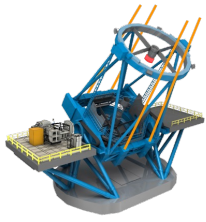
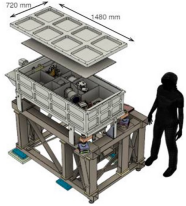


すばる望遠鏡 広帯域分光装置 NINJA 概要と近況報告



佐藤理究 (早稲田大学), 東谷千比呂 (PM), 守屋堯 (PS), 本原顕太郎, 尾崎忍夫, 柳澤顕史, 大野良人, 美濃和陽典, 寺尾航暉, 早野裕, 小山佑世, 富永望, 大内正己, 田中賢幸, Sadman Ali (国立天文台), 田中雅臣, 秋山正幸 (東北大), 長尾透, 松岡良樹 (愛媛大学), 播金優一, 榎引光佑, 穂満星冴, 安田彩乃, 幸野友哉, 田中健翔, 藤井扇里 (東京大学), 吉田道利 (PI, 国立天文台)



NINJA HP



NINJA近赤外分光器は

1. 究極的な補償光学に最適化することによる高い感度
2. 一度に広い波長域を観測することによる高い観測効率
3. 突発天体のToO観測への対応を実現します

NINJA 概要

Near-Infrared and optical Joint spectrograph with Adaptive optics (NINJA) はすばる望遠鏡の次世代補償光学であるレーザートモグラフィ補償光学 (LTAO) に最適化して設計・開発が行われている中分散可視・近赤外同時分光装置です。LTAOは点源に対してすばる望遠鏡の回折限界に迫る空間分解能での観測を可視と近赤外の広い波長域にわたって可能とする補償光学であり、ULTIMATE-Subaru 計画で開発される広視野地表層補償光学 (GLAO) と合わせて現在開発が進んでいます。さらに、NINJAは赤外ナスマスに設置予定のナスマスビームスイッチャー (NBS) に接続されます。これにより赤外ナスマス装置間での装置交換を行わずに済むため、突発天体のToO観測にも対応が可能となります。現在は近赤外分光器が先行して開発されており、将来的には可視分光器も開発予定です。近赤外分光器は2026年度の観測開始を目指しており、現在は国立天文台先端技術センター (ATC) で組み立て及び各種試験を進めています。

NINJAが実現する科学

NINJAの主な科学目標はキロノバを観測することによりn過程により生成される鉄より重い元素の起源を解き明かすことです。これまで重力波イベント GW170817 とその電磁波対応天体であるキロノバ AT2017gfo の観測により中性子星合体において重元素が合成されることが示唆されています。しかしキロノバが観測されたのはこの一例のみであり、中性子星合体に伴う一般的な元素合成プロセスについて理解するためにはより多くのキロノバを観測する必要があります。重元素からの放射の主要な特徴は可視光と近赤外線に現れます。さらに合体後1週間程度経過すると放出された物質の中心部分が見えるようになり、元素合成の全体像を捉えることが可能となります。そのため、中性子星合体によって合成されたn過程元素の量を推定するためにはキロノバを可視光と近赤外線とで合体後一週間以上観測することが重要となります。2027年開始予定の重力波望遠鏡第5期観測 (O5) では、200 Mpcの範囲内で発生する中性子星合体に由来する重力波が全天で年間50回程度観測されると見込まれています。200 Mpcの範囲内で発生したキロノバを一週間程度分光観測するためには近赤外線22等級という地上望遠鏡の近赤外分光器ではこれまでにない感度が必要とされており、NINJAはこの感度を達成できるように開発されています。

また、NINJAは遠方の超新星の観測により宇宙初期の超新星での元素合成過程について、高赤方偏移銀河やクエーサー、遠方Quiescent銀河の観測により銀河形成進化、宇宙再電離、超大質量ブラックホール形成などについても解き明かすことを目指しています。

