

銀河系與星系



你覺得呢？

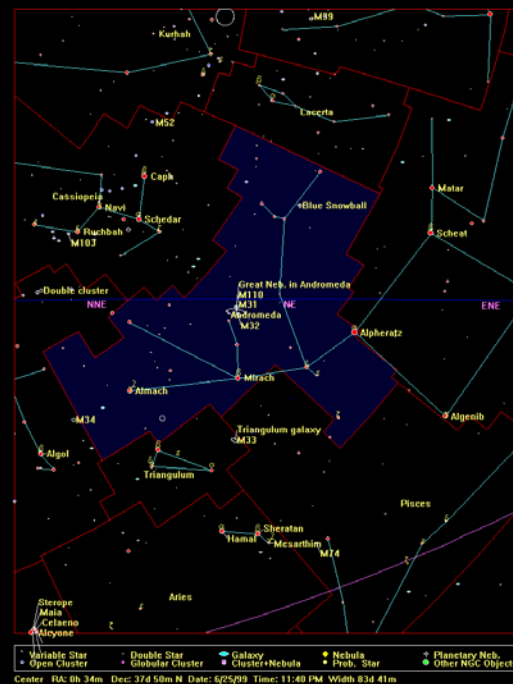
- ❖ 銀河系是什麼東西？包含多少星星呢？
- ❖ 太陽位於銀河系什麼位置？太陽在運動嗎？如果是，動多快？
- ❖ 宇宙裡有多少星系呢？
- ❖ 星系都有螺旋結構嗎？
- ❖ 宇宙中其他的星系如何運動呢？



Copyright © 2002 The National Gallery, London. All rights reserved.
"The Origin of the Milky Way," ~1575 by Jacopo Tintoretto (1518-94)

- ✓ 我們的銀河系就是整個宇宙嗎？這個問題的答案80年前都還不知道！
1920 Shapley-Curtis debate --- nearby vs island universe
- ✓ 1912年美國天文學家 Henrietta Leavitt 研究「小麥哲倫星雲」當中的造父變星，建立脹縮快慢（容易測量）與光度的關係 → 距離
- ✓ 哈伯 (Edwin Hubble) 利用這個關係，研究 M31（仙女座星系）當中的 Cepheids，得到結論：**M31遠達 220 萬光年！所以是銀河系之外，另外一個星系**

仙女座

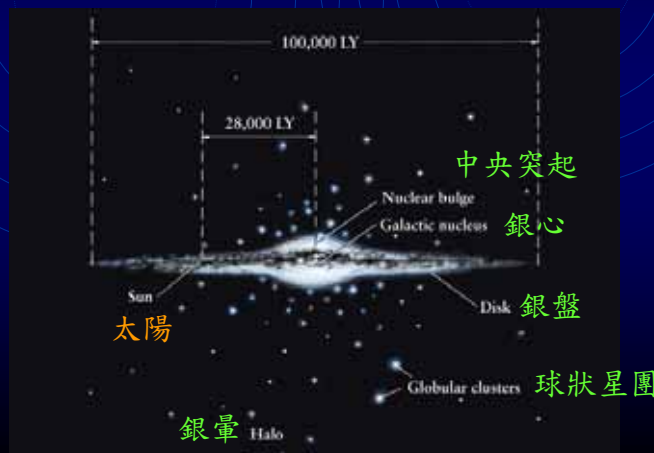


M31 也稱為「仙女座星系」 (Andromeda galaxy)



銀河系的大小、外觀與 M31 相近

- ✓ 我們的銀河系由恆星與氣體、塵埃組成，大約包含了2000~4000億顆恆星
- ✓ 結構上很像兩個盤子對扣，中央突起而周邊扁平，上下則分佈了大型星團



天文學導論 2007 Fall

HW 071204

Due in one week

1. Does each comet always have tails? Explain.
2. What is the “Tunguska Event”? Why do scientists think the event was caused by a large meteoroid (how large was it?) instead of a comet?
3. During our visit to the *Taipei Astronomical Museum*, we observed the Sun. Even though the sky conditions were favorable, we did not see any sunspots because we are now in the sunspot minimum. When will the next sunspot minimum and sunspot maximum occur after the maximum in 2001 and the minimum in 2007? Explain your reasoning.

