

Structure of Galactic Dark Halos

名古屋大学 吉田直紀

銀河サイズハローの構造について

- 1 系内矮小銀河の速度分散、質量、存在数
 - ダークマター質量
 - 初期パワースペクトル
- 2 矮小銀河の中心密度プロファイル
線観測の可能性

Cold Dark Matter Model



Generic prediction

1. Near scale-invariance

⇒ Rich small-scale structure

2. Objects form hierarchically: “bottom-up”

⇒ Mergers unavoidable

Crisis on Small Scales

– now and then –

- 回転曲線と密度プロファイル
- 衛星銀河の数とサブハローの量

Dark side

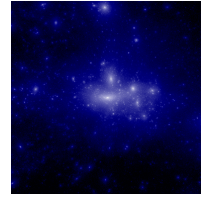
Interaction
Initial condition

Bright side

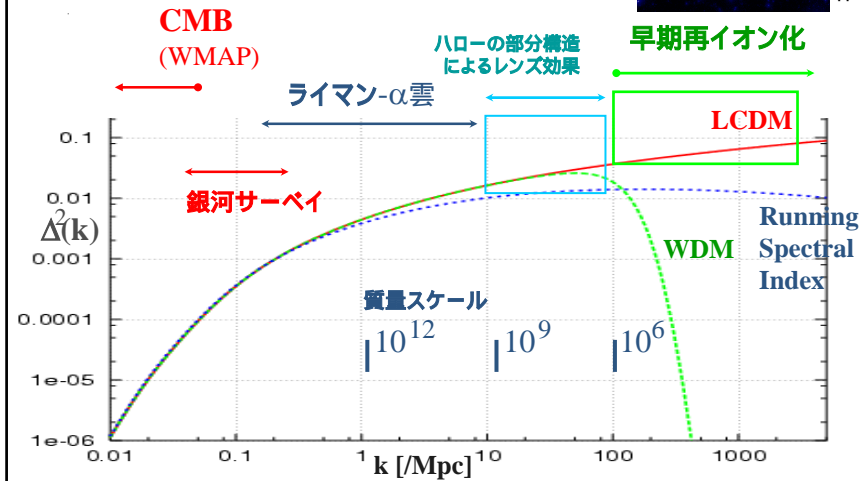
Feedback
(mechanical, radiative)

Cosmic Patchwork

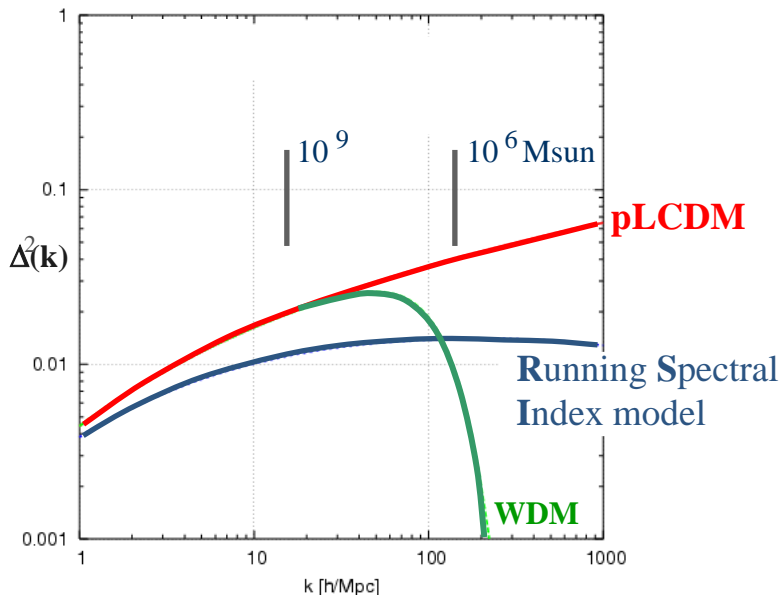
- 初期物質分布の“観測”