NINJAはその高い感度、観測効率とToO観測への対応によりEuclid、Roman、ULTIMATE-Subaru、HiZ-GUNDAMなどによるサーベイ・モニター観測の分光フォローアップに適した装置となります。

近赤外分光器の光学設計と仕様

NINJA近赤外分光器の仕様は表1の通りです。近赤外分光器はエッセル分光器として設計されており、1つのHAWAII-2RG検出器によって全波長範囲を同時に観測することが可能です。近赤外分光器は観測条件により4つのスリットを選択することができ、各スリットはスリット交換機構による交換が可能です。NINJAのスリット幅はこれまでの分光器と比べて細く、天体導入手法の確立が技術的挑戦の1つとなっています。スリット長はディザリング観測の必要性から5"となっています。観測装置内部は環境や装置そのものからの熱放射に由来するノイズを防ぐため、約100 K以下に冷却されます。そのため駆動機構も低温環境下で駆動できるように設計されています。

表1. 近赤外分光器性能諸元

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 1枚 (2048 x 2048 pix)
ピクセルサイズ	18 $\mu\text{m}/\text{pix}$
サンプリング (0.35" スリット)	3.3 pix

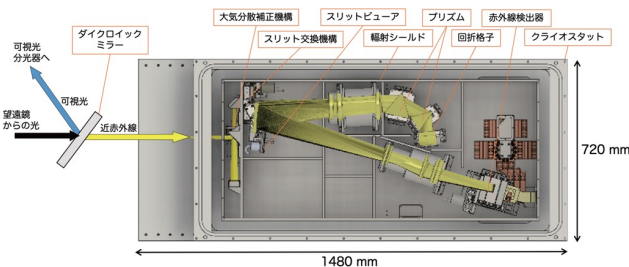


図4. 近赤外分光器のレイアウト

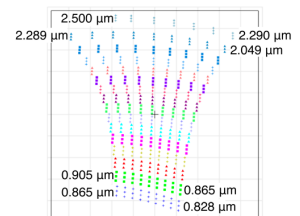


図5. H2RG検出器1枚の上でのスペクトル配置

開発の近況と今後の予定

近赤外分光器は設計と製造段階をすでに終了し、現在は国立天文台ATCで組み立て・統合・検証 (AIV) 段階に入っています。今年度中にAIV段階を終了し、来年のハワイへの移動を計画しています。

今後の予定:

S25B (2025年8月~) : エンジニアリングファーストライト (目標)

S26B (2026年8月~) : サイエンス観測開始 (目標)

将来的に可視分光器も開発予定です。



図7. 開発中のNINJA (ATC)

本研究はSPS科研費 21H04997の助成を受けたものです。また、国立天文台先端技術センターの共同開発研究として、組み上げと性能評価試験等において先端技術センターの設備等を利用しています。

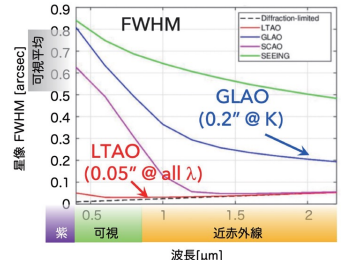


図1. LTAOの性能予想

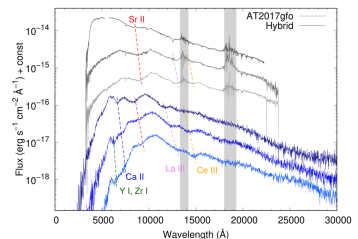


図2. AT2017gfoとモデルのキロノバのスペクトル (Domoto+22)

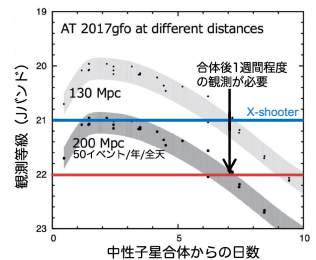


図3. バンド光度曲線