4. Why do thermonuclear reactions in the Sun take place only in its core?
5. What is a neutrino, and why are astronomers so interested in detecting neutrinos from the Sun?
6. How and why is the spectrum of a star related to its surface temperature?
7. What is the mass-luminosity relation? To what kind of stars does it apply?
8. Explain how and why the turnoff point on the H-R diagram of a star cluster is related to the cluster’s age.

1780s, William Herschel 首先企圖研究銀河系結構 ...由不同方向數星星
→ 認為我們位於銀河系中心。

這個推論是錯的，現在我們知道銀盤上有大量塵埃遮住視線 → 我們根本看不遠



星際物質 (interstellar medium)

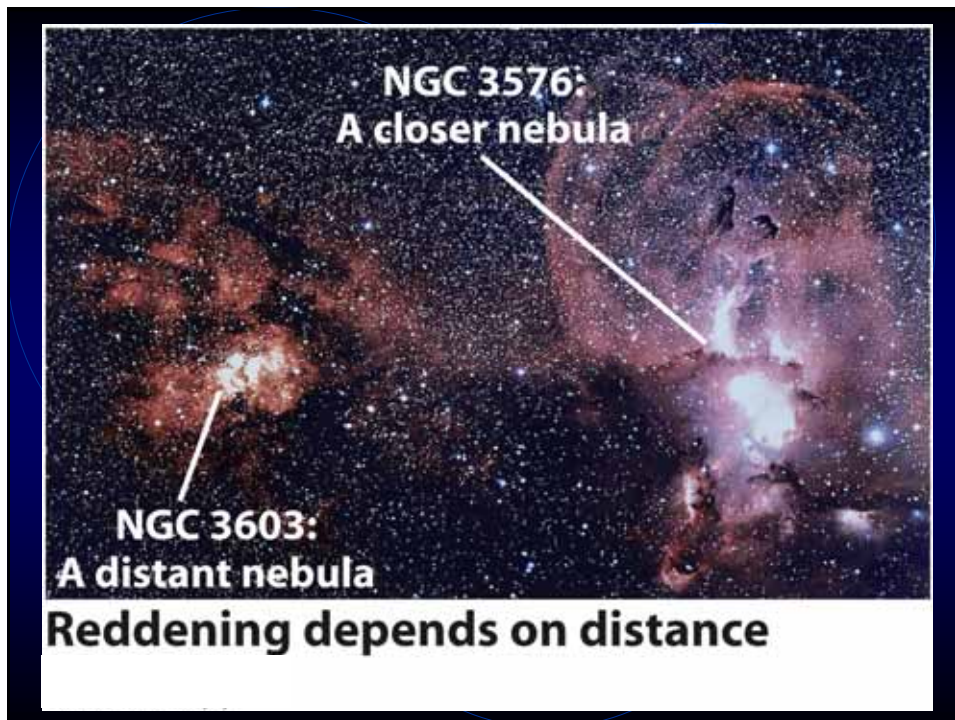
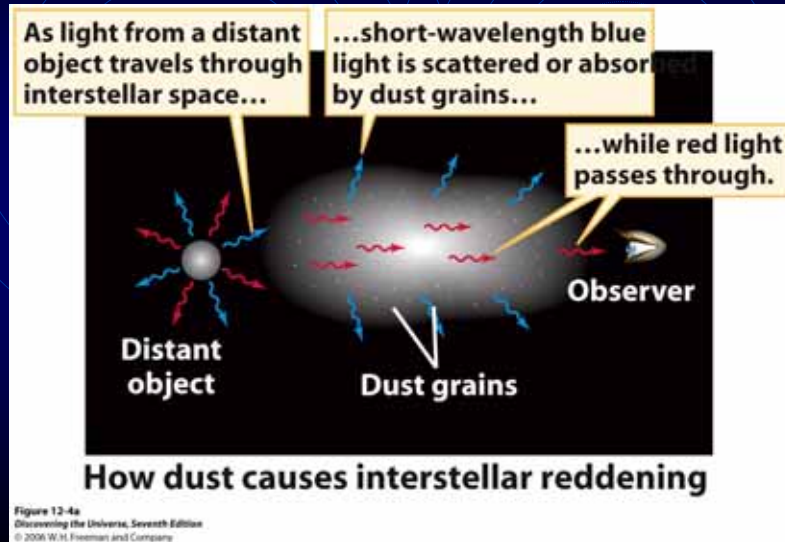
星星之間有極寬廣的空間
但是 太空 ≠ 真空

