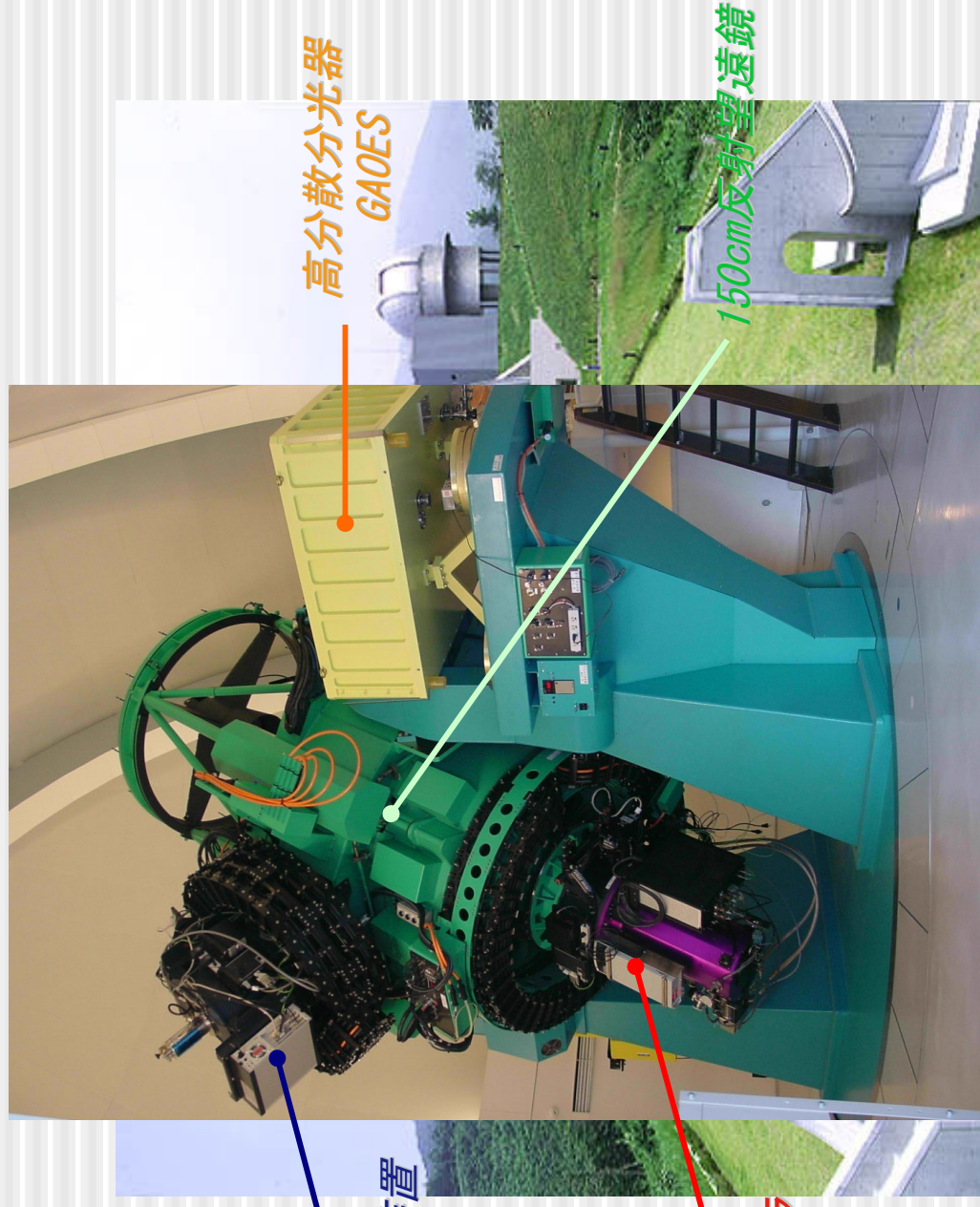


# ぐんま天文台150cm望遠鏡と焦点面観測装置

ぐんま天文台  
高橋 英則  
橋本 修  
衣笠 健三

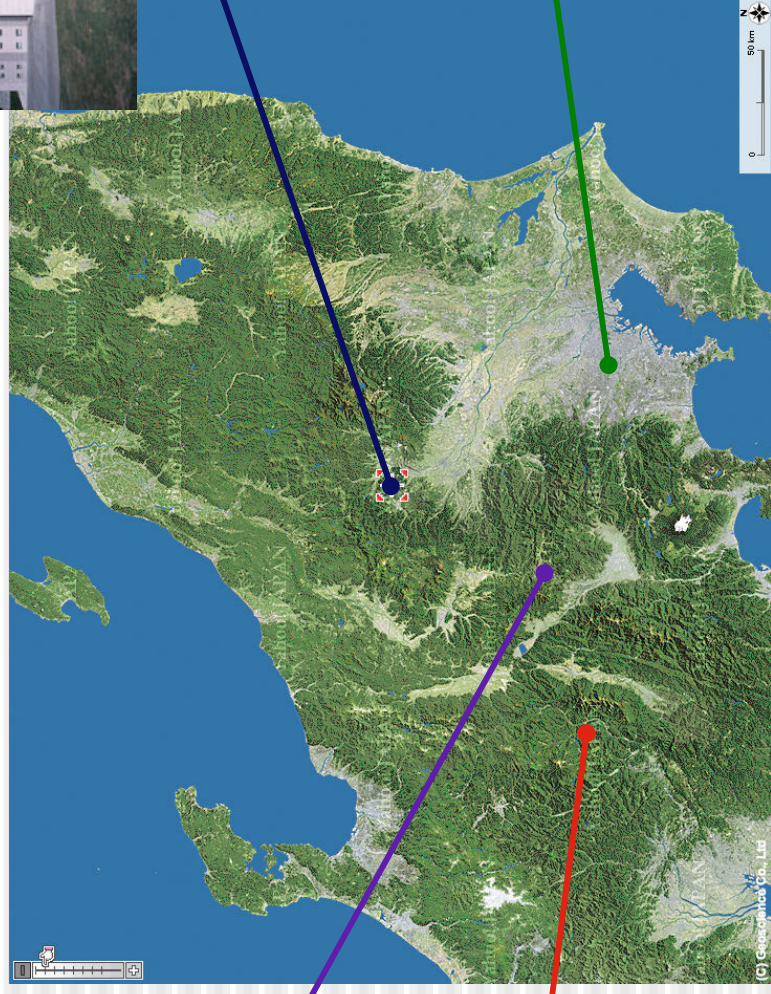
低分散分光・撮像装置  
GLDSC

近赤外線カメラ  
GIRCS



# ぐんま天文台概要

- 所在地 : 群馬県吾妻郡高山村中山6860-86
- 設置時期 : 1999年4月1日
- 経緯度 : 北緯 36° 35' 49"  
: 東経 138° 58' 35"
- 標高 : 885m (150cm望遠鏡不動点)



ぐんま天文台

国立天文台  
(野辺山)

木曾観測所

国立天文台  
(三鷹)

