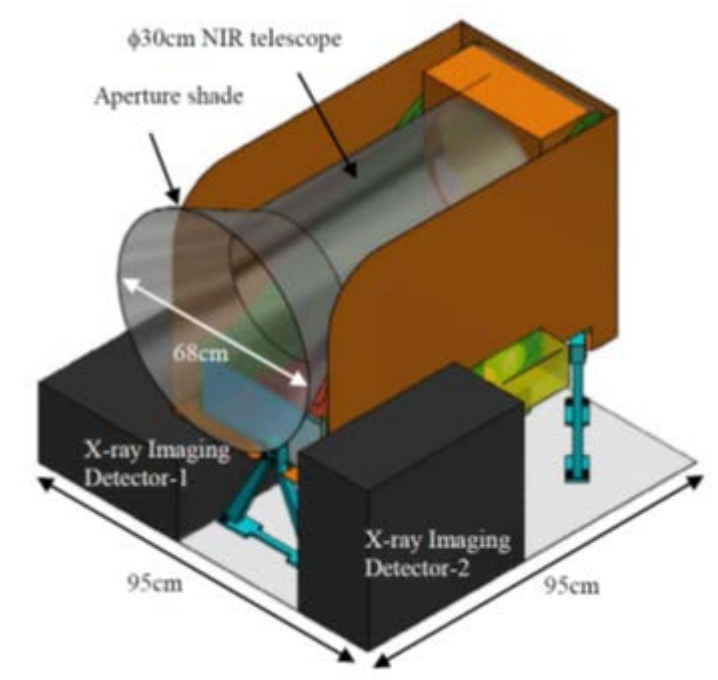


HiZ-GUNDAM: 近赤外線望遠鏡の設計とその機能の検討状況



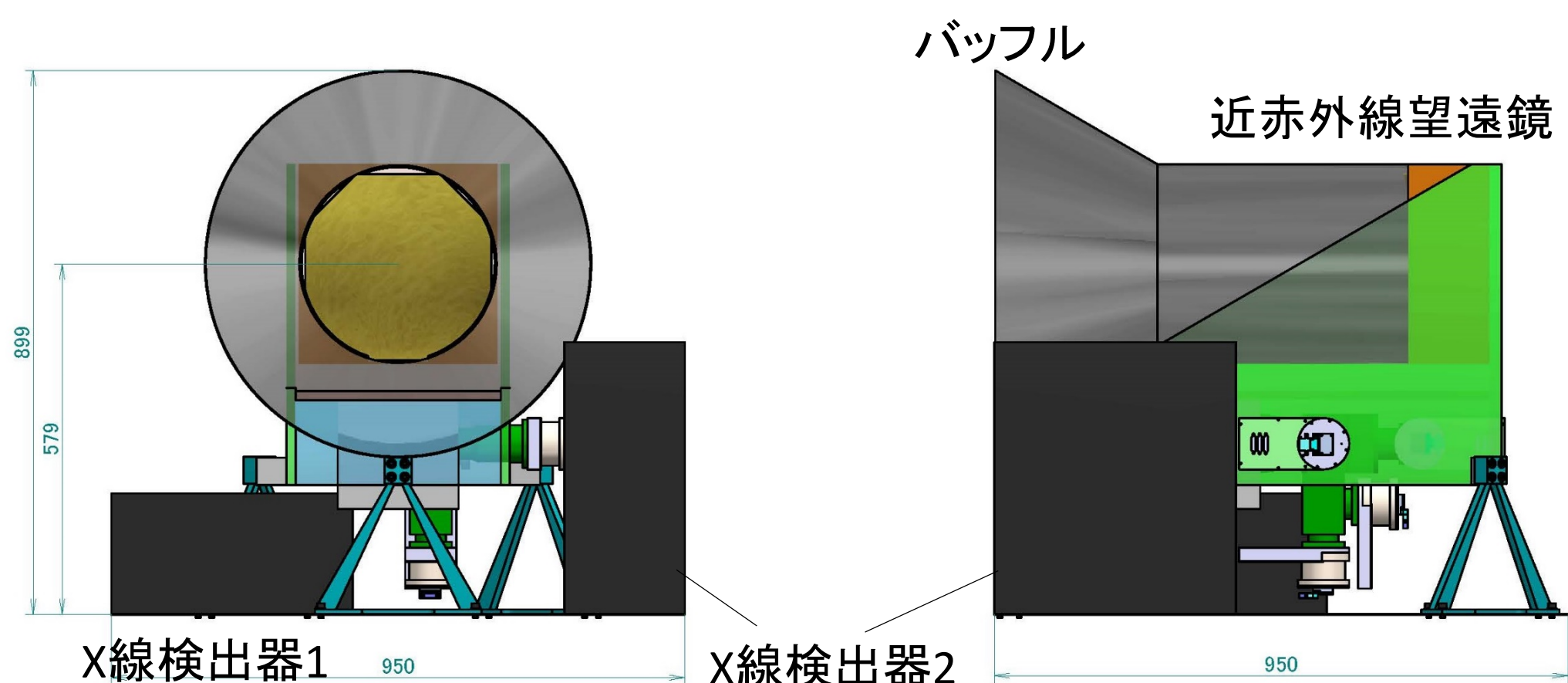
川端弘治、吉田道利(広島大)、松浦周二(関西学院大)、津村耕司、白簀麻衣(東北大)、松本敏雄(ASIAA)、柳澤顕史、沖田博文、田中雅臣、成田憲保、福井暁彦(国立天文台)、浦田裕次(台湾中央大)、本原顕太郎(東京大)、Greiner, Jochen (MPE), Jeong, Woong-Seob, Kim, Minjin, Yang, Yujin (KASI), Im, Myungshin (SNU), Wang, Shiang-Yu (ASIAA)

