

# KOOLSの現状と 試験観測報告

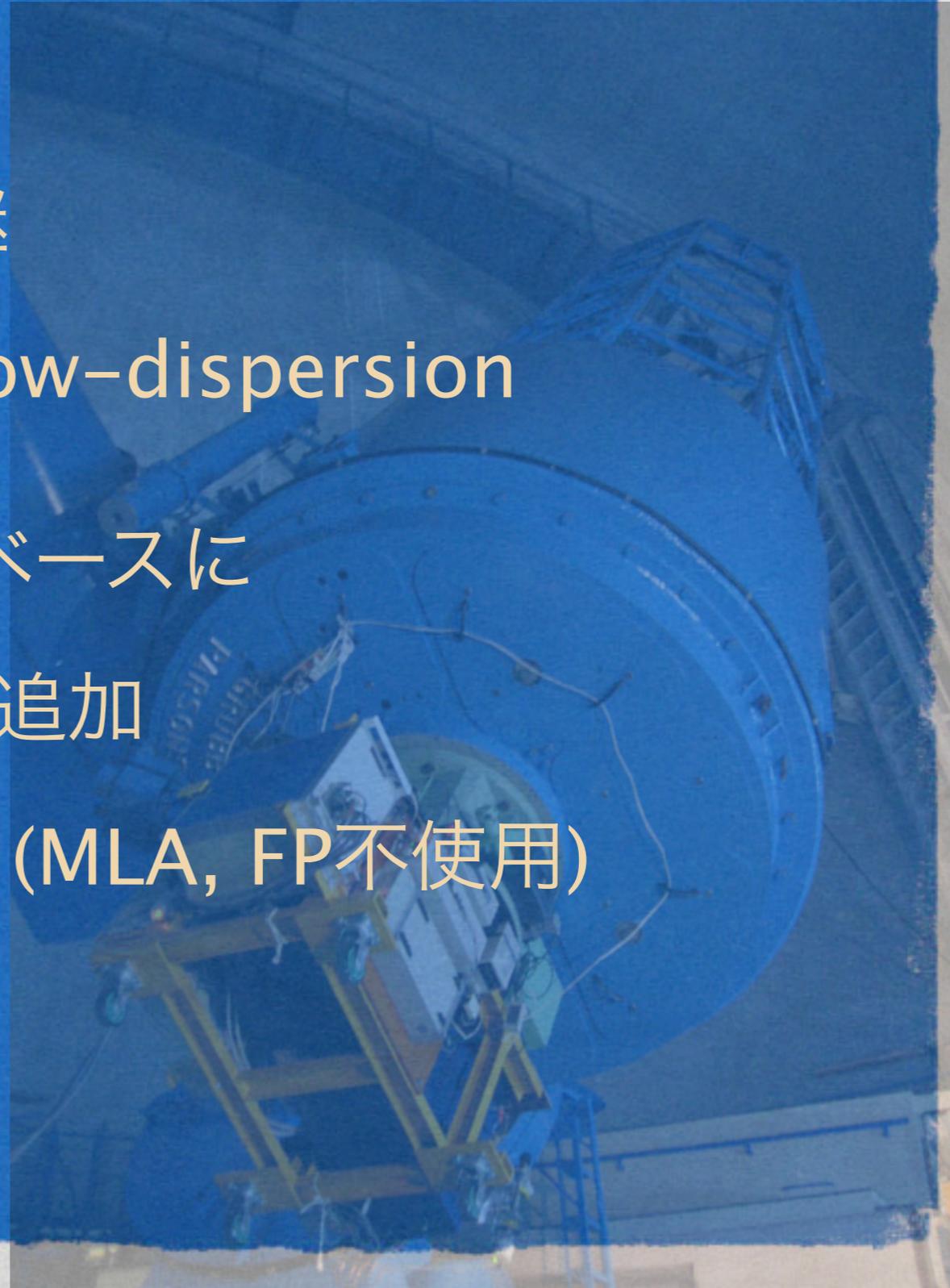
岩田 生 尾崎忍夫 服部堯\* 沖田喜一  
柳澤顕史 清水康廣 吉田道利 海老塚昇\*\*

(国立天文台岡山, \*ハワイ観測所, \*\*甲南大学)

KOOLS

# KOOLSとは

- 可視低分散分光撮像装置
  - 新カセグレン分光器の後継
- Kyoto-Okayama Optical Low-dispersion Spectrograph
  - 京都3次元分光器1号機をベースに
  - CCD更新, VPHグリズムの追加
  - 制御系更新, 機能の簡素化 (MLA, FP不使用)



# KOOLS内部



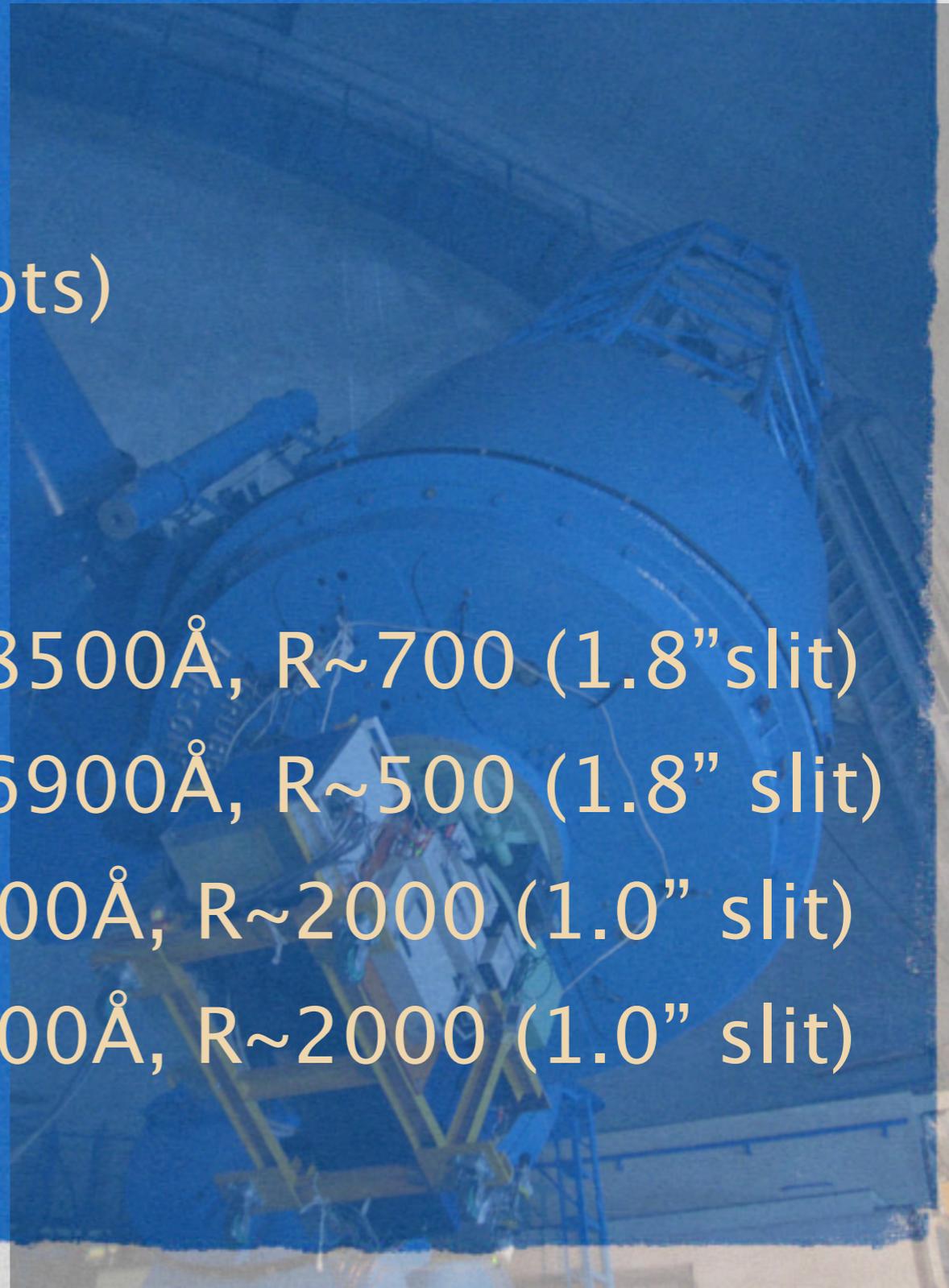
# KOOLSの基本仕様(1)

- CCD: SITe ST-002A 2k x 4k
- Pixel Scale: 0.334"
- Field of View: ~5' x 4.4'
- CCD control: Messia5+MFront



