

共同利用観測を
開始した
せいめい望遠鏡
TriCCS

松林 和也
TriCCS
開発チーム

開発メンバー

京都大学

- 松林 和也
- 前田 啓一
- 太田 耕司
- 川端 美穂
- 橋ヶ谷 武志

東京大学

- 酒向 重行
- 土居 守
- 新納 悠
- 近藤 莊平
- 紅山 仁
- 西野 耀平

Introduction

可視光
広視野
サーベイ



マルチメッ
センジャー
(重力波・
ニュートリノ)



多種多様な変動天体が続々と発見

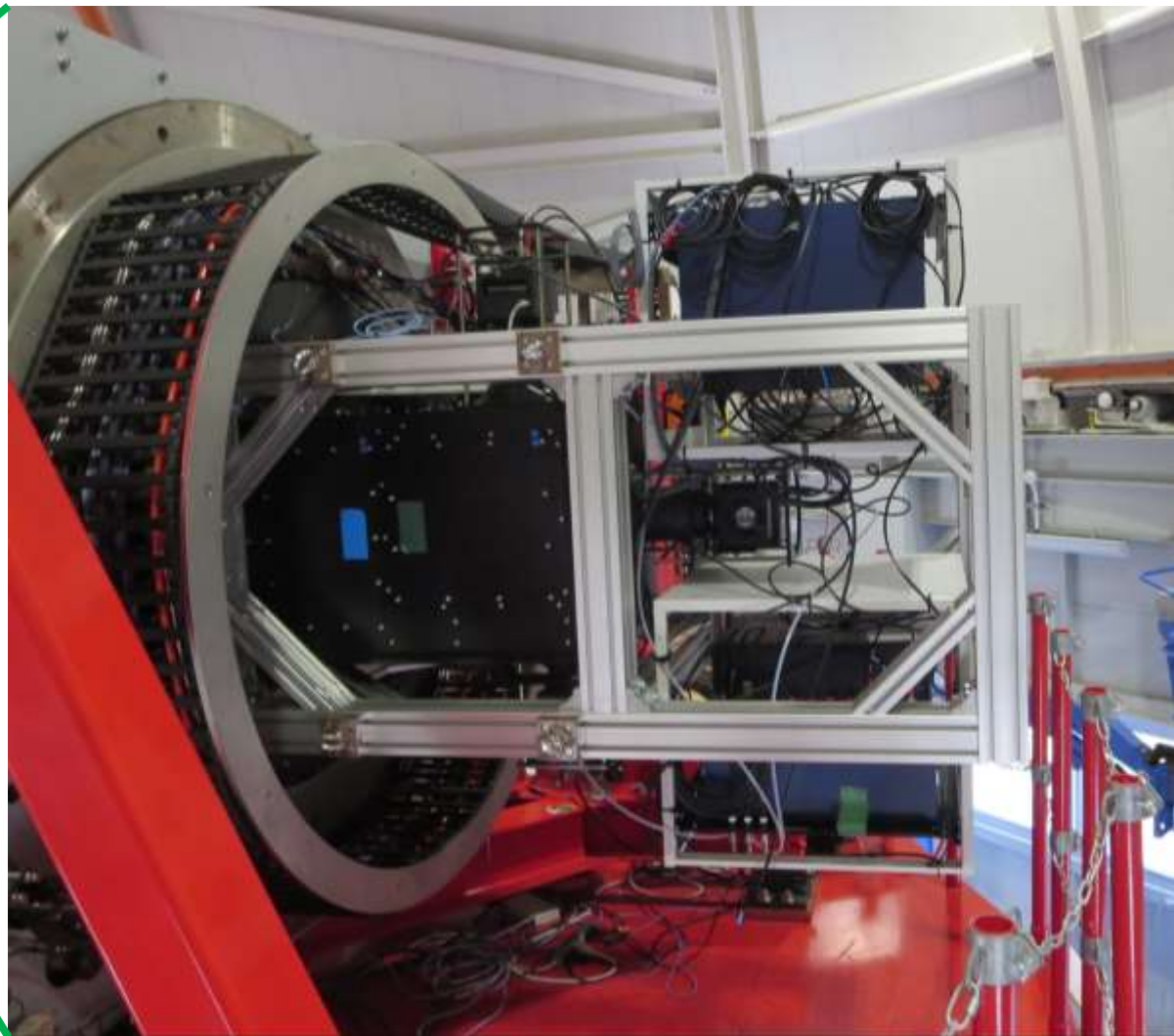
- 超新星爆発、重力波対応天体、超高エネルギーニュートリノ対応天体、BH binary、恒星フレア、太陽系天体など

フォローアップ観測がより重要に！

Tricolor CMOS Camera and Spectrograph (TriCCS) の開発

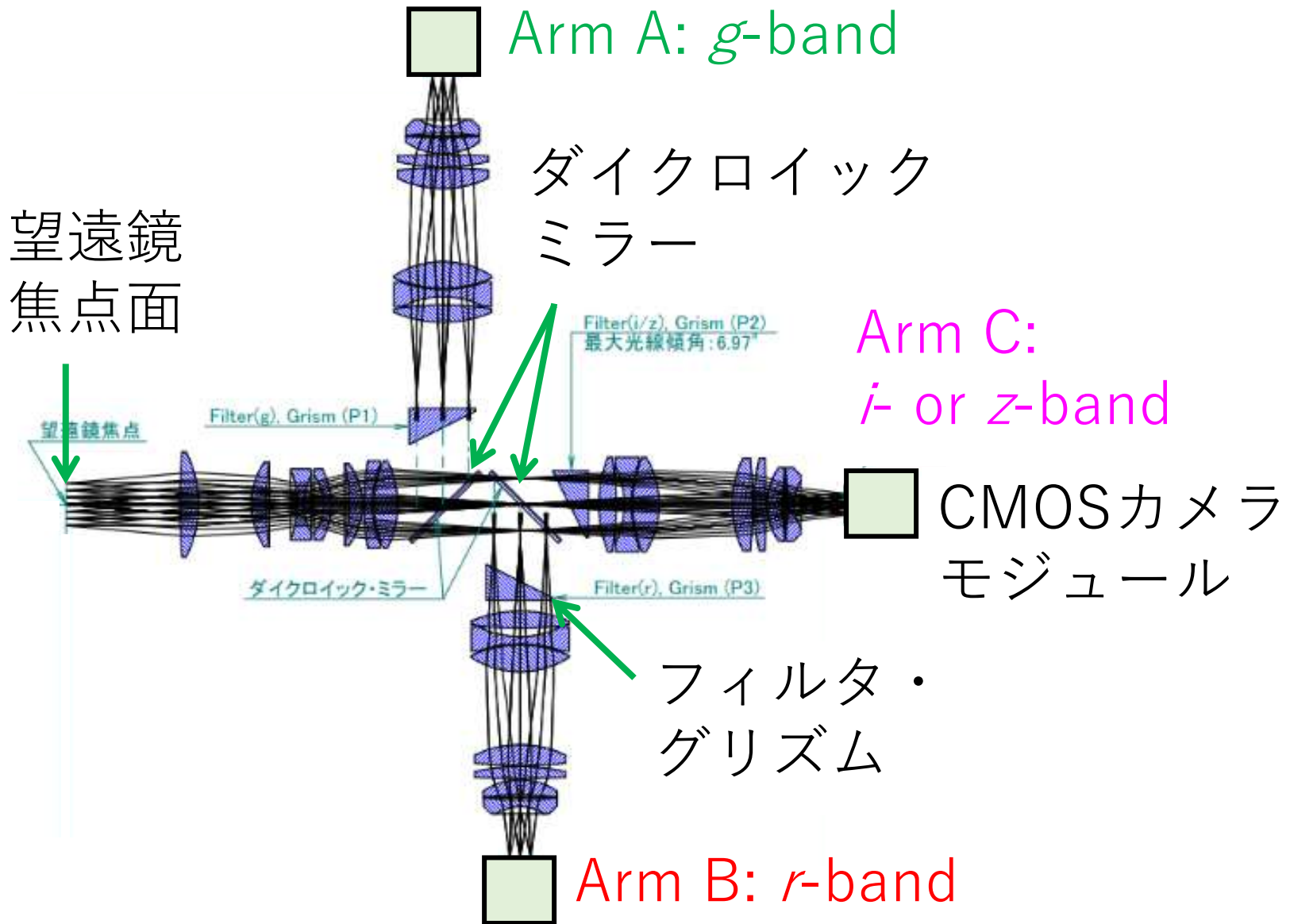
- g & r & (i or z) 3色同時撮像カメラ
- 検出器: CMOS → 高速撮像可能
- せいめい望遠鏡 (口径3.8 m) に接続
- 視野: 12.6×7.5 分角
- $R \sim 700$ のスリット分光可能
- 近赤外撮像偏光装置と接続可能 → J , H -shortでも同時撮像 (最大5色)
 - 近赤外視野: 3'程度
- 2021年後期から共同利用・京大時間で利用可能 (撮像のみ、機能限定)

