

京都産業大学 神山天文台の現状

京都産業大学 大坪 翔悟



神山天文台について

- 2010年4月に運用開始（来年で15年）
- 京都市にあるキャンパス内に併設された1.3m荒木望遠鏡と開発実験設備

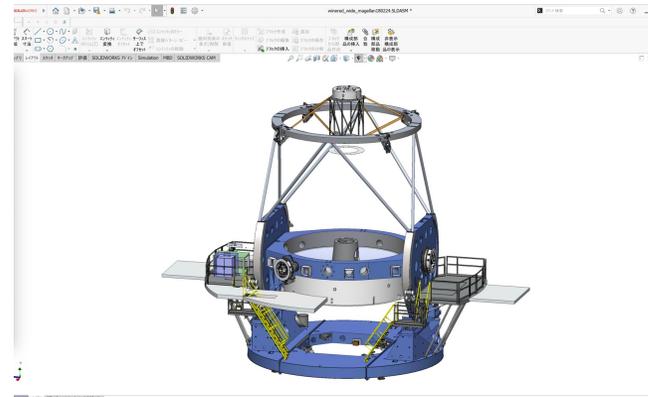
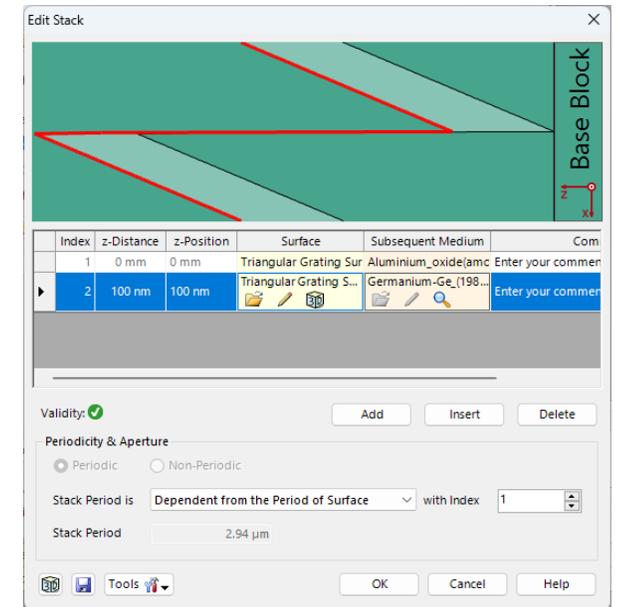
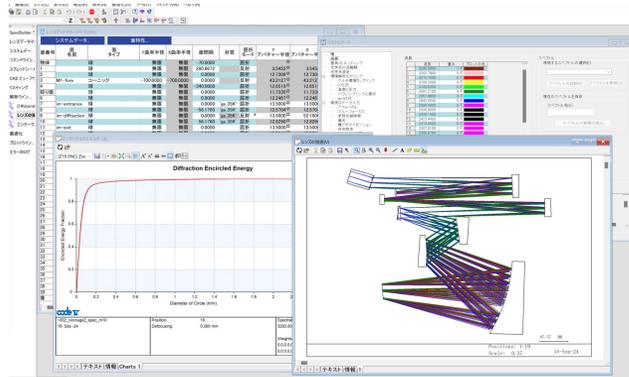