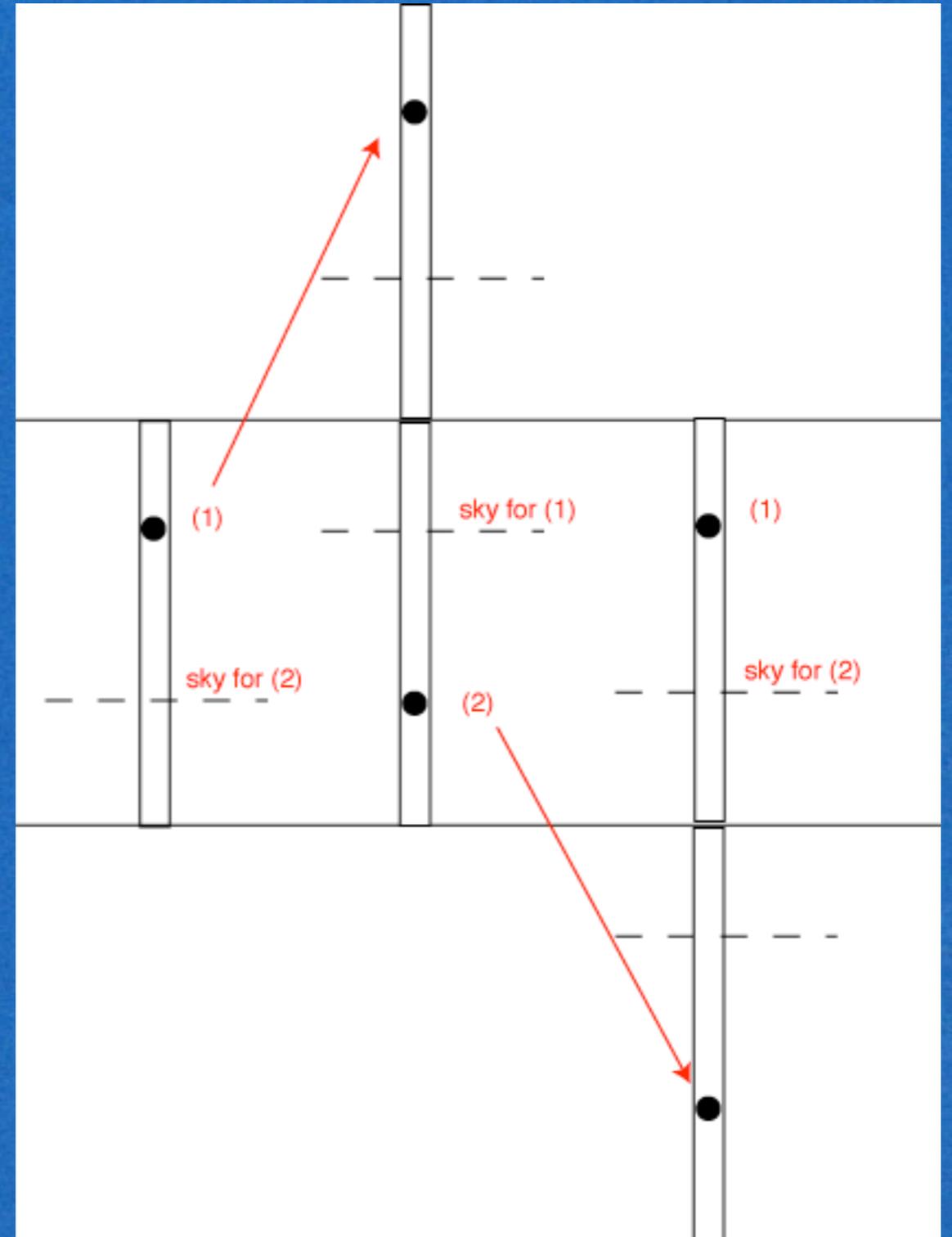
# KOOLSの基本仕様(2)

- Imaging:
  - B, V, R, I + H $\alpha$  filters (8 Slots)
- Long-slit Spectroscopy:
  - Grisms:
    - No.2 6563Å Blaze, 5700–8500Å, R~700 (1.8" slit)
    - No.5 4400Å Blaze, 3900–6900Å, R~500 (1.8" slit)
    - VPH683: 6830Å, 6000–7200Å, R~2000 (1.0" slit)
    - VPH495: 4960Å, 4500–5400Å, R~2000 (1.0" slit)



# NOD&SHUFFLE

- 比較的に短い時間の積分を繰り返して、望遠鏡のNoddingにあわせてCCD上の電荷を移動→CCD上の同じ場所でskyを取得、精度の高いsky引きが可能



# 2006年夏からの進捗

- 冷凍機のインストール
  - デュワーの更新
- ノイズ対策
- モータードライバの整理
- スリット, スリット交換機構の更新
- ドームフラットスクリーンの洗浄,  
再取り付け
- 試験観測 (2007/02-03, 2007/08)

# 冷凍機の導入と デュワワーの更新

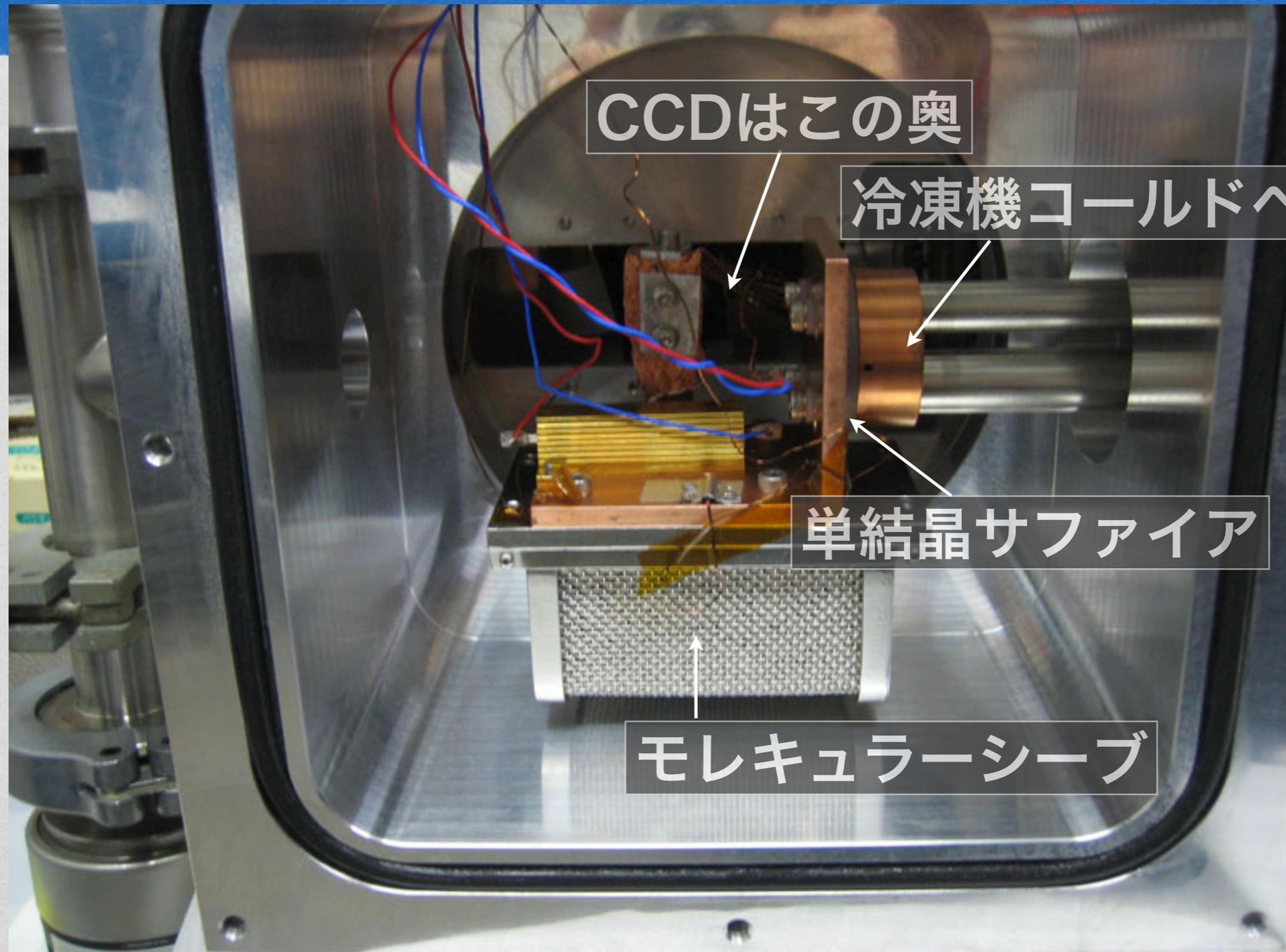
# 冷凍機の導入

- 住友重機械製パルスチューブ冷凍機 (5W@80K)
- デュワーの更新 (設計: 沖田)

