

# 星惑星形成班 検討最終報告

(星形成) 中島康、大朝由美子、中村文隆

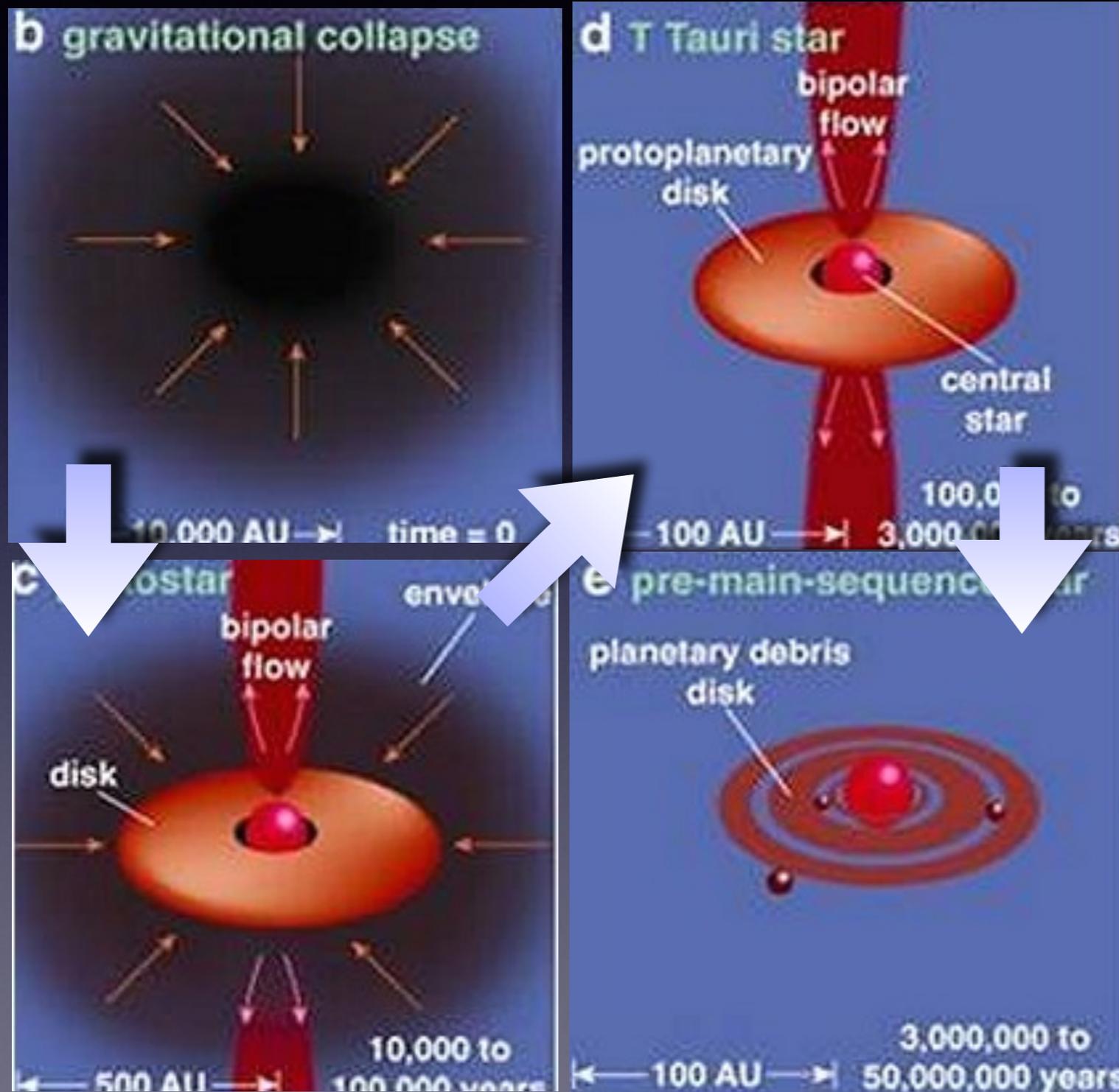
(惑星系形成) 片岡章雅、野村英子、本田充彦、武藤恭之  
松尾太郎、佐々木貴教、成田憲保、住貴宏  
+

深川美里 (編集委員)、高見道弘 (班長)

**Thanks to** : 藤原英明、内山瑞穂、小谷隆行、日下部展彦 (国立天文台)、西合一矢(現大阪府立大)、伊藤洋一(兵庫県立大・西はりま)、秋田谷洋氏(広島大)、大山陽一、Wei-Hao Wang、Yen-Ting Lin (台湾中央研究院)、津村耕司 (東北大)

大内正己 (初代天体・再電離班)、田中賢幸 (銀河進化・構造形成班)、田中雅臣 (恒星物理・超新星・晩期型星班)、河原創 (系外惑星班)、関口朋彦 (太陽系班)

