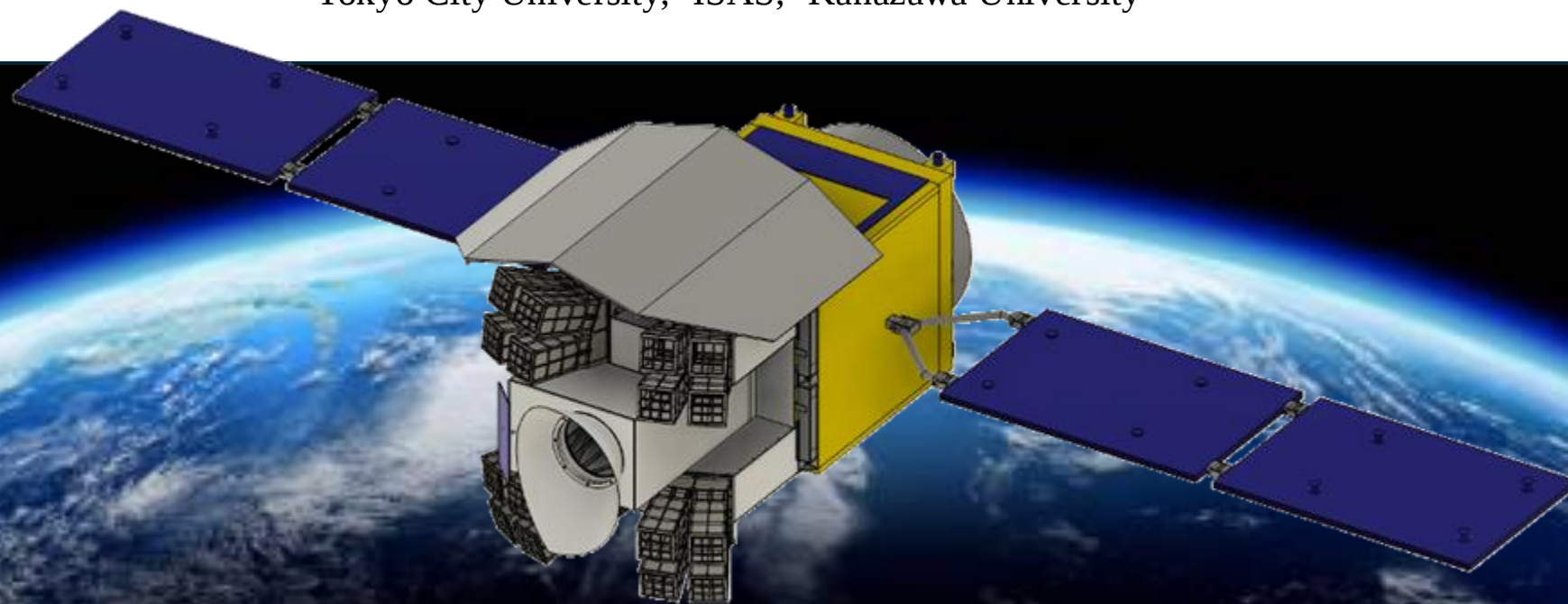


HiZ-GUNDAM衛星搭載の 近赤外線望遠鏡の熱解析

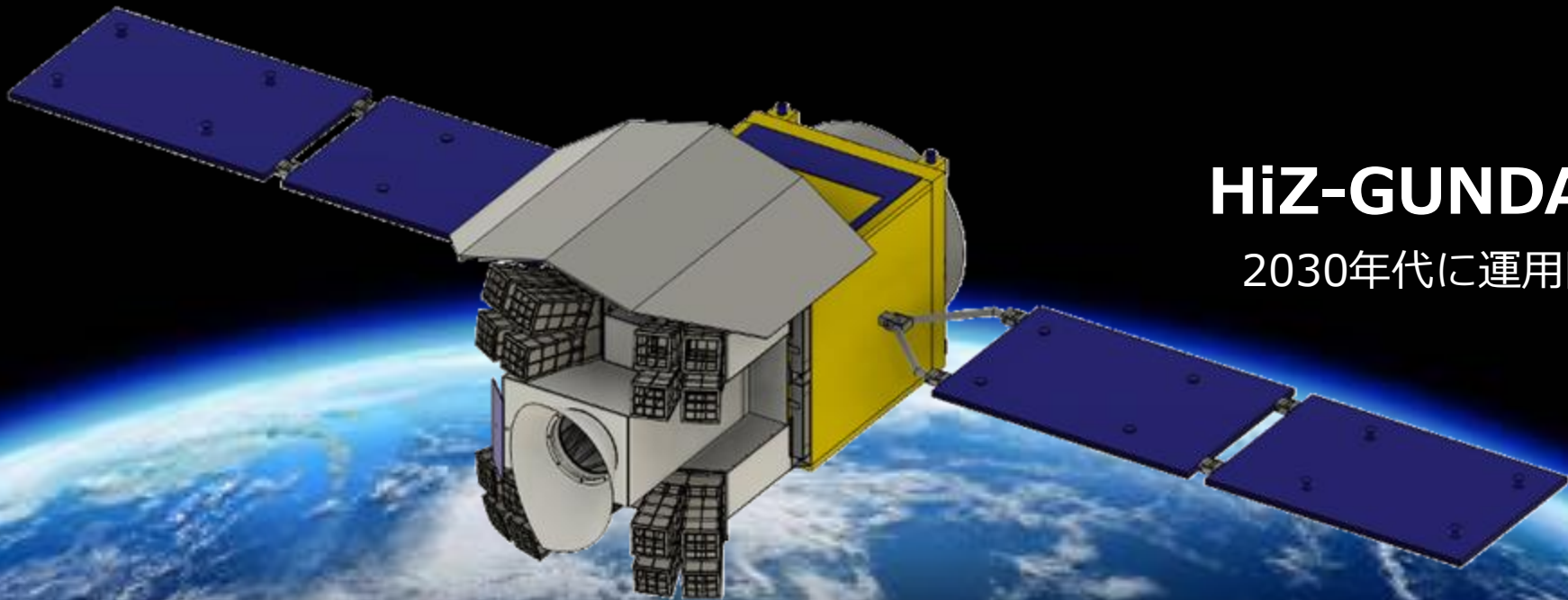
影山璃音

Kohji Tsumura¹, Hideo Matsuhara², Akihiro Doi², Daisuke Yonetoku³ and HiZ-GUNDAM collaboration

