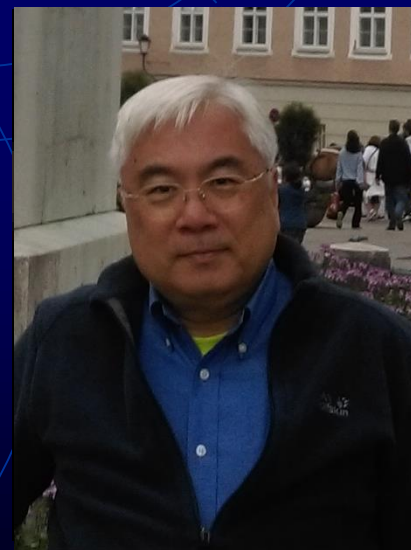
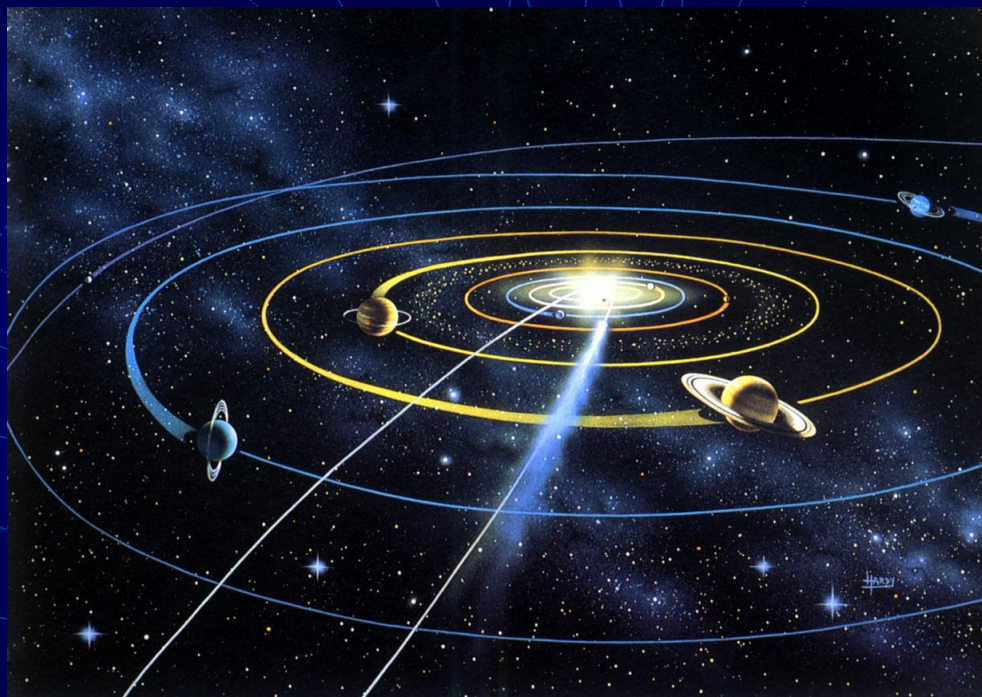


外星人哪去了？



陳文屏
中央大學 天文所、物理系

◆ 你相信有外星人存在嗎？理由是什麼？



爲什麼信鬼神？細菌真的存在嗎？
曾曾曾祖母存在過嗎？
憑什麼「寧可信其有」？



◆ 如果相信，你猜想有多少外星人呢？

爲什麼外星生物這麼像人？

上億個？千百個？還是…只有一個？

也就是我們自己！

◆ 為何尋找外星生命？

找救贖、找救兵，還是找麻煩？

大綱

尋找 外星生命

- 信與不信 (信什麼？不信什麼？為什麼？)
- 外星是什麼？ (星際旅行去哪裡)
- 人（生命）是什麼？ (到外星找什麼？)
- 怎麼尋找外星人？
(他/牠/它/她 來過地球了嗎？)
- 找的結果呢？
- 外星人來過地球嗎？還在地球嗎？



多半人相信外星人存在，因為 …



Jodie Foster as “Ellie” in
Contact (接觸未來，1997)



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

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（137億年）

並非甚麼都有可能

某件事：...很可能、可能、不太可能、絕無可能...

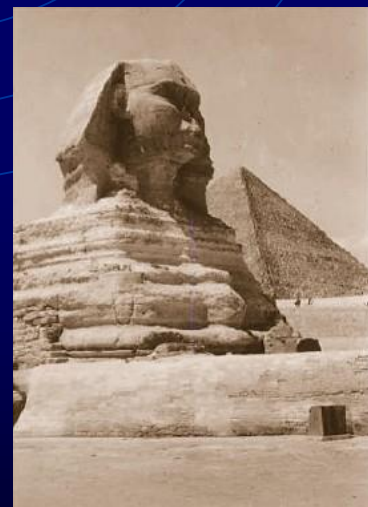
事實——有些事雖然不太可能，但

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——如何證明「沒有」？



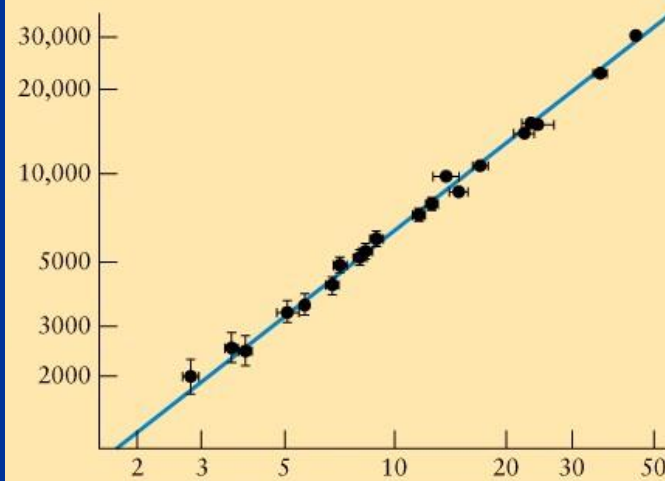
宇宙現在處於**膨脹**狀態——
越遠的星系，離我們遠去的
速度越快 **哈伯定律**

宇宙微波背景輻射 充斥
在太空中，表示宇宙始於一
團高熱（大霹靂）

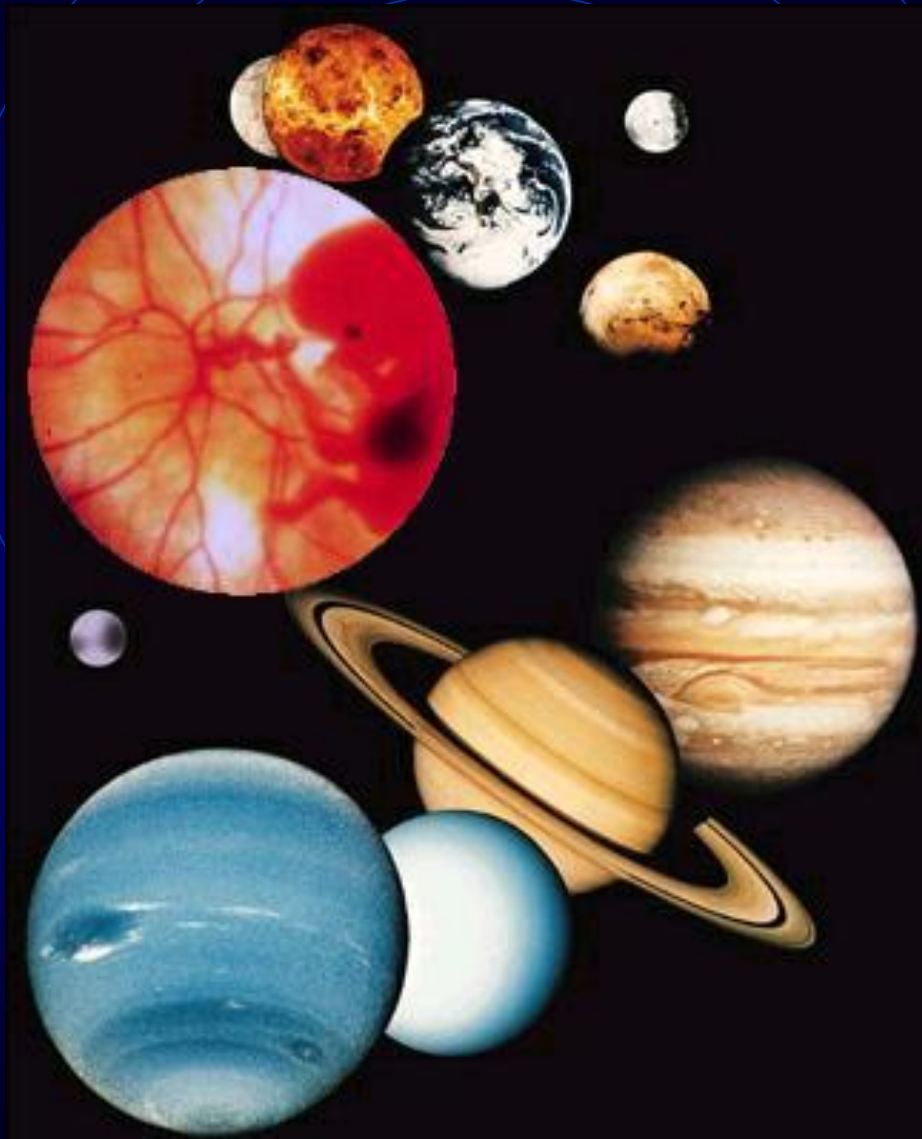
輕元素的宇宙含量 最老的天體氦元素仍占 25%

沒有發現「**極其古老**」的天體
原來這上下古今，稱做「**宇宙**」的東西
居然有個起點！

星系後退速度 (km/s)



星系離我們距離 (3百萬光年)



事實：地球是目前太陽系中唯一已知有（智慧）生命存在的天體

會是宇宙中唯一的嗎？

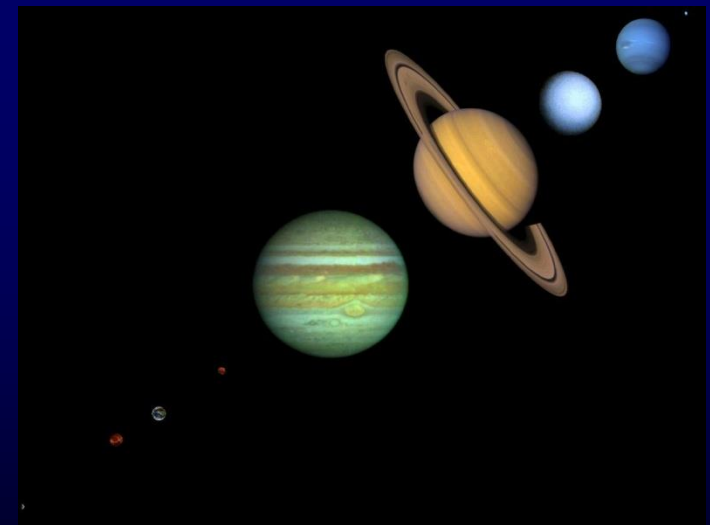
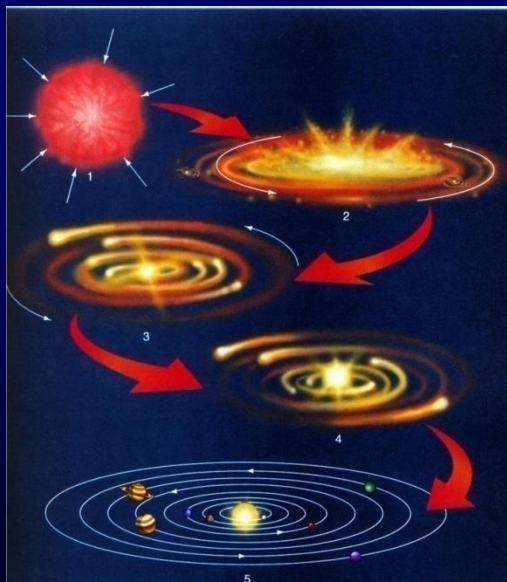
應該不～會～吧？

哪些是「應該」的事情？

星星也有生、老、病、死

—— 源於塵土、歸於塵土

太陽（恆星）與行星從同一團雲氣中凝結而形成
行星是恆星形成副產品 → 很多恆星周圍可能都有行星，這當中有些**可能**適於生命發萌



一切都是機率問題 ...

