

# B02報告

研究代表者：百瀬宗武（茨城大・理）

研究分担者：野村英子， 本田充彦， 長田哲也， 武藤恭之， 安井千香子

研究協力者（研究員）：塚越 崇， 泉奈都子

その他の研究協力者：伊藤洋一， 大橋永芳， 深川美里 ... (多数)

# B02班の目標

- |                                       | <u>(担当者)</u> |
|---------------------------------------|--------------|
| • より <u>広い進化段階・種族サンプル</u> に対する円盤の電波観測 | 百瀬, 武藤<br>塚越 |
| • <u>水 (水蒸気・氷)</u> の円盤内での振る舞い         | 野村, 本田       |
| • 星団領域の探究を実現する <u>せいめい望遠鏡新装置の開発</u>   | 長田           |
| ▶ 銀河系外縁部については別講演で詳細に報告                | 泉, 安井        |

# **(1) 円盤電波観測の進捗**

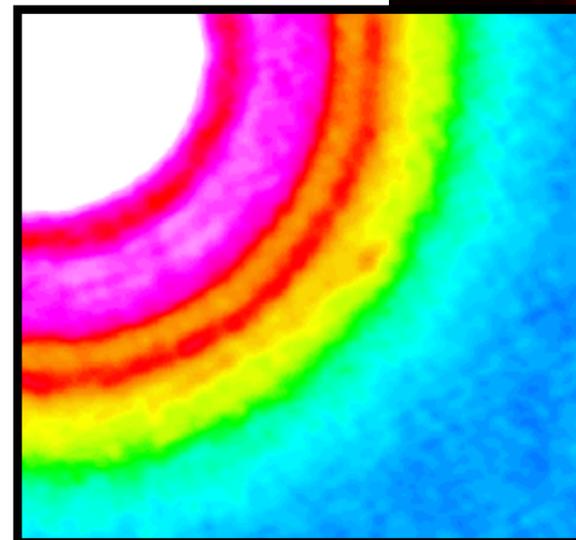
# ALMA高感度観測による新しい円盤内部構造の発見

[T.Tsukagoshi+2019b,ApJL,878,L8]

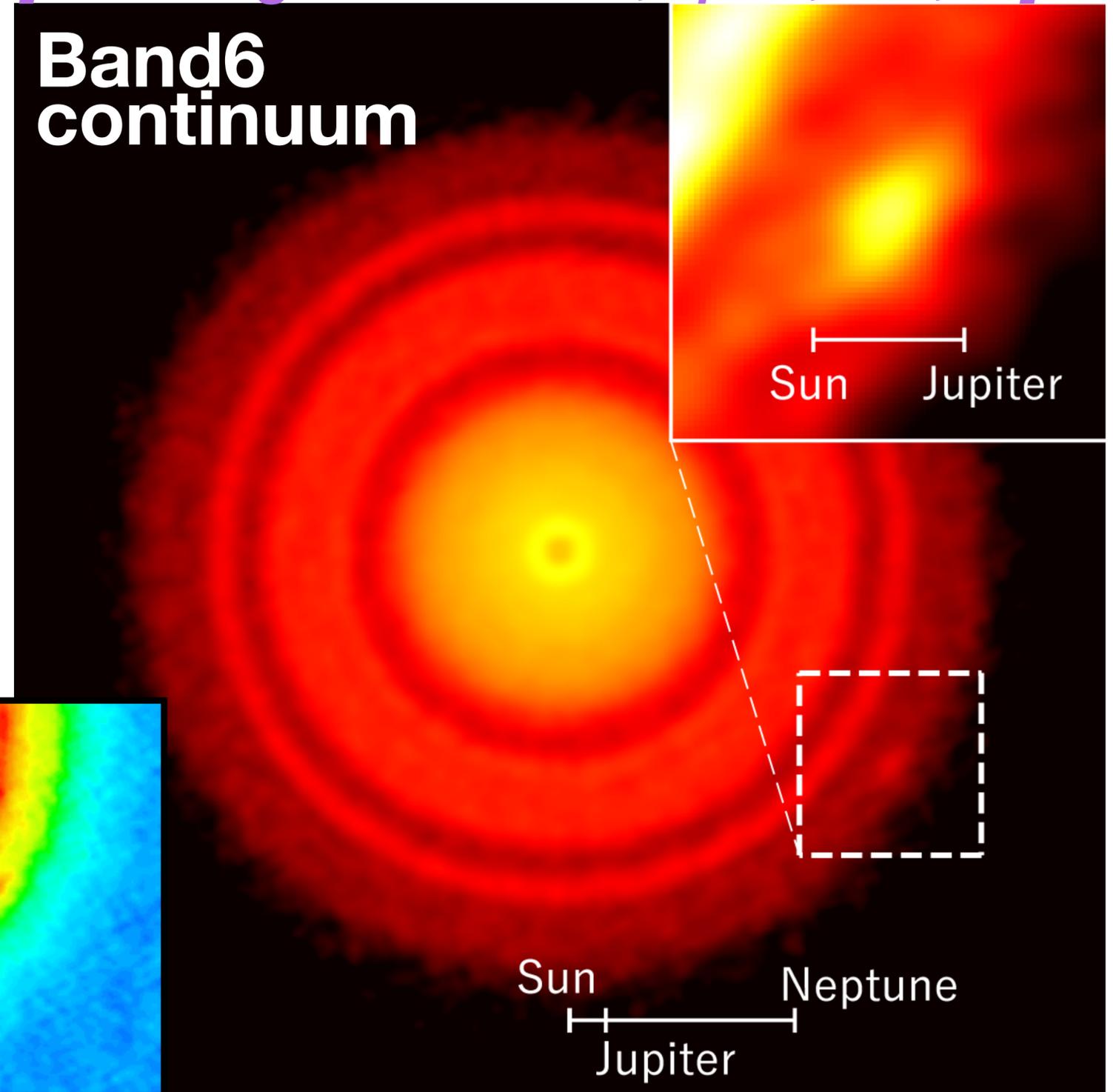
原始惑星系円盤内に数auスケールの  
ミリ波超過放射を初検出

- 超過放射は周惑星円盤かガス渦に濃集されたダスト群の可能性があり、  
どちらも惑星形成に関連する構造である

Dust trail?を新たに検出  
[Tsukagoshi+2020 in prep.]



