Detecting the Figure Rotation of Dark Matter Halos with Tidal Stream; Valluri, Price-Whelanet al. arXiv:2009.09004v1

GAゼミ2020/09/30 小上 樹

[アブスト]

3軸ハローが軸において回転(figure rotation)している際，異なる形状の3軸ハローにおけるSgr-likeなpolar tidal streamのふるまいをシミュレーションする．それにより，|Ωp|=0.3のようなslow figure rotationが3軸ハローの恒星ストリームの構造をどのように変化させるのかを調べる．その結果，|Ωp|=0.3のpattern speedのfigure rotationにおいて，Sgr-likeなストリームが変化していることが確認できた．この発見は，MWのDMハローのfigure rotationの将来的な測定及び，CDMのまだ発見されていない予言の最初の証拠となるだろう．

[ゴール]

・3軸ハローのfigure rotationがストリームにどのような変化をもたらすか
・staticハローとrotatingハローの特徴の違いを確認する

[ロジック]

<シミュレーション>

銀河系ポテンシャル

・Law&Majewski+10 (LM10) : logarithmic halo potential (a=0.44, b=1, c=0.97)
・Law&Majewski modified (LMm) : NFW potential (a=0.44, b=1, c=0.97)
・oblate-triaxial (OT) : NFW potential (a=0.9, b=1, c=0.8)
・Fardal+19 : NFW potential (a=0.95, b=1, c=0.8)

※4つともバルジと円盤は，spherical Hernquist bulge + 宮本-永井 disk

Sagittariusについて

・6×10^8Msun, spherical Plummer modelを採用.
・力学摩擦や質量欠損は考慮しない
・particle-spray stream generation methodを用いてストリームを生成
　↳L1とL2 ラグランジュ点で一定の割合で星をばらまきストリームを作る

軌道計算

GaiaDR2の位置と速度から4GyrまでGala package (Price-Whelan(2017))を用いて計算
なお，銀河座標を考えた際に，Sgrはx-z平面にいるとする(y≈vy≈0).
軸周りの角速度Ωp=±0.3km s-1 kpc-1とする(figure rotationの効果)

[結果]

Fig.1:OTモデルの各平面・各軸周りの回転に対する軌道計算の結果
↳x・z軸回転の時はy軸方向，y軸回転の時はxとz方向の両方にコリオリ力がかかる
　Sgrがx-z平面にいるという仮定より.
このコリオリ力により，軌道とストリームが変化する.
Fig.2:y-z平面におけるLMm10モデルにおける各軸周りでの軌道計算の結果
↳それぞれの軸回転の際にストリームが変形している.
　回転も向きによって変形の仕方が変わる
Fig.3:Sgr-coordinate Λ0平面におけるLMm10モデルのシミュレーション結果
↳遠点の位置や遠点間の角度Λ0及び，角度B0に相違が出た⇒ハローの物理量の制約につながる?
Fig.4:figure rotationの角速度Ωpを変化させたときの結果
↳ストリームが歪むor散逸していることが分かる．Ωp=±0.3という小さい速度でも影響は大?

[オリジナリティ]

3軸DMハローにおいて，rotating gravitational potentialがSgr-like tidal streamのmorphologyとkinematicsに影響を及ぼすことを発見した

