

P2-059 小型JASMINEの構造検討

宇都宮真¹⁾、安田進¹⁾、矢野太平²⁾、丹羽佳人²⁾、郷田直輝²⁾、小林行泰²⁾、山田良透³⁾

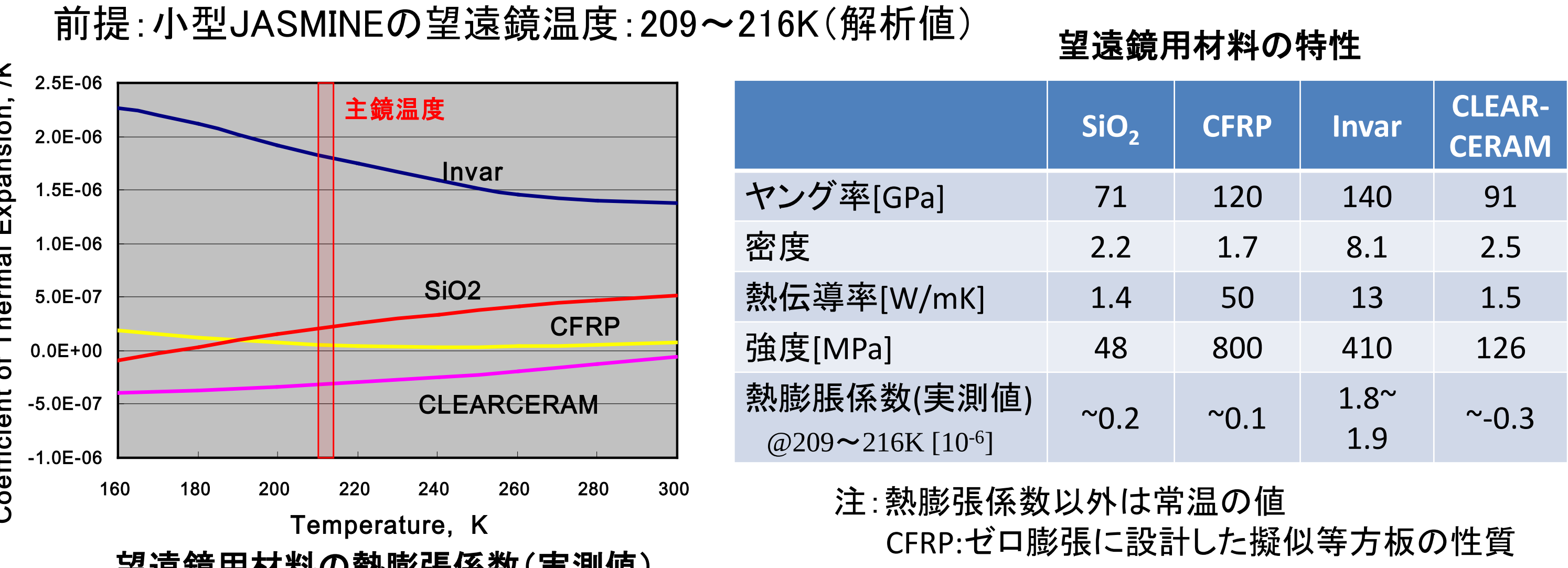
1) JAXA研究開発本部、2)国立天文台、3)京都大学

小型JASMINEでは、星の年周視差を10μ秒角の精度で求めることがミッションの目標となっている。この精度を達成するために、望遠鏡には高度な寸法安定性が求められる。また、赤外線観測のために望遠鏡と検出器を所定の温度に冷却することも求められる。これらの要求を満たすための構造系基本コンセプトを検討したので、概念設計結果について発表する。

