



Max Born

## 量子力學的先驅

葉  
炳  
輝

Max Born於今年一月五日逝於德國哥廷根。一羣受他薰陶過的學生，以及所有知道他的人都為這顆巨星的殞落而哀悼，在本世紀開始時，崛起了一羣大物理學家，為近代物理學寫下了輝煌的一頁，他們研究原子構造，發展早期的量子理論，並看着它開花結果而成今日眾所熟知的量子力學，而今這批英才零落略盡，Born是最後一位。正如核子物理學家M.G.Mayer所說：Born的逝去是一個時代的結束。

在每一個時代，都有一種由人類思考及創造的活動所造成的環境，對一些天才起了莫大的吸引力。有一個時期一羣無休無止的人對建築發生了狂熱的興趣，另一個時期他們醉心於繪畫、音樂、神學或哲學。忽然間，沒有人知道是如何開始的，最敏慧的心靈知道有新的領域已經為他們展開。而他們也努力造就自己，不僅要成為一位繼承者，更要作為這領域的建立者及主人。原子物理學在第一次世界大戰以後為這些天才開拓了一片嶄新的領域，研究它的人有的賦有哲學天才，有的擁有藝術才能；然而他們的熱情却被另一個更迷人的物理世界所吸引了，他們不知疲倦的工作着，以他們銳利的眼光看透了原子結構的秘密。Plank, Einstein, Curie, Rutherford, Bohr, Sommerfeld一個接着一個地對二十世紀初還為人們所深信的物理觀念予以痛擊，新現象接二連三的發現，新的理論才被提出，很快的又會被另一個更新的理論所推翻。學物理的青年學生們忙碌着、討論着、實驗室裏、在偶然相遇的甬道上；腦海裏不停的思索着，數學方程式被塗畫在咖啡室裏大理石板的桌面上……。在當時，有三個最有貢獻的原子物理研究中心；在劍橋，Rutherford像一位敏銳而易怒的帝王統治着他首先發現的微小世界；博學的Bohr代表着哥本哈根學派發表解釋這微小宇宙的新奇理論；而在哥廷根，更有一羣朝氣蓬勃的物理學家孜孜不倦的工作着，他們從事理論上的探討，並不時的提出問題，詢問那些一般人認為丹麥學者已經正確解釋了的在英國發現的現象。這羣人的領導人物便是有名的理論物理學家Max Born。

1882年一月，Born出生於德國的布里斯勞（

Breslau, 今屬波蘭) 他在柏林、法蘭克福及沮利克 (Zürich) 接受早年的教育。自小 Born 就表現得多才多藝而善感, 他的天賦足使他成爲一位第一流的作家或是小提琴家。他那有錢的父親在他進大學之前, 曾經給他這樣的勸告: 「在你決定從事任何事業之前, 一定要先確定你已試過了各種不同的可能。」所以當他第一學期在布萊斯勞註冊的時候; 選了法律、文學、心理、政治、經濟及天文學。然而他最喜歡天文學, 據他說, 那是因爲沒有任何講堂能比得上天文學的大自然的教室。1907年 Born 以優異的成績畢業於哥廷根大學的數學研究所, 並因爲論文的傑出而受到獎勵。取得博士學位後 Born 繼續留在哥廷根任講師 (Privatdozent) 直到1915年。在第一次大戰期間 Born 在軍中服役了一段日子, 以後又在柏林及法蘭克福任了幾年教授。而後在1921年 Born 又回到哥廷根。

早年, Born 的興趣集中於固態理論及晶體格子動力學 (lattice dynamics) 上。在 Max Von Laue 解釋晶體的格子結構以前, Born 和 Von Karman 合寫了一篇有關晶體振動譜 (Vibrational spectrum of crystals) 的論文, 於1912年發表, 在當時, 固態還是一片未開墾的沃土。1925年 Born 出版了一本「晶體格子動力學」(Dynamik der Kristallgitter), 這本書是後來晶體理論的基礎之一。以後他又數次回到這主題上來, 最後一本有關晶體的著作出版於1955年。

在二十年代的早期, Born 的注意力開始轉向原子結構方面, 回到哥廷根以後, 他首先把有名的實驗物理學家 Janes Frank 請到哥廷根來, 1923年 Pauli 及 Heisenberg 成爲 Born 的助手, 從此這短暫却多產的哥廷根原子物理學黃金時代終於開始了。Born 和 Heisenberg 及其學生 Pascual Jordan 共同推演的矩陣力學 (Matrix Mechanics) 解決了許多 Bohr-Sommerfeld 的原子理論所無法解釋的現象。矩陣力學和 Schrödinger 的波動力學 (Wave Mechanics) 雖然形式上不同, 但不久就被證明兩者完全相等。今日, 一般都認爲 Born-Heisenberg-Jordan 的方法是兩理論中較爲基本的一個。1954年, Born 終因對波動函數的統計解釋 (Statistical Interpretation of Wave Function) 以及其他許多貢獻而得到諾貝爾物理獎。

