

コンピューターシミュレーション でさぐる宇宙の謎

滝沢元和

(山形大学理学部物理学科)

2009年11月22日(日)

とんではねる活動宇宙～ムービーで楽しむ宇宙～

宇宙の階層構造

- 宇宙はどんなふうになっているのだろうか？。
- おおきさごとにいろいろなものが見られる。

——>宇宙の階層構造

- 小さい——>大きい ≡ 近い——>遠い
- 地球からスタートしてより大きな(遠くの)ものをながめてみる。

地球



- おもさ
6000兆 × 100万トン
(1トン = 自動車1台分)
- 大きさ 6375 km
(JR山形駅 - 山形大が約2km)
- 中心に鉄のコア
- そのまわりを岩石
- さらにそのまわりをうすい空気の層

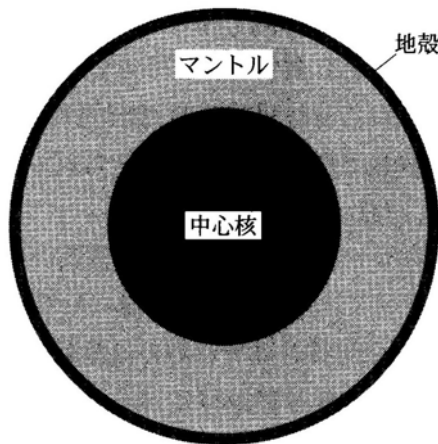
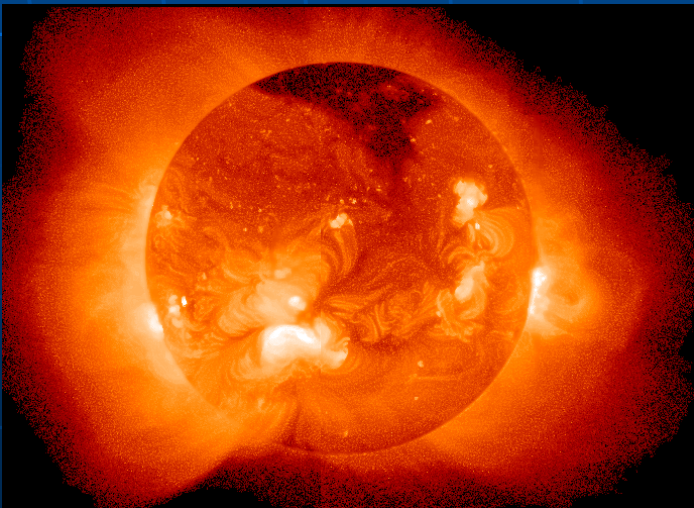


図 2.1 地球型惑星の内部構造.

太陽



- 重さ 地球の33万倍
- 大きさ 地球の110倍
- 地球から一番近い普通の星
- 遠くにあれば夜に見える星々と同じように見えるはず。



太陽系



- 太陽を中心にして、そのまわりをいろいろなものがまわっている。
- 惑星(水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星)とそれらの衛星(月など)
- 小惑星
- 彗星
- 太陽系外縁天体(冥王星など)

星の世界



うまれてまもない星。
(プレアデス星団)



太陽は大人の星。
遠くから太陽を見れば
夜空に見える普通の星々
のようにみえるはず。

宇宙にはガスやチリがあつまっているところがあります。そのなかでさらにガスやチリがあつまって星は生まれます。



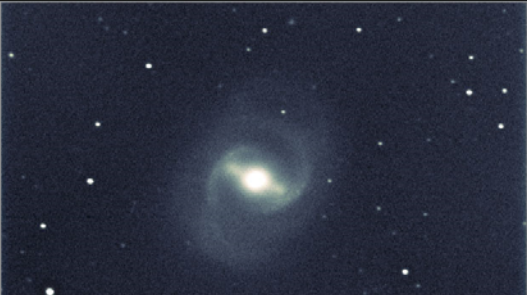
だえん銀河

口径60cmカセグレン式反射望遠鏡 (F12→F7.31, レデューサ使用)
冷却CCDカメラ (Ultima CI-16)
露出時間: 10分×5, フィルタ: R-60, 疑似カラー処理, 画像範囲: 12.63×8.51'
観測場所: 国立天文台 (三鷹)

H. Fukushima and Y. Ishibashi 国立天文台 広報普及室



NGC4548 [M91?] (かみのけ座にある棒渦巻銀河)



ぼううずまき銀河

M91は、メシエのカタログの位置には存在が確認されていない。いくつかの候補、説があるが、NGC4548はそのうちのひとつである。

口径80cmカセグレン式反射望遠鏡 (F12), 液体窒素式冷却CCDカメラ (Astronom 3000SP-S)
露出時間: 6分×6, フィルタ: 1バンド, 疑似カラー処理, 画像範囲: 12.80×8.71'

