

榮獲科普書最高榮譽——英國皇家學會科學圖書大獎

生命的躍升

LIFE
ASCENDING

The Ten Great Inventions
of Evolution

40億年演化史上
最重要的10個關鍵

I II III IV V VI VII VIII IX X



如果達爾文從墓裡復生的話，
我會給他這一本好書，
讓他能夠快點趕上進度。

——麥特·瑞德里，《紅色皇后》作者

Nick Lane

尼克·連恩 著

梅友仁 譯

國立自然科學博物館古生物學資深研究員

程延年 | 審訂

貓頭鷹書房

有些書套著嚴肅的學術外衣，但內容平易近人，非常好讀；有些書討論近乎冷僻的主題，其實意蘊深遠，充滿閱讀的樂趣；還有些書大家時時掛在嘴邊，但我們卻從未看過……

如果沒有人推薦、提醒、出版，這些散發著智慧光芒的傑作，就會在我們的生命中錯失——因此我們有了貓頭鷹書房，作為這些書安身立命的家，也作為我們智性活動的主題樂園。

貓頭鷹書房——智者在此垂釣

內容簡介 DNA是從哪裡來的？眼睛是怎麼演化出來的？意識是什麼？我們又為什麼會死亡？關於這些問題，現在終於有了最好的答案！過去數十年間最新的科學研究，讓我們看見了生命最真實的歷史圖像。利用這些珍貴的科學發現，生化學家尼克·連恩詳述了十項演化史上最重要的事件，巧妙地重建了生命演化史。這十項事件，是根據它們對生命世界的影響，它們對今日生物的重要性，以及它們的象徵意義來決定。連恩詳述了這些演化史上最偉大的事件，從DNA談到有性生殖，從溫血動物談到意識的形成，最後講到死亡。這些事件改變了生命世界，也改變了整個地球。本書獲得科普書最高榮譽——英國皇家學會科學圖書大獎，是你不能錯過的精采作品！

作者簡介 連恩是演化生化學家，也是英國倫敦大學學院的榮譽教授（Honorary Reader）。他的研究主題為演化生化學及生物能量學，聚焦於生命的起源與複雜細胞的演化。除此之外，他也是倫敦大學學院粒線體研究學會的創始成員，並領導一個生命起源的研究計畫。連恩出版過三本叫好又叫座的科普書，至今已被翻譯為二十國語言。二〇一〇年，他以本書獲得科普書最高榮譽——英國皇家學會科學圖書大獎；而他的上一本著作《力量、性、自殺》（*Power, Sex, Suicide*）則入圍上述大獎的決選名單，以及《泰晤士高等教育報》年度年輕科學作家的候選名單，同時也被《經濟學人》提名為年度好書。連恩博士現居倫敦，關於更多他的資訊，請造訪他的個人網站：www.nick-lane.net

譯者簡介 梅苒苒，台大公衛系畢業，巴黎第七大學免疫學博士，曾任美國國家衛生院博士後研究員，現旅居巴黎，任巴斯德研究所研究員。平日喜歡閱讀、寫作，吃美食遊山玩水。

貓頭鷹書房 236

生命的躍升

40 億年演化史上最重要的 10 個關鍵

Life Ascending

The Ten Great Inventions of Evolution

尼克·連恩◎著

梅苈苈◎譯



貓頭鷹

Life Ascending: The Ten Great Inventions of Evolution by Nick Lane

Copyright © 2009 by Nick Lane

This edition arranged with W. W. Norton & Company, Inc.,

through Andrew Nurnberg Associates International Limited

Traditional Chinese translation copyright © 2012 by Owl Publishing House, a division of

Cité Publishing Ltd.

All rights reserved.

貓頭鷹書房236

ISBN 978-986-262-090-8

生命的躍升：40 億年演化史上最重要的 10 個關鍵

作者 尼克·連恩 (Nick Lane)
譯者 梅菱苳
企畫選書 陳穎青
責任編輯 曾琬迪
協力編輯 邵芷筠
校對 魏秋綢
版面構成 健呈電腦排版股份有限公司
封面設計 李東記

總編輯 謝宜英
社長 陳穎青
出版者 貓頭鷹出版
發行人 涂玉雲
發行 英屬蓋曼群島商家庭傳媒股份有限公司城邦分公司
104 台北市中山區民生東路二段 141 號 2 樓
劃撥帳號：19863813；戶名：書虫股份有限公司

城邦讀書花園：www.cite.com.tw 購書服務信箱：service@readingclub.com.tw

購書服務專線：02-25007718~9 (週一至週五上午 09:30-12:00；下午 13:30-17:00)

