

N~~8~~
syc

科學叢書

自然科學概論

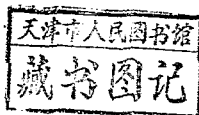
石原純著

谷神譯



商務印書館發行

275260



序 文

現代自然科學之隆盛，誰都是知道的；我們之一切生活，實全受其所支配。在這樣的傾向之下，開門第一要件即在自然科學諸分科之專門的研究，這乃不言而喻的呢！同時且不能不問及：自然科學果爲若何的學問？其理論果有何所主張？我以為這些問題之根本的意義，尤屬無論何人所必須理解的。不意舉世之人，他們縱然對那自然科學所發見的奇事異象，無一不傾耳矚目者，他們縱然對那因自然科學之用而實現的機械之發明，無一不咋舌以驚者；一至問以這自然科學何以能有如此的結果供獻給我們，則誠知其故者怕屬少數。即便在一班學生從事於專門研究的自然科學者本身之中，那能就所謂自然科學之本質而深加考察者，怕也數不上幾位先生來呢！其於我們人類有那麼重要意義的自然科學，我們對之竟然這麼看待，不也太嫌冷淡嗎？特別是如近時所異口同聲嚷着的社會科學，其所憑依的根據，果至何種嚴密的程度，乃覺得稱爲「科學的」呢？我們當考究這一問題時，便非首先明瞭了自然科學成立構成之基礎不可。

那論自然科學之一般意義的，在我國（指日本）祇有畏友田邊元君所著的「科學概論」一書。此書，乃立於以康德之哲學爲基礎的一種獨自之哲學的見地，而論自然科學之構成的；其中之所論，固有大足傾聽之處，不過有些部分之所解釋，乃關乎形而上學的，這就未必

爲自然科學之所敢與知的事了。不但如此，此書刊行之日，實在十年以前（在大正七年，即一九一八年），其後所有物理學理論之顯著的發展，當時書中自然還未曾論及，如今，就不能說此非一種遺憾了！這就是：我所以敢附驥尾而公然以本書問世之重要理由。我於本書，唯欲嚴守自然科學所本有的使命之範圍，倘有一些超出所應守的以外，而犯侵入形而上學的嫌疑，我就不敢不力避了。然亦有種種之處，我自覺其所借助於田逸君此書的不少，於此，我特向之表示感謝微忱！

本書，乃用從前曾經伊底亞書院所刊行的文科大學講座之一部分講義爲底本，而加了一些重要的增訂；以平素多忙的我，居然得有機會以著述本書，敢不說是文科大學之所賜嗎？着手執筆，在大正十四年之四月，其後費了三年有餘的光陰，直至昭和三年（即一九二七年）之九月，方得告成。此次刊行這單行本時，既得伊底亞書院高井望君之十分諒解，並承岩波書店主人岩波茂雄君之厚情，我心中尤不能沒有充分的滿足和無窮的銘感！

昭和四年一月十日

· 於安房保田 著 者

自然科學概論

目次

序文

第一章 自然科學是什麼	1
一 科學之一般意義	1
二 經驗科學	4
三 文化科學與自然科學（附社會科學）	6
四 自然科學與數學之關係	10
五 自然科學與哲學之關係	13
第二章 經驗之成立要件	18
一 直接經驗	18
二 對象之定立	20
三 抽象	23
四 普遍化	26
五 因果觀念（事象之必然的繼起）	29
第三章 經驗之成立	34
一 內在形式之種類	34

二 時間	36
三 空間	42
四 對象	47
五 因果（附偶然、進化及自由）	51
第四章 觀察及實驗	59
一 觀察	59
二 實驗	62
三 實驗之兩階級	66
四 測定	74
第五章 自然科學之方法	79
一 分類及記述	79
二 概念之客觀化及數量化	85
三 歸納及一般化	89
四 高次概念化及理論化	95
五 理論的構成（附類推及模型化）	104
六 推論及檢證（附思考實驗及敷衍）	113
第六章 自然科學之形式	121
一 自然科學的概念及其定義	121
二 法則	128

三 原理	134
四 假設及理論	141
五 世界形像	150
第七章 自然科學的認識	162
一 心理的體驗與自然科學的經驗之差別	162
二 實在	171
三 自然科學的認識中之先驗的要素	181
四 自然科學的真	191
五 自然科學的認識之究極性	198
第八章 自然科學之特質及種類	208
一 對象的特質	208
二 方法論的特質	217
三 自然科學之諸分科	221
四 自然科學之分類的關係	233
第九章 自然科學之數理的表現	237
一 經驗之數理化(附因果法則)	237
二 量之次元及種類	244
三 根本原理之數理的形式	250
四 現象之非可逆性及偶然性	258

五 對象之數理的不連續性	262
六 微分方程式及其積分條件	270
第十章 自然科學與人生	274
一 自然之利用	274
二 自然之神祕性	280
三 自然觀 (世界觀)	287
四 自然與社會	295
譯後語	

自然科學概論

第一章

自然科學是什麼

一 科學之一般意義

當討論自然科學時，我們所必須首先明白一個大概的問題是：這是什麼？這究竟包含有怎樣的範圍？大凡一種學術，本係因應我們之思維的欲求，乃對何種問題、何種對象而發生的，及其漸次引入一些與之有關聯的事象來時，其範圍遂擴張了，其方法也甚至變易了；所以凡對一種學術之本質、定義，最初未必即可作判然分明之想像。因此，則欲問自然科學是什麼，也自非當其發生之始，即可確確切切理會得、界說得的；我們祇得隨着自然科學之發達進展，而去推察其特質之所在，姑且舉出以與其他的科學作區別罷了。那科學之分類區別，究應怎樣的乃係合理的而且最便宜的呢？我們非先將其部分之對象或方法，詳細考察至某種程度之後，再加上一番省慮不可。因此之故，

所有凡關乎這個問題的議論，都且讓後面再說，此處，我僅擬依我所解釋的以先說明其要點而止。

廣義的科學，乃指凡在我們思惟上所定立的何種學的體系而說。本來科學這個語義，任在何國，都是由動詞「知」字來的；拉丁語之 *Scientia*，英、法兩國語之 *Science*，德語之 *Wissenschaft* 等，其起源皆同。意即是說：此為依我們之思惟所得的知識之綜合；但我以為：如欲將此等知識形成某種學的體系，必須以之在何種意義之上整序起來乃可。倘使單單說個知識嗎，則當古代我們毫無知識之時，那也許竟認為「學」；至少也說近代以來之所謂科學吧，則為得欲以我們文化的價值歸之之故，那種僅由一些知識所雜然並陳的集合，我以為就較不上稱作學了，就非將那些知識加上一番整序的工夫，而且非有某種意義存立在那整序之本身中，不能成功了。既然如此，所謂科學之成立、發展，就能與人生中之萬般事件保有最密接的關係了，還不值得我們人類之十分努力嗎？

以近代知識異常增加之故，幾乎使我們在記憶上、在理解上，均負有力所不逮的重任，人類苦於「知識之洪水」，亦唯有徒喚奈何而已！那班伏處窗下的人士，正以眼前有堆積如山的無數學者之業績，而憾其過於龐大，不料又有一班實務者，乃反譏此無數學者為無用人物：這一場之黽勉，真真足以盡致的形容知識之那麼廣汎呢！如今，人類以一人之能力，除能通得科學之一部門外，如欲進而精審博學其

他部門，殆非所許：知識泛濫於人間之勢一至於此！此種泛濫之勢，將來或且繼長增高，當毋庸疑！然則，前途果無某種危險正在那裏靜候我們嗎？

知識之專門化，其結果必至缺乏屬於其他部門的知識，即在其自己之研究途中，甚至也往往發生障礙；而且又有一種弊病易於發生，即每使我們之性情偏狹，竟由自己這一部門之專門的立場而判斷種種一切事物，以致常抱一種豫想不出的謬見。前者之害嗎，倘能在其互相關聯處應所必須而學之，固亦不慮此種障礙難以消除，卻是有時或與後者結合起來，那就不敢說不會生出背理性而妨實行的事來呢！我們所最宜加以戒心的，畢竟屬後者之弊病；我們務必時常留意於其教養之方法，倘使教養方法比較妥善，容或此種弊病可因之而減至某種程度吧！而為得準備如此的教養一般的計，則對知識之各各部門，悉非努力以求能徹底理解其所有的真髓不可。在科學之專門的研究同時，其最遠切的常識化，尤屬我們人類之所必要；試據上文所說的理由以觀，這情形自顯而易見。

既講過了這常識化之後，一方面更向着那科學之專門的知識，而無有止境的深攻進去；對於文化向上完成之必須如此，自不待言。正經說，研究知識這宗事，原來不但沒有何種危險在其中，其前途反將生出無限的光明來呢！於此，我乃以能將知識整序而成學的體系這件事，作為科學之任務解說；既得作如是說法，則我們這龐然的知識，

假使撇開了那在整序中所成立的意義，那也沒有一些子價值了，甚且不敢保證其不生上面所說那種弊病之危險來而因以致斃呢！因此之故，我將以科學之本質的價值，恆作其學的體系之本身觀。

科學這個用語，慣用作狹意的而成了一種專指經驗科學更特指自然科學的意義。我以為這只為便宜而省約，普通縱然認為妥善，我在本講義中，卻為儘力避免含混計，特以經驗科學或自然科學表說後者，使與科學全般有所差別。

二 經驗科學

科學之中，有的單單驗究經驗的知識，有的但將思惟加以整序而不必依乎經驗。我們以前者為經驗科學，後者為超經驗科學：如此分法，似覺頗為便利適宜。

所謂形而上學（或謂超物理學），本由專欲依某種先驗原理以解釋一切現象而起的。其在古代，曾經推或為「科學之後」，而居於至高無上的尊位；但自哲學中有欲對思惟或認識而作精細批判這種企圖以來，其價值上就發生了很大的疑問，即是問：這種專依先驗原理而存在的研究方法，究可推行於一切範圍不可？至少也該是這樣的呢，我們先須純粹由客觀的以得知經驗對象，然後在那所得的知識之整序中以認定一種新的價值；那形而下的經驗科學，於是乎發達起來了。誠然，此外有些場所，也可承認經驗的以外之思惟有同樣的可能性：同能依乎某種先驗的原理，同能作為我們之知識，同能加以整序。

依此種意義而論，則科學之算得純粹非經驗的，當即為論理學及數學吧！何以故？因為論理以及其中之特殊的數理，均係我們之思惟形式呢，可不問那與這形式相應的具象的事物究屬實在與否，只單作內在我們思惟之本身中的看罷了；論理學及數學所以可作形式科學以與經驗科學見差別的，其故即在乎此。當然，更進一步就要問：似我們所說這樣的思惟形式，或許對於何種意義的實在不相應呢，究有這種可能沒有？關乎這一個問題，卻有種種的議論；試就發生論的說吧，那即認其事實上未必如此。雖然，我們在這既已完成的形式科學之本身，只單單作形式而論就好了，不必涉及這個問題吧！

其次，我們試更就哲學之各部門，以察看其所有同此一類的關係吧！哲學嗎，畢竟是以「對思惟而思惟」這種意義而成立的學問；假使就凡宜作其對象看的思惟、認識而論，那不特由客觀的觀之，乃屬一種心理的現象，即使由主觀的觀之，仍然多係經驗的反覆，尤其是在限於論其普遍妥當性時，不能說全然沒有對之作經驗的考察之必要；然而就思惟之本質上而論，那卻不必依乎經驗；所以將哲學置於經驗科學以外，亦自妥當之至。

經驗科學嗎，那就與此等非經驗的相反，其所經常處理的，純是些經驗的知識；所以，其對象必須看作由經驗而來的，或者，至少也屬可能經驗的。這種可由經驗而得的，就是所謂現實的事實，而包含一切現實事實的，就是現實的世界；我們所以之為經驗科學之目的

的，就是：必須若何乃能將那些在現實世界中所觀察而得的知識整序起來。

三 文化科學與自然科學（附社會科學）

同屬現實世界之一種經驗，如果依上面之所說，我們卻能以之在兩種意義上整序起來呢！本來當觀察現實世界之所有一切時，其中所存在的經驗的對象，殆有無限之多；倘欲悉知此等個個經驗之全數，而且將所已知的重加考察一番，恐怕我們人類不能以一種有限量的能力，而將如許無限數的事物觀察得清清楚楚吧！因此之故，則當欲將此等經驗的對象整序而形成某種學的體系時，我們務必以其具有何種對於人間文化的意義為目的，而選出一些對象來；否則，我們雖然苦心勞力這一番，以期造成如此學的體系，也終不免勞而無功呢！第一即是，我們先依對象之各個個體所有的個性以分出差別，再考察那些個性的特質對於人間文化之價值的關係，然後儘數將一千有價值的整序起來，如此，則能使人間文化之本身導出正當的理解來了；第二恰與第一相反，乃是，將如許的對象依從存在其中的共通普遍的性質並關係以整序起來，如此，則因已能見得我們所生存於其間的自然中之永遠的實在，而能悟得所謂對於人間文化的自然之真意義了。

這兩種學的體系之特質，一屬文化價值的，一屬普遍法則的；前者我們用文化科學以區別之，而後者則用自然科學。這兩者在經驗科學中之明確的區分，已經所謂德意志西南學派之哲學者，溫德邦及力

克圖兩位首先說明得很完全了；我們如果依照他們之所說以深加考察，那麼，自然科學之本來目的，就便可以明白了。

據溫德邦等所經指示的情形：那陳列着好些文化科學之特色，而且純足爲其最代表的特色的，就算歷史學這一部門呢！歷史學嗎，固然是因記錄我們人類之由行動來、由經驗來的一切事物而起的學問；但無論若何精密的歷史，倘欲將人類之一切行動、之一切經驗，一毫不漏的悉數記載起來，卻是不可能的呢；即使對其一部分或有可能，而單單照事敘事的，也算不得有甚麼價值。我們只好由其中將一些會費了人類之努力最多的行動，將一些會影響及於人類最大的經驗選出記下，就罢了；而記述這些特殊的事實，卻非富有歷史之價值不可。因此之故，這歷史學之研究，決不在乎祇知稽查事實之年代或內容，也不在乎僅事蒐集發見一些曾經散佚的記錄；當記述同一事實時，固然不能由彼此任意以致不符，但仍當以己意作成一種整序，而得以明示那各個事實對人類全體或對某社會、某民族，會有若何價值的關係呢。所謂文化價值之判斷即所謂價值原理嗎，這乃隨着文化在各階段之逐步變換，而亦步亦趨以遷移的。自以爭鬪掠奪爲事的原始時代直至今日，因爲經過了種種的文化之發展，而種種的文化價值及其原理，就也在其間顯現了。這些價值原理呢，我以爲仍屬成立於經驗上的，決非甚麼可以長遠相信的事物。因此之故，既將經驗的事實由價值的加以整序，同時，還得明白表出文化價值之所以有價值，並考察文化之

發展遷移，而由經驗上以確定其原理：這乃歷史學之最重大的使命，即歷史學之本身，亦以此而得到了高貴的文化價值。

自然科學實即與如此文化科學相對立；而在自然科學中，卻不以對象之各個個體作價值的看，唯將那些在任何場所、任何時間都能表現的性質關係抽象出來，以與其所表現的諸條件置於必然的關係之上而已。即是：這些關係在由自然科學的以論時，其對於應作一種偶然看的那些人間文化之存在，乃完全不相牽涉而獨立的。自然科學之所欲探究闡明的事，終歸是潛伏於現實世界之內與的那些絕對普遍的實在；而為達此目的計，非從經驗的對象中將那些對文化上沒價值的事物取出而依論理的以整序起來，並將那些在論理上與之結合的實在發見出來，卻不成功。所以我們對於文化科學而稱自然科學，當可以「實在」之科學稱之。不論文化也好，實在也好，在關乎現實的範圍之內，兩者均須由我們之經驗方能見「知」的；然而論到兩者之科學，卻彼此全是各由各的方法而成立的，所以互有區別。

既然如此，則在自然科學之本質上，其窮極的乃是絕對普通的呢，其成立乃是完全能與人間文化不相牽涉而各自獨立的呢；因此之故，假使宇宙之間，有具了十分的理智的生物在地球以外之天體上，則他們所有的論理形式，准定可與我們之論理形式同一，由此可以推知其隱衷所能形成的自然科學，自也應與我們之自然科學完全一致。於此，可見自然科學之偉大的價值。

第一章 自然科學是什麼

自然科學之性質雖則如此，而自然科學之發展，偏偏因其本身是個認定為我們人類所成就的，不容其不與人間文化發生極密接的交涉，其在觀察事實之方法手段上，特別與文化有很多很多的關係，固不待言；更至於自然科學的知識為人類生活上所利用之場合，其影響及於物質的文化之處則最為直接，竟之能使人類之生活式樣完全變得煥然一新呢！隨而，在那種因考究等等利用而發生的應用自然科學上，其情形必然也會與上面所述那種在歷史學上的恰恰相似。從這一點看，應用自然科學嗎，其本質上未必屬於自然科學，我以為寧可作文化科學之一種看呢！惟此之故，應用自然科學所以與自然科學相反而非為絕對普遍的呢，所以常對人間文化而專專成為相對的呢！

這裏有我所必須特附數言的事是：近時伴同社會狀態之變遷而勃然興起的社會科學。這種社會科學嗎，乃建基於唯物史觀上的，而唯物史觀實由馬克思及恩格斯之所唱；如果由他們之立足點，即由那種反抗向來之布爾喬亞 (Bourgeois) 哲學的立足點而論，則社會科學乃唯一與自然科學對立的經驗科學。於此所論的對象，並非那些人間文化之各個各個的事物，而別有以代之；其所以之為主的對象，首先第一在那個綜合而成全體的社會狀態之歷史的過程。當論此對象時，其所採用的方法論，稱為辯證法的唯物論或唯物辯證法；依這種方法論以推論，而假定社會狀態之變遷為非由人類之思想所決定而由社會中之物質的要素所決定的；並且，以指示在物質的要素中而進化發展的

那經濟的關係，以研究經濟的對象之生產、交換之情狀，為社會科學之最重要的問題。如此的社會科學即所謂馬克思主義社會科學，至少也在其研究之目的並方法上，確實對從來之文化科學帶着一個大革命來呢！何以故？因為：文化科學中之種種一切對象，乃專據文化價值以判斷的；然依唯物史觀中之所論，則等等一切之所謂文化價值，其實悉由那些社會之物質的條件而來，而社會之物質的條件，卻應作沒價值的看。在此種意義之上，那人間文化之進展嗎，就也早已成了自然科學的，即是由一種因果的必然所支配而非出於一種偶然的。我本不應在此處而論這社會科學的方法，不過擬因此以注意到：種種社會現象，特別是其中之所重視的經濟現象，也可在某種程度之上，而依自然科學的方法以處理之。雖然如此，倘使以社會科學與自然科學作對比，那就因其對象之性質本來各有不同，卻仍不得不講到特殊的方法了；又在另一方面，甚至有些事情，除了據歷史的事實以觀察其關係外，倘欲任意以施行實驗，殆不可能；所以，社會科學果否具有與自然科學同樣的普遍性，還免不了有幾分疑問呢！這個疑問，恐怕須俟將來社會科學之發達方能解決吧！

四 自然科學與數學之關係

因為自然科學乃以將其對象由論理的加以整序為目的，所以其與論理學有不可分離的關係在，自可不言而喻。現時在自然科學中，可算物理學作方法論上之最足代表的部門，既悉依數學的以處理其中

之一切的概念，且常專依數學的論理以推求其所有的關係。如今問自然科學中之所有可能的概念，悉可同樣以形成數學否？更進一步，問那數學的論理，算得是我們所能有的論理學之全體否？即問，可常用數理形式以表現論理形式否？如此等等問題，均尙留有我們考究之餘地呢！然而，反正且都不問，自然科學之基礎概念，總可作為論理的以處理，同時，論理之概念，也必然因之而成立。即是：所謂自然科學，實即求使我們由經驗所得的一種概念，能與論理之何種概念成對應，亦即欲使在後者之間所成立的論理形式，仍在前者之間依模依樣以成立而已。

然而這裏有我們所應加注意之點：既說所謂論理形式，應看作先驗的內在於我們之思惟中的嗎，則其在沒有任何具體的經驗對象與之對應時，也許就不能為我們所理解了。在此種關係之上，自然科學就應與論理學、與數學，成立了最密接的關係呢！

就數學的概念論，今日差不多專作為純粹形式的；所以在論理學上那種情形，分明在數學上亦無以異。即是：自然數這種概念啦，本屬我們由計算物體或其他對象之個體時所得的，而在我們由數量的以測定一切事物時，也可依樣不變而移用此等概念；又，幾何學中所當作根本概念的點、線、面、立體等啦，本屬從物體之種種的形體抽象而得的，而三次元之幾何學的空間，也可依樣不變以表現實在的空間。數學之所以往往為人看作一種自然科學的，即為其有如此等等的情形

呢！

然而，數之概念已隨同數學之發達而非常擴張了；如負數、分數、無理數、虛數等，也可一般作數看待了，又如三次元以上之高次元空間，也已經論及了，更如種種非歐克立德空間，也竟許其作為對象了；數學至此，分明已不能復作一種專行處理實在的對象的學問看了。如此擴張之何以在數學上有可能，我們如果置此問題於不論之列，則那數學的論理，不必待至經驗而有自行發展之可能，已可於此見之。

於此，那數學成立之根據，又新成了一個問題。無論數學中之任何部門，各各均須預先具有某種公理體系，以作諸定理及其他命題之發展所依據。凡屬數學上之定理、命題，大都應由演繹的以證明；所以在這些定理或命題之前，必須先有一種已經確定的其他定理、命題。雖然如此，我們如果推索到一種最初就應存在的命題上，那就毋庸再由其他何種定理、命題而演繹了；否則，我們就怕避不了循環論理呢！所假定作最初所與的這種命題嗎，即是數學上之所謂公理；一切的定理及命題，無不應由這種公理而作論理的演繹。即是：所謂公理之某種體系的，乃包藏以後之數學的發展所有的運命在那裏，而為一些本身不合矛盾的獨立的命題之某種適當的綜合。當然，如此的公理體系中所有的種種，其在關乎同一數學的對象中是否均有可能，這自是應行另加考察的事；並且，如此的公理體系，是否與我們之思维形式，跟着也與論理形式成為一義的物件，這還是極其重要的問題；

但是這等問題，卻怕不易抽象的解決呢，只好依據那些與數學之成立有關的經驗的事實，以求得一種解答罷了！

反正都不同，自然科學之各種認識嗎，其本身能借用如此數學的論理形式以表現，總不會錯；而所謂自然科學的理論，即此已有成立之根據了。自然科學與數學之關係，還有應行論及之處，且讓後章述之。

五 自然科學與哲學之關係

哲學之發源最古，在希臘文明時代，已經算得天字第一號有了相當發達的學問；這一門學問，其所涉及的範圍頗為廣汎，最初看似一般追求所有知識、所有真理的，譬如物理學吧，當時分明也會為所包含在內呢；但是逐漸變遷了，竟將所謂形而上學那物事當作哲學之本質說了。試問這所謂形而上學，究屬怎麼一件物事呢？其意實在乎將知識之凡與種種經驗科學所應當明瞭的各各現象的事實有關的，用一種根於理性而生的先驗原理以統轄之、以說明之。孰知，在一方面，以有自然科學尤其是物理學之勃興，竟表明了好多物理現象之關係，並指示出，那用以統轄此等現象之關係的原理乃以專恃經驗所求得的為正當；在別方面，又有康德發了一種議論，以為哲學之真正的問題實在乎認識批判；因此，自然科學與哲學這兩者之關係，就漸漸的明白起來了。其後，縱然還有說發見了唯心論、唯物論等之形而上學的，縱然又有說關乎實在認識並其原理取了如此如彼立場的，要而言之，

今日之哲學嗎，果欲說得妥當些，只好說是：求認識諸般人文如科學、藝術、宗教、道德以及經濟、政治、法律等等之根據，並且批判此等認識根據之當否，而因之以在客觀上確定我們果能通過直觀、經驗而達到若何的實在上：如斯而已。

如此而觀，哲學與自然科學之關係，想當能激頭激尾的得個明白吧！即是：哲學實不似從前那麼解，以為是依乎先驗原理以說明自然科學者所求得的知識的，卻完全立於自然科學之外，而為，以此認識必須依何根據乃有可能為問題而從批判以解決之，的學問。現象的事實呢，首先本可由我們直觀、經驗而知之；而自然科學則更將所知的事實加以一番整序，並且引之至所謂法則及原理上。每當認識此種法則、原理，並構成因之而有必要的種種自然科學的概念時，常有某種假設及理論也同時伴之而生。假設或理論呢，固然是為說明現象而設立的；但是，如此的假設或理論何以在自然科學上有必要，其所說明的又果有何意義：如此等等疑問，均非先行深究所謂自然科學認識之本質，且再經過一番哲學的考察，不能得着正當的解決；這裏之所謂哲學的考察，即是考察所設立的假設或理論果與直觀、經驗有若何的關聯，又考察其所以得為普遍的之根據何在等等。此中，就有那種充當認識批判的哲學之任務存在呢；而我在此處所要講的自然科學概論，亦即不外乎此範圍內之所屬事項。

自然科學之法則及理論，每每隨着研究之進步而有所變更，甚至

有全行改革的。這種情形之主要原因何在，乃爲得事實觀察之方法手段以改良而增加其精密度，或者有完全未知的事實爲所新發見觀察出來而如此；自然科學之研究嗎，即在乎進到如此改良翻新的地步，而且構成最適應於此等事實的法則及理論。然而在哲學的考察上，其中卻還有應成問題之點不少呢；即是：如此達到的法則及理論，何以不能作表現自然中之實在的一種事物看呢？法則、理論之變更或改革，其意義豈不即可以作關乎實在本身之認識的何所變、改這麼解釋嗎？在自然科學之法則、理論上各各不同的體系，也能對於同一現象的事實而成立不能呢？假定其能成立，則所謂實在之意義，能不另加一種甚麼解釋嗎？

因此之故，雖然哲學對自然科學之由其本有的研究方法所求得的認識之根據，固將給以正當的批判；而在自然科學之研究上，也必須先自十分明白了如此如此認識之哲學的考察，方能走上正途呢，否則往往免不了趨入歧路而作一些無謂之談。哲學與自然科學之極密接的交涉，即在於此。

我在這裏有當特別注意的事：世間頗有不少魯莽漢，他們並未十分探究自然科學之根據，而祇倚恃一己所信的某種形而上學的原理，即對自然科學之理論任意加以非難，甚至加以否定；如此，還算不得他們是些蠢材嗎？如安斯坦之相對性理論啦，其他物理學的理论啦，我國人（指日本人）之對此等等，往往由如是立場而肆發議論，這乃

我所曾經領教過的。我安得不望這一流人物，更將自然科學之本質加上幾分理解呢！這自然科學之理論，決非憑依單純的先驗原理即能判斷其當否的；欲問理論之當否，祇應先問，其所依據的經驗事實之觀察果至何種程度的正確，又那與之相應的理論形式之選擇是否適當，然後依之以作自然科學的論斷。不過在如此的理論形式之中，也含有幾分先驗的要素，這卻不能不認為事實呢；我們務必將這含有先驗要素的理論形式加上一番慎重的批判，而使之能與那純粹經驗有所區別，乃可再進一步而作哲學的考察，以考察這種先驗的要素可否別用何物以代之。然而除了理論形式以外，如果別有何物反於我們之先驗原理的，我們當然須撇開這先驗原理而從那自然科學之所指教。我們之所以能在自然科學上有進步的，即在乎此。

既然如此，我們在一方面，必須知道這般情形：縱然有些人之所主張，以那單純的形而上學的要求為真理，而在其與這經過十分經驗的自然科學的認識有相矛盾的情形之上，那卻對於自然科學所求的實在，理應不能取得何種權利；同時在他方面，更莫忘卻這般情形：那自然科學所給予的認識以及與之相應的理論，決不能超出其妥當的成立範圍之外而再事擴張。自然科學者每因其本身對那自己所研究的知識，缺乏了嚴格的哲學的批判，以致陷於如此的謬誤，我們安得不為之深惜呢！例如：或者僅以觀察生理學的現象，知其通常乃由物質之法則所支配這一端，遂毅然決然的斷定說，生命現象之種種一切，悉

可專據物質的起源以解釋呢；或者又說，僅用能量，即可以表現所有的現象呢；諸如此類的學說，在今日論之，至少也得說其在超越正常範圍之處，未免走上形而上學的獨斷吧！我們如果希望對自然科學與哲學有比較正確的理解嗎，我們就不可不對如此謬誤有十分的戒備咯

第二章

經驗之成立要件

一 直接經驗

自然科學之所欲論列的對象，乃係一切所謂自然之本身；當我們向這些自然對立而欲從其中取出某種學的體系時，那所應加以思惟而整理起來的素材嗎，無非一些立意所觀察而得的，又或一些日常已在不知不覺之間所觀察而得的，直接對於自然的經驗而已。那可看作我們最初即已具有的思惟嗎，既算不得直接經驗，自算不得自然科學之素材。但是我們之一切心理現象，即那種種的意識內容以及其所發展出來的思惟之本身，其在某種意義之上，也常得以投影於對象界而施以經驗的觀察；特別是，當考察此等心理的現象與生理的組織及其環境立何等關係上時，仍可同樣從自然科學之方法以考察，則其應包括在直接經驗之範圍以內，當更不待言而自明。我們之所有思惟，究屬完全可作一律論呢，抑或有何部分應作例外論呢？這問題如果沒有經過十分考察之後，當然不得分明；然而無論如此如彼，所謂直接經驗，總必可以供給與自然科學作根底，這卻毫無疑義。

直接經驗之主體，即那能獲得經驗的一種長物，這即我們之感覺。假使沒有感覺嗎，經驗也就無從成立；那喪失了一切感覺者，不但同

盲者不能感得顏色之存在，或同聾者不能感得聲音之存在一樣，只怕一向便經驗不出什麼世界之存在，不，甚至自己之存在吧！感覺關乎自然科學之成立和發展，乃充着多麼重要的職務呢！我們決不至忘了此種情節吧！

最初由感覺所惹起的意識狀態，就是所謂直觀（或其所綜合的體驗）。直觀當其發生作用時，乃與所有自然對立；此時僅有這一個由自己之主觀以發見的直觀，處在唯一的特殊地位而已；即使竟說主客之差別在此處表現得最為鮮明，似也不算欠當的話。我們觀察世界，固常由此立場以首先觀察之。

直觀必與我們之其他意識內容結合起來、引續起來，乃喚起感情思維。有些論者，便以直觀先於思維為理由，而力唱了這一說，以為，欲觀察實在之真面目時，不可任由思維所固定限制，卻非專恃直觀不可；譬如柏格森，他即此說之一位代表的主張者。不知，直觀縱使在如此的意義之上應得多麼尊重，我們仍不能原封不動的端一端過來，就算發見了自然科學之甚麼體系呢！直觀所與的直接經驗（直觀因記憶而含有持續的情形，我們就稱之為直接經驗）嗎，固然有如上面之所說，亦為在我們自然科學中之素材；但是我們非更加上一番思維之作用，以使之固定化、普遍化不可。自然科學之價值即在此固定化並普遍化上，實有如後面之所說。

當我們將欲對如此的思維過程而下最嚴密的批判時，我們還須先

對所謂直觀之本質而豫審一番，所以必須以直觀作對象，而置之於某種先驗原理之下以整序起來。有所謂先驗的心理學，即在如此的意義之上以成立的。但我以為欲探究直觀之特質，如果僅有這先驗的心理學，決決不能足用。直觀因與感覺結合在最密接的關係上，而特具有個性的色彩最多；這個性的色彩，想必得與那肉體的差別在何處有直接的關係吧；果其如此，則我們對於直觀，至少也必須到得某種程度之上，以作自然科學的研究。卽至將來在那生理學的心理學上通過這個問題之後，我敢決定也會更走到一個最困難而且最重要的問題上去，卽不知我們之一切精神現象，究到得何種程度為止而由自然科學的以處理呢？

然而，僅在俄頃之間而欲解決如此的問題，不言而豈是件難有希望的事。我們只有這一着，暫從先驗的心理學之所指教以先行解決直觀，再由是而轉到自然科學之批判上，此外，實不知現在更有甚麼適當的手段可用了。卻是我們已可確信：卽在此中，至少也能使自然科學約略得到第一近似的正確呢！

二 對象之定立

所謂充作直觀而可以供給我們的直接經驗卽爲現實之本來面目這句話，究以何種意義而得如此說法呢，這怕不能不加以解釋吧？倘使用如此的直接經驗以作自然科學之素材，概能有同等的用處嗎？等等問題，我們非得在下面考究考究一番不可。

直觀乃我們之感覺與其對象對立時所得到的物件：在如此的意義之上，這的確算得是現實之本來面目。倘使將這直觀撇開而不論，那就任其要到此外何處去，也無從覺得所謂現實呢！惟是，這裏有我們所必須注意的事：直觀所依存的兩種要素即感覺及對象這兩種狀態，彼此應有所差別。

在許許多多的直觀之中，有些可以判斷其為相似的或彷彿同一的事象，我們在經驗上曾屢見之。例如：我們對於一種對象物之與通常所謂紅蘋果那種概念相同的而作直觀時，在此情境之中，就那紅色論就那光澤論，又就那大小及形狀論，統就一些凡屬於色之感覺的事象論，也不知有了約略類似的經驗曾經反覆多少次呢！如果將所反覆的各個直觀而作精細的追究，則在某情境中的紅色，或許較在他情境中的更覺紅些呢，即其餘如光澤、大小、形狀等等，想必也會呈現幾分的異樣；那可稱為全然同一的直觀，恐怕無論在何情境中，都再現不出來吧！我們當此，應知還可加以其他種種的判斷；至少也常有到得某種程度上之可能，以區別這直觀中之不同，其何部分為屬於對象的又何部分為屬於感覺的。即如，這些對象物可否同稱作蘋果，又這個與從前曾在何處見過的那個是否為同一者：等等判斷，都是頗能一致的。必在如此分析直觀內容而由其中固定抽出對象時，乃能認識所謂與我對立的一定的自然之存在；而所謂直觀之本身中，以前實未曾有這稱為我、那稱為對象的一種差別。直觀本祇有所與的現實而已，此

外卻毫無所有；然當欲在許多直觀之間而發見其內面的統一及區別時，思惟之作用就開始了，一面既可以固定那對象，一面又可以認識這與對象相對立的我。而對於同一的對象，有時也或生出差異的直觀，即可說是由我之感覺有差異而如此呢！

當在直觀中定立對象時，如我們之所熟知，乃以客觀表說凡為對象所屬的事物，而以主觀表說凡為與對象相對立的我所屬的事物。我們在藝術中，則以發見那獨自的主觀而估定其價值；反之，在所有的經驗科學中，則以構成那普遍的客觀而標明其價值。所以，我們對自然科學所必須努力的事，是求知那些為對象的自然之普遍的定立必若何而後可，是發見如此等等的自然。

即是：直接經驗嗎，縱如所謂直觀，為依照現實之本來面目以傳給我們的；而在自然科學上，亦因所謂現實乃依據對象與感覺兩者之對立而成立之故，必須將凡依據於此兩者的各各加以區別，必須將前者之所屬即所謂客觀的事實更加以思惟的分析；而且在直接經驗之中，也唯有如此的部分，乃能充作自然科學之素材而有價值。通常在自然科學上所單稱作經驗的，即指對那充作直觀的直接經驗而施以上面所述的思惟的分析，之所得到的那種客觀的事實而說。

至於不能看出對象中之差異的情境中，何以仍有生出直觀上之差異的呢？這似非作由於感覺中有一種差異以解釋不可。例如同是一個月，在某情境中所見的或覺較大，在他情境中所見的又覺較小；我們

通常名如此的感覺爲錯感（又名錯覺），其名雖然稱作錯感，其實呢，還算個現實感；如果以感覺作主體看嗎，那就不能認作感覺錯誤咯！惟是感覺之本身，也可以作一種自然科學的對象看；如果將其作用作爲肉體的感觀、神經並神經中樞之機能解說，那時必將其中之常態與其變態分出區別，因而這感覺之正常與錯誤，就可以判斷了。又有幻覺、夢覺等，也同樣由於自己內部那些機能之某種狀態而生的；縱然缺乏與之對立的在外的對象，卻未嘗不可仍由此立場以解釋之。

正常的感覺呢，關乎自然科學之構成上，本爲最重要的要素之一；試問感覺究必在若何情形之下乃得爲正常的呢，我們固不能一開始便見分明。我們祇得依所謂自然科學非普遍的不可這一種先驗原理，以先行判斷那感覺之具有最普遍的形像的爲最正常的而已。即以個性的差異最少的感覺作爲我們之所最可信賴的看，再依據那由最可信賴的感覺來的直觀，以形成那作自然科學之素材用的經驗。在自然科學中許多實驗之間，其種種量的測定，所以幾乎全數歸於視覺之一種判斷上，即一致歸到尺度區劃上的，實即據此理由。（參照第四章）

三 抽象

既有如上面所述，直觀乃獻出現實之本來面目的，所以除卻直觀之內部，以外就無從得到現實的對象了；然而我們卻不敢因此之故而說，凡屬一個直觀就常能表出其對象之全體呢；因爲我們以思惟的分析所得到的客觀的對象，決非單依一個直觀即能定立的呢！例如對所

個紅蘋果吧，我們只須看見過一次，就覺其色之紅啦，光澤、大小、形狀等等啦，無不可以應有盡有而且依模依樣的判然浮於腦海之上；在直觀中既已將等等一切全都知道了，卻仍不能以「知道了」三字就算了事的，一方面還得精細加以追摹，此時即使反反覆覆的看至若干次，亦無不可。當此情境，我們對充作對象的這個蘋果，並非僅以只依一次直觀所得的那種含含糊糊的形像歸在其身上，至少也還兼思惟着一些具有更加確定的或色或形的對象物呢；試問我們何以如此，這就無非由形形色色的直觀之綜合所得到的結果而已。

必須至此，我們方得立定所謂概念呢！例如這稱作蘋果的，不待言是一個概念；即是那稱作紅的，也同是一個概念。

等等概念，固然立基於直觀之某種綜合上以成立；不知，同當此時，那許多概念之構成，一方還在其全體中區別出與感覺之各種各類相應的直觀來呢；因此必須注意：在此這激頭激尾沒有分析抽象之作用呢！

從感官之各異，而人類之感覺得以分出如此如彼的種類；不過從來所行着的分類，大概局限於一些極外觀的事物罷了，假使更能由生理的而深入研究，則那種較屬本質的分類，我想將來當可得個分曉吧例如等屬稱作視覺的，乃其所表現的事物，既有感光之色的，又有感光之強度及其分布（即物體之影像之大小及形狀）的，分明為各異的現象呢；有時縱然缺了前者之感覺中之某種，也還能感得後者，我們

人人所周知的色盲即是如此。總之，因為這種那種的感覺，每種均能在我們之意識中惹起每種的直觀；所以這全體的直觀，早已為得因應着這些感覺之各異的種類，而具有分成一部分一部分的可能性在那裏了。而且，當我們之思惟僅僅特別抽出直觀中之某部分而捨去其餘部分時，這由直觀之部分以成立的概念，就已成爲抽象的了。或是色，或是形，這些概念之構成，恰與上面所說的視覺之種種作用相應；而所謂物體的那個概念嗎，實即將這些概念再行綜合而得到的呢！

試再回頭以上之思考過程一番，就將知道這麼一種情形吧；縱然我們在直觀中，無論何時均似見着對象之全體，而我們之感覺組織卻不然，且相反，其所供給於我們的，實爲一些抽象的直觀。我們將那些一個一個的事物，在腦髓中大統一而特統一起來，就覺得只有一個直觀，恰與對象全體在那裏相應。所以當我們思惟之時，再將這些一個一個的事物抽象而構成整然的一個概念，想來亦非難事。

這種抽象之作用，在以思惟之對象作單純化上，可算極爲有効；假定沒有這一着，就要說我們無法能令自然科學成立，也未嘗不可呢！其實，在自然科學上那些最初所處理的客觀，多少也就有已經抽象的事物在那裏了，其中有的被抽象去了的事物最多，也就發達最著。譬如所謂生物吧，這固也算一個概念，但卻更含有甚爲複雜的內容在那裏；假使捨去其中之生命不問而單單考察肉體，這就成立了生理學；生理學之在科學上，所以能較那兼生命都籠罩了進去的遺傳學更先發

