

# IRSF1.4m望遠鏡用可視・近赤外線 同時分光器の開発

國生拓摩、竹内菜未、山中阿砂、金田英宏(名古屋大学)、永山貴宏(鹿児島大学)

## Outline

1. IRSF望遠鏡
2. 光学設計、仕様
3. 開発状況
  - 光学調整
  - InGaAs検出器
4. まとめ

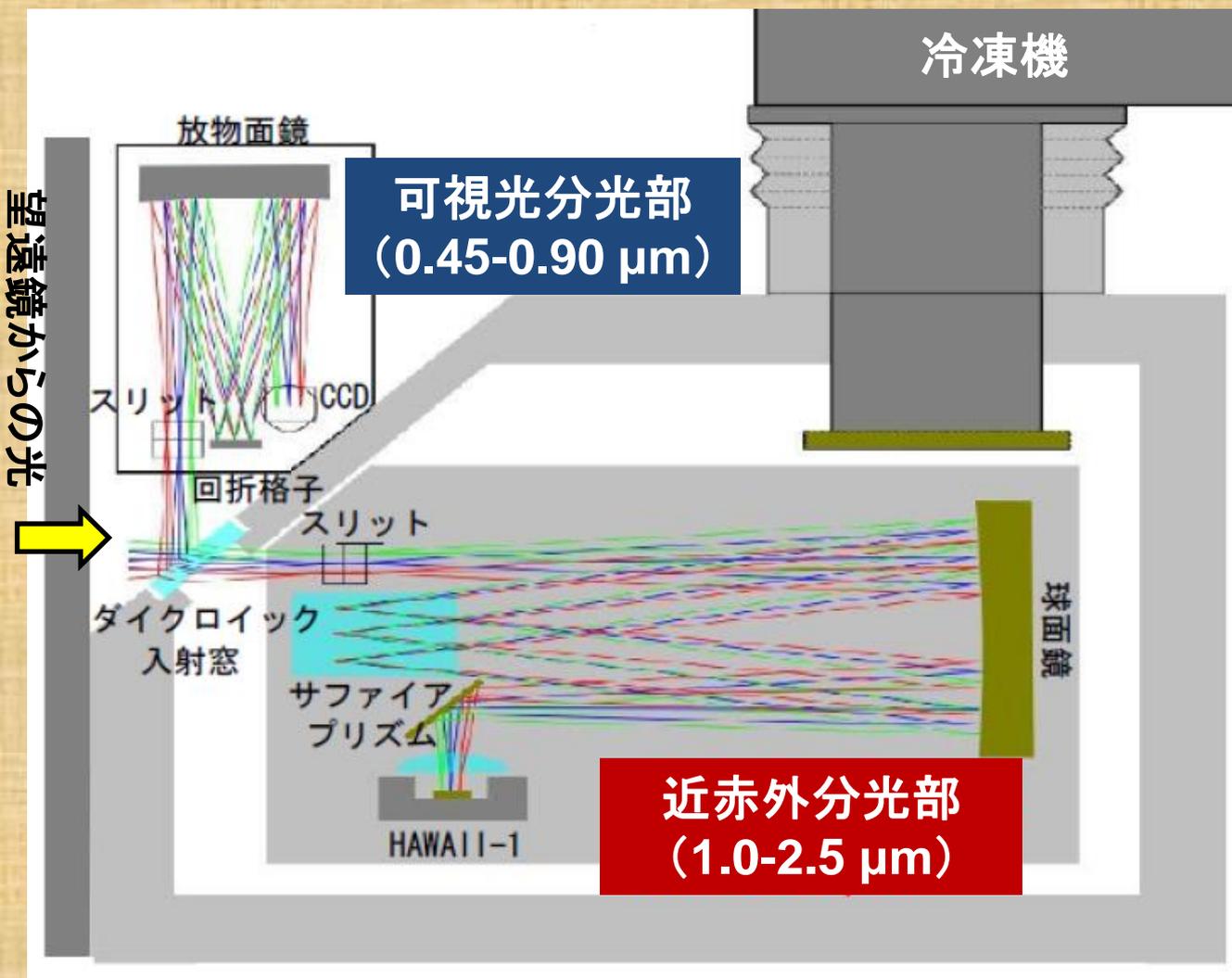
# 1. IRSF望遠鏡 (InfraRed Survey Facility)



- 南アフリカ サザーランド観測所  
(南緯-32度, 東経20度, 標高1716 m)
- 1.4 m望遠鏡+近赤外線3バンド  
同時撮像カメラSIRIUS  
(7'.7 FoV, 0".45/pix)  
  
直線・円偏光観測ユニット  
ND、狭帯域フィルター
- 大規模サーベイ、モニタリング観測による豊富なデータベース

分光器によるフォローアップ  
観測、南半球天体の分光観測

# 3. 光学設計、仕様



波長分解能 ( $\lambda/\Delta\lambda$ )

