

## 【基盤研究(S)】

### 理工系(数物系科学)



#### 研究課題名 多波長ラインサーベイによる星形成から惑星系形成に至る化学進化の解明

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

研究分野：天文学

キーワード：電波天文学

#### 【研究の背景・目的】

星と惑星系の形成過程の理解は、天文学の中心的課題の一つである。それは構造形成の過程であると同時に、星間空間から惑星系への物質進化の過程でもある。その詳細な探究は、地球および生命の起源の理解につながる重要な意義をもつ。

これまで、星間分子雲から星形成までの化学進化については、電望望遠鏡による観測で解明されてきた。一方、その先の惑星系形成に至る過程についての同様な研究は、電波望遠鏡の観測感度が十分でなかったため、非常に限られてきた。しかし、その改善にともない、この5年程度の間、星形成領域の化学組成の驚くべき姿が浮かび上がりつつある。フランスのグループによるギ酸メチルなどの「複雑な」有機分子の検出、我々のグループによる長い炭素鎖分子の検出などである。これら結果から、物理的には同じに見える星形成領域であっても、化学組成が大きく違い得ることが示された。惑星系形成に向けてそれらがどう進化していくか、また、我々の太陽系はどうであったのかなどについて、大きな関心が集まりつつある。

本研究では、様々な進化段階にある低質量原始星についてスペクトル線サーベイ観測（ラインサーベイ）を通して、この問題の解決を目指す。

#### 【研究の方法】

本研究では、ミリ波、サブミリ波、テラヘルツ波の各領域で、ラインサーベイ観測を行う。ミリ波では様々な有機分子のスペクトル線の検出を、サブミリ波では簡単な分子の高励起輝線の検出を、テラヘルツ帯では基本的分子のスペクトル線の検出を狙う。そこから、化学組成の多様性と、それを支配する基本分子の振舞いの関係を総合的に明らかにすることができると考えられる。

ミリ波帯の観測には国立天文台野辺山45m電波望遠鏡を、サブミリ波帯、テラヘルツ帯での観測にはチリ・アタカマ砂漠（標高4800m）に設置されている国立天文台ASTE望遠鏡を用いる。本研究で70GHz帯の受信機、および、テラヘルツ帯（0.9-1.5THz）の受信機を新たに製作して、観測に用いる。これによりミリ波の観測領域を拡大するとともに、テラヘルツ帯観測を可能にする。

テラヘルツ帯受信機のためのヘテロダイナ素子には、本研究室のクリーンルームで製作する超伝導 Hot Electron Bolometer (HEB) ミクサを用い

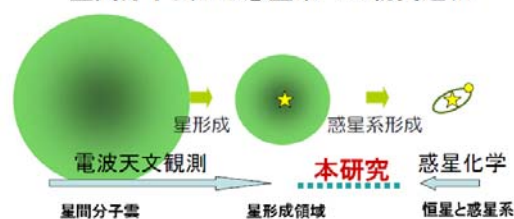
る。すでにNbTiNを用いた素子で、1.5THz帯で1700Kの受信機雑音温度を達成しているので、超伝導薄膜の改良などを通して1000K以下まで低雑音化を図り、観測に用いたい。

#### 【期待される成果と意義】

本研究により、異なる進化段階にある5個程度の低質量原始星の化学組成が詳細に明らかになる。特に、テラヘルツ帯観測で、CH、CH<sub>2</sub>、NH、H<sub>2</sub>D<sup>+</sup>などの基本分子が定量できる意義は非常に大きい。その結果をもとに、星形成から惑星系形成に至る化学進化の概要を明らかにできる。また、星形成領域の化学組成の多様性が原始惑星系円盤にどう波及するかについても理解が進むであろう。

これまで、星間物質から惑星系に至る化学進化にはひとつのミッシングリンクがあった。それは、電波天文観測による星間雲側からのアプローチと、惑星化学など太陽系からのアプローチの狭間である（下図）。本研究は、まさにこの部分を埋めるもので、得られる成果は天文学、惑星科学の両面において重要な意義があると考えている。

#### 星間分子雲から惑星系への物質進化



星間化学と惑星化学をつなぐ  
星・惑星系形成の化学診断を開拓

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Sakai, N., Sakai, T., Hirota, T., and Yamamoto, S., "Abundant carbon-chain molecules toward the low-mass protostar IRAS 04368 +2557 in L1527", *Astrophys. J.* **672**, 371 (2008).
- 坂井、山本、「高感度宇宙観測が拓く極限環境下での化学」、*化学と工業* **61**(2), 119 (2008).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

131,200千円

ホームページ等

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