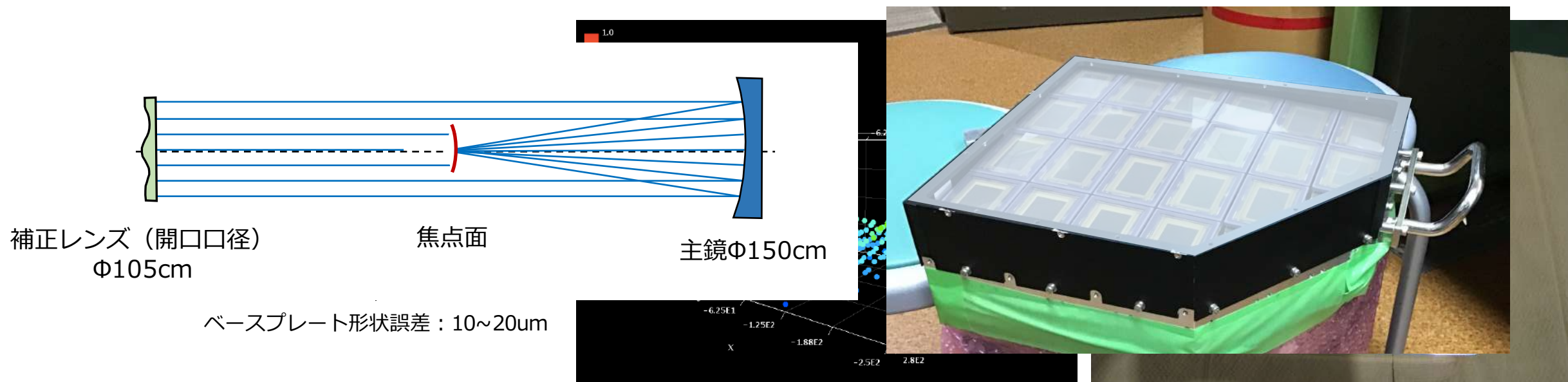
- 新筐体製作の目的
- 旧筐体とその問題点
- 新筐体の製作と評価

■ 新筐体製作の目的

- 狭帯域フィルターを用いた観測時の波長シフトの解消
- 金属3Dプリンターの技術要素の確立と技術習得（修練？）およびその活用方法の模索

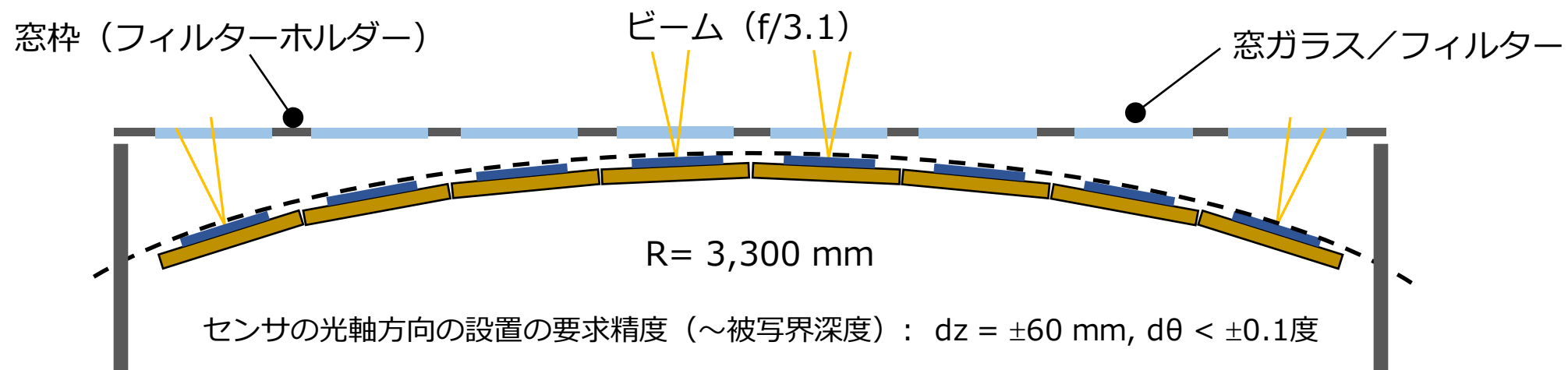
■ 旧筐体と問題点

- シュミット望遠鏡の焦点面は**球面**。一方旧筐体（表面）は平面。
- センサー（焦点面）は**球面状**に配置（HAPの採用）。



