

TMT中間赤外線観測装置 MICHI提案の現状報告

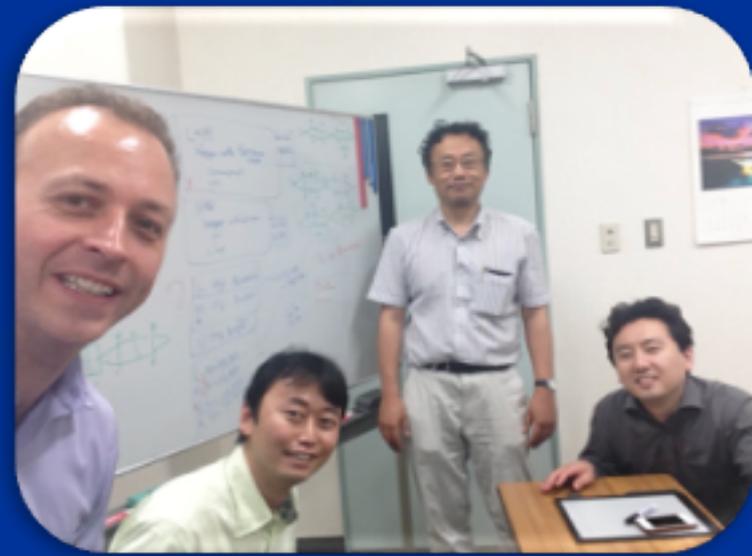
M. Honda (Kurume University, Japan)
+ MICHI collaborators

Outline

- MICHIとは? -- MICHI略歴
- TMT/MICHI の目指すサイエンス
- MICHI装置概念図
 - 開発・検討中の要素技術
- 他プロジェクトとのシナジー

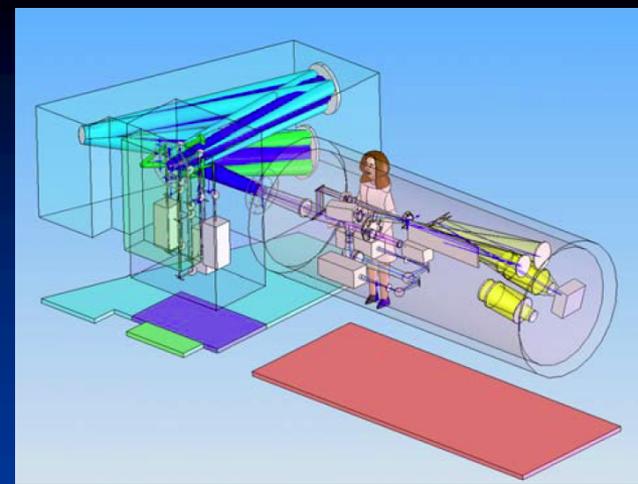
MICHI: a Thermal-Infrared Instrument concept for the TMT

- TMT用第2期装置として提案中の中間赤外線観測装置
 - Mid-Infrared Camera, High-disperser, & IFU
 - カバー波長 3-14(26) μm L, M, N, (Q)-bands
- Team:
 - US (C. Packham, M. Chun, M. Richter, M. Meyer, et al.)
 - Japan (M. Honda, I. Sakon, Y. K. Okamoto, H. Kataza, et al.)
 - Canada (C. Marois, et al.)
 - India (P. Manoj, et al.)
 - China (G. Herczeg, et al.)



MICHI 略歴

- 2006年 TMTの第一期装置提案として、MIRES+MIRAOが提案。
(PI: J. Elias, A. Tokunaga) → 不採択
- 2008年 MIRRES team の一部と日本の地上MIRグループが共同で第2期装置検討開始
- 2010年 MIRRESに撮像と低分散分光機能を追加して **MICHI + MIRAO** 提案 (7-26 μm : **red-MICHI**)
- 2014年ごろ L,M(3-5 μm) サイエンス要求が高まり
L,M-bandもカバーする方針 (3-14 μm : **blue-MICHI**)
 - ~14 μm cut off MCT array (Geosnap)
- 2016年 India, 2018年 China の研究者とも検討開始
- 2018/3 Whitepaper 提出 (to TMT SAC)



