

AGB星ダストシェルの 光学域探査6

泉浦秀行

岡山天体物理観測所

国立天文台

自然科学研究機構

&

中田好一、三戸洋之(東大、木曾)

橋本修(ぐんま天文台)

林忠史(富山市科学文化センター)

◇平成17～19年度、科研費：基盤C(計340万)、
「恒星コロナグラフ撮像系開発による光学域
超高感度星周ダスト分布探査」

代表：泉浦秀行

⇒>本日の講演は、この科研費による研究に基づくもの

講演の内容は、AGB星ダストシェルに関する、

- 木曾シュミットによる観測、
- ぐんま、りくべつ用コロナグラフの製作、
- りくべつ115cm鏡＋コロナグラフによる観測、
- りくべつの結果紹介、木曾との比較、
- 今後の予定。

<AGB星ダストシェル>

中小質量星

→(第一巨星分枝段階)

→漸近巨星分枝(AGB)段階

→質量放出(ガス&ダスト)

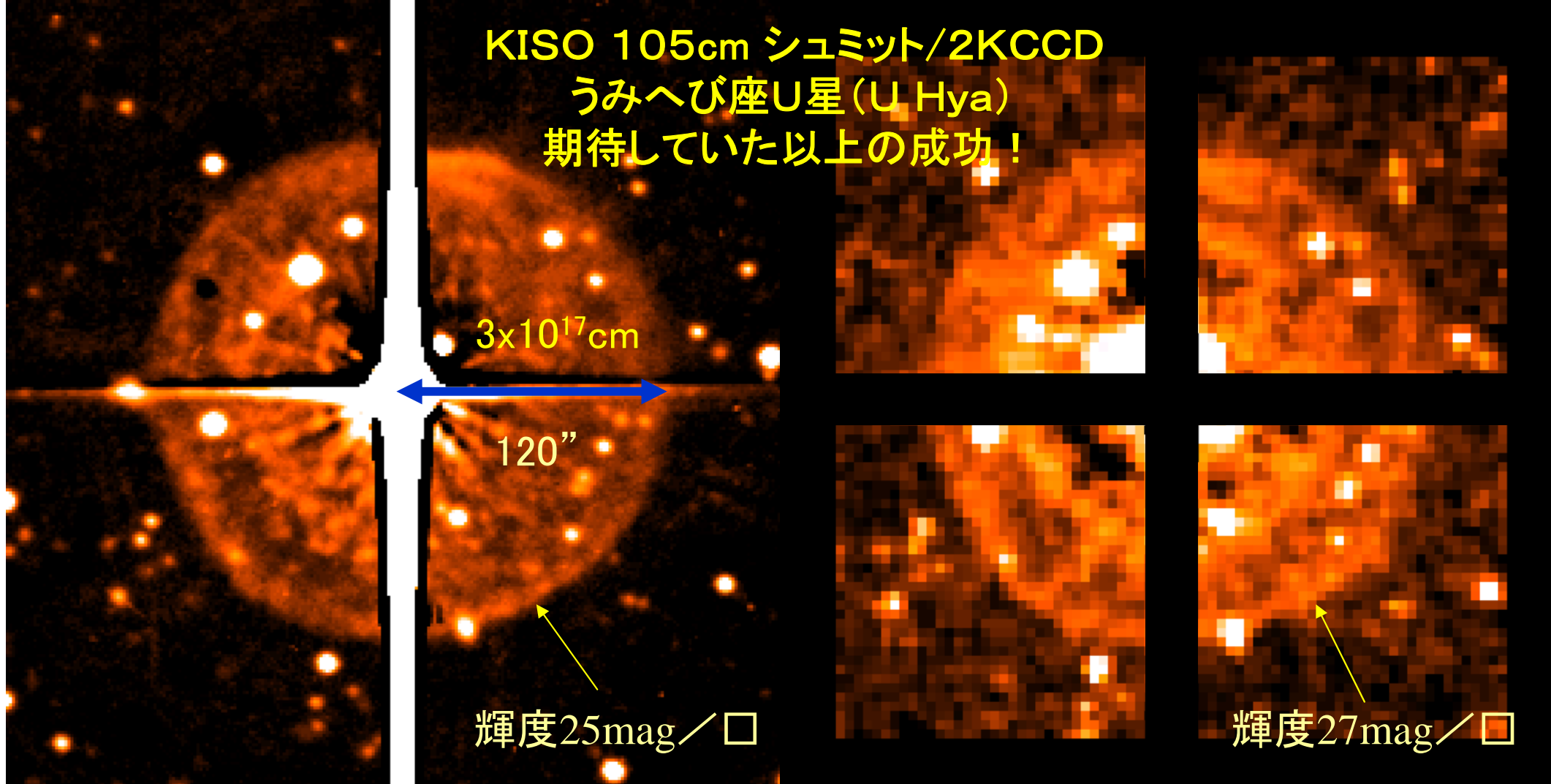
→AGB進化を支配

ダストシェル形成



→木曾の光学域撮像でダストシェルを捕らえ、質量放出現象の研究を進められないか？
2002年に、この問いから研究がスタート。
明瞭な光学ダストシェルの結果は、2002年の時点で3天体、現在でも僅か4天体。

KISO 105cm シュミット/2KCCD
うみへび座U星 (U Hya)
期待していた以上の成功!

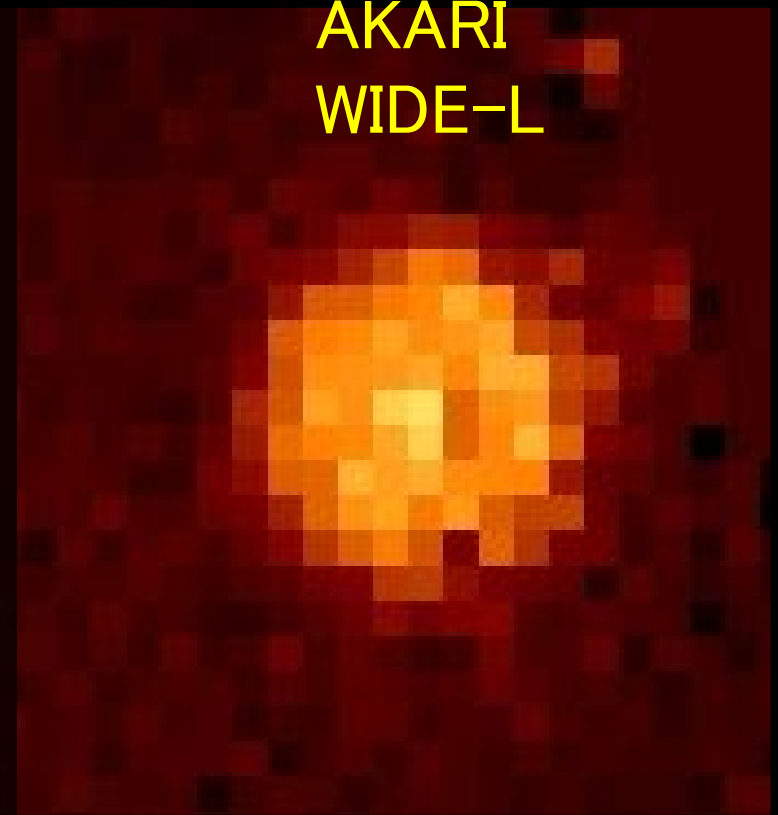
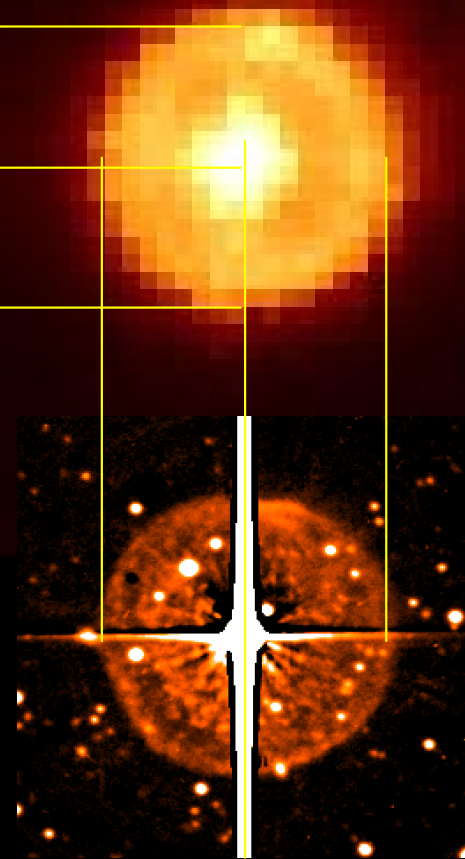
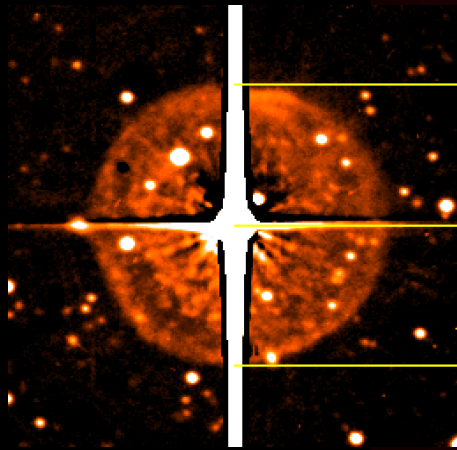