- 如果買彩券中獎機率是1000萬分之1
- 那麼買1張、1000張、1萬張、1000萬張？
- 一次買1張，買1000萬次？
- 適合生命誕生的太空環境（比例）
- 環境對了，實際生命可以誕生的機率
- 誕生後可以維持下去，發展出文明的機率
- 有了文明，可以（願意）溝通的可能
- ...**條件機率**

德瑞克公式 (Drake Equation)

—— 銀河系中有多少文明可以與之聯絡？

什麼叫文明？何謂「可以聯絡」？如何估計？

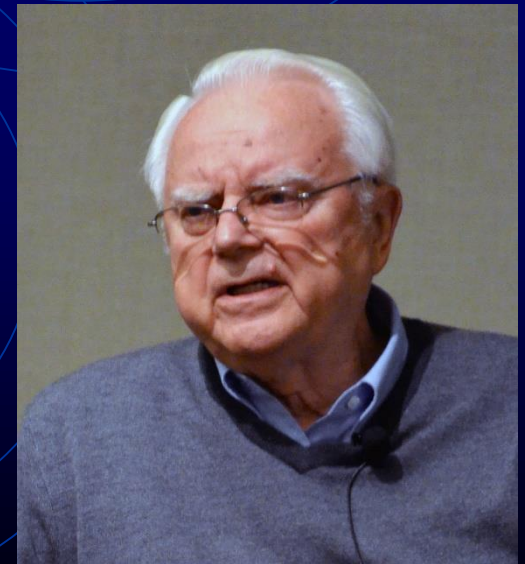
$$N = N_* f_s f_p f_e f_l f_i f_c L/L_{\text{MW}}$$

- N ：現在銀河系中可以與之通訊的**文明數量**
- N_* ：銀河中的**恆星數**
- f_s ：**類似太陽的恆星**比例
- f_p ：每顆類似太陽的恆星**擁有行星**的比例
- f_e ：行星當中**適合生命誕生**的比例
- f_l ：適合的行星中**實際出現生命**的比例
- f_i ：繼續**發展出智慧文明**的比例
- f_c ：擁有技術**而且願意對外通訊**的比例
- L/L_{MW} ：文明向外通訊的時間/銀河系的壽命

一直查手機的焦慮 ...

「現在這個房間裡，可能就有來自其他星球的訊息通過，就從你我身上穿過。如果有合宜的接收機，我們便可以偵測到。我只要想到這個就會發抖。」

Frank Drake (1930~)
美國天文學家
Search for Extraterrestrial
Intelligence (SETI) 之父



恆星璀璨多姿的一生

耀眼
壽命短



雲氣塌縮中央形成恆星

□ 星球越大越明亮、溫度越高、
呈藍白色

□ 星球越小越微暗、溫度越低、
呈橙紅色



壽命
1億年



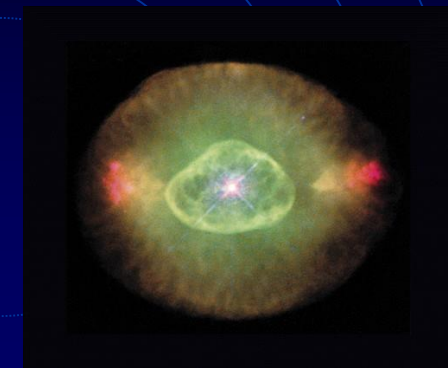
我們真
該慶幸

平庸
壽命長



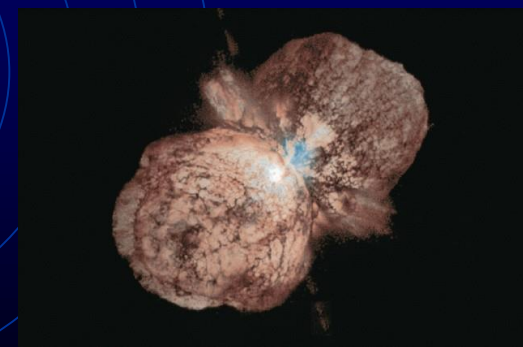
活生生的天體 — 恆星靠核反應發光，並且製造複雜元素

有些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



大型星球臨死前爆發，將豐富複雜
元素回歸星際太空

→ 下一代的星球



生命的特徵



- 登陸某外星世界...尋找什麼呢？
- 生命是一堆原子、分子 哪些原子、分子？
只是物質形態的一種，以致在根本上可以用物理、化學 哪些化學反應來描述？還是得有「靈氣」才行？
- 生命是什麼？一說就錯，卻看了就知道？
- 繁衍 (to reproduce)
演化 (to evolve)？



不同環境的成分

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
氬	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%	氮	63%	氮	61%
氧	21	氧	29	氧	26
氫	0.93	碳	6.4	碳	10.5
碳	0.03	氬	1.4	氬	2.4
氬	0.0018	磷	0.12	鈣	0.23
氬	0.00052	硫	0.06	磷	0.13

不同環境的成分

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
氬	0.011	硫	1.6	鈣	3.6
氖	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
氬	0.0018	磷	0.12	鈣	0.23
氦	0.00052	硫	0.06	磷	0.13

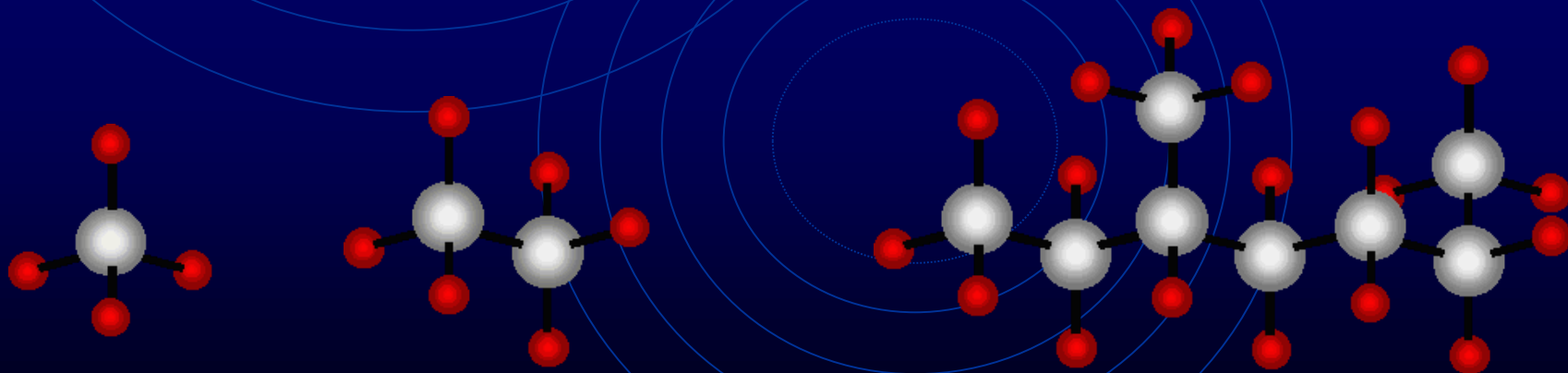
生命 —— 以成分來說

- 生物與恆星相似的程度更甚於所在的地球！
 - ∴ 地球生命由隨處可得的元素所構成
- 我們所知，宇宙其他角落的化學與物理原理和我們這裡是一樣的
 - ∴ 宇宙其他地方要形成生命，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
- 生命既簡單又複雜，但極度挑剔



- 碳、氫、氧、氮主宰生物體組成不是偶然；是因為這些元素具有特殊性質。
- 例如碳是「四價元素」，可以和四個其他元素結合，綿延不斷，形成巨型化合物（cf 樂高積木），足以攜帶大量訊息

生命的多樣性，來自碳元素的多樣性



非碳不可嗎？

- 碳夠穩定，但又不致太「頑強」
 - 週期表其他元素呢？「矽」也很不錯
但宇宙環境中含量比碳少 **電腦算不算生命？**
- ➔ 可能有以矽元素為基底的生命，但
機率比較低