外觀



光学系

• F/6 → F/3へ変換

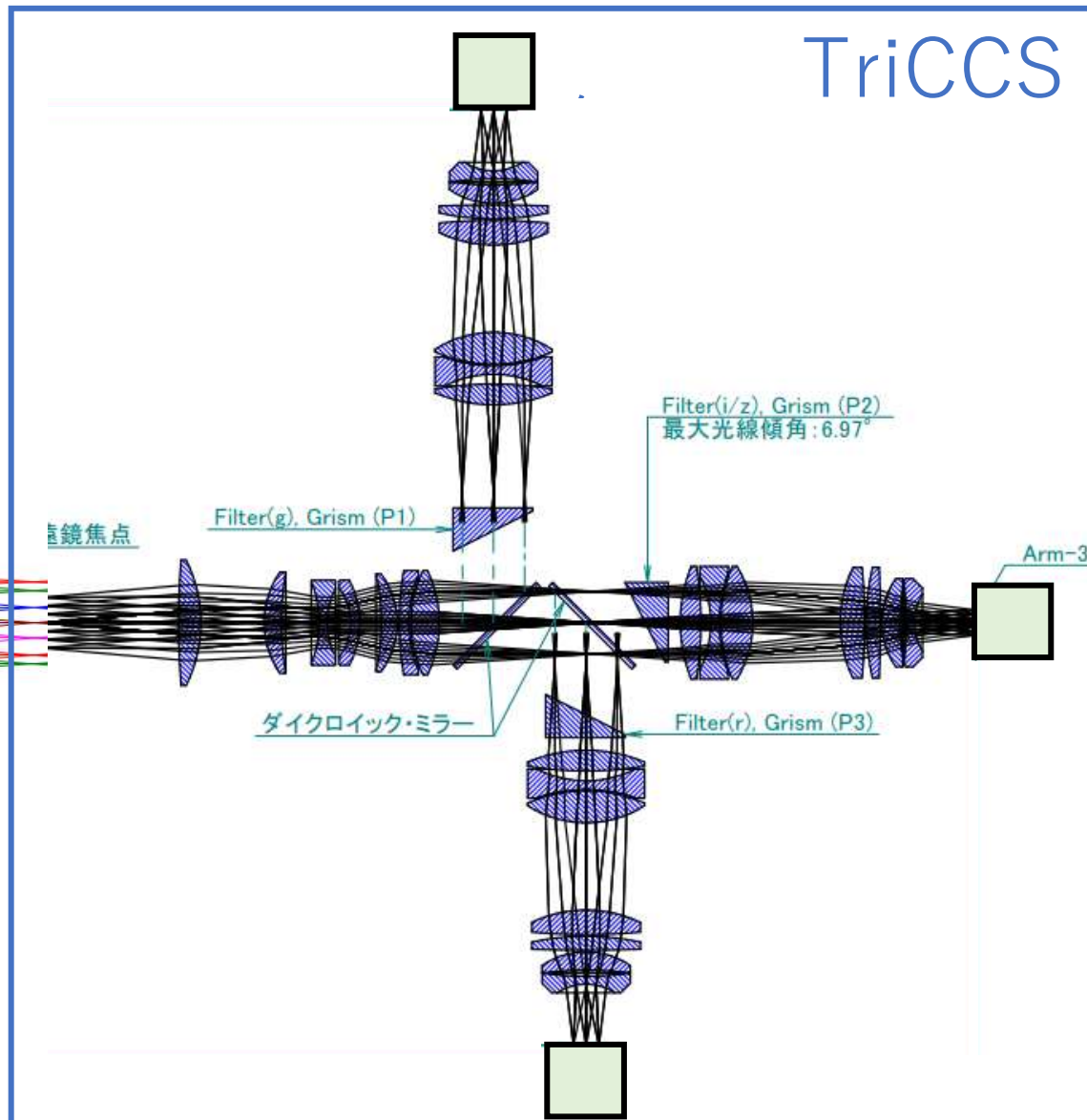
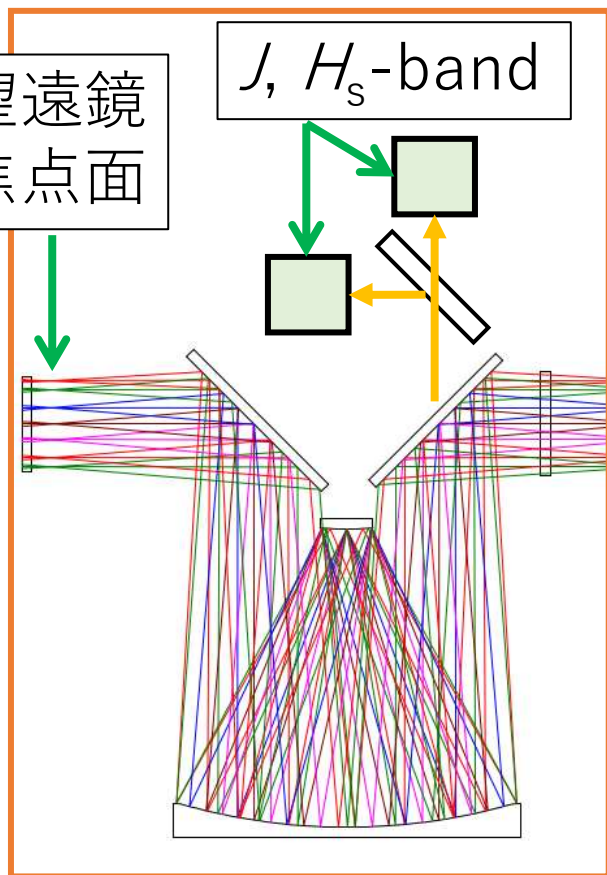


光学系 (近赤外偏光撮像装置と接続時)

