

宇宙理論研究室ガイダンス

2001年 2月14日

教授: 佐藤勝彦

(素粒子的宇宙論、天体核物理)

助手: 白水徹也

(相対論、初期宇宙論)

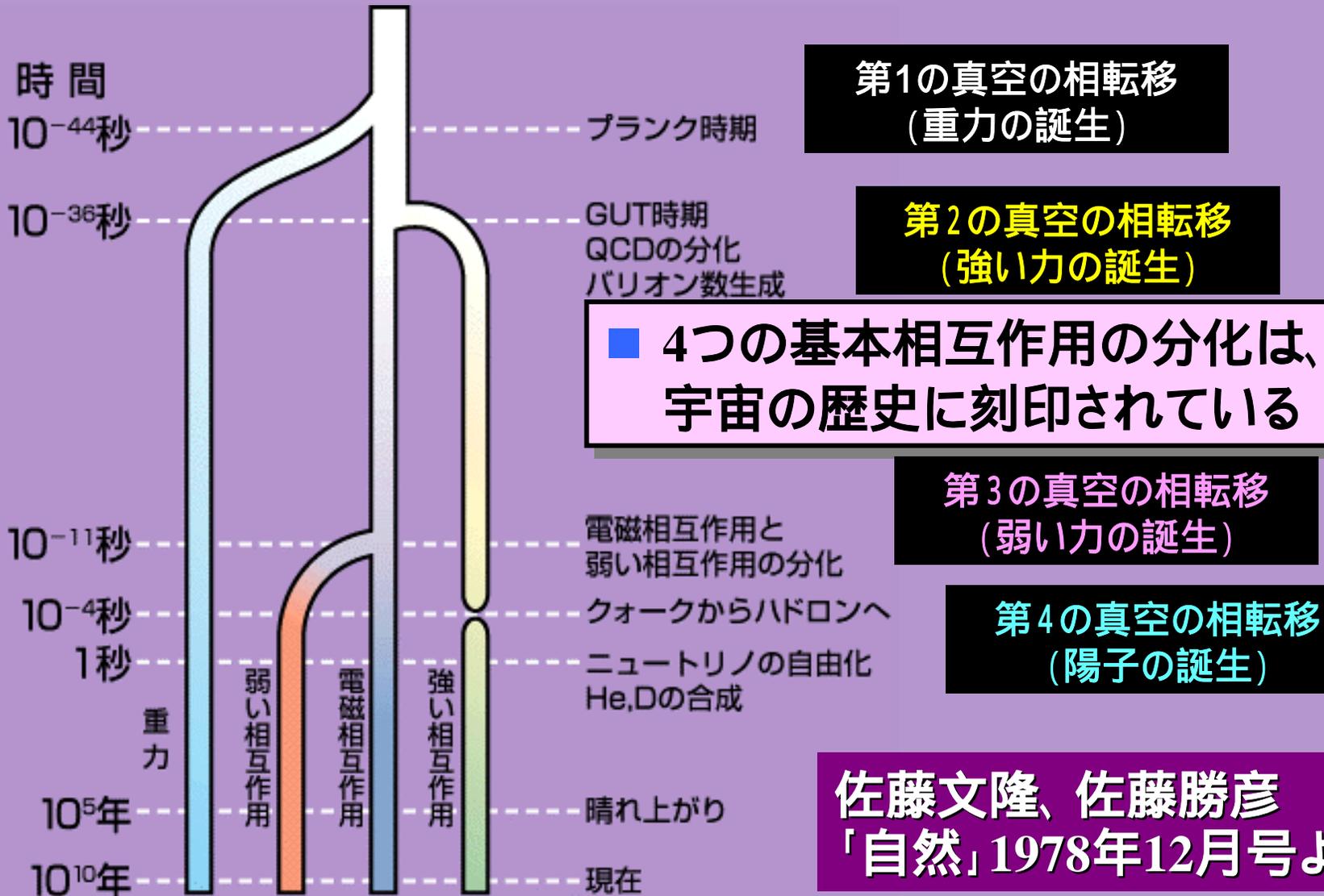
助教授: 須藤 靖

(観測的宇宙論)

助手: 樽家篤史

(観測的宇宙論、相対論)

