The distant Milky Way halo from the Southern hemisphere: Characterization of the LMC-induced dynamical-friction wake

Cavieres et al. (2024) (incl. Garavito-Camargo): arXiv : https://arxiv.org/abs/2410.00114

GAゼミ 2024.10.17 鈴木善久

アブスト

大マゼラン雲 (Large Magellanic Cloud; LMC) は今まさに銀河系 (the Milky Way; MW) に降着してきている衛星銀河の1つである。LMCの質量はMWの質量の約10%と非常に重いため、力学摩擦の影響でMWのハロー星や暗黒物質の密度分布に非対称構造を残しうることがN体の数値実験の結果から予想されている (**Fig.1**)。本研究ではそのモデルを検証するために、測光データに基づいて選択された400個以上のMWのハロー星を用いて、銀河系中心から約 r=60-100 kpcにわたる恒星系ハローの密度プロファイルを調査した。その結果、モデルが予想する約r=70 kpcにおける数密度のbreakが発見された。また、モデルから予想されていた数密度の方向依存性が確認された一方で、その密度コントラストはモデルよりもさらに大きいことが分かった。このことからLMCの質量がさらに重い、またはLMCの軌道がモデルとは異なることが示唆された。

ゴール

LMCの質量およびその軌道がMWの形成・進化に与える影響を調査すること

オリジナリティ

深い測光データを用いて r=60-100 kpc にわたるハロー構造を調べたこと

ロジック

▶ 使用した観測データ

- Dark Energy Camera (DECam) @CTIO 4m telescope → *g*, *i*-band
- Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy (VISTA) and VIRCAM → K_s band
- 観測領域 (**Fig.1**) ■ Tile 1 ■ Tile 2 ■ Tile 3 ■ Tile 4 ~ 1.6 deg^2
  (DEC=0.0 deg, RA=7.0 (Tile1) , 359.0 (Tile2), 343.0 (Tile3), 334.9 (Tile4) deg)

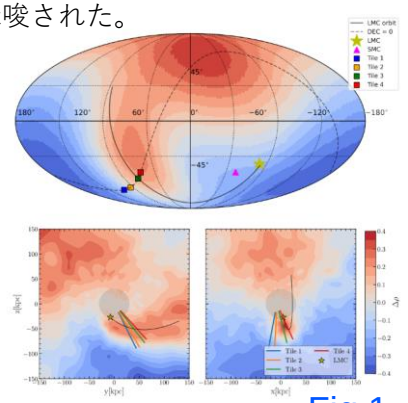


Fig.1

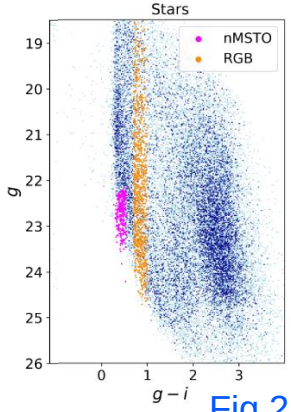


Fig.2

▶ サンプル選択

- 2色図 (*g*-*i*, *i*-K_s)上でstar-galaxy separation (**Fig.3**)
- その上で2つのトレーサーを選択 ※ SDSS (*g*, *i*), UKIDSS (K_s), SEGUE・LAMOST (log g, T_{eff}, [Fe/H]) で較正
  ① K型巨星 (RGB): 0.7≦ *g*-*i* ≦ 1.0 (**Fig.2**) → 934個
  ② 主系列転向点 (nMSTO): Pila-Diez et al. 2015に基づく選択 (e.g., 0.1≦ *g*-*i* ≦ 0.6) (**Fig.2**) → 2544個

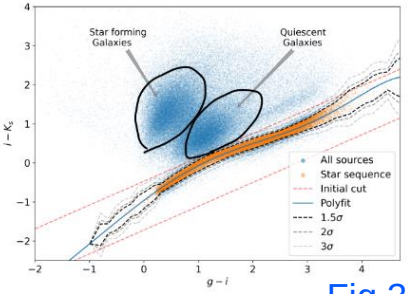


Fig.3

結果と考察

Fig.4 : (数)密度超過構造の赤経 (RA) 依存性

- ●: nMSTO, ▲: RGB; ヒストグラム: 暗黒物質の密度超過 (r∈[60,100] kpc);
  ヒストグラム: 同じ視野でBullock & Johnstone 2005から予想される密度超過 (r∈[60,100] kpc)
- 平均密度: Einasto profile $\rho\ (r_q) = \rho_0 \exp\ [-d_n\ [(r_q/r_{eff})^{1/n}-1]]$ に従うモデル (Xue et al. 2015) を使用

➡ Tile 4 (RA=334.9, DEC=0.0) でLMCによる有意な密度超過が観測

Fig.5 : 4つのfieldをstackしたときのnMSTOの動径方向の密度分布

- 恒星系ハローが3軸非対称かつ2つのベキでfittingできると仮定
- α_{in} = 3.13, α_{out} = 7.46, r_{break} = 67.5 kpc, b/a=1.0, c/a=0.98

➡ Garavito-Camargo et al. 2019のモデルから予想される密度のbreak (~70 kpc) と整合的

◎ 今回のMWの外側の恒星系ハローの非球対称・非等方な密度構造を説明するためには、LMCが$2.5\times10^{11}\,M_\odot$ よりも重い、もしくは異なる軌道 (e.g., second passage) であったことが示唆される。

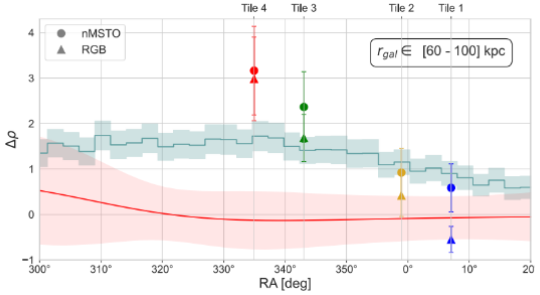


Fig.4

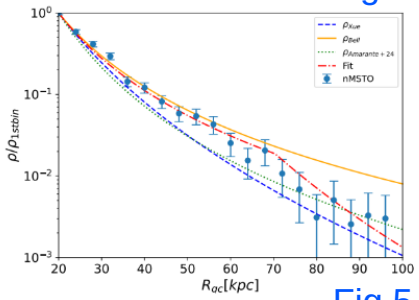


Fig.5

コメント

すばるHSC-SSPのデータを解析することでハロー構造を広域でより詳しく調べたい。