V-band (500 Å 幅) (2004)
5分x5回x3地点
75分積分
PSF ~ 5arcsec (FWHM)

NB4 (λ 4610、200 Å 幅) (2003)
25分x3回 + 30分x3回
165分積分
PSF ~ 7arcsec (FWHM)
5x5median, 3x3bin, 4.5arcsec/pix

AKARI
WIDE-S

AKARI
WIDE-L



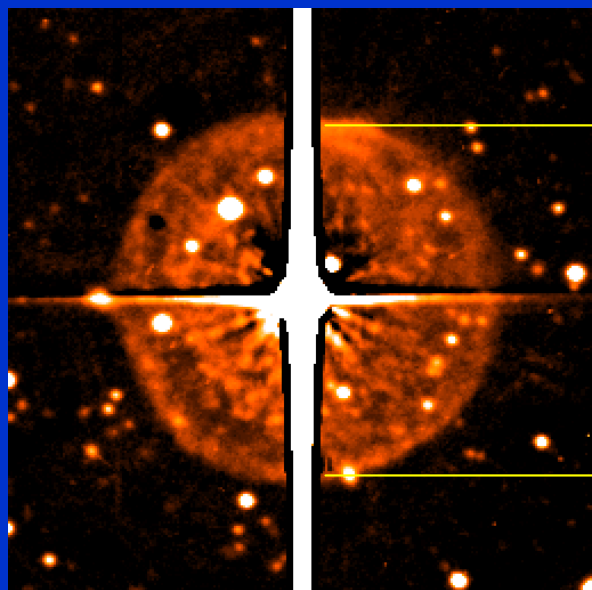
AKARIの遠赤外線画像
とも比較検討が可能

しかし、すべてに満足というわけには行かない

木曾シュミット+2KCCDで
明らかになった二つの問題点

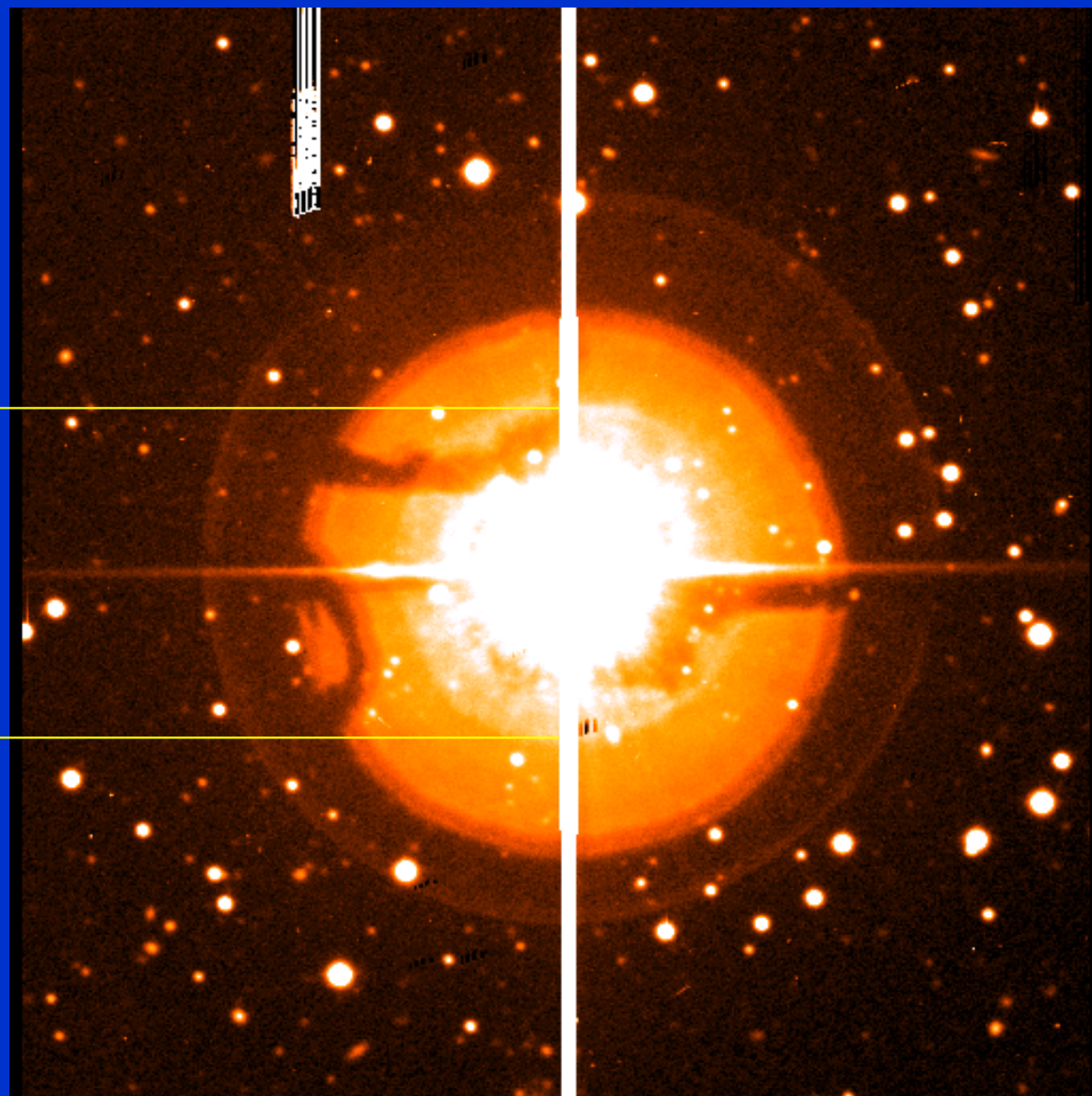
1. 木曾のゴーストパターン

KISO 105cm シュミット/2KCCD
うみへび座U星(U Hya)



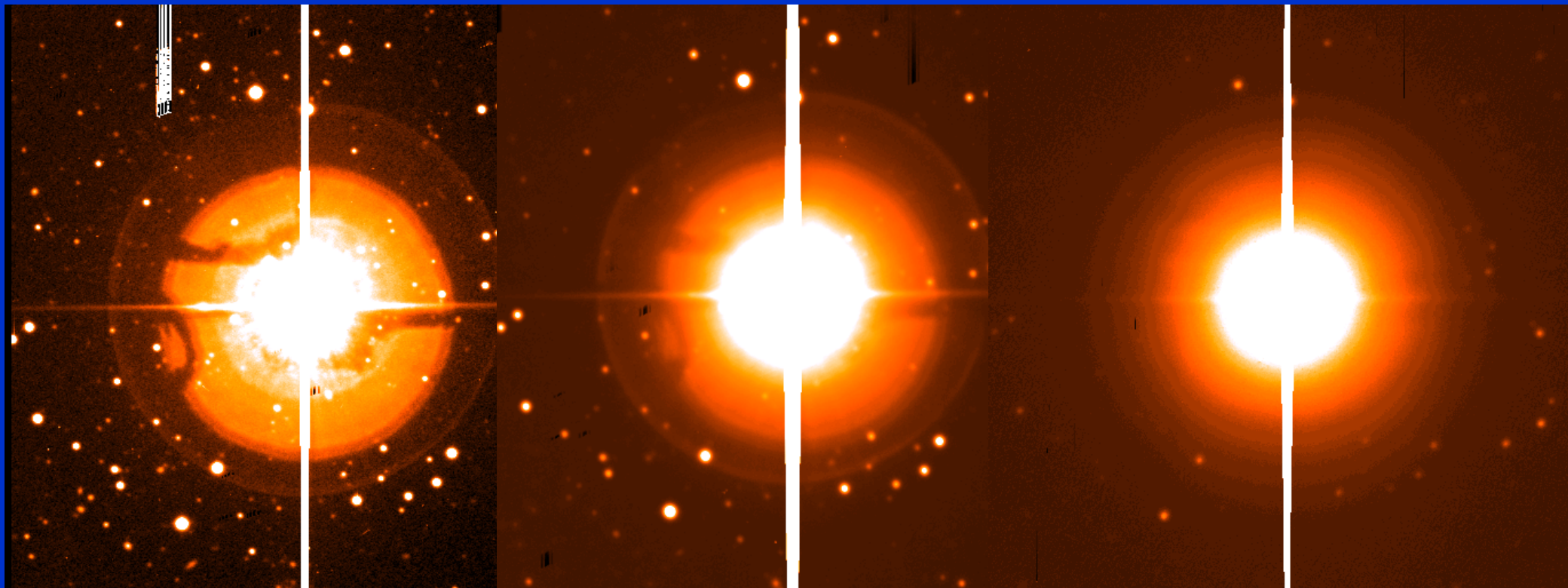
$R=120''$ $3 \times 10^{17} \text{cm}$

V-band (500 Å 幅) (2004)
5分x5回x3地点、75分積分
PSF ~ 5 arcsec (FWHM)



