

# 膨張する宇宙

右



H氏



宇宙は膨張している？

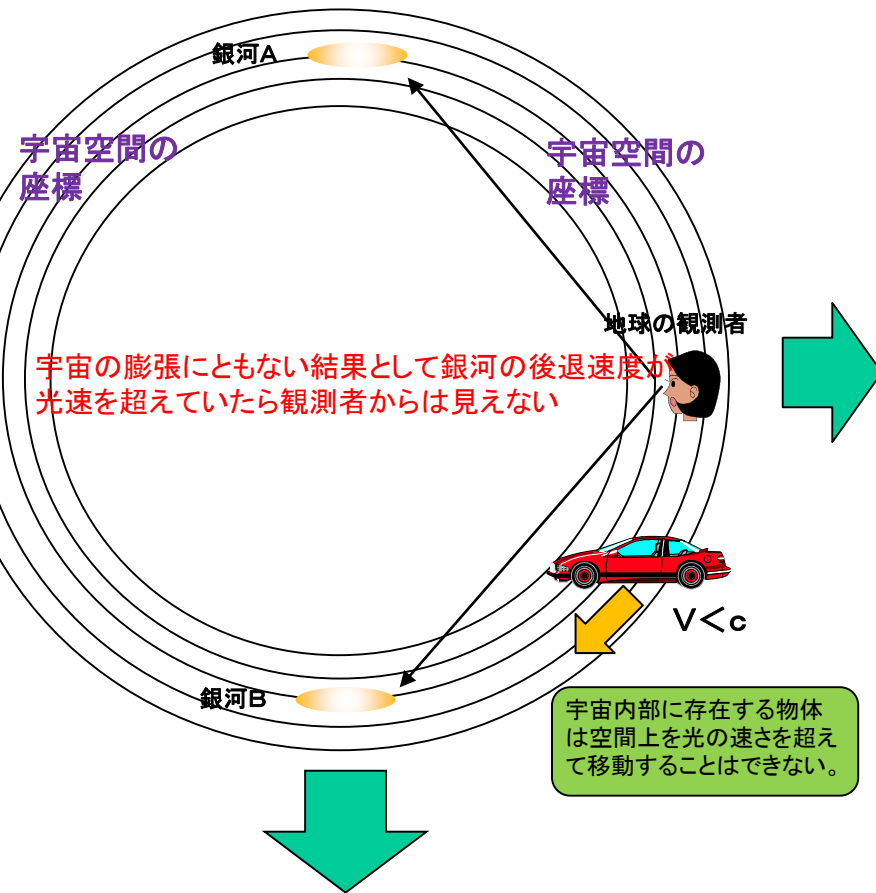
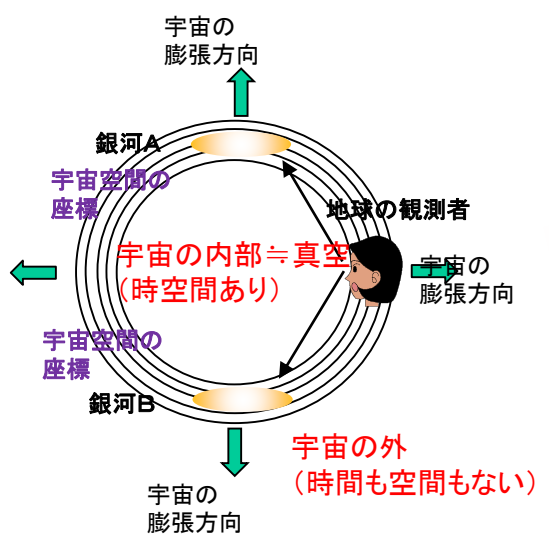
左



今H氏から見て右側に赤い車が、左側に黄色い車が、共にH氏から遠ざかるように走っている。この様子を観測したH氏は、「宇宙が膨張している」とは思わない。では、銀河が遠ざかるのとどこが違うのか？  
宇宙の膨張は、空間そのものが拡大することを意味し、それは光の速さを超えることもある。それに対して物体の空間上の移動は光の速さを超えられない。

宇宙の膨張は、空間そのものの拡大であるから、光の速度を超えることもある。

宇宙の膨張は、宇宙内部に存在する(遠方の)銀河そのものが、宇宙空間に沿って移動することではない。それは宇宙空間そのものが拡大することを意味する。  
その膨張する宇宙の外には何も無い。真空でもない。空間そのものが存在しない。  
宇宙空間そのものの拡大は、光の速さを超えることもできる。相対速度して光速を超えて遠ざかる遠方の銀河は観測できない。



