

# MITSuME (爆発変動天体の多色撮像観測) プロジェクト

明野観測所に設置した3色同時撮像ロボット望遠鏡を使用した  
ガンマ線バースト(GRB)残光等突発天体の観測

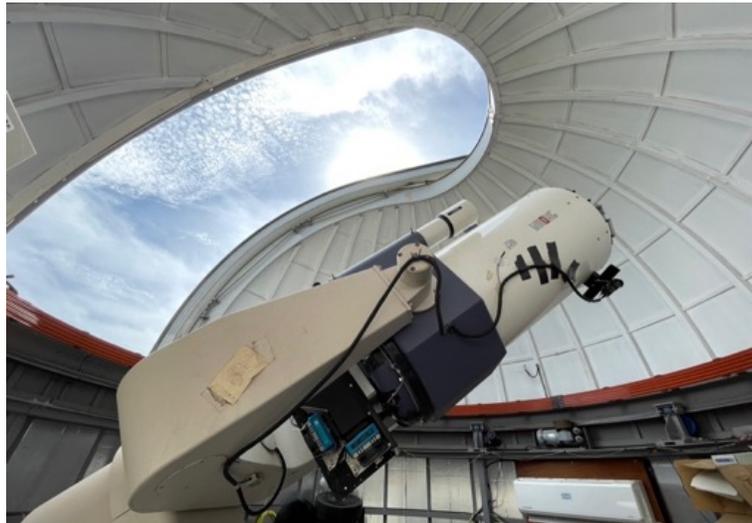
共同利用査定額: 10万円 (旅費に使用)

谷津陽一、高橋一郎、笹田真人、庭野聖史、佐藤翔太、樋口成和、早津俊祐、武井宏延、関響、河合誠之 (東京工業大学)、村田勝寛 (京都大学)、前原裕之、柳澤顕史、花山秀和 (国立天文台)、黒田大介 (日本スペースガード協会) ほか

# MITSuME

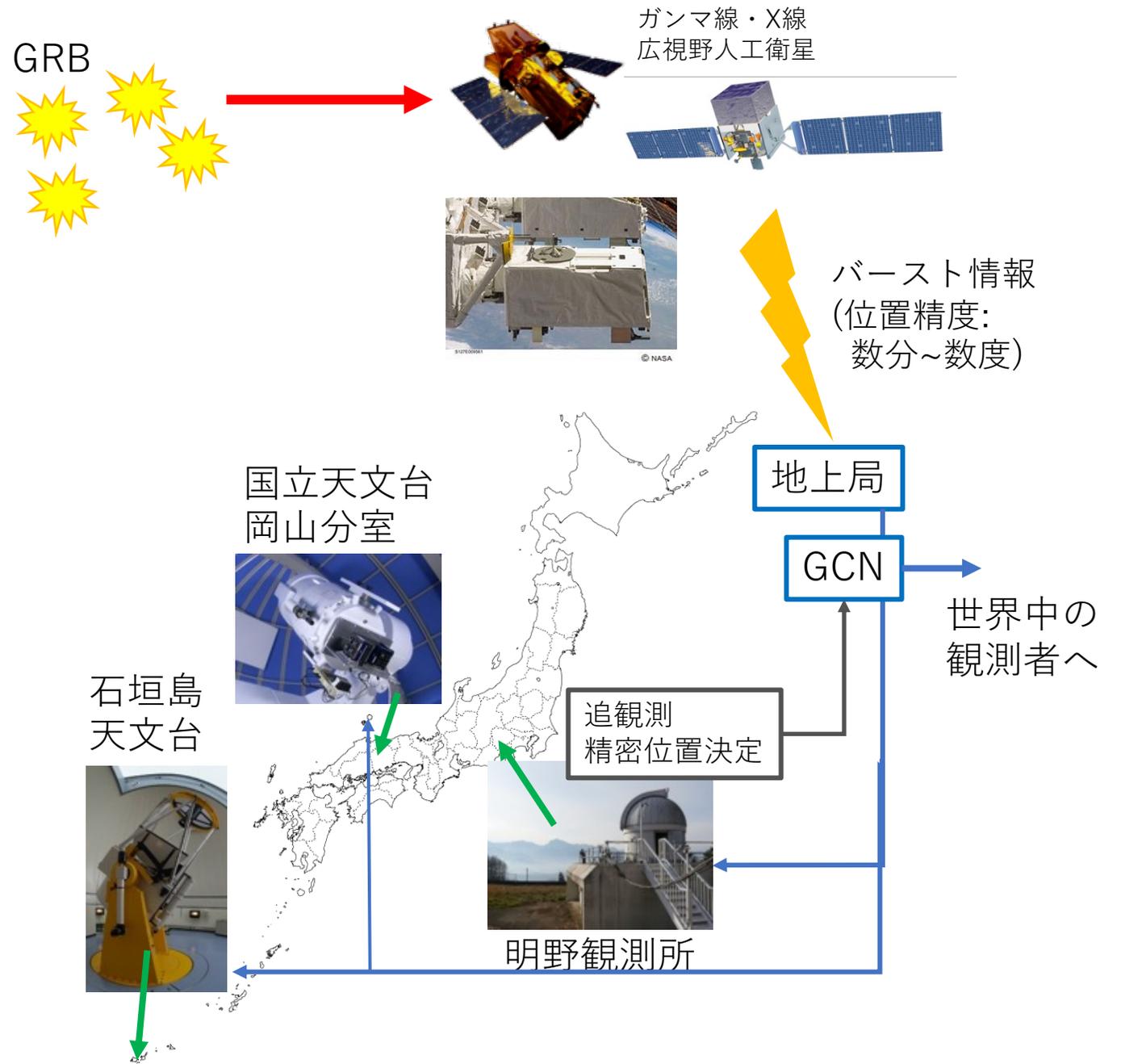
Multi-color Imaging Telescopes  
for Surveys and Monstrous Explosions

「即時・自動・多色」  
の観測システム



可視50cm望遠鏡

- ✓ **三色同時** (g', R, I-band)
- ✓ **ロボット観測**
- ✓ **高速駆動** (3°/sec)