本学の象徴として初代学長・荒木俊馬博士の産学協同の精神を具現化



神山天文台の環境を（一部だけ）紹介

- 居室 x2（観測分野と開発分野+設計ソフトウェア）
- メンテナンス室（3Dプリンター、切削機）



神山天文台の環境を（一部だけ）紹介

- オプトショップ（ZYGO製レーザー干渉計、非接触3次元測定器 etc.）
- クリーンルーム（クラス100）
- 測定室（30Kクライオスタット、FTIR）



コミュニティの課題

- ▶ 次世代の装置開発を担う**人材**の不足



- ▶ 公的**資金**に頼らざるを得ないにも関わらず、開発費用（モノ、ヒト）の巨大化

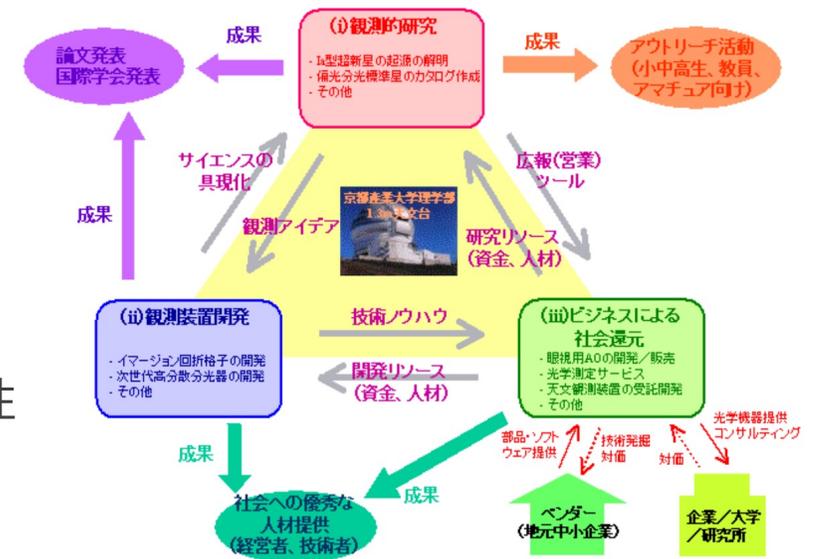


- ▶ 産業界や他研究機関との技術や人材、金の**交流**不足



神山天文台のアプローチ

- ▶ 次世代の装置開発を担う**人材**の不足
 - 共同利用に供さず、プロジェクト占有型の施設として、他に縛られない観測や開発拠点
 - 中小プロジェクトを柱にし、学生やポスドクが開発～運営に至る隅々まで参加
- ▶ 公的**資金**に頼らざるを得ないにも関わらず、開発費用（モノ、ヒト）の巨大化
 - 大学予算を基本として目的や期日に縛られない資金繰り
 - ビジネスによる独自の資金・人材の調達経路を確保
- ▶ 産業界や他研究機関との**技術**や**人材**、**金**の**交流**不足
 - 技術やノウハウ・お金を提供し、相互利益を得られる関係性
 - 観測や開発を起点とした交流の場



15年経過した現状・赤外線高分散ラボ

- 赤外線高分散分光をテーマとしたあらゆる研究の拠点
- 東京大学や国立天文台など他機関の研究者にも大いに支えてもらいながら
- 海外研究者との連携、海外望遠鏡との連携
- 産業界の技術も相互に協力しながら積極的に活用



LIH
赤外線高分散ラボ
Laboratory of Infrared High-resolution spectroscopy

ラボについて About us | トピックス Topics | メンバー Members | プロジェクト Projects | 研究成果 Research

|| 「赤外線高分散ラボ」について

赤外線高分散ラボ(LIH)は、国内外の研究者が集う世界屈指の赤外線高分散分光天文学の拠点です。
観測・装置開発といった手法を用いて、天文学および惑星科学における様々な研究テーマを推進しています。

News & Topics

神山天文台
KOYAMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

京都産業大学 理学部
Faculty of Science

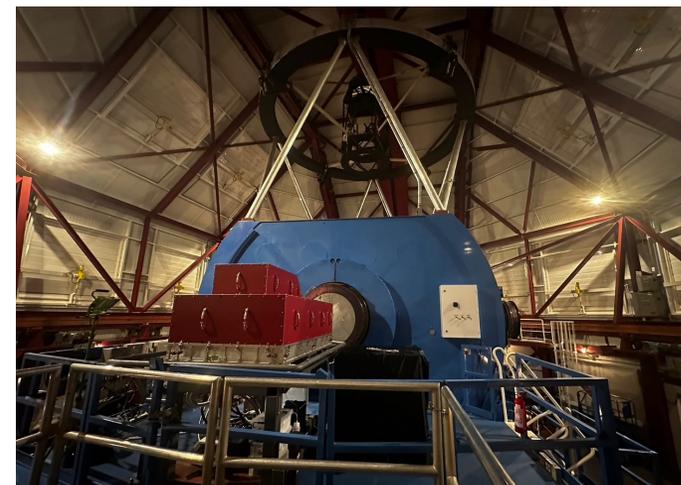
東京大学 大学院
理学系研究科・理学部
SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO



