

科學叢書

---

# 科學到何處去

---

浦 郎 克 著  
皮 仲 和 譯

上 海

---

辛 鑾 書 店 出 版

---

1 9 3 4

**THE SCIENCE SERIES**  
EDITED BY  
**THE TWENTIETH CENTURY**

MAX PLANCK

**WHERE IS SCIENCE GOING?**

TRANSLATED BY

CHUNG-HWO PI

科學叢書

**科學到何處去**

上海

辛壘書店出版

THE THINKING BOOKSHOP

SHANGHAI, CHINA

# 科學到何處去

1934. 7. 5. 初版

0001-1500册

原著者	蒲 郎 克
翻譯者	皮 仲 和
編輯者	二十世紀社
發行人	張 明 德
	上海海甯路三德里45號
發行所	辛 梨 書 店
	上海海甯路三德里
印刷所	大 申 印 刷 所
經售處	辛梨書店及各大書坊

版權所有 ▲ 翻印必究

實價大洋八角

## 科學叢書弁言

科學自從離開哲學而獨立發展以來，在領域方面，日益推廣，由自然而社會，直達於思維；在任務方面，則有說明一切之觀，顯出甚麼都少不了它遊樣子；同時在理論方面，又確是有這種能力，成績燦然，把神學、玄學漸次打退；而在應用方面，那單是生產一事，就給了它以強固的證明。

因此，科學在智識界造成了真理底極則，為正確性底標準，簡直支配了思想。對於實踐，則自然科學為生產底嚮導；社會科學為其它一切行為底嚮導。總之，科學顯出了支

配整個人類生活過樣子。

在中國，就一般的文化說來，須要提倡科學，把我們從神學、玄學底謬誤中解放出來。科學不發達，文化是不能增進的。智識界中過烏煙瘴氣，更無從肅清。

而特殊地說，我們尤須提倡科學。因為科學是與物質哲學(Philosophie materialiste)相應的。前者由後者出發而又反作用於後者。後者在現代過正確形態，可稱為「科學的哲學」或「哲學的科學」的，完全為前者底產物。所以不了解科學，便不能深刻地和正確地了解哲學。若果要明白現代一切庸俗哲學底錯誤，則尤不能不了解科學。何況今天已到正確的哲學與庸俗的哲學爭取科學過時代呢？

這就不止說明了我們所以提倡科學之故，並把我們底提倡科學與從來一切人底提倡科學之不同，區別出來。同時這也就把我們這部叢書底旨趣和內容，全部透露出了。我們對於科學，是特別注重它底方法，理論和歷史的，尤其它底理論。一切單純的技術論究，不在叢書底範圍。

我們自己本早有計劃編輯一部適合於這種意思過科學叢書。現在為應當前的理論需要計，特先出一種選集的東西，把各大科學家底著作譯出若干。但他們都只是技術的科學家，同時又只是在自然領域裏頭才是科學家，所以就是成

爲哲學家的，也多屬庸俗者流。因此，就我們看來，在理論上是瑕瑜互見的，差不多沒有正確的完本，不無遺憾。

這裏，我們要在這部叢書出齊了時，嚴以一本我們自己底批判著作，把所有各譯本底瑕點予以理論的分析和糾正。同時我們又請每個讀者看一份全的『二十世紀』，這對於科學曾經給予以正確的考察和說明過理論雜誌。至於辛墾書店出版過各種『體系』，一方面有自然科學底著作；它方面其社會科學底理論，亦是合自然科學的，可以參看。

楊伯愷 一九三三，二，一。

## 目 次

譯者序.....	3
愛斯坦序.....	15
導論——蒲郎克略傳.....	11
第一章 科學之五十年.....	39
電子論.....	44
相對論.....	49

---

量子論.....	54
第二章 外界是實在的嗎.....	63
第三章 科學家底物理世界之圖像.....	83
第四章 因果律與自由意志.....	107
——問題之陳述	
第五章 因果律與自由意志.....	141
——科學之解答	
第六章 從相對到絕對.....	169
尾聲——一篇哲理的對話.....	199
跋.....	225



## 譯 者 序

本書底著者蒲郎克，是量子論底創立者，是與愛斯坦 (A. Einstein) 并稱為現代科學之雙星的。他底生平及其對於科學之貢獻，在馬爾斐 (James Murphy) 底『導論』中已有詳細的敘述，茲不贅。

關於本書，却是馬爾斐選譯蒲郎克下列三文：

Kausalgesetz und willensfreiheit 1923

Vom Relativen zum Absoluten 1924

Positivismus und reale Aussenwelt 1930

(以上三文，現蒲郎克連同以前用 *Physikalische Rundblicke* (1922)發表過許多論文，共十七篇，集爲 *Weg zur Physikalischen Erkenntnis*, 1933.)及『科學之五十年』一文，外加他自己底『導論』和『尾聲』而成。初版刊於一九三三年一月（倫敦，George Allen & Unwin Ltd.發行），六月便再版了。我這譯本是根據這第二版的。

這譯底工作，原本開始於去歲十二月，時作時輟，本年三月方告完畢，正擬整理付印，而以家父大病之故，遂忽忽返蓉，迨病愈復來，已經是五月初了。遲至今日始能與讀者諸君相見，是我引以爲咎的。

譯稿承友人劉靜白兄以英、日文本仔細校閱一過，我要向他致深深的感謝。

June 8, 1934, 譯者。

## 愛 斯 坦 序

許多種類的人，都獻身於科學，而不全是爲着科學之自身。有些呢，走進它底殿堂來，是因爲這提供他們以機會，以誇示自己底特殊的才能。對於這種人，科學是他們實際上所喜歡的一種遊戲，正如一個運動家之喜歡試驗他筋力的武勇一樣。另外有種人，他們之走進這個殿堂來絞腦汁，却是希望獲得有利的報酬。這些人，只有在選擇履歷的時候，偶然地，在某種環境下面，才是科學家。假如現時的环境變更好了，他們就會變成政治家或實業領袖的。萬一天使來臨，而

把所有那些屬於上述諸範疇遊人逐出殿堂之時，我恐怕殿堂會差不多空無所有吧。但是，少數的崇拜者依舊會留着——有些是從前代來的，有些呢，則來自我們底時代。我們底蒲郎克就是屬於後者的，所以，我們愛他。

這種清理，會意味着曾建築了科學殿堂底大部分、甚或其最大部分遊許多有功之人底驅逐吧，我是充分知道的。但是，同時，顯然的，如果曾經獻身於科學遊人，只包含着我所說過遊兩種範疇，則正如只包含着些蔓草遊森林之不能成長樣，這巍峨的大廈是決不能成長到它現今的堂堂的模樣的。

然而，讓我們把他們忘却了吧。Non ragionam di lor（他們是不足道的喲）。我們且注意那些受了天使之恩寵遊人吧。他們，大抵都是奇特，沉默而又孤獨的人物。可是，不管這種相互的類似，比起被我們底假想天使所驅逐遊那些人來，他們彼此，却是更少類似的。

使他們獻身於科學之追求的是甚麼呢？這個問題，是難於回答的，而且，以簡單，明確的方式，是決不能回答的。個人的地，我是贊成叔本華（Schopenhauer）底想法的。使人獻身於藝術與科學遊最強有力的諸動機之一，就是逃避單調而呆板的日常生活、以及因此而解脫他自己底短暫的欲

求之鎖鍊、逝那追求；至於這些短暫的欲求，只要心靈固着於日常環境底視野之時，是無限聯續地相互排擠的。

但是，除了這個消極的動機，還要加上一個積極的動機。人類底本性，常常都要努力為自身構造一個關於週遭的世界之簡單而要約的印象。在完成這個過程時候，它努力構造一個圖像，這圖像，會對人類心靈所見於自然週東西，提供出某種可觸知的表現。那就是詩人、畫家、思辨哲學家和自然哲學家，各各用自已底方式所完成的。在這圖像之中，他安置下他自已底靈魂底重心，所以，在那裏面，他會找着安靜與平衡，這是他在其對於日常生活之無休止的、個人的反應底狹隘圈子中所不能找得的。

在畫家、哲學家與詩人所完成過關於世界之諸圖像中，理論物理學底世界圖像，站着何種的位置呢？它底主要的性質，必得是只有數學底言語才能表現過謹嚴的正確性與內部的、邏輯的一致性。此外，物理學家關於他所使用過材料，不得不嚴密而自制。他不得不滿足於再現那對我們底感覺經驗開放着過最簡單的諸過程，因為，更複雜的過程，以理論物理學家所不可缺少過精細的正確性與邏輯的聯貫性，是不能為人類精神所表現的啊。

縱使犧牲完整性，我們都不能不固守着表現與被表現

物間遊純粹性、明瞭性以及正確的適應性。在人們覺察到能夠這樣地在一個正確的公式裏被把握、被表現遊自然部分是怎樣微小、而全部精細複雜的東西又必得被排除、遊時候，那自然只有問，這種工作能有何種的魅力呢？這樣一種自我否定的選擇結果，夠得上世界圖像底榮名嗎？

我想，它是夠得上的；因為理論物理學底思想構造所建於其上遊最一般的法則，就在研究最簡單的自然事件時，也是須得注意的。如果它們被充分知道了，則以純粹抽象的推理，就應該能夠從它們演繹出每種自然過程（包含着生命自身）底理論。理論上，我是如此意味着的，因為，實際上，這樣一種演繹過程是全然在於人類的推理能力之外。因而，在科學上，我們不得不滿足於物的宇宙之一不完備的圖像這事實，不是由於宇宙自身之性質，而寧是由於我們的。

這樣，物理學家底最高課題，就在於發現那世界圖像可從而邏輯地演繹遊最一般的、根本的諸法則。可是，要發現這些根本法則，却沒有甚麼邏輯方式。這兒，只有直覺底方式，它是被關於橫在現象後面遊秩序之感覺所補助的，而這種 *Einfuehlung*（導入）却是為經驗所發展。那末，人們能夠說，任何物理學體系都能夠同等地正確而可能嗎？理論上說起來，在那種觀念中，是沒有甚麼不合邏輯的東西的。但

是，科學發達史已經指示出來了，關於一切可思想的理論構造，總有一個，單獨的一個，在每個進步階段中，證明起來，是優於其它一切的。

雖說沒有甚麼邏輯方式，我們可以從感官知覺進到形成理論構造底基礎之諸原理，物理學底理論體系，却是依存於感官知覺底世界，且為它所支配的，這，對於每個經驗的研究者都是明白的。更有進者，作為經驗世界之模本之概念綜合，可以歸於全綜合所邏輯地建於其上之少數的基本法則。在每個重要進步中，物理學家發現出，在實驗研究進步着之時候，基本的諸法則就愈益簡單化。注意到崇高的秩序怎樣是從一見似乎渾沌的東西中發生出來的，他是被驚嚇了。而且，這不能歸於他自己底精神作用，而是由於感覺世界內所固有之本質。萊普尼茨（Leibnitz）稱此為預定的諧和而很好地將這種本質表現了。

物理學家常常非難沒頭於認識論之哲學家，而斷言後者沒有充分洞察這個事實。並且我想，數年之前所舉行之馬哈（Ernest Mach）與蒲郎克間之論戰，其基礎就在於這一點。蒲郎克也許感覺到，馬哈沒有充分洞察物理學家對於這種預定的諧和之憧憬吧。這種憧憬，就是我們從而發現蒲郎克在他會被引向更有魅力的諸結果之別的方式所誘

引之時，却繼續獻身於聯繫於自然科學而正發生過最平凡的諸問題、過忍耐與堅強之不竭的源泉。

我常常聽到，他底同儕們慣於把這種態度歸諸他底非凡的、個人的天賦與鍛鍊。我相信，他們是錯誤的。這兒，提供出發動力過精神狀態，是與信神者或戀人底狀態相類似的。持久的努力，是不為任何固定的計劃或目的所感發的。它底靈感，是發生於靈魂底飢渴啊。

的確，蒲郎克會對於我底繞着 Diogenes 底提燈（譯註）過孩氣的探索方式發笑的吧。好嘛！我為甚麼要稱說他底偉大呢？那是不需乎我底無價值的確證的。他底工作，對於科學之進步，提供了一個最有力的刺激。只要自然科學繼續着，他底信念都會有效吧。我也希望，他底個人生活所提供過實例，對於後代的科學家要發生出同樣的效力。

---

（譯註）Diogenes(412—323 B. C.)是希臘犬儒學派底一位去學家，據說，他住在一個桶裏，而且在正午的時候，却打着燈籠，暫尋找一個誠實的人。



## 導論——蒲郎克略傳

一九三二年六月之一日，我拜訪了一次愛斯坦，在他底消夏別墅中，在喀布斯（Caputh），離柏林之西大約十五英里。我們吃了很久的茶，談了很多的問題，從行將到來遊選舉中各個政黨底機會，談到某人最後為全部物理法則之統一化而發現一簡單公式底機會。這別墅，高高地建立在一平坦的斜坡之上，面臨一美麗的湖澤。與二樓相齊，有一個走廊，那是像一個觀察所底廣闊的露台的。而且，有一架望遠鏡，是愛斯坦用以觀察彗星而自娛的。當薄暮來臨，終朝

照着湖澤邊燦爛的太陽轉變成豔麗的晚霞之時，我們就在這走廊上散一陣步，看日落，不知不覺的，晚餐都要預備了。在屋子內，政治危機是談話底中心點；但是，在這兒，在湖澤、森林與滌沒的太陽之自然的諧合之中，一個較高的論題出現了。

蒲郎克底名字，來到我們底談話之中了，而且談到了各種各種由量子論所提起的哲學問題。對於我底更無忌憚的概說，愛斯坦一定回答道：“Nein, das kann man nicht sagen”（唔，那是不能這樣說的。）但是，在我提出某些更適當的東西之時，他就沉思一會，說：“Ja, das Können Sie sagen.”（啊，是那樣的喲。）我想，我們是同意的，雖說相對論已經贏得了世界底想像，在招致科學思想中之現代革命上，量子論却成爲了更基本的勢力。

當其我們談到這點上來時時候，我請愛斯坦爲我寫一篇導論，是關於要在英國印行蒲郎克底論文集的。愛斯坦謝絕了這個提言。他說，在他那方面，要向公衆介紹蒲郎克，是會有點兒僭妄；因爲，量子論底發現者，并不需要任何更小的發光體之反對光線來顯示他。這就是愛斯坦對於蒲郎克的態度，天才地，且以素朴的力言而表出了。

我解釋道，這本書是要爲一般的大衆的，而且，雖說蒲

郎克底名字，在德意志，在全世界底科學界，是家喻戶曉的，但是，在用英語遊國家，他却沒有像相對論底建立者那樣普遍。愛斯坦並不認這點為很可惋惜的事情。如果真理是為別的道路所環繞，他就會高興的。但是，我底意見，却以為，經由一個更為人所知者而闡明較不為人所知的，是一個很好的邏輯條例，不管這一個或那一個底客觀的功績怎樣。對於這個論據底力量，他屈伏了，承認寫一篇簡短的導論，但是，堅決地要求，務必必要簡短，因為，只要稍長一點，就會裝啞作調的。

現在的這篇文章，却並不是愛斯坦底導論之擴大。它寧是意味着一個客觀性的略傳的。這兒，我底第一的課題是，指出作者在本書中所說遊意見在自然科學底現代發展中所佔遊地位。隨後，我就要盡力地，簡單而活潑地，為讀者描繪出蒲郎克底人格——他底科學的業績，他對於作為現代日常生活中之一智慧力遊理論物理學底作用之態度，他底人生哲學，作為一個市民與學問家遊他之同時的活動，最後，在他底同輩中，他底地位與名聲。

這個課題底第一部分，如果我把它委諸蒲郎克底同情中少數的領袖們，去闡明在現代科學進步底一般的圖像之中他所佔遊地位，就會很好地被履行吧。

在物理學史中，蒲郎克這名字有着怎樣的意義呢？對於這個問題的解答，由於指示出在描繪科學發展過程圖像的表現之中，蒲郎克底畫像所應該佔有的位置，就能夠被提出來。在這修長的陳列館底盡頭，有一面牆壁，其空間，其角度，是轉換方向而且廣闊的。在那兒，蒲郎克底畫像就掛着在，一方面，與古典的過去愉快地告別，它方面，指向一個新的迴廊，掛在那兒的諸畫像，其顏料都幾乎還沒有乾透哩——愛斯坦、里爾斯·波爾(Niels Bohr)、拉沙佛德(Rutherford)、第拉克(Dirac)、愛丁頓(Eddington)、秦斯(Jeans)、彌里甘(Millikan)、威爾孫(Wilson)、康普頓(Compton)、海森堡(Heisenberg)、席羅丁格(Schroodinger)、等等、等等。詹姆士·秦斯爵士，在他底通俗小冊子『神祕的宇宙』(“The Mysterious Universe”)中，這樣地描述着這種情形：(註一)

“十九世紀之末葉，簡單的分、原子與電子底行動之研究，才第一次成為可能。為要使科學去發現與純粹力學的解释之一切企圖相反過程或種現象，放射以及特殊的重力之故，這一世紀是持續得正合式。而當哲學家們還在繼續討論，是否可以造一架機器，來復生牛頓(Newton)底思想，巴赫

(註一)『神祕的宇宙』，一九三二年版，PP. 16—17。

(Bach)底情緒或米則盎格羅(Michelangelo) (譯註)底靈感，遮時候，普通的科學家很快也都相信，沒有甚麼機器能夠製造出以再現蠟燭之光或蘋果之墜落的。於是，在這世紀底最末幾個月中，柏林底蒲郎克教授提出了放射底或種現象之一嘗試的說明，這種現象，是這樣久都完全無法說明的。不僅他底說明，在其本性上是非力學的；就要把它同任何力學的思維路線連結起來，都似乎不可能哩。特別因為這個理由，它就被批評、被攻擊、甚至被嘲笑了。但是，它證明起來是非常堂皇地有效的，而且，終局發展成爲現代的「量子論」了，這，形成現代物理學底支配原理之一。雖說這在目前還不顯明，它仍然標誌了科學中力學時代之終結，而展開一個新的時代。”

另一位不列顛科學家，拉沙佛德爵士，關於他底德國同儕，提出如下的評價：

“蒲郎克底名字，在各國底科學界中，是家喻戶曉的，他們同聲地稱讚他對於自然科學之偉大的、持久的貢獻。

“在今日，當量子論有成功地被應用於這樣衆多的科學

---

(譯註) Bach, Johann Sebastian, 德國底大音樂家，1685—1750；

Michelangelo, Buonarroti, 意大利底畫家、影刻家。建喬  
登。1475—1564。

領域之時，放射底這種新概念，在三十年以前是怎樣奇怪的，而且，幾乎是幻想的呢，這是頗難相信的。關於一種理論，以及隨之而來之推論之正確性，要獲得任何確證，在最初，是頗為困難的。這兒，我要提及一九〇八年格吉爾教授（Goiger）和我自身所作之實驗。在我這方面，對於蒲郎克關於 $E$ （ $E$ 是基本電荷，而值則表現於靜電單位之中）之推論之同意，使我成為作用量子底一般觀念之一最早的信從者了。從而，我就能夠沉着地去觀察，甚至去助成波爾教授關於蒲郎克所主張之量子論之大胆的應用了。”（註二）

關於蒲郎克底業績之意義，里爾斯·波爾，這位有名的丹麥物理學家，是這樣地陳述的：

“在科學史上，幾乎沒有甚麼別的發現，產生了像我們這時代底非常短暫的時期中，直接由蒲郎克底基本作用量子之發現而發生之這樣非常的諸結果。這個發現，以不斷地增加着的前進程度，在為由原子現象之研究而獲得之諸結果之解說與提供方法上，已經被弄豐富了，而原子現象之研究，在過去三十年間，是作成過驚人的進步的。但是，量子論所成就之東西，還多得很哩。在自然現象之科學

（註二） Die Naturwissenschaften（『自然科學』），Vol.

的解說中，它提出了一個急激的革命。這個革命，就是蒲郎克在研究中空放射所完成邁先驅工作中所發生之諸理論、諸概念之一直接的發展。在過去三十年間，這些理論、這些概念已經生長了，而且擴張為所謂量子物理學那種科學成果了。基於量子物理學方面而形成邁宇宙圖像，必得要認為是一個與古典物理學無關邁綜合，它以其概念之美麗，以及邏輯之內部的諧和，而親切地與古典物理學相比較。

“我也要特別注意這種新知識底結果。不僅在古典物理學底領域，而且也在我們底日常的思維方式中，它粉碎了我們底觀念之基礎。就是由於從遺傳的思想傳統之這種解放，我們獲得了奇異的進步，這種進步，是在過去的時代，我們關於自然現象之知識中，已經完成了的。這種進步，甚至已經超過了不多年以前所發生邁最高的希望了。自然科學底現在狀態，由於以下的說話，也許可以很好地指出吧，即是，在實驗研究中發生了豐富的結果之幾乎全部的思維路線，自然地互相混合而成爲一共通的和諧，並不因之而喪失其各個的豐饒性。因爲已經把產生這些結果邁工具放在我們手裏了，量子論底發現者就獲得他底同儕之非凡的禮讚。(註三)

對於這個顯赫的名單，只要再加上一個名字就充分了。

(註三) Die Naturwissenschaften, Vol. 26, p. 483.

這就是萊比錫（Leipzig）底物理學家，海森堡教授，他是目前誰都知道這無定性理論（Theory of Indeterminacy）底創立者。海森堡如次地寫着：

“一九〇〇年，馬克士·蒲郎克發表了以下的研究：放射熱，不是一連續的流動，並且不是無限可分割的。它不得·不·被·制·限·為·一·非·連·續·的·質·量，是·由·全·都·互·相·類·似·遊·單·位·而·形·成·的。

‘在那時，他幾乎不能夠預見到，不出三十年，這個理論，驟然地與從來所知道底物理學諸原理相衝突。這個理論，會發展而為原子構造底一個學說哩，而以其科學的廣博性與數學的單純性之故，這決不是低劣於理論物理學之古典的圖式遊微末之量啊。’（註四）

我們現在來看蒲郎克他自己底個人故事吧。他，一八五八年四月二十三日，生於德國基爾（Kiel）。他父親，是當地大學校底憲法教授，隨後轉到哥廷根（Göttingen），担任同樣的職務。他由以揚名遊主要著作，是他協同著作遊『普魯士民法』。我們底偉大的物理學家，從他父親承繼了或種的性質，特別是在精察實驗證據上，不把有意義的東西

（註四）同上，p.490.



與無意義的東西相混淆，并探查深藏於相對的價值之後並絕對的價值之正確的判斷力，這一點是常常被提說的。在構造一個數學的綜合方面，他也有明確的組織能力。但是，他從他遠祖所承繼最顯著的性質，也許在他對於自然科學之態度上表示了出來吧，即是，認自然科學爲人類文化之一部門，與別的人類知識部門一道而形成一個整全體，并且，對人類底命運發生了它底影響，不僅以物質的方式，甚至更深刻地，是以精神的方式的。

蒲郎克十七歲時，他進了繆里希（Munich）大學，以物理學爲其主要的課目，三年之後，他到柏林去進了當地的大學，去完成他底功課。那時候，在普魯士都城，爲首的科學大家，是赫謨荷資（Helmholtz）和克爾希霍夫（Kirchhoff）。克爾希霍夫是大學底物理學教授，年青的蒲郎克，就在那兒，在他底領導之下誦讀，并且，熱中於赫謨荷資與衛爾斯特拉斯（Weierstrass）底講義。他常常說，在熱力學上，特別是有名的第二定律，克爾希霍夫很使他感覺興趣。就是在這個課目上，蒲郎克寫下了他底博士論文，這是一年之後，一八七九年，他在繆里希大學提出的；當時，他獲得了 Summa Cum Laude 底博士學位。這篇論文，叫做 De Secunda lege fundamentale doctrinae machinicae caloris，這兒，也

許我應該解釋一下，在授學位上，德國底一切大學都是一樣的。學生可以把他的功課在這個大學裏選一部分，在別個大學裏又另選一部分；這樣，在他打算研究某種特殊的課程，而關於這個部門，在遠離家鄉的某大學中有位著名的教授、遊場合，如果他願意，他就可以名義上住這兒的學校，而實際上，則追隨在一切著名的教授之後，從一個大學轉到另一個大學去。儼若他自始至終是在一個大學修業遊一樣，總學分是要給予他的。

得到了博士學位之後，蒲郎克就擔任了繆里希大學底私講師。所謂私講師者，是一個大學講師，領勞勞金而沒有薪水的。一八八五年，蒲郎克就成為基爾大學底指定物理學教授，一八八九年，他到柏林去，成為了當地最有名的教授。一八九二年，他就繼克爾希霍夫之後，被指派為柏林大學底正教授了。一九一二年，他就成為了普魯士科學院底永久幹事，一九一九年他獲得了諾貝爾（Nobel）底物理學獎金。一九二六年，他成為了名譽辭職教授。席羅丁格就繼承着他在柏林遊理論物理學講座。一九三〇年哈爾納克（A. Harnack）逝世之後，蒲郎克就被選為威廉大帝科學進步協會底會長，這個協會是德國底最高級的學院。

是甚麼東西，第一次使蒲郎克得着量子之蹤迹呢？要談

這一點，那會是一個太冗長的故事吧；因為，談到這個，就要清算一直到前世紀末葉為解決放射熱底分光景之謎而有力地被作成過諸種企圖。對於普通的讀者，這種表現不會提供甚麼明白的觀念，所以我們在這兒最好是少談點。

大家都是熟習太陽底分光景的，把白光通過三稜鏡而分裂之，就得着了，於是，就產生有色諸光線之一分光景，這些光線在 screen 上聚集着，而連續地從赤色移行到紫色。牛頓是第一用科學方法處理這現象的人，這個，就引到了光本身底性質底大問題。在放射熱底場合，我們有一個相應的現象，威廉·亥色爾爵士 (Sir William Herschel) 第一個指示出了太陽分光景不是局限於眼所得見地位，而從赤色移行到紫色的。在一八〇〇年，他發現了，有過赤色的太陽光。由於應用溫度計於連續的諸色，他就發現了在太陽分光景中熱之不平均的分配，在赤色之下，熱度最大。這種不平均性，以前是決未想到過的。

一個物體，當適度地加熱之時，就發生一種看不見的放射，在今日，這是一個日常經驗。波動底振動數，對於眼睛之影響是太低微了。例如，在一塊鐵上，溫度逐漸增加了，人們可以想得到，紫色光線必得是最初知覺到的，因為這些有着最小的、刺激視官所必要週波長。但是，實際上所發生的，却

不是這樣。光，最初是暗赤，其次是豔赤，最後則變成鮮明的白色。這樣，這兒的問題就是，怎麼有相異的振動數對光線之強度，隨增高之溫度而變化呢？這就是所謂對於不同的溫度，放射底分光景分布之問題。就是這個問題，蒲郎克捧獻了他最初二十年的學術生涯。在斯塔克荷謨（Stockholm）瑞典皇家科學院，為接受諾貝爾獎金而說過講演辭之中，他說：

“回顧過去二十年，那時候，物理學的作用量子底觀念，第一次從一束的實驗事實而出現為確定之形態，並且回顧到終局引到發現那曼長的、迷宮似的曲徑之時，我是活靈活現地想起了歌德（Goethe）底說話的，人如追隨事物，他就會常犯錯誤。當着這樣修長而困難的鬥爭之際，除非時時都有一道光明照耀他底曲徑，提供他以不可否認之證據，說，在他東摸西找犯了若干錯誤之後，結局，他是要前進一步，而發現他所正在尋覓真理的，那末，研究者是會再三企圖放棄他底努力，而認為是無益的、沒有結果的吧。對於一個目標，一個目的之死不放手的追求，在研究者是必不可缺的條件，而這個目標，縱使有時由於最初的失敗會弄得暗淡，却常常都會照耀着他底道路。

“在我心目中我把握了這樣長久的時期底目標，就是在

放射熱底正常的分光景中能力底分布之解決。克爾希霍夫已經指示了，熱放射之性質是完全不依存於放射物體之特性的。這一點，指示出一種普遍的作用之存在，這種作用，必得是澈底地依存於溫度與波長的，但是，無論如何，却不依存於當前的物質之特性。如果這種特殊的作用能夠被發現，則它就會提出關於能力與溫度間遞關係之更深刻的理解，這種關係形成熱力學底主要問題，因而形成全部分子物理學底主要問題。那時候，要發現這種作用，除了從諸種自然物體中，選拔某些種類吸收并放射熱遞能力已經知道之物體，從而，當溫度底交換靜止之時，去計算熱放射之外，是完全沒有別的方法的。依克爾希霍夫底理論，這務必要不依存於物體自身之性質。”

於是，他虛心地，客觀地追跡他所追隨了邁錫的道路，在路旁滑上滑下，喪胆落魄，但是，常常都是堅定的努力與決定澈底地大勝了。最後，在二十年的長途旅行之後，目的是達到了。

蒲郎克，一九〇〇年十二月十四日，在他給德國物理學會遞通知上，把他底發現結果，第一次陳述了。他底論文叫做『論正常分光景中能力之分布』。上面所說遞作用之發現，在測定放射能遞那公式之具體表現中，已經被達到了。

他用一般所稱爲中空放射的去實驗過了。這是說，他把一個中空物體加熱到白熱的程度，等一股放射光射穿一個小的孔隙，而在分光鏡中去分析它。這樣，就發現了放射能不是一種連續的流動。它是在整數量，或 Quanta (量子) 中被放射的，這可以用整數來表示。換言之，測定常以  $h\nu$  之整數倍數而產生，這兒， $\nu$  是振動數， $h$  是一個普遍常數，目前就叫做蒲郎克常數。在技術底精密上，他最偉大的勝利就在於推定這個常數底值是  $6.55 \times 10^{-27}$  厄秒 (erg-seconds)。除非它達到那種總量，或其某種的整數倍數，是沒有甚麼放射能夠發生的。這就是說，我們底火爐，至少要蓄積到那樣的總量，才能爲我們放射出熱來。這樣，一直到它蓄積着別的、恰恰是這樣的總量之一倍、二倍、三倍……迨整數集積之時，它就不會增加其熱底放射的。我們能夠有  $2h\nu$ 、 $3h\nu$ 、 $4h\nu$ ；但是，我們却不能有甚麼  $h\nu$  底分數部分。對於熱底放射，這包含着一個革命的概念，而且，這個概念，隨後指示出來，簡直擴張到一切的放射，最後，擴張到原子自身之內部構造了。

不久就明白了，蒲郎克帶來了些光明的東西，不僅說明放射熱底分光景之謎，而且，在自然中，一般地是基本的東西。這，由於他底理論在各方面之逐漸的應用，就指示出來。

了。在它公布之後不幾年，愛斯坦就應用量子論去說明光底構造，而指示出如熱放射一樣，光也遵從着同一的過程，是以羣集或量子，所謂 Photon（光量子）而放射的。各國底物理學家，都開始試驗「量子化」底技術，而達到了很重要的結果。著名的荷蘭科學家羅倫茨（H.A.Lorentz）在一九二五年，就這樣地提出了例證來：

‘我們如今已經進步得這樣遠了，這個常數（蒲郎克底普遍的 $h$ ）簡直不僅為解釋放射強度與其呈現了極少量波長提供基礎，而且也為解釋難於為它所決定過許多物理量中，而存在於其它幾個場合中之量底諸關係，提供出基礎來了。我打算只稍為說一下；即是，固體底特殊熱，光底光化學作用，原子中電子之軌道，分光景中光線之波長，由於特定速度之電子衝擊而產生逆樂琴線（Roentgen rays）底振動數，氣體分子所能由以旋轉之速度，以及構成一結晶體過諸粒子間之距離，在我們今日底自然圖像之中，把物質團結起來，而免其因放射之故而完全喪失其能力者，就是量子形態，這樣說，是一點誇張也沒有的。因為作為由不同的現象而發生過 $h$ 之諸值常相類似，而此諸值者又只由於蒲郎克在二十五年前基於當時可靠的實驗資料所算定過數字之些微的差異而不同之故，我們在這兒就正論究着實在的諸關係，

這一點，是可信賴地明瞭的。”(註五)

要說明量子論之科學的特徵，不是這兒底職分。在各種各種論究現代科學之書籍中，關於蒲郎克底革命的理論，讀者是會找得一些通俗的(某些呢，或許又太通俗了)記載的。這兒，我底課題寧是指出本書內容所由取得之源泉，並盡力說明，為甚麼在論到近代科學底某些哲學特徵之時，蒲郎克感覺到那有那樣強地力說他自身之必要。這兒，大多數的論文，論實證論、論決定論與自由意志之類的，是出乎純粹物理學底領域的。為甚麼德國物理學家底 doyen (領袖) 感到他自身被強迫着要採取這樣堅強的立場呢？

關於量子論底哲學意義，寫下了很多東西。某些物理學家，公然說，量子論底發展，引到了作為科學研究中之公理與因果性原理之崩潰。詹姆士·奈斯爵士，把問題底這方面，如次地提出來：

“愛斯坦在一九一七年指出了，為蒲郎克所奠定之理論，至少在初看起來，似乎是要遺留下比單純的中斷還要更革命的結果的。它，似乎是要把因果律從它迄今作為指導自然界之進程而占有之地位撤廢了。舊科學曾經自信地宣

(註五) Die Naturwissensch. Iten, Vol. 35, 1925, p. 1008.



言過，自然只能遵從一條道路，這條道路，自始至終，由原因與結果之不斷的連鎖，而被圖繪了出來；事件A必然地要發生事件B。新科學却至多只能夠說，事件A可以為事件B、或C、或D、或其它無數的事件所追隨。真的，可以說，B似乎是比C更真實，C比D似乎更真實，諸如此類；甚至可以列舉事件B、C、D之相對的蓋然性。但是，正因為它不能不以所謂蓋然性而言說，它就不能夠確實斷定，那個事件要跟從那一個事件；不管有怎樣的上帝，這却是只有上帝才知道過事情啊。’

(註六)

詹姆士·秦斯爵士更進地說：

“或者，再拿另外的例子來看吧，那是幾乎這樣的，儼若宇宙底聯繫，不知怎樣地弄鬆弛了，儼若它底機構已經發展了某種的「游活」，正如我們在用舊了的引擎中所看見的一樣。然而，這個例子是錯誤的，如果它暗示宇宙無論如何是破舊的、不完全的。在古老的、或用舊了的引擎底場合，「游活」或「聯繫鬆弛」底程度，是澈頭澈尾不同的；在自然界，這由於一般所稱為「蒲郎克常數  $h$ 」之神祕量而測定了，這種常數，證明起來，通過全宇宙都是絕對一致的。它底值，在

(註六)『神祕的宇宙』, 1923, pp. 17-18

實驗室中，在羣星之上，可以用無數的方式而測定，而且，常常證明起來都顯然是同一的。然而，不管那樣的「聯繫鬆弛」，這事實却貫徹全宇宙而破壞絕對嚴密的因果性，後者呢，就是完全適宜的機械作用之特徵”(註七)

以上的注意點，是我加的。詹姆士·泰斯爵士底說話，就是現代物理學家中十分普遍的態度之例證。但是，這種態度，却是蒲郎克所斷然反對的。科學地考察起來，這是過早了；至於邏輯地考察起來呢，則一下就飛躍到一個綜括的結論，却太過分了。蒲郎克會宣言的吧，愛斯坦也會同樣地宣言的吧，在現代物理學中崩潰了過東西，不是因果原理之自身，而寧是其傳統的公式。因果原理是一回事；但是，為亞里士多德(Aristotle)、經院學派、牛頓與康德(Kant)所公式化了過方式，却完全是另一回事。在應用於自然事件之時，不管應用於精神底領域或物質底領域，傳統的公式寧是應該認為太過粗糙草率的。在本書附錄底討論中，關於後者，是要稍為更尖銳地考察的。這兒，最關緊要的，是問，為甚麼蒲郎克認因果的論爭這樣地重要，簡直今天耗費了他大部分的時間(要知道，他是一個非常忙碌的人啊)來講演，並且寫下一篇關於這個遊論文呢。為甚麼他特別着重這一點呢？決不

(註七)同上，p.24.