24 小時傳真專線：02-25001990~1

香港發行所 城邦 (香港) 出版集團 / 電話：852-25086231 / 傳真：852-25789337

馬新發行所 城邦 (馬新) 出版集團 / 電話：603-90578822 / 傳真：603-90576622

印製廠 成陽印刷股份有限公司

初版 2012 年 7 月

定價 新台幣 420 元 / 港幣 140 元

有著作權·侵害必究

缺頁或破損請寄回更換

讀者服務信箱 owl@cph.com.tw

貓頭鷹知識網 http://www.owlsw.com

歡迎上網訂購；

大量團購請洽專線 02-25007696 轉 2729

城邦讀書花園

www.cite.com.tw

國家圖書館出版品預行編目資料

生命的躍升：40 億年演化史上最重要的 10 個關鍵 /
尼克·連恩 (Nick Lane) 著；梅菱苳譯。-- 初版。
-- 臺北市：貓頭鷹出版：家庭傳媒城邦分公司發
行，2012.07
432 面：15×21 公分。-- (貓頭鷹書房；236)
譯自：Life ascending: the ten great inventions of
evolution

ISBN 978-986-262-090-8 (平裝)

1. 演化論 2. 分子演化

362

101010064

各界好評

生命的源起及生物的演化是一個令人著迷且難以了解的科學。自達爾文創物種起源及生物演化論後，漸漸地讓科學家對生物的演化解開一些疑惑，然而尼克·連恩博士卻以說故事的方式，妙筆生花地敘述四十億年來生物演化史上最精采的十個關鍵事件。此中文譯本讓人讀後，想更進一步去讀原文書，譯者文學造詣相當好，用字遣詞也相當恰當，讓人想一口氣讀完。這雖是一本科普書，卻沒有艱深難懂的道理，非常適合高中高年級同學及大學生閱讀，尤其是一本難能可貴的生命教育及通識教育最佳的讀物。它也能吸引非生命科學專業者去探討生命的奧祕。本人強烈地推薦本書給大眾，讓大家能一窺生命及演化的究竟。

——周昌弘，中央研究院院士、中國醫藥大學講座教授

尼克·連恩帶我們進入生命演化裡的愛麗絲夢遊仙境！

——林仲平，東海大學生命科學系教授

生命科學領域浩瀚而多樣，許多生物學家窮其一生也只能局限在其所熟悉的特定學門。然而本書作者憑藉其淵博的學識與靈敏的嗅覺，整理了許多充滿豐富想像力，同時奠基在扎實學術證據上的最新

研究成果，把生命科學的各個領域串聯起來，為許多看似理所當然而你可能不曾思考或懷疑的刻板印象，提供了絕妙的解答。在感受到源源不絕的、恍然大悟的驚喜之餘，你也會了解，串聯這一切的關鍵角色，其實就是所有生命現象的本質——演化。

——林勇欣，交通大學生物資訊及系統生物研究所副教授

想在短時間內，一覽近年來尖端生命科學的研究成果如何能用來解開演化史上一些關鍵之謎，這本書無疑地是最好的選擇。

——邵廣昭，中央研究院生物多樣性研究中心研究員兼生物多樣性資訊中心執行長

作者從微觀到巨觀，對生命現象的來龍去脈做了非常清楚的交代，讓我們對生與死有了另一番新的體悟。

——胡哲明，台灣大學生態學與演化生物學研究所副教授

這本書充分說明了演化學如何透過客觀的科學方法修正過去的謬思與迷思，讓這門學問不斷演化，臻至更高、更接近生命演進長河真相的境界。

——徐堉峰，台灣師範大學生命科學系教授

極少有作者能夠實際進入這麼多領域的研究現場，為我們取得第一手的研究，並且用大師的理解，為我們重新解說一遍。這本書遠遠不只是科普報導，這本書展現的是科學研究為什麼如此迷人、如此激

動人心的原因。

——陳穎青，貓頭鷹出版社社長

這本書不但介紹了生命在地球上演化的關鍵性發展，也簡要呈現了與這些事件相關的科學知識演進。對生命科學有興趣的讀者絕對不應錯過此書，一般讀者也可以從書中獲得重要的新知。

