

将来的に（～3年ぐらい）搭載できれば
という装置開発のお話です



ONIcam

(OUS Netsu-Infrared camera ; 岡山理科大学熱赤外カメラ)

本田充彦・大島修（岡山理科大学）
片坐宏一（ISAS/JAXA）、
宮田隆志、酒向重行、左近樹、上塚貴史（東京大学）、
藤吉拓哉（NAOJ）、友野大悟（Salesforce, Inc.）、
伊藤洋一（西はりま天文台）、軸屋一郎（金沢大学）、
渡邊誠、福田尚也（岡山理科大学）、
奥村真一郎（日本スペースガード協会）、板由房（東北大学）

観測実習ではお世話になっております

contents

- ONIcam 概要
- 中間赤外線とは？
- 中間赤外線をめぐる世界的状況
- 地上中間赤外線を狙うサイエンス
- 天文台検出器公募とMIRTOS
- 準備状況の紹介 一般に赤外装置は大変...
- 将来展望とまとめ

ONIcam概要



- **ONIcam = OUS(Okayama Univ. of Science)
Netsu Infrared camera**

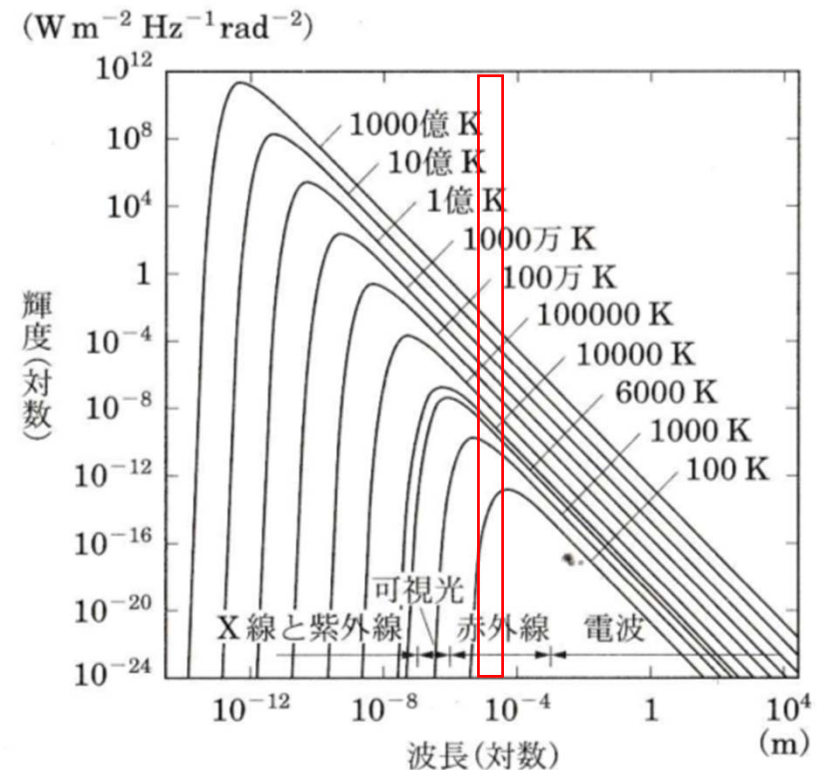
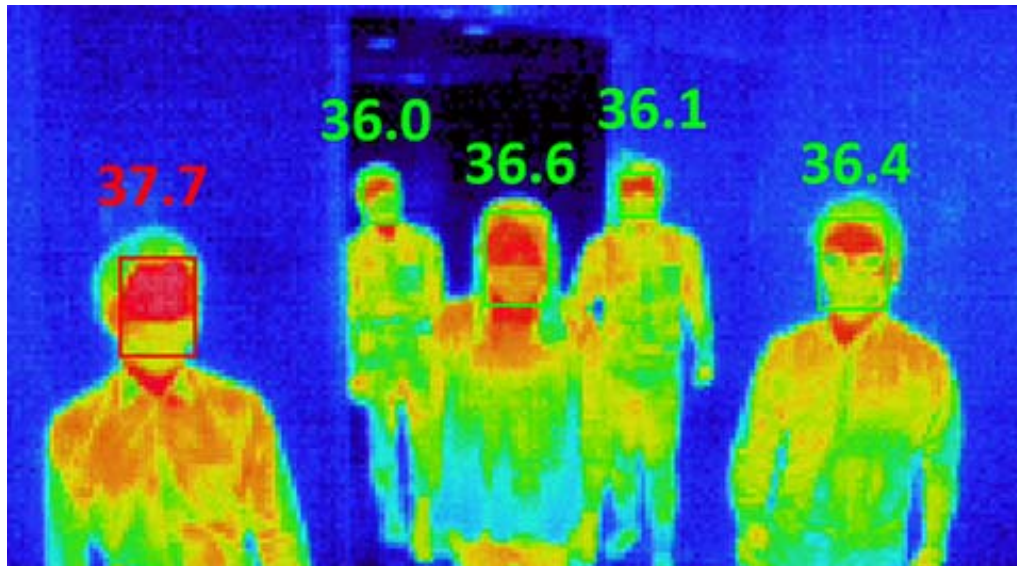
岡山理科大学熱赤外カメラ

