

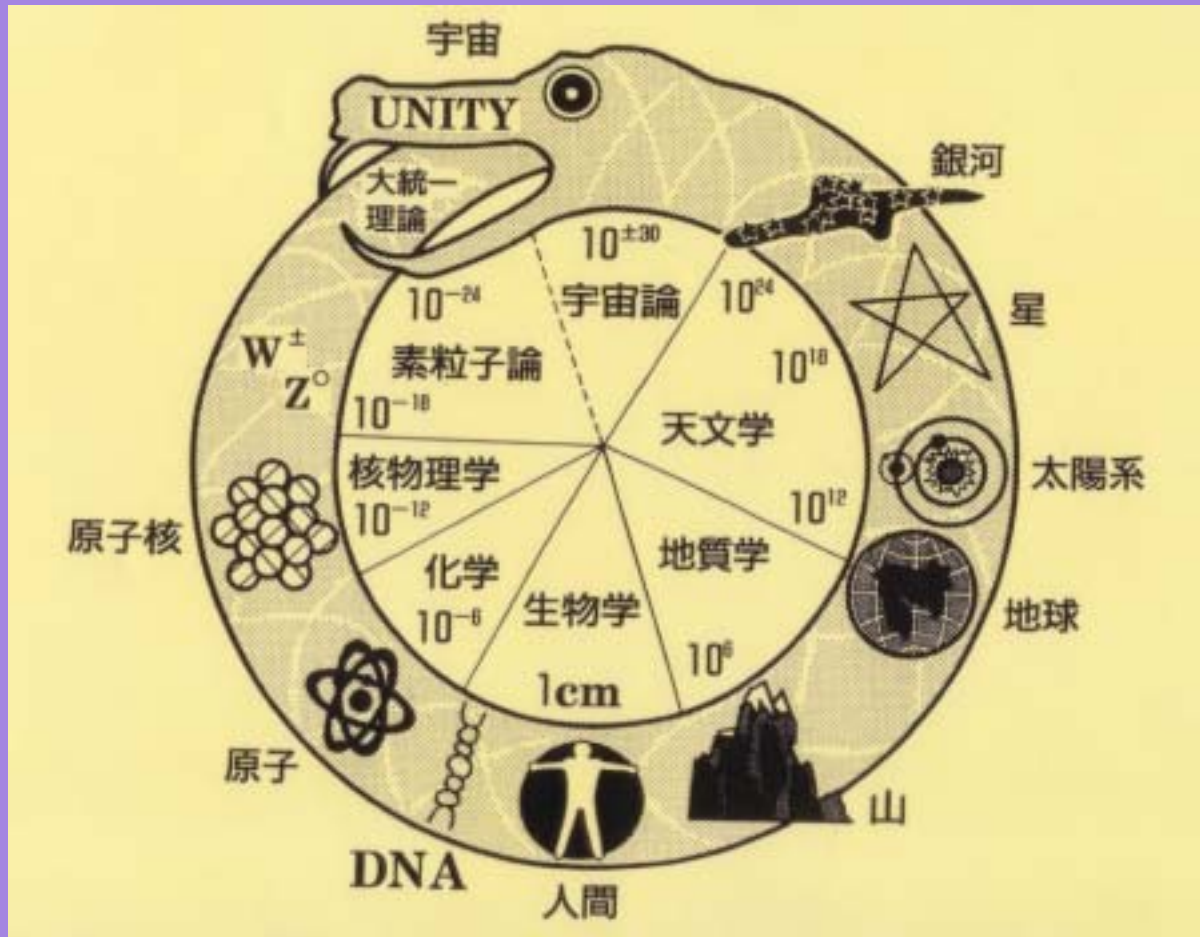
ビッグバン宇宙の進化

2000年冬学期 東京大学物理学教室

物理学特別講義 BI 須藤 靖

「一般相対論続論」

自然界の階層



クォークとレプトン

物質界の階層構造

	第1世代	第2世代	第3世代	電荷
クォーク	u (アップ)	c (チャーム)	t (トップ)	+2/3
	d (ダウン)	s (ストレンジ)	b (ボトム)	-1/3
レプトン	e (電子)	μ (ミュー粒子)	τ (タウ粒子)	-1
	ν_e (電子ニュートリノ)	ν_μ (ミューニュートリノ)	ν_τ (タウニュートリノ)	0

