

2006年2月20日・国立天文台

銀河系2006研究会

## 天の川創成プロジェクト

和田桂一 (NAOJ)

富阪幸治、小久保英一郎 (NAOJ)

牧野淳一郎 (東大)

吉田直紀 (名大)

台坂博、斎藤貴之、出田誠 (NAOJ)



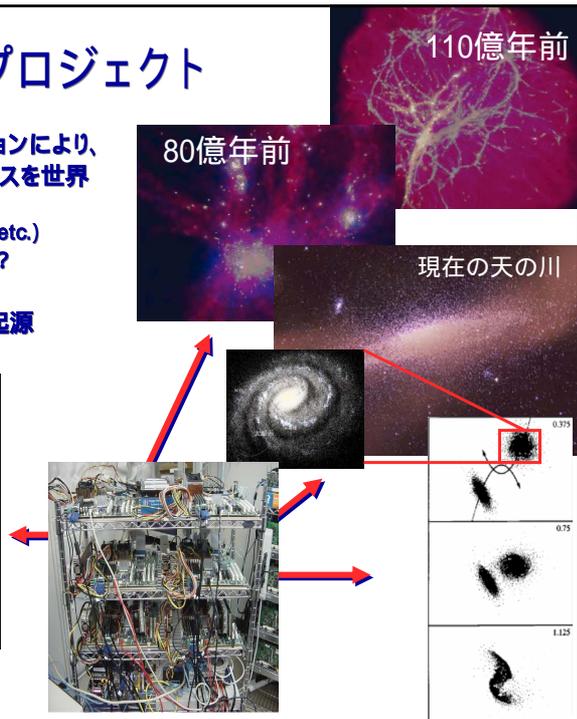
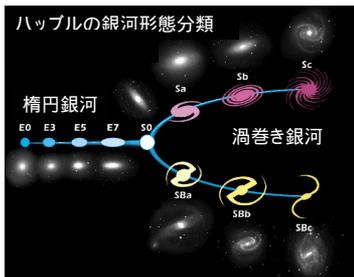
## 天の川創成プロジェクト

第一原理に基づく理論シミュレーションにより、  
1) 天の川銀河の形成進化のプロセスを世界  
ではじめて示す。

- ◆ 天の川の3次元構造 (DM分布 etc.)
- ◆ 既知の素過程に問題があるか？

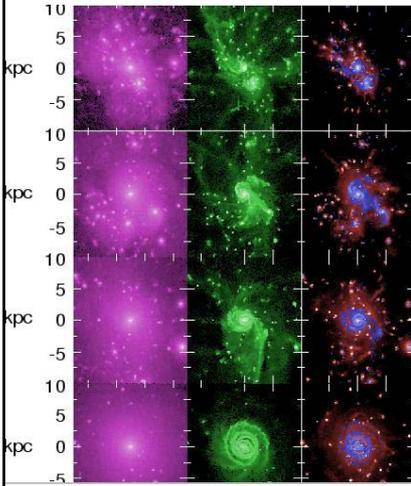
2) 銀河形態の起源を探る

3) 銀河中心巨大ブラックホールの起源

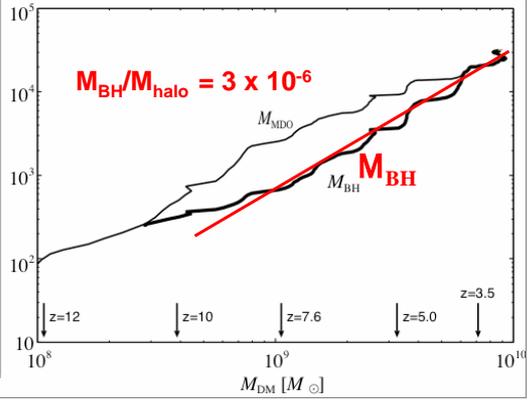


川勝、齋藤、KW (2005)

## Coevolution of $M_{BH}$ and $M_{halo}$



$M_{BH}/M_{halo}$  is nearly constant from  $z \sim 8$  to  $z \sim 2$ .