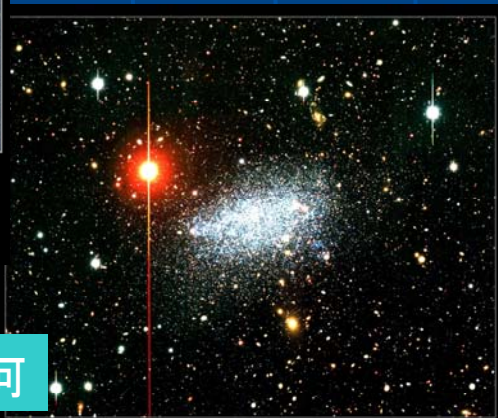
H. Fukushima and T. Sekiguchi 国立天文台 広報普及室

ふきそく銀河

うずまき銀河



M 63 (NGC 5055) Suprime-Cam (B, V, H α)
Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan June 22, 2000
Copyright © 2000 National Astronomical Observatory of Japan, all rights reserved

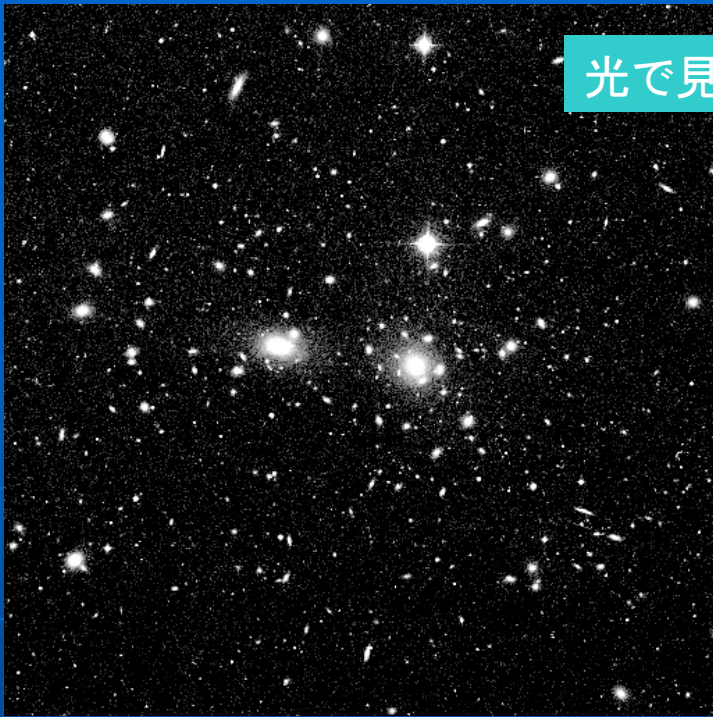


Dwarf Irregular Galaxy Leo A Suprime-Cam (B, R, z')
Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan
Copyright © 2004 National Astronomical Observatory of Japan. All rights reserved.

銀河

- 太陽のような星が数千億個ぐらいのグループ。
- さまざまなかたち
 - だえん銀河
 - うずまき銀河
 - ぼううずまき銀河
 - ふきそく銀河
- 星、ガス、光らない謎の暗黒物質(ダークマター)