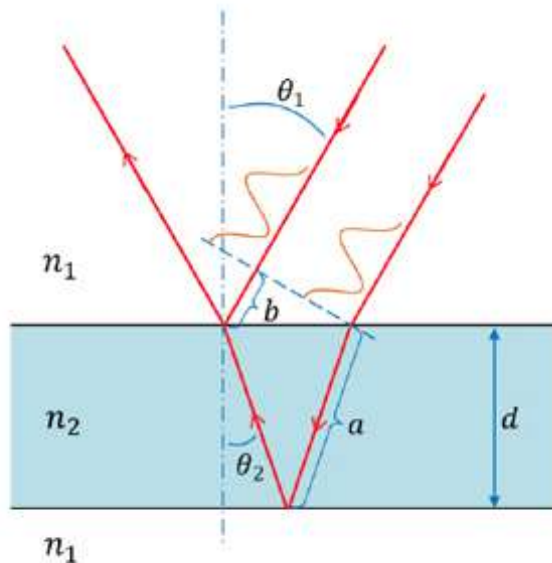
■ 旧筐体と問題点

- 窓（フィルター）は**平面状**に配置 → センサーと窓（フィルター）の距離が**センサー毎に異なる**



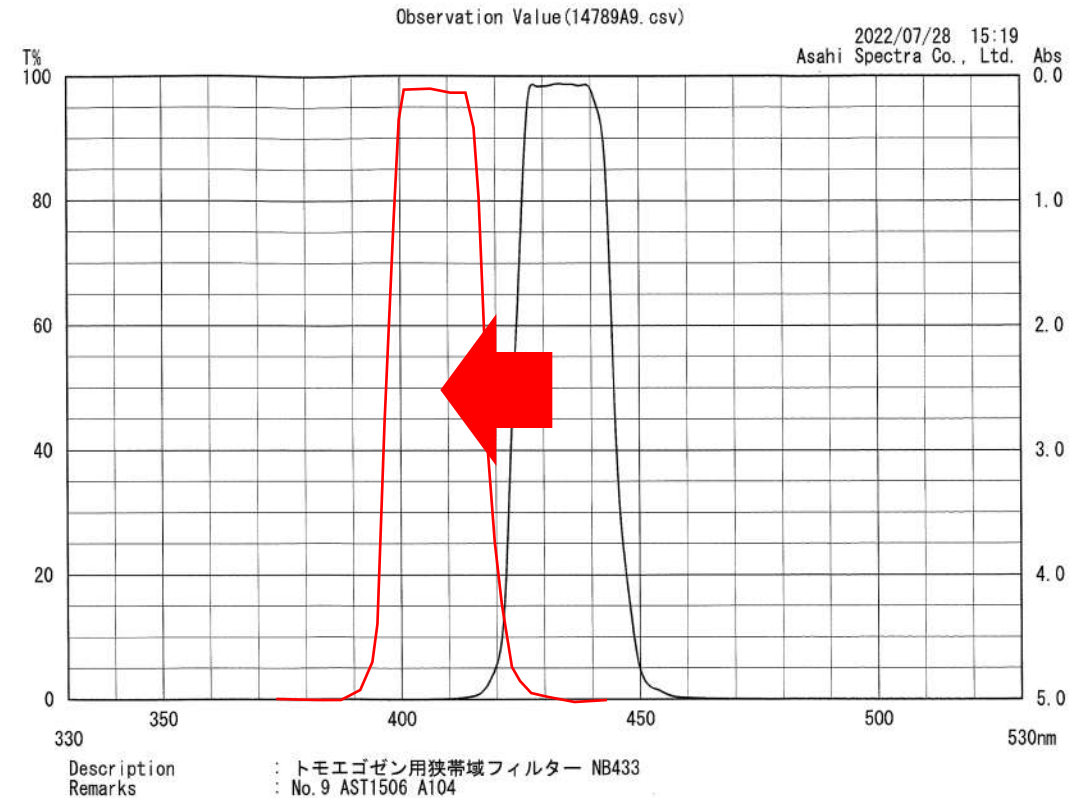
■ 旧筐体と問題点

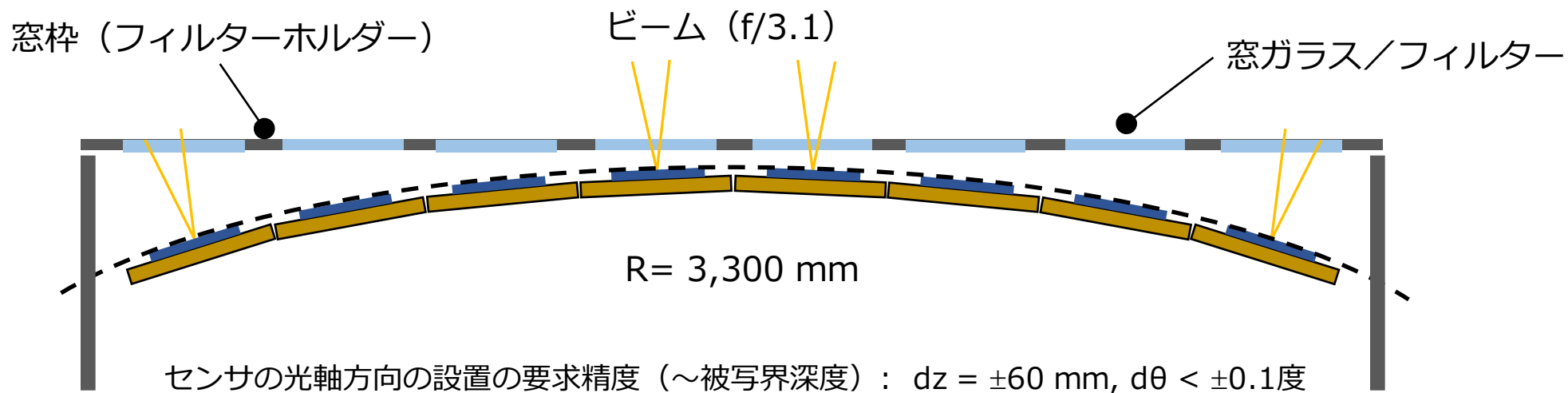
- 通常観測 (no-filter) では問題なし。
- 広帯域フィルターによる観測では、波長シフトは起こるがnegligible。
- 狭帯域フィルターによる観測時に**波長シフトが問題**になる (シフト量、場所による違い) 。



