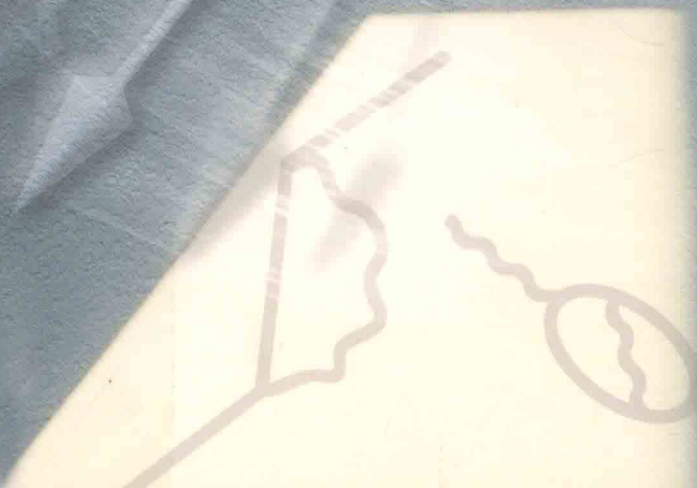


另一種鼓聲

——科學筆記

高涌泉 著



三民叢刊 280



另一種鼓聲

——科學筆記



高涌泉 著

三民書局

國家圖書館出版品預行編目資料

另一種鼓聲:科學筆記 / 高涌泉著.——初版一刷.

——臺北市:三民,2003

面;公分——(三民叢刊:280)

含索引

ISBN 957-14-3940-1 (平裝)

1. 科學—通俗作品

307

92019214

© 另一種鼓聲
——科學筆記

著作人 高涌泉

發行人 劉振強

發行所 三民書局股份有限公司

地址 / 臺北市復興北路386號

電話 / (02)25006600

郵撥 / 0009998-5

印刷所 三民書局股份有限公司

門市部 復北店 / 臺北市復興北路386號

重南店 / 臺北市重慶南路一段61號

初版一刷 2003年11月

編號 S 300100

基本定價 參 元

行政院新聞局登記局版壹業字第〇二〇〇號

有著作權・不准侵害

ISBN 957-14-3940-1 (平裝)

誌謝

本書記錄了一些我認為有意思的科學人物、事情以及自己的某些感想。

這年頭，科學的分工越來越細，科學行內的人也未必有時間去了解與思索一些分外的事；所以我寫作的時候，私下想像著我想講的這些東西應該是連我科學界的同事也會覺得新鮮有趣的。不過如果沒有他人的督促，我還是不可能把它們寫出來。這些「他人」，依時間的順序是：王道還、施淑清、黃金鳳、張成華、與王盛弘——後面四位輪流每隔三個星期就會提醒我該交稿了。本書就是過去三年我所寫的專欄文章修訂整理後的結集。

另一股令我無法不寫下去的力量來自我的專欄「接力」夥伴——潘震澤與王道還。他們一篇一篇地寫，成為無聲的榜樣，讓我只能跟著跑下去。我從他們的文章學到很多東西。我在這裡謝謝這些「意料之外」的朋友。此外我也要謝謝黃小玲、許光中和張海潮提供意見。

高涌泉

2003/10/20

另一種鼓聲

——科學筆記

目次

誌謝

- | | | |
|----|-----------------|-----|
| 1 | 自然哲學的數學原理 | 001 |
| 2 | 兩種文化？ | 007 |
| 3 | 科學革命為什麼沒有發生在中國？ | 011 |
| 4 | 科學的終結 | 015 |
| 5 | 消失的問題 | 019 |
| 6 | $E=MC^2$ | 023 |
| 7 | 古今第一奇書 | 027 |
| 8 | 行遠自邇 | 033 |
| 9 | 真相 | 037 |
| 10 | 甩不掉的錯誤 | 041 |
| 11 | 愛因斯坦語錄 | 045 |
| 12 | 馬克斯威爾的小惡魔 | 049 |
| 13 | 一長串的論證 | 053 |

