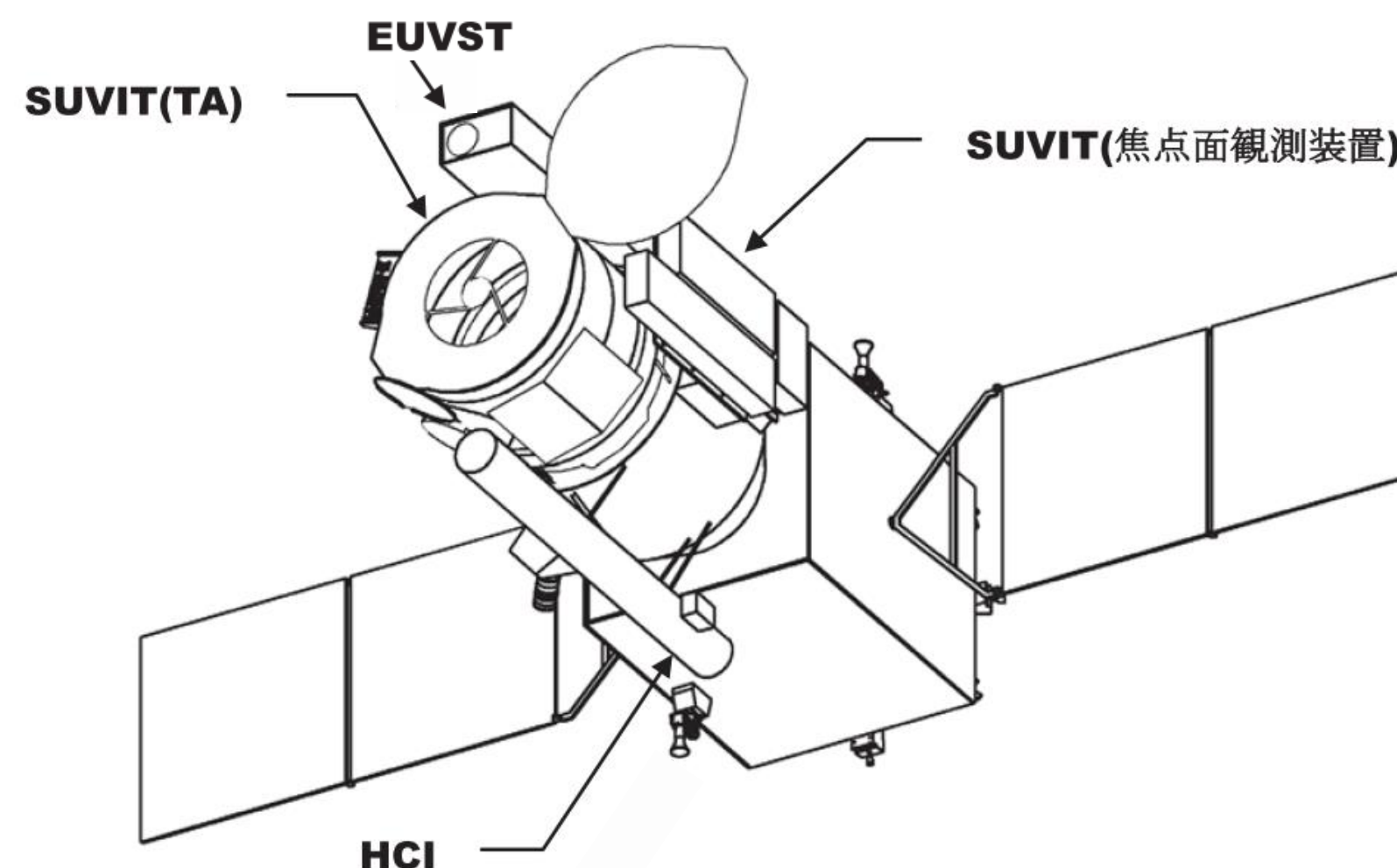


次期太陽観測衛星SOLAR-C搭載光学望遠鏡(SUVIT)の検討進捗

Progress of 1-m Class Optical Telescope (SUVIT) Design aboard SOLAR-C Mission

末松芳法、勝川行雄、原弘久、渡邊鉄哉(国立天文台)、一本潔(京都大学)、清水敏文(ISAS/JAXA)、SOLAR-C WG
Y. Suematsu, Y. Katsukawa, H. Hara, T. Watanabe (NAOJ), K. Ichimoto (Kyoto-U), T. Shimizu (ISAS) and Solar-C WG