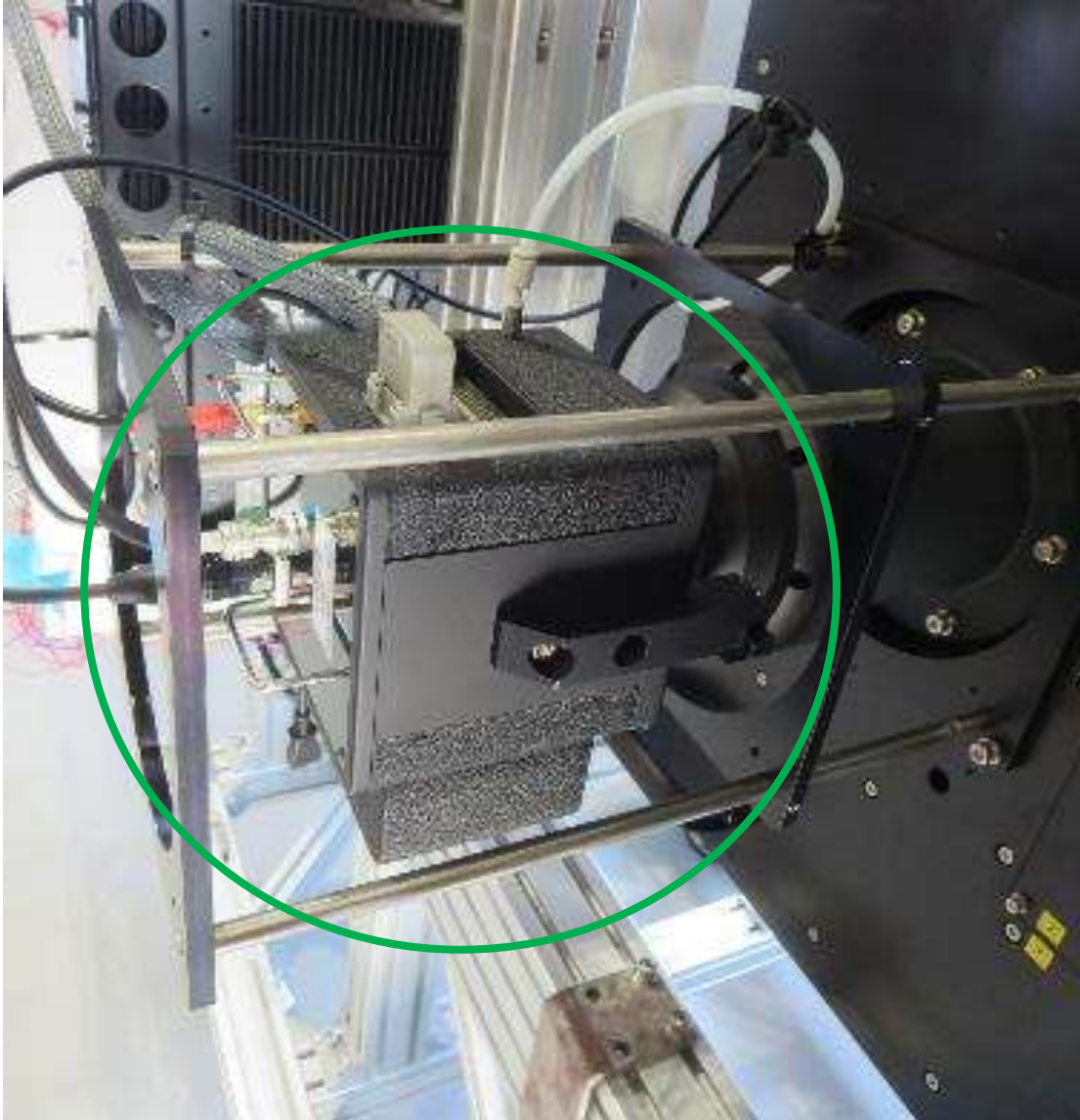
近赤外偏光撮像装置

望遠鏡
焦点面

J, H_s -band



CMOSカメラモジュール



- Canon製 表面照射型CMOS
 - 35MMFHDX SMA 1台
 - LI3030SAM 2台

装置全体図

ドーム棟

専用GPS
アンテナ

3階

望遠鏡

TriCCS
筐体

M.2 NVMe SSD
8 TB 3台

2階

CoaXPress
(~30 m、3本)

