

北海道大学における 補償光学関連開発の取り組み

北海道大学 渡辺誠

概要

- 北大1.6m望遠鏡と観測装置
- 望遠鏡サイトのシーイング調査
- Lucky Imaging 試験
- まとめと今後の展望

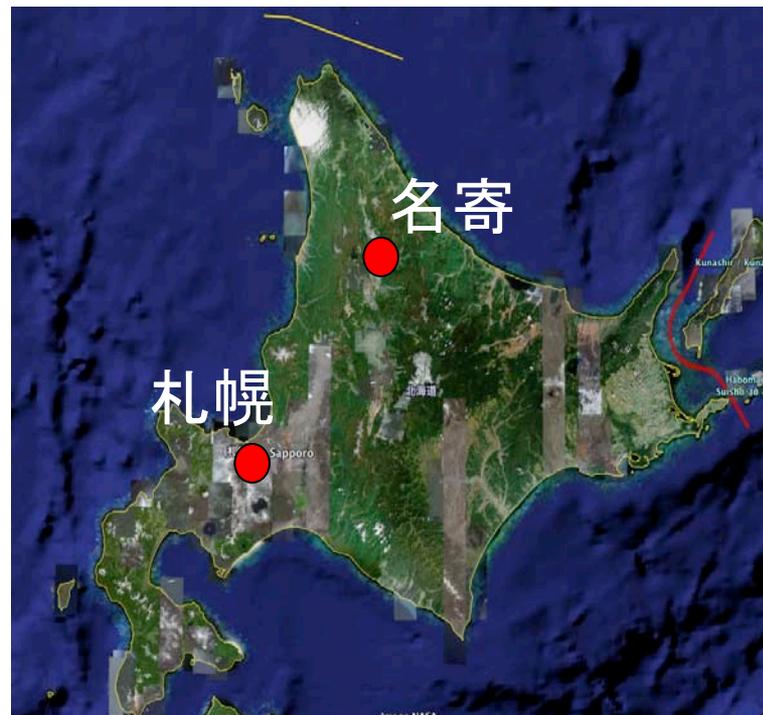
望遠鏡設置サイト

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

梅雨がないのがメリット



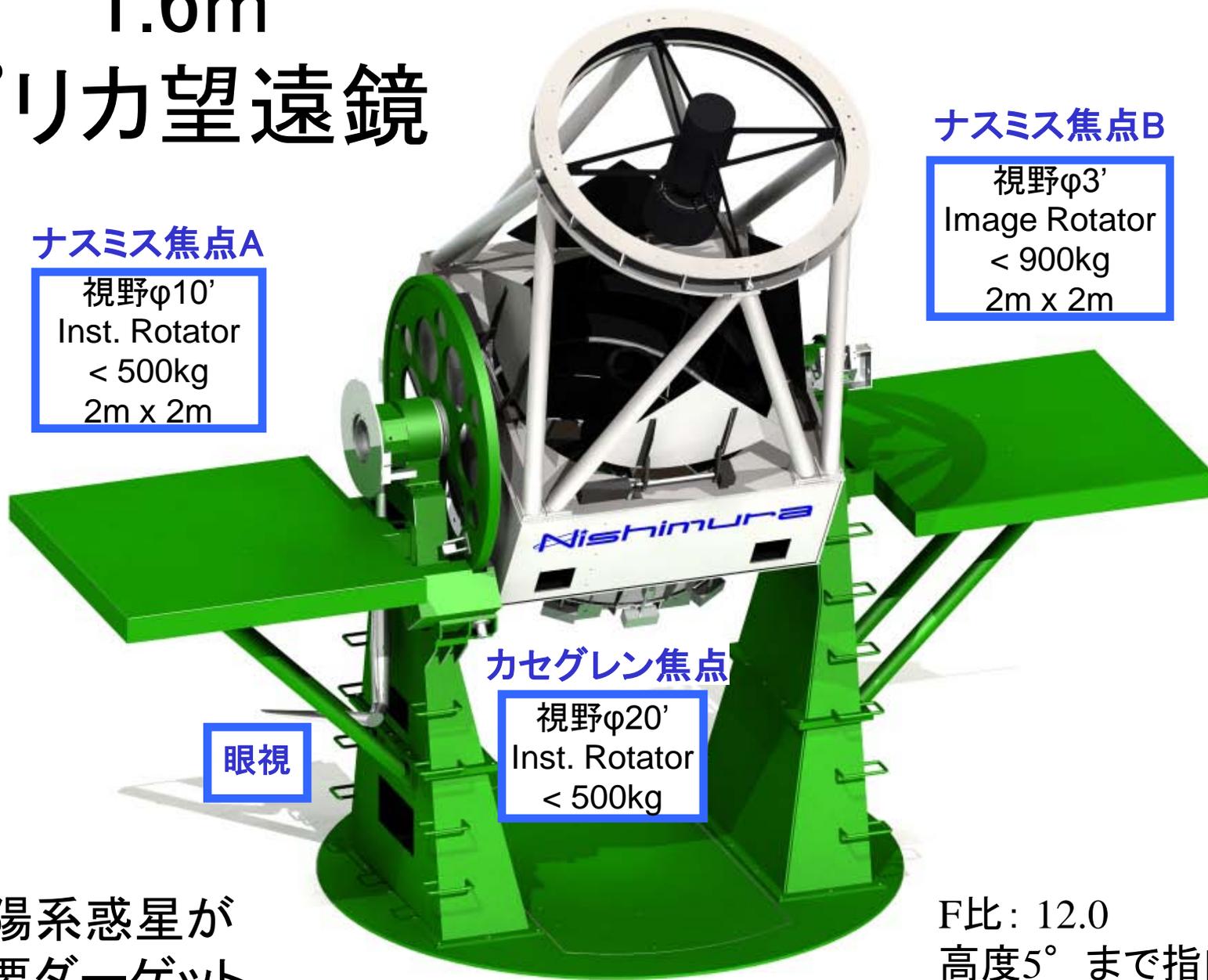
1.6m ピリカ望遠鏡

ナスミス焦点A

視野 ϕ 10'
Inst. Rotator
< 500kg
2m x 2m

ナスミス焦点B

視野 ϕ 3'
Image Rotator
< 900kg
2m x 2m



カセグレン焦点

視野 ϕ 20'
Inst. Rotator
< 500kg

眼視

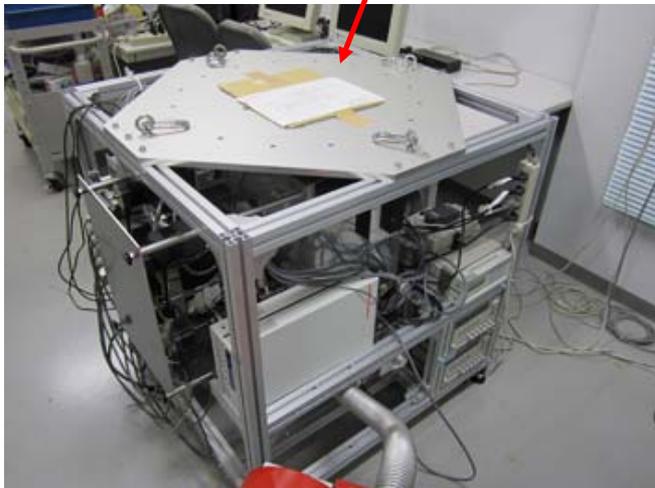
太陽系惑星が
主要ターゲット

F比: 12.0
高度 5° まで指向可能

1.6m望遠鏡の観測装置



