



# TriCCSによるTomo-e天体の フォローアップ観測に向けた準備

松林 和也 (京都大学 → 東京大学)

前田 啓一、太田 耕司、川端 美穂、山中 雅之  
(京都大学)、酒向 重行、土居 守、新納 悠、  
近藤 荘平、有馬 宣明、紅山 仁 (東京大学)

# 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)



- $g$  &  $r$  & ( $i$  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:  $12.6 \times 7.5$ 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

# 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 $\sigma$ )	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)		$R \sim 700$	

# 共同利用観測 公募通知文書 (2021年後期)

<http://seimei.nao.ac.jp/files/2021b/cfp2021b.pdf>

## 令和3年後期 (8月～12月) 京都大学岡山天文台せいめい望遠鏡における 共同利用観測の公募について (通知)

国立天文台は、京都大学の協力のもと、せいめい望遠鏡を用いた共同利用観測を実施いたします。このことにつき、下記のとおり公募しますので関連研究者の方々にご周知くださいますようお願いいたします。

### 記

#### 1. 共同利用観測に供する機器と利用期間：

望遠鏡：せいめい望遠鏡

観測装置：KOOLS-IFU (可視光面分光装置)、TriCCS (可視光多色同時撮像装置)

利用期間：2021年(令和3年) 8月2日～12月28日

- 現状では撮像モードのみ
- これまではデータレート制限あり
  - 原則1 fps以下 (2021年後期)
  - 原則10 fps以下 (2022年前期)

# TriCCSを使った（と思われる）課題

## • 太陽系内

- TriCCS高速多色同時観測が明らかにする微小惑星に対する宇宙風化リフレッシュ作用
- Impact flash of outer solar system objects onto Neptune

## • 銀河系内

- 超高温惑星 KELT-9b の二次食の観測
- Searching for short variability of merger products of white dwarfs

## • 銀河系外

- Fast Radio Burst 可視光対応天体候補の追観測
- IceCube ニュートリノ対応天体の探索及びフォローアップ観測
- Follow-up Observations of Supernovae and Explosive Stellar Transients

