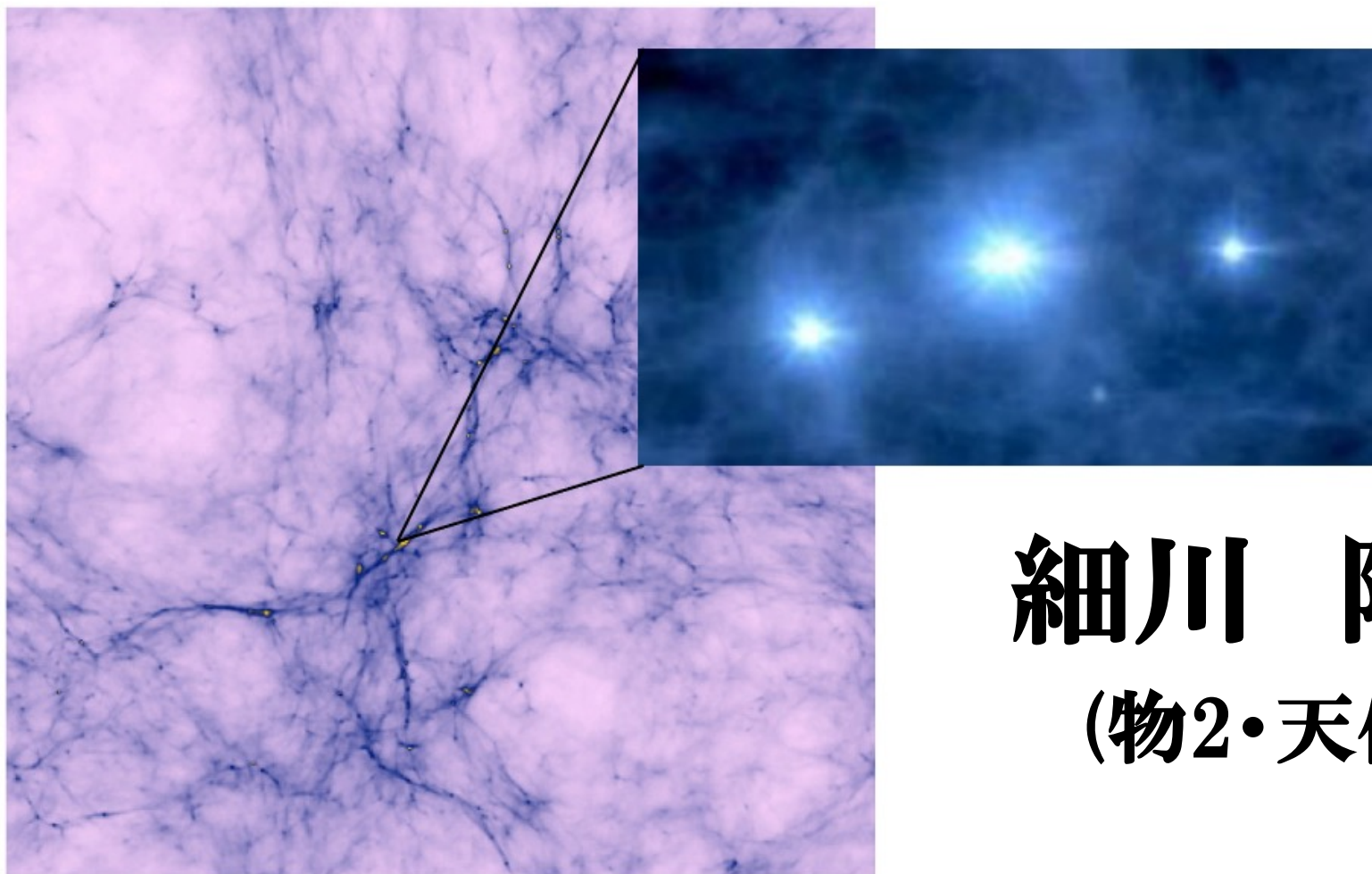
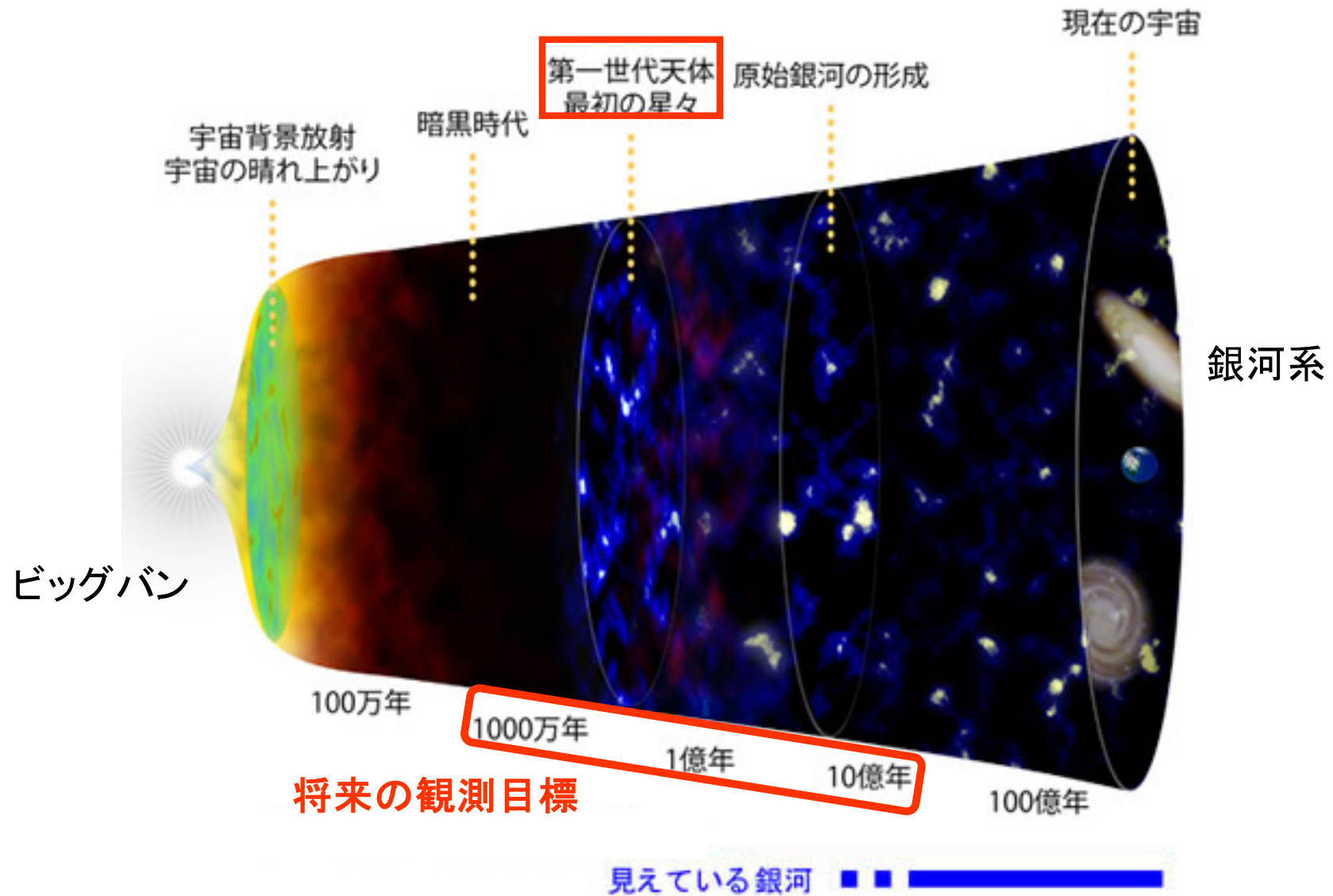