要約

年間10個程度の高赤方偏移ガンマ線バースト(GRB)の検出を目指すHiZ-GUNDAMミッションにおいて、衛星に搭載される近赤外線望遠鏡とその機能の検討状況について報告する。本ミッションでは、同衛星に搭載された広視野X線検出器で見出したGRBに対し、衛星に同架された近赤外線望遠鏡を即座に向けて可視・近赤外域で同時多バンド撮像を行い、GRB発生から15分程

度のうちに赤方偏移を推定して距離情報を付加した形でのGRB出現アラートとして通報し、特に高赤方偏移GRBに対して、地上・上空の大型望遠鏡による可視近赤外分光観測を確実に実施することが目標である。それを実現する鍵となる、30cm近赤外線望遠鏡と、その焦点部に設ける4バンド同時可視近赤外撮像器の設計状況について紹介する。

HiZ-GUNDAM衛星の構成



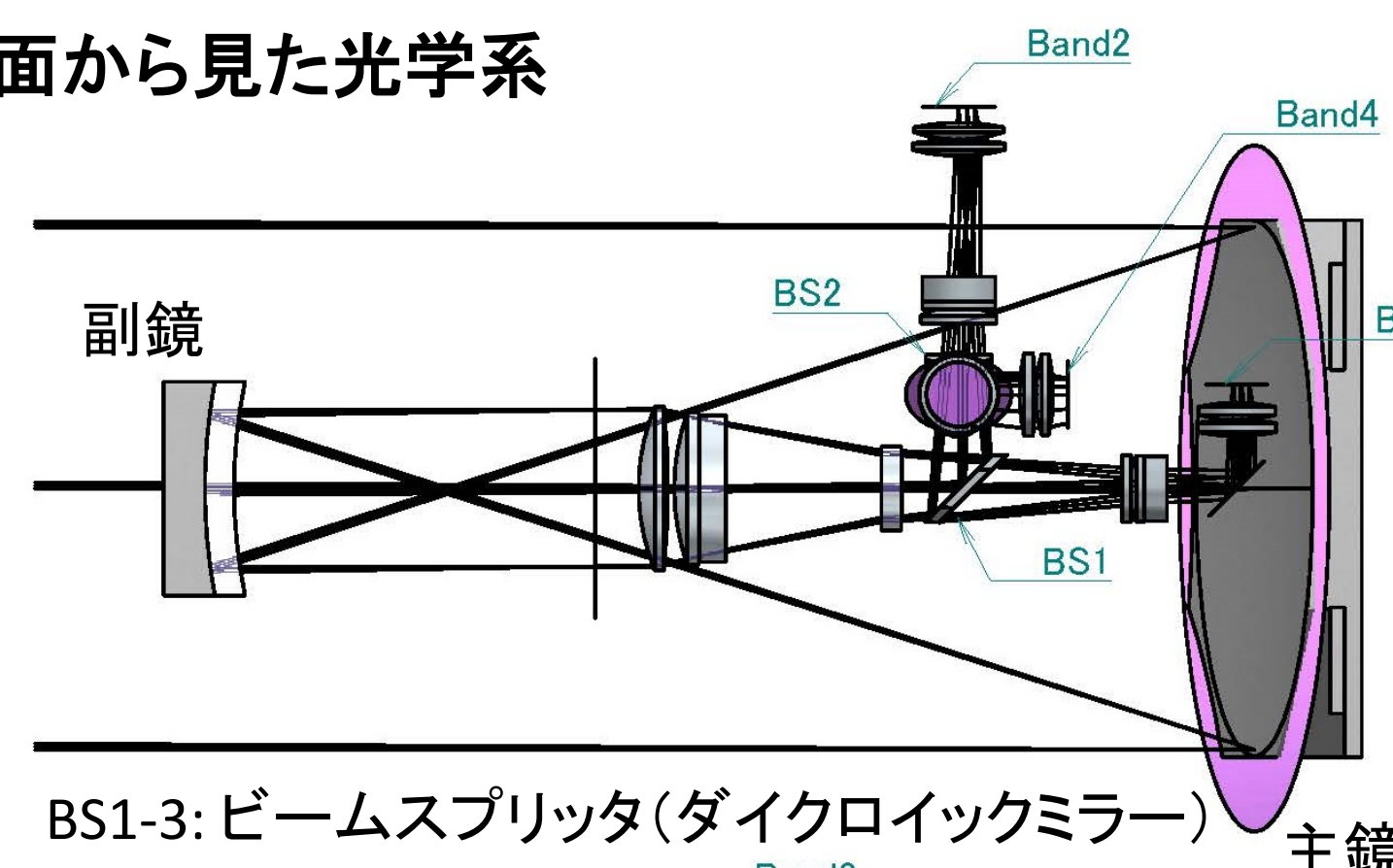
イプシロンロケット搭載の小型衛星のペイロード部に収まる仕様で設計・構成されており、2つのX線撮像器(上図で黒色の箱)と共に、主鏡径30cmの近赤外線望遠鏡(バッフル部最大径68cm)と4バンド同時撮像器、冷凍機などが、温度安定性を考慮した配置で同架されている。

近赤外線望遠鏡・後置光学系・検出器

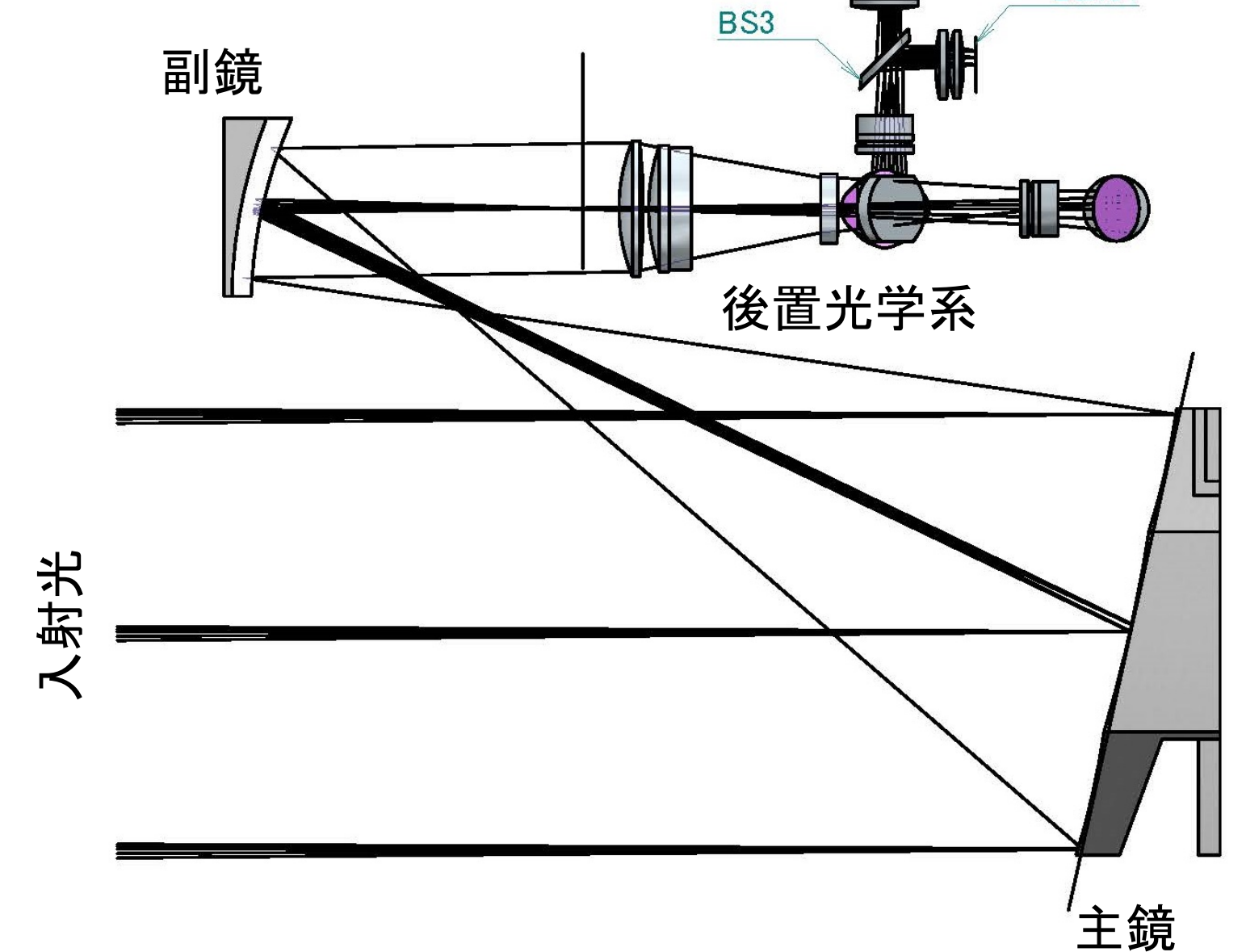
望遠鏡・後置光学系等の主な仕様(変更される可能性あり)

