

すばる望遠鏡夜間山頂無人化計画：

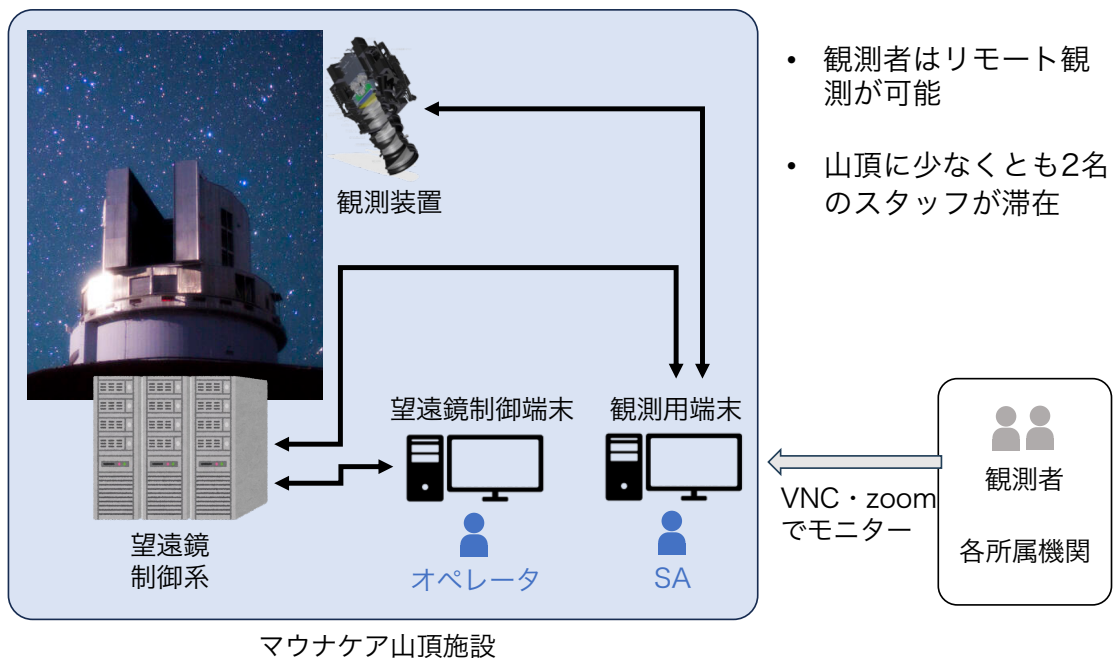
## モード管理システムと Subaru Telescope Protection System (STOPS)の設計