MICHI basic functions

- Imaging ($0.03'' @ 3.8\mu\text{m}$)
- High-R spectroscopy ($R \sim 10^5$)
- Low-R spectroscopy ($R \sim 1000$)
- IFU, polarimetry, coronagraph under consideration

■ 地上MIR観測の役割

- **高い空間分解能**を活かした観測
Exoplanet science, JWST follow-up of various sources
- **衛星にない相補的な観測機能**
高分散、偏光観測、等



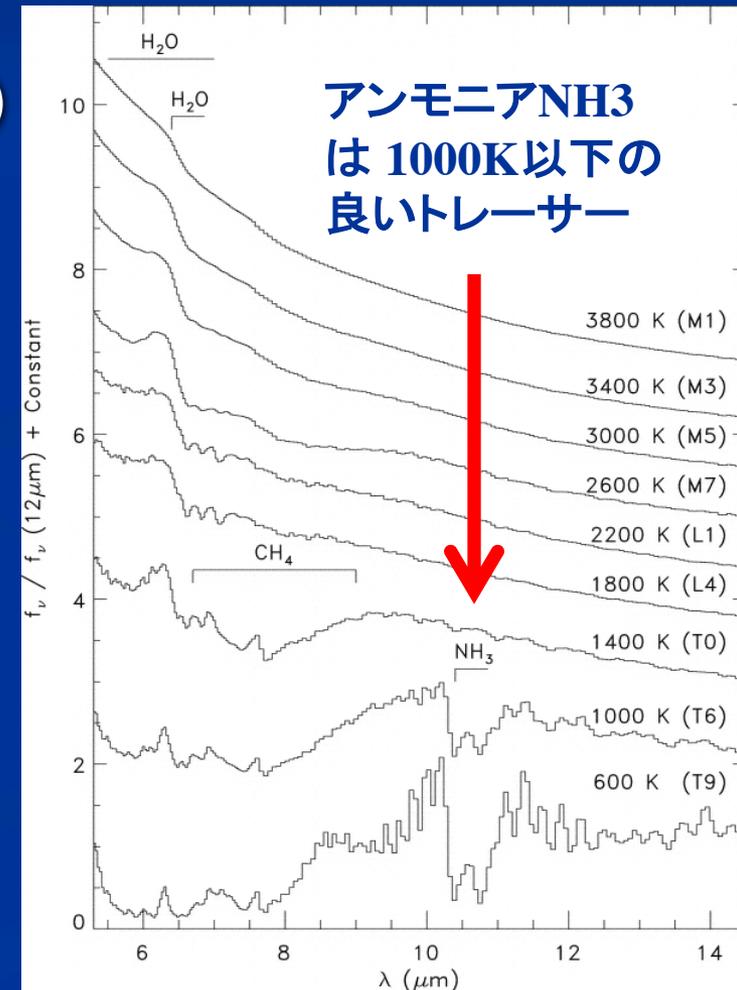
4 key science drivers for TMT/MICHI (1)

Exoplanets: Imaging

- Characterization of atmosphere of gas giants orbiting nearby ($d < 10 \text{ pc}$) stars (e.g. $\text{NH}_3 @ 10.5 \text{ } T < 1000 \text{ K}$)
- imaging of an Earth twin at nearby Sun-like stars