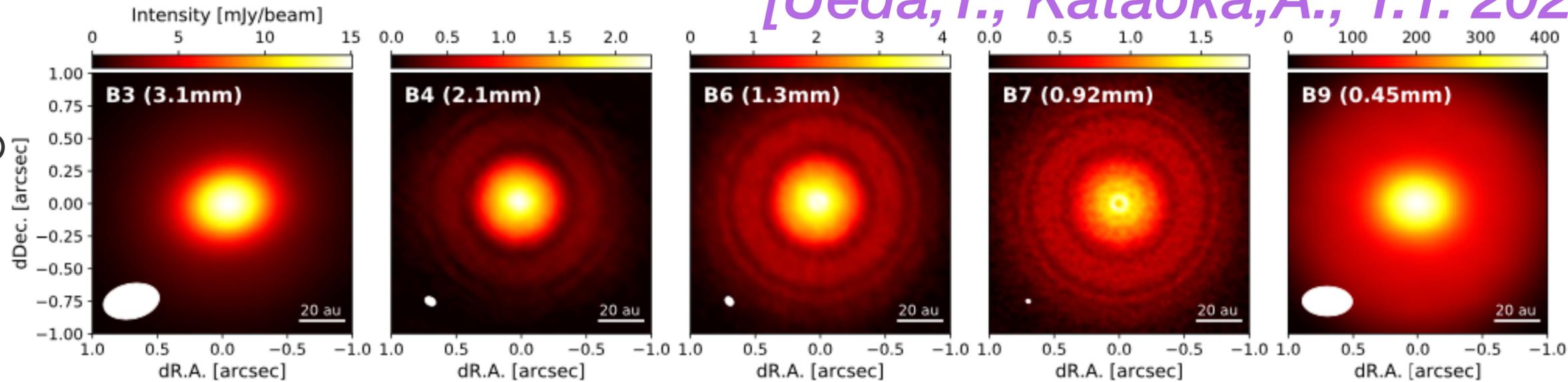
Band6  
continuum



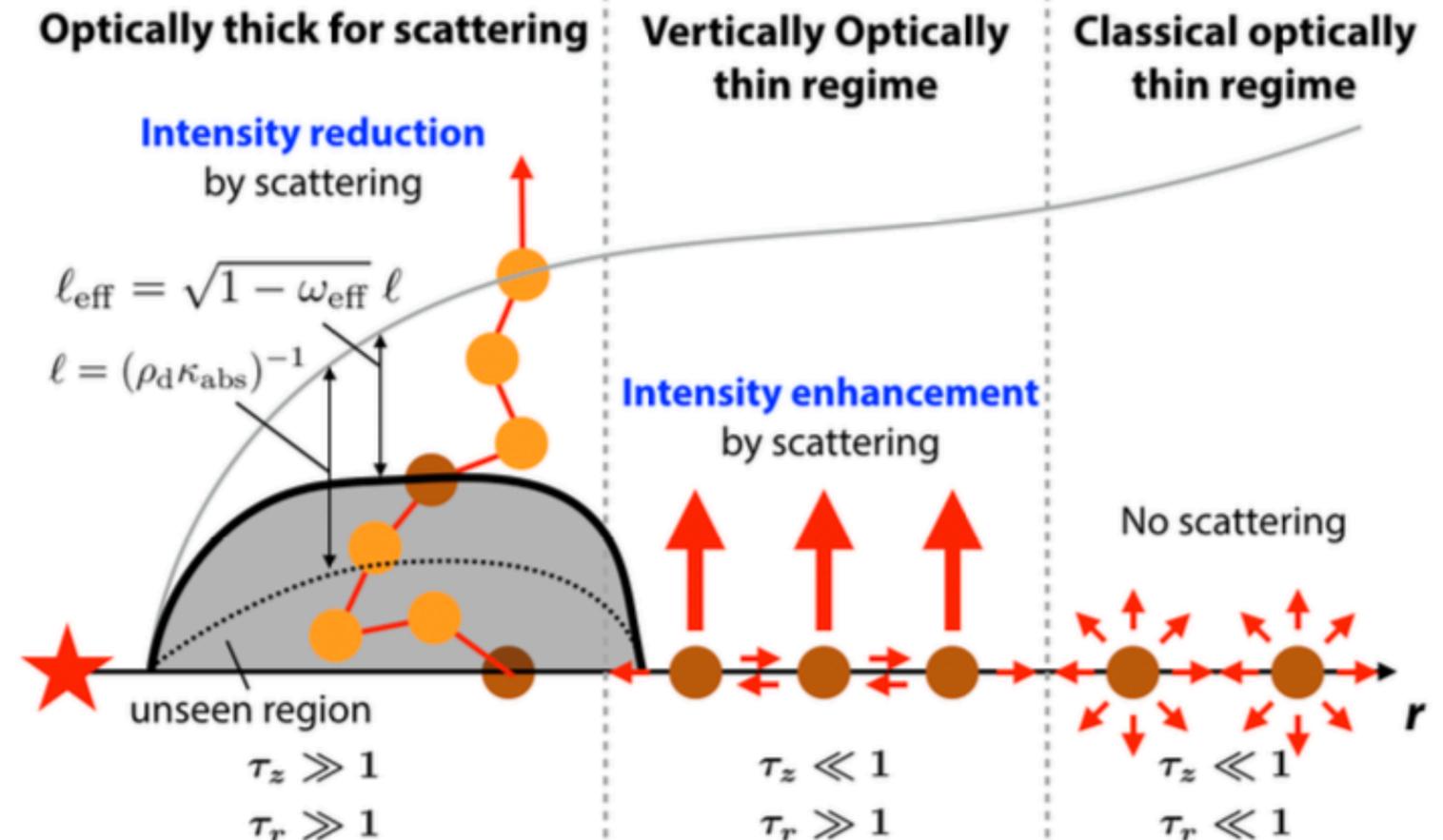
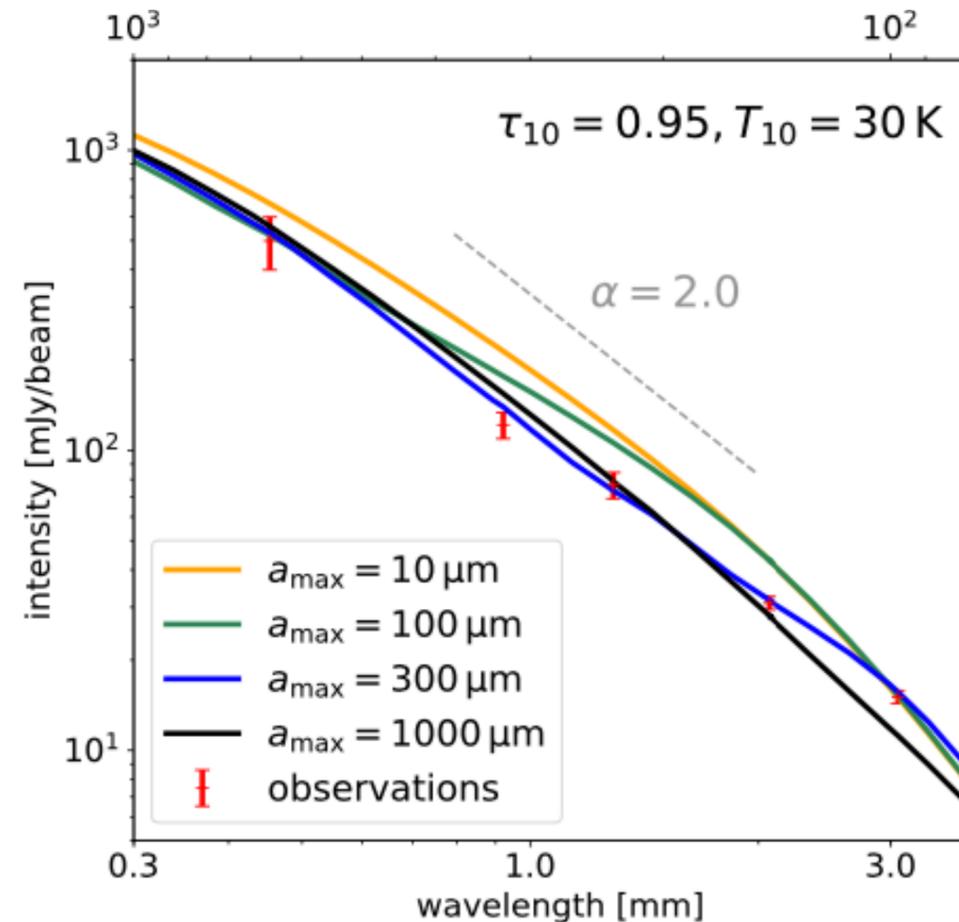
# 散乱を考慮したミリ波SEDの解釈と円盤構造推定

[Ueda, T., Kataoka, A., T.T. 2020, accepted]

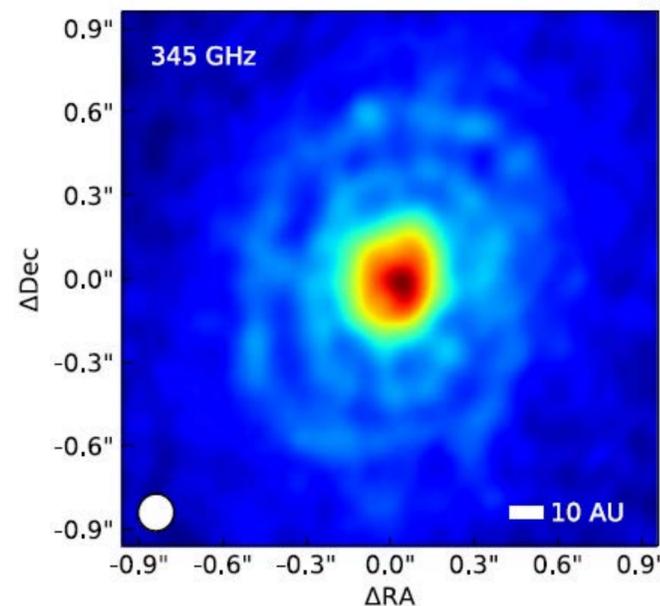
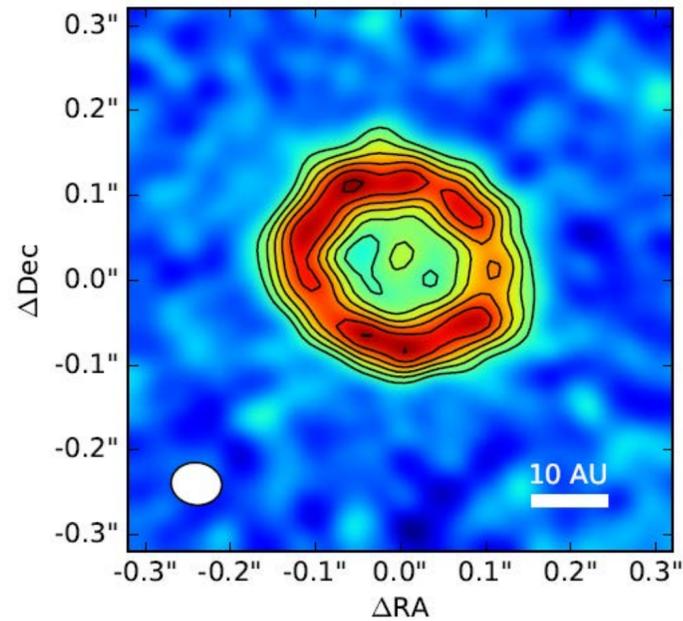
TWHya円盤の  
多周波観測  
データ



