“CONSTRAINTS ON THE SHAPE OF THE MILKY WAY DARK MATTER HALO FROM JEANS EQUATIONS APPLIED TO SDSS DATA”

GAゼミ@20130412　林　航平

LOEBMAN et al. 2012, ApJ, 758, 23L

【アブスト】

Galfastで再現したSDSSハロー星の力学データと軸対称ジーンズ方程式を用いてハロー領域の重力加速度分布を作成し、N体+SPHでの結果と比べることで、この領域におけるダークマターの必要性やダークハローの軸比を求めた。
その結果、SDSSデータから得られた重力加速度分布再現するにはバリオンだけでは不可能であり、ダークマターポテンシャルが必要であることを示唆した。また、ダークハローの軸比はb/a=0.47±0.14(a>b)とoblateな形状であることを示唆した。

【ゴール】

銀河系ダークハローの質量構造の解明

【オリジナリティ】

軸対称ジーンズ方程式を用いたz方向の重力加速度分布からダークハローの形状に対して制限を与えた。

【ロジック】

①N体+SPH (GASOLINE)で得られた重力加速度分布(図1)
（Total mass= 7×10^{11}Msun、Virial radius=227kpc、Circular velocity=208km/s）

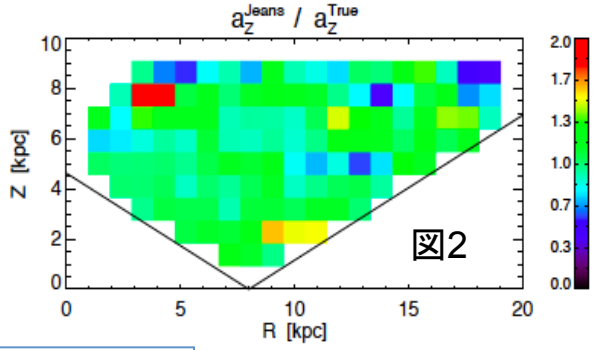


図2：シミュレーションの星の位置・速度情報からジーンズ方程式を解いて、図1と比較したもの。
-> シミュレーション結果を十分再現可能。

②軸対称ジーンズ方程式

$$a_Z = \sigma_{RZ}^2 \times \frac{\partial(\ln\nu)}{\partial R} + \frac{\partial\sigma_{RZ}^2}{\partial R} + \sigma_{ZZ}^2 \times \frac{\partial(\ln\nu)}{\partial Z} + \frac{\partial\sigma_{ZZ}^2}{\partial Z} + \frac{\sigma_{RZ}^2}{R}.$$

③Galfastを用いて、SDSSのデータを再現(volume coverage, selection, instrument effects, etc)。
Halo sampleは Mr > 4かつ0.25 < g− r < 0.35のもの (F型星がdominant)。
このサンプルの密度分布は、右式を用いてn_H=2.77±0.2、q_H=0.64±0.1のbest-fitを得た。
また速度楕円体は $\sigma_r = 141\ \mathrm{km/s}, \sigma_\theta = 75\ \mathrm{km/s}, \text{and } \sigma_\phi = 85\ \mathrm{km/s}$

$$\rho_H(R,Z) = \rho_D(R_\odot,0) f_H \left[\frac{R_\odot}{\sqrt{R^2 + (Z/q_H)^2}}\right]^{n_H}$$

④Galfastで再現したSDSSのデータから重力加速度分布を導出し①のそれと比較(図3)
->バリオン成分のみでは再現不可(下パネル)。バリオン＋ダークマターで再現可能(中パネル)。
よって、ダークマターの存在を示唆している。

⑤SDSSハローの密度分布と速度楕円体(③)をvan der Marel (1991)※に適応するとダークハロー軸比はq_{DM}=0.47±0.14となり、恒星ハローのそれよりも潰れていることが分かった。

※恒星ハロー密度分布の軸比と速度楕円体からダークハローの軸比を求める解析的方法を構築

【コメント】

より範囲を広げるには、さらに暗い星の固有速度が必要。-> Gaia & next 4m telescope survey
金属量の違いで重力加速度分布はどう振舞いが変化するか？

