

揭開外星生物之謎

Why There Must Be Intelligent Life in the Universe

但總有一天，我們可以接觸未來！

許晉福◎譯

科博館

機率 1：第二個地球

——揭開外星生物之謎

著 者◇阿米爾·艾克塞爾

譯 者◇許晉福

主 編◇羅煥耿 責任編輯◇馬興國

編 輯◇黃敏華、翟瑾荃

美術編輯◇林逸敏、鍾愛蕾

發 行 人◇林正村

出 版 者◇世潮出版有限公司

地 址◇(231)台北縣新店市民生路 19 號 5 樓

登 記 證◇局版臺業字第 5108 號

電 話◇(02) 22183277 傳 真◇(02) 22183239

劃 撥◇17528093·世潮出版有限公司帳戶

單次郵購 200 元(含)以下,請加30元掛號費

排 版◇伊甸社會福利基金會附設電腦排版

印 刷◇長紅印製企業有限公司

Probability 1: Why There Must Be Intelligent Life in the Universe

Copyright: 1998 by AMIR D. ACZEL

This Edition Arranged With HARCOURT, INC.

Through Big Apple Tuttle-Mori Agency, Inc.

Complex Chinese Edition Copyright:

2002 SHY MAU PUBLISHING CO. All Rights Reserved.

初版一刷◇2002(民91)年6月

定價／220 元

◎本書如有破損、缺頁、倒裝,請寄回本社更換新書,謝謝!

版權所有·翻印必究 Printed in Taiwan

機率 1

第二個地球

揭開外星生物之謎

Probability 1 Why There Must Be
Intelligent Life in the Universe

全球科普暢銷書《費馬最後定理》作者

阿米爾·艾克塞爾 Amir D. Aczel◇著

許晉福◇譯

自序

一九八八年二月二十六日晚上，我和一羣天文學家站在阿魯巴的一座海灘上。稍早在下午兩點十一分到兩點十四分之間，我們在一次日全蝕中看到了白天變成黑夜。幾個小時後，這個壯觀的事件仍然令我們每個人相當激動。此時，我們望著天上的恆星、星系，以及從某巨型超新星爆炸中殘留下來的一團星雲——一千年前，中國人就目睹了這次的爆炸事件。當我們在一架大型望遠鏡周圍熱烈地討論著夜空中這些神秘的物體時，一些好奇的遊客向我們走了過來（他們不是來這裡看日蝕或看星星的）。一會兒後，他們當中有個人走到了望遠鏡旁，問天文學家達洛（Daly）她可不可以使用這座望遠鏡。達洛不但欣然同意，還說要指引她和她的同伴看哪個雙星系統、哪團星雲，或一羣包括了五十顆美麗燦爛、紅白相間、名字叫作「珠寶盒」的恆星羣。「喔，不，」她笑著揮揮手說：「你能不能帶我們看一些有……有生物存在的行星？」

這時候，我往沙灘下方走去。在即將邁入公元後第三個千禧年的此刻，人類尋找外星生

P R O B A B I L I T Y

物的努力似乎更加積極了。這一點，不但反映在這名女性想看到有生物存在的行星的願望中，更可以從報紙、科學雜誌和電視節目的報導中清楚地看到，遑論美國航太總署所發佈的這項消息：伽利略號太空梭或許已經在木衛二的冰狀表層下偵測到了液態水的證據。難道，我們就快發現外星生物了嗎？這所有的臆測都令我非常興奮。因為，我之前才剛剛完成了一本書的草稿，這本書的主題正是：在浩瀚宇宙中，一顆繞行著某顆與太陽相差不大的恆星的行星上，出現生物的機率有多大？至於我們自己的恆星，在我看過它變魔術似的先是消失在月亮背後，然後又從另一邊再度出現，如今我更會體會到它的偉大了。站在明亮的冬日星辰下，我想到了這場探險之旅的緣起。

一九九七年，我在勞工節前打了一通電話給紐約哈科特·布瑞斯出版社的執行編輯艾西，問她有沒有興趣再幫我出版一本書。我有很多想法，但是她一個也不喜歡。因此，我們又談了許多其他的主題，例如數學、科學、機率。後來她問我：「你不想寫一本關於外太空生物存在機率的書？」她接著說，薩根（Sagan）原本也想寫一本關於這個主題的書，但是不知道什麼緣故，始終未能實現，最後就過世了。我告訴艾西：「這可是個大題目呢。」她回答說：「試試看嘛！」於是，我開始感興趣了。