能夠回答，說他是傳統權威底和事老吧；因為，事實上，他是在現代科學中領導了最偉大的革命者人物。因而，問題底解答，就必得到別的方面去尋求。

現時，在自然科學中，有一種公衆興趣底浪潮。這是直接在戰後興起的，而且沒有甚麼退潮底樣子。這，無疑地，是由於自然科學是今日人類思想底較高活動之最有生氣的表现這事實而來的。更有甚者，理論物理學中較高級的思辯之形而上學的（或譯玄學的一一譯者）內容，對於原初是由藝術與宗教之理想而滿足過靈魂底激渴，似乎是愜意的、現代的營養物哩。從許多觀點看起來，這或許是一件幸事；但是，從別的觀點看起來，特別是從科學的觀點看起來，這或許就是一件不幸之事吧。埃德溫·席羅丁格，新近發表了一篇漂亮的論文（Ist die Naturwissenschaft Milieubedingt? 巴爾斯（Barth）萊比錫，1932），在那裏面，他暗示出，自然科學已經成爲 Zeitgeist（時代精神）底犧牲品了。在目前，Umsturzbedürfnis（破壞慾——譯者）（對於某種急進地與既存秩序不同過東西之欲求），對於我們底文明，是一個普遍的特徵。傳統底權威，在從來支配着藝術、音樂、或者甚至支配着政治與商務過諸原理或諸方法底場合，與其說是一種推獎，毋寧說是一種阻礙吧。而且，我們又看見這同一的

再行估價在影響着科學的諸觀念哩。當愛斯坦宣布他底相對論之時，對於這種理論過贊美之非常的熱忱，是與它之形成牛頓學說底完全崩潰之印象相連的；然而，事實上，相對論却是牛頓物理學之擴張與修正。同樣，當海森堡宣布了他底無定性原理之時，甚至在物理學家自身之中，它都是直接被解釋為確定地宣告因果原理之崩潰的。實際上，我們却沒有任何方法，去證明或者駁斥在外部自然界中因果關係之存在。而海森堡在定立無定性原理之時所放在心頭過目標，却是要發見一種規律，因而使我們能夠論究自然現象中之短暫的諸過程，例如基本作用量子所遵循之過程。這兒，因果原理是不適用的。即是說，我們不能夠同時計算一個粒子在時間空間中過速度與位置，並且說，它此後在那兒會要成爲一個契機的。但是，這并不就意味，因果的繼承，現實地，在客觀上沒有被證實。那是意味着，我們不能發覺它底作用；因爲，如現時所發生過情形一樣，我們底研究工具以及我們底精神素養，對於那種課題還不充分。實際上，無定性原理，是一個選擇的作業假說（alternative working hypothesis），它在量子物理學中，代替了嚴密的因果方法之地位。但是，海森堡自身，就會是第一個出馬來堅決地反對把他底無定性原理解釋爲與因果原理之否認同一視之觀念過

人吧。

然則，爲甚麼這種冒昧的結論是這樣地非常流行呢？這或許是由於兩種事情的：第一，Zeitgeist（時代精神）。時代精神，是不願意被認爲舊秩序之後繼者，而是願意認它自身是從經過傳統底權威而傳授下來並一切法則解放了的。第二，現代生活底標準化，以其大量的生產、強有力的叫賣手腕、廣告、運輸以及大量的出納裝置與保險裝置，等等，已經發展了統計的諸規律底一種體系，這些規律，雖說它們完全不適用於個別的東西，而當論究集體事件之時，却是真實的。人們就稱這爲統計的因果性原理。物理學家們已經把它帶進他們底科學中去了，而且常常說，它是與用於古典的意味迥嚴密的因果律相反的。他們說統計的因果關係，以反對動力學的因果關係。但是，實際上，統計的因果律，甚至所謂蓋然性法則，都是完全建基於被論究着迥個別場合中嚴密的因果關係底前提條件之上的。依照保險公司底統計的因果性原理，在本年內，有好多人，害了怎樣怎樣的病死了，是好大好大的年歲，怎樣怎樣的職業。保險政策之制定，就是基於這些統計的。但是，這些統計，在個別的保險者底場合，對於實際的死亡原因，却一點也沒有談到。

現在，任何對於他自己心目中迥藝術或科學感着興趣

遊人，都要出馬來保護它，以反對經由與它漠不相干遊原理與方法之竄入而生遊混雜的吧。這恰恰就是蒲郎克對於自然科學遊意見。如果我們生活在一個時代，這個時代是正在從舊的政治的與社會的傳統剝離，這，根本是因為舊傳統與我們生活着在遊變革了的經濟的，從而社會的秩序不相適合。但是，科學研究却是必得脫離變革着的人類的生存條件而舉行遊某種東西啊。自然，大衆是會轉向於我們底精神文化中，在目前是最有生氣遊部門的，那就是自然科學，而在它裏面，去爲一般的世界觀尋找一個 Point d'appui (支持點)。但是，就只這一件對於個別的科學家是漂亮非常的事實，却使當前的科學之純潔發生出危險來。

由於這種根源，蒲郎克在因果律論爭中遊興趣就發生起來了。而且也就是在這種燭照之中，我們要去考察他對於實證論派底論綱之態度。自然科學底不正當的通俗化，或許誘惑了某些物理學家，冒昧地去建立一種理論構造，在這種構造之中，人民大衆可以去尋求敬畏與驚奇底，一句話，崇拜底適意的對象的，正如在前代是爲宗教底神祕所提供者一樣。這一點，就可以說明與希臘哲學所由以墮落下去遊哲人狀態、以及經院派運動所由以沒落遊狀態、多少相似遊現代理論科學底那種狀態。就是這後者底沒落，在英國底洛克

(Locke)時代，爲要給哲學思想再建立一可靠之基礎，就鼓舞了經驗派之成立。在目前的自然科學中，我們有着同樣的運動，具着同樣的目的。有些物理學家，他們會把自然科學底領域歸諸作爲發生於自然之中而科學地被發現了諸事件之無力的敘述吧，而且會全然排除一切理論與假說之建立吧。蒲郎克覺得，這種領域之限制，是反科學的，而且，對於物理學是大大有害的。所以，他才那樣斷然地反對了它。作爲國際物理學家底 doyen(領袖)，他感覺到，爲反對這種撤廢運動而鬥爭，是應該的。這樣，他聲言着領導德國科學家進精神，在這一點，我是十分相信的。不久之前，在哥廷根，在某次宴會席上，我偶然會着了蒲郎克底許多同儕。有黑爾曼·威爾(Hermann Weyl)，有馬克士·波恩(Max Born)，並且有詹姆士·佛蘭克(James Franck)。蒲郎克是最被談到得多的了，而且，關於他論因果原理之趨於極端，是更活躍地被討論了，但是，大家都同意去贊成他反對實證論學說進立場。

因爲要把量子論作者底人格，活生生地顯現於讀者諸君之前，這是一種終結的 Skotch，我就打算稍稍談點在他底同儕中蒲郎克底個人地位而收場。在德意志學術界中，無疑地，他是最爲人所知的。實在，人們可以毫不誇張地說，他

是他底同儕底愛寵哩。繆里希底梭梅菲爾德 (Sommerfeld) 教授，在量子物理學領域內，他底名字也是很有聲譽的，在前些時候，關於蒲郎克寫過：“他底博士文憑（一八七九年年上簽着 Summa Cum Laude 底題言，關於迄今整整五十年中他底工作，我們也要簽上同樣的題言吧，不只是對於他底科學研究，而且也是對於他底人類的模範的。他不曾寫過一句非天才的話。而且，在論爭問題之中，對於他底論敵，他常常是很有俠氣的。每當德意志物理學會改組之時，都有紛擾和論爭；但是，對於各方面，蒲郎克却是可信賴的代表，是自然公平的仲裁人。”

梭梅菲爾德敘說蒲郎克底一件軼事，那就是他常常預備用以和他底同儕合作迥不自私的、謙遜的態度之明證。有一次，梭梅菲爾德關於原子物理學中所稱為位相空間 (Phase-Space) 的，作了某種研究。他寫信給蒲郎克，請他幫助，而蒲郎克就立即如他之意地把他自己在同一領域所作過實驗結果通知他了。梭梅菲爾德就陷入於一種詩的興奮之中，寄了一首雙韻詩給蒲郎克，在那裏面，他表示，在量子物理學底廣大的、全新的境地中，他自身只採集了很少的花朵，盡了很微末的勞力；而蒲郎克呢，則把一塊未知的荒原變成了適於耕種的沃壤。



Der sorgsam urbar macht das neue Land  
Dieweil ich hier und da ein Blumensträuschen  
fand.

（謹慎地，謹慎地耕作於此全新的田土，  
可我四處採得的，却只是些兒花束。）

對於這種愉快的稱譽，蒲郎克以還要更爲溫雅的精神  
回答了一首四行詩。

Was Du gepflueckt, was ich gepflueckt  
Das wollen wir verbinden,  
Und weil sich eins Zum andern schickt  
Den schoensten Kranz draus winden.

（你所摘取了的，我所摘取了的，  
我們要把來連在一起。  
從我們相互的贈品之中，  
要這樣地結成着一個美麗的花球。）

接受諾貝爾獎金之時，蒲郎克在他在瑞典皇家學院前  
關於他自身所說出了過謙遜的、簡略的報告之中，談到了影  
響他家庭生活過一個悲劇。這就是他兩個愛女之喪失，她們

兩個結婚之後不久都死去了，幾乎可以說是還穿着嫁時衣裳的哩，另外，就是在大戰中他最鍾愛的一個兒子之喪失。另外一個兒子，帶了傷，但是還活着，如今是巴本內閣（Von Papen Cabinet）底一位總長。

就是同蒲郎克談着科學題材時，人們都常常可以感覺到，關於他孩子們這悲劇，在他底靈魂上，刻劃了一個深深的痕跡。關於這個迴憶，似乎要喚起某種沉思的性質，這種性質，在他底本性中是很深湛的，而且，要給它以一種更溫暖的光輝吧，這種光輝，人們會稱之為神祕不可思議的。實在，雖說一位科學家、一位世間完全務實的人物、一位舉止閑雅、服御都麗適時下的紳士以及一位運動家，都攀登 Jungfrau（譯註）來慶祝他不幾年以前過七十二歲的壽辰，然而，不知道甚麼原故，人們却常常把他同貝多芬（Beethoven）聯想起來，而且，大家都記得，在蒲郎克工作之初，有一個難題，就是，要發展其音樂的天才方面呢，還是發展科學的方面。他是發展了後者的。但是，如果他不把它一方面弄豐富，他是不能發展這一方面的，因為，理論科學之探求，要求把藝術家底構造想像作為其第一的必要條件。而

（譯註） Jungfrau，是瑞士百倫山脈（Bernese Alps）底高峯，高13，

661英尺，譯名為少女峯。

對於自然底和諧之不斷的追求，是相應於音樂的表現之渴慕的。無論如何，德意志底兩位最偉大的科學家，愛斯坦和蒲郎克，都是音樂家，這却是事實。

在拜訪他在柏林王根海瑪街(Wangenheimer Strasse) 的住家、並且在那同時是他底客廳又是研究室的大房間中同他閑談之時，我常常想，他自己底私事由他國家底悲劇而昇華而純化了，這個，在它底輪次上，又由現代世界之普遍的悲劇而昇華而純化了。因為，在這一點上，他比最忙碌的人還更撫育得多啊。但是，在最初的憂鬱之雲翳出現之時，他就用他所喜歡遊譬句 Man muss optimist sein (人不得不是樂觀主義者) 來抵抗它。我們不得不是樂觀主義者啊。他曾經說過，在科學殿堂底門口、指示出它底皈依者只有那樣才能進去遊標語，就是：Ye must have faith(你必得要有信心)。通過他全部的工作，全部的過去以及現在的談話，在終極的創造目的之中，常常就是這種活生生的信仰之金線在貫穿着。



## 第一章 科學之五十年

這兒，我打算把我自己實際參加活動過時期，德意志底自然科學略述一下。爲明白起見，我們最好不管事件之年代順序，而努力追跡種種特殊的觀念系列所沿以進展過主要方向。在這樣做過時候，我也打算注意它國科學家所完成過協同工作。如果我提到某些名字，而遺棄其他許多即使不更有名也同等有名過名字，則這些名字只不過引來作爲指標，以指示一個特殊階段或轉向點，決無關於被提及了過科學家所完成過工作底個人評價之暗示。

我們就以一八八〇年作為出發點吧。那時，有四個偉大的名字，輝煌地高出於他人之上，而昭示出自然科學所沿以進步的方向。這就是赫謨荷資、克爾希霍夫、克勞西斯（R. Clausius）和波爾慈曼（L. Boltzmann）。前兩人是力學與電力學底接續領域中過主角，後兩人則是熱力學與原子物理學底共同領域之泰斗。但是，在這四位先驅者底活動之間，實際上是沒有何等分割地帶的。他們陳述關於物理宇宙之一概念，這，對他們全部都是共通的，而他們對它過態度也最為密切諧和。這個共通的概念，是建立於二重基礎之上的。基礎底一部分，包含着哈密爾敦（Hamilton）底最小作用原理，這個原理又包含着能力恆存原理。基礎底第二部分，則陳述熱力學底第二定律。

理論物理學中任何後繼的發展，必然地不得不處於把這兩個一般原理在其終極的結論與應用上作出來的方向，那時，在一切物理學家，都認為實際上是確實的。這樣，沒有那個人夢想過，那樣驕傲地獨立着而支持自然科學之殿堂過這兩個原理，極短期內，就不得不把別的原理，獨立地、對等地採入於組合之中。

這些新原理底到來，在我所提及過較早的先驅者們所提出過某些觀念中，以及在代表了方興的時代過那些人物

底傾向中，已經暗示了。赫芝（Heinrich Hertz）就是後者中之最傑出者。他站立在新時代底發軔點，要過高地評價他對於現代物理學之業績，會是不可能的吧。不幸的是，以三十四歲的壯齡而夭折，他底工作就中斷了，那時候，他正任着邦恩（Bonn）底理論物理學教授而活動。雖然說他對於通過真空遊電磁波之傳播有過劃時代的發現，赫芝却並不是新科學理論底創立者。他所成就的，是在於完成已經存在着的一個理論，因為他終極地確立了馬克斯威爾（Maxwell）底光論，而排棄了在電力學領域中長期爭霸過全部各種各種其它的理論。由於這些業績，赫芝不得不被認為是對於理論物理學之統一齋與了一個很重要的進步，因為他那樣地把光學與電力學導入於一個學理的紀律之下去了。

他底最後的工作，是在於把牛頓力學單純化到理想的程度。在牛頓力學，運動能與位置能間之差異，常常作為本質上不同的實體而設立。赫芝在統一這二重概念上成功了，他是由於根本地除去所謂力（force）底觀念而成功了的。赫芝把牛頓學派底力與物質之內部運動同一視，所以，一直到今日被稱為位置能的，如今，就為運動概念所置換了。然而，赫芝決沒有想到要說明任何特殊方向中這些內部運動

之性質，例如重力。他是以在原則上建立統一化之假說而自足的。

如果我們斟酌當時還只處於所謂發達底初步階段或種理論，我們可以說，在前世紀之末葉，作為一個整全體遊理論物理學底科學，就呈示了一個完備的、完全被連接了遊建築物之堂煌的景象。然而，一個精明的觀察者，對於在基礎底或種部分之中有着怎麼也不能認為滿足遊顯然的破綻，是不會看脫的吧。赫芝就不會看脫這一點。而且，他並沒有忽視過，建築物底完整，在這兒，如果不是不可能，也會是很困難的這事實。這些破綻，不久就成為科學批評底攻擊之的了。而這種批評發展成爲一種創造的運動，結局，把理論物理學從牛頓時代以來所經驗了遊最重要的擴張帶來了。

在自然科學中，否，或許在任何科學中，沒有那種學說體系會出自本意地而變更其內容的。這兒，我們常常需要外部環境之壓力。實在，一種理論體系愈易了解、愈廣博，則它就要愈益頑強地排斥一切改造、擴張底企圖。而這是因爲，在有着全面的邏輯一致性遊思想綜合之中，建築物底一部分之任何變更，不得不把其它部分也顛覆。例如，關於相對論底承受之主要的困難，不僅是其客觀的價值底問題，而寧



是它要顛覆牛頓底理論力學之建築物到何種程度問題。事實是，在一個建築得好過思想綜合之中，除非有強大的壓力從外部加於其上，是沒有甚麼變革能夠發生的。這種強大的壓力，必得來自一個完備的理論體系，這種理論體系，已經由實驗研究之試驗而被堅固地結合了。只有這樣，我們才能夠降服那迄今一般地認為正確過理論的獨斷。而且，只有這樣，我們才能夠有成功地要求全學說的建築物之根本的修正。隨着這種改造，必然地要發生實驗的研究所要解決過一系列的新的問題。就是在這些問題底解決過程之中，終極地引到更深遠的理論與假說之構成過新觀念，才被暗示。

理論與實驗底這種交互活動，以及，純粹理論意味上過理論構造，與由於它們向客觀實在之應用過它們底試驗，底這種交互活動，是現代物理學底顯著的特徵。的確，在一切科學進步中，這是極重要的，因為，它是可信賴的、持久的結果所能由以產生過唯一安全而確實的源泉。

一直到赫芝亡故之時，幾乎吸引了他全部注意過理論物理學底問題，有兩個。但是，它們拒絕了他底一切的解決嘗試。而這兩個問題，結局成爲了我們今日的物理學所從以發展之核心。這些問題就是：(1)陰極線 (Cathode rays)

底性質，以及(2)電力學的運動。每個問題都有它自己底歷史；因為，每一個都提供了一個獨立的發展之出發點。前者引到電子論，後者則引到相對論。

## 電 子 論

陰極線，是在一八五九年爲豐·蒲洛克爾（Von Pleucker）所第一次發見的。這種發見，自然地發生了關於這些線自身之性質的問題。它們是電荷底運輸者，或則，如光線一樣，是波動的呢？X光線，雖以磁石加於其上而不偏斜之事實，似乎指示出它們底電的性質。但是，赫芝却有利於反對意見地斷定了。在他實驗了無數次之後，即把陰極線加於磁針之上，而發見在每個場合，磁針仍安定不動之後，就達到了這個結論。因此，赫芝是傾向於把陰極線與光底以太波同一視的，後者，科學家們是費了許多時間想去發見它而終於無效的。如果赫芝在這兒改正他底理論，那就會意味着，理論物理學底建築物中無理的空虛之一，會那樣地被填滿吧。

但是，與赫芝底提言相反，有些證據，指示出陰極線是粒子的，而且是電荷底運輸者遊假說。同着實驗方法之進

步，科學家們愈益相信，陰極線終局會發見是陰電底運輸者。一旦，維因（W. Wien）在陰極線中發見了電荷，維協爾特（D. Wicthert）發見了它們底速度時，這些證據就絲毫不爽了。以此，電子論底基礎就奠定了。

在這種場合，理論與實驗是如何地攜手並進呢。一個為今日之王長，別一個則在翌日。注意這個，是有趣味的。首先，實驗，特別是為菲力普·勒拉爾德（Phillipe Lenard）所行過實驗，站着在先頭。在一八九二年，他指示出陰極線能夠通過極薄的金屬箔，而且，在把它們取出所由發生過管子之外時，成功了。在這實驗的刺激之後，發生了一個奇異的、不意的結果，在一八九五年，當羅倫琴（W. Roontgen）研究陰極線而發見了X光線時，因而，一下子就為自然科學開拓了一個新王國。同時，他底發見，就在當時。理論物理學底面前安置了一個全新的課題。這，間接地引到了法蘭西物理學家，亨利·柏克勒（Henri Becquorel）方面對鈷線之發見。在同一的實驗領域中之更進的發展，在拉沙佛德與梭蒂（Soddy）方面，終歸發見了放射性物質，確立了放射能論。

關聯於陰極線、X光線以及放射能這些種種現象底性質之實驗的研究，在各方面進步了。應該解決這些特殊問題。是

它們底起源與其活動底性質。但是，樂琴線，却長時期地絕對拒絕量的分析之一切嘗試。在初期的實驗階段，經過以下的事實，即當我們置一金屬片於管內陰極之對方，所謂對陰極時，從此對陰極片，就有電子之流射出，則 X 光線之有電磁性，就已經被確定了。然而，要達到測定 X 光線之波長過何等滿意的結果，却長時期地不可能。這兒，展開了向其次的、決定的一步之道路的，是理論家豐·勞埃（Von Laué）教授底研究。

一九一二年，豐·勞埃，與實驗物理學家胡納德里希（W. Friedrich）、克尼賓（P. Knipping）合作，由於把 X 光線通過結晶的媒質，因而發生了干涉底現象，就察覺了它底波長。這樣，測定波長就可能了，但是，這個實驗，自然只適用於等質的樂琴線，因為，非然者，則從互相重疊過諸種的干涉位置，就會發生混亂。

勞埃底發見，就同在光學方面一樣，在原子物理學方面，也是極有價值的。它使物理學家們能夠確定地把樂琴線與甘瑪線（Gamma rays）和電力學中之放射性物質相區分。在另一方面，陰極線底運輸者——即是，自由電子，以其相對地微小的質量，證明起來，對於自然科學却是某種全新的東西。就由於這些電子之導入，使迄今仍處於神祕之城過

種種物理的現象能夠了解。

遠在一八八一年，赫謨荷資已經在他有名的法拉德(Faraday)講演中指摘過從化學原子(Chemical atoms)底立場，由於流電作用而發生過化學分解之經驗地歸納了的法則，只有在我們如賦予物質者一樣，賦予電氣以原子的構造過場合，才能夠說明。赫謨荷資所推定過電氣原子，第一次出現於陰極線之中，自由地并且脫離一切的物質，而又居於放射性物質之 Beta 線中。與化學原子相異，一切電氣原子是相同的，只有在它們底速度上才相互不同。電子之發現及其向科學的宇宙圖像之導入，就賦予了一道新的光明於金屬傳導之性質。大家都知道，當通過金屬導體，例如普通的銅絲之類時候，電流并不發生何等的化學變化。一旦，電子底存在判明了，要把這些自由電子認為是通過金屬過電流之運輸者，似乎是自然的。以前為威伯爾(Wm. Weber)所提出過這種意見，如今，為芮克(E. Riecke)與狄魯德(P. Drude)所復活了，并且更進地發展了。

一旦，自由電子已經被自然科學認為是自然中必要的因子了，就有一種企圖要來證明這些電子也存在於一「束縛的」狀態之下。這種企圖，就使得研究家們去追究物質底一大羣新的物理的與化學的性質。狄魯德說明了一物體之

光學的分散與化學的原子價，他是由於把這些聯繫於原子內之電子而說明的。而為這目的，他就區別了緊密束縛的電子與鬆弛束縛的電子。前者招致了光底分散，後者則說明化學的原子價之性質。隨後，羅倫茨就把全電子論組成爲一個完備的、獨立的綜合。他底特殊的努力，是在於要確定，一物體底全部物質常數，是否能由其中所含之原子與電子底配置與交互作用而說明，且能夠說明到甚麼程度。

拿這樣地獲得了過諸結果與在放射能方面所作過研究來看，過去五十年間，爲發現物質底內部構造之故而作過諸研究之最終的結果就是，一切物質都是由兩個基本要素：陰電與陽電所構成的，二者都包含着有反對電荷過同樣的微小粒子。陽粒子，是較重的，稱爲陽電子 (Proton)，較輕的陰粒子，則稱爲電子 (electron)。二者之結合，就稱爲中性子 (neutron)。每個電氣上中和的化學原子，是爲相互地緊結着過若干陽電子與等量的電子所構成的，這些電子之中，有些與陽電子相結，共同地形成原子底核，而其它的一些——卽是自由電子，則在繞着核過軌道中運行。後者底數目，所謂自由電子、或軌道電子底數目，在各個場合，與原子番號一致。種種元素之一切的化學性質，就是依存於這種數目的。

## 相 對 論

先前我們曾經再三談到赫芝，並且談到在終局引到電子論之建立運動中他底工作。現在，我們達到第二個偉大的理論來，這是我以前說過，與電子論是雙生子似的原理，五十年前人們未常夢想過。而今日則成爲支持科學建築物之主要支柱的。這個第二的原理，就是相對論。這兒，我們又發現，赫芝也是一位先驅哩。他畢生的研究底最後而最有成績的時期，是特別致力於運動物體中電力學的現象之研究的。在這種工作裏面，赫芝以一切運動都是相對的之原理作爲出發點。以馬克斯威爾底理論爲其基礎，他就爲電力學的運動現象製定了一系列的方程式，在這些方程式中，被談到了邁諾物體之速度，都只有相對的意義。這由以下的事實就表明了，如果當前的物體之速度，從一運動座標系看來，或則，換言之，從一運動觀察者看來，這些方程式正如，牛頓底運動定律一樣，仍然是不變的。所以，在赫芝底理論中，不必爲電力波導入一特殊的、實體的傳導媒介之觀念。這兒，如果我們想把以太作爲實體的傳導媒介，那末，我們就不得不假定，它對於物質是沒有何等獨立的運動，而是完全隨它

進行的。

赫芝理論底優越性，是在其內部的一致性，但是，一開頭，他就看出它有些重大的缺點。通過亦在運動狀態中之空氣過光波，正如在音波底場合一樣，不管空氣如何稀薄，不能不認為是與空氣底運動一道的。這是赫芝理論底一個必要條件，但是，却與斐左（Fizeau）所作過一個決定的發現相反，他證明，光之通過運動空氣，其速度正與通過靜止空氣相同。換言之，不管逆風、順風或完全靜止，它底速度都是相等的。

羅倫茨，由於提出充滿全部空間過靜止以太之觀念，而努力調和赫芝底理論與斐左底發現間之矛盾。這種以太，是提出來作為一切電力學的作用之負荷者與傳遞者的。在這種以太中，原子與電子，如像不同的粒子而運轉。這樣，赫芝理論底利益就保留着，同時，又能與斐左底發現相諧合。然而，在它一方面，這却意味着相對性底觀念之排除；因為，它建立了一個絕對靜止的、確定的座標物。這是一個靜止的以太，而其存在之假說，似乎比前此所提出過任何假說還更為充分。

這樣，相對性原理就受了一下打擊。但是，它不久就報仇了，有這樣多的新缺陷被提起了，那簡直是赫芝理論所不



能彌補的。一切想測定地球底絕對速度之嘗試，都失敗了。換言之，要測定關聯於假說地靜止的以太之地球底速度，成爲不可能了。縱是一切實驗中之最精密的，即爲邁克爾遜（Michelson）與摩萊（Morley）所提出過實驗，也全不能夠檢知地球運動及於光底速度之影響底何等痕跡，雖說依羅倫茨底學說，這是應該自行覺察得到的。

在這些情形下面，理論物理學，在前世紀之末，就面對着這樣的一種抉擇問題，是去掉非常有用的羅倫茨理論呢，還是拋棄相對論。這個危機，在一八九八年八月在杜塞爾多夫（Dusseldorf）所舉行過德國物理學家與醫學家協會底大會上，很顯著地引起了世間底注意。那時候，全部問題都以兩個當場宣讀了過論文（一篇是維因的，另一篇是羅倫茨的）爲中心而辯論。這個論爭，一直延長了七年之久。隨後，在一九〇五年，愛斯坦在他底相對論中，才提出了一個解決。愛斯坦底假說，容許羅倫茨理論之存在，但是，只有犧牲初看是完全相反過假說，即是，時間空間底諸次元，當其真空中光底速度成問題之時，不能認爲是相互獨立的，而應該是相互融合的。這個假說，在邏輯上無可攻擊，因爲，它在其自身是完美無瑕過數學公式中被表現了。然而，相對性底論綱，却完全與從來所承認過一切見解相衝突。

愛斯頓發表了他最初的相對性假說底研究之後，不幾年，岡可夫斯基(Minkowski)就提供了許多確證這個提言的材料。他指示，如果我們把時間認為是某種想像的東西，而假定時間單位是光線通過長度單位所需要過時間之總量，那末，關於空間時間之一切電力學的方程式，就是均等的；因為，時間之一次元與空間之三次元，都作為均等的要素，而進入於電力學底一切法則底公式之中。這樣，三次元的「空間」就擴大為四次的「世界」，而當座標系（即是，觀察者）變化其速度之時，支配電力學之全領域的數學法則，仍舊不變，正如當座標系由一方向而向它一方向變更其運動時，它們之仍舊不變一樣。

現在，其次所發生過問題就是：如果相對性假說，以其新公式，而要對於自然科學之全體有意義，有效力，它應該不僅適用於電力學，也要適用於力學。然而，如果相對論在力學領域中適用而且有效，則我們就不得不變更牛頓所定立過運動定律；因為，當四次的座標系變更之時，牛頓定律不能夠一成不變。從這些問題，就發生了所謂相對性力學，這是牛頓力學底擴張，修正。相對性力學底理論，在迅速運動着過電子底場合，實驗地被確證了，因為這個實驗指出，質量并不是不依存於速度的。換言之，迅速運動着過物

體之質量，隨速度之增加而增加。這樣，愛斯坦底假說之更進一步的確證就被提供出來了。

除了把空間時間與力學底運動法則融合進功積之外，相對論完成了別一個同等重要的貢獻。這就是質量與能力底同一化。這兩個概念底統一，對於自然科學中一切的法方程式，正如空時連續體底四同位項一樣，建立了同種的對稱，動量底向量對應於空間底向量，能力底無向量對應於時間底無向量。相對論底它一重要結果是，靜止物體底能力，被給與了一個明確的値，這由光速底平方與其質量之積就表明了；所以，一般地，質量，不得不在能力底概念之下被考察。

但是，愛斯坦并不以他底理論底這種成功而自足。一旦，指示出一切座標系，或觀察立場，只要它們與直線的直角變換一道而交互變換之時，都是同等有用的之後，愛斯坦就問，這種相等性是否適用於任意的座標系呢，而且，適用到甚麼程度呢。簡單的力學方程式之向任意的其它座標系之轉化，一般地包含得有或種的附加因子，例如，在如地球之類迴轉着並座標系成問題並場合，就有遠心力底因子，而這些附加的因子，只要有重質量與慣性質量被同一視之時，就顯現為重力底結果。如今，從自然科學底立場說，沒有甚麼幾何學的座標系，一開始就比別的座標系更有利益，而且

有基於里曼 (Riemann) 底基本張數 (這, 在它自身又是依存於空間中物質之分配的) 才能說明適不變性之假說, 就引到了一般相對論之樹立。這個一般相對論, 把先前的理論作為特殊的場合而包含, 而其對於特殊相對論所保持適關係, 就如里曼底幾何學對於歐克里德 (Euclid) 幾何學所保持適關係一樣。

一般相對論底實際意義, 自然是限於非常強力的重力場的, 例如太陽底重力場, 由之而影響於色與光; 或則是限於長時期的運動, 例如水星軌道近日點之移動。一般相對論, 表示着向物理學全體底幾何學化適理想目的之最初的邁步。愛斯坦, 最近又專心致志於展開向第二步適道路, 這會把力學與電力學在一系列的方程式之下統一吧。為這個目的, 他曾經基於與里曼幾何學相異適幾何學, 而努力建立一單一場底理論。對於這種企圖底最後的成功, 我們還須得稍為等待。

## 量 子 論

在相對論之外且與之完全無關係地, 量子論在過去三十年間, 給與了理論物理學以一個新的影響。正如在相對論

底場合一樣，它底起源與基礎是發生於下述事實之承認的，即是，舊的古典的理論，因為不能說明由實驗方法而確立遊諸結果之故，不能不被廢棄。然而，這些結果，不是在光學方面，而寧是在熱力學方面獲得的，而且是由黑色物體底發光景中輻射能之測定而發生。

依克爾希霍夫底定律，這種輻射能是與輻射物質之性質無關的，從而，有普遍的意義。在這方面，實在，古典的理論已經產生了些重要的結果。最初，波爾瑟曼從馬克斯威爾關於壓力由輻射而發生之發現，並且從熱力學底法則，推論了一切種類的輻射對於溫度之依存性。維因更擴張了這同一的原理，而指示出在分光景中，特別在其位置與最大限度中，能力分布之曲線，是為溫度之變化所置換的。這就與最精密的測定充分一致了。但是，談到這曲線底存在形態，則理論上所達到遊結果，和由龍麥爾（Von Lummer）與蒲林謝謨（Pringsheim）、魯本斯（Rubens）與苦爾包姆（Kurlbaum）所作遊測定之間，就有着非常顯著的斷斷。於是，蒲郎克，把熱力學法則作為實驗結果所得從而說明遊基礎，達到了如下的革命假說，即是，一個振動着輻射着遊景象所有之數多的特徵，在其自身，是一個完備的實體，而且，這景象底任意二特徵間之差異，是為一確定的普遍常

數，即基本作用量子所表示的。

這個假說底設立，就包含着對於從來自然科學所主張遊意見之一根本的背馳；因為，一直到那時候，物理圖像底狀態能夠無限地被變更這事情，簡直成爲了一個公認的獨斷。新假說之豐饒性，直接地在以下的事實中顯示了出來，即是，它引到了一個說明分光景中能力之分布，且與測定完全諧合適法則。但是，爲決定分子與原子之絕對重量，它也提供了一種方法。到這時候，只要原子實體已被完全測定了，則科學就不得不滿足於多少概略的計算。愛斯坦已經指示了，新理論，以應用於能力與物質體底比熱之故，就有了一個更進一步遊結果。一直到如今，比熱隨溫度之低降而無限地低降，只不過是一個簡單的想像，但是，在目前，這却由實驗的證據確定了。一方面，馬克士·波恩與豐·嘉爾曼 (Th. Von Karman)，它方面，德白伊 (P. Debye)，開始從量子論底立場而小心翼翼地研究比熱對溫度之依存問題，結果，制定了一條定律，依它，是能夠從當前物體之彈性常數而計算溫度與比熱之變化的。然而，對於作用量子底普遍性之最顯著的證據，却在以下的事情裏看出來，即是，不僅勒侖斯提 (W. Nernst) 在一九〇六年與量子論無關地所提出之全部熱論是與量子論相合，而且，爲勒侖斯提所導入遊

