

Spatial and Dynamical Biases in Velocity Statistics of Galaxies

吉川 耕司 (東京大学 ビッグバン宇宙国際研究センター)

銀河の速度場は宇宙のダークマターの分布を知るための重要な情報として長く使われてきたが、これらの研究では銀河の速度が背後にあるダークマターの運動を正確に反映しているという仮定がなされていた。一方、銀河の空間分布や速度分布はダークマターのもの比べてバイアスされていることが知られている。本講演では、宇宙論的な銀河形成シミュレーションを用いて、これまで行われてきた銀河の速度を用いた解析が、銀河の空間的・力学的バイアスからどのような影響を受けるかを調べた。

シミュレーションはN体計算とSPHの組み合わせで、宇宙論パラメータ $\Omega_0 = 0.3, \lambda_0 = 0.7, h = 0.7, \sigma_8 = 1.0$ を採用し、1辺が $75h^{-1}\text{Mpc}$ の領域でガスとダークマターにそれぞれ 128^3 個の粒子を使って計算した。ガスについては放射冷却の効果を考慮し、銀河は放射冷却で冷えたガスのクランプとして同定した。初期密度揺らぎはCDMを仮定して与えた。

銀河の様々な速度統計の中で本講演では、Pairwise Velocity Dispersion (PVD) と POTENT 解析を考える。PVDはダークマターのダイナミクスを反映する統計量であるが、観測される銀河のPVDはCDMから予想されるダークマターのPVDよりもかなり小さいことが知られている。シミュレーションで得られた銀河のPVDもダークマターのPVDよりも小さくこれまでの観測を確認した。更に、銀河とダークマターのPVDの違いは銀河とダークマターの空間分布の違いに起因するものであることが分かった。また、銀河の中でも最近形成された若い銀河(晩期型銀河)のPVDは、銀河間距離が小さい領域で銀河全体のPVDよりも半分程度であることが分かった。この傾向は、PSCz銀河カタログやSDSSカタログから求めたPVDでも確かめられていたものである。詳しい解析から晩期型銀河のPVDには力学的なバイアス(力学摩擦)による影響が大きく作用していることが分かった。

一方の、POTENT解析は近傍宇宙のダークマター分布を調べるのに使われてきた手法である。シミュレーションで得られた銀河の速度場からダークマターの分布が正しく再現できるかを調べたところ、 $8h^{-1}\text{Mpc}$ 以下のスムージングスケールでは、銀河の空間的なバイアスの影響が無視できない上に晩期型銀河だけを用いたPOTENT解析では力学的なバイアスの影響が大きいことが分かった。

以上の解析から、晩期型銀河の速度場及び速度統計が選択的に力学的バイアスの影響を受けていることが分かる。このことは、晩期型銀河は比較的質量の小さいダークハロー中で最近形成され、力学摩擦の影響が大きいものに対して、早期型銀河は比較的宇宙初期に形成され、ダークマターと同じ重力ポテンシャル中に長期にわたって存在しているためと考えられる。