

北海道大学における 偏光装置開発

北海道大学 渡辺誠

概要

- 北大1.6m望遠鏡と観測装置
- 北大可視撮像装置MSIの偏光モード開発
- すばるAO188/IRCS偏光モード
- まとめ

北大1.6m望遠鏡と観測装置

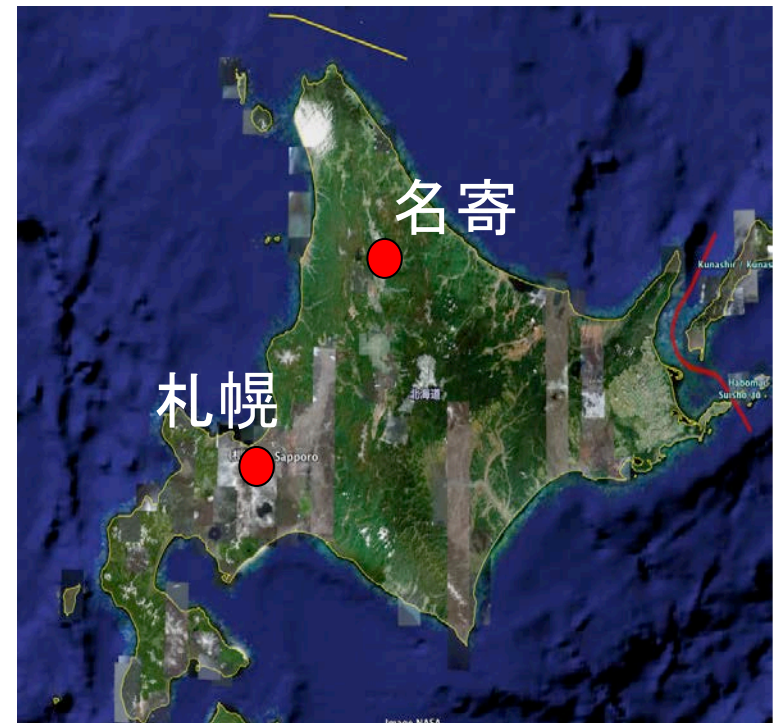
北大1.6m望遠鏡 設置サイト

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

名寄市立天文台と併設

2010年4月にオープン

梅雨がないのがメリット



北大1.6m ピリカ望遠鏡

ナスミス焦点A

視野 $\phi 10'$
Inst. Rotator
< 500kg
2m x 2m

ナスミス焦点B

視野 $\phi 3'$
Image Rotator
< 900kg
2m x 2m

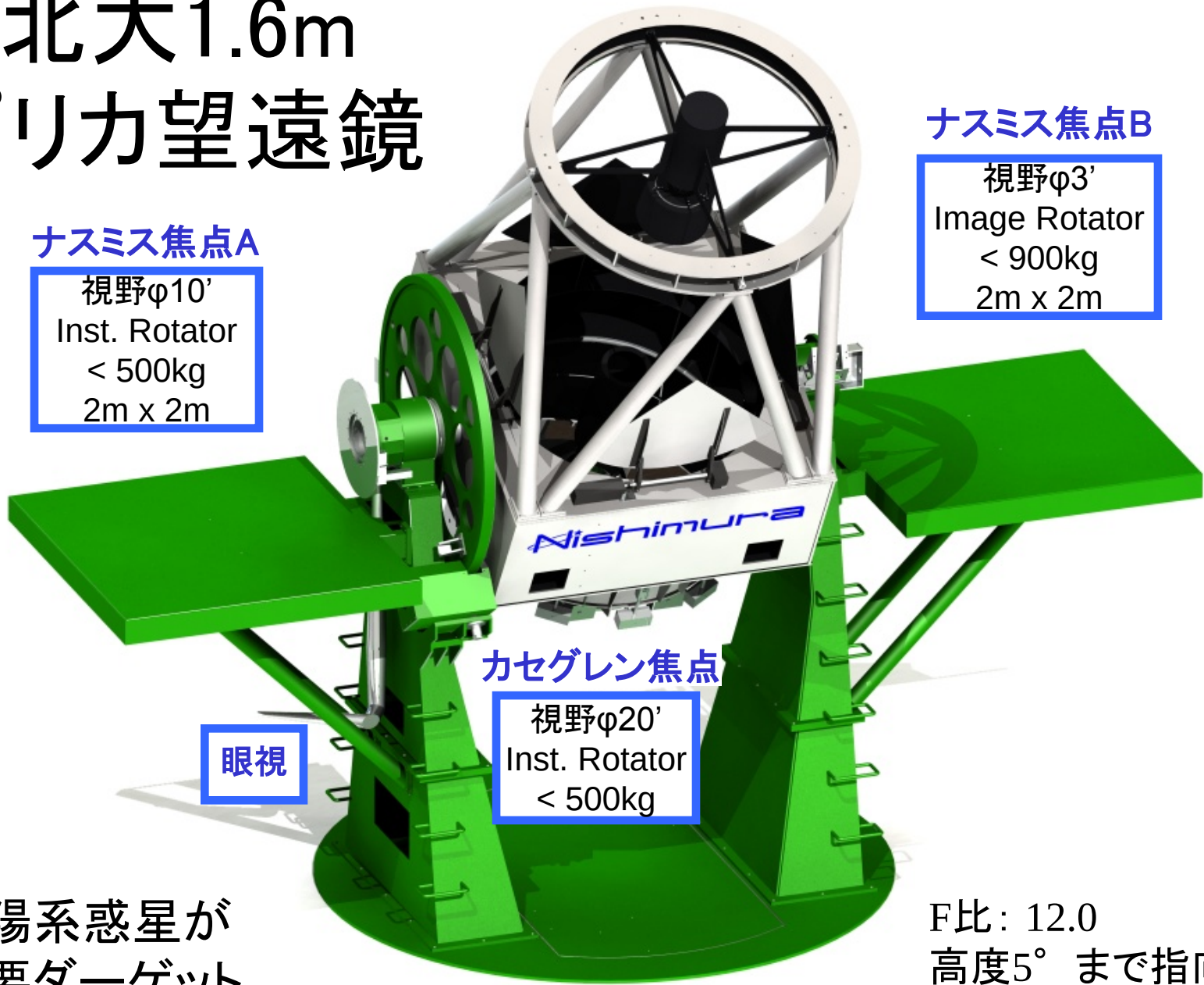
カセグレン焦点

視野 $\phi 20'$