可視撮像分光装置NaCS



近赤外エシェル分光器NICE 可視マルチスペクトル撮像装置MSI

可視マルチスペクトル撮像装置 MSI

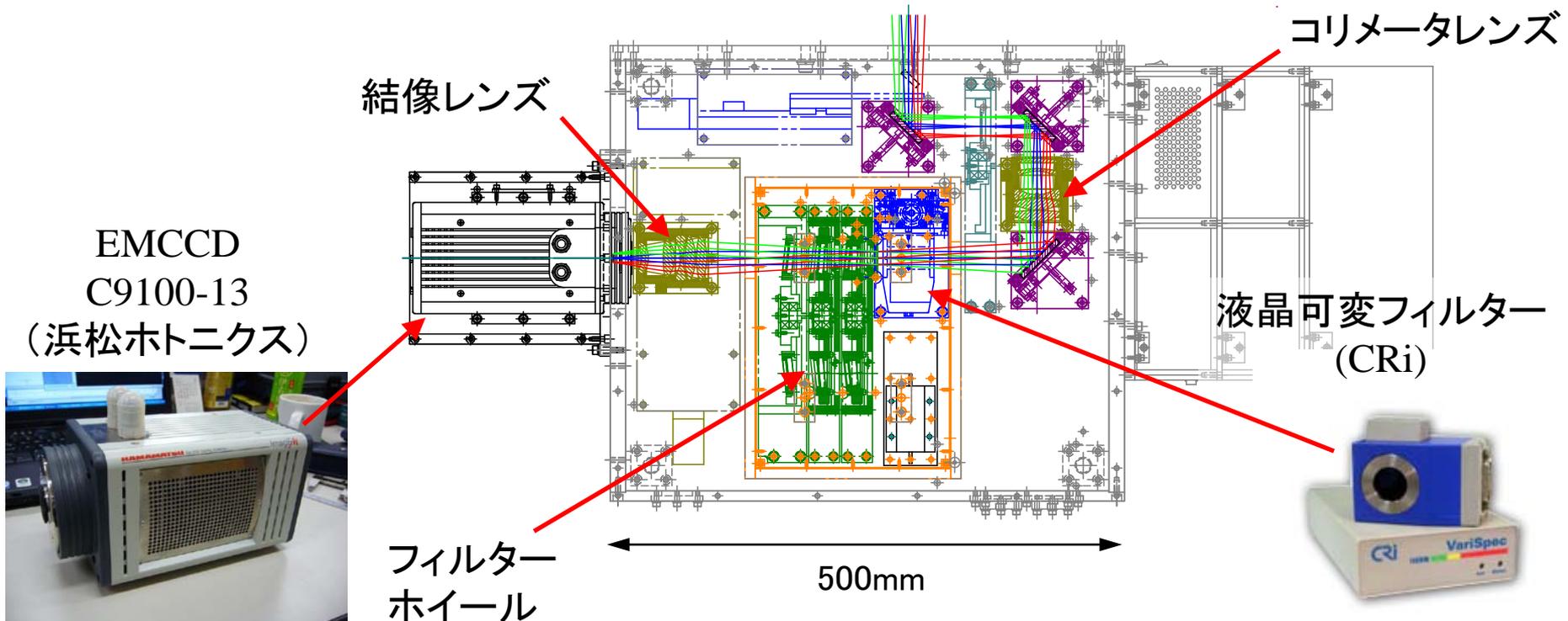
波長域: $0.36\text{--}1.05\ \mu\text{m}$, 視野: 3.3×3.3 分角 (0.39秒角/pixel)

フィルター: **液晶可変フィルター** x 2台 & 広帯域フィルター(U, B, V, Rc, Ic)
(VIS: $400\text{--}720\text{nm}$ / SNIR: $650\text{--}1100\text{nm}$, $\Delta\lambda \sim 10\text{nm}$)

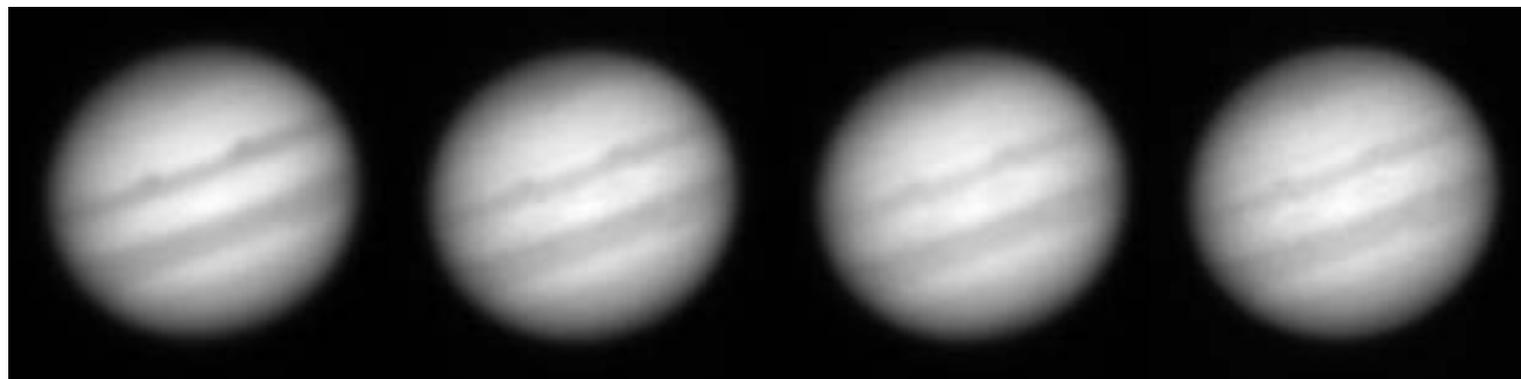
検出素子: 512×512 pixel **電子増倍型CCD**カメラ (浜松ホトニクス)

設置場所: カセグレン焦点 (NICEと同時搭載)

限界等級: B=19.8, V=19.8, Rc=19.6, Ic=18.6 (60秒積分, S/N=10)



