

當代德國思潮譯叢 ⑥

物理中的哲思

Max Born 著 · 陳永禹譯

孫志文主編



當代德國思潮譯叢⑥

物理中的哲思

孫志文・主編

Max Born 著 陳永禹譯

物理中的哲思

當代德國思潮譯叢⑤

72.5.0619

中華民國七十二年五月初版
中華民國七十三年五月第二次印行
保有版權・翻印必究

定價：新臺幣一〇〇元

主編者	孫志文
著者	Max Born
譯者	陳永禹
發行人	王必成

出版者 聯經出版事業公司
臺北市忠孝東路四段557號
電話：7681234 — 2317
郵政劃撥帳戶第 100559 號

行政院新聞局出版事業登記證局版臺業字第0130號

• 11009-6 •

德國對現代問題的看法

孫志文

我們生活在一個深受科學科技思考控制的時代，在過去十年我們在臺灣經驗了一場飛快的經濟工業建設。我們這一代成功的故事如何？只有留待後人才能夠分曉。一般說來，現代人在克服自然、利用自然來滿足基本需求上是成就非凡的。生活水準提高、全國人民享受了便利的通訊網、普及的國民教育，這些及其他的現象都是近年我國全面轉型的一部分。

今天一般人的生活要比任何時代都來得舒適，但是對於現況我們仍有不安全之感，展望前途還有許多嚴重的問題。人是從自然中解放了，但我們卻因此感到孤立。我們現在對於自然及人類自身的知識十分豐富，但我們卻不知道這些知識的意義何在；也不知道如何好好利用這些知識。我們現在幾乎有絕對的思想自由，思想和意見上也極為多元化，但今天有誰來告訴我們生命的根本？有誰替我們決定那些才是要緊的事物？在世界的歷史上，全國百姓都能分享到國族的生命和文化，這是前所未有的進步，但什麼是現代化國家的文化和生命？每一個兒童都能上學受教育，今天也是歷史上的頭一回。但是，有關教育目標和教學方法的問題在歷史上也從來沒有像今天這樣難以解答。

此外，身為有責任感的時代公民，我們應該反省下列的

事實：科學科技的成就已經把整個地球的前途帶入了重重危機中。世界文明能否延續，甚至地球上生命能不能繼續存在都受這多重危機的威脅。人口遽增的風暴、自然資源急速的消耗、核子武器對整個人類生存的威脅，還有我們醫藥取向的社會在遺傳上的退化，只要這些問題中有一問題不能解決，我們便會步向自我毀滅的絕境。另外，為解決這些問題所需採取的組織控制、自由幅度的收縮也不無可能使我們墜入一個心智活動停滯的社會。

我們必須認識：今天的問題是人類前所未有的問題。以審數增加的科技成就和快得無法讓社會跟得上的科技發展都把我們逼入一個空前的問題死角。不像過去，我們現今已接近了自然的盡頭。有很多自然的限制在今天即使未來的科技也是沒有辦法克服的，傳播的速度不可能比光速快，我們也不能比軌道速度快，我們也不可能靠移民太空來解決人口問題，我們消耗地球燃料也不能太快，因為地球增加普遍溫度一度，兩極的冰山就會開始溶化。在現代武器方面，還有什麼能比今天的武器更能置人於死地呢？這不是末日的預測，這僅是說明：人類若要繼續生存，並在自由、和平中生存就應該明白——我們的教育社會及政治組織對於完成此項目標所必須的思想和行為上的大幅調適到現在仍無準備。我們要認真省思人類今天的處境，這方面的思考勢必引導我們認識今天首要的工作，就是喚醒所有有責任感的時代公民奮起共同謀求人類新的精神境界。

文化在創新途中，我們體認人類唯有達到一個新的精神修為才通得過現代大量的知識、衆多的機會、多種嚴重問題的考驗。在尋求健全教育的基礎結構，我們會碰到很多問題（例如，如何確立正當的學習理論、教學方法及適當的教學目標等）。缺乏學術的基礎結構也會造成許多問題（尤其在