# 明野望遠鏡のGRB即時観測実績

期間：2023/04/01 - 2024/01/31までの10ヶ月

最短で1分以内に観測開始

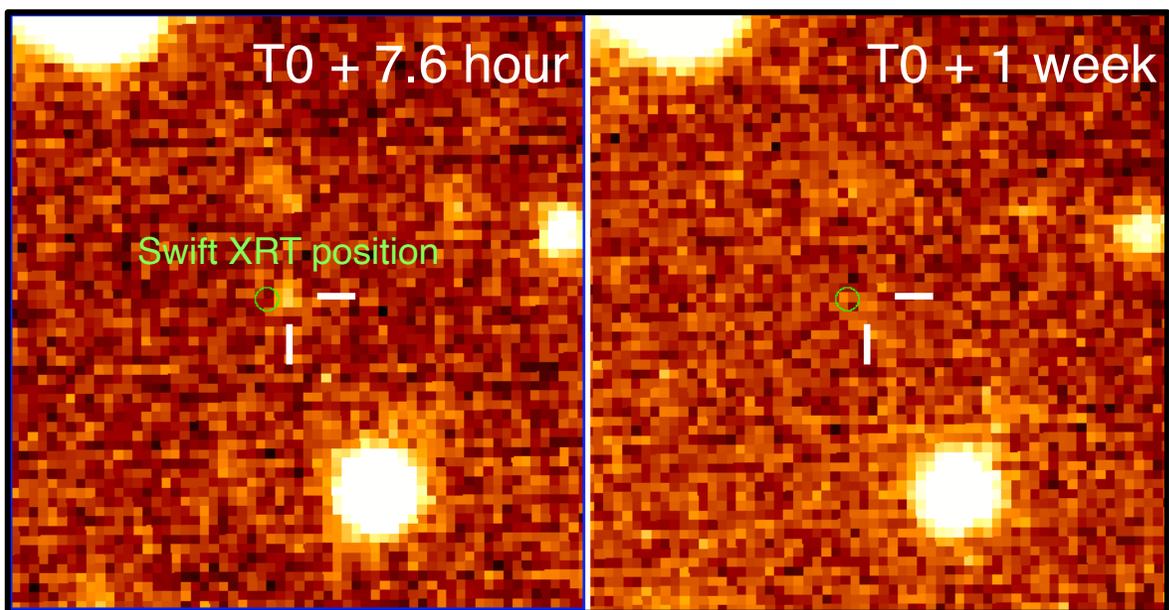
- 観測できたもの 30件
- 可視光で検出 5件
- GCNC報告数 10件

GRB	Obs. start time from trigger	OT detection	Magnitudes or 5-sigma limits
GRB230420A	280 sec	yes	$g' > 18.3, R_c = 18.3 \pm 0.3, I_c = 17.3 \pm 0.2$
GRB230427A	91 sec	no	$g' > 19.6, R_c > 19.4, I_c > 19.0$
GRB230723B	48 sec	yes	$g' > 18.0, R_c > 17.8, I_c = 17.1 \pm 0.2$
GRB230805B	120 sec	no	$g' > 18.9, R_c > 19.0, I_c > 18.5$
GRB231115A	1.7 hour	no	$g' > 20.4, R_c > 20.2, I_c > 19.7$
GRB231117A	5.2 hour	yes	$g' > 20.3, R_c = 20.7 \pm 0.2, I_c > 19.6$
GRB231129A	4.5 hour	no	$g' > 19.4, R_c > 19.0, I_c > 18.4$
GRB231205B	123 sec	no	$g' > 17.5, R_c > 17.5, I_c > 17.2$
GRB231215A	182 sec	yes	$g' = 17.5 \pm 0.1, R_c = 17.9 \pm 0.1, I_c = 17.4 \pm 0.1$
GRB240123A	4.1 hour	yes	$g' = 19.8 \pm 0.2, R_c = 19.4 \pm 0.1, I_c = 19.2 \pm 0.1$