非水不可嗎？

生命三要素：陽光、空氣、水
液體（化學）很重要，不一定非是水，但水
很不錯！ **要是水結冰後不膨脹...**

四價元素

週期表

說明

1H
 氫
 1.008

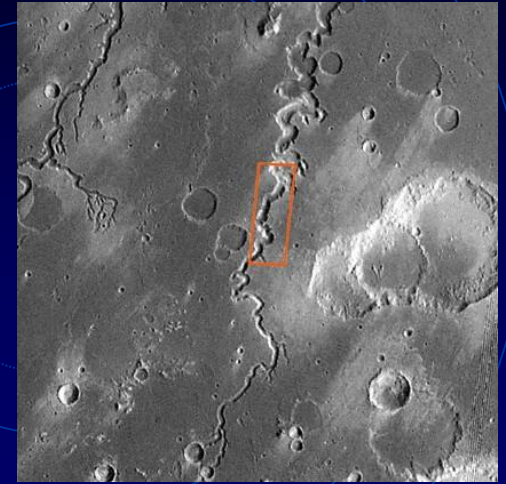
原子序
 元素符號
 元素名稱
 原子量

氣體
 液體
 固體
 人造元素

金屬										非金屬								惰性氣體
										↓								18
1	2	過渡元素										13	14	15	16	17	18	
I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	I B	II B	III A	IV A	VA	VI A	VII A	VIII A	
1 氫 1.008																	2He 4.003	
2 3Li 6.941	4Be 9.012											5B 10.81	6C 12.01	7N 14.01	8O 16.00	9F 19.00	10Ne 20.18	
3 11Na 22.99	12Mg 24.31											13Al 26.98	14Si 28.09	15P 30.97	16S 32.07	17Cl 35.45	18Ar 39.95	
4 19K 39.10	20Ca 40.08	21Sc 44.96	22Ti 47.88	23V 50.94	24Cr 52.00	25Mn 54.94	26Fe 55.85	27Co 58.93	28Ni 58.69	29Cu 63.55	30Zn 65.39	31Ga 69.72	32Ge 72.59	33As 74.92	34Se 78.96	35Br 79.90	36Kr 83.80	
5 37Rb 85.47	38Sr 87.62	39Y 88.91	40Zr 91.22	41Nb 92.91	42Mo 95.94	43Tc 98.91	44Ru 101.1	45Rh 102.9	46Pd 106.4	47Ag 107.9	48Cd 112.4	49In 114.8	50Sn 118.7	51Sb 121.8	52Te 127.6	53I 126.9	54Xe 131.3	
6 55Cs 132.9	56Ba 137.3	57-71 鐳系元素	72Hf 178.5	73Ta 180.9	74W 183.9	75Re 186.2	76Os 190.2	77Ir 192.2	78Pt 195.1	79Au 197.0	80Hg 200.6	81Tl 204.4	82Pb 207.2	83Bi 209.0	84Po (210)	85At (210)	86Rn (222)	
7 87Fr (223)	88Ra (226)	89-103 鐳系元素	104Unq (261)	105Unp (262)	106Unh (263)	107Uns (262)	108Uno (265)	109Une (266)										
鐳系元素		57La 138.9	58Ce 140.1	59Pr 140.9	60Nd 144.2	61Pm 144.9	62Sm 150.4	63Eu 152.0	64Gd 157.3	65Tb 158.9	66Dy 162.5	67Ho 164.9	68Er 167.3	69Tm 168.9	70Yb 173.0	71Lu 175.0		
鐳系元素		89Ac (227)	90Th 232.0	91Pa (231)	92U 238.0	93Np (237)	94Pu 239.1	95Am 243.1	96Cm 247.1	97Bk 247.1	98Cf 252.1	99Es 252.1	100Fm 257.1	101Md 256.1	102No 259.1	103Lr 260.1		

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！



地球與鄰居行星的大氣

	金星	地球	火星
氮 N ₂	3.5%	78.08%	2.7%
氧 O ₂	~0	20.95%	~0
二氧化碳 CO ₂	96.5%	0.035%	95.3%
水氣 H ₂ O	0.003%	~1%	0.03%
其他	~0	~0	2%
大氣壓	90	1	0.006
表面溫度 (°C)	(+462)	-89~57 (+15)	-143~35 (-63)

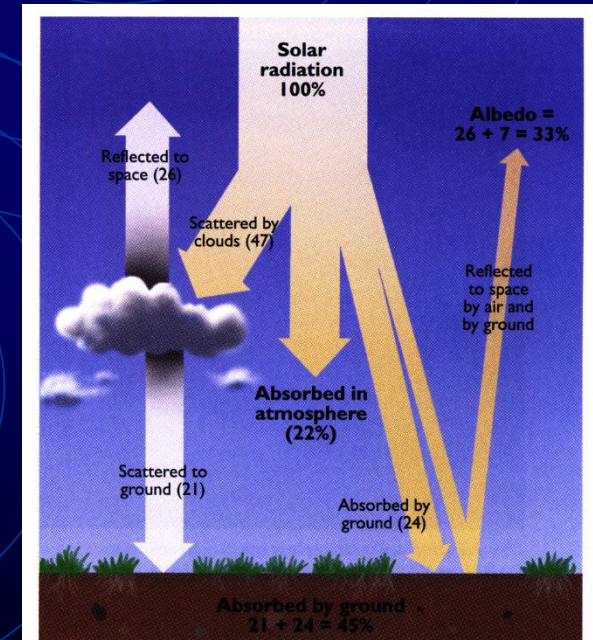
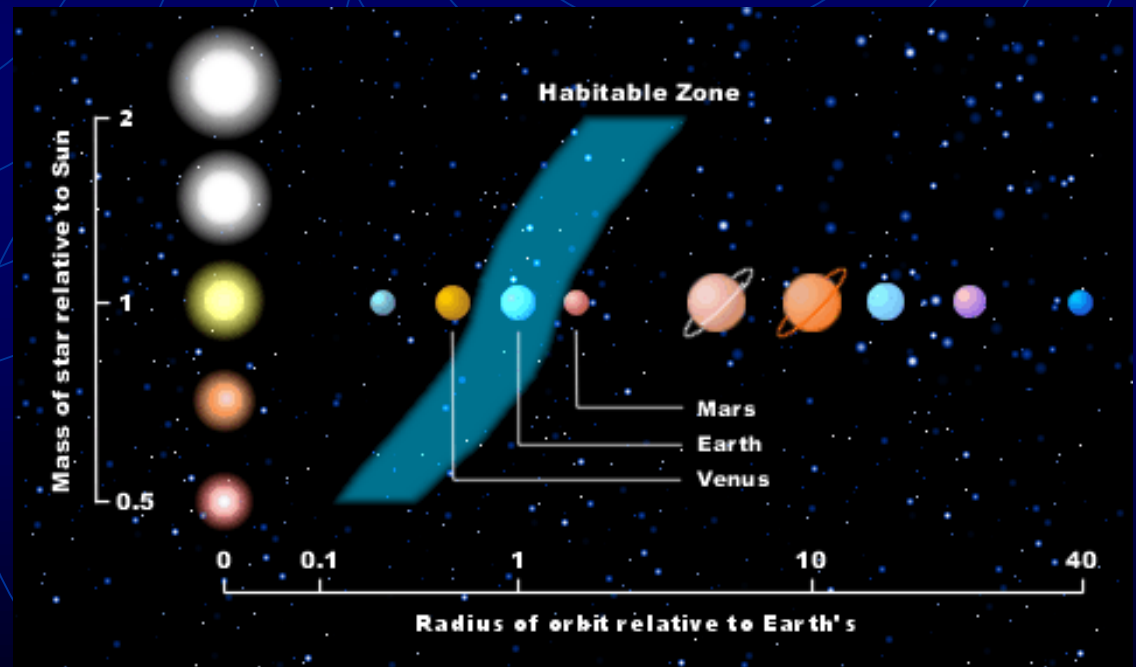


Figure 3. The interaction of sunlight with the atmospheric gases, clouds, and surface of Earth has many avenues. Ultimately, about one-third of the solar energy reaching our globe is reflected back to space.

大氣稀薄 → 頭與腳明顯溫差

- 適居範圍：
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
- 若恆星質量太大 → 壽命太短
地球上的生命花了 35~40 億年才發展出現存的文明
太陽可以活100億 (10^{10}) 年，太空裡藍白色耀眼星星只能活不到一億年 (10^8) 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。圍繞在恆星周圍的行星，是生命誕生、演化的好地方 → 就先找行星吧~~ 行星無所不在

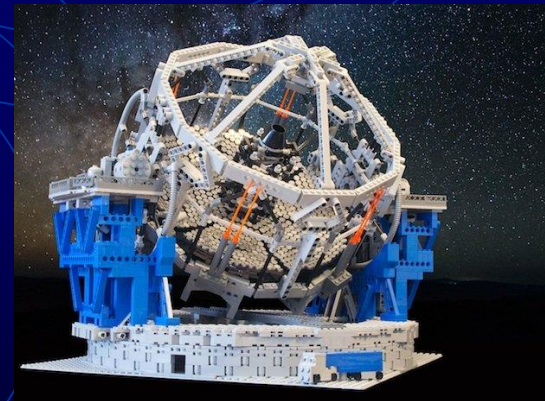


生命活動為連串的化學反應

液態化學快速而穩定

行星地表提供穩定化學反應的環境

- ✓ 相信有「其他的世界」其實是順理成章的事情。
近代科學不斷證明「我們很普通」
- ✓ 地球乃太陽系眾行星之一
- ✓ 恆星不過是宇宙其他角落的太陽罷了，其周圍
已經發現2000多個系外行星 當中總有合適的吧
- ✓ 連銀河系都不過是宇宙億萬星系之一
- ✓ 甚至宇宙本身都可能並非唯一
universe → multiverse
- ✓ 生命雖然複雜，但以物理、
化學來說，並不特殊



既然如此，宇宙不是應該充斥了生命嗎？

• 物理學家費米 (Enrico Fermi) :

「假如外星人存在的話，他們在哪呢？」
 (“Where are they?”)