# 低質量星 + 惑星系形成の概要

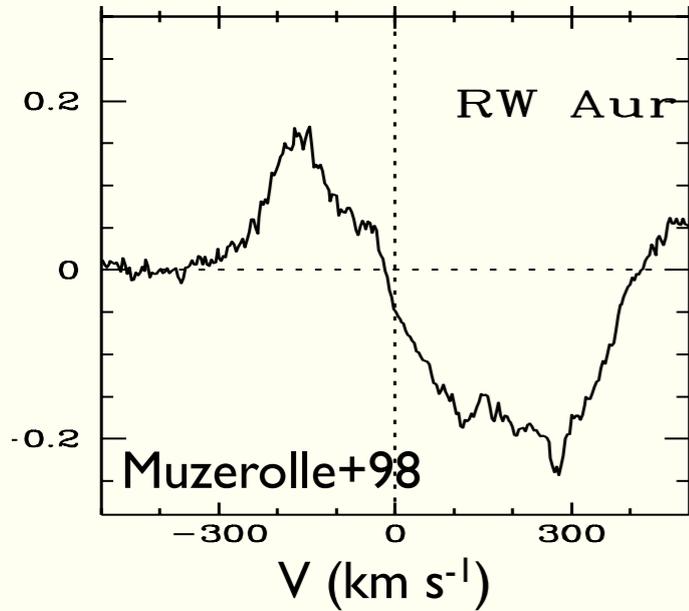


Greene (2001)

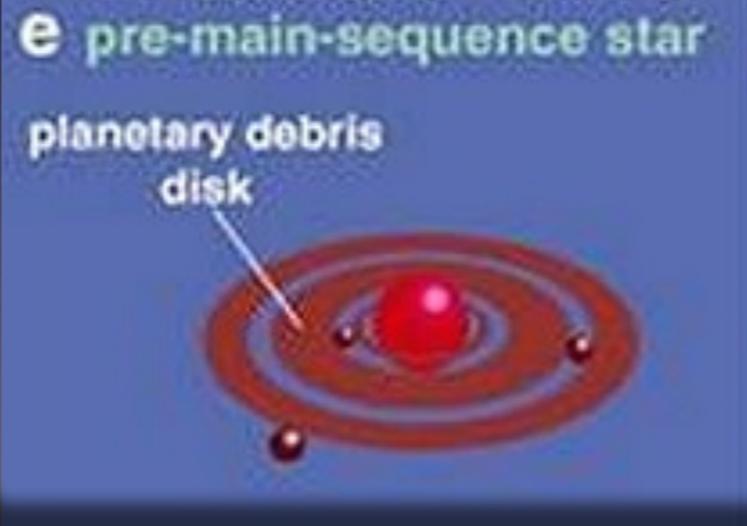
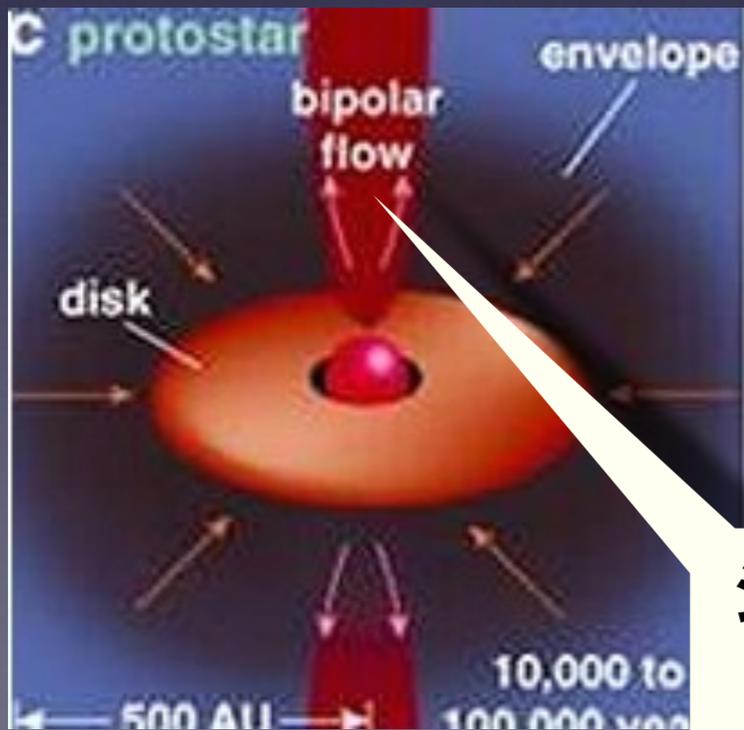
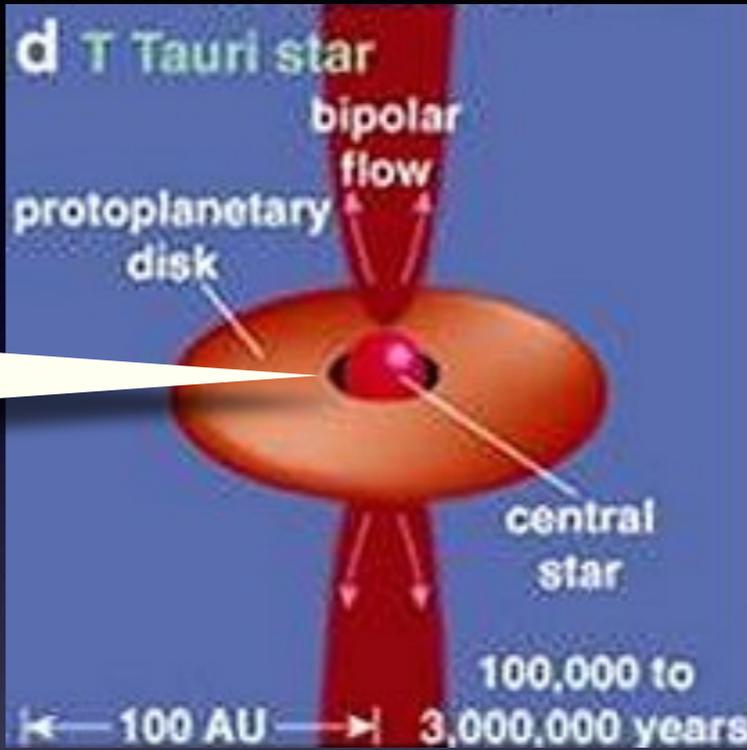
- 分子コア重力収縮
- 降着円盤  
(原始惑星系円盤)  
の生成
- ジェット・  
アウトフロー
- 円盤内での  
惑星系形成

