“NGC 5466:a unique probe of the Galactic halo shape”

GAゼミ@20120706　林　航平

Lux et al.2012, arXiv1204.5771

【アブスト】

恒星ストリームである球状星団NGC5466は西端(α<190°)にスムーズなストリームからズレた軌道を持っているのが特徴である。これを用いて銀河系ダークハローの形を決めた。するとdiskポテンシャルに依らず、ダークハローの形はoblateかtriaxialであることがわかった。sphericalとprolateは高い確率で棄却される。よってNGC5466のデータがもっとあれば、銀河系ダークハローの形に強い制限が掛けられるだろう。

【ゴール】

銀河系ダークハローの形状の解明

【オリジナリティ】

NGC5466の潮汐ストリームを用いてダークハローの形に制限をつけた。

【ロジック】

・**Data**

図1はSDSSを用いた撮像データ。マゼンダのエラーバーがストリームの位置を示す。α<192°にambiguous partがあり、これが“スムーズな軌道からのズレ”に対応する。

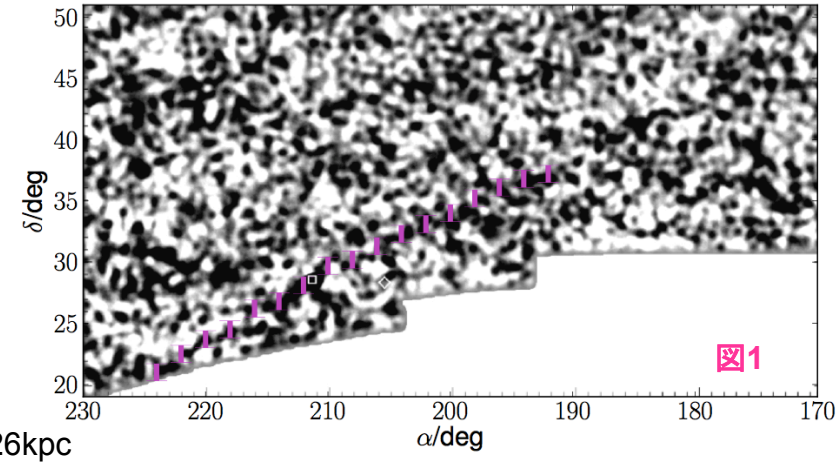


図1

・**Method**

仮定したポテンシャルモデル(式は次項に)

Disk: Miyamoto & Nagai (1975); M_disk=10^{11}Msun, R_{scale}=6.5kpc,Z_{scale}=0.26kpc

Bulge: Hernquist (1990); M_bulge=3.4×10^{10}Msun, r_{scale}=0.7kpc

Halo: cored triaxial logarithmic potential; r_halo=12kpc,q_2=1 (const)

軸比をパラメータとして軌道計算し、MCMC法でストリームの位置についてfittingを行う。

・**Result**

図2：赤線から矢印の方向に注目。

oblateとtriaxialにはsmooth orbitからズレた軌道があるのがわかる。

⇒これが、西端の“スムーズな軌道からのズレ”を再現している？

図3：oblate haloでのα-radial velocity, α-distanceの図。さらに制限を与えるにはα<192°の距離、動径速度の情報が必要。

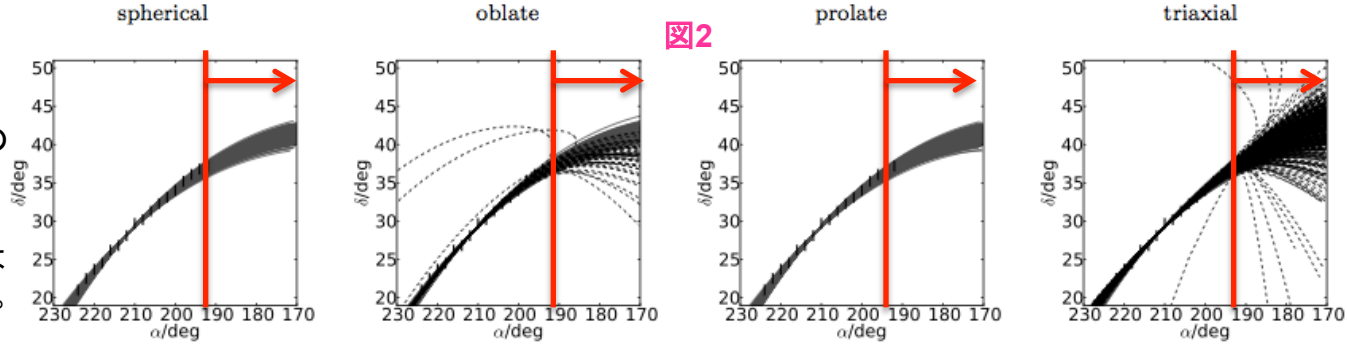


図2

【コメント】

・NFWプロファイルにしても結果はあまり変わらなかった。

・diskをexponential diskにしても結果は変わらなかった。よって、disk potentialの影響はほとんどない。

【感想】

・α<192°でstreamの同定が出来てないのは、計算結果のような”スムーズな軌道からのズレ”が本当にあるからなのだろうか？

・ストリームの位置とハローの形の関係は？

・Disk

$$\Phi_{\rm disc} = -\frac{GM_{\rm disc}}{\sqrt{R^2 + (a + \sqrt{z^2 + b^2})^2}}$$