宇宙内部に存在する物体は空間上を光の速さを超えて移動することはできない。

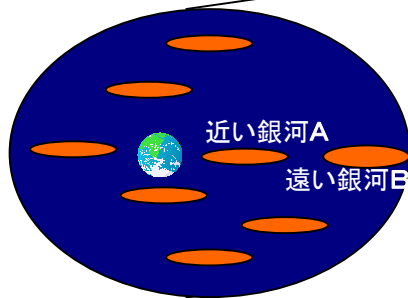
# ビッグバンの証拠

ビッグバンからYY年後

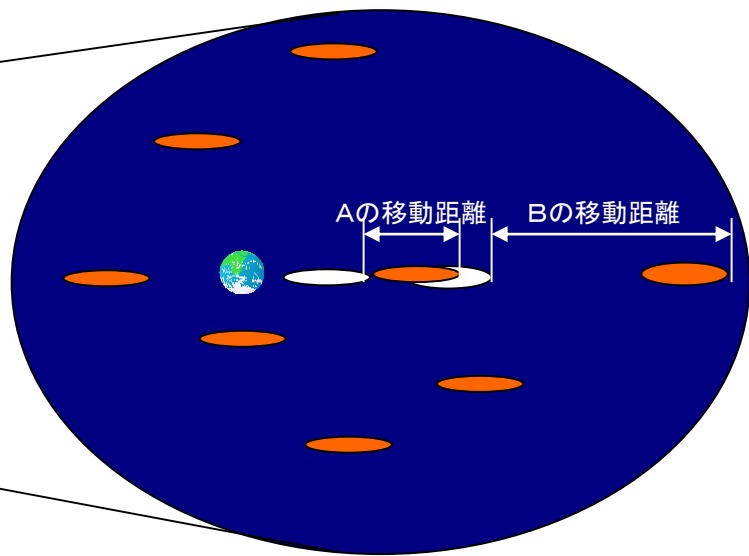
## 膨張宇宙

遠い銀河ほど地球から速く遠ざかっている。つまり宇宙空間が2倍に膨らむと、その間に移動する距離は遠い銀河ほど長い。即ち、宇宙全体が均等に膨張している

宇宙  
ビッグバンからXX年後



大きさが  
2倍に



アメリカの天文学者ハッブル(1889~1953)が見つけた、遠い銀河ほど速く遠ざかる。これをハッブルの法則といい、式で書くと

$$v = H \cdot r$$

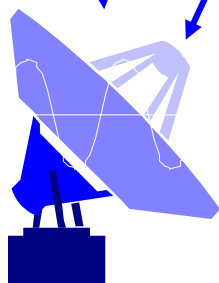
vは銀河の後退速度、rは銀河までの距離、Hはハッブル定数(~55km/sMpc) 注  
(注)このハッブル定数は、観測精度の進歩により、より正確な値に変わっている

このハッブル定数の逆数が時間の次元、すなわち現在の宇宙の年齢にあたるという意味で、宇宙年齢は、約100億年から200億年くらい

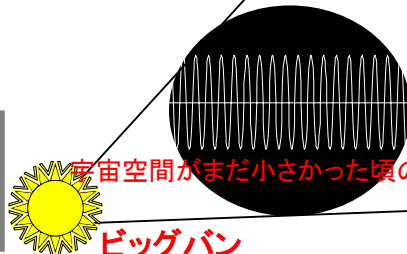
## 宇宙背景放射

宇宙のあらゆる方向から来るかすかな電波の正体は、ビッグバンによって生み出された莫大なエネルギー放射が電磁波となって宇宙空間に満ちていた頃の名残

宇宙のあらゆる方向からやってくる電波  
この電波の強さを温度に換算すると  
2.7ケルビン=-270℃

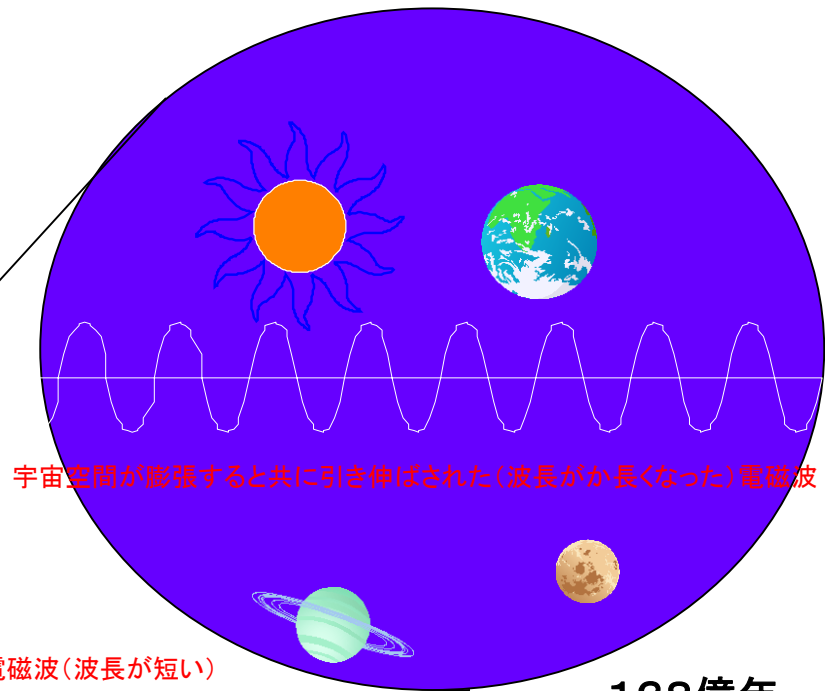


宇宙が膨張しているから、  
時間と共に電磁波の波長が  
伸びていく



宇宙空間がまだ小さかった頃の電磁波(波長が短い)

ビッグバン



宇宙空間が膨張すると共に引き伸ばされた(波長が長くなった)電磁波

138億年