

神山天文台の現在

京都産業大学 大坪 翔悟

可視赤外線観測装置技術ワークショップ2024

本発表について

- 2016年の池田さんの講演内容を更新するもの？（M2大坪も現地で参加していた）

京都産業大学神山天文台における 装置開発の取り組み

2016年11月25日
京都産業大学／フォトコーディング
池田 優二

で、どうなったのか...（所感も含む）

- ▶ 開発研究について
 - ちょっと手を広げすぎた感もある...（5つの装置）
 - WINREDやIGのような尖がった成果もあり
- ▶ 資金について
 - 自己資金＋外部資金（私大助成、科研費など）
 - 人件費については、上記に頼らないルートも...（例：LLP京都虹光房）
- ▶ 教育について
 - 学位取得者 3名
 - 開発については、学部時代からの教育が重要
 - 真似事ではなく、本物のサイエンス／開発が必要（プロを育てるにはプロのレベルを知るところから）
 - 必ずしも天文関係に職を求める必要もない（それが結局すそ野を広げ、人材の流動性につながる）



神山天文台について

- 2010年4月に運用開始（来年で15年）
- 京都市内にあるキャンパスに併設された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・荒木俊馬の産学協同の精神を具現化



3つのテーマとアプローチ

▶ 次世代の装置開発を担う人材の育成

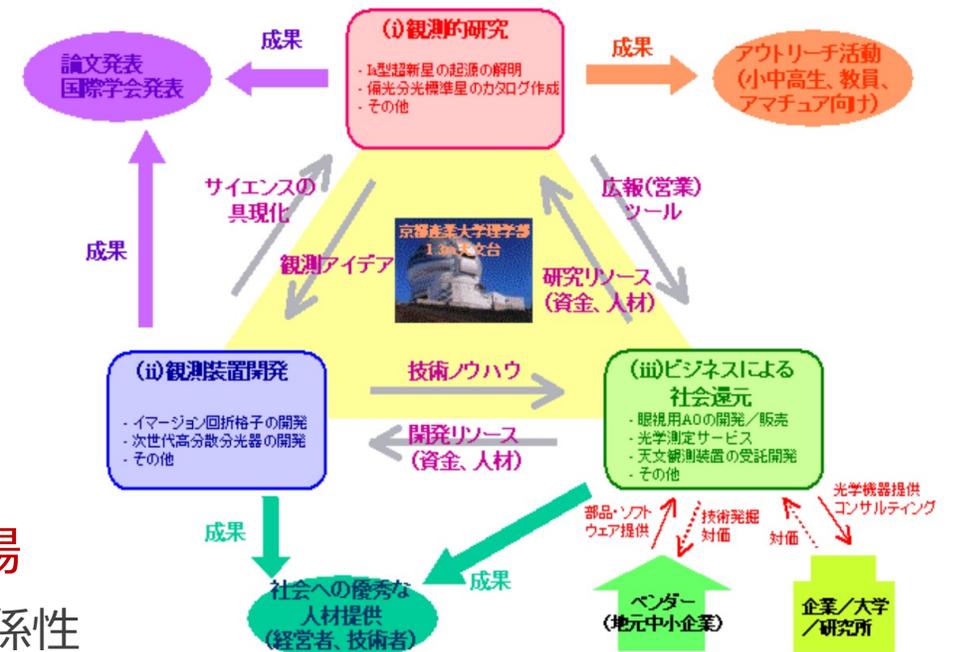
- 共同利用に供さず、プロジェクト占有型の施設（望遠鏡）として、他に縛られない観測や開発拠点
- 中小プロジェクトを柱にし、学生やポスドクが開発～運営に至る隅々まで参加