ハドロン { バリオン qqq (例: 陽子 uud , 中性子 udd)
 { メソン $q\bar{q}$

宇宙の階層構造：銀河・局所銀河群

<http://adc.gsfc.nasa.gov/mw/>



30 kpc

50 kpc

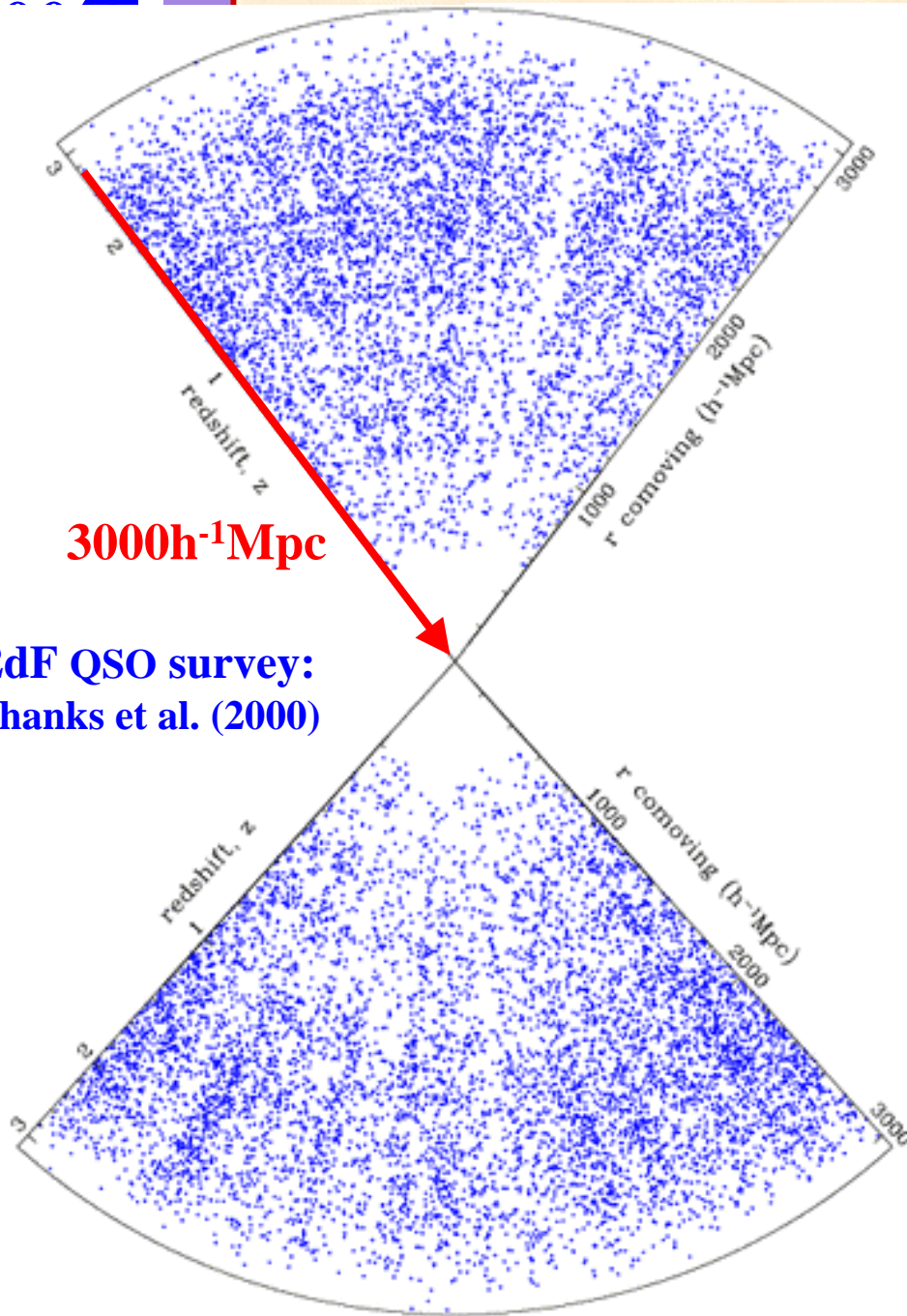
小マゼラン星雲

