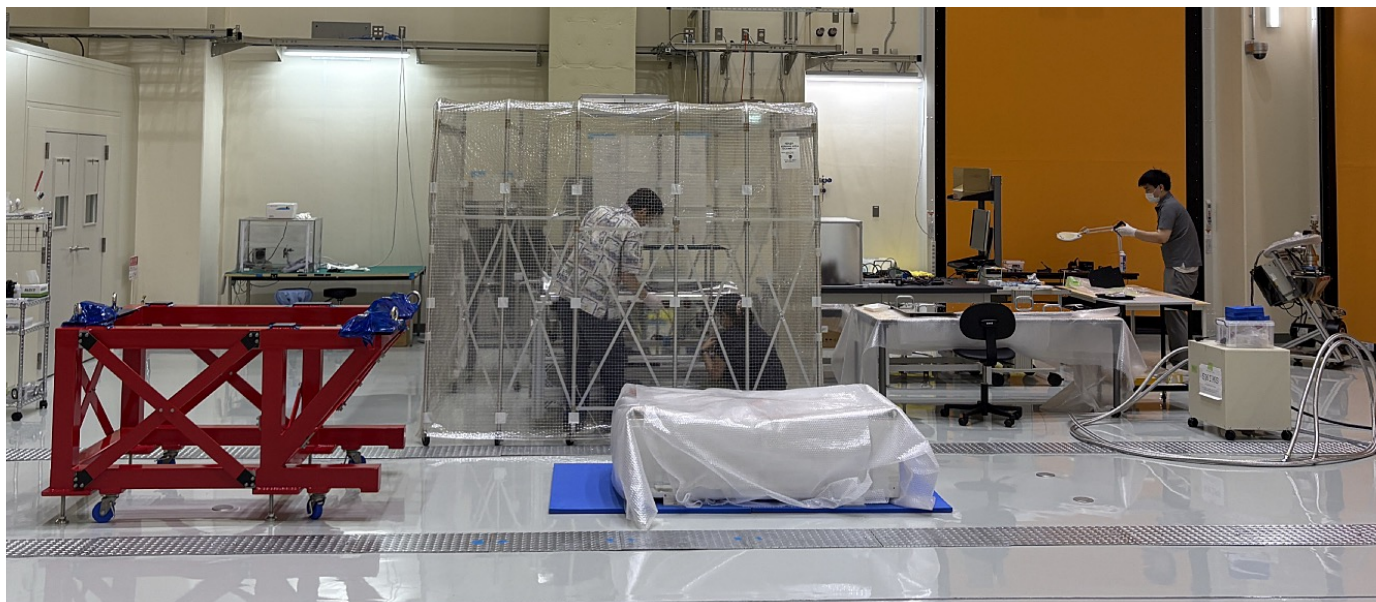


すばる望遠鏡広帯域分光器NINJAの開発2025

東谷千比呂（先端技術センター）、NINJAチーム（大学院生3名）



- NINJA紹介
- NINJA開発状況
- ATC共同利用実績報告

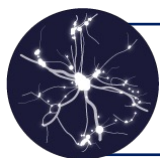
科研費基盤研究(S)
 2021-2026年度
 「高感度広帯域近赤外線分光で読み解く
 重力波源における元素合成」
 PI：吉田道利

ATC共同利用
 2022-2023年度 施設利用
 2024-2025年度 **共同研究開発**
 「すばる望遠鏡広帯域分光器NINJAの開発」



<https://subarutelescope.org/jp/subaru2/>

4つの科学目標



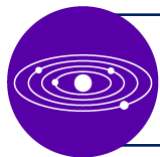
ダークマター・ダークエネルギーの性質の探求
とニュートリノ質量の決定



宇宙の構造形成、銀河形成・進化の
物理過程の理解

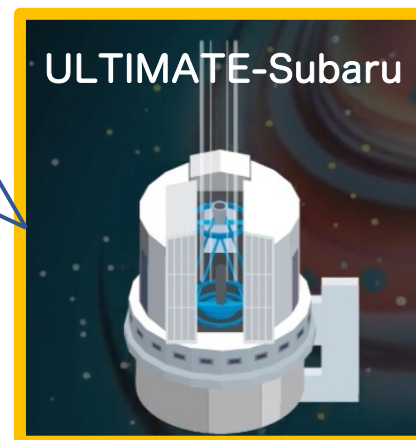
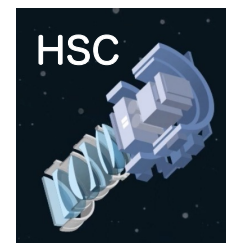


