



THE TOMO-E GOZEN CAMERA

Institute of Astronomy, The University of Tokyo

木曾超広視野高速CMOSカメラ Tomo-e Gozen機械系開発進捗

東京大学 大学院理学系研究科 天文学教育研究センター
高橋 英則

木曾シュミットシンポジウム 2017年7月5日 @木曾町文化交流センター

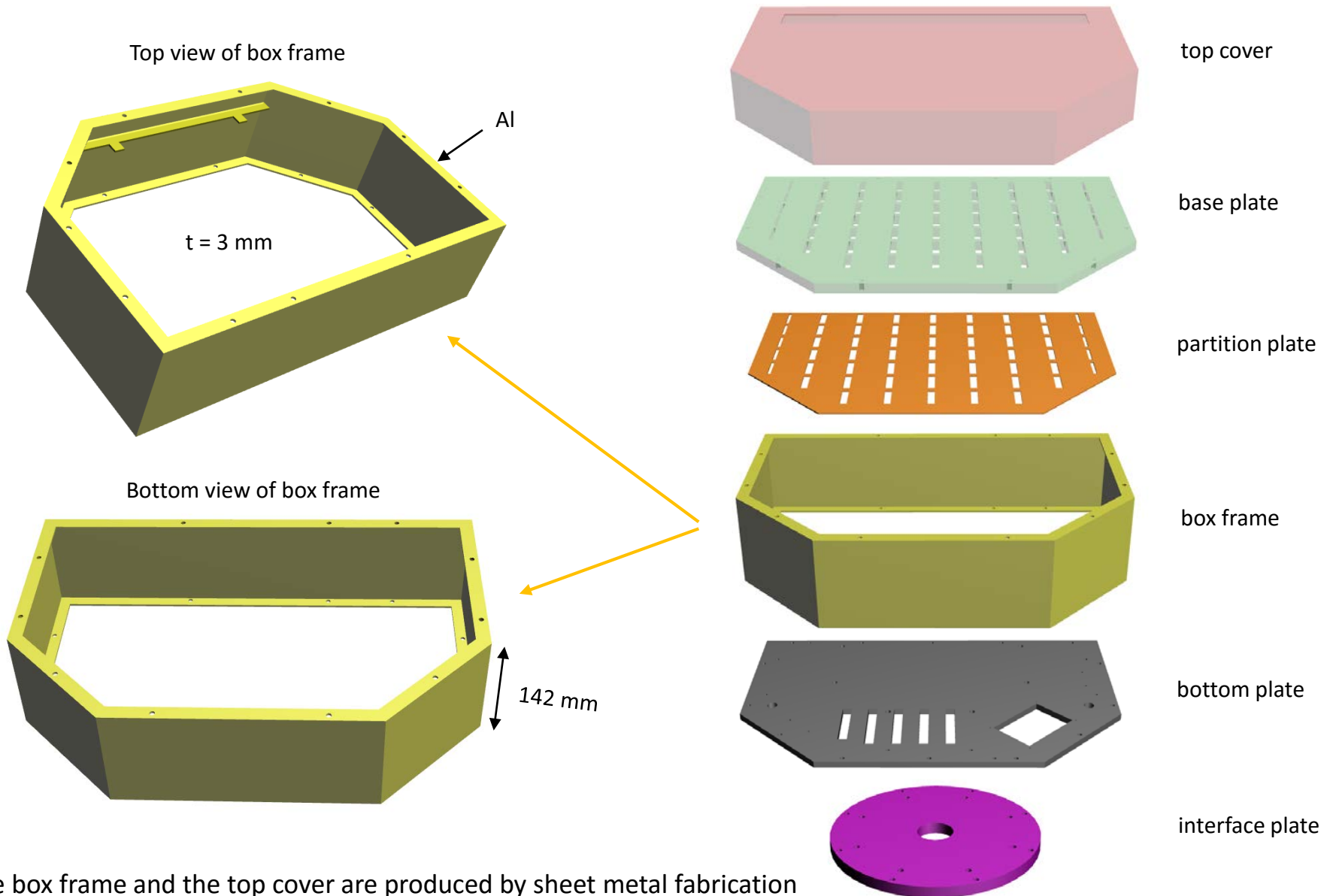


Tomo-e Gozen Camera プロトタイプ (PM) からファイナルモデル (FM) へ

- ❖ PM：最終版を視野に入れた構造。
 - 様々な開発要素の**技術実証機**としての位置づけ
 - 形状はフルサイズを大凡半分にしたもの。
 - センサーは**8チップ**を赤経方向に並べる。
 - 構造体形状の歪みを望遠鏡波面に補正する補正機構の採用。
 - 熱制御のための空冷機構を搭載。



Box frame and Top cover



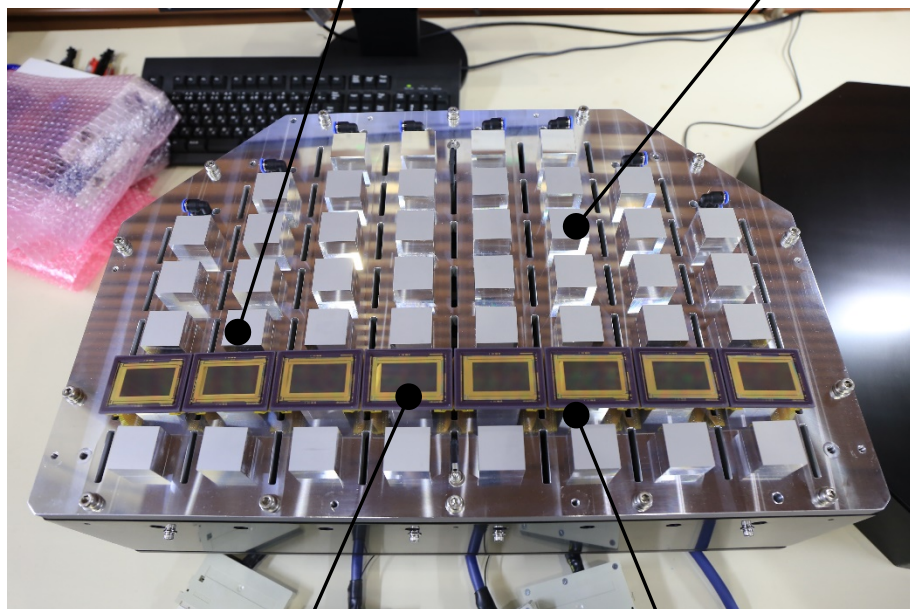


Tomo-e Gozen Cameraプロトタイプ (PM)

接着テープ

ダミー (42個)

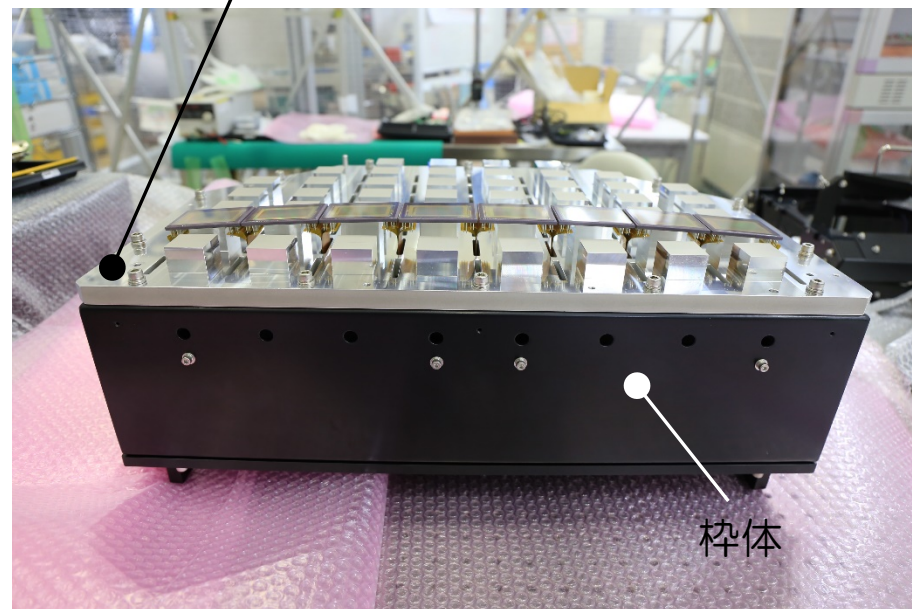
ベースプレート



381mm

588mm

本物センサー (8個)



枠体

- ❖ 波面に合わせてセンサー面を湾曲
- ❖ センサー高さを個別の台座で調整

HAP

(Height Adjustment Plate)