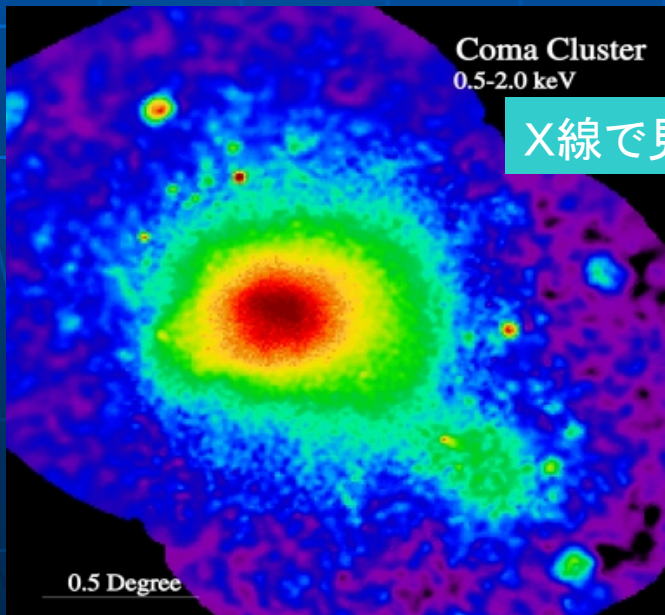
光で見た銀河団



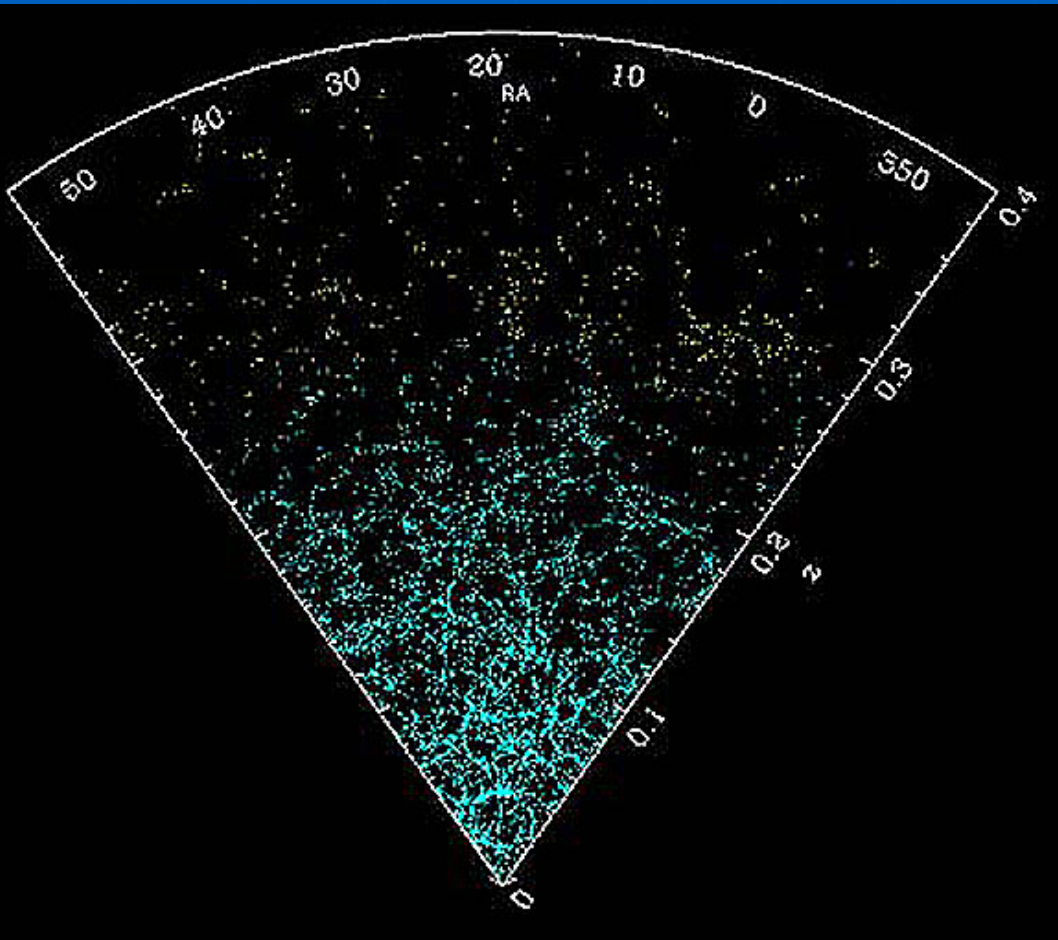
銀河団

- 銀河もグループをつくっている。
- 数10—1000個程度の銀河
- 熱い(1億度)ガス
- 正体不明の暗黒物質

X線で見た銀河団



宇宙の大規模構造



- 銀河がどこにあるかしらべてみた(宇宙の地図作り)。
- たくさんあるところも、ほとんどないところも
- 網の目のよう。

宇宙の階層構造：おさらい

地球



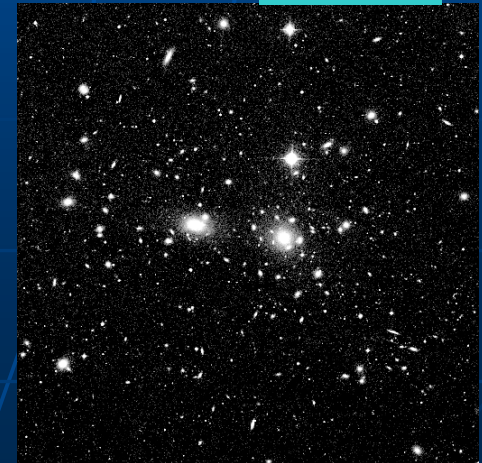
太陽系



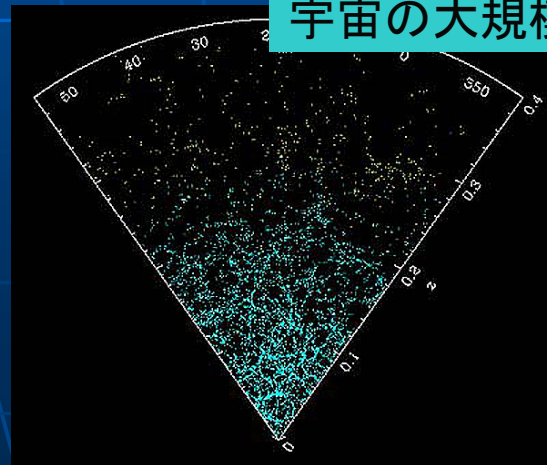
銀河



銀河団



宇宙の大規模構造



どうしてこんなものが
できてきたのか？

コンピューターシミュレーション

- 普通は、理論(頭で考える&紙と鉛筆で計算)+観測(しっかり観察)+実験(うごかしてみる)。
- でも宇宙でおきていることを実験することはむづかしい(ほとんど無理)
 - おおきさ、重さ、時間のスケールが全然違う。
 - 地球上ではつukれないようなとくべつなじょうたい(すごく熱い、すごく強い力、ものがほとんどない)
- けど自然のルールは地球の上でも遠くの宇宙でもおなじ(はず)。
- ルールがわかっていれば、コンピューター上でシミュレーションをする。
——> 理論、観測に続く第3の柱