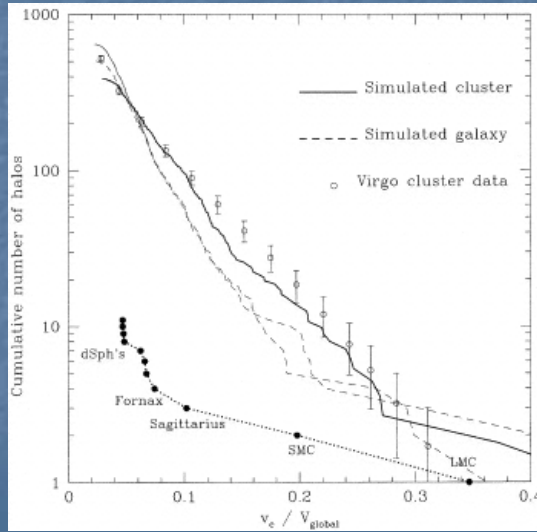
福重さん作



初期パワースペクトル: ΛCDM, WDM, RSI

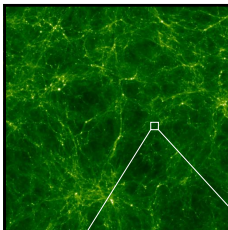


サブハロー曲線: CDMの場合

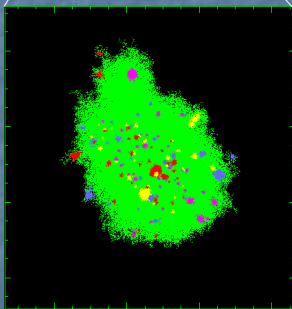


銀河サイズのハロー内のサブハロー

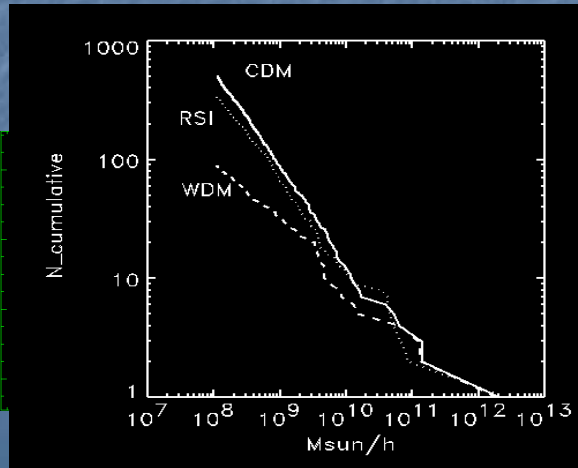
高解像度シミュレーションの結果



CDM

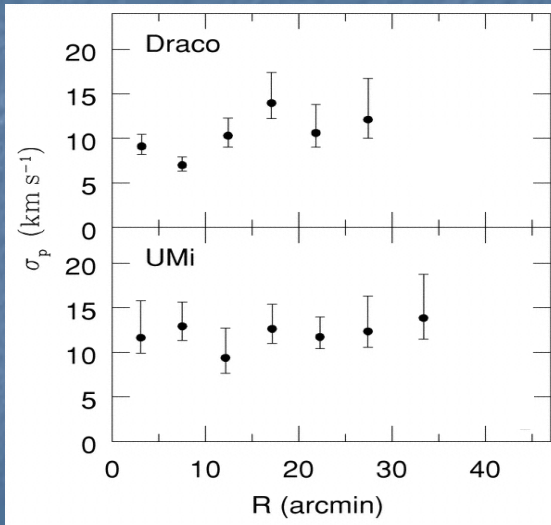


~ 7%



Yoshida (2006, in prep.)

