

明所從生 不可為源

劉君祖

——評介海森堡著「物理與哲學」——

書名：物理與哲學 (*Physics and Philosophy*)

作者：海森堡

譯者：劉君燦

出版：幼獅書局

本世紀以來，物理學的發展可謂日新月異，令人目不暇給，而造成其變化、甚直至接影響了科學研究的方法與精神的，首推本世紀初相對論和量子力學這兩大理論的創生。愛因斯坦的相對論，其著名的質能等式及對時空轉換嶄新的詮釋，已經徹底更新了牛頓以來我們對時空結構根本的認識；而以普朗克、海森堡等人為主，處理「至少無內」、物質基本粒子蛻變與創生過程的量子力學，更嚴重地影響到我們對物質根源基本的看法，進而引發了科學家對科學知識本身

所做的最深入的反省。海森堡的「物理與哲學」一書，即是這種深邃內省下的產物；這位已於一九七六年謝世的偉大科學家，在其智慧愈趨圓熟的晚年，應美國聖安科斯大學吉福特講座的邀請，所發表的這一系列講辭，實在可以看成是一個造詣已至巔峯的西方心靈，在遭遇了人類知識探求的困境後所做的最謙和最悲憫的檢討與期盼。

衆所周知的，西方自文藝復興以來在近代科學上的輝煌成就，已經無所不用其極地造成了人類生活的

重大改變。科學，這柄兩刃的利劍，不僅給人類帶來前所未有的富饒與進步，同時却也因工藝技術的推動，使人類慘遭兩次大戰的浩劫，至今猶徬徨戰慄於現代核兵器毀滅威脅的陰影下。面臨這樣的處境，和熱核武器發明密切相關的量子力學的學者們，心中的萬千感慨是可想而知的。「我不殺伯仁，伯仁因我而死。」今日世界情勢的動盪、人類共同命運的息息相關，似乎也愈來愈不容許科學家們，再在一己純淨的範疇裏作盲目的研究，或多或少道德良心上的擔待逼使他們必須要走出來，為人類文明的前途作一通盤的思省與建議，這便是海森堡創作此書的基本心情。

「今天只要一談到現代物理學，第一個想到的就是原子武器……」從這樣的慨歎開始，海森堡領着我們走入了他廣大悉備的哲思世界中。在開宗明義的首章裏，海氏標出「新思想與舊傳統」的論題，核武器固然是劇烈影響到整個世界的政治結構，但海氏並不以為這種政治外觀便足以代表現代物理學最重要的一面，他明快地點出「每一件工具都隨帶着它之所以被創制的精神」，近代物理的出現更重要的還在其哲學蘊涵，及它與世世各個受科學衝激的舊傳統間的關係。

正如為本書作序的 Northrop 教授所說：「引入物理儀器，遲早不得不引入它的哲學精神，這些精神會抓住受過科學訓練的年輕人，而傾覆了古老的家族式或部落式的道德忠誠。如果要避免產生不必要的情緒衝突和社會失綱，那讓青年人瞭解發生的是什麼是很重要的。」我們回溯一下鴉片戰爭後一百卅年來中國「洋務運動」的滄桑史，實在不能不起深深的感慨。船堅礮利、技不如人的刺激，其實直到現在都還存在，中山先生「迎頭趕上」的宏圖，仍像是一則艱難、飄渺的神話；而比所有這些表面上的科技成果更緊要、影響更深遠的，還是隨之俱來的科學精神甚至西方文化所造成的衝擊，百餘年來血淚斑斑的中國近代史，幾乎就是在新思想與舊傳統兩極間的爭辯下所締造。然而，今日我們冷靜檢討起來，力主全盤西化的也好、擁護傳統文化的也好，其中有太多太多都是基於未能真正瞭解而造成的情緒衝突，在文化與文化的遭遇戰中，彼此對問題的本質認識不清，自然就會流成意氣之爭，進而以訛傳訛，更不知伊於胡底地牽纏下去。因此，為了正本清源，以謀真正紮實的文

化建設起見，讓大家瞭解「究竟發生了什麼」是很重要的。

基於上述的理由，海森堡在本書中便嘗試着以不太專門的語言來討論近代物理學的觀念，並研究其哲學蘊涵，而他也確實做到了。全書中沒有用到任何一個數學式子，却提要鉤玄、條分縷析地將近代物理中所有的核心問題交代得清清楚楚，這份深入淺出的功力和能耐，實在讓人驚歎。