## ぐんまの観測条件

晴天率が低い

- \* 特に夏場。。。
- \* 冬場は日本海側の天候になる場合がある。  
→ 可観測夜～30-40%

シーイング

- \* typical～2" (cf: <1.0" @マウナケア)  
→ 解像度の低下  
→ ポイントソースでは感度低下

大気の透過率

- \* 水蒸気が多い (高温、高湿度)
- \* バンド中心では比較的問題は少ない

バックグラウンド

- \* 可視光：市街光
- \* J、Hバンド：OH夜光、Kバンド：OH夜光＋熱放射

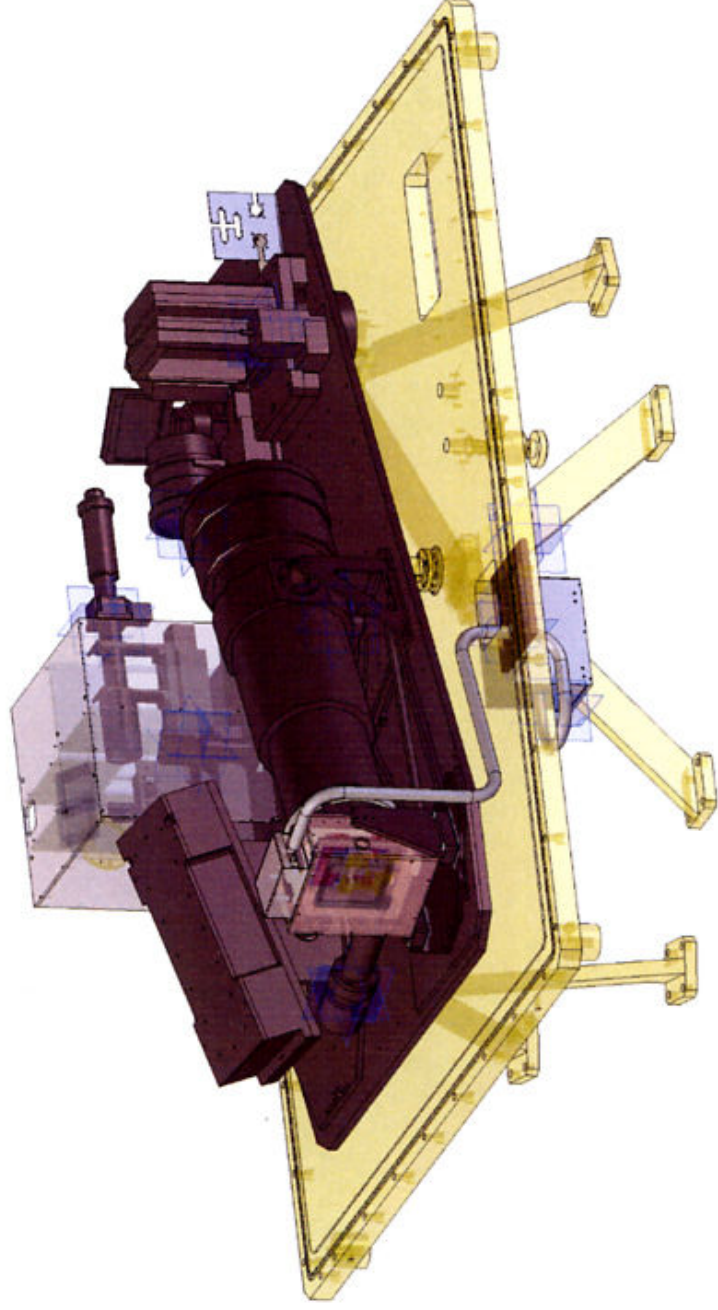
# 150cm望遠鏡諸元と焦点面観測機器

âDäwipéÆ	ÉäÉbÉ`ÁEÉNÉäÉ`ÉAÉiéÆîzéÅñJaiäæ
éÁãæí°ãa	16 0 cm
óLã`ãpãa	15 0 cm
è-ì_ãóóf	18 30 cm (F/12.2)
ÉnÉäÉgÉ}ÉiîÈéi	0.3 arc sec
âÀè%oo	ãvéZã@èßã%ooãoà<è%ooéÆ
éwã,éllix	3.0 arc sec (rms)
í<î`èllix	0.7 arc sec (rms) (15 i <sup>TM</sup> ä´)
ÉhÅ[ÉÄí°ãa	11 m
è>íu	19 99 in 3 áé
é <sup>a</sup> çĩ	éOĩHidã@
äöè <sup>TM</sup> ígíllàÈ	ã-éãÅ`ã½é`äOÄi0.38 - 2.35 µm Åj
ÉiÉXÉ~ÉXÇP	çÇi <sup>TM</sup> éUi <sup>TM</sup> ãDãlÄGAOESÅj
ÉiÉXÉ~ÉXÇQ	äcëñJäæ
ÉxÉiÉgÉJÉZÉOÉãÉiÇI	íÇéí ó, ãp CCD ÉJÉÁÉä
ÉxÉiÉgÉJÉZÉOÉãÉiÇI	í·i <sup>TM</sup> éUi <sup>TM</sup> ãDãÉBéüüü
ÉJÉZÉOÉãÉi	ã½é`äOé,ÉJÉÁÉä

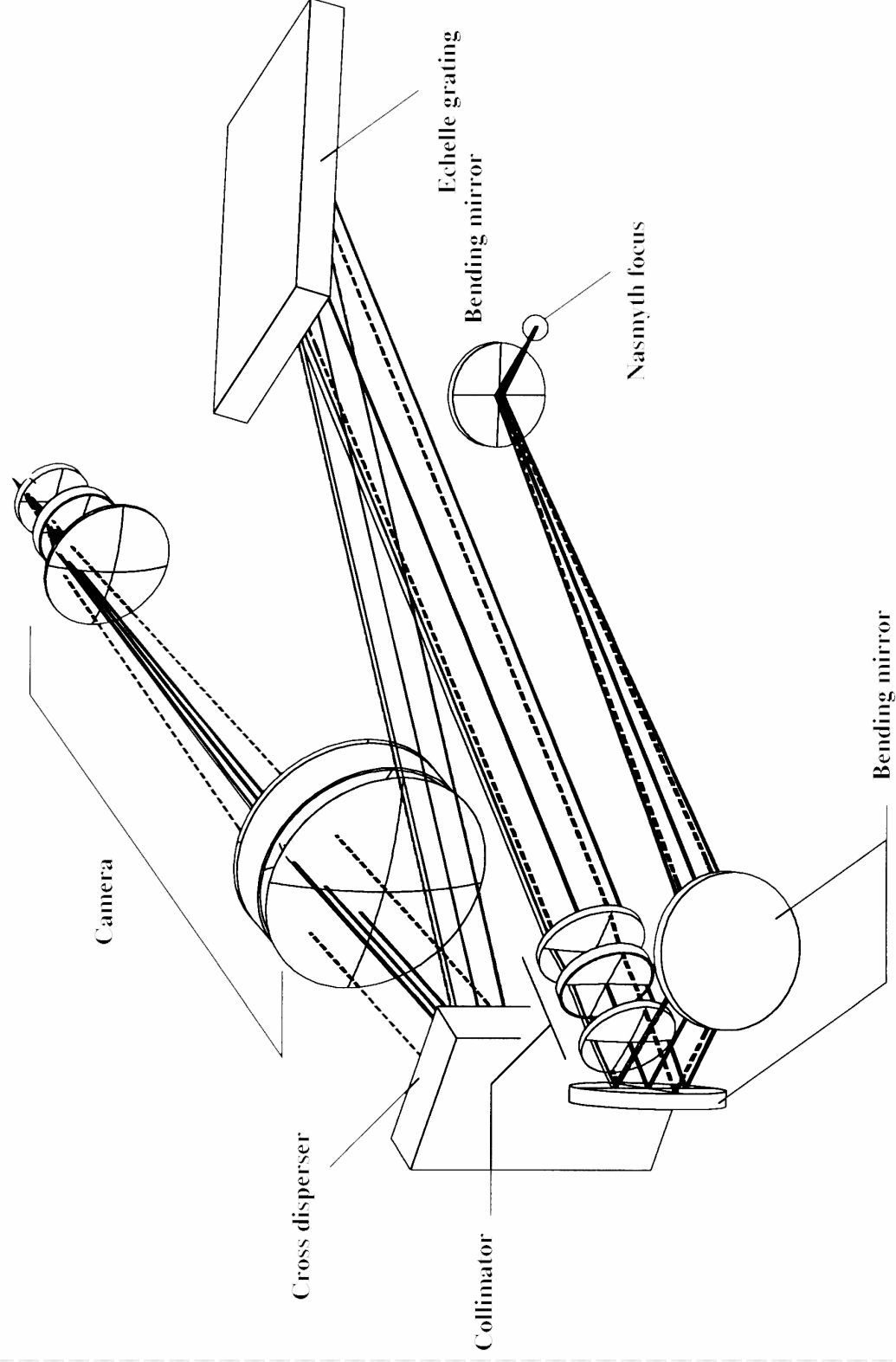
# 高分散分光器 (GAOES) の諸元

íglàÈ	360 – 1000 nm
îglîr™â³/4î\	70,000 (ÉXÉäÉbÉgl.0") Å <b>100,000</b> (ÉXÉäÉbÉg0.6 ")
ÉXÉäÉbÉgl	8.0" (720 É m)
âüeoäì	<b>EEV CCD44-82</b> 2048 Å~4096 Å (1 âÊëf 15É m Å~15É m)
ì«Ç»èoÇµâÒèH	<b>MFront 2 + Mes sia - V</b> (ì«Ç»èoÇµEnñÉY3e` à»äì)
ó,âpîbéÆ	ÉwÉäÉÉÉÄèzä´ó,iÄä@
îbéÆ	ÉZÉ~ÉäÉgÉçÉÉ
ÉRÉäÉÅ[É^	ÉäÉiÉYîbéÆ
ÉJÉÅÉä	ÉäÉiÉYîbéÆ
ÉGÉVÉFÉäâÒè«äiéq	R = 2.8, 31.6 gr/mm, ÉuÉäÅ[ÉYäp 71 deg
ÉNÉçÉXÉfÉBÉXÉpÅ[ÉU	(è´) 250 gr/mm, ÉuÉäÅ[ÉY600 nm, 4.5 deg (è-) 400 gr/mm, ÉuÉäÅ[ÉY415 nm, 4.8 deg
âjüEiòää	<b>10 iò</b> (600n m itâ½) S/ N~100, 120 î™òlèo
èªçî	ÉWÉFÉiÉVÉÄ