各科學基礎上沒有哲學反省的話）。若無科學整合的研究興趣，各學科的分裂也是問題。許多現代的科學、科技、宗教、倫理的概念若不加以澄清和解釋，這也是問題之源。問題也出在進步的工業社會生活和傳統價值之間愈來愈大的差距。對於二十世紀文化中知識與價值、真與善、科學與宗教間愈演愈大的裂痕我們深懷恐懼，這種分裂若說不致於根本斷送人類命運，至少也具有極強烈的破壞力。許多維繫價值的傳統信仰與哲學將逐漸不為人所採信，最後這些傳統的東西會失去原有的力量，然而在科學時代人類的成全或說是解救，不但是需要而且是非得有更多的睿智及對生命基本價值、道德、宗教方面的堅定信念才行。

現代科學起源於歐洲而逐漸擴散為全世界所共有，因此對現代科學的歐洲哲學、歐洲歷史的背景進行批判研究應該是現代人普遍關心的題目。在我們這個時代，我們應該認真的從各種可能的觀點來了解科學企業，並把它和人生的各面聯在一起觀察。

從上述的觀點看，諸如下列的古老問題值得我們認真思考：我們是誰？人類何物？誰創造我們、誰支撐我們，並帶領我們到現今反思的一刻？在步向茫然黑暗、大部分無法逆料的未來，我們有何光明的引導？我們需要一種科學的哲學，其本身要是科學的、假設的，同時也要有自我省悟的批判，人情、理智兼顧的；是懷疑的，是不講教條的，但又能容納對第一原則的討論。在科學各科的哲學探討中，每一科目都將是相互需要的。我們不但能夠從越學科內容界線得益（例如物理學、化學、生物學、醫學、社會學、倫理學、心理學、人類學、宗教等），亦可從越科學的方法得益（例如科學史和科學邏輯），亦可從越不同的預設得益（例如形上學、反形上及辯證的），此外我們還可以越過年代、世紀、

時代甚至整個文明的界線。

當代德國思潮這套書的目的在於嘗試回答上述屬於人類最終極關切的問題。在探討中，我們用上了現代各種學科的知識。在這套書裏面將有許多位科學家、哲學家、宗教思想家來講述最近研究的發現，來進一步雕築、重塑那蘊育在宗教、哲學、科學傳統裏的文化智慧。這些努力並不單為溝通人文傳統和現代科學的發明，同時也為回答人類生存的基本問題。我國已決心追求現代化，勢必有決心面對一切問題，這套書所觸及的種種討論在這種情形下一定受國人普遍的注意。若不先了解問題，那麼隱形的問題將是最難理解，也不可能解決的。這套書的目的不僅在標定出現代問題，還希望對於問題的解決上有所貢獻。這套書將提供歐洲（德國）學者專家的看法、意見及建議來供我們參考。這些歐洲學者專家對現代問題都有長久而深入的研究，對於問題的解決亦有許多精闢的見解。

這套書提供了自然科學、社會科學、藝術、哲學、人文學、宗教科技整合等方面著名權威的意見。這些書和文章經過我們特別的挑選，能夠以一般知識份子能接受的程度來介紹各門科學的目標、可能性、界限範圍、基礎、預設、前景、內在的危險性、責任問題、方法問題等。這些書和文章的作者都是各學科的專家，而且具有深厚的哲學基礎，這些學者試著指出他們本科的新發現跟鄰近學科（尤其是和現代人、現代社會）的關係。

如上所說，這些書和文章都是由各學科著名的權威人士所寫的，但他們的寫法卻是深入淺出，易為一般讀者所接受。因此這套書所提供的閱讀材料不但適合教授、老師、學生，同時也適合社會每一個階層，尤其是在商業、工業、政府機構中位居領導地位的人士來閱讀，並作參考。當代德

