

地球

THE LIFE AND
DEATH OF
PLANET EARTH

How the New Science of Astrobiology Charts the
Ultimate Fate of Our World

從誕生到終結 (全新修訂版)

全球暖化，資源枯竭，土壤流失，物種滅絕，……
地球末日是否已悄悄逼近？
當地球走到了生命盡頭，會是什麼模樣？人類將邁向何方？

Peter D. Ward

彼得·華德

Donald Brownlee

唐納德·布朗李

合著

薛良凱、尹曉梅 | 譯

精彩動人。——《柯克斯書評》(Kirkus Review)
挑戰定見。——《華盛頓郵報》(The Washington Post)

《科學人》雜誌總編輯、清大生命科學系教授
李家維 | 專文推薦

地球：從誕生到終結 / 彼得·華德 (Peter D. Ward), 唐納德·布朗李 (Donald Brownlee) 著; 薛良凱, 尹曉梅譯. -- 再版. -- 臺北市: 商周出版: 家庭傳媒城邦分公司發行, 民100.04

面: 公分

譯自: The Life and Death of Planet Earth: How the New Science of Astrobiology Charts the Ultimate Fate of Our World

ISBN 978-986-120-752-0 (平裝)

1. 地球科學 2. 世界末日 3. 太空生物學

350

10006005

地球：從誕生到終結

原書書名 / The Life and Death of Planet Earth: How the New Science of Astrobiology Charts the Ultimate Fate of Our World

作者 / 彼得·華德 (Peter D. Ward)、唐納德·布朗李 (Donald Brownlee) 著

譯者 / 薛良凱、尹曉梅

企畫選書 / 顏慧儀

責任編輯 / 葉咨佑

版權 / 林心紅

行銷業務 / 朱書滯、莊英傑

總編輯 / 楊如玉

發行人 / 何飛鵬

法律顧問 / 台英國際商務法律事務所 羅明通律師

出版 / 商周出版

臺北市中山區民生東路二段141號9樓

電話: (02)2500-7008 傳真: (02)2500-7759

E-mail: bwp.service@cite.com.tw

發行 / 英屬蓋曼群島家庭傳媒股份有限公司城邦分公司

臺北市民生東路二段141號2樓

書虫客服專線: (02)2500-7718; (02)2500-7719

24小時傳真專線: (02)2500-1990; (02)2500-1991

服務時間: 週一至週五上午09:30-12:00; 下午13:30-17:00

劃撥帳號: 19863813 戶名: 書虫股份有限公司

E-mail: service@readingclub.com.tw

歡迎光臨城邦讀書花園 網址: www.cite.com.tw

香港發行所 / 城邦 (香港) 出版集團有限公司

香港灣仔駱克道193號東超商業中心1樓

電話: (852)25086231 傳真: (852)25789337

E-mail: hkcite@biznetvigator.com

馬新發行所 / 城邦 (馬新) 出版集團 Cité (M) Sdn. Bhd. (458372U)

11, Jalan 30D/146, Desa Tasik, Sungai Besi, 57000, Kuala Lumpur, Malaysia.

email: citekl@cite.com.tw

電話: (603)90563833 傳真: (603)90562833

封面設計 / 李東記

電腦排版 / 冠攻電腦排版股份有限公司

印刷 / 韋懋印刷事業股份有限公司

總經銷 / 聯合發行股份有限公司

電話: (02)2917-8022 傳真: (02)2915-6275

■2011年 (民100) 4月28日二版一刷

Printed in Taiwan

定價 / 320元

THE LIFE AND DEATH OF PLANET EARTH by Peter D. Ward and Donald Brownlee
Copyright ©2002 by Peter D. Ward and Donald Brownlee

Complex Chinese translation copyright © 2004 by Business Weekly Publications,
a division of Cité Publishing, Ltd.

Published by arrangement with Henry Holt & Company, LLC
through Bardon-Chinese Media Agency

博達著作權代理有限公司

ALL RIGHTS RESERVED.