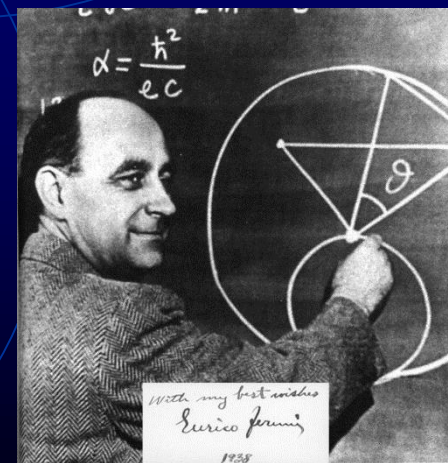
• 所以，「有」不奇怪，就是因為到現在都
「沒有」，才奇怪！

• Absence of Evidence \neq Evidence of Absence
沒有證據並不表示沒有

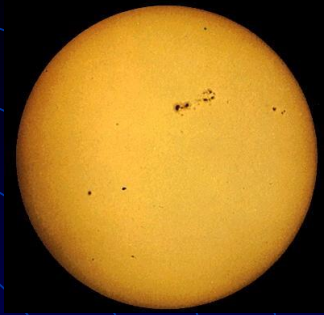
但也不表示「因此就應該有！」

- 確定真要找嗎？
- 萬一真找著了呢？
- 我們準備好了嗎？
- 準備什麼呢？

MIB
MEN IN BLACK



生命 —— 以能量來說



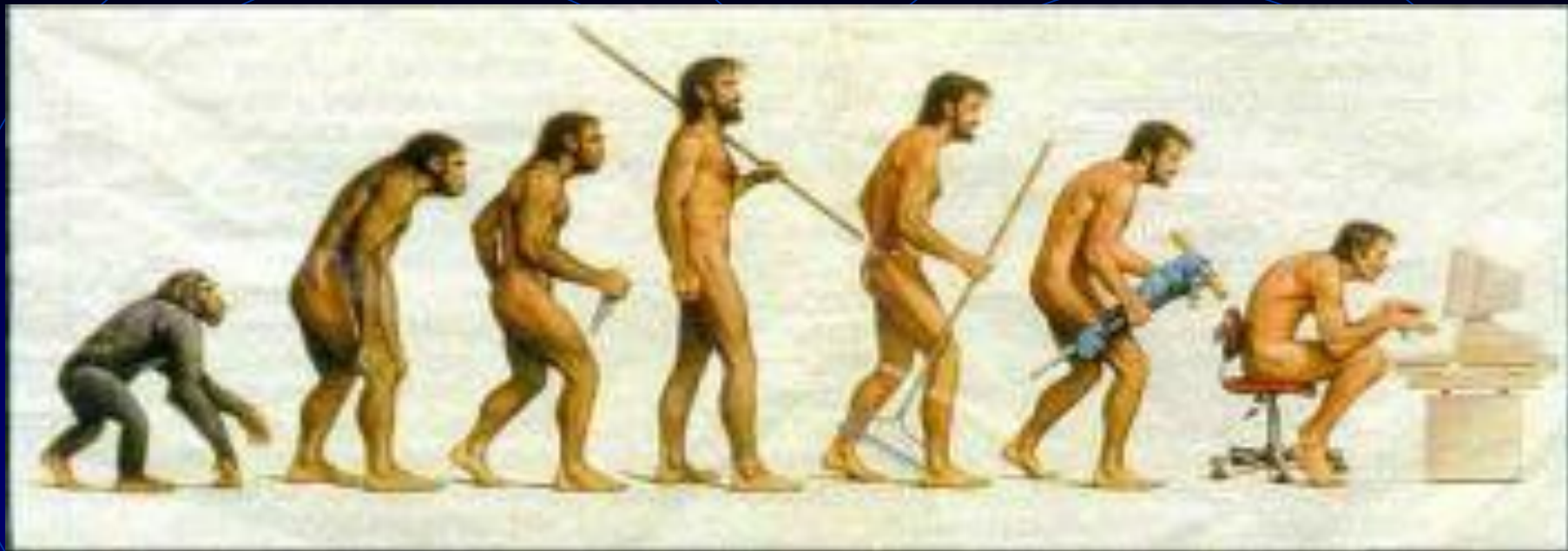
- ✓ 地球上所有能量來自太陽，太陽的能量則來自內部進行的核子反應
- ✓ 植物透過光合作用將能量儲存於複雜的化學鍵結中
- ✓ 逆反應就是氧化（燃燒、新陳代謝），儲存的能量又釋放出來
- ✓ 一些生物（例如人類及動物）取用儲存在植物中的能量
- ✓ 過程簡單，但使用複雜的結構
我們吃東西，卻沒有變成那樣東西！



- ✓ 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
- ✓ 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，及生物巧妙地取自源自太陽的能量

這使得生命得以宇宙
的時間尺度維續





地球形成後最初幾億年，仍處於
熔融狀態，但不久生命就誕生了，
隨後展開漫長演化

這一路走來好辛苦，但運氣真好！

- 銀河系中類似太陽的恆星超過600億顆，
說不定絕大多數周圍有行星

卻不知為何科幻故事中的「外星人」
總是對地球特別感興趣！

- 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 ...

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」



MIB

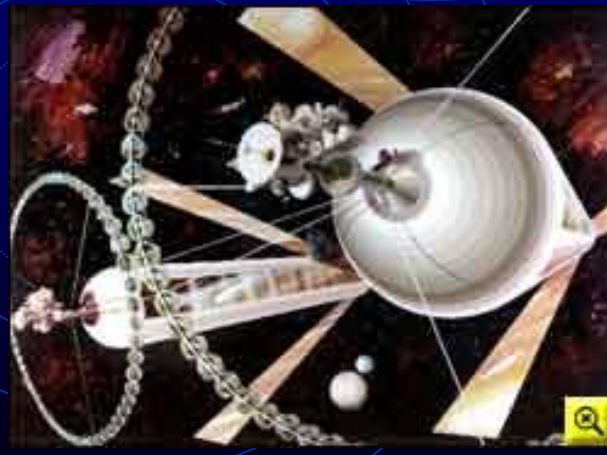
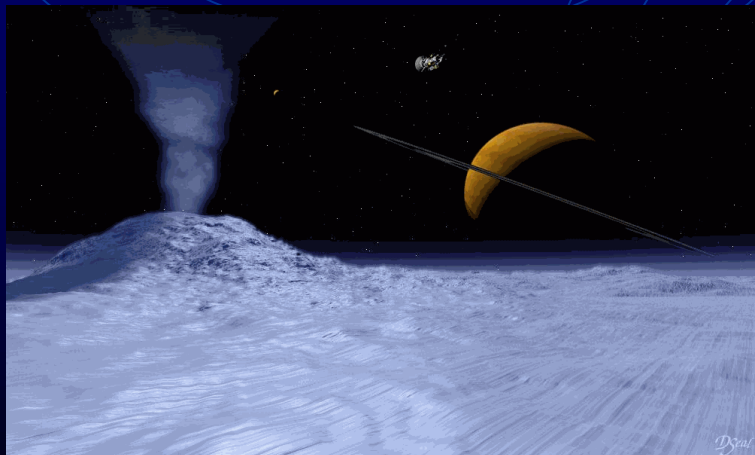
MEN IN BLACK

- 最期望的當然是「登門拜訪」咳，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？」



浩瀚的宇宙

- ❖ 光在真空中速度為每秒 300,000公里
- ❖ 這樣的速度到月球只需1秒多 (眨眼時間)
- ❖ 到太陽需約500秒 (下課時間)
- ❖ 到半人馬座 α 星須 4.3 年 (讀大學時間)
- ❖ 跨越銀河系約需 10 萬年 (人類演化時間)
- ❖ 到鄰近星系費時數百萬年 (大地演化時間)
- ❖ 而目前已知星系超過數千億個 ...

星際旅行？



✓ 以現有科技 不太優雅

	速度	最近的恆星	最近的生命
噴射客機	1000 km/h	4百萬年	10倍？1百萬倍？
夢幻火箭	10% c	> 40年	10倍？1百萬倍？

速度快 → 所需時間短，且時間過得慢
但同時質量（抗拒變動的趨勢）增大，
加速困難 → 需要龐大能量

相對論可以載舟 也可以覆舟

✓ 但星際旅行並非不可能

只要有方法取得能量，並且延長人類壽命；
或是利用機器人

現有的太空技術已經快能夠太空旅行了，
只是還不夠安全（也太寒酸）

據估計如果使用類似Von Neumann 機器，
約200萬年可以「銀河系走透透」

✓ 何況還有（可見）未來（未知）的科技
但是太空旅行到底要去哪？去幹嘛？

還是，他們已經來過了？

不明飛行物 (還在?)
(Unidentified Flying Objects)

空軍用語

UFOs → 幽浮



UFO 是什麼？

事實——

天上有很多東西 ...
很多會飛 ...
有些無法一下認出來 ...

UFO 影片



○ 木星 西方天空



小心，外星人就在你身邊？



信與不信


外星是什麼？

人（生命）是什麼？

怎麼尋找外星人？

找的結果呢？

埃及金字塔

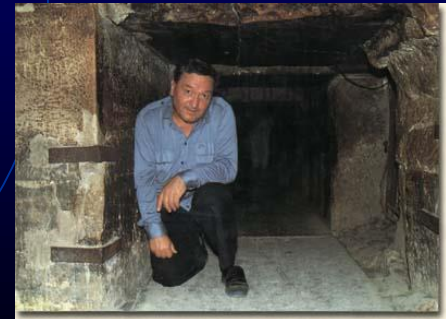


非得有陰謀？到底多難蓋？
無法解釋就推給外星人？
科技先進的外星人就這點能耐？

孟丹尼根 (Erich Von Daniken)

- *Chariots of the Gods* (1968) 暢銷4千萬冊，認為外星人曾在1萬到4萬年前來到地球，在埃及建了金字塔，在秘魯建了登陸基地，並且以生物技術培養出現代人類
- 之後又有系列書籍出版，都很暢銷

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



為了加強我們認定「落後」的埃及人根本不可能建造大金字塔，孟丹尼根問：

這會是巧合嗎？如果我們將 Khufu 金字塔的高度乘以十億——98,000,000 英哩，居然約略等於地球與太陽間的距離！

這真不可思議…怎麼回事？

首先，地日距離應該是 930,000,000 英哩

關鍵在於乘上極大數字

一支普通原子筆要是乘以一兆，會**正好**等於地日距離！

秘魯高原的神秘線條



<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？



被外星人綁架？ --- Betty and Barney (1961)

Now It's a TV Movie . . .
ABOARD A FLYING SAUCER!
This Fall You Can See Couple's Incredible Story
Of How They Were Kidnapped by a UFO

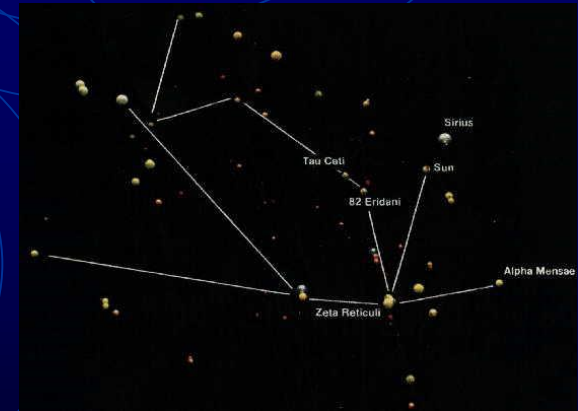
By BOB PRATT
and GRANVILLE TOOGOOD
Hollywood has just finished shooting one of the most unusual movies ever made — it's based on tape recordings of two people under hypnosis who said they were taken aboard a spaceship by aliens they described as "humanoids."
The million-dollar movie, which will be shown on NBC-TV in September or October, recreates perhaps the most astounding UFO encounter ever reported, in which a couple recalled through hypnosis an incident that had been blocked out of their memories — the fantastic story of being captured and then released unharmed by creatures from outer space.
The film stars James Earl Jones as black postal worker Barney Hill and Estelle Parsons as his white social-worker wife, Betty.



