

# せいめい望遠鏡のリモート観測

田實晃人

(国立天文台ハワイ観測所岡山分室)

2024-03-08 OISTER workshop

せいめい望遠鏡の共同利用では2024年前期(1月～)から**フルリモート観測**を観測者に公開・利用してもらっている。本講演ではそのシステムについて説明をする。



# リモート観測の必要性

- せいめい望遠鏡 : 50%京大時間/50%共同利用
- **ToO観測・モニター観測**の需要が非常に高い  
補填を含めて観測時間が細切れになりがち、かつスケジュール変更に対応する柔軟性が必要
- **移動時間・旅費の節約**

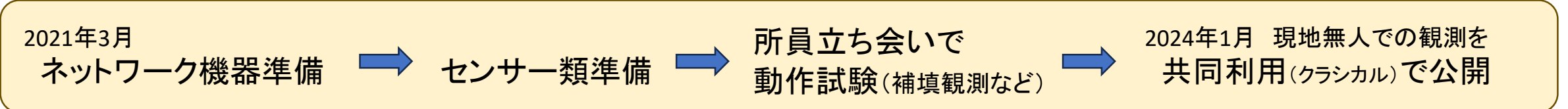
• **全国の研究者が外部ネットワークから接続できるシステムが必要**

⇔ 京大時間では京大ネットワークからVNC + リモートデスクトップ接続  
クライアント側に(できるだけ)特殊な機器を必要としないことが理想  
京大内ネットワークの安全への配慮

- **安全**には特に配慮が必要  
**人的事故の防止** >> 望遠鏡・装置・設備の安全 >> 円滑な観測
- 観測所スタッフの**ワークロード**を上げない(監視など)

