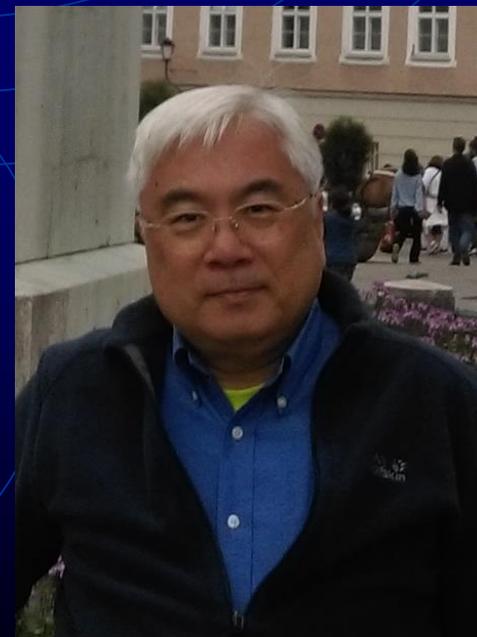
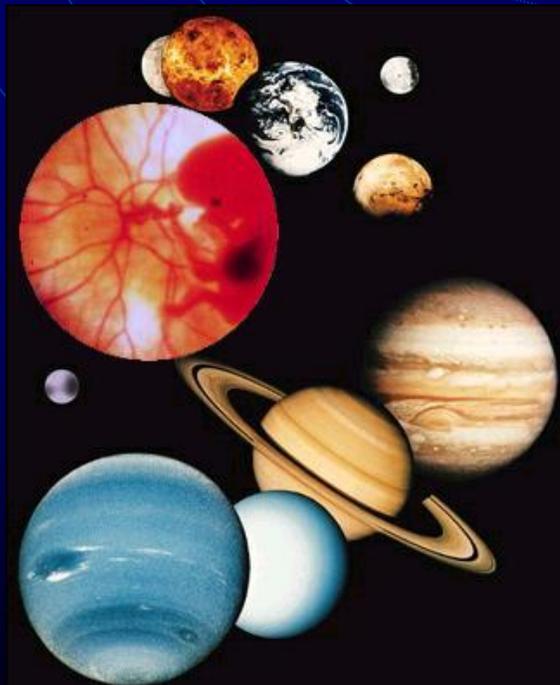
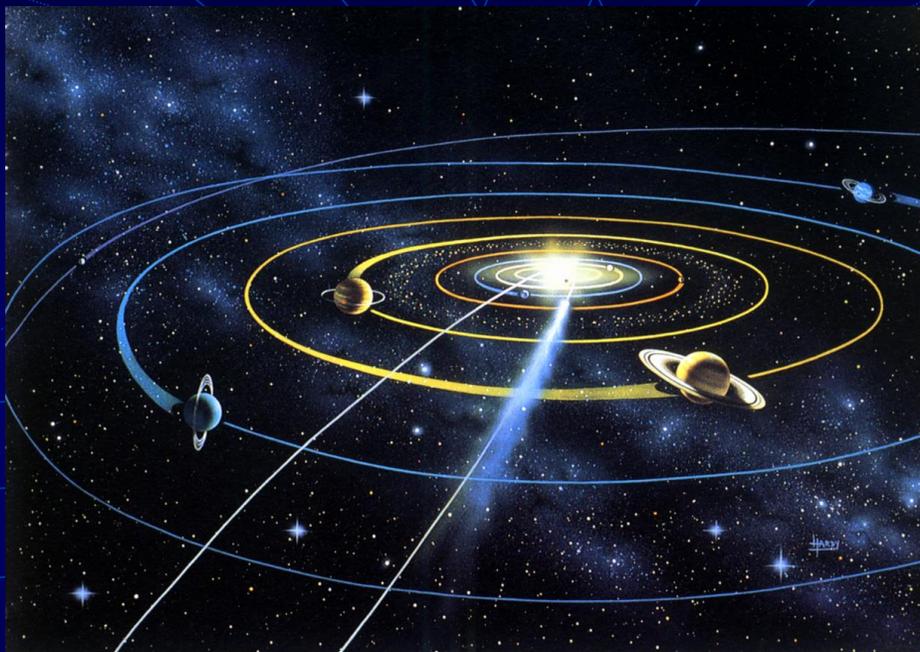


