“The Milky Way’s bar structural properties from gravitational waves”

GAゼミ@200430 津久井

: M J. C. Wilhelm et al.2020 ArXiv: 2003.11074v1

[コメント] 4年間周期振動を追い続けるためDWDsの位置の決定精度はかなり良い(重力波の振動数と信号雑音比に依存。)。銀河中心バルジの全体構造を解明したい。

[アブスト]

LISA(宇宙重力波望遠鏡)は天の川銀河の数万個以上の二重白色矮星連星系(DWDs)からの重力波放射を分解し、３次元分布を描き出すことができる。可視光観測ではダストの減光や星が混み合っているため全体像がわからなかったバー構造やスパイラル構造、バルジ構造を解明する強力な手段となる。

[ゴール]

現実的な銀河系のDWD分布を作り出し、LISAの擬似観測を行い、バー構造のパラメータ(太陽から銀河中心への視線方向に対する長軸の角度(viewing angle)、長軸の長さ(scale length)、短軸の長さ(scale length/axis ratio))をどの程度正確に決められるかを調べた。

[オリジナリティ]

可視光観測では、よく構造がわかっていない、バー構造に着目した。

[ロジック]

1. 適当な星形成史(Boissier and Prantzos 1999)とIMF(Kroupa et al.1993)のもとで、銀河系の二重白色矮星連星系の進化計算を行い全星質量に対するDWDsの個数を導出した。
2. 銀河の質量分布はN体simulation(GALAKOS; D’Onghia and Aguerri 2019)の結果を用いた(2.5Gyr後のスナップショット、長さ4.5kpc, 幅2.5kpcのバー構造と2本腕のspiral armができた。図1)。 この3次元質量分布に従ってDWDsをランダムにばらまいた。
3. 銀河中心からの距離を8.1kpcとし、銀河中心への視線方向に対する長軸の角度を30度とし、LISA Data解析パイプライン(Littenberg et al. 2013)を使ってDWDsの模擬観測(4yr)を行った。検出されたDWDの3次元分布は銀河面に投影して2次元分布$n(R,\phi)$として解析し、バー構造のパラメータを周期1/2のFourier解析によって決定した。バーの長軸方向の長さと軸比は10%以内の精度、viewing angleは1°の精度で正しいパラメータを復元できた。一方で、これまで可視光によるバーのviewing angleの測定は10-40°、軸比は0.26-0.6と開きがあった。(Pierukowicz 2015他)

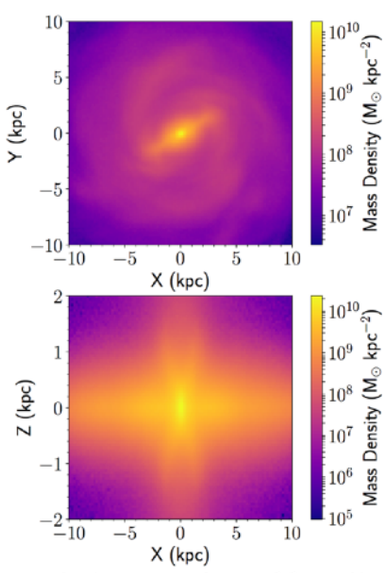


図1: 銀河の3次元質量分布

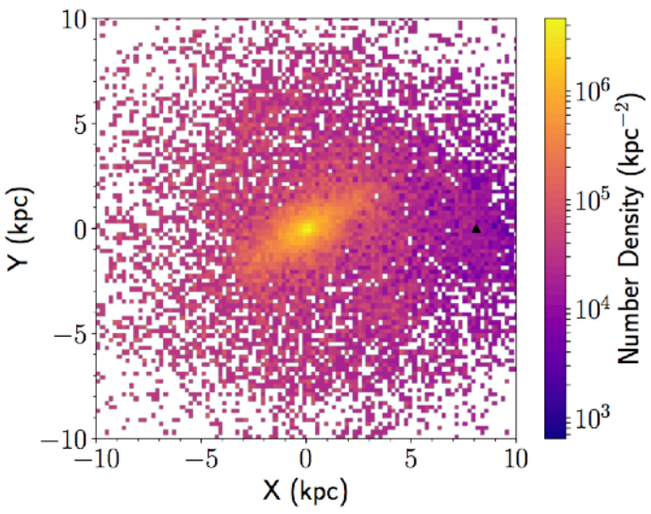
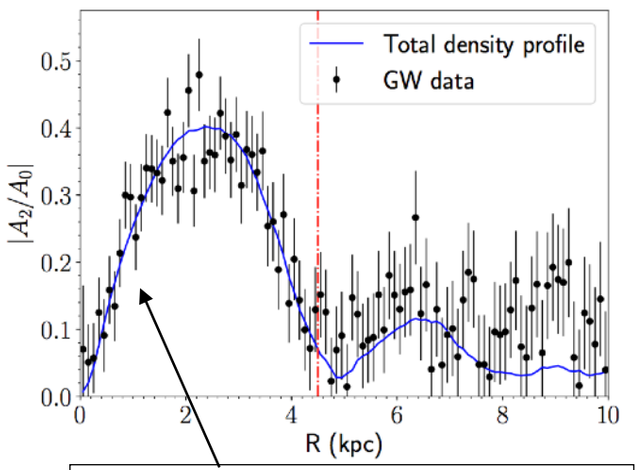
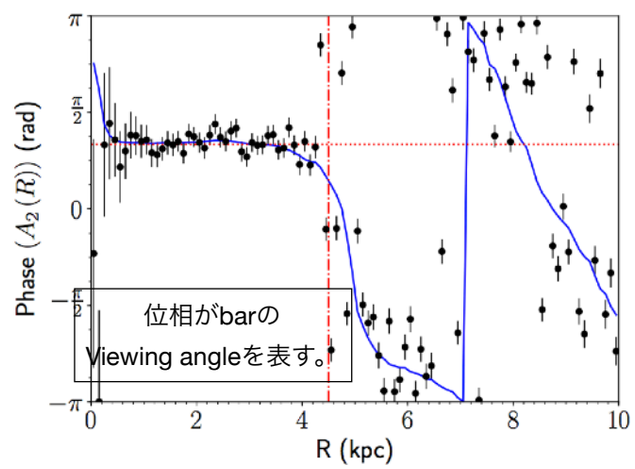


図２: 検出されたDWDの2次元分布

(距離による検出バイアスを補正済み。)





(青: 全質量、黒:DWDs: 模擬観測データ)

図3: 方位角方向に周期1/2を持つ成分(バーまたはスパイラルに対応)の強度(右)と位相(左)

銀河中心を原点とした極座標(R,ϕ)で$A_2(R)=\int_0^{2\pi} n(R,\phi)exp(i2\phi)d\phi$を計算。

おまけ

シンプルなbarやspiral構造(左列)は周期1/2の
Fourier強度と位相(右列)でどう見えるかを示した図

