

WINERED：次のフェーズに向けた改修計画

京都産業大学
竹内智美

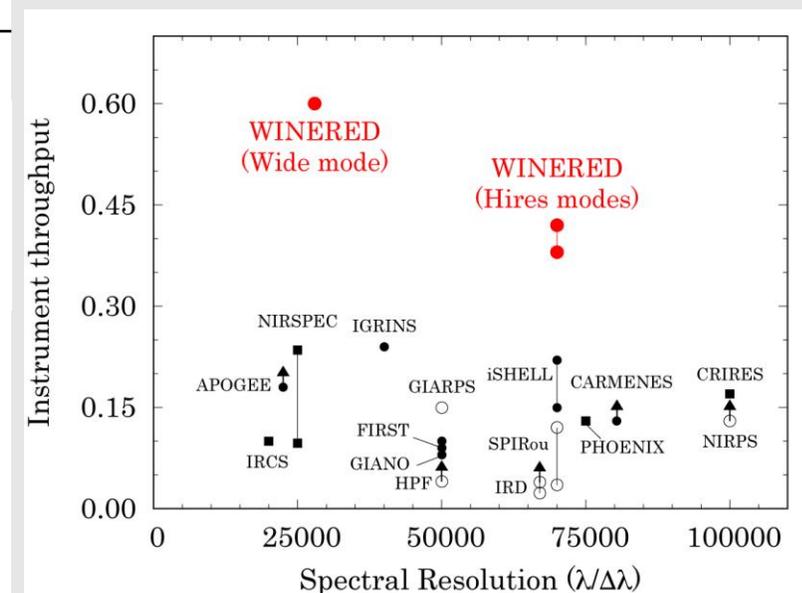


WINEREDとは

- 京都産業大学神山宇宙研究所を拠点として、東京大学、国立天文台、カーネギーと運用している**近赤外線高分散分光器**(Ikeda+2022)
- 他の赤外線分光器を圧倒する**スループット>0.5(Wide)**、**>0.4(Hires)**を達成
- **高S/N観測**に特化した**PIタイプの装置**
- 2022年9月にマゼラン望遠鏡でのファーストライトを達成し、運用開始から**3年**が経過



	WIDE mode	HIRES-Y mode	HIRES-J mode
波長域[μm]	0.9~1.35	0.96~1.11	1.14~1.35
波長分解能($\lambda/\Delta\lambda$)	28,000		70,000
スループット	>0.5		>0.4
限界等級 J[mag]	17.3*		15.7*
スリットサイズ[arcsec]		0.3、0.4、0.6、1.16	
スリットビューア波長域 [μm]		0.65~0.9	
装置サイズ[mm^3]		1750[L] × 1070[W] × 500[H]	
環境温度[K]		270~300	