光学的に厚い領域では、ダストサイズに依存する形でミリ波SEDに散乱の効果が見られる



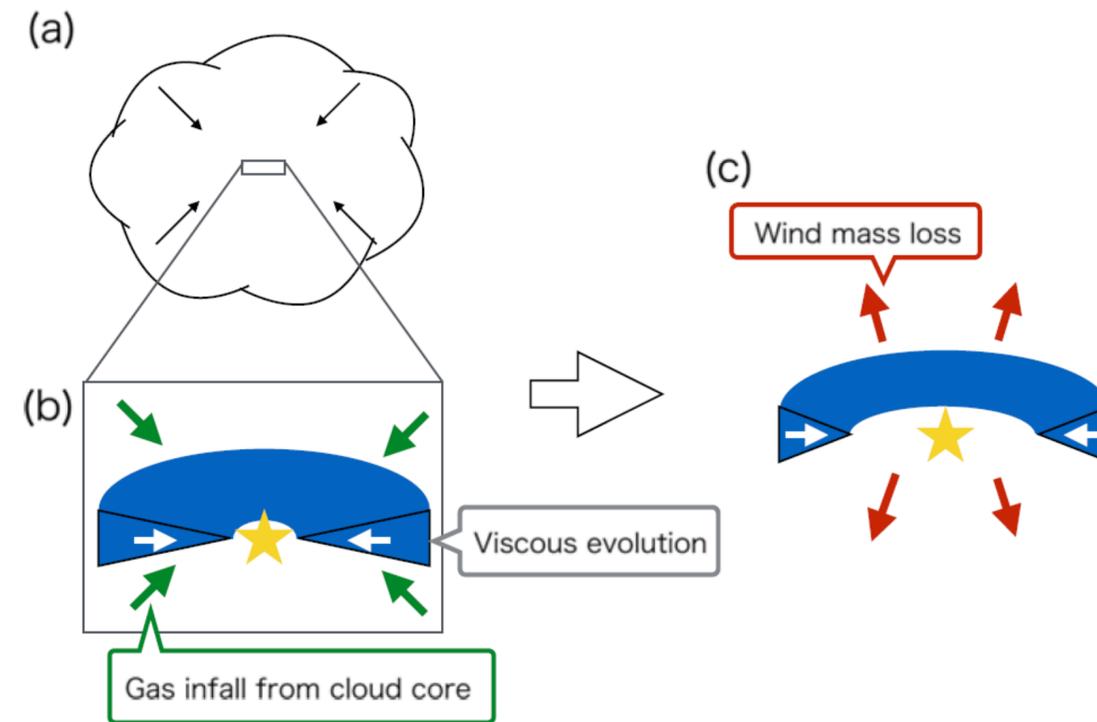
# Ring Structures in Young Systems



- Ring structures present in several young (embedded) objects
- Can planets form early?
- Alternative scenario?
  - Need models to be compared with observations

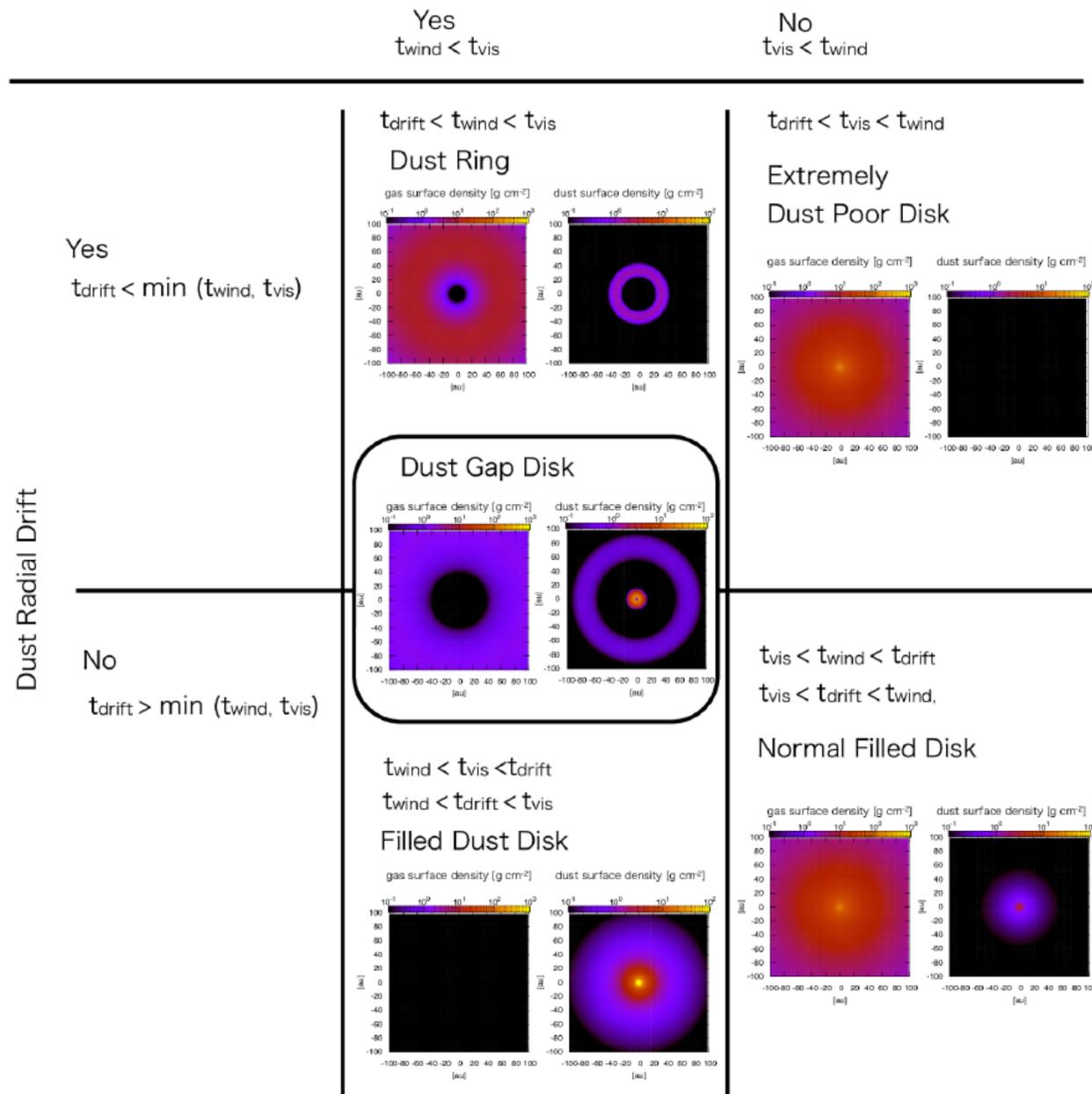
Sheehan and Eisner, 2017, 2018

# 原始星段階の円盤構造のモデル化



- Semi-analytic model all the way from core collapse to disk dispersal
- 1D axisymmetric model

# Various Dust / Gas Structure



- Dust / gas structure depends on disk parameters

- Disk may have rich structures even at early stages

Cycle 7 filler program (PI Muto)  
+ Comparisons with LP (PI Ohashi) and other surveys

# 新たなイメージング手法の開発: スパースモデリングを応用し

## た円盤画像の高解像度化 (Tsukagoshi et al. in prep.)

$$V(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} I_{\nu}(\theta, \phi) \exp[-2\pi i(u\theta + v\phi)] d\theta d\phi$$

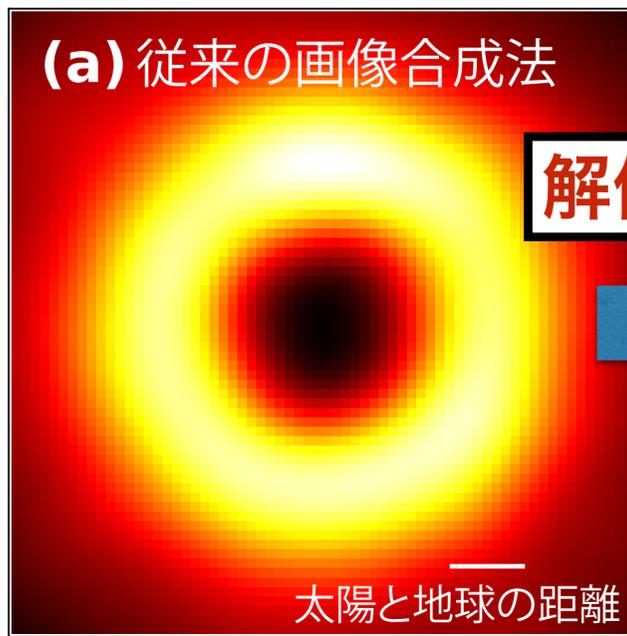
観測方程式

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{-2\pi i(u_1 l_1 + v_1 m_1)} & e^{-2\pi i(u_1 l_2 + v_1 m_2)} & \dots & e^{-2\pi i(u_1 l_N + v_1 m_N)} \\ e^{-2\pi i(u_2 l_1 + v_2 m_1)} & e^{-2\pi i(u_2 l_2 + v_2 m_2)} & \dots & e^{-2\pi i(u_2 l_N + v_2 m_N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-2\pi i(u_M l_1 + v_M m_1)} & e^{-2\pi i(u_M l_2 + v_M m_2)} & \dots & e^{-2\pi i(u_M l_N + v_M m_N)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_N \end{pmatrix}$$