概要: 次期太陽観測衛星SOLAR-Cは、太陽磁気流体活動現象のエネルギー源となる対流光球から、磁気エネルギー・質量の輸送・解放の現場となる上部彩層からコロナまで、切れ目なしに高い空間分解能・時間分解能で観測し、太陽磁気大気の成因及びその加熱・ダイナミクスの起源解明を目指すものである。この科学目的を達成するため、口径1mクラスの光学望遠鏡と偏光分光観測装置を検討している。当初、口径1.4mで検討を開始したが、科学目的の尖鋭化、コスト減などの要請から、口径1mで、地上大型望遠鏡では実現の難しい広視野で空間分解能が十分高い設計に見直しを行っている。ここでは、望遠鏡の光学・構造・熱設計の進捗を報告する。



SOLAR-C衛星外観図

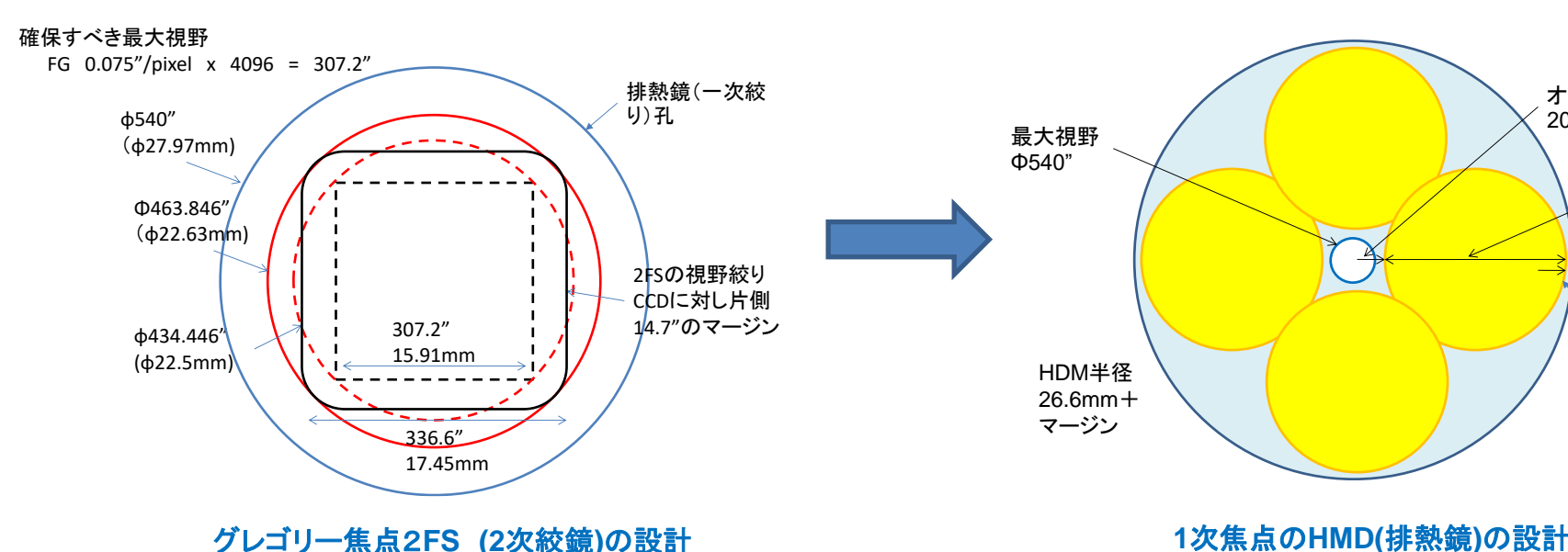
1. 望遠鏡部光学設計

サイエンスからの要求

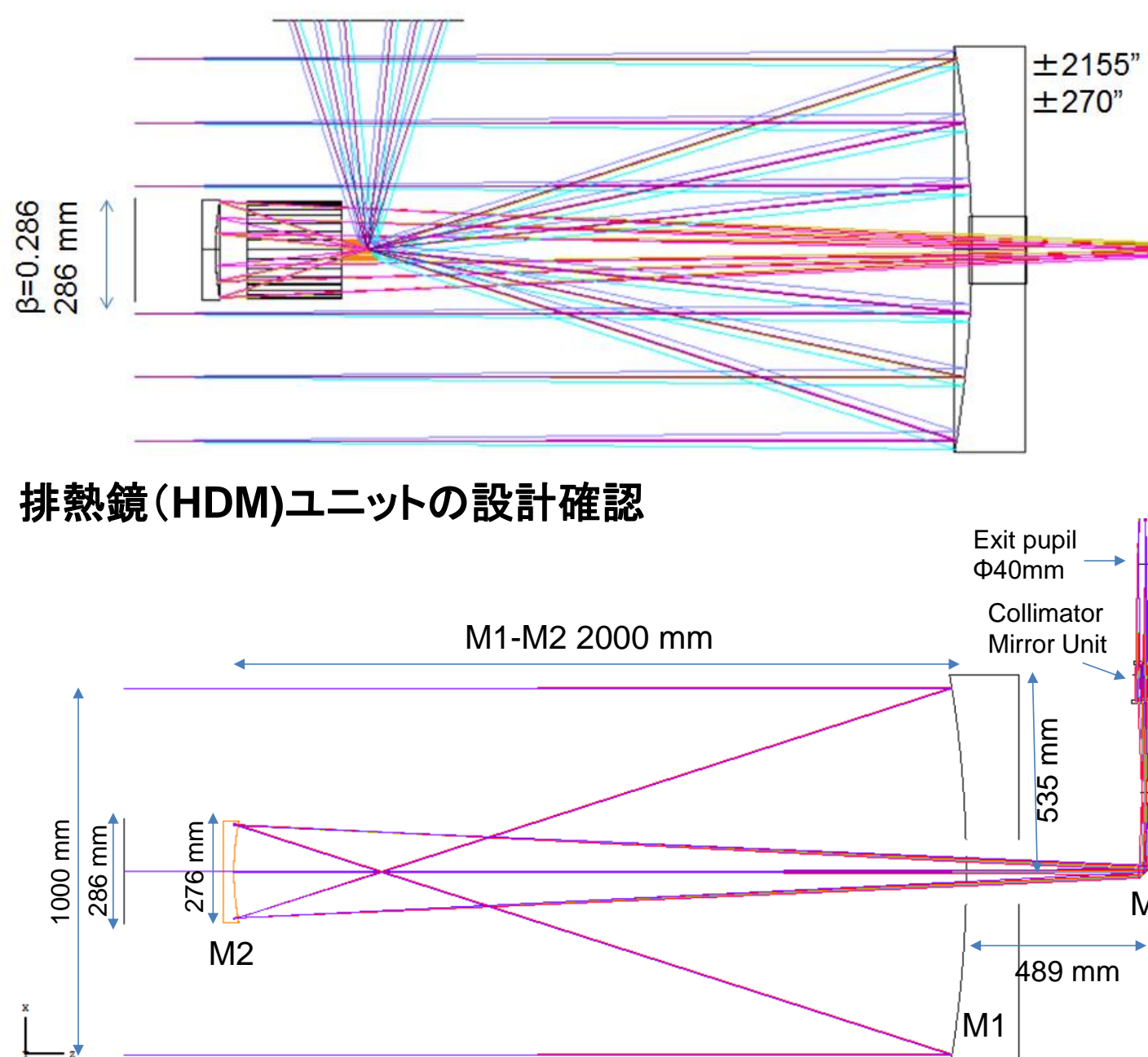
- 偏光・分光機能の強化(より多くのフォトン光量)と地上大型望遠鏡で実現できない広視野の両立 → 口径~1.0m)
- 彩層偏光観測の強化(波長 850nm~1083nm → 可視光からの観測波長の拡大)
- 空間・時間分解能の向上(微細磁場構造のダイナミック現象) → 大フォーマット、高速読出検出器
- 大きい活動領域をカバーする視野(~300秒角)