・Bulge

$$\Phi_{\rm bulge} = -\frac{GM_{\rm bulge}}{r + c}$$

・Halo

$$\Phi_{\rm halo} = v_{\rm halo}^2 \ln(C_1 x^2 + C_2 y^2 + C_3 xy + (z/q_z)^2 + r_{\rm halo}^2)$$

$$C_1 = \left(\frac{\cos^2\phi}{q_1^2} + \frac{\sin^2\phi}{q_2^2}\right) \quad C_2 = \left(\frac{\cos^2\phi}{q_2^2} + \frac{\sin^2\phi}{q_1^2}\right) \quad C_3 = 2\sin\phi\cos\phi\left(\frac{1}{q_1^2} - \frac{1}{q_2^2}\right)$$

図3a

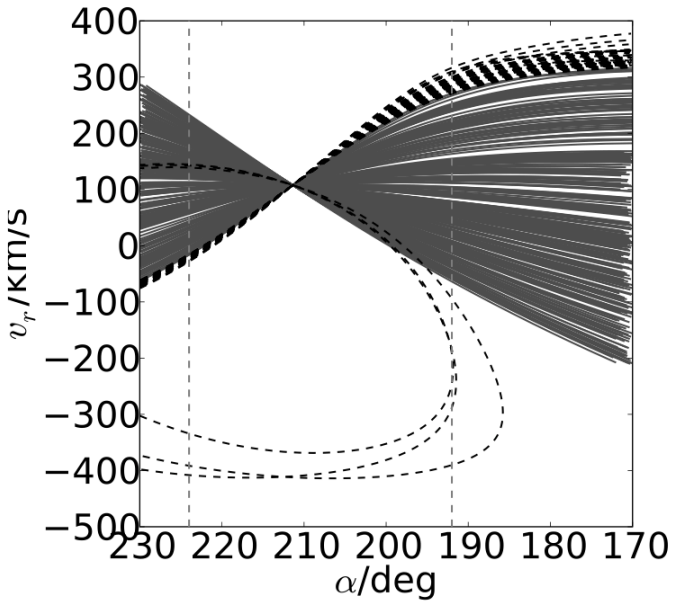


図3b

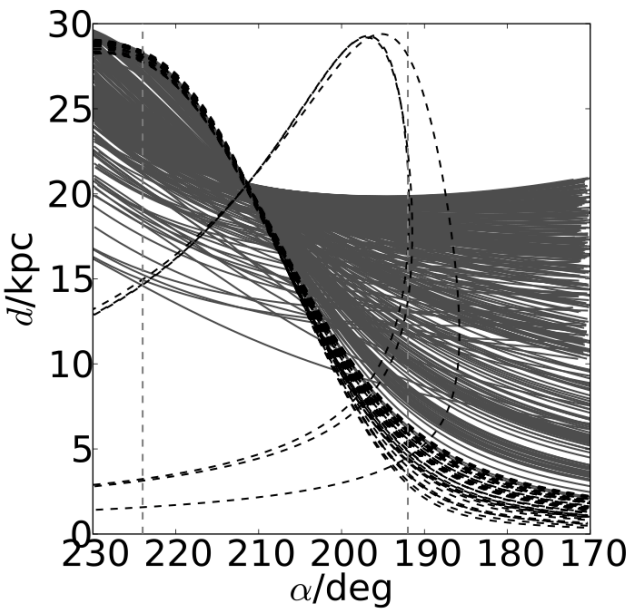


図2の線を、動径速度と距離で表した図

“Broken Degeneracies: The Rotation Curve and Velocity Anisotropy of the Milky Way Halo” GAゼミ@20120706 林 航平

Deason et al.2012, arXiv1204.5189

【アブスト】

銀河中心から16kpc<r<48kpcにあるBHBを用いて銀河系ダークハローについて調べた。力学平衡モデルは球状のポテンシャルにoblateな恒星系の数密度を入れた形を用いた。すると、ハローポテンシャルのスロープがγ～0.4で、速度非等方パラメータはβ～0.5となった。このβの値は太陽近傍とほぼ一致していて、太陽より広い範囲ではβ=constantの可能性を示唆した。さらに、その範囲での回転曲線を求めるとM_vir=10^{12}Msunでc_vir=20のモデルとよく一致することがわかった。これは銀河系ダークハローが高い中心集中度を持つ事が示唆される。

【ゴール】

銀河系ダークハローの解明

【オリジナリティ】

球対称ハロー+軸対称恒星系の力学平衡モデルを用いた。

【ロジック】

・Data

データはSDSS DR8で得られたBHB星(図1)。

Deason+2011によると、星の数密度が以下の軸対称系で表せる

$$\rho(r_q) \propto \begin{cases} r_q^{-2.3} & r_q \leqslant 27\ \mathrm{kpc} \\ r_q^{-4.6} & r_q > 27\ \mathrm{kpc} \end{cases} \qquad r_q^2 = R^2 + z^2/q^2 \quad q = 0.59$$