自然界の4つの相互作用と相転移

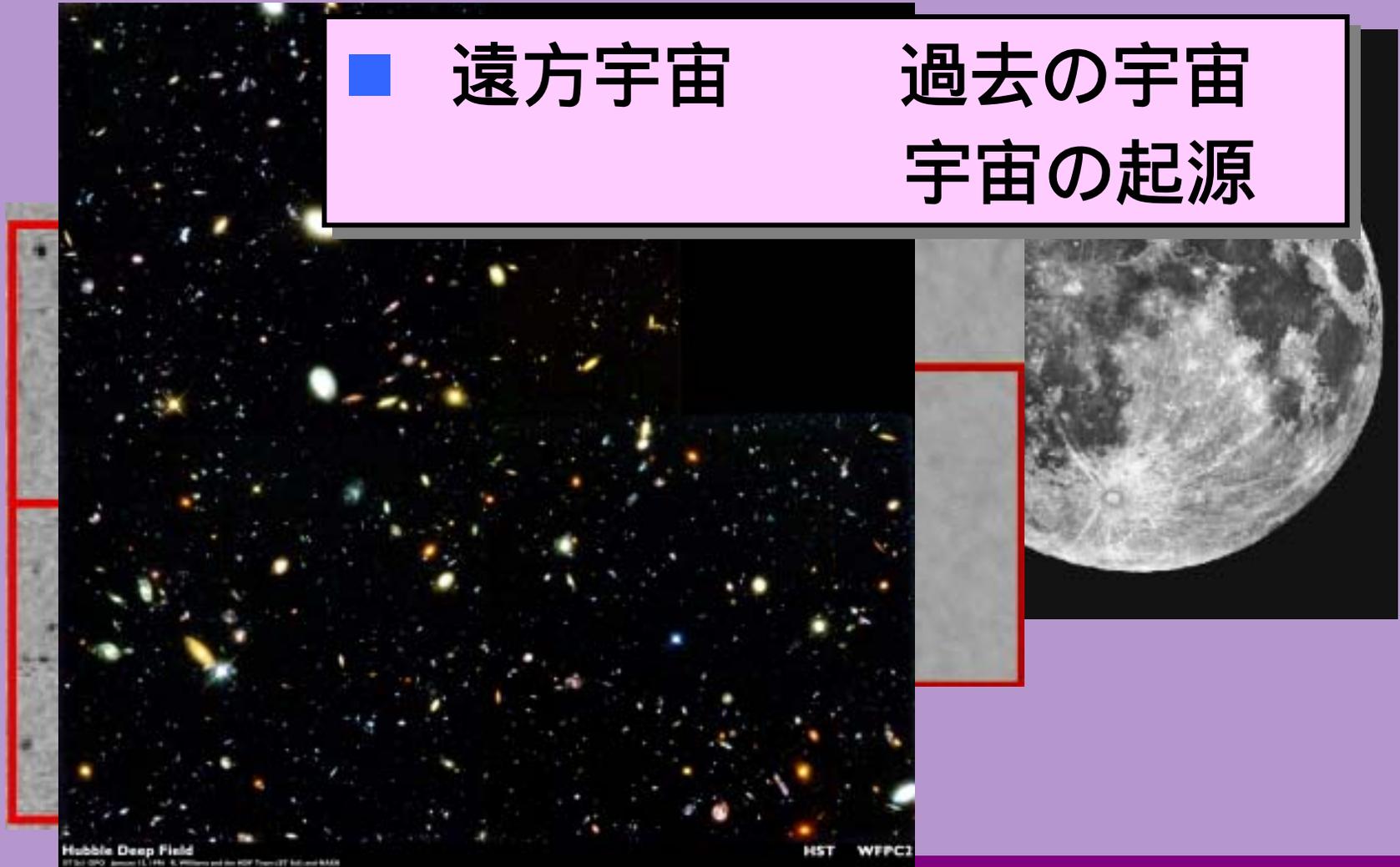


佐藤文隆、佐藤勝彦
「自然」1978年12月号より

深宇宙: Hubble Deep Field

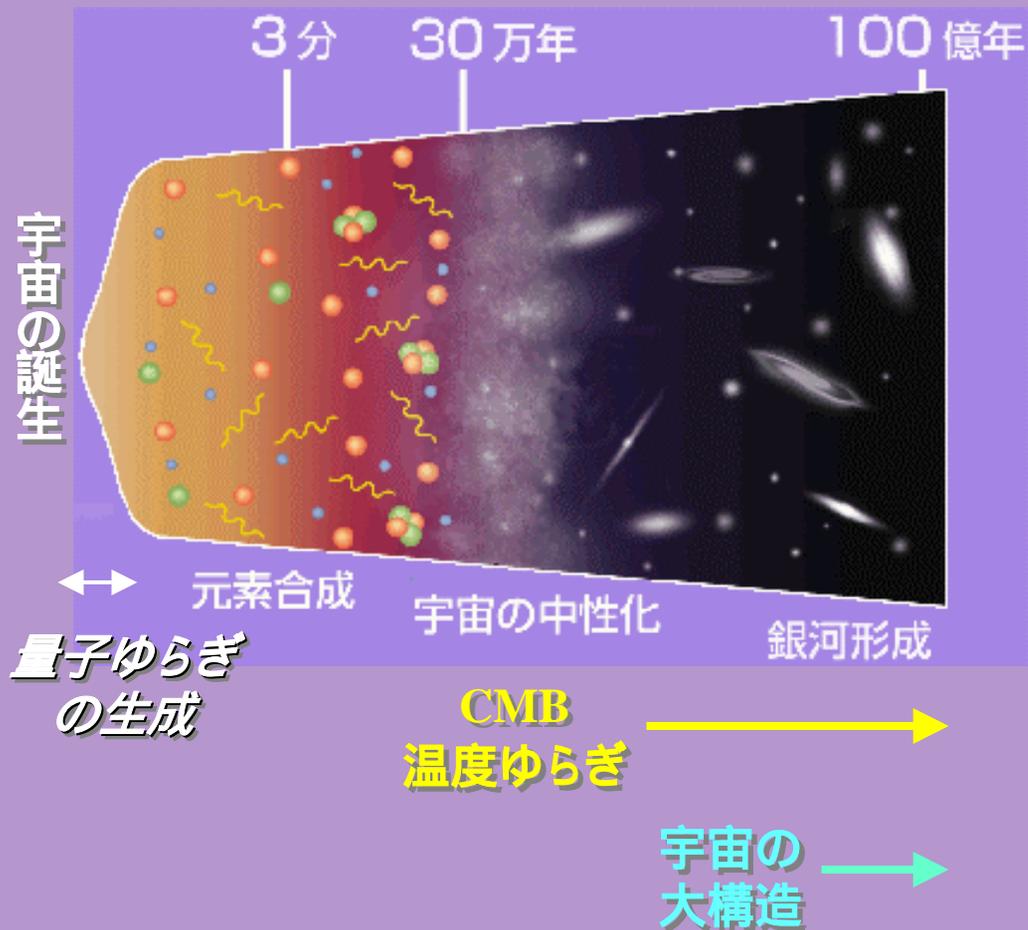
■ 遠方宇宙

過去の宇宙
宇宙の起源



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

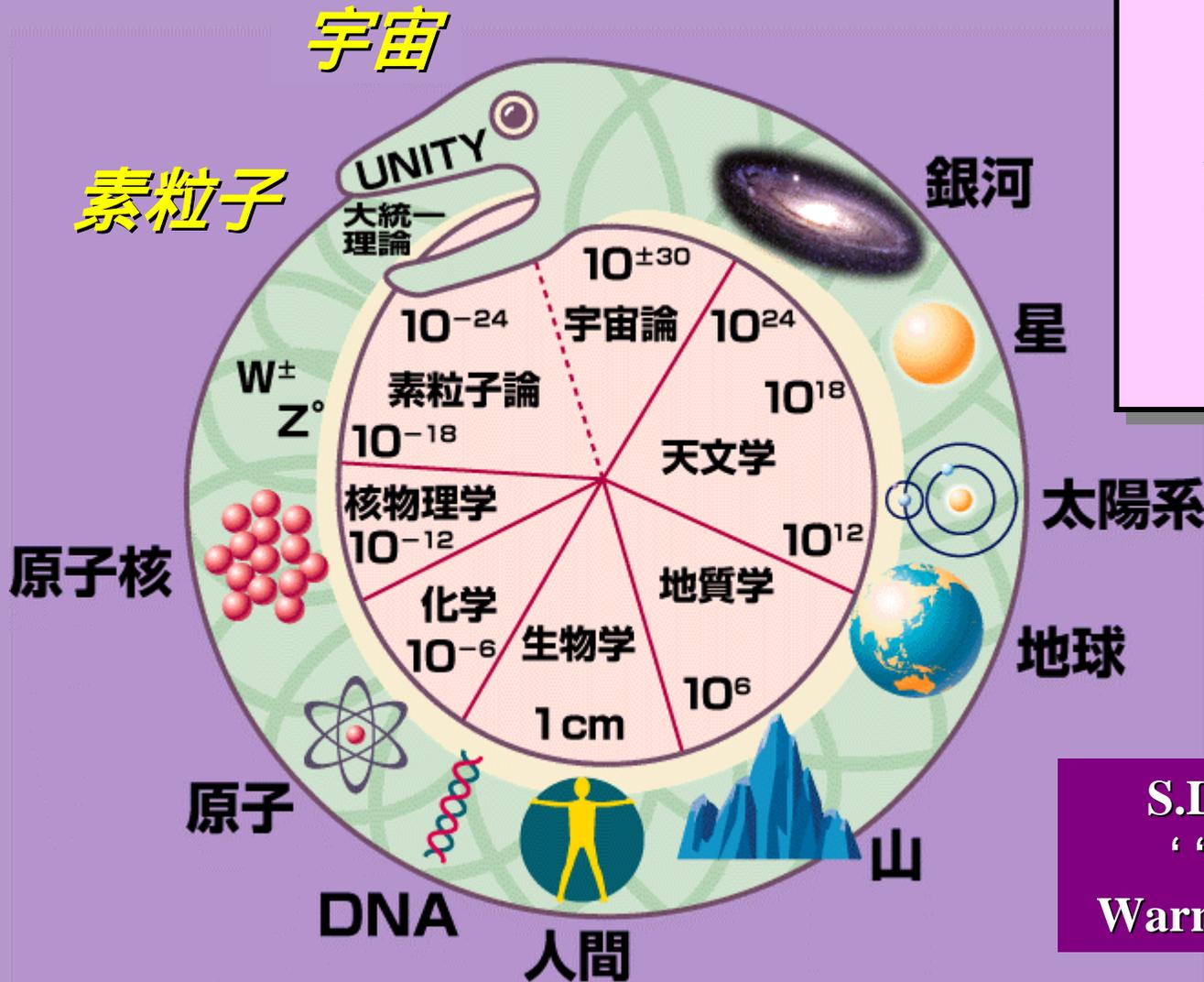
宇宙の誕生から銀河宇宙へ



- 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

自然界の階層