*Magellan(6.5m 望遠鏡)に装着して、8時間積分、S/N=30の場合

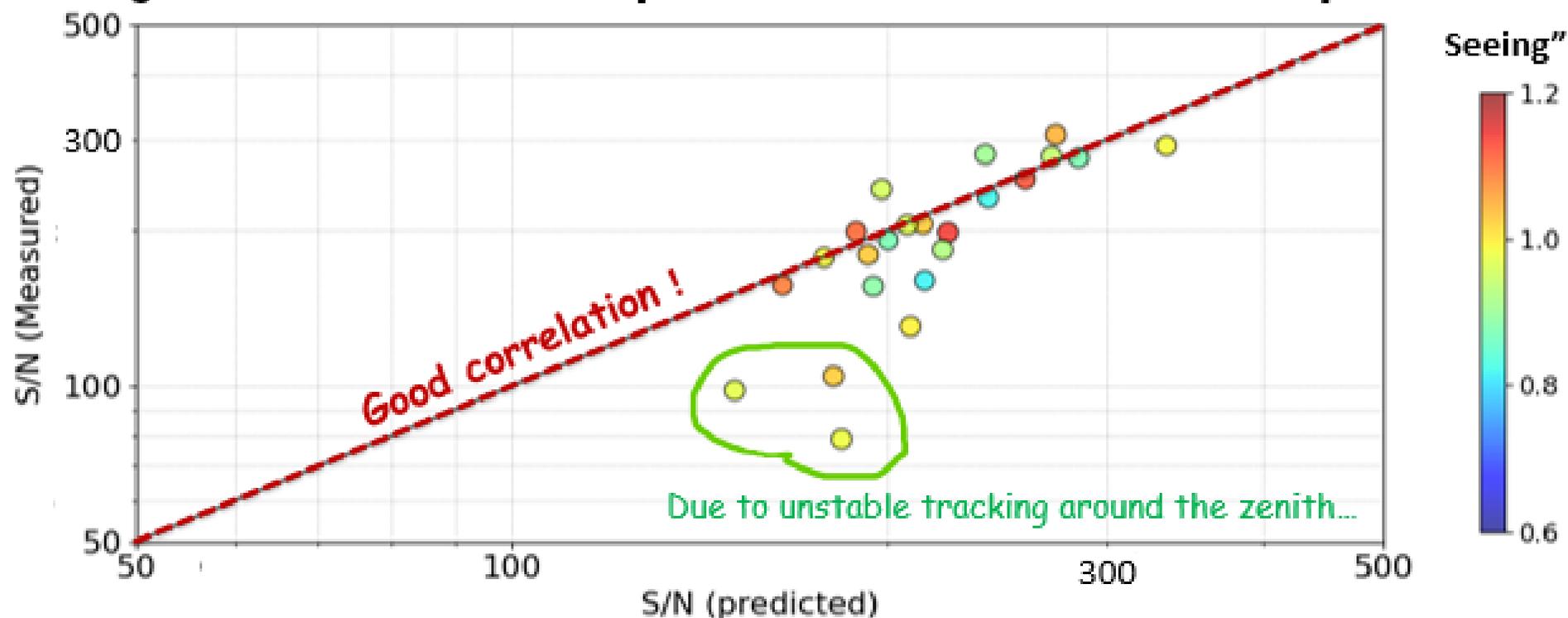
マゼラン望遠鏡搭載時の感度の観測結果



- 装置性能通りの感度が得られている

● Comparison of predicted and observed SNRs

Figure 5. Measured SNRs vs. predicted SNRs with 100um slit in April 2024

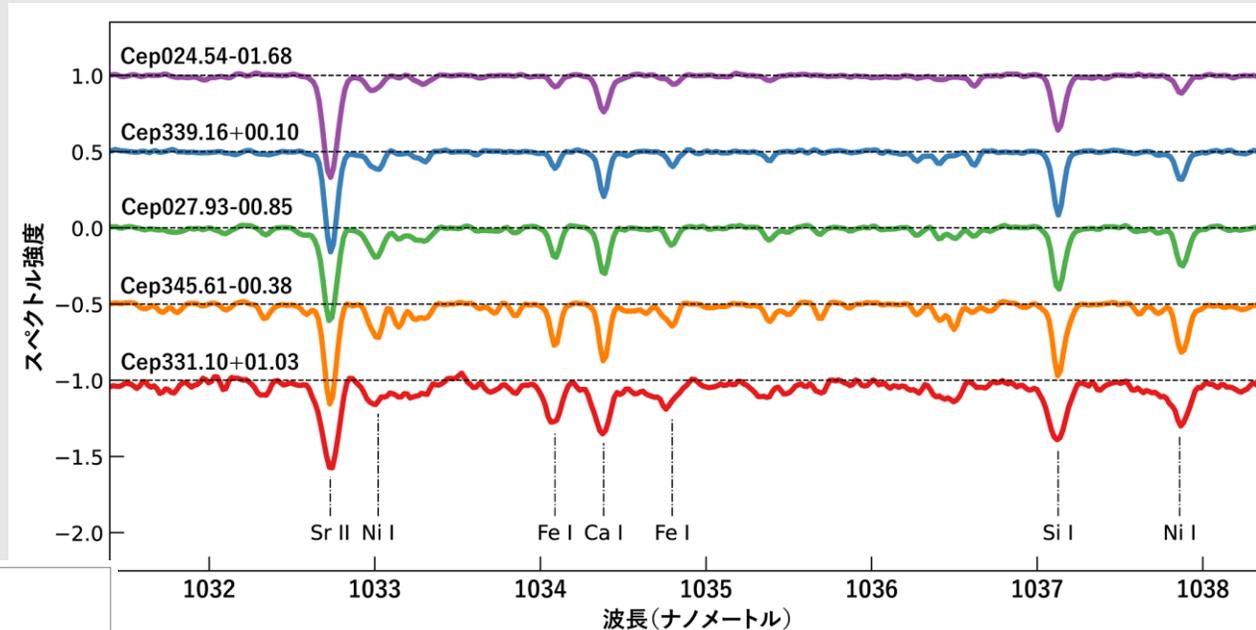
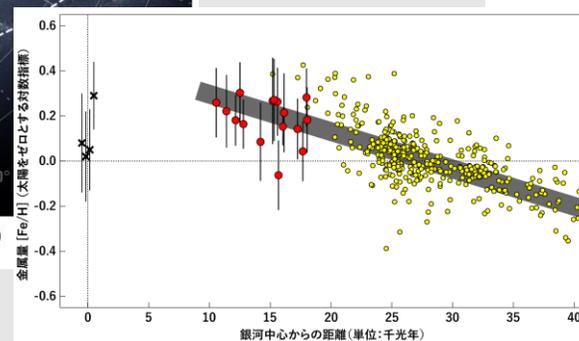
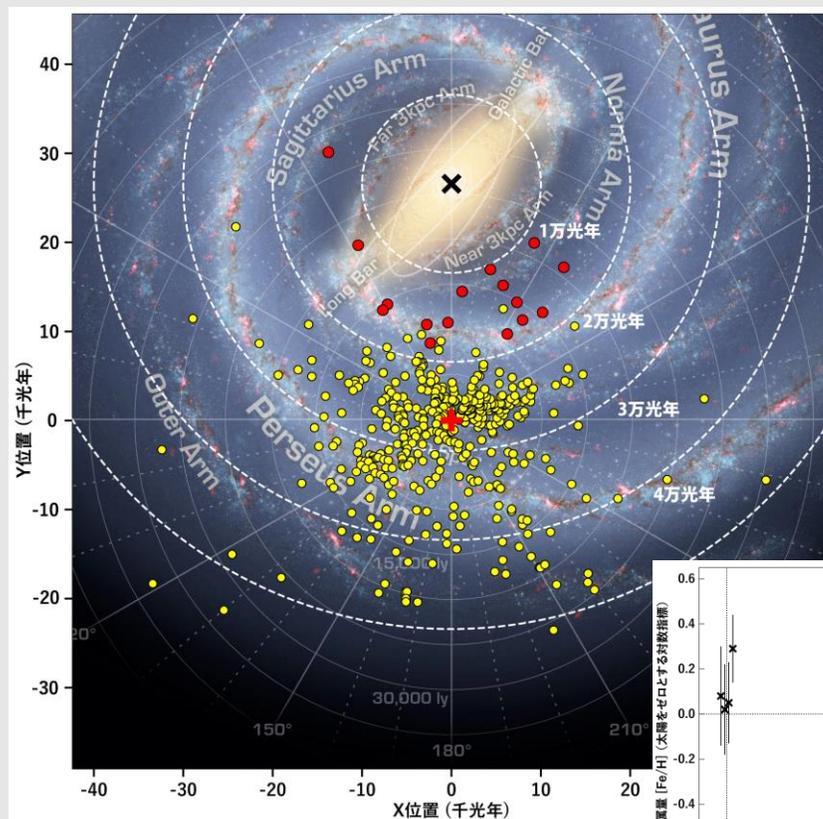


(Otsubo 2024 SPIE)

観測成果の一例

- セファイド変光星の金属量測定 (Matsunaga et al. 2023)
銀河円盤領域の内側に位置するセファイド変光星の金属量測定に成功
銀河円盤領域の外側で知られていた金属量勾配と一致

↓ 2023年6月に観測した一部のスペクトル



← 赤丸が2023年6月に観測した
セファイド変光星の金属量

<https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/10001/>

現在までの運用体制

- 1セメスター(半年)に1回、最大2週間の観測ラン
- 観測ランのたびに望遠鏡へのインストールとリムーブを繰り返す
- 観測期間とその前後に4名程度の日本メンバーがチリに滞在して観測をサポート

