

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？」



www.jtwinc.com/Extrasolar/



Artists' rendition of the oceans on a moon around 70 Virginis. The planet is close enough to its sun that liquid water may exist.



Artists' rendition of the surface of Enceladus, a Saturn's moon, where a water-ice geyser erupts.

估計台灣有多少「理想」餐廳

餐廳怎麼樣才算「理想」？

- 適當的裝潢：木飾？新潮流？
- 服務態度
- 食物口味
- 價錢合理
- 營業時間適當



那麼，有多少呢？

- 台灣全部城市的數目 (e.g., 100)，**乘上**有餐廳的城市的比例 (e.g., 0.99)
→ 99 個有餐廳的都市
這裡做了哪些假設？
- 每個城市中餐廳的數目 (e.g., 1000；大都市裡當然要多得多，小城鎮則少) ∴ 全台灣城市裡的餐廳數目~99,000



- 裝潢適當的比例：約 1/5？
- 服務 1/10？（i.e., 每50家當中有一家同時滿足裝潢以及服務的條件）
- 口味 1/5？
- 價錢 1/2？
- 營業時間 8/10？

這是全台灣在**某個時期**所有（過去、現在，或未來）滿足我們要求——也就是所謂「理想」——的餐廳數目。

- 但是，但是……



已經倒閉的……
或是還沒開張的都不能算！

∴ 還有一項重要因素，就是

這些餐廳必須現在還在營業！

為了求得全台灣目前（我們才有機會光顧）符合我們標準的理想餐廳數量，我們必須把以上種種估計的因素乘起來。在台灣城市裡的餐廳數等於 $100 \times 0.99 \times 1000$

接下來我們必須把這個數字乘上估計有適當裝潢的比例（0.1）、適當服務人員的比例（0.5）、食物合口味（0.2）、價格適當（0.1）的比例等等。然後還要乘上營業時間滿足要求的比例（0.8）——也就是【**條件機率**】

最後要乘上的，是餐廳的生命期和我們（花在找餐廳）的時間的比值

→ $99 \times$ 【餐廳生命期 ÷ 進餐者生命期】

如果一家理想餐廳平均能夠存在10年，而我們有60年能享受好餐廳，那麼我們要的答在台灣用餐，能夠找到理想餐廳的數目約 16~17家

當然，每個人可能會有不一樣的標準，不一樣的估計……

來賓演講

05/06 高仲明 教授

從 Rare Earth 談外星生命

05/13 睦濤平 先生

從全球古文明探討外星生命

05/20 江晃榮 教授

從複製人科技談外星生命

德瑞克方程 (Drake Equation)

—— 銀河系中高等文明的數目

需要考慮下列問題：

- 有多少文明存在？
- 這些文明平均可以存在多久？
- 他們有多渴望和我們聯絡？
- 怎麼和他們聯絡呢？

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

- N ：現在銀河系中可以通訊的**文明數**
- 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

估計德瑞克方程

- 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 $f_p \sim 1$ ： \therefore 太陽似乎是顆典型的恆星
- $f_e \sim 1/4$; $f_l \sim 0.5-1$; $f_i \sim 0.75-1$; $f_c \sim 1$
(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. $N = 300 G \times 0.3 \times 1 \times 0.25 \times 0.5 \times 0.75 \times 1 \times L/10 G = 0.84 L$ (本書)
2. $N \sim 10L$ (Sagan 1974)
3. $N \sim 120L$ (most favorable case)
4. $N \sim L/10$ billion (least favorable case)

最可能差別的關鍵在於
「**發展出智慧文明的比例**」

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！

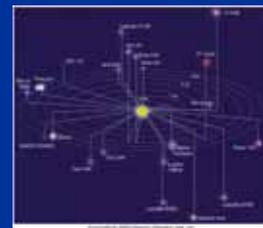
\therefore 可能的數目從 $N=1$ (也就是我們自己) 到 $N > 1000$

L 是甚麼？

是我們肩上沈重的宇宙責任！

文明存活長短有甚麼影響？

- 距離太陽 $r = 60$ 光年內，包含約 3,000 顆星
- 方圓 $r = 600$ 光年內，包含 3,000,000 顆星
- 這是銀河系中全部恆星數的 100,000 分之一。



□ Drake equation

L 【文明存在年數】 $\approx N$ 【可溝通文明數目】

- 如果 $L \sim 20,000$ 年 $\rightarrow N \sim 20,000$ 個文明
 \rightarrow 每1千5百萬顆星當中，存在一個文明，也就是平均要找這麼多顆星，才能找到；
也就是距離最近的文明 $\therefore r \sim 1000$ 光年

- 如果 $L \sim 2 \times 10^7$ 年 \rightarrow 平均只要找 15,000 顆星就能找到 $\therefore r \sim 100$ 光年

這樣找起來容易多了；我們的「訊號」已經涵蓋這個範圍了

- 但要是 $L \sim 1000$ 年 $\rightarrow r \sim 4900$ 光年

這表示：

文明之間通訊的時間，超過文明存在的時間，也就是文明之間，永遠無法接觸！

臨界值 $L \sim 3500$ 年 如何讓文明傳承下去！