

Ⅲ 宇宙の果てを見る

宇宙の誕生

宇宙マイクロ波背景放射

第一世代天体

原始銀河

銀河宇宙

遠くの宇宙は
過去の宇宙

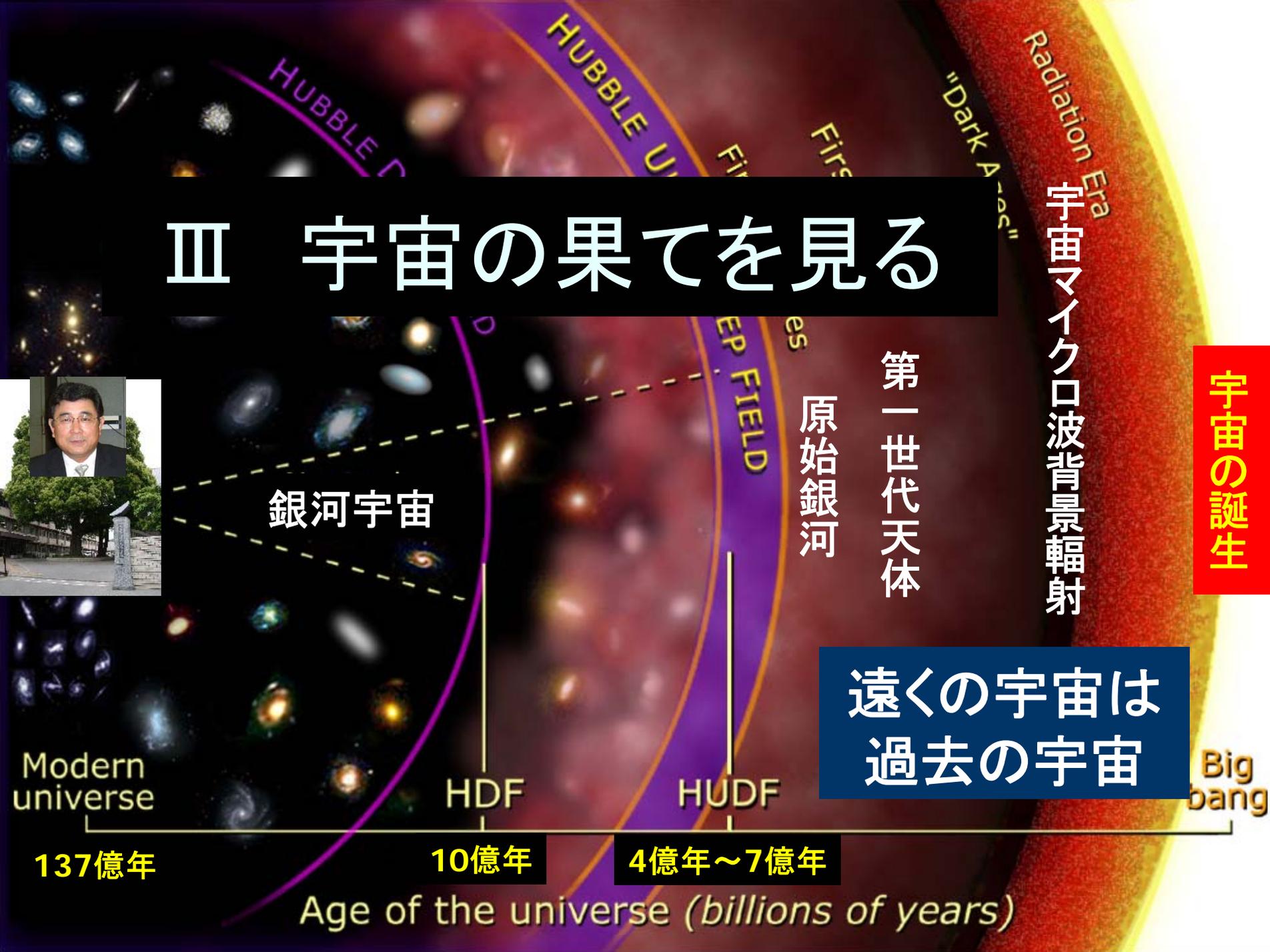
Big bang

137億年

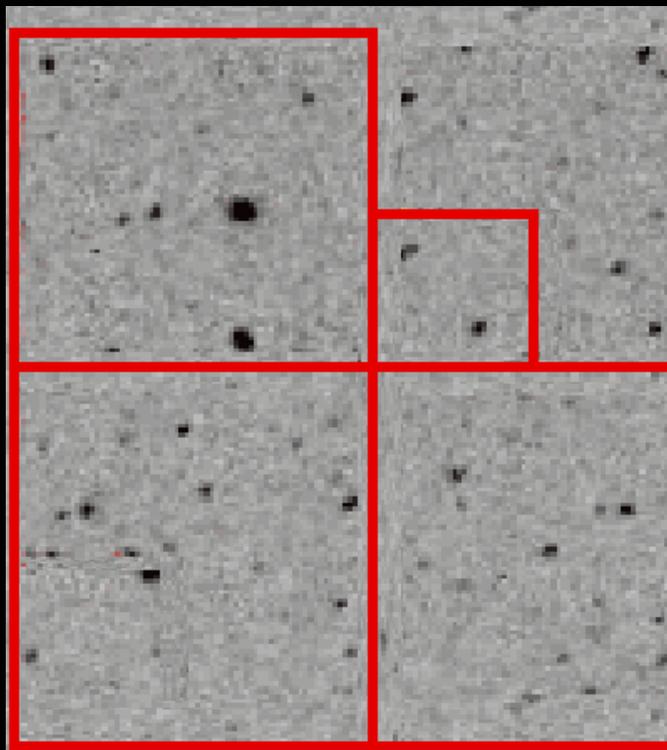
10億年

4億年~7億年

Age of the universe (billions of years)