右の画像から参照星の画像を引いて
左の画像を得ている。

2. 2KCCD(SITe)のレッドハロー

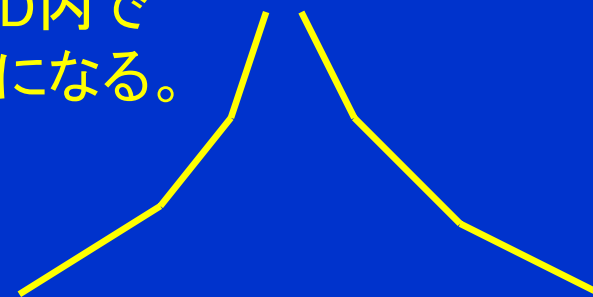
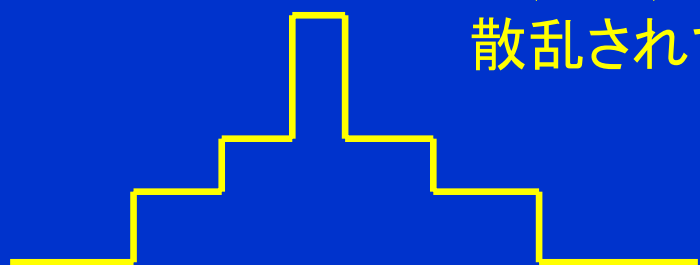


V-band

R-band

I-band

波長が長くなるほど中心星の光がCCD内で散乱されてできたレッドハローが顕著になる。



V-band (500 Å 幅)