從本書的第二章開始，海氏詳盡地描述了量子論的發展史和其著名的「哥本哈根詮釋」。本世紀初，由於對黑體輻射問題的研究，導致普朗克量子觀念雛型的啓發。「能量的發射與吸收只能出之於分離的能量子」這觀念實在過份新穎，以致無法適合物理學的傳統構架，連普朗克本人剛開始都拒絕相信，他完全不喜歡這個結果，總還想盡力調和他的量子假說和舊的輻射定律，而事實上這關鍵點却是無法協調的。再接着來的便是天才型的愛因斯坦，他以凌厲無前的才氣勇敢地邁出了大步，將量子觀念運用到光電效應和固體比熱觀溫值的解釋上。然而，光量子的假說固然可以圓滿地解釋光電效應，却無法避免和傳統的波動

說之間的矛盾，而衆所周知的光的繞射和干涉的現象又只能用波動說來解釋，那麼光可以既是粒子又是波動嗎？這個詮釋上的不一致，往後更引發了一連串科學界熱切的探討，波爾、桑墨菲爾、布魯格里、狄拉克、斯洛丁傑……一個個量子力學的大將都投入了這種猜謎似的研究中，他們不斷突破、又不斷遭逢新的困境的全部歷程，真是精彩淋漓、動人心魄。在這裏，海森堡有一段回憶描述得相當生動：他有一次和波爾反覆討論了幾個鐘頭，直到深夜還是在失望中結束，然後他一個人到鄰近的公園中散步，一再自言自語地揣摩這個問題：「大自然真的會像是這些原子實驗中所顯示給我們的那樣荒謬嗎？」

就在這樣鏗而不捨的懷疑與追問下，終於出來了一九二七年震驚世界的「哥本哈根詮釋」。這是一個理論的對稱性十分嚴密、並且為大多數的量子力學學者們所接受的嶄新結構，其中除了澄清一些細節上古典觀念的誤用外，大致係以波爾的互補圖像和海氏的不確定原理為基盤，來解釋撲朔迷離的原子現象。基本粒子的動量與位置的同時確定被證明是不可能的；而過去的觀念總認為一件事物絕不可能同時是波（就

是一個散佈大空間的場），也是粒子（也就是聚成一個極小體積的物質），但事實上這兩種圖像却是互補的，水波也是一種粒子在傳遞，木石同樣也代表一種波動，只是水波的粒子性不顯、木石的波動性不顯，在日常尺度下我們無法感知而已。而且，探討到最後，所謂的粒子，已經不能再像以前所認為的是佔有空間、速度及有拋射軌道等的一個小東西；而所謂的波動，也並不是一種佔有空間的物理現象，而純粹只是代表着我們所知道的粒子的一種或然性的符號而已，我們絕對無法藉實驗和觀察來證明，這粒子是在空間佔有這個一定的地位，並且也無法證明這粒子是有一定的速度。換句話說，物質並沒有如過去唯物論者所確信的實在的物性，這種或然性的波動也不是決定論式僵硬的因果律所能限制，而只是數學形構、抽象復抽象觀念上的符號而已。這樣的結果似乎很玄，對長久以來唯物哲學的本體論實在構成了最嚴厲的挑戰，然而正如海氏所說：「在原子事件的實驗中，我們處理的是事物、事實和現象，這些事實的真實性一如日常生活中的事實，但原子或基本粒子的本身却不是真實的，說它們構成的是一個可能性的世界，而不是一

個事物或事實的世界也不為過。」這種近似「無中生有」、形上味道極濃的說法，確能使人深受震撼、反覆思省不盡。

由於或然率的介入，更使量子力學具備了與古典物理大相迥異的性格。本來在古典的理論裏，只有在討論實驗數據的誤差、或統計機會的期望中才會用到或然率，在理論原則上物理系統的狀態定義中，並無或然率存身的餘地，愛因斯坦的名言「上帝不至於玩骰子」就是這種情況的描述，但量子力學却認為即使原則上狀態的定義也必須有或然率的介入才得以完全描述。換句話說，這種蘊涵着強烈的不確定意味的或然率觀念，已經從認識論進入了本體論中，黑體幅射和許許多多的實驗結果，在在都顯示出量子力學的描述是正確的，無論我們樂意與否，都得接受或然，上帝的確是在那兒玩骰子。

還有更驚人的，為了追索造成這種或然性的原因，量子力學的科學家們進一步地否定了有「孤離系統」這回事，這實在是直接撼搖了物理學、甚至是整個自然科學研究根基的大事。在過去的觀念裏，孤離系統是必然存在的，也是一切客觀的科學知識所能誕生的

