A simulation-based inference of the Milky Way merger history
(Andrea Sante, Andreea S. Font, Daisuke Kawata, T. Lucas Makinen, Robert J. J. Grand,2025)

[Abstract]

Aurigaシミュレーションから得られたサンプルを用いて、Normalizing Flowモデルを学習させた。
この手法を既知のサブ構造のメンバー星に適用、母天体のパラメータを推定し、
各降着イベントごとに降着時間を比較、さらにMWの質量がどう変遷していったのか調べた。

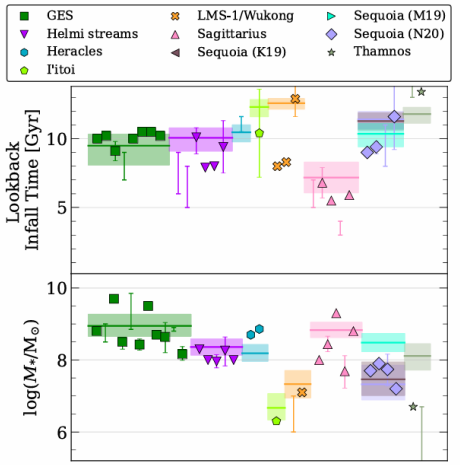
[Goal]

降着時間、母天体質量、ハローとの合体比などを
推定し、**MW全体の合体史**を明らかにする

[Originality]

・多くのサブ構造の合体イベントの
降着時間と恒星質量を**同時推定**している

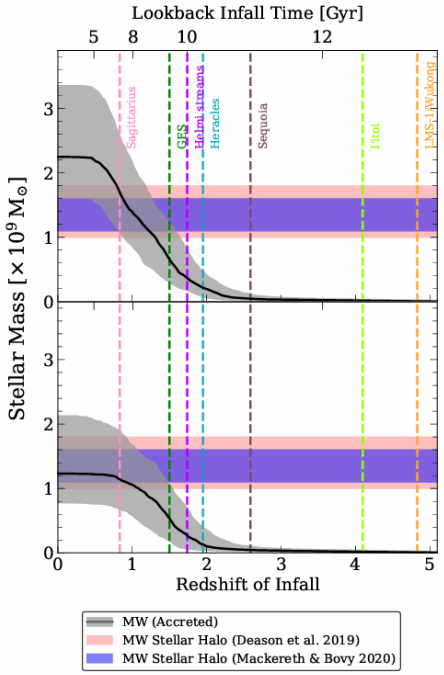
Fig.8



[Methods]

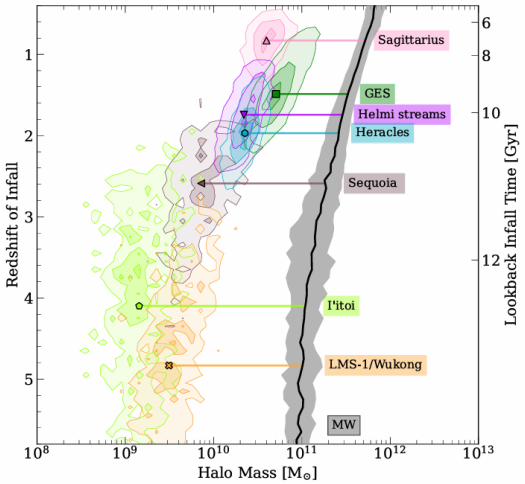
Aurigaシミュレーションのデータから各合体イベントごとにパラメータθとそれに属する100個の恒星データ$\vec{x}$
を取り出し、$\vec{x}$に観測誤差を付与する。このデータ$(\theta, \vec{x})$を**Fishnets**によって**圧縮**、**MAF**によって学習した。
Horta(2023)で得られたサブ構造をこのモデルに推論させ、**最も確からしい事後分布 $p(\theta|\vec{x})$**を得る。

Fig.11



[Results]

Fig.12



・**GES、Helmi、Sagittarius**の推定値は先行研究と**一致**したが、
それ以外はあまり一致しなかった
・MW恒星質量の大部分は**1<z<2の期間に降着**、
特に大きな寄与を示したのは**GESとSagittarius**
・MWのダークハロー質量を推定すると、zが2~5の間で
既存の降着では説明できない質量の増加が見られる。
まだ発見されていない降着イベントの存在が示唆される。

[Comments]

・Aurigaシミュレーションでは銀河モデルが39個しかないから学習したデータが足りないのでは…
・とはいえ、シミュレーションのコストを抑えたうえで、Normalized Flowを用いる切り口は面白い