版權所有, 翻印必究 ISBN 978-986-120-752-0

商周出版

Scope

地球

THE LIFE AND
DEATH OF
PLANET EARTH

How the New Science of Astrobiology Charts the
Ultimate Fate of Our World

從誕生到終結

(全新修訂版)

Peter D. Ward

彼得·華德

Donald Brownlee

唐納德·布朗李

合著

薛良凱、尹曉梅 | 譯

〈出版緣起〉

開創科學新視野

何飛鵬

有人說，是聯考制度，把台灣讀者的讀書胃口搞壞了。這話只對了一半；弄壞讀書胃口的，是教科書，不是聯考制度。

如果聯考內容不限在教科書內，還包含課堂之外所有的知識環境，那麼，還有學生不看報紙、家長不准小孩看課外讀物的情況出現嗎？如果聯考內容是教科書佔百分之五十，基礎常識佔百分之五十，台灣的教育能不活起來、補習制度的怪現象能不消除嗎？況且，教育是百年大計，是終身學習，又豈是封閉式的聯考、十幾年內的數百本教科書，可囊括而盡？

「科學新視野系列」正是企圖破除閱讀教育的迷思，為台灣的學子提供一些體制外的智識性課外讀物；「科學新視野系列」自許成爲一個前導，提供科學與人文之間的對話，開闊讀者的新視野，也讓離開學校之後的讀者，能真正體驗閱讀樂趣，讓這股追求新知欣喜的感動，流盪心頭。

其實，自然科學閱讀並不是理工科系學生的專利，因為科學是文明的一環，是人類理解人生、接觸自然、探究生命的一個途徑；科學不僅僅是知識，更是一種生活方式與生活態度，能養成面對周遭環境一種嚴謹、清明、宏觀的態度。

千百年來的文明智慧結晶，在無垠的星空下閃閃發亮、向讀者招手；但是這有如銀河系，只是宇宙的一角，「科學新視野系列」不但要和讀者一起共享大師們在科學與科技所有領域中的智慧之光；「科學新視野系列」更強調未來性，將有如宇宙般深邃的人類創造力與想像力，跨過時空，一一呈現出來，這些豐富的資產，將是人類未來之所倚。

我們有個夢想：

在波光粼粼的岸邊，亞里斯多德、伽利略、祖沖之、張衡、牛頓、佛洛依德、愛因斯坦、普朗克、霍金、沙根、祖賓、平克……，他們或交談，或端詳撿拾的貝殼。我們也置身其中，仔細聆聽人類文明中最動人的篇章……。

（本文作者為城邦出版集團首席執行長）

〈專文推薦〉

「明天過後」，會成真嗎？

李家維

天災的訊息四方湧來，各地紛傳熱浪、暴雨與酷寒。大家議論紛紛，電影《明天過後》(The Day After Tomorrow)的預言會成真嗎？其實天災本就是地球的宿命，例如六億年前全球曾冰凍過二千萬年，可能只在赤道的大海冰下還有些液態水。而六千五百萬年前的小行星撞地球，曾激起四千公尺高的海嘯和十三級地震，也引起了全球大火。大災難就帶來大滅絕，而小悲劇勢必會層出不窮。近在二萬年前，全球均溫比現在低約攝氏五度，海平面下降一百公尺，台灣海峽露底成了陸橋，大群的古象、馬和水牛就在兩岸遷徙；漁民在澎湖海溝撈起的大批化石骨頭就是明證。我對這些生命史的重要環節深感興趣，也相信同學們會有同感，因此計畫在學校裡開門課，題目就是「地球生命史」。

但是合適的教科書真不好找，專業的很艱澀，一般的科普書又太鬆散。這次商周出版寄來華德及布朗李合著的《地球：從誕生到終結》，讀了之後，我開心極了，就是這本！明年清華大學的課表裡將會有這門新課程，我腦海浮現的景象，是二百五十個座位的大講堂