▶ 公的資金に頼らない独自の調達ルート構築

- 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人材や技術、お金の交流の場

- 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
- 開発を起点とした交流の場



神山天文台アプローチの柱、WINERED

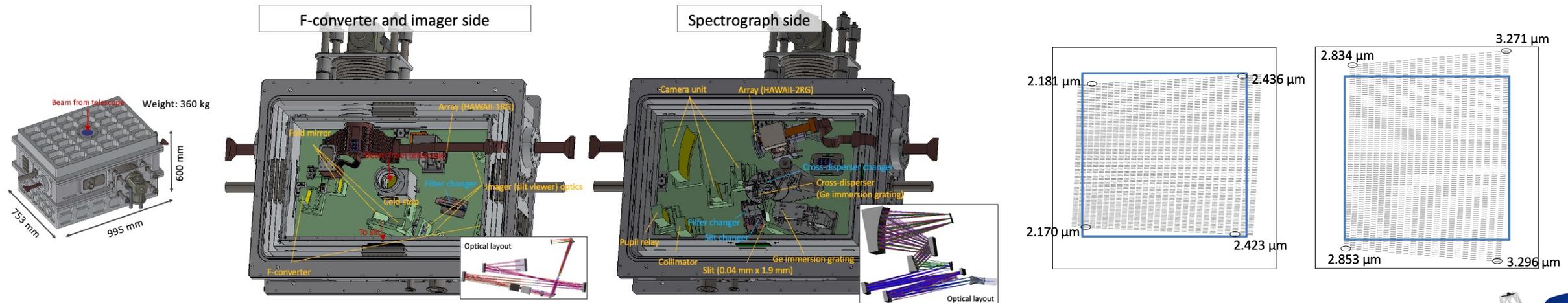
- 東京大学と開発した0.9-1.35 μm のエシエル型近赤外線高分散分光器 (Ikeda et al. 2022)
- 神山天文台の設立時に、拠点を東京大学から京都産業大学へ移転
- 企業と町工場の技術により、世界一の高感度を達成し、マゼラン望遠鏡へ (Otsubo et al. 2024)
- 細かい要素開発からプロジェクトの運用まで (スタッフに支えてもらいながら) 学生が中心
- 神山天文台アプローチを具現化するプロジェクトのひとつ
- これからはチーム外の観測者が使用する新しい運用フェーズへ (竹内の発表)

	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)		



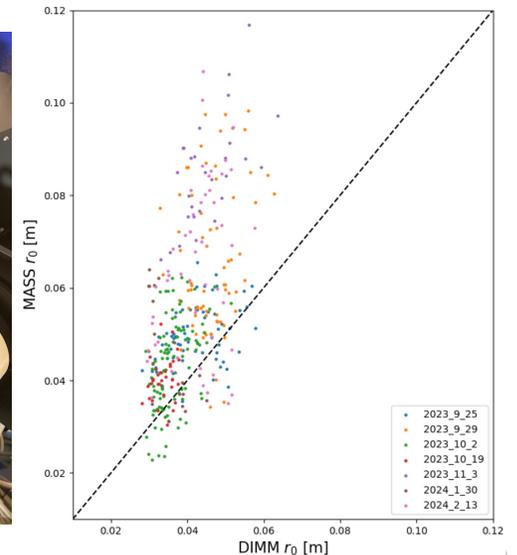
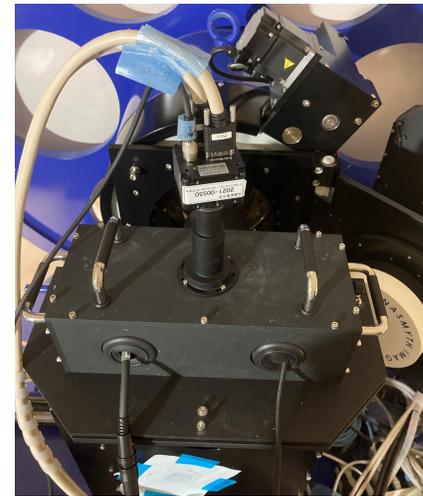
今後のアプローチの柱、GARNET

- 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)
- キヤノンによって実現されたGe製イメージング回折格子で、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、アサーマルでコンパクトな設計
- これまで共同研究を重ねた2つのデバイスがGARNET開発のキー
- これからの神山天文台プロジェクトの柱 (猿楽の発表)



赤外線高分散分光器以外にも、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
- 現在の博士課程の学生が主導して、大気擾乱モニタリング装置MAMOの開発グループを結成
- 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、荒木望遠鏡で試験を実施
- 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