化學常數也是依存於作用量子的。這爲莎苦爾 (O. Sackur) 與特鐸德 (H. Tetrode) 所明白地證實了。

對於量子論底確實性之信仰，在今日，已經非常強烈、非常普遍了，如果化學常數底測定不與理論的計算一致，則這種齟齬，不是歸於量子論，而是歸於其應用方式，即是，關聯於當前的物體之或種原子狀態之假定的。但是，熱力學底法則，只不過有一種概略的統計的性質，而且，當應用於原子中電子過程之時，只能夠提出概略的結果。那末，如果作用量子有着它目前在熱力學中所有過意義，則在原子內每個單一的過程之中，在輻射底放射與吸收底個個的場合之中，以及在光輻射底自由分散之中，就不能不被感覺到。這兒，又是愛斯坦，他定立了光量子有着獨立的存在且發生獨立的作用之假說。

這個，引到了一大束的新問題之發生，而且，相應地在物理學與化學中，又開始了些新研究。這些研究，一方面論究光量子之發射，它方面，就論究電子、原子與分子。作用量子底第一次直接的測定，是爲佛蘭克與赫芝兩人所獲得的，是由於電子衝擊而放出光底若干量而獲得的。里爾斯·波爾在更進一步地說明這理論上，成功了，而且把它底應用範圍擴大到熱力學領域以外去了。立於電子底基礎

上，他就能夠定下一些法則，這是原子底內部世界中所發生之微小活動所遵從的。由於他底原子模型之構造，他數學地指示了，若果原子底電子，以莫大的速率而迴轉，則關於一電子由一軌道向它一軌道移動之能力之變化，就與所謂物理狀態之變化不是徐徐地發生而是整個地飛躍。量子論完全適合。這就是量子論應用於熱力學領域之外之最初時期。

解決物理學諸問題之量子法，是更進一步地為梭梅非爾德所擴張的，他，這樣地，就解決了一直到如今無法說明之精密的分光景底構造之謎。全然與分光景現象無關地，波爾底原子模型，在化學法則底解明上證明起來是有效的了，在這些法則中，包含着那些形成化學構造中元素底週期發生作用之基礎法則。

波爾教授自身，決沒有主張過，他底原子模型提供了量子問題之終局的解決；但是，他所提出之對應原理（Correspondence principle），却是很有效果的，因為，與古典理論相連結，它指出了量子論底更進一步的發展之方向。

事實上，因為波爾原子底不連續性，所謂靜止的電子軌道，在它們底特性上，是與古典力學底諸定律不一致的，所以有大批的不確定性殘存着。海森堡教授，在與古典物理



論完全不同的意味上，由於定立電子運動之一詳細的記載，而發現了一個逃出這難關的方法。他指示出，只有在原則上是直接可以測定進諸次元，才應該被理論地論究。這樣，他定立了一些方程式，由於這些方程式，量子論底普遍有效性之問題就被解決了。這種特殊計算法與 matrix 計算法(譯注)間之密切的關係，是由馬克士·波恩與約旦 (P. Jordan) 底協同研究而闡明的，而在這方面更有有意義的進步，却是為包里 (W. Pauli) 與第拉克所完成。

這樣迂遠的、有時甚至是向反對方向馳驅遊道路，怎樣到達一個全然相同的目標，且展開了為量子論擴張了基礎

(譯注) matrix，是數學上舊名詞，意為用記號排成之中實矩  
形。matrix 計算法云者，即 matrix 代數，是用於代數上題 matrix；  
這種代數，一直到量子力學發生之時，都不曾在物理學上使用過。茲  
為便於讀者起見，揭示新量子論及其所使用之數學之圖表於下：

#### 波動力學

De Broglie → Schroedinger (偏微分方程式)  
(根本概念) (數學的發展)

#### 量子力學

Heisenberg { Born-Jordan (matrix 代數)  
(根本概念) (數學的發展)  
Dirac (記號代數)  
(數學的發展)

迥新領域呢，這是值得驚嘆的。隨着波動理論之建立，一個更進一步的擴張發生了。海森堡底理論，在最初，只承認彼測定量之整數量。這就是說，他底結果，證實，量子論所假定迥不連續性狀態。但是，別一個補足的解釋，與海森堡無關地，從布洛格里 (L. de Broglie) 所第一次提出迥提言發生了。愛斯坦底光量子，是二重性的。從能力底立場看，它們作爲個別的、可分割的粒子而作用，即是說，它們是凝聚的量子，或則，是光量子；但是，如果我們從電磁的立場來考察它們，則一切的實驗，已經指示出來，它們與馬克斯威爾底光波論完全一致地，是傳播到各方面迥球狀波或激盪。這是現代物理學底最大的難題之一啊。波動力學底假說，就是要解決它迥一個企圖。那是席羅丁格啊，他在他所舉示迥偏微分方程式 (the Partial differential equations) (譯註) 中，第一次顯示了波動力學之正確的解析公式。一方面，對於能力底整數值，這直接引到了海森堡所設定迥定量規則，而在它方面，它又把量子論底應用範圍擴張到崩壞過程，甚至擴張到難解決的諸問題了。在其發展底現階段上，我們可以肯定地說，波動力學底理論，已經明確地把自己定立爲古典的粒子

(譯註) 參看上註。

力學底一般化與擴張了。古典力學與波動力學間之差異，主要地發生於以下的事實，即是，關於一個物理學圖像週運動法則，是不能像它們在古典力學中那樣被定立的——即是說，圖像不能夠被破裂為無限小的部分，而各個部分之運動，又互不相關地被論列。反之，依波動力學，這個圖像，不能不作爲一個完全體而在眼臉之前揭示；而且，它底運動，不能不認爲是從個別的且相互差別的整數運動而發生的。從這點，緊接着的就是，進入於基本方程式之中的，不是局部力（如在牛頓力學中的那樣），而是整數力，即是，潛力。甚且，隨着的是，把粒子狀態說成是它底位置與速度底意味，那是無意識的。最多，這種狀態寧是爲作用量子底次元整秩（dimensional ordering）提供地盤週或種基礎空間吧。所以，在原則上，一切測定方法，對於對應的總和，都含得有不確實性。

自然法則，在它們自身，是不依存於用以測定它們週器具之性質的。因此，在自然現象底每種觀察中，我們務必要記着以下的原理，即是，測定器具底可靠性不得不常常演着一個重大的職務。因爲這個理由，量子物理學底許多研究家，在自然過程底測定中，是傾向於放棄因果原理而代之以統計方法的。但是，不這樣，我們可以把因果原理底公式，如

我們從古典物理學所接受的那樣，加以改變，以便它可以再有其嚴密的效用，我想，就這樣地提言，也會同等地正確吧。然而，關於嚴密的因果方法與統計方法之敵對的功罪問題，是要看誰個更有很好的結果。

## 第二章 外界是實在的嗎

我們是正生活在歷史上一個很特別的時期的。照字義說起來，這是一個危機時期。在我們底精神的與物質的文明之每個部門裏，我們似乎已經達到了一個嚴重的轉向點。這種精神，不僅在現實的公共事態上，而且也在對於個人的、社會的生活底根本價值之一般的態度上，表現了出來。

許多人說，這些徵候標誌着一個大復興底端緒，而別些人，却又在它們裏面看出了沒落底信息，我們底文明是命定地向着那種沒落的。從前，成爲懷疑攻擊之對象的，只是宗

教，特別是其教義的、道德的體系。隨後，偶像破壞者，開始破壞迄今在藝術領域所承認的理想和原理。如今，他們已經侵入科學的殿堂來了。幾乎沒有那一個科學公理，在現時是不爲人所反對。而同時，幾於任何一種荒唐無稽的理論，都可以假科學之名而提出，並且幾乎保得定隨處都會找到信從者與門徒。

在這種混亂之中，自然要問，在那兒是否有任何種的真理巖石存留着，我們可以立於其上而確信它是堅固不拔、且會確立不搖地對抗那正在它週遭狂吹着過懷底暴風雨。一般地，科學就給我們呈現了一個驚人的理論構造底奇景，這種理論構造，是構成的推理之一最可誇耀的業績。科學構造底邏輯的一致性，迄今，在那些批判藝術與宗教之基礎遊人方面，都是無限的讚賞之對象。但是，如今，這種邏輯的性質，會無助於我們去反對懷疑者底攻擊吧。在其最純粹的形態上遊邏輯——就是數學——，只是把一個真理與別一個真理相調和，相聯繫罷了。它給科學底上層建築以諧和；但是，它却不能夠提供基礎或建築材料。

我們要在那兒去尋找一個堅固的基礎，使我們底自然觀與世界觀一般得以科學地建立呢？這個問題被質問着遊時候，心靈就直接轉向於我們底自然科學之最正確的部分，

即是物理學來，但是，就是物理學，也不會免掉這種歷史危機時期之蔓延。不僅由物理學所提出過關於確實性之揚言，從外部受着了疑難；而且，甚至在這門科學自身底領域內，混亂與衝突底精神，都已經開始活躍了。而在關於下面這最根本的問題，即人類精神能夠認識外的實在到甚麼程度、且以甚麼方法去認識，這問題發生出諸種疑難過場合，這種精神是特別明瞭的。舉個例來說吧。一直到如今，因果性原理，一般地都認為是科學研究底一個必要條件的，而現在，某些物理學家却告訴我們說，它們必得被拋棄。這樣一種非凡的意見，會在可信賴的科學界表現着，這事實，一般地，都認為是包含得有人類認識之全面的不可靠性底重大意味。這，確實是一個很嚴重的局勢，因而，我，以物理學家底資格，感覺到應該在物理學所當面着這局勢上，提出我自己底意見來。我所要談的，也許，會投擲光明於人類活動之某些領域吧，這個領域，也是被懷疑之雲霧弄黑暗了的。

讓我們降到事實底深處吧。每種認識活動底端初，從而，每種科學底出發點，必得在於我們自己底個人的經驗之中。這兒，我之使用着經驗這個字，是在其特殊的哲學意味中的，即是我們關於外物之直接的感官知覺。這些，是認識活動底直接與料。它們形成我們把科學底思想鎖鍊所緊結於其上遊最初的、最真實的鏈環；因為，所謂為科學提供建

築材料過資料，或則是直接經由我們自己關於外物之知覺，或則是，經由別人底報告，即是說，從先前的研究者、教師與出版物等等而獲得的。此外，就沒有科學知識底別種源泉。在自然科學上，我們不得不特殊地、專一地論究作為經由我們或官底媒介（自然，是借助於測定器械的，例如望遠鏡、振動器等等。）去觀察自然現象而獲得過結果、過那種資料。在觀察外的自然時這樣地記錄了過諸反應，是基於返覆的觀察與計算而被整理、而被組織的。我們底科學構造底這種題材，因為是我們所見、所聞、所覺、所觸之直接的諸反應之故，就構成了直接的與料，不可爭的實在。如果自然科學只以依次聯接這些與料而報告之就能完盡其職能，那末，沒有人會懷疑它底基礎之確實可靠吧。

然而，問題是：這種基礎充分迎合了自然科學底需要嗎？如果我們說自然科學底職務，是單純地、排它地，在一種最明確最簡單的方式裏去記述研究各種自然現象時所觀察過秩序，那末，自然科學底課題，就已經明白地、澈底地被完成了嗎？有某種派別的哲學家與物理學家，他們主張，這個而且只有這個是自然科學底領域。因着發生於當代過懷疑精神之一般的混亂與不安之故，許多物理學家都被誘導着來採取這種見解了。他們覺得，這兒，無論如何是一個堅固的基礎。提出這種見解過學派，一般地被稱為實證論派；而



且，在我要在此地談說過全部東西裏，我要把實證論用在這種意義上。從實證論創立者孔德（Auguste Comte）底時代以來，已經有許多意義被給予這個名辭了。因而，我想，在開始的這兒，應該說我是把它底應用限於我已經說過了那確定的意義之中的。這，也就是實證論這名稱最一般地被使用着過意義。

那末，讓我們問問，實證論所提供過基礎，是充分廣闊，足以支持自然科學底全部構造麼？能夠用以發現關於這問題之一解答過最好的試驗，是問，假如我們一旦承認它提供出自然科學底唯一基礎，那末，實證論要達到那兒呢。

假定我們暫時都是實證論者。我們且取着統御自己之勞吧，這樣，就要嚴守着它底邏輯的含義，而不許日常事務與感情底斟酌來誘惑我們，使從實證論者底思想之邏輯的線索脫離。這兒，並且在這時候，讓我們決定，不管在論及實證論者底思維路線之時我們會遇着何等可驚的結果，我們都要堅強地固守着它。而且我們要確定，在這樣幹過時候，我們是不會遇着直接由觀察領域發生之邏輯的矛盾的；因為，顯然地，在自然中兩個實際上被觀察着過事實，是不能夠互相矛盾的。另一方面，只要我們還是實證論者，我們必得要論究各種的經驗，而全然忽視甚麼人類知識底源泉。這

裏面，就伏着實證論理論底力量。只要自然科學固執着實證論者底規律之時，它就專心從事於全部能由直接觀察而解答的問題。每個有明確的重要意義的問題，在實證論者底規律下面，就走進自然科學底領域來。如果我們自足於自然現象之直接的觀察與記錄，那末，明白地，我們將沒有何等根本的疑難，也沒有何等難解的問題吧。每件事情，都會明明白白地擺着的。一直到這兒，諸種事態，看起來都很簡單。可是，在我們開始論究個個事件之時，要實行這個原理，却全然不是容易的事。我們日常的言語習慣，使遵守嚴密的實證論者底規律這回事，特別發生困難。在日常生活上，我們說到一個外的對象——例如一張桌子——之時，我們就意味着與自然科學實際上所觀察的桌子相異的某種東西。我們能夠看見這張桌子，能夠觸着它，而靠着它之時，又能夠試驗它底固定性與堅硬性，如果我們打它一拳，我們就會感着疼痛。在實證論派科學看起來，桌子不外是這些感官知覺底合成物，而我們只習慣於用桌子這個字去把它們連絡起來。除掉這些感官知覺，就絕對沒有甚麼東西存留着。在實證論派理論裏，我們必得全然忽視為感官所記錄的東西之外的一切，因而，我們是堅強地在於這種明確限定的領域之內的。對實證論派說起來，要問實在的桌子是甚麼，是全然無意義

的；這，對於我們其它的物理學概念，也是如此的。環繞着我們這全部世界，不外是我們所已獲得過諸經驗之類似物而已。要說這個世界是不依存於這些經驗而獨立存在，那是全無意義之談。若關於外界之或種問題，不許直接談及某種的感官經驗、且置諸觀察之下，那末，它就沒有意義而必得被排除。因而，在實證論派體系底領域內，沒有任何形而上學底餘地。若果我們仰觀羣星燦爛遊大空，就看見無數光彩斑駁的點子或者團集，以多少正常的方式運行着。我們能夠測定它們底光線之強度與色調。依照實證論派底理論，這些測定不過是天文學與天文物理學底資料而已，然而，它們却是這些科學之唯一的、排它的主要材料。除了只記錄這些測定之外，天文學與天文物理學就更無別的可說。若果它們從這些測定引出任何推論，這些推論就不能認為是正當的科學。這就是實證論派底立場。在整理、選擇、組織測定與料時為我們所作成過心靈構造，以及為說明它們何以這樣做而不那樣做而為我們所提出來過理論，都是向着這個場面之無理的人類的闖入。它們只是人類理性底任意的虛構。恰如用譬喻過思致習慣對於心靈是一個便利的幫助一樣，它們也會是便利的。但是，我們却無權把它們提出來，以表現真實發生於自然中些任何東西。

我們所知道的，只是感覺測定之赤裸裸的結果，而且，我們是無權把深奧的意義加於這些之上的。

假定我們同托勒密 (Ptolemy) 一道說，地球是宇宙底固定中心，太陽與全部星辰繞着它在運行；或則，假定我們同哥白尼 (Copernicus) 一道說，地球是從全宇宙看來相對地重要的物質之一小小的粒子，每二十四小時繞着它底軸線迴轉一次，而每十二個月則繞着太陽迴轉一次——對於實證論派原理說，在從科學的見地致察之時，這一個理論和別一個理論一樣，都是很好的。它們只是關於某種外的現象遊感覺反應之心靈構造底相異的製作方式而已；然而，它卻沒有更多的權利，能夠被認為比在面對着自然之時，為神秘家或詩人從其感覺印象所作出遊心靈構造，還更有科學上遊重要性。哥白尼底天文學理論，是被更廣闊地承認着，這是真實的；然而，那是因為它是組織一個感性的觀察底綜合體之一更簡單的方式，以及它不會發生如採用托勒密底理論所發生遊那樣多關於天文學法則之難點遊緣故。因而，哥白尼之不被認為科學領域底先驅的發現者，是正如給予人人心中所習知遊感情以幻想的、迷人的表現時遊詩人之不被認為先驅的發現者一樣的。哥白尼沒有發現甚麼。他，只在幻想的心靈構造內，組織了一羣已知的事實。他并不

會給已經存在過科學知識之蓄積，添加絲毫東西。由於他底理論，是發生了一個巨大的精神革命，而繞着它舉行了一個尖銳的鬥爭的。因為，它底邏輯的結果，提出了一個與當時歐洲底宗教與哲學所一般地相信過人在宇宙中之位置全然不同過記述。但是，對於實證論科學家，關於哥白尼理論而發生過全部紛擾與煩惱，正如人們要同一個冥想家底陶醉相爭論一樣，是無意識的；這個冥想家，他凝視銀河，而默想在那銀河內過每個星辰，都是和我們底太陽有點相像過太陽，而且，每個螺旋狀星雲又是一個銀河，從它那兒，光線要幾百萬年才能達到我們底地球，而地球自身及居住於其上過人類，却縮小到非常微小的一點，在無限的空間，幾乎是難於識別的了。

順便，我們要提醒自己一下，以這種方式去致察，就是從審美的與論理的立場去致察它。自然，這些，對於自然科學沒有甚麼關係。因而，它們被排除了。但是，在排除它們之時，非實證論與實證論的物理學家底態度之間，却有一個根本的差異點。不相信實證論者底態度過通常的科學家，承認審美的立場與論理的立場底效力；但是，他認為這些是從屬於致察自然別種之方式的。這種方式，並不進入自然科學底領域。它一方面，實證論者，就在自然科學之外過別的領域，

都全然不承認任何這種價值之真實。對於他，美麗日落，只是感覺印象之一連續。因而，如我在開初所說的一樣，只要我們邏輯地追究實證論者底學說，則我們務必要從我們底心靈中排除每個感情的、審美的或論理的影響。我們不得不保持住邏輯的軌道。那就是實證論學說所必得提供避確實性之不可缺的保證。這兒，我要再提醒讀者一下，我們是正攷察着一種體系的，這種體系，已經用為科學底可靠性提供一個確實基礎之最可稱讚的動機而被提出了。因而，全部立場，務必要完全客觀地討論，而避免任何論爭的感情。

在實證論者底自然攷察方式裏，感覺印象是根本的與料，因而，意味着直接的實在性。從而，說感官自身是欺騙的，在原則上說，就是一種錯誤。在某種環境下面能為欺騙者的，不是感覺印象自身，而是我們如此頻繁地從它們所引出過結論。如果我們把一根直的棍子浸入水中，使其傾斜，而注意浸入點之外表的屈折，我們并不就為視官所欺騙，而想棍子因而也是屈折的。這兒，有一個與光學的知覺相同過現實的屈折存在着；但是，從而結論道，棍子自身也是屈折的，却是一件全然不同的事。實證論者不會讓我們下任何結論的。關於棍子，我們有在水中遊那一部分底感覺印象，又有在空氣中遊那一部分底感覺印象；但是，關於棍子自身過

任何東西，我們均無權說到。至多，實證論者底原理所允許我們說的是，棍子，看起來“似乎”是屈折的。若果我們解釋全部現象，而謂在空氣中從棍子反映到眼睛的光線所經過之媒介，比起從沒在水中遊棍子部分反映來時時候那種光線所經過之媒介，要更稀薄些，所以水中之部分更強烈地被屈折了，這種解說方式，在許多立場上是有用的。可是，對於實在性，它却並沒有比說感官覺知到棍子“似乎”是屈折的更為接近些。

這兒，主要點是，從實證論底立場，這兩種敘述方式，在根本上，是功用相等的，為企圖判斷它們底敵對的功用，而問這一個比那一個更適當到甚麼程度，且訴諸觸官以矯正在空氣中是直的而在水中是屈的那一根棍子底外表的不合，這會是無意識的吧。照實證論者底體系說起來，在這兩種方式中下決定，會是無意義的；因為，嚴密地合邏輯的實證論科學，不得不只滿足於記錄感覺印象，而全然捨去物質。我們能夠說，棍子看起來“似乎”是屈的。自然，在實際上，像把這種“似乎”理論到處應用過任何嚴厲的企圖，是要引導到可笑的結果的吧。但是，在這兒，我們並不用任何這類的根據來測驗實證論者底理論。我們，是基於它自己所選擇過邏輯的一致性而致察它的，這種一致性，就是它根本

的基礎。由於邏輯地應用實證論者底前提而對於自然科學所要發生過結果，它就或則是定立起來，或則是坍台下去。

我在此地關於棍子所說了的，對於一切環繞着我們遊無生物，也是同等適用的。在實證論者底眼中，一顆樹子不外是感官印象之一集合體。我們能看見它生長，我們能聽見它葉子底震動，又能嗅着它花底芬芳。可是，假如我們把一切這些感覺印象都取去了，則適應於可以被稱為「自存的樹子」者，就一樣東西也沒有了。

對於植物界說來很好的，對動物界說起來，也必然有意義。我們說這個世界是特殊的、獨立的存在領域，但是，那只因爲它是一種便利的思攷方式與言語方式。假如我們踏着一條蟲。它就輾轉扭動，這，我們是能夠看見的。但是，如果問這條蟲是否因而感受痛苦，那就會沒有意識吧。因爲，人是只能感覺到他自己底痛苦的，而把同樣的感覺伸張到動物界，他就不能有任何確定的知識了。說一個動物感受痛苦，那是一個假說，是基於與在同樣環境下我們自己所發生過特質相適應諸種特質之要約的。在蠕蟲底場合，我們看見輾轉扭動或者節動抽縮。在別種動物底場合，我們就看見顏面與身體底扭動。這些，是與我們自己在同樣的條件下所發生者相類似的。而在動物，又有某種呼聲，與我們在遭受



着痛苦時所發悲鳴相類似。

從動物界走進人類界時，我們就發現實證論派科學家們，在一個人底印象與別個人底印象之間，作着明瞭的區別。一個人自己底印象，是唯一真實的，而且，只對於他自己是真實的。別人底印象，對於我們，却只是間接可知的。作為知識之對象，它們只表示根本上同我們自己底印象相異過某種東西。因而，在談到它們之時，我們只是使用着與談到動物底痛苦時所使用之同種類的、有用的類推而已。但是，在嚴密的實證論者底立場，關於別人底印象，我們是全然沒有甚麼可信賴的知識的。因為它們不是直接的感官知覺，所以對於我們知識底確實性，並不提供基礎。

很明白的，實證論者底概觀，是不能被責難，說是邏輯地不一致的。只要我們固守着它底原則，我們就並沒有發現我們自己有任何矛盾。那就是全部體系底優點啦。但是，在我們要把它用來作為一個唯一的基礎，而使科學研究得立於其上以進行之時，我們就要發現，結果，對於自然科學是會有很重要的意義的吧。如果自然科學底領域沒有超過感覺經驗之單純的記述，那末，嚴格地，只有一個人自己底經驗才能被取來作為這種記述底對象；因為，只有一個人自己底經驗才是基礎的與料。那末，顯然的，基於單純的個人的經

驗集合體之上，就是最有天才過人物，也不能夠建立一個和賅博的科學體系有點相像甚麼東西。這樣，我們就達到兩擇的地步來了：或則是拋棄賅博的科學，這，就是最極端的實證論者恐怕也是不同意的；或則是，成立一個妥協，而讓別人底經驗也進入科學知識底機構之中。但是，嚴格地說來，我們會因而拋棄原初的立場吧，即是說，拋棄只有基礎與料才是科學真理底可靠的基礎之說法。別人底感覺印象是第二義的，而對於我們，只有經過我們所有關於它們之報告，才是與料。這，在這兒引進了一個新的因子，就是，在科學報告中，口述的與筆寫的報告之信賴。因此，我們至少打破了緊結成實證論體系鎖鍊之一環；因為這個體系底根本原則是，只有直接知覺才能認為是為科學的確實性提供材料過東西。

然而，讓我們超過這難點；而假定全部為科學研究者所提供之報告都是可信的，或則，至少，我們有一種確實的方法，可以除去那些不足置信的東西吧。在這種場合，顯然的，那些在過去以及現在都認為是可敬可信過無數的科學家所提供之報告，必得要委諸科學的攷察；而且，在這些報告中，為擁護這個而排除那個過根據，是不存在的。根據某個探究者底發現未為他人所確證而抹煞他底主張，那會是很不正

當的吧。

如果我們固執着這個觀念，那末，關於某些個人研究者在自然科學上遊業績，就會難於說明，難於判斷的。我們且舉個例子來看。

所謂N-線，這是在一九〇三年爲法國物理學家布龍洛 (R. Blondlot) 所發現的，那時候，從各方面都研究過，而今日則完全被忘却了。布龍洛，是南希大學 (the University of Nancy) 底教授，大家都承認他是一個卓越的、可信賴的探究者的。他底發現，對於他是一個並不劣於其他任何物理學家底經驗過偉大的經驗。我們不能說他是被他底感官知覺所愚弄了；因爲，對於實證論物理學，如我們所已看見的一樣，在感官知覺裏是沒有這類欺騙的東西的。只有認N-線是根本的實在與料。是直接接觸着一個人底知覺過某種東西，才是妥當而正確的。而且，如果從布龍洛及其學派底當時以來，經過了長久的時期，都不曾有人再把N-線產生出來，於是就說它們(指N-線——譯者)在日後在某種特殊環境下面，都還不能夠再成爲可知的，這，至少從實證論者底立場說起來，是沒有理由吧。

在實證論者底吟味之下，我們會不得不同意於說，其發現釋於自然科學是有價值過研究者之數量確實是很少的。

我們不得不只容認那些特別獻身於這門科學的人物吧，因為局外人在這領域內所作之發現，多少是不重要的。甚且，一開始，我們就不得不排除全部理論物理學家；因為他們底經驗，本質上，是限於筆、墨、紙張與抽象的推理的。這樣，我們就只有實驗物理學家殘留着，而在最初，則只有那些自限於為特殊探究而採用之極敏感的器械之操作者人才殘留着。因而，在我們說到那些獻身於自然科學之進步者人們底貢獻時，只有極少數特別被限制了之物理學家才得登場。

從這種立場，則關於，例如，最先檢正了電流對於磁針之影響者阿爾斯特德(Oersted)，或則最先發現了電磁感應效果者法拉德，或則用放大鏡在其拋物線鏡之焦點中發現了小電氣火花者黑爾茨底諸發現所成就之非凡的印象，以及在國際科學界所發生之革命，我們又如何說明呢？這些個人的感覺印象，怎樣而且為甚麼發生了這樣的狂熱，而在科學方法底理論與應用中，導來了這樣的一個世界革命？對於這個問題，實證論底擁護者，是只能給予迂遠的、全不充足的解答的。他們不得不退回到以下的理論，即是說，其自身是無甚價值的這些個體的經驗，只是展開了一種觀點，而作為這種觀點之結果，就使其他的研究者達到了許多更偉大、更動人的發現。這是一種更整脚的解答，然而，却很好

地例示着實證論者底立場，因為實證論底擁護者，除了研究中所經驗着過結果之無力的記述以外，是一點也不承認甚麼的；如果我們問，在完全幼稚的狀態下所遂行過許多無名之徒底發現，對於所有其他的物理學家，為甚麼有這樣一種直接的、世界的意義呢——這個問題，從實證論者底見地看來，對於自然科學是沒有意義的。

採取這種確固的態度之理由，是很容易了解的。那些傾心於我剛才說明了過紀律之徒，是拒絕不依存於實際上經驗着、感官知覺着過探究者之一種客觀的自然科學底觀念與必要的。他們之傾心於這種態度，是因為除了個個的物理學底現實的經驗之外，他們是邏輯地不能承認別的實在的。我想，在這兒是明白的，如果自然科學，作為自然科學，而承認這種立場是它底研究之唯一的基礎，那末，它會發現，它是在一個非常不明確的基礎上去支持一個龐大的建築物吧。一個一開始就預言客觀性之否認過科學，是已經給它自己下了判詞了。單獨的個人底感觀印象，對於世界有甚麼價值呢？然而，在最後分析起來，自然科學為其建築物尋求基礎而歸着的，還是這種東西。這個地盤，對於這樣一個建築物，是全然太狹小了。它是不得不由別的根據之添加而擴張的。沒有那種科學，能夠把它底基礎建築在單純的、個人的信用

之上。而且，在我們這樣地明言了過瞬間，我們已經大踏一步，而跨過實證論者底體系之邏輯的通路了。我們已經追隨着常識底呼聲了。我們已經跳進形而上學的領域了；因為，我們已經承認以下的假說，不是感官知覺自身創造圍繞着我們過物理世界，而寧是它們帶來了關於橫在我們之外，且完全不依屬於我們過別的世界之消息的。

這樣，我們刪掉實證論者底als-ob（似乎），而把一種比直接的感官印象之單純記述還更高級過實在性歸於我們所說過了過實際的諸發現，例如法拉德等人的。一旦我們踏出了這一步，我們就把自然科學昇上到更高的水準了。它是不限於實驗的發現底赤裸裸的事實之單純的記述，而是企圖對於圍繞着我們過實在的外界提供一個永恆增大的知識。

在這點，一個新的認識論的難點發生了。實證論底根本原則是，在經過感官過知覺底限定了的範圍之外，是沒有別的知識源泉的。這兒，有兩個定理，形成了全部自然科學底建築物所旋轉於其上過主要的樞軸。這兩個定理就是：（1）一個不依存於我們底認識活動而獨立存在過實在的外界，以及；（2）這個真實的外界直接地是不可知的。在某種程度，這兩個陳述是互相矛盾的。這個事實，就揭露出一個不合理的或神祕的要素之存在，這種要素，固着於自然科學之中。

也如在人類智識底每個別的部門一樣。自然底可知的實在性，是不能爲任何科學部門所竭盡地發現的。這，意味着，科學對於它所面對着這些問題，決不能夠完全地、竭盡地說明。在近代科學底一切進步中，我們看見，一個問題底解決，不過揭露出另一問題底神祕罷了。我們所達到過每個山峯，向我們指示出遠遠的別的一個。我們務必要承認這是一個堅牢的、無可反對的事實。而且，我們也不能夠藉着企圖退回到以下的基礎，即是：一開始，就把科學領域制限於感覺經驗之單純的記述，而除去這個事實。科學底目的，是不僅於這樣的。它是向着一個永久都不能夠達到過目標之不斷的奮鬥。因爲這個目標，在它底本性上，就是得不到的。它，本質上是形而上學的某種東西，而形而上學的東西，就常常是到達不了的。

但是，如果自然科學永遠都不能達到關於它底對象之竭盡的認識，那末，這不儼然是把全部科學歸於無意義的活動麼？全然不是的。因爲，把我們帶到常常落進我們手裏，作爲我們是在正確的路上且永恆地愈益接近旅途底終點之確實的標誌、之諸結果者，恰恰就是這種推動力。然而，這種旅途底終點，是決不會到達的，因爲它常常是逍遙地在遠處閃爍遊東西，而且是不能被把握的。豐饒了研究者并齋與他以

幸福的；不是真理底佔有；而是隨伴其追尋而成功。這，甚至在勒辛(Lessing)加它以其有名的文句之古典的烙印以前，老早老早就，就已經為有最深湛的洞察力而思想家們所承認了。



### 第三章 科學家底物理世界之圖像

在物理學家心靈之前遊理想的目的，就是要了解實在的外界。但是，他用以達到這個目的遊方法，却是自然科學上所習知遊測定（measurements），而這些測定，却沒有提供出關於外的實在之直接的報告。它們不過是物理現象底反應之記錄或表現罷了。因為它們沒有包含着明確的報告，所以，須得解釋。如赫謨荷資所說的一樣，測定供給物理學家以一種符號，那是他所須得加以解釋的，這正與一個語學專家之解釋某種前史文件，屬於一個全然未知的文化語言

件之內容相同。語學專家所假定過第一件事（而且，必須假定，他底工作也許是有某種實際意義的），就是，這個成問題過文件包含得有些合理的信息，這些信息，已經依着文法規則或符號之體系而陳述了。同樣地，物理學家不得不假定物理世界是為可以理解的諸定律底或種體系所支配，那怕他不能夠自信，可以全般地了解它們，或以充分的明確性去發現它們底活動之性質與方式。

這樣，因為承認實在的外界是為諸定律底體系所支配之故，物理學家就構成了一個概念與定理底綜合；這個綜合，就被稱為物理世界底科學圖像。只要它儘可能地密切適應於研究測定所提供之報告，它就是實在世界自身底表現。一旦完成了這點，研究者就能夠不怕事實底矛盾，而相信他已經發現了實在的外界之一面了；雖說他自然是決不能邏輯地證明這個確信之真實性的。

假使我們考察從亞里士多德（Aristotle）底時代以來，為記述外界而為物理學家們所完成了過業績，我想，對於科學研究者底獨創精神在這方面所達到過非凡的完成程度，我們就必得毫不躊躇地表示極大的贊美。自然，從實證論者底立場看起來，構成物理世界之一科學圖像，對於外的實在之認識過這種不斷的追逐；這種觀念，就是一些皮相的、無

意義的東西。因為，在沒有外的客觀之處，就沒有可以描繪或記述的東西。

在物理學家底世界圖像中，所要探求過主要的性質，不得不是實在世界與感覺的經驗世界間之最密切的一致。經由感官而把握過東西，就是物理學家所必得從事過最初的資料。而這種資料所必得經歷過最初的過程，就是排除與精鍊。從全部感覺與料底錯雜中，每個能由感覺器官之主觀的構造傾向而發生過東西，務必要斫除，去掉。更進一步，則每個能由特殊環境而歸諸偶然過東西，也必須排除。在後者底場合，就必須注意以下的事實，即是，測定器械是可以影響觀察過程中正達到過諸結果的。在細目（minutial）之觀察底場合，類此的多得很。

假定全部上述的條件都已確證了，那末，物理學家關於外的世界之圖像，要完成過更進一步的要件，就只有一個，即是，通過它底全構成。它必得要免除掉一切邏輯的矛盾。此外，研究者就完全不受拘束了。他可以任他自己底創造精神去自由馳騁，并讓想像之構造力毫無障礙地進行。這自然意味着，在製作其精神結構時，他有充分的自由；但是，要記着，這種自由，只是爲着一種特殊目的，而且是想像力底一個構成應用。它不是向幻想底領域之單純的、任意的翻

