

森羅万象セミナー (2011年6月22日, 於: 北大)

北大1.6m ピリカ望遠鏡の 建設と現状

北海道大学 渡辺誠

話の内容

- 望遠鏡設置サイト
 - 概要
 - シーイング, 夜空輝度, 晴天率の調査
- 望遠鏡
 - 仕様
 - 設置の様子
 - 結像性能, 指向精度
- 観測装置
 - 概要
 - 可視マルチスペクトル撮像装置の開発
- 現状

望遠鏡設置サイト

道立サンピラーパーク内(名寄市)

東経142度28分, 北緯44度22分

標高151m

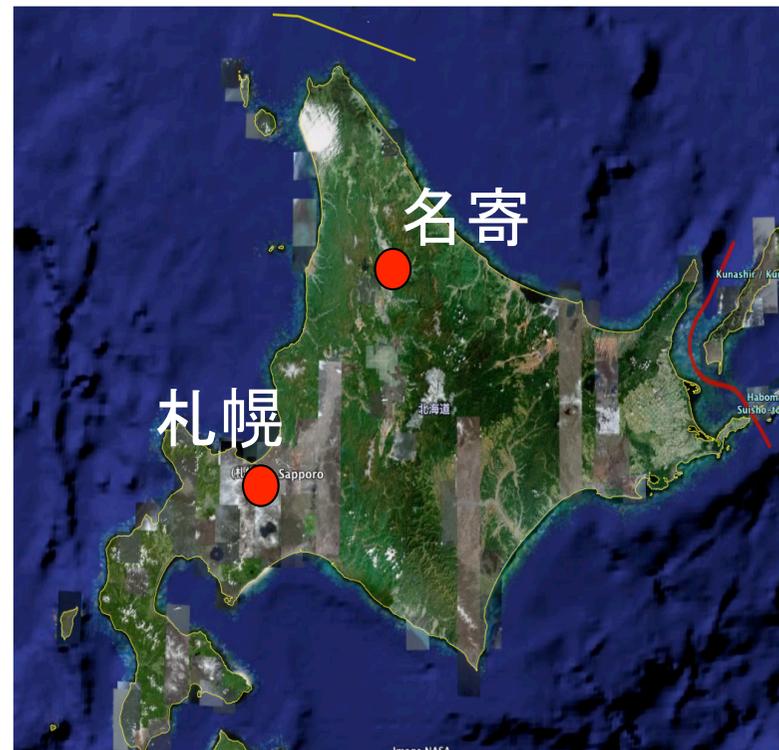
札幌から車で3時間(220km),
列車で2-3時間

名寄市との連携事業

建物は名寄市が建設

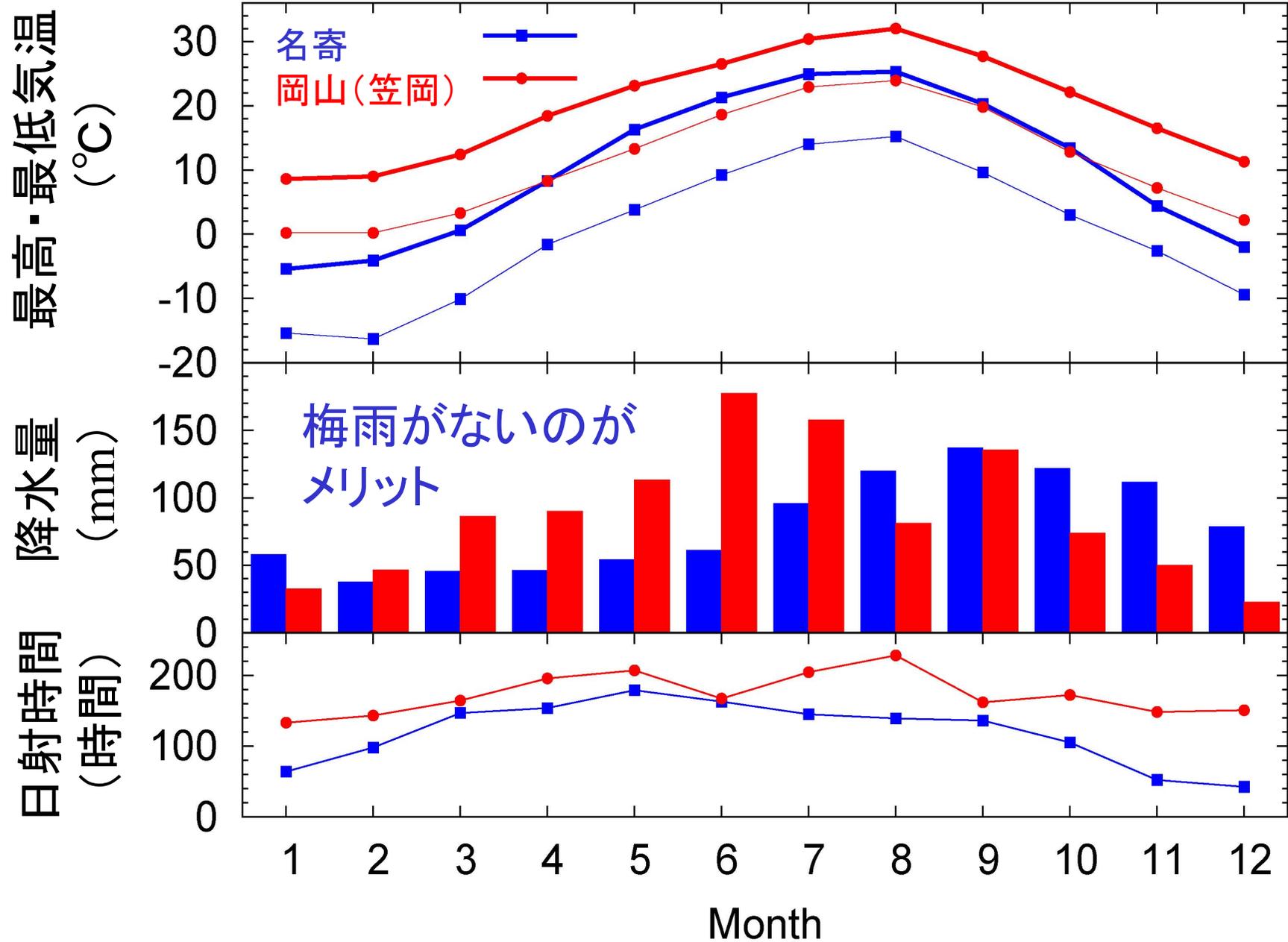
小型プラネタリウムを併設

2010年4月にオープン



名寄の気象

アメダスデータ

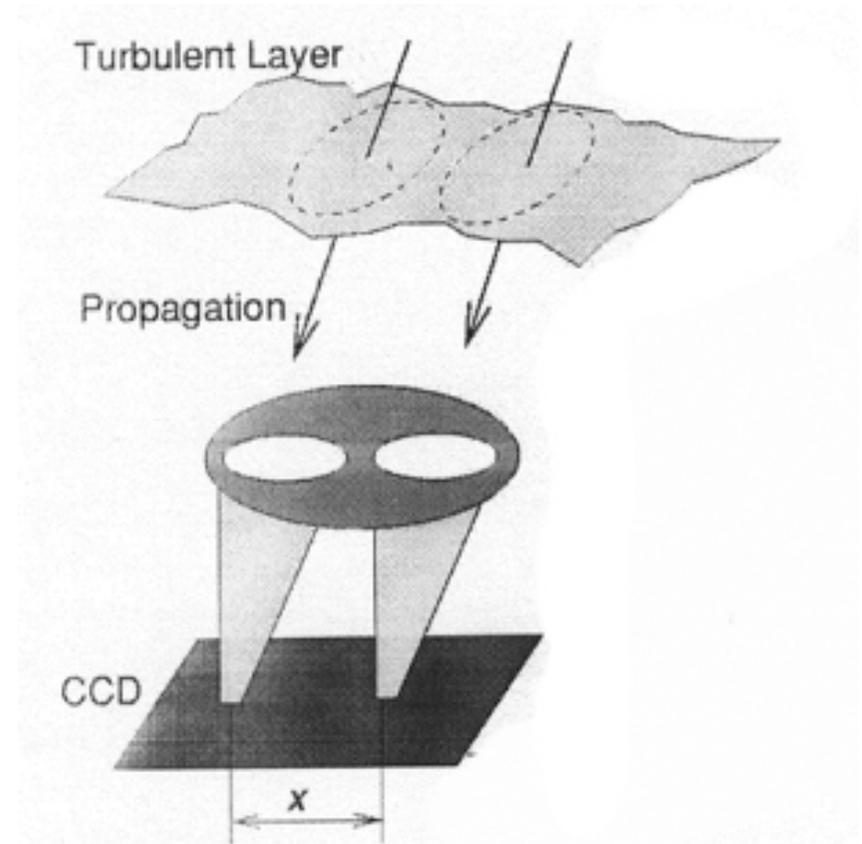


名寄の天文観測環境の調査

- シーイング
- 夜空輝度
- 夜間晴天率

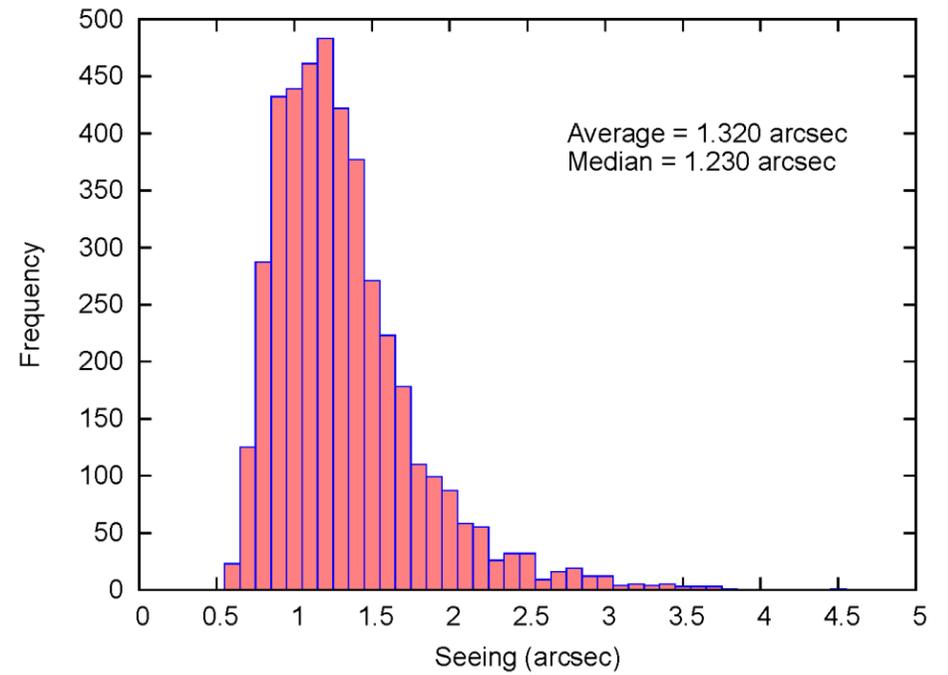
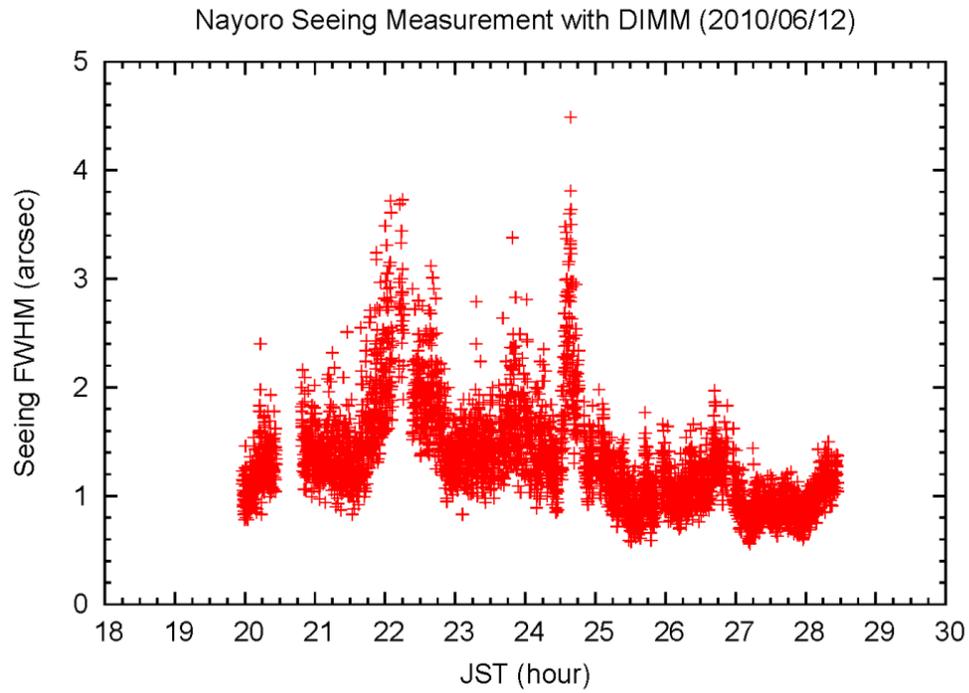
シーイング測定

DIMM (Differential Image Motion Monitor) により測定
(広島大より借用)