センサー類を充実させた  
**無人リモート**環境を  
安価・簡便に構築

February 2024						
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
28 KI / Tr / GR 真田(24A-N-CN11) 0.5夜 堀田(24A-N-CN10) 0.25夜 岩室(24A-K-0001) 0.25夜	29 KI / Tr / GR 真田(24A-N-CN11) 0.5夜 堀田(24A-N-CN10) 0.5夜	30 KI / Tr / GR Eng. (KOOLS-IFU) 0.5夜 前田(24A-K-0007) 0.5夜	31 KI / Tr / GR Eng. (KOOLS-IFU) 0.5夜 前田(24A-K-0007) 0.5夜	1 KI / Tr / GR 谷川(24A-N-CN03) 0.25夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜	2 KI / Tr / GR 谷川(24A-N-CN03) 0.25夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜	3 KI / Tr / GR 木野(24A-O-0003) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜
4 KI / Tr / GR 木野(24A-O-0003) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜	5 KI / Tr 木野(24A-K-0018) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜	6 KI / Tr 木野(24A-K-0018) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜	7 KI / Tr [梅雨] 木野(24A-K-0018) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜 豊(24A-N-CN15) 0.5夜	8 KI / Tr [木曜] 木野(24A-K-0018) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜 豊(24A-N-CN15) 0.5夜	9 KI / Tr 木野(24A-K-0018) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜 豊(24A-N-CN15) 0.5夜	10 KI / Tr 木野(24A-K-0018) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜 豊(24A-N-CN15) 0.5夜
11 KI / Tr 木野(24A-K-0018) 0.5夜 埴子(24A-K-0019) 0.5夜	12 KI / Tr Eng. (KOOLS-IFU) 0.5夜 埴子(24A-K-0019) 0.5夜	13 KI / Tr 磯貝(24A-O-0004) 0.125夜 前田(24A-O-0002) 0.125夜 紅山(24A-N-CN01) 0.25夜 佐藤補填(24A-N-CN05) 0.25夜 磯貝(24A-N-CN01) 0.125夜	14 KI / Tr 磯貝(24A-O-0004) 0.125夜 前田(24A-O-0002) 0.125夜 紅山(24A-N-CN01) 0.25夜 磯貝(24A-N-CN01) 0.125夜 DOT(Kyoto) 0.35夜	15 KI / Tr Eng. (TriCCS) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜	16 KI / Tr Eng. (TriCCS) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜	17 KI / Tr 田真(24A-O-0005) 0.5夜 磯貝(24A-O-0004) 0.5夜
18 KI / Tr 田口新機(24A-K-0040) 0.02夜 有松新機(24A-K-0038) 0.73夜 岩室(24A-K-0001) 0.25夜	19 KI / Tr 前田(24A-O-0001) 0.5夜 磯貝(24A-O-0004) 0.5夜	20 KI / Tr Eng. (Tel.) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜	21 KI / Tr Eng. (Tel.) 0.5夜 前田(24A-K-0004) 0.5夜	22 KI / Tr Eng. (Tel.) 0.5夜 DOT(NAOJ) 0.25夜 磯貝(24A-N-CN10) 0.25夜	23 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0016) 0.75夜 前田(24A-K-0016) 0.75夜	24 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0024) 0.25夜 前田(24A-K-0016) 0.75夜 前田(24A-K-0016) 0.75夜
25 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0024) 0.25夜 前田(24A-K-0016) 0.75夜	26 KI / Tr / GR Eng. (Seica) 0.5夜 前田(24A-K-0016) 0.5夜	27 KI / Tr / GR 豊(24A-N-CN14) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜	28 KI / Tr / GR 豊(24A-N-CN14) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜	29 KI / Tr / GR 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜	1 KI / Tr / GR 佐藤(24A-K-00022) 0.5夜 佐藤(24A-N-CN05) 0.5夜	2 KI / Tr / GR 佐藤(24A-K-00022) 0.75夜 磯貝(24A-N-CN10) 0.25夜
3 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0004) 1夜	4 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0007) 1夜	5 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0007) 1夜	6 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0007) 0.75夜 岩室(24A-K-0001) 0.25夜	7 KI / Tr / GR [木野] 谷川(24A-N-CN03) 0.25夜 紅山(24A-N-CN01) 0.25夜 豊(24A-N-CN15) 0.5夜	8 KI / Tr / GR [山本] 谷川(24A-N-CN03) 0.25夜 紅山(24A-N-CN01) 0.25夜 豊(24A-N-CN15) 0.5夜	9 KI / Tr / GR 前田(24A-K-0024) 0.25夜 DOT(Kyoto) 0.25夜 有松(24A-K-0023) 0.25夜 DOT(Kyoto) 0.25夜



# せいめい共同利用リモート観測システムの概要

- **VPN + KVM** (keyboard/video/mouse) **switch over IP**  
専用のリモート観測LANを作成。KVMのみで観測制御用端末(x3)を操作。
- 望遠鏡ドーム内に以下を設置
  - リモート/ローカル切り替えスイッチ
  - 人感センサー
- VPNルーターの電源ON・OFFで外部からのアクセスをコントロール
- 以下条件を満たす**観測者個人にたいしてリモートアカウント**を発行

## 共同利用での 基本ルール

リモート接続マニュアルより

せいめい望遠鏡制御室に人がいない状態での無人リモート観測は2024年1月から本格運用（リスクシェア）しています。

リモート観測を行うためには以下の条件をすべて満たしている必要があります。

- A) リモート観測を実行する方（PIもしくはco-I）がせいめい望遠鏡の**現地観測経験が十分にある**こと。
- B) 無人リモート観測によっておこる観測続行不能などの**トラブルについて**了解できる方
- C) **事前に昼間の接続試験・講習**を受けている方

共同利用観測（あらかじめスケジュールされたクラシカル観測）でリモート観測を行う場合は、必ず**観測の10日前**（現地観測の場合の来訪申請と同じタイミング）までに

岡山分室・せいめい共同利用係 [seimei-openuse@nao.ac.jp](mailto:seimei-openuse@nao.ac.jp)

宛てにメールでの申請をお願いいたします。

To0については適宜連絡を行った後に使用してください。

望遠鏡 + 観測装置  
+ 監視カメラ...