- 長さにして約60桁も異なる巨視的世界(宇宙論)と微視的世界(素粒子論)とは宇宙の進化を通じて結びついている



S.L.Glashow 著:
‘Interaction’
Warner Books 社より

宇宙理論研究室での研究内容

■ 初期宇宙論・相対論

- インフレーション理論 ビッグバン元素合成
- 多次元/ブレーン宇宙論

■ 高エネルギー天体物理学・高密度星

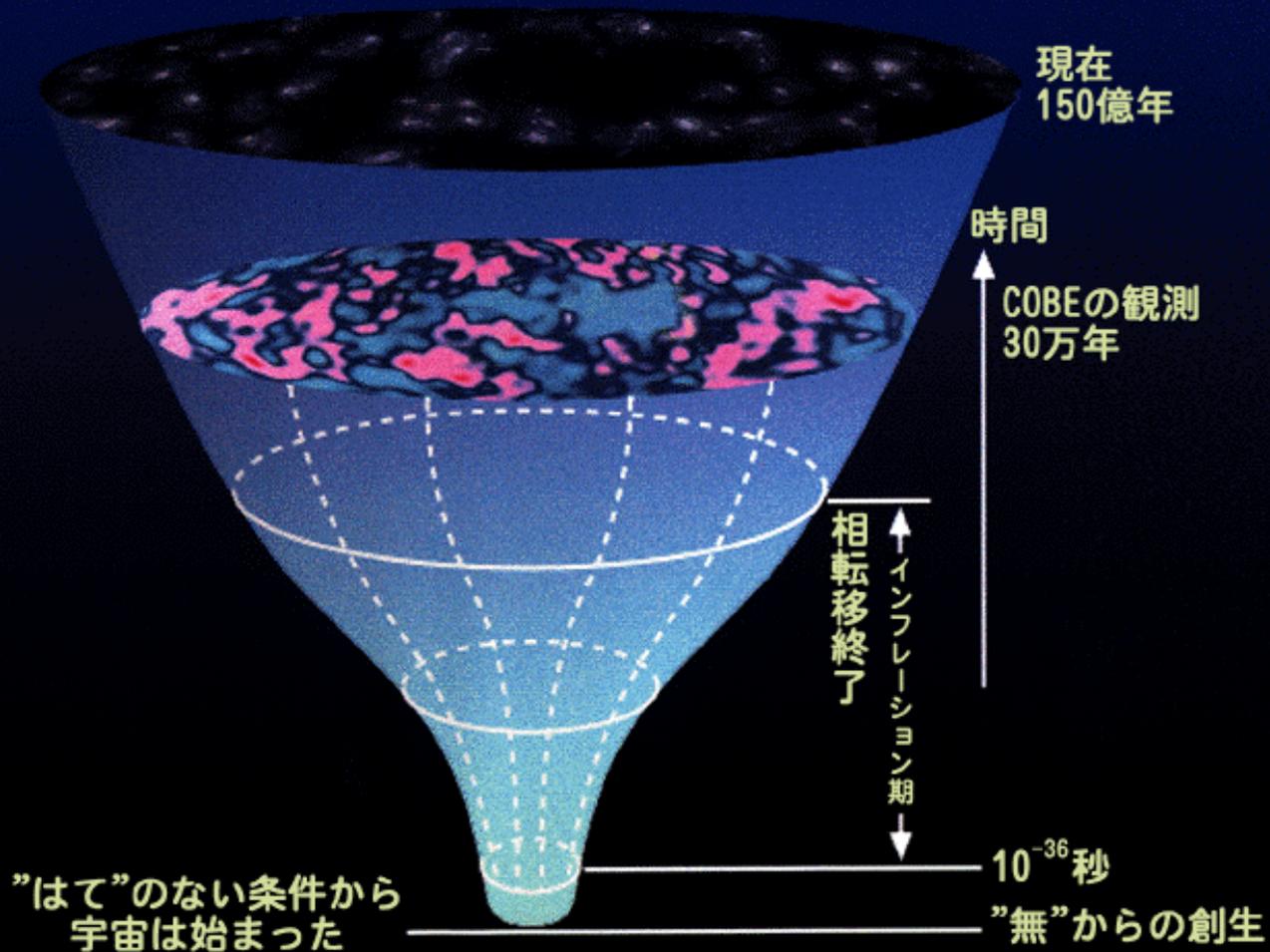
- 中性子星の構造と状態方程式
- 超新星爆発シミュレーション
- 超新星ニュートリノ
- 高エネルギー宇宙線の起源と伝播

■ 観測的宇宙論

- 宇宙論的構造形成シミュレーション
- 暗黒物質と重力レンズ
- 銀河進化モデル