CMOS
制御PC
3台

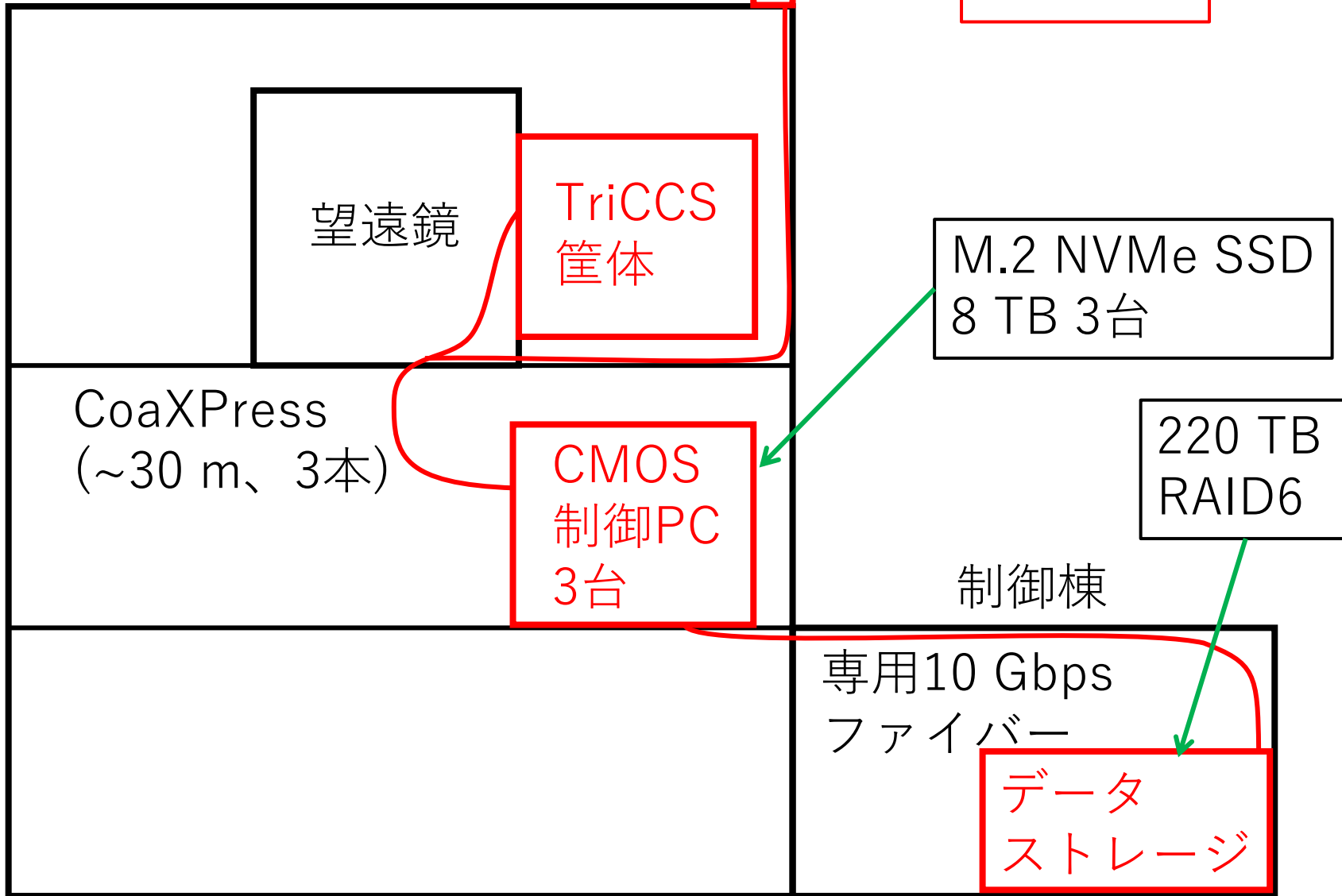
220 TB
RAID6

制御棟

1階

専用10 Gbps
ファイバー

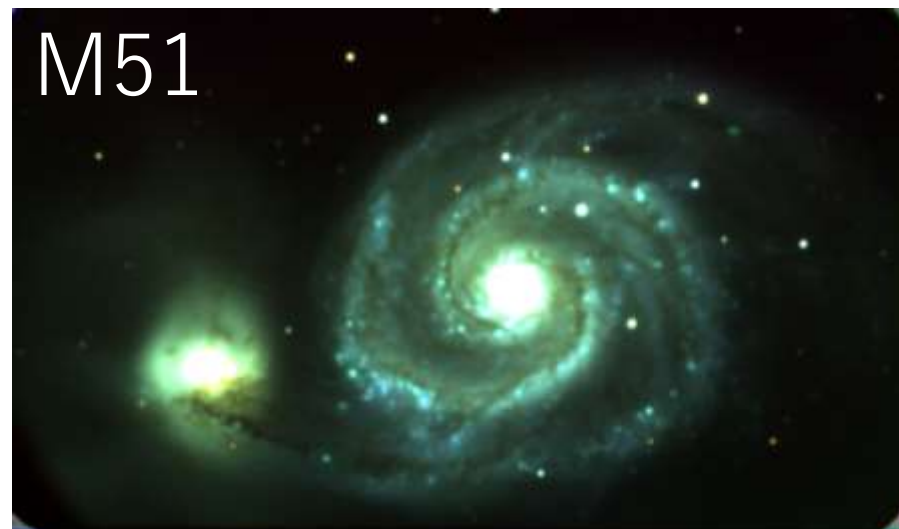
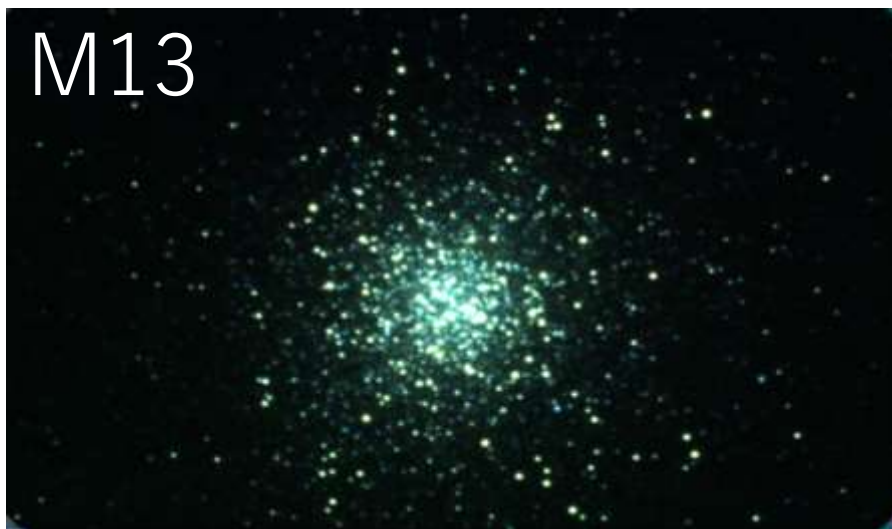
データ
ストレージ



性能一覧 (一部は予想値)

項目		値	
ピクセルスケール		0.350'' / pixel	
視野		12.6' x 7.5'	
フレームレート		最大98 fps	
観測バンド		<i>gri</i> or <i>grz</i>	
限界等級 (10 σ)	撮像	1秒積分	~19 mag
		600秒積分	~22 mag
	分光	1秒積分	~15 mag
		600秒積分	~19.5 mag
波長分解能 (1.0''スリット)		$R \sim 700$	

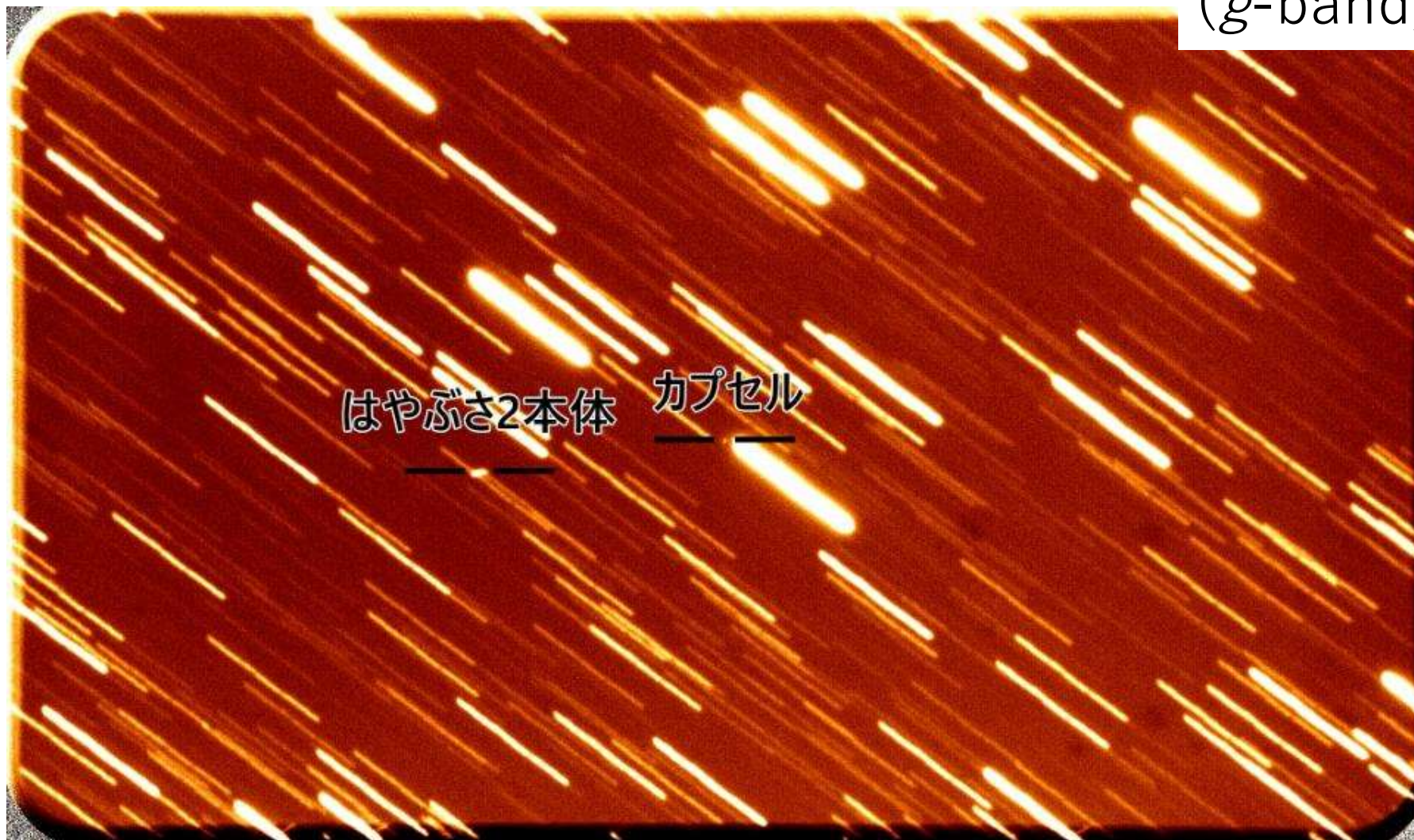
3色合成画像 (g, r, i -band)