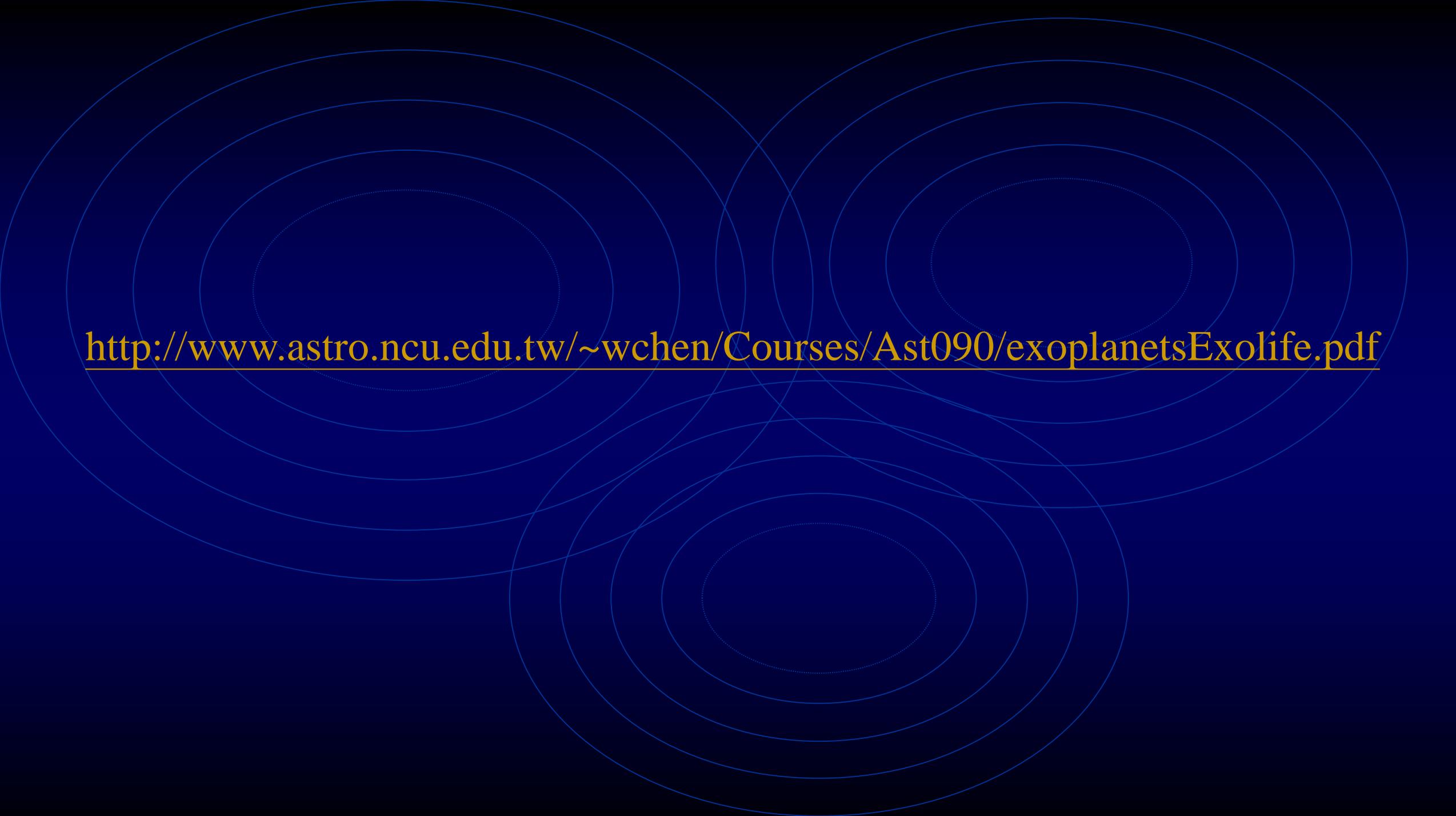
系外行星與外星生命



陳文屏

中央大學 天文所、物理系

2020暑期國中教師進修 第二專長學分班



<http://www.astro.ncu.edu.tw/~wchen/Courses/Ast090/exoplanetsExolife.pdf>

地球是目前唯一發現有生命的天體

我們這種生命存在行星表面，以特定的因果關係運作，而這些「定律」放諸宇宙皆準

□ **其他角落呢**（太陽系內？哪裡機會大？）

□ **其他天體呢**（恆星？行星？）

□ **其他種生命型態呢**

（何謂生命？怎麼發現？摸得到？看得到？聽得到？）

尋找其他的世界

直接看



如何知道恆星周圍有行星？

困難：行星不發光！

→ 擋光 或 反光 或者 對恆星的影響

恆星太亮、太近

位置變化

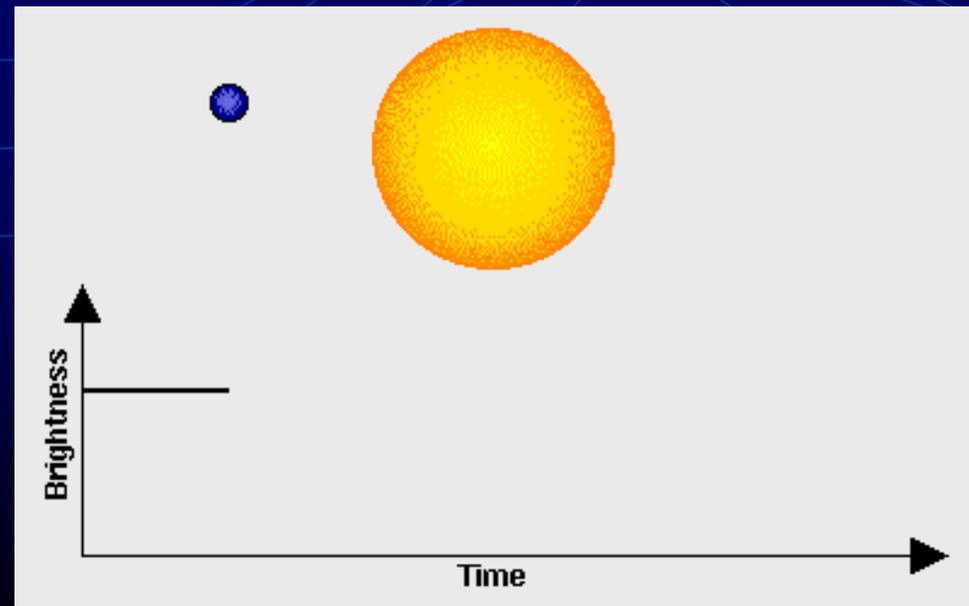
亮度變化



偵測系外行星的方法

1—凡走過必留下痕跡

若行星繞恆星時，恰巧擋住恆星的光（像日食般），恆星的**亮度**會以特別的方式變化



自己不發光就借光
（反光、擋光）

偵測系外行星的方法

2 一若要人不知，除非己莫為

如果恆星周圍有行星，那麼恆星（的**位置**與**運動**）
就會受到行星（萬有引力）的**影響**

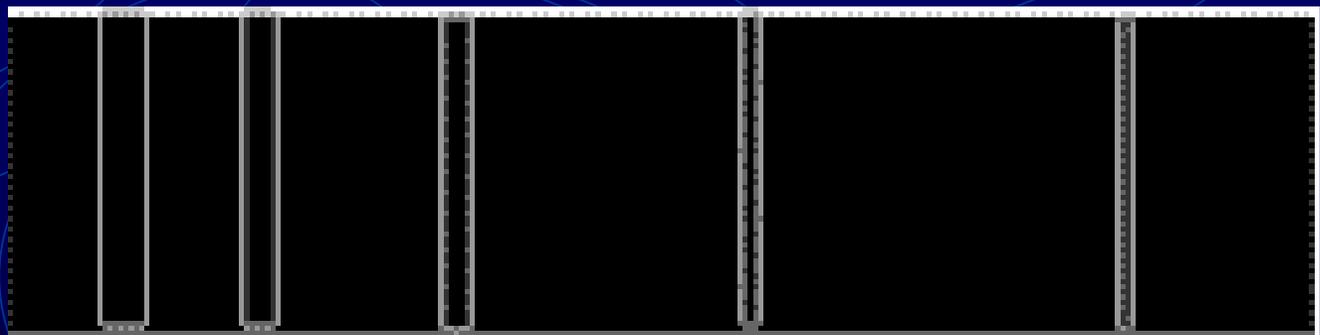
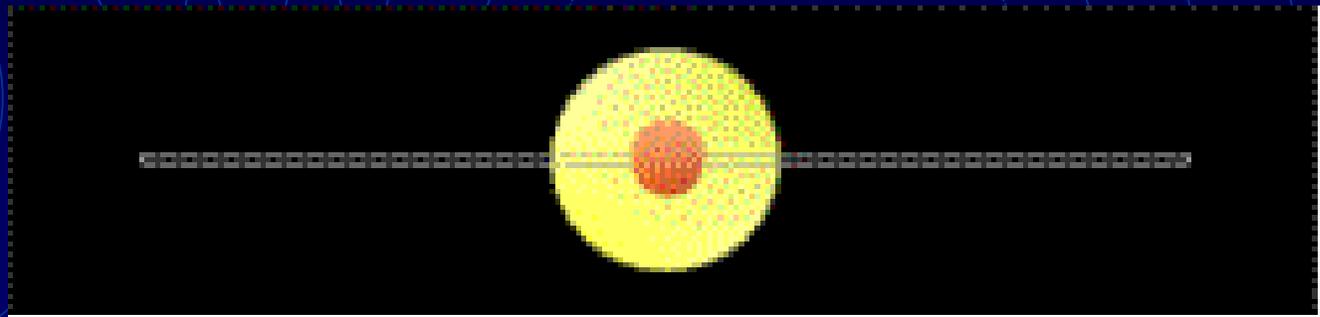
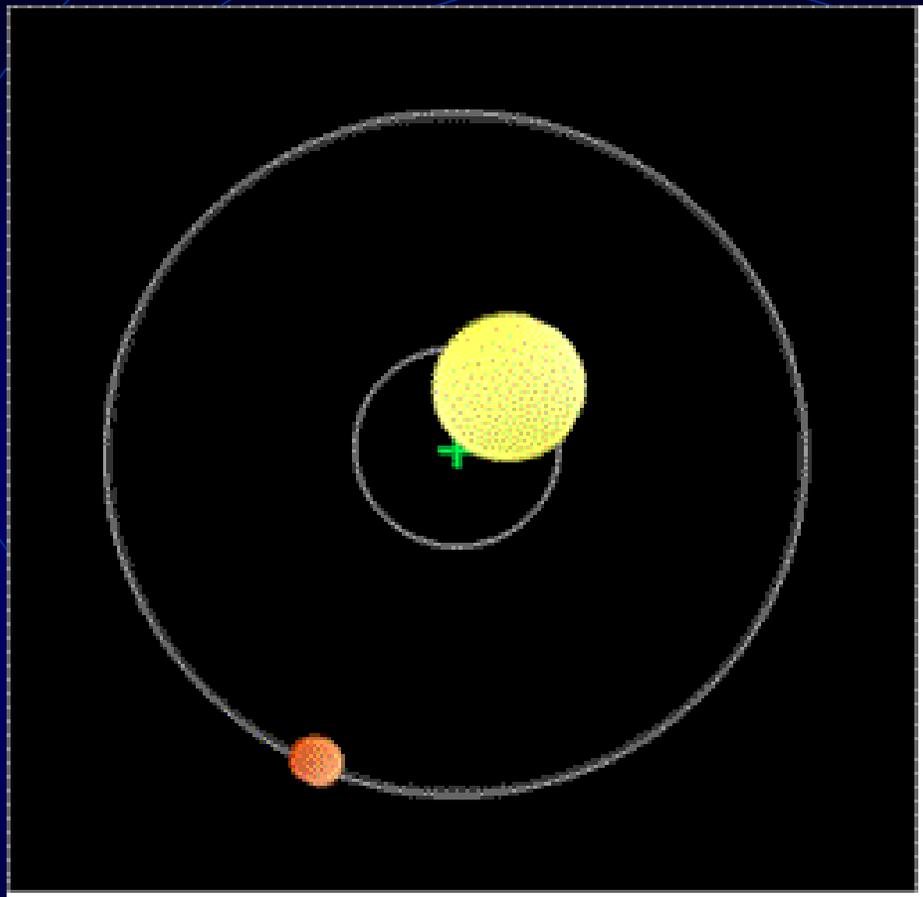


影響會發光的東西

Hammer throw

都卜勒效應

波源（聲音、光線）向著我們來，收到的訊號頻率變快；離去則變慢



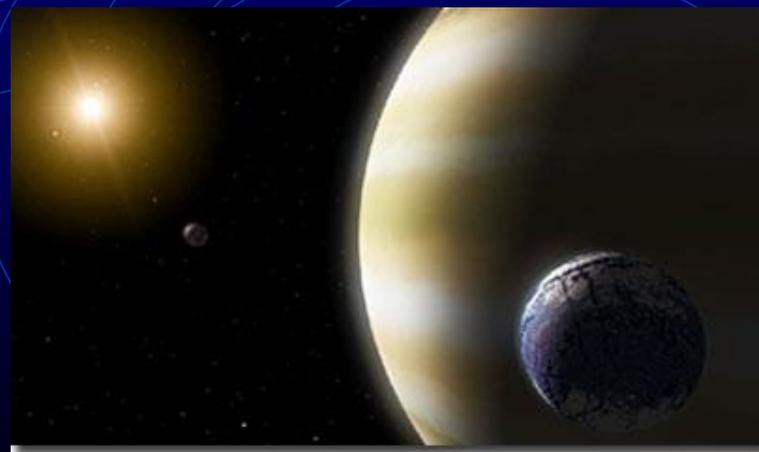
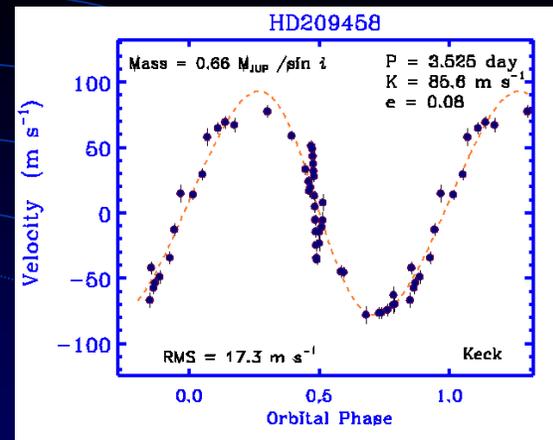
原本在太空中走直線的恆星，因為與行星互繞，而會「走螺線」

恆星因為與行星互繞，而在沿「視線」方向會「前後擺動」

目前已經在太陽系以外發現了幾千個 恆星周圍有行星——**系外行星**

extrasolar planets; exoplanets

絕大多數利用「前後擺動」或「掩星」
的方法所發現



Super-earths
超級地球 → earths

Q：目前為止共發現數千顆系外行星，主要利用
「光譜的都卜勒效應」，
或是
「掩星的亮度效應」
所發現。

為什麼？這些方法有何特色與限制？

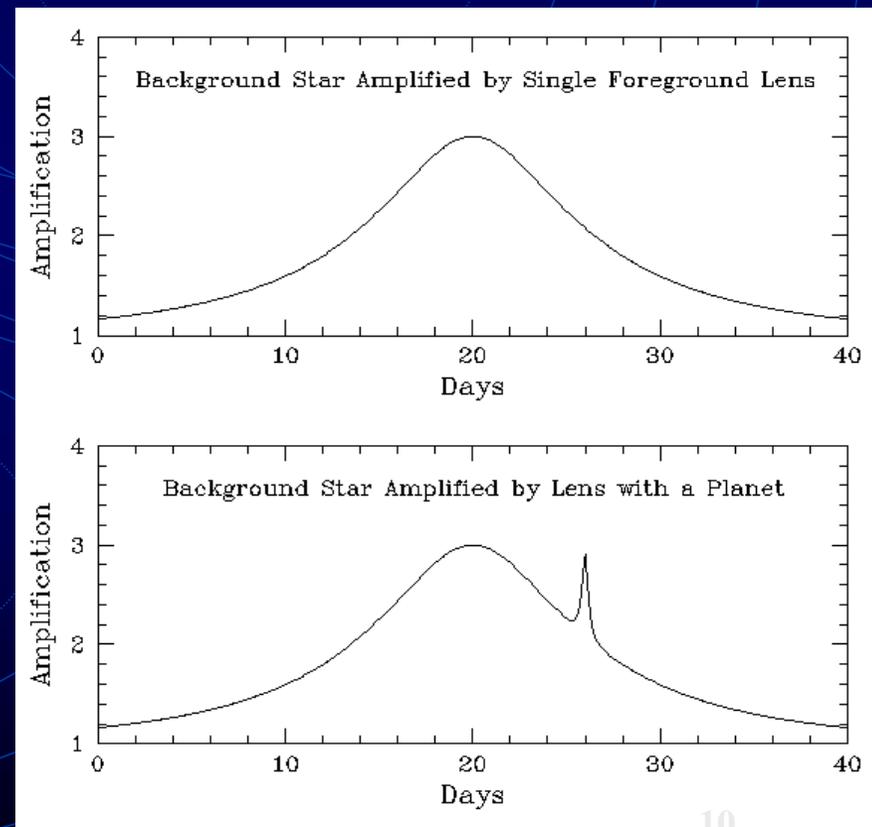
偵測系外行星的方法

3 — 擋住了，但更亮！

如果行星（前景）精準地正好位於我們和遙遠恆星（背景點光源）之間，那麼恆星的**亮度會增亮**

讓別人光芒更明亮

「**重力透鏡**」效應：行星造成增亮



其他偵測系外行星的方法

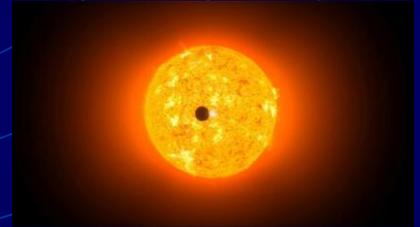
4 --- 脈衝星 (pulsar) 計時

第一顆系外行星利用此技術發現



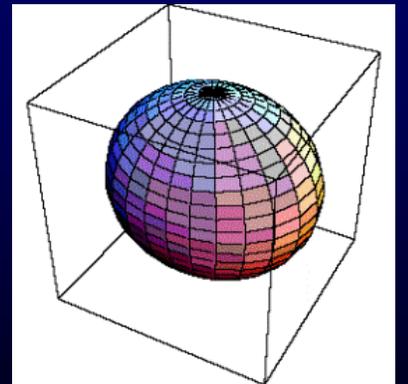
5 --- 已知行星掩星計時

其他行星所造成的擾動



6 --- 星震

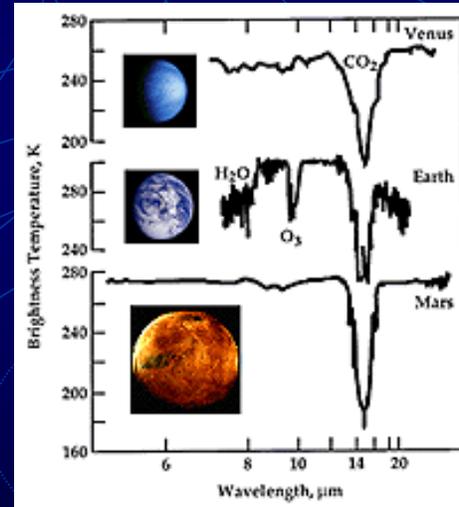
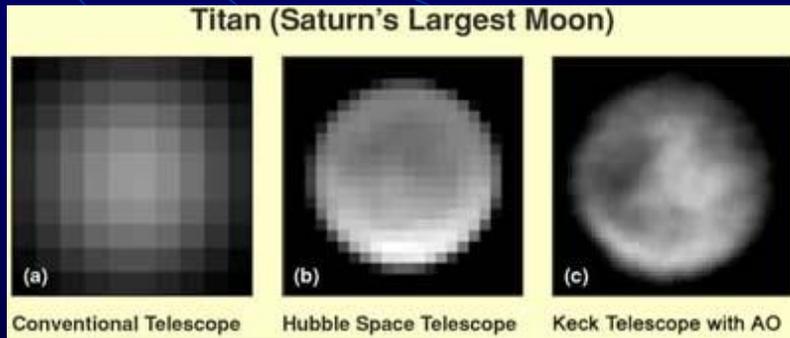
行星改變了星震模式



...