マルチメッセンジャー天文学の展開



地球型系外惑星候補天体の同定

4つの主力装置





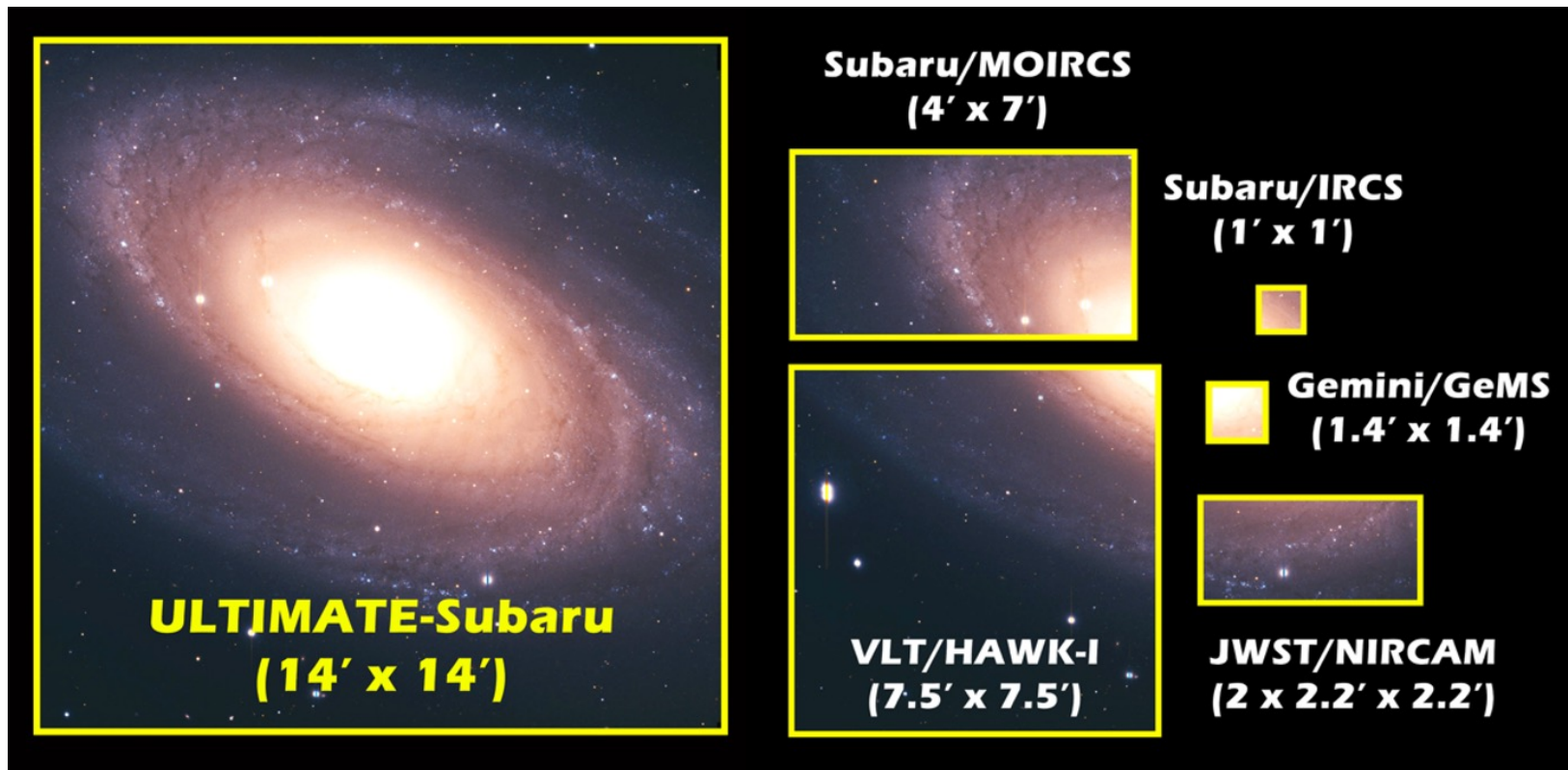
<https://ultimate.naoj.org/>

地表層補償光学
GLAO



広視野近赤外線撮像装置
WFI

φ20分角, Kバンドまで, ~0.2"星像改善



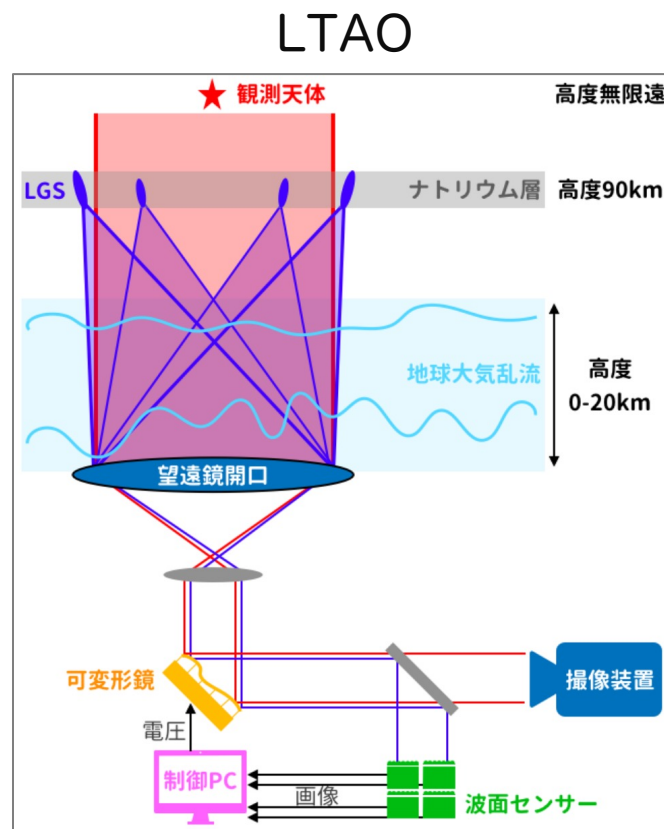
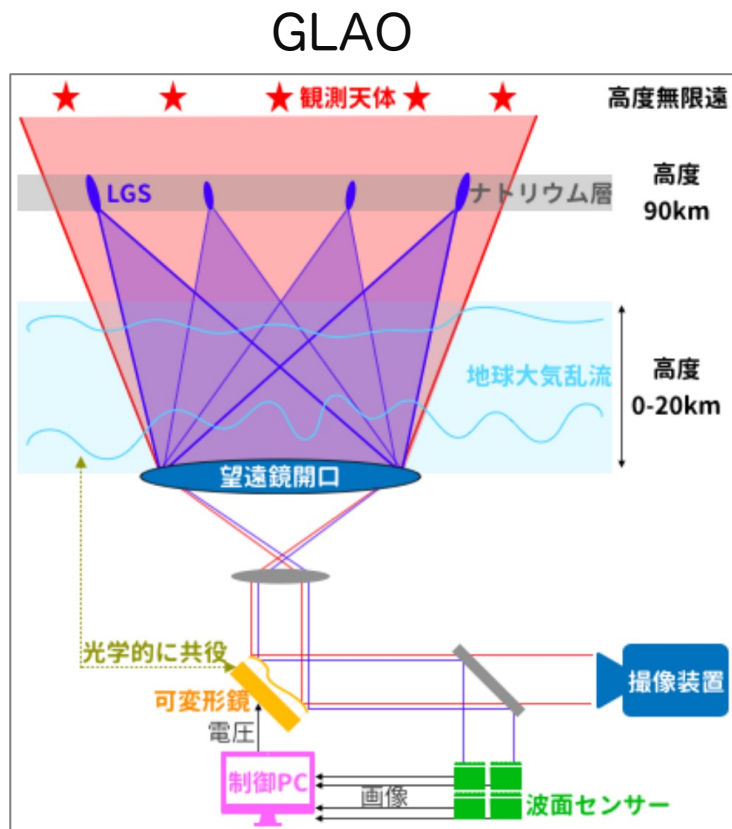
ULTIMATE-Subaru すばる広視野補償光学プロジェクト

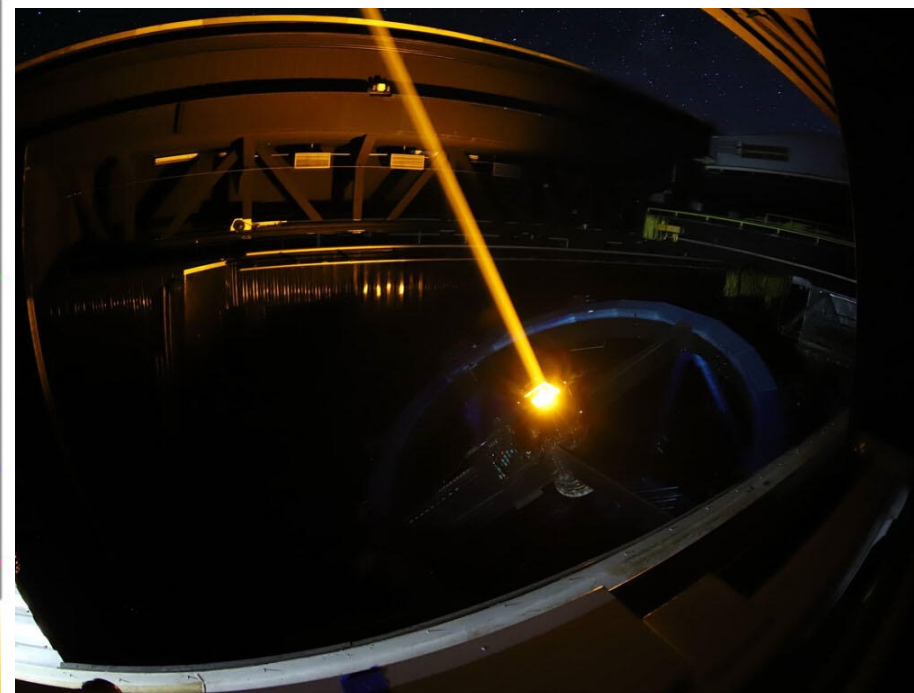
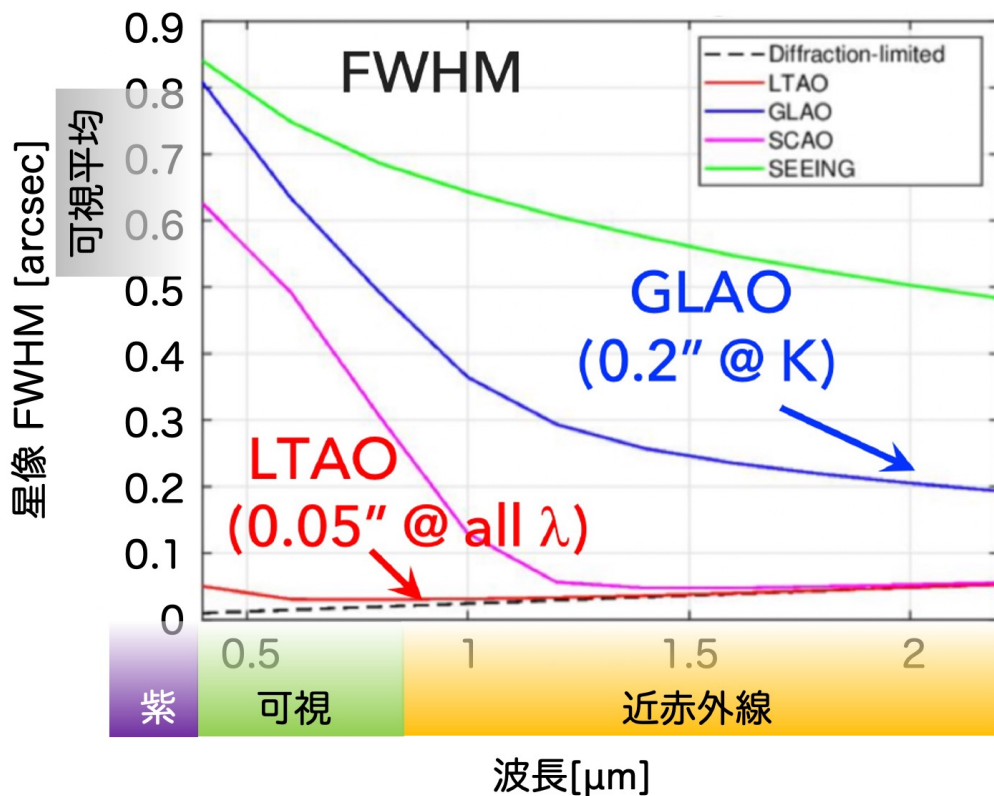
- 4レーザーガイド星生成システム
- 波面センサ
- 可変形鏡（すばる副鏡）