# ガンマ線で明るいshort GRB 231117Aの追観測

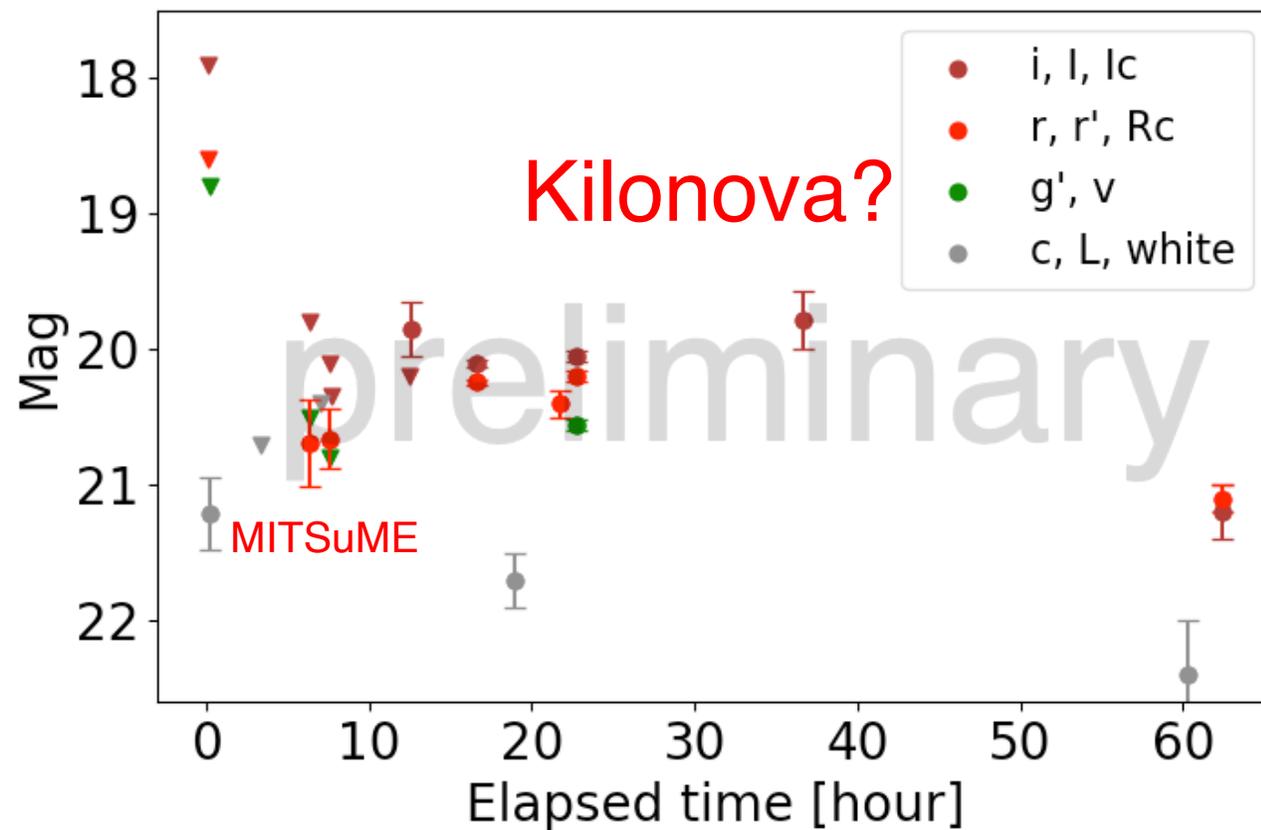
- MITSuME明野は5.2時間後に観測を開始しRcバンドで残光候補を検出

MITSuME明野の画像



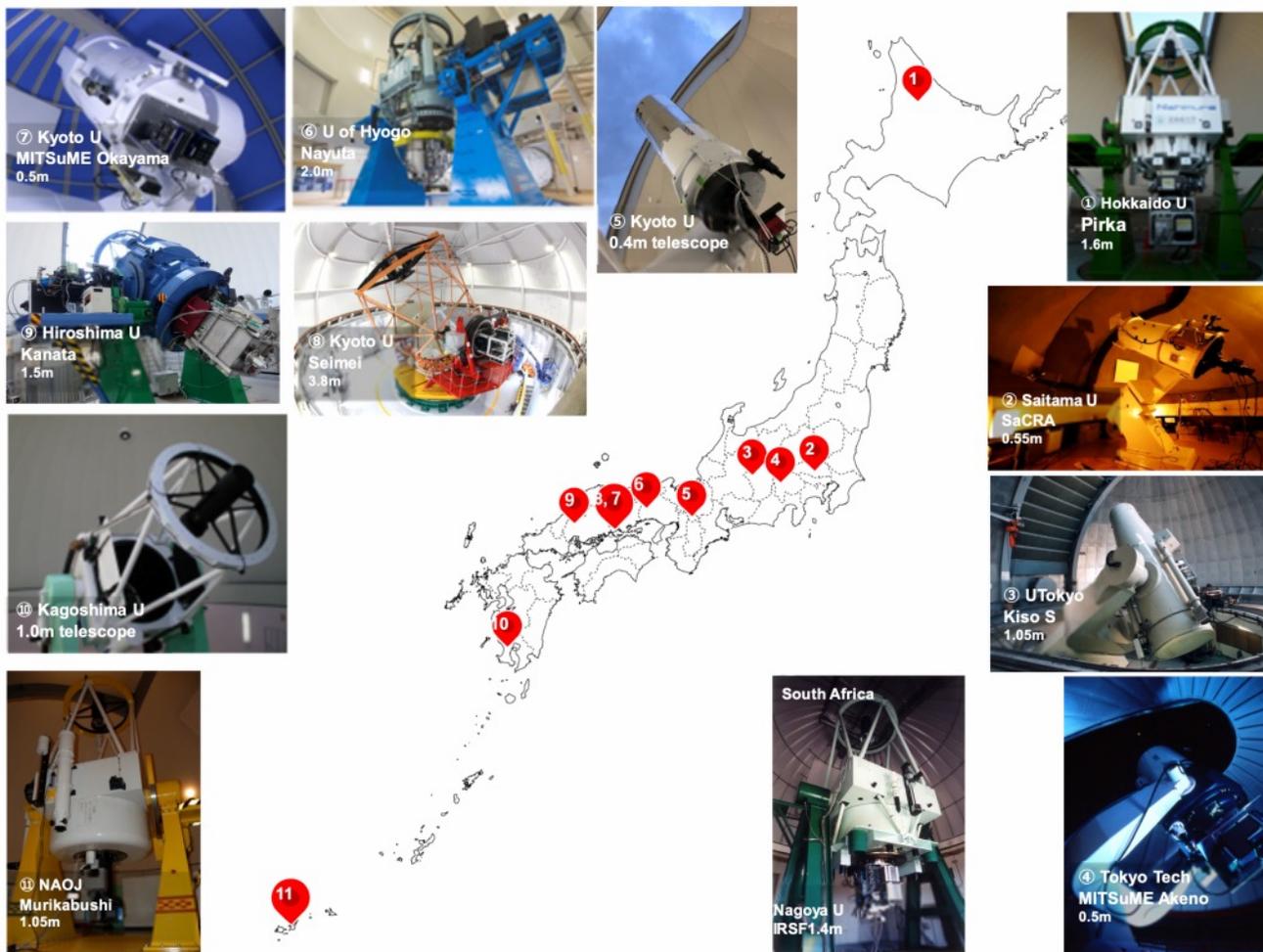
母銀河のRedshift  $z = 0.257$

GCNCへの報告等級



# 光・赤外線天文学大学間連携の観測

## TELESCOPES OF THE OISTER



国内機関の中小口径望遠鏡のネットワーク