國思潮①至⑤冊所選的這些文章，原文大部分都是未分段落的，為了便利讀者，由譯者加以分開，不加上小標題。

另外，需要特別聲明的是「現代人的焦慮和希望」的作者就是本套譯叢的主編，別的書和文章都是當今歐洲頂尖的學術領導份子的作品，作者自是一個例外；作者對任何學科科目都無精深的研究與特殊貢獻，而這本書之所以列入這套譯叢僅因為作者是一個德國人並在中國擔任教育和研究工作幾乎二十年之久。作者對此地的許多問題與學術需要多少是有一點見識；另外，這些年來，作者也一直在留意觀察歐洲學術思潮的發展。希望藉對急如燃眉的問題的討論能增進大家對我們這個現代化的時代的理解，也希望喚醒大家對歐洲文化史及最近特別是在德國的文化發展的興趣。

我們希望這套書有助於開創一個非常活潑的討論，讓我們來討論各種科學工作的學術基本結構。這方面的討論是任何一個現代國家的生命活血，我們這方面的討論做得愈早愈徹底，國家的前途就愈可靠、光明。我們深知這套書僅僅是一個非常微小的開始，但既然是開始就不算遲。

主編者引言

孫志文

命運的巧妙安排把稟賦超越的馬克斯·波恩帶領到他所專攻的科目，使他成為現代科學領導人物中的一位。那是在哥丁根求學時候希爾伯特教授給他一個過難的數學論文題目，還有一次他不小心在實驗室裏惹出一場小水災，因而斷送自己作為實驗物理學家之路。但是波恩很快證明他在理論物理學方面有特殊的天分，他利用愛因斯坦一九〇七年的程式做基礎和卡爾曼共同建立了比熱的量子理論。一九一二年勞艾發現X光線的干擾，波恩的方法才被證實，不過這一項鼓勵是嫌稍遲些，波恩現在在原子的基礎上企圖建立起晶體物理的統一體系。在一九一五年出版的〔晶格動力學〕這本書裏面以及他一篇在數學百科全書所發表的文章（後來這篇文章成一專冊出版以〔固態的原子理論〕為名），波恩以一貫和清晰的方式總括晶體動力學整個範圍，奠下固態物理學的基礎。一九二一年波恩擔任哥丁根第二物理研究所的教授，德國物理學輝煌的一頁就此展開。一九二二年波恩受波爾在哥丁根一系列偉大演講的激發而加入新的原子研究理論。波恩從他晶體物理學所得到的資料早就令他懷疑波爾原子模型的效用是有限的。

一九二五年當時二十四歲的海森堡是波恩的助手，波恩以他的構式做基礎在約旦和海森堡的合作下發展出量子力學

的完全的數學理論。「海森堡的乘法定律一直盤旋在我心上，經過一星期密集의 思考和檢驗，我突然想起我在布勒斯勞從我的老師羅莎奈那士所學過的一種代數理論……。當我找到結果時我覺得自己像在海上迷失方向多時的水手，突然間看到一直所要尋找的陸地。我從一開始就有信心：我們走的路是對的。」

一九二六年波恩對這種計算提出物理上的解釋，因此建立起對「原子的邏輯」的理論，但對一般人而言，這個觀念是相當艱澀而不易領會的。他以碰撞的程序爲例證明他的假說：一個以自然的統計性描寫爲內容的新的量子理論。這項成就一直延遲到一九五四年才得到諾貝爾獎。保力在寫給波恩的一封信裏說：「我確信你始終和薛勒丁格對立的主張：自然律是統計性的——你這項主張至少會領導自然法則的型態好幾個世紀。」

在那時哥丁根是人才薈集的中心，全世界最優秀的學生都來到波恩的門下。他們當中有很多人都建立起自己的科學學說，世界有名的科學家，例如德爾布律克(Max Delbrück)、哥柏麥耶(Maria Goeppert-Mayer)、海森堡(Werner Heisenberg)、諾曼(John von Neumann)、奧本海默(J. Robert Oppenheimer)、保力(Wolfgang Pauli)、泰勒(Edward Teller)、衛斯克夫(Victor F. Weisskopf)、魏格納(Eugen P. Wigner)。

