Measuring the Milky Way mass distribution in the presence of the LMC

Lilia Correa Magnus, Eugene Vasiliev arXiv:2110.00018v1

GAゼミ@2021/10/19 佐藤 元太

【アブスト】

LMCの影響を含めることで、MW内天体(ハロー星・球状星団GC・衛星銀河SG)に摂動が引き起こされ、推定されるMWの分布(質量など)が、平衡モデルの解からズレることが知られている。本研究では、Gaia EDR3のデータを用いて、GCとSGの軌道を逆行し、LMC無しのポテンシャルで現時点まで再計算することで、LMCの効果を調べた。その結果、LMCがあるとMWの質量が15%低く見積もられることになった。

【ゴール】LMCを含む、非平衡状態のMWの構造を解き明かす。

【オリジナリティ】軌道を再計算する手法で、LMCの有無による違いを比較した。

【ロジック】

手法 Orbit rewinding: 現在の運動学観測データを基準に、MW+LMCポテ内で軌道を積分計算で逆に辿り、LMCの効果が無視できる過去まで戻ってから、次はMW定常ポテ内で現在まで軌道積分し、得られた分布を観測データと比較する。

データ MW内のGC170個とSG74個の固有運動+視線速度カタログ(Baumgardt & Vasiliev 2021, Battaglia et al. 2021等、いずれもGaia EDR3またはDR2を基にしている)

結果 LMC無しの場合のMW100kpc以内の質量→$0.86^{+0.12}_{-0.10}\mathrm{e}12M_{\odot}$
LMC有りの場合、15%減の$0.71^{+0.09}_{-0.06}\mathrm{e}12M_{\odot}$
他の研究のMW質量値は、本研究の95%信頼区間に入るものが多い(Fritz et al. 2020, Li et al. 2020a, Deason et al. 2021)。

図6 LMC無し/有りの場合のMWのビリアル質量の事後分布。

図8 得られたGCとSGの動的分布。どちらもそれなりの回転速度を持つものの、GCは等方→かなり放射的な一方で、SGは等方→やや接線的という異なる非等方性を有する。

図9 SGは平面構造を有する(VPOS構造)が、LMCを無くしても尚VPOSらしき構造は存在する。

図10 SGの軌道相分布(エネルギーvs角変数のr成分θ_r)。観測されたSGが近点付近に寄る有意なバイアスは認められなかった。
→グローバルな特徴はLMCの有無にあまり依存しない。

図12 LMCに束縛されていると思われるSGの軌跡を取り出した。
相対エネルギーが負なのはいかにも束縛系の特徴である。

図13 その銀河が真にLMCに束縛されている確率の分布。Reticulum IIとHorologium II以外はやはり束縛されている可能性が高い。
視線速度無しの3銀河については…議論が難しい。

【コメント】

・LMCがMWの大局構造に影響が無いことは意外。
・各恒星の軌道や分布に与える影響はどうであろうか？

図6

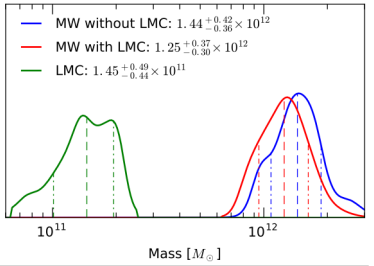


図8

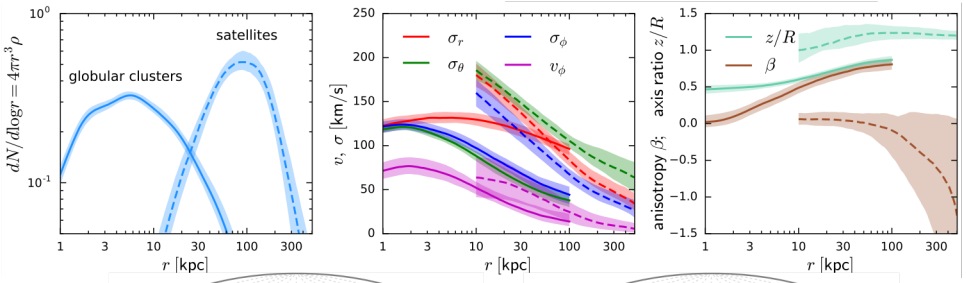
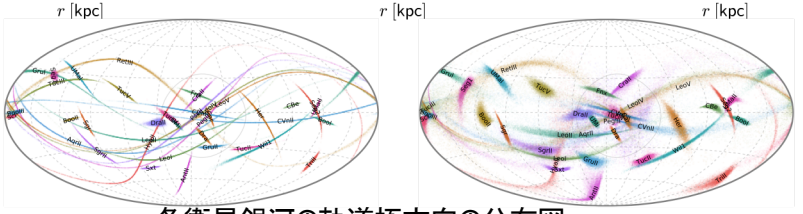
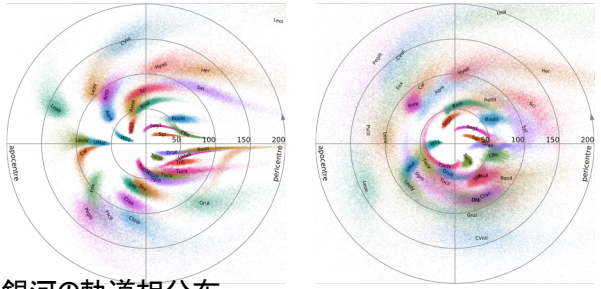