形式	オフセットグレゴリアン式反射望遠鏡			
口径	30 cm			
焦点距離	183.5 cm			
F比	F6.1			
視野	34分角×34分角			
ピクセルスケール	2秒角(1k*1k検出器を想定)			
冷却温度	光学系・Opt検出器：<170 K NIR検出器：<80 K			
観測波長帯	0.5-0.9 μm	0.9-1.5 μm	1.5-2.0 μm	2.0-2.5 μm
検出限界 (10σ@3分露出)	20.5	20.4	19.9	19.7
検出器	HyViSI	HgCdTe	HgCdTe	HgCdTe

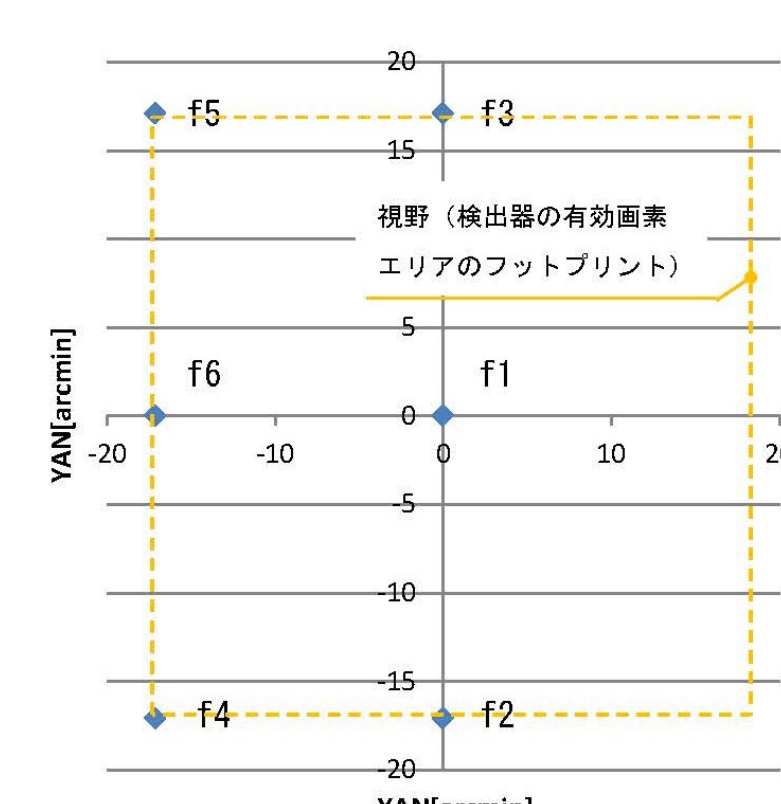
上面から見た光学系