# Vacuum Chamber of GAOES



# 高分散分光器の光学系

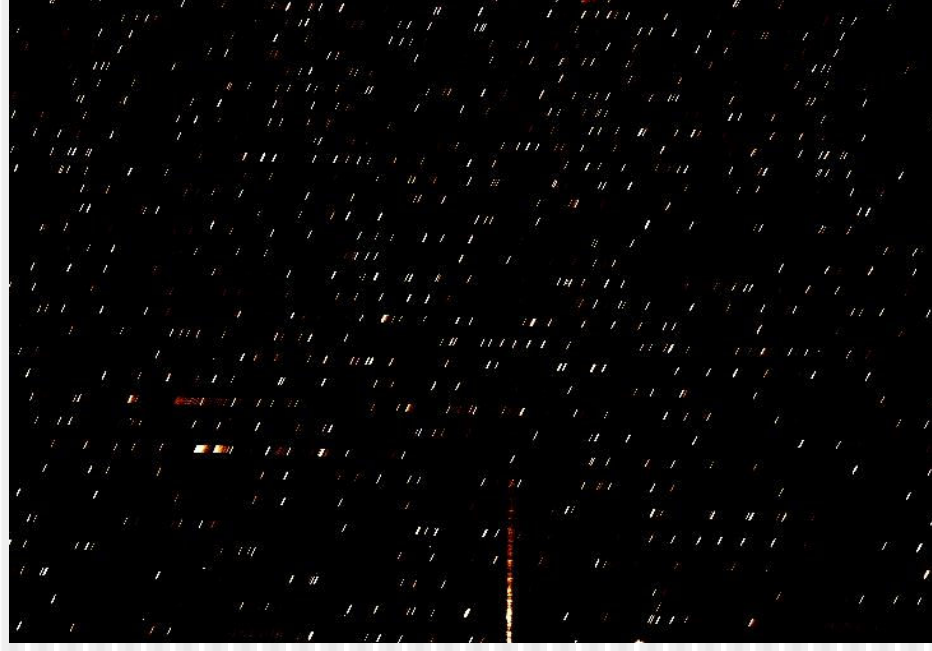


# GAOESによる観測例

天体のスペクトル  
(  $\alpha$  UMi )



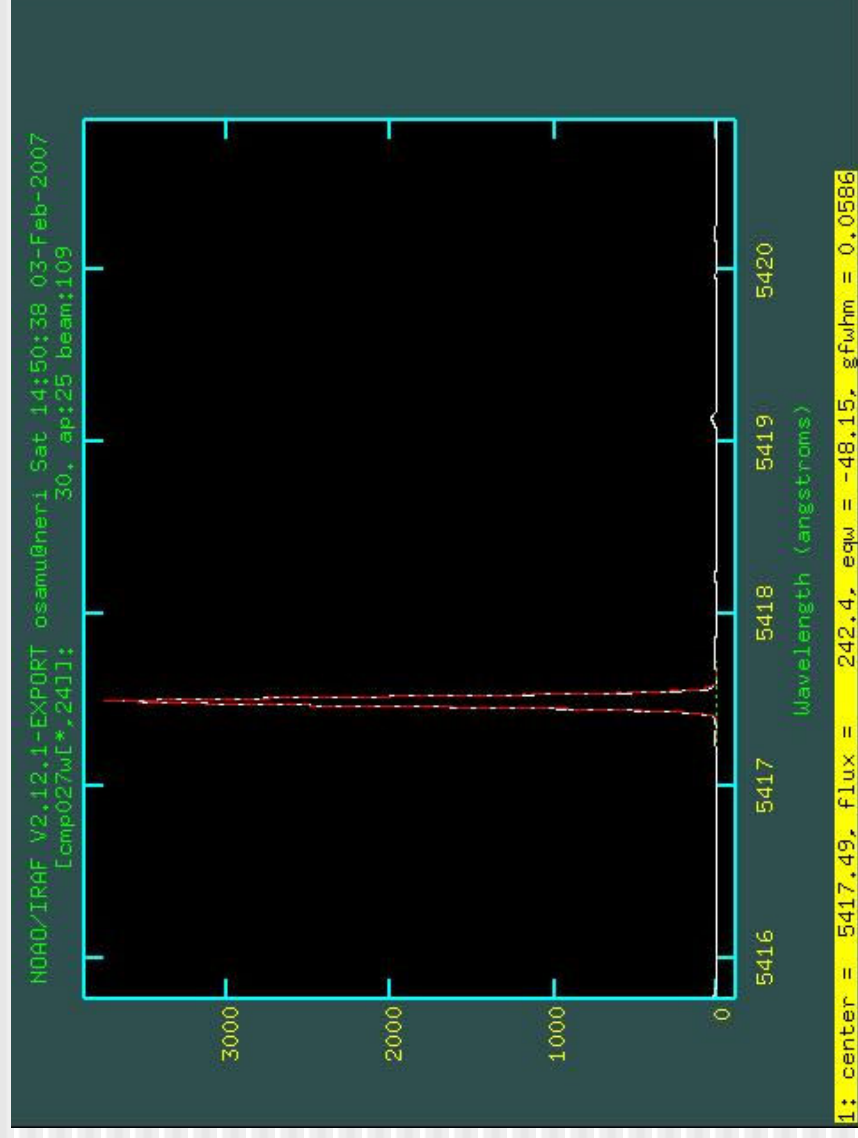
較正光源のスペクトル  
( Th-Ar )





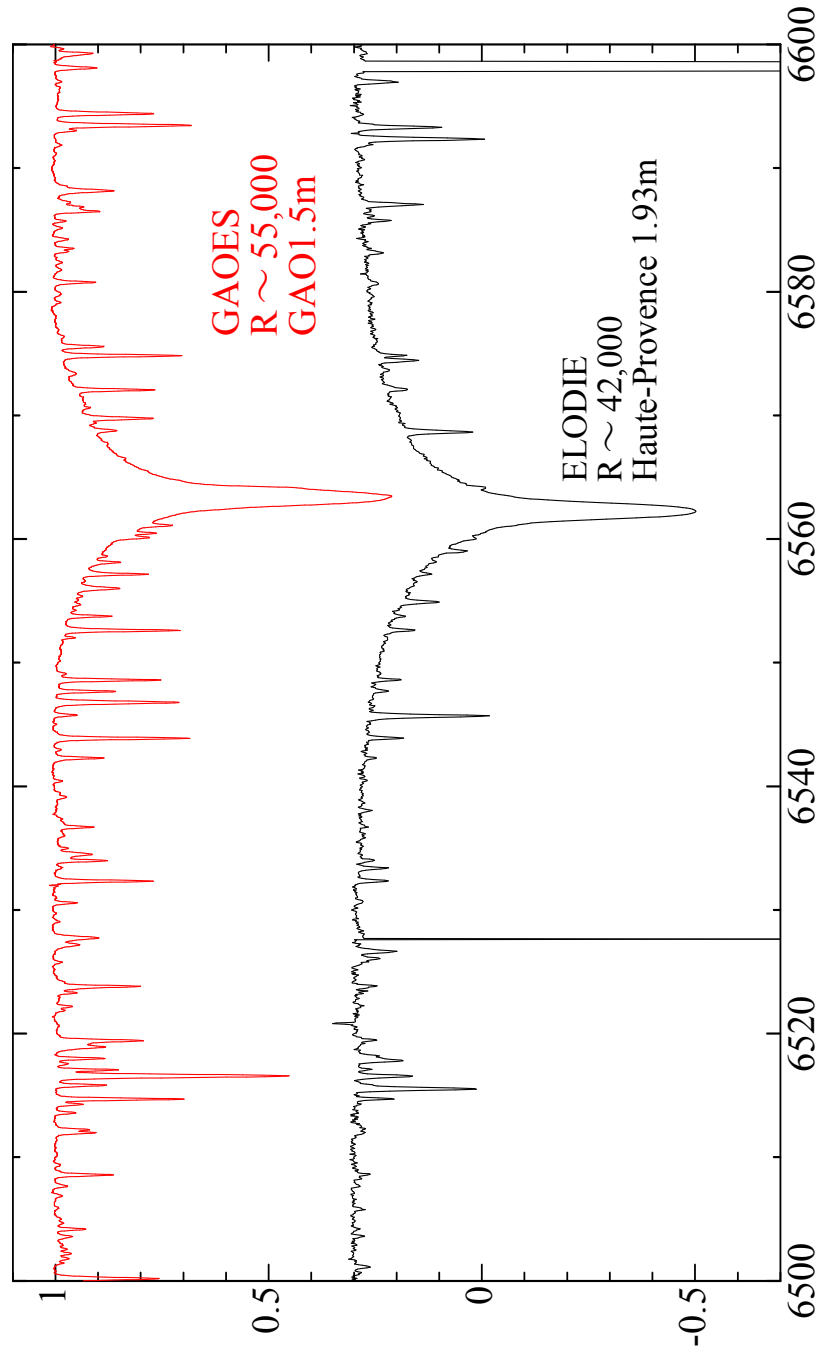
# GAOESによる観測例

Th-Ar HCT slit width 0.6''