宇宙最初の天体にせまる



細川 隆史
(物2・天体核)

宇宙最初の日体?



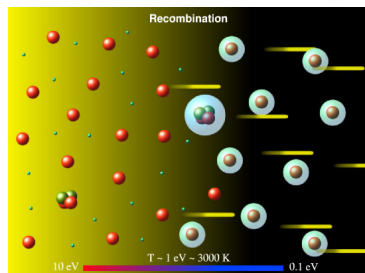
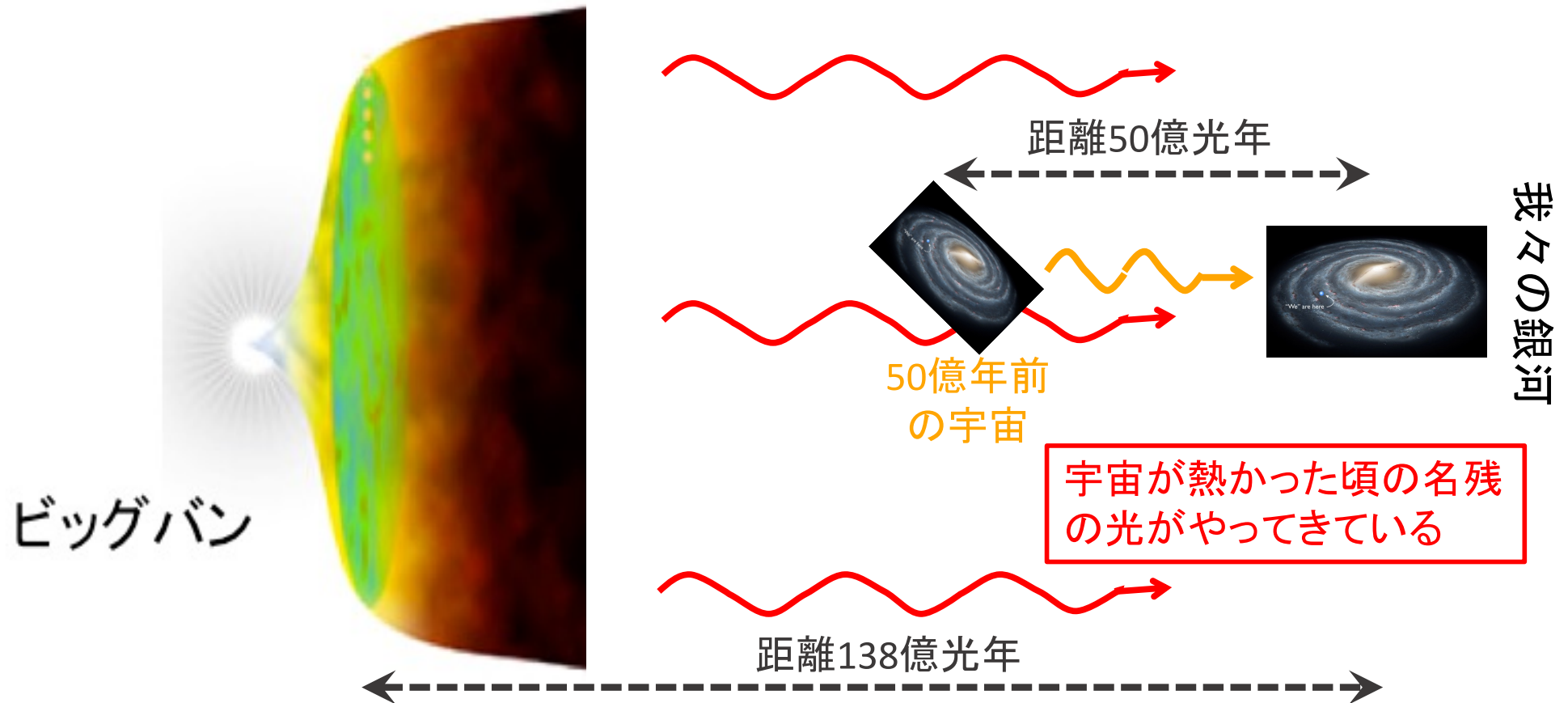
どこかの時点で、宇宙最初の日体(おそらく星?)が誕生。
それはいつ、どこでどのように起きたのか?どんな天体だったか?