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



北大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

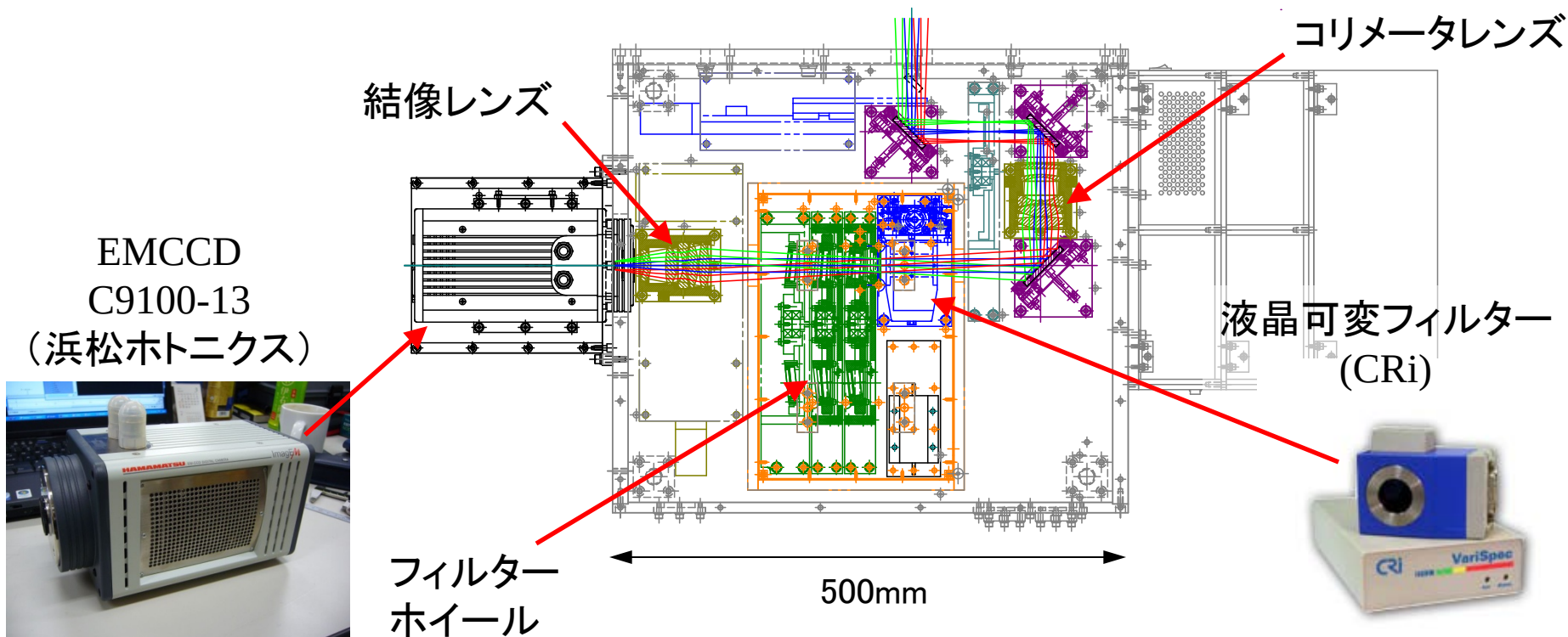
波長域: $0.36\text{--}1.05\ \mu\text{m}$, 視野: 3.3×3.3 分角 (0.39 秒角/pixel)

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

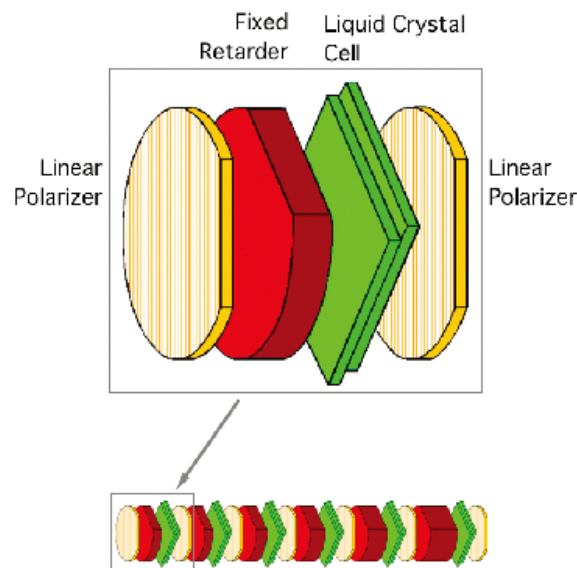
検出素子: 512×512 pixel 電子増倍型CCDカメラ (浜松ホトニクス)

設置場所: カセグレン焦点 (NICEと同時搭載)

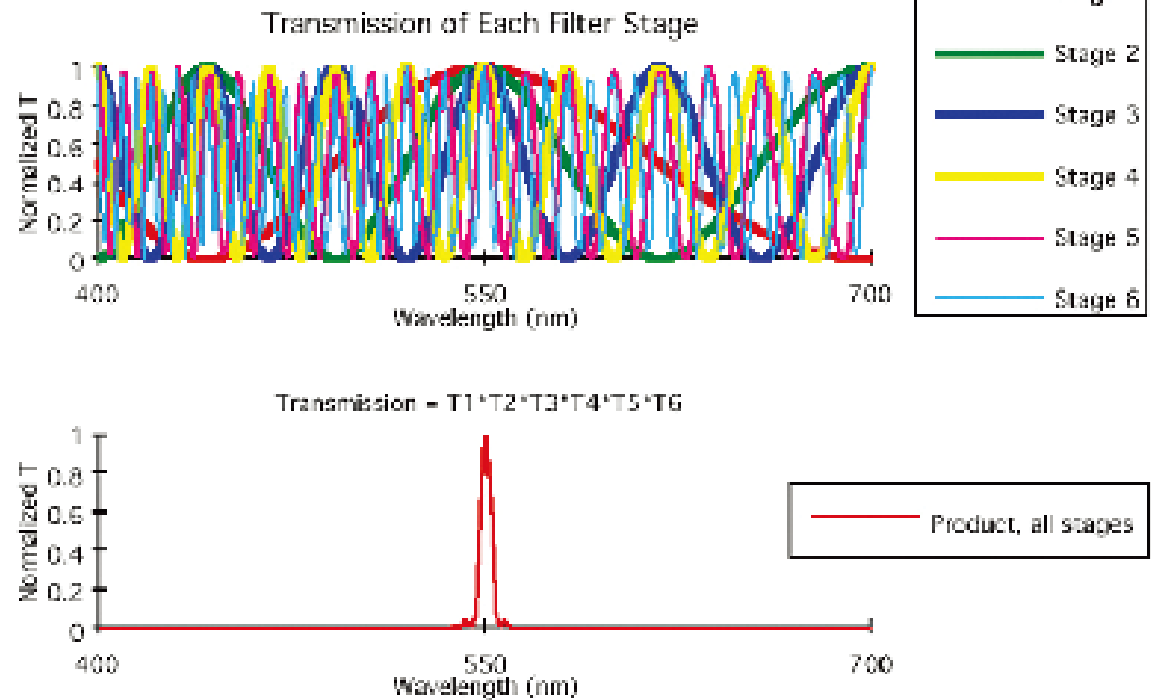
限界等級: B=20.0, V=19.9, Rc=19.8, Ic=18.7 (60秒積分, S/N=10)



