

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學與方法

潘加勒著

鄭太朴譯

商務印書館發行



法方與學科

著勒加潘
譯朴太鄭

著名界世譯漢

編主五雲王
庫文有萬
種千一集一第
法方與學科
譯朴太鄭 著勒加潘

路南河海上
五雲王 人行發
路南河海上
館書印務商 所刷印
埠各及海上
館書印務商 所行發
版初月二十年二十二國民華中

究必印翻橋作著有書此

The Complete Library
Edited by
Y. W. WONG

WISSENSCHAFT UND METHODE
BY HENRI POINCARÉ.

TRANSLATED BY CHENG TAI PO
PUBLISHED BY Y. W. WONG
THE COMMERCIAL PRESS, LTD.
Shanghai, China

1933

All Rights Reserved

目錄

引言	一
第一卷 學者與科學	五
第一章 事實之選擇	五
第二章 數學之將來	一六
第三章 數學的發明	三八
第四章 機遇	五六
第二卷 數學的推理法	八七
第一章 空間之相對性	八七
第二章 數學的定義與教學法	一一一
第三章 數學與邏輯	一三八

第四章 新邏輯……………一五七

第五章 邏輯學者之最新的著作……………一七六

第三卷 新力學……………一九九

第一章 力學與鏡……………一九九

第二章 力學與光學……………二一三

第三章 新力學與天文學……………二三四

第四卷 天文學……………二五一

第一章 銀河與氣體理論……………二五一

第二章 法國之測地學……………二六八

總結……………二八一

科學與方法

引言

本書內所輯諸文，均多少涉及科學方法論上之問題。科學之方法，不外觀察與實驗，故如學者能有無限多之時間，則吾人祇須請其「觀看，善為觀看」即可。無如人之時間有限，既不能將一切盡觀看而善為觀看之，且不善之觀看，往往較之不觀看尤差，則不能不有選擇之方矣。於是問題之最先發生者，即當如何選擇之？物理學者之無可逃避此問題，亦猶歷史學者，即數學者亦然，故其所遵循之原則，亦多相似。學者之求與此項原則相適應，實有非意願所能為力者，故吾人不必對此加以深思，已不難預料將來之數學，當若何形成也。

吾人倘一觀察正在工作時之學者，則此種情形必可益以明瞭。科學的發明方面之心理的機

括，吾人須先知之，數學的發明方面者尤要，故心理學者苟能對於數學家之工作方法作一觀察，所得當必甚多。

凡以觀察爲根據之科學，必須計及由於感覺及器械之不精所發生之差誤。所幸者，吾人可假定此項差誤在或種條件下，得部分的相抵，故所觀察的量，取其平均值時，差誤均可消去。相抵之可能，則在於機遇。然所謂機遇者，其意義究者何，則其概念殊不易明，自更難爲之作一定義矣。惟此概念對於研究者爲不可少之事，則在觀察之差誤上已可見，吾人適已言之。然則此難以捉摸而又不可少之概念，必當有一定義，此定義又須儘求其精確，蓋不待言者。

此項普通之識語，對於任何科學均所適用。例如就數學的發明言之，此方面之機括，實與一般的發明機括無甚相異。餘如關於某種特殊科學之問題，亦當一研究之，而首先所欲論者，則爲關於純粹數學之問題。

在專論數學之諸章內，必須一及較抽象之對象。其將首先提出者，則爲空間之概念。空間相對之義，蓋已盡人皆知，或盡人能言之。然在思想上，仍不免將其視爲絕對者，實繁有徒。苟稍一思之，則

由絕對空間之假定所發生之矛盾，不難立即見及也。

科學之教學問題，尤關重要，且不僅就其本身而言，爲一要事，就他方面觀之，尤有足注意者。吾人試一考慮，如何可使青年學子了解各種新概念，則必隨即一究此項概念之真正的來源，即其真正的性質，以及吾人之祖先，何由而得之。彼學者所作之定義，何以大多學生均不克了解，而須以其他者代之？此種問題，將於下章內論之，其所得解決，對於探討科學邏輯之哲學者，必能有所啓發。