# 冷凍機コールドヘッド



# 冷凍機とデュワー



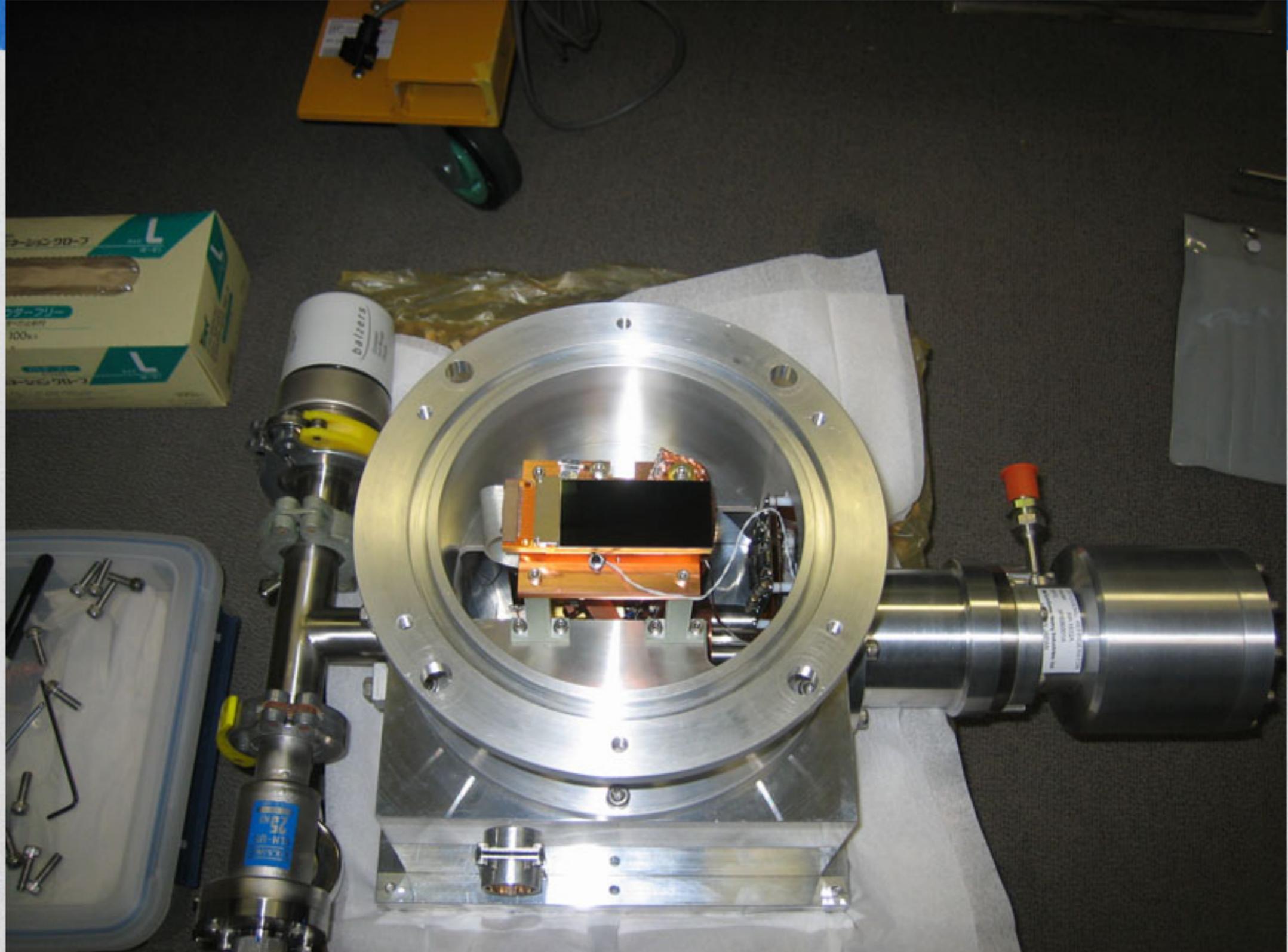
CCDはこの奥

冷凍機コールドヘッド

単結晶サファイア

モレキュラーシーブ

# デュワー



# 読み出しノイズ対策

# ノイズ対策

- デュワー更新後ノイズが増えていた(>20e<sup>-</sup>)
- 主に尾崎君が対策作業を実施
- CCD-MFront間ケーブルの再製作(ミスミ発注)
- 電源-MFront間ケーブルの再製作
- 室内実験での原因究明

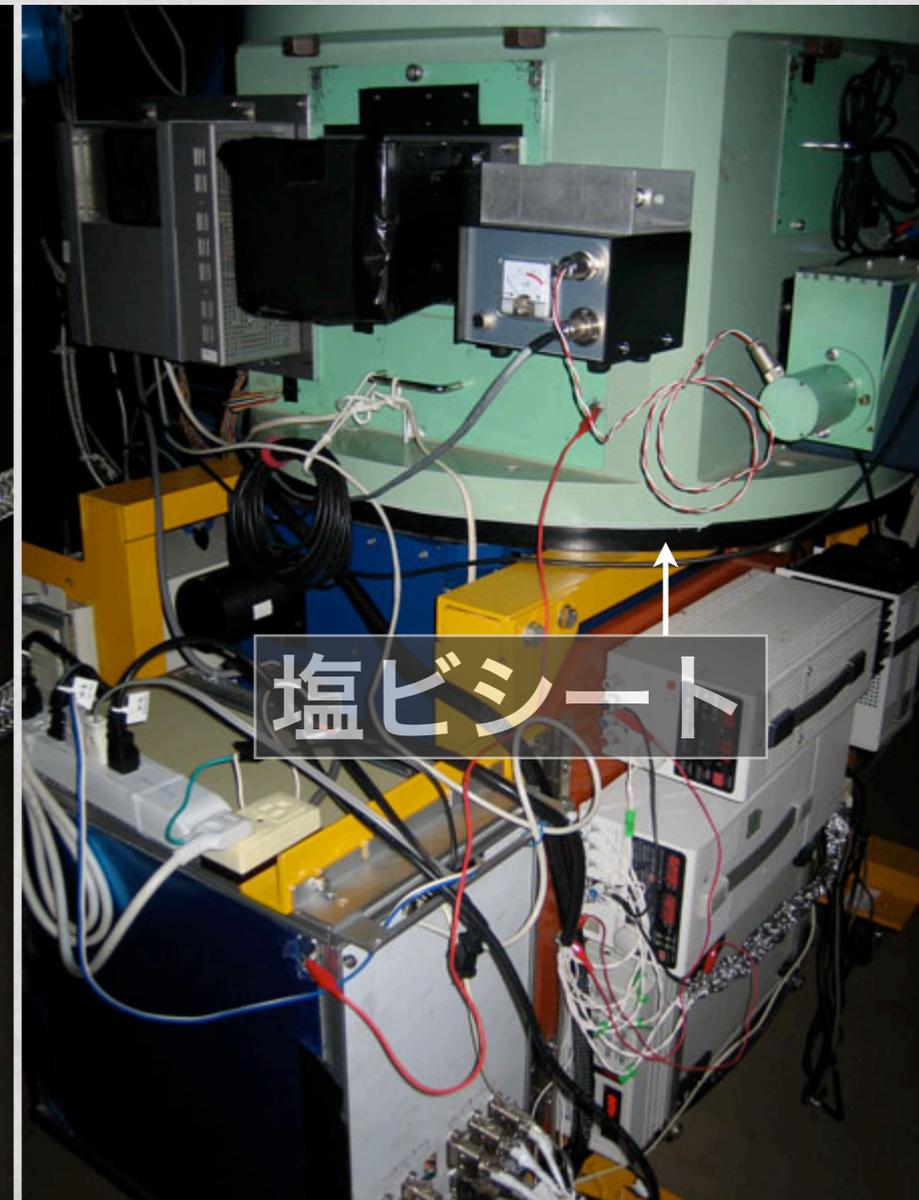
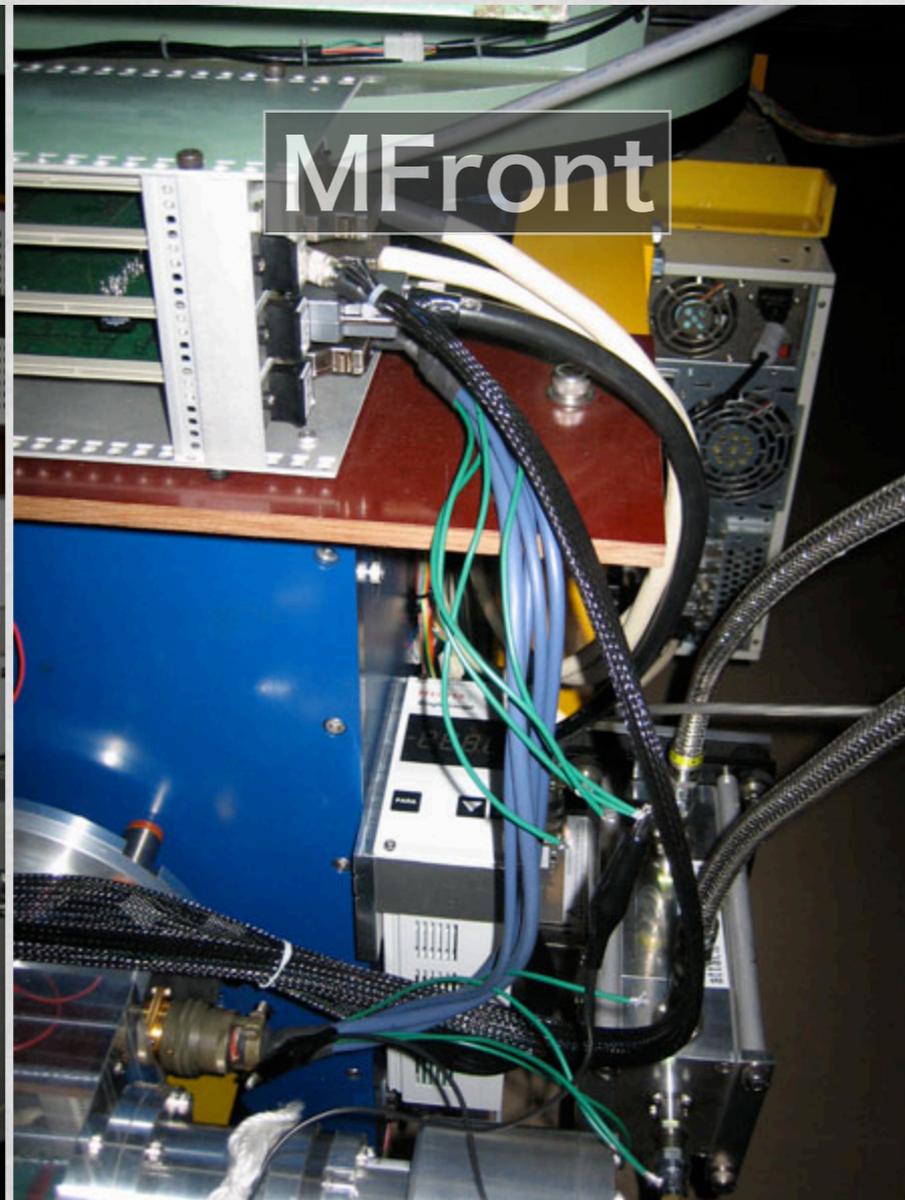
# ノイズ対策

- MFront電源, ケーブル, MFront, デュワーなどのグラウンドをちゃんととって(ループを作らずに)電源コンセントのアースへ落とすことで全体的にはかなり減少した.
- モーター駆動系のうち, 特にフィルターホイールを制御するものが大きなノイズを出していることが分かった. 使用するとき以外はモーターに電流が流れないように変更して対処.
- MFront電源, モータードライバ等の電源それぞれにノイズフィルターをとりつけた.