- 多波長・モード、天候リスク回避、南半球
  - 観測対象に適した複数の望遠鏡で観測
- 単一望遠鏡では困難なサイエンスが可能に

明野の可視光3バンド同時観測へのニーズ

本年度の連携観測

- 超新星ToO観測 2件
- ブレーザーのキャンペーン観測 1件

連携観測による論文が1本発表

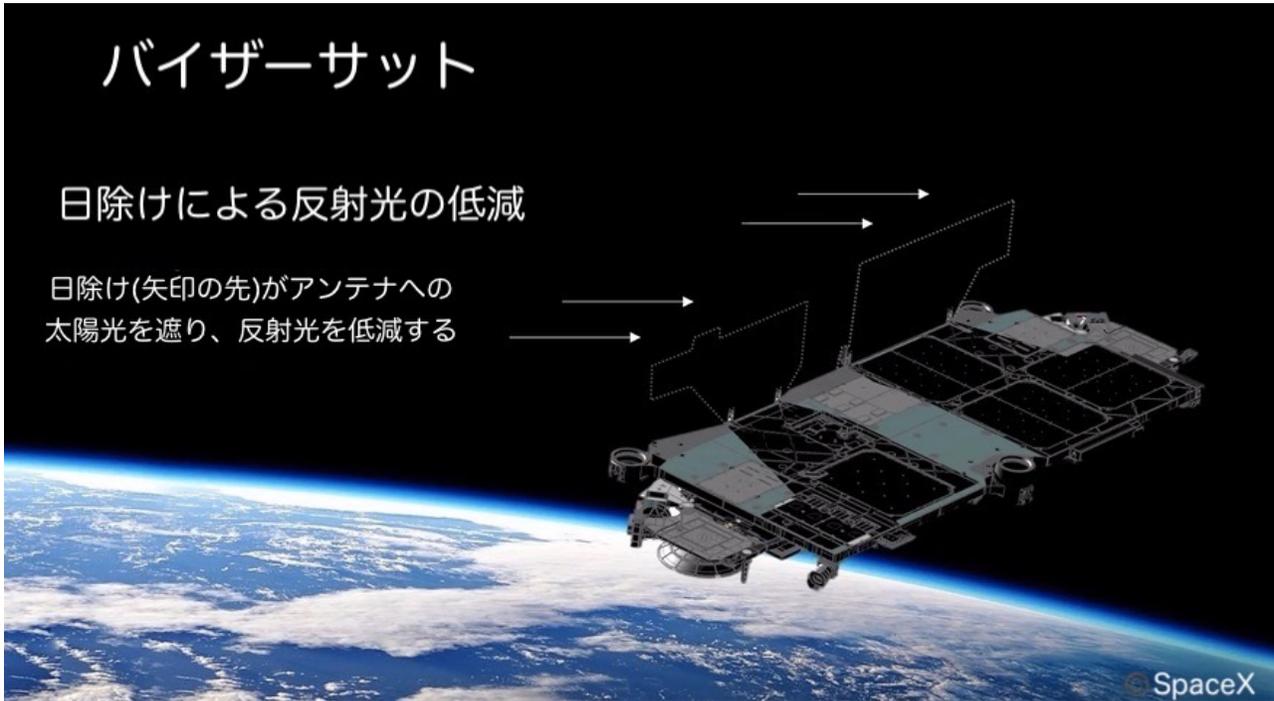
- スターリンク衛星の追観測 (Horiuchi et al. 2023)