- 宇宙論的自己重力系の非線形物理

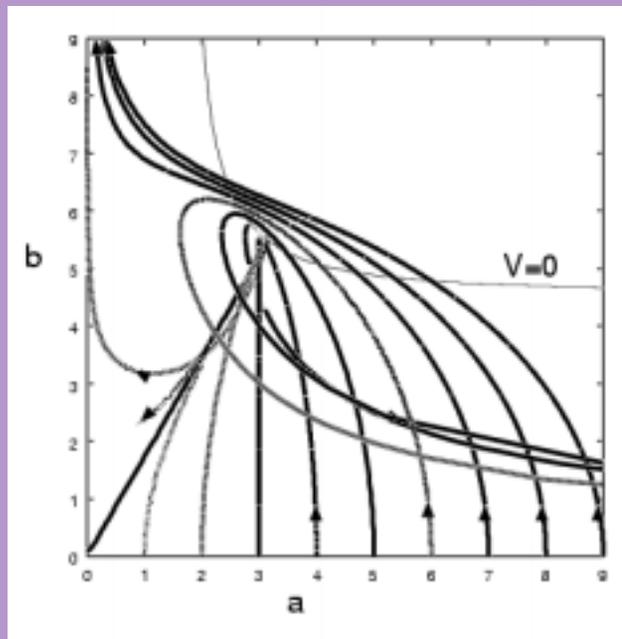
宇宙の創生と進化

宇宙が進化した結果、現在のような星や銀河などが生まれてきた。



多次元宇宙論

- カルツアクライン理論
- ブレーンワールド
- 宇宙の創生、インフレーションを多次元モデルで再構築



超新星 1987A

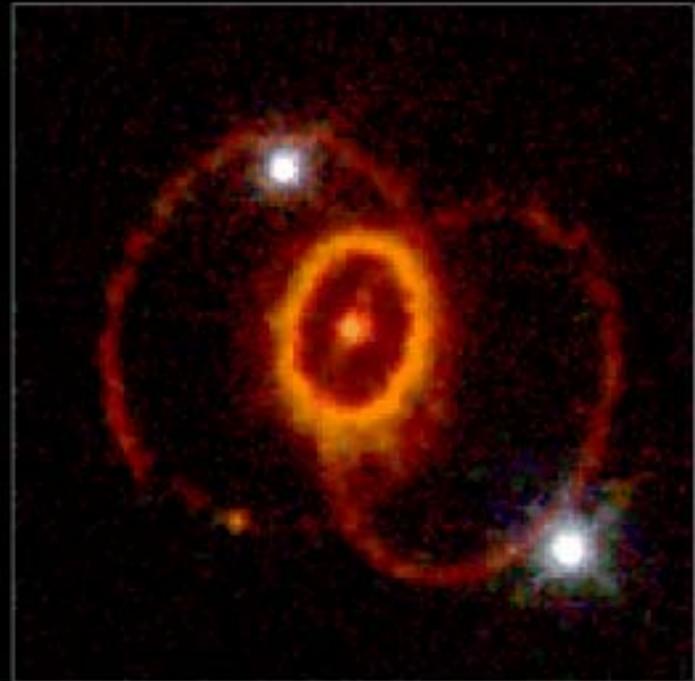
Supernova 1987A



Hubble
Heritage

PRC99-04 • Space Telescope Science Institute • Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA)