# ノイズ対策

- 望遠鏡カセグレン焦点にとりつけた状態での調査
- 望遠鏡が動作しているとノイズは $2e^-$ 程度大きくなる.  
sidereal driveが入ったoperation状態で4-5ADU  
( $9-11e^-$ )
- 制御室のエアコンが動作していると非常に大きなノイズが出る.  
 $10e^-$ 程度. ノイズフィルターをつけても改善しなかった.

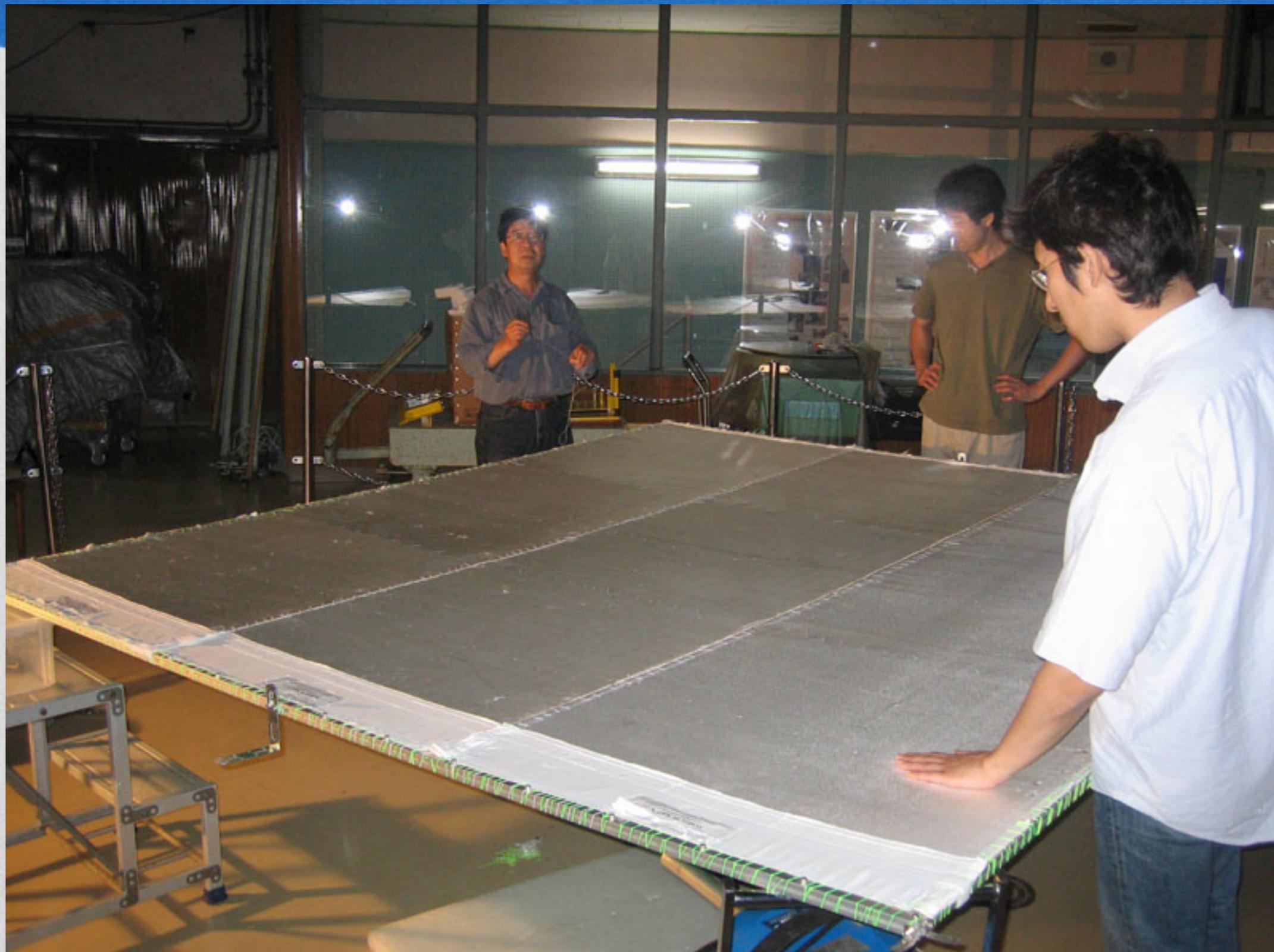
# ノイズ対策



# スリット更新

- 1.0", 1.4"幅のスリットを作成(アルミ製, 鏡面加工済)
- 焦点面ユニット(スリットの交換)を更新(設計: 沖田)
  - 3つのスリットをインストール可能
- 現在使用可能なスリットは1.0", 1.4", 1.8", 5"