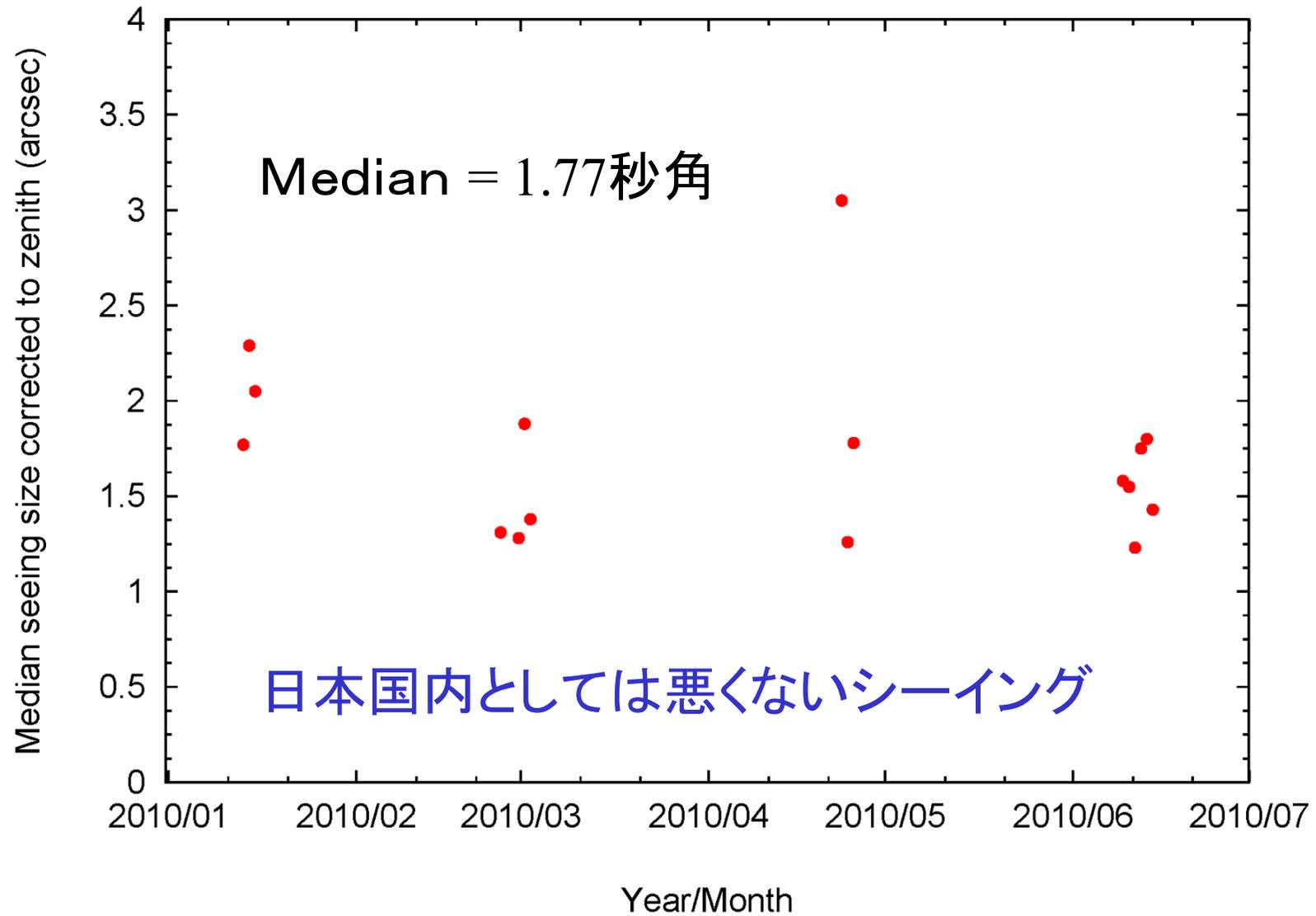


2つのスポットの相対位置の揺らぎを測定
→ シーイングFWHM値に換算

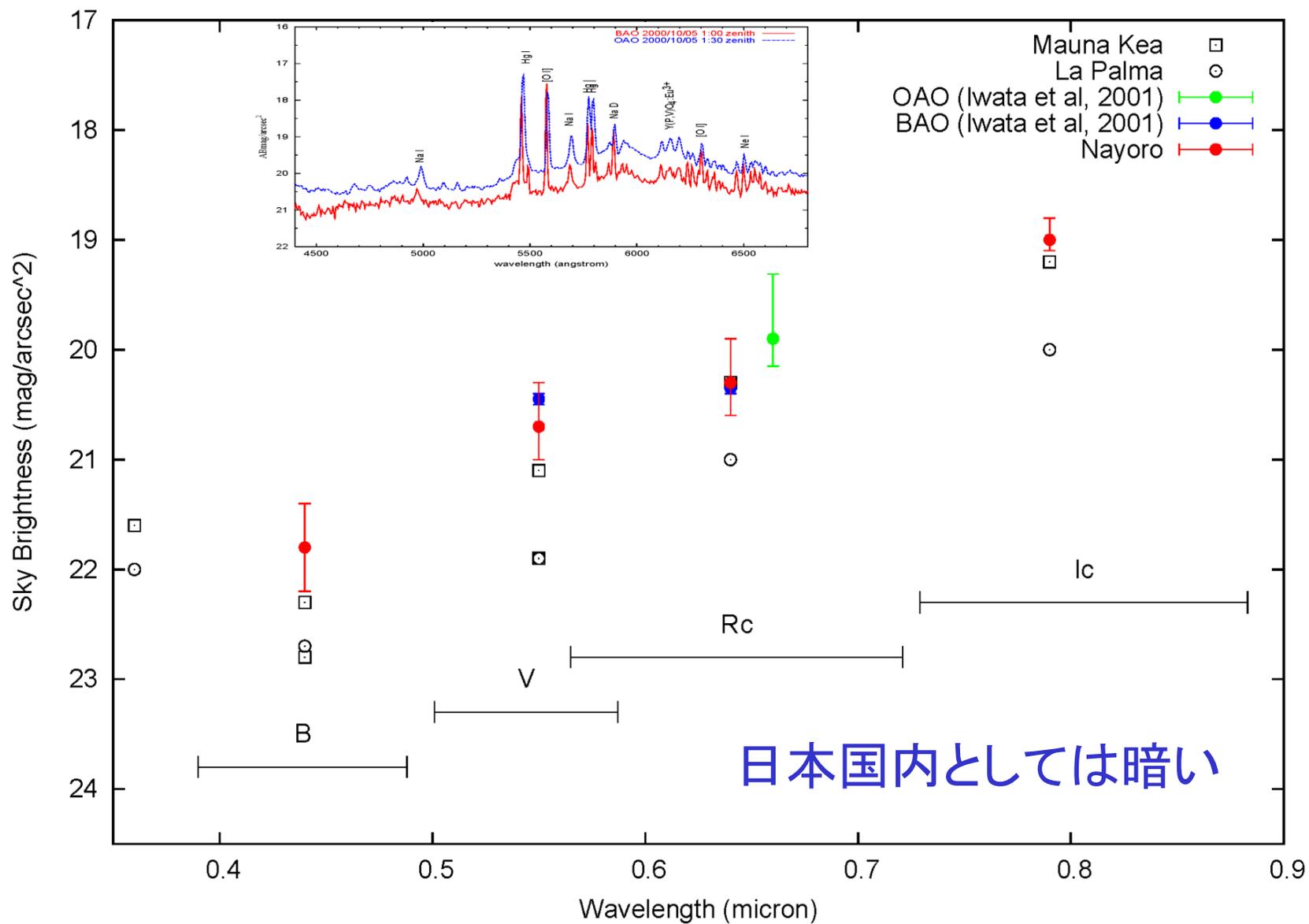
シーイング測定例



シーイング観測結果



夜空輝度



夜間晴天率

シーイング観測期間の気候から見積もり

観測期間	全夜数	観測実施夜数 (快晴, 晴または 薄曇りの夜数)	快晴, 晴または 薄曇りの 時間割合	快晴の 時間割合
2010/1/14-17	4	3	24 %	0 %
2010/2/26-3/3	6	4	14 %	0 %
2010/4/21-4/26	6	4	29 %	0 %
2010/6/9-6/15	7	6	77 %	57 %
上記期間合計	23	17	35 %	13 %

岡山観測所 では 快晴, 晴れまたは薄曇り: 50-60%
快晴夜 : ~20%

1.6m望遠鏡の光学系仕様

