

平成 22 年 5 月 26 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007 ～ 2009

課題番号：19740276

研究課題名（和文） 観測に基づく太陽系外惑星の多様性の解明

研究課題名（英文） Observational Study of Diversity of Extrasolar Planets

研究代表者

伊藤 洋一 (ITO YOICHI)

神戸大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：70332757

研究成果の概要（和文）：おうし座分子雲に付随する「おうし座 D0 星」という前主系列星を、すばる望遠鏡のステラーコロナグラフを用いて観測した。今までに円盤が検出されてきた天体は、若い天体で会ったり活動が活発な天体であったが、おうし座 D0 星のような静かで典型的な前主系列星にも星周円盤があることが分かった。また、数個の原始惑星候補天体の分光観測を行い、これらが原始惑星ではなく背景星の可能性が高いことを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We observed a pre-main sequence star, D0 Tau, in the Taurus molecular cloud, by using a stellar coronagraph with the Subaru Telescope. We detected a circumstellar disk around this quiescent star, while known disks are associated with very young and active central stars. We also made spectroscopy of proto-planet candidates and revealed that they are not proto-planets but background stars.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,600,000	0	1,600,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	510,000	3,810,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学

キーワード：惑星形成・進化

1. 研究開始当初の背景

1995年に、太陽近傍の恒星を回る系外惑星がドップラーシフトを用いた手法で発見された。それ以降は系外惑星の発見が相次ぎ、現在では我々の太陽系が決して特殊な存在ではないことが判明しつつある。しかし一方で、太陽系外惑星の質量や軌道半径は、太陽系内

惑星のそれらとは全く異なったものであることもわかってきた。

系外惑星の検出には複数の観測方法があり、それぞれに異なった観測バイアスがある。そこで私は、その多様性を理解するために、さまざまな手法を用いて太陽系外惑星の探査を行ってきた。

2. 研究の目的

本研究では、現在までに行っている観測を継続し、さらに発展させた。1) 原始系外惑星、2) 母体となり原始惑星系円盤、3) 成長した惑星系、の3種類を天体を観測的に研究し、なぜ惑星系は多様な姿を示しているのか、という疑問に答えることを目的とした。

3. 研究の方法

既存の観測手法では「ダイナミックレンジ」が小さすぎ、原始惑星や原始惑星系円盤の検出は難しい。そこで、本研究では、私が開発に参画した、すばる望遠鏡の観測装置 CIAO による原始惑星や原始惑星系円盤の観測を行った。探査は、おうし座分子雲に付随する数十の T タウリ型星に対して行った。また、検出した原始惑星候補天体については、すばる望遠鏡を用いて近赤外線分光観測を行った。その他にも、太陽系外惑星に対し様々な観測を行った。

4. 研究成果

(1) 日本が打ち上げた赤外線天文衛星「あかり」を用いて、太陽系外惑星 HD204958b の大気を検出を試みた。この太陽系外惑星は、セカンドトランジットと呼ばれる現象を起こす。これは惑星が周期的に中心の恒星の背後に隠れることである。従って、セカンドトランジット中のスペクトルには恒星のスペクトルしか含まれておらず、その他の時のスペクトルと比較することによって、太陽系外惑星の大気に由来するスペクトルを抽出することができる。観測は近赤外カメラ IRC の分光モードを用いて行った。波長範囲は 2.5 ミクロンから 5 ミクロンで、波長分解能は 135 である。この惑星は周期 3 日程度で公転しており、その有効温度は 1000K 程度と予想されている。従って放射のピークが 3 ミクロン付近にあり、観測波長域では恒星とのダイナミックレンジが最も小さい。また 1000K 程度の天体のスペクトルは 3 ミクロンに深いメタンの吸収があり、このバンド吸収の検出を目指した。観測は 4 回に分けて行った。各セットは 51 秒積分を 8 回撮影している。あかりチームが打ち上げ前に取得したフラット画像の S/N が非常に不足していたことや、波長校正が正確にできないなどの困難があり、解析は困難を極めた。解析の結果、太陽系外惑星の大気に起因するメタンの吸収を得ることはできなかった。