外太空生物究竟存不存在？在為本書進行研究的期間，我有好長一段時間都是懷疑的。

我探討了許多相關的科學領域，包括化學、DNA、生物學、地質學、物理和天文，但是都不怎麼看好。

然後，幾乎就在最後一刻，我注意到了機率論。結果，一件令我驚訝的事情發生了。機率無關乎直覺。我們常常以為自己知道答案，但是這個答案在數學上並不成立，而且事實證明，別的答案才是正確的。機率論的關鍵在於數學，而數學往往是贏家——儘管它不見得符合我們的直覺。數學和機率論一直都把答案指向同一個方向：外星生物存在的機率是1，和薩根所相信的一樣。本書將帶領您一同經歷這趟發現之旅，看看這個結論是怎麼得來的。

機率1：第二個地球

——揭開外星生物之謎

【目錄】

〈自序〉 003

1 費米悖論與德瑞克方程式 009

費米悖論 (Fermi's Paradox) 013

德瑞克方程式 (Drake's Equation) 020

「喔，男孩乖／女孩乖，吻我吧！」 022

「尋找金髮女孩」 032

2 飛馬座51號 037

3 宇宙的化學組成 0 6 5

氧：生命的能量來源 0 7 6

氮：蛋白質的基本要素 0 7 9

硫：它能夠提供碳以外的另一種選擇嗎？ 0 8 0

那麼「矽」呢？ 0 8 1

金屬所扮演的角色 0 8 2

晶體 0 8 2

4 生物的雙螺旋結構 0 8 7

5 泛種假說·布拉坎會議·來自火星的隕石 1 0 3

宇宙特使存在嗎？ 1 2 0

6 小行星·火山·內摩色斯星 1 2 5

1997 XF11 小行星 1 3 3

7 智慧的演化 1 4 7

8 上帝在擲骰子嗎？ 1 6 7

9 檢驗矛盾 1 9 7

10 生日問題 2 1 3

11 至少有另一顆行星出現生物的機率 2 2 5

上述原則的應用：外星生物存在的機率有多少？ 2 3 0

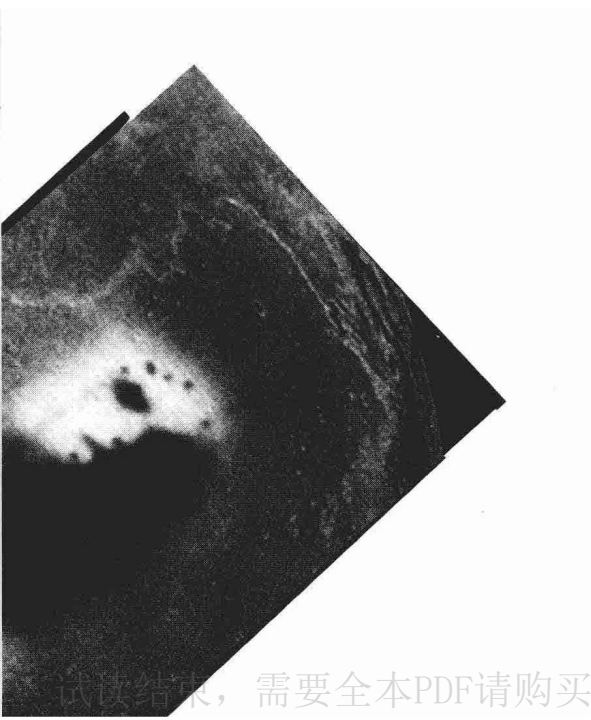
〈後記〉 2 3 3

〈參考書目〉 2 3 5

費米悖論與德瑞克方程式

Fermi's Paradox and
Drake's Equation

1



這個宇宙存在著無限多個世界，有的與我們的世界相似，有的與我們的世界相異。原因是，數量無限多的原子是用之不竭的，自從它們被帶到遙遠的太空之後，它們應該可以創造出不止一個，也不止少數幾個，相似或相異的世界。因此，世界的數目不可能會受到限制。我們必須相信，我們在這個世界所看到的生物和植物等等，一定也存在於其他世界。