液晶可変フィルター



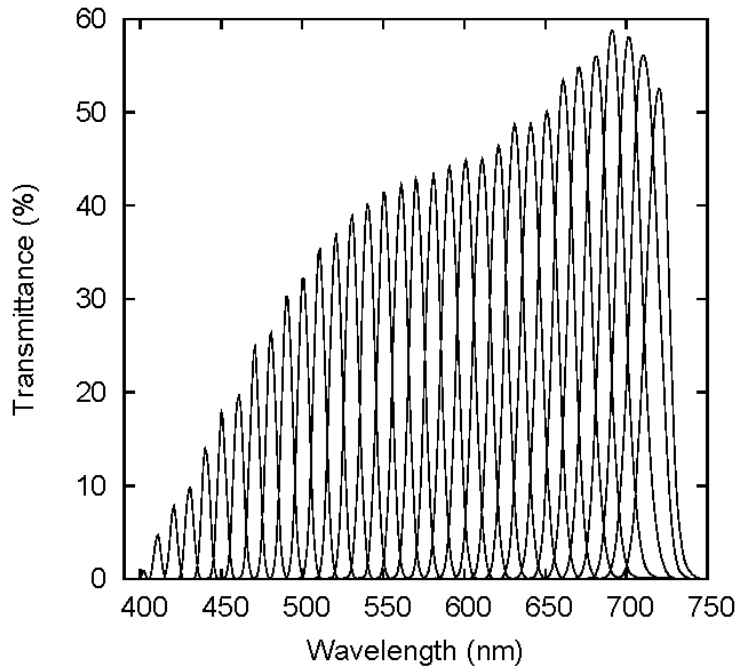
Lyotフィルターの
重ね合わせ



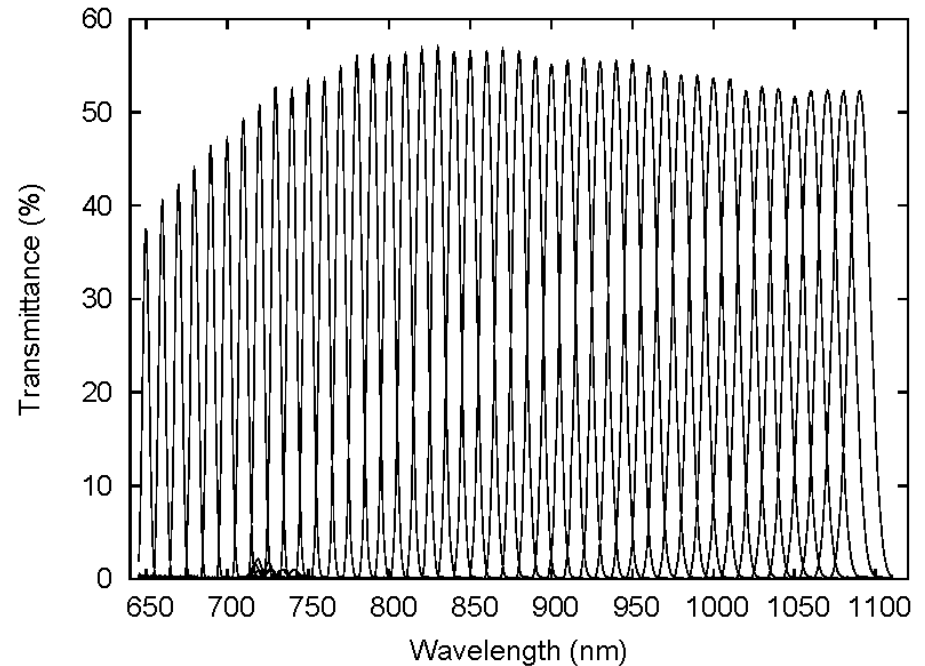
MSI液晶可変フィルター 透過率

直線偏光した光に対する透過率
(無偏光の光に対する透過率は, さらにこの半分)

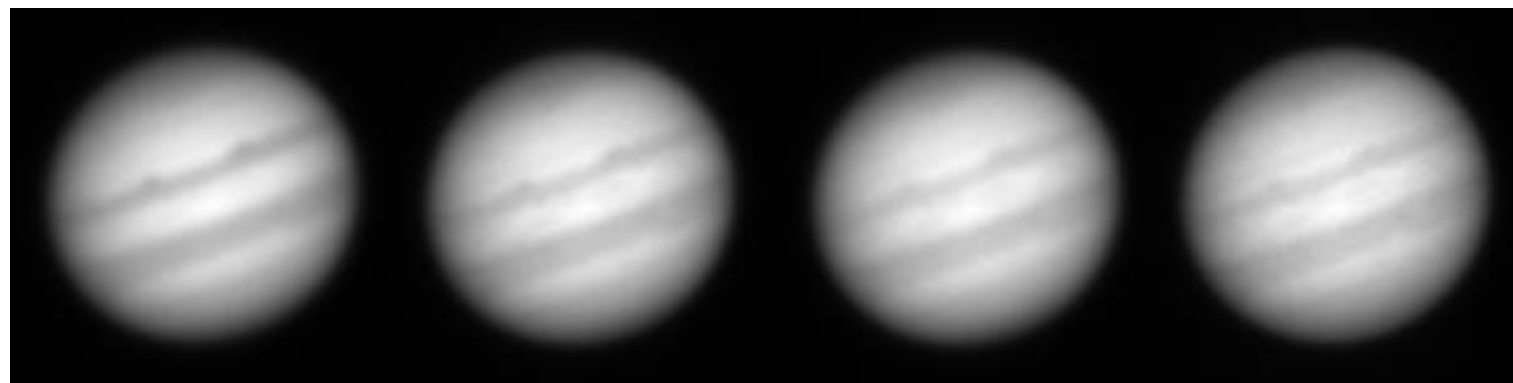
短波長用ユニット
400-720nm



長波長用ユニット
650-1100nm



木星マルチスペクトルイメージ

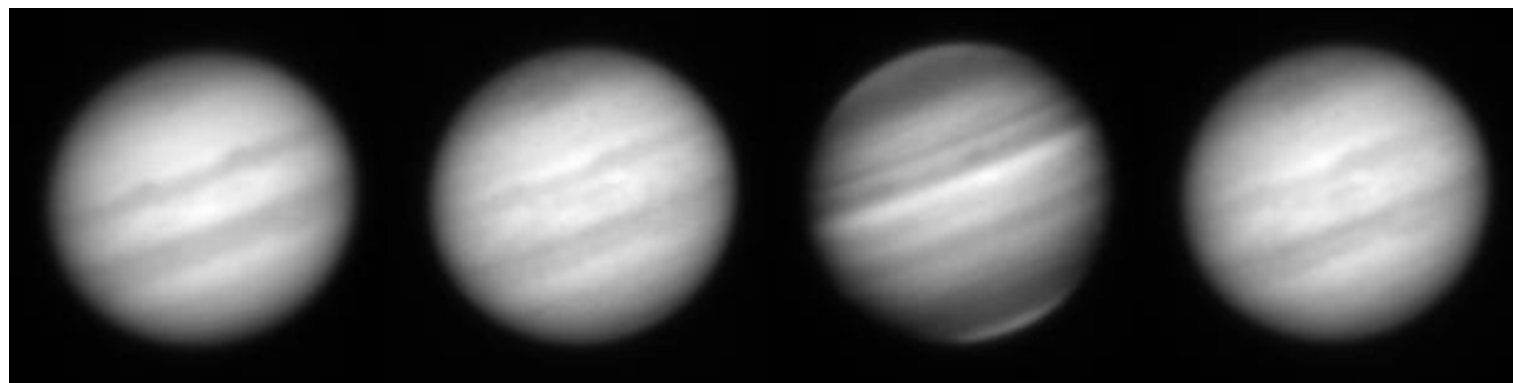


552 nm
(NH₃)