(2) 国立天文台すばる望遠鏡の観測所プロジェクト”SDPS”で、おうし座分子雲の付随する若い天体の近赤外コロナグラフ観測を行った。その結果、おうし座分子雲の古典的 T タウリ型星近傍に存在する暗い天体を 55 天体発見した。これらは近赤外域で非常に暗く数木星質量の原始惑星である可能性がある。そこで、これらのうち 26 天体に対して、すばる望遠鏡の近赤外分光装置 IRCS を用いて低分散の分光観測を行った。その結果、これらの天体の多くは低温天体に特徴的な水の深い吸収バンドを示さないことから、原始惑星ではなく背景星であることがわかった。ただし、過去のデータと位置を比べることにより、2 天体は T タウリ型星と同じ固有運動を持っており、付随する原始惑星である可能性が高いことが判明した。

(3) また同じプロジェクトで、古典的 T タウリ型星である D0 Tau の周囲に星周構造を、コロナグラフ観測で検出した(図 1 参照)。この構造はハッブル宇宙望遠鏡の可視光コロナグラフデータでも検出されており、両波長でその構造は非常に似ている。これは原始惑星系円盤であるか、大きなエンベロープの名残であると考えられる。

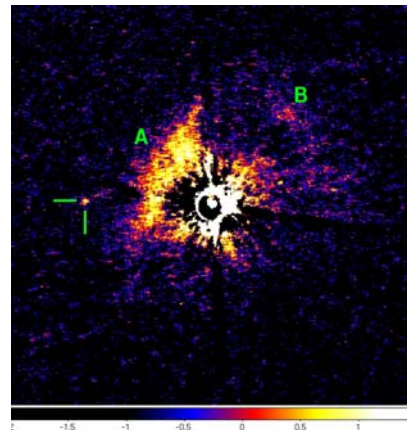


図 1 : おうし座 D0 星の近赤外画像。A や B 部に原始惑星系円盤がある。

(4) 太陽質量程度の若い連星系 XZ Tau を、すばる望遠鏡の近赤外コロナグラフ装置で観測した。補償光学装置を用いたことにより、0.1 秒角程度の高い空間分解能を得ることができた。ハッブル宇宙望遠鏡が取得した可視光偏光データと照らし合わせることで、この連星系に付随するアウトフローを検出した。このアウトフローはジェットとともに噴出していることが分かった。連星の光度変化から、アウトフローとジェットは、伴星が近星点の位置にあった時に最も強く噴出していると考えられる。

(5) 近傍の散開星団「プレアデス星団」に属する若い恒星の可視光高分散分光観測を行った。取得したスペクトルの組成解析を行い、有効温度、表面重力、微小乱流速度などを精度良く決定した。今まで行われてきた研究と照合することにより、これらの若い恒星の金属量はほぼ一様であることが分かった。このことは、散開星団の母体となった分子雲は内部運動などで化学的に均質になっていたことを示唆する。

(6)大質量星形成領域 W5E HII 領域を、国立天文台野辺山 45m 電波望遠鏡で探査した。観測は一酸化炭素の同位体を用いて行い、HII 領域の境界部を広くサーベイした。その結果、HII 領域と接する密度の濃い分子雲を複数検出した(図 2 参照)。これらの分子雲は HII 領域に接する面で密度勾配が急になっており、大質量星からの紫外線の放射または星風により分子雲が圧縮されていると考えられる。また、2MASS カタログなどの既存のカタログと照らし合わせることで、これらの分子雲では低質量の星が活発に形成されていることが分かった。