Tomo-e Gozen Camera プロトタイプ (PM) からファイナルモデル (FM) へ

❖ FM : 84チップを搭載した最終型

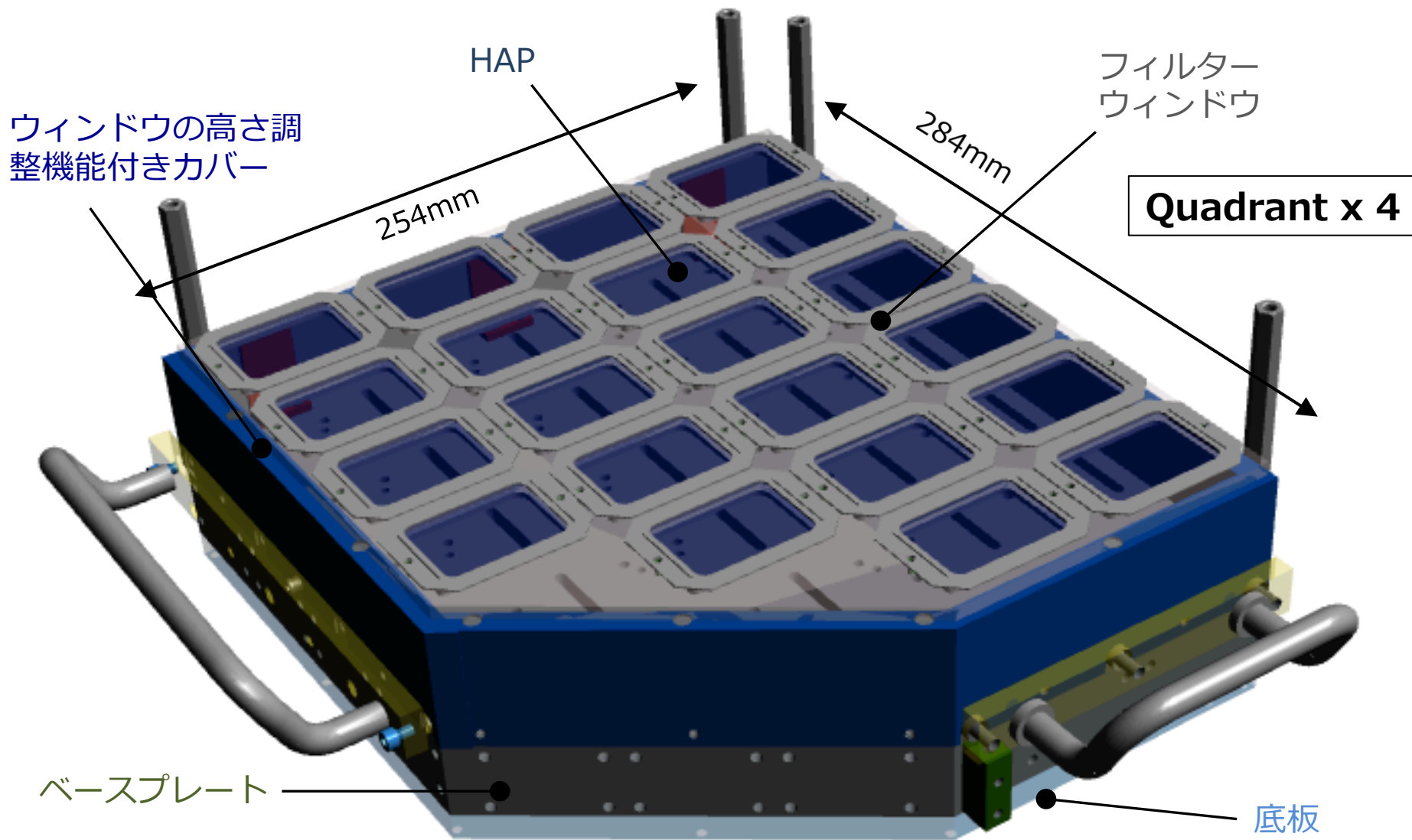
- 基本的な設計・コンポーネントはPMを踏襲
 - ▶ HAP
- PMを受けて各パーツ・各部を最適化
 - ▶ ベースプレート
 - ▶ 独立交換可能なフィルター窓
- ヒートシンクの効果測定
- 望遠鏡インターフェースを最適化
- 改修・交換時のハンドリングのしやすさ

→ 1/4モデルを4つ組み合わせてFOV全面をカバー
(Q-Series : Q1/Q2/Q3/Q4)

