

中間赤外線カメラ:MIRACLE

Mid-InfRAred Camera without LEns

- 中間赤外線波長領域での撮像・低分散分光装置
 - Silicon BIB検出器 (Si:As 2Kx2K, Si:Sb1Kx1K, Si:X 128x128)により広い視野と高い角度分解能を両立
 - 反射光学系により広帯域・高効率・低ゴーストを実現
 - JWSTを凌ぐ高い観測効率
- 波長範囲:5-38 μm をMIRACLE-S (5-26 μm)、MIRACLE-L (20-38 μm)の2チャンネルで切れ目なくカバー
 - 芳香族炭化水素(波長8 μm)による星生成活動の測定を赤方偏移 $z=4$ まで
- 広視野: 撮像5x5分角 分光:5分角(slit長)
 - MIRACLE-S とMIRACLE-L は別々
 - 銀河団スケールもしくは近傍銀河全体を一気に観測可能
- 波長分解能: $\lambda/\Delta\lambda=5$ (撮像), 200(分光)
 - 固体微粒子(芳香族炭化水素、グラファイト、H₂O)をとらえる
- 角度分解能:望遠鏡回折限界(0.35" @5 μm)

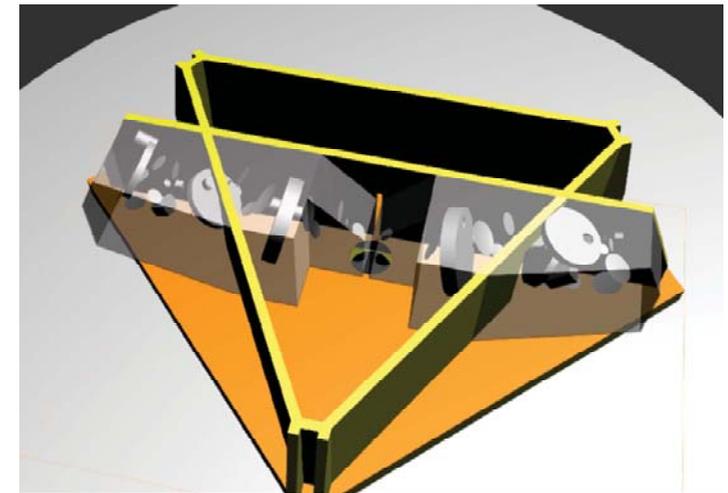


図 6.3.2-21 IOB 上に組みつけられた MIRACLE。

中間赤外中分散分光装置 MIRMES

Mid-IR Medium-resolution Echelle Spectrograph

Arm-Sの視野を同時にArm-Lでも観測 / Image slicer で二次元画像の分光

	ARM-S	ARM-L
array format	Si:As (2k x 2k :25 $\mu\text{m}/\text{pix}$)	Si:Sb (1k x 1k:18 $\mu\text{m}/\text{pix}$)
Wavelength coverage	10.0 μm -20.0 μm	19.5 μm -36.1 μm
Spectral resolution ($R=\lambda/\Delta\lambda$)	~1490@13 μm	~680@27.8 μm
pixel scale	0.403 ("/pix)	0.485 ("/pix)
Slit width	1".2 x 5 slice	2".5 x 5 slice
FOV size	12" x 6".0	12" x 12".5

Arm-S			Arm-L		
Echelle order	λ_{\min} (μm)	λ_{\max} (μm)	Echelle order	λ_{\min} (μm)	λ_{\max} (μm)
4	15.53	19.97	5	29.5	36.1
5	12.71	15.53	6	25.0	29.5
6	10.75	12.71	7	21.7	25.0
7	(9.98)	10.75	8	19.5	21.7

※ λ_{\min} and λ_{\max} are defined as the wavelength at which the grating efficiency drops to 40% of the peak

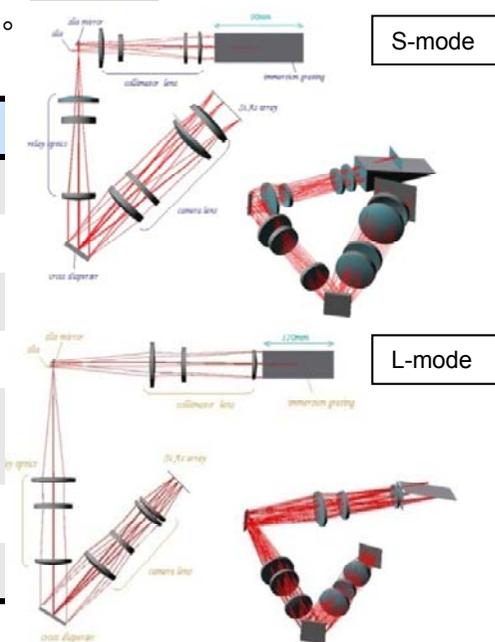
中間赤外高分散分光装置 MIRHES

概要 中間赤外線域において、高分散分光観測を行う。イメージンググレーティングによって、小型の装置を開発。Short-mode (S-mode)、Long-mode (L-mode)の二装置からなる。

