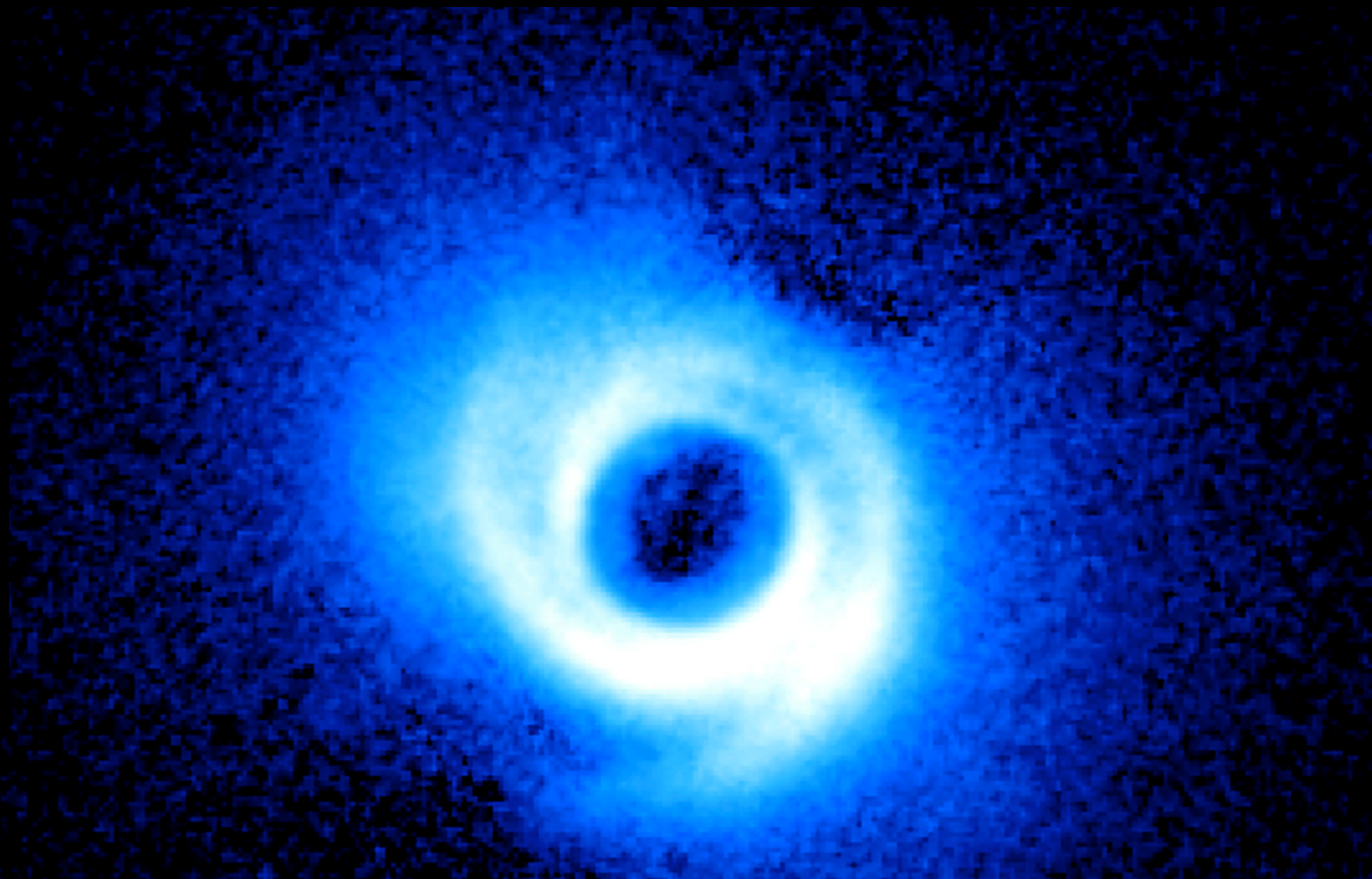
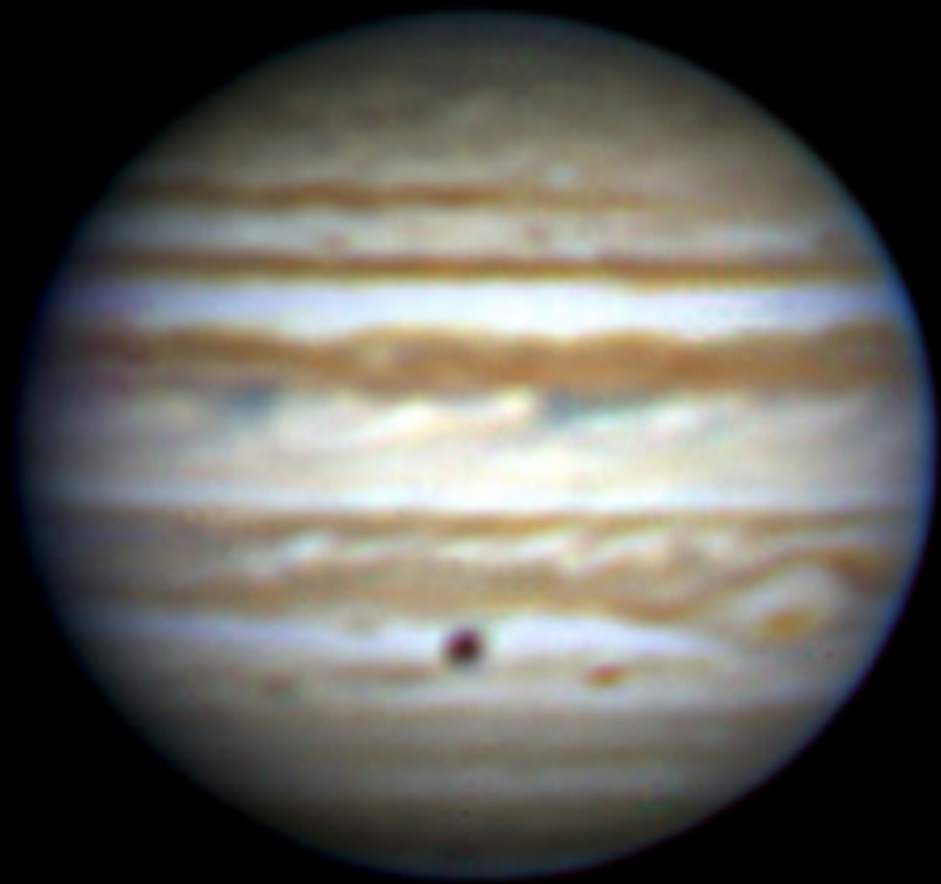


SPICA が狙うサイエンス (2)