最近の速度分散の観測



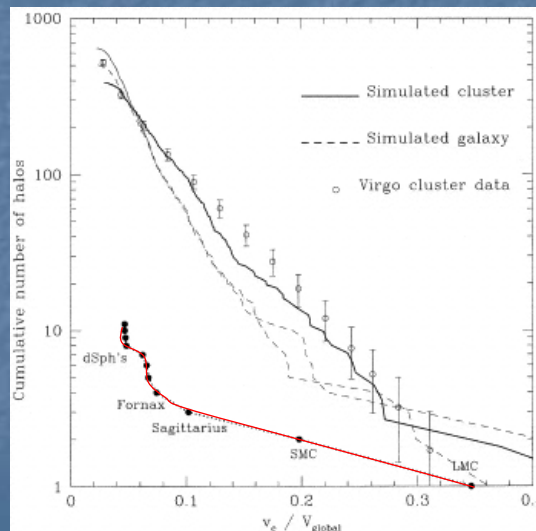
Wilkinson et al. (2005)
WHT wyffos

速度分散は $R > 1\text{kpc}$ の
ところで減少していることが
わかった。

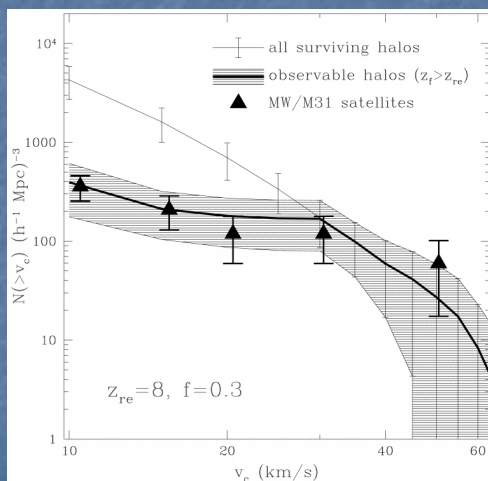


Tidal stripping ではない?
大きなハローの中にある?

サブハロー曲線の解釈



再イオン化原因説



Bullock et al. (2001)
Benson et al. (2002)
Kravtsov et al. (2003)

再イオン化時期以降
IGMの温度が高く
保たれ、それ以下の
温度(質量)の天体が
できなかった、とする説

ハローの内部構造を探るには

- 銀河系周辺の巨大暗黒ガス雲のサーベイ
- 重力レンズによるダークマターサブハローの検出 (遠方銀河、MW、M31、...))
- Neutralinoの対消滅による 線 (銀河中心、サブハロー中心から)



Neutralinos as Cold Dark Matter

- Why neutralinos, why not anything else ?

素粒子物理のポピュラーモデル SUSY

$50\text{Gev} < m_{\tilde{\chi}} < 10\text{TeV}$

- Why annihilating ?

消滅断面積と残留量

$$\begin{aligned}\sigma v_{\tilde{\chi}\tilde{\chi}} &= 3 \times 10^{-27} / (\Omega_{\tilde{\chi}} h^2) \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \\ &\sim 3 \times 10^{-26} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

Totani (2004)

Dark matter annihilation

- 消滅シグナル

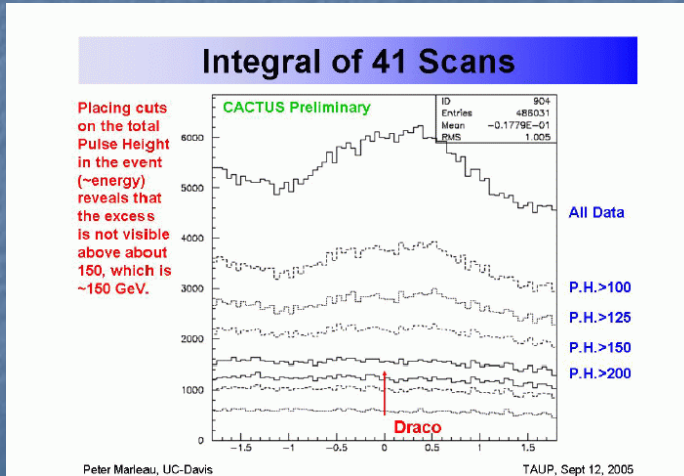
continuum/line gamma-rays, e^{\pm} , p , ap , ν

gamma-ray excess

positron/antiproton excess in cosmic rays

from particular regions

Gamma-rays from Draco - a smoking gun ?



TAUP meeting, P. Marleau

密度プロフィールとDM消滅率

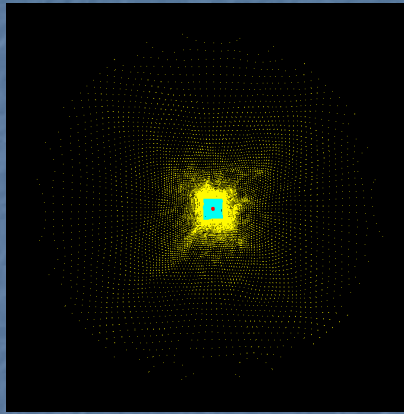
- 密度最大の場所 (= ハロー/サブハロー中心) からのシグナルが最大
- 中心付近ではガスの分布に多大に影響をうける (e.g. Gnedin et al. 2005)

$$F = \frac{\langle \sigma v \rangle}{2m_x^2} \int \frac{\rho^2(r)}{4\pi D^2} d^3x$$