250 @ 1.0  $\mu\text{m}$

380 @ 1.6  $\mu\text{m}$

750 @ 2.5  $\mu\text{m}$

300 @ 0.45  $\mu\text{m}$

470 @ 0.70  $\mu\text{m}$

600 @ 0.90  $\mu\text{m}$

点源に対する感度  
(10分間積分, S/N=10)

16.0等 @ 1.2  $\mu\text{m}$

15.5等 @ 1.6  $\mu\text{m}$

14.5等 @ 2.2  $\mu\text{m}$

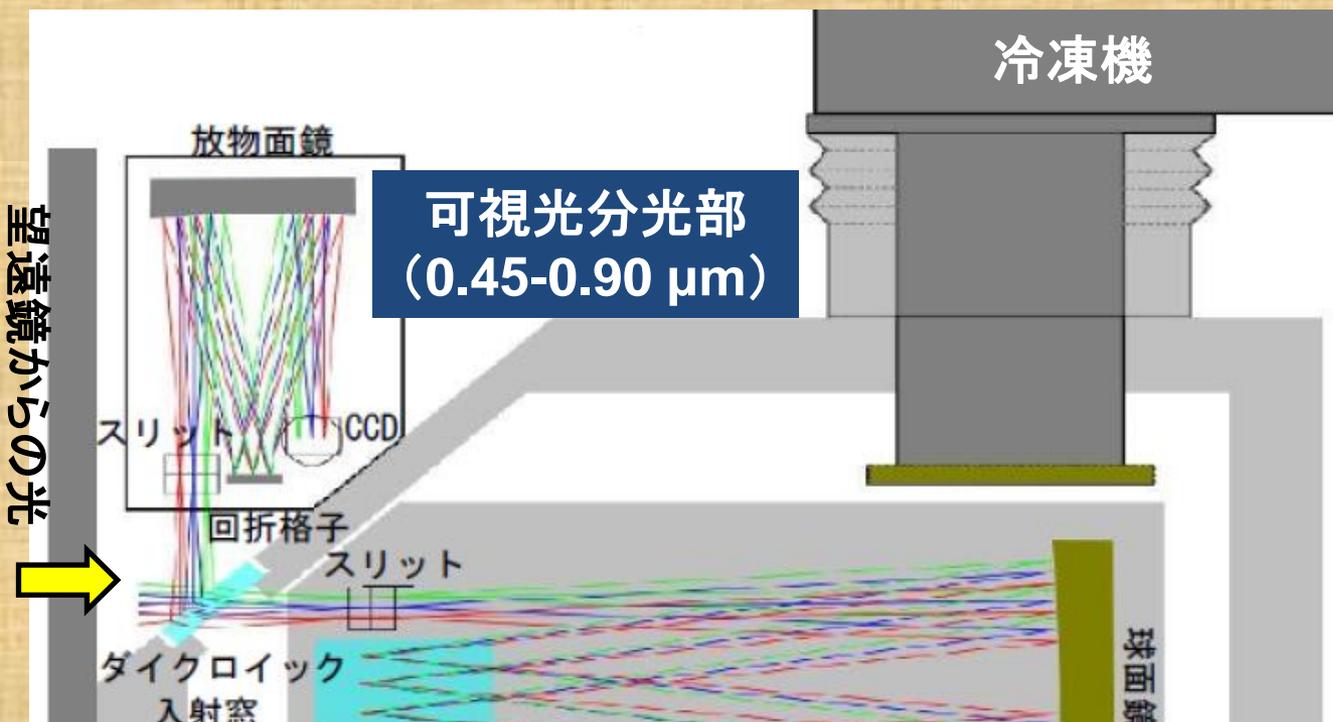
18.5等 @ 0.55  $\mu\text{m}$

18.0等 @ 0.64  $\mu\text{m}$

17.2等 @ 0.80  $\mu\text{m}$

- 可視光・近赤外線を同時分光
- 少ない光学面数  $\Rightarrow$  高い光学系スループット (~70%)