惑星系レシピの解明



高見、塩谷、大坪、本田、
山下、猿楽、岡本、田村 ほか

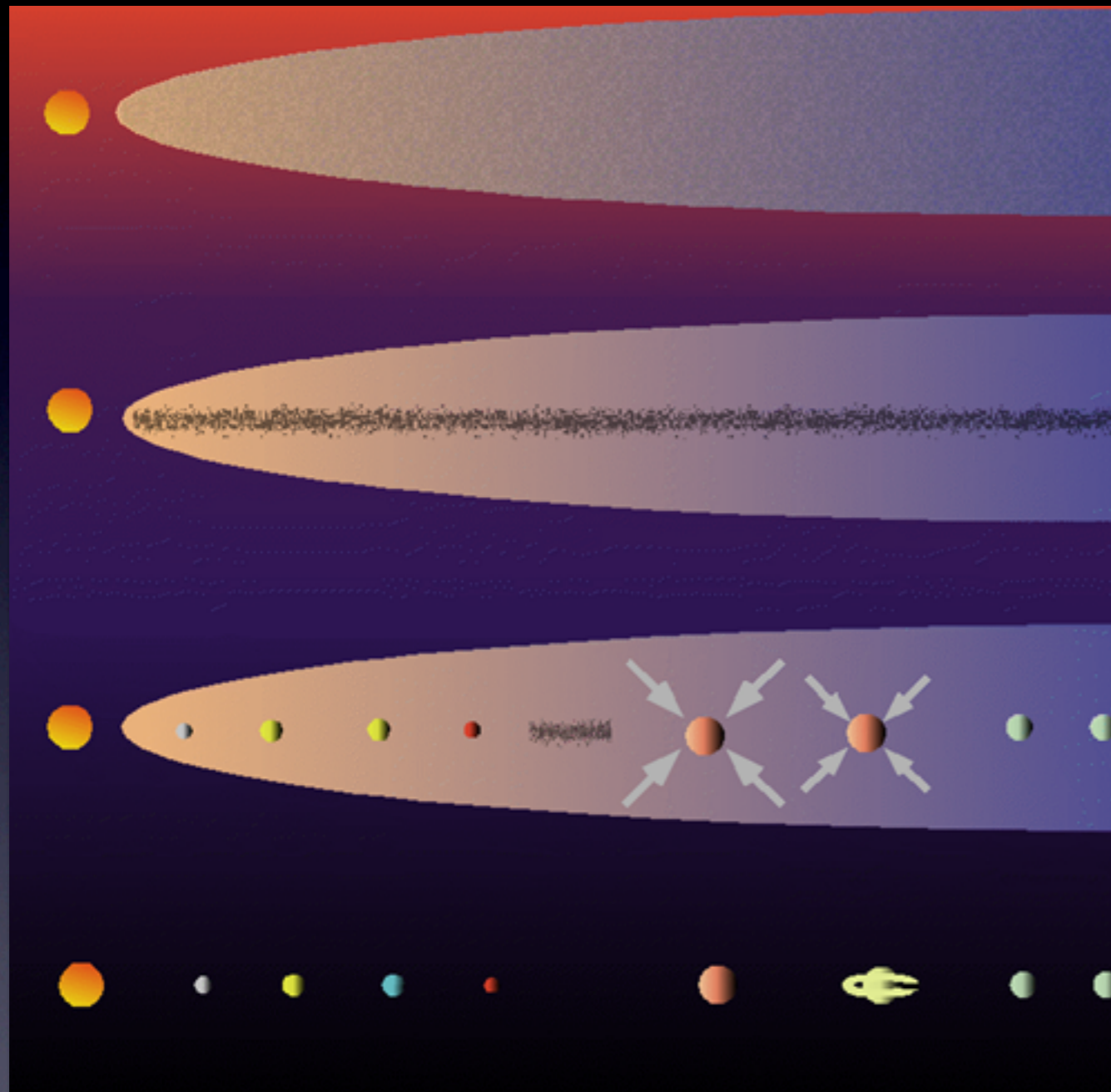
SPICA サイエンスワーキンググループ

SPICA 装置グループ



すばる SEEDS による
原始惑星系円盤の
観測例 (武藤他)

惑星系形成のパラダイム



原始惑星系円盤

(ガスと塵の集まり)

塵が赤道面に集積(?)

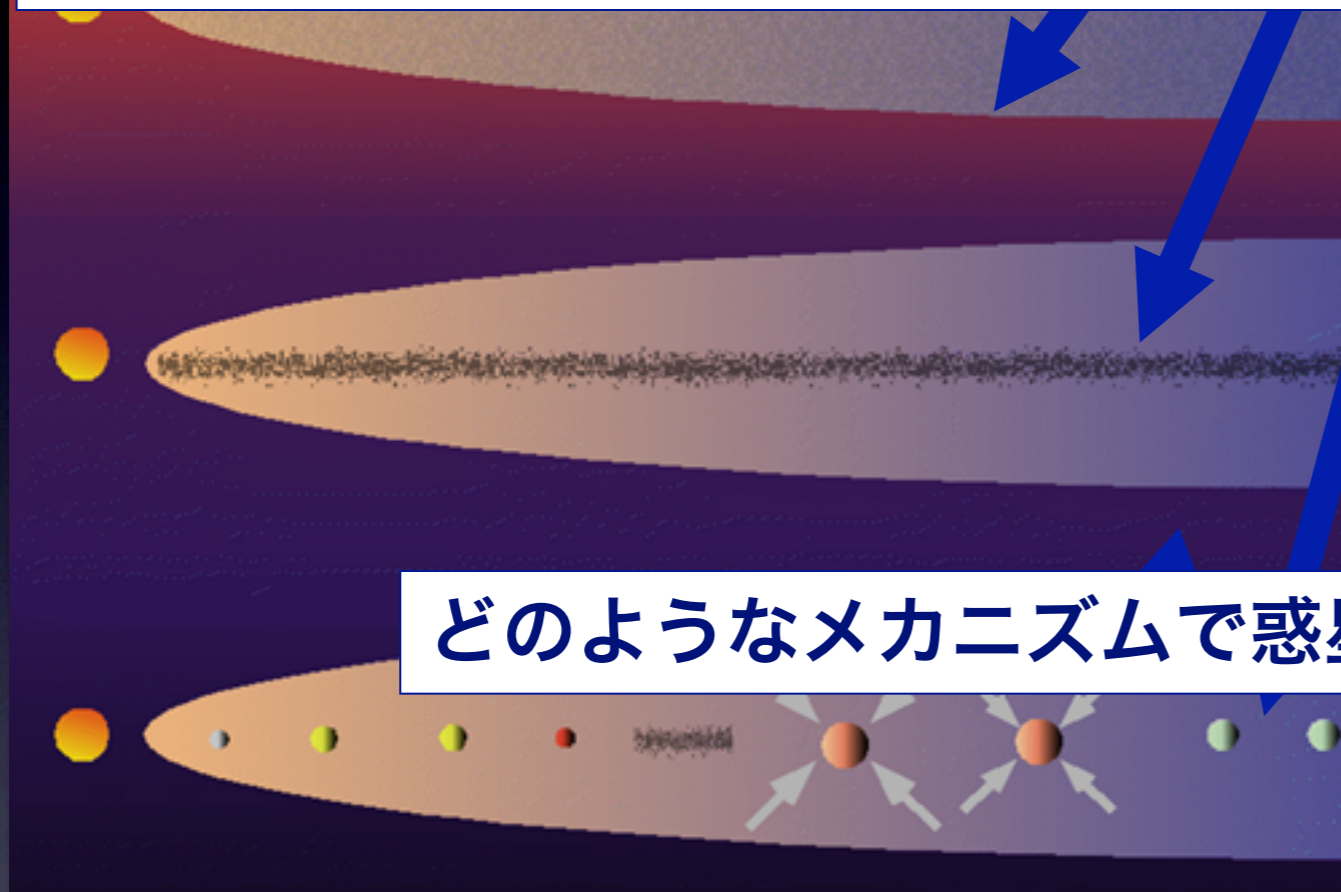
地球型惑星の誕生(?)

ガスをまとめて
木星型巨大惑星に(?)

惑星系

惑星系形成のパラダイム

太陽系外の惑星系や原始惑星系円盤に、生命の源である水や有機物質は普遍的に存在するのか？



原始惑星系円盤
(ガスと塵の集まり)

塵が赤道面に集積(?)

どのようなメカニズムで惑星が生まれるのか？ 誕生(?)

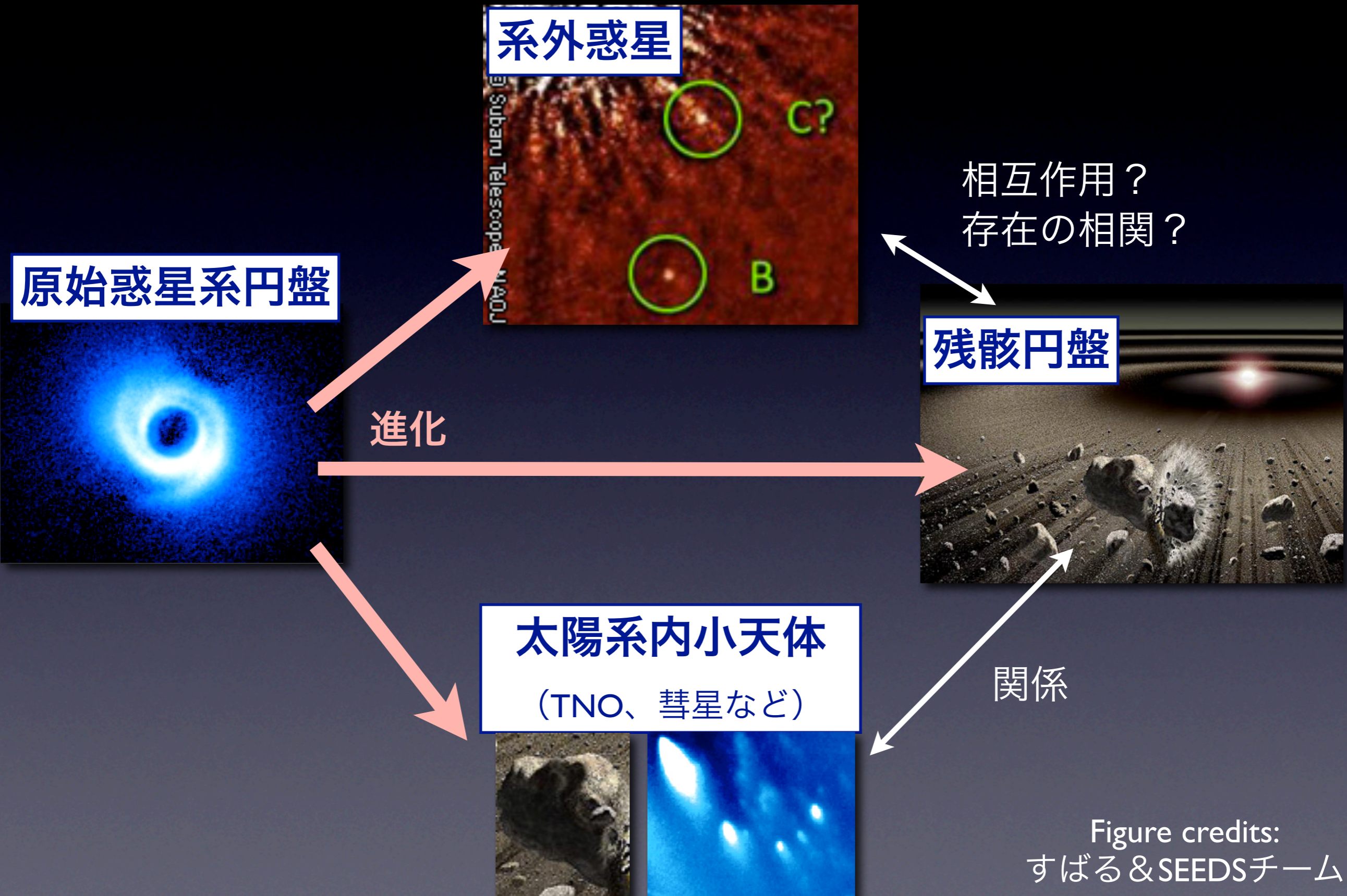
ガスをまとめて
巨大惑星に(?)