# ドームフラットスクリーン



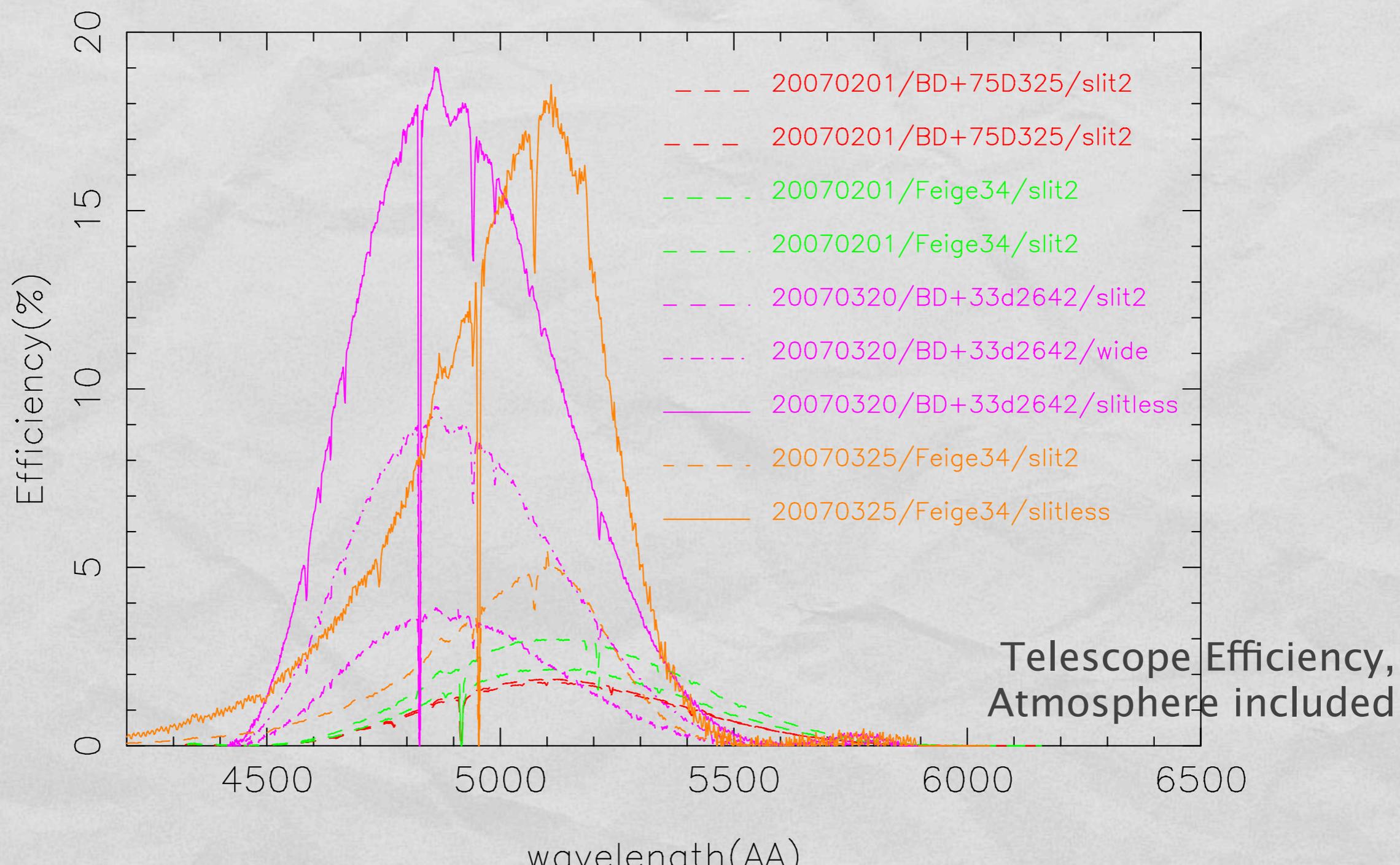
# 試験観測

# 試験観測(1)

- 2007/02/01-04, 2007/3/20-3/26
- 主にVPH効率の測定, 標準星測光(撮像)
- 読み出しノイズが大きい状況での観測

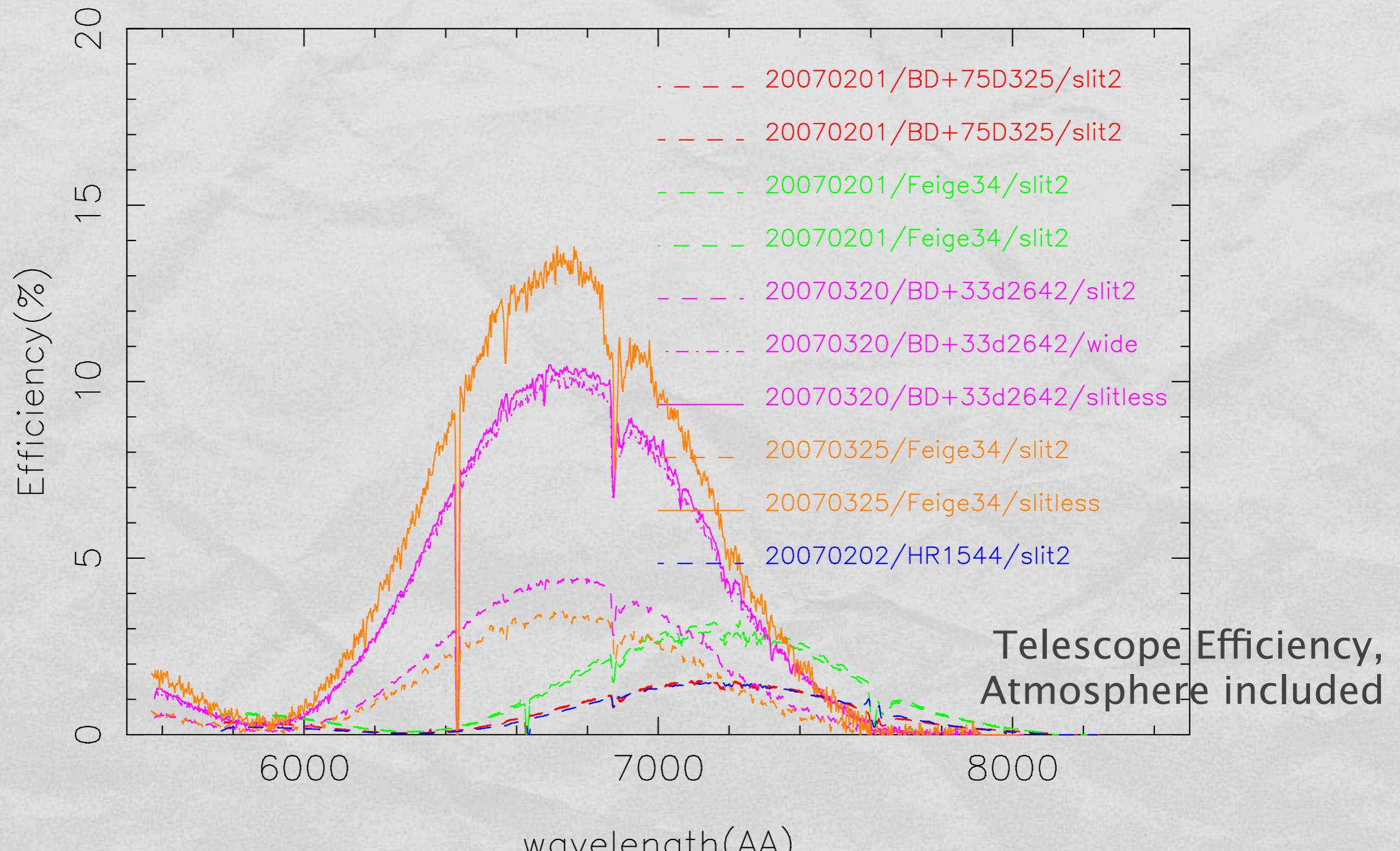
# VPH495 THROUGHPUT

VPH495

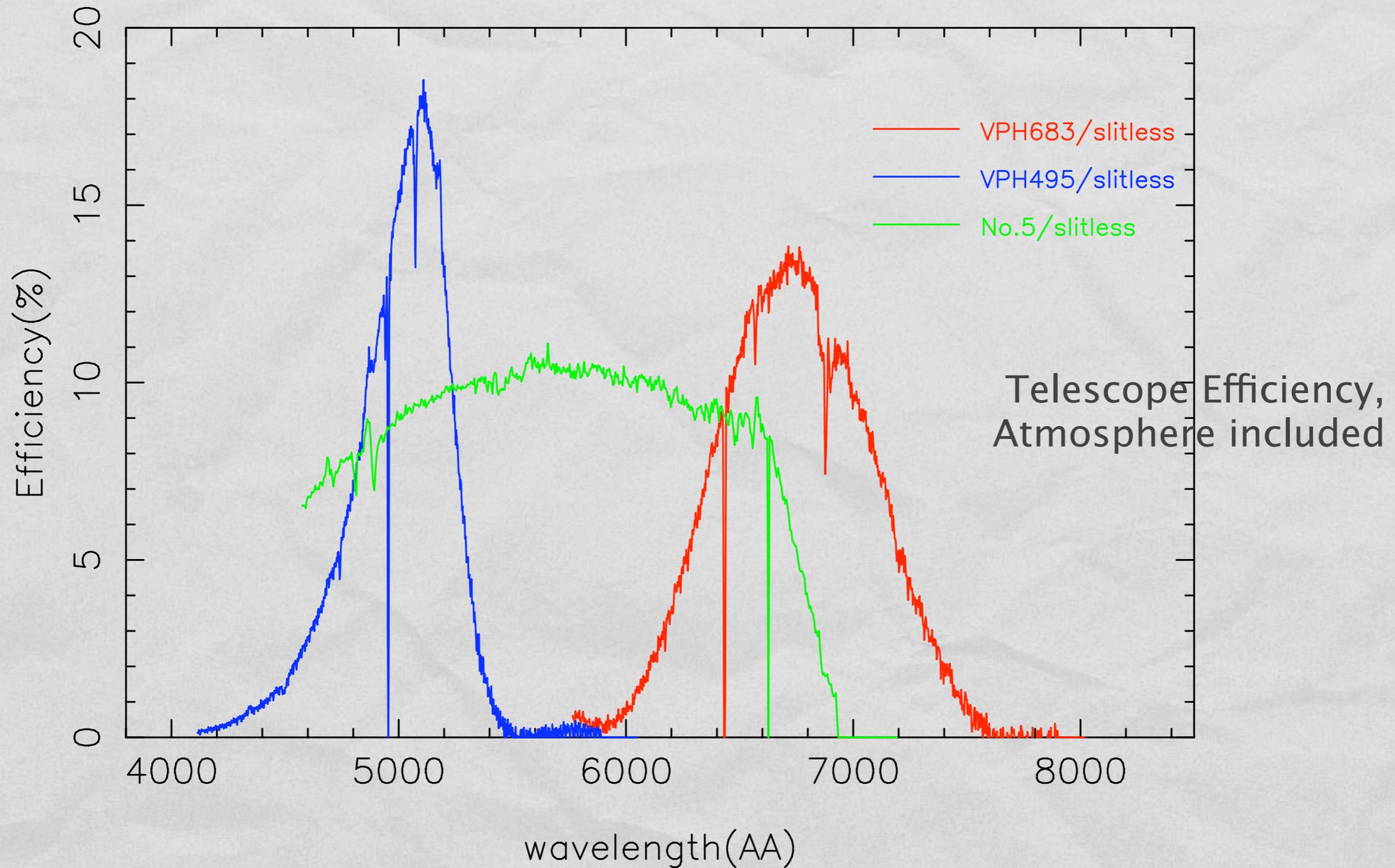


# VPH683 THROUGHPUT

VPH683



# GRISMS THROUGHPUT



# 試験観測(2)

- 2007/8/7-8/13
- ノイズ対策を行い,  $\sim 10e^{-rms}$ での観測
- 天気: 8/9-11: 概ね晴れ, 8/12-13: 概ね曇り
- シーイング: 8/9-10:  $< 1''$ , 8/11:  $1\sim 3''$

# 試験観測(2)

- 分光観測の限界等級
- 像面歪曲の調査: 星団の撮像
- 望遠鏡姿勢差の影響調査
  - Slit位置は2pixel( $\sim 0.7''$ )程度の変動
- $< 4000\text{\AA}$ での効率の簡易測定
  - $3600\text{\AA}$ : V-bandと比較して約2-3%の効率