Baes et al. (2004)

$$\frac{M_{BH}}{10^8 M_{\odot}} \sim 0.11 \left( \frac{M_{DM}}{10^{12} M_{\odot}} \right)^{1.27}$$

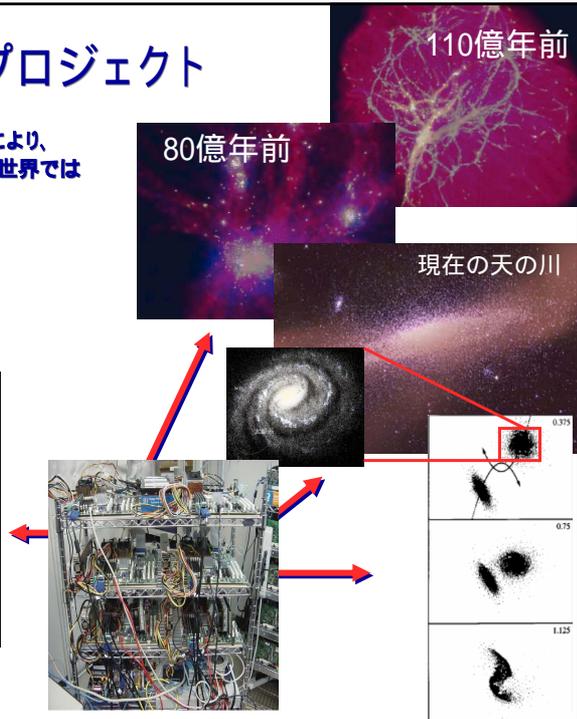
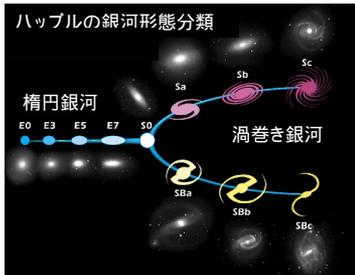
$\rightarrow M_{BH,max} \sim 3 \times 10^4 M_{sun}$  at  $z \sim 2$

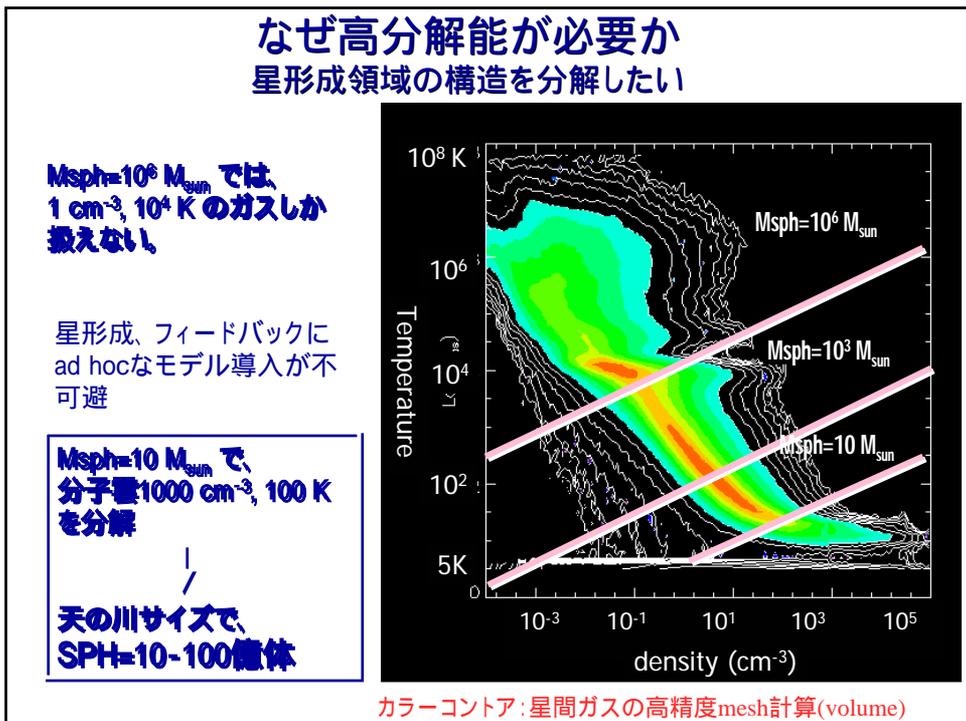
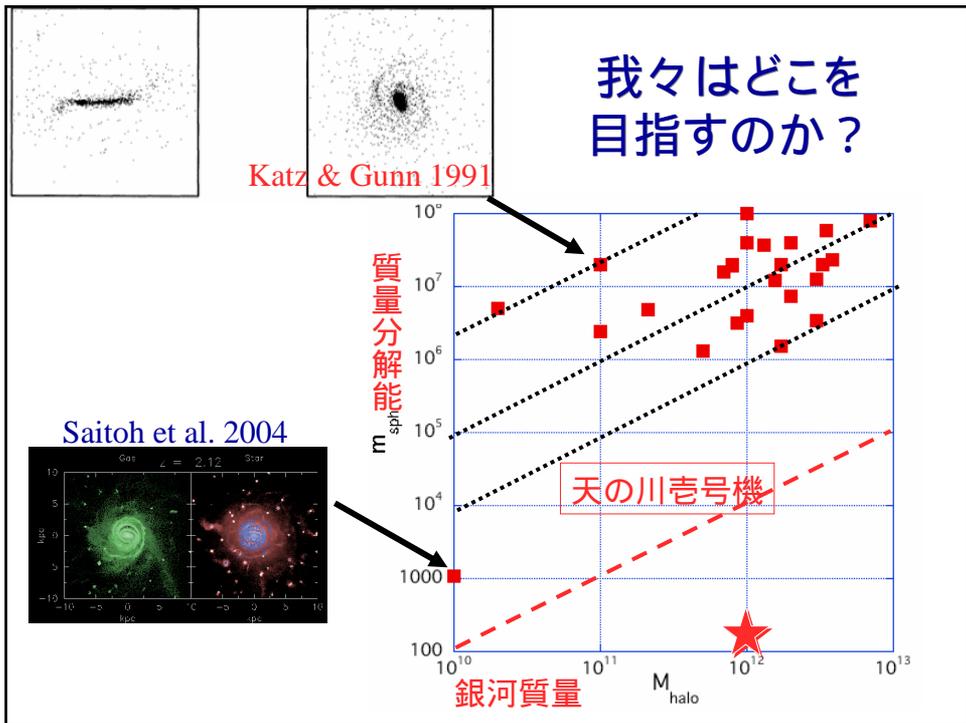
## 天の川創成プロジェクト