達的，即在其被抽象去了的事物更多之故呢！如那單單論究物體的物理學，其所進到的階段尤算得高高在上；又如那特將運動由其中單獨抽出而論究的運動學，這就自古以來已非常發達了：諸如此類，無一不然。

因此，抽象所以得在自然科學上而為次於直接經驗的必要過程呢我們對此前程，當然要準對着而迫進呀！如在後面所說的自然科學中之所謂實驗，即是最初以此抽象為目的而欲獲得直接經驗之一種實行方法；又如所說的法則及理論，即是因如此抽象而得到的概念間之關係之一種表說。

四 普遍化

試就直觀之內面的統一所生出的主觀，以及作其主體的我之作用所表現於此的思惟，而更深入以思索之，則其本身之中，必將許有一些甚麼普遍相存在。似上面所說，將那紅蘋果重疊直觀至若干次，如果其時各個直觀中沒有甚麼連絡關係在，只怕我們到底不能由那些直觀中引導出所謂紅蘋果的概念來吧！反之，在各個直觀中，就實在可尋出許許多多的同一要素來呢；於此，就可造出種種的概念來呢！此何以故？即是因為所謂主觀之中，既有某種普遍者存在，而直觀之抽象分析，概念之構成，就均有可能在那裏了。

因為我們不但單單承認自己之主觀或思惟中有普遍者存在，且更有一種經驗在那裏，知自己所說的紅蘋果常與他人所說的相一致呢；

所以凡屬人類之主觀或思惟，都必同樣許有一個共通的普遍相存在。依如此的意義而論，所謂概念，便非專在一人之思惟中的，卻是可以通於一切人類的呢！此事豈不駭人？

我們看見這個紅蘋果，便連想到記憶中之同樣的蘋果，又連想到或桃或李以至其他果實，而得到那稱作果實的概念，一方還連想到種種的紅色物件，而得到那稱作紅或稱作色的概念；概念既如此逐漸構成了那些普遍的事物，遂達到了一種純粹思惟的事物；這個過程即指示我們說：思惟乃屬普遍的呢！儘管直觀的、感覺的事物比較多屬個性的，乃思惟偏屬普遍的，這是多麼奇怪的事！那依存於思惟的科學之所以能成為普遍的，也在此。那關乎科學之發展上所不可缺的論理學及數學嗎，其所論即為我們之思惟中所有的概念間最普遍的關係之成立及其存在。

欲問思惟必須若何乃能如此普遍，如果由形而上學的論，恐怕可將這問題歸到某一普遍實在之原理上兒；依我所想，似不若由自然科學的以問其可得闡明與否，較為可恃。本來，在自然科學之本身上，欲說其能解決此問題，怕要屬於極遠的將來吧，甚至在無限之後也未知呢；我則以為，我們無論若何辦法，總以尋到這條路上去的乃為得着一個正確方向。固知感覺之個性的差異，乃因各各之生理的組織有所不同而如此；但不知所謂意識的，也與生理的組織有何關係沒有？又不知那意識中所表現的直觀或感情，何以還表示這個性的特質呢？

更不知那由直觀發展而來的思維上，既說其同有個性的影響表現，何以一方又可隨時想像其中有獨立的普遍的要素存在呢？或即因為思維之作用乃與生理的何種現象相對應，所以其中就有表示普遍的變化何種機能存在嗎？我們對腦髓組織沒有十分發達的小兒或野蠻人，對腦髓組織不完全的狂人，無論何時，均必另行劃出於普遍的思維之界限以外；此種事實，分明已豫想到思維的作用與生理的作用，兩方已成立了密接的關係呢！總之，我們之自然科學，對於如此等等的地方，終必有窮探盡歷之一日，然則豫觀將來，縱然未免遙遙無期，而那單由形而上學的所看作先驗原理的，我們今日怕仍不能說不由經驗的以立證吧！

然而如是云云，我並非說一切先驗原理悉數歸於消滅。在自然科學成立以前呢，那普遍的原理，也曾有絕大的必要；不過那些原理，也祇與後面所說那樣的自然科學中之假定有同等的任務而已；縱然先驗的原理最初未曾經過任何經驗的證明，須知凡屬一種科學，無論若何總是藉之以成立的，並且必因先驗原理之發達，而思維之本身方得由自然科學的以說明；所以至其究極呢，自不能不與所謂經驗的互相一致。

此種意義之循環過程，在自然科學上也常免不了有如此的運命呢。現在之自然科學之所以必然依據先驗原理的，實亦為此。

當分析直接經驗而由其中固定普遍的對象時，普遍原理實最為有

用，這似不必更加詳論了。

五 因果觀念（事象之必然的繼起）

我們在用思惟而將直接經驗普遍化這件事上，如果更用上一個思惟的要請（Postulate，即研究上之要求假說），必將更有顯著的效果可見。這個要請嗎，即是含在我們之所謂因果觀念中的一種先驗原理。

我們何以會發生因果觀念呢？這乃一個在哲學上曾生了種種議論的問題，且就自然科學上所用的因果這個用語說，也有更加詳細考察之必要；不過我們於此，橫直都認定所謂因果觀念，即能使我們豫想到某種事實之必然的繼起的一種事物，似無不宜。

縱如休謨之所論，對於太陽每晨昇上東天這宗事，我們是曾有經驗的；但在昨日起了、今日又起了這兩件事中間，我們卻沒有何種感覺上之連結呢；既然如此，如果專恃那麼一種直接經驗嗎，這就欲說明日早晨，後日早晨，太陽也都將同樣的昇上，恐怕不能得到必然的豫期吧！我們卻不可再從休謨之說，以為這種豫期，僅至由同一經驗所反覆的那主觀的遐想之結果而止；怕的是：由心理學的而論，那就不能不承認如此的直接經驗之反覆，固能使我們豫想到事實之繼起呢然而此種心理現象，許是可能的，而非必然的；僅持乎此，我們卻沒有理由可以求得事實之必然的繼起之根據，這乃顯然的情形呢！

因此之故，我們就不可不依照康德那種說法，以因果觀念為依着我們之思惟的範疇的，即依着那內在於思惟中的一種先驗原理的。這

就算豫定種種事實之必然的繼起之破天荒一件事呢；我們必依乎此，乃能當然的預期那進到我們之直觀中來的對象物，在其不受任何可以見於直觀的變化之間，仍得依原存在。所謂物體之持續的存在啦，不滅啦，那些概念，實在都是這個結果所給予我們的呢！

何以言之？因為：我們看見某一物體時，縱然已經加以直觀，假使閉着眼或側着頭，則眼中之感覺，早已歸於無何有之鄉，因此，這個物體之直觀，也就只好留在記憶之中罷了；而其現還引續存在與否這一問題，竟提不到直接經驗上以解決呢！如果僅恃那直接經驗嗎，則當這個物體離開眼前時，即使我們當作早已沒有存在，亦屬可能；縱然再移眼向之，其時依然看見同樣的物體，這與以前在此曾經直觀過的果屬同一者否，這令人十分生疑呢！因為那可以判斷其為同一者的根據，也不外憑着上面所述的那先驗的原理罷了；以此之故，我們除了想像其有某種異常的變化之可能外，終以將這個物體作為依原存在於此的以思惟，為更近乎自然。於是再移眼向之，也只有不見了物體在此時，或見了其他的某種變化時，乃得想像這個物體為起了何種可以直觀的現象的變化。即是，在此場合，物體之持續的存在嗎，乃一件必然的繼起之事象；當我們構成自然科學之經驗時所必要的事，一般是依先驗的以作思惟，而想像一切事象悉為依乎某種必然的繼起而連結起來的。既然如此，我們如果將看作同一者的物體反反覆覆的直觀若干次，便可以說已在此經驗出物體之恆存來了。這所謂經驗的

應與那作直觀的所謂直接經驗嚴加區別呢；這必借重上面所述的先驗的原理，方能成立呢！

有此根據，然後可說：必因自然科學之經驗以生出法則，而事實之豫言乃有可能。試再重言而申言之。直接經驗，只好表說一些曾經常起的事實罷了，並沒有一種豫言將來的權利呢；甚至欲說明日也有太陽東昇這句話，假使僅恃直接經驗，只怕除認為一種心理的豫想外，決不得認為確言吧！然而，這個曾經一次存在的太陽，如果沒有任何他種變化，卻不至於消滅；倘使我們已經在原理上承認了這種情形，那麼，太陽與地球之間，就可以想像其有如我們所知的力學的關係在那裏，如果依其關係之法則，就不論明日也好，後日也好，更不論引續至何日都好，太陽東昇這回事，總可以作必然的豫期。

我既然將那普遍之原理看作與自然科學上之假說同樣，我也應將這必然的繼起之原理仍作如是觀；因為，我們縱然作其為由先驗所與的以思惟，而如此的先驗的原理，卻誰也不敢確定其為正當與否呢！其唯一的證明，暫時祇有自然科學曾經依此原理以成立這一句話而已；即在這一句話上，我們無論何時對於任何經驗，都必將原理之存在看作可能；如果沒有一次表現過反對嗎，那時方可以說：歸於究極，這也屬由經驗之自身所與的。我們於此，也循着一個循環過程喇！惟是，那普遍原理呢，是關乎思惟之根本性質的，而所謂必然的繼起這因果原理嗎，乃屬於思惟之一個內容的，所以當論前者時所述過的那種生

理學的心理學之考究，在此乃不真之相牽涉而獨立時：這一點上，卻就有多少的不同了。

必然的機起之原理，乃有顯著的效果及於經驗之普遍化上的：這種情形，只須就上面曾經例示的物體恆存之概念那一事而說，大約也就可以得個明白了。依據那裏所說的，即是：物體之存在，不僅依乎直觀，卻為思維之所固定：既如此說，那就成為非常普遍的事物了。直觀呢，也屬個性的、也屬瞬時的，而且隨着人類感覺之有界限存在又屬極特殊的事物；所以因之以得到的直接經驗嗎，也就屬極受限制的，在感覺所不能直接達到之處，就無論我們用何方法，也不能獲得經驗。那眼所看不見的細微世界，那手所不能觸的物件，我們到底非劃之在我們之經驗以外不可，然則欲由自然科學的以處理之，豈不只好斷了這種念頭嗎？假使所謂經驗，乃僅局限於來自直觀的直接經驗嗎，那也祇得如斯而已！然而，我們在物理學中，顯然已闖進非常超越於我們之感覺界限的世界中，即那原子或電子之世界中去了；又如那手舉不着的遙隔的天體之狀態以及其物質的內容，也經搜索到了；甚至那剩了下來宇宙之界限，也居然列上論題了。其所以有如此等等考察之可能性的，要不外乎這個原因：我們依據此處所述之先驗的原理之假定，以追隨事象之必然的機起之過程，於是乎能在其中立出某種普遍的關係呢！

有如靈魂之問題吧，通常僅可由宗教上以解決之而已，自然科學

卻不能與之有所關聯呢；試問其何故如此，則祇以其中不能適用普遍原理，不能適用必然的繼起之原理所致，此外別無他故。假使所謂靈魂，多少也可作其為服從因果的必然性的以解說嗎，那就早已帶着自然科學的色彩了；果其如此，則靈魂之存在與否，縱然本身沒有直接經驗之可能，也未嘗不可由甚麼其他直接經驗以間接的證明吧！誰知不然，我故以為那純粹為宗教的對象的靈魂，乃不能作其為普遍的以思惟的事物呢，乃不容許其有必然的繼起之原理的事物呢！

自然科學上之經驗，必若何乃可以成立：以上我已經說明了。即是這樣：最初必須有由直觀所與的直接經驗，我們乃可以對之而先由分析的判斷以定立對象，更由抽象以構成概念；當此之時，乃因我們由先驗的而假定思惟之普遍原理，而假定事象之必然的繼起之原理，故可將經驗的對象以及與之有關的諸概念悉作為普遍的事物，且可在許多的經驗之間而豫定其有普遍的關係之存在；既然如此，則一切所既與的事物，我們竟悉得之以之作為自然科學的經驗，而置之於自然科學之基礎上呢！因為經驗即是直觀之發展，所以其與我們之個性的感覺，乃密接結合在那裏的；任其如是，卻偏以之全作普遍的事物而給予自然科學，而使自然科學得以構成：這實為重要的一點呢。如果欲求理解此點嗎，只須將以上所述過的熟加玩索，自能有得。

第三章

經驗之成立

一 內在形式之種類

自然科學的經驗之內容，固不能外乎那由思維所分析、所整序的直觀；但是我們於此，卻也可將種種的內容作為常以一定的樣式而表現出來的看。即是：我們既在直觀中將對象固定抽出，同時還察看這對象之所屬的事實呢！在最簡單的情形之下，這事實是：以「某某對象果若何以存在？」，以「某某對象果有何所變化？」，以「某某對象果有何所作爲？」，以如此等等樣式中之何式而表現的。其複雜的情形嗎，則以此等單純的事實作種種的結合而表現的，例如，「因風吹得強烈而樹木折了」啦，「某種草花曾經若何若何栽培，所以開了美麗而大朵的花」啦，更由這麼說法的性質的事象，進而說到那種數量的事項，如說「那風之速度有幾多大，所以將樹木吹到某一方向去了」啦，如說「這樹木在某某彈性限度上折了」啦，如說「這草花之栽培營養素有了幾多，所以其花之大小比較其他普通的大了幾多」啦：這一套說法都是複雜的樣式。在此等事實之中，那對象之性質、狀態及其變化、活動，我們都可期其有性質的並數量的表現呢！自然科學乃因欲將如此等等事實加以精細觀察、加以整序而成立的，自不待乎

多言。

然而我們於此，有首先不可忽略的事：當事實取如此如此的經驗樣式以表現時，可說其已含有種種先驗的要素在那裏了。將對象作客觀的存在而定立之，將與之相伴的概念由普遍的而抽象構成之，此中即有思惟在那裏發生作用，既有如上面之所述。我們如果更考察到，經驗何以會常照上面所示的等等樣式而表現；那麼，我們就必然注意到，所有經驗之中，最初即已有內在的某某思惟範疇在那裏了，已為其所統一起來了。不過，這思惟範疇即內在形式嗎，並非與構成經驗的直觀或感覺內容離開了而由思惟從外面附加進來的事物，卻是與感覺內容相融合而內在於直觀之內部的物；這乃可由我們之思惟所區別抽象，而作為形式以解說的呢！即是：如此的形式，並非改變內容，卻是必然的與感覺內容相伴着而造成直觀的一種事物，因之也可以作為經驗中之一種思惟的要素觀。

我們所能以之作為這思惟形式或範疇的事物，大約要數到：我們日常所最熟習的時間及空間觀念，並其所內屬的對象概念，以及一般所作為因果觀念說的已知現象之必然的繼起之觀念。而此等形式中之任何觀念呢，其最初內在於直觀中時，都帶有直觀本身之特質，即不免因直觀所自來的感覺之主觀狀態而受多少的影響，且僅得在感覺所達到的範圍內以作思惟；然而，我們務必將此等觀念作了普遍化，乃可以之作為自然科學之形式。我在下面，且就此等形式而稍加說明吧！

二 時間

直觀中，任何時總含有持續的觀念：這乃容易由思惟以反省出來的情形。無論其為若何直觀，總必在某時間之內持續着，如「某某對象若何以存在？那麼最簡單的經驗形式之中吧，其所謂存在，也必須看其作持續的呢！這持續觀念，即相當於那思惟形式看的時間觀念。

如果由那生理學的心理學以追究這持續觀念之根原嗎，恐怕就要歸到，我們肉體內之不斷的某種活動變化得由腦髓而自覺那一件事實上吧！我們雖則可蔽着眼、塞着耳以使一切外部的感覺休止，但如所謂脈搏的，在自己之身體中作一定現象之反覆，我們此時仍能感得呢！而由這一脈搏到那一脈搏之間，也就覺得身體之某種活動乃持續着的；如此如此而經過不斷的時間，這就算為我們所思惟的了。

倘使欲問一個直觀果能持續而至若何的程度嗎，同樣也可由思惟的反省以窺知之。即使在無論短至任何程度的持續都不能有的直觀中，仍可以歸作有某某時間之經過。如在「某某對象果有何所變化？」那樣的經驗中，以自然科學的而論，其所經過的時間之長短，要算特別重要的事件呢！

其在一個直觀之後又有別個直觀時，所謂直觀之前後關係的，分明就與思惟中之時間形式相當。這前後關係嗎，其在兩個直觀能完全獨立的以區別出來之限度內，固然與前面所述的一個直觀之持續全乎不同；但試一加精細考察，就能悟出，兩者（指前後關係與持續）不

憑作出二樣的表現罷了，其實算是同一的時間形式。何以故？因為：前後關係中之兩個直觀，為欲分判而成為各各完全獨立的，其間即有作某種感覺內容之轉變之必要；但在我們意識活動沒有停止之限度內，即在主觀的意識作用繼續之限度內，這感覺內容之轉化間，縱然其內容各有不同，直觀還自是持續在那裏的；那前後關係呢，實即這個持續之結果所表現出來的事件。

當意識之持續為何事所休止而表現出所謂無意識的狀態來時，譬如我們入了眠睡時，那為此所隔成的兩個直觀，此時以缺了其間之持續的連結之故，只好思惟其前後關係罷了；然而在如此無意識的狀態之中，甚至欲對這狀態本身之存在而作直觀，也簡直是完全不可能的一回事呢；所以，欲知前後關係中之兩個直觀是否為此所隔成的，乃不能單由這本身之經驗以作判斷。為欲判斷此事起見，即為欲否定兩個直觀之持續的連結起見，那就非待有對自己身體中之某種變化的感覺的經驗不可；在由如此如此的無數經驗所綜合而成的思惟過程中，就將發見此處已有時間之持續的經過為所思惟在那裏呢！

我們又因同時並有感覺之這種那種的種類，而兩個各異的直觀可以重合。例如，在且看某音樂演奏者之動作、且聽其所演奏的音樂時，看見動作為一事，聽得音樂又為一事，乃由兩個各異的感覺以各各惹起一個直觀。這各個直觀在腦髓中，固有容易融合而成為一個直觀之可能性；然仍可以在這一個直觀之上，加以思惟的分析而使之再成兩

個事象呢！此時覺得我們之感覺，乃對各個的事象而起同時的動作；即是，我們能在如此的經驗中發見同時觀念呢，如果我們也以之配序在時間形式中，那就也可想像其中有與前後關係不同的他次元之關係，恰恰等於那對上下關係的水平階段。但因，在前後關係中，我們能思惟其有時之隔離，反之，在同時關係中，則不能思惟出有甚麼時之隔離在那裏，無論若何，其本質上卻總為時之一致，卻總可歸於同一的觀念呢；所以，前後關係可以與有某種延長的一種幾何學的次元對比，而同時關係則不然，並不等於這種通常幾何學的次元，說起來，乃一種特殊的次元，即其方向擴展之值常等於零這種次元呢！因其如此，所以雖說誰都承認同時關係的一種次元可以給予時間形式，這卻並非作為通常幾何學的次元解，乃以時間形式為一種僅具前後關係的幾何學的次元的物件，而將時間作為一次元之數量以處理之。倘使照「時在其本身並本質上一樣是流的事物」這樣說法，則通常所說的一次元的時間經過，可見其為素樸的表說了。

那稱作過去、現在及未來的時間形式之三種階段，乃因我們之直觀被配應於時間形式時之前後關係並同時關係而決定的；現在呢，乃在那裏活動着的直觀所屬的，反之，過去呢，則與已經存在於思維中的直觀即記憶之世界相當，未來呢，則與將由思維所創出的直觀即想像之世界相當。既然如此，則同時關係乃直接規定現在的事物的；然而，假使我們在思維上而使我們之意識作過去或未來之移動，那就無

論在其間之何處，都能發見有與現來全然同樣的同時關係了。果其如此，則上面所述那對於時間形式的次元性，乃極為一般的事物呢；又依此種意義而論，時間形式乃屬等質的，其與在幾何學的空間中之坐標原點無論移至何處都屬同等的，這兩種情形恰恰全然一致。

在記憶及想像意識中所成立的時間形式，固然同在純粹直觀中一樣，也因其為個人之所知覺這一點，而有個性的特殊的意義；但我們卻更有一種欲求，而欲以之與一切經驗同作普遍的思惟呢！即是：時間形式最初之所自來，固有如上面之所說，乃應在我們之直觀中以發見的；但是，我們卻不將此形式照原不動的存留在那裏，除加以一番思惟而分析抽象外，還可使之與其他的經驗同樣與直觀分離而定立，並發展而為一個獨立的思惟形式。我們既然如此，就因構成所謂普遍的時間概念，而得將一切經驗序列在時間形式中以表說之。在自然科學中所用的同時概念，當然非即是如此普遍的不可；而在其由思惟所抽象定立這一點上，也有看其等於一個自然科學的對象之可能。這時間概念呢，明明是應與直觀的時間形式有差別的，是應專以適應於經驗之自然科學的認識為準而選定的：我們切莫忘卻這話！

因此之故，我們在沒有對於任何事象的直接的經驗時，固然沒有理由能將所謂時間以作思惟；但果定立一個作思惟形式的時間以表說經驗，同時更以普遍的性質付與時間，那就能以之與自然科學的對象作同等的解釋了；此時，即使世界上任何事象都沒有存在，我們仍可

在那裏思惟着一種時間經過呢！我們對於時間，假使將數學中之無限概念導入，當然可以說「時由無限遠的過去以至無限遠的未來」；那無始無終的一個時間形式，必如此乃能成立。牛頓作為「絕對是真的而且是數學的時間」以表說之，說是：「在其本身並其本質上，一樣是與任何外的對象都沒有關係而流着的物事」。

牛頓這種見解，在當時固然沒有駕乎其上的呢；但如後來馬赫之所論，則以為這乃受了中世紀時代之哲學之影響，而專在形而上學上所說的話，對他那種專就事實以研究的意見，似不見得忠實。時間決非最初即與任何外的對象毫無關係而流着的物事，卻不過如上面之所論，乃我們由種種對象中之事實的經驗引導出來的一種思維形式呢！因此之故，縱然我說作為自然科學上之普遍概念的時間，沒有理由可以純粹作為先驗的形式，只好在其由直觀中以內在的發見這限度內，作其為先驗的而已；但是時間也應與其他經驗之由直觀發展而具普遍的意義那種情形相等，非在等等經驗中以發見其能與經驗適應的形式不可。在此種意義之上，自然科學的時間也就屬經驗的了。

如果對如此的關係已能有正當的理解，那麼，譬如在安斯坦之相對性理論中，其時間之長度及同時性，只能對觀察者而作相對的，絕非能在一切情境之中都具有不變的絕對的意義：這種結論，就也不足驚奇了。何以故？因為：如果我們為得欲將關乎物質現象的經驗整序起來，而必須由經驗的以發見此種時間形式嗎，我們就非認此種時間

形式為真正的客觀的時間之特質不可。那單以時間作為直觀中之內在形式而思惟的一班哲學者，都因拘拘於其先驗性之故，竟說經驗的自然科學的法則之侵入這先驗的形式，乃矛盾的，乃不可能的，甚至對於相對性理論，也試行種種的反駁了；這當說是，為其沒有真正了解那記述經驗的事實時所必需的時間形式之意義所致。

時間之一種特質，即是具有由過去向着未來的那種一義的行向：這行向在直觀中，固然因為我們本身之生命過程以及由此所生的必然的結果那生死之體驗，而成為極重大的形式的要素；但在我們專就自然科學中之可逆的現象以抽象而處理時，這時間之行向，似乎就全無影響了。惟有在論非可逆的現象特別是生物之現象時，又該再成為重要的要素而表現；然而此種非可逆的現象，何以與可逆的現象生出差別，這就成了自然科學上之根本的一個問題。前者能否由要素的以悉歸於後者，這乃必須先決的問題；必能將此問題解決，方能決定作我們之經驗形式看的那時間之本身，在本質上可使之具有前、後之行向呢，抑或可想像其作完全可逆的呢？

就時間之性質而論，還有一個緊要的問題是：關於其連續性的。除如上面所述的那樣，將時間作為直觀中之持續觀念以思惟外，我們對於一個直觀，至少似也必須假定出連續的時間形式來吧！何以故？因為：假使其間之時間非連續的嗎，則各個時間斷片之中間必將生出直觀意識之空缺；照一般的說，這空缺決非我們之所能經驗的。當我

們依自己肉體內部之脈搏那樣的事物以覺察時間之經過時，縱使各個脈搏為依從不連續的，而在這些各個之中間，也必作有一種時間經過想，如此，方得將其不連續性作直觀呢；在此種意義之上，那時間之本身，無論若何總非連續的不可。然而，時間既然可以如此離開直觀意識，而純粹由客觀的以定立，則現在欲謂其為與經驗現象適應的不連續的時間形式，大約也沒有限定不可能吧！那不連續的時間形式，容或可以一種特殊的不連續性歸之；而此種特殊的不連續性，固然非同在直接進入我們之直觀的經驗的現象一樣，卻是同在微小得非常如近時在原子內部發見的量子現象之本身所含的一樣：這卻不敢豫斷其絕無此事呢！我們對於如此等等的判斷，唯有使之與其他一切自然科學的法則，同依着經驗之理論化而已。

三 空間

我們當就自己之身體或就其他外的對象以作直觀時，可以看見此等對象及其部分之一種配列。所謂對象之形狀，不外是因其各部分之界限以決定的；而此界限之基礎就在配列。如此的配列之觀念之成立，似非看作因我們之直觀中已先驗的有空間形式存在不可。

空間形式呢，常與時間之同時觀念相結合；即是，對象之配列，沒有必由直觀之持續始能為所覺察這一種關係，卻在無論若何短促的瞬時的直觀中亦已得以含之。因而，假使以時間之持續的延長即前後關係，作為我們意識中之一種幾何學的次元解釋；則空間形式嗎，分

明非在與之相異的次元中以表現不可。我在前節中已經說明，同時關係與時間之前後關係，乃應以相異的次元表現的；又曾這樣述過，假使就時間之本身而論，同時關係乃沒有任何擴展的；然而此處恰恰不同，這個與同時觀念相結合的空間形式，偏得以某種擴展而實現幾何學的次元：這實屬一件極有深意的事呢！

因為幾何學本是由我們之空間概念所抽象而組織成功的數學，所以其中沒有含着些少時間的概念。這種情形，竟之使習慣了那自古以來即已非常發達的幾何學的我們，常將時間與空間這兩種概念，由抽象的以作這樣的思惟：彼此各自成一獨立者，其間絕無何種因緣。在形而上學上，其所以假定出絕對的時間與絕對的空間來的，我想其主要的理由就在此。

然而如此的思想，乃僅由我們之任意的或因宜的抽象而來的呢；若使我們追想到，那個使這時間及空間兩種形式在直觀上分析出來的根源直觀之本身上去，那麼，我們此時就能悟得，這兩者決非彼此各自獨立的事物，卻常由本質的而互相結合在那裏呢！我為欲指明此項情節起見，曾在上面說過，空間形式僅在與同時觀念相結合上成立；這裏也可用同樣的意義以說，各種空間觀念都僅在與時間形式相結合上成立。何以故？這是因為：任何對象在為我們所直觀時，概得作其持續為必然的以思惟呢！黑爾曼·因可夫斯基在他之時間、空間論中曾說「誰都非在某時中不能認得某處，又在某處外不能認得某時」這

樣的話，即是此意。

因此之故，在我們之直觀意識中，常有一種時間與空間融合起來的形式存在；時間之本身呢，空間之本身呢，祇是由這融合的形式中更分析出來的抽象而已。然則，在近時所認為一種可驚的物理學理論即那相對性理論中，曾以時間與空間為有某種相互的關係，這說亦何足為怪！當然，假使我們之經驗不許作時間與空間之獨立的抽象嗎，我們就非選出那能使之依從此經驗的時間、空間兩種形式來不可；所以這由我們之直觀所使發展的自然科學的空間概念，在此種意義之上，乃與上面所說明的時間概念相等，必然同屬經驗的呢！

直觀的空間，僅當有何種對象存在而得由感覺以知之之時，乃可為所觀察；此外即為那空虛的空間，只好單作概念的以思惟罷了；但是，我們如欲普遍的作成適應於經驗的空間概念嗎，那就也有以此種空虛的空間作思惟之必要，就非以之假定在這裏不可。所以真空的概念，不能看作直觀的，必須看作思惟的並且經驗的呢！

我們之所得的直觀，本是從那些能感覺得對象的感官之各各不同而與之各各對應的，那麼，其所含的各各空間形式，我們又何以可作同一者看呢？這個疑問，其解決之第一步實在這一點：空間乃不能直接感覺的物件，乃一種內在於感覺的直觀中的先驗的形式。何以故？因為：此種先驗的形式，實為一義的存在於思惟之中的物件，這即作為思惟本身之本質而引導出來，想也沒有不可。然而，僅欲據此理

由，以判斷內在於種種感覺的直觀中的空間形式，其所各各秉賦的性質特別是其幾何學的次元是否全相一致，以判斷其結果能否生出異次元來，在理論上，這就怕還不十足用。例如：我們因用手指以觸物體，而使這觸覺向種種方面移動，就將覺得空間之三次元性；次之，我們因用眼以看同一物體，至少也可以覺得空間之二次元的延長；復次，我們更將物體前後移動而全行看過此物體，若使由感覺的而經驗出其間所生的兩眼之調節作用之變化，那就可以知空間之三次元在此也屬必要的。然而我們就在此中發生問題了，即是：在觸覺的直觀中所表現的空間之三偶次元，與在視覺中所表現的，其在對象上果否為同一的呢？因為等等都是異次元，我們就未必有何種理由由先驗上確定：空間是合攏起來而具有六次元之幾何學的形式，抑或僅有某某次元彼此契合而具有五次元或四次元之性質，抑或依照限於三次元性？

由觸覺、視覺以及其他感覺所能生出的空間，常具有同一的三次元的形式：我們如欲理解這話之意思，我們必須由經驗的明白這種的情形，即各各直觀中之空間，都具有一種隨時可以使之完全相對應的形式的性質在那裏。如此的對應，只須在通常種種感覺之同時的作用所生出的直觀之自己結合中，就很容易求得的。例如我們以手觸物體時，同時也可由視覺以看這物體；在此種情形之上，不僅觸覺的直觀中與視覺的直觀中所表現的空間之某種範圍作成直接的對應，並且兩

者中之空間的次元，我們可以作其為同一的物件在我們之思惟中結合着，而由思惟的以反省之。空間之三次元性嗎，即是如此在經驗上判斷出來的。

因為直觀的空間含有同時觀念，必須認作與時間形式相結合，既有如上面之所述；但其與對象更有何種關係，這也當然必有待乎比較精細的經驗。我們決不可根據舊時之形而上學的見解，而對於空間便簡簡單單的將牛頓所說「在其本質上，既與外的對象沒有關係，且常一樣為不動而止的」那樣的話，依原不變的接受過來。為得欲使空間適應於外的對象之一切現象之經驗起見，必須以其能否使空間與對象之本身有關係這件事留作自然科學的一個問題；在此種意義之上，空間也如時間那樣，必須與自然科學的對象作同等的經驗的認識。

特別如關乎空間的距離之相對性，並空間之連續性等等的問題，如果全由先驗的而說，卻不能不得到結論，這也與上面講時間的地方所會說過的情形毫無所異呢！

然而我們純粹由思惟的將空間抽象而使之與對象無關係，自屬可能。幾何學的空間，就是從直觀的空間而如此抽象出來、概念化起來的；在此，不過與之以某種連續等性質及次元的純粹的形式而已。因其如此，所以此種形式中之次元數，可以任意增減；照我們所已熟知的幾何學的点、線、面、立體等，各各為0、1、2、3等次元的幾何學的空間，更由此而將次元數增加，就可以得到任意的多次元空間。

如此等等幾何學的空間，都與經驗直接無關係；所以更將其適當的性質作成公理的假定，就可因之而演繹出種種體系之空間形式來了。這種情形，已因幾何學之發展而明白出來，如非歐克立德幾何學就是其有名的例。如果我們如此由思惟的而豫知所有可能的形式嗎，則當欲由經驗的以求知自然科學的空間究竟若何時，應有極大的便利呢！何以故？因為後者乃應屬於前者中之一種的；如其不然，則自然科學的經驗，就怕不能由思惟的以整序了。所以純粹的抽象的幾何學，可以補助自然科學之研究；他一方面，所以一種如此的幾何學的空間，又未必與實在的物理學的空間成爲同一。

四 對象

依前章之所述：自然科學之對象，乃在感覺的直觀之中所看作統一的客觀的存在，而可以固定抽出的一種形式；我們既欲以之作概念而普遍化，更欲由經驗的以求其間之現象的關係。於此，我們之感覺的內容，即表示一些以對象之狀態或性質命名的事物；例如對於蘋果，在觸覺上所感的圓、滑，在色覺上所感的紅，在筋覺上及視覺上所感的不動；等等皆是。我們可將如此等等感覺的內容統一起來，而之以歸於一定的對象。

如說對應感覺內容的對象形式可由思惟而得：這話固不外乎解作以先驗的思惟作用爲依據而已；至說種種感覺內容得爲某種同一對象所統一：這話就等於說，凡表現於種種感覺的直觀中的空間，可以認

作同一者，而且必然具有到得某點的經驗的要素在那裏。

這統一可有種種：在其有空間的意義時，則可定出對象之形狀；在其有時間的意義時，則可想見其持續的存在或生滅的變化；又在其於空間的、時間的結合之世界中，則可覺得其運動或靜止；最後在其內容上，則可思惟其性質、狀態之保存、變化。

既然如此，對象自屬可作感覺的內容之統一形式以思惟的呢；然在其存在、其生滅、其形狀、其運動，以及其他的性質、狀態各各都由概念的以普遍化時，這就已作全無關係於人類感覺之存在或其性質的那種客觀的實在而形成於思惟之中了，這就已成超越於一切人間性的自然科學之根柢了。

自古以來所作自然科學之對象看的形式，名為物體（在撇開形體的特質而思惟時，又稱作物質）。這即可以認作最初在我們之感覺的直觀中所表現出來的，唯一的具體的存在，且已由因果觀念即必然的繼起之原理而與之以恆存性。然而，一至將物體所有的種種性質漸次精細的並且抽象的以分析起來，而欲定立物體之真態時，則其得歸到此恆存性的究屬於物體之若何的性質，必須由自然科學的以考究之乃可。那物體中之能恆存的，不僅為其形體，卻應屬於形體以外之物質；最初雖曾作了如此的想像，但因如此而生的物質之量即所謂質量的概念，既不能直接以表說感覺內容，又不能由思惟的以下精密的定義，而祇能由先驗的以看作恆存的物質中所特有的某量；在科學上觀之，

這就免不了有幾分含糊呢！

因此之故，物理學中之質量的概念，所以遂生了種種的議論呢；然而，今日還有一種爲恆存量的能量(Energy)，在那裏，依我們之所解釋，則質量大概在根本上可以與之歸於同一。因而，質量概念常與能量概念相伴隨着，甚且可以想像質量未必爲物質中之所特有，而爲與能量共同離開物質的呢！即是：在今日之物理學中，質量早已不復爲物質之量了。

一方面，那關乎物質而能恆存的量嗎，如今非以之歸於構成物質的原子之數或原子內之所含的電氣量及其配置不可。以後還擬就這各點而深入說明，要之，其離我們之直觀雖則太遠，其屬我們之經驗所指教的普遍的對象形式，固仍可以毋疑。

此外，有所謂以太的，也曾看作物理學的對象。這乃因爲在空虛的空間中，光之傳播爲波動的，所以由思惟的以假定此以太爲此波動之媒質；但是對於以太之本身，無論用何方法，也不能以之作爲我們之感覺的對象；其在感覺上可得而知的，唯有在此中的能量而已。有如後面之所述，我們今日對於以太，除以之作爲一種付與物理的空間之本身的名稱外，絕不能作其他任何一物以思惟；因而，在如此的空間、時間以外，其爲我們所可認作物理的對象的事物，即說只有物質及能量，未嘗不宜。

但以一般的而論，在物質及能量以外，我們還可將那爲我們意識

之本體的精神，當作一個自然科學的對象。然而所謂精神的，究不知可依若何的概念面對之下完全的定義呢？這決不似論物質時那樣，可讓我們得到明白的。如今，我們僅能由思惟之自己反省，而將種種精神活動所發出的模樣以分析至某種程度為止；同時，更比較種種人類或生物之精神活動，而專在事實上以觀察其心理的現象，或至某種程度為止以追究其精神活動與肉體的構造及生理的環境之關係；如斯而已。然使果欲真知那作自然科學之對象的精神，那就非有在此最後所舉那樣的生理學的心理學之研究不可，即必求澈底解決生理的狀態與若何的心理的作用作必然的結合；如此，然後可以達到為生物之特質的自己意識之發生或自由意志之存在等等問題上呢！

我們對此等等問題，卻有異常的困難，這不可不自覺。那最單純的生物體之本身，必須若何乃可以與無生物體見出差別：似這樣的生物學之根本問題，甚至也還沒有十分解決呢！縱說我們純粹依物理化學的方法，而用物質以合成與生物的組織完全同樣的物品，這事已告成功了；而欲製出生物體之本身或許多有機物質，則在今日卻依然不能。況乎欲說到這在複雜的生物體中所表現的神祕的精神現象上，則我們更不能豫知其必待何日乃能完全在自然科學上以解決了。我們思惟之本身，也不外屬於這精神活動之一而已；乃欲依此種思惟而將思惟之本身作自然科學的解析，恐怕到了某種界限，就不能不放下手吧！因此之故，我們只好承認在容許的範圍以內，而暫時將看作自然科學

之對象的精神加以思惟，為尙屬可能的事而已。

五 因果（附偶然、進化及自由）

因果觀念乃依我們之思惟的要請而存在的，而依此觀念，即可以豫想到事實之必然的繼起：這話我已在前章述過了；自然科學的經驗，乃由其所根據的必然的繼起之原理而造成的形式：這事也曾經說明了。為得欲使種種的事實間之關係悉由經驗的以成立之故，就必須乎因果或必然的繼起之原理；同時，一切經驗也悉為此形式的關係所統一；自然科學之構成，乃必由此道的。

然而，因為所謂因果這個用語，本來在自然科學之成立或批判以前，通俗上我們早已用之有常了；所以欲由批判的以追究其正確的意義之時，務必將我們所漫然想像的不正當的要素取除而使之純化乃可。關乎經驗之其他形式，或如空間，或如時間，或如對象，何者都有幾分同乎此的情形；但我已在上而將其正確的意義均說得明白了，大約不至如關乎因果這樣，生出甚差的誤解來吧！

因果觀念確係本於理由律之要求而起的，而此理由律，乃屬論理之根本原理之一。我們之思惟對於某種事實或判斷，其所提起的問題常在「何故」；即是，求其事實之所以存在、判斷之所以成立之理由，這算是思惟之本然的欲求；所以種種思惟之間，我們均能以結合統一之。既如上面之所述：直觀之內容，乃由各各感覺之活動所給予的；思惟則首將直觀內容區別抽象，以形成思惟內容，同時，更將此等會

經區別抽象的內容統一起來，而使之具體化。這具體化嗎，可以兩種方法行之：其一呢，乃各各直觀依原不變的具體化或者再現出來；又其一呢，乃將由一切直觀區別抽象出來的所有內容，置在概念之形中以整序統一起來，而求達到所謂根原的事物上。藝術與自然科學兩者之歧點，就在此思惟之具體化作用有如彼如此的不同呢；後者乃思惟之作用之來自此根原律的。思惟之理由律嗎，即由我們要求常得達到此種根原而表現的。