今回はdiskの影響を考えないr_q>27kpcの星を用いる(1933個)

・Distribution Function

DM halo: Φ∝$r^{-\gamma}$, stellar halo; ρ∝$r^{-\alpha}$ (single power law)

①球対称

$$F(E,L) \propto L^{-2\beta} f(E) \quad f(E) = E^{\beta(\gamma-2)/\gamma+\alpha/\gamma-3/2}$$

②恒星系を軸対称(de Bruijne+ 1996など)

$$F(E,L^2,L_z^2/L^2) \propto L^{-2\beta} f(E) h(e^2 L_z^2/L^2)$$;e=(1-q^2)^0.5

これらを用いて視線速度分散プロファイルで観測とfittingする。

・Result

表1＆図2:fitting結果。β～0.5,γ～0.4がbest fit。軸比が1の場合でも2つの値はさほど変化しないことがわかった。

傾向として、星の分布が潰れるとγがsteepになり、βがradiallyになる。

50kpc内の質量を計算すると、星密度の冪αの値が小さくなると質量が大きく変化する。先行研究と比べるとα=4.6の方がcommonly。

図3:銀河系の回転曲線。青の線と影が今回のbest fit。M_vir=10^{12}Msunでc_vir=20での回転曲線と良く一致している。

【コメント】

・M_vir=10^{12}Msunでc_vir=20はバリオンの非断熱圧縮を考慮すれば実現可能。

・軸対称にしてもβもγもあまり変化しない。重要なのは星密度のスロープの方。→球対称で考えても問題ない。

【感想】

・ハロー領域の星の運動はDM haloのポテンシャルが効くので、星密度のみを軸対称にしただけの結果はあまり変わらないのは当然な気が。

・Deason+2011の軸対称星密度分布はかなり有益。

図1

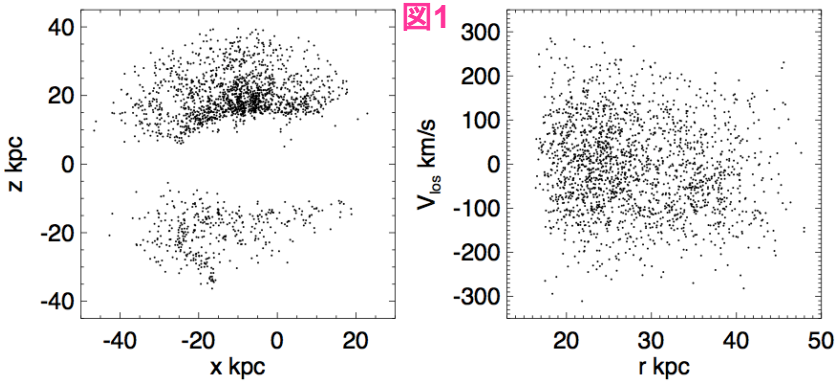


表1

α, q	γ	Φ_0 $10^5\mathrm{km}^2\mathrm{s}^{-2}$	β	$M(<50\mathrm{kpc})$ $10^{11}M_\odot$
4.6, 0.59	$0.4^{+0.04}_{-0.15}$	$4^{+0.5}_{-0.5}$	$0.5^{+0.08}_{-0.2}$	$4.2^{+0.4}_{-0.4}$
4.6, 1.0	$0.35^{+0.1}_{-0.18}$	$4^{+0.6}_{-0.5}$	$0.4^{+0.15}_{-0.2}$	$4.4^{+0.5}_{-0.5}$
3.5, 1.0	$0.35^{+0.08}_{-0.17}$	$3^{+0.5}_{-0.5}$	$0.4^{+0.1}_{-0.2}$	$3.3^{+0.4}_{-0.4}$

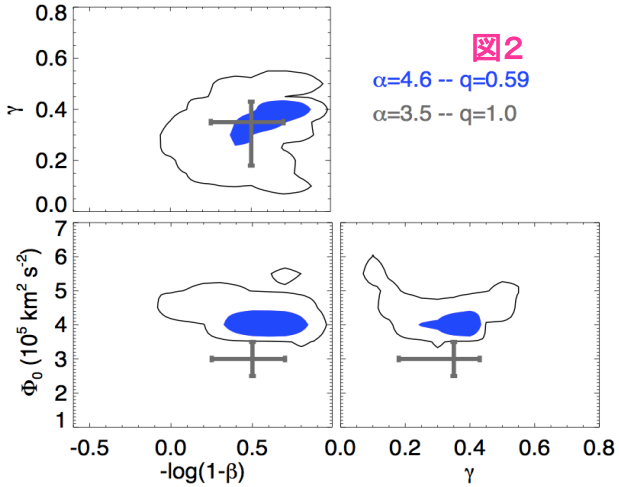


図3:銀河系の回転曲線。青の線と影がα=4.6, q=0.59の場合の回転曲線と1σエラー