木星マルチスペクトルイメージ

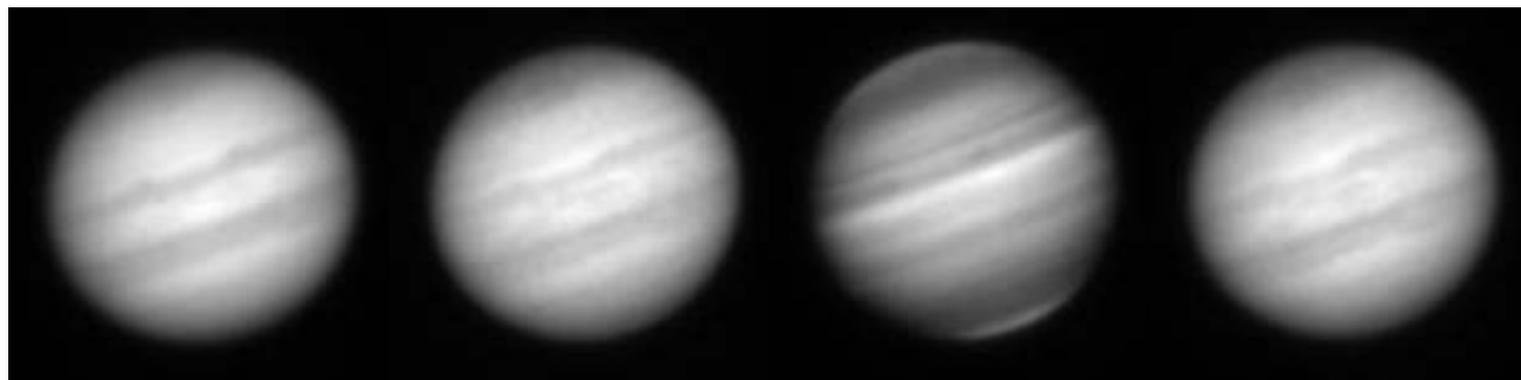


552 nm
(NH₃)

619 nm
(CH₄)

645 nm
(NH₃)

678 nm
(continuum)



727 nm
(CH₄)

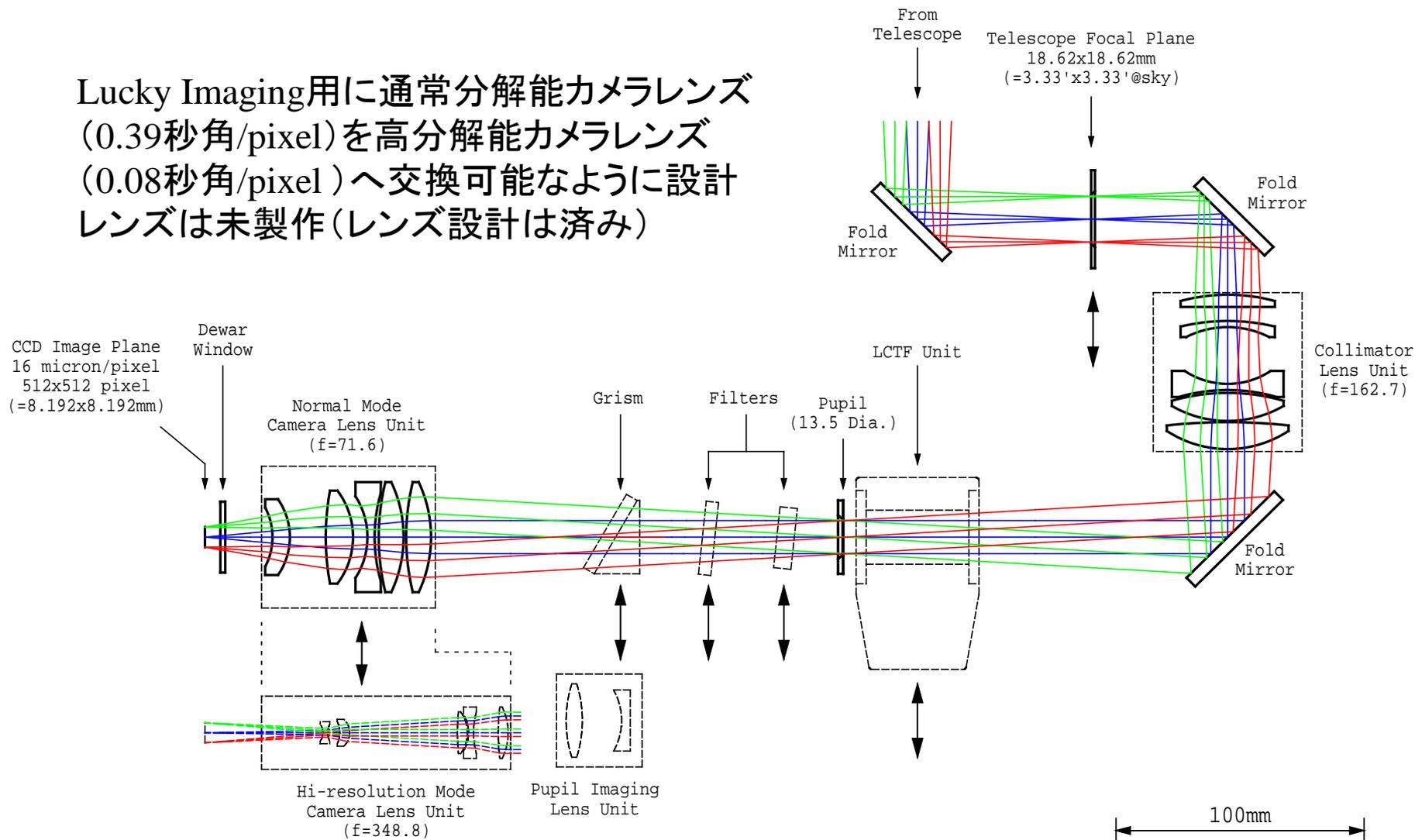
790 nm
(NH₃)

889 nm
(CH₄)

930 nm
(NH₃)