観測用端末 x3  
Linux Linux Win10



**ローカル**

**KVM x3**

USB + HDMI

キー・マウス・映像・音声

(+データ)



KVMリセット用  
リモート電源スイッチ



radius サーバー  
(ユーザー管理)

リモート観測LAN  
192.168.100.0/24

電源OFF



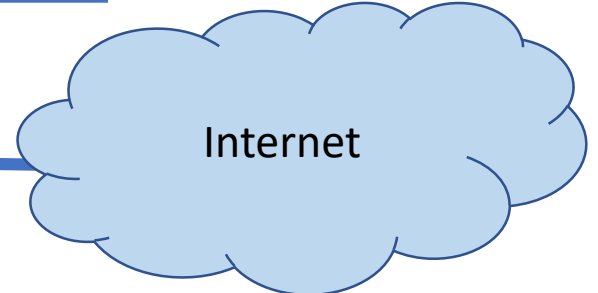
**VPN ルーターOFF**

**人感センサーOFF**

リモート電源スイッチ

KUINS-II (グローバルIP)

装置LAN  
192.168.1.0/24



Internet

岡山天文台内  
サーバー

KUINS-III  
(京大学内LAN)

**せいめいリモート接続概略図**



リモート  
ユーザー

望遠鏡 + 観測装置  
+ 監視カメラ...

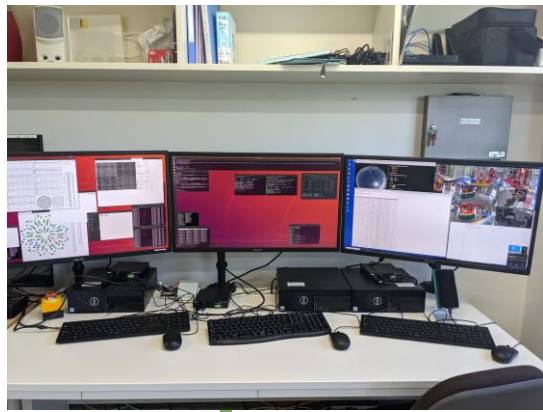


リモート/ローカル  
切り替えスイッチ



KUINS-III  
(京大学内LAN)

観測用端末 x3  
Linux Linux Win10



人感センサーON

リモート

USB + HDMI  
キー・マウス・映像・音声  
(+データ)

KVM x3



電源ON

リモート電源スイッチ



KVMリセット用  
リモート電源スイッチ



radius サーバー  
(ユーザー管理)

リモート観測LAN  
192.168.100.0/24



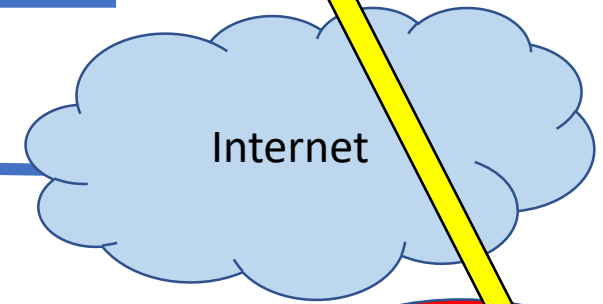
VPN ルーターON

KUINS-II (グローバルIP)