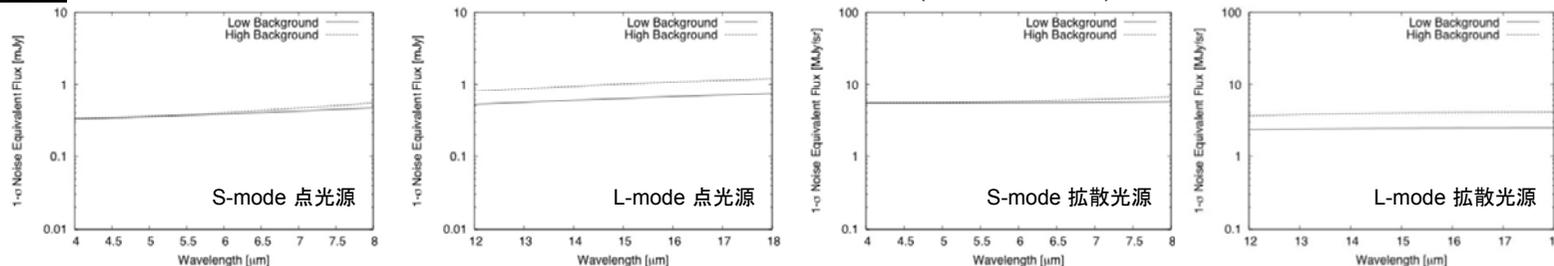
仕様

	S-mode	L-mode
波長域	4–8 μm	12–18 μm
波長分解能($R = \lambda / \Delta \lambda$)	~30,000	~30,000
スリット幅	0.72"	1.20"
スリット長	3.5"	6.0"
分散素子	ZnSe イメージング グレーティング	CdTe イメージング グレーティング
検出器	2k x 2k Si:As (25 $\mu\text{m}/\text{pix}$)	2k x 2k Si:As (25 $\mu\text{m}/\text{pix}$)
pixel scale	0.29"/pix	0.48"/pix

光学系

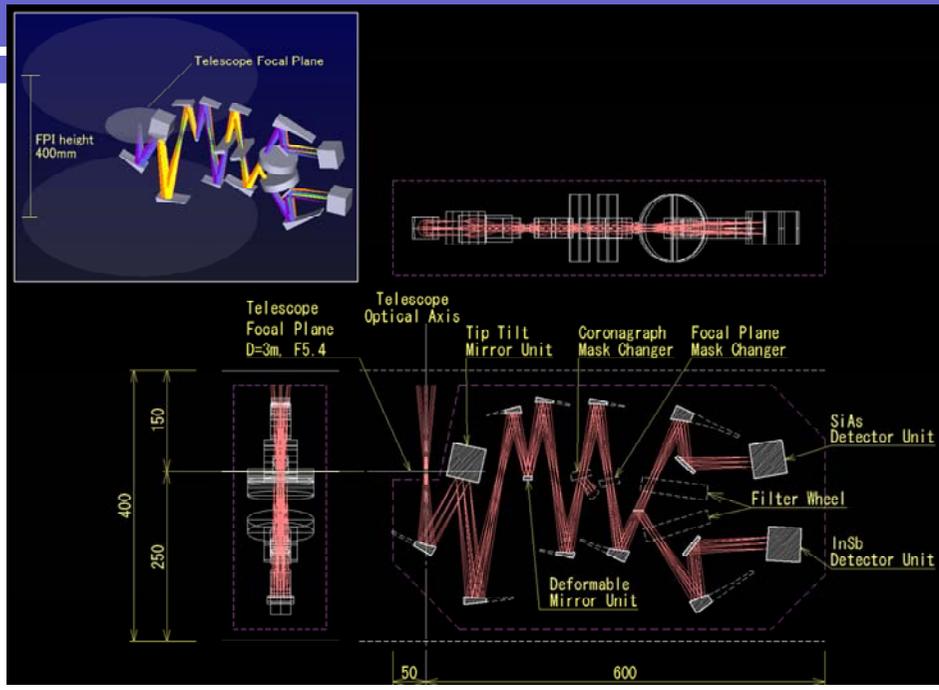


感度 * 600秒積分、読み出しノイズ $10e^-$ 、ダーク $0.1e^-/s$ を仮定、背景光に黄道光(高輝度、低輝度)を仮定



- ・日本主導(東大天文センター/フォトコーディング/ISAS)。
- ・長波長のイメージンググレーティングが困難な場合の代替案として、高ブレイズ角反射型エシェルグレーティングも検討。