——劉小如，前中央研究院生物多樣性研究中心研究員

如果有朝一日達爾文從墓裡復生的話，我會給他這一本好書，讓他能夠快點趕上進度。這本書是一塊扣人心弦的告示牌，匯集了關於地球上生命奧祕的各種日新月異的新聞。

——麥特·瑞德里，著有《紅色皇后》與《克里克：發現遺傳密碼那個人》

連恩是個從不畏懼把眼光放遠，而且認真思考的作家。

——法蘭克·威爾茲克，二〇〇四年諾貝爾物理獎得主

一本迷人而精采的報導，關於各種偉大的生命奧祕——生命如何出現，事物如何運作，為什麼會死亡，意識如何演化。

——伊恩·史都華，著有《史都華教授的數學好奇研究小間》

■推薦序

窺探新視窗，驚豔新十大

程延年

前科博館館長的孫兒酷愛恐龍，每年返台，吵著要到科博館看恐龍。我總是拿出貓頭鷹出版的中文譯本《恐龍與史前動物百科全書》，伴隨著恐龍化石、模型，和小少年紀的他一起沉醉。這個孩子回到加州和他爸爸說，他們科學家把問題都答完了，把謎都解開了，我以後長大了怎麼辦？好急，好急，急著長大！一代大師牛頓臨死前直言：「我僅是個孩子，在海邊玩耍、解悶，尋找卵石與貝殼。而汪洋大海了不起的真相，在我面前與內心中，依然有著諸多未解之謎，讓我深深著迷、嬉戲，永不疲倦！」

「著迷、嬉戲，永不疲倦」，這正是追求宇宙間奧祕的真精神。我在科博館出版的專書《水中蛟龍：史前水棲爬行動物》，獲得第二屆國家出版獎優等大獎的感言中，詮釋：

閱讀，使一個民族壯闊、優雅，而有品味。閱讀的前提，在於這個社群中，有寫好書、出版好書、傳頌好書的「文化產業鏈」，運轉不息。「人」終究是關鍵！看著歐陸，「科普」書刊的瀟灑、渲染。大師們跳出象牙塔，為九歲到九十九歲的孩子們，寫精采的好書。典範，吾心嚮往之。

貓頭鷹書房，中譯英國倫敦大學大師尼克·連恩的科普大書《生命的躍升》，正是推動這個文化產業鏈生生不息的一雙巨手！

當代古生物學家與演化生物學家的研究，從「未知生，焉知死」的物種源始，到「既知生，探究死」，著迷於地質史中，生物大滅絕的真相與意涵，有所謂「五大」(Big Five)滅絕事件的暱稱。從「五大」到「新十大」，跨越地球科學與生命科學的兩個界域，嬉戲於生命大浩劫與大創新的光譜兩極，有趣極了！

連恩教授是一位生物化學家，專精於分子世界的細節。他的三本書，前呼後應，一以貫之，是三位一體。二〇〇二年出版了《氧氣：創造世界的分子》；二〇〇五年出版《力量、性、自殺》，獲得《經濟學人》年度好書提名與《時代》學人獎，並入圍艾凡提斯科學書獎決選名單。而這第三本寫給普羅大眾的專書(原文二〇〇九年出版)，更是登峰造極——《生命的躍升》一出版即獲二〇一〇年英國皇家學會科學圖書大獎、《時代》與《獨立報》年度書獎，至今已譯成西班牙等二十國文字。他以老練的文采，讚頌生命演化創新的「發明才能」(inventiveness)，以及我們人類自身的卓越潛能，去解讀幽冥之過往，並且試圖重新建構地球上生命的悠悠歷程。

這本書，不容易念！至少對於欠缺生命科學背景訓練的讀者，要花一陣「勉力為之」的苦功。但是，一旦走進那有趣的分子世界，又很難脫身。本書的每一個章節，從誕生到死亡，從第一顆細菌的亙古幽冥到不朽的終極代價，都關係到我們存活在當下的步步維艱；抽絲剝繭，進入到「微觀世界」的神奇與奧妙。這些，都是最近半個世紀甚或近十年來，科學的重大發現與重大突破，徹底重新建構了我們對諸多議題的嶄新視野。像是「生命起源」的深海煉獄假說，挑戰著達爾文著名的「那一汪溫

暖的小池塘」之隱喻。人類心智根源的「意識」，如何在分子層級上探究其起源與演化。「死亡」，這永恆價值的起點，與有形實體的終結，如何跳躍在「老年基因」「老化疾病群」，與「永生」的科學、哲學、人道與倫理的天空中翱翔！

經由第一手科學家原創性的發現，連恩提起生花妙筆，平鋪直敘的描繪，字裡行間有畫面，具影像。他將艱深難解、象牙塔中的「甲骨文」，轉譯成為白話文字的詩篇——這就是我們一直欣賞歐陸「科普寫作」市場的成熟與不凡。他們沒有象牙塔中鐘樓怪人的自命不凡，也不像當下「秀場」中半吊子的「科學人」，裝模作樣，言不及義。