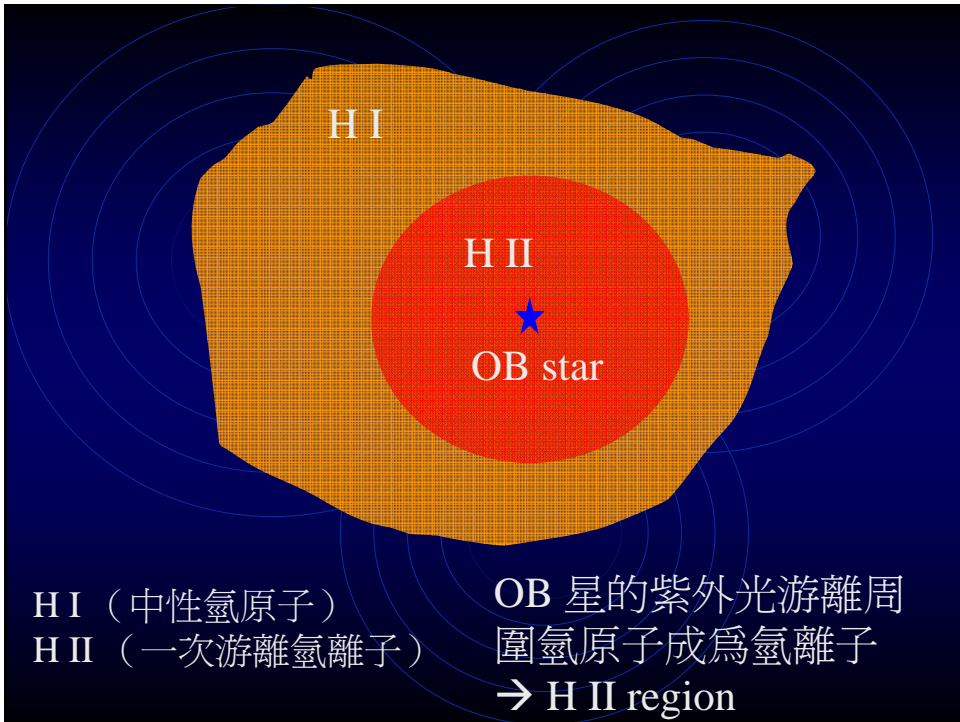
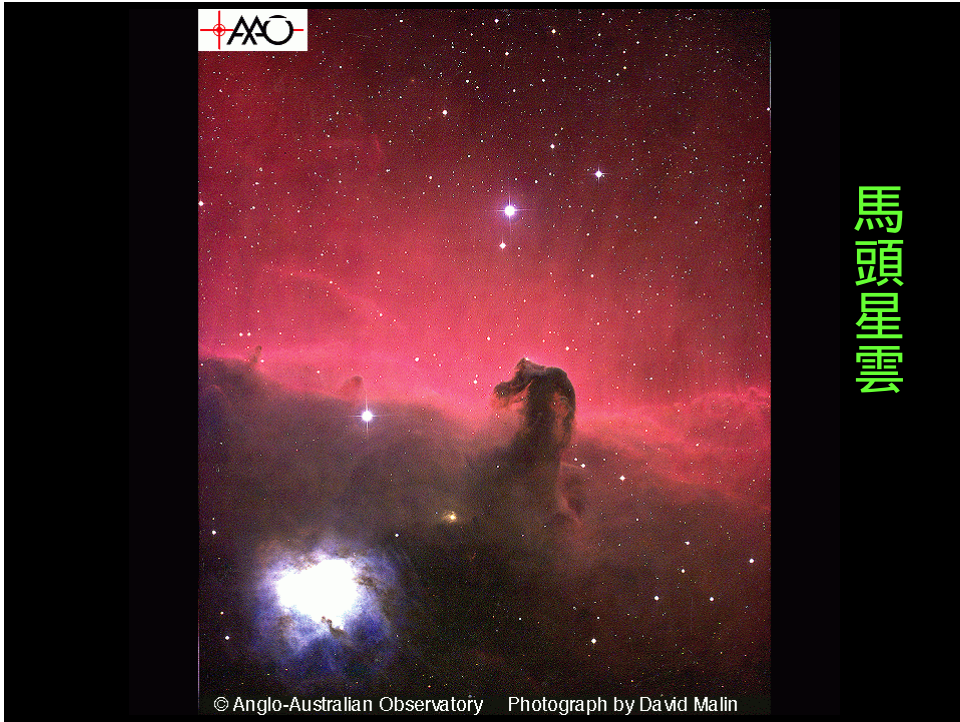
日常空氣每cc約含 10^{19} 個分子
星際太空每cc約含 1 個分子



