Wave Dark Matter and Ultra Diffuse Galaxies

Alvaro Pozo et al. arXiv: 2003.08313v1 **GA ゼミ@2020 0507 佐藤元太**

[abstract]
DM を Bose-Einstein 凝縮物として捉える DM 理論がある(Wave Dark Matter, ψDM)。この理論では、銀河は波状構造として理解される(基底状態のソリトン核+励起状態の干渉ハロー)。この描像は dSph の核をシンプルに説明できる。このψDM 理論を Ultra Diffuse Galaxy(UFG)の 1 つ、DF44 に適用して、その妥当性を評価した。その結果、中間程度の質量を持つ銀河モデルと DF44 が一致した。

[goal] 現実の銀河に合致する、妥当な DM 理論を確立させる。 [originality] ψDM の理論を実際の銀河・UFG の 1 つに適用した。

[logic]
ψDM・・・DM の正体を軽いボソンとするモデル。Schröedinger-Poisson 方程式の解として、ソリトン核+NFW ハローの構造を形成する。$m_{core} \approx m_{halo}^{1/3}$

図 1・・・DF44 の観測データを参照に、1 つの値のみをパラメータとして変化させて、速度分散σのプロファイルを表した図。黒点は観測でのσ分布を表す。
　上図：ボソン DM の質量m_bはを変化させた場合。$m_b \approx 10^{22}$eV程度の推定がなされる。
　下図：速度の非等方性βを変化させた場合。βが大きな負の値であるモデルほど、観測データを良く再現できる。

図 3・・・種々の矮小銀河の観測量を基にψDM モデルを構築し、観測データと比較した図。ただしm_bの値は、観測とモデルが最も合致する値を探索して、その値を採用した。いずれの銀河も総質量(半光度半径以内の質量)を計算したが、データと合う値を獲得できる。

図 5・・・DF44 について、パラメータをm_b, r_{core}, βの 3 つに増やして図 1 と同様の解析を行い、最も観測と合致するパラメータ値の場合のモデルを描いた。
　ハロー質量が図 1 の場合よりも数倍重く見積もられる(図 1→$m_{halo} = 10^9 \sim 5 \times 10^{10} M_{\rm sun}$・図 5→$m_{halo} = 1.5^{+3.5}_{-0.7} \times 10^{11} M_{\rm sun}$)
　　⇒DF44 は中間程度の質量を持つハローの場合のψDM 理論に一致する。

図 3

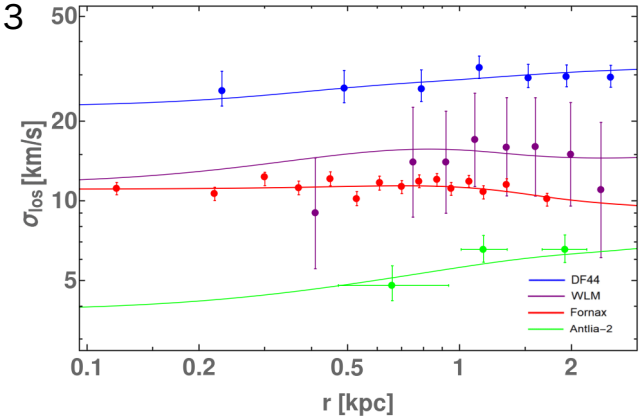


図 5

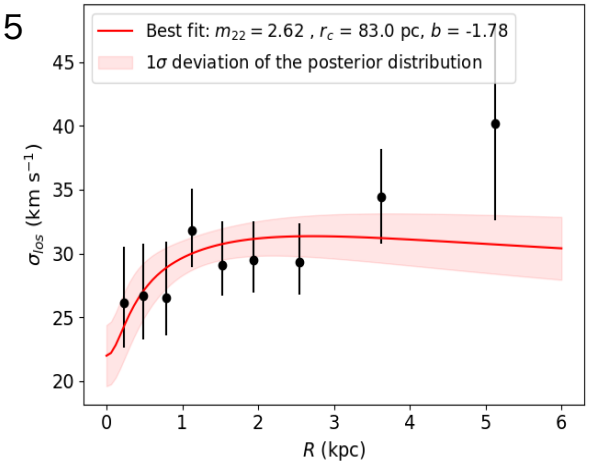


図 1

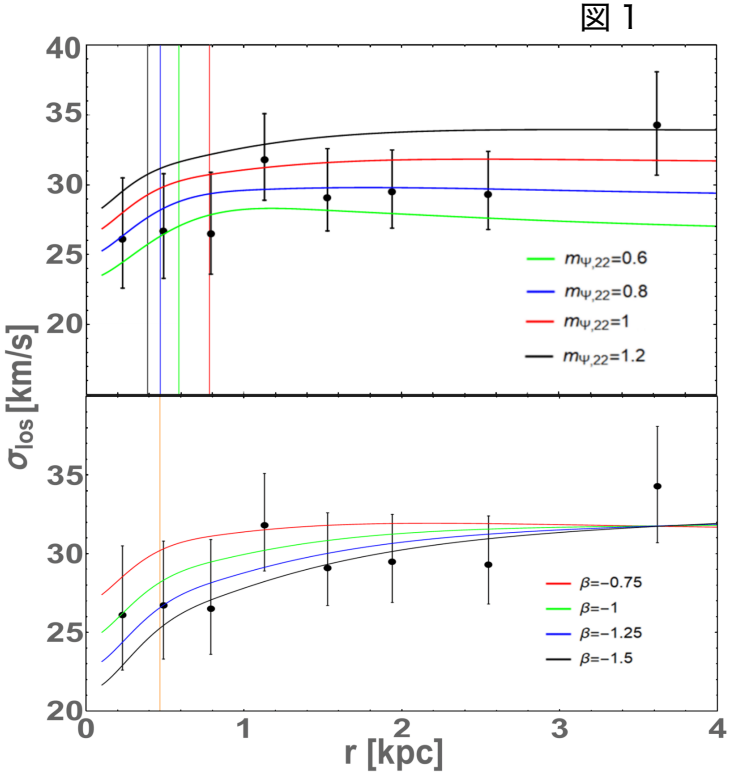


表 2

Galaxies	m_b (10^{-22} eV)	$M_{halo,obs}$ ($10^9 M_\odot$)	r_{sol} (kpc)	r_s (kpc)	r_{half} (kpc)	$M(r<r_{half})_{,obs}$ ($10^7 M_\odot$)	$M(r<r_{half})_{,th}$ ($10^7 M_\odot$)	β	χ^2_{red}	Refs.
DF44	1	40	0.47	8	4.6 ± 0.2	390 ± 50	300	-1.25	0.87	van Dokkum et al. (2019)
WLM	1	10	0.74	7	1.66 ± 0.49	43 ± 3	25	-0.75	0.82	Leaman et al. (2012)
Fornax	1	7	0.84	4	0.85	6.1-8	6.57	0.0	1.21	Mashchenko (2015)
Antlia II	1	1	1.6	7	2.9 ± 0.3	5.5 ± 2.2	9.75	-0.75	1.34	Torrealba (2019)

[comment]
ψDM で銀河の分布を再現できることは理解できるが、DM 質量に不定性が大きく、単一の理論が成立するのか疑問がある。