在書案上，堆放近十年來出版的七本專書，都是在探究生命演化的各種關鍵歷程。一流的科學家與大師，坐擁不同的視窗，探視三十八億年來，從巨觀化石到微觀分子的神奇世界。像是諾貝爾獎得主德杜武（Christian de Duve）一九九五年出版的專書《生命盎然的塵埃：生命乃宇宙之必然》，從視窗中擷取了化學年代、訊息年代、原細胞年代、單細胞年代、多細胞年代、心智年代與未知的年代七大議題。而歐陸演化生物學首席史密斯（John Maynard Smith）與薩思麥利（Eörs Szathmáry）一九九五年出版的專書《演化中關鍵過渡事件》，則在視窗中透視各式起源的議題：生命、遺傳密碼、細胞、性、多細胞動物、社群及語言的六大溯源與尋根。大師們從各自的萬花筒中，探視芸芸眾生的繽紛多采！

去年的秋季，漫步在英格蘭西部，達爾文的故居小鎮舒茲伯利。小鎮中主要的購物中心入口，高懸「Darwin 200」的巨大吊布。再往前步行在高街的書房，出版商期望搭上全球達爾文風潮的列車，櫥窗中整排裝飾的就是《生命的躍升》這本新書的首版精裝本，成為了路人注目的耀眼標幟！

貓頭鷹書房，繼二〇一〇年精選《第一隻眼的誕生：透視寒武紀大爆發的祕密》，今年又選譯了這本好書。譯者旅居法國，既專業又是行內人，譯筆高明。我幸運地得以先睹為快，也開啟了我一扇嶄新的視窗。我滿心歡喜，毫不吝惜地推薦這本好書給愛好讀書的朋友們！

程延年 國立自然科學博物館古生物學資深研究員，國立成功大學地球科學研究所合聘教授，專長為化石與演化生物學。論文發表於《自然》《科學》《古脊椎動物學報》等學術刊物。致力於科普教育，最新科普專書《水中蛟龍》獲二〇一〇年國家出版獎優等獎。

■深度導讀

生命演化過程中的「偶然」與「必然」

呂光洋

在所有已知的生物中，「人」是最令人費解的動物了！還有哪些動物會用千奇百怪的方式將自己的身體剖開來，看看裡面有什麼器官，看看器官是如何配置的？更有甚者，是以近乎凌虐的方式，將身體以不同的電極、不同的電流強度通電，測試會產生什麼反應。科技愈發達，這種近似自虐的實驗方式更是日新月異。其他的生物，包括植物在內，整天在體內或體外的忙碌活動，都只為了攝取能量及繁衍後代。我們人類在飽食及履行傳宗接代的任務之外，竟然還有時間去問自己「從何而來？將往何處？為何會長成這幅模樣？」這些都是跟「演化」息息相關的問題，也是本書作者企圖替讀者解答的謎團！

這雖然是一本科普書，但讀者可以發覺作者是以懸疑推理小說的方式在撰寫。從第一章講「生命的起源之自然發生」，第二章談「遺傳密碼的形成、自我複製到自私的基因」，一直到第九章討論「心智的起源」及第十章的「老化及死亡」。作者在每一章的開頭，都會提出一個演化科學的基本問題，然後試著以合乎邏輯的推理方式提供解答，但總在答案感覺呼之欲出之際，作者卻馬上指出這個答案的漏洞，然後再藉由另一個已經發表過的科學報告，提出更合理的解釋。如此一再地求證、推理，透過科學的證據，來追尋更進一階的答案。其所尋求及提供的證據，都有當代學理與實驗的辯證