GLAO
(広視野で星像改善)

ULTIMATE-START ULTIMATE-Subaru Tomography Ao Research experimenT

LTAO
(狭視野で星像改善)



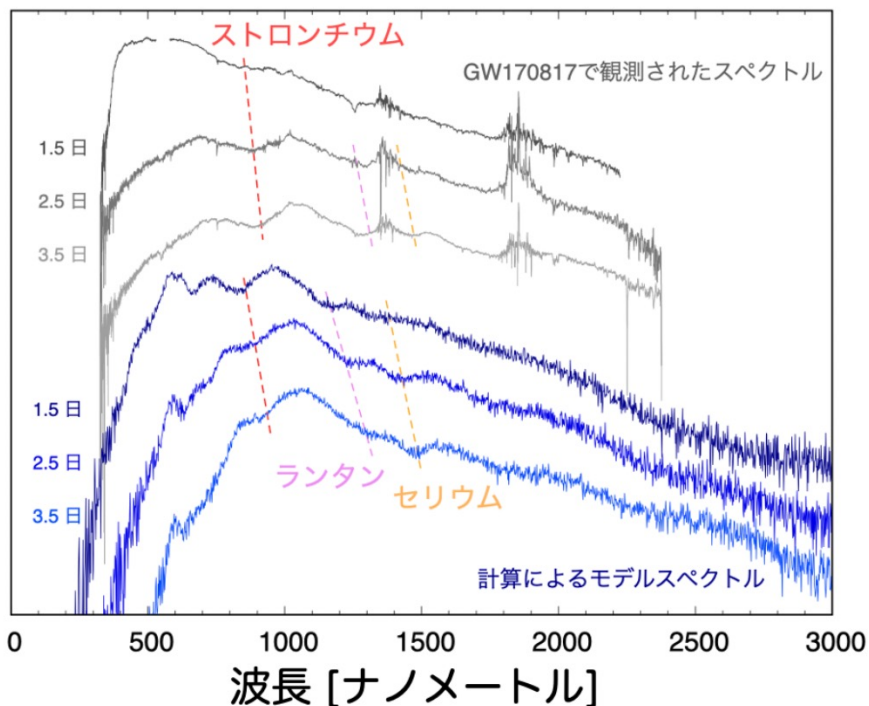


LTAOにむけた新レーザーガイド星生成システムの実装がすすんでいる
(2022年3月すばるトピックス)

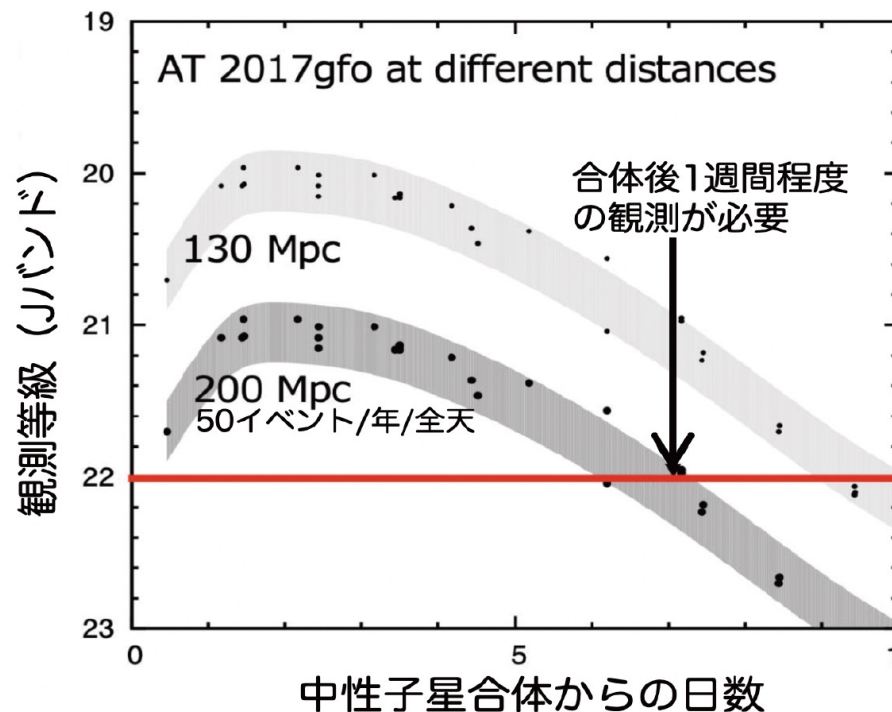
補償光学性能シミュレーションで予想される
波長に対する星像の改善

Terao et al. SPIE (2022)