岡山天文台内  
サーバー

装置LAN  
192.168.1.0/24



Internet

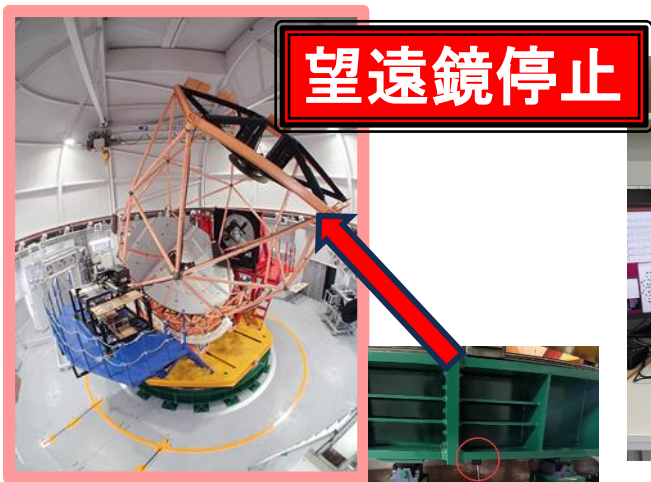


リモート  
ユーザー

せいめいリモート接続概略図



望遠鏡 + 観測装置  
+ 監視カメラ...



望遠鏡停止

観測用端末 x3  
Linux Linux Win10



センサー反応

KVM x3

USB + HDMI  
キー・マウス・映像・音声  
(+データ)

KVMリセット用  
リモート電源スイッチ



radius サーバー  
(ユーザー管理)

リモート観測LAN  
192.168.100.0/24

電源ON



リモート電源スイッチ



VPN ルーターON

人感センサー 反応



KUINS-II (グローバルIP)

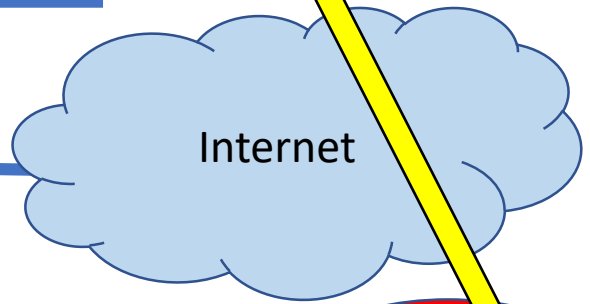
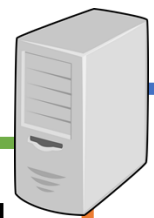
装置LAN  
192.168.1.0/24



リモート/ローカル  
切り替えスイッチ

復旧には安全確認のち  
リモートボタンを押す

岡山天文台内  
サーバー



Internet

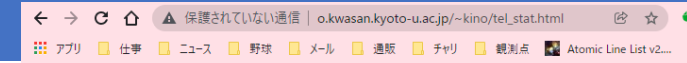
KUINS-III  
(京大学内LAN)

リモート  
ユーザー

せいめいリモート接続概略図

# リモート観測者の基本的な使い方

- アカウント・接続情報をもらい、OS標準(Win10 or macOS)のVPN設定をする  
マニュアル整備済み。**特殊なソフトウェアはいらない。**
- VPN接続をおこない、ブラウザから各KVMへアクセスする  
単なる端末なのでウィンドウレイアウト(特にブラウザベースのソフトなど)は工夫次第
- 音声の転送や天体リストのアップロードなどはKVMを通して可能
- 一部装置をのぞき自動観測スクリプト(前原さん講演)で観測の簡便化も可能
- 交代時など課題間の連絡には専用zoomを使用