太陽系外にどのような惑星系が存在するのか？

われわれの太陽系は普遍的な存在なのか？ 惑星系

2020年代にもホットな研究テーマと期待される

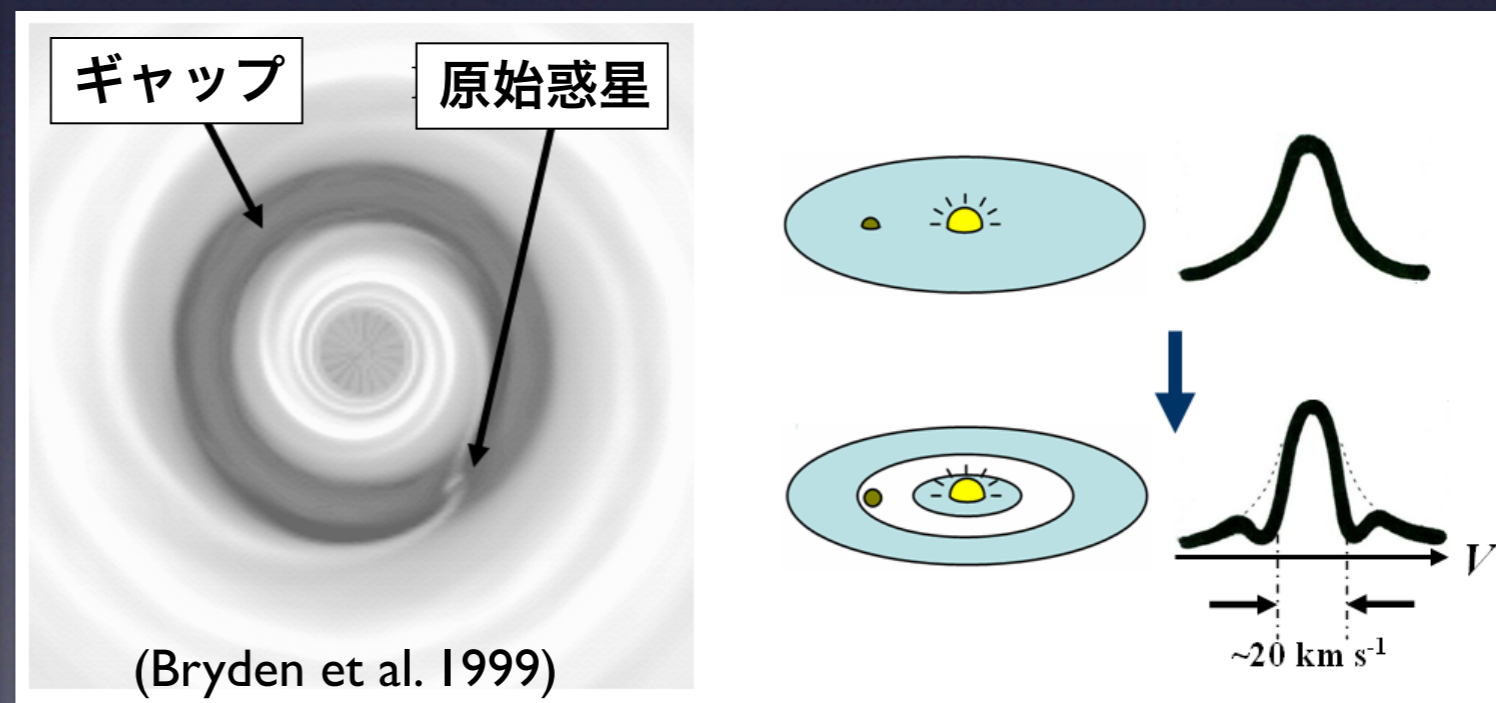
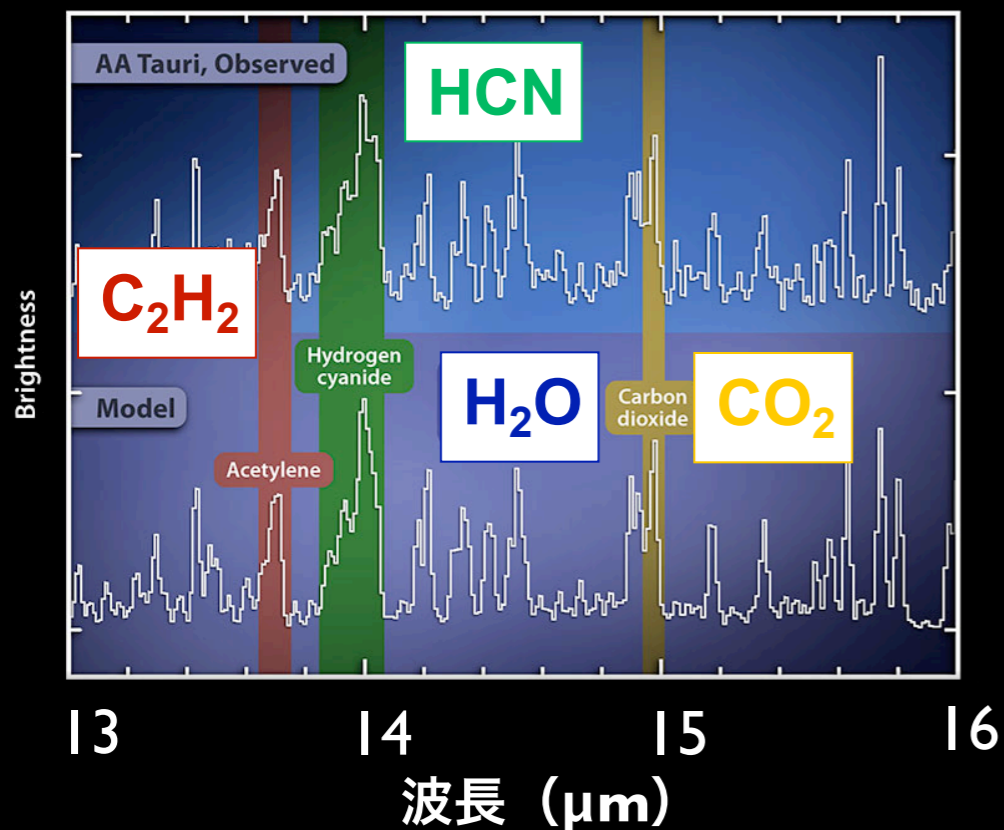
解明の鍵となる観測対象



SPICA によるサイエンス (1)

原始惑星系円盤の進化

- 惑星系形成領域、特に $r \ll 30 \text{ AU}$ 、 $T=10^2-10^3 \text{ K}$ からの輝線を観測
- 多数の前主系列星の輝線を観測し、ガスの散逸時間スケールを測定
→ 木星型惑星形成シナリオを検証
- 輝線プロファイルの観測
→ 直接空間分解できない構造や物理・化学状態を解明