光学系の特徴

- 熱設計に有利、「ひので」で実績のあるグレゴリアン系
- 焦点面装置の位置トランスが緩いコリメート光学インターフェース



光学設計・熱設計に重要な視野絞りの設計

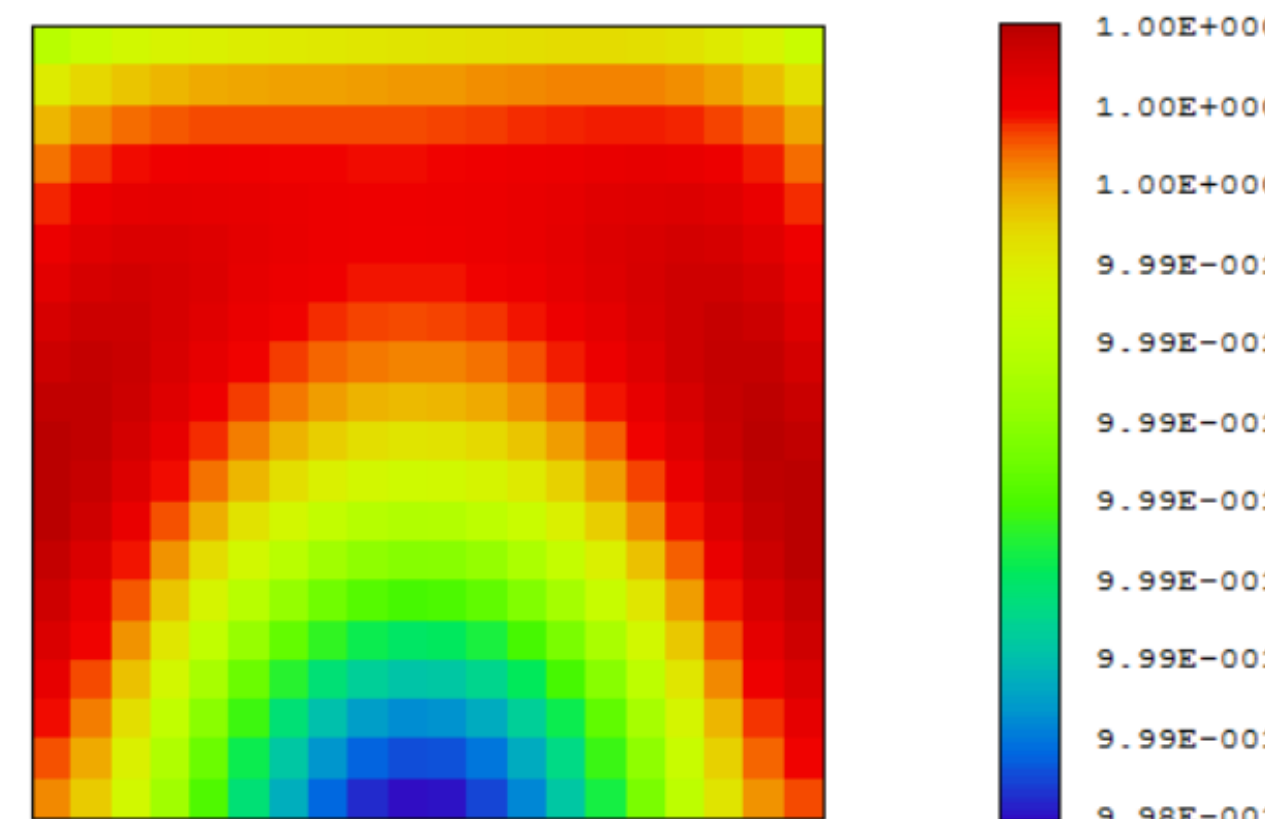


主鏡(M1)、副鏡(M2)によるグレゴリアン系。3枚構成の非球面ミラー・コリメータ(CMU)により、コリメート光で焦点面装置と結合。排熱のため、排熱鏡(HDM)、2次絞鏡(2FS)を持つ。入口のサンシェードが瞳(Φ1.0m)を兼ねる。像安定化可動鏡TTM、連続回転偏光変調装置PMUは焦点面装置入口の射出瞳近傍に配置される。

グレゴリアン系光学パラメータ

D (mm)	1000.
L (mm)	2000.
FOV-dia (")	434.
ext.pupil (mm)	40
M1-Coll (mm)	1596.121
f1 (mm)	-0.9918467
D0=D2+30(mm)	286
f2 (mm)	351.3844
K2	-0.568891
Do/D	0.286
Ftel	10.684
f_eff(mm)	10684
mag	
HDM dia. (mm)	55.2
HDM hole (mm)	4.6
Back focus (mm)	703.5

