

科學人的年代

20世紀:科學發展最快速的100年

The Age of

Science

What Scientists Learned in
the Twentieth Century

4 大眾科學館



Scientific American 前發行人

Gerard Piel 著

張啟陽 譯

國家圖書館出版品預行編目資料

科學人的年代 / Gerard Piel 著 ; 張啟陽譯. -

- 初版. -- 臺北市 : 遠流, 2003 [民92]

面 ; 公分. -- (大眾科學館 ; 4)

譯自 : The age of science : what
scientists learned in the 20th century

ISBN 957-32-4842-5 (精裝)

1. 科學 - 歷史 - 20世紀

309

92000475

Contents 目錄 科學人的年代

大眾科學館出版緣起

作者序 科學人與我.....6

1938年，我進入《生活》雜誌工作。不料，我對科學的完全無知竟然超越我學歷史的背景，變成一項利多條件。當時，擔任《時代》主編的畢陵思被派去主持剛剛以重金併購的《生活》，新官一上任，馬上決定讓這份以照片為主的雜誌變成公司的招牌，並且極力想以各式各樣的報導內容，達到社會教育的功能。他指派我負責報導科學方面的東西，理由是我對科學的無知總比半桶子水安全，只懂一點皮毛的人做起事來反而危險。

第一章 科學與科學家.....17

科學是一種過程，包括對意義的不斷追求與評鑑，以及隨時反省自己是否正在做該做的事、是否明辨是非。如此的反省、判斷、和接受，構成了知識的基礎。這些事情只能由我來做，無人能越俎代庖……。它們有如我的牙疼，是我的隱私；缺少了它們，科學就完了。

第二章 知識大革命.....57

愛因斯坦在專利局任職的那段時期，就已經預示他日後的成就；他於1907年已經有了「畢生最得意的想法！」他回憶說：「這個想法是這樣的……對於一個從屋頂自由落下的觀察者而言，絕無重力場的存在——至少在他的近旁是如此」。因此，重力場應該跟運動電荷產生的磁場一樣，其存在是相對的。

第三章 光與物質..... 121

1908年，劍橋大學的泰勒做了一個實驗，顯示光子同時具有粒子性和波動性。他利用一個非常微弱的光源——約每一小時才發出一個光子——做雙狹縫干涉實驗，並用照相底片來記錄實驗結果。經過數個星期的連續曝光，底片上出現楊格當年所得到的干涉圖案。50年後，英國羅徹斯特大學的傅立果和曼岱爾做了一個實驗，確定光子既是波也是粒子。

第四章 空間與時間..... 179

廣義相對論的方程式告訴我們，重力係以完全不同的方式在運作。由質量所施的重力並非作用在其他質量上，而是作用在承載質量的時空上。在古典物理學裡，空間和時間是互不相干的、絕對的，是所有事件發生的舞台。但光速這個「無法超越的極限」卻將它們融合為一，成為四維時空。

第五章 生物細胞的奧妙..... 239

華生在《雙螺旋》一書中，記錄了解開DNA分子構造的經過，使得該書成為科學暢銷書。華生曾在印地安納大學取得博士學位；當時，穆勒也在該校主持遺傳學的研究。之後，華生與布拉克實驗室的X射線結晶學家克里克合作，終於做出這項劃時代的發現。他們正確地推知，核苷酸裡的鹼基——嘌呤和嘧啶——兩兩相連，形成蜿蜒的階梯狀，兩側則是磷酸-糖串起來的螺旋鏈。

第六章 地球歷史與生命演化..... 305

到目前為止，地球上最古老的岩石發現於格陵蘭南部的伊休亞，年齡為38億年，這些岩石中已經帶有生命的跡象。一層層細顆粒、富含氧化鐵的紅色岩石之間，夾雜著幾乎由石英之類的矽酸鹽顆粒所構成的岩層；這樣的「條紋含鐵岩層」告訴我們，生命的起源是在地球歷史最初十億年內的事。

第七章 工具與人類演化..... 369

人類最早使用的石器——1950年代在東非發現——即是目前所知「智人」的最早祖先運用客觀知識的明證。這些250萬年前的器具是人屬由人科分支出來的明證。這批出土的石器，不僅數量、種類繁多，也十分精緻，而且各具用途。直到20世紀中葉，人們還以為智人是最早的工具製造者；會製造工具是人類的身份象徵。但目前我們已經知道，智人之前的人科動物才是最早的工具製造者。



