

アルマによる研究プロジェクト

# 宇宙に生命のルーツを探る

## -惑星系形成学の新展開-

### < 目 標 > 宇宙における生命の起源をアルマで解明

- 宇宙における生命の探求：惑星が誕生する場所の観測が最も重要
- 惑星形成の現場を観測し、材料物質に含まれると予想される生命関連分子を探して「私たち地球上の生命はどこから来たのか」という問いに答える

### < アルマ戦略 1 > サブミリ波バンドとACAによるブレークスルー

- サブミリ波で惑星形成の現場を描き出しACAで生命関連物質を定量する
- 感度で1000倍、精度で10倍の飛躍的性能向上

### < アルマ戦略 2 > 日本の優位性を活かし国際研究グループをリード

- すばる、天文観測衛星等の最先端装置との連携による日本独自の優位性。
- 日本および近隣アジア諸国の研究者による組織的研究をすでに開始。その成果を世界に発信しつつ、世界の研究グループをリードし連携。

# 野辺山での研究成果とアルマでの戦略

20年前

原始星円盤を発見

地球軌道の10000倍

10年前

原始惑星系円盤を初めて撮影

地球軌道の1000倍

現在

原始惑星系円盤の初の統計

地球軌道の100倍

野辺山ミリ波

**ミリ波**  
円盤外部の単純な分子を検出定量

**X線**  
化学反応を促進

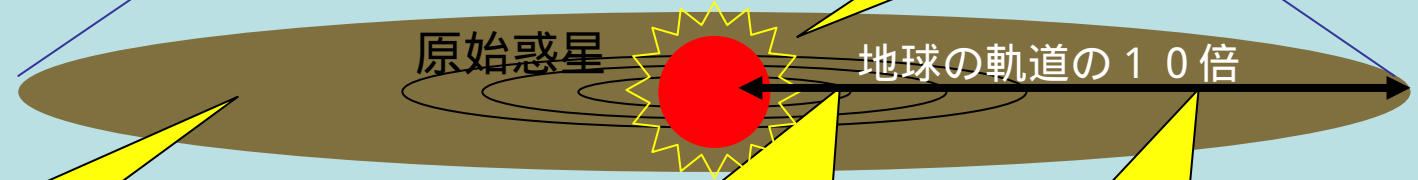
**アルマ**

サブミリ波  
ACA

**すばる**  
円盤外部の様を描出

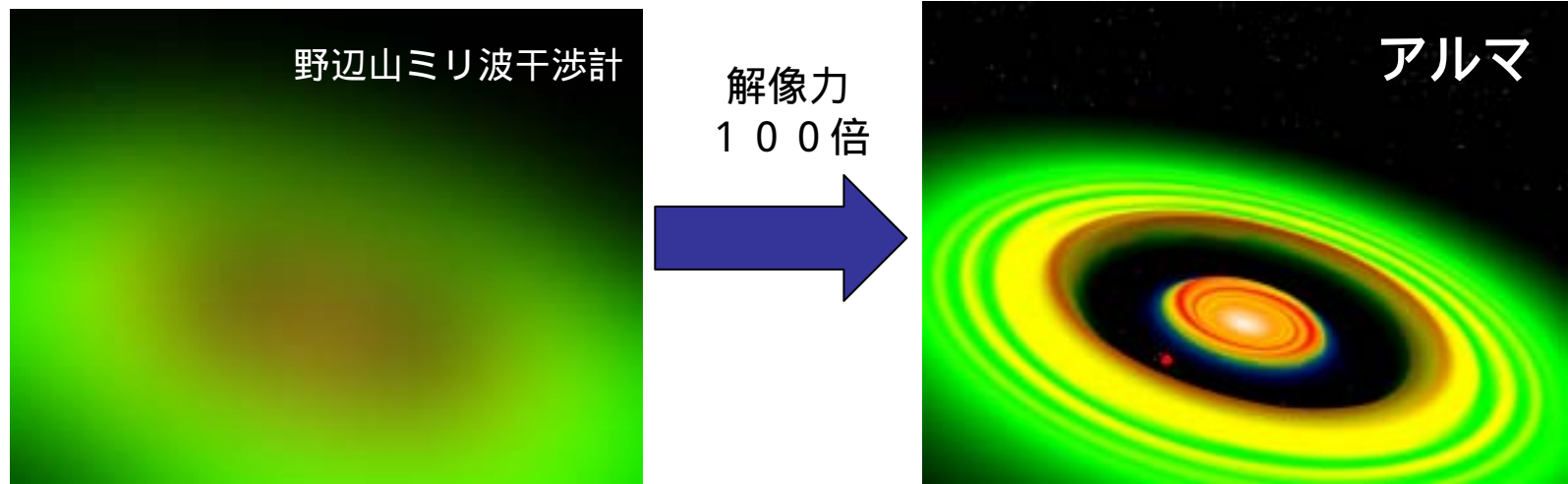
**アルマ**  
地球形成領域で生命関連物質(アミノ酸など)を検出定量

**アルマ**  
円盤外域の生命関連物質を検出定量



# アルマの性能

- **アルマの解像力**：現在のミリ波干渉計の**100倍**



- **アルマの感度**：現在のミリ波干渉計の**1000倍**
  - 原始惑星系円盤中に月を作るだけの塵の集まり  
およそ10分の観測で検出
- **ACA**：円盤の質量や生命材料物質の存在量を**正確に測定**
  - 測定精度が**10倍**向上