第一原理に基づく理論シミュレーションにより、  
1) 天の川銀河の形成進化のプロセスを世界ではじめて示す。

- ◆ 天の川の3次元構造
- ◆ 既知の素過程に問題があるか？

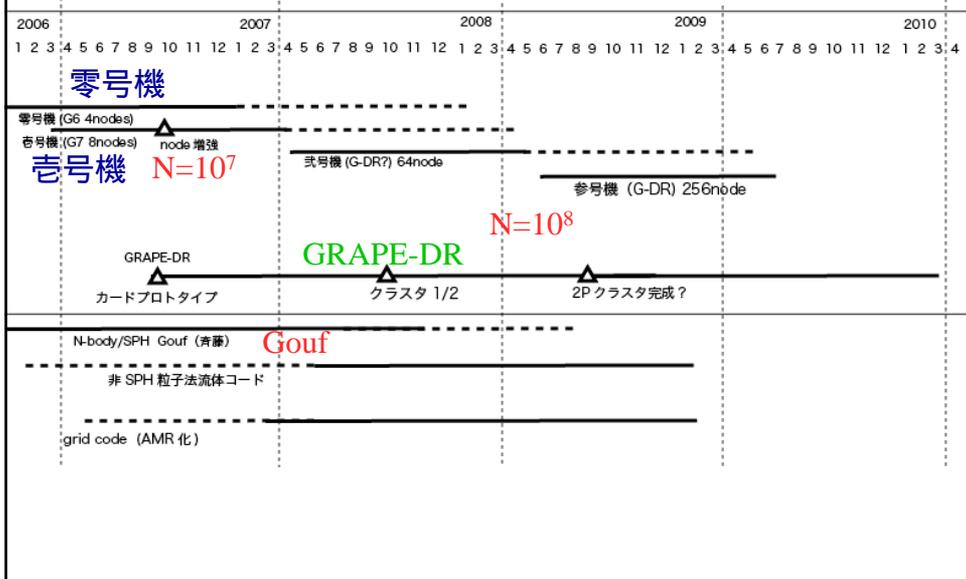
- 2) 銀河形態の起源を探る
- 3) 銀河中心巨大ブラックホールの起源





# 天の川創成プロジェクト 開発スケジュール(ハード、ソフト)

天の川創成プロジェクト 開発スケジュール

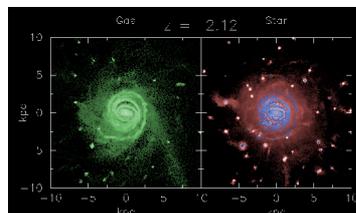


## 零号機

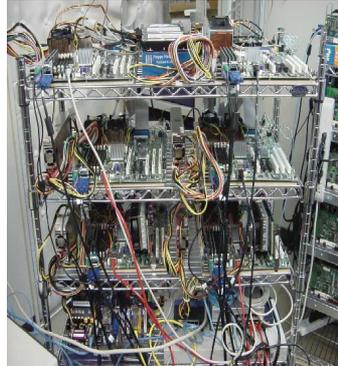
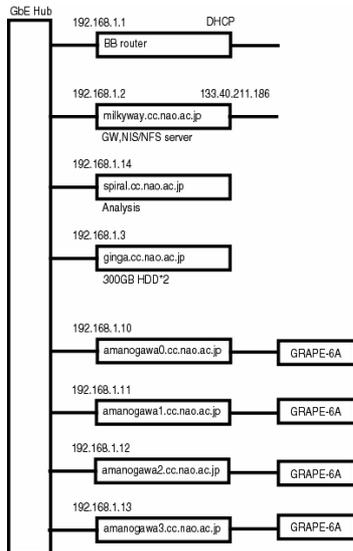
科研費基盤B、台内予算で開発