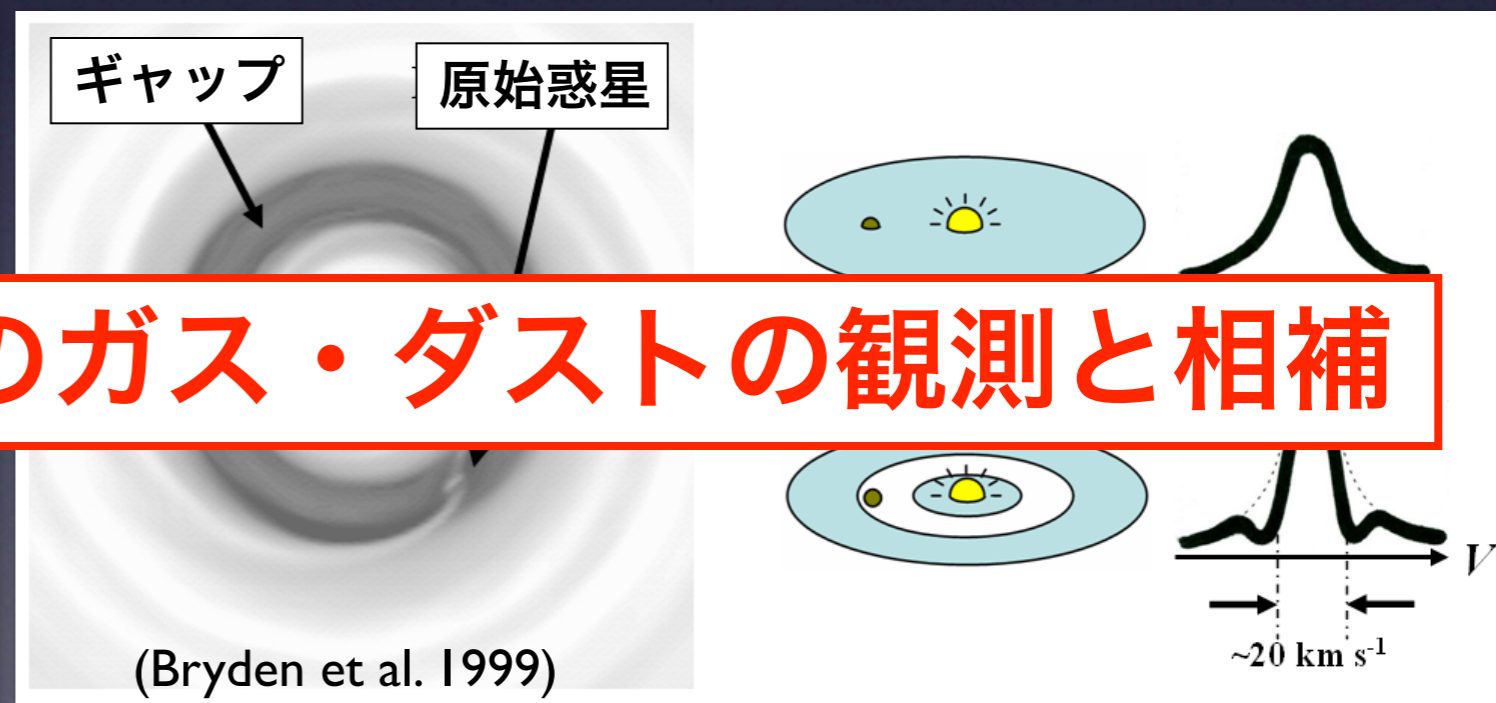
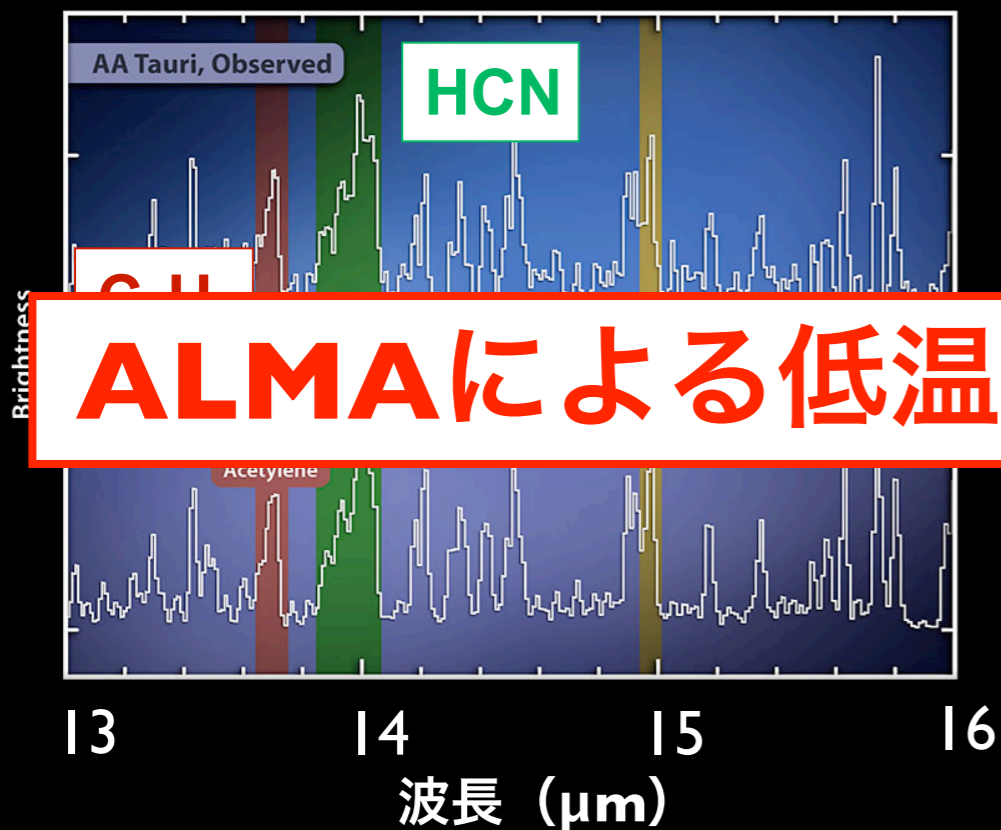


原始惑星系円盤の中間赤外輝線 (Spitzer プレスリリース)

SPICA によるサイエンス (1)

原始惑星系円盤の進化

- 惑星系形成領域、特に $r \ll 30 \text{ AU}$ 、 $T=10^2-10^3 \text{ K}$ からの輝線を観測
- 多数の前主系列星の輝線を観測し、ガスの散逸時間スケールを測定
→ 木星型惑星形成シナリオを検証
- 輝線プロファイルの観測
→ 直接空間分解できない構造や物理・化学状態を解明



ALMAによる低温のガス・ダストの観測と相補

原始惑星系円盤の中間赤外輝線 (Spitzer プレスリリース)

SPICA によるサイエンス (2) : 残骸円盤

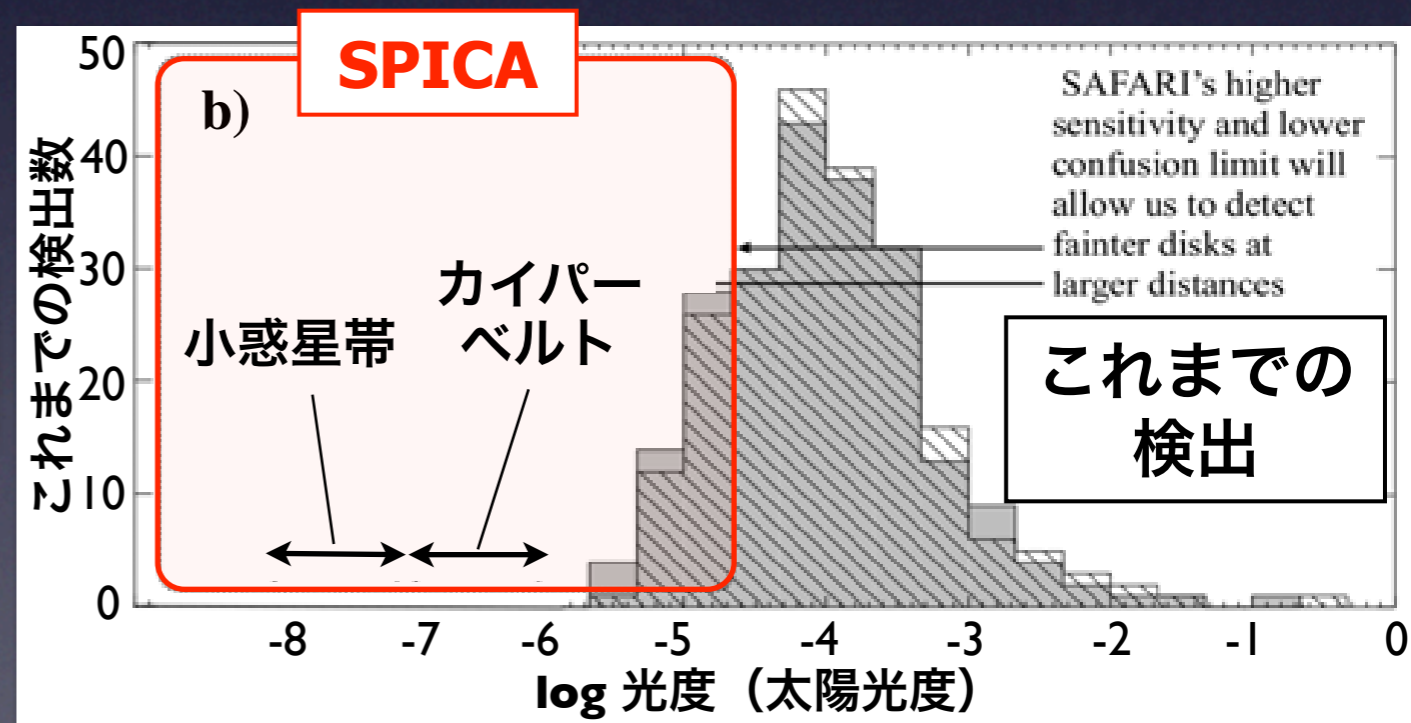
- 近傍の星の、黄道光や微惑星帯に対応
 - すばる、Herschel、ALMA などで構造の研究が活発に進められている
 - 温度 100 K 程度 → 中間-遠赤外領域での観測が最適
- SPICA の遠赤外観測で多数の円盤を探索
- SED観測や固体バンドの分光観測で、円盤の多様性や普遍性を検証