大マゼラン星雲

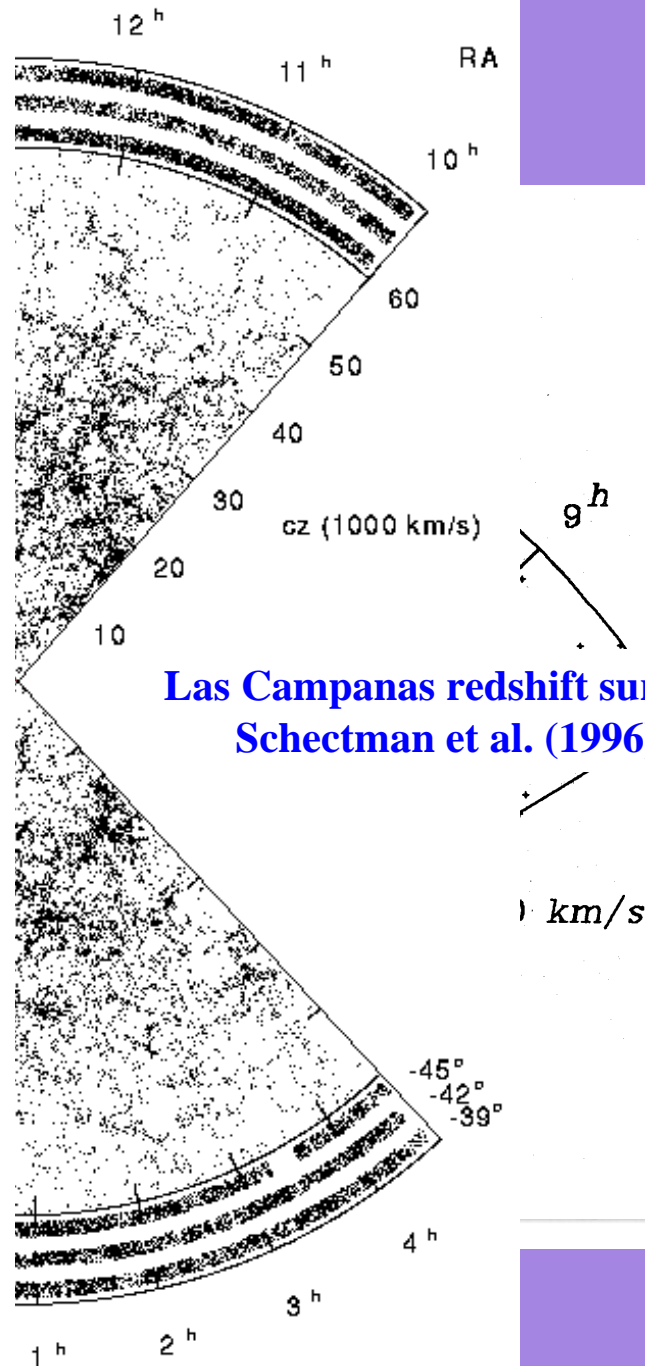
りをもつ局所銀河群を形成している

$3000h^{-1}\text{Mpc}$

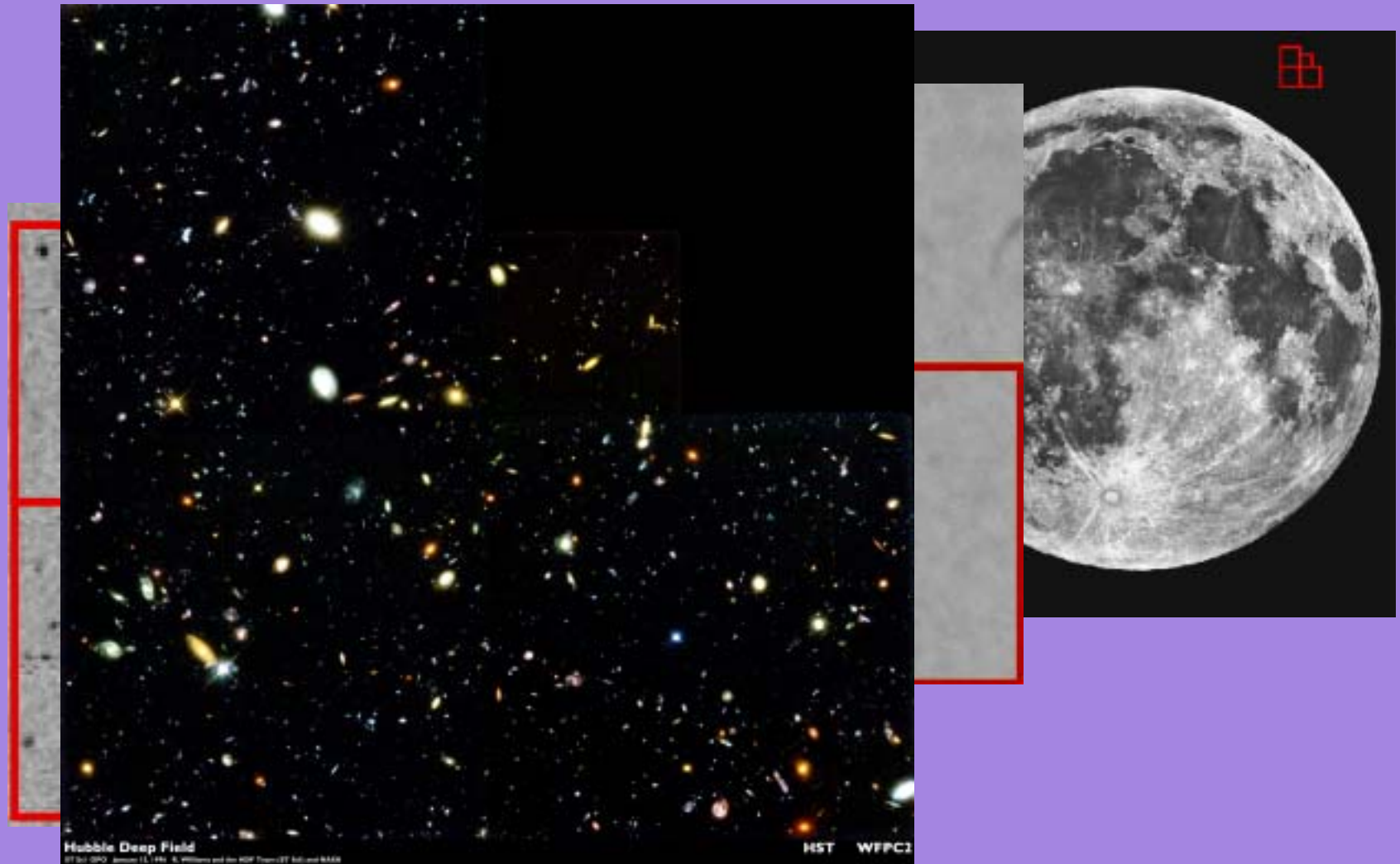
**2dF QSO survey:
Shanks et al. (2000)**



