“Clues to the nature of ultra diffuse galaxies from estimated galaxy velocity dispersions”

Dennis Zaritsky arXiv:1609.08169v1　　GAゼミ@20161013　本間大輔

【アブスト】

昨今話題になるultra diffuse galaxies(UDGs)はダークマターが支配的な系であるとされていて、UDGsの形成過程を解き明かすことはダークマターの性質や銀河形成理論の理解に重要である。そのためにも、多くのUDGsの質量（or質量光度比）を知ることが必要があるが、低表面輝度のUDGsを分光観測するのはなかなか大変。そこでこの論文では、経験則的な銀河のスケーリング関係を用いて、測光情報からUDGsの速度分散を推定する方法を提案する。この方法はまだテスト段階であるが、有効な方法であれば、多くのUDGsの速度分散と総質量が骨の折れる分光観測をしなくても分かる。

【ゴール】

UDGsの性質や形成過程に制限を与える

【オリジナリティ】

銀河のスケーリング関係を用いて、UDGsの速度分散を求めた

【ロジック】

METHOD

銀河のスケーリング関係。Fundamental Manifold（FM）と呼ばれる。

$$\Upsilon_e = 0.24(\log V)^2 + 0.12(\log I_e)^2 - 0.32\log V - 0.83\log I_e - 0.02\log V I_e + 1.49 \quad (1)$$

ビリアル定理などから

$$\log r_e = 2\log V - \log I_e - \log \Upsilon_e - 0.75 \quad (2)$$

ここで、r_e：有効半径（半光度半径）、I_e：r_e内の平均表面輝度、Υ_e：r_e内の質量光度比、$V \equiv \sqrt{{\sigma_v}^2 + {V_r}^2/2}$（$\sigma_v$：視線方向の速度分散、$V_r$：回転速度）

以上より、測光観測でr_eとI_eが分かれば、式(1),(2)からΥ_eとVが分かる。

RESULT

FM法のテストとして、分光観測ですでに速度分散などが分かっている様々なstellar systemと、2つのUDGs（VCC1287とDF44）にFM法を適用。※ ほとんどの系で$V \cong \sigma_v$とみなせる

図1：様々なstellar systemの$V_{\rm OBS}$とI_eの関係。　**図2**：上記のFM法で推定した$V_{\rm EST}$と、観測で求まっている$V_{\rm OBS}$の比較。

図2より、systematicなばらつき（$V_{\rm EST}$は平均的に$V_{\rm OBS}$より2%低い）があるので、その補正をして速度分散を推定する　⇒　$\log {\sigma_v}^* = (\log \sigma_v - 0.061)/0.883$　$(\sigma_v \cong V_{\rm EST})$

FM法で推定される速度分散は${\sigma_v}^* = 24\ {\rm km\ s^{-1}}({\rm VCC1287}), 43\ {\rm km\ s^{-1}}({\rm DR44})$。対して、先行研究の分光観測で求められている速度分散は$33^{+16}_{-10}\ {\rm km\ s^{-1}}({\rm VCC1287}), 47^{+8}_{-6}\ {\rm km\ s^{-1}}({\rm DR44})$。

⇒$\pm 1\sigma$の範囲内に入っているので、FM法によるUDGsの速度分散の推定はある程度有効。

DISCUSSION

このFM法を、2つの銀河団に属する多くのUDGsに対して用いて速度分散を推定し、さらに速度分散を用いて、r_e内の質量$M(<r_e) = 9.3\times10^5 {\sigma_v}^2 r_e$を求める。

図3：UDGsのr_eと$M(<r_e)$の関係。実線はNFWプロファイルから求めたM_{200}一定の線。

⇒　・Coma clusterのUDGsは$M_{200} > 10^{11} M_\odot$だが、Fornax clusterのUDGsは$M_{200} < 10^{11} M_\odot$であり、前者に比べて質量やサイズが小さい。

・DR44のような銀河系に匹敵するくらいの総質量（$\sim 10^{12} M_\odot$）のUDGsの形成はmassiveな”failed” galaxyと考えられるが、他のほとんどのUDGsの質量はDR44より小さいので、”failed” galaxyがユニバーサルなUDGsの形成シナリオとは言えない。

・すべてのUDGsの質量光度比は$\Upsilon_e = 11 - 100$であり、ダークマターが支配的であると確認できる。

【コメント】UDGsのユニバーサルな形成過程を知るために、またFM法による速度分散の推定が本当に正しいかの確認するためにも、更なるUDGsのサンプルが必要。

図1

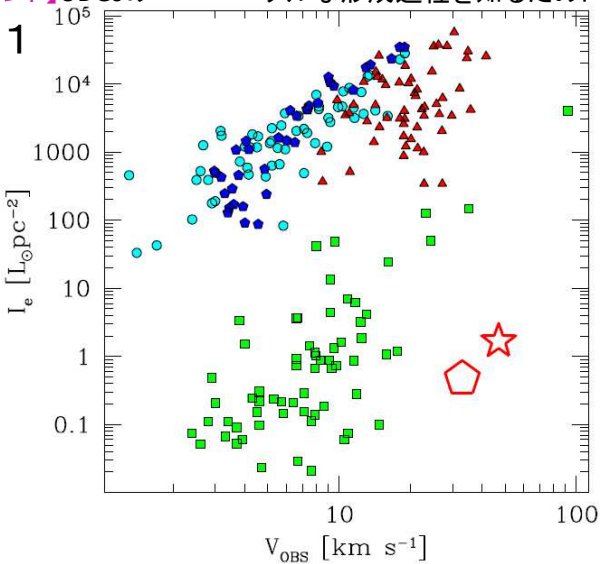


図2

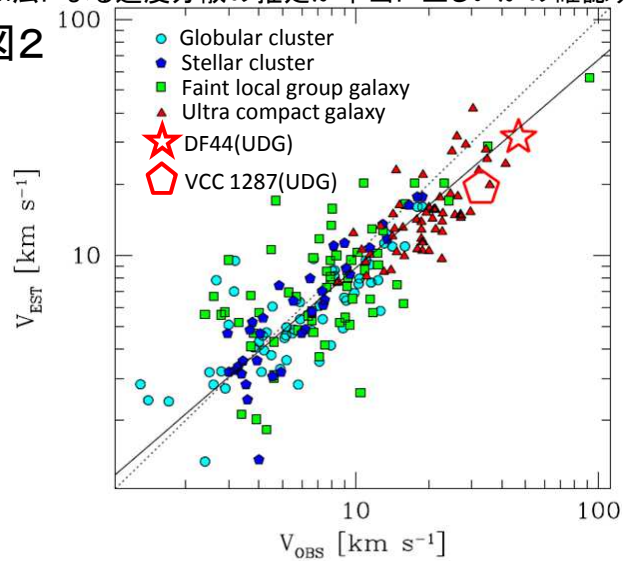


図3