## Telescope Driver Status

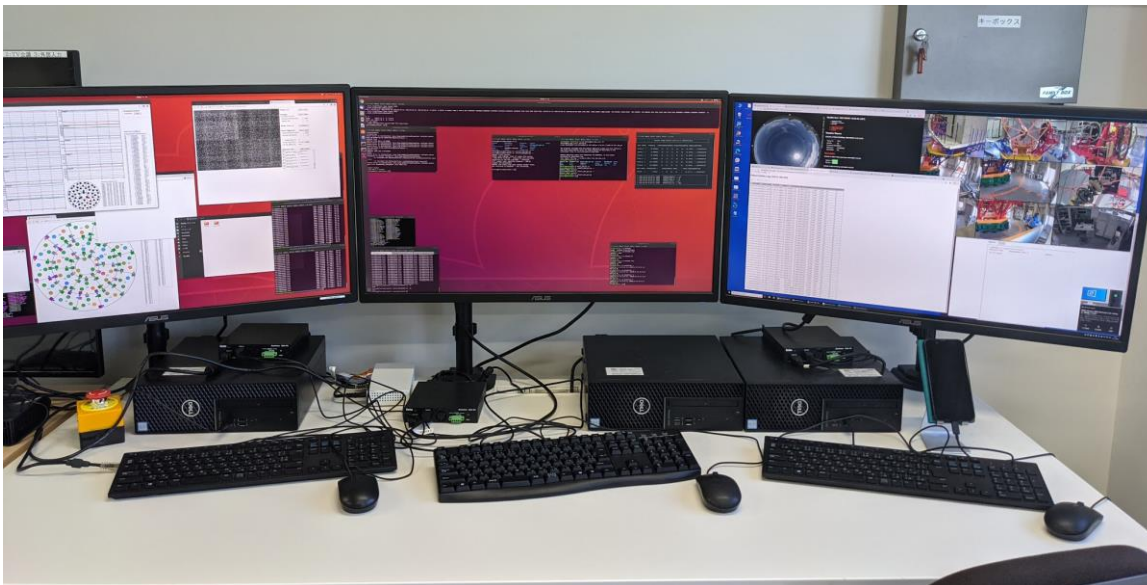
Status code : 08

Power	OFF	ON
Status	Normal	Emg. Stop
Access	Local	Remote

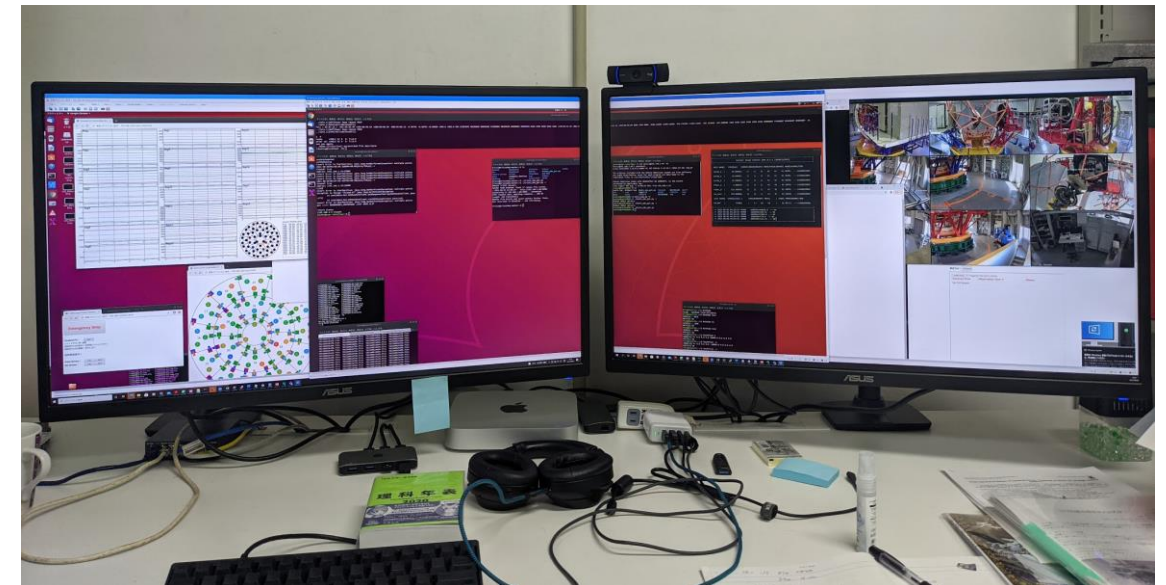
※ Reload the page to refresh the status.