¹Tokyo City University, ²ISAS, ³Kanazawa University



宇宙最大の爆発現象
ガンマ線バースト（GRB）を捉える衛星

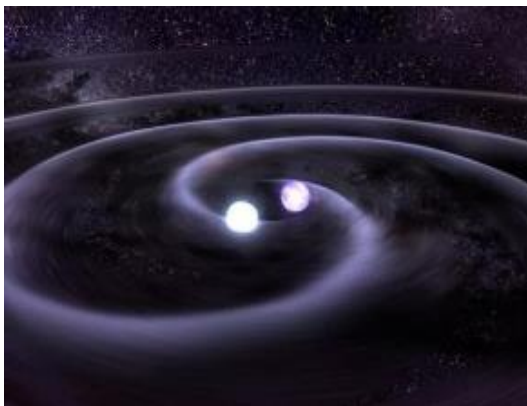


HiZ-GUNDAM衛星

2030年代に運用開始予定

GRB観測の目的

中性子星連星合体



ブラックホール生成時にGRB発生
大量のr過程元素も生成され、
近赤外線放出

HiZ-GUNDAM衛星でGRBを近赤外線で観測

ブラックホール誕生の瞬間や
r過程元素の生成過程の解明

大質量星の爆発



非常に明るいため
初期宇宙天体の観測可能
近赤外線観測で距離を測定

宇宙初期の星形成率と
再電離過程の理解

従来のGRB追観測

1. 衛星がGRBを検出し、地上にアラートで知らせる



2. 小型（30cm～1m）望遠鏡による残光観測



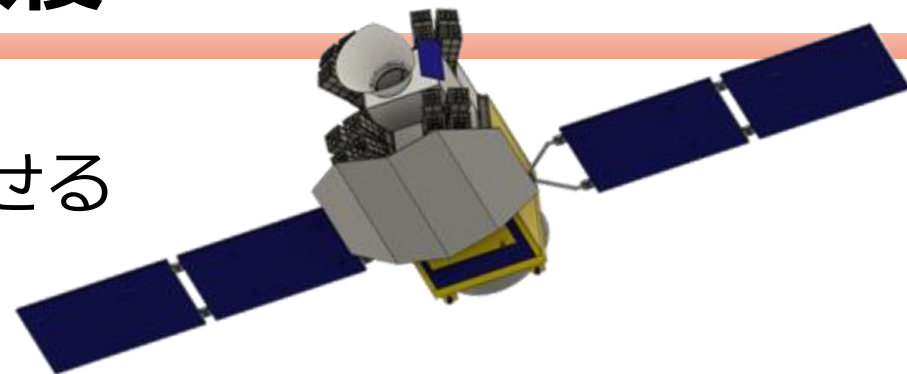
3. 中型（2～4m）望遠鏡による赤方偏移の特定



