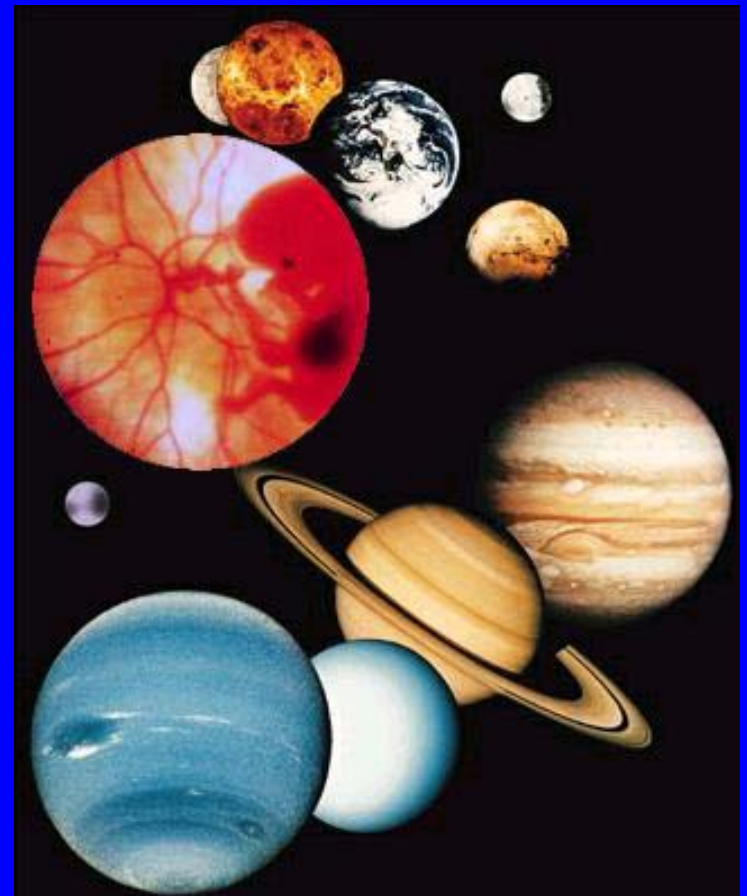


# 尋找其他的世界

中央大學天文所及物理系、所 陳文屏

- 為什麼要找？
- 往哪找？
- 找甚麼？
- 怎麼找？
- 真要找嗎？萬一真找到了呢？



迷思：宇宙無窮大、歲月無限長

..... 甚麼都有可能？

事實

宇宙年齡有限、大小有限  
並非甚麼都有可能

某件事：很可能、可能、不太可能、絕無可能

事實

有些事雖然不太可能，但

未抵觸任何已知科學定律

有些卻違背現有知識，因此

目前絕無可能

事實

很難證明「沒有」



# 一些問題：



- 地球上的生命何來？如何演化到目前狀態？  
(咳，生命是什麼呢？)
- 宇宙別的地方也有生命嗎？哪裡比較可能？
- 生命是偶然或必然？有多「偶」、多「必」？
- 文明呢？如果有外星文明，如何接觸呢？
- 人類已經有那麼多問題（戰爭、飢荒、疾病），有必要花龐大資源去找‘the little green men’（小綠人）嗎？
- 我們是唯一思索這些問題的文明嗎  
假如是，這算非常進步還是非常原始？

# 二些問題:

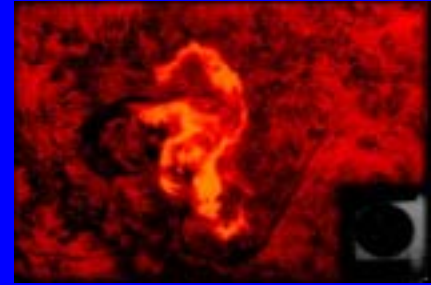


- 他們是否已經試著和我們接觸？
- Enrico Fermi：假如外星人存在的話，他們在哪呢？ (Where are they?)
- Absence of Evidence      Evidence of Absence  
沒有證據不能證明沒有，  
但也不表示「因此應該是有的」
- 證明「世界上有鬼」 vs 「世界上沒有鬼」
- 嘿，說不定我們就是他們！
- 宇宙是有目的的嗎？  
宇宙充滿了答案，但問題是什麼？

# 有關「生命」



## 看看自己



- 我們目前只知道一種形式的生命 也就是地球上的這種
- 極度複雜 卻又不思議的簡單  
天體、物體、生命體 原子、分子
- 用我們知道的唯一生命形態去推測其他的可能，極不可靠。  
然而用「1」去外差，即使誤差會很大，卻總勝過用「0」去推測！