構造系への要求仕様

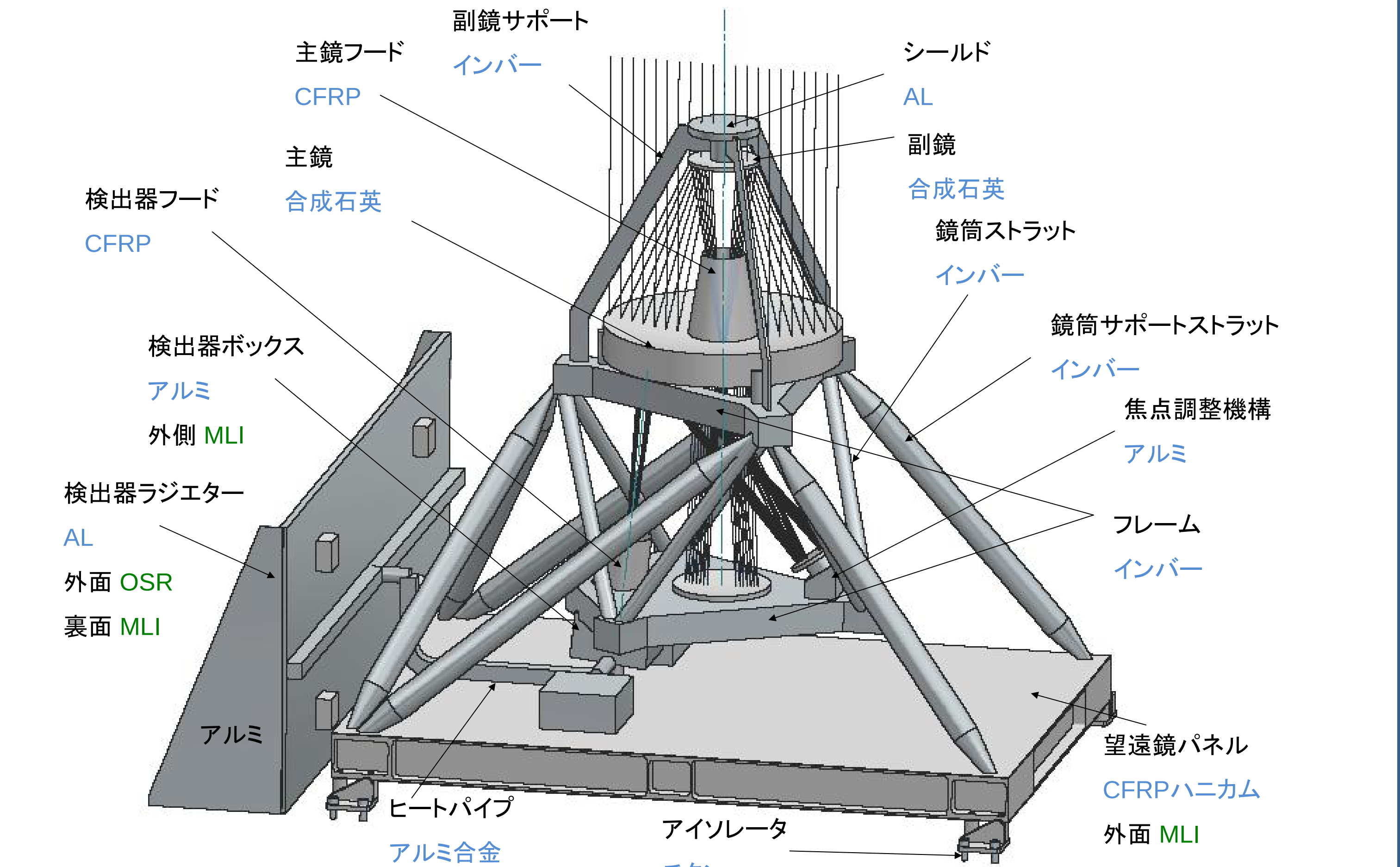
- 一般要求
 - 質量特性要求、剛性要求、許容包絡域、強度要求、荷重条件(機械環境条件)等
- 温度環境要求
 - 検出器温度:170K~180K(ペルチェ素子による冷却)
 - 望遠鏡温度:220K程度(自然冷却)、(アクティブ制御の場合は、273~293Kで検討中)
- 寸法安定要求(大フレーム構成時間内)
 - 各画像の変形を2次式でモデル化しキャリブレーションした後の精度が、0.1nm以内になること。
 - 大フレーム構成時間 ~約50min

材質の検討



- 材料選定の考え方
- 反射鏡 : 使用温度域で熱膨張係数が小さい合成石英(SiO₂)を用いる。衛星搭載反射鏡の実績も多い。
 - 望遠鏡構造 : インバーのトラス構造をベースラインとする。同一材料で構成し、相似的熱変形を期待。接合部の信頼性が向上。実績がある金属材料であり、開発要素が少ない。CFRPと比較し吸湿変形が無い。小型衛星は、重量制限に余裕があるため、インバー採用が可能。質量マージン、低熱膨張要求の見直しによっては、CFRPIに変更を考慮。
 - 望遠鏡支持構造: インバーのトラス構造
 - 望遠鏡パネル: CFRP表皮サンドイッチパネル
 - フード : CFRP円筒。内面は反射防止処理(炭素繊維植毛)