有波恩做教授，福蘭克爲系主任（福蘭克是一九二五年諾貝爾獎主），這便是哥丁根的第二物理研究所學術生命的頂峯，所謂的哥丁根精神。兩位學者扮演著領導和激發的角色，他們組織一週一次的研討會，邀請物理、數學、化學各系教授定期參加討論。這種討論就是今天所謂的科技整合，在那時他們便已這樣做了，使年輕的科學家甚至學生都得到

好處。最重要的是他們能彼此交談、會面、討論、而認識對方的工作，相互尊敬，但也能夠批評。

科學家之間的來往經常是充滿緊張，有時可嚴重到造成排斥和孤立的情況。要預防這種情況需要有力的和無私的，並且對科學與人類都有熱忱的個人，而波恩就是一個這樣的人物。

在一九三三年波恩被迫移民英國。他先到劍橋，然後到愛丁堡，在那裏他受到真誠的歡迎。一九五三年退休後，波恩才回到德國。

波恩一生的成就非凡，他著作了二十本科學性和哲學性的書籍，以及三百篇在專門期刊上發表的他獨力寫或是與人合寫的論文。今天很可能沒有一篇論文不是直接或是間接基於波恩所研究出來的法則，或多少跟波恩早期的論述有關係。然而波恩待人親切、和藹，與他接觸的人都不會想到在學問上他是如何的超越羣倫。今天以攝控學出名的維納（Norbert Wiener）寫道：「波恩是一位高貴安詳富有音樂感的人。他最樂意的就是和妻子一同做鋼琴雙人合奏，他是我所認識最謙虛也是最有學問的人」。

波恩在晚年對現代物理的哲學問題興趣愈發濃厚。尤其是自退休以後更加注意科學家的道德和社會責任。波恩自己做了一首小詩，這首詩充滿對人類的關懷，充分描寫出當今科學的問題：科學對人類福禍兼具的兩可。

撞開微小的原子，這是

全人類的心意

現在每一天原子隨時會

奉還它的回禮

作者簡歷

- 1882 誕生於德國布勒斯勞，生為猶太人。
- 1907 在天文物理學家史瓦歇爾德(Karl Schwarzschild)的指導下攻得博士學位。他求學於布勒斯勞、海德堡、蘇黎士、哥丁根各地大學。在哥丁根他受到數學家希伯特(David Hilbert)、克萊恩(Felix Klein)、閔可夫斯基(Hermann Minkowski)的啓迪至深。
- 1914-21 在柏林(和蒲朗克和愛因斯坦結識為同事和友人)、布勒斯勞、法蘭克福各大學擔任物理教授。
- 1921 擔任哥丁根第二物理研究所的教授。
- 1921-33 哥丁根大學物理教授(研究題材包括量子理論、原子結構、相對論。)
- 1933-36 劍橋大學史托克講座。
- 1953 以名譽教授的身份退休，回到德國。
- 1953-70 他在哥丁根附近巴德皮蒙特郊區繼續做科學研究，並經常對科學家的社會責任發表文章和演講。
- 1970 逝世於哥丁根。

波恩重要著作書目

- 1915 [晶格動力學] *Dynamik der Kristallgitter*
- 1920 [愛因斯坦的相對論及其物理基礎] *Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physikalischen Grundlagen*
- 1922 [物質的結構] *Aufbau der Materie*

