

【基盤研究(S)】

大区分B



研究課題名 原始惑星系円盤形成領域の化学組成とその進化

東京大学・大学院理学系研究科・教授

やまもと さとし
山本 智

研究課題番号：18H05222 研究者番号：80182624

キーワード：電波天文学

【研究の背景・目的】

「恒星とその周りの惑星系が形成する過程で、どのような物質進化が起こるのか？」これは、太陽系の物質的起源の理解に直結する重要な問題である。本研究では、太陽型原始星天体の化学組成の多様性と惑星系への進化を、ALMA を駆使して探求する。具体的には、(1) 20 個程度の原始星を惑星系サイズよりも細かく解像して観測し、化学的多様性の原始惑星系円盤への進化を捉えること、(2) 数個の代表的原始星天体について ALMA の最高解像度での観測を行い、円盤形成領域の物理・化学進化を明らかにすること、(3) 1 つの分子雲に含まれる原始星天体の化学組成の無バイアス観測によって化学的多様性の起源を探求すること、の 3 つの研究を強力に遂行する。5 年間の集中した研究で、惑星系形成に伴う化学進化の法則性を明らかにし、太陽系の物質的起源の理解を大きく前進させる。

【研究の方法】

本研究では、上記の 3 つの目標を次のようにして達成する。

(1) 化学的多様性の原始惑星系円盤への進化の探求：これについては、5 件の観測が ALMA で採択されている。いずれも原始星近傍数 10 天文単位の領域の化学組成に迫るもので、その観測データの解析を進める。さらに、より網羅的な観測のために ALMA への観測提案を行い、5 年間で約 20 個の原始星天体の化学組成分布を調べ、原始惑星系円盤への化学進化の法則性を明らかにする。また、化学反応ネットワーク計算によりその化学過程を探求する。

(2) 原始惑星系円盤形成領域での物理・化学過程の解明：原始惑星系円盤の外縁部と回転落下エンベロープの境界（遠心力バリア）では複雑な物理・化学過程が起こっている。最近の研究では、遠心力バリア近傍でアウトフローが発生している可能性も示唆されつつある。ALMA の最高解像度の観測を行ってその詳細な構造を解明する。

(3) 化学的多様性の起源の探求：これについては、ペルセウス座分子雲、オリオン座分子雲の観測が ALMA で採択され、実行されている。CH₃OH をはじめとする飽和有機分子と、CCH や c-C₃H₂ などの炭素鎖分子の存在量を比較し、化学的多様性を生む原因を統計的に解明する。2 つの領域での解析を進めるとともに、必要な補完観測、および他領域での観測を ALMA に提案して行う。

観測研究と併行して、実験室における分子分光実験を補完的に行う。分子の回転スペクトル線の周波数はデータベースにまとめられているが、その精度は同位体種や高励起遷移などについては必ずしも本研究に必要なレベル（0.01 MHz 程度以下）に達していない場合がある。解析に必要な回転スペクトル線の周波数の精密測定を、理化学研究所のミリ波・サブミリ波分光測定装置を用いて、観測データの解析の進展に即応して進める。

【期待される成果と意義】

本研究は、ALMA を駆使した観測的研究により、惑星系形成領域の化学組成を系統的に解明する初めての試みである。その結果は、原始星エンベロープで見られる化学的多様性が、どのように惑星系形成領域、そして究極的に惑星系にもたらされるかについて、我々の理解を大きく進めることにつながると期待される。それは、今後進展が予想される太陽系小天体探査の結果と併せて、我々の太陽系がどのような初期化学環境の下で形成したかを理解する上で重要な貢献をなすであろう。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Sakai et al., 2014, Nature, 507, 79-80.
- Oya et al. 2016, Astrophys. J. 824, 88 (19 pp).
- Sakai et al. 2017, Mon. Not. R. Astr. Soc. 467, L76-L80.

【研究期間と研究経費】

平成 30 年度—34 年度
144,500 千円

【ホームページ等】

<http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~submm/>

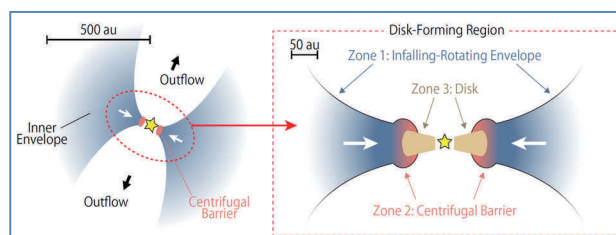


図 1 本研究が対象とする惑星系形成領域の模式図。回転落下エンベロープの遠心力バリア近傍で劇的な物理的・化学的变化が生じており、これを解明する。