- 発生するビッグデータに対応した処理系 (ソフトウェア) とデータプロダクト。 →大澤講演
- 他計画との感度比較。 →小島講演



Tomo-e Gozen Camera プロトタイプ (PM) からファイナルモデル (FM) へ



568mm



Q2

Q1

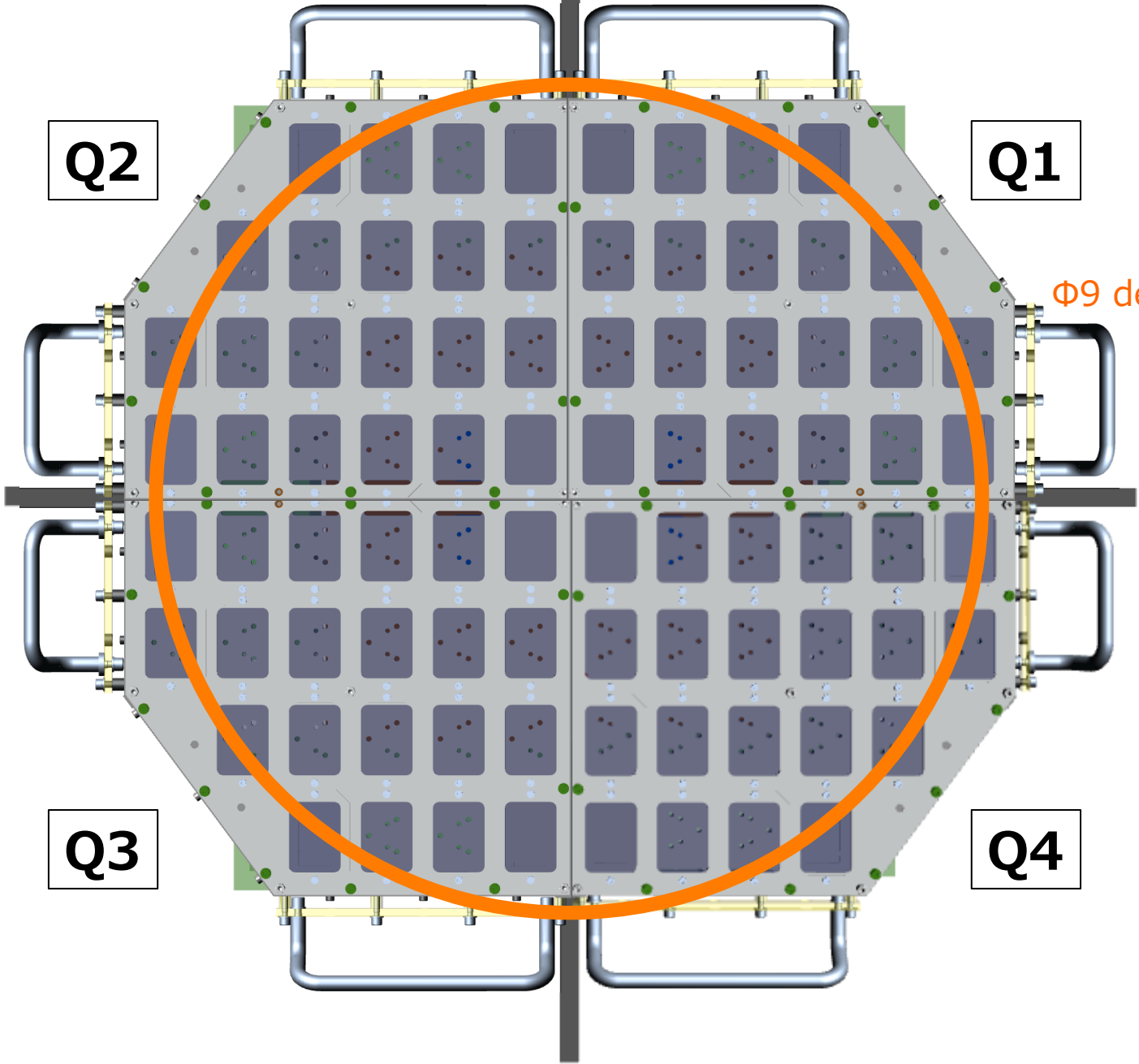
$\Phi 9$ deg

508mm

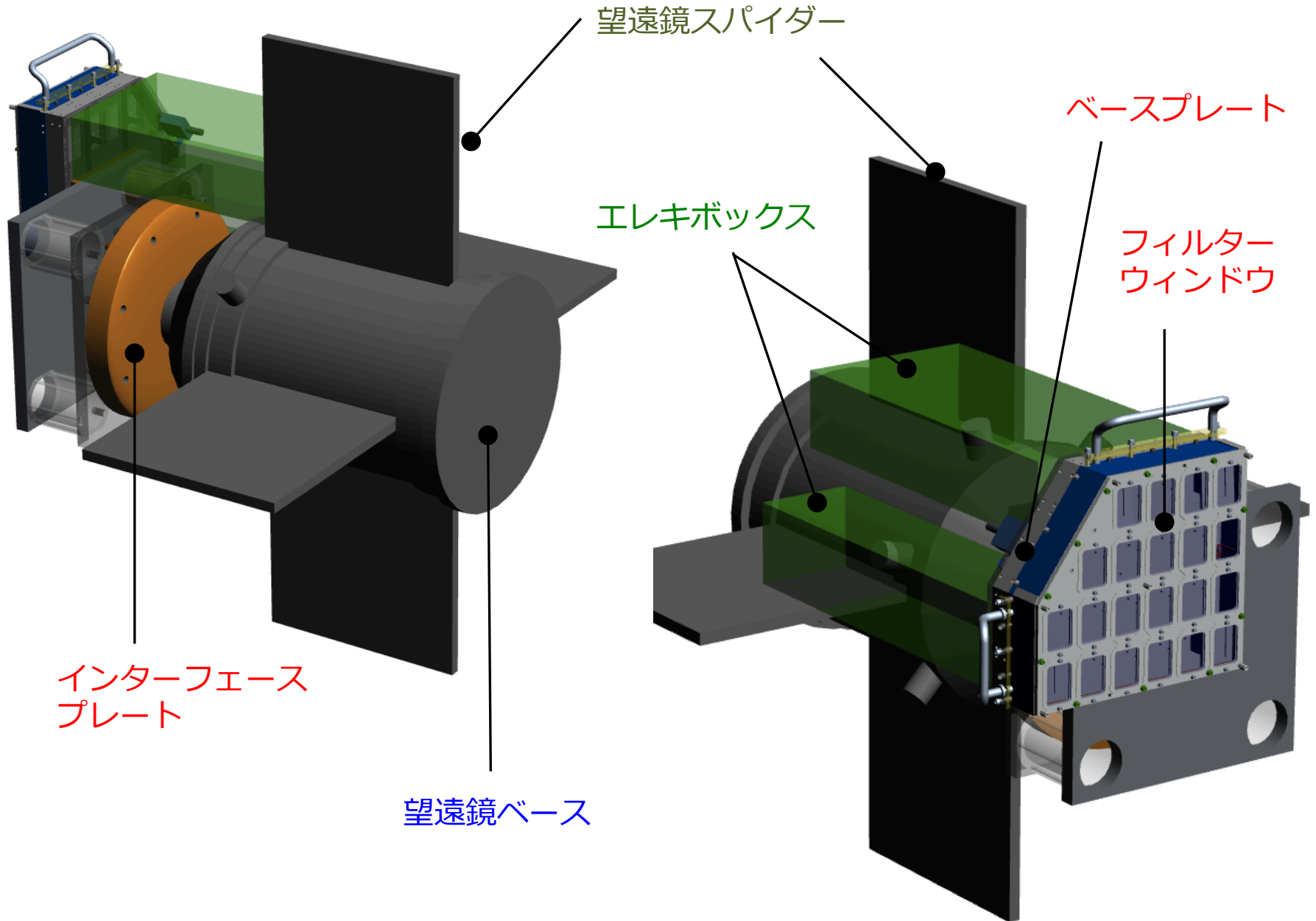


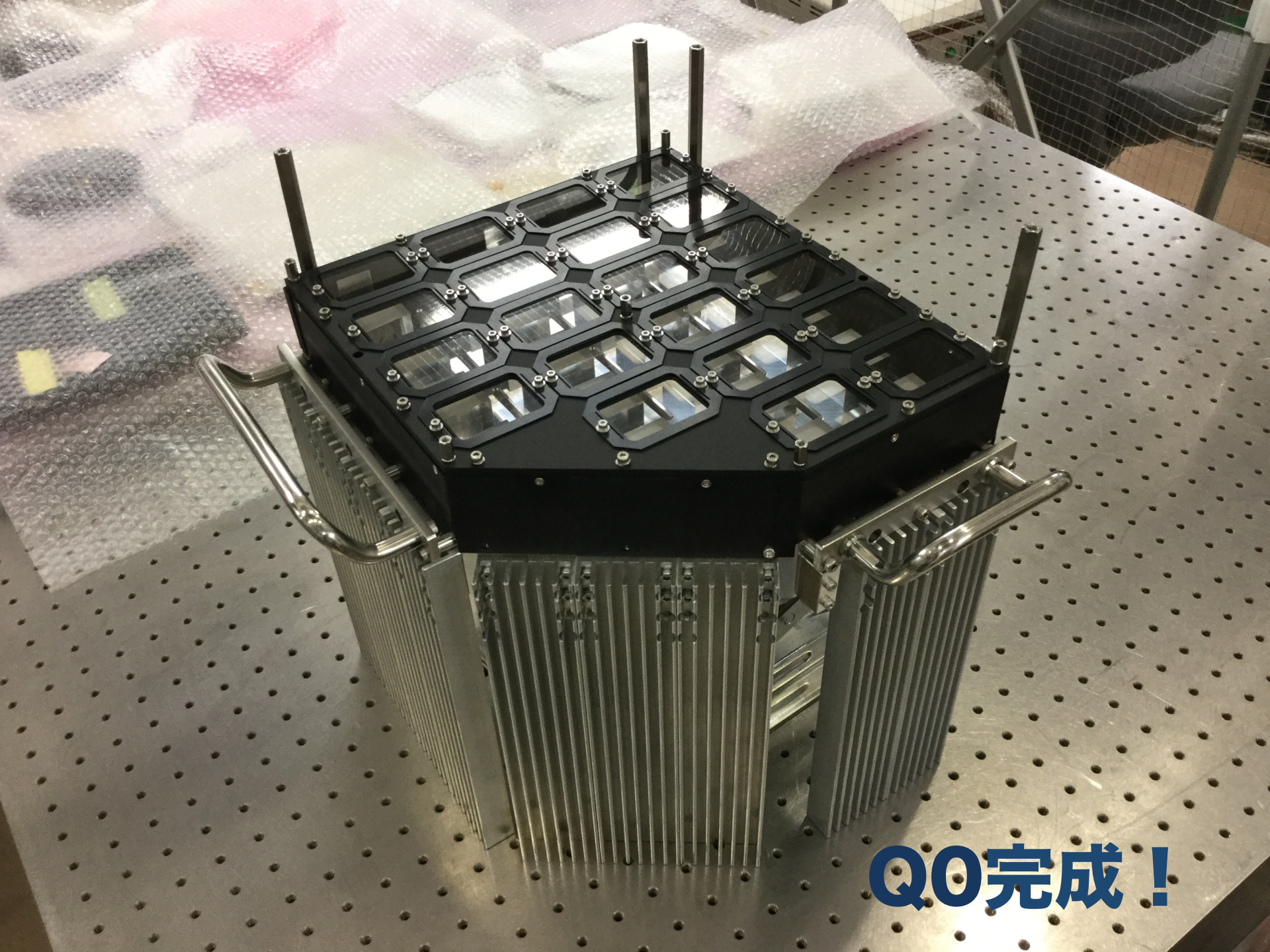
Q3

Q4



THE TOMO-E GOZEN CAMERA





Q0完成!



ベースプレート

汎用機械で製作（加工）ができる丁度よい大きさ！

ケーブル穴の最適化

HAP取り付けはPMと同じ

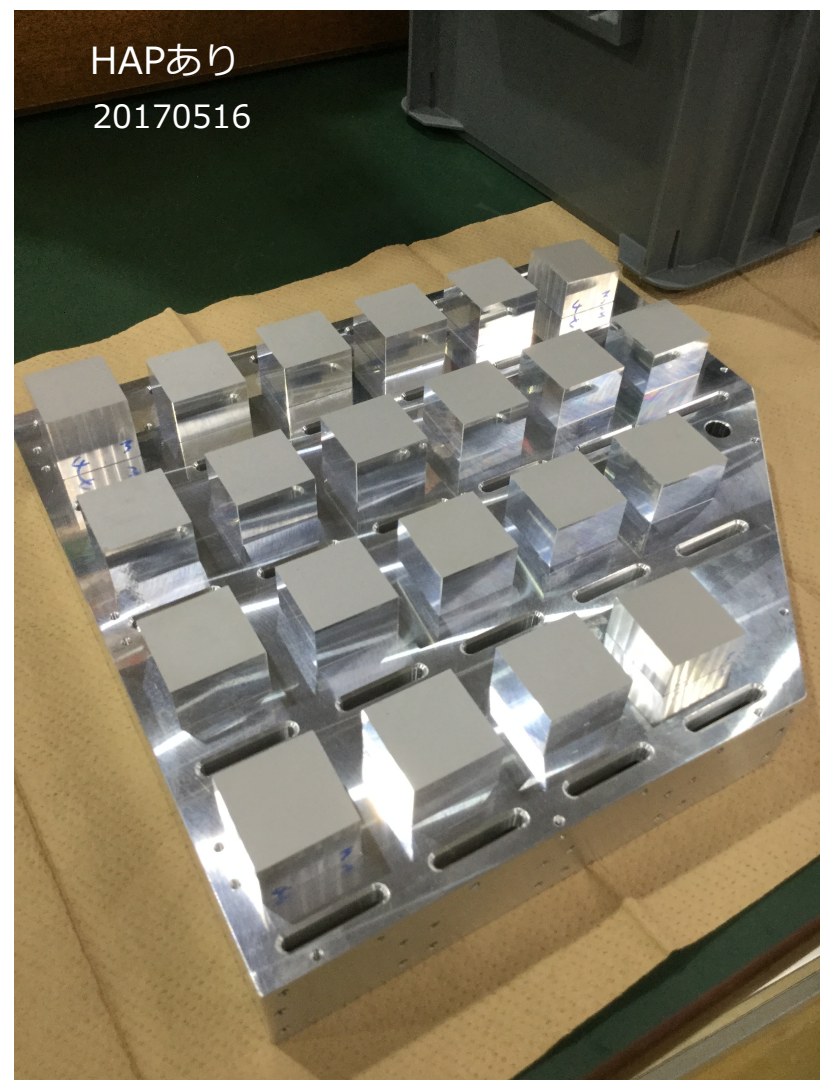
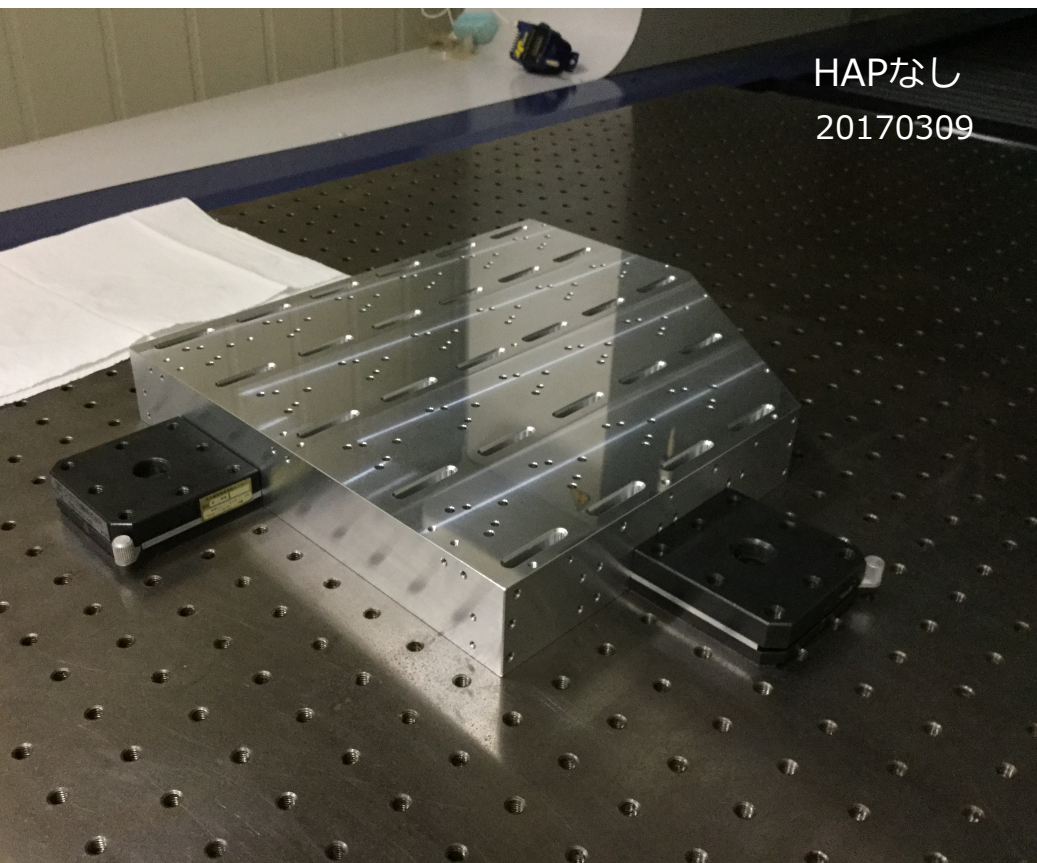
軽量化と剛性を両立した内梁構造