ビッグバン (138億年前)



ビッグバンの終わりが見える

光速は有限 = 遠くを見ることは昔を見ること

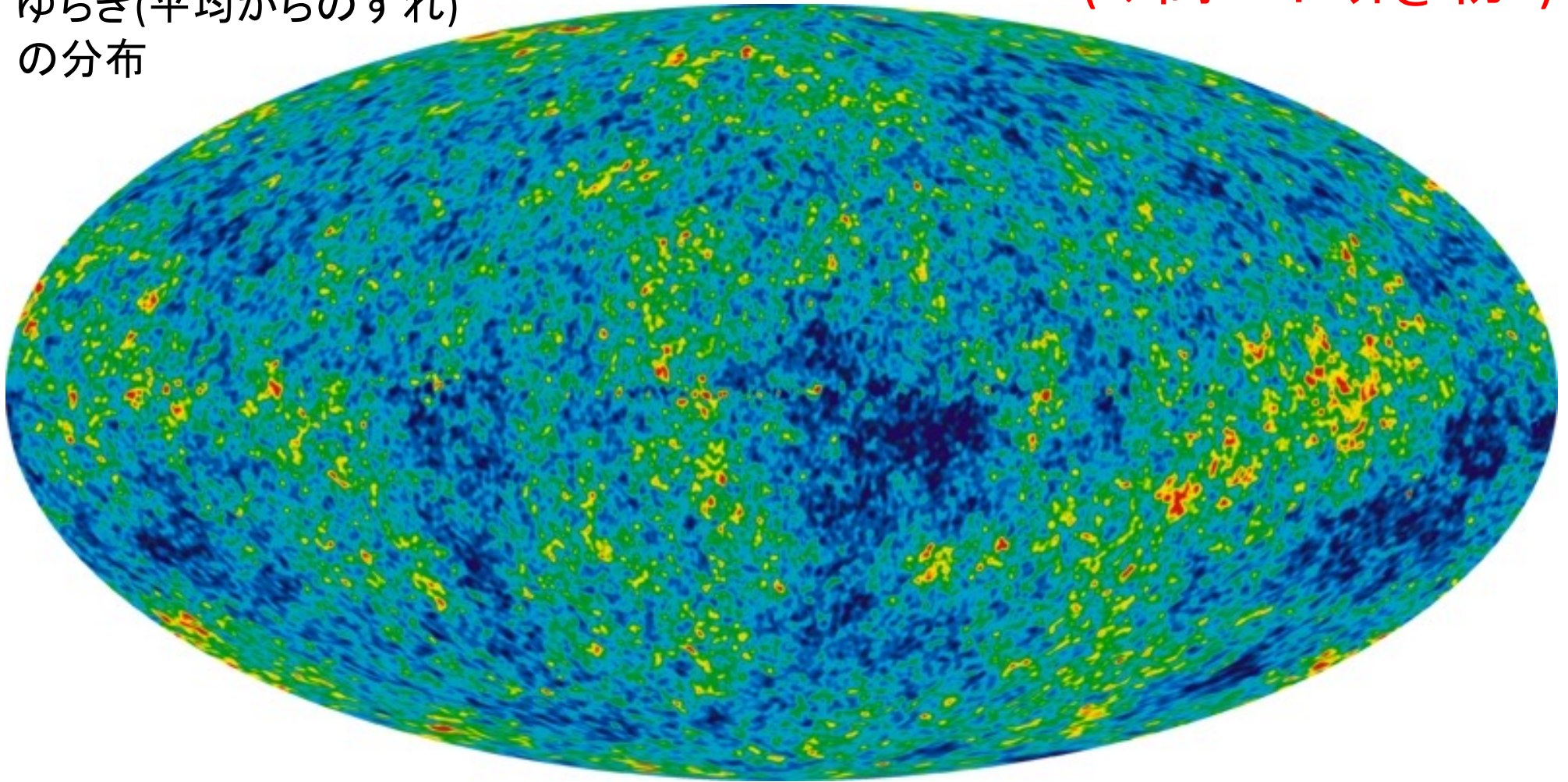


宇宙が高温・高密度プラズマ状態にあったとき、最後に出た光が見える

宇宙マイクロ波背景放射

(→高エネ研@物2)