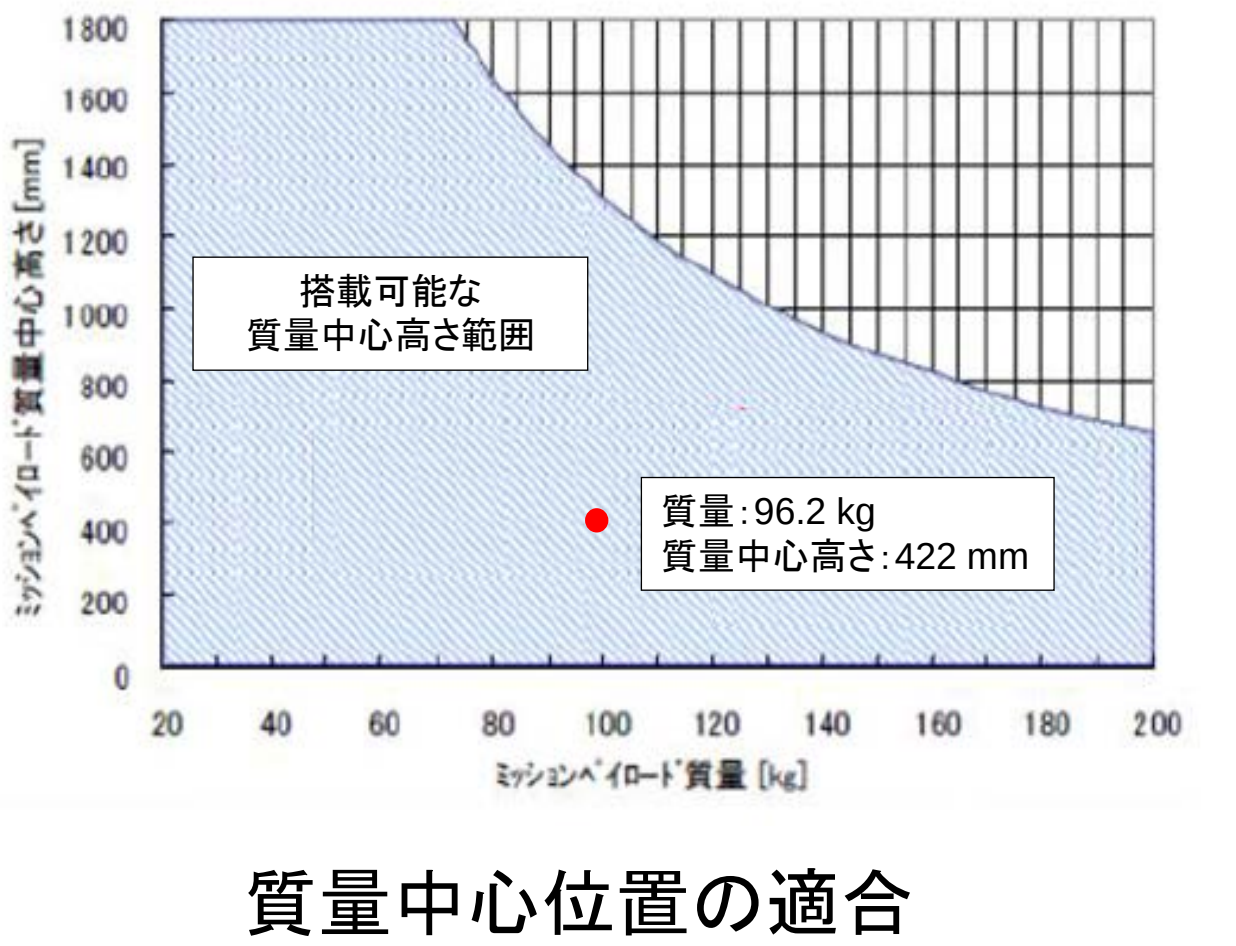
望遠鏡部 構造設計



- 有効口径30cm、3枚鏡光学系(コルシュ改良系)、焦点距離3.9m(平面鏡でコンパクト化)
- 熱の外乱に対して変形が少ないアサーマル構造で設計。
- 望遠鏡部分の構造を一体化し、静定トラス構造とする。
- バス部からの熱歪みがミッション機器に歪みを与えない構造。
- 主鏡、第4平面鏡、第6平面鏡を一体化し、アライメント調整を容易化。