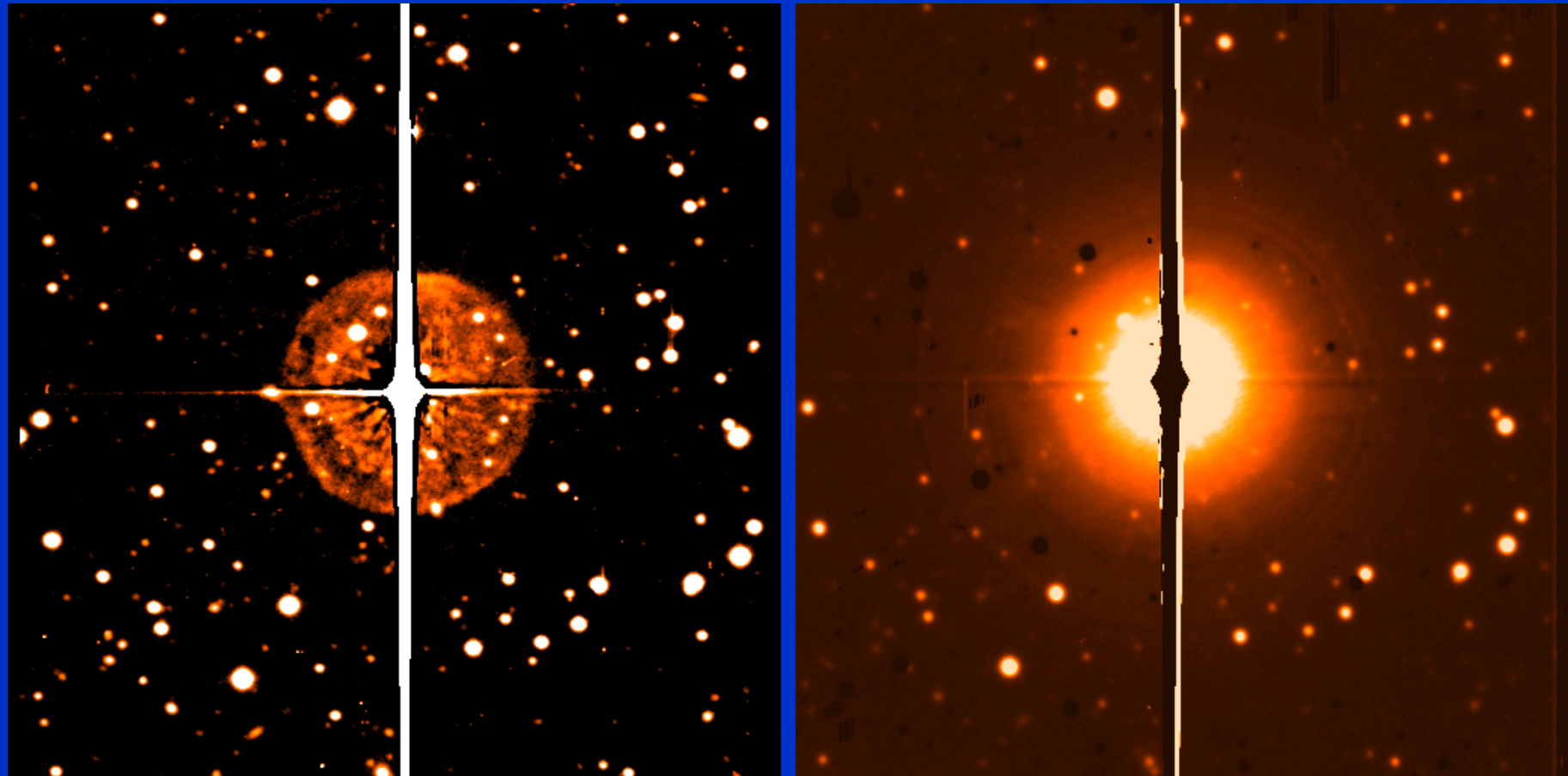
300sec x 5 x 3

= 75 minutes

R-band

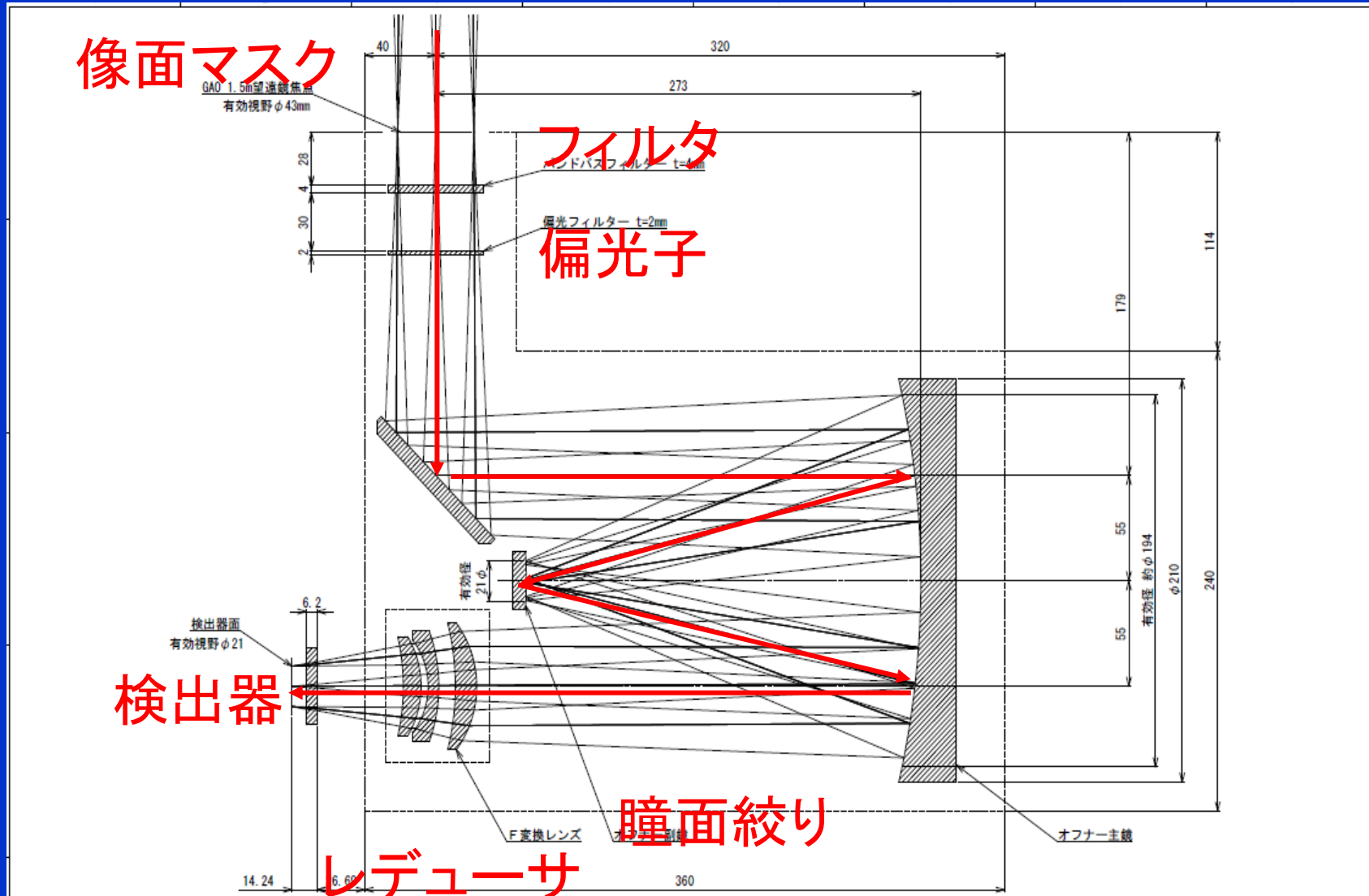
U Hya: 120sec x 10

= 20 minutes



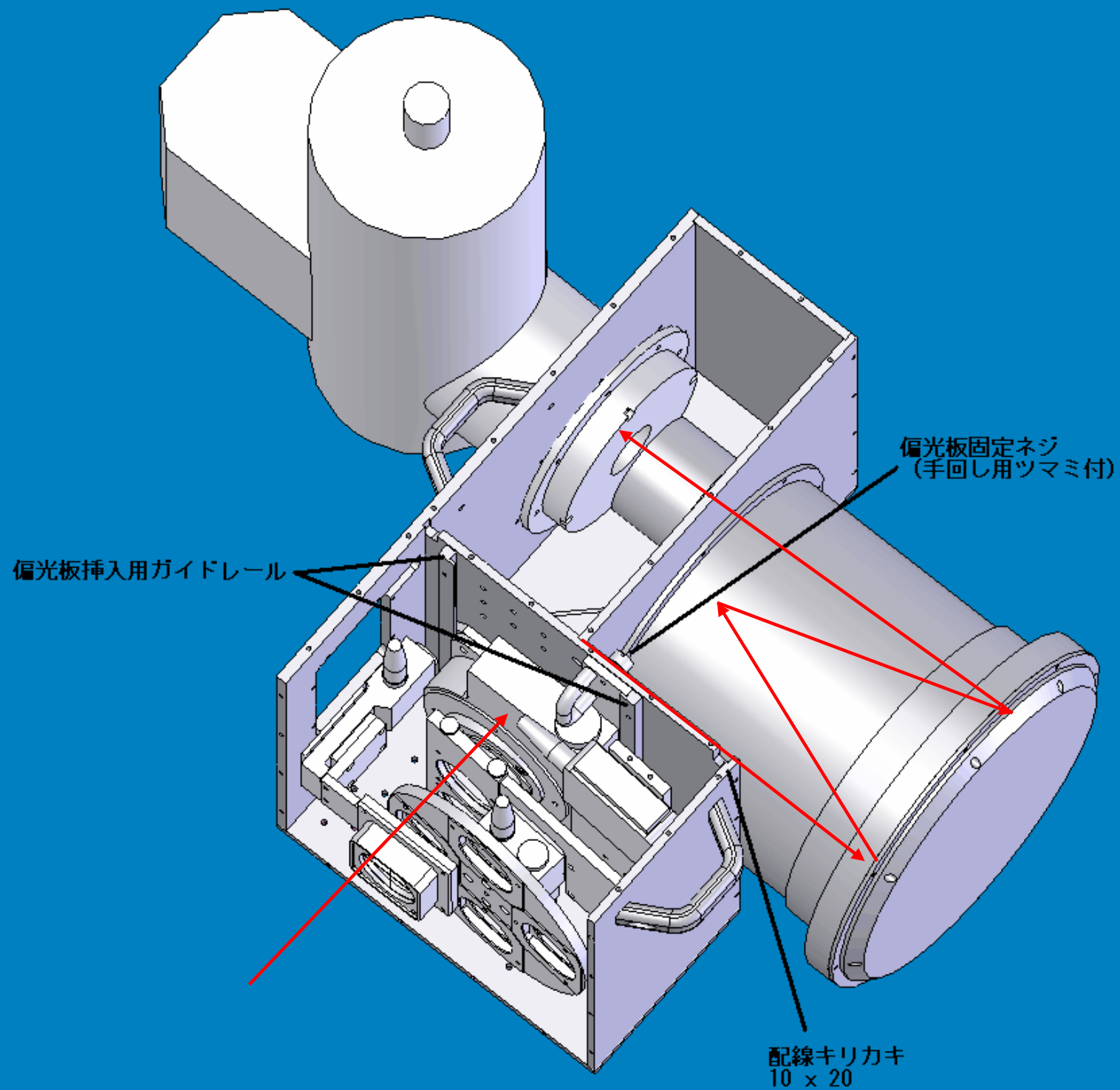
Rバンドでは、中心星のレッドハローが卓越していて、参照星の差し引きがうまくいかず、ダストシェルが見えない。

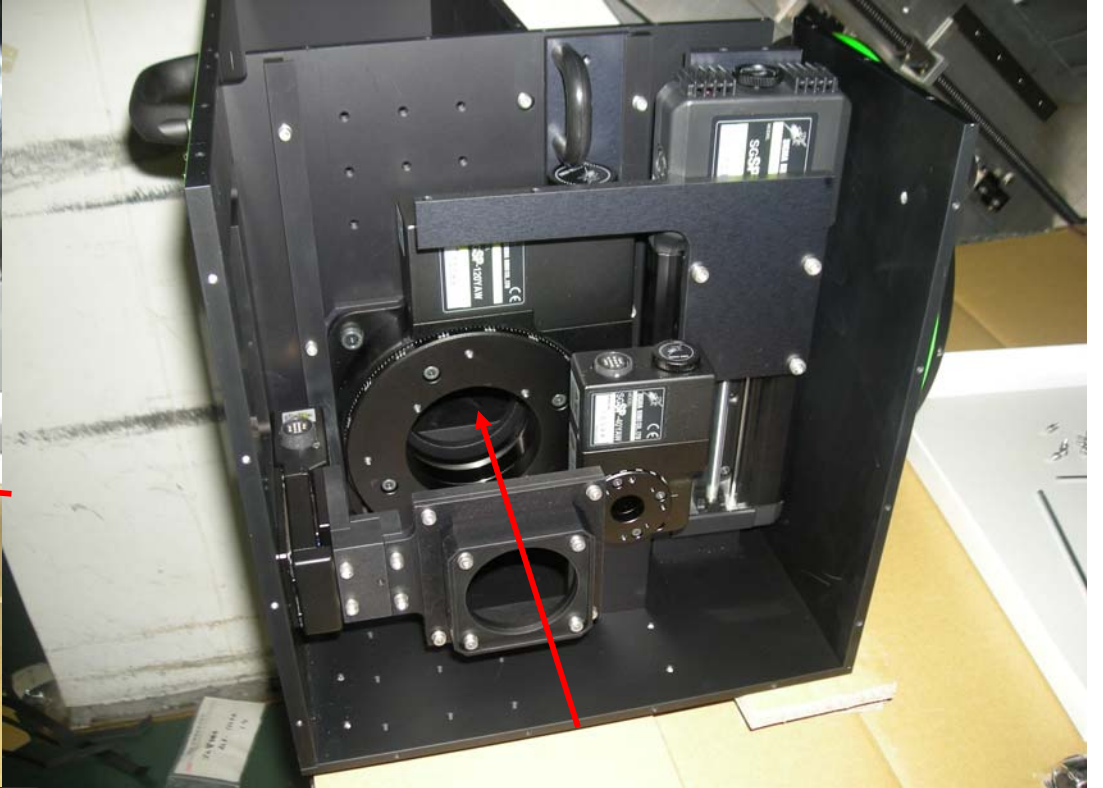
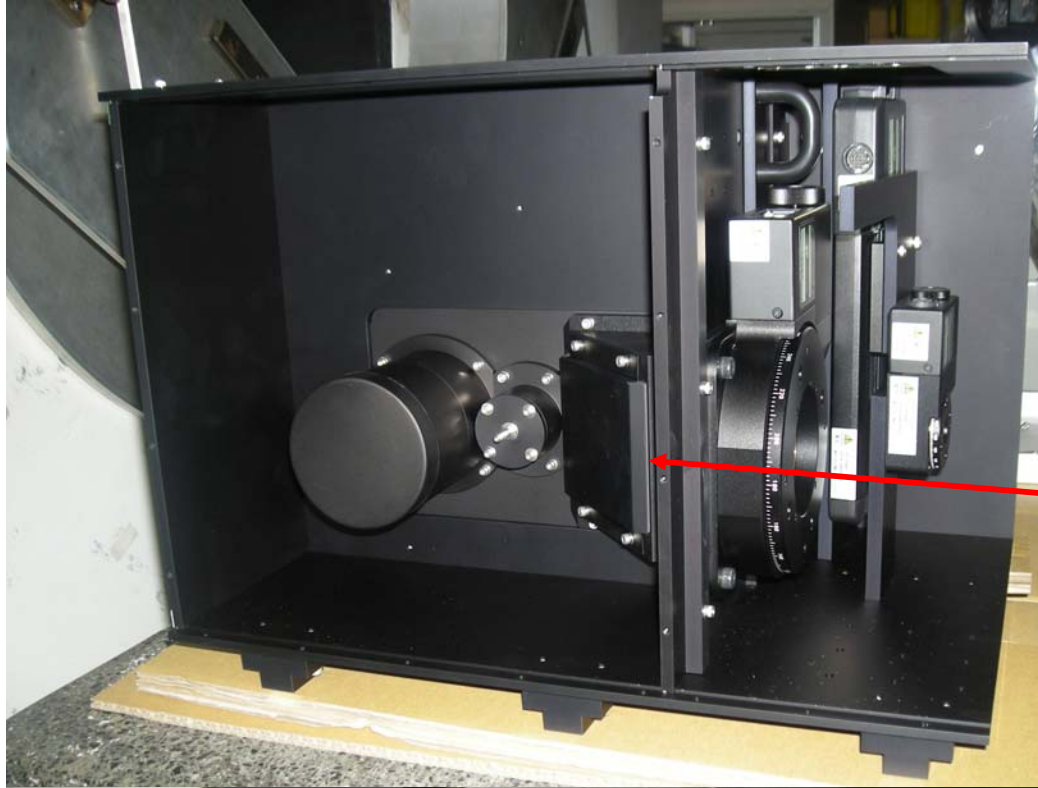
=> ダストシェル探査用コロナグラフの製作

