

X64a 銀河形成における環境依存性：解釈可能な機械学習を用いた解析

内田 舜也¹, Suchetha Cooray², 西澤 淳^{3,1}, 竹内 努^{1,4} (1: 名古屋大学, 2: Stanford University, 3: 岐阜聖徳学園大学, 4: 統計数理研究所)

現在の銀河形成の理解では、銀河はダークマターハロー内部で形成され、存在している。そのため、銀河の性質はハロー(サブハロー)の性質や分布と密接に関連しており、例えば stellar-to-halo mass relation などが知られている。一方で、銀河は孤立した天体ではなく、その性質は銀河を取り巻く多様な環境に大きく依存している。例えば、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)。本研究では解釈可能な機械学習モデル (ニューラルネットワーク) を用いて、銀河周囲の環境情報を特徴付けるフレームワークの構築を試みた。まずダークマターサブハローの性質を基に銀河の性質 (星質量、星形成率) を予測するモデルを、IllustrisTNG シミュレーションのデータから訓練した。次に、解釈可能性の機械学習的指標である XAI (SHAP) を用いて、銀河の性質が環境の影響をどの程度受けるのかを解析し、環境と銀河の性質との相関関係について調べた。その結果、銀河性質の予測に対して高い寄与をする特徴量を特定することができた。また、central 銀河と satellite 銀河の間や、銀河の星形成活動に基づくグループごとに、環境から受ける影響が異なることが分かった。

本講演では、以上について議論し、銀河形成における環境の役割を明らかにするための新たな視点を提供する。