Osaka University Knowledge Archive

Title	Discovery of a gas giant planet around a low-mass dwarf: OGLE-2015-BLG-1649Lb
Author(s)	永金, 昌幸
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/76408
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　　永金　昌幸　　）	
論文題名	Discovery of a gas giant planet around a low-mass dwarf: OGLE-2015-BLG-1649Lb (低質量星周りにおける巨大ガス惑星 OGLE-2015-BLG-1649Lb の発見)

論文内容の要旨

重力マイクロレンズ現象とは、観測している天体（ソース天体）の前を質量を持った天体（レンズ天体）が通過したときに、レンズ天体の重力場によってソース天体からの光が曲げられて一時的に増光する現象である。レンズ天体が伴星や惑星を持つときは、それらによっても増光され特徴的な光度曲線を示すため、それを解析することによって主星と伴星の質量比を求めることができる。重力マイクロレンズ現象が起こる確率は100万分の1程度と非常に低く、伴星による光度曲線のずれ（anomaly）は惑星質量であれば数時間程度と短い。このような現象を観測するために我々Microlensing Observations in Astrophysics（MOA）グループは、ニュージーランドに設置した口径1.8mのMOA-II望遠鏡を用いて、主に銀河中心方向の広視野高頻度サーベイ観測を毎晩行っている。

本研究では、2015年に発見された重力マイクロレンズイベント OGLE-2015-BLG-1649 の解析を行い、低質量星と巨大ガス惑星から成る惑星系を発見した。主星と惑星の質量比は0.0072、アインシュタイン角半径に対する主星と惑星の離角は0.9であることが分かった。この重力マイクロレンズイベントは、すばる望遠鏡に搭載されているInfrared Camera and Spectrograph（IRCS）による高分解能フォローアップ観測が行われ、レンズ天体のフラックスに上限値を与えられた。これらの観測値からレンズ天体の主星の質量がG型星以上ではないという制限をつけることが出来た。レンズ天体からのフラックスの上限値を考慮して、レンズ天体の物理量に対してベイズ推定行った結果、主星と惑星の質量がそれぞれ0.34±0.19太陽質量と2.54±1.44木星質量、レンズ系までの距離が4.23±1.58 kpcとなった。また、主星と惑星との射影距離は2.07±0.71 auとなった。質量の小さい主星の周りで巨大ガス惑星を形成することは、標準的な惑星形成理論であるコア集積モデルでは説明することが難しい。一方、円盤自己重力不安定モデルではそのような制限はないため、この惑星系は円盤不安定によって形成されたことが示唆される。相対固有運動が7.1 mas/yrと比較的速いため、イベントから数年後に更なる高分解能フォローアップ観測を行うことでより強い制限が与えられると期待される。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（ 永金　昌幸 ）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教　授	住　貴宏
	副 査	教　授	芝井　広
	副 査	教　授	長峯　健太郎
	副 査	教　授	寺田　健太郎
	副 査	准教授	藤田　裕

論文審査の結果の要旨

これまでに 4000 個以上の太陽系外惑星が発見されているが、そのほとんどが太陽の様な中程度の質量か、より重い恒星の周りを回る惑星である。これは、ほとんどの惑星検出手法は、主星の光を利用するので、明るい星の周りで惑星を検出しやすいからである。一方、標準的な惑星形成論であるコア集積モデルは、軽い恒星の周りでは、軽い惑星が形成されやすく、重い惑星は形成されにくいと予言し、実際に軽い星の周りで軽い惑星が発見され始めている。しかし、この様な軽くて暗い星の周りでの惑星の検出は難しく発見例はまだ多くない。従って、軽い惑星周りの惑星探査は太陽系外惑星形成過程の解明にとって重要であり、最も有効な手段である重力マイクロレンズ法での探査が進められてきた。

重力マイクロレンズ現象とは、観測している天体（ソース天体）の前を質量を持った天体（レンズ天体）が通過したときに、レンズ天体の重力場によってソース天体からの光が曲げられて一時的に増光する現象である。レンズ天体が伴星や惑星を持つときは、それらによっても増光され特徴的な光度曲線を示すため、それを解析することによって主星と伴星の質量比を求めることができる。重力マイクロレンズ現象が起こる確率は 100 万分の 1 程度と非常に低く、伴星による光度曲線のずれ（anomaly）は惑星質量であれば数時間程度と短い。

申請者は、このような現象を観測するため Microlensing Observations in Astrophysics (MOA) グループの一員として、ニュージーランドに設置した口径 1.8m の MOA-II 望遠鏡を用いてマイクロレンズ探査を行ってきた。そして、2015 年に発見した重力マイクロレンズイベント OGLE-2015-BLG-1649 の解析を行い、低質量星と巨大ガス惑星から成る惑星系を発見した。主星と惑星の質量比は 0.0072、アインシュタイン角半径に対する主星と惑星の離角は 0.9 であることが分かった。この重力マイクロレンズイベントは、すばる望遠鏡に搭載されている Infrared Camera and Spectrograph (IRCS) による高分解能フォローアップ観測が行われ、レンズ天体のフラックスに上限値が与えられ、レンズ天体の主星の質量が G 型星以上ではないという制限をつけることが出来た。観測されたフラックスの上限値にレンズ天体以外の星が寄与する事前確率も考慮して、レンズ天体の物理量に対してベイズ推定を行った結果、主星と惑星の質量がそれぞれ 0.34±0.19 太陽質量と 2.54±1.44 木星質量、レンズ系までの距離が 4.23±1.58 kpc となった。また、主星と惑星との射影距離は 2.07±0.71 au となった。フラックス上限値のみの観測で、他の星の寄与を考慮した確率分布の計算は、これまでにない試みである。上述の様に、質量の小さい主星の周りで巨大ガス惑星を形成することは、標準的な惑星形成理論であるコア集積モデルでは説明することが難しい。一方、円盤自己重力不安定モデルではそのような制限はないため、この惑星系は円盤不安定によって形成されたことが示唆される、という結論を得た。

申請者の研究結果は、太陽系以外の一般の惑星系形成過程の解明に重要な知見を与えるものである。したがって申請者の研究は高い価値を有し、博士（理学）の学位を授与するにふさわしいと判断する。