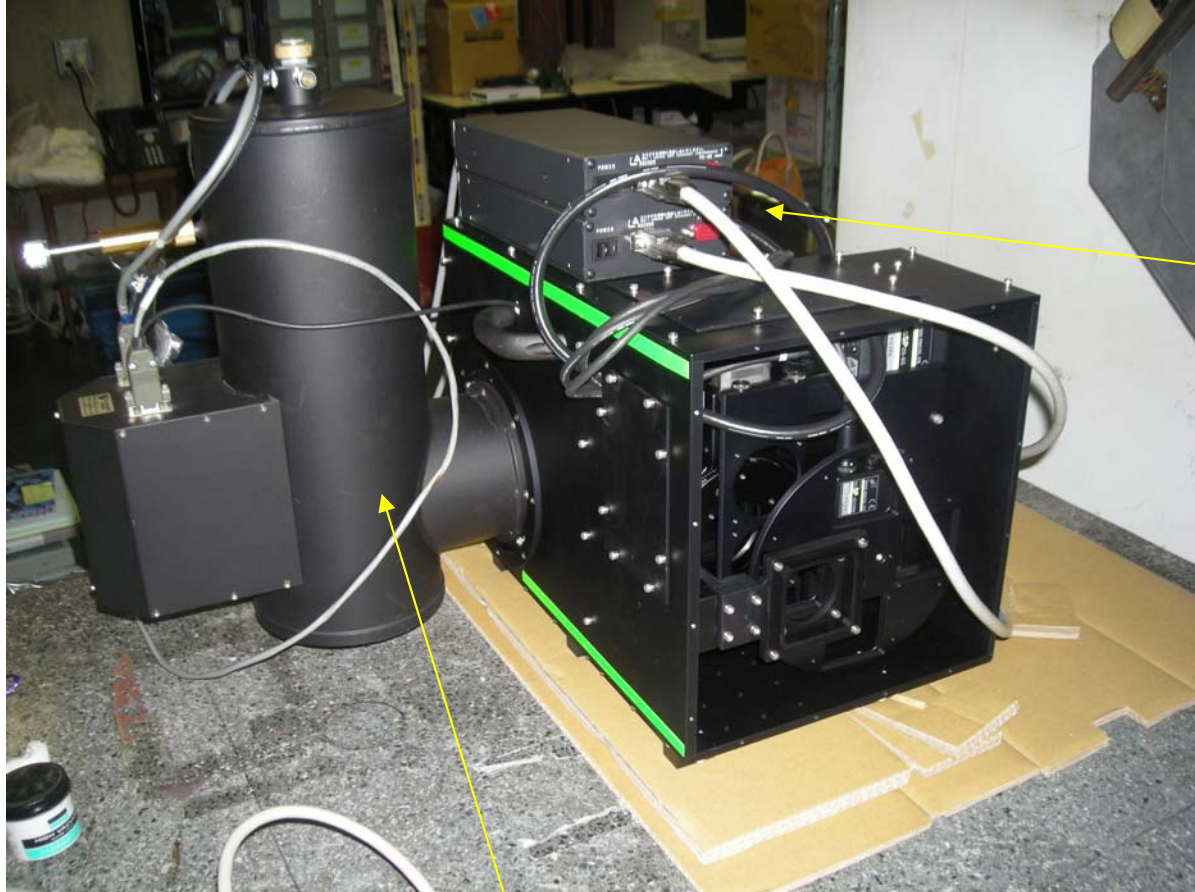


光学系(オフナー系)(予算面からの選択)

本図	書名	図号	発行
1 / 2	()	2006.3.15.	
図名	反射型コロナグラフ光路図		
図号	図-1		

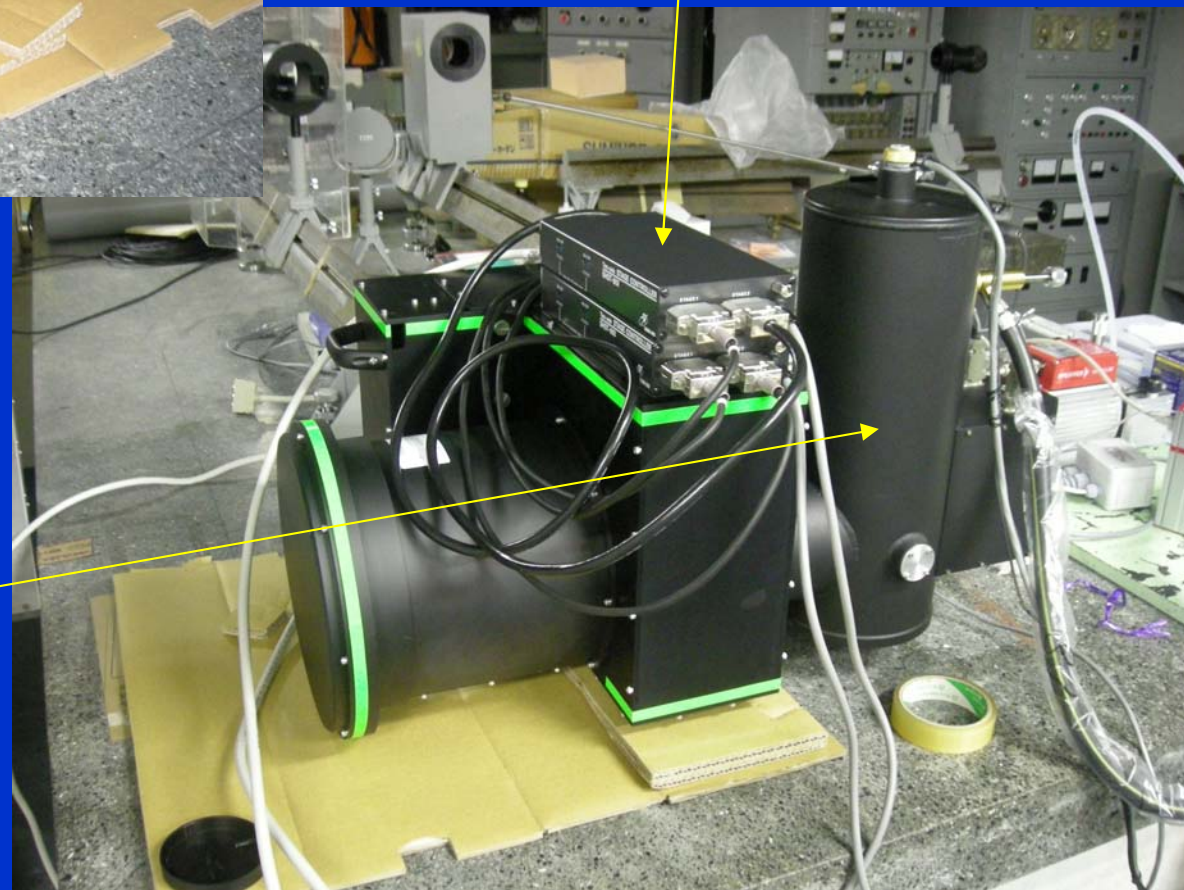






モーター
ドライバー

液体窒素冷却式CCDカメラ
SITE 1k x 1k, 24um pixel
裏面照射型
富山市科学文化センター



ダンボール6箱に梱包して、りくべつへ発送



施設: rikubetsu宇宙地球科学館(北海道足寄郡陸別町)
名古屋大学STE研と国立環境研究所が同居している
自炊(今回は山下泰正館長にお世話になった)