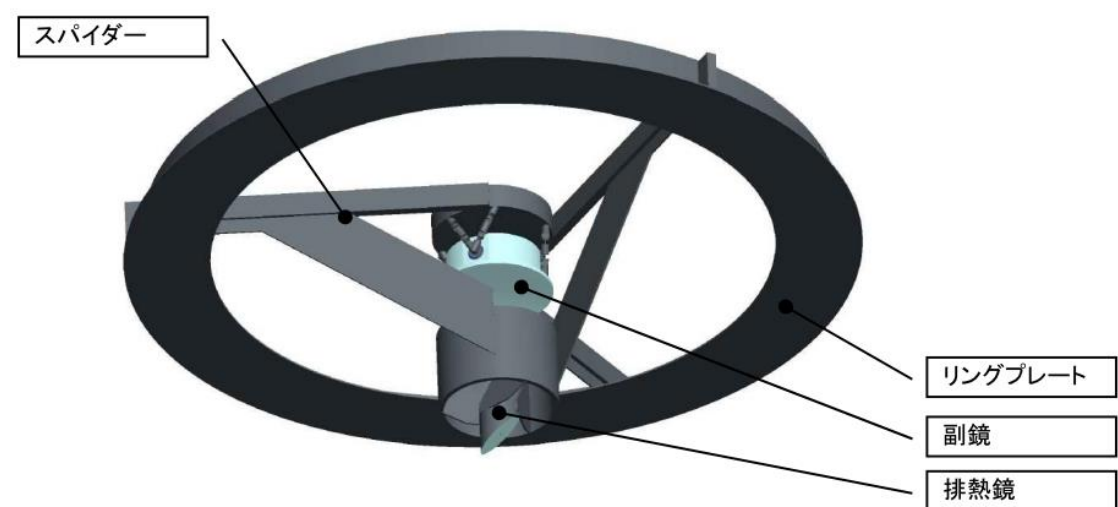
望遠鏡光学性能



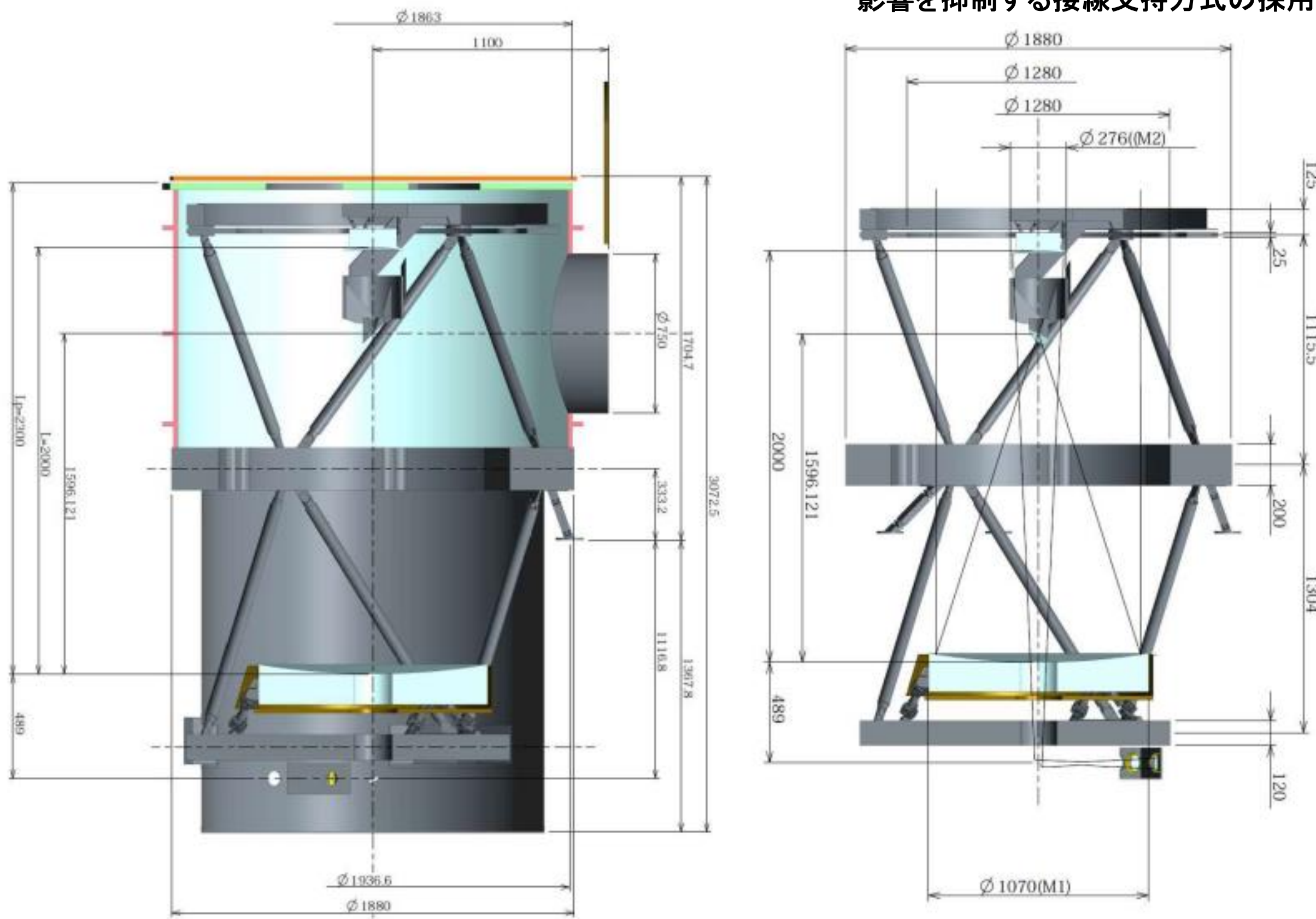
グレゴリアン+CMUによる視野300"角内のStrehl比分布(波長632.8nm)。Strehl比は0.998を超え、無収差に近い。但し、焦点距離600mmの理想レンズで結像、像面湾曲(半径193mm)を補正。像面湾曲は焦点面装置内のレンズ系或はカセグレン反射系で補正可能であることを確認済み。

