Probing the spatial and velocity anisotropies in stellar halos from the Aquarius simulations

A. Mondal & Biswajit Pandey (2023) : arXiv : https://arxiv.org/abs/2309.10798

GAゼミ 2023.10.12 鈴木善久

アブスト

銀河系 (MW) の恒星系ハローの構造を調べることは MW の形成・進化を紐解く上で重要である。本研究では Aquarius シミュレーションから5つの MW-like な質量をもつ銀河を取り出し、それぞれの銀河についてハロー星の空間分布および速度分布の非等方度合い (anisotropy) の距離依存性を調査した。その結果、空間分布の非等方性は内側のハロー (< 60 h^{-1} kpc) では淡いサブ構造とハローの形状に依存し、外側のハローでは束縛された衛星銀河によって生じることが明らかとなった。また速度分散の非等方性についても同様にサブ構造や衛星銀河の存在による影響があることが分かった。以上より、空間分布と速度分布の非等方度合いを調べることが恒星系ハローの形成過程を知るために重要であると考えられる。

ゴール

MWの恒星系ハローの形成史を知ること

オリジナリティ

空間分布と速度分散の非等方性の観点から恒星系ハローの形成過程に迫ったこと

ロジック

▶ **Aquarius simulation** (Springel et al. 2008)

・もとは dark matter のみの zoom-in simulation (ダークハロー質量 ~ 10^{12} $M_\odot$)

→ 今回は particle tagging 方法として準解析的モデル GALFORM (Cooper et al. 2010) を用いた Lowing et al. 2015 の結果を使用

・衛星銀河の同定はSUBFINDER algorithm (Springel et al. 2001) を使用

▶ **非等方性の定量化**

・HEALPix (Hierarchical Equal Area isoLatitude Pixelization)
天球面上の立体角が同じになるようにN_{pix}分割 (41253 deg^2/ N_{pix})

・空間分布の非等方性パラメータ $a(r)$

$$a(r) = 1 - \frac{H_{whole-sky}(r)}{H_{max}}$$ ($a = 0$: 等方的 / $a \neq 0$: 非等方)

$$H_{whole-sky}(r) = logN - \frac{1}{N}\Sigma_{i=1}^{N_{pix}} n_i \log n_i$$ (N : 総数/ n_i : i番目の体積要素内の数)

・速度分散の非等方性パラメータ $\beta(r)$

$$\beta(r) = 1 - \left(\frac{\sigma_\theta^2+\sigma_\Phi^2}{2\sigma_r^2}\right)$$ ($\beta > 0$: radially biased /β=0 : 等方的)

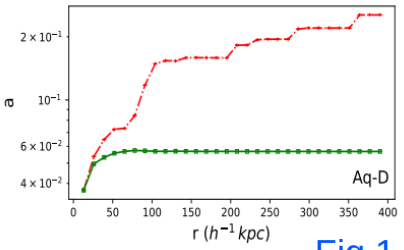


Fig.1

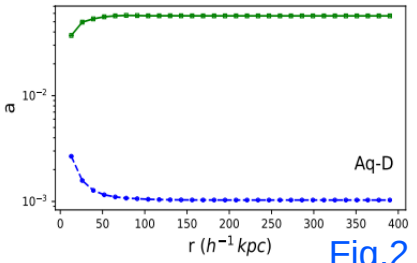


Fig.2

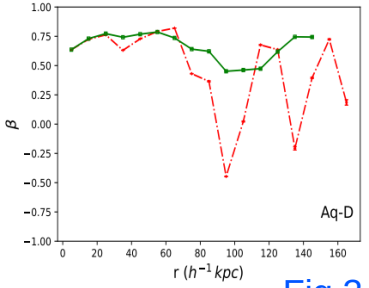


Fig.3

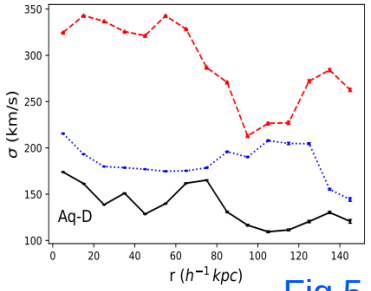
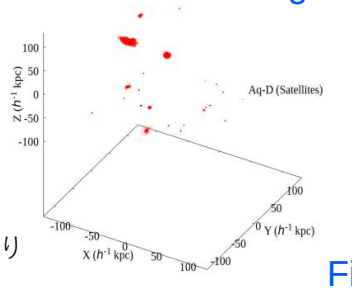


Fig.5



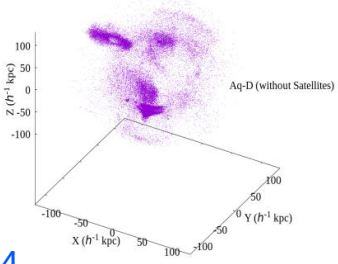


Fig.4

結果と考察

Fig.1 : 空間分布の非等方性パラメータ$a(r)$の距離依存性
恒星系ハロー全体 (赤い点線) / 衛星銀河を除去 (緑線)
外側のハローにおける非等方性の原因は衛星銀河であることが示唆

Fig.2 : 衛星銀河を除いたあとの非等方性パラメータ$a(r)$の距離依存性
(θ, Φ) 方向にrandomizeした場合 (青い点線)
内側のハローは (効率的に衛星銀河が破壊されてできた) サブ構造が支配的

Fig.3 : 速度分散の非等方性パラメータ$\beta(r)$の距離依存性
恒星系ハロー全体 (赤い点線) / 衛星銀河を除去 (緑線)
衛星銀河を除去しても dip が存在 : サブ構造の存在が示唆

Fig.4 : (60-130) h^{-1} kpc内の衛星銀河 (左) とそれ以外の構造 (右) → 実際にサブ構造あり

Fig.5 : 衛星銀河を除去したあとの速度分散 : σ_r (赤) / σ_θ (黒) / σ_Φ (青)
全体にわたって動径方向の速度分散が卓越。また外側ほど速度分散小さい (cold)。

コメント

今回使用したモデル銀河が経験した過去の合体・降着史とMWの恒星系ハローの形成史との関連性はどこ？そもそも観測と比較可能なのか。