數學家之中，頗有以爲全部數學，可歸納於形式論理上之定律者，爲此目的所犧牲之勞力，至足驚人，且爲達到其目的計，不惜將吾人觀念發生上之歷史的程序，曲爲倒置之，以無限解釋有限。本書內對於此種努力，將指出其根本錯誤之所在，凡不以成見研究此問題者，當均能同意之。專論此問題之各章，自較枯澀，但望讀者能明其重要，則當可相諒及此矣。

末後之數章，係關於天文者，較爲易讀。

力學至於今日，似有根本改造之勢。其中之概念，向所視爲不可動搖者，今已漸爲大膽的新概念所代。吾人對此，固尙不能因其新而即採取之，但將各學說作一明白之敘述，要亦極有興趣之事。

故於後章內及之。於此歷史的發展，尤所深切注意，蓋如不明其逐漸發生之由來，則此新概念，必將視爲可異者矣。

天文之於吾人，尤爲一絕大之幕劇，其所提於吾人之大問題甚多。欲將實驗之方法，直接施用於此，殊難作此思想，蓋吾人所有之實驗室，規模太小，不足爲此用也。然實驗室中所可研究之現象，亦有與之相類者，則對於天文學者，至少可示以方針。例如銀河之系統，係由極多之太陽所成，初觀之，其運動似純爲隨便者。然吾人豈不能將此太陽所成之系統，與氣體分子所成之系統相較耶？此後者之屬性，吾人已由氣體之分子運動論知之。如是，經一表面上之周折後，物理學者之方法，大可有功於天文學者。本書之末，并略述法國方面測地學之歷史的發展，以明測地學者之費卻幾許苦心，若何耐久，并須蒙若何之危險，乃有今日關於地形之些微知識。然則斯亦一方法之問題耶？此則自無可疑，蓋此歷史所昭示於吾人者，在重大之科學工作方面，固須有時間及精神爲之犧牲，而欲於所測之量上，作極少之新進步，則尤須有謹慎之方法也。

第一卷 學者與科學

第一章 事實之選擇

託爾斯泰曾於某處說明其不以「爲科學而科學」爲然之故。蓋事實之多，幾於無限，吾人欲盡識其一切，斷不可能。如是，吾人必須於其中作一選擇。然則選擇之標準，真當如託氏所譏，直卽隨知識慾之所好而爲之乎？苟以有用或無用定捨取，卽是以實用的要求，尤以道德的要求爲標準，豈不更佳？除計數地球上寄生於植物之昆蟲外，吾人遂無其他更佳之事可爲乎？

託氏之所謂有用者，其意義自與貿利商人及多數人之所謂有用，迥不相同，此無待言者。工業上之應用，電之神奇，與夫汽車之疾馳，不特非託氏所介意，且正爲其所疾視，以爲是皆有害於道德上之進步者。在託氏觀之，苟能有以改善人類，斯則真爲有用者矣。

以予觀之，無論此一理想或彼一理想，均難滿意。彼孳孳爲利之事，固非所願，但僅以唾面自乾之溫良，爲德謨克拉西之美德者，亦難贊同。苟有此種世界，則其中之有學養者，必皆無有知識慾而後可。於是此種人對於所受刺激，均將熟視若無觀，吾料其不致爲疾病所侵，而將老死於沈悶也。然此均爲各人之嗜好，故不欲深論之。

但此問題則依然未曾解決，遲早均須引起吾人之注意。苟吾人之選擇，僅以與致所在或直接的用處爲標準，則自無所謂「爲科學而科學」，馴至將無有科學可言矣。是果可乎？選擇之必要，斯已無可爭論者。事實之神速，尤非吾人所能及，雖欲竭全力以把握之，終不可能。當學者發見一事實時，其體內每一立方糵中，已有萬萬之事實經過。故欲將自然界包入科學之內，是不啻欲將全體強入於部分也。