製作協力：国立天文台先端技術センター

2017/02/20

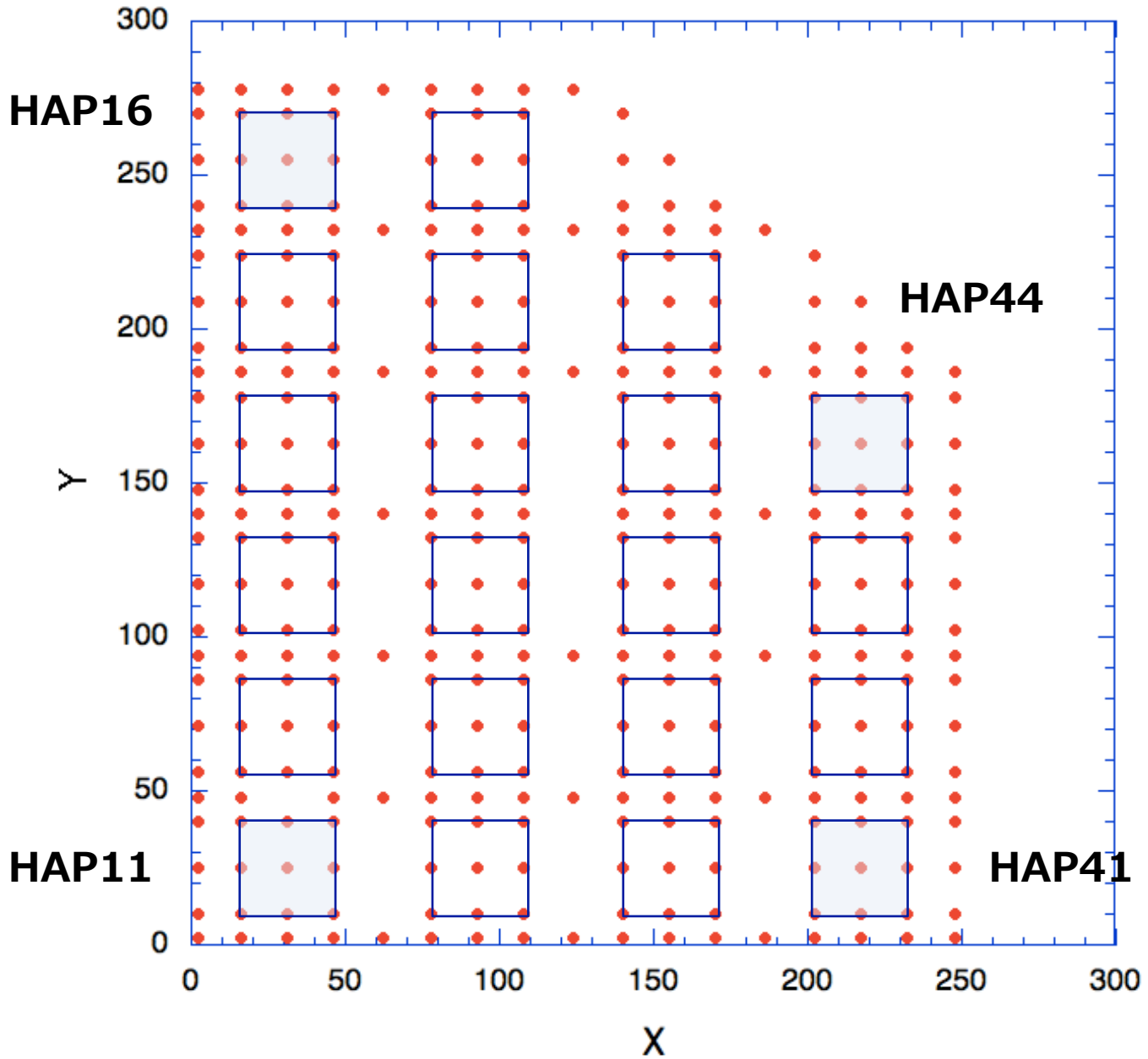


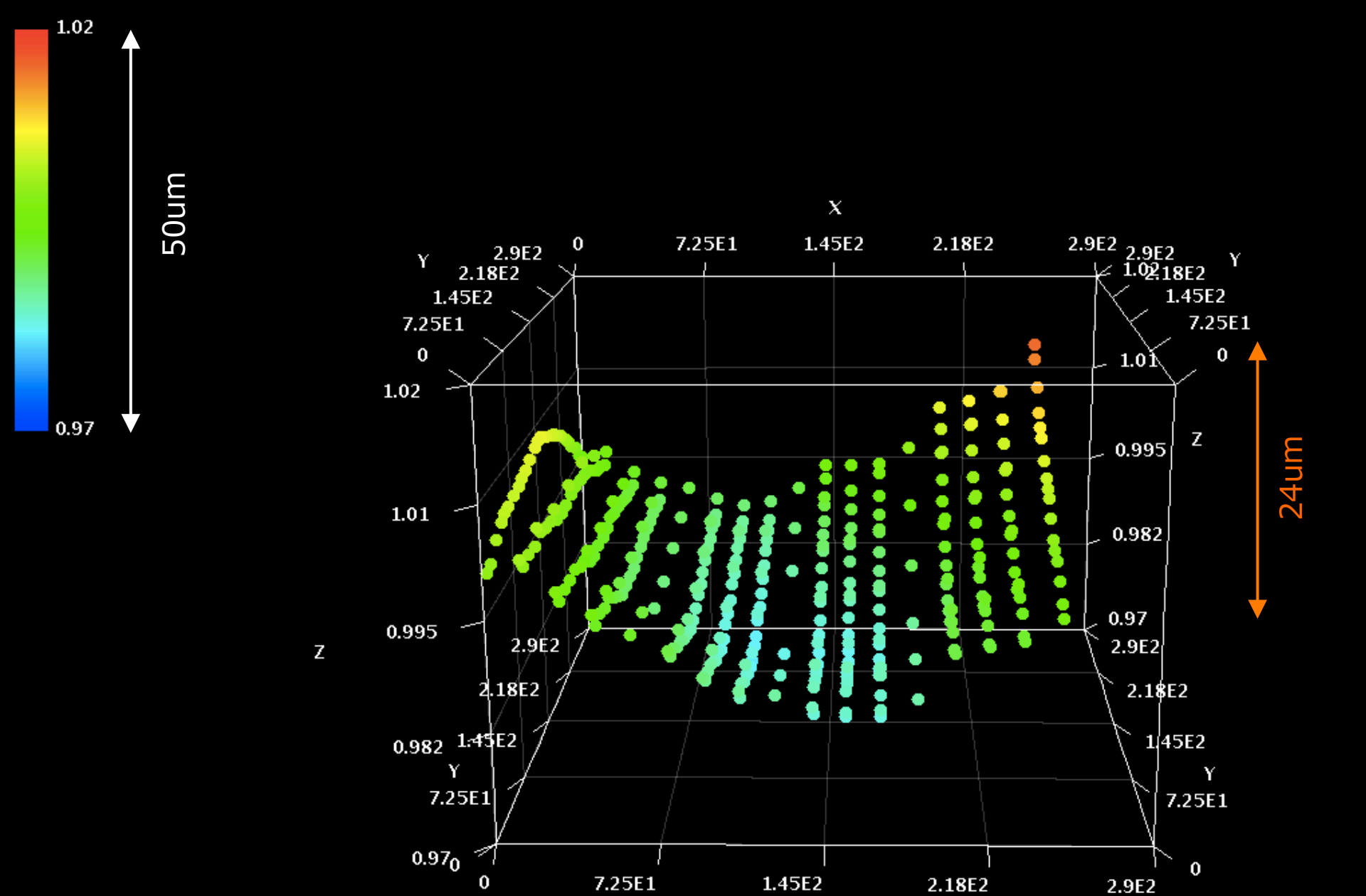
Q0/BPの形状測定



BP単体での形状測定
→理想平面からの差
→HAPの形状に反映
(→HAP込みでの形状測定)

