

Z111a 宇宙の大規模構造エミュレーション技術

西道 啓博, 田中 賢 (京大基研), 小林 洋祐 (東大 Kavli IPMU)

宇宙の大規模構造の将来観測データを用いた宇宙論モデル・宇宙論パラメタの決定には、これまでにない高精度の理論テンプレートが必要となる。宇宙論的 N 体シミュレーションは、このような理論予言を与える強力な手法であるが、その計算コストの高さから、観測データと照らしたパラメタ推定に理論テンプレートとして直接用いることは難しい。これを打開する一つの可能性は、統計的手法に基づいたコストの小さいモデルで代替する、いわゆる「エミュレーション」技術である。

我々はダークマターハローの空間分布の統計を宇宙論パラメタ依存性まで含めて再現すべく、大規模な数値シミュレーションデータベースと機械学習を組み合わせたエミュレータの構築を推進している。これまでの取り組みでは、2019年までに完成した Dark Quest I データベースにより、すばる Hyper Suprime Cam サーベイによる弱重力レンズ効果や Sloan Digital Sky Survey の BOSS-CMASS データセットの銀河クラスタリングの統計解析に耐えうる高速・高精度ソフトウェア“Dark Emulator”を構築した。これを質的にも量的にもアップデートし、将来観測から想定される、より多様な銀河サンプルの統計を高精度に予言すべく、現在 Dark Quest II プロジェクトを推進している。より具体的には、これまで考えていた6次元 w CDM 宇宙モデル空間を9次元に拡張し、サポートするダークマターハローの最低質量を一桁程度改善することを目標としている。本講演では、Dark Quest II の実現に向けて、特に多次元入力パラメタ空間探索の最適化、統計量を回帰するニューラルネットワークの構築方針に絞って詳しく述べる。