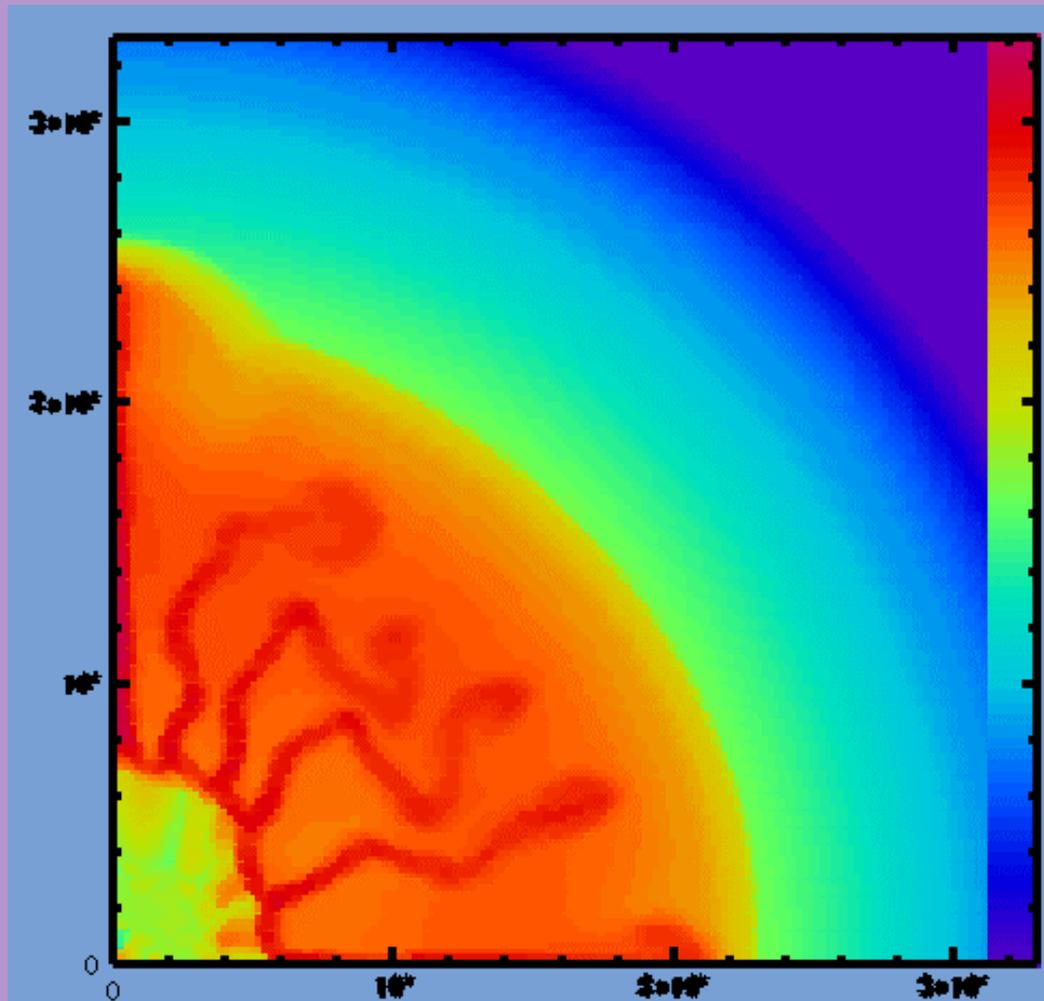
Supernova 1987A Rings



Hubble Space Telescope
Wide Field Planetary Camera 2

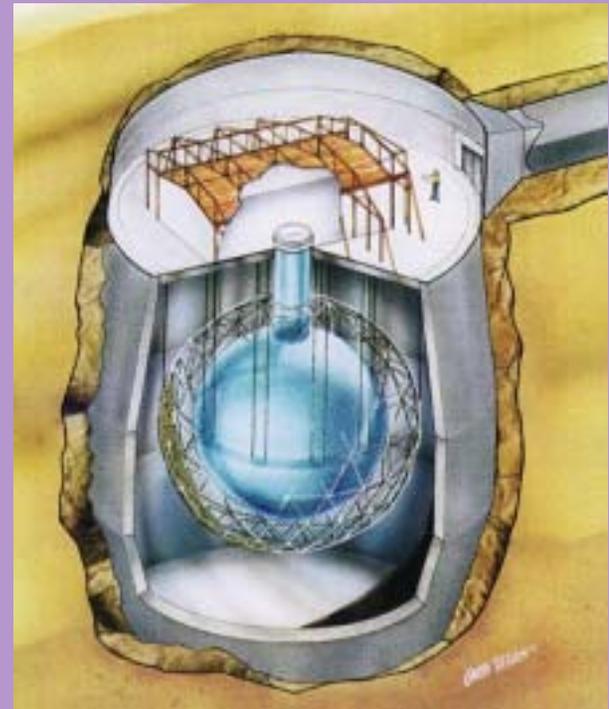
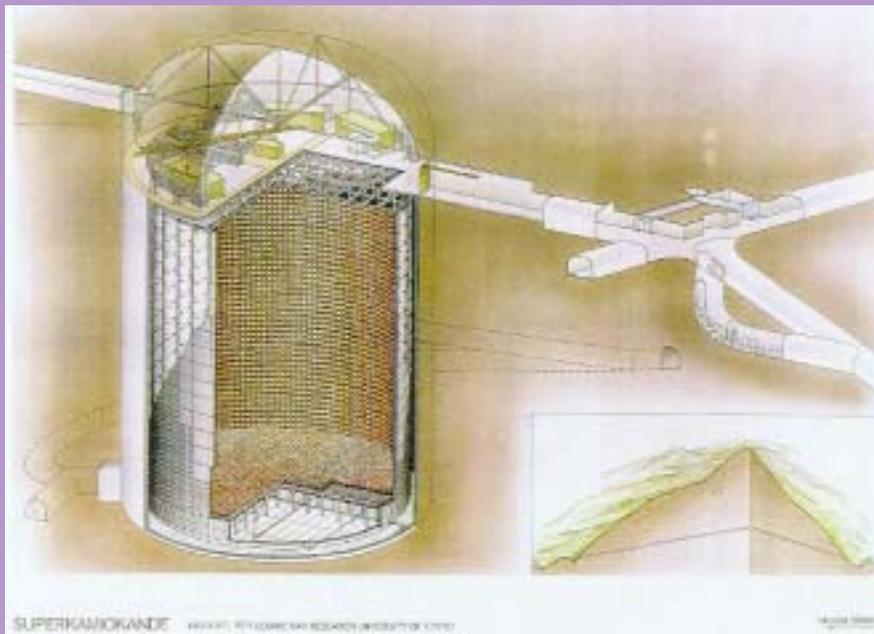


