The Milky Way's Shell Structure Reveals the Time of a Radial Collision; Donlon et al. arXiv:2006.08764v1

GAゼミ2020/06/25 小上 樹

[アブスト]

SDSSとGaiaのデータを用いて，MWのVirgo Overdensity (VOD)領域に2つのシェルを，Hercules Aquia Cloud (HAC)領域に2つのシェルを発見した．これらのシェルは以前に発見されたVirgo Radial Merger (VRM)のサブストラクチャーであり，降着のタイミングについては，progenitorが2.4±0.2 Gyr前に銀河系中心を通過したことを示している．また，この降着のタイミングを考慮すると，VRMはinner diskでの爆発的な星形成を引き起こした可能性もある．次に，radial mergerのN体シミュレーションでphase mixingを解析することで，MWで観測されているようなシェル構造が，銀河系中心とのcollsion後の5Gyrまでに消失することを発見した．最後に，これまで，同じものとして考えていたVRMとガイア・ソーセージ/ガイア・エンケラードスであるが，降着したタイミングを考えると，progenitorがMWに束縛された時の時間を制約できていないあるいは，ガイアソーセージが以前よりも若い年齢である可能性がある．

[ゴール]

MWのシェルサブストラクチャーの特定とその起源の理解

[オリジナリティ]

radial mergerと関係のあるMWのshell substructureについて初めて特定した．

[ロジック]

データ

Gaia DR2とSDSS DR14の6次元位相空間のデータセット(RRL:4472, BHB:6243)

shell星(遠銀点にあり，radial orbitな星)を選択するために，

|vr|<10 km s^-1，|Lz| < 500 kpc km s^-1とした．

モデル

Sanderson & Helmi 2013で導出されたcaustic structureの位相空間密度モデル

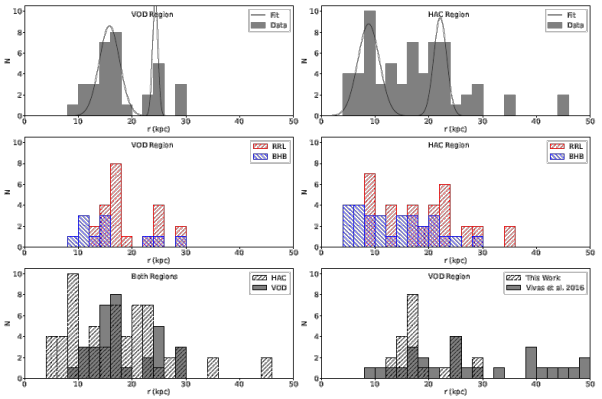
$$f(r,v_r) \propto \frac{1}{r_s^{5/2}\Omega_r}\sqrt{\frac{\kappa}{\delta_r^2}}\exp\left\{\frac{-[r_s-r-\kappa v_r^2]^2}{2\delta_r^2}\right\} \Rightarrow f(r) = a\exp\left\{\frac{-(r-b)^2}{2c^2}\right\}$$

⇒VOD領域とHSC領域について，ガウス混合モデルを用いて

χ2及びBICが最小になるようにフィッティング(Fig.1(個数 vs 銀河中心からの距離))

⇒その結果，4つのshellを特定することができた．

Fig.1



VRMのシミュレーション

N体シミュレーション

progenitorは，Fornax dSphnのような矮小銀河．

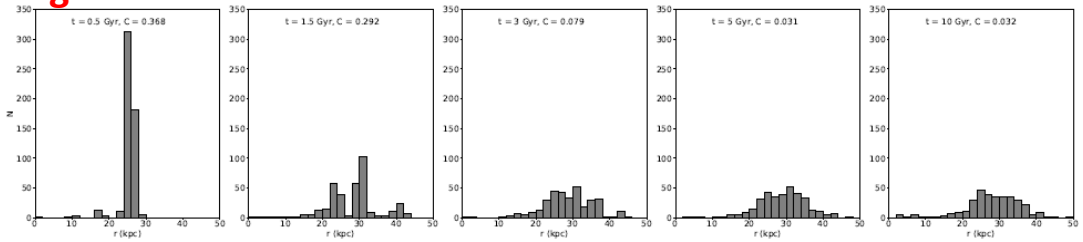
dynamical massが10^9 Msun，scale radiusが3kpcで初速度は0

ポテンシャルにはOrphan Stream model5 potentialを使用

粒子数は20000で0.5Gyr~10Gyrで実施

⇒Fig.2(銀河中心からの距離 vs 個数)⇒5Gyr以上だとshellが消滅する

Fig.2



radial mergerのmerger timeの推定

ポテンシャル:Orpha Stream Model5 potentialとMWPotential2014(Newberg et al.(2010))

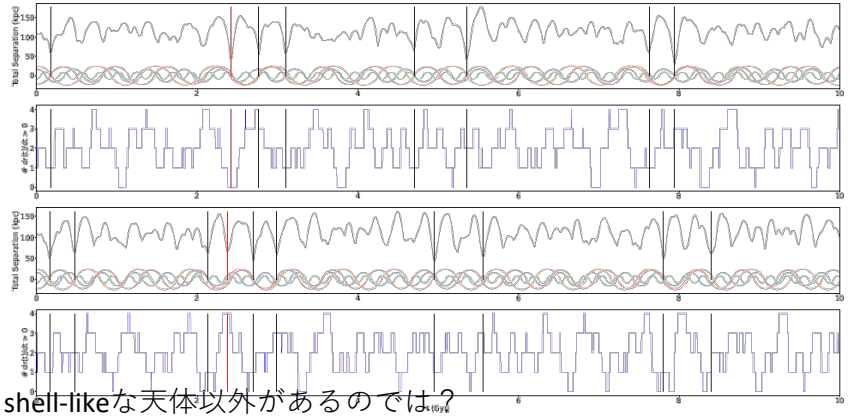
BICでフィッティングして推定したshellの位置に初速度0のモデル粒子を割り当てて，それらの運動を追跡することで，シェルの形成のタイミングについて調べる

⇒シミュレーション結果はFig.3

上段2枚はOrphan Stream Model5，下段2枚はMWPotential

各段の上側は，(年齢 vs total separation)，下側は(動径方向速度 vs 年齢)

Fig.3



radial mergerの降着において，同じようなエネルギーを持つ星は同じ周期(速度)で軌道を回っているため，軌道上ならばどこにでもshellを作れると考えられる．

⇒2.4Gyrだけ，total separationが小さく，速度も同じ値を持っている

⇒merger timeは2.4Gyrと推定

[コメント]

サンプル数を増やすために，RRLを含めたが，速度の誤差が大きかった(σr<50)．そのため，データにshell-likeな天体以外があるのでは？