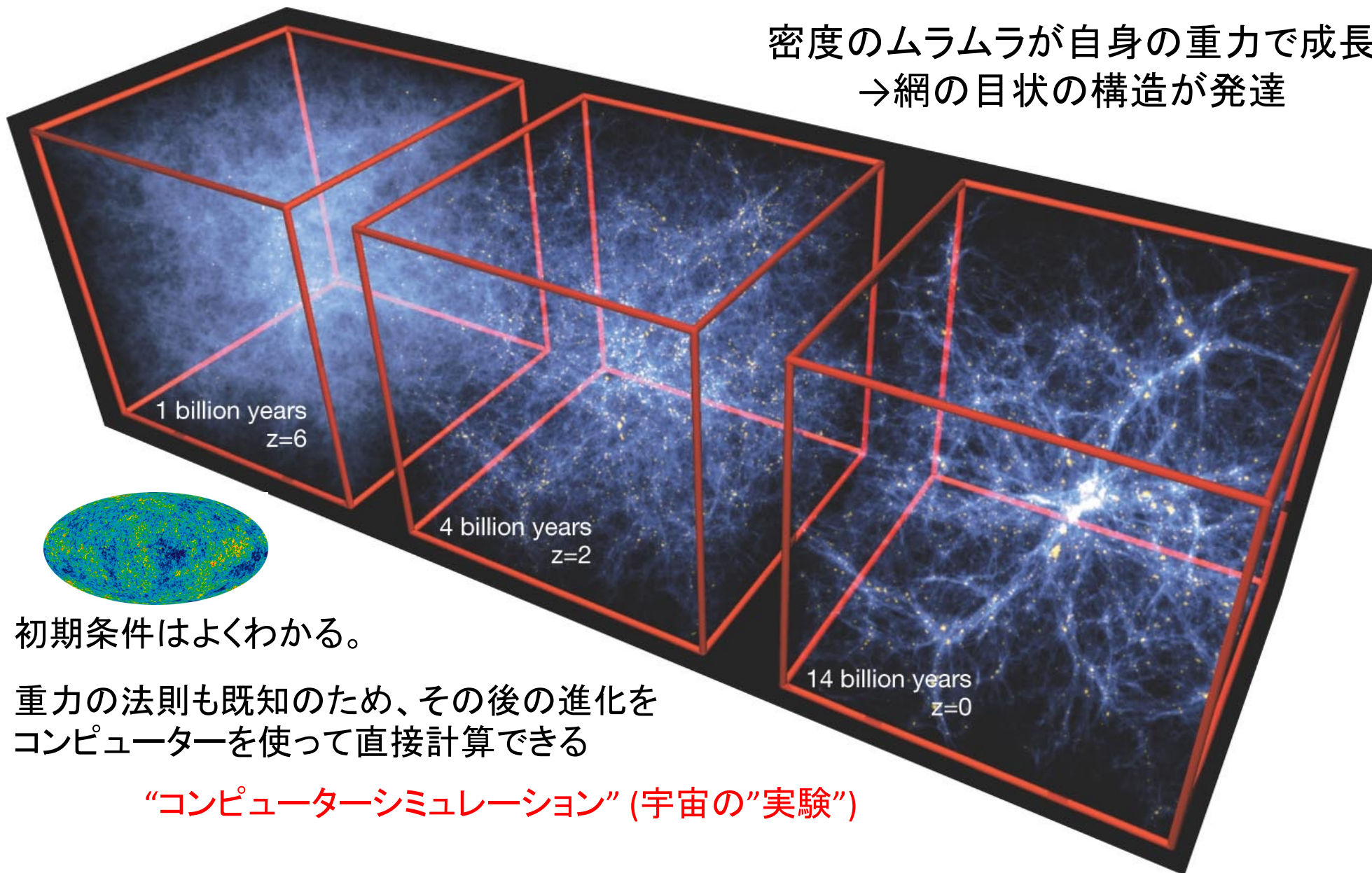
ゆらぎ(平均からのずれ)
の分布



放射のムラムラ ⇒ 宇宙初期の物質分布 (密度のムラムラ)
密度のムラムラがあると、重力で成長しているんな天体ができる

宇宙の大規模構造

密度のムラムラが自身の重力で成長
→網の目状の構造が発達



初期条件はよくわかる。

重力の法則も既知のため、その後の進化を
コンピューターを使って直接計算できる

“コンピューターシミュレーション” (宇宙の“実験”)