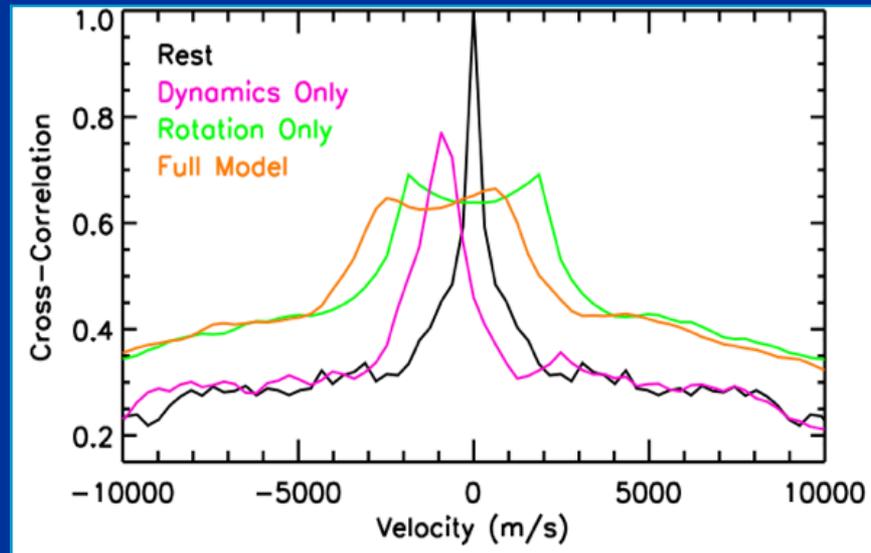
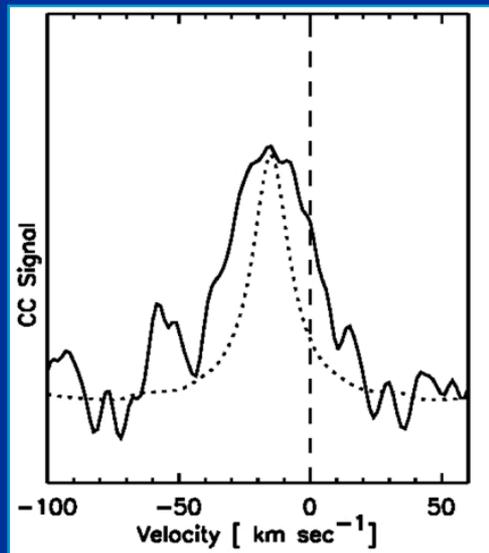
simulated image of $\alpha \text{ Cen A}$ with Solar System.



4 key science drivers for TMT/MICHI (2)

Exoplanets: Hi-Res Spectroscopy

系外惑星(e.g. hot Jupiters)のCO等のラインプロファイルから、上層大気の wind speeds や circulation patterns判明



(left) rotationally-broadened cross-correlation profile of the giant exoplanet β Pic b (Snellen et al. 2014). The dotted line shows the expected profile without planetary rotation. CO abs. at 2.3 μ m

(right) Examples of the predicted profile of rotation (green line) and winds (purple line) on the cross-correlation profile of exoplanet atmospheres (Kempton & Rauscher 2012; Showman et al. 2013).

4 key science drivers for TMT/MICHI (3)

Protoplanetary Discs

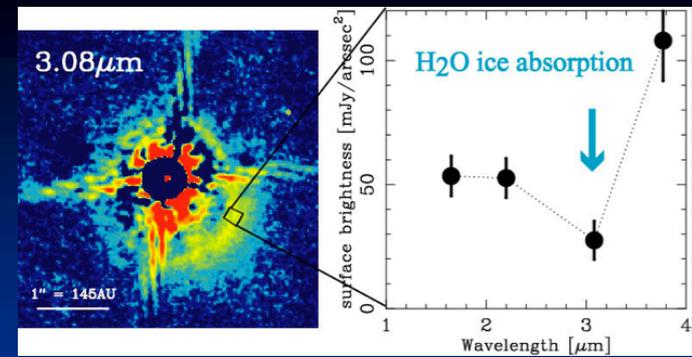
高空間分解能を活かした円盤熱放射撮像

固体物質の分布 silicates, PAH, ices ← snow line !