4. 大型（8m以上）望遠鏡による高赤方偏移GRBの分光観測

大型望遠鏡で観測する頃には残光は減少し、観測精度は低い

HiZ-GUNDAM導入後



1. 衛星がGRBを検出し、地上にアラートで知らせる



発生から300秒以内に赤方偏移の決定まで自動で

赤方偏移の特定



30分以内に

2. 大型（8m以上）望遠鏡による高赤方偏移GRBの分光観測

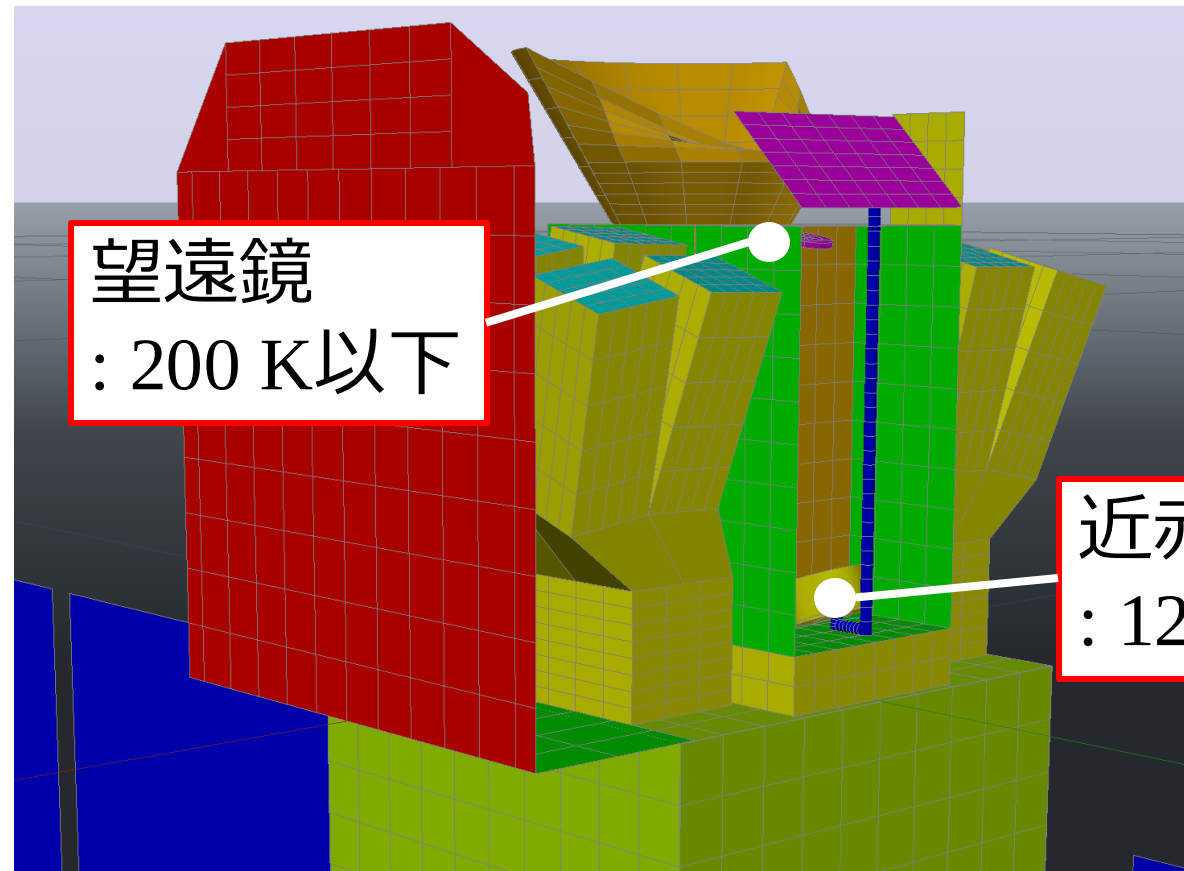
GRB観測の**プロセスが加速**

残光が減少する前に大型望遠鏡での分光観測が可能

HiZ-GUNDAMの熱的課題



近赤外線で高い感度を得るために
望遠鏡や近赤外線検出器を放射冷却のみで
要求温度まで冷却する必要がある

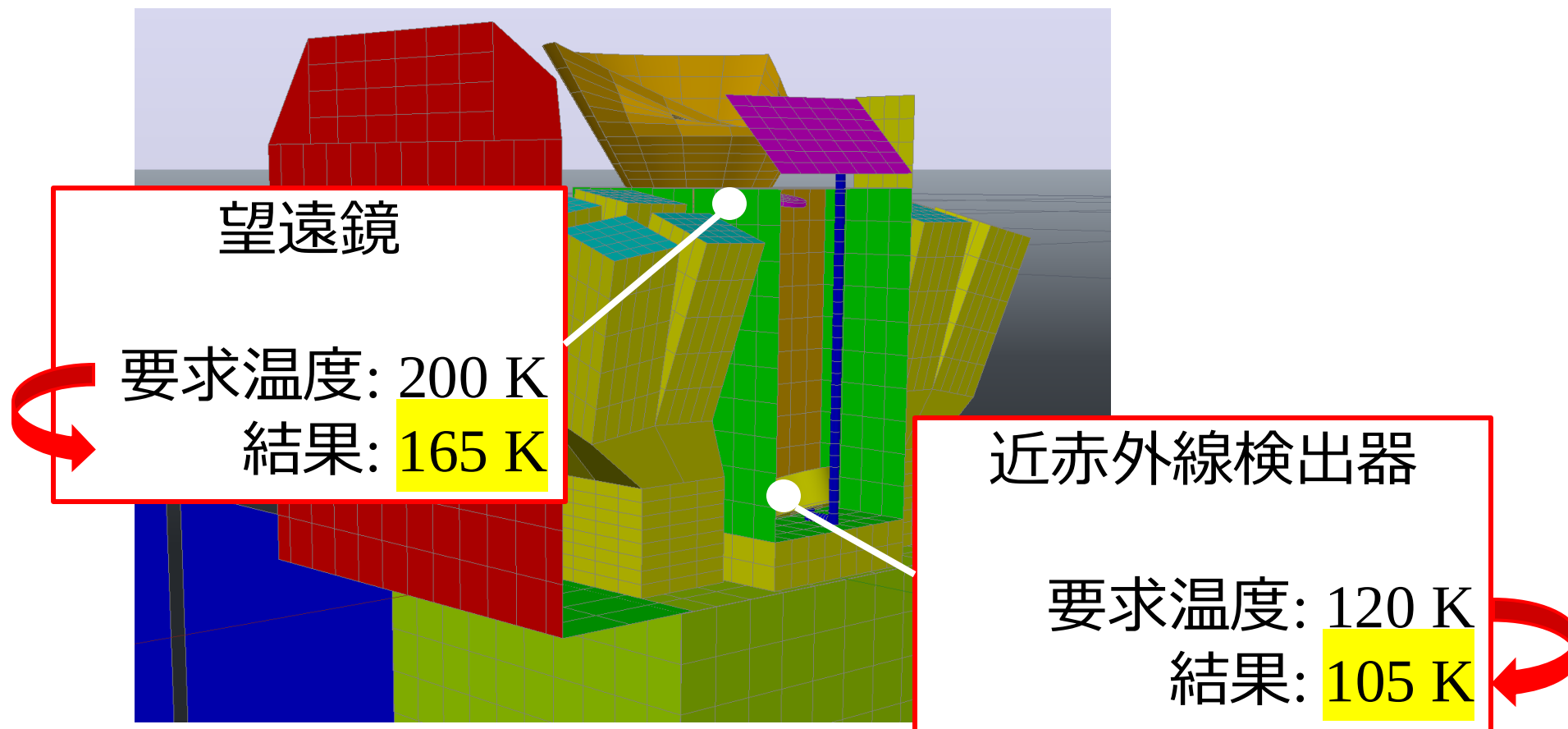


望遠鏡
: 200 K以下

近赤外線検出器
: 120 K以下

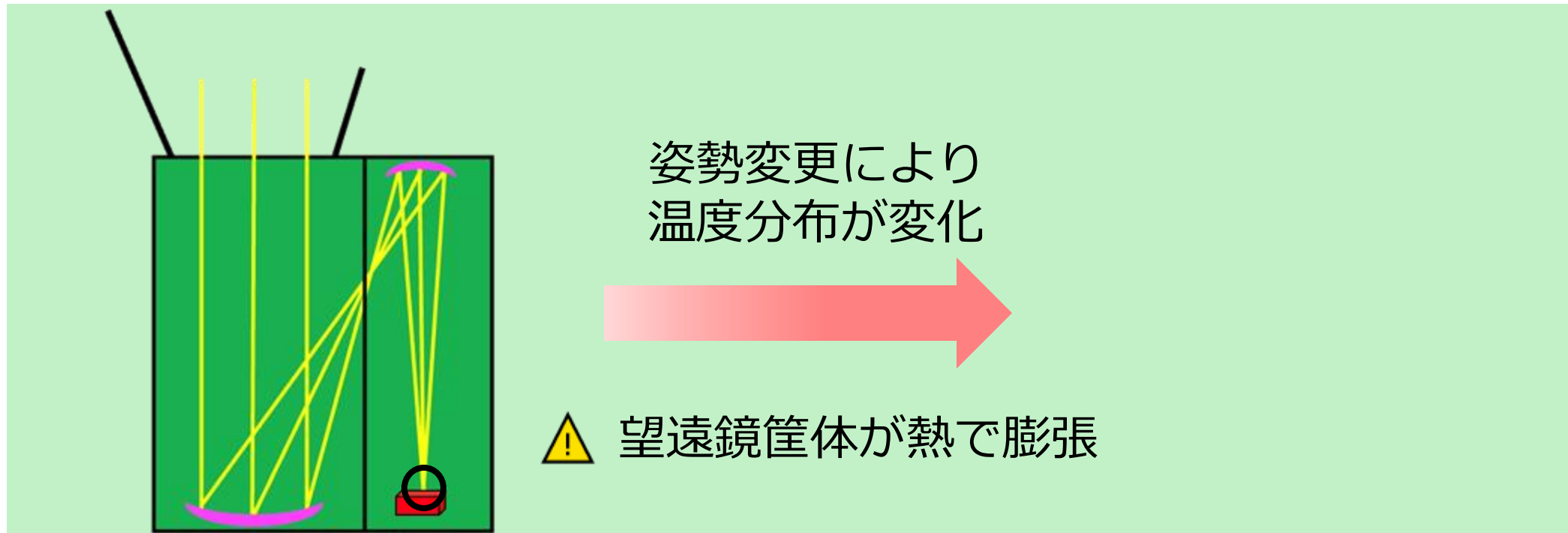
先行研究 望遠鏡と検出器の最高温度

