

百 科 小 叢 書
科 學 概 論

鄭 太 朴 著

交通大學圖書館珍藏
CHIAO-TUNG UNIV. LIBRARY

王 雲 五 編

商 務 印 書 館 發 行

序

科學概論的內容，本無一定；這本小冊子所論的，多偏於基本問題的方面；故哲學的討論，成爲內容的主體，而零星的徵引，并不求其繁博；且假定讀者已具有相當的科學智識，故好多地方，亦不加詳說，作爲已知了。

著者對於哲學上的見解，是站在新康德派的弗黎斯納爾孫學派 (Fries-Nelson'sche

Schule) 上的；這本小冊子的內容，亦站在這個立場上；故對於馬赫 (H. Mach) 派的思想，不免多所批評；而於科玄的態度，則一面抬高科學的地位，一面亦深承認玄學之必要。講學問但知求是，多數人的非難是非所問的了；有以擁護玄學相責難者，我祇好不答，請他自己作更深的思考。

中華民國十七年七月，著者識於吳淞同濟大學。

科學概論

目錄

第一章	科學成立之必要條件與充分條件	一
第二章	科學之根本問題	一七
第三章	科學方法	三六
第四章	科學之範圍問題	五〇

科學概論

第一章 科學成立之必要條件與充分條件

第一節 何謂科學

這個問題自然是應當首先討論的。不過我們想替科學下一個賅括定義，卻很困難，並且也是不必要的事。很困難下這樣一個定義，因為科學的範圍既廣，方法亦繁，就各方面看，可得各種特徵，不易以簡括的數語了之；所以這個定義實在難得下。不必要下這樣一個定義，因為科學的存在，於今已是一個事實，而非是僅僅一個概念；所以我們也無須替他下個明確的定義。

爲方便計，暫先爲科學智識及科學作一個簡單的說明，也無不可；我們可以說：

科學智識是用嚴密方法對於現象界所作的判斷。

這個說法自然是很不精的；我們未說清，什麼叫做「嚴密方法」，因而一個智識之是否為科學的，仍無法判別。不過我們不妨暫時假定，我們已規定了嚴密方法的範圍；那麼上面的一句話可有意義了。仿此，我們亦可為科學作一個簡單的說明如下：

用嚴密方法對於現象界所作的判斷，能融貫成爲整個系統的，即謂之科學。

這個說明是否適當，暫時可不論。從來學者替科學所作種種定義，這裏也不再列舉討論。所重的是先要明白什麼是科學成立之必要條件，什麼是其充分條件。以下數節內，試將這問題一論之。

第二節 經驗的材料

康德說得好，我們的智識均發於經驗，但不必均出於經驗，所以就時間上看來，智識每後於經驗，不過不能因此而說智識統是由經驗生出來的（純粹理性批判首句。）既然在沒有經驗以前，

不會有智識，那麼我們無論如何可以說：

經驗的材料，是科學成立之第一必要條件。

我們的意思是說：經驗能供給我們材料，啓發我們思想，所以是科學成立之必要條件，而且是最初的條件。但是，如果因此而說科學出於經驗，那就錯了。我們的智識中，有好多是由經驗而發，卻不是出於經驗的。譬如因果律這一個智識，就是一個例。如果沒有經驗，那麼我們不會有因果的智識發生；但是，在我們未有因果智識以前，因果的觀念早就存在了。關於這一點，以後再當詳論，這裏暫不多及。

第三節 智性的作用

如果我們祇有經驗的材料，而不將這些材料加以整理，則我們永遠祇有片斷的經驗，不能成爲智識，更無所謂科學了。嚴格說來，不將感覺所得的材料，加以整理，則并經驗亦不能成立。譬如我們每一次失手，則手中的物體卽下墜；我們於是得到兩個相聯的印象，失手與下墜。如果我們沒有

聯想及綜合或其他的能力，則我們決不能得一個「物體失手則下墜」的經驗；關於下墜的種種智識，自更無從說起了。所以經驗的可能，已有人的智性作用存乎其間；將經驗所得的材料加以整理使成爲智識，乃至於科學，自然更須智性的作用，這是不用說的了。

構成科學的智性作用是什麼？這個問題一半屬於哲學心理學的範圍，一半則應當在科學方法論內討論。這裏，但指出智性作用於科學之成立上亦爲不可少的條件就是了。

第四節 徵信

用我們的智性作用，將經驗的材料加以整理，固可得科學智識，卻也不必一定。古代的神話傳說，固是初民的思想幼稚所成，不必說了；就是現在「文明」之世，智性作用的錯誤使用，亦還到處皆是。把四度空間看作鬼神的世界，科學家尚不乏其人（德國的崔爾納（Nothner）是其最著者）末日將臨之論，現在又成爲一新形式風行一時（斯賓格（Spengler）思想之傳播，真可驚人）諸如此類，真是不勝枚舉，要說我們現在已能免乎智性之錯用，實在遠遠得很。

所以用智性作用到經驗所得的材料上去，所得論斷不一定可靠。因此，我們須加上幾個條件才行。第一個條件，是徵信，這就是說，我們所作的論斷，是有合理的根據的，並不是一個隨便的臆說。以下，我們提出幾個根據，可為科學上徵信之標準者。我們固不敢說這幾個根據都是可靠的，不過，我們可以相信，這些根據統是合理的，所以如果我們找不到其他更可靠的根據，則暫時祇可以此自足。

第五節 直接經驗與間接經驗

可為吾人徵信之根據者，經驗自然是其一，并且是最初的最簡單的根據。譬如說，地是圓的；空氣有壓力；物體熱則漲，冷則縮。這些論斷，都是直接經驗所能證明，故可為吾人所確信。

不過科學上之應用經驗以證實某種論斷，卻不必以直接經驗為限；尋常看來，應用「間接的經驗」較之直接的還多。所謂間接的經驗者，就是說，論斷的本身雖不能直接用經驗去證明，但由此論斷所推得之結果，則與經驗相符，因此，這論斷雖非直接經驗所能知，卻亦可視為有間接的經

驗爲之證明。譬如說物體是由極微的分子所構成，這個論斷，已不是用直接經驗所能證明的了。至於說，分子還在那裏運動，其速度及軌道如何如何，那就更非直接經驗所能知道。顯微鏡下所能窺得的布朗氏運動 (Brown'sche Bewegung)，尋常視爲分子運動說之肉眼可見的佐證者，已經是很間接的了。不過用分子運動說這個論斷，卻可推得許多與經驗相符的結果，解釋許多經驗上已知的現象。所以這個論斷，可謂有間接的經驗爲之證明。

間接經驗在科學上最爲重要；較精微的科學智識，大都祇能有間接的經驗爲之證明，試將物理學一翻，當能明白。但他方面間接經驗是否可靠，卻也最成問題，所以不能不略一討論。

第六節 間接經驗之可靠性

如前節所說的分子運動說，實在講來，是一個假設，並不能作爲智識。不過如果把這些假說摒諸科學智識之外，那末，科學智識亦幾希了。全部物理學，除開了若干零星的片斷智識以及幾條根本原則外，盡是這些假設。所以這些假設，實在可說是根本智識，大部分科學研究，是在證成這些假

設，即是證實這些根本智識。要是將這些根本智識付諸不論，但作現象上的推論，科學便沒有多的價值。關於這一點，以後再當討論；現在祇略論間接經驗問題。

間接經驗在科學上的重要，是無容疑的。除開了一些極簡單的零星智識外，科學智識大都無法直接經驗。譬如地圓還可直接經驗，地動便無法知道；我們祇看見日月星辰之運行，卻不覺得地球在那裏轉；用天文上的觀察為助，或用其他方法推知地球之扁形，因而推論及其旋轉，已不是直接經驗了；佛科 (Foucault) 氏的擺錘試驗，自更不是地動的直接經驗。全部物理學上的論斷，有幾個可以直接經驗？這是略有物理學智識的人都知道，無容詳說；其他科學較物理學遠為幼稚，不須論了。

然而就論理上講，結論的正確，不足轉證前提的無誤。我們很易設想，一個論斷本身是錯誤的，但由此所得結果，卻與經驗相符。從不同的前提，得到相同的結果，這種事實，科學史上不知有了多少，（例如噶爾諾 (Carnot) 定理，庫隆 (Coulomb) 定理都是，）現在的科學上亦還有好多，這是科學常識的都知道，當不待煩證。所以因結果的符合經驗而推論本來的前提無誤，這是論理上所

不許用間接經驗以證實一個論斷，就是犯了這個毛病。

間接經驗既不足證明一個論斷之無誤，直接經驗之範圍，又極有限制，若干振動數以上及若干以下的聲光已非吾人感覺所能攝受，其他精微的現象，更不須說了；但是不要經驗爲之證明，自又不可，所以這個問題實在是個難題，科學對於真理究竟有怎樣的相關，是大可討論的。但這已牽涉到了科學的根本，我們暫不討論罷。