惟是，我們所作爲對於一個結果的原因以思惟的，其所含着的要素，乃與單單的理由稍見不同。最初因果觀念之造成，其以關乎我們人類之行為或運命爲主的，想即因此。例如：有某甲擲傷某乙，我們對此事件，正應根據理由律而問其有何理由；如果我們探出甲以前曾有怨恨於乙嗎，則甲擲傷乙之原因，直可以歸到甲有怨恨乙的感情存在這件事上。在此情境之中，甲因怨恨乙而生毆打乙的意志，遂至有行為之表現，所以可作其原因看的怨恨之感情，在時間上非先於作其結果看的毆打之行為不可；即是，此原因與此結果，在時間上有先後之關係，且此關係通過意志而互相連結在那裏。又如：有某甲因投球或放鎗，而無意中擊傷乙之頭腦，並且因以致命；此時乙被傷害之原因，乃爲甲所投的球或所放的鎗彈之飛來，固屬絲毫不錯，但是於此卻不似前例那樣有怨恨乙之感情存在。此種情節，我們常以偶然發生的事件稱之；而如乙之不幸，則視爲由於乙之運命不佳所致。在如此

偶然發生的事件，理應缺少必然的原因；然而我們之某種神秘的感情，乃不甘即此委之而不問，偏偏愛說，爲有何等未知的原在那裏支配乙之運命，所以乙之不幸遂發生了。如此說法，就是想像其有神之意志或有與之同等的宗教的超實在之意志在那裏作着原因，而先於其結果存在呢；這就與前例完全相同了。

在如此莫名其妙的因果觀念之下習慣了的我們，不知不覺之間，也移用到純粹的自然現象上來了。例如甲物體衝着乙物體時，其衝突有何原因，就要同上例之所述一樣以探問了。甲衝着乙之直接的理由，乃爲甲向着乙運動而來，固然不錯；但是此種運動，卻有與衝突非常密接結合着的兩種過程，其還爲我們所沒有求到的那一方之原因，分明也連結着在那裏呢；所以其衝突之原因，通常還須更溯一段而問到此運動之果因何故而起。當有兩火車互相衝突之時，想也沒有誰說，其衝突之原因，只爲此兩火車在同一軌道上行走，此外別無他故。或因，機關手當應該停車時沒有停車，或因，軌道上之道叉口連絡錯了。大約認定這些事件爲其原因都是對的；即是，如此等等因火車之運動而起的某種不注意，悉可以稱作原因。惟在純粹物質的現象之中，那就沒有理由可以說，其運動之生起乃爲有此種意志的原因存在。然而我們於此，還須求得與此同樣的因果關係呢；有見乎運動之常伴着在物體間動作的力而起，於是遂欲以力作其原因。如說慧星在太陽系附近描出特殊的軌道，乃起因於太陽與他星所及的引力，這說法實即

如此。

然而，移到這物質現象上來的因果之觀念，卻未必即與以上之意志的原因與結果之關係同等；我們試就此情形而探索一番看吧！那作原因的意志的事象，其在時間上，常先於結果；反之，這在物質的現象中所看作原因的就未必如此，卻僅成爲某種論理的結合之理由。在兩物體之間，那動作的力並不先運動而存在，不過運動之某種變化，其本身表現出力之作用而已。也許有些論者以爲，那加力於物體的能力，在運動之前早已存在；例如地球之重力之場吧，他們或將說其爲在某物體沒有落下地上以前就已存在的。豈知，這種力之場的概念，乃是一種抽象的；所謂重力或更一般的萬有引力，在僅有地球爲存在於宇宙中的唯一的物體時，其亦尙能表現否，誠屬疑問；況且到了那時，即欲求得何種現象可以知如此的力之存在的，也怕沒有呢！我們因此之故，不若將力作爲一種因兩物體之空間的對立而存在的性質解說，同時，並作兩物體爲能起相互的運動的物件，似爲妥當之至。如此觀之，力與運動就未必如意志與行爲那樣表示先後的關係。

因此之故，當將自然現象中之因果的關係作思惟時，其所謂因果嗎，未必有因果之本來的意義，即未必含有對意志與行爲之關係全然相應的要素：這是必須切記的事。對於自然現象所必須思惟的，寧可說是必然的繼起之原理；如說尋求對於一個事象的原因，這話之意義，也無非說尋求與之必然的連結着的其他事象罷了。如此的必然的繼起

之形式，無論對於任何經驗的事象，都必成立；我所欲說的事之本質就是如此，我故特避去所謂因果律那個用語，而專用必然的繼起之原理這個用語。

我有必須更在這裏附言的事是：還有對於必然的偶然存在。必然呢，可以因之而豫期在一事象之後必有何事象繼起；偶然則不敢作如此十分的豫期，這卻會現出意想不到的事象來呢！假使自然現象悉周能從必然的繼起之原理的嗎，那就不許有偶然在那裏了。然而，因為偶然畢竟還是豫期之問題，所以如後面所詳述的自然現象之可以必然的繼起的一切條件，我們如果還沒有知悉，就不敢十分豫期，而祇能依從習慣或其他心理的傾向以形成單純的豫想，必待有了事實之經驗，乃能覺得那反乎此種豫想的偶然之程度呢！縱使有我們覺得其為偶然之處，那現象之本身，仍屬必然的繼起的事物，如果到了我們可以十分深加觀察之時，那就任何偶然想必早已都沒有了。自然科學嗎，即是將許多經驗中之偶然的事物分析追究，而使之歸到某種必然上的。

然而，現象之必然性既為我們之經驗形式，同時其偶然性亦為經驗形式之一：這是的確的事。我們固必努力將此後者之條件施以分析，而使之在思惟上歸到前者；惟因在某種情形之下甚為複雜多樣，那感覺的經驗中之所表現的概念，卻僅在舍此偶然意識的情形之上而成立，假使以之分析而成必然，其概念就盡行喪失了：這也是不可忽視的事。例如物質內之分子之運動吧，在其各個之中，固必為服從力

學之一般法則的必然的現象；但在我們之通常的感覺的經驗之中，此種各個分子之運動，卻是決不表現出來的，只見得其極多數分子之集團的物質的現象罷了。此種情形之中，其各個分子果有何所動作，全屬於不可豫期的偶然；我們唯有將其全體之統一之平均狀態，由感覺的以經驗之而已。物質之溫度啦，溫度變化之非可逆性啦，均僅爲在此全體之上所表現的事物；不但稱作一個分子之溫度那樣的觀念歸於全無意義，即至關乎各個分子之運動，也怕沒有含了何等非可逆的要索吧！即如溫度或關乎溫度之非可逆的現象，我們在自然科學上之目的，也將分析之而使完全服從必然的而且可逆的法則；而感覺的經驗之爲偶然所支配的情形，我們也可以同時在此看出。關乎時間之非可逆性的問題，上面剛纔說過了；至對於物質現象，至少也當能知如此的經驗形式之必然性及偶然性之考察，乃可與此問題以解決的吧！

更有與之同樣的偶然性，不僅有關於感覺的對象，其在某種情形之上，也可以作存於概念的對象中的看呢！如果依據那最近得到異常發展的量子論之所指示，則關乎原子內部之電子狀態，其凡爲我們之所常得觀察的，決非其一義的那法則的限定狀態，卻不過爲在法則上有可能的許多情形之某種統計學的平均狀態而已。即是：我們無論用何觀測方法，在今日也全不能知電子之位置及運動，不過能見其所表現的某種偶然的變化而已。因而對於如此的電子之狀態，如欲說其在原理上有何等必然的法則存在的話，在經驗上竟無意義；祇能在自然

科學上以求在其偶然的之本身之間所發見的概念間之蹇然的關係而已。卻是，如果以在此所論的為物理學之最根本的現象嗎，想必就能悟得，自然科學中之所謂偶然性，乃橫在其根柢上有多麼深的呢！

至於關乎生物，那就必須想到其要素乃更加複雜的呢！其中，有更多更多的偶然關聯在那裏，同時又有所謂進化之現象表現在那裏，特別如自由意志那樣的作用，也竟可在那裏見之；因此，如欲以作經驗形式的必然繼起之原理適用於此處，其困難乃十分可以豫想得見的。如果一切現象都得為必然的嗎，我們就因在某時期中所曾經驗的世界之狀態，而在自然科學上豫見豫言所有未來中之狀態，至少也在原理上有可能呢！果其如此，則不論所謂進化也罷，又所謂意志現象也罷，怕都不得列在其中了。一切一切，都有如定命論之所說那樣，乃一成不變的了。然而我們所以不能直即與以同意的，又有何故？

如果自然科學以必然的繼起之原理為其基礎嗎，則其本質上為定命論的，乃在所不可爭了。任其如此，既如上面之所述，物質現象中，至少也得在許多物質的對象之所關聯的範圍內，容許其有偶然性；則對於此中之作各個必然之全體看的偶然，在我們哲學的考察之上，理應極為切要。生物之進化若何而生這個問題，在現時之遺傳學中，或者還難說已經完全解決呢；但是在原理論上，至少也可以作這樣的想像：假使那些作必然看的既定的所有可能的變化之中，僅有某種變化與種種事情的條件相應而表現，而且此種變化限於一方之方向而前進，

那麼，這裏就可生出所謂進化的來了。至於意志之自由，乃屬意識之問題，在意識之本身沒有經過生理的研究以前，無論欲下任何解釋也不可能；雖然如此，我們假使想像這自由意志之意識，乃恰與那偶然意識之成立相似，而成立於某種必然之極多樣複雜的結合之上，這也未嘗不可。

然而此等問題，無論若何，乃必經過自然科學之充分的研究後方能達到的；我們可不管其究竟若何解決，須知切要之圖，首先乃在從事自然科學之建設。於是在此基礎之上，而以經驗作為必然的聯想之形式的事物解釋，並且專取其可以作如是觀的經驗而處理之。如此，自然科學就能穩穩固固的保持其一義性而不失。

第四章

觀察及實驗

一 觀察

一切經驗科學中最初所必要的事是：觀察經驗的事實。自然呢，本得在我們之生活過程之際而闖入其經驗之範圍內的，但不敢說後者必能盡納自然之所有的事象。何以故？因為：不但我們之生活，在時間上受了極短的制限；即在我們之感覺作用所得完全達到的空間的界限，按理，也不能不說是極其狹隘的。這限於我們個人的感覺之所能觸接的自然，在實際上，其比我們所能思惟的自然全體，果為多麼僅小的部分，自不難想像而得；而況這僅小的部分，我們之感覺的作用若便不加注意而放任之，亦且不能取而十分深入入記憶之中，而將終至於疏忽了，如此的情形，實不知可有多少？於此，則凡欲從事自然科學之研究者，首先必須在可能的範圍內，努力提起深刻的注意，而將自然之事象取入於經驗之中乃可。這即稱作觀察呢；為欲使充作自然科學之素材的直接經驗得以豐富起見，觀察乃第一件不得不行的事。

然則沒有觀察自然這回事，只怕自然科學也無由成立了！自最古有史時代降而至於希臘文明時代，我們固已在其間得見關乎自然科學的學術的攻究之萌芽；但在當時，因為非常缺乏含有此種意義的自然

觀察，所以不能造成正當的自然科學，而即僅以種種形而上學終了。當時之人，常以論理之理由律為根據，而對所曾經驗的自然提出所謂「何故」的問題來；他們屢作這樣的思惟，以自己思想中所發見出來的某種形而上學的命題為自然之先驗的原理，而且得以因之而解釋那些極被局限的他們之所經驗的自然，如此，他們就已覺得目的滿足了。例如希臘最古之哲學者培列士（紀元前六四〇——一五五〇年），他曾有一種欲以世界歸作單一的物的思想，且即依此思想以接受經驗；即是，他見着凡物之發分啦，種子啦，均屬濕的，遂自以為已在這些事實中認識了所有實在之原理，而說水為根原物質，凡物由水所生而再歸於水，又說坦平的大地為浮在水上的：如此這般的議論。其次有亞拿基西米納士，他曾假定空氣為凡物之根原，使之稀薄則生熱即火，使之厚結則生雲、生石、生土；又曾以為，土一面蒸發、一面擴散而成了如火那樣的物，這就是星，因此，星之核中也有土在那裏。如此等等學說，由今日觀之，無論若何總逃不出其為原始的；因此可知當時對於物質的觀察，乃多麼不完全而且止於外觀上的呢；惟在二千數百年之前，卻也祇能如斯而已。這同樣的思想，經過赫拉克勒特士及愛母拍德克列士等而至亞理士多德，遂假定火、水、土、空氣那四種為根原物質，即原素；一方在印度哲學中，也曾以所謂四大的地、水、火、風作形成世界的要素；由此觀之，可知古代之人，實有共通的思想存於其間。然而無論若何，這都不過一種幻想的虛說罷了。如

欲以之作自然科學之事實看，卻是不行！何以故？因為：如欲作其為自然科學的經驗以成立起來，則一切物質實在是不是由此四原素之種種的變化而生成的，那還非由實驗的以證明不可。

反乎亞理士多德之物質連續說的，其前曾有所謂德謨克利特之原子說。德謨克利特曾作這種思想，以為物之存在，同時並有看作空虛的空間之非存在；因而假定物質之不變的最小部分即原子，為隔着空間而對立的。他又以為：物質之種類，乃因原子之形狀及大小（後來，伊壁鳩魯更將重量也加了進去）而生出區別；而其各各種類，更因所取的種種配置分布而生出無所不有的性質之物體。這種思想呢，卻較上面所述的更進了一步，而且到了今日，儼然也與我們所認識的物質原子之構成所差無幾；不過，那時乃由形而上學的以假定的，現時乃由實驗的以立定根據的：依這一點而論，兩者則大相逕庭了。

古代原子論者之說，僅為空想的哲學，其間實缺乏自然科學的事實觀察：這種情形，只須看看下面那一套議論，即刻可以見得。據其所說，即是：火為由小而圓的原子所成的，因此之故，就該具有易動而又能侵入他物的性質；靈魂也屬同樣的，容易貫通至肉體而流動，因其運動，就表現出生命現象來；感覺即由物分解出來的流出物，又因進入靈魂中而生影像；視覺並非此影像之本身達到眼中，卻是在空氣中受着攝印而在液體之眼中反映出來的。如此觀之，德謨克利特總算造成一種世界觀了；然而所謂自然科學，究竟未曾發達起來，此

其故，就在他不會以事實作基礎呢！

最古時代，那事實觀察之比較進步的，乃為關乎天文學的事項。若在巴比崙，若在埃及，若在中國，那天體之運行啦，日食、月食啦如此等等之觀測，早已見諸施行了，且曾在曆日之決定中採用了。然而，這個也曾與某種神祕哲學的思想之所產的占卜那類的事物結合起來，而逸出了自然科學之外。祇有如希臘之亞理士多德的，曾因月食時月之陰影與南、北旅行者對星之關係這兩件事，他就以地球為一個球體，且為天球之中心，而推算到其周圍：這卻不能說他不曾借光於觀察之所至呢！如此的事實觀察，也對於物質之種種性質而開始了；在亞理士多德及亞基默德之各種研究中，又在羅馬之魯克列舒及普特列默阿等之研究中，其可為後來物理學的知識之先驅的，殆屬指不勝屈。

希臘時代發達起來的形而上學的思想，在現代之物理學中，並非全然沒有這種要素；如後面之所說，所謂假說之中，固還留存其形體在那裏呢！不過在其意義之上，實與當時有多少的異趣，這乃我們同時所須切記的事；總而言之，自然科學之不容忽了事實觀察，這直毋庸贅述。

二 實驗

我們欲使自然科學發展，觀察就必須儘力精細，又現象變化之所有可能的情形就必須窮搜盡得。同時，當我們深行觀察之際，在一個

自然現象中，所有混滑在那裏的種種概念，也均須察出。雖說空氣有濕合在那裏，其實，除了僅與所謂濕的概念相當的一種狀態外，那溫度之概念，同時也應該與之有關係吧！我們非逐漸分析此等概念而考察之不可；即如在溫度置於一定之時，那溫度果有若干，自是必須觀察的一種事實。然而，在實際上假使溫度不能得到依所預定的一定，那麼，我們就必須先行設立一種裝置，而由人爲的以使溫度一定，然後再觀察溫度。加上如此人爲的手段，而使現象的變化成爲單純的以便觀察，一般就稱此爲實驗。

天體之各種現象啦，地球上大規模行着的現象啦，這些都是不能由人力所可左右的事，所以我們無論欲施以何種實驗，都不可能；然而關乎物質及生物的許多變化，我們對之，卻常到得某種程度以施行實驗。實驗在自然科學之研究中，果爲多麼重要的事，似可不必在此特別說明吧！

在實驗中，常伴有某種概念分析，既有如上面之所述。此等概念，僅用自然觀察即已可以造成；但是，其在一切情境之中，果能共通成立不能，如欲其能如是，則概念之正確的意義內容必須若何乃可；等等均屬我們所不可不考究的問題。既然如此，則概念之定立，在自然科學中，就成一件重要的工作了。

在許多的實驗之中，我們目的之所在，實爲發見某種已經抽象的概念之所屬的客觀的內容果與其他同種的有若何的關聯。所謂現象呢，

即不外乎此等主概念間之彼此關係的變化而已。如果還有適當的事物以作概念，則此種變化常常服從一定的法則，固為我們之自然科學的經驗所指示出來的情形；但是，此種法則縱為必然的事物，卻也常因其最初狀態之不同，而繼之而起的現象就表現出種種的形式來了。例如：物體被投於地上時，其動作的力與加速度之間，雖說有一定的法則在那裏，又此力及加速度等與物體之質量之間，雖說有必然的關係在那裏；但因最初投出物體時之模稜若何，而物體呢，就或有真直落下的，或有描出種種形式的拋物線而動的。即是，物體之實際的運動現象，在法則之外，還應與最初所賦與的條件，即所謂始原條件之情節若何有關係。再者，實際的現象，在我們之所以為目的的主概念以外，更必為可以歸作副概念的許許多多事情所支配，這也是數見不鮮的事。譬如在拋物體之例中，假使我們之所以為目的的，專在確定地球之重力與加速度之關係嗎，則在重力之外，那種稱作空氣之抵抗的力之對物體之動作啦，抵抗之對物體所具的形體之關係啦，等等概不容疏忽；因此，我們為欲取除此種抵抗之故，就非在真空中以行此項實驗不可。即是，實驗必須應其目的之何在，而適當選出周圍之狀況即所謂環境條件來。

因為始原條件並環境條件，雖然與法則之必然性無關係，亦自可以存在，所以兩者均屬於前章之末所曾述的偶然。本來，從通俗的意義說嗎，則因物體最初果當若何投出，多是豫先即已存於我們之意識

中的，容或不能說其為偶然；又拋物體有空氣對之抵抗那件事，雖說是所當然豫期的，但使以拋物體之運動本身為地球之重力所限定這件事作主眼看，則此等始原條件並環境條件，一定會將此運動起必然的變更。試看，那骰子被擲之時，到底何面出現，自可作其為偶然說呢。然而，如果知道投擲之情形若何，而且看出空氣抵抗之動作若何，這事就容易決定了。即在一個作拋物體的骰子，欲說其運動之偶然性沒有始原條件及環境條件存在，似乎也是不可。

假使於此重加注意，則知如此的始原條件及環境條件之偶然性，我們如果變更立場而以此等狀態作主眼看時，也自可以歸到某種必然上去。即是：欲說物體以若何狀態投出的話，如果看見以前手之運動及與之屬接的物體之狀態，則可以因其前所賦與的其他始原狀態，而作必然的決定；又欲說空氣之抵抗對物體有若何動作的話，則其服從某種必然的法則，也屬絲毫無錯。在此種範圍內看，必然也好，偶然也好，照前面之所說明那樣，亦無非觀點不同而已。

然而無論如何，如欲對某種法則的現象而說物體所受的始原條件並環境條件時，卻非以偶然性歸之不可。然後，我們得專在此偶然的內容之變更上，而對自然有所動作。何以故？因為：我們對於自然之必然性，而欲由人為的施以何種干涉，施以何種改變，概因不能容許的事。自然科學的實驗之所以有可能的，亦即在此。必然的自然中有某種偶然性存在這句話，在此種意義之上，算得極為重要，又在考察

自然科學上所可賦與我們人類的自由果到得若何範圍這件事上，也算深有意義。

三 實驗之兩階級

實驗應其目的之所在而分出兩個階段：第一為定性的，第二為定量的。

定性的實驗嗎，乃專為確立某某數個概念間之性質的關聯而施行的。例如，由實驗的以確定氣體之體積壓縮則壓力同時增大，這即是定性的實驗。在此情境之中，固也以體積之變化為原因，而以壓力之變化為結果；惟此兩者本為保有相互關係的事情，假使逆之而用適當的方法以變其壓力，則又因之而生出體積之變更來；所以純粹由物理學的觀之，此中就沒有何等因果的差別了。不過當我們選用壓縮體積以作實驗的手段時，其先就起了欲加壓縮的意志衝動，以有此原因而動作，然後有壓縮行為而生出壓力增大的結果。即是，以此作為因果的解釋呢，分明已在純粹物理的現象之外，還暗默的伴有如此的意志及行為在一塊說了。假使以此作為一個實驗的行為及應此行為而生的現象而由具體的觀之，容或其為如此的也未可知；然而以自然科學的論之呢，則我們之所欲求的客觀的事實，乃與如此的實驗的手段沒有牽連而獨立的；其中僅有概念關係而已，因果的意義早已不復存在。

然而，如果將氣體之體積壓縮與壓力增大之關係，更加精神以觀察之，則兩者未必起於同時，多少也必然有些時間的先後之順序。何

以故？因爲：在實驗上，體積膨脹必是因包圍氣體的外壁之形狀變化而起的；而這接觸於外壁的氣體之部分，固然差不多同時都會增大壓力，惟至其傳達於氣體之全部，則因與其所有的有限彈性率相應，而不能沒有某某時間經過之必要，即使小，總算有。然而於此，我們對於壓力之傳達，也只說其再具有必然的法則罷了，暫時在抽象上，即使忽視此種過程，而單作壓力平衡之狀態以想像之，固亦可以見許；於此而將壓力與體積間之單純的關聯以作思惟，自覺妥當之至。所以此等概念，悉爲依乎抽象的；而我們之所謂自然科學的，亦僅得在此等概念之間成立。

當對自然面作實驗的研究時，這定性的分析實居於最初之階段，固爲一件必要的事情。如化學中之定性的分析，乃以求知某種物質中所含的原素爲目的而施行的事；然在今日，雖說其在某種實用上或研究上，已能盡其任務，倘使更深一層以求知事實之關係，則僅此性質的關係之不足於用，可不待言而自明。古代有以火作一種物質的原素看的思想，曾久留於科學之歷史上。即至近代科學既已開始發達的十八世紀，還人人覺得對於熱之本質不能作正確的探究。當時仍流行着這一說，以爲物體之所以有熱的，乃因含有可稱作熱素的物質在其中。特別是，因發熱與燃燒之現象相結合而現出的化學的變化之真相，尤足以令人徬徨於迷途之上。有格阿爾古、愛倫斯特、斯他爾（一六六〇——一七三四年）這位先生，他對此假說的物質，曾以佛羅質斯

頓(Phlogiston)名之；他以為，在燃燒之際，因佛羅賓斯頓之運動而成火。至一七七六年，有英人亨利·卡賓遜曾發見了氮素，他卻以此為佛羅賓斯頓同一之物；其後，又有其他學者，曾信了水為由氧素及佛羅賓斯頓所成的這一說。當時在種種化學的變化之中，也均有此佛羅賓斯頓說之假定；但此說之謬誤，後來曾為法人安特亞因·羅蘭·拉波亞佐(一七四三——七九四年)所指明；至此，近代之化學始進了獨自的途徑呢！拉波亞佐首先於物質之化學的變化中，因施精密的實驗的測定之所指示，而知所與的物質之全體之重量，在其變化之前後不變；一方，他又因與拉布拉斯所共施行的關乎熱容量的實驗之所指示，而以熱為存在於物質原子之間隙中的一種無重量的物；因此兩者，他遂確定了熱非物質。如今日我們之所解釋，以熱看作能量之一種，這一說之所以為根據的，則尚在其後(一八四二年)，羅巴特·邁雅所行的有名的實驗，以及詹姆·布列士哥特·昭爾之種種的實驗。總之，我們若僅以施行定性的分析為止，則對其本質未免有不能明瞭之處：這當可由上例而知之。

於此，我們所當然進行的路線，自是由定性的實驗而移行到定量的。試將上面所曾舉過的例重用一次，則如欲求在氣體之體積壓縮達到全體之幾分時其壓力增大若干那種求數量的關係的，即屬於定量的實驗。體積與壓力當一定溫度時，兩者互作反比例：這種法則，乃英人羅巴特·波伊爾在一六六〇年所發見的；又一定體積的壓力，或在

定壓之下的體積，均與溫度作正比例而變化；這種法則，乃法入沙爾及魯意·約瑟夫·居留利克在一八〇〇年所發見的。必因概念間所有的如此數量的關係。我們始能將經驗的事實由數理的以再明確表現之。

為欲使定量的實驗得以施行起見，我們就非造成適用於此的概念即數量的概念不可。例如在表說一個物體之性質的概念之內，我們之所發見的是：重量啦，密度啦，硬度啦，顏色啦。重量及密度呢，其可由數量的以與其他物體比較，想是容易知道的。至於硬度呢，那就有形形色色的意義之硬法，而不能簡簡單單的即以之作比較；我們必須用何等方法以限定之，而使我們得將一切物體依其硬度而列出一定的順序來乃可。如礦物學中所用的摩司氏等級那種方法，以一種物體擦他種物體，而看其表面受傷與否以決定其硬度之或大或小；但依此法，只能判別其大小罷了，如欲由數量的以決定其果有若干大或若干小，那就甚嫌此法不足於用了。又如近時所通行的布利尼爾硬度，固由數量的以作成的，但也只好得其約略罷了，還不能算得完全。因為現時還沒有一種十分發展的理論的分析，可以求知對所謂硬度的概念相應的究為物體之若何的狀態，恐怕不能不踏進物質之原子的狀態而更加精細的以論之呢！

顏色呢，也屬同樣的；其在僅由我們之感覺以作判別這限度內，也是一種不能由數量的以作比較的概念。等是赤，等是青，將彼此屬於同色的物件互相比較，也許能定其一方為「更赤」或「更青」；然

至「最赤」與「最青」的，則無論依何種順序以並列之，欲能將所謂色的概念之程度表說出來，這竟是全無根據的事呢！黑是何色呢？黑與所謂「暗」的應行差別嗎？在色彩論中所論過的，曾有這等問題；倘使更深一層而分析概念，則必知由物理學的以論，除色之本質的問題外，這裏還有所謂表面之反射啦，所謂吸收能力啦，如此等等的事項，雜雜沓沓的踏進來呢！終之，那在或發上所表現出來的色之概念倘使不更加以分析，則其在自然科學上，特別是在數量上，乃一種不能處理的事物。在染色樣本等，將色定出號數以作區別，一見固以為與用硬度計所試驗而得的硬度之順序號數似乎相同；不知，後者總是由於實驗的所決定的號數，前者反之，卻純然由任意的，這乃無俟乎說明的情形。

論色呢，古來曾有所謂視覺之三原色說通行在那裏；其所說的是我們眼之網膜中之視神經，乃由感受赤、綠、青三色之刺激的三種物件所成，而因此三者之結合，遂生出種種的色覺來。此說若確嗎，則某種物體之色，只須測其刺激此三個視神經之各各程度，即可得出三個數來呢，又只因這三次元的綜合，即可由數量的以表說一種色呢！然而此三原色說，今日未必敢說其可由實驗的以證明。特別是，其對於感受光之強度的機能，果立在何種關係上，即如，其在感赤的視神經受着較強的刺激時，究竟感得「更赤」呢，抑或僅依「某種赤色」之光之強呢：這尤有十分可以懷疑的餘地。更因此神經之敏感度，又以

生理的並心理的狀態而不能無異，則其對於物體中之客觀的色，只怕未必相應：這也是想得到的情形。所以，如欲在物理學的意義上以說物體之色嗎，那就非看作純然與此說不同的概念不可。

物理學者因此之故，乃將那來自物體的光先行分析，而決定其顏色及強度之概念。據今日之所可信的：光為一種電磁的波動；其振動數之大小，則決定色之差別，其振動能量之大小，則以強度授之。於是那通常所說的物體之色，即由客觀的所表現的色呢，可以這麼解釋：用一定的光即白光以表說的太陽光線，在其當着物體時，從物體表面之性質不同，而其一部分為所吸收，其他部分為所反射或為所散亂，遂將種種顏色之光依種種強度之比例而送到我們之眼中，此時，其所呈出的就是通常之所謂色。與此情形相應，那由主觀的所感到眼中的色呢，則必這麼想像：因乎眼之生理的狀態，而此等的光即與以各式各樣的刺戟，遂生出主觀的色。我以為最近在光之理論中負有最重要的任務的那種量子的關係（參看後章），其與光之刺戟相應的特殊機能，至少也非求個明白不可。總而言之，由如此等的情形看，可知在通俗上所說的色之概念，乃極為複雜的事物，必須經過如上面所說那樣的分析之後，其各種內容始可由數量的以表現之，並且必須如此，此等內容始得——成為定量的實驗之對象。

至關乎生物的種種概念，則比上面所曾說明的那物理學的，恐怕更加複雜呢！其中有許多概念全屬性質的，如欲使之成為數量的，頗

覺困難；在這一點上，生物學之所用的方法，似可說其必不能同物理學之所用的一樣。然在一方，如上面所曾舉的色之概念那樣，任其決不能依原不動的而作成數量，偏可用適當的精細的分析而導到數量化；如同同樣的分析法以施於生物之諸概念，那卻不敢以必不可能四字斷之。譬如生物學中最初即已表現的進化這種概念吧，我們就可以之作如是觀。

進化這概念之起源，可於古希臘時代求之；有如愛姆薄德克列士之論生命發展之過程，結論歸到由不完全的某形而徐徐變成更完全的這種情形，其意義實即進化。試問，果據若何的狀態之差別而可以分出更完全的或不完全的呢？這卻是無法由實驗上以決定的問題。惟是，同此一樣的思想，經過不少的哲學者繼續之、反覆之，其後遂引出生物學者依事實所觀察而得的這種進化之概念來了。有張·拔布梯士特拉馬克這位先生，他於一八〇〇年論環境對動物之影響時，曾說：動物之習性及特殊的性能，並非為其形態及各種官能所決定，反之，後者卻因前者及祖先的個體所經驗的境遇而影響變化。此進化之概念，又曾由查爾士·羅伯特·達爾文（一八〇九——一八八二年）這位先生，以那卓卓有名的自然淘汰說表現出來；他曾以關乎生物之許多變種發生的實驗的研究為根據，而有這樣的主張：生物之繼續生存的，實在較死滅的更善於適應環境。那種以人類之祖先為類人猿的假說，亦無非由此說所得到的結論。

然而，達爾文之進化論及其對此所施行的實驗，卻一概爲性質的；所謂淘汰呀，所謂生活之應化呀，如此等等的概念，按理，均同進化一樣，亦非數量的。乃有孟德爾等之遺傳學說出現，作了進化論之必然的補足，遂得代之而當作生物進化問題之中心點看待；在此遺傳學說中，有所謂某種遺傳粒子的，乃假說以爲遺傳要素的生殖細胞中之單位；至少也在其個數可看作得以計算的物這一點上，不得不說其既已進到數量的方向來了。不過，那遺傳粒子所有的各種性質，還可全分拆之以作數量的比較與否，那就怕要留作將來之問題呢！

此外，因生物學的研究之進步，而種種生理的機能，在今日竟有將全行分析之以成物理學的及化學的觀念之勢；但在最近，則有杜里舒、俄爾夫、邦格等一班新活力論者，他們都這樣的主張說：等等有機體的機能之中，還有支配機能之本身的一種特殊的生物的活力存在。雖然，這種所謂活力的，卻不能單據從來之所知的物理學的及化學的法則以說明；這固可不言而喻的；惟是，究也能導以服從何種自然科學的法則否，究已全超越出如是云云的必然的即宿命論的範圍否；這就怕不易斷定呢！我在前章所以曾提及那自由意志之問題的，固也擬指示出一種可能性來呢！

假使生物現象中，實際上確有如此的超越範圍存在，此時，我們之自然科學就不能不認定此處所有的界限了。我們之所必須努力的事是：以充分的研究推進此種界限，能愈遠，則愈佳。這當也是自然科

學之一種目的吧！而且，在如此的界限以內，無論何時，自然科學都將可由一定的方法而成立呢；無論何時，數量的概念定立及與之相應的定量的實驗都將有可能呢！

四 測定

自然科學的概念既已由數量的以定立了，於是表說同一種類之兩個或兩個以上概念的各個之數目決定，而可常以之作比較。當此以數量作比較之際，首先任意選用一個相當於其中之某對象的大小，以作標準即單位，然後再用種種對此單位的數，以表說其他對象：這是誰都知道的事。依某種實驗的方法以決定如此種種的數，這就稱為測定。

關於測定所應成為我們之問題的，就是其精密度。我們對自然所要請的自然之必然性，在同一對象上，必常歸到同一數量的性質，由論理上說，自將得到如此的結論。任其如此，實際上固未必然，當我們施行實驗之時，凡關乎同一對象的測定，無論重疊施行若干次，無論若何努力，除那必然的契合外，而欲絕對的得到同一的數量，恐怕沒有如此的事體！我們於此，有可以生疑的事：首先即是，其所欲測定的對象果為一定的否，其次即是，每次測定每次均有實在的變化否。如此等等問題，起初在哲學上也許認其甚為重大呢！然而，既有如第二章之所說明那樣的普遍原理，可以使一定的對象成為某種抽象的概念或概念綜合，而在思惟上成立起來；於是在直觀上，可以容易認識那與之相當的客觀的對象；於是在原理上，至少也可以豫期那些測定

之結果有得到同一數量之可能性。即是：以如此云云的測定為正，而其出乎此外的數量上之差異，則可作為測定之誤差表說。並且，此對於同一對象的各個實測值之誤差，如與所假定的正值之比例為小，則我們可稱此測定之精密度為大。

試問，測定誤差果常因何事而必然表現呢？我們對此問題，可想其有兩種的理由：其一稱為客觀的，其一稱為主觀的。所謂客觀的理由是：那應行測定的對象當測定之際所受的，環境條件或始原條件之小小的偶然的變化。即是：對象當被抽象時，任其為種種環境條件所限定，如或為一定的溫度所限定，如或為一定的電位差所限定，如或為絕對的平衡所限定，而在實際上之實驗的裝置中，無論加以若何周密的意思，偏因種種偶然的事情，而致此條件常不能得到正當的滿足，這乃屬普通的情形呢；當有始原條件之必要時，其情形亦復如是。因其如此，所測定的結果，多少就不免有出乎望外的了。次之，所謂主觀的理由是：我們之感覺的判斷中有某種界限存在，而且，感覺之本身又由環境或生理的狀態而生出某種錯誤。那尺度之分度線，縱使劃得多麼精細，也不能按照有限的寬以劃出；因而，所謂判斷此分度線之能否與物體之某部分重合，決非絕對的判斷；又欲判斷兩分度線中間之位置，也只好據那目所能判的分量以目斷罷了；即使用到如所謂副尺的物件，也祇能說其在程度上進了一步而已。在用望遠鏡以望星而測定其來到一定位置之時刻時，通常乃在望遠鏡之視野中用細蛛絲

以張一個十字文，而觀星過此絲之時刻；至說判斷星與此絲重合果在何時，則各人所記的時刻，就有不是過早、便是過遲的一種傾向了；這固稱為個人的誤差，但在此之外，也因星之明度，因觀測者之心緒，常會生出種種主觀的誤差來呢！那冷燠啦，那聲音之高低、強弱啦，那口味啦，那香臭啦，以及其他的種種感覺啦，因其在同此一樣的意義之上，都為非常不確實的；所以在物理學、化學等之測定中，差不多全賴裝出某種適當的機械的裝置，而由其指針與分度線之一致以作視覺的判斷。如此的判斷，恐怕得為我們感覺作用中之最足信賴的罷！然猶不免如上面之所述那樣，竟呈出不少的誤差來呢！

以上那些誤差之中，有的是由測定機械構造上之不完備所產生的某種一定的偏倚，有的是由從事測定之人之某種個人的生理的變態或缺陷所生出的感覺作用之誤謬；因為我們常施行測定之際，常立出系統而動作，則欲看出如此的誤差而區別之，那也未必不可能。通常以系統的誤差所表說的，即係指此。惟是還有其他的誤差，與此相反而不依如此的一定的理由，卻由於複雜多樣的種種變異而生，竟令我們不能察知其起源；此等誤差，全可作為偶然的看待。我們卻須從那常含此種偶然誤差的測定之結果中，尋出其果有何值真為我們之所欲求的。然而在實際上，所求得的數值還含有未知的誤差在那裏，如果欲指出已經消去此種誤差的正確果為何值，那就除了此等數值本身以外，卻是任何都沒有存在的。倘使到了那時，我們雖已由抽象的以定

立了概念，卻仍不能由實驗的以求之，這裏則非同自然科學究屬若何的本質不可。在測定之理論上最困難的一點惟此。

如果從最嚴格論，我們只好說如此的概念之絕對的正確測定，似乎是一件不可能的事體！我們所秉賦的意識及感覺之不完全之程度，其對複雜多樣的自然，既有如上面之所述，所謂偶然性由之而來，判斷亦因之而不免為近似的；所以無論何時，我們對於測定，不可不以某種程度的精密度為滿足呢！然而，縱然許有此近似性，仍不能不探究由許多測定所結果出來的各個數值之中，果有何者可許為最近似的，又不能不探究其所給予的結果，果真為近似的否；因為在我們之自然認識上，如此等等都非認作最重要的問題不可。

這種問題須怎麼解決呢？先假定了那系統的誤差以外之其他的誤差之偶然性，更應用了數學上之確度論，如此，即可以求得解決。以觀測值之算術平均看作所欲求的真值，固在好多地方都如此行着；如同算術平均果有何種意義，這卻當然非更行深入探論不可。因此之故，考司曾假定一切的誤差為以相等的偶然之程度而起，且曾論及誤差對於最正確的值應作若何的分布；以這種誤差法則為基礎，遂形成所謂最小二乘法。此等誤差論，我固不能於此詳論之；但有一點必須顧慮的，即一切誤差均以全等的確度而起這宗事，未必果屬當然。如果測定者曾經十分用意而儘其可能以使誤差減小，那麼，這誤差之小者，就當以較那大者更高的確度而起呢！試看，對於以此種意義而不同的

測定，固也有由計算以取其重度（信用價）的；於此，豈不見得考可之誤差法則必須得有某種變更嗎？

無論若何，我們於此，總宜承認那由某種誤差法則所決定的實驗的數量性，為能以某種近似值歸於我們之所求的對象的。然而與之同時，在自然科學之近似性及其必然的法則中，有當然混入在那裏的誤差之偶然性，這也不能不承認。不過此種意義之近似性嗎，卻因後面所述的自然科學的理論之樹立，而有補苴至某種程度為止之可能性。我們於此，當對自然科學中之一種循環過程見得明白吧！何以故？因為：為欲完全導入所謂誤差法則起見，我們就有豫知正確之值之必要；果以欲求後者為目的，我們就不可不適當的以先立出誤差法則呢！此無他，我們唯依所謂逐次的近似法（漸近法）以踏勘此種循環過程而已。

第五章

自然科學之方法

一 分類及記述

我們於自然科學中，當欲將經驗作整序統一時，非先將所經驗的對象之特徵認得明確不可。所謂經驗對象，不外是如第二章之所會述的那樣，乃直觀內容之被抽象而概念化的而已；但為可以完全決定此種概念計，就不可不對此對象而立下所謂定義，又為可以一義的立下一個定義計，更不可不悉知此對象之所屬的一切性質。然欲求明明白白的知悉一切性質，這回事非至自然科學可告完結之日，直不可能；最初如即希望如此，那是沒有理由的呢！因此之故，我們之所應採取的方法嗎，只有先就所有對象而記下我們得以直觀或得以直接思惟的一些特性，且因之而假定一種對象概念而已。這種方法，對於對象所屬的一切概念規定，也非同樣採用不可。例如：先在直觀之中，發見赤之所以為赤、青之所以為青，而分別的構成所謂赤、所謂青的各有各概念；次之，即於此等概念之中，認定其所含有的一些共通的要素，而以之在一種所謂類概念之下統一起來，即是，為欲認定一些赤也具有、青也具有的，等是由於眼之某種特殊感覺而來的判斷內容的那種共通特性之故，而以之與那些含有共通要素的白呀、黃呀、紫呀、合