先行研究で要求温度以下のモデル作成成功！



先行研究 光学解析の結果

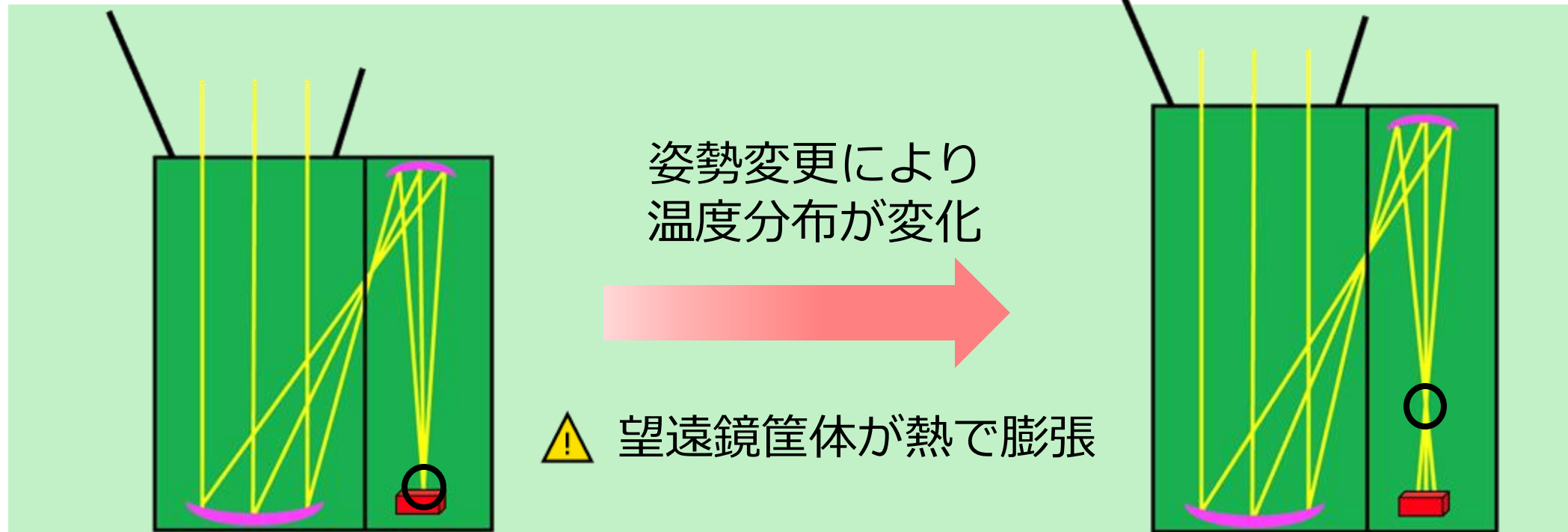
しかし、光学解析の結果、結像性能の劣化の可能性が生じた



像のピントが合っている

先行研究 光学解析の結果

しかし、光学解析の結果、結像性能の劣化の可能性が生じた

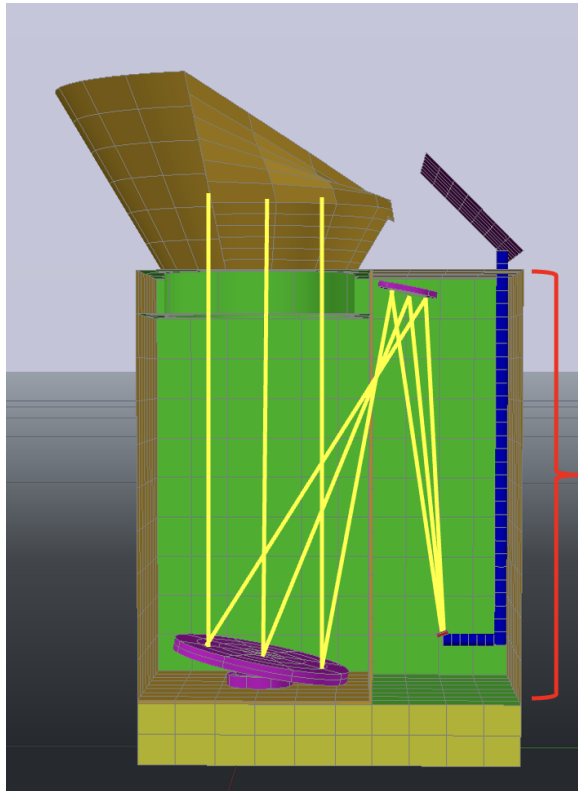


像のピントが合っている

主副鏡間の距離が $18\ \mu\text{m}$ 以上変化すると
結像性能が劣化する

先行研究 光学解析の結果

以前のモデル



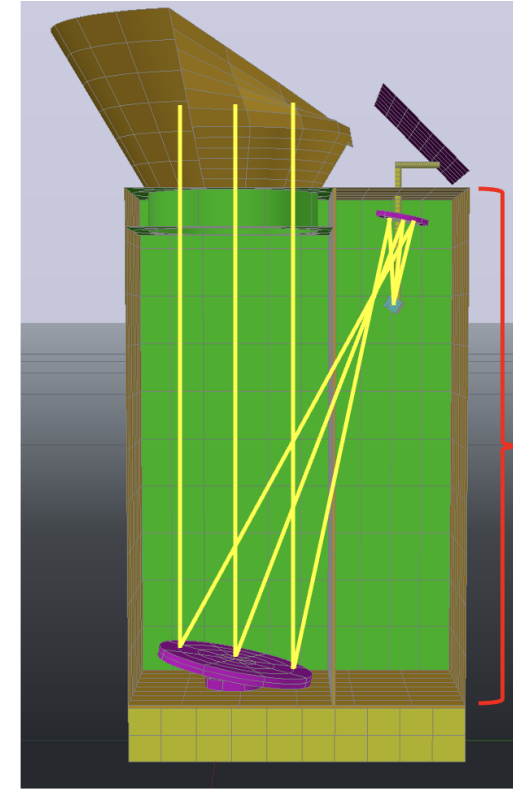
主副鏡間の公差：18 μm

公差を緩和するように
光学設計を改訂

69.45 cm



新しいモデル



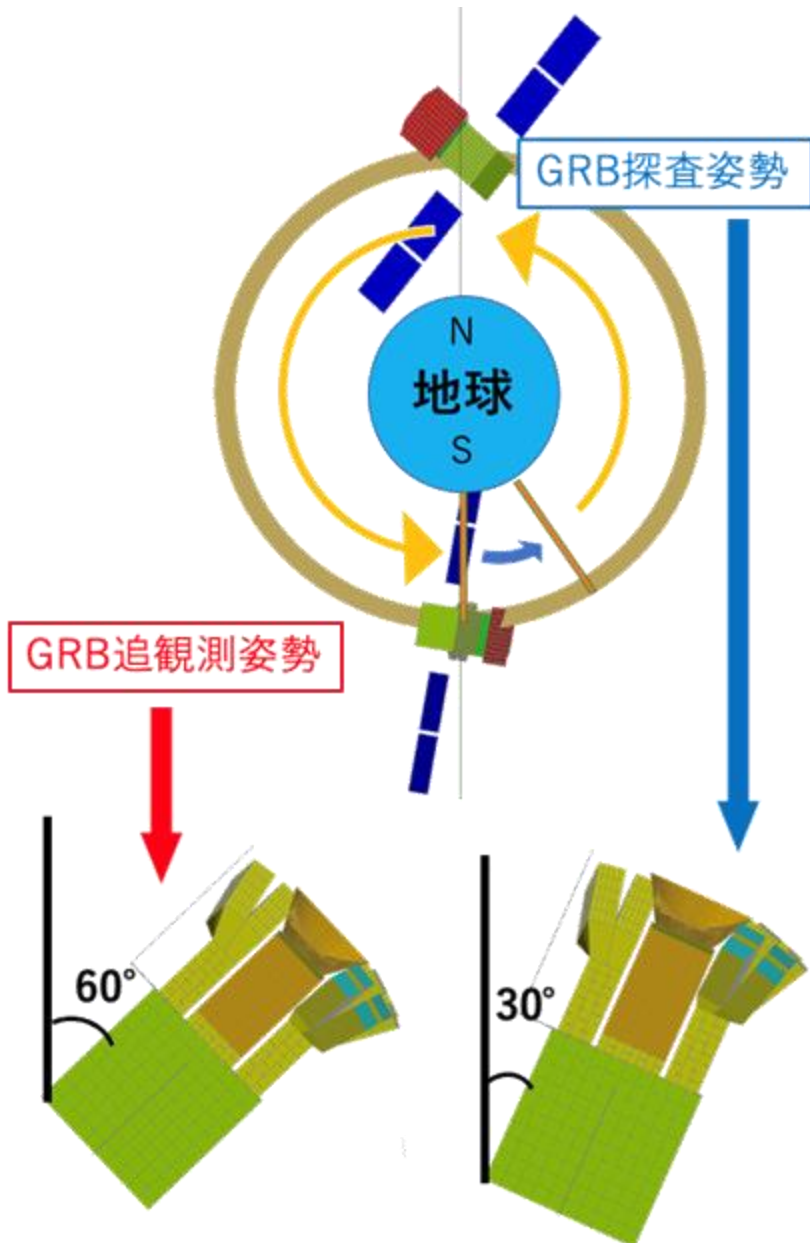
主副鏡間の公差：40 μm

94.45 cm

研究の目的