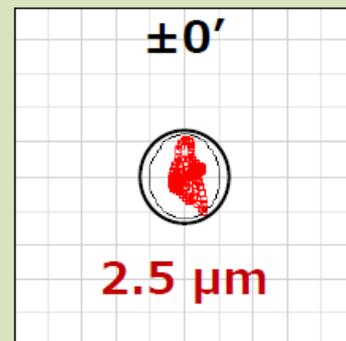
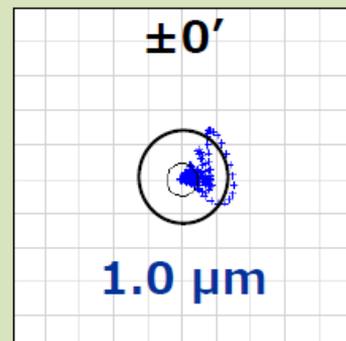
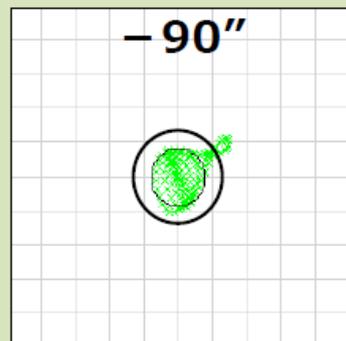
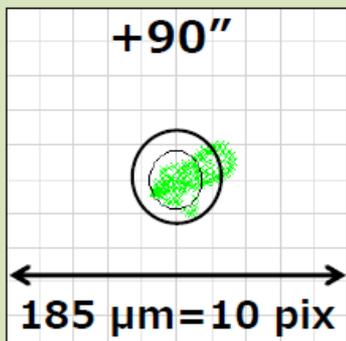
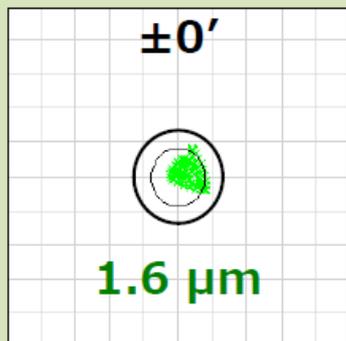
# 3. 光学設計、仕様



波長分解能 ( $\lambda/\Delta\lambda$ )

- 250 @ 1.0  $\mu\text{m}$
- 380 @ 1.6  $\mu\text{m}$
- 750 @ 2.5  $\mu\text{m}$
- 300 @ 0.45  $\mu\text{m}$
- 470 @ 0.70  $\mu\text{m}$
- 600 @ 0.90  $\mu\text{m}$

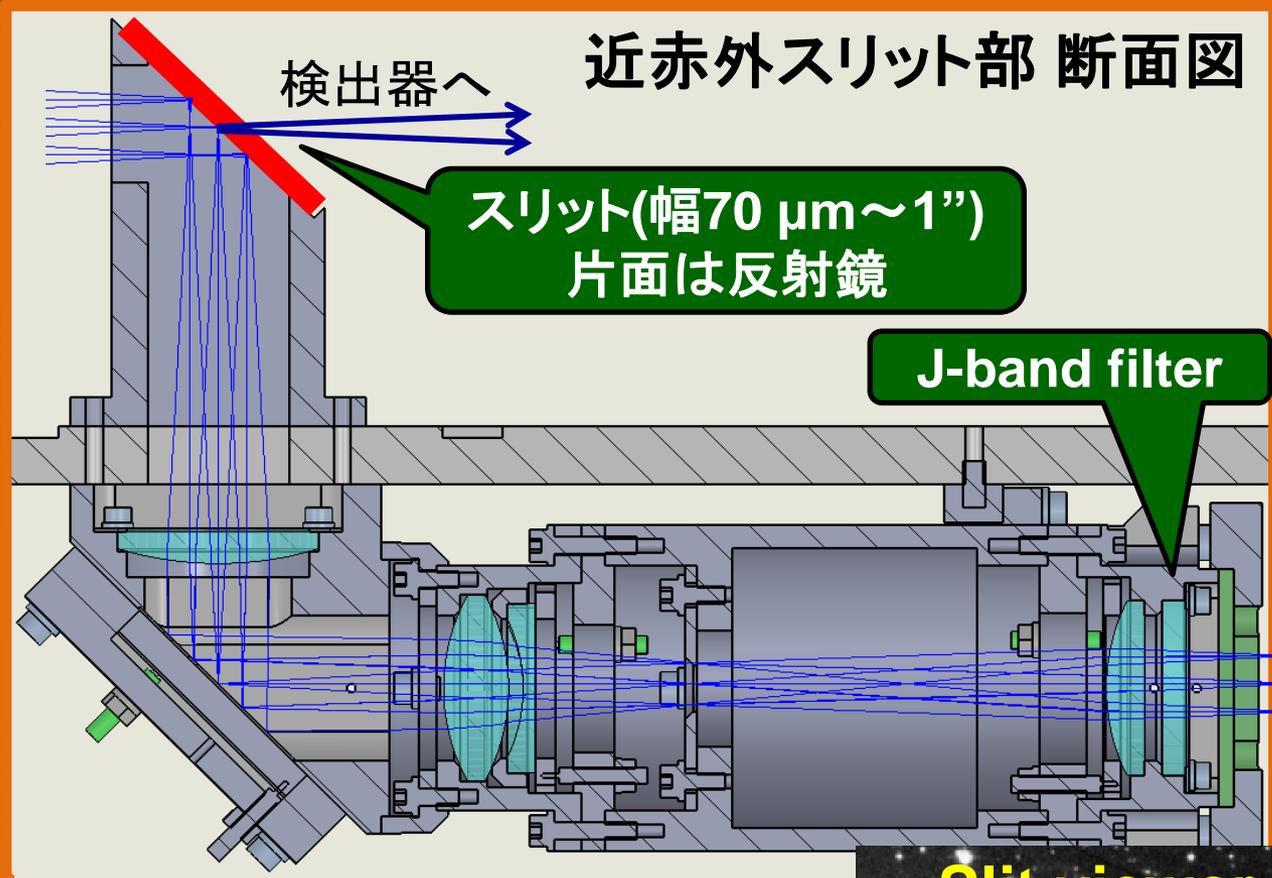
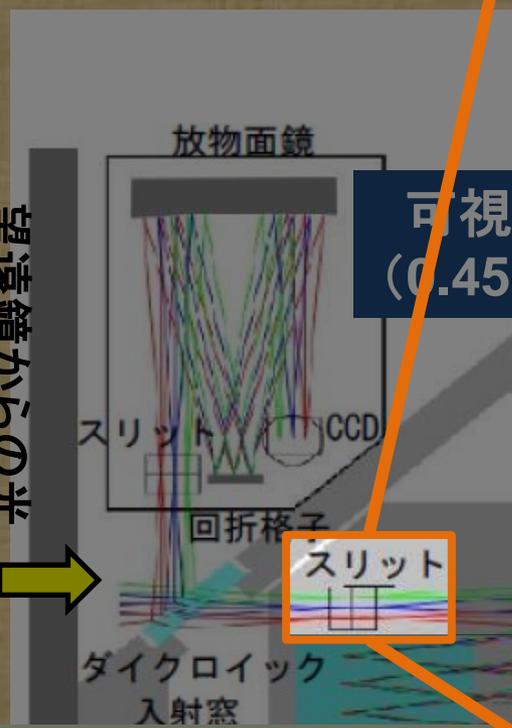
点源に対する感度  
(10分間積分 S/N=10)