宇宙を見る目 の進歩



地上4m望遠鏡+CCD
100×写真乾板



Hubble Deep Field
ST ScI OPO January 15, 1996 R. Williams and the HDF Team (ST ScI) and NASA

HST WFPC2

ハッブル宇宙望遠鏡+CCD:1000×
地上望遠鏡

SDSS (スローンデジタルスカイサーベイ) 米国ニューメキシコ州アパッチポイント天文台



NHK教育TV “サイエンスゼロ” 2003年6月11日放映



史上最大の銀河地図作りをめざして： 日米独共同スローンデジタルスカイサーベイ

8千万個の銀河を観測、そのなかの80万個の銀河の3次元地図作り

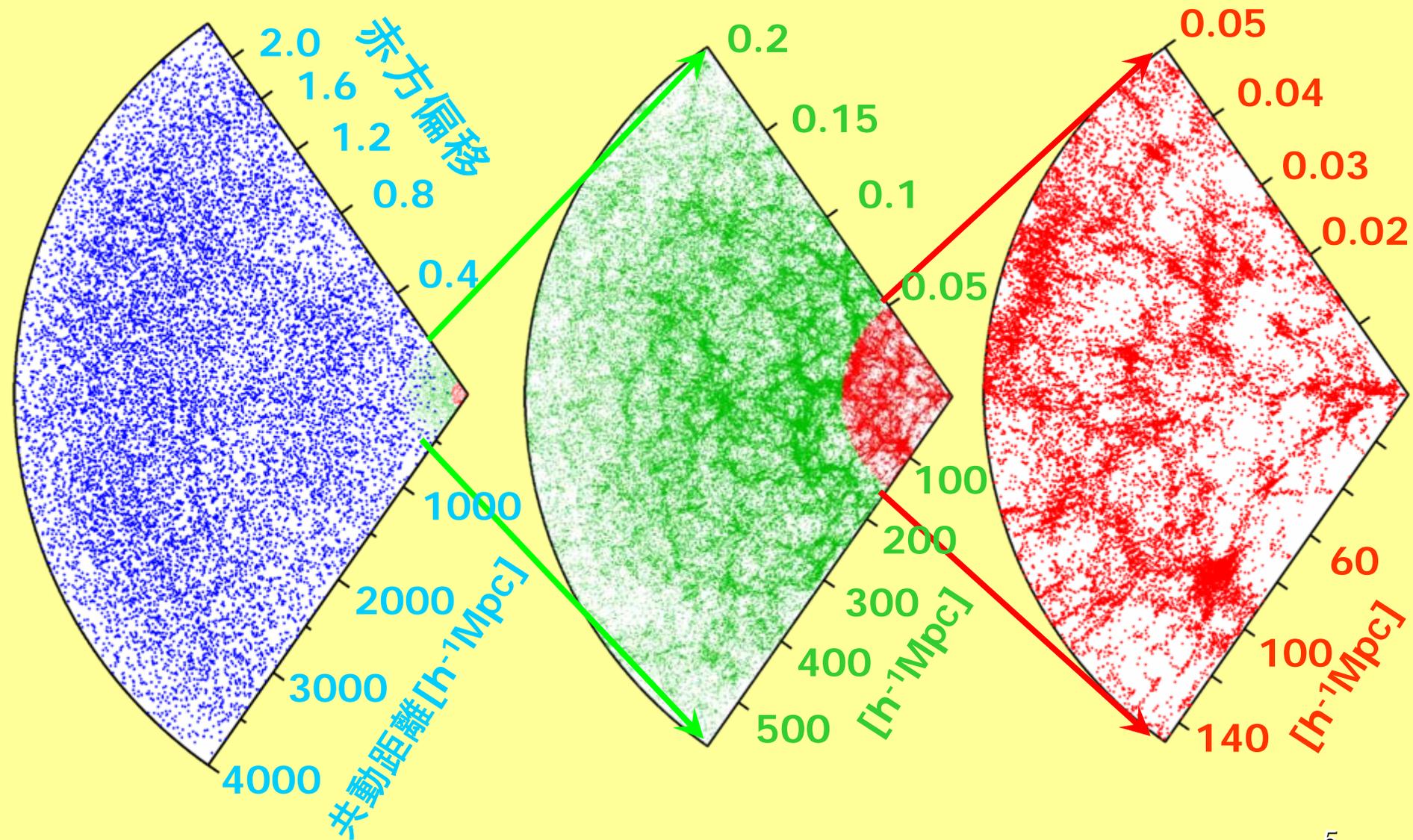
<http://www.sdss.org/dr1/>



文部科学省

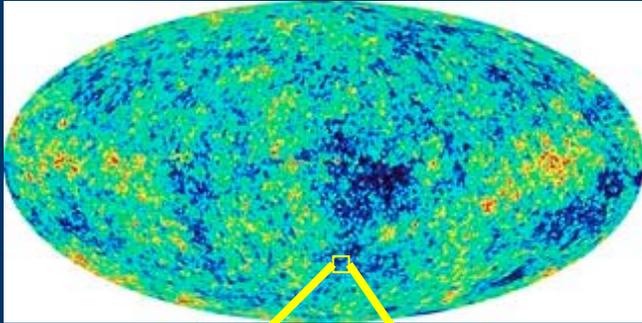
Ministry of Education, Culture,
Sports, Science and Technology

