

高解像度銀河形成シミュレーションで探る銀河系矮小銀河の化学動力学史

林 航平 (東京大学宇宙線研究所)

利用カテゴリ XC30 (XC-B)

銀河系矮小銀河は宇宙初期に形成されたとされる始原的な天体である。特に矮小楕円体銀河は星間ガスを持たず、現在星形成を行っていない。したがって過去の星形成や化学進化の痕跡を持つ天体であると考えられる。さらに矮小楕円体銀河はダークマターが支配的な銀河であるため、ダークハロー構造を調べる上で理想的な天体の1つとされている。特にミッシングサテライト問題やカस्प-コア問題など、現代天文学の標準理論とされている Λ CDM理論では再現できない観測事実があり、この理論がどこまで正しいのかという問題に迫ることができる。上記2つの問題に対する解決策の1つにバリオンフィードバックが挙げられるが、これまでのシミュレーションでは星形成史や金属量分布など個々の矮小楕円体銀河の性質を再現できていない問題が残存している。本研究では、高解像度のN体+流体シミュレーションを行い、これら矮小楕円体銀河の観測的性質を再現した上でダークハローの力学進化を詳細に調べることで、バリオンフィードバックが Λ CDM理論の小スケール問題を解決できるのかを詳細に調べる。

本研究ではダークハロー質量が $10^9 \sim 10^{10}$ 太陽質量のサブハロー (ダークマターの粒子質量は約 10^5 太陽質量) の初期条件を用いて孤立系シミュレーションを行った。

図1は銀河系ハロー内のサブハロー (または衛星銀河) の累積個数分布を示す。ダークマターのみシミュレーションでは銀河系矮小銀河の観測量を再現できていないが、バリオン効果を考慮したシミュレーションでは観測を再現することが出来た。なお、この累積個数分布は、孤立系シミュレーションから得られる星質量とダークハロー質量の関係から計算している。

図2はある1つのサブハローのダークマター密度分布を示す。我々のシミュレーションでもバリオンフィードバックによるダークマター密度分布のカस्पからコアへの変遷が確認された。ただし、すべての初期条件で確認されたわけではないため、今後ダークハローと矮小銀河の進化史に注目して解析を行う予定である。

図3は銀河系矮小楕円体銀河の観測料である星形成史、金属量分布、金属量勾配との比較を示している。FornaxやSculptor矮小銀河は観測的性質を再現できるシミュレーション結果を見つけ出したが、他の銀河に関しては観測結果を再現できていない。この問題に取り組むためにはより現実的なシミュレーションを実行する必要がある。

今後はさらに高解像度のシミュレーションを行い、さらに潮汐力などの外場の影響を考慮したシミュレーションも行う必要がある。また現在用いているイールドモデルを最新のものにするなど、全体的なシミュレーションの拡張を実施する。当初の目的である、矮小楕円体銀河の観測的性質を再現した上でダークハローの力学進化を詳細に調べる研究を進めていく予定である。

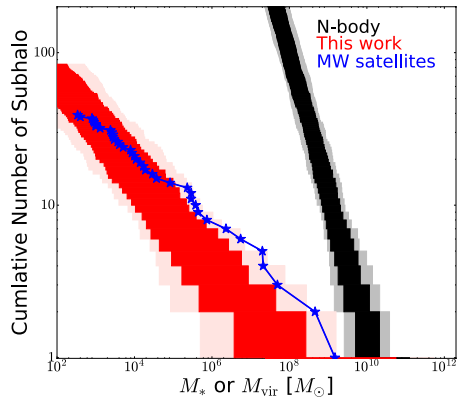


図1：銀河系ハロー内の衛星銀河の累積個数分布。青線が観測データ。黒はダークマターだけのシミュレーション結果。赤がバリオン効果を考慮した結果。薄い色は1 σ エラーを示している。

