

論文内容の要旨

氏 名 (桐 川 凜 太 朗)

論文題名

Search for Exoplanets and Compact Objects in the Milky Way through Gravitational Microlensing
(重力マイクロレンズ法を用いた天の川銀河内の太陽系外惑星・コンパクト天体探査)

論文内容の要旨

重力マイクロレンズ法は太陽系外惑星、褐色矮星、コンパクト天体などの暗い天体を検出することが可能な、数少ない天体発見手法である。2004年にマイクロレンズ法で初めて惑星が発見されて以来、現在までに本手法で発見された惑星数は200個を超える。これに対して、コンパクト天体がマイクロレンズ法によって発見され始めたのは最近になってからである。2021年に白色矮星を主星とする惑星系が初めて本手法で発見され、続く2022年には伴星を持たない孤立したブラックホールの発見が世界で初めて報告された。これまでにマイクロレンズ法による発見が認められたコンパクト天体は、この白色矮星系と孤立ブラックホールの2例である。また、本手法は恒星質量ブラックホールと超大質量ブラックホールとのミッシングリンクとして知られる、中間質量ブラックホール($10^2 - 10^5 M_{\odot}$)の探査にも有効である。しかし、これまでに候補天体すら発見されていない。

本研究では2014年に惑星候補イベントとして発見されたマイクロレンズイベントOGLE-2014-BLG-0221の解析を行った。光度曲線のモデル解析の結果、発見天体が木星質量比の連星系であることを示す2つのモデルが存在することがわかった。また、どちらのモデルも長周期であったため、発見天体の質量が大きい可能性が示唆された。銀河系モデルを事前確率にベイズ推定を行った結果、発見天体がコンパクト天体候補であり、恒星・白色矮星・中性子星を主星に持つ惑星またはブラックホールを主星に持つ褐色矮星・低質量星による系であることが明らかになった。主星が白色矮星の場合はマイクロレンズ法で発見された2例目の惑星-コンパクト天体系であり、ブラックホールの場合はこれまで見つかった中で最も連星間距離の離れたブラックホール連星であると考えられる。また、将来観測によって主星が恒星である場合とコンパクト天体である場合の異なるシナリオを切り分けられる可能性を示した。本研究ではさらにマイクロレンズ法によるコンパクト天体の発見を目的として、MOAグループが2006-2014年の9年間のマイクロレンズサーベイで発見した6111個のマイクロレンズ候補イベントの解析を行った。特に、最も増光期間の長い3イベント(MOA-9y-95, MOA-9y-1170, MOA-9y-2247)に対して詳細解析を行った結果、3イベント中2イベントがコンパクト天体候補であり、ブラックホールである可能性が最も高いことが明らかになった。その中でも最も長周期のMOA-9y-95は発見天体が中間質量ブラックホールである可能性を示唆しており、現在も増光が継続しているため今後の測光、分光および高分解能観測による検証が重要である。また、既に増光が終了して10年以上が経つMOA-9y-1170とMOA-9y-2247について、高分解能観測による発見天体と背景天体の分離の可能性の検討を行ったところ、MOA-9y-1170は発見天体が背景天体に比べて暗すぎ、MOA-9y-2247は現在の離角が小さすぎるため、高分解能観測による分離が可能となるにはまだ時間を要する可能性が高いと結論づけられた。