Inner circle: airy disk, Outer circle: seeing size ( $\sim 1''$  @ Sutherland observatory)

# 3. 光学設計

望遠鏡からの光

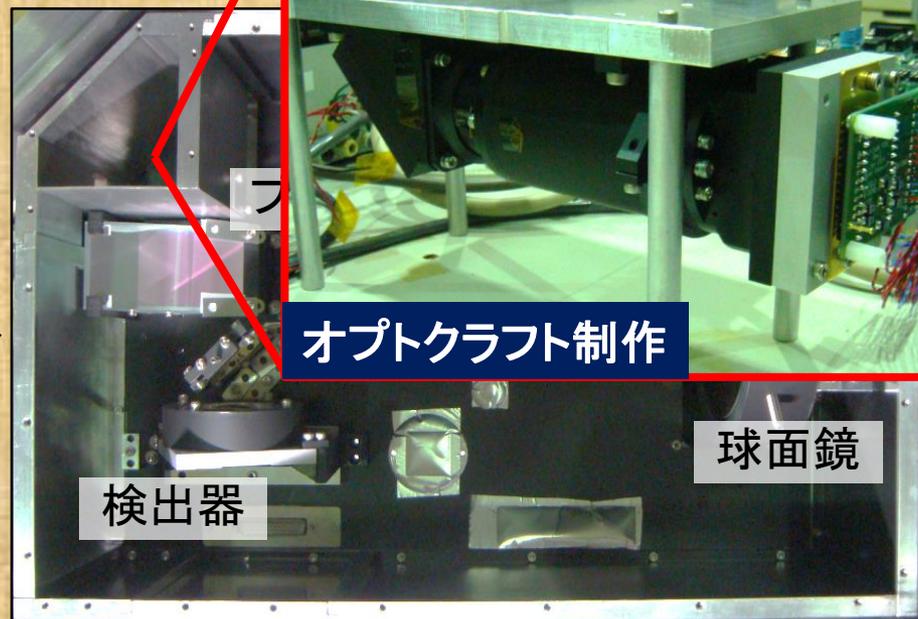
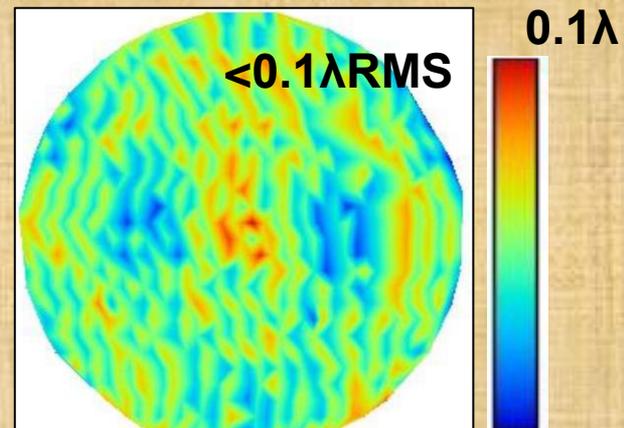
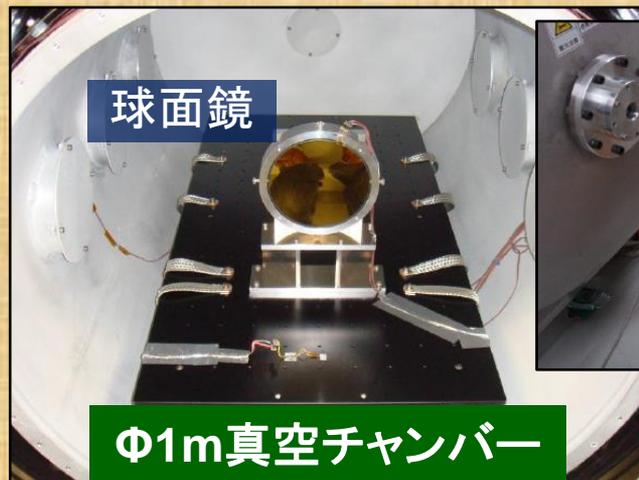