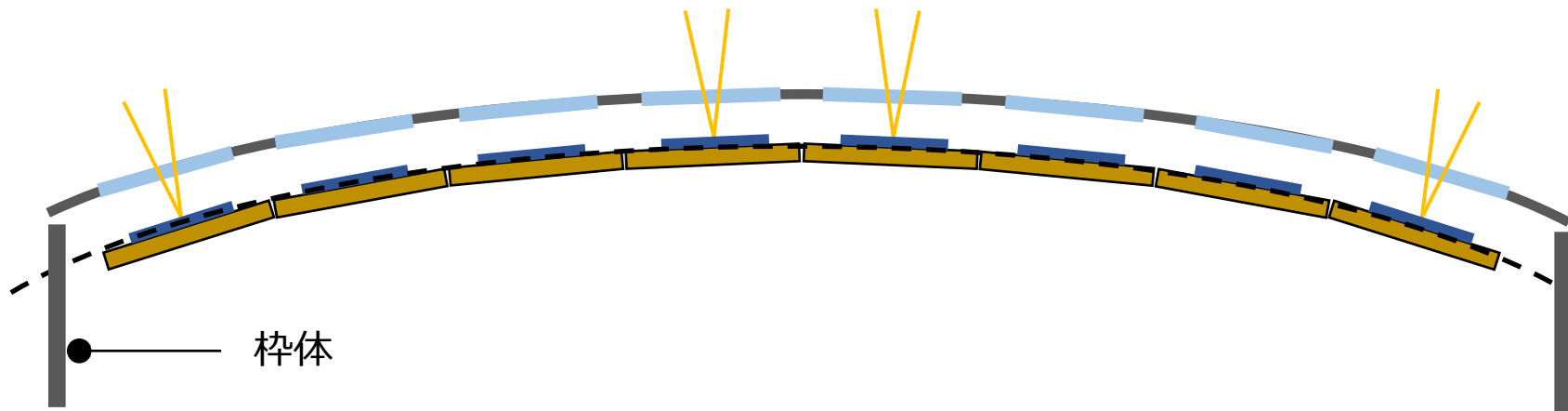
θ_1 : 入射角度
 n_1 : 空気の屈折率
 n_2 : 媒質の屈折率

$$S = 2n_2d \sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \sin\theta_1\right)^2}$$





入射ビームに対して全てのセンサー面を垂直にする (フィルターとセンサーを平行にする) ことで、波長シフトを解消。



■ 新筐体の製作

● 3Dプリンターを採用した理由

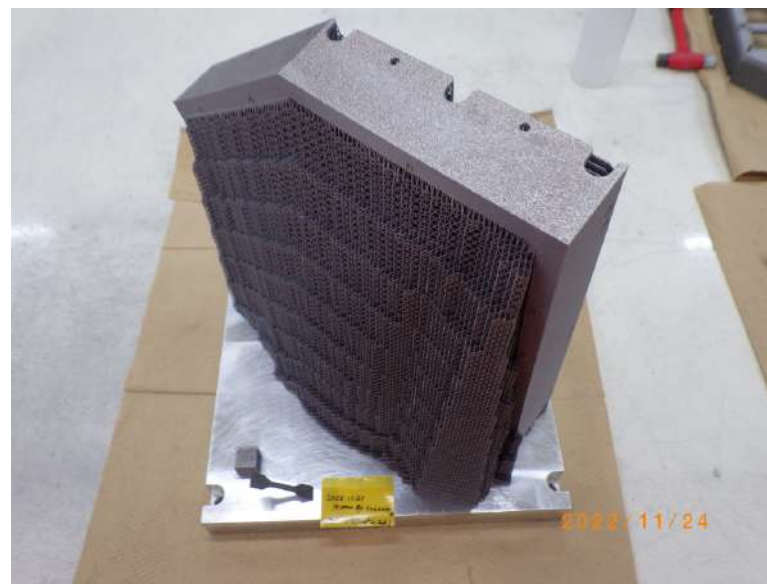
- ▲ 機械加工 → 加工時間がかかる。材料がもったいない。ジグが必要になる。
- ▲ 金型+プレス → 今回は大量生産ではない。費用がかかる。
- ◎ 3Dプリンター → 複雑な形状を製造できる。工程が少ない。