準備
1week

装置サポート人員
1～2名

- クライオスタット冷却
- 装置のヘルスチェック
- ナスミス台へ
装置インストール

観測
2weeks

装置サポート人員
1～2名
観測サポート人員
2～3名

- 外部PIの観測サポート
- WINEREDチームの観測
- 観測モード変換
- 校正データの取得

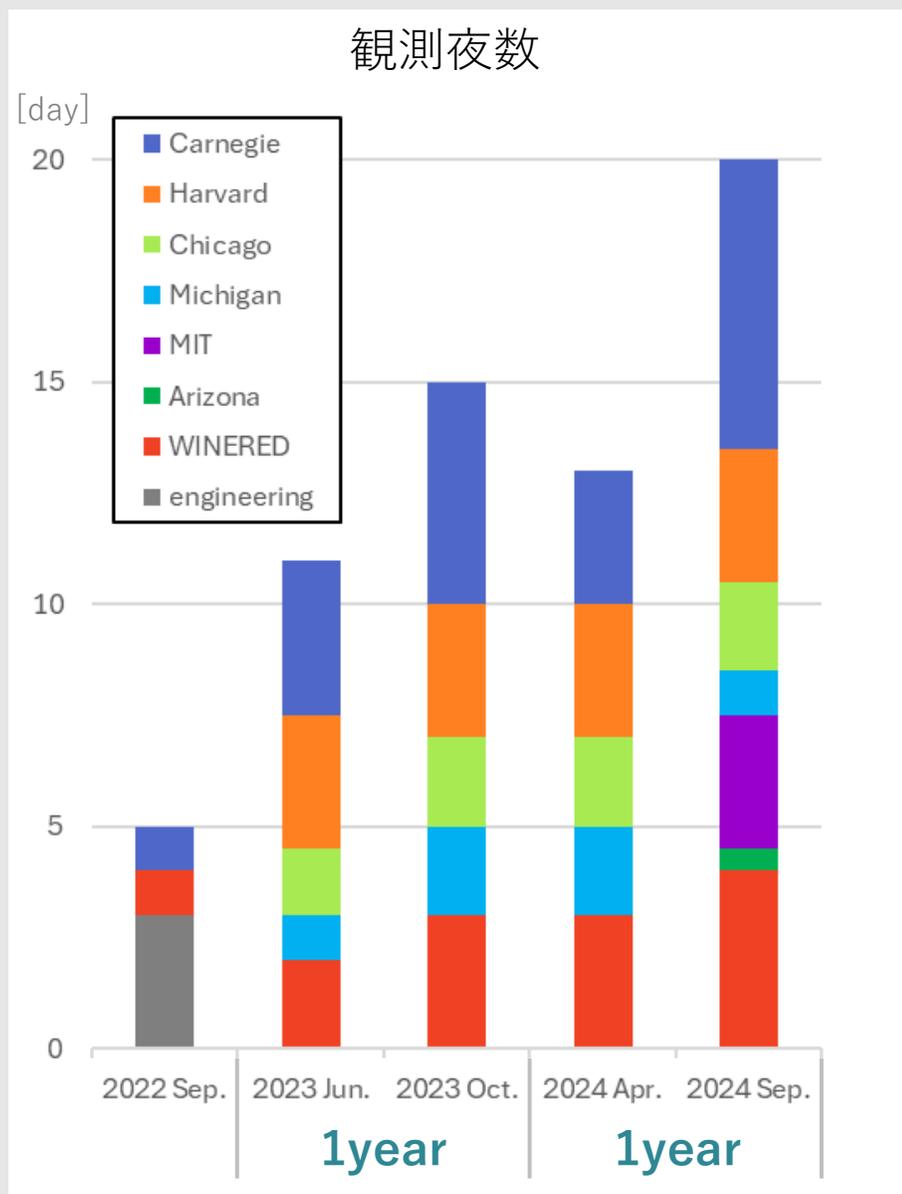
撤収
1week

装置サポート人員
1～2名

- ナスミス台から
装置アンインストール
- クライオスタット昇温
- 観測データの回収/配布
- 校正データの一次処理
- 解析パイプラインの提供



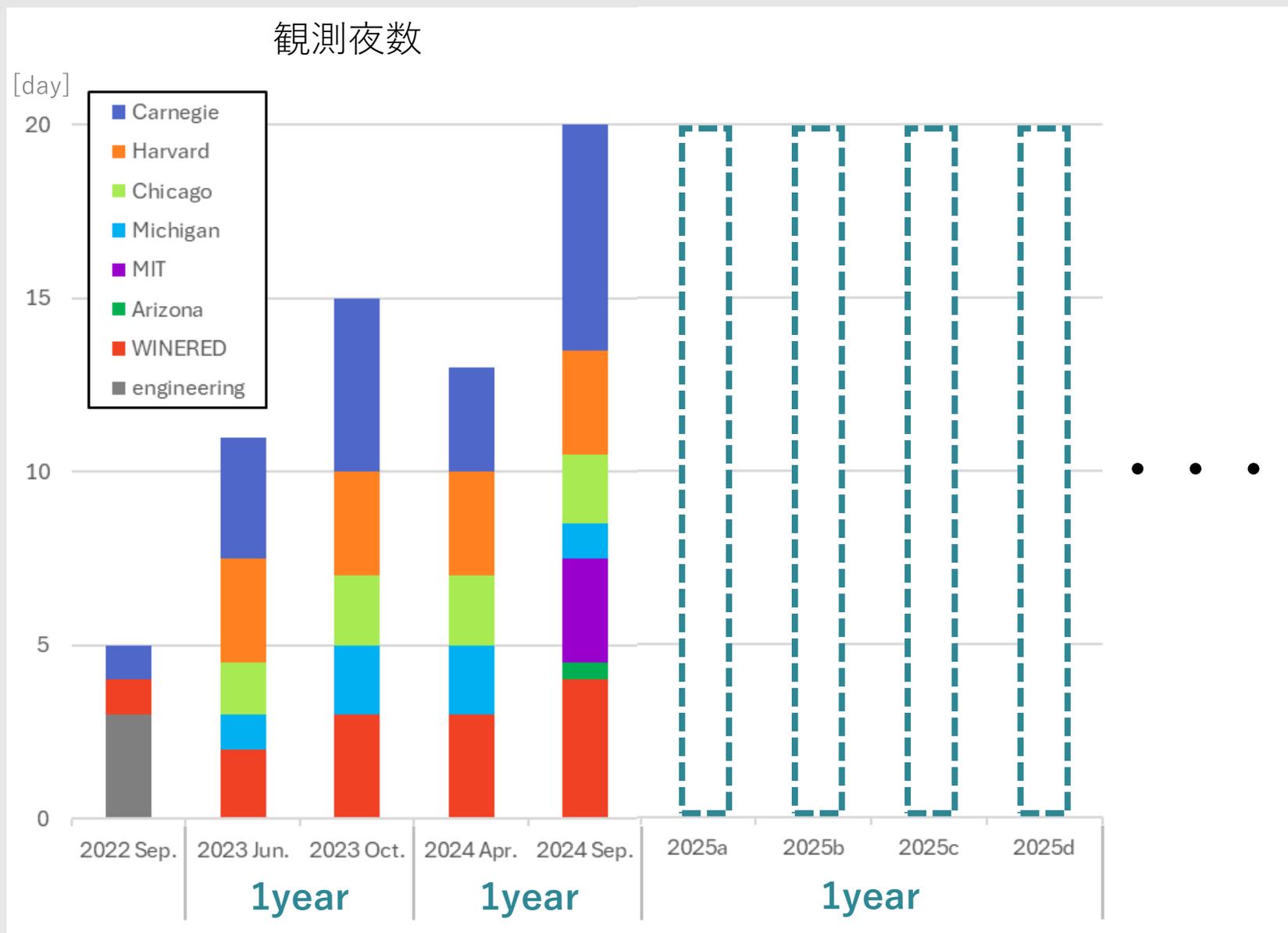
現在までの運用体制



- ファーストライト以降の2年間で6つの大学・研究機関に属する研究者の観測を**59夜**実施
- ニーズが高まっている中、2024年度末に移設時の契約（MoU）が終了
- 契約更新を前提として、さらなる観測頻度の増加を見据えた運用体制を議論



