

2100 科技大未來

從現在到2100年，科技將如何改變我們的生活

本書將解答您對人類未來生活的所有疑惑！

「超弦理論」奠基者、Discovery《科幻成真》節目主持人

加來道雄(Michio Kaku)／著

張水金／譯

p h
y s
i c s



0

現在。你看得見未來！

Physics of the Future:
How Science Will Shape Human Destiny and
Our Daily Lives by the Year 2100

時報出版

n e x

2100 科技大未來

從現在到2100年，科技將如何改變我們的生活

Physics of the Future:
How Science Will Shape Human Destiny and
Our Daily Lives by the Year 2100

加來道雄(Michio Kaku)／著
張水金／譯

2100科技大未來：從現在到2100年，科技將如何改變我們的生活

Physics of the Future: How Science Will Shape Human Destiny And Our Daily Lives By The Year 2100

作者——加來道雄 (Michio Kaku)

譯者——張水金

主編——李清瑞

責任編輯——李清瑞

美術設計——賴欣怡

執行企畫——鍾岳明

董事長——孫思照

總經銷——莫昭平

總編輯——陳蕙慧

出版者——時報文化出版企業股份有限公司

一〇八〇三臺北市和平西路三段二四〇號四樓

發行專線——(〇二)二三〇六—六八四二

讀者服務專線——(〇二)二三〇六—七〇五

(〇二)二三〇四—七一〇三

讀者服務傳真——(〇二)二三〇四—六八五八

郵撥——一九三四—四七二四時報文化出版公司

信箱——臺北郵政七九、九九信箱

時報悅讀網——<http://www.readingtimes.com.tw>電子郵件——history@readingtimes.com.tw

法律顧問——理律法律事務所 陳長文律師、李念祖律師

印刷——盈昌印刷有限公司

初版一刷——二〇一二年十一月二日

定價——新台幣四〇〇元



行政院新聞局局版北市業字第八〇號
版權所有 翻印必究
(缺頁或破損的書，請寄回更換)

國家圖書館出版品預行編目資料

2100科技大未來 / 加來道雄(Michio Kaku)著；張水金
譯。-- 初版。-- 臺北市：時報文化，2012.11
面；公分。(NEXT；191)
譯自：Physics of the future : how science will shape
human destiny and our daily lives by the year 2100

ISBN 978-957-13-5667-9 (平裝)

1. 資訊社會 2. 科學技術

541.41

101019928

PHYSICS OF THE FUTURE

Copyright© 2011 by Michio Kaku

Complex Chinese translation copyright © 2012 by CHINA TIMES

PUBLISHING COMPANY

All rights reserved.

ISBN 978-957-13-5667-9

Printed in Taiwan

目錄

推薦序：預見未來的起點 朱敬一

009

推薦序：看見未來的未來 陳國華

011

導讀：專家眼中的未來 曾耀寰

015

引言：預測未來一世紀

019

第一章：電腦的未來——心靈控制物質

036

從網路眼鏡到軟性電子紙，網路世界將全方位占領我們的生活，虛擬與真實的分界點將越來越模糊。

第二章：人工智能的未來——機器的興起

084

到了二一〇〇年，我們居住的世界，將會到處都是特性與人類相近的機器人。如果它們變得比我們聰明，結果會怎樣？

第三章：醫學的未來——完美與超越

142

進化的完全突破就是選擇較佳的基因，因此，我們何不靠走捷徑來避開數百萬年的進化，並嘗試去控制我們的遺傳命運？

第四章：奈米科技——萬物始於虛無？

200

當生醫科技關注的焦點都是基因、蛋白質和分子的操控時，下一個問題自然浮現：我們對個別原子的操控會到什麼程度？

2100 科技大未來

第五章：能源的未來——來自眾星的能源

所有的分子科技，都需要大量的能源來驅動。這些能源從何而來？世界上將出現完全取代石油的能源方案嗎？

242

第六章：太空旅行的未來——奔向眾星

如果太空計畫成敗與否的主要關鍵只是成本，那麼我們能否有辦法降低前往太空的成本，因而使人們可以自由地到其他星球旅行？

290

第七章：財富的未來——贏家和輸家

人類文明本身將如何演化？科學將如何影響我們的生活形態、工作以及社會發展？科學是繁榮的引擎，而它將會如何重塑未來的文明和財富？

334

第八章：人類的未來——行星文明

當世界各國的領袖不再支持他們的社會去進行偉大的科技研究時，這將是一個衰敗的訊號。而這，就是人類未來將面對的挑戰。

368

第九章：二一〇〇年生活一瞥

如果能在二一〇〇年過一天，看看這些科技如何影響我們的日常生活和職業，以及我們的希望和夢想，那將會為我們帶來很多啟發……

396

譯後小記

415

2100 科技大未來

從現在到2100年，科技將如何改變我們的生活

Physics of the Future:
How Science Will Shape Human Destiny and
Our Daily Lives by the Year 2100