全体光学系

形式	リッチークレチアン
焦点	カセグレン × 1, ナスミス × 2
有効口径	Φ1600 mm
合成焦点距離	19238 mm (F/12.6)
有効視野	カセグレンΦ20分角, ナスミスΦ10分角, Φ3分角

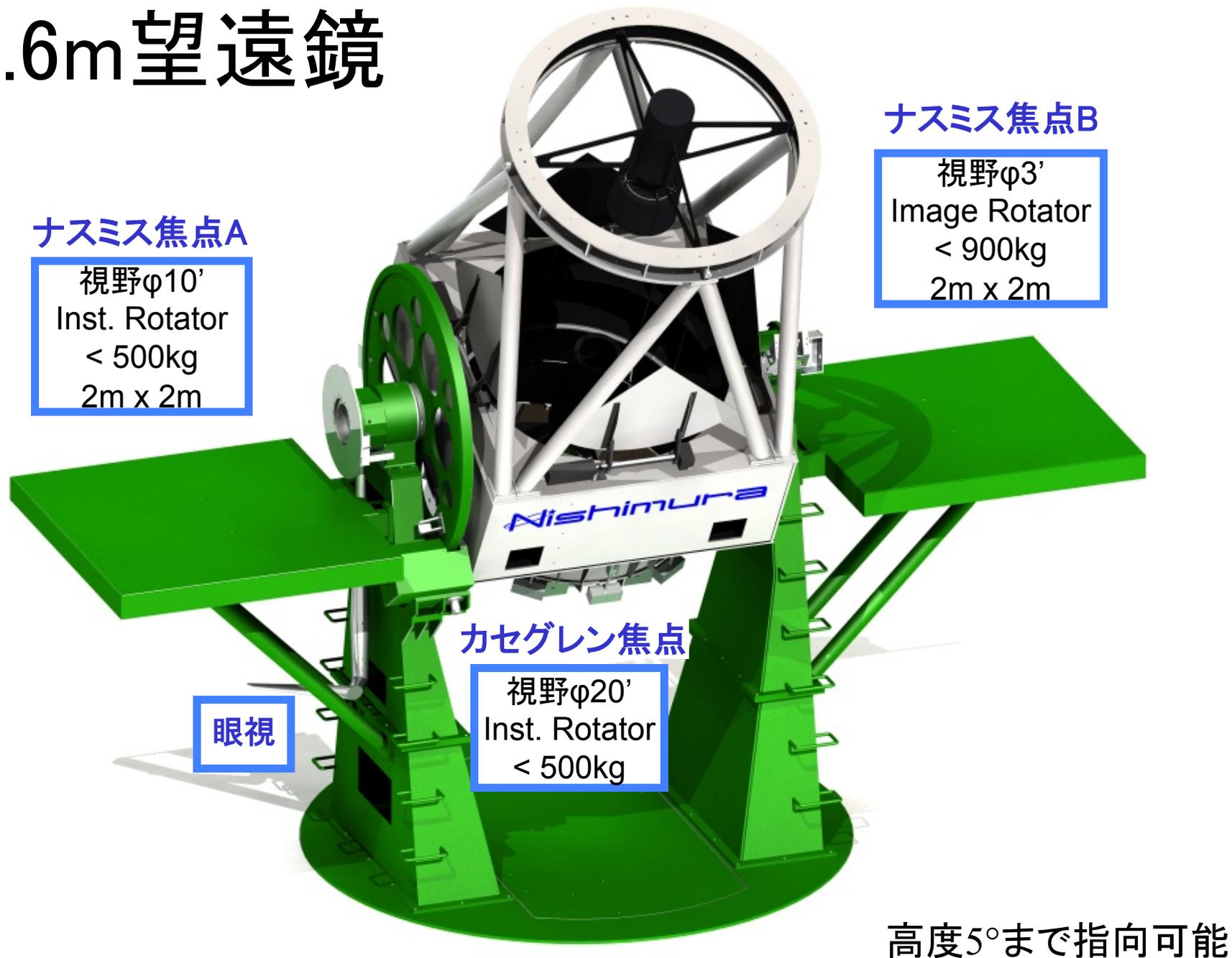
主鏡

材質	無膨張セラミックガラス Astro-sitall
サイズ	直径1620 mm, 厚み220 mm
コーティング	SiO保護膜付きアルミニウム

副鏡

材質	無膨張セラミックガラス Astro-sitall
サイズ	直径305.6 mm, 厚み50 mm
コーティング	SiO保護膜付きアルミニウム

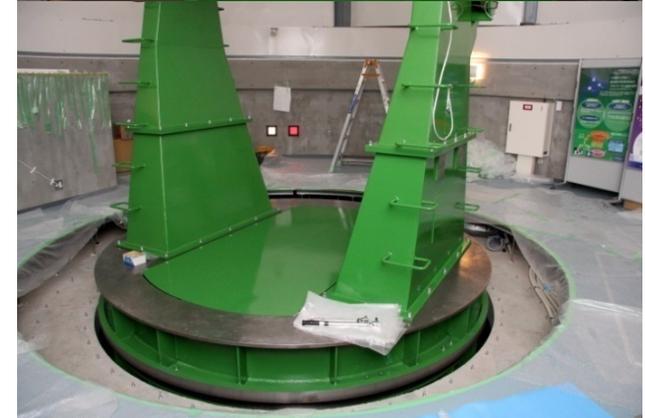
1.6m望遠鏡



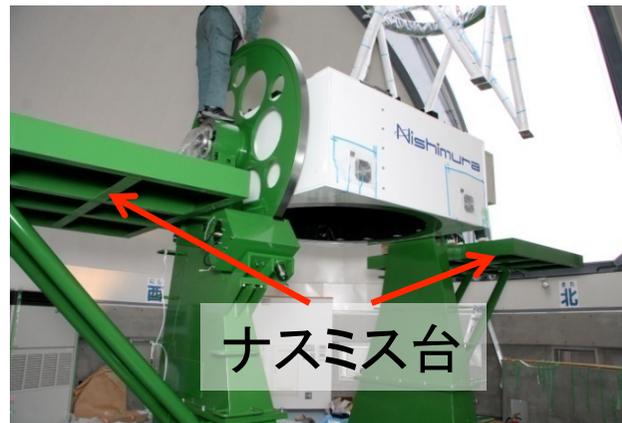
望遠鏡設置作業(1)