新たな運用フェーズ①

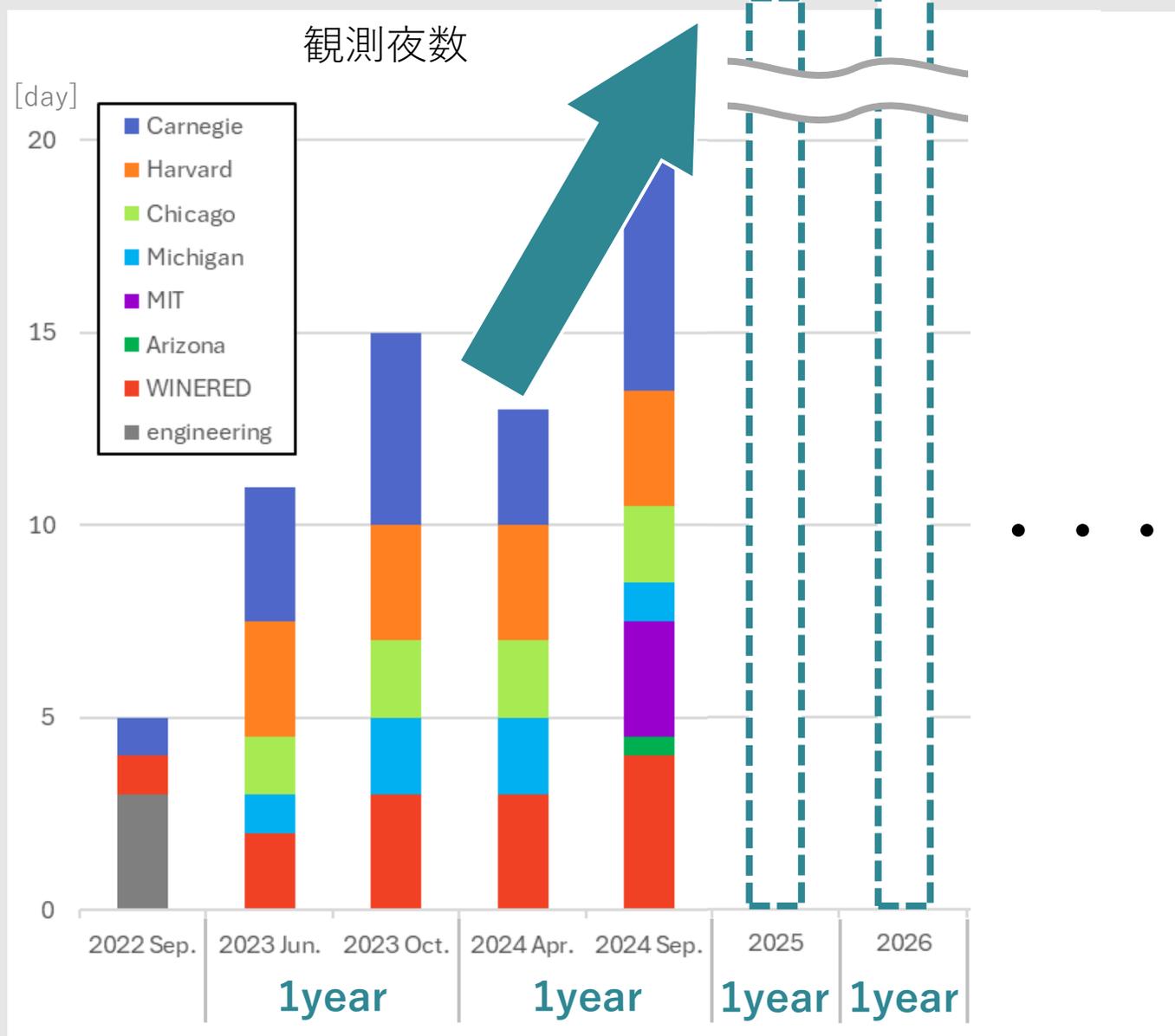


1セメスター(半年)に 2~3回の観測

- 現状と同じ運用方式で観測ランの回数を増やす

• • •

新たな運用フェーズ②



期間を定めずにいつでも観測

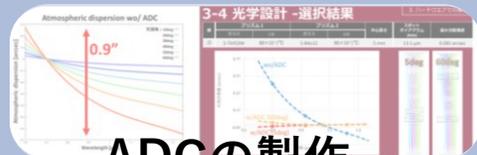
- 常時ナスミス台に装置を設置
- クライオスタットも常時冷却

メンテナンス / リソース削減 / 性能向上
の改修が必須



新たな運用フェーズの改修項目

性能向上



ADCの製作



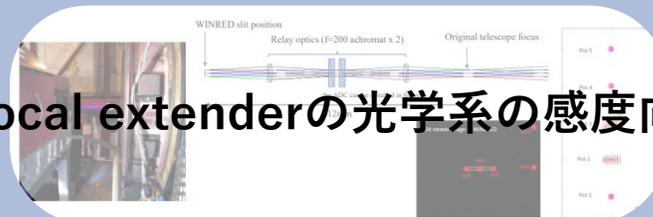
ミルキーフラットの導入



slit viewerの波長域を赤外線へ変更



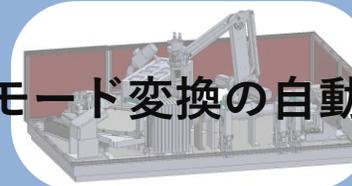
focal extenderの光学系の感度向上



WINERED独自の追尾システムの性能向上



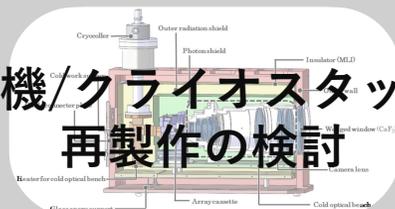
モード変換の自動化



計算機の更新



冷凍機/クライオスタットの再製作の検討



メンテナンス

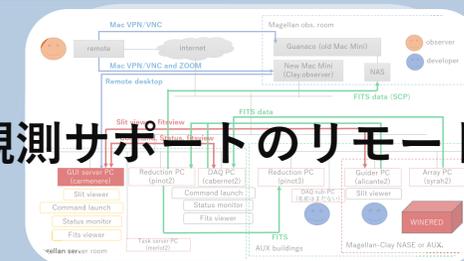
エレキラックの更新