越來越大的
望遠鏡

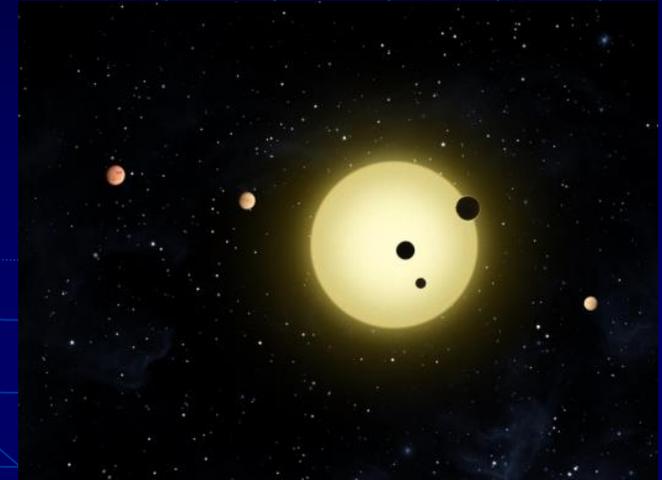
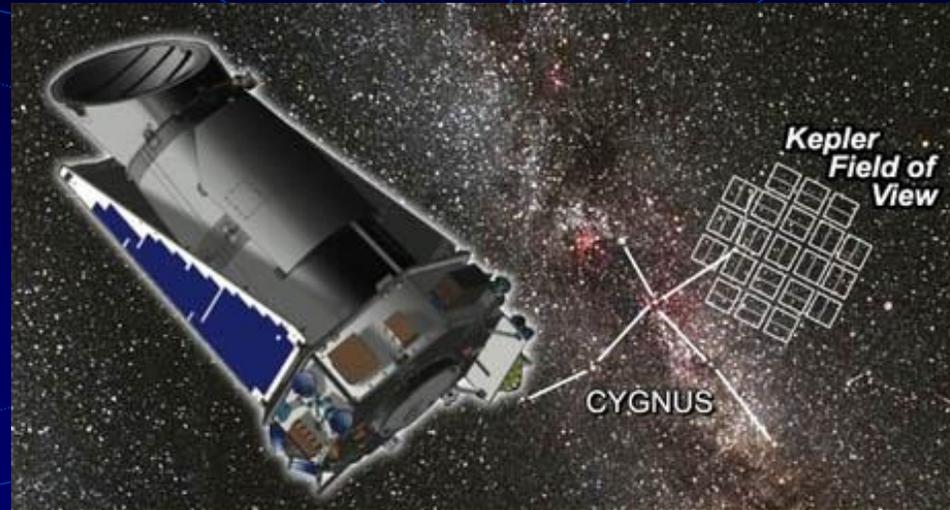


越來越看得清
楚的觀測技術

越來越靈敏
的偵測儀器

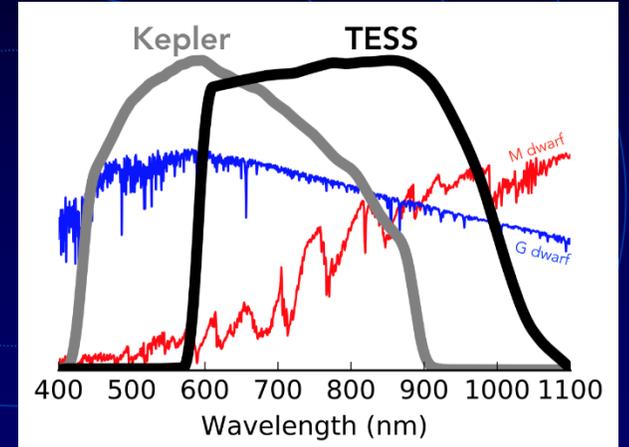
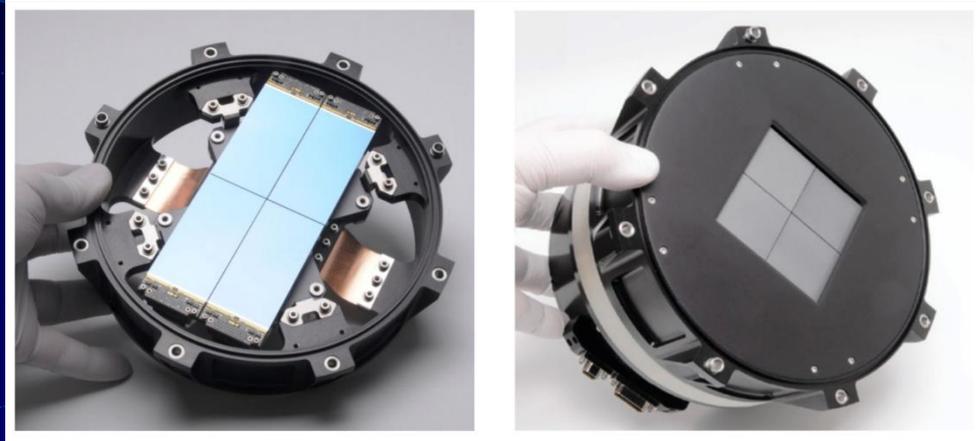


克卜勒太空望遠鏡



- 利用掩星方式尋找（地球般大小）的系外行星
- 2009.3發射；監測特定天區約14萬顆恆星
- 望遠鏡口徑0.95 m；位於地球 L2 軌道
- 發現數千顆可能的系外行星

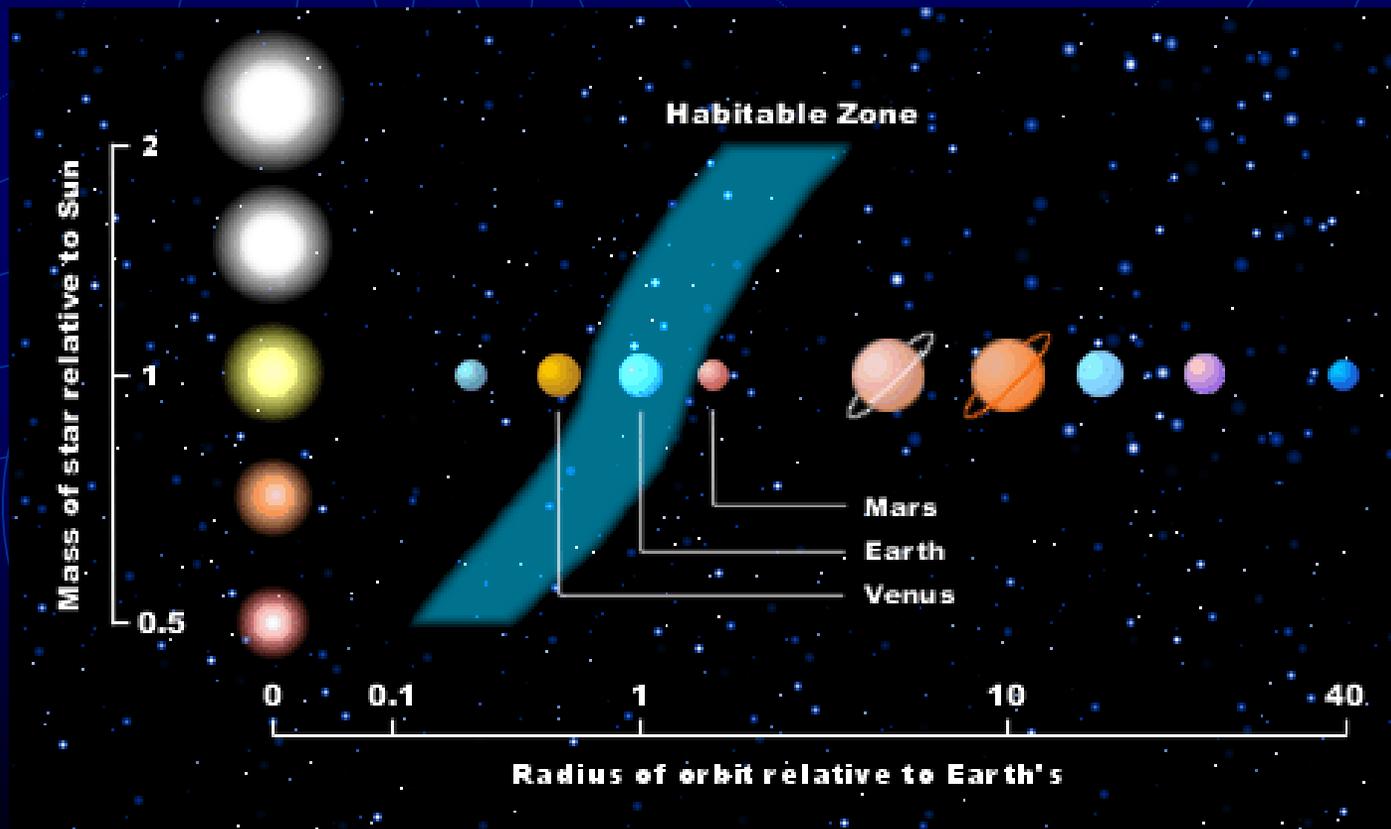
TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite)



- 利用掩星方式尋找M型恆星周圍的類地系外行星
- 2018.4發射；四個10.5 cm 鏡頭；視野 $24^{\circ} \times 96^{\circ}$ 為 *Kepler* 太空望遠鏡的400倍
- 可監測85%天空，主要任務2年，監測20萬顆恆星，預期發現如地球般大小的系外行星。任務持續中

- 適居區範圍：
大質量恆星→寬廣 小質量恆星→窄小

太陽的適居區包含地球(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

→ 要找我們所瞭解的生命，就先找行星吧

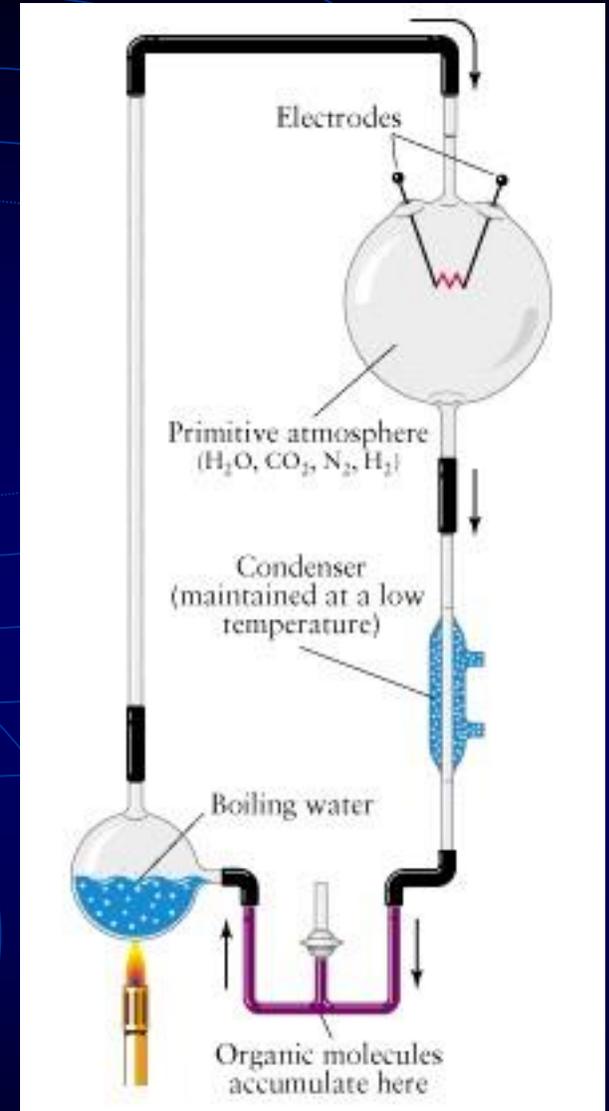
~~ 行星無所不在 (**Planets are ubiquitous.**)

生命無中生有？

Miller-Urey 實驗 (1953年) —— 在地球早期環境中生命「出現」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%的碳形成了胺基酸！其中以 **glycine** ($\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ ；甘胺酸) 最多



- 胺基酸當然還不是生命，但是由胺基酸所構成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（例如胺基酸）存在

**Q：烏利與米樂實驗的目的為何？
得到什麼重要結果？**

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

地球上的胺基酸有可能是小型
天體撞擊而帶來



生命的特徵



- 找外星生命 ... 找什麼呢？
- 生命是一堆原子、分子（**哪些原子、分子呢？**）
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（**哪些化學反應呢**）
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)？

充分 VS 必要 條件



不同環境的成分 (原子數目)

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%	氮	63%	氮	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
氖	0.00052	硫	0.06	磷	0.13

不同環境的成分 (原子數目)

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%	氮	63%	氮	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