高木悠平、青木賢太郎、藤吉拓哉、田中壱、佐藤立博、猿渡弘一、大宮淳  
国立天文台ハワイ観測所

1

## すばる望遠鏡の観測体制

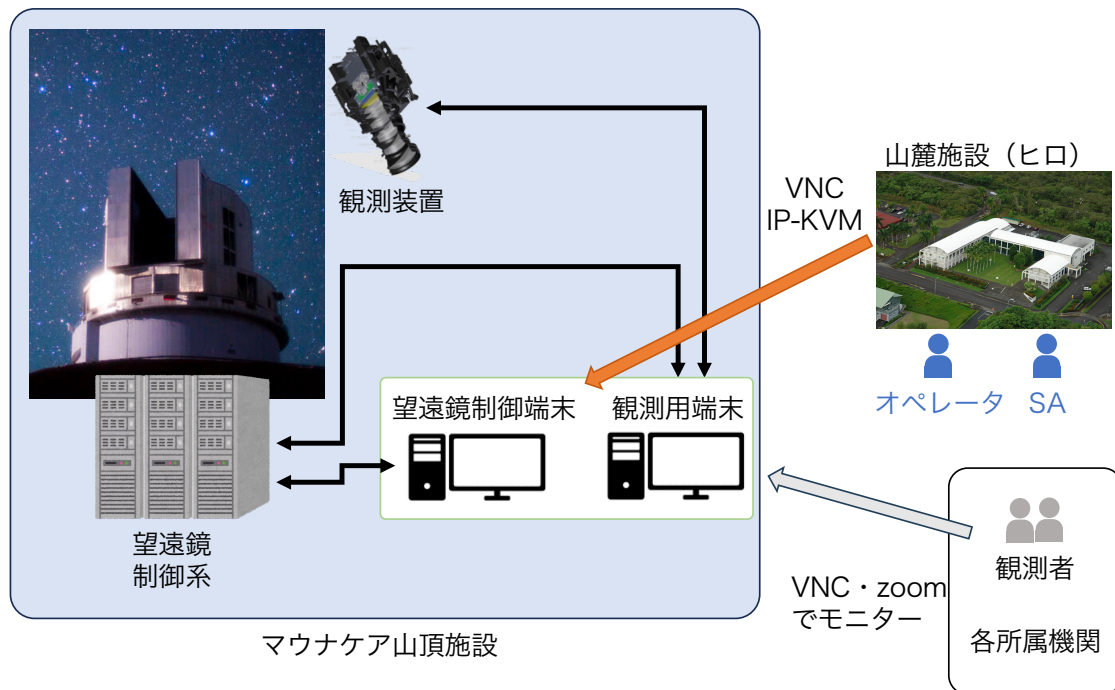
現状の観測体制



2

## すばる望遠鏡夜間山頂無人化計画

### 山頂無人観測時の想定



3

## 山頂無人観測の要求と見込み

### 要求

- スタッフ（人員）の安全確保
- 機器類（望遠鏡、観測装置、山頂施設）の安全確保
- 山頂の状況（気象条件等）を遠隔地から詳細に把握できる
  - 各種センサ類の充実
- 観測機会の維持
  - 山頂が無人になることで観測機会が損なわれてしまうようなことはできる限りゼロに近づける

### 得られると期待する事項

- 観測運用方法の見直しにより業務・観測の効率が向上する
- 運用リソースの最適化

4

## 山頂無人観測時に必要なもの

- 望遠鏡および観測装置を遠隔で操作する手段
  - 一部実装済み（山頂にオペレータ、山麓にSAという人員配置で観測可能）



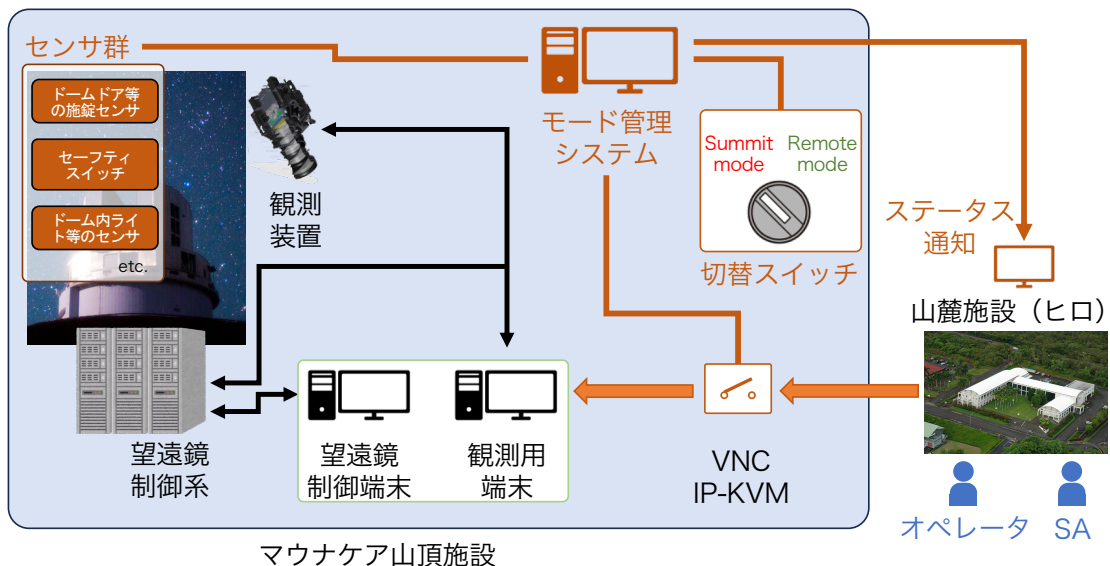
山麓施設からSAが観測支援  
(山頂にはオペレータが2名滞在)