## 円盤→星への質量降着

- 可視-赤外許容線光度
- 赤方変移吸収



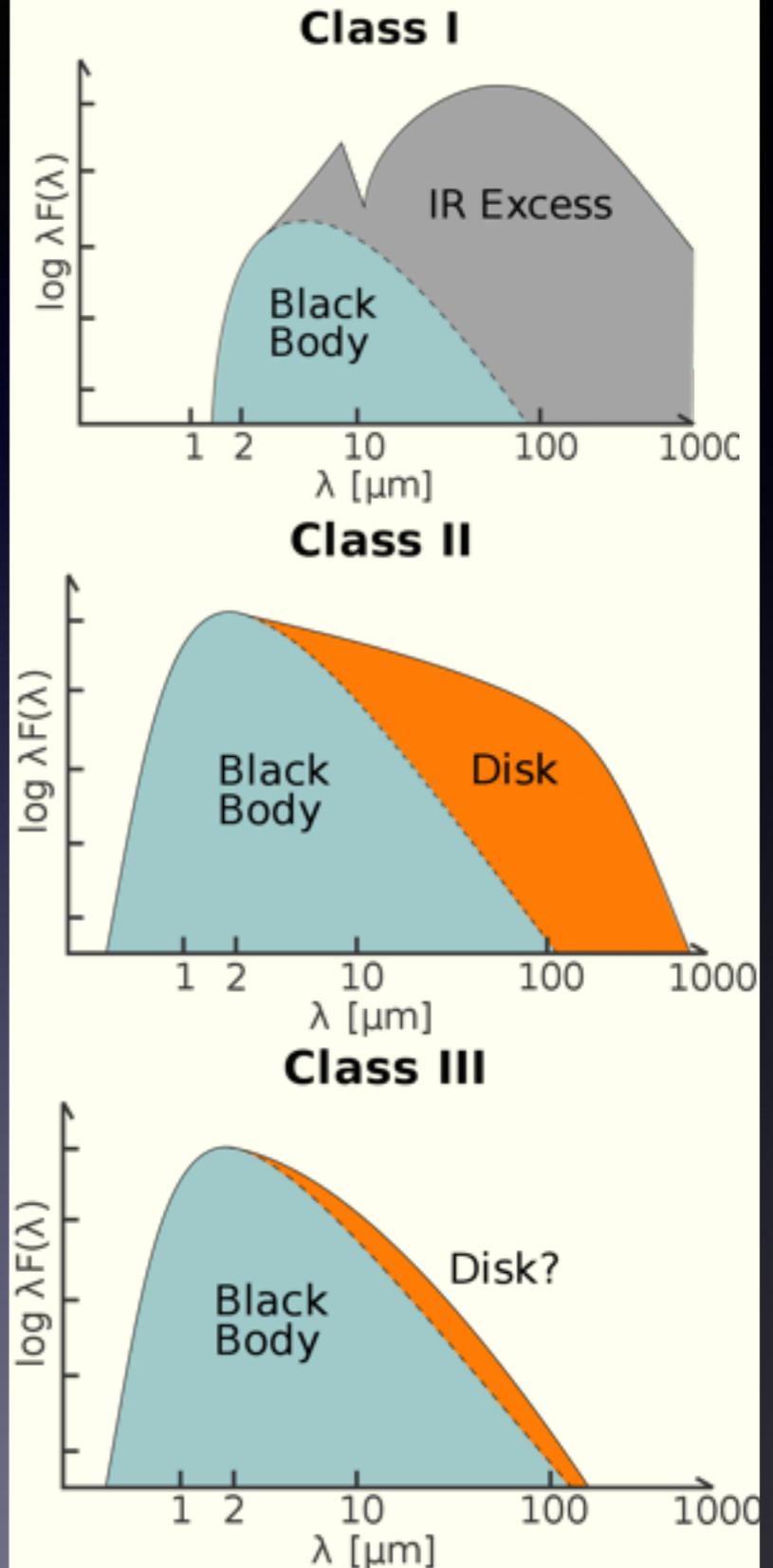
## 星系形成の概要



ジェット・アウトフロー  
円盤降着の間接指標

## 赤外SED

= 進化段階の間接指標



# 個々の星の誕生過程および質量決定

## 大質量星も低質量星と同様に生成？

- 円盤→中心天体降着の探査
- 深撮像による合体成長シナリオの検証

### ミッション要求 キーワード

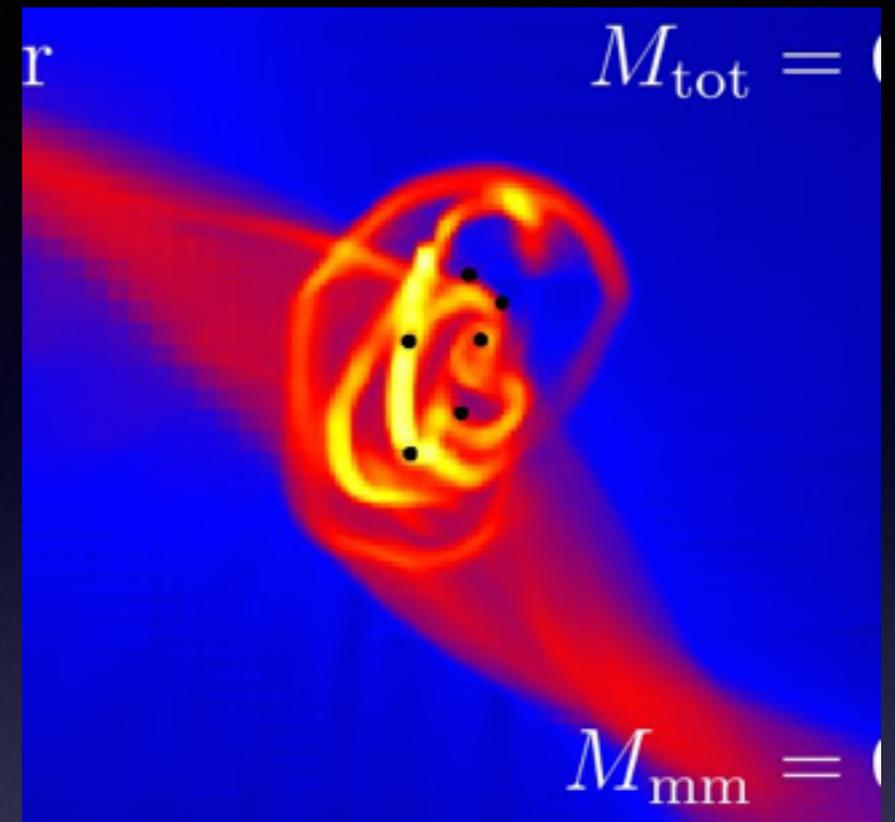