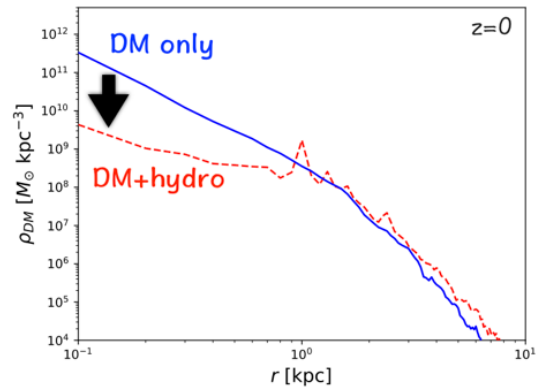


図2：サブハロー内のダークマター密度分布。青線がダークマターだけの結果。赤線がバリオン効果を考慮した結果。

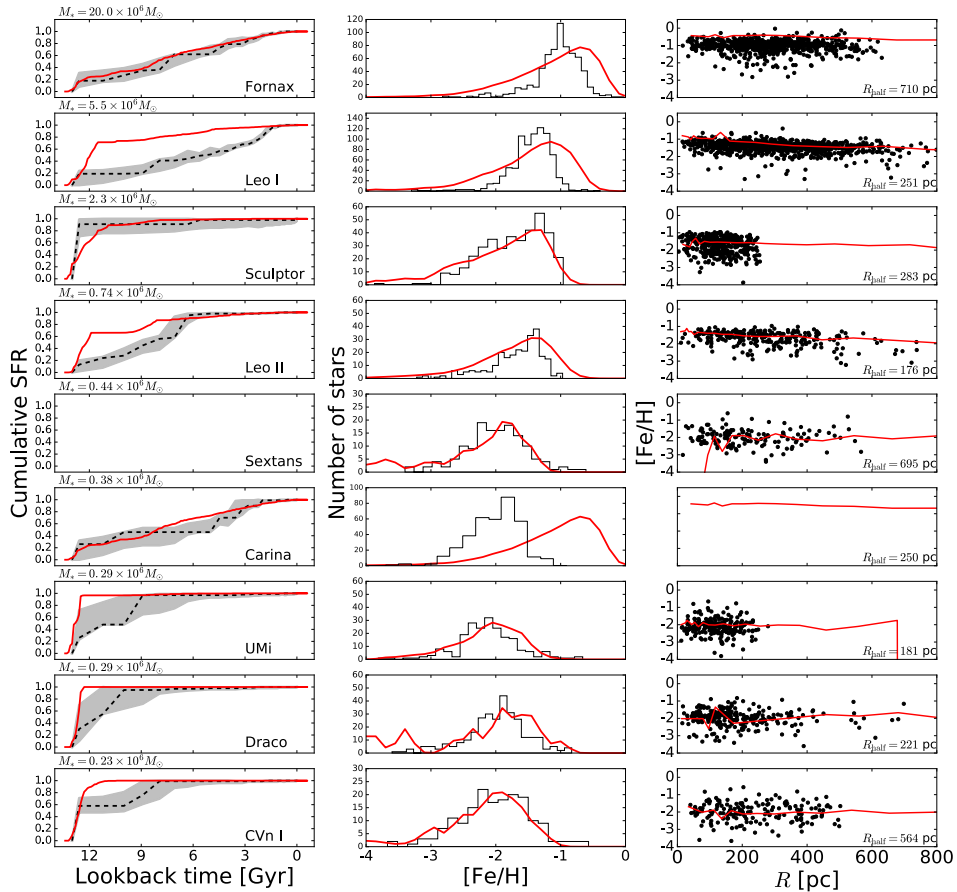


図3：銀河系矮小楕円体銀河の星形成史(左)、金属量分布(中央)、金属量勾配(右)。赤線がシミュレーションの結果を示す。FornaxやSculptor矮小銀河は観測を再現できているが、他の銀河では再現が出来ていない。