然學者之見解，則深信事實有秩序可尋，故可於其間作理智的選擇。科學之能成立，必須先有此項選擇，而事實上既已有科學存在，則此種見解，自足徵其無誤。吾人祇須張目一觀，卽不難見工業上之種種新穎事物，雖爲實用家所創作，但如世間祇有實用家，無有不介意於實用之呆人，則此

項新穎事物者，又何從而來，彼呆人之心目中，固未嘗一想及實際上之應用，然謂其僅爲興致所支配，則又未能盡其實情矣。

如是則此種呆人者，實爲後人節省不少思想之勞，誠如馬哈（Mach）所言。其立求實際應用之人，對後世不能有所遺留，苟實際上有新要求發生時，除從新開始而外，恐無他道。然人類中之大部分，均不喜多事思想，而斯則或亦爲相宜之事，蓋本能能爲人導，且往往較之理性之導智性，尤爲得宜，至少於追求直接之目標或反覆追求同一之目標時，當較相宜。但本能不外常例，故如不經思想之冶鑄，則人類之能有進步者幾希，行見其無異於蜂蟻耳。然則彼不喜思想者，當必有爲之思想者而後可，而因不喜思想者居多數，則吾人之思想，又必每一均能有用可用，且須用處愈多愈妙，此所以定律愈普遍，則其價值亦愈大也。

吾人之當如何選擇，於是可由此以知之。事實之最有價值者，其用及之次數必最多，亦卽爲常可復現之事。幸而吾人所生於其內之世界，其中亦確有此種事實存在。今如假定吾人所有之化學元素，爲數不止六十，而有六百萬萬之多，其中一部分爲廣布，一部分爲稀有者，但其分配均極平均，

則吾人每檢得一新石塊而欲作其分析時，此石塊之爲未知的質量所構成，其可能性極大，凡由其他石塊所得之知識，於此均不必適用。於是吾人每見一新對象，即與嬰孩之對於外物無異，除吾人之興致及要求外，將別無遵循之標準。在此種世界內，斷不能有科學產生，甚且不能有思想，乃至於生活，蓋其中無有何種發展，能養成保持之衝動也。幸而天公不以此相待，吾人所有之元素，其數甚有限，於是乃如世上之其他好事然，吾人對之，每習焉而不覺，未嘗一重視之。又如生物學者祇能從事於個體，而不能研究及種類，且無有遺傳之事，使子孫與祖先相似，則其棘手當如何，亦不難推想而知。

然則何種事實，吾人可最望其復現者？凡簡單之事實，自可望其如此，蓋在複雜之事實方面，其無數多之條件，所由以湊合者，不外一機遇，希望此機遇屢將此項條件湊合，以造成此事實之復現，其可能性實小。但所謂簡單事實者，究竟有無，如有，吾人又當如何認識之？又如吾人所視爲簡單之事實，安知其非爲極複雜者？從可知吾人所能爲者，不外選取似爲簡單之事實，以與一望可知其爲複雜，不難立即分判其不相似之元素者相別而已。於是吾人祇有二種可能性，一則此項事實確爲

簡單，一則此項事實之元素密切混合，已成爲不可分開。倘爲前者，則吾人可望屢復遇見簡單之事實，無論就其全部簡單性，或爲屬於一複雜的全體之元素。倘爲後者，則密切的混合，較之可分開的混合，其復現之希望亦較多，機遇可同混，但不能分解，而如欲由種類不同之元素，構成一整齊之事物，其中各元素尙可分開，則必有特殊之構造而後可。然如一種混合內，其各元素均可分開，則其復現之或然性較少，反之，倘混合之法，一望卽見爲均勻者，其重再構成之可能性卽較多。因之，似爲簡單之事實，雖實際上不必真簡單，然每較實在簡單之事實，尤易爲機遇所湊合。

學者本能的所取之方法，於是得其理由，而因極多之事實，以其爲吾人所習見，每以簡單視之，故此項方法復多得一層理由。

然簡單之事實，又當於何處求之？有二個極端，學者每於其內求之者，其一爲無限大，其他則無限小是也。因星球間之距離如是其遠，使吾人可將個別之星球視爲一點，其間所有質量上之差別，不復可見，而點則較之具有形狀及屬性之體爲簡單，於是天文學者乃獲得簡單之事實矣。物理學者之方法，則將物體於思想上分解之成爲無限小之部分，而研究此項極小部分方面之現象，蓋間