観測: 2008年3月7-11日

115cm反射望遠鏡(Contraves社)、ナスミス焦点
コロナグラフはF8の瞳をF12.2に絞る(元々ぐんまを想定)
→F6.1に縮小、1.1"/pix

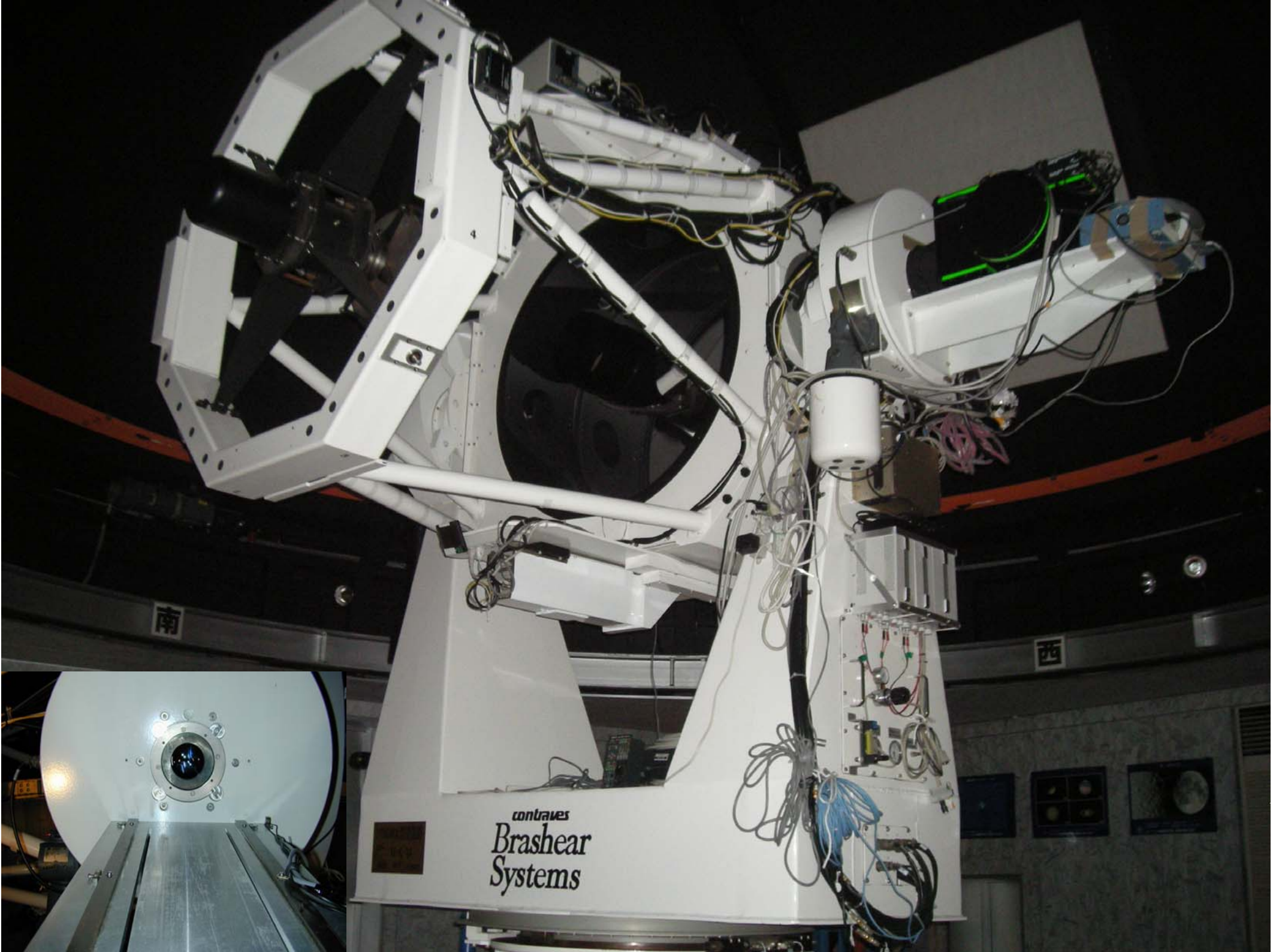
インストルメントローターあり

高速ポインティング(10秒前後)、しかも正確(数秒角)

天候: 観測期間中、気象学的晴れ、天文学的に霞みうす曇りの時間帯が多かった。

暗さ: 4km離れた陸別町の街灯がその霞に反射し、スキー場のようで、意外に空が明るい。

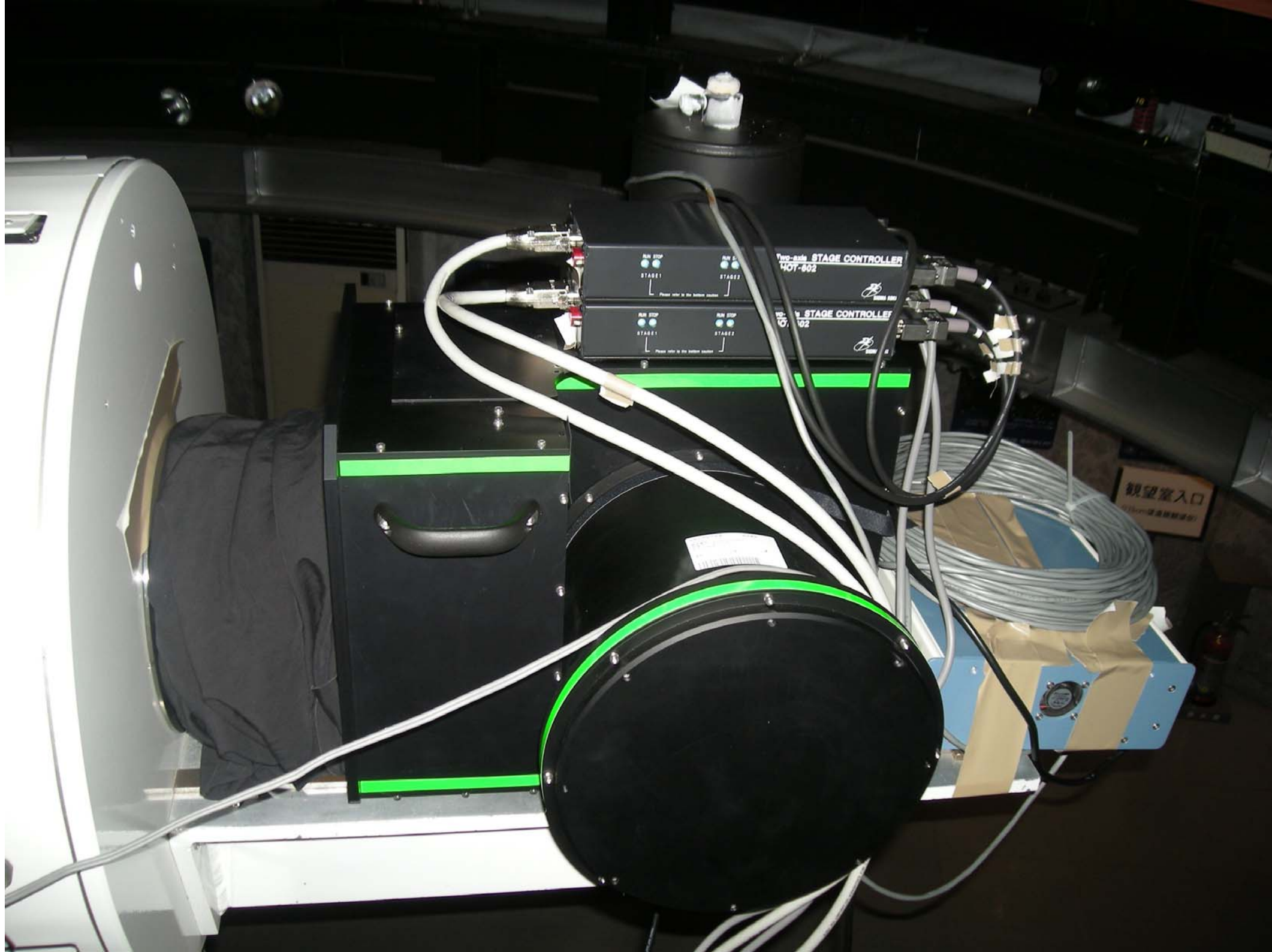
気温: 1、2日目は夜の気温がすぐ -5°C を下回り、 -10°C へ移行。
シグマ光機製リニアステージ、 -5°C で動かず。
ドライヤーで暖めて動かした。