作一起，並將此等一切歸在所謂色那一種的類概念之下，以與此外之概念分出差別來。一般即稱此事作分類；而敘述可以與他種概念分出差別的共通特性的，則稱之為記述。既然如此，則不論分類也好，記述也好，在自然科學之方法中，兩者均屬必須作為最初之階段以表現的事項呢！

在所應分類的一個一個的內容為數不少時，或者，在其可作特性之點易於直接經驗中看得分明時，以上所述的事項，其完成就能比較的簡單了。關乎如色那一種的類概念嗎，雖為極其多種多樣而連續變化的，而因其全體都有可作眼之感覺的這一種特性，卻不難於決定之。褐色呢，果否為色之一種，恐怕沒有懷疑的人吧！雖然，一方也曾有人以色與他種同屬於眼之感覺的，所謂光之強弱的概念混合起來，偏偏發生了黑果為一種色否那樣的疑問呢！再者，在物理學上發見種種「看不見的光」時，如果以色作上述那樣的觀念解，那麼，勢必生出：色之特性果應若何記述，或者，此等「看不見的光」可否同樣與以所謂色的概念：等等問題來呢！

所謂物質這一種的類概念嗎，一見也似乎是簡單自明的呢！我們已曾以物質之特性，作為一種可由五感而認知其形體的存在的事物而記述之。空氣呢，雖非眼所看得見的，也曾斷其有因風而可觸接的情形。特是，論到火為物質與否，則在古代所曾通行的見解，已全然錯誤了；有如已經述過的那樣，即至近代，也曾有人迷信着熱素為一種

物質呢！更論到電氣果爲物質與否，又以太果爲若何的，關乎此等問題，則會有了多少論爭之必要；試看物理學歷史之重要的部分，乃有爲此等問題所占這種情形，即將以此言爲然罷！如此觀之，那物質特性之記述，在今日，早已不得不取着一種與昔日全異的形式了；那物理學之偉大的過程，即在此處。

在那些關乎經驗之對象的種種概念之中，有可歸於形體的存在的，有應屬於那種存在之本身或那些中間之共存關係的；那包括所謂生物及無生物而名之爲「物」的，則屬於前者，而如所謂色、所謂力那種可稱作性質、狀態或作用的，則屬於後者。此外，有如空間及時間那種內在於直觀中的先驗的形式，在欲使其概念內容得在思惟上明確時，則於經驗的事實與先驗的形式有關與這一點上，恰恰也可以與所謂經驗的存在的物作同樣的看待。又如能量那樣，如最小作用原理中之作用量那樣，如生物中之精神那樣，等屬應作經驗的對象看的物件，卻也可作起直觀的、超形體的高次元的存在以思惟之。總而言之，此等存在的對象嗎，其在自然科學上，乃爲所解作實在的那些事物之根本；其當研究闡明，乃自然科學目的之所在；而且，即說因此等對象種類之不同，而自然科學分出部門，這話亦無不宜（參照後章）。何以故？因爲：此等對象之種類既有所不同嗎，那就至少也在其研究方法之主要點上，不能不與從來的有所不同了。

那種以無生物的物质作其研究對象的部門之中，在物理學呢，對

物質之各個個體之所以分出差別來的一切性質，乃悉置之不論之列，僅先將屬於各個之所共通的性質、作用的諸概念，取入其考究之範圍內而已。金、銀、銅、鐵，果因何故而各種有各種所特有的色澤呢？等等金屬，又因何故而呈出一見即知其與非金屬的物質之任何一種都不相同的情狀呢？如此等等問題，至少也非物理學最初所應考慮到的。只須選出，如作性質概念或狀態概念說的色啦，硬度啦，密度啦，溫度啦，又如作作用概念說的運動啦，力啦，這些與物質全般的存在體概念相對應的事物來，就得了。然而，因為如此等等的概念悉以感覺作基礎，其內容乃不難暫定的，所以對其中之異類，沒有喧論之必要；隨而，所謂概念分類那種事項，在物理學上幾幾乎可以忽視了。

然而，卻沒有理由可以說概念分類在物理學上全然缺乏這句話呢！這也常伴其次之方法的階段之歸納及一般化而一同表現，或者待假說或理論之成立，乃施行之而以作欲下概念之真正定義的結果。在物質之中，有固體、液體及氣體這三者之區別，那固早已為其性質、狀態之各異而注意到了；至於水變為冰，又變為水蒸氣，如此如彼的變化，則為其同時存於日常之經驗中故，就不能以此種區別作為物質本身之分類說，而只能作為關乎狀態（相）的差別概念說了；雖然，如酸素或水素那樣的氣體，在信其為無論若何都不能使之液化那時代，固曾以之作為永久的氣體看着，作為特殊的物質之種類看着呢！又有一種不能十分明確與以固體概念如所謂黏體那樣的物質，這就不得不許其

存在於固體與液體之間了。在今日呢，如此等等的狀相之差別，乃以為應依其分子及原子之配列狀態而分的，如僅問能否使其本身之形體服從偶然的地球面上之重力，那實不足據之以決定此等差別。

在欲研究物質之種類所有的相互變化之現象的化學中，其所施行的必要手段是：從其性質上之相似而將物質分類。大別之，為原素，為化合物；一方，又分了這種類那種類的各種原素，而記述出各各之特性來。然而，此種分類，此種記述，都只是單純的經驗之彙輯罷了；倘使僅止於此，那就明明白白算不得有何等科學的意義的事了。不過，我們如欲達到自然科學的方法之其次的階段，則以之作個豫備手段，也有必要。試看！不是必至知道那為邁愛兒及孟德列夫所發見的原素之週期的體系後，始能理解這以前之分類果具有何種意義嗎？不是必至明白近時物理學的方法之應用而有的原子號數及原子構造之微細後，始能認識此種分類概念之深一層的意義嗎？

至於以生物作研究對象的生物學嗎，因為生物之種類極為浩繁，因為生物有限於一地方、一時代而生息的，因此等等之故，其首先所認作一件大工作而課作的，乃在將一切種種悉依其特性關係而分類整序這宗事。最初之動物學及植物學，其全部殆有為此分類所費之情形。首先將一些最相類似的動物或植物，數者細作一束以造成種之概念，然後順次將屬呀，科呀，目呀，綱呀，門呀，這些類概念，一層一層的重了上去。而創設如此的分類法這事本身，於此且不能不認為一宗

出色的業績呢！那十八世紀初期之瑞典博物學者林那之功績，實在於此；今日在表說生物之種屬上所用的二名法，即以拉丁語之屬名及種名聯結起來的學名，實為林那之所制定的。

因此情形，遂往往有人以動植物學為始終於分類及記述的學問了。然而，無論說到那裏，這實只如上面之所述的那樣，只算得自然科學的研究之豫備階段；縱說關乎生物的地方，早晚已見其有研究之進步。即是：在某種生物之中，為得單依外觀的形體、性質不足以成十分的分類，於是乎認解剖學或生理學上之知識為必要；此等通於全般的研究，乃成了極為切要的事。更至近時，忽然進化論及遺傳學旺盛起來，直有形成生物研究之焦點之勢；這種情形，似非說是當然的歸結不可。何以故？因為：此等既均為生物全般所共通的，而其所特有的這種進化概念及遺傳概念，又恰恰與物理學中或化學中之為物質全般所共通的種種概念完全同樣，而成為研究目的。此外，那作為構成生物體的物質的有機物之研究，既純粹包括於化學之中；那生物體之生理學，也幾全不外乎物理學及化學之應用；這兩件事，用以指示生物研究也進到與物理學、化學等同樣的方法的階段，乃綽綽有餘的。

如上所說，不論分類與記述，都不過單為自然科學的方法之最初階段而已；特因所謂分類也與其理論相結合，所以在自然科學上也是含有意義的；縱然其完全的決定，非在科學得了十分進步之後不可能。物質概念呢，也必然與物理學之進步同時，其記述有非常的變更：關

乎此種情形，我在本節開始即已言及了。試看，動物果爲何物，植物果爲何物，直至今日，似還不能給此問題以完全的解答呢！不言而喻，此等之類概念，在最初只由我們所得直觀的或與之相近的思惟的一些特性，而得暫行假定以記述其內容罷了；在此情節之下，此等均不過照唯名論者之所主張，因其僅爲我們所作的名目，所以僅爲在某種便宜的目的上所須用的事物而已；卻是，自然科學之所有的一切概念，決非僅由如此的名目的內容而成立的。即是，此非任意的，卻不能不爲某種必然的呢？這話，到下面述其與必然的法則之關係時，自能悟得了！因此之故，即欲說單單名目的分類爲屬於自然科學以前的事，似乎也是正當的話吧！自然科學呢，則爲欲將分類中之類概念之正確的內容立下一義的定義，更在某種場合，又爲欲以如此的概念之若何成立爲問題，所以不問是非，務必由此分類及記述之方法的階段更走上其次的階段乃可。這乃我們達到某種普遍的實在所必由之路呢！

二 概念之客觀化及數量化

自然科學從經驗的事實之分類及其特性之記述入手，既有如上面之所述。然而，一切經驗，概屬以我們之直觀爲基礎的；如果以直觀之內容爲依存於感覺的嗎，則經驗之表示中所含的概念，只須依原不動，即自具有不少的感覺之要素在那裏了。我們必須由思惟以分析之，而將屬於主觀的部分與屬於客觀的部分各各抽象出來，且使自然科學僅在後者之上成立；這話我已在第二章述過了。既然如此，則可

以這麼說：那由客觀上所定立抽象出來的對象，乃以先驗的普遍實在之原理為依據，而為一切人類之思惟世界所構成的，其於經驗者之主觀存在，早已不復有關係了。那一切感覺的要素悉為其所排去而可以充作最普遍的知之體系的自然科學嗎，實即由此而生。我們因此之故，當由自然科學的以記述經驗時，首先必須將種種一切概念，純粹由客觀的以下其定義；即是，必須將那感覺的要素消去，而取入這客觀的要素以代替之。

在自然科學中，那最早即已發達的物理學，當初乃以與人類之種種感覺相應的種種現象作為問題以處理之；如應於筋覺的力啦，如應於冷暖之觸覺的熱啦，如應於聽覺的音啦，如應於視覺的光啦，種種皆是。此中，那力之大小呢，在古代怕是依據那感於手的物體之輕重以測定的吧；但由已知用秤以比較重量這種方法以來，在此種測定上，那就至少也沒有直接依賴筋覺之必要了。然而，由所謂力的概念中，卻可將感覺的要素全行去除；因為在十七世紀時，加利里及牛頓這兩位先生，已將力與物體之運動兩方之關係說得明白了。至於對於運動之判斷，並對於其速度、加速度之測定，也都免不了有感覺的要素參入，這乃不言而喻的情形；但是，運動之概念，乃由純粹的空間及時間之規定所給予的，而空間及時間之概念嗎，則又可以看作經驗的形式，在這一點上，至少也見得運動之概念沒有含感覺的要素，所以只依以運動表說力這件事，即可以純粹由客觀的而下運動之概念之定義了，

尤其是在力與運動之關係中，如牛頓之有名的運動法則所表說的那樣，乃有物體之質量那種概念攙着的。而所謂質量的呢；依照一向用通俗語所下的定義說，則為物質之量；所謂物質之量又果為何物，如果沒有得個明白，那就算不得有定義的價值了。馬赫曾對牛頓這法則下過批判的精論；依他所說，則以運動表說力與質量之兩種概念這件事，在關乎運動之相對性的極其困難的問題之解決以前，乃沒有辦法的；但是無論若何，果能依此方向進行，當能從力學中將感覺的要素驅逐出去呢！關乎此點，赫爾志也曾於一八九四年新立了一種力學之體系，將那力之概念全行取去，而單用空間、時間及質量這三種概念；這頗值得注意。

於力之外，關乎熱，關乎音，關乎光，在物理學教科書中，往往見有所謂其本性的這樣的一節。本性這個用語，其所含的意義乃極為糊塗的呢，在批判上，當然非避之不可。其所稱作本性的，即在此等概念之物理學的定義中，怕也還是有的吧！即如今日，以熱作為分子運動之能量，以音以光作為彈性振動、電磁振動各各之能量，悉將感覺的要素取除而下定義了。又以冷暖作為溫度的量而由熱力學的以下定義，或作為分子運動能量之與某種平均所作成比例的量而由分子論的以下定義，以音之高低或光之顏色作為一定時間內之振動數以下定義。於此，皮膚呀，耳呀，眼呀，等等之感覺都對此等概念毫無所與呢！何以此等感覺竟與以上所述的物理的概念成對應，這完全非另以

之作為純粹的生理學上之問題考究不可。不問若何，物理學的概念中之感覺的要素，如上云云，固早已歸於無何有之鄉了。

從概念中取去感覺的要素而使之客觀化，這件事之結果之顯著的一點，即是：概念亦因之而同時被數量化。由所謂赤或所謂青的感覺而定出色之概念，此時，這色之概念乃全屬性質的；但至更加精密分析時，那感覺之某種連續的變化，就將被認出來了，又至離開感覺而由物理學的用振動數以下定義時，那就純粹被作為數量以表現了。那冷暖之概念，如在用溫度以表現時，也同是個數量。今日物理學之所以完全作數量的精密科學以成立的，實即因其所處理的概念乃專在如此被客觀化的概念呢！

前章也曾述過，所謂物質之硬軟那種概念，其在種種物理的狀態之中，乃還沒有十分分析而保留在那裏的狀態之一種。然至詳細討論那固體之原子間之力時，這也可以數量化了。又如那種超過彈性界限的破壞現象，也屬同樣。

還有與概念之客觀化有關聯的一個切要之點，即是：因此而自然科學之普遍化，竟能通乎一切空間、通乎一切時間而成立。因為經驗之基礎，本為由特殊的經驗者在特殊的場所、特殊的時刻所得到的直觀；所以在此種意義之上，不得不說其受有極特殊的制限在那裏。何以如此的特殊之中，自然科學之普遍性倒反由此發生出來呢？我們想不無一番探討吧！然使能知這種普遍之所由來的根據，實存於概念之

客觀化中所含有的那思惟之先驗的普遍原理中，也就容易理解如此的情形之發生，簡直是當然的而不足怪。自然法則呢，乃由人類之感覺的經驗出發而又能完全脫離感覺的，乃超越所有民族、時代、宇宙之特殊性而能由普遍的以成立的。現代之物理學者普爾克這位先生，他即在此種意義之上而力唱了物理學的世界形象之一義性。

不僅物理學之概念如此，即自然科學之種種一切概念，也非達到如此客觀化，如此數量化，而且如此普遍的不可。既然如此，一切自然科學，遂賦有當得精密科學而發展起來的運命在那裏了。不過，在那種有極複雜的內容的概念上，若欲加以十分的分析，而使之如那多物理學的概念一樣還原到如空間、時間及能量那些要素，那就甚覺困難了。生物學中之遺傳或進化那種概念，今日還沒有將其內容真正考查得明確，前章之所說明的如此。然而卻不敢說，此等概念將來也仍不能由數量的以下定義呢！試看生物學近時之進步，不也就足以說明步步向此方向發展的一種情形嗎？又如生物之其他機能，也可以由此而十分推知其有同樣的情形呢！

要之，所謂依據於概念抽象的自然科學之普遍化，我們並非說由特殊以導出普遍，我們之所說的，卻須歸到這一點：特殊的經驗之成立，其本身已依存於如此的普遍性上。

三 歸納及一般化

當在經驗之中將對象以及其所屬的各種概念抽象定立，並對於此

等而先行分類及記述時，我們可見同一的類概念在這裏究竟表說如何的事實。例如，化學者在所謂鈉的概念之下，其所想念的是：這是軟的物質，倘使切斷之，則其斷面發光如銀色，但會即刻生鏽，又使投之於水，則浮於水面而將水分解，更使點火，則發黃色的焰而能燃，其比重有 0.972，其原子量有 22；這種原素，乃是如此如此的。又以之與相類似的所謂鉀的概念作比較，則可以推知兩者之相互關係；即是：既看見此兩原素全在同樣的關係之上而造成化合物，同時又發見其他種種原素之中也有互相同樣的親屬關係存在，於是得到鹼質金屬，鹼土金屬，造鹽原素族等等之類概念。到了最後，因將種種一切原素約略依照原子量之順序以並列出來，而發見在一定的間隔之內有此等同族原素出現的事實，遂得歸結出所謂原素之週期的體系來了。如此將經驗的極斷片的個別的事實綜合統一起來，自可在其間發見某種法則的關係之成立：這即名為歸納。即如原素之週期的體系吧，那就可說是由關於各原素之化學的性質的個別的经验歸納而得到的呢！

此種意義上之歸納嗎，除了經驗的事實以外，卻沒有以何物供給我們，僅將經驗二字改用別種適當的話頭說說罷了。然而經驗的事實之最初之斷片的記述，例如上面所舉的鈉之性質記述或其他化學書中之許多同樣的記述，從來之礦物學、動物學及植物學中之大部分的記述，祇能說其都帶有幾分自然科學的色彩而止，決不能說其含有自然科學的意義在那裏呢；然則可說由此等事實歸納而得到的原素之週期

的體系或生物進化之法則（現在雖然沒有像那麼確定的表說）等等，乃為在自然科學上算得有價值的事物，這話果有何所依據呢，我們卻不可不想看。有關於此的切要的事是：所謂歸納出來的事物，縱說只是經驗的事實之改變說法，但其所表說的，未必即為最初所記述的全體，而為由某種特定的概念抽象出來的事物之特性內容。那成為我們之問題的一種秘密，實即在此種概念抽象上。其所以能伸此種概念抽象而行普遍化之理由，我已在前節說明了；至其所以得因經驗之歸納而得到普遍的法則的，亦在於此。

果能十分理解上面那樣的歸納之思惟過程，則最初之經驗的事實之記述中還含着許許多多未經客觀化的概念這種情形，也當容易認得。所以此等經驗的事實雖可供作自然科學之素材，而其本身卻沒有自然科學的意義的，其故即在乎此。反之，那不愧為觀察的事實而為由經驗得到的，則與前者有異；因為許多的所謂實驗，其施行之目的，起初即在乎能明某種自然科學的概念之內容。例如，我們已使種種的固體發熱，而實驗得各各之融解的溫度，我們直即可以由此結果而歸納得，固體各因其物質而在一定的溫度（融解點）之下融解的一種情形。在如此的事情之中，我們起初即是為欲觀察其有與融解點相應的事實而施行實驗的；所以這實驗的事實，乃含有與那歸納所得到的融解之法則同等的內容在那裏。其實，在使固體發熱時，其膨脹啦，其顏色及硬軟之變化啦，以及其他的事實，都怕無法經驗吧！惟當實驗之時，

其目的之所在，僅欲由此等中特將融解或溫度之概念抽象出來，而觀察與之相當的事實而已。實驗的事實之所以得有自然科學的意義的，不外乎此。

在上面所舉那樣的例中，知由經驗的事實以施行歸納，直能得到某種法則；但是法則之所含的概念呢，或則僅止於性質的，或則即使數量化而亦不過如所謂融解點那樣的單一的數量。如在概念定出某種連續的數量，而有關於此的歸納之所得到的法則亦同樣表說數量的關係時，那就必須注意：單有歸納，實不足用。我意以為，自然科學乃由經驗之歸納所得來的這種敘述，只是單單表說大體的一種粗樸的話頭吧，或者只好適用於自然科學之初期呢！

自然科學上之數量的實驗及觀測，無論多麼深刻而且精細以施行之，也常因種種事情而致含有不可避免的誤差。然其誤差果大至何種程度呢？還有如前章所曾述的那樣，乃非我們所能豫知的事。倘使如此明明白白含有未知的誤差的經驗，絲毫也不經泡製，即居然由歸納而在自然法則之形式上敘述之；那麼，我們果將何所根據而能保證自然法則之絕對性呢？在歸納之本身上，決沒有任何一種取除誤差的手段可以歸之。

經驗之歸納不足以歸結得法則這種情形，更有一種理由可以附加於此。在以連續的數量表現概念的那種實驗中，我們通常僅得就那定了適當的間隔的特殊的數值以施行實驗而已。無論重覆實驗多至若

干次，終不能盡其所有一切的連續的值。例如，欲變氣體之壓力以求與之對應的體積之變化時，那實驗之結果所得到的，當不能外乎單與壓力之特殊的值對應的體積之值。倘使我們作壓力與體積之關係圖於直交坐標系之上，則實驗僅能定出有限數之點，而欲得我們對於此等概念所當然要求的連續線，乃不可能的事呢！我們即須用出何等方法，以填充實驗中可能的點之間之空隙而補足成爲一線乃可。有如通常所知的那樣，我們此時可得一種直交變曲線，且可因之而歸結得氣體之體積與壓力成逆比例的一種法則；這種方法，我以為決非單獨的歸納呢！

在此種方法之中，不僅補充實驗之空隙而已，還有取除各個觀測所含的誤差一件事在那裏，切不可忘！試看那些由實驗而得到的各點，不是決不能悉數正確的例在表現法則的變曲線之上嗎？不是偏偏不規則的散布在其近旁嗎？換言之，無論其爲若何的實驗，在此種意義之上，只算得是近似的而已。我們撇開此段情節，恰似這裏容或也有一種在理想上以爲完全的而且對於所有一切可能的值而連續的實驗一樣，而立出法則來：這種手續，我擬名之爲經驗之一般化。（這裏含有兩種手段，如稱前者作誤差補正，而使之與一般化有明白的差別，似乎更適切些。今只在便宜上將兩者包含於一般化這一個名稱之下）。一般化也與歸納同樣，在自然科學上爲極重要的手段；我們僅須由如此的一般化，我們即可以希望從我們之不完全的經驗出發，而亦能達到

那絕對的而且普遍的法則上呢！

這種一般化之權利，我們所以許之的根據，決不在乎經驗或經驗之歸納，而在乎次節所述的理論之可能性。而且，這也是自然科學在其發展之最後階段必須達到理論之重要理由。

歸納及一般化這兩者，有從經驗的事實導我們到法則之發見的一種途徑，這種情形可在種種的形式上表現出來。那最簡單的場合，就如已經述過的那樣，只須有幾個實驗之綜合，直將得到一種法則。又有一種場合，在積極的實驗之外，還須經過消極的否定實驗，方得達到法則。在已經驗得音響在空氣中傳播的事實之後，還須實驗得其在真空中不傳播的情形，始可歸結得：音響為空氣所傳播。這固也屬由純粹的歸納而得到的法則；但至有稍為複雜的數量時，那就往往非加以多少推論不可了。牛頓在發見萬有引力之法則以前，曾推論其與物體彼此之距離之二乘成逆比例，以計算月對地球之加速度；再將計算所得的與觀察所得的月之運動比較，而確定其一致；更由行星之運動之觀測而作一番歸納且使之普遍化，而成所謂克布列爾那種法則；於是由此演繹而歸結得：此法則成立於諸天體之間。又如近時之拉賽佛德，他曾由實驗的觀測而測得，那由放射性物質所發的亞爾法線，乃通過物質之薄箔而散亂的；又由這種結果而推論得，那物質原子之核，乃極微小的物；於此，他又確定那對於亞爾法線之散亂所演繹出來的關係與觀測一致；於是始發見波之推定可作事實。如此等等的例，縱

說因其各各的事情而顯出複雜的途徑在那裏；但其不外乎經驗之歸納及一般化，則亦不難追究。

四 高次概念化及理論化

我於第二節，既已說明自然科學的概念之客觀化、之數量化；但是同時還須指出一事，即是：此等概念，乃離開那表說感覺內容的直接經驗的呢！例如所謂光的概念，其在視覺之中形成時，不能不說其憑着直接經驗；於此，卻因其還有與主觀的判斷相結合這一點，絕不能說其為普遍的概念。如果使之客觀化，化成一種電磁的波動，則其波動性啦，其電磁的性質啦，縱然必以某種實驗作基礎乃能加以判斷，卻也必須經過多少的思惟過程，而非僅有單單的直接經驗即已足用的。即是：為欲歸結到波動起見，則如干涉、偏倚等之現象，以及與之相應的波動理論，斷非知之不可；又為欲觀察電磁的性質起見，則非將電磁氣之理論豫知詳明不可，且非將與之相應的事實指示出來不可。因此之故，那經過如此種種考察之後的，在今日我們之物理學中所形成的光之概念，早已不是直觀的概念，卻有與之不同的意義而可以作客觀的解了。我們以光之色為非感覺的而由波動之振動數以差別之，又以光之強弱為非感覺的而作波動之電磁的能量以解釋之：這都不外乎此種結果。一切種種自然科學的概念，因其漸次如此受了客觀化，從而常附加了某種思惟的要素，這不可不認為在自然科學之本質上之所當然。

然而，當我們在自然科學中之此種思維過程上向前更進時，屢屢經驗得出這樣的情形：為欲簡單的表說於此所表現的關係起見，則必須有純粹由思維的以下定義的概念。如此的概念嗎，較之那直接經驗所表現的直觀的概念，乃為更高次的，其與感覺，未必有一種甚麼直接的關聯；但為欲普遍的表說知覺的事實起見，就也不得不認其為必要。我在此處，將名如此的概念為高次概念或超越概念。

例如運動那種現象吧，倘使專由感覺的或知覺的以觀察之，只好看作對於時間的物體之位置之變化罷了。倘使為得表說這種位置變化，而將所謂速度或加速度的概念導入；那麼，這些概念，容或可說其還直接與知覺的現象結合在那裏呢！然使將這速度之存在歸到那由他物體來的力之作用上去，則這種力之概念，既已為超出知覺的思維的事物了。特是，那與此同等的具有物理的內容的一種力，一方在及於我們之筋力而推動物體時，就不能不由感覺的以表現呢！在此種意義之上，力之概念卻是由直接經驗而得到的；但為欲由客觀的、由普遍的以下其定義計，則除了其效果之所表現的物體之加速度外，怕沒有甚麼可以依據的。如果從歷史上觀之，我們就可發見恰恰與此相應的事實了。即是：在加利里以前呢，僅以力看作物體彼此互相接觸之所及的壓力或張力；至加利里，則將物體之運動現象與這力之概念結合起來而加以考察，已不必依賴筋力而由更一般的以確立其定義了。更至牛頓立出運動法則、發見萬有引力時，這力之概念，已得確確實實

的完全取入此等法則之中了。而在今日，則僅以物體之構成要素間之萬有引力及電氣力，看作所與的自然力；因此，對於物體之壓力及張力啦，從而對於分子力及化合物間之力啦，甚至對於如筋力那樣的力啦，無一不呈出可以理解的傾向來了。因此之故，我們在此場合，除依加速度而由思惟的以下力之定義外，老早就該沒有更為直觀的一條路可走。

力之概念之為思惟的有如此；這種事實，遂使赫爾志有了重要的理由，以圖構成一種沒有力之概念的力學。他即採擇一種惰性法則與考司之最小束縛之原理結合起來的法則，以作他這力學之唯一的基礎法則。「自由質量，乃作直線的平均的運動的物。假使此等有甚麼彼此相互的連絡，則與考司之原理相應，而儘力離出此種運動。其現實的運動，則較之其他可以想像的任何運動都更近於自由運動。」這就是赫爾志之基礎法則；他曾將服從此種法則的運動，作為在最直線的軌道（geradeste Bahn）上的以表說之。而且，在一種質量之運動非為直線的等速的時，他對所謂力在這裏動作那句話，曾用一句與他種質量（剛體的）有連結這話以代替之。赫爾志這種力學，將凡屬不能直接觀測而得的力之概念悉行取除，而單作質量連結以表說；在這一點上，不能不說其在認識論上有極重大的意義。所以，我們如果能在這一條路上使自然科學得到澈底，即說其的的確確可為一種最滿足的體系，似也未嘗不可。無奈，在自然科學之成立上，單單的經驗，不

能作為中用的完美的素材，而有不少的思惟過程均與之免不了關聯；這種事實，竟使赫爾志之努力，終不能不算作一件頗堪動聽的試辦說帖而擱在那裏了。這種將力之概念取除了的赫爾志之力學，因其無論在何時何地，都僅取入可以觀測而得的量，遂無由得慶成功。即是，赫爾志在開乎一種質量之運動中看不出什麼與之連結的他種質量時，他就不得不假定：隱在的質量有隱在的運動。不知，如此說法的質量及運動之概念呢，縱使其與其他種可以觀測而得的屬於同等，而這所謂隱在的概念，也已表說到超乎我們之感覺的了。在此種意義之上，那就怕與思惟的高次概念所差無幾了。

赫爾志之所謂隱在的運動，在今日之物理學上，想可以作為構成物質的分子、原子及電子等之運動解釋吧！這種以所有物質現象幾全歸到如此運動現象上的傾向，在自然科學上乃所大堪注目的。在生物學上，近時之進化論及遺傳說中，也常假定一種粒子，以作存在於細胞內的某種生理的或遺傳的單位體；而欲用這種粒子之移動以說明種種生理現象的一種嘗試，也作得不少在那裏呢！如果這樣的傾向更加前進，則一切自然現象之法則，將至可由運動及支配運動的力之法則而定吧！

在力之恆存體系中，還可更進一步而由數學的以導出電位 (Potential) 及能量那兩種概念來。此等概念，其表說力之動作所可能的狀態這一點，在思惟上固甚為便宜；卻是在事實上，我們如欲訴之直觀，

則欲將此等作具體化，便覺稍爲困難了。如果一般作爲力之某種一次元的空間積分以下電位之定義，則其果作何種意義，恐怕初學者苦於捕捉吧！那含指力線及電位面的力之概念，以及那作此等電位面之一例的我們所知的水平面之概念，固當有一種力以使此等關係非常易解；雖然，由一般的說，則此等確爲高次概念呢！那能量及那作力之時間的積分的運動量，亦與此同。

更至那作能量之時間的積分的作用量嗎，則在普通力學及電氣力學中，均取最簡單的形式：這樣的事實，既說明我們之認識與思維之深有關係，同時又指示高次概念之在自然科學的認識中擔任重要的職務呢！

在那處理非可逆現象的熱力學中，也是如此；溫度呢，乃直接由我們之寒暖之感覺導出的；熱量呢，在其可由伴隨溫度之變化的能量之增減以測定這一點上，乃可以與溫度結合起來以思考的；更進而至熱力學函數(Entropy)那種高次概念呢，則作爲以溫度除熱量之變化的結果之積分而下定義的，因其不能爲直觀所捕捉之故，也算作一種初學者所難理解的量，這是誰都知道的事。然而，熱力學函數增大之原理，恰與力學中之最小作用之原理同樣，卻可以定出熱力學之根本法則；在認識之本質上，這事也不能不具有一種甚麼意義。對於此點之考察，姑且讓之以後；反正不問，我們於此，當不至否定自然科學之法則的認識之高次概念化吧！

自然科學中之如此的高次概念化，果將生出何種結果來呢？不言而喻，我們因此即可以從直接經驗而攀登至某種論理的階段；從而，爲欲指示這種高次概念化所得到的法則及原理也與我們之經驗的事實相當起見，則所謂理論亦於此爲必要。這即是說：同時也帶有自然科學之理論化呢！

我已經在前節中說明，那形成自然科學之出發點的我們之直接經驗，在其本身上，決不得爲足量的而且完全的物件；又曾述過，那自然科學之法則，並非由其單單的歸納之所可得，而有所謂一般化的方法的手段之必要；且曾附言，我們之所可許的一般化之權利，應存在於理論之可能性上。今將本節所曾論過的合參起來，則將能知：理論之可能性，必然與認識之高次概念化相依。

例如所謂萬有引力與靜電氣力及磁氣力均與物體彼此之間之距離之二乘作逆比例那種法則，乃我們所曾信從的。這種法則，不用說能表示出其與經驗的事實相一致；但使僅憑純粹的經驗事實，那卻不易決定這距離之指數，果完全爲 -2 呢，抑或也有近似於此的他數呢，更或應否附加一種有其他指數的小項呢？試看！牛頓儘管將萬有引力之法則如上面那樣立了出來，一面又曾指示那實際的行星運動所表現出來的許多不規則性，乃可變更些少距離之指數而導出的；其後，荷蘭爲欲說明水星之近日點運動之故，也曾計算出其距離之指數，必應作爲 -2.000000153 乃可。這一個數，在水星之外，對火星之近日點

運動用之，也能適合；卻在一方，對金星及地球用之，那就生了多少的差異。試問，我們採用這一個數，何以覺得不若用 -2 那一個數更加滿足呢？其理由實在於力之電位論之整齊的形式。即是因為：如果欲使萬有引力電位能滿足拉布拉司及波亞孫之方程式，換言之，如果欲使萬有引力之場到處都非渦動的，其在質量沒有存在的地方，則不須有源泉而分布，其在質量存在的地方，則場之低佛爾更次與質量之密度作比例；那麼，引力呢，就非必然的與距離之二乘作逆比例不可。這種理論之在我們思惟中，實較之以外所有可能的種種複雜的假定更加適切於理解，而且，同時也能近似於經驗的事實；我們即在這些地方，覺得這種理論為「最近真實」。

最近真實這個用語，在物理學等之不少的理論中，乃我們所見不一見的，而且誰也不以用之為怪；但為探察自然科學的認識之本質計，則這個用語果有甚麼意義，怕不得不加一番批評吧！如果依我之所思考，這就有如上所述那樣的兩種要素：其一種是，向經驗的事實之近似，又一種是，對某種思考的要諦之滿足。這種要諦之本質內容究係怎樣的，且待以後再論；須知這種事物，畢竟因伴隨自然科學之理論化而表現的，同時，因補足那經驗本身所含的不完全，因一義的決定那應由經驗歸納而得的法則之一般化，而又負有重要的任務。

高次概念化及理論化這兩件事，通常也是在兩個不同的方向施行的。其第一是，關於感覺之思惟的整序的；其第二是，一般出自感覺

界限之擴張的。

當以表說感覺的概念作客觀化時，那思维的要素，必然被附加進去，最初已如此透過了；但是這種事情，畢竟因其將感覺的事實投影於客觀對象界之故，僅能由思维的以定其概念，在其間之相俾而行的論理的整序中，我們就發見出高次概念化並理論化來了。力啦，電位啦，如此等等之力學的諸概念，當然悉屬於此。

在一方面，我們之感覺中，固有其當然的界限在那裏；如果借用一種適當的器械的手段，自然能將其界限擴張至於某種程度；但其最後所達到的界限，卻仍超不出感覺的呢！例如：我們因顯微鏡之發達，固曾可以漸次觀察微小的物體；特是，對於小至某種程度以上的小物，那就不管所用的顯微鏡有怎樣理想的構造，卻因那光之本身之性質，早已不能造成此物之像了。雖然，我們不但是必須由客觀的以求那超出這種界限的對象，不僅是必須追究那對象之形體、性質，還須知道正確這種對象，乃在自然科學中負了最重要的任務。所以，欲求能知如此的對象，如果用感覺的手段以觀察其形體之本身，還乃不可能的事；卻須觀察其他作用，由是將那作用之所應歸入的對象一概由思维的以探求之。在此種意義之上，此等對象之所屬的概念，多是高次的，而且是理論的。如化學及氣體之運動學的理論中之分子及原子概念啦，如近時之原子理論中之電子概念啦，悉屬於此；又如生物中之遺傳單位體啦，當可以之同屬於此。

此等非感覺的對象之形體、性質等，無論若何本都不能直接訴之我們之感覺以求知之；但如上面所述那樣，則其種種的作用，即其以某種假說的限定為基礎，更由論理的以導出的歸結，卻可依他種感覺的對象所惹起的變化能否與經驗的事實一致以判斷之：在這一點上，就得與經驗結合起來了。換言之，其與經驗之結合，可不由直接的感覺而由某種論理的體系呢；必知這種論理的連結是否一義的，乃能別出那種非感覺的對象，究竟為經驗本身之延長，抑或為立在經驗以外的。

然而，經驗本身之正當的延長，在自然科學上卻也極其重要；如上面之所述那樣，感覺自有其界限，在這限度內，延長自是避不了的。因為：我們雖然僅僅通過感覺之絕小的窗孔，卻將在此眺望自然之全體呢！在此種意義上的經驗之延長，即能與上面所學的高次概念化及理論化立於必然的關係上了。

至如生物體之自然科學的研究，特別是如關乎我們人類之精神現象的自然科學的研究呢，則當欲對之而施行某種實驗的方法時，常有毀損生物體之自然的機能或精神狀態那些事情之顧慮在；以有這一點，實驗的觀測就不能做到完全了。特是，純粹的物質現象中，也有了與此相同的事情存在；例如在觀測一種帶電體之力之場時，倘使我們以他種帶電體放到這場中來，而欲因其在此動作的力以知前者，則在嚴格的意義之上，那也可算沒有定得前者呢！何以故？因為：以有後者

存在，而前者之力之場，必將被擾亂至某種程度。因此之故，我們當此，除在思惟上想像後者之電氣量為無限小的，而且想像有一種動作於此的作用以測定前者之力之場外，別無他法。在此種意義之上，所謂一種帶電體之力之場的，已為思惟的了。所謂生物體之獨自之機能，或者獨自的精神狀態，也許恰與此同，僅屬思惟的呢！卻是比之電氣力之場合，則更有非常複雜的關係存在。我們敢說在此不會更遇見絕大的困難嗎？我們於此，祇有一種之望，即是，祇有適當的思惟的高次概念化，能分析這些複雜的關係出來而已。

五 理論的構成（附、類推及模型化）

自然中之個個現象，在外觀上固屬非常多種多樣；而在自然科學中，卻將一切種種之間有密接的關係存在這種情形漸漸指示給我們了。那些最初完全割歸別種現象之範圍內的事物，也因有種種事實之闡明，曾發見其有出乎意外的相互關係。例如：力啦，音啦，熱啦，光啦，電氣啦，磁氣啦，等等現象，最初乃各各獨立的在那裏研究，而形成了物理學之藏部門的；及至此等都漸次由所謂能量的概念連絡起來時，特如電氣及磁氣呢，則可以看作同一現象之兩種各異的表現，光或輻射熱呢，也可以各作電磁氣現象之一種解釋；又至物質理論之發展時，更將分子、原子或電子等之狀態通作一氣，不特此等之物理的現象如是，即至所謂化學的現象，也不能不互相關聯；這些事情已無一不明白了。試將如此等等的的事情考慮一番，則當自知：在自然科學中，如

果單單觀測、實驗某種類之現象的事實，並以之歸納於法則，這乃不足於用的；更須如前節所曾說的那樣以發展之，即是導出高次概念而且使之理論化，同時並於其理論之間全盤構成一定的體系。這種所謂理論的構成呢，實為自然科學之方法之最後階段，縱然是與立於其前的事物一同伴隨自然科學之發展而自然而被形成的；從而，即使其或未必為形而上學上所可要求的，卻也是極其重要的，可無容疑。為此故，我們之自然解釋，遂有導至某種一定形式的體系之可能性了。

這種形式的體系，即所謂世界形像，其在理論的構成之間，非有種種的手段不可。其最顯著的手段，就是類推及模型化這兩者。

類推嗎，這乃為欲理解未知的事物起見，而引用與之有相應的關係的既知的事物。由心理學的說，則我們固常有一種直觀的傾向，即是對那耳目之所習見習聞的事物比較更能理解呢；因此，對於單單的類推，乃竟有如說明那樣以思惟的。無論若何，欲由類推而指示有相應關係之存在，在自然科學之研究中，固屢經有此嘗試了。例如在物理學中吧，因為力學的現象，乃所謂運動而為我們之眼所最直接觸到的事物，所以即在其他場合，如有運動概念摻入時，我們也就覺得用力學的類推為便利了。

例如在發見了電氣之流動於導體內部的現象時，我們首先便知有以之類推於流體之運動之可能性，因而遂生出以電氣為一種流體的假說。當十八世紀時，論者全沒有明白所謂電氣果為何物，祇知於此有

兩種的電氣存在，以及兩者各各可作加算的量以表現之，且得將兩者合由代數的以加減之，這些經驗的事實而已。知其成爲加算的，又知其代數的和之在一種閉體系中乃立於一定的，在將電氣作物質以類推而與以實體的性質時，如此固已足用。然而，如欲說明兩種電氣之存在，那卻就有兩樣的假說了。即是，在施姆馬之二重流體說是：電氣流體中有陽及陰兩種存在；在通常的物體內部，這兩種之等量乃相混合，而沒有表示出電氣現象來，但在這兩種相分離時，遂有陽電氣及陰電氣，與其各各的流體之存在相應而表現出來了。反之，在佛蘭克林之單一流體說是：只有一種電氣流體爲實在；祇看這種流體爲物體所含的量，或恰如一定的標準量，或較標準量多，或較標準量少，即可分別那種物體，或在電氣上爲中性的，或帶電而成陽的，或帶電而成陰的。

