

萬有文庫

第一種
編主

圖書館藏

科學與方法

潘加勒著
鄭太朴譯

華東軍區軍事政治大學

圖書館

第一總隊政治部

商務印書館發行

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，善爲觀看』即可。無如人之時間有限，既不能將一切盡觀看而善爲觀看之，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，實有非意願所能爲力者，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，其意義究若何，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，所犧牲之努力，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，大可有助於天文學者。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。

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

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	力學與銑·····	一九九
-----	-----------	-----

第二章	力學與光學·····	二二三
-----	------------	-----

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，善爲觀看」即可。無如人之時間有限，既不能將一切盡觀看而善爲觀看之，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，實有非意願所能爲力者，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，其意義究若何，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，則必隨卽一究此項概念之真正的來源，卽其真正的性質，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，固尙不能因其新而卽採取之，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，大可有助於天文學者。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，僅以興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，雖欲竭全力以把捉之，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，其中各元素尚可分開，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，一望即見爲均勻者，其重再構成之可能性即較多。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，蓋問