HST
(可視)

ALMA
(電波)

Herschel
(遠赤外)

(ALMA/Herschel プレスリリース)

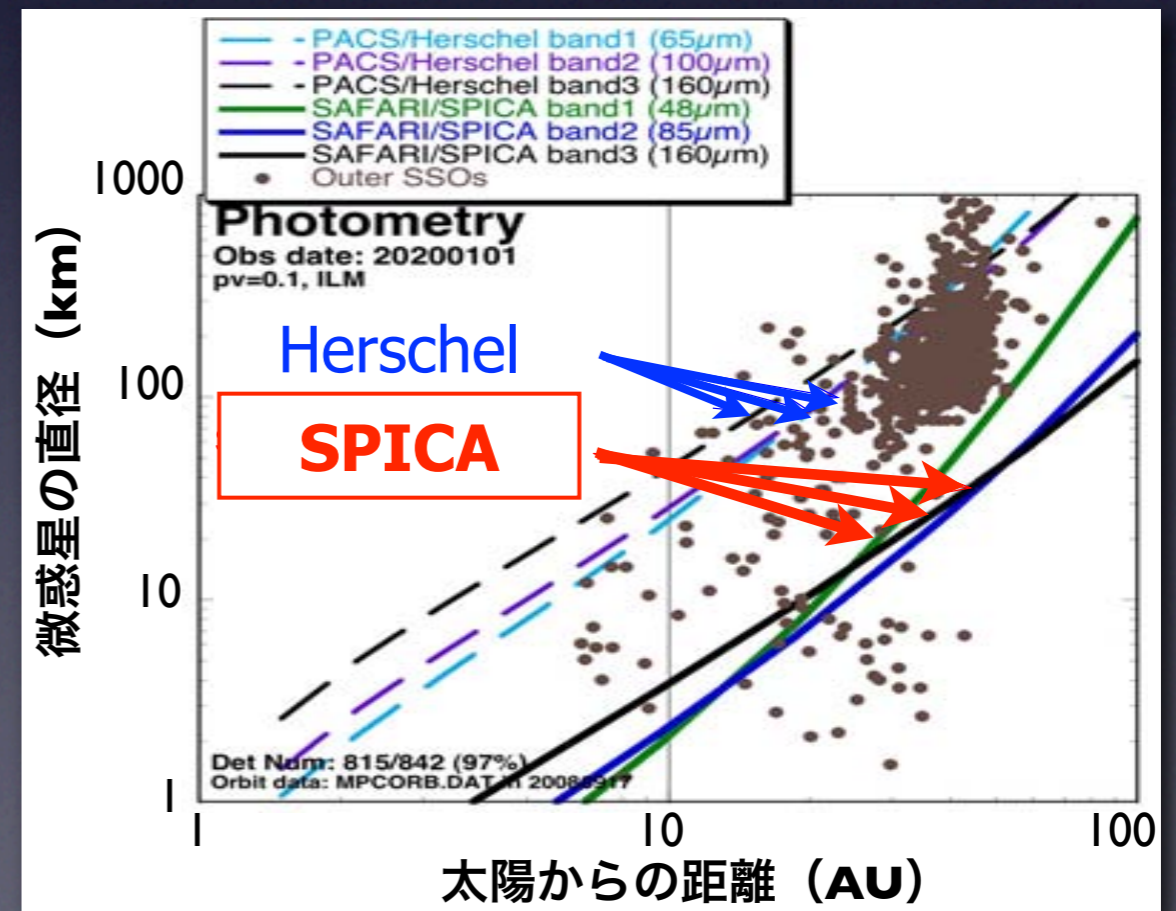
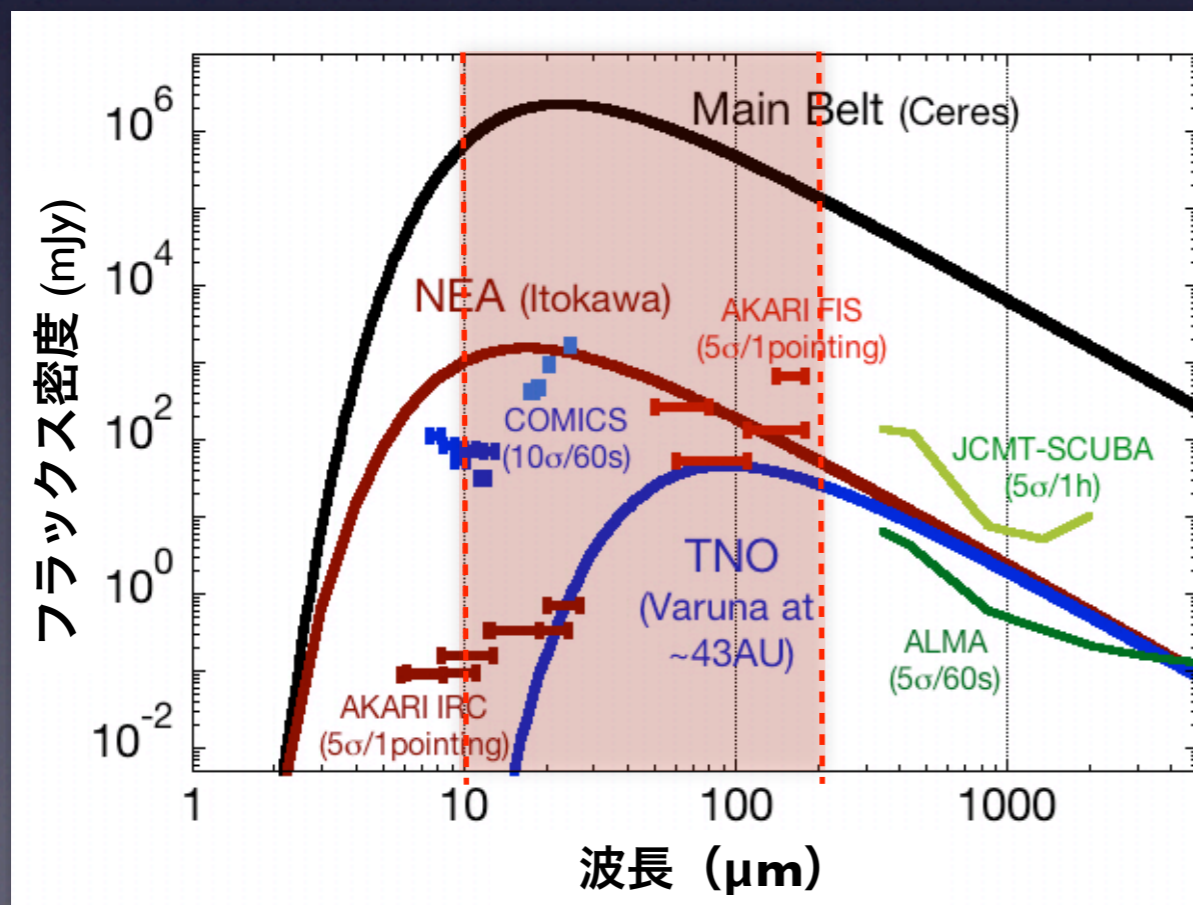


光度 vs 検出数 (Moro-Martin 2009)

SPICA によるサイエンス (3)