由如此如此的類推而造成的形像，至少在關乎靜電氣學的現象的限度內，也可以表說大體之事實；即至今日，在其初等的說明上，固仍用着此種流體說呢！又在電法現象中，如以之作爲電氣流體解釋，也甚有成效。當威爾赫倫·韋伯爾欲說明電流之力學的現象時，他曾假定了一種運動於導體內的電氣之粒子；這已算得爲近時電子論中之同樣的思想作了先驅。然而在他方面，這關乎電流的事實，其後因發見感應現象及電煤質內之變位電流等，遂見其非常複雜了；欲將電流再作單單的物質的運動以類推，早已成爲不可能的事了。任其如此，

乃麥克斯威爾為欲導出今日之所知的那作電磁的基礎方程式的法则起見，於此仍承認了某種力學的構構之類推，而使其考察有所依據。電氣力學中之一種所謂力學的模型，遂得於此想像了。

如此的類推，在自然科學之種種部分悉經行之。熱呢，最初也以爲同物質之流體一樣，至其後熱力學既已發展，其間也可用力學的類推以思惟；等等情形卻與電氣之場合相同。然而所謂類推，本來單爲指示關係之相應的；如說處處所行的類推；其在本質上必屬於同一，這話就不敢保證呢！因此之故，假使超過某種界限，則類推不能成立的地方亦復不少；我們果能確知此種界限，則當更有深進。當論力之近接作用時，那場之概念，最初乃照連續的流體以類推，而得了數學的表示。即是：所謂指示場之方向的指力線，乃與流線同樣的；指力線之所始及所終的場之不連續點，可以作爲流線之流出及注入的（正或負的）源泉看。以是，那表說力之場的種種的量，遂會借用流體力學之種種的量了。這種類推，也曾生出一種思想，以爲那作電氣力及磁氣力之場的空間，必當有一種物質的媒質存在；而欲由力學的以解釋那名為以太的媒質的一種工作，在近時之相對性理論還沒有指出其全無意義以前，固會久久繼續在物理學之歷史中呢！

同樣的以太之問題，在其以訖，既已伴隨光之波動說而並起在那裏了。自光之干涉及偏倚這種現象明確的顯出其波動的性質以來，其與彈性波動之類推已被指示出來了；於是許多學者在那裏研究這一

個問題，即是，如欲以這作光之媒質的以太作一種彈性體解釋，果須以何種性質與之。無奈，這種所謂光之彈性論，卻非經過重大的困難不可。何以故？因為：假使以太果為流體嗎，則依彈性力學說，在此必只有縱波表現；反之，光之偏倚之現象呢，其波動卻應純粹為橫波，楊格已得出這樣的結論來了。那得與縱波同時而並有橫波之成立的物質，實非固體不可。然而，如欲其不全行表現縱波，則此固體如非完全有非壓縮性，即是可以無限的壓縮，二者必居其一。即使不問可否類推以太為一種得以想像為異常非實在的固體，而我們之固體概念，也與所謂以太對天體之運動幾乎沒有表示何等物質的抵抗這種事實難以相容。

其後，上面所述的麥克斯威爾之電磁理論，又與指示電磁波動之可能性同時，而豫言其與光之波動在物理學上乃為全然同一的；至一八八八年，赫爾志已由實驗的以確定了有如此的電磁波動之存在，乃明白了那作光之媒質的以太，也必為電磁氣之媒質。於是欲將以太單作彈性體以類推的企圖，遂不得不見棄了；而除了一種有更加複雜的電磁氣力之場之所成立的那樣的力學的模型外，別無其他了。關乎如此的嘗試，曾有白爾克納司欲用存於流體渦動之間的關係以說明靜電氣力之場，這乃應行舉出的一件顯著的事。然而，欲一般的造出如此的模型，則直至今日還不得不說這件事未曾成功呢！而在他一方面固有發見了當作物質之終極的構成要素的電氣的粒子（電子）那種事

實，以致生出一種觀念，欲純粹由電磁的以解釋種種一切物理學的現象，而不似從來那樣努力由力學的以解釋之，遂造成一個從所謂力學的自然觀到所謂新的電磁的自然觀之過渡期了。

以太之力學的類推，遂因如此而不能見其澈底，只得單作電磁氣力之場看罷了；任其如此，這種曾經長期間保存以太在那裏的思想，如欲使之因此而將以太最後之物質的形骸也奪了去，卻仍發生出躊躇來。這種形骸，即是看以太作物體運動之基準體。何以故？因為：本來之運動概念，我們只能相對的造成；卻是，為欲使空間中之物體之運動得以一義的表說起見，則必須有一種作其基準的甚麼特殊的「物體」。為此目的，則以太也未嘗不可看作適宜的呢！何以故？因為：以太之彈性論，不僅如前面所述那樣，以其固體的性質為要請；且因其後發展起來的羅倫志之電子論乃至以以太看作不動的電磁的媒質，遂指示出有由此導出麥克斯威爾之方程式之可能性了。假定這種部分的相互不動的以太，可以採作所有一切運動之基準；那麼，譬如我們之地球對此的運動速度，就必然可由實驗而測得之。而曾欲測定如此的運動速度的，則為有名的邁寧爾孫之實驗（一八八一年）；又曾確定如此的運動速度，至少也沒有甚麼可以觀測的影響及於光之現象的，亦為邁寧爾孫及摩勒之同樣的精細實驗（一八八七年）。這種實驗之結果，實將以太沒有充作如此的運動之基準體的實體的意義指示出來了；那安斯坦之相對性原理（一九〇五年）嗎，即因這種意義已經明

白表說之後始得成立起來的呢！

將以太作一種物質以類推這宗事，此中不能全無限制；固有主張其僅為純粹空間這一說的，但在一方，我們之空間概念，則在其作為真空的意義這限度內，卻僅作為抽象的幾何學的空間解釋，如欲以之歸到其中有某種物理的內容的那力之場呢，那就覺得稍稍困難了。然而相對性理論，在此之外，卻沒有一條甚麼路可為我們所走的。更至其後（一九一五年）一般相對性理論已經完成時，竟導引我們作這樣的想像，以為這種空間，乃因充作萬有引力之場而有可以定出特質的種種變化；縱然空間之如此的物理的狀態，有如安斯坦本人之所論那樣，仍以所謂以太的概念表說為便宜。不過這種概念之中，卻不復能承認其有物質的甚麼痕跡了。

本來在數學上表說那力之場，即至今日，也還用着最初從流體力學所類推而得的概念在那裏；須知，此等既已純粹由記號的而進化，按理，就未必更有這種類推之意義。總而言之，類推既已如此經過漸次的發展，最後自應達到理論的關係；這種情形，只看上面所舉的以太之例，不已表示出一個模型來嗎？

因類推而可以想像作某種現象之力學的模型，既如上面之所述那樣了；這樣的模型嗎，無非在限於類推之存立的範圍內作某種說明之用，或使推論易至某種程度而已。反之，那更為本質的模型化，卻可屢於自然科學中之行之。這固有如前節所說的那樣，高次概念化及理論

化，乃伴同感覺界限之擴張而行的。

例如：熱本被看作由感覺上所與的暖冷之差異的，今乃以之爲分子運動之能量而立出理論，則所謂分子的，最初卻非由感覺上所經驗的實在，不過爲由思維上所要請的一種高次概念而已。從而，在這種基礎上所發展起來的氣體之運動學的理論中，既以氣體爲極多類的分子之集合體，又假定分子一面在其內部自由運動，一面相互作用性的衝突，以此解釋氣體之熱現象以及其他性質，則如此的分子及其集合狀態，確不過對於實在的一種模型而已。至於分子之形體或其衝突過程，究須若何立出假定，乃能適合乎實在呢？縱說這非僅僅關乎熱現象所能判斷的事，但使我們從考究種種物質的現象入手，卻也未嘗不可漸次踏入此等問題。卽是：這一種類之模型化，乃可表說對象之本質至某種程度的；模型因適當的改良而可以漸次備進此種程度，遂有作爲實在本身之一義的形像以發展之之可能性了。

以前面所述的氣體之運動學的理論爲基礎，而安斯坦及斯摩爾考司基，遂得將有名的布朗運動說明了；到了此時，分子之實在之證明，人人都依其所說明的以解釋了。在布朗運動中，各個分子之運動，本非可以經驗的，卻當間接因此等分子之衝突所起的可視粒子之運動而觀測之；然而如此的運動，除作爲由於分子之衝突外，何種解釋之方法也怕尋不出來，這是十分可以想到的事；此時就可以作這樣的看法，卽因這可視粒子之運動而得經驗分子本身之運動。如此，則我們既常

見有超出感覺界限而擴張自然科學的經驗之可能性，同時也將知有使超出感覺界限而造成的模型帶有一般的形像之可能性。

在化學中，固以分子之原子的構造為主；但於種種的化合物中，也曾想到那關乎原子若何結合的構造的模型。如複雜的有機化合物中所表現的種種結合關係，頗可以依此模型而表現出來。這種化學的模型，近時因留味依斯及蘭格苗亞兩人加以電子論的考察，而有了顯著的進步；但在他方，種種的物質原子本身之電子的構造模型，也由物理學的加以考究，經·澤·達姆孫及拉查福而至以最近之量子論為基礎的波爾之理論，其間實發展到了可以驚人的程度。波爾之模型，即是這樣成了功的：以種種一切原子為由兩種物件，即有等於各各所被稱的原子號數之整數的陽電氣素量的一種原子核，與如在一定軌道上迴運太陽之周圍那樣而迴運其核且與其核所含的陽電氣素量有同數的一種迴運電子，所構成的；因而假定了對於迴運電子之軌道的所謂量子法則，以說明此等原子之所示的種種特質。不特在最簡單的原子如水素原子或鉍(Barium)游子(Ion)那樣的物件，可以因此模型而將其所發之光之分光線系列，完全由數量的以導出之；即使返及種種一切物質原子，也可以將其光及X線之分光線啦，游子化電位啦，原子容啦，並顯著的化學的性質等，悉在大體上歸結得無誤呢！我們於此，也不復能視其為單單的任意的模型了，似不若說其有對於原子構造的某種決定的形像，更為得宜。模型化既達到了這種階段，其意義即是，

關於物質現象的理論的構成已達到了某種滿足的程度。

在生物學中，如其所假定的遺傳單位，亦為超越感覺界限的高次概念，前節已述過了；但使遺傳現象之理論愈進，則這種所謂遺傳單位的，果若何而可以存在於生殖細胞中，似非先行造成一種與之有關的模型不可。因此，必至經驗的事實得了沒有遺憾的說明時，這種理論乃可以肯定呢！

由一般的說，模型化呢，似可看作，將理論所表說的內容由時間空間的以具體化之。這並非單單的類推，倘使將其更為本質的關係表現出來，則可進至我們之所求的最初之自然科學的世界形像。不過在此場合，那最初之模型化，雖說在我們之理解上，已經用比較便宜的形以具體化了；但至踏進更深一層的本質的關係時，那也就達到了所謂高次的，那就當然成了超越於普通意義上的模型之概念。

六 推論及檢證（附、思考實驗、象衍）

自然科學因其高次概念化，因其理論化，可將以我們之極受限制的或覺為基礎的經驗之內容及範圍擴張起來，可將從此經驗所歸納而得的事物作一般化：這話我已在上邊說過了。因此之故，為欲使自然科學的認識能獲得作其特質的普遍性計，理論及理論的構成，在自然科學上實為必要而不可缺的事物。

卻是，許多理論，都有作其前提的某種假說的命題；這假說的命題，必在其由數學的論理所演繹的種種歸結悉與經驗的事實一致時，

始可作為自然科學的法則或原理以成立的。從而，如此的法則，如此的原理，僅因表說某種論理的連結的所謂論理而與直接經驗結合；在此類意義之上，如此的法則及原理，可作為已經高次概念化的經驗，而且我們於此，可由直接經驗而攀登至某種論理的階段。

然而，這種所謂論理的階段呢，必須得有曾經高次概念化的法則及原理與直接經驗之間所架的理論之橋梁，始可以指示給我們的，卻非最初就已明白的。因此之故，當我們先知經驗的事實而欲由此走赴自然科學的法則之發見時，決沒有經過論理的過程，卻是由缺乏論理的推論而達到的；達到之後，乃造出一種理論來，以指示可由論理的以演繹從此所經驗的事實。雖然自然科學的理論乃等於數學而由演繹的論理以成立的，但法則之發見卻與之相反，必待乎我們之直觀的能力而後能之，其原因實即在此。（這裏我有欲加注意的事是：推論這個用語，向來用得稍為含混；有人作為演繹「由普通而推論特殊」那樣的用法以用之，我卻沒有依嚴正的論理，唯專限定一面豫想、一面由理性的以推斷這樣的意義而已。）

我曾在第三節說明過：那牛頓之萬有引力之法則啦，那拉賽佛德之關乎原子核的學說啦，實在都是由這樣的推論而達到的。同樣的例，我們任欲舉幾多也能發舉出，如下面所說明的普蘭克之熱輻射之法則，亦為其顯著的一例呢！

即是：那為一定的空間所籠罩起來的熱輻射，乃得在熱力學的平均

衡上的，本來基爾希霍夫已唱此論了；其全能量與溫度之關係，則由傅爾志曼以熱力學的考察為基礎而導出了；其與斯特潘因之實際的結果一致的情形，也曾經發見了；惟至對熱輻射所含的種種波長的能量分布之法則，則欲由理論的以演繹之，卻表現了一種困難。這種演繹，如欲純粹由熱力學的以施行之，乃不可能的事呢；我們於此，祇得想像有與熱輻射能平衡的分子運動，再由這種分子間所分布的運動能量之法則而歸結到上述之熱輻射中之能量分布而已。須知，倘使以分子為服從通常之所知的力學之法則而運動的，則所謂能量等分配之法則，必然的不會不成立。即是這樣的一種法則：對於運動各種自由度所可分配的能量，各各相等。因此之故，假使以輻射作為以太之振動解釋，而以那連續的以太之中所有的振動數或波長之存在為可能；則因各個波長所屬的獨立的自由度之數之與波長共增乃可以計算的，所以對於這種自由度之各個的能量等分配之法則一經假定，那熱輻射之能量，就必然會與自由度之數之無限增大同樣，而對於無限小的波長亦無限增大起來。換言之，那有限的能量之全部，必當向着波長之無限小的集中起來。卻是實驗與之相反，既曾指示一定的波長中有能量分布之極大的存在，且曾表明這種關係與熱力學的考察相應。於是，上面那分子論的考察何以會與此矛盾這個問題，就不得不提出了，這裏就有理論的困難存在了。普蘭克之熱輻射之法則嗎，實即欲導入所謂量子假說，而由學論的以解決此問題的。

普蘭克之推論，乃由否定能量等分配之法則而行的；這不用說，並不是甚麼論理的歸結。他只豫想有得以達到與經驗的事實一致的理論之可能，而加以推斷罷了；即是，他曾洞察這種情形：如果否定這種法則，而導入所謂輻射能量常可專作一定的能量之整倍數以表現那種假定以代之，則一種與事實一致的法則，當可由此而在論理上演繹出來。而且，在實際上他已得告成功，已達到他之輻射熱之法則了，

對於法則之發見上，推論之被認作必要的手段固有如此；但因其如上面所述的那樣，乃非由既知的經驗的事實或法則而來的論理的演繹，所以論到這種推論之所含的一切判斷，則其果可容許與否，自是必須乎所謂檢證的。即是說，某種推論，如非伴有檢證，就怕沒有理由可以在自然科學上加以肯定了。試就上例而論吧！首先論到普蘭克所歸結出來的熱輻射之法則，這就有實驗的檢證之必要，固不待言；尙不止此，論到他所曾導入的量子假說，那由此所演繹出來的歸結果與事實一致與否，也必須乎檢證；更論到那能量等分配之法則，又果因何故而不得不加以否定，也非經過理論的檢證不可。既然如此，所謂檢證這宗事，在自然科學上，乃巨於實驗的並理論的兩方面均所應行的呢！

這裏所謂理論的檢證，自是證明其與既知的他種法則或原理之間沒有矛盾擱着；但是，這些他種法則或原理之正當與否，在自然科學上，也是為經驗的事實所判斷或應為所判斷的，所以，倘使遇到無論

若何辦法都免不了理論的矛盾時，那就必須更進而探究其果屬何方與事實不相容。畢竟，純粹的理論的檢證，乃屬於與理論的構成有關的方法的階段上的事；而一切自然科學的檢證之最後之根據，又非存於經驗的事實中不可：確是如此。

自然科學中之許許多多的實驗，似可說即是以這種檢證作目的而行的。何以故？因為：實驗即使沒有明瞭目標某種特殊的理論之檢證，也常是以對其結果的何種豫想而行的；而且，這種豫想之中，也就逃不了要以何種形式而澈頭澈尾的含理論之本身在那裏。自然科學的方法論上所以特認實驗為切要的事之故，實即在此。

然而，自然科學的理論，卻如後面所說的那樣，並非在經驗以外全然不含有先驗的原理；這是因為我們之思惟體系，乃常受先驗的原理所指導之故。雖然，為判斷這種原理能否在自然科學上成立計，也不可不須乎檢證。更有，我們之所求的自然科學的法則，因其所含的概念之抽象化及高次化而離開了現實的對象，遂受了所謂究極的理想化。這種情形固是極多的。在這種情形之下，檢證必至屢受限制，甚至欲對現實的對象而行近似的檢證，也竟不可能呢；任其如此，仍須由理論的以檢證其與他種先驗的原理那一類的事物毫無矛盾乃可。此際，我們往往就此對象而想像一種實驗，可以作為非現實的併現實的事物之一種究極而為思惟的所容許的，且即依此實驗而行理論的檢證：這即稱作思考實驗。

例如，當卡爾諾導出今日作為熱力學之第二法則而成我們所知的熱現象之非可逆性時，他曾在理想上想像一種完全的熱機關，而於此行所謂可逆的循環過程的思考實驗，歸結得到：這與永久機關不可能之原理矛盾。又如，當加利里演繹出慣性之法則時，他曾本於這樣的假定，以為物體由某種的高落下時所得的速度，可使之達到恰與斜沿這個物體而上的高相同；即是，加利里於那思考實驗中，曾根據於這樣的原理：物體不能由本身之重而昇上高處。在這種思考實驗中，那由之而歸結得到的法則，按理，不應有在此處所以為根據的假定的原理之內容以外之事物表現；而為使關乎此等自然科學的檢證得以完成起見，當然必須更深一層而達到其與經驗的事實之連結上去。

更於安斯坦之特殊相對性理論中，發見了一種著名的歸結，即無論何種物理學的現象，其在空間傳達，不能有光速度以上之速度；但在此際，卻可行思考實驗如次。即是：我們如果用羅倫志之轉換，而從某一種慣性的基準體系移至他種適當的體系，則具有光速度以上之速度的現象之傳達，也將在時間上有逆起之可能呢！這直是現象之背反於一義的繼起之原理的事實，即背反於因果法則的事實；因此之故，如此的現象之實在，就不得不被否定了。由這種思考實驗而行的理論的檢證，即是以必然的繼起之原理與相對性原理（光速度不變之原理也含在內）為根據的；如果可由經驗的以確定實際沒有以超光速度而傳達的現象存在，則指示出這種經驗的事實與這等原理之間之一種連

結束了。

在自然科學之方法中，推論及檢證有極其重要的任務，固有如以上之所說；但因上面那種意義的推論，未必為嚴正的具體的論理的論斷，故往往有超出其所正當容許的界限而逸於正確的自然科學的認識以外之虞。在如此的情形之下，我們於此所見的，不是充作歸結的法則之一般化，是單單的敷衍。（我將再在這裏將敷衍這個用語與一般化嚴格區別出來，只限用於這種意義上。）

一般化呢，那是我們從特殊的經驗到普遍的認識時所必要的手段；而敷衍呢，這卻早已逸出其所必要以外了。然而在實際上，當我們欲求法則時，究竟到何處止為經驗之真的一般化，又從何處起為偽的敷衍，卻都無法可以豫知其界限。在這一點上，我們就並有推論及檢證之必要了。

在以上所會引用的普蘭克之熱輻射之法則中，不管量子假說為表說經驗事實時之所必要，而在一方，就其與那從同以經驗為基礎的力學的法則所演繹而得的能量等分配之法則相矛盾的理由而論，今日我們似非以之歸到有敷衍之內在於此不可。即是：那力學之法則，固常是我們就可觀的物體所經驗的事實而歸納出來、而一般化了的；但說其可適用於超越我們之感覺界限的輻射振動體上，那就分明非一般化而為一種敷衍了。必將這種敷衍取除後，再從新根據於量子假說以論後者（能量等分配之法則），如此，始得避了以上所說的理論的矛盾。

又如所熟知的那樣，將關於氣體的波依爾·謝爾之法則，想像作在低溫度之下成立的，這也同爲一種敷衍；而在十分的低溫度之下，無論何種物質，都非氣體的實在，在此限度之內，即欲近似的以表說事實，只怕也不能呢！要之，一切敷衍，也必然因檢證之故而排除出於自然科學的法則之外。

第六章

自然科學之形式

一 自然科學的概念及其定義

自然科學之一般的方法，乃經過前章所曾述過的諸階段，而使自然科學之本身至於成立的；其間，自然科學之形式之若何造成，在大體上當已可見了。然因這種形式，在自然科學之本體上乃屬切要的事物，故擬於本章重加說明。

請先就自然科學的概念而論吧，我爲求其本質得以明確計，不得不於此更費數言，何以故？因爲：這種概念爲構成一切形式的要素，乃屬切要的事物。

概念之必須從直觀內容若何以抽象立定，且須若何以客體化及數量的情形，既有如前數章之所說；但是，如此構成的概念呢，卻須常依某種定義而以之與他種概念置在結合關係之上。這種所謂定義，無他，即以概念內容指示給我們而已。

特是關乎這種定義，有往往犯着的誤解，我非一開首即將此誤解取除不可。即是：有以定義爲在某種意義之上可作一種任意的規約解釋的。須知，定義卻不許在概念間之結合關係以外有甚麼全然任意的規約呢！

定義所有的這種性質，即在數學那樣的先驗的形式科學中，既已如此表現了。數學是：有作其最初之前提的若干公理，再由是而以論理的演繹出來的一種學的體系。公理嗎，就可以看作數學中之根本概念之定義。最初一看，公理似為任意的；豈知，為得數學之在我們，乃由一義的以成立之故，這已不能無某種必然的限制存在那裏了。古來之所以以公理作「自明理」解的，似當因為，所謂自明之意義雖然不能嚴密的表說，固也暗示有何種限理由存在於此呢！在今日之數學中，則以沒有矛盾存於公理體系之間為要請；換言之，即是，表說着其中所含有的概念間之結合關係的定義，從而概念之本身，應歸於所謂在思惟上有可能這一種存在證明上。即是：我們沒有這種存在證明而欲全然任意的以下一切概念之定義，均所不許。

在自然科學中，則較此更擴張一層。何以故？因為：其不僅須在思惟上有可能，且必須常可表示經驗的事實。例如，在數學中，假使在所考究的直線之上取出有限長的一部分而名之為線分，名線分之長之無限小的極限為點，則此處所給予的點之定義，乃為其與直線這兩概念間之關係；我們只須證明這無限小的極限在思惟上有可能，即與那作為前提的公理體系沒有矛盾，則這種定義已為所容許了。反之，在物理學中，當欲將那作為物體之體積之無限小的極限的質點下定義時，這卻不僅單在思惟上有可能就算了事，其在經驗上是否實在，也非得考究考究不可。假使在經驗上，物體之連續性已被否定了嗎，則

如上面那樣所下定義的質點，縱使有專作某種考察的手段之可能，而從嚴格說，卻絕不得許其為物理的概念呢！即是，不得為物理的實在呢！

如由上例所已見的那樣，自然科學的概念之定義，乃由其與其他種概念之間之結合關係而下的；然因這種關係乃表說某種經驗的事實的，所以必須悟得，如在不知後者時，這種關係必不能表現得明確。於此，定義與法則之密接的交涉，就表現出來了。

我們因此之故，當下自然科學的概念之定義時，雖然知其為不完全的，而最初除了由便宜的規約的以下定義外，事實上也別無他法。然後漸次由經驗而修正之，而補足之，而導到正當的定義上去，這乃不得不如此的。有許許多多的概念，都是取了這種經過而一直發展到今日的。概念內容之如此的發展，在自然科學中，乃重要的事件呢！

例如：所謂物體之重的那種概念，在其原始的，固屬以為由手執物體或提物體時所必要的筋力而測得的量；到了用天平以測重量時，那就無論若何，已至於可將其感覺的要素之大部分取除而由客觀的以下定義了。此時之重呢，固當以其與那作標準的天平之分銅之重之比較而定之；其實，施行這種比較時之環境條件，還非有更加精密的表說不可。即是：或在空氣中之行，或在水中行之，或在真空中行之，如此等等的條件。將物體浸於水中，則「其重量減輕」：自這種事實為亞基默德所發見以來，在一般流體中概有同樣的情形，也漸次明確

了；但對於重之概念，如果即依此而毫無變動，則因一方力之概念之發達，同時將見其不滿足了。何以故？因為：單單將重看作在物體中動作的力，在命名上即使可作為出於任意的，但也不可不想到，在物理學上論之，則還有要與單單的力區別的地方，即是為得還有以之表說物體所固有的，且在所謂重的原始的觀念中即已含有的何種量的概念之要望。因有這種要望之故，首先已以流體所有的浮力作為與物體之重無關的，而屏之出於重之概念之外了。從而，物體之重，也就成了僅由其在真空中因為存在於地球上之空間之故而受的力以決定的；倘使精密言之，則這力也明明由於那一種在地球與物體間動作的萬有引力，以及又一種因地球自轉而表現的遠心力，兩者所合成在那裏的，其兩種力中，均應有與地球及物體之幾何學的及力學的狀態無關係的因子存在，有如力學上之所論那樣的。這等因子之大，在實驗上，縱說常以同一的值表現之，在概念上，卻應一方依萬有引力，他方依遠心力及一般運動狀態以下其定義；而因欲說此兩者為必然的同一的話缺乏理論的根據之故，一向遂至以那占着所謂重的為人所知的量之大部分的前者中之因子，作重或重力的質量以表說了，反之，以那後者中之因子，作慣性的質量以表說了。這種命名，本來是出於任意的；但物理學上之所要求，如此的兩種概念卻不可不有所區別；一直到了安斯坦之一般相對性理論，方有了明白的根據，得視此兩者為同一的。

所謂物質之原素的那種概念，在最初由化學的以處理種種物質而

經驗其變化之際，也承認了有無論若何都不變化的單一的物質之存在，而對之立出名稱；其後，在如此等等原素中，都有一定的原子量可以歸之了，且明白其有種種物理的及化學的性質了，至少也在概念的可以非常簡單的決定了。不料到了近頃，鈾、鐳等所謂放射性物質已被發見出來，而且知道此等所稱作原素的，也因其放射能而行原子之自然崩壞，而順次變成其原子量不同且其他物理的及化學的性質都不同的別種物質；至此，所謂不變性已被毫不客氣的從原素之概念內容排除出去了。一方，羅達爾·邁愛爾及孟德列夫所發見的所謂週期律，也指示出原素之各種性質，乃依其原子量之順序而作週期變化的；更至近時之原子理論，對於等等原素，遂可以決定其各各所有的一定的原子號數的一種新的物理的量，同時亦即認為表示各各原素之在週期體系中之順序的數；但至放射性原素之化學的研究，則又知有原子量不同而週期體系中之位置卻同，從而原子號數也同的許多原素存在，如此等等的原素，即稱為相互的同性體（或同位原素）。不止於此，那最近之亞斯頓之研究，曾因應用陽電氣線分析之方法而測定各個原子之質量，則竟告訴我們說，在通常的原素中也多有同性體存在了。於此，關乎所謂原素的概念，我們遂非分別出兩種內容來不可。即是：如果作原素為無論何時何地都有一定的原子量說，那麼，如在放射性原素，就有理由必從原子量之不同，而作為不同的原素以附上各各不同的名稱了；反之，如在通常的非放射性原素，若鹽素，若鹽，若水

銀，等等名稱，可以給予那占有週期體系中之一定位置的物質，即有一定原子號數的物質，假使以此種物質作為一種原素表說，則所謂原子量不同的同性體，一概可以包括於同一原素名稱之下了。現時我們在習慣上，論放射性原素，乃取第一種解釋，例如鐳與甲種新變質鈾，任其共有原子號數 88，偏各以不同的原素名稱呼之；反之，在非放射性原素中，卻依第二種解釋，有如上面所述那樣的。原素概念之如此的二義性，在不生誤解之虞的限度內，似乎未必不妥適；但在將來，就不敢說不會在嚴格的意義之上而差別之，稱呼之呢！

論到所謂以太的概念，也當因前章所已述的而可知其曾有若何的變化了。如生物進化之概念，若使僅止於名生物之種屬變化之事實而稱之為進化，那就不能不說其在自然科學上為不充分的。說到進化之概念，必至明瞭其如此的種屬變化果因何而起，即其與他種現象概念之結合關係時，始有自然科學的內容。最初創說生物進化之拉馬克曾說：這種概念內容，當以之歸於，生物之各器官因要適應環境的意志目的而變化這件事上；例如，鼯鼠為生活於地中而要有小眼，麒麟為食喬木之葉及果而要長項，就是如此。生物器官因環境而變化，然而，不特這等後天的性質之能遺傳與否，為近時之遺傳學所爭論的問題，何以那明明缺乏如此的環境適應之目的物，也仍能起變化，有如花之彩色那樣的情節所表示的呢？次於拉馬克，則有萊愛爾，曾以生物進化為因地殼之變化而起的；更有達爾文，曾以為一切自然的

環境，一般的產生生物之變化，使最能適應環境的生物生存而使其他死滅。這也就是，所謂自然淘汰及適者生存之概念。然因這種概念還甚含糊，不明其與環境果有若何的必然的關係，以致生出種種的異說，而有新達爾文派、新拉馬克派等之爭論表現；至於近時，進化之概念，乃歸到生物中之變異之發生及其遺傳性上；在達爾文所以之為主的後復變異之外，還有約翰遜之純系遺傳說，多·福里斯之突然變異說，門德爾之遺傳單位不變說，如此等等之說競出，至極錯綜。這就表示：進化之概念內容實甚複雜，倘使不加以詳細分析，竟之不能下其完全的定義呢！

所謂自然科學的概念，有可以一般看作對象概念的，以及可以表述其性質、變化、關係、作用等的所屬概念的。那些可作物質或物體及生物以表現的物件以及其諸成分，概為自然科學的對象；又如能量那樣有恆存性的物件，也同樣可作對象看待。更有時間及空間之概念，倘使依相對性理論中之所解釋的那樣，以某種物理的內容與之，也就帶有經驗的對象之性質了。此外，在物理學中，還往往有這樣的事情，即考到實在的物體之某種性質之極限時，往往假想有如此性質的物體，而使得有關乎此的理論發展起來，其實在的物體間之現象，則作為與此假想的近似的解釋。例如所謂質點吧，本如上面所會說明的那樣，實際上乃體積為零的沒有物體存在的點，並非實在的對象，因而亦非在嚴格的意義之上的物理的概念，而屬這裏所說的假想對象；但因質點

之力學而有可以表說實在的物體之某種力學的特質那種理由，故在理論上達成了重要的概念。（反之，所謂分子，所謂原子，雖說曾有僅在假說上思考的時代，其在看作實在的物體之構成要素這個限度內，卻非假想對象。）又如剛體、如完全流體、如對於熱及電氣的完全導體及不完全導體等等，也可以作假想對象而同樣導入的。即是：此等假想對象，固不能動也不動就成為實在的，而在實在的對象之理論的考察上，確形其為重要；以此，在物理學上也同有可以處理的價值。

二 法則

上面所述那樣的自然科學的概念間之結合關係，即是表說經驗的事實的；這也即是自然法則。我們常從一個一個的經驗的事實之歸納及一般化而求得法則，這事既有如前章之所述。然而這種歸納及一般化，不過是從各個各個的而轉化到一般的一種方法的手段而已；我們於此，沒有理由可將事實以外之何物附加上去。因之，法則也就分明祇是一種事實記述而已。

然而一向卻都維持着這一種思想，以為：那作為法則之目的事實記述呢，並非一個一個的經驗斷片，而必為綜合的一般的事物；其與單單的事實記述有所不同，乃含有對於事象生起的某種說明的。即是：這種說明，乃與所謂因果之思想相待，而使自然法則可以作為，以事實外之某種事物，即關乎自然現象之起因的形而上學的根據指示給我們的。古代之自然哲學者之所努力的事，其實即是：欲知如此說

法的自然之「意義」。他們呢，譬如對答那個重的物體何故向地面落下的問題，就作這樣的解釋，說重的物體取下方之位置而輕的物體取上方之位置，這乃屬物體之自然的性質。由是導出所謂物體不能因其重之本身而昇至上方那個命題來。這個命題嗎，當加利里演繹那有名的慣性法則時，也曾任了重要的職務，而有所貢獻於我們今日之物理學；但於其未由經驗的以證明之間，不過算一種形而上學的要諦，卻沒有理由可說其為自然科學的法則。誠然，如此例之所示，自然科學之發展，其有賴於如此的自然哲學的思想處，決然不少。然而無論若何，我們不可不知，所謂自然科學之本質並不在此，卻專在經驗的事實上呢！

自然科學的法則，並非由形而上學的以說明事實，不過專記述之而已；馬赫及基爾希霍夫曾力唱此說。其所表說的，常不外乎「所謂事實的對所謂事實的之關係」。當表說物體之以加速度運動乃因有力在其中動作時，通常是以力為原因而以運動為其結果；這實與本來之因果觀念有不同的要素，有如我前在第三章所已經說明那樣的；加快速運動與力之作用，本來表說同一事實，其所以兩有差異的，僅因後者含有高次的概念的力，遂可將此種事實更加綜合的以表現而已。又如問到：電池中繫了鐵線時與不繫鐵線時，磁針之方向為前者所影響而不為後者所影響，果因何故？我們大約將這麼答覆：因為前者之中有電流通在那裏呢！即是欲以磁針之偏位之原因歸到有電流存在上去。

覺知，前者呢，不過是單與後者之事實相應的感覺的經驗；後者呢，則用了所謂電法的一種高次概念以記述同一的事實：如此乃是正當的答法。如以物體之膨脹與溫度之上升結合起來的法則，也屬同樣的；膨脹不能由感覺的以經驗，反之，溫度卻可以作為高次概念而在此導出。既然如此，即便說好多的自然法則，均為使感覺的經驗與高次概念結合的事物，似乎也很妥當。

在此種意義之上，如所謂生物進化，也屬一種高次概念；必至察出其與實際上所經驗的遺傳現象、變種現象結合起來時，始可明瞭其法則。

自然法則乃為經驗的實事之歸納及一般化所生出的結果，這話對於我們所發見的自然法則，到底沒有理由可以不提出某種限定。即是：一切法則，概不能說是完全的，而僅是近似的。論到法則之此種近似性之所由來，我們可以分出如次的兩種。

第一嗎，觀察及實驗的測定之本身之近似性。我們在自然科學的研究中所努力嘗試的事，就是：用所有可能的手段以使測定精確。雖然如此，我們之感覺之性質上，對於測定，卻常免不了要生出多少的誤差。即是，我們之經驗的事實，本來在客觀上，對於作為一定的以思惟着的事物，無論若何都不能不說其為近似的呢！

第二嗎，對於實驗的測定的環境條件並始原條件之近似性。我們當施行某一種的實驗時，除應作為我們之目的某種變化可在此出現

外，爲欲一定的保持其他所有條件計，就必要求沒有他種變化發生乃可。然而，不僅爲宇宙中沒有實現一切現象之休止的事所限，而不能一定的將環境條件完全維持；卽對開始實驗時之始原條件，其果能如我們之意而一定的提出不能，也免不了有重大的疑問。關此問題，就不得不考究一考究，我們果能依乎意志而若何左右自然現象呢？其真正的解決，恐怕非等到探得所謂意志現象之本質後不可；假使依我們今日所能解釋的而論，縱說我們之意志對於自然現象之必然的機起性，毫無加以何種變化的餘地，但因物體之空間及時間的配置，有至某種程度爲止而由意志的以變化之之可能，故可使現象生起之條件成了種種的不同。這種條件變化之可能性之意識，縱說至少也存在於我們人類，但因當其實行時，無論利用若何的機械的手段，到得最後，的的確確還是依賴於肉體的能力，從而應有種種限制表現於此，所以我們如欲使任意的條件能絕對的實現，那就怕是不可能的事呢！在此種意義之上，自然科學的實驗，也在某種程度之上與觀察相等，也置在非聽從所與的條件不可的運命之下。換言之，那對於實驗的始原及環境條件，若與我們所應要求的對比起來，怕常不免爲近似的呢！

我們於此所不可不注意的是：自然科學的概念，特別是以之表說概念間之結合關係的法則，之抽象性。當某種概念及概念間之關係被抽象定立時，其被抽象而捨去的他種概念，果有何種影響及之，此時我們還沒有法子可以具體的豫知。惟有到了對於所抽象的事物行了經

驗的檢證後，乃許其抽象有可能性。例如在慣性的法則中，我們將那外力絲毫不及之物之運動狀態抽象出來，而作為等速運動以表說之；但在具體上，卻沒有法子能將如此的狀態實現出來。何以故？因為：在地上的一切物體，或因與他種固體而接觸，或因被液體所包圍，必受多少的摩擦力或抵抗力；又在地球外的天體，也必受從他種許多天體來的萬有引力之作用；那單獨孤立的事，乃不得有的。雖然，我們當欲實驗慣性運動時，卻將從十分遠方之物體來的影響拋置度外，又將如摩擦、如抵抗那一類的作用減少至某種程度，因而使之有成為近似的之可能。一切自然科學的實驗，當其被數量化時，僅常以如此近似的滿足其抽象條件而已，此外無他。

以上所曾述的實驗之近似性，其結果遂生出由之而來的法則之近似性，這乃不言而喻的事；我們為此，在自然科學上，就唯有使這種近似之程度增高，因以期望其發展而已。然而同時，在一方面所不可不注目的事是：這種近似性，未必對於法則之發見專為有害的。在上面所曾引用的慣性運動之例中，那實驗條件固為近似的，似乎不能使這種運動實現呢！任其如此，倘使我們施以非常精密的觀測，而能測定那運動之無巨無細的變化；我們就可由此直即歸納得到慣性運動之法則，有如加利里所發見出來的那樣嗎？這是容易想像而得的情形：那摩擦、抵抗之複雜的影響啦，那地球運動之變化啦，等等都要混入此中的；因此，將使此種考察之施行甚形困難呢！依此例觀之，當知

這實驗測定之近似性，卻能使抽象的法則容易發見。

不止此也，那實驗之始原條件、環境條件之近似性，其所以許我們有法則抽象之可能性的，我想常有比較重要的論理的根據。如果自然現象為由於自然而然而，即由其必然的繼起之原理而生起的；那麼，其全體或某一部分之現象，果在一定的始原及環境條件之下有作完全同一的重覆之可能嗎？我們於此，試將氣體之運動學的理論中之多數分子之運動描想描想吧！於此，因為分子有服從偶然之法則而運動的情形，至少，其在巨視的 (Makroskopisch)，有一定的狀態表現於一定的要素中，這情形當是可以重覆的。無奈，關乎各個各個的分子，其曾經一次存在的狀態，即使再可無限趨近，未必能重覆出絕對的同一狀態來：這情形已為愛倫佛司等論得明白了。在我們所觀察的狀態中，其情形也略與此同。縱說因我們依憑意志而在自然中加以動作，使之顯出某種所要望的狀態來，而所謂實驗遂有可能；但為有種種的能力制限，沒有法子可使一定的狀態絕對實現出來，這情形既有如上面之所說那樣的。特別是，如我們在磁氣或彈性中之餘效現象中所經驗的那樣，縱使將磁中動作的磁場取去，將彈性體中動作的壓力取去，其磁性，其歪形，都不會即刻消滅，而生出某種程度的時間上之遲緩來，且其一部分之餘效，甚至於永久殘留呢！假使我們之觀察嚴密，則在一切地方，容或都有同樣的事情存在，其曾經受過一種甚麼變化的狀態，若欲完全恢復到最初那樣的情形，怕是不可能的。因此之故，