第七節 論理的推證

除了經驗以外，可爲吾人徵信之根據者，第二便是論理的推證；這就是說，根據已知的事實或論斷，用論理（數學包在內）來證明。這個方法，在數學上可無限制的使用，而在其他科學上，則自有限度。實在講來，數學的演算，亦即是論理推闡的一種形式，而數學的基本公理，亦是一切科學上所共通的基本；所以一個論斷倘能自其他已成立的論斷用數學演算得之，則此論斷自亦成立；不過應當在一定的範圍內，不可與經驗或已知的事實衝突，所以這個方法在尋常不能離開經驗的

科學上，就很多限制了。

就性質而論，科學上含有普遍性的定理，都應當有論理或數學上的論證爲之根據，因爲普遍的論斷，不是經驗所能證明的。關於這一點，目前還祇有物理學能儘量的盡力於斯。

祇要所根據的事實或論斷可靠，不誤用論理，則所推演得的結果，即不致有大誤。譬如空中的電浪，現在已是人所習知之事了；然論其來源，則祇是將馬克斯維耳 (Maxwell) 方程推演一道的結果；赫芝 (H. Hertz) 的工作，不過證實其存在是了。這個人所共知的例，非特說明，在一定範圍內，論理推演可爲徵信的根據，并可知這個方法亦能發見新事實。理論物理學實在是科學的模範，數學則可說是一切科學之基礎。

除了經驗及論理以外，我們想不出還有什麼其他的途徑，足使吾人對於一個論斷生確信。所可斷言者，凡是沒有合理的根據，或非由精密研究而得的，則無論如何決不當爲吾人所採納。所以忠於科學的人，聖經傳說固拋棄不顧，即舉世所共信，衆人所承認不疑者，亦必加以精密的考慮而後可。

不過智識的來源，並不限於經驗與論理；所以沒有經驗及論理為根據的智識，自然不能否認其存在。但這是另外一種智識，與此處所論者不同，我們這裏所說的，不是這一類的智識，而是指由經驗與智性作用所組織成的；所以上所舉的三個徵信之根據，當沒有什麼過於限制之病。

第八節 精確

用經驗上所得的材料，加以智性作用的整理，并有經驗或論理為之根據，如是所得的論斷，自然可成為智識；不過，也不一定可算作科學智識。譬如，電與電之間有相拒或相引的力，而這力的強弱，則與電量之多寡及中間的距離有關；這個智識，在電學沒有成立以前早就有了。但是這祇是個常識，卻不能算作科學智識。要使這常識進為科學智識，則必要的條件，是要這個論斷有精確性，不祇是一個大概的意思。如是，我們還須用精密的試驗或論理的推證求其精確；結果即知此種力之強弱與電量成正比而與其距離之平方成反比，（庫隆定理）這就可算作科學智識了（用馬克斯維耳理論推演的結果，知道還須加上一比例常數；所以庫隆氏原來的定理還是不甚精確的科

學智識。)

因此，一個智識如果是科學的，則不僅可以徵信，並且還須精確。科學智識與常識的區別，精確亦是其一端。

不過所謂精確者，亦自有其限度，我們決不能苛責。如上所述的庫隆定理，以與常識較，則常識對於力的強弱，祇有個大概的意念，庫隆定理則可用數學式表出，所以其精確自相懸殊。我們所說的精確，應當以此為度，換言之，應當以數學上習用的程度為限，過此以往，則人力有限，實在也無法可想。不要說科學上不能有絕對的精確，就是數學上亦沒有這回事；高等數學的大部份，盡是論極限值與近似值，除非學克朗納克 (Kronecker) 祇要有理數的辦法，數學上才可希望絕對精確。所以我們對於科學上所要求的精確，不妨以數學上所習用者或較此稍低者為度。

第九節 系統的融貫

以上所述的條件，都是科學成立所必要的。如果我們將經驗所得的材料，加以智性的整理，作

爲論斷，能有經驗或論理爲之證明，并有精確性，則此論斷自可成爲科學智識。但將這些論斷集起來，也不能說便是科學。零亂的科學智識與整個的科學有別，這是不容說的。所以，在以上所述諸必要條件外，科學之成立，還當有個條件。

若干科學智識能合成爲一科學，則這些智識間必有系統的關係而後可，決不能全不相關。例如將折光定理，重心定理，血液循環等種種智識夾雜的列在一塊，以今看來決不能成爲一整個的科學。所以科學之成立，系統不容說是一個條件。但是所謂系統，也不是僅僅的類聚。我們將一切關於光的智識集在一起，能不能算是光學？將關於電的一切論斷湊起來寫一本書，能不能說是一部電學？自然不能；因爲雖然集合在一起，但仍是紛亂零雜的，並不是整個的。從可知零亂的科學智識，合在一起，固不成爲科學，即同類的種種智識合起來也不成爲科學。

所謂科學者至少是須將一類的科學智識加以融貫使成爲一整個的系統，並不是僅僅的智識的集合。換言之，若干智識，倘能成爲一科學，則這些智識必能相互融貫，成爲一個有機的結合。譬如電學，其內容並不是若干關於電的智識的集合，而是將這些智識融貫而成的，縮起來，我們只看

見幾個微分方程，但是一切關於電磁光的智識，通可以從這幾個微分方程推論而得。我們以上所說的系統的融貫，亦可以此為代表。

說到這裏，我們又須聲明：所謂系統的融貫者，其限度並不是固定的。譬如光學本可自成爲一科學，但是經過馬克斯維耳的研究，融貫入電學了。以現在的狀況而論，物理科學還不能融貫成一氣，化學有化學的研究法，物理學內部亦尙不能一貫；但是，我們相信將來，總能合爲一起。所以這裏所說的系統的融貫，是就最小的限度而說。換言之，若干智識倘成一科學，則至少這些智識本身間應當能融貫成爲一塊。

第十節 科學成立之充分條件

總括以前所說，可知科學的成立，有以下諸條件：

- (一) 經驗的材料；
- (二) 智性的作用；

(三) 徵信;

(四) 精確;

(五) 系統的融貫;

這些條件，通是缺一不可的；所以是科學成立之必要條件。但是，這些條件而外，是否沒有其他的條件？換言之，這些條件對於科學的成立，是否已是充分的？

在現象主義的科學家看來，這些條件已經是充分的了。因為在他們看來，科學祇是對於現象界的描寫；所以於以上諸條件之外，用不着再有其他條件。好像馬赫(H. Mach)一派的學者視科學為思想經濟之具者當無須其他條件了。如是，舊式的熱力學，已經够成爲科學了，分子運動論是不必要的事；甚至於力這個概念，也可省去。講電學，則馬克斯維耳的理論，或稍加擴充，亦已够了；電子的研究，似乎也可以不必。

倘然科學真是純粹描寫的，則以上諸條件之外，似不必再有其他的條件；一個智識系統能滿足以上諸條件，就現象主義的觀點上看來，應當已能成爲科學。但是，有好些理由，不能不使我們對

於科學作進一步的要求；那末，我們不能不對於科學再提出一個條件。這就是，在一定限度以內，科學應當給我們認識現象背後的真實。譬如講熱力學，現象的研究未嘗不能給我們種種正確的論斷；但是，爲什麼自然界中有所謂「不可逆性」(Irreversibilität)，何故兩個溫度不同的物體相接觸，總是較熱者傳熱於較涼者，却沒有見過反此的現象；這些問題，非要相當的能認識現象背後的真實不能解答，分子運動論較現象研究的熱學要進步，就在這一點。

除非我們願意故步自封，則不當以現象的研究爲滿足；所以，上所說的條件是應當提出的。不過，我們所要注意的，是所謂認識現象背後的真實；自然在一定的限度內，因爲尚有問題可發生，所以我們把這個條件，看作是科學成立之充分條件，卻不把他看作必要條件。換言之，我們把這個條件看作是科學所應當滿足的，卻不能希望滿足這個條件後，才成爲科學。我們稱之爲充分條件，就是這個意思。

第十一節 結論

由以前種種研究，我們可以說：科學智識是用嚴密的方法，對於現象界所作的論斷，能滿足前節內所說第三第四兩條件的。科學則為這些智識之系統的結合，其間有相互的融貫，並能使我們由此認識現象背後的真實至一定的限度。純粹現象的研究，其結果能滿足前節內所說的五個條件者，固亦可稱為科學，但是祇能說是未成熟的科學，卻不能視為究竟。

關於此的種種問題，以下數章內分論之；這裏不多贅了。

第二章 科學之根本問題

第一節 科學與經驗

在前章內，我們已經說過，智識大都發於經驗，但不能因此而說，一切智識均出於經驗。科學之不能離開經驗，並且一個論斷之是否可靠，除開論理而外，也祇可取決於經驗，這是不用說的。然而近來好多科學家及哲學家，每把經驗在科學上的地位，看得過重，以為科學完全出於經驗，不須再要其他的成分；這實在是一個錯誤，其結果無異於根本上取消科學。

