

# 宇宙に関する話題の紹介(宇宙論編)

## ビッグバン宇宙モデル 北口潤

### ビッグバン理論

- 私たちの宇宙は、およそ137億年前に熱い火の玉の状態から誕生し、その後の宇宙の膨張とともに温度を下げながら、現在に至る過程で多様な天体の諸階層を生み出してきたと考えられる。
- ビッグバン理論は、アメリカ学者のジョージ・ガモフによって提唱された宇宙論である。



### 宇宙が膨張する証拠(1)

- 赤方偏移  
赤方偏移とは、ドップラー効果により光の波長が長くなり、光が伸びて赤っぽくなる現象。遠くの銀河ほど赤方偏移が大きくなることから宇宙が膨張していることがわかる。
- 宇宙マイクロ波背景放射  
宇宙誕生から40万年頃、それまでバラバラだった原子核と電子が結合したため、電磁波が電子に妨げられず直進できるようになった。この電磁波が現在まで伝わってきたものが宇宙マイクロ波背景放射である。現在では、2.7K。高温状態の名残といえる。

### 宇宙が膨張する証拠(2)

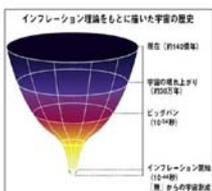
- 軽元素合成の理論と観測される元素比の一致  
宇宙の初期に核融合により合成された、水素H、ヘリウムHe、リチウムLiなどの軽元素の構成比が、膨張宇宙モデルで予測される理論値と実際の観測されるひとでよい精度で一致する。

### ビッグバンの始まる前

- 宇宙の誕生は、およそ137億年前に、空間・時間・物質などが無い「無」の状態から始まったと考えられている。まったくの「無」の状態といっても、量子論によると「無」も「ゆらいている」ことになる。
- 「ビッグバン」は火の玉として誕生する瞬間を指すが、それだけでは現在の宇宙の均一性・等方性・銀河形成の種を説明することはできない。
- それを解決するのがインフレーション理論。  
時空の誕生後 $10^{-32}$ 秒で真空の相転移により、宇宙が指数関数的(インフレーション的)に膨張したと考えるモデル。

### インフレーション理論

- 宇宙誕生後わずかな時間に行き宇宙の急膨張のことを言う。
- 急激に膨張することで、宇宙の初期状態が均一・等方的なものとして考えることが可能になる。
- 相転移による膨張の領域どうしがぶつかり合うことでインフレーションが終わわり、ビッグバン宇宙が始まる



[http://www.athome-academy.jp/archive/space\\_earth/](http://www.athome-academy.jp/archive/space_earth/)

## 宇宙の終わりについて 森本雄士

### フリードマン方程式

- フリードマン方程式とは?  
一般相対性理論で、宇宙膨張を表す式である。

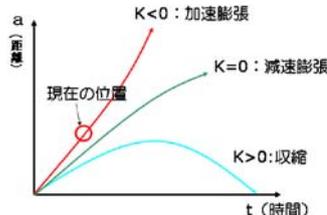
$$H^2 = \frac{8\pi G}{3c^2} \rho - \frac{K}{a^2} + \frac{\Lambda}{3}$$

- a = 宇宙の大きさ(スケールファクター)
- H = ハッブル定数。値は $71 \pm 4 \text{ Km/s/Mpc}$
- G = 万有引力定数。値は $6.672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
- c = 光速。値は $3 \times 10^8$
- $\rho$  = 平均質量密度。臨界密度は $10^{-29} \text{ g/cm}^3$
- K = 宇宙の曲率
- $\Lambda$  = 宇宙定数

### 方程式を解く

- aについて解き、Kの値がそれぞれ...
  - Kが負の場合  
宇宙は永遠に加速膨張する
  - Kがゼロの場合  
宇宙は永遠に減速膨張する
  - Kが正の場合  
宇宙はやがて縮小に転じる

### 大きさと時間のグラフ



### それぞれの特徴

- 膨張の場合  
宇宙の密度が低くなることで、新たな星が生まれなくなり、ブラックホール等しか残らなくなる。
- 縮小の場合  
収縮に伴って、銀河同士がぶつかり合い高温状態になるため、星が解け始める。最終的には一点に収縮する。

### 最近のWMAPの観測

- WMAPとは、ウィルキンソン・マイクロ波異方性探査機という宇宙探査機である。
- 初期の宇宙の高温で火の玉状態であったときのゆらぎを、マイクロ波などで詳しく観測した。
- さらに宇宙は加速膨張していることがわかった。
- ハッブル定数が $71 \pm 4 \text{ Km/s/Mpc}$ とわかった。

## ダークマター 宇谷真行

### ダークマター

- 世の中には見えるものと見えないものがある。その違いは光を当てて見えるか見えないかというところである。
- ダークマターとは可視光にて観測できない星間物質のことである。
- 見えない物質ダークマターと不明なエネルギーであるダークエネルギーについて紹介していく。

### ダークマターとは

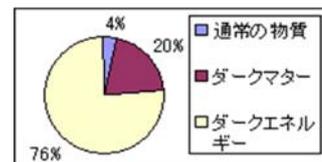
- 1933年にスイス人のツウィッキー氏の論文においてかみのけ座銀河団に属する銀河の速度分散が非常に大きいことを発見した。このことから光って見えている物質の質量だけでは銀河を重力的に支えることはできないとした。つまり光っていない物質が存在するとしたのである。これがダークマターである。
- その後銀河(銀河団)にはそれぞれダークマターが付随していることが常識的な考えとなった。

### ダークエネルギーとは

- 最近WMAPの観測により宇宙が加速膨張していることがわかった。この原因が不明であるため、そのエネルギーをダークエネルギーと呼ばれるようになった。
- ダークマターとダークエネルギーの決定的な違いは圧力の違いである。ダークマターは圧力が0であるが、ダークエネルギーは負の圧力(斥力)をもっている。
- ダークエネルギーは宇宙空間を均等に満たしていると考えられる。
- ダークエネルギーに関してはいまだともな理論モデルは存在してはいない。

### ダークマターとダークエネルギー

- 現在考えられているダークマターとダークエネルギーの組成



- ダークエネルギーの研究は世界中で次世代宇宙観測のキーワードとなっており、さまざまなプロジェクトが提案されている。