包含氣體與灰塵的雲氣彼此之間互相吸引，使得雲氣聚集，濃密的灰塵會擋住後面發光的氣體或星球。這些「**星際分子暗雲**」(dark molecular clouds) 密度高 (每cc 超過數萬個分子)、溫度低 (~10 K, 攝氏零下260幾度)

星際塵埃造成星光的顏色比實際來得紅---
星際紅化現象 (interstellar reddening)





星際雲氣種類

氣體與塵埃

- **發射星雲 (emission nebula)**
游離氣體 (星光照射, 或碰撞)
自己發光 Balmer alpha → 紅色
- **反射星雲 (reflection nebula)**
氣體反光 散射 → 藍色
- **黑暗星雲 (dark nebula)**
塵埃遮住背景光線 (星光或發射星雲) → 黑色





Star Shadows Remote Observatory

Horsehead Nebula



Hubble
Heritage

NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • Hubble Space Telescope WPC2 • STScI-PRC01-12

緻密雲核 (dense core)



© Anglo-Australian Observatory

Photograph by David Malin

參宿四

GEMINI

Cone Nebula

Rosette Nebula

Betelgeuse

ORION

MONOCEROS

Horsehead Nebula

Rigel

Orion Nebula

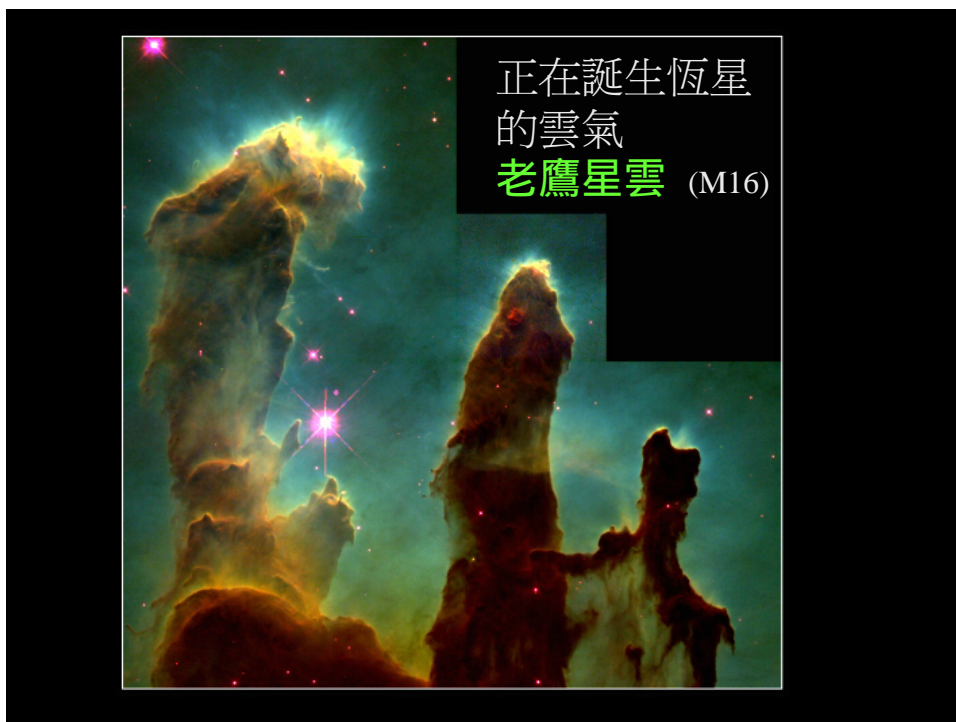
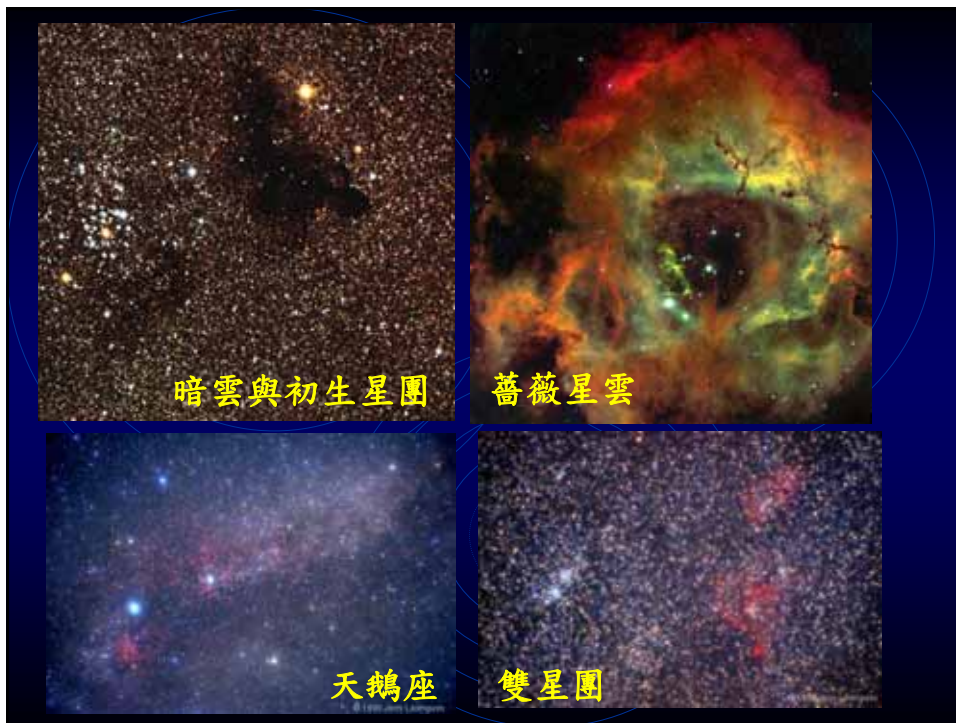
CANIS MAJOR

Sirius

LEPUS

可見光照片 獵戶座 二氧化碳分子分布

This composite image displays the Orion constellation in visible light on the left and the distribution of carbon dioxide molecules in the same region on the right. The