Tomo-e / Q0 / BP



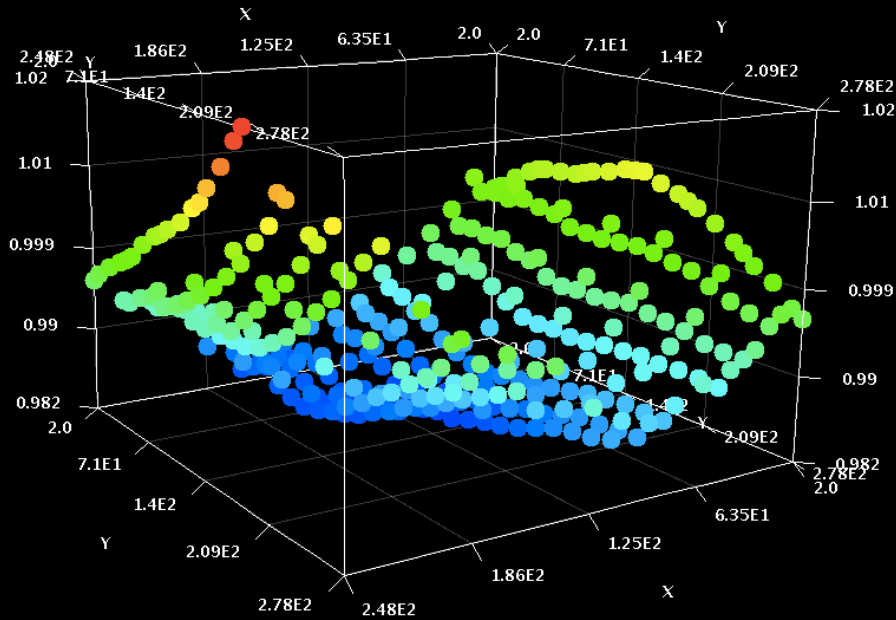


cf : 光学設計から許容される値=被写界深度~40um

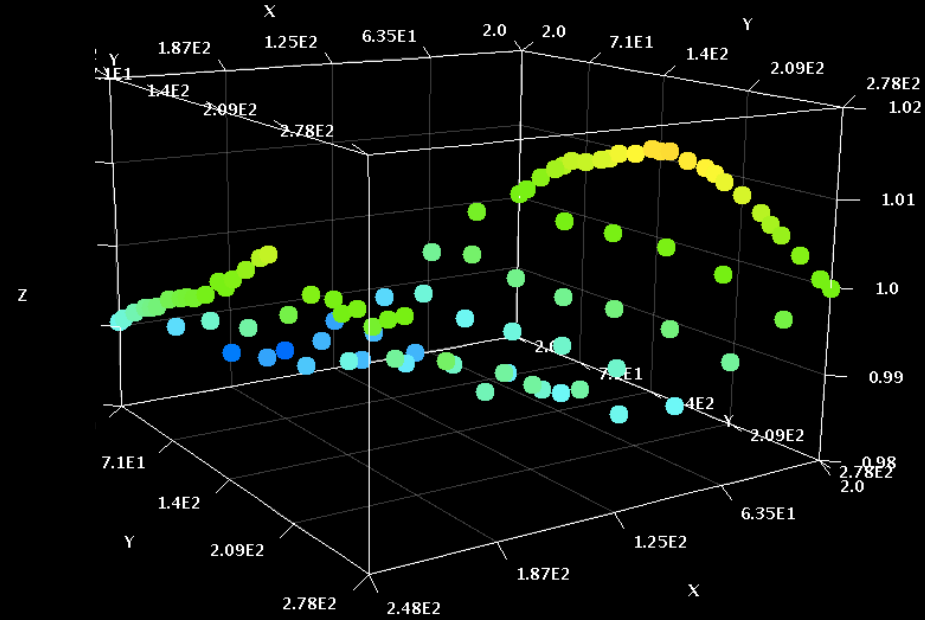


QO/BPの形状測定

HAPなし
20170309



HAPあり
20170516



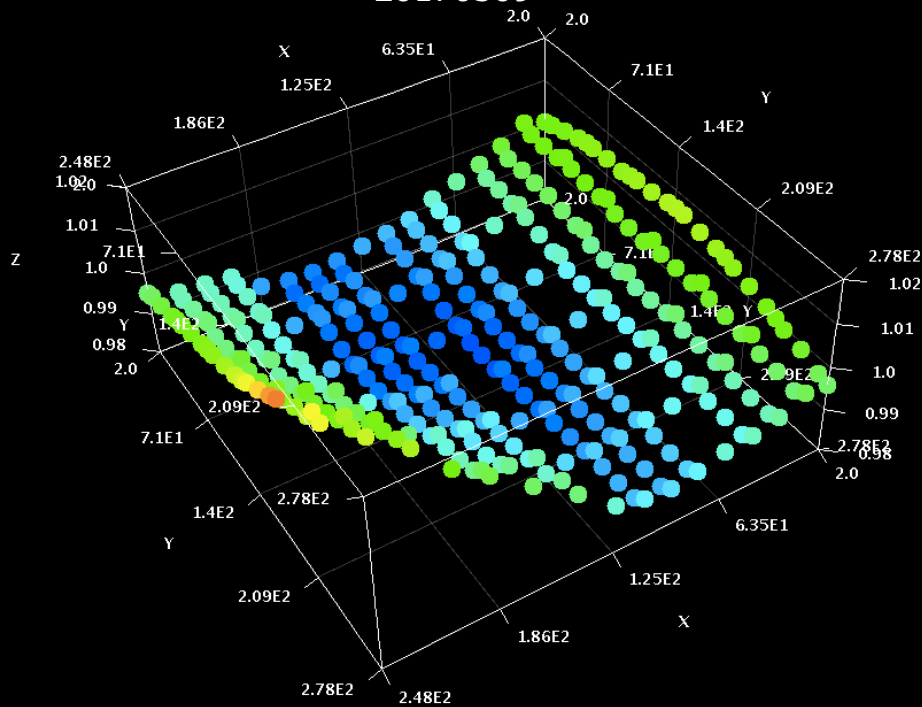
- 大きな差は見られない。
- HAP44辺りの反りがやや落ち着いている。



QO/BPの形状測定

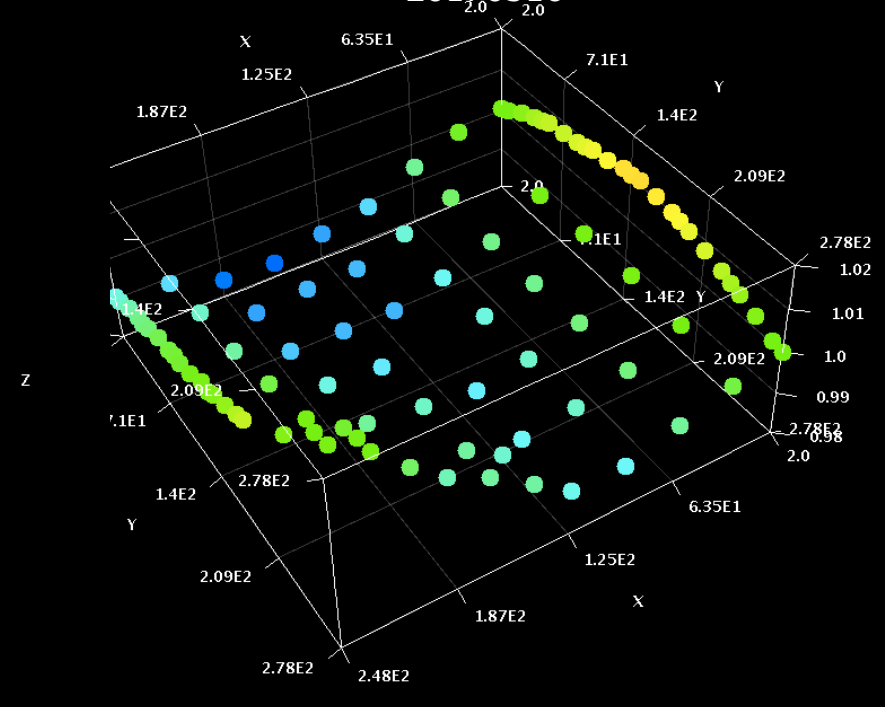
HAPなし

20170309



HAPあり

20170516

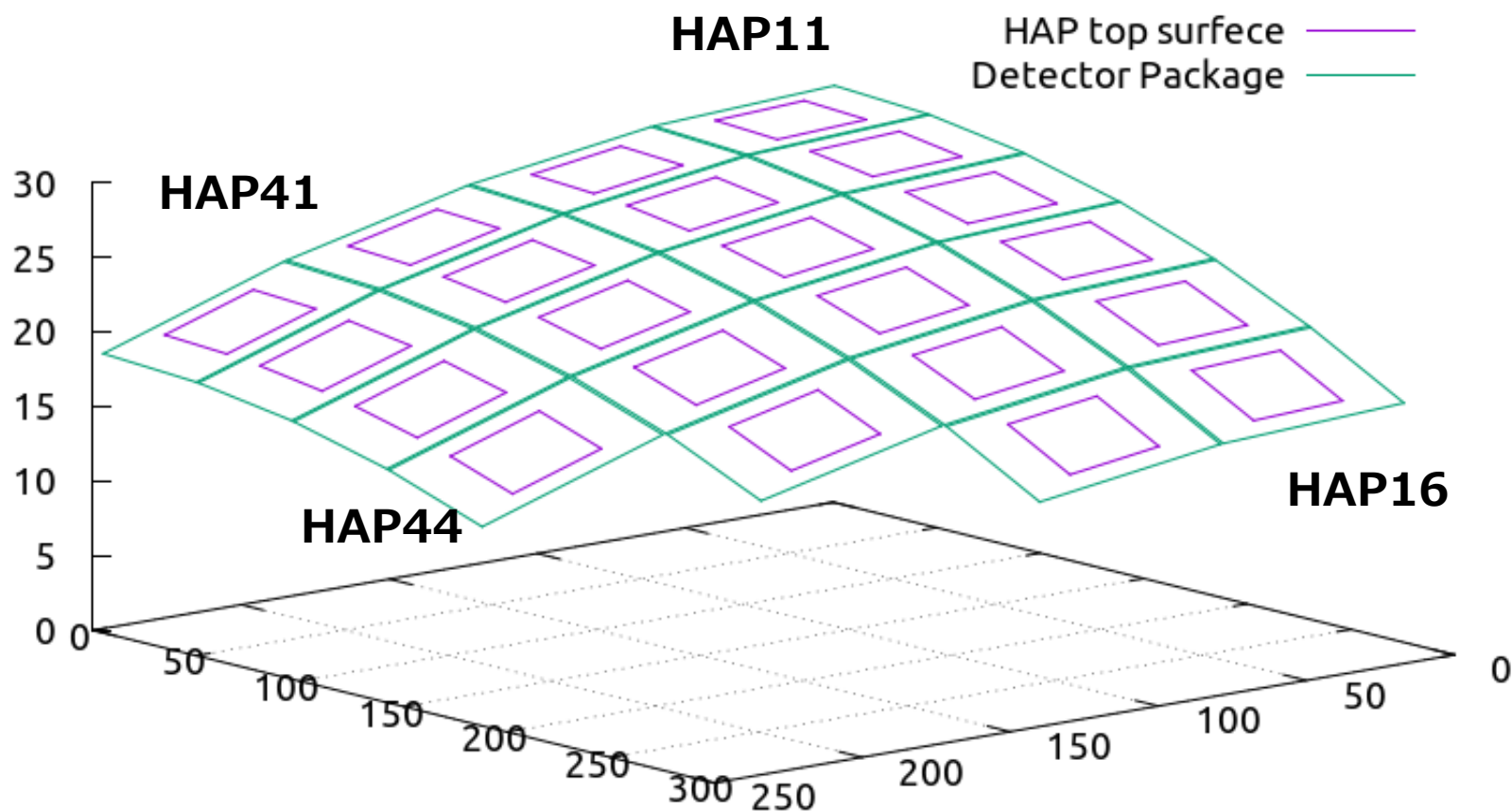


個々のHAP単位で見ればほぼ変形なし。



HAP

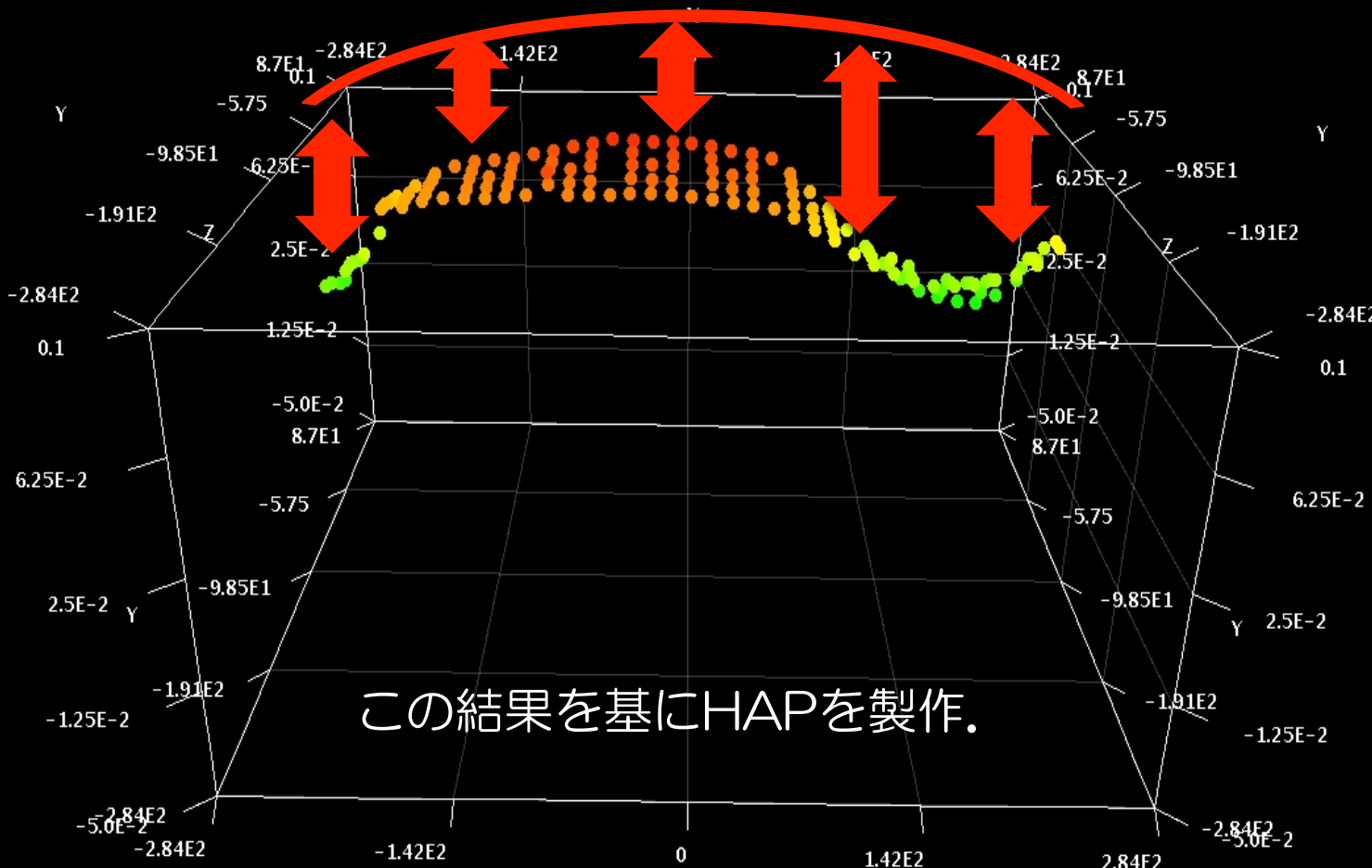
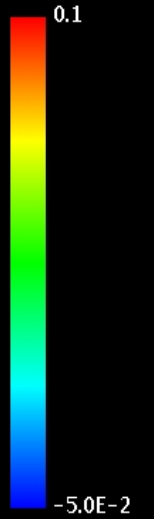
シュミット望遠鏡の焦点面（曲面）にセンサーを配置するための「高さ調整」





HAP

理想曲面



この結果を基にHAPを製作.