如果自然現象不能在如此的一定條件之下重覆，那麼，我們縱使由抽象的以立出與此條件相應的法則，而在嚴格的意義之上，也終將成爲不能現出於自然中的無意義的事物了。反之，如果條件至少也有近似的實現之可能性，同時也肯定法則本身之近似性，那麼，我們就非許其能近似的表說自然現象不可。在此種意義之上，那抽象的法則，就可以說其本質上必爲近似的了。

這種法則之近似性之意義呢，我以爲在自然科學形式論上乃極重要的。雖然，倘使顧到這種意義乃依存於那對法則的始原及環境條件之近似性上的嗎，這就因我們之去除此等條件，勢必至使之同時歸於消滅了。我們或者須俟後來達到那包括自然法則之全體的最根本的形像體系上時，乃見其有可能吧！

三 原理

論那由經驗之歸納及一般化所發見出來的自然法則，前章已將其本質說明了；卻是我們於自然科學，往往過着一種原理，看來好似有較這等法則更爲根本的意義在那裏。尤其是，在那單在名稱上慣被呼作原理的事物之中，例如器作對於表說分光景系列之公式的「項」的結合原理那樣，不過爲一種單單經驗的規則而已；又如流體靜力學中之亞幾默德原理，或巴斯加爾原理等那樣，其與通常的法則乃同樣的，祇在習慣上名之爲原理而已。然而除了此等之外，在一般之所知作爲根本原理的，那就非依於純粹經驗的事實記述了，看去卻似含有何等

在經驗以外的形而上學的要請呢！例如，物質恆存之原理啦，能量恆存之原理啦，於此等等，似可明白認其即是如此。

在經驗的法則以外，何以自然科學中有如此的原理存立呢？而且，此等原理還似為必要的呢？關於這種問題，我當然非就自然科學之方法而加以考慮不可。我既已這麼論過：那作自然科學之根底的經驗，如欲使其本身歸納到法則上，乃不完全的，且不充分的；於此，即有所謂一般化的過程之必要；而這種一般化之權利，又因理論之可能性而為我們所容許的。然而，對於這種已經一般化的事物，我們還有一種期待在那裏，即是如後面之所述那樣，可以歸結得普遍性而兼絕對性。我們果將從何處求得如此的性質之根據呢？這是明明白白的事：那經驗之不完全而且不充分，既經肯定了；那麼，就因為此所限，不在經驗以外，即在某種先驗的要請上求之，此外就沒有可能性了。終之，我們對那可作一切理論所依據的墊腳石的先驗的原理，就非容許不可。在自然科學中，其可為我們所一般稱作原理的事物，不是直接可定作如此的先驗的原理的，即是間接含之或可以由之而演繹出來的，此外無他。

我從前所曾舉的，那作為經驗成立之一條件的必然的繼起之原理，實是在此種意義之上而為自然科學由始至終所不可不準備的最根本的先驗原理。我們首先就可以依之而思惟有物質之持續的存在，而與之以客觀的意義了。那作自然科學的對象的物質之所以可離我們之直觀

而為實在的，就因此故；反之，如那夢之內容，卻因其中缺乏此種必然的繼起之原理之故，縱使其在直觀的為事實，也不能由自然科學的以處理之呢！

那物質之恆存性呢，乃從這種必然的繼起之原理所直接導出的；自希臘哲學時代以來，既已主張有那種恆存原理在那裏了。但是，其意若僅止於此，那也只好算一種先驗的命題罷了，卻沒有理由可說是經驗的自然科學的原理。為欲使其得為這種原理計，我們對那可以恆存的對象概念，就不得不在物質上作更精確的經驗的探求了。即是，不單靠所謂物質的那樣朦朧隱晦的性質的概念，而必於此發見出所謂表示數量的恆存性的何等概念來呢！在關乎物質而經驗其恆常的重量更使其質量發展時，我們會作一種嘗試，欲用質量恆存之原理以換置之。然至近時之相對性理論已經明瞭後，為得已知所謂質量並非專由物質所與的，卻為能量所固有的概念，物質之所以有質量的，乃因其負有能量之故，從能量之某種分量之得失，而質量也有增減；因而，物質恆存之正常的意義，不若歸之於其所由構成的單元要素之數之恆存上。既然如此，那物質恆存之原理之所以能在經驗上成立之故，當可以明白了。

那物質之持續恆存，其在原始的乃由所謂「從無不生有」那種思想來的；至關乎人類之筋肉的勞作，也與此同，因其有所謂無度勞則不得有之那種體驗的事實，也致抱了所謂「從無不生工作」那種思想。

而且，這又曾生出一種結論來，以為：在以做機械的工作為目的而造成的自動機械中，似那種以自己所應做的工作為原動力而使之再動且可以如此永久繼續的所謂永久機關，乃不可能的。而況，那欲造成永久機關的實際的企圖，固屢起而屢敗；因之，那永久機關不可能之原理，最初即已導入物理學中，而給了一個基礎，使種種的原理及法則都可以由此演繹而出。至一六〇五年，史特芬士始說出斜面之平衡原理，而給了靜力學之根柢；那時，他曾這麼想像：令底邊做成水平的直角三角形鉛直而立，再超過此直角的二邊而加以一條重鏈，更將在底邊之兩邊垂下的鏈端連結起來，假使此鏈不保平衡，則必向那一方開始滑動，而為其全體之形狀不變之故，此種運動必將繼續不絕；因此，他就否定了毫無抵償而繼續的這種永久運動，以證明其平衡了。次之，當加利里由理論的以演繹那作動力學之基礎原理的慣性法則時，也曾假定：使重物沿任意的路落下，若以其時所得的速度再使之沿所選出的他種適當的路而上，則其此時所上的高必更高於以前的；他之論據乃是這樣的，以為：否則，物體能因其本身之重而做出工作，那就與永久機關不可能之原理相反了。

在由更司之物理的振子之理論中，也曾用了與上全同的論理；又當時以此等思想為基礎的，有其後（一七一七年）為約翰·俾爾尼伊所完全表說出來的那假設移動之原理及活力（運動之能量）之原理等，漸次將工作及能量之概念，由力學的以得到明確，遂達到力學上最一

般的那哈密爾頓之最小作用之原理，及其種種的變形。

在一方面，當沙尺·卡爾諾於一八二四年應用此論理於熱現象時，也曾以永久機關之不可能性作了論據，這乃所熟知的事實；於此，所謂熱之工作當量那種概念也被導入了，經克拉瑟姆·邁愛爾而至赫爾姆荷爾子，遂一般的主張以之作爲能量恆存之原理了。

由此經過觀之，則這能量恆存，分個也與那物質恆存相同，也有某種先驗的原理在那裏；只是，其在經驗的，則更有決定可以使之滿足的能量之概念果爲若何的這一種意義。在運動現象中，最初笛卡兒曾以那爲質量與速度之乘積的「運動量」表說之，萊布尼茲曾以那爲質量與速度二乘之乘積的「活力」表說之；但亞利窩利士，則曾以後者之一半看作比較適當的量。今日所稱作運動之能量的即此。在運動變成熱時，我們就導入熱之能量，又在電氣現象上，我們就考慮到電氣之能量，那能量之恆存，遂有常可保持之勢；畢竟，我們之所要請，不得不說是：欲由這種概念之適當的選擇而導到恆存原理之成立。

如近時之安斯坦之相對性理論之重要論據那運動之相對性要請，也屬自然科學中之一個根本的先驗原理。互相運動於純粹空間的物體間之相互作用，除關乎此等相對的運動外，不能作爲關乎物體各個之絕對運動；那樣的絕對運動，如果由認識論說，直是無意義的；這種情形，既已爲康德所指示出來，其後，馬赫亦復明白如是主張。當馬

赫之時代，對於所謂空間之本身，其在物理的作用上究有何種交涉，不用說是全沒有思惟到的；卻一般的行着一種假定，以為一切物體，乃隔着空間而得有直接作用的，這就是所謂遠隔作用之假定；那時馬赫當然以這種假定作根據，而批判力學的理論，而否定牛頓之絕對空間之思想。豈知，其後光及電磁氣之理論，有了這樣的一種指示，即欲使那種作為空間媒介的以太成為必要，此等現象之空間的傳遞就應作為媒介內之近接作用解釋；因此，力學中之所謂絕對運動如果也作為對於這種空間媒介的而給以意義，則在認識論上可不必加以否定；這情形也被指示出來了。然而於此，卻有我們應加注意之一點，即是：名雖為絕對運動，實則其在此時也可以看作對於空間媒介的相對運動。即是，那運動之相對性要緊，無論其在何時何地，都非為先驗的所貫徹不可。而由經驗的說，則如此的空間媒介，在物質現象之觀測上，果可作為運動基準體認識不可，那就應加以判斷了。

那安斯坦之相對性原理呢，就是由光之現象之實驗的假測，而表說出以這種空間媒介作運動基準體認識之不可能的；其在此種意之上，乃經驗的事實而無異乎自然科學的原理，一方卻又含有運動之相對性那種先驗的原理在，都屬事實。（霍爾也有這樣的指示，以為將相對性原理單作主張同等的物理的關係成立不係於坐標基準系之如何以解釋，這就未免錯誤；這原理必須認為純粹形式的，在物理上乃無內容的。）

我將更就一種生物進化之原理而加以說明。假使生物凡在由其親

傳到其子之間，個體不能常常同一，則不能不有某種變化存在，甚且因這種變化之如何或至有種屬間之變化，這都非豫想不到的情形。假使生物進化之意義即在如此的可能的變化，則必可以為先驗的要諦。何以故？因為：凡不持續恆存的事物，其中非必然的出生變化來不可。其實，在生物進化之原理還沒有因拉馬克及達爾文而見稱於世以前，自古以來即已有此種思想存在，這大約因為有如此的形而上學的根據可得而思惟之故。為欲使之在經驗上確立計，則所謂進化的概念，非得在事實上判然示明不可。即是：首先為其含有種屬變化之意義，故其種屬間之性質變異之連續性或變異可能性，非得實證不可；次之為其變化常以進化為意義，則其所起僅趨向一個方向而不起可逆的那一種情形，又非得明白不可。然而生物進化中之此等概念，卻極複雜；從來所舉作進化之事實的，多僅指示有某種變化存在於生物種屬之間而已。例如，比較解剖學上所謂相同器官之構造之一致啦，退化器官之存在啦，分類學及分布學上性質或種屬之異同啦，等等都是如此；特是，如古物學上生物化石之時代的變遷啦，如發生學上胎兒或卵之發育狀態啦，若由此等以觀察之，就也有多少觸到一方的傾向即進化之概念的地方了；然而還不得不說，在前者中，其實際上之變遷過程之考察是困難的，在後者中，其個體之發育進化與其種屬之發育進化之間之連絡是缺乏的。這種最後之連絡關係，必因所謂遺傳之事實而始明：這就是，遺傳學所以在進化原理上極為切要，而且在使進化概

念得以明確這件事上有根本的用處之故呢！

由以上所述之觀之，我們當可明白這樣的情形：在自然科學中所應稱作原理的，也同樣應依經驗而使其概念定立；但在這裏，卻與其他的法則有所不同，並非純粹經驗的，而含有何等先驗的要諦。我們即受此原理之賜，而能以之作根據而形成種種理論，而能使自然科學之體系得以統一。

四 假說及理論

當經驗的事實之理論化時，其所必要的事項，乃與以一種可作這種理論之出發點的前提。如果前提已經決定，則此後由論理的過程而演繹出其歸結，這事就因論理學或數學中之形式方法之應用而成爲可能了。因這一點，如所謂理論物理學，乃與數學立在最密接的關係之上；但是理論物理學中之切要點，卻不在乎形式的數學的演繹，而在乎發見出可使既知的經驗得到歸結的論理的前提來呢！然在大多數的地方，如此所發見出來的前提，不僅以使經驗的事實得到歸結爲目的，卻還含有好多比較一般的屬於未知經驗的他種歸結在那裏。即是：這種前提的命題，因其常爲一般的，故在其一切的歸結沒有作爲事實以證明時，沒有法子可依單單的一種歸結而豫斷其必真與否。因此之故，那作爲理論之前提以導人的命題，在其還沒有由多多的檢證而發見了確實性以前，一般都看作假設。

依此情形，假設及理論之發見，決沒有經過論理的過程，卻非依

靠此過程的推論不可；這話前章也曾說過了。於此，那些先驗的形而上學的原理，當也可以指導我們呢！又向既知的理論所行的類推，也常使其易於達到呢！在如此的假設及理論中，因其常係經過高次概念化的，所以假設中所含的主要概念，不能算上直接經驗，乃屬事所當然；卻是關乎其能成立與否的問題，就必待到那種理論之歸結已經由直接經驗以檢證後，乃可以決斷呢！因此之故，如果與了如此充分的檢證，則這假設及理論，其在最初由推論而成立這一點上，縱說與那單由歸納而得到的法則之發見過程不同，而在彼此同屬表說經驗的事實這件事上，就不得不說是沒有差別。試看，在通常所不稱作假設而稱作法則的之中，其含有高次概念的地方，可先由推論發出，然後再由理論而使之與經驗結合起來：這是見於牛頓之萬有引力法則等中的。

因此之故，不論假設也好，法則也好，兩者在對於經驗的事實那種本質的關係上，毫無不同；其所不同的主要點，只是：法則呢，僅依乎用經驗的事實而行的滿足的檢證，即已可以決定，反之，假設呢，卻還有必須乎許多如此的檢證的一種狀況；這樣的一時的差別而已。不過這種差別，多的也可以說是：法則只是關乎現象之某種已經限定的範圍內的；假設則反之，乃含有更廣的範圍，可以將那種範圍內之事物統一起來，因而也包藏着許多未知的歸結在那裏。例如彈性法則，那是為關乎物質之彈性現象的範圍所限定的；至於分子及原子之假設，

那卻是巨於物質之化學的性質，力學的、熱學的及光學的性質上，均可求得其歸結並可檢證其歸結的，因而在其最初，可作這麼解釋，即是，在理論上單單可以解釋某種特殊現象的一種試辦的而且便宜的想定。此外，在物理學理論之某種中，也有思考到這種單作現象之一時的解決的便宜的想定，而以之作爲作用假設（Arbeitshypothese）的；縱使其對於事實認識上，不能直接有所給予（參看後章），而在欲求明白現象內所隱伏的某種關係這一點上，卻不能沒有多少的貢獻。如那位以理論化學者見知於世的奧斯特華爾德，他至比較的近時，還在那裏論分子及原子假設爲這樣的作用假設之一種呢；至如布朗運動之現象及理論啦，近時爲拉維所發見的結晶體原子中之X線干涉之實驗的事實啦，等等都可認作最明瞭的證明分子及原子之爲實在的一種事實的根據。所以分子及原子，今日已不復爲假設的存在，而爲誰都不得懷疑的實在的對象了。至與分子及原子不同的電子嗎，則爲在陰極線中已可測定其質量及電氣量之故，自容易認作實在的了；至如所謂一切原子都由電子所構成的那種假設，其後由達姆孫、由羅倫志、由亞伯拉罕等而使電子理論展開，且經過種種實驗的檢證，遂得在近時之物理學中占有一大領域了。

假設卻常先於經驗而爲所導入，所以其論據必有待乎某種先驗的要請，也自出於不得已；但使惟此是賴，那就在自然科學上所不得不避的事了。惟是希臘時代之自然哲學，因爲本來缺乏實驗的手段之

故，乃欲僅據形而上學的論理以作一切的論證。如德謨克立特之原子說，其所由出發的論點，乃是問，假使將物質作為一樣的連續體，則對於其內部之實體點，將有何法可以在種種時刻中將其分別認識；因此，遂將物質作為由實體的原子與空隙而成立的了；在其不曾考慮到經驗上這一點，遂不容將此說作為自然科學的假設。因此之故，遂又有亞理士多德之物質連續說主張出來了；然而，此是而彼非，彼是而此非，也只算得單單的形而上學的思索之問題罷了。試論其後者吧，以所謂空間的形體作為現象之主體，又以物質為與之相反的，未必為現實的存在，卻為某種潛在的物件所現生的空間形體；因而，空間本身乃為物質之形體化，物質逆之，同時必將空間連續的填充起來，而所謂空隙、所謂真空，遂被看作不可能的而為所否定了。這種思想，看去雖與今日之一般相對性理論相近，卻以其有不依存於經驗這一點，遂也不能作為自然科學的假設了。

假設當如此離開經驗而成立時，早已成為超越事實的了；在應乎我們的思考可能性而造成的種種假設之間而欲下一義的判斷，那是不可能的事呢！至少，其在自然科學上，也沒有什麼價值；不但如此，而且若其作一條危險路途，曾經屢加迴避，屢加警戒，怕走上假設這條路去！牛頓之有名的標語「我不造假設」(Hypotheses non fingo) 那句話，即是此種意義。其實，在自然科學的研究中，如果對於經驗的事實之任何程度也沒有明瞭的現象範圍內，徒欲腐心造成假設以求

發見出其理論來，實屬勞而無功；倘使欲問現象何故而起，那就不若觀察實驗其若何而起，更可望得有遙遙較前的進步；加利里以後之近代自然科學之勃興，即使說其以這種精神為基礎也沒有不妥。然而，我以為這話僅係警戒我們之徒然急造假設，卻沒有使假設本身之價值也低下了。如前章所已述過的那樣，自然科學在以走進理論化及其理論的構成為其當然的進路這限度內，是非都不可不立出能作這等理論之前提的假設；又實際上所可舉作自然科學之對時代的發見的事項，也都在乎建設可以統一許多事實或法則的偉大的假設及理論呢！

不過，假設非到了十分經驗的事實已經知道之後，不能適切的立出：這話也該是確實的。從而，與新事實之發見同時，假設也向種種的方向搖動。縱然說過「我不造假設」這句話的牛頓，他最初為得欲將光之直進、反射、屈折等之現象附上理論起見，也曾唱過光之粒子說。及其後干涉、偏倚、迴折等諸現象得以明瞭時，由更司之波動說又曾為一般所承認，而至以光作為一種彈性波動解釋了。豈知，在就那作為光之媒質的以太之彈性的性質而正行種種的論難之間，一方，法拉第以後電磁氣之場之理論之發展，又使麥克斯威爾（一八七三年）創立了所謂光之電磁說，又使豫言了光波不過是那可作一般的實在以想像的電磁波之一態。至這種豫言在一八八八年為赫爾志之有名的實驗所確證時，這光之電磁說實可成功了一種將光與電磁氣之現象結合起來的理論的構成。關乎光的假設，其運命儼管如此轉變而來，卻還

沒有理由可說就此已告終結呢！即是：在他一方面，那對於包括光的一般輻射的觀測的事實之發展，及其熱力學的理论之發展；至一九〇一年而生了普蘭克之量子假設；又當注目到那關乎短波長之光的特殊的事實（寫真作用、光電效果、螢光作用等）之際，在一九〇五年更生了安斯坦之光量子假設。這種最後之假設，以為，光之能量量子呢，乃粒子的而為空間所局限，乃以光速度向於一方而發射；在這一點上，這種假設極其近似從前牛頓之假設；如最近（一九二二年）所發見出來的哥姆普頓效果那種現象，那是最能依這種假設以說明的。然而光之波動現象，特別是波長及振動數那種概念，其對於這種假設有若何的意義，還甚不明瞭；試看，關乎如此等等各點，今日還行着好多量子論的研究在那裏呢！

那安斯坦之相對性原理及光速度不變之假設，使特殊相對性理論發展，而給了時間及空間以可驚的搖動，誰都知其是以運動物體中之光現象之觀察，特別是邁克爾孫及摩勒之實驗作了基礎的，假使無此，那假設及理論，則不會終於無意義的了；至於他那更為偉大的一般相對性理論之企圖，則是以所謂慣性的質量與重力的質量常為同一那種事實作了基礎的。然而，假使那關乎水星近日點之移動的天文學的觀察，沒有與這理論之歸結一致，假使由此所豫言的光線屈折事件事實，沒有為一九一九年英國觀測隊那一次日蝕觀測所證明；我們就不能如此容易肯定這種理論了。

更如那種成爲生理學中之重要的假設而爲近時所注目的內分泌說嗎，乃由英國之柏利士及史達林等所研究出來的；其所稱作內分泌的器官，即甲狀腺啦，副腎啦，松果腺啦，大腦下垂體啦，如此等等的生理的機能經過十分的觀察之後，而知其雖有能生液體的腺之性質，卻沒有排出液體於外部的導管在那裏；因此，從前曾信其爲不用的退化器官，今日反之，卻知其在動物體之生理狀態上，特別在生命之本身上有重大的關係；爲欲解釋這種事實起見，遂倡說了這樣的假設：因內分泌作用而將一種在此所生成的稱作刺戟素（Hormon）的物質送到血液中，這種物質循環於身體中，而有影響及於他種特殊器官。其後，又因爲發見了內分泌也可作爲由其他諸器官所起而同樣說明的事實甚多，於是這種內分泌說益益被認爲重要的了；然使問及刺戟素究爲如何的物質，則除那從副腎所生的副腎素（Adrenalin，刺戟素之一種，在生命之發育中有可驚的效驗）外，也還有幾多沒有明證；又，此等物質對於各各器官究竟有若何作用，這種重大的問題，也沒有充分知道。那在愛爾利喜之免疫理論中所假定的一種稱作側鎖的物質，或者可以解作存在於細胞內而與各各特殊的刺戟素作化學的結合，並可攝取而得的；但是，這種所謂側鎖的物質，還全然是一種假設的存在，若欲使其確成事實，則其化學的構造等，就非先求個明白不可呢！

然而所謂側鎖理論，一方也可看作免疫理論之主要的前提。免疫

那種事實，乃動物體中所起的顯著的現象，自古以來即已知道了不少呢；但至十七世紀之頃，種痘的免疫事實已爲人所知道，且更由詹那而得其大成，因此遂爲醫術上所重視了。其後，又發見了有種種免疫性存在，且會分別出先天的與後天的來了；而後者又已作爲能動的免疫療法及受動的血清療法而應用得頗廣了；這乃誰都知道的情形。然而關乎這種免疫因何而起的理論，則至今日卻提出種種假設在那裏。

在米赤尼哥夫之噬菌細胞說中曾說：血液之中所含的一種所謂白血球的成分，乃由所謂噬菌細胞成立的，一有細菌侵入，即由赤達者那種醱酵素之作用而消化之，可因此作用之多少以決定免疫性之有無。這種噬菌細胞呢，在白血球以外，也被假定在那裏；但是，僅此還不能說明血清反應，即血液中之他種成分血清與免疫有種種關係。對於細菌之侵入，而血清生出與之對抗的抗體那種物質，即可以溶解細菌的溶菌素啦，可使溶菌素凝集在一處的凝集素啦，可使細菌培養液沉降的沉降素等等，而其本身遂得了免疫性；而且，這種免疫血清中，如混入與之相應的各種細菌或他種血清時，直即呈出溶解、凝集、沉澱等等獨特的作用來：如此如此的事實，都由無數的實驗而確定了。爲得說明這種血清之殺菌作用起見，布甫納爾曾立了一種假設，說有一種使這作用可能的那種稱作亞歷克信（Alexin）的物質存在於血清中；但在某種場合，縱然血清之殺菌作用已經實驗的證明，其實，動物體也還有被這種細菌所侵入而發了病的。於此，來特曾折衷前之兩說，

而假定有所謂調理素 (Opsonin) 那種物質在免疫血清中，這物質與細菌以一定的變化，使可供白血球之噬菌；德尼士也曾假定了一種有同樣的作用而性質稍異的物質巴克特利窩特羅賓。等等假設，如此說明對於細菌的免疫至某種程度為止，固會有了用處，卻還不能解釋對於毒素的那先天的免疫；對於免疫的假設，有可看作比較完善的，看來還要算愛爾利喜之側鎖假說呢！

即是：在側鎖假說中，會假定細胞原形質中，除其中心核及作營養核外，還有附隨於此的那種稱作側鎖的物質存在，而得與特殊的營養素或毒素作化學的結合。此時之營養素可作為與細胞同化而起營養作用解釋，而毒素可作為刺激細胞而使之起某種變化而呈病症狀態解釋。從而，對於毒素的先天的免疫性呢，可作為因為沒有可以與之結合的側鎖所致；至所謂後天的免疫性呢，則可作為這樣的，即是，細胞為得代償其與毒素結合的側鎖，更有從新使側鎖過剩生出的性質，因為這種側鎖遊離於血液中而存在，所以其後侵入的毒素，就專與這種遊離側鎖結合而中和起來，而對於細胞本身，早已沒有甚麼侵害了。由此觀之，其所謂遊離側鎖的，乃可以中和毒素的抗體，即抗毒素。如果將遊離側鎖作為溶菌素及凝集素，也同樣可以說明對於細菌的免疫性。這種假說及理論，固然使免疫事實解釋得如此極其巧妙，卻不免太覺其為模型的呢！不用說，側鎖那種假設的對象，在其為可以相應於一種高次概念的外，在其為可以超越於一切感覺的直接經驗的外，

其模型化亦屬當然；但在一方，其可作為化學的對象的物質解釋這一點，怕也不能不用一些甚麼方法以經驗經驗其實在吧！

如以上所述的那樣，假設及理論在自然科學中，乃為甚重要的形式的要素，而且經過十分的檢證後，以看作事實之一般的記述。自然科學中之所謂說明，不外使這種一般的記述還原於一個一個的經驗的事實而已，並不欲指示甚麼事實以外的事物：這情形既已述過了。又當這種一般的記述中含有未知的經驗事實時，我們乃可以依理論而豫言這種事實的。

假設通常是總括那甚一般的理論之前提而說的；惟在其特殊的，則僅可以限定的表說之，此時就稱作公準（Postulate），或單單稱作假定（Annahme）。無論何者，都沒有甚麼判然的區別，都不過是便宜的名稱而已。

五 世界形像

有如前章之所述，自然科學的理論，先在種種的現象範圍內造成，再由此等等而達到更為一般的理論的構成，於此，與行高次概念化而同時並行模型化，遂因以得到超越我們之感覺的形像。這種感覺超越，乃使於此所得的結果之模型的形像成為客觀的而且普遍的的一種重要要素。雖然，這種模型的形像，並非表示對於某種事實的單單的模型或類推的，乃欲其形像之所有的性質及機能對應於經驗的事實而造成的；必須如此，形像之一義性及絕對性乃可以表現出來。我們實以求

得如此的形像為自然科學之最後目的，即名之為世界形像。

那完全的世界形像，固必待乎自然科學之窮極的發展乃有可能；然而我們卻常在那裏漸近的向之而進呢！最初，我們在所有現象之中，取出那惹起偶然興味的或容易觀察實驗的某種現象來，而求出其法則或立出假設及理論；但在那種已受局限的現象範圍內，卻往往有理論未必能為一義的那種情形表現出來。然而我們，如果一面漸次推廣此種現象範圍，一面檢察假設及理論之當否，則其可以在此等等範圍內都為妥當的假設及理論，也因之而為所限定，於是遂可以豫想其僅有某種一定的為所容許。

理論及由其所構成的世界形像之一義性，在此種意義之上，本來不過一種豫想，未必有所謂不得不然的先驗的必然性。即是，這些對某種現象的事實都為妥當的理論之許多不同的體系，其至最後果還有可能否，這是沒有法子可以由最初即行斷定的。不過，依據我們在今日以前之自然科學發達之過程中所曾經驗的而說，則常可以看作如此種種的體系中之一種有妥當性，而其他反之；以這種經驗作基礎，我們也可以豫想世界形像之一義性呢！這種情形，恐怕對凡在自然科學中可以看作先驗原理的一切，都會同樣的存在吧；即如我們所已知的那作為因果原理的必然的繼起之原理，因其並非最初即能自明的關係，簡直是在我們今日以前所經驗而得的一切現象之中成立的，所以對於其他的所有可能的現象，無非一種想當然的豫想而已。從自然科學僅

儘表說經驗那本身之立場看來，凡關乎自然科學之成立的一切先驗的原理，也不外是由自然科學之成立始得實證的一種經驗的原理：如此看法，我想實際上乃屬至當的。我從前所以說自然科學之所有要素悉由漸近的循環過程而成立的，就是爲此。

爲欲探尋一種根據，而判斷對於同一現象的不同理論之中，果以何者在自然科學上爲妥當，對這問題，我以爲有看看今日所相信的世界形象之所由來的實例之必要。例如古代所相信的天動說，其在地球上之觀測者表說天體之運動現象這限度內，乃妥當的；試看今日之天體力學中，也迴應所必要而在地球中心上固定坐標基準系，再將一切天體之位置投影於天球上而論之。反之，有哥伯爾尼克所唱的地動說，至克普列爾、牛頓，而以太陽作中心的行星運動之法則已得到明白了；於此，行星運動之法則，不過單用數學的公式以表說之而已。其實，我們固也可以轉換這公式至地球中心之坐標系上，而使之表說同樣的事實呢！雖然，如果僅僅說到兩方何者爲真、何者爲僞，這是毫無差別的；不過，此方較彼方更爲簡單，彼方較此方更爲複雜，那是有些不同的。然而，我們在物理學之理論中，倘使僅因認定這種數學的公式之簡單或複雜之程度，直即許其比較簡單的爲比較妥當，這怕是不行的。何以故？因爲：說簡單程度也好，說複雜程度也好，其在單單關乎數式上之項之多寡，或數學的運算之難易這限度內，純粹爲數學上之事件，與物理學理論絲毫沒有甚麼相關。

在上例中，關乎太陽中心之坐標系與地球中心之坐標系的行星之運動方程式，兩者果有怎樣的不同，我不可不更追究追究看。在前者的行星之運動即其加速度，乃由在行星與太陽之質量外而動作於兩者間的萬有引力所決定的；而這萬有引力之大小，卻依有名的牛頓之法則所與的那樣，用其與兩質量之相乘積作比例而與距離之二乘作逆比例這個簡單公式以表現之。（這裏便宜上所稱作太陽中心之坐標系的，精密說起來，實是在以太陽系之質量中心為基準原點的坐標系，為得太陽之質量比之行星之質量更大得非常，其實也與以太陽作中心的差不了幾多。）反之，在地球中心之坐標系中，其決定太陽及其他行星之相對的運動的，除萬有引力之外，還必須乎他種的力；通常所稱作哥利阿利斯力的即此。萬有引力與哥利阿利斯力之不同處，前者乃單由物體之現在位置可以決定的，後者反之，其外還有關乎物體之速度，特別是坐標系中所共通的一個角速度的地方；通常所以看太陽中心之坐標系為在物理學上有特別的權利，而以地球中心之坐標系為對之而作迴轉的，以哥利阿利斯力為因向如此的迴轉坐標系之轉換而表現的，就是為得這個理由。所以，在此種意義之上，萬有引力作了在物理學上實在的力解，哥利阿利斯力作了伴同坐標轉換而在外觀上表現的力解。

由此觀之，天動說與地動說之不同，畢竟歸到，於此所表現的力可否在物理學上作為實在認識這個問題上來呢！以上所謂太陽中心之

坐標系，如果更一般的說起來，乃力學之慣性法則所可成立的坐標系；於此，物體限於無實在的力施以動作時，乃服從慣性法則而繼續作着直線的等速運動的。這就是所知的慣性系；力學既容許有如此的特殊權利的坐標系存在，也信其為決定恆星空間的。既然如此，那對於力之實在的認識論的根據，看來似可用所謂慣性系之存在以解釋了；卻是與之同時，倘使問到那稱作慣性系或恆星空間的，何以在力學中必有特殊的權利，這種認識論的疑問，卻不能說是已經完全解決呢！

其實，這個問題，曾形成了古來之力學中大難關而遺留下來。那天動說及地動說兩種理論，並非如世人所信的那樣，簡簡單單就可以得個着落的。許許多多的學者，都為此費了苦心。卡爾·諾伊曼及蘭格兩人曾提出一種計劃，欲使慣性系之存在，從慣性法則本身得到歸結。如果從蘭格之所主張，則可以如下面那樣而下慣性系之定義。

「試由固定於一種基準系的一定空間點，向不在一平面上的三個方向投出三個自由質點。假使此等質點之軌道為直線，則此種基準系為一個慣性系。」

此果可能，則在這個慣性系中，各自由質點明明該描成直線，而慣性法則當可自然成立。然此果有可能與否，卻非先驗的所能判斷，只好由於經驗而已；牛頓之力學之成立，其本身就非解作由經驗的之指示不可。

蘭格之這種設論，看來似極其巧妙的使慣性系之存在有所由來：

但這裏所說的自由質點，乃係不蒙一切他種物體之作用而自由運動的；這樣的物件，縱然得為一種思考的對象，也決非實在的。何以故？因為：實在有質量的物件，沒有法子可以不受所有由他物體來的作用。所以，為如此的思考實驗所決定的慣性系，其與實在的恆星空間究立於何種關係上，僅此還不算真正明確呢！

為欲使由慣性法則來的直線運動得以實現起見，必須限於空間中唯一一個物體存在，完全不受從他物體來的作用。假定曾有可以認識如此的運動的基準系，則其不能外乎慣性系固屬明白的情形；然為欲使這個基準系作具體的表示起見，我們就至少也必須有一種甚麼幾何學的立體。卡爾·諾爾曼曾以所謂亞爾法體那種名稱與之，而假定了其空間的存在。然而，倘使沒有法子能將質量及其他物質的性質歸到這種亞爾法體，則欲以之置於實在的認識之根據上，那就不能不說是一種矛盾吧！

我在上面已經述過，那天動說與地動說之不同，可以歸到力之實在的認識之問題上；但其與空間認識之問題關聯在那裏之情形，這裏也不能不再看一看。即是，在將動作於慣性系中的力看作實在的根據上，那慣性系所表示的空間，必須有一種理由可以贏得其與其他種空間不同的物理的認識乃可。牛頓曾專以之作爲所謂絕對空間那種先驗的存在表說；在他那有名的水桶之實驗中表現出來的絕對迴轉運動，無非對於這種絕對空間的。所謂水桶之實驗，即最初將繫在桶上的繩繫

搓起來，等到充了水後，再放鬆而使桶迴轉起來。因為桶之迴轉，並沒有即刻傳到水中，所以水之表面，在其間還是作着水平面的；漸漸水與桶一塊迴轉起來，就可看見水面之中央凹下而周圍高起。那支配這種水面之變化的，牛頓曾經主張不是水之對桶的相對迴轉而是空間中之絕對迴轉。曾指出在地球表面上被振動了的振子之振動平面，對着地面上之固定方向而漸次迴轉的事實，那種佛奇之實驗，及地球在南北軸之方向稍為扁平那種事實，兩者共為證明地球之對於空間的絕對迴轉的：這也是全從同樣的立場來看的。

惟是，如此等等的地方之絕對空間之認識，或絕對迴轉之認識，並不依據空間本身之何種表徵，卻是依據物體中之現象的；然而，倘若這種物體作非孤立於空間而與其他所有物體共存在那裏的，那麼，這種物體所表現的現象，就怕沒有理由可以無省察的決定其為單單表示對於絕對空間的性質的，抑或為由其與其他種物體之間之相對的作用來的呢！首先明確論過此點的就是馬赫；他曾批評牛頓之水桶實驗，以為：其中所有的水面之變化，無非表示水之對於恆星質量的相對的運動，假使水桶之厚達到若干公里，假使其質量所及於水的影響大到十分，則當最初水與桶之相對的迴轉顯著時，也許即已生出水面之凹下。

馬赫之這種批判，其指摘絕對空間之概念之所伏的缺陷，似可說是極其說利的。其實，無論是力也好，是作用也好，我們除作其為實

在的物質之彼此相互間之所表現以認識外，如欲對於絕對空間中之絕對迴轉而以如此的力歸之，那就已不當了。又使許有如此的力嗎，這裏就非假定有何種表示絕對空間的物質的存在不可。馬赫曾取恆星體系以代替這種絕對空間，而欲僅在與之相對的作用之下以認識物體之運動現象。如此的相對性要諦，其所以較之認識論上絕對空間之概念導入為更滿足的，我以為就在可將實在的作用限定於一切所謂實在的物體間這一點上。在物理學理論是否妥當這個判斷中，那關乎侵入其中的概念之認識，有如此的認識論的考察之必要：這事當可因上例而明白了。

關乎運動現象的近時之安斯坦之一般相對性理論，其與以上所述的馬赫之思想有直接的關係，可以不言而喻。不過這裏還有與馬赫時代相反的情形，即是：空間之物理的認識，成了主要的問題而表現出來。本來在牛頓力學中，力乃作為作用於物體間的事物解，而其大小，則作為由純粹的物體之現在位置及其性質狀態所決定的。其實，當時之所知的力呢，由空間的說，乃單從所謂物體間之距離之函數的電位導入的；自萬有引力起，以至如彈性力或分子力啦，又如靜電氣學及磁氣學中之電氣力及磁氣力啦，一概屬之。到了在電流現象中所表現的電流之磁氣作用，始發見其大小乃如關乎電流即電氣之運動速度那樣的力，在這一點上，其與荷利阿利斯力實有同樣的關係，但在墨窩·沙巴爾之法則所記的限度內，這種磁氣力，也還可用現在之電氣運

動狀態以決定之。其後，法拉第及麥克斯威爾之電磁媒質論已告完成了；電氣力及磁氣力傳達空間媒質時，常須有某種有限的時間，這種情形已明白可見了；因而論到，在隔了空間的他處表現出來的作用，不是關乎現在之狀態的，卻是依於其作用之剛剛出發以前之瞬時之狀態（這就是所謂遲滯電位；其命名之意義是：僅有某時間先過的瞬時之電位函數之值，在與之隔了空間的某場所而遲滯的表現）的；同時又歸結到，此等作用常可作為媒質本身之內部之某種物理的變化而漸次傳達的；至此，古來之遠隔作用之思想，遂成為疑問了，似乎應以種種一切的力看作空間媒質中之近接作用較為適當了。如此，那以空間媒質見知於人的以太，遂至成為一種與那作空虛的幾何學的對象的空間全然不同的物理的對象了。

這種近接作用之思想，有如第五章所曾述的那樣，欲在以太中假定有彈性的性質，而因以說明光之傳達，還欲對電氣及磁氣力也試行同樣的力學的類推，卻終不得完全成功；同時，又欲於以太中表示絕對空虛，這種計劃，也因物體對以太之運動速度不能作為在一切光學的及電磁學的實驗中可以觀測的量以表現，而常陷於失敗了。即是：此等自然法則之成立，全無關乎那對基準坐標系的物體之運動速度，實為顯著的經驗的事實；那安斯坦之特殊相對性理論，即以這種事實為基礎而立了出來的。在這種理論中，一切的慣性系，即所謂互相對動的等速運動的基準系，任取其中之一，都可以同樣記述自然現象；

這不僅力學的現象可以證明，即在光學的及電磁氣的現象，亦莫不如是。雖然如此，在這種特殊相對性理論中，自然現象之記述，不僅限制於慣性系而已；假使取其他的基準系，譬如對之而迴轉着的坐標系，則其必須假定有如哥利阿利斯那種非實在的力，曾無異乎古來之力學呢！

然則自然現象之記述，何以非限制於慣性系不可呢？我們試回到這個問題上來一次吧！我們曾因欲有認識論上滿足的解決之故，不能不更進一步到了馬赫之立場上。慣性系之特殊權利，乃在乎有這樣的一種假定，即是，縱使僅有一個物體存在於空間，這物體也服從慣性法則。然而僅有一個物體存在於空間這宗事，其本身已是單單的思考假定了，乃決不能實現的。馬赫曾將物體之質量作為對恆星質量的相對的概念解釋的，即為避此之故。在此種意義之上，所謂慣性系呢，不外是物體之質量有在其基準系中可取的值的一種基準系而已。倘使我們任意取了他種的基準系，則對於恆星質量的物體之相對的質量有了不同的值，隨而在其中動作的力也必至不同。那迴轉系中之哥利阿利斯力，即作為這裏之附加項以表現的；在這種立場之上，那也是一種實在的力。那安斯坦之一般相對性理論，因其有從空間幾何之一種的歪導出一切質量那宗事，似可說是將以上所述的馬赫之思想，作了具體的理論化呢！