SDSSクエーサーと銀河の宇宙地図

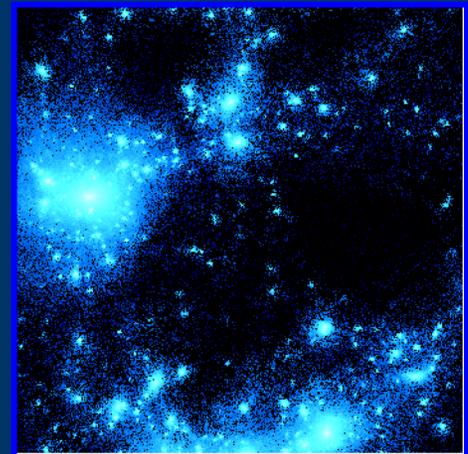
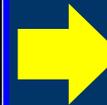
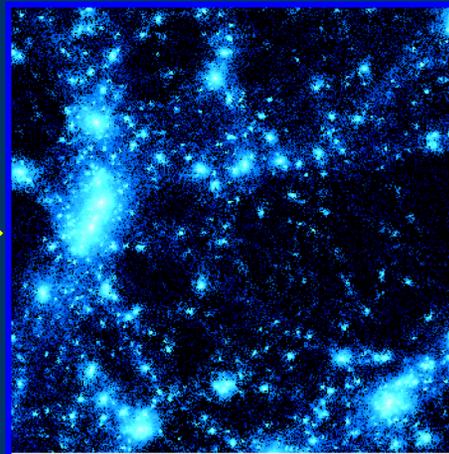
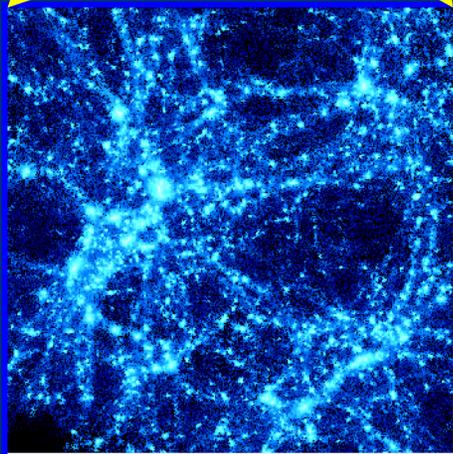


宇宙の構造形成標準理論

宇宙初期の空間ゆらぎ



- 小さなスケールの構造ほど初期に形成される
- いったんできた構造が重力的に合体あるいは集団化することで、より大きなスケールの構造へと進化する



万有引力(重力)によってでこぼこ度合いがどんどん成長する

宇宙構造進化シミュレーションの例



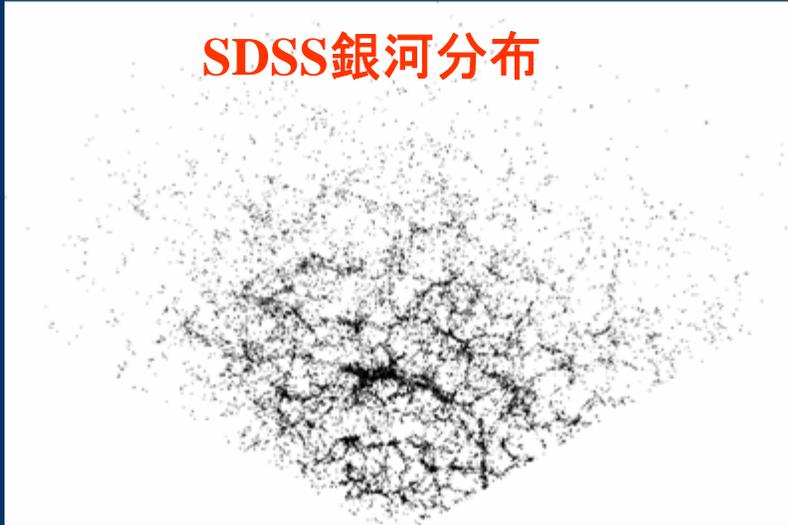
吉川 耕司、
樽家 篤史、
景 益鵬、
須藤 靖
(2001)