中間赤外、高感度＋高分散分光、  
高感度＋高分解能撮像など

## 超低質量天体はなぜ超低質量？

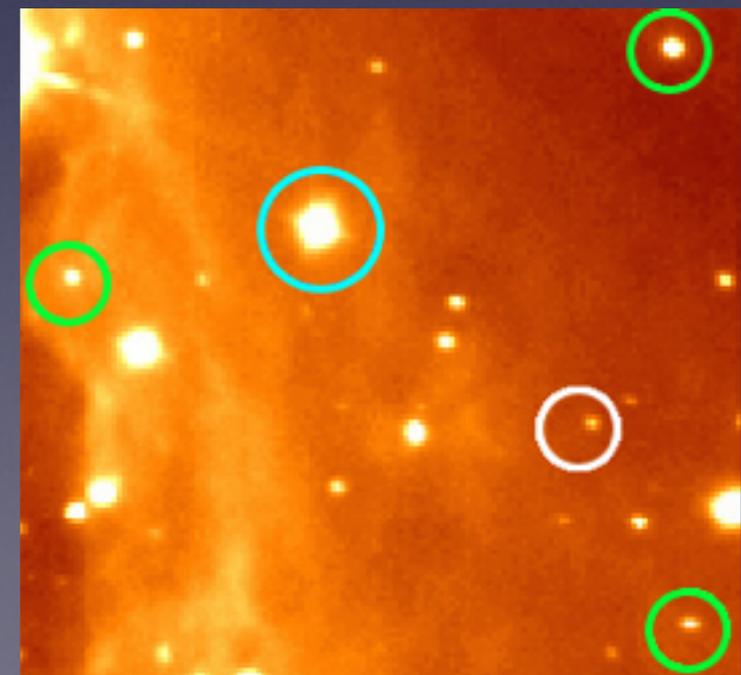
- 形成中の天体の質量と進化段階の推定
- 円盤→中心天体降着の探査

中間-遠赤外測光

赤外高感度低分散分光、輝線撮像



<http://www.ita.uni-heidelberg.de/research/klessen/current/pom/?lang=de>