All apertures R=92500

# GAOESによる観測例



# 国内装置との比較



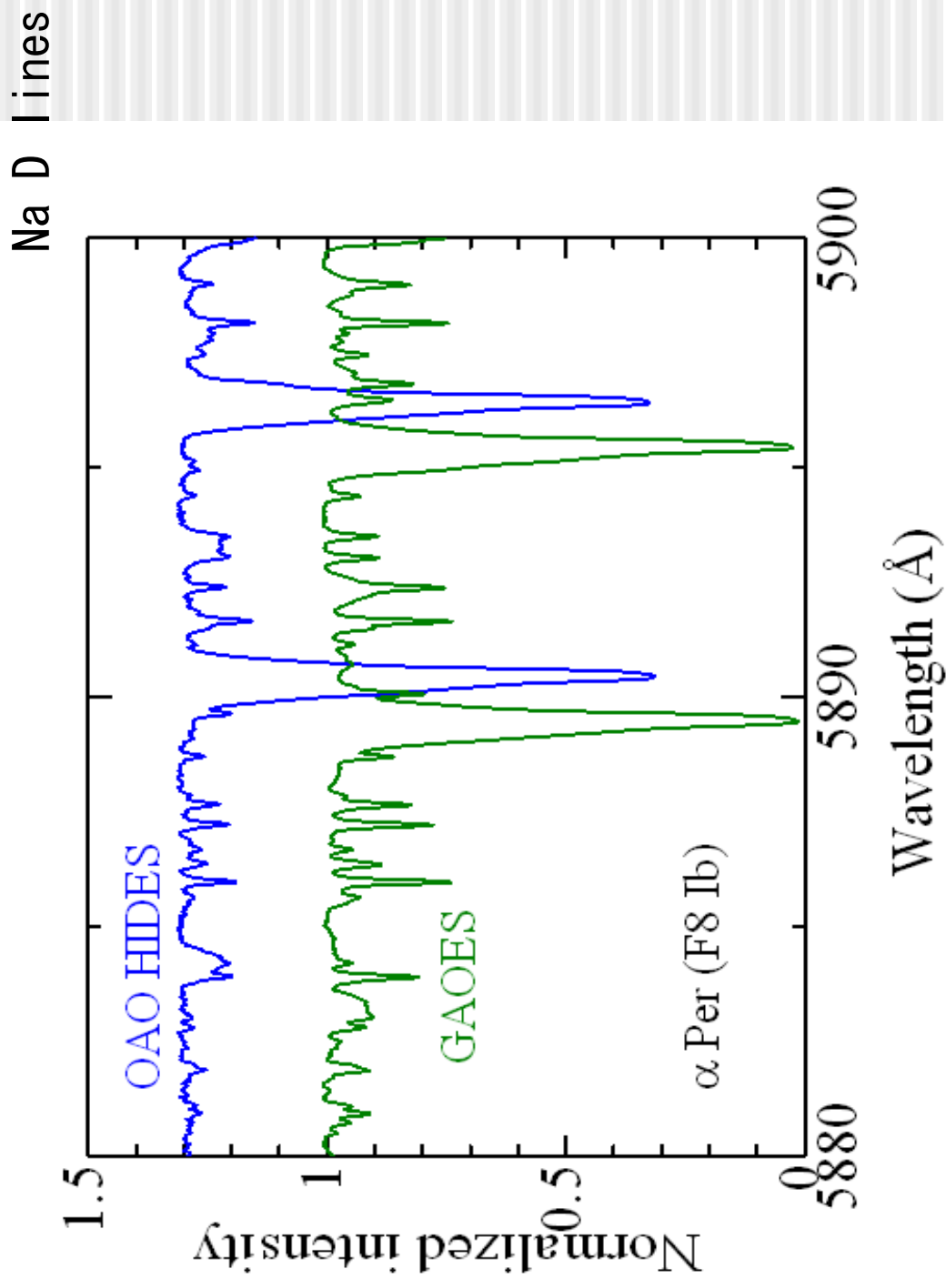
## 国立天文台 岡山天体物理観測所 188cm望遠鏡

HIDES	
0.38arcsec	: R ~ 108000
0.75arcsec	: R ~ 61000
0.95arcsec	: R ~ 50000
1.13arcsec	: R ~ 42000

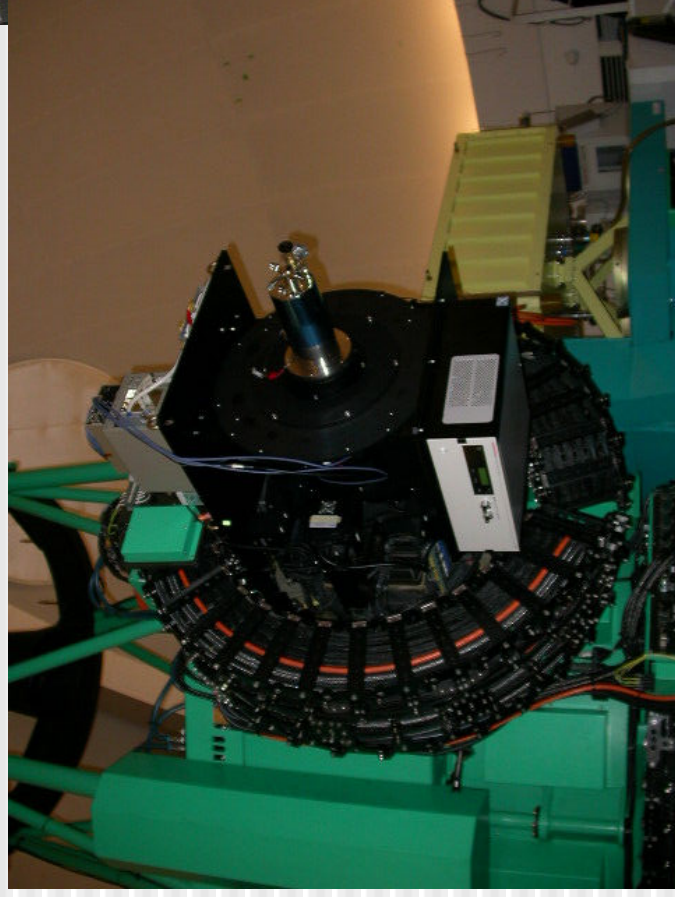
GAOES	
0.56arcsec	: R ~ 100000
1.00arcsec	: R ~ 68000
2.00arcsec	: R ~ 34000
4.00arcsec	: R ~ 18000