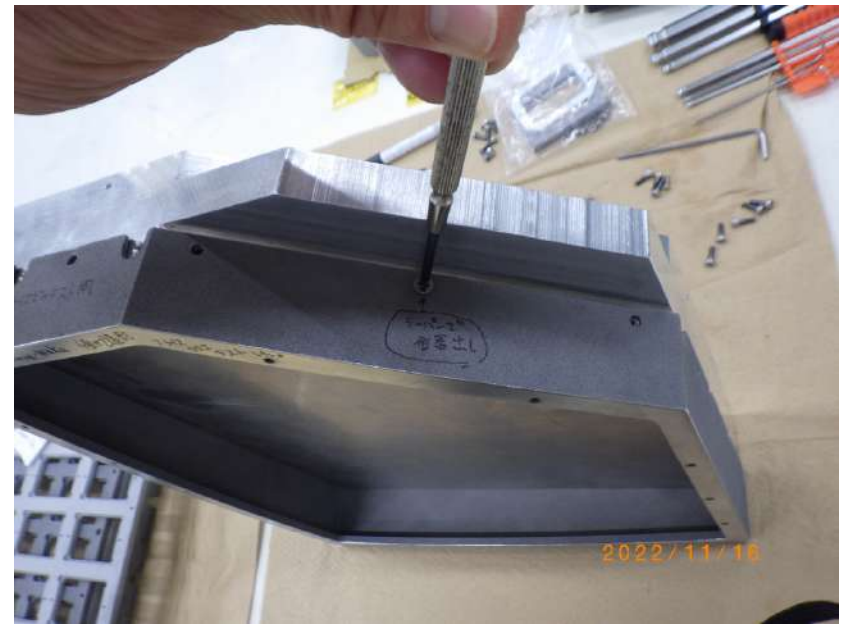
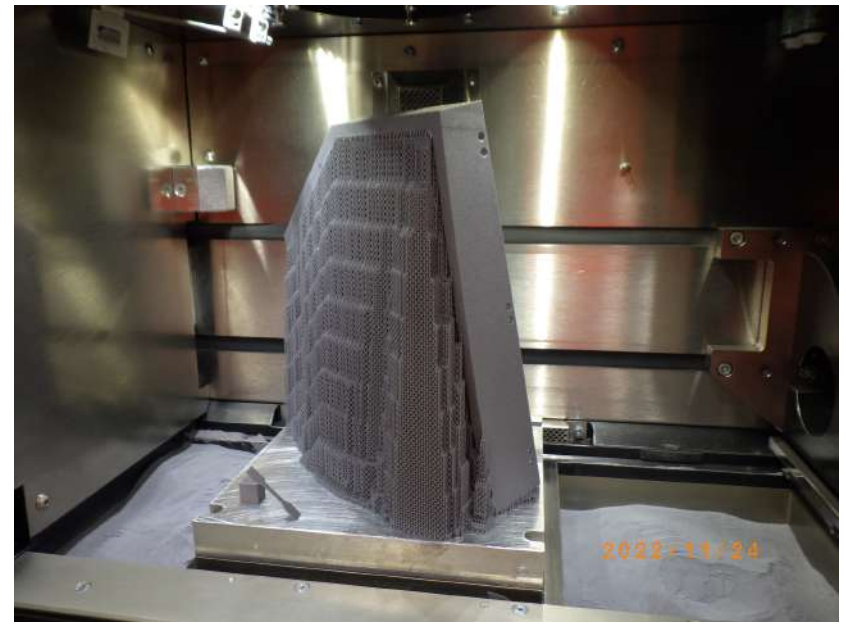
● 製作の流れ