科學人的年代

20世紀：科學發展最快速的100年

The Age of Science

What Scientists Learned in the 20th Century

Gerard Piel／著 張啟陽／譯

大眾科學館

出版緣起

王榮文

二〇〇二年三月，遠流引進了全球科普雜誌的第一品牌、有一百五十多年歷史的 *Scientific American*，創辦了《科學人》雜誌，在這個景氣不太好的年頭，短短幾個月之間訂戶人數已達兩萬多。

這個現象所傳達出來的訊息，是廣大群眾對於科學知識的需求，已經攀上新的高峰；大家都認識到，在二十一世紀的今天，科學不再只是科學家在實驗室裡埋頭苦幹的事情而已，科學研究所產生的結果，會影響到我們每一個人；從日常生活到社會議題到人生哲學，到處都充斥著科學的影子，科學早已成為「眾人之事」；要是追不上科學發展的步伐，您可能會和社會脫節！

而事實上，作為一家出版社，遠流也早已體認到提昇全民科學素養的重要性，陸續出版了曾志朗院士的《用心動腦話科學》、「台灣館」的「觀察家」、「台灣自然寶庫」、「魔法校車」等系列；更邀請到認知科學學者洪蘭教授，來策劃「生命科學館」的出版，負責選書、甚至也親自參與翻譯的工作，就生命科學這個可能是二十一世紀最重要的課題，提供讀者相關的知識，從二〇〇〇年二月起，陸續出版了《基因複製》、《為什麼斑馬不會得胃潰瘍？》、《深海潛魚4億年》及《腦內乾坤》等十多種圖書。

現在，《科學人》現象讓我們深切覺得，華文讀者對於科普出版品還有許多期待，範圍可擴大到其他的科學領域。這也是為什麼我們要開闢「大眾科學館」此一系列書籍的緣由。

我們覺得，科學叢書的出版與科學雜誌正好可以相輔相成。一般說來，雜誌必須同時關照各個科學領域的不同面向，就全球各地的科學發展，為讀者提供介紹及解讀的服務；科普圖書則可以就某個單一的主題，不用太擔心篇幅或版面的限制，盡情討論。而透過《科學人》雜誌，我們可以和全球各地的華文

科學家有更積極的互動；透過科普圖書，他們則可以從華人科學家的獨特觀點出發，細說從頭。

因此，就像我在《科學人》創刊時提出的，希望「借用他山之石所搭建的知識平台，能讓科學與科學之間、科學與人文之間，找到對話的窗口。」當然，更希望爭取國內一流科學家的科普心血結晶。

如果說，《科學人》可以讓人人都能成為科學人，那麼人人也都可以光臨「大眾科學館」和「生命科學館」，悠閒地逛逛。在這裡，您可以從微小的基因結構逛到宇宙深處、或數學的奇妙世界，也可以看看科學家如何發現到各種突破既往的概念，對我們個人或社會帶來什麼樣的影響。

希望大家閱讀這些出版品時，都可以吸收到各種重要的科學知識，同時度過一段美好的知性時光！

Contents 科學人的年代

目錄

大眾科學館出版緣起

作者序 科學人與我.....6

1938年，我進入《生活》雜誌工作。不料，我對科學的完全無知竟然超越我學歷史的背景，變成一項利多條件。當時，擔任《時代》主編的畢陵思被派去主持剛剛以重金併購的《生活》，新官一上任，馬上決定讓這份以照片為主的雜誌變成公司的招牌，並且極力想以各式各樣的報導內容，達到社會教育的功能。他指派我負責報導科學方面的東西，理由是我對科學的無知總比半桶子水安全，只懂一點皮毛的人做起事來反而危險。

第一章 科學與科學家.....17

科學是一種過程，包括對意義的不斷追求與評鑑，以及隨時反省自己是否正在做該做的事、是否明辨是非。如此的反省、判斷、和接受，構成了知識的基礎。這些事情只能由我來做，無人能越俎代庖……。它們有如我的牙疼，是我的隱私；缺少了它們，科學就完了。

第二章 知識大革命.....57

愛因斯坦在專利局任職的那段時期，就已經預示他日後的成就；他於1907年已經有了「畢生最得意的想法！」他回憶說：「這個想法是這樣的……對於一個從屋頂自由落下的觀察者而言，絕無重力場的存在——至少在他的近旁是如此」。因此，重力場應該跟運動電荷產生的磁場一樣，其存在是相對的。