14	反 智	057
15	歷史的審判	061
16	哥本哈根	067
17	波爾的信	071
18	小伙子物理	077
19	美麗方程式	081
20	遺 憾	085
21	為什麼是薛丁格?	089
22	誠實的吉姆	097
23	閒話的用處	101
24	啟 發	105
25	你在那裡嗎?	109
26	費曼的哲學	113
27	不可承受之重	117
28	另一種鼓聲	121
29	贏過他們	125
30	多就是不一樣	129
31	奇異之美	133
32	微中子	137
33	玄之又玄	141
34	天 才	145
35	獨一無二	149

36	規範對稱	153
37	漸近自由	157
38	八分之一	163
39	一步一步來	169
40	青出於藍	173
41	拉佛斯坦	177
42	彭卡瑞	181
43	安德列與西蒙	187
44	寫物理	191
45	廬山真面目	195
46	沉淪	199
47	誰都猜不到	203
48	科學知識一	207
49	科學知識二	211
50	科學知識三	215

人名索引	219
------	-----

1

自然哲學的數學原理

近代科學的主要特徵之一就是高度的數學化。尤其是物質科學，例如物理、化學等，所有的定律莫不是以數學公式來表達。有些物理學家還敢理直氣壯地說這些以數學表達的物理定律是超越文化與時空的「真理」。如果在宇宙的另一個角落有高度文明的存在，那裡必然也有例如與 $E=MC^2$ 一模一樣或數學上等價的定律。或者說，即使人類文明消失了，像 $E=MC^2$ 這樣的真理依然會存在於「某個地方」（例如「柏拉圖的世界」）。如果這樣的信念有些道理，數學就不僅是一種特別的工具，可以一絲不苟的處理長串的邏輯推理而已，它可說是已經碰觸到自然的本質了。

從兩千年前的希臘哲人到十六世紀的加利略 (G. Galileo, 1564–1642)，認識（或是說猜測）到數學的重要性與根本性的自然哲學家不能說很稀少。但是他們都未能舉出重要的例子以為佐證，所以自然哲學還是不能明確地過渡到科學。一直要等到 1687 年牛頓 (I. Newton, 1642–1727) 發表了《自然哲學的數學原理》(*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*) 這一巨著（以下簡稱《原理》），數學的必要性才算確立。

依名物理學家萬伯革 (S. Weinberg, 1933-) 的看法，牛頓的工作引發了有史以來僅有的一次科學革命，其他所謂的「革命」只能算是牛頓革命的餘波而已。牛頓在取書名時，顯然是受了笛卡兒 (R. Descartes, 1596-1650) 所著的《哲學原理》(*Principia Philosophiae*) 一書的影響。牛頓曾經很仔細的研讀過《哲學原理》，發現裡頭談到自然哲學的部分有很多其實是錯誤的。牛頓的書名一方面聲明他與笛卡兒不同，不會談論一般性哲學問題，而只研究「自然哲學」，一方面強調他所發現的原理是數學性的。研究牛頓的專家認為，他想以《原理》取代笛卡兒舊《原理》的用意至為明顯。

牛頓的《原理》是以拉丁文撰寫的，格式則參考了歐幾里得 (Euclid, 365? B.C.-275? B.C.) 的《幾何原本》(*The Elements*)。這本書一開始就下了八個定義，說明什麼是「物質的量」，什麼是「向心力」等等。接下來是公設，就是大家熟悉的三大運動定律及一些引理。再來全書就分成三篇，頭兩篇皆名為「物體的運動」，第三篇名為「世界體系」。每一篇都有許多定理、引理、子理以及證明，中間還穿插了許多評注。綜合地說，牛頓以極高明的幾何分析方法，圓滿地將克普勒行星三大運動定律包融在一個宏偉的力學體系中，由此確立了物質間一種基本作用力，也就是萬有引力。任何兩個物體——不論是天上的恆星、行星或月亮，