はやぶさ2と帰還カプセル

協力:「おかえりはやぶさ2観測キャンペーン」(主催: JAXAはやぶさ2プロジェクト、日本惑星協会、日本公開天文台協会)

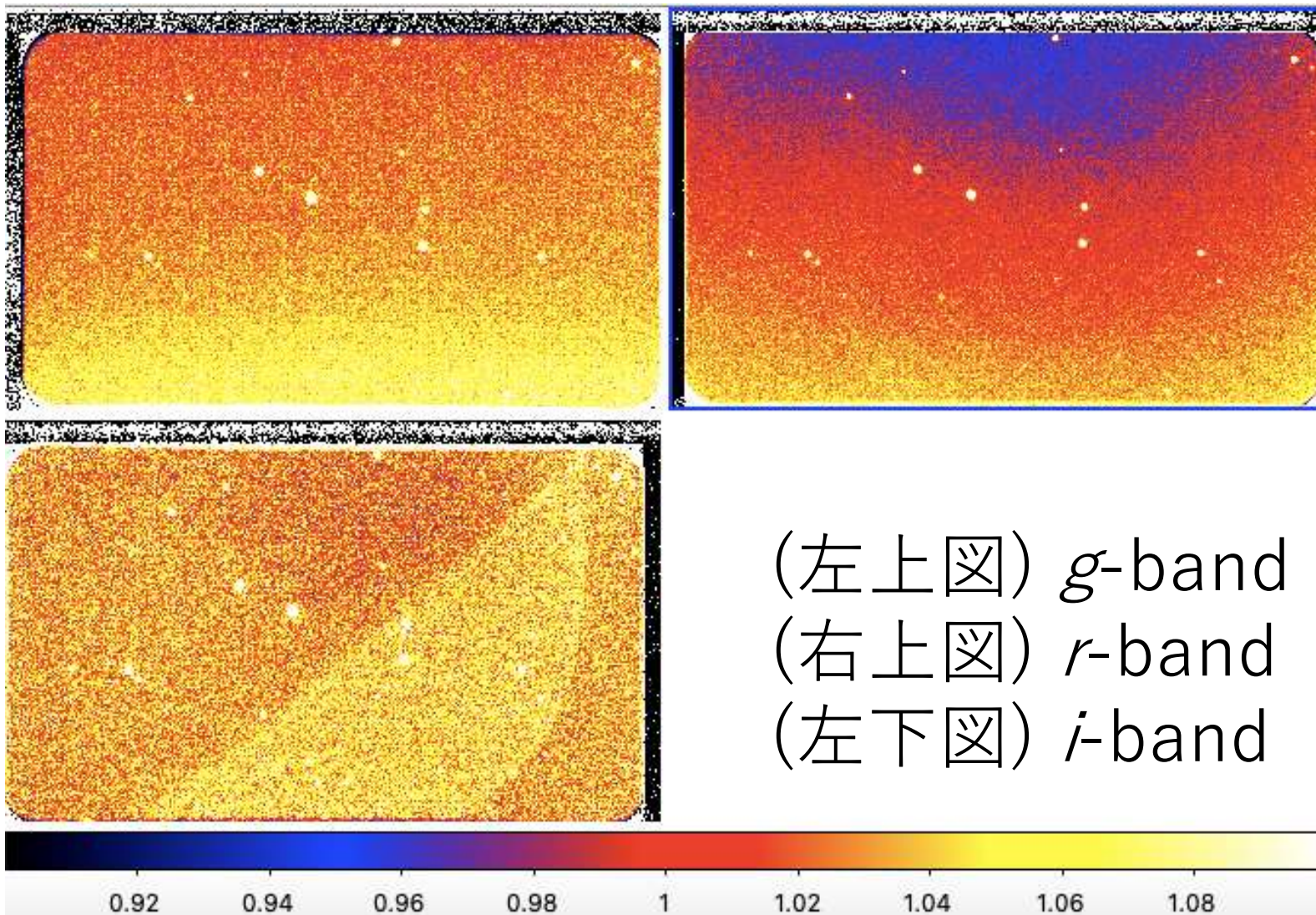
(g-band)