ずっと遠くの宇宙を見たら宇宙最初の星が見えるかも。。。。

©NASA/CSA/ESA/STScI

でもまだ見つかっていない。
最新の望遠鏡で挑戦。



©NASA



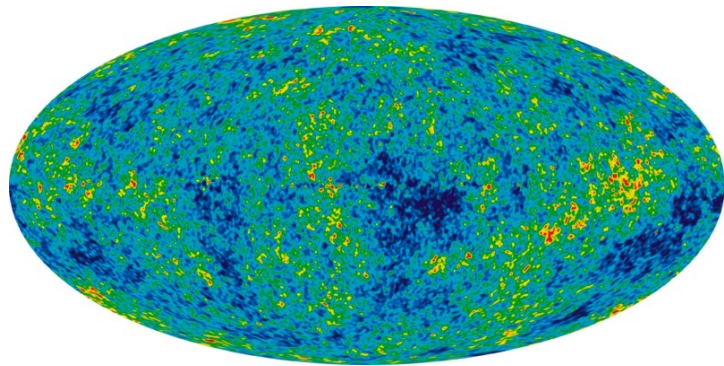
James-Webb宇宙望遠鏡
2021年12月25日～

ビッグバン数億年後の
銀河: GL-z13



理論研究は。。自分で 宇宙最初の星を作ろう

国立天文台のスーパーコンピューター: ATERUI



ビッグバン直後の物質分布

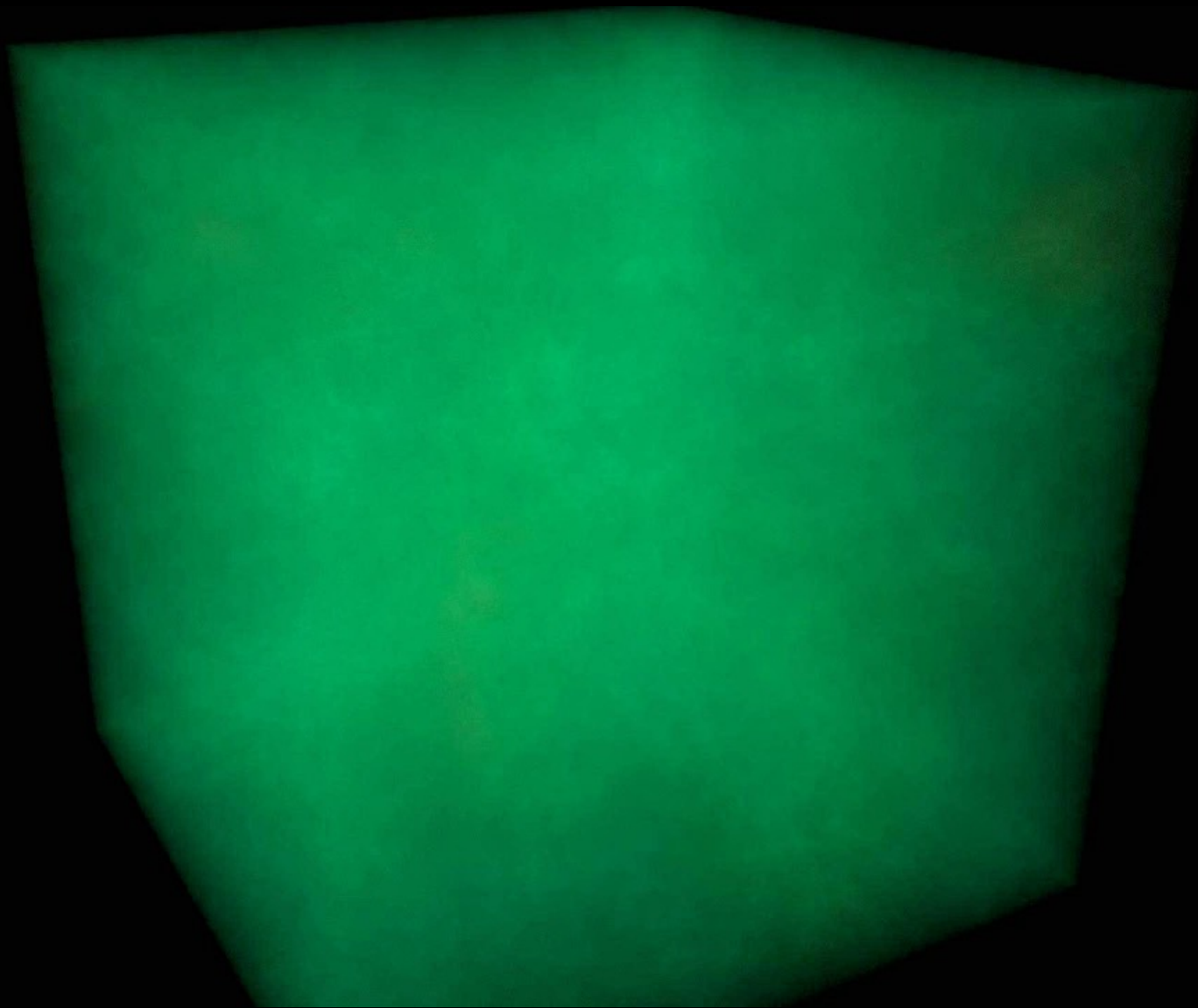
+

物理学(重力、流体力学、量子力学)



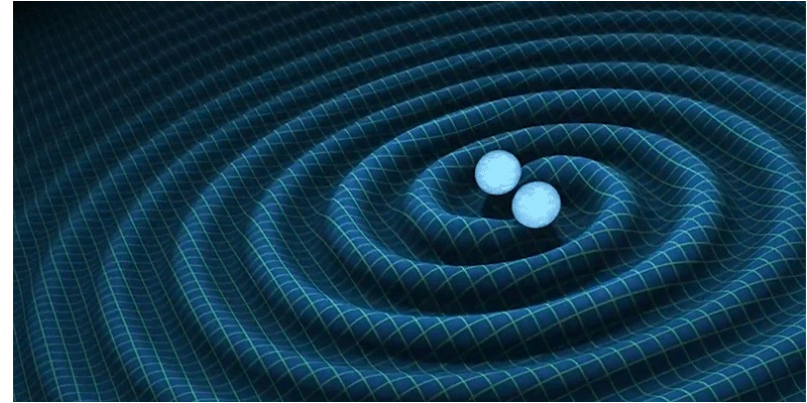
物理学の基本法則に従う宇宙の進化をコンピューターで計算して、ビッグバンから宇宙最初の星ができるまで”実験”する

© 平野信吾
(東京大学)