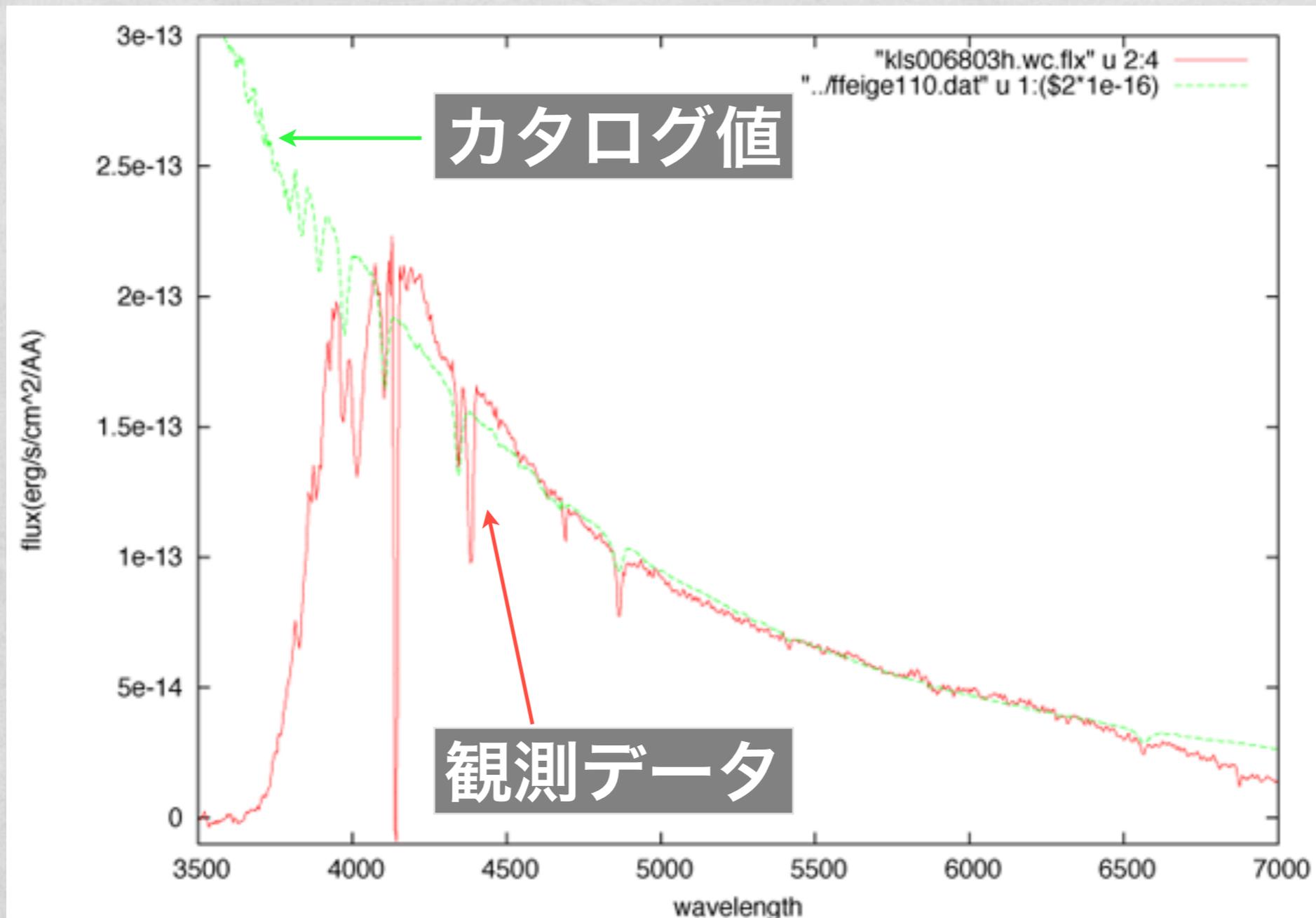
# 分光標準星

- 8/9 BD+28d4211: No.5 グリズム
- 8/10 Feige110: No. 5, VPH495, VPH683

# 分光標準星

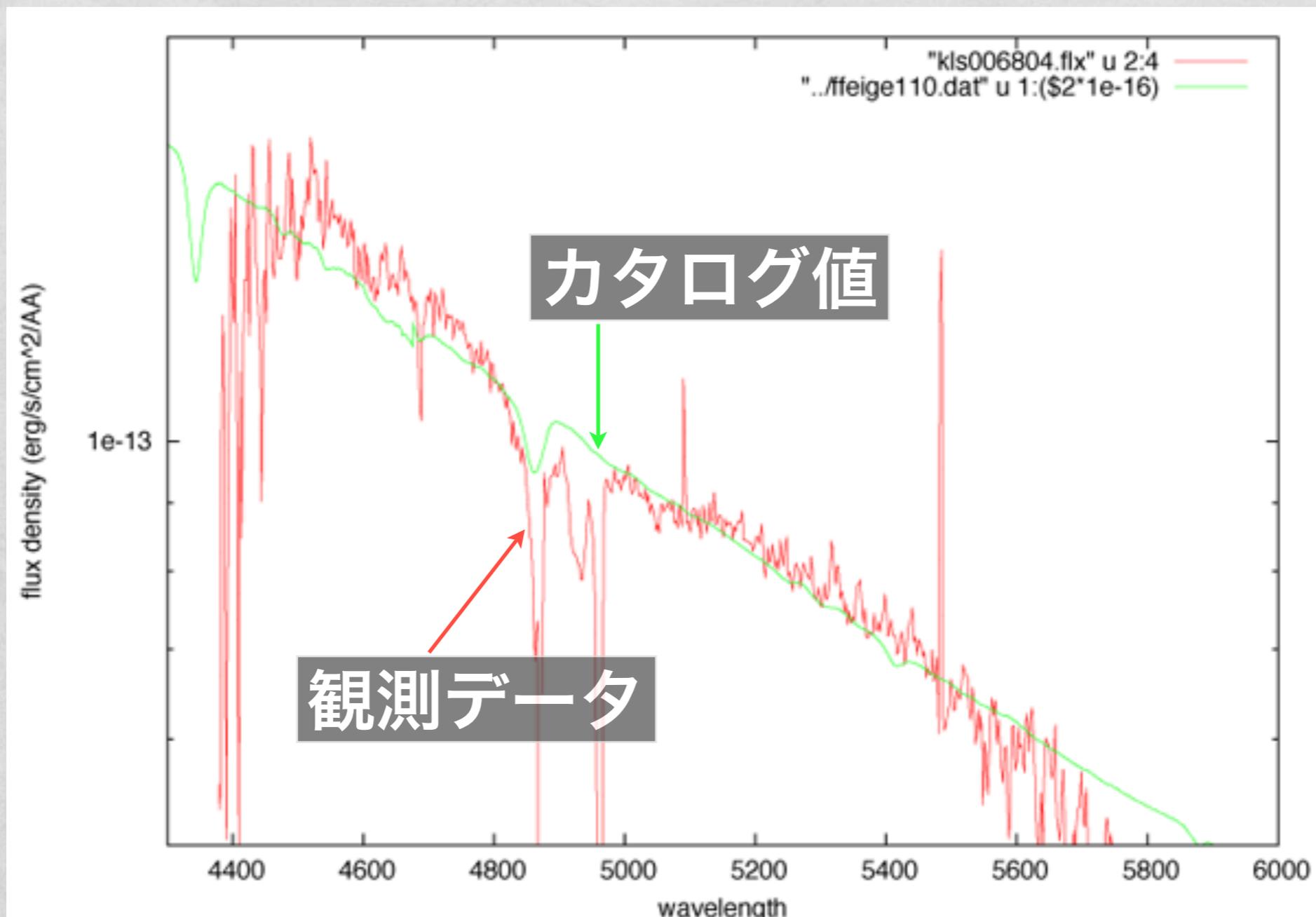
- バイアス差し引き, flat fielding, background除去, 1次元化, 波長較正
- カタログ数値と比較→count rate to flux densityの変換係数の導出
- 変換係数の多項式fitting(3次)

# 分光標準星



No.5, 1"slit

# 分光標準星



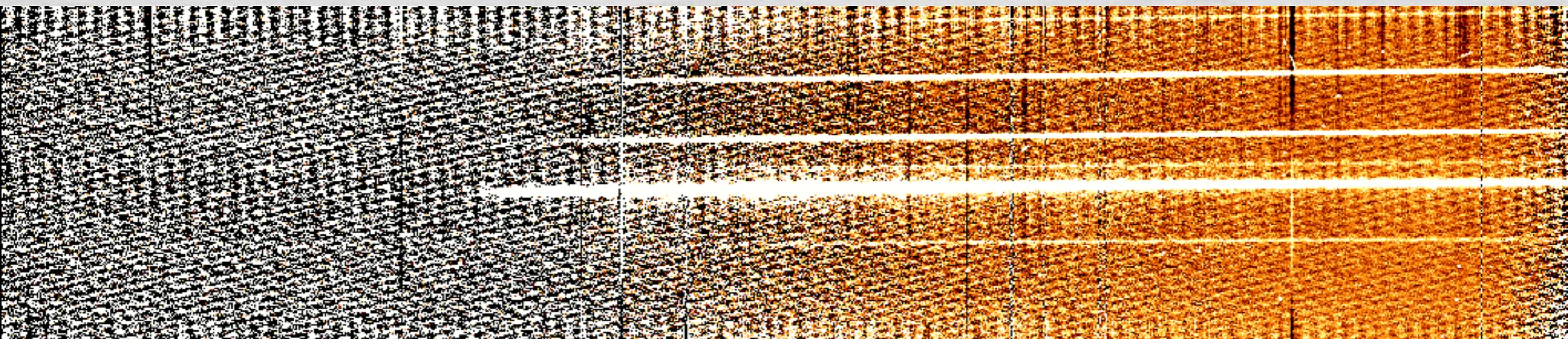
VPH495, 1" slit

# 分光観測の限界等級

- 恒星の1200sec分光データに対し通常の解析を行い、標準星データからflux calibrationを行う
- 恒星のスペクトルを抽出したapertureを利用してbackgroundを抽出し、background noiseを測定→波長ごとの限界等級を導出

