

論文内容の要旨

氏名 (近藤 依央菜)

論文題名

Exoplanet Search toward the Inner Bulge of the Milky Way via Gravitational Microlensing
重力マイクロレンズ法を用いた天の川銀河中心領域における太陽系外惑星探査

論文内容の要旨

現在までに5200個以上の太陽系外惑星が発見されており、9割は海王星質量～木星質量の重くて主星に近い軌道を持つ惑星である。一方、マイクロレンズ法は、雪線以遠の地球質量程度の惑星まで感度を持つ唯一の方法で、他の手法と相補的である。雪線とはH₂Oが氷になる境界で、その外側では惑星形成が活発になると理論的に予測されている。Suzuki et al. (2016) ではマイクロレンズ法で発見した29個の惑星から惑星質量比に対する存在頻度分布を測定し、海王星質量比の惑星が最も多いことを初めて解明した。

しかし、マイクロレンズ法は確率的な増光現象を利用するため発見された惑星数は140個程度と少ない。また、低質量比の惑星発見数がさらに少ないため、存在頻度分布の低質量比側は制限がつけられていない。そこで本論文の目的は将来の統計解析のために、低質量比惑星を含むマイクロレンズ惑星サンプルを増やすこととする。

本研究ではまず、地上望遠鏡と*Spitzer* 宇宙望遠鏡で同時観測されたマイクロレンズイベントOGLE-2018-BLG-1185の解析を行った。増光曲線のモデリングにより質量比は $q \sim 6.9 \times 10^{-5}$ と非常に小さいことがわかった。*Spitzer* 宇宙望遠鏡で観測されたシグナルはわずかだったがスペースパララックスの分布を得ることができた。まず地上望遠鏡のみのデータから得られた制限で銀河系モデルを事前確率としベイズ推定を行った結果、レンズ系は $M_{host} \sim 0.37 M_{\odot}$ のM型星に付随する $m_p \sim 8.4 M_{\oplus}$ のスーパーアースである可能性が高いことがわかった。しかし、スペースパララックスの制限も含めると、レンズ系は $M_{host} \sim 0.09 M_{\odot}$ のM型星に付随する $m_p \sim 2.1 M_{\oplus}$ のスーパーアースである可能性が高いことがわかった。将来の高解像度撮像による追観測でレンズ系の質量により強い制限が与えられることが期待される。

さらに、本研究では、新しい近赤外線望遠鏡によるマイクロレンズ探査の惑星発見数とマイクロレンズイベント検出数を見積もった。PRIME (PRime-focus Infrared Microlensing Experiment) 望遠鏡は世界で初めて近赤外線マイクロレンズ系外惑星探査を行う。近赤外線では、従来の可視光では不可能だった星間減光が強い銀河系中心近くの星数密度の高い領域を観測可能である。PRIMEによるマイクロレンズ探査の主要目的は、銀河系中心付近のイベントレートを測定し、将来のRoman宇宙望遠鏡の観測戦略最適化への貢献と、世界で初めての銀河系中心付近での惑星存在頻度分布の測定である。銀河系中心方向に最適化された銀河系モデルを使用してPRIMEのマイクロレンズ観測をシミュレーションを行い、惑星発見数と発見できる惑星の質量範囲を異なる観測戦略で見積もった。その結果、PRIMEは1年間で42-52個の惑星 ($M_p \leq 1 M_{\oplus}$ が1-2個、 $1 M_{\oplus} \leq M_p \leq 100 M_{\oplus}$ が22-25個、 $100 M_{\oplus} \leq M_p \leq 10000 M_{\oplus}$ が19-25個) を発見できることが分かった。このシミュレーションの結果はPRIME望遠鏡の最初の観測戦略の選定に役立ち、また実際の観測結果と比較することで使用した銀河系モデルや仮定した惑星存在頻度分布等に制限を与えられると期待できる。

これら二つの研究は将来のマイクロレンズ統計解析に貢献するだけでなく、スペースパララックスの解析や系統誤差の理解、及びRomanの観測戦略の最適化という点で将来のRoman宇宙望遠鏡によるマイクロレンズ探査にも貢献すると期待される。