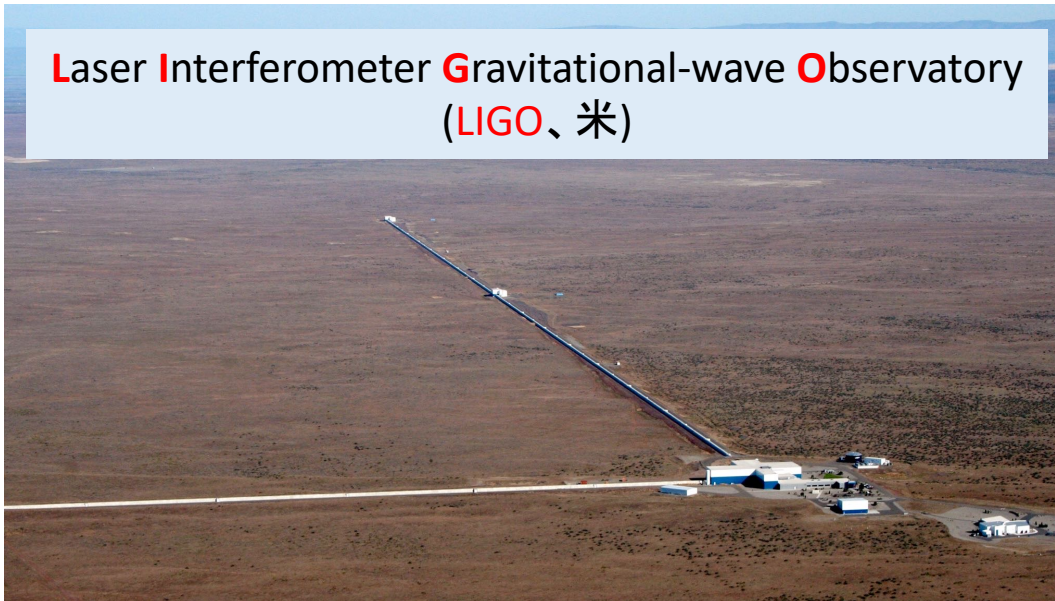


重力波の時代

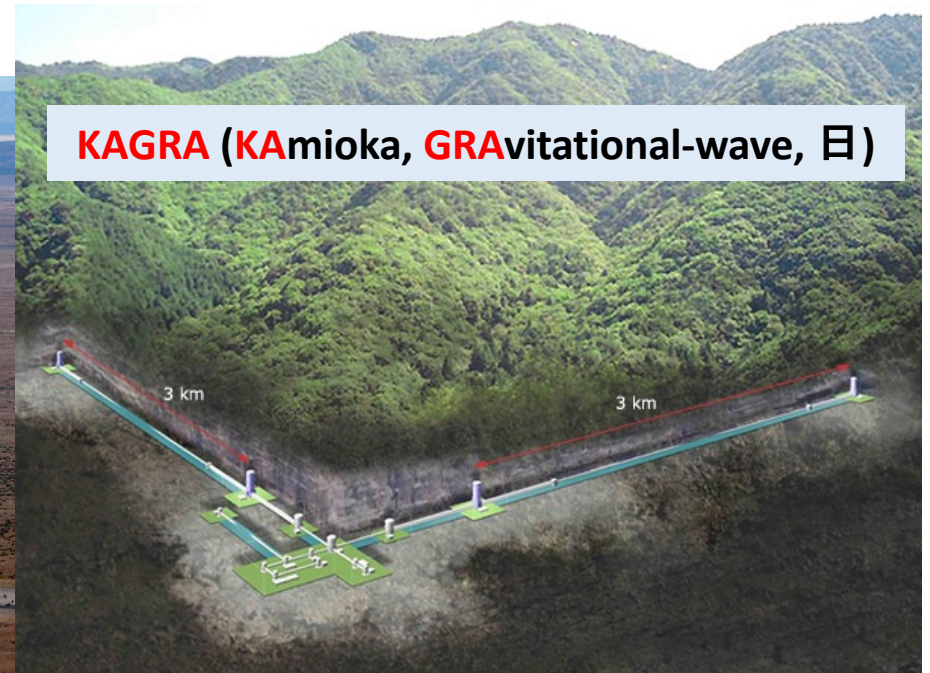
- + アインシュタインにより予言
“時空のさざなみ”
- + 苦節100年の研究のすえ、2015年
ついに直接検出に成功 (ノーベル賞)
- + 連星ブラックホール合体～数十例



Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory
(LIGO、米)

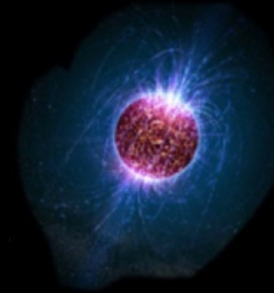
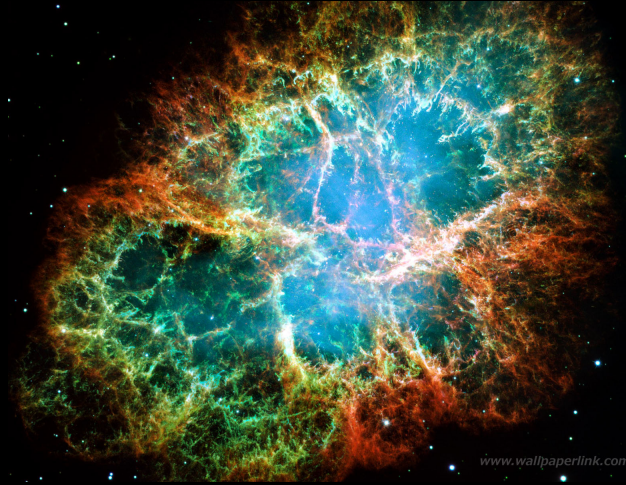