命名者：大島修さん

- 岡山は桃太郎が有名だが... 実は**鬼の国**
- **温羅(うら、うらじゃ)**が支配していた吉備を吉備津彦命(桃太郎)が平定 (日本書紀・古事記)
- 仕様：元はMIRTOS(Tomono+2000)のMIR channel
 - 観測波長：1~28 μm (Raytheon 320 x 240 Si:As BIB detector; COMICS で使われてたもの)
 - 視野：90"x66"程度 (~0.29"/pixel)
 - 撮像(将来的に分光 or ファブリペロエタロン搭載可)
 - Chopping 機能を内蔵 (搭載)

中間赤外線とは？

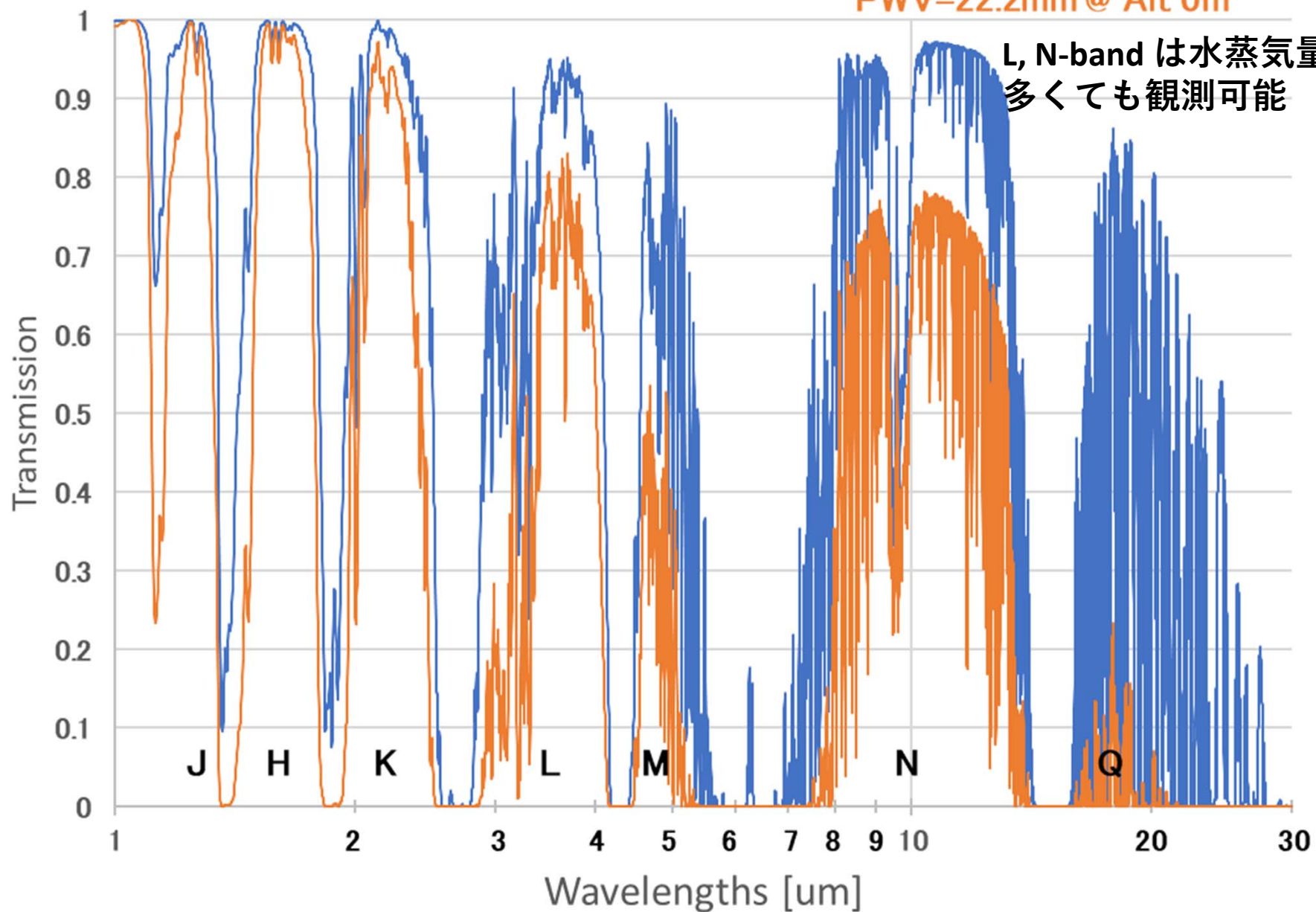
- 波長約 $3\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ 程度の赤外線
 - 常温($\sim 300\text{K}$)の熱放射のピーク波長
 - 市販の”サーモグラフィカメラ”で使われる波長帯
- 地球大気の窓が存在
 - L-band ($3.4\text{-}4.1\mu\text{m}$)
 - N-band ($8\text{-}13.5\mu\text{m}$)