- 夜間に山頂を無人にするために必要な機能
  - （人的側面）遠隔操作時に山頂施設が無人であることを担保する機能
    - すばる建設当初に遠隔操作は想定していない
      - 遠隔操作時のリスク調査及びリスク回避システムが必須
      - （日中）山頂で作業している際は遠隔操作を無効化し山頂作業者の安全を保証
      - （夜間）無人観測時に人が侵入したことを検知し、必要場合は望遠鏡を安全に停止する
  - （機器的側面）遠隔観測時に望遠鏡・装置を保護する機能
    - 停電やネットワーク障害が発生した際に望遠鏡を安全な状態にする
    - 悪天候/災害発生時に望遠鏡を保護する機能

5

## 山頂施設での人の安全を担保 = モード管理システム

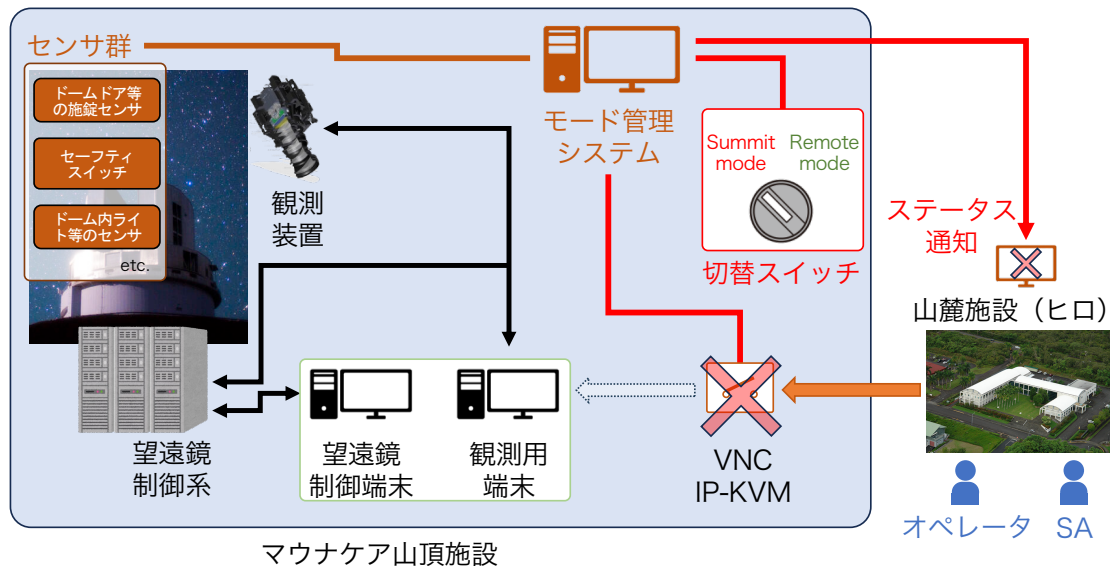
- 山頂施設が有人であるモード（Summit mode）と、山頂施設が無人であるモード（Remote mode）を定義
- モード管理システムでモードを管理し、常にスタッフの安全を確保する



6

## 山頂施設での人の安全を担保 = モード管理システム

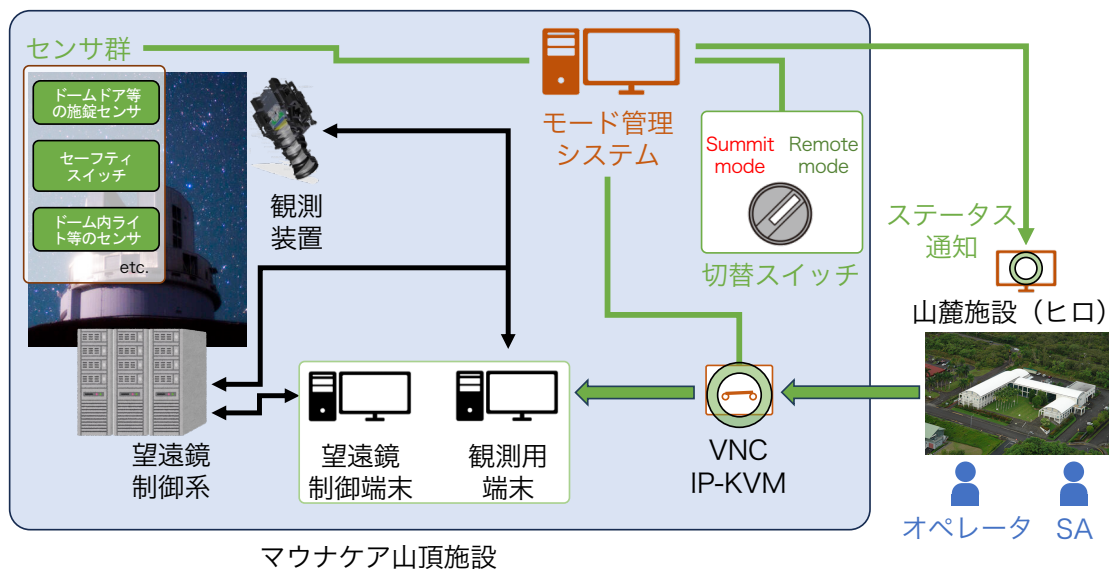
- ・ 日中：山頂有人 = **Summit mode**
- ・ VNC/IP-KVMを介した遠隔操作を切断



