

## 得天獨厚的地球



- 人類在宇宙中的地位 — 無知才覺得偉大
- 生命可以存在恆星（例如太陽）當中嗎？  
要真的可以，那就太不可思議了；  
行星的環境好得多，又俯拾皆是，生命何苦找自己麻煩呢？☹
- 事實：我們這樣的生命，生存在**行星表面**就太空而言，這其實是極特殊的地方

刮刮鬍子？

這顆行星（地球）繞行在一顆**平凡星球**（太陽）旁，而在一個不起眼的星系（銀河系）中運行

卻不知為何科幻故事中的「**外星人**」總是對地球特別感興趣！

If we are alone in the Universe, then it is an awful waste of space.

— Carl Sagan

要是宇宙中只有我們，那真是太浪費空間了。

— 卡爾·沙岡



## 鹿林天文台

Elevated to 2862m; above inversion layer



... seen from Yusan (Jade Mt)



© Akira Fujii/DMI

## 星星也有生、老、病、死 ——源於塵土、歸於塵土

- 星星之間有極寬廣的空間，但是太空≠真空

收縮  
星際塵雲 → 稠密星雲 + 原星 + 剩下的環繞原星  
旋轉

溫度上升、塵消氣散

行星的太陽 + 星際物質

星際塵雲 → 塵塊 → 小行星 → 行星



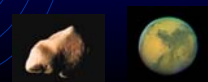
- 地球只是宇宙太空中無以計數的眾多天體之一
- 太陽包含了很多物質（也就是質量很大），因此萬有引力很強

➢ 把自己緊緊吸住 → 內部熾熱 → 核反應  
→ 靠自己產生能量發光 → **恆星**

➢ 把周圍天體吸住 → 繞著恆星 → **行星、小行星**  
繞著行星 → **衛星**



- 地球是太陽系行星之一；月球是地球的衛星
- 除了太陽以外，目前在其他百來顆恆星的周圍也都發現了行星，這當中說不定也有類似地球的行星，說不定也有生命



星球質量大  
 → 明亮、溫度高、藍白色  
 耀眼壽命短

只能活約一億年

星球質量小  
 → 微暗、溫度低、橙紅色  
 平庸壽命長

太陽已經活了50億年，預計還可以再活50億年

我們真該慶幸自己很普通

恆星靠中心的核反應發光，並且製造複雜元素

活生生的天體

有的星球在核燃料用罄後，將一生積蓄的複雜元素緩緩拋回太空

有的以爆發方式，臨死時將元素回歸星際空間 → 下一代的星球

你我都是星星子民  
 我們和星星的關係，比想像來得密切！

哪種恆星較能孕育高智慧生物？

- 行星與母恆星最好距離適中 → 液態水  
 圓形軌道 → 溫度變化小
- 任一顆恆星周圍可以定出「適居區」(habitable zone)，在這當中有某種液體存在（不一定非是水，但水很不錯！）  
液體到底有多重要？

- 適居區範圍：  
 大質量恆星 → 寬廣 小質量恆星 → 窄小

太陽適居區包含地球(及火星?)