アルマによる研究プロジェクト

# 宇宙に生命のルーツを探る

・惑星系形成学の新展開・

## < 背景 1 > 原始惑星系円盤は野辺山で世界に先駆け発見された

- 1983年、45m望遠鏡で原始星円盤を発見 (地球軌道の10000倍)
- 1993年、干渉計で原始惑星系円盤を初めて撮影 (地球軌道の1000倍)
- 2002年、干渉計で原始惑星系円盤を初めて統計 (地球軌道の100倍)

アルマで地球軌道の領域 (地球型惑星の誕生の現場) へ突入

## < 背景 2 > 求められる惑星系形成学のパラダイムシフト

- 1995年以来、続々発見される太陽系外惑星 (現在118個) の驚くべき多様性

地球は特別な星か？

アルマによる研究プロジェクト

# 宇宙に生命のルーツを探る

・惑星系形成学の新展開・

<シナジー> アルマ、すばる、観測衛星、理論の組み合わせによる  
日本独自の優位性

- アルマ：サブミリ波、ACA 装備
  - サブミリ波により惑星系形成の現場を直接撮像（感度が1000倍向上）
  - サブミリ波スペクトル線観測で、生命の材料分子の信号を検出
  - ACAにより、生命の材料分子などを正確に定量（精度が10倍向上）
- すばる：近赤外線
  - 日本独自の原始惑星系探査カメラCIAOにより惑星系形成直後の円盤を撮像
- 観測衛星：遠赤外線とX線
  - Astro-F（2005年打ち上げ）によりアルマで観測すべき星のカタログを作成
  - Astro-E2（2005年打ち上げ）により原始惑星系を持つ星の活動をモニター（X線放射などにより、惑星誕生領域での化学反応が促進される）
  - 次世代赤外線、X線観測衛星（2010年以降）による観測プロジェクトへ
- 理論：数値シミュレーション
  - 太陽系形成の京都モデル（国際標準モデル）
  - 専用計算機などによる高度な天体物理学計算で日本は世界のトップランナー

アルマによる研究プロジェクト

# 宇宙に生命のルーツを探る

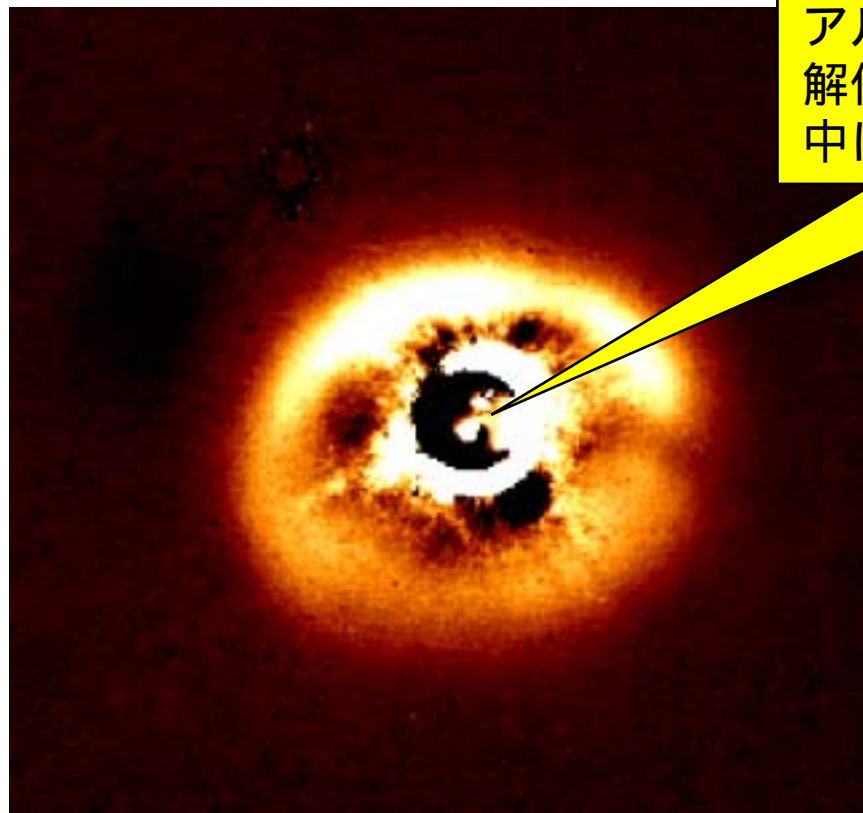
・惑星系形成学の新展開・

< 研究の組織化 > 幅広い研究者の組織化による新学問領域の創出  
世界の研究をリードし連携

- 中国、台湾、韓国の研究者とはすでに共同研究を開始
  - 共同プロジェクトの構想を準備
- 全国の研究者による組織的研究をいっそう強く展開
  - 大型の競争的研究資金（文部科学省科学研究補助金「特定領域研究」など）を獲得し、個々に優れた研究を展開している天文学、天体物理学、惑星科学、化学、生命科学分野の研究者を組織化
  - 研究の進展に伴い「宇宙生命科学」ともいふべき新研究領域の創出（新しく活発な研究領域が若手研究者を引きつける）
- これらの成果により日本を中心とする東アジアグループのリーダーシップを確立し、国際協力のアルマキーサイエンスプロジェクトを提案

すばるによる  
最新の成果

## おうし座 GG



アルマではこの10倍の  
解像力で、 に隠された  
中にある構造を描き出す

2重星のTタウ型星 GG Tau の周りの  
リング状「円盤」構造

(波長1.6ミクロンの画像、中心の丸が0.8秒角 = 110AU)