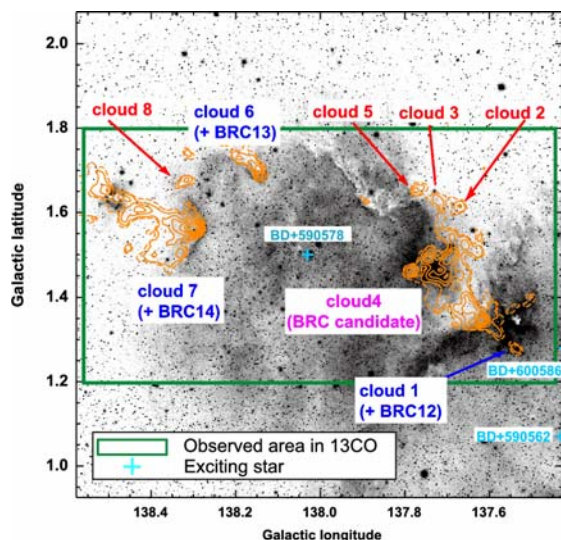


図 2: W5E 領域の分子雲の分布(等高線)。分子雲は HII 領域(灰色)を取り囲むように分布している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

- ① Toyota, E., Itoh, Y. 他(全 10 名、2 番目)、Radial Velocity Search for Extrasolar Planets in Visual Binary Systems、Publication of the Astronomical Society of Japan、査読有、61 巻、2009、pp.19-28
- ② Honda, M., Itoh, Y. 他(全 14 名、14 番目)、Detection of Water ICE Grains on the Surface of the Circumstellar Disk Around HD 142527、The Astrophysical Journal、査読有、690 巻、2009、pp.L110-L113
- ③ Fujita, K., Itoh, Y., Mukai, T.、Development of simultaneous imaging polarimeter for asteroids、Advances in Space Research、査読有、43 巻、2009、pp.325-327
- ④ Hioki, T., Itoh, Y. 他(全 11 名、2 番目)、High-Resolution Near-Infrared Images of the T Tauri Binary System XZ Tauri、Publication of Astronomical Society of Japan、査読有、61 巻、2009、pp.1271-1279
- ⑤ Funayama, H., Itoh, Y. 他(全 6 名、2 番目)、Metallicity Measurements of Pleiades Young Dwarfs、Publication of Astronomical Society of Japan、査読有、61 巻、2009、pp.930-939
- ⑥ Niwa, T., Itoh, Y. 他(全 7 名、3 番目)、Millimeter-wave survey of molecular clouds around the W5-East triggered star-forming region、Astronomy and Astrophysics、査読有、500 巻、2009、pp.1119-1129
- ⑦ Sato, B., Itoh, Y. 他(全 14 名、7 番目)、A Planetary Companion to the Hyades Giant ϵ Tauri、The Astrophysical Journal、査読有、661 巻、2007、pp.527-531
- ⑧ Hioki, T., Itoh, Y. 他(全 13 名、2 番目)、Near-Infrared Coronagraphic Observations of the T Tauri Binary System UY Aur、The Astronomical Journal、査読有、134 巻、2007、pp.880-885
- ⑨ Terai, T., Itoh, Y., Mukai, T.、Survey for a Small Asteroid Population in the Cosmic Evolution Survey Field、Publication of the Astronomical Society of Japan、査読有、59 巻、2007、pp.1175-1183

[学会発表] (計 3 件)

- ① 伊藤 洋一 他、ペルセウス座分子雲に付随する低質量YSOの可視中分散分光観測、日本天文学会、2009年9月15日、山口大学
- ② 伊藤 洋一 他、「あかり」望遠鏡による太陽系外惑星HD209458の大気の探査、日本天文学会、2008年9月、岡山理科大学
- ③ 伊藤 洋一 他、原始褐色矮星DH Tau Bの星周円盤、日本天文学会、2007年9月、岐阜大学

[図書] (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://harbor.scitec.kobe-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 洋一 (ITOH YOICHI)

神戸大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：70332757