第三章 光與物質..... 121

1908年，劍橋大學的泰勒做了一個實驗，顯示光子同時具有粒子性和波動性。他利用一個非常微弱的光源——約每一小時才發出一個光子——做雙狹縫干涉實驗，並用照相底片來記錄實驗結果。經過數個星期的連續曝光，底片上出現楊格當年所得到的干涉圖案。50年後，英國羅徹斯特大學的傅立果和曼岱爾做了一個實驗，確定光子既是波也是粒子。

第四章 空間與時間..... 179

廣義相對論的方程式告訴我們，重力係以完全不同的方式在運作。由質量所施的重力並非作用在其他質量上，而是作用在承載質量的時空上。在古典物理學裡，空間和時間是互不相干的、絕對的，是所有事件發生的舞台。但光速這個「無法超越的極限」卻將它們融合為一，成為四維時空。

第五章 生物細胞的奧妙..... 239

華生在《雙螺旋》一書中，記錄了解開DNA分子構造的經過，使得該書成為科學暢銷書。華生曾在印地安納大學取得博士學位；當時，穆勒也在該校主持遺傳學的研究。之後，華生與布拉克實驗室的X射線結晶學家克里克合作，終於做出這項劃時代的發現。他們正確地推知，核苷酸裡的鹼基——嘌呤和嘧啶——兩兩相連，形成蜿蜒的階梯狀，兩側則是磷酸-糖串起來的螺旋鏈。

第六章 地球歷史與生命演化..... 305

到目前為止，地球上最古老的岩石發現於格陵蘭南部的伊休亞，年齡為38億年，這些岩石中已經帶有生命的跡象。一層層細顆粒、富含氧化鐵的紅色岩石之間，夾雜著幾乎由石英之類的矽酸鹽顆粒所構成的岩層；這樣的「條紋含鐵岩層」告訴我們，生命的起源是在地球歷史最初十億年內的事。

第七章 工具與人類演化..... 369

人類最早使用的石器——1950年代在東非發現——即是目前所知「智人」的最早祖先運用客觀知識的明證。這些250萬年前的器具是人屬由人科分支出來的明證。這批出土的石器，不僅數量、種類繁多，也十分精緻，而且各具用途。直到20世紀中葉，人們還以為智人是最早的工具製造者；會製造工具是人類的身分象徵。但目前我們已經知道，智人之前的人科動物才是最早的工具製造者。

科學人與我

在這本書中，我想要告訴各位讀者，過去數十年間，我弄懂了科學家在20世紀當中弄懂了些什麼。總歸一句話：科學的研究和發展，讓我們對周遭的世界逐漸有個完整的瞭解，並且在這個世界裡找到自己的定位。人類除了以天意解釋萬事萬物以外，這幅大自然的圖畫從未如此完整過。在我們周遭的世界裡，甚至在超乎我們感覺的世界裡，科學都為人類開啟了許多嶄新的知識領域、增進理解。

與以往不同的是，科學知識的理解係建基在可驗證的人類經驗上；而這些經驗主要都是在20世紀中才被發現的。20世紀的最後數十年間，各種不同科學部門的研究結果，都不約而同地指向相同的幾個終極問題。在客觀科學知識的重新幫忙定位下，幾個古老的問題都變得跟生命息息相關。研究工作還在進行當中，不斷地因為新實驗證據的出現而發揚光大或遭到修正。

這些新知識的客觀性質，已經透過各種科技無比的深度和廣度，向社會大眾展示過了。科技固然賦予個人和社會無所不能的力量，但伴隨而來的經濟上、社會上、環境上的改變，其速度、規模、不可恢復性，都使人不得不重新檢視目前人類行為所依循的一些大前提。

面對這種重新檢討的要求，科學界一向表現出理性、容忍、與自制的良好示範。

我必須聲明在先，本書中拼湊出來的這幅科學圖畫完全不會在正式科學文獻中重現。科學文獻的作者幾乎不談科學的重要性；因為同領域裡的科學同儕早就對科學的重要性了然於胸，否則根本不會投身其中。

