

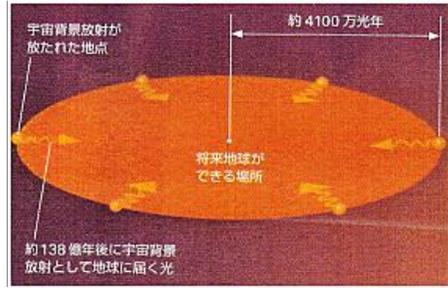
宇宙の歴史

参考文献：ニュートン別冊「宇宙誕生」 P.20 P.46 P.52 P.70 P.73 ほか

<全宇宙>
 ダークエネルギー：68.3%
 ダークマター：26.8%
 通常物質：4.9%

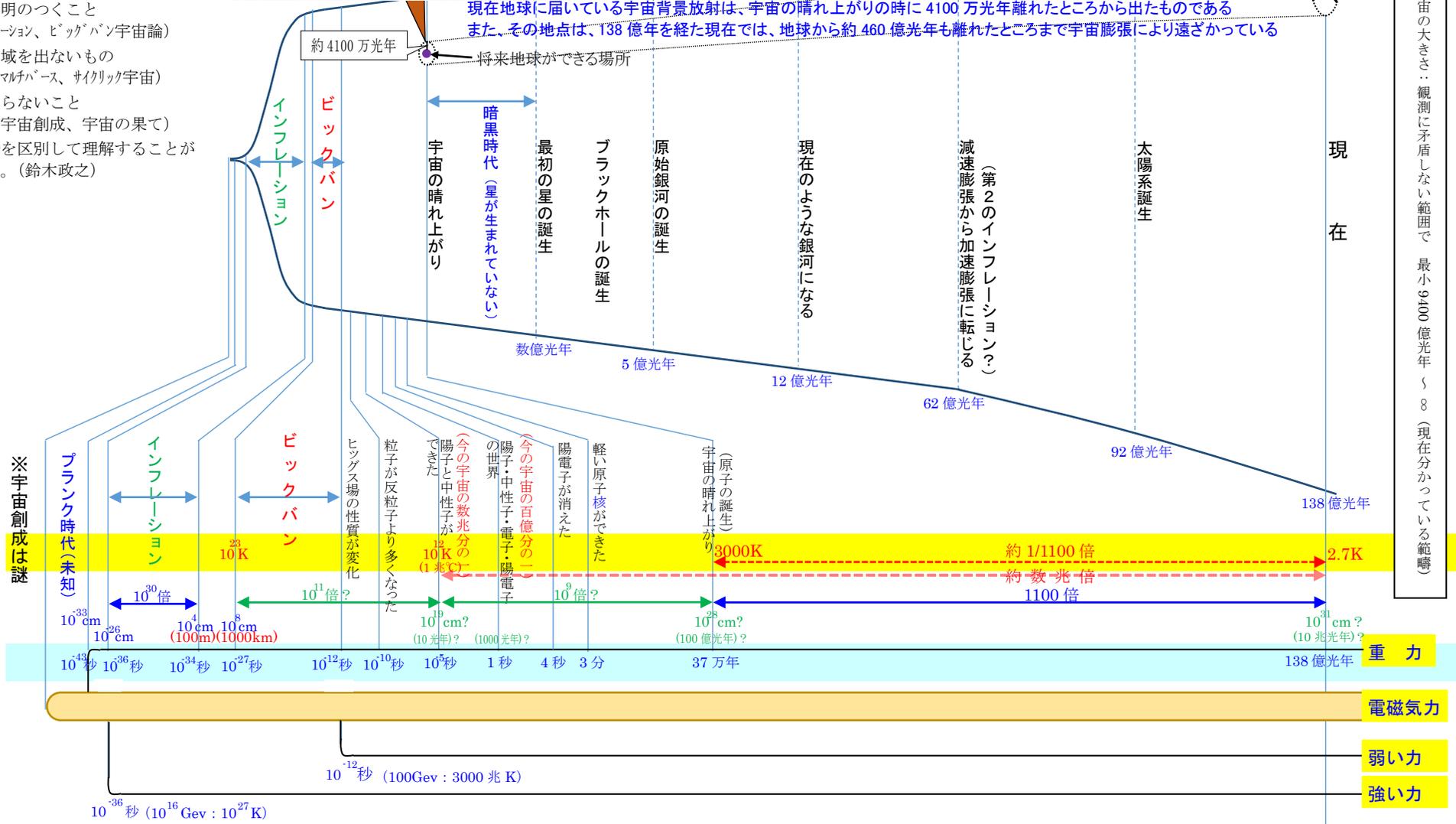
◎宇宙論を論ずるときは・・・

- ①観測されていて、十分に事実として確認されていること (例：宇宙膨張)
 - ②未確定ですが、そのように考えるとうまく説明のつくこと (例インフレーション、ビッグバン宇宙論)
 - ③想像の域を出ないもの (例：マルチバース、サイクリック宇宙)
 - ④全く解らないこと (例：宇宙創成、宇宙の果て)
- の4段階を区別して理解することが大切です。(鈴木政之)