SPICA coronagraph instrument (SCI)



波長 (Å)	Long channel $5 < \lambda < 27 \mu\text{m}$ Short channel $\sim 1 < \lambda < 5 \mu\text{m}$ (コロナグラフ観測は $\lambda > 3.5 \mu\text{m}$)
コロナグラフ方式	バイナリ瞳マスク
観測モード	コロナグラフ撮像・分光 or 非コロナグラフ撮像・分光 (Short/long channel 同時利用可能)
コントラスト	6桁
波長分解能(分光モード時)	~20, ~200 の 2 通り
フィルター(撮像モード時)	Short, long 各チャンネルにバンドパス フィルターを搭載
Inner working angle	$3.3 \lambda/D$
検出器	Si:As (long channel), InSb (short channel)
FoV	$1' \times 1'$

■高ダイナミックレンジコロナグラフ観測

■キー観測

□木星型太陽系外惑星系のコロナグラフ観測(撮像・分光)

□惑星トランジットのモニター観測(撮像・分光)

■Short/long channel 同時観測可能

□ピクセルスケールの最適化

□惑星の SED をカバーするのに非常に有効

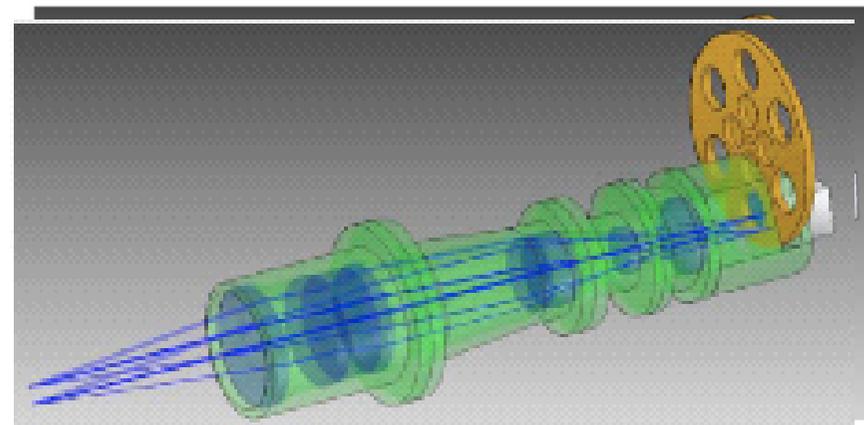
■デフォーマブルミラーで波面補償

■高精度姿勢制御モード

■C-TTM (tip-tiltミラー), C-FPC (Guide sensor) を利用

FPC (Focal Plane Camera)

韓国との国際協力により開発、以下の2台の装置よりなる（仕様は下記参照）:



FPC-G 焦点面ガイドカメラ、AOCSの一部として高精度姿勢制御を実現
 安定度 0.036 arcsec (3σ) @ 0.5 Hz、絶対精度 0.02 arcsec (0-P)

FPC-S 近赤外領域(0.8 – 5 μm)での撮像・分光観測を行う科学観測機器
 JWSTに比し、広視野、高 through put が特徴
 FPC-Gのバックアップ機能を持つ

KASI (Korean Astronomy and Space Science Institute) が中心となって開発

	FPC-G	FPC-S
光学系	光学レンズによる屈折系	光学レンズによる屈折系
検出器	1K x 1K InSb	1K x 1K InSb
全視野	5 arcmin	5 arcmin
ピクセルスケール	0.3 arcsec	0.3 arcsec
読み出し速度	2 sec	100 ~ 600 sec
波長範囲	I band (0.8 μm)	0.8 – 5 μm
波長分解能	R~5 single channel	R~5 – 50 5 wide band filters + 3 LVF
感度	21.5 mag (AB), 5σ	26.3 mag (AB), 100 sec, R~5
動作温度	構体 4.5 K, 検出器 10 K	構体 4.5 K, 検出器 10 K
低温部での発熱	< 1 mW	< 1 mW
重量	< 4 Kg	< 6 Kg