# 有關「生命」



- 生命是一堆原子、分子，只是物質形態的一種，以致在根本上可以用物理、化學來描述？
- 還是得有「靈氣」才行？
- 生命的定義？一說就錯！看了就知道？



# 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

# 生命的特徵

- 繁衍 (to reproduce) 與 演化 (to evolve)  
「生命的意義在創造宇宙繼起之生命」！  
火呢？汽車呢？電腦呢？太陽呢？
- 設想登陸某外星世界，如何尋找繁衍與演化的證據呢？
- 構成生命的是哪些（種）原子、分子？
- 產生哪些（種）化學反應？





# 不同環境裡的元素豐度

太陽		地球		地殼	
氫	90.99%	氧	50%	氧	47%
氦	8.87	鐵	17	矽	28
氧	0.078	矽	14	鋁	8.1
碳	0.033	鎂	14	鐵	5.0
氖	0.011	硫	1.6	鈣	3.6
氮	0.010	鎳	1.1	鈉	2.8
地球大氣		細菌		人類	
氮	78%	氫	63%	氫	61%
氧	21	氧	29	氧	26
氫	0.93	碳	6.4	碳	10.5
碳	0.03	氮	1.4	氮	2.4
氖	0.0018	磷	0.12	鈣	0.23
氦	0.00052	硫	0.06	磷	0.13

# 不同環境裡的元素豐度

太陽		地球		地殼	
氫	90.99%	氧	50%	氧	47%
氦	8.87	鐵	17	矽	28
氧	0.078	矽	14	鋁	8.1
碳	0.033	鎂	14	鐵	5.0
氖	0.011	硫	1.6	鈣	3.6
氮	0.010	鎳	1.1	鈉	2.8
地球大氣		細菌		人類	
氮	78%	氫	63%	氫	61%
氧	21	氧	29	氧	26
氫	0.93	碳	6.4	碳	10.5
碳	0.03	氮	1.4	氮	2.4
氖	0.0018	磷	0.12	鈣	0.23
氦	0.00052	硫	0.06	磷	0.13

- 以成分來說，生物與恆星相似的程度更甚於所在的地球！

地球生命是由隨處可得的元素構成的

- 就我們所知，宇宙其他地方的化學及物理和我們這裡是一樣的

宇宙別的地方要形成生命，  
起碼在材料上不虞匱乏

- 絕大多數生命體由少數幾種簡單的分子構成



- 地球上的胺機酸單體，除極少數的例外（一些細胞壁的蛋白質），全都是左旋！非生命的則比例各半

構成生命的分子顯然「選擇性」地只用一種形式以增加化學反應的效率

- 胺基酸可能有幾乎無限多種，生物體上常見的卻只有廿種！
- 不同蛋白質→不同胺基酸（一般約百來個），以不同順序組合。可以有 $20^{100}$ 種可能的蛋白質（比宇宙中所有的原子數還多！）
- 我們知道的生物體一般製造、使用卻只有不到十萬種蛋白質

**生命既簡單又複雜，但極度挑剔！**

- 地球上所有能量來自太陽
- 太陽的能量來自內部核心的熱融合
- 植物透過光合作用將能量儲存於複雜的化學鍵結中
- 逆反應就是氧化（燃燒、新陳代謝），儲存的能量又釋放出來
- 一些生物（例如人類及動物）取用儲存在植物中的能量
- 過程簡單，但使用複雜的結構  
我們吃東西，卻沒有變成那樣東西！



- 生命在極微觀的原子層面交換、運作  
塵歸塵、土歸土，在這個層面那有生死之別呢
- 生命很早就出現在地球  
超過35億年前，比很多恆星壽命都還長
- 能夠延續的動力在於源源不斷的能量供應
- 這歸因於光合作用，及生物巧妙地取自原本來自太陽的能量