図9



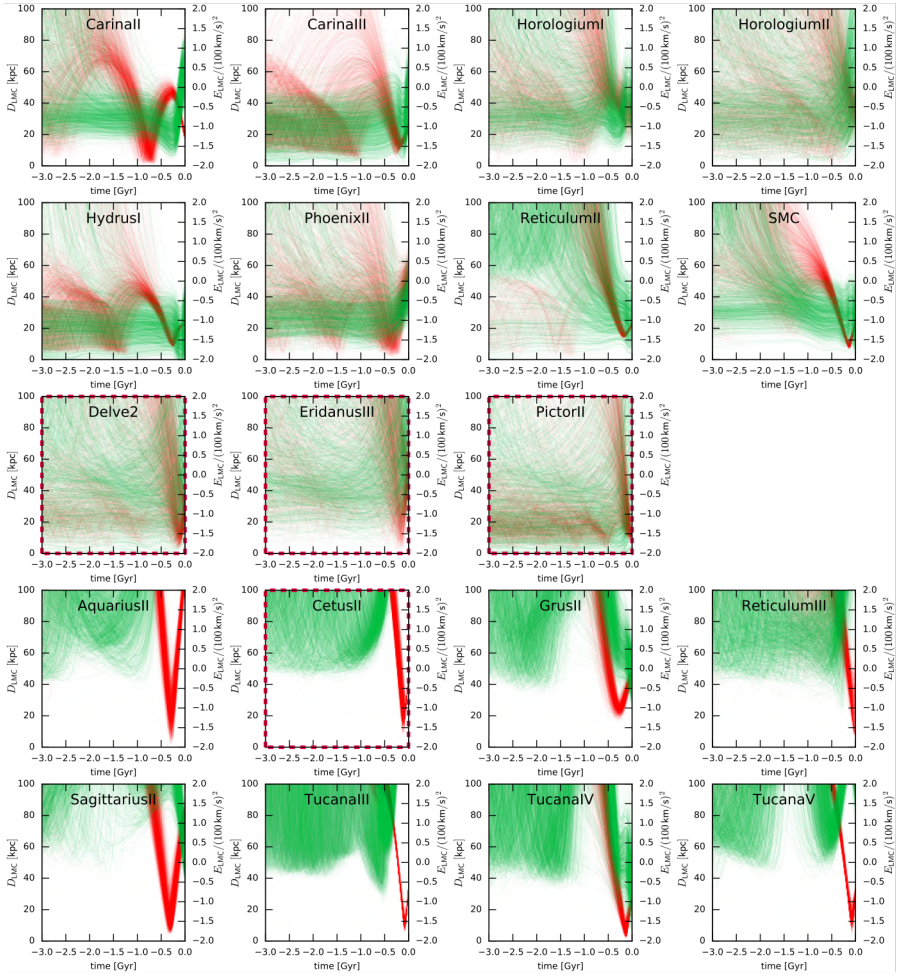
各衛星銀河の軌道極方向の分布図
左: 実際の分布　右: LMC無しモデルの分布

図10



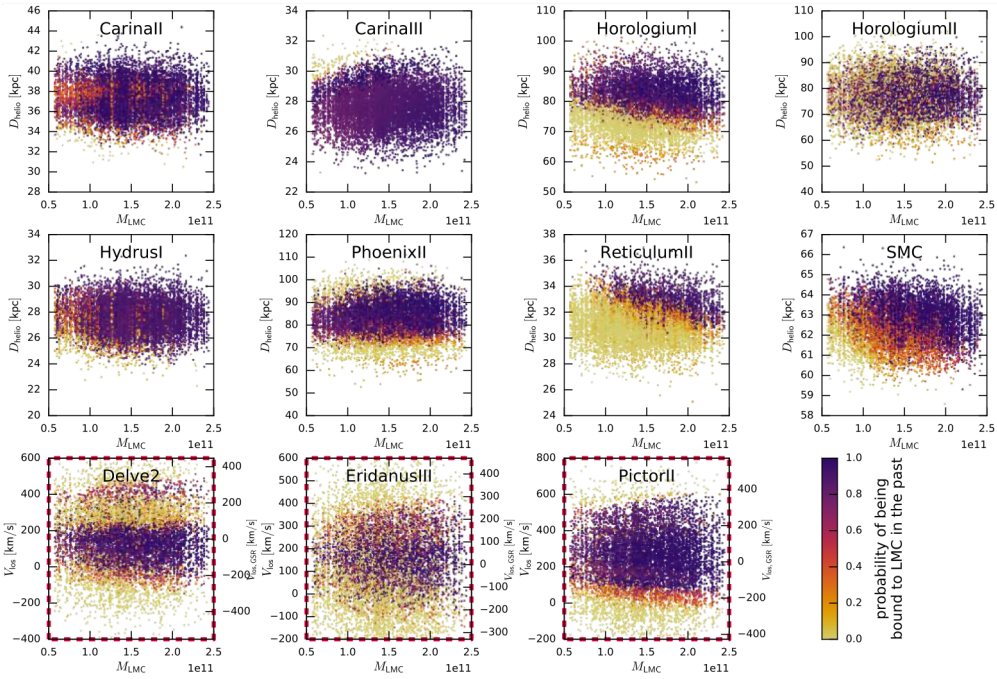
各衛星銀河の軌道相分布
半径が、LMCのエネルギーを半径に変換した量、角度が角変数θ_rを表す
左: 実際の分布　右: LMC無しモデルの分布

図12



LMCに束縛されていそうな衛星銀河の軌跡
赤がLMCからの距離(左軸)、緑がLMCに対するエネルギー(右軸)を表す
上二段はLMCの衛星銀河であると予想されているもの
三段目は視線速度データが欠落しているが、束縛されている可能性があるもの
下二段は最近LMCに接近したもの

図13



衛星銀河が本当にLMC衛星である確率を示した図
図12の上三段を同じ衛星銀河を対象にしている