# 集団としての星生成



©Hubble Space Telescope/STScI

## 星の初期質量関数

- 生成励起メカニズムや生成環境（UV放射、金属量など）により異なるか？

ミッション要求 キーワード

近赤外、高感度 (+広視野) 撮像など

## 赤外暗黒星雲の星生成

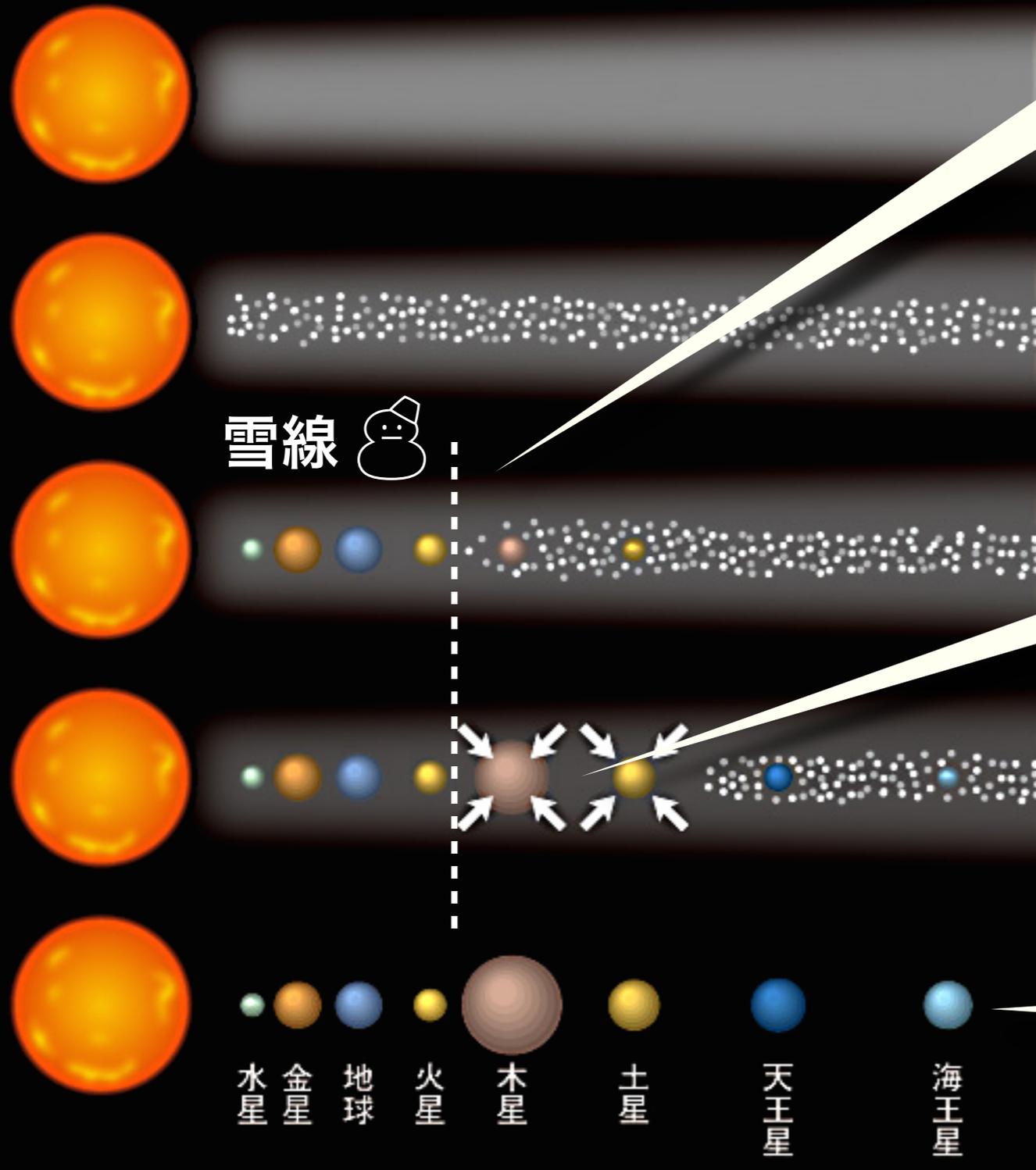
- 特殊条件の星生成物理の検証
- 銀河全体の星生成への貢献度は？

中-遠赤外、高感度撮像 (+分光)