**Las Campanas redshift survey:
Schectman et al. (1996)**

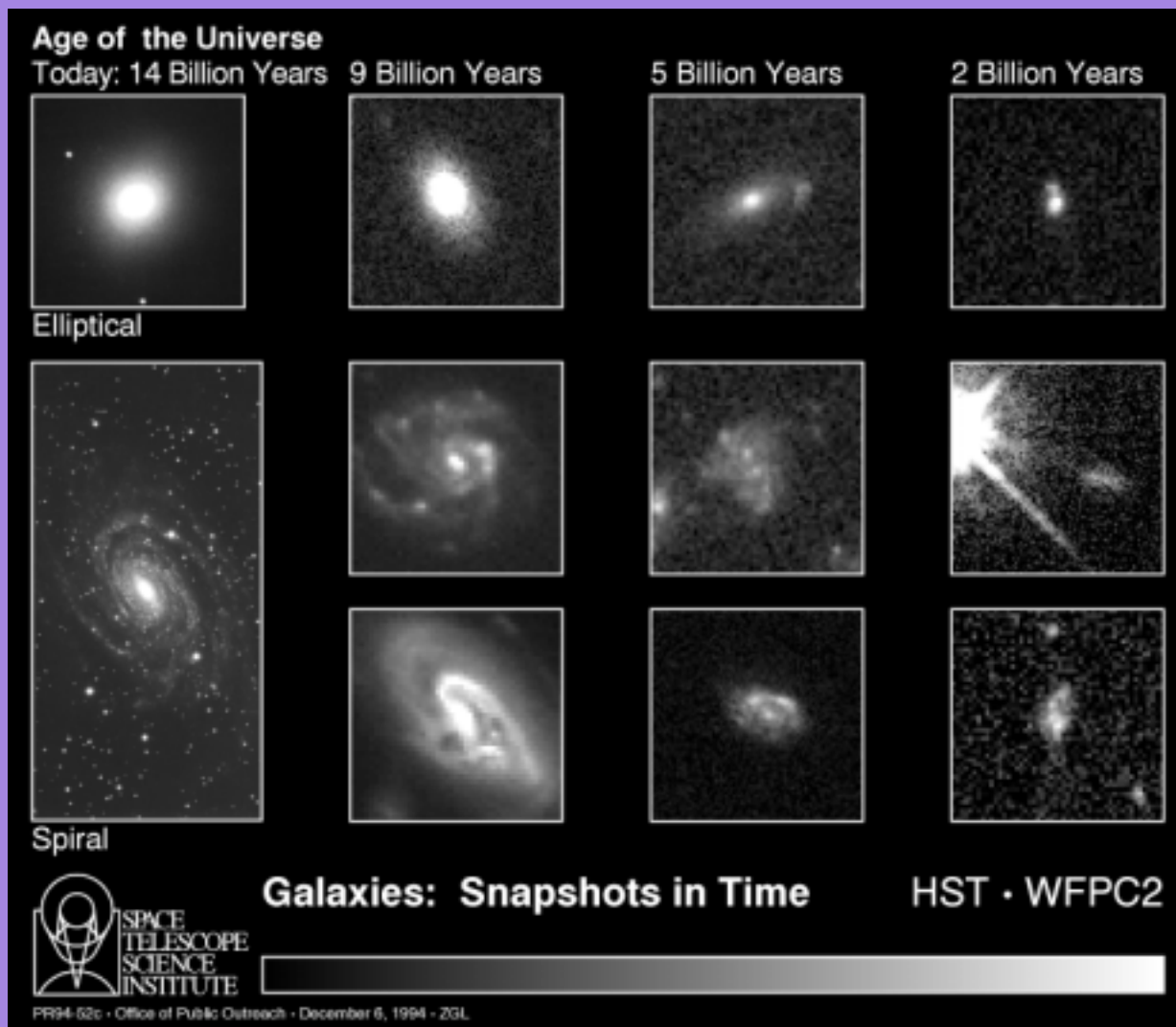


深宇宙: Hubble Deep Field

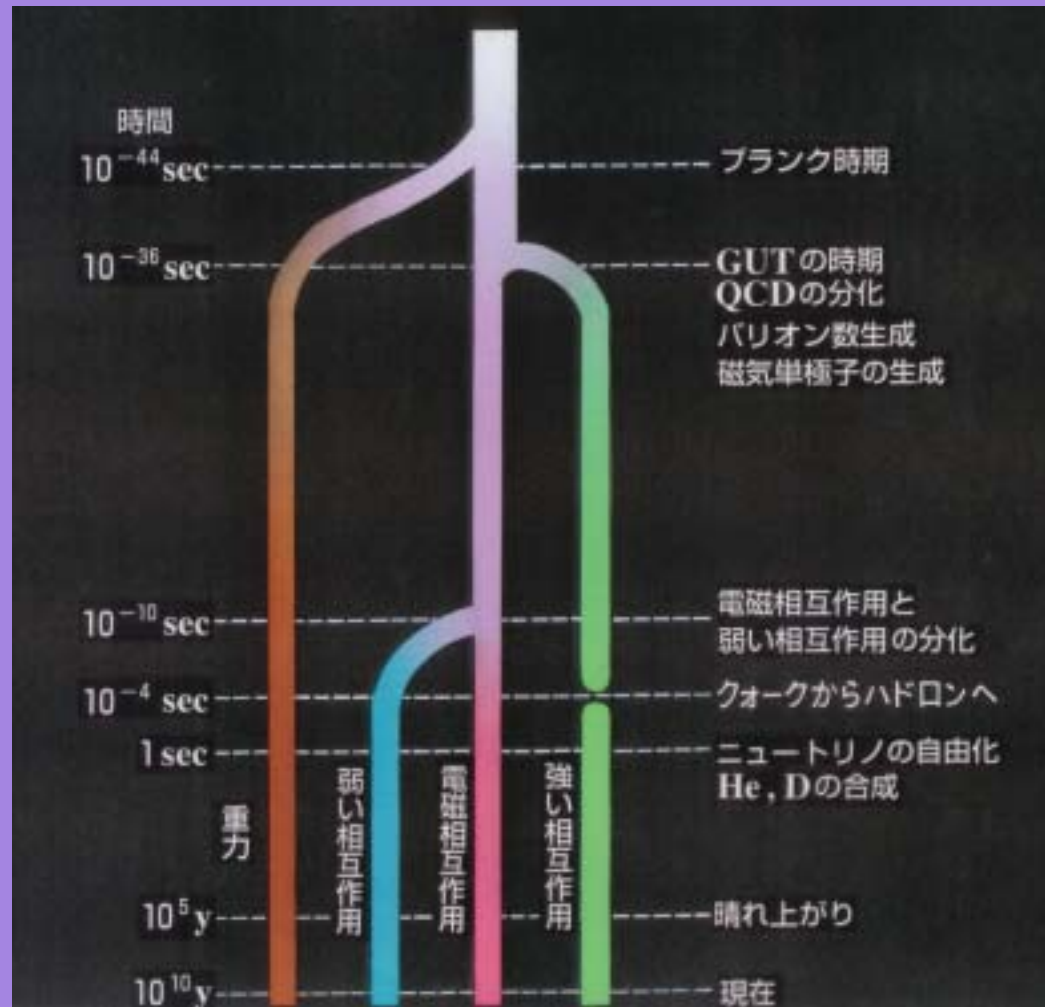


<http://osite.stsci.edu/pubinfo/PR/96/01.html>

