

# 第一章 宇宙的誕生

摘自 曹慶堂 (物理系)

含課本重點整理，惟仍應研讀課本之詳細內容

## 內容

### 1.1 哈伯的發現

天文「世紀大辯論」 膨脹宇宙的發現

### 1.2 宇宙最初三分鐘

1/100秒到三分鐘 三分鐘後

### 1.3 背景輻射的發現

彭佳斯和威爾遜 COBE和WMAP衛星

### 1.4 宇宙的命運

宇宙可能的結局 加速膨脹的宇宙

## 1.1 哈伯的發現

### 哈伯的生平

- 二十世紀最傑出的天文學家
- 學業傑出，運動尤其出類拔萃
- 差點成為職業拳擊手
- 羅德獎學者

## 天文「世紀大辯論」

- 1920年的辯論:銀河系外是否有其他星系
- 造父變星的亮度變化週期
- 仙女座星雲離地球有九十多萬光年
- 仙女座星雲是在銀河系外
- 宇宙是由許多的星島組成

## 膨脹宇宙的發現

- 都卜勒效應來測量恆星移動的速度
- 哈伯定律:越遠的星系移動速度越快
- 宇宙在膨脹中的動態宇宙觀

## 哈柏定律

## Hubble's Law

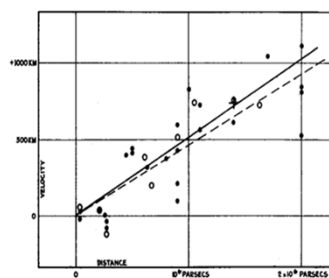
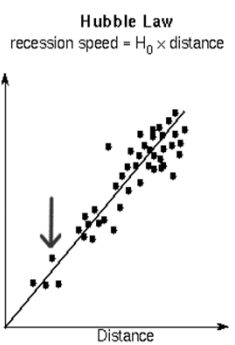
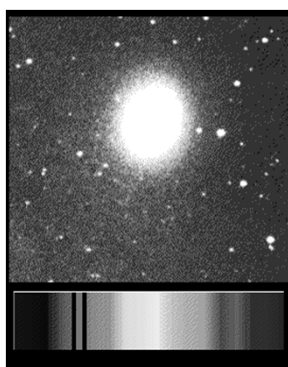


FIGURE 1  
Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.

Radial velocities, corrected for solar motion, are plotted against distances estimated from involved stars and mean luminosities of nebulae in a cluster. The black discs and full line represent the solution for solar motion using the nebulae individually; the circles and broken line represent the solution combining the nebulae into groups; the cross represents the mean velocity corresponding to the mean distance of 22 nebulae whose distances could not be estimated individually.

$$\text{哈柏定律} - v = H \times D$$

$$H_0 \approx 500 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$$

## 1.2 宇宙最初三分鐘

- 首先提出「大爆炸宇宙」論，並進行研究的是美籍前蘇聯物理學家伽莫夫
- 由一個高溫度、高密度的「原始核」爆炸所產生
- 隨著宇宙的膨脹並冷卻，基本粒子形成原子，原子形成的物質漸漸凝聚成星系。
- 溫伯格撰寫了一本名為「最初三分鐘」的科普書籍，來描述宇宙最初三分鐘的膨脹過程

1/100秒: 當時溫度約一千億度，這鍋宇宙湯中有質子，中子，電子和微中子，還有代表電磁波的光子

1/10秒: 溫度已降為約三百億度

1秒: 溫度約為一百億度，微中子與其他粒子的作用變得非常的微弱，形成「宇宙背景微中子」

10秒: 溫度約為三十億度

100秒: 溫度約為十億度，原子核開始產生(三分鐘)

