



Title	Study of Microlensing Exoplanets with Combination of Light Curves and A0 Images
Author(s)	越本, 直季
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69380
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (越 本 直 季)	
論文題名	Study of Microlensing Exoplanets with Combination of Light Curves and AO Images (光度曲線とAO撮像を用いたマイクロレンズ系外惑星の研究)
論文内容の要旨 標準的な惑星形成論であるコア集積モデルは、原始惑星系円盤中の水の気相と固相の境界（スノーライン）の少し外側で、木星質量の巨大ガス惑星から地球質量の氷惑星まで様々な質量の惑星の形成が活発になると予想する。これまでに3000個以上の太陽系外惑星が発見されているが、そのほとんどがスノーラインの内側の惑星である。スノーライン外側領域の探査は惑星形成過程の解明にとって非常に重要であり、重力マイクロレンズ法は他の手法では発見しにくいこの領域で地球質量の惑星を検出できる唯一の方法である。 重力マイクロレンズは天球上でソース天体の手前をレンズ天体が横切る時に起こる一時的な増光現象である。レンズ天体に惑星が付随する場合、増光曲線から主星と惑星の質量比が測定されるが、それらの質量の決定には、レンズ天体の明るさの測定が一つの鍵となる。観測領域は星が密集しているため、宇宙望遠鏡か補償光学（AO）装置を用いた高空間分解能撮像により、イベント（ソース天体+レンズ天体）と他の星を分離できれば、光度曲線から求められるソース天体の明るさを差し引くことで、レンズ天体の明るさを検出できる。 本研究では、惑星が検出された二つの重力マイクロレンズイベント、OGLE-2012-BLG-0950とMOA-2016-BLG-227の解析を行なった。両イベントともにKeck望遠鏡のAO装置によって高空間分解能撮像観測され、天球上のイベントの発生位置にソース天体以外に明るさを持つ天体があることがわかった。この超過分にはレンズ天体の明るさがある割合で含まれる。この割合を求めるための従来の解析法の統計的取り扱いが正しくないことを指摘するとともに、新たにベイズ推定を用いた正しい解析法を開発した。この方法を用いた結果、OGLE-2012-BLG-0950の場合は、超過の明るさが全てレンズ天体のものである確率が高い一方で、MOA-2016-BLG-227では他の星の明るさが大きい割合で含まれている確率が高いことがわかった。これらの解析の結果、OGLE-2012-BLG-0950のレンズ天体はM型またはK型の主星とそのスノーラインの外側にある海王星と土星の間の質量の惑星からなる系であることがわかった。コア集積モデルによればこのような惑星系はできやすいとされているが、検出感度不足のためか既発見数は少ない。また、MOA-2016-BLG-227のレンズ天体は、M型またはK型の主星周りの巨大ガス惑星からなる系であることがわかった。このような惑星系はコア集積モデルでは説明が難しいため、他の惑星形成過程で生まれた可能性を示唆している。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (越本 直季)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教 授 芝 井 広
	副 査	教 授 川 村 光
	副 査	教 授 長 峯 健太郎
	副 査	教 授 松 本 浩 典
	副 査	准教授 住 貴 宏

論文審査の結果の要旨

これまでに 3000 個以上の太陽系外惑星が発見されているが、そのほとんどがスノーライン（水の気相と固相の境界）の内側（気相側）の惑星である。一方、標準的な惑星形成論であるコア集積モデルは、形成現場である原始惑星系円盤中において、スノーラインのすぐ外（固相側）の領域において、氷の効果によって様々な質量の惑星の形成が活発になると予言するが、検出が難しく発見例は多くない。従って、スノーライン外側領域の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現象の探査が進められてきた。

重力マイクロレンズ現象は、地球と遠方恒星間の視線を別の恒星（レンズ天体）が偶然横切る時に、一般相対論の効果で光が曲げられて起こる増光現象である。レンズ天体が惑星を持つ場合には、増光現象の振る舞いが大きく変化し、この様子から恒星と惑星の質量比が求まる。さらにこの質量比から惑星の質量を求めるには恒星の質量が必要であり、恒星の光度から質量が求められてきた。

申請者は、惑星を伴うと推定される二つの重力マイクロレンズ現象の増光現象を詳細に解析した。さらに発生天域の高空間分解能撮像観測を行い、天球上の増光現象発生位置にある恒星を同定して光度を求めた。しかしながら無関係の恒星光が混入している可能性を排除できないために、銀河系の恒星分布モデルを用いたベイズ推定による統計的解析法を新たに開発して適用した。従来も同種の解析は行われていたが、申請者は従来の手法の誤りを指摘し、自身が開発した手法が正しいことを示した。新しい手法を適用した結果、二つの増光現象のうち一方は、M 型か K 型の恒星のスノーラインの外側に海王星と土星の間の質量の惑星があることを示唆し、他方は、やはり M 型か K 型の恒星が巨大ガス惑星を持つ例であることを示唆するという結果を得た。前者はコア集積過程で生まれやすい例であるが、後者はコア集積過程では生まれにくく、他の惑星形成過程で生まれたと考えるべきであ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。