リモートモードになっているかはwebから確認

せいめい望遠鏡制御室 (4kディスプレイ x3)



リモート環境 (例 : 4kディスプレイ x2)



# リモート観測者側に必要な物

■ **4kディスプレイ** が接続されたWin10/11 or macOS PC  
必須ではないが、1台はあった方が操作はしやすい  
4kよりも小さい場合はスクロール or 縮小表示することになる

## ■ 高速・安定したネットワーク環境

ただし、観測所の外部接続は 1Gbps ・ KVM内で圧縮率を設定することで調整可  
複数名による同時接続・操作は推奨しない

- 日本語キーボード  
でなくてもよいが観測用端末は日本語KBなので注意

OS標準のVPNクライアントを使用するのでソフトウェアは特に必要ない



# システム構築のコスト

観測所 ⇔ 外部接続は 1Gbps (笠岡放送・光回線) のままで、とくに対策はしていない。

◆ **VPNルーター** (YAMAHA RTX1210) 70 kJPY

◆ **KVM x3** (Raritan KX IV-101) 140 kJPY x3

4k シングルモニター(HDMI)対応: 複数ディスプレイ対応より安価でシンプル

◆ **リモート電源スイッチ x2** (IP Power 9858MT) 30 kJPY x2

- 4k ディスプレイ x3 ~50 kJPY x3

KVM化をするにあたって制御室モニターをデュアルFHD → 4k シングルに変更した。HDMI接続。

- *radius* サーバー ~50 kJPY

ユーザー管理のための linux box (KVM、VPNのユーザー認証を一括管理)

ネットワーク・KVMシステム  
**550~750 kJPY**

(3画面の場合)

◆ **人感センサ・切り替えスイッチ** (自作回路) 30 kJPY

◆ **ドーム内監視カメラ x9** (PoEネットワークカメラ) 100 kJPY

+ 配信用サーバー (Linux mini PC) 60 kJPY

安全対策  
**~200 kJPY**

◆ 課題間連絡のためのzoom契約 1アカウント ~ 30 kJPY/yr

# 安全対策

by 木野(京大)

- 人感センサーをドームの出入り口(2ヶ所)に設置  
方式: ドップラーレーダー & 焦電センサ  
誤感知への対策として**2種類のセンサが同時に感知**で発動