跟大多數人一樣，我不是科學家，我只不過自動自發地想拼出這個圖像而已。我也希望各位讀者能從這裡找到材料和動機，拼出一張自己的圖。

身兼作家、總編輯以及發行人的我，在20世紀後半科學客觀知識如火如荼展開之際，一直都在當一個觀察者。我的職業是將科學各部門的研究成果報導給廣大的社會大眾，其中有許多讀者希望跟隨科學界的進展一起邁進。

我和我的同事們所面臨到的挑戰，是如何滿足這批讀者的興趣；首先要面對的，是大部分科學家對其他非本行的領域所具有的興趣；他們生來就想瞭解周遭世界的一切。其實，每一個小孩都是天生的科學家；這些最後會去當科學家的，好奇心又比一般人更濃厚。但經過一陣子，他們馬上發現必須縮小興趣的範圍，選定一個專長。而在其他領域裡，他們雖然是門外漢，但還是會想盡辦法參一腳，儘管所知不多，但有隨時接受意外驚喜的心理準備，可說是一群如假包換的熱心門外漢。假如我們無法滿足他們的好奇心，就再沒有資格講什麼話了。

我之所以會發現廣大社會中有一群人具有這種需求，可說是純屬偶然；1940年代，我在剛創刊不久的《生活》雜誌（*Life*）擔任科學編輯，這是一份以圖片為主的大眾化刊物。

在這一段見習期間，我發現了這個讀者群，於是開始籌劃創辦一份科學雜誌。就在尋找合夥人、工作人員以及籌募所需的經費時，我的老闆的遭遇給了我一個靈感；原先《生活》雜誌已面臨停刊的窘境，而被《時代》雜誌（*Time*）併購。於是，我如法炮製，買下了創刊102年、但已面臨停刊的《科學美國人》（*Scientific American*），於1948年5月以同一名稱推出新版的第一期。

這成了我終身的事業，但其實我的背景卻跟這件事相去甚遠。1937年，我以第二等榮譽畢業於哈佛學院（Harvard College）時，拿到的是歷史系的學士學位，對科學可說是一竅不通。我跟目前美國大部分國中、小學的學生一樣，對數學和科學課程完全敬而遠之。算術課有如軍事操練，全部靠死背，令人不敢恭維。在怎麼學也學不會的情況下所產生的挫折感，使學生們對後續的代數和其他數學更加排斥。

科學課程也都是紙上談兵。當時高中和大學的課本都只是薄薄的八開本，不像目前學生書包裡所裝的四色印刷四開本——其中一些最好的版本由富立曼

公司（W. H. Freeman & Co.，《科學美國人》的一家子公司）出版。老師教給我的物理知識也少得可憐；物理學，我的老師說，已全被研究清光，全都寫在一本薄得不能再薄的綠皮書內；更絕的是，其中一位作者（Charles Elwood Dull）竟然姓「呆」（Dull）。測量水的沸點是典型的物理實驗，我早就知道那是華氏212度。實驗課本說是攝氏100度。我量來量去總是得不出這個數據，記得當時得到的平均值是攝氏98.6度，有很長一段時間，我仍然搞不清楚那究竟是怎麼一回事。

從《生活》到科學

我在哈佛就讀時，接觸到與科學最「相近」的經驗都是在社會學的課後輔導中得到的，一位名叫墨頓（Robert K. Merton）的研究生為了實踐嚴師出高徒的古訓，便規定我讀遍大師們的著作：托尼（R. H. Tawney，英國社會學家）、涂爾幹（Emile Durkheim，法國社會學家）、馬克思（Karl Marx）、桑巴特（Werner Sombart，德國經濟史學家）、韋伯（Max Weber，德國社會學家），甚至於作品剛被翻成英文的巴雷多（Vilfredo Pareto，義大利社會學家）等。從社會學我慢慢轉而專攻歷史。

1938年，斑斑史蹟清楚顯示，第二次世界大戰已經迫在眉睫，為實現當戰地記者的志願，我進入《生活》雜誌社工作。不料，我對科學的完全無知竟然超越我學歷史的背景，變成一項利多條件。當時擔任《時代》主編的畢陵思（John Shaw Billings）被派去主持剛剛以重金併購的《生活》雜誌，新官一上任，馬上決定讓這份以照片為主的雜誌變成公司的招牌，並且跟《時代》雜誌一樣，要以各式各樣的報導內容，達到社會教化的功能。（老實說，這個理想一直都沒有達到，只要瞄一下超市櫃台旁所擺的版本即可知端倪）。他指派我負責報導科學方面的東西，理由是我對科學的無知總比半桶水安全，他相信只懂一點皮毛的人做起事來反而危險。