619 nm
(CH₄)

645 nm
(NH₃)

678 nm
(continuum)



727 nm
(CH₄)

790 nm
(NH₃)

889 nm
(CH₄)

930 nm
(NH₃)

北大・可視撮像装置MSI用 偏光モードの開発

MSI 偏光モード

1. ナローバンド偏光撮像

1/2波長板＋液晶可変フィルター(偏光素子として利用)

波長域: $0.5\text{--}0.9\ \mu\text{m}$ (バンド幅: $5\text{--}19\text{nm}$)

限界等級(AB等級): $14.9@0.55\ \mu\text{m}$ ($\Delta p=0.5\%$, 3600秒積分)

2. ブロードバンド偏光撮像(V, R, Iバンド)

1/2波長板＋ウォラストンプリズム＋偏光視野マスク

ウォラストンプリズム: Calcite ($\phi\ 25\times 8\text{mm}$)

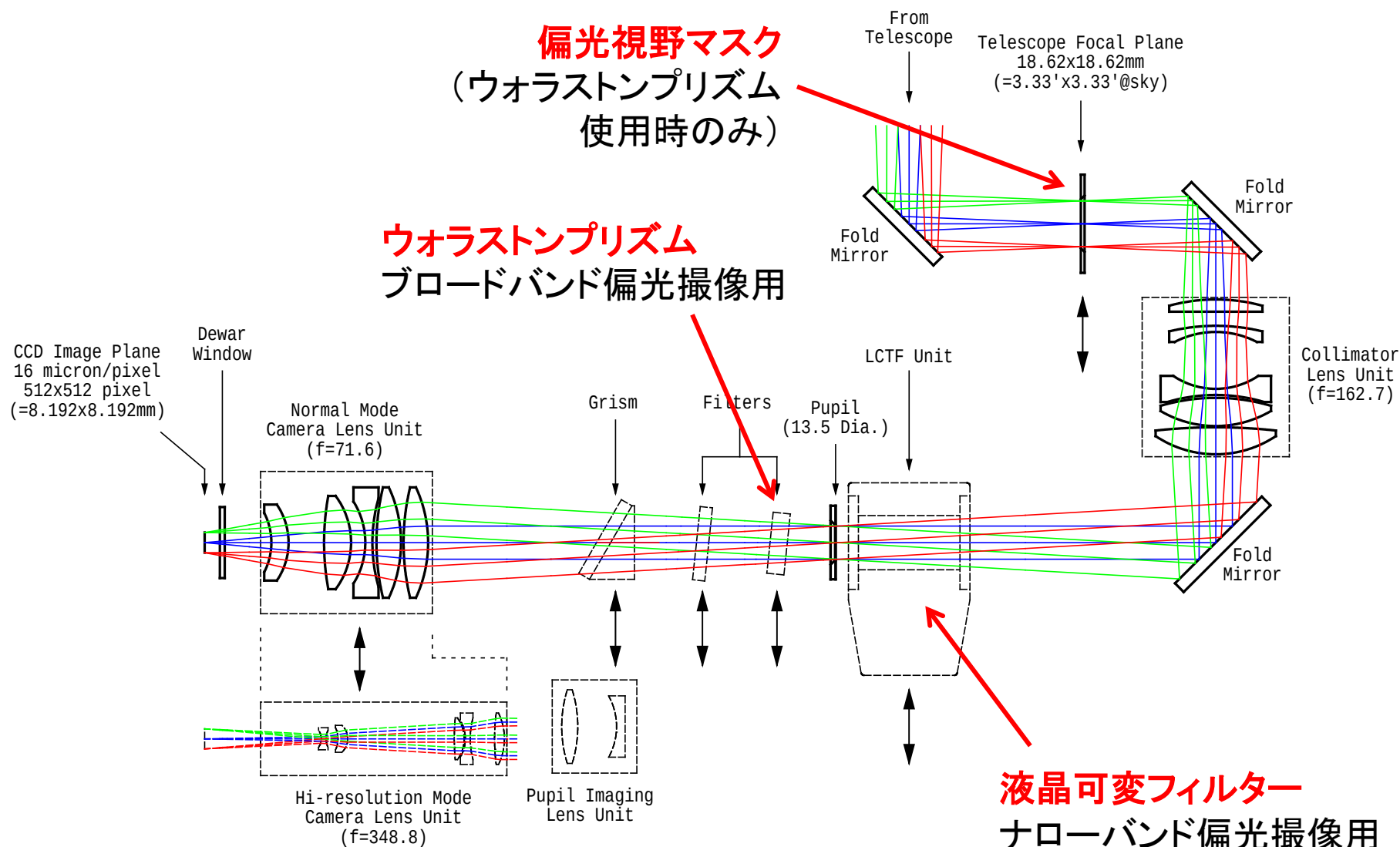
視野: 3.3×0.8 分角 $\times 2$ 視野

限界等級: $V=18.6$, $R=18.4$, $I=17.3$ ($\Delta p=0.5\%$, 3600秒積分)

MSI 光学系レイアウト

偏光視野マスク
(ウォラストンプリズム
使用時のみ)