visible light image shows the constellation's stars and nebulas, with the star Betelgeuse and Rigel labeled. The carbon dioxide molecule distribution is shown as a colorful, multi-colored nebula with labels for the Cone Nebula, Rosette Nebula, Horsehead Nebula, and Orion Nebula. The constellation's name 'ORION' is also labeled. The image includes labels for neighboring constellations: GEMINI, MONOCEROS, CANIS MAJOR, and LEPUS, as well as the star Sirius. The text '參宿四' (Betelgeuse) is written in Chinese characters. At the bottom, the text '可見光照片 獵戶座 二氧化碳分子分布' (Visible light photo of Orion constellation carbon dioxide molecule distribution) is written in green.



- 大質量的OB恆星一定是年輕恆星，因為大質量恆星主序壽命非常短，因此這些恆星仍存在誕生恆星的雲氣附近
- OB星成群存在，稱為 OB association (OB星協)
- 它們劇烈的恆星風以及強烈的輻射，對周圍雲氣有很大影響，可能吹散雲氣，使得雲氣不再能誕生星球，但也可能觸發下一代恆星形成



Figure 12-17a
Discovering the Universe, Seventh Edition
© 2006 W. H. Freeman and Company

Radiation and stellar winds from this massive, luminous star...



...may have triggered the formation of these stars.