Fig.1

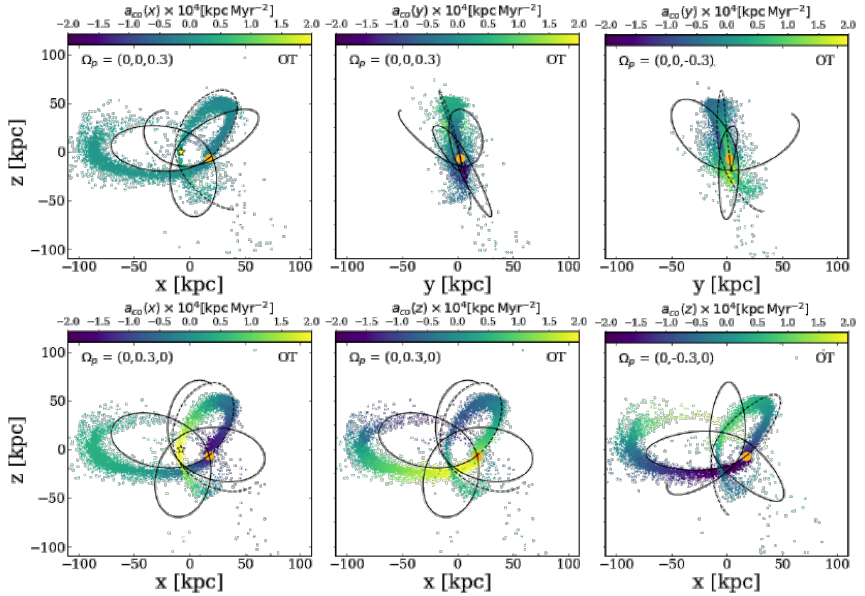
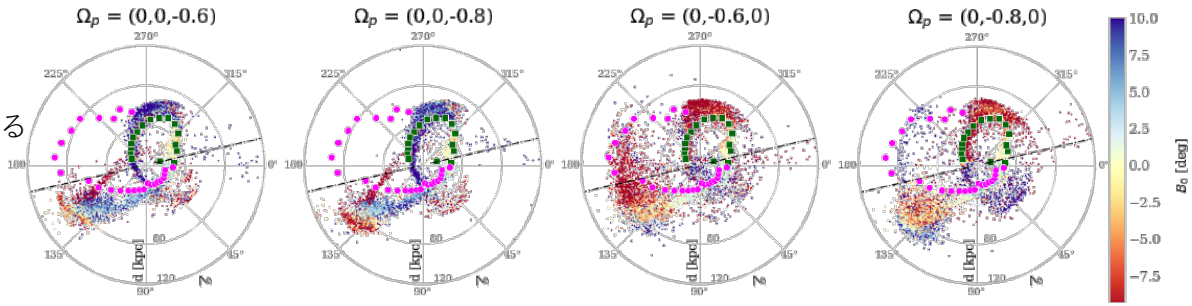