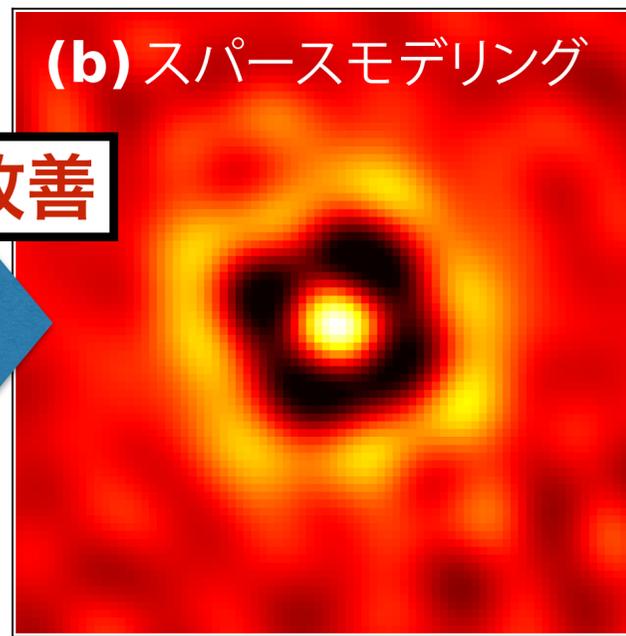
- **画像のスパース性**を仮定して観測方程式を解く(最小化)

$$\mathbf{I} = \operatorname{argmin}_{\mathbf{I}} (\| \mathbf{V} - \mathbf{A}\mathbf{I} \|_2^2 + \lambda_{L1} \| \mathbf{I} \|_1 + \lambda_{TSV} \| \mathbf{I} \|_{TSV})$$

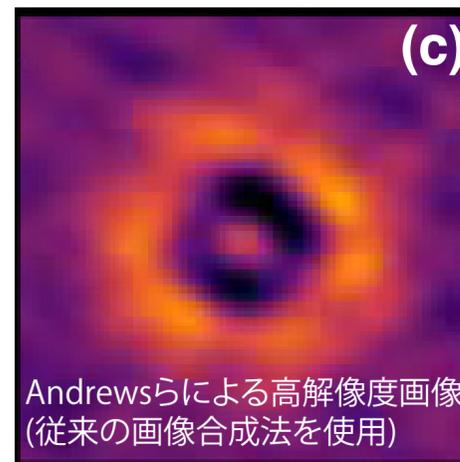
観測量とイメージの残差を減らす **L1ノルム** **TSV項**



解像度改善



[参考]従来法による高解像度画像



$$\| \mathbf{I} \|_1 = \sum_i |I_i|$$

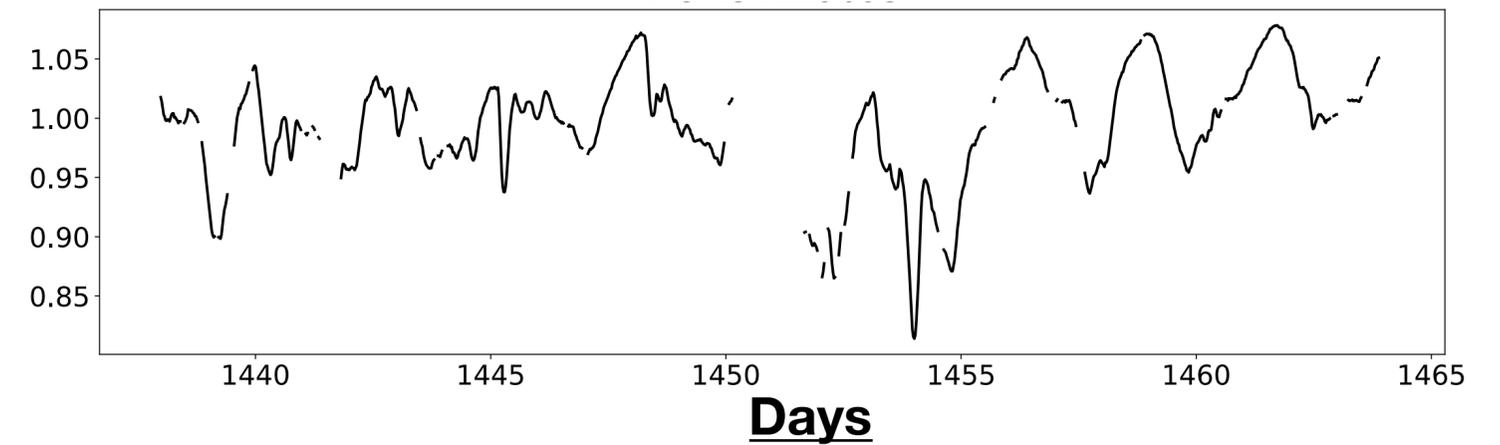
$$\| \mathbf{I} \|_{TSV} = \sum_i |I_{i+1} - I_i|^2$$

新年度から逢澤正嵩氏 (別財源で雇用) も含めてさらに検討を進める

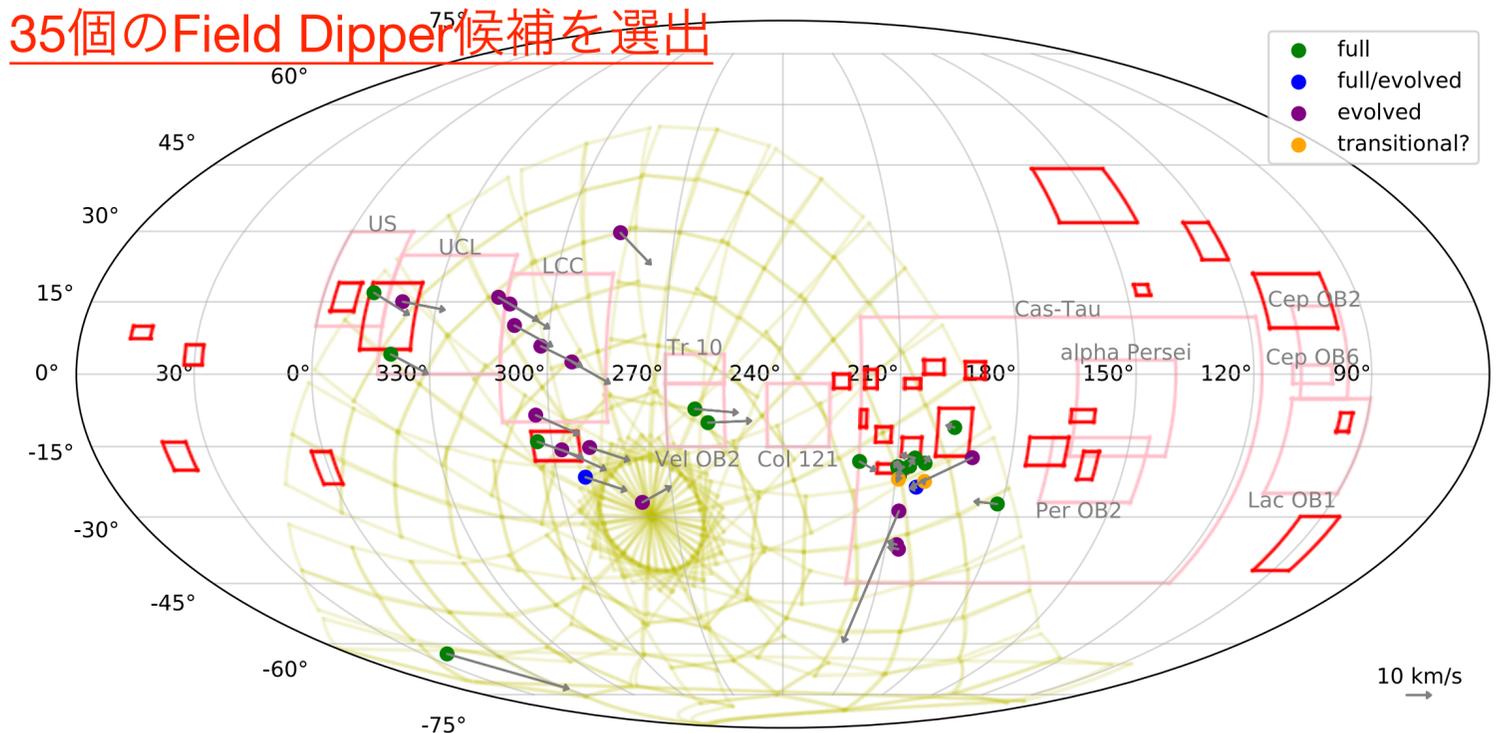
# Field Dippers に対するSubmmフォローアップ

- Tajiri, Kawahara らによるTESS Full-Frame Image (FFI)解析による新たなDipper候補の発見
  - ▶ 分子雲に付随していない
  - ▶ 固有運動が大きなものも：飛び出し？
- Kasagi ら：可視分光による星の特徴づけ
  - ▶ H $\alpha$ , Li輝線の検出 (春の年会 P202a)
- Submmのフォローアップ計画 (Muto, Momose et al.)
  - ▶ ACA onlyはrejected
  - ▶ JCMT, ALMA Cycle 8 ...