我們在前章內，已經指明，如果沒有智性作用，則經驗本身都不可能，其他更不必說了。這一點就是經驗派的學者也不能不承認；不過，所謂智性作用，則各人的見解不同，經驗派大都以為只要有聯想作用就够了。事實上，問題決不如是之簡單；我們試一反省，可知在一個論斷的構成上，僅僅

的聯想，或再加上一些其他的作用，是一定不夠的。不過這是心理學及哲學範圍內的問題，我們可不深論。這裏所要說明的，是經驗在科學上的地位；我們并要指出一個事實，就是，純經驗的科學是沒有的，不可能的。

經驗在科學上的地位，前章內已說明過；這裏祇須再略一述之。第一，經驗是科學之啓發者，供給科學以材料；第二，經驗是科學之後盾，除論理而外，祇有經驗可判定科學論斷之是否確當，是否可採用。綜斯二者，我們可說經驗是科學之張本（Data）。但是，經驗也祇是科學之張本，必須再加上其他非經驗的成分，才能成爲科學。於是經驗派的學者，求此問題之解決於生物學，以爲科學之成立，在於人的適應能力，科學是求思想之經濟（見馬赫所著感覺之分析第九版第二十五頁）及其著名的進化中之力學序言及智識與錯誤各書）

思想之適應，於科學之成立上有極大的作用，這是不能否認的。科學有經濟思想之功能，這也是不容說的。但是，以爲科學就是這麼一回事，則把科學完全主觀化了；結果，我們祇能說科學是人類心理上之主觀的產物，不必與客觀界有何關係。所以馬赫派的思想，推其極，自然祇有認感覺爲

唯一的實在（感覺之分析第二十三頁以下，）不知其他；這是何等大膽的唯心論！

這一種科學主觀論的見解，犯了一個極明顯的錯誤。如果科學定律祇是主觀上的產物，則他們所根據的科學定律，即生物學上的定律，自然也是如此；於是所謂適應能力，求思想經濟等，種種說法，不容說也祇是主觀上的見解，不必合於事實，還足徵信嗎？從可知經驗派的思想，不能自圓其說；其結果無異於根本上取消科學，并取消了自己。至於科學之目的是否在於思想經濟，這個問題留待後論。

科學中有非經驗的成分，這個事實，除了經驗派的學者外，當無人能否認。然而，用公平的觀察看來，科學中還不止這一些非經驗的成分；尋常經驗派所最不樂聞者，科學中亦還不能免，并且是不可避免的，這就是所謂玄學的成分。

第二節 玄學的成分

我們說科學中有玄學的成分，并且是不可避免的，看來能引起一切科學家的反對，因為「玄學」

這兩個字，是任何科學家所不願聽的。

如果玄學是代表一切荒唐無稽的空想，則其應當反對，是不成問題的。不過我們這裏所說的玄學成分，是指科學上所必要的基本智識，其來源不出於經驗，非可用論理證得，然而確為吾人所共信，並且是科學成立所不可少的。用康德所創語，就是說，科學中有先天的智識為之基礎，這種所謂先天智識，在科學上占有基本的地位，實在不能否認；以下舉一個例便可證明。這些玄學的成分或先天智識，與通常所謂用嚴密方法求得者不同；他是先乎我們的研究，早已存在，並為我們思想上所時刻不能離的；換言之，這種智識不是求得的，而是先存的，他不是研究之結果，而是研究之先設的基礎。所以我們不能把他列在科學智識內，而視為超科學的玄學原則，並因為他是科學之基礎，故名之為科學之玄學的成分。最好的例，便是通常所知的因果律。

在前章第二節內，我們已提及因果律；我們曾說過，因果智識是由經驗所啓發，但先前我們已早有因果的觀念存在了，因果智識，祇是將這個原有的觀念加以具體化而已。這具體化的成功，自然靠經驗；但決不能因此而說因果智識是出於經驗；因為因果律這一個論斷，含有極廣的普遍性，

縱然有幾千萬年的經驗，也不能由此得一個伸至無盡的論斷。因果律非可用論理來證明，亦非自明之理，尤不難知。如是，我們祇有兩條路；一，承認因果律之先天性；二，否認因果律為真確的智識。

事實上，不獨經驗論者主持後說，近來多數科學家亦作此觀。我們這裏不能作詳盡的討論，祇略略的指出兩點够了。

第一，以為因果觀念是由經驗中所得來的，祇為適應生活上的需要，不必是普遍的真確智識。「規則與不規則更迭時，吾人為追求生物的利益『生活上的要求』始提出此問題：何故一回如此，一回又如彼？……於是吾人乃得到因與果的概念……」（見馬赫智識與錯誤第二百七十七頁。）這一個解釋，可代表一切經驗派以生物學為基礎的因果律觀。從這番話裏，卻使我們明顯的看出一個事實，就是，因果概念是在經驗以前早就存在的，祇為經驗所啓發而已。「何故一回如此，一回又如彼？」這「何故」兩字，不是表明吾人早已有因果概念嗎？不是說「什麼是其原因」嗎？所以經驗論者根據生物學的這番話，非特沒有證明因果律之出於經驗及生物上的要求，卻剛剛證明了因果概念之為先天的。

其次，因果律爲科學之基本，這個事實是無可否認的。倘然宇宙間有無因之果，則一切科學的研究，便成爲無意義，自然定律也就不可能，科學更沒有成立的理由了。所以因果律倘然成問題，科學便根本動搖。雖然輓近來有好多科學家想避開因果律，竭力省去「因」「果」這些名詞，或想用函數關係代因果；但是，實際上並沒有得到什麼結果。單以物理學而論，如果因果律不足恃，則全部物理學可說是建築在流沙上；譬如惰性定律，是物理學上基本定律之一，究其實，不過是因果律之一特殊的形式而已。因果律倘不足恃，惰性定律便更不足恃，物理學上一切基於惰性律的論斷，於是通成爲無根據的武斷，還成爲什麼科學？

赫爾姆霍斯 (Helmholtz) 本是個經驗派的學者；但他晚年時亦承認他的哲學思想深受康德的影響。他曾說：「我到後來才明白，因果律實在就是科學上之基本假設，謂一切自然現象間均有定律性存在。」（見其名著論力之不滅 (Ostwalds Klassiker) 第一冊）於此可見他到後來亦承認科學上有非經驗的玄學成分，不若當初之勇往直前，但知經驗了。

因果律之爲先天的智識，我們實在不能否認，並且我們亦不能不承認其爲普遍的真確的基

本智識。一切科學的研究，統是已先假定因果律之可靠，所以是科學成立之必要基礎。因此，我們可以說，完全沒有玄學成分的科學，即所謂純經驗的科學，是不可能的，（其詳見納爾孫（Nelson）著沒有玄學的科學可能嗎？一篇論文。）至於科學與玄學的界限，那是另一問題，以後再論。

科學上之玄學的成分，是否祇有因果律，抑尙有其他，這裏不再論了。這裏的目的，祇想證明其存在并非必要是了。

又，純經驗的科學固不可能；純推理的科學，自然也是沒有的；這一層，當很易明白，茲不多贅。

第二節 科學之性質

由以上所講明，科學之性質如何，已可知其一斑了。關於此點，我們試再作一簡單的研究。為稍具體計，我們不妨提出一種科學作為討論之例，俾不致過於抽象。這最好的例，自然是物理學；因為就現在狀況看來，除開物理學以外（數學不在內，須當別論）能真有科學資格者，當不易覓；我們祇須一想，現在所有的其他科學，還有幾種能適合我們前章的條件，能有幾種堪與物理學相比？不

過物理學內部至今亦還未能完全融通成爲一氣，還免不了有各部分的分開，所以物理學亦當未成爲完全整個的科學；但是比較上總是最進步的科學，則當無可否認。

以物理學爲例，則科學之基本的成分，除經驗的事實外大概有以下幾種：

(一) 先天的智識 如上所述的因果律是，而惰性律亦爲其一特殊的形式。

(二) 自明的公理 例如甲大於乙，乙大於丙，則甲亦必大於丙，這種公理，可說是自明的，一切科學均須依之作論證，可不舉例。

(三) 論理的與數學的定理 這是在科學的推理上所必須根據的；而在物理學上則數學定理之應用尤多，此亦無須多贅。

(四) 假設 物理上的所謂理論，大都是假設的性質，尙待證成的智識；譬如光之波動論，原子論乃至於相對論，量子論等等都是。雖然這些理論有簡接經驗爲之根據，然此祇足證明這些假設當可採用，可希望其成爲真正的智識，固不能謂已證明其爲真理，不再爲假設了。物理學上尙有些稱爲原則者，實在亦祇是假設。例如最近相對論中有所謂「光速爲極」的原則，其爲

