

平成 30 年 6 月 6 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2017

課題番号：24540231

研究課題名(和文) 連星系に付随する原始惑星系円盤の探査

研究課題名(英文) Search for protoplanetary disks in binary systems

研究代表者

伊藤 洋一 (Itoh, Yoichi)

兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・教授

研究者番号：70332757

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：「すばる望遠鏡」のステラーコロナグラフ装置HiCIAOを用いて、おうし座分子雲に付随し連星系をなす前主系列星を近赤外線で観測した。補償光学系を用いることにより0.1秒角という高い空間分解能を得た。偏光観測の結果、おうし座UX A星の周囲に、半径100天文単位ほどの原始惑星系円盤を検出した。偏光度の空間分布から、円盤内のダストは半径60ミクロン程度であることが推測できる。本研究により、原始惑星系円盤の中でダストが合体成長していることが明らかになった。また、国立天文台岡山観測所の188cm望遠鏡と高分散分光器を用いた視線速度の長期観測から、連星をなす主系列星の周囲に太陽系外惑星を検出した。

研究成果の概要(英文)：We have carried out near-infrared observations of pre-main sequence binary systems associated with Taurus molecular cloud, using HiCIAO, a stellar coronagraph of the Subaru Telescope. With an adaptive optics system, we achieved spatial resolution as high as 0.1 arcsec. Polarimetric observations revealed a proto-planetary disk with a radius of 100 AU around UX Tau A. From the spatial distribution of polarization vectors, we suggest grain growth in the disk as large as 60 micron in radius, indicating accumulation of dust grains in a circumstellar disk. We also detected an extra-solar planet around main sequence binary from long term radial velocity observations with the Okayama 188cm telescope.

研究分野：天文学

キーワード：光学赤外線天文学 惑星形成 連星系

1. 研究開始当初の背景

現在までに多数の太陽系外惑星が発見され、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た。一方で、その多くは質量や軌道半径が太陽系の惑星とは全く異なることもわかってきた。そこで、太陽系外惑星の多様性や形成進化過程を理解するために、惑星の母体となる原始惑星系円盤や原始惑星の探査が精力的に行われている。

ところで、原始惑星系の探査は、単独星を主な対象としてきた。しかし、恒星の半数以上は連星系として誕生する。すなわち、単独星周囲での惑星の形成過程や、その後の進化過程を明らかにするだけでは、惑星系の普遍性や多様性を理解するには不十分である。実際に、連星の2つの星を周る惑星「周連星惑星」がケプラー宇宙望遠鏡などにより発見され、単独星を観測するだけでは得ることのできない多様性が明らかになった。

2. 研究の目的

しかし今までに原始惑星系円盤を探査した連星系は十天体にも満たず、連星系における惑星形成を包括的に議論するには観測が不十分であると言わざるを得ない。そこで、より多くの連星系をすばる望遠鏡の高コントラスト装置 HiCIAO を用いて観測することにより、原始惑星系円盤の普遍性と構造の多様性を明らかにし、連星系での惑星の形成進化過程を議論する。

3. 研究の方法

すばる望遠鏡の戦略枠プロジェクト SEEDS のサブカテゴリーのひとつとして、前主系列連星に付随する原始惑星系円盤や原始惑星を探査した。観測対象は、おうし座分子雲とへびつかい座分子雲、へび座分子雲に付随する古典的 T タウリ型連星のうち、中間赤外線連続光の超過が大きい天体とした。先行研究から、中間赤外線連続光の超過が大きな天体ほど星周構造を検出しやすいことがわかってきた。このような天体の約半数で星周構造を

検出し、原始惑星系円盤の普遍性や構造の多様性を観測的に明らかにすることを試みた。

4. 研究成果

「すばる望遠鏡」のステラーコロナグラフ装置 HiCIAO を用いて、おうし座分子雲に付随し連星系をなす前主系列星を近赤外線観測した。補償光学系を用いることにより 0.1 秒角という高い空間分解能を得た。偏光観測の結果、おうし座 UX A 星の周囲に、半径 100 天文単位ほどの原始惑星系円盤を検出した。偏光度の空間分布から、円盤内のダストは半径 60 ミクロン程度であることが推測できる。本研究により、原始惑星系円盤の中でダストが合体成長していることが明らかになった。

