

鹿児島大学1m望遠鏡用 可視近赤外5色同時撮像装置の開発

川本 莉奈 永山 貴宏 須藤 順平 面高 俊宏 鹿児島大学大学院 理工学研究科 物理・宇宙専攻

<概要>

近赤外3色(J,H,Ks)同時撮像装置(以下、赤外カメラ)と可視光2色(g',i')同時撮像装置(以下、可視カメラ)の開発を行っている。
将来的に2つの装置を組み合わせ、5色同時撮像が可能な観測環境を目指す。
本発表では2つの装置の装置開発の状況について報告する。

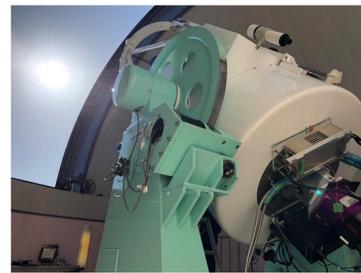


Fig.1: Kagoshima University 1m telescope



Fig.2: telescope site

<導入～多波長同時撮像装置開発の必要性～>

2017.08.17…中性子星連星が合体した際に発生した重力波を人類史上初めて検出
光・赤外線での追観測により得られた光度曲線 → rプロセスによる重元素の生成現場を捉えた [1]

系外惑星のトランジット観測で、トランジットの様子を異なる波長で観測
それぞれの波長でトランジットの深さが異なる例が存在
トランジットの多波長観測によって惑星大気の有無の判断が可能[2]

赤外線と可視光の光度の振る舞いが異なる激変星や突発天体の観測
→多波長を同時に観測することが重要

2つのカメラが完成すると、日本で最も多くの波長帯を同時撮像できる観測環境が実現

図1: V.A.Villar et al. 2017: The Combined Ultraviolet, Optical, and Near-Infrared Light Curves of the Kilonova Associated with the Binary Neutron Star Merger GW170817: Unified Data Set, Analytic Models, and Physical Implications

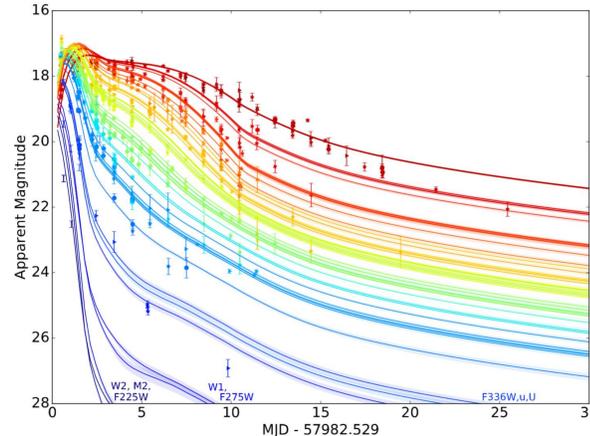


Fig.3: Light intensity change at each wavelength after merged neutron stars

<可視カメラの現状>

- ✓ 光学設計は完成
- ✓ 外装の機械設計を作成中

Focal length(i')	8004 (mm)
Pixel scale	0.6 ["]
Field of view	10.2 ["]
F-number	8
Wavelength(g' band)	0.48 (μm)
Wavelength(i' band)	0.77 (μm)

Table1: Specification of visible camera

Architecture	Full Frame CCD
Number of pixels	1024 × 1024 (pixels)
pixel size	24 (μm)

Table2: KAF-1001 Image sensor(CCD) parameter

<可視カメラ設計の概要>

- ・可視カメラ内にダイクロミックミラーを1枚搭載し、g'バンドとi'バンドを同時撮像
- ・CCD(KAF-1001image sensor)を用いて撮像
- ・ペルチェ素子を用いてCCDを-30°C程度に冷却
- ・読み出し回路は自作の予定