一假設無可疑（并且是殊可疑的假設，不若其他假設之理由充足。）

（五）定義性質的原則 物理學上好多原則，實在講來，祇是定義之引伸。譬如能不滅原則，這可說是物理學上一個最廣的原則了；但是「能」究竟是什麼，卻找不到一個普通的說明。能既沒有普通的說明，而能不滅卻成爲普遍原則，寧非奇事。這自然是物理學上的不明白處，因物理學尙未出幼稚的狀況所致；但我們究其實際，亦可知這個原則，實在祇是這樣一句話：宇宙間有一件東西是不滅的。（參觀潘加勒（H. Poincaré）科學與假設第三篇論能力與熱力學一章。）倘然我們稱這件東西叫做「能」，那末「能」須待這原則才有意義；這個原則就祇是「能」之定義罷了，并且還祇是個完全空的定義，其具體的內容，隨處又須改變。所以這個原則，實可說祇是一個定義，或另有些引伸在內就是了。事實上，就能不滅原則之特殊形式觀之，例如力學上之能不滅原則，其定義性質尤可見。一方面，我們選定能之定義後，可即推得能不滅定理；他方面，亦可暫時不選定能之定義，但假定其不滅，則結果能之定義亦即隨之而定。所以能不滅原則之不能離開其定義，而爲定義性質，是無可疑的。普遍的能不滅原則內，或尙含有其他的成

分；我們設想世界上能有自無而有之物與設想有自有而無之物，統是很困難的。但我們不能詳細討論了；無論如何，說這原則是定義的性質，實在沒有什麼不可。物理學上類此的原則尙多，茲亦不煩引。

物理學之基本成分，除經驗的事實外，大率有以上所述的幾種。觀此，物理學之性質，已不難明瞭。簡單說，物理學根本上是理論的性質，就是根據經驗上的事實，應用以上所述的種種，想對於物理界作合理的推度。這些推度，固不必即為真理；然其能給我們真理或可使我們漸與真理接近，則亦可相信。

我們以物理學為例，對於科學之性質，得如是之見解。其他的科學，固不必盡如此，其成分可簡單或更複雜，要難強判其同異；但其性質上無根本之異，則以目前的科學界狀況而論，亦是事實；且以現狀而論，物理學可為代表的，模範的科學，當亦為一般所公認。因此，我們對於科學之性質，暫時作如是觀，亦沒有什麼不可。

當四節 科學與真理

什麼叫做真理？這個問題，曾經引起許多討論；這裏無須詳說了。好在我們心目中，都有個真理的觀念存在，所以即不加詳說，亦不至有什麼大誤會。這裏祇略一敘述科學與真理的關係。

按前節所論科學之性質，或者要說，科學是永不能給我們以真理的，因為科學祇是些推度，去真理甚遠。事實上，好多懷疑科學的人都這樣想，近來有好多科學家哲學家亦喜作此論調（如Le Roy氏等）。

這個意見是否合理？如果我們有認識真理的能力，則用科學上嚴密的方法，雖一時不必能得真理，卻不能說我們永不能得真理。如果我們沒有認識真理的能力，則一個科學論斷之是否為真理，我們亦無法判別之，於是我們固不敢說他是真理，卻亦不敢斷定他一定不是真理，一切不知而已。如是，說我們永不能得真理，亦是個武斷。從可知這個意見實在不合理，我們不能因科學之理論性質，因其多推度，而遂謂永不能給我們以真理。

對於宇宙之真理，牛頓嘗自比於海濱之小兒，祇能於海邊拾得一鱗一介自遣而已，汪洋的大海，實在不易窺探。這個思想，大概是研究自然現象者所同具；我們自強不息的科學研究，祇是慢慢的向此大海探討而已。我們的力量，也祇有如此；若如純理性主義者的辦法，想一舉而盡宇宙之真理，自然是過分之求。不過以為真理完全無望，也是錯誤的見解。又，科學上所求的真理，也只在一定範圍內；過此以往，非科學所論；這也是應當注意的。

詹姆士 (James) 說，可用者就是真理；或者以為科學上的真理，統是怎麼一回事，一個科學論斷之是否為真，祇看其是否可用而已，無所謂絕對的。詹姆士這個真理的標準，根本上可以批評，這裏且不說；單就科學方面論之，這句話應用於科學上之假設，尚沒有什麼毛病，但決不能作為科學真理之標準。

科學上之假設，大多以可用為取舍之標準，這是無可疑的；有時同樣有幾個假設可用，則科學上必取其用最廣者，這也是很尋常人所共知的事實。譬如解釋邁克爾孫 (Michelson) 試驗，羅倫茲 (Lorentz) 的收縮說已可用，但相對說則不獨可解釋邁氏試驗，并可解釋其他許多現象，解決

許多積案，其用途較爲廣，所以我們採取他。但是，任何那個科學家，都不能承認假設即是真理，所以科學上雖然以可用爲採取一假設之標準，卻不能說可用即是科學真理之標準。

事實上，凡真理必可用，這是無疑的；但其倒的定理：凡可用者必爲真理，卻是個武斷。如果可用者都是真理，則科學上的一切假設統是真理；這決不是科學者所能承認的。

可用者就是真理，這個論斷的必然結果，是世界上沒有絕對的真理，一切真理統是相對的。這裏，便明明有個論理上的自相矛盾，任何人都能看見。但是，這個問題，我們不欲深論了。

至於科學上的真理，多少帶有軟性，不若我們平常所想的那樣硬固，亦是事實。然而說科學真理統是相對的，則不能說是事實。在相當的範圍內，科學上的真理常有修改的可能與必要；但亦不是說今日之真理，明日便可推翻無遺。

前所舉過的熱力學上之噶爾諾定理（或稱噶爾諾原則（Carnotsches Prinzip）），當初噶爾諾是根據「熱質」（熱是一種體質）觀念推得的；現在「熱質」的觀念雖然不再用，然噶爾諾這個定理卻仍不失其爲真理。庫隆（Coulomb）定理亦然，雖現在對於電的概念已改變，然庫隆

定理大體上仍如舊，不過加上一個比例常數（在空氣中這常數與一相差無幾）是了。又如牛頓定律，按最近的理論（相對說）亦有所修正了，不過仍不失為接近的定律，我們亦不能說愛因斯坦根本的推翻了牛頓定律。事實上，科學上的理論本來是假設，儘可隨時變更；不過已經證明了的定理，或定律，則雖可修改使其更精確完備，但不能說亦是完全不可靠的。所以科學上的真理固亦有相對者，卻也不能說一切均相對，永遠是相對的。

在現象主義者的科學家看來，科學與真理的問題簡直不發生，因為科學祇求將現象用最簡單的方法描寫之而已。本來就無所謂真理，科學更不用問什麼真理。這樣，自然是省事多了；不過在我們看來，僅僅的描寫是不能使我們滿意的；我們祇求知其如此，而不求知其所以如此，則好多科學家的努力，就沒有多的價值。我們已經知道了蘋果會下墜，又何必知道所以下墜的緣故呢？如是，牛頓是多事，天體力學亦可省去了。或者說，天體力學亦還是描寫，並沒有說明；萬有引力的究竟原因在那裏，至今沒有人知道。這話是對的，以現在的科學程度而論，多半還是描寫的（或還未能完備的描寫）；但我們決不當以此自足，視描寫為究竟，而不求其所以然；要不然，開始時祇以描寫為

究竟則蘋果下墜的所以然可不問，而以後的大規模的描寫（天體力學）亦不會有了。所以，現在的科學雖還多半是描寫的，但我們決不能以此爲究竟，必須求進一步的說明，才能有將來的發展。

第五節 科學之目的

近來好多科學家，多喜歡以描寫爲科學之究竟目的。克希荷夫（Kirchhoff）說，力學之目的，在將自然界中之運動現象，力求其完備且簡單描寫之，至於運動背後的原因，如力之概念等，則務求避去不用。這派思想最著的代表，就是我們以前所說過的馬赫之思想經濟原則；以爲科學之目的，祇在求思想之經濟而已。所以披爾遜（K. Pearson）說，科學是我們感覺印象之分類目錄，其目的祇使我們便於檢查而已。

前節內已說過，如果我們以描寫爲究竟，則好多科學努力的動機便可打斷，結果必故步自封，許多科學的系統不會產生了。而在前章第十節，我們亦已指出，爲什麼僅僅的描寫不能使我們滿意；譬如自然界中能力有分散的傾向，這是我們所天天經驗到的，但是現象的研究不能說明其理