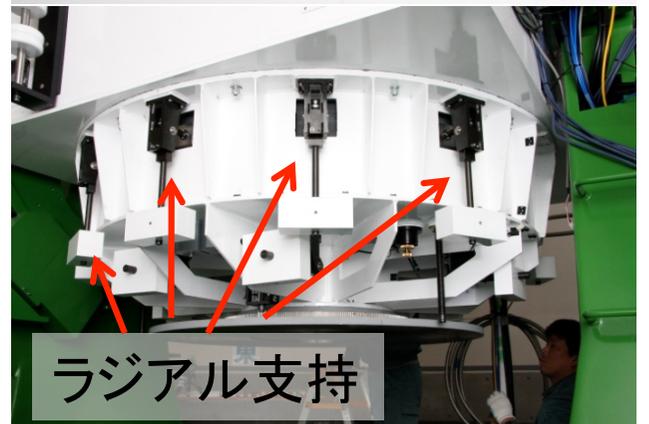
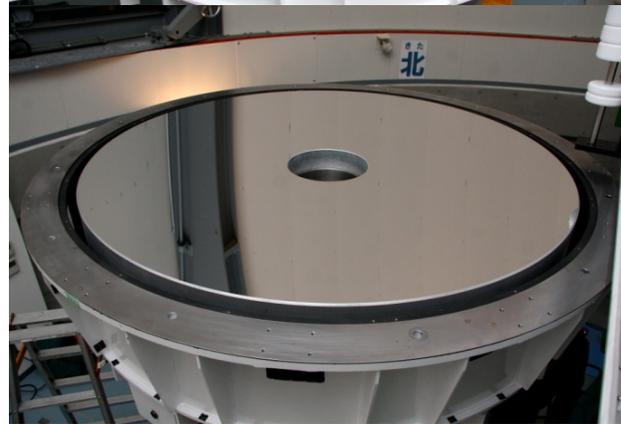
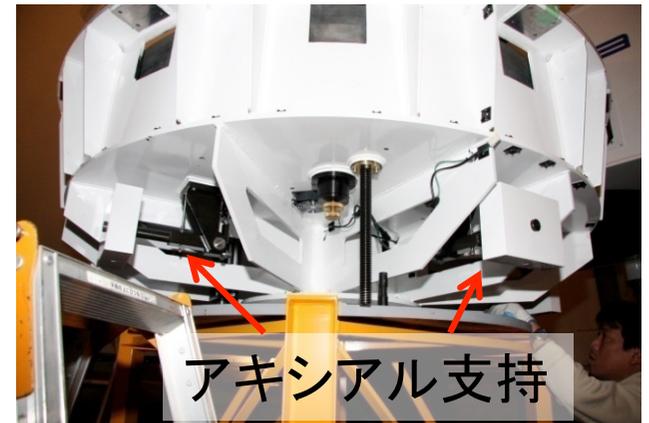
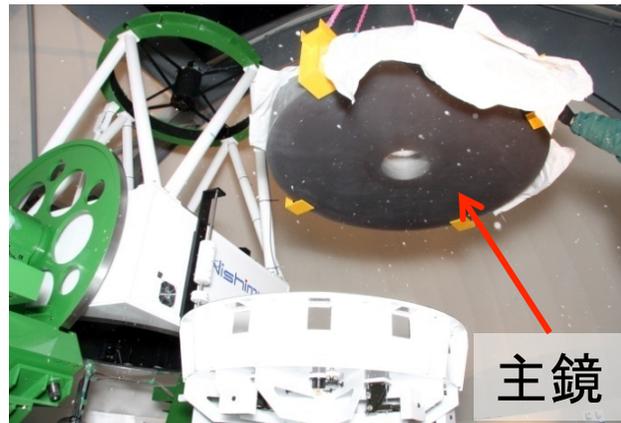
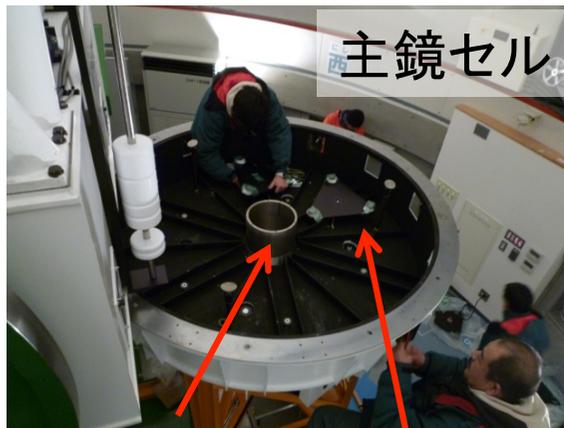
望遠鏡設置作業(2)



望遠鏡設置作業(3)

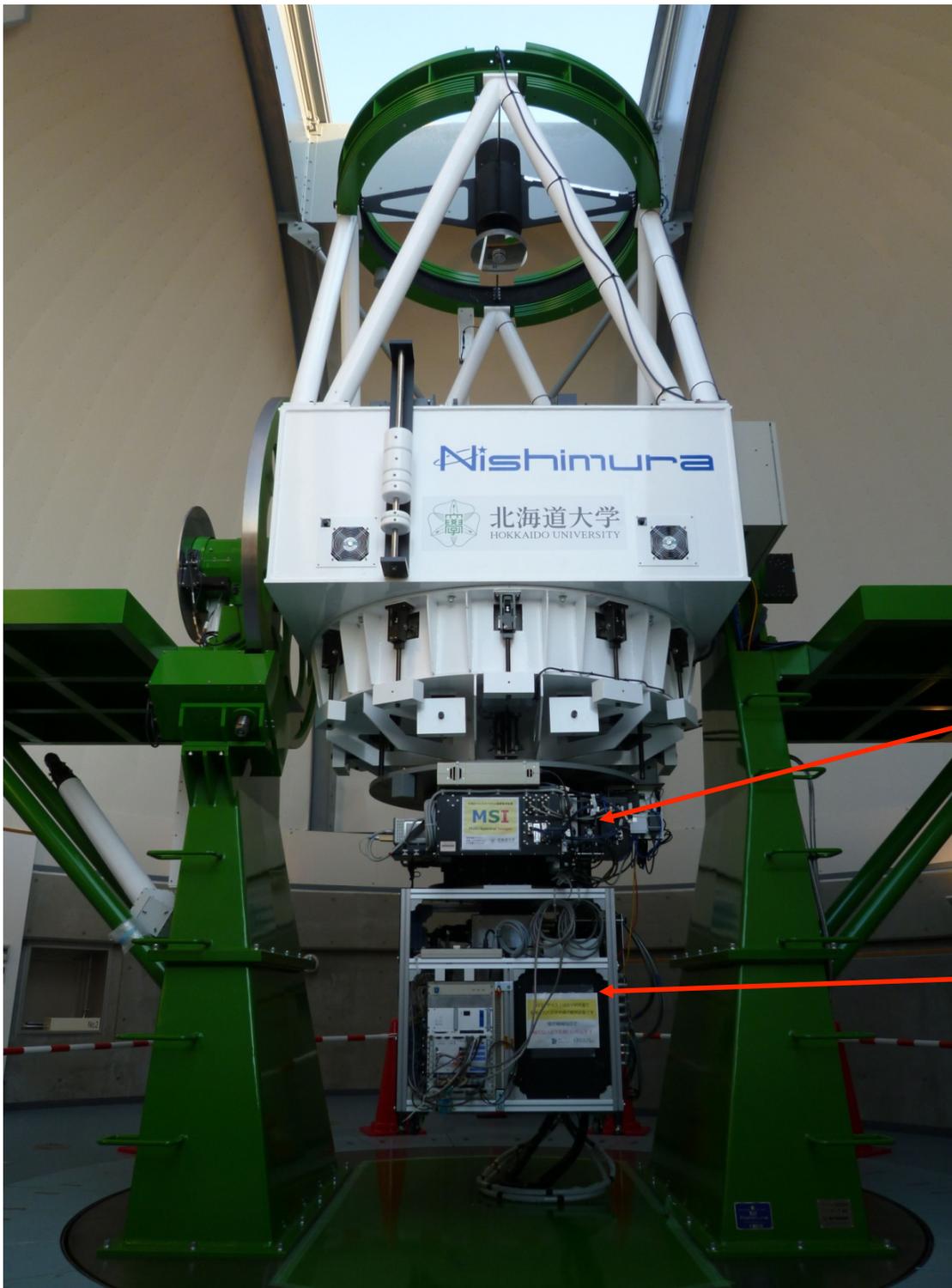


望遠鏡設置作業(4)



