

「球対称等温定常銀河風の加速過程に与えるダークマターと星の質量分布の影響」

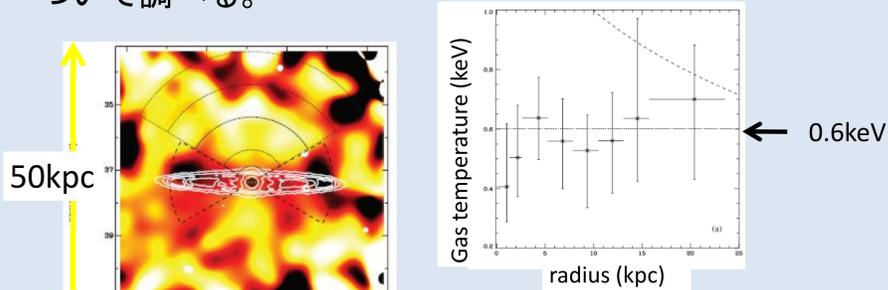
五十嵐朱夏 筑波大学宇宙物理研究室

1. Abstract

銀河の形成進化を考える上で銀河風の効果を考慮することが非常に重要であることが知られている。そこで、我々は等温球対称定常を仮定し、銀河風の解析を行った。ダークマターの質量分布と恒星の質量分布を考慮した場合の遷音速点を求め、銀河風の物理的性質を求めた。そして、Sombrero銀河のデータをフィッティングに用いて、静水圧平衡モデルと銀河風モデルでは、遠方でガス密度に差が生じることがわかった。

2. Introduction

Chandra望遠鏡を用いたSombrero銀河のX線観測では銀河からガスが漏れ出しているような影が見える(左下図)が、ガスの質量分布からは静水圧平衡であることが示唆されている。(Li et al. 2011)
本研究は、銀河風のモデルとこのような密度分布の関係について調べる。



Sombrero銀河は25kpcほどまで等温である(音速にすると310kms⁻¹)。

3. 解析モデル

膨張項 重力項

$$\frac{dM^2}{dr} = \frac{4}{r} - \frac{2}{c_s^2} \frac{d\phi(r)}{dr}, C = 4\pi\rho M c_s r^2$$

$$\frac{d\rho^2}{dr} = -2 \frac{\rho^2}{c_s^2} \frac{d\phi(r)}{dr}$$

解析には球対称等温定常モデルを用いた。パラメータは、 α 、 r_d 、 ρ_i (境界条件)の3つである。

c_s : 音速, M : マッハ数(=速度/音速), ρ : ガス密度, C : 定数(移動する質量), $\Phi(r)$: 重力ポテンシャル

ダークマターの質量密度

$$\rho_{DM}(r) = \frac{\rho_d r_d^3}{r^\alpha (r+r_d)^{3-\alpha}}$$

r_d : ダークマターのスケール半径

恒星の質量分布 (Hernquist model)

$$\rho_H(r) = \frac{M_H r_h}{2\pi r (r+r_h)^3}$$

M_H : 恒星の全質量
 r_h : 恒星質量分布のスケール半径

6. まとめと今後の予定

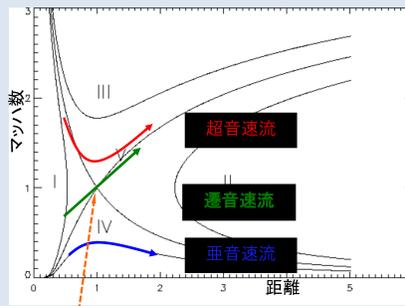
球対称等温銀河風の解析解を求め、Sombrero銀河のX線観測との比較を行った。今後は、Sombrero銀河のダークマター分布から α と r_d の関係を確定させる。また、質量の発生や断熱過程も考慮に入れ、他の銀河の解析も行いたい。

7. 引用論文

- Li, Z., Jones, C., Forman, W. R., 2011, ApJ, 730, 84
- 土屋聖海, 森正夫, 新田伸也 (2011) 「球対称定常銀河風の遷音速解」(submitted)
- 坂下志郎, 池内了 (1996) 宇宙流体力学 培風館