- 焦点位置に近赤外線スリットビューワーを設置
- 周囲の星の位置情報をもとに、観測天体をスリットに導入(専用ソフトウェアを開発)
- InGaAs検出器を使用



# 4. 開発状況

## ➤ 光学素子の測定・組み上げ



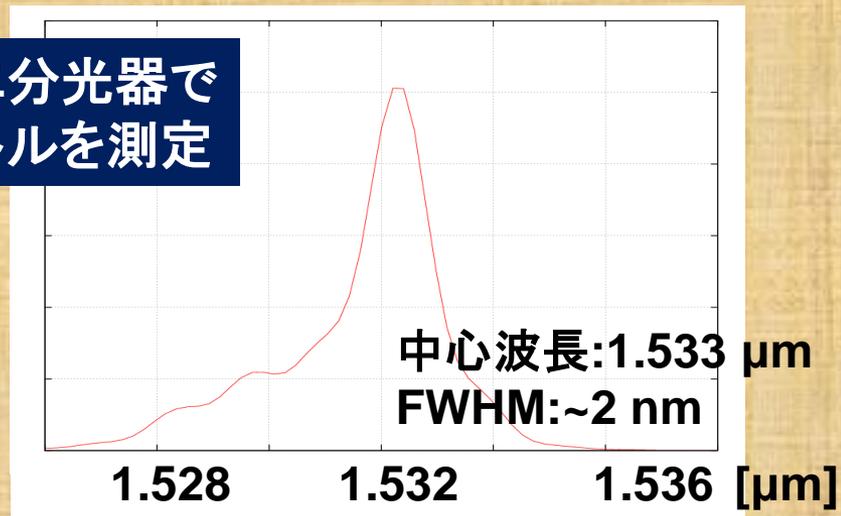
# 4. 開発状況 -光学調整-

➤ 光源:レーザーダイオード

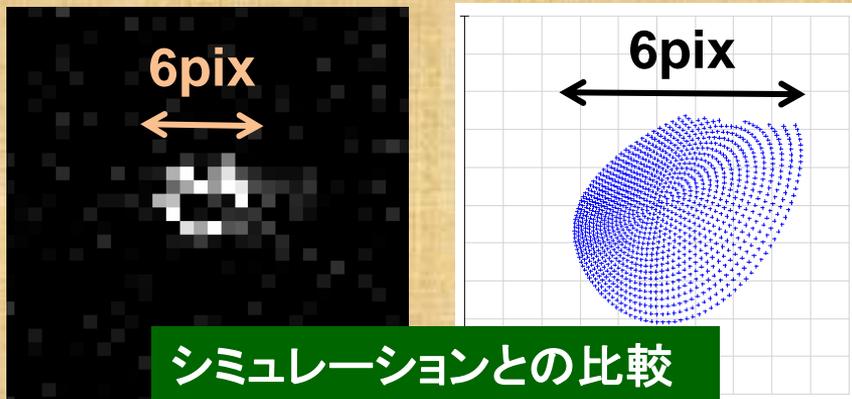


- Roither LaserTechnik社製
- 波長校正源として使用

フーリエ分光器で  
スペクトルを測定