加來道雄(Michio Kaku)／著
張水金／譯

各界盛讚

現在，這本書，讓我們看得見未來！

文化界：

張系國（科幻小說家）

詹偉雄（學學文創副董事長）

藍祖蔚（資深影評人）

科技界：

李怡志（Yahoo!奇摩媒體服務整合總監）

林之晨（appWorks之初創投合夥人）

詹宏志（PChome網路家庭董事長）

趙藤雄（遠雄建設董事長）

劉威麟（知名網路趨勢專家）

戴季全（TechOrange.com/科技報橘創辦人暨執行長）

教育界：

王道還（生物人類學者）

高涌泉（台灣大學物理系教授）

孫維新（台灣大學物理系與天文物理研究所教授）

徐爵民（工業技術研究院院長）

張慶瑞（台灣大學物理系教授）

蔣偉寧（教育部長）

媒體界：

王文靜（商周媒體集團執行長）

何飛鵬（城邦集團首席執行長）

吳其勳（《iThome》總編輯）

黃哲斌（資深媒體工作者）

鄭國威（PanSci泛科學網總編輯）

鄭緯筌（《數位時代》研究主編）

我想像到了二一〇〇年，除了個人興趣之外，大部分現在看到的工作都不用真人操作，而且人類也不需要爲了溫飽而勞動。創造力取代財富，成爲人類最重要的資產，每個人的身分不是詩人、作家、畫家，就是歌手、舞者或導演，每天不是創作就是表演，希望這是科技永遠無法取代，依舊需要人類心智的「工作」，不管是在二一〇〇年的地球故鄉，或者在宇宙無盡探索的航行中。科學家依舊重要，但從事社會創新的科學家與從事科技創新的科學家或許會一樣多。

——李怡志（Yahoo!奇摩媒體服務整合總監）

深入淺出，用人們可以了解的語言和比喻，描述了科技發展的最前線，和未來人們的生活。

——林之晨（appWorks之初創投合夥人）

本書從科學發展的蛛絲馬跡大膽勾勒未來百年的人類生活，如真如幻，發人深省。

——徐爵民（工業技術研究院院長）

二十世紀的科技發展跟不上人類創意，本書預告了二十一世紀則將是創意不足限制科技發展的時代，物理學將帶領人類進入歷史的極限。

——張慶瑞（台大物理系教授）

我們都渴望預視未來，此書以科學而非神祕學，以知識邏輯而非符籙占卜，爲我們揭示明日科技的水晶球。

——黃哲斌（資深媒體工作者）

目錄

推薦序：預見未來的起點 朱敬一

009

推薦序：看見未來的未來 陳國華

011

導讀：專家眼中的未來 曾耀寰

015

引言：預測未來一世紀

019

第一章：電腦的未來——心靈控制物質

036

從網路眼鏡到軟性電子紙，網路世界將全方位占領我們的生活，虛擬與真實的分界點將越來越模糊。

第二章：人工智能的未來——機器的興起

084

到了二二〇〇年，我們居住的世界，將會到處都是特性與人類相近的機器人。如果它們變得比我們聰明，結果會怎樣？

第三章：醫學的未來——完美與超越

142

進化的完全突破就是選擇較佳的基因，因此，我們何不靠走捷徑來避開數百萬年的進化，並嘗試去控制我們的遺傳命運？

第四章：奈米科技——萬物始於虛無？

200

當生醫科技關注的焦點都是基因、蛋白質和分子的操控時，下一個問題自然浮現：我們對個別原子的操控會到什麼程度？

2100 科技大未來

第五章：能源的未來——來自眾星的能源

所有的分子科技，都需要大量的能源來驅動。這些能源從何而來？世界上將出現完全取代石油的能源方案嗎？

242

第六章：太空旅行的未來——奔向眾星

如果太空計畫成敗與否的主要關鍵只是成本，那麼我們能否有辦法降低前往太空的成本，因而使人們可以自由地到其他星球旅行？

290

第七章：財富的未來——贏家和輸家

人類文明本身將如何演化？科學將如何影響我們的生活形態、工作以及社會發展？科學是繁榮的引擎，而它將會如何重塑未來的文明和財富？

334

第八章：人類的未來——行星文明

當世界各國的領袖不再支持他們的社會去進行偉大的科技研究時，這將是一個衰敗的訊號。而這，就是人類未來將面對的挑戰。

368

第九章：二一〇〇年生活一瞥

如果能在二一〇〇年過一天，看看這些科技如何影響我們的日常生活和職業，以及我們的希望和夢想，那將會為我們帶來很多啟發……

396

譯後小記

415

舞動右腦的想像力，一起進入既科幻又真實的未來世界。

——蔣偉寧（教育部部長）

會拿起這本書，相信你大概不是會聽信二〇一二世界末日說的人，但若你更進一步，真的想知道未來百年人類生活會如何受科技發展影響，那麼這本立基在實際研究，由貨真價實的一流科學家所寫的「預言書」，是非看不可了。有別於科幻小說或是未來學，加來道雄用紮實的科學研究根基與親身採訪，將未來一百年的樣貌鋪陳在我們眼前，但人類到底能不能走到那一刻，需要我們做出正確的選擇。