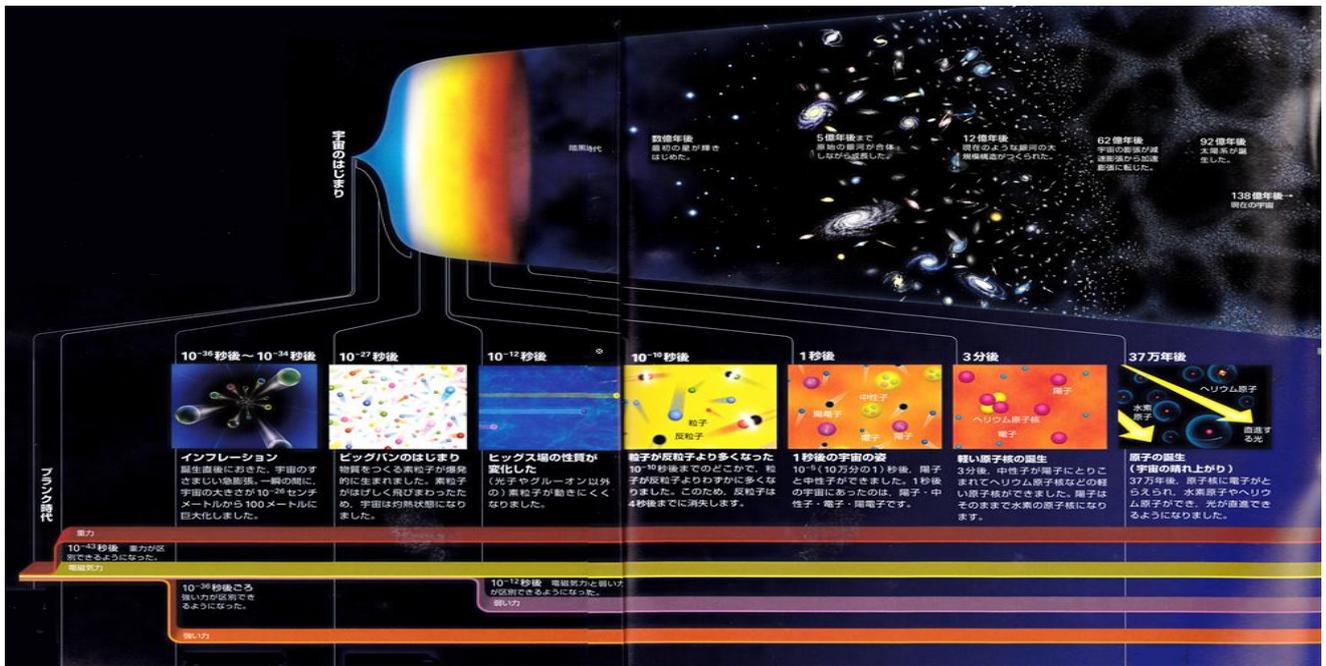
現在地球に届いている宇宙背景放射は、宇宙の晴れ上がりの時に4100万光年離れたところから出たものである
 また、その地点は、138億年を経た現在では、地球から約460億光年も離れたところまで宇宙膨張により遠ざかっている