WINERED

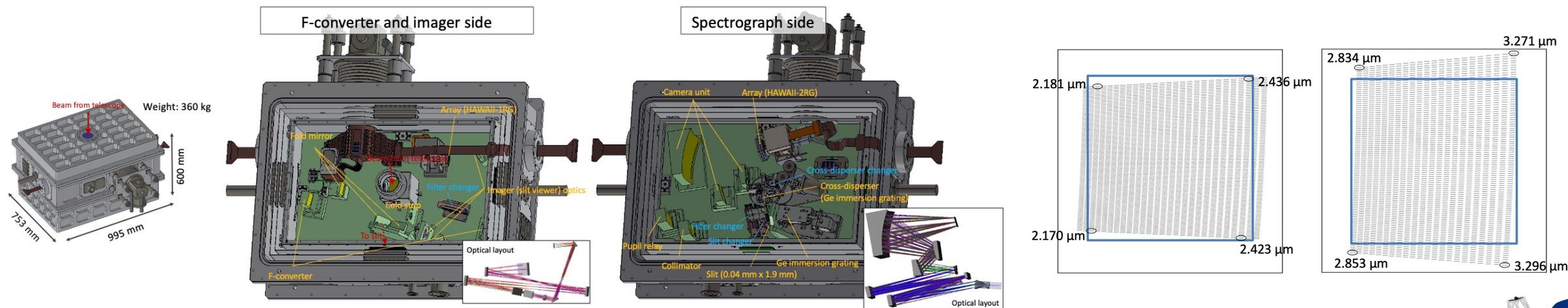
- 東京大学と開発した0.9-1.35 μm のエシェル型近赤外線高分散分光器 (Ikeda et al. 2022)
- 神山天文台の設立時に、拠点を東京大学から京都産業大学へ移転
- 多くの企業、町工場の技術を駆使して、世界で1番の高感度を達成
- 細かい要素開発からプロジェクトの運用まで (支えてもらいながら) 学生が中心
- 2023年よりチリ・6.5mマゼラン望遠鏡にて年間~30夜以上の観測運用 (Otsubo et al. 2024)

	WIDE	HIRES-Y	HIRES-J
波長範囲	0.91 – 1.35 μm	0.96 – 1.11 μm	1.14 – 1.35 μm
最大波長分解能	28,000	70,000	70,000
スループット	> 50%	~ 40%	~ 40%
スリット幅	0.3" (最大波長分解能), 0.42", 0.6", 1.2"		
スリット長	9"		
検出器	HAWAII-2RG 1.7 μm -cutoff (1 pixel = 18 μm)		



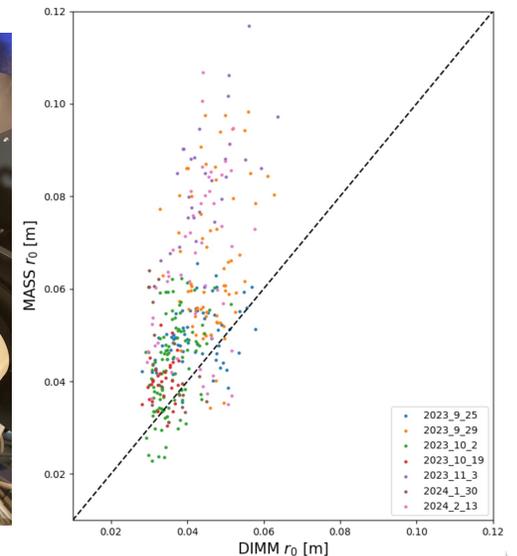
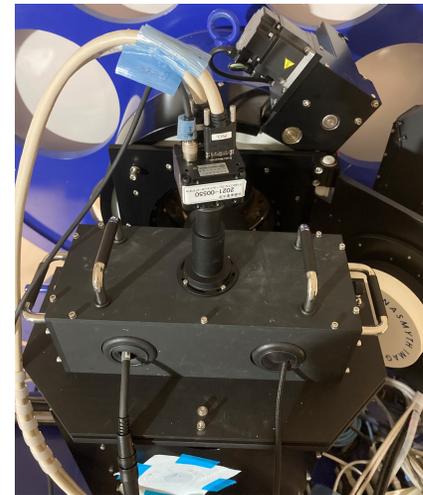
GARNET

- フォトクロスと開発するK,L-bandsの赤外線高分散分光器 (Sarugaku et al. 2024)
- キヤノンと協働で実現したGe-IGを用いて、波長分解能 $R \sim 200,000$ を達成
- 京セラのコージライトを全面に用いた光学系でアサーマルな設計
- これからの神山天文台アプローチの柱
- 詳細はこの後の猿楽の発表



赤外線高分散以外にも、CRAO + MAMO

- 2012年度より小型で安価な民間用AOの開発を目指して当時の学生がCRAOの検討を開始
- 現在の学生が主導して、大気擾乱モニタリング装置MAMOのグループを結成
- AOコミュニティに支えてもらいながら、実働部隊は学生のみで構成
- シミュレーションでの検証 (Sakabe et al. 2024) をもとに、オンスカイ試験を実施
- 良い意味で自由な開発・実証実験から、学術的な成果へ繋げるプロセスを経験