光学設計の変更を熱モデルに反映し、新たに主副鏡間の変化量を求める
新しいモデルは要求温度を満たしているか確認する

研究方法



軌道

昼夜境界線上の太陽同期極軌道

衛星の姿勢

反太陽方向に衛星が傾く

GRB探査中（通常）はGRB探査姿勢

GRB発見後はGRB追観測姿勢（入熱多い）

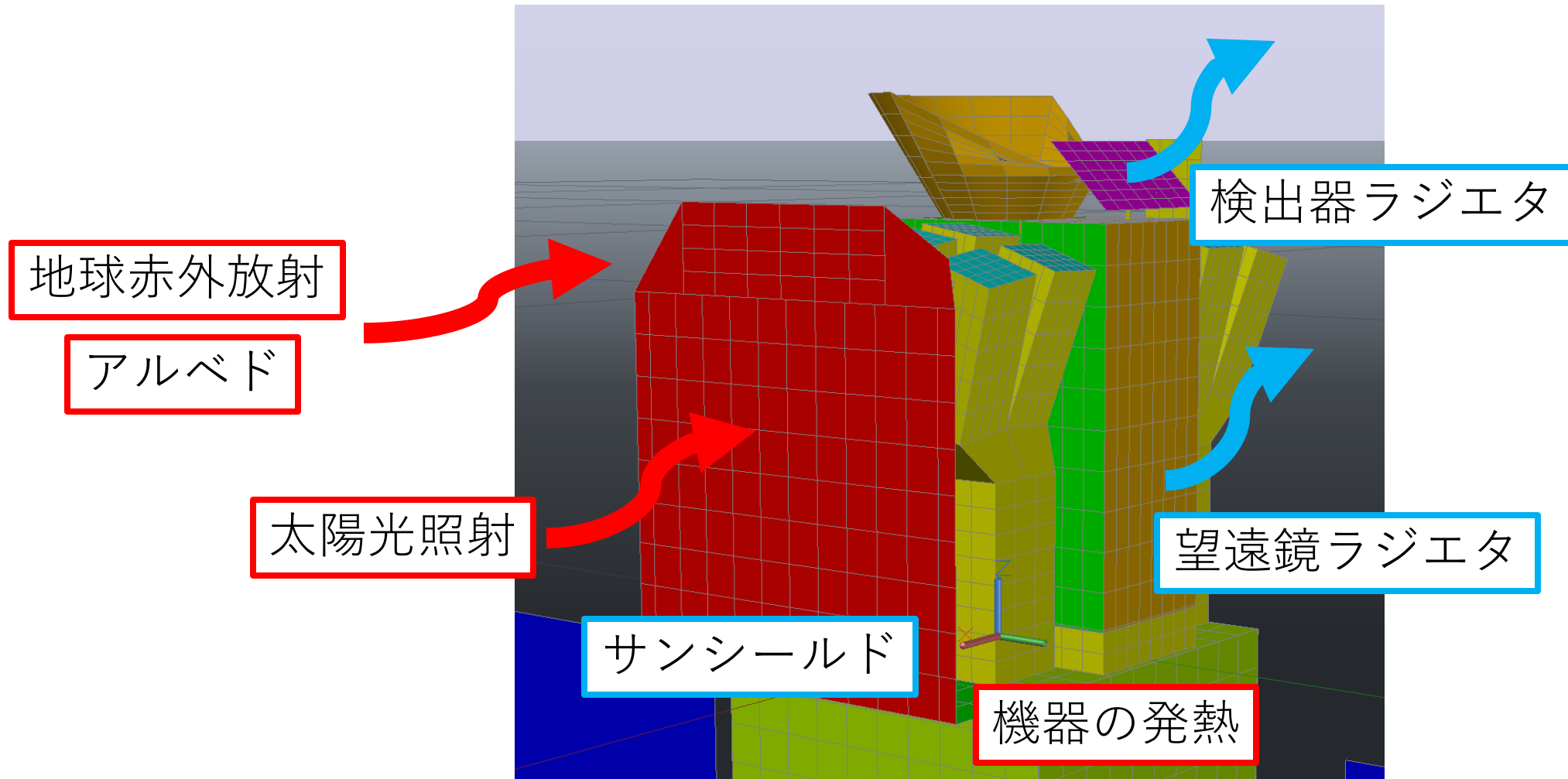
熱解析条件（太陽からの入熱最大）

冬至の時期に南極で

熱的最悪姿勢

（反太陽方向に60度、進行方向に80度）に姿勢変更

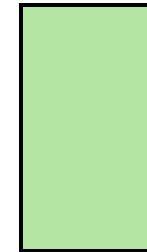
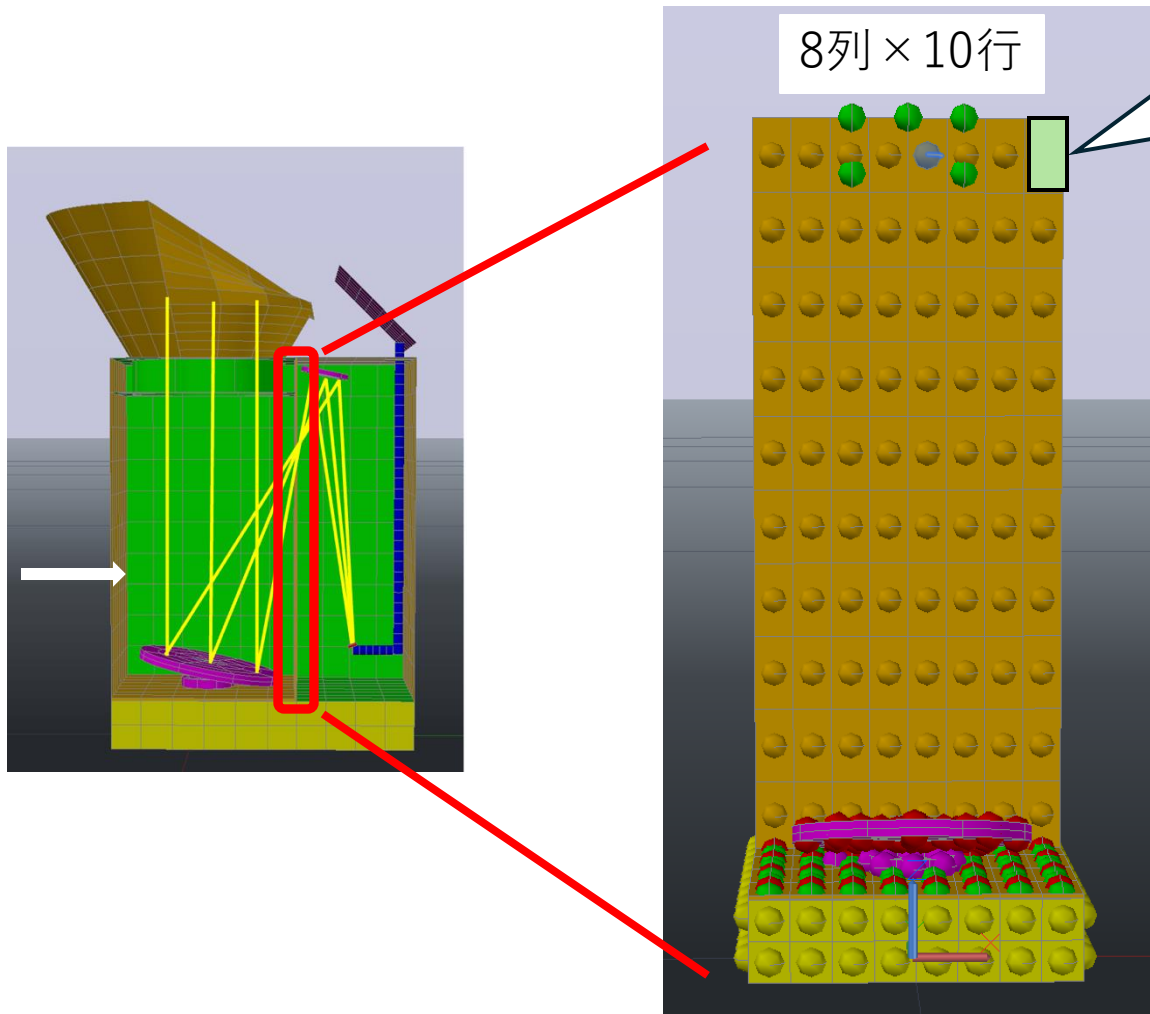
研究方法



有限要素法を用いてThermal Desktopで熱解析

研究方法

実際の熱膨張量 $\Delta L = (\text{Alの熱膨張率 } \alpha) \times (\text{長さ } L) \times (\text{温度変化 } \Delta T)$