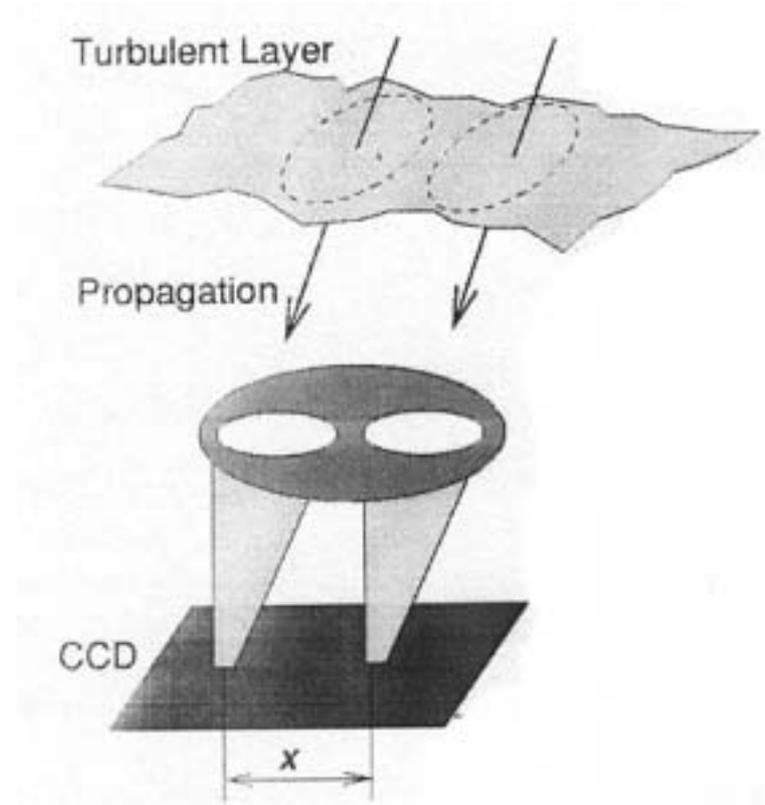
MSI 光学系レイアウト

Lucky Imaging用に通常分解能カメラレンズ
(0.39秒角/pixel)を高分解能カメラレンズ
(0.08秒角/pixel)へ交換可能なように設計
レンズは未製作(レンズ設計は済み)



シーイング測定

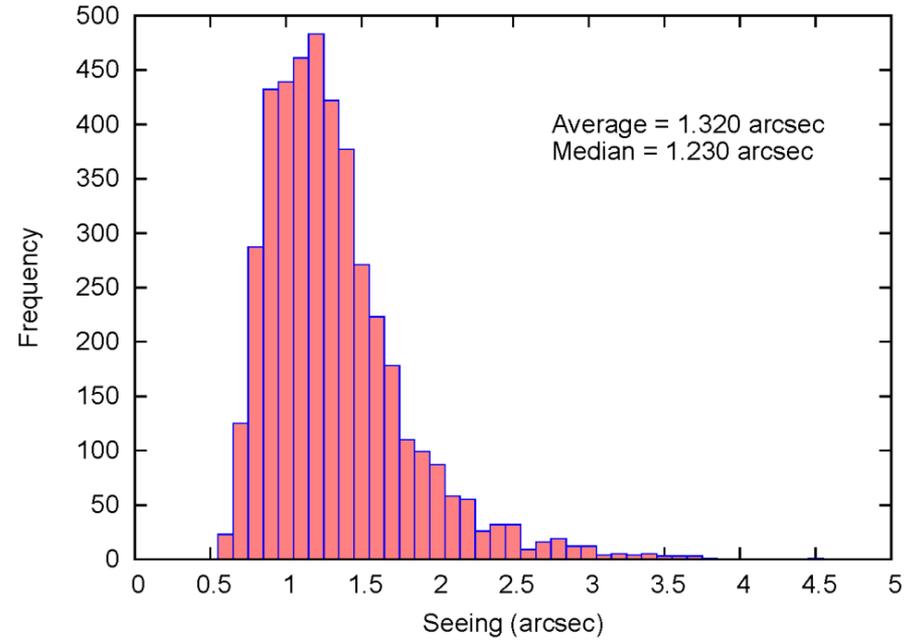
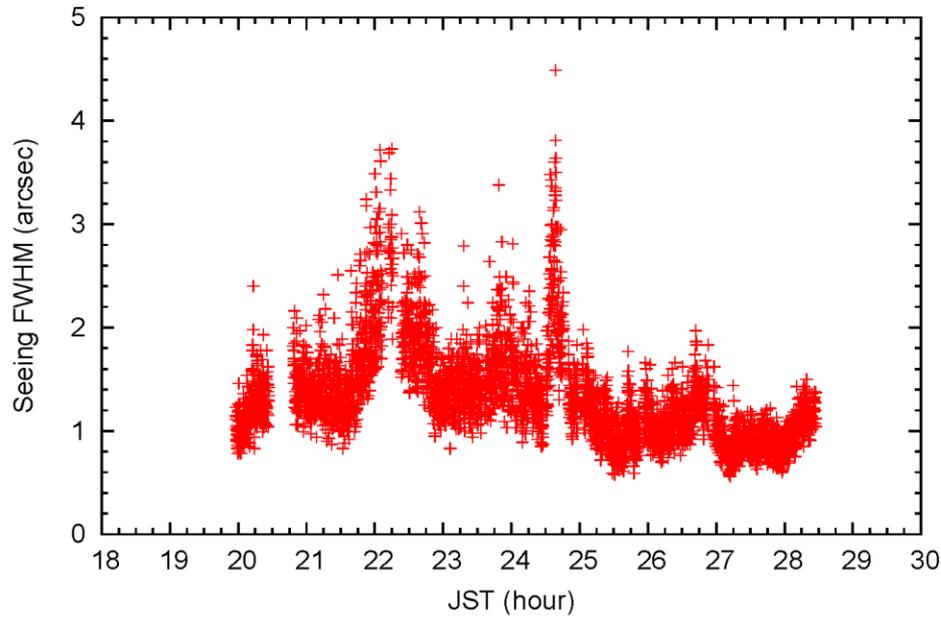
DIMM (Differential Image Motion Monitor) により測定
(広島大より借用)