自転星の重力崩壊と超新星での 元素合成と混合

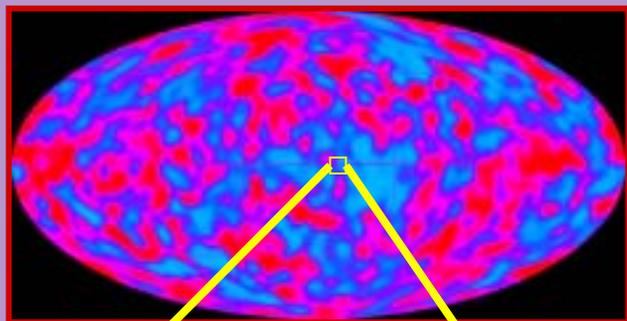


超新星からのニュートリノ検出

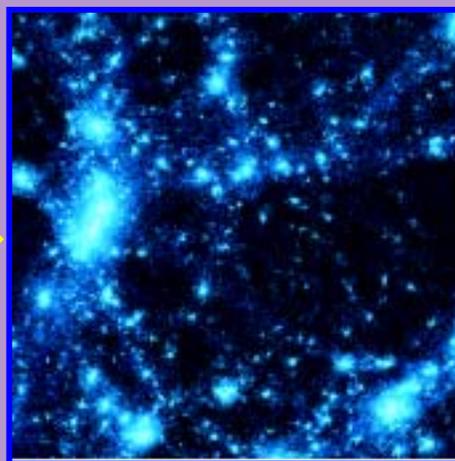
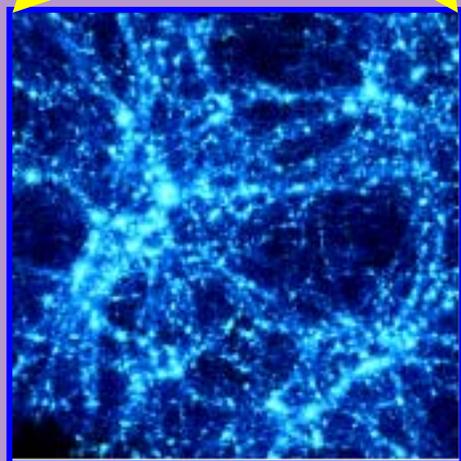
- 理論の予言と爆発に対する観測からの示唆
- ニュートリノ振動の効果と振動モデルに対する示唆



宇宙の構造形成シナリオ

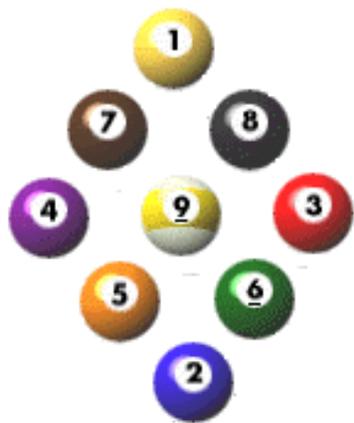


- 小さなスケールの構造ほど初期に形成される
- いったんできた構造が重力的に合体あるいは集団化することで、より大きなスケールの構造へと進化する



ジーナス統計の宇宙論的応用

- ジーナズ: 等密度面における
(穴の数) - (孤立した領域の数)