段文字出自兩千三百年前的伊比鳩魯（Epicurus，西元前三四一～二七〇年）。他的一些關於外星生物的概念，發展自早他兩世紀的希臘哲學家德謨克利都斯（Democritus）和路西帕斯（Leucippus）所提出的想法。相關的文字則記載在他寫給希羅多德（Herodotus）的信函當中。

對古希臘哲學家而言，這裡的所謂「世界」，並非指環繞恆星運行的行星。他們認為，恆星屬於天空的一部分，而且是在不超過太陽系行星的距離之外繞著地球運行。至於「其他的世界」，則是人類無法從天空中觀測到的地球複製品。

西元前一世紀的羅馬詩人魯克雷修斯（Lucretius，約西元前九九～五五年）則進一步推衍伊比鳩魯的宇宙生命哲學，他在《論宇宙之本質》（*On the Nature of the Universe*）一書中寫

道：「既然太虛是朝著四面八方無止盡地延伸，而無數的種子是沿著無數的道路在深奧玄妙的宇宙中快速飄散，因此，這個地球和這片天空實在不太可能是有史以來唯一一個被創造出來的世界。」

不過，上述立場在古代經常受到抨擊。柏拉圖（約西元前四二八～三四八年）在他的著作《提邁烏斯》（*Timaeus*）中便宣稱：「無論是現在或將來，都只有一個宇宙曾經被創造出來。」另外，最具影響力的希臘哲學家亞里斯多德（約西元前三八四～三二二年）也寫過許多文章討論地球的獨特地位。事實上，正是因為亞里斯多德，多重世界的概念才無法在人類早期的歷史上取得更大的優勢；因為在十七世紀以前，他的哲學一直是歐洲大學教育和普遍宗教教義的基礎。亞里斯多德宣稱，地球是宇宙的中心，而太陽和月亮這兩個完美無瑕、光燦明亮的圓盤，則伴隨著穹蒼中的其他星球一起繞著靜止的地球運行。這套空間完美論和地球為全宇宙中心論，日後則成了哥白尼、伽利略和布魯諾（Giordano Bruno）等人的理論難被世人接受的最大障礙——布魯諾是十六世紀的義大利哲學家，他認為世界的數目是多重的，甚至無限的。

一個世紀後，伏爾泰（Voltaire）寫了一部描述外星生物的著作：《麥克羅米加斯》（*Micromegas*，一七五二）。故事中的主角麥克羅米加斯，身長十二萬呎，居住在一顆繞行

天狼星的行星上。他曾在該行星的耶穌會學院求學，並憑一己之力推導出了歐幾里得所有的幾何學原理，之後又前往其他世界旅行，其中包括土星和地球。擁有一千種感官能力的他，對於土星的生活頗有怨言，因為，土星居民的感官能力只有七十二種，因此他對與他們之間的溝通並不是很滿意。

有關外星生物的爭論，在一八五〇年代到達高峰。導火線是英國哲學家灰外耳（William Whewell）在一八五三年以匿名方式出版的一部著作：《論世界的多重性》（*Of the Plurality of Worlds: An Essay*）。在這段為期十年的論爭中，有些議題很像現代外星生物論爭中一些進步的論點，例如：其他類似太陽的恆星是否可能有行星繞行？根據天文學家對諸如英仙座β星（即大陵五）之類的變星（指光度隨時間而變化的恆星），以及其他亮度較太陽高或低的恆星的觀察，參與一八五〇年代這場國際論爭的某些人士因此下了一個結論：地球可能是獨一無二的，地球以外的任何一個地方可能都沒有生物存在。由於當時的天文學家尚未能觀察到繞行任何恆星的行星，因此更支持了上述論點。就這樣，這些想法一直延續到了二十世紀。二十世紀中葉，一位備受敬重的當代科學家，對所謂外星生物可能存在的理論，提出了一個最強而有力的批駁。

費米悖論 (Fermi's Paradox)

