“Testing Feedback-Modified Dark Matter Haloes with Galaxy Rotation Curves: Estimation of Halo Parameters and Consistency with ΛCDM Scaling Relations”

GAゼミ@20160531　林　航平

Katz et al. 2016, arXiv:1605.05971

【アブスト】
Low Surface Brightness (LSB)銀河は回転曲線を用いた研究からコア構造のダークハローを持つとされてきた銀河である。一方で宇宙論的N体＋流体シミュレーションからダークハロープロファイルの形は星質量とダークハロー質量の比に依存する事がDi Cintio+2014(DC14)によって示唆されている。本研究では、このシミュレーション結果を用いてLSB銀河の回転曲線のフィッティングを行った。その結果DC14ハローはNFWハローよりも非常に良く回転曲線を再現しており、バリオン効果によるダークハロー構造の変化は重要である事を示した。さらにmass-concentration relationやstellar mass-halo mass relationもΛCDMシミュレーションの結果と一致する事から、CDM理論は低質量銀河においても十分に再現できる事を示した。

【ゴール】
小スケールにおけるΛCDM問題の解決

【オリジナリティ】
DC14のダークハロープロファイルを用いてLSB銀河のダークハローについて議論した。

【ロジック】
【Data】SPARC dataset(Lelli+16 submitted)を使用。計147個のLSB銀河。
【DM Halo】

$$\rho_{\rm DC14}(r) = \frac{\rho_s}{\left(\frac{r}{r_s}\right)^{\gamma}\left[1+\left(\frac{r}{r_s}\right)^{\alpha}\right]^{(\beta-\gamma)/\alpha}}$$

$$\alpha = 2.94 - \log_{10}[(10^{X+2.33})^{-1.08} + (10^{X+2.33})^{2.29}]$$
$$\beta = 4.23 + 1.34X + 0.26X^2$$
$$\gamma = -0.06 - \log_{10}[(10^{X+2.56})^{-0.68} + (10^{X+2.56})].$$
$$X = \log_{10}(\mathrm{M}_*/\mathrm{M}_{\rm halo})$$

回転曲線は $V^2_C = V^2_{DM}(r) + V^2_{gas}(r) + (M_{star}/L)V^2_{stars}(r)$で、virial velocity, concentration, M_{star}/LをフリーパラメータとしてMCMC fittingを行う。

【結果】
図1：回転曲線のフィッティング。L=10^8Lsunの低質量銀河。左図がNFW、右図がDC14での結果。DC14ハローが観測を非常によく再現している。全ての銀河でDC14の方が良いフィッティング。
図2：（上）stellar mass-halo mass relation。グレーの領域はN体+流体シミュレーションから得られる Abundance-Matching(Moster+13)。NFWでフィットした場合、星質量に対してハロー質量が2σ以上大きくなる。DC14ハローは多くの銀河でシミュレーションと一致している。
（下）mass concentration relation。NFWの場合、high-mass側で低中心集中度のハローがほとんど。DC14の場合は、ある程度シミュレーション結果に近い値をとる。
以上の結果から、DC14ハローは観測の回転曲線を良く再現できる上に、ΛCDM理論が予言するダークハローの特徴とも非常によく一致する。よってΛCDM理論は（適切なバリオン効果を考慮すれば）小スケール銀河にも十分対応できる。

【感想(気がついたこと)】
・Pace2016 (arXiv:1605.05326)でもDC14を用いて同様の解析を行っており、シミュレーションのabundance-matching, mass-concentrationを再現できないという結論がでている（裏面）。サンプルの違い、フィッティングの違い、abundance-matchingの採用したモデルの違いなどがあり、それにセンシティブのようだ。
・Mass deficit problemについて議論されていないが、この問題のその後の動向は？
・Brook & Di Cintio (2014)でDC14ハローを矮小銀河に適応しているが、フィッティングが雑（千葉さんコメント）。矮小銀河でしっかりと議論したいところ。