接下這個任務之後我馬上發現，當時根本沒有所謂的科學雜誌可供參考。

我的同事們——報導國內外新聞的啦、體育新聞的啦、好萊塢新聞的啦、藝文娛樂新聞的啦——都有許多資料來源（例如《紐約時報》），都知道下一期的《生活》文章要怎麼寫。而我呢，我發現科學資料只限於科學界自己的出版品，而且數量多得不得了。不過，這些極為專業的期刊僅限於每一個狹窄領域，針對其研究結果做內行人交流之用，別說外行人根本看不懂，不同領域的科學家也一樣看不懂。我發現沒有一個地方可以獲得科學資訊，包括《紐約時報》——雖然目前他們的科學報導做得相當不錯。

當時的科學家對媒體報導任何東西都抱持極為慎重的態度，這不是沒有原因的，他們常常因為一篇過度渲染或失實的報導，被弄得下不了台。記得為了說服頭兩位做研究的科學家跟我及攝影師合作，報導他（第一位）及她（第二位）的研究工作時，曾經花了好大一番功夫。不過，在我成功的將前幾篇報導登在《生活》上之後，要說服其他科學家跟我合作就容易多了。

其中一個原因，是因為攝影機會說話，照片有辦法將事情本身所具有的趣味性表現出來，取悅讀者的乏味工作因此變得趣味盎然。其他許多大眾刊物為吸引讀者的注意，往往做誇大煽情的報導，讓科學家們尷尬不已，無形中破壞彼此的關係。一張成功的照片勝過千言萬語，可以化腐朽為神奇。我為照片所撰寫的說明和故事，也終於被認為相當貼切，因為我的科學家合作者一直堅持要審閱我的原稿。事實上，他們為了我的報導而花的工夫並不比我和攝影師少，理應擁有這項權利。

總之，這是有史以來第一次，大眾雜誌上出現負責任的權威性科學報導。1944年夏，我發現自己大受科學家的歡迎，只要我找上他們，他們都樂於協助。甚至連高高在上的洛克斐勒醫學研究所（Rockefeller Institute，為洛克斐勒大學前身）都願意和我合作一篇報導。那是有關首度分離出某種病毒並分析出其化學結構的故事，為該機構成員史丹利（Wendell Stanley）所完成的壯舉，後來於1946年獲得戰後首度頒發的諾貝爾化學獎。承蒙史丹利的協助，以及慨然借給我們一瓶菸草鑲嵌病毒（tobacco mosaic virus）；我和我的首席攝影師郭樂（Fritz Goro）因而得以將該病毒獨特的幾何形狀以四色印刷顯示出來。

這時候我知道，我的科學部門已經在《生活》四百萬訂戶中，分離出一群熱心的支持者；他們對我刊在雜誌上的文章的熱烈反應使我瞭解到，他們雖然對本行的東西非常清楚，但跟我一樣，迫切需要一本科學雜誌。

「機密」不祕密

同時，我因為工作之便，不斷獲悉許多不能報導的事情。這更讓我深信，一份科學雜誌必須有獨立自主的編輯立場；但我不會把這個想法透露給我的老闆知道。我的科學基礎雖然很差，我卻獲知了當時正在製造原子彈的「祕密」消息。

消息的主要來源，卻是新聞檢查制度本身。早在1942年，畢陵思即因業務上的需要，讓我看了一封由華盛頓戰時新聞檢查署發來的電報，要求全國媒體遵守先前的約定，做好自律的工作。電報中列舉了一長串的自律項目，最開頭是「原子能」，就目前我記憶所及，接下來是「鐳」、「鈾」、「同位素」、「臨界質量」及「核裂變」等等。

核裂變的現象係由德國人韓恩（Otto Hahn）及同事麥特娜（Lise Meitner）發現的（後者逃離納粹德國先避居瑞典，然後於1939年來到哥倫比亞大學），在我進入媒體工作之前，已經不算什麼新聞了。但新聞檢查署來的這封電報卻自己洩了底，讓人看了之後覺得裡面大有玄機，而且一定跟戰爭有關。電報中所列的項目成了我找資料的最佳指南。