ウォラストンプリズム
ブロードバンド偏光撮像用

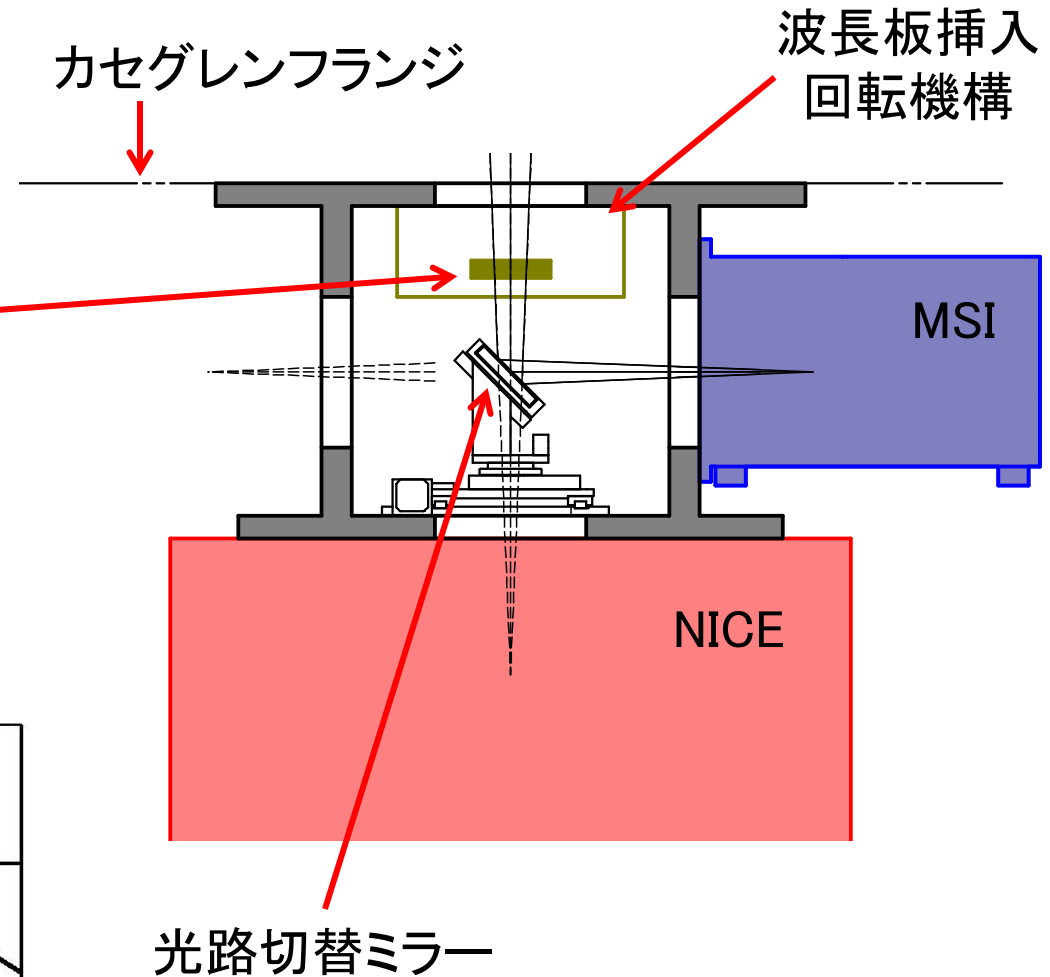
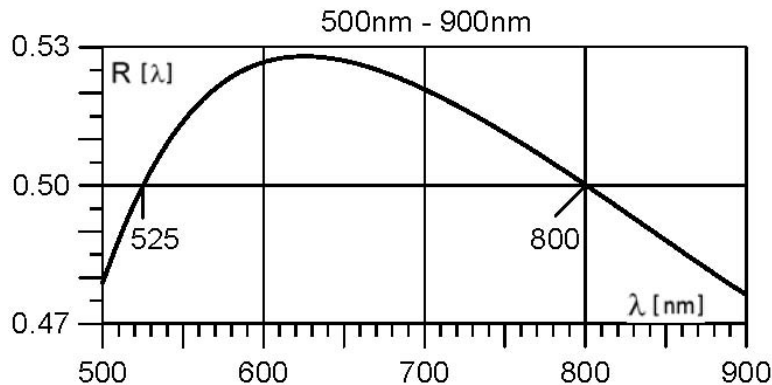


液晶可変フィルター
ナローバンド偏光撮像用
の偏光素子として利用

カセグレン波長板ユニット



1/2波長板(有効径95mm)



装置偏光を減らすため、波長板を
装置(光路)切替ミラーの前に配置

開発状況とスケジュール

- 1/2波長板は製作完了
- 波長板ユニット(挿入回転機構)設計済み, 部品製作中
- ウォラストンプリズムはこれから

2013年5月 波長板ユニットの組立・調整

2013年6月 波長板ユニットのインストール,
ナローバンド偏光撮像の試験観測

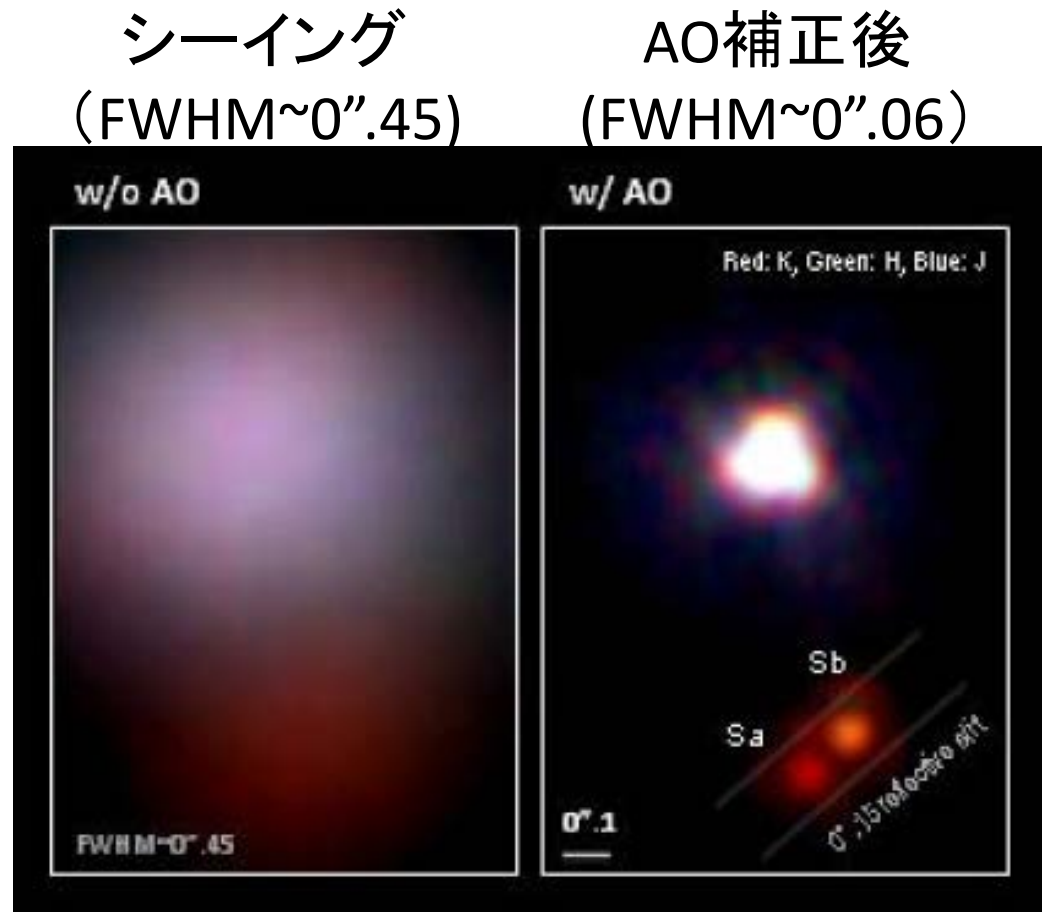
2013年7月～ サイエンス観測
(AGNの偏光サーベイや偏光モニターなど)

