“Numerical simulations of dwarf galaxy merger trees”

GAゼミ@20140620　本間英智

Cloet-Osselaer et al., 2014, arXiv, 1406, 2469

【アブスト】

矮小銀河の進化過程を、extended Press-Schechter(EPS) 形式から導いたmerger treeと、N-body/SPH シミュレーションを用いて調べた。その結果、mergerが起きにくく重いハローの中で進化する方が、mergerを起こしやすい軽いハローの中で進化するよりも、最終的な星質量と半径は大きくなることが分かった。

【ゴール】

矮小銀河の進化に対するmergerの影響を調べる。

【オリジナリティ】

矮小銀河のようなスモールスケールに注目した合体シミュレーション計算を行った。

【ロジック】

Method; まずEPS形式を用いてmerger treeを作成する(図1)。次に各ハローでのダークマターおよびバリオンの振る舞いをGADGET-2を用いて計算する。最後にmerger treeに従ってハロー同士を合体させる。合体の入射速度と方向はBenson (2005)の確率分布に基づいて与え、合体時刻(pericenter passage)の2Gyr前から計算する。
Result; 最終的なハロー質量を５通り用意して計算した。シミュレーションの様子は図2のようになる。各merger treeによる星生成史は図3のようになった。孤立系では最初の2Gyrで星生成は終了するが、合体系では合体時刻で星生成率のピークが見られる。また孤立系では有効半径が観測値よりやや小さいが、合体系では重い系ほど有効半径の増大が急になっている(図4)。これはポテンシャルの深さを反映している。また金属量は、孤立系はコンパクトであるため重元素汚染が進んでmetal-richになり、観測値よりも光度依存性が急になる。合体系でも、軽い系では化学進化は中心部でしか進まないためmetal-richになる。金属量分布をみると、孤立系ではどの金属量の星もほぼ同数存在するが、合体系では金属量分布にピークが現れる。

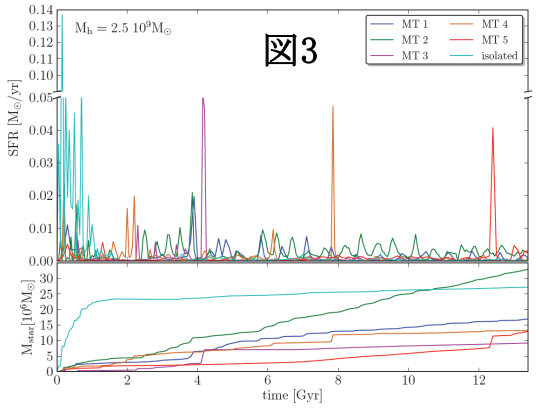
また、haloの密度分布とmerger historyの関係について調べる。haloの密度分布をNuker lawでフィットすると、NFW profileの場合はγ=1になるが、図5のように徐々にγ<1 (shallower)になることが分かる。MT2では頻発するmergerに誘発された星生成によるフィードバックで中心のガスが抜けることでprofileが変化し、MT3では4Gyr付近でのmajor mergerがprofileを変えていることが分かる。従ってdark matter haloは、mergerとそれに伴う星生成に強く影響され、その勾配はむしろminor mergerを繰り返し経験する方が効果的に変化する。

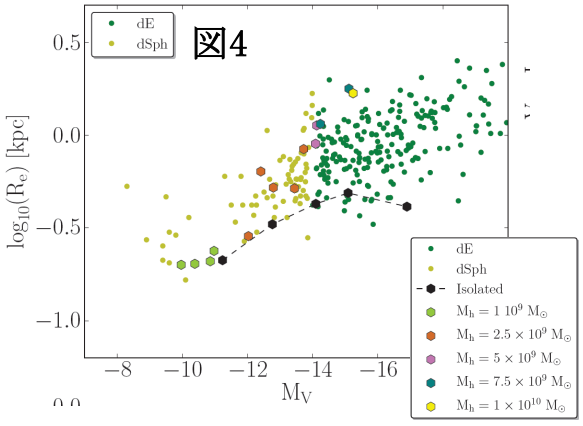
【結論】

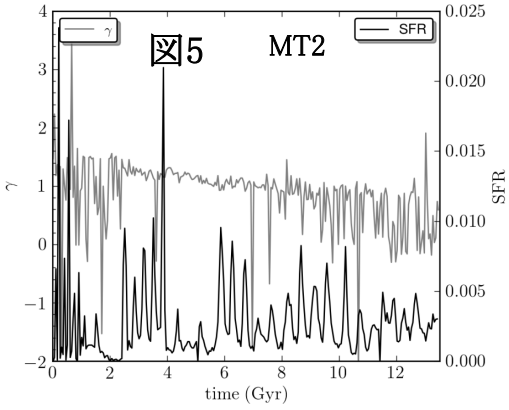
最終的なハローの質量が$10^{9-10}M_{\odot}$になる矮小銀河のmerger historyを考慮してシミュレーション計算を行った。merger historyの違いにより生じる星生成史の多様性は、観測される矮小銀河の星生成史の多様性と無矛盾である。またminor mergerを繰り返して成長する矮小銀河では、halo中心の密度分布がcuspからcoreに変化し、その度合いは孤立系よりも顕著である。また最終的な系のspecific angular momentumは観測される傾向とよく一致した。さらに、mergerを多く経験した系ではhaloの形状が3軸不等になった。