——鄭國威（PanSci泛科學網總編輯）

爲了未來行動——本書提供未來世界的可能選項，而結果由我們的行動決定。二一〇〇年三大重要的趨勢與變革（可能）是：一，利潤的概念消失。二，代議政治轉變爲即時的直接決議。三，三十五歲以下的我們，活得好好的。

——戴季全（TechOrange.com / 科技報橘創辦人暨執行長）

這是一本讓影癡歎服的書，作者不但愛看科幻電影，而且信手拈來，所有的科幻情節，不但得到了理性的解讀與背書，也用了感性的溫潤筆法，書寫了人的追尋、迷航與失落。人類因有夢想而不朽，只有夢想才能掙脫地心引力的羈絆，對創作者而言，電影是夢想的實踐；對觀眾而言，電影則是夢想的啓發。讀這本書，則是兩者兼備，原本只是科幻電影的炫技素材，已然有了人生築夢的溫度了。

——藍祖蔚（資深影評人）

推薦序／

預見未來的起點

朱敬一（行政院國科會主任委員）

要寫《二一〇〇科技大未來》這樣的書，當然是極不容易的。如果拿此書與不久前出版的《得到的世界史》（*A History of the World in 100 Objects*）一書比較，我認為編寫此書更為困難。《看得到的世界史》是由大英博物館館長策劃。再加上英國BBC的影視專業，搭配上百位全球藝術史權威的詮釋，才能將大英博物館中九十九件經典器物，賦予精采的解說。然而歷史畢竟是靜態的、過去的，其詮釋是知識理解多、預測想像少。但是要解析二一〇〇年的未來科技，卻不是要處理已知的過去，而是要預見各種科技發展的潛在走勢，其難度不言可喻。科技研發的任務就是要探索未知；既然是未知、既然要探索，就表示事前難以預測。從這個角度來看，這本書的撰寫，幾乎是個不可能的任務。即使是對有相當知識基礎與科普經驗的加來教授來說，也是件艱鉅的任務。

要談科技未來的另一項難處，在於科學分工極細，越是尖端前緣的知識，越是隔行如隔山。加來教授是物理學者，由他來描繪廣義的物理世界未來，包括奈米科技、電腦科技、人工智慧、能源科技、太空科技，相對而言比別人是有些知識基礎的。作者在這些方面的前景描繪，確實能提綱挈領，精準掌握前緣脈動。但是，當討論的主題跨入生物醫學、資本主義、人類的未來這一類主題時，我作為讀者就會發現若干與我的理解或預測相扞格之處。例如，當作者說，未來「人類複製可能會存在。不過他們只占人類的一小部分，所產生的社會影響也很小」，我就有相當不同的看法。人類複製所衍生的衝擊是或零或一的，其影響絕不與「複製千分之一的人」或「複製萬分之一的

人」而有多少不同。只要有複製人，問題就絕對是一籬筐，一個也少不了。其次，對於基因科技能否逆轉老化、終結生命上限，我的生物學知識也有與本書不同的推論。這件事就算是純生物學的推理作者去問物理學天才費曼（Richard Feynman），恐怕也只有參考作用。

對加來教授這樣的物理學家而言，二一〇〇年最難預測的當然不是科技，而是「社會」。本書第七章討論資本主義的未來、第八章談行星文明、第九章想像二一〇〇年的生活一瞥，這都需要對社會運作的深刻理解，甚至加上一點哲學判斷與想像；這是自然科學家最弱的一環。例如，作者感慨普林斯頓大學的聰明心智不去處理物理與數學難題，而投注於「投資銀行」這種不令人尊敬的行業，是一個「衰敗的訊號」。我自己也很看不起那群專搞財務工程的、專門製造財富不均的投資銀行小道研究者，但是我對於經濟社會會怎麼運作、社會上哪些人會投注於哪些領域，自有一套「尊重的」思考邏輯。我認為天道無親，數學與物理未必是高尚的開路者，更不表示其他門道是「衰世之學」。讀者讀這本書，必須要有健康的心理建設。