LCOスタッフへの保守業務委託



観測サポートのリモート化

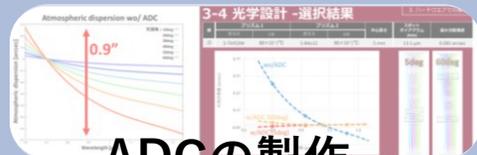


リソース削減



新たな運用フェーズの改修項目

性能向上



ADCの製作



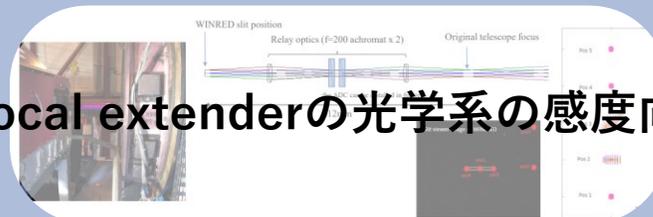
ミルキーフラットの導入



slit viewerの波長域を
赤外線へ変更



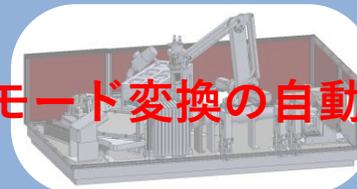
focal extenderの光学系の感度向上



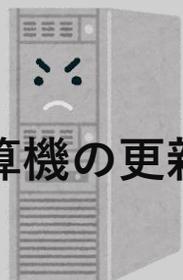
WINERED独自の追尾システム
の性能向上



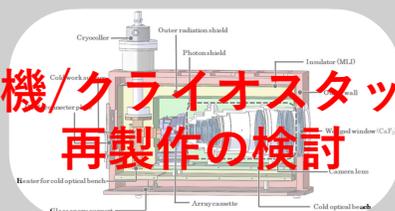
モード変換の自動化



計算機の更新



冷凍機/クライオスタットの
再製作の検討



メンテナンス

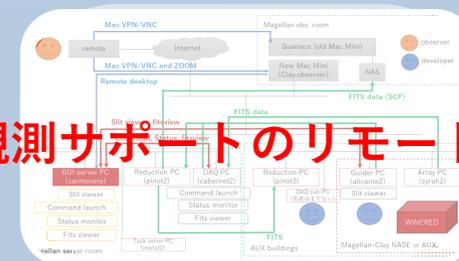
エレキラックの更新



LCOスタッフへの
保守業務委託



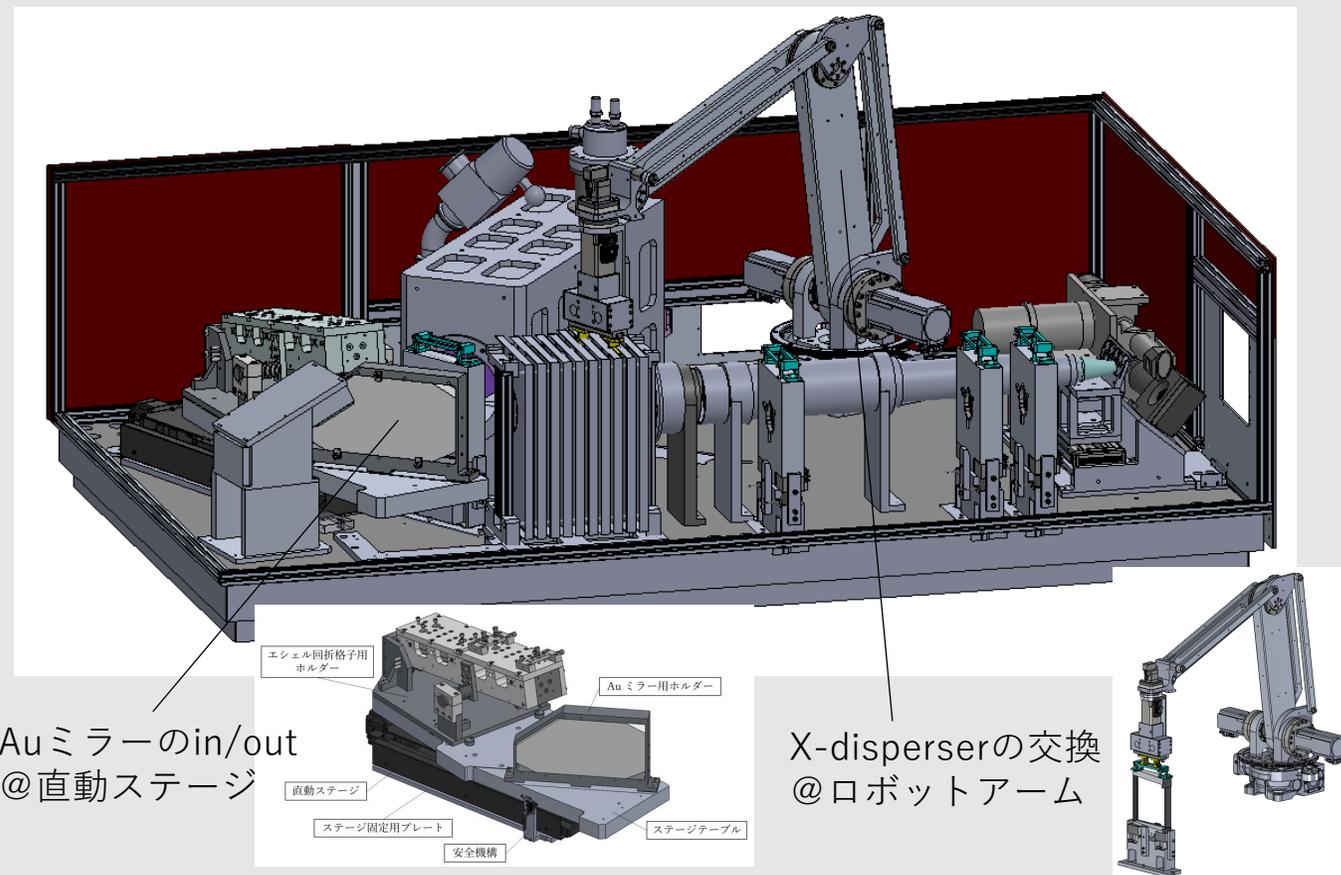
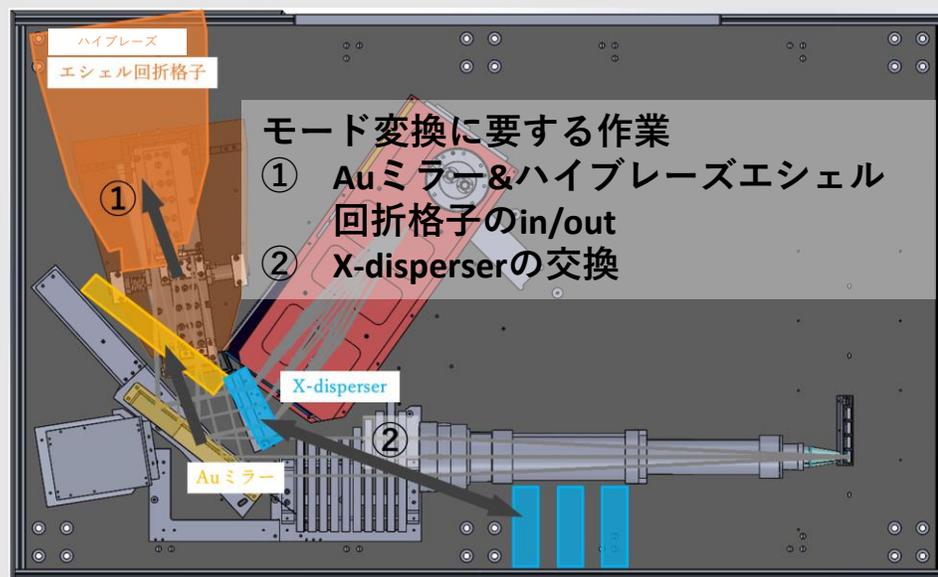
観測サポートのリモート化