中間赤外線の大気の窓

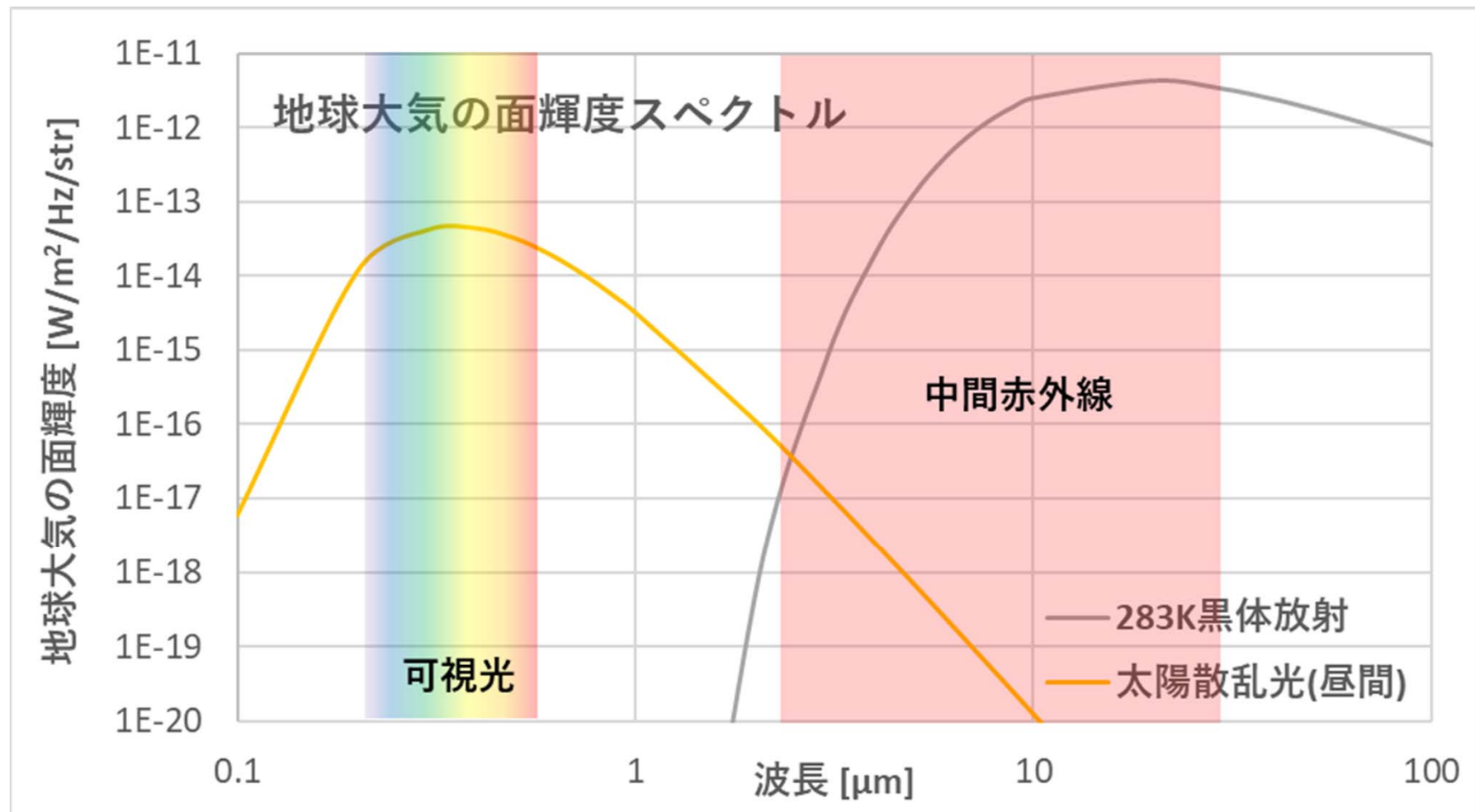
PWV=3.3mm @ Mauna Kea

PWV=22.2mm @ Alt 0m



地上から見た空の面輝度スペクトル