Figure 12-17b
Discovering the Universe, Seventh Edition
© 2006 W. H. Freeman and Company

大質量恆星可能引發
下一代恆星形成

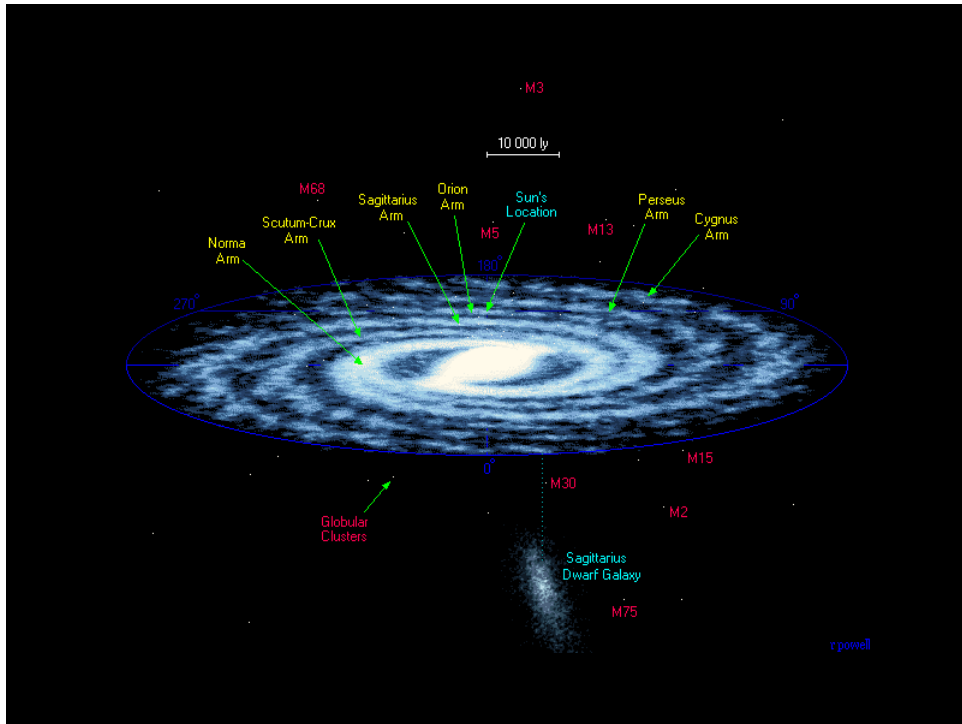
未能成形→ 棕矮星 (brown dwarfs)



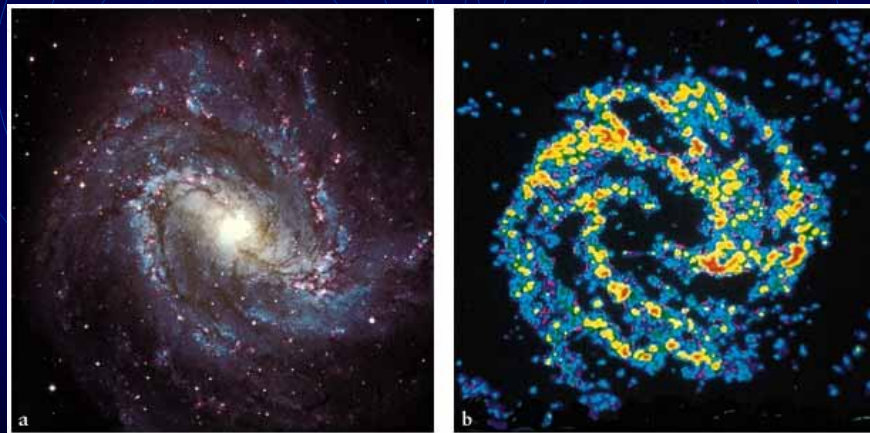
獵戶座四合星附近的棕矮星

Credit: G. Schneider (UofA), K. L. Luhman (CfA), et al., NICMOS IDT, NASA
WFPC2 data: C. O'Dell and S. Wong (Rice)