図1

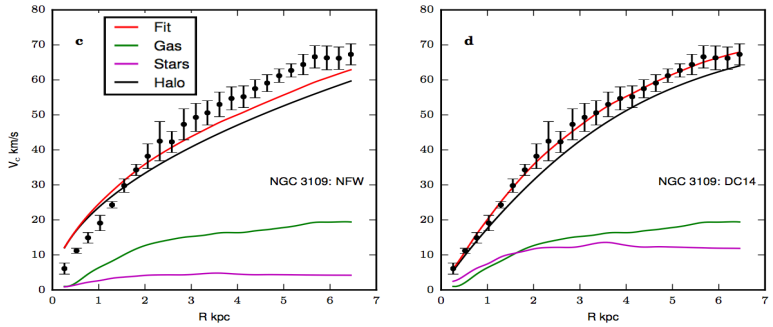
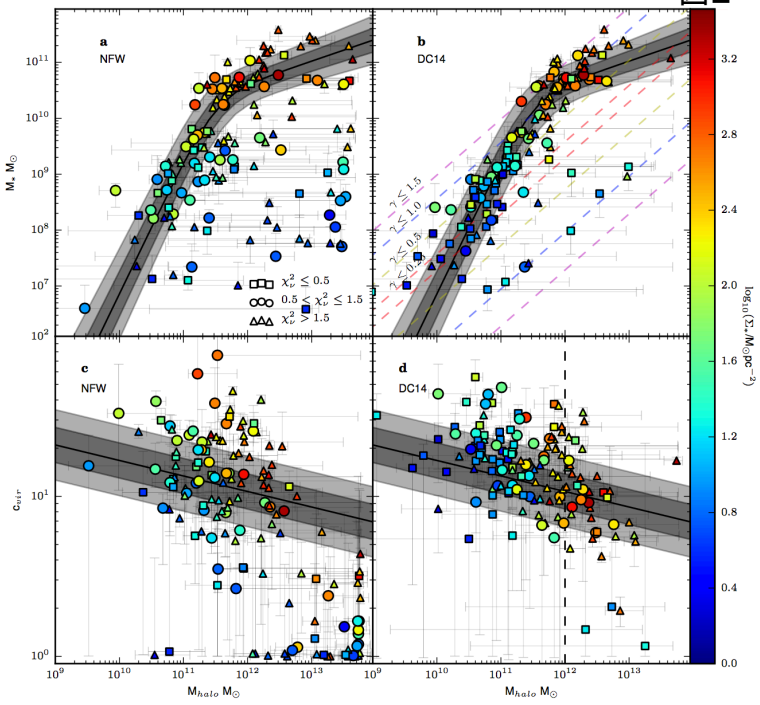
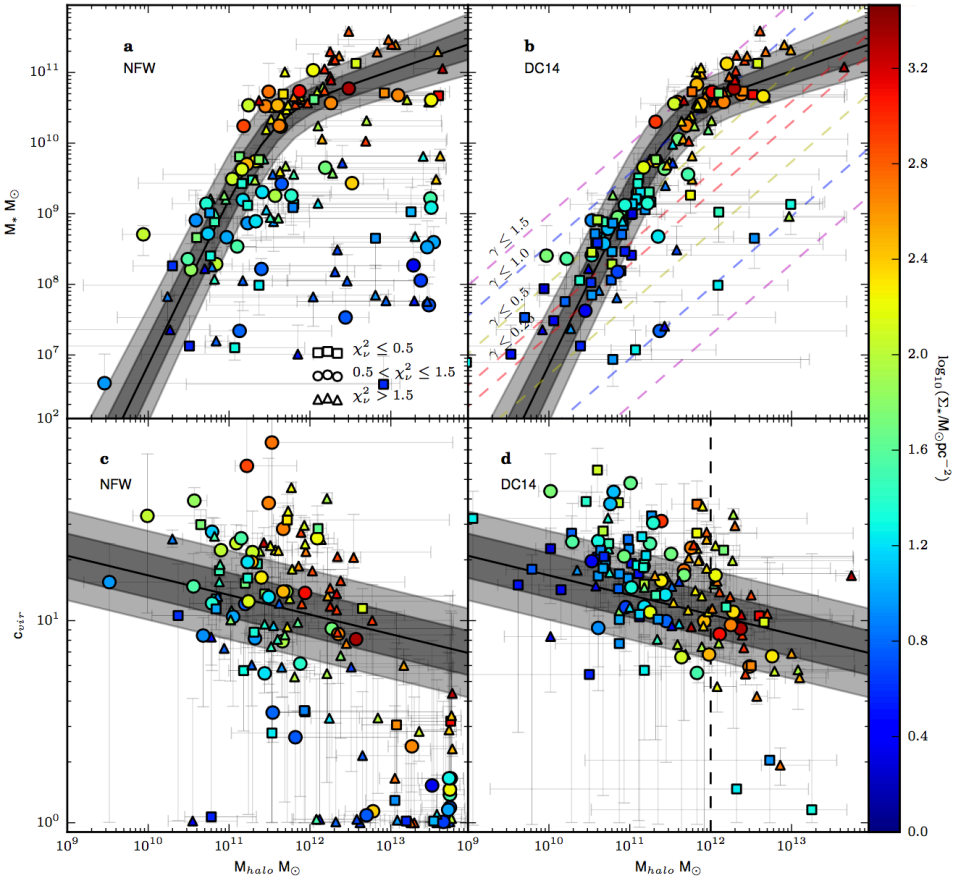


図2



Katz+ 2016



Pace 2016