- ダークマター分布の進化
- ⇒ X線で見える現在の高温ガス分布
- ⇒ 可視光で見える現在の宇宙の銀河分布

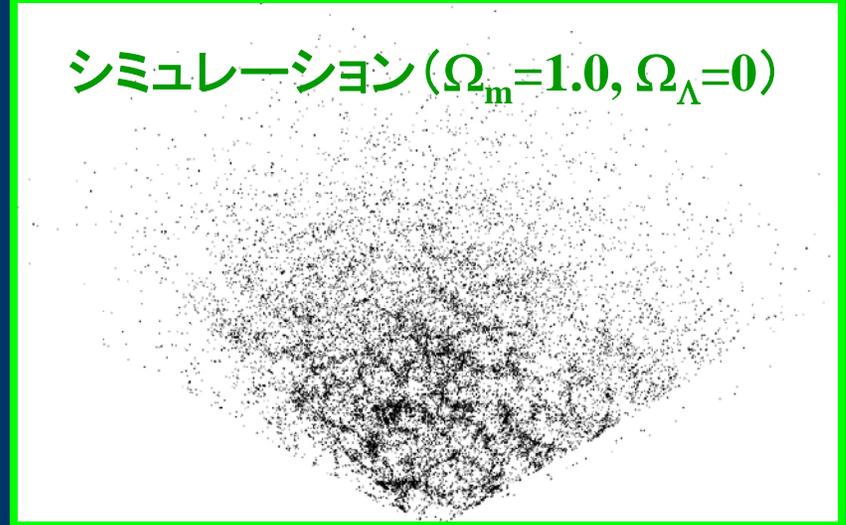
宇宙の大構造：理論モデルとSDSSデータ

4つのうち、1つだけが本当の銀河分布、残りは数値シミュレーション結果

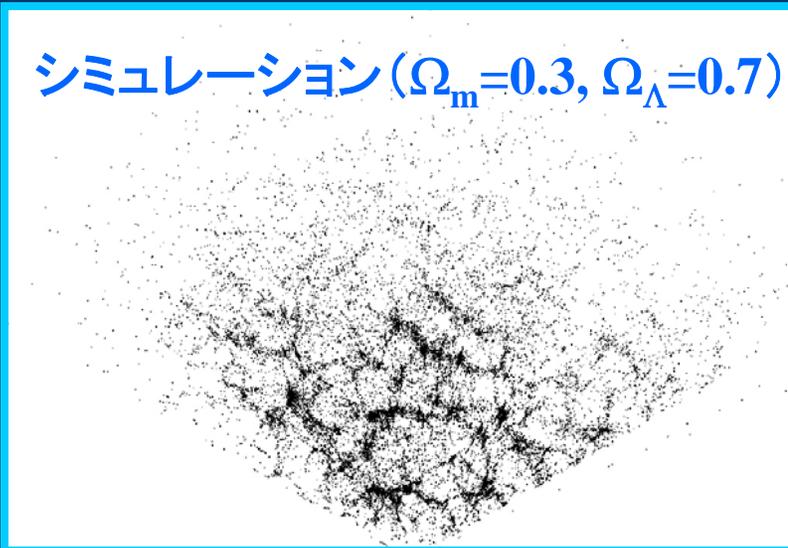
SDSS銀河分布



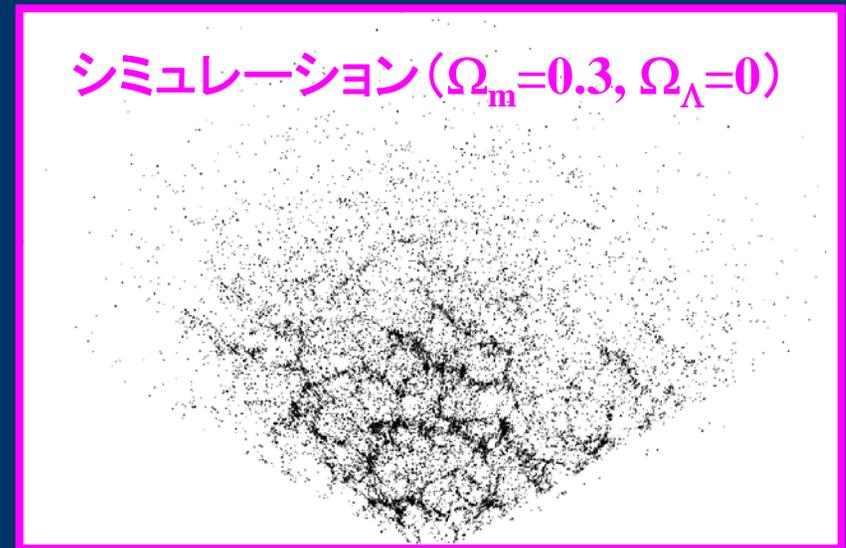
シミュレーション ($\Omega_m=1.0, \Omega_\Lambda=0$)



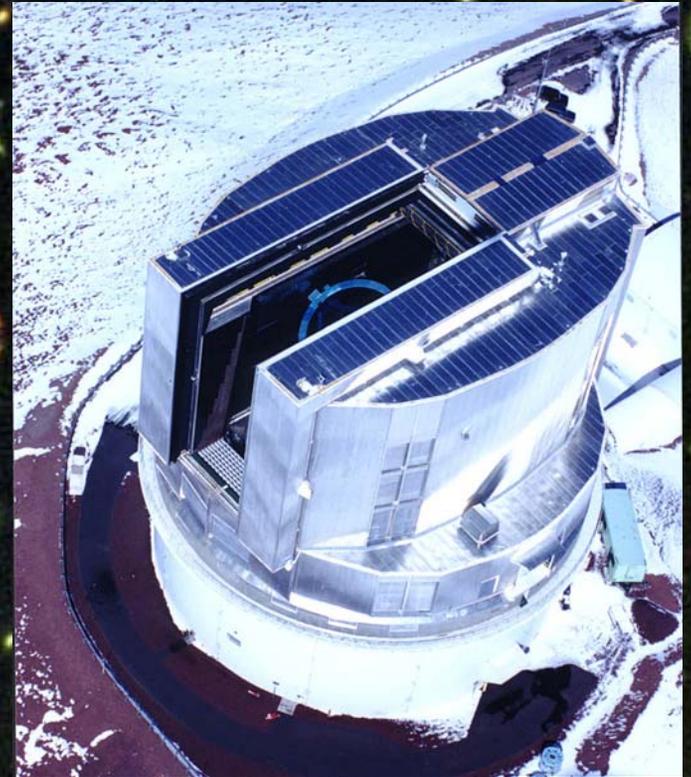
シミュレーション ($\Omega_m=0.3, \Omega_\Lambda=0.7$)



シミュレーション ($\Omega_m=0.3, \Omega_\Lambda=0$)



すばる望遠鏡の見た夜空のむこう



<http://www.naoj.org/Gallery/>

98億光年先にある
クエーサー

銀河団の重力を受けてクエーサーからの光線が曲げられてみかけ上5つの異なる天体として観測される

62億光年先にある
銀河団

重力レンズ天体
SDSS J1004+4112 :
一般相対論的蜃気楼

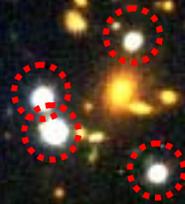


**The red crescents represent lensing arcs —
Smearred images of background galaxies.*

<http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/2006/23/>



100億光年先からの一般相対論的蟹気楼 (SDSS J1004+4112)