基本假設，但量子物理則認為實驗的對象與實驗裝置，以及觀察的科學家甚至整個宇宙都是相關而不能孤離的，量度儀器之所以稱為量度儀器，就在於它們需要和世界的其它部份緊密相接，這樣在儀器與觀察者之間才可能有互動的關係，於是，整個世界微觀行為的不確定性就進入了量子論對觀察對象詮釋的系統中。「自然先於人，人先於自然科學。」自然科學既然就是由人所形構出來描述和解釋自然的，故而其本身也就是自然與人交互影響下的一員，它所描述的未必是自然的本來面目，而只是在我們探詢方法下所展露的自然而已，因此要把主體和客體截然兩分已經是絕對不可能的事。波爾說：「在追尋生命的諧和時，我們不可忘記在存在的戲劇中，我們自己既是觀眾，又是演員。」正是一語中的地說透了這樣的情境。

然而，過去那麼許多年來風行的唯物哲學本體論畢竟還是太深入人心了，以致當哥本哈根詮釋提出後，所招致的攻訐和問難也是空前的，即使卓越如愛因斯坦，也不能完全沒有困難地接受它。他們在內心情感上都寧願返歸古典物理的實在觀念，也就是確有一個客觀真實世界的想法，在此世界中極小的物體依然

客觀地存在，就如石頭和樹的存在一樣，而不論我們是不是在觀察那些極小的物體。但感情上的不能接受和真理的存在與否畢竟是兩回事，海森堡針對這些批評，在第八章裏筆戰羣儒，一一提出了他的反駁，同時為了追根究源起見，在前幾章裏還上探古希臘從Democritus 開始的素樸的原子觀，以及十七世紀笛卡爾創分類法以來哲學觀念的發展，經由最精關的分析後斷定：絕不可能由純粹理性來達到所謂絕對真理，在我們探求自然的陌遠部份時，堅持完全的邏輯清晰化將使科學成為不可能。

為着全面地檢討自然科學，海氏在第六章裏以量子論嶄新的眼光，一一地檢視它與其他自然科學間現存的關係，並且專闢了第七章來討論愛因斯坦的相對論，極力推崇愛氏在科學上的偉大貢獻，認為相對論的成功給了量子論的學者們創新的啓示。同時因着這樣的討論，又牽引出兩項重要的問題來：一個是「現階段的量子力學是否就代表着最後的真理？」另一個是「自然科學的運用，可以無窮盡地擴張到宇宙間鉅細靡遺的所有事件上嗎？」

透過量子論，今日物理和化學這兩門科學已經有

了一個完全的組合，但在一百多年前它們分開的好遠，主要是因為牛頓力學無法解釋化學元素行為所具有的那樣大的穩定性，如今這穩定性的問題，在波爾的原子理論提出後已經獲得清晰的解答，化學中的觀念漸漸也都能在物理中找到對應。但物理和化學是不是就可以合起來解釋生物學呢？由於生物體表現了更大的穩定性，單以物理化學定律來看，一個擁有許多各種不同分子的複雜結構是不可能表現的這樣穩定的，因此就有人再引進達爾文的演化論、及現代發生學等，想來瞭解生命。這也是近世以來科學科究一個主導的方向，不僅生物學、心理學，就連社會事件乃至人類的精神信仰，都不免沾上這種物質主義（倒未必是十八、九世紀的唯物論）的色彩；海森堡經過冷靜的比較分析後，斷然指出這種希冀的無望，提醒大家重回到自然科學原先自限的謙遜裏，牛頓曾經自謂他只是個海灘上的拾貝者，廣大的真理海洋對他來說仍是無窮盡的浩瀚與未知，而量子論的精神最可貴的，其實也就在提醒了大家這個。

海氏爲了討論的方便，把現有的物理學分成了四組觀念：牛頓力學、熱學、電磁學（包括光學、物質

波理論和特殊相對論）、及量子論。箇中的關係是這樣的：牛頓力學其實就是電磁學在光速視為無限大下的極限情形，也是量子論在普朗克常數視為無限小下的理想狀況，熱學則可毫無困難地和其它三組聯接，於是相對論和量子論的獨立存在，就暗示了應該還有第五組的存在，在其中相對論和量子論都是它極限的特例。海氏在第九章「量子論和物質構造」裏更深論了這種可能性，目前任何理論如想同時滿足特殊相對論和量子論的要求，都會造成數學架構上的不一致，不是導致或然率在某種情形下出現負值，便是甚至會產生了所謂時間反轉（time reversal），也就是時光倒流的駭人結論，這些困難迄今仍未獲得最後解決，但海森堡相信藉着高能實驗和數學分析的努力，總有一天能到達物的一元性的完全瞭解。他並且根據因次分析（dimensional analysis）的方法，提出了一個可能的途徑：因為相對論是和自然中的一個普遍常數光速有關，這個常數決定了時間和空間的關係；而量子論則與另一個自然的普遍常數有關，就是普朗克常數，時空中事件的客觀描述只有在事物或過程相當大，也就是把普朗克常數視為無限小時才可能；