<可視カメラの光学設計>

光学収差を最小限にしシーイングリミットよりも小さな光学像を目指す
光学部品の材質・曲率半径・厚さ・部品の配置間隔の最適化を行った

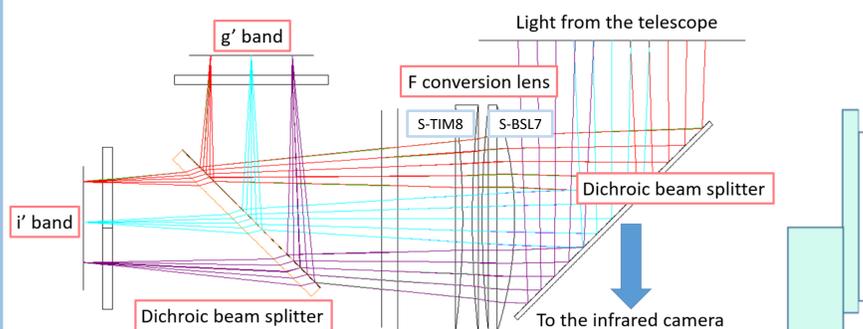


Fig.4: Optical design

<検出器面でのspot diagram>

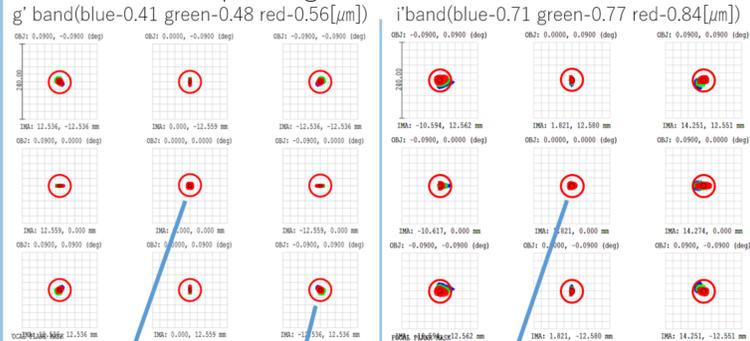


Fig.5: Simulation results of g' band

Fig.6: Simulation results of i' band

視野全面において観測所の平均的なシーイングサイズ以下の光学設計が完成

<赤外カメラの現状>

- ✓ 装置光学系・外装は完成
- ✓ 高速読み出し回路を開発中
- ✓ 検出器の搭載待ち(開発中)

Focal length(Ks)	5996 (mm)
Pixel scale	0.6 ["]
Field of view	10.8 ["]
F-number	6
Wavelength(J band)	1.25 (μm)
Wavelength(H band)	1.65 (μm)
Wavelength(Ks band)	2.15 (μm)

Table3: Specification of near infrared camera

<赤外カメラ光学系>

装置内に2枚のダイクロミックミラーを搭載
J,H,Ks bandを同時撮像
→観測時間の短縮、メンテナンス性◎

現在の状態

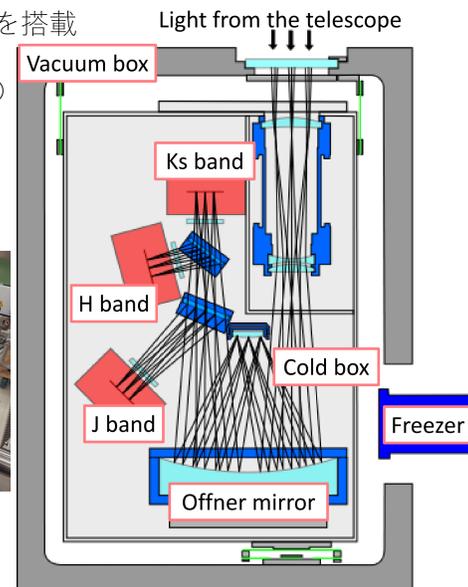
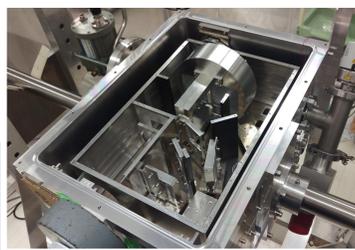


Fig.8: Infrared camera optics

<浜松ホトニクス製InGaAs検出器を用いた試験観測>
⚡赤外線カメラ完成への一番の壁は検出器の確保

今回、我々は国立天文台ATCの中屋氏の協力の元、浜松ホトニクス製InGaAs検出器のエンジニアリンググレードを赤外カメラに搭載する機会を得た。

2018.9.27~10.8の期間で赤外カメラを1m望遠鏡に搭載し試験観測を行った。



Fig.9: 浜松ホトニクス製InGaAs検出器

Material	InGaAs
Number of pixels	1280 × 1280 (pixels)
pixel size	15 (μm)
Quantum efficiency(J)	75%
Wavelength coverage	0.9~1.7 (μm)

Table4: InGaAs detector parameter

試験観測の際に撮影したM42



Fig.10: M42 (J band)

<今後の展望>

- ・可視カメラ真空容器外装設計の完成
- ・ペルチェ素子冷却性能試験
- ・CCD読み出し回路の開発
- ・可視カメラ光学試験
- ・InGaAs検出器高速読み出し回路の開発