

科學圖書大庫

宇宙中的生命

米撒爾·歐文登 原著

徐氏基金會出版



200356104

2644

科學圖書大庫

宇宙中的生命

米撒爾·歐文登 原著



00310857



5355/04

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫



版權所有

不許翻印

中華民國六十七年十一月三十日再版

宇宙中的生命

基本定價 0.80

原著者 米 撒 爾 · 歐 文 登

校 閱 孫 克 勤

臺 中 東 海 大 學 教 授

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急速發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員王洪鎰氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作，「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特摺誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

著者介紹

米撒爾威廉歐文登 (Michael William Ovenden)，現任教於蘇格蘭格拉斯哥 (Glasgow) 大學天文學系。曾在蘇格蘭及英格蘭各地，就各種科學最近的發現，發表有關天文學及生物在宇宙中的地位的講演多次。這本書是他在蘇格蘭格林諾 (Greenock) 所發表的幾次有系統的講演的成果。從原載於“倫敦畫報” (The Illustrated London News) 的幾篇作品改編而成。

歐文登博士，現年三十五歲。在十歲時即對天文學發生興趣，從十七歲起即成為英國天文協會 (British Astronomical Association) 的會員。他在倫敦大學主修物理，獲得該大學學士，劍橋大學碩士，和倫敦大學博士。曾任職於劍橋大學天文臺天文學系，並於一九六一年任英屬哥倫比亞維多利亞 (Victoria) 自治領天體物理學天文臺 (Dominion Astrophysical Observatory) 之客籍職員，使用其七十三英吋望遠鏡從事研究。

歐文登博士曾在各技術刊物發表論著多篇，並於一九五一至五二年擔任科學刊物“觀察者” (Observer) 的編輯。他是“觀察星象” (Looking at the Stars) (Phoenix House Ltd., 1957) 和“人造衛星” (Artificial Satellites) (Penguin Books Ltd., 1961) 二書的作者。他在科學方面的通俗作品曾發表於“發現” (Discovery)，“科學的進展” (Science Progress) 和“倫敦畫報”。一九四五年成為英國皇家天文學會會員，並自一九五七年起擔任該會秘書。一九四六年任英國天文協會秘書，並於一九五一年成為國際天文聯合會 (International Astronomical Union) 之會員。

科學研究叢書

科學研究叢書，由著名的學者執筆，供給學生和一般公眾閱讀，內容都是最動人和基本的科學問題，包括最小的質點以至整個宇宙。有的說明科學在人類的技術與文化世界中的地位；有的則是傳記性質，敘述偉大的發明家和他們動人的發明故事。所選聘的作者，均屬所討論問題的專家，並且能夠用引人入勝的方法，介紹他們個人見地的特殊知識。這些書籍的主要目的，是在供給年青學生或一般人所能了解的綜覽性讀物。希望這些書籍，能鼓勵讀者去自行研究自然現象。

本叢書現在所提供的主題，普及於各種科學和它的應用，在開始時則是修訂中等學校物理課程的一個計劃。一九六五年，在美國麻省理工學院，有一羣物理學家、中學教師、報刊主持人、儀器設計人、製片家和其他的專家，組織成一個物理科學研究委員會，現在則是美國麻省水城（Watertown）教育服務公司的一部份。他們彙集了他們的知識和經驗，來從事物理教材和教具的設計和創作。這項努力最初是由美國全國科學基金會支持的，現在仍繼續受它的補助。福特基金會，教育促進基金會，斯隆（Alfred P. Sloan）基金會也有補助。這委員會曾編成一本教科書，一套教育影片，一本實驗指導，若干特別設計的儀器，和一本教師用的資料手冊。

本叢書由一編輯委員會主持，包括：

經理兼編輯..... Bruce F. Kingsbury

總編輯..... John H. Durston

資源保持基金會，和 Harcourt,

Brace & World, Inc..... Paul F. Brandwein

麻省理工學院..... Francis L. Friedman
布洛克海文國立研究所..... Samuel A. Goudsmit
哈佛大學..... Philippe LeCorbeiller
Scientific American雜誌 Gerard Piel
Simon and Schuster, Inc. ... Herbert S. Zim