2010/12
望遠鏡ファーストライト

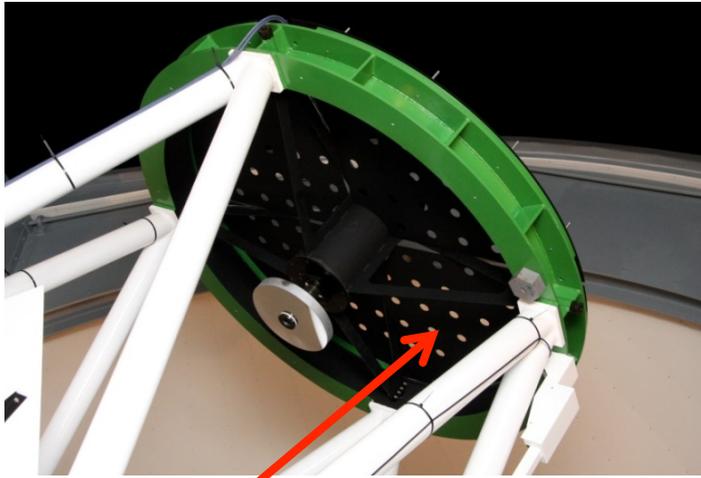
2011/2-3
MSI,NICEファーストライト



可視マルチスペクトル
撮像装置MSI

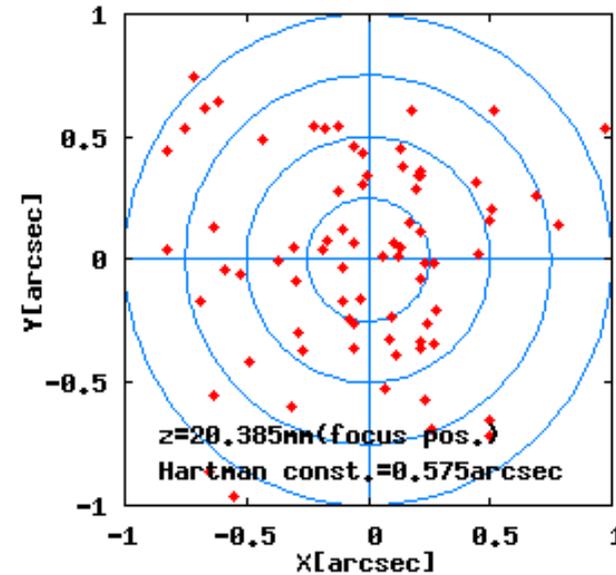
近赤外エシエル分光器
NICE

結像性能(ハルトマンテスト)



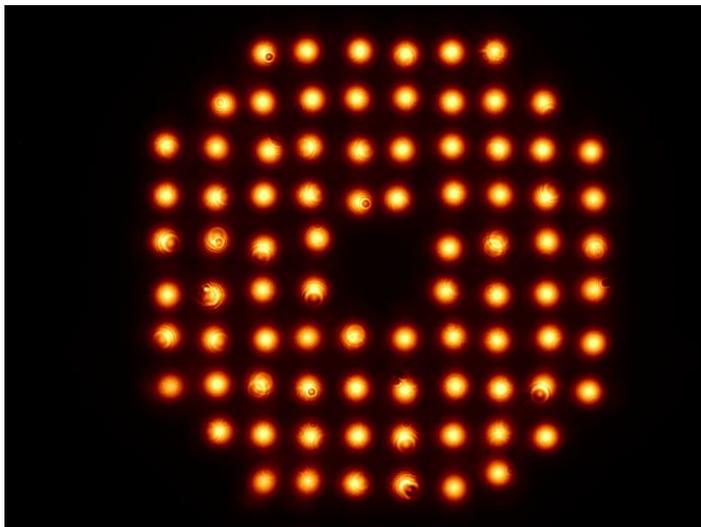
ハルトマン板

スポットダイアグラム



ハルトマン定数が最も小さくなる
向きへ副鏡の傾きを調整

ハルトマン定数 = 0.58秒角
要求仕様(0.3秒角以下)より悪い
(現在, 原因を調査中)



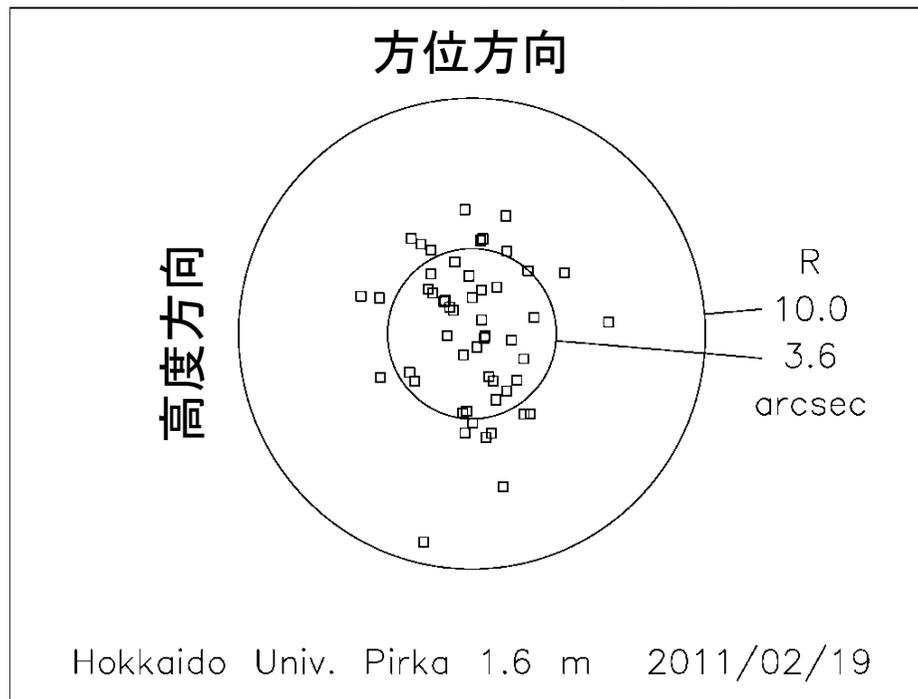
Off-focus像

指向精度(ポインティング解析)

鏡筒のたわみや望遠鏡可動軸のずれなどに起因する
指向位置のずれを補正

全天に渡って星を導入し、各方位・高度における導入
位置ずれの測定から、補正式の係数を求める

補正後の指向精度



指向精度(補正後)

3.61秒角 RMS

仕様では5秒角RMS以下

観測装置

カセグレン焦点

- 可視マルチスペクトル撮像装置 MSI (北大)
0.36–1.05 μm , 視野 3.3x3.3分角 (0.39"/pixel), 512x512pixel EM-CCD
- 近赤外中分散エシェル分光器 NICE (東大)
0.9–2.4 μm , 波長分解能 \sim 2600, 256x256 pixel HgCdTe Array
- オカルティングマスクイメージャー (東北大, 開発中)
DMDを利用した形状可変マスク付きイメージャー, CCD

ナスミス焦点A

- 可視撮像分光器NaCS (北大, 開発中)
0.4–1 μm , 視野 8x4分角 (0.2"/pixel), 波長分解能 \sim 400, 2k x 1k pixel CCD

ナスミス焦点B

- 中間赤外フーリエ分光器 (東北大)
8–12 μm , 分解能 0.5 cm^{-1} , FT/IR-620
- 近赤外高分散エシェル分光器 (東北大, 開発中)
1–4 μm , 波長分解能 \sim 20000–40000

可視マルチスペクトル撮像装置 MSI

波長域: 0.36-1.05 μm

視野: 3.3分角x3.3分角 (0.39秒角/pixel)

フィルター:

- 液晶可変フィルター x 2台

VIS: 400-720nm, $\Delta\lambda\sim 10\text{nm}$ (@650nm)

SNIR: 650-1100nm, $\Delta\lambda\sim 10\text{nm}$ (@900nm)

- 狭帯域フィルター

360, 365, 370, 380, & 390nm, $\Delta\lambda=10\text{nm}$

- 広帯域フィルター (B,V,Rc, Ic)