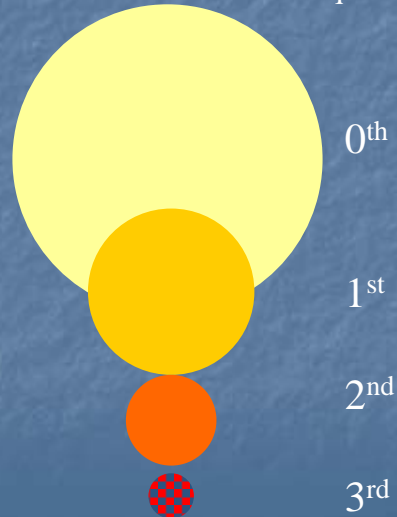
- $\rho \sim r^{-1.5}$ で中心で発散

多階層シミュレーション

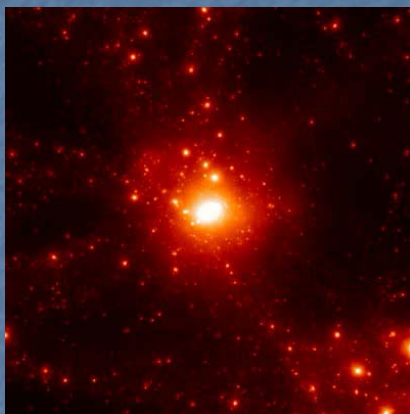
Multi-level zoom-in technique



40 Mpc



Simulated “Milky Way” halo



$M = 3 \times 10^{12} M_{\text{sun}}$
 $m_p = 4 \times 10^6 M_{\text{sun}}$

3 runs
DMonly

DM + gas +
radiative cooling (凝縮)

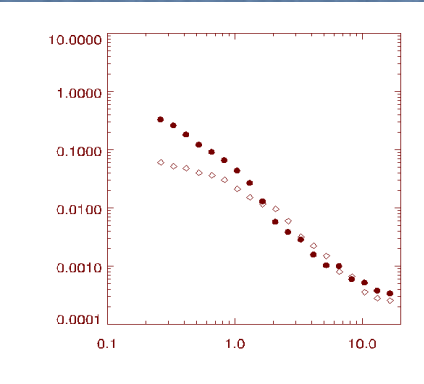
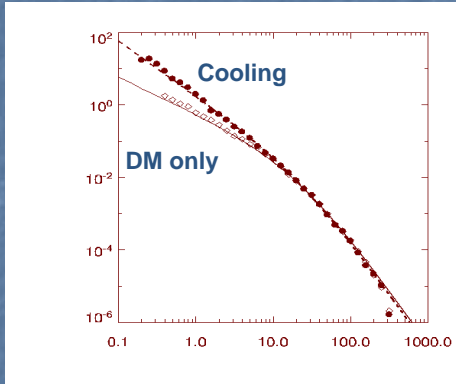
~~SF + Feedback~~

Movie by Felix Stoehr

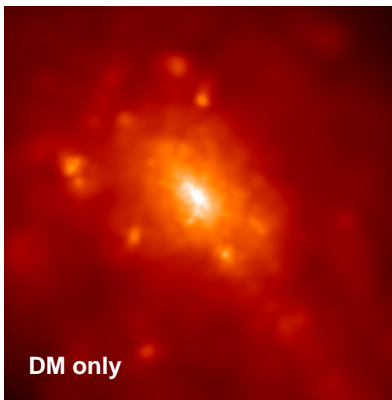
密度プロファイル

親ハロー

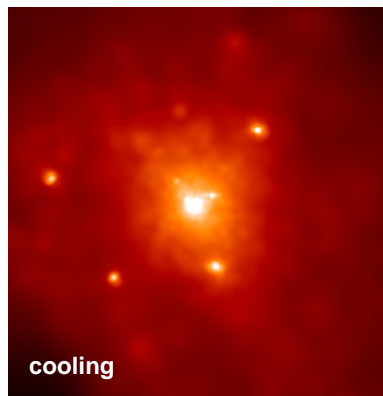
サブハロー



線シグナル($\sim \rho^2$)



DM only



cooling

サブハローからの寄与は<2%

この場合は個々のサブハローは明るい

実際の分布が右図に近いなら、サブハローを検出できる可能性が極めて高い

まとめ

- サブハローの量、ダークマター、銀河形成観測量(速度分散、回転曲線)の解釈と詳細なモデル化の必要
- サブハローの密度プロファイル
baryonic physics を含めた詳細な計算
SFR, feedbackについての“観測からの”input
GLASTによる直接観測