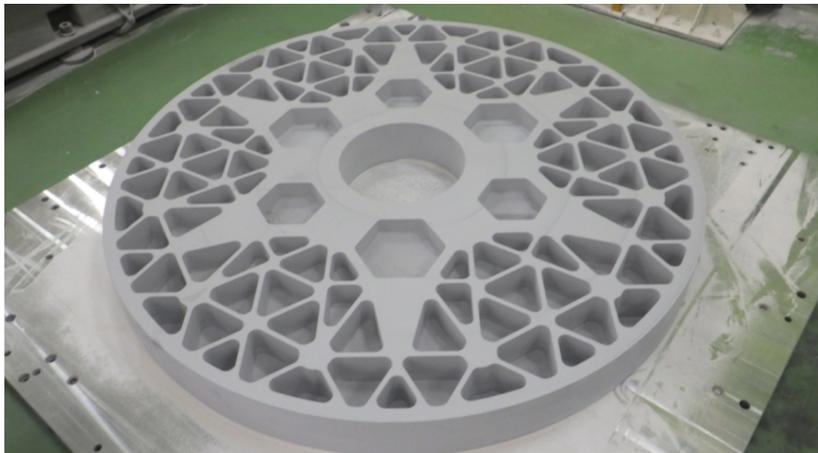


小牧 2024年秋季天文学会

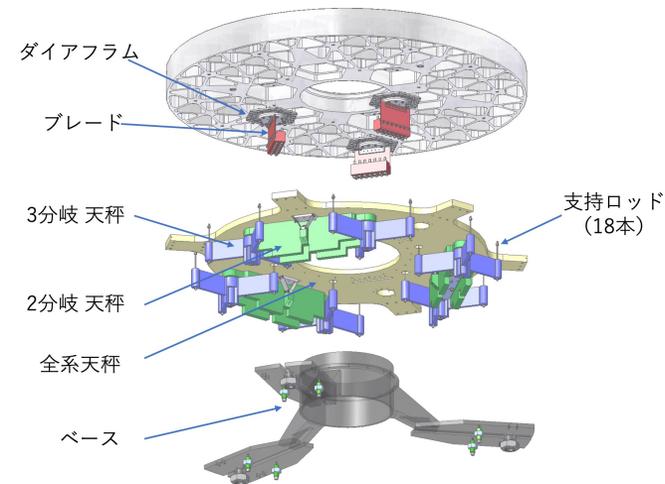


さらには、荒木望遠鏡も実証試験のテーマ

- 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
- 京セラ製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



フォトクロス提供

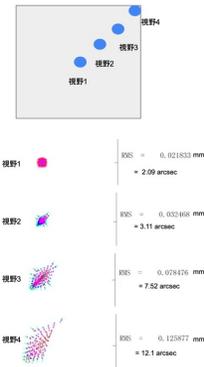
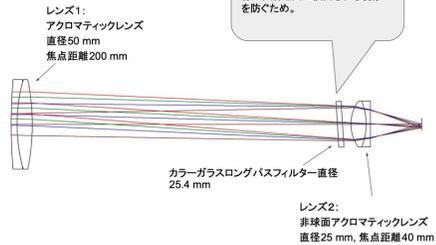


装置開発分野へのリクルート、理学部への実習開講

- 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

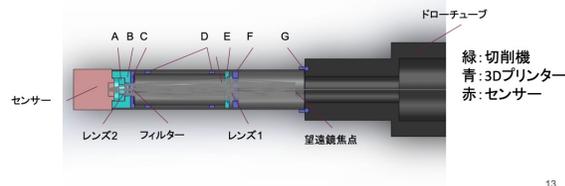
●使用レンズ・フィルター



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

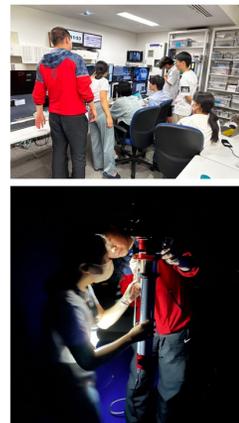
〈スケジュール〉

- 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)

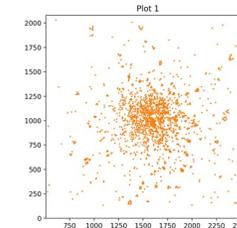
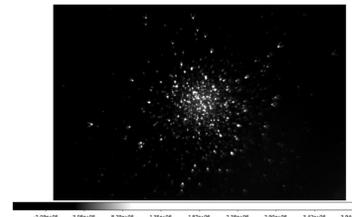
※1日目はセンサーの冷却を入れ忘れた



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 $2.88 \pm 0.39''$



装置開発分野へのリクルート、特別セミナー

- 研究テーマ、キャリアパスの紹介
- 外部からも講師を招聘し、学生の視野と我々の裾野を広げる
- お声掛けしますので、ぜひよろしくお願ひします

本原さんの講演の様子

井上さんの講演の様子



独自アプローチの結果

- 次世代の装置開発を担う**人材**の育成
 - 15年で30名以上の卒業生が、業界内外問わずに活躍中
 - その中でも、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**に頼らない独自の調達ルートの構築
 - 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（国立天文台の大学支援経費など）で改修や観測運用（～10%）
 - 自由度のある資金繰りの実現？
- 産業界や他研究機関との技術や人材、お金の**交流**
 - キヤノンのイメージジョン回折格子の実現でひとつのカタチに
 - 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える企業向けの実験室などを設置



これから目指すべきもの

小口径望遠鏡、中小規模のプロジェクトの意義は大いにある

- 科学的な成果をきちんと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
 - 個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必要
- もちろん、専門性が問われる分野なので他機関、企業との協力関係は不可欠
 - 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実態のあるカタチ作りが大切
- 15年を経て周辺環境も変化し、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**
 - 企業、他機関の協力を得ながら、研究と教育の両立
 - 現在過渡期：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・開発が天文台アプローチの柱**
 - 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：企業と連携し、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
 - 荒木望遠鏡は装置開発の拠り所であり、鏡や制御などあらゆる要素も題材に