2. 望遠鏡部構造設計

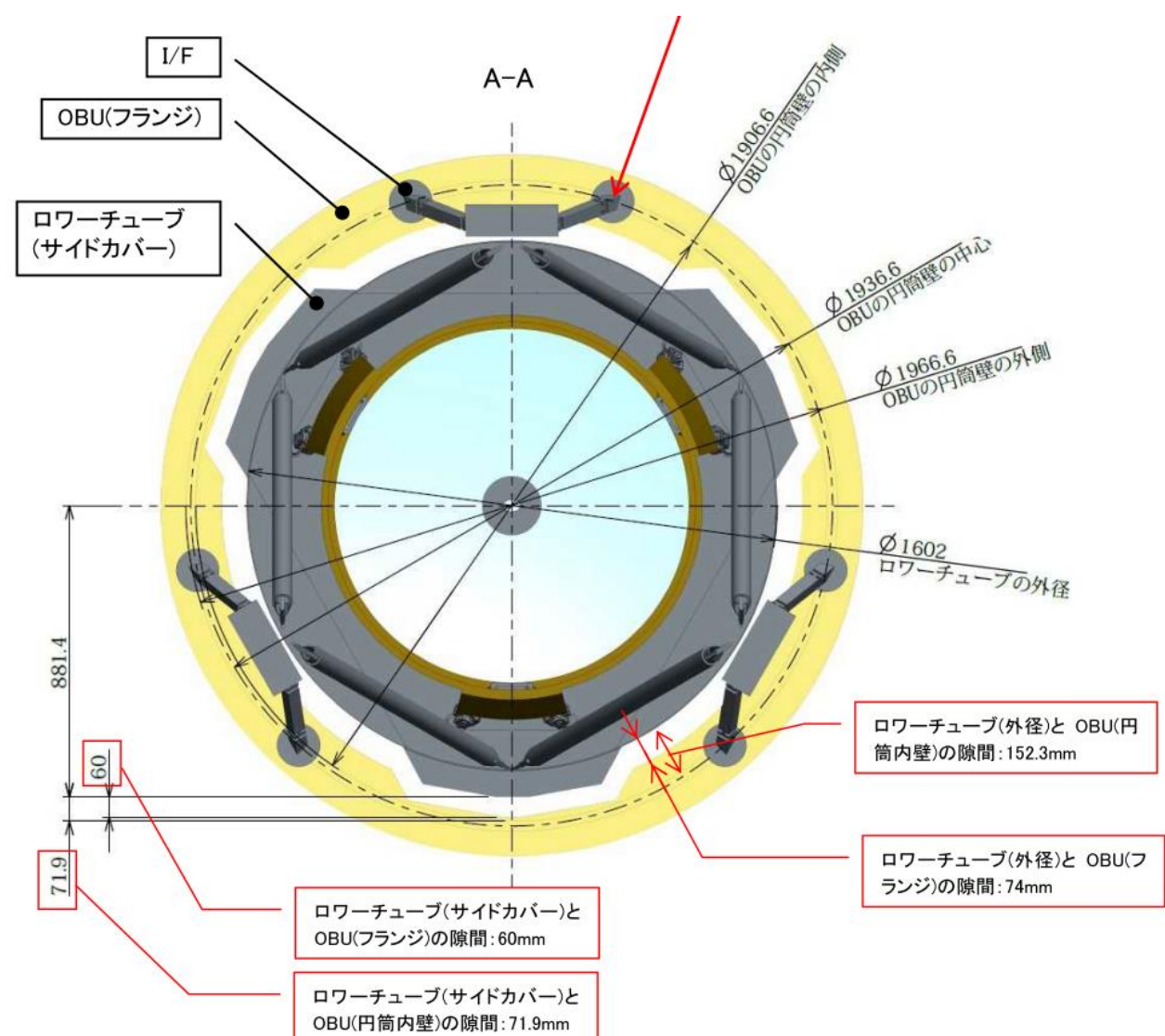
- 「ひので」で実績のある超低膨張CFRP接着一体トラス構造
- 主鏡副鏡は軽量化に十分実績のある超低膨張鏡材料を用いる
- 熱変形を抑制する副鏡・排熱鏡接線支持の採用。
- 望遠鏡水平配置で、主鏡に相対的な副鏡の自重変形が小さく、衛星搭載時にも干渉計測定を可能とすること
- 全重量目標 ~500kg
- 主構造の剛性目標 30Hz以上