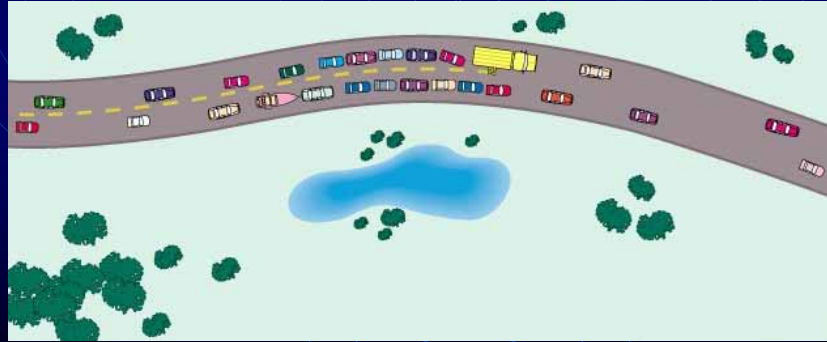
- ✓ 在銀河系盤面（銀盤）上恆星與雲氣繞著銀河系中心運動 → 旋轉
- ✓ 靠近銀心轉得快，靠外圍則轉得慢
→ 差動旋轉 (differential rotation)
- ✓ 太陽位於銀盤，距離銀心 28,000 光年，以 230 公里/秒的速度（相當於時速 828,000 公里！）繞行中心，繞一圈需時 2 億 4 千萬年
如何估計與銀心的距離呢？
- ✓ 銀盤有螺旋臂結構 (spiral arms)，乃明亮恆星以及密度波造成的現象



有些別的星系也有螺旋臂結構



高速公路上的車流量有密度不均的情形（密度波）。星系的旋臂就是密度高的區域，壓縮氣體後引發恆星形成
→ 剛誕生的明亮恆星如珍珠般鑲在螺旋結構上



各式星系



橢圓星系
(elliptical)



螺旋星系
(spirals)

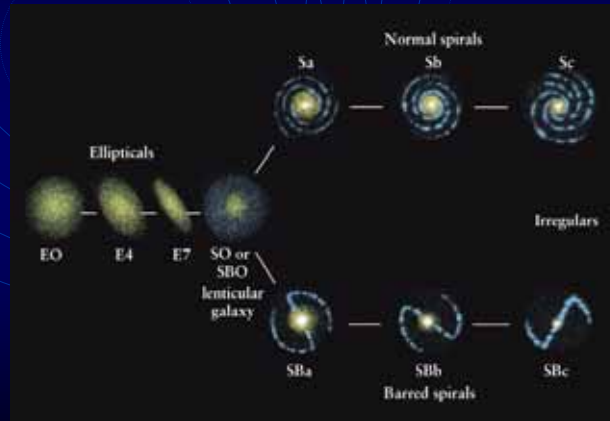


棒旋星系
(barred spirals)

不規則星系
(irregulars)