カイパーベルト天体の観測で探る太陽系形成

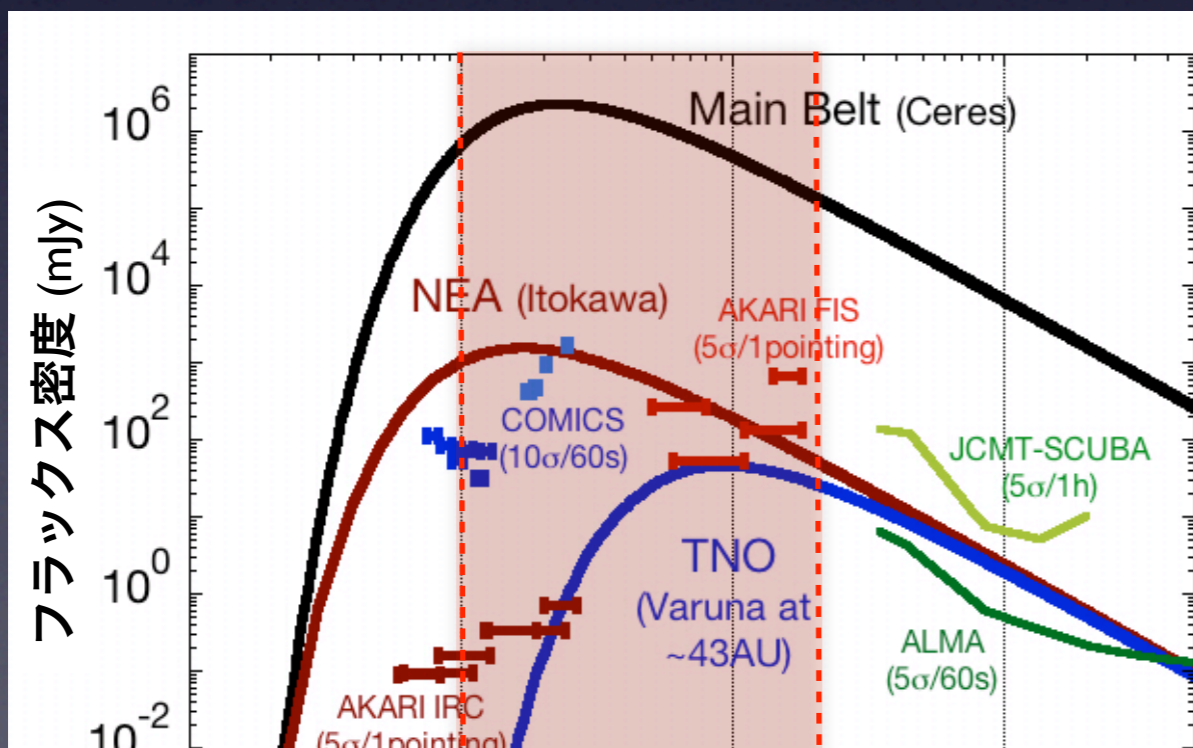
- 微惑星はどこまで形成され、惑星形成はどこで止まったか？
 - 惑星形成理論に対する基本情報を与える
- 多数の天体の遠赤外フラックスを可視測光と比較し、サイズ分布を決定。アルベドから組成および熱変遷史を検証
- 中間-遠赤外分光により、明るい天体の組成や熱変遷史を詳しく検証



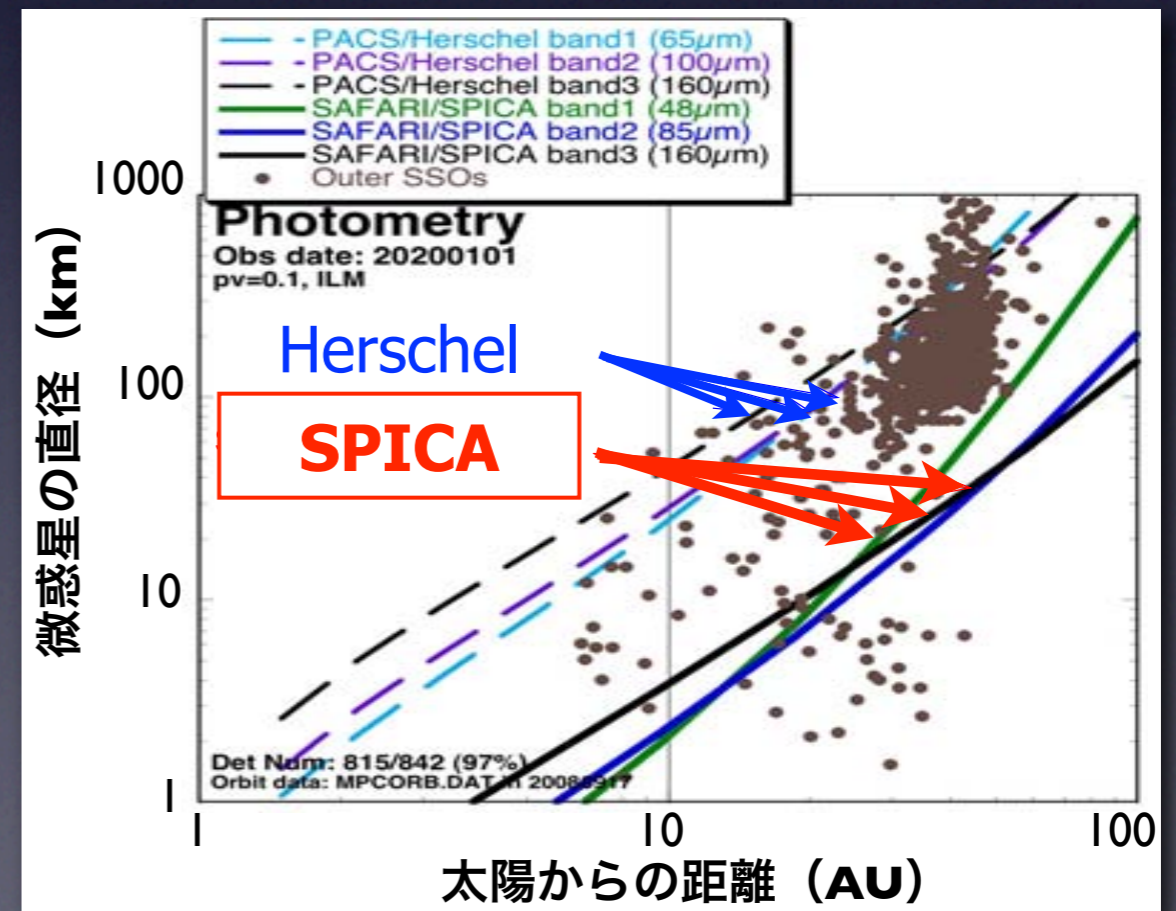
SPICA によるサイエンス (3)

カイパーベルト天体の観測で探る太陽系形成

- 微惑星はどこまで形成され、惑星形成はどこで止まったか？
→ 惑星形成理論に対する基本情報を与える
- 多数の天体の遠赤外フラックスを可視測光と比較し、サイズ分布を決定。アルベドから組成および熱変遷史を検証
- 中間-遠赤外分光により、明るい天体の組成や熱変遷史を詳しく検証



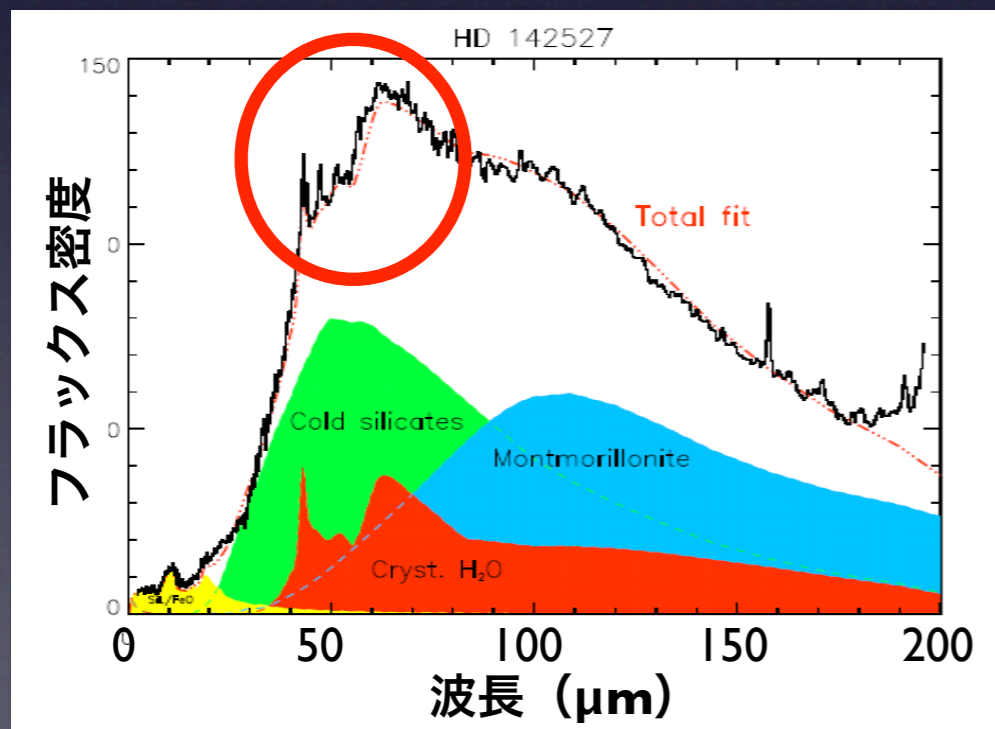
赤外総光度の高精度観測により、サイズやアルベドを精度良く決定できる



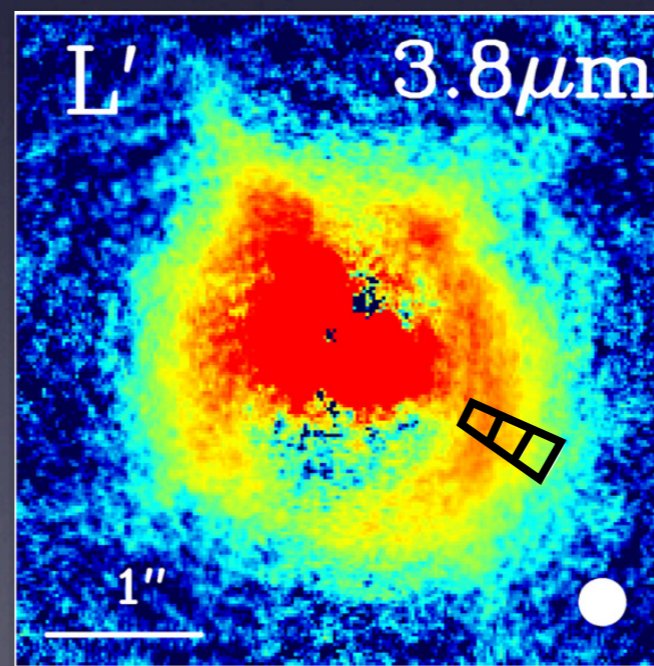
SPICA によるサイエンス (4)