九五〇年，核子物理學家費米 (Enrico Fermi) 對外星生物可能存在之信仰的任何餘孽，祭出了致命的一擊。他這樣問他的學術同仁：「那些人在哪裡？」如今，這個問題已經成了所謂「費米悖論」的具體代表。根據費米的邏輯，既然宇宙如此悠久、如此浩瀚，因此，如果真有外星人存在，一定有一個遠比人類進步的文明存在，而且這個文明應該早就將我們的銀河系據為殖民地了。再者，根據人類以往在地球的經驗，這些外星人如果存在，他們應該跟殖民國在過去數百年間的行徑一樣，早就統治我們了，並掠奪地球的天然資源據為自用。問題是，在這個歷史長達一百四十億年的宇宙，恆星數十億個的銀河中，外星人究竟身在何處？事實上，我們從未目睹過。因此，費米悖論似乎在告訴我們，外星人並不存在。

費米這項反對外太空可能有智慧生物存在的論證，確實說服了一些科學家。於是，大多數的天文學家開始把研究重心放在宇宙物理結構的探究上，例如：恆星如何形成、如何死亡？星系如何發展、如何演變？宇宙是否顯示了可能會無止盡擴展的跡象（根據天文學家對極遙遠的星系所作的觀測，似乎有此可能）？至於外星生物是否存在問題，已經不再流

行；事實上，思考這個問題甚至會危及一個天文學家的前途。因此，對於尋找外星生物甚至有利於外星生物的生存條件一事，天文學家們——尤其沒有終身職或未獲學院永久聘任者——大多不感興趣。不過，並不是每個人都這麼想。

一九五七年，哈佛大學一名年輕的天文學博士研究生德瑞克（Frank Drake），爲了撰寫博士論文，到橡樹嶺天文台，透過一架電波望遠鏡來觀測星星。那個時候他還沒有聽過費米悖論，而且就算聽過——最近他這樣告訴我——他還是不會把它當一回事。當時，他正在研究「七姊妹星團」。

在金牛座的牛頭和巨角的後方，有一團被稱作「昴宿星團」（Pleiades）的星羣。這個星羣可以做爲北回歸線的標記，因爲在北方的天空當中，北回歸線正位於昴宿星團所在位置的一度以內。至於該星團的恆星總數，不同的計算方式會得到不同的結果，但總在六到九個之間；儘管如此，世人都稱這個星團爲「七姊妹星團」。根據希臘神話，她們是阿特拉斯（即昴宿七）和普麗歐尼（昴宿增十二）的女兒，名字分別叫作：阿爾希歐尼（昴宿六）、伊雷克特拉（昴宿一）、麥雅（昴宿四）、瑪若琵（昴宿五）、泰戈塔（昴宿二）、塞麗諾（昴宿增十六）和史特若琵（昴宿三）。不幸的是，這七個姊妹後來遭到打獵高手歐里安（即獵戶座，金牛座西方的隔壁星座）的追殺。當衆神聽到她們驚恐的狂呼之後，爲了加以保護，

便將她們化身爲天上的鴿子。在世人的描繪中，這幾隻鴿子通常呈哭泣狀，大概是在哀悼她們一名姊妹的喪生吧——這名喪生的姊妹，或許就是科學家認爲曾經在此大放光明，後來卻日漸黯淡的一顆恆星。昴宿星團是一羣相當年輕的恆星，它們是由一大片塵雲和氣體雲結合而成；從望遠鏡中看去，我們或許還能夠看到其餘燼呈現爲該星團周圍的一片霧氣。在這個星團當中，亮度最高的是昴宿六，最暗的是昴宿三，用肉眼幾乎無法辨識。此外，根據雙筒望眼鏡的觀測，該星團中目前有數十顆新星正在成形，有一架望遠鏡甚至觀測到了數百顆這樣的新星。

在德瑞克的博士論文計畫中（當時他二十七歲），有一部分是在探討昴宿星團的氫氣含量，以了解新星誕生的過程。「昴宿星團有一道非常清楚的光譜。」德瑞克解釋道，「因此很容易偵測到氫的光譜線。」一九五七年初，德瑞克花了好幾個禮拜觀察這些氫線，當時，「七姊妹」正高掛在夜空當中。多日下來，這些光譜呈現了一致的型態，沒有出現任何改變，而德瑞克也作了各種計算來了解這些恆星的化學成分。在此，德瑞克試圖要了解的是，這些年輕的恆星上有多少氫氣存在。

同年二月的某個寒夜，德瑞克正看著電波望遠鏡的螢幕，觀察著「七姊妹星團」一致的光譜線。突然間，螢幕上閃過一道訊號。根據他以往的觀測經驗，這個現象並不尋常。坐在

P R O B A B I L I T Y