Hubble “tuning fork” diagram for types of galaxies



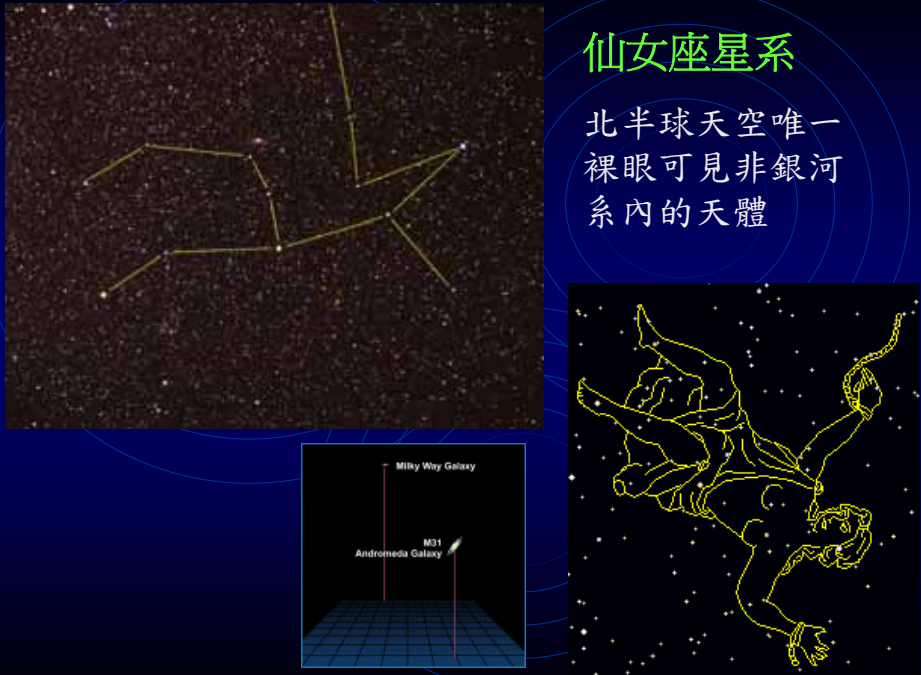
螺旋星系

- 例如銀河系、仙女座星系
- 外觀上有**旋臂**，有**中央突起**
- 螺旋臂繞得越緊，中央突起越明顯
- 有**豐富氣體** → 恆星形成活動

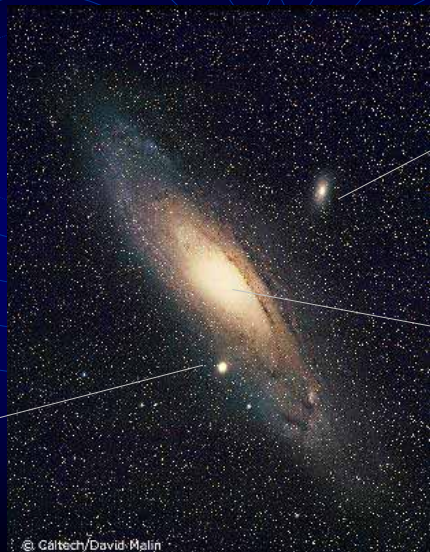


仙女座星系

北半球天空唯一
裸眼可見非銀河
系內的天體



**Andromeda Galaxy
(M31=NGC 224)**



M110 = NGC 205

M31 = NGC 224

M32 = NGC 221

© Caltech/David Malin

橢圓星系

- 例如 M105
- 橢圓外觀 有的比較橢，有的比較圓
- 各種大小與質量
- **缺乏氣體**，已經沒有恆星形成活動
恆星早就做完了
- 星系團中央常存在大型橢圓星系



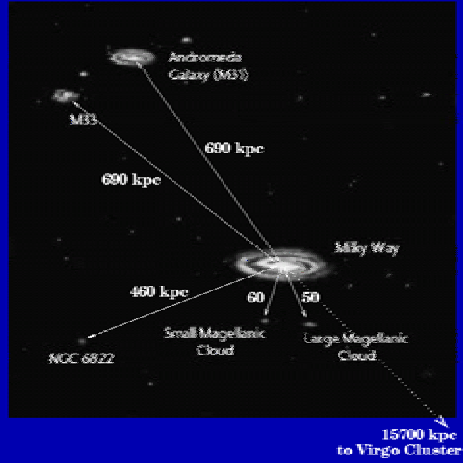
不規則星系

- 例如大、小麥哲倫星雲
(其實是星系)
Large Magellanic Cloud (LMC),
Small Magellanic Cloud (SMC)
- 含有**大量氣體**，劇烈恆星形成活動





Local Group of Galaxies



1 kpc = 3260 光年

本星系群

Local Group (of Galaxies)

我們本身（銀河系）所在的星系群體，涵蓋了大約方圓1千萬光年之內的體積，共有約30幾個星系（不是很確定），除了銀河系，還包括 M31、M32、M33、LMC、SMC，以及一些矮星系。





Virgo cluster 距離我們 5 億光年，擁有超過 2000 個成員星系。這張照片只涵蓋了中央部分，包括兩個最大的巨型橢圓星系 M84 與 M86



Gravitational Lens in Abell 2218

HST · WFPC2

PF95-14 · ST ScI OPO · April 5, 1995 · W. Couch (UNSW), NASA

星系會從某個種類演化成另一種嗎？

星系會不會相撞？例如螺旋星系撞了以後，雲氣被擾動後消散，成為沒有雲氣的橢圓星系？



太陽直徑：140萬公里
(1.4×10^6 km)

鄰近恆星距離：4光年
(3×10^{13} km)

→ 比例 $\sim 10^7$

銀河系大小：10萬光年
鄰近星系距離：數十萬光年

→ 比例 ~ 10

星系容易碰撞