必須如分子運動論能給我們說明其所以然之理，方能使我們滿意。所以視科學之目的為僅僅的描寫，一方面足以阻礙科學之進步，他方面亦不能使我們滿意。

至於思想經濟，是科學之一結果，於科學的進化上尤有莫大的意義，這是我們已說過的。但是，如果視科學之目的祇在求思想經濟，則不能使人引為滿意。就動機上講，人類的一切行動間接或直接都受些經濟原則（以最少勞力得最大效果）的支配，是無可疑的；所以在科學研究上，多少也免不了這個經濟原則的影響，我們必須承認。不過，科學研究之動機，也不是完全為經濟原則所支配，這個事實更不能否認。所以就動機上看來，不能說科學之目的祇是思想經濟。就方法上說，科學上本有所謂「節省原則」，凡不必要的假設或原則都可省去不用。奧經（ONB）的剃刀，牛頓的規律原是科學精神之一。不過這節省原則卻與思想經濟論者的根本思想不同；一則在淘汰不必要的繁冗，澄清科學之基本；一則要把科學化作一本便於檢查的字典，根本上改變科學之目的，把科學主觀化了。

又如科學之目的祇為思想經濟，則科學之極，必以無須思想為歸宿，於是科學發達到了高度，

結果必并科學自身亦取消。所以這個原則，推其極，可以反對科學，取消科學。

總而言之，科學之目的不能說是在求主觀上的便利，而不求客觀的真實。用最簡單的方法將現象界描寫出來，固是科學任務之一，但不能說是其究竟的目的，過分的節省原則，對於科學之發展極有阻礙。科學應當有說明的任務，并應當在一定範圍內使我們認識現象背後的實在。所以前章內我們所提的科學成立之充分條件，實在不當略去。

刻卜勒 (Kepler) 依據地谷布拉 (Tycho Brahe) 之研究，創為更新奇的地動說後，教徒立息奧力 (Riccioli) 曾為之考慮判斷，說刻氏理論不合傳統下來的真理，但卻便於實用；所以雖非真理，卻也有便利處。如果刻氏初時研究科學便以實用，描寫簡單，或思想經濟為目的，則中世紀許多為真理而犧牲了的研究者，真是不值得極了；科學與宗教間的一段慘史，亦可免去，至今宗教仍可在科學之上，科學家仍須侷促在神父牧師之下。幸而當初的研究者，沒有那樣想，所以雖然犧牲了許多人，這一線的光明愈放愈大乃能有今日；要不然，我們現在還未出中世紀的黑暗時代（見前所引納爾孫論文。）以描寫簡單或思想經濟為科學之究竟目的，實在是科學發展之障礙，觀此益

可見得。祇有追求真理，是科學發展之真正的保證者。

第六節 概括

關於科學上這些根本問題，我們可以寫幾厚冊的書，還討論不盡。本章內祇略略涉及一些就是了，非特不能詳，亦未能將各派的意見統統一及。總括本章的大意，我們所要說的有幾點：

(一) 科學并不全出於經驗，純經驗的科學是沒有的。純理性的科學自亦沒有。

(二) 科學的基本成分中離不了玄學的元素（先天智識等），所以科學不能全離開玄學而成立。

(三) 科學的根本性質是理論的，就是想對於自然現象及其背後的真實（在一定限度內）作合理的推測及說明。

(四) 科學所給我們的真理，以及現象背後的實在，至今還很少，但我們不應當絕望，以為這不是科學所能的；也不能說科學上祇有相對的真理，沒有絕對的。

(五)科學的目的不是僅僅的描寫或經濟思想，而是想有所說明，并在一定限度內求認識現象背後的實在。

本章的大意，是想說明這幾點；不過因為種種限制，或者沒有很嚴格的把這幾個意思說清楚；好多地方，自然是可以詳細討論的；但根本的意思當不致有什麼誤會了。

第三章 科學方法

第一節 科學與科學方法

科學所異於神話、傳說、武斷、迷信，乃至於常識、空想者，是什麼？我們可以簡單回答說，是科學的精神。表現科學精神的又是什麼？一句話講，就是科學的方法。所以我們可以說，科學的特徵，科學之所以值得我們寶重，就在他的方法；離開了這方法，科學便不能說比上所述的空想等可靠。

科學的張本，離不了我們感覺所及的事實；這些事實很可以使我們發為空想、武斷，乃至於神話等等，或僅能給我們一些常識，不必成爲科學智識。所以由感覺上的事實到科學，這全是方法的關係，來源是一樣的。這一點當很爲明白，無須詳論。

就科學的結果而論，固然科學可給我們許多新奇智識，別處所得不到的。但是，除開了一部分

而外，這些智識是否可靠，亦難相信，我們所以視之爲可靠者，亦無非因其來源合理而已；所以科學上結果之可靠，亦離不了科學方法爲之保證。譬如說，一個陰電子的質量爲 9.10^{-31} 克蘭姆，全宇宙的質量大約爲 10^{53} 克蘭姆，這種論斷，要不是因爲相信科學方法，簡直可把他看作神話。

古時的傳說，空想，倘不論其得之之法，單就其結果而論，好多是與近世科學上的思想相合的。但我們卻不能承認這些偶然與科學思想相合的空想，與前者有同等的價值。此無他，亦因其得之之法不同而已。好像元子論的宇宙觀，古希臘及古印度時已有人提出，雖然與今日科學上的元子論精粗有別，然僅就其根本思想上觀之，亦不能說是與今之元子的宇宙觀有同等價值的，因爲一則是空想，一則有嚴密的方法爲之根據。說水中有微生物，其數甚多；說人身是由無數細胞積聚而成；這些思想見解，古佛教的經典中早已提及，但卻不能視爲與近世科學上的結果是等值的。又如朱熹說，宇宙如雞卵，我們生活的大地是在這雞卵之中心；這個說法，決不能與最近科學上之有盡的宇宙觀相較；朱熹的話是很可以對的，宇宙不妨真像個雞卵，我們的大地也很可適在其中心，但他是空想而得，非若科學上之結果有方法可爲根據。此外，如地靜地動之別，在現在今科學上之某

種見解看來，亦可不辨；但這決不能說古時的地靜說可復興於今日，中世紀之摧殘科學思想者可以原諒。

一般人所驚奇於科學者，大約總是科學之結果。我們能不翼而飛翔空中，能安坐斗室之中，靜聽巴黎，倫敦的凡亞鈴獨奏，等等；這些事，在一般人看來是值得讚賞的，科學之所以可貴，科學之特別，就在這些地方。所以船堅礮利，曾引動了我們老前輩的注意，但是講到格物致知，似乎還是正心誠意爲要，西學祇可爲用，體必須求之中學。實際上，科學的結果固可利用厚生，滿足我們種種的要求；但是科學的可貴，卻不在這些結果，而在得此結果的方法。猶如甘脆肥醇，食之固美；但可貴的是烹調的方法；因爲我們得了這套烹調的方法，適口的滋味，是可層出不窮的，隨處隨時都有佳餚甘旨的材料，可供我們採用。科學方法與科學的結果亦是如此；我們有了這方法，將來新奇的結果不可限量，目前這一點算個什麼。倘祇驚奇於科學之結果，而略其得之之法，是猶徒知求飲饌之美而不講烹飪的方法，忘其根本了。

總之，科學之來源，張本與空想、神話、常識等無異；然而科學之所以爲科學者，全在他的方法。科

學之結果，很可與玄妙難信或與空想所得者相同，然而我們寧信科學，則亦因其得之之法較爲可靠。所以科學的來源，結果，都不足恃，亦無可貴之處；我們對於科學所認爲較可貴者，較可恃者，祇有科學之精神，而其表現則即爲科學之方法。

第一節 近代科學的努力

科學的發源，遠在古希臘時代，這是研究科學史者所共認的。我們這裏不能敘述科學的發達史，更不能詳述古希臘人對於自然的研究狀況及其所用的方法。有一點，我們可以注意到，就是古希臘的自然研究，多出於主觀的，美感的要求，卻很少客觀的，嚴正的態度。他們的自然觀，都是些詩意幻想，不若我們現在的專講定律。

試一溯科學思想發達史，則可見愈在前者愈不精，其所夾雜的詩意幻想亦愈多，往後看，就慢慢嚴正了。從畢達哥拉斯 (Pythagoras) 的星辰和諧觀，一直到拉普拉斯 (Laplace) 的天體力學，其間的進化，如何逐漸的擺脫幻想詩意以至於純粹定律的研究，均可歷歷看出。刻卜勒雖然發見

了他的定律，但他自身還脫不了「星辰之音樂意味。」一直到牛頓，纔把日月星球之運行歸入力學定律。現在，自然再沒有一個具科學思想的人，用審美的觀念來研究天體現象了。詩意的自然研究，不用說早已在科學思想之外，科學中沒有存在的餘地。

這個詩意的自然觀之被擯棄，審美觀念在科學上之不能存在，曾經引起許多詩人的悲哀。德國詩人席勒爾（Schiller）的希臘之神一詩，就是代表這種歎息聲，讀之宛轉悱惻，痛惜希臘時審美的自然觀，漸被近世科學定律所排擠無餘，不勝其悲哀。但是席勒爾畢竟還明白，他雖深痛惜希臘的自然觀之被擯棄，但他對於科學的嚴正方法卻絕不敢輕視，並且深為敬服，所以他後來致力於美觀之客觀的原理研究了。當他初次與歌德（Goethe）見面時，歌德會語以植物「形而上變形」（Metamorphose）之意；席勒爾即以語打斷他的話，說：「這不是經驗而是理想。」從可知明白的詩人雖然痛惜希臘的自然觀，卻還不能不承認科學之嚴正的態度。