2024年1月～の共同利用観測では誤感知による観測の中断はない

- リモート・ローカル切替スイッチ + 緊急停止ボタン

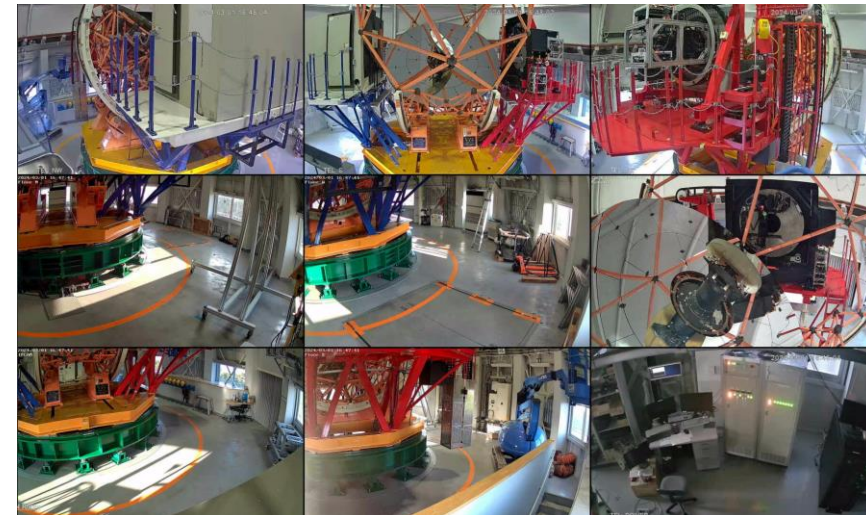
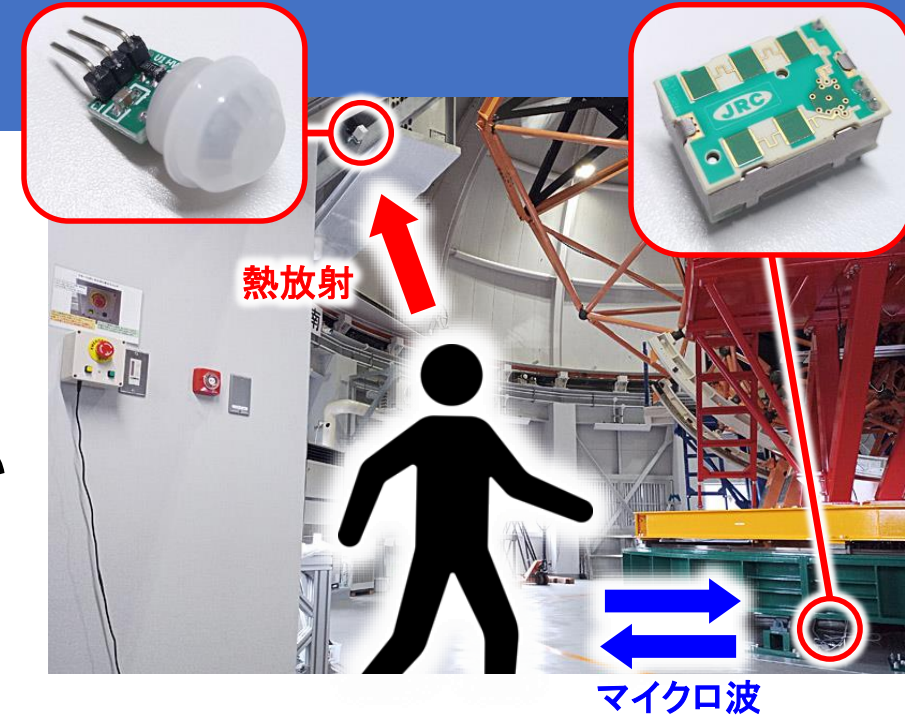
**リモート** : VPNルーター ON / 人感センサーON

**ローカル** : VPN ルーターOFF / 人感センサーOFF

人感センサーが感知をした場合は**ドーム内で安全確認をし、ボタンを押す**

- ドーム内監視カメラを増設(9台)