古來之力學中之難問，到此始算得了解決之鑿。關乎安斯坦之一

般相對性理論，固還有對於所謂宇宙論的問題的數種意見之不同；但是無論若何，其對於自然現象之記述，以同等的權利許與一切的基準系，在所謂包括天動說及地動說兩種理論的立場上，而得造成認識論上滿足的世界形像：這怕不能不說其實為偉大的業績吧！我們特因這種理論而得有醒目的一點是：為欲判斷現象之理論有自然科學的妥當，不僅須其可以記述經驗的事實而已，更必須其諸概念悉有認識論的滿足乃可。於此更可明白見得自然科學與哲學的認識論之間，所以有深密的交涉存在。

由原始的說，那直接在我們之感覺所觸及的各種現象之範圍內互相獨立發端的物理學之諸部門，悉由力及能量之概念而漸漸密接起來；又那攻究物質之變化現象的化學，也因分子、原子及電子之發展而與物理學接近融和起來，從今日之物理學中關乎物質構造的世界形像觀之，則所謂化學的現象，也不過其中之極特殊的一部門而已。我們正在這裏努力的事是：欲對於電子及陽子與包圍電子、陽子的以太而造成某種模型，而以在認識論上為妥當的諸概念歸之，同時並構成在這種基礎之上所有的物質現象之理論。我們在這裏所已成功的事是：這種模型與可以依從這種模型的原理，於此都將可以作為物理學的世界形像以表現之。

至於生物學的世界形像呢，卻極為複雜，直至今日，還沒有對其根柢得到幾分明白。那構成生物體的細胞，果因何種原理而現生呢？

其與單單的物質之化學的集合，果有何所不同呢？又其種種生理的變化，果爲今日所已知的物理學的及化學的法則及原理以外之何者所支配呢？如此等等的一切問題，也必應多少上了解決之途，乃可以談到所謂生物學的世界形像上去，乃可以認識幾分生命現象之本質。

第七章

自然科學的認識

一 心理的體驗與自然科學的經驗之差別

自然科學之方法及形式，既已約略研究一番了；此後，我們為欲明白自然科學之意義起見，不得不回過頭來再將其所產生的結果考察一番看看。

自然科學的認識是根據經驗而成立的，而此種經驗又是由直觀內容之某種發展而得到的，固有如最初所說那樣的情形；但因，自然科學所以與其他有區別的一種特殊的意義之成立，就存在於這一點上，所以，我們為欲知此意義起見，還不得不將那種在自然科學上所可稱作經驗的加以深入的考察。

至少，由心理學的以論之，直觀也應屬於我個人的一種作用。因此之故，就對其果若何而可成為普遍的經驗，又對其果若何而可組織成為自然科學的認識，均有對直觀發展之過程加以精細考察之必要了。直觀在最初之階級，僅有某種意識存在；那為意識主體的我與對象之對立，乃不能同時在這裏認識的。當瞥見美麗的花或聽聽愉快的音樂時，直觀只是在那種由相應於花之美麗、音樂之愉快的感覺所喚起的意識之中成立的；那收之入意識中的為我，而為感覺之對象的花或音

樂就與我對立在那裏，這些事此時都還沒有舍着一點在直觀之中呢！雖然，所謂直觀決非一絲不動而被固定的；其在一種心理的作用之範圍內，乃連續的無限發展而不停止的。我們於此，遂必然的生出思惟之作用來了，即如我與對象之對立，也終至認識了。那直觀內容由其最初之階段移到此發展階段之狀況，在各個情境中，都有多少的不同；例如在一種感覺的刺戟甚為強大的情境中，那就現出所謂忘我而恍惚惚惚的一種狀態來，而直觀發展的思惟作用，在此情形之下，就不能驟然而起了；卻是任其若何，在適宜的過程之中，其發展還要繼續起來呢！這種情形，似好看作我們之心理中之必然吧！

體驗呢，乃在最初之直觀內容之思惟的反省中成立的；先由思惟的以分析之，再於其中將某某事物抽象出來，因而將此等立出關係來，認識即於此成立。我們於此思惟之中，並沒有使許多個別的直觀內容孤獨的分立起來的事情，卻常有欲發見其間之何等連絡而將此等由內面的以統一起來的傾向。例如：當在那裏思惟某一種直觀內容的紅色乃與其他直觀中之紅色同一時，所謂紅色的概念就由是而生了。又統覺得屢屢感受此種紅色的乃同一的我，而我與對象之差別就被思惟起來了。此種程度之統一呢，在所有一切體驗中，乃自然而然勢所必至的。倘使欲將最初之直觀與其後之發展作極嚴密的區別，那麼，這還是一種意識狀態之毫無可稱作思惟的作用在其中的，想必沒有何等可以連結各個各個直觀的統一關係吧！這就是柏格森所以發出下面那樣

的議論之原因。他以為：應將根據思惟的經驗認識與直觀分出差別來；那實在之真相，並沒有在如此混入思惟的要素的前者之中，卻是可以在純粹的直觀之中求得的；從而，如欲求知此種真相，就非專依靠純粹直觀不可。然而此種議論，其說應將直觀本身之性質弄得明白，而我們所求的真僅存在此中，這一點倒是不誤的；若說專欲依靠直觀而求知此真的話，恐怕就是強我們以一種不可能的事呢！何以故？因為：一個一個的直觀，實如上面所會說的那樣，沒有何等連結的，說起來，乃偶然而起、偶然而有的意識狀態；倘使欲由其本身以形成某種知識體系，那就將直觀本身之本質都失掉了！欲知直觀，怕不能不由思惟的以分析之，而探明其內面的關係，同時並追究其由思惟所發展的狀態。這乃我們所許的唯一的途徑呢！

直觀之發展呢，乃起於極其多樣的方向的；應乎我們之思惟之所有一切作用，而直觀內容也有各色各樣的表現。宗教也好，藝術也好，科學也好，其他種種的思想及感情都好，同是發生於此的；但是，其中所可看作共通的我與對象之對立，倘使察看到其細微之處，甚至都含有各異的意義在那裏呢！在種種的直觀之中，例如在同一的紅色表現出來的情境之中，此時所與的概念的表現，雖然同一為紅色那種語言，其實應該悟到，或具有宗教的感情、或具有藝術的感情而與之對立，或具有科學的反省意識而與之對立，在直觀內容中乃各各不同的呢！不必特別為精細的科學的意識，即在我們之常識所具的意識中，

我們通常也能判斷此種紅色可以歸於怎樣的物體；所以，此等情境之那種紅色的直觀內容，究竟依存於對象的更多，抑或依存於我的更多，如果加以思惟反省，客觀與主觀就於此分別出來了。而所目為最自然科學的，就應選其最客觀的直觀內容，自不待言。

我們從直觀內容之中可以抽象定立種種概念的，也不外乎這個結果。這不必由思惟的將其他的要素附加到直觀中去，乃是將直觀內容所含有的事物由思惟的以分析出來。例如時間之概念，也是從直觀中之持續觀念所可發展出來的，這種情形，前面已經敘過了。在這地方，持續即是直觀內容本身之性質；時間經過，在那裏也是潛在的含着的。本來，那直接在直觀中所表現的持續，未必為正常的意義中之時間經過；即是，由現在以分過去及未來那樣的關係，不僅不能被意識化，而因持續之本身乃常由現在意識以成立，而且其中敬頭敬尾的含有過去及未來的，即欲說其為超時間的也沒有不可。雖然，時間意識仍然是舍此持續之外就不會起的。其實，所謂一個一個的直觀，也已經是抽象的了，似不若說直觀也常作持續變化為佳；但是，直觀在記憶之形式中而得保留於意識這種事實，可使逆之而將存於記憶之中的直觀展開，因而使時間經過成為意識化。

通常，種種的概念，其在被抽象以前之直觀內容，乃依原不動而形成所謂心理的體驗的；研究此種本質，也算得另外一件緊要的工作，而以之為目的的那近時福沙爾等所提倡的現象學，也已漸見重視了。

在此種心理的體驗之中，爲其既已以直觀作體驗而保留於意識中之故，於此如到能差別我與對象那種程度的思惟作用，自當表現出來。特是，這裏所現出的我，還具有顯著的個性的特質，其與特殊的直觀內容，乃立有最密接的特殊的關係在那裏。然在一方面，我們具有一種心理的傾向，即欲在此等直觀內容之中，抽象定立一些共通的事物而在概念中統一起來；例如當在那裏直觀體驗一種花之紅色時，以之與其他的花或存於記憶中的所有紅色的物之直觀內容作類同的比較統一，因此，一面既忽略了各個情境之不同，一面遂達到了所謂紅色的那種普遍的概念。大凡自然科學的概念，都是如此窮極的追進而到了普遍性上的；自然科學的經驗及認識嗎，就可以看作表說如此的概念間之關係的。這事原來看作思惟之作用，即由哲學的解釋，看作本來可以歸到思惟的普遍者之自己限定以表現的；然而，思惟本身中之普遍者呢，說起來不外是一種形式規定，而以具體的內容與之的，必常爲直觀或其發展者。那可稱作自然科學的經驗的，就必爲可以滿足這樣的思惟之形式的那直觀內容。這種思惟之形式，乃作爲論理學及數學而被發展起來的；我們必依乎此，乃可將直觀之內面的關係作對象中之普遍的關係而組織起來呢！所謂自然科學的認識，就是指這樣的組織之結果而說。

或說直觀，或說思惟，如果依上面所述過的那樣判然的分出階段以表說之，則於此有明明白白的區別，也可想而知了；不過在實際上，

直觀及其發展，乃相繼續而起的，同時，思惟之作用也混入其間，思惟之本身，又可以對之直觀，對之思惟，而施行如此的無限的反省；因為如此等等的關係，在那裏極其複雜錯綜，所以欲捕捉事實之真相，竟往往有發生困難的地方。有如那鼎鼎大名的芝諾之迷論，就是此類困難之一種有關於物理學的認識的。

芝諾是：在紀元前五百年生於希臘的一位愛列亞派之哲學者；他為欲認識實在，竟將現象界作犧牲，所謂多啦，變化啦，又空間的、時間的事物啦，他都曾想證明其不得為實在。首先，他為欲否定運動，曾立出以下那樣的論證來。即是：欲在一定的距離作運動，不得不先運動到其一半，因此還有其餘的一半必須運動；如果順次都如此作一半的運動，那麼，縱使繼續繩纏下去，無論如何，總是沒有際限的；以此，一定的距離之運動，遂終成為不可能：如是云云。他又應用此種理論，更論到一個問題，即是希臘之古英雄追龜而走這個問題。亞基列士是一個疾行如飛的捷足者；倘使既有一龜在他之前方某某距離的地點，他如欲追著此龜，就非先達到龜之出發點不可；卻是，龜在此時間，已前進到若干距離了，等得亞基列士進到龜在此時所在的位置，龜又在此時間前進了；因此，縱使繼續繩纏下去，也准沒有際限，其間，龜准常是在亞基列士之前方，他想追着了龜，竟是絕無此事：如是云云。他又曾經論過：那飛着的矢，在某瞬時中，也非占着一個某位置不可；所謂在此位置，就是靜止在那裏，從而，在那裏飛着的

矢，也就不能不在那裏靜止着：這就是所謂飛矢不動說。如此等等之論鋒，誠然是銳利而中着要害的，其後，遂屢為詭辯學派這一流人物之所利用了。

與這諾這迷論有關聯的那物理學的認識中之運動，我們實有就之而加以反省之必要。實際，我們當在物理學上測定運動速度時，我們乃知道運動體所經過的空間距離，知道在其前後運動體所存在着的時刻，而後加以計算的。於此，只單有空間距離及時間點之認識罷了，僅此思量使運動成立，原來是不可能的。這諾之迷論，就是指示此種情形的。時間點之認識呢，那是除靜止外沒有意義的；倘欲從此而強使結果出運動來嗎，不是如飛矢說那樣，達到否定運動，便是如二分說或亞基列士說那樣，至少也會思惟到無限過程。因此之故，柏格森曾說，為欲構成運動，就非依靠直觀發展中之統一作用不可；他又以為，在客觀上，縱然於各時刻點中是靜止的，但因限定其為運動體，有連續的直觀之背景在，我們之思惟，就依此背景而在那裏將運動抽象出來。然而，在此所可抽象出來的運動，由數學的說，也不單是為空間距離及時間點所可規定的，卻實在是由微分係數及含微分係數的微分方程式以表說的：這乃我們所知道的事情。那可為空間距離及時間點所表現的，應該不外對於某種有限時間的運動之積分而已。

我想在此例中，更就直觀內容與其物理學的表现之關係而深入考察一番。其在後者中之運動，有如上面之所述那樣，可在數學上以微

分方程式表說之；但這不過與一種抽象的理想化相當，並非如實的表示那依模依樣而實現的直觀。何以故？因為：那微分係數中之極限概念，並非依模依樣的與我們之直觀相應的，卻屬純粹思惟之產物。在表說運動速度的微分係數中，含有所謂無限小的空間距離及無限小的時間在那裏。由知覺的說，這固然可以歸到空間點及時間點上，但使以之純粹作點解說，終必至如遮謔之飛矢說那樣否定運動呢；為其縱然可以看作與點同一那樣的小，也必然還保有某種延續在那裏，其中就會含有那與直觀發展之連續性相應的客觀呢！然而在一方面，我們欲用那作為思惟形式的數學以表現之之時，其中之無限小，卻絕不是可以算作有某種延續的，即是已經使所謂延續小到了極限上的呢；其為超越出現實的知覺範圍的，亦何待言。從而，此等一個一個的事物，自是顯然不與直觀相應的；不拘乎此，那為如此的無限小所規定的微分係數，卻又可以表說那有限的運動速度恰好即表說直觀發展之連續性：這豈不可以目為思惟之極微妙的構成作用嗎？而那抽象的理想化，由此作用可以成功；又那自然科學與數學之本質的結合，也存在於此：這都是我們所必須覺悟的事。

因為數學的抽象，乃由純粹思惟而成立的，所以以一般論，都能超出所謂現實的而遙遙。在幾何學上所下的定義，點呢，乃是全沒有大的，線則僅有長而沒有寬，面則沒有厚。反之，我們在實際上所知覺的點呢，無論其為若何的小，卻總是有一種大的，線則常有一

種寬，而則常有一種厚。然而此等概念，如在進入物理學上之法則時，就都是依賴着數學的表現的，因而不得不以上面所述的那在數學上所曾經規定的性質歸之。那質點啦，那單振子之吊絲啦，那反射法則中之境界面啦，此等即是其例；又如諾伊曼之所想像作標示力學中之惰性系的假設的物體那種亞爾法體嗎，更不問其可稱為完全的剛體或流體，不問其對於光可稱為透明體或暗體，不問其對於電氣可稱為導體或絕緣體，所有一切都由法則之數學的表現以成立；這等並不能發見於所知覺的物體之中，祇好作為抽象的理想化以表現之而已。然而，凡對於此等的數學的抽象，以其內在於物理學的法則中為限，卻也不得不表說經驗的專質；為其與可以實際知覺的事物相等，故即作為物理學的經驗看，想也不見得有誤。何以故？因為：那自然科學中之高次概念化，由一般的說，其結果自是超越知覺的，卻是，不得不容許其可以作為直觀發展看待呢！

雖然，我們所在那裏努力的事卻是：在自然科學中，將抽象的事物盡力之所能及以做到逼近於具體的事物，然後再統括出全抽象來而造成現實。那曾經一時行用過的抽象，乃是為欲將複雜的直觀內容由思維的以分析之而發見其簡單的關係起見，所用的必要的手段；那抽象之本身，並非其目的之所在。例如：所謂質點，乃為欲求得運動法則起見所想像出來的抽象；在可以確證此種運動法則能與經驗一致的限度內，假使有如此的質點存在，則其所作的運動，也同樣可由經驗

的以表說，而且，在此種意義之上，就也有理由認其作經驗的對象；卻是其他的關係，即所謂有限的質量占無限小的空間那種事情，乃不為物理學上所許的，如果從近時之力之場理論以推得其結果，那就怕是實在不可能的抽象了，那就怕是跑到經驗之範圍外去了。如所謂諾伊曼之亞爾法體，也屬同樣的；在我們所論的運動僅僅局限於慣性系力學時，為欲標示慣性系起見，卻是一種必要的物件，而且與慣性系之認識同時，這亞爾法體或也有理由得為一種經驗的對象；但是，假使由安斯坦之相對性理論之立場以觀慣性系，那就早已無須乎這亞爾法體以標示了。總而言之，依此看來，那曾經一時作為物理學的經驗而取入法則中的對象，究能許其作為實在之對象與否，也不可不漸次精細的檢點檢點呢！不過，我們並沒有法子在那裏等着其最後之結果，我們唯有將現時所能許其作自然科學的經驗的，以判斷其果為怎樣的事物，此外就沒有什麼別的法子了。由此，這自然科學的經驗與那最直接的從直觀產生出來的心理的體驗之異點，也已以十分理解了。

二 實在

一言以蔽之，所謂自然科學的認識呢，乃關乎實在的認識，即是將實在作實在以認識。但是，欲求理解此事，非首先解決一個問題不可，即是要問：實在果是甚麼？這個問題，古來在哲學上曾經有種種的議論。

本來，這是與所謂經驗之成立那件事有直接的關聯在那裏的問題。

那所能經驗的事物，如果常爲一義的，卻無關乎個人之主觀而決定的，則其對象及對象間之關係，也好說其不能外乎實在呢！然而，我們非想到這樣的經驗究由怎樣得來不可。而且，如前節所已經說過的那樣，所謂自然科學的經驗，其與直接的心理的體驗果有怎樣的的不同，這也是必須首先理解得深刻的事情。

如果純粹由自然科學上觀之，則人類之精神與所謂外界，彼此乃互相對立在那裏的；那外界所起的種種空間的、時間的變化，經過感覺而惹起精神之某種狀態，同時，又有種種的活動起於精神之本身上；實在之內容大概如此。我們之精神，既一面在此內部自行動作，又一面非捉住實在之本身不可；這卻是困難之處。尤其是那精神之作用，不僅爲外部的感覺所惹起，並且能現出精神本身之活動來；從而，其中究有那一些屬於全然自主的活動，又有那一些由於外部的刺戟，非這麼簡簡單單的即能分出差別來的呢！所謂主觀與客觀之極複雜的差別，也就依存於此。

那精神本身之作用，特別是其中所稱作思惟的，倘使無論如何都不能分出此兩者之差別來，那麼，我們也就不能有今日之所謂科學了。幸而，我們已經知道：這還有素朴的可能呢！何以故？因爲：在認識論上所稱作素朴的實在，其與以上所述的自然科學的見解乃全然類似的，想像外界爲離人類之精神而獨立的，而即原封不動的以之作爲實在解釋；由常識的說，恐怕誰在最初都抱了如此的見解呢！

惟是，這種素朴的實在論，由哲學上批判起來，卻是極原始的，沒有好多意義在那裏的；如果問到實在如何為我們之精神所認識之過程，這就不免想得過於簡單了。例如那作這樣想的，以為如物體之像映在鏡面那樣，又如攝影攝出像來那樣，那外界之實在，即因精神上將其像造了出來之故而可以認識；以認識為實在之模寫那種認識模寫說即此。然而，我們如果稍稍考察到心理的體驗中所有的種種情形，則知我們之精神，未必常將思惟上所判斷為同一的對象作同一的模寫。感覺及知覺，因我們之身體及精神狀態之若何而有非常的不同；無論其為那一樣的，應該都常經見過吧！同受一種的觸接刺激，也有覺得劇痛的，也有不然的；色嗎，音嗎，滋味嗎，香臭嗎，寒暖嗎，等等一切都有同樣的情形；更或在某種情境之下，就連個乎物體之存在有無，也竟由幻覺的以下全乎不同的判斷。在這些如此如彼的主觀的判斷之中，究竟何者乃屬客觀的存在之要素，如欲辨別出來，實覺異常困難呢！然而自然科學，卻非在此種判斷差別之上不能成立。

從體驗的事實之中，拋卻主觀而專留客觀，這事在乍然一想時，以為對於普通的事實，似乎是容易成功的。那素朴的實在論，若從此見地看，似乎是還可以維持的；然而在一方面，其對於主觀的要素與客觀的要素之差別判斷，既常因深疑而益見多迷，其對於認作純粹主觀之根源的我，則一經放到思惟反省上去，又覺其忽然變成認作客觀的對象的我來了；為其次在一種論理的兩窮境 (Dilemma) 中，那就

要換個完全反對的立場來看看呢！那貝克勒之觀念論，就是其一個代表者；所說的是：僅以主觀的觀念為實在，凡一切事物，概必依乎觀念乃可以存立的。實在由觀念而顯現於我們之精神，不錯的，這是一件重要的發見。何以故？因為：那素朴的實在論，抹煞了如此的認識過程，以為實在乃一開始就受賦在那裏的。然而在一方面，既說實在依存於觀念之中，又進而以觀念之本身為實在，其中所應分出差別的事物，可說已概為此觀念論所抹煞了。觀念即為實在這句話，就是因其以觀念作一種對象而施觀念化之故；從而，所謂實在，也就在乎充當觀念對象而成立。豈知，觀念對象之中，既應有各各觀念中所特有的事物，也應有許許多多觀念中所普遍表現的事物；通常所以分出主觀與客觀來的也只因此，而自然科學上所要認作實在的，也就歸此客觀。縱說施觀念化這件事算得是個實在，而那觀念內容在此意義之上，也有非實在的；即使對於所謂推論、想像、架空構想那些事情，都當做對現實而施觀念化說，那時之所謂現實，也不能說其非僅僅依存於主觀的。因此之故，如果欲其為真正意義的實在，則觀念之本身以及其統一組織，均不僅屬於個人之精神，還須依從普遍一般的先驗形式而由客觀的以定立之。那鼎鼎有名的康德之觀念論，無非如此。

那作觀念之基礎的，就是直觀；至於在直觀發展之中，究竟怎樣的將客觀的對象抽象定立，最初早經述過了。因為我們所可稱作實在的質表現於其中，在此意義之上，實在所以不得不說是內在於直觀中

的：這就可稱作內在的實在論。特是，這裏所謂內在之意義，並非說其為從屬於直觀的，也非說其為伴同直觀而生的，卻是說，為其顯現起見，不得不充作直觀內容，縱然實在之性質有客觀的普遍性，因而離開各各直觀也會獨立存在。即是：直觀假使全不存在，則所謂實在也就譯從覺得；雖如此說，那曾在直觀中顯現出來的實在，縱使各各直觀已經消滅，縱使各各直觀已經變形，卻也常能普遍的成立。必須正當的理解此種關係，所謂實在之在認識論上的意義乃可以明瞭。前節所曾述過的自然科學的經驗，不外乎將在直觀中的實在所屬的關係抽象出來；而所認識實在這宗事，終歸就是將此種經驗依從種種先驗的形式而立出秩序。以此二段之思惟作用，自然科學於是乎成立。

在自然科學上的實在，乃以之作爲客觀的對象，與其屬性、狀態以及對象間之關係而認識的，這想不待多言吧；因爲這些事物，乃一開始即闖進經驗中來的呢！然而，當將此等作經驗化時，爲得感覺之錯誤，爲得感覺之不精密，爲得感覺之界限，而欲捕捉真正客觀的事物，就有許許多多的困難，且即欲免除也要費非常的苦心；這都是自然科學者所體驗到的地方，其所以必須用周到的手段以施行觀察實驗之理由，也就在此處。我們爲欲依靠可能的錯誤微少的感覺起見，爲欲儘力減少其不精密、儘力擴張其界限起見，就不能不發明出種種的器械裝置來呢！現時在自然科學上所有一切判斷，差不多完全使之歸到依視覺而作位置之決定這一事上去。即是，無論在若何的觀測實驗

中，其最後之決定，總是依器械中之度分標示而行的。這果何以能保持客觀性呢？此種研究，似不能不更有待乎生理學的心理學，但在今日，事實上卻認作最良的方法。

所謂客觀的對象，通常固可用物體、生物體以及能使之變化的能量、精神充之；但是自然科學當欲將此等對象之屬性、狀態等更還原到根本的關係時，則又於此想像出種種假設的對象來了。這個，當那為自然科學的考察之最初時代的希臘時代，即已經出現了；有如那德謨克利特之物質原子即此。德謨克利特為欲避去，以物體之色、香、味、硬軟等等屬性作其真相即根本的性質解說那件事，曾假定了此種原子；並說種種物質之原子，僅在其大、其形狀、其固體性上分出差別，且不過因其集合之數、其運動生出不同，遂呈現出種種的屬性或狀態。德謨克利特之此種假設，嚴格觀之，乃不見得有絲毫自然科學的經驗之根據的，就這一點說，那單是一種獨斷的推察罷了，不能說其為有正當意義的假設；然其內容卻與今日物理學上原子論之旨趣大致相等，就這一點說，那就不錯的為極堪注目的一說了。反正都是一樣，似這種為假設的對象的原子，乃超出我們之感覺界限非常之遠的，自屬實情；誰都不能將原子取到手中而引起觸覺，也不能因顯微鏡而在視覺上以感受之。任其如此，今日對於以原子作一種客觀的對象的，其為實在已不復令人生疑了：這卻不能不認為自然科學的經驗有以致之呢

惟是，關乎某種假設的對象而求如此的自然科學的經驗，一般覺

其甚為困難，隨而，那與之有關的理論，也就不容輕易承認了，這乃見不一見的事實；試看原子及分子吧，縱說在化學的法則中，既已認為必要，在氣體之運動學的理论中，那分子的構成，又對於種種現象的事實之解釋有極為得力的貢獻，而那化學之權威者奧斯特華爾德，尙且說其不過算得一種便宜的作用假設，直到比較的近時，還維持這種主張在那裏，這乃一件有名的事實。奧斯特華爾德之此種態度，乃因在自然科學的實在之認識上必須有確實的經驗，乃嚴格而且慎重的；與其反之而矯其弊，似不若對之尊重的更為得宜。他一直到了今日，因布朗運動之研究所得到的分子實在之證明，因認作原子之組織成分的電子之發明，因結晶之原子配列之研究，等等都達到了十分的經驗，方肯擁護將原子看作實在的對象這一說呢！

那與原子、或與分子、或與電子有關聯的種種實驗及理論嗎，其所指教就是這樣的：實在的對象以及與之有關的經驗，也有不必呈獻於我們之感覺界限內之可能。當然，這種對象，這種經驗，確是從我們之感覺所可直接或觸的那實驗的事實而由思惟的以導出的。以布朗運動而見知於人的那種膠質溶液內之微粒之動搖嗎，不問若何，乃在所謂超越顯微鏡之下可為我們之視覺所成觸的；將這種事實與液體之運動學的理论結合起來，而以之為對於膠質微粒的溶媒分子多數之衝突之結果而加以判斷；看這種判斷之是否由一義的而來，那分子實在之若何決定，就有法子可以左右了。在自然科學的認識中，其概念愈

進至高次的，就愈須屬於如此巖微的判斷：這乃值得注意的地方。

那假設的對象，固也屢有停止在假設的階段，而不能給以認作實在之十分證明的情形發生；豈知此種情形，也是自然科學進步之行程上所不得已的事；再者，為立出理論計，也有試設種種假設之必要；我們既未必能避之，倒不若對之而作適宜的進行，卻還可因此而完成研究之效果呢！如果此等假設，因有何等經驗而可以證明其與事實適合，那就早已非復假設而得為一種實在認識了；以上所曾述過的原子之場合，即是如此。卻是與之相反，不能說沒有某種假設，始終只可看作單為說明之便宜上設立出來的作用假設。例如：在那以熱或電氣作為一種流體解釋的古時之流體假設，縱然對於熱及電氣之流動傳達模樣，也能說明解釋到某種程度，但是，其流動果與實際的流體之法則一致否，是否沒有些少矛盾，此等假設流體果與其所存在的物體之組織成分立於若何的關係上，在如此等等問題全不明瞭，或提也沒有提及而被擱在那裏時，乃欲於此假設而求實在認識，按理，應不可能。在物理學上所稱作現象論的方法的，乃欲單由現象之類推以作說明；縱使在求明瞭現象之性質及內在的關係時，多少也有用處，縱使在將來之更深入的考察時，不能說絕無可資之點，卻是無法達到實在認識之地步，而僅為達到此地步的過渡階段而已。故在今日，物理學上之現象論的方法，還不見得怎麼重視；而凡研究之中心，大概趨向到那充作物質之構成要素的分子、原子、電子，以及包圍此等的空間的對

象上來了。

在自然科學之理論中，那對象間之關係，還有屢被模型化以表說的事情，我已經說明了。似那樣單由類推而來的力學的模型化，也與作用假設同，除將現象間之關係弄個明白外，也無法達到實在認證之地步；特是，在如波爾之原子模型的場合，則因其具有一種目的在那裏，欲極深刻的由本質上以表說實在，所以，如果發見其有與經驗的事實不能符合之點，常可希望加以適當的改良而使之逼近於實在；以此，這卻好看作實在之一種具體的表現，而與其他的對象或理論中的同樣。

這裏還有一件應當附言的事，乃是關乎由自然科學的理論而構成的那種理想體。這種理想體嗎，就是如前節之末所曾述過那樣的，從知覺的物體之抽象的理想化所結果出來的對象，而可用之以滿足我們所知道的法則的。因此之故，此等對象可說是內在於法則中的；因而，其在法則被許作實在的限度內，也就不能不是個實在。雖然，此等理想的對象果能在現實的物體中發見出來不能，我們卻還須另行考察：到了物質之原子的構成等等可作為事實看時，所謂完全的剛體啦，流體啦，對於熱及電氣的完全導體啦，等等都當不復可見了。卻是，如那種看作物質最後之構成要素的電子，我們即說在其中發見出某種可以歸於此等理想的對象的性質來，這也不是沒有的事。在如此的情形之下，於是方許這種理想體可以認作真正的實在。

畢竟，求得實在這宗事，乃是自然科學之最後的目的。通常所單稱作事實的，或稱作現象的或經驗的事實的，多的是指在自然科學的直接經驗中所表現出來的現象；特是所可稱作實在的，卻為一切內在於此種現象中的法則的關係，以及使此關係成為可能的概念對象。因而，此等之所釐序而統一切的那種世界形像，正即實在之全副面目。經驗的事實嗎，就該說是此種實在之時間的、空間的一斷面，與同時而且同處所起而成為別一實在斷面的精神結合而在我們之直觀中表現出來的。

我曾經對於多數人之所易陷的誤解必須避免那宗事，特加注意的表說過了。何以故？因為：我們當在直觀之中分主觀及客觀時，又當僅欲在後者之中求實在時，少有不作這樣思維的，以為那主觀之加入，恰似有實在以外之要素被附加進來呢！又那以物體為實在而以現象為假現的一種思想，也是由此而生的。不知，倘使回頭一看，則有如本節之首所述過的那樣，縱說是精神現象，也不外乎實在之一種顯現而已；似不能因其為主觀的而說其屬於實在以外呢！主觀之所以為主觀的，卻是依存於精神之狀態，而非依存於直觀之對象。我們在自然科學中，乃為得欲求客觀的經驗而抹煞主觀，這事自不待多言；倘使以精神現象之本身作對象考察時，容或就能發見，究竟如何的主觀可與如何的客觀發生關係，更進而與如何的生理的狀態發生關係，這些情形。特別是，此中連自由意志那樣的問題也包含在那裏，而此問題因

為極其困難，所以幾乎沒有十分解決之希望，這情形也決非推察不到的；但使假定那裏有何等一義的關係，則這自由意志也明明白白的不難歸到一種實在上來呢！論到此種假定之正當與否，我們固不能默無一言；但是，縱然精神現象比較複雜，於此似也可以在何等形式之上以想像其為實在吧！

以上之所論，本來是在自然科學中所表現的實在，其依據於自然科學所非從不可的那種先驗形式自不待言。我們更可在此之外，以其他的先驗形式為根據而將種種的概念抽象出來，即依之以觀察與之不同的實在之面目。每因此種方法之不同而生出不同的科學之結果來，自屬當然的事；或則成了數學，或則成了文化科學，或則成了歷史之世界，或且成了唯物的社會科學。觀乎此等，我們對於自然科學之特質，當更能深知灼見吧！

三 自然科學的認識中之先驗的要素

從素朴的實在論說，則自然科學的認識嗎，全是表說那些專依存於經驗的實在之關係的，什麼先驗的要素，似乎一些也沒有含着；豈知，我們如果由哲學的以深究實在之意義，則如上面之所論那樣的實在認識，決非可專依純粹經驗以成立的。即是：我們如欲從那由純粹經驗而來的直觀之中而將客觀普遍的事物抽象出來，並即以之作爲一種自然科學的經驗而立出秩序，那時就非根據於所選定的某種先驗的形式、原理不可；在此種意義之上，自然科學中之實在認識呢，縱使

其為經驗之記述，也還是沒有理由可以缺少先驗的要素的呢！

然而，自然科學之如此含有先驗的要素，還未必可如好多自然科學者那樣，本身也屢屢誤視之為異端而加以絕對排斥；自然科學有此，倒反可以保證其所具有的本質的普遍性呢！何以故？因為：那直觀之本身，任其到了什麼地步總是個性的，卻可由其中抽出普遍的實在來；這是因為我們之思維中具有一定的先驗形式在那裏，有此可作依據，自然科學始能具有普遍的內容。若在夢中之世界，若在狂人之精神中，縱然那裏也似有種種直觀存在，卻為其缺少對於思維的普遍的先驗形式，而沒有理由可有一種以之為根據的自然科學發生。又若在其他的天體上，假使有一種知的生物存在，乃具有與我們人類不同的思維作用及某種先驗形式的，則那裏也當有為我們人類所想像不出的而有一種系統的自然科學體系成立；其在形式之上，縱使與我們之自然科學全然不同，而彼中之實在，諒必可因何等轉換關係，而發見其與我們之自然科學中之實在有一對一的相應：這情形我想是沒有差錯的。

自然科學中之先驗的要素，大致可以歸到如下的三種。第一嗎，為得經驗可以成立起見，至少也是必要的，這就是常常內在於經驗中的思維形式；關乎此種經驗形式，乃如第三章所已述的那樣，即時間及空間與對此兩者有內屬的關係的對象概念之成立存在，並對象可為時間、空間所統一配序的因果形式即必然的繼起之原理。第二及第三嗎，乃關乎上說思維形式之內容的；其一種是：時間、空間以及一切

的對象概念，概得作為數量以表說之，換言之，就是此等概念間之關係，概得常從數理形式以選定之；又一種是：由此等形式所表說的關係，更可在內容上因種種先驗的原理而與之以意義。

自然科學的概念從於數理的形式，其以普遍的意義給予經驗這一點，特別是重要的。當經驗經過感覺而成立時，我們之感覺的判斷，常是止於對同種的對象概念而定性質的差別的；用眼所判斷的明暗啦、顏色啦，由皮膚之觸覺而判斷的光滑啦、寒暖啦，以耳判斷的聲音之不同啦，其他如滋味、香臭等等，莫不皆然。當判斷空間及時間之大及長等時，雖然含有多少思惟的要素，但在其最初之階段中，也還祇是關乎程度的一種性質的差別而已。此等判斷，概為個性的而且瞬時的，實缺乏一定的普遍的標準：這乃我們無論何時都曾經遇到的情形。某人所感受的紅色與他人所感受的有同一的內容，決不是這麼一句話所可做保證的；即使同在一人，覺得當某時所感受的非常之寒的氣候，與在其他情境中所感受的寒同樣，但在客觀上果可表說其為相同的寒不可，也必待乎其他何種普遍的判斷呢！反之，如果令此等概念成為計量的，同時並將成立於計量的諸概念間的數學的關係，特別是一定的函數關係發見出來，那就大有理由可作為全不關乎個性的感覺的普遍的事物了。在此場合，不用說，當其欲判斷那實際所觀測的概念之計量上之大時，無論何者都必須乎感覺，於此，就不免有所謂觀測誤差隨之而生了；但是這種誤差，乃如第二章之所述那樣，可用種種手

段或考察，而使之小至某種限度以內的。我們可以使經驗成爲普遍的乃有如此，這豈不是極堪注目的地方嗎？

自然科學的概念可在數理的形式上表說：這果何所根據呢？且在一切概念中果都有可能嗎？我想這些問題，在此乃甚爲切要的。我對於前者，應當先舉出這樣的事實：那當作經驗形式的時間及空間之概念之所得爲計量的，以及其他諸概念之所得與時間及空間之概念同爲計量的，一概可以還原於幾個獨立的基本概念。時間可以作爲一次元的連續變數，空間可以作爲三次元的連續變數，已經在前面述過了。此外之基本概念嗎，其果應如何選擇，當在各各現象範圍中適當的決定之。例如：在運動現象中，那作爲變空間位置而成時間的一種對象物體之特質看的質量，可以選作基本概念，並也可以作爲一次的連續變數表說；在熱現象中，在溫度、電磁氣現象中，所謂電媒常數或透磁率，同樣可以選作基本概念。爲欲以數表說那成爲計量的物之大，理須用某種單位；但爲此等基本概念乃彼此各自獨立的，故其表現一種基本概念的數，僅可依存於這一種之單位而定，其外任何概念之單位，即欲任意拿來變更，必不能與之有關。再者，倘使發見一種法則爲基本概念以外之一切概念與基本概念兩方在何種函數關係上所立的那麼，此等概念也可由計量的表現，乃是不待多言的事；依如此的函數關係以表說一種概念之中若何含有他種基本概念，這種模式，我們名之爲次元方程式。

所以在實際上，如果問到一切概念得爲計量的與否，無非問到這些概念與基本概念結合起來的數理的法則之可能性上。這種問題，固可由自然科學之理論而澈底的解決之；卻是與之同時，在決定獨立的基本概念之種類上，理論也該是中用的。在從前還未曾明瞭物質之各種法則的時代，對於我們感覺中所表現出來的物質之各種性質，乃依原不動的在那裏作獨立的考察。希臘之亞理士多德，曾將物體看作完全的連續體，以爲其中有各式各樣的特有的色、形、滋味、香臭等；而在當時與之相反的德謨克利特之原子說，卻已經想用原子之集合以說明物質之各種性質，這乃足令我們覺得甚有興味的事。即是，他曾作這樣的假定：那物質之原子，在物質之本身中，並非有我們所感受的那樣的直觀的屬性，而爲僅具一定的形體的幾何學的個體；因其所有的一定數在空間作成某種配列，遂呈出種種性狀來。當時那原子說呢，僅由形而上學之所主張出來的，並沒有何種經驗的事實之根據，所以不能作爲在正當意義上的自然科學的假設看；但是其後自然科學之論理的發達，卻實多受其賜，這乃無可否定的事。實在，近代之物質之運動學之理論，多是由此種原子說之思想而來的；那波伊爾及波更士所唱的原子說，企圖以原子之種種運動狀態說明物質之各種性質至其後十九世紀，以爲氣體之分子，個個作獨立的運動，只因彼此互相衝突而變出那運動狀態來，在這種假定之下，全體之分子所有的運動能量之平均，可由理論的以計算之，而且常與溫度作比例，在實際

上，這均為確鑿的情形。為欲用感覺以外之要素以更替對於感覺的直接的對象概念，就有何等假設及理論之必要：這種情形，由上例看來，也就明白了。這乃是，與導入那種超出感覺的高次概念同時，一方面還擔負那種將複雜的概念常常還原到基本概念之任務的。例如色之概念吧，最初本完全屬感覺的，乃因光之波動說而可作為光波之振動數以下其定義了；與導入高次的光之波動概念同時，還好說其會將色還原到一種運動學的概念呢！

在今日之物理學中，其所認作各自獨立的基本概念，有通常所學的時間及空間的長、質量、溫度、電媒常數（或透磁率）這五種在那裏。其他的概念嗎，一概是依據何種函數關係而由此等基本概念以誘導出來的。特是還有不可不注意的事：那空間之本身，有一種具有三次元的內容的特殊的情形，在單單的函數關係之外，其中還生出具有幾何學的意義的量，即所謂向量(Vector)及張量(Tensor)。既然如此，一切物理學的概念，就概得為計量的了；而所不能直接由計量的以表說的，間接仍悉屬如此，或可使之如此。說到原子，說到分子，開口一說，固然慮有誤解，以為未必是計量的；但使說到此等之概念，也就逃不出是那計量的各種概念之綜合，即是，在其大、其質量等等之外，若由物理學上看來，無論為甚麼實體的背景，都算不得有意義的。所謂物質那種概念，也同是如此的；我們因此，除卻將計量的物質之諸屬性作綜合的表說外，並不想表示任何的意義。