STARTLED Betty Hill (Estelle Parsons) watches UFO from outside her car while husband Barney (James Earl Jones) sits behind the wheel. In this film is give the viewers some highway in front of an and burrowed over hope. We want to show that visitors a field off the road. It just stopped in from outer space are probably not dan inclair. We were both shocked, and we



- 心證最麻煩
- 誤證不一定是詐騙，也可能真心相信，但要查證，極為困難，需要大量資源
- 之後綁架、性侵 … 然後呢？



孫中山先生（1916年）遊浙江普陀山

「轉行近，益瞭然，見其中有一大圓輪盤旋極速，莫識其成以何質？運以何力？方感期間，忽杳然無跡，則已過其處矣。遂詫以奇不已。余腦臟中素無神異思想，竟不知是何靈境？」

ufo.avi



看看過去

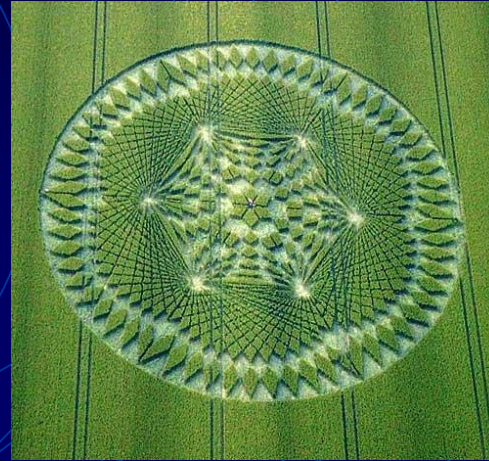


看看現在

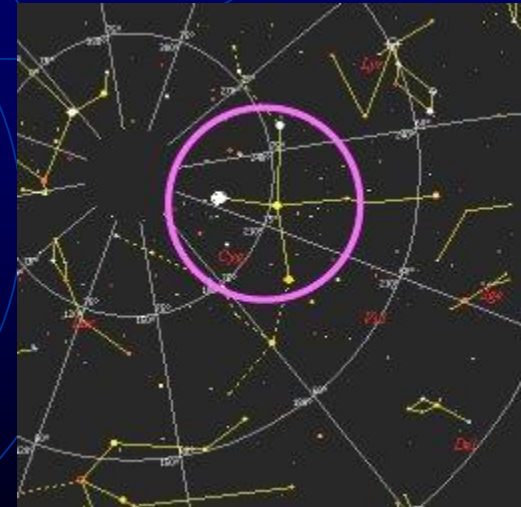


外星人來地球？

神秘的麥田圈

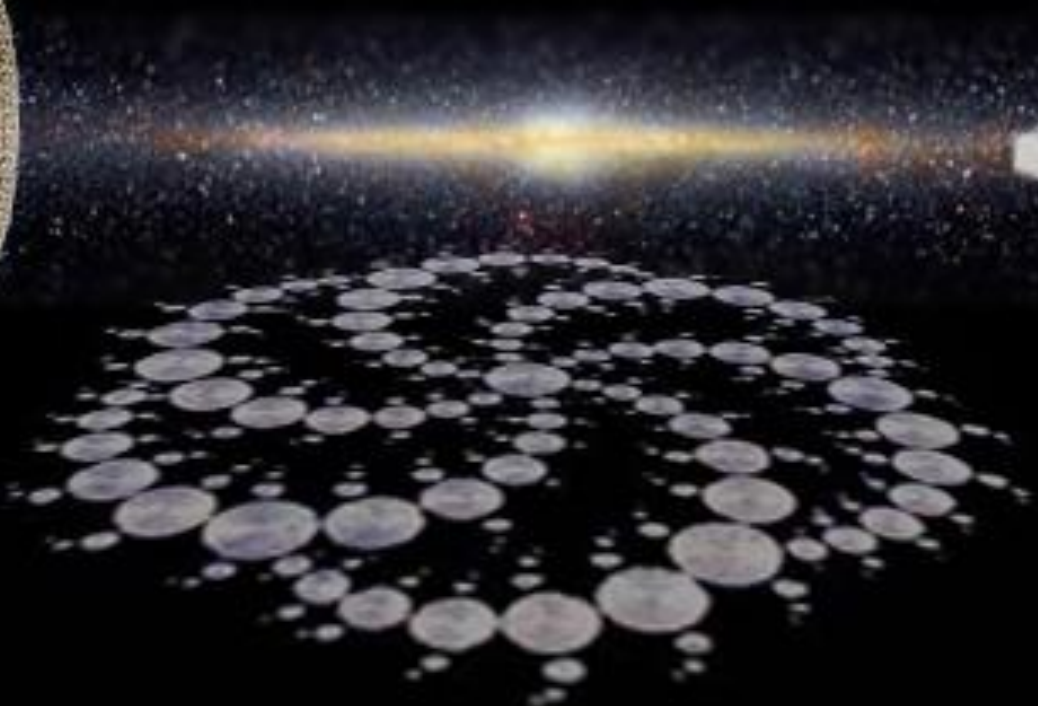


Original formation, Longwood
Warren, Hampshire, July 1995
(Steve Alexander) for a movie



<http://www.osfa.org.uk/cropcircles.htm>

Message d'adolescents



怎麼知道別的文明 在發訊號呢？

- SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) 計畫用聽的！聽他們有意或無意發出來的訊號在雜訊低的波段（例如在微波 H 以及 OH 譜線，所謂的「水洞」(water hole) 波段附近搜尋「可疑訊號」

怎麼才算可疑？

「嘿，嘿，嘿」算不算？

先要知道何謂「自然」訊號，才可能判斷是否「人為」訊號

我們也可以主動發訊號！

1974年11月16日 波多黎各的 Arecibo 天線（直徑 300公尺），在頻率 2.38 GHz，頻寬 10 Hz，發射了一個三兆瓦 (3×10^{12} W) 的訊號——人類有史以來發射最強的訊號！

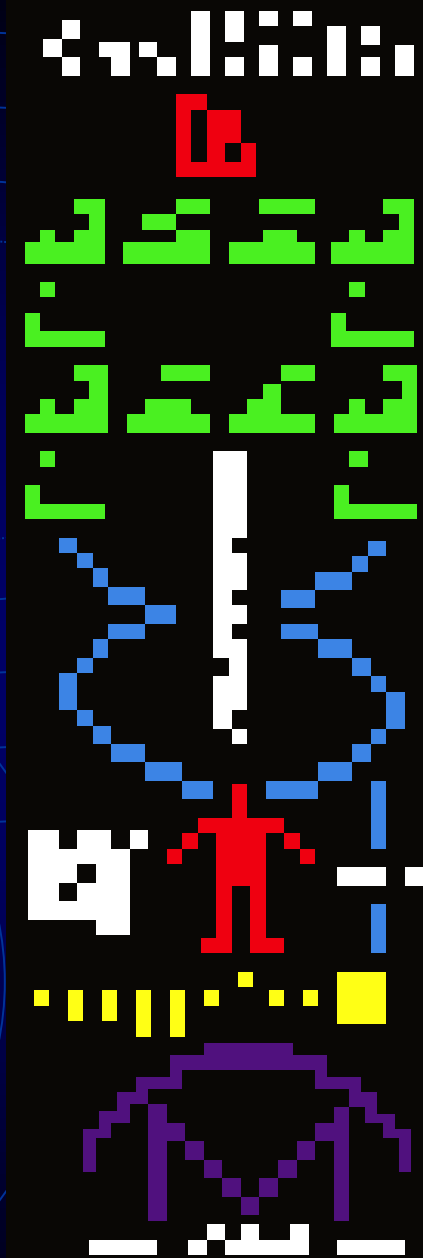
嗯，要送些甚麼呢？

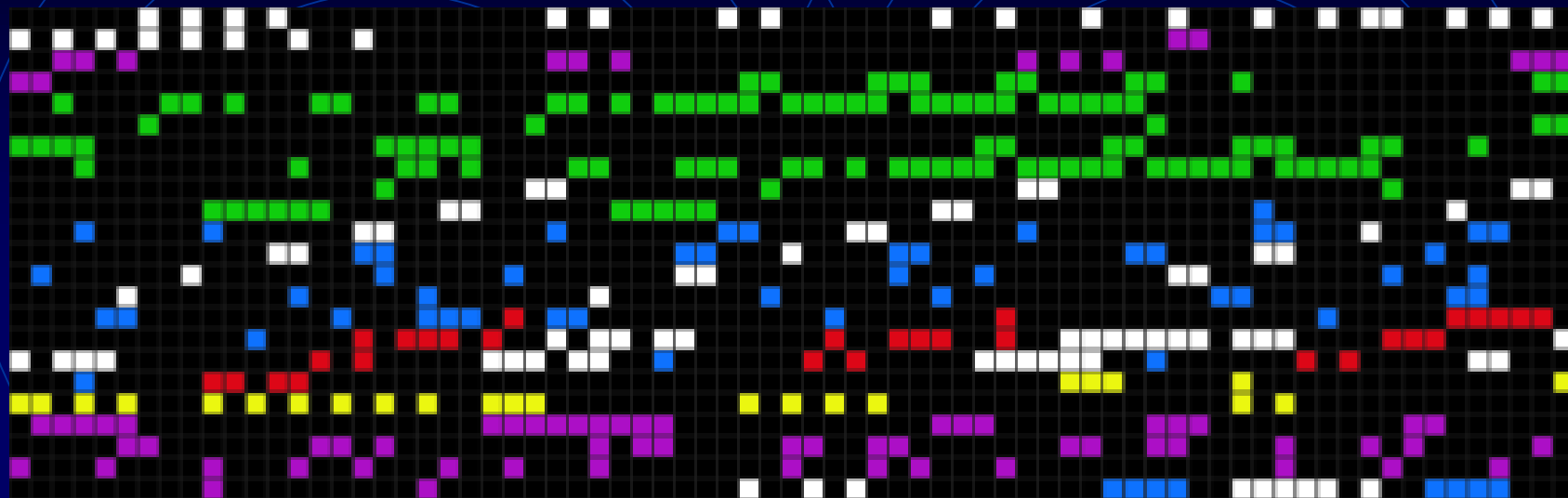


目標 M13，位於武仙座
Hercules 方向的星團，距離
我們 25,000 光年，包含約
300,000 顆星。發射的電波束
到達時（也就是25,000年後）
恰涵蓋整個星團



Arecibo message
73 x 23





23 x 73

- 如果那兒有文明
 - 如果他們有夠靈敏的天線
 - 如果天線恰好打開了
 - 如果恰好朝我們這個方向聽
 - 如果恰好選對了頻率收聽
- 他們就**有可能**收到這個訊號

電波到達時，
星團已經不在
原來位置

老有老的優勢
(文明可能高度發展)
但也有劣勢
(早期缺乏複雜元素)

如果收到了，他們能懂嗎？

我們要是收到這樣的訊號，我們懂嗎？



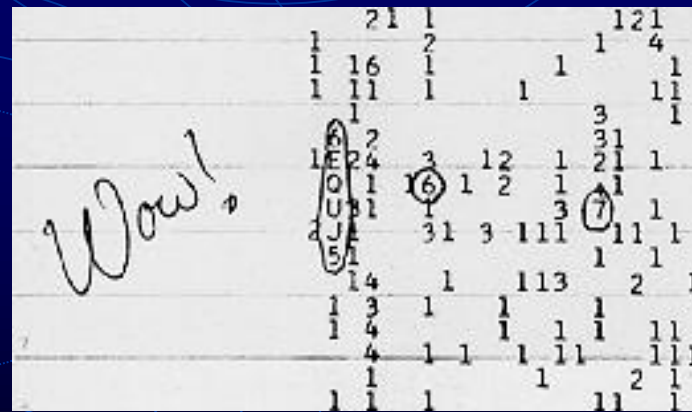
How did the glyph artists create "pixels" in a wheat field to produce this stunning photographic effect?



