

尚志學會叢書

科學之價值

商務印書館發行

尚志學會叢書

潘加勒著
文元模譯

科學之價值

商務印書館發行

科學之價值目次

緒論·····	一
第一篇 數學的科學·····	九
第一章 數學之直觀與論理·····	九
第二章 時間之測定·····	二七
第三章 空間之概念·····	四七
第四章 空間與其三次元性·····	七四
第二篇 物理的科學·····	一〇七
第五章 解析與物理學·····	一〇七
第六章 天文學·····	一二一

第七章	數學的物理學之歷史·····	一三一
第八章	數學的物理學現今之危機·····	一三八
第九章	數學的物理學之將來·····	一五二
第三篇	科學之客觀的價值·····	一六二
第十章	科學果人爲乎·····	一六二
第十一章	科學與實在·····	一九〇
附錄	潘加勒之哲學思想大要·····	二一三

科學之價值

緒論

人生之目的，在求真理。捨是之外，更無他物足以值吾人之追求者。凡人莫不力求減少人生之痛苦，此固無可容疑。然果何爲而求是乎？消除痛苦，不過消極的理想而已。世界一日不滅，痛苦終無有已時也。吾人所以常欲使人類解脫物質之煩惱者，無非爲研究真理，不得不先恢復自由耳。

然真理有時足令人驚懼。其顯也暫，其隱也久。盡力窮追，終不能得。故希臘學者亞里斯多德 (Aristotle) 之流有言曰：『欲有所爲，當先知止。』 (αὐτοὶ οὐκ ὄντες) 誠以真理可望而不可即，過事

追求，反足以爲實行之阻礙故也。且吾人既知真理常可畏，又常覺幻想之可恃，遂至疑及慰藉吾人鼓舞吾人者，不在真理，反在幻想。然試思幻想一旦消滅，吾人猶能發奮爲雄，毫不失望乎？譬諸受羈劣馬，苟去其蔽眼之物，當不復肯前驅。吾人行事，亦猶是焉。眼前過明，心內將愈怯也。不寧惟是，吾人欲求真理，須完全獨立，不受他人之牽制。然苟欲有所爲，又須與人團結，其力始強。多數之人所以畏懼真理，視之爲使人柔弱之原因，亦由於此。然吾人不當因此而生畏也。宇宙一切尙有美於真理者乎？

此處所謂真理，專就科學的真理言。然道德的真理，亦可得而並論。余爲是言，讀者或將有疑者曰：道德的真理，由感覺來；科學的真理，由證驗來；二者判然各別，安能以同名括之乎？

然余以爲此二者名雖不同，實有不可分之理由在。凡愛其一者必愛其二，一也。無論吾人欲發見科學的真理，或欲發見道德的真理，皆須誠意正心，不持成見，不挾私情始可，二也。一旦發見，無論其真理爲道德的，或科學的，其與吾人之歡樂皆同；且當認識之初，二者同放光明，苟非盲目，無不能見，三也。且此二種真理，皆變動不居，方引吾人至前，忽又離吾人而遠去，遂使追求之者，奔

馳不已，永不知有休息之一日，四也。

猶有不能已於言者，二者之中，凡畏其一者亦必畏其二。蓋此等人對於一切事物常以其結果繫懷故也。約而言之，無論對於此二真理爲愛爲畏，其愛之或畏之之原因皆同。余所以相提並論，亦由是故。

假使吾人不以道德的真理爲可畏，吾人亦不當畏科學的真理。尤當注意者，科學的真理，決不能與道德的真理相矛盾是也。蓋道德與科學，各有其領土，雖相接而不相犯。道德示吾人以努力之目的，科學則教吾人以達其目的之方法。二者既不同道，自不能相牴觸。世固無科學的道德，亦安有反道德之科學哉？

雖然，世人往往以科學爲可畏者，何也？曰：科學不能與吾人以幸福故。科學誠不能與吾人以幸福，然不知科學之禽獸，其所感之痛苦，果較人類更爲少耶？假令吾人與禽獸無異，不知有死，即能因此而視地上爲長生之天國乎？吾人誤餐禁果，致惹起無限之糾纏，然不能以生涯之艱苦，並忘禁果之甘芳也。若有疑吾言者，直謂由明而盲之人，不思光之恩惠可矣。人或未能因科學而得

幸福，假使並今日之科學而失之，人類之不幸，恐更有甚於今日者。

假定真理爲足值吾人追求之惟一目的，吾人果能達此目的乎？是誠不能無疑。曾讀余所著科學與假說 (*La Science et l'Hypothèse*) 一書者，當已早知余之見解。一瞥即逝之真理，決非大多數人之所謂真理。若然，則吾人欲求真理之一片熱誠，終成空想已乎？抑尚有方法可以與之相近乎？是不可不思也。