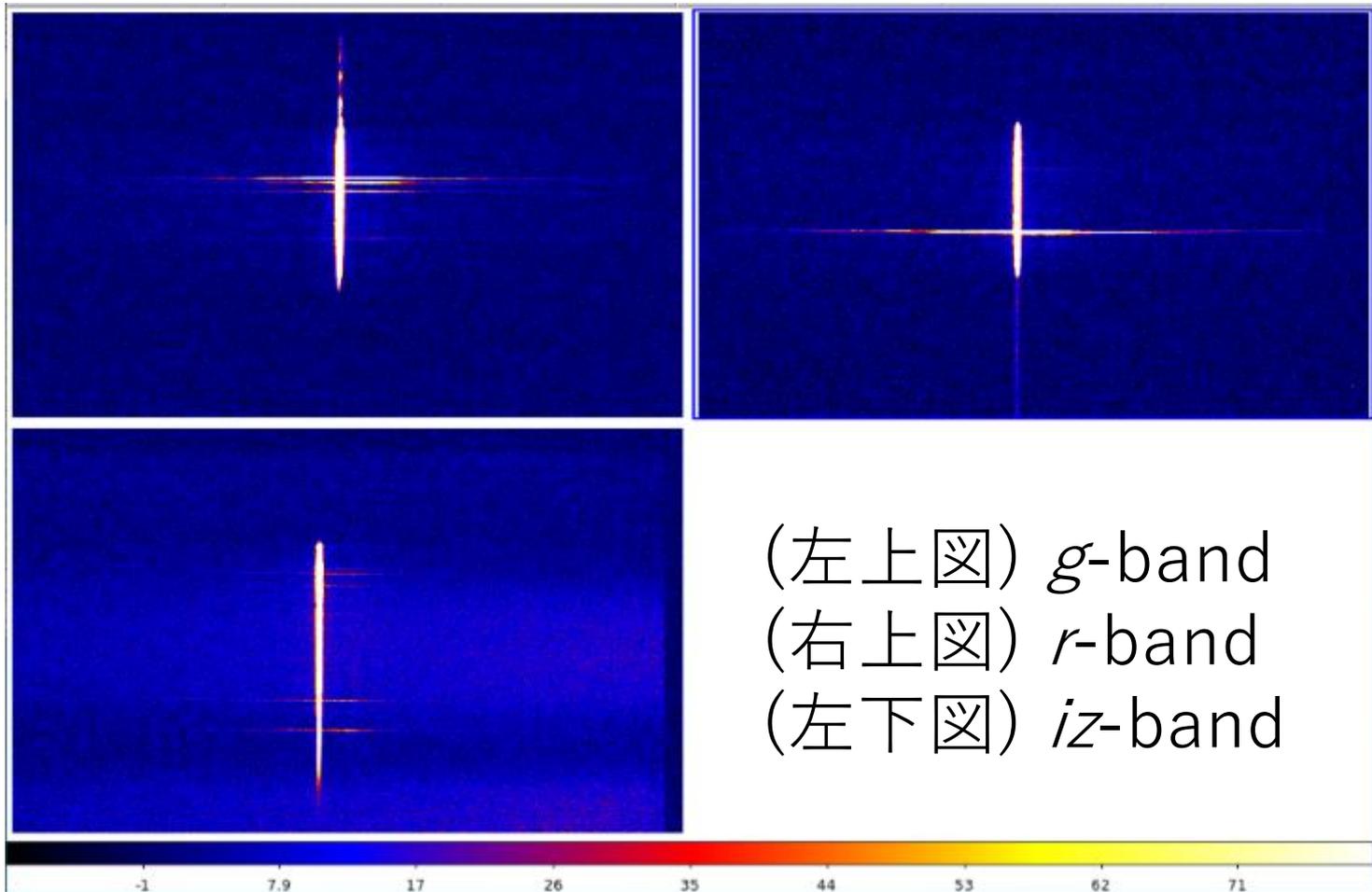
等級: ~4 mag

積分時間: 1秒

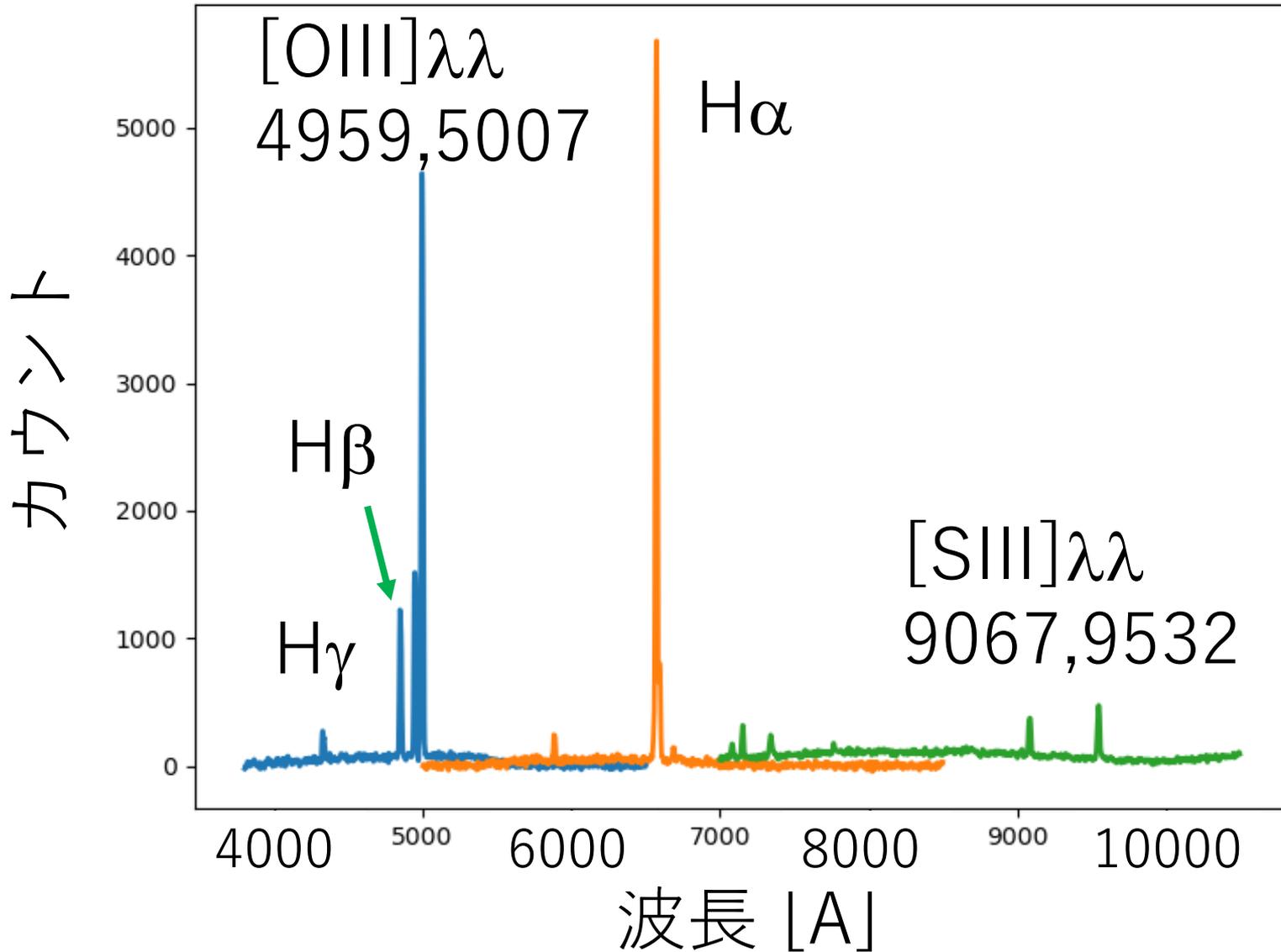
Gain: x4

