

U17a N体シミュレーションを用いた大規模構造とハロー形状の相関測定

栗田智貴, 高田昌広 (カブリ数物連携宇宙研究機構), 西道啓博 (京都大学基礎物理学研究所)

宇宙構造形成の標準シナリオである冷たいダークマターモデル (CDM モデル) では、CDM が密集した自己重力系であるダークマターハローの中に銀河が形成される。銀河の形状やその周囲を包むハローの形状は、それらを構成する物質と大規模構造による宇宙広域の潮汐力場との重力相互作用の結果を反映すると考えられる。このような大規模構造と形状の相関は Intrinsic Alignment (IA) と呼ばれ、理論と観測の両面で研究が進展している。

IA の理論的な研究手法として、摂動論によって理論モデルを構築する手法と N 体シミュレーションを用いる手法の二つがある。IA の理論モデルを得ることは、IA が弱い重力レンズ効果を用いた宇宙論パラメータ推定の系統誤差になり得る点や IA 自身に含まれる宇宙論的な情報を抽出できる可能性がある点から非常に重要である。しかし現状では N 体シミュレーションによって摂動論を検証する研究や IA の振る舞いを系統的に調べる研究は少ない。

本研究では、N 体シミュレーションを用いて大規模構造 (ダークマターの空間分布) とハローの形状の相関を測定し、ハロー質量や赤方偏移、宇宙論パラメータ (S_8, Ω_m) 依存性を系統的に調べた。特に、従来の 2 次元実空間相関関数に基づく研究とは異なり、ハローの 3 次元空間分布を利用した 3 次元パワースペクトルの測定を行ったことで、摂動理論の高精度かつ容易な検証が可能となった。本研究において、大スケール ($\gtrsim 100\text{Mpc}/h$) の相関が摂動論の予言と合致することを確かめ、さらにその相関は高質量のハローほど強く、宇宙の時間進化とともに減衰することを示した。これらの結果は、ハローの形状が構造形成初期の大規模構造の情報を多く含むことを示唆する。本講演ではこれらの結果を紹介するとともに、IA の観測的な研究への影響等、これからの展望について議論する。