▶ 中性子星合体の観測により、宇宙の重元素の起源を解明する



中性子星合体の電磁波対応天体のスペクトルと想定される重元素の特徴の例。



2028年に始まる重力波観測O5において期待される感度200Mpcに現れる中性子星合体電磁波対応天体の近赤外線(Jバンド)での光度発展予測。

すばる望遠鏡の大口径+LTAO

広帯域を一度に分光



高感度

高効率

NINJA

NINJA近赤外線分光器 仕様（先行開発中）

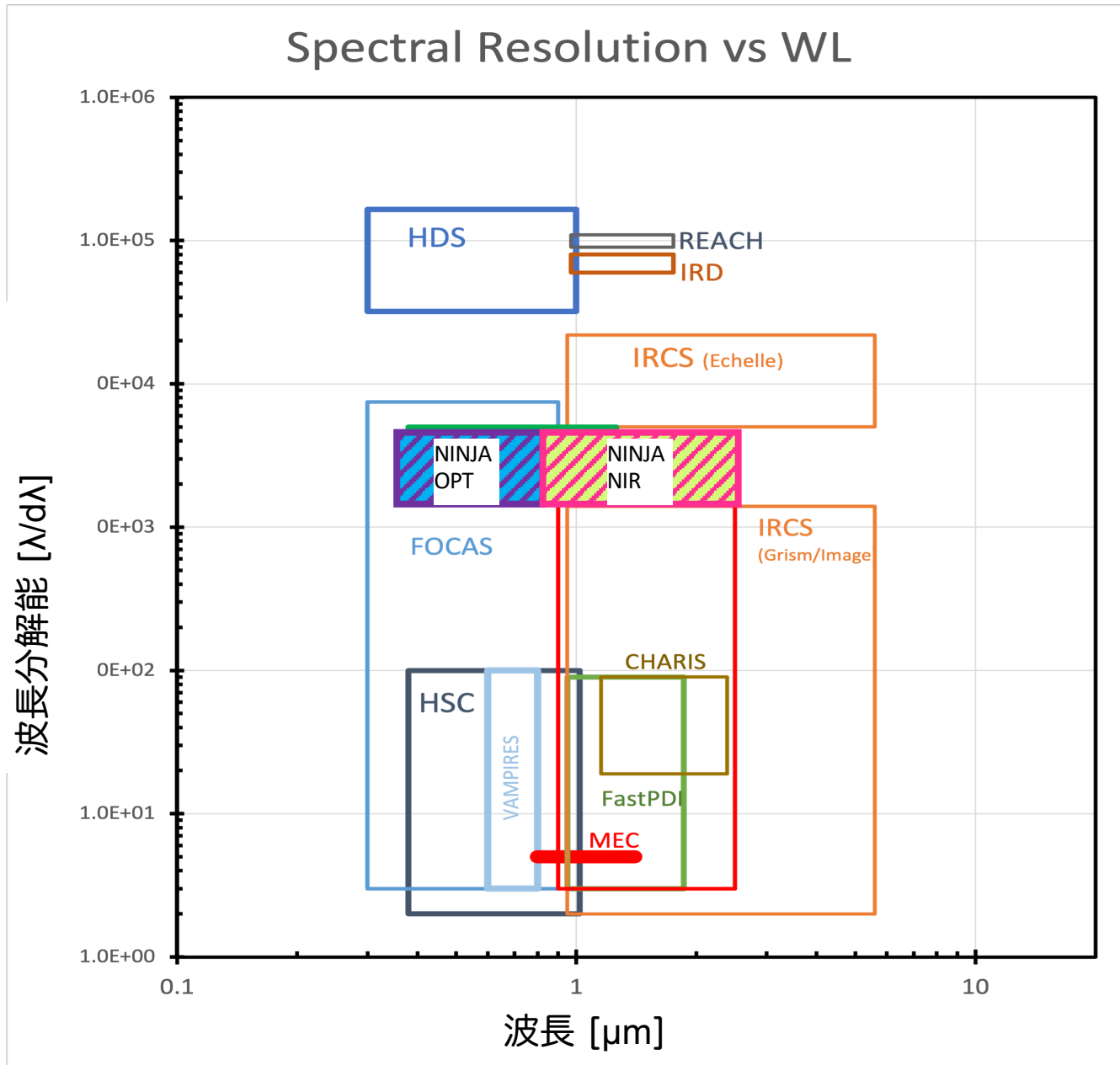
観測モード	シングル分光
波長範囲	0.83 – 2.5 μm
F比	13.9
スリット幅 波長分解能	0.35" R~3300 0.21" R~5500 0.5" R~2310 0.7" R~1650
スリット長	5"
検出器	HAWAII-2RG (2048 x 2048 pix)
画素サイズ	18 $\mu\text{m}/\text{pix}$
サンプリング	3.3 pix
ファーストライト目標	2026年度

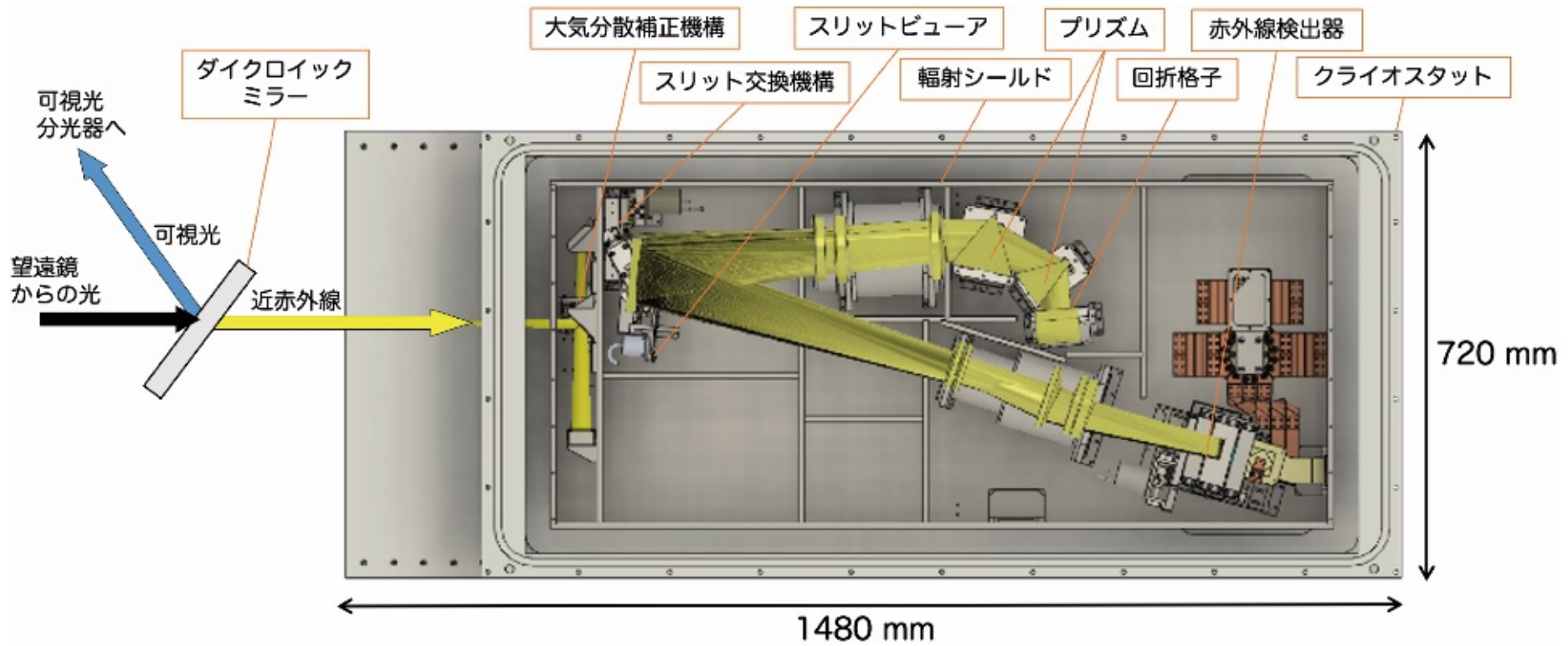
- すばる望遠鏡へ持ち込み装置として申請（2024年8月）
- 持ち込み装置レビュー実施（2024年11月）

NINJA可視光分光器 仕様

観測モード	シングル分光
波長範囲	370 – 830 nm
F比	13.9
スリット幅 波長分解能	0.35" R~3300
スリット長	5"
CCD	2kx2k pix
画素サイズ	15 $\mu\text{m}/\text{pix}$
サンプリング	3.3 pix