或是地球上的蘋果、石頭——它們之間都有一股相吸的力，其大小與兩者質量的乘積成正比，與兩者距離的平方成反比。這個力學體系的核心是牛頓運動方程式。只要理解物體受力的形態，其運動的全貌就清清楚楚了。所以過去無從著手的難題，像是流體問題、潮汐現象、彗星軌跡等，在此力學架構之下，紛紛迎刃而解。難怪當時的人們馬上就體認到牛頓的《原理》是一項劃時代的偉大成就。

所以從思想的層面講，牛頓的成就在於讓人們體認到，表面上毫不相干的現象（例如蘋果落地和月球繞地球），其實有著非常微妙而隱密的關連。只有透過數學才能看出這個隱密的關連。有詩人說，從一粒砂看世界；更好的講法應該是，從一個方程式可以看全宇宙。《原理》之所以成書，也有幾分傳奇。故事起於1684年夏天，天文學家哈雷 (E. Halley, 1656–1742) 拜訪牛頓，想問他能否解決自己和虎克 (R. Hooke, 1635–1703)、瑞恩 (C. Wren, 1632–1723) 都無能為力的一個問題，亦即受平方反比重力影響的行星，其運動軌跡為何？沒想到，哈雷才一問，牛頓馬上就回答說是橢圓。哈雷大吃一驚，希望能看到證明。牛頓一時找不到原先的證明，答應哈雷儘快補一份給他。數個月後，牛頓寫出一篇短文〈論運動〉(“De Motu”) 給哈雷，裡頭已有《原理》一書的雛型。在哈雷的敦促下，牛頓才著手撰寫《原理》，完整地闡明他的力學體

系。從 1685 年初至 1686 年中，花了一年半才完成。科學史家認為，牛頓應該是在 1679–1680 年間解決了行星軌道問題，卻沒公開宣揚。為什麼牛頓會如此，仍是個謎，沒有定論。

了解些許數學發展史的人都知道牛頓也是微積分的發現者之一（萊布尼茲 (G. Leibniz, 1646–1716) 稍後也獨立發現了微積分）。在《原理》中的許多證明當然涵括了微積分的精神。但是讀者可能還是會訝異牛頓在書中沒有明明白白地使用微積分的語言。這使得現代讀者在閱讀時會感到困難。名天文學者強得拉色卡 (S. Chandrasekhar, 1910–1995) 在過世前數年曾仔細研讀《原理》。他的方法是在看到一個定理敘述之後，先嘗試自己證明一遍（當然他佔了三百多年「後見之明」的便宜），然後再對照牛頓的證明。他發現牛頓的證明往往是更高明的，由此他才能更深切地體認牛頓的數學天才。強得拉色卡還以他的經驗為一般讀者寫了一本《原理》現代版 (*Newton's Principia for the Common Reader*)，不過讀者會發現這本現代版還是不好讀。

《原理》英文譯本出版於 1729 年，譯者是莫特 (A. Motte)。他不是什麼顯赫的學者，不過顯然翻譯的功力不錯，二百多年來沒有新的替代譯本出現，僅在 1934 年有新的修訂版而已。一直到 1999 年加州大學出版社才推出全新的英譯本，譯者是名科學史家寇恩 (I. B.

Cohen, 1914–2003) 與惠特曼 (A. Whitman, 1937–1984) 女士。寇恩還寫了一長篇導讀。對現代讀者（如我）而言，使用現代詞彙的新譯本顯然是更易入手的。不曉得什麼時候才能看到類似的摩登中文譯本。

2

兩種文化？

英國人查爾斯·史諾 (Charles P. Snow, 1905–1980) 於 1959 年 5 月在劍橋大學一年一度的「瑞德講座」發表了一場演講，名為「兩種文化與科學革命」。史諾的「兩種文化」指的是兩類差異甚大且漸行漸遠的知識分子，也就是文學家與科學家。一邊是「懷舊而保守」，另一邊是「膚淺而樂觀」。他們彼此不相契投，甚至可以說相互還有點敵意，說這兩類人活在不同的文化中並不為過。史諾舉詩人艾略特 (T. S. Eliot, 1888–1965) 與物理學家拉塞福 (E. Rutherford, 1871–1937) 為兩大陣營的代表人物。所以史諾的兩種文化就是科學文化與非科學文化。而文學家只被當作非科學文化氛圍的代表，因他們最能「說出非科學社群的感受」。而史諾的科學社群也包括了技術專業人員。今天我們常把人文（包括宗教、哲學、藝術、文學）與科技對比在一起，這與史諾兩種文化原意相去並不遠。