擠滿了學生，由宇宙開端、生命興衰談到人類未來與星際探險，您決定來選課了嗎？

（本文作者為國立自然科學博物館館長、國立清華大學生命科學系教授）

「開天闢地」，會與真諦？

（本文作者為國立自然科學博物館館長、國立清華大學生命科學系教授）

地球：從誕生到終結

C o n t e n t s

〈出版緣起〉開創科學新視野 何飛鵬 3

〈專文推薦〉「明天過後」，會成真嗎？ 李家維 5

前言 15

【第一章】光陰的瞬間 27

文明的興起是在冰河時期暫時停止的中間產生，是氣候穩定的少數時刻，但地球的遙遠未來對人類而言將會是奇異又不友善的世界，如同世界開始之初；除非我們能改變或者避開它。正像動植物生命週期的成長、茁壯、衰敗與死亡，我們的星球也注定有相似的循環。

【第二章】不可思議的推手 47

我們誕生，我們也會死亡，隨時身處於因疾病、受傷或時間流逝所產生的不可避免的危機中。地球也同樣地複雜且不可思議。要知道地球會如何走向死亡，必須先了解它是如何生存的。

【第三章】宜居星球的壽命 77

我們的地球就像人體一樣會停止運作，透過一連串的複雜程序的確可以預測出我們未來的終結方式。

【第四章】冰河時期再現 101

我們必須了解過去，藉以想像不祥的未來。儘管我們關心今日全球暖化的現象，但我們相信在溫度暖化範圍的另一端點，還有一場更大的災難正悄悄逼近。

【第五章】超級陸塊再現 125

我們的資料和模型預測，在兩億五千萬年前集合地球陸塊所形成的岡瓦那大陸，在兩億五千萬年之後可能又將漂流並集成另一個岡瓦那大陸，同時，將再次引發大規模的滅絕，地球上大多數物種都會消失。

【第六章】植物的終結 141

生物圈的生命週期涉及的層面，已經不只是星球未來的問題，而是我們有沒有辦法在鄰近的銀河內找到另外一顆適合生物生存的星球……

【第七章】動物的終結 163

根據一些科學模型預測，當植物完全滅絕數百萬年後，最後一群動物會因為缺乏氧氣而窒息死亡。

【第八章】海洋消逝 181

大片富含養分的海底區域將變成陸地，但也不會有植物生長在這塊富饒之地上，而只有細菌；四處都是具有光滑外殼的細菌。

【第九章】紅巨星 207

太陽持續穩定存在十億年之後，接著會展開一連串戲劇性的變化，進入發亮恆星生命週期的最後階段。它會從最熟悉的黃色、大小、形狀，變成一顆紅色、巨大，還會威脅到我們行星存亡的巨星。

【第十章】意外的世界末日 231

一道明亮耀眼的白色光束向天空發射而去，宣示一個時代的結束，同時也是另一個時代的開始。隕石在天空中劃下一道痕跡，雜亂的聲響就像是一隻超級大黃蜂。隨之而來的是一場令人驚訝的撞擊，隕石衝進離海岸數英里的海洋，產生巨大爆炸。

【第十一章】我們將留下什麼遺跡？ 247

金字塔、萬里長城、水壩或是高速公路等，可能可以持續一萬年，但是沒有一個能夠在地質學及天文學的時間裡存活數百萬年。因此，保存我們自己紀錄最好的機會，就是在地球以外的地方。

【第十二章】世界末日和德瑞克方程式 261

所有做為生物住所的行星一旦改變，它們最後就會失去支撐生命的能力。有時它們需要極為長久的時間才會改變，但有時又非常快。

【第十三章】大逃亡 275

地球人口過多，其上的生物自然會努力擴展自己的生活空間。我們的子孫難道不會做同樣的事，到外太空找尋另外一個世界？

後記 289

謝辭 297

【圖解】
Vol. 1

冰河時期再現

最近科學界發現，冰河時期並非只是過去，而是會再次發生的現象。由於氣候變化的影響，使得冰河時期的再現，成為一個極大的威脅。科學家指出，如果我們不採取行動，冰河時期將會再次到來。

