

X08b 銀河の性質と環境の相互依存性: グラフニューラルネットワークを用いた解析

内田 舜也¹, 竹内 努^{1,2}, Suchetha Cooray³, 西澤 淳^{4,1} (1: 名古屋大学, 2: 統計数理研究所, 3: Stanford University, 4: 岐阜聖徳学園大学)

現在の宇宙において、銀河は孤立した天体ではなく、その性質は環境に大きく依存している。小スケール (~1 kpc) では、銀河の合体がガスの流入、ガスの金属量の変化、中心ブラックホールへの降着を通じて銀河の特性に影響を与えることが知られている。中間スケール (~1 Mpc) では、相互作用するハローの潮汐効果がそれぞれのハローの形成に影響を与え、銀河ハローの歴史に影響を与える可能性がある。より大きなスケール (ハローのビリアル半径より大きい距離; 1~4 Mpc) では、銀河の星形成率に相関があることが知られている (galactic conformity)。したがって、銀河とその空間分布との関係を理解することが重要である。空間分布の特徴の定量化の方法として、伝統的には二点相関関数などが用いられてきた。しかし、従来の統計的手法は銀河分布の平均的特徴量を扱うため、個別の位置情報は失われ、環境依存性の取り扱いが困難となる。そこで、銀河のグラフデータの情報を用いた新たな解析法を考案した。グラフデータは、銀河の 3D 分布のような情報を持つ空間ポイントデータを表すのに理想的な数学的データ構造である。ノード (頂点) とエッジ (辺) から構成され、ノードは個々の特徴量 (例えば、銀河の恒星質量や SFR) を、エッジはそれらの要素間の関係や相互作用 (銀河間距離) を表す。このデータ形式は、銀河の特徴量と空間分布の情報を同時に関連させることができるため、環境効果の理解に適している。本研究では、UniverseMachine や IllustrisTNG などのシミュレーションデータからグラフデータを構成する。構成したグラフデータを用いて、銀河の性質が周囲の銀河からどの程度定まるのかを、機械学習手法の一種であるグラフニューラルネットワークの予測結果から定量的に評価し、パフォーマンスについて議論する。