

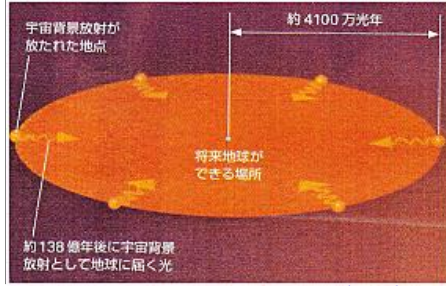
宇宙の歴史

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%

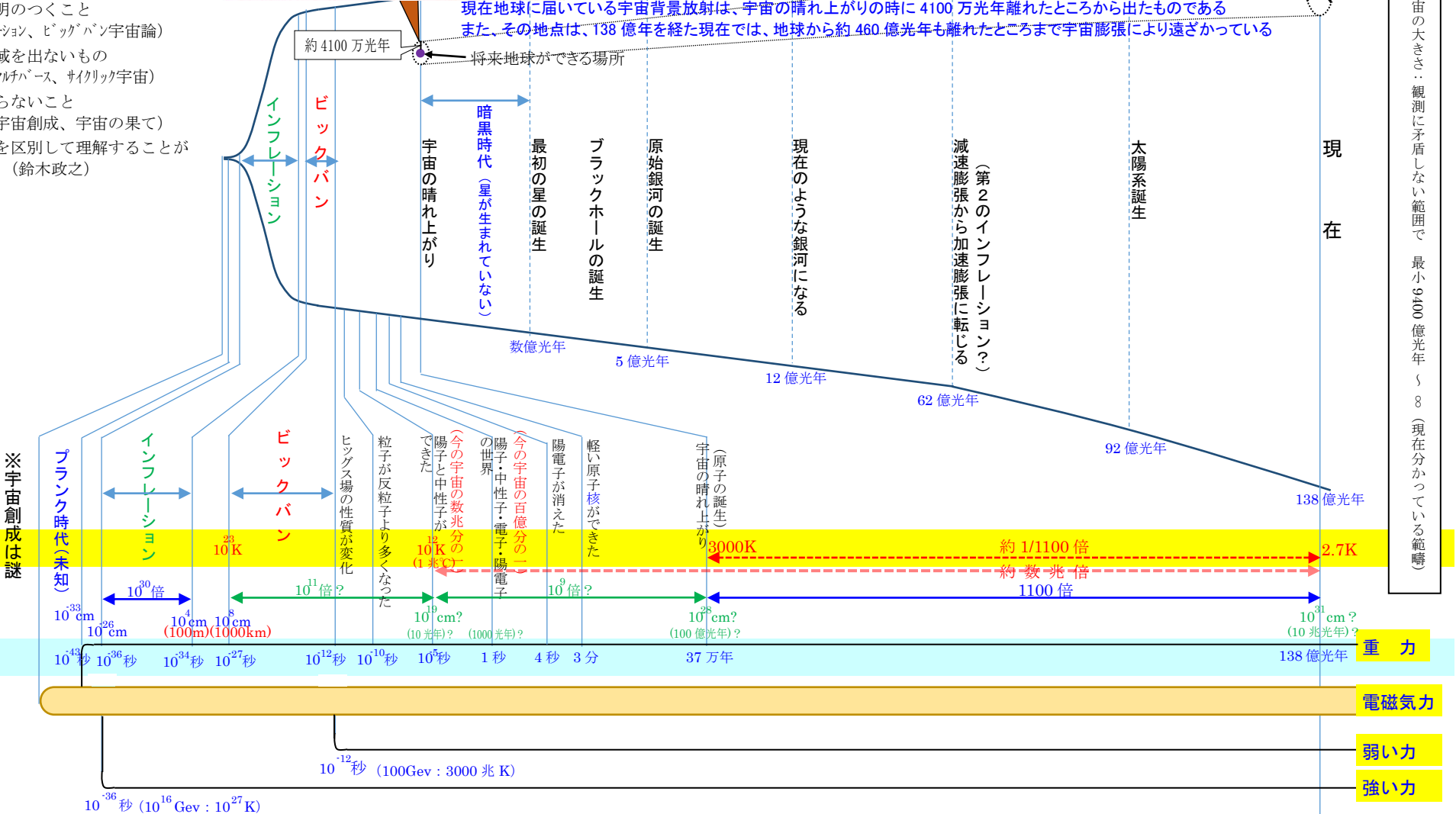
◎宇宙論を論ずるときは・・・

- 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)



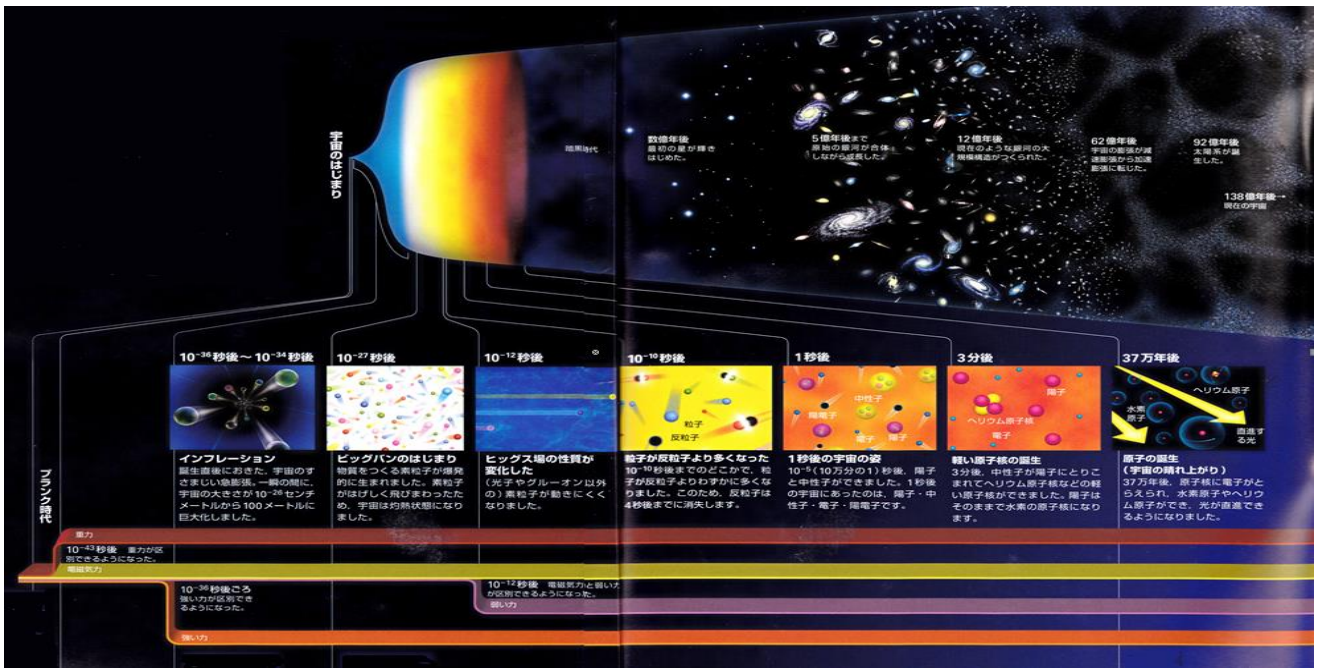
現在地球に届いている宇宙背景放射は、宇宙の晴れ上がりの時に4100万光年離れたところから出たものである
 また、その地点は、138億年を経た現在では、地球から約460億光年も離れたところまで宇宙膨張により遠ざかっている

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) 10光年??
反粒子が消失	1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 数十兆光年??

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