水の存在の普遍性と、惑星形成に対する役割

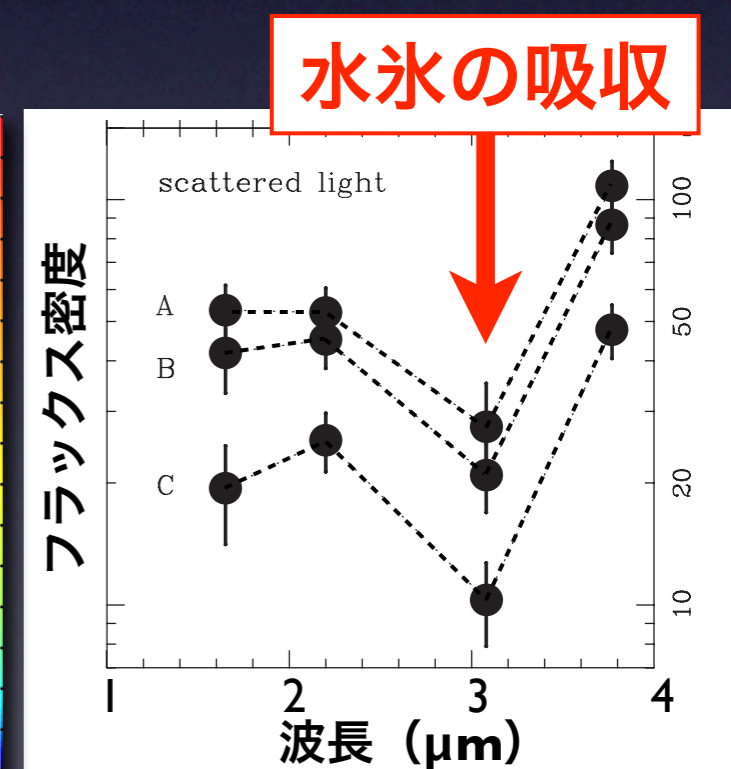
- 円盤に付随する水氷は、遠赤外放射または近赤外吸収により観測可能
 - ただし、これまで観測は困難
- 多数の天体の水氷の遠赤外放射を探索し、水氷の普遍性や熱変遷史を検証
- コロナグラフ+分光機能で、星近傍の水氷の分布を観測
 - 惑星系形成シナリオを検証



円盤に付随する水氷の遠赤外放射
(Malfait et al. 1999)



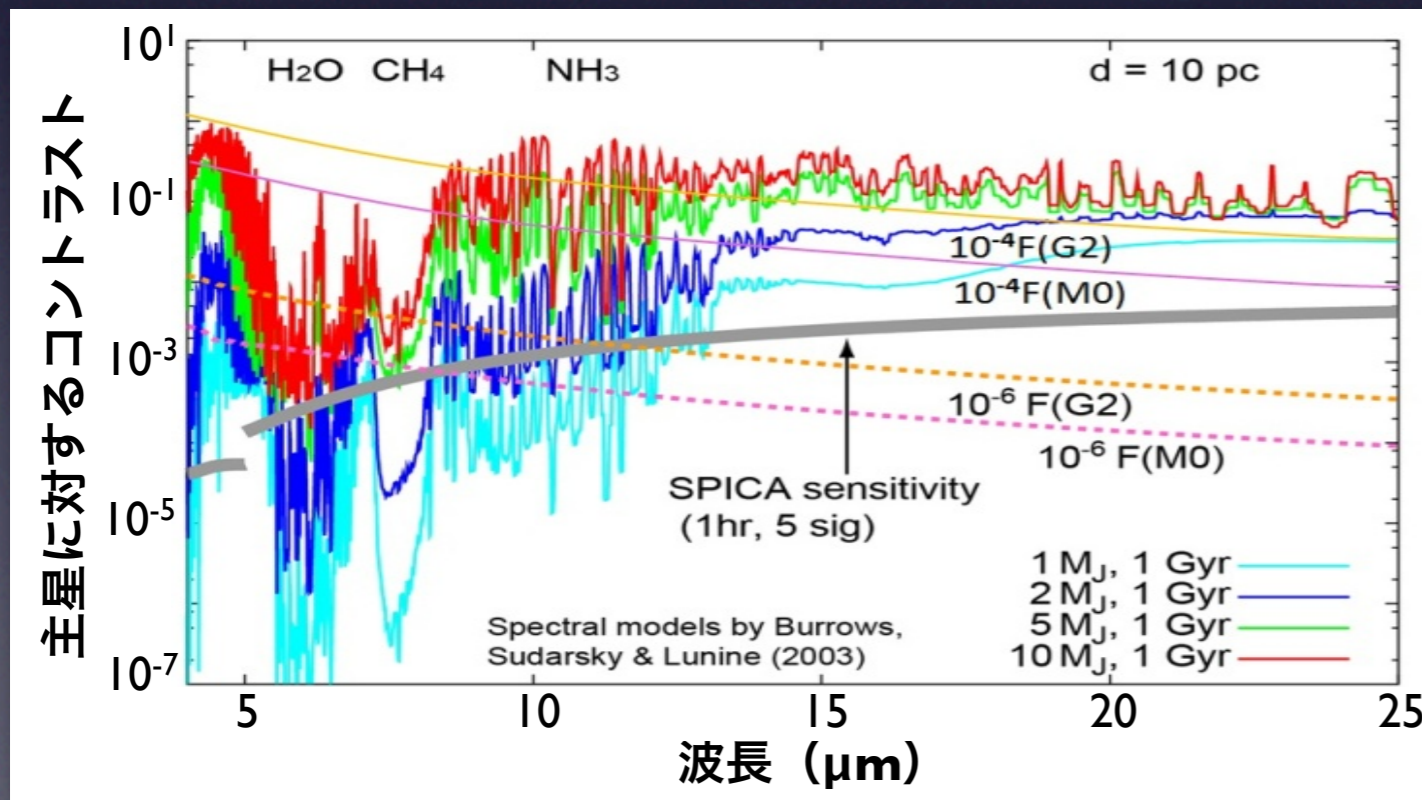
円盤の散乱光
(Honda et al. 2009)



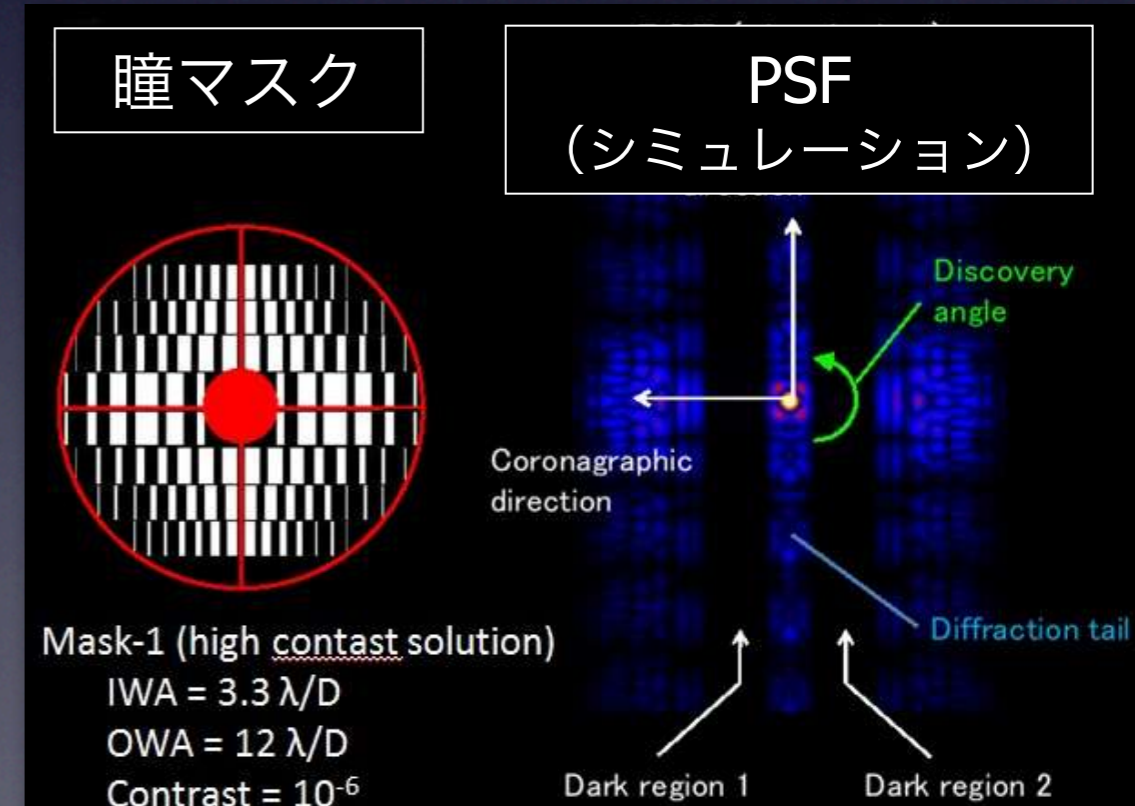
SPICA によるサイエンス (5)