目 錄

著者介紹

科學研究叢書

第一章 生命和宇宙..... 1

宇宙的大小——宇宙的時間標度

第二章 地球是生命的寄託場所..... 8

太陽能——花房效應——光合作用和氧——

生命的溫度範圍

第三章 太陽系.....16

測量行星的溫度——水星和金星——月球——

火星，木星及其他行星

第四章 火星.....25

火星的大氣——生鏽的沙漠——藍綠色的形跡

——火星之謎：“運河”與衛星

第五章 有其他的行星系嗎？.....33

太陽系的起源——其他行星的證明——

行星的溫度和年齡

第六章 什麼是生命？.....40

有所謂生命力嗎？——把恒星作為“有機體”

——抵抗衰變的能力

第七章 分子和生命.....46

秩序和無秩序——細胞的構成——生命的樣板

第八章	地球上生命的演化.....	54
	“原始的生命”——自然淘汰——機會和環境 ——發展的階段	
第九章	生命的適應性.....	60
	若干極端的例子——碳的化合物—— 地球上生命的將來	
第十章	其他行星上的生命.....	66
	外界溫度——熱的平衡——有機體的工作溫度 ——生命的存在	
第十一章	宇宙的化學.....	72
	天體物理學和光譜照相機——原子的構造—— 元素的形成	
第十二章	宇宙的演化.....	80
	亞里斯多德體系——宇宙理論——科學和推想	

第一章 生命和宇宙

公元前約一千多年，在美索不達米亞大河谷中所發生的最古文明，對於宇宙的本質，已經有了若干原始的觀念。那時候的人們，因為他們看到那裡的河流，在波斯灣出口處被泥沙淤塞的情形，便認為泥土（物質）是由鹽水和淡水結合而產生。同時，由於他們對於人類社會遞變的經驗，而推想到宇宙演化的方式，和個人權力的變化是相同的。儘管這些宇宙哲學是這樣的原始，但它們却是現代科學的真正始祖。因為歸根結底來說，我們不應忘記科學是人類的一種活動，它進展的途徑，主要是看宇宙中人類的活動情況而定的。

科學並不單只是收集描述世界的資料，更主要的還在於探討宇宙的結構和進展。根本上，科學是在人們日常生活經驗累積中所熟悉的世界，和由科學實驗觀察所顯露的未知世界之間，求得其類似之點，進而設法理解整個宇宙。舉一個簡單的例子：像對氣體性質的研究，在進行實驗時，研究者可以假想氣體是由千千万萬微小的、其活動像枱球般的原子或分子組成，從而希望在量的方面來理解它。迨至近代物理學興起後，由實驗證明了，原子只能在若干方面比擬作枱球；而在其他的許多方面，它們的性質都與枱球完全不同。於是產生了原子的新形像：它是由一個帶電荷的核，和幾個帶相反電荷的電子環繞着它而旋轉，正像微小的行星環繞着一個微小的太陽旋轉似的。在有一段時期，科學研究者都認為電子和核子是非常細微的物質，但後來所做的實驗，顯示了一個與此較為不同的新景像，雖然這也並不能表示全部的真像。因為在若干情況下，電子的行為像一個質點，而在其他情況下，它的性質又像波動。

自始到終，這個重要的“像”字都在發生作用。因為這些理論都是譬喻，所以，如果你問：原子是否真的是一個微小的球？或者問：電子是否真的在波動？問這些問題都是沒有意義的。因為當我們離開了日常所能經驗的事物愈遠時，不論是探討極小的世界或極大的世界，所推斷得的比擬都不直接，也都不可靠。但你也切勿因為科學不能對“宇宙真的像什麼”提出最後而完整的答復，便認為科學理論是無用；科學理論並非無用，它們能使我們瞭解顯然不同的各種現象間關係的型式——例如，一顆恒星的發亮，可能與氫原子的結構發生關連；它們也能使我們預料未來實驗和觀察的結果。正因為我們對宇宙的見識圍擴大時，科學樂於改變比擬，所以它到底是一種有進步的學術。

在這本書中我要探討的，是人類在宇宙中的地位。我知道這種探討是非常主觀的。作為一個天文學家，我所描繪的景像，一定帶有濃厚的天文學色彩。研究其他科學的人，可能會用其他方法強調他的觀點。但我相信，不論所選擇的專門研究學科是什麼，一個明智的人，一定會得到反映他所理解的人類地位的結論。所以，我的見解雖是主觀的，但我相信也不會毫無意義。