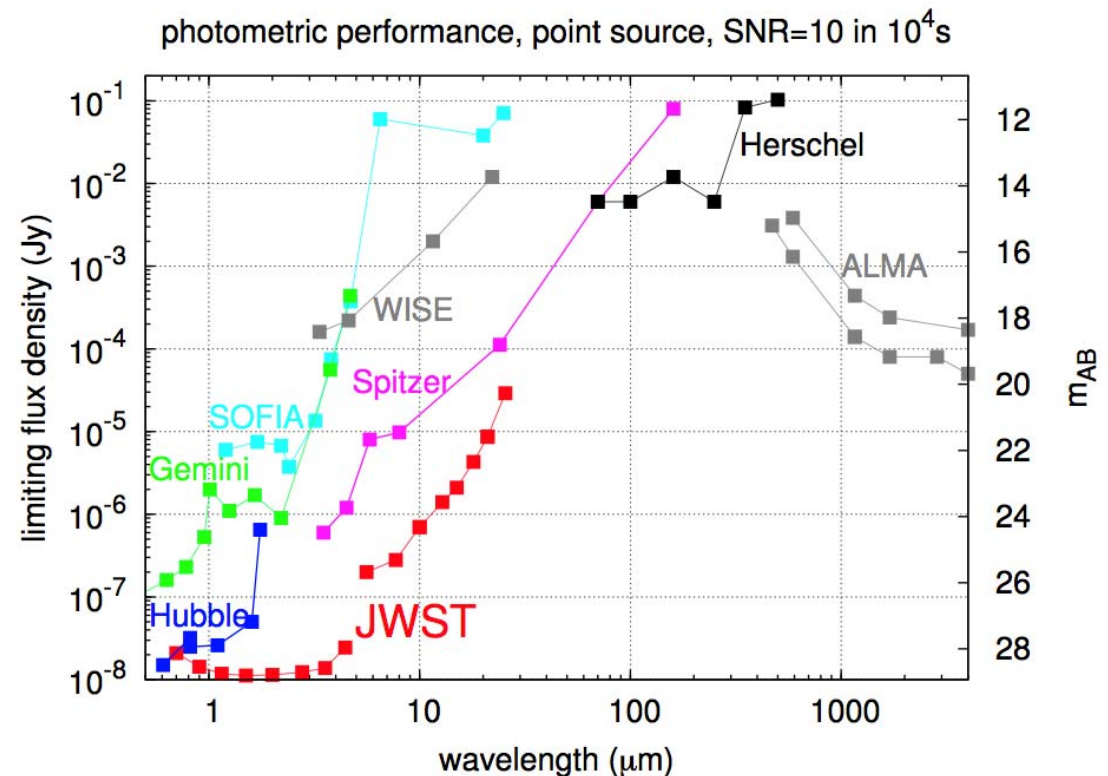
- 可視/近赤外は昼間の太陽散乱光を避けて夜に観測
- 中間赤外では強力な大気熱放射 → 背景光除去のため **chopping 必要、昼間観測が可能** (電波に近い)