リソース削減

観測モード変換の自動化：概要

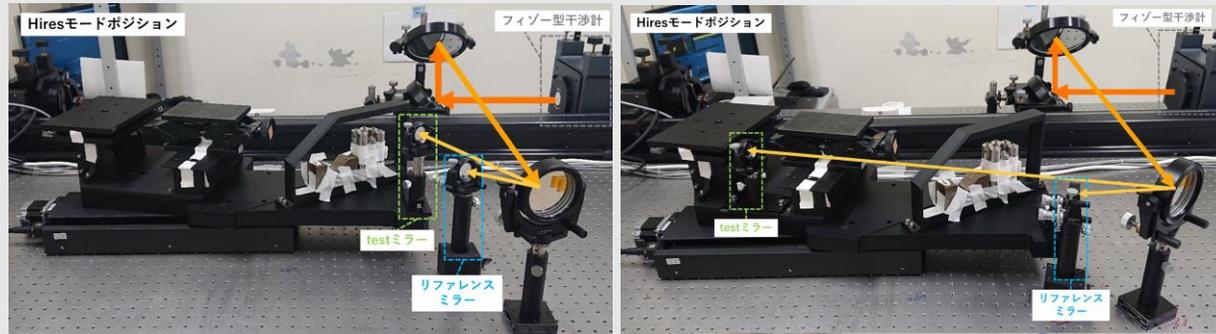
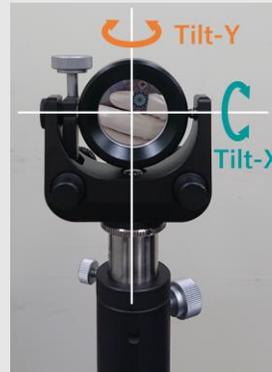
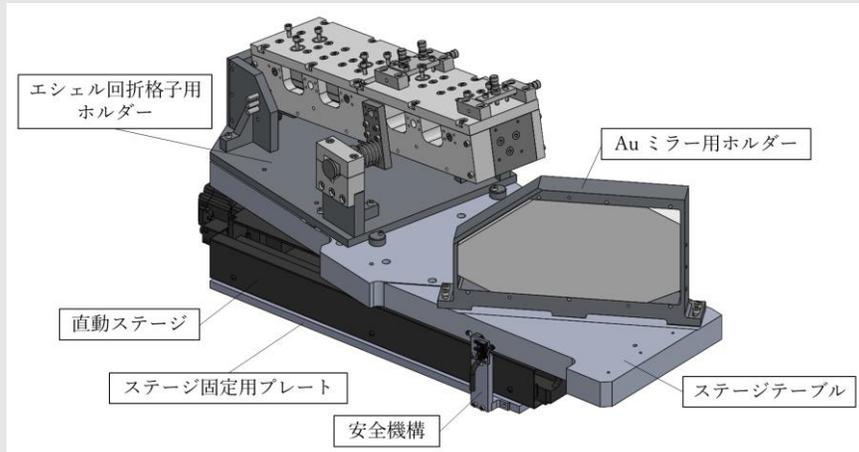
- 今までは手動で観測モードの変換を実施
- 一晩に複数の観測モードでの観測要望
- 設置精度の安定性の向上と、装置スタッフのリソース削減
→ **観測モード変換を自動化**
- 来年度インストール予定



