

宇宙赤外線背景放射の 観測のためのロケット実験

CIBER-2

C I B E R

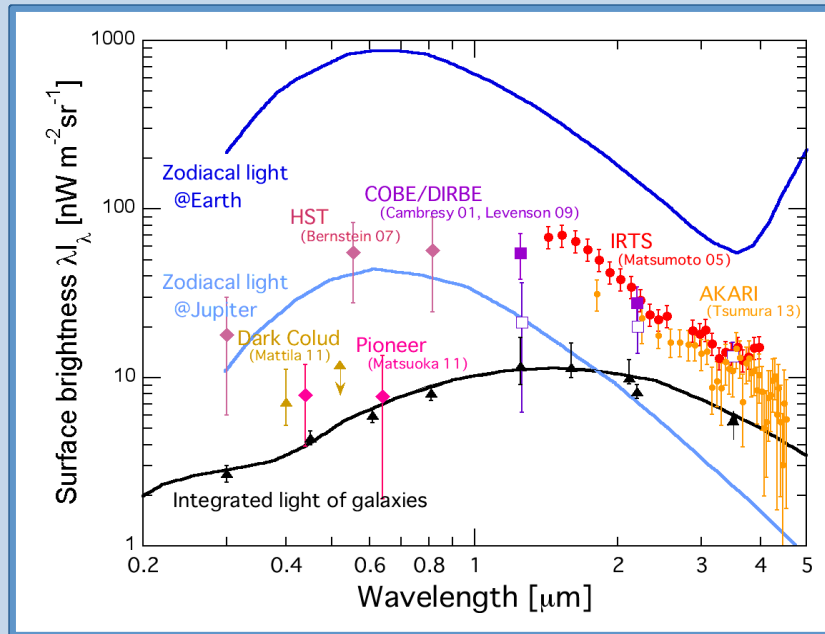
白旗 麻衣 (国立天文台)

松浦 周二 (ISAS/JAXA)、新井 俊明 (ISAS/JAXA)、
大西 陽介 (東工大理)、津村 耕司 (東北大)、佐野 圭 (東大理)、
松本 敏雄 (ASIAA)、James Bock (Caltech/JPL)、
他 CIBER-2チーム

宇宙赤外線背景放射の観測

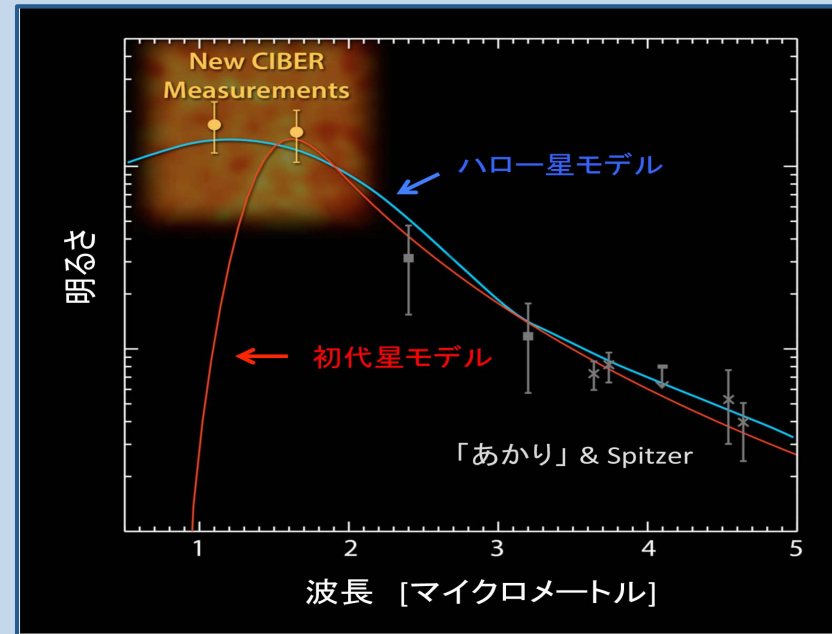


CIB スペクトル



Matsuura et al. in prep.

CIB 空間ゆらぎ



Zemcov et al. 2014

1.5 μm 付近にピークを持つ特徴的なスペクトル
 遠方銀河の足しあわせでは説明できない
 第一世代の星($z \sim 7$)からのLy- α 放射か？

既知の銀河モデルの予想値の2倍以上という
 大きな強度をもつ空間ゆらぎ
 系外銀河のハロー領域に
 浮遊星が多量に存在するモデルを示唆

CIBER : Cosmic Infrared Background Experiment



宇宙赤外線背景放射の観測のためのロケット実験
日本、アメリカ、韓国、台湾の国際共同実験
NASA観測ロケットプログラム Black Brant

CIBER

2009年2月

2010年7月

2012年3月

2013年6月



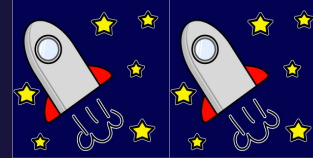
CIBER-2

2015年

~

2018年

ロケット実験 CIBER-II



宇宙赤外線背景放射の観測のためのロケット実験

日本、アメリカ、韓国、台湾の国際共同実験、NASA観測ロケットプログラム

科学目標

最高精度のCIBゆらぎ観測による第一世代の星の検出

- ・ ゆらぎの角度スペクトルから第一世代の星成分を検出するためには、高い点源検出能力が必要
- ロケット許容の最大サイズ(口径28.5cm)の望遠鏡を用いて、24ベガ等級までの暗い遠方銀河を除去