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E

$Ra\ 3.2$

$0.75^{\circ} \pm 0.02^{\circ} = \beta$

断面 A-A

27.715 ± 0.005
 $= \gamma$
27.718

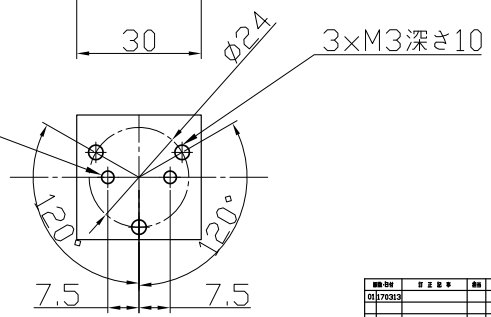
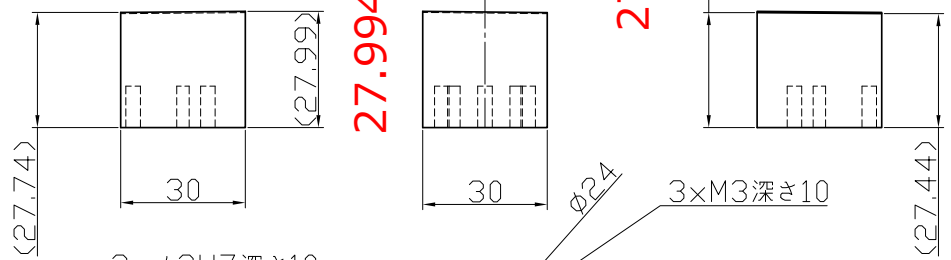
$39.38^{\circ} \pm 0.02^{\circ} = \theta$

27.691

27.745

27.994

27.442



(注1) 指示無き角部は糸面取り
(注2) 側面の仕上げは $Ra\ 6.3\alpha$

HAP_11

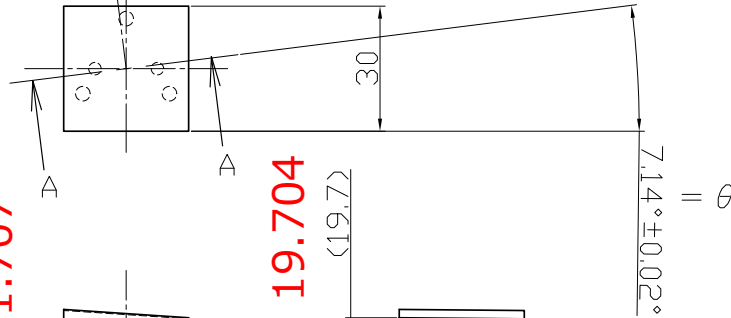
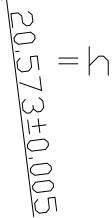
図番	品名	単位	数量	標準	NEXT ASSY 番	標準寸法図 (1)	仕様	材料	加工	検査	備考
01/70313							A5052	アルミニウム		TM	
											1/1 () 2017/03/13
											HAP011
							$Ra\ 3.2\alpha$				ST6047E-MEC-243