## TESSデータから抽出されたField Dipper候補のライトカーブの例



## 35個のField Dipper候補を選出



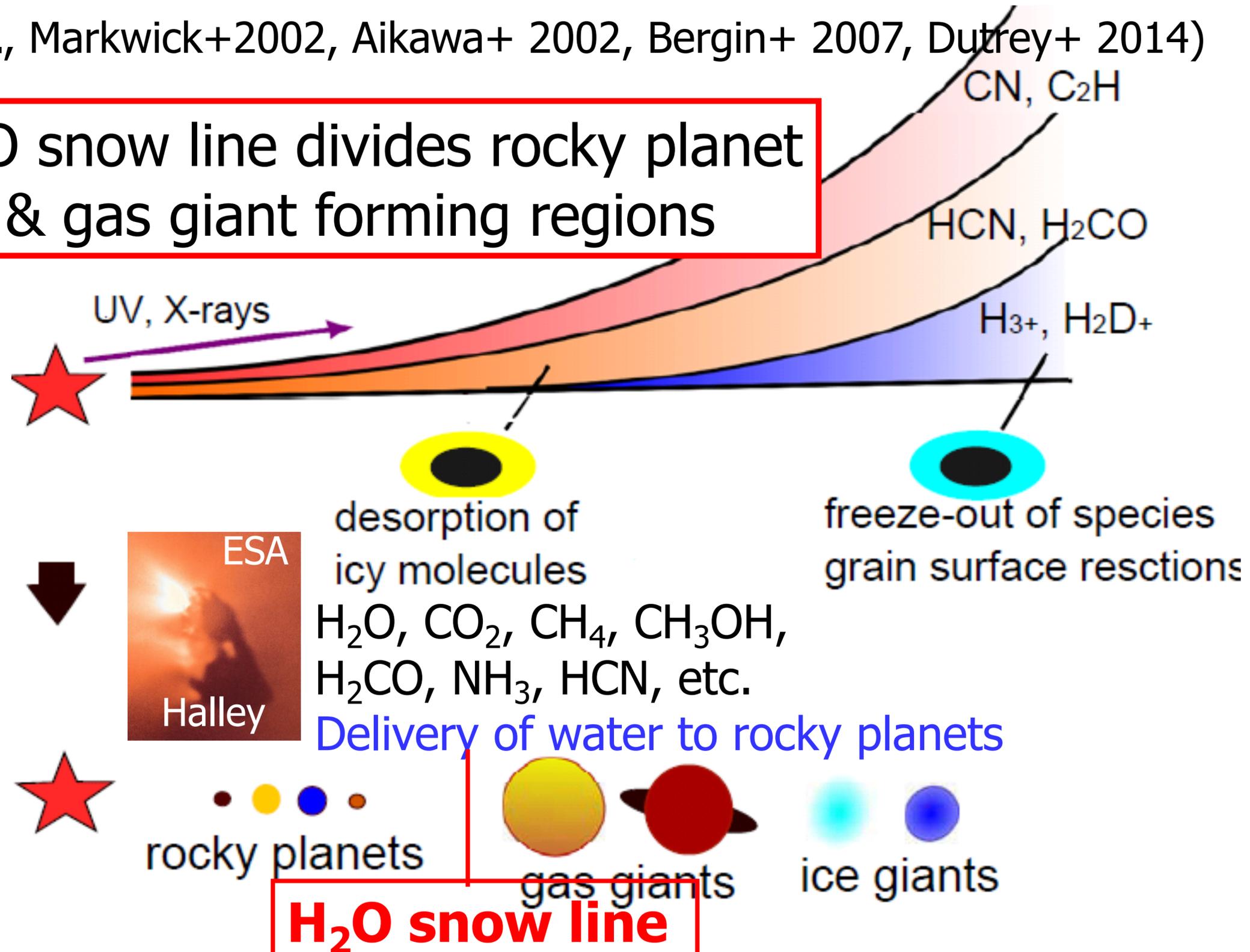
Tajiri, Kawahara, ... Muto, Momose et al. (submitted)

## **(2) 水の振る舞い**

# H<sub>2</sub>O Snowline & Planet Formation

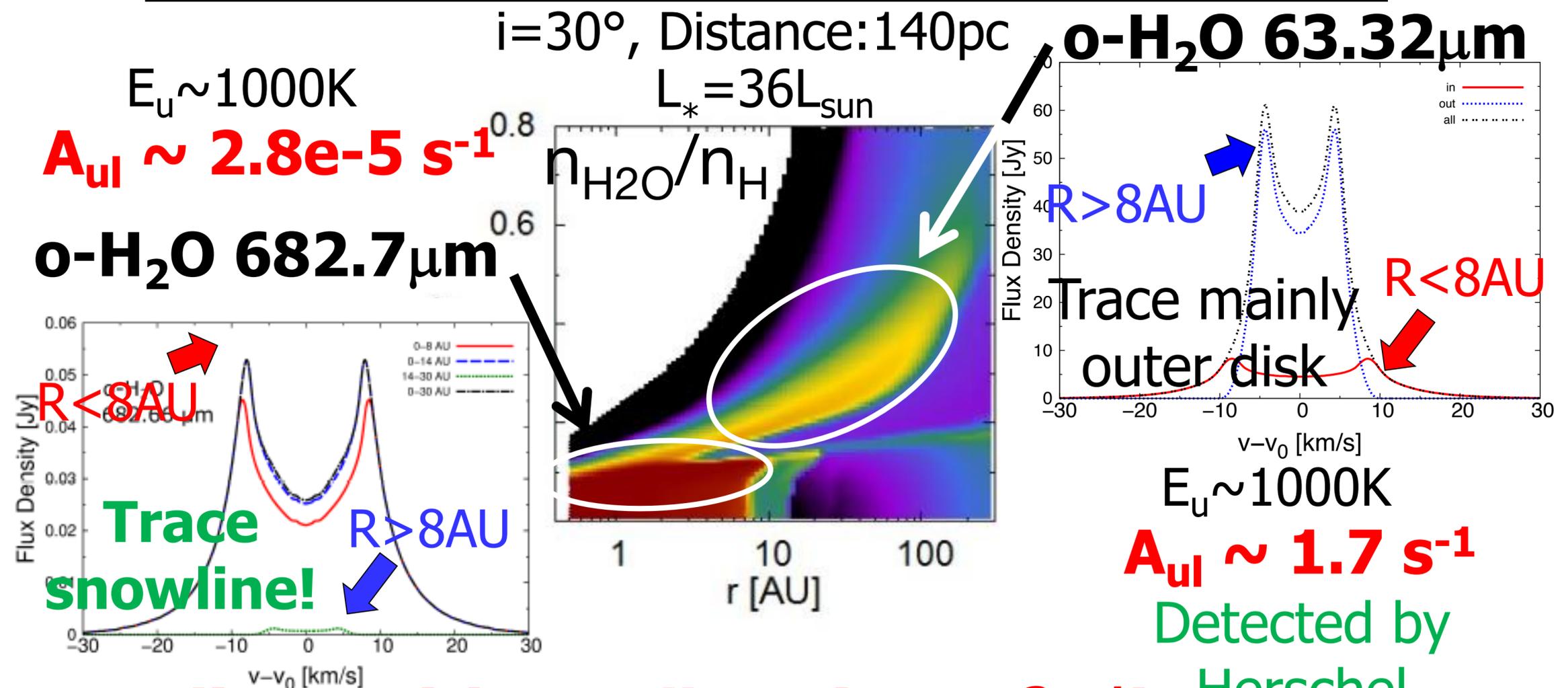
(e.g., Markwick+2002, Aikawa+ 2002, Bergin+ 2007, Dutrey+ 2014)

H<sub>2</sub>O snow line divides rocky planet & gas giant forming regions



# Model Calculation of Water Lines

physical model + chemical reactions  
+ line radiative transfer



**H<sub>2</sub>O lines with small  $A_{ul}$  ( $< 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ )  
&  $E_u \sim 10^3 \text{ K}$  trace snowline!**

$E_u \sim 1000\text{K}$   
 $A_{ul} \sim 1.7 \text{ s}^{-1}$   
Detected by  
Herschel

(Notsu et al. 2017)



# 円盤氷赤外線観測の進捗

PI：本田充彦 (岡山理科大学)