在後述的多數討論中，有一個中心問題：「生命（尤其是具有智慧的生命）是宇宙中所發生各種過程中，不常有的副產物嗎？還是我們可以預期生命是一種分佈相當廣泛的東西？」從生物學的觀點來說，生命的確是一種產生在大型分子間的化學反應。因此，生命不能在恒星的表面，更不可能在它的內部存在。因為恒星太熱，這些分子很難安然無恙；這種化學反應，也不可能在星際太空的低溫下快速（這裡所說的「快速」，是和人類生命的比較而言）進行。生命只可能在與恒星成適當距離的行星上才有，這觀點雖可能是正確的，但我們必須謹防採取以地

球作為宇宙尺度的中古時代態度。因為生命已藉進化而能適應地球上變化很大的情況，它適應變化更大環境的能力限度，我們怎能說出一定是多少呢？

宇宙的大小

現在我且先把目前所知道宇宙實際景象的概要作為討論的開始。當天文學家要將他在研究宇宙時所碰到的巨大距離告訴讀者時，立刻會遭遇到一項困難。因為這些距離超越我們的日常見識太多，遠非我們直接的直覺所能瞭解。在這一方面，天文學家和平常的人並沒有不同。所以最好用一系列模型，一步步的來說明。

在這個以噴射機作飛行工具的時代，地球的大小，是有旅行經驗的人所能理會的。我常常乘汽車從蘇格蘭旅行到英格蘭的南部海岸，這段距離約有五〇〇哩，任何人均能在直徑一呎的地球儀上看出它，並能從直接的經歷辨別出地球的大小。於是假設，地球被縮小成針尖般大小（圖1），在同樣的比例下，太陽會變成在五〇呎外一個六吋大的圓球體。太陽系的最大行星木星，會變成大豌豆那般大小，距離太陽二五〇呎。最遠的行星冥王星，會變成一粒小砂，距離太陽約三分之一哩。以同樣的比例，最近的恒星會是另一個六吋大小的圓球體，約在二〇〇〇哩遠的地方。

我們的太陽只是構成銀河系幾百億顆恒星中很普通的一顆；我們銀河系中的恒星數目，比地球上的人口還要多。假設銀河系縮小成為地球那樣大小，那末，以同樣的比例，太陽會變成直徑約為五十分之一公厘的塵埃。各恒星會變成大小不同的塵埃，它們間的平均距離是三分之一哩。實際上，最大的恒星在這一比例下，直徑可能約一公分，如果放在太

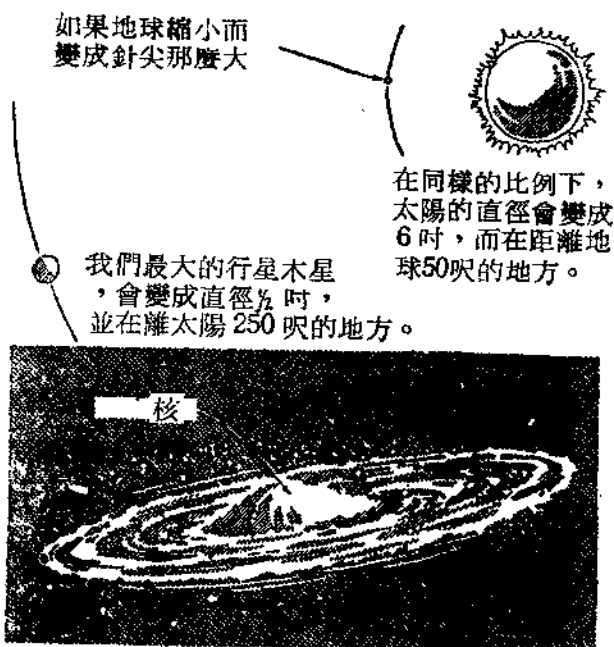


圖1：宇宙的浩瀚，使我們的日常見識所知道的距離，顯得非常渺小。我們的太陽，繞著我們銀河系的核心遠遠地環行著。在數以百億計的其他太陽中，並無特殊之處。

陽所在處，會將地球的軌道都包含進去；而最小的恒星，則要在顯微鏡之下方能看得出來。最大的恒星是紅色的比較冷的恒星（表面溫度約為攝氏二〇〇〇度），並且由於質地稀鬆，它們的密度比良好的實驗室真空還要小。最小的恒星是熾熱的白矮星，它們的質地重密，像火柴盒那麼大小的一塊白矮星材料，會重達一噸。在各恒星間的太空中，散佈着更為稀薄的物質，有的地方集合而成為星際塵和氣雲。恒星相信是由這些物質凝集而成的。