# スターリンク衛星の追観測

## バイザーサット

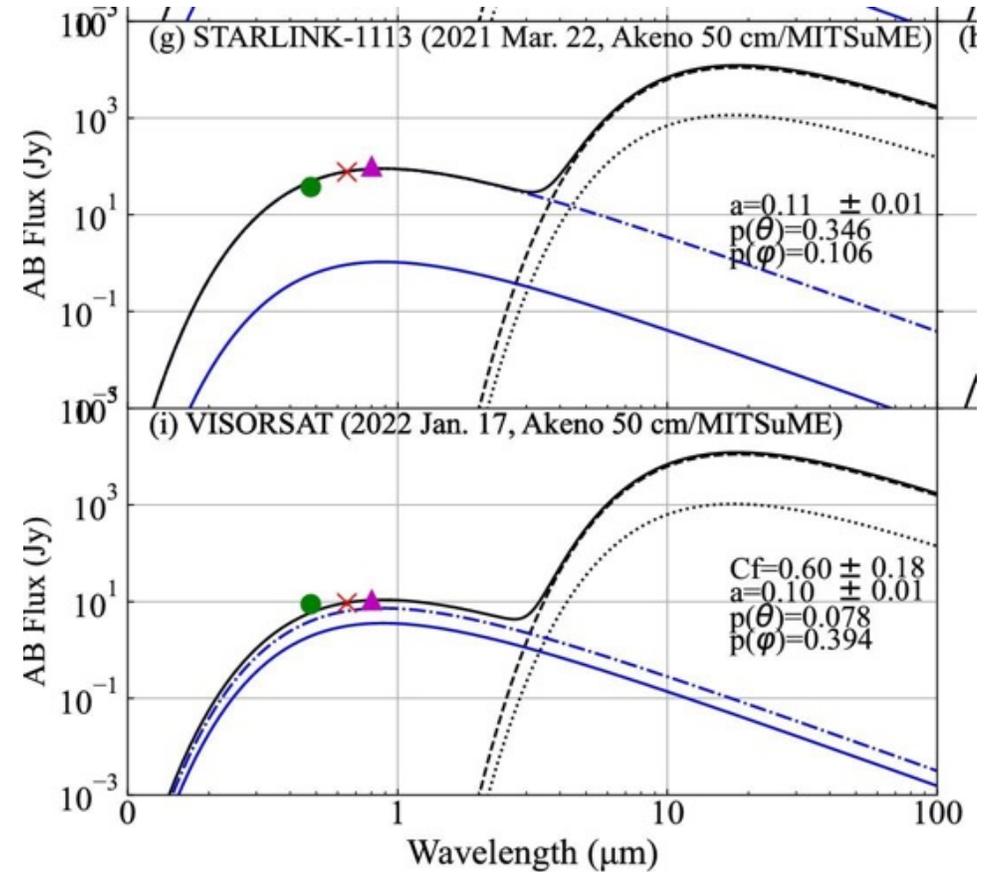
### 日除けによる反射光の低減

日除け(矢印の先)がアンテナへの太陽光を遮り、反射光を低減する



バイザーサットと従来のスターリンク衛星の航跡の明るさを比較

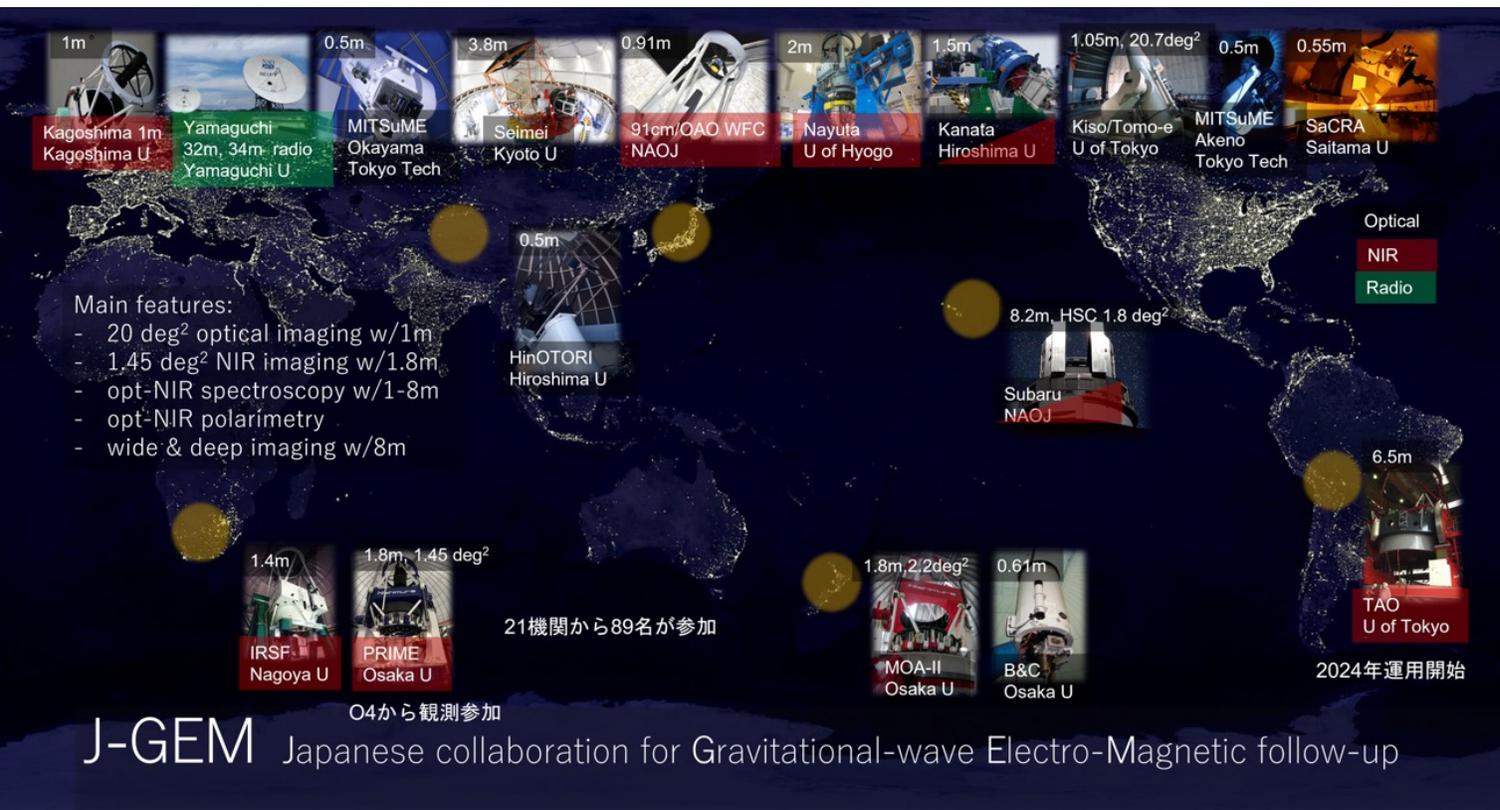
Horiuchi et al. 2023, Fig. 3 :  
航跡の明るさと、それらに対する黒体放射モデル