どんなコンピューターを使うの



国立天文台の一般計算
サーバー
ほとんど手作りです。

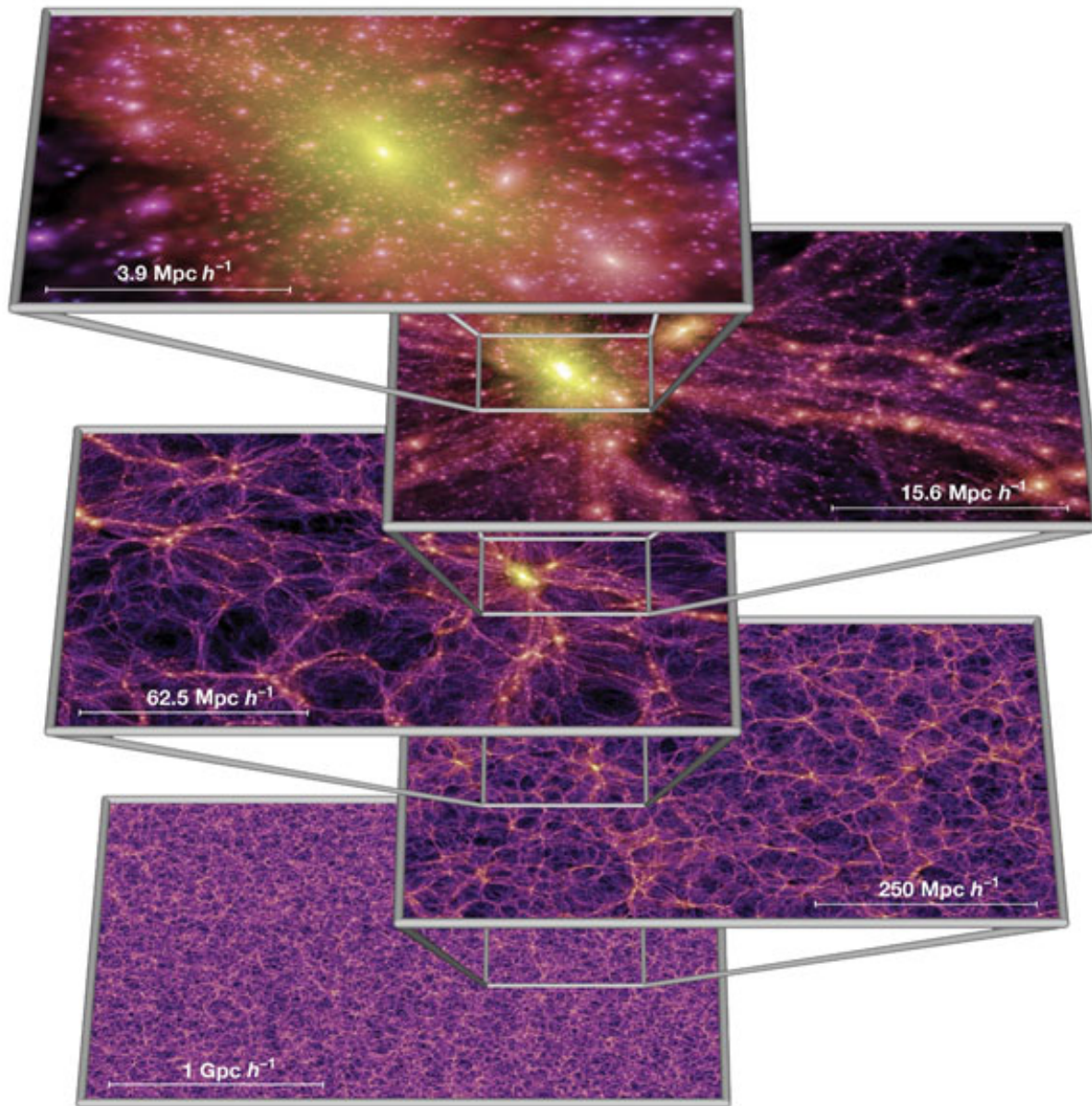


国立天文台のCray XT4

少し高級なパソコンが700台
ぐらい集まった物



