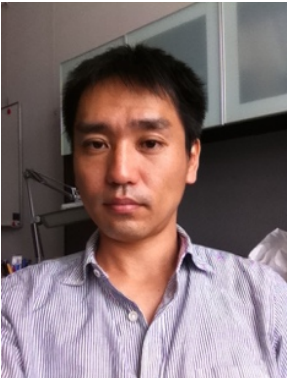


重力マイクロレンズによる太陽系外惑星の探査



研究者所属・職名：
大阪大学大学院理学研究科・教授

ふりがな すみ たかひろ

氏名： 住 貴宏

主な採択課題：

- [基盤研究\(B\)「重力マイクロレンズによる地球質量系外惑星、浮遊惑星の探索」\(2011-2013\)](#)
- [基盤研究\(A\)「重力マイクロレンズによる浮遊惑星の探索」\(2012-2016\)](#)
- [基盤研究\(A\)「重力マイクロレンズによる地球質量系外惑星、浮遊惑星の探索」\(2014-2016\)](#)
- [特別推進研究「近赤外線重力マイクロレンズ観測による冷たい系外惑星及び浮遊惑星の探索」\(2016-2020\)](#)

分野：天文学、宇宙物理学

キーワード：系外惑星、重力マイクロレンズ、光赤外線、銀河系、タイムドメイン

課題

- なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

太陽以外の恒星を回る惑星、“系外惑星”は、1995年に初めて発見されてから、視線速度法、トランジット法、直接撮像法等により、今迄に4千個以上発見されている。しかし、これらの惑星の多くは木星質量—海王星質量程度で、より軽い数倍地球質量の「スーパーアース」や地球半径の惑星は小軌道半径に限られ、惑星形成の全体像はまだ十分理解されていない。本研究は、重力マイクロレンズ法を用いて、主星から比較的離れた軽い惑星の分布を明らかにし、惑星形成過程を解明する。

- 研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

マイクロレンズ法は、惑星からの光を必要とせず、主星と惑星の重力がレンズの様な働きをして、背景天体を一時的に増光させる現象を観測する（図1）。マイクロレンズ法は、主星から比較的離れた冷たく軽い惑星にも感度があり、他の方法とは相補的である。しかし、マイクロレンズは、百万個の星を見て1月に一個程度しか起こらない珍しい現象なため、非常に多くの星を長期間観測する必要がある。本研究では、ニュージーランドにある専用の広視野1.8mMOA-II望遠鏡で数千万個の星を10年以上毎晩観測することでこの様な惑星を探査している。



図1 重力マイクロレンズの模式図。光源星の光がレンズ天体の重力で曲げられ増光して見える。惑星の重力により、さらに短く増加する。

重力マイクロレンズによる太陽系外惑星の探査

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

本研究では、我々MOAグループが行っている重力マイクロレンズによる系外惑星探査を継続する事によって、毎年約600個のマイクロレンズイベントを発見し、世界中にアラートを発した。それらのイベントの中で、毎年4個程度の系外惑星を発見しており、これまでに合計約60個発見した。

これらのうち初期観測データを用いて惑星頻度を求めた結果、中小質量星の周りの遠い軌道では約3割もの星が惑星を有する事が分かった。これは、他の手法により見積もられた近い軌道での頻度に比べて非常に多い。これは、水が氷になる境界線（スノーライン）外側の軌道では惑星形成が活発で、しかも、多くの惑星は移動せず、生まれた場所に留まっている事を示唆する。

これらの発見された惑星は、木星質量、土星質量惑星、スーパーアースなど様々であるが、特に軽いM型矮星周りの巨大ガス惑星も多くあった。理論的には、軽いM型矮星周りでは巨大ガス惑星は形成されにくいと考えられていたが、この様な惑星は多く存在する事を示し、形成モデル改良の必要性を提起した。また、7年分のデータを用いて惑星の質量の分布を求め、海王星質量程度の惑星が最も多い事を発見した。

さらに、互いに15天文単位（天文単位：太陽-地球の距離）離れた連星系中の片方の星の周りに2倍地球質量の惑星を発見した。これは、連星系中での惑星形成過程の解明のための重要な発見である。また、軽くて冷たい海王星に似た惑星の検出は、今まで如何なる方法でも困難だったが、これを初めて発見した(図2)。

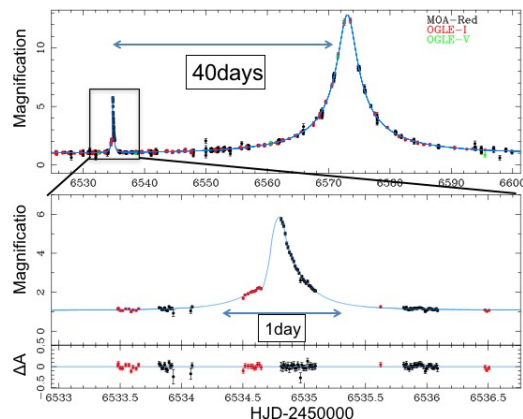


図2：海王星に似た惑星の光度曲線。上段：全体。中段：惑星シグナルの拡大。実線はベストフィット。下段：モデルからの残差。主星による長い増光より40日も前に惑星による短い増光が観測された。

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

現在、南アフリカ共和国に1.8m広視野望遠鏡を建設しており、世界最大級の近赤外線カメラを搭載して、世界で初めて近赤外線でのマイクロレンズ系外惑星探査を行う (PRime focus Infrared Microlensing Experiment :PRIME)。近赤外線では、従来の可視光では星間減光のため観測ができなかった銀河系中心近くを観測可能で、星の密度が高い領域での惑星頻度を世界で初めて見積もり、環境による惑星頻度の違いを検証できる。さらに2025年には、NASAのWFIRST (Wide Field InfraRed Survey Telescope) 衛星が、約2千個もの惑星を発見し、ほぼ全ての種類の惑星の分布を解明する。

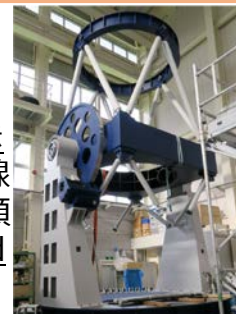


図3：1.8m PRIME広視野赤外線望遠鏡の写真