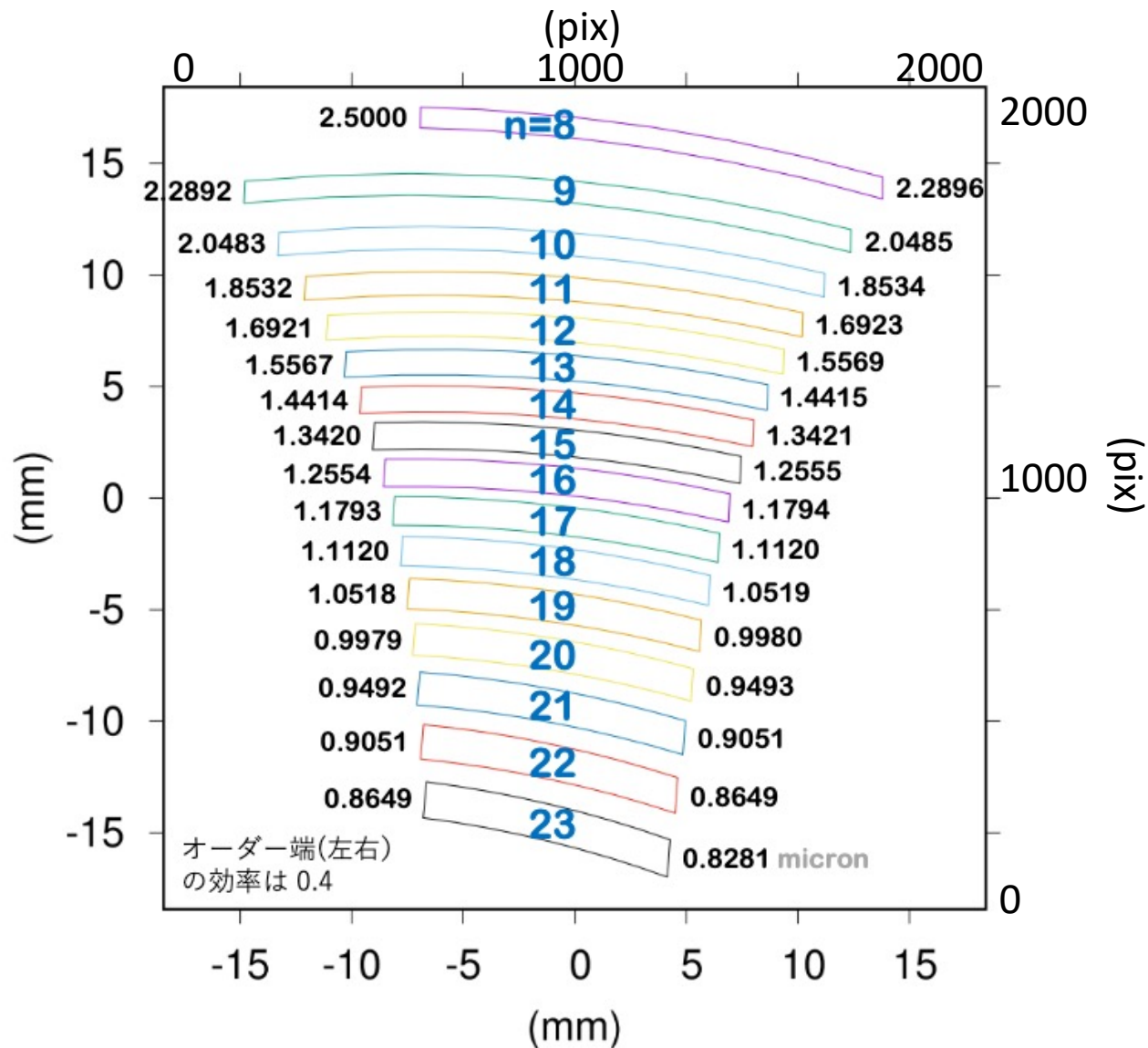
- 可視光分光器の開発予算獲得に向けて活動中

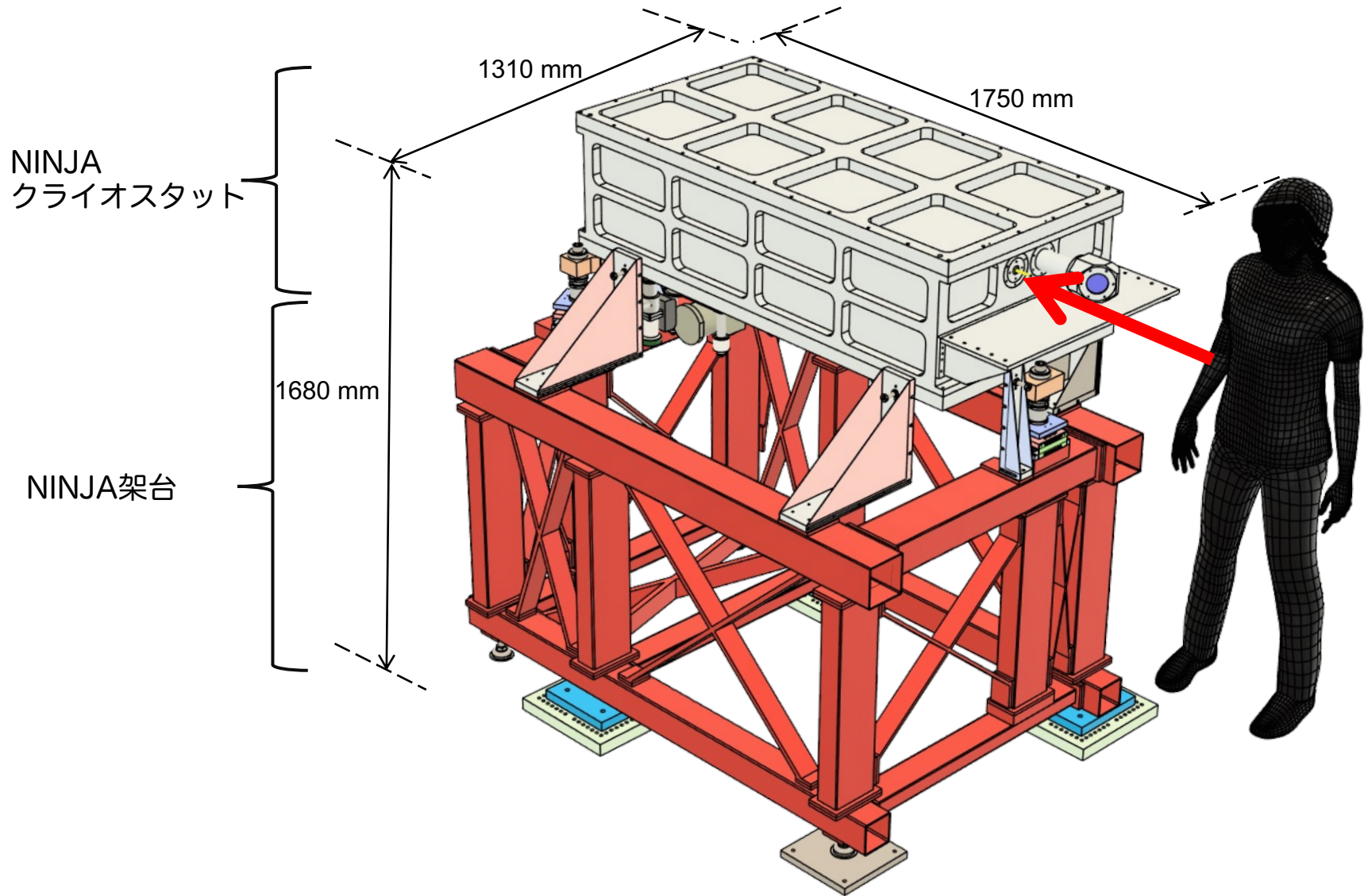


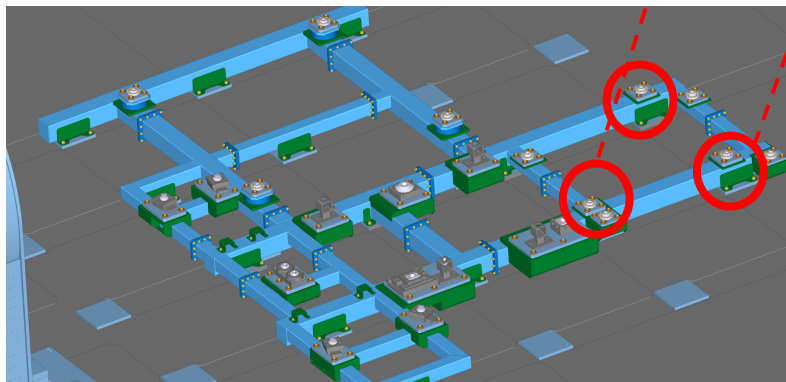
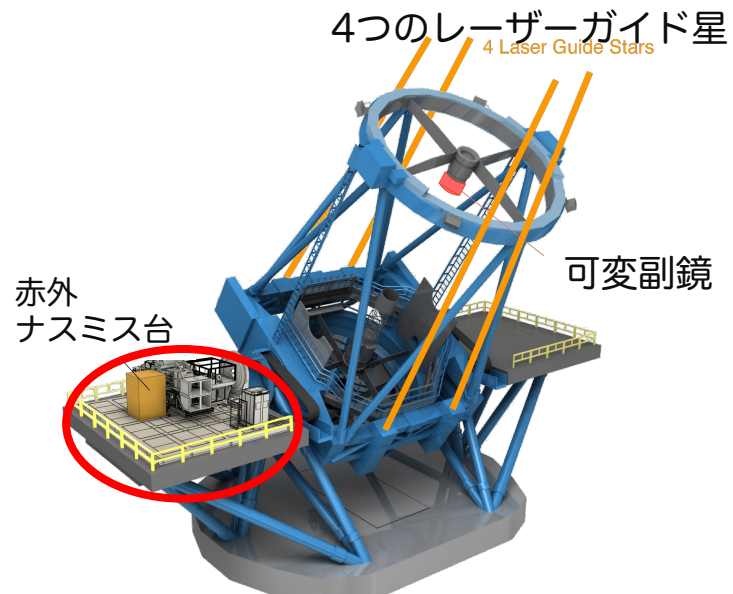
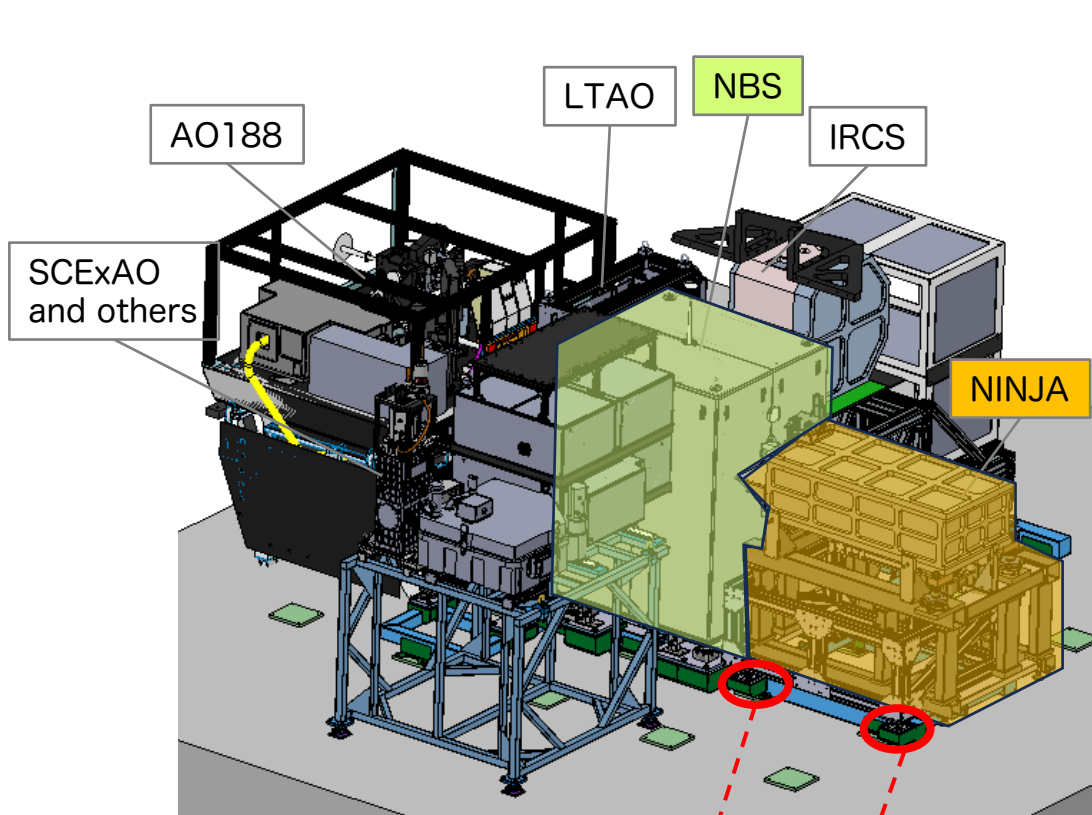


NINJA近赤外線分光器 光学系（上から見た図）

0.83-2.5 μm のスペクトルを1枚の検出器で得る。