KAGRA (KAmioka, GRAvitational-wave, 日)



星の死とブラックホール誕生

大きな星が死ぬ時は爆発前に星が崩壊
大量の物質が小さな領域に詰め込まれる



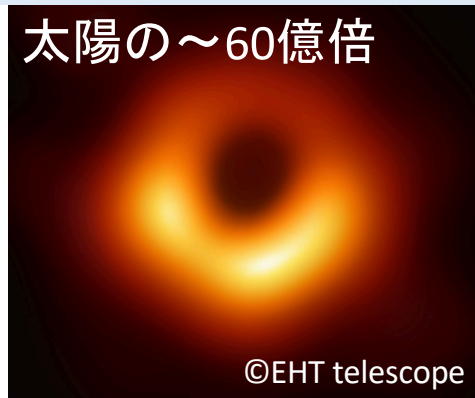
中性子星
(想像図)



ブラックホール
[太陽の~10-100倍]
(想像図)

近傍銀河M87中心のブラックホール

太陽の~60億倍



©EHT telescope

宇宙最初の星が死んだあとには、宇宙最初の
ブラックホールが残されたに違いない

これが種となり、さらに巨大なブラックホールに
成長? (ビッグバンから~10億年後には存在)

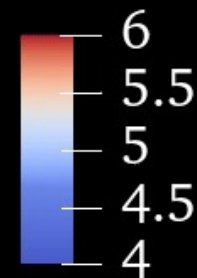
$t = -151617\text{yr}$

初代”連星”の誕生

© 杉村和幸
(北海道大学)

300000 AU

$\log(n\text{H}) [\text{cm}^{-3}]$



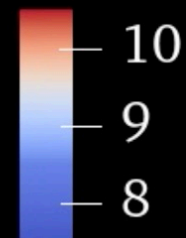
連星のまわりを
取り巻くガス円盤

星からの光で加熱
された高温プラズマ

8000 AU
1AU: 太陽-地球
間の距離

連星

$\log(nH)$ [cm⁻³]