# 国内装置との比較



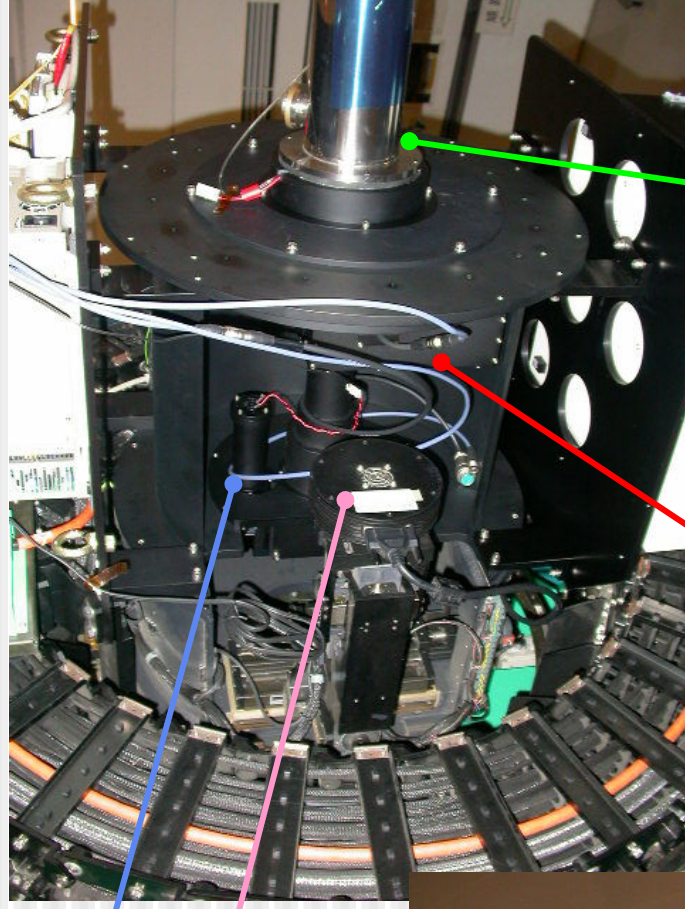
# 低分散分光・撮像装置

外観



校正光源

オートガイダー用CCD



フィルター  
ホイール

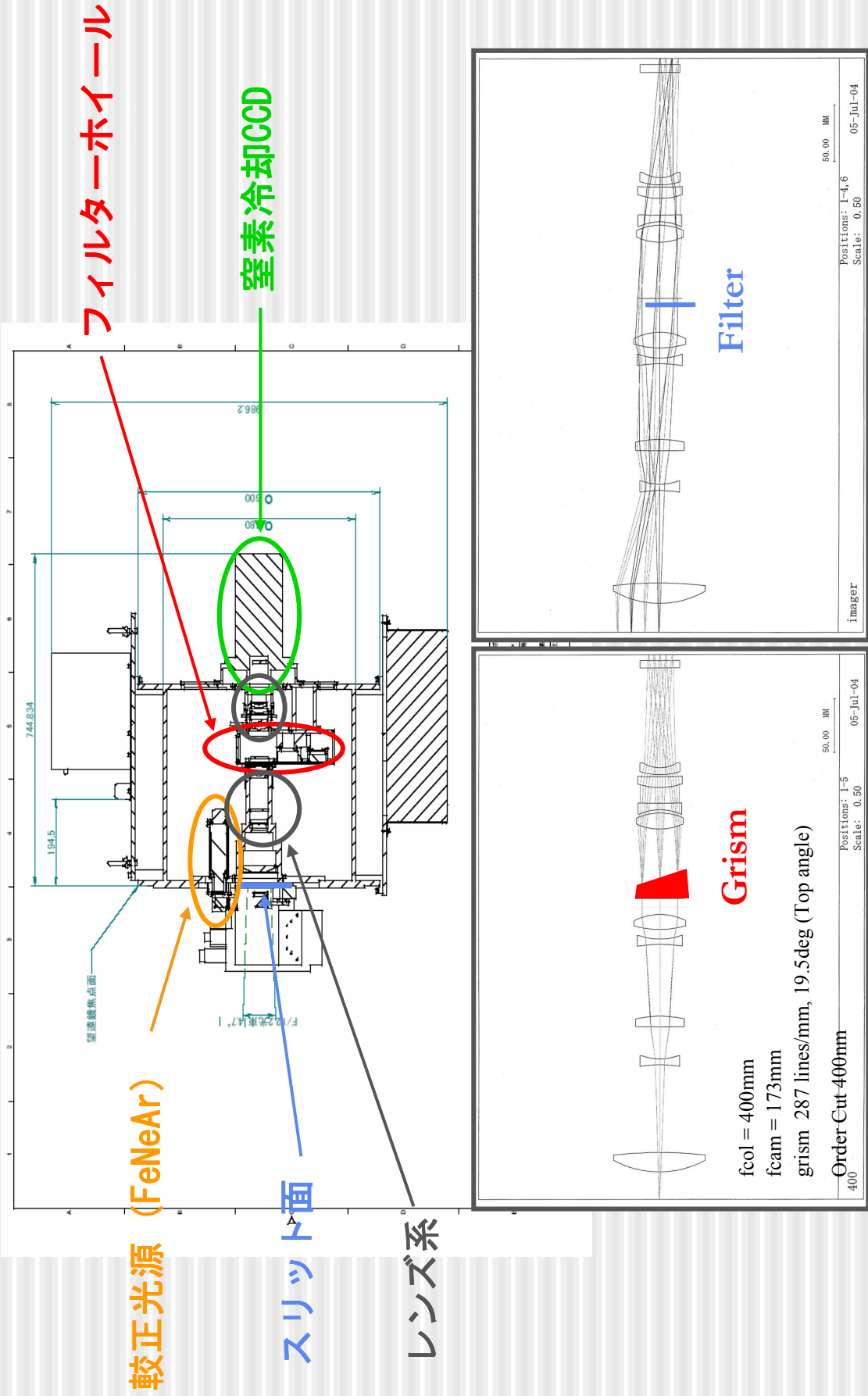
CCDカメラ

# 低分散分光・撮像装置の仕様

áüeoäì	Andor DW432 1 250 x 1 152 pixels 22.5 x 22.5 $\mu\text{m}/\text{pixel}$
ó éqã´ ó¶	~95%
éãñĩ	11.7' Å 0.7' (0.56"/pixel)
îgĩłĩÖaÖ	40 0 Å 900 nm (QE > 50%)
ó, äpĩpéÆ	ideqó, äp
ó, äpãłłx	-70 ixÅiÅó10 ixÅj
éªçĩ	ĩlè°ÉzÉgÉjÉNÉXÅAÉWÉFÉIÉVÉA



# 低分散分光・撮像装置の光学系



# 低分散分光・撮像装置の仕様

## 撮像

ÉtÉBÉaÉ^Å[	U, B, V, R, I, etc.
éañĭ	11.7' Å~10.7' (0.56"/p ixel)

## 分光

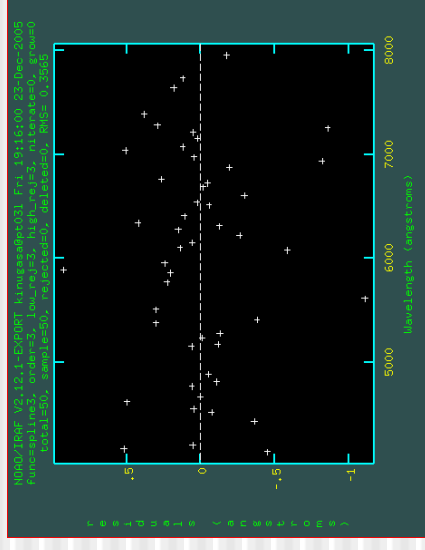
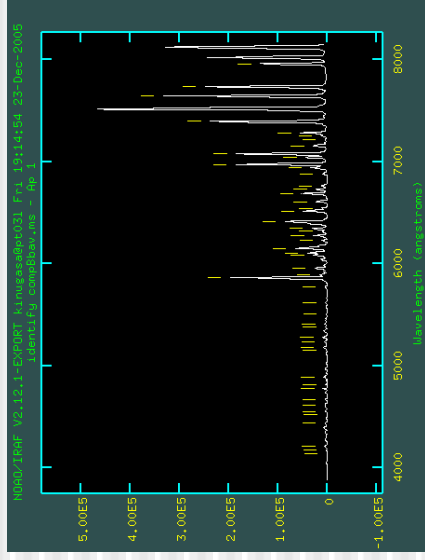
ĩTMã³/4ĭ\	400 – 500
ĩTMãDĭgĭlaÊ	400 – 780 nm
ĩTMéUĕf éq	ÉOÉãÉYÉÄĩTMã³/4ĭ ~ 300 – 500)
ÉXÉãÉĴgĭl	40''
ÉXÉãÉĴgiù	1.8''
ĩ%ãr áDãš	FeNeAr