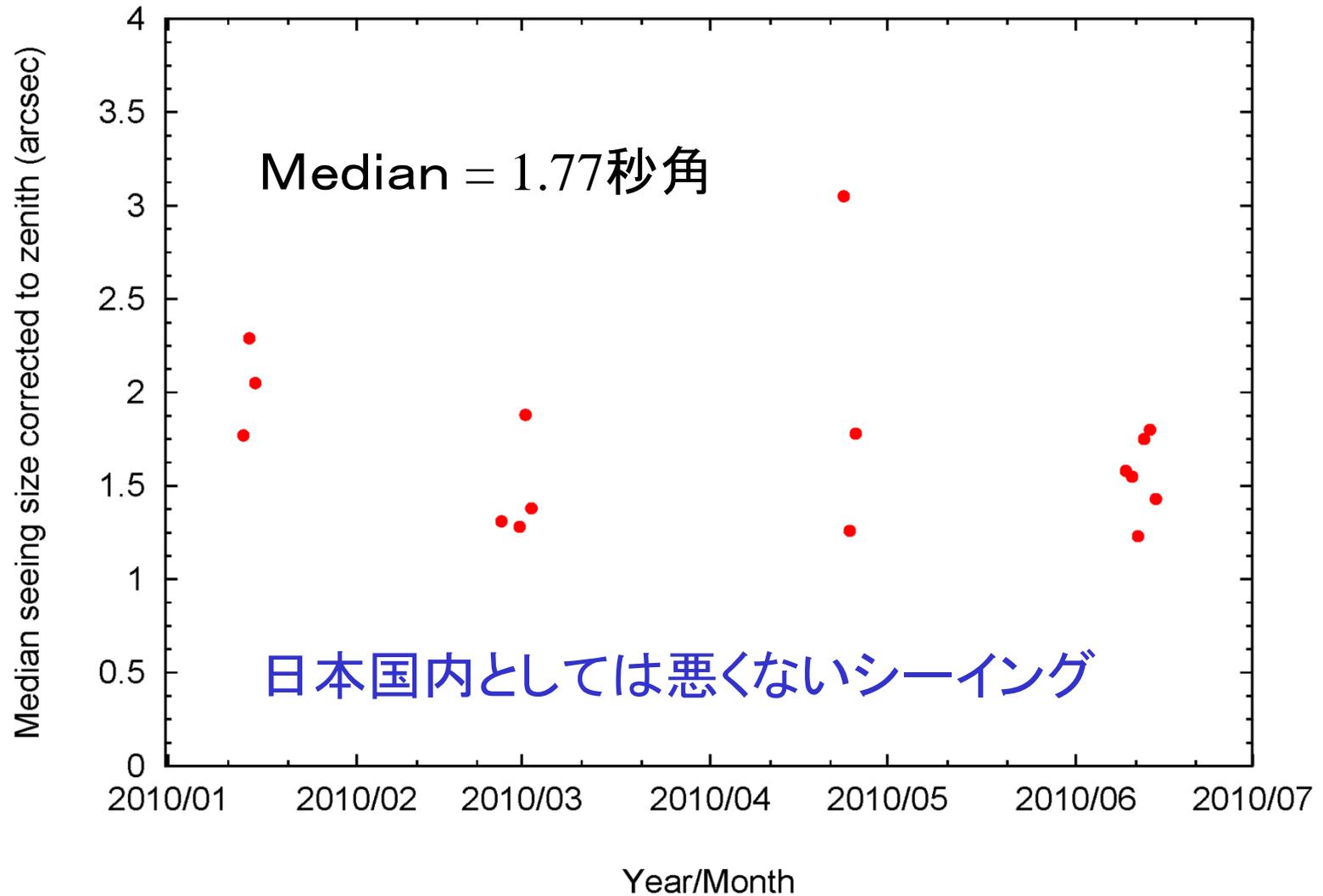
2つのスポットの相対位置の揺らぎを測定
→ シーイングFWHM値に換算

シーイング測定例

Nayoro Seeing Measurement with DIMM (2010/06/12)



名寄のシーイング測定結果



Lucky Imaging

多数の短い露出のフレームから、良像のフレームだけを選択して合成することにより、解像度の向上を図る手法
比較的簡便な装置で実現できるのが利点
AOとの組み合わせでさらに性能向上

装置の例

- LuckyCam for 2.5m NOT (Baldwin et al. 2001,2008)
- FastCam for TSC/NOT/WHT (Oscoz et al. 2008)
- AstraLux for Calar Alto (Hormuth et al. 2008)
- For Subaru w/ AO188 (Garrel 2012)

MSIによるLucky Imaging試験観測

観測天体：散開星団 NGC884

観測日時：2011/10/30

Airmass: 1.03-1.09

シーイング：1.8-2.7秒角(平均的には2秒角)