$$G = 0 - 9 = -9$$



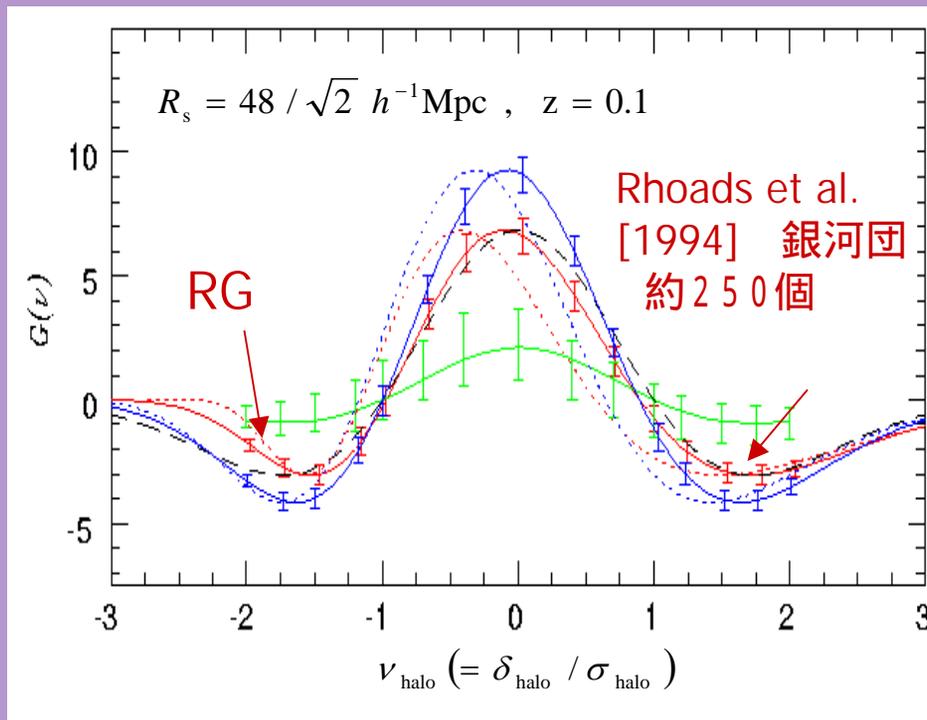
$$G = 5 - 1 = 4$$



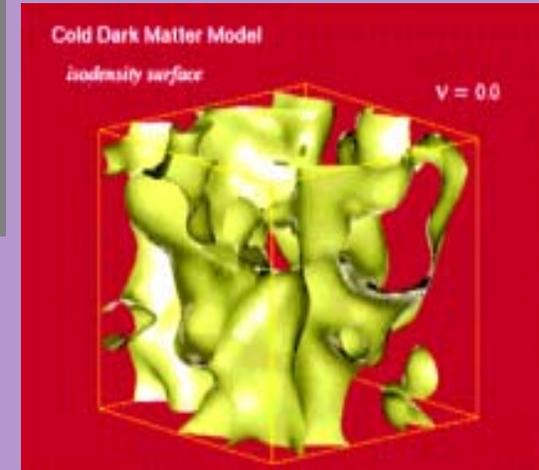
$$G = 0 - 3 = -3$$

銀河団分布に関するジーナスの理論

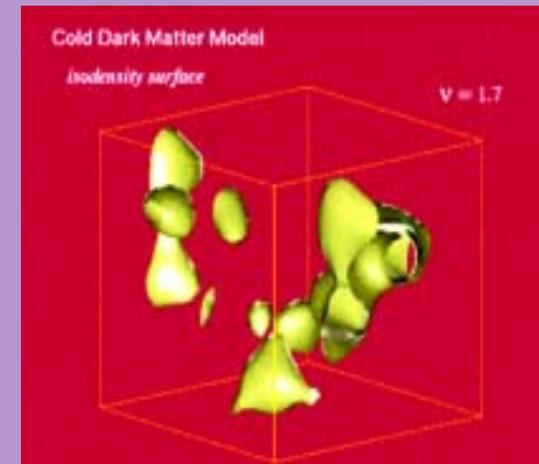
- 非線形重力進化による影響
- ダークマタ - と銀河団の関係 (バイアス)



$$G > 0 \quad v = 0.0$$



$$G < 0 \quad v = 1.7$$



[Matsubara & Suto1996]

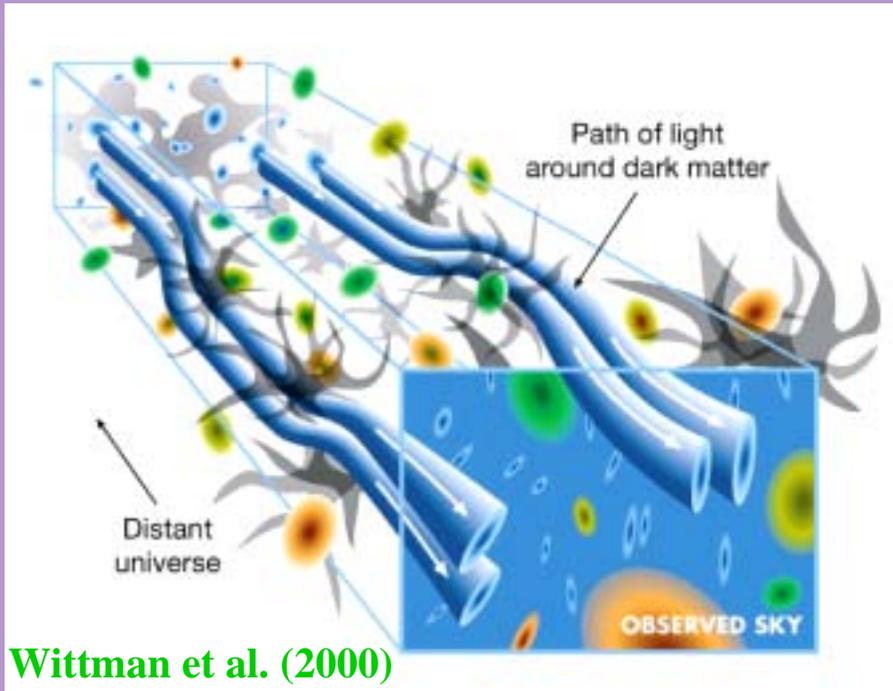
銀河団A2218

<http://osite.stsci.edu/pubinfo/pr/2000/08/index.html>

ハッブル宇宙望遠鏡で
みたA2218の中心部



弱い重力レンズによるダークマター分布地図



Tegmark (2000)