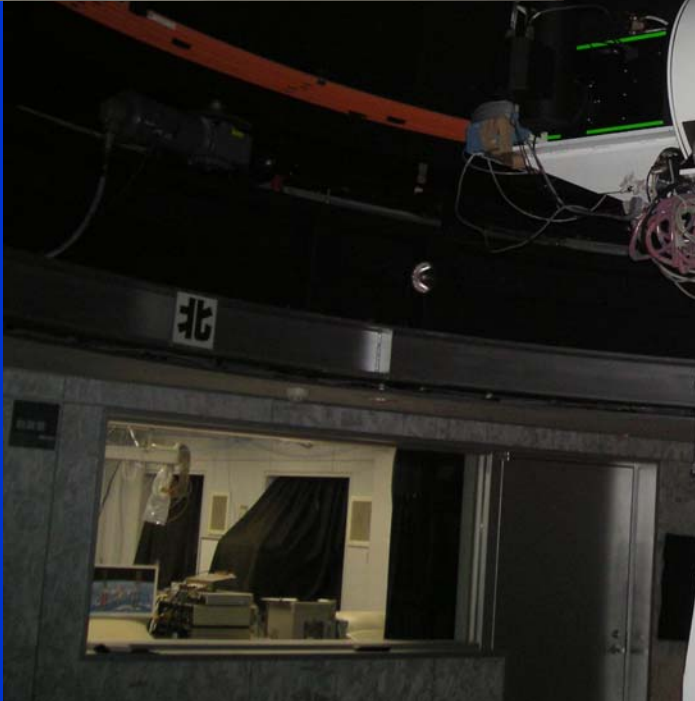
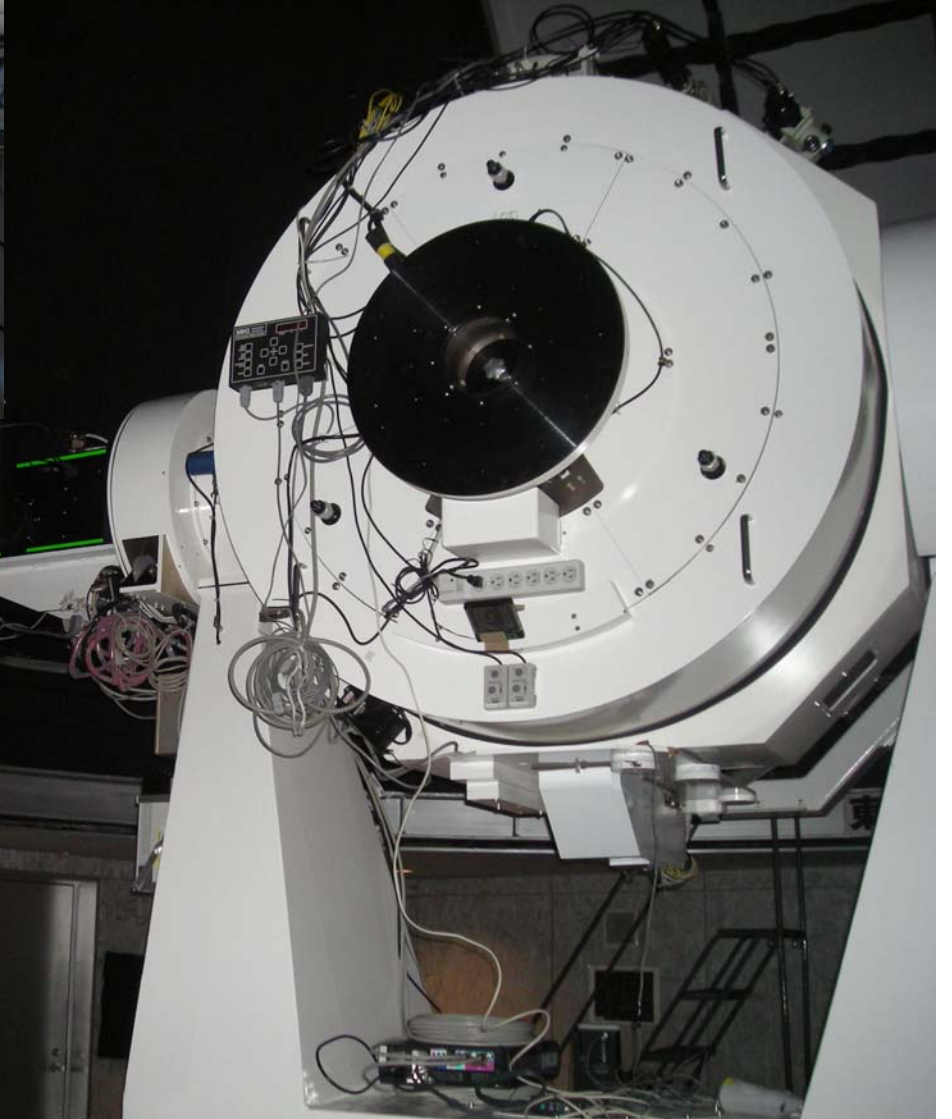
contraves
Brashear
Systems