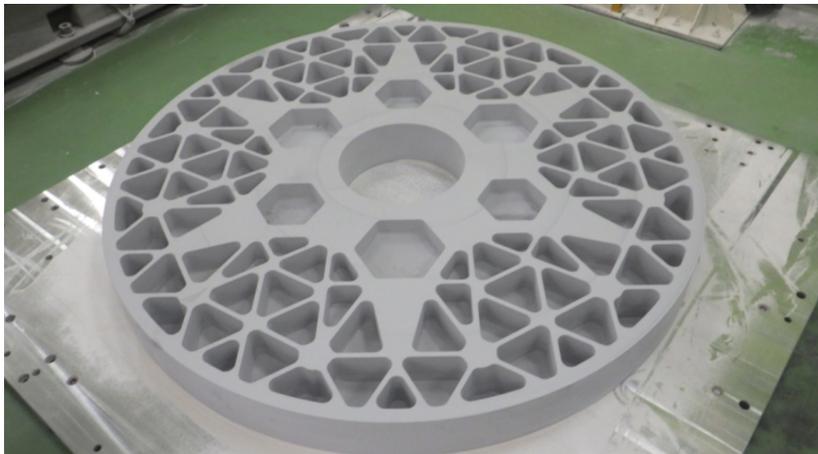


小牧 2024年秋季天文学会

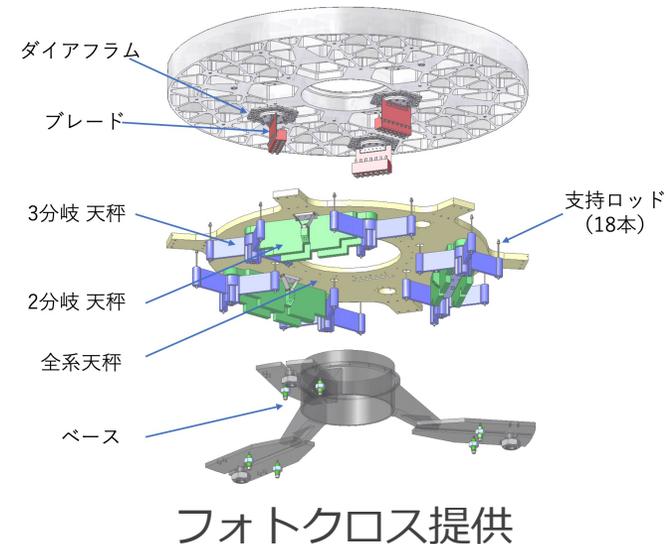


さらには、荒木望遠鏡も実証試験のテーマ

- 更新を機に、主鏡と副鏡を京セラ製コージライトを基盤とした鏡へ変更
- 京産大、京セラ、フォトクロスの連携包括協定（2024年8月2日 締結）により実現
- フォトクロスによる鏡、支持機構のデザインと鏡の研磨技術
- コージライトの優れた加工性により、550kg → 150kg まで軽量化に成功



京セラ提供

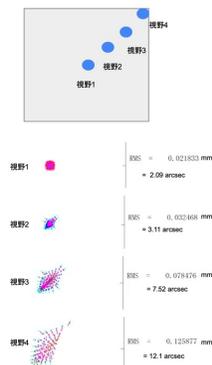
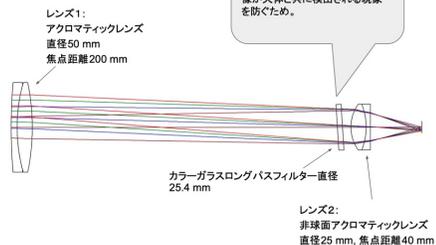