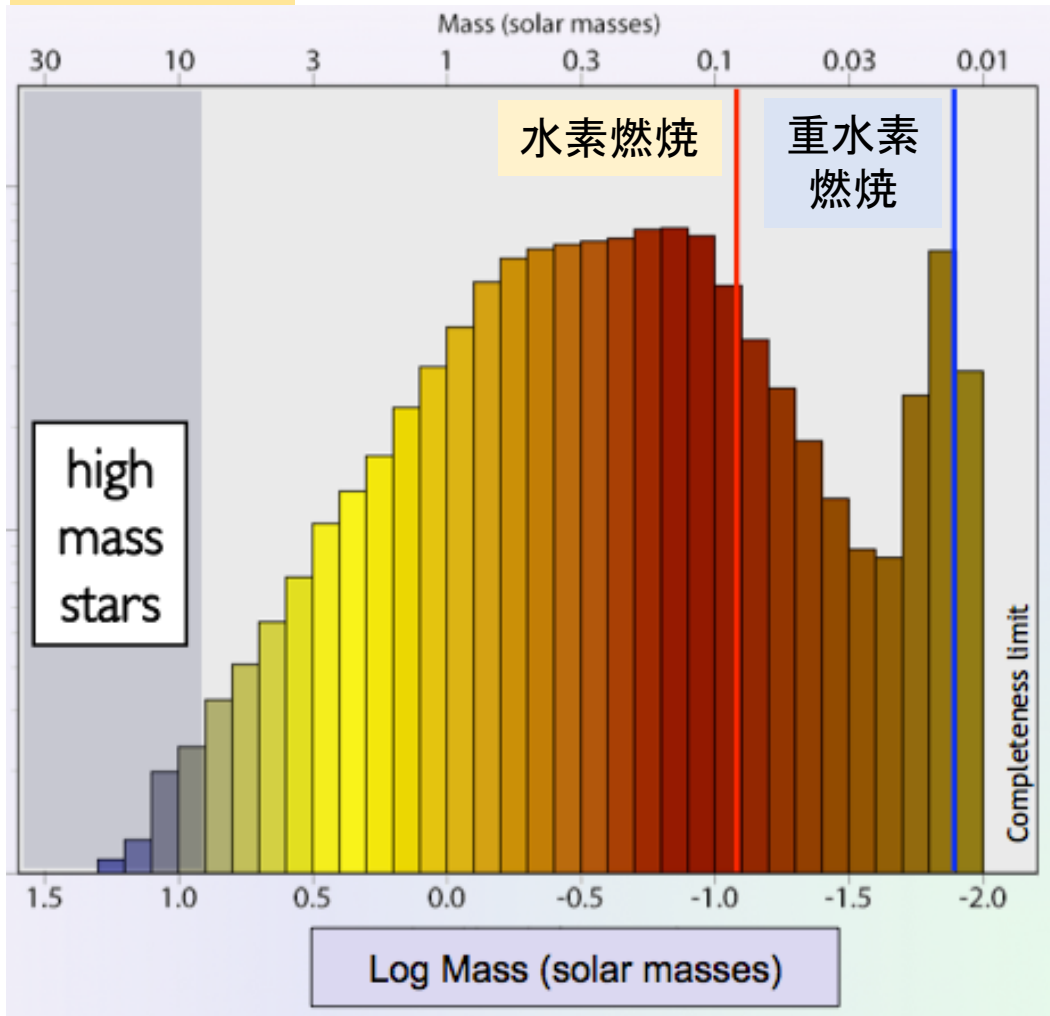


太陽の～50倍くらいの重さの星同士が回る連星系ができた

銀河系とだいぶ違う

@銀河系

生まれる星の質量分布



@銀河系

典型的な星～太陽質量
ごく稀に～太陽の100倍

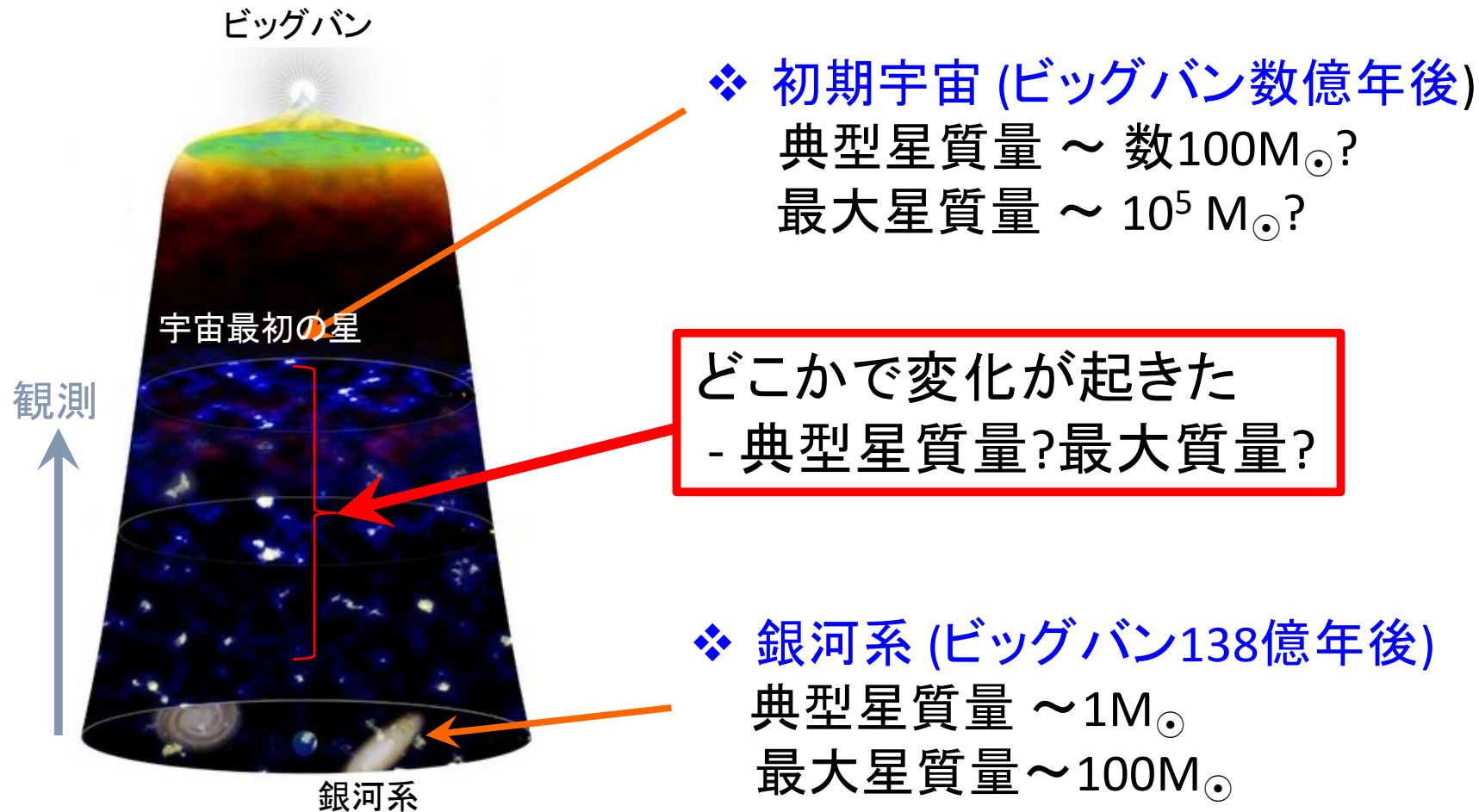


@初期宇宙

典型的～太陽の100倍?
ごく稀に太陽の?(>>100)倍
宇宙最初の超巨大ブラックホール
に成長?

宇宙の最初にできる星は銀河系とだいぶ違う (←ガス中の重元素量の差)

星形成過程の”相転移”



観測が進めば、まずこの星形成過程の”相転移”が最初に見えてくるはず = 宇宙最初の天体 (星) の”きざし”

まとめ

宇宙最初の天体にせまる

宇宙最初の星の誕生: 標準形成モデル + 物理学の知見を総動員
いつ、どこで最初の星ができるか予言できる
観測はこれから。みんな一番乗りを狙っている

重力波の時代: 宇宙を見る(聞く)新しい方法
最初の星が死んでできた最初のブラックホールも探せるかも

星形成の"相転移": 宇宙最初の星は銀河系よりずっと大質量
宇宙の進化のいつかどこかで変化が起こったらしい←最初の天体の"きざし"