【感想】

・Revaz et al. (2009 & 2012)では孤立系での矮小銀河のN-body/SPHシミュレーションを行い、化学的性質の説明を行った。彼らの結果では超新星のフィードバック効率が3-5%でないと(バリオンの)観測結果を説明できないとしている。今回のモデルでは効率を70%としており、孤立系の場合は2Gyrで星生成は止まるが、dark matter haloのprofileをcoreにすることができる。実際の超新星のフィードバック効率は、どうすれば調べることができるか。







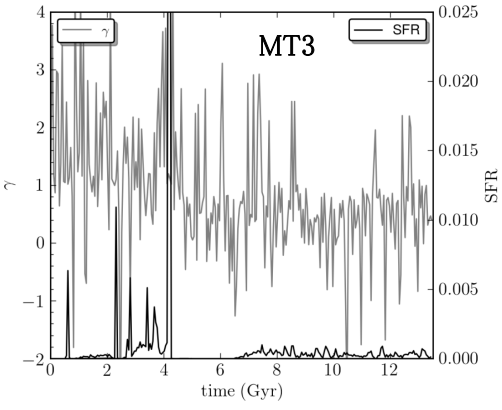


図1

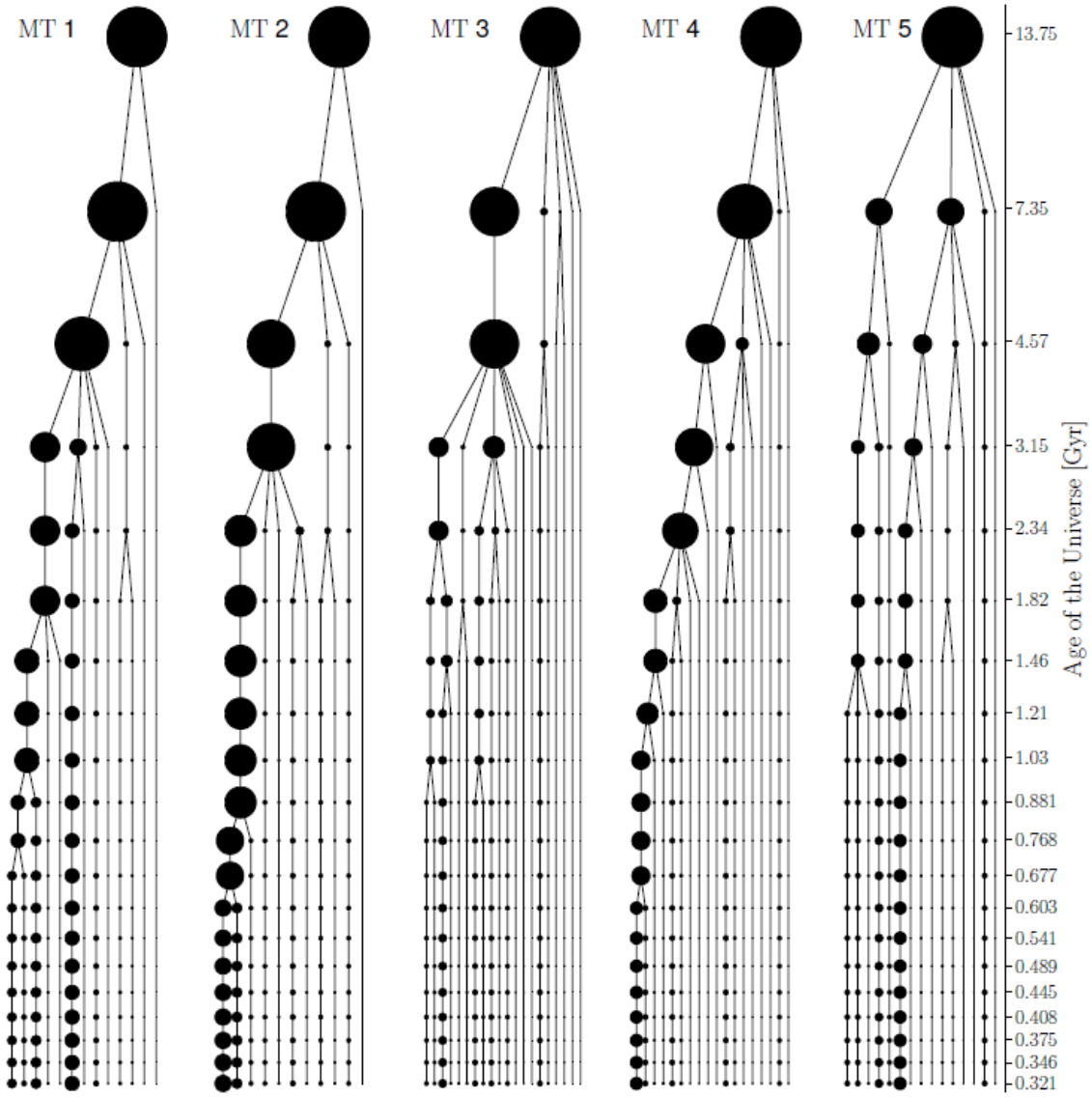


図2

gas (grey scale), old stars (black dots), and young stars (white dots)