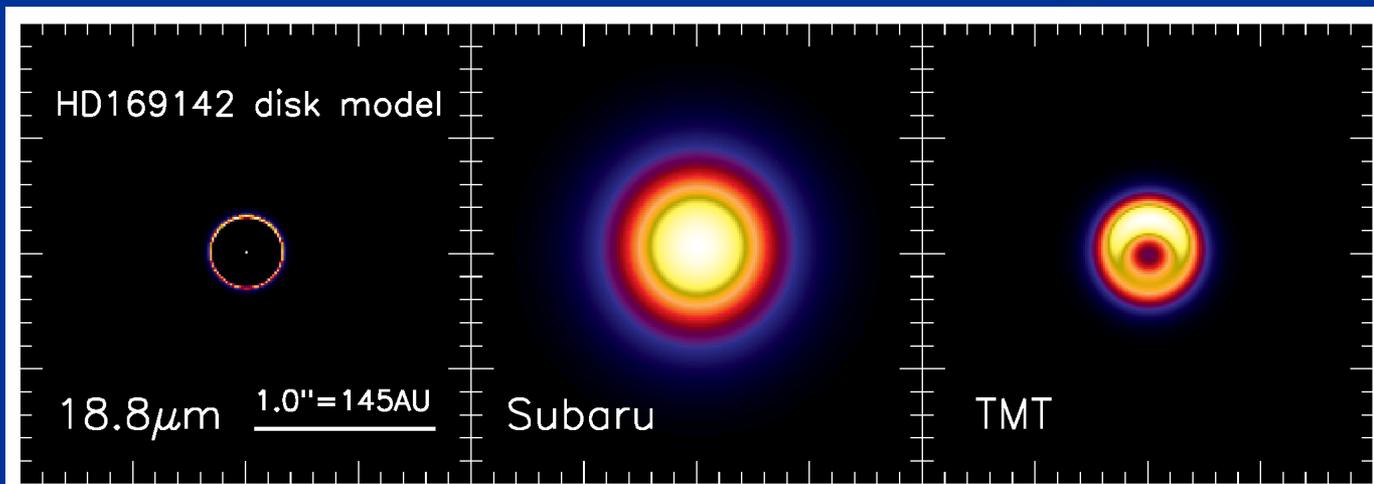
温かい分子ガス分布 (e.g. CO, OH, H₂O, H₂, HCN, CH₄, C₂H₂)

惑星形成現場の物理状態、生命起源に関わる物質分布を導出

太陽系物質科学とのシナジー(午前中 橘さん 講演)



Disk ice mapping (Honda+2009)



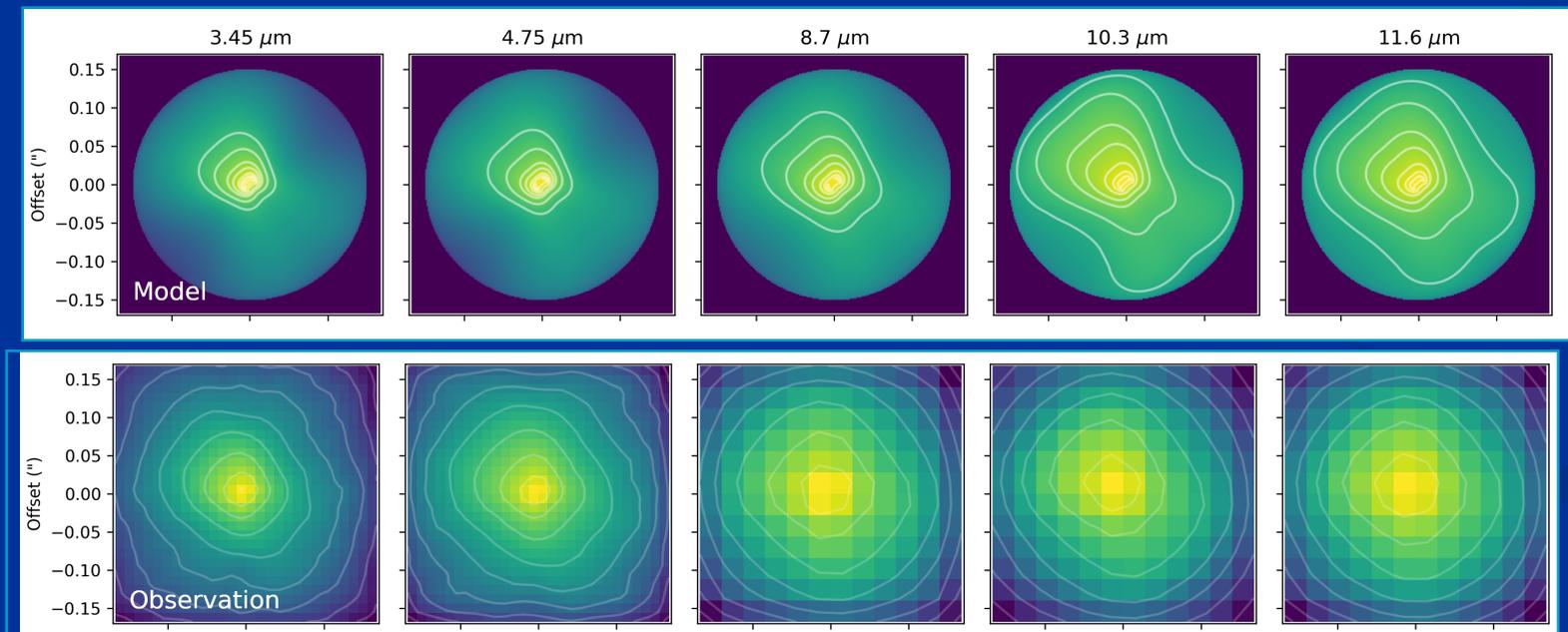
Transitional disk HD169142 simulation (Honda+)