1 2 3 4 5 6 7 8

Ra 3.2

断面A-A

20.580

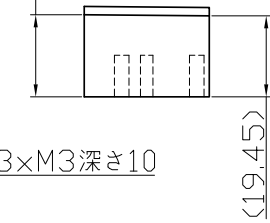
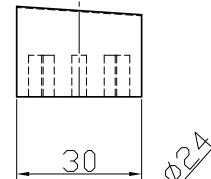
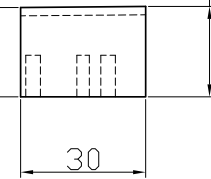


19.704

21.707

21.456

(21.45)

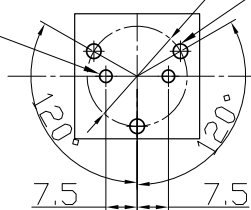


19.453

2 × φ3H7 深さ10

φ24

3 × M3 深さ10

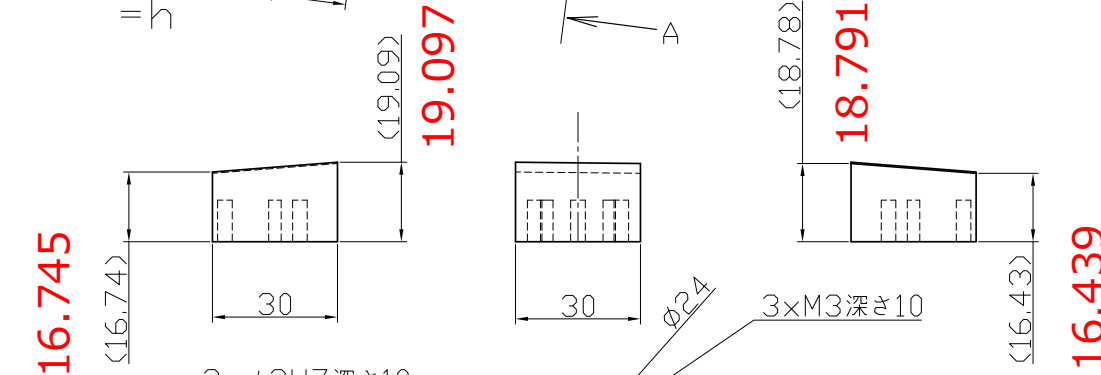
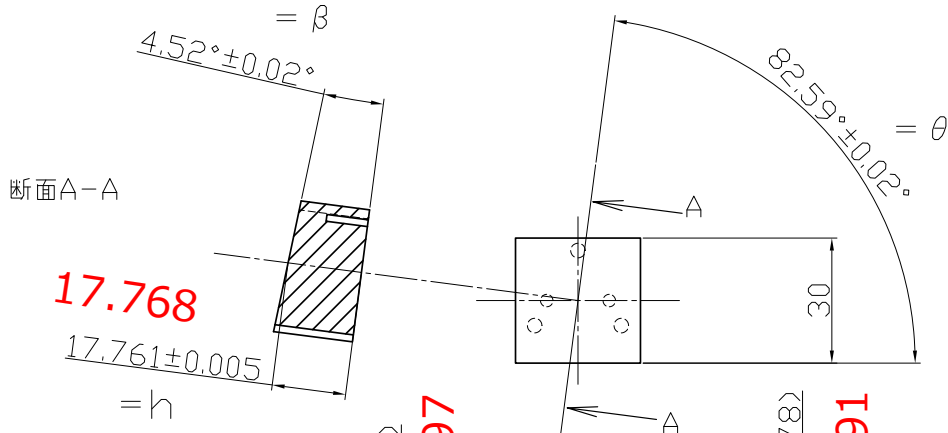


(注1) 指示無き角部は糸面取り
(注2) 側面の仕上げはRa6.3α

HAP_41

図番	修正番号	品名	標準	NEXT ASSY	図面	仕様	材料	公差	単位	数量	備考
0170312							A5052		個		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1/1 () 2017/03/13 HAP014 ST6047E-MEC-244 Ra3.2α											

$Ra\ 3.2$



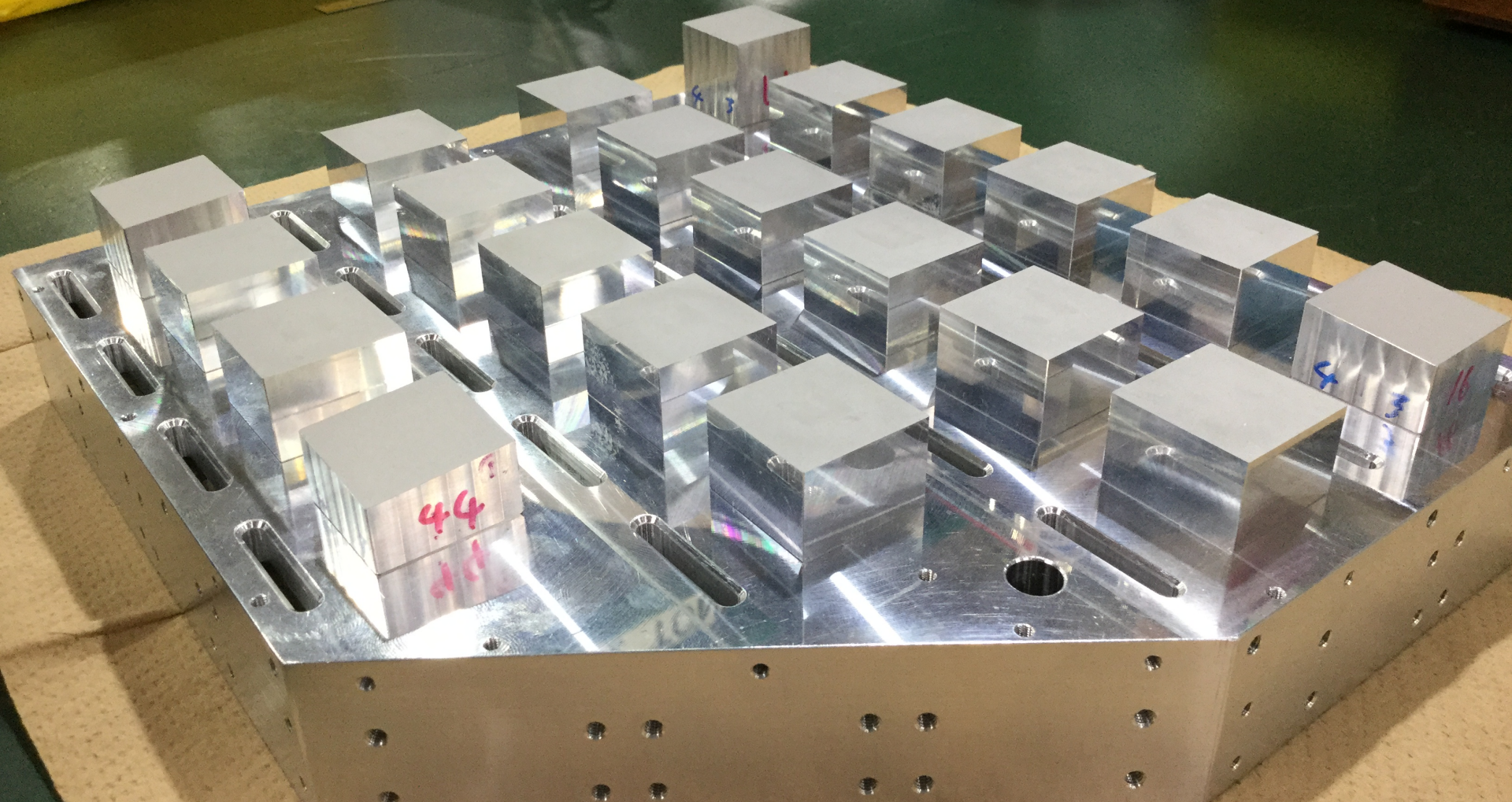
(注1) 指示無き角部は糸面取り
 (注2) 側面の仕上げはRa6.3α

HAP_16

品名	数量	単位	標準	NEXT ASSY	仕様	材料	公差	特記	備考
0170913					AS052	アルマイト		TM	
									1/1 () 2017/03/13
									HAP061
									ST6047E-MEC-245