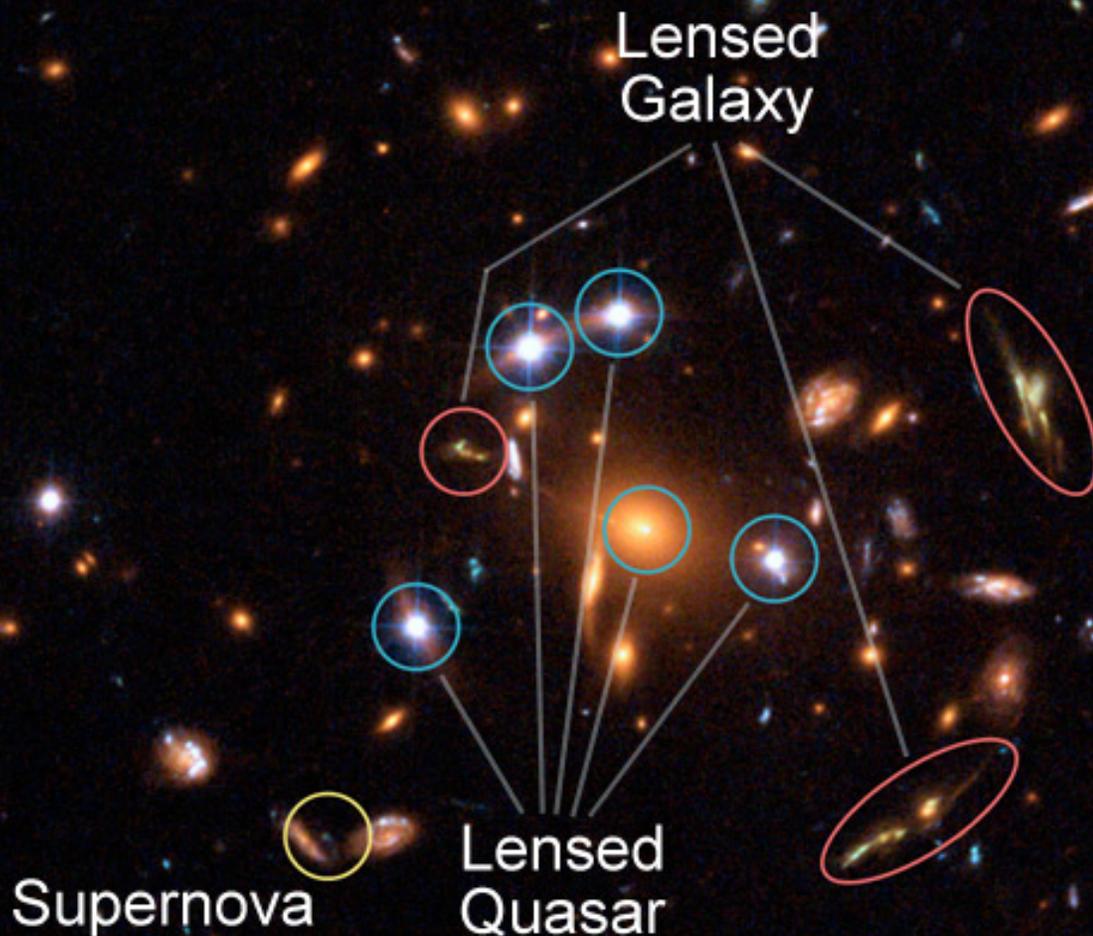


2003年に東京大学の稲田直久と大栗真宗がSDSSで発見、すばるで確認
Inada et al. Nature 426(2003)810

Galaxy Cluster SDSS J1004+4112

HST ACS/WFC

ハッブル望遠鏡で見たSDSS J1004+4112



2006年5月23日 ハッブル望遠鏡 写真公開

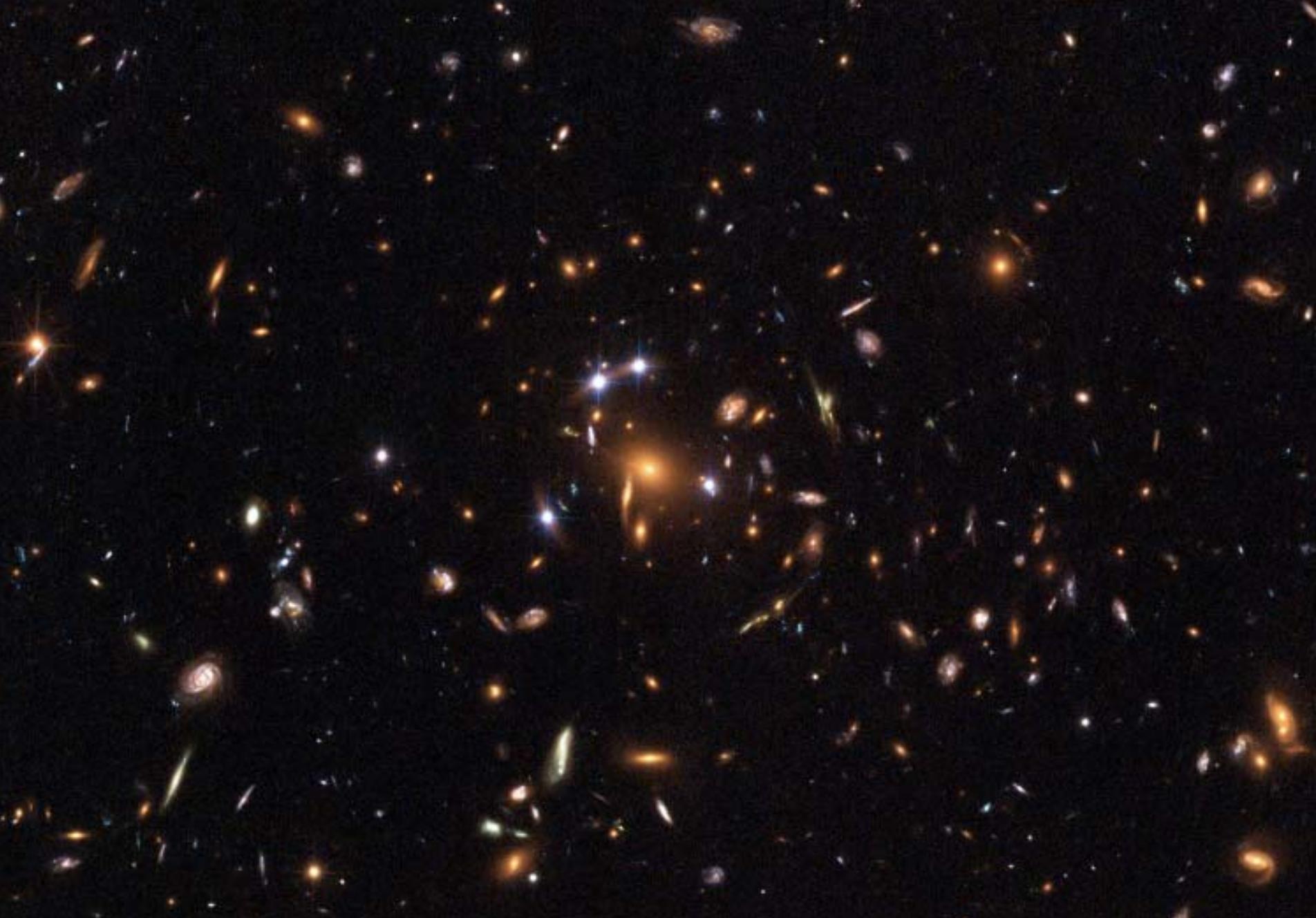
10" <http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/2006/23/>