(地上)中間赤外線サイエンス



- 実は中間赤外線天文学は今、世界的に盛り上がっている！ by JWST
- ただし地上中間赤外線は**絶滅危惧種**に近い
 - 圧倒的な感度差
 - 地上8mクラス (e.g. COMICS) ~WISE感度 1mJy@10um
 - Subaru/COMICS 2020年退役
 - 北半球8mクラスMIR装置が皆無！
 - もちろん国内は皆無
 - TAO/MIMIZUKU 2024年 First Light ?
- やれるサイエンスは無いのか？
→ 時間軸天文学！



明るい天体のモニタリング

- 赤外線天文衛星は暗い天体の観測に最適化されているので、**明るい天体は飽和 or 非線形性のため測光精度が低い**

板さんからの情報

- 時間変動が精度よく追えない
- そもそも天文衛星の**観測時間は限定的**
- 例えば大質量星(WR星など)は、様々なタイムスケールで変動
→ 質量放出・ダスト形成...
(初期)宇宙のdust budgetに重要

- Debris disk/YSO 変動(Melis+2012, Nature)

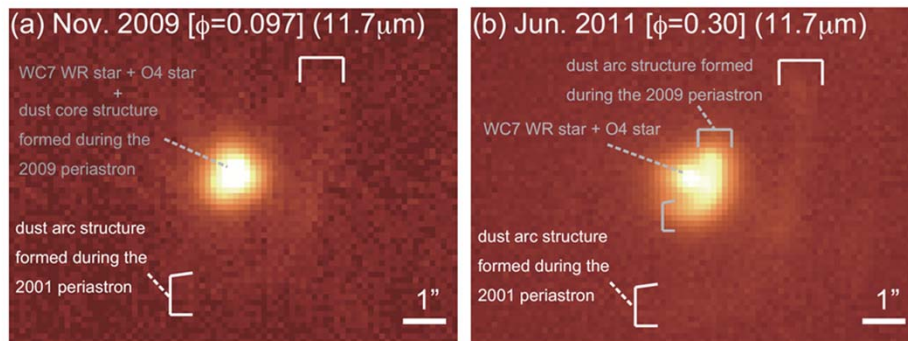


図 1 11.7μm撮像観測による WR140におけるダスト生成の様子 (Sakon+2012)