夫欲解決此問題，將用何方法乎？人類之智力（狹義言之，學者之智力）有限，宇宙之事物無限，吾人其能以有限之智力隨無限之事物耶？論此問題，雖連篇累幅，亦不能罄。余於本書，但提要言之而已。數學家之精神之不同於物理學家或自然科學家之精神，盡人而知之。然數學家中心亦不能自相一致；謹守整嚴之論理，不敢少放者有之；惟憑直觀 (*Intuition*) 爲發見之惟一泉源者有之。吾人對於真理不信之因，此或亦居其一。數學之定理，自種種相異之精神視之，仍爲同物乎？人人各得其解之真理，依然可謂之真理乎？然更細思之，研究者之精神雖異，而其所成之事業則一。且其事業若無此等精神各自不同之學者通力合作，終不能有成就之希望。吾人觀此，心

亦可以少安矣。

更就時間與空間而論之。時間與空間，本爲吾人容納自然現象之套框 (cadre)，其價值全爲相對的；余著科學與假說中，已言之矣。自然初未嘗以此套框強吾人，乃吾人因其便利，故強納自然於其中，此義余亦曾道及。惟余前書僅說明量的空間，即構成幾何學之數學的關係，未嘗言及時間與空間相類，性的空間之狀況，與量的空間亦同。且未嘗問及吾人究爲何而必與空間以三次元 (trois dimensions) 也。故余於此更將此等重要問題反覆詳論之。

夫數學的解析，執此等空虛之套框爲研究之主要對象，寧非一種無關實際之精神的遊戲乎？若數學不過供給物理學者一種便利之言語，則數學之用亦甚無味，苟不得已，雖棄之亦無妨。不寧惟是，且此強造之言語，適足以爲實在界與物理學者之障礙而已。然數學非如是也。苟無數學的言語，事物之密切關係，大抵將爲吾人所不能知。且世界之內和的諧即惟一之真實在，吾人所以能知此者，亦莫不借數學之力。此事後當更論之。

代表此內的和諧最善之名即法則。法則實近代人類思想之一大產物也。卽在今日之民族，

猶有常生活於不可思議之中，而毫不以爲怪者。然吾人每觀自然之整齊，則不禁驚異之情油然而生矣。人常求神顯靈，欲借其靈蹟之奇，而認識神之存在，豈知無靈之處卽是真靈，無奇之處乃是大奇乎？世界之所以能如是和諧，吾人雖不知其故，然實可謂神已。若自然爲任意之物所左右，吾人何從得知其非偶然耶？

吾人發見自然之法則，起源於星學。星學之偉大，不在其所論對象之壯美，實在其發見之勝利。

由此觀之，天體力學爲數學的物理學最初之模範者，當然之理也。然其後數學的物理學發達無已，輒近更有一日千里之勢，故余於一九〇〇年科學與假說中特設二章敘述之概論。今不數年，而應修改之處已數見。一九〇四年，余在聖路易萬國博覽會講演，曾欲一一尋其進步之跡。研究之成績，行當爲讀者言之。

科學愈進步，則昔日視爲根本之原理，亦漸動搖。長此以往，今日以爲確不可移者，終必有顛覆之一日。然此危亡非決無可挽回也。縱令舊物不能全存，變態之物，必將繼之而起。科學之進步，

非如改造都市，可以盡毀其舊家，而別建新屋以易之也。惟動物形體之進化可以擬之。雖發展至若干傳後，自練達者觀之，猶能認其過去數世紀勞作之跡，不過俗眼不識而已。是以舊原理實新原理之祖，發明舊原理者，非徒勞也。

若吾人至此卽止，則讀者已可於此書中，得二三信仰科學之根據，然科學不足信之理由，尙不知有幾許，吾人所懷之疑仍未釋也。故不可不更論之。

世人往往於科學規約 (convention) 之意義過爲推廣。至謂法則卽科學的事實，亦科學家造作之物，此乃趨於惟名論之極端者也。科學法則，決非人造。吾人雖未能證明其爲非偶然，然亦不能證明其爲偶然也。

夫人智信爲在自然中所發見之和諧，果能獨存於人智之外歟？完全超然立於悟、視、感之精神以外之實在，決不能有。是實無可疑者。此種外界，縱令能存，亦決非吾人之所能達。然吾人所謂客觀的實在者，徹底論之，必爲多數思惟者所公共，亦必爲全體思惟者所公共，此公共物爲何？吾人自後章觀之，不外由數學法則所表示之調和耳。

由是言之，調和者，吾人所能達之惟一之客觀的實在，亦即惟一之真理也。且更進而思之，世界普遍之調和，既視爲衆美之源，則吾人向此調和能進一步，即近衆美之源一步。進步不已，對於此調和之認識，愈漸近於完全。吾人之進步雖至遲遲，然愈難則其價值愈足多矣。

第一篇 數學的科學

第一章 數學之直觀與論理

—

試取數學名家或一般數學者之著述研究之，即可發見其研究精神，常有二種相反之趨勢。其一專重論理，其一惟恃直觀是也。重論理者，其書中所載，毫無偶然，儼若服榜（Vauban）攻城，不急求功，但築圍設壘，漸迫漸進者然。憑直觀者，則如臨陣勇士，一往無前，欲一舉而獲意外之勝焉。