史諾顯然認為他可以跨越隔離兩種文化的鴻溝，他所依恃的是他受過正統的科學訓練，曾在知名的卡文迪西實驗室研究紅外線光譜，熟識許多知名的科學家。而且後來他開啟了寫作生涯，出版過一系列暢銷

的小說。所以他有物理學家與小說家雙重身分，取得談論兩種文化的某種權威性。在演講中史諾抱怨科學與文學相互不了解，對英國來說是一大損失。科學家固然沒有什麼藝術涵養（頂多「讀過一點狄更斯 (C. Dickens, 1812-1870)」)，傳統文人對科學的無知更是嚴重。史諾認為「熱力學第二定律」應該和莎士比亞 (W. Shakespeare, 1564-1616) 作品一樣是每個人必備的知識。他很遺憾學生只接受了專業化教育，不能成為健全的人才。

史諾對科技寄予很高的期許。因為有科技，人類才能免於飢餓與疾病，延長壽命。現在我們可能不易想像在十七、十八世紀人類的平均壽命約只有現今的二分之一而已。要消除富國與貧國的差距也必得依賴科技。無論是政治家還是文學家都必須有足夠的科學素養，不能對科學一無所知。

史諾的演講稿後由劍橋大學出版成書，迴響不斷。有熱烈贊成的，也有嚴詞批評的。很多人認為當務之急在於提昇非科學家的科學素養，而非提昇科學家的文學素養。史諾對於科技發展所懷抱的樂觀態度，也有人很不以為然。即使是兩種文化的說法也引人非議：科學與非科學的分界線真有那麼明確嗎？兩者的分野是科學哲學家日夜苦思卻還一直講不清楚的事。科學家之間的異質性也被忽視了。一位理論物理學家與海洋生物學家的差異恐怕不小於他與哲學家的差異。把

技術與科學不加區別地擺在一起也有人不贊同。

這些批評在史諾看來都沒能夠擊倒他的論點。他認為他的文章能夠引出一大堆的討論文獻，證明了他的想法「一點都不具原則性」，因為「早已瀰漫在空氣中」，他不說也會有其他人將它說出來。而且這些想法就算是不全然正確也「必然有些道理」，才能引發共鳴。

在臺灣，不論是官方或民間，也很熱中於人文與科技的對話。早在二十年前就有代表人文科學的余英時(1930-)與代表自然科學的吳大猷(1907-2000)對談兩門學問「應如何均衡發展」。近兩三年來，這種對話的場合越來越多，只是與談者多已改由佛教高僧與半導體業巨人上場。對談的焦點則為如何加強人文關懷與肯定人的尊嚴。從這些轉變，我們可以看到科技在現世社會的高度優勢地位。雖然科技專家的道德感並沒有明顯地低於（或高過）文學家、政治家、或木匠，人們還是很擔心科技人忽視了他們的道德責任。所以大家就轉向宗教，期待它可以發揮「教化」的功能。

在西方國家，科學與宗教的關係也一直是停不下來的話題。不過他們多半在爭論兩者之間的矛盾與衝突，不似我們比較有實用傾向的討論。就理念上講，科學可算是人文的一部分，二者都是人以其主體意識去創造出來的東西。所以科學不應該與人文或宗教去對話，反而是人文應該與宗教對話，大家可藉此好好

省思人存在的意義。

為了回應眾多的評論，史諾在 1963 年發表了〈兩種文化：重新審視〉一文，文中並沒有改變他的基本立場，不過他倒是同意以「熱力學第二定律」做為一般人的科學知識的判準是不恰當的，因為它太難了。史諾提出一個新的判準：分子生物學，認為它應該是「大眾文化裡不可或缺的科學常識」。今天基因已成為大眾非常熟悉的詞彙，回頭看我們還是得稱讚史諾的眼力。