翔。

物理學家，由於當前的課題之性質，是只能在研究底最初步去使用他底想像能力的。因為，他底工作底第一階段，必得是取得由諸種的實驗測定所提供並結果，并努力從一個定律去組織它們。這就是說，他必得依照一個在最初是假說的、因而是想像的結構，並計劃去選擇。而當他發現原定計劃不合於所生的諸結果並時候，就把它拋棄了而試用別一個。這意味着，他底想像力，是必得常常基於由實驗測定所供給並與料之意義而思索的。這種情形，就和那把許多必得聯結並單一的點用一根曲線去聯結並數學家相同。愈接近呢，這些點底數量就愈多，而現呈於心靈之前並選擇曲線之可能的數量也就會愈多吧。當我們考察那制定了只標誌某種獨立的并且有定的曲線（例如溫度曲線）之敏感的記錄器底運動之時，我們，實際上，是遇着了同樣的課題的；因為我們發現，這根曲線決不是明確地畫着；而常常是一根或粗或細的線條，在這線條之中，又有無數的峭急的曲線。

至於在這種不確定性之中，怎麼可以達到一個決定呢，却是不能夠制定個一般的進行規律的。人們只簡單地須得選擇一條確定的思維路線。而且，那種思維路線，應該是基於被選擇了並觀念結合（combination of ideas）。而指向

於建立一個假說的；藉助於這種假說，我們就能夠略述我們所正在尋求的曲線，並且是在這樣一種方式裏去略述的，即是，它會有它自己底明瞭性與確實性，而使之有別於正突向這個場合過無數的別的曲線。換言之，例如在分光景顯示着一個富於變化之景象過場合，且在我們正為這景象中之唯一的元素尋求原因過場合，我們就不得不想像許多假說的原因，而依次地考察它們，一直到我們偶然發現一些會與圖繪在分光景上過某些結果相適合過東西為止。引向這些不同的抉擇物過思維路線；其起源是全然在於邏輯領域之外的。為要組織這種假說，物理學家就不得不具備兩種特徵。他必須有一種關於他全部工作領域過實際知識，而且，又必須有一種組織的想像力。這意味着，最初，除了正在實際使用過那種測定之外，他不得不獲得別種的測定。其次，他就不得不有在一個觀點之下，去結合由兩個不同種類的測定而獲得過結果之機巧。

每種富於結果過假說，是起源於兩種不同的方式之某種適當的並列裏的，而在這些方式之中，諸種的觀察就把自己顯現了出來。我們看見：這個真理，在帶來了劃時代的發現過有名的歷史事件中，非常明瞭地例示着。

當亞基默德（Archimedes）注意了他自己在水中過身

體所表示重量減少之時，他把這個事實連接於若置其它各種物體於水中時也會發生過那重量減少，這樣，他就得到了找出各種金屬底特殊比重之方法。這個，是在某一天，他在浴盆裏，正默想着怎樣才能夠驗定西拉寇斯（Syracuse）國王底金冕過時候，想起了的。這個金冕，雖說聲稱是純金做的，却被疑心是含得有銀的合金。由於應用在浴盆中他自己底體重減少之經驗，把王冠與等重的金銀分別置於水槽之中，而測定其溢油量之差異，就可以找出由合金所發生過過分的容積；這件事，驀然地兜上了他底心來。牛頓（Newton）注意到由他自己庭園裏過樹上落下來過蘋果之運動，而且，他把那種觀察和關聯於地球過月底運動連接了起來。愛斯坦，觀察到在固定箱中為引力所作用過物體之狀態，而且，把這個和不為箱內引力——屬於向上的加速作用過程過箱內引力所影響過物體之狀態，并列地考察了。里爾斯·波爾呢，則把以原子核為中心過電子底軌道週轉，與以太陽為中心過行星底運動相連接了。所有這些結合，都產生了有名的結果。真的，假使人們儘可能去把握在自然科學底追求上已經獲得了重要結果過諸假說，並從而努力發現此諸假說所由產生過觀念結合時，這就會成為一個有趣味的心靈試探吧。但是，一般地說起來，這個課題會是困難的，因為，有創

造力過遠人，對於在稠人廣衆中去展開他們有結果的假說所由織就過那些精巧的思維路線、以及其它許多不能織入任何究極模式中過思維路線，這觀念，是感着了一種個人的厭惡的。

一個假說，一旦被提出了過時候，它底效用，就只能由於澈底追跡由其應用而產生過諸邏輯的結果而證明。這個，是不得不在一個純邏輯的（且最初是數學的）方式裏被完成的，因此，這個假說，是被用作一個出發點，而且，一個最完備的理論體系都是從它展開的。一旦，理論體系已經這樣地被充分展開了，它就會受着由實際的實驗所提供過諸測定之試驗。依着體系密切適合於這些測定過程度，我們就可以判斷，我們所由以出發過這假說，是否是選擇得對。

這個，就是物理學家所採用過實際的進行方法。自然科學底進步，並不是依從一個正常的發展曲線的。這是怎樣的呢，我們立刻就可以了解，這也許能夠標誌出我們關於外界所正獲得過知識中，深刻與明晰之一全面的增進程度吧。科學進步所遵隨過曲線，寧是Z字形的；實在，我可以說，前進運動是爆裂式的吧，在那兒，反彈是進步之一附屬的特性。橫貫自然科學底領域，投一探海燈似的新的洞察而成功了過每個被應用的假說，都意味着向黑暗中過一個突進；因

爲，在最初，我們不能把這種洞察力歸諸邏輯的狀態。於是，接着就是一個新理論底誕生之苦鬥。一旦它目視了天日，則不論願意與否，它都只得向前進行，一直到研究測定底試驗被行使了，而它底命運之烙印被捺上了過時候。如果假說經過這種試驗而猶生存，那末，它就增進了威信與認可，由其應用而發生過理論，就擴張到越更寬廣的領域。

但是，它方面，如果研究測定底應用，使我們底假說之生命發生了困難，那末，恐怖、疑懼與危機的生產狀態就開始了。可是，這些是先前的承認之破壞與新假說底誕生之齋與底徵兆。後者底課題，將是促進它所由產生過危機之解決，并建立一個新理論吧，這個理論，是要把舊體系中正確的部分保留，而把錯誤的部分改正、廢棄的。這樣，在不斷的變化之無數的交互作用中，自然科學所齋與我們底知識，在其向着實在的外界之發現途中，就時而步履蹣跚，時而向前躍進。

這個，貫通自然科學之歷史的發展，而成爲一個正規地返復的特徵了。把羅倫茨關於電力學的運動過理論來作個例證吧。而這個場合，由於實際的研究測定之應用而發生過矛盾與衝突，是大家都知道的；但是，只有那些曾經一步一步、密切地追隨過羅倫茨理論底苦惱困難之道遊人，才能夠



正確地評價當相對性假說第一次被確定時所得到的那救助。在量子論底歷史中，也遇着一個幾乎完全相同的經驗；然而，在後者底場合，危機還沒有完全通過哩。

在任何假說陳述之時，作者在最初是有充分的自由的，這一點，前面已經說過了。他所要用以構成其綜合諸概念、諸定理，只要它們中間沒有邏輯的矛盾，他就有充分的自由去選擇。在一個假說公布的時候，研究者無論如何要單獨地、嚴厲地從那些為研究測定之諸結果所提供過原初的資料，去徵引他底觀念材料，這個，如物理學界所常說的一樣，是不真實的。這會意味着，構成一個假說諸構成概念，必得嚴厲地與一切理論根源無關係吧。完全不是這樣的。因為，一方面，每個假說——作為關於外的世界過圖像之一因子而為物理學家所陳示的——，都是自由思索着過人類精神之產物；它一方面，則沒有那一個物理學公式，是研究測定之直接的結果。事實上是相反的。每個測定，最初，是通過了一個理論所給予它過意義，而獲得其對於自然科學之意義的。每個熟習精密實驗室過人，都會承認，即使最正確、最直接的測定，例如重量與電流底測定，在它們能夠為任何實際目的而使用之前，不能不一次又一次地被修正。顯然地，這些修正，不能為測定過程自身所暗示。首先，它們就不得不

是經由或種理論對於該種情況之光照而發現的；這即是說，它們不得不從一個假說發生。

全部事實底真理，是在於，一個假說底發明者，在他認為有助於其終極目的之任何材料底選擇中，有無限制的活動餘地。他是不為傾向於構成描寫(Constructive Picturing)之生理的傾向所拘束的，這種構成描寫，是他自身底感覺器官底活動之一特性。他也不為管理着他底物理學的測定裝置所制約。以精神的銳眼，他參透并管理極精微的諸過程，這些過程，是展開在呈現於他之前之物理世界底模式之中的。他追隨每個電子底運動，而考察每個波動底振動數與形態。在他進行之時，他甚至發明了他自己底幾何學。這樣，以其精神的作業裝置，以這些理想的精密器械，在顯現於他之前之每個物理過程中，他就取了一種個人的干預。而且，一切這些，都是為着要把這些困難的思維實驗——這是每個研究過程之一因子——推進到可以廣泛地應用之諸結論之終局的建立。自然，在敘述底端初，全部這類的結論，對於真實的研究測定，是沒有多少用處的。所以，依這些測定看起來，一個假說決不能夠說是真實的或者虛偽的。關於它所能要求的，不過是，結局，在服務於某種實際目的之時，它成功到或者失敗到怎樣的程度。

這樣，我們就達到圖像底另一方面了。深入於自然界底各種過程底精神的銳眼底這種非凡的透澈性，完全歸於以下的事實，即是，在這種場合，自然界底性質，為觀察者自身底精神所構成。只要他底直觀的構成底這個世界，依然是一個假說的世界，則創作者對於它就有充分的知識與充分的主權，而能随心所欲地去構成它；因為，一談到實在性時，它還沒有價值哩。在這種假說的世界所依以策劃底理論體系，被帶來與由研究測定所提供底現實的諸結果相接觸之時，最初的價值才發生。

可是，一個單純的、物理學的測定過程，關於我們所正要給與物理世界底說明，正如它關於那個世界自身底實在性所說的一樣，是說得非常之少的。實在，研究測定底過程，寧是表現關聯於在研究者所正使用着底器械中發生之事件，而發生於他底感覺器官之內底事件的。關於對外的實在這種關係所能說的，不過是在它們之間有怎樣的聯繫罷了。測定自身，是沒有給與直接的、有它自己底意義底諸結果的。要確立上述的聯繫之意義，這就是科學的課題。正如有要提出現實的、物理學的諸測定之自身，是科學研究者底課題。前一個課題，只有研究者底思辨的精神才能完成。

經過量子論底發展，在理論物理學底領域所發生底認

識論的諸難題，似乎是歸於以下的事實，即是，把正在測定過程物理學家底肉眼，與思辨的科學家底靈眼同一視了。事實上，是物理的自然過程自身之一部分進肉眼，留是科學探究底客觀，而不是其主觀。因為，如每個研究測定底活動，對於正被觀察進那過程，有或多或少的因果的影響一樣，要把我們正要從事件自身之後去發現進法則，同正用以導來發現進方法相區別，事實上是不可能的。

真的，在集團的自然現象，例如一羣相互糾結着進原子，發生問題進場合，測定法，並不是那末可靠地影響於觀察事件之進行的。因此，在自然科學底初期階級，目前所稱為古典物理學底階段，實際測定之自身給與真實的自然事件以一個直接的瞥見這意見，是佔着支配的地位的。但是，在這種假定裏，如我們所已看見的一樣，有一個與實證論者底錯誤相同的根本的錯誤，即是，只注意為實驗測定所提出進諸結果，而全然忽視自然過程底內部的實在性。然而，當我們一方面認為這是一個錯誤進時候，它一方面，我們又必得承認，假如我們拋棄測定法，則又無法去接觸真實的事件之自身。但是，當我們面對着不可分割的作用量子之時，界限，却是以數學的正確性而設定的，出了這個界限，則關於最微小的過程底個個的行動之問題，就是最精緻的物理測定，也不

能夠給與充分的解答。結果是，關於這些最微小的過程的問題，對於純物理學的研究，就不再具有甚麼意義。這兒，我們達到這點來了，這類的問題，不得不為思辨，理性所處理。在我們要完成物理學家底世界圖像、且因此而使我們更接近於外的實在性底自身之發現，並企圖中，這些問題是不得不被考慮的，而這就在於這種抽象的方式之中。

回顧一下自然科學從來所沿以推進過道路，我們必承認，更大的進步，本質上，是要靠我們底測定方法之發展與更廣泛的應用的吧。只在這一點上，我是和實證論者底意見一致的。然而我們之間過差別點，却在於，實證論把經過感官知覺過研究測定，認為是自然科學經之而進步過諸過程底總體。底終結，而我則以為，物理實在性底研究，是把測定結果認為是表示發生於外界過諸反應之記錄，且多少有點兒錯綜過複雜體的，這種記錄底正確性，却相對地依存於在記錄器自身之內。在研究者底解釋的感覺器官之內所發生過東西。這種複雜的報告之明確的分析與修正，就是科學研究底一個主要機能。因而，從實驗測定所提供過結果，我們務必要選擇那些對於我們底探究對象會有一種實際關係過東西，因為，發現物理世界中之實在性過每個特殊的企圖，就表示我們課與自然的某種問題之一特殊的形態。

這樣，除非你有一個合理的理論，你就不能提出一個合理的問題，在這理論底光照之中，它被質問着的。換言之，人們在各自底心靈中務必要有某種理論的假說，而且，務必要把它委諸研究測定之吟味。所以，才常常有這種情形，一種研究路線在這一種理論底光照之中有意義，而在別一種理論中却沒有意義。並且，非常頻繁地，當它在其中被叩問着過那理論已經變化之時，一個問題底意義就變化着。

讓我們拿某種普通金屬（例如水銀）底變金過程來作個例子吧。對於生活在鍊金術士時代的人們，這個問題是有非常重要的意義的，而且有無數的研究者，為企圖解決它，而犧牲了他們底資財與生命之努力。在原子底不轉換性（intransmutability）定說出現之時，問題就失掉了它全部的意義，而被認為愚人底追求了。但是，自從波爾把他底理論，即金原子異於水銀原子只是由於一個簡單的電子之缺乏過理論提出之後，如今，這個問題又變得非常之活躍了，簡直被用着最新的方法在重新研究。這兒，人們又發現了古諺底真理，經驗是科學研究底開路先鋒。在聰明地研究着過時候，即使最無用的實驗，結局，也是可以展開一條道路去向着最重要的發現的。

這樣，那些多少無甚計劃地造金企圖，都向着科學的化

學之導入而開闢了道路。同樣。從永恆運動之未決的問題，就發生了能力恆存原理，而測定地球運動之無效的、無益的企圖，最後，就達到了相對論所由發生過諸條件之暗示。科學中之實驗的理論的冒險，常常都是相互依賴的。任便那一個，單獨地，都不能夠進步。

在理論科學中之一新進步已經確定地建立了過時候，關聯於它過某些問題，就被加上烙印，認為是無意義的了；這件事，是常常發生着在的。不僅這樣，並且常常有基於先驗的(a Priori)理由，而證明這類問題之無意義過企圖。這是一種錯想。在它自身，絕對的地球運動——即是說，關聯於以太過地球之運動——以及絕對的牛頓空間，都并不如相對論之通俗的解說者所常常稱說的那樣，是無意義的。前一個問題，只在你引用特殊相對論之時，才沒有意義；後一個問題，却只在你引用一般相對論之時，才是無意義的。

這樣，當我們回顧若干世紀之時，我們就看見，關於自然之解釋過諸學說，在它們當日被認為完備無缺而可信過諸學說，在面對着一些新的科學理論底光芒之時，就喪失了命名。它們服務它們底時代，而就這樣，它們過去了。雖說由於更科學地被闡明了過定說而成功，我們却務必要記住，正如某些理論對於我們底時代是有見解、有意義的一樣，那些

舊理論，對於它們底時代，也是有見解，有意義的；一直到別的時代到來了，而新的理論要起來取它們底地位而代之的時候。

因果律，一直到最近，都是作為科學研究之一根本的原則，而一般地被承認的。但是，如今，却環繞着它而發生了一個論戰。從來相信過因果律原理，在每個物理事件中，都是充分有效的麼？或則是，只在應用於微小原子時，它才有要約的、統計的意義呢？這個問題，在牽連到任何認識論的理論之時，或則委諸研究測定底試驗之時，是不能被解決的。物理學家在企圖建立其關於外在世界之假說的圖像時，只要他歡喜，就可以（也可以不）把他底綜合，建立在一個嚴密的、動力學的因果律之上，或則，他也可以只採取一個統計的因果律。重要的問題是，他用這個或那個，進行了多遠呢。這個要能夠解答，就只有暫時選用一個立場，而研究由這立場之採用而能邏輯地推出過諸結論，正如我們在論究實證論之時所做的那樣。

原則上，是不管那個立場先被選用的。實際上呢，人們自然要選擇約言在其邏輯的結果中要做得更為圓滿過那一個。這兒，我必得明確地說明我自己底信仰，即是，嚴密的、動力學的因果律底假定之被提及，只是因為為動力學的法



則所支配過世界之觀念，比發端於限制發現底範圍過單純統計的觀念，應用得更為廣泛、更為深入；因為，在統計物理學上，只有論及事件之羣集過那類定律。單獨的事件，作為單獨的事件而被導入，而被公然地承認了；然而，關於它們底支配之先後問題，則被基於先驗的理由，而稱爲是無意識的。這種處理方法，在我看來，似乎是太不充分了。而且，一直到如今，我不曾找得絲毫的理由，來強迫我拋棄嚴密地爲法則所支配過世界之假定，或許它是一個發現環繞着我們過物理的或精神的力底本質之資料吧。

從一聯串的實驗經驗中，是不能引出甚麼嚴密的因果聯繫來的，這一點，自然是很顯然。當這些經驗相互繼起之時，在它們中間，我們只能夠建立個統計的關係。就是最敏捷的測定，也是要遭受偶然的，無法制御過錯誤的。

如我們所已看見的一樣，一個實驗觀察，就表示爲種種相異的要素所作成過一個複雜的結果。而縱使每個要素都是它一單獨的要素之直接的、因果的結果，我們依然不能夠把這個元初的要素，視爲是在實驗中與別的東西無關係過嚴密的原因；因為，諸種的結果，可以從每個基本因子在其中被採用過那結合發生出來。

這兒，發生了一個問題，這似乎是給嚴密的因果性原理

置下了一個確切而不可踰越的界限，至少在精神的領域是這樣。這個問題，是有這樣非常的人間味的，我想，在行將結束之前，在這兒來談一談，會是很好的吧。這就是人類意志底自由問題。我們自身底意識，告訴我們說，我們底意志是自由的。而那種意識所直接給與我們進報告，就是我們底悟性之最後而且最高的運用。

讓我們暫時問一問吧，人類意志是否是自由的，或則它是否是為一個嚴密的因果方式所決定。這兩個抉擇物，的確似乎互相排斥。如果前者已經明白地以肯定的方式答覆，那末，至少在這個例子裏，關於正在世界中發生作用過一個嚴密的因果律之假定，便似乎是荒誕不經了。若我們假定嚴密的、動力學的因果律是正普遍地存在於世界，那我們怎麼能夠從它底活動，去邏輯地把人類意志除外呢？

為要解決這個兩難而行使過企圖，已經是很多很多的了。在大多數的場合上，它們所注意過目的，都是要建立一個確定的界限，超過這個界限，因果律就不適用。自然科學中最近的諸發展，在這兒，已經活動過，而人類意志底自由呢，已經被提出來作為承認作用於物理世界中者只有統計的因果律這事而提供邏輯根據的了。如我在別的地方所說過的一樣，我並不完全同意這種態度。萬一我承認它，那

---

## 科學到何處去

---

末，邏輯的結果，就會把人類意志弄成一個爲單純的、盲目的命運所支配的器官吧。在我底意思，人類意志底問題，對於因果物理學與統計物理學間之對立，是全然不會有甚麼作用的。它底重要性，屬於一個還更深奧的性質，且對於任何物理學的或生物學的假設，全然沒有甚麼關係。

我，和許多著名的哲學家一道，是傾向於相信問題底解決是在完全不同的方向的。精密地考察起來，上述的抉擇物——人類意志是自由的呢，還是爲嚴密的因果律所決定？是建立在一個難承認的、邏輯的分離之上的。在這兒相對立的兩種情形，並不互相排斥。如果我們說，人類意志是因果地被決定的，那末，它意味着甚麼呢？只能有一個意味，即是說，每個單一的意志活動與其全部動機，都能夠豫見、豫言；這，自然是對某些人說的，他們認識這個成問題過人類，認識他全部精神的、物理的特性，且直接而明瞭地洞察其意識的、非意識的生活。但是，這會意味着，這樣的一個人物，是天賦得有絕對透澈的、精神的視力吧；換言之，他會是天賦得有如神的視力吧。

然而，在神目底洞囑之中，却全部人類都是平等的。縱使不世出的天才如歌德，摩莎爾（Mozart）（譯註）者，在神底眼前，也不過如原始人一樣，其最內部的思想線索和最精美

地織就過感情系列，是像珠玉底聯鎖樣，正以正規的聯續而展開着在的。這一點，並沒有貶小偉人底偉大性。但是，假如我們想潛稱，基於我們自己底研究，就能夠如神目所見者那樣明瞭地洞察，如神靈所知者那樣明瞭地灼知，這，在我們方面說起來，會是一種愚蠢的、冒瀆神聖遊行爲吧。

思想之深微奧妙，是不能爲普通的知性所洞察的。而當我們說精神事件是被決定的之時，這種陳述，沒有證明可能性。正如說存在得有一個實在的外界之陳述一樣，它是屬於形而上學的性質。然而，謂精神事件是被決定的之陳述邏輯上，却又難於攻擊；而且，因爲它形成了想理解精神事件間之諸聯繫過每種企圖底基礎之故，在我們底知識追求上，它就擔任了一個非常重大的職務。沒有那個傳記作家，會企圖把支配着他底英雄之行動過諸動機，單單歸諸機會而來解決的吧。他寧是會把他底無力歸於材料之缺乏的，或則，他會承認，他自己底精神洞察力是不能直達這些動機底奧秘之中去的吧。並且，在實際的日常生活上，我們對於同輩過態度，是基於以下的假定，即是，他們底言語和行動爲明確的諸原因所決定；這些原因，縱使我們承認它們底根源不

(譯註) Mozart, Wolfgang Amedeus, 意大利底偉大的作曲家, 1756—91.

能爲我們所發現，却是潛伏在個性自身之中，或則，是潛伏在環境之中的。

那末，在我們說人類意志是自由的之時，我們意味着甚麼？那是說，在下決定時，我們常被給與機會，在兩個抉擇物中去選擇。這種陳述，同我所已說過的，並不衝突。如果有一個人，他能夠完全洞察他自己如神目之洞察他的那樣，才會有衝突吧；因爲，這時候，基於因果律，他就會預見他自己底意志底每個行動，這樣，他底意志，就再不會自由了。然而，這種場合，却是邏輯地被排斥的；因爲，最富於洞察力過眼睛之不能看見它自己，是正同一架正在工作過機器之不能作用於它自己一樣。一個認識活動底客觀與主觀，是決不能同一的；因爲，只有在被認識過客觀不受提起并完成認識活動過主觀底活動之影響時，我們才能說認識活動。因而，對於在這一場合或那一個場合，因果律是否適用，這問題，假如你求之於你自己底意志之活動，那末，在它自身，就是無意識的，正猶之乎，有人問，他是否能夠把自己舉起來高過他自己、或者是否能夠逃脫他底影子、之無意識是一樣的。

在原則上，個個人都能夠依他自己底知力程度，而把因果律應用於環繞着他過世界之精神的、物理的事件上；但是，他之能做這個，只在他拿得定，應用因果律過活動，並不影響

事件自身過時候。因此，他不能夠把因果律應用於自己底未來的思想，或則應用於他自己底意志之活動。這些是唯一的客觀，對於個人自身說起來，在他能夠了解因果律對於它們過地位，過那樣一種方式裏，是不能進入因果律底勢力範圍之內的。而且，這些客觀，是他最親愛的、最密切的寶貝。他一生底和平與幸福，就建立在它們底賢明的統御之上。對於他，因果律不能安排下任何活動底方針，而對於他自己底行為之道德責任底束縛，它也不能解除；因為，道德責任底制裁，完全是從別的法則來的，對於因果律沒有甚麼關係。他自己底良心，就是那個道德責任底法律之法庭；而當他願意傾聽過時候，在那兒，他就常常會聽着它底鼓舞、它底制裁。

如果人們企圖以主張人類活動是一個毫無假借的自然法則之必然的結果，而逃避不愉快的道德的責任，那是一個危險的自欺行為。認為自己底將來已被命運決定了過人物，或則相信沒落是為自然法則所毫無假借地判定了過民族，只不過是自認沒有意志力去奮鬥，去成功而已。

這樣，我們就到達某一點來了，在那兒，科學認識了它所不能超過過界限；而同時又指示那些橫在它底活動範圍之外更遠的諸過程。科學這樣地聲說它自己底界限這事情，就使我們在他談到正當地屬於它自己底領域過那些結果過時

候，更加確信它底說話了。可是，在它一方面，絕不要忘記，人類精神活動底諸種領域，決不是全然互相隔離的；因為，在它們全體之間，有一種深湛而密切的聯繫。

我們從一種特殊科學底領域出發，而且，論究了許多純物理學性的問題；但是，這些，却把我們從單純的感官知覺底世界，引導到實在的、形而上學的世界了。這個世界，又以直接知道它之不可能性而面對着我們。它是一個神祕之國。它是一個其本質是不能為我們底人類的、心靈的概念之力所把握過世界；可是，在奮鬥着去了解它時，我們却能夠知道它底諧和、它底美麗。這兒，在這個形而上學的世界底入口處，我們就被帶來觀面着全部問題中之最高的問題，那就是人類意志底自由問題。如果人們完全嚴肅地去思索人生底意義，那末，這就是一個人人都須得自行默想過問題。





## 第四章 因果律與自由意志

### ——問題之陳述

這是人類底最古老的疑謎之一。我們怎麼能夠把人類意志底獨立、與我們是自然法則底嚴密秩序所支配過宇宙之一不可缺少的部分、這事實相調和呢？

乍然看來，人類存在底這兩方面，似乎是邏輯地不相容的。一方面，我們有着自然現象依原因與結果之嚴密的繼起而必然發生過事實。這是一切科學研究之一必要的前提條件，不僅在論究自然之物理的方面過那些科學底場合，而且

在精神科學，例如心理學，底場合，也是如此的。甚且，一切事件中之確實的因果聯繫底假定，簡直是我們底日常生活行為所調節於其上邊基礎。但是，它一方面，我們又有我們最直接、最親切的知識源泉，這就是人類意識，而它告訴我們說，在最後的場合，我們底思想與意志是不屬於這種因果秩序的。意識底內的呼聲給我們保證，在任何特定的瞬間，我們是能夠意欲這一個或者那一個抉擇物的。而必然的結果是，人類，一般地，要對他自己底行為負責。人類底倫理的威嚴，就是基於這種假定之上的啊。

我們怎麼能夠把那種威嚴與因果原理相妥協呢？我們每個人都是我們生活於其中遊世界之一不可缺的部分。如果宇宙中其它各個事件都是我們所稱為自然秩序遊那因果連鎖之一環，則人類意志底活動怎能認為是不依存於那種秩序呢？因果原理是，或則普遍地適用，或則就不普遍地適用的。如果不，那麼，我們從那兒去找線索呢，而且，為甚麼萬彙之或一部分會屬於在它底本性上似乎是普遍的一種規律，而別一部分却又被除外呢？

在一切文明民族中，最深刻的思想家們已經企圖過解決這問題，且提出過無數的解答了。這兒，我是不想加到那總和上去的。我之所以接着我自己底科學而提起這問題者，

是因為論爭在目前已經進到科學領域來了。從關於因果律底不適用性所作過諸提言到自然科學中之或種研究，廣泛的結果已經被引出來，而古老的論爭，如今，又空前猛烈地舉行着。

從人類第一次開始思索他在宇宙中之位置、而對它耗費了若干的思想以後，人們可以正確地假定，因果律底問題，比從前是會更近於解決的吧，縱使我們承認從問題自身之本性說來，一個完備的、終極的解決是不可能的。而且，我們可以合理地預期，在論爭底目前階段上，論爭者至少會對於論爭着過基本諸論點之性質同意吧。但是，情形是相反的。如今，爭論着的不僅是問題之自身；甚至它所包含過最根本的諸觀念——例如，因果概念自身之意義，以及人類認識之正當的對象，感覺上可覺知過客觀與在這領域外過客觀間之差異，諸如此類認識論的問題，都發生了疑問。所有關於這些根本問題過論爭，就愈益增加了混亂。

論爭者，主要地分成兩個學派。一個學派，主要地從知識進步底立場，對於這個問題感着興趣，而謂嚴密的因果性原理，在科學研究中，甚至在精神活動底領域，都是一個必要的前提條件。作為這種態度之邏輯的結果，他們宣稱，無論怎樣，我們都不能從普遍的因果律把人類活動除外。它

一學派，却是比較關心人類底行爲以及人類底尊嚴感的。這種尊嚴感感覺得，如果人類——甚至包含人類精神上、倫理上最高的儀則——被認爲是在因果律鐵則底掌握之中過無生的自動機械，那會是一個無理的貶黷吧。依這派思想家，意志自由是人類底最高屬性。他們說，所以，我們必得主張，因果律是被排斥於靈魂底更高級的生活之外的，或則，至少它是不適用於人類底更高級的儀則之意識的、精神的活動。

在這兩個學派之間，有大批的既不願同這一派也不願同那一派永久一道過思想家。他們在或種意味上，覺得兩派人都是正當的。他們既不願反對這一邊底邏輯効力，也不願反對那一邊底倫理効力。他們承認在精神科學中，作爲科學研究之基礎過因果律，如今，已經遠超過無生物界，且獲得許多有利的結果了。因而，他們不反對因果律在精神領域中之作用，雖說他們是想在這領域裏建立一個障壁，以保障人類意志底自由的。

在不屬於任何極端學派過人們中，或許，我應該提到那些反對因果律在自然科學中之普遍的應用過科學家吧。他們主張，對於在量子物理學裏所研究過自然現象，它是不適用的。但是，主張這個過大多數的科學家，對於原理自身底普遍的効力，却并不懷疑。然而，他們底態度，在這

兒是不得不提及的；因為，雖說並沒有形成甚麼思想派別，它却表示出一種傾向。而且，只要這種傾向被稱說自然底內部活動之自發性遊通俗家們所利用之時，如果要保持嚴密的科學與嚴密思索的大衆間之交通線，那它就有被談到遊價值。

至於一般的論爭之自身，如果它並不影響我們對自然科學之接近，則物理學家就不會牽涉到這個問題吧。但是，如今，論爭却影響到科學研究所依以進行遊最基礎的方法了。如果因果律底基礎是沒有効力的，那末，在這基礎上所達到遊諸決定，怎麼能夠認為是可信的呢？因而，論爭就影響到對於自然科學所提出遊確實性之一般的主張了。所以，我，作為一個物理學家，要在這兒來討論它，希望我所要說的，對於我自己底科學部門所基以要求其確實性遊諸根據之清除，有一臂之助。

我們首先且來考察問題底一般的方面。形成所謂因果律之基礎遊概念，有何等的意義呢？在日常生活上，我們是熟悉原因這個觀念的，而且，像如此衆多的日常事物一樣，我們想像，這個觀念，在要加以解說遊世界中，是最簡單的東西。常識與日常經驗為我們指出，萬事萬物都是它事它物之產物。發生於我們眼前的東西，我們說它是別的甚麼之結果，

而稱後者為原因。同時，就實感到，諸種的原因，可以結合起來產生一個而且相同的結果；它一方面，我們又實感到，那些結果之自身又可作為繼起的諸事件之原因。

一旦，我們發現我們自己面對着一個我們不能談到任何原因或原因之系列，且在於我們所習知全部原因底範圍之外遊事件，那末，遇着甚麼呢？說每個例子中，每個事件必得有一個相應的原因，這對人類思想說起來，是絕對確實而必要的嗎？在這個場合或那個場合，事件已經絕對地自行發生了，而對於其它任何事件却全然沒有何等因果的關係，這種思想，會包含一個邏輯的矛盾嗎？自然，回答是否定的；因為，要設想一個事件是全然沒有甚麼解說的原因，是很容易的。在那種場合，我們就談到奇蹟、驚異、魔術了。存在得有一個整全的文學領域，其背景是置於奇境之中的，這個簡單的事實，在它自身，就證明嚴密的因果律之概念不是人類思想之一固有的必然的。的確，人類精神在設想世界中萬事萬物是顛倒錯亂的之時，是不感覺甚麼困難的。我們能夠向自己說，明天，太陽會變一下，而從西方升起。我們也能夠向自己說，一個自然奇蹟會反於全部已知的自然法則而發生。我們能夠設想，例如里亞迦拉瀑布 (Ningara Falls) 是向上噴射的，雖說在實在世界中，這會不可能。我能夠設想，我正在裏

面寫字遊房間底門戶，是出自本意地開着。而且，我能夠設想，歷史上的人物，正走進房間來，站在我椅子底旁邊。在實在世界中去談說這類的事件，是無意味的，而且，我們，至少以我們日常的推理方式，可以說它們是不可能的。但是，我們務必要把這種的不可能性同邏輯的不可能性相區別，例如，方形的圓，或者，或物之部分大於其全體，因為，不管我們如何努力去思維這類的東西，只要它們蒙得有內部的矛盾，我們是無法去思維的。我們能思維部分，也能思維部分所屬之全體，但是，我們不能思維大於全體之部分。這種的不可能性，是內在於人類思想自身底本性之中的，然而，關於發生於因果關係範圍外遊或物之觀念，邏輯上，却完全是適合的。

這樣，一開始，我們就能夠充分明白一個很重要的事實，即是，因果律對於實在界之效力，是一個不能根據抽象推理而決定遊問題。但是，實在性，不管反對方面能夠說些甚麼，却是人類思想得以彷徨於其上遊廣大無邊的領域之一特殊而微小的部分。雖說我們底想像力常常不得不仿效某種實在的經驗，這一點，却是真實的，的確，對於我們，經驗是全部思維底出發點；但是，我們却有在思維中超過實在性遊能力。而且，如果不是由於這種想像的知性能力，我們會沒有

詩歌，沒有音樂，沒有藝術的吧。的確，它是人類所有最高尚、最貴重的能力之一，就是在日常生活底重壓加在他身上而成為不能忍耐的之時，把他引入光明之域過那種力量。

藝術底創作，與科學底創作，至少在某種程度上，在用於最嚴密的意味過科學研究不以想像的知性之創造力則決不能進步過那種程度上，是相類似的。不能隨時想像與他所知道過因果律相反之諸種事件與存在狀態過人，決不會由一個新觀念之增加而豐富其科學的。而且，這種超越因果律底範圍而思維過能力，不僅對於假說之構成，就是對於經科學研究而到達了過諸結果之完滿的調整，也是一個前提條件。推進一個假說過東西，是想像的洞察力。隨後，實驗的研究就行登場，來試驗這個假說。直接由實驗達到了過諸結果，為要發現描於已被研究了過現象之下過自然法則，而形成一個理論底基礎，就不得不被調整。這種工作，就再要求想像力之運用，而更進的實驗，就把如此構成了過法則施以終局的、決定的試驗。