南

西







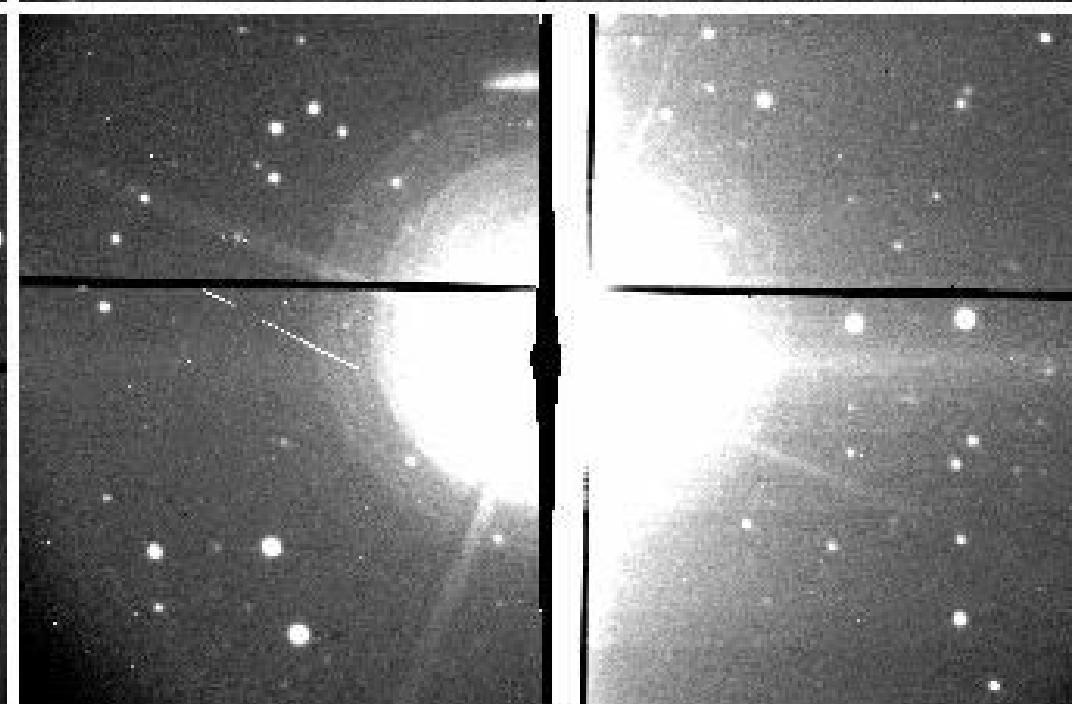
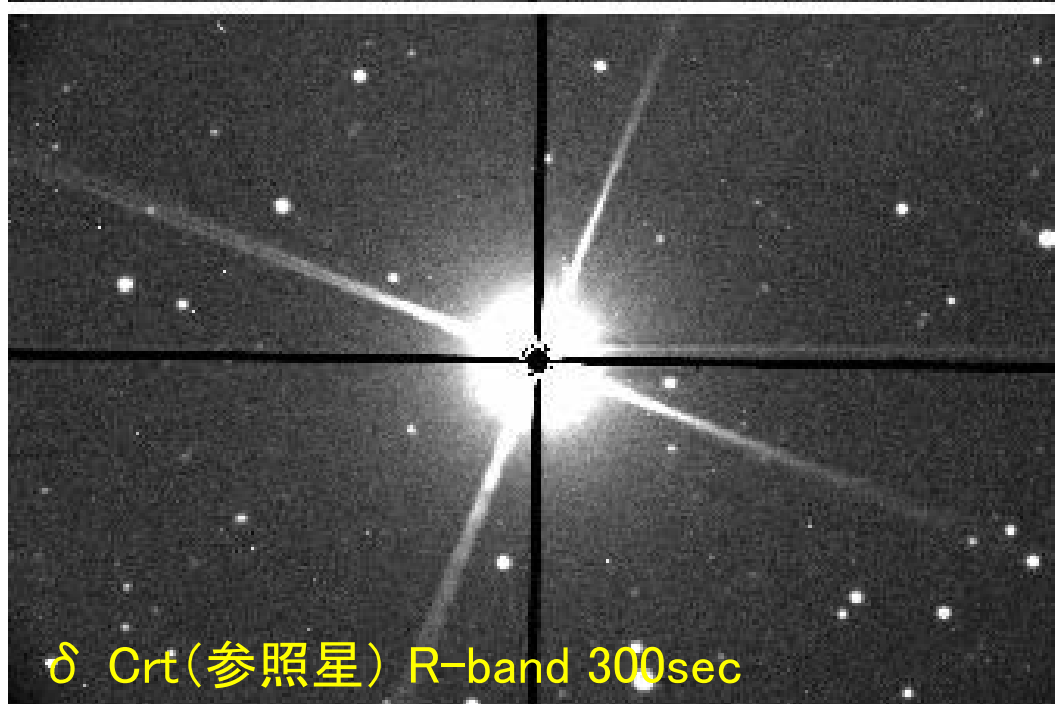
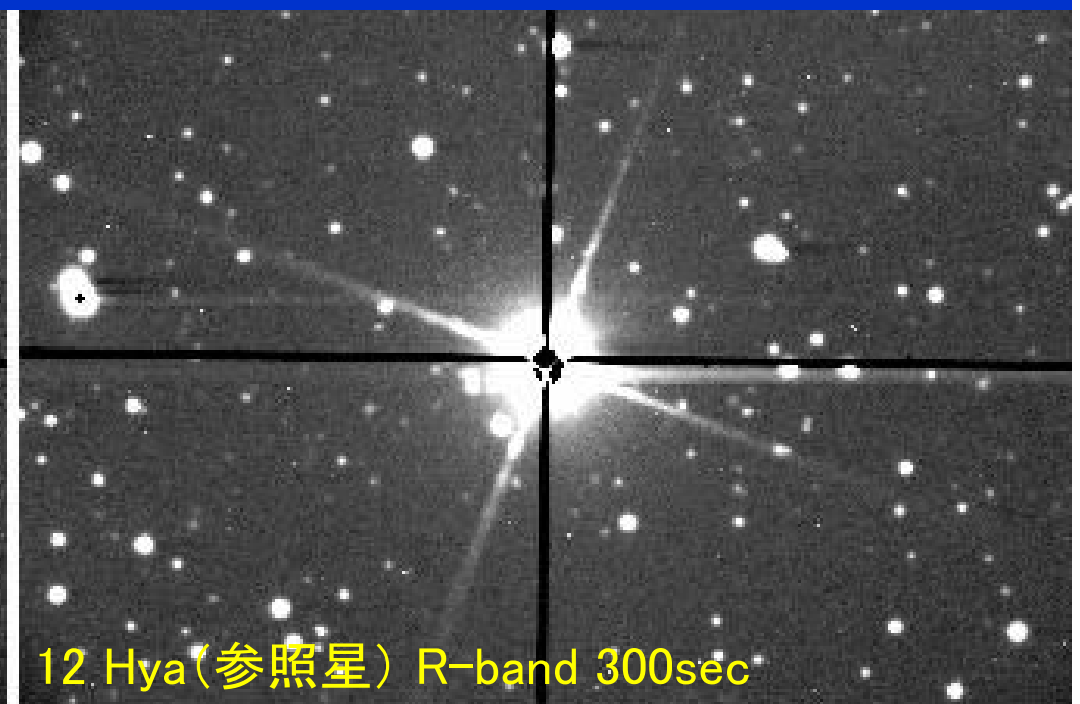
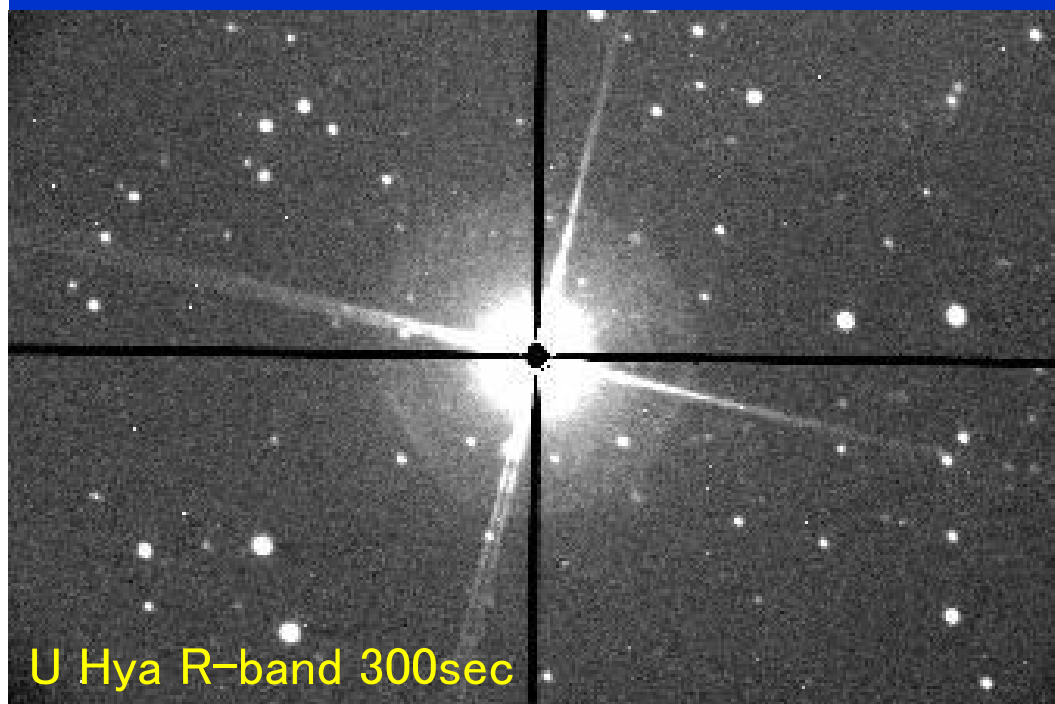
U Hya

視野φ約8分

V-band 300sec

Rc-band 300sec

- ・Rcバンドの300秒露出、参照星の差し引きなしの生画像で、明瞭なダストシェル像を確認できた。
- ・Vバンドではダストシェルの写りが良くないが、これは観測時の空の透明度が良くなかった可能性がある。
- ・木曾に対する陸別の相対的な空の明るさ(概算):
観測時で、Vで1.5等級、Rで0.5等級明るい。



U Hyaにだけダストシェルが見える。

U Hya R-band 300sec, log scale
焦点面マスクから中心星を外した

<<スループットの比較>> (フィルター、窓材、量子効率を除く)

◇木曾105cmシュミット+2KCCDカメラ:

補正板+主鏡

総スループット $\sim 0.83 = 0.97^2 * 0.88$

◇りくべつナスミス焦点: D=75cm相当 (F8をF12.2に絞っている)

主鏡、副鏡、第三鏡 $0.68 = 0.88^3$ (集光面積は木曾の0.51倍)

反射型コロナグラフ (91%反射コート、99%透過ARコートを仮定)

折り返し鏡、オフナー系 (主鏡1、副鏡、主鏡2)

縮小レンズ系 (3枚、6面)

装置スループット ~ 0.65

総スループット ~ 0.44 (x0.51 点源検出で木曾と比較の場合)

透過型コロナグラフ (仮想、99%透過ARコートを仮定)

瞳面前レンズ系 (~ 5 枚、10面)

瞳面後レンズ系 (~ 5 枚、10面)

装置スループット ~ 0.82

総スループット ~ 0.56 (x0.51 点源検出で木曾と比較の場合)

簡単なまとめ

◇当初の目標:

焦点面マスクと瞳面マスクの装備により、

- ・ゴースト、迷光を抑えた高感度V、Rバンド画像、
 - ・レッドハローを抑えた高感度Rバンド画像、
- を取得できるようにする。

◇これまでに確認・達成されたこと:

- ・ゴースト、迷光、レッドハローを抑えたV、Rcバンド画像取得。
- ・Rバンドがダストシェル探査に有効なことの確認。
- ・Vバンドにおける木曽の空の暗さと感度の高さの再認識。

◇今後の課題:

Vバンドの感度の低さの評価と改善策の検討。

回折パターンの時間的な変化への対応策の検討。

フラットの改善策の検討。

偏光観測モード、相対測光観測モードの試験実施。

CCDカメラの更新方法の検討。

木曾シュミット

メリット: 高いスループット、暗い空、視野の広さ、賄い、近さ

デメリット: ゴースト、シーイング、CCDレッドハロー、晴天率、
ポインティング精度、観測時間(暗夜)

長期的、専有的利用は、晴天率と観測時間のデメリットを低減。

- ・CCDの交換でレッドハローが解決され、
- ・読み出しの高速化でポインティング精度がカバーされ、
- ・フィルターへのARコートでゴーストが軽減されれば、

V、Rバンド(特にRバンド)で高感度サーベイ能力が高まる。

→ これまで木曾で進めた観測を、天体数と時間軸の両面で大幅に拡張したい。

世界の他の望遠鏡により進行中あるいは計画中の研究は、今のところ対応するものは無い、と信じている。目的天体を撮るだけでなく、適切な参照天体の適切な撮像も必要であり、そういった観測を実施するサーベイ計画はまだ無いはず。