異なる赤方偏移の Lyman- α のゆらぎ観測により、宇宙の空間構造の進化を探る

- ・ 多数の連続バンドでのゆらぎ観測により、Lyman- α 成分のゆらぎを抽出
- 0.5 – 2.0 μm の波長域を6バンドにて広域イメージ観測

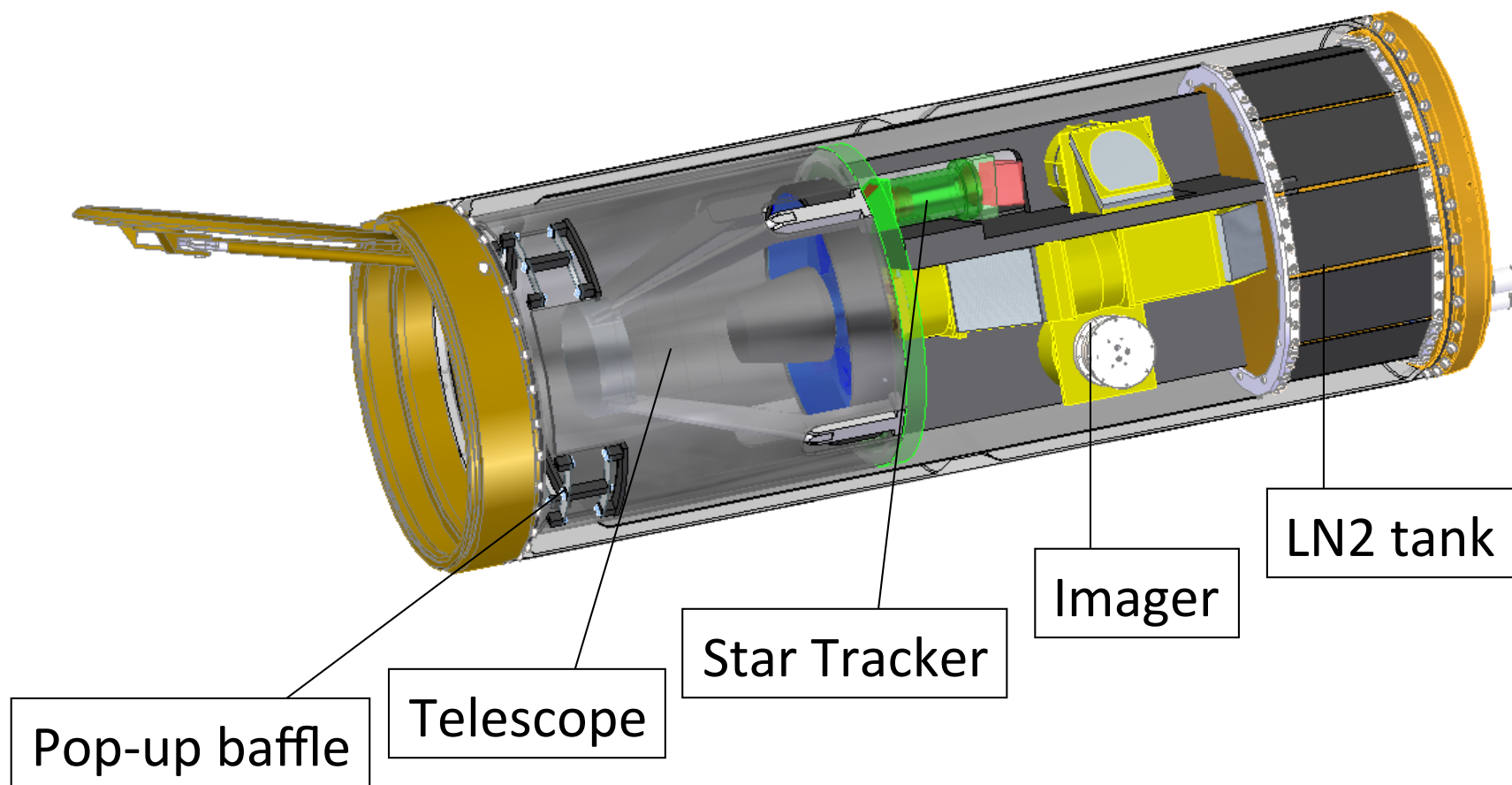
搭載装置

大口径 (28.5cm Φ)、広視野、液体窒素冷却望遠鏡

CIBゆらぎ観測装置 : 6-bands、2.0x1.1deg²、4"/pix、HAWAII-2RG

2015年度
打ち上げ目標
!(^o^)!

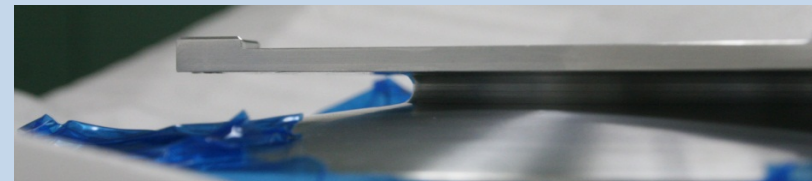
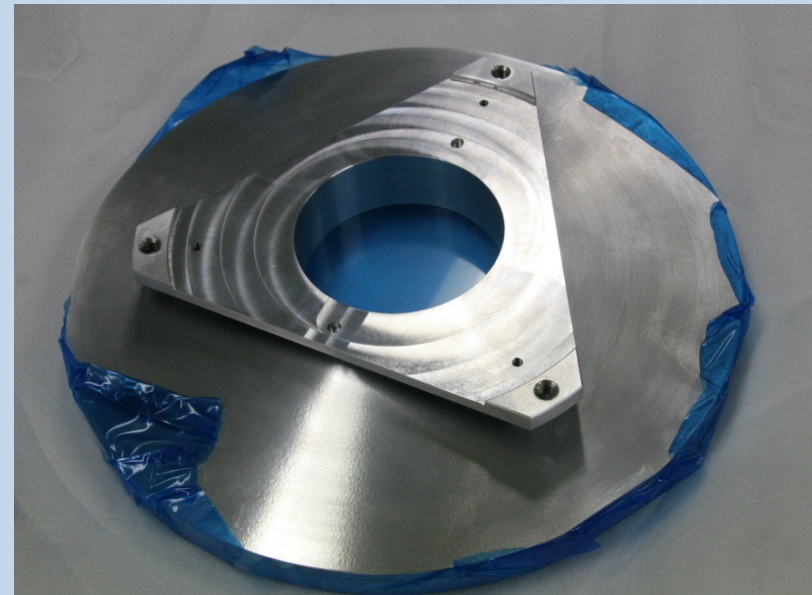
CIBER-II : 外觀