系外惑星の物理・化学的性質、多様性

- 太陽系により近い年齢の系外惑星の放射は、中間赤外域で卓越
さらに、中間赤外域に多くの分子バンド吸収が期待される
 - 地上からの観測は困難
- コロナグラフと分光機能の組み合わせで、これらの系外惑星の
大気化学組成、気候、多様性を徹底検証



系外惑星モデルスペクトルと検出限界

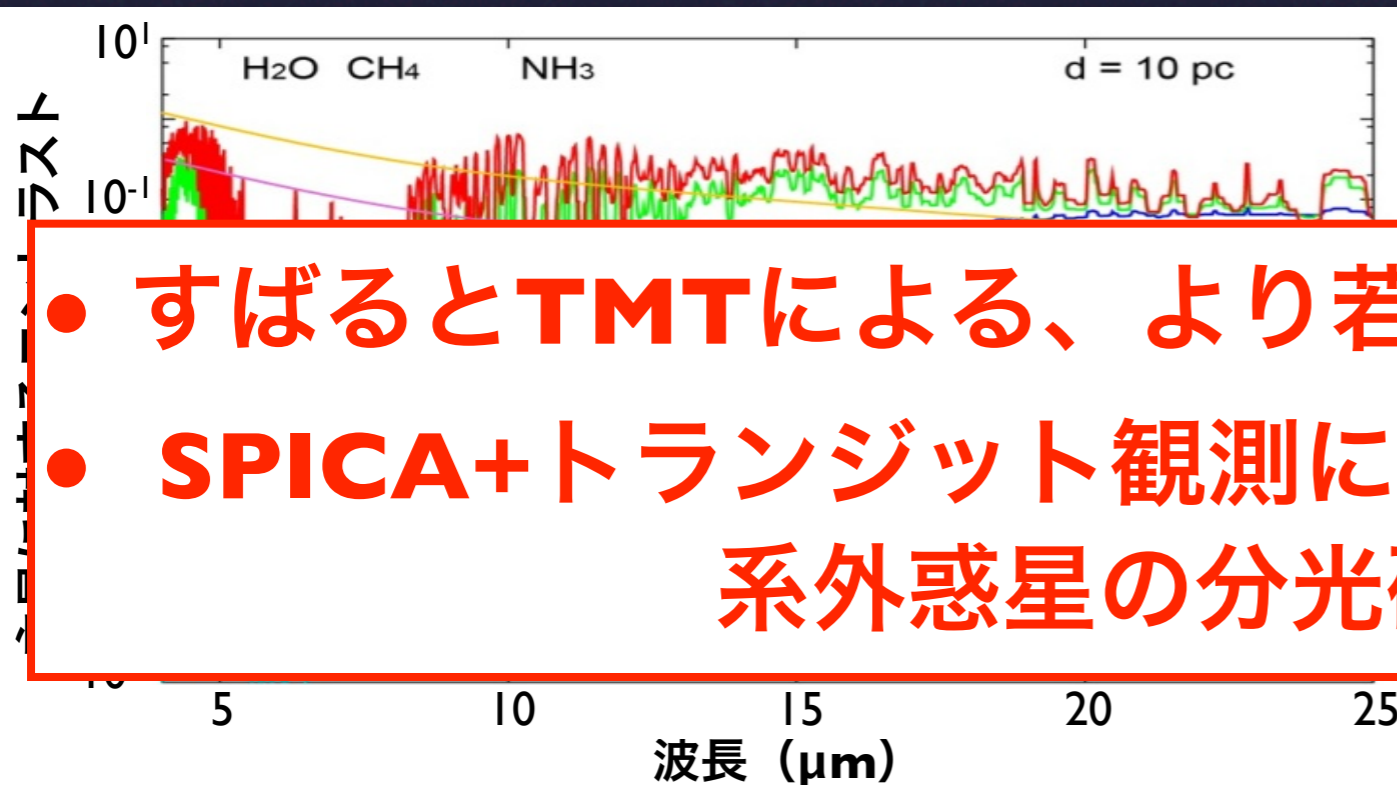


瞳マスクと PSF の例

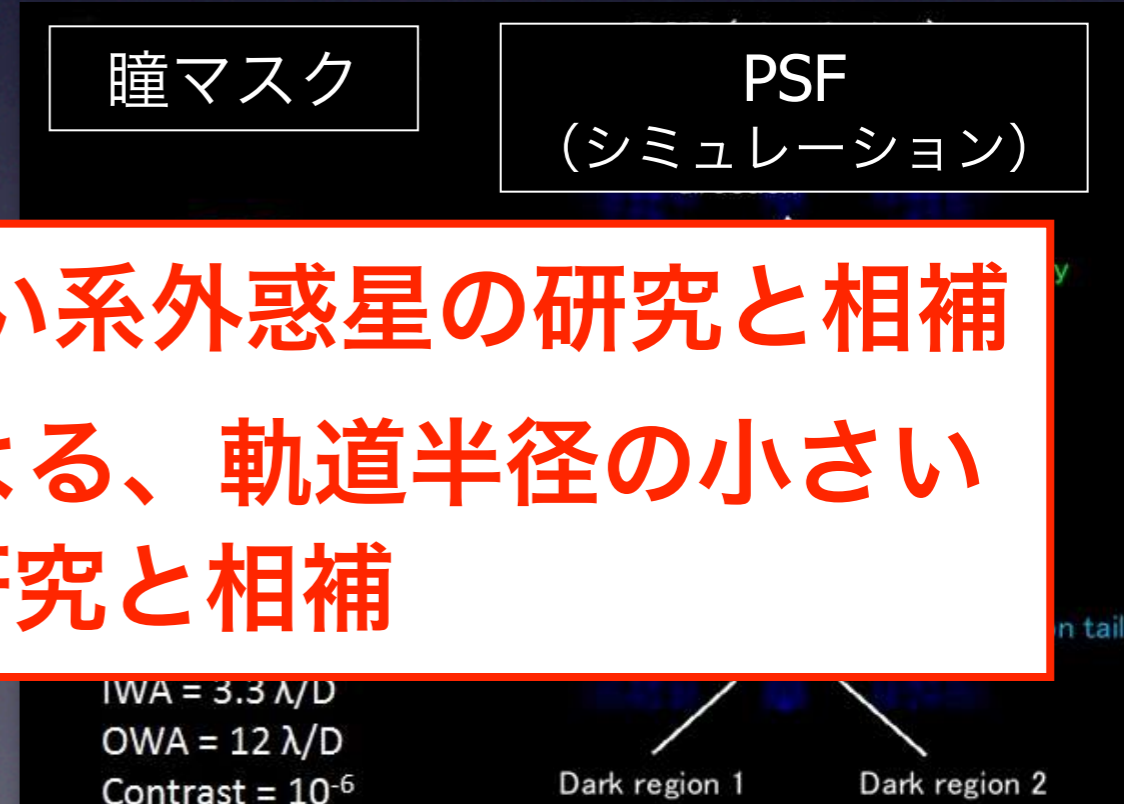
SPICA によるサイエンス (5)

系外惑星の物理・化学的性質、多様性

- 太陽系により近い年齢の系外惑星の放射は、中間赤外域で卓越
さらに、中間赤外域に多くの分子バンド吸収が期待される
 - 地上からの観測は困難
- コロナグラフと分光機能の組み合わせで、これらの系外惑星の
大気化学組成、気候、多様性を徹底検証



- **すばるとTMTによる、より若い系外惑星の研究と相補**
- **SPICA+トランジット観測による、軌道半径の小さい系外惑星の分光研究と相補**



系外惑星モデルスペクトルと検出限界

瞳マスクと PSF の例

なぜ、SPICA が必要か？

- **中間-遠赤外（特に20-200 μm ）の圧倒的高感度**
 - 統計的研究に耐えうる、多数の円盤やTNOを観測可能
- **遠赤外域（40-200 μm ）の分光撮像機能**
 - 円盤内の水氷の分布とその熱変遷の詳細観測が可能
- **中間赤外高分散分光（搭載検討中）**
 - 惑星系形成領域の構造や化学組成の進化を解明
- **中間赤外コロナグラフ分光機能（搭載検討中）**
 - われわれの太陽系により近い年齢の系外惑星の詳細観測
 - 円盤の水氷の分布の高感度・高空間分解能観測

SPICAは惑星系レシピ解明の強力なツール！