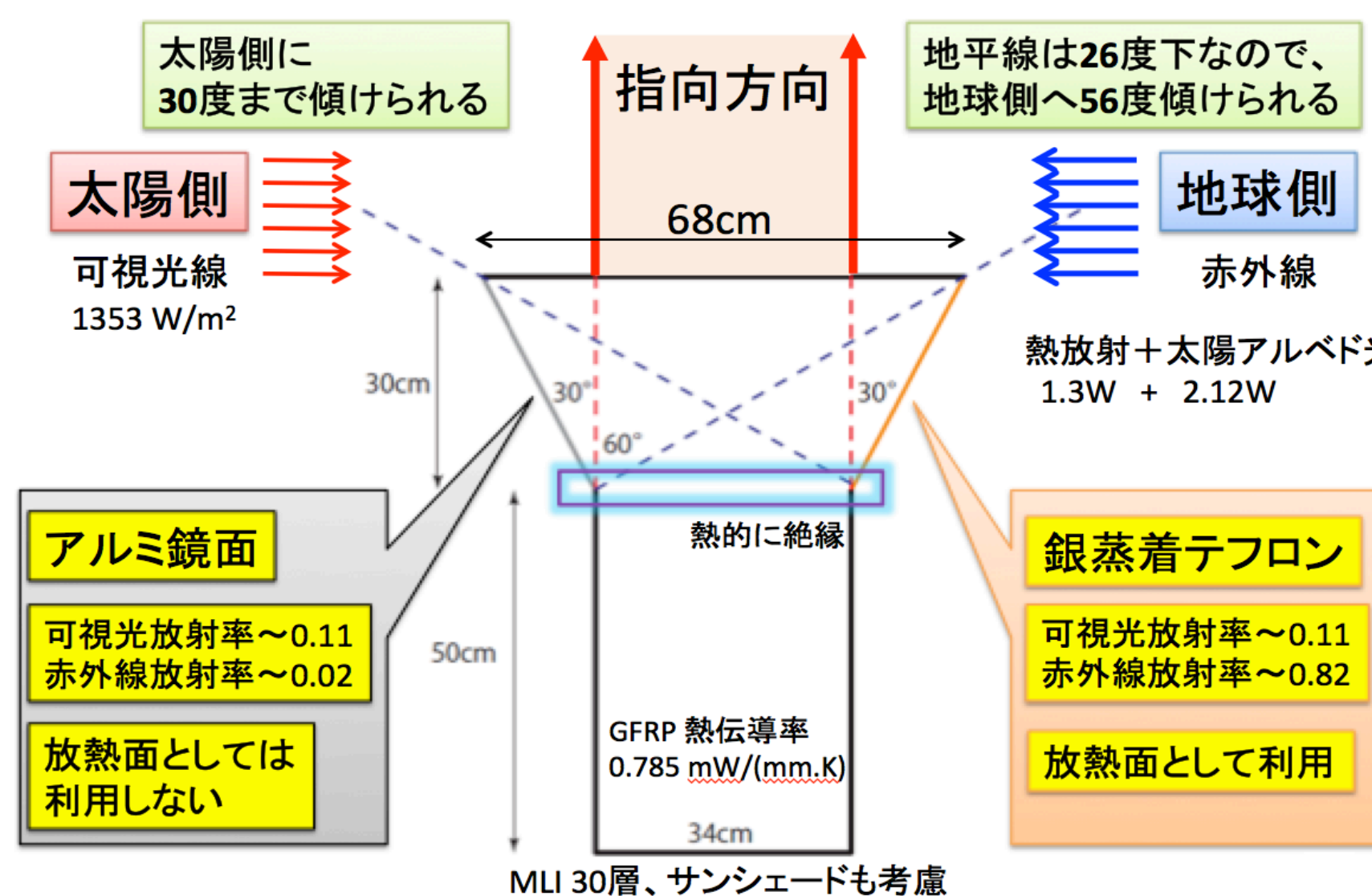
側面から見た光学系



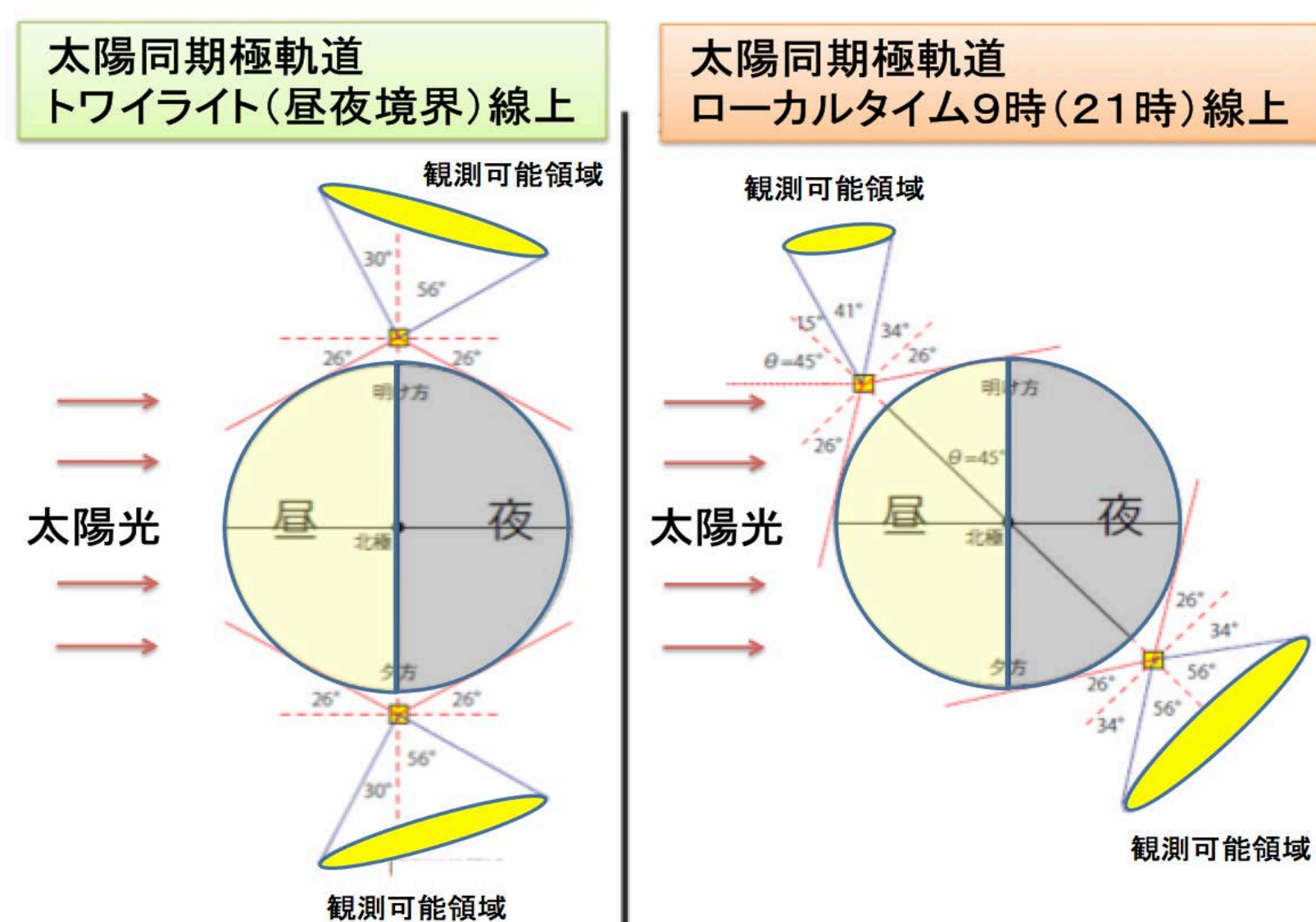
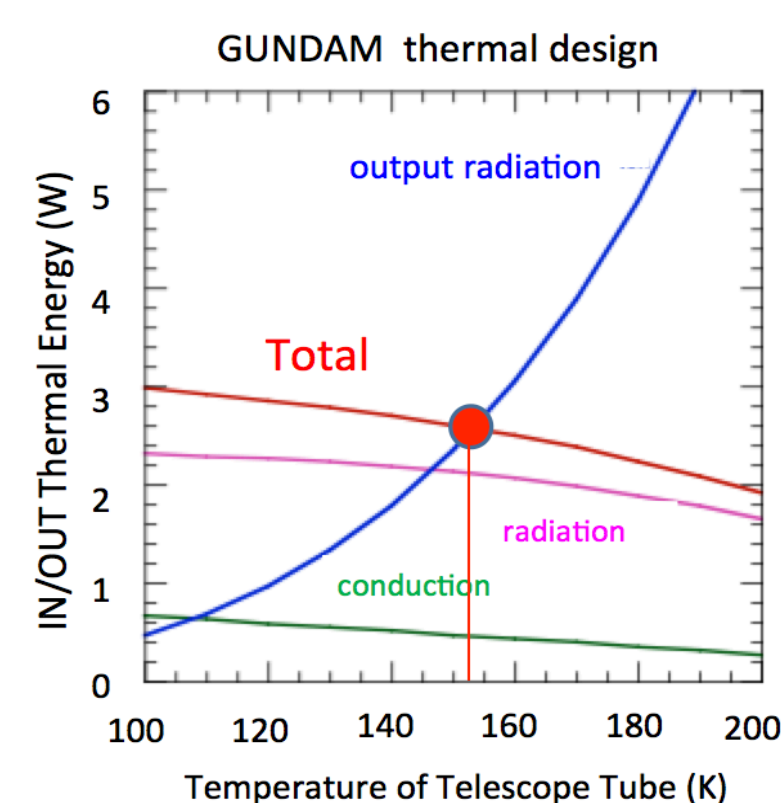
各視野位置におけるスポットダイアグラム