為要指示，在它試行確立其結論之時，科學精神怎樣不得不想像在現實的因果律範圍之外過兩擇的發生事件呢，我們從且自然科學上舉一個簡單的例證。我們且設想從某個遠方的星辰正向我們射來過光線吧。或則，實際上，我們



可以設想它是從某個較近的光源，譬如一個電燈而來的。但是，我們且設想，在它最終達到眼瞼之前，是通過許不多同性質、不同密度過透明的媒介物，如空氣、玻璃、水、等等的。在它從其光源點而達到觀察者底眼瞼之時，它要選擇如何的道路呢？一般地說，這不會是直線；因為，當光線通過諸種媒介物之時，它底方向是從入射線(The line of entry)底方向彎曲着的。在一根棍子置於水中過場合，我們都知道這種現象。從棍子達到我們眼瞼過光線，在浸漬點上是彎曲着的。同樣，從遠光源而達到眼睛過光線之傳導線，在它所通過過每種透明的媒介物之中，也會彎曲；因此，適應於媒介物底數量與密度之變化，它底進路會是乙字形的。甚至在大氣自身之中，光線所走過道路也極不規則，因為，在不同的高度，大氣有不同的屈折力。

那末，我們能夠提出任何公式，以敘述我們底想像的光線所走過現實的道路麼？我們是能夠的。回答也很確定。它就包含在那個有名的自然法則之中，即是說，從遙遠的光源發生過光線，常常會從它得以自由選擇過若干道路中，選擇那耐仍在種種的速度、光線必得通過種種的媒介物之事實，而將於最短時間中達到觀察者之眼過道路。這就叫做「最大速達原理」(The Principle of Quickest Arrival)。而且，

在科學研究中，它曾經成爲了一個很有用的原理。但是，如果我們不能想像光可沿以旅行過其它道路，它就會全然沒有甚麼意義吧，實際上，光并不沿着這些道路而旅行，因而，在光實際上不能由任何別的道路而到來過意味上，它們是因果地不可能的。所有我們可以想像過選擇通路，只有在抽象的頭腦領域裏才可能。在自然底實在裏，它們是不可能的。那儼然是光有某種程度的知性，且由它自己底本性之需要，而活動於以最迅速的時間完成其課題之可感知的原理上的。所以，它沒有機會去牽延時間、去提鍊兩擇的通路，因爲，它不得不立即基於最迅速的方式而決定。

在自然科學上，我們有着其它類似的場合，例如并不服從動力學法則過虛運動(virtual motions)，因而，在因果的意味上說起來，是不可能的。但是，所有這些幻想的構造，在理論科學上，却演着非常重要的職務。在進行研究、構成理論之時，它們被用爲最有用的思維工具。因而，它們確實沒有包含着思維自身底法則之任何矛盾。

一旦，我們決定了因果律在人類思維過程上并不是必要的要素，我們就對於它在實在界中過效力問題之接近，作了一個心靈的大掃除。那末，最初，讓我們問一問吧，「因果關係」(Causation) 這名詞意味着甚麼呢？我們用它可以

表示時間上相互繼起過諸結果間之正常的相互關係。但是，立刻，我們就可以問，這種關係是否是建立在事物自身底本性之中呢，或則，它，全體地或者部分地，是想像能力之一產物？不是人類先發展了這個因果關係底概念以迎合實際生活之需要，而隨後才發現，若果人類自限於澈底依存這個原理過狀況，人生就會難於負荷麼？我們不必停留在這兒來討論這些問題底各種各種的哲學方面。對於我們此刻的目的，最重要的是問，事件間之因果聯繫，是否必得認為絕對完全且常是不破的呢，或則，在世界中，是否有不作為連結環而進入(因果)鎖鍊中過事件呢？

最先，我們看，這個問題是否可由演繹推理之系統的適用而解決。實際上，人類思想史上某些最有名的哲學家，已經提出了許多基於純抽象的根據過因果問題之解答。他們，把他們最初的論據置於從無生無(ex nihilo nihil fit)底公理之上，換言之，世界中任何事件，不能在其自身而獲得關於它自己底存在之明確的解釋。從這個立場反推之，通常所稱為理性派過哲學家，就作為一個邏輯的必然，而定立了至上原因(supreme cause)之存在。這個至上原因，就是亞里士多德以及經院派哲學家底神。作為這樣地被採取了過思維路線之邏輯的結果，就不得不把陳現於世間過一切的善

美完全歸於神之所有。如果在世界之外有一個真實存在之至上原因，它是世界底創造者，而且是世間萬物底創造者，那末，人們只有由它底製造品之研究，才能推斷這個至上原因底性質。從這點，人們很容易看得出，歸於那個至上原因之性質，不得不依存於人類底創造事物觀。換言之，在這個場合，關於神(Divinity)之概念，不得不從剛纔提及之個別哲學家底，或則他所從屬之特殊之文化背景底，世界觀而取得其色彩。在經院學派把猶太文化底耶和華同亞里士多德底合理之神相調和之企圖中，是強調了界突然干涉他自己底創造物底秩序之時，在創造者底觀念中是沒有甚麼邏輯的矛盾的，這樣，我們只有信仰建立於哲學基礎之上之奇蹟與驚訝。因而，在歷史上理性派底哲學中，雖說自然秩序被認為是至上原因所必然地前定了的，可是，世界自身中之因果鎖鍊，却無論何時都可以為一種超自然力底干涉所中斷。

現在，我們從希臘經院派的世界觀過到現代哲學的世界觀來。笛卡兒(Réné Descartes)，一般地是被認為現代哲學之父的。照笛卡兒，神由他自己底自由意志之活動，為着人類思維所不能鑽研其真意之非常深奧的目的，而製就了全部自然法則以及全部支配人類精神之法則。因而，在笛卡

兒哲學中，奇蹟底可能性無論如何是不能除外的。甚且，神底世界設計底不可思議之邏輯的結果是，我們必得承認其理解是全然在於人智領域之外諸事件底可能性。這些，與其說是用於經院學派意味的奇蹟，勿寧說是神祕吧。換言之，因為我們底精神不能包含支配宇宙的法則，我們就不得不承認某種的發生事項是在於我們全部的說明能力之外，且只能歸因於神底攝理之神祕方式的。從科學看來，這意味着，實際上，我們不能不承認在因果鎖鍊中中斷之存在。

與笛卡兒底神相反，斯賓諾莎(Baruch Spinoza)底神，却是諧和與秩序之神，他底性質是這樣地貫通於全部的創造物，以至於普遍的因果關係，其自身就是神聖的，因而是絕對完全且不容許甚麼例外。在斯賓諾莎底世界觀中，沒有偶然與奇蹟之餘地。這就是說，因果的相互關係是絕對不破的。

在攷察建基於理性論基礎之上諸種種世界哲學時，到來的第二個偉大的名字，就是萊普尼茨(Gottfried Wilhelm Leibnitz)。依萊普尼茨，世界是為要實現一個相應於創造者底至上智慧而設計的。在每個創造物中，神就種植了它自己底個別的存在之法則，因此，世界中之各個存在，

與任何別的事物沒有關係，獨立地發展，而只遵從關於它自己底個別運命之法則。因而，依萊普尼茨，一事物與它一事物間之因果的相互關係，不過是表面上的罷了。這就是說，我們必得廢棄因果律。

從這些少數的例證，我認，我們可以結論，從抽象的原理，例如關於因果律在世界中之地位，而合理地推斷了邁哲學理論，其數量是幾乎同哲學家自身底影目一樣多的。顯然的，沿着這條路線，我們不能向着一般的問題之解決而作出甚麼進步。

如今，我們達到哲學傳統中之一中斷了。不管關於英國經驗派及其獨在論的結果可以發出甚麼反對之詞，至少，它同傳統的理性派之素朴的、空想的見解脫離了，且展開了一條向哲學觀之發展進道路，這種哲學觀是更與科學的世界觀相諧和的。英國經驗派學說底最顯著的特徵，就是，如某些早期的理性派哲學家所假定過或種知識或生得的觀念，是沒有的。人類精神，在未來到世間之時，是一張絕對的白紙，在它之上，感官印象不要精神自身之任何活動而自動地記錄着。

洛克 (John Locke) 就是這個學派底創立者。他提出最初的系統的企圖，以批判的方式而評價面對着遺遺的宇宙

時人類知識底確實性與妥當性。照洛克，全部觀念，結局是依存於經驗的，而以經驗這個名詞，洛克就意味着五官底感官知覺。除了五官之外，只有反省的意識，因為它與對象沒有甚麼關係，它就不是感覺，而是如洛克所說的，“它可以十分正確地稱為內感 (internal sense) 吧。”我們感覺着是或暖或冷，或剛或柔過東西，以及我們看見是或赤或藍過東西，我們才知道；關於它過別的定義，是不必要的，或則，實際上是是不可能的。如在戲樓底場合所發生的一樣，人們常常知道一種感覺底妄覺。然而，這並不是說，感覺自身是錯誤的，而寧是我們從感官知覺所引出過諸結論不正確。欺騙我們的，不是知覺的感覺，而是合理化的知性啊。

感官知覺，全然是主觀的或物，所以，從它，我們不能夠推斷客觀之存在。綠，不是樹葉之一種性質，而是觀察樹葉之時我們所經驗過一種感覺。對於其它的感覺，也是一樣的。除去感覺印象，則客觀就會沒有一件東西殘留着。洛克似乎是想過觸覺比其它的感覺演着更重要的作用的，因為，我們之知覺厚薄，擴延，形態以及運動，等物體之機械的性質，就是通過這種感覺的，而且洛克似乎是把這些性質歸諸在物體自身之中過或物的。但是，後來的經驗論者，特別是休謨 (David Hume)，却主張物體底全部機械的性質只存在於知

覺主觀之感覺中。

在這種理論之光中，所謂外界，就把它自身化成感覺印象之一複合物，因果律，則不外表示在諸種感覺之繼起中所經驗過或種秩序而已。秩序底觀念，自身就是一個感覺印象，它不得不認為是直接給與過或物，且不許作更進的分析的，因為，在任何時期，這個秩序可以達到一個終點。所以，沒有因果關係。一個事物，觀察起來是追隨它一事物的，但是，觀察却不能確言那個事物是它底「原因」。

如果一個迅速運動着的彈子球，打擊另一個而使之運動，我們就經驗了兩個獨立的感覺印象：一個隨着一個；即是，關於運動着的彈子球之感官知覺，及它使之運動過那一個之感官知覺。如果，當遊戲進行之時，我們立在球檯之旁，這些觀察就返覆着，而我們就能夠記錄諸印象間之或種規律性。例如，我們能夠知覺，第二的彈子球之速度是依存於打擊它過彈子球之速度與質量的。我們也能夠發現這兩個現象間之更進一層的秩序。例如，我們能夠由它底力而測定衝擊底音響，而且，如果我們把一個球塗上少許的顏料，我們就能夠檢知在接觸點上每個球底瞬間的扁平化。然而，所有這些，不過是相互有規則地伴隨着。相互有規則地置換着過如此衆多的感官知覺罷了。但是，它們彼此之間，却沒有



甚麼邏輯的聯鎖。如果我們談及運動的彈子球所及於靜止的那一個力(force)，這不過是由筋肉感覺而生進一個類似的概念罷了，這種感覺，如果我們不經過運動的彈子球之中介而直以我們自己底手去運動那靜止的球的時候，就感覺得到。力底概念，對於運動法則之建立有過很大的用處，但是，從知識底觀點看起來，它却甚麼幫助也沒有。而這是因為我們無法由因果的聯繫或邏輯的橋樑而結合我們所經驗過不同的運動現象之故。不管在它們之間可以認出何等的關係，個個的感覺印象是不同的，而且會永遠不同的。

這兒，根本上說起來，因果律底意義，單只在於以下的陳述，即是，由作為原因之同一的或類似的感覺叢，則有同一的或類似的感覺叢起而繼之成為結果；但是，在這兒，關於可以認為是同一的東西之問題，在每個場合，都要求特別的證明。如此，就構成了，因果律是被剝奪了一切更深的意義的。但是，這自然沒有意味着，對於人類理性說起來，因果律也沒有何等實際的意義。所有它底意味是，因果關係底假定，並沒有提供我們以關於任何確實的知識之根據。

那末，在普通的日常生活上，我們把事物底因果關係認為是某種客觀的、獨立的東西這事實，怎麼能夠說明呢？如果我們實際上不外經驗着個個的感覺印象之有秩序的繼

起，這個怎麼能夠存在呢？經驗的懷疑論底學說回答道，這是由於因果概念底莫大效用，由於習慣力而發生的。習慣在人生上，確實演着一個重大的作用。從孩提時代以來，它就影響着我們底氣質、我們底意志以及我們底思維。我們思維一件東西、了解一件東西，不過因為我們是慣於看見它罷了。最初，某種新東西觸動我們時，我們就感着驚異；但是，如果它發生了十回，我們就發現它完全是一件自然的事情。如果萬一它發生一百回，我們就說它是一目瞭然的，而且我們簡直會把它認為是一件屬於必然的事情。百多年前，人類一般，除了人與獸底筋力以外，是不熟悉甚麼別的運動力的。結果，沒有別的力底形態，是被認為可能的。空氣與下落的水之壓力，是被認識了，且應用於力學的目的。但是，這兒，力之自身，在普通的意味說來，是靜止的、不運動的。只有人與動物，由其筋肉之動作，才能自由地由一個地方向它一個地方運動。有一個故事說，在最初的鐵路通過田舍之時，農人們就互相打賭，說機關車裏面究竟隱藏着多少匹馬。由於逐處都有蒸汽的、電氣的發動機之故，我們今日的青年，對於百多年前覺得有把運動的轉輸完全歸諸自然的馬匹之力之必要並農人底心境，是頗不容易了解的。

一直到這兒，懷疑論者是對的，他們說，由於習慣與風

俗之力，我們才把某件事歸因於某種原因。但是，同時，這種習慣力却不能說明，爲甚麼我們全都要作這種歸因呢。在路德（Fritz Reuter）底小說“Reis Nah Bellingen”中，想像在蒸汽發動機之中隱藏得有些馬匹遊農人，無疑地作了一個滑稽的錯誤，正如古代希臘底農人把雷霆歸因於宙斯（zeus）之個人的盛怒一樣。但是，這兒底論點却不是這個。它寧是在於回答以下的問題的，爲甚麼這些事件完全要歸於一個原因呢，而且當我們看見一個事件隨另一事件而發生之時，因果概念之自身怎樣就發生呢。印象之單純合則的繼起，並沒有說明這個。

如果我們更深刻點去攷察經驗派底理論，而問如果我們追究它至其邏輯的結果，它最後會把我們引到那兒呢，這樣，我們就要把它委諸實際的試驗。最初，我們務必要牢記住這個事實，即是，在感官知覺作爲唯一的、排它的知識源泉而發生疑問之時，那末，成問題的只能是，在各個人底意識之中遊各個人底個人的感官知覺。至於別人也有同樣的知覺，那我們只能由類推而假定；但是，在經驗派底理論，我們既不能知道這個，也不能邏輯地去證明。因而，如果我們要堅持經驗派學說之邏輯的結果，而排斥一切任意的假定，則我們每個人，都必得自限於他或她自己底，個人的感官知覺

之地基。於是，因果律就只是為我們底經驗造一個機構，當諸種經驗進入感官之時去相互地聯結它們的；而因為關於其次要到來造甚麼東西它一點也不能告訴我們之故，它也不能告訴我們，是否我們底經驗之順序，可以不在一轉眼之間被破壞。這種情形，似乎是會抹煞掉從關於正常的發生事件之世界所發生造感官知覺，與那些在這世界中全然沒有甚麼基礎造東西間之每根區別線的。拿睡眠底場合來看吧。在夜間，我可以夢見各種各種的事物；但是，醒來之時，週遭的實在却指示了夢之虛偽。然而，經驗派並不邏輯地承認這個。對於他，並沒有甚麼清醒之實在；因為，主觀的感覺是意識裏造知覺之唯一的源泉，而且是知識之唯一的基底與標準。於是，夢者在夢中自動地相信夢之實在，而依經驗派，則完全覺醒造人就自動地相信其感官知覺之實在；但是，要說或一組知覺是虛偽的而它一組是真實的，這却比夢者沒有更多的理由。

從純邏輯底立場說來，通常所稱為獨在論造思想體系，是堅固不拔的。獨在論者建立其自我於萬有之中心，除了他所瞬間地經感官知覺而接受造東西之外，他是不把任何知識認為真實或者明確的。此外的一切，都是派生的，第二義的。在獨在論者夜間睡眠之時，世界對於他，那時候，就中止

了存在，而其眼、耳以及嗅覺、觸覺，就變成不活動的了。在早晨起來之時，萬物對於他又全盤更新。這兒，自然我們不過是想像一個人會做些甚麼罷了，如果他是經驗學說之邏輯的結果逆話。

自然，這一切都歸結於常識之拋棄；這樣，就是這個學派底最前進的懷疑論者，也發現他們自己常常在常識底要求與他們自己底哲學體系底純邏輯的結論之間妥協着。這兒，稍為注意下主觀主義學派之一最有名的代表人物，柏克萊主教（Bishop Berkeley）底姿態，是有趣味的。像一個學生似的，柏克萊研究了洛克。但是，他是極富於宗教心的，因洛克哲學底懷疑論之故，就痛烈地加以批評。對於柏克萊，萬物只存在於心靈之中，要是說到外界，那就只能說它是存在於上帝底心靈之中。他是由如次的方式去達到上帝之存在的：在我們自己底意識之內，有不依存於我們自己底意志、有時甚至與我們底意欲相反地存在着逆印象。對於這些印象，我們務必要在我們自身之外逆別的地方去尋求一個原因，這樣，柏克萊就以實際上和理性派相同的推理法，而確立了上帝之存在。然而，對於他，只有心靈存在着——神心與人心。我們所知覺逆實在世界，它，只存在於我們自己底心靈之中。因而，跟着柏克萊，我們就無權談到外的實在

世界中諸事物間之因果的相互關係。

總之，在純邏輯底基本根據上，經驗論是堅固難拔的；它底結論，也同樣難於攻擊。但是，如果我們純粹從知識底見地去考察它，那它就把我們引入一條死路，那就是所謂獨在論。爲要逃出這條死路，除了跳過在它底某些地方、專是在其入口處、遊圍牆之外，是沒有甚麼別的通路的。這一點要能夠完成，只有拚着一下子導入一個形而上學的假說，這種假說，對於感官知覺底直接經驗，或由它們邏輯地引出諸結論，是沒有甚麼關係的。

康德(Immanuel Kant)，批判學派底建立者，就是明白認識這個真理而指出有採取形而上學的手段之必要這方式遊第一個人物。依康德，在我們意識之中遊感覺印象，不是知識底唯一源泉。心靈有着不依屬於一切經驗遊或種概念。這些，就是所謂的範疇；而在康德哲學之中，它們是一切知識之必要的條件。康德結論道，因果關係就是這樣的一種範疇。它是悟性在其中以自發地調整其經驗遊究極的先驗的(a priori)形式之一，它不是經驗底派生物，而反之，是使調整的經驗自身成爲可能遊必要的或種東西。康德把因果律如下地公式化着：“每種發生之物，以它依一種規律而追從之遊某種東西爲前提條件。”康德堅持着，這種假定，是不依屬

於一切經驗的。但是，康德底命題，却不能說是指有規則地追隨着其它的或種東西遊每種東西，就對於那種東西有因果的關係。例如，比夜之繼晝更其有規則遊繼起，是幾乎沒有的了；但是，沒有那個會承認晝是夜底原因吧。因而繼起（*succession*）之自身，如經驗論者所說的一樣，不是與因果關係同一的。在這個例子中，即在晝與夜底例子中，我們有從同一原因產生之二結果。這個原因是二重性的。它，一方面，包含着地球之自轉，它方面，又包含着地球對於日光是透明的之事實。

因此，在康德底體系中，因果律之普遍的有效性是被確言的。然而，同時，康德底學說，雖說它底結果大多數是有用的，確實的，却在某種程度上，因其強烈的獨斷態度，而成爲任意的了，這是不能否認的。所以，它才成爲了如此衆多的直接攻擊之對象，且以時間之進程，而稍稍改變了點。

這兒，我們不必麻煩地來詳細敘述從康德當日以來關於因果問題之哲學方面底發展，而只消指出這種發展之主要的特徵。對於康德學說之最猛烈的反對，是從那些認爲它過於走進形而上學的領域去了遊哲學者方面發生的。如果我們要逃脫獨在論底難關，就不能避免形而上學，這，不消說是完全真實的；但是，在另一方面，只要任何一個體系，企

同一方面避免形而上學的極端，它方面避免獨在論的極端，那末，它在本質上就不得不同邏輯稍稍妥協，因而，要有或種的缺點。然而，基於這種妥協去構成一個於其中諸種缺點能因一切實際目的而充分加強遊體系，却是十分可能的。

康德學說，及從觀念論到極端物質論遊全部先驗哲學，一開始，就是建築在公然的、形而上學的基礎之上的。與這相反，為孔德所創立遊實證論體系，在其諸種的模式與形態中，都自由地、可能地堅持着不受形而上學之影響。它把我們自己底意識底經驗作為知識之唯一的、正當的源泉，而達到這個目的。依照實證論者底學說，因果關係不是建築在事物自身之本性上，而是，簡單地說，人類心靈底一個經驗。因為它自己證明起來是有結果的、有效用的，原則上，它就演了一個重要的腳色。這樣，因果律就是這種經驗底應用。因為，為我們自己底經驗所發現遊東西，我們常常能夠正確地知道，從而，因果概念底意義，對於我們就十分明瞭。但是，同時，有我們底發現不能適用於它，且因而與因果相矛盾，遊諸場合也未可知吧，這種可能性是殘留着在的。因為康德說，無因果性之知識，一開頭就不可能，因為因果概念之範疇，已經先於任何經驗而存在於人類心靈之中了，實證論者就主張，人類底創造心，為自己底便宜而形成了因果概念。因而，



它不是心靈中之一根本的，生得的性質。“人為萬物之尺度，”老早以前，普羅達哥拉斯 (Protagoras) 就說過了。我們可隨意地曲折旋轉，可是，却決不能從我們底皮膚脫出。而且，無論我們可以怎樣地脫出常軌而進入絕對底領域，實際上，我們是常在我們自己底軌道內運轉着的，這個軌道，已經由在我們自己底意識內所知覺了遊經驗之範圍為我們規定了。到某種程度為止，要反駁這種實證論者底態度是不可能的，那怕從先驗哲學底立場說來，對於它有許多的異議。這樣，議論與反論，在無窮的更變中，就相互追隨着。對於我們，這個故事底收場(dénouement)，就是我們先前的確信，因果律之本性與一般的效力，不能基於純抽象的推理而確定地決定遊確信之證明。先驗論的見解與實證論的見解是互不相容的，而且，只要有哲學家這種人存在，這種狀態就要繼續着。

如果純粹推理在談到這類問題遊時候而刺刺不休，那末，因果問題之任何圓滿的解決，會無望吧。然而，結局，在有影響於自然與人類遊諸問題之研究中，哲學不過是人類活動之一部門而已。科學又另是一個部門。而且，在特定的例子中，哲學失敗了遊地方，我們轉向科學，而問它對於提問是否可有完滿的解答呢，那是完全正當的。

那末，讓我們首先問一問吧，科學底諸種部門，在因果關係底問題上，是否恰如哲學那樣分崩離析地來互相反對呢？在進行這種考究之先，是可以有反駁的吧，即謂屬於哲學領域內、且為哲學所不能解決之問題，是不能夠在一個簡單的科學範圍內被解決的。這個反駁，基於謂哲學提供科學探究以精神基礎之根據，而被熱烈地主張着。哲學必須先行於每種特殊的科學，因而，如果特殊科學之一要論究一般的哲學問題，那我們就會與我們底全部精神訓練之本質相反吧。

這種議論，非常頻繁地被主張着。但是，在我底意見，它底弱點，是在於忽視了哲學與諸種特殊科學之間現實地存在着過合作。我們務必要記着，一切探究之出發點，以及在它底追求中所使用過精神的素養，在哲學底場合與在科學底場合，根本上是同一的。哲學家並不是以他自身所特有過一種人類悟性而活動。他所建立過思想結構，除了他底日常經驗以及在其專門研究之進程中形成過意見之外，是不建築在任何別的基礎之上的。這些意見，不得不大大地與其個人的才能、與其個人的哲學發展之背景相適應。在某種意味上，哲學家是比科學專家佔着更高的位置的，因為後者把觀察與研究制限於系統地搜集了、且要求深湛而專心的

吟味之過於狹隘的事實範圍了。因而，哲學家對於并不直接引起科學專家底興趣、且極容易為他們所忽視遊一般的關係，有着較好的概觀。

這兩種研究類型底概觀與作用間之差異，可以拿共同遊覽一個地方遊兩個旅行者底情形來比較。假定，第一的旅行者是對於風景底一般特徵，山谷之起伏，森林與草原之種種型式，感着興趣的。第二的旅行者，則只對於當地底植物與動物，或則，也許只是對於當地底礦物，才感着興趣。他底眼睛，找尋着動植物底特殊標本，或則，為希望發現深埋地底遊礦物底富源而作科學的試驗之故，他會選擇種種的小區域，也未可知的。於是，第一的旅行者，一定就獲得全體的風景之更佳的知識，且能把它同別的風景相對照。從一般的見地，他可以下一個關於該地土壤底礦物學性質，以及標出該地之特點遊植物與動物底種類，之一般的結論；但是，他底推斷，會全然是一般的，而其陳述之立證與透澈，會依存於他底旅伴所提供遊意見吧。因而，一方底工作就補足它方底工作；而且，還有無數的例子，指示出，第二的旅行者底工作，對於困惑了有更一般的概觀者遊諸問題之解決，是絕對必要的。

這種比較，就同其它的比較一樣，對於本問題說來是不

十分恰當的。但是，至少，它指出了這一點，即是，在哲學把它認為根本的，且其最終的解決只是哲學的任務，之一個確定的問題過場合，在哲學用他自己底方法而不能下一決定的公式過場合，關於當前的問題之特殊的方面，就不得不從特殊的科學部門去汲取知識。如果這兒的解答是確切而終極的，那末，它就不得不這樣地被看待。它所達到過一般的，客觀的知識，有普遍的效力，這個，是每種真實科學之一顯著的特徵。因而，它所達到過確定的諸結果，要求無條件的承認，而且，常常不得不保持其效力。科學底進步的發現，是確定的，而且，不能永遠被忽視。

在自然科學底發展中，這，很明白地被顯示了。由於無線電，如今，我們能夠把任何新聞，在極短極短的瞬間，放送到地球上最遙遠的地方。現代人，在一架飛機裏，就可以把自己昇到空中，把自己從地球底這一方輸送到那一方，超越過深谷大山，湖澤海洋。用X光線，他就能夠深入於生物體之祕密的活動與內部的機能中，且能發現結晶中過個個原子之位置。科學在與為它所孳生過技術之合作中所完成了過這種客觀的業績，把過去的哲學家底某些最偉大的發現投諸陰影之中，且使魔術師底粗率的技術成為笑柄了。

如果，任何人對於這樣明白的結果而掩目不觀，且談說

科學之崩潰，那末，一般的人都會想不到有不憚麻煩來反駁他過必要吧。對於科學所成就過對於知識進步之貢獻，全然沒有提出任何細密的證明之必要。只要指出擺在人人眼前過事件就充分了。人們只消在坐在自己庭園裏過時候，抬頭望天，而注意飛機的聲音，或則，扭開自己書齋中過開閉器，而令懷疑家去傾聽正遠從數千哩之地而來過聲音吧。任何人類努力之價值，就是，而且常常不得不是它所獲得了過諸結果。

現在，讓我們回到我們正討論着過特別問題，而且暫時承認，在其論究中，科學方法底權能與可靠性。我們且問一問吧。科學，在其諸種部門中，實際上是怎樣地論究因果關係底問題呢。這兒，務必要記住，我是談論作為特殊科學之特殊科學，而不是作為其基礎之哲學的或認識論的根據。科學，事實上，是專一埋頭於為感覺印象所直接給與之資料，及依理性法則過它們底系統的組織的麼？或則，在其活動之初，它是超過由這種直接的源泉所給與我們之知識，而儼乎其然地跳進形而上學的領域的麼？

對於解答，我實在沒有想到能有任何種的疑難。第一的抉擇物是被拋棄了，第二的呢，則在每個特殊科學中被肯定。實在，可以說，每種個別的科學，是由自我中心的與人類中

心的立場之公然的拋棄而開始其工作的。在人類思想底初期階段，人類專一注意由五官而接得過諸印象，而且，原始人類，把他自身及他自己底興趣，作為他底推理體系之中心。而對着週遭的自然力，他想，它們是如他自身一樣過生物，他把它們分成兩大類，一類是和藹可親的，它一類則含着敵意。他把植物界分成有毒與無毒的兩種範疇。他又把動物界分成危險與無害的兩種。只要他仍舊局限於這種看待環境過方法之界限內，他要向真實的科學知識作何等的接近，是不可能的。在這種知識內他底最初的進步，是在他已經離開他自己底直接興趣，且從他底思想中把它們放逐了之後，才完成的。在隨後的階段上，關於拋棄他所居於其上遊遊星是宇宙底中心之觀念，他成功了。這樣，他就採取了盡可能地在暗中活動過更謙遜的立場，以免在他自身與其關於自然現象過觀察之間，僭入他自己底特質與個人的觀念。只有在這個階段上，外在的自然界才開始對他顯露其神祕，而同時他所不能強之服役的。如繼續用自我中心的興趣之掃夫去尋求則決不能發現過諸工具，也提供給他了。人，在他能夠發現他自己底靈魂之前，務必要把它喪失，對於這個反語(Paradox)底真理，科學之進步就是一個卓越的例證。自然底力量，例如電氣，不是以利用的目的而開始工作過人所發現

的。科學的發現與科學的知識，只有那些全不顧及甚麼實際目的而追求了它過人，才達到了。我所提到過少數的例子，使這一點充分地明瞭了。例如赫爾茨，他就決沒有夢想過，他底發現會為馬可尼（Marcconi）所發展，最後，且發展而為一無線電報學底體系。至於欒琴，——對於X光線在今日所應用過有益的用途之莫大的範圍，也決沒有幻想過的。

我曾經說過，科學底每個特殊化了過部門所採行之第一步，就包含着向形而上學底領域之飛躍。在舉行這個飛躍之時，關於他立於其上過根據之支持的性質，雖說沒有那個抽象推理底體系能夠為他預先保證，科學家却信賴它。換言之，每種真有效果過科學之根本原理與必要條件，不是基於純粹邏輯，而寧是基於形而上學的假說的（這，沒有那種邏輯規律能夠反對），即是，存在得有一個全不依屬於我們自身過外界。我們之知道這個世界之存在，只是經過我們底意識之直接的命令。那種意識，在某種程度上，可以稱為特殊感覺。人們甚至可以說，這個外界之存在，以某種特殊的方式，而觸發各個人底意識。這，儼若是我們經過一付眼鏡而看見遠方的某種物件，而且，儼若是每個人都帶有一付濃度稍為不同的顏色眼鏡。在我們科學地論究自然現象之時，我

們務必要放慮這個。全部科學底思想方法之第一的而且最重要的性質，就是觀察底外的客觀與觀察者底主觀的性質間之明瞭的區分。

一旦，科學家已經開始跳入先驗的東西之中了，他決不討論這個跳躍之自身，也決不因之而心煩意亂的。如果他那樣做了，科學就不能這樣迅速地進步的。無論如何——這根本上也是一種很重要的考察——，基於任何邏輯的根據，這種處理法是不能被反對，說是首尾不一貫的。

自然，這兒有着實證論派底人爲萬物之尺度底理論。而且，這種理論，只要沒有人能夠基於邏輯的根據，反對以人類底尺度去測度萬物、且把全部創造物終局地歸於感官知覺叢遊人底活動之時，是難於反駁的。但是，也還有別種的尺度，對於某些問題是更爲重要的，且不依屬於測定知性之特殊的方法與本性。這種尺度是與物自身同一的。自然，它不是知覺之直接資料。可是，基於終極地認知自存物之努力，科學却自信地出發了，縱使我們明知這個理想的目的是決不能完滿地達到的，我們却仍然不倦地、排除萬難而進向它。而且我們知道，在這條道路底每一步上，每種努力都會獲得豐富的報償的，科學史就近在手邊來確證我們對於這個真理過信仰。



一旦假定了一個獨立的外界之存在，科學就并行地假定因果律為一與感官知覺全然無關係之概念。在應用這個原理於自然現象底研究之時，科學首先就考察，對於自然界以及人類精神領域內之諸種事件，因果關係底法則是否適用呢，並且，能夠適用到甚麼程度。在這兒，科學之發現它自身，是完全基於康德所用作他底知識論之出發點之同一的立場。正如在康德哲學底場合一樣，在每種特殊的科學部門中，因果概念，一開始，也是作為屬於無之則知識之進步就不可能過那些範疇而被承認的。但是，在這兒，我們必得要稍為區別下。康德，不僅把因果性概念，而且在某種程度上，也把因果律自身之意義，作為知識之一直接的資料，因而普遍地有效。特殊化了之科學，這樣地，卻不能夠前進。它寧是不得不自限於，在每個個別的場合，因果律能被證明有何種的意義呢這問題的，這樣，經過研究，就給與實際的意義與價值於因果概念之空洞的機構。



## 第五章 因果律與自由意志

### ——科學之解答——

科學，是否能夠幫助我們脫出哲學曾在其中迷失路途過薄暗的森林呢，而且，能夠幫助到甚麼程度呢，如今，我們是達到這兒來了。關於因果律之普遍的與不變的效力，特殊科學所採取之實際的態度，究竟怎樣呢？科學，在其日常探究中，承認因果律是一個必要的前提條件嗎？它是基於所謂在因果地被支配過世界秩序中沒有甚麼逃路之假定而活動的嗎？或則，在應用這個原理為作業假說之時，科學的實踐

暗示出，在自然中有某些發生事件，是因果律不能發生作用的，而且，在精神的領域，有許多地方，是因果的令狀所不能通過的嗎？在我們試行爲這些問題尋出確定的解答之時，我們就不得不把它們單純地歸於特殊科學之各個部門吧。自然，在這樣幹過時候，我們就不得不滿足於十分概略的對詰（Cross-examination）的。對於我們底問題，物理科學說了些甚麼呢？在解答方面，生物科學又說了些甚麼呢？而且人文科學，例如心理學與歷史學，又說了些甚麼呢？