2001.08.21 英國 Chiboton 無線電望遠鏡
附近的 glyph 「麥田圈」 顯示「1974年
Arecibo Message」 及「人臉」圖樣

到底聽到了什麼？

- 1977 年8月15日 --- ‘Wow!’ 訊號
6EQUJ5
非自然、來自天外，但來源不明



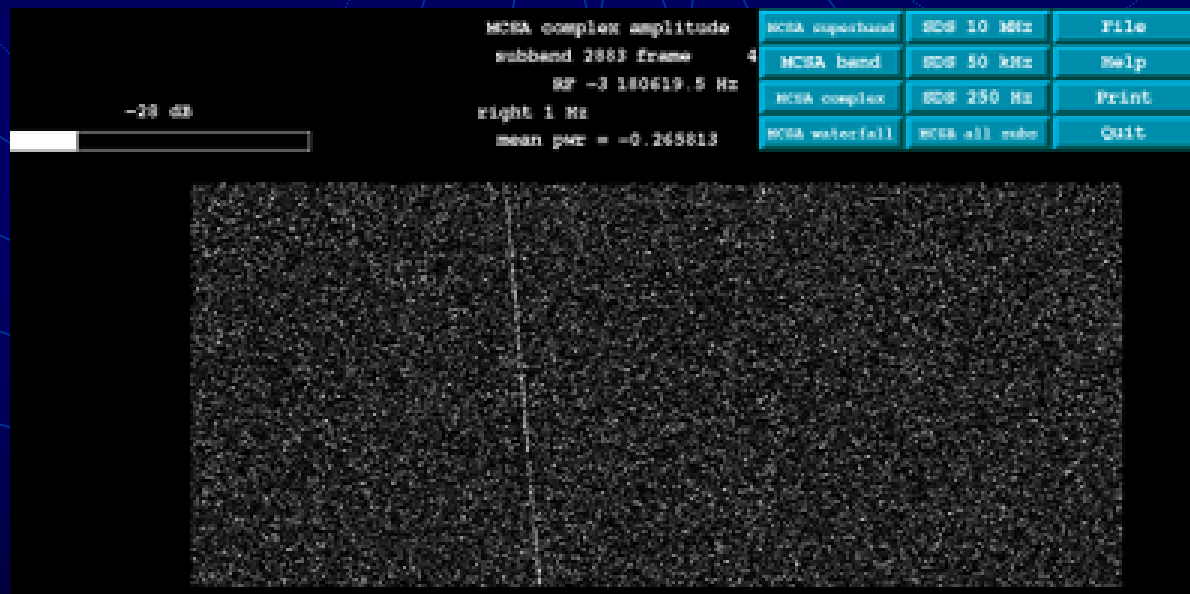
Ohio State Univ. Big Ear Obs. <http://www.bigear.org/6equj5.htm>

Project Phoenix

- 1995.02 開始，南北半球天線定點監聽

<http://www.seti.org/science/ph-bg.html>

- 還真聽到了!!!



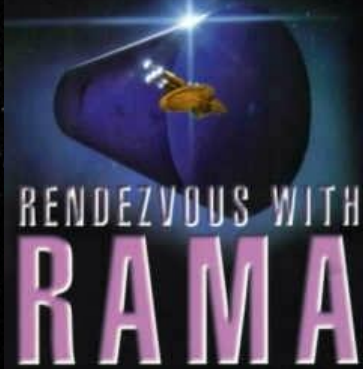
這是先鋒10號 (Pioneer 10) 的訊號 我們聽到了自己!

C/2017 U1 → A/2017 U1 → **1I/2017 U1 ('Oumuamua)**

(Hawaiian “scout”, first distant messenger)



ARTHUR C.
CLARKE



THE CLASSIC SCIENCE FICTION NOVEL OF FIRST CONTACT

2017/10/19 found by PS1, at first classified as a comet, then, with a hyperbolic trajectory, as an interstellar object, the first of its kind

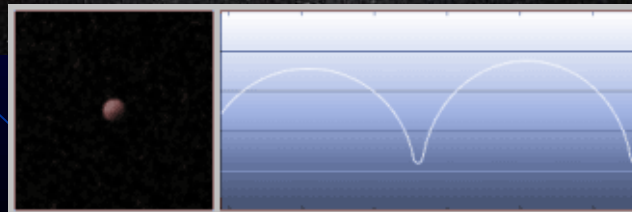
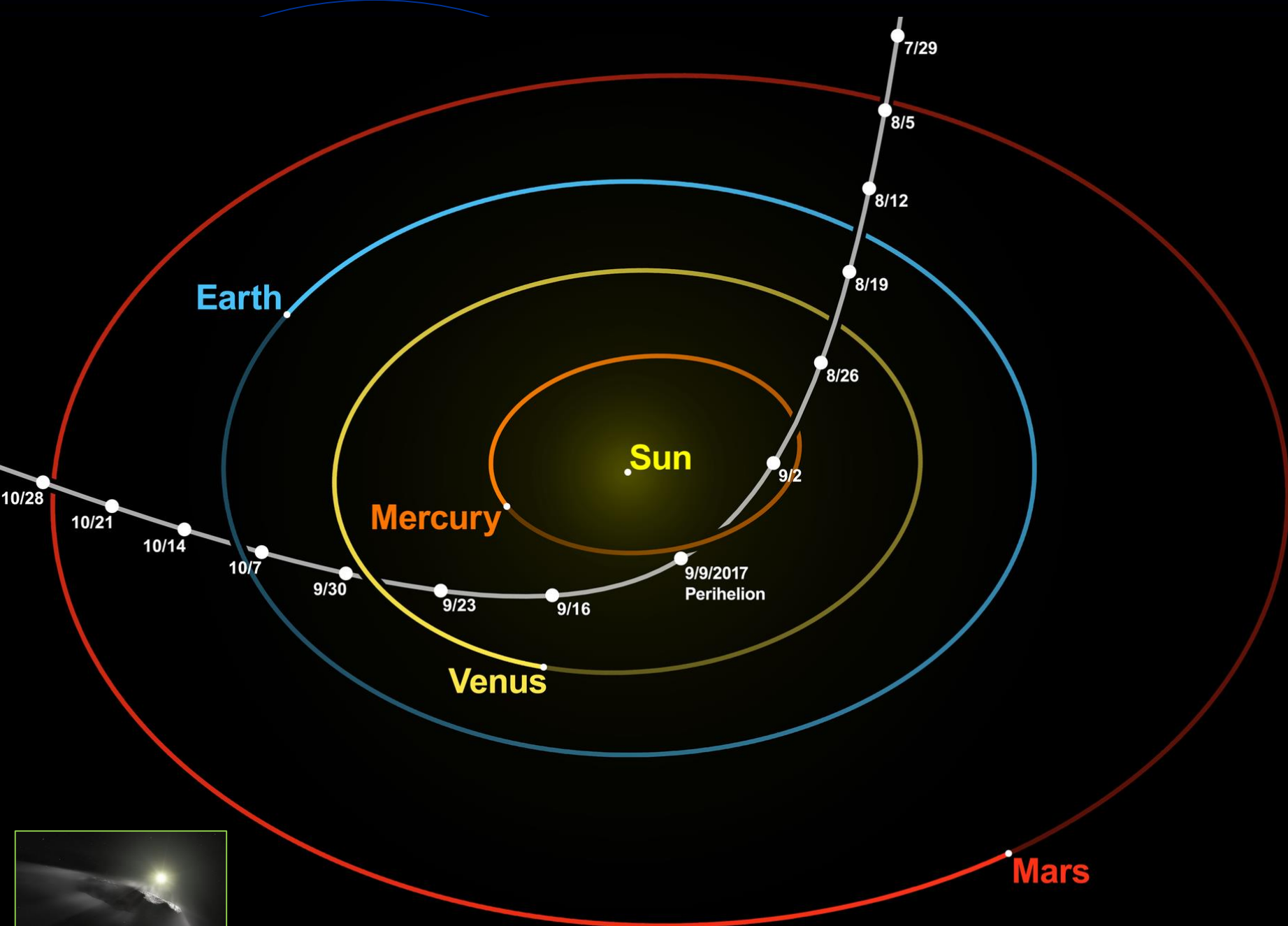


Illustration : ESO/ M. Kornmesser



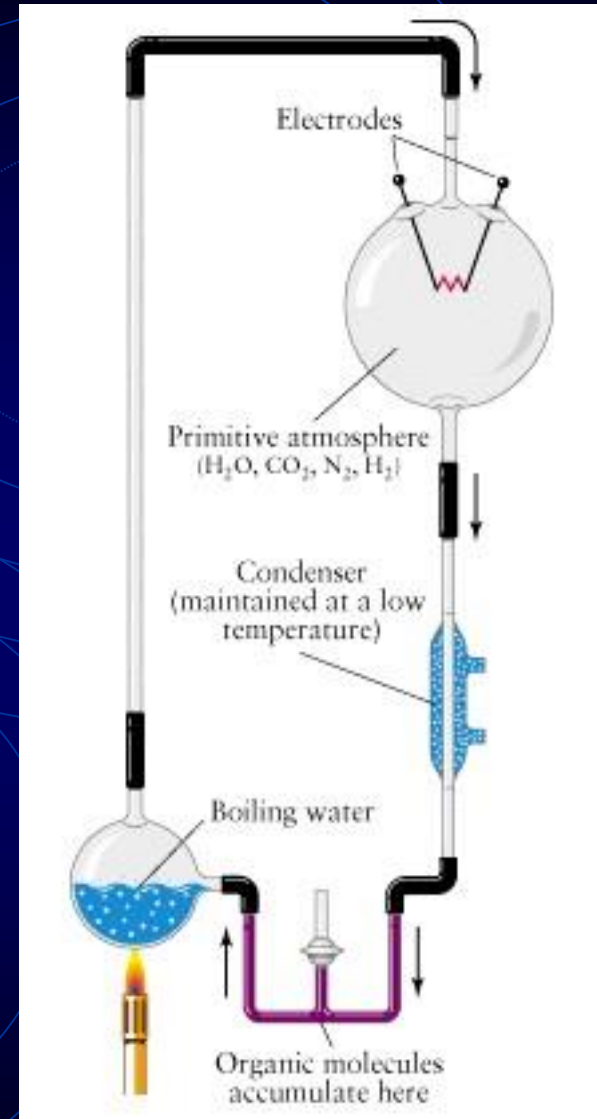
生命無中生有？

Miller-Urey 實驗 (1953年)

—— 在地球早期環境中
「創造」生命的可能

→ 模擬地球原始大氣（甲烷、
氫、阿摩尼亞、水蒸氣）+ 模
擬海洋 + 放電提供能量 + 電熱
器促進循環（有如天氣）

→ 一週後發現15-20%的碳元素
形成了有機物，2%的碳形成了
胺機酸！其中以 **glycine** 最多



- 胺機酸當然還不是生命，但是由胺機酸所製造的蛋白質是地球生命的主要活動來源
- 米勒·尤瑞實驗結果表示「組成生命的基本物質，**可以**在原始的環境中生成」；材料、技術上都沒有困難，即使是惡劣的環境也無妨
- 隕石中也發現關鍵的有機物（例如胺機酸）存在

墨其森隕石 (Murchison meteorite)