【圖解】
Vol. 2

超級陸塊再現

科學家指出，在地球歷史中，曾經出現過超級陸塊。這些陸塊是由多個大陸板塊聚合而成的。現在，科學家認為，超級陸塊可能會再次出現。這將對地球的氣候和生態產生深遠的影響。

【圖解】
Vol. 3

大變遷

在地球歷史中，曾經發生過多次大變遷。這些變遷是由於地殼運動、氣候變化等因素引起的。現在，科學家認為，我們正處於一個大變遷的時期。這將對地球的生態和人類社會產生深遠的影響。

【圖解】
Vol. 4

世界末日

科學家指出，世界末日並非只是傳說，而是有可能發生的。由於氣候變化、核戰爭等因素，世界末日可能會提前到來。科學家呼籲我們採取行動，防止世界末日的發生。

【圖解】
Vol. 5

世界末日

科學家指出，世界末日並非只是傳說，而是有可能發生的。由於氣候變化、核戰爭等因素，世界末日可能會提前到來。科學家呼籲我們採取行動，防止世界末日的發生。

【圖解】
Vol. 6

世界末日

科學家指出，世界末日並非只是傳說，而是有可能發生的。由於氣候變化、核戰爭等因素，世界末日可能會提前到來。科學家呼籲我們採取行動，防止世界末日的發生。

【圖解】
Vol. 7

世界末日

科學家指出，世界末日並非只是傳說，而是有可能發生的。由於氣候變化、核戰爭等因素，世界末日可能會提前到來。科學家呼籲我們採取行動，防止世界末日的發生。

水與冰 (1980)

有人說推毀世界的是火

有人說是冰

在我當過牧師之後

我實在是人

給派崔克，艾麗森，卡爾森，以及尼可拉斯

尚能說出的話

是同樣的悲劇

且已足夠

羅伯特·弗羅斯特 (Robert Frost 1894-1963)

故知非真，文星森，千爾森，以是風下歸情

〈火與冰〉（1920）

有人說摧毀世界的是火，
有人說是冰。

在我嘗過欲望之後

我贊成是火。

但若世界再次殞滅，

我對仇恨已有充分理解

而能說冰的摧毀

也同樣猛烈，

且已足夠。

——羅伯特·佛洛斯特（Robert Frost, 1874-1963）

且曰：吳越。

吳越，吳越也。

而謂吳越，則謂吳越。

而謂吳越，則謂吳越。

而謂吳越，則謂吳越。

而謂吳越，則謂吳越。

而謂吳越，則謂吳越。

而謂吳越，則謂吳越。

而謂吳越，則謂吳越。

(大典本) (1930)

前言

是火？還是冰？

跟隨我們到地球的未來瞧瞧，那個世界正反映著地球的史前歷史。

想像一下我們的星球數萬年後的模樣，將歷史延伸到比從人類獵食採集者到工業文明的發展歷程更久遠的未來。從在外太空繞行軌道的廢棄衛星上的制高點來看，滿布大理石紋路的地球炫目得令人不安，盡是反光且擴散的白色。極地的冰層逐漸蔓延，朝赤道方向延伸，隨著夏季變短，冬季的積雪能持續愈來愈長。阿爾卑斯山脈、喜馬拉雅山脈以及北落磯山脈一年到頭都被不斷成長的冰舌覆蓋；甚至是吉力馬札羅山及中部非洲的月亮山脈，其冰山都在持續擴大中。在文明高峰時期曾短暫升高的海平面已經開始下降，露出了新的海岸平原、陸連島，並創造出新的陸橋結構。海灣變成草原，英吉利海峽與白令海峽變成陸連地峽，地表所有形貌都將改變。