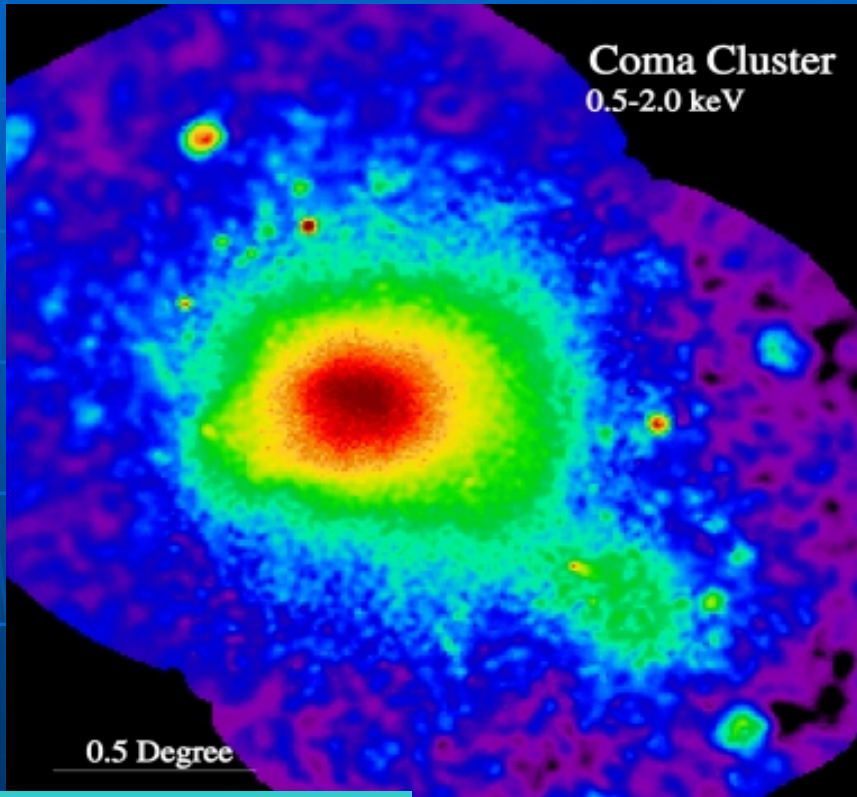
普通のパソコンでも
けっこうできます。



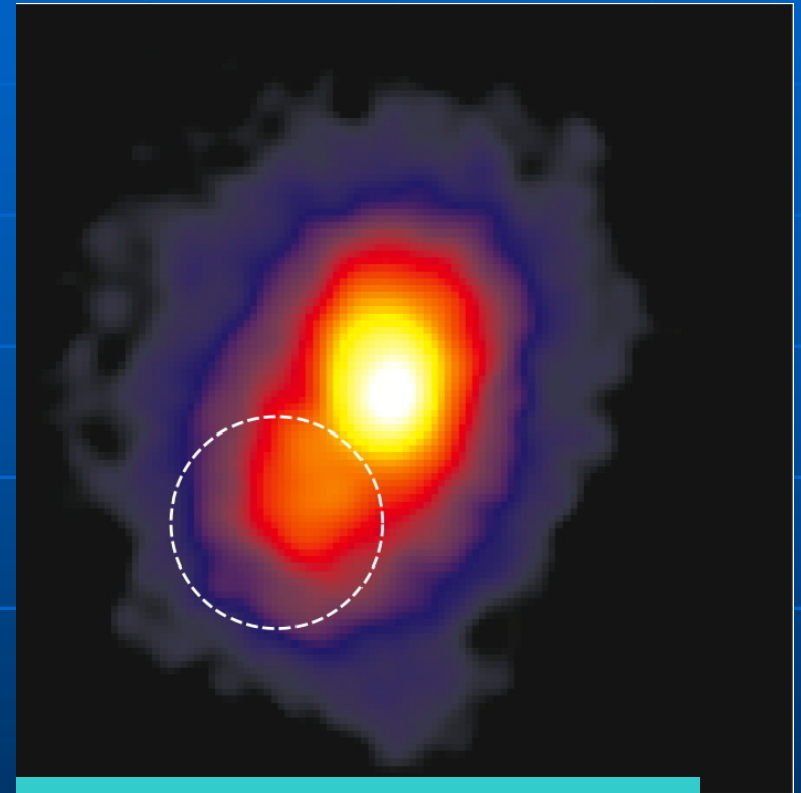
宇宙の大規模構造の
コンピュータシミュレーション
(Springel et al. 2005)