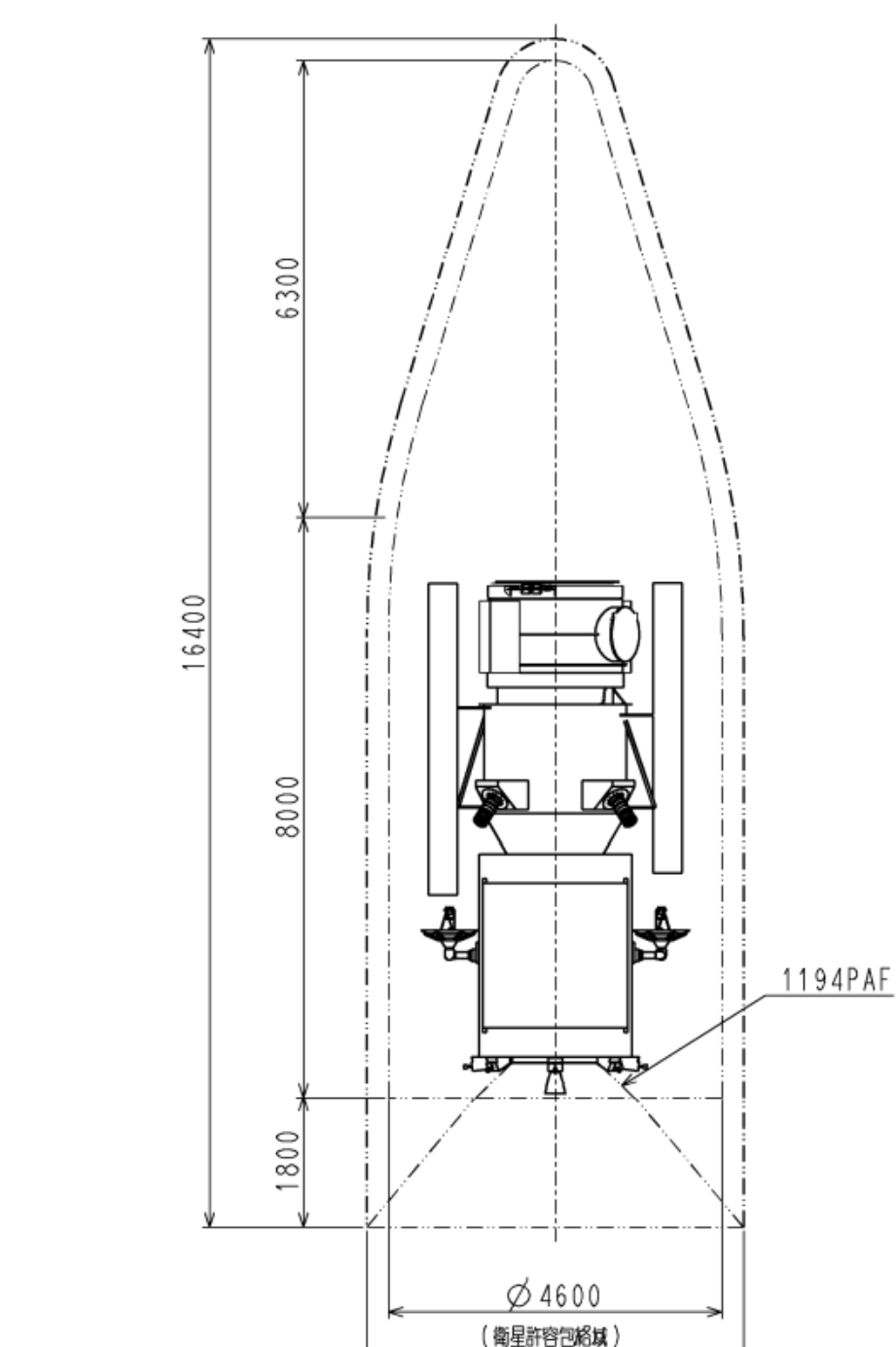
副鏡M2、排熱鏡HDMの支持スパイダー熱変形の影響を抑制する接線支持方式の採用



望遠鏡全体(左)及びCFRPTラス構造図(右)