CIBER-II : 望遠鏡



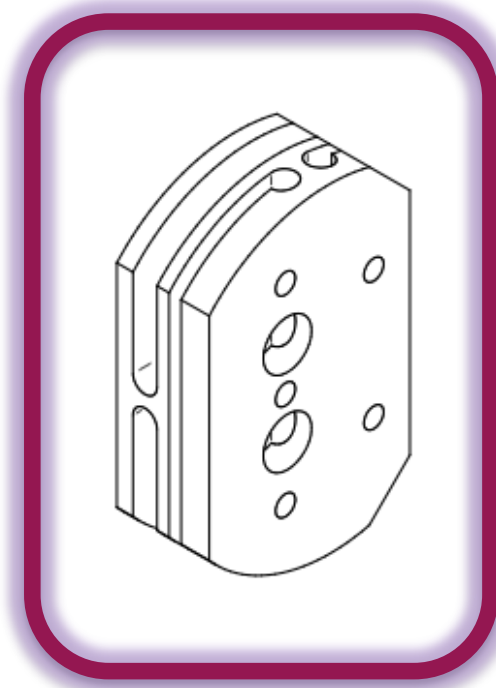
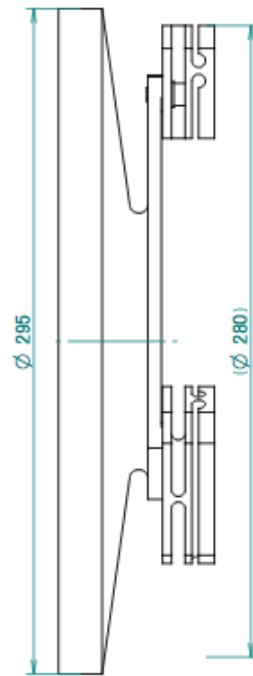
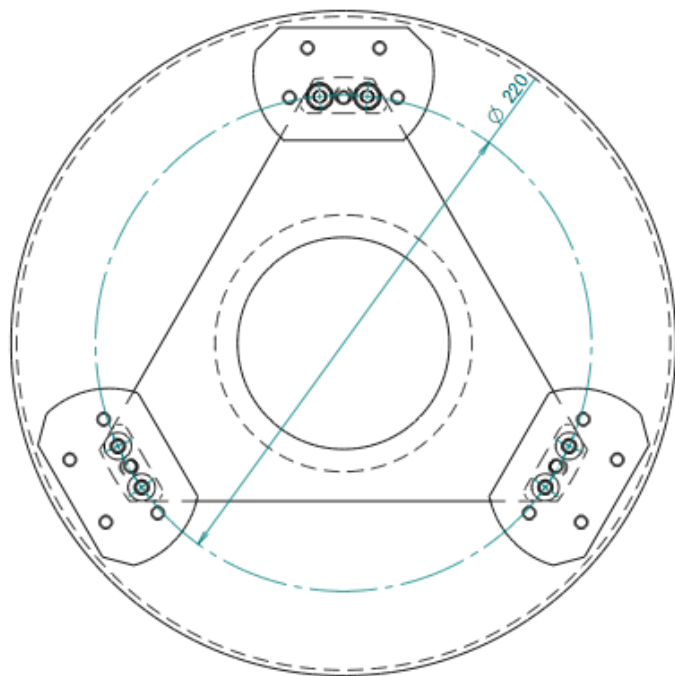
- 望遠鏡タイプ : リッチー・クレチアン式 カセグレン望遠鏡
- 望遠鏡サイズ : 主鏡 28.5cm Φ 、副鏡 10.5cm Φ 、F/3.26
- 望遠鏡材質 : 可視光観測が可能な表面精度を持つアルミ RSA6061-T6



CIBER-II : 主鏡支持機構 フレクシャ



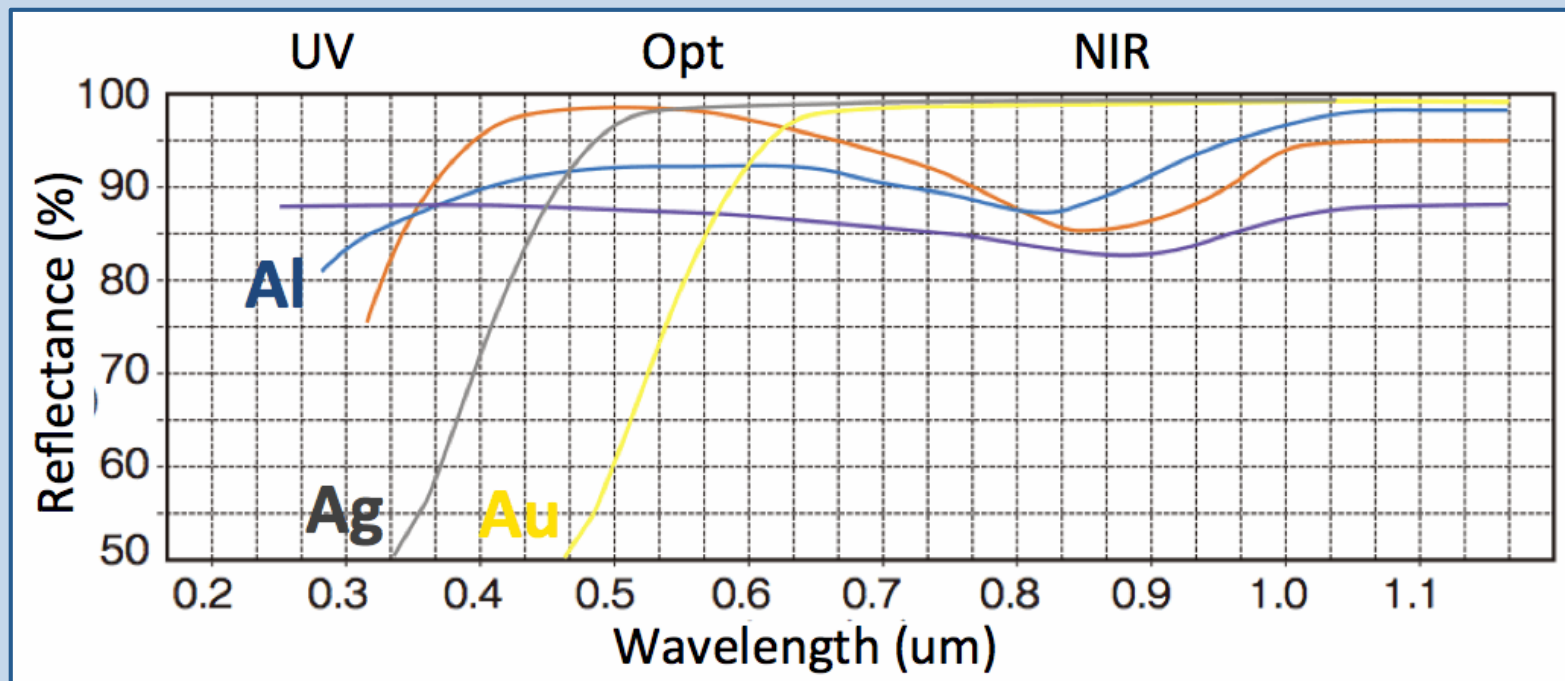
主鏡取り付け板へ、フレクシャを介してボルトで取り付け
主鏡取り付け時の機械ストレスが主鏡表面形状に与える
影響を緩和させるため、フレクシャが必要(FEM解析)