地球 → 約460億光年



(参考) 1光年 = 9.46×10^{12} km = 9.46×10^{15} m = 約 1×10^{16} m = 約 1×10^{18} cm

1万光年 = 約 1×10^{22} cm、1億光年 = 約 1×10^{26} cm、1兆光年 = 約 1×10^{30} cm



| 時間 | 宇宙の大きさ(膨張) | ※1光年は、約 10^{13} km、約 10^{18} cm |
|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| プランク時代 | 10^{-43} 秒後 | 10^{-33} m |
| インフレーション時代 | 10^{-36} 秒後 10^{-34} 秒後 | 10^{-28} m 100m |
| ビッグバンの始まり | 10^{-27} 秒後 | 10^{23} K 1000km |
| ヒッグス場の性質が変化した | 10^{-12} 秒後 | |
| 粒子が反粒子より多くなった | 10^{-10} 秒後 | |
| 陽子と中性子の誕生 | 10^{-5} 秒後 | 10^{12} K (1兆度K) |
| 1秒後 | | 10光年?? (10^{14} km??) |
| 反粒子が消失 | 4秒後 | |
| 軽い原子核の誕生 | 3分後 | |
| 宇宙の晴れ上がり | 37万年後 | 3000K |
| ファーストスターの誕生 | 2000万~2億年後 | |
| ブラックホールの誕生 | 数億年後 | |
| 銀河の誕生 | 2億~3億年後 | |
| 宇宙が加速膨張に変わる | 62億年後 | |
| 太陽系誕生 | 92億年後 | |
| 現在 | 138億年後 | 2.7K |

重力が区別できるようになった

強い力が区別できるようになった

大量の物質と光が生み出され灼熱状態になった

電磁気力と弱い力が区別できるようになった

粒子が反粒子よりわずかに多くなった (10億分の1程度)

クォークが3個ずつ結合して陽子と中性子になる
※今の宇宙の大きさの数兆分の1になる 文献：Newton別冊・宇宙誕生 P.52)

宇宙にあったのは、陽子・中性子・電子・陽電子
(反陽子、反中性子は、陽子、中性子と反応して対消滅)

最後まで残った陽電子が消滅

中性子が陽子に取り込まれ、ヘリウム原子核などの軽い原子核ができ

文献：Newton別冊・宇宙誕生 P.52)

原子核に電子がとらえられ、
水素原子やヘリウム原子ができ光が直進できるようになった

未だ、未発見

未だ、未確認 (銀河誕生の前)

現在までのところ、最遠の銀河が135億光年先に発見されている
(2022年、JWSTの観測結果より)

宇宙が減速膨張から加速膨張に変わる(第2のインフレーション?)
※膨張速度は、約150億光年のところから光速を超える計算
※現在約138億光年前の4100万光年離れた場所は、約460億光年のところまで膨張している

現在から46億年前

※宇宙の年齢：137.87±0.20億歳 (Planckによる2018年の測定結果)
(文献：Newton別冊・ゼロからわかる宇宙論 P.29)

※宇宙の大きさ：観測に矛盾しない範囲で 最小9400億光年 ~ ∞ (現在分かっている範囲)

宇宙の未来

| | |
|---------------------------|---|
| 現在 | 宇宙誕生から 137.87 ± 0.20 億年 (Planck による 2018 年の測定結果) ニュートン別冊「ゼロからわかる宇宙論」P.29 |
| 20 億年後 | 太陽は 1.2 倍に明るくなり、地球は灼熱の大地に |
| 45 億年後 | 天の川銀河とアンドロメダ銀河が接近し合体 |
| 60 億年後 | 太陽は膨張を開始し、水星と金星を飲み込むほどに巨大化 |
| 80 億年後 | いったん収縮した太陽が再び膨張して地球を飲み込む 太陽は、現在の大きさの 200 倍を超える大きさにまで膨らむ |
| 100 億年後 (10^{10}) | 太陽系の終わり。 ⇒ 白色矮星が残る |
| 1000 億年後 (10^{11}) | 銀河の合体が進み、超巨大銀河が誕生する (見える範囲には他の銀河は存在しなくなる) |
| 10 兆年後 (10^{13}) | 長寿命の星が燃えつき、宇宙は輝きを失う 暗くなった宇宙では、ブラックホールに飲み込まれる天体が、時折短い間、輝きを放つ |
| 10^{20} 年後 | 銀河から天体が飛び去り、 <u>巨大なブラックホール</u> だけが残される (銀河中心のブラックホール) |
| 10^{34} 年後 | 陽子の崩壊により、ブラックホール以外の天体は消滅する (空間には、 π 中間子と光子のみになる) ※陽子崩壊が起こらないとした場合、天体はすべて“鉄の星”になるという仮説も？ |
| | やがては、ブラックホールも蒸発して小さくなってゆく |
| 10^{100} 年後 | ブラックホールすら消滅してしまう (爆発的な蒸発を起こして消滅する) |
| | 宇宙は、ほぼ空っぽになり、時間は意味を失う (ビックフリーズ) ※サイクリック宇宙という考えもある |