

平成22年5月14日現在

研究種目： 基盤研究（A）
研究期間： 2007～2010
課題番号： 19204021
研究課題名（和文） スペース赤外線コロナグラフの開発：系外惑星の直接観測を目指して

研究課題名（英文） Development of Space Infrared Coronagraph toward Direct Observations of Extra Solar Planets

研究代表者

中川 貴雄（NAKAGAWA TAKAO）

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部・教授

研究者番号： 20202210

研究代表者の専門分野： 赤外線天体物理学

科研費の分科・細目： 天文学・天文学

キーワード： 系外惑星・コロナグラフ・赤外線・波面補償・SPICA

1. 研究計画の概要

太陽系以外の恒星系での惑星の観測例は、いまや400個にも上っている。しかしながら、そのほとんどは、ドップラー法に代表されるような間接的手法によるものであり、分かっていることは惑星の軌道と質量（の下限）である場合がほとんどであり、惑星自身の性質（大気組成等）については未知のままに残されている。

本研究では、系外惑星直接検出の実現性の高い赤外線領域に最適化したコロナグラフを開発することを旨とする。具体的には、2018年度の打上を目指して開発が進められている SPICA (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) に搭載することを想定し、特に木星型の惑星の検出を目指す。

この目的を達成するためには、望遠鏡の不完全な波面を補正するための技術、望遠鏡の回折限界のできる限りまで近くの惑星を観測できるようにする技術、赤外線という測定の難しい波長域での高コントラストを実現する技術、などが重要な開発課題となる。

2. 研究の進捗状況

赤外線コロナグラフの実現を目指して、主に以下の3点に取り組んだ。

(1) デフォーマブルミラーシステムによる波面補償制御実証

MEMS技術を用いたデフォーマブルミラーを導入し、それを既存のコロナグラフと組み合わせ、波面補償実験を行った。その結果、実際にスペックルノイズを軽減し、コントラストを向上させることに成功した。

(2) 高安定光学テスト・ベンチの実証
すでに保有している光学テスト・ベンチに改良を加え、高い温度安定性を達成した。

(3) コロナグラフ・システムの性能評価
上記のシステムを組み合わせたコロナグラフが、どのような性能を持つかを見積もり、評価した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

赤外線コロナグラフの実現にむけ、その実現の鍵となる基礎技術を確立することができた。

4. 今後の研究の推進方策

本年度の研究は、昨年度までに実施してきた「デフォーマブルミラー」と「光学テスト・ベンチ」を組み合わせ、コロナグラフ・システムとしての性能評価を赤外線領域で行うことが目標となる。

(1) 波面補償アルゴリズム

高コントラストのコロナグラフ実現のためには、入射波面をできる限り理想的な波面に近づける必要がる。そのための波面補償を可能とするために、多素子のデフォーマブルミラーを導入した。すでに昨年度までの研究により、実際にデフォーマブルミラーを動作させることに成功し、それによりコロナグラフ

のコントラスト向上のデモンストレーションに成功した。しかしながら、そのアルゴリズムが確立していない。今年度は、このアルゴリズムの確立を行い、効率的には面補償を行うことを目指す。

(2) コロナグラフとしての総合試験

上記の波面補償用デフォーマブルミラーと、昨年度までに確立してきた光学テスト・ベンチとを組み合わせ、コロナグラフ・システムとしての性能評価を、赤外線で行うことを目指す。

5. 代表的な研究成果

(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6件)

① Haze, K.; Enya, K.; Abe, L.; Tanaka, S.; Nakagawa, T.; Sato, T.; Wakayama, T.; Yamamuro, T., An A0-free coronagraph experiment in vacuum with a binary-shaped pupil mask, *Advances in Space Research*, 有, Volume 43, Issue 1, p. 181-186, 2009.

② Enya, K.; Abe, L.; Haze, K.; Tanaka, S.; Nakagawa, T.; Kataza, H.; Higuchi, S.; Miyata, T.; Sako, S.; Nakamura, T.; and 10 coauthors, Mid-infrared coronagraph for SPICA, *Space Telescopes and Instrumentation 2008: Optical, Infrared, and Millimeter*. Edited by Oschmann, Jacobus M., Jr.; de Graauw, Mattheus W. M.; MacEwen, Howard A. *Proceedings of the SPIE*, 有, Volume 7010, pp. 70102Z-70102Z-10, 2008.

③ Enya, K.; Abe, L.; Tanaka, S.; Nakagawa, T.; Haze, K.; Sato, T.; Wakayama, T., High contrast experiment of an A0-free coronagraph with a checkerboard pupil mask, *Astronomy and Astrophysics*, 有, Volume 480, Issue 3, 2008, pp. 899-903.

④ Enya, Keigo; SPICA Working Group, SPICA infrared coronagraph for the direct observation of exo-planets, *Advances in Space Research*, 有, Volume 45, Issue 8, p. 979-999, 2010.

⑤ Swinyard, Bruce; Nakagawa, Takao; Merken, Patrick; Royer, Pierre; Souverijns, Tim; Vandenbussche, Bart;

Waelkens, Christoffel; Davis, Peter; Di Francesco, James; Halpern, Mark; and 168 coauthors, The space infrared telescope for cosmology and astrophysics: SPICA A joint mission between JAXA and ESA, *Experimental Astronomy*, 有, Volume 23, Issue 1, pp.193-219, 2009.

⑥ Nakagawa, Takao, SPICA mission for mid- and far-infrared astronomy, *Space Telescopes and Instrumentation 2008: Optical, Infrared, and Millimeter*. Edited by Oschmann, Jacobus M., Jr.; de Graauw, Mattheus W. M.; MacEwen, Howard A. *Proceedings of the SPIE*, 有, Volume 7010, pp. 70100H-70100H-8, 2008.

[学会発表] (計4件)

① 中川貴雄、宇宙から宇宙を探る、JAXA シンポジウム 2009「きぼう」から遙かなる宇宙へ、2009年7月9日、有楽町朝日ホール

② Takao Nakagawa, Japanese Space Activity on Exoplanets and SPICA, Pathways towards habitable Planets, September 14-18, 2009, Barcelona, Spain

③ Takao Nakagawa, The next-generation infrared space mission SPICA, Interstellar Matter and Star Formation - A Multi-Wavelength Perspective, October 5-7, 2009, HYDERABAD, INDIA

④ Enya K., Kotani T., Nakagawa T., Kataza H., Haze K., Higuchi S., Miyata T., Sako S., Nakamura T., Yamashita T., et al., SPICA Coronagraph Instrument (SCI) for the Direct Imaging and Spectroscopy of Exo-Planets, SPICA joint European/Japanese Workshop, 6/7/8th July 2009, Oxford University, UK

[図書] (計2件)

① 青木和光、家正則、岩室史秀、大石雅寿、片坐宏一、佐々木敏由紀、高田唯史、高遠徳尚、田村元秀、中川貴雄、西川淳、早野裕、宮崎聡、八木雅文、安田直樹、山下卓也、山下泰正、吉田道利、日本評論者、宇宙の観測 I-光・赤外天文学シリーズ現代の天文学第15巻、2007年、p. 7-225.

② 寛本宣久、田中耕一郎、斗内政吉、中川貴雄、他、エヌジーティー、テラヘルツ技術総覧、2007年、p. 572-574.