

U19a Dark Quest II: 宇宙論エミュレータによるハローアセンブリバイアスのモデリング

石川 慶太郎, 西道 啓博 (京都産業大), 宮武 広直 (名古屋大), 田中 賢 (京都大), 砂山 朋美 (アリゾナ大)

物質の空間分布は標準宇宙模型および暗黒物質・暗黒エネルギーの性質に感度を持つ。銀河や暗黒物質の高密度領域 (以下、ハロー) の空間分布は銀河クラスタリングなどを用いて測定可能であるが、暗黒物質の空間分布を厳密に再現しない。ハローと暗黒物質の分布のずれを表すハローバイアスの大きさはハローの質量に強く依存するが、その他のハローの性質 (中心集中度など) にも二次的に依存することが知られている (Wechsler et al. 2006)。これをアセンブリ・バイアスと呼ぶ。今後 10 年の観測データの急速な増加および観測領域の拡大により統計精度が飛躍的に向上することで、実観測に対する解析ではアセンブリ・バイアスの考慮の有無で標準宇宙論パラメータの制限に大きな影響を与えることがわかっている (Miyatake et al. 2022)。それゆえに、理論モデルにおいてこの系統誤差の影響を最小化した上で、標準宇宙模型を徹底検証する必要がある。本研究ではこのアセンブリ・バイアスを調査するため、Dark Quest II シミュレーションデータを用いて、ハローの中心集中度に着目した相関関数の振幅の違いを調べた。また、異なる質量と中心集中度をもつハローサンプルの間の相互相関関数を網羅的に計算し、これを特徴づける 4 つのパラメータ (M_1 , M_2 , c_1 , c_2) を入力とする順伝播型ニューラルネットワークで学習させた。学習の際、層の数やユニットの数などのハイパーパラメータは、自動最適化フレームワーク (Optuna) を使用して決定した。その結果、これまで知られていたアセンブリ・バイアスのハロー質量に対する非自明な依存性を再現し、任意の質量・中心集中度で精度良く予測することを可能とした。