你我這種生命，以普通的成分組成，
所以宇宙其他角落，生命材料不虞匱乏

平庸法則

以複雜的過程進行

所以需有恰當的環境，機會才大

事情有其道理，機率高低，期望值大小而已

生命活動：特定的液態化學

生命三要素：陽光、空氣、水，哪個絕對必要？

為什麼碳元素很重要（矽可不可以？）

四價元素

週期表

說明

- 原子序
- 元素符號
- 元素名稱
- 原子量

 氣體
 液體
 固體
 人造元素

1 I A 氫 1.008	金屬										非金屬					18 VII A 惰性氣體	
2 II A 鈹	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII B	9 VIII B	10 VIII B	11 IB	12 IIB	13 IIIA 硼	14 IVA 碳	15 VA 氮	16 VIA 氧	17 VIIA 氟	18 VIII A 氦	
3 鈉	4 鎂	過渡元素										13 鋁	14 矽	15 磷	16 硫	17 氯	18 氬
4 鉀	鈣	鈦	鈷	鎳	銅	鋅	鎳	鎳	銅	鋅	鎳	鎳	砷	硒	溴	氪	
5 銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	銣	
6 銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	銻	
7 鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	鐳	
鐳系元素		57La 鐳	58Ce 鐳	59Pr 鐳	60Nd 鐳	61Pm 鐳	62Sm 鐳	63Eu 鐳	64Gd 鐳	65Tb 鐳	66Dy 鐳	67Ho 鐳	68Er 鐳	69Tm 鐳	70Yb 鐳	71Lu 鐳	
鐳系元素		89Ac 鐳	90Th 鐳	91Pa 鐳	92U 鐳	93Np 鐳	94Pu 鐳	95Am 鐳	96Cm 鐳	97Bk 鐳	98Cf 鐳	99Es 鐳	100Fm 鐳	101Md 鐳	102No 鐳	103Lr 鐳	

哪種恆星較有機會孕育智慧生物？

- 行星與母恆星

距離適中 → 液態水

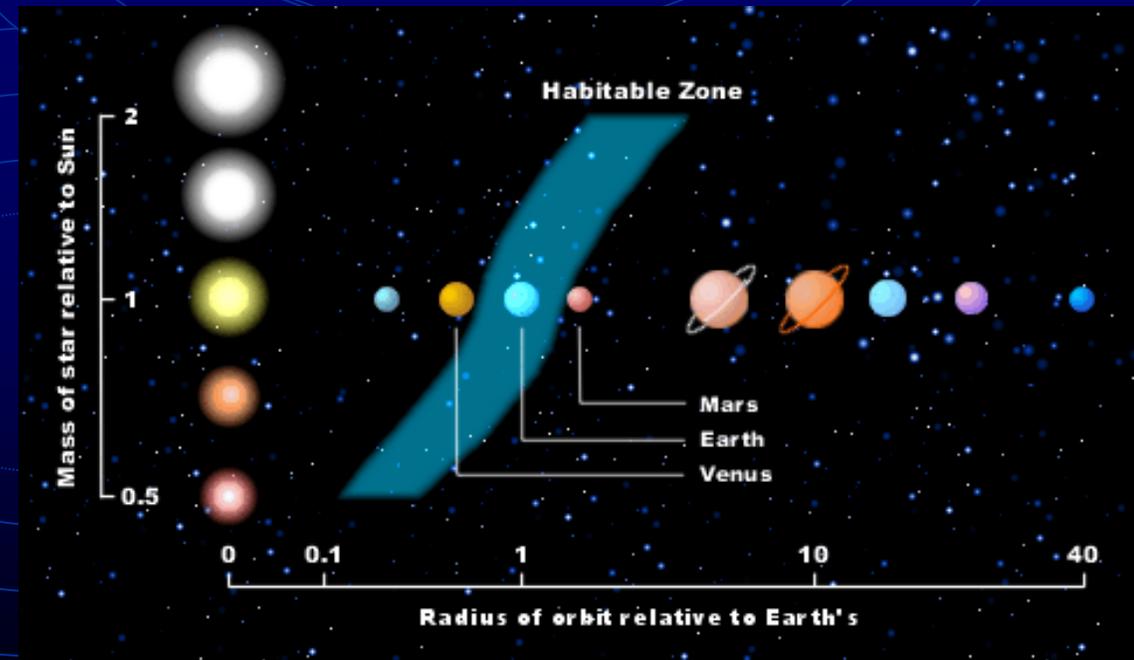
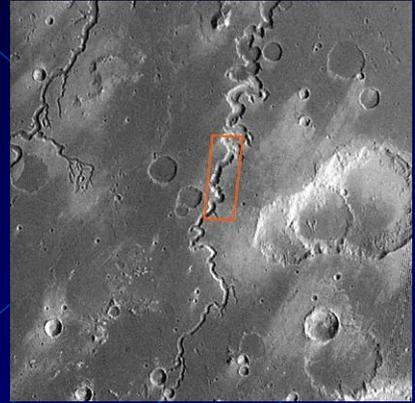
圓形軌道 → 溫度變化小

- 每顆恆星周圍可以定出「適居區」(habitable zone)

，在這當中存在某種液體

大質量恆星 → 寬廣

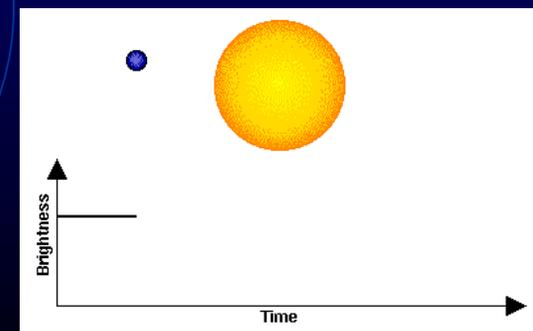
小質量恆星 → 窄小



- 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，則壽命太短

地球上的生命花了 35~40 億年才發展出現存的文明

- 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
液態化學的燒瓶
- 目前已經在超過4000顆恆星周圍找到行星



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

早年地球環境可以讓生命「土生土長」

所以，尋找外星生命，或是地球2.0，目標
應該是圍繞在恰當的恆星周圍的恰當行星

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地球，這樣可以倖免於太空的惡劣環境，甚至進入地球時受到的衝擊。太空裡可能很多這種 germs（細菌）、spores（孢子）

若真如此，太空生命無所不在



多半人相信外星生命存在，因為 ...



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



CQ, this is W-9 GFO.
Is anybody out there?



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

... 因此甚麼都有可能

事實——宇宙年齡有限（137億年）

並非甚麼都有可能

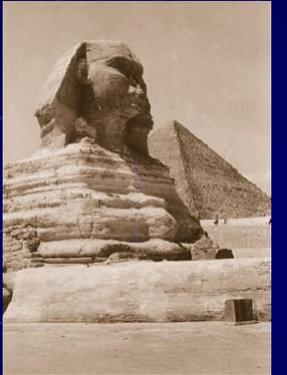
某件事...很可能、可能、不太可能、絕無可能...

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

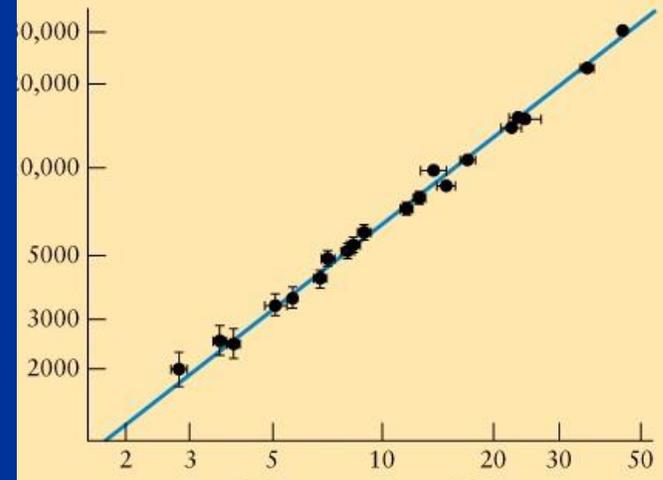
宇宙微波背景輻射 充斥在太空中，支持宇宙始於一團高熱
(大霹靂)

輕元素的宇宙含量 最老的天體氦元素仍占 25%

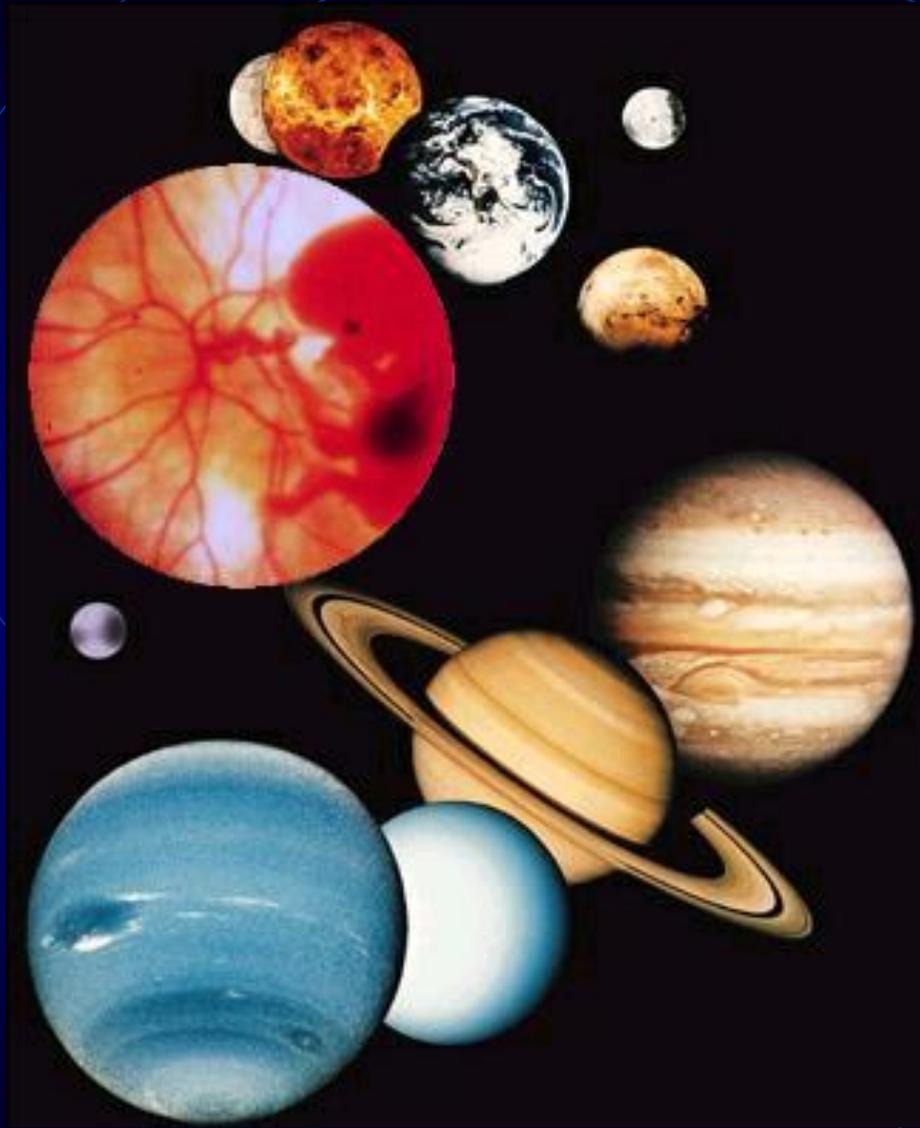
沒有發現「極其古老」的天體

原來這上下古今，稱做「宇宙」的東西居然有起點！

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？

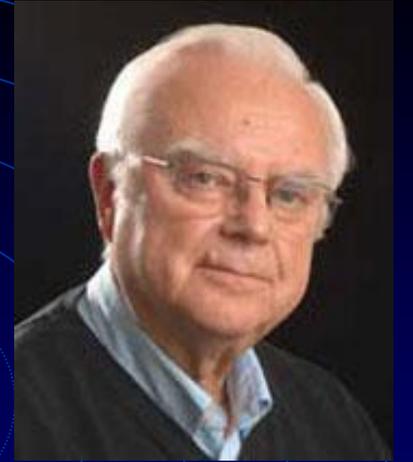
哪些是「應該」的事情？

一切都是機率問題 ...

- 如果彩券中獎機率是1000萬分之1
- 那麼買1張、1000張、1萬張、1000萬張？
- 一次買1張 vs 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
 - ✓ 生命出現後可以維持下去，發展出文明的機率
 - ✓ 有了文明，可以（願意）溝通
 - ✓ 讓我們碰到了（去找，還是讓它們來找？）

德瑞克方程 (Drake Equation)

—— 銀河系中高等文明的數目



需回答（估計）考慮下列問題：

- 有多少文明存在？

何謂文明？以前或以後的不算

- 他們有多渴望和我們聯絡？
- 怎麼和他們聯絡呢？

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

- N ：現在銀河系中可以通訊的**文明數**
- N_* ：銀河系中的**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**擁有行星系統**的比例
- f_e ：每個行星系統中**適合生命發生**的比例
- f_l ：適合的行星當中**實際發展出生命**的比例
- f_i ：生命**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

- 所以 Drake equation 其實並不是個「方程式」
- ... 而是個估計數量的公式
- 公式中各個「因素」，以及各因素所採用的「數字」都是主觀的估計
- 越前面的因素（天文的部分）我們知道得越多；越後面的因素（外星生物、社會、心理）越不清楚，估計起來也越主觀

各項的估計

- 銀河系中大約有 $N_* = 3000$ 億顆恆星
- 只考慮類似太陽的恆星， $\therefore f_s \approx 0.3$
- 太陽似乎是顆典型的恆星， \therefore 猜 $f_p \approx 1$
- 再猜 $f_e \approx 1/4$; $f_l \approx 0.5 \sim 1$; $f_i \approx 0.75 \sim 1$; $f_c \approx 1$

(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)，也就是文明能存在多久
我們的文明能存活 1,000 年嗎? 1,000,000 年呢?