三分鐘後  
三十分鐘

溫度約為三千萬度，核融合作用停止，氦原子核與氫原子核的比例約為1比3，跟現在宇宙中元素的比例十分吻合

四十萬年：原子開始出現，光子不再與物質作用，宇宙變成透明。光子從當時的三千度冷卻到現在零下兩百七十度，這就是有名的「宇宙微波背景輻射」

五億年：氫和氦開始聚結成恆星和星系

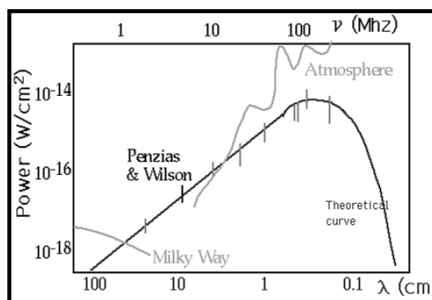
八十億年：太陽系形成

一百億年：開始孕育出生物

一百四十億年：今天

## 1.3 背景輻射的發現

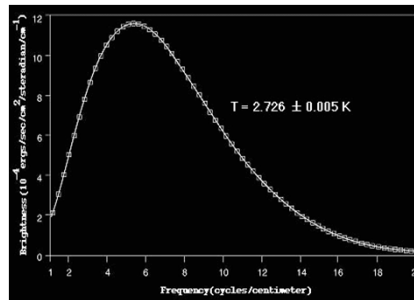
威爾遜與彭佳斯



- 1964年美國貝爾電話實驗室的無線電天線，來觀測銀河系的無線電波
- 天線的噪音比預期的大，他們甚至清洗天線內的鳥糞，但噪音並沒有因此減少
- 噪音量跟日夜，季節，與方向都沒有關係，來源顯然不是局部，而是宇宙性的
- 發現零下270度的宇宙背景輻射，獲得1978年的諾貝爾物理獎

## COBE

- 1989年美國太空總署發射COBE人造衛星
- 3年的觀測呈現完美的零下270度黑體輻射能譜
- 發現背景輻射有約十萬分之一非常微弱的各向異性，是宇宙大尺度結構的種子
- 斯穆特和馬瑟獲得2006年的諾貝爾物理獎



宇宙背景輻射 Cosmic Background Radiation

## COBE和WMAP衛星

- 2001年美國太空總署再發射WMAP人造衛星
- 2010年WMAP七年的觀測分析結論包括宇宙的年齡為137億年
- 宇宙的組成只有5%左右是我們所熟悉的普通物質，其他約有23%是所謂「黑暗物質」，其餘的72%是所謂「黑暗量」，它使現在的宇宙處於加速膨脹的狀態
- WMAP計劃的主要參與者班尼特、佩治和斯佩格，共同獲得2010年香港邵逸夫天文獎

## 1.4 宇宙的命運

### 宇宙可能的結局

- 前蘇聯數學家弗里德曼，提出宇宙模型有三種可能性
- 不斷膨脹下去的開放型宇宙
- 膨脹到一定程度後將收縮的封閉型宇宙
- 處於兩者之間的平坦型宇宙

### 結語

- 哈伯以及其他天文學家的努力，我們了解宇宙在一百四十多億年前誕生
- 從一個溫度和密度極高，極微小的狀態開始，膨脹到現在我們所觀察到浩瀚的宇宙
- 有了宇宙微波背景輻射的證據，這個「大爆炸宇宙論」已成為現今的「標準宇宙論」
- 然而導致宇宙加速膨脹，佔宇宙總能量72%的「黑暗能量」是什麼，卻仍是天文學的一大謎團
- 如果宇宙持續加速膨脹，則宇宙最終會進入所謂「大撕裂」狀態，所有的活動都會停止，最終毀於極度冰冷之中
- 2004年郭兆林等人在南極的觀測間接證明了初始暴漲的存在。

一、解釋名詞：

1. 光年
2. 大爆炸宇宙
3. 宇宙微波背景輻射
4. 都卜勒效應
5. 哈伯定律
6. 暗物質與暗能量

二、簡答題與申論題：

1. 因為有了宇宙微波背景輻射的證據，「大爆炸宇宙論」已成為現今的「標準宇宙論」。
2. 哈伯的發現
  - 天文「世紀大辯論」的內容
  - 膨脹宇宙的發現的內容
3. 美籍前蘇聯物理學家伽莫夫首先提出「大爆炸宇宙」論，並進行研究
4. 宇宙可能的結局：前蘇聯數學家弗里德曼，提出宇宙模型有三種可能性
5. 哈伯被譽為20世紀最傑出的天文學家，試簡要說明哈伯在天文「世紀大辯論」(銀河系外是否有其他星系?)中，主要的研究方法與發現為何？
6. 哈伯被譽為20世紀最傑出的天文學家，在解決天文「世紀大辯論」後，試簡要說明哈伯哈伯的下一個發現，對人類的宇宙觀(動態宇宙觀)有更震撼的改變？
7. 宇宙的組成只有5%左右是我們所熟悉的普通物質，其他約有23%是所謂「黑暗物質」，其餘的72%是所謂「黑暗量」，它使現在的宇宙處於加速膨脹的狀態