赤外ナスミスプラットフォーム
(2025年夏に導入)

割り当てられたポートに装置を載せたうえで
望遠鏡光軸に対して装置光軸を合わせる

鏡の切り替え機構（ナスミス・ビーム・スイッチャー）により、装置交換なしでの装置の切り替えが可能になる。
2025年8-9月で実装中。

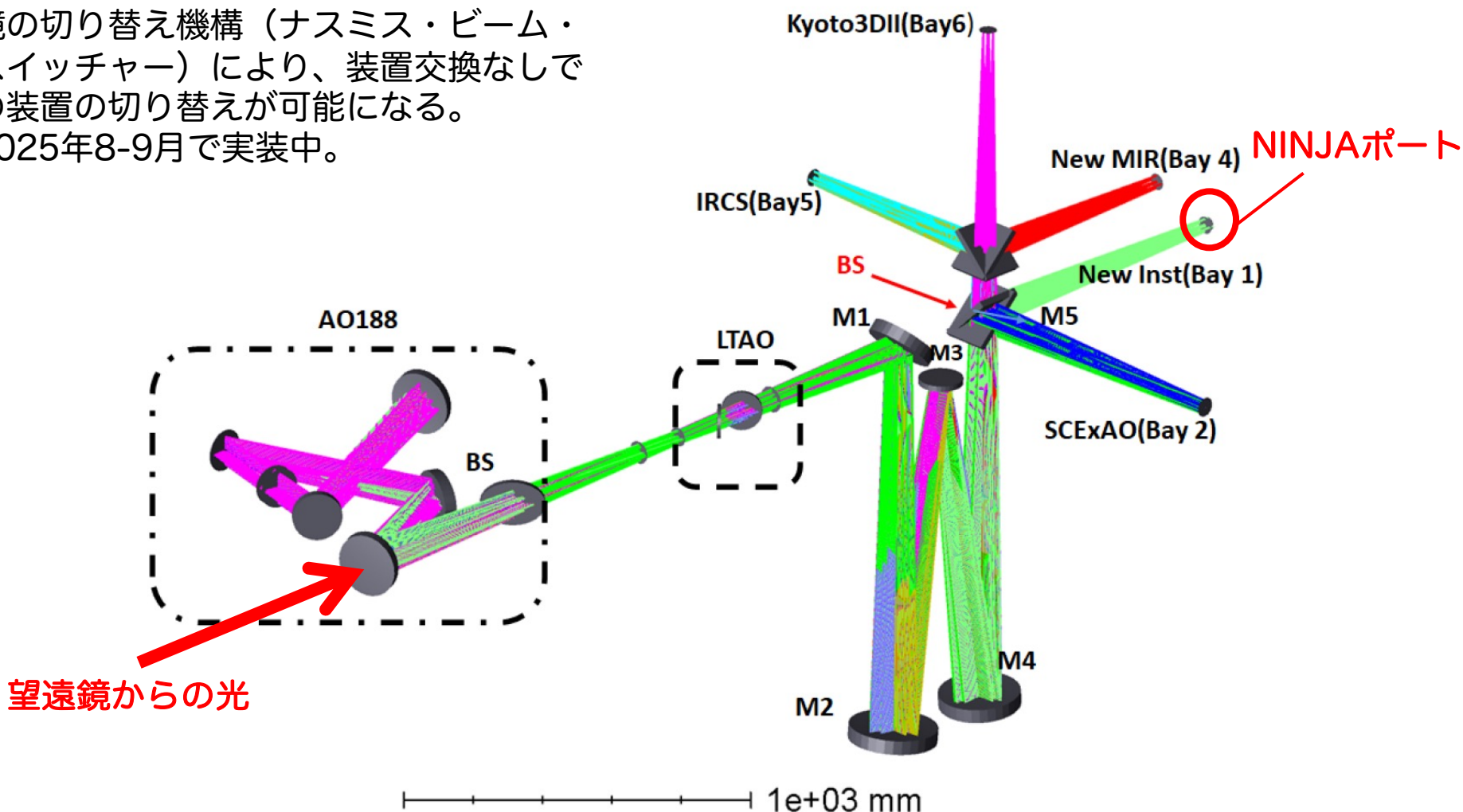
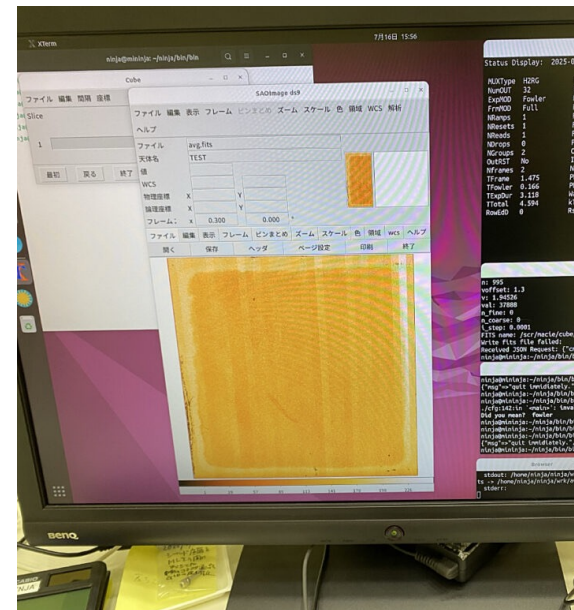
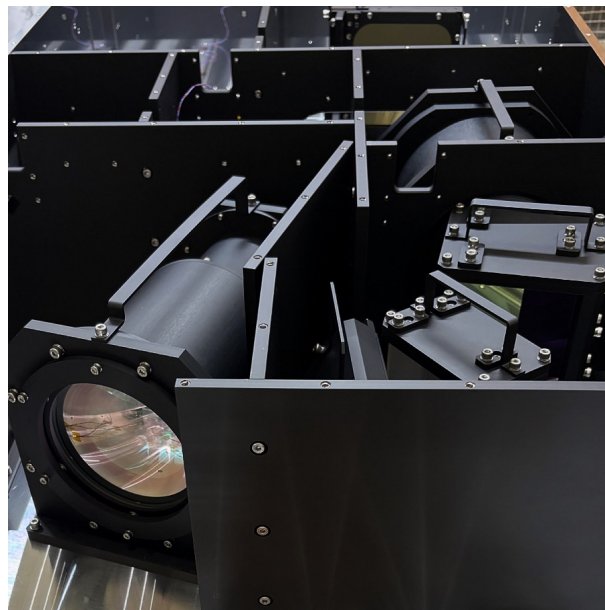
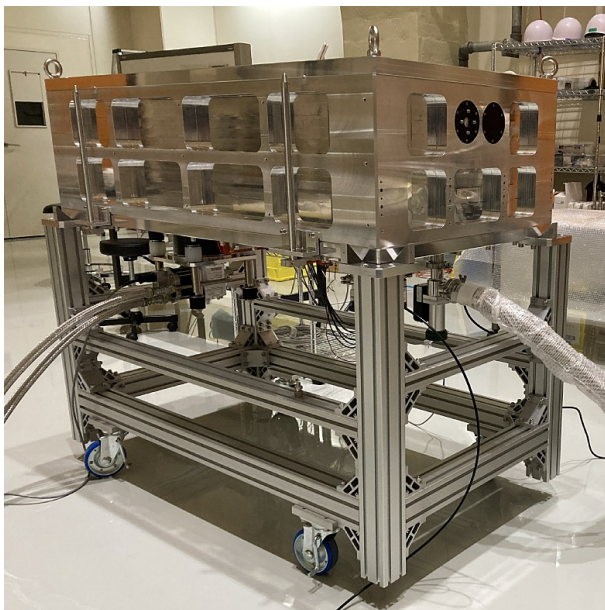