# NO.5 GRISM SPECTRUM

1" slit, 1,200sec

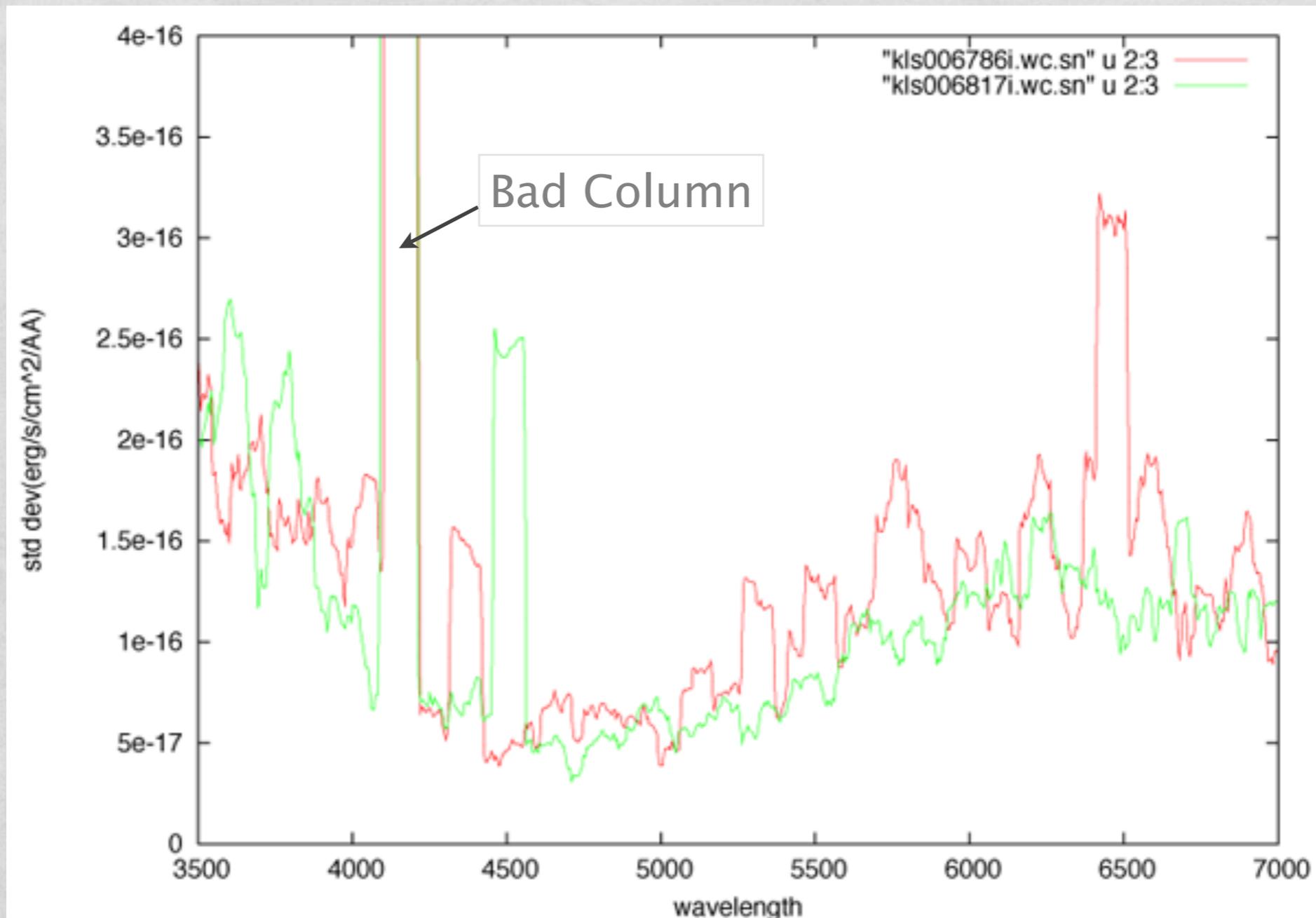


↑  
**NaI 4165**

↑  
**NaD 5895**

Background Noise:  $\sim 5\text{ADU}(10-11e^-)$

# BACKGROUND NOISE



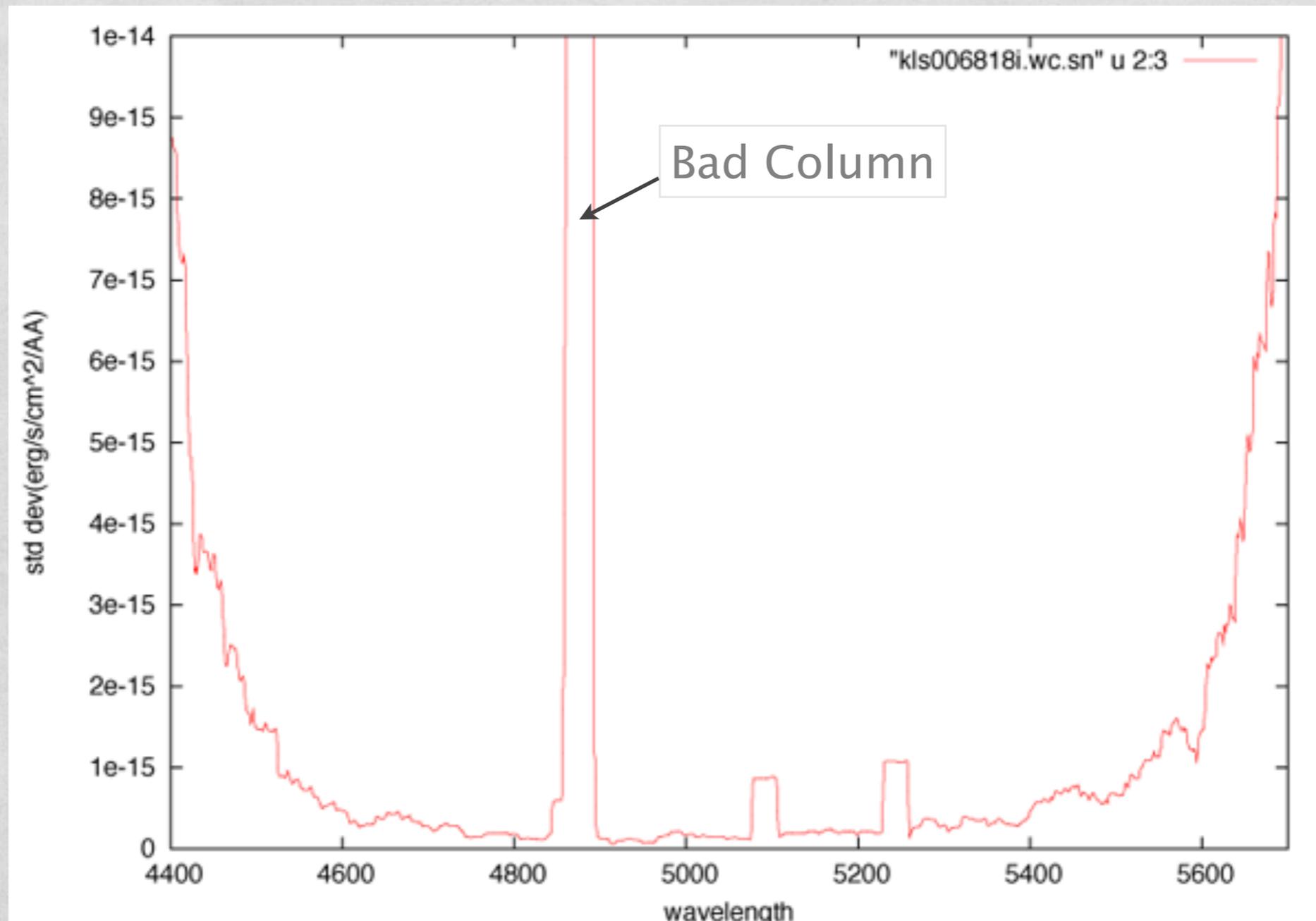
No.5, 1" slit

# 分光観測の限界等級

点源, No.5, 1"slit, 2x2bin, 1,200sec

Wavelength	$1\sigma$ (erg/s/cm <sup>2</sup> /Å)	$5\sigma$ (AB)
4,000	1.50E-16	17.4
5,000	8.00E-17	17.6
6,000	1.80E-16	16.3
7,000	1.80E-16	16.0