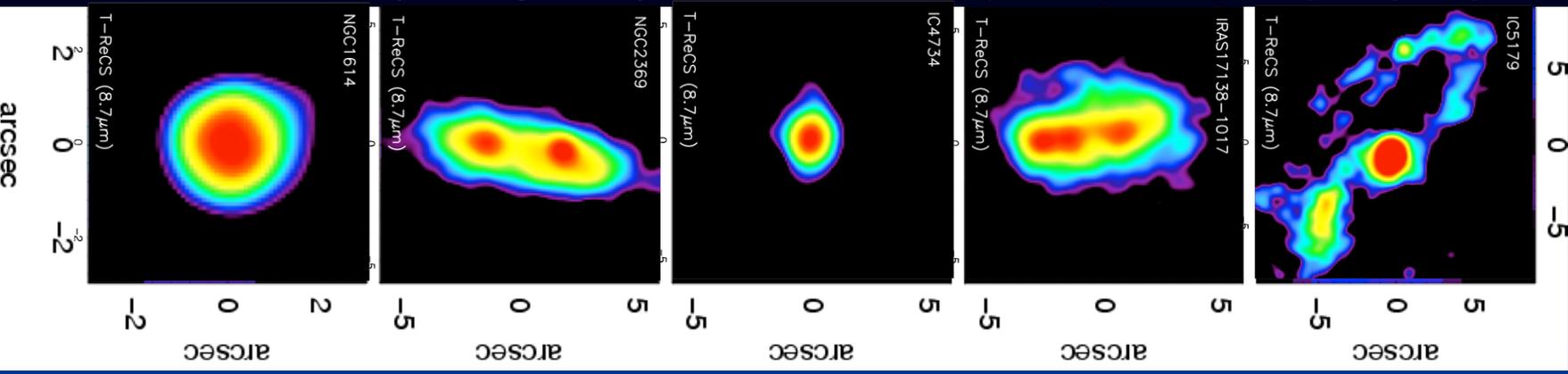
4 key science drivers for TMT/MICHI (4)

Active Galactic Nuclei

近傍AGNs dust torus の空間分解 (~ 10)