CIBER-II : 望遠鏡 コーティング

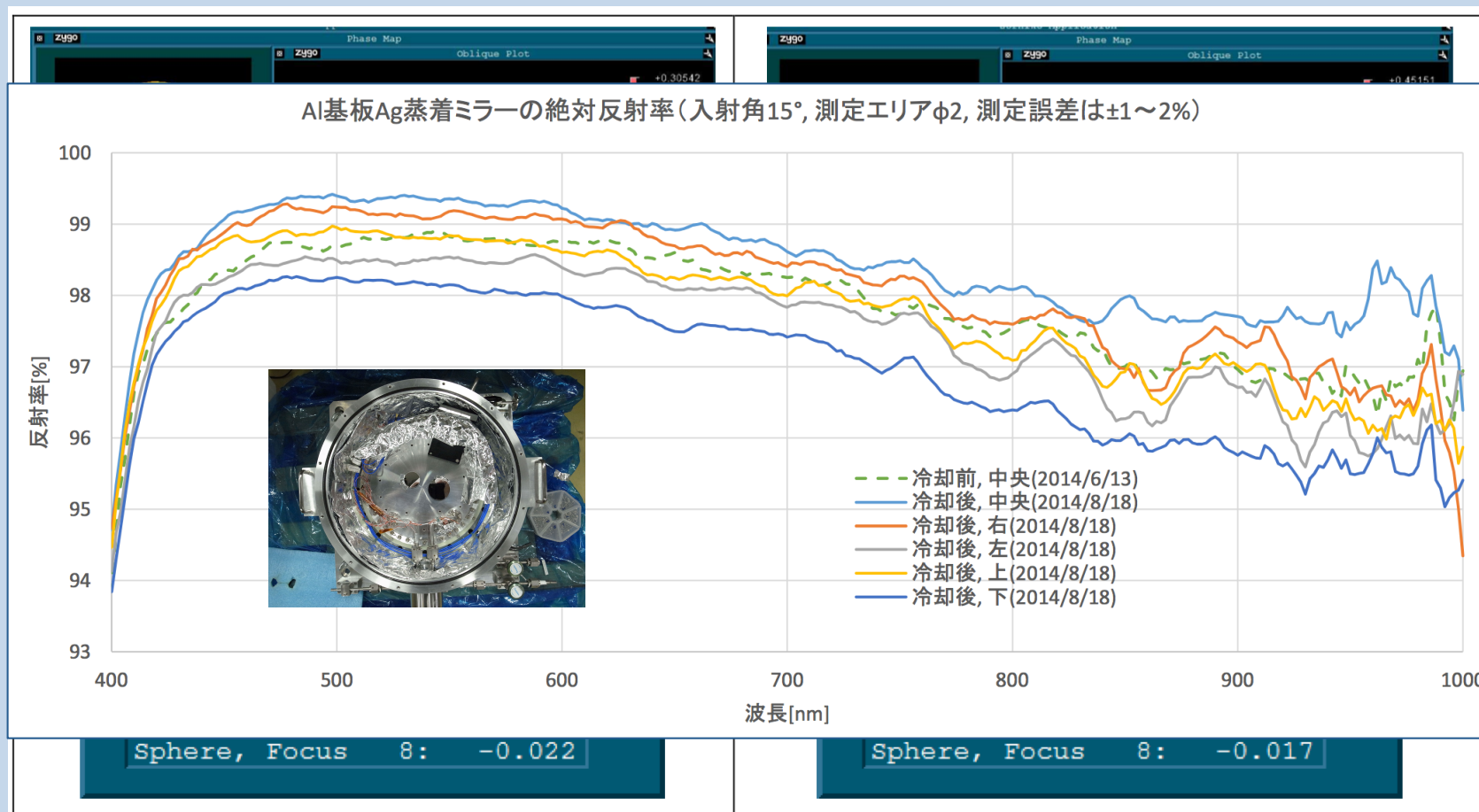


鏡面における反射率向上と表面保護のためのコーティング



- Al + SiO₂ : 反射率が中程度、熱膨張率のマッチングが良い
- Cr + Au : ガルバニック腐食(貴金属Au - 卑金属Al)、表面保護膜なし
- Ag + TiO₂ : 反射率が高い、耐熱性(=耐冷性)が良い