すばるAO188+IRCS偏光モード の開発

補償光学とは (Adaptive Optics; AO)

大気ゆらぎにより
乱れた光波面を
リアルタイムで
補正する技術

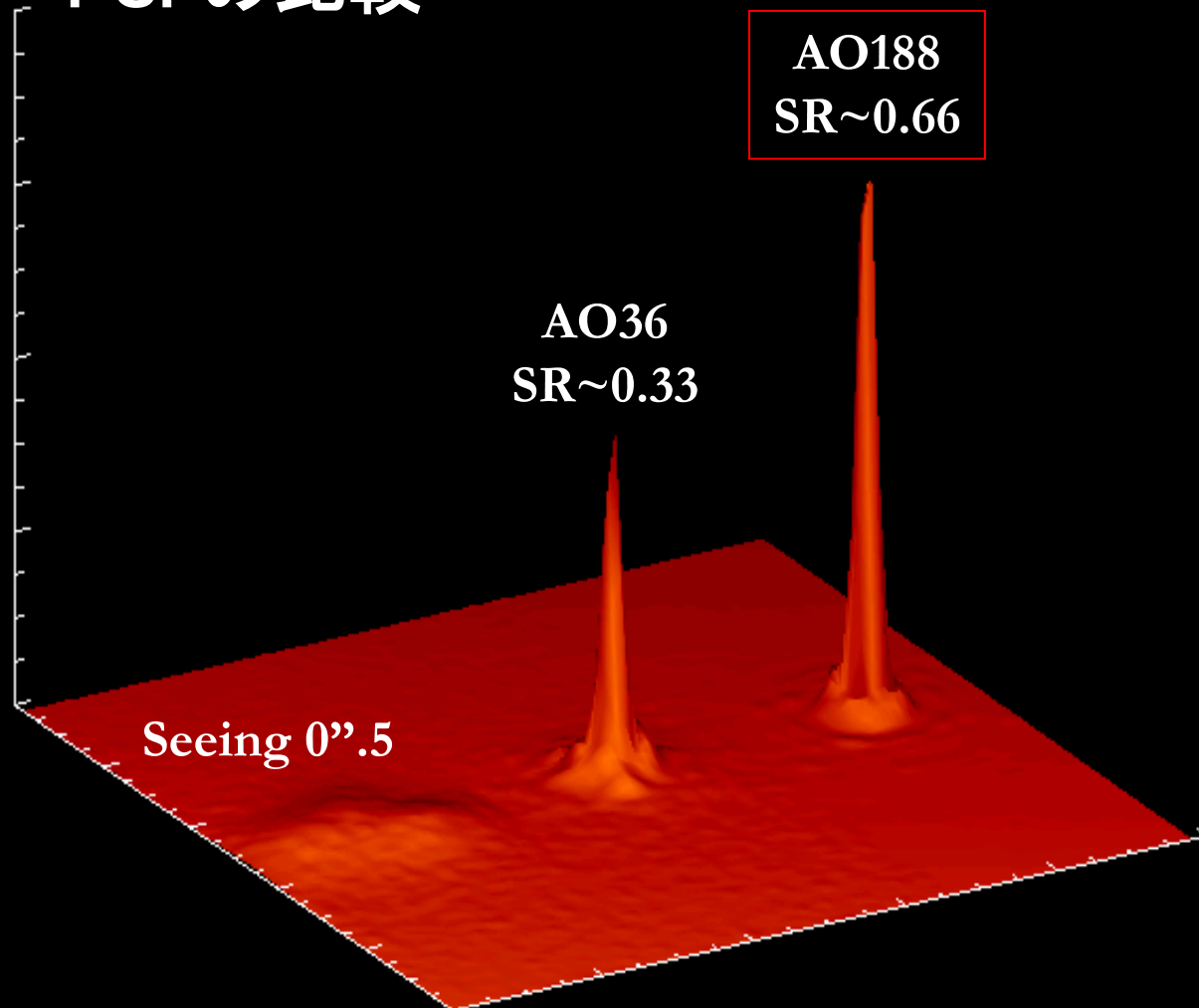
望遠鏡本来の角度
分解能を実現する



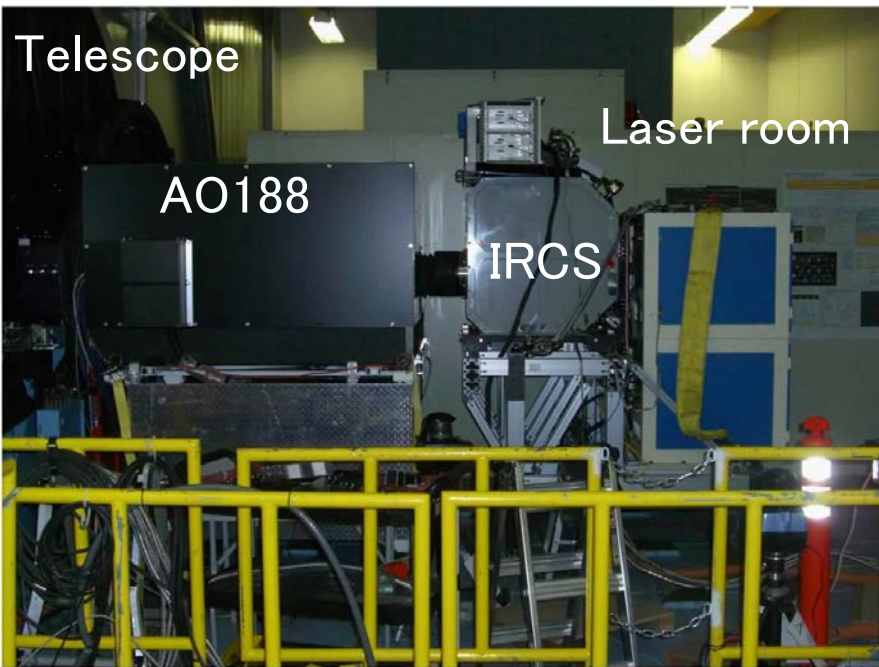
IRCS+AO188によるT Tauの画像

AOによる性能改善

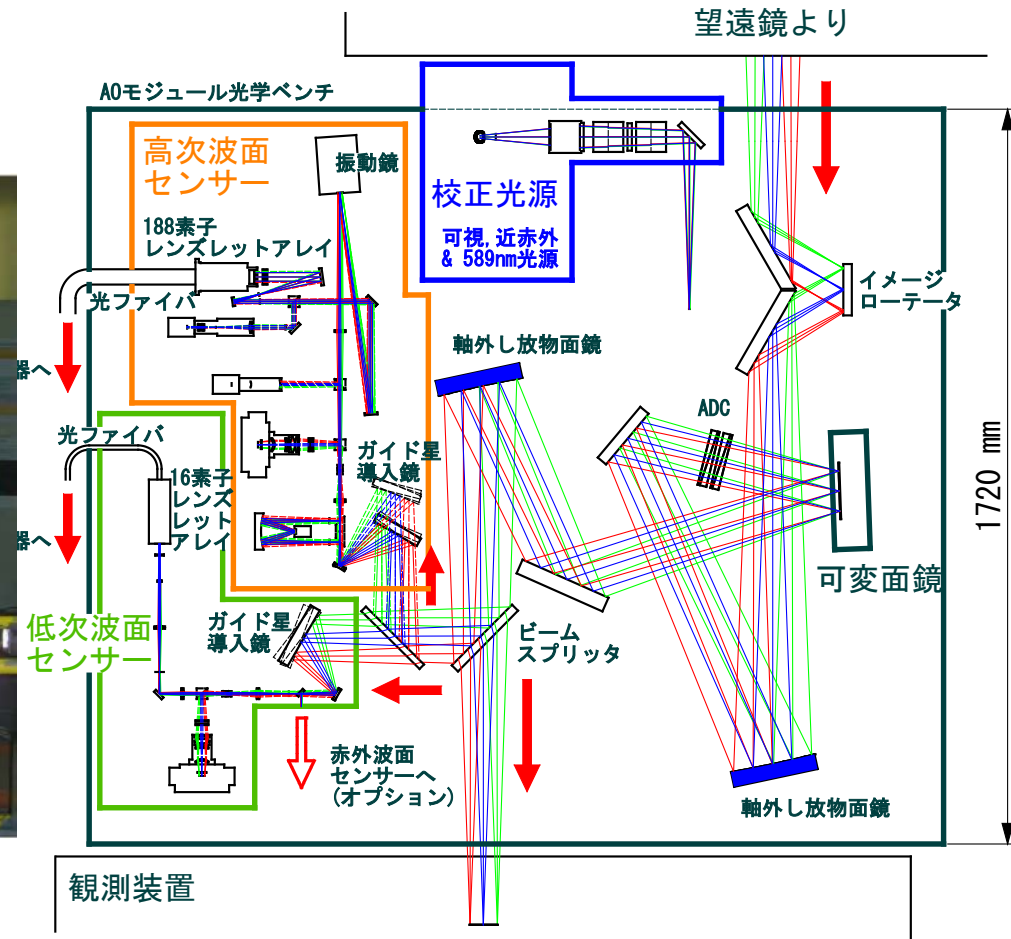
Kバンド($2.2\ \mu\text{m}$)
PSFの比較



すばる188素子AOシステム(AO188)