題上之諸條件，由物體之一點至於他點時，其變化漸而續，故在極小一立方之內部，不妨將其視為不變者。

生物學者亦循其本能之所向，以細胞為較有趣味，故不從事於整個之動物，而從事於此，其所得結果，亦復使其深信所用方法之無誤，蓋細胞屬於各種器官，故較之各器官之本身間，多相似之處，至少對於能認識其相似者為然，然社會學者之事，則不如是之易，而多棘手。其所從事之元素，即社會上之人，太多不相似之處，各別太甚，一言以蔽之，則太複雜而已。世界史上之事實，莫由重再循環，則社會學者將於何處求有趣味之事實，即事實之能復現者耶？科學之方法，適在於選擇事實，如是則首先須從事者，在發明方法，蓋方法不能自己產生，故多由人所發明。社會學上之每一定理，可為一新方法，而每一新興之學者，對於前人之定理，輒有所顧慮，於是社會學乃成為方法最多，結果最少之學。

如是，吾人必須自有規則之事實開始。但定律一經確定後，則按照定律而進展之事實，即成為不足注意，蓋已不能由此以得若何新事物也。於是不屬於定律之例外，乃轉成為重要之事，因而吾

人亦不再從事於追求相似，而注重於差別，其尤爲顯然者，尤足爲吾人所首先選擇，此則不獨因其特爲顯明，亦緣吾人可由之以增加見聞。試舉一簡單之例，以說明斯意。今欲觀察若干點，以作一曲線，則以直卽應用爲目標之實用家，其觀察僅以某項目的所需之點爲限。然此項點之分配於曲線上，可爲殊不順利者，在某處可堆積甚多，而在某處則不多見，故欲用一連續之線將其連結之，殊不可能，因而此項點對於其他方面，不能有所應用。然以求理爲旨歸之學者，則其方法異於是，其目的既在研究此曲線，故所欲觀察之點，務必有意義的分配之，迨至得有若干點後，卽用一有規則之線連結之，因而可由此以知曲線之全部。然則其實施之方法如何？當其確定曲線上甚遠之點後，卽轉而注意曲線之他端，不限於前者之附近。再則約略取其中間之點，等等。

定律既經確立，則首先須求者，爲預可料其不適用此定律之事例。天文上之事實以及地質方面之經過，乃成爲有趣味之事，蓋當涉及甚遠之空間，回溯悠邈之年代時，吾人所有之定律，可完全推翻。此種根本之變動，可使吾人對於近身之小變化，屬於吾人所身處其中渺小之宇宙部分內者，得較爲明瞭之。此項遙遠之對象，本少涉及，今既與之一周旋，則於認識此渺小之宇宙部分上，殊有

所助也。

於是吾人所當注意者，不僅在確定其相似與差別，尤當多置重於隱微之整齊性，於表面上似頗不同之差異中尋求之。各個之定律，初觀之似不相一致，但如詳為觀察，則知其就一般而言，實為相等者。蓋以內容言，此各定律固不相同，然將其諸部分整列之，則形式上即多相似也。試由此方面出發觀察之，即可知其能如何擴充，以包括一切。某項事實之價值，亦由此決定之。此種事實者，可構成一全體，并指出其能如何代表其他已知之總體。

關於此層，可不再深論，然由此已足見學者之選擇其所欲觀察之事實，未嘗隨便為之。其計數寄生於植物上之昆蟲，并非如託爾斯泰所謂緣於此項動物之數目，可為有味的變化之對象，姑不問動物之本身，吾人對之有若何大之興趣也。學者之努力，實欲將甚多之經驗與思想，總括於一小冊內，故物理學教科書之篇幅雖少，而其中所包羅者，則除實際上已經施行之實驗外，尚有萬倍多之可能的實驗，其結果不難預見之。

然以上所論者，僅為問題之一面。學者之研究自然，非因其有用，而因樂悅之，其所以樂悅之者