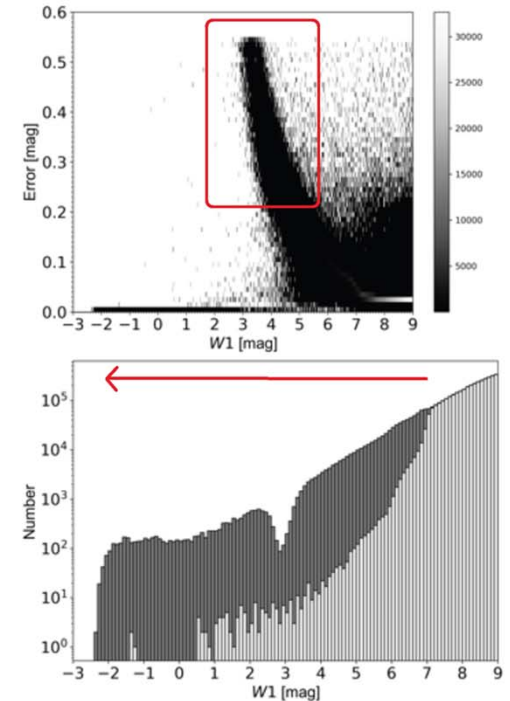


図 2 WISE W1 (3.6μm) 測光値と誤差(上) 測光値とS/N=20以下(濃灰)の分布

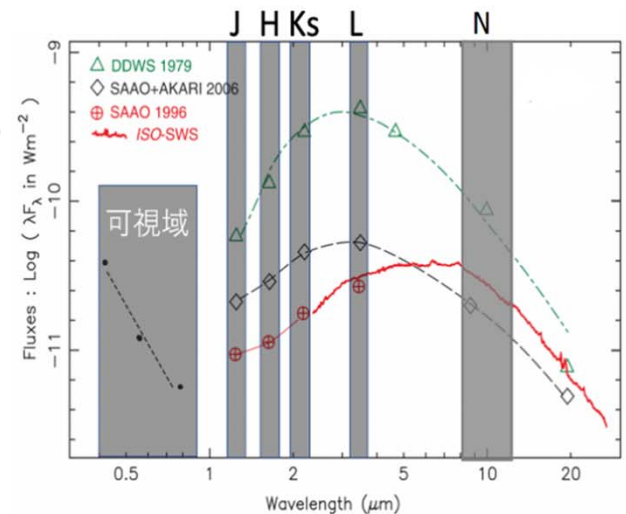