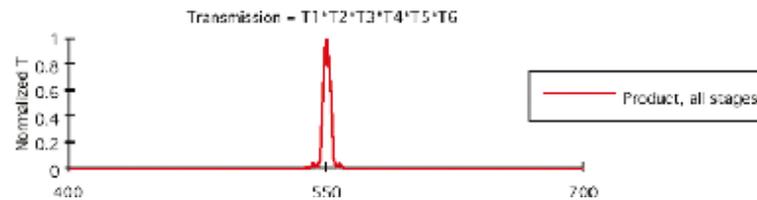
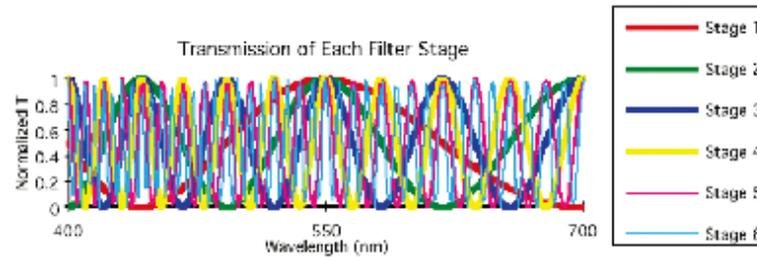
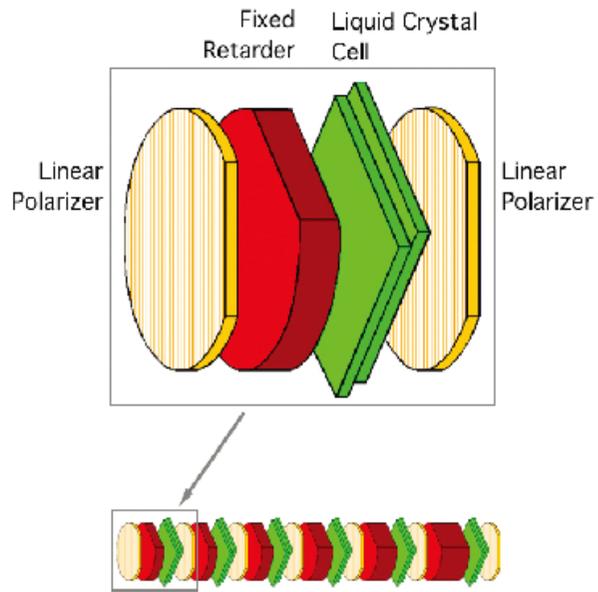
検出素子: 512x512 pixel EM-CCD (浜松ホトニクス)

設置場所: カセグレン焦点

限界等級: B~19.8, V~19.8, R~19.6, I~18.6
(60s積分, S/N=10)