100億年を遡る



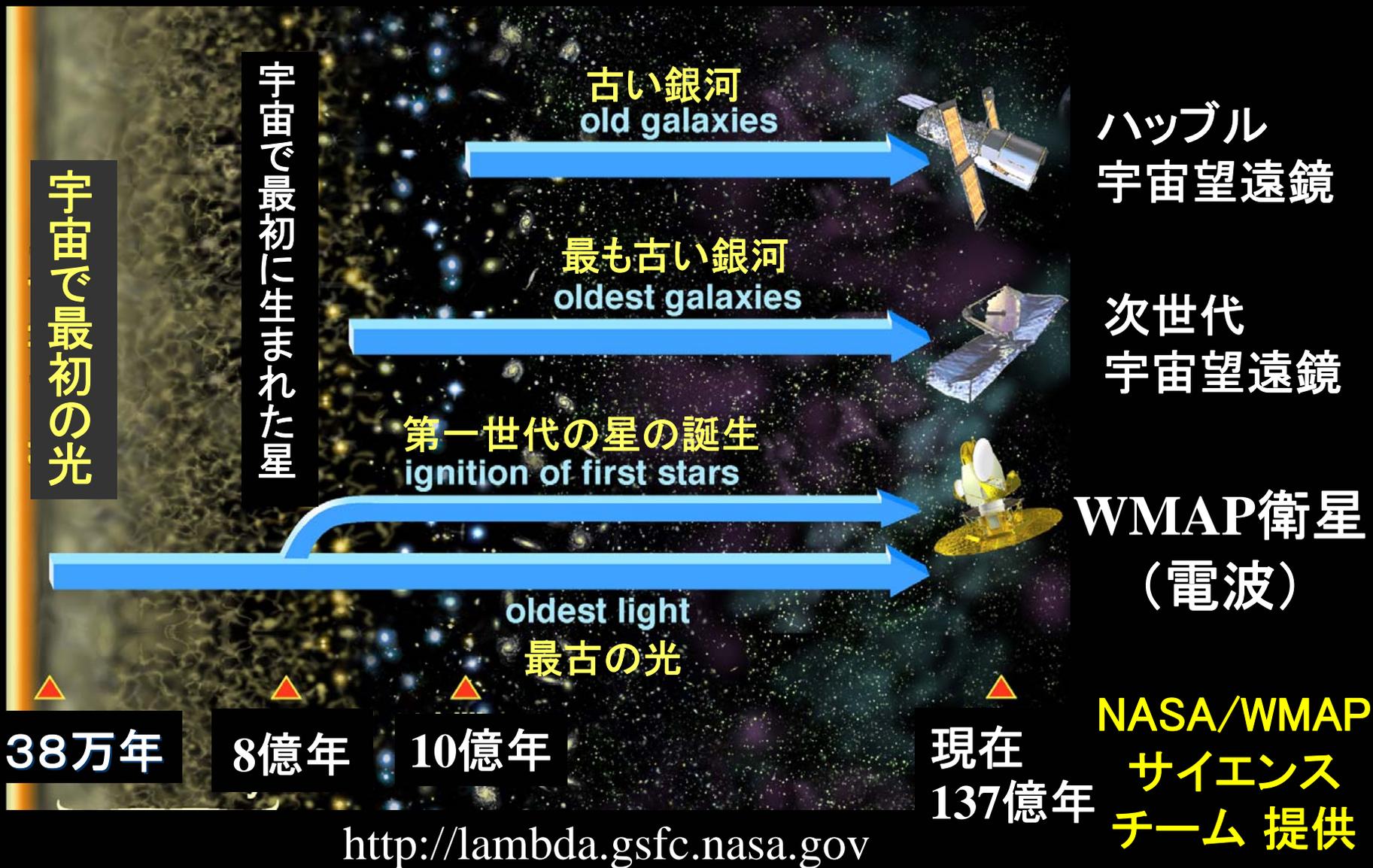
2006年5月23日 ハッブル望遠鏡 写真公開

<http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/2006/23/>



SDSS J1004+4112

衛星によってさらなる宇宙の果てを見る

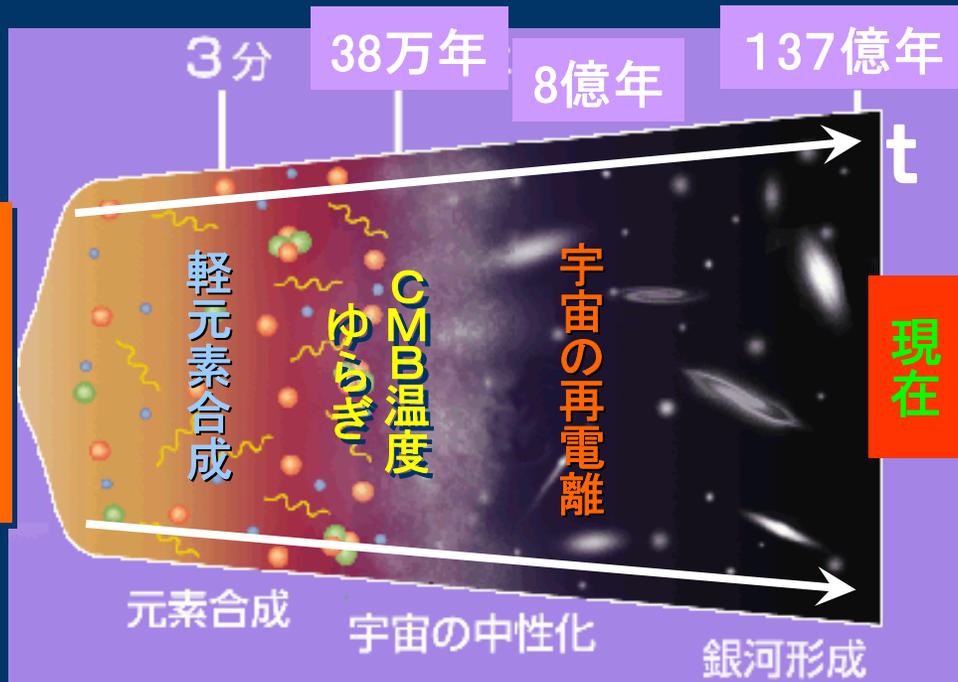


さらに遠く(=過去)を見たい

- 現在は、宇宙が誕生してから137億年
- 宇宙が誕生してから8億年後(つまり、今から129億年前!)の姿はすでに観測可能な時代
- しかし、さらにその昔はまだ天体が誕生していないので、可視光では見たくても見ることができない
 - ⇔ 宇宙が生まれたときの最初の光を見る
- 現在はマイクロ波と呼ばれる波長0.1cm程度の電磁波として全宇宙を満たしている
 - ⇔ CMB:宇宙マイクロ波背景放射

宇宙マイクロ波背景輻射

CMBは、晴れ上がり直後の宇宙を満たしていた電磁波
(今から137億年前の宇宙の光の化石)