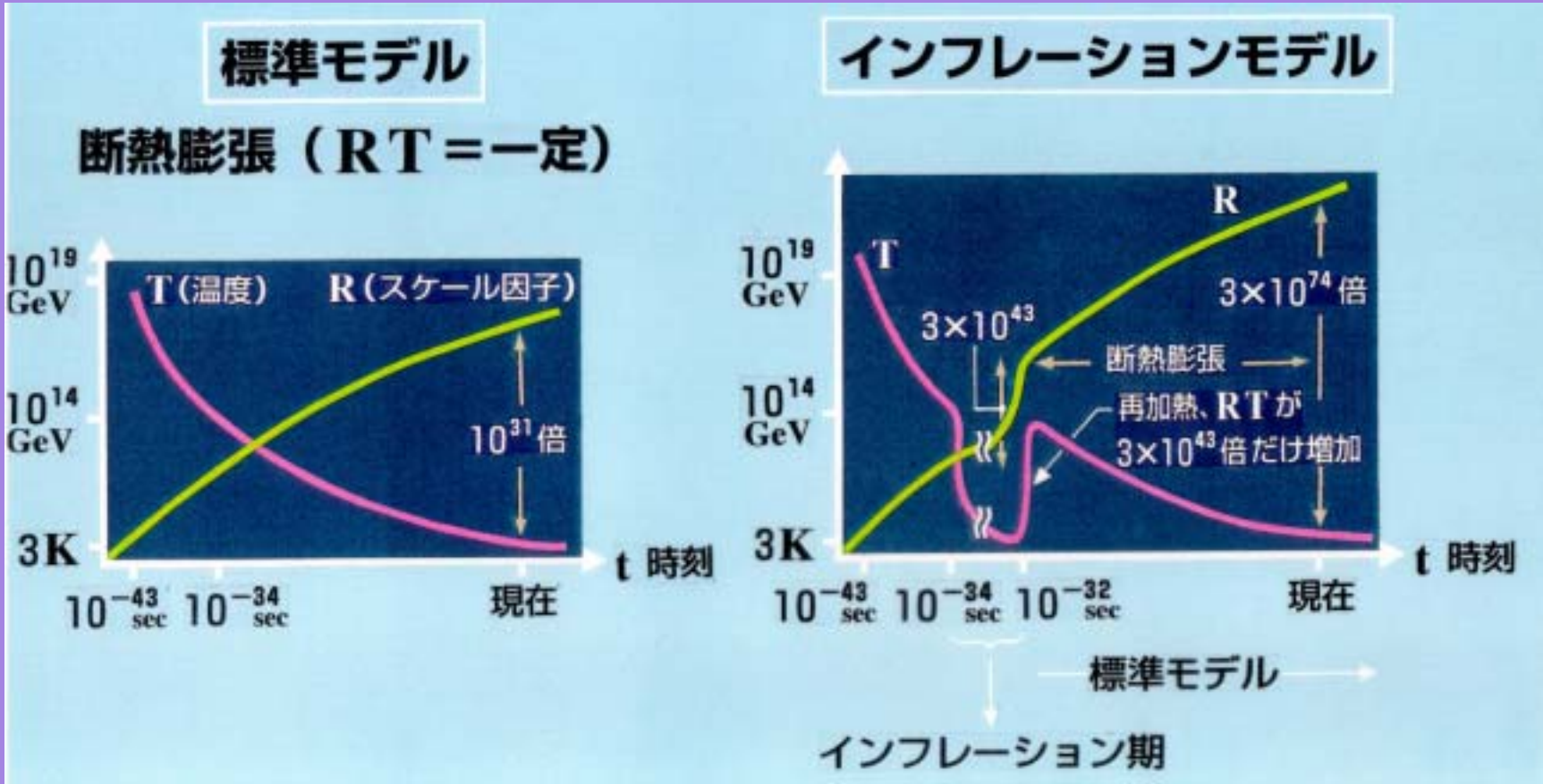
銀河の形態進化



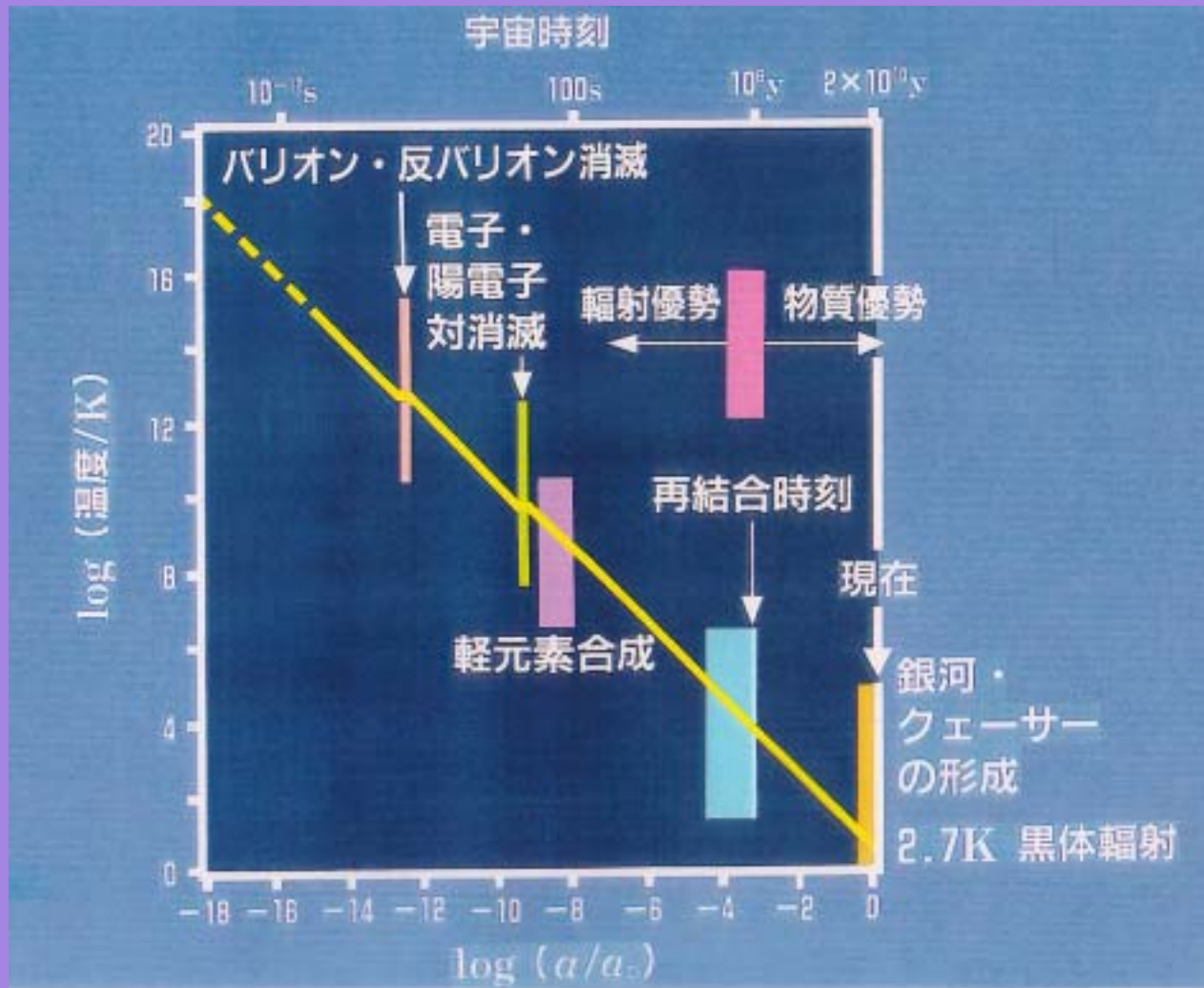
自然界の4つの相互作用と相転移



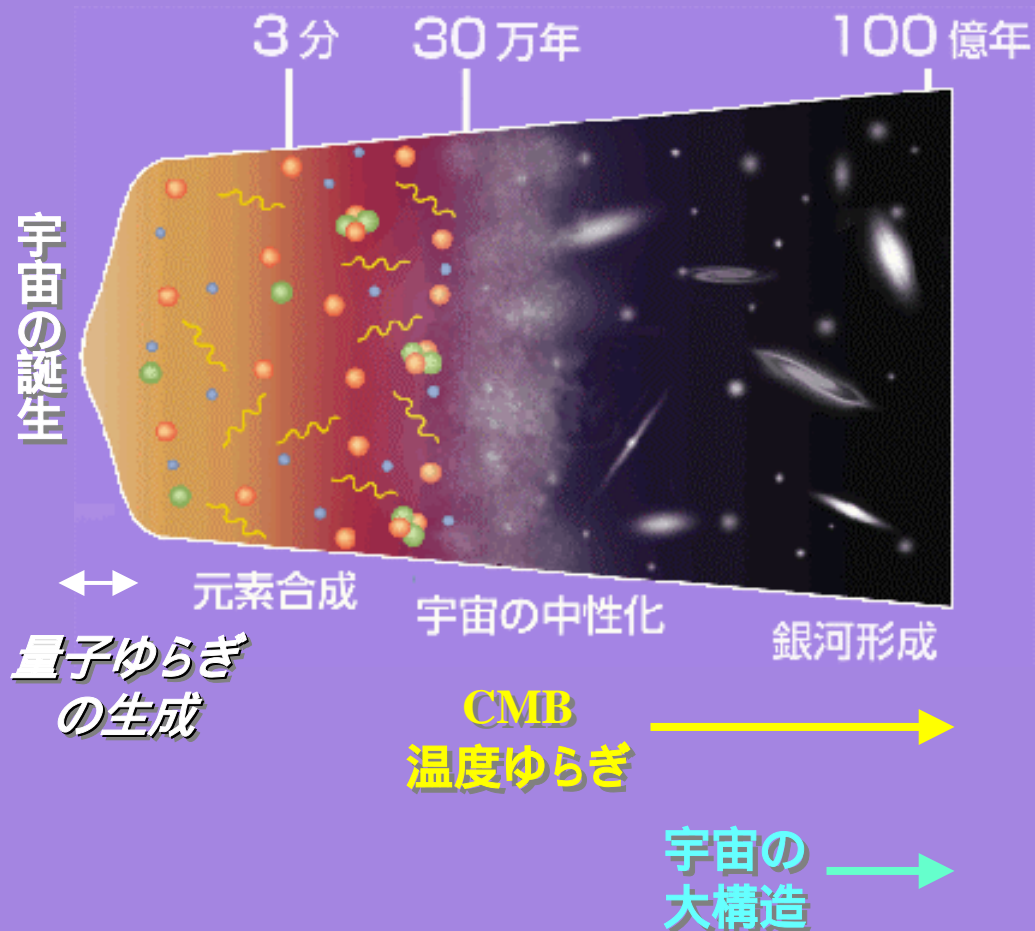
インフレーションモデルにおける 宇宙の温度の進化



宇宙の熱史

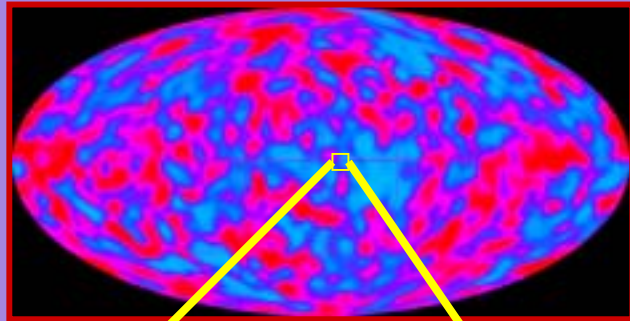


宇宙の初期条件：密度ゆらぎの起源