近代的自然研究法，也就是近代科學的精神，簡單說來，是從觀察感覺下所得的現象出發，求這些千差萬殊的現象中間之深在的關係，藉此以窺見現象背後的實在至某種限度，如披爾遜所

說的感覺印象之分類目錄，實不足以盡近代科學之特徵。近代科學研究上之根本動機，在於複雜中求其整個之處，在求各殊的現象背後之同一的實在，這是無可疑的事實。所謂定律者，亦即是個別現象間所存在的必然關係；定律的發見與證實，是科學之一大目的。定律本身，不是感覺所及的，我們所能直接經驗者，祇是個別的事實，但定律亦即在此項個別現象間，為其發生之必要條件。

將感覺上所得的事實安排到普遍的定律下去，并用論理的數理的論證以為根據，并使之成為系統的融貫，這就是科學上的所謂「理論」（如電子論，分子運動論等等。）這種理論自然是假設的性質，不見得很可靠，并且常常可以更易；但與尋常的空想推度卻全然不同。所以科學上的理論，雖不能說有永久價值，卻也很可寶重。這也就因為科學理論所以成立之方法不同。

科學研究之動機，既在於複雜的現象中間求其整個的所在，所以對於感覺上所得的現象，務必一一安排入某種定律之下，且其所用定律愈為普遍，則亦愈可視為滿意。關於力及運動的定律，其普遍性可說是最大；所以近代科學的努力，是要將一切自然現象統歸到力學的定律上去；這就是近代科學上的力學的宇宙觀。雖然這個思想，以今看來將有所補充，但是大體上仍是如此；將一

切現象歸到幾條最普遍的定律上去，總是科學研究所努力的所在。赫爾姆霍斯說，物理科學的職務，在將一切自然現象歸宿到不變的與距離有關的引力或相排力（即中心力（Zentralkräfte））上去；這個職任能否達到，也就是自然可完全為我們所知道的條件。（見其力之不滅一文，一八四七年時在柏林物理學會講演。）這個說法，現在看來是陳舊了；用中心力來說明一切，已成爲歷史上的舊觀念，這是不庸說的。但這種精神，想把一切自然現象求解於幾條根本的定律，卻仍舊至今如此。中心力儘可換成「場」（*Feld*），或其他的東西，乃至將中心力化爲烏有，僅視爲空間之某種屬性亦無不可；但科學的努力總是想把一切自然現象求解於由這些「場」或其他所成的根本定律。

天文學家祇須於其方程內代入個負值，則伯里克里斯（*Pericles*）到厄匹多刺斯（*Epidarus*）時，是否值日蝕，已可知道了。同此，有個至人（理想的科學家）祇須將他的宇宙公式一討論，即可知楊朱，墨翟究竟是什麼人，馬克斯的主義在何年何月可以實行；人類是否由猿猴變來；地球上還存有幾噸煤，統統包在他的方程中了（意譯雷蒙（*Du Bois Raymond*）語）這幾句話，似乎說得

有些過分，但亦不足爲奇。如果宇宙間真有一定的定律支配，這些事并不是不可能的，祇是宇宙人生之關係太複雜，不易找到根本的線索，所以實際上終難達到這個程度；說完全不可能，這也太武斷了。晚近以來，統計的或然的宇宙觀似漸將代替嚴格的準確思想。（見魏爾（Weyl）空時，物第 二百八十七頁及其附註中所徵引勺特啟（Schottky），涅斯特（Nernst）等之文。）不過統計的或然的中間，仍有定律存在，所以在一定的限度內，我們所要求的準確仍能滿足。

總之，近代科學的努力，是在從經驗所得的現象入手，求其中間之統一的所在，藉此使我人對於現象背後所隱伏的實在，有相當的認識，并不是僅僅求簡單的描寫而已。倘然自然界中沒有定律存在，則科學根本不可能；否則雖有許多爲或然的性質，但在一定限度以內，仍能準確；所以前所述的雷蒙之意，不能說是過甚其詞。

第二節 尋常所論的科學方法

科學方法在科學上的重要，以及近代科學的努力，上兩節已略述過了。我們可以說，科學之所

以爲科學，近代科學努力所憑藉者，全是這科學方法；所以離開了科學方法，便沒有科學了。

科學方法的內容最爲繁複，最可討論，決不是一短篇內所能詳論；所以我們這裏不敢想作詳細的說明。好在尋常所講的科學方法，說明之者已不乏其書，讀者儘可參閱；所以這裏祇想於一般所論的科學方法之外，再提出一個尋常所未道及的方法，作爲其補充。

科學的方法，據尋常所論者，大概有以下的各種（見任鴻雋著科學概論）：——

- (一) 觀察
 - (二) 試驗
 - (三) 比較
 - (四) 分類
 - (五) 概推
 - (六) 假設
 - (七) 證驗
 - (八) 成律
- 事實的
- 分析的
- 綜合的

此外，還有關於其理論方面的各問題，如歸納、演繹、推度等種種（見同書。）這些方法及討論，我們這裏爲求省事起見，不再重述一道，亦不再有所補充；讀者可逕閱上述的書或其他類似的書了。但是，此外還有些科學方法，在科學上不特習用，並且是近代科學上最精的方法，卻未見提及過（至少著者未見人提及過；）這不免是萬一之漏。這裏就想補充一些；而就著者思想所及，覺得其最要者，是所謂「微積法」所以下節內即略述此法之意義。

第四節 科學上之微積法

「微積」這個概念，自然是從數學上來的；但其來源，則仍是由研究物理現象而得，卻不見得是純粹數學上的虛構（牛頓之發明微分法，純由物理的研究，這是大家所知道的。）所謂科學上之微積法者，簡單說來，就是將我們所研究的現象，析之爲極微的部分，以便精確的推演或論述；這極微的部分自然祇能於思想上設想，所以要用經驗來覆按時，又得將極微界限內的定律，化成爲經驗所及的整成的定律以驗諸事實。前者是科學上之微分法，後者是積分法，但二者必須并用，我

們總名之爲科學上之微積法。

在知道物理學的看來，這是個極習用的科學方法，可無須舉例以明；全部物理學離不了這個方法。譬如我們研究運動現象，倘然這運動是等速的，則我們可說這運動之速度是多少（自然須有單位。）但如一運動爲不等速的，則其速度每點可不同；於此，我們說這運動之速度是多少，簡直沒有意義，我們所指的速度是那一點的呢？所以在不等速運動方面，我們必須說某點的速度，而不能僅說速度了；於是即須用微分的概念，這就是上面所說的極微的部分，而此運動現象間的關係，乃成爲一微分方程了，或可說我們得一微分的定律，即前所說的極微界限內的定律。再將這微分方程演成爲整成式（經積分後所得的式。）我們即可得某種具體的關於運動現象的論斷，以與經驗上的事實相比較了。物理學全部的研究法，可說統是如此，沒有一處不用此法；所以近世的理論物理學，實際上無異一部微分方程論。我們不必舉具體的例爲之說明了。

或者說，這個方法雖爲物理學所不可少，但不必適用於其他科學，所以未必是普遍的科學方法。事實上，這個方法除了物理學以外，現在他處還不見多用。但這不足以證明這個方法之特殊性，

不能因此而說這方法是不普遍的。就這方法之性質而論，就其根本上觀之，微積法應當是很普遍的科學方法；因為在不整勻的，隨處隨時有變化的現象方面，祇須某種條件具足，不問這現象是什麼，都有應用微積法的可能性。所以在其他科學上，雖然至今還沒有多用這個方法，這或可證明這些科學之幼稚，卻不能說是這方法之不普遍。我們相信，一種科學倘要成爲精確，這個方法是不可少的。

以現狀而論，其他科學，如生物學及社會科學等，亦已間接的用到這方法了。生物學上遺傳問題之統計的研究，現在已頗有頭緒，這就是間接的應用微積法。在社會科學方面，則統計的研究亦早已有採取之者，而在經濟學上，並已有數理經濟學成立（德文數理百科全書中有數學在經濟學上之應用一篇，其中應用微分方程於經濟學上，但因冗長且較專門故不引。）雖然在這些科學上其應用不若物理學上之尋常，其結果亦還不多；但可知并不是不能應用的。微積法之爲普遍的科學方法，且爲精確研究之條件，當不能否認。