估計的結果：

1. $N = 300 \text{ G} \times 0.3 \times 1 \times 0.25 \times 0.5$
 $\times 0.75 \times 1 \times L/10 \text{ G} \approx L$
2. $N \sim 10 L$ (Sagan 1974)
3. $N \sim 120 L$ (最樂觀的估計)
4. $N \sim L/10 \text{ billion}$ (最悲觀的估計)

最可能的關鍵在於是否
「發展出智慧文明」

也就是說，銀河系中我們能聯絡到的文明個數 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！

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

L 是我們肩上沈重的宇宙責任

Q：「德瑞克方程」在於估計什麼事情？基本考量為何？列出其中三個考量項目。

□ 丟銅板連續出現一百次正面，賭不賭？

機會不大，但沒有違反任何科學定律；丟多了就有機會

□ 丟出10元銅板，落地後變成50元，賭不賭？

不合邏輯，所以不可能



憑什麼相信「隔空抓藥」？
欣賞魔術，「相信」魔法？
古書可以測命？

- ✓ **Extraordinary claims require extraordinary evidence.**
- ✓ **The burden of proof falls upon the positive.** Alan Hale

✓ 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



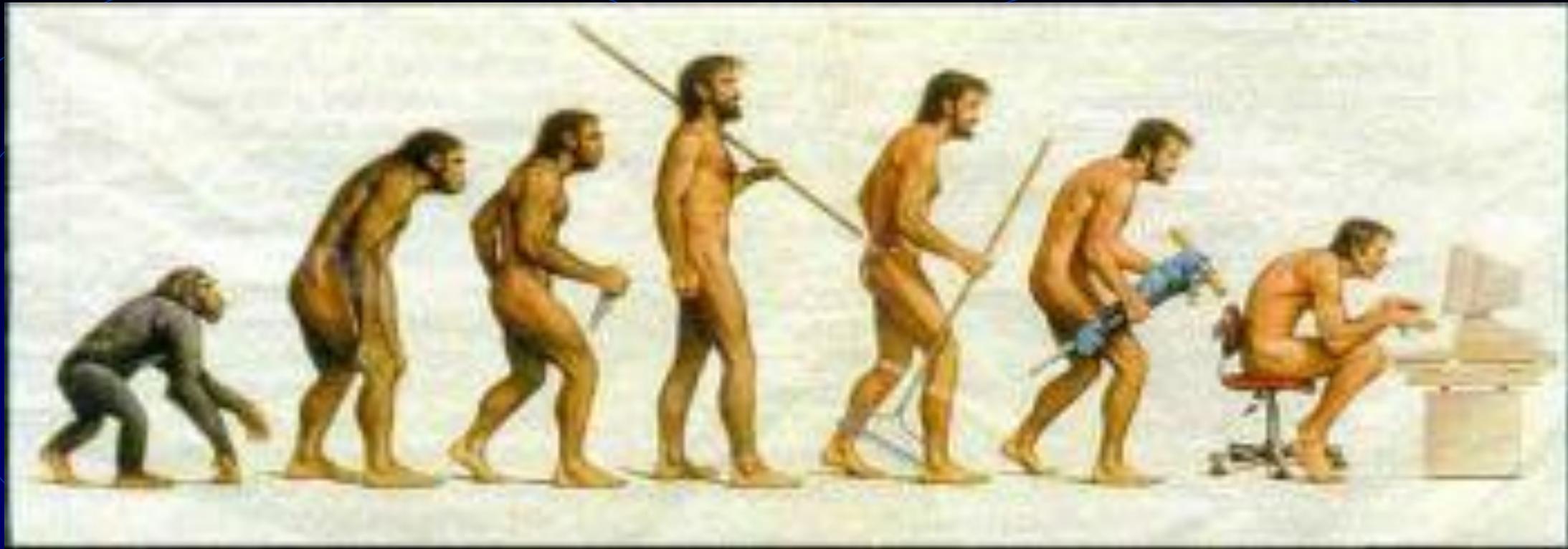
✓ 生命很早就出現在地球
超過35億年前，比很多恆星壽命都還長

✓ 能夠延續的動力在於源源不斷的能量供應

✓ 光合作用 生物巧妙地取自來自恆星的能量
(原子核強作用力、弱作用力；電磁力、萬有引力)

✓ 太陽也是食物鏈的一環，而這顆普通的恆星，可以穩定供應100億年的能量

這使得生命得以宇宙天體的時間尺度維續



地球形成後最初幾億年，仍處於熔融狀態，但不久生命就出現了，隨後展開漫長演化

這一路走來好辛苦，但運氣真好！

- 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?”)

- 「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！」

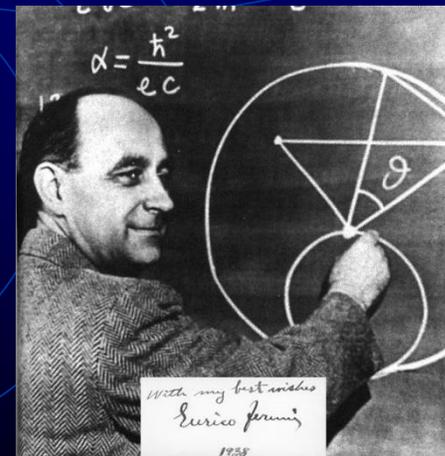
□ 確定真要找嗎？

□ 萬一真找著了呢？

□ 我們準備好了嗎？

□ 準備什麼呢？

MIB
MEN IN BLACK



有關「尋找」



□ 最期望的當然是「登門拜訪」咳，是吧？

□ 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！」 to broadcast

(二) 「喂，你們在哪？」 to listen



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？

✓ 現有科技

	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 → 需龐大能量

相對論可載舟 也可覆舟

✓ 但星際旅行並非不可能

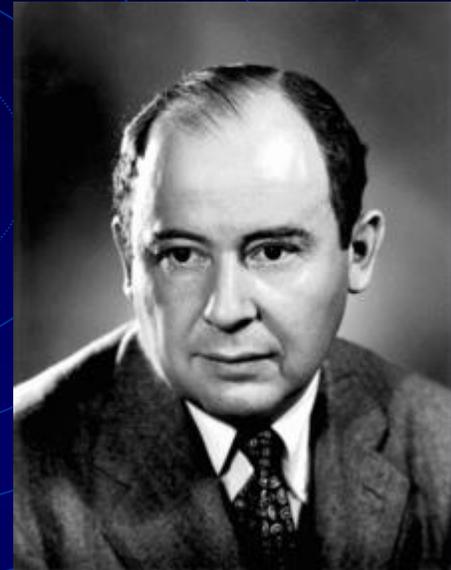
只要有方法取得能量，並且延長人類壽命；
或是利用機器人

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
(Unidentified Flying Objects)

(還在?)

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



小心，外星人就在你身邊？



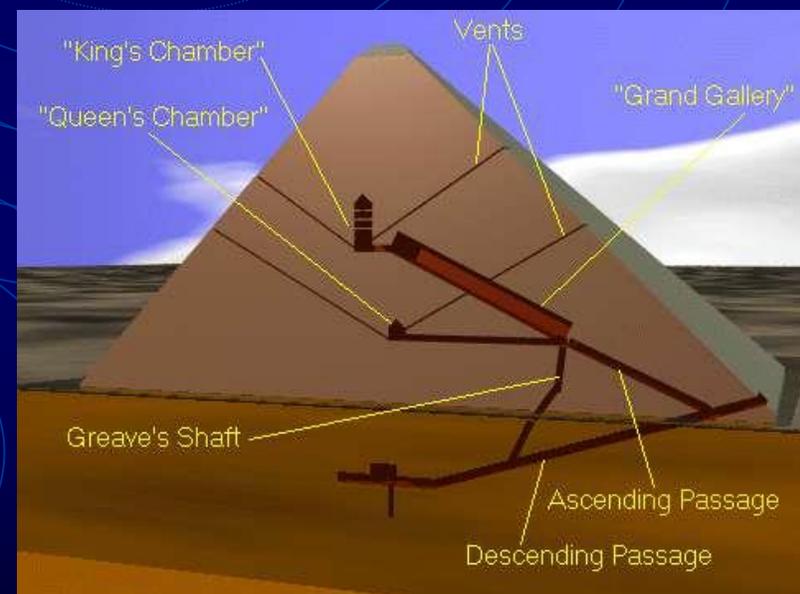
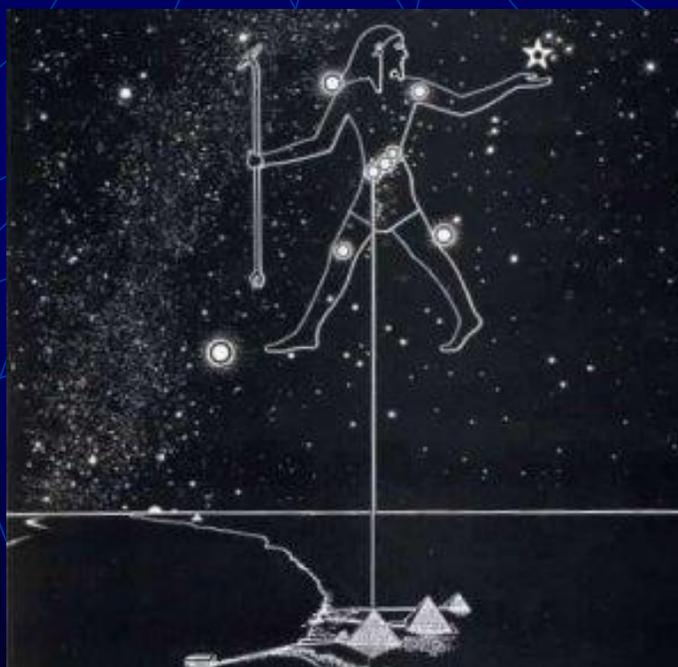
埃及金字塔



© John Goldsmith / Celestial Visions

金字塔有何神秘？

到底有多難，以致古人蓋不出來？
科技先進的外星人就這點能耐？



何謂金字塔？

有了就表示
外星人來過？

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，就是在高原呀？



Alien Abduction --- Betty and Barney (1961)



- ❑ 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？

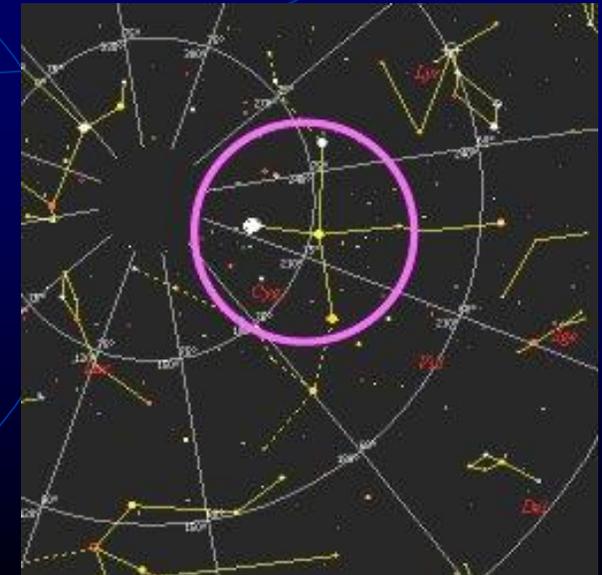
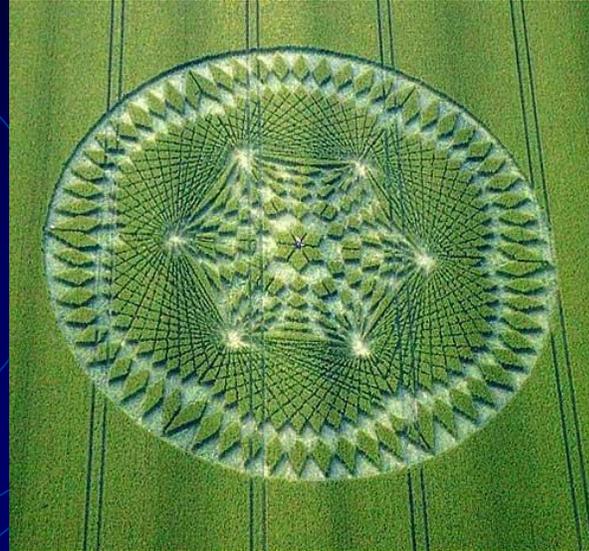