CIBER-II : 望遠鏡 Ag+TiO₂コーティング

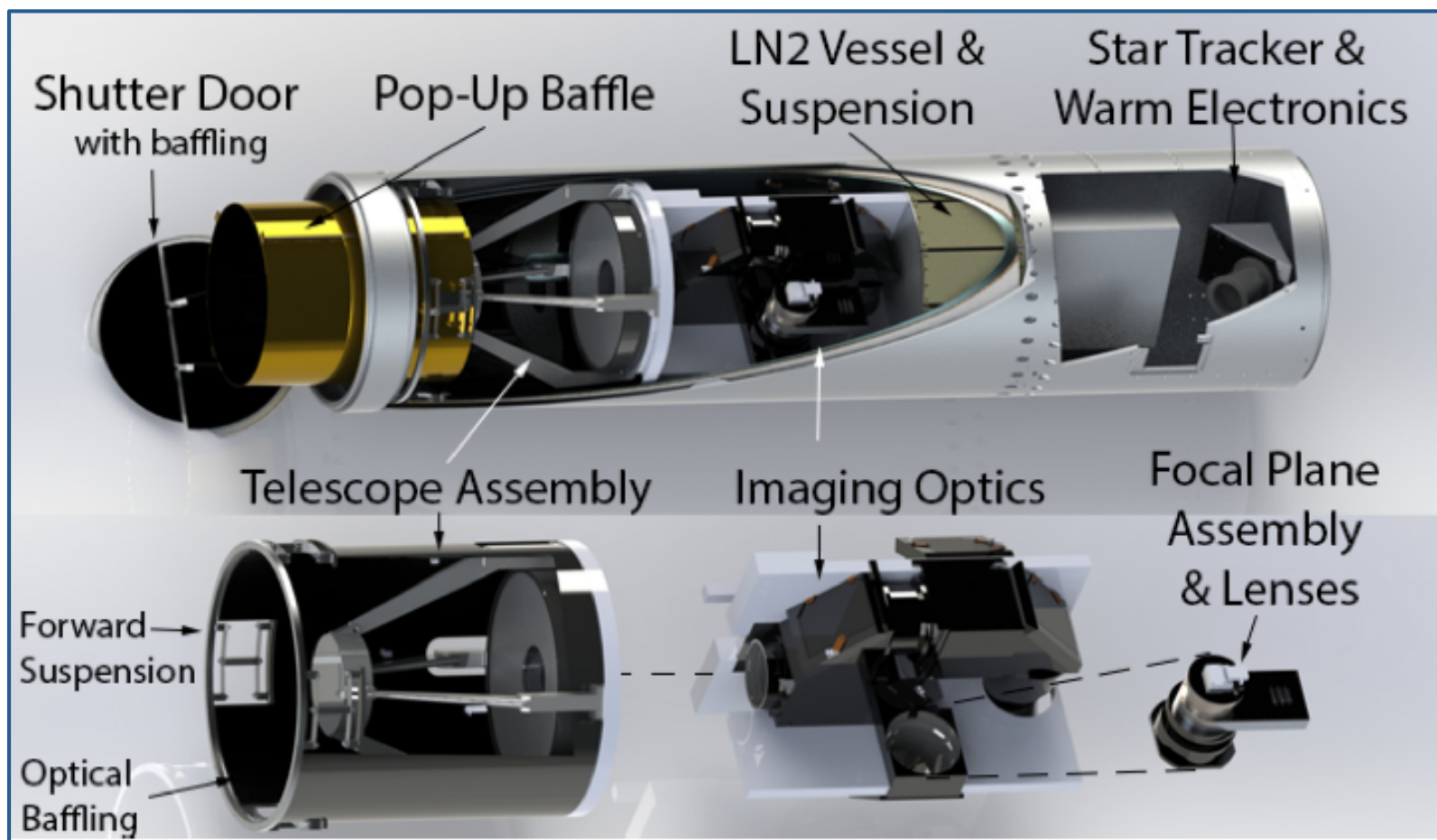


- Ag + TiO₂ の蒸着により面精度が変化。背面にもコーティングを試す
- Ag + TiO₂ コーティング後の冷却試験。反射率に変化なし

CIBER-II : 副鏡支持構造



主鏡取り付け板から、4本のトラスで支持 (PSF形状の制約)