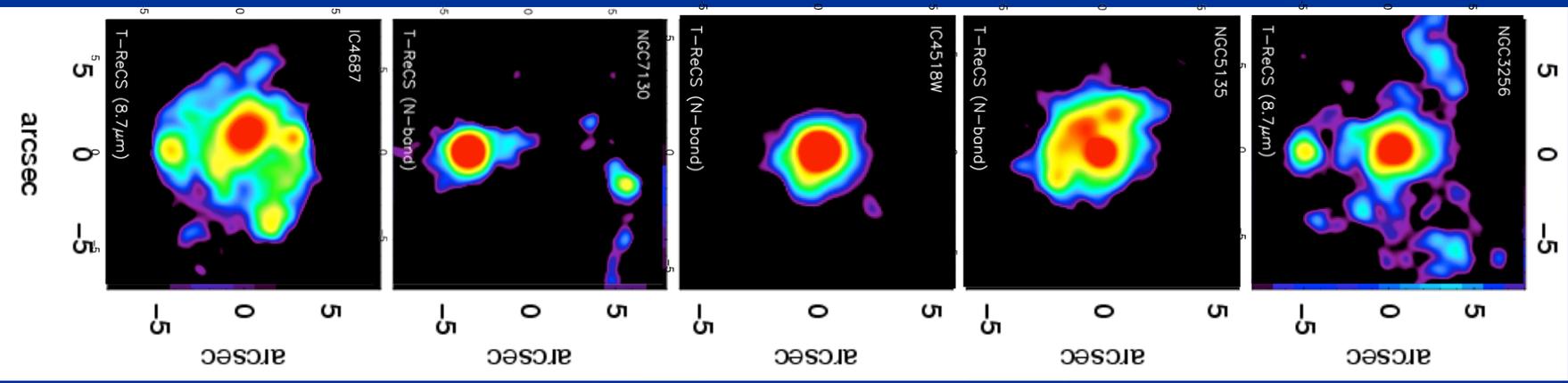
空間分解しホスト銀河のコンタミを取り除いたAGN研究



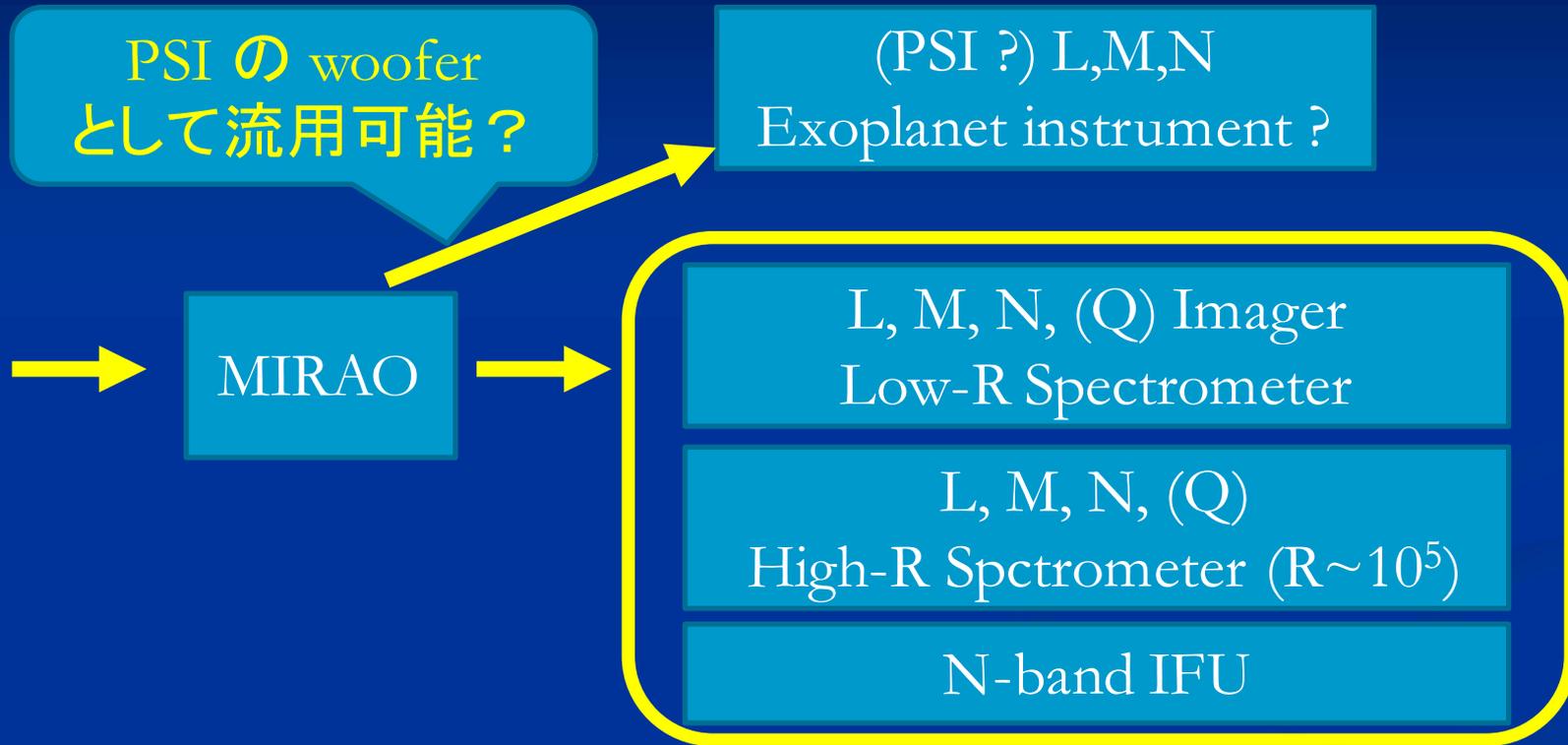


High spatial resolution greatly reduces contamination from host galaxy to AGN

- Resolution at $z=0.5$
 - JWST* = 1.5kpc (galactic star forming rings, etc.)
 - TMT* = 330 pc (nuclear dominated)
- Images show 5x increase in spatial resolution



Blue MICHI concept



Blue MICHI

- 1期装置AO NFIRAOS は~2.5 μm までカバー
- 2.5 μm ~(熱赤外)は独自にAOを用意する必要性
→ であれば L, M も取込むのが合理的

MICHI related R&Ds

Important
contribution
from Japan

■ Detector

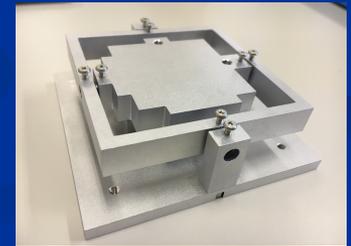
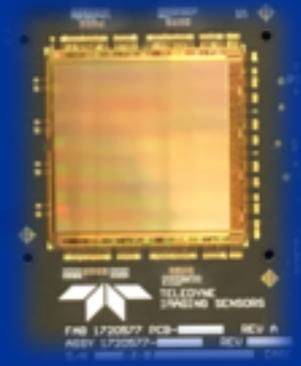
- Aquarious (Si:As, 5-26 μm) : UT/IoA group
- Geosnap (MCT, 3-14.5 μm) : Michigan & Chris

■ Opt-mech

- IFU : UT/Hongo (Sakon)
 - MIRSIS, SPICA IFU(old), OST ?
- Cold chopper : UT/IoA group, Honda
- Ge/CZT Immersion Grating (UT/IoA, KyotoSangyoU)

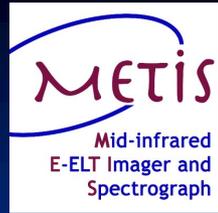