我們開始就來看自然科學中之最精密的部門、物理學吧。在古典力學（在這裏面，我們務必要不僅包含着力學與重力理論，而且還要包含馬克斯威爾—羅倫茨底電力學說）中，因果律已經被給與了一個公式，在正確與嚴密上，幾乎可以說是理想的，雖說它還稍稍偏頗了點。那是以一個數學方程式底體系而表現的，經過它，如果時間的及空間的條件已經知道了——即是說，如果最初的狀態及從外部取來而影響於物理學圖像之諸影響已經知道了，則在任何特定的物理學圖像中之一切發生事件，都能夠絕對地預言。更具體地說，依照以古典力學底方程式而表現過因果律，如果我們知道分子底位置與現今的速度以及發生運動之諸條件，我們就能夠說，在任何特定的、未來的瞬間，一個運動分子或

分子之集體可以位置在甚麼地方。這樣，就使古典力學能夠預先算定全部自然過程底個個的活動，因而從原因豫言結果。在我們今日，古典力學所達到了過最後的、意味深長的進步，是通過愛斯坦底一般相對論而遂行的。這個理論把牛頓底重力與加里雷（Galileo）底慣性法則融合了。爲要指示相對論確證了實證論者底態度，而在某種意味上則與先驗哲學不相容之故，最近，已經遂行了諸種的企圖。這些企圖，全然錯誤。因爲，相對論底基礎，不是建築在爲觀察者底座標系所決定過時間、空間底諸次元只有相對的意義之規律上的。相對論之基礎，在於下述之事實，即是，在四次元的空時聯續體（Manifold）中，有一種尺度，即以無限接近而正接近着過兩點間之距離。這就是所謂 Tensor（「張數」）或 Massbestimmung（「定量」），它對於一切正在測度的觀察者，對於一切座標系，有同一的價值，因此，它是屬於與人類意志底任何任意的活動全然無關係過超越的性質的。

然而，最近，量子假說已經導入了或種的擾亂於古典的相對論物理學底這種諧和的體系之中了，而且，還沒有人能夠確言，這個假說之今後的發展，對於根本的物理法則底公式，可以有何等的影響。某種根本的修正，似乎不可避免；但是，我，同大多數的物理學家一樣，堅決地相信，量子假說，

在將成爲因果律之更正確的公式或種方程式中，結局要發現其正確表現。

除了應用於個別場合適力學的法則，自然科學也承認別的法則，那就叫做統計的法則。這些法則，在完全正當的程度上，表現正在發生適或種事件之蓋然性，因而，在特殊的場合，容許例外。關於這個之古典的例子，就是熱之傳導。若果把兩個不同溫度之物體相互接觸，那末，依熱力學底法則，熱能（heat energy）就會常常從較暖的物體移向較冷的物體。現在，我們從實驗知道，這個法則只是一種蓋然性；因爲，特別在兩個物體間溫度之差異非常微小適時候，在或種特殊的接觸點，以及在或種特殊的瞬間，熱之傳導會在反對的方向發生——即是說，從較冷的物體移向較暖的物體。就如在全部統計法則底場合一樣，熱力學底第二法則，不是對於每種事件之自身，而只是對於從非常衆多的同一的事件發生之平均值，才有正確的意義。如果我們要考察個別的事件，那我們只能說蓋然性之一確定的測定。這個場合，和用於骰子戲適不均齊的立方體底場合完全相同。讓我們想像，這個立方體底重力之中心，不是在物體之中心而是偏向於某一邊的，那末，當立方體被投擲之時，它就會停在那一邊上，這似乎無論如何都是確實的。重力底中心離立方體底均齊

的中心之距離愈小，則結果就會愈多變化。如果我們非常頻繁地投擲骰子而觀察在個個場合所發生之情形，那末，我們就會達到一個法則，它將告訴我們，譬如說，在一千回中，骰子將多少次數地在某一方面落下。

我們再回到熱之傳導這例子，來看因果律底嚴密的效力，對於個個的場合是否適用呢。回答是，它適用的；因為，更徹底的研究法已經證明了，我們所呼為從一物體向它物體之熱底移動者，是通過特殊過程之無數的連續而顯露自己過一個非常錯綜的過程；那些特殊過程是相互獨立的，我們呼之為分子運動。而且，研究更進一步地指出了，若果我們對於這些特殊事件之每一種而假定力學法則之效力（即是說，嚴密的因果律），那末，由於這種觀察，我們就能夠達到因果的諸結果。實際上，統計法則是依存於正在每個特殊場合發生作用過嚴密的因果律底假定之上的。而在特殊的場合，統計的規律之以所不實用者，因此，不是由於因果律沒有被實行之事實，而寧是由於我們底觀察，在各個場合，在把因果律委諸直接的吟味上，沒有充分精密、充分正確。如果在這種極錯綜的過程底迷途之中，追隨每個分子底運動對於我們是可能的，那末，在每個場合，我們都會發現力學法則之正確的遂行。

在這種情形下面說到自然科學之時，我們務必要常常區別兩種不同的研究法。一個是肉眼法(Macroscopic method)，它以一般的、概略的方式去論究研究對象。它一個是顯微鏡法(microscopic method)，它底手續，更為精密、更為詳細。只有對於肉眼的觀察者——即是說，籠統地論究大批分量遊人，關於他所處理遊對象中之單個的要素，偶然與蓋然性才存在。偶然要素之廣狹與重要，自然是依存於用於對象遊知識與熟練之程度的。另一方面，對於顯微鏡探究者，則只有正確而嚴密的因果關係才存在。他底生活，說起來，是依存於他所零星論究遊每個個別的條款之性質的。肉眼探究者，計算大量的價值，且只知道統計法則。顯微鏡探究者，則計算個個的價值，且盡量應用力學法則於它們。

假定我們再來考察上述之骰子底例子。而且，假定我們是顯微鏡式地論究的。這意味着，隨同骰子自身之本性——其非均齊性及其重心之確定的位置——，我們也注意它最初的位置、最初的速度以及棒子對它底運動之影響，空氣之抵抗以及其它各種能夠作用它遊特性。如果我們能夠仔細地把全部這些都施以考察，那末，就不能有甚麼偶然底問題吧；因為每個時候，我們都能夠計算骰子會停止遊地方，而且知道它會落在甚麼位置。



不必更詳細地研究，讓我說，對於牽聯到分子與原子遊全部發生事件，自然科學是應用肉眼的研究法的。但是，它自然是努力局限其論究於顯微鏡的精密程度，且常常試着把統計法則歸諸力學的與嚴密地因果的體系的。因此，在這兒可以說，自然科學（包含天文學、化學與礦物學）是全部建築在因果原理之嚴密的、普遍的效力之上的。簡單地說，這就是自然科學對於本章開頭所提出遊問題之解答。

現在，我們且過到生物科學方面去。在這兒，‘情形是更為複雜錯綜的，因為，生物學論究的是生物，而生命底問題對於科學研究却常常呈現很大的困難。自然，在這一科學部門中，我不能以特殊的權威而言說。然而，我也毫不躊躇地說，在最曖昧模糊的問題中，即如在遺傳底問題上，生物學是愈益接近於因果關係底普遍效力之明白的假定的。正如沒有那個物理學家，在無生物界，會作為最後手段而承認偶然之作用一樣，也沒有那個生理學家，會在絕對的意味上承認偶然之作用的，雖說在生理學中，比在物理學中，顯微鏡研究法自然更是難於採用。由於後一理由，生理學法則底大多數就屬於統計的特性而被稱為規律（rules）。當應用這些經驗地建立遊規律而發生例外之時，這不是由於因果關係中之任何失敗，而寧是由於應用規律遊知識與機巧之缺乏。生

物科學，對於容許例外之作爲例外而存在，是直接出而反對的，類乎例外遊東西，都被小心地記錄，整理且被更深地研究着，一直到它們在因果關係之燭照中被弄明瞭了遊時候。非常頻繁地，關於例外之這種更進的研究，顯露了迄今所未想到遊諸相互關係，且辭與例外原初發生於其下遊這些規律以新的理解。非常頻繁地，普遍的因果關係從一個新方面這樣地被確定了，而且，就是這種方式，許多卓絕的發現在其中完成了。

甚麼是本然的因果關係，甚麼是單純的偶合或諸種事件之外部的繼起呢，我們怎麼能夠區別？回答是，要完成這種區別，是沒有甚麼一定的規律的。科學只能承認因果律之普遍的效力，它使我能夠確定地預言隨既定的原因而來遊結果，而在預定的結果并不隨而發生遊場合，那末，我們就知道，已經有或種別的事情發生作用了，在我們底計算中，這是沒有注意到的。這兒，一個簡短的故事就會把我底意思弄明瞭吧。它談及在農業上人工肥料之效力。

如果我沒有錯誤，這個故事是佛蘭克林(B. Franklin)說的。他不僅是一個第一流的政治家，而且，在自然科學中，也是一個很能幹的研究家與發現家。有一個時期，他對於人工施肥之問題特別感覺興趣，且明白地指示出在農

業經濟上它底發展之重要。他把他底理論拿來實試，而達到了實際的成功，這，對他自已底科學性辯，是十分滿足的，但是，他知道，要使他底懷疑的鄰人確信，他們看見在佛蘭克林田裏長着過Clover（譯註）之茂盛的收成是由於人工肥料之使用，是十分困難的。對於農人，Clover就是Clover，田地就是田地，有好田地，也有壞田地，有好天氣，也有壞天氣，而且這些就是唯一的因子，就是好收成和壞收成底原因。佛蘭克林決心要使農人確信，人底技術是能夠直接影響自然成長之性質的。在播種之時，他在土壤中掘了許多小畦，這些小畦構成了依字母而排列過許多文字。這些小畦，他投了極大量的人工肥料，其它的田地呢，則全然委諸自然之手。等到收成長了過時候，對應於施肥了過田畦之諸文字，就指示出這些行列底Clover比別部分的更高、更茂盛；所以，過路人都能夠讀到如下的文句：“這部分是用石符施過肥的。”傳記上沒有說那些頑固的農人是否由這個證據而確信了。但是，這都不重要；因為，沒有人能夠基於純粹邏輯的理由而被強迫去承認因果聯繫的，因為因果聯繫不是邏輯地立證的。這

（譯註） Clover，係豆科植物，供家畜之飼料或作肥料者；

中文譯名荷蘭翹翹。

兒，例證之重要點是，如果在一個特殊的場合引導一個原因，這原因是如經院學派所慣說的，以其本性而“流入於”結果，而且，如果結果充分與所預言者一致，那末，我們就能夠確定因果關係。在佛蘭克林底 Clover 例子中，除了施肥之外，是不能有別的解釋的，而這種解釋，作為原因，就與結果有着自然的、獨特的聯繫。

自然，可以說，因果律終究只是一個假說。如果它是一個假說，那它也並不是與其它許多假說一樣過假說，而是一個基本的假說，因為它是在科學研究中，為要給與全部假說之應用以意義而必要過前提條件。這是因為，指示一個確定的規律之任何假說，都是以因果原理之效力作為前提條件的。

於是，我們達到那些論究人類事件過科學了。這兒，科學家所使用之方法，不能與他在物理學中所使用者同等正確。他底研究對象，是人類精神及其對於事件進程之影響。這兒，大困難是在於根源的資料之缺乏。而當歷史學家或社會學家努力在其研究部門中應用純客觀的方法時，他就發現他自身到處都覷面着資料之缺乏，而由此資料，他是能夠決定在過去已經招致了一般的狀態。在現刻的世界中又發生着一般的狀態、之諸原因的。然而，同時，在這兒，他至少

有一點利益是物理學家所沒有的。歷史學家或社會學家，是論究着如在自身中所發現過同種類的活動的。他自己底人性之主觀的觀察，在論究外的人格或人格之羣時，至少給他提供出一個概略的評價法。他能夠“深入”他們底本然之中，而這樣，就能夠對於他們底動機與思想之特性獲得或種的洞察。

那末，讓我們問一問吧，人本主義科學家對於因果關係這問題過態度是怎樣的呢。在人類精神之活動中、在人類情緒之發動中、以及在由這些而產生之外部行動中，到處都有一個嚴密的因果的相互關係嗎？而且，一切的行動，作為最後的手段，是要歸諸所謂過去事件與現在環境之因果的活動，而全然不為人類意志之一絕對自發的行動留下餘地麼？或則，我們在這兒，與在自然不同，而至少有或種程度的自由，或隨意的決定，或偶然（隨便怎樣說都可以）呢？伊古以來，這個問題已經成為論爭之源泉了。主張人類意志在其意志底活動中是絕對自由者，就一般地主張，在自然存在底階段上，我們進行得愈高，則必然性就愈不值得注意，創造的自由之作用就愈大，一直到我們最後達到人類這一階段時，他簡直享受着意志底完全自主權了。

這樣的一個意見，除了把它委諸歷史學的與心理學的

研究之外，是不能說對或不對的。而且，在這兒，我們底問題恰與在自然科學底場合一樣。換言之，除了把它委諸外的實在之試驗外，因果原理究竟適用得到怎樣的程度呢，我們不能知道。自然，在因果方法應用於人文科學之時是用了一個不同的名詞的，在自然科學中，有特定的特徵之確定的物理學的圖像，是研究之主題。在心理學中，我們所要研究的，却是確定的個人的人格。這個個人的人格，有遺傳之諸性質，例如，身體之構造，知性，想像力，氣質，個人的趣味，等等。研究這種人格，我們就有例如氣候，食物，養育，友人，家族生活，教育，誦讀，等等底環境之生理的與心理的影響。如今，問題就在於，所有這些資料，是否詳細地，且依確定的法則而決定這個人格之活動。換言之，如果我們假定（這在實際上是不可可能的），關於此時此地的全部因子，我們已有一個深刻詳明的知識，我們能夠確切地基於因果的基礎，而謂後此一瞬間個人將怎樣行動麼？

在尋求這個問題之明白的，邏輯的，確切的解答之時，在這兒，我們底情形，是與當論究自然科學之時所處的，完全不同。顯然地，對於上述那樣的問題，要給予任何類於確定解答，是很困難的。人們可以有種種的意見，而制定種種的假設與假定；但是，這些並沒有為解答而提供邏輯的根

據。然而，我想，人文科學（例如心理學與歷史學）現刻正在其中發展過方向，為假定問題會被肯定地答覆而提供或種的根據，這是可以確言的吧。力（Forco），作為運動之原因而在自然中演着過職務，在精神領域、在作為行為之原因過動機中，是有其符合物的。正如在各個瞬間、在任何瞬間，物質體底運動必然從許多力底複合作用而產生一樣，人類行為也以同樣的必然性從相互強制了、或相互矛盾着過諸動機之交互作用而產生，這些動機，一部分在意識的領域、一部分在無意識的領域，向着結果而開路前進。

為人類所成就過許多行動，似乎是不可解的，這自然完全真實。許多時候，為或種行動尋找任何類似合理過根據，是一個極端困難的疑謎，而別的行動，因為完全沒有暗示何等的根據，却似乎完全是愚蠢的。但是，稍稍注意一下這些行動呈現於有訓練的心理學家以及呈現於普通人過方式吧。對於後者是眩惑莫解者，對於前者，却常常充分明瞭。因此，如果我們能夠在最密接、最親切的場所去研究人類之諸行動，我們就會發現，由橫於性格、或瞬間的情緒緊張、或特殊的外的環境中之諸原因，它們是能被說明的。而且，在那些極難於且幾於不可能去發現這些說明原因之場合，則我們至少是有根據來假定的，即是，如果我們不能發

現作為說明之任何動機，我們就必得不把這個現實地歸於動機之缺如，而寧歸於我們底知識對於狀態底特殊性之不足的性質。這兒，我們所有遊場合，是與投擲不均齊的骰子遊場合相同的。我們知道，骰子最後所停息之方式，是投擲骰子時遊活動底全部因子之真正的結果，但是，在簡單的一擲底場合，我們却不能檢知嚴密的因果性之作用。就這樣，縱使人類行為之某方面底動機常可隱蔽不彰，而全然無動機之行為，則正如無機界中絕對偶然之假定與自然科學之作業原理不兩立一樣，是科學的地與精神科學立於其上而進行之諸原理不兩立的。

然而，不只活動是為引向它遊諸動機所決定。各個活動，對於其後之行為，也有因果的影響。因此，在動機與行為之更替中，我們有一個在精神生活中相互繼起遊諸事件之無窮的鎖鍊，在其中，每個環，不僅與其前之一環，且與其後之一環，為嚴密的因果關係所結着。

為發現使這些環從因果的鎖鍊脫離之方式，已經有許多企圖被遂行了。洛采(Hermann Lotze)，與康德公開地反對，而把如下的提言提出了，這樣的一種因果鎖鍊，雖說它有一個端初却不能有終結。換言之，諸種的動機所似乎完全獨立發生於其中之諸環境，並不為任何先行的影響所招致，



所以，這些動機所引向之結果，在新的鎖鍊中，將成爲最初的一環。這樣一種解說，洛主張，特別不得不賦與那些被稱爲創造的天才迥出類拔萃的精神之諸活動

縱使對於發生於實在世界中迥這樣的場合底可能性，我們可以不發生疑問，然而，在心理學領域所實施了迥徹底的、科學的研究，已經指示了這樣的一種可能性吧，我們却是可以合理地解答的。但是，在心理學研究進行着迥範圍內爲所謂自由原始說而提供出發點迥何等微候，是沒有的。反之，科學研究愈深入於甚至把世界史底偉大精神運動也加上了特徵迥諸特殊性，則因果關係就愈益明白地顯着。各事件對於先行事實及準備因子之依存性，在科學研究之強烈的燭照之下，就逐漸開始出現，而且如此衆多，簡直要保證如次的陳述，即是，現時在心理學中迥科學的手續，實際上是徹底地建立在因果的相互關係原理及毫不容許例外迥現實的因果律底假定之上的。這意味着，完全的決定論之假定，爲心理學研究底進步之故，作爲一個必要的條件而承認了。

在這些環境下面，顯然的，我們不能築就一個確定的境界，而大書特書着到此止步的。因果性原理，不得而被主張甚至要擴張到人類靈魂之最高的業績。我們不得不承認，我們每個最偉大的天才——亞里士多德、康德或達·文西、歌

德或貝多芬、但丁或莎士比亞——底精神，縱在其思想之最高的昂揚之瞬間，或在其靈魂之最深刻的內部活動之中，都是被因果的命令所支配的，而且，是一個支配着世界遡萬能的法則底手中之工具。

由於這樣的陳述，普通的讀者會猛吃一驚吧。這樣地談說人類中最高尚、最尊貴者之創造的業績，顯然是有點損毀令名的。但是，它一方面要記住，我們自身只不過是普通的凡人，我們決不能希望窮極地追隨天才底靈魂中原因與環境之微妙的作用。如果把這個解釋為普通的凡人也能夠追跡在非常的，天才的靈魂底場合上因果法則之作用，那自然有點毀損，可是，說他們是為因果法則所支配，却是沒有多少的。如果人們說，某種超人間的知性能夠了解如歌德、如莎士比亞似的人物，沒有那個會感到這是失禮的吧。全體底要點，是在於觀察者之無力。恰恰與此相同，肉眼的物理學家，是完全不能追究顯微鏡作用的，然而，如我們所已知道的，這并不就意味着因果律對於顯微鏡的發生事件就沒有効力。

關於世界中任何人也不能追跡其作用遡諸場合，而說確定的因果關係，那末，有甚麼意義呢？這兒，有人會發出質問來吧。

對於這個質問之回答，很簡單。就如反覆談說過了 一

樣，因果性概念是某種超越的東西，它完全不依屬於研究者之本性，而且，就是全然沒有知覺主觀，它都會有效力的。如果我們考察如下的場合，我們將更爲明確地看見因果概念之內部的意義：——

在時間空間底這一當前的契機上，人類知性，如我們所知道的，也許不是存在着週知性之最高型。更高等的知性，也許會存在於別的場所，或出現於別的時代。而且，這些存在物底知性之水準，也許正如我們底知性之高於原生動物的一樣，要高出於我們之上。那末，在這樣的知性底慧眼之前，就是人類思維之最迅急的瞬間，也如人類頭腦底神經節中之最微妙的振動一樣，能夠在個個的場合被追究，而我們人類底天才之創作，正如天文學者底望遠鏡之追跡天體底多種多樣的運動之聯繫一樣，能夠爲這樣的一種知性所證明，是爲一定不變的法則所支配的。

這兒，與任何其它的場合一樣，我們務必要區別因果原理底效力與其應用之實踐性。在一切環境下面，因果關係底法則，以其超越的性質之故，是有效的。但是如它底應用只能爲自然科學中顯微鏡觀察者所詳細實施一樣，在人類精神底領域，這個法則也只能爲一個遠優於探究對象之知性所應用。在這個場合，探究者與對象間之距離愈小，則因果

的論究與科學的論究，就愈不實確，愈多錯誤。全部問題是在於以下的困難性（實在是不可能性）的，是那我們從因果關係底立場試行了解天才底行動時所面對着的。在這樣的場合，就是愉快的精神，也不能不滿足於假定與類推吧；但是，對於普通的蠢貨，天才會永遠是一本七重封印的祕書吧。

因此，結論是，人類知性底最高型，在甚至產生他們最偉大的業績過程過程中，都是為因果法則所支配的。這就是我們底結論之第一部分。而第二部分是，在原則上，我們不能不計算下述之可能性，即是有一天會到來的，那時候，科學研究之更深刻、更精化的發展，能夠了解精神之活動，不僅是普通人底，而且也是它們底因果關係中最高等的人類天才底；因為科學思想是與因果思想同一的，簡直使每種科學底最後目標，就在於因果原理對於研究對象之豐富的、完備的應用。

從我們所說之全部，則關於自由意志，我們要下何等的結論呢？在因果原理普遍地盛行着過世界中，對於人類意志底自律（Autonomy），有何等的餘地呢？這是一個重要的問題，特別是在今天，因為有一種廣泛的傾向，無保證地把科學的決定論之教理擴張於人類行為，從而從個人底肩頭把責任除去。在關於歷史發展過某些近代的解釋者那兒，我們已

經有關於這個例子了。他們主張，形成一個民族或一個文明對個人底羣集之命運，是為盲目的運命所決定的，因而，在最後分析起來，對於這樣一種命運責任，並不在於個人。從我所說過全部看來，這種態度是正常的推斷嗎？換言之，在自然現象之廣泛的因果存續中，個人意志底自由與責任行為，依然有餘地嗎？

在直接解答這個問題之前，我可以指出日常生活上一個顯著的特徵，在下決定之時，它可以幫助我們。雖說用於絕對意味的偶然與奇蹟，根本上是被從科學排斥的，然而，科學在如今，也許還更甚於從前地，却當面着奇蹟與魔術之廣泛的信仰了。這種信仰，在前代非常盛行，與世紀之推移一道，以無數的形式而返覆它自身。這意味着科學是被返覆地要求，要給一般地依或種信仰而解釋了過事實以科學的因果說明。奇蹟之信仰，在人類文化史上，是一個很重要的原素。它攜來了無數的福祉，且藉與了貴人們以靈感，使之驅赴最偉大的、英雄的行動。但是，在它變質而為狂信(Fanaticism)之處，它也就是無數的禍災之原因。

注意我們底時代自然科學之卓越的進步，及它底恩惠在文明國家中之普遍的擴張，我們自然可以假定，科學底業績之一，就在於奇蹟信仰之限制的。但是，它似乎並沒有這樣

做。信仰不可思議的作用之力差傾向，是我們今日底一個顯著的特徵。這是在近代接神學、降神術及其無數的變形物之流行中顯現着的。雖說科學底非凡的結果是如此明白，簡直使甚至街頭上最不注意的普通人也不能不注意它們，然而，有教育者也同無教育者一樣，爲着人生底日常問題，却頻繁地轉向神祕底薄暗之城。人們可以想像他們是轉向於科學的，而且，那些這樣幹過人們對於科學是有更強烈的興趣，也許比前代任何相應的人羣還更爲大量吧，這或許是真的；然而，事實依然是一樣，基於不合理的東西之諸體系底引誘力，如果不比前此的東西更強大、更普遍，至少也是相等的，以如此衆多的聲名(éclat)與約言，爲基於純粹科學的基礎而建立世界觀之目的，數年之前組織了誇一元論者聯盟，確實沒有達到相應於對立的諸體系之任何成功。

這種特殊的事實如何說明呢？是不是在最後分析起來，奇蹟之信仰，不管它所取過外形如何奇怪、如何不合邏輯，却有何等根本上堅實的立足地呢？在人底本性之中，有某種東西、某種內部的領域，是不能爲科學所接觸的麼？是否當我們接近人類行爲之內部的源泉之時，科學不能有究極之說話呢？或則，更說具體點，是否有一個地點，因果的思維路線在此停止，科學不能越之而進行？

這，就把我們引到自由意志問題底核心來。而且，我想，解答將由我剛正質問了逆諸問題而自動地暗示出來吧。

事實是，在精神與物質之廣大無邊的世界中，有一點，簡單的一點，在那兒，科學，因而一切因果的研究法，是不適用的，不僅在實踐的根據上，而且在邏輯的根據上，而且常常都會不適用。這一點就是個人的自我。它，在普遍的存在領域中，是小小的一點；但是，在它自身，是一個全世界，包含着我們底情感生活，我們底意志，以及我們底思想，這個自我底領域，是我們底最深的苦惱之源泉，同時也就是我們底最大的幸福之源泉。在這個領域之上，沒有甚麼命運底外力能以支配，而且，我們只有拋棄生命之自身，才能把以我們自身為對象逆我們自己底統御與責任拋棄。

然而，有一個方式，因果的方法能夠應用於這種內部領域底範圍。為甚麼個人不能使他自身成為發生於他自身之內逆事件底觀察者呢，在原則上，這是全然沒有理由的。換言之，他能夠回想他所經過了逆經驗，而努力把它們在其因果關係中聯繫起來。為甚麼他不應該精察個個的經驗——我是把經驗意味成他所採取了逆個個的決定與行動方針的——而由發現它所由產生逆原因之觀點而研究之呢，至少在原則上，這是真無理由的。自然，那是一個極困難的課題；然

而，却是追究我們自己底生活之唯一明確的科學方法。爲要實現這種行動計劃，則我們今日所置於觀察之下遊我們自己底生活之諸事實，就不得不遠離過去，以便我們現在的生活感情與性癖之合成體，不作爲因子而進入觀察之中。如果我們能在這種隔離的方式中可能地實行這個計劃，那末，我們所經過了遊每個經驗，就會爲我們造作比我們前此所有的還要多得無數遊知性，這樣的知性，實在，比之我們以前的狀態，簡直會使我們上昇到拿普拉斯(Laplace)所假定遊超知性底水準之上。你們記得吧，拿普拉斯是主張，如果全然在宇宙內所發生遊諸事實之外，有一個超知性站立着，這個知性就能夠看見人類界以及自然界底全部發生事件之因果關係，甚至最錯綜的與用顯微鏡才能看見的，都能夠看見。就只由於企圖這種的分離之故，個人才能夠建立知覺主觀對於他底研究對象之必要的分離，這個，我們已經知道，是研究中因果方法底應用之一不可少的條件。在時間上，我們愈接近事件，則追跡其因果結構也，就愈加困難。而我們對於自己個人的經驗事件愈接近，則我們之依照這些事件而研究我們自身，也就愈加困難；因爲，觀察者底活動，在這兒，有一部分就是研究之對象，而只要是這樣遊時候，因果聯繫，實際上就無建立之可能。這兒，我不是在宣傳一種道德



的說教，或則，爲人類自己底道德的高揚之故，而提言何者是該企圖的。我只是從其與因果原理之邏輯的一致遊觀點，去研究個人自由底事件的，而且，我正要說，爲甚麼我們不應該在我們自己底個人的行爲之中去發現因果聯繫呢，這，在原則上，是沒有理由的，可是，在實踐上，我們決不能這樣幹，因爲，這會意味着，觀察着遊主觀也要成爲研究之對象。而那是不可能的；因爲沒有那隻眼睛能夠看見它自身。但是，只要任何人在今日是不完全同於數年之前遊他，則到某種相對的程度，他可以把他自己底經驗，施以因果的精察；對於一般的原理說起來，我已經早把這個認成是一個例證了。

那末，關聯於因果性底聯鎖，個人意志底自由，在此時此地，是否只是表面上的呢，且只是由於我們自己底悟性之缺陷而產生呢，有許多讀者會如此發問吧。我相信，那樣提出問題遊方式是全然錯誤了。我們可以舉個例來證明，即是說，它是與謂賽跑者之不能追越他自己底影子是由於他速力不足之故遊提言同樣錯誤的。此時此地的個人，關於他自己底活生生的、現在的活動，不能委諸因果法則之支配這事實，是一個真理，那是基於如部分決不大於全體之公理遊一種先驗的、充分明確的邏輯基礎之上的。個人在因果原理底

燭照之下直觀他自己底此時此地的活動之不可能性，就是在拿普拉斯所假定超知性底場合，也是通用的。因為，縱使這種超知性能夠追跡人類底最卓絕的天才底業績中之因果的結構，然而，這同一的超知性，在它直觀我們凡人底自我之活動瞬間，不能不拋棄研究它自己底自我觀念。如果有一個至高的知慧存在，它底神聖的本性無限地高出於我們之上，且能看見我們腦筋中每個回轉，聽見每個人底心臟底每個鼓動，那末，不消說，這樣一個至高的知慧，就看得出我們所做每件事情中原因結果之繼起。但是，我們自己對於自己底行為過責任感，這個是並沒有把它減低分毫的。從這個立場說，我們是與最崇高的宗教底聖者與信仰告白者對等的。在任何特定的活動之瞬間，或在任何特定的活動之環境中，我們都不能夠研究我們自身。這兒，就是意志底自由不用篡奪任何對抗者之權利，而走進來，建立它自身過地方。因為這樣地被解放了，我們就自由地在我們自己底內部存在之不可思議的領域之中，建築我們所喜悅過任何奇異的背景，縱使我們同時可以是世界上最嚴格的科學家、是因果決定論原理底最嚴格的支持者。就是由於這種自我底獨裁權，奇蹟之信仰才發生，而且就是向着這個源泉，我們才要把對於人生之不合理的說明之廣漠的信仰歸結。

與科學進步並立着過那種信仰之存在，由於用在我所說過了過意味過因果法則，就是自我底神聖之一證明。我也可以用別的方式把這個提出來，而謂此時此地的自我之自由，及其對於因果的鎖鍊之獨立性，就是一個由人類意識之直接指令而發生過真理。

而且，對於我們底存在之現在的瞬間是真的，對於我們現在的自我之影響在其中有用過我們自己底未來行動，也同樣是真的。到未來之路，常常是在現在開始的。此時此地，它是自我底要素。而且，因為那種理由，個人決不能夠純粹地、澈底地從因果的立場去考察他自己底未來。因此，在未來之構成上，幻想才有那樣的作用。人們為滿足對於自己底未來之個人的好奇之故而倚賴手相家、千里眼者，實際上，就是這個深刻的事實之承認。夢與理想也就是基於這個事實之上的，在這兒，人類就發現出最豐富的靈感源泉之一。

這兒，我要順便提及，因果律底這種實際的不適用性，是遠及於個人之外的。它遠及於我們對我們底同胞之諸關係。我們，都太多地是我們底同胞底生活之一部分了，所以不能從動機底觀點，即是因果的觀點，去研究它們。沒有那個普通的人類，能夠把他自身安置在拿普拉斯所想像過超知性底位置上，而認他自身是能夠追跡他底同胞底行為所由產生

過活動之一切內部的源泉的。然而，在它一方面，我要在這兒再行提及，依照關於個人科學地觀察他自己底過去經驗之能力而為我所已經說過了過因果應用之一面，到某種相對的程度上，研究他人所基之而活動過動機，是可能的，正如它們之被心理學家或精神病醫者所研究了一樣。在一切這類的場合，到某種程度上，研究者與其研究對象間，就有着不必可缺的距離。因而，到這種程度，研究其同胞之諸活動者底觀念中，是沒有何等邏輯的矛盾存在的。實在，一切想左右別人過人，在日常生活上，就是這樣做的，而這，主要地，就是政治成功之祕訣。這就是為善過一切權力之祕訣，這善，是這樣多的人們關於他們底同胞所行使的。我們大抵都記得，在孩提時代，我們因為在他們之前而生過某種生來的不安之感之故所規避了過那些人底人格，它一方面，我想像，我們大抵都有關於因我們對之感着何等的尊敬而喜悅地受了他們底成化過諸知己之記憶吧。而在認為是非常明瞭地洞察他人底內心生活過人物之前，兜上心來過引退之感，是隨便那個都多少熟習的。所有這些直接的反應，就是一種本能的認識之證據，即是我們自己底生活，在最後分析起來，是為因果律所支配的。雖說自我關於它底直接的命運，不能為那種規律所支配。

這樣，科學把我們帶到了自我底門口，把我們留下了。這兒，它把我們委諸別的東西之手。在我們自己底生活底處理中，因果原理是很少作用的；因為，由於邏輯一致底鐵則，我們是被拒絕了建立我們自己底未來之因果基礎，或豫見決然地是從現在產生過那個未來的。

但是，人類為處理日常生活之故，却需要根本的規律，這種需要是比科學知識之飢渴遠更緊急的。一個簡單的行爲，對一個人說起來，常常是比全部世界知識之結集還遠更重要的。因而，除了單純的、知性的裝備之外，不得有別的指導源泉。因果法則，就是科學底指導規律；但是，無上命令——即是說，義務之命令——却是生活底指導規律。這兒，知性不得不讓位於品性，科學的知識不得不讓位於宗教的信仰。而當我在這兒說到宗教的信仰之時，我是把這個字在其根本的意義上意味着的。關於它過這種意味，就把我們帶向科學與宗教之關係過議論紛如的問題來。論究這個問題，這兒既不是我底地盤，也不在我底能力之內。宗教，是屬於不容因果律去置喙，從而是對科學閉門不納過那領域的，不管它底形式如何，只要它沒有犯着錯誤，去把它自己底教理與科學研究所立於其上過根本法則，即是，全部外的現象中之因果底繼起相對立，則作為科學家過科學家，就不得不

承認那種宗教底價值。關聯於宗教與科學之關係之問題，我也要說，對於人生持着虛無的態度對那些宗教底形式，是與科學的展望不調和，且與它底原理相矛盾的。對於人生對人生之價值，以及為人生對人生之價值底一切否定，就是人類的思想世界之否定，從而在最後分析起來，就不僅是科學底也就是宗教底真實基礎之否定。我想，大多數的科學家都會同意這點，而且，會作為科學自身之破壞而舉起手來反對宗教的虛無主義的。

宗教與科學之間，決不能有何等真的對立存在；因為，一方是它方之補足物。我想，如果人類靈魂底一切權力是在完全的平衡與諧合中共同作用，則每個嚴肅而反省的人，就實感着，在他底本性中，宗教的要素，不得已被認識。被涵養。而且，實在地，一切時代底最偉大的思想家們，縱使他們沒有公開地表示他們底宗教感情，也都非常富於宗教心的，這決非偶然。哲學底最華美的果實，即倫理的果實，就是從悟性與意志底協作產生的。科學提高人生底道德價值，因為，它促進了真理底愛與虔敬，——真理底愛，在達到圍繞着我們對精神界與物質界之更正確的知識之不斷的努力中表現着，而虔敬呢，則由於知識之每一進步，而使我們面對着我們自己底存在之神秘。