- 宇宙の晴れ上がり
 - 誕生後約38万年で、電子と陽子が結合して水素原子となる (宇宙の中性化)
 - その結果、宇宙は電磁波に対して透明となる

量子ゆらぎの生成

第一世代天体の誕生

銀河の形成

銀河団の形成

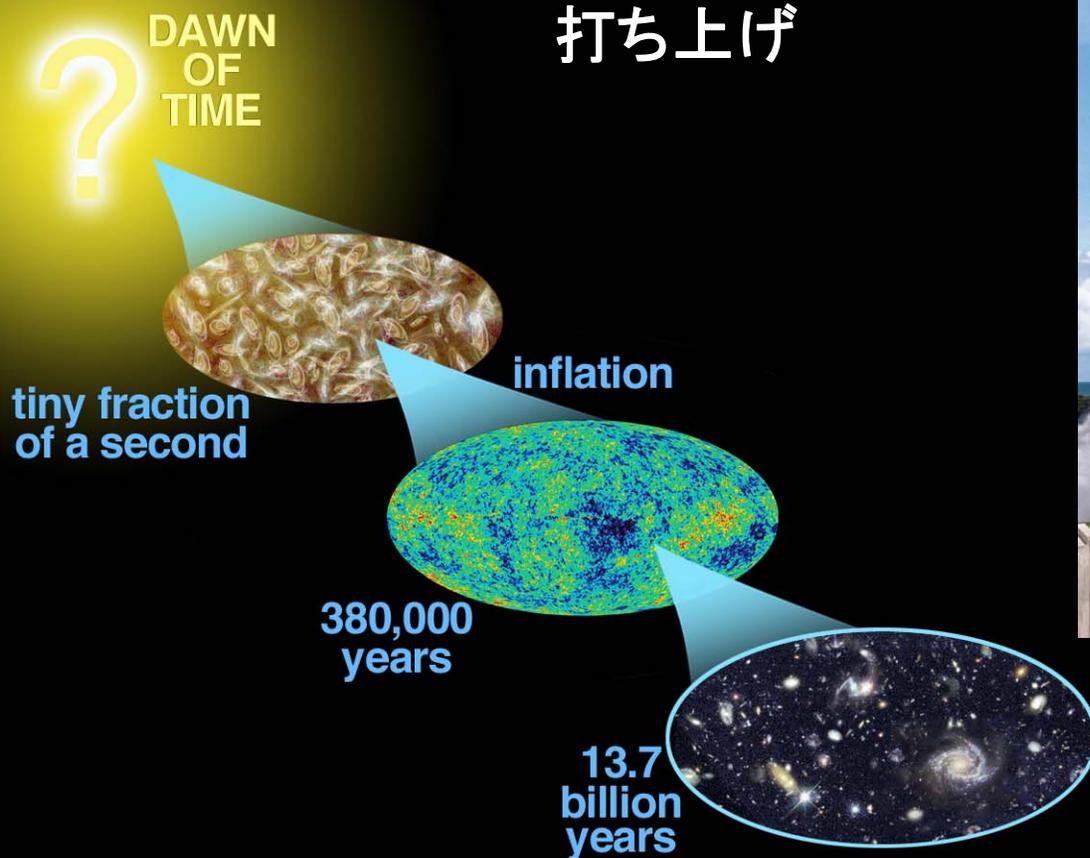
宇宙の大構造

CMB:
Cosmic Microwave Background

WMAP (ウィルキンソンマイクロ波非等方性探査衛星)