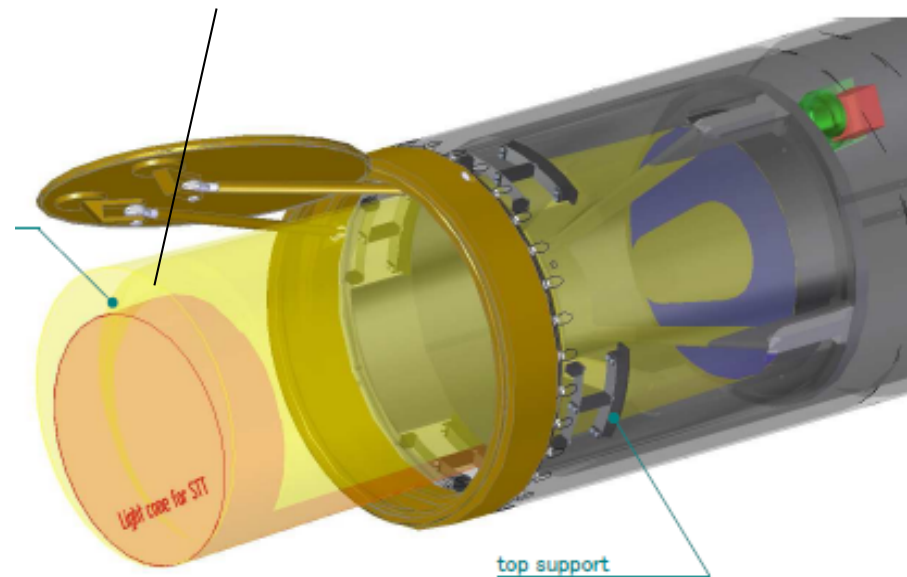


CIBER-II : 望遠鏡周辺の構造



熱放射の対策 : 固定バッフル、Pop-upバッフル、副鏡フード
Field stop、熱カットフィルター、シャッター

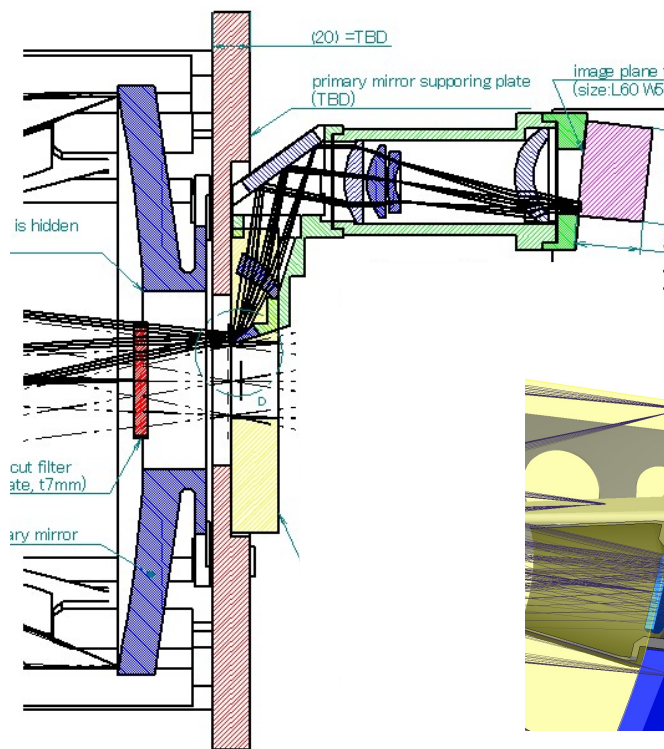
Pop-up baffle



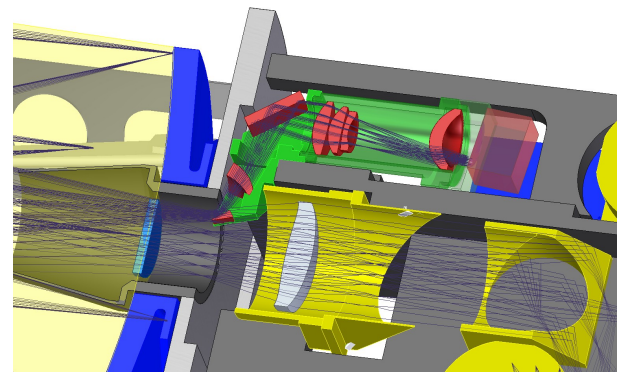
CIBER-II : Star Tracker



指向観測中のポインティング精度向上のため、
低温部にも Star tracker を設置



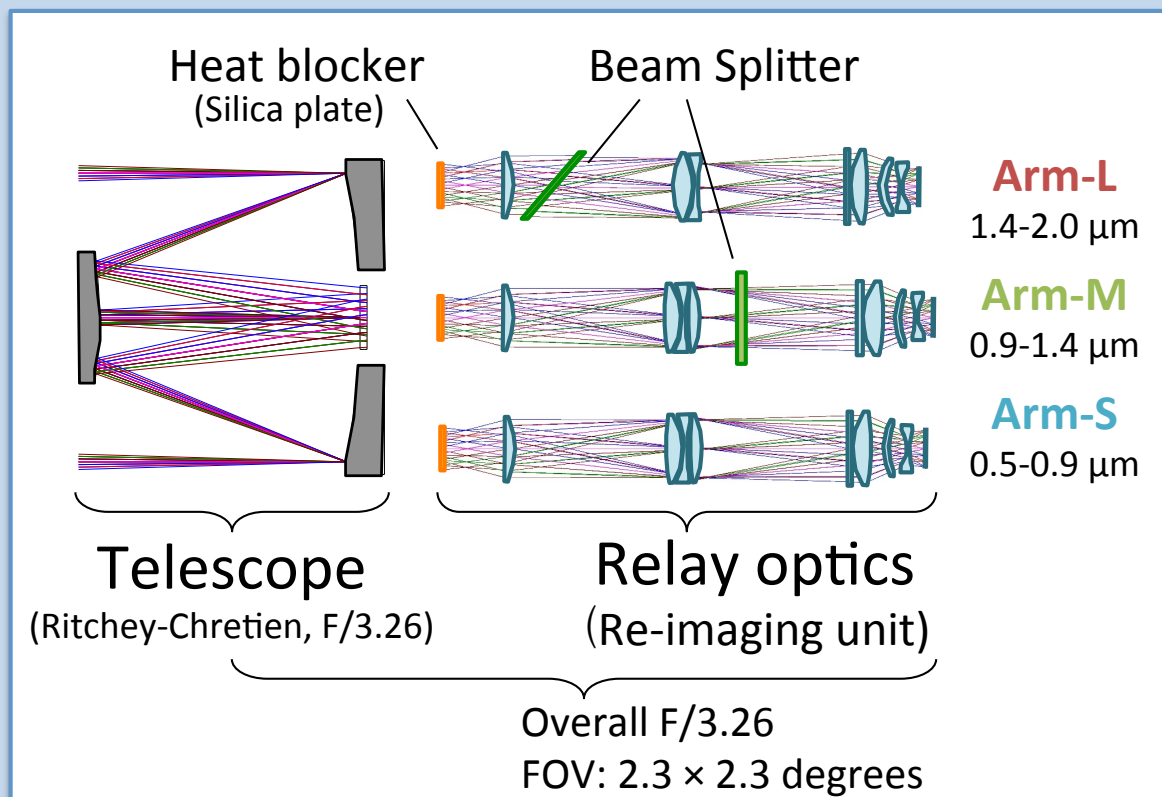
Star tracker (0.6-0.7 μ m)



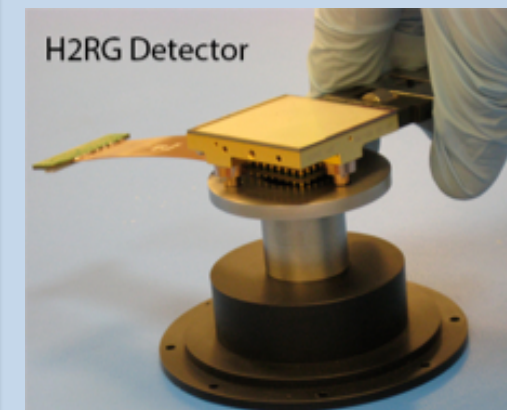
CIBER-II : Imager光学系



- CIB観測に重要な、0.5--2.0 μm を3つの光学系モジュールでカバー。各モジュールの波長域を、フィルターで2つに分け、合計6バンドで観測
- CIB観測に最適化した光学設計 (93% PSF < $\Phi 2\text{pix}$)



- 視野 : 2.3 deg
- 検出器 : Hawaii-2
(2k \times 2kアレイ)