- 1923 〔固態的原子理論〕 *Atomtheorie des festen Zustandes*
- 1925 〔原子力學〕 *Atommechanik*
- 1926 〔原子動力學的問題〕 (2 Vols) *Probleme der Atomdynamik*
- 1930 〔基本量子力學〕 *Elementare Quantenmechanik (in cooperation with Jordan)*
- 1933 〔光學〕 *Optik*
〔現代物理學〕 *Moderne Physik*
- 1935 〔原子物理〕 *Atomic Physics*
- 1936 〔不息的宇宙〕 *The Restless Universe*
- 1943 〔物理的實驗和理論〕 *Experiment and Theory in Physics*
- 1949 〔流體的運動概論〕 *A General Kinetic Theory of Liquids (in cooperation with H.S. Green)*
- 1949 〔因果和機率的自然哲學〕 *Natural Philosophy of Cause and Chance*
- 1953 〔晶格的動力理論〕 *Dynamical Theory of Crystal Lattices (in cooperation with K. Huang)*
- 1957 〔物理和我一生的歷變〕 *Physik im Wandel meiner Zeit*
- 1959 〔光學原理〕 *Principles of Optics (in cooperation with E. Wolf)*
- 1965 〔自然科學家的責任〕 *Von der Verantwortung des Naturwissenschaftlers*

前言

柯恩(I. Bernard Cohen)

哈佛大學科學史教授

波恩在科學界有獨特崇高的地位，尤其是在我那一代在三十和四十年代學物理的人來說，波恩更是物理學家中的物理學家，他的聲望部分建立在他為理科學生所著的原子物理學課本。這課本發行到七版之多，把在當是仍然十分新奇的原子物理介紹給剛在起步的物理學家和化學家。在較高的層級，他又是一篇論晶體的現代論文及一篇非常圓熟光學報告的作者。

還有對於科學家來說，波恩更是因為對他所協助建立的量子力學在解釋方面有獨到的見解，而在科學界佔有統御的地位。他的解釋基於或然率的概念，是一個真正的物理解釋，取代了較為普遍被接受的抽象構式。他的取向導出一個相當驚人的概括，在原子的層次，簡單的決定論是不成立的。在本書所收集的文字裏（在一九五五到一九六五年間所寫就的，並經過編輯成書出版）波恩把這項結果獨到和深入的應用到歷史上。還有在本書開頭幾章的自傳性文字裏，波恩解釋自己是如何導出以下的結論：「古典力學的決定論是不合理的，因為它依據一個以絕對精確的資料是有物理意義的假設上。」

既然提到波恩在光學和原子物理學方面的著作，有一點應該立刻補充：光學、原子力學並非波恩的專長，波恩在本

書裏亦說「學術性的書並不一定要專家才能寫，只要掌握住要點，然後下一番苦功就寫得出來」。他的同事和讀者可不會同意他這種謙虛的說法，因為他那份講解的天分，教書的熱忱，及他那得自哲學理解的光照，精深的物理透見，這些他特有的優點都沒有被計算在內。事實上波恩這本自述之所以如此深刻動人，正因為這些優秀的人性品質，波恩的社會良心更讓人覺得關懷和意義滿溢在這本書裏。

雖然波恩是物理學家中的物理學家，但使他聲名大噪的是一本介紹物理的書——〔不息的宇宙〕，透過這本小書無數非科學家的讀者見識了現代物理所揭發的外在世界之奇妙和意義。從一九三六年的初版到一九五一年紙面的普及版，這幾十年來這本充滿機智和風格獨特的科學書不知風靡和啓發了多少對科學外行的讀者。這本書深入淺出但不失其權威性。波恩另外一本精采的著作：〔愛因斯坦的相對論〕是寫給比較有科學基礎的讀者看的，到四十年後的今天仍然是介紹相對論最好的一本書。

波恩在這本書裏對他的科學工作和特殊成就作了自我介紹，但他在思想上傑出的一面，我個人卻認為由於他的謙遜而沒有予以當有的強調，我指的是波恩精深的哲學透見，也就是在「象徵和實在」這一章裏的哲學思想。波恩另外也寫了許多篇哲學論文，他的演講「物理學的實驗和觀察」更是多次的再版，這篇論文的内容對當時的科學觀是一種挑戰。他最主要的哲學著作是〔因果和機率的自然哲學〕，這本書解說了他科學研究的結果，書的内容取材自一九四八年他在劍橋大學威恩福利特講座（Waynflete Lectures）一系列的演講。從這本書我們知道波恩是哲科學家中最早透視到實證論的虛空不足充任引導我們對科學和世界的理解的第一人。

