Modeling the orbital histories of satellites of Milky Way-mass galaxies: testing static host potentials against cosmological simulations

Isaiah B. Santistevan, Andrew Wetzel, Erik Tollerud, Robyn E. Sanderson, Jorge Moreno, Ekta Patel, MNRAS submitted, arXiv: 2309.05708

【アブスト】時間進化しない重力ポテンシャルを用いた銀河系やM31衛星銀河の軌道計算の精度を銀河形成シミュレーションFIRE-2を用いて評価した。FIRE-2では、z=0まで生き残った衛星銀河がhost haloに降着したのは典型的には3.4–9.7 Gyr前で、この頃のhost haloの質量と半径は26–86%だった。FIRE-2の銀河でfitした軸対称重力ポテンシャルで衛星銀河の軌道を計算すると、軌道エネルギーと角運動量は、1.6–4.7 Gyr前には現在の値から25%程度ずれており、保存しているとはいえないことが明らかになった。

【オリジナリティ】高分解能な宇宙論的流体シミュレーションを用いて衛星銀河の軌道計算を行った点。

【ゴール】時間進化しない重力ポテンシャルを用いた衛星銀河の軌道計算の妥当性を評価する。

【ロジック】

(方法) シミュレーション：宇宙論的ズームイン流体シミュレーションFIRE-2 (13個の銀河系/M31質量の銀河, Hopkins et al. 2018)。軌道計算：FIRE-2銀河のハローをNFW profile、内側、外側ディスクをそれぞれdouble exponential profileでfitし、ポテンシャルの時間進化は仮定せずにGalpy (Bovy 2015)で衛星銀河の軌道を13.8 Gyr計算した。

(主な結果)

- 図1：Host halo質量の時間進化の中央値。衛星銀河が降着した時間(灰色)のハロー質量は、現在の62–91%程度。ハロー中心に近い領域 (緑色, r < 50 kpc)の方が外側も含めた場合より質量の時間進化は大きい。
- 図2：現在と降着時の軌道エネルギーと軌道角運動量の比較。時間が経つとハロー質量が増加するため、早くハローに降着した衛星銀河ほどエネルギーを失っている (図2上)。9.5 Gyrより前に降着した衛星銀河の角運動量は現在と比べて45%程度大きい (図2下)。
- 図3：衛星銀河降着時刻の軌道計算とシミュレーションの比較。シミュレーションから取得した各時刻のハロー半径(R_{200m})を用いる場合、軌道計算とシミュレーションの降着時刻のずれの中央値は2 Gy程度、1σで5–6Gyr程度。
- 以上から、軌道エネルギーと角運動量の誤差が25%以下となるのは3.1 Gyr前までで、時間進化のないポテンシャルで衛星銀河の軌道を正しく追えるのは3 Gyr程度であるといえる。

【コメント】

軌道計算するときはハローの時間進化を考慮した方が良さそう。力学摩擦を考慮した場合どれ位良くなるかみてみたい。

図1

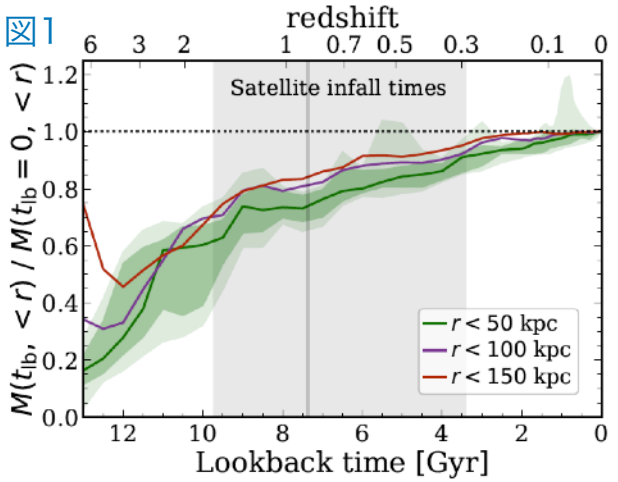


図2

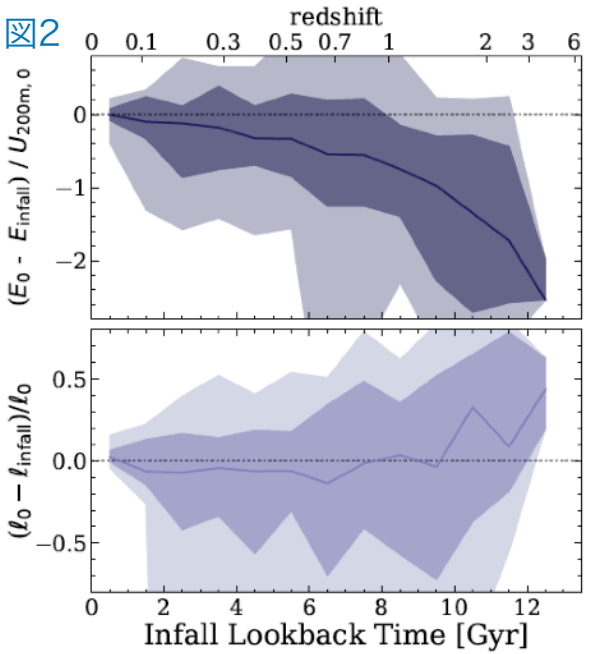


図3