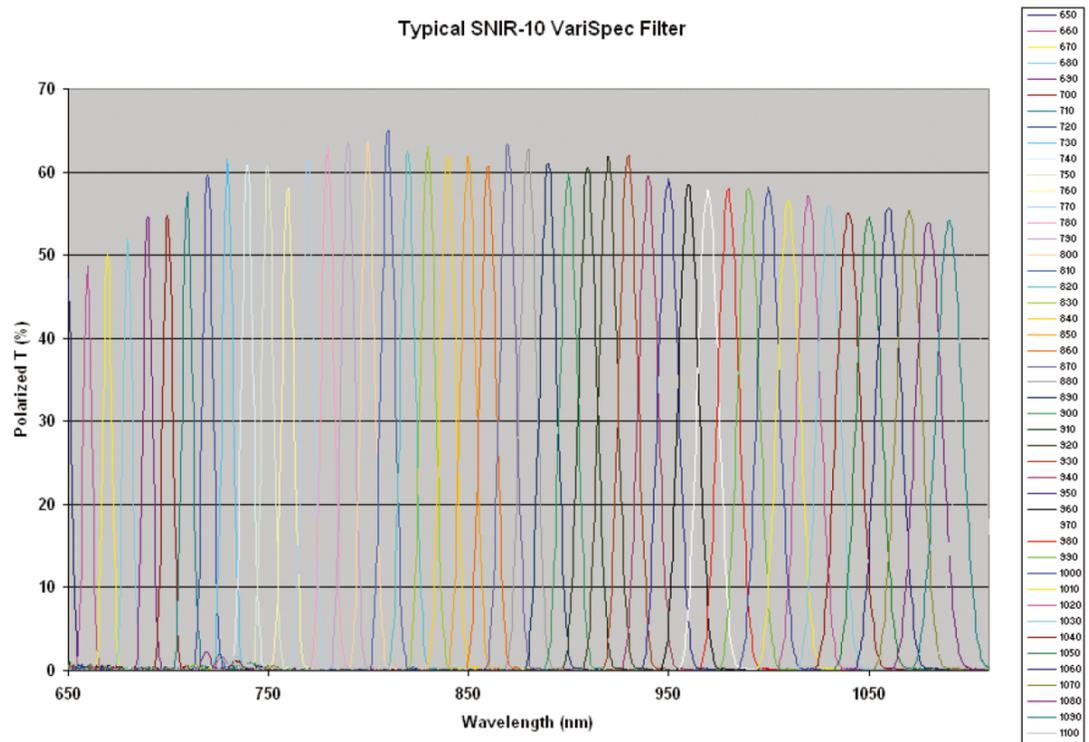
多波長の狭帯域スペクトルイメージを効率よく取得する

液晶可変フィルター

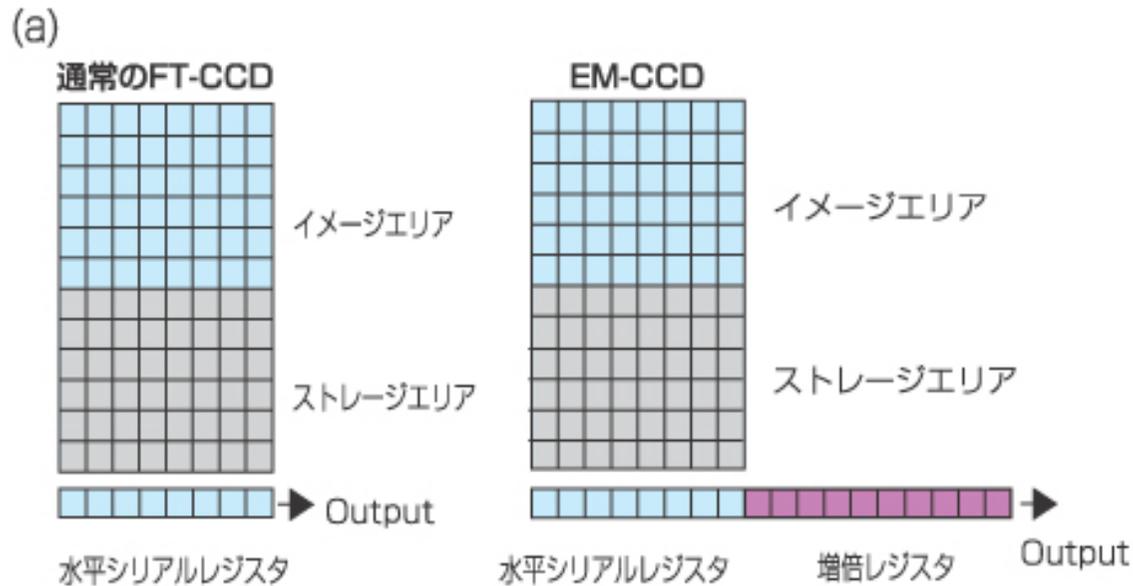


Typical SNIR-10 VariSpec Filter

Lyotフィルター



EM-CCD

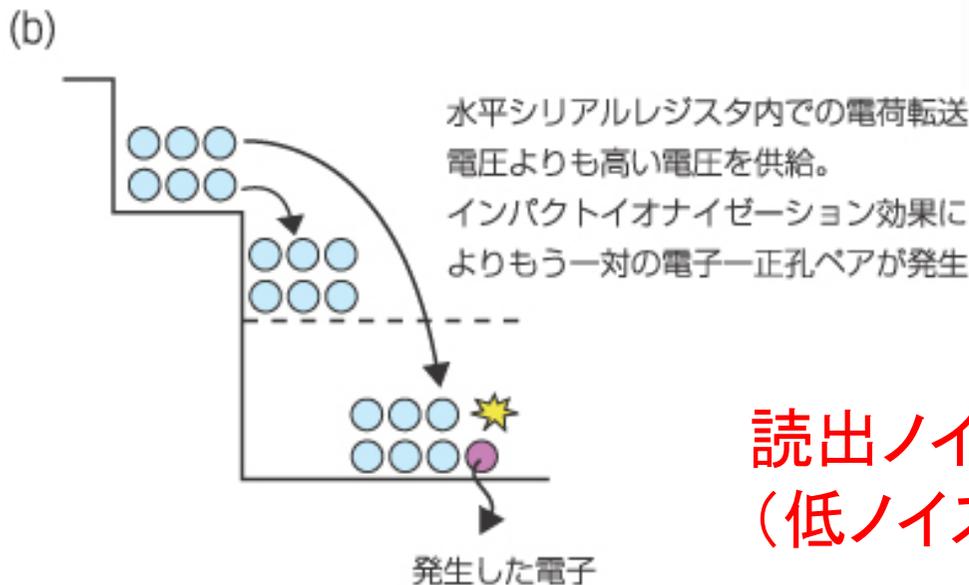


読出速度 大 → 読出ノイズ大

EMCCDでは
信号電荷を電荷-電圧変換の
前に増倍レジスタ内で増幅

$$S/N = \frac{QPM}{\sqrt{\{\sigma_r^2 + F^2 M^2 (DT + QP)\}}}$$

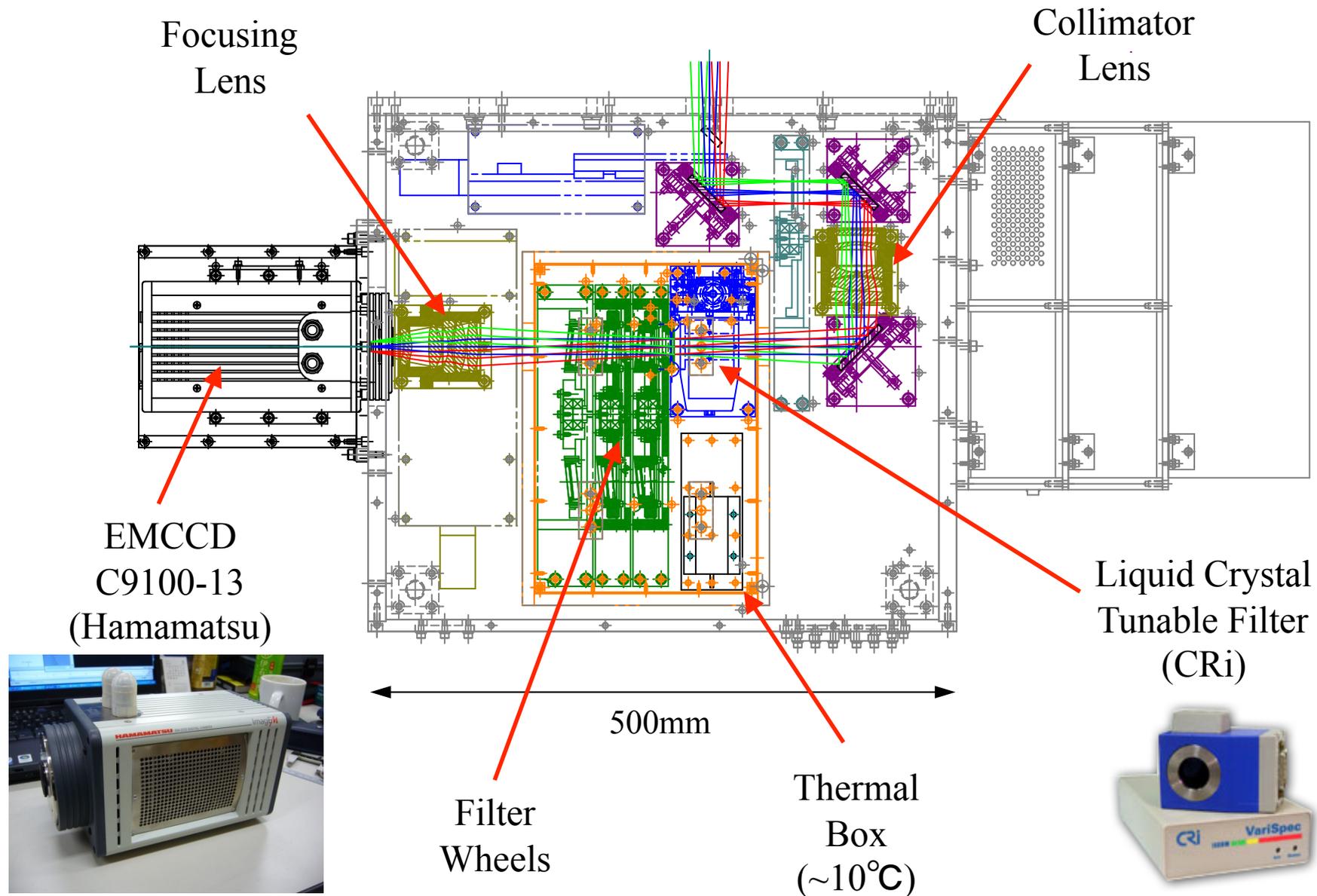
$$= \frac{QP}{\sqrt{\{\sigma_r^2 / M^2 + F^2 (DT + QP)\}}}$$



QP: 信号電荷
DT: 暗電流
 σ_r : 読出ノイズ
M: 電荷増倍率 (EMゲイン)

読出ノイズを実効的に下げることが可能
(低ノイズで高速読み出し可能となる)