宇宙での暗黒物質
(ダークマター)
の分布の様子

しょうとつしている？ 銀河団



かみのけ座銀河団



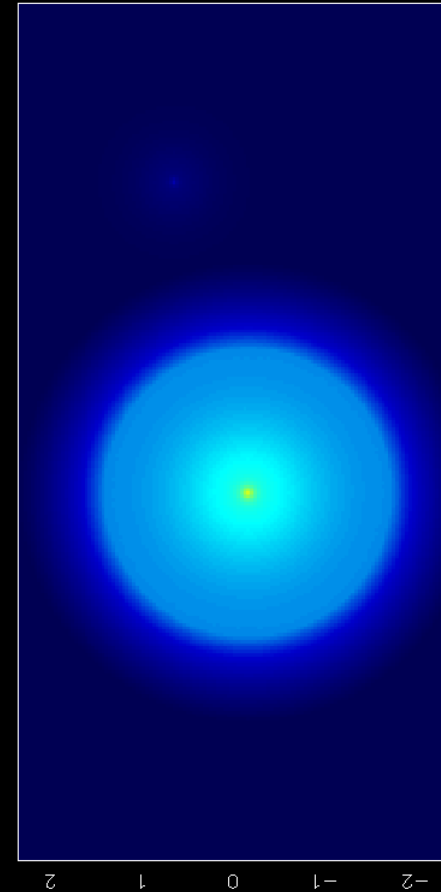
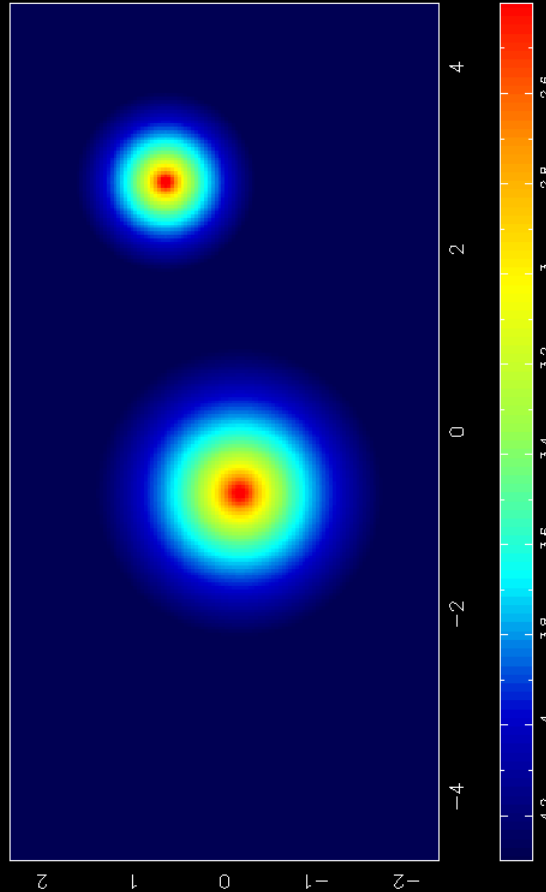
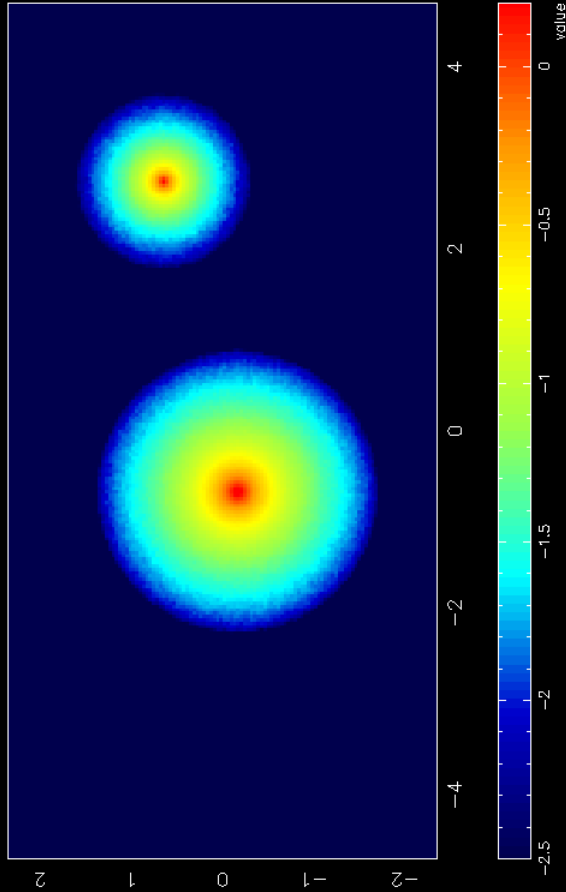
点線で囲んだ部分には宇宙でも最も熱い(約3億度)ガスが見つかっている