Figure 2: Optical layout of SNBS with all the instrument bays



2025年2月
 クライオスタット冷却試験
 無負荷にて光学定盤50K以下達成

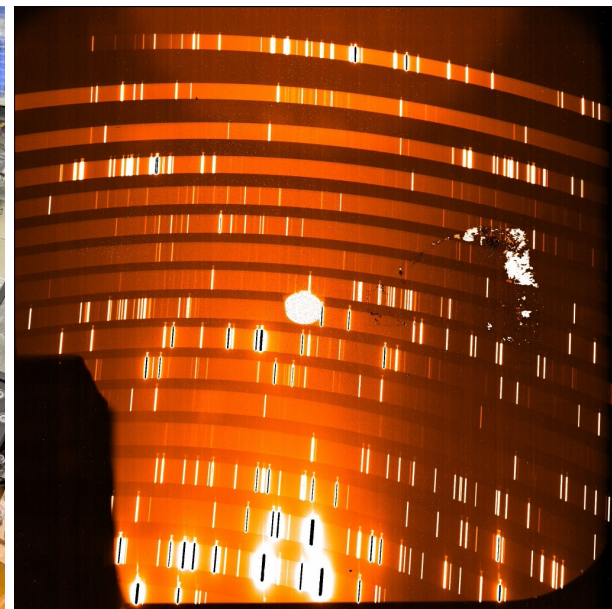
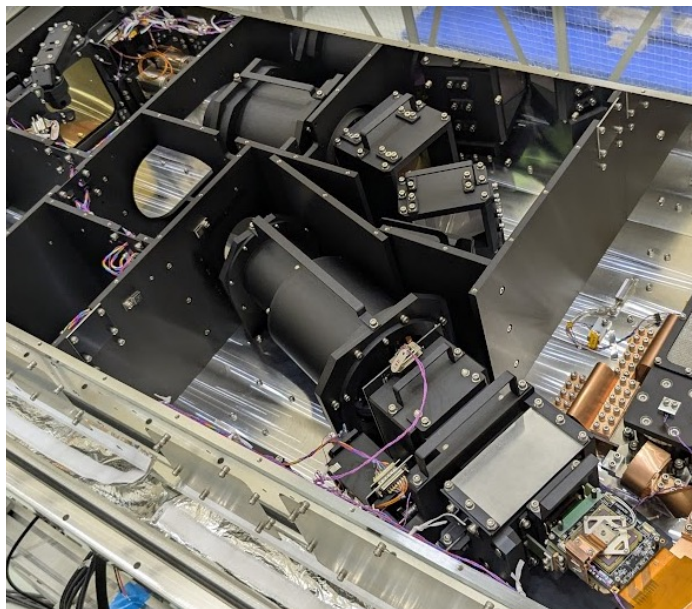
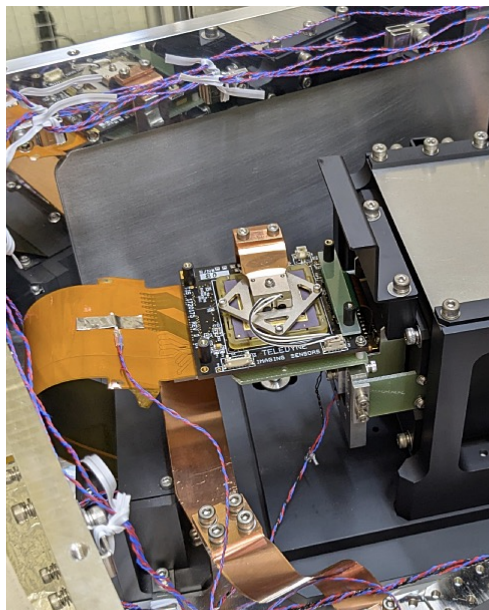
2025年3月
 光学素子冷却サイクル試験
 光学定盤75K温調達成