はやぶさ2本体 カプセル

迷光

ダーク・フラット処理
画像中心の背景光で規格化



バッフル
追加

■ (普通の) CMOS

○ レンズ

望遠鏡
焦点面

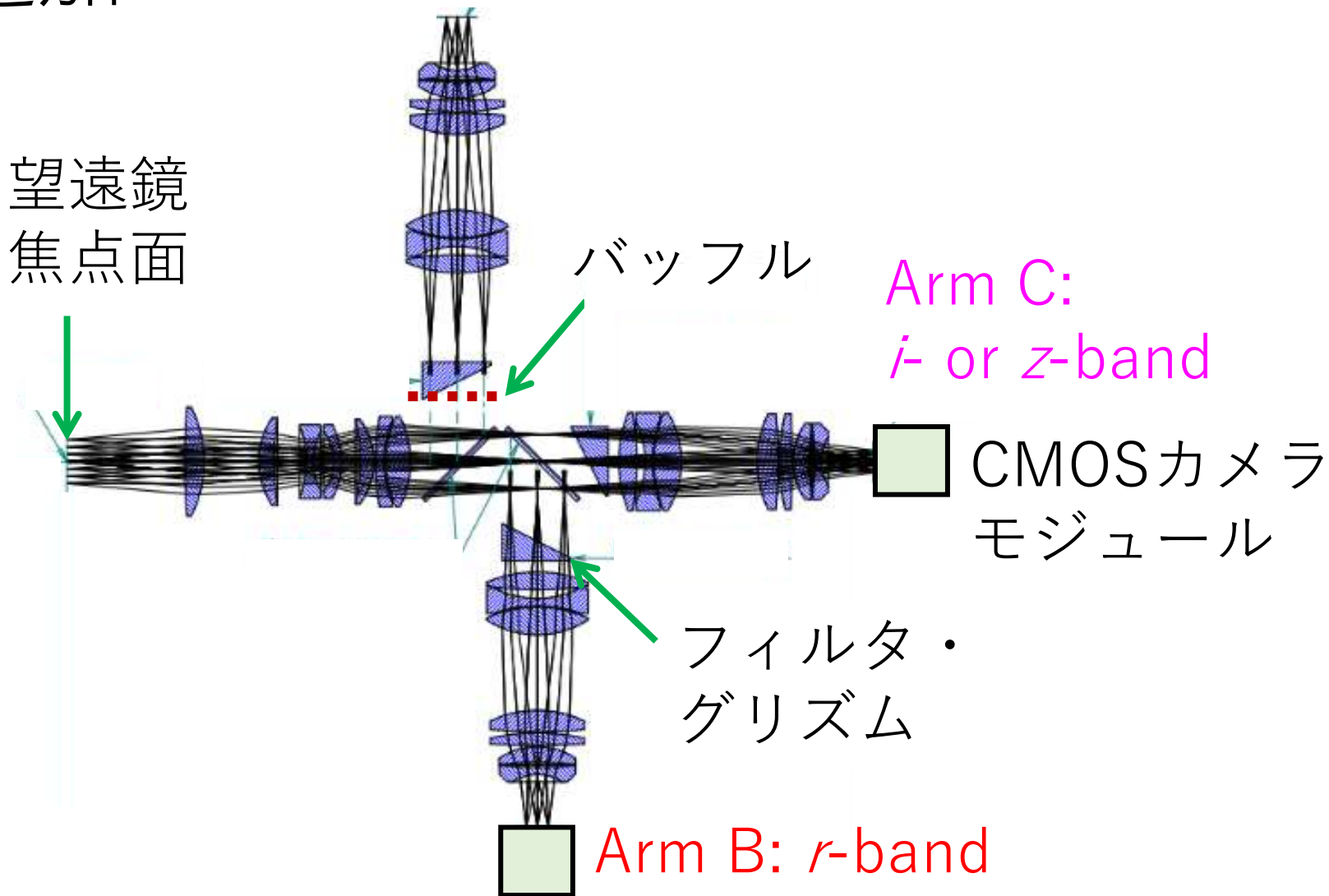
バッフル

Arm C:
i- or *z*-band

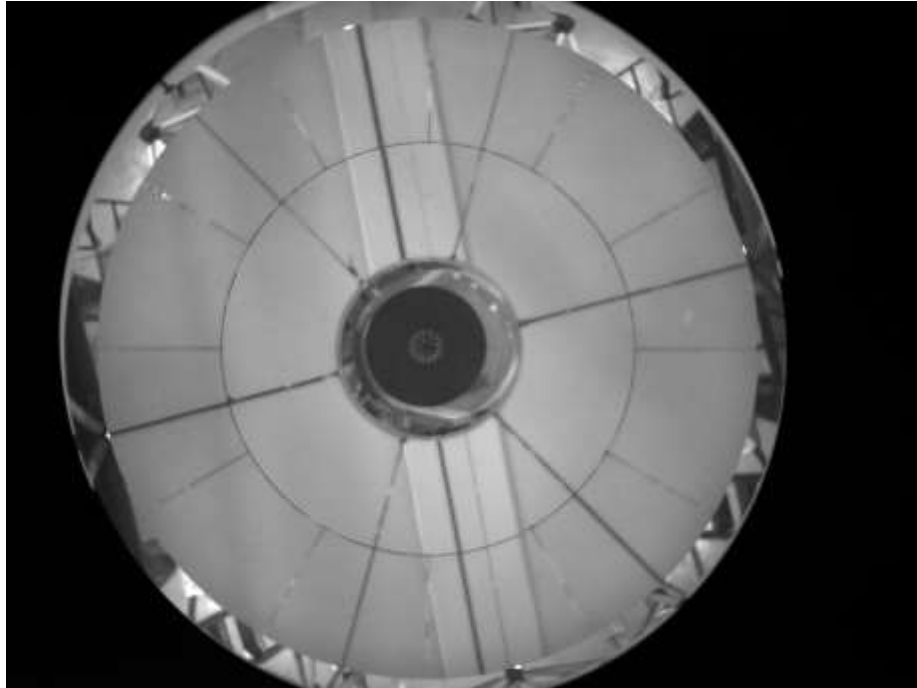
■ CMOSカメラ
モジュール

フィルタ・
グリズム

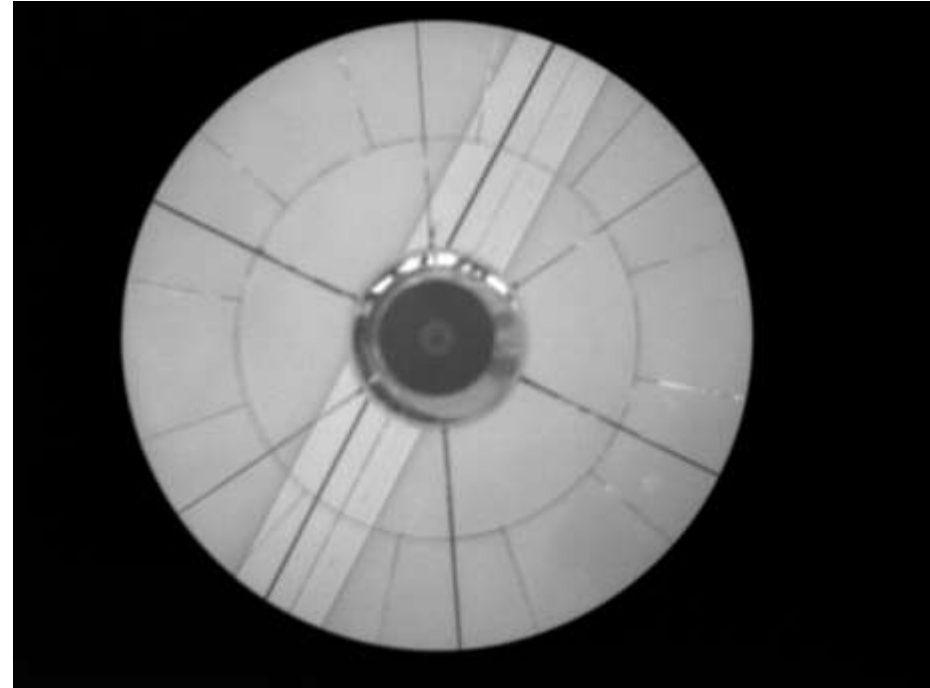
■ Arm B: *r*-band



瞳像

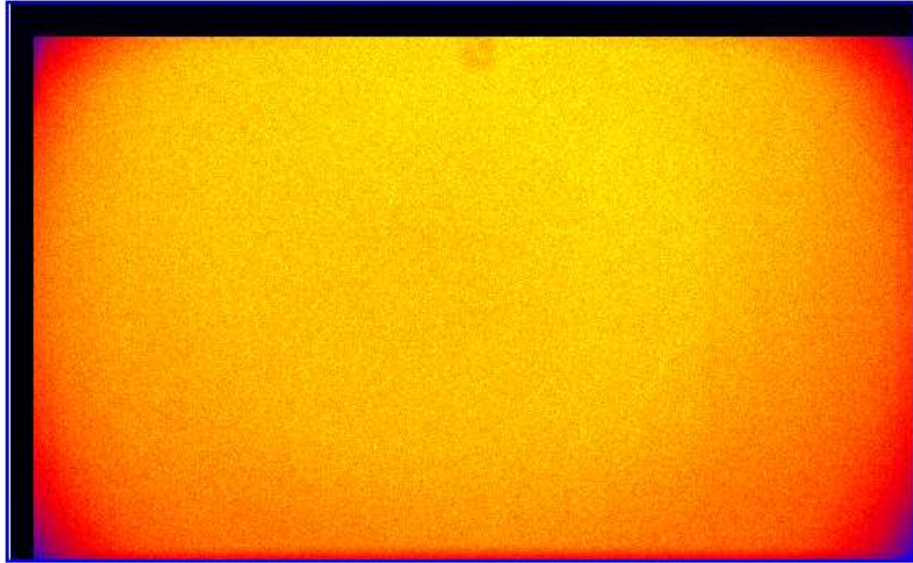


バッフル無し
(r -band)