# 分光モード開発中

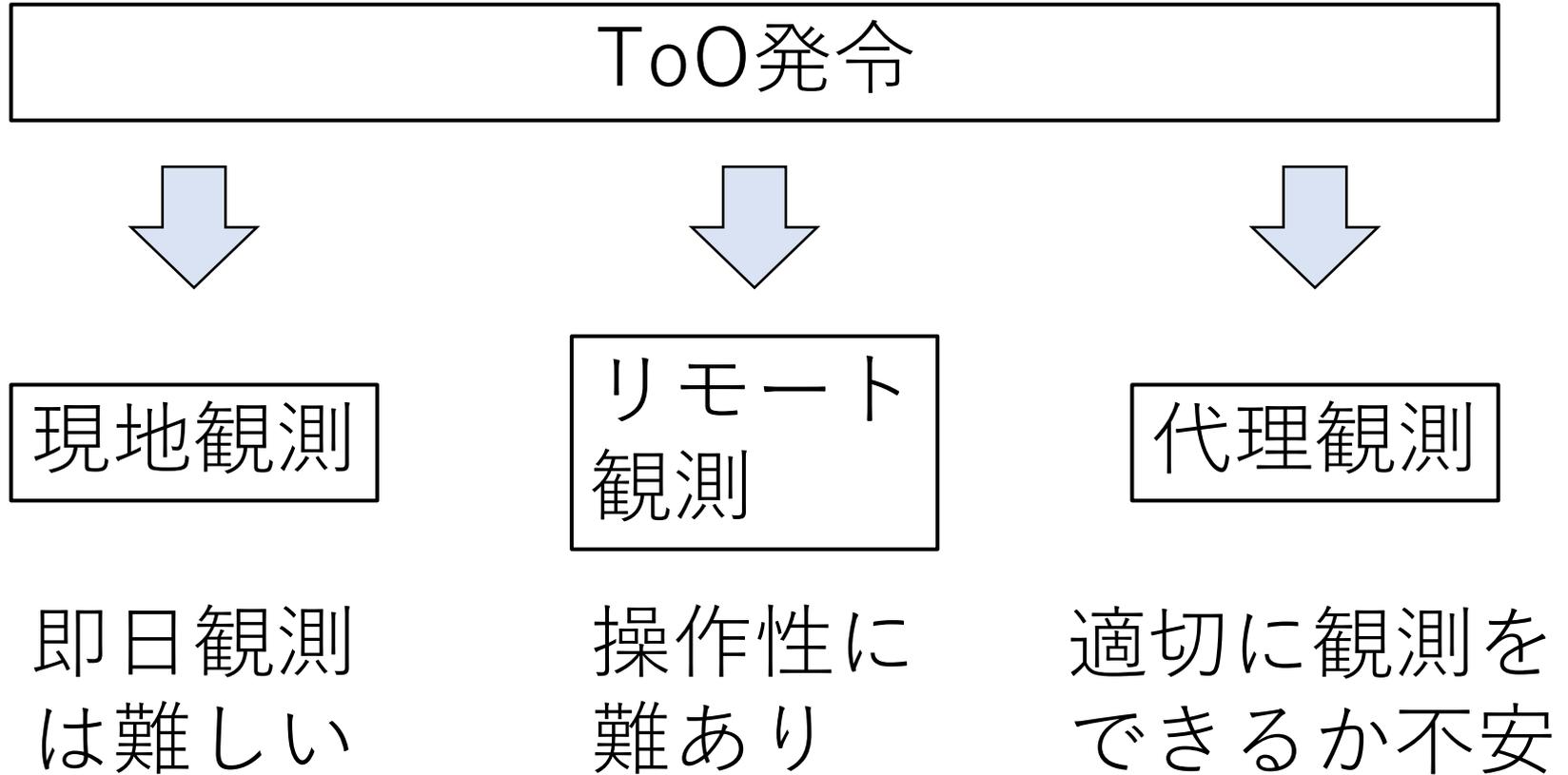
- オリオン星雲をスリット分光モードで観測
- 観測開始は2023年後期？



# 分光モード開発中



# ToO観測の実施方法



もっと楽に確実にToO観測を実施できないか…

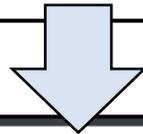
# 半自動観測スクリプト by 前原さん

**TriCCS auto-observing script generator**

Proposal ID:

Observer(s):