以前のモデル

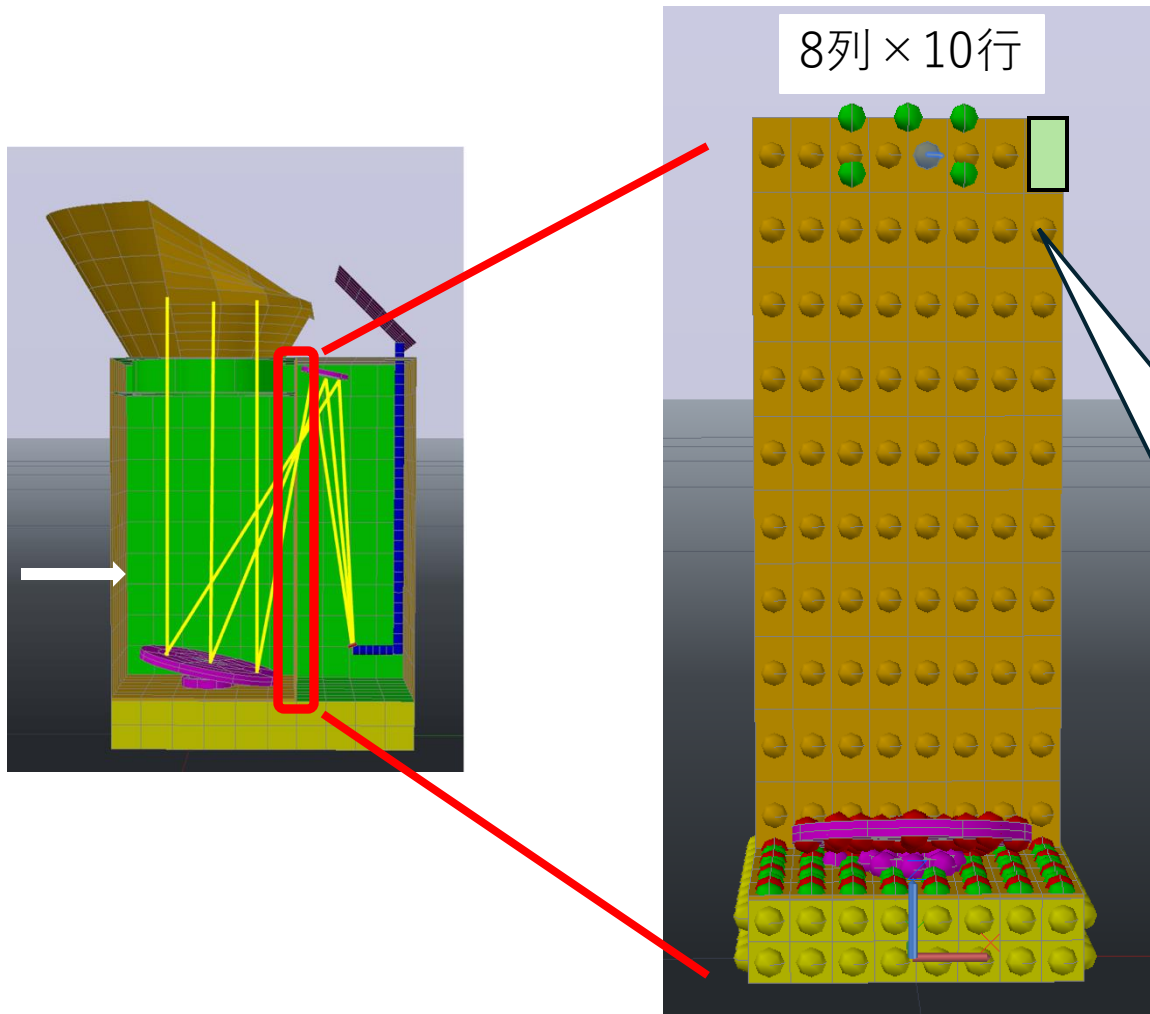
6.945cm

新しいモデル

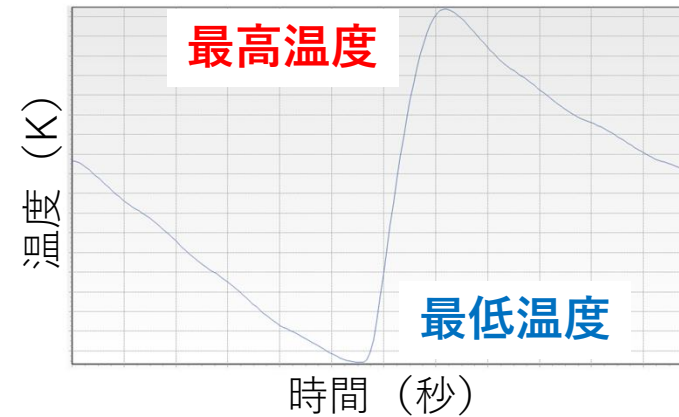
9.445cm

研究方法

実際の熱膨張量 $\Delta L = (\text{Alの熱膨張率 } \alpha) \times (\text{長さ } L) \times (\text{温度変化 } \Delta T)$



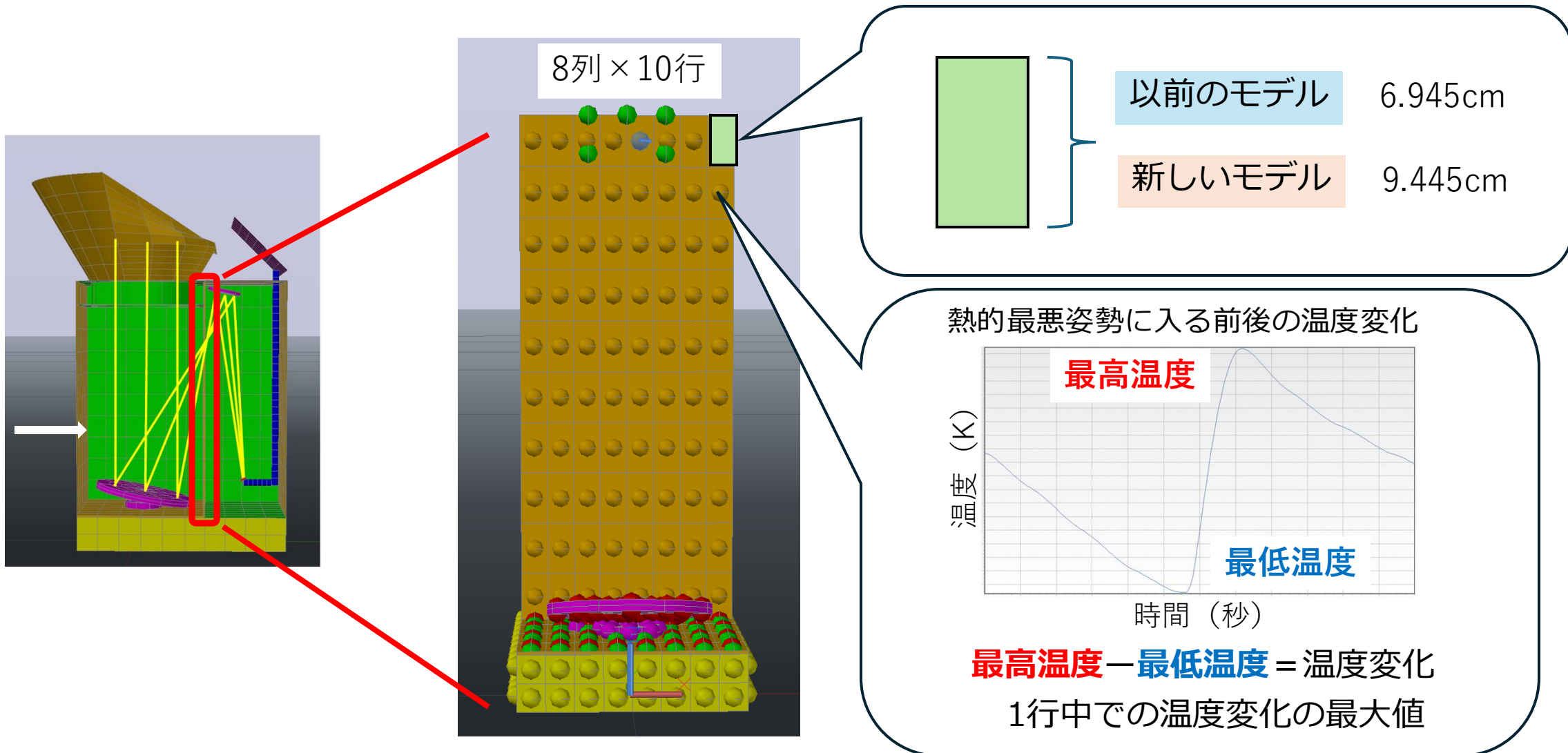
熱的最悪姿勢に入る前後の温度変化



最高温度 - **最低温度** = 温度変化
1行中での温度変化の最大値

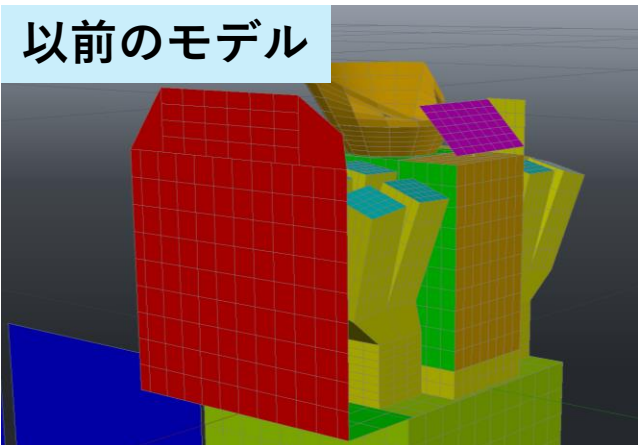
研究方法

1行分の実際の熱膨張量 $\Delta L = (\text{Alの熱膨張率 } \alpha) \times (\text{長さ } L) \times (\text{温度変化 } \Delta T)$