此二種方法之不同，非因其處置之內容不同而然也。前者常稱為解析派，後者常稱為幾何

派。解析派之學者研究幾何學時，亦爲解析的。幾何派之學者論純粹解析時，亦爲幾何的。或爲論理家，或爲直觀家，全由其精神之本質。一旦與新問題相遇，此本質必自然顯露於不知不覺之間。故偏重論理或偏恃直觀，實爲各數學者之天性，非教育之力也。

余欲舉例以明之，然實不勝屈指。今爲比較之便，特取極端之例，並舉今尙生存之二數學者以爲證。

梅黎 (Méray) 者，證明二項方程式常有根，更易言之，即證明任何角度，均可等分者也。

世若有一目即可了然之真理，則此真理卽爲其一，明矣。角可任意等分，尙何容疑？然梅黎不作如是觀。彼以爲此命題之理，決非自明，故不惜連篇累頁以證之。

反之，有菲力克斯克來因 (Felix Klein) 者，曾研究函數論中一最抽象的問題。卽於一已知理曼面 (Surface de Riemann) 上，含有已知特性之一函數能常存在否之問題是也。此著名之德國幾何學家將以何法解此問乎？彼則以電導率依一定之法則而變之金屬面，代問題之理曼面，以電池之兩極連其兩極，如此彼遂謂此面不能不有電流通過，而此面上所分布之電流，

卽表示含有已知特性之函數云云。

夫克來因亦何嘗不知此法不過爲觀察大概之一助。然彼竟公然以之問世，而毫無所躊躇。明知證明之不嚴密，而因感情上覺其確實，亦遂堅信其確實。此皆論理家之所不能爲不肯爲，且不欲動念者也。

余今更取最近物故之二數學家而比較之。一爲柏特龍 (Bertrand)，一爲愛米特 (Hermite)，皆法蘭西科學界之明星，其事業足以永傳不朽者。此二人生前肄業之學校同，所受之教育同，所得之感化亦同。然其天性則迥不相侔，不但於其著書中可以見之，卽其講義，辨論，外貌，無一不露其相異之特質。彼等之風采，實深印於學生之腦中，凡親炙其教者，未有不記憶其人者。余亦時回想及之。

柏特龍講演時，常喜運動，時作攻敵之態度，時運動其手腕，作論題圖形之狀。此明明表示其心目中，隱有一物，彼爲描畫此物，故作種種表情之運動。然愛米特則不然，彼之兩目，似與外界斷絕接觸者，可知彼之認識真理，不在心外而在心內也。

再就十九世紀德國數學界中名聲赫赫之二大數學家而論之。一爲瓦亞斯特拉斯 (Weierstrass)，一爲理曼 (Riemann)，皆首創一般函數論者也。瓦氏解決一切問題，均歸之於級數的研究與其解析的變形。換言之，即推廣數論，以建設解析。故通覽其全集，亦不得見一圖。反之，理曼則處處借幾何學之助。故彼之觀念，幾如指掌之圖，一旦得其意義，則永久不至忘卻也。

其後有名李 (Lie) 者，亦直觀派之一人。讀其著述，雖至可疑議之事，經彼道破，無不渙然冰釋。由此可知彼之爲人，常以圖形思惟者也。反之，如哥瓦黎維斯克夫人 (Madame Kowalewski)，則爲論理家焉。

直觀家與論理家之別，不惟於學者中見之，即學生中亦常見之。論理派之學生，解問題時常好用解析方法。直觀派之學生，則無往而不用幾何方法。前者不能爲空間的觀察，後者不能耐煩複之計算也。

以上二種精神，於科學之進步，均不可少。無論爲論理家，爲直觀家，莫不卓然各有所樹立。世不可無瓦亞斯特拉斯之著述，亦不可無理曼之著述也。蓋分析與綜合，各有其正當之職守。試一

讀科學之歷史，察此二者所建立之功績，則其味更無窮矣。

二

最可怪者，吾人讀古代先哲之著述，常覺彼等無一而非直觀派者。然自然之爲物，無古今一也。時至今日，自然始新創一種愛論理之精神，可得謂之通論乎？

吾人若能上溯古代之思想而考察之，即將發見往古幾何學派之學者，生而具有解析家之天性者，正復不少。例如歐几里得 (Euclid) 所構成知識之體系，當時學者，莫不奉爲金科玉律，無能指摘。此宏大體系之各部，雖根據直觀而成，然在今日視之，卽謂之爲論理家之事業，亦未嘗不可也。

故變者觀念，不變者精神。直觀之精神，古今皆同，惟在解釋之如何耳。

此變化之原因果何在？無他，卽由於吾人漸悟惟憑直觀，不能達於嚴密之域，且完全之確實亦不可得故也。

試舉一二例以明之。連續函數之中，有全無導來函數者，此吾人所深知者也。然是雖爲論理