観測波長：V, Rc, Ic バンド

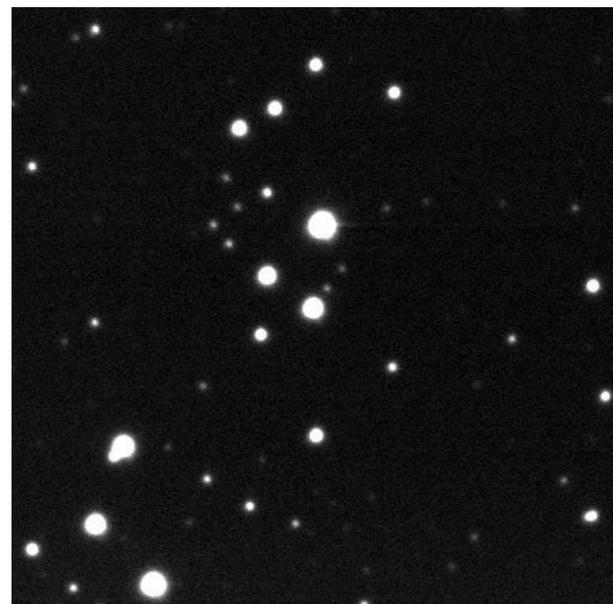
EMゲイン：40

露出時間、取得フレーム数：

0.031秒露出を1000フレーム連続取得
(フレームレート=約32Hz)を1セットとし、
各バンド10セット

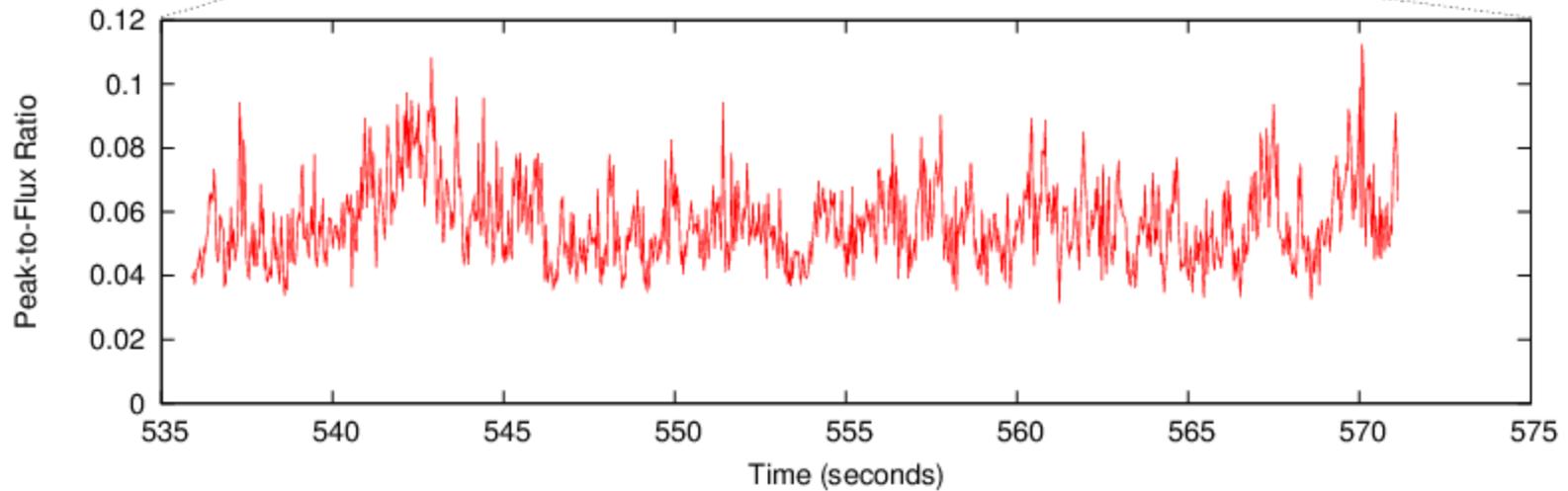
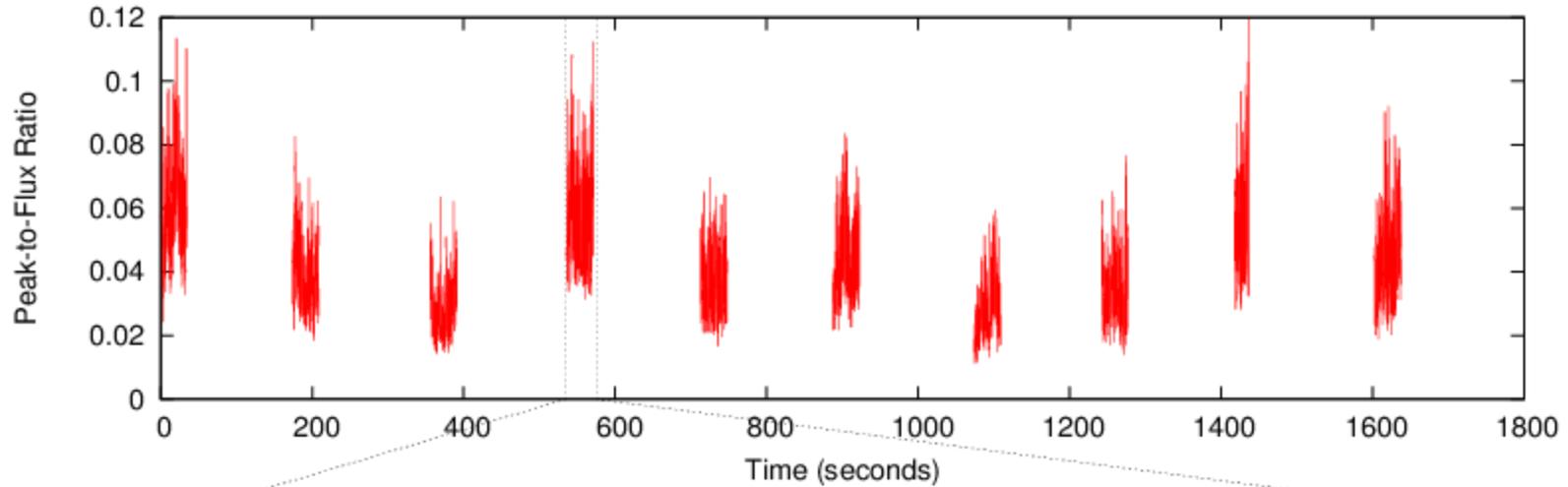
使用フレーム数(雲の通過した期間を除外)：

Vバンド：9326、Rバンド：10000、Iバンド：6304

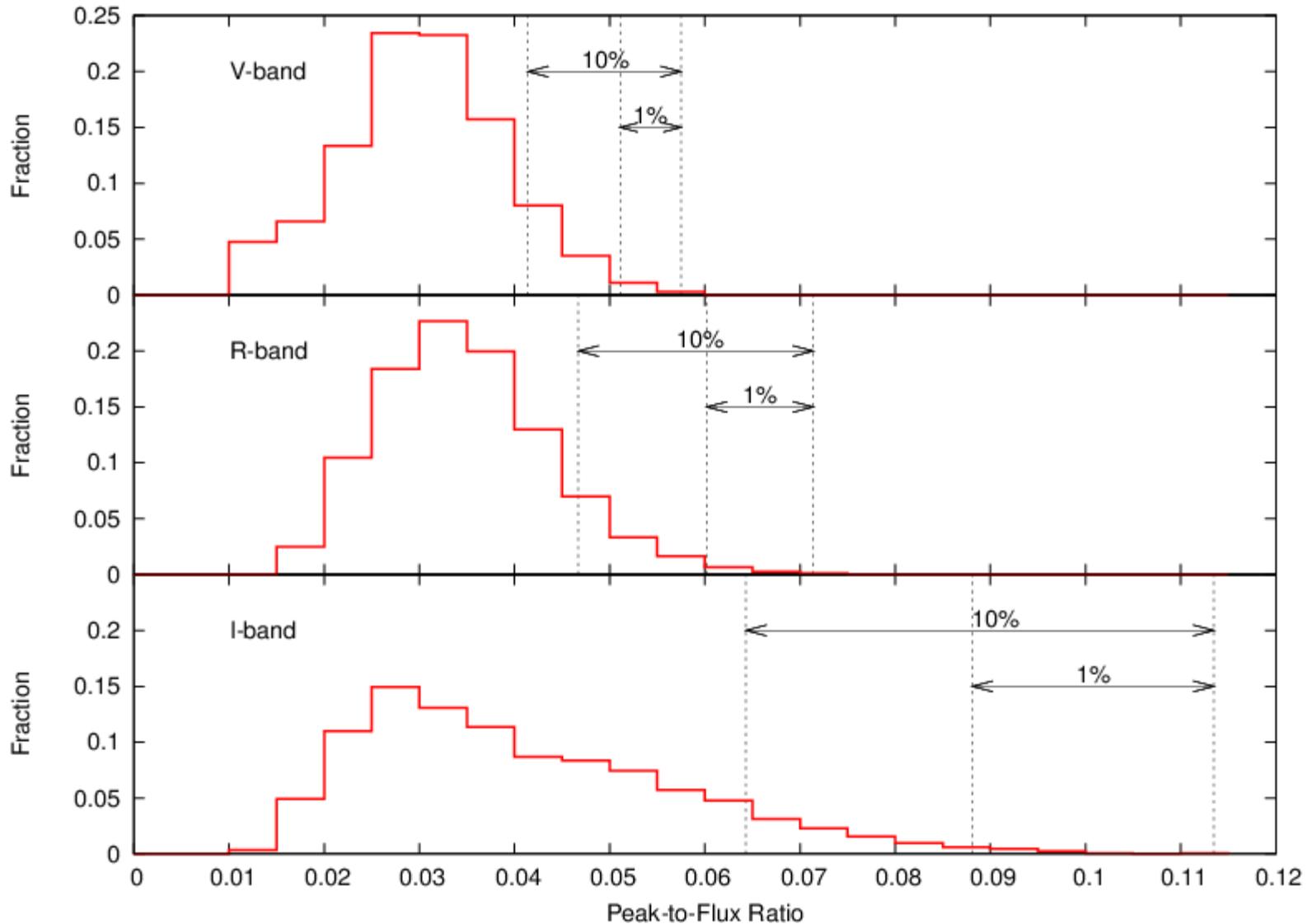


視野中心の恒星(BD+56 571, V=9.36)のPeak-to-Flux Ratioをフレーム選択の評価値としてフレーム選択後、Shift-and-Add (SAA)を行った。