在1920年間, 由於 Born 及 Frank 的關係, 使得哥廷根成爲當時主要的理論物理中心, 許多一流

的青年及博士進修生 (Postdoctoral student) 陸續地從歐洲、美國來到哥廷根, 這些人中, 像風頭很健的 Compton, 一向靜默寡言的 Dirac, 思緒敏捷的 Norbert Wiener, 喜歡抱怨設備不够舒服的 Condon, 沉思的 Brode, 待人謙遜有禮的 Richtmeyer, 終日神采奕奕的 Pauling, 還有令人驚服的 Oppenheimer, …… 幾乎所有後來對原子物理發展有貢獻的物理學家都在哥廷根待過。課堂上, Born 是一位難得的好教師, 他的課程內容並不簡單, 但他却能很清晰的講授給學生。課堂外, 他又能和學生打成一片, 他和 Frank 都不像一般典型的德國教授, 他倆使師生間經常瀰漫着愉快而和煦的氣氛。在當年, Born 習慣在每逢討論課 (Seminar) 完後, 和他的學生在附近的山坡上散步, 有時天飄着毛毛細雨, 他們就在鄉間的小店裏晚餐。學生們環繞在他的四周, 詢問他一些物理上及物理以外的事情, 他們海闊天空的談着, 往往從這些非正式的討論裏, 學生們得到了許多東西。此外, Born 還是個很出色的鋼琴手, 在晚間, 常從屋子裏飄出他和 Heisenberg 合奏的美妙的琴音。

好景不常, 1933年的春天, 就在希特勒取得政權後一個月, 哥廷根接到一封來自柏林的電報, 要包括 Born 在內的七名猶太籍教授馬上辭職, 從此這經過幾世紀的經營才建立起來的學術文化中心就此衰落了下去。當 Born 得到這消息的時候正在國外, 他立即轉往英國成爲劍橋大學斯多克講座 (Stoke lecturer) 的主講, 後來他到印度邦加羅爾 (Bangalore) 的印度科學院 (Indian Institute of Science) 任了一年教職。1936年他再度到英國, 在愛丁堡大學, 他又建立了一個繁盛的物理學中心, 造就了不少知名的學生。這時, Born 的新興趣在統一 (unifying) 量子論和相對論上, 他在1938年推演的互換定理 (Reciprocity Theorem), 起先被用到廣義相對論上, 後來 Born 又將它應用到基本粒子的理論上。

1953年, Born 從愛丁堡退休後回到哥廷根。這時 Born 已七十一歲了, 他得了許許多多的榮譽, 他發表過三百篇以上的論文 (Article) 和將近二十本書, 其中有一本是很吸引人的半通俗性讀物「不息宇宙」(The Restless Universe)。晚年 Born 和他的夫人居住在巴特匹爾蒙特 (Bad Pyrmont) 的一間可愛的屋子裏, 他將十九世紀德國幽默作家 Wilhelm Busch 的詩集翻成英文作爲消遣。這時

，Born 最大的擔憂在於科學對人類的影響。他譴責一切科學知識在軍事上的應用，他深恐一切文明舊價值的毀滅。他懷疑無窮投資於太空探險的意義，也曾嚴厲的批評軍備競賽，他警告說：如果這種活動再不停止，人類將難逃毀滅的厄運。他呼籲科學家們應仔細考慮他們的工作對社會、經濟及道德所帶來的後果。在自傳裏，他說：「知識可以使人辨別一件事的『能做』與『不能做』，但唯有理智才能判斷這件事的『該做』與『不該做』，即使這

件不該做的事是能做到的！」

這篇小傳，我採用了下列這些資料：

1. Physics Today, Mar. 1970, p. 97-99, by M. G. Mayer.
2. Soberb Jungk 原著 "Heller als tausend Sonnen." 翁武忠譯「光芒萬丈」
3. Time, January 19, 1970. ——作著。

# 訪清華·話球賽

\* 洪照輝 \*

物理學會此番清華之行，除了讓我們心懾於原子爐，加速器之外，主我兩隊的一場足球大賽，也令人感慨良多。

話說全場六十分鐘內，主隊掌握大半攻勢，我隊除了上半場開賽十分鐘，尚能予以對方威脅外，隨即一蹶不振，處於挨打狀態。但見敵方球員走位迅速，盤球盈巧，再配以絕妙短傳，弄得我禁區內草木皆兵，險象環生，若非球門李茂昌同學眼明手快，每能屢屢化險為夷，加上對方鋒線缺乏臨門一脚，情急之時總是以冲天炮宴客外，這番廝殺，我隊必免不了落花流水。

斯時檢討此次球賽，令人心有感焉：

(一)足球賽是體力的競爭。偌大一個足球場，若非有良好的體力，是無法在其間拼上數十分鐘的。綜觀這次戰況，我們所以攻不過半場，實在是因為鋒將諸君的體力太差。高飛球一來，即被對方以泰山壓頂之勢，頭錘回去；帶球衝鋒的，也往往因體力不繼、後勁不足，被敵衛吃癰。眼看人家生龍活虎、縱橫全場，而我們只有白着臉、喘着氣的分，豈不是「啞子吃黃蓮，有苦說不出」？因此奉勸系內諸君，K書之餘，不妨跑跑操場，拉拉單槓，好好保持自己體能的excited state！

(二)技術略遜一籌也是吃敗仗的一大原因。姑不論對方有幾位是來自某市的代表好手，至少我們頻頻被他們腳底虛招幌過，就足以表示我們沒見過世

面。不能否認我隊的平均水準差他們一級。但是我們後衛諸將用命作戰，奮力抵擋的精神，却有過之，這是值得讚揚的。物三的施純清、許世興及物二的尹明潭等幾位，功不可沒。

(三)足賽取勝的最重要因素乃是團隊精神的發揮。衆所可見主隊的體力、技術雖好，但諸將却有單刀耍球、個人表演的惡習，以致有不少球被我後衛半途截將而去或大脚界外解圍，這不能不說是足球隊的一大弱點。反觀我隊，成軍倉卒，且成員物三、物二相混雜，而未見有這種情形，尤為可喜可賀。

總之，球賽致勝之道無他，上三點而已。缺其一，則不足以稱一流。此番友誼大賽，姑且稱之為第一屆，望物二物一老弟們，秣馬厲兵，以備來年第二度遠征異地時，爭得一口氣！