すばる赤外ナスミス台



AO188+IRCS偏光モード

波長域: $0.8\text{--}2.5\ \mu\text{m}$

観測モード: 偏光撮像, 偏光分光

偏光素子: LiNbO₃ウォラストンプリズム

偏光撮像マスク: $4.6\text{秒角} \times 21\text{or} 54\text{秒角}$

偏光分光スリット: $0.10, 0.15, 0.225, 0.6\text{秒角}$

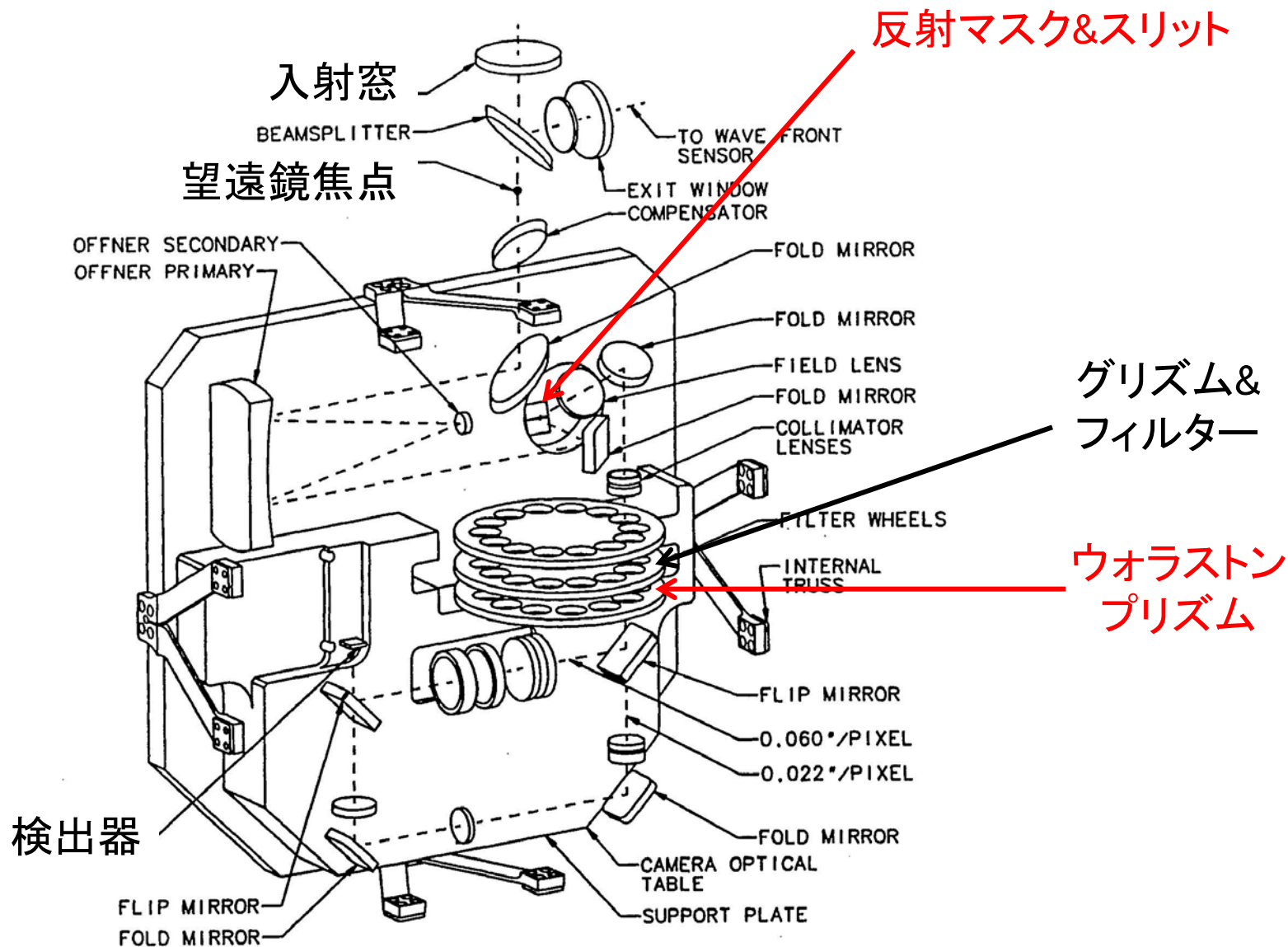
波長板: Quartz+MgF₂ 半波長板 ($0.7\text{--}2.5\ \mu\text{m}$)
(HiCIAO用の波長板と挿入回転機構を利用)