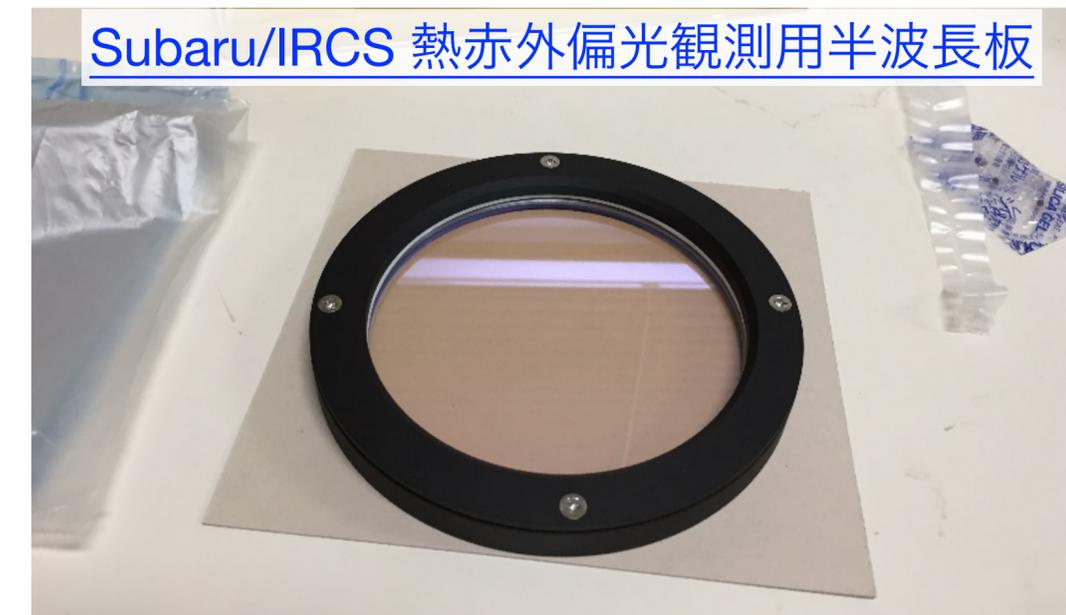
Collaborators :

村川幸史(大阪産業大)

寺田宏, 工藤智幸, 服部堯(NAOJ),

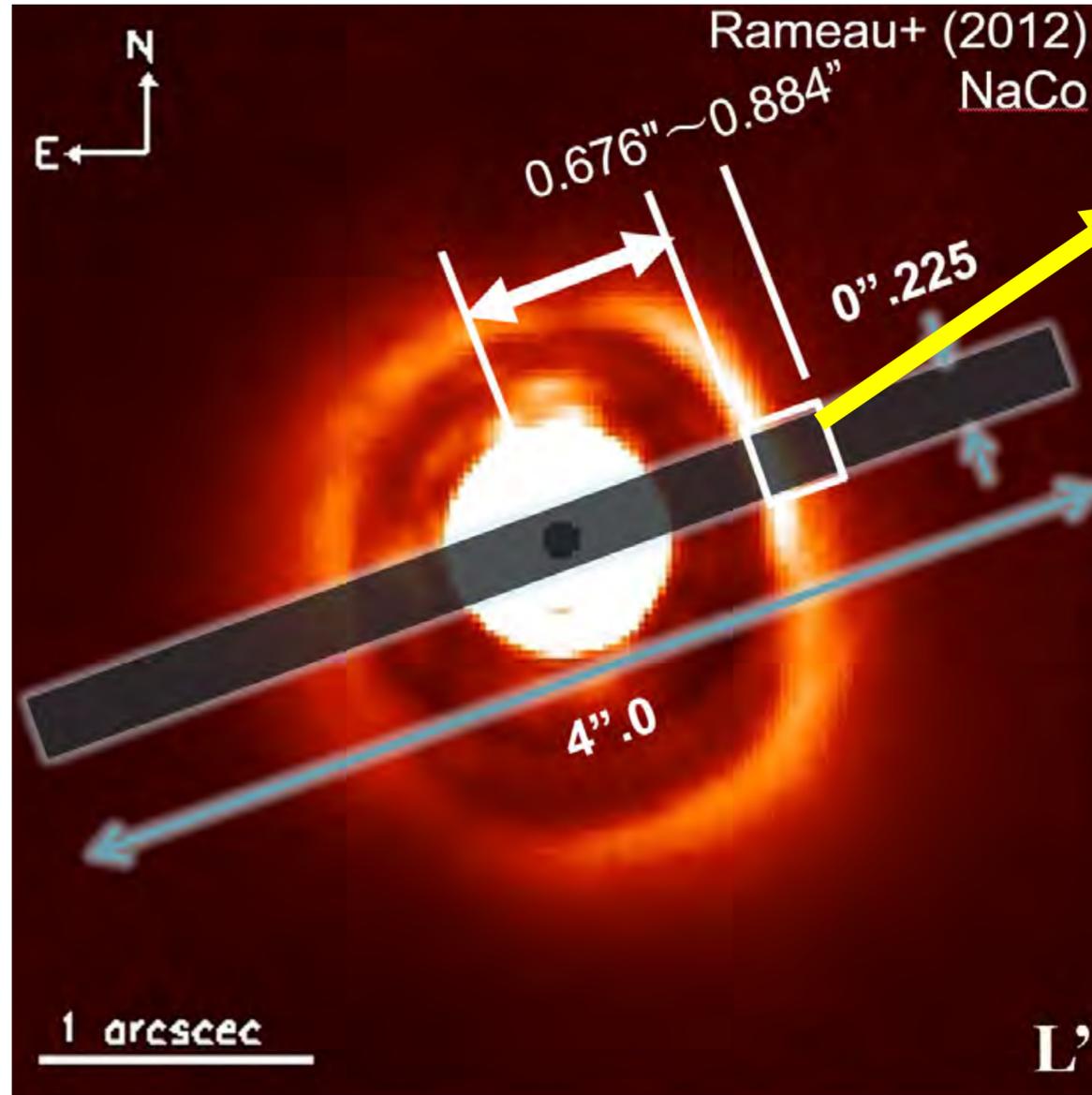
橋本淳(ABC), 田村元秀 (東大,ABC),

渡辺誠 (岡山理科大学)



# Subaru/IRCS-POLによる

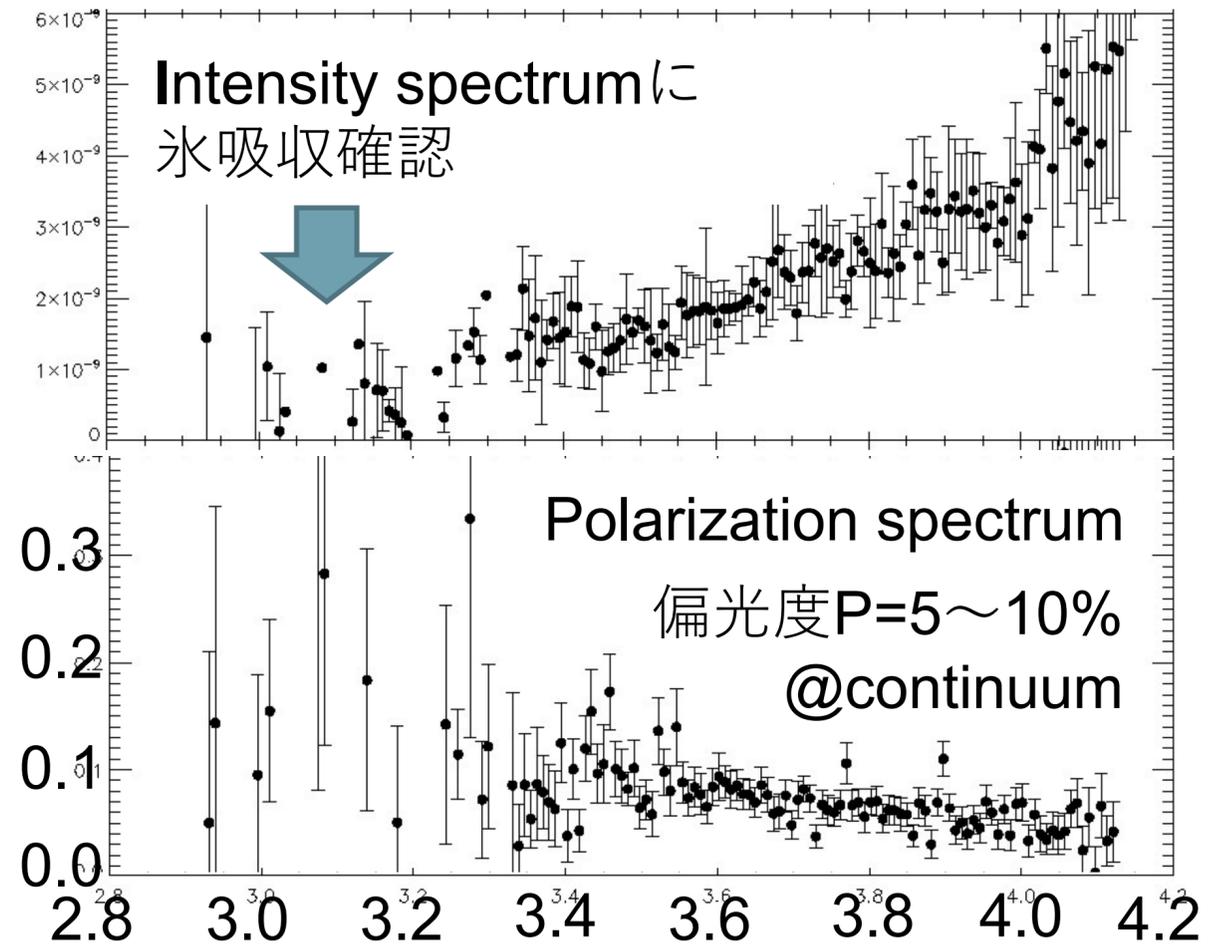
## HD142527 2.8 – 4.2 $\mu\text{m}$ 偏光分光