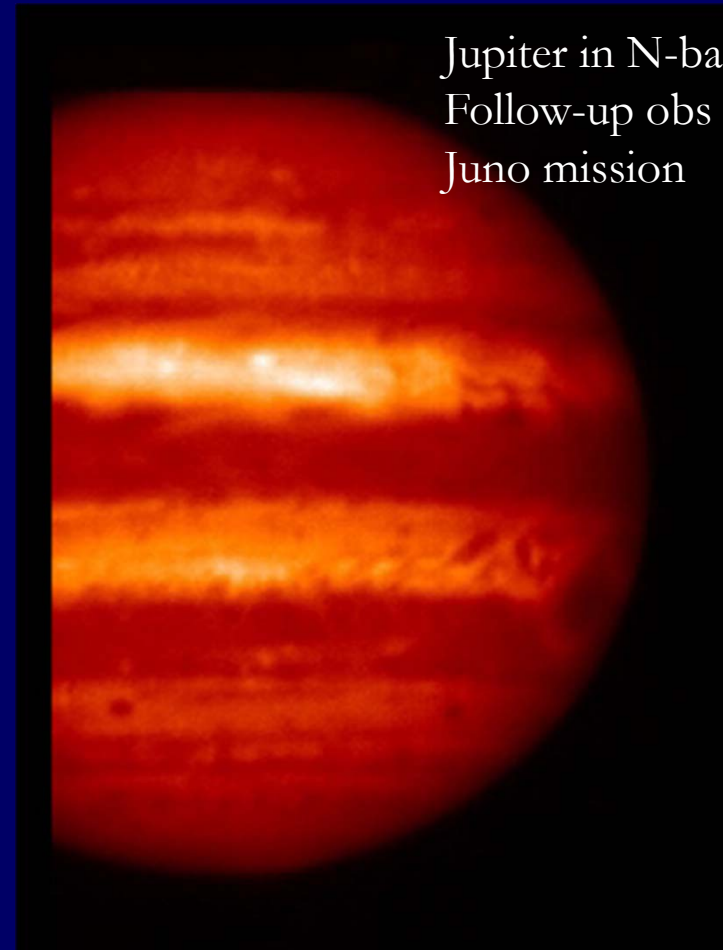
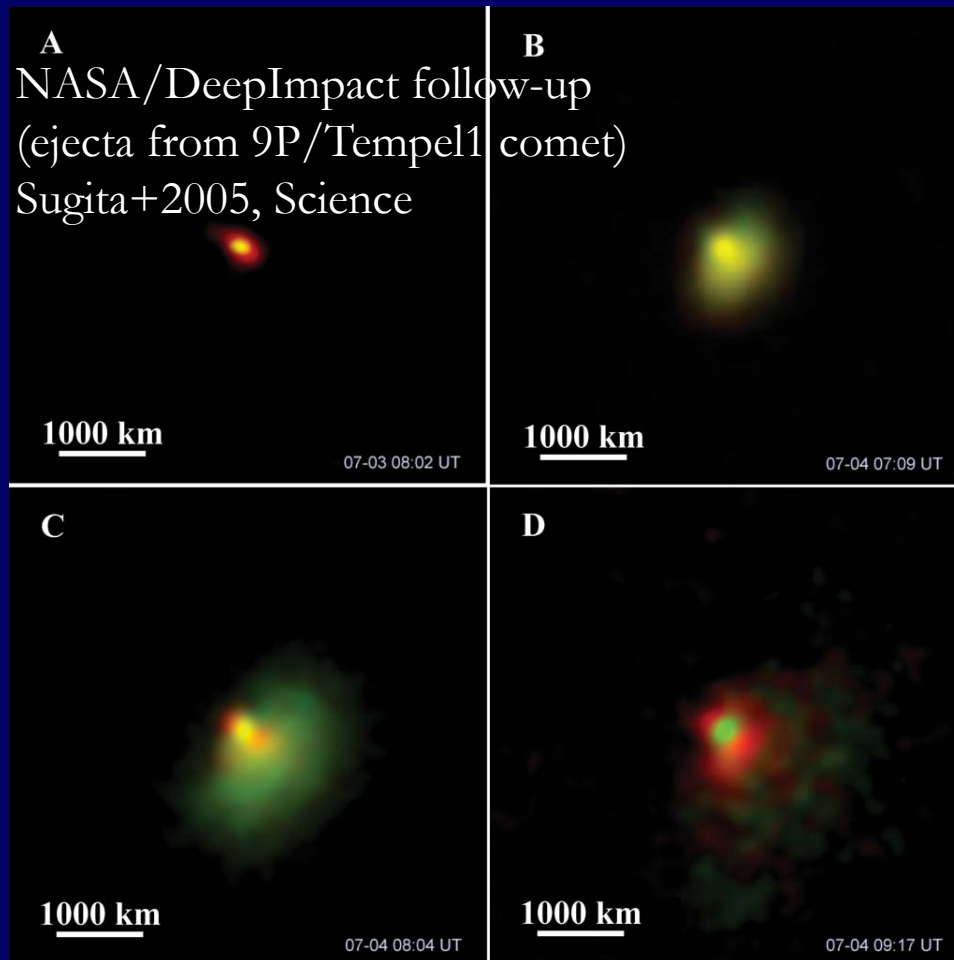


図 4 WR48aの1979, 1996, 2006 年のSEDの変動の様子.