- ◆ 4 CPU (Xeon)+GRAPE-6A
  - ◆ 銀河形成並列計算コードの開発
  - ◆ 性能評価 (ピーク性能0.2TF程度 ~ VPP5000/32)
- ◆ プロダクトラン
  - ◆ Total mass  $10^{10} M_{\text{sun}}$  (ISM  $10^9 M_{\text{sun}}$ )の銀河形成
  - ◆ ガス質量分解能  $500 M_{\text{sun}}$  SPH 200万體
  - ◆ 数週間/1モデル
    - ◆ Cf. 現状  $1000 M_{\text{sun}}$  w/ SPH 100万體
    - ◆ 6ヶ月/1モデル (GRAPE-5)

GRAPE5による  
100万體SPH計算  
©斎藤貴之



# 零号機構成



詳しくは、台坂博「天文学とUNIX」(UNIX Magazine)の連載

## 天の川零号機 仕様

表 2 天の川零号機の名マシンの仕様

	サーバー	計算ノード	予備ノード
ホスト名	milkyway	amanogawa0~3	spiral
CPU (Xeon EM64T)	3.6DGHz (デュアル)	3.6DGHz (シングル)	3.2DGHz (シングル)
マザーボード	Intel E7520BD2 (7520 チップセット)		
メモリ	DDR-400 reg. 512MB×4		DDR-333 1MB×2
内蔵 HDD (OS 用)	40GB ATA133		
外部 HDD	—	300GB×2 SATA	—
OS	Fedora Core 2	FreeBSD 5.4R amd64	Fedora Core 2

GRAPE-6A 400GFlops

## 壱号機(プロトタイプ2号) 2006年度

- ◆ Total mass:  $10^{10} M_{\text{sun}}$  (ISM  $10^{8-9} M_{\text{sun}}$ )
- ◆ ガス質量分解能  $100 M_{\text{sun}}$  (星形成領域分解)  
SPH 1000万體
- ◆ 恒星系空間分解能 10-100 pc (diskがなんとか分解) N体粒子 1000万體
- ◆ 1モデル/1ヶ月

## 天の川壱号機仕様

製作: 1~2ヶ月以内、夏までに1000万體計算

8ノード: Opteron 250(2.4GHz)/2GB +GRAPE7

GRAPE-7  
(Fukushige et al.)

無衝突系用(G5後継機)、  
PCI-Xバス 1GB/s (PCIの8倍)  
FPGA(再構成可能デバイス)によるコスト削減  
ピーク性能: 0.7TFlops (G5の15倍、G6Aの2倍)

予算が獲得できれば、ノード数を増加

コード開発(純国産) 齋藤貴之(国立天文台)

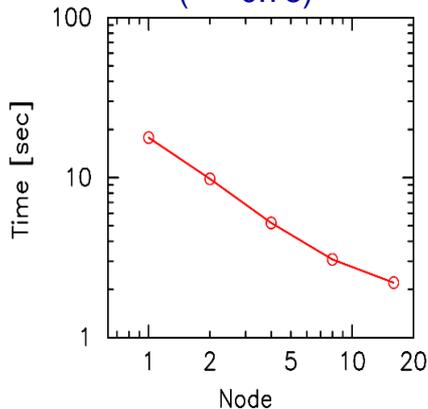
## Gouf<sup>仮</sup>

- ◆ 領域分割: Bisection
- ◆ 重力: Tree+GRAPE
- ◆ 流体: Smoothed Particle Hydrodynamics
- ◆ ガス冷却 & 超新星爆発: Type Ia/II
- ◆ 並列方法: Message Passing Interface

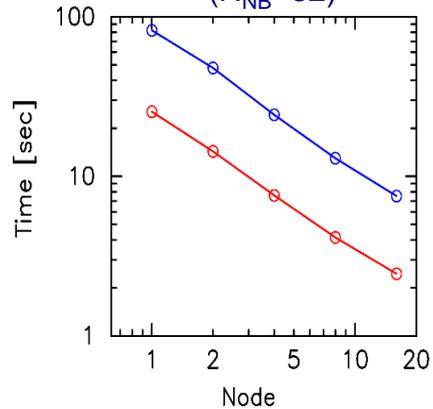
コードチューニング中

### ベンチマーク(100万粒子一様球)

重力計算  
( $\beta = 0.75$ )



流体計算  
( $N_{NB}=32$ )



ホスト: Pentium 4 3.6GHz + GRAPE-5 x 16(MUV)

**860万粒子/16node 重力12sec, 流体80sec/step**