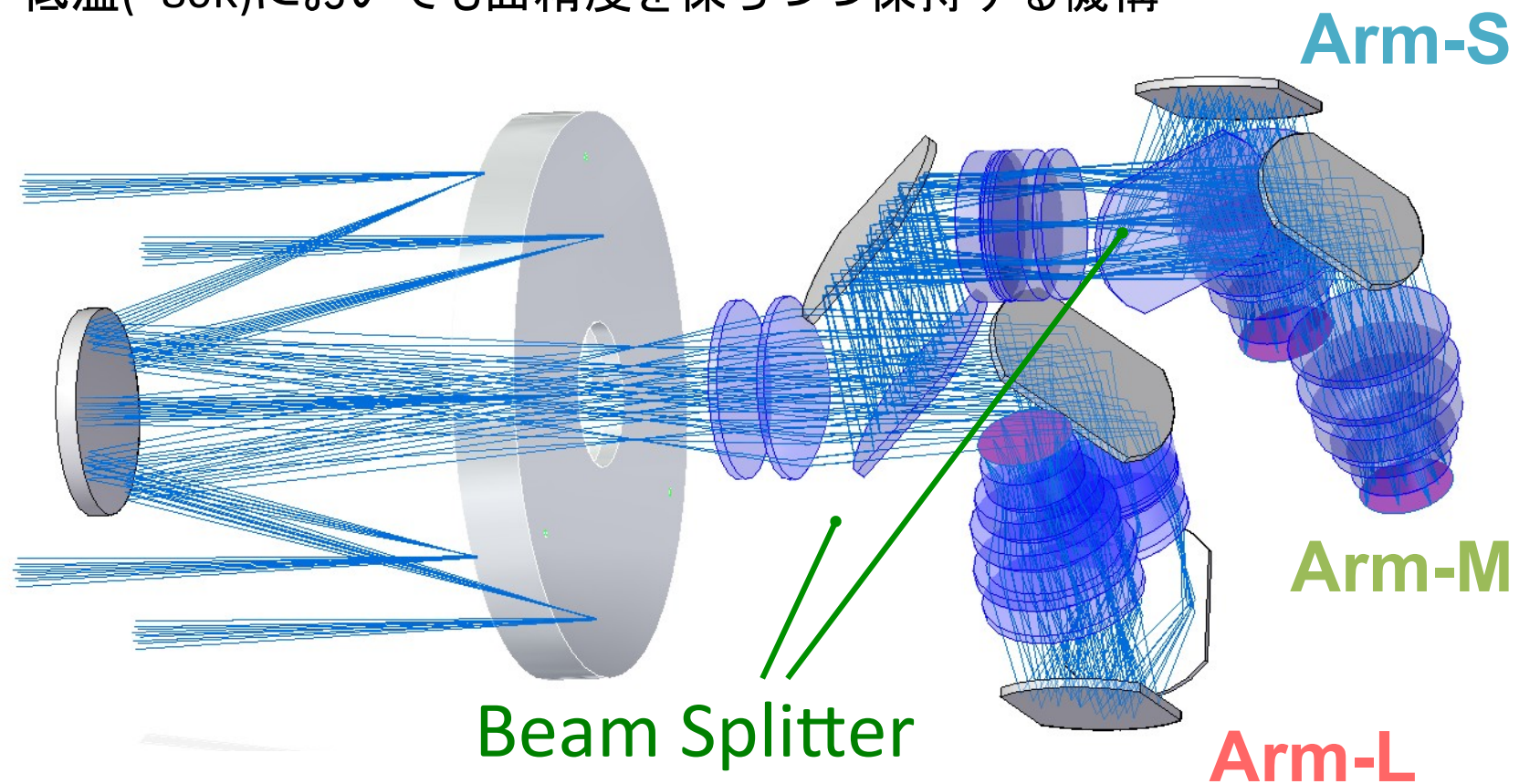


CIBER-II : ビームスプリッタ



ビームスプリッタ保持機構

石英製のビームスプリッタを、熱膨張の異なるアルミフレームに低温($\sim 80\text{K}$)においても面精度を保ちつつ保持する機構

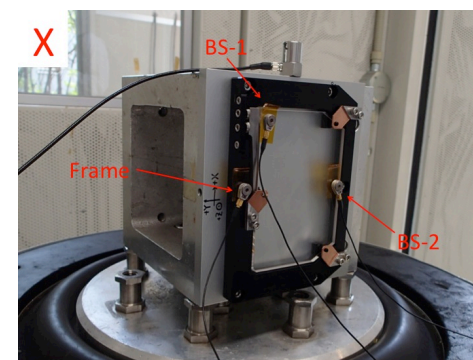
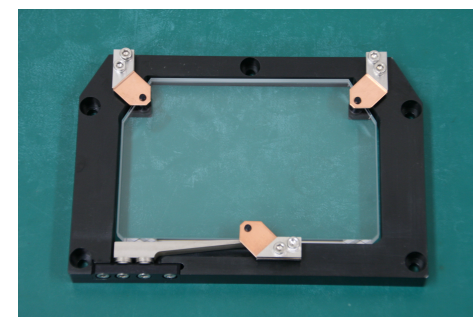
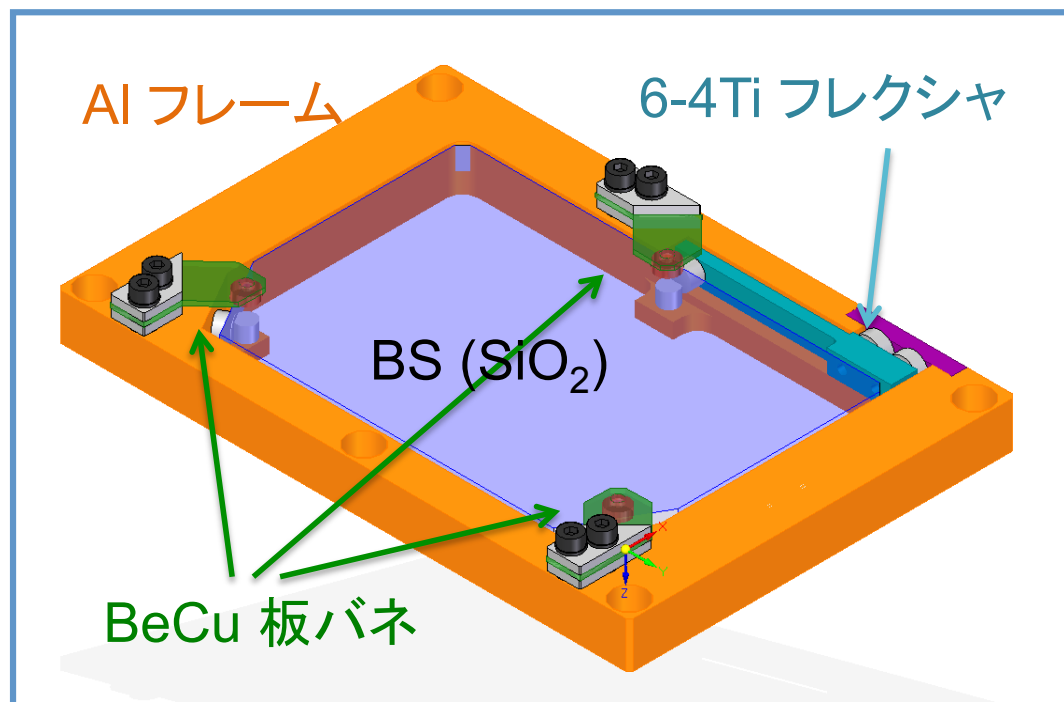