神秘的麦田圈



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

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



怎麼知道別的文明在發訊號呢？

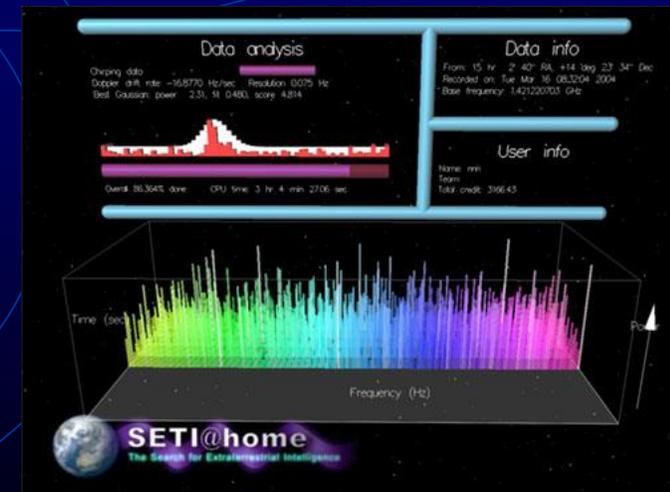
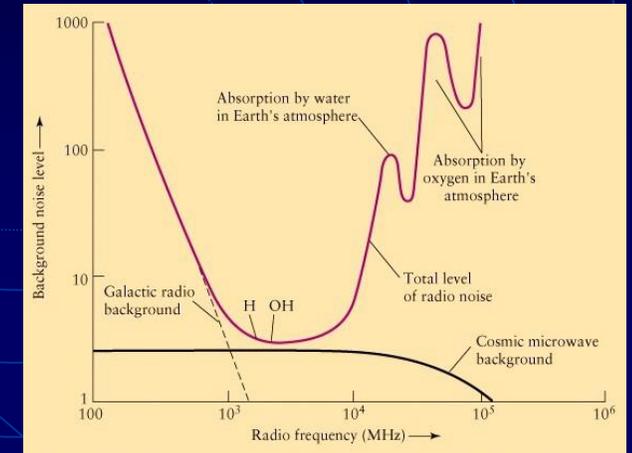
- SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) 計畫

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？

Eavesdropping

先要知道何謂「自然」訊號，才可能判斷是否「人為」訊號



到底聽到了什麼？

- 1977.08.15 --- The 'Wow!' signal 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>

CHANNEL	TIME	REF	TYO	DIGITS	POSITION	VERTICALLY	RT	ASCEN.	DECLIN.	2ND LO	GLCTIC	GLCTIC	EASTERN	OBJECT	
1234567890123456789012345678901234567890	HH	MM	SS	(1950.0)	(1950.0)	(1950.0)	HH	MM	SS	(MHZ)	(DEG.)	(DEG.)	HH	MM	SS
1	19	05	22	1	1	1	19	05	22	120.162	11.5.39	10.13	04	10	10
1	19	05	23	1	1	1	19	05	23	120.163	11.5.44	10.16	04	10	10
1	19	05	24	1	1	1	19	05	24	120.164	11.5.48	10.18	04	10	10
1	19	05	25	1	1	1	19	05	25	120.165	11.5.53	10.21	04	10	10
1	19	05	26	1	1	1	19	05	26	120.166	11.5.58	10.24	04	10	10
1	19	05	27	1	1	1	19	05	27	120.167	11.6.03	10.27	04	10	10
1	19	05	28	1	1	1	19	05	28	120.168	11.6.08	10.30	04	10	10
1	19	05	29	1	1	1	19	05	29	120.169	11.6.13	10.33	04	10	10
1	19	05	30	1	1	1	19	05	30	120.170	11.6.18	10.36	04	10	10
1	19	05	31	1	1	1	19	05	31	120.171	11.6.23	10.39	04	10	10
1	19	05	32	1	1	1	19	05	32	120.172	11.6.28	10.42	04	10	10
1	19	05	33	1	1	1	19	05	33	120.173	11.6.33	10.45	04	10	10
1	19	05	34	1	1	1	19	05	34	120.174	11.6.38	10.48	04	10	10
1	19	05	35	1	1	1	19	05	35	120.175	11.6.43	10.51	04	10	10
1	19	05	36	1	1	1	19	05	36	120.176	11.6.48	10.54	04	10	10
1	19	05	37	1	1	1	19	05	37	120.177	11.6.53	10.57	04	10	10
1	19	05	38	1	1	1	19	05	38	120.178	11.6.58	11.00	04	10	10
1	19	05	39	1	1	1	19	05	39	120.179	11.7.03	11.03	04	10	10
1	19	05	40	1	1	1	19	05	40	120.180	11.7.08	11.06	04	10	10
1	19	05	41	1	1	1	19	05	41	120.181	11.7.13	11.09	04	10	10
1	19	05	42	1	1	1	19	05	42	120.182	11.7.18	11.12	04	10	10
1	19	05	43	1	1	1	19	05	43	120.183	11.7.23	11.15	04	10	10
1	19	05	44	1	1	1	19	05	44	120.184	11.7.28	11.18	04	10	10
1	19	05	45	1	1	1	19	05	45	120.185	11.7.33	11.21	04	10	10
1	19	05	46	1	1	1	19	05	46	120.186	11.7.38	11.24	04	10	10
1	19	05	47	1	1	1	19	05	47	120.187	11.7.43	11.27	04	10	10
1	19	05	48	1	1	1	19	05	48	120.188	11.7.48	11.30	04	10	10
1	19	05	49	1	1	1	19	05	49	120.189	11.7.53	11.33	04	10	10
1	19	05	50	1	1	1	19	05	50	120.190	11.7.58	11.36	04	10	10
1	19	05	51	1	1	1	19	05	51	120.191	11.8.03	11.39	04	10	10
1	19	05	52	1	1	1	19	05	52	120.192	11.8.08	11.42	04	10	10
1	19	05	53	1	1	1	19	05	53	120.193	11.8.13	11.45	04	10	10
1	19	05	54	1	1	1	19	05	54	120.194	11.8.18	11.48	04	10	10
1	19	05	55	1	1	1	19	05	55	120.195	11.8.23	11.51	04	10	10
1	19	05	56	1	1	1	19	05	56	120.196	11.8.28	11.54	04	10	10
1	19	05	57	1	1	1	19	05	57	120.197	11.8.33	11.57	04	10	10
1	19	05	58	1	1	1	19	05	58	120.198	11.8.38	12.00	04	10	10
1	19	05	59	1	1	1	19	05	59	120.199	11.8.43	12.03	04	10	10
1	19	05	60	1	1	1	19	05	60	120.200	11.8.48	12.06	04	10	10

Aug 15,
1977

1977.08.15
@1420 MHz

30 times stronger
than the cosmic
background noise

Wow!

SCC 100

Wow!

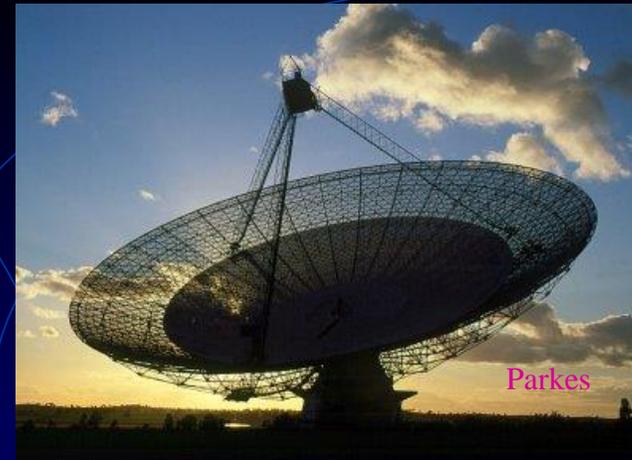
1	21	1	1	121
1	16	1	1	4
1	11	1	1	11
1	1	1	1	1
1	2	3	31	1
1	24	3	12	1
1	1	1	2	1
1	1	1	3	1
1	31	3	111	1
1	14	1	113	2
1	3	1	1	1
1	4	1	1	1
1	4	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1



picks up an
stellation
again.

Project Phoenix

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



MCSA complex amplitude	MCSA superband	SCS 10 MHz	File
subband 2001 frame	MCSA band	SCS 50 kHz	Help
BF -3 110419.5 Hz	MCSA complex	SCS 350 MHz	Print
right 1 Hz	MCSA waterfall	MCSA all subs	Quit
mean pwr = -0.245613			

-30 db

This was *Pioneer 10*.
We detected our own civilization.

- 1995.02 開始
- 南北半球天線定點監聽
- 還真聽到了！

2004.03 → no evidence of ET signals after monitoring 800 nearby (< 200 ly) sun-like stars

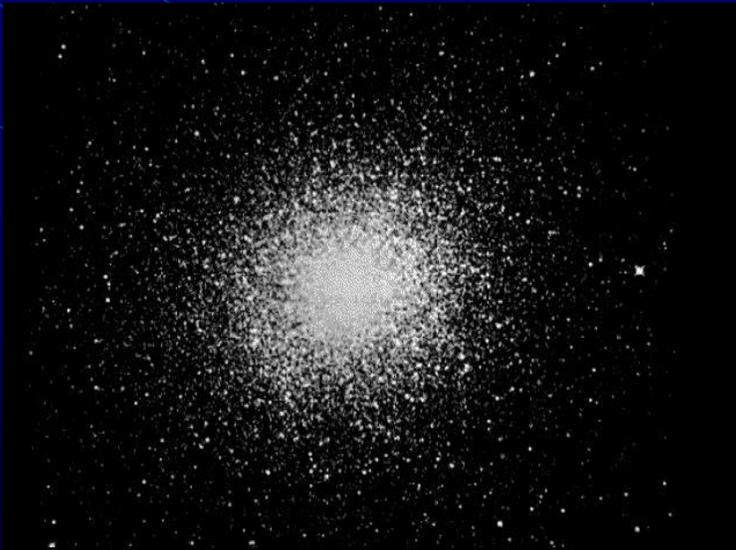
我們可以主動發信號

1974.11.6

Arecibo antenna in Puerto Rico
($D = 300$ m)

10^6 W @ 2.38 GHz (width 10 Hz)