■ MIRA0

- daytime WF sensing (Hayano, M. Chun)



他プロジェクトとのシナジー

ELT/METIS



- METISグループを含めた地上MIRコミュニティで11月に **MIR calibration workshop** をLeidenで開催
 - 8m時代の地上MIR装置のノウハウを総括し、複雑化するELT時代の地上MIR観測での最適観測手法を考える
- 地上中間赤外装置で使えそうな新HgCdTe検出器 (geosnap) の評価実験
 - Si:As array は **ELFN (Excess Low-Frequency Noise) の影響を受けている** → Sky background noise limit でない
 - geosnap の特性が良ければ TMT/MICHIで使用するが、既存の8-10mクラス装置 (TAO/MMZK, Subaru/COMICS) などの性能向上もできる

他プロジェクトとのシナジー

TAO/MIMIZUKU



- TMT/MICHIの日本側グループは Subaru/COMICS グループがベース
 - マウナケアで唯一の8mクラスMIR装置
- TAO/MIMIZUKU : 現在進行中の地上MIR装置開発
 - TAO/MIMIZUKUはTMT/MICHIも見据えた **日本の地上MIR研究開発の母体**となっている
 - 新技術のテスト等(検出器・chopper・等)
 - 若手が将来的に(5~10年?) TMT/MICHIの開発人材としてつながることを期待

まとめ

- TMTの第2期装置として、中間赤外装置MICHIを提案中
 - L,M, N, (Q) 撮像・低分散分光・高分散分光機能
 - 系外惑星・原始惑星系円盤・AGN等のサイエンス
 - 2018/3 White paper 提出
- 各種要素技術開発を進めている
 - 日本の貢献重要
- 他の進行中地上MIRプロジェクト(EELT/METIS, TAO/MIMIZUKU) と協力しつつ、2期装置提案に向けて準備中