<http://blog.milkywayproject.org/tag/dark-clouds/>

# 惑星系形成の仮説



## 形成初期

ダスト・微惑星成長

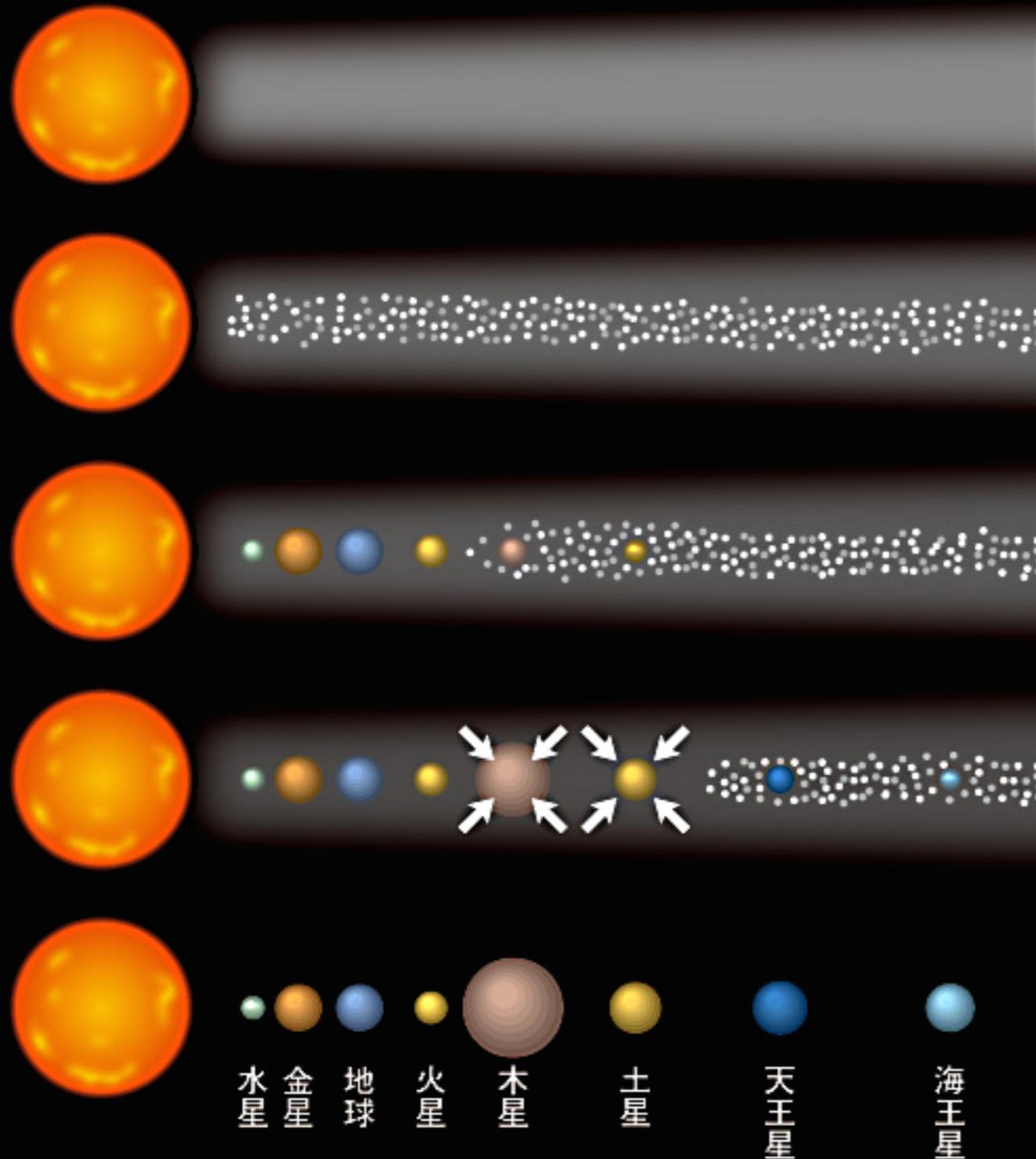
## ガス惑星形成期

惑星へのガス降着  
円盤との相互作用  
惑星の軌道進化 (I)