To globular cluster M13 25,000 ly
away, with 300,000 old stars



在我們想問「**你們是誰?**」之前
其實應該先清楚「**我們是誰?**」

收到後，他們懂嗎

如果收到這樣的訊

如果... 當地才
如果... 他們
如果... 這些
如果... 儀
如果... 步

→ 他們就有可

數字 1到0 10

關鍵生命元素的原子量

DNA核酸中的醣體化學式

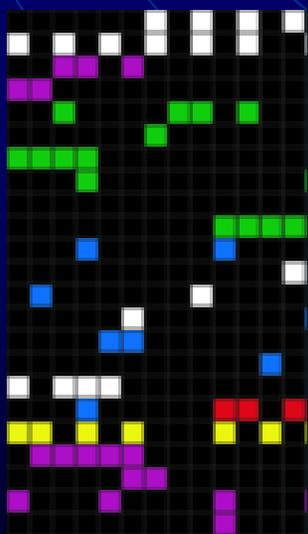
DNA的雙螺旋

直條代表 DNA 中的核酸數

人體外觀、身高、人口數

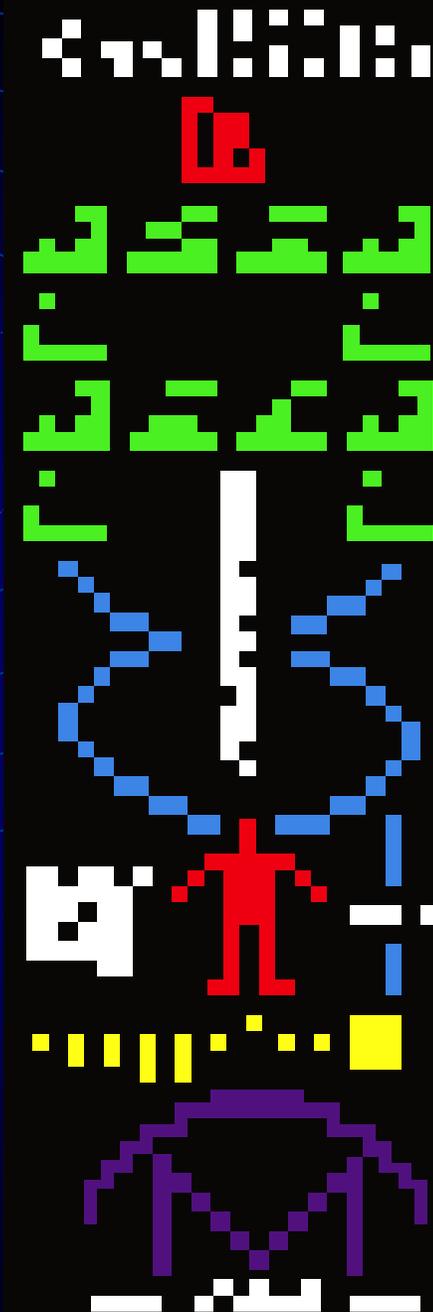
太陽系；地球凸顯而出

25 Arecibo 天線、口徑



如果排成 23 x 23 就是亂碼

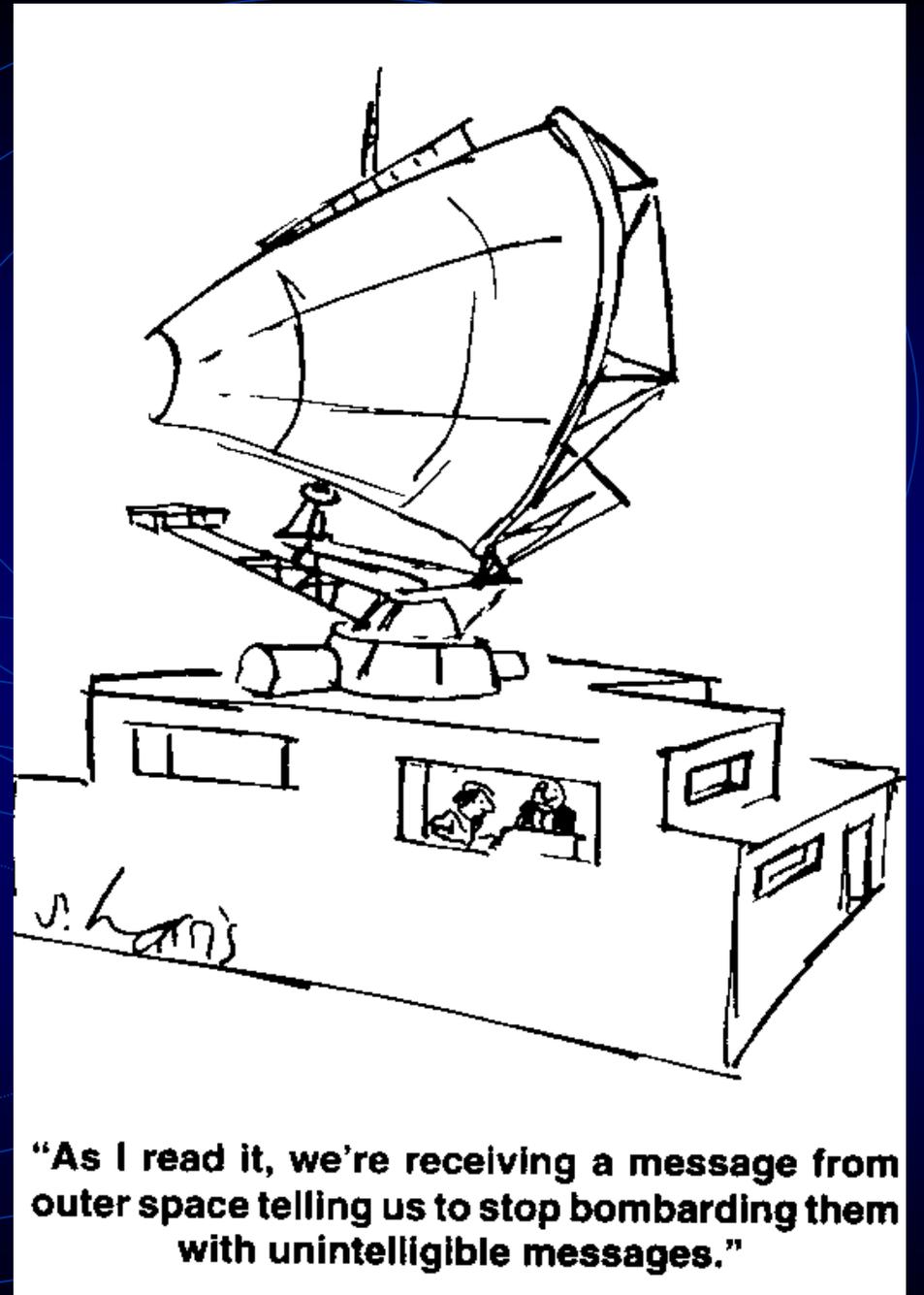
如果排成 73 x 23





2020.08.10

地球文明的廣播、電視、 手機訊號已經出去了...



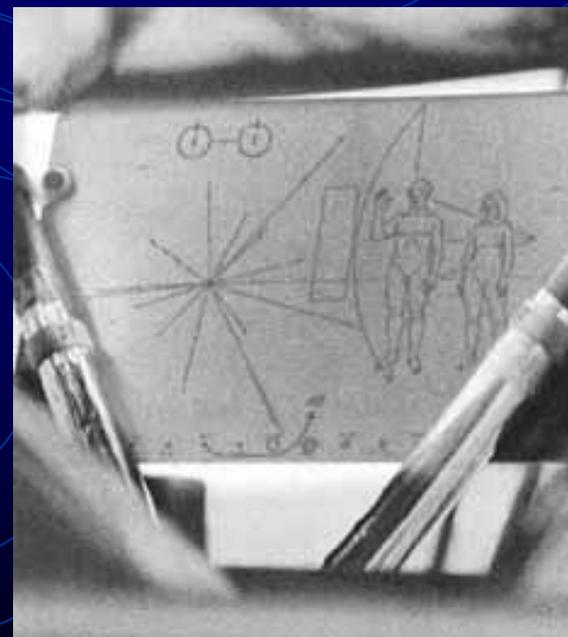
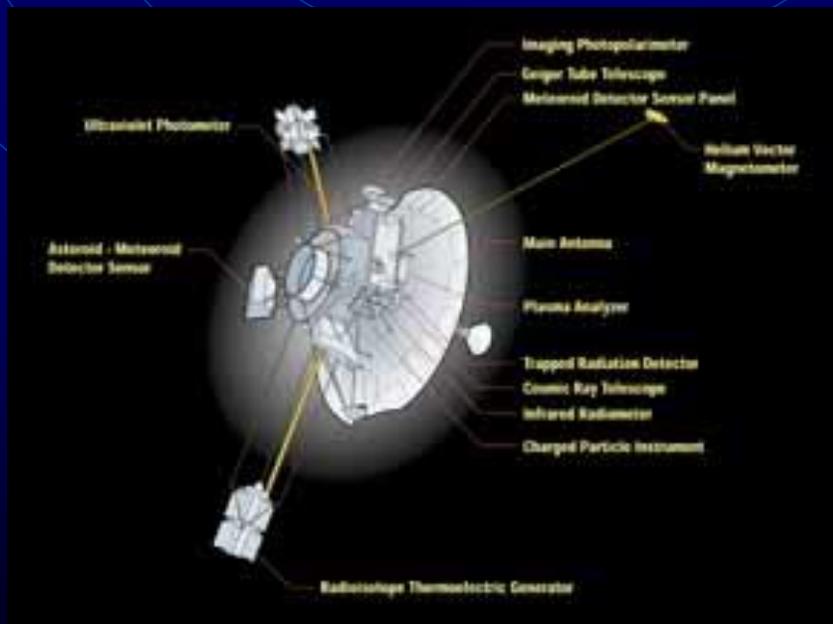
By Sydney Harris

Message out in a bottle

瓶中信

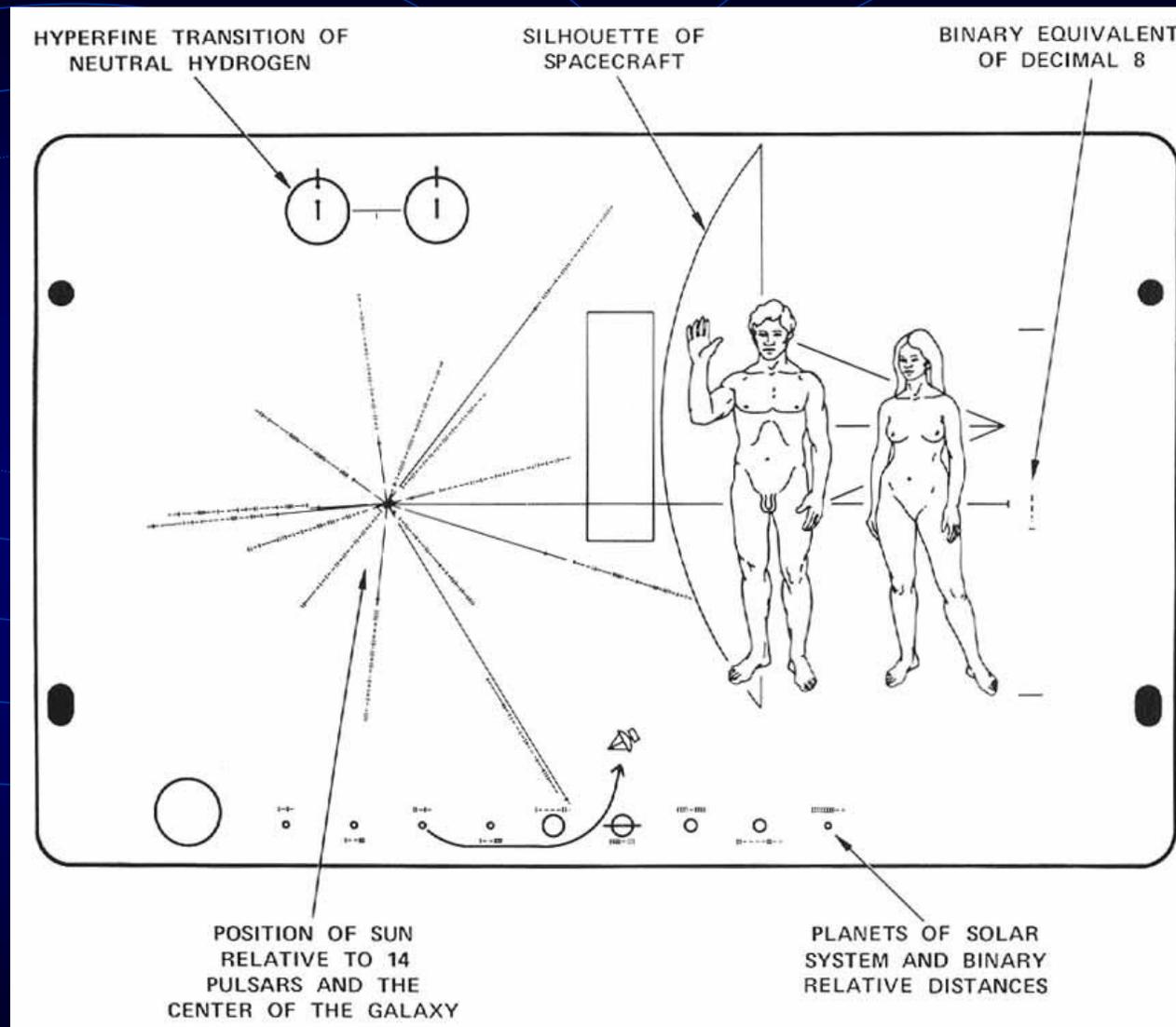
- Onboard *Pioneer 10* (1972) and *Pioneer 11* (1973) 6" × 9" (15.2 cm × 22.8 cm) plaques (0.13 cm thick), designed by C. Sagan & F. Drake