MSI 光学系・機械系レイアウト



MSI 組立・調整・設置



レンズセル



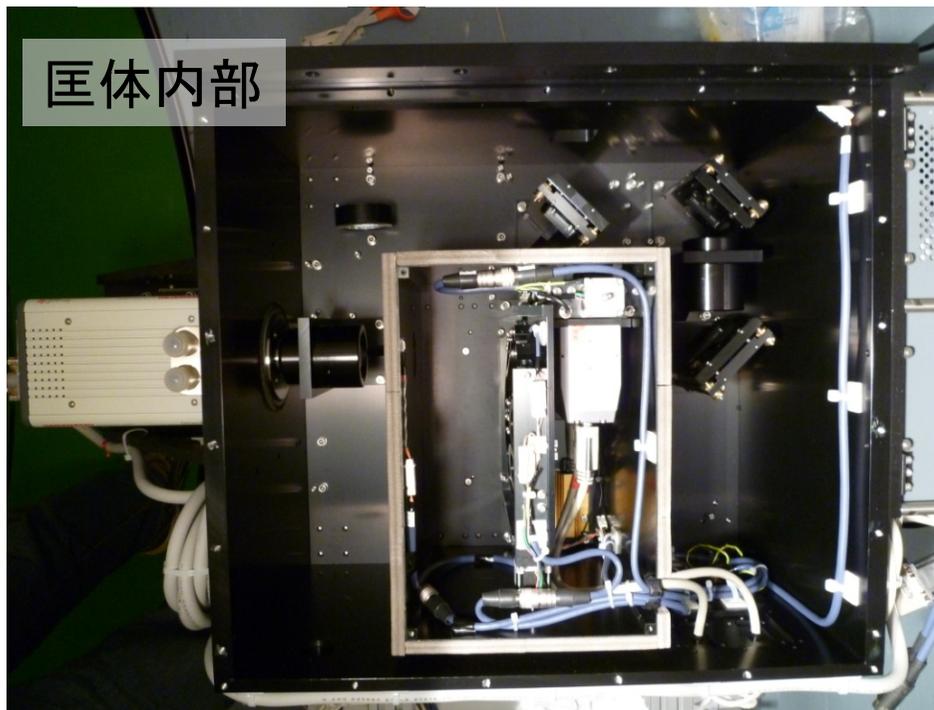
ミラーマウント



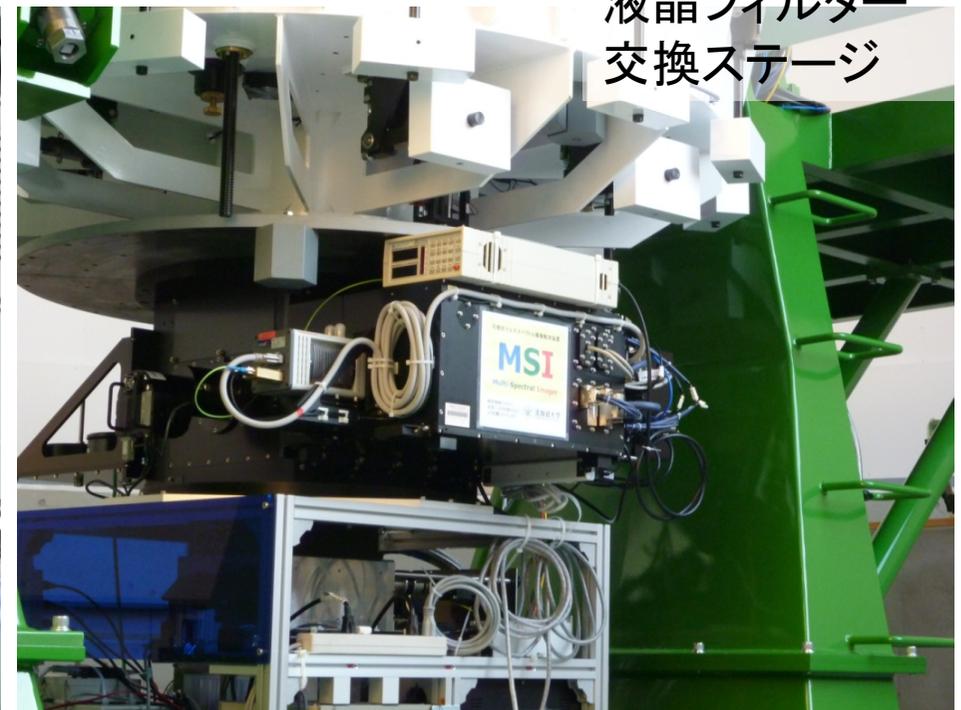
フィルターホイール



液晶フィルター
交換ステージ



筐体内部

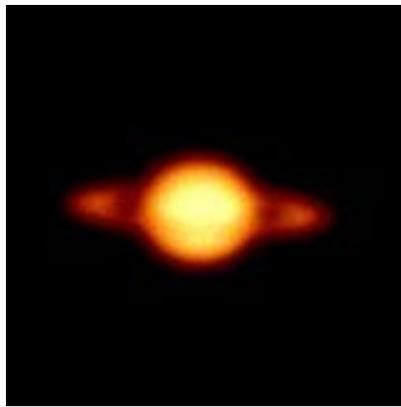


液晶フィルター
交換ステージ

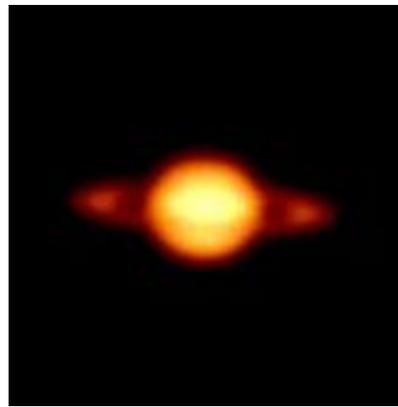
MSI ファーストライト観測

土星のマルチスペクトル撮像例

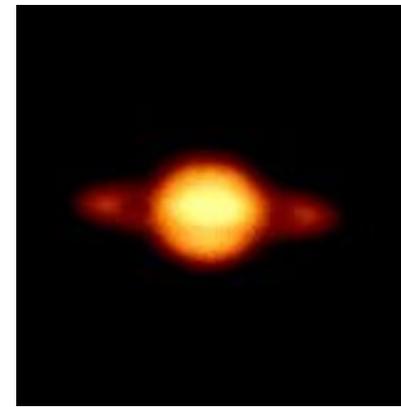
62秒角



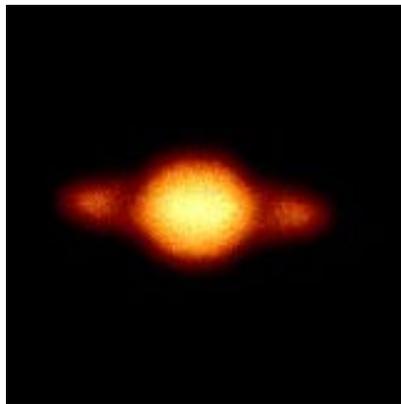
550 nm



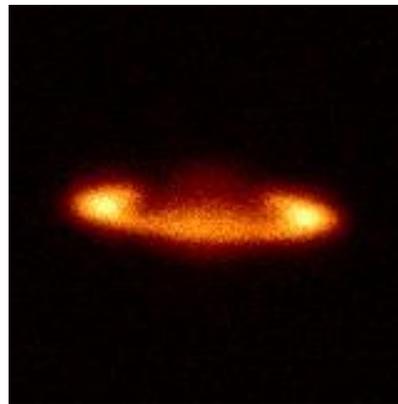
650 nm



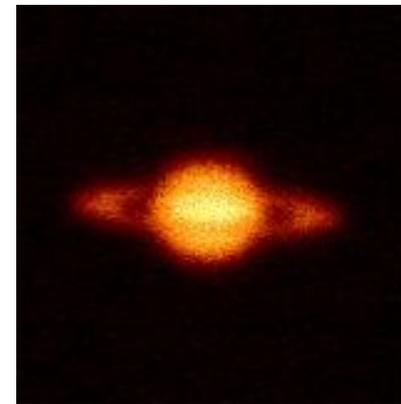
750 nm



850 nm



885 nm



950 nm

近赤外中分散エシエル分光器NICE

東大田中研にて開発 (Yamamuro et al. 2007)

波長域: $0.9\text{--}2.4\ \mu\text{m}$

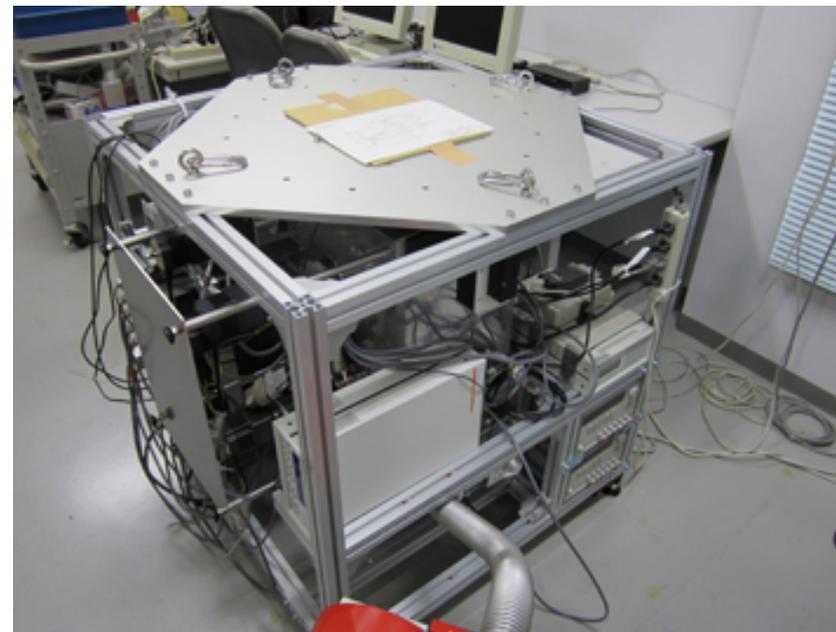
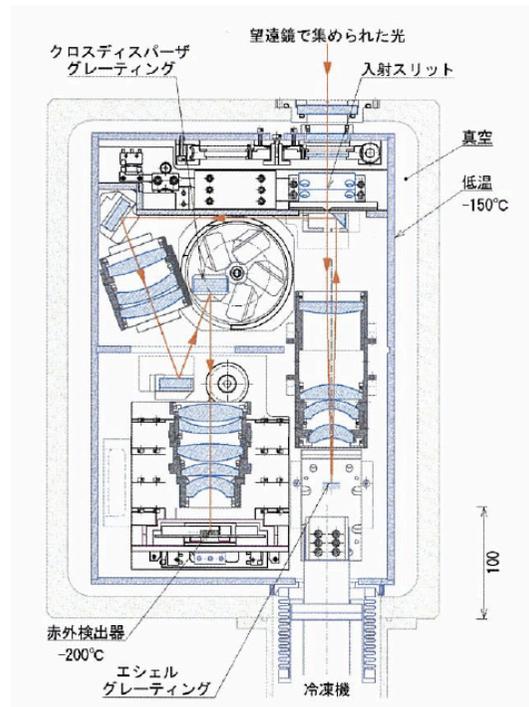
波長分解能: $R \sim 2600$

検出素子: 256×256 pixel HgTeCd Array (NICMOS3)

設置場所: カセグレン焦点に設置 (MSIと同時搭載)

限界等級: ~ 11.0 ($@1\ \mu\text{m}$), ~ 10.3 ($@2\ \mu\text{m}$)

(1200秒積分, $S/N=10$, 2秒角スリット)



可視撮像分光装置 NaCS

波長域： 0.4–1.0 μm ,

視野： 8分角 x 4分角 (0.2秒角/pixel)

波長分解能： $R \sim 400$

検出素子： 2048x1024 pixel CCD (浜松ホトニクス)

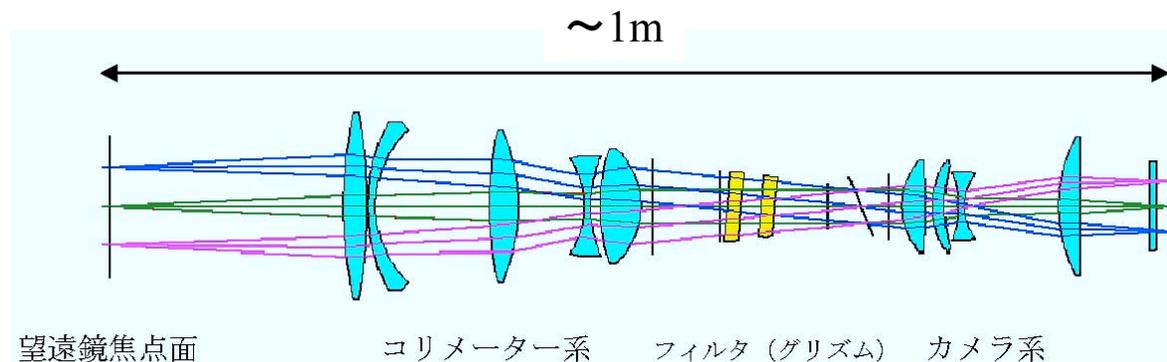
設置場所： ナスミスA焦点

北大宇宙物理研究室にて開発

(神戸大 & 東大と共同開発)

2011年5月に仮のCCDを用いて

撮像モードのファーストライト



現状

2011年4月後半から本格運用開始

- 土星・木星のスペクトルイメージング観測
- 「大学間連携による光・赤外線天文学研究教育拠点ネットワーク構築」事業
 - 国立7大学と国立天文台との連携
 - 突発天体(ガンマ線バースト, 超新星など)のフォローアップ
 - 変光天体の連続モニター
- Wolf-Rayet, Yellow-Hypergiant の赤外分光観測(東大)
 - 大質量星の形成・進化の理解