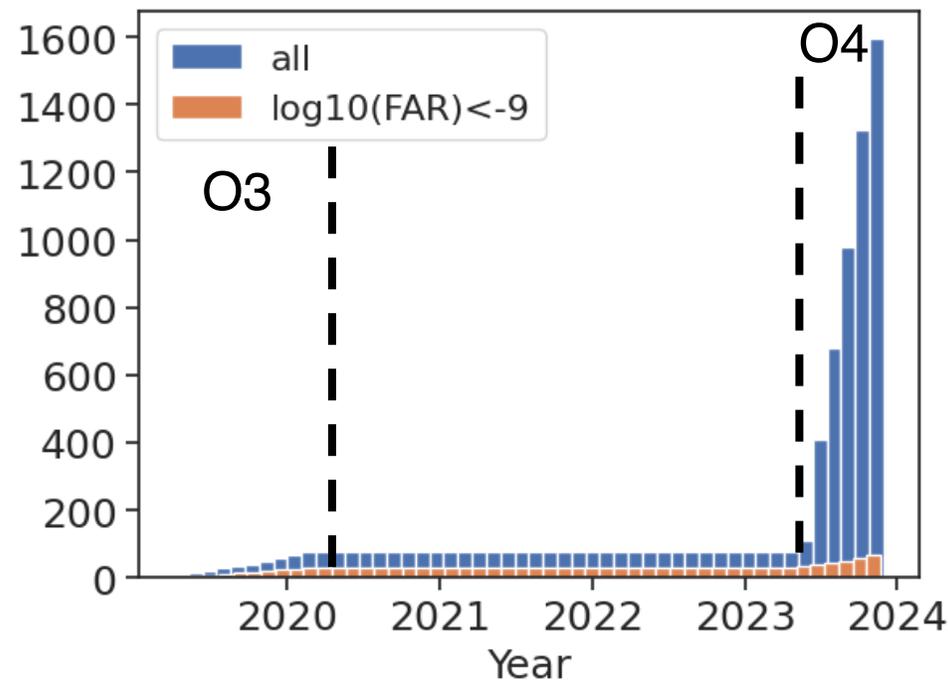
バイザーサットの日除けは太陽光反射を抑制する効果があることを示す

# 重力波の対応天体探査

LIGO-Virgo-KAGRA O4 Runにおいて、J-GEMによる追観測に参加



重力波イベント数の累積分布



O3に比べイベント数が劇的に増加  
→ 確度の高いものに絞って追観測

- O4aではいくつかのBBHイベントで自動追観測に成功
- 3月からのO4bへの準備は整っている

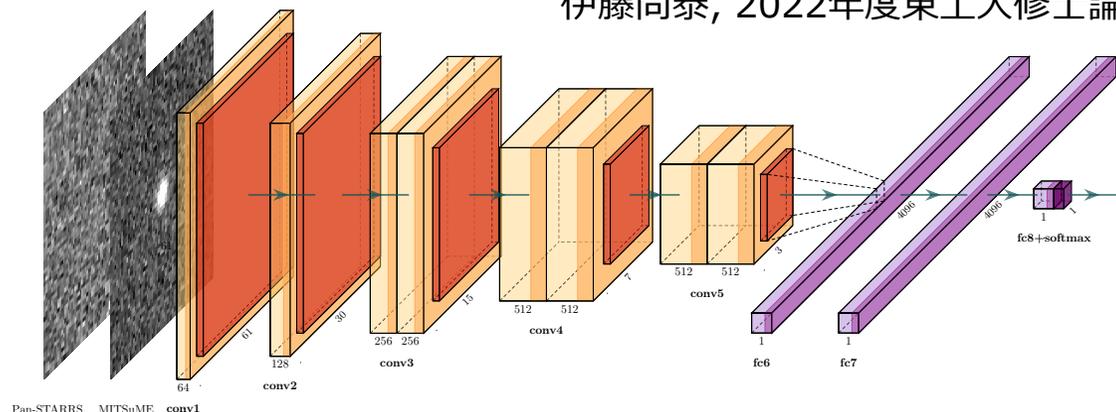
# 深層学習による突発天体検知手法の開発

重力波源、GRBなど突発天体を分類器が自動で検知