我們的銀河系只是可用最大望遠鏡能觀察到的幾百萬個銀河系中的一個，這些銀河系任意分佈在太空中，它們的平均距離約為其直徑的五十倍，並顯示出有成羣或成團的趨勢，所以有人認為銀河系可能組成更高級的體系或超級銀河系。正好像地球繞太陽旋轉（每年一次），並在沿直線一直向前的傾向（由於慣性），和向太陽移動的傾向（由於太陽的引力）間保持着平衡；同樣的，太陽繞着銀河系的中心移動（約二億年一週），而且可能銀河系也繞着超級銀河系中心的軌道移動，其週期甚至還要長。

宇宙的時間標度

在天文學上，我們不僅要考慮巨大的距離，而且要用到很長的時間。前節最後幾句關於宇宙的描述，還沒有談到宇宙是經常在改變（如果宇宙的總結構並不改變，它的各部份是常變的），也就是說宇宙是一個動態體系的事實。個別的恒星有新生作用，會燃燒一個時期，然後消逝或像超新星般爆炸，並將所有物質分散到星際太空中。我們必須要把這種變動着的觀念作為研究宇宙問題的一部份。也必須對時間的久暫有一個觀念，以辨識地球在目前的宇宙形態中的地位。

這裡所採用的天然時間單位，是太陽繞銀河系中心的周期——宇宙年。現在，且讓我們在想像中將這個二億年的周期縮小為一年（圖2）在我們的銀河系中，最老的恒星似乎約有二〇〇億年的年齡，至於太陽可能已有五〇億年。在這個加速的時間標度下，我們的銀河系看上去會像一個巨大的「輪轉形煙火」，它的中央部份急速的迴轉着，外圍部份運行得比較緩慢，要許多年才繞中央一轉，由於光的圖形變化整個體系看來生氣勃勃。在銀河系的照相上很顯著的旋渦形結構，看起來有一種

1860*年八月卅日	銀河系形成	100年以前—200億年以前
1935年	太陽形成	25年以前—50億年以前
1940年	地球形成	20年以前—40億年以前
1954	最早的化石	6年以前—12億年以前
1959八月	恐龍	1年以前—2億年以前
1960八月	最早的人類	1½天以前—100萬年以前
1960八月卅日	人類建立部落社會	 25分鐘以前—8000年以前
1960八月卅日	基督時代的開始	 5¼分鐘以前—2000年以前
1960八月卅日	伽利略的第一具望遠鏡	 55秒鐘以前—350年以前
1960八月卅日	特拉法加 (Trafalgar) 角之戰	 24½秒鐘以前—155年以前
1960八月卅日	第二次世界大戰開始 1939年	 3秒鐘以前—21年以前
1960八月卅日	現在	 零時

* 1860年八月卅日，實際上是200億年以前。

圖 2

朝生暮滅的形像，形成後不數天即告消散，而由另一種旋渦形狀所代替（因為在旋渦形分肢上明亮的藍光星，它的壽命在普通的时间標度只有幾百萬年）。每約一分鐘左右，便表現出這裡有一點那裡有一點的發出閃光，這些都是超新星，是恒星在爆炸中結束它的生命時的現象。每隔一

小時左右，並會看到一陣發亮的煙霧——如果我們對這陣煙霧仔細的觀察，便看出它是從星際物質變成的一羣星星；這些星星由於巨大的「輪轉形煙火」的不規則旋轉而散佈開去。

這樣一陣發亮的煙霧，可能在銀河系出現後約七十五個宇宙年，看到這種煙霧，乍看去和其他各陣煙霧並無不同，值得我們注意的是其中所產生的一顆恒星即為太陽。在以後二十五個宇宙年中，我們注視太陽發光的那一點，似乎很少發生變化。但如再仔細的觀察，則在這一段時間中，太陽已有了幾個行星，我們居住着的地球即為其一。如果對地球作更詳細的觀測，則會看到約六個宇宙年以前，生命的原始形式（像停滯的池塘中泡沫般的原生植物）便已宣告產生，並遠在地球的岩石中留下簡單的化石。當我們沿着化石的經歷探索，即會看到地球上的生命是非常複雜。從一些被發現的化石顯示出，在大約一個宇宙年之前，地球上居住着巨大的蜥蜴和恐龍。在上一個宇宙週，地球上住有劍齒虎，昨日（宇宙日）才發生大樹懶和最早的人類，昨日以及今日的大部時間，人類尚未開化，約四小時前人類開始有語言，半小時前始有城鎮建立。整個人類文明過程在宇宙時間標度上，尚不及半小時。