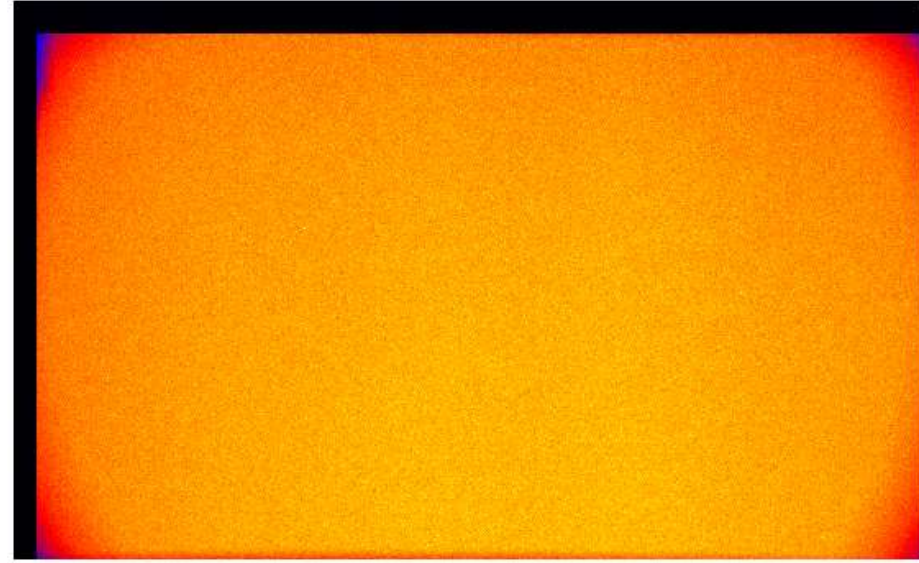


バッフル追加
(g -band)

フラットフレーム



バッフル無し
(*r*-band)



バッフル追加
(*g*-band)

- バッフル追加により、迷光が減らせた
- 他バンドにもバッフルを追加予定

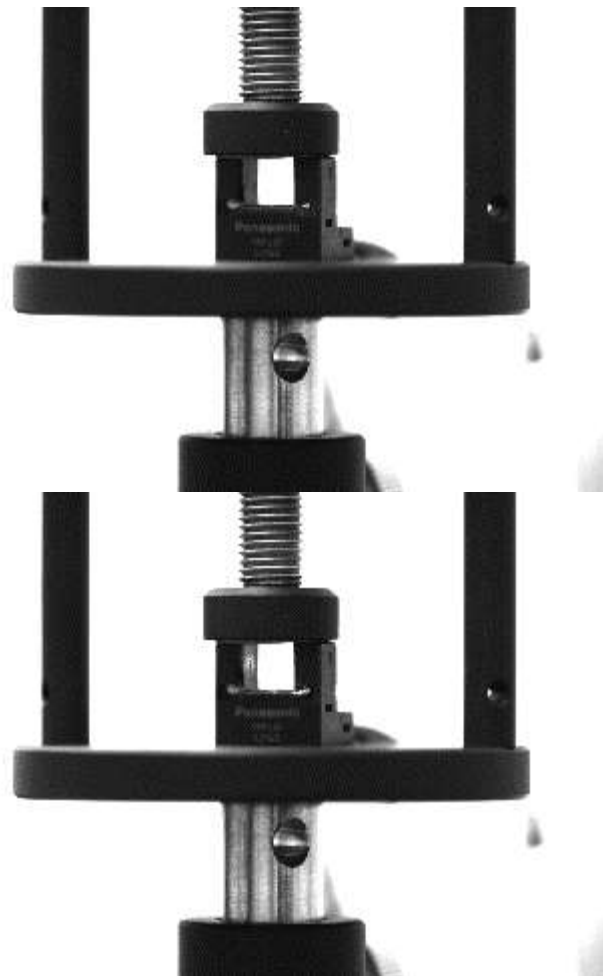
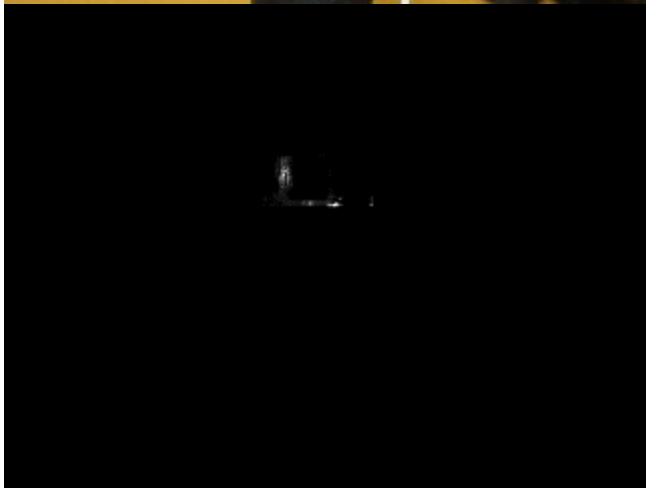
リミットスイッチからの迷光

(積分時間
11 ms)

- 普通のデジカメで撮影
- 部屋の電気on



- CMOSセンサで撮影
- 部屋の電気off
- センサ電源on



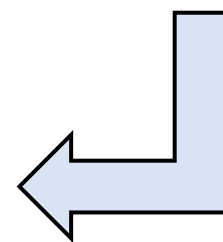
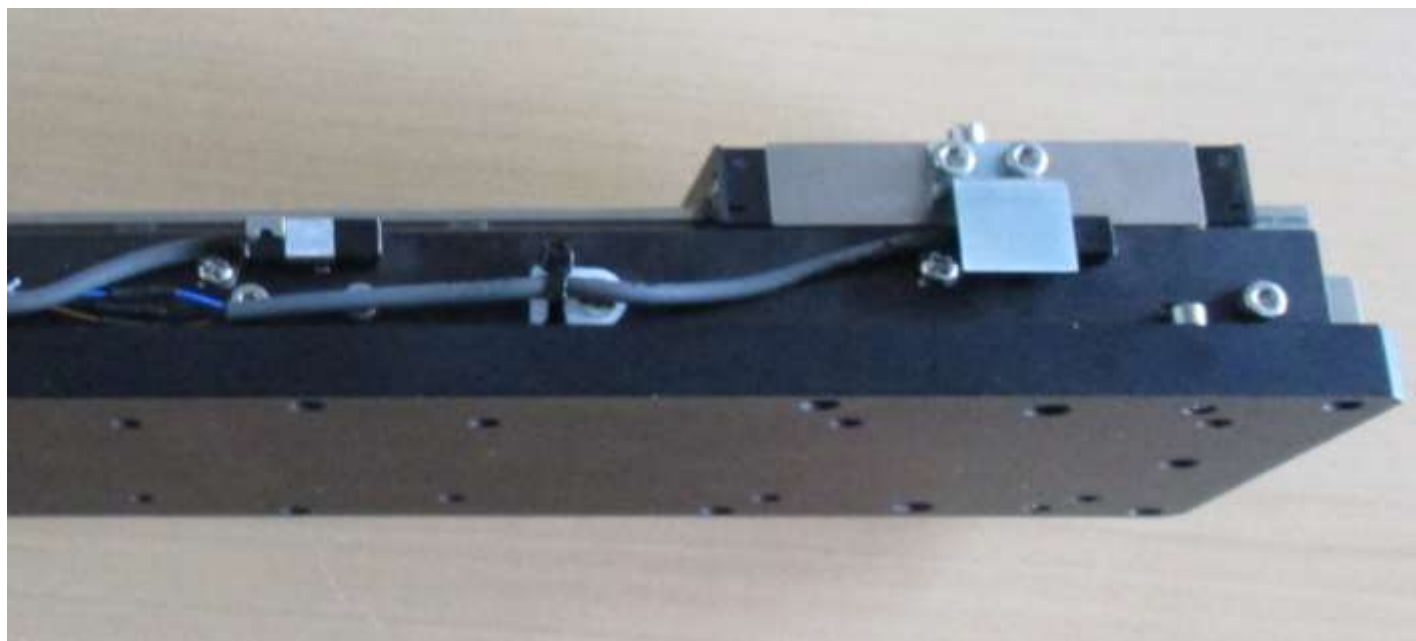
- CMOSセンサで撮影
- 部屋の電気on
- センサ電源off