Object data (conL380 format)	filter	Gain	Exp. time	Frames/Exp.	Num. of Exp.	Pointing correction	Auto Guide
<input type="text" value="M82,09:55:53,+69:40:46,2000 0,0,0,8,starburst galaxy"/>	<input type="text" value="g/ni"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No
<input type="text"/>	<input type="text" value="g/ni"/>	<input type="text" value="auto"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No



```
#!/bin/sh

### NOTE: This shell script must be executed on '92.168.1.64.

PROPID=22B-E-0000
OBSERVER=Matsubayashi

wait_exp_finish.py
RET=0
##### observing script for target no.1 starts here #####
OBJID=M82
RA_STR=09:55:53.00
DEC_STR=69:40:46.0
FILTER=gri
EXPTIME=3
NUM_FRAMES=1
GAIN=8
NUM_EXP=30

env http_proxy="" aact1.py --exp=off
env http_proxy="" aact1.py --set-expl=5000 --set-gain=10
env http_proxy="" aact1.py --exp=on
env http_proxy="" aact1.py --feedback=off
# If you want to perform the M1 alignment procedure before exposure, uncomment the line below.
auto$1.sh ${RA_STR} ${DEC_STR} || RET=1
if [ ${RET} -eq 0 ]; then
prop_id.py ${PROPID} ${OBSERVER}
fi
if [ ${RET} -eq 0 ]; then
tel_point2.py --object=${OBJECT} --ra=${RA_STR} --dec=${DEC_STR} --rot=star --inst=tricc3 --propid=${PROPID} --observer=${OBSERVER} || RET=1
fi
if [ ${RET} -eq 0 ]; then
nexp=0
while [ $nexp -lt ${NUM_EXP} ]; do triccs.py ${FILTER} ${EXPTIME} ${NUM_FRAMES} ${GAIN}; nexp=`expr $nexp + 1`; done
env http_proxy="" aact1.py --feedback=off
env http_proxy="" aact1.py --exp=off
fi
##### observing script for target no.1 ends here #####

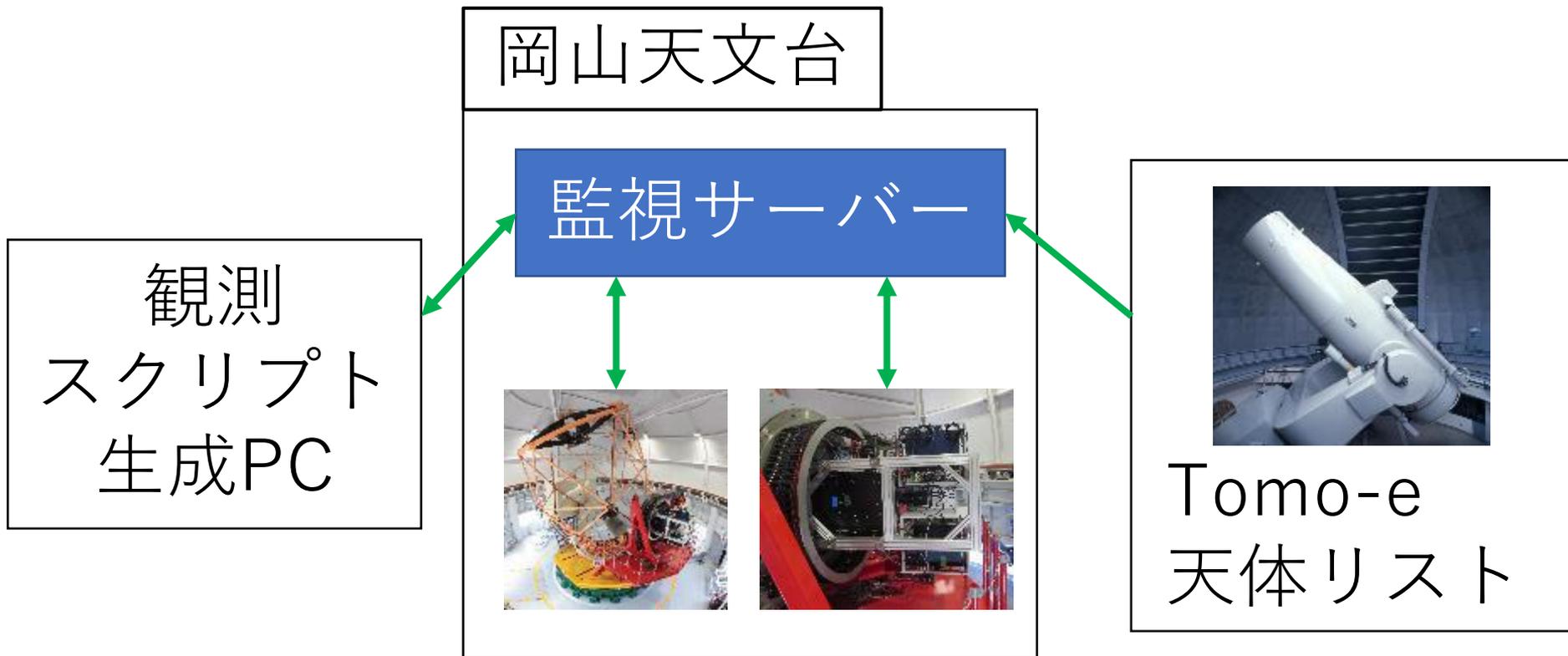
###
###
```

作業の  
簡略化！

# 自動ToO観測システム？

どうやってせいめい望遠鏡にコマンドを送る？

→ 京都大学 岡山天文台に、Tomo-e天体を監視する自動ToO観測サーバーを置く？



# まとめ

- 突発天体の可視光撮像分光観測を行う装置 TriCCSを開発中
- 2021年後期からせいめい望遠鏡で観測中
  - 撮像モードのみ
  - これまではデータ取得レートに上限があったが、今後は上限なし
- 分光モード開発中
  
- 京都大学 岡山天文台にTomo-e ToO天体監視サーバーを置いてはどうか？
  - 将来の自動観測、TAO観測への応用も