# 低中分散・撮像装置の観測性能

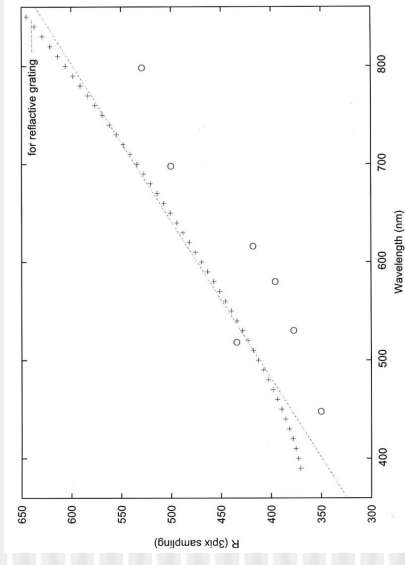
波長決定精度

\*  $\sim \pm 1 \text{ \AA}$  @400-800nm



波長分解能

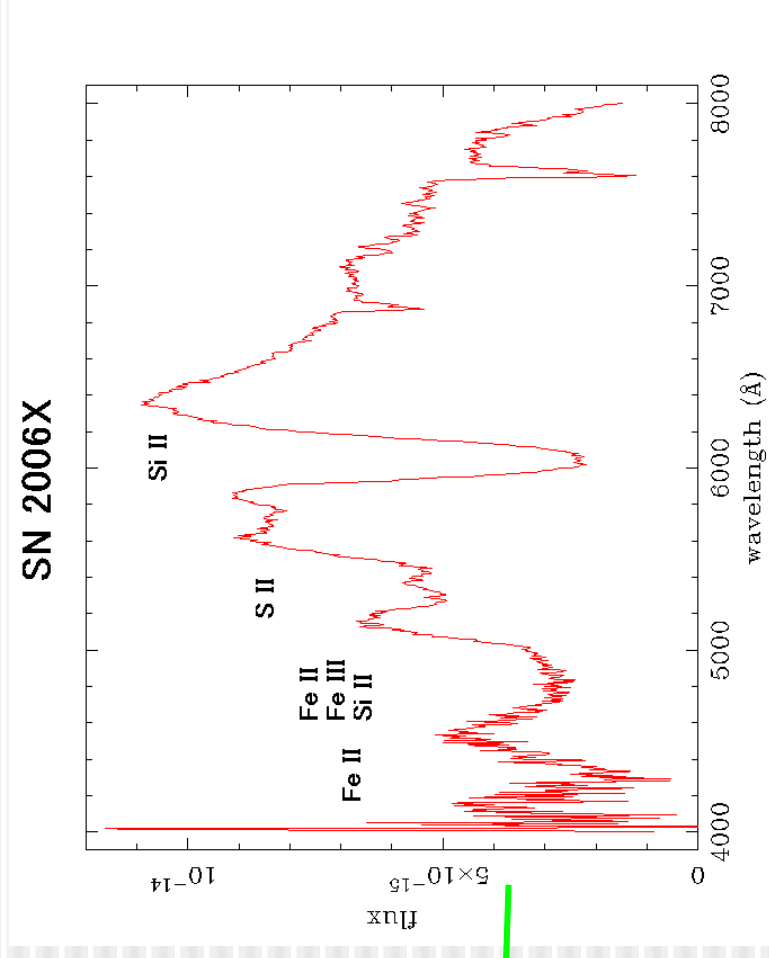
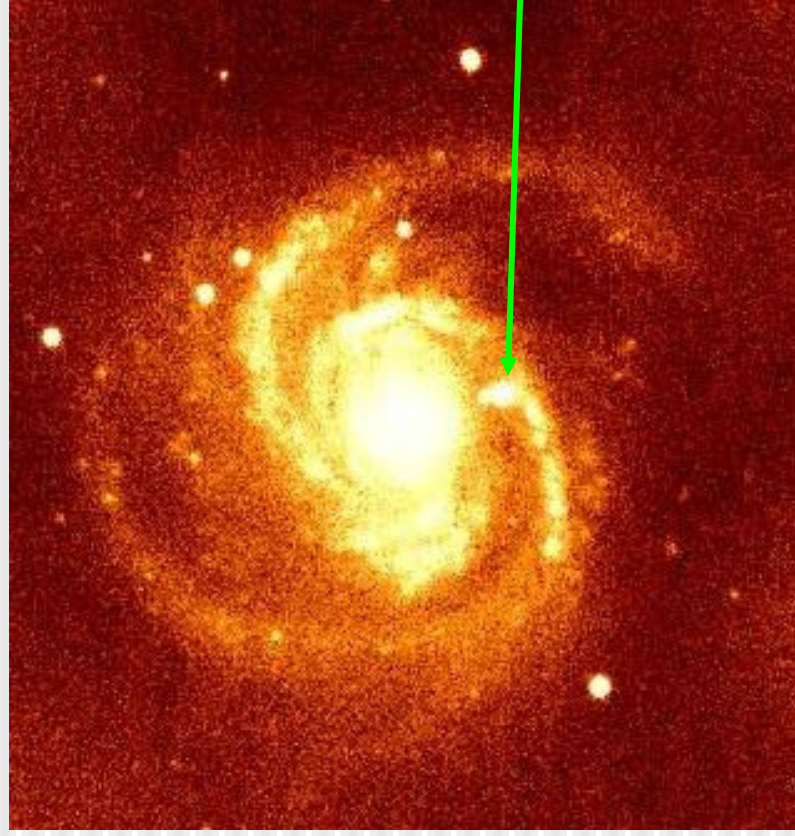
\*  $\sim 400-500\text{nm}$



限界等級

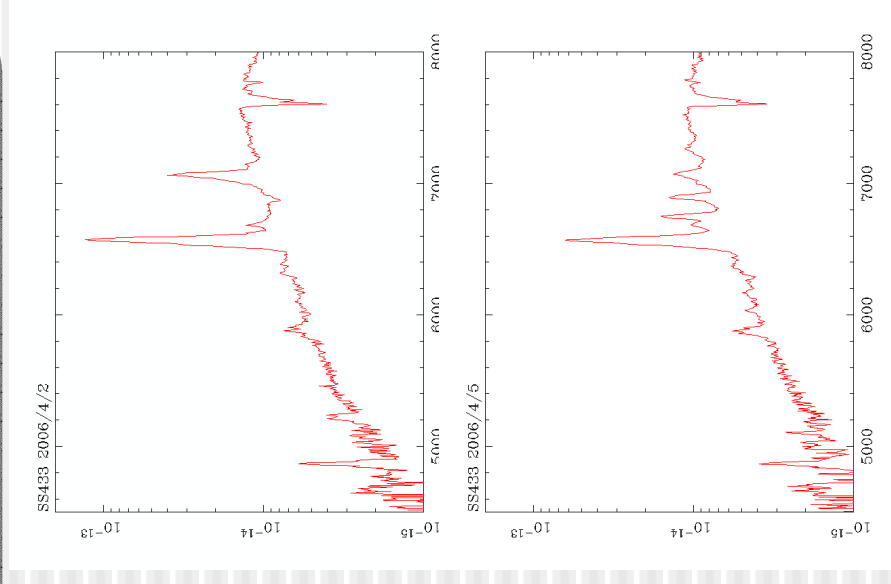
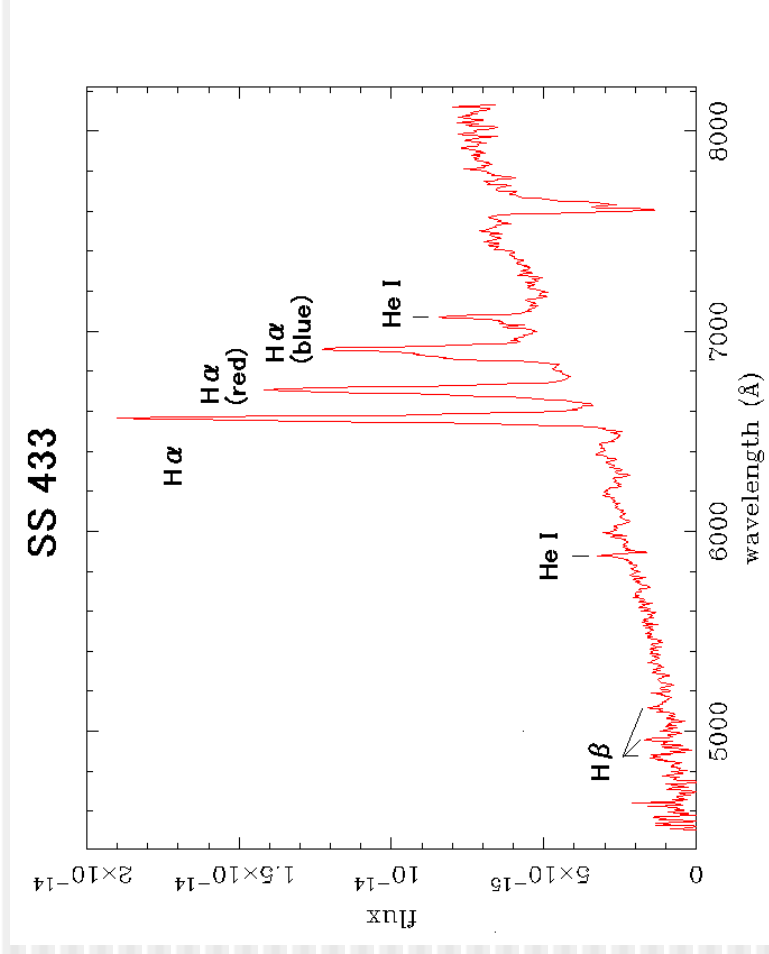
\*  $\sim 17\text{mag}$  (S/N $\sim 30$ , 30分露出)

# 低中分散・撮像装置の観測例 SN2006X



2006年2月18日に観測したSN2006X (母銀河はM100) のR-band画像 (左) とスペクトル (右)。珪素の深い吸収線と、大きな星間吸収を受けていることがわかる。

