

P313b Normalizing Flow を用いた微分可能銀河系モデルの構築

西尾 茉優, 布田 寛介, 増田 賢人, 大勢 英晃 (大阪大学)

重力マイクロレンズ惑星探査において惑星系の質量や惑星系までの距離を正確に推定するためには、光度曲線の情報と銀河系モデルに基づく事前分布を統合的に扱うことが不可欠である。しかし従来のベイズ解析では、まず光度曲線パラメータを無情報事前分布で推定し、その後に銀河系事前分布を適用する二段階手法が一般的であった。この分離構造により、視差・軌道運動などの高次シグナルが弱い場合には、光度曲線の系統誤差に起因する非物理的パラメータが事前選ばれてしまい、銀河系事前分布を後から適用しても正しく推定できないという問題が生じていた。近年この問題を解消するため、光度曲線解析と銀河系モデルを一体化した推論手法が提案されている（例：2025年秋季年会 P303a）。しかし既存手法は適用可能な銀河系モデルに限られ、分布形状に関して強い仮定を必要とした。本研究では、銀河系モデルの確率分布を Normalizing Flow (NF) により学習し、高次元で複雑な形状の事前分布を強い仮定なく柔軟に表現できるフレームワークを構築した。さらに NF は確率密度を微分可能な形で与えるため、ハミルトニアンモンテカルロ (HMC) をはじめとする勾配を利用した推定手法を可能とし、従来より効率的で安定した推論を実現できる。本発表では NF ベース銀河系モデルの構築方法、JAX による HMC の実装、そしてマイクロレンズイベントへの応用例について紹介する。