銀河団のしょうとつのコンピューターシミュレーション

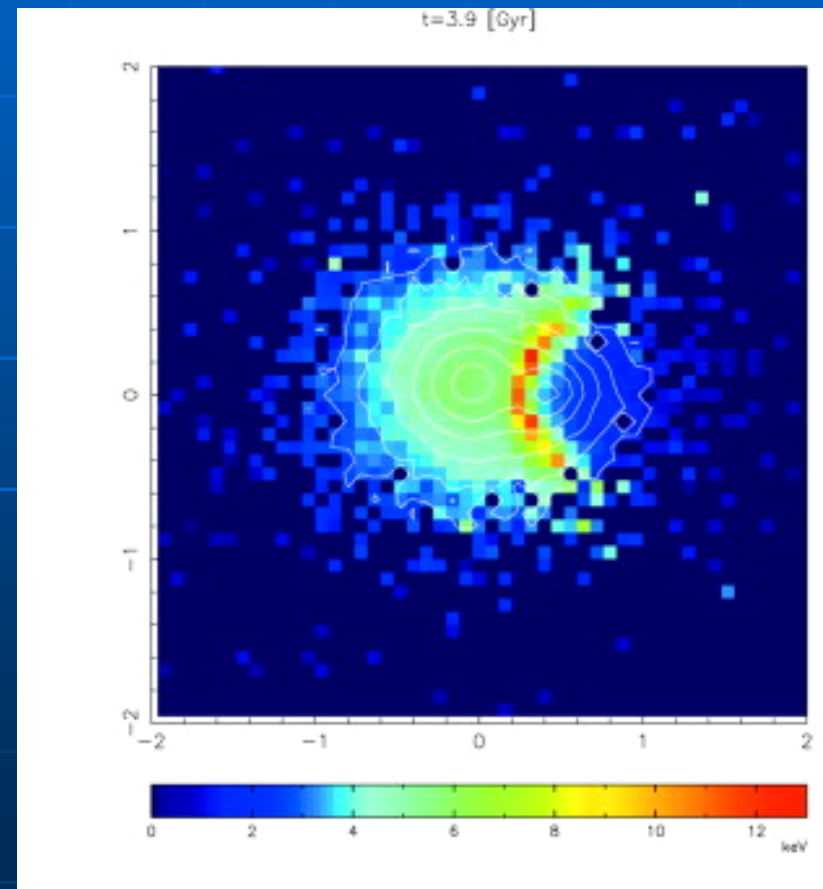
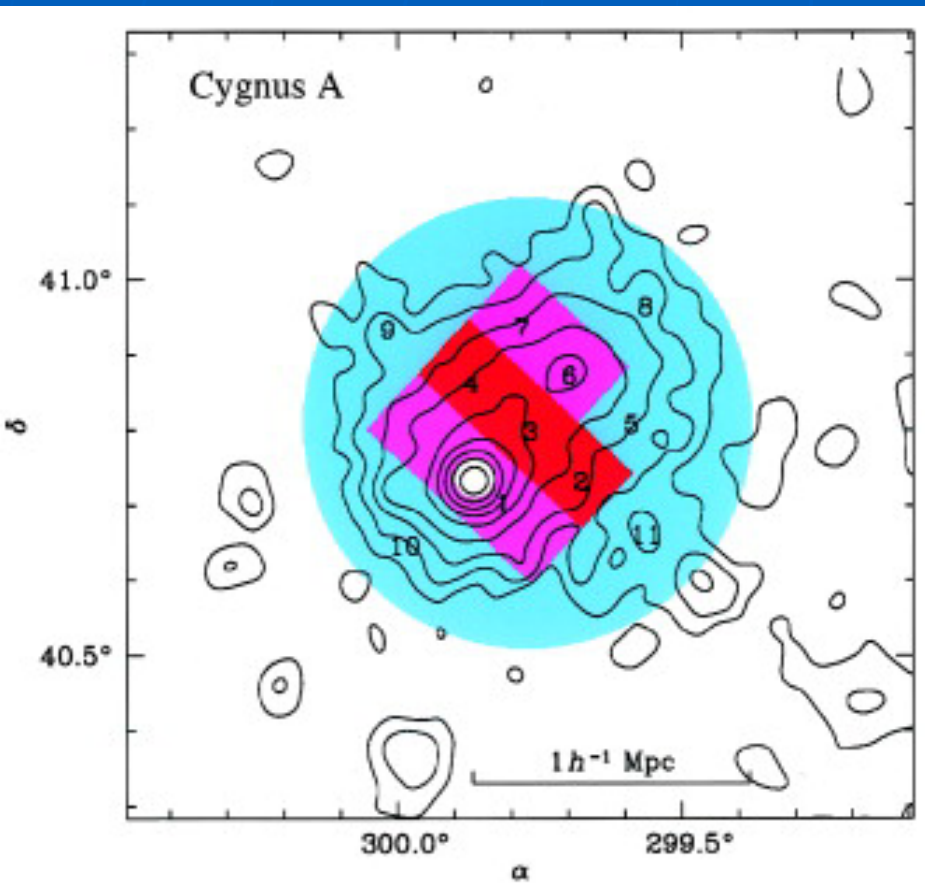
暗黒物質(ダークマター)