## 原始惑星系円盤の 消失以降

惑星の軌道進化 (II)  
地球型惑星の形成  
残骸円盤

# 惑星系形成の仮説



## 問題点

理論的には、惑星は簡単に  
形成・維持できない。

さまざまな問題が存在。

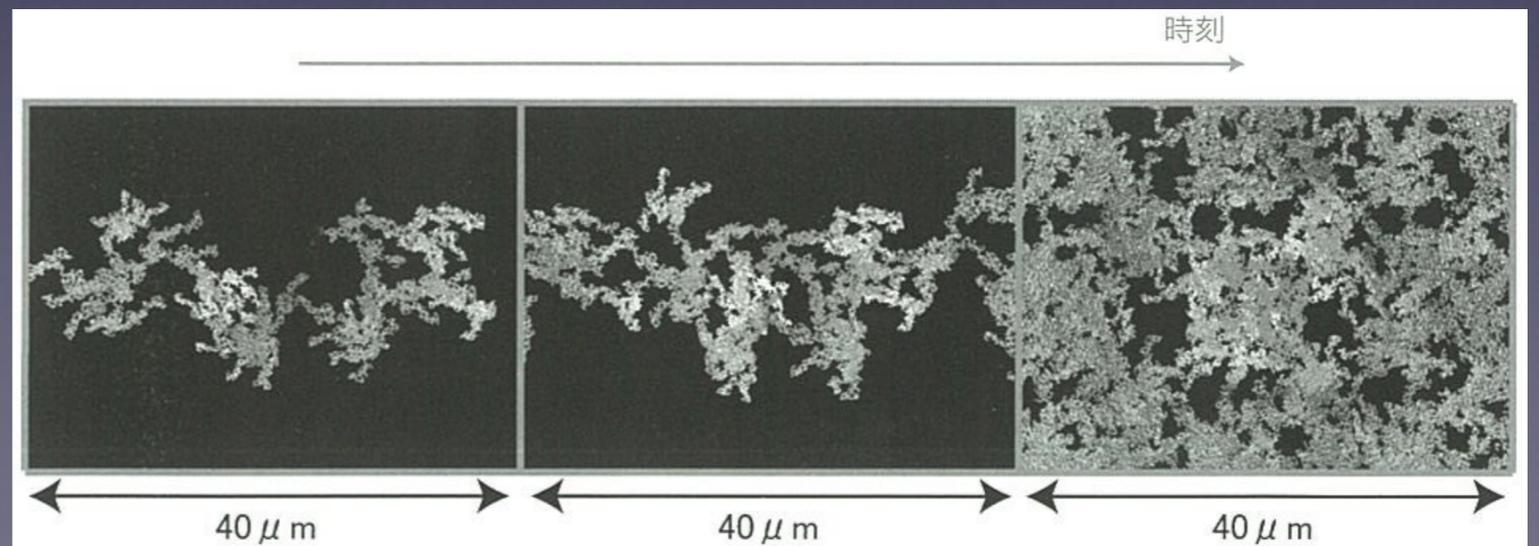
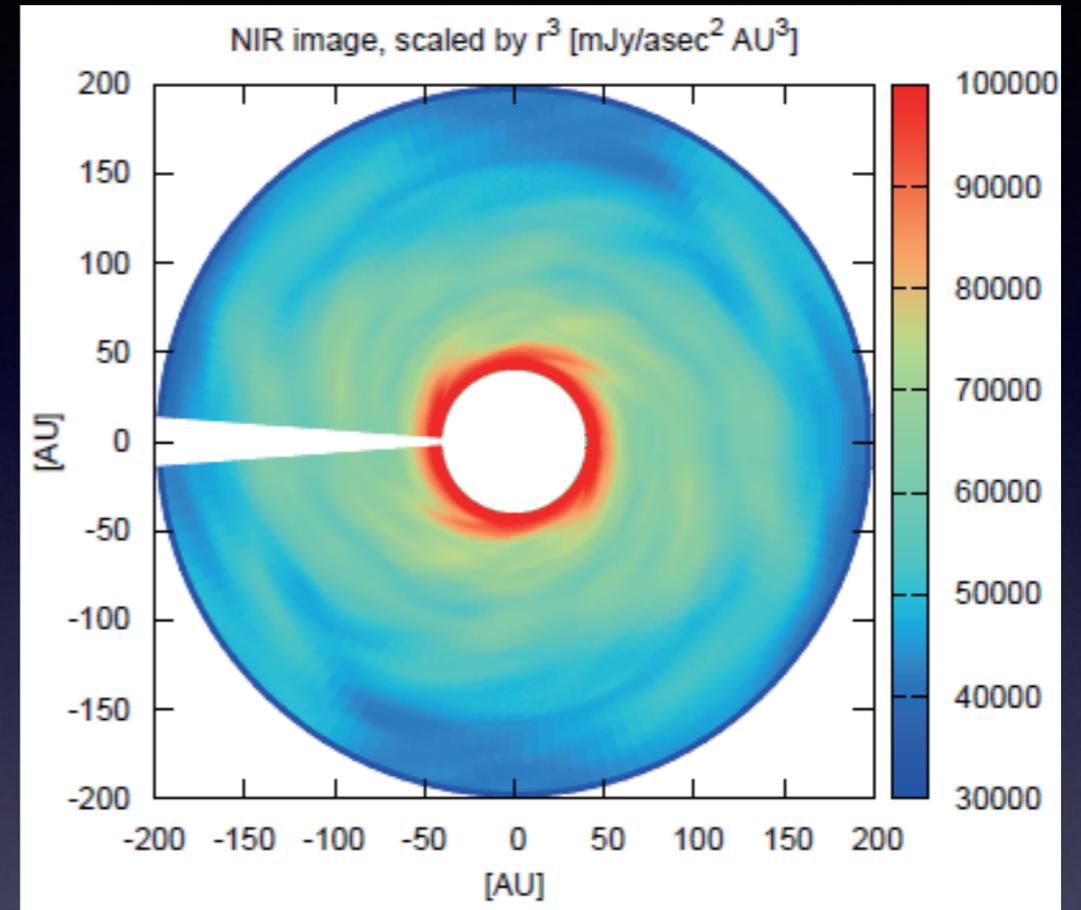


形成に関連する個々の  
プロセス・物理を観測で検証

# 惑星系形成初期の円盤

- 乱流形成・維持の検証  
→ 円盤構造の観測
- 微惑星成長モデルの検証  
→ 散乱光カラー (→ ダスト形状)
- ガス惑星系形成・進化の検証  
→ 雪線の探査、C/O比分布
- 物質循環および熱変遷史  
→ 非晶性・結晶性  
シリケートの分布