ドーム内**音声**もKVMで転送



# 環境モニター

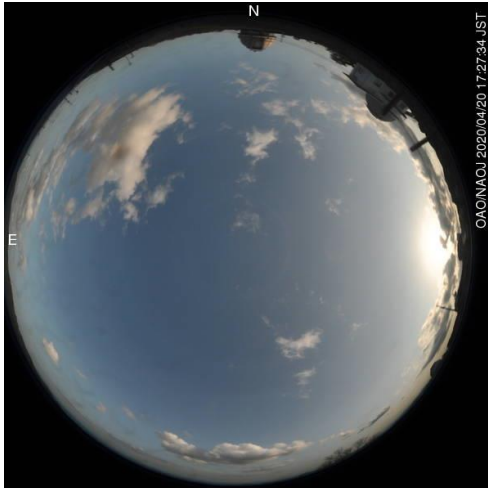
## ➤ドームスリット：雨滴センサー連動



ドームのエレベータ屋上に  
設置した雨滴センサー

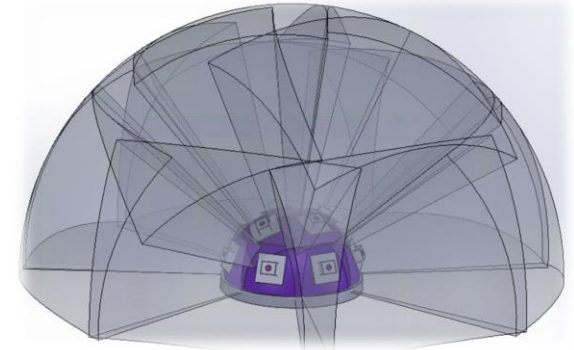
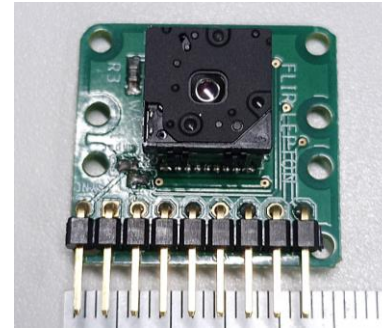
さらに分室内複数個所に  
センサーを配置(非連動)

## ➤OAO skymonitor (可視カメラ：分室本館屋上)

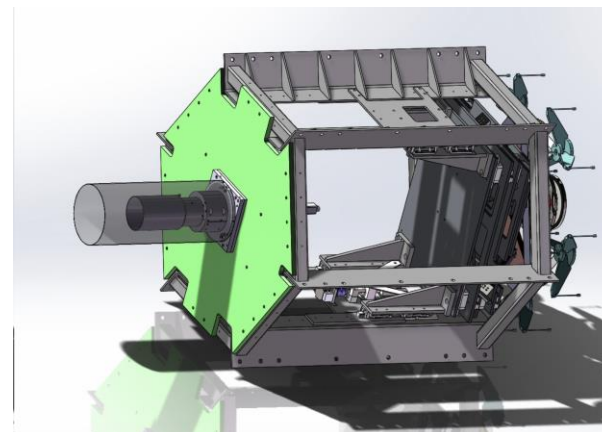


毎分撮影：SMOKA アーカイブ

## ➤中間赤外雲モニター 開発中 by 木野(京大) 安価なカメラを12個並べた多眼タイプ (~500 k JPY)



## ➤望遠鏡筒先カメラ(仮称) 試験中 by 大塚(京大) 1.5x2 deg<sup>2</sup>, 1.2 arcsec/pix, SDSS-r'



24Bあたりから  
M2ユニット裏に配置

~12mag (SN=5 w/ 1 sec x30)



# リモート観測の実施状況

## ➤ リモートユーザーアカウントの発行（2024.3現在）

共同利用ユーザー	23
観測所スタッフ	13
装置開発グループなど	3

## ➤ リモート観測の講習・練習

接続マニュアルを整備。

日中1時間程度の接続試験を希望に応じて個別に対応。

## ➤ 複数課題で頻繁に利用されているが**大きな問題はない**

2024.3月上旬までの共同利用で**リモートは 8.25/24夜**（約35%：4課題）

トラブルはKVM関連（キーが一部おかしい等→その後リセットできるよう対策済）の軽微なもののみ  
GUIの操作回数を少なくする（スクリプト）等の工夫は続けていく必要がある

# まとめ & 今後の展望

- せいめい望遠鏡の共同利用・リモート観測（現地無人）は2024年1月から公開され、**順調に実施されている**。
  - すでに共同利用では約1/3の夜がリモート → 今後増えていくだろう
- **もちろん、実地での観測も依然歓迎である**。
  - あくまでもユーザーの希望次第 ・ 新規ユーザーはぜひ現地で観測を観測の実地経験を積んでもらう（人材育成）のもせいめいの目的のひとつ
- **今後経験をつみつつ、問題点の洗い出し・対策を行う**
  - ユーザーの理解・フィードバック**が必要
  - モニター・センサーの充実は**キュー・自動観測**へつながる
- コスト・労力を考えた場合、特定多数の外部からの接続を可能にするには**VPN + KVM switch over IP**の手法は有効（予算規模は< 1 mJPY）
- とくに**安全面**に配慮が必要なため、センサー・モニター類はできるだけ充実させたい