結果 実際の熱膨張量

以前のモデル

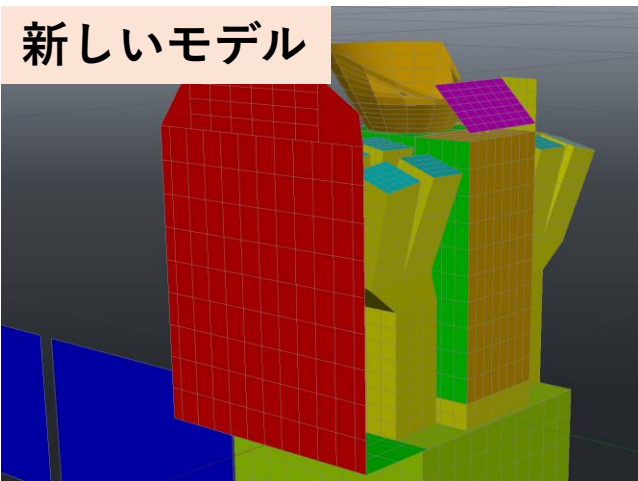


主副鏡間の公差： $18\ \mu m$

実際の膨張量： **$2.49\ \mu m$**



新しいモデル

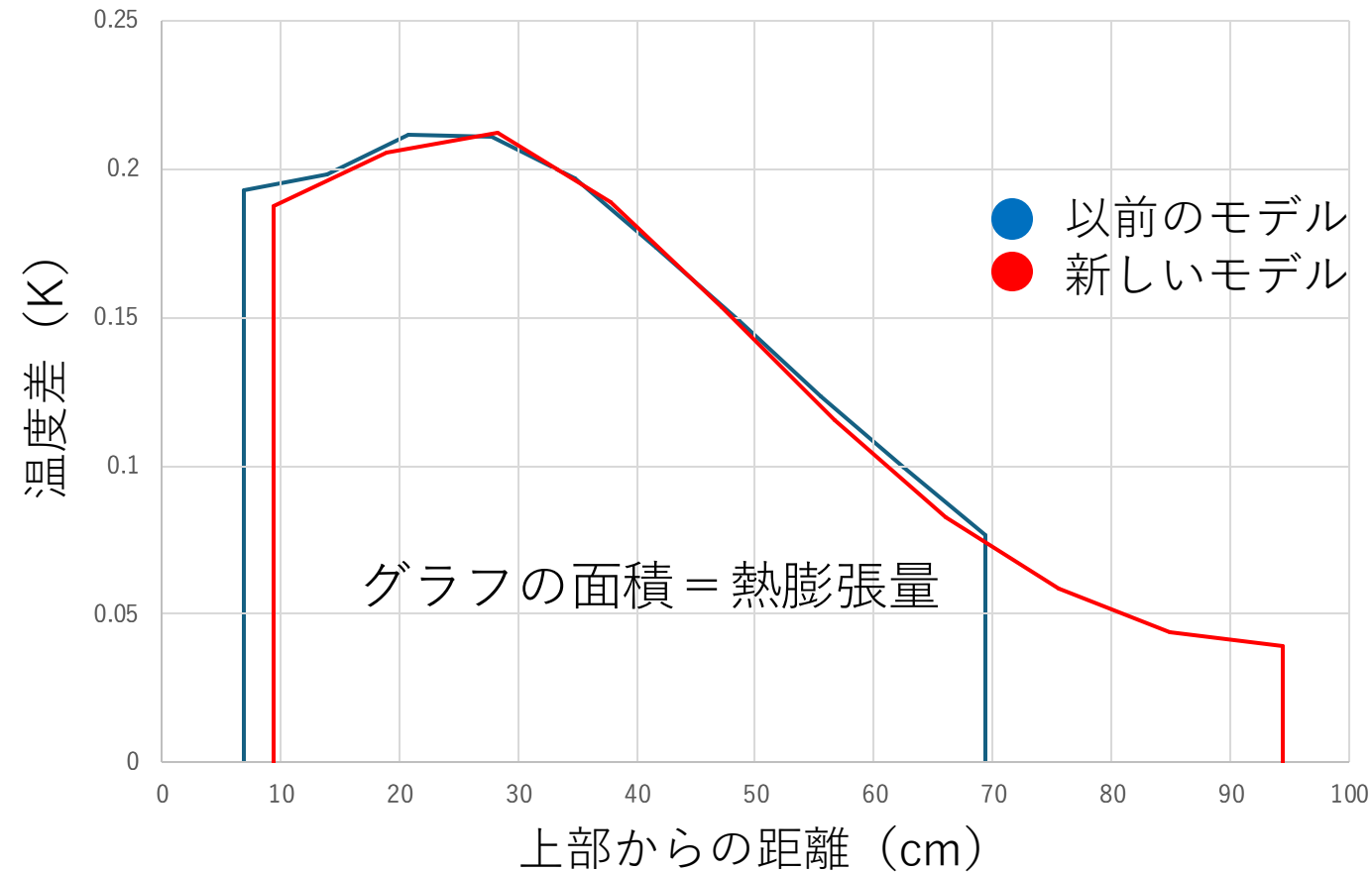


主副鏡間の公差： $40\ \mu m$

実際の膨張量： **$2.68\ \mu m$**

両方とも熱膨張量が主副鏡間の公差に持って収まっていることを確認できた

熱膨張量増加理由



姿勢変更で光学ベンチ上部の入熱量増加（入熱量はほぼ同じ）
→ モデル変更で主副鏡間は約1.4倍増加したにも関わらず、
姿勢変更による熱膨張量はほぼ変化なし

結果 望遠鏡と検出器の最高温度

	望遠鏡	検出器
要求温度	200 K	120 K
前モデル	164.5 K	104.1 K
新モデル	165.5 K	97.6 K



温度が下がった

検出器とラジエタの距離の短縮が原因

望遠鏡と検出器ともに要求温度以下であることを確認できた

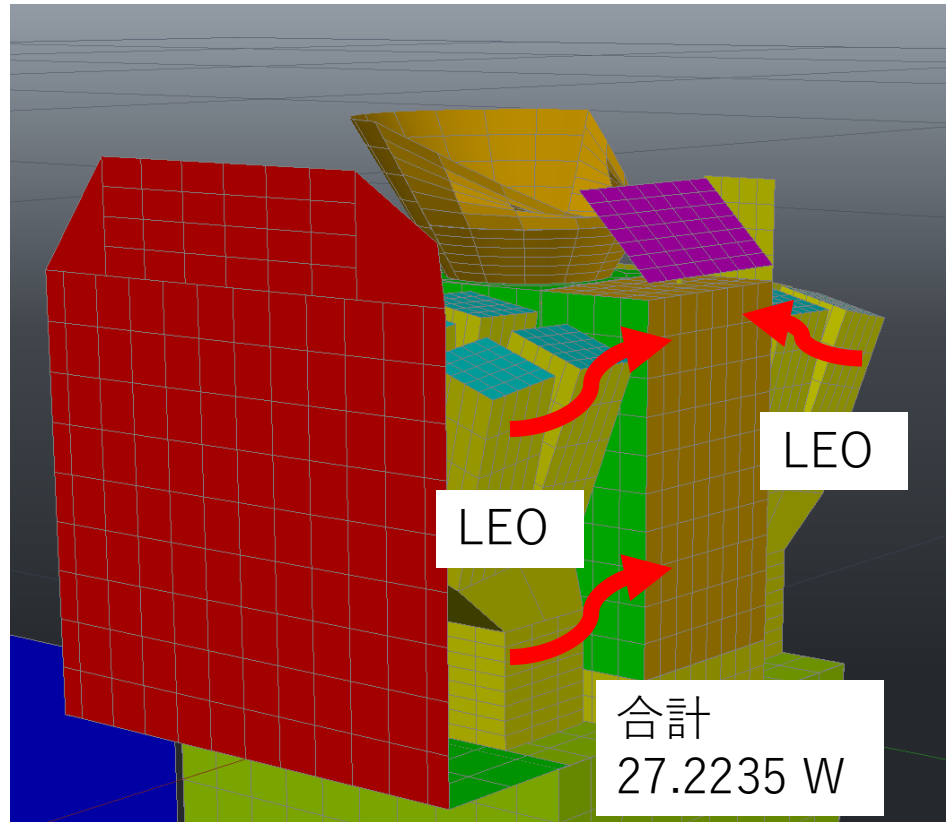
まとめ

- ・ 主鏡-副鏡間の公差に対して、新たに主鏡-副鏡間の変化量を求めることができた。
- ・ 実際の膨張量は公差内に収まっているということを確認できた。
- ・ 公差が大きくなった新しいモデルにおいても望遠鏡と検出器の最高温度を求め、要求温度を満たしていることを確認できた