## 第六章 從相對到絕對

我希望，讀者不要為這個標題所唬走。如果我能夠發見一個更適合於我底目的遊術語，我就會選擇了那個的。但是，以上的標題，却是我所能尋以指示我想在這兒敘述遊科學發展之一顯著的特徵遊最明確的東西。這個特徵，在過去百年間，成爲了自然科學底卓絕的特徵。進步底方向，就成爲了從相對到絕對。我們不須乎停留在這兒來辯論今日用於科學的與半科學的說法遊這些字眼底種種的意味。我之應用它們，是如街頭常人在日常生活中所應用者一樣的。而我

們要在這兒藉以把握它們過那意味，由於直接使之接觸它所能適用過諸事實，就會很好地弄明瞭吧。

我們首先就從化學中之一最基本的概念——原子量之論爭開始吧。原子自身之觀念，發源於希臘哲學家底時代。實在，這個字底自身，就意味着它是不能被分割的。然而，原子量底測定法，却發源於化學量法（*stoichiometry*）中之一根本原理之發見。順便說一下，化學量法底原語，也是一個希臘字。它是給與測定化學元素之科學過名稱。這樣，我剛才提及了過化學量法原理，就是，一切的化學化合物，從化合物中一元素與它元素底重量間之一一定的比率而產生。例如，一格蘭姆的氮與八格蘭姆的氧，結合成水。如果一格蘭姆的氮與三五·五格蘭姆的氮結合，則產生之化合物就會是鹽酸。如果我們把一格蘭姆的氮作為測定單位，我們就說，八格蘭姆是氧底當量，而三五·五格蘭姆則是氮底當量。這樣，對於一切化合物中之一切化學元素，我們能夠確定它底當量。自然，測定是基於以氮為單位的，而在那種的測定意義上，它是多少有點任意的。然而，並不是全部都是如此。它底效力，是被氮氣為構成化合物而與之結合過那些特殊的元素所限制的。氧底當量是八，只有在水底關係上才有效。如果我們不用水而用過氧化氮，則氮底當量就會是十六。



在原則上說，要把這些數字之一用於其它，是毫無根據的。因而，一般地說，每種元素有一種不同的當量。在原則上說，它能有多少的結合，則它就有多少的當量。如果有一種並不進入任何已知結合中過元素，那末，它底當量所能由以建立過基準，怎麼也是沒有的。這樣，有趣味的事情是，一種元素，為構成化合物之故，而與別種元素結合之種類若相差異之時，則這些元素就常常依着它們底當量數，或其簡單倍數，而相互關聯。這就叫做倍比例定律，這個定律說，無論何時，兩種元素是不只以一種比例相結合的，譬如說，與 B 底一定量結合了過 A 量，是以一種簡單倍數而成立的。這樣，有着三五·五的當量過氮底一定量，不僅與一格蘭姆的氫結合而形成鹽酸，同時，也與八格蘭姆的氧結合而成氧化氮。因而，就有為記述在諸種化合物中存在着過諸種元素之比例而常常使用過基本數(Key numbers)。更說明白點，在每種化合物中，各元素之比例量，可由一固定的數，或由一、二、三、四、五、……等等之倍數而表示。除非我們把種種的化合物完全適合於它過這種非常簡單而合則的格式歸諸某種不可思議的偶然法則，則我們務必要承認，當量底觀念，不得不認為與一種元素和它種元素所作成之結合無關，而有着一個獨立的意義。因而，在某種意味上，這個當量不得不被認為何等

絕對的東西。

現實的事實界中所發生的，就是這個哩。但是，化學中長時間地不能解決的難點，却起於以下的事實，即是，某些元素，它們底原子價是不一定的，而可以用種種的比率與別的元素相結合，例如氫與氧，所以，人們可以用八或則十六來指示氧底當量。一直到為化學量法所不知道過一個新觀念導入之時，這個難點都不能夠被克服。這個觀念，是包含在阿梧喀德羅 (Avogadro) 底定律之中的，而這個定律，則立基於格依·拉薩克 (Gay lussac) 所發現了過諸事實之上，即是，兩個氣體狀態的元素，在等壓等溫之下，不僅在一定的重量比率中，而且也在一定的容量比率中，相互結合着。阿梧喀德羅底定律，陳述着，同溫同壓過種種氣體底相等容積，包含着同樣數量的分子，即是說，一格蘭姆的分子之容積，對於一切的氣體都是不變的。因此，從可以歸於各元素過衆多的當量，能夠選擇一個一定的重量，這就被稱為分子量；因為，兩種氣體底分子量，對於它們底密度，常常發現是保持着不變的比率。這兒，不再有化學反應底任何問題，而只是關於化學物質的了。所以，這個規律能夠應用於如完全氣體之類過諸元素，這個完全氣體，是難於或者不能與別的物质相結合的。

依照阿梧喀德羅定律，化學元素底分子，常常不是以其全量，而只是以其一部分進入化合物底分子之中。例如，水蒸氣底分子，是以氫分子底全部與氧分子底一半而成的，鹽酸底分子呢，則以氫分子底一半與氯分子底一半而成。因此，從分子量，我們就達到在元素底結合中所發現、作為最小的部分之一元素底原子量。這個原子量，就表示各種物質底相對的重量。

雖說在阿梧喀德羅定律中，原子量底概念有着或種絕對的意味，而同時，它却有一個全然相對的內涵。阿梧喀德羅底原子量，只是一個相對數。因此，除了對於某種特殊元素之任意的關係之外，例如氫=1或氧=16，它是不能被決定的。沒有對於某種這類特定的基準之關係，則表示原子量逆數，就會沒有意義。所以，要從這種限制解放原子量，而試着給與它一個更廣闊、更絕對的意義，就長時間地成為化學研究者底目的。然而，這個問題，對於實踐的化學家，是不很重要的；因為，在物質底化學分析中，常常有化合元素間之相對的比例底問題。

各種科學之中，在我可以客氣地稱之為純粹主義者與實用主義者遊兩種人間，常常發生衝突。前者，為除去一切偶發的、僻遠的要素之目的，常常努力於他們底科學之被承認

了過公理底完全的同格化，而使它們受着愈益嚴密的分析，反之，實用主義者，則由於新觀念之導入，試行擴大被承認了過第一原理，從而，爲完成進步之目的，而把觸手伸到四方八面去。他們并不注意這一點的，如果雜種與純粹種配合則提供某種能由此結合而產生過東西，否則就不成功。在化學底科學中，也有純粹主義者，他們反對把原子量底概念作爲一個單純的相對數以上之或物過任何企圖。但是，也有些第一流的化學家，他們發現，把原子底觀念如其在力學的物理學中所論究者而論究之，即是說，把原子認爲是在分子中佔有確定而可測量的範圍之微小的，獨立的粒子，由於分子遭受化學變化，就或則被分割，或則被再集合，這至少是合實際的。八十年代之初，當我在繆里希之時，我記得由於大學實驗室中所舉行之論戰而領受了大大的印象。純粹主義化學家底領袖，那時候，是萊比錫底黑爾曼·柯爾伯(Hermann Kolbe)，他用他神聖的咀咒去猛烈地攻擊力學的原子解說，這種解說是在爲諸種的物質之組成而建立化學式之中的。在由那種過程而結果却稍爲遲緩了點之時，他就更加猛烈地反對被採取過那原理。在這種環境裏，豐·柏耶爾(Von Baeyer)就做了那時所能做過最聰明的事情。他沉默不言而等待結果，一直到成功報償了他底努力過時候。

最近，當關於由里爾斯·波爾所提言遊原子模型而發生論爭之時，同樣的事態又再發生了，而這個，在正統派理論家方面，實在比化學元素底原子構造之初期的假說，還要求着更大的讓步。

在哲學方面，對原子論到甚麼時候也持着反對態度遊純粹主義者，也是有的。馬哈 (Ernst Mach) 就是這個學派底最卓絕的領袖。當他在世之日，為要侮辱擁護原子論遊人們之寧是素朴而簡陋的見解，似乎決不疲倦於使用概念分析底武器的，有時，也使用他底諷刺。他相信，舊原子說之復活，以及給它裝上近代的形式，是表示一個退步，而且與其說是幫助，毋寧說是阻止近代物理學之哲學的發展。

路德維希·波爾茲曼 (Ludwig Boltzmann)，作為原子物理學之主要的代表者，大胆地努力固守着他底反馬哈遊立場；但是，因為純粹主義者固執其邏輯的武器之故，這個論爭，在他那方面，寧是困難的。因為實用主義科學家正在開拓新根據之故，他就以被承認了遊科學原理之邏輯的推斷作為他底立場；而為要打開這個，他就不得不從舊觀念底邏輯路線脫離。實用主義者，不得不再三面着失敗，而屢常地遭受正統派底“我這樣告訴你啊！”的嘲弄。純粹主義者所反對的，是新的觀念與定理從外部源泉之導入，特別在它們實

際上沒有產生何等結果過時候。沒有甚麼定理或作業假說，能如雅典娜(Pallas Athene)之從宙斯(Zeus)底頭腦中產生一樣，而完美地出現的。結局證明有用，且導來了貴重的發現。過一切假說，最初，都不過朦朧地浮上了它底發明者之心頭的，當亞基默德有一早晨跳出他底浴盆而大呼 Eureka (我得到了)過時候，他顯然沒有作出他底能夠決定種種物體之特殊比重過全原理。無疑地，嘲笑過他最初企圖過人，也總有哩。這或許就是大多數的科學先鋒之所以那樣遲遲地，在他們自信是作了一個新發現之時，才把他們最初的洞察之內容洩露過原故吧。他們，不得不反對純粹主義者底密集砲列吧，而那種砲列，對於不得不苦痛地、勤勞地聽從他自己的本能之指導，以及當他底企圖終歸失敗之時而拒絕喪胆失魂過任何人，都不會是一個很適當的立場吧。因為，自然科學中之每個假說，在它能夠公開提出而授諸他人之前，不得不經過一個困難的妊娠與分娩時期，即是，在科學形式上是完美無缺，就在打算應用它過門外漢底手裏，也要那樣非常明瞭。

甚至在一種科學理論因所產生之結果而確立了它底存在權之時，純粹主義者都常常要長時期地去蠢感哩。這是因為，物理學中一個新理論之成功，不能依其與被承認了過見

解之邏輯的一致性而判斷。寧是，依着它是否把已經確定了但只能以新假說而說明或種事實說明、同格化而判斷的。自然，純粹主義者是常常有古舊的遁逃蔽的。他們乞憐於偶然底要素。而在這個立場，他們之中的某些人呢，就保留着，別的就會採取一個多少有點折扣過懷疑論底中間立場；但是，實用主義者却看出了，這個成問題過假說，關於某種難題，已經明瞭地解決了，他也就承認它所完成了的那一點。他并不追懷過去，却想尋出這個假說是否在別的方向也可適用呢，而開始向前眺望。例如，量子假說底運命就是這樣的。它，最初是定立起來以說明久已存在了過輻射之難題的；但是，在愛斯坦手裏，不久就被用以說明光之構成，而在里爾斯·波爾底手裏，則被用以說明原子之構造。

正是這樣地，絕對的原子量之存在，終歸被確定了。那麼多的研究部門怎麼終歸引到絕對的原子量之發現呢，這兒，我不須乎詳說。在這許多部門之中，我可以提出氣體與液體底運動論之發展，支配熱與光底輻射之法則，陰極線與放射能之發現，以及基本的電量子之測定。在今日，沒有那個物理學家會懷疑以下的事實的，即是，除開測定上不可避免的錯誤，則一個氫原子之重，就是一格蘭姆底百萬四乘方之一底一·六四九倍。這個數字底價值，是與別的化學元

素之原子量全然無關的，在這個意味上，它可以說是一個絕對量。

自然，這一切已經是普通的常識了。而我在這兒之提到它，是爲要把科學研究底發展中之一顯著的特徵例示出來。這個現象，在極雜多的狀態下顯現出來。公理者，是在各種科學部門中所使用過工具，而在各個部門中，却有許多純粹主義者，他們用盡全力以反對被承認了過公理在其邏輯的應用範圍外之任何擴張。

現在，我提到另一個場合來考察。可是，無論如何，這也不比我剛才所談的還更簡單。實際上，它還是論爭底中心哩。

我們就從 energy (能力) 底概念出發。所謂 'energy'<sup>3</sup> 者，是以表示作用於物質過力所能完成之工 (work)。而前世紀中葉所定立過能力恆存原理，則是從牛頓力學底力底概念之一發展。依能力恆存原理，在一切力學過程中，爲運動力所置入被動物體中之能力總量，是由作用力方面潛能 (potential energy) 之損失而抵消的。這樣，就承認了兩種能力，即潛能與動能 (kinetic energy)，前者是靜止物體所有之能力，後者則是運動物體所有之能力。於是，絕對損失能力過東西是沒有的，所有者，不過從一種能力到別種能力之變



化而已。一種能力(潛能)所蒙受之損失，爲他種能力(動能)中之獲得所抵消。能力恆存原理底公式，是只對於能力底差異才有用的，而能力底概念，並不談及一物體底狀態，或用科學的話來說，一個物理學體系底狀態，而寧是談及那狀態之變化的，在這個場合上，純粹主義者會合理地這樣主張吧。所以，能力底價值，依然因一個不定的、附加的因子。關於它底測定之問題，在自然科學中，也不會有何等的意味。這對於物理學家，就如海面上的高度對於正在建築房屋的建築家那樣，會要有同樣的關係的。疲筋勞神於海面上過高度，這不是建築家底職分。他不得不自限於房屋自身底高度，以及他正在構成的樓層底高度。這就是純粹主義者可以聲言遊抗議。

如果能力恆存原理是自然科學中所使用過唯一的公理，他底立場就會十分堅固吧。可是，事實完全不是這樣的。因此，如果把別的公理底概念導入能力概念之中，而能夠充分決定此時此地之一物理學的圖像之狀態，則這個導入是很好的吧，這提言，我們是不能隨便反對的。如果我們能夠這樣做，那末，顯然的，能力底概念，就會由於別的甚麼東西之加於恆存原理而非常地被單純化吧。事實上，現今所做了的，就是這個。對於任何特定狀態中之物理學體系，完全不用何

等附加的因子，我們就可以發現它底能力大小之一確定的表現。

首先，我們把真空中過電磁 energy 來看一看看吧。這兒有一個公理，它確立那種能力底絕對值。它說，一個電磁的中性場底能力，是等於零的。這個法則，本身既不明瞭，也不能從能力恆存原理推演出來。不幾年以前，勒倫斯提(Nernst) 定立了一個假說在，在所謂中性場中，存在着非常大量的或種靜止的能力輻射。這就叫做零點輻射。在普通過程底觀察中，它不能被檢知，因為它相等地流貫於全部物體，正如空氣底壓力，因為在各方向是相等的之故，就表示在我們所觀察之大多數的運動中沒有演着何等作用過非常重要的力一樣。這樣一種輻射假說，是完全合理的，它底效力，只能由於問從它底應用要產生何種結果呢，而被決定。然而，對於這種應用，提供一個不動的，特殊的座標系，即是，零輻射在其中各方向都相對的之座標系，是絕對必要的。經過中性場底絕對能力，則一切其它電磁場底絕對能力，因而就被確定了。

其次，我們來考察物質底能力，對於這個，我們也可以獲得一個確定的絕對值。但是，靜止物體底能力，就從電磁中性場之類推而盡可能地想像，也不等於零。一個靜止物體

之能力，等於它底質量乘光速之平方。這就是所謂物體底靜止能力，它是由其力學的構成及其溫度而產生的。若果物體爲或種力所使之運動，則這種能力底值（它是非常大量的），因爲運動現象在這兒只能由能力之分化而發生，所以我們不能感覺它。這樣的一種概念，決不能由能力原理之自身而發生。事實上，它是由特殊相對論發生的，而且，爲一個物理學體系底能力而決定一絕對值者，恰恰就是相對論，這是一個顯然的偶合。這個表面的 paradox（反語），由一個簡單的事實就說明了，即是，在相對論中，有對於選擇了遊座標系之依存問題，而在這兒，則有一個對於觀察着遊物體底物理學狀態之依存問題。

“說氫一原子之能力要比氧一原子之能力大十六倍，這，在實際上不是顯然地荒謬絕倫麼？”純粹主義者許會發問的。我們可以回答，如果我們不能夠談到氫向氧之假想的轉化，而這個思想自身并未包含甚麼邏輯的矛盾，那這樣的一種陳述就會沒有甚麼意味。但是，氧有一朝要被轉化爲氫遊這觀念，却並沒有甚麼邏輯的矛盾。那末，在這些情形中，說除非它能夠被指示出來是邏輯地相矛盾的，則某種東西就是荒唐無稽者，就是一個錯誤了；因而，去等待氧向氫之轉化這問題可以有點合理的意義遊那有一朝是否可以不來，

就似乎更合宜吧。這樣的時代是近在眉睫了，它底徵兆已經出現着。

正如在電磁能力及動能底場合一樣，在物理學底一切部門（力學以及電力學）中，運動已經從論究能之差異而移向論究其絕對值了。這個方向，必然地斷了重要的結果。例如，當考察熱輻射底現象之時，只論究被吸收之輻射與放出之輻射間之差異，就常常是要嚴重遵守過規則；因為，一物體所吸收之全部熱線，也能夠放出。但是，在蒲赫伏（Prevost）底理論，這兩個過程是相互分離的，各各有獨立的意義。在動電學上，只有位置差（potential difference）被測定了；但是，潛能底絕對值，因為在無限距離之一切電荷底潛能被稱為等於零之故，也被承認了。對於在一個原子底場合過單色輻射（monochromatic radiation）之放出，放出周波數底測定，僅僅給與放出前後過原子能力之差。但是，由於最初分離這差底二因子——所謂項（terms）——，從而個別地吟味之，里爾斯·波爾與梭梅非爾德就能夠發現解決這個神祕之一端緒，里爾斯·波爾，在可見光線底場合，梭梅非爾德則是對樂琴線。

然而，從微分到積分之進步，是自然科學底特徵，並不單只在於它同能力問題之交涉。在自然研究底一切別的部

門中，我們看見這同一的特徵。這樣，物體力底舊彈性論，如今，是被歸於表面力了。在電力學中，電與磁底重計力(ponderometer forces)就被歸於所謂馬克斯威爾張力。溫度與壓力底熱力學測定，就被歸於熱力學勢(the thermodynamic potential)。在這些個個的場合，進步就表示理論物理學底進化之一新階段。

但是，有一個進化的苦鬥在進行着，因為它還在一個非決定的情勢中，很少惹起詳細的注意。那就是試行尋出熱力學函數底絕對值之問題。在為克勞西斯所提出逆熱力學函數之原初的定義中，若我們要測定一物體之熱力學函數，就必得要有或種可逆性過程，使我們能夠決定原來的狀態與過程之最終狀態間之熱力學函數底差。從這種理論看起來，熱力學函數底概念，原來不是關於一個狀態，而寧是關於狀態之變化的，恰恰與談及原子量和能力逆場合一樣。實在，初期的科學概念是，只有在可逆性過程得以存在之場合，熱力學函數底概念才有物理學的意義。然而，不久，更廣闊的概念就被提出，而熱力學函數就被認為是今此之一物體狀態之一特性，或固有的性質。然而，在這個問題底這種新觀察方式中，仍然有一個未定的附加常數殘留着，因為人們還只能測定熱力學函數之差。如果我們追隨為愛斯坦底實驗所

提示之方向，且把熱力學函數底概念建基於關聯其熱力學的平衡狀態而支配一個物理學圖像底諸種擺動週統計法則之上，那末，就在這個時候，我們也只達到包含於熱力學函數底變化之中過差之測定，而決不能達到熱力學函數自身底絕對值。

那末，有甚麼方式我們可由之而希望獲得熱力學函數底絕對值，如爲能力所作者一樣呢？我並沒有想到，這個問題是可以基於這兩個場合間之類推而解決的。當這樣的提案提出之時，我常常傾向於純粹主義者底立場，他們主張，試着從差之值而到達於兩極端 (termini) 之值是無意識的。如果我們要明瞭地保持我們底概觀，我們就不得不常常盡力注意，從一個定義，能夠或者不能夠演繹出何等的事情。關聯於此，純粹主義者底規範是必要的。我們不得不向他們表示敬意，而謂他們是科學方法底秩序與純潔之忠實的守護人。在科學研究中，比在論爭着過問題中導入無關係的類推還更帶誘惑性過東西，是沒有的。這是一個在今日比諸往時還更需要堅決地聲稱過警告。但是，同時，我們務必記着，物理學不是一個演繹科學，而且，其根本原理底集合體，也決不是固定的、不變的東西。如果我們要提出過一個新公理被提出了，那末，並不是要立即斥責它，而是要把它委諸所謂

檢疫隔離，并基於其自身之功罪而判斷給與健康診斷證書與否。那個要給與它以自然科學界底市民權過健康診斷證書，必得要全然脫離關於這個公理底他國人身分過偏見而簽劃。公理底要求，不得不基於在服務是必要而士著的公理却不能完盡那種職務過某方面、它為科學之故而服務過能力、去裁定的。一旦，新的公理顯示出它能夠解決迄今不能解決過諸問題，或至少為它們底說明而提出一個作業假說，那末，它就有充分的權利來要求承認。

在指出上述之疑問可沿以終局地獲得解答過一個確定的方向之前，我要請大家注意可逆過程與不可逆過程間之差異，由此，我們將了解暗示解答過波爾瑟曼底假說。假定我們取一片非常高溫地被加熱了過鐵，而把它投入冷水容器中，那末，鐵底熱就要過渡到水去，直到鐵與水成為等溫過時候。這就是所謂熱平衡，如果沒有甚麼阻止熱之傳導過東西，則它就發生於一切那樣的擾亂場合之後。

現在，讓我們拿兩根直立玻璃管來看，它們之兩端是開口的，下端則為一根橡皮管所連結。如果我們注入少許如水銀之類過重液體於一根玻璃管之中，則此液體就要經過橡皮管而流入它管之中，一直昇到兩管表面底水平面一致過時候。如果我們把一根管子稍稍舉起點，則水平面就被擾亂；

但是，在我們把這根管子再歸諸原位之時，液體就會直接流回，兩管中之高度就會再度同一起來。在這個例子與水槽中之鐵棒底例子之間，有或種的類似。在各個場合之中，或種的差異就引起一個變化。在管子底場合，我們把一根比它一根舉高點，就有水平面變化，而在鐵與水底場合，則在浸水之瞬間，就有溫度差異。如果在各個場合，我們讓總質量充分長時期地靜止，則差異就會消滅，而得平衡狀態之結果。

事實上，這兩個場合間之類推，只是表面的。一切已作之實驗，由於確定地聲稱管中之液體活動遵隨一個力學的法則，溫度底能力則遵隨一個統計的法則，而使我們承認了。

要了解這種表面的paradox，我們不得不記住，重液體之沉降，是能力恆存原理之一必然的結果。因為，如果較高水平面之液體，不管任何外的作用而猶高昇，較低水平面之液體則更低地沉降，那末，能力就會從無而產生吧。這就是說，新的能力要出現，因而與這原理全然相反。溫度底場合呢，却是不相同的。熱，可以在可逆過程中，從冷水流向熱鐵，而能力恆存原理則依然存在；因為，熱之自身就是能力之一形態，原理則只要求為水所放出之熱底數量要等於為鐵所吸收者。



這樣，這兩種作用就顯出如下的不同的特性。落下之液體，運動愈速，則落下愈遠。當一管中之水平面相應於它管中之水平面時，液體并不靜止，却以其慣性越過平衡點而運動，所以，原本居於較高水平面之液體，今則較諸在相應管中所昇上者，反居於較低的水平面。在第一號管中，落下液體之速度，會徐徐減少而至於零，於是，逆過程開始了，即是說，第二號管中水平面之低下過程開始了。如果空氣表面之動能底損失，及由於管壁之摩擦逆動能之損失能被除去，則液體就會無定地上下於其平衡位置而上下振動吧。這樣的一種過程，就叫做可逆的。

然而，在熱底場合，狀態就全然不同。熱鐵與水間之溫度底差異愈小，則從此至彼逆熱之轉移就愈慢，而計算之結果，指示出在等溫到達之前，經過一個無限長的時間。這意味着，不管允許多少長的時間經過，溫度底某種差異，常常是有的。因此，在兩物體之間，沒有熱底振動。熱，常常是在同一方向中流動，因而表現一個不可逆過程。

在自然科學上，可逆過程與不可逆過程間之這種差異，是根本的。可逆過程包含着重力、力學的及電學的振動、音波及電磁波。不可逆過程，則是在熱與電之傳導、輻射，以及在速度是可知的逆場合之一切化學反應上發現出來的。克

勞西斯之建立其熱力學底第二法則，就是要說明這種場合。這個法則底意義，在於它給與每個不可逆過程以方向。然而，在這兒引入了原子論，因而說明了第二法則底意義，且同時說明了迄今表示了不能為古典力學所說明之諸難點的，却是波爾瑟曼。

依照這個原子論，一物體之熱能，是其分子底微小、迅速而不規則的運動之總和。相應於分子之媒介的動能與溫度，以及從較暖物體向較冷物體之熱底轉移，是依存於分子底動能因其相互的頻繁衝擊之故而平均過事實的。然而，決不要誤解，以為兩個個別的分子和衝突之時，有較大動能之一分子是被減速而它一分子則是加速的，因為，如果舉個例來說，一體系之一迅速運動着過分子，為一較緩的運動分子所斜擊，其速度就增加，而較緩的運動分子之速度則仍然差得非常。但是，從全體看來，除非環境十分例外，動能就不能不混合到或種程度，這種混合作用，就是作為二物體底溫度之均一化而出現過東西。

然而，波爾瑟曼，並沒有把他底假說在科學家之前堅強地發表，所以，承認它過事情是非常躊躇的，但是，在今日，它却充分被承認了。現在，一般地都承認，分子底熱運動與熱之傳導，與一切別的不可逆現象相同，並不服從力學法則而

服從統計法則，後者，是蓋然性底法則。

如今，在觀察着過場合中，要說橫在熱力學函數底絕對值底假定之後過觀念是甚麼，是全不困難的。而且，如果一個新公理能夠役使那個觀念，我們就應該承認它。至於熱力學函數底絕對值之觀念，若我們依從波爾茲曼而認熱力學函數為測定熱力學的蓋然性之一尺度，那末，在有種種程度的自由，并賦有一定的能力，如或種容積的氣體一樣過一種物理學狀態，已經到達了熱力學的平衡狀態之時，在這樣的場合過熱力學函數，是與這樣的一種體系在特定的條件下所能採取過多樣的狀態之數量相等的。而且，如果這樣看法過熱力學函數，有一個絕對值，這意味着，在特定條件下過可能狀態之數量，是十分確定而有限的。

在克勞西斯、赫謨荷資與波爾茲曼底時代，這樣的確言會全然認為出乎問題之外的吧。古典力學底微分方程式，在當時，是被認為自然科學之唯一的基礎的。因此，把物理狀態認為是連續的，把一切變化底可能性在其可測定的數量中認為是無限的，在那時是必然的。量子說導入以來，情勢就變了，而且我覺得，在以一種十分不同的方式談及可能狀態底一定數量、談及對應於它們過熱力學函數底絕對尺度、因而不必太激烈地建立起來以反對現在所承認過物理

學概念，這之前，是並沒有等待多久的。實在，新量子論已經產生了能與過去底最有效果的諸理論親切地相比較過結果。在放射熱底場合，它已經建立了說明正常的分光景過能力法則。在熱力學法則中，它在爲勒侖斯提所建立過理論中找着它底表現，這種理論已經在許多方面被確證了；而且，量子說底基礎已經非常廣闊地被擴張了，從它，我們簡直不僅能夠演繹所謂化學常數之存在，且能演繹其數值。關於原子底構造，里爾斯·波爾底觀念，已經成爲設立所謂靜止的電子軌道之出發點了，而這樣，解決分光器現象之謎過基礎，已經準備了。實在，除非一切的徵候是在欺騙我們，則可以稱爲一切物理學理論向算術用語之還元過一個過程，似乎是正在發展的，因爲，迄今認爲連續的之大多數的物理學的諸次元 (physical dimensions)，在更銳敏的分析底顯微鏡檢查之下，已經被顯示出來是非連續的，可計算的了。在這些方面，烏特勒赫托 (Utrecht) 市物理學協會會長窩倫斯坦 (L.S. Ornstein) 所到達了過諸測定，已然指示了。這些測定，指示出分光景底多對線 (multiplets) 底成分底強弱之比，可以歸諸簡單的整數。馬克士·波恩以有限差法 (finite differences) 底方程式排斥物理力學底微分學之有趣的企圖，指示着與這相同過方向。

我在這兒所選擇最顯著的場合，指示出似乎把自然科學底進步加上特徵過一個確定的 Drang (急迫) 或根本的迫促。在這些場合，運動已無疑地從相對到絕對了。這兒，就發生了一個問題：這個進步確實是作為全體過自然科學底進步之特徵這一點，我們能夠說到甚麼程度呢？如果我以無限制的肯定來答覆這問題，或許就會說得太過分吧。實在，我很容易想像，某些讀者是會持反對意見的，而且會早已在他們底心中想到，這一章可以在反的方向寫作，而稱之為『從絕對到相對』。他們必然會隨手就尋得材料的，這種材料，至少在表面上，就提出何等可以立足於其上過誘人的根據。例如，原子量底概念，可以認為是指示與我所提示者相反對之一方向的吧。我底想像的敵人可以說，我所指為表示原子之絕對重量的數字，無論如何不是絕對的。注意一個元素一般地有着幾個有相異的原子量過同位體之事實，則被測定了過原子量，就表示一個多少有點偶然過附加物，這是一個平均值，是完全依存於正被分析過化合物之各種同位體之比的。縱使我們只取一個簡單的同位體來考察，從我們現有知識底立場，要把這認為是某種絕對的東西，那會全然是非科學的。為拉沙佛德底原子核之衝擊實驗所聲援了過最現代的意見，似乎會傾向於復活蒲老特(Prout)底假說而把一切

化學元素之構成歸諸基本的氫原子吧。因此，原子量底概念，根本會成爲一個相對數。在這個例子中，這樣地獲着至少在外觀上似乎是一個顯赫的大勝仗，我底敵人就可以出其良策而把愛斯坦底一般相對論棄置不顧了。他可以正大堂皇地主張，空間與時間底概念是屬於過去迥何等絕對的東西，與其說是意味着進步勿寧說是意味着退步的。換言之，現代物理學中最顯赫的進步之一，與其說是爲絕對底觀念，勿寧說是爲相對底觀念所標誌的。

對於這樣的一種批評之最初的而且最明白的回答，就是喚起人們注意，對於應用科學名詞於它們從來也不希冀遊諸事實與諸意義之危險。我已經指出過，相對論怎樣實際上引到了靜止物體底能力可由以定式化之一絕對尺度之發現。所以，顯然的，相對性（relativity）這名詞並沒有關聯及作爲全體遊物理學，而且，務必不要在其特殊的科學脈絡之外去採用。採用時間與空間底相對性，不問它引向何許，而斷乎其然地踟躕躊躇於那個概念底局限之中，是充分皮相的。事實上，相對性底概念，是立基於一個比它所取而代之了、錯誤地解釋了、遊絕對還更根本的絕對之上的。在科學史上，一時認爲是絕對的之概念，隨後顯示出來只有相對的價值，這是非常頻繁地發生着的；關於空間、時間之以前的

概念所發生者，正就是這樣。但是，當一絕對的概念這樣地被相對化時，這並沒有意味着絕對之探究從科學進步消去，它寧是意味着一個更基本的概念代之而起，而一個更基本的進步則因以到達的。如果我們完全容許相對性底概念，我們就必得容許一個絕對之承認，因為那樣的相對的概念是從這個發生的。例如，假定一個科學研究家，年年研究發現自然中或種特殊事件之原因問題，而其努力全歸失敗，因此就該說那個事件是全然沒有原因的嗎？事實是，我們之相對化各個事物也，不能稍多於我們之定義之、說明之。不能定義或不能說明過基本物也有，因為它們形成了我們底全部知識之根柢。每個定義，不得不立基於全然不能定義過或種概念之上。對於每種證明形式，也是一樣。除了使用已經被知道、被承認過名詞，我們不能定義一個東西，而除了從已經被容許了過某種東西，我們就不能證明任何東西。如果我們由歸納法建立一個真理，就不得不建基於被承認了過諸事實。如果我想由演繹推理過程而建立一個真理，則演繹所依以進行之原理，不能不認為是絕對的。所以，相對論者底概念，必然地不得不有何等的絕對底概念為其基礎。如果我們一旦廢去絕對，那末全部相對論底理論就要坍塌，正如外套之因掛衣木釘之消失而落地一樣。我想，這些考

察，就充分夠暗示出對於我底假想論敵底反對論據之答辯吧。

若果終局地能夠判明一切元素底原子量對於氫原子量之關係，那末，我們就會達到了物質之科學的研究史上最基本的結果之一。它底意義就會是，借鑑於這種說明，物質能被證明為有一單純的起源吧。於是，氫原子之二因子，即是，帶陽電過氫核(所謂陽電子)與帶陰電過電子，同基本作用量子給合起來，就會表現物理世界所建於其上之礎石。這樣，這些數量，只要它們沒有相互依存或依存於在它們外部過或種東西，就要認為是絕對的。這兒，只在更高的水準上、更簡單的形態中，我們會再有絕對。如果我們喜歡把這種思想線索稍稍展遠點，則我們可以問，相對論者底偉大理論所立於其上過基礎是甚麼呢？愛斯坦說明，為牛頓、康德所認為一切知識之絕對形式過我們底空間時間底概念，由於它們依存於座標系之任意的選擇與測定方法之故，實在只有一種相對的意義。我們之不能無關於某種其它的物體而觀察一物體之運動者，是誰都知道過事實。牛頓採用了絕對空間底假說，就遇着了這個困難。“固定的”羣星，是被用以定義絕對空間的。然而，羣星却不是固定的，甚至是相互相對的，因而，絕對空間底概念以及它所依之而被“固定”過基準點，都



完全是任意的。這種說明，也許進到我們底科學思想之最深的根柢了吧。如果從空間與時間，我們要把絕對底概念取去，這並不意味絕對因而是被從存在放逐，而寧是被歸着於某種更基本的東西的。事實上，這個更基本的東西，就是四次元的 manifold，它是由於把時間與空間在單一的連續體中融和而形成的。這兒，座標與測定之標準，不依存於任意的選擇，而且是絕對的。

大大地被誤解了過相對論，無論如何，不能逃脫絕對，而反之，只要它指出怎樣地并且到怎樣的程度，自然科學是基於外界中之一絕對之存在，就把絕對更鮮明地定義了；關於這個事實過實感，人們只些微地反省了。如果我們像認識論家一樣說，絕對只在個人知覺底感覺資料中才被發現，那末，有好多的科學家就該有好多種的自然科學了，我們就會全然不能說明，怎樣一直到現在，自然科學中之每個發現都是那麼樣地站在前人的肩頭上，而把他們底發現作為他底工作之基礎呢。實在，我們之能如今日所作的一樣去說明自然科學之構造，完全是基於協作，基於各個個別的研究者底發現之為他人所承認的。在科學底追求中，我們並不是構造外界，以適合我們自己底目的而反之，外界是以其基本的權力而強加於我們認識之上的，這一點，在今日這樣的實