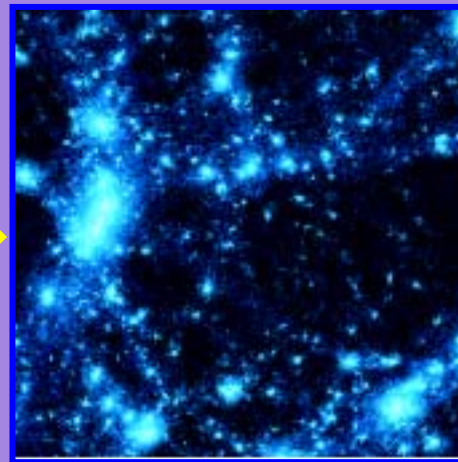
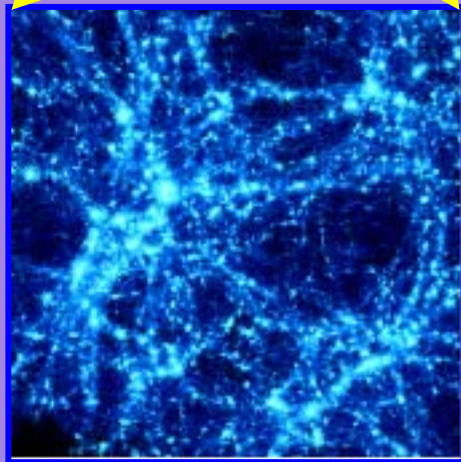


- 誕生直後 (10^{-40} 秒程度) の宇宙での量子的なゆらぎが、密度の空間的非一様性を生み出した
- インフレーションモデルを用いて、この密度ゆらぎの性質が予言できる
- この理論予言は、CMBの温度ゆらぎの観測を通じて検証可能で、実際良い一致を示している

宇宙の構造形成シナリオ



- 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



数値シミュレーション: X線銀河団の進化

- 冷たい暗黒物質モデルにおける、宇宙論的高温ガスの進化とX線銀河団の形成

暗黒物質

冷たい暗黒物質宇宙における
構造形成シミュレーション

京都大学 吉川耕司
上海天文台 景 益鵬
東京大学 須藤 靖

計算機
国立天文台、東京大学初期宇宙研究センター

高温ガス

冷たい暗黒物質宇宙における
構造形成シミュレーション

京都大学 吉川耕司
上海天文台 景 益鵬
東京大学 須藤 靖

計算機
国立天文台、東京大学初期宇宙研究センター
画像データ作成協力
東京大学 本田元就、森 英之

$\Omega_0 = 0.3, \lambda_0 = 0.7, h = 0.7, L_{\text{box}} = 75h^{-1}\text{Mpc}$
evolution from $z = 9$ to $z = 0$

(Yoshikawa, Jing & Suto 2000)