那麼自然一定還存在著第三個普通常數，因為正如一般所講的厘米——克——秒制一樣，我們至少需要三個基本單位才構成一個完全的因次單位組，這第三個常數的因次應該是長度，大小約在一〇——一三厘米左右，這樣我們就可以期望我們日常的觀念只能用在遠大於該常數的時空領域，時間反轉的現象固然現在在推理上只有數學的可能，但或許能在如是小的時空領域中發生也不一定。

不管將來物理學還會往怎樣的方向去發展，海森堡所給我們的啓示已經太豐富了。「明所從生，不可爲源；善所從生，不可爲端。」相對論、量子論已經是這樣了不起的心靈偉構，我們後人却不可以輕易地就停滯於此，因爲源和端永遠可能還在更深處！孔恩（Thomas S. Kuhn）在其科學史的經典巨著「科學革命結構論」（The Structure of Scientific Revolutions）一書中，便力持這種後浪推前浪，永無止境的學術上的革命觀，現代物理對傳統的牛頓力學是一種徹底的革命，以後又焉知不會成爲更廣大精微的新體系的革命對象？所以最正確的一種態度，還是在尊重傳統下仍要維持足夠的心靈彈性，盡可能

地不迷信、不偏執，「後生可畏，焉知來者之不如今也。」這樣才可能孕育出更新的創造，才是一條健康活潑、行健不息的學術發展之路。

這大概也就是海森堡貫穿全書的整個謙遜態度的由來，他在末章中的幾段話，特別地誠摯感人：

「……這些新結果被認爲是對某些科學觀念強加應用於不屬於它的範圍的嚴重警告……因此今天我們都不再傾向把物理學的觀念，即使是量子力學的，確定地用到生物學或其他科學之中；相反的，我們盡量開放新觀念進入的大門，即使在舊觀念得以成功運用的地方……」

「……人類的瞭解能力在某種意味上是無限的，但現存的科學觀念只包含極有限的實在，未被瞭解的部份却是無限的……」

「……當然上述不可誤會爲對工藝進展於古老文化傳統衝擊造成損害的低估，但既然長時以來整個發展已遠超出人類力量的控制，我們就必須接受這爲時代的特徵，而盡可能地把它與舊文化和宗教傳統代表的人類價值加以聯繫……」

上面的幾段話，可以說實在就是安了這宇宙間科

學知識的位，也提示了科學工作者應有的謙遜和悲憫的胸懷。迷信「科學萬能」的觀念，其本身正是最違反科學精神的，而瞭解了科學方法的制限，也並不是就會否定了科學。這點態度上的認識實在太重要了，可以幫助我們廓清許多知識追求上不必要的偏執與專斷，今日在社會科學方面充斥着行爲主義的影響就是一個明顯的弊端，高度標榜「價值中立」的潔癖，却明明處理的是價值蘊涵十分重要的社會事件，這個先天上的死結就註定了其理論的單薄與無能。名社會學家葉啓政先生曾感慨地說：今日社會科學的研究受方法論的制限之深，已經使那些調查分析的量化方法本身成了無上的權威，成了反過來可以主導理論創生成的一種制度，甚至是一種儀式。這就很值得大家反省了，真正的大科學家，像海森堡和愛因斯坦他們，都不認為科學理論是由實驗數據所歸納推行而出，反而是科學家的心智創造。海森堡在本書中一再反覆強調，所謂現代物理具有的強烈的革命意味，其實也就凝聚在這點觀念的破執上。

最後值得我們注意的，是海氏在這樣精微地剖析了人類的新情境後，一方面指出西方文化傳統孤離抽

象地建構分析系統的弊病，一方面也對東方通體相關的圓融哲學提出了渺茫的希冀，進而期待在「最後的合一狀態」下，能有所謂世界大同的可能。海氏對東方的瞭解其實還是相當概念性的，戰後日本在理論物理上的卓越成就，固然是可以暗示遠東傳統哲學觀和量子論哲學本質間的某種聯繫（李約瑟在「中國之科學與文明」一書中也採這樣的看法），但這畢竟還是對於實際情境過分簡化的描述；東西文化的合流仍是人類文明史上無比艱難的大事，也是值得大智大慧者好生發想的課題，然而在終極圓滿的結論出來以前，過份的一廂情願和牽強附會都大可不必，易經中有沒有原子彈，一點也不影響它做爲中國人天道觀、人事觀、萬理根源的偉大價值，反而是無意間洩露出倡說者那點可憐的民族自卑來，正如本書譯者在譯序中所說：國內目前往往只見「文哲」的浮泛，而缺乏「理哲」的清明。在這裏，也許大家都該真切地體會一下量子論的精神——「明所從生、不可爲源」，待突破了一切知識上的偏執與專斷後，也許才是我們真正豐收的開始！