人、事、時、地、物



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

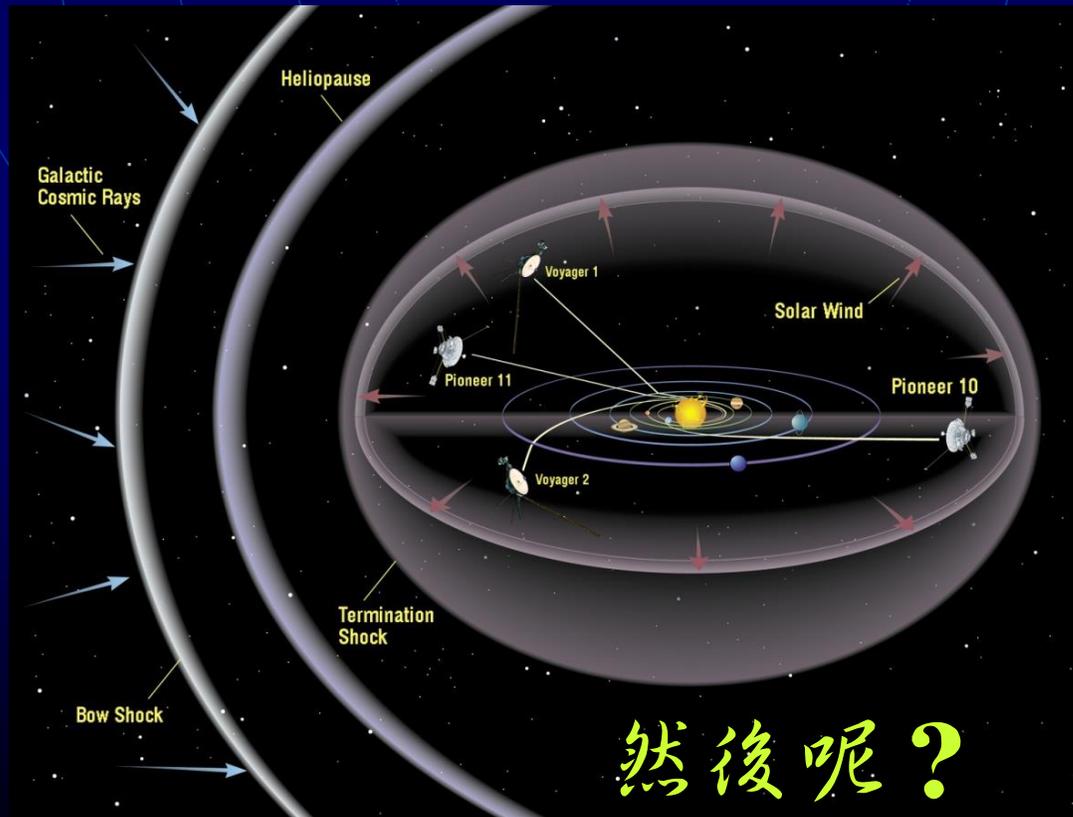
太陽相對於 14 顆
脈衝星及銀河系中
心的位置



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

- 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（也就是「說不定不會」的意思）



- 它們懂「我們是誰」嗎？
- 會來找我們嗎？
- 來的時候我們還在嗎？

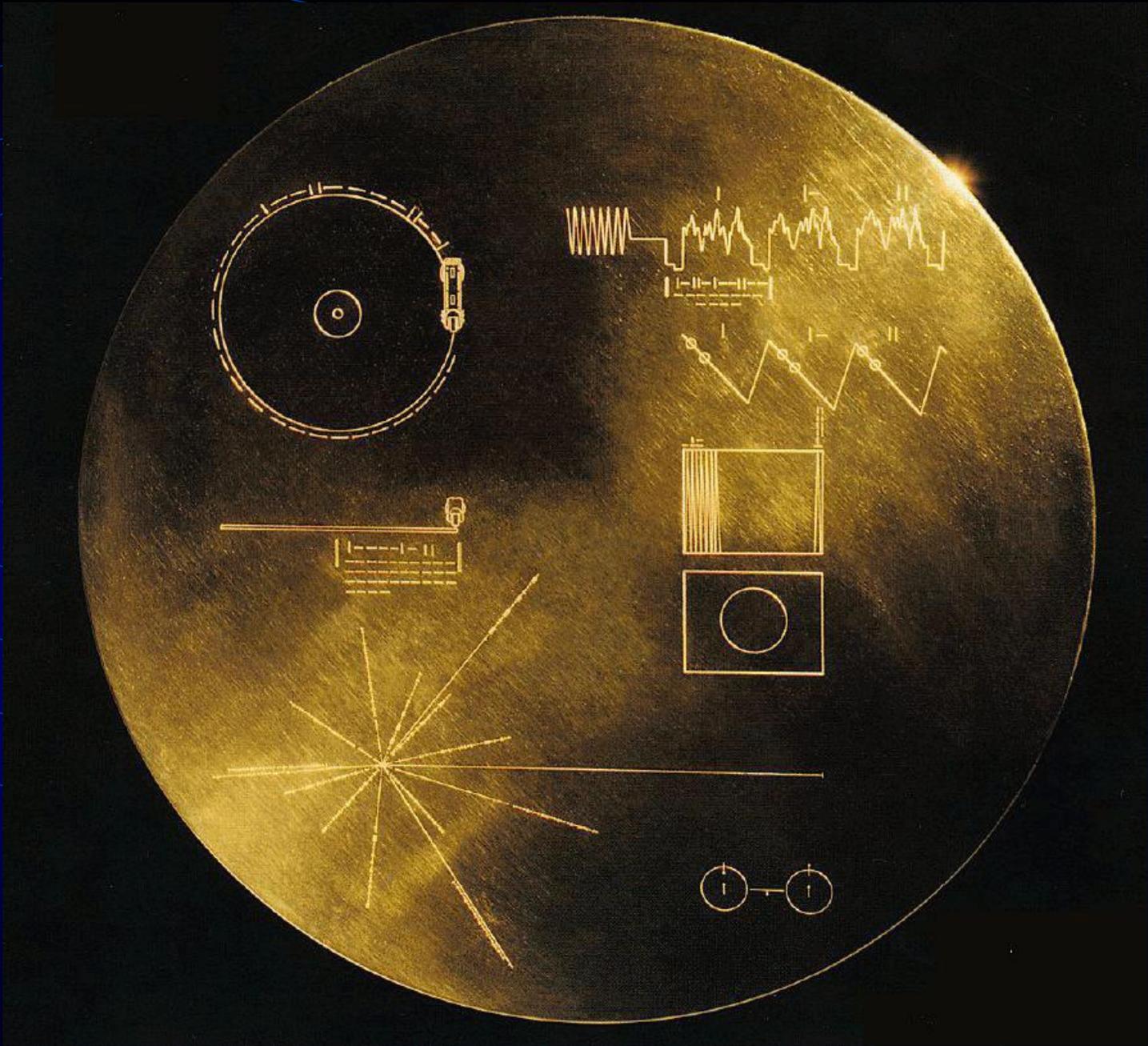
人類的足跡 II

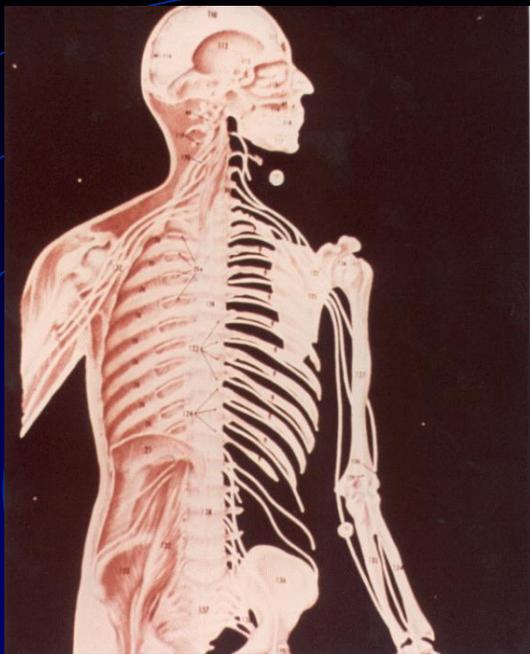
- Voyager 1 及 Voyager 2 (late 1970s) 上的唱盤
(正在離開太陽系~~)
- 2 吋直徑的銅盤，裝在鋁盒中，內有116 張圖像；用 55 種語言問好；各種地球上的聲音（天然的或人工的）；27 種音樂（古典、搖滾、非洲土著民謠等）

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

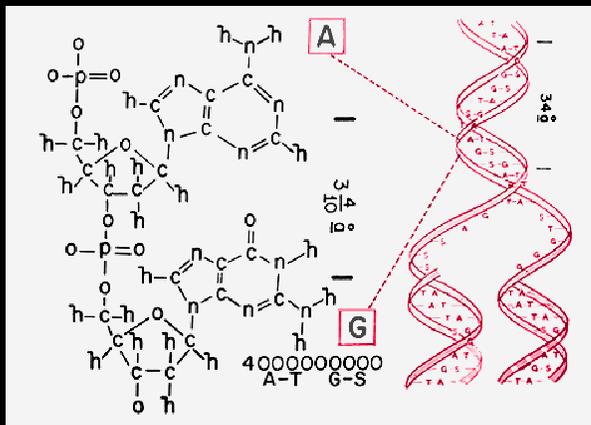
[in Chinese](#), [French](#), [English](#), [Spanish](#), [Japanese](#), [Korean](#) ...

- 表面甚至電鍍了鈾238

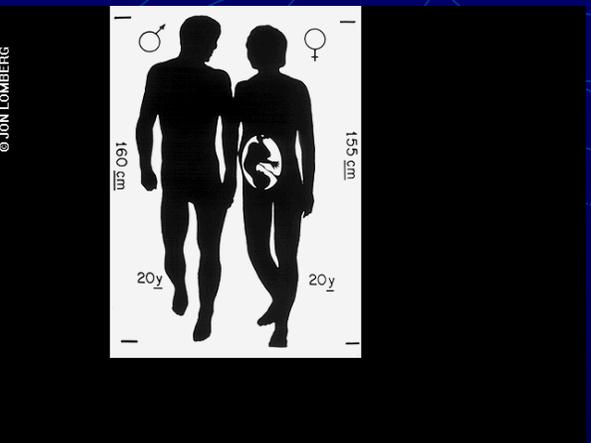




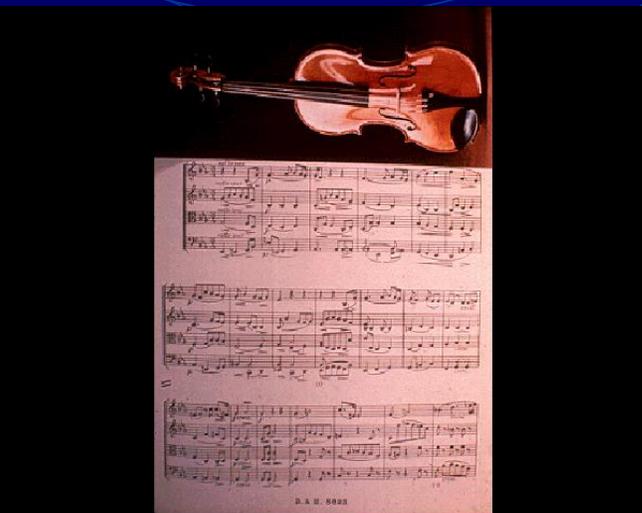
© JON LOMBERG



© JON LOMBERG



© NATIONAL ASTRONOMY AND IONOSPHERE CENTER



要是外星人發現這些瓶中信，
他們應該有能力檢視各種證據
希望他們同意 ...
這東西來自有思想、文明的世界！
值得他們聯絡

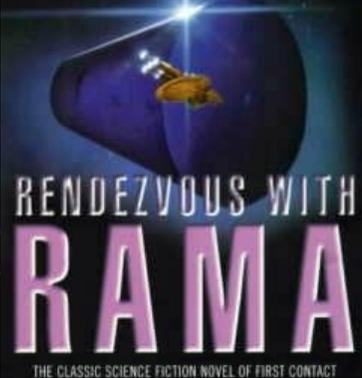
你同意嗎？



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

(Hawaiian “scout”, first distant messenger)

ARTHUR C.
CLARKE



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



人類的足跡 III

◆ Breakthrough Listen

到2019年6月為止，在160光年之內（1,327顆星）沒有發現任何可能的訊號。
繼續10年，電波監測一百萬顆星，以及一百個星系，繼續找尋來自文明的訊息

◆ Breakthrough Watch

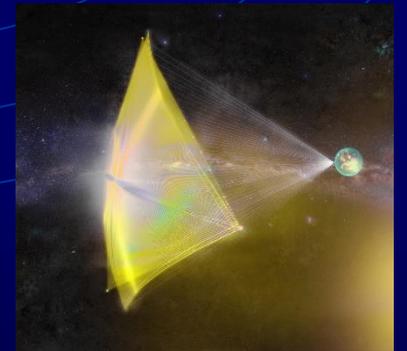
在地球周圍20光年內的恆星尋找有「生物標記」的類地行星

◆ Breakthrough Starshot

以雷射加速配有光帆的「超微太空船」，預期數十年內能夠以時速超過一億公里（光時速10億公里），前往南門二星（> 20年）

◆ Breakthrough Message

討論如何跟外星文明以數位資訊（數學、物理學、語言學、心理學）溝通（介紹地球、文明）。
真要嗎（科學、政治、社會、宗教）？



□ 除了地球，目前尚未在其他天體發現生命

□ 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？



□ 完全沒有證據顯示外星人來過地球

「宇宙那麼大、時間那麼長」外星生物有很多種可能，
即使來了，我們多半認不出來 (生化) 機器人？

□ 不能把無法解釋的現象，都推給外星人來地球搞鬼

□ 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

□ 在其他天體看到「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

其他世界最原始的生命一樣動人心弦！

外星生命當然存在，
我們就是～

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



繼續尋找吧！

永保好奇的心 然後理性批判

繼續找吧 ~
找其他人 找下個家

找了
不見得找得到

但是不找
必定找不到