モード変換の自動化：直動ステージ試験

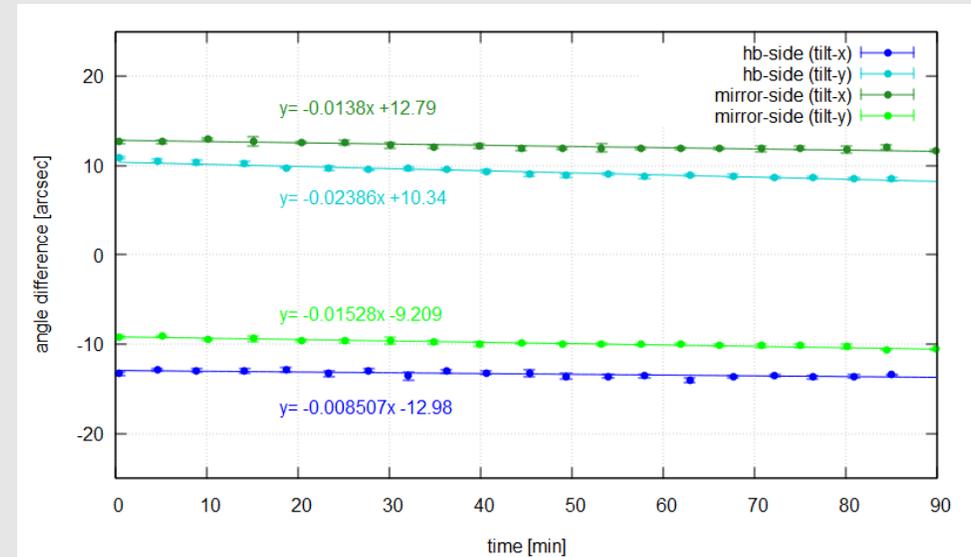


- Auミラーのin/outを直動ステージ(XA16F-L2301 (KOHZU))で制御
- 繰り返し位置再現性を測定



- ① ステージを待機場所から光路内へ駆動
- ② ステージ上に設置したミラーと、リファレンスの角度差をフィゾー型干渉計で測定
- ③ ①②を20回繰り返す

測定結果

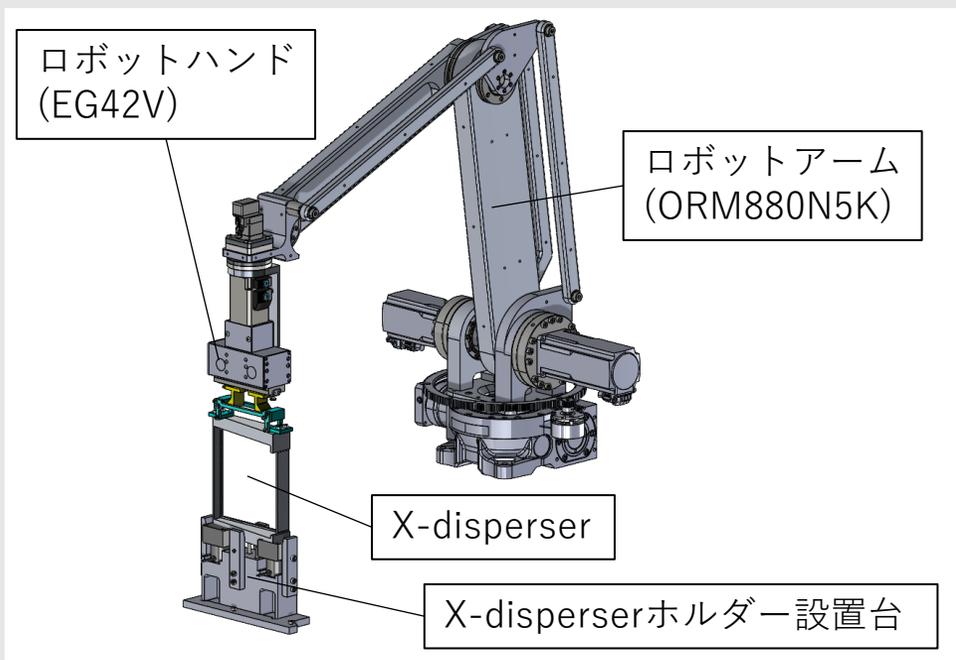


		解析結果["]	ティルト許容値["] $\Delta Y < 1/20\text{pixel}$ @検出器
A-side	Tilt-X	0.16	0.462
	Tilt-Y	0.15	0.320
B-side	Tilt-X	0.22	0.634
	Tilt-Y	0.22	0.640

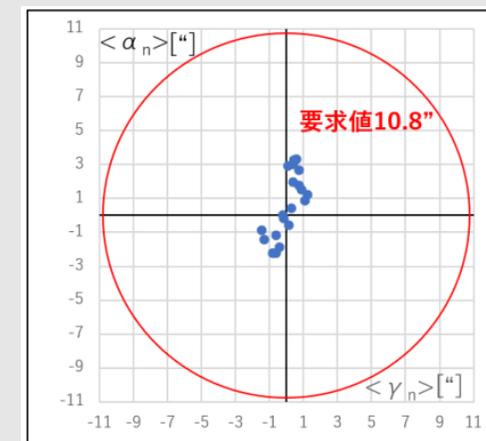
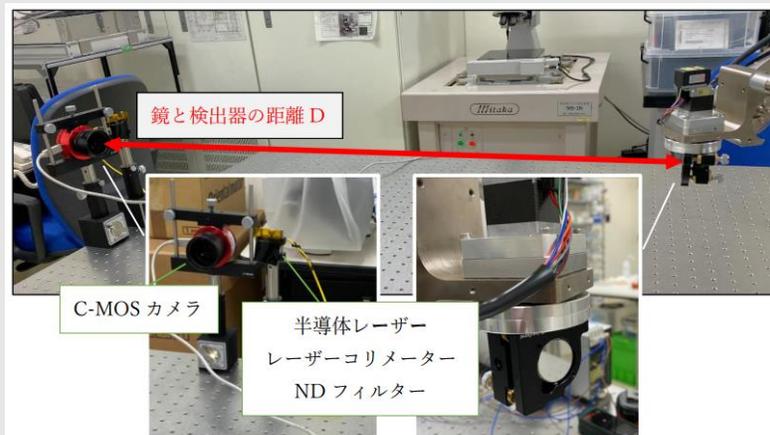
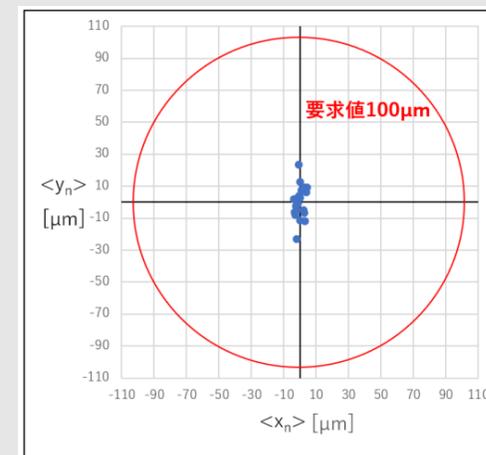
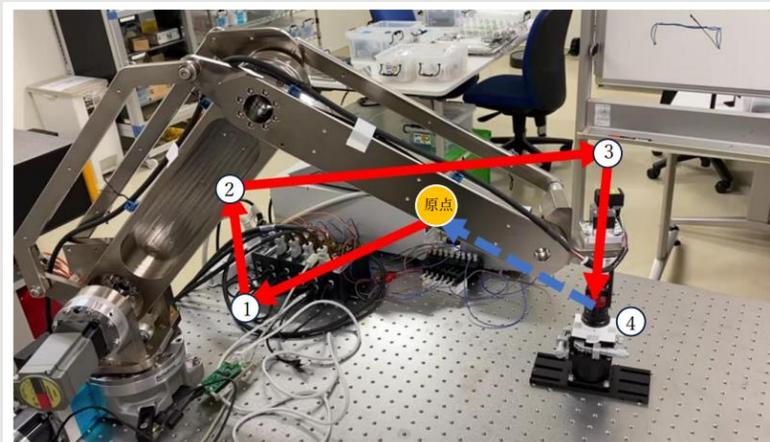
モード変換の自動化：ロボットアーム試験