用微分間的關係表一定律，不僅能精確，並且能包括極廣。譬如研究運動現象，我們用微分方

程時，可將全部力學包入幾個微分方程；研究電磁現象，亦可將全部電學并將光學包入幾個極簡單的微分方程。這樣包羅的廣，不是用此項微分方程，即極微界限內的定律，是做不到的。我們很可以設想，將來物理學較發達時，全部物理現象，祇要幾個微分方程便可包括無遺了。生物科學及社會科學方面，至少亦有這種可能性，這也是可以設想的。

所以就思想經濟的原則上看來，微積法可說是理想的科學方法；而欲使科學上有系統的融貫，亦非這個方法不可。因此，我們簡直可以說，一種科學上倘還不能應用微分方程，這個科學就沒有走上達到真正科學的道路。

說到這裏，我們又須提及科學上描寫與解釋的問題。或者說：我們於敘述現象上既以微分方程為夠用，則事實上所謂解釋者已承認其為描寫了（見馬赫感覺之分析第二百七十六頁）。這個說法，實在不很適當。極微部分內的關係，已不是感覺所及的事實，而是思想上所構造的實際（自然不是虛構）；倘然描寫的範圍可廣至如是，則我們自然可說一切是描寫，但與尋常的意義已不同了。譬如電學上的根本方程（馬氏微分方程）我們與其說是描寫的，不如說是假設的為愈。從

這幾個根本方程推出一切電，磁，光的現象，就是用這幾個根本假設說明一切電磁光間的關係；這決不能說是純粹的描寫，更不能否認有解釋的作用在內。

並且微分方程是科學方法之一；科學有解釋現象間關係的責任，也不能因其方法而有所變更。假定微分方程是純粹描寫的，也不能因此而說科學之責任在描寫。不然，觀察，試驗等亦是科學上之重要方法，我們於是亦可說科學之責任是在觀察試驗等了。這樣，科學便沒有目的可言。

關於這個問題，可不再多論。無論如何，可知微積法是科學上之一普遍方法，並且是極精確的方法。雖然現在好多科學上還未能應用，但我們可以相信，一個科學要成爲純正的真正的科學，這個方法是不可少的。因爲尋常講科學方法的很少提及，所以我們這裏作一個補充。

此外，或者尙有其他的科學方法可再補充；但這裏姑止於此，不能深論了。

第四章 科學之範圍問題

第一節 科學與玄學

科學的努力是在從現象入手，求其間之深在的關係，并藉此窺得現象背後的實在，至一定的限度。以前，我們沒有說明這限度以何爲界；我們現在可以說，科學上所求的實在，以了解現象上所必要者爲度，並不是什麼究竟的實體，如玄學上所討論者。譬如分子，元子，電子乃至於量子等，如果我們的假設沒有錯，這些便是由現象研究上所發見的現象背後之實在。我們所指的實在，其意義即限於此。至於現象背後之究竟的實在，如康德所說的「物如」(Ding an sich)，這自然不在科學範圍以內；因爲科學的研究，始終離不了現象，所以與現象無直接關係的實體，不從現象入手的研究，這決不是科學上所有的事。

由這一點上說來，也可謂科學是有限制的。宇宙的真相如何，究竟是什麼一回事，這些問題，非科學所能解答的。在一定限度以內，科學可使我們漸漸與這些問題之解答接近，可供給我們許多關於此的材料；但最後的解答，總不在科學範圍以內，這是研究科學的人所共認的。然因此而謂科學無多價值，科學祇為實用，科學祇為描寫，科學與真理無關，則亦不明瞭科學之性質，意義，及其價值之所在了。總之，科學所努力的，是為求真理；現象背後之實在，於一定限度以內，亦為科學所求知；但宇宙究竟的實體，最後的真理，例如「物如」的問題，現象與實體之究竟關係等，這就非科學所問，非科學所能知了。

如果外界的宇宙簡直不符我們的感覺，則一切科學努力統是虛妄，統是做夢。如果我們不能對於外界的自然有所認識，或自然界中簡直沒有法則存在，則科學根本上便不可能。從可知在我們從事科學研究之先，至少已經假定了我們感覺上所得的事實，是客觀上存在的；至少我們已假定了我們對於自然能有所認識，並且自然界中有法則存在。這些假定，如果我們不採取渾朴的實在論，便不能看作自明之理；就其性質上講來，這些假定，完全是玄學的原則，不是科學範圍內事。所

以在科學成立之先，已有玄學原則假定好了。換言之，我們肯定「科學是可能的，」這便是個玄學的原則。因此，我們不能不承認玄學有存在的必要，科學自有其一定的範圍。

在第二章內，我們曾指出科學之基本上有玄學的成分；其例便是因果律。科學上這些玄學成分之研究，不是科學本身所及；其探討是玄學範圍內事。所以科學背後不能不有個玄學。

總之，宇宙的究竟，最後的真理，非科學所能知所能論；科學之可能，已先有玄學原則爲之假定；科學的基本成分中亦離不了玄學的元素。所以科學的努力，祇能在一定範圍以內；科學自有其限制。科學上最後的問題，科學之最後的基本，統是玄學範圍內事。科學固不少，科學背後之玄學亦同樣的不可少。

然而一般科學家談起「玄學」兩個字，總是怒髮衝冠，疾首痛心，一若科學與玄學勢不兩立者然。談玄學者說到科學，亦必蹙額視之爲目中釘。如果科學者能明白科學之性質及其根本所在，何致這樣的痛恨玄學；玄學者能了解科學，亦何致視之爲障礙。科學與玄學的論戰，現在已成爲歷史的事蹟；質言之，不過是過去時代的皮毛科學與過去時代的假玄學，神學論戰而已。我們現在的

科學，已離開了武斷時期。而自康德以來，玄學的研究法，亦已脫去一切神學宗教的氣味；科學與玄學間的界限已很明白，其範圍已劃清，還有什麼不相容，還有什麼論戰？

第一節 科學與數學

前章論科學方法內，已指出數學在科學上之重要；我們可以說一種科學上倘還不能應用數學，則此科學必還沒有成熟。這個問題，我們不再詳細討論。但數學為一切科學之基本，則近年以來似為一般科學家所公認的了。

不過一般人常常把數學亦視為科學之一。就科學之廣義言之，本來沒有什麼不可。但如科學的意義，如我們向來所認定者，即從現象入手。求其間之關係及背後的實在，則數學決不是科學，不能與一般科學同語。數學的來源，固然亦有待於現象及生活的需要，與其他科學同；譬如幾何學，原由古時量地術發生出來，幾何學亦確能供給我們量地之術；但誰能說幾何學總還是量地的性質？數學之性質，根本上與科學不同。科學離不了外界的現象，數學則無須乎此，祇要概念及定義

够了。至於數學的公理，則為我們思想的法則，或天生的純粹直觀 (reine Anschauung) (用康德語) 初不待於現象，而且亦是其他科學上所同用的基本，不必為數學所獨有。科學既離不了現象界，所以科學上的論斷及結果，一切都是關於外界的；數學則并不涉及外界。因之，科學上的定律，無論如何普遍，縱然能適用到外界之一切現象，卻總不及數學定律之可更普遍；因為數學定律并不以外界為限，凡能應用其概念定義并適合其條件者，無論何處均可應用上去。科學上的定律，容有修改之可能；科學上的真理，亦含有軟性。但是數學上的定律與真理，卻可說是真絕對的；祇要所設的條件相合，其論斷決不能容有相對。普遍與絕對，科學決比不上數學。

潘加勒 (H. Poincaré) 說：「要將自然定律表出來，我們必須有一種特殊的語言，因為我們尋常的語言太不準確，太缺乏，不足以表其間之準確，豐富，及幾微的關係。物理學者之不能缺少數學，這是第一個理由；因為惟數學能供給這一套適用的語言。」但數學的功用，自還不止此，所以潘氏又說：「自然人祇知有粗魯的相似，為感覺上所能得到者，如色與聲方面的。至於光與放射的熱，說是有關連，這是想不到的。然則能使我們認識目所不能見祇有理智能想像到的這種甚深的相

似者是什麼？這便是數學的精神……簡言之，數學對於物理，不當祇助其計算若干常數或求若干微分方程之積分；數學應當助物理學認識事實背後所伏之和諧性，并給予其新的觀點以研究之。」（見潘氏所著科學之價值第二篇第五章第二節。）

潘加勒這一段話，說明物理學之如何有賴於數學，實在可應用至一切科學。潘氏的意思，固然說數學是科學之最好的工具，是科學研究上最好的方法。但是，數學的定律既可應用於自然現象上，這便是證明自然現象服從數學的定律。所以我們可說數學是自然研究之基礎，是科學之基本。數學非為科學，其普遍性絕對性亦迥非科學所及。數學之於科學，可說是最好的工具，最好的方法，亦可說是其基本。科學與數學之分別，於此已可知其大概了。至於數學究竟是什麼？那是另一問題，非這裏所能論。