這使得生命得以宇宙  
的時間尺度維續



# 有關「外星」



- 人類在宇宙中的地位越無知越覺得偉大
- 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

- 這顆行星（地球）繞行在一顆平凡的星球（太陽）旁，而運行在一個不起眼的星系（銀河系）中

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。

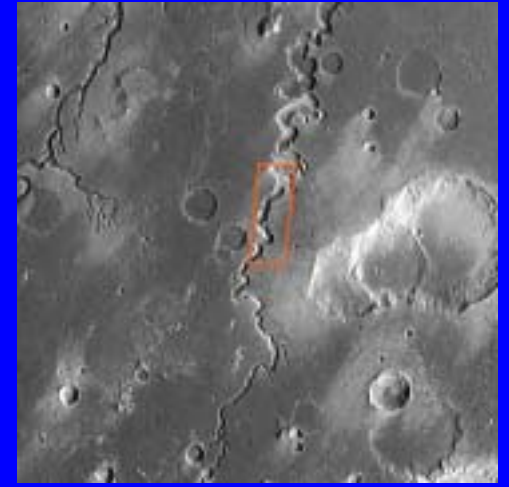
卡爾 沙岡





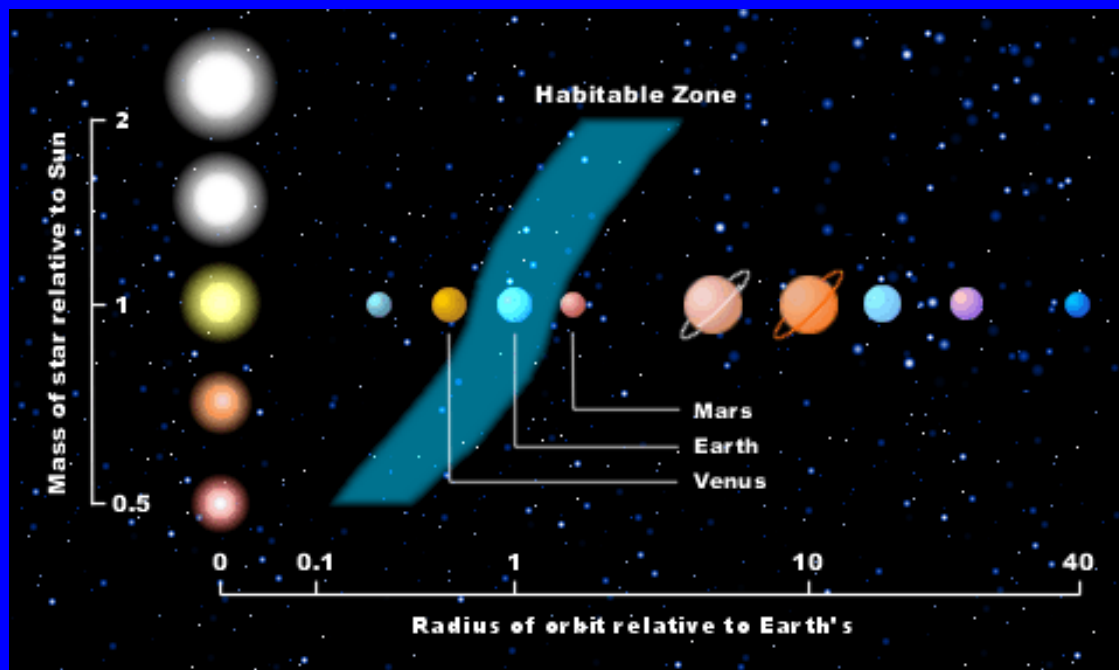
# 哪種恆星較能孕育高智慧生物？

- 行星與母恆星  
距離適中 → 液態水  
圓形軌道 → 溫度變化小
- 每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！）



- 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
- 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 億年才發展出現代的文明

太陽可以活100億（ $10^{10}$ ）年，太空裡藍白色耀眼星星有些只能活千萬（ $10^7$ ）年

- 所以類似太陽的恆星機會比較大，它們供應光與熱的生命期夠長，適居帶也夠寬廣

- 銀河系中這樣的恆星超過600億顆，目前已經在百來顆這種恆星周圍找到行星存在的證
- 這樣就夠了嗎？有條件就可以發生（生命）嗎？發生了會持續（演化）嗎？持續了就會有結果（文明）嗎？

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 .....

需要撞擊嗎？如果沒有月亮？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」！

# 有關「尋找」



- 最期望的當然是「登門拜訪」（是嗎？）
- 就現有的知識、技術（及可見的未來），面對面的接觸不可能

電訊接觸（一）「嘿，我們在這！」  
（二）「喂，你們在哪？」



# 外星人來過（還在）地球嗎？

不明飛行物  
(Unidentified Flying Objects)