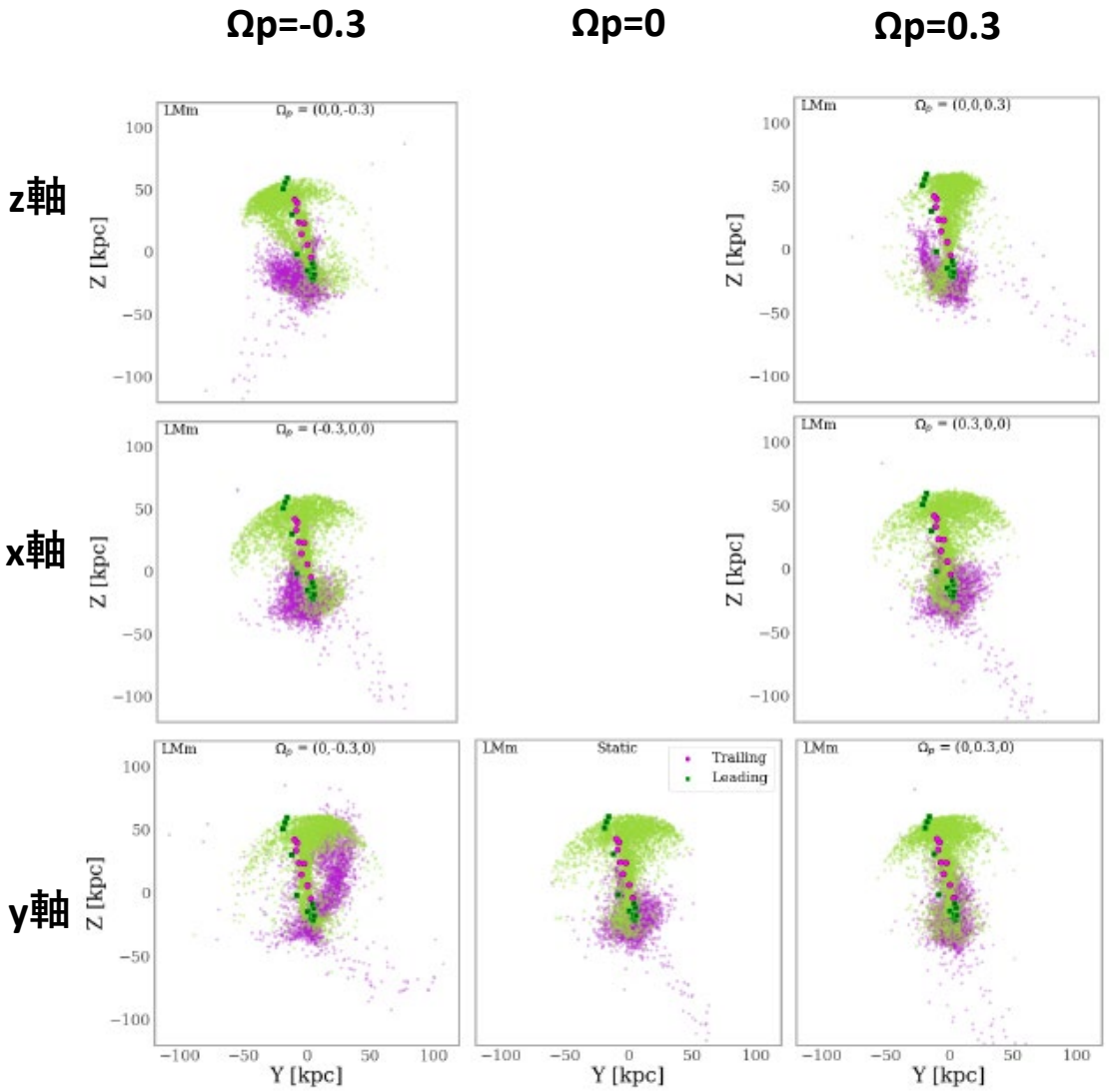
Fig.4



[コメント]

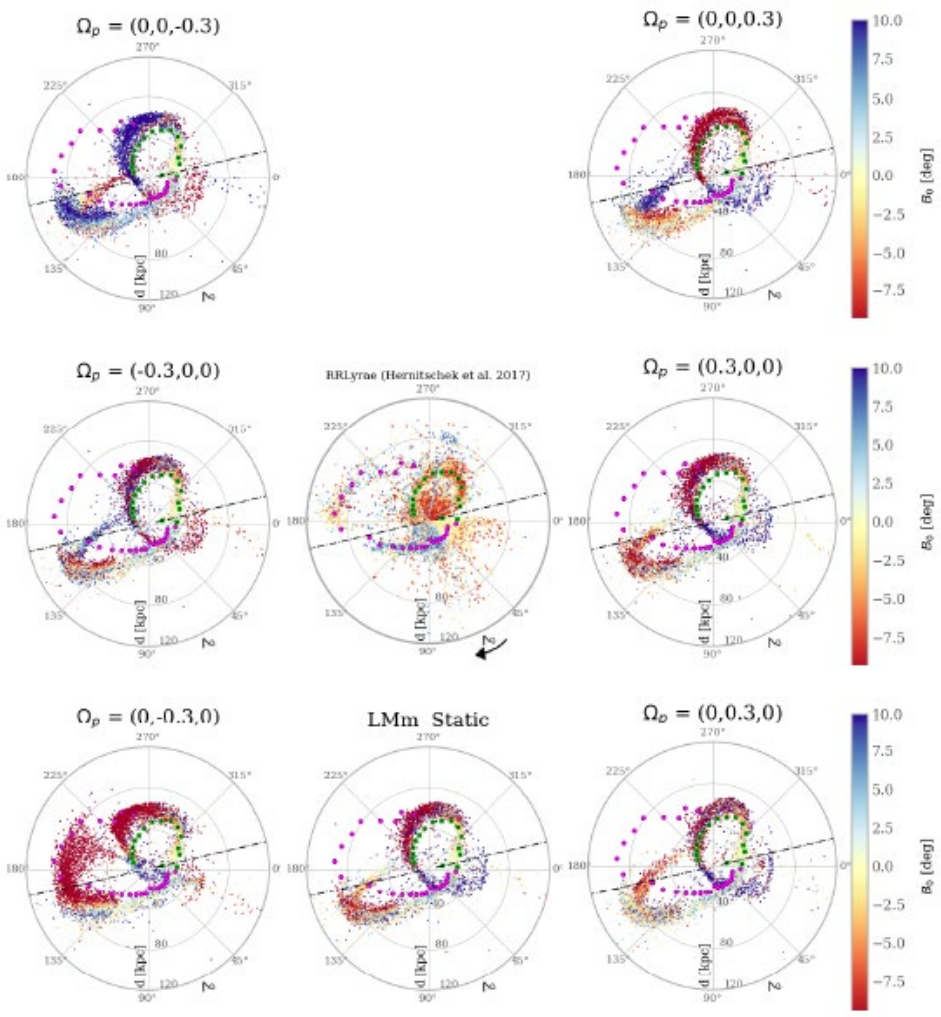
・今回は4つのモデルについて簡易的に実施したので，Sgr-dwarfの質量やevolved time，dynamical frictionなどをいじってシミュレーションしたらより観測結果に近づくのでは?(著者)
・ストリームの変形については見た目が微妙な箇所があるように思える

Fig.2



y-z平面におけるLMm10モデルのシミュレーション結果
↳・回転軸によって変形の仕方が変わっている
・回転の向きによっても変形の仕方が変わる

Fig.3



Sgr-coordinate Λ0平面におけるLMm10モデルのシミュレーション結果
※真ん中はPanSTARRSのRRLyraeのデータ