我發現，這些資料在公開的文獻中俯拾皆是，只要看得懂的人都知道原子武器的原理及製造方法。當然，我不是很容易看懂這些東西，但在強烈企圖心的驅動下，居然可以稍微弄懂費米（E. Fermi，義裔美籍物理學家，1938年諾貝爾獎得主）和惠勒（J. A. Wheeler，美國物理學家）等人的論文裡面的一些內容。除了原始文獻之外，我幸運的找到了一本於1939年出版的大學教科書，這是在美、英、法各國物理學家們開始隱匿工作成果之前的事，其中有一章斷言由原子核可釋出大量的能量。

我的自修成果，使我輕易的透過每一次和新聞檢查人員的接觸中，獲知原子彈計畫的進展情形。有一次，當我們在伊利諾大學拍攝那台漂亮的質譜儀（mass spectrometer）時，尼爾教授（A. O. Nier）突然拒絕繼續合作，似乎有什麼難言之隱。在那篇報導中，我等不及要跟讀者分享我剛知道的事情：物理學家有能力分離極為相似的原子，這是化學家做不到的。而分辨這些原子可能非常重要，因為由於質量的差異，化學性質相同的「同位素」可能顯示完全不同的物理性質——比如說在連鎖反應中的裂變傾向。由於新聞檢查官員的多事，讓我知道質譜儀已經被認真考慮作為分離同位素鈾235（地球上較稀少但較易裂變）與鈾238（較豐沛但不易裂變）的一個方法。

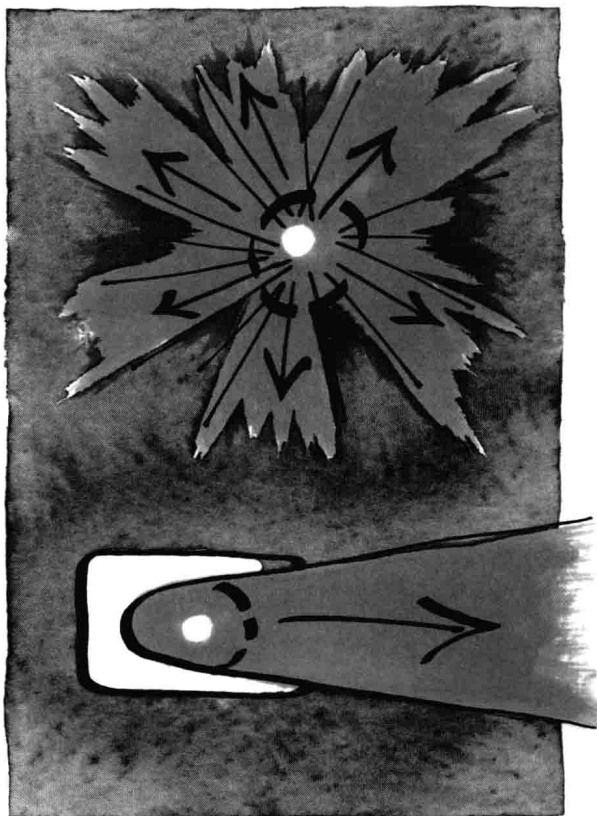
神祕的「曼哈頓」

難怪，本來在哥倫比亞大學研究鈾裂變的一票科學家，通通被調到芝加哥去。接著，我又被警告不得採訪波耳（Niels Bohr）這位從丹麥逃出來的教授，甚至說我的「保密層級」不夠，連波耳是否在美國境內都不准過問。我第一次聽到「曼哈頓計畫」（Manhattan Project，二次大戰時美國的原子彈製造計畫）這名稱，是某個夜晚在曼哈頓的一條無人街道上，從一位加拿大政府的採購人員那邊聽來的，他壓低聲音問我，對這玩意兒知道多少。在戰爭期間，加拿大政府獲取資源的「優先次序」，當然比不上正在田納西州進行的曼哈頓計畫。有一次，我在柯達公司（Eastman Kodak）的餐會上，無意中聽到說，他們有一位年輕有為的物理學家因為「被派到田納西」而免服兵役，我馬上猜到在那荒山野外正在進行著什麼事。

沒有多久，1944年夏末，我長久以來的臆測終於被約翰霍普金斯大學（Johns Hopkins）的物理榮譽退休教授伍德（R. W. Wood）所證實。當時，他正在協助我們製作一則有關「穿甲彈」的報導。德國軍隊在1941至1942年的北非沙漠戰役中，因為擁有這種反坦克砲彈而所向無敵。美國軍隊也馬上跟進，採用這種武器，而且由於敵方早已使用，這項武器便不被列為機密。