- 畳み込みニューラルネットワークを利用

- MITSuME解析パイプラインに実装してテスト中
- 検知された候補をweb上で確認

伊藤尚泰, 2022年度東工大修士論文より



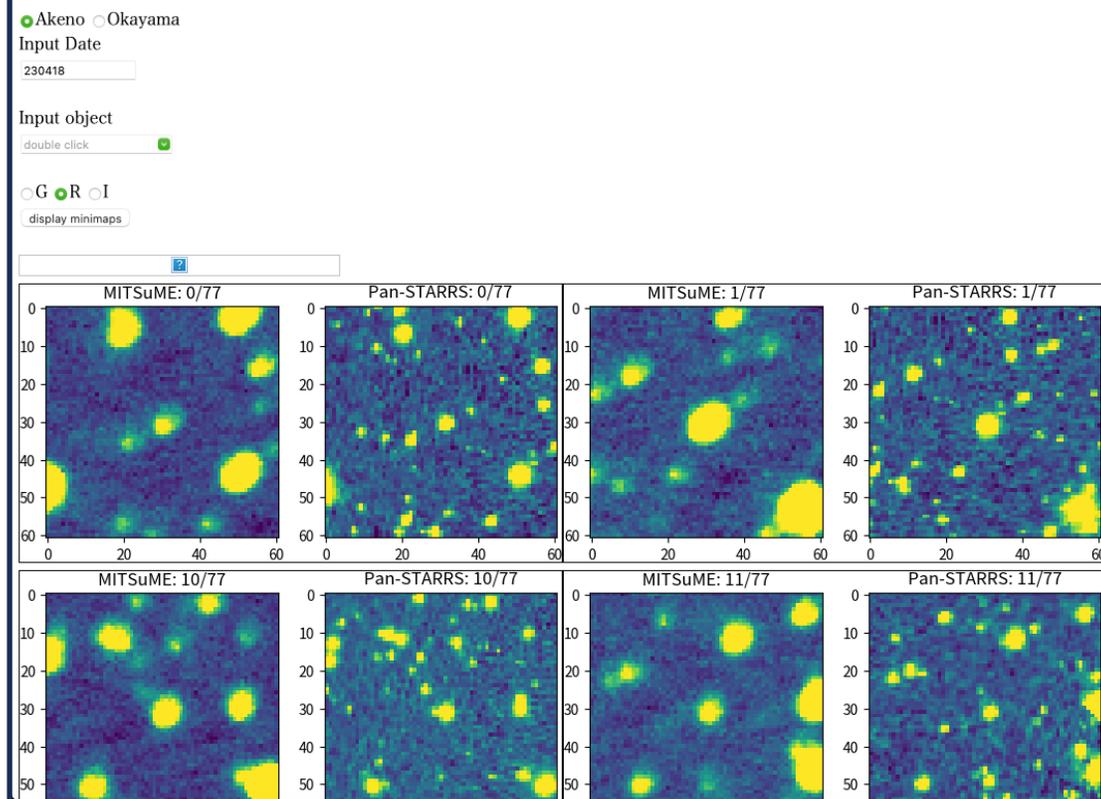
入力

- MITSuME明野の観測画像
- 同天域の別望遠鏡の過去画像

出力

- 突発天体の有無

## CNNによる突発天体検知結果を画像で確認



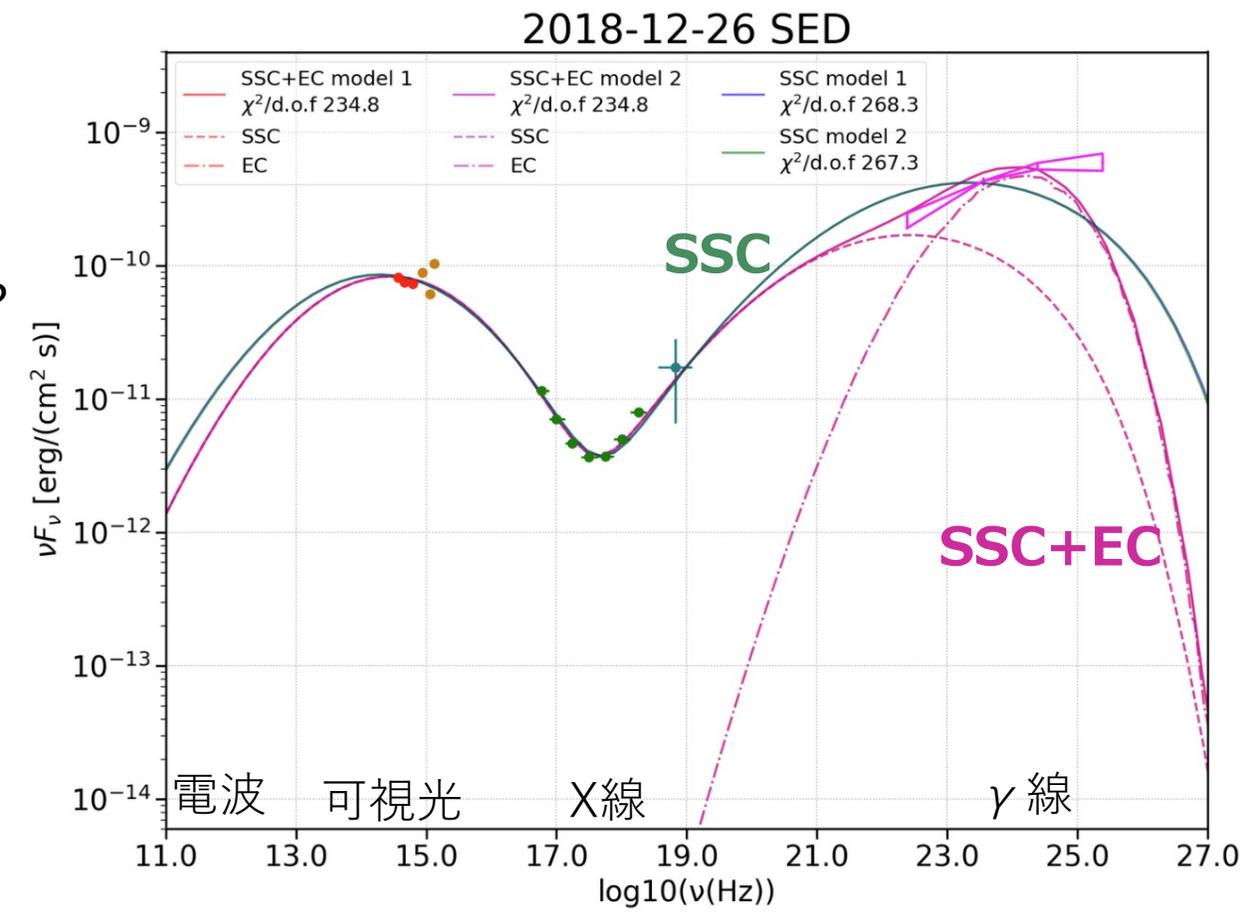
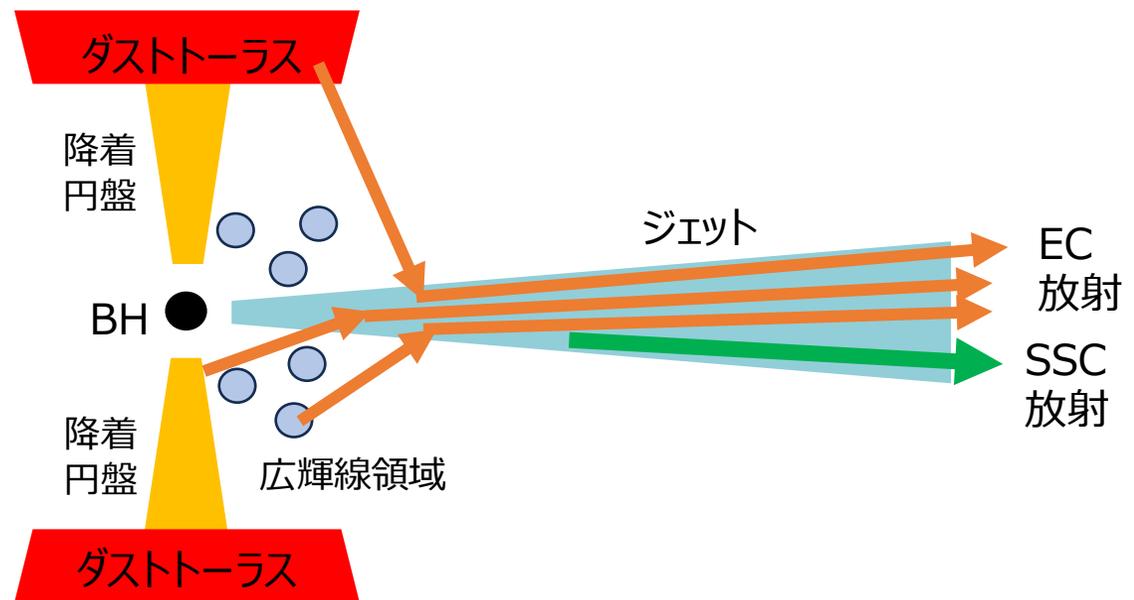