7

## 山頂施設での人の安全を担保 = モード管理システム

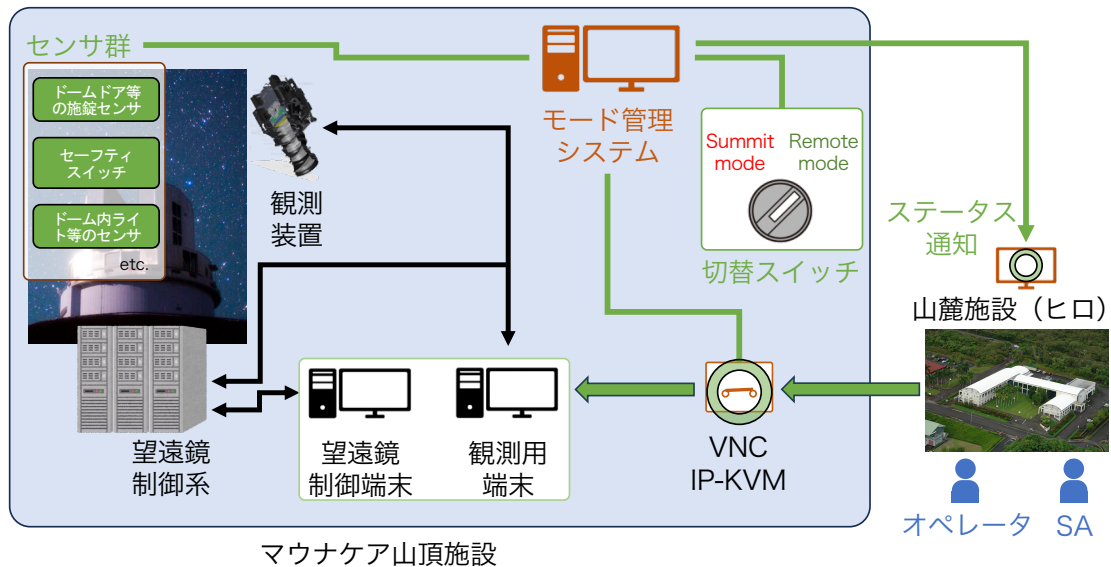
- ・ **Summit Mode**から**Remote Mode**への切替時 ①
  - ・ 日中作業責任者が、山頂施設の準備が整ったことを確認 (precheck)
  - ・ precheck項目を現在のものからより充実させる必要がある