ガス

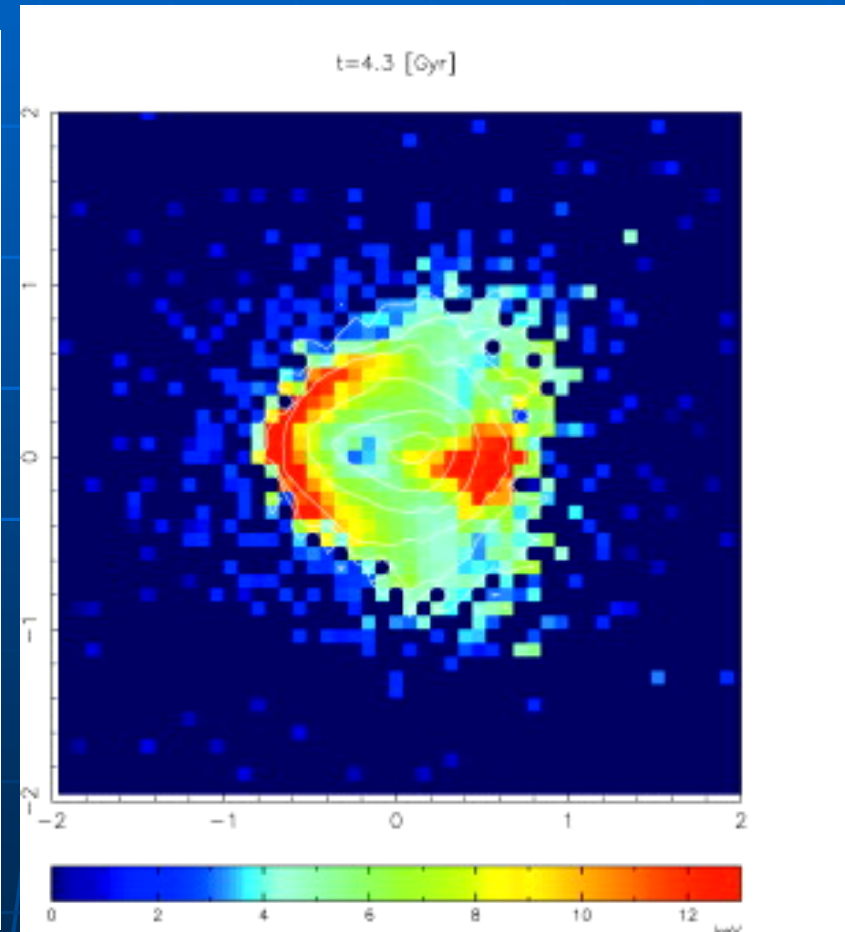
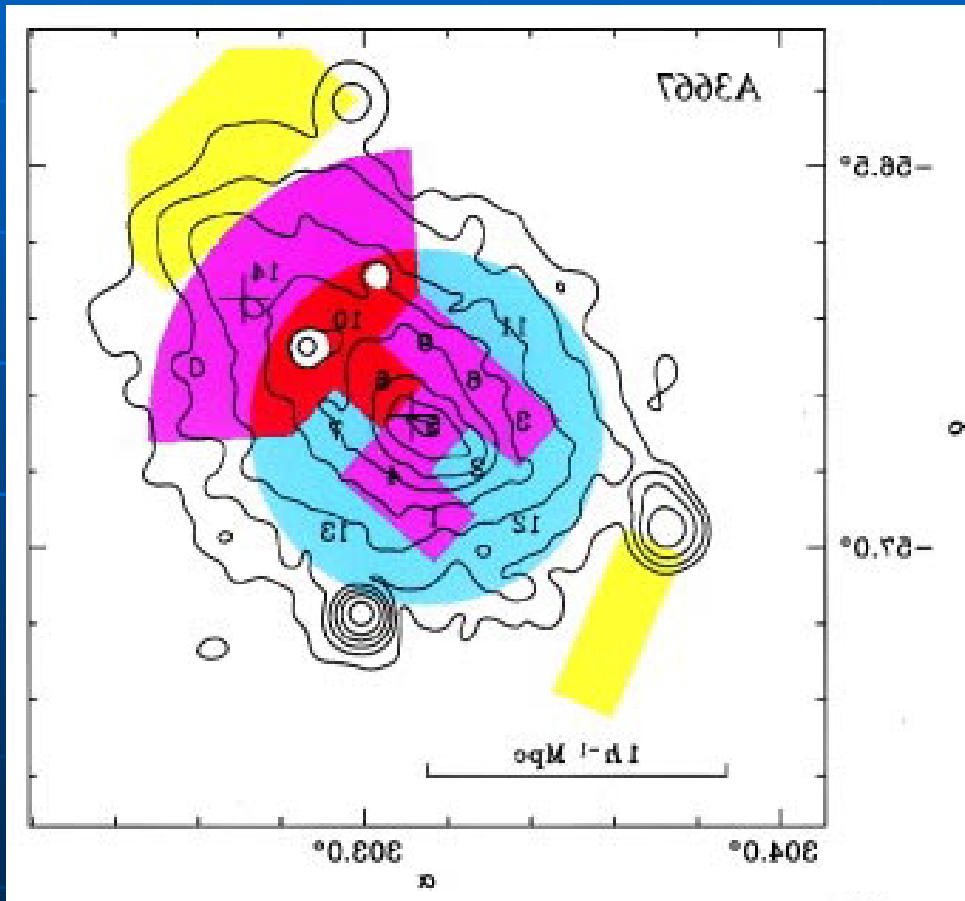
ガスの温度



二つ目玉型:しょうとつ前のすがた



横のび型：しょうとつ直後のすがた



まとめ

- 宇宙にはおおきさごとにさまざまな種類の天体がある(宇宙の階層構造)。
- 星のグループが銀河、銀河のグループが銀河団。
- 宇宙でおきていることを地球上で実験することはたいへんむつかしい。
- 自然のルールは宇宙でも地球でも(たぶん)同じなので、コンピューターでシミュレーションをすることで宇宙の謎にせまることができる。