図1

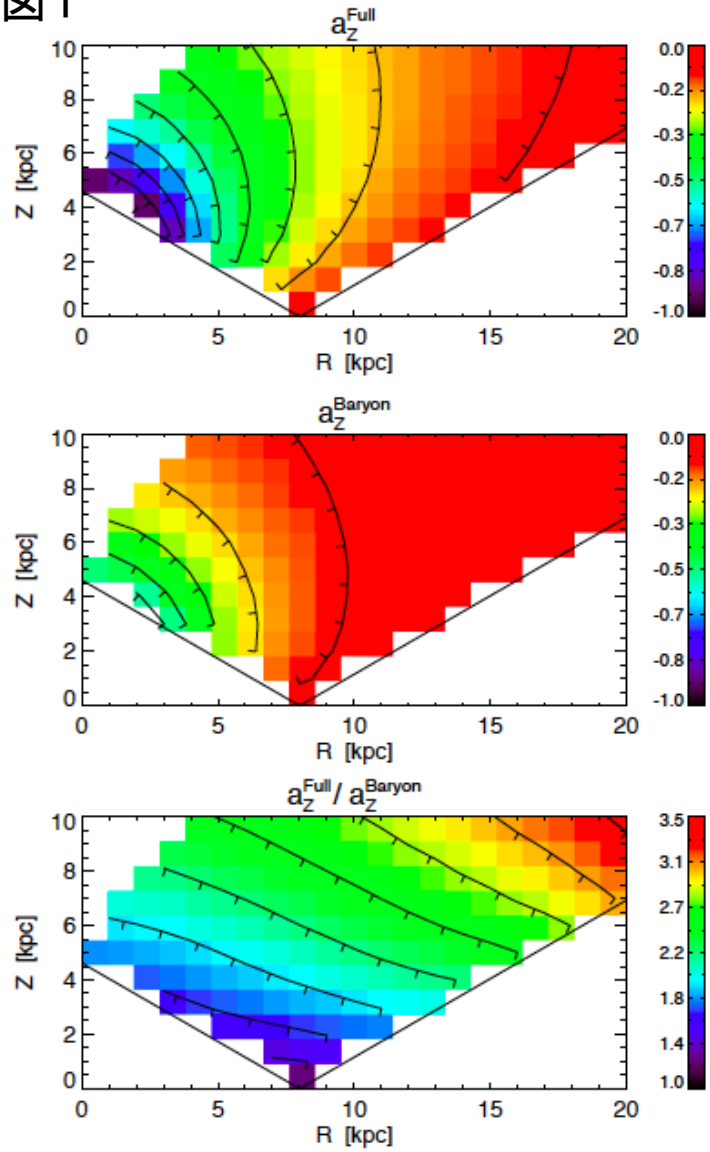
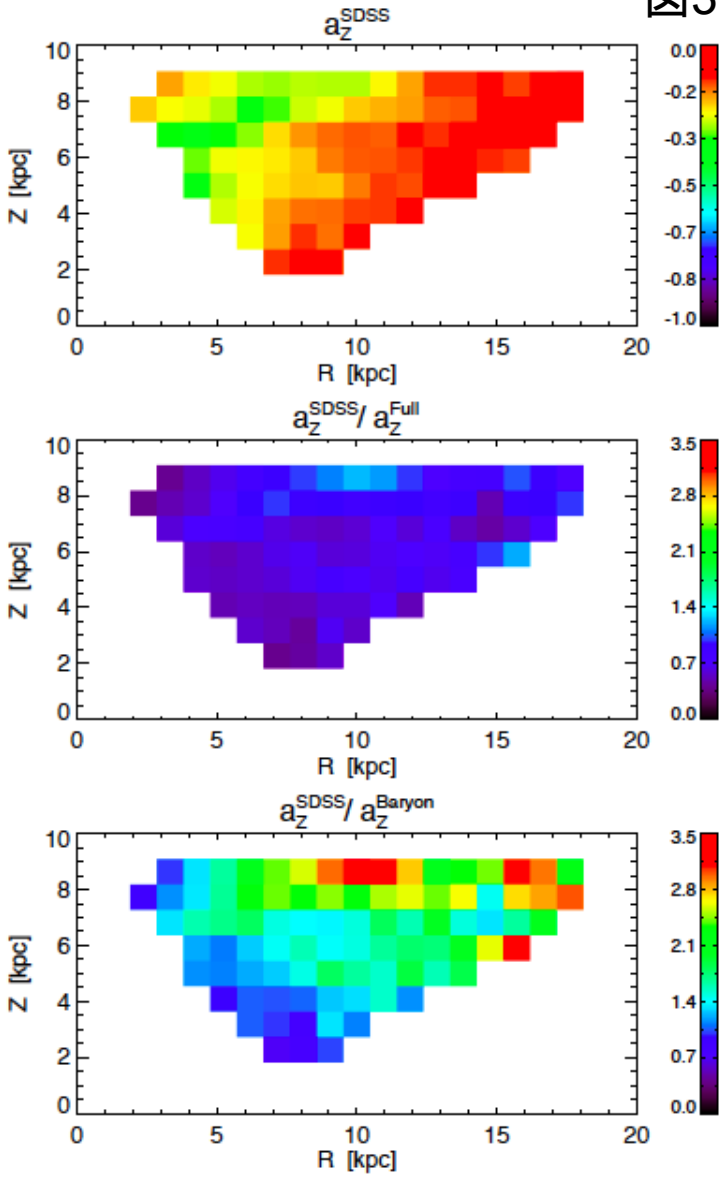

a_z^{Full}
a_z^{Baryon}
a_z^{Full} / a_z^{Baryon}
Z [kpc]
R [kpc]

図3


a_z^{SDSS}
a_z^{SDSS} / a_z^{Full}
a_z^{SDSS} / a_z^{Baryon}
Z [kpc]
R [kpc]