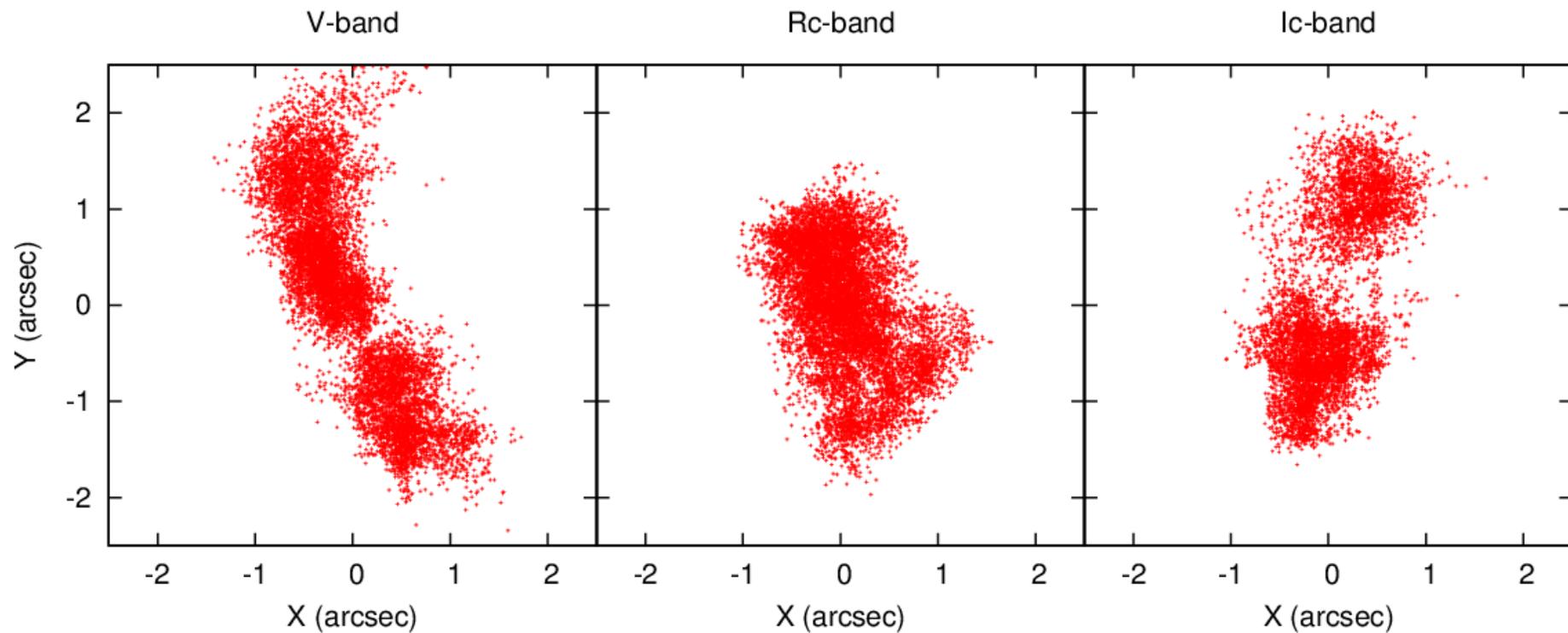
Peak-to-Flux Ratio 時間変化



Peak-to-Flux Ratio ヒストグラム

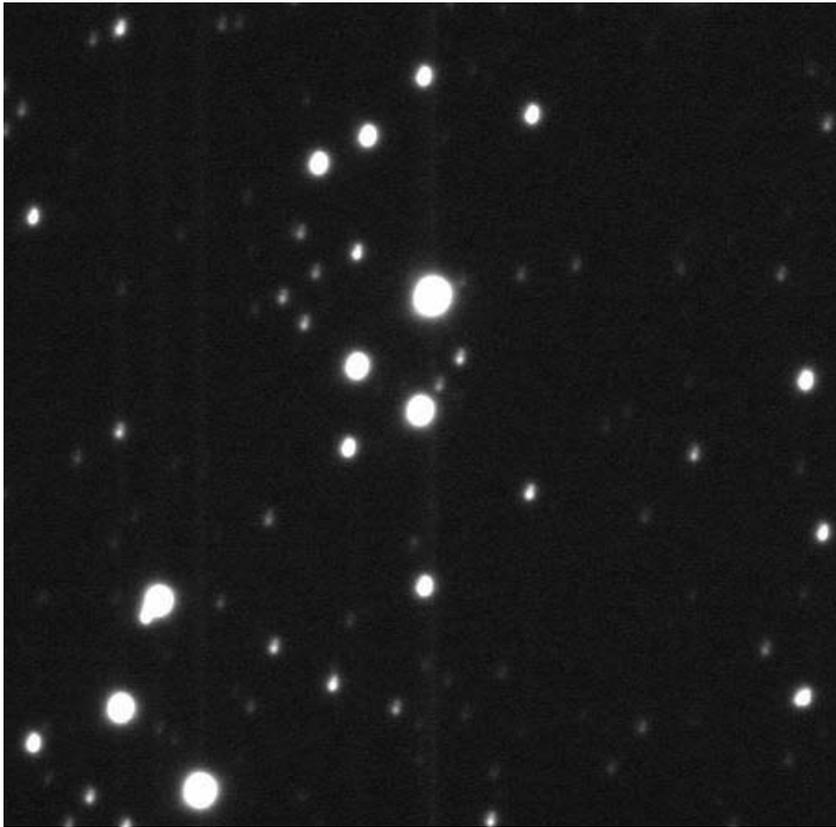


ピーク位置分布

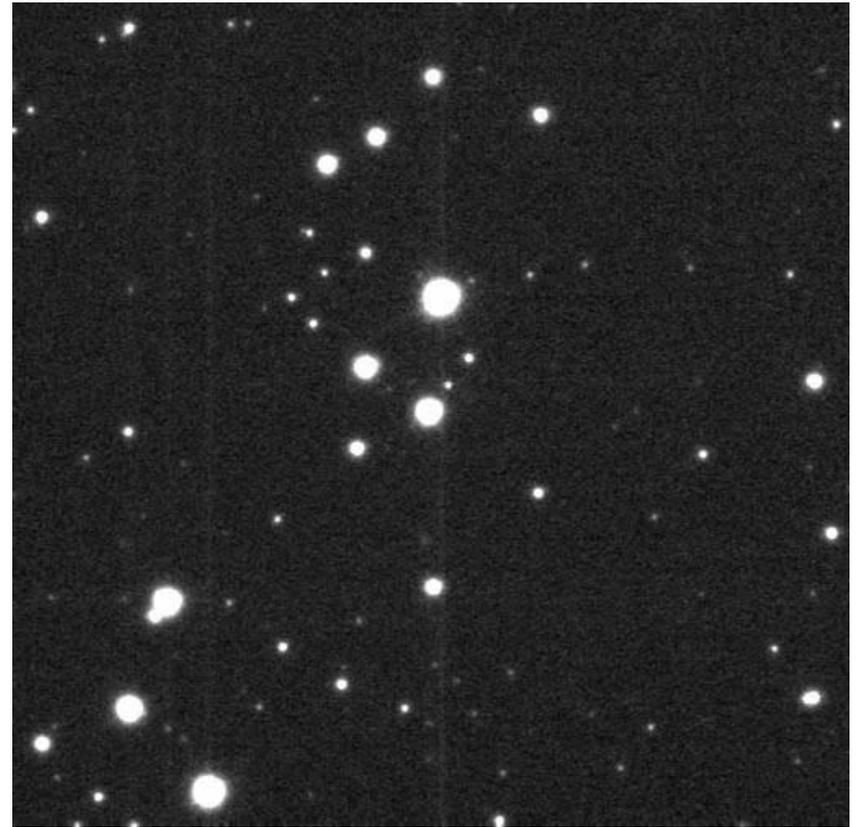


足し合わせ画像

Ic-band



単純和



1%選択、SAA

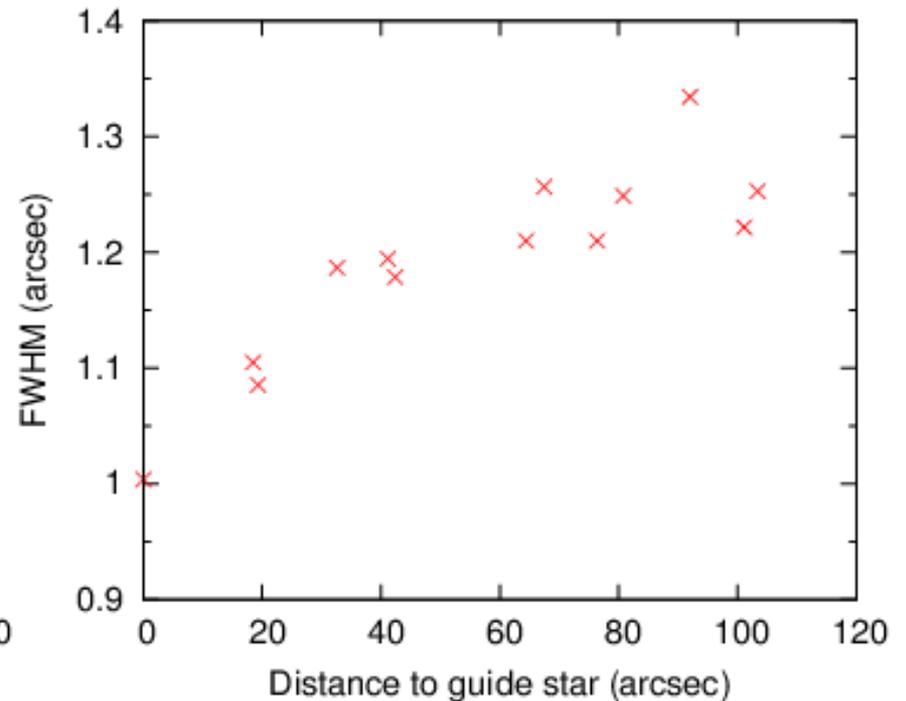
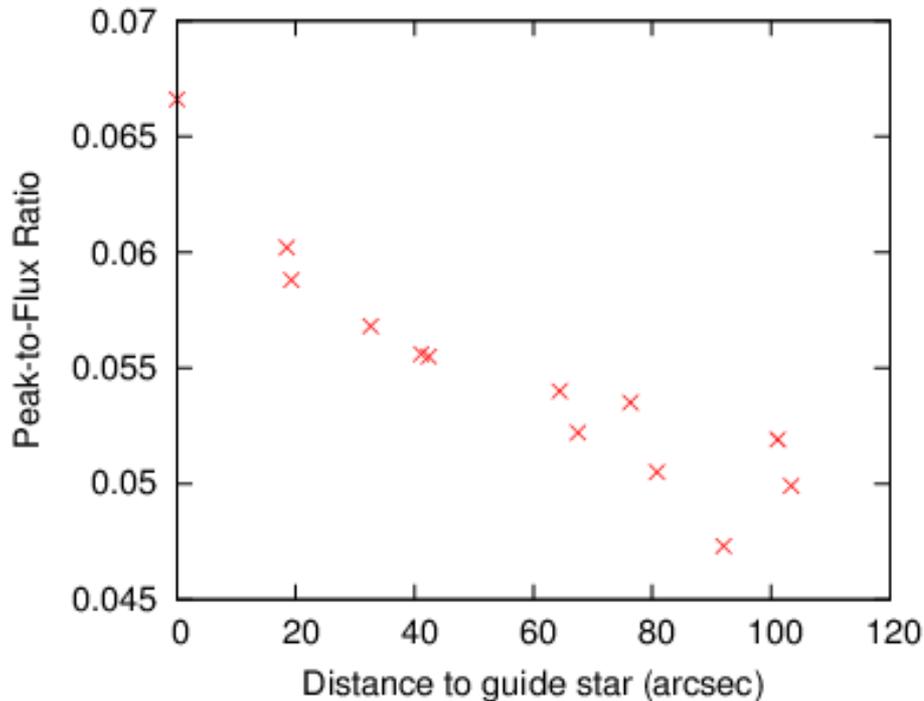
Peak-to-Flux RatioとFWHMの 改善結果

バンド	Peak-to-Flux Ratio (上段) / FWHM (下段, 秒角)			
	単純和 (SAAなし)	100% 選択 (SAAあり)	10%選択 (SAAあり)	1%選択 (SAAあり)
V	0.015 2.69	0.028 1.75	0.040 1.41	0.046 1.31
Rc	0.020 2.19	0.032 1.60	0.046 1.26	0.056 1.13
Ic	0.019 2.42	0.035 1.40	0.057 1.12	0.067 1.00

↑
トラッキングエラー含む

Isoplanatism

Ic-band, 1% 選択



30秒角付近までは大きく劣化、そこからは緩やかに劣化
120秒角離れていても、選択による改善の効果はあり

まとめと今後の展望

Lucky Imaging

- ・ シーイング2秒程度の場合に、FWHMで1.5から2倍程度の改善
- ・ これ以上はピクセルサンプリングがリミット
- 高分解能モードの導入を導入して、更なる改善を目指す
- 最終的には、木星、土星のモニター観測に応用

惑星用AOの検討・開発

- 広がった天体での波面測定方法の検討