其實早在20世紀初，伍德已經從美國海岸防衛隊所發表的一份技術報告中，知道這些研究的存在。有一位軍需專家發現，裝甲金屬可以很容易被打穿，只要將打到裝甲表面的彈藥製成適當形狀即可；在該篇報告中，他利用穿甲子彈在一片海軍使用的裝甲鋼板上打出「USA」三個字母的模樣。根據這篇文章的內容，伍德曾教導巴爾的摩警方如何打穿保險箱。結果他們發現保險箱門上的洞口非常整齊，沒有任何碎屑產生，只在裡面找到幾滴凝結的熔鋼。可惜伍德的發現並未引起美國軍方人員的興趣。

在北非戰役中，德國人已經證實，反坦克穿甲彈可將爆炸能量集中在一個方向——前方——而不會往四面八方散失。承蒙伍德的協助，我們攝得的照片顯示，爆炸的單向能量流所產生的力道，係由襯在炸藥中圓錐形凹槽裡的金屬片蒸發後之超高速、高質量原子所提供。砲彈前端的圓錐形鼻子可用來穿透空氣，裡面還可裝引信；結果，高級物理原理達成了穿甲的目的。



圖序-1 反坦克穿甲彈能量集中在一個方向，不會四散。

安全人員弄巧成拙

在我們的照片中，那些蒸發的金屬原子之所以被看得一清二楚，是因為我們使用伍德以塑膠複製成功的繞射光柵（diffraction grating），據說這種光柵是人

類手工製品中最完美的東西。我們用這件複製品當作我們攝影機鏡頭的濾光器。第一批完美的光柵是羅蘭（Henry Augustus Rowland）製造出來的，伍德還在念研究所時，曾跟隨羅蘭學習，後來接替其教授職位。第二次世界大戰爆發之初，已經負責實驗室的伍德發現美國的參戰替他帶來不小的商機，他使用塑膠來複製羅蘭的光柵，以應付市場之需，而這些以極低成本製造出來的光柵，和本尊同樣完美。經由這種塑膠光柵的作用，也就是將穿甲彈蒸發之金屬所發出之光線加以偏折，《生活》的讀者得以清清楚楚看到彈藥引爆時的情形。

購買光柵複製品的客戶當中，有一個大主顧，伍德只知道他的代號叫做曼哈頓計畫。由於安全人員基於保密的理由，拒絕告訴他曼哈頓計畫使用這種光柵的目的何在——其實如果他們肯告訴他，他可以依據需求做進一步的改良——使他反而為此苦思良多。直到遇上我這個聽眾之前，他對安全人員無視他的年高德邵、崇隆聲望，如此的提防他深感憤慨，不過他從未對外發作。但既然他們如此不信任他，沒有授與他那種神祕的機密人員身分，他反而可以毫無顧忌的說出自己的猜測。事實上，曼哈頓計畫係利用他的光柵，在質譜儀裡嚴密監控所有需用材料的純度，包括將可裂變的鈾235自穩定的鈾238中分離出來，並累積至可供工業用的數量。根據光柵訂單的時間和數量，伍德可以推算出曼哈頓計畫的進度；當時，他的估計是，生產出來的鈾235已經有若干個臨界質量（critical mass，足以引發連鎖反應的最小質量）了。

我們這篇有關穿甲彈的報導其實跟原子彈有某些關聯。伍德解釋說，穿甲彈的原理提供了一個最有效的方法，也就是利用內爆方式（implosion）將可裂變物質引爆，亦即將鈾235或鈾（plutonium）和炸藥裝填在一個空心的球內即可。因此，伍德在跟我一起製作這篇穿甲彈的報導時，等於是在玩弄新聞檢查當局，幸好沒有出事。同樣是洩露類似的「機密」，羅森堡夫婦（Julius and Ethel Rosenberg）於1953年被處決了。

伍德認為原子武器的出現是遲早的事，但他堅信原子彈的製造是一件魯莽的犯罪行為。放射性落塵的長期影響尤其令他憂心忡忡。他一直想讓我瞭解這種炸彈的可怕，因為他認為媒體應該盡點力，若有可能的話，盡力阻止原子彈