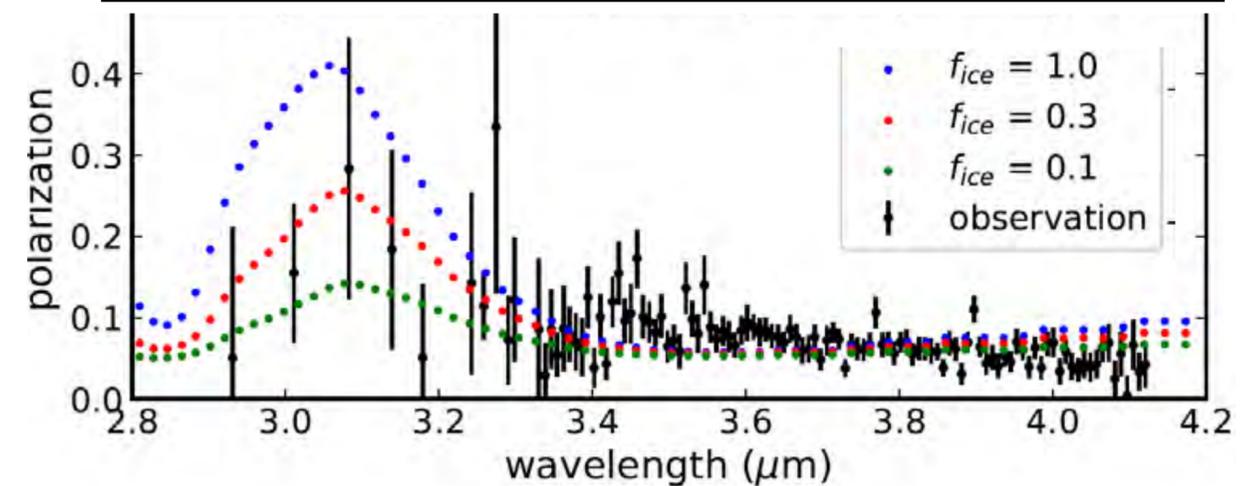
モデルとの比較から、

数 $\mu\text{m}$ サイズで氷を含むダストからの散乱偏光で説明可能

Honda et al. (in prep.)

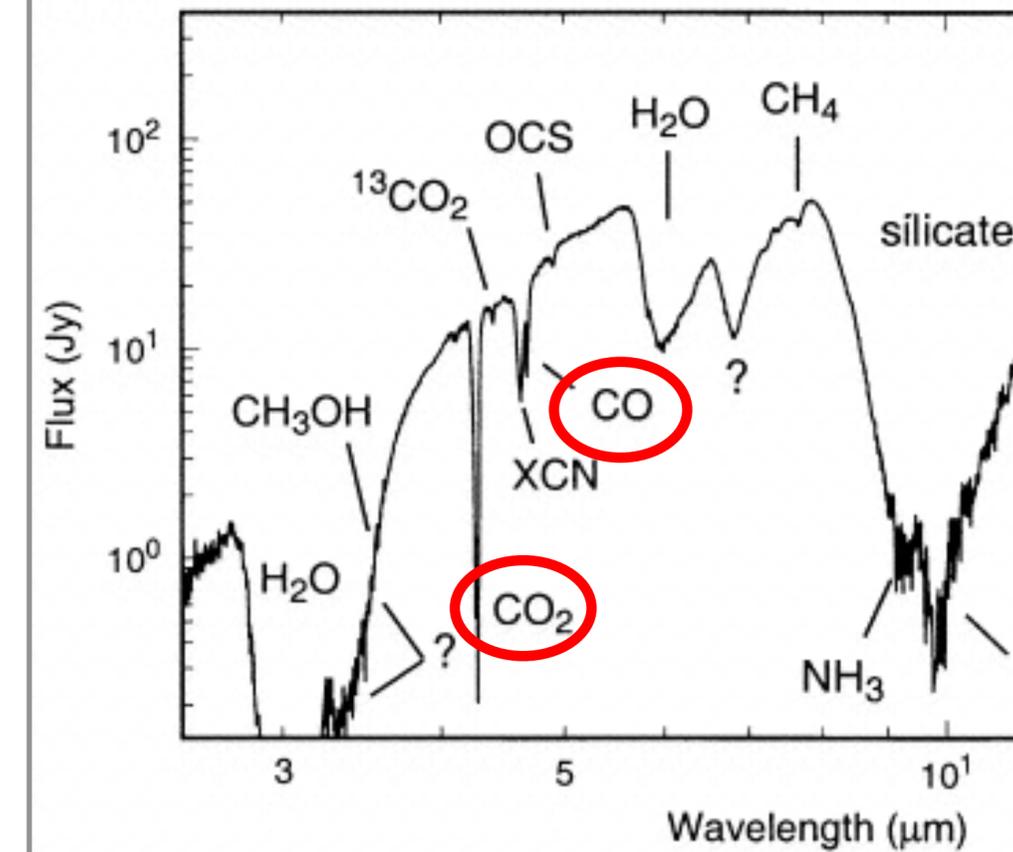
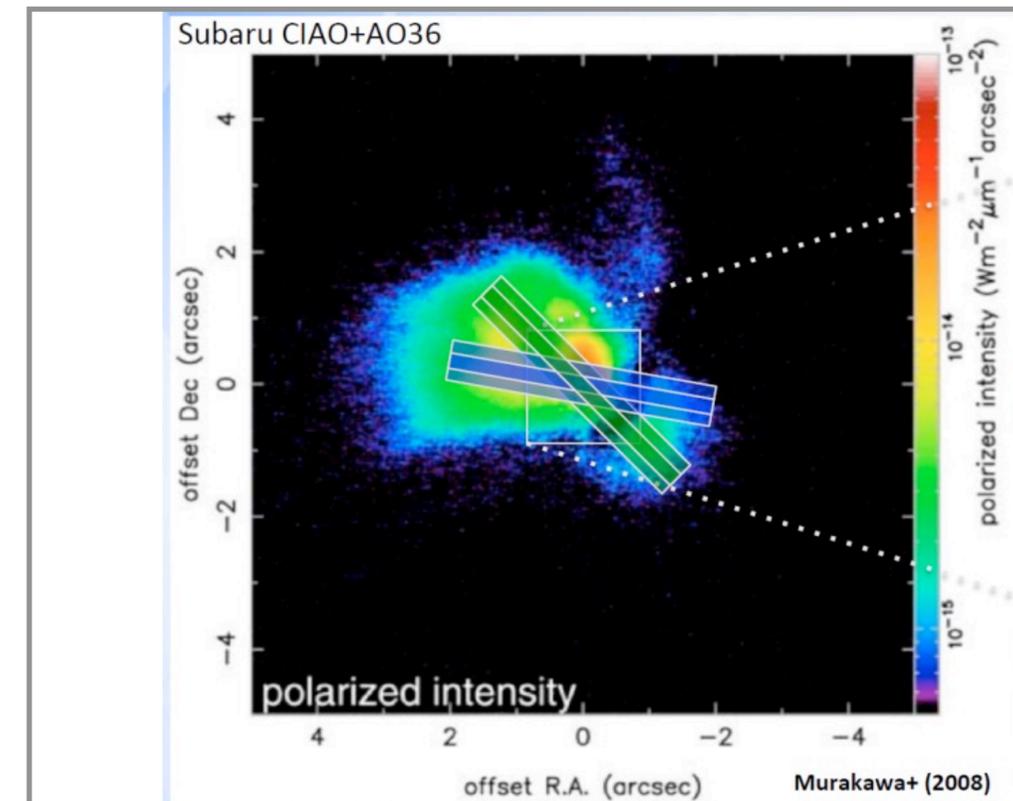


強度スペクトルに氷吸収feature再確認,  
偏光スペクトルの氷feature検出はS/N不足



# 現在進行中の 円盤（氷）研究

- HL Tau Subaru/IRCS 2.8 – 4.2 $\mu\text{m}$  偏光分光
  - 2019/12データ取得, 解析進行中
- JWST 熱赤外( $\lambda > 3\mu\text{m}$ )円盤散乱光観測の検討
  - H<sub>2</sub>O氷に加え, CO<sub>2</sub>, CO 氷の検出も可能
  - GO-1 観測提案検討中
- SPICAのサイエンス検討
  - 遠赤外44 $\mu\text{m}$ 氷分光検討