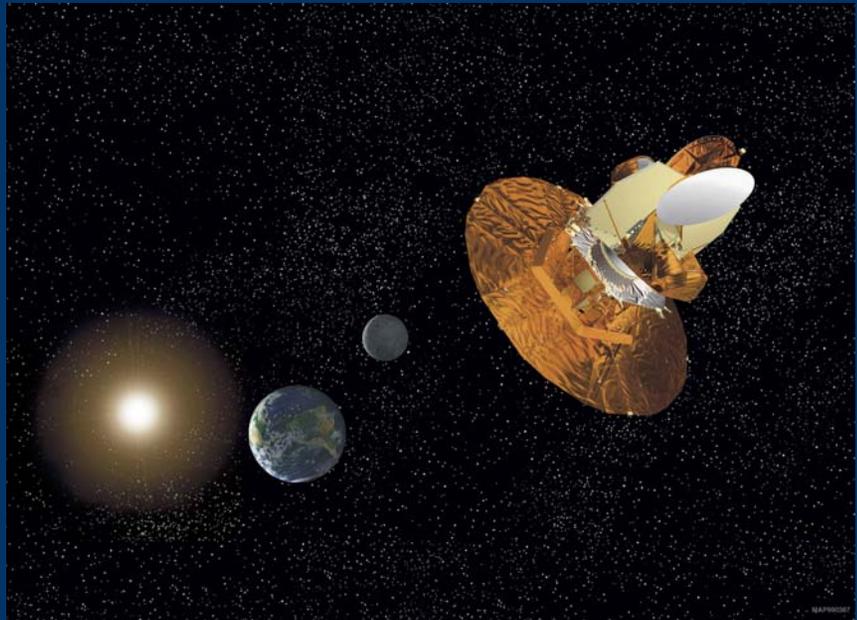
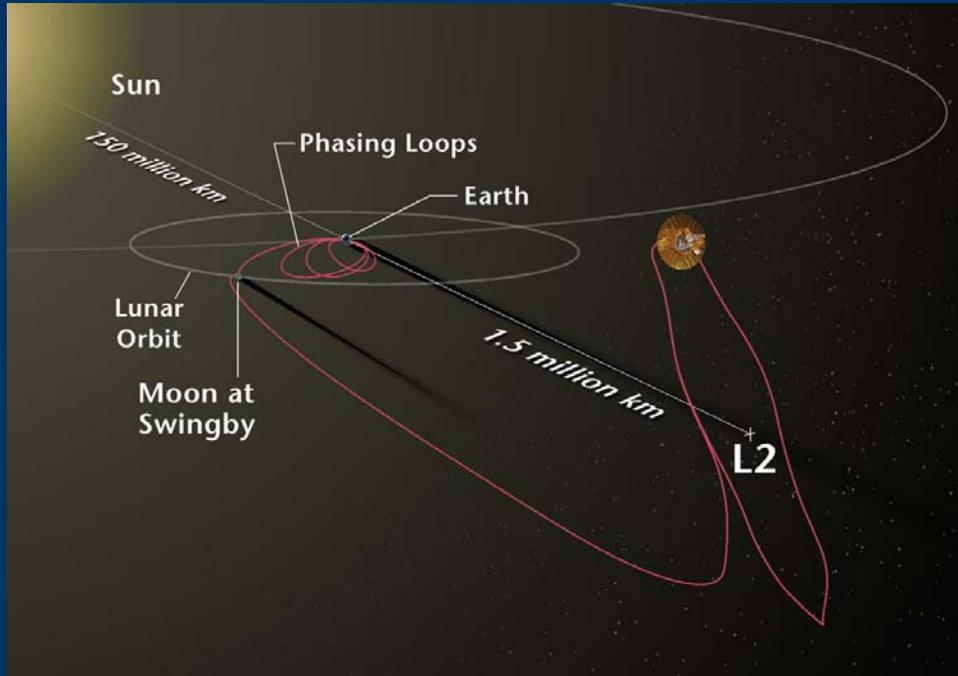
<http://lambda.gsfc.nasa.gov>

2001年6月30日 15:46:46
米国東海岸標準時間
打ち上げ



NASA/WMAP
サイエンスチーム提供

WMAP 衛星打ち上げ



WMAP衛星：地球から宇宙の果てへの旅



NASA/WMAP サイエンスチーム提供

<http://lambda.gsfc.nasa.gov>