Mid-IR follow-up of Solar system objects



Solar System objects are highly time variable and sometimes very bright
(Subaru/COMICS provides high-spatial resolution mid-IR follow-up observing capabilities)

国立天文台検出器公募 とMIRTOS

- 北半球／国内MIR観測施設の復活が
できないか？ → Nayuta/ONIcam
- 2022年に国立天文台使用済検出
器譲渡希望公募 (Si:As 320x240)
→ 2023/6 採択
- MIRTOS MIR channel の有効利用
→ 光学系・機械系再利用可能
装置立ち上げ労力低減

2023/7-8月ハワイ観測所にて
MIRTOS 本体の分解調査を実施

- 電気系（読み出し回路）
 - ・ 制御系は作り直す必要有
- 冷凍機も刷新の必要有
- チョッピング機能も装置側で実装

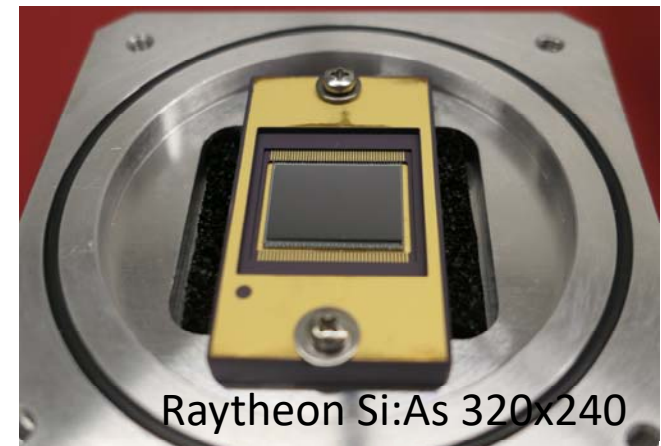


図 5 MIRTOSのデュワー

準備状況の紹介 一般に赤外装置は大変...

- **電気系（読み出し回路）・制御系**
→ **大島修さんの貢献**により、
Zync(FPGA+CPUのシステム)で
COMICS読出システムと等価品を
構築できそう（clock出せた!）
- **4K GM冷凍機SHI SRDK-408D2刷新**
→ **450万...** 科研費基盤B申請へ
- **チョッピング機能も装置側で実装**
→ **2015-19若手Aで開発した**
MMZK用チョッパー予備機を利用
- **MIRTOS MIR channel をハワイから**
日本に輸送(2024年度予定)



特電 Cosmo-Z 基盤
利用予定のZYNC + ADCの
システム

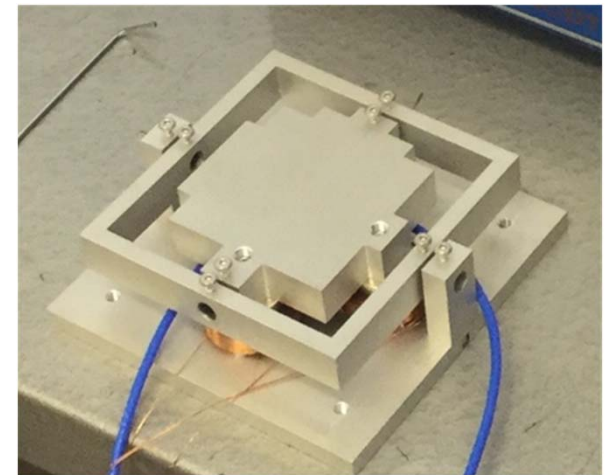


図 6 MIMIZUKU用チョッパー（振動鏡）ユニット



将来展望とまとめ

2024年度：MIRTOS輸送後本格開発開始（検出器
読出システム開発と常温読出試験・チョッパ搭
載前置光学系設計・製作、冷凍機入手）

2025年度：機械系・光学系組立・調整・冷却試
験、検出器冷却読出試験

2026年度：理大屋上でのテスト観測？→なゆた
望遠鏡へ...（検出器公募の3年縛り）

- 2mなゆた望遠鏡の**カバー波長域を3-13umまで
拡張**し、ユニークな観測機能を光赤外・惑星科
学コミュニティに提供
- **昼間観測**（日没前・日出後数時間）の膨大な観
測時間を生かしてモニタリング観測成果創出