8

## 山頂施設での人の安全を担保 = モード管理システム

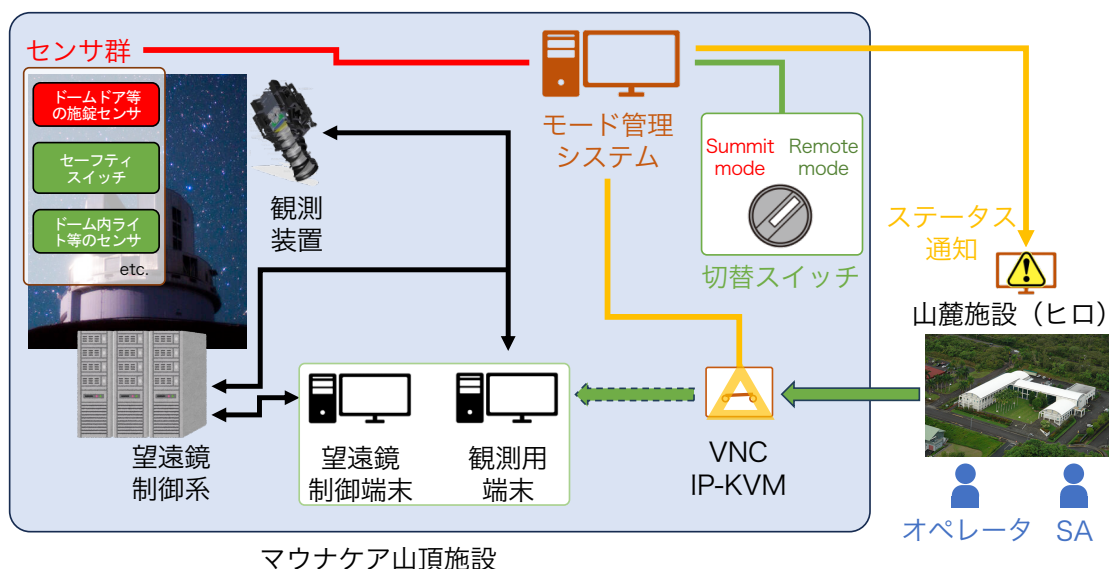
- Summit ModeからRemote Modeへの切替時 ②
  - 切り替えスイッチをRemote modeへ
  - モード管理システムがセンサ群へ問い合わせ、各種センサに異常がないことを確認し、遠隔操作を許可する



9

## 山頂施設での人の安全を担保 = モード管理システム

- Remote Mode時の監視
  - モード管理システムがセンサ群を常に監視
  - センサが異常を示した場合、異常に応じてアラートを出す / ネットワークを切断



10

## 望遠鏡・装置の保護 = STOPS (Subaru TelescOpe Protection System)

- モードがRemote modeである場合（山頂が無人のとき）に、望遠鏡を危険な環境下から保護する機能
- 危険な環境が検知されたら以下のことが自動で行われる
  - ドームシャッターを閉める
  - ベンチレータを閉める
  - 望遠鏡のAZ/ELの駆動を停止しドライブをオフにする
    - 現状でも停電などに対応した自動保護機能が望遠鏡に備わっているが、山頂無人状態を想定していないため、抜本的な見直しが必要
    - ドームシャッターなどを遠隔で操作する機能は準備がなされつつあるが、運用方法を具体的に定める必要がある

## 望遠鏡・装置の保護 = STOPS (Subaru TelescOpe Protection System)

- STOPSで想定する「危険な環境」
  - 停電
    - 山頂施設で停電が検知された場合、バックアップ電源（ディーゼルジェネレータ）によってドームシャッター等を閉める
  - 悪天候
    - 原則的にはオペレータがまず悪天候を察知し望遠鏡を保護するが、何らかの理由でドームシャッター等が閉められなかった場合は自動で閉める

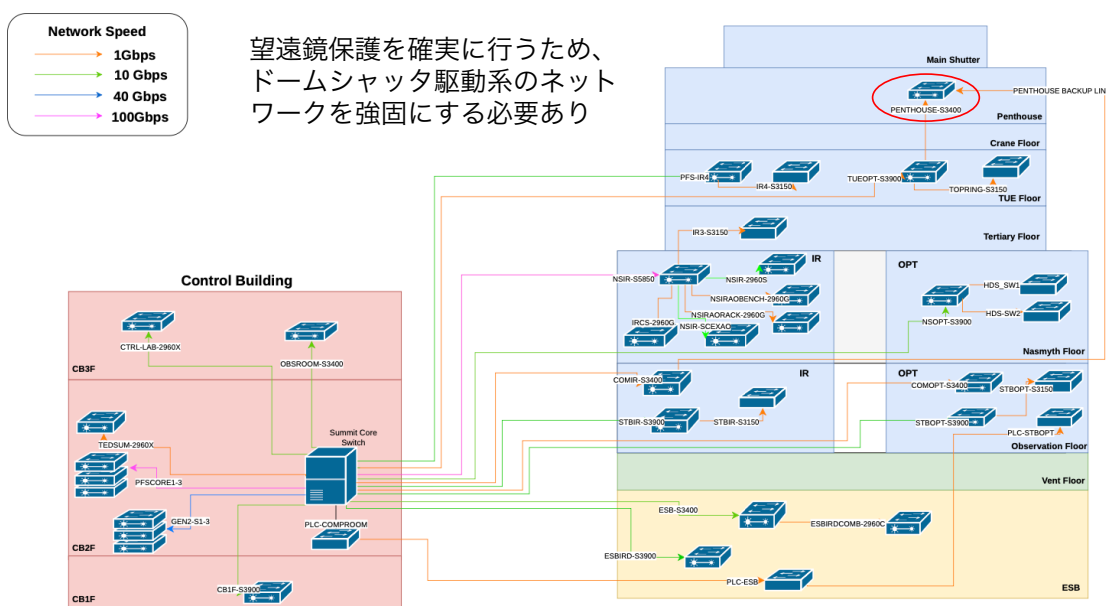
## 望遠鏡・装置の保護 = STOPS (Subaru TelescOpe Protection System)