# BACKGROUND NOISE



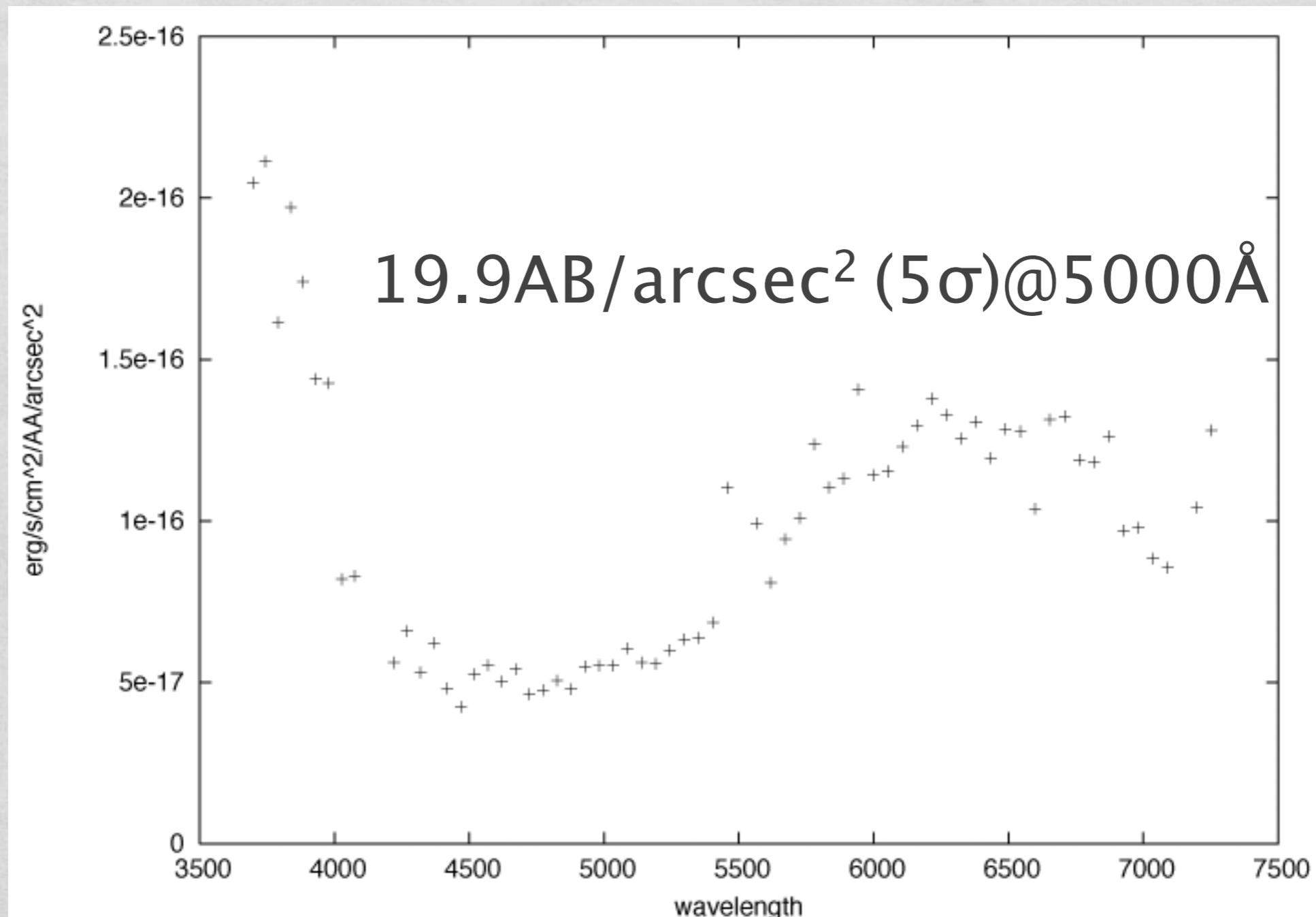
VPH495, 1" slit

# 分光観測の限界等級

点源, VPH495, 1"slit, 2x2bin, 1,200sec

Wavelength	$1\sigma$ (erg/s/cm <sup>2</sup> /Å)	$5\sigma$ (AB)
4,500	8.00E-16	15.3
5,000	2.00E-16	16.6
5,500	7.00E-16	15.0

# 広がった天体の検出限界



No.5, 1"slit, 1,200sec

# 広がった天体の検出限界

## Imaging

<b>Filter</b>	<b>5<math>\sigma</math></b> (Vega mag/arcsec <sup>2</sup> )	<b>exptime</b> per frame
B	22.60	180
V	22.55	60
R	21.47	30
I	21.80	30

as of 2007/02-03

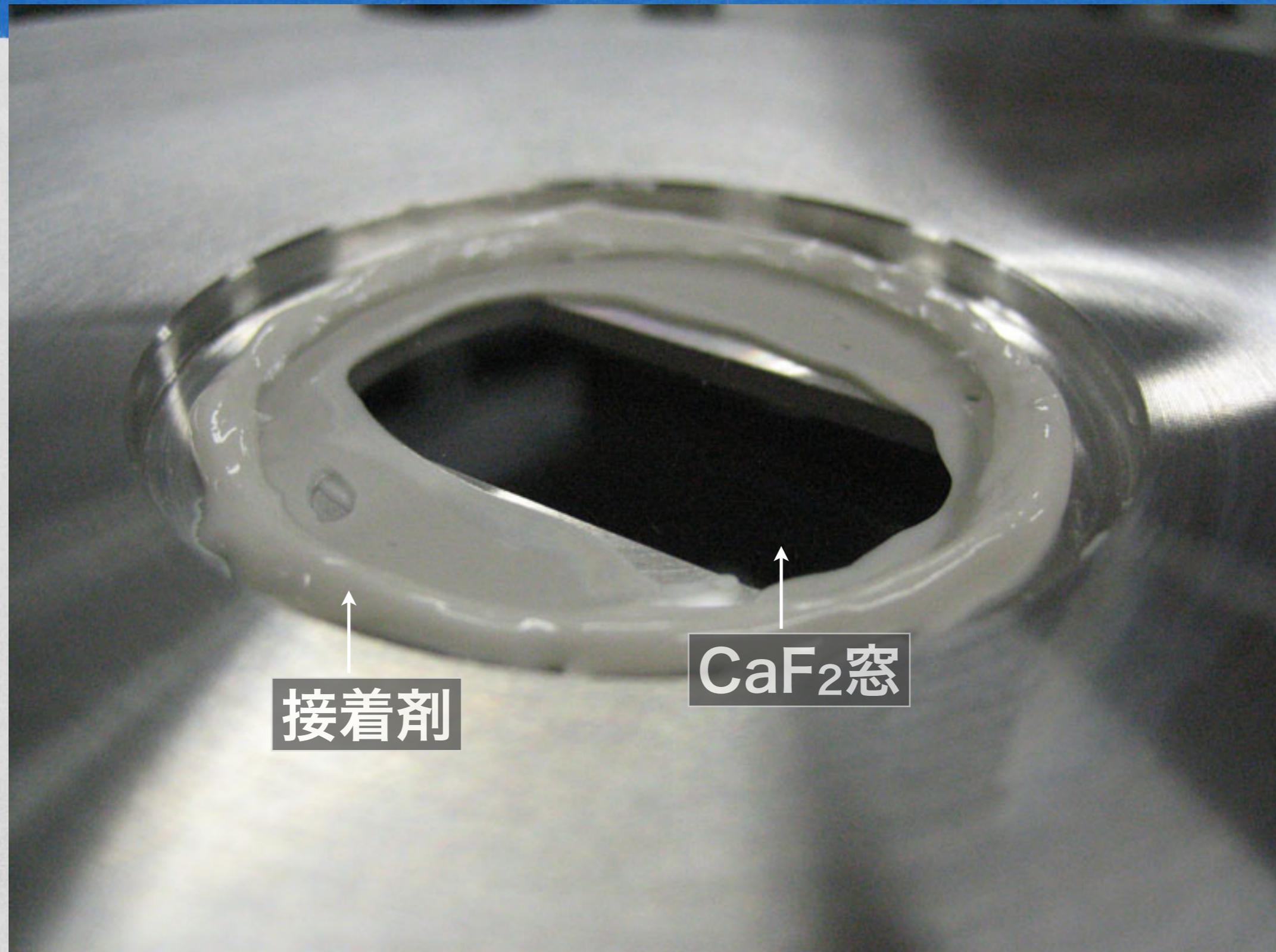
# デュワースのリーク

- 8月の試験観測開始時に、真空度が $1e^{-3}$  torr程度までしか下がらない状態に.
- 調査と対策:
  - Heリークチェッカーなどを使用して調査
  - $CaF_2$ 窓付近からのリークを検出
  - 真空用接着剤を追加, モレキュラーシーブを交換
  - →試験観測期間中は真空の増引きをしないで $1e^{-5}$  torr程度を維持した.

# デュワースのリーク

- カメラレンズからCCDまでの距離が短い光学設計になっているため、 $\text{CaF}_2$ 窓はOリングなどを用いた固定方法が使えない。このため真空用接着剤を使用しており、十分な密閉ができていないと考えられる。
- 窓部分は再製作する。 $\text{CaF}_2$ 窓の接着方法の改善が必要。

# デュワー窓



接着剤

CaF<sub>2</sub>窓

# 作業アイテム

- デュワー窓固定方法の検討
- ヒーターの配置変更(温度制御安定化)
- マニュアル整備
- 冷凍機フレキホースの絶縁
- CCD Linearity:  $1e^4$  ADU付近で折れ曲がり
  - 撮像観測に障害

# 今後の予定

- 2007/12 試験観測
  - 外部機関の研究者による観測を開始
- 2008年前期
  - PIタイプ装置, リスクシェア条件での公開
  - 使用希望は岩田or尾崎まで
- <http://www.oao.nao.ac.jp/~kools/>