EDGE: The direct link between mass growth history and the extended stellar haloes of the faintest dwarf galaxies

GA-seminar July 21, 2023, 岡本桜子

Goater et al., arXiv: 2307.05130 (submitted to MNRAS)

[Abstract] Ultra Faint Dwarf (UFDs)の楕円率と外縁部構造について、宇宙論シミュレーションEDGEを使って調べたところ、孤立系であるにもかかわらずUFDsの楕円率は0.03< ε <0.85で、tidal tailのような広がった非対称の恒星ハローを持っていた。またUFDの形成時期と楕円率には強い相関があった。潮汐効果の影響が示唆されているMW UFDsの一部も、実際には親銀河の潮汐力の影響は小さい可能性もある。

[Goal] UFDの形成を理解する。

[Originality] シミュレーションで孤立系UFDの構造的特徴を調べた。

[Logic] "Engineering Dwarfs at Galaxy Formation's Edge" (EDGE)は、50Mpcのvoid領域内の10^9<M/M_{sun}<5x10^9のUFDsに注目したプロジェクト。宇宙論シミュレーションから一番大きなVoidを選び、解像度を上げて再計算。z=0で適した孤立系ハローを見つけて、再度zoom-inで計算した。最終的な空間解像度は~3pc。$R_t/R_{1/2} > 3$のものを"tidally isolated"な矮小銀河として、形状パラメータ($\varepsilon, \theta, r_{1/2}$)を求めた。projectedな楕円率は100回ランダムに向きを変えてPDFを計算。表面輝度は25.5mag/arcsec^{2}と、30mag/arcsec^{2}で制限した。銀河の形成時期 t_{form}は、z=0での質量の半分が形成された時期とする。

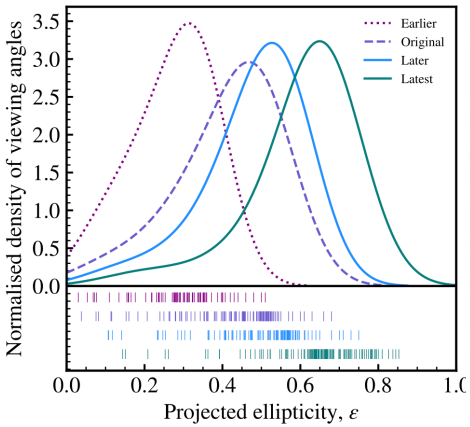


図1. EDGE UFDの楕円率分布の一例

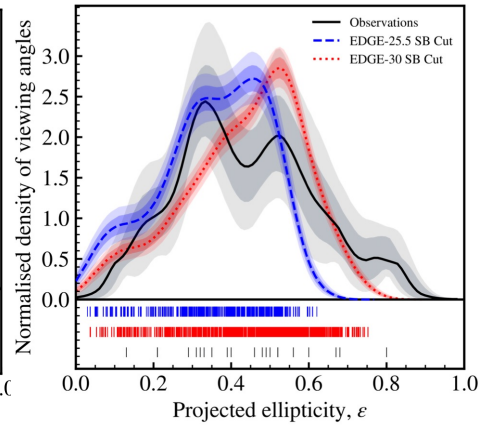


図2. 楕円率分布のMW dwarfとの比較

EDGE用に開発されたコードを使うと、あるUFD(t_{form}=2.4Gyr)の初期条件を"遺伝的に"調整して早期形成型(t_{form}=2.8Gyr)と後期形成型(t_{form}=3.1Gyr, 3.6Gyr)の3つの変種を作成できる。同グループの先行研究(Rey+2019)によると、後期型は後期のdry-mergerで質量を増加させてR_hも大きくなるのに対して、初期型はin-situで星を作り高い表面輝度と小さなR_hを持つとのこと。

図1は代表的なEDGE UFDと3変種の ε 分布。初期に形成されるUFDはより小さな ε を持つ。

図2は潮汐破壊されていないMW dwarfとEDGE UFD10個の ε 分布の比較。30mag/arcsec^{2}まで拾うと、楕円率の大きなUFDが多くなる。観測とよく一致しており(?)、MW UFDの一部は潮汐作用を実際より大きく見積もっている可能性がある。

図3はEDGE UFD(図1と同じ)のz=0での表面輝度分布(それぞれ最も楕円に見える角度)。上パネルのoriginalと初期型は楕円率は小さいが、暗い側まで見るとelongateしている。下パネルのlaterは逆にless-extendedだが中心で楕円率が大きい。ex-situ由来の質量比はそれぞれoriginal=2.96%, earlier=1.05%, later=7.31%, latest=95.8%。

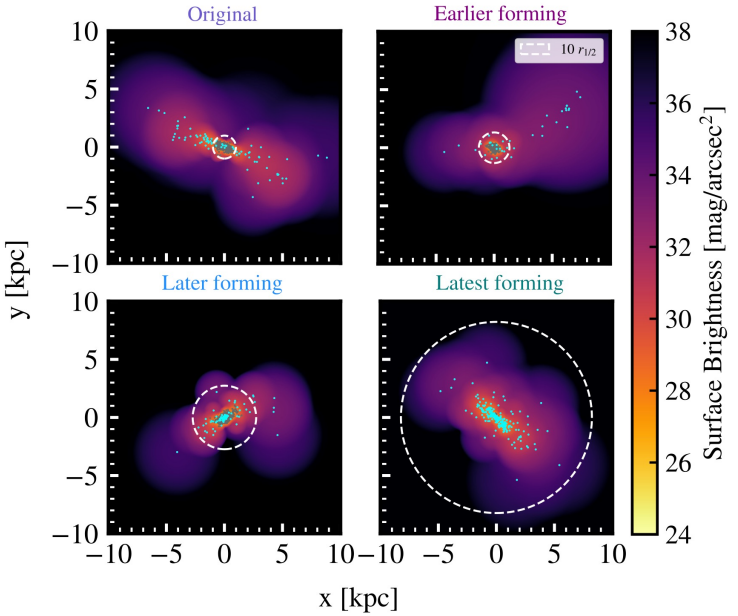


図3. EDGE UFDと3変種の空間分布。後期のdry-merger由来の星粒子はcyan、in-situ星は灰色。

[Comment]

小型ハロー同士のdry mergerでtidal featureのような形状が作れたとして、MWに降着後もこのdiffuseな構造を長期に保てるのか。最近MW dwarfで見つかるR_tより遠いところにいるメンバー星はex-situ由来？