- STOPSで想定する「危険な環境」
  - 通信断
    - 以下の通信を常時監視し、切断が確認されたらドームシャッター等を自動で閉める
      - 山頂施設 — 山麓施設の通信
      - 山頂施設内のドームシャッター駆動系統への通信
      - 山頂施設内のベンチレーター駆動系統への通信

13

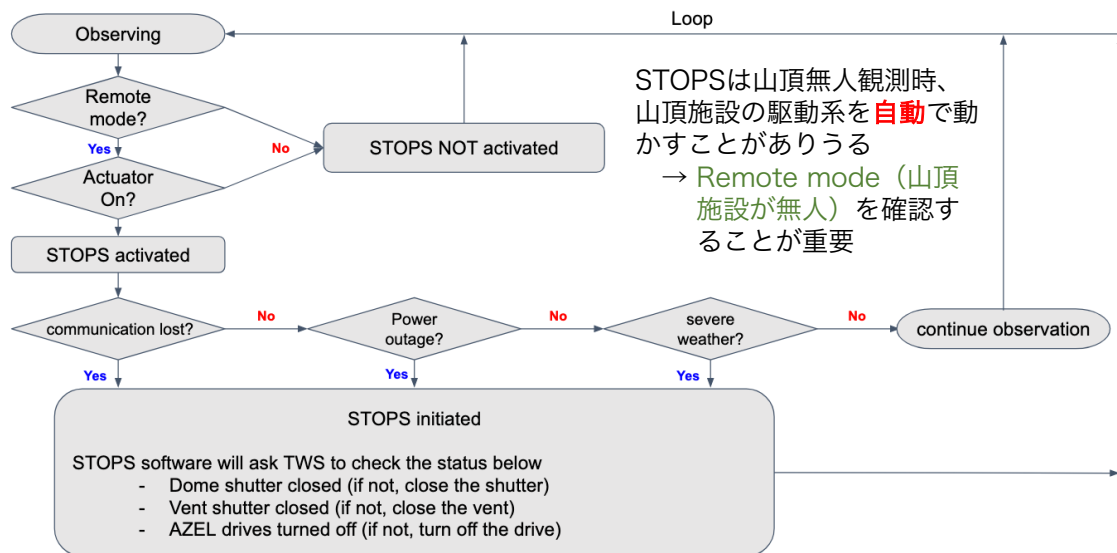
## Subaru Telescope Summit Facility Network Diagram

CoDM 2023



14

## 望遠鏡・装置の保護 = STOPS (Subaru TelescOpe Protection System)



15

## まとめと今後

- すばる望遠鏡夜間山頂無人化計画では、夜間に山頂施設を無人とし、山麓施設から観測を安全に遂行できるようなシステムを検討・構築する。
- モード管理システムは、山頂施設が有人/無人であることを確実に切り分け・判断でき、日中・夜間の人的な安全を確保する。
- STOPSは、夜間に山頂施設無人の観測をしている際に停電などが生じて、望遠鏡などの機器類を保護する。
- 今後はこれらのシステムの詳細設計を行い、試験を行いながら夜間山頂無人観測を実現する。
  - なお、並行して山麓施設から望遠鏡のトラブルシュートを実現する方法も模索していく必要がある。

16