別の切り口で、理学部への実習開講

- 京産大理学部 3 回生の天文観測技術特別実験（開講から10年以上経過…）
- 観測課題と予算が与えられ、天体の選定～仕様の決定～設計～製作～観測・解析まで

光学設計の結果

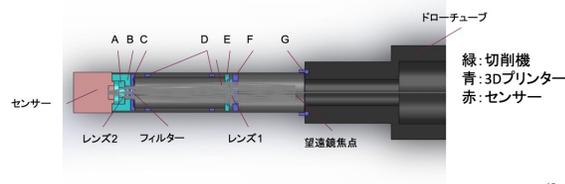
●使用レンズ・フィルター



機械設計

二つの案を作成→片方の案が上手くいかなかった時のため

二つに共通する設計→塩ビパイプの中に一回り小さいパイプを入れ、中でレンズとフィルターを固定



製作



3Dプリンター: 7点
切削機: 1点

本来は切削機が3点の予定だったが、上手く製作出来なかったため2点を3Dプリンターに変更。

製作部品がちょうどはまらない場合、塩ビパイプの周りにテープを貼ったり、逆に製作部品をやすりで削ったりして調整。

8/4(金) 観測1日目

〈スケジュール〉

- 19:30 取り付け
- 19:51 アライメント(フォーカス調整)
- 22:14 M56を観測(5s 85枚)
- 24:00 M13(10s 5枚, 15s 112枚), NGC7789(30s 5枚)を観測
- 25:39 曇天により観測を中止、フラットとダークを取得

〈取得した校正データ〉

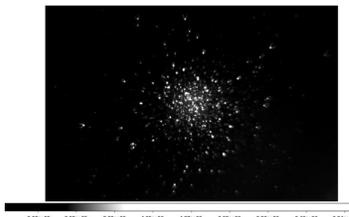
- ・フラット 5s(20枚)
 - ・ダーク 5s(20枚), 15s(20枚), 30s(10枚)
 - ・NGC6543(pixel scale測定用) (20s 5枚)
- ※1日目はセンサーの冷却を入れ忘れた



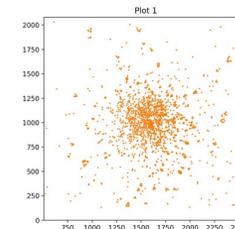
データ解析 (M13 analysis with gaussian model)

1次処理済みデータにガウス関数のモデルを使い、星の測定(ピークカウント、総カウント数、SNRなど)を行った。

この観測データのFWHMは $2.88 \pm 0.39''$



M13の1次処理済み画像



ガウスフィッティングを行った画像



神山天文台が目指したものは実現したのか

- 次世代の装置開発を担う**人材**の不足
 - 細かな開発事項から運用まで、プロジェクトの全てを味わい尽くせる環境とサポート体制
 - 15年で30名以上の卒業生が、業界内外問わずに活躍中
 - その中で神山天文台を支える人材や、連携企業への就職も
 - ポスドクの修行の場としても
- 公的**資金**に頼らざるを得ないにも関わらず、開発費用（モノ、ヒト）の巨大化
 - モノやヒトを確保し、プロジェクトを支えたのは、大学の予算（～60%）
 - たまに大きな予算（私学助成金など）でステップアップ（～30%）
 - 数百万円クラスの外部資金で改修や観測運用（～10%）
 - 自由度のある資金繰りの実現？
 - ビジネス面は別のカタチとなって実を結ぶ
- 産業界や他研究機関との技術や人材、金の**交流**不足
 - 京セラとフォトクロスとの協定でひとつのカタチに
 - キャンパス内に自由に使ってもらおう企業向け実験室などを設置
 - 外部のたくさんの人に助けられてはいるが…



結論とこれからの課題

- 小型望遠鏡、中小規模のプロジェクトの意義は大いにある
 - 科学的な成果を生み出すコンパクトな計画だからこそ、次世代の育成が両立
 - ただし、これまでは影響力のある特定の人に支えられてきた現実
 - 人に依存するのではなく、実力と体力のある組織形成ができる仕組みが課題
 - もちろん、専門性が問われる分野なので、他機関、企業の協力は不可欠
 - 恩恵に預かって終わりではなく、それを還元できるようなカタチ作りが課題
 - 15年を経て周辺的环境も変化し、方法や体制を見直すタイミング
 - 経営し続けることが何より産学協同の精神を具現化することに繋がる



まとめ

- 京都産業大学・神山天文台では、装置開発を中心に研究・教育活動を遂行
 - 他機関、企業の協力を得ながら、研究と教育の両立
 - 継続できる組織（とプロジェクト）の運営方法を模索中
- 赤外線高分散分光器の運用・開発が天文台運用の柱
 - WINERED：東京大学などと協力し、マゼラン望遠鏡での観測運用を実施
 - GARNET：企業と協力し、最新技術を駆使した次世代機の開発＋サイエンスを遂行
- 荒木望遠鏡は観測研究のみならず、実験・検証の場として活躍
 - 理学部の実習開講や特別研究へのサポートも併せて
 - 装置開発の拠点を担いつつ、鏡や制御などあらゆる要素を題材に