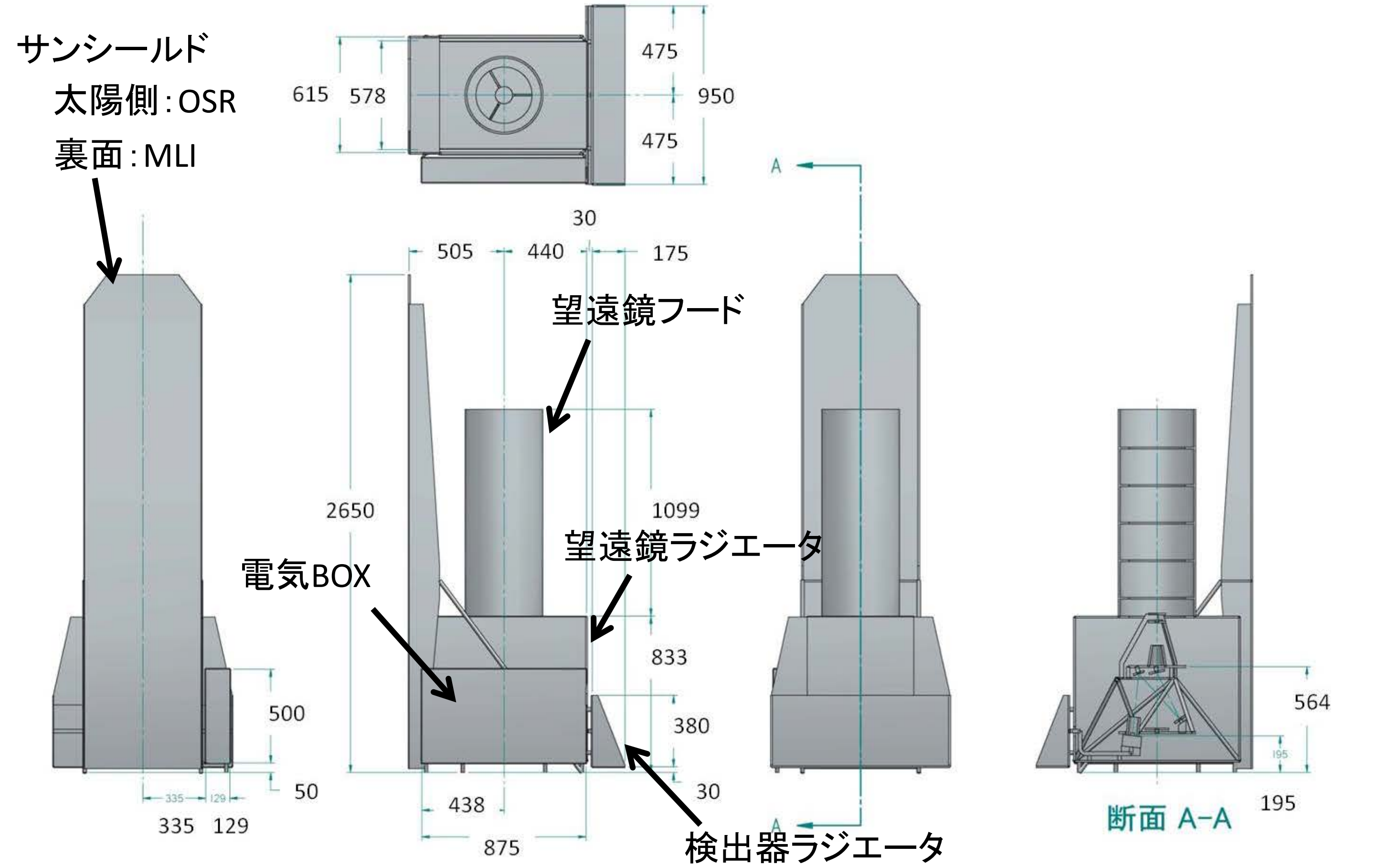
質量特性

- ミッション全質量: 96kg
- 望遠鏡(鏡を含む): 31kg
- 構体パネル: 21kg
- サンシールド、フード: 11kg
- 熱制御系: 8kg
- 検出器系: 4kg、
- 焦点調整機構: 2 kg
- 熱制御系: 16kg、
- 電気系: 19kg