- 3種類のX-disperserをロボットアーム(ORM880N5K)で交換
- 繰り返し位置精度を測定



- ① 原点復帰から交換動作を実施
- ② 手先につけたカメラで撮影/ミラーで反射したレーザーを測定
- ③ ①②を20回実施

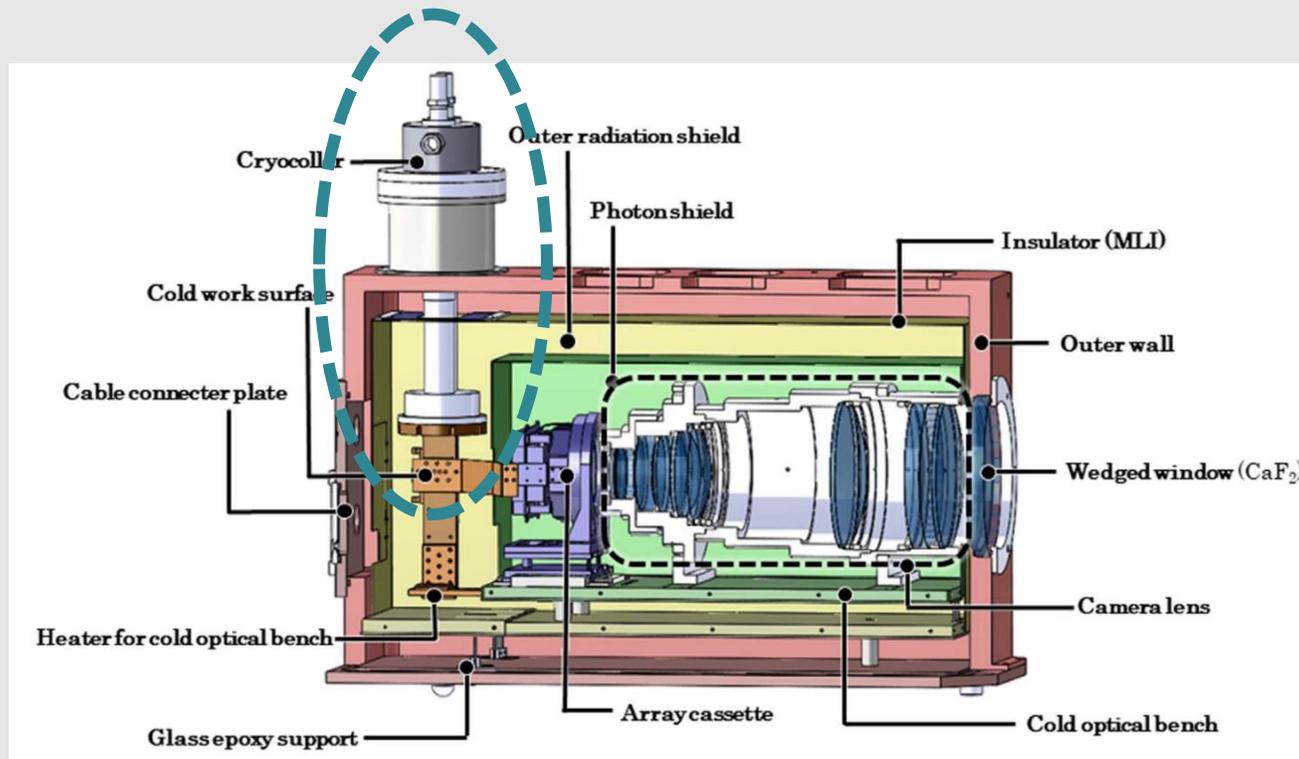


(三日市 京産大卒論 2023)

新規冷凍機の導入/クライオスタットの再製作



- 常時冷凍機を運用する場合は、コンプレッサーの駆動時間が補償時間を超えてしまう
- 現行のコンプレッサーの後継機が廃盤
 - 冷凍機の更新
 - クライオスタットも再製作



[候補 1]

ヘッド：CH-104

コンプレッサー：FA-20L



- 現行のものよりパワーが大きい

[候補 2]

ヘッド：RD-125D

コンプレッサー：CNA-11



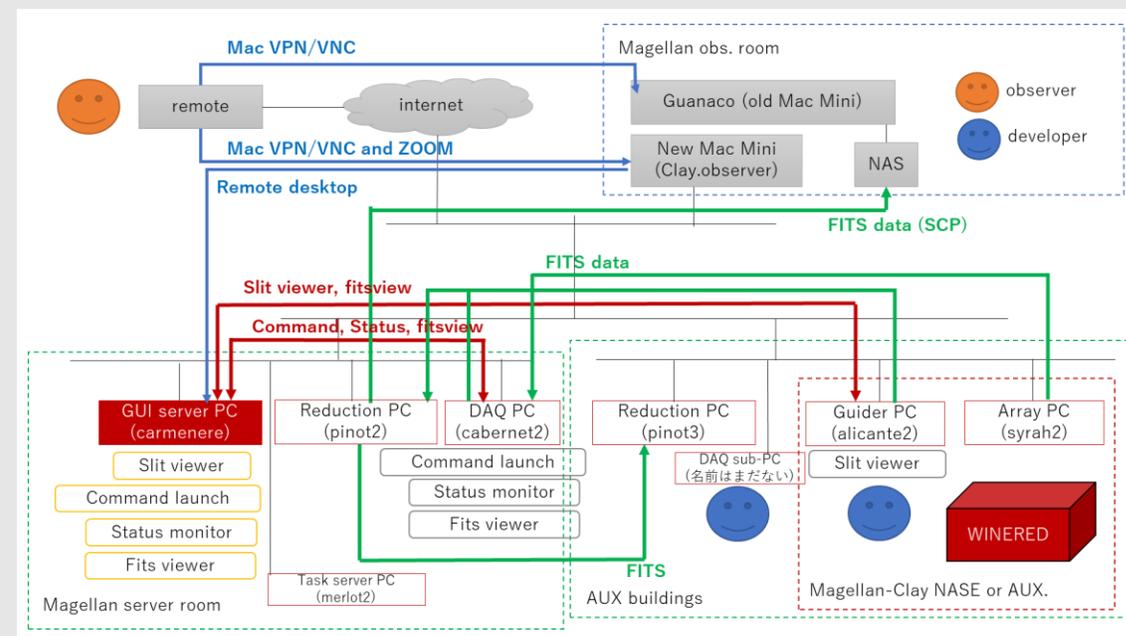
- 現行のものよりパワーが大きい
- 振動の影響が少ないモデル

観測サポートのリモート化

- サポートリソース削減のために観測サポートをリモート化したい
→ **観測補助ツール**（自動ディザリング、自動シーケンス機能など）と **リモート観測環境の整備**が必要
- 観測補助ツール/リモート観測の環境は2023年に構築し、有人での検証は完了



観測用モニター



制御システム概念図



まとめ

- ◆ WINEREDは京都産業大学神山宇宙研究所を拠点として運用しているz, Y, J-bandの近赤外線高分散分光器であり、広帯域かつ高分散(最大R~70,000)で**圧倒的な高感度(スループット>0.5)**を達成
- ◆ マゼラン望遠鏡でのファーストライト(2022年9月)以降から外部PIの観測を実施
- ◆ これまでは、1セメスター(半年)に1回、2週間に限定した観測ランを実施
- ◆ 今後、5年間の契約更新を前提とした、新しい運用体制を検討中
 - 1セメスター(半年)に2~3回の観測ラン
 - セメスターに囚われない観測 (= 望遠鏡に常時設置)
- ◆ 観測頻度増加のニーズに応えるために改修
 - 機器類の老朽化におけるメンテナンス
 - リソース削減のためのサポート体制の見直し
 - 装置のさらなる機能向上