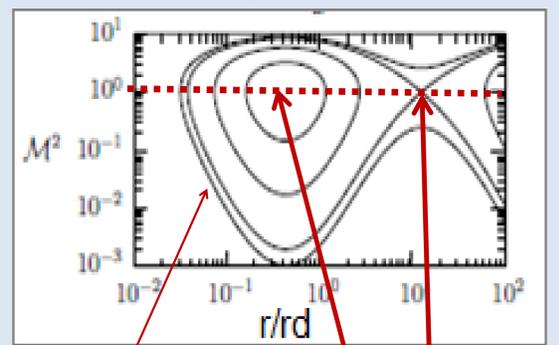
4. 遷音速点

恒星風の解曲線



遷音速点: 亜音速から超音速になる点

銀河風の解曲線



各線は積分定数の違いを示す

O-point

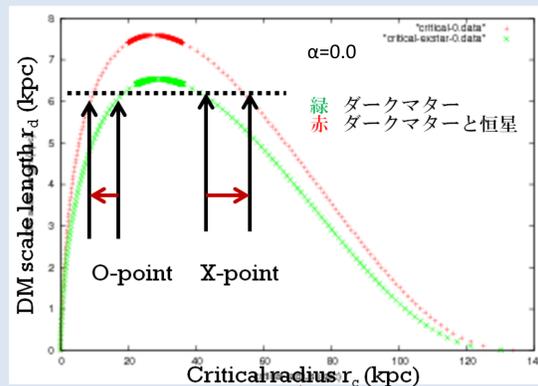
X-point(遷音速点)

X-point(遷音速点)やO-pointの位置は次の式で調べた。

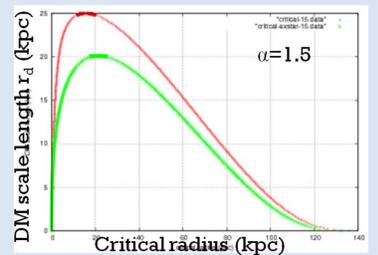
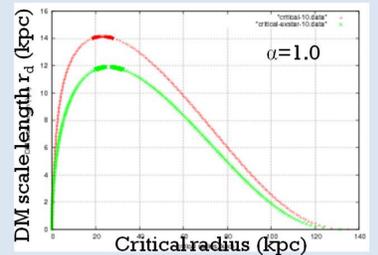
$$f(r) = \frac{4}{r} - \frac{2}{c_s^2} \frac{d\phi(r)}{dr} \Rightarrow f(r) = 0 \begin{cases} f'(r) > 0: X\text{-point} \\ f'(r) < 0: O\text{-point} \end{cases}$$

5. Sombrero銀河

r_v (ビリアル半径)=483kpc, $M_{DM}=6.8 \times 10^{12} M_\odot$,
 $r_h=2.5$ kpc, $M_H=1.5 \times 10^{11} M_\odot$

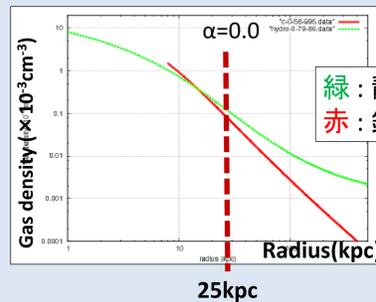


$$f(r_{critical}) = 0$$

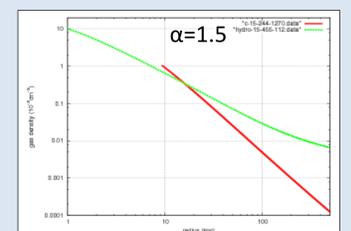
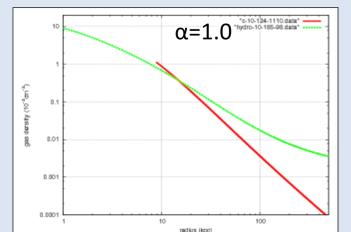


ダークマターハローのスケール半径によって遷音速点が移動する。さらに、星の質量分布を加えることによって、遷音速点は10kpc以上も移動する場合がある。

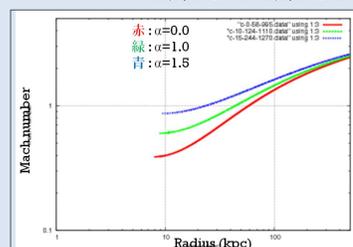
次に、最小二乗法を用いて、ガス質量分布のフィッティングを行った。銀河風モデルでは、O-pointより外側をフィッティングに用いた。フィッティング結果のパラメータで計算したグラフを以下に示す。



緑: 静水圧平衡モデル
赤: 銀河風モデル



Sombrero銀河の銀河風



遷音速点は50kpcほどの離れた位置にできる。