- CMOSセンサで撮影
- 部屋の電気on
- センサ電源on

リミットスイッチ交換



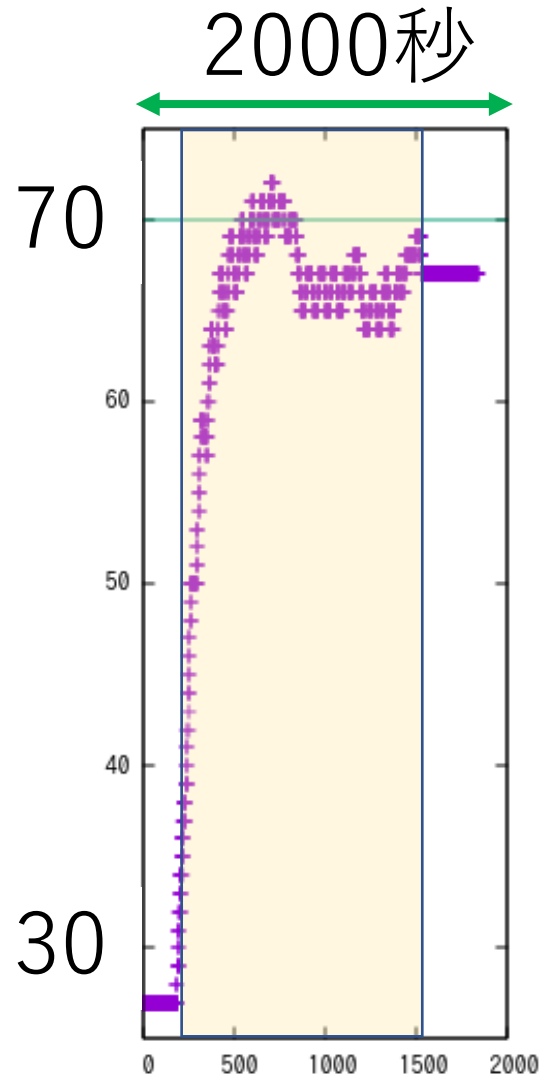
黒塗装



テープ
追加

SSD温度

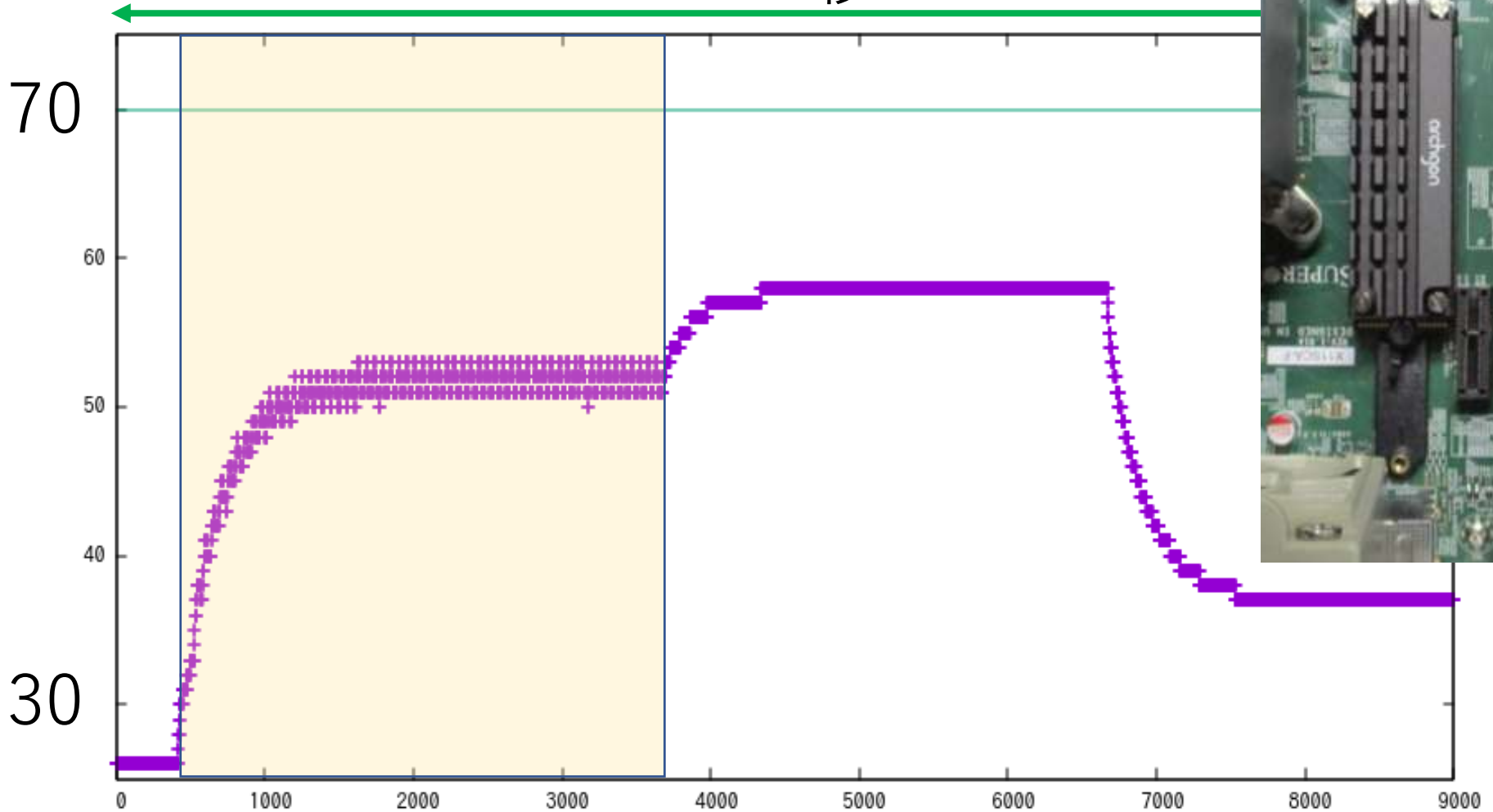
- CMOS 98 fpsで連続読み出し
- データ書き込み遅延あり



SSD温度

- ヒートシンクを大型化
- CMOS 98 fpsで連続読み出し
- データ書き込み遅延無し

9000秒



まとめ

- 突発天体のフォローアップ観測などに使える、可視3色高速撮像分光装置TriCCSを開発中
- 2021年後期より撮像モードを公開
 - データレートは原則1 fps以下（2021年後期）、10 fps以下（2022年前期）
- ピクセルスケール: 0.350 秒角/pixel
- 視野: 12.6 × 7.5 分角
- 撮像バンド: 「*gri*-band」または「*grz*-band」
- 撮像なら、自動観測も容易に可能？！