若母恆星質量太小，適居區內恰好有行星的機會不大，且潮汐力使行星永遠同一面對著恆星

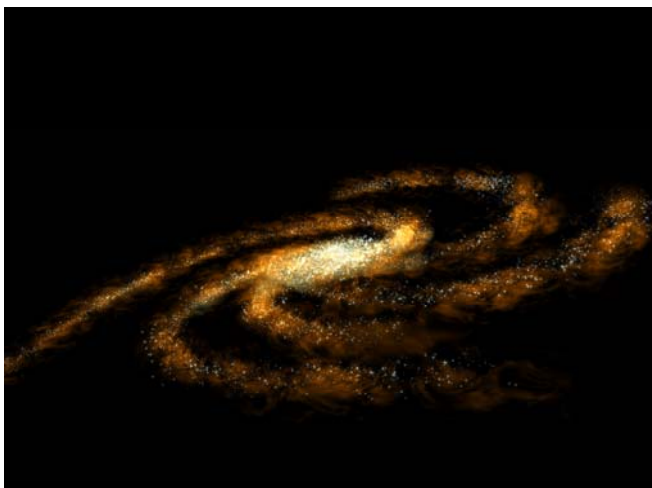
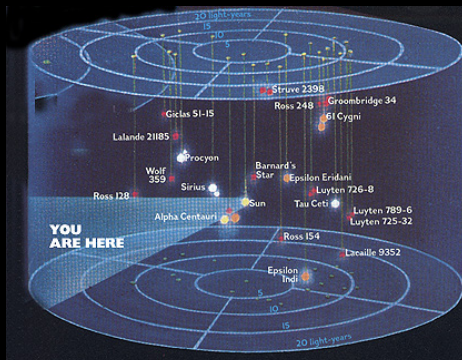
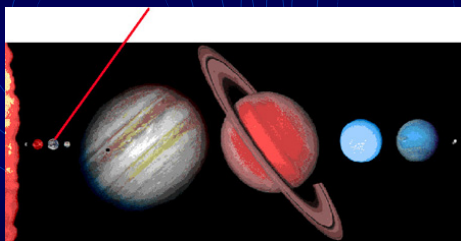
但質量太大的恆星也不行，因為壽命太短，孕育不出文明——地球上的生命花了35~40 億年才發展出現有的文明

太陽可以活100億 ( $10^{10}$ ) 年，太空裡藍白色耀眼光星有些只能活千萬 ( $10^7$ ) 年 (紅顏薄命！)

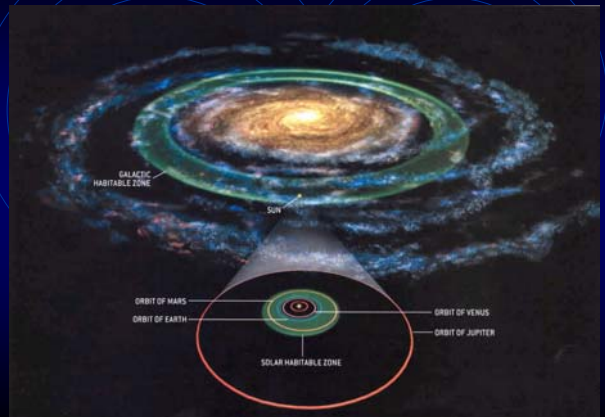
- 所以類似太陽的恆星周圍孕育生命的機會比較大
  - ∴ 它們供應光與熱的生命期夠長 適居帶也夠寬廣
- 銀河系中類似太陽這樣（質量不太大、也不大小）的恆星超過 600 億顆  
 平庸原理 (Principle of Mediocrity)
- 目前天文學家已經在數十顆類似太陽的恆星周圍找到行星存在的證據，雖然現今的技術還無法直接觀看到行星的影像  
在其他恆星周圍如何偵測行星呢？



地球距離太陽「適中」  
—— 夠近，又不過近



在銀河系獵戶臂上的太陽系——位置真的很重要！



- 這樣就夠了嗎？有條件就可以發生嗎？發生會持續嗎？持續了就會有結果嗎？



- 理所當然？想想看：  
如果太陽不是大小適中.....  
如果地球不是距離適中.....  
如果沒有月亮.....  
如果沒有木星.....

天生我才必有用，天體亦然！  
生命中很多事情並非「理所當然」！

### 怎麼知道某遙遠行星上有生命呢？

啊，但是，但是.....  
生命是甚麼？  
生命的意義為何？  
生活的目的何在？



生命的意義在創造宇宙繼起之生命  
生活的目的在增進人類全體之生活  
—— 蔣公嘉言錄 ——



<http://library.thinkquest.org/C003763/>  
<http://www.solstation.com/habitable.htm>  
<http://www.ess.sunysb.edu/fwalter/AST101/habzone.html>