總之，在自然、生命、社會、人文的大知識洪流中，要預測二一〇〇是極為困難的。要寫好這樣的書，作者需要（一）距離：不能習慣性地太接近自己的科技專業；（二）鳥瞰：要能從大角度大視野俯視全局；（三）想像：對於鳥瞰所無法盡觀的諸多角度要多發揮想像；（四）理想：無論如何客觀，都還要有一些道德面、哲學面、人文面的理想期待。要兼擁前述四種能力與視野的作者，古今中外絕無僅有。在我看來，加來道雄教授已經具有相當的功力，庶幾近矣。由他寫此書，已經是為讀者提供了一個相當理想的起點，幫助讀者在二〇一二年，盡量去理解與想像自己或自己子孫所即將面對的未來，將會是什麼景象。

推薦序／

看見未來的未來

陳國華（淡江大學未來學研究所專任副教授）

加來道雄寫的書一直都是很值得期待和閱讀的，本來就不需用太多篇幅來為此書寫推薦，所以這篇短文，就當成是我對此書的讀後心得分享吧。簡單來說，加來道雄的著作主要有兩大方向，其一為普及科學知識，另一類為科技未來研究，兩者提供的思路觀點相輔相成。但是前一類書的書名常常是很令人聞之卻步的，例如：《穿梭超時空》（*Hyperspace*）、《平行宇宙》（*Parallel Worlds*）和《電影中不可能的物理學》（*Physics of the Impossible*）等。第二類書就真的很親民了，像是十多年前出版的《NEXT 20 years and after》（*Visions*），如果你讀過那本書，你更會被現在這本《2100科技大未來》所吸引，因為加來道雄在預測科技進展對未來人類文明的影響架構下，加入了多樣化的人文、哲學、藝術和創新教育等延伸問題的發想，讀者更可以感受到他擁抱知識、面對智慧時的謙遜。我們可以這麼說，加來道雄的這部新作除了提供知識，也融入了相當的膽識與故事。

通常除非必要，例如課堂作業或工作企畫，大多數人都不太願意想像未來，反正船到橋頭自然直，想多了就常遭致杞人憂天之譏，或是常因選擇越多反而只是帶來猶豫而非快感。但矛盾的是，人們又偏偏與生具有好奇心、喜歡探索和預測未來的本事，而且不論其準確度如何，我們從小就被師長們「訓練」於運用此能力來推測日常生活規則、計畫教育方向、找尋工作和人生夥伴，以至於功成名就。另在「正途」之外，我們也常被媒體吸引而關心星座運勢、股匯趨勢、房市行情，乃至於風雨氣象、國家競爭力和全球布局等等議題。不可否認的，上述這些當下性和時間線性的未來觀

往往限制了我們看見未來的潛力，因為我們透過世代之間的教育和文化傳衍，不經意地把看見未來的本事慣性化了，也就是我們已逐漸習慣於使用二手的未來，小至個人、大至國家社會都很難避免「複製」後「貼上」的行為模式。

不過也總是有些人喜歡挑戰思維複製的慣性，我簡稱這種想像力為「看見未來的未來」——這句話裡的第一個未來（前未來）是時空的直線延伸，第二個未來（後未來）則是心靈和思考層次的超越。而加來道雄則偏好較為精準的描述，他將未來進展分為世紀初期（現在—二〇三〇）、世紀中期（二〇三〇—二〇七〇）和遙遠未來（二〇七〇—二二〇〇）。為了方便我這種非科學內行者的思考，我將三個階段分為當下、前未來和後未來。本書提供了三百多位頂尖、內行科學家的經驗實證知識，讓我們大開眼界的「認識」我們即將面對的當下和前未來。但我覺得在閱讀的過程中，加來道雄呈現的後未來情節推演，更刺激我們「思考」陌生境界的另類可能，思考現在的我們很可能都將不存在的另一個世紀（界）的多重樣貌。我覺得加來道雄的重要發現是：未來的關鍵應是智慧（第八章），他認為科學經常是創造未來的利器，但關鍵在於找到揮舞科學之劍所需的智慧。更引述愛因斯坦（Albert Einstein）所言：「科學只能決定是什麼，而不能決定應當是什麼；超越這個範圍，價值判斷不可或缺。」

我曾於一九九九年在西雅圖參加由未來基金會（Foundation for the Future）主辦、以「Humanity 3000」為主題的研討會上，首次受到加來道雄演講對於我教學工作的啟蒙，他用一張模擬圖片，解釋未來二十年後參加考試的學生，將能透過類隱形眼鏡，在網路上搜尋答案，這對於過去偏重教授背誦知識的我們來說，勢必將學習重點改放在思考與推論能力的培養。隔年，我意外成功地邀請他到淡江大學的未來學國際會議作專題演講。有別於其他重量級科學家的謹慎回應，他很簡單爽朗的回答：「why not? 出於好奇心。」