支持，證據擺在眼前，令讀者不得不接受他的說法。在這樣的過程中，作者也明確指出「演化」已可用科學方法來證明，對學生來說，光是閱讀的過程就是很好的科學訓練。

關鍵中的關鍵——天擇

前面提到作者隨手援引新的科學報告帶領讀者探求更高階、更合理的答案。讀者在閱讀時也可以發現，這些證據不僅僅局限於生命科學的領域，還包括化學、熱力學、量子物理學、經濟學、心理學，甚至是宗教。例如在第一、二章，討論在早期地球環境中，那些無機的化學元素如何藉著純化學的作用，自深海熱泉、冷泉對流的煙囪區形成建構生命所需的有機化學物質。這裡所涉及的領域，只有化學及物理學。不過，生物演化怎會牽扯到這兩個領域呢？這就要從基本的化學理論講起了。讀者知道任何化學作用都需要「能量」來支持，生命的「生化作用」及「代謝作用」自然也同樣需要能量。達爾文的演化理論，重點是在「天擇」。何謂天擇？簡單的說亦即各種環境因子都在扮演篩選或選汰的角色。那究竟在篩選什麼？以化學作用為例，如果不同的作用都能得到同樣的產物，就要將那些相對「節能」的生化作用或代謝過程保留下來，而選汰會消耗太多能量的作用過程。因此，在第一個生命誕生以前，涉及同樣產物的各種純化學作用，就已經受到天擇的選汰，相對耗能較多的化學作用必然不會被保留下來。書中提到熱泉冷泉區就因為在早期地球環境中，相較之下較易提供能量去進行有機分子的合成，因此也比較容易成為生命孕育的場所。

作者另外也提到，在鹼性溫泉噴發口的空腔壁富含硫化鐵礦物。空腔可累積保存濃縮的有機分

子，而硫化鐵則可提供具有強力催化能力的亞鐵離子。這不僅能大大降低化學作用的能量需求，而且能加速化學作用的進行。天擇再次在此篩選出這些有催化作用的地區，來作為孕育第一個生命的場所。古細菌在此形成也就不奇怪了。至此，生命的演化很神奇卻又很合理地進入到有催化劑化學作用的階段。

談到化學，有不少金屬離子是具有催化作用的。有機分子自然形成之後，有不少機會可和這些金屬離子結合，組成有機化學分子。當這個有機化學分子帶有一個含鐵、鎳跟硫原子的核心，更會具備強力的催化作用。在各種不同的蛋白質演化出來後，部分蛋白質和上面提到的那些具有催化作用的化學分子，便合成了酶（酵素）。因為「酶」的催化速度快，天擇當然會將這些既節能，反應又快速的生化作用留下來。如此一來，生命中的生化作用進入到酵素系統的階段。（學過生化的學生必定看過細胞內到處充滿酵素作用的生化反應。）可見只要有必要的有機生物分子及機遇存在，天擇會在不知不覺中，隨時發揮作用。

再更仔細檢視這些生化反應，有不少是「循環反應」。所有上過高中生物學的學生一定忘不了「克氏循環」及「光合作用反應循環」。但有多少人會去追問，為何生物體內形成的生化反應，有那麼多屬於「循環反應」？這當然也是天擇的產物：這些作用不僅節能、快速，而且細胞也不必再依賴外界提供反應所需的材料。循環作用就是最佳的分解及合成的反應，也是最佳的代謝作用方式。

當形成早期生命必備的有機物質及遺傳分子都出現在所謂「生命高湯」中以後，會出現兩種可能的情形。一種可能是那些有機分子會隨意分散在高湯中，另一種可能，則是分子會遵循化學及物理定律而聚集成大分子，分子也會聚在一起，形成與外界隔離的小環境（可能是圓球形）。在天擇的篩選

下，比較可能會出現哪一個情況呢？唯一的答案只有可能是後者。因為，一個與外界隔離的環境比非隔離的環境要穩定得多，相對的也更有利於各種生命反應的進行。同樣的，那些遺傳的分子如果隨意分散在細胞質內，在細胞分裂時，遺傳分子能忠實無誤地平均分配到子細胞的機率便很低很低；遺傳分子若包裹成染色體，複製後再平均分配到子細胞的機率，就可能達到百分之百。葉綠體、粒線體、高基氏體等胞器，也是在這種背景下由天擇所選汰下來的產物。

在細胞形成後，細胞仍然需要外界提供物質及能量。要無憂無慮地生存下去，最好是細胞內部便能儲存大量的物質及能量，以減少對周圍環境的依賴。此種需求下，天擇會選擇單細胞或多細胞的答案就很明顯了！多細胞生物體的內在環境要比單細胞穩定，故多細胞的生物就逐漸演化形成了。作者在第八章詳細地討論到變溫及恆溫的利弊，還有它的演化過程，這也同樣遵循著上述天擇的作用及演化的脈絡。

依照上面的討論，生物演化似乎有種趨勢——天擇使得生物透過演化，愈來愈獨立於環境之外，最後能不看老天的臉色更好。那未來的生物能否完全脫離周圍生存的環境呢？未來，即使我們對心智意識的成因與運作方式的研究都已經非常透徹，也完全找出了控制死亡、令人長壽的基因，屆時「孫悟空」能否就有機會逃離如來佛的手掌心？讀者可去深思。

靜下心來，想想「偶然」與「必然」

三十多年前，就有一本標題是《偶然與必然》的書。這本書的內容也是在討論生命的演化。《生