

A photograph of the Mars rover Spirit on the Martian surface. The rover is a six-wheeled vehicle with a solar panel on top. It is positioned on a reddish-brown, sandy terrain. The image is framed by a blue border.

-



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

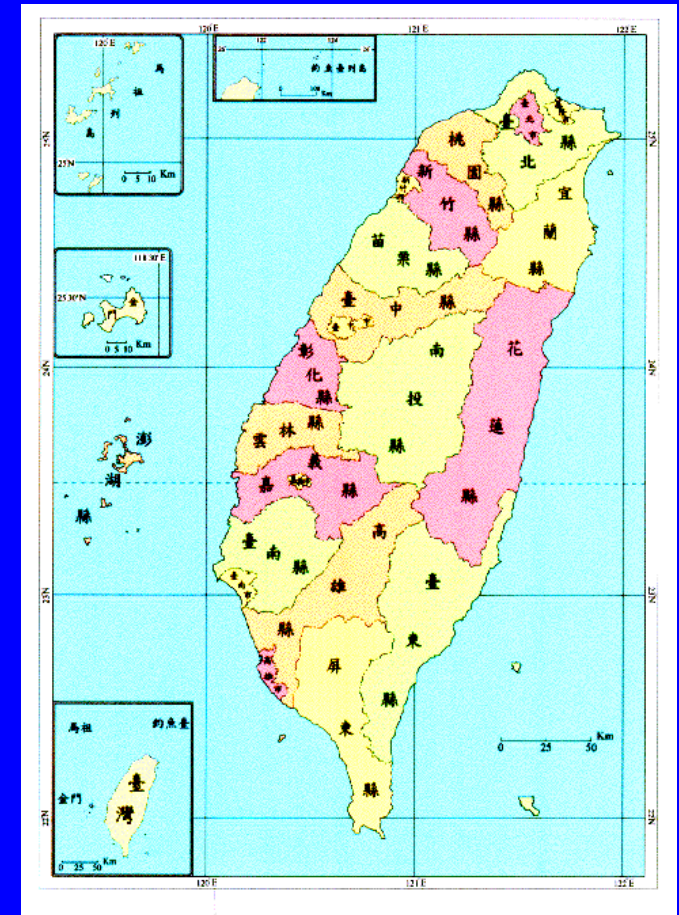
餐廳怎麼樣才算「理想」？

- 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（花在看餐廳）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……

下週（5/4）來賓
江晃榮教授
講授
從複製人科技談外星生命

研讀飛碟與外星人的科學探討 by 江晃榮
（「科學知識」，省立台中圖書館，1994年）

作業：「最近有關尋找外星生命的新聞或研究結果」

- 兩週以後（5月11日）課堂上繳交，不接受遲交
- 約兩頁 A4 紙，打字撰寫
- 參考資料應註明出處

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？

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

- 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 $f_p \sim 1$ $\because$ 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. $N = 300 \text{ G} \times 0.3 \times 1 \times 0.25 \times 0.5 \times 0.75 \times 1 \times L/10 \text{ G} = 0.84 L$ (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！

∴ 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！