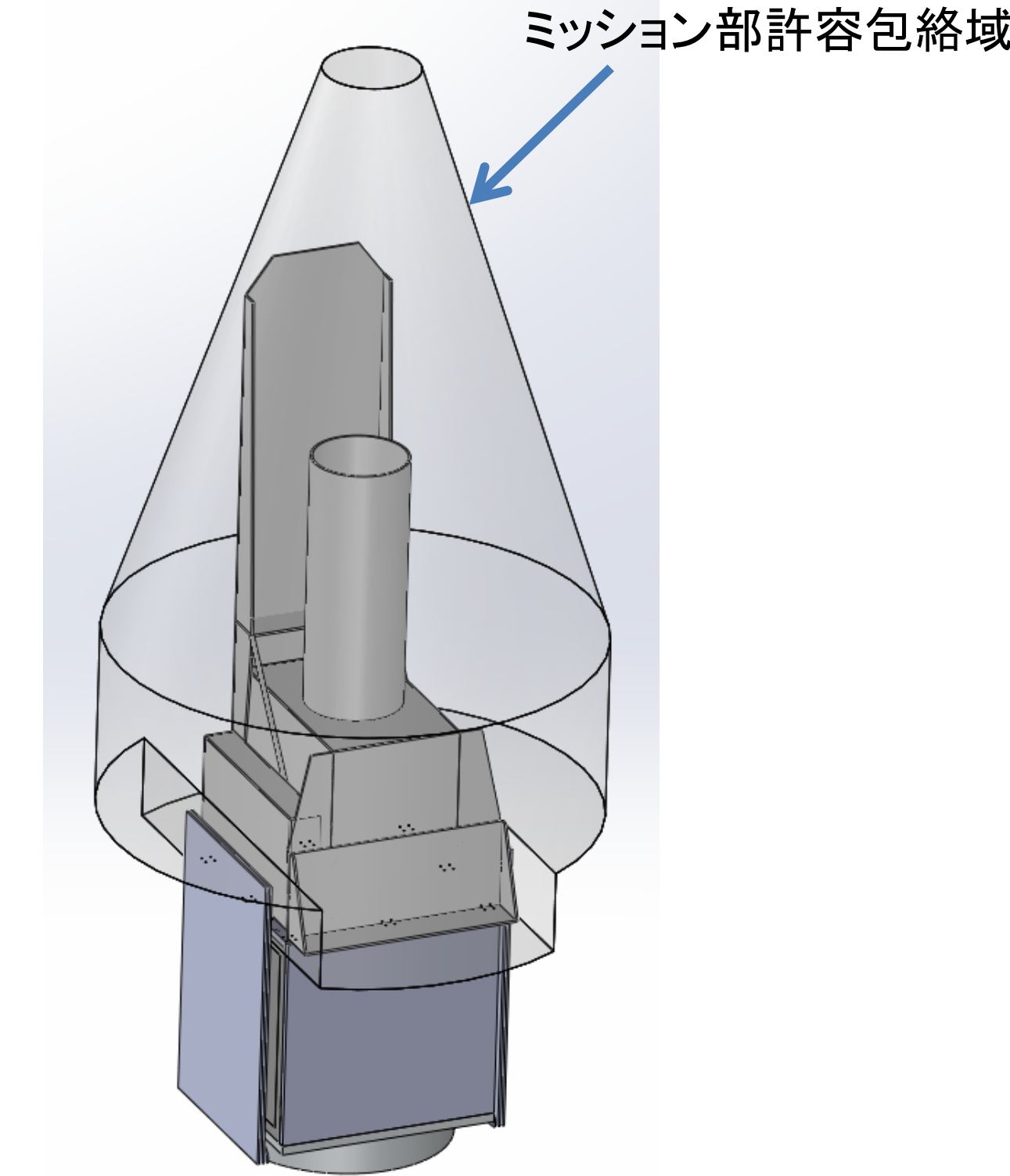
質量中心位置の適合

ミッション部 構造設計



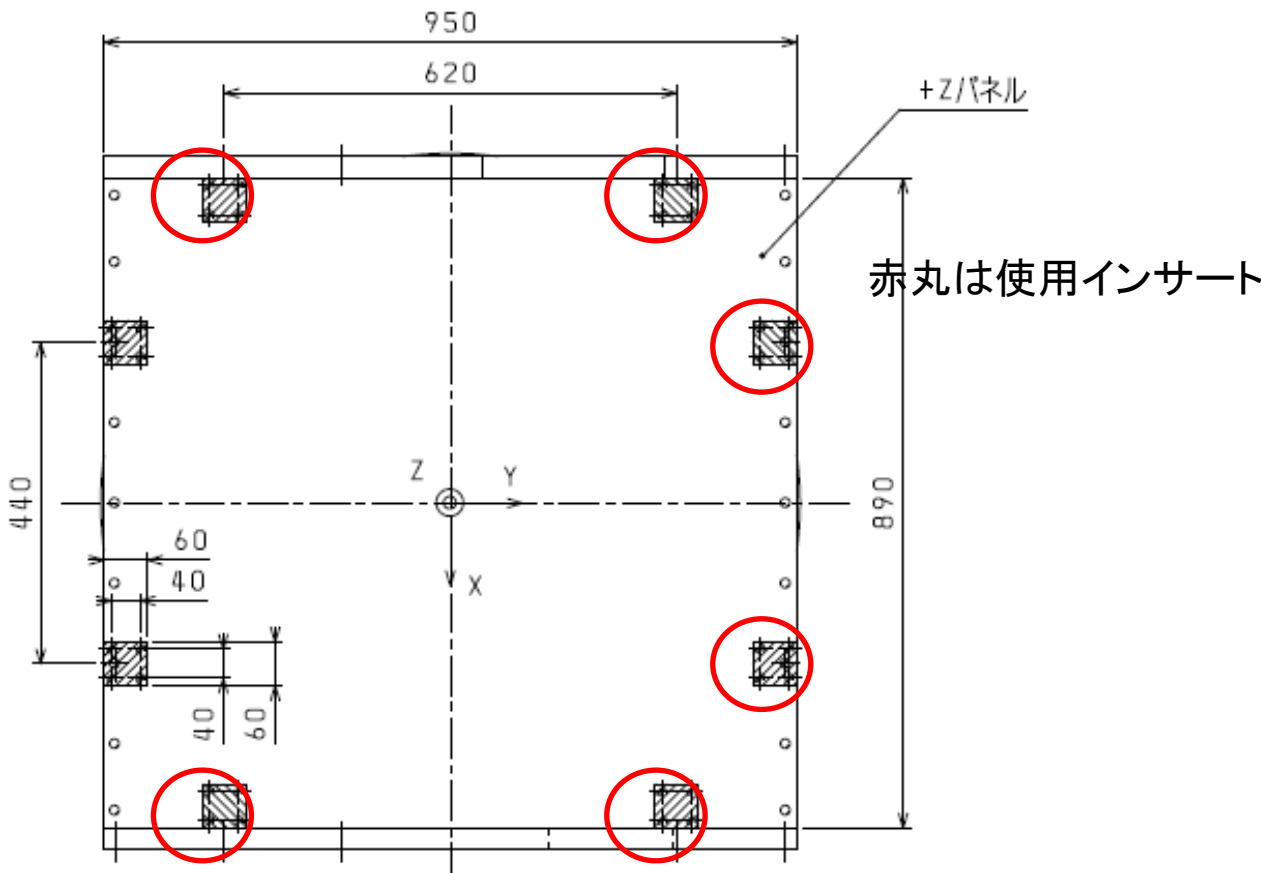
- 望遠鏡モジュールと電気BOXの独立した2構造に分割搭載(熱制御、開発試験時の利便性大)
- 望遠鏡の光軸は、バス部のZ軸と一致
- 望遠鏡フードは、CFRP製単板製。一体成型のシェル構造
- サンシールドは、CFRP製ハニカム単板構造(両側端部リブ補強付)。下端は衛星構体に直接支持、中央部はストラットにより衛星構体へ直接支持しミッション機器とは断熱。
- 検出器ラジエータと望遠鏡ラジエータを熱的に分離する構造