證論時代，應該明白地再三確言。研究自然事件之時，我們除去一時的、偶然的東西，結局就達到本質的、必然的東西，從這一事實，顯然的，我們常常在附屬物之後尋出基本物。在相對的東西之後發現絕對的東西，在現象之後發現實在，而且在暫時的東西之後發現永住的東西。在我底意見，這不僅是自然科學底，也是一切科學底特徵。甚且，它不僅是要獲得關於任何主題之知識底、一切種類的人類努力之特徵，而且也是想把善與美底觀念定式化過人類努力底那些部門之特徵。

這兒，我太說離題了；因為，我開始寫這篇論文時所懷過計劃，不是提些問題出來又證明之，而寧是喚起對於已經在科學發展進程中佔得了位置過或種現實的變化之注意，而把赤裸裸的事實陳述委諸讀者自己底吟味的。

在結束之前，我打算提起全部問題中之最困難的。這就是：我們怎樣能夠說一個科學概念（我此刻正在敘述它底一個絕對性質），在它日，不會暴露它自身只有或種相對的意義，且指向一個更深的絕對嗎？對於這個問題，只能有一種解答。在我所說了過全部之後，並且注意科學進步所經過了過實驗，我們不能不承認，無論在那個場合，我們都不能確信，今日在科學中是絕對的東西，未來永劫也要繼續是絕對的。

不僅這樣，絕對決不能終局地爲研究者所把握這真理，我們也不得不認爲是確實的。絕對，表現一個常在我們底前方、而我們又決不能達到它過理想的目的。這，也許是一個憂鬱的思想；但是，我們不能不甘心於此。我們底情形是與那樣的一位登山者底情形相似的，他，正在沒有地圖過地域上徘徊，而且決不知道，在他眼前所見着過、他試着去攀登過山峯之後，是否會沒有別的更遠更高的山峯。然而，這對於我們與對於他是相同的。旅行底價值，不是在於旅行之目的而是在於旅行之自身。這就是說，在達到我們所常常嚮往過目的之努力中，且從我們常常是正在接近它這事實，而發生阻力。使到達愈益地接近真理，這就是全部科學底目的與努力。

這兒，我們能夠應用勒辛底說話。“使研究者發生快感的，不是真理之占有，而是奮鬥着去獲得它過努力”。爲要免於腐朽與衰敗，我們就不能夠靜止而安坐。健康，只有經過工作才被保持。而且，就如它之對於一切的生命一樣，對於科學也是相同的。我們，常常是奮鬥着，而從相對到絕對。



## 尾 聲

——一篇哲理的對話——

對話人物：愛斯坦——蒲郎克——馬爾斐

註：——下列所舉，是一位隨從書記當種種的談話時所作過記錄報告之概要。

馬爾斐：我曾經同我們底朋友，蒲郎克，合著了一本

書，主要地討論因果問題與人類意志底自由。

愛斯坦：我就純全不能了解，當人們說到人類意志底自由時候，他們意味着甚麼。我有一種感覺，例如，我意欲某種東西，或者又意欲別種東西；但是，這與自由有甚麼關係呢，我却全然不能了解。我感覺得我意欲點燃我底煙管，而且我就這樣做了；但是，我怎麼能夠把這和自由底觀念連結起來呢？藏在意欲點燃煙管活動之後的，是甚麼呢？別的意欲之活動嗎？叔本華（Shopenhauer）曾經說過：Der mensch kann was er will; er kann aber nicht wollen was er will。（人能作其所意欲者，但不能意欲其所意欲者）。

馬爾斐：但是，目前在自然科學中，把如像所謂自由意志之類東西，甚至加諸無機界底定規的諸過程，却是時髦哩。

愛斯坦：那種胡說簡直不僅是胡說啊，那是有害的胡說呀。

馬爾斐：對，自然略，科學家是錫以嘉名，名之曰無定論哩。

愛斯坦：就注意這兒吧。無定論就純全是一個不合邏輯

---

## 科學到何處去

---

輯的概念。他們說無定論，那是甚麼意味呢？如果我說，放射性原子底平均生存期，是如此如此的，那是一種陳述，以表示或種秩序(Gesetzlichkeit)的呀。但是，這個觀念，它自身中並沒有包含着因果底觀念。我們稱它爲平均法則；但是，不是每一個這樣的法則，都必得要有意義的意義。同時，如果我說，這樣一個原子底平均生存期，因爲沒有爲原因所影響，就是無定的，那末，我就是在胡說。我能夠說，明天我將遇着你，在某個無定的時間。但是，這不是意味着時間是不被決定的呀。不管我來不來，那個時間是要到來的。這兒，問題就是在於把主觀的世界和客觀的世界混同。屬於量子物理學遊無定論，是主觀的無定論。它必得關聯到某種東西，否則，無定論就沒有意義，而在這兒，它是關聯到我們自己之無力追跡個個原子之進程而預見其活動的。說在柏林遊一列火車之到來是無定的，就是在說胡話，除非你說出關聯到甚麼東西，它是無定的。如果它終歸到來了，它就是爲某種東西所決定。這同一的事情，在原子底進程上也是真實的。

馬爾斐：那末，你是以怎樣的一種意味去應用決定論

於自然呢？是這樣的意味，是說自然中一切事件，都從我們所稱爲原因過它一事件而發生嗎？

愛斯坦：我大概不打算那樣地提出來的吧。首先，我想，在全部因果問題中所發生過那樣多的誤解，是歸因於一直到現時流行着過關於因果原理之頗初步的公式的。當亞里士多德與經院學派制定了他們用原因一語而意味了過東西之時，科學意味上過客觀實體之觀念，還沒有發生哩。因而，他們是同意於制定原因之玄學的概念的。在康德也是這樣。牛頓，他自身就似乎已經察覺到了，因果原理底這種前科學的公式，會要發現，對於現代科學是不充分的吧。而且，牛頓是同意於敘述自然事件發生之合則的秩序，并建築其綜合於數學法則底基礎之上的。所以，我相信，自然事件是被比我們現刻說到一事件是它一事件之原因時所想像者還更嚴密、更緊接的一種法則所支配。我們底概念，在這兒，是局限於一定的時間內之一發生事件的。它是被從全部過程切開的。我們現時應用因果原理之粗率的方式，是太皮相了。我們是和一個小孩子一樣的，他以韻腳來判斷詩歌，而又不知道



甚麼韻律；或者，我們是和一個學習鋼琴青少年一樣，正在把一個音符和直接先行的或後繼的音符相連接。到某種程度止，當人們正論究着非常簡單而原始的作曲之時，這會是很好的；但是，爲要解釋巴赫樂譜（Bach Fuguo），這會沒有用吧。量子物理學曾經爲我們陳示了非常複雜的諸過程，而要處理它們，我們就不得不更加擴大、制限我們底因果律之概念。

馬爾斐：關於它，你會有一個很艱難的工作吧，因爲，你會要不時髦哩。如果你允許我說點話，我就要說的，雖則我自然要說——那個愛爾蘭人不說話呢？——，可是，怕不大是因爲我喜歡聽我自己底談話，而寧是因爲我想得到你底反應吧。

愛斯田：Gowais（不錯）。

馬爾斐：希臘人以運命或命運之作用作爲他們底戲曲之基礎；而戲曲，在那些時候，却是深澆的、不合理地知覺着過意識之一種禮拜的表現，並不像Shavian戲曲那樣，只是一種辯論。你請回憶一下Atrous底悲劇吧，在那兒，命運或因果之無法避免的繼起，是貫穿着戲曲過唯一的線索。

愛斯坦：命運或者宿命，和因果原理不是同一的東西啊。

馬爾斐：我曉得。但是，科學家之生活在世上，是正同別人一樣的呀。他啊，有的赴政治的集會，並且到劇場去，而且，大多數，我知道，至少在德意志這兒，是流行的文學作品底讀者。他們所生活於其中之milieu（環境），他們是不能逃避的。而那種環境，在現時，就大部分是為逃脫因果的鎖鍊——世界在其中糾結着它自身遊那因果的鎖鍊之苦鬥所標誌了的。

愛斯坦：但是，人類不是常常苦鬥着，去逃脫那種因果的鎖鍊的麼？

馬爾斐：不錯，但是，那不是對着當前的這一點。無論如何，我懷疑，政治家是否曾經注意他由其趣味之故而安排遊因果的繼起之結果。他把他自身看得太機警了，並且能夠經過那種鎖鍊而脫出。麥克白（Macboth）不是一位政治家。就在這一點，他失敗了。他認為，暗殺不能阻礙結果。但是，他并不曾想到，如何去逃避因果的桎梏，等到想到遊時候，却又太遲了。這是因為他不是一位政治家啊。這兒，我

底意見是，關於這種堅決的結果之契機，是普遍地承認的。民衆是正在認識着蕭伯納(Bernard Shaw)許久以前所告訴他們迦東西的(這以前，自然說過無數回)，在他寫下『愷撒與克婁帕特娜』(“Caesar and Cleopatra”)的時候。你請回憶下愷撒對埃及女王迦談話吧，在她叫殺死阜梯拉斯(Photinus)——雖說愷撒保證過他安全——迦命令已經傳下之後。

“你聽見麼？”愷撒說，“在你門口迦那些來客，都是復仇與暗殺底信仰者啊。你殺死了他們底首領；那也是正當的，他們要殺死你。如果你不信，請問你這兒的四位大臣吧。那末，以正義底名字，我不能因他們之刺殺其王后就把它們殺死，而且，在我這方面，我會作為他們祖國底侵入者，而為他們底國人所殺吧。羅馬能夠照樣地也把這些殺人者殺死，來昭示世界，她是如何地在報她子女底仇，她光榮底仇嗎？這樣，到歷史之終篇，殺害就要以正義，光榮與和平之名而產生殺害，一直到上帝厭倦了流血、而創造出會要了解這一點之民族來迦時候”。

在現刻，民衆認識了這種可怖的真理，實在不是因為他們看見一報還一報、流血對流血，而是因為他們看見，你在搶劫你隣人之時，你就搶劫了自己；因為，正如流血對流血一樣，搶劫是要以搶劫補償的。世界大戰中，所謂勝利者，是穿着滅亡底衣服的啊，而且他們現在知道了，在這樣幹過時候，他們是搶劫了自己。所以，在目前，我們有一種各方面的苦痛情形。大多數的民衆，都看到了這一點；然而，他們沒有勇氣去面對它，和麥克白一樣，他們是奔向魔女底大釜的。不幸地，在這種場合，科學就是投入釜中過一種要素，要為他們提供出他們正在尋求過溶劑。不敢大胆地承認這種孽跡、這種悲劇、這種犯罪，人們却希望努力去證明自己底浪漫天真，並且，為尋求證據，而努力為他自己底行爲之結果，去找出一個犯罪發生之時本人并不在場過話柄來。看每天到你門前來討麵包餓人底行列吧。體格健強的人，就想試驗人底光榮，就是說，想作工。你也看見他們並立在倫敦底街頭，胸前掛着榮譽徽章，高喊着，要麵包。同樣的情形，在紐約，在芝加哥，在羅馬，在屠林，(Turin)，你都

看得見啊。發財的老爺們，却坐在他們底安樂椅中，向自己說：“這同我們沒有甚麼相干。”而他之這樣說，是因為他知道是有關係的呀。於是，他就抬出了他底通俗的物理學作家來，而當他說到自然是不知道像因果律那樣迴東西的啊迴時候，就舒服愜意地緩過一口氣來。你還要想甚麼更多的東西嗎？這兒是科學；科學是宗教之現代的複本呀。這就是你有錢的資產階級呀，他給科學院和實驗室以大批的基本金。而且，說點你所願意的吧，如果科學家們，至少無意識地，不分有這同樣的精神，他們就會是非人的。

愛斯坦： Ach das kann man nicht sagen（唔，那是不能這樣說的）。

馬爾斐： 是。人是很能夠那樣說的。你想一想你自己關於科學殿堂中之自私者迴畫像吧，你承認他們甚至是建築了這巍峨的大廈之大部分的，而你也知道，只有很少數才為上帝底使者所鍾愛。我是這樣想法的，在現階段上科學之鬥爭，是要努力從俗物的精神所要把它牽進去迴那混亂，保存其思想結構之明確。這和舊神學家們所舉行過迴鬥爭是

一樣激烈的啊。然而，在文藝復興時代，他們戰敗於當時的名流，而把新奇的觀念和方法導入他們底科學之中了，這，最後，就告終於經院學派之崩潰。

經院哲學之崩潰，是從人民大眾跟在哲學家與神學家之後而奮勇前進時候開始的。想一想吧，他們是怎樣地衝過障礙物而去傾聽在巴黎遊阿伯拉（Abelard）（譯註）啊，雖說他們顯然不能了解他底個性。世間的阿諛，比之任何單純私人的影響，還更是他坍台底原因啊。如果他沒有被誘惑去想他自身是高出於他底科學之上，他就不會矯揉造作的吧，但是，他為誘惑所左右了。至於在今日，有多少科學家不是他這樣的呢，我却不大能夠確定。他們所織就過某些燦然的幻想之蛛網，似乎是很接近於經院學派崩潰時期之詭辯的特徵的。

舊派的哲學家與神學家，是知道這種危機的，

---

（譯註） Pierre Abelard, 1079—1142, 法國經院派哲

學家，他斷然地制定了經院派的要素方法；他是經世美人愛絲絲

絲（Heloise）底教師，是她的底情人。

他們想了些法子來抵消它。他們有他們底神祕的教理，這是只對人會者才揭露的。我們也有同種的保障，那在今日底文化之別的部門中證明了。加特力教會，聰明地，在為民衆所不了解的語言之諸種形式與諸種構造之中，維持了它底儀式與教條。社會學家與財政專家們呢，他們有他們自己底隱語，用這種東西做護符，誰也不會發覺他們的。大多數的律師，也是以同樣的章法而支持的，醫生們呢，如果勸人服藥而以俗語去描述病症，就不能苟延殘喘。但是，所有這一切，都並不關事，因為，所有這些科學、這些藝術、這些組合中，沒有那一個還有點生氣啊。自然科學，在這時，原本是有生氣的，而就為這種理由，它似乎是在遭受着——

愛斯坦：但是，對於科學家說起來，比科學底觀念還更可反對的東西，我却想不到。它是幾乎同藝術之對於藝術家，宗教之對於教士一樣，是那樣的凶惡的。在你所說的之中，確實有些東西。而且我相信，應用自然科學家底公理於人生這現在的時髦行為，不僅完全錯誤，而且，有些是很可非難的。我知道，目前在物理學中正在論爭因果性問題，在科學領

域中，並不是一個新現象。在量子物理學中所正使用着過方法，在生物學中，已經被應用過了，因為生物學的諸過程，在它們自身是不能夠被追跡到它們底聯繫之洞曉的，所以，生物學的法則，常常都有一種統計的性質。而且我真不了解，如果因果原理在現代物理學中應該有限制，為甚麼應該鬧出那樣多的紛擾呢，因為這完全不是新局面啊。

馬爾斐：當然，它沒有帶來甚麼新東西；但是，在自然科學現時是活潑有生氣過地方，生物科學並不是活潑有生氣的，除了某些動物熱心家，他們粗率地想到猴子這觀念之外，人們對於我們是否從猴子發生呢這問題，是不再感覺興趣了。如像達爾文（Darwin）、赫胥黎（Huxley）時代那樣，一般人對於生物學過那種興趣，也沒有了。大眾底興趣之重心，已經移向物理學了。所以，對於物理學中任何新公式，大眾都以自己底方式去反應。

愛斯坦：關於這種原理，我們底朋友蒲郎克所採取過立場，我是完全贊同的，但是，你要記得啊，蒲郎克說了些甚麼，寫了些甚麼。他認為，在現在的局勢之下，要把因果原理應用於原子物理學之內部的諸



過程，是不可能的；但是，像這樣的論綱，所謂從這種 Unbrauchbarkeit (無用性) 或不適用性，我們就要結論到因果過程在外的實在中并不存在，他也曾堅決反對過啊。在這兒，蒲郎克實在沒有採取任何確定的立場。他僅只反駁過某些量子理論家之顯著的說話，而我是完全同意於他的。至於在你提到某些談說自然中像自由意志之類的東西遊人們之時，在我，要找一個適當的答覆，是很困難的。這種觀念，自然是荒謬絕倫啊。

馬爾斐：那末，我想像，對於我們為便利之故而稱之為海森堡底無定性原理遊東西之非常的應用，物理學是全然不提供甚麼基礎的，這一點，你會同意吧。

愛斯坦：當然，我同意。

馬爾斐：但是，你該知道，某些地位實在站得很高，同時又很通俗。遊英國物理學家，對於你同蒲郎克，以及追隨你們遊另外許多人所稱為無理由的諸結論，却盡力地宣言了。

愛斯坦：在物理學家同 littérature (文學家) 這兩種職業結合為一遊時候，你必得要區別下。在英國，

你們是有大批的英文文獻和大批的格律的呀。

馬爾斐：文學痛恨邏輯真理之 amor intellectualis（知慧愛），說那是科學家底嗜好。也許英國科學家要在文學的原野上去把他底顏色變更下，以便，像葉上過青蟲一樣，可以不被發覺吧。

愛斯坦：我底意思是，在英國，有些科學著作家，他們在他們底通俗著作中，是不合邏輯的，荒唐妄誕的，但是，在他們底科學著作之中，他們却是明確的，合邏輯的論究者。

科學家所企圖的，是要獲得關於自然過一個邏輯地一致的摹本。邏輯之對於他，是和比例法則與透視法則之對於畫家一樣的；而且，我同潘加萊（Henri Poincaré）一樣相信，科學是值得追究的，因為它揭示自然之美麗。這兒，我要說，科學家之獲得他底報償，是在於潘加萊所稱為過澈悟之愉悅（the joy of comprehension），而不是在於他底每個發現所可引到過應用之諸種的可能性。我想，科學家是滿意於在數學的模式之上去構造一個完全諧和的圖像的，而且經過數學公式，不問這些公式是否是作用於外界過因果律之證明，並且

是到甚麼程度。他都是十分滿足於去連接它底各個部分的。

馬爾斐：讓我喚起你對於一個現象的注意吧，教授，那是某些時間，在那下面，在那湖上，當你正在駕駛你底游艇時發生的。自然，在喀布斯底平靜的水上，這并不是隨時發生的，因為，在周遭，你有的是平坦土地，所以沒有突然的暴風。但是，如果你在我們北部的大湖上，近風而航行，那末，在出其不意的氣流底襲擊之下，你常常（寧是突然地）要冒着船舶傾斜的危險吧。我所到達的，就是，依我想，在這兒，實證論者會容易得到他底攻擊機會而在風雨夾攻之中來攻擊你吧。如果你說科學家是滿意在其精神構造中去獲得數學邏輯的，那末，你很快地就會被引證起來，去支持為現代科學家們，例如愛丁頓爵士(Sir Arthur Eddington)，所擁護的主觀觀念論的。

愛斯坦：但是，那會是滑稽的吧。

馬爾斐：自然，那也許是一個不很正當的結論；但是，在不列顛出版界中，你已經廣泛地被徵引來作為是承認外界是意識之派生物的那種理論的了。關於

這一點，我已經對我底一位英國朋友，約德(Joad)先生，喚醒過了，他寫了一本漂亮的著作，叫做『科學之哲學的諸方面』(“Philosophical Aspects of Science”)。這本著作，是對於愛丁頓爵士與詹姆士•秦斯爵士所採取遊態度之駁論，你底大名呢，是被提到作為擁護他們底理論的。

愛斯坦：沒有那個物理學家相信這個的。否則，他就不是一個物理學家。你所提到了遊物理學家，也并不那樣做啊。所謂文學的時髦與科學的宣言，你必得要分開。這些人，都是天才的科學家，而他們底文學公式，切不要拿來作為他們底科學的確信之表現。如果人們不相信星星是確實存在的，那他為甚麼要那麼麻煩地去疑視它們呢？這兒，我完全與蒲郎克同一。我之不能邏輯地證明外界之存在，正如你之不能邏輯地證明此刻我是正在和你談話，以及我是在這兒，一樣。但是，你知道，我是在這兒。而且沒有那個主觀的觀念論者能夠把你說服到反面去的啊。

馬爾斐：自然，在很久以前，這一點就充分為經院學派所辨明了；而且我不禁想着，如果與哲學傳統之破

裂，在十七世紀，沒有那麼深湛，則十九世紀與現今底大多數的混亂，就會不必要了吧。經院學派，在把外的實在之精神的印象說成是存在着的 *Fundamentaliter in re, formaliter in mente*（實在之基礎，精神之形式）過時候，就非常明瞭地為現代物理學家把這種場合提出來了。

關於這個特殊論題之辯論，我忘記了是怎樣告終的了。在記錄中，次之章節以蒲郎克而展開。我告訴他說，新近在出版界中，有一個大大的爭論，那是關於所謂科學之破產的。是不是這兒的一般的民衆，以種種的方法而感覺到，德意志底全部偉大的科學業績，在獲得外國底威信上，似乎是已經無用了呢？自然，對於在我們這時代是一個普遍的世界特徵過一般的懷疑論，也還有更大的地盤。這種懷疑論，攻擊科學，同樣，也攻擊宗教，攻擊藝術，攻擊文學。

蒲郎克：對於這樣多人正在尋求過精神的停泊所，教會似乎是無力提供的。所以，人民大眾就轉向到別方面去。有組織過宗教，在訴諸民衆至今日而發現之困難，就是，它底控訴，必然地要求信仰的精神，或

者，一般地稱爲信心的。在一種普遍的懷疑論底情況之中，這種要求，只獲得貧弱的回響。因此，你看見有許多的先知，在陳獻着代用物。

**馬爾斐：** 你以爲在這種特殊情形中，科學可以成爲宗教之代用物嗎？

**蒲郎克：** 不是對於精神過一種懷疑狀態；因爲科學也要求信仰精神的。無論誰，只要他曾經誠懇地從事過何種的科學研究，都承認，在科學殿堂底門口，在那大門上是寫着你必得要有信心啊這樣的字句的。這是科學家所不能拋棄過一種性質。

把握着由實驗過程而獲得之大多數的結果過人，必得要有關於他正在追求過法則之一想像的圖像。他必得要在一個想像的假說之中去把它體現。單只推理的能力，是不會把他推進一步的，因爲，除非有精神底組織性質，就沒有甚麼秩序能夠從諸要素之渾沌產生，這種精神底組織，則由排除與抉擇過程而建立秩序。再三再四地，人們企圖把那種秩序建築於其上過那想像的圖案破壞倒坍了，因而我們不能不嘗試別一個。這種想像的眼光與信心，終極地，是唇齒相依的。這兒，沒有

純粹合理論者底地盤。

馬爾斐：在大科學家們底生活中，這一點，已經被證實到甚麼程度呢？拿開卜勒（Kepler）來看一看，他底三百週年祭我們不久才舉行的；你記得吧，愛斯坦在科學院講演過那晚上。關於作了某些發現過開卜勒，不是有一些事情嗎，不是因為他在那些發現之後提出他底構造想像，而寧是因為他論究了酒桶底大小，並亟欲明悉那些形狀是最經濟的容器嗎？

蒲郎克：這些故事，幾乎關於每個名人都是流行的。實際上，關於我剛才說了的，開卜勒就是一個堂皇的例子。他常常是窮苦萬分的。他不得不遭受無數的幻滅，甚至，爲了列根斯堡（Regensburg）底列希斯塔格（Reichstag）遲遲地不付他底薪水之故，他不得不去求乞哩。因爲幫助了他母親去反對巫術底公訴之故，他不得不備嘗艱苦。但是，在研究他生平之時，人們能夠實感到，使他那樣有力，那樣不倦，那樣有結果的，就是他對於他自己底科學之精澈的信心啊，不是他終局能夠達到他底天文學觀察之一數學的綜合的信仰，而寧是

對於存在於萬有之後邁那確定的方案之精澈的信心。就因為他相信那種方案，所以他底工作，在他看來是值得的，也就這樣地，不讓他底信心動搖，他底工作就把他慘澹的生活弄活潑了、弄明亮了。把他拿來同布拉赫（Tycho de Brahe）比較一比較看。布拉赫手中邁那材料，是與開卜勒一樣的，甚至有更好的機會，但是，他仍然只是一個研究者，因為對於萬有底永恆法則，他沒有開卜勒那樣的信心。布拉赫只是一個研究者；但是，開卜勒却是新天文學底創造者喲。

在這一點上，我想起了另外一個名字，那就是梅葉兒（Julius Robert Mayer）。他底發現，幾乎沒有人注意的，因為，在前世紀底中葉，關於自然科學底理論，甚至在有教養過人中，都有大批的懷疑論。梅葉兒再接再厲地努力了，不是因為他所發現了的，以及能夠證明的，而是因為他所信仰的啊。只有在一八六九年，以赫謨荷資為他們底領袖的德意志物理學家與醫學家大會，才認識了梅葉兒底工作。

馬爾斐：你常常說過，科學底進步，包含在一種新祕



密之發現中，那時候，人們想，某種基本的東西已被解明了。量子論，就已經展開了因果關係底這個大問題。而且，我確實沒有想到，這種事情能夠很明確地被解答的。有些人呢，採取着確定的立場，說，像因果性那樣的東西是沒有的，這，在那種意味上，在你爲擁護它，而或以實驗，或訴諸意識之直接的命令與常識，却不能證明那樣的說話。這意味上，是不合邏輯的，要看出這一點，自然充分容易。但是，完全同樣地，對於我，担子似乎是在於決定論者身上的，至少，在指示出爲要迎合現代科學底需要，因果律底舊公式將不得不被修正之方向來過時候，是這樣的。

蒲郎克：關於第一點，即是，關於新秘密之發現，無疑地是真實的。科學不能夠解決自然之終極的祕密。這是因爲，在最後分析起來，我們自身就是自然之一部分，因而，就是我們所正努力去解決過祕密之一部分。到某種程度，音樂與藝術，也是要解決，或則至少也是表現祕密過企圖。但是，在我底意思，我們愈與每一個一同前進，則我們就愈與全部自然之自身相諧和。這就是科學對個人之偉大的服

役之一啊。

**馬爾斐：**歌德曾經說過，人類精神所能獲得過最高的業績，就是在自然底基本現象之前過驚奇態度。

**蒲郎克：**不錯，我們常常都是覷而着不合理的。否則我就不能有信心。如果我們沒有信心，而由人類理性之應用就能解決人生中之各個難題，那人生要成爲怎樣一種難於負荷的重擔。我們會沒有藝術，沒有音樂，沒有奇蹟的吧。而且，我們也會沒有科學的；不僅因爲科學會因而對於它自己底追隨者喪失其主要的吸引力，即是，對於不可知者之追求，而且也因爲科學會喪失它自己底建築物之礎石吧，這種礎石，就是意識對於外的實在之存在過直接的知覺。如愛斯坦所說過的一樣，如果你不知道外界是實在地存在着，你就不能成爲一個科學家；但是，這種知識，不是由任何推理過程而獲得的，它是一個直接的知覺，因而，在其本性上，是近於我們所稱爲信心過東西。如今，關於宗教是有某種的懷疑問題的；但是，關於科學，也是一樣的呀。然而，說起來，這是有利於理論物理學的，它是一種很活躍的科學，而且，對於俗人的想像，提出了

一種控告。以這樣的方法，到某種的程度，它可以滿足玄學的飢渴的，這種飢渴，在今日，宗教似乎不能夠滿足。但是，這個會完全是由於間接地刺激宗教反動吧。作為科學過科學，實際上不能夠代替宗教。這在本書第五章中，已經說明了。

馬爾斐：那末，來看問題底第二部分吧，即是，關於因果原理底傳統公式可在其中被修正過那方向。愛斯坦說，我們知覺力底發展，是在科學前進過時候。

蒲郎克：他確實意味着甚麼呢？

馬爾斐：也許用我自己底方式來說，要更好一點吧。

拿現代底速度現象來作個例看。五十年以前，交通機關底平均速度，是快馬。現在，則是比火車還要更快的了。如果我們在火車、汽車與飛機之間，取個中平數來看，像在以馬為交通機關過時代底每小時六哩，我們更好說是每小時六十哩吧。你請想一想，當自行車（或譯腳踏車——譯者）才第一次流行過那時候吧。人們是把兒童與婦女天天弄在街上跑的啊。現在，你不能夠用自行車來把你祖母弄起跑了。她會非常之快地就不幹的。你想想吧，摩托車第一次才在路上跑過時候，馬兒些，是嚇得

魂飛魄散的呀。現在，就是馬匹都已經發展了牠底能力，去把牠們底知覺同新速度底觀念相諧和了。無疑的，只不過現代的人類，對於這種新速度現象，已經發展了某某種種的能力罷了。所以，我想，愛斯坦底意見是說，這種事物是要向前發展的，而比諸今日的科學家還要有更敏銳的知覺。過科學家，也將要產生。自然，他們也要有更精緻的工具。但是，重要點是，我們所需要發展的，就是知覺力之自身。也許有一種在實驗室中訓練了過科學家底人種啊，他們，結局會知覺自然中之深湛而複雜的因果關係之作用吧，正如偉大的音樂天才之知覺到為俗物所甚至夢想也夢想不到過內的諧和一樣，而且，正如一位音樂愛好家之能親切地知覺到貝多芬交響樂底構造之美麗一樣，這種美麗，是農人所決不能夠評價的，因為他只習慣於他底簡單的、民間的旋律。因而，知覺能力底發展，就是我們所不得不處理過主要的諸課題之一。這，似乎就是愛斯坦底意見。

**蒲郎克：**自然，這是明白的。理論物理學現今所到達了過階段，是出乎普通人底能力之外的，甚至，是

出乎偉大的發現者自身底能力之外的，這全然沒有甚麼疑問。然而，你務必要記得，縱使我們在我們底知覺能力底發展之中，迅速地進步了，我們終歸不能夠解釋自然底祕密的。也許，在原子之更精緻的活動中，我們能夠發現因果關係底作用，正如基於古典力學底因果公式，關於全部被認為發生於自然之中遊東西，我們能夠知覺，而且作出物質的諸印象一樣。

在今日發生翻顛遊地方，不是在於自然與因果原理之間，而寧是在於我們關於自然所作成了遊圖像與自然中實體底自身之間啊。我們底圖像，不是完全符合於我們底觀察結果的；而且，如我再三重復地指出了的一樣，在這兒提出一個更精緻的符合，就是科學底進步事業。我相信，那種符合之提出，是必得要發生的，不是在於因果律之反對，而是在於它底公式之更大的擴張與修正，這樣的，是要去迎投現代的諸發現啊。



## 跋

在人們一方面想把科學觀念論化，一方面又想把它限於機械論的領域。今日，譯完了蒲郎克這本書之後，我不禁感到有些話須得說一說。

蒲郎克，以卓絕的科學家的本質，是根本站在物質論底立場，而對今日頗為得勢的觀念論（=實證論）聲言了堅決的反對。因為科學“就是實在世界之表現”（P.84），而“一個一開始就預言客觀性之否認的科學，是已經給它自己下了

判詞了”(P.79)。同類的論調，在本書中逐處都可看到，不須多說。(註一)至於在論認識過程上，堅決地主張實踐決定論(註二)，主張全認識過程是從相對到絕對(註三)，是頗為接近新物質論者底見解的；特別在以Z字形來作為“科學進步所遵循過曲線”，以“爆裂式的”來說明“前進運動”(P.89)上，充分合乎Dialectic。不過，以“想像的洞察力”(P.114)作為科學底發展動因，却顯然背於以上的說話，須得指摘。至於不把外界實在之是認老實宣言為物質論，而說是甚麼“形而上學的假說”(P.137)，“先驗的東西”(P.138)，說“那種意識，在某種程度上，可以稱為特殊感覺”(P.139)，就更加錯誤，簡直是觀念論底口吻了。

它方面，在泰斯，愛丁頓這批“主觀觀念論”者(P.9, 13)大非難而特非難因果律過時候，蒲郎克却極力主張它底客觀性(P.30, 157, 158, 211等)，我們不能不對他表示極大的讚美。可是，對於他自己底主張，我們又不能不有所指摘，因為他所積極肯定的，只是力學的法則；這，只消翻開P.99, 14

(註一) 參看本書P.80, 85, 135—6, 138, 等處。

(註二) 如p.89, 90, 114。

(註三) 第六章參看。



5, 147, 148, 158等等一看, 就可以知道。

那末, 對於近代科學上爭論不休的統計的法則性與力學的法則性這問題, 我們有甚麼意見呢?

我們覺得, 對於這個爭論問題底根本點, 所謂偶然性, 是不能如蒲郎克所主張那樣, 單純歸諸主觀認識之不足(P. 146, 153—4, 156)而解決的。偶然性, 決不是與必然性截然分離的東西, 決不是只由主觀之無知而產生。我們知道, 譬如在氣體壓力上, 分子底運動對於一般的法則性是偶然的, 而它底本身則是必然的, 同時對於一般的法則性也是必然的。然則, 這不依然是力學法則麼? 否。因為力學法則主要地是把現象簡單化, 孤立化, 捨去關聯之總和, 以“事物為所與的固定的存在來研究”(註四)的。但是, 實際上, 孤立的東西是沒有的, 一切都存於相互聯繫之中, 存於相互作用之中, 所以, 承認偶然與相互作用底統計法則, 是比較高級的。蒲氏在P. 153中, 想以相互作用底合成力來證實力學的法則, 那是適得其反的。

更進一步, 統計的法則也不是最完善的法則, 因為它只注意了相互作用, 而沒有注意運動形態底階段性, 特殊性,

(註四) F.E., Ludwig Feuerbach, 彭譯本p. 92.

沒有注意相互作用底主導因子。這樣，就只有既注意運動底全面性（＝相互作用）又注意其特殊性適Dialectic才足以當之了。它是在運動底全體性上經過了差別的相互作用之媒介而把握了運動底轉化的。

可是，泰斯，愛丁頓輩不是如此的，他們從力學法則底無力，統計法則底蓋然性，却得出因果律消滅，世界是自由的之純觀念論的結論。蒲郎克也不是如此的，所以他雖極力主張力學法則底絕對性，却在一定的運動形態上——人類社會底活動上，被強迫地，無可奈何地達到了因果否定論，例如在 P.101, 103, 114, 158-9, 161, 163, 165-6 等等中之談話；甚至，由於這種否定而達到了魔術，宗教(P.112, 164-8)。

所以，對於外界之真確的認識，所謂“科學到何處去？”這問題，除了從物質底內部運動（這也是赫芝所主張的，請參看本書P.41.），從相互作用，從運動底轉化，從“過程之總體”（註五），是怎麼也無法解決的，這不是值得我們猛省三思的麼？

仲 和 25, 7, 1934。

---

（註五） F. E. Ludwig Feuerbach 彭譯本P.90-91