限界等級 ($\Delta p=0.5\%$, 3600秒積分, w/ AO):

偏光撮像 $J\sim 20.9, H\sim 20.2, K\sim 19.7$

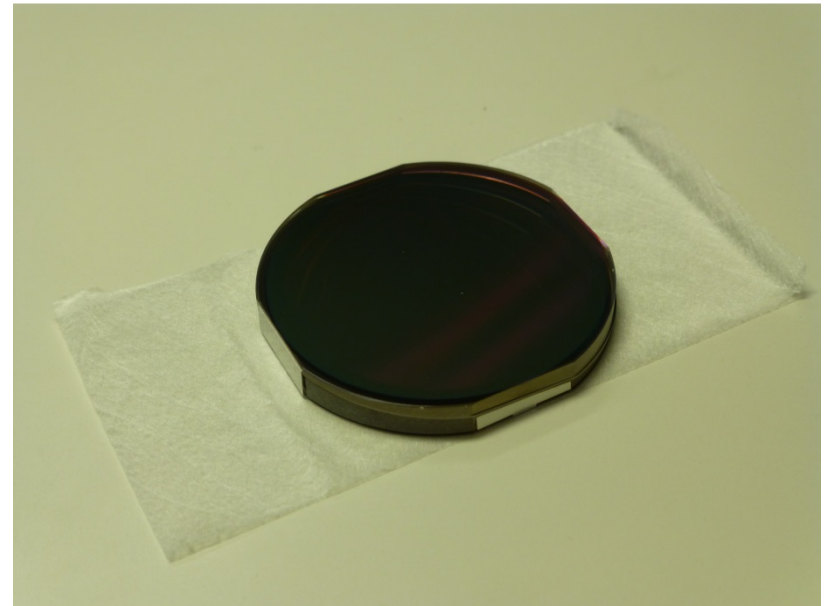
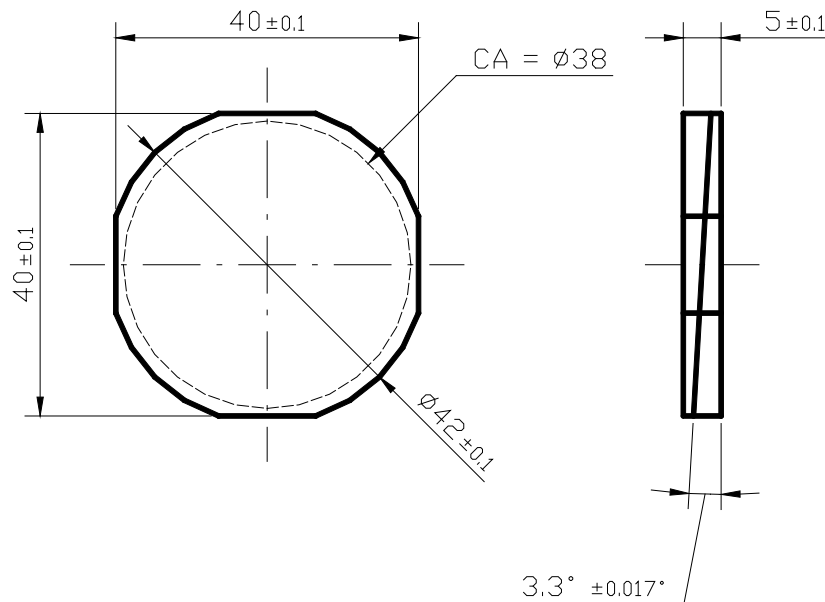
偏光分光 $J\sim 12.5, H\sim 11.7, K\sim 11.3$ (0.1"スリット)

IRCSカメラ部レイアウト



IRCSウォラストンプリズム

- 導入位置: フィルターホイール#3 (厚み5mm以内)
- 材質: LiNbO_3
- 異常光-常光の分離角: IRCS 20masモードの視野21"の1/4
- 透過波面誤差: $\lambda / 5$ 以下
- ARコート: $R < 4\%$ ($0.8\text{--}2.5\ \mu\text{m}$), $R < 8\%$ ($2.5\text{--}5\ \mu\text{m}$)



IRCS偏光マスク・スリット

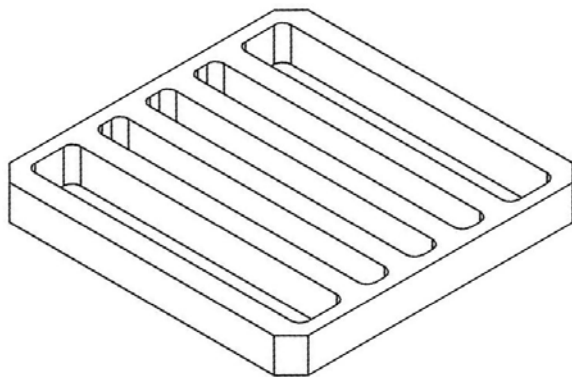
反射型マスク・スリット(タングステンカーバイドを加工し金コート)

偏光撮像用マスク

視野サイズ

20masモード 4.6秒角 × 21秒角 × 2

52masモード 4.6秒角 × 54秒角 × 4



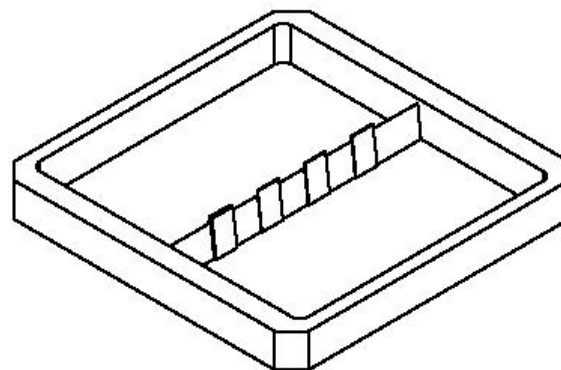
偏光分光用マスク

スリット幅

20masモード 0.10, 0.15秒角

52masモード 0.10, 0.15, 0.225, 0.60秒角

スリット長 4.6秒角



開発状況とスケジュール

- ウォラストンプリズムと偏光マスク・スリットともに納品済み
- IRCSへのインストール機会待ち

2013年6月～8月	IRCSへのプリズムとマスクのインストール
2013年9月	試験観測
2014年2月～	S14AからOpenUseへ提供?

まとめ

北大MSI偏光モード

- 波長板ユニットを製作中
- 2013年6月に液晶可変フィルターによるナローバンド偏光撮像の試験観測予定

すばるAO188+IRCS偏光モード

- ウォラストンプリズムと偏光マスク・スリットを製作した
- 2013年9月に試験観測予定