打ち上げ形態



- イプシロン 許容包絡域に適合

標準バスとの結合



- ペイロード標準インターフェースに適合

望遠鏡部の固有振動数

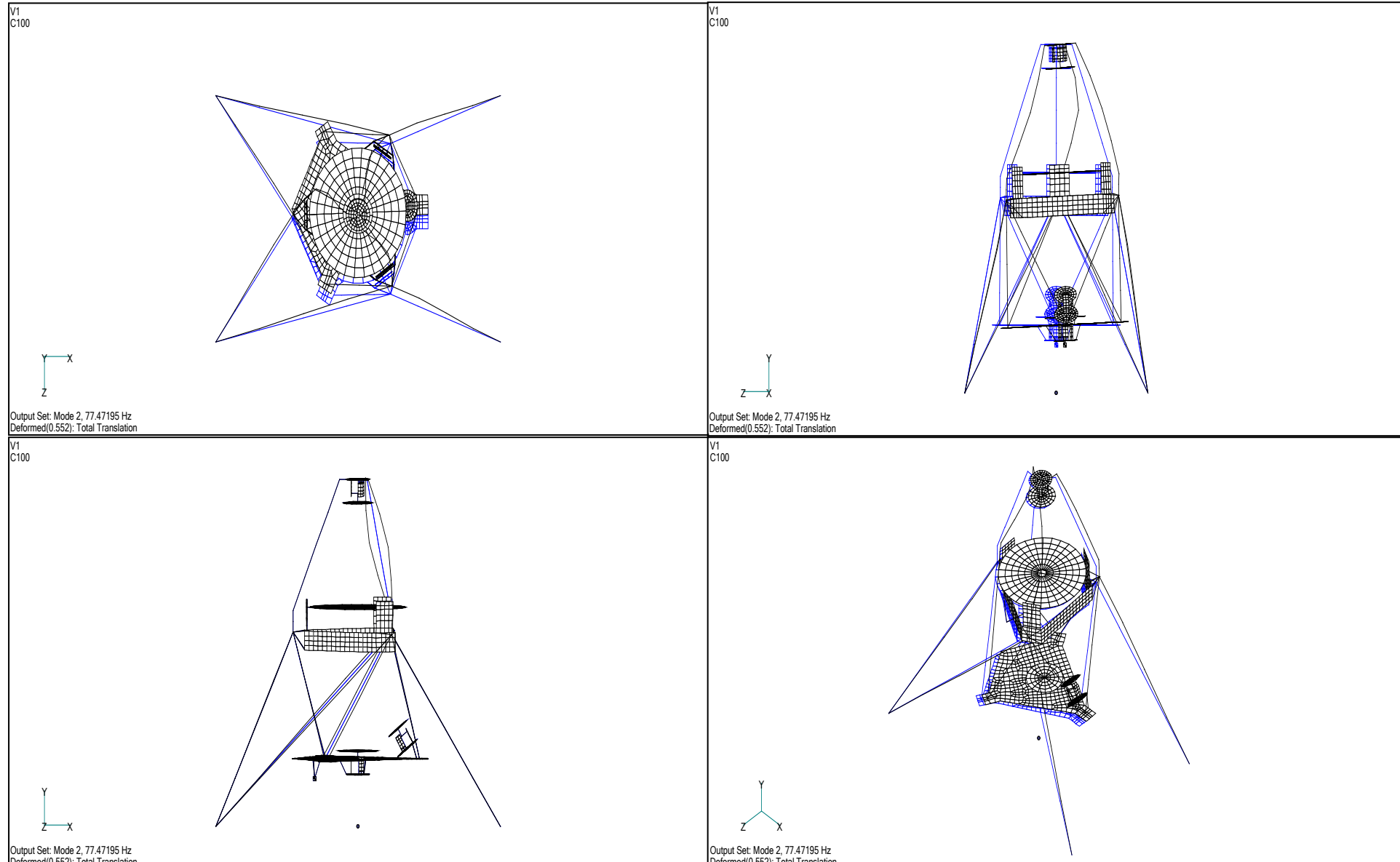
- ミッションの固有値
 - 基軸方向一次 Z方向~235Hz
 - 全体横方向一次 X方向~123Hz
 - Y方向~78Hz
- 姿勢・指向擾乱とのオーバーラップ回避
 - RWAの危険領域には、副鏡の機軸回りのモードがあるが、非励振のローカルモード。
 - IRUの危険領域には、主要モード、ローカルモードとも存在しない。

最低固有振動数の要求値

- 機軸方向 >70Hz
- 機軸直角方向 >30Hz

構造で避けたい固有周波数(=擾乱源の周波数に相当)

- 20~50Hz RWA、周波数変動
- 143~155Hz IRU、一定周波数



振動モード Y軸一次~78Hz