熱設計と指向領域・軌道



近赤外線望遠鏡や観測装置は、反射型バッフルを放熱板として、放射冷却で冷やすことを想定している(韓国MIRIS等で実績あり)。上にそのバッフルの概念図を示す。地球側に可視光・近赤外線の両方で放射率の小さいアルミ鏡面を、太陽側に近赤外線のみで放射率の高い銀蒸着テフロンをそれぞれ用いることで、放射冷却の効率を上げる。バッフルの設計は、太陽側、地球側にそれぞれ30°ずつ傾けることができるようにしてある。高度750kmとすると、地球は水平方向から26°下になるので、地球側に56°まで傾けることができる。これにより広い可指向範囲を確保できる。現在のところ、下図右のローカルタイム9時の太陽同期極軌道を、科学的なメリットが高い軌道として想定している。その場合の望遠鏡の温度予測を表したものが右上図のグラフであり、180K以下は達成できる見込みである。



HiZ-GUNDAM衛星の近赤外線望遠鏡と観測装置に求められる仕様は、①露出10分間の検出限界20等(AB)以下、②視野10分角以上、③位置決定精度1秒角以下、④0.5-2.5μmの波長帯で4バンドの同時撮像、である。迷光対策や冷却効率の観点から、オフセット・グレゴリアンの望遠鏡光学系を採用し、これらの仕様を満たす装置構成の仕様と光学シミュレーションの結果を上記に掲げる。望遠鏡光学系はロケット実験プロジェクトCIBER-2において、ほぼ同形のものについて検討が進んでおり、実証実験にもなる予定である。後置光学系は、ダイクロイックミラー3枚を用いて4バンドに分割し、それぞれを1k1kのフォーマットの検出器で撮像する構成となっている。検出器には、米国TSI社製のHyViSI、H1RG、およびそのコントローラであるSIDE CAR ASICの衛星搭載仕様品を用いる。冷凍機にはかぐややあかつきで実績のある住重製スターリング式冷凍機の利用を想定している。全体で50kg以下に収まる見込みである。

～なぜ衛星搭載の近赤外線望遠鏡が必要なのか？～

地上からの近赤外線観測では、上空のOH背景光が強く、大気が透明な波長帯も限られることから、限界等級は浅くなり、3-10分露出で検出限界20等(AB)を達成するためには、3-4mクラスの望遠鏡が必要となる。一方、人工衛星上ではわずか30cmの望遠鏡で観測が可能である。また、地上観測では、天候や昼/夜、天体高度の条件が整わないと観測ができないため、1台の望遠鏡が任意のGRBに対して即時観測を行える効率は、わずか5-8%程度である。つまり、発見されるすべてのGRBに対して即時観測をほぼ100%の期待値で実施しようとする場合、適当な間隔をもって地球上に散りばめられた10-20台の3-4mクラスの望遠鏡と広視野近赤外線カメラが必要である。現時点で同様の望遠鏡は世界中を探してもVISTA, WIRCamくらいしかなく、新たに地上望遠鏡で構成することは、建設コスト(～20億円/台)的にも、マンパワー(3-4人/台)的にも非現実的である。以上より、HiZ-GUNDAMのサイエンスの実現には、衛星搭載型の小型近赤外線望遠鏡が必要である。