數學與玄學之範圍自亦各不相同。數學之基本問題，數學何以可能，這亦是玄學範圍內事。就這一點上看來，數學與科學相同，一樣的須有玄學原則為之基礎。所以數學雖較科學為純粹，但其範圍亦有限制，仍不能離開玄學。關於這個問題，這裏自不能深論了。

第二節 科學與道德問題

我們常常聽人說，自科學發達，「物質文明」進步，而人間之道德，乃益以墮落了。近來世變日劇，全地球統布滿着兇惡的空氣，於是有心世道者，推求其本，每每歸罪於科學之發達；這種思想，各處都可以看見；所謂「精神文明」，「歸於自然」等種種呼聲，盡是厭棄科學的表現。

這種思想，不庸說，是膚淺的見解；道德的墮落，罪惡的增加，這些全是社會組織的問題，並不是什麼科學發達的必然結果。我們或可以說，近代科學的發達比較上快了，社會的進化太遲了，以致社會組織不能跟上科學的發達，因而發生弊病。所以救濟的方法，是在使社會進步加快，卻不在將科學退後。這一點，稍知近代社會思想的人，都能明白，無須多論。

科學之目的，只在追求真理；一切生活上的進步，雖然受科學之賜，但這些祇是科學之副產物，并不足視為科學之真正的可寶處。所以，說科學能使道德墮落生活退化者，固是錯誤的見解；因科學能使生活進步而歌頌科學者，亦未盡科學之真義，不明科學之價值。

科學祇是求真；什麼是美，什麼是善，這些問題，并非科學範圍內事。前章內已提及過，古希臘之自然研究，所以不能上近世科學之道路者，就是因為美感的幻想，把一切理智都蒙蔽了。倘然把善惡的觀念用入自然研究，結果必產生宗教，科學從此不會出頭了。

科學固不會使道德墮落，但他方面，科學亦不能增加道德，替道德信條建築基礎。潘加勒說得好：「不道德的科學是沒有的，科學的道德也是沒有的。」（見科學之價值引言。）這個理由很明白。支配人類行為的定律，即道德定律，與科學上的定律完全是兩回不同的事。科學上的定律，其形式統是「是如此，」或「不是如此；」道德定律的形式，則為「該如此，」或「不該如此。」一個是論「是，」「不是；」一個則講「該，」「不該。」就文法上的語態講來，科學定律統是表示的（Indicative），道德定律則為命令的（Imperative）。所以科學定律與道德定律是截然不同的兩回事；論理上無論如何，不能使這兩種不同的定律發生包含的關係；我們不能由科學定律推得道德定律，亦不能由道德定律推得科學定律（參觀潘加勒，科學與道德一文，在最後思想（Dernières Pensées）一書內。）

但是近來往往有人想從科學定律上推出道德定律，想替道德定律築一個科學的基礎，這實在是個錯誤的見解。假定科學上完全證明了「天演競爭」是進化之原因，我們卻不能由此推得一個道德定律，說我們該從事於競爭。從「強者能壓迫弱者」的定律上，無論如何不能推得「強者該壓迫弱者」的定律。物理學上雖然指出能力有分散的傾向，熱必然減少（熱學上第一定律），但從這個定律裏，并不能推出「我們應該節省用能力」的道德定律。所以根據科學的道德定律是不可能的，人類的行為標準，不能自科學定律上推得。（參觀朱言鈞著理性批評的哲學家納爾孫。）

說到這裏，我們又想到一個錯誤的見解，現在卻極流行；這就是社會革命的應當問題。一般人總以為馬克斯學說替社會革命樹立了一個科學的根據，可證明其為應當，因為前者指出了資本主義之必然的破壞。其實，這全是兩回事。資本主義之該打倒，我們該起來作社會革命，這是「該」的問題，是人類行為的問題，屬於道德定律的範圍內。資本主義之必破壞，社會革命之必發生，這是「是」的問題，是科學範圍內事。「該」的定律，決不能從「是」的定律推論而得，這話前已講過；

所以資本主義之必然破壞，祇能增加我們對於前途的希望，卻不能決定我們行爲的標準。「我們該起來革命，」這句話祇須有道德上的根據就够了，並不須科學的定律爲之根據，亦不能有科學的定律爲之根據。這問題，自亦不能多論了。

科學不會使道德墮落，亦不能替道德信條樹立基礎。科學與道德，完全是不同範圍內的事，不能互相混淆。我們可以用嚴密的方法來建設一個道德的學，或者說倫理學，以定人類行爲的標準；但其基礎則與科學不同，其性質亦與科學迥異。道德學或倫理學倘能成立，必與科學互相獨立的，決不能附屬或根據科學。

第四節 科學之分類問題

以上數節內，把科學所及的範圍，略略說明了。對於明瞭科學之性質，或可更有所補助。附帶的我們又想到一問題，關於各別科學之範圍者；這就是科學之分類問題。

科學分類這件事，本來沒有什麼意思，並沒有討論的價值。科學的類別，彼此間的關係，這完全

是現成的事實；爲之強立世系表，實在可說無意義。古代的自然研究，科學在萌芽的時候，自然沒有什麼類可分。近來因爲研究的對象趨於特殊，於是有種種科學之分。但這種分開，並不是固定的，祇是暫時的方便。誰能說化學不會併入物理學，生理學不會併入化學，生物研究總不能屬物理學的範圍，因而各別科學的界限終不能化除？誰能說將來不會祇有一種科學，一切無機有機乃至社會現象統歸在一起呢？又誰能說現在所認爲整個的科學，不會分裂成爲若干科學呢？

然而科學分類的問題，竟然成爲哲學上的討論點，各家都創有分類，並且引起許多爭論，好像很重要的事。看來，實在沒有多的意義，不過各人借此題目，發揮些議論罷了。

孔德 (Comte) 以前的分類，現在沒有再提及的必要；那祇是些幼稚的科學觀是了。孔德的分類，是杜撰科學世系，斯賓塞 (H. Spencer) 早就不滿意他。但斯氏自己，卻仍強造了個系統；他知道力學比天文學要抽象些，但卻與化學同等，這是很可怪的；科學的分成抽象，抽象而具體，具體三大類，實在不能說是妥當。不過在斯氏時代，科學還甚幼稚，我們亦可不再深論。近年來科學的範圍稍擴大，爲科學作新分類者又不乏其人，如披爾遜，馮德 (W. Wundt) 等；而德國的所謂西南學派

〔文逮邦 (Windelband), 李凱德 (Rickert) 等〕則對此問題,尤感興趣。披爾遜除了羅列科學別之爲類外,并想有所溝通;他的「應用數學」就是爲溝通抽象科學與具體科學;但實際上,豈特應用數學介於抽象與具體之間,可溝通抽象與具體;論理學亦何莫不然?不是一切科學統須應用論理學,因而我們亦可設「應用論理學」一名以爲溝通嗎?至於馮德的分類,那更是製造好了一副模型,隨便的填入幾種科學就是了。我們這裏,不想再討論了。

總括說來,這些所謂科學的分類,都是各個人對於科學的一種設計;既不完備,又多牽強,實在沒有多的價值。本來這件事無多意義,把他作一個重要的論點,對此發揮些議論,實在沒有必要。

如果將來外界現象的研究能成爲一整個的,則現在各種科學間的界限統可消除;也許會有這一天,我們祇有一個科學,一切有機無機的研究,合成一起了。如是,我們所有的研究,可大別之爲以下數種:

(一) 科學上及其他學上一切最高原則之討探:玄學。

(二) 科學上及其他學上所須公理之論述:公理學 (Axiomatik)。

(三) 論理學。

(四) 數學。

} 此二者亦可併為一學。

(五) 科學。

(六) 倫理學或道德學。

觀此，可知科學不過是我們的研究中之已；科學以外尚可有種種研究，或與科學並立，或則在科學之基本。也許此外尚可有其他種的研究，我們未曾提及；好在我們不想預造研究計劃或研究世系表，所以這個問題也無須多論了。

交通大學圖書館珍藏
CHIAO-TUNG UNIVERSITY LIBRARY

百小叢書
科學概論

此書有著作權翻印必究

中華民國二十年八月初版

每册定價大洋貳角

外埠酌加運費匯費

著作者 鄭太

編輯主幹 王雲

發行人 王雲

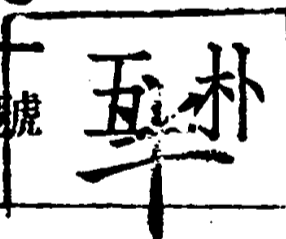
上海寶山路五〇號

印刷所

上海寶山路
商務印書館

發行所

上海及各埠
商務印書館



Universal Library

INTRODUCTION TO SCIENCE

BY CHENG TAI PO

EDITED BY Y. W. WONG

PUBLISHED BY Y. W. WONG

1st ed., Aug., 1931

Price: \$0.20, postage extra

THE COMMERCIAL PRESS, LTD., SHANGHAI

All Rights Reserved

二六三八分