1969年9月28日上午11點墜
落於澳洲墨其森

只剩下 100 公斤，發現
90 種胺機酸，其中19種地
球上也有！



早期地球與彗星、小行星、隕石等小型天體相
似，如果胺機酸在外太空惡劣的環境下能存在，
那麼在早期地球也可能存在

地球上的胺機酸有可能是小型
天體撞擊而帶來



生命源於外太空？

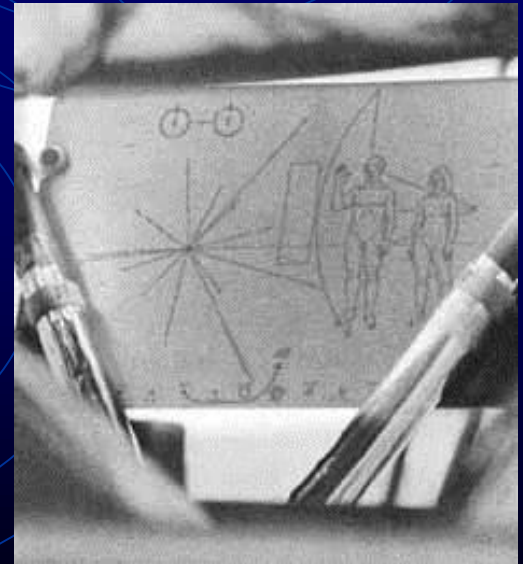
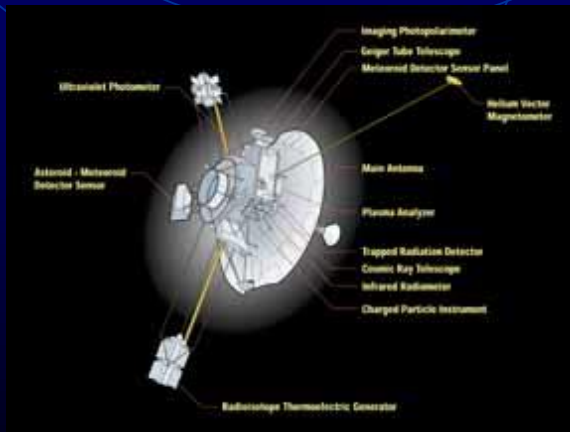
Panspermia 學說：20世紀初瑞典化學家 Svente Arrhenius 主張地球上的細胞生物來自外太空，藏身於隕石當中而來到地球，這樣可以倖免於太空的惡劣環境，甚至進入地球後受到的衝擊。太空裡可能很多這種 germs（細菌）、spores（孢子）

若真如此，生命無所不在



人類的足跡 I

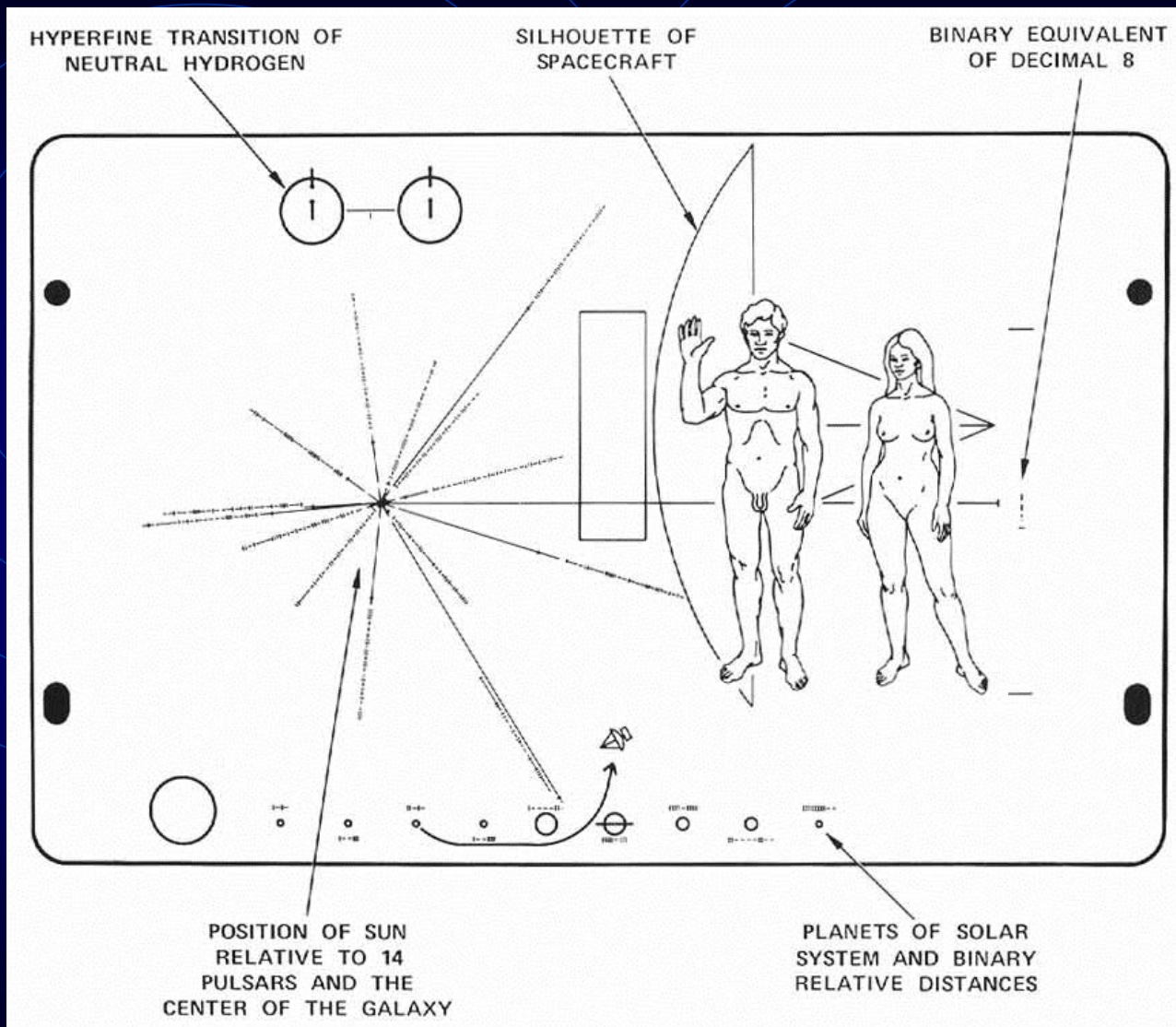
- 鑲在 Pioneer 10 (1972 年) 及 Pioneer 11 (1973) 太空船身上的訊息—— 6 吋 x 9 吋 (15.15 cm x 22.8 cm) 的鍍金鋁版，厚 0.127 公分，由 C. Sagan 及 F. Drake 設計
- 我們是誰、居住在哪個時間、哪個地方、我們懂多少



