The mass of the Milky Way out to 100 kpc using halo stars

A. J. Deason, D. Erkal, V. Belokurov et al.

arXiv:2010.13801v1

GAゼミ@201126 佐藤 元太

【abstract】
MW恒星ハローの分布関数を最尤法で決定することで、MWの100kpc以内の領域の質量を見積もった。LMCや未緩和のサブ構造からの力学的影響を補正し、結果、M(<100kpc)=6.31±0.32(stat.)±1.26(sys.)*10^11Msunを得た。さらに、NFWハローの質量-集中度関係(Dutton & Macciò 2014)を応用すると、現在のMW恒星ハローの総質量は1.20±0.25*10^12Msunと見積もられた。

【ゴール】MWの総質量を決定し、MWの物理を明らかにする。

【オリジナリティ】
MW中心から50kpc以上離れたハロー星の観測データを基に、
分布関数を最尤法で定めることでMWのパラメータおよび総質量を決定した。

【ロジック】
モデル: $\rho \propto r^{-\alpha}\ (\alpha = 4),\ \Phi = \Phi_0 (r/50\mathrm{kpc})^{-\gamma}, E = \Phi(r) - (v_l^2 + v_b^2 + v_{\mathrm{los}}^2)/2$
$F(E,L) \propto L^{-2\beta} f(E),\ f(E) = E^{\beta(\gamma-2)/\gamma+\alpha/\gamma-3/2},\ F_{\mathrm{los}} = \iint E(v_l)\, E(v_b)\, F\ dv_l dv_b$

補正:
・v_{los}とv_bの値を修正する(図1) (Erkal et al. (2020))
$v_{\mathrm{los}} = v_{\mathrm{los}} - v_{\mathrm{los}}^{\mathrm{off}},\ v_b = v_b - v_b^{\mathrm{off}}$
LMCによりMW中心の揺さぶられ、観測される速度がズレることを修正する。
・最近降着してきた成分を除く(図2) (Auriga simulations (Grand et al. 2017))
この成分は観測できない範囲にまで分布が広がり、分布関数に偏りを生じさせる。
MWではSgr streamの観測データを除外することでこの補正とする。

MWに適用:
使用データはGaia DR2より、50−100kpc以内の665個(Sgr星を除くと485個)
補正の有無ごとに最尤法でパラメータを推定した結果を表1に纏めてある。
そこからM(<100kpc) = 6.31 ± 0.32(stat.) ±1.26(sys.)×10^{11}Msunとなり、
NFWハローの質量-集中度関係(Dutton&Macciò 2014)を使用すると、
MW恒星ハローの総質量は**1.20±0.25×10^{12} Msun**となった。
※観測によるエラーよりも、システムエラーの方が大きくなっている。
図3で、再現された速度曲線を他の研究と比較する。
→青破線(Cautun 2020)の結果とよく一致する。

【コメント】
・MWの質量はどこまで(何桁まで)正確に算出する必要があるのか？
・Sgr streamよりもGESを除外するべきではないのか？

図1

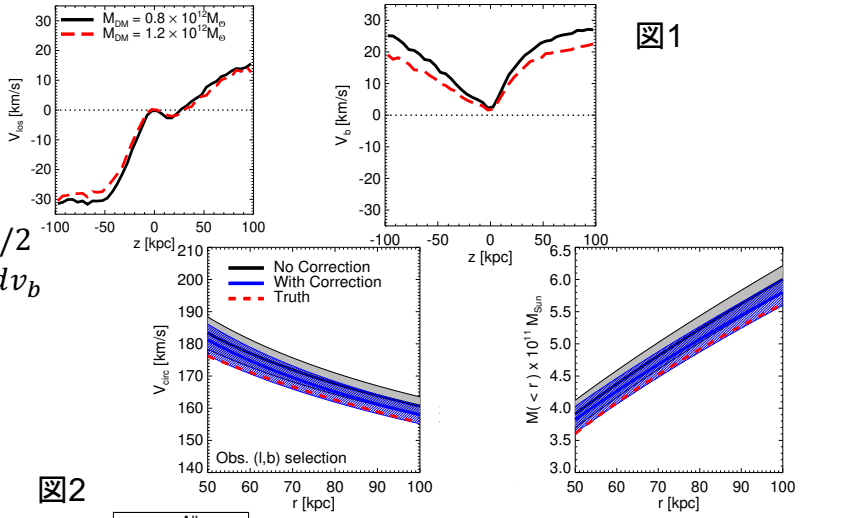


図2

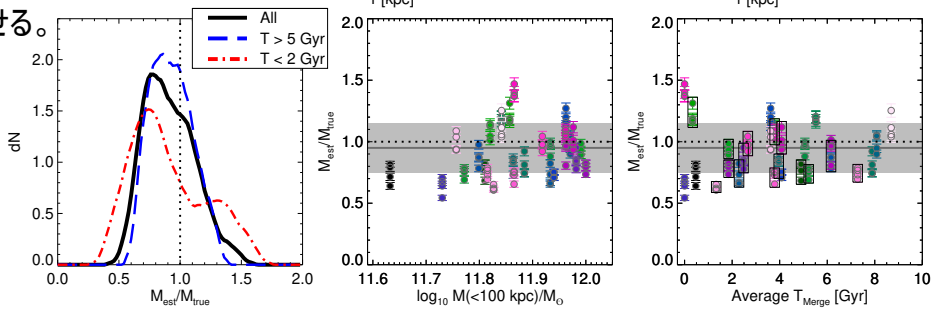


表1

Label	γ	Φ_0 [10^4km^{2}s^{-2}]	β	$M(<100\mathrm{kpc})$ [$10^{11}M_\odot$]
With corr., Sgr exc.	$0.46^{+0.06}_{-0.06}$	$7.6^{+0.9}_{-0.8}$	$0.42^{+0.06}_{-0.06}$	$6.01^{+0.32}_{-0.32}$
No corr., Sgr exc.	$0.46^{+0.06}_{-0.06}$	$7.8^{+1.0}_{-0.8}$	$0.46^{+0.06}_{-0.06}$	$6.16^{+0.33}_{-0.33}$
With corr., Sgr inc.	$0.45^{+0.06}_{-0.06}$	$7.4^{+1.0}_{-0.7}$	$0.31^{+0.07}_{-0.06}$	$5.78^{+0.27}_{-0.27}$
No corr., Sgr inc.	$0.45^{+0.06}_{-0.05}$	$7.5^{+1.0}_{-0.7}$	$0.35^{+0.06}_{-0.06}$	$5.92^{+0.27}_{-0.27}$

図3