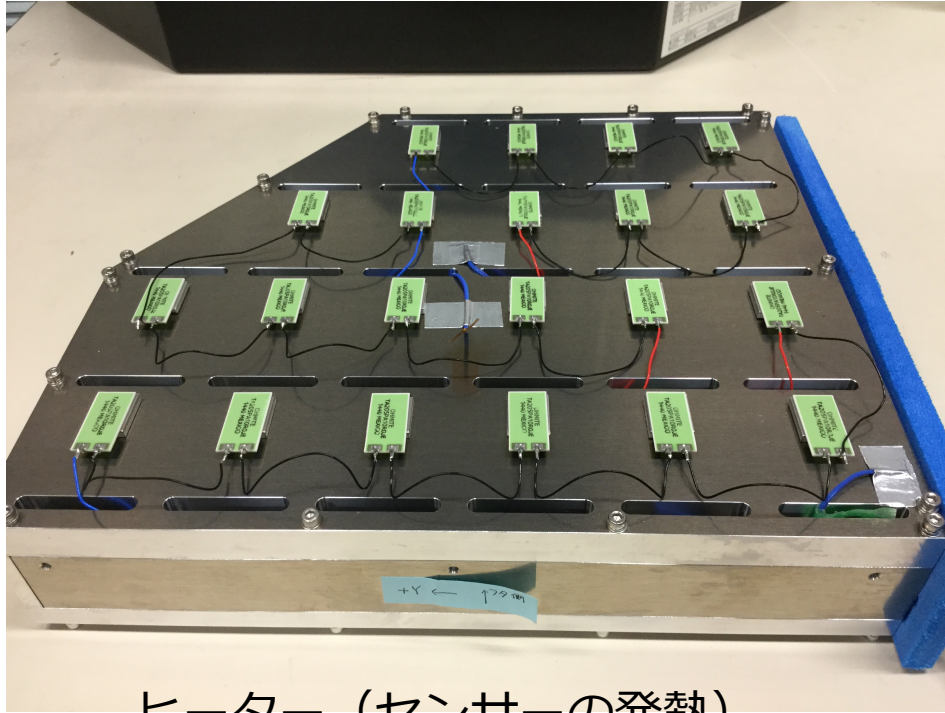
HAP



Q0 modelは、HAP11, 16, 41, 44のみセンサあり。（他はダミー）



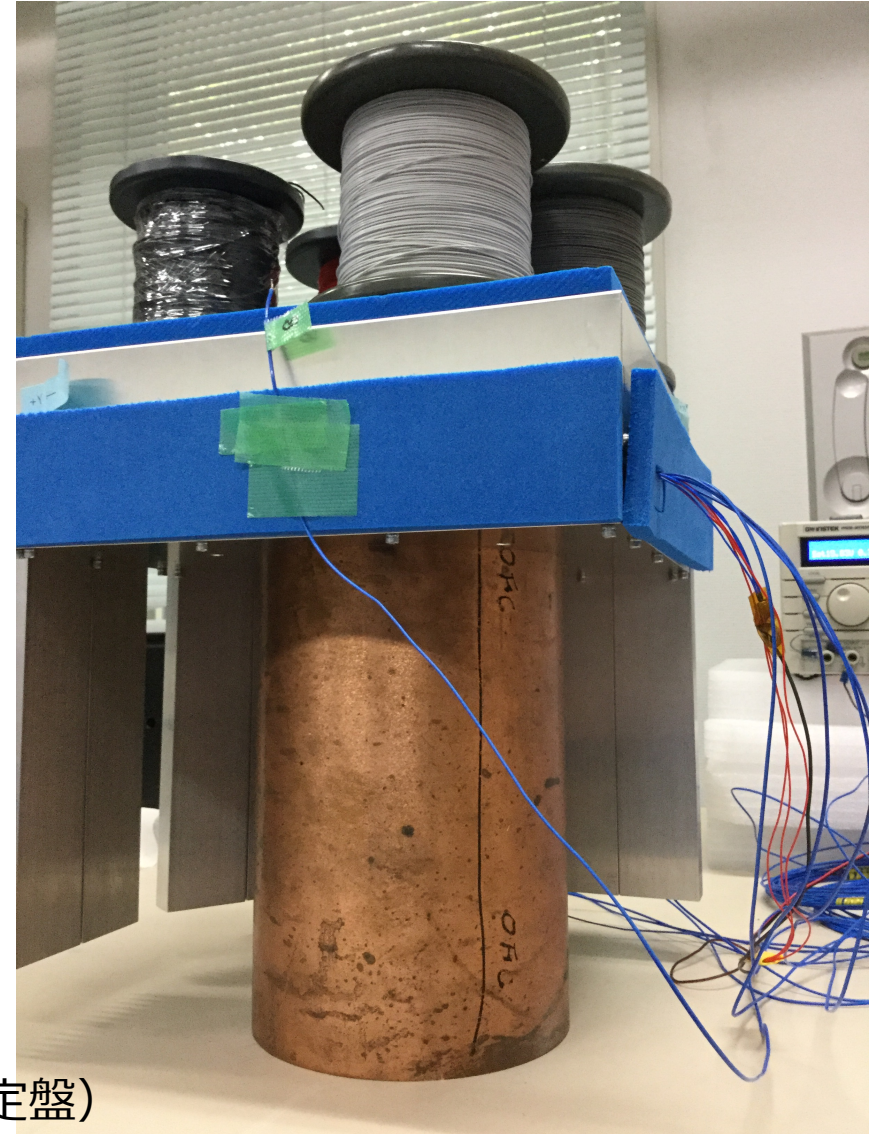
熱モデルによる温度測定



ヒーター（センサーの発熱）

測定条件

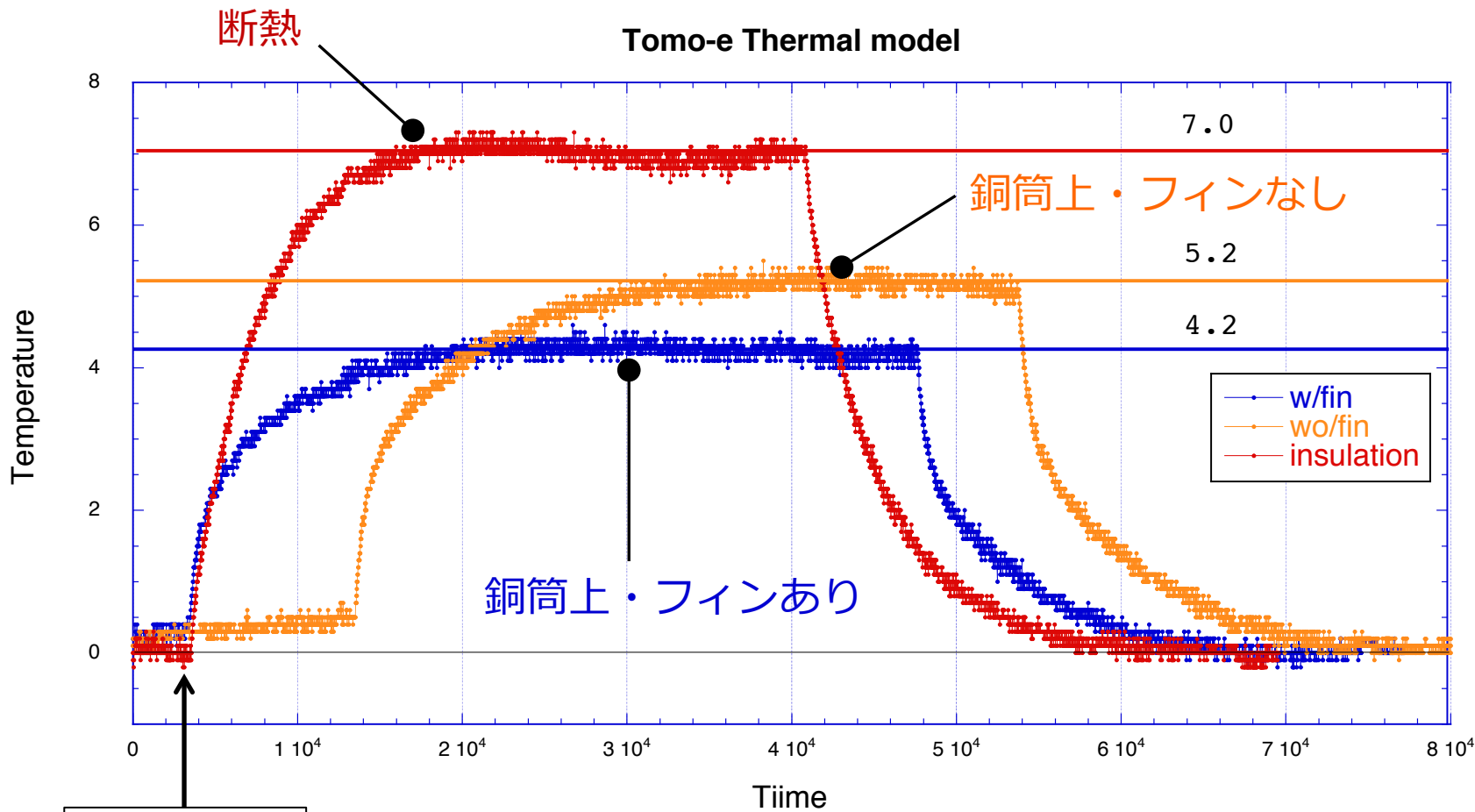
- ・ヒートシンク有 or 無し
- ・断熱 or 積極的に熱コンタクト



熱浴（銅筒 + 光学定盤）



熱モデルによる温度測定



ヒーターON

結論

- 望遠鏡には積極的に熱結合
- ヒートシンクがあったほうがよい！



まとめ

- ❖ FM (の1/4) を製作 (CMOSセンサー4個)
- ❖ 基本構造はTomo-e プロトタイプ (PM) を踏襲
 - HAP
- ❖ さらなる最適化
 - 独立交換可能なフィルター窓
 - 筐体構造 (軽量化と剛性維持の両立)
- ❖ 望遠鏡インターフェースの最適化 (強度、熱経路)
- ❖ ヒートシンク効果の評価

今後

- ❖ チップキャリアのHAPへの取付け方法の確立 (新治具の製作)
 - エレキ関係
 - センサーの搭載
- ❖ 2017年9月初旬シュミット望遠鏡での試験観測.
- ❖ FM/21モデル用HAPの製作.
- ❖ Q2/Q3/Q4の製作→FM/84へ.