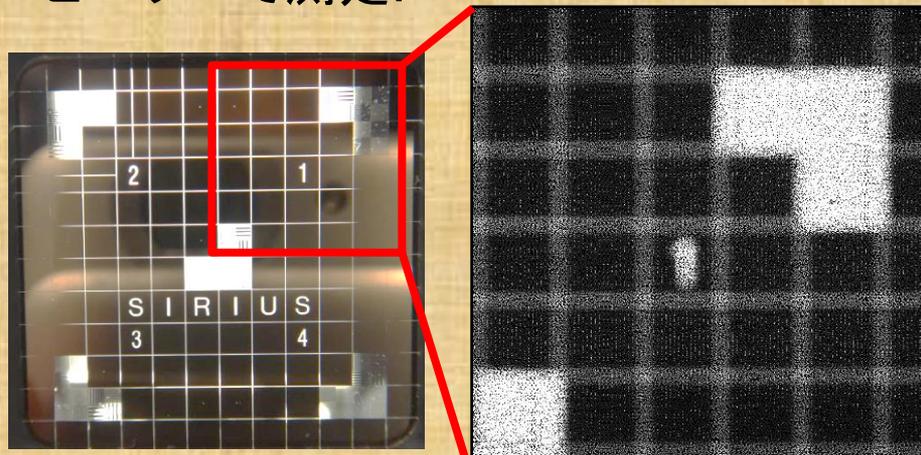


➤ 測定結果 (@300 K、InGaAs検出器を使用)



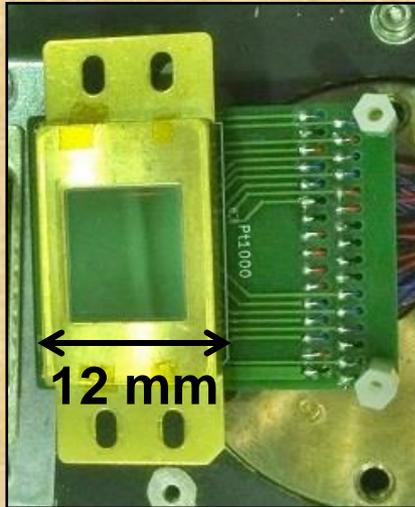
- 結像位置:  $\pm 3\text{pix}$ で一致
- 冷却下でも測定中

• 焦点位置にマスクを設置し、スリットビューワで測定:



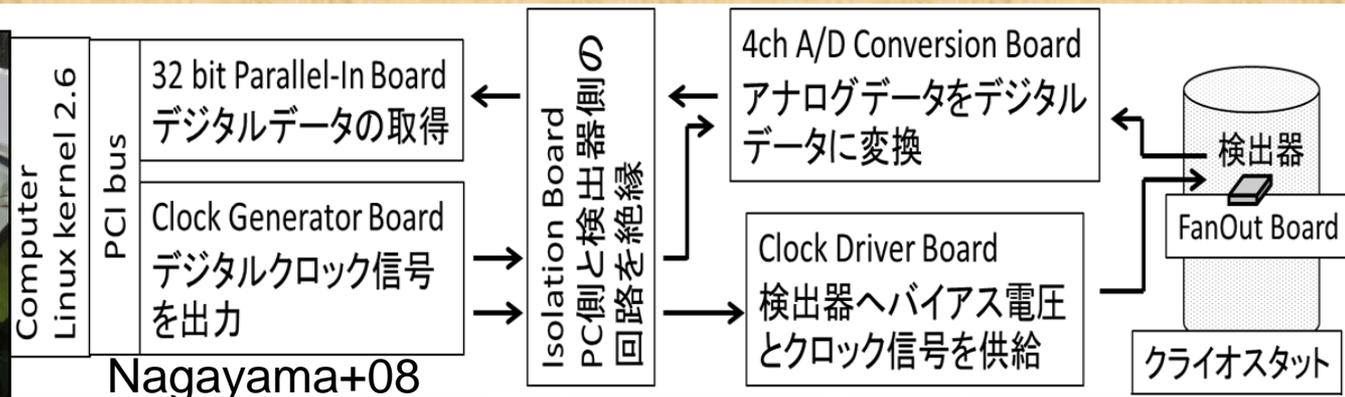
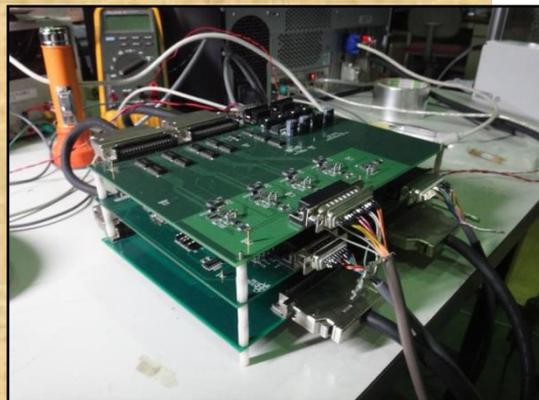
# 4. 開発状況 -InGaAs検出器の評価-