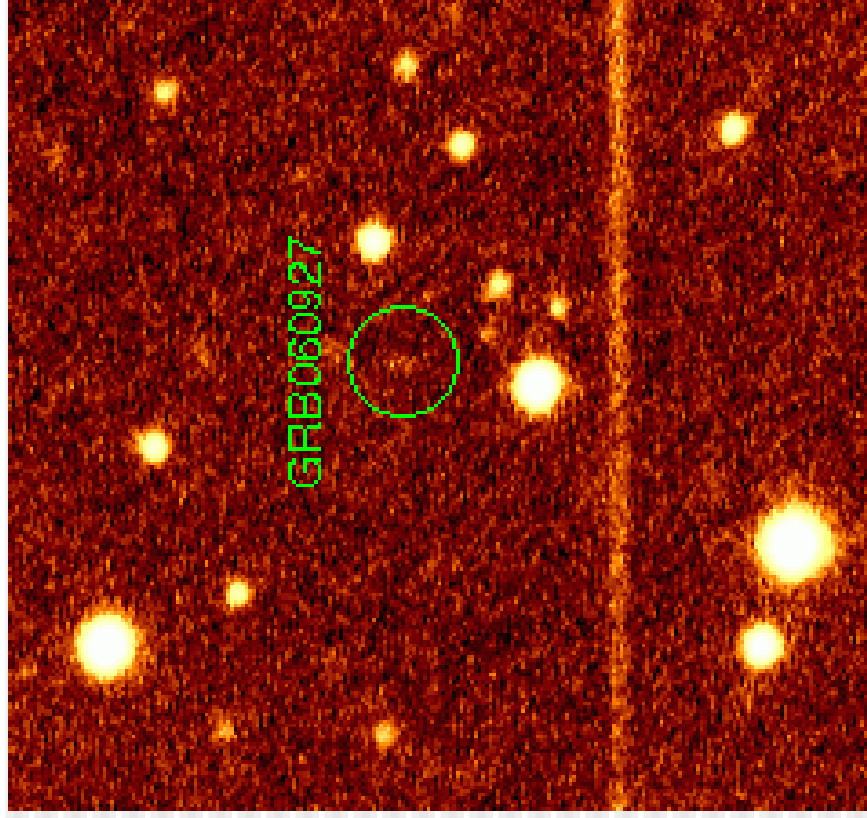
# 低中分散・撮像装置の観測例 SS433



2005年10月31日に観測したSS433のスペクトル。  
 2本のジェットからの輝線も含め、 $H\alpha$ 、 $H\beta$ それぞれ  
 3本の輝線が見えているのがわかる。

「すざく」衛星とのキャンペーン  
 観測にて得られた2006/4/2(左)、  
 4/5(右)の可視光スペクトル。  
 ジェット輝線の変化がわかる。

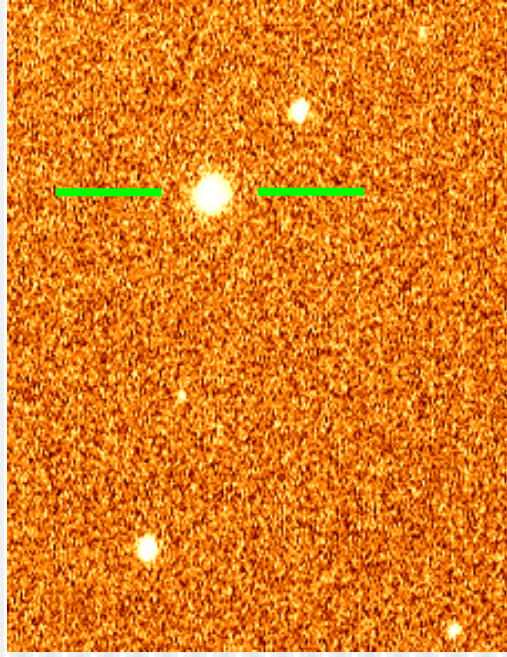
## 低中分散・撮像装置の観測例 GRB060927



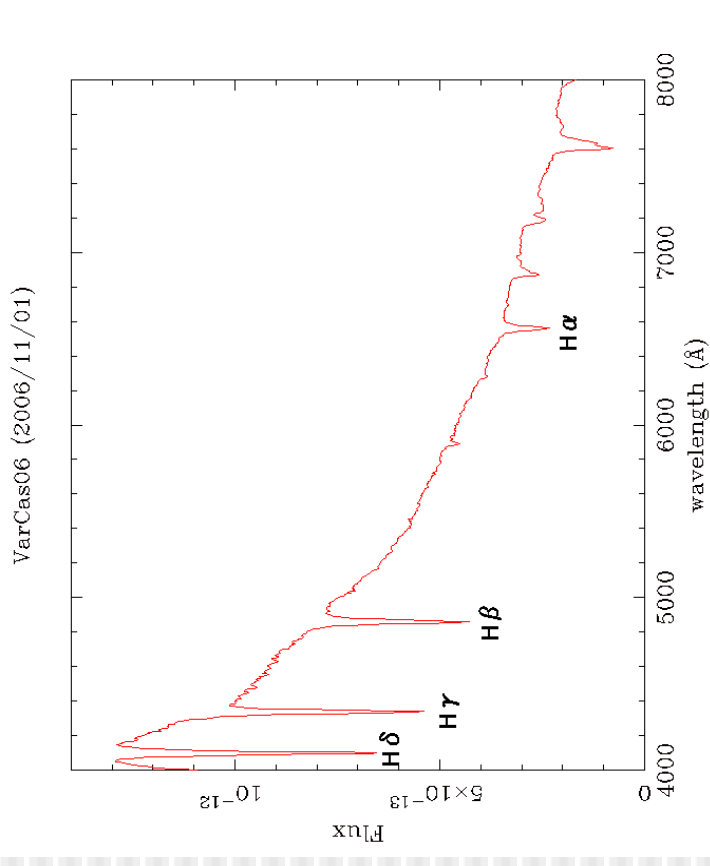
2006年9月27日に出現した $\gamma$ 線バーストのR-band 画像。R $\sim$ 20mag。出現後37分後の観測による結果。翌日、VLTによる分光により $z=5.6$  (GRBでは2番目に遠いもの)であることがわかる。

$z = 5.6!$

# 低中分散・撮像装置の観測例 VarCas06



2006年11月1日早朝にIAUCにて発表された増光現象。その日の夕方に取得したR-band画像とスペクトル。普通のA型星のスペクトルとかわらず、さらに、減光後のスペクトルともフラックス以外は変わっていない。