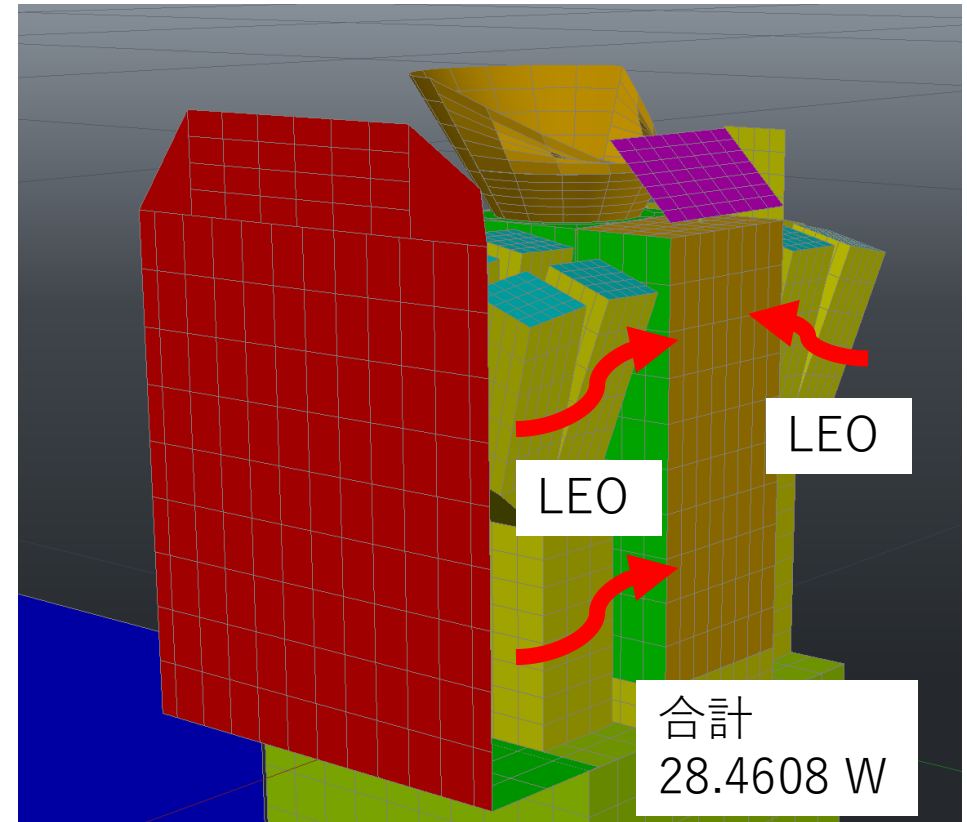
望遠鏡の温度上昇理由

X線モニター（LEO）からの入熱量

以前のモデル



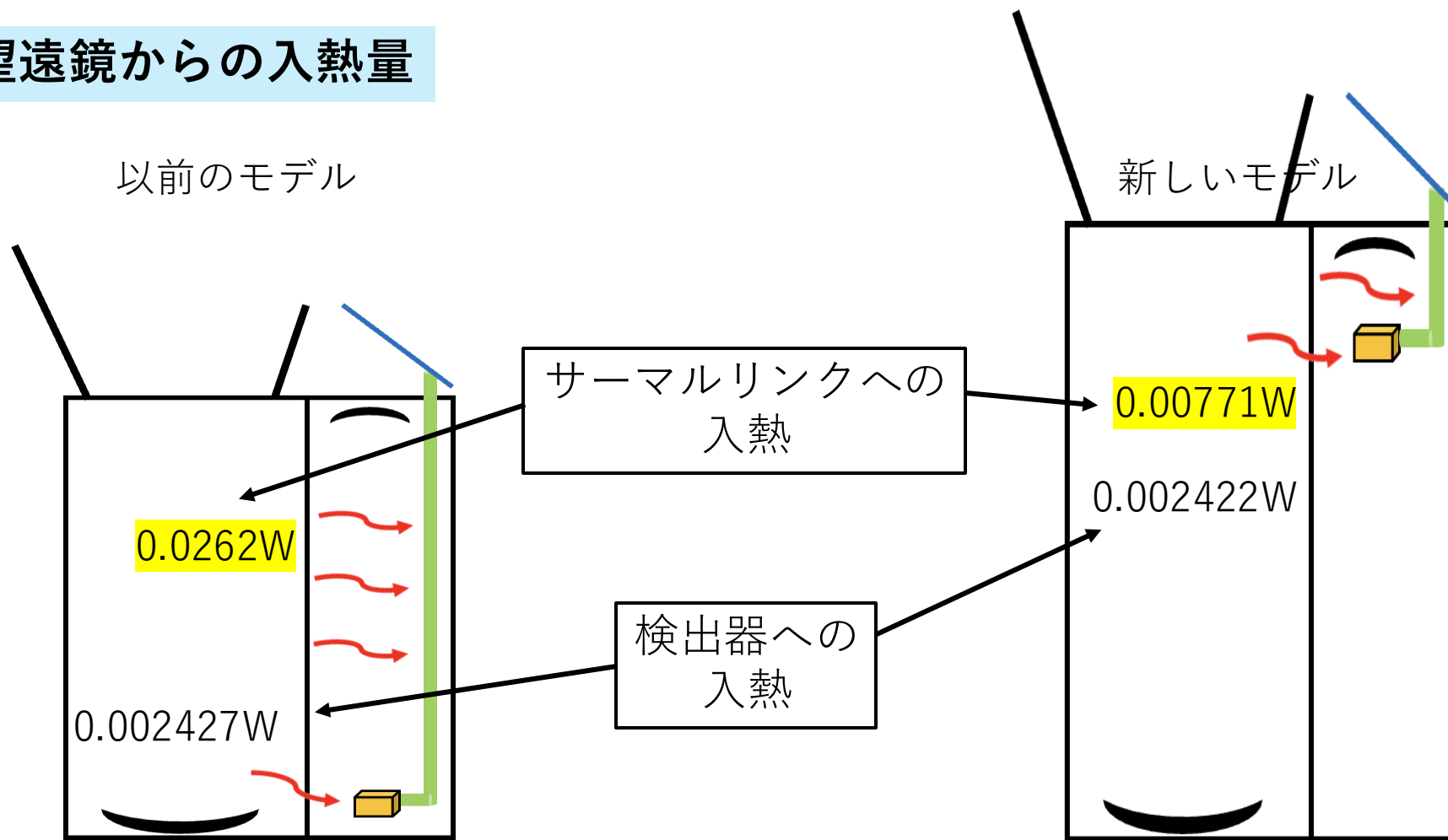
新しいモデル



望遠鏡に入る熱量増加 → 望遠鏡の温度上昇

検出器の温度減少理由

望遠鏡からの入熱量



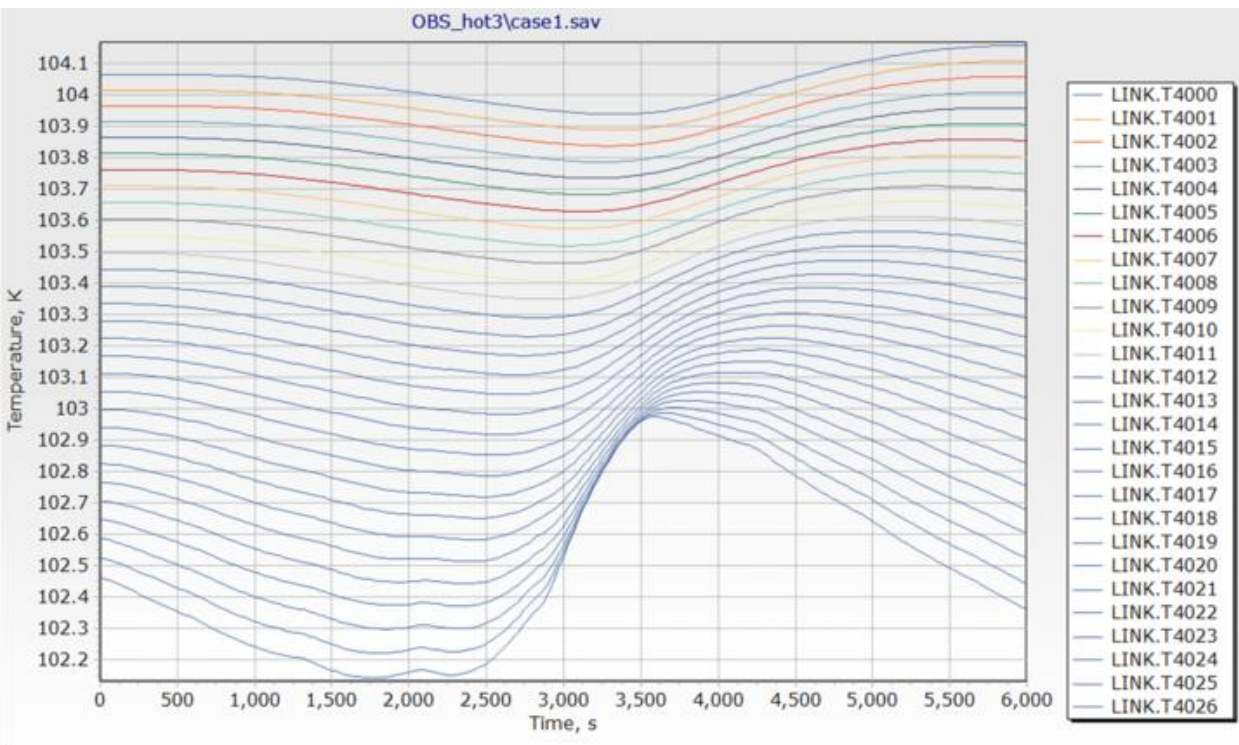
検出器の熱を逃すためのリンクに入る熱量減少 → 検出器の温度低下

検出器の温度減少理由

以前のモデル

102.1K~104.2K

温度勾配2.1K



新しいモデル

96.8K~97.5K

温度勾配0.7K