主鏡M1保持は、フレキシブルパイポッドによる側面3点支持を採用

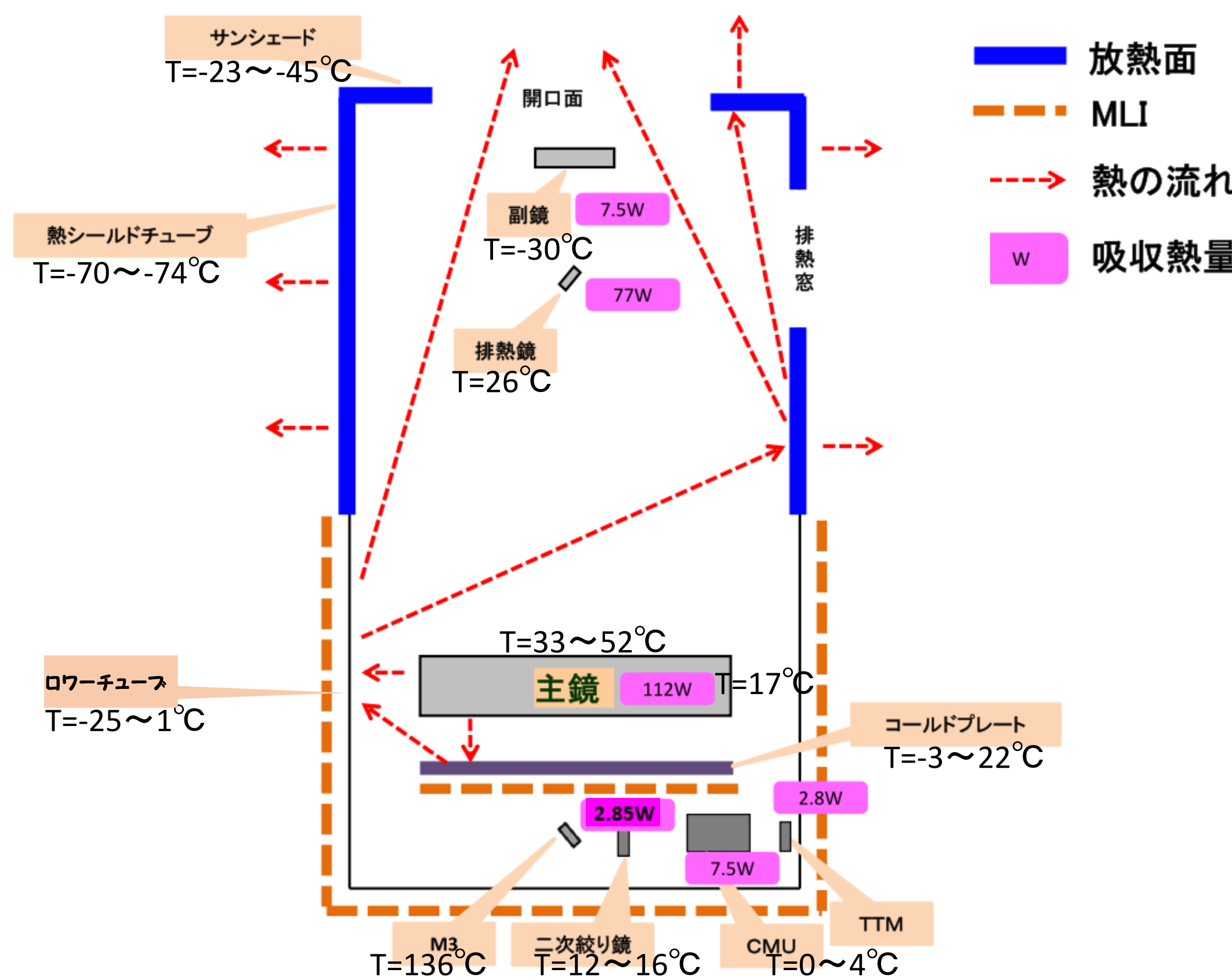


フェアリング内衛星収納予想図。SUVIT口径を1mにすることで、他望遠鏡(EUVST, HCI)との開口位置を同じ高さに合わせてすることが可能となり、望遠鏡間の開口からのコンタミ問題を解消。

3. 望遠鏡部熱設計

表: 口径1mSUVIT、光学系吸収(発熱)量。光学系への熱入力及び吸収量: 打ち上げ初期と銀コーティング反射率が劣化(太陽光吸収率 α が0.05増加)した場合

	BOL		EOL	
	入力 (W)	吸収(発熱) (W)	入力 (W)	吸収(発熱) (W)
主鏡(M1, Ag)	948.668	64.5	948.668	111.943
副鏡(M2, Ag)	67.456	4.59	63.84	7.53
排熱鏡(HDM, E-Ag)	816.7	40.84	772.89	77.29
2次絞鏡(2FS, E-Ag)	31.82	1.59	28.5	2.85
2次絞鏡(吸収ケース)	31.82	31.82	28.5	28.5
コリメータ(CMU, E-Ag)	31.05	4.42	27.81	7.54
PMU				
TTM (E-Ag)	31.05	1.55	27.78	2.78
焦点面(FPP)	29.5		25.0	



ひので可視光望遠鏡と同様の熱設計(輻射による受動的な主鏡吸収熱排出)による高温フェーズ温度予想。軌道は地球同期を想定。上部鏡筒(シールドチューブ)全面及びサンシェードを放熱面、下部鏡筒(ローチューブ)から周りのOBUへの放熱も可とし、2次絞りの視野外光は反射して逆経路で開口から放熱するモデル。光軸方向の温度が-70℃から0℃まで勾配を持つため、光学性能への懸念がある。また、主鏡側面は適正温度内になっているが、表面温度は50℃と高く、主鏡内の温度勾配が熱変形に与える影響が懸念事項である。今後、主鏡の熱変形解析を行い、熱設計のチューニングを行っていく。