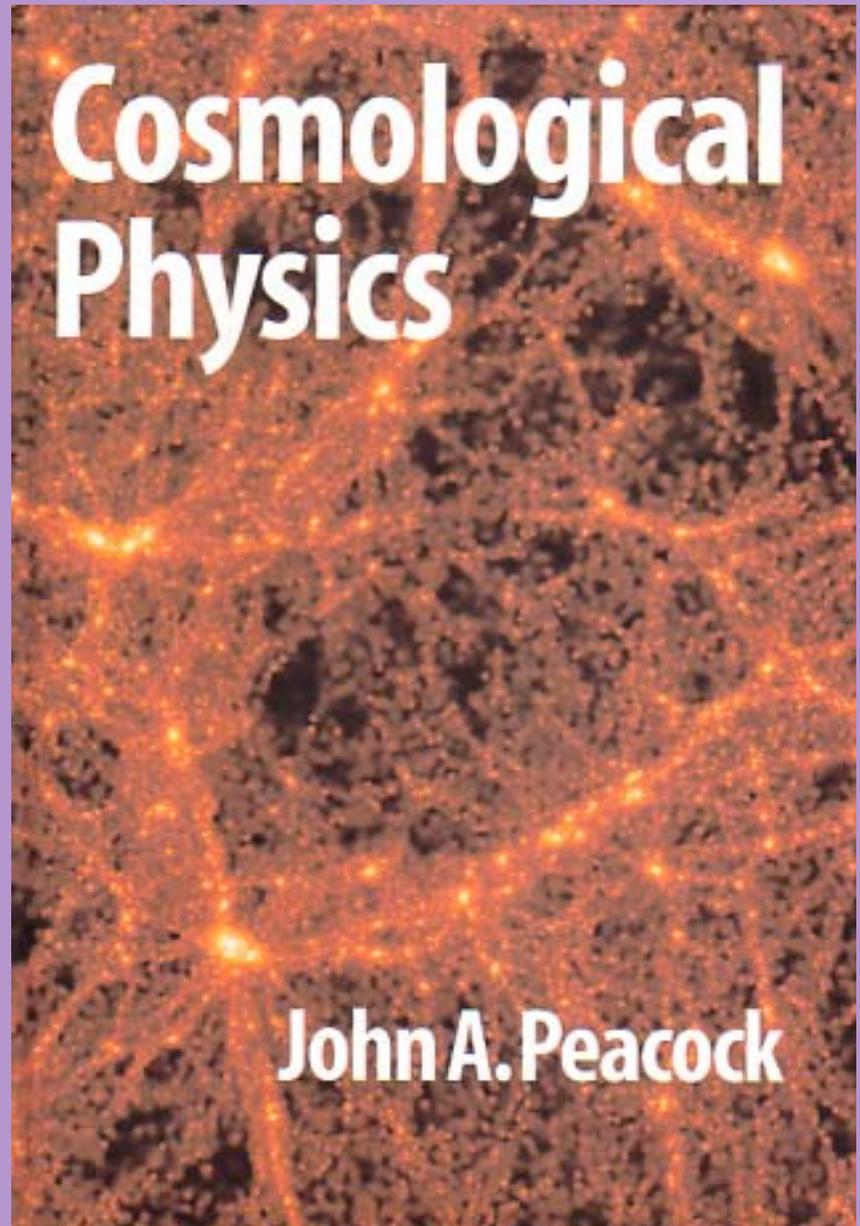


銀河団の重力ポテンシャルによって遠方の銀河の像が歪んで見える例は数多く知られていたが、2000年になって4つのグループがほぼ同時に、宇宙の大構造に起因する重力レンズ効果の検出を発表した

宇宙のダークマターを直接マッピングすることが可能な時代に突入

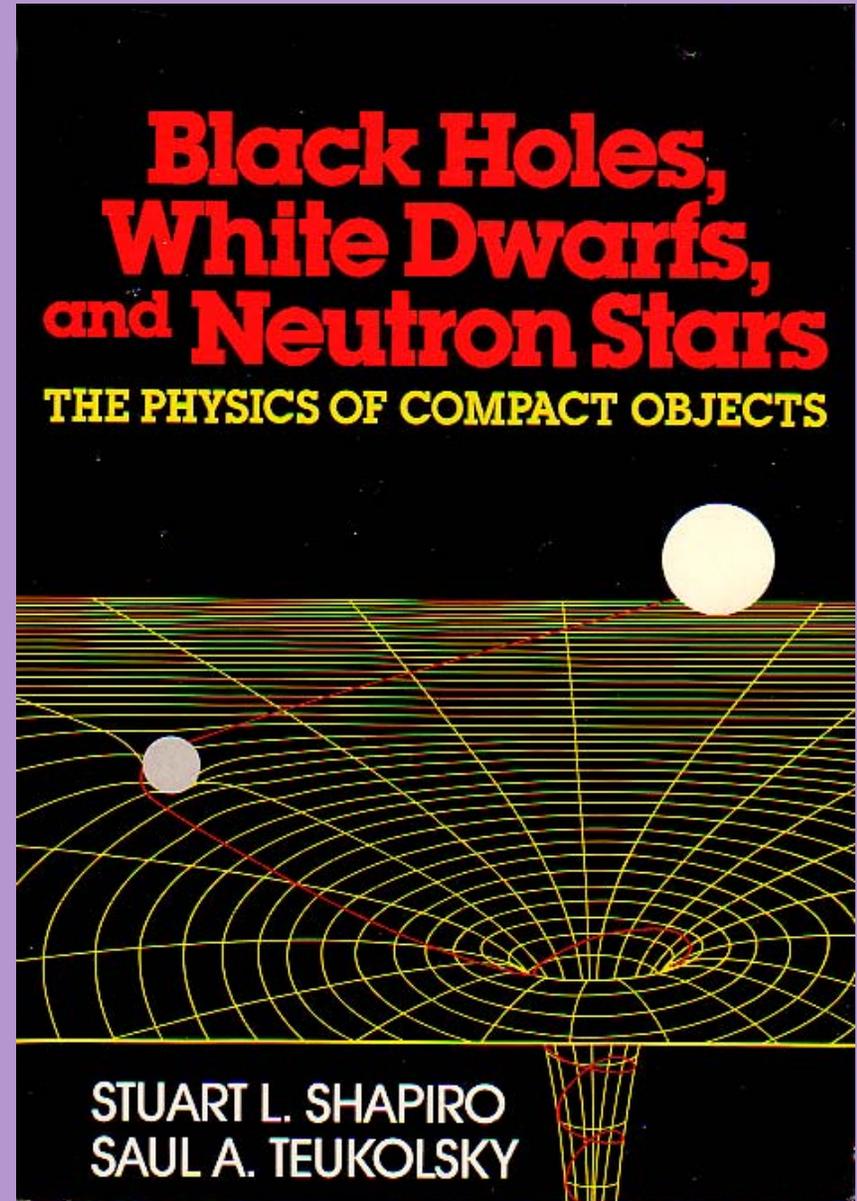
前期理論演習

- John Peacock
“Cosmological
Physics ”
(Cambridge Univ.
Press 1999) の相対
論・宇宙論関係の
部分を輪講
(担当: 樽家助手)



後期理論演習 その1

- S.L.Shapiro and S.Teukolsky
“Black Holes,
White Dwarfs and
Neutron Stars”
を輪講
(担当:白水助手)



後期理論演習その2

- 希望者がいれば、計算機シミュレーション
あるいは計算結果の可視化を行う
(担当: 須藤)

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