2025年7月
 検出器読み出し系冷却試験
 エレキの低温動作確認

クライオタット	
光学定盤	光学素子
検出器エレキ	H2RG検出器
低温駆動機構	制御ソフト

クライオタット	
光学定盤	光学素子
検出器エレキ	H2RG検出器
低温駆動機構	制御ソフト

クライオタット	
光学定盤	光学素子
検出器エレキ	H2RG検出器
低温駆動機構	制御ソフト



初の分光画像@2025/9/22

2025年8月
H2RG検出器試験
運用温度80Kでのノイズ評価

2025年9月
光学系性能・オプトメカ低温駆動試験
スペクトル画像初取得

クライオタット

光学定盤

光学素子

検出器エレキ

H2RG検出器

低温駆動機構

制御ソフト

クライオタット

光学定盤

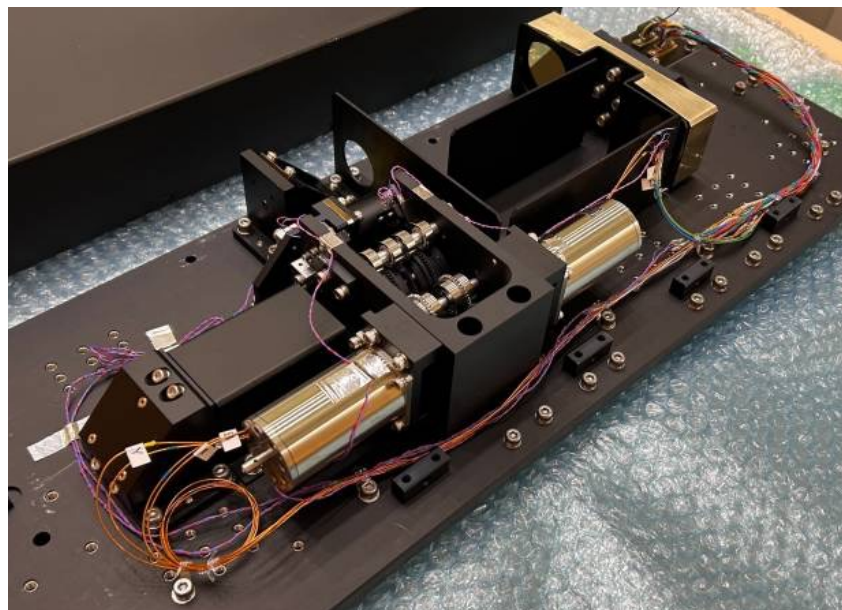
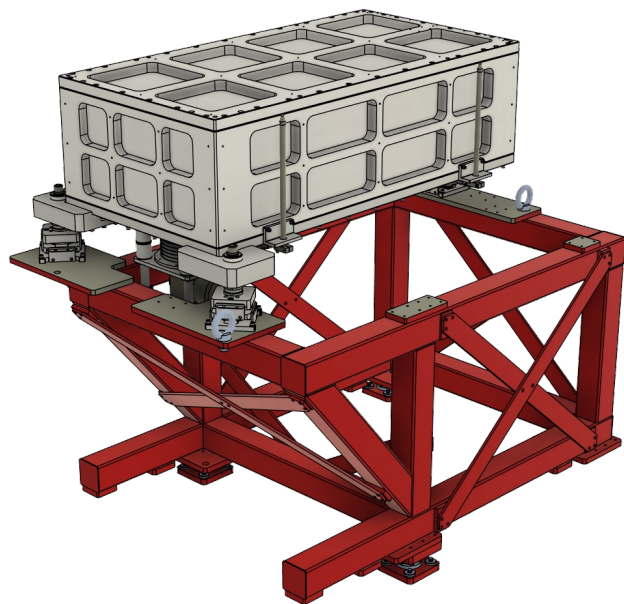
光学素子

検出器エレキ

H2RG検出器

低温駆動機構

制御ソフト



2025年10月
赤外ナスミス用フレーム
フィッティング

2025年10月
低温オプトメカ駆動試験
低温光学調整試験

2025年11-12月
総合性能評価試験

12月
ATCでの
試験終了

クライオタツ

光学定盤

光学素子

検出器エレキ

H2RG検出器

低温駆動機構

制御ソフト

今ココ



	2025年			2026年												2027年		
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
三鷹 ATC	試験@ATC			ハワイへ輸送 ATC撤収														
ヒロ							輸送後試験											
すばる 望遠鏡					S26A						S26B							

▲ ハワイ輸送前レビュー
(予定)

▲ 山頂輸送前レビュー
(予定)

▲ 受け入れレビュー
(予定)

▲ ファーストライト
エンジニアリング観測
(予定)

共同利用実績（2024年10月-2025年9月）

施設利用	開発棟1号館 多目的実験室2	2025年3月で撤収しました
	開発棟2号館 302号室	検出器単体冷却試験を実施
	開発棟3号館 TMT装置環境試験室	クライオスタットの冷却試験を実施 (3相200V、循環冷却水、クレーン、ネットワーク等) 2026年3月までに撤収予定
機械工作依頼	マシンショップ工作依頼 (製造設計グループ)	<ul style="list-style-type: none"> 検出器試験用ふた加工 (2024年11月) サンドブラスト使用 (2025年1月) ふた穴あけ加工 (2025年1月) フランジ追加工 (2025年1月) スパーサー加工 (2025年6月) ヒートシンク加工 (2025年6月) 迷光対策板金加工 (2025年7月) 検出器固定ボルト加工 (2025年7月) 検出器収納固定金属台加工 (2025年8月)
設備関係依頼	設備係作業依頼 (設備チーム)	<ul style="list-style-type: none"> 検出器単体試験のための液体窒素供給 TMT装置環境試験室の空調管理 ボンベラックの床アンカー打ち (2024年12月) 試験デュワー輸送 (フォークリフト) (2025年4月)
研究支援関係		<ul style="list-style-type: none"> 検出器保管庫整備 さまざまな調達対応 海外メーカーからの直接購入対応

多岐にわたりお世話になっております。ありがとうございます。
2025年度末までATC共同研究開発でお世話になる予定。
引き続きよろしくお願い致します。



- “NINJA: NIR spectrograph carry-in instrument status overview”, Yoshida et al., Subaru Users Meeting 2024, Poster Presentation (2025)
- “Overview and current status of NINJA: Subaru Optical-to-NIR spectrograph”, R. Sato et al., SUPER-IRNET Workshop 2024, Poster Presentation (2024)
- “Compensation of defective pixels by mechanical shift of an NIR array detector used in the NINJA echelle spectrograph”, K. Yanagisawa et al., Proc. SPIE, Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy X, 13096-256 (2024)
- “NINJA: the wide-band spectrograph optimized for the Laser Tomography Adaptive Optics”, NINJA Team, Subaru Users Meeting 2023, P16, Poster Presentation (2024)
- “NINJA : Subaru Optical-to-NIR spectrograph optimized for LTAO”, NINJA Team, SUPER-IRNET Workshop 2023, Poster Presentation (2023)
- “NINJA : an LTAO assisted optical and near-infrared spectrograph of Subaru Telescope”, C. Tokoku et al., Proc. SPIE, 12184, Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy IX, 12184-293 (2022)
- 「NINJA 赤外線検出器サイエンスグレード H2RG 読み出し最適化結果」, 田中, 日本天文学会2025年秋季年会, 口頭発表 (2025)
- 「広帯域分光装置NINJA 赤外線検出器システム最適化」, 田中, 第55回天文・天体物理若手夏の学校, ポスター発表 (2025)
- 「すばる望遠鏡広帯域分光装置NINJAの検出器システム最適化」, 田中, 天文学に関する技術シンポジウム, 口頭発表 (2025)
- 「広帯域分光器 NINJA およびスリットへの導入手法の開発」, 幸野, 可視赤外線観測技術ワークショップ2024, 口頭発表 (2024)
- 「すばる望遠鏡広帯域分光装置 NINJA 近赤外線検出器システム開発」, 田中, 可視赤外線観測技術ワークショップ2024, 口頭発表 (2024)
- 「すばる望遠鏡広帯域分光器NINJAの開発」, 東谷ほか, 2024年度ATC UM, 口頭発表 (2024)
- 「NINJA 赤外アレイ制御の取り組み」, 柳澤ほか, 2024年度ATC UM, ポスター発表 (2024)
- 「すばる望遠鏡 広帯域分光装置NINJA 概要と近況報告」, 佐藤ほか, 2024年度光赤天連シンポジウム, ポスター発表 (2024)
- 「すばる望遠鏡・高感度広帯域分光装置NINJAの検出器読み出し系の開発」, 田中健翔, 2024年度 第54回天文・天体物理若手の会, ポスター発表 (2024)
- 「すばる望遠鏡 広帯域分光装置NINJA開発報告」, NINJAチーム, 2023年度光赤天連シンポジウム, ポスター発表 (2023)
- 「すばる望遠鏡広帯域分光装置NINJA 近赤外分光器の概要」, 安田彩乃, 第11回 可視赤外線観測装置技術ワークショップ 2022 (2022)
- 「すばる望遠鏡広帯域分光装置 NINJA : 観測装置」, 東谷ほか, 日本天文学会2022年秋季年会, V204a (2022)
- 「すばる望遠鏡広帯域分光装置 NINJA : 科学目標」, 守屋ほか, 日本天文学会2022年秋季年会, V205a (2022)

- すばる望遠鏡向けの持ち込み装置NINJA近赤外線分光器をATCで開発中。
- クライオスタットに、検出器・光学系・低温駆動機構を含むオプトメカなどを全て入れて75K（運用温度）で性能評価試験中。
- 2025年内にATCでの試験を終了予定。
- 2026年早々にハワイへ輸送予定。
- 2026年度内にファーストライト試験観測を申請予定。
- NINJA可視光分光器の開発予算獲得準備中。開発が決まればATCで開発を行う予定。