

【基盤研究(S)】 大区分B



研究課題名 太陽系外惑星直接撮像による生命居住可能領域の惑星環境調査

自然科学研究機構・国立天文台・ハワイ観測所・RCUH 職員
ギュヨン オリビエ
Guyon Olivier

研究課題番号： 21H04998 研究者番号： 90399288
研究期間： 令和3年度～令和7年度 研究経費（期間全体の直接経費）： 141,400千円
キーワード： 天文学、系外惑星、フォトニクス

【研究の背景・目的】

ほとんどの恒星は惑星を持っている。これまで、天文学者は地球近傍の恒星の周りを回る数千個の太陽系外惑星を発見してきた。その中には、地球と同じような大きさや温度の惑星もあり、生命が存在する可能性がある。ほとんどの既知の惑星は、星の光のなかのなんらかの惑星による摂動によって発見されていますが、惑星の画像情報がないために、その組成や物理的性質について限られた情報しか得られない。太陽系外惑星の詳細な研究、そして地球サイズの惑星の場合の生命活動の可能性を検出するためには、大型望遠鏡で惑星を直接撮像する必要がある。しかし、惑星は星よりもはるかに暗く通常のカメラでは明るい星の光で見えなくなってしまうため、これは非常に困難である。

本研究の目的は、地球近傍の星の生命居住可能領域にある巨大な惑星を撮像して研究し、生命居住可能領域で惑星がどのように形成され、進化していくのかを理解することにある。

【研究の方法】

望遠鏡口径 8.2m のすばる望遠鏡を使って、近くの星の周りがある太陽系外惑星を撮影する。惑星の光は、分光器によって分析され、大気化学組成や温度が測定される。新しいフォトニクスを用いたアプローチは、従来の撮像システムとは根本的に異なる。光を光ファイバーに導入し、星の光をフィルタリングする。これにより、より効率的で精密なキャリブレーションが可能となり、従来よりも星に近い位置にある惑星の撮像が可能となる。

また、大気ゆらぎを補正する補償光学システムを改良し、フォトニック機器が安定した光学ビームで高性能に動作するようにする。このシステムの改良には、大気ゆらぎを測定するためのより高感度のカメラや、大気ゆらぎを積極的に打ち消すことができるより高性能の可変形鏡が含まれる。

【期待される成果と意義】

地球近傍の若い星の生命居住可能領域内にある新しい惑星を発見し撮像する。これにより、この領域で惑星がどのように形成され、進化していくのかを理解することができる。今回撮像される惑星は地球よりも大きいですが、この観測結果は、地球サイズの生命居住領域の惑星を含む小さな惑星が、塵やガスからどのように形成されるかについての情報を与える。

具体的には、惑星を形成するためのダストやガスがどのように惑星に衝突するのか、また生命居住可能領域での惑星形成の重要段階において、そのような物質がどのような組成であるのかを測定する。

本研究で開発する新しい技術アプローチは、将来的には、30メートル望遠鏡（TMT）などの大型望遠鏡を用いて、居住可能な地球型惑星の撮像や分光観測を可能にする。また、すばる望遠鏡で得られた経験を生かし、TMT で地球型惑星の生命活動の兆候を識別できる感度を持つフォトニックシステム的设计にも取り組む予定である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・“Scalable photonic-based nulling interferometry with the dispersed multi-baseline GLINT instrument” Martinod, Norris, Tuthill...Guyon et al. Nature Communications (2021)
- ・“SCEXAO/MEC and CHARIS Discovery of a Low Mass, 6 AU-Separation Companion to HIP 109427 using Stochastic Speckle Discrimination and High-Contrast Spectroscopy” Steiger, Currie, Brandt, Guyon et al. AJ (2021)
- ・“Can Ground-based Telescopes Detect the Oxygen 1.27 um Absorption Feature as a Biomarker in Exoplanets?” Kawahara, Matsuo, Takami, Fujii, Kotani, Murakami, Tamura, and Guyon, ApJ 758, 13, (2012)

【ホームページ等】

<https://subarutelescope.org>
<https://www.naoj.org/Projects/SCEXAO>