

# 2016 年度日本天文学会林忠四郎賞

住 貴宏 (すみ たかひろ)

現職：大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 准教授

受賞対象となる研究：「重力マイクロレンズを用いた系外惑星の研究」

Discovery and Characterization of Exoplanets with Gravitational Microlensing

住 貴宏氏は、重力マイクロレンズ現象を用いた太陽系外惑星の観測的研究において、多くのすぐれた業績を挙げてきた。特に、村木綏氏を中心としてニュージーランドで開始された MOA (Microlensing Observations in Astrophysics) を用い、さらに世界中の他の重力マイクロレンズモニターグループと協力して、従来の視線速度法やトランジット法では発見が極めて困難な系外惑星系を数多く発見してきた。なかでも住氏が解析を主導した、中心星のスノーラインよりずっと外側に位置する海王星に類似した惑星の発見、および木星程度の質量をもつ多数の浮遊惑星の発見は、世界的によく知られている。

住氏は、重力マイクロレンズ現象を用いた、太陽系外惑星の発見とそれらの性質の究明において多くの著しい業績をあげている。マイクロレンズ法は、太陽系外惑星の発見において、惑星による親星の公転速度の周期変化を分光的に検出する視線速度法、惑星が親星の手前を通過する際の光度変化を測光的に検出するトランジット法と並ぶ第 3 の方法である。特に前者 2 つとは相補的に、惑星軌道面が視線方向に垂直に近い惑星系、あるいは親星から大きく離れた軌道をもつ惑星系の検出に有効である。数多い住氏の業績の中から、以下特に代表的な 3 つに絞って述べる。

## (1) 冷たい海王星質量天体の発見

住氏は 2010 年、The Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE) と MOA の共同観測データの詳細な解析により、地球から 5.9 kpc 離れた位置にある質量  $0.64M_{\odot}$  の恒星で、中心星から 3.3 AU の距離を回る地球の約 20 倍の質量の惑星、OGLE-2007-BLG-368LB を発見した (Sumi *et al.*, *ApJ* **710**, 641, 2010 : ちなみにこの解析においては MOA の観測データが OGLE のものと同程度以上の貢献をしているが、最初のアラートを出したグループが命名権をもつとの取り決めにより、OGLE の名前が冠されている)。当時は系外惑星がまだ 300 個程度しか発見されておらず、うち重力マイクロレンズ法で検出された系外惑星数は 10 個であった。にもかかわらず、そのうち 4 個が海王星程度の質量であることから、スノーラインの少し外側に「木星になれなかった」天体、「冷たい海王星 (cold Neptune)」が数多く存在することが示唆された。(それまで、ずっと内側の軌道を回る海王星型天体「熱い海王星 (hot Neptune)」は他の方法により発見されていたが、スノーライン以遠の「冷たい海王星」は重力レンズ法によって初めて見つかった。) 住氏らは、惑星と主星との質量比を  $q$  とし、系外惑星の質量分布関数を  $dN/d \log q \propto q^{\alpha}$  と表すと  $\alpha = -0.7 \pm 0.2$  との結果を導いたが、最近の 23 例の観測結果から得られた  $\alpha = -0.93 \pm 0.13$  と誤差の範囲で一致する。

## (2) 浮遊惑星の発見

住氏らは OGLE と MOA のデータを組み合わせて約 500 例の重力マイクロレンズ現象を統計的に解析した結果、増光の継続時間の分布ヒストグラムが、2 日以下で有意な超過を示すことを発見した。継続時間はほぼレンズ天体の質量の平方根に比例し、2 日という時間スケールは木星程度の質量に対応するので、低質量の主系列星によるマイクロレンズ現象に混じって、木星型ないしより軽

い惑星が多数存在していることがこの超過の原因であると示唆される。しかも本来、惑星によるマイクロレンズ増光の直前か直後には、親星による、ずっと長時間の重力レンズ現象が期待されるが、ここでいう短時間マイクロレンズ現象にはそれが見られなかった。すなわち惑星は、親星から離れたカイパーベルト天体のようなものか、もしくは親星を持たない浮遊惑星であり、それらが多数存在することが結論された(Sumi *et al.*, *Nature* **473**, 349, 2011)。この結果は、惑星形成モデルに大きな問題を投げかけ、今でも解かれていない重要な謎である。これは特に MOA 1.8m 望遠鏡の広視野機能を最大限に生かした結果であり、現地での観測から解析や論文作成まで、すべて住氏が主導した。

### (3) スノーラインのはるか外側にある海王星類似惑星の発見

住氏らは最近 MOA-2013-BLG-605Lb を発見した(Sumi *et al.*, *ApJ*, **825**, 112, 2016)。これは MOA の観測が大きな貢献をしたものであるが、データ解析の結果、中心星と惑星のパラメータは縮退し、次の3つの解がある。(i) 海王星に近い地球の21倍の質量を持つ惑星が、 $0.19 M_{\odot}$  の主系列星の回りを、4.6 au の距離で回る。(ii) 地球の約8倍の質量をもつミニ海王星というべき惑星が、 $0.068 M_{\odot}$  の褐色矮星を親星とし、距離 2.1 au の軌道で回る。(iii) 地球の3.2倍の質量をもつ「スーパーアース」が  $0.026 M_{\odot}$  の褐色矮星から距離 0.94 au の軌道で回る。以上どの解でも、惑星は予想されるスノーラインの 9~14倍も外側を回っていることになり、これは海王星の軌道(スノーラインの 11倍)と近い。OGLE-2007-BLG-368LB の質量は海王星程度であったが、その位置はスノーラインのやや外側であったのに対し、MOA-2013-BLG-605Lb は質量のみならず、中心星からの距離という意味においても、太陽系の海王星に類似した天体であると言える。またこれは最も低温 (27K) の系外惑星と予想される。

MOA は当時名古屋大学におられた村木紘氏を中心としてニュージーランドで開始された重力レンズ現象の検出を目的とする国際共同プロジェクトである。2000年代に系外惑星を主たる観測目的として設定する中で、住氏はプロジェクトの研究をリードしてきた。実際、重力マイクロレンズ法による系外惑星の発見のほとんどにおいて、MOA のデータが用いられている。彼はまた、系外惑星や暗黒エネルギーの研究に特化したアメリカの口径 2.4m の宇宙望遠鏡 WFIRST 計画 (2020年代半ばに打ち上げ予定) の日本側代表者の一人としても活躍している。

以上の理由により、住 貴宏氏に 2016 年度の日本天文学会林忠四郎賞を授与する。