在我們問
「你們是誰？」
之前

我們其實應該想清楚
「我們是誰？」

氫原子的超精細結構 襯景的太空船身 相當於8的二進位碼



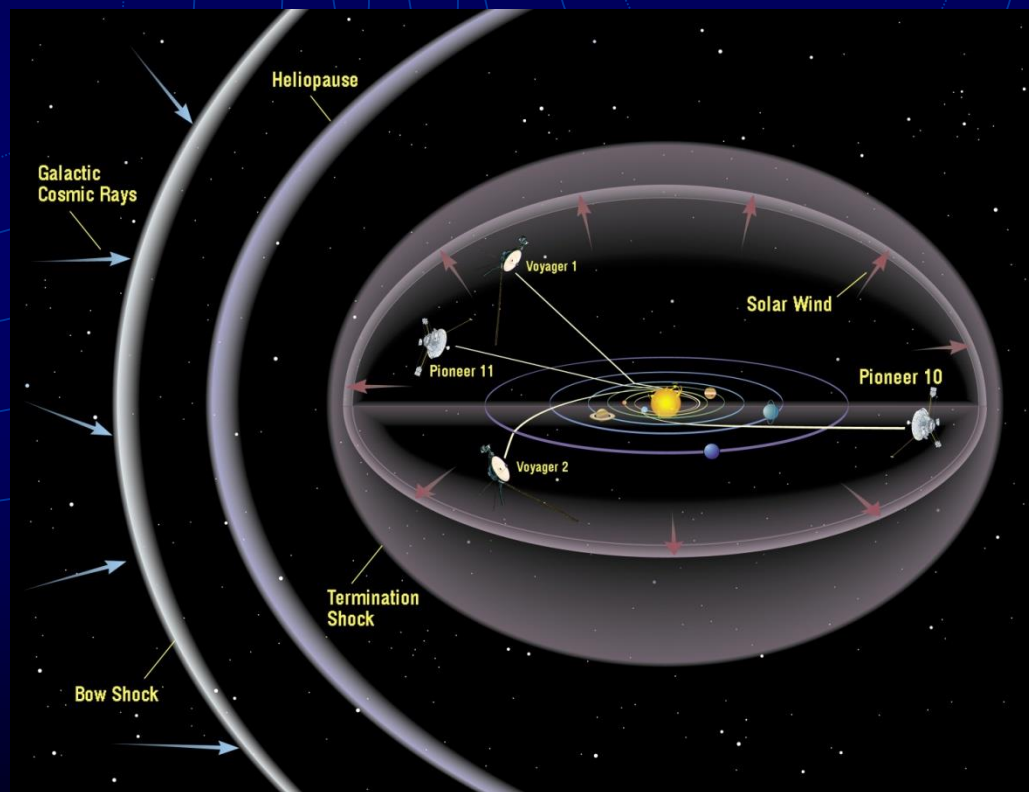
人類姿
體與太
空船大
小相比

太陽系
行星及
相對距
離的二
進位碼

太陽相對
於 14 顆
脈衝星及
銀河系中
心的位置

- 先鋒10號被木星甩了一下，10萬年後會到達金牛座方向的鄰近恆星
- 億萬年後說不定會被外星文明找到

然後呢？



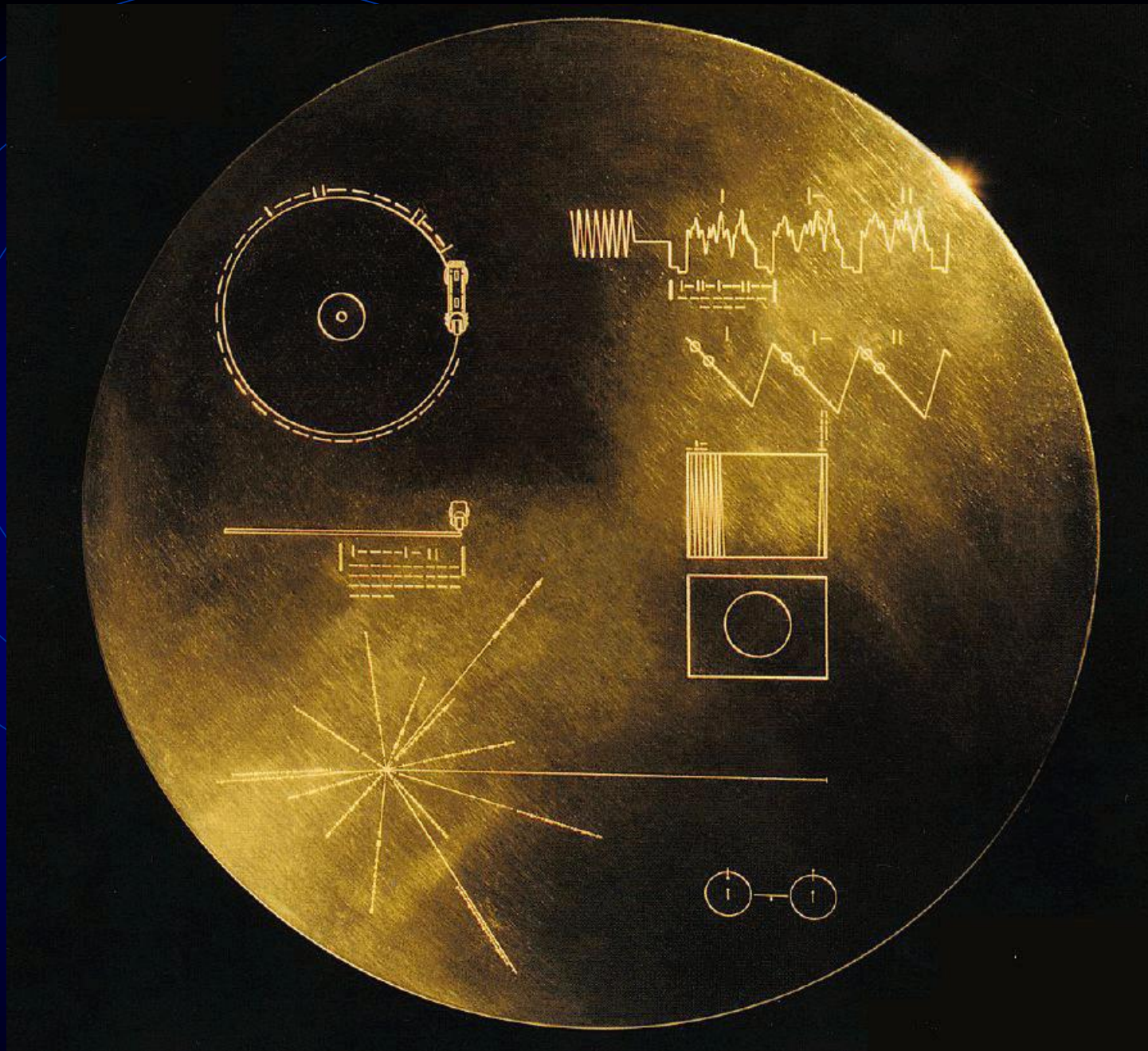
人類的足跡 II

- Voyager 1 及 Voyager 2 (late 1970s) 上的唱盤 (正在離開太陽系~~)
- 2 吋直徑的銅盤，裝在鋁盒中，內有116張圖像；用 55 種語言問好；各種地球上的聲音（天然的或人工的）；27 種音樂（古典、搖滾、非洲土著民謠等）

<http://re-lab.net/welcome/>

[in Chinese](#), [French](#), [English](#), [Spanish](#), [Japanese](#), [Korean](#) ...

- 表面甚至電鍍了鈾238



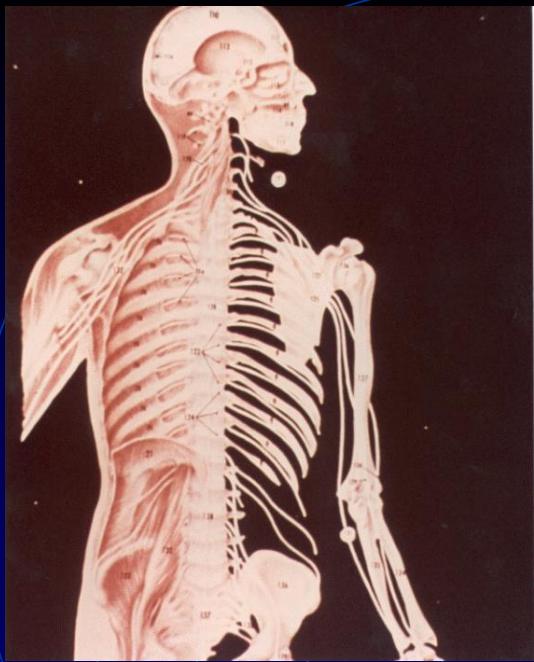
信與不信

外星是什麼？

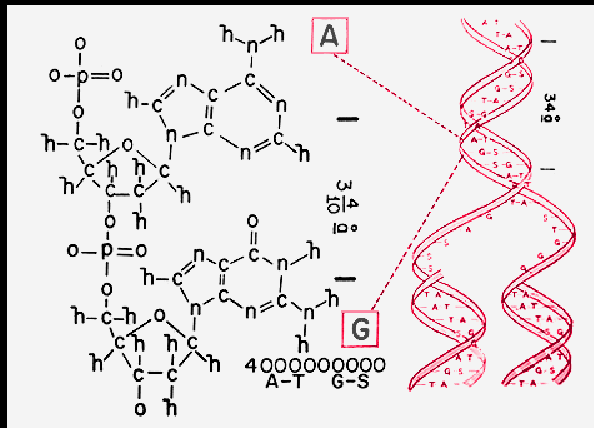
人（生命）是什麼？

怎麼尋找外星人？

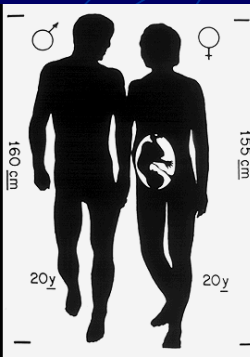
找的結果呢？



© JON LOMBERG



© JON LOMBERG



© NATIONAL ASTRONOMY AND IONOSPHERE CENTER



信與不信 外星是什麼？ 人（生命）是什麼？ 怎麼尋找外星人？ 找的結果呢？

要是外星人找到這些太空船，
他們應該有能力檢視各種證據
希望他們會同意 … 您同意嗎？
這東西來自有思想、文明的世界！
值得他們聯絡



- 這些有如丟入汪洋中的「瓶中信」，攜帶了我們對自己的瞭解，也攜帶了盼望別人瞭解的期待

地球生命真是多樣呀！

- 只是宇宙這個汪洋大得多得多（得多）
- 象徵的意義大於實質意義，因為被找到的機會微乎其微

花多少資源算合理？



- 地球上最早的證據已不復尋
→ 向外找
- 尋找外星生命不只是找高等文明
- 飛越其他行星時，看到
「風吹草地見牛羊」的感動

vs.

接收到第一筆「外太空訊號」
的震撼與恐懼 一旦證實我們不孤獨

其他世界中的原始生命一樣動人！

估計德瑞克公式 ...

越前面的數字
越有把握

- 銀河系中大約有 3000 億顆恆星 = N_*
- 只考慮類似太陽的恆星， $\therefore f_s \sim 0.3$
- 猜 $f_p \sim 1$ \because 太陽似乎是顆典型恆星
- $f_e \sim 1/4$; $f_l \sim 0.5-1$; $f_i \sim 0.75-1$; $f_c \sim 1$
(這樣是保守還是無可救藥的樂觀?)
- 最不確定的數目是 L (以年為單位)，
也就是文明能存活多久
- 我們的文明能存活 1,000 年嗎？
1,000,000 年呢？

估計的結果：

1. $N = 3000 \text{ 億} \times 0.3 \times 1 \times 0.25 \times 0.5 \times 0.75$
 $\times 1 \times L/100 \text{ 億} = 0.84 L$ (某個估計)
2. $N \sim 10 L$ (Sagan 1974 年的估計)
3. $N \sim 120 L$ (最樂觀的估計)
4. $N \sim L/10 \text{ billion}$ (最悲觀的估計)

關鍵在於「**發展出智慧文明的比例**」

∴ 可能的數目從 $N = 1$ (也就是我們自己)
到 $N > 1000$

也就是說，銀河系中的文明個數 N 在數值上差不多相當於文明能存在的年數 L

活得越久，能碰到的機會越大！

$L \approx N \dots$ 是維持文明永續的責任



在10萬光年直徑內

N	相距 (光年)	聯絡 (年)
1	別找了	
2	7 萬	> 7 萬
100	1 萬	> 1 萬
10,000	1,000	> 1,000
1 百萬	100	> 100

宇宙：137億年前

太陽系：46億年前

類似人類的生物：三百萬年前

如果把地球的四十六億年歷史製作成一年的電影，於元旦開演時地球剛剛形成，整個一、二月份地球仍遭受大量小行星轟擊而處於熔融狀態。終於海洋形成，最原始的生命大約在三、四月之際出現。之後生命展開漫長的演化，一直要到11月28日左右才有陸地生命。如果電影繼續放映，像是恐龍這樣的生物直到12月12日才出現，然後在聖誕夜滅絕，接著哺乳類動物以及鳥類大量出現。

人類呢？在這部電影中，直到除夕當天才出現類似人類的生物；直到除夕傍晚他們才學到製作石器。秦始皇統一天下時，影片放映到最後14秒鐘，而推翻滿清發生在元旦凌晨前0.6秒

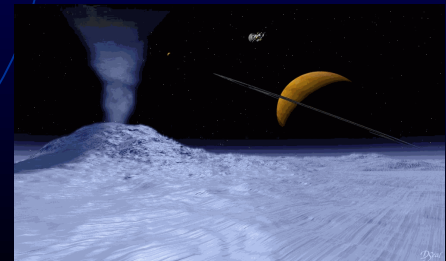
最近跟好朋友鬧彆扭？上次考試第幾名？爲什麼別人總有新手機？這些重要嗎？有多重要？

人類做為時空過客，實在應該珍惜這部影片的劇情與道具，努力成為影片續集的主角，讓世代子孫永續經營，向宇宙拜年！

珍惜地球！這樣地球人才見得到外星人
…才有機會當外星人

結論

- ✓ 科學家從未停止想像，且盡力實踐想法
科學家想辦法證明自己對
狂想者等着別人證明他錯
- ✓ 科學以嚴謹手段，解決特定問題
不是萬能，但是科學態度與方法很有用
- ✓ 追求科學真理的過程，其精彩程度絕不下於
奇幻小說
- ✓ 連江湖郎中都必须多讀書、多思考！
- ✓ 有外星生物不奇怪；就是因為到目前都沒找到，才讓人納悶！怎麼了？
- ✓ 避免以「未知」解釋「未知」！
- ✓ 學而不思則罔；思而不學則殆



人類文明還在萌芽，但是已經做了很多嘗試，
試圖尋找宇宙鄰居

觀看、聽尋、推敲

找了
不見得找得到

但是不找
必定找不到

讓我們一起
繼續尋找！