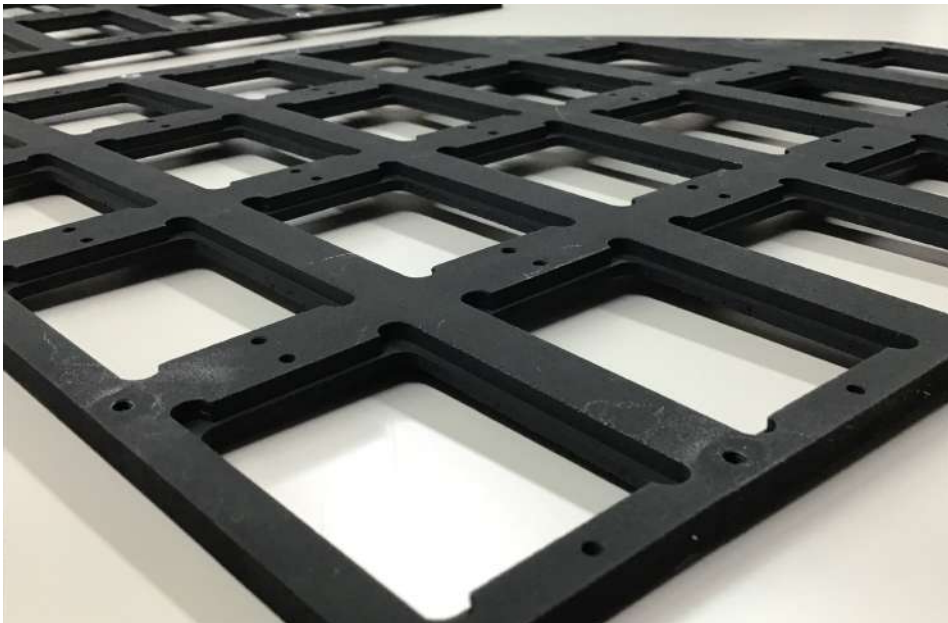
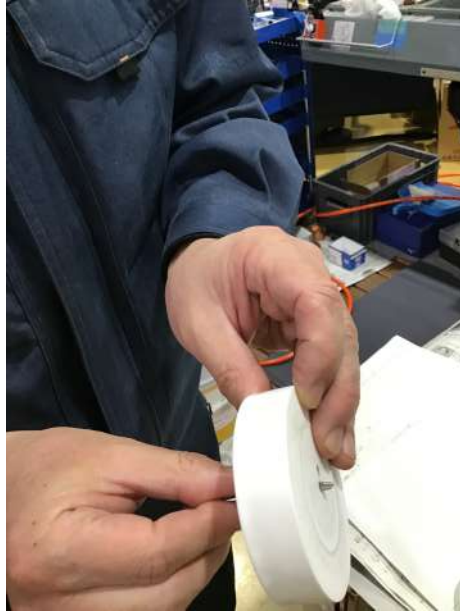
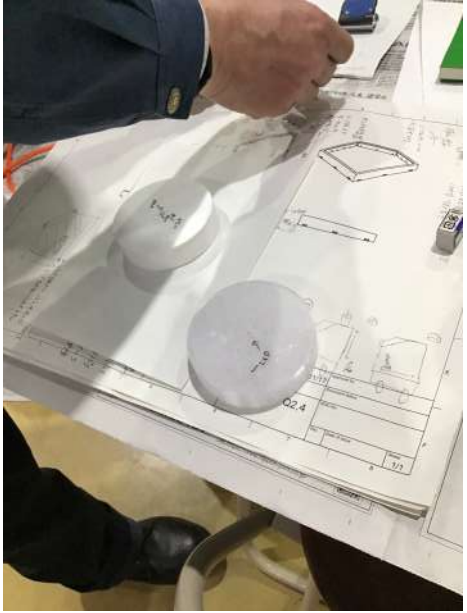


■ 新筐体製作の製作

- 使用した金属3Dプリンター
: EOS社製M290
: 最大造形サイズ X=250mm, Y=250mm, Z=320mm
- 本製作の加工状況
: 大きさ = 254mm x 284mm x 10~50mm
製作できるほぼ最大! → 斜め置き
: 材料 AlSi10Mg
: 造形時間
 - ・ フィルターホルダー (窓4枚) **73時間**
 - ・ 本体枠 (1個) **56時間**: マイナスポイント
 - ・ single runではできない