- InGaAs検出器(台湾製): **安価**な二次元アレイ検出器  
→天体観測用としての性能評価(リニアリティ、暗電流、冷却試験)



パラメータ	@25°C
画素数	640 × 512
画素サイズ	25 μm × 25 μm
有高感度波長	0.9-1.7 μm
量子効率	>70%

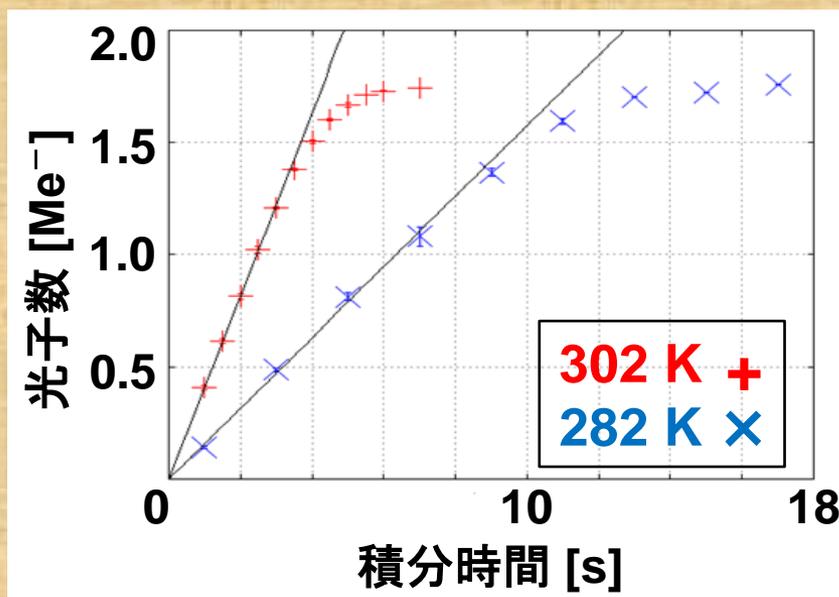
- 読み出し回路



# 4. 開発状況 -InGaAs検出器の評価-

## ➤ リニアリティ

- 2温度の暗電流で測定
- full well: 1.76 Me<sup>-</sup>  
(仕様値と10%で一致)
- full wellの85%以下で高いリニアリティ



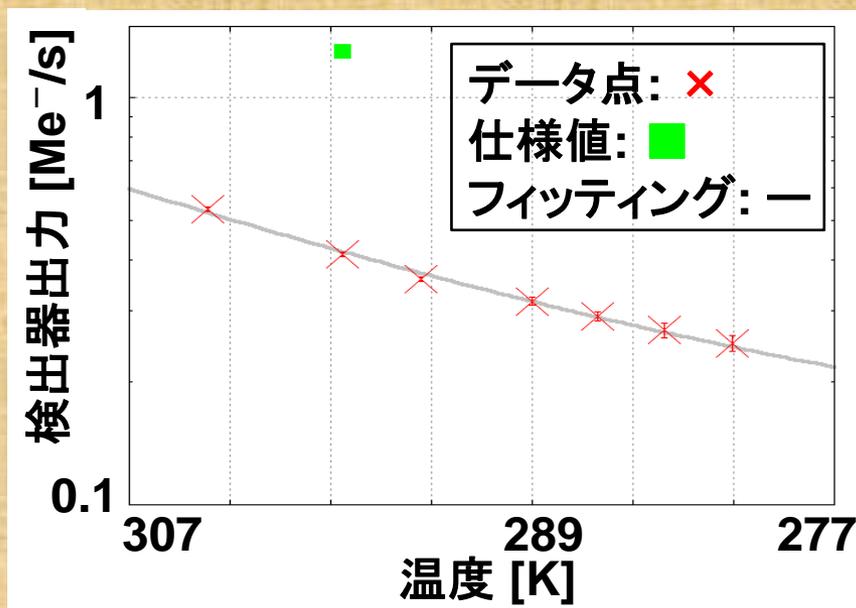
## ➤ 暗電流

- 282-304 K間の7点で測定
- データ点をフィッティング:

$$I_d = A \times \exp(-E_g/2k_B T) + BG$$

(A:定数、BG:背景光、E<sub>g</sub>:energy gap)