# **(3) せいめい望遠鏡の新装置**



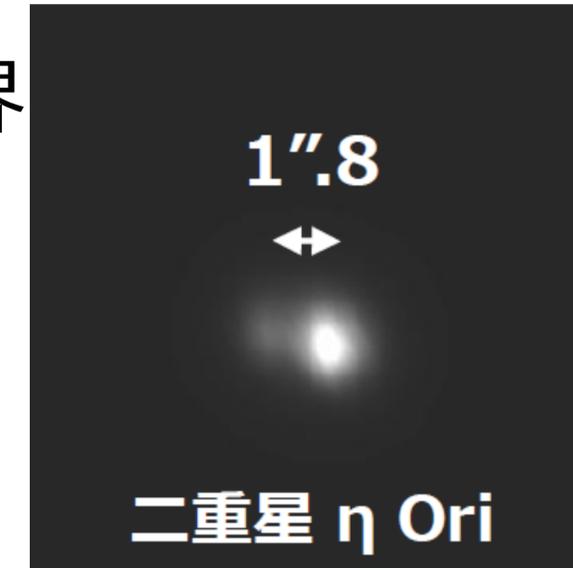
## 望遠鏡

結像性能 : FWHM  $\sim 1''$  シーイング限界  
SHカメラでの光学調整 : 2~3回/夜

指向精度 : rms  $10''$

追尾精度 :  $2\sim 3''/10$ 分

2020後半からオートガイダで、ずれないようにする予定



## 観測装置

KOOLS-IFU (可視面分光装置) 現在はこの1台のみ

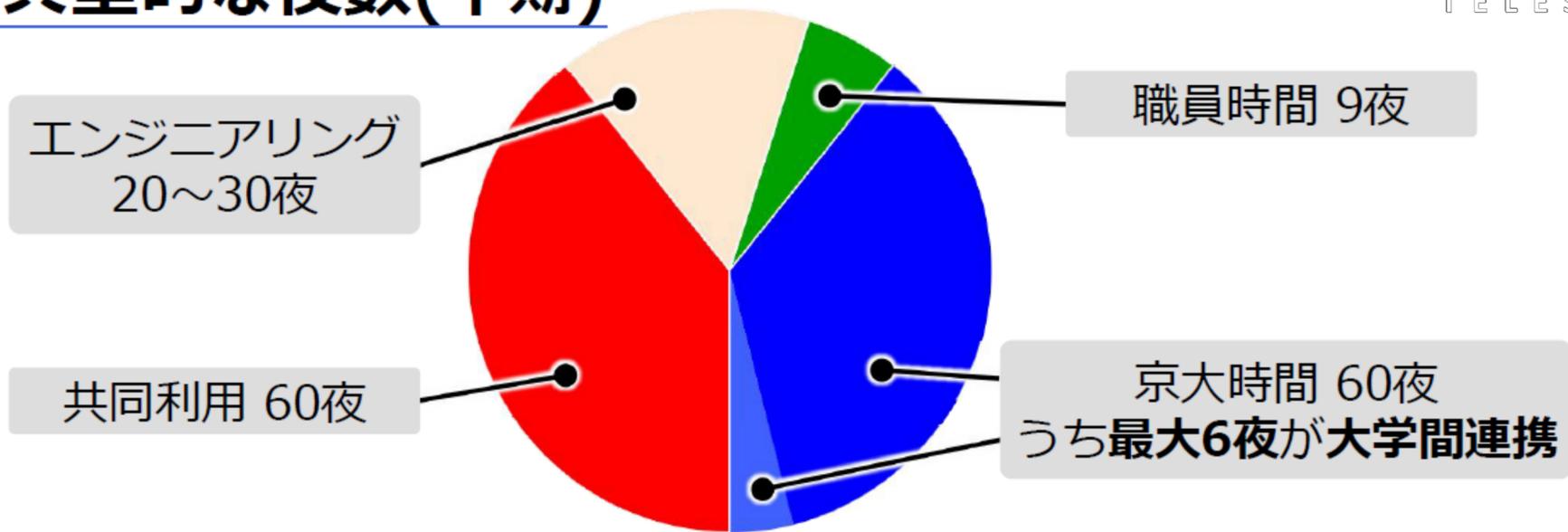
視野 :  $\phi 15''$  を 127本のファイバでカバー

限界等級 :  $\sim 18$ 等 (10分積分 R $\sim 500$ )

2020後半からの装置ローテータには数個の装置を同時搭載可



## 典型的な夜数(半期)



## 採択課題数

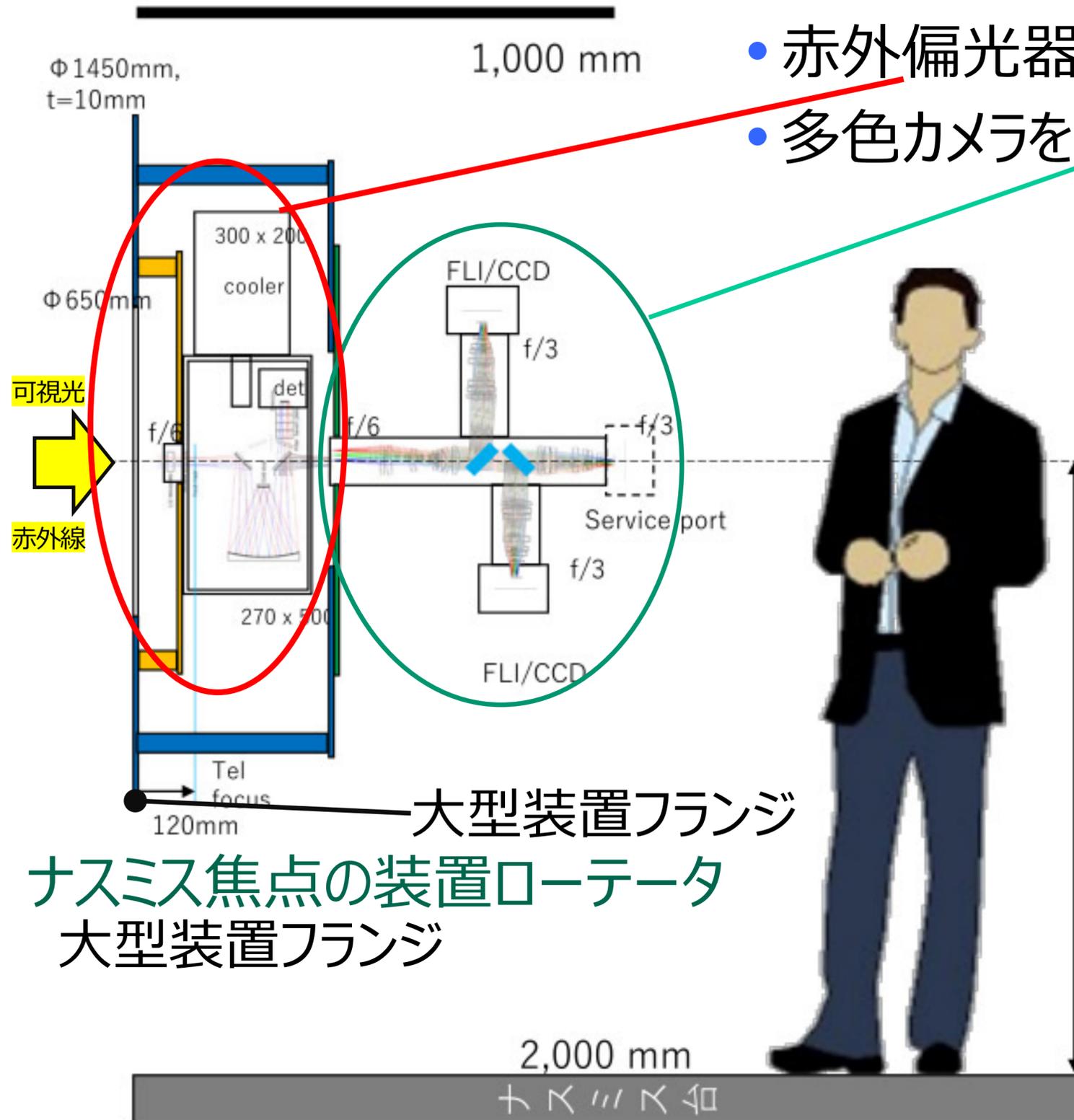
	京大 + 大学間連携		共同利用	
	Classical	ToO	Classical	ToO
2019A	10	8 + 7	9	5
2019B	9	7 + 10	7	7
2020A	10	8 + 12	9	7

## 詳細な運用状況

8月24,25日「せいめいユーザーズミーティング (仮称)」を広島大にて開催予定

昨年度の収録 <http://seimei.nao.ac.jp/openuse/um/um2019/>

# 近赤外偏光撮像装置（と可視多色カメラ）の取付け <sup>3/3</sup>



- 赤外偏光器の後ろに多色カメラ
- 多色カメラを単独での取付けも可

## 赤外偏光器

InGaAs 1280×1280  
アレイ4個で、  
Jバンド・Hsバンドの  
偏光を同時観測  
3分角の視野  
部品調達、組立へ

(昨年度からの繰越はあったが)  
近赤外線偏光撮像装置は、  
予定通り部品調達が進み、  
来年度から組み立て開始

## 多色カメラ

前田・太田・松林・・・開発中

東大 酒向氏資料を改変

大型装置フランジ  
ナスミス焦点の装置ローテータ  
大型装置フランジ

# 来年度に向けた異動

- 泉奈都子さん 台湾へ（コロナウィルスの状況が落ち着いたら）
- 水木敏幸さん 茨城大に（4月1日より）
- WISE, GAIA 等のデータベースを用いたデブリ円盤などの探査