# ブレーザーS5 0716+714の多波長スペクトルの時間変動解析

MITSuME明野を含めた多波長データを使用した

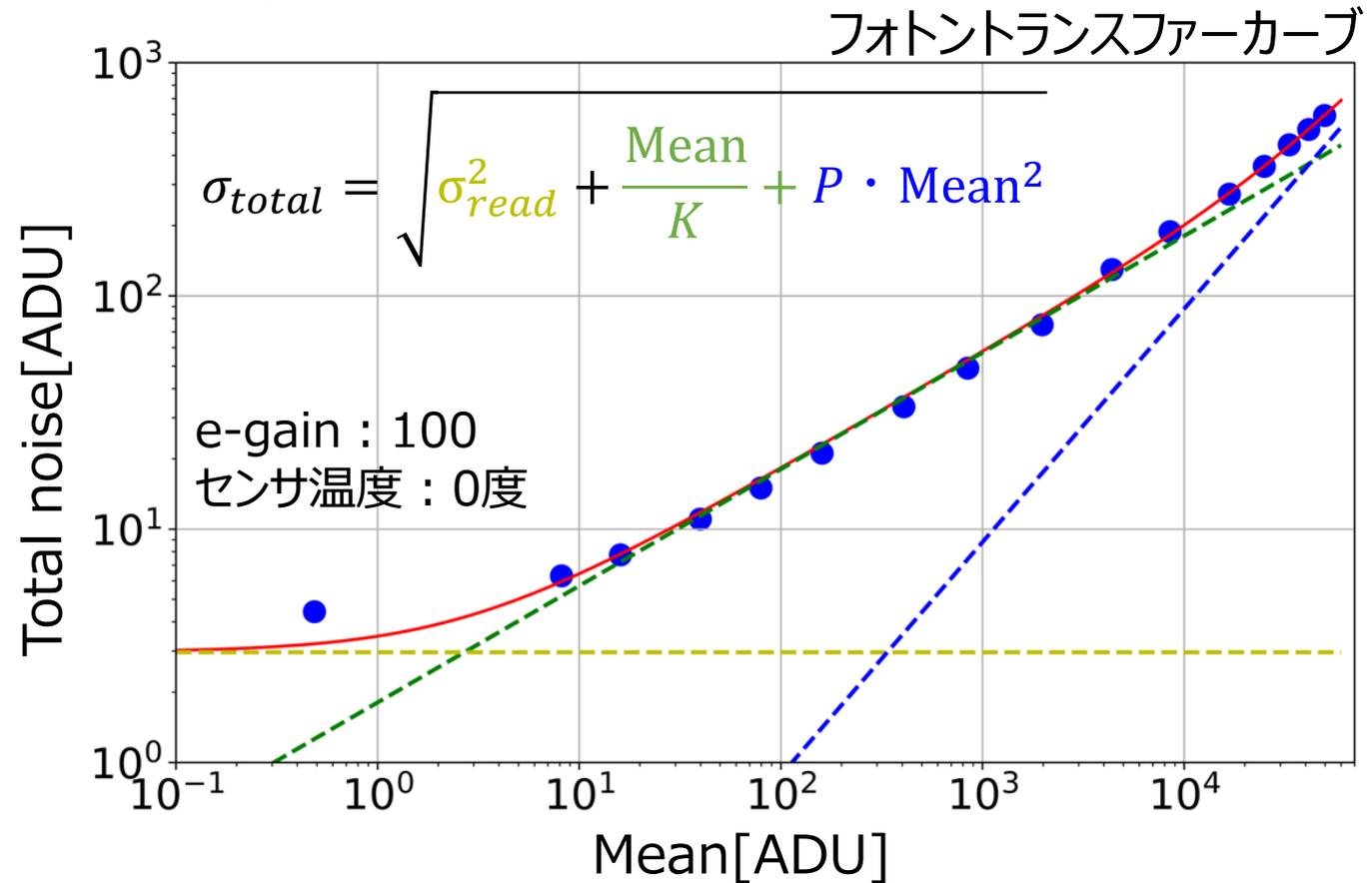
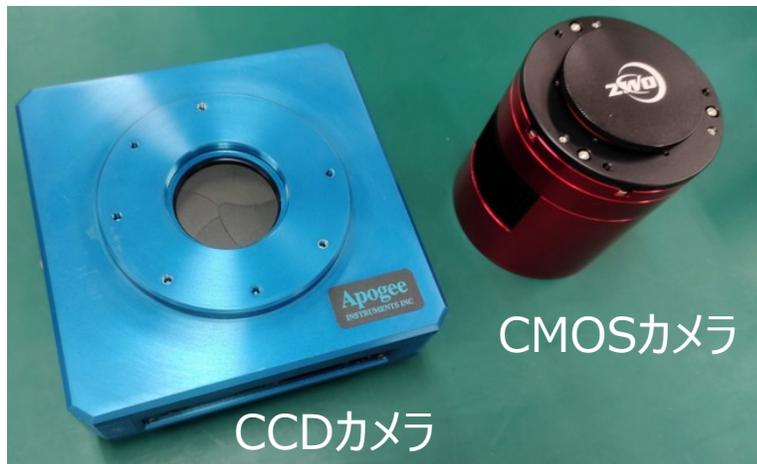
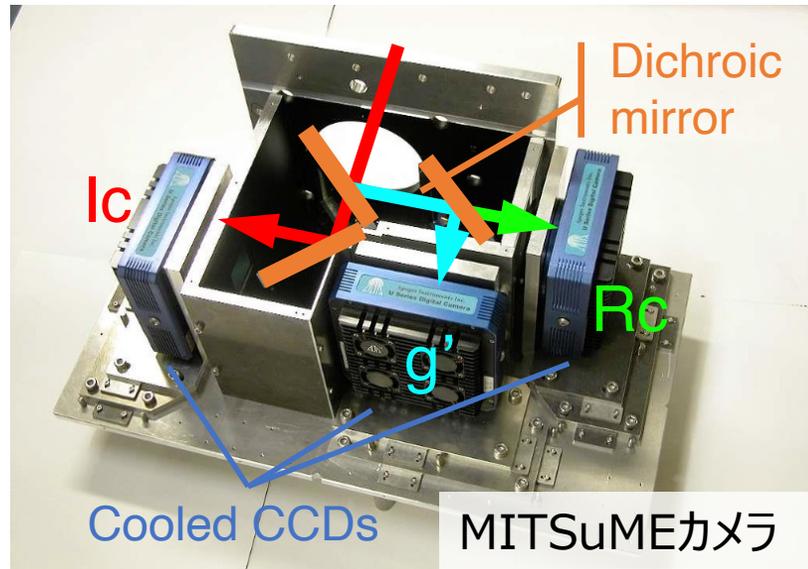
15年分の時間変動解析

- Synchrotron Self-Compton (SSC) 成分に加え External Compton (EC) 成分の存在
- SSC+ECからSSCへの変化 → 放射領域 or 衝撃波の移動？



# MITSuME用新CMOSセンサの検証

従来のCCDカメラからCMOSカメラへの置き換えを検討



- CMOSカメラ候補の性能評価を行った
- 今後MITSuMEに取り付けテストを行う

# 本年度のまとめ

## ガンマ線バースト可視光追観測

- 5件の可視光検出
- 10件をGCN circularに報告

## 光・赤外線天文学大学間連携の観測

- 3件の観測を実施し、1本の論文を発表

## マルチメッセンジャー天文学

- LIGO-Virgo-KAGRA O4においてJ-GEMに参加し対応天体探査
- 機械学習による突発天体検知手法の開発
- IceCubeニュートリノ事象の追観測

## その他の研究

- ブレーザーの多波長スペクトルの時間変動解析
- MITSuME用の新CMOSセンサの検証