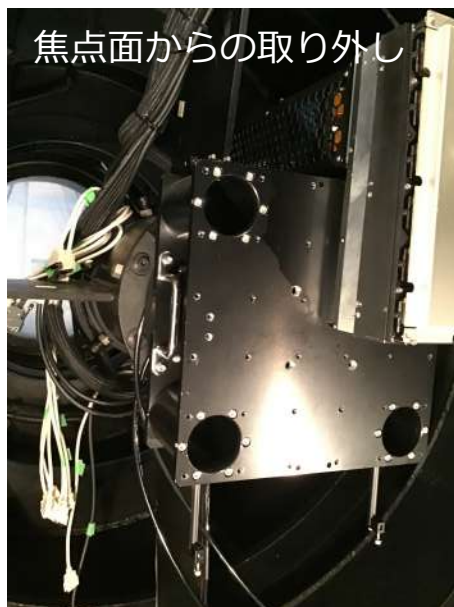




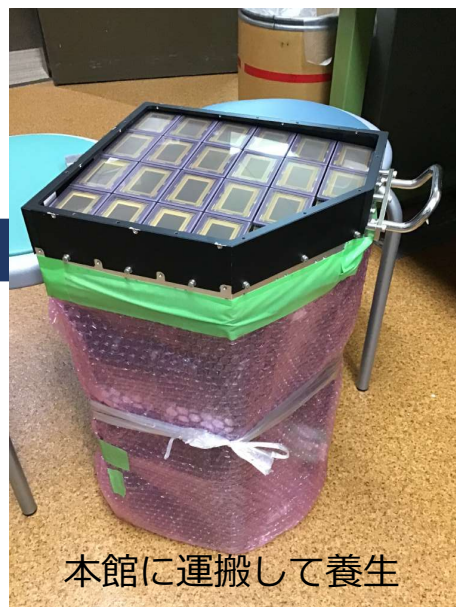




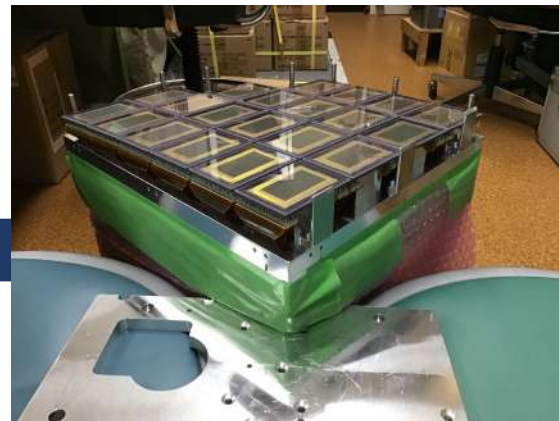
■ 交換作業の風景@木曾



焦点面からの取り外し



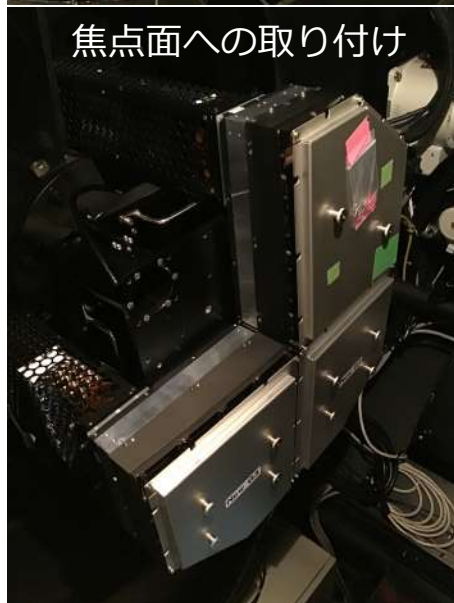
本館に運搬して養生



旧枠体の取り外し



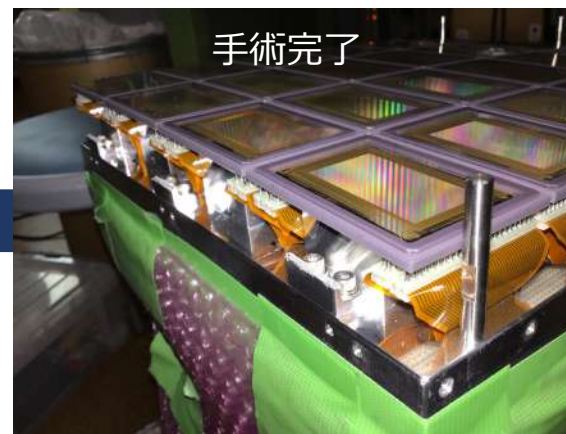
支えパーツ加工のための養生