CIBER-II : ビームスプリッタ



ビームスプリッタ保持機構

BS(石英)とフレクシャ(チタン、アルミ)を接着剤で貼付けることは困難
チタンフレクシャ(XY方向)、ベリリウム製の板バネ(Z方向)を用いて保持



要求される面精度($\lambda/10$)と振動環境条件(13Grms)をクリア

CIBER-II : Imager + Spectrometer

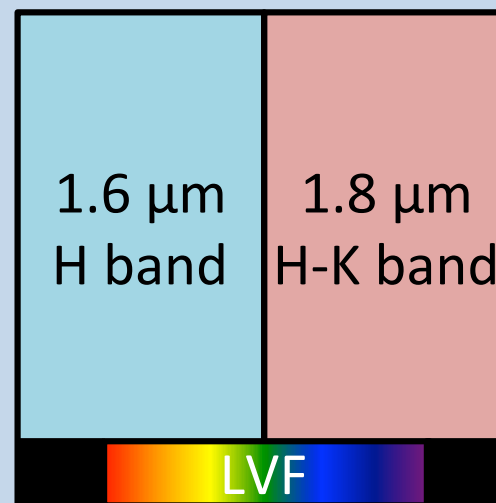
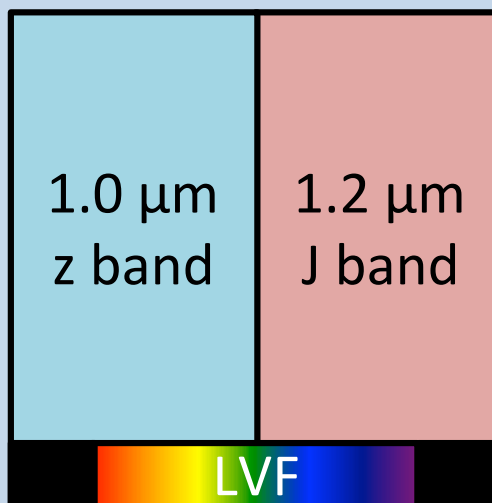
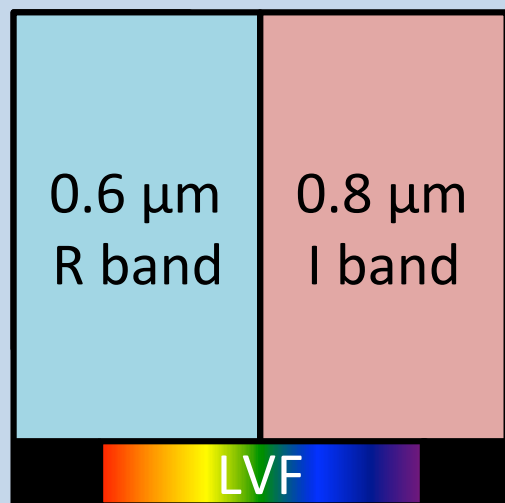


LVFフィルターを用いた分光機能の追加

Arm-S : 0.5 – 0.9 μm

Arm-M : 0.9 – 1.4 μm

Arm-L : 1.4 – 2.0 μm



イメージング観測 : 6バンド、 $2.0 \times 1.1 \text{ deg}^2$

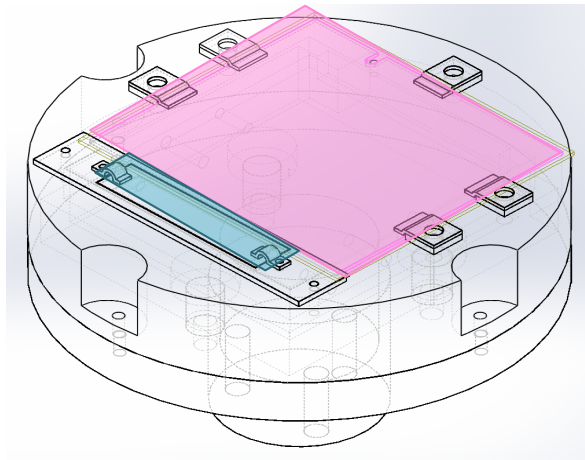
スペクトル観測 : LVF (R~20)

CIBERより短波長側の分光観測、高S/Nなスペクトル

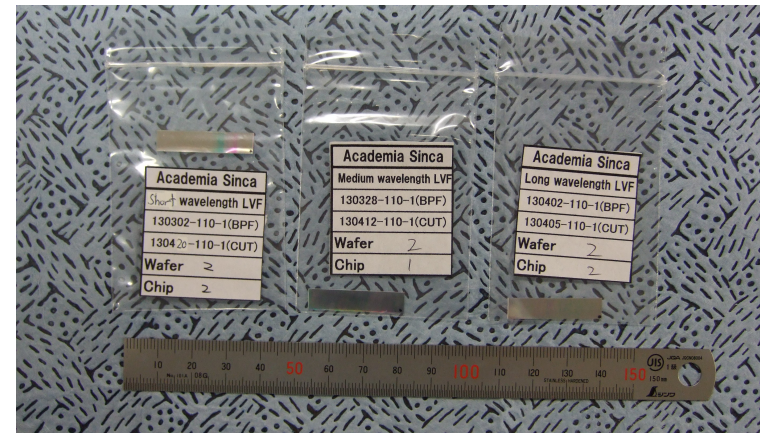
CIBER-II : LVF Filter



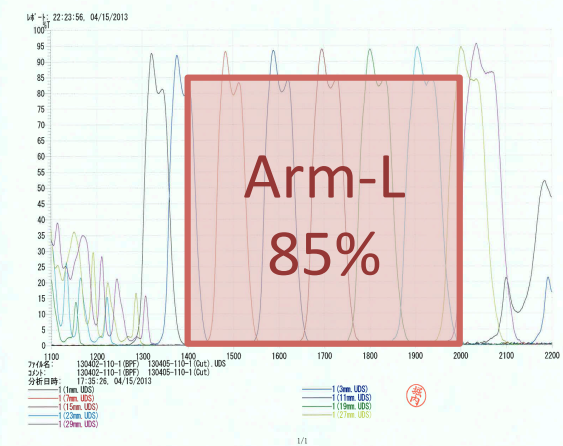
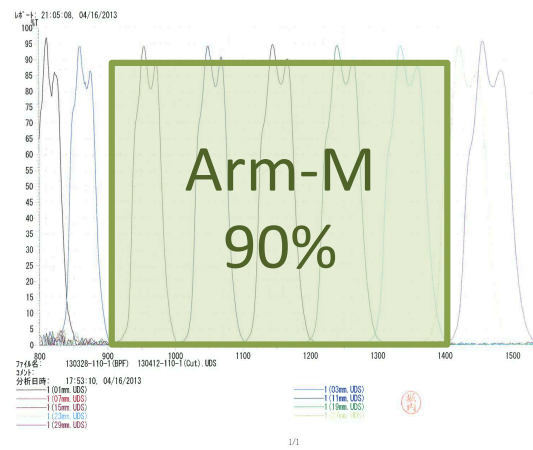
Filter Holder



LVF Filters



LVF Transmittance @ room temperature



まとめ



- ◇ 宇宙赤外線背景放射(CIB)は、
宇宙初期天体の情報を含んでいる可能性があり、
その観測は初期宇宙を探るうえで重要
- ◇ ロケット実験 CIBER の成功を受け、
特に CIB の空間ゆらぎの観測に重点をおいた
CIBER-II を計画中
- ◇ CIBER-II 搭載のため、口径約30cmの反射望遠鏡、
可視～近赤外の広域撮像装置を開発中

2015～ CIBER-II will take off !!