

## Orbit-based Dynamical Modeling with Machine Learning: Testing a Bayesian Framework for Constraining Dark Matter Halo Density Profiles in Dwarf Galaxies

○宮崎 凜<sup>1</sup> 千葉 柊司<sup>1</sup> 堀米 俊一<sup>1</sup> (1.東北大学大学院理学研究科天文学専攻)

宇宙の全物質の大部分を占める暗黒物質の正体解明は、現代物理学の最重要課題である。現在の暗黒物質の標準的なモデル（CDMモデル）は、宇宙の大規模構造などの大スケールの観測事実を成功裏に説明してきた。一方で、矮小銀河のような小スケール構造においては、暗黒物質ハローの密度構造が理論予測（中心部の急峻な密度分布：カスプ）と観測データに基づく解析結果（中心が平坦な分布：コア）が矛盾する「コア・カスプ問題」が存在する。従来の解析はモデルの系統誤差や統計誤差の影響が大きく、この矛盾が暗黒物質の性質の違いに由来するのか、解析手法のモデル依存性によるものかが判別できていない。

この問題を解決するためには、できるだけ仮定によらない手法と詳細な推定誤差評価が不可欠である。そこで、恒星の軌道を重ね合わせて位置や速度を再現する手法であるSchwarzschild modelingを導入し、矮小銀河の暗黒物質ハロー密度分布を推定する新たな解析手法を開発した。本研究では、恒星の視線速度分布を複数のガウシアンを重ね合わせとして表現し、その分布形状を機械学習を用いて推定することで、従来不安定であった高次の速度モーメントの測定を安定化させた。また、視線速度モーメントの空間分布を滑らかにモデル化することで、密度分布パラメータの推定を安定化させた。さらに、計算アルゴリズムの改良と組み合わせることで、従来この枠組みにおいて計算コストが高く困難であったベイズ推定を実用的な計算時間で実行可能とした。これにより、仮定依存性の少ないSchwarzschild modelingを用いて、矮小銀河の暗黒物質密度分布をベイズ統計に基づく不定性評価とともに安定して推定することが可能になった。

本講演では、擬似観測（Mock）データを用いて本手法の性能検証結果を報告し、暗黒物質密度プロファイルの復元精度および手法の有効性について議論する。