“Tidal stirring of satellites with shallow density profiles prevents them from being too big to fail”

Mihai Tomozeiu, Lucio Mayer, Thomas Quinn arXiv:1605.00004

GAゼミ＠20160628 本間大輔

【アブスト】

“too big to fail(TBTF)”問題について、様々なシミュレーションによって解決策が考えられてきたが、それらのシミュレーションの多くはホスト銀河による潮汐効果がサテライトの進化にどう影響するかを考慮できるほど解像度が足りていない。この論文では、ホスト銀河による潮汐効果を十分に考慮できるほどの高解像度シミュレーションを用いて、潮汐効果がTBTF問題にどう影響するのかを調べた。結果、infall時のサテライト中心部のダークマター密度プロファイルが”shallow($\gamma = 0.6$)”であれば、より強く潮汐効果が働き、大きいサテライトの形成は抑制されて、TBTF問題は解決することが分かった。

【ゴール】

TBTF問題の本質的・一般的な解決策を探る

【オリジナリティ】

高解像度シミュレーションでホスト銀河による潮汐効果をしっかり考慮したサテライト進化を調べた

【ロジック】

Simulation

“replacement method”（※1）を使ったErisMod HighとErisMod Lowという2つの高解像度宇宙論的ΛCDMシミュレーション（解像度は$0.3M_{\odot}$, 4pc）を用いて、
サテライト中心部のダークマター密度プロファイルが$\gamma = 1.0$と$\gamma = 0.6$（※2）の2つの場合について、サテライトの潮汐進化を調べる

※1：ErisDarkというダークマターonlyのシミュレーションを途中で止めて、steller componentを入れる手法　　※2：$\rho(r) = \rho_0(r/r_0)^{-\gamma}[1 + (r/r_0)^{\alpha}]^{(\gamma-\beta)/\alpha}$,中心部で$\rho \propto r^{-\gamma}$

steller componentを入れるタイミングは、
ErisMod High：$z = 1.6$と$z = 2.9$のとき　ErisMod Low：$z = 0.1$と$z = 1.1$のとき　⇒　ErisMod High/Low合わせて、サテライトのinfall時期を広くカバーする

図1：4パターンのErisModシミュレーションで調べるサテライトについて
（縦軸）サテライトのホスト銀河からの軌道距離。（横軸）サテライト番号（infall時の質量が大きい順）　青字×$10^9 M_{\odot}$はサテライトの質量で、赤字はinfall中に近点を通過した回数

Results

図2：それぞれのサテライトのinfall前とinfall後（現在、$z = 0$）の回転曲線の変化（$v_{circ}(r) = \sqrt{GM(r)/r}$）　⇒　infall中の潮汐効果で回転速度は落ちる（つまりmass lossする）

図3：infall後（現在、$z = 0$）のシミュレーション結果と観測のサテライトの回転速度の比較。線の色は近点を通過した回数を表す（赤：6回以上、緑：4，5回、青：2，3回、黒：0，1回）
⇒　$\gamma = 0.6$の場合は観測と一致。対して、$\gamma = 1.0$は回転速度が大きい（重い）サテライトが過剰

※観測点は、half-light radiusでの回転速度$v_{circ}(r_{1/2})$であり、$v_{circ}(r_{1/2})$は速度分散σ_*と$v_{circ}(r_{1/2}) = \sqrt{3}\sigma_*$という式から見積もる。また、観測点にLMC,SMCは含まれていない

Discussion & Conclusion

★結果から言えることは、infall前のサテライトの中心ダークマター密度分布（γの値）がTBTF問題を解決するのに重要なカギ。中心密度分布がcuspyなほど潮汐効果は働かず、サテライトは重くなってしまうということ。したがって、一般的にTBTF問題を解決するために必要な要素は以下の2つ

①中心のダークマター密度のcuspを消すようなstellar feedback　②infall中に起こる自然な潮汐効果によってサテライトのmass lossが起きたりや質量分布が変わること

【コメント】

・isolatedな矮小銀河には潮汐効果が働かないので、質量の大きいものができやすい？
・MWの場合だけ考えても一般性は議論できないと思うので、M31など他の場合でも観測と矛盾しないかどうか調べられるといいのでは？

図1

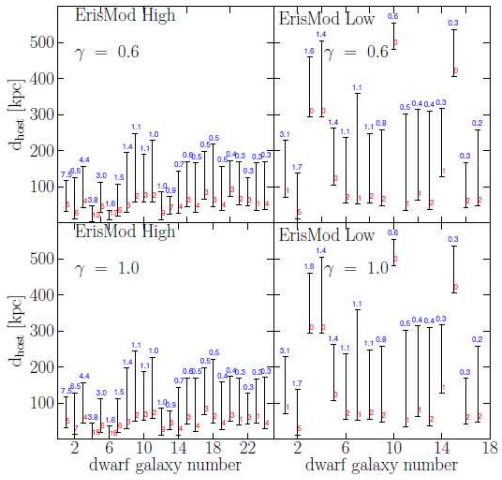


図2

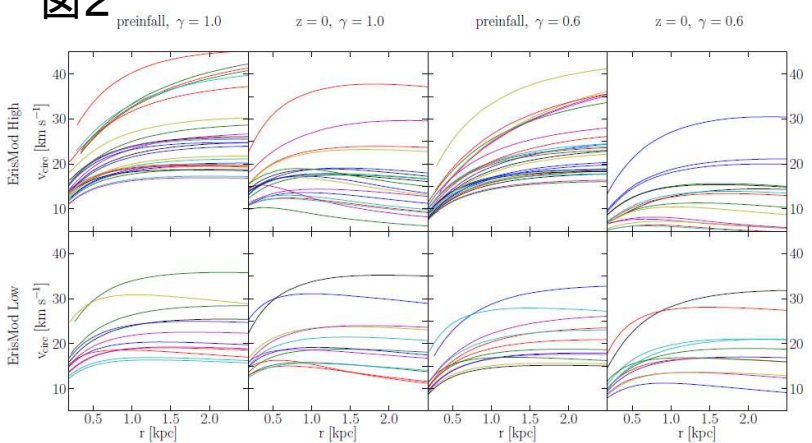


図3