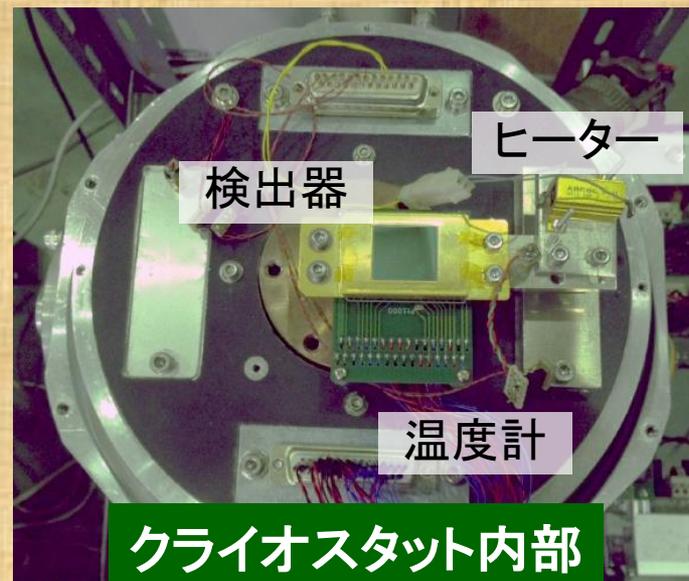
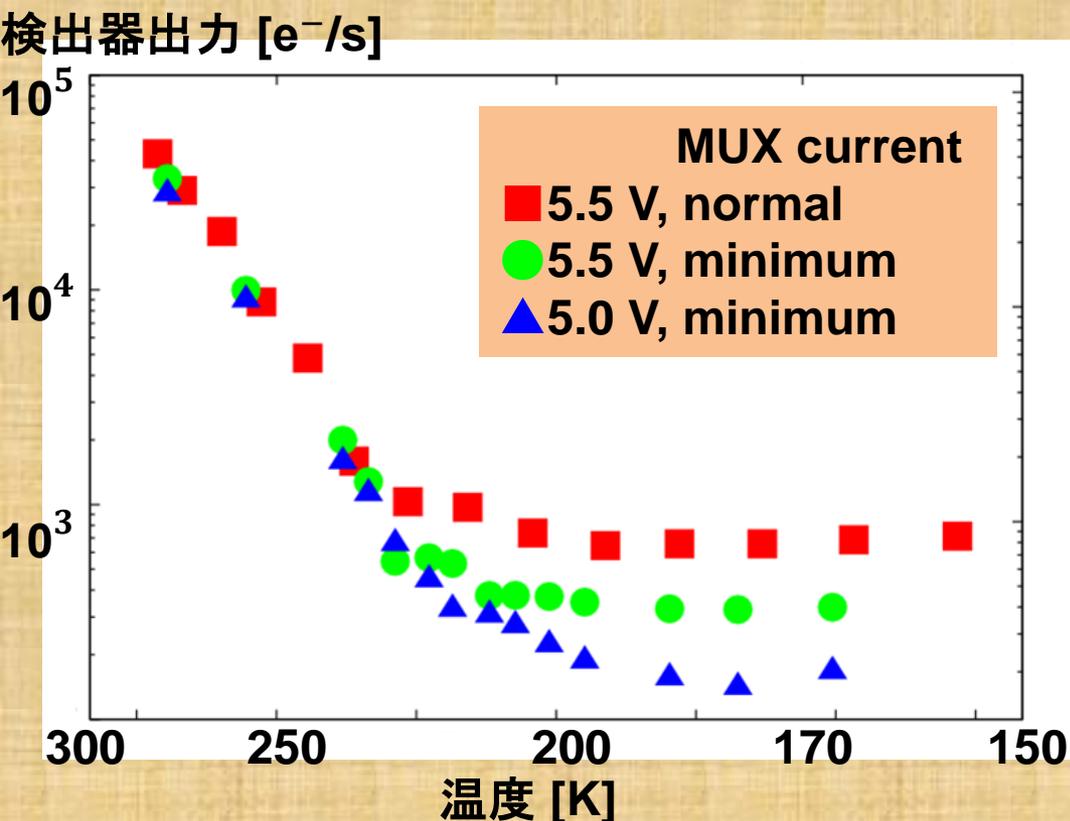
- カットオフ波長: 1.65 μm
- 160 Kで暗電流~1e<sup>-</sup>/sと予想



# 4. 開発状況 -InGaAs検出器の評価-

## ➤ 冷却試験

- 冷凍機を使用
- ヒーターで検出器の温度を制御し、160-300 K間で暗電流を測定



- デフォルト:暗電流**1000  $e^-/s$**
- MUXの駆動電圧・電流を下げると**200  $e^-/s$** まで低減
- MUXのFET glowが原因?

スリットビューワに使用

# 5. まとめ

---

- 南半球天体の分光観測、これまでにIRSFで観測した天体のフォローアップ観測のため、新しい分光器を開発中。
- 特徴:可視・近赤外を同時分光、高い光学系スループット。近赤外線スリットビューワーにより、観測天体をスリットに導入。
- 常温・冷却下で光学調整を行っている(今年度中の実験室内完成を目指す)。
- InGaAs検出器の評価: MUXを駆動する電流、電圧を調整し、暗電流は $200 \text{ e}^-/\text{s}$  ⇒スリットビューワーに使用する予定。