\*ミッション  
キーワードは  
次スライド



# ガス惑星形成・原始惑星系円盤の散逸

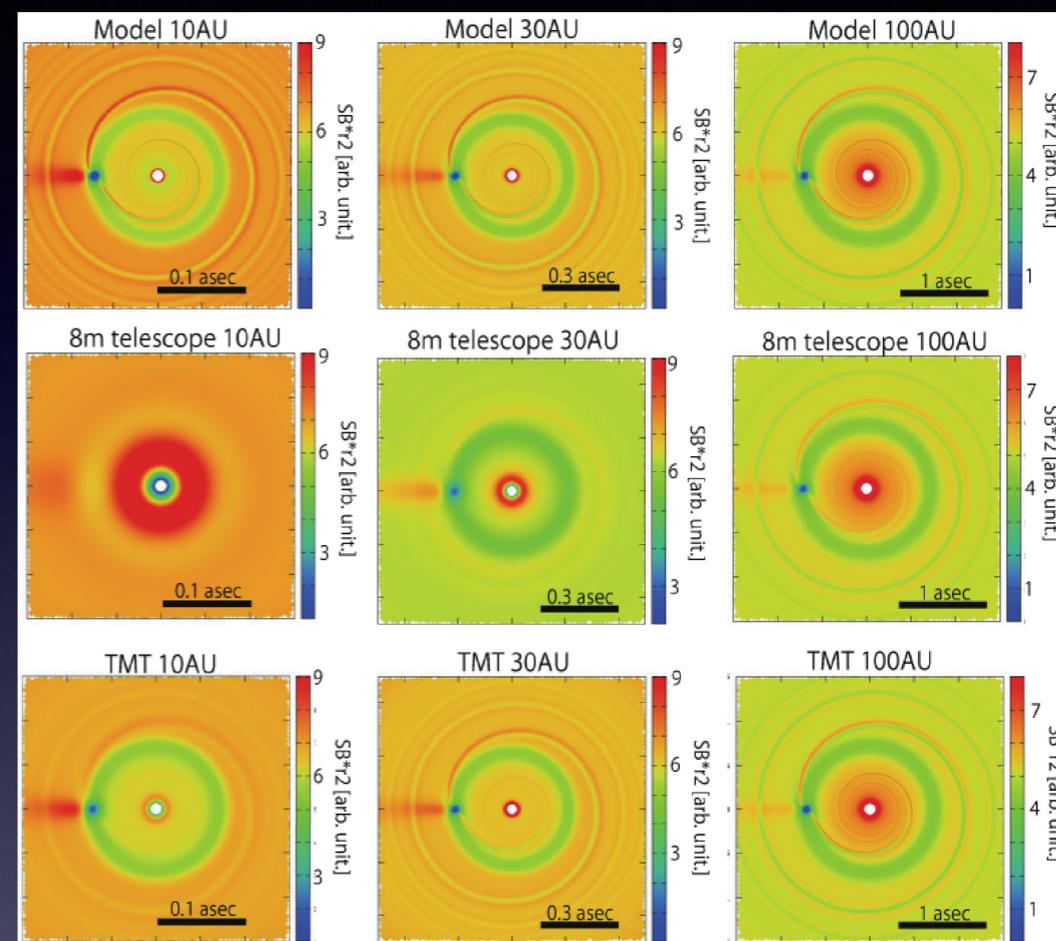
- 原始惑星へのガス降着の探査  
→ 可視-赤外SED
- 円盤-惑星相互作用の検証  
→ 円盤構造
- 惑星形成シナリオの検証  
→ HD輝線観測による円盤寿命推定

- 可視-中間赤外

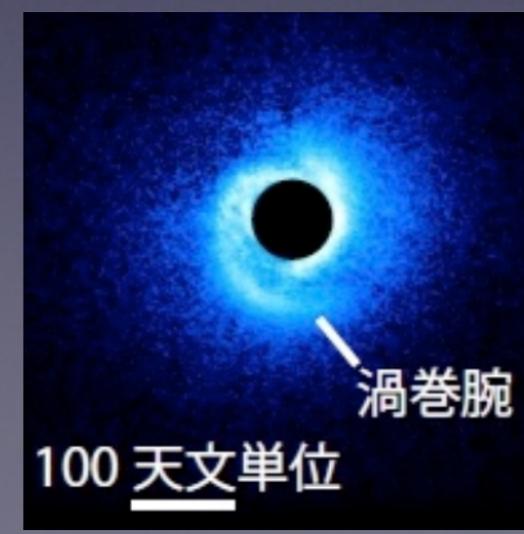
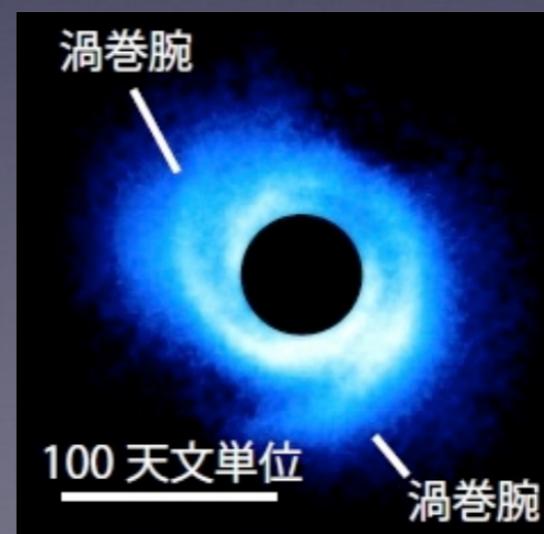
高感度＋高分解能撮像

(＋偏光撮像、分光撮像)

- 可視-赤外高感度高分散分光
- 遠赤外高感度分光



(武藤ほか)



# 原始惑星系円盤消失後

## 残骸円盤

- 惑星系の進化史の理解
- 地球型惑星への水供給メカニズムの理解
  - 円盤構造・力学
  - 鉱物および氷組成、円盤ガスとその分布

## 系外惑星

- 惑星系形成モデルの検証
  - 系外惑星統計の改善

## ミッション要求 キーワード

- 可視-中間赤外、高感度＋高分解能撮像（＋偏光撮像、分光撮像）
- 中-遠赤外測光
- 近-遠赤外、低分散分光
- 近赤外、高感度＋高分解能撮像
- 可視-近赤外、高精度測光、アストロメトリ
- 可視-近赤外、高精度高分散分光

## 重要な大型ミッション

- **TMT (コロナグラフ、偏光撮像、中間赤外装置、近赤外撮像装置)**
  - 最重要。上記装置をいつ稼働できるかが鍵。
- **SPICA**
  - TMTによる観測と相補的。
  - 惑星系形成においては、HRSが特に重要。
- **すばる、WFIRST (多天体分光、可視高分解能撮像など)**
  - TMTおよびSPICAが稼働する前のサイエンス成果を約束。
- **スペース高精度測光、アストロメトリ**