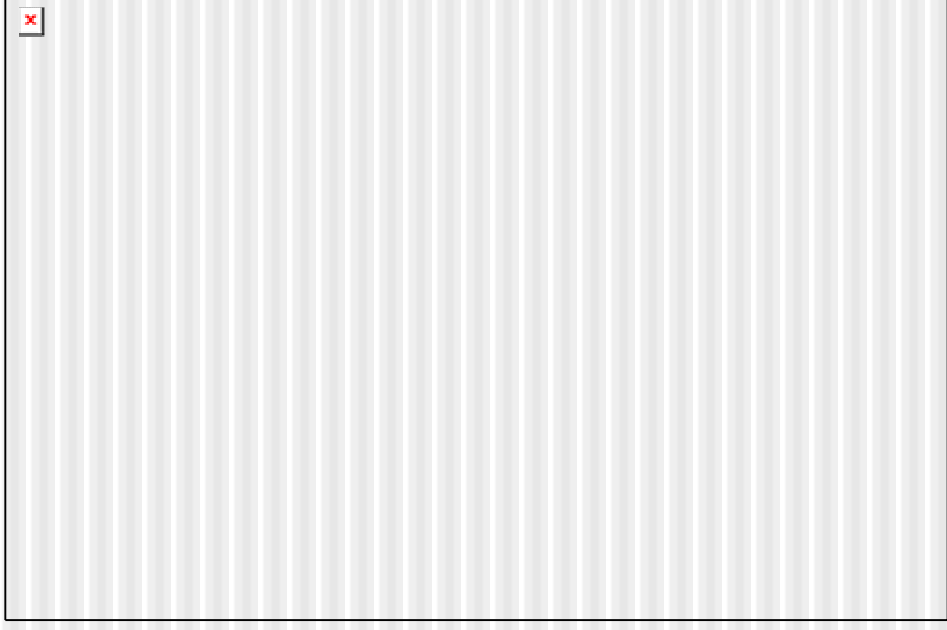


## マイクロレンズ現象!

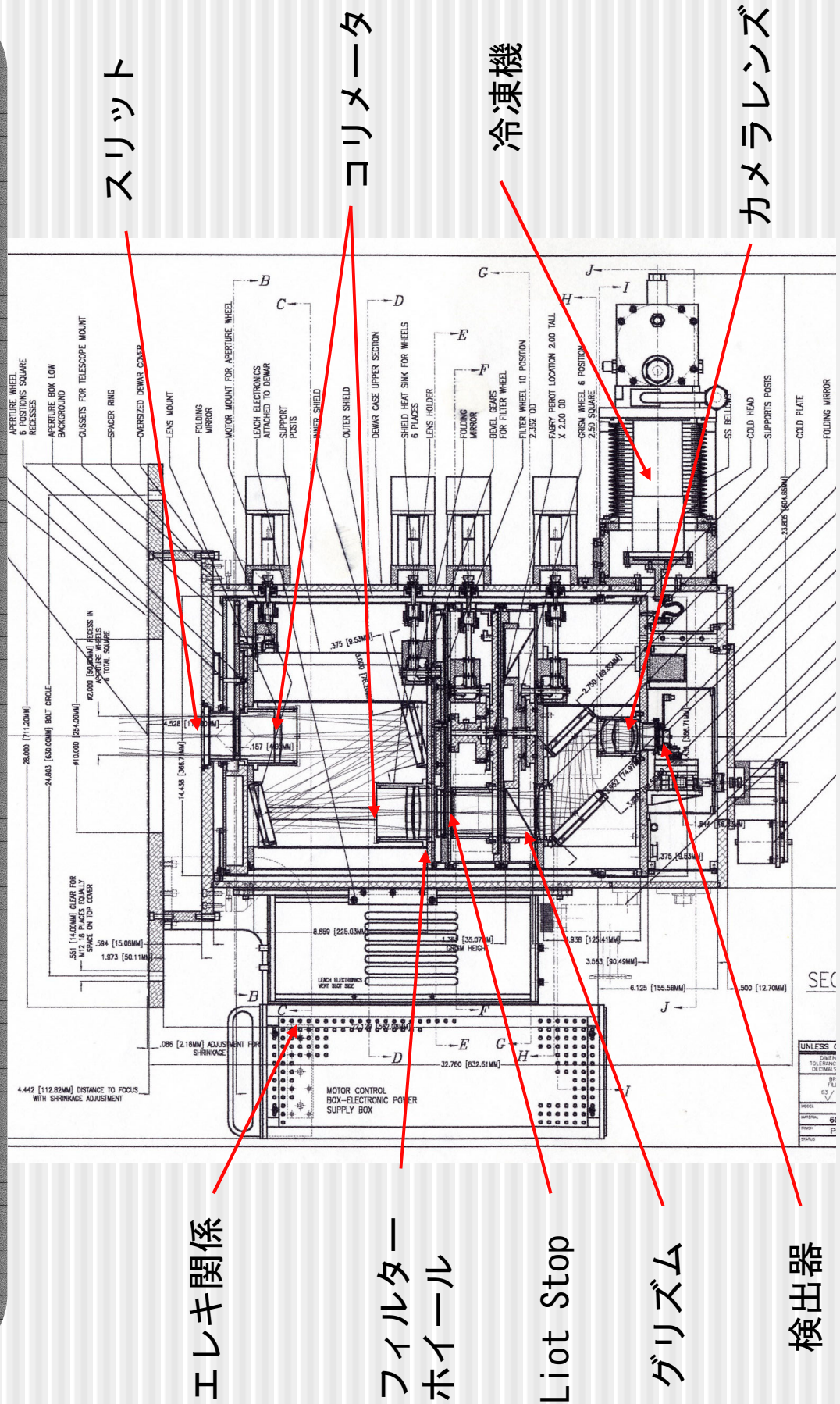
# 近赤外線カメラ

## 外観と仕様

ãüeoãì	HAWAII (HgCdTe)
éãñĪ	1024 Å402 4 ãÊëf
äœë™ÉÇÄ Éh	6.8' ×6.8' (0.4 "/pixel)
	éBëúÄiçLë—àÊÄj ÄiãĪë—àÊÄj
	ĩ™ãÐÄiÉXÉãÉbÉgÄ {ÉOÉãÉYÉÄÄj ÄiÉtÉ@ÉuÉãÄŸyÉçÄ Äj
	iŒãÐ
ó, ãpiþéÆ	ÉwÉãÉÉÉÄëzã—ó, iÄã@
éªçĪ	ÉCÉiÉtÉãÉãÉbÉhÄÉÉãÉ {ÉãÉgÉãÄ ÉY



# 近赤外線カメラの光学系



スリット

コリメータ

冷凍機

カメラレンズ

エレキ関係

フィルター  
ホイール

Liott Stop

グリズム

検出器

# 近赤外線カメラの観測モード

## 撮像 (10 filter positions)

J, H, K, Ks, K'	[Fe II] 1.64 4 $\mu\text{m}$	CH4 1.580 $\mu\text{m}$
	H2 1-0 S(1) 2.12 2 $\mu\text{m}$	CH4 2.300 $\mu\text{m}$
	Br g 2.16 6 $\mu\text{m}$	Blank
	K 2.14 4 $\mu\text{m}$	Open

## 分光 (6 grism positions)

Open	
J (1.114 - 1.397 mm) : R~1000	
Blank	
H (1.439 - 1.794 mm) : R~900	
Blank	
K (1.959 - 2.397 mm) : R~1000	
1", 2", 4"	



# 近赤外線カメラの観測性能

## ぐんまの空での観測性能

- \* 大気吸収  $\sim 0.05 \text{ mag/air mass}$   
: それほど悪くない!?
- \* シーイング  $\sim 2''$   
: こんなものか!?
- \* 空の明るさ  
: J = 15-16 mag  
: H = 13-14 mag  
: Ks = 11-14 mag (季節変化大)
- \* 限界等級  
: J = 17.7 mag  
: H = 16.9 mag  
: Ks = 16.3 mag

# Orion Nebula M42

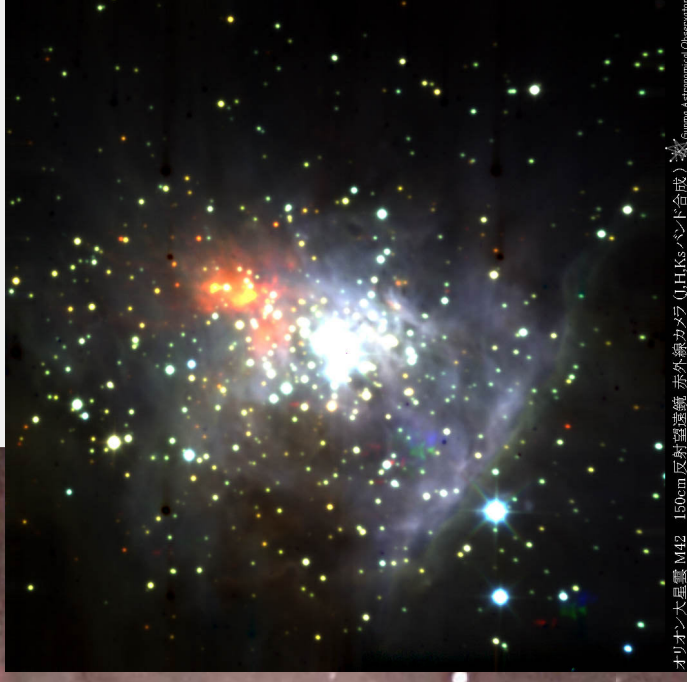


Optical

ミットシンポジウム2007



M42



オリオン大星雲 M42 150cm 反射望遠鏡 赤外線カメラ (J, H, Ks バンド合成) Gumma Astronomical Observatory

Infrared  
(J, H, Ks)

2007. 7. 12

木曾シュミットシンポジウム2007

# 近中間赤外カメラの観測例 NGC253



**Infrared (J, H, Ks)**

# ぐんま天文台での観測のメリット・デメリット

## × 装置関連

- \* 焦点面装置は固定  
→ 装置の持ち込み・取り付けは難

## × 公共施設

- \* 開館時間は一般観望・一般公開
- \* 完全24時間態勢での職員の対応は困難

## × 観測条件

- \* 晴天率があまりよくない

## ぐんま天文台での観測のメリット・デメリット



- 国内では大口径の望遠鏡&多種の観測装置
- \* 観測テーマを選べば有効な観測が可能
  - \* 可視～近赤外まで同じ条件で観測が可能
  - \* 観測装置の取り替え時間が要らない
  - \* 台内に他の小口径望遠鏡



- 独立の運営・運用（共同利用機関ではない）
- \* 少数の特定課題に対する豊富な観測時間
  - \* 一様・均一なデータサンプル



- 豊富な観測時間
- \* 変化・変動する天体の観測
  - \* 突発天体へのフレキシブルな対応

# ぐんま天文台での重点観測研究

- \* Post-AGB天体およびF, G型超巨星の高分散分光観測
- \* 散開星団中の恒星の金属量の決定
- \* 食連星の高分散分光観測
- \* GRBの残光観測
- \* 超新星の可視光分光観測
- \* 変光星の可視光低分散分光観測
- \* X線との同時観測
  
- \* 低温度巨星の質量放出
- \* 散開星団の質量光度関係、距離の決定
- \* 大質量星を伴うHII領域のIMF
- \* スターバースト銀河の近赤外線モニタ—

# 利用の実体

- \* 2006年度観測状況
  - 高分散分光器：44夜
  - 低分散分光・撮像装置：22夜
  - 近赤外線カメラ：1夜
  
- \* 大学教育
  - 東京大学理学部天文学科
  - 成蹊大学理工学部
  - 神戸大学大学院
  - 放送大学大学院

2007. 7. 12

木曾シュミットシンポジウム2007

# ぐんま天文台150cm望遠鏡と四大温泉郷

是非一度どうぞ...



おわり...