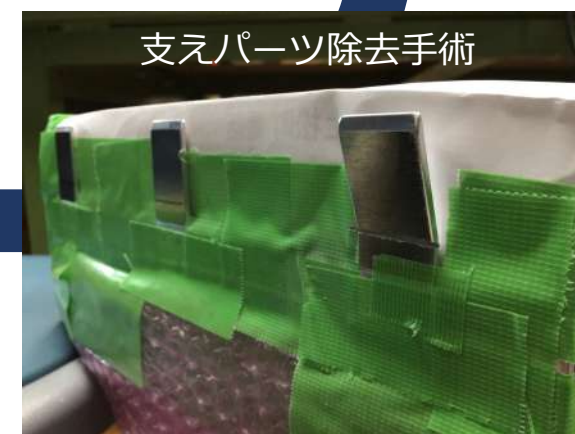
焦点面への取り付け



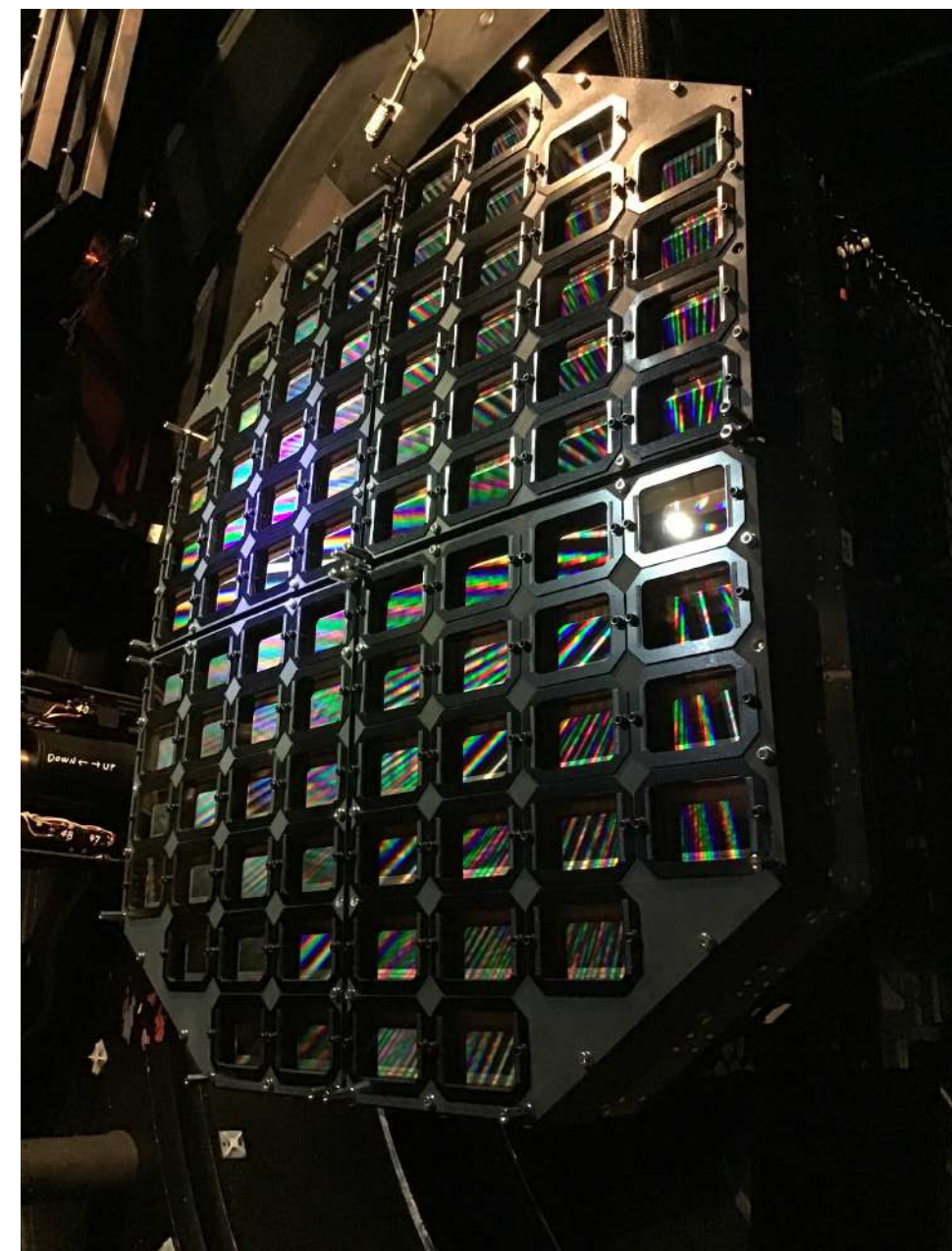
新支えパーツ、枠体、窓枠を取り付けたところ



手術完了



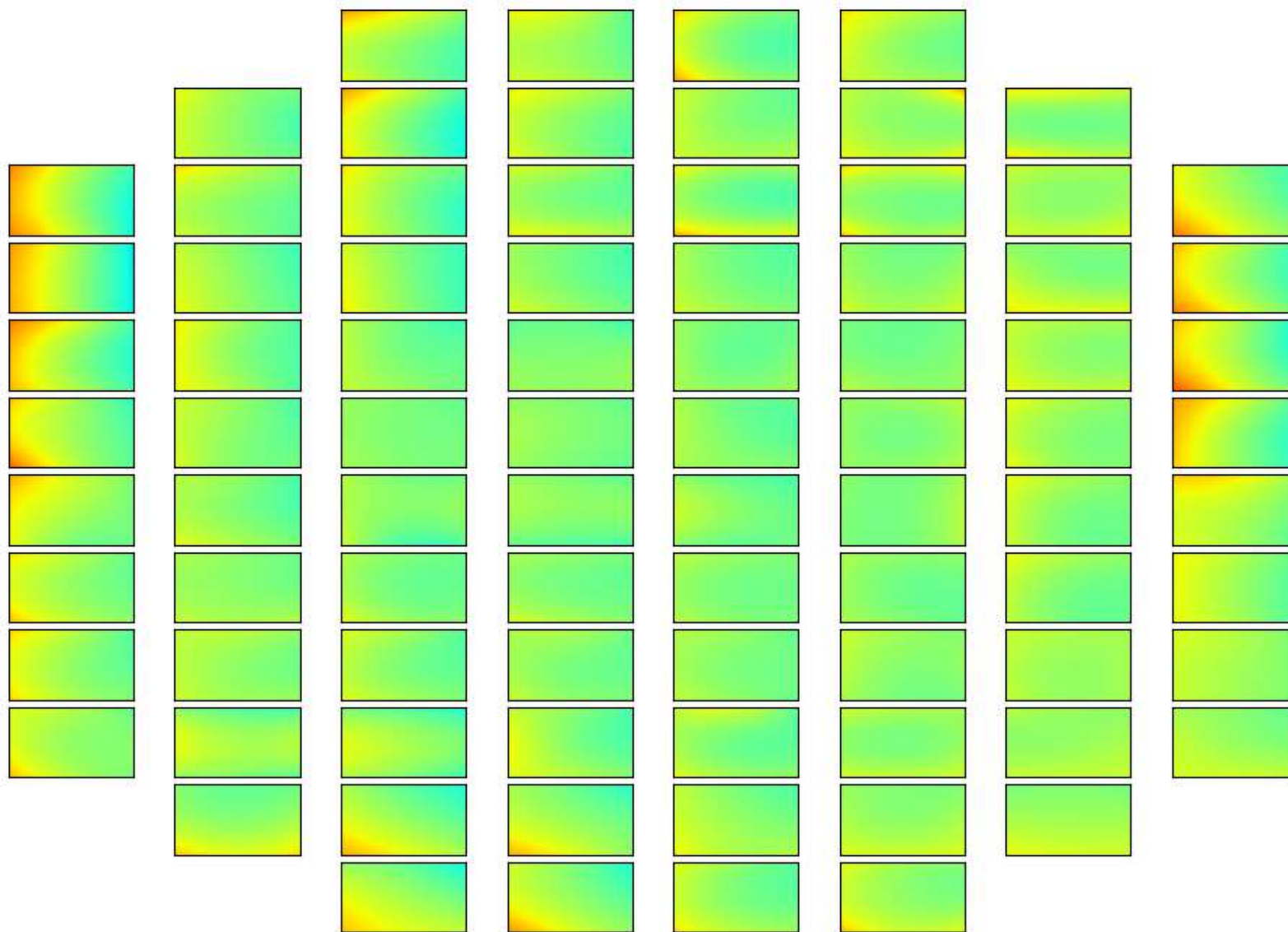
支えパーツ除去手術





■ 画像

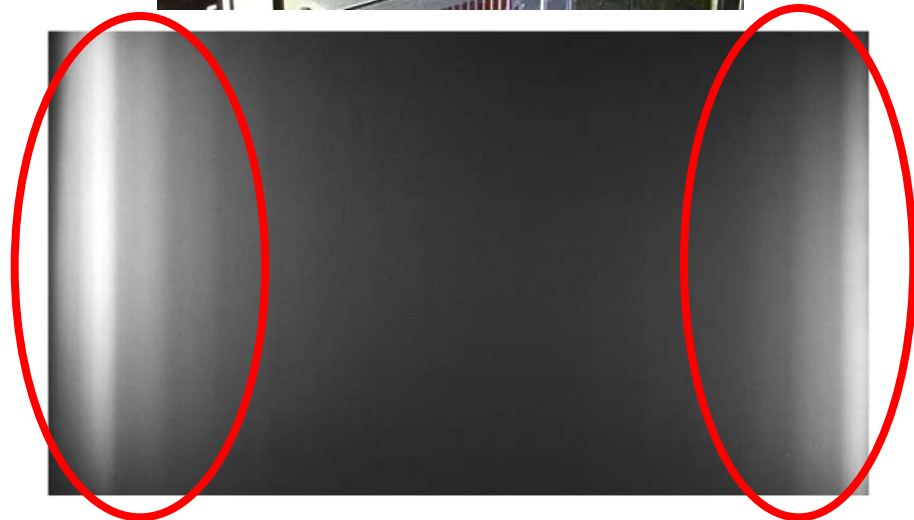
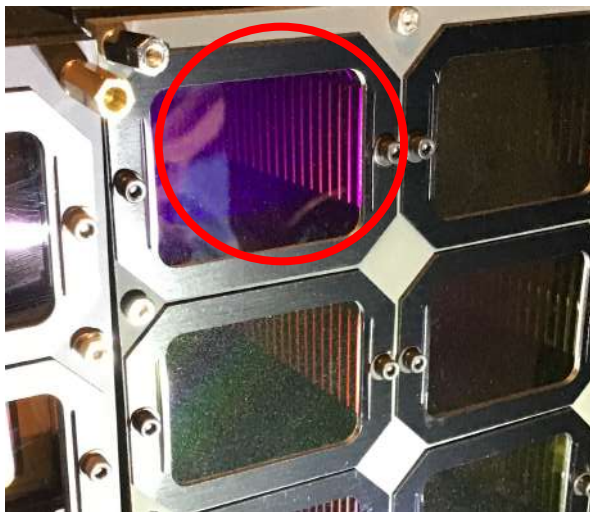
SKYFLAT/DOMEFLAT (2021-12-14)



フレなし
 フォーカスなし
 -ストなし (@Q1)

■ その他の問題点

- ガラス窓（フィルター）押さえのスリット穴からの漏れ光によるゴースト



- アルミテープで塞ぐ



ゴースト消えた！

■ 製作・設置と試験

- ・ 金属3Dプリンタによるトモエゴゼン筐体（シュミット望遠鏡焦点面形状）の完成
- ・ 旧筐体から新筐体への交換終了
- ・ 取得画像から大きな問題（ケラレ、ゴースト、デフォーカス）なし

■ 今後

- ・ 狭帯域フィルター全面装着時の性能評価