在本書開頭的回憶中也談到了作者的信念：「理論物理

實際上是哲學」，但是波恩和許多其他想涉入哲學的理論物理學家有一個基本的不同：波恩從早年求學對大哲學家的作品已經下過一番功夫，許多天真的科學家在貿然離開本行所容易陷入的陷阱對波恩來說都不構成問題。事實上波恩自己也承認：「科學的哲學背景永遠比科學研究的結果更能吸引我」，他還說：「我向來不把自己當作專家，即使在別人認為是我的專長裏，我也一直自認是玩票的。」

讀過波恩的回憶，讀者會明白波恩為甚麼「沒有好好唸過核子物理，也因為如此後來無法參加核子物理的發展」；他說正因為他「沒有介入核子分裂及應用製造原子彈的工作」，他才能夠「以超然和客觀的立場來考慮原子彈所牽涉的倫理和政治問題」，而本書大部分討論都是針對著這些問題的。

總括來說，我們可以把波恩的生平事蹟歸為教授科學、解釋科學、訓練科學家、探討科學的意義等幾個方面。然而波恩的主要成就、名望和權威的最根本基礎則在於他對建造科學的功勞。他是量子力學建立者中的一位。量子力學是二十世紀最重要的知識成就之一，其影響之鉅恐怕只有牛頓哲學以及基於牛頓哲學的力學系統，或是對整個生物學及人對自己在自然界佔何種位置的看法都產生重大改變的達爾文革命可以比較。一九五四年波恩因為在建立新的量子力學上的功勞而得到諾貝爾獎。對於波恩的貢獻我不必再多談，在本書裏他已作了詳細的自述，他甚至解釋了為何要等待二十八年之久，他的貢獻才被人完全肯定。

自他以愛丁堡大學自然哲學名譽教授的身分退休以後，波恩愈來愈關切科學及其應用給我們這個社會所帶來的種種複雜問題，特別是核能在和平及軍事用途上已發生和可能的應用。換言之波恩最關心兩個問題：人類可以不用武力

來解決問題嗎？今天人類的倫理和道德的墮落能夠及時扭轉嗎？用簡單而直接的話說：人類的前途有希望嗎？

在第一篇談到這些問題的文章「原子時代的發展及其本質」波恩提出一些最根本的科學事實和理論來解釋核能獨特的破壞力，他領導讀者超越一般禁止核子武器的濫調，他一針見血的說：人類只有永遠而徹底的放棄使用武力才能夠得救。在「人和原子」這一章裏波恩討論了：科學和科技進步是不是出於歷史的必然性，「像是一條自然的法則是躲避不掉的必然」？如果是這樣的話，那麼我們努力來引導科技的進步並付予它合理的目標，就沒有多大的意義。

所以波恩相當自然的來到兩個問題：「一、因為研究和科技都是歷史的現象，那麼歷史當中是否有規律和法則存在。二、必然或自由這個古老的問題。」波恩是一位極具哲思的物理學家，他是以一種新的，讓人完全想不到的方式回答了這些問題，他的回答對所有關心歷史或是社會的分析的人來說都是最重要的。「歐洲和科學」這一章裏波恩明白的指出「因為人手頭上掌握的力量暴增以後，所帶來的倫理問題要比科學和政治問題更親近我心」，因此這本書最重要的一個寫作動機是在於警告所有人類（不僅限政治領導人物）：人類未來最大的危險可能來自那些不認識人類正進入一個史無前例的新時代的人。

波恩的立場搖擺於最黑暗的絕望的悲觀主義和只有在人願意去面對現實，正視人類的未來到底有怎樣出路的人才會有希望的這一種樂觀之間，這本書並不會告訴讀者一個簡便的辦法來擺脫掉自從廣島和長崎之後懸在我們頭上的威脅。但是波恩跟其他的科學家不同，他有很深的哲學思考，例如在「象徵和實在」這一章裏他警告我們「要防止抽象的科學思考延伸到它不適用的其他領域」。波恩告誡我們「人和倫