空軍用語

UFOs → 幽浮



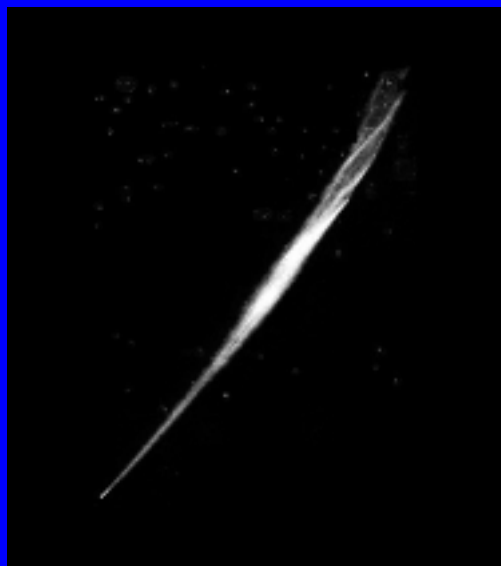
# 事實

天上有很多東西

.....

很多也會飛 .....

有些無法一下認  
出來 .....



# The Great Pyramid of Egypt

墳墓？天文台？藏寶地？

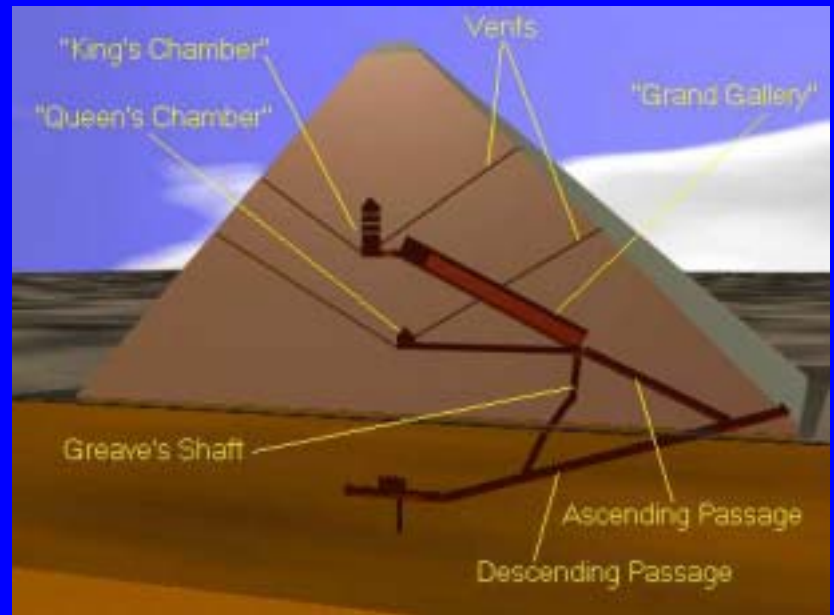
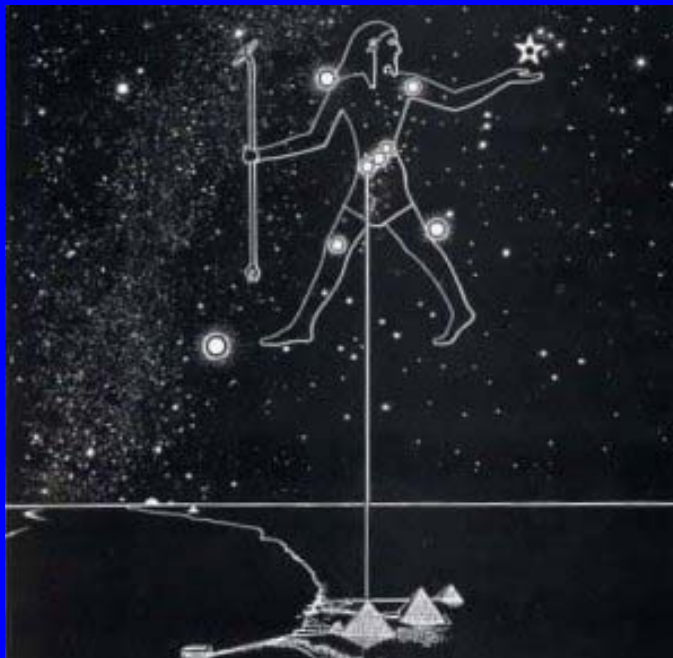


Khufu's Great Pyramid



Giza from Cairo





[http://www.delange.org/Giza\\_Pyramids\\_Sphinx/EP3.htm](http://www.delange.org/Giza_Pyramids_Sphinx/EP3.htm)

# 秘魯高原上的神秘線條



<http://unmuseum.mus.pa.us/nazca.htm>

畫線有那麼難嗎？為什麼非要從飛機（太空船）上面看，不是在高原嗎？