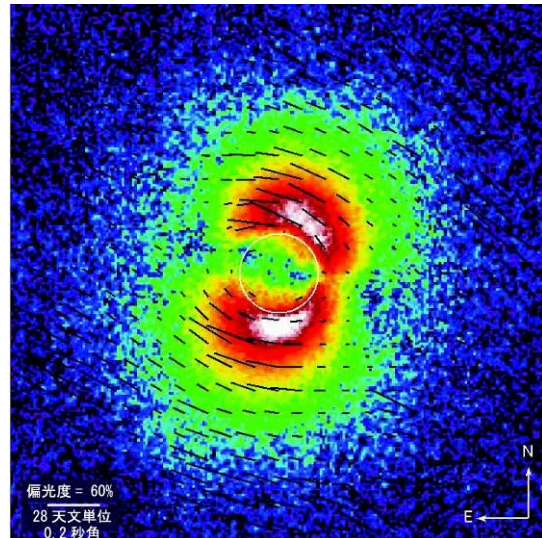


図 1: おうし座 UX A 星に付随する原始惑星系円盤の偏光画像。画像中心部に A 星(中心星)があり、コロナグラフのマスクによって目隠しされている。その周囲に原始惑星系円盤があることがわかった。黒線は偏光ベクトルを表す。変更ベクトルが中心星の周りに同心円状に描かれていることから、原始惑星系円盤は中心星からの光を反射していることがわかる。

また、国立天文台岡山観測所の 188cm 望遠鏡と高分散分光器を用いた視線速度の長期観

測を継続した。その結果、数個の連星の軌道要素を正確に求めることができた。さらに、連星をなす主系列星の周囲に太陽系外惑星を検出した。この惑星は先行研究により既に発見されていたものであるが、その軌道要素をより正確に決定した。

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 32 件)

Moto'oka, K., Itoh, Y. "Measurements of the Ca II infrared triplet lines of young stellar objects", 2013, Research in Astronomy and Astrophysics, 13, 1189

Takami, M., et al., "Surface geometry of protoplanetary disks inferred from near-infrared imaging polarimetry", 2014, The Astrophysical Journal, 795, id. 71

Takagi, Y., Itoh, Y., Oasa, Y., "Disk dissipation timescale of pre-main sequence stars in Taurus", 2014, Publication of the Astronomical Society of Japan, 66, id. 888

Takahashi, J., et al., "Near-infrared colors of asteroid 2012 DA14 at its closest approach to Earth", 2014, Publication of the Astronomical Society of Japan, 66, id. 537

Itoh, Y., et al., "Near-infrared polarimetry of the GG Tauri binary system", 2014, Research in Astronomy and Astrophysics, 14, 1438

Takagi, Y., Itoh, Y., et al., "Rapid dissipation of protoplanetary disks in Ophiuchus", 2015, publication of the Astronomical Society of Japan, 67, id. 876

Sai, S., Itoh, Y., et al., "Near-Infrared Image of the Debris Disk around HD 15115", 2015, Publication of the Astronomical Society of Japan, 67, id. 2010

Iguchi, N., Itoh, Y., "High-Resolution Spectroscopy of

Winds associated with T Tauri Stars", 2016, Research in Astronomy and Astrophysics, 16, id. 10

Kato, N., Itoh, Y., Sato, B., Search for Companions in Visual Binary Systems using Precise Radial Velocity Measurements, 2018, The Astronomical Journal, in press

[学会発表](計 4 件)

伊藤洋一、他、不規則変光に基づく前主系列星の探査、日本天文学会 2015 年秋季年会、2015 年 9 月、甲南大学

伊藤洋一、他、「なゆた望遠鏡」の運用、日本天文学会 2016 年春季年会、2016 年 3 月、首都大学東京

Itoh, Y., Discovery of Isolated Young Stellar Objects, SFDE2016, 2016.7, Quy Nhon, Vietnam

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等
<http://www.nhao.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 洋一 (ITO, Yoichi)
兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・教授

研究者番号：70332757

(2) 研究分担者

大朝 由美子 (OASA, Yumiko)
埼玉大学・教育学部・准教授
研究者番号： 10397820

(3) 連携研究者
()

研究者番号：

(4) 研究協力者
()