在那還未到由理論的以詳細分析的自然科學之其他部門中，其所要論的諸概念，不能如物理學中之諸概念那樣，由計量的以表說之，事實是如此的。其在此等場合，果可完全分析成爲計量的概念不可，即是，數理的方法也可應用於此處不可，在今日而欲斷定此事，容或未免過早。然而，至少也對於物理學或理論化學等關乎物質的研究所曾發達而來的過程，如果我們一向頗能了解，則可以見得這樣的情形：最初僅作爲性質的概念而導入的，其後因漸次由計量的以下了定義，遂成功了其普遍的意義。我們似好由此種經驗以推察，而知即在其他場合，大約也可以如此。例如那生物學中之遺傳概念吧，這本是從親子之間有某種性質之相似那種事實而導入的；卻是，近時曾經行過關乎遺傳的許多研究，其結果遂假定出一種存於生殖細胞中遺傳單位來，因而那數理的概念，在此竟可表現到某種程度了。假使這細胞學的研究，也能進到物理學中之原子理論那樣，那麼，似這種遺傳單位，也就可因此而表現出其與他種細胞之差別來了。又如那達爾文所曾導入的進化啦，自然淘汰啦，那樣的觀念，若僅如其所說，也是極渺茫的；如果將其意義嚴密追究起來，那就除了生物之種種的變異，此外別無所表說了；今日因所謂突然變異或徬徨變異之概念而分出差別來的，說不定更可由生殖細胞之各部分之諸屬性中之數量的變化以表說之呢！許多生理的現象，既已可應用物理學或化學以說明，這也有同樣的表示。在這一點上，我們卻有覺得最爲困難的，不用說是精神及其所屬

的諸概念；但是關乎此等，我們在其未經自然科學的考察以前，何妨將問題擱在一邊呢！

今日說到第三吧！在自然科學中所可表說的經驗的事實，可依種種先驗的原理而由內容的以給予意義：因這一點，我覺得思惟之作用與自然之事實，有一種微妙的調和；我想自然科學的認識之所以有可能的，無非為其有此。我不是曾在上面已經說過嗎，其他的天體上之何種知的生物，如果具有與人類之思惟作用全然不同的思惟形式，則在其中也將發展出一種與我們之自然科學不同的自然科學體系來呢！須知在此場合，如欲其有此可能，就也應該要求他們之思惟作用，非與實在的自然有一種甚麼調和不可。因為：惟有由思惟作用來的先驗的原理，其在欲普遍的形成自然科學的認識時，正盡了重大的任務在那裏。如對物質及能量的恆存原理啦，如對運動的相對性原理啦，如對生物的進化原理啦，其在自然科學之中，所以都得設置為理論的考察之基礎之故，我已在第六章說過了。在此種意義之上，我們常選出適當的原理來，以作自然科學的認識之根柢，誠屬至當的程序。

然而我們於此，還有不可缺少的細心注意呢！那先驗的原理之本身，畢竟是先乎經驗而存在的；其果能表現某種經驗與否，一開始乃不得而知的。那恆存之原理，雖然常可成立於我們之思惟中，但其果可充作自然科學的認識而存立與否，卻決不能斷定。我們至少也必在經驗的事實之中，以求可以適用恆存原理的如所謂質量及能量那樣的

實在概念。而且在實際上，也必待求得如此的概念時，那恆存原理始可在自然科學上「被發見出來」。即是：這恆存性雖由先驗的以要請在那裏，而那適用恆存性的概念內容，卻非由經驗的以發見之不可。必能理解此種情形，那物質恆存之概念之變遷啦，那能量之新狀態所導入的理由啦，等等乃可以明白呢！

因此之故，那先驗的原理嗎，可說是由自然科學的認識所與的，決不能說其絲毫不依乎經驗；而且，不依經驗而即提出先驗的原理，在自然科學上，不能不認此為一種邪道。在希臘時代之所謂自然哲學中，以其有敢於獨斷而行這一點，遂至不能看作真正的自然科學。不言而喻，當時之所以如此而行的，乃因為對於經驗的事實還極缺乏之故，又因為實驗觀測之手段僅得一些還屬幼稚的之故；但在一方面，希臘人也不是沒有過於倚恃他們本身之理知而抹煞事實之嫌疑。例如：所謂複雜的事物都含有單純的要素這句話，本可認作一種先驗的原理；然而希臘人應用此種原理，竟至對於外觀上已表示了種種不同的性狀的物質，也公然悉以為由同一的根源物質所成立的，而且，或則獨斷的以此種根源為水（塔列士），或則以為空氣（亞拿基西默納士），或則以為土、水、空氣、火這四種（恩培德克列士）。這乃可以發達而成為後代之原素之概念的，話固不錯；但在他們，卻沒有要求一種實驗的檢證，以看看那水、那空氣、以及其餘，在實際上果為根源物質否，只看見那植物之種子或動物之必須乎水這樣的事實，直即以水

爲根源物質，或只看見那密度之大小，遂創出一種見解，以爲壓縮空氣則成水，更加壓縮則成雲、成石、成土，反之，使其稀薄則成熱、成火，遂假定空氣爲根源物質：不過如此而已。如德謨克利特之原子說，雖屬一種稍有進步的假設，卻因其關乎原子之實在的考察絲毫未具，所以遂有反其以物體爲由原子及其間之空隙而成立的這一說如亞理士多德的，以爲既說「真空」，就非否定其本身之存在不可，有此理由，物質就必然與原子說相反而連續的填充了空間。然而，單單以形而上學的理由說，卻無法斷定此兩者究竟何方表出實在而何方則否。由如此等等的例看來，分明見得：爲欲成爲自然科學的認識計，那先驗的原理，就也必須由經驗以限定其概念內容。假使徒肆其形而上學的議論，而欲以之左右經驗的事實，並欲否定依從經驗事實的認識，就屬千差萬錯呢！不料，自希臘時代以至中世紀，一般學者之間，上面所述那樣的自然哲學的研究方法竟然風靡無遺，似乎明瞭事實的關係這宗事，反不若追求那信其隱在現象之背後的形而上學的因由的更爲獨具興味。既然如此，那有純粹的意義的自然科學嗎，自應說是，到了文藝復興時代之前後，方發生了萌芽的；我們雖然久仰那充當先驅的第十三世紀中英吉利之羅素·培根之大名，雖然欣逢第十六世紀中意大利之列沃納爾德·達·文起之自然科學的偉績，特是，那真真理解自然科學之本質，而欲以問現象之「如何而起」來代替問其「何故」作爲研究之題的，實以意大利之加利勒阿·加利里（一五六四—

一六四二年)爲首。其次，則有英吉利之伊薩克·牛頓(一六四二—一七二七年)，成功了好多關乎力學、關乎光學的研究；至此，自然科學遂得將其本來面目發揮出來：這可說是熟知的事呢！

四 自然科學的真

於此，我們達到一個自然科學之最本質的問題：如欲其爲一種可作實在認識看的真，自然科學必須能滿足若何的條件乃可？不用說，無論欲若何解答這個問題，只須那些自然科學者，憑着他們本身所應取的方法，而接着研究下去，當也沒有不宜；卻是，素來他們大率相信着自然科學之法則或原理爲一種真理，所以，除卻其專爲實用上之目的所利用外，就不知其中得有多少成分是替自己所誠心願意的工作去忠忠實實做的。嚴密的就自然科學而審問其有無看作真理的理想價值，這回事不僅從批判哲學上視爲必要，卽爲推進自然科學之本身計，也有莫大的影響；我們非理會如此的情形不可。

依通俗的說，經驗的事實之真，乃容易認得的；如果我們想到，所謂直接經驗，乃如歷歷所考究的那樣，爲感覺或主觀所左右的，那麼，非將此等剷除而達到客觀上，卻就無法捉住在此所算得有意義的那樣的真呢！實際，所可稱作自然科學的真的，乃由其客觀普遍性以成立；從而，我們若欲從經驗中取而出之，就必須乎自然科學之特質的方法了。我們於此曾學過這樣的事：必經過歸納、一般化、高次概念化及理論化等各階段，始得達到統一的實在認識，惟是，我們果取

何路徑而來到這些地方，卻非運作一番反省不可。

這種路徑嗎，並非如數學中的那樣，為具有論理的必然性那種一義的。在數學上，如果最初之公理羣既定，則由是所可演繹歸結的一切內容，也可在那裏明確決定了。我們除了導入一些只可看作便宜的規約的種種概念定義，因以簡單的將歸結內容整理而表說外，絕不許有何種自由在那裏。數學生來即非為公理之所支配不可；而自然科學在這一點上，卻迥乎不同。當然，那自然科學中之理論，概屬當從一般論理或數學的論理的，而且，那成了理論之前提的假設及其歸結之間，不能不因論理的必然性而有關連，這也與純正數學絲毫無異；卻是不敢限定我們對於假設之選擇未必獲得自由呢！固然，說到這種自由，我們還須考察其果與一般意志的自由同屬真正的呢，抑或僅屬暫定的而為主觀所見的；不過，我們至少也常將其有關乎已經限制的某種現象範圍內之具體的問題加以體驗，這卻屬不可爭辯的事實。而且在實際上，當有各式各樣的假設及理論在那裏對立時，我們更常有一種習慣在那裏，即是：慣會考察其中究以何者為「更近真實」。

那自然科學之理論所必須滿足的條件，海因立喜·赫爾志曾舉出以下三種：理論之可能性、容許性及合目的性。第一是：理論若要為可能的，則在其本身之系統中，無論何處都不含矛盾；這只是說其能從論理之必然性罷了，此外別無他話。第二是：理論若要有容許性，則必依從先驗的要請；在無論如何都不含矛盾這一點上，雖然得為可

能的，倘使不與先驗的要請相一致，也是在自然科學上所不容許的理論。雖如此說，自然科學畢竟是以經驗之系統為目的的，故其所謂理論，當然非在其最後之點上設置主眼不可：這就是第三的合目的性那種要件。

這裏，我還將就第二的要件再加以一些說明。那加利里、牛頓之力學，其本身中既未含有矛盾，且又能記述那些關乎運動物體的各種事實，於好多實驗中，又於如天體運動那樣的事件中，都指示着這情形在那裏。即是：可說其為一種可能的而且合目的的理論；不過在其「假定」絕對運動之存在這一點上，卻成了問題。牛頓曾假定了所謂絕對時間及絕對空間，而以絕對運動為甚易容許的；不知，如果問及那表說運動的基準慣性系的絕對空間或者其代表的物體（如諾伊曼之亞爾法體），究若何可以認識，那時，其解答之困難，就無法可免了。牛頓力學之絕對空間或所謂慣性系，除依一種從此力學的現象之本身外，欲依其他任何物件，都不能決定之。況且，運動概念之成立，乃無論何時何地，都僅以相對的為限；我們即從這種先驗的要請以嘗試力學之可否改造，在理論之容許性上，此事誠屬妥當之至。

然而牛頓力學呢，其與經驗的事實極能一致；因其有如此的優秀，上面所說的那種嘗試，卻就不容易行。甚至如常常論到運動之相對性，而且提出這個關乎理論之容許性的疑問來的那位馬赫，他欲積極的研究如何變更牛頓力學而可以滿足先驗的要請，竟也絲毫無可下手。當

此之際，有提供一把鎖鑰以解決問題的，就是：關乎看作為光及電磁氣之空間媒質的那種以太的問題，曾經呈出混亂來了。如前面之所說明，以太經過種種的討論之後，一時曾經認為可以代表絕對空間的一種物理的對象。[†]那羅倫志之理論，就是立於此種立場，而苦心孤詣的想得解決那些與運動物體有關的光及電磁氣之各種現象的。其中，甚至導入一種這麼奇妙的假定，即假定所謂運動物體實與其速度相應而生出短縮；因此，就不能不籌算到那理論與經驗的事實之一致了。其實，從所謂物體之恆存性的那種先驗的要請說嗎，物體之形體，當然也是依模依樣而恆存的；我們對於物體之形體變化，因為從來之習慣，常以所謂力的概念與之結合在那裏，而且那一直到今之經驗的事實，又證明其有一種力與加速度成正比例的關係在那裏，遂特別覺得，似此處之新新鮮鮮的羅倫志之短縮，乃欲使速度與形體變化有相關連來，簡直是奇妙之至的事了。然而這種奇妙的情形，僅屬主觀上如此而已；即是，只好說到是一種不從思想一向之所習慣的為止，如說是一種有背乎根本的先驗的要請的，那似未必然吧！在自然科學中，往往遇見如此的例，我們不可不注意呀！那思惟的習慣，在某種意義之上，容或也能形成一種先驗的要請；然而，其對於能使比較根本的先驗的要請滿足而且能與經驗的事實一致的那種自然科學的理論，就沒有絲毫的權利可以左右之了。我們本來並不喜愛故作那種反乎習慣的思惟的理論，所以但願果有一種理論，既不反乎習慣的思惟，卻又為合目的

的而且可容許的，那就以許許多多容許性歸之，當亦無所躊躇。所可依以判斷的事，畢竟只是，何者最能適切的滿足那先驗的要請而已。

既然如此，則那羅倫志之理論，但求其對於先驗的要請果為滿足的，那就承認其為一種實在認識，想也沒有差錯。不過這種理論，乃是，一面既假定以太作運動之絕對基準體，一面又由理論上以否定了所有由經驗上以探求之的一切手段的呢！這實為其：既假定以太之各部分為非表示相互的運動而絕對不動的，卻又偏欲，與因求地球之對以太的運動而試行的那種邁克爾孫及摩勒之實驗所否定的結果相應，而由理論上導入了所謂羅倫志之短縮。豈知，果如安斯坦之所指示那樣，則將這種不得為經驗的對象的以太之概念安置於理論之基礎上，乃在容許的理論中之所應避的事可以無疑。何以故？因為：如此的對象應當有一種甚麼形式可為我們感覺之所接觸這種想法，也可作為一種先驗的要請而為我們之所具着的。然而事實卻與之相反，在一方面，那牛頓力學所假定的絕對空間或惰性系，又沒有而且不能希望其有一些甚麼證明，以證明其得與這為光及電磁氣之媒質的以太相一致；到了安斯坦，遂對之立出一種理論，既否定了這作運動之基準體的以太，同時並否定了那絕對運動：此乃，既甚妥當，而且多麼滿足我們之一切先驗的要請，有如我所已經詳細說明那樣的（參看第六章之五）呢！

為求理論為合目的的起見，即使記述相等的經驗的事實，也有比較的簡單、比較的有系統之必要。在自然科學中，既說從對於複雜的

現象的直觀中抽象出適當的概念來，既說從許許多多的事實中歸納出這些概念間之關係來，即是說，求經驗的事實之簡單的而且有系統的記述呢！然則以此為對於理論之合目的性所應求的要件，似屬至當。

關於理論之要求簡單性這一點，我試再就古來之天動說與地動說想一想吧！自柯伯爾尼克斯及牛頓以至安斯坦，地動說之所以久得視之為正的，往往因信為能依此說而比較簡單的記述天體運動之故。豈知，雖然採取地動說，其意也決非以地球作基準而表說天體運動，卻非歸到力之實在的認識這問題上去不可呢！這種情形，若就我曾在第六章所說之相同的地方觀之，自當明白。說到那可以看作這個問題之最後解決的，今日之所知的安斯坦之一般相對性理論，若論其數學的公式，竟之有令人可驚的複雜。倘使，僅以數學的公式之簡單，即能決定理論之妥當性，那麼，物理學者又何故而須採取所謂一般相對性理論呢？不用說，其中固曾將這種情形指示出來：就水星之近日點那樣的現象而論，這實比牛頓力學更為近似於事實；卻是，單單對那麼一點之目的，我們或許能另立一種更見簡單的理論出來，也未可知。（試看格爾柏爾吧，他在一八九八年，既已由一種關於萬有引力電位之時間的進行的適當的理論來，而在數量上得到與之一致的結果了。）相對性理論之所以可取處，也就在其滿足先驗的要點較多，而最能適應我們之思維這一點上。我們既得了這麼滿足思維的理論，那還不能作為比較其他理論更見簡單解釋嗎？其能在各種各式的現象中發見彼

此相互的關係，能將全數的理論統一到比較根本的一種，並且因此而能達到所謂一種世界形像，我以為，同由此種見地觀之，似也無一不可歸入簡單性上呢！馬赫說自然科學之理論，乃對於經驗之記述而施以最經濟的思惟之努力的，這話似也好在此種意義之上解釋吧！何以故？因為：在思惟中，唯有最經濟的事物，正是最簡單的事物，那是必然如此的。

自然科學之理論應當若何選定，我已在上面述說了。我們似還有一種疑問，即是：僅按如此這般的法以考察，豈不也能立出多少套數的理論來嗎？試看馬赫吧，他曾在思惟經濟說中主張說，理論祇是一種求能經濟的使用思惟的規約而已；再看那位與馬赫有同意見的刁愛姆吧，他曾說，那以經濟的為目的而立出的標準，因為由於個人而不能無異，所以可依自然科學者所取的模型而生出種種的傾向來。然而我們在他一方面，看到屬於各種各式現象範圍內的理論，都逐漸的相互關聯起來並且都被統一起來，而將達到世界形像時，尤其是在近今，看到對於物質的那種醒目的發展時，似沒有人不與普蘭克同傾向到肯定自然科學之唯一性上呢！

就世界形像之一義性而論，固有如前面我所說過的那樣，未必能以一種非如此不可的先驗的必然性歸之。然而，從今日以前自然科學發展之情勢觀之，若作這種豫想，比之作與此相反的，即以為將來或有多少套數的世界形像出現的那種豫想，更覺近乎真實得多了。而且

將其一義性假定起來，至少，在自然科學的眞之意義上，爲使能澈底計，這也是一件必要的事；況乎，如普蘭克之所說那樣，自然科學者如果以一義性作爲一種信念，則在推進自然科學之研究上，亦覺大有效力。不過，如果不同以之作爲信念與否，而專由批判的以考察之，那就必有待乎多多的經驗了；然而，縱使曾經定出多少套數的世界形像，僅求其彼此同生在一種思維形式之下，那麼，立刻就能推知，不是可以互相轉換的，便是可以互相補足而更歸到一種包括的唯一的世界形像之下的。我對於如此的關係，不能不想到這一種事實：在歐克立德幾何學之外，又有了非歐克立德幾何學成立，而且彼此同被包括在今日之所謂一般幾何學之下來了。

在十九世紀後半期，基爾希、馬赫，均曾主張以經驗記述爲自然科學之本務，並說理論祇是欲將此等作經濟的思維規約；這話確給了一種力量以剷除當時之思想上還受着影響的古時之自然哲學的傾向；卻是，爲認識自然科學之本質的價值計，就有如上面所指示的那樣，對其理論，非以規約以上之必然性歸之不可。特別是，必至肯定了那由理論的所構成的世界形像之成爲絕對普遍的而且成爲一義的時，始能捉得這自然科學的眞之本體呢！

五 自然科學的認識之究極性

我在上面，曾說過自然科學的眞之性質，又說過其一義性爲應假定的；不過，這樣的所謂眞，必在實在認識已得依自然科學之法則反

理論而確立了的時候，乃能表現。須知，我們所求出的法則或理論，卻常為一些近似的，我們決沒有理由可以斷言其為絕對正確。試想想看，我們在自然科學之各部門中，不是常常見過好多法則、好多理論屢被改變嗎，都不斷的新陳代謝嗎？這種事實，就滿聲暗示：現在為一般所相信着的事物，容或也有今後更被改變之可能性；因而，就也可豫想：無論到了什麼時代，准不敢下所謂那係絕對不可動的事物這種斷定。既然如此，乃偏欲在這種必須豫期這樣逐次改變的法則或理論之上，而取真以命意，我們對於此事，似免不了要抱幾分的疑惑呢！真嗎，果然不錯是絕對的。然而，由那意以為真的法則或理論所產生出來的實在認識，乃竟不絕的動搖，這果是十分值得認之為真的嗎？

這個問題，由哲學上而論，甚為重要。我今擬就自然科學的認識之各種階段而稍加詳細的檢察一番看看。

首先第一，關乎經驗的事實之記述的法則常為近似的這種情形，已經在第六章詳敘一番了；至於其近似性嗎，一則是，由於我們之感覺不能純粹為普遍的並且一定屬有限的而生的；再則是，因為實驗中之始原及環境條件不能依照我們之所要望的實現從而生出所謂觀測誤差這種情形而起的。我們卻可用適當的實驗及觀測手段，而盡力之所及以求減少誤差，以求增大觀測之精密度，因而漸近的以捕獲精確的事實呢！當然，我們無論向着何方進行，都會為某種界限所擋遏；雖然如此，也當能走進一步就逼近一步以次的走近所求的場地吧！既能

了解此種情形，於是再看一看如此的一些法則，那就會說無論其中之任何一種，各各都會有各各之程度上的近似性呢！即必然會以為雖未必為表說我們所希望的最後之真，卻在某種近似性之界限以內為真呢。因為觀測已得到比較的精密，那以前之法則，就該修改，就該補足：這話之意義，並未說以前之法則為偽，卻僅說近似性之界限又可進了一步而已。在我們認識其正當的界限而固守不動之限度內，這種法則，無論到何時何地，真是真而不偽的。也有不少的人，在這一點上，似乎都抱有一種誤解在那裏；例如，在通俗上，一聽到安斯坦之相對性理論所導出的那種萬有引力法則能與事實一致這件事，就立刻承認以前那種牛頓之萬有引力法則全被破壞了，早已沒有什麼價值了。這樣的思惟，無異乎因為電光既經普及，遂以舊時之油燈蠟燭等等為已全歸無用了，無異乎既見有一種風氣盛行，遂以為以前種種已全不值一顧了。如此等等的思惟，實在可以表示對於自然科學的法則什麼都沒有理解這一種情形之極端的例；卻是，我們對於此等思惟而加以反省，就應因此而知法則為真這句話之正當的意義了。即是：安斯坦所新立出來的法則嗎，在表說水星之近日點運動之事實等情，其勝於牛頓之法則，確屬不容否定之事；後者嗎，在這一點上，就難免要說其與事實乃實在不能一致的了。然而這一套話，卻並沒有打算證明牛頓之法則為偽有如通俗上之所理解那樣的。所謂行星軌道之近日點運動，乃在表說橢圓運動的軌道方程式中附加一個微小項進去而得出的；所

以，那種忽略了這個微小項的牛頓之法則，也能以如其所有的近似性表說現實的事實；由此觀之，其未定近日點運動這回事，也不過以其近似性之界限設置於此的話告訴我們而已。超此界限而適用法則，不在所許之列；即使於此發見了有與事實相矛盾處，我們也不必認為法則之偽，就作為適用之誤解釋好了！說到法則之本身，無論到了何時何地，在其所表現的近似性之界限以內，妥妥當當可以作為真看。舍去此種見解，無論何處，我們恐怕都不能發見自然科學的法則之真實性呢！不過，在自然科學上，乃以逐步推進此種近似性而使其達到窮極這宗事作為一種目的；所謂最後之真之所以能期待其或將表現的，其原因即在於此。然而，到窮極去之道既然如此，那就分明不是專由事實經驗而能行到盡頭的。何以故？因為：經驗無論進到何種地步，即觀測之精密度無論增大多少，其屬於近似的卻終於近似的，這種性質無法消除。例如那物體之原子熱吧，依刁龍及普梯之實驗的法則，乃承認了這件事的，即對於一切物質都有其一定的值；不過，這乃專在通常溫度之範圍內成立的法則，若據近時納倫斯特等在液體空氣以下之低溫度中所實驗的情狀，則竟又發見原子熱實依指數之函數而減少。然而這種實驗，無論施行得多麼精密，那原子熱之正確的數式的表現，總屬無望的呢；無論何時，卻都不過到得某種程度為止，而得到一些近似於此等實驗的法則而已。同樣，即關乎其物理的數量的所有一些法則，在其純粹為經驗的這個限度內，不免也常是如此。

以是，我們如欲使自然科學多少也能從這近似性脫出一些，其唯一的方法，就逃不了那理論化。何以故？因為：凡在施行理論化時，我們所常以為必要的，乃設置能使何種先驗的要請得到滿足的一種理論的基礎；而如此的基礎，在其為先驗的這個限度內，卻可看作離開上面所述的那近似性而獨立的。固然，某種先驗的要請，為其單在我們思惟上視為必然之故，對於自然，自不見得怎麼妥當；而我們在其與自然之事實之一致上，以之作為自然科學之原理，並探之入假設之中以作理論之基礎，卻是可以的事。於此，所以只要有一種正確到某種程度為止的事實經驗，也就不待多言了；至於，欲使其超脫經驗中之近似性，即欲補正那含在其中的誤差而施行一般化，這事若不待到理論之確立卻是不成，已經我在前面如此說明了。

然而在理論中，固常有反乎經驗的法則而含經驗以外之要素的；所以，其果適應於事實與否，尚在不可知之列，若欲加以判斷，當然不能不依靠將來之經驗。而且，沒有此種判斷，就決不能斷定理論為真呢！在這一點上，足見自然科學之法則、之理論，其間有重大的差別在，我們千萬不可將此疏忽不理。法則嗎，有如上面所述那樣，以其為經驗的為限，無論何者，在某種近似性之界限以內，都能常真；理論卻與之相反，因而充作理論之基礎的假設，也就與其所含的經驗以外之要素之如此如彼有關而未必能真。尤其是，這種所謂經驗以外之要素，以其在自然科學中有必要的為限，必有將來之經驗可能性在

那裏。而且，在實際上，待有將來之經驗，而理論之真偽也必然可以判定。總而言之，不管我們在自然科學中，爲有要迫近似性進到究極的去之故，而在經驗的法則以外認理論爲必要的，卻不能說理論乃常真的呢！這就是：理論之所以屢被改變，甚至那舊時的有時竟可以完全廢棄之原故。如關乎光的那種理論的假設，當爲其顯著的一例。最初在牛頓唱那微粒子說時，固曾可依以說明光之直線的進行、反射及屈折等之現象；但使問到那粒子是怎樣的，那就在事實上十分不得明白了。牛頓本身所曾經研究的分散、干涉等之事實，固已對於粒子而要求其有某種週期的變化那種性質的；但還不敢說其作了當時曾爲海更士所唱的那波動說之輔助更佳。及其後發見了那迴折之現象，發見了表示橫波之特性的那偏倚之現象，波動說之得以看作不可動的，遂爲一般所承認了；然在以之作爲以太之彈性的波動解釋時，說到所謂以太必然具有一種特殊的性質與我們所知道的他種彈性體之任何一種都不同，這語就受多數學者之所抨擊了。然而，無論依光以外之何種現象，以太都未曾表現於我們之感覺；所以，其從光之各種現象所歸納而得的性質，在同其他物質作類推時，無論若何覺得奇異，不但其在理論上不得謂爲欠當，實則，在其可以全由理論上將所有性質明白提示出來這一點上，有如羅德·克爾濱所曾指點的那樣，反而不得不說以太較之其他僅由感覺上所知道的物質，並不見得特有多大的不可思議呢！既然如此，遂可見得，那彈性波動說在光之各種現象之

說明上，曾經贏得一時的勝利了；誰知，自電磁波動有與光全然同一的性質這種情形，為麥克斯威爾在理論上所示知，而且為赫爾志在實驗上所證明以來，我們可以明白了這樣的事情，即是，以太同時不得不看作電磁氣之媒質，而電磁氣之場之性質絕不許同樣作彈性的類推，那光之彈性波動說，以此遂欲不為電磁波動說所更替也不可得了。而況到本世紀，為欲說明光之種種作用起見，更有所謂安斯坦之光量子說假定出來，在光之傳播於空間時，有與表示其波動的性質同時而並證明其量子的組成這許多事實（如哥姆普頓效果），遂無一不可以明白了。

理論應着自然科學之發達而經過種種的動搖改變固有如此；卻是在其所表說的全體之中那些特能與事實一致的部分，乃含有在一向所說的意義之上看作真的那種要素的；那逐次之改變，無非增加如此的部分而逐漸逐漸的達到最後之真的歷程而已。在此種意義之上，理論也同法則一樣，必然為近似事實的。不過，法則之近似性嗎，乃因其連續的改變而增大的；而在理論中的，卻屢有因非連續的改變而得達到其目的這種事情。這就是：理論之所以不能說沒有含非近似的要素，即不能說沒有含反乎真的偽之原因。

無論若何，因為法則及理論之近似性可期其漸次的增大之故，我們終將達到最後之自然科學的真；在此事件之上，我們非將自然科學的認識之究極性探看一番不可。無論何種認識，我們最初祇沒有理由

可以看作絕對的。除去單唯名的事物外，甚至對於所有一切自然科學的概念而下定義時，其所謂概念認識的，都非究極的不可。即在所謂時間及空間之那樣先驗的形式概念，本可作哲學的論的，如果當欲與之以完全的自然科學的內容時，竟仍沒有事實經驗，那也是不可能的：這種情形，我們已經受過那令人可驚的安斯坦之相對性理論之所指教了。其曾經由理論之所指示出來的情形，即是：時間及空間之測度，非照光及萬有引力之法則之成立那樣以決定之不可，非由經驗的不可。更於時間本身之實際的測定時，我們固也近似的以假定地球對太陽或恆星之自己迴轉為常屬一樣的，並將其單位定出在那裏；然在一方面，那天體力學之理論，卻指示出這種地球自轉決非常屬一樣的，如果經過了十分長久的年代，則地球之一迴轉即一日，怕已不能再用依今日之時間單位所說的二十四小時以表現了。假使以地球之一迴轉時間即一日作為二十四小時這種說法為一種單名稱的定義，那麼，無論到了什麼時代，這說都該可以固守呢；然而，如此的時間定義，乃欲以之由理論的以整序起種種現象之法則來，這回事卻不免終成虛偽。以我們今日之物理學而論，還不若以一定的光之一振動時間作為不變的時間單位而導入之為得計。即是：既不可不用那依地球迴轉以近似的決定的時間單位而測定光之各種現象，並不可不以那能滿足所要望的理論的關係為準而補正所測定的。因而，那不變的時間單位之絕對的決定，唯有與此等理論相待而成為究極的，此外無他。

關乎空間之長啦，以及其餘物理的數量之單位啦，也都含有同樣的情形在那裏，當也都可依同樣的考察而知之。畢竟，無論何種概念認識，以自然科學的而論，最初祇不能即到完全的地步，僅與其所關與的法則及理論相待而有成爲究極的之可能而已。

那自然科學中之原理認識嗎，當也具有與此同樣的究極性，不待多言。在純粹限於作爲先驗的要請這種意義上，原理自是就其本身即已完了的；然至問其可否作爲自然科學之認識以成立，則必經驗了一切現象的事實之後方可斷定，前此，僅可豫想其有那麼的可能性而已。這種豫想。不問有多麼確實，那也沒有否定原理認識之究極性。如能量之原理啦，如運動之相對性之原理啦，以今日之所見，誰都信其爲絕不可動的事了；雖然，如果問那能量概念就是盡於現今所知道的不是，即是問所謂能量之新的形態還有可能沒有，更或問那運動之相對性一經假定就無論到了何時何地都能滿足的將現象之法則、理論立出不能；如此等等的問題，除了待到有多多的經驗的事實乃可以作究極的闡明外，更無他法可以解釋。

最後爲已在第六章所述的那關乎法則之原理的近似性，我擬在這裏再喚起一番注意。即是：所行的觀測實驗，無論行得若何精密也未必，不，甚至越精密越未必能常重複着一定的始原條件，這是可在自然中發見的情形；假使，我們絕對不許有近似性，而欲闖進這個範圍，誠恐，如我們一向所思惟着那樣的形式之法則及理論就早不能在此成

立了，而且，所謂與一定的始原及環境條件相應的一定的事實記述竟是無意義的事了。當我們欲在有以上所述那種意義的法則或理論中而觀自然科學中之所謂事實記述時，必將有這樣的結論：自然科學之絕對的究極，終於使自然科學之本身歸於破滅。

其實，所謂同一的經驗不能重覆這句話如果屬真，則不得不說自然科學沒有成立了。何以故？因為：自然科學之方法、之形式，均必在豫想其有經驗重覆之可能上，乃可以適用。因此之故，如果不管我們之事實觀測行得異常微細而且精密，卻依然達到那種一定的始原及環境條件不能在原理上實現的範圍；那麼，所謂自然科學的考察，早已考察不到各個各個的對象了，這裏必可劃出自然科學之界限來了。通常大率相信着，自然科學可以在其究極上要求極度的精密，其實，卻不應該超出以上所述的界限呢！不過在事實上，為得有我們之觀測手段中之種種制限之故，即欲達到此種界限而亦不可能；我們因此，就非常以法則之某種近似性為滿足不可了，而且於此，也非給所謂自然科學本身之成立以意義不可了。

第八章

自然科學之特質及種類

一 對象的特質

自然科學所具有的特質，乃在以自然作對象而研究之這件事上，自是不待多言的。然而我們首先還得問一問，所謂自然果以什麼作其意義？因為：如果不能十分了解自然之意義，那就不能非常明瞭自然科學之特質呢！

本來，所謂自然這個用語，其所說的意義，乃以其與我們之精神對立為主。必至承認了那對於精神作用的特殊的科學，即所謂精神科學之存立時，始可對之而考究到這自然科學之特質何在。豈知，那些可以看作精神科學之所屬的史學啦，言語學啦，法學啦，經濟學等等，其各各之具有或似也具有一種僅以成立的要素而得認作科學的，比較還是聯新的事件；前此的情形，就因為這種所謂學的各門，其各自的組織既不完全，其各各相互的界限也不明瞭之故，所以其時所單單稱作科學的，僅作今日之自然科學的意義而已。即至今日，所謂科學（Science）這個用語，在通俗上往往還有被用作這麼一種意義的，即以此故。其經過既然如此，所以首先可以承認精神科學之分科的，大約還當以在十九世紀初期試作科學分類的英吉利之奔沙姆及法蘭西之

安培爾等爲根據。直至十九世紀之後半期，在那位德意志之以心理學者馳名的馮特那種精緻的科學分類中，其與自然科學之對立，乃見確確實實的表示出來呢！

雖然，這種自然與精神之對立嗎，究竟關乎我們之經驗可作何解：這還非考察一番看看不可。一般所可當作對象的，乃屬經驗的事實。我們可以將這種經驗由思惟的加以分析，再將那主觀，即依存於能將經驗把捉住的精神能力的，再將那客觀，即看作與主觀無關的經驗內容，兩者並抽象出來。而那論究前者的，則爲精神科學；那處理後者的，則爲自然科學。依此看來，自然與精神兩者，並非彼此獨立於經驗之中而作內容的對峙的；其所表現的差別，卻僅可看作立於不同的立場而觀同一的經驗之結果。本來，我們在能定立那與客觀相當的對象或爲物質、或爲生物時，同時也能想到那與主觀相當的，即是使主觀顯現的主體那個精神呢！然而，所謂精神既是如此而抽象定立起來的，那就已非主觀之本身，而不免爲一種被客觀的那能使此主觀發生的能力之所在對象了；凡是一種作客觀的對象看的事物，其與物質、與生物等，就已經無異處了。如果即以如此等等的客觀的對象界名之爲自然，那麼，精神就非與自然對立的，祇能成爲自然之一部分而已。從而，那考究精神之狀態以及與之有關的事實的心理學嗎，就不應如從來所信着的那樣，以爲屬於與自然科學對立的那精神科學的，還不要以之包括在自然科學之中，似覺更宜。

既然論到如此，則在自然科學之外，果還得有所謂與之對立的精神科學與否，似就成了一種疑問啦！如果就對象之種類而說，容或物質與精神有所不同；若以此兩者為同一屬於客觀對象界的，而使之包括在自然之下，則不同考究物質的學問也好，考究精神的學問也好，一色非認作自然科學不可。如那種專依對象之種類而分自然科學與精神科學的獨特之分類，此處卻是露出破綻的。

然而，我們欲使自然之意義竟推廣到將那作客觀的對象看的精神也包含進來，縱然這是可能的也是在所當許的事；但使僅以所謂由客觀的看來這一種理由，而欲使我們之精神所做出的行為一概包容於自然之中，這事卻覺得欠當呢！何以故？因為：依我們之所知道的，卻還有意志的現象表現在那裏呢！於此，就不得不劃出自然科學之界限來了。譬如意志本身之表現啦，以及其所具有的某種一般的內容啦，當然都為心理學上所可處理的；但至其餘個別的內容，則至少也在自己覺得意志自由的這個限度內，我們卻絕無理由可以看作單單的自然了，因而，除了以之委置於自然科學以外之範圍中去，此外更無法可施了。

依我所想，所謂自然之特質嗎，非在對象間有何等必然的關係得以認識不可。那就是：至少也得有某種十分近似之程度，要無論何人在何時何種情境看去，都常有同一的關係成立的：這麼一種事物。即是一種與必然性同時而兼具了普遍性的；而且其所表說的真，非專與某種個別的事物相對，而為能將所有一切悉數包括起來的一種絕對的。

反之，那種關乎我們之意志內容的，若就其所向若何而論，至少也是在主觀上覺得自由的。於此，具有欲從各色各樣之中選擇出某種事物來的一個標準，即所謂價值觀或者目的觀是。因而，於此所表現的各有各對象，就非各各歸到各各之價值或目的上去不可。那論究如此等等對象的，我們即稱之為文化科學以與自然科學分出差別。

在此種意義之上而與自然科學對立的文化科學之特質嗎，是在最近代方認識出來的，乃由於十九世紀之末期，有了這麼一回事，即那位德意志西南學派之哲學者溫德邦，首先以歷史學作為文化科學之代表者，而使之同自然科學成了對照。即是：那作自然科學之對象論的經驗的事實嗎，其本身並無何等價值的差別，大都只有，作為普遍的法則所記述的一般的事實之特例，這一種意義而已；至於那作歷史學之對象看的事實嗎，卻非依了歷史學的原理而選出所謂有價值的來不可。有一個常見引用的例在那裏，即所謂詩人格特在一七八〇年二月二十二日定製了信封是；這件事固可憑其收據而證為事實，但若看作一種沒有價值的事實，那就算不得一種歷史的對象了。特是這裏之所謂價值，不僅說那種事實^上在究明歷史的原理上用得有功效而已。那樣的事實選擇，本來在自然科學之研究上也屬必要的；譬如說，某年某月某日，某處降了雨或開了櫻花，僅有這麼一些斷片的事實，即由自然科學的而論，也覺得沒有什麼意義。那當作自然科學的對象的，必須選出一種可以從之導出何種普遍的關係來的事實乃可。須知這些事

實，其本身上並無價值，唯有可以從之尋出法則的關係來，乃有用處。在歷史的事實則反之，既已看其作了一種人類或社會之行為，又必須事實之本身上有了歷史的價值。而且這個，就非看作得由意志的而自由行動的人類或社會之特質不可。

溫德邦及那位承繼其說的力克園，在大體上並是從此見地而將自然科學與文化科學兩者對立差別起來的。如果從此議論，則那些曾為馮特作為精神科學分類起來的，其中除了心理學外，所有其餘各分科，如法理學、經濟學、政治學、宗教學等等，似當悉屬文化科學。力克園嗎，對於文化科學與自然科學之特質的區別，他卻以之歸於研究的方法，而不似此處之如此僅以對象為準。

我在第一章論述經驗科學時，還舉過那種由馬克斯及恩格斯所新興起來的社會科學之特質；但是那裏所從出發的見地，乃以經濟現象作社會現象之中心而依唯物論以解釋之，而此經濟現象，則以為由對於生產及交換的一些物質的條件所決定的；因其如此，遂與以上所述的文化科學的方法全然異趣了。即在這裏，已不復顧到所謂文化價值了；其在這一點上，既將一切對象悉作沒價值的處理，並欲發見其間之普遍的關係，這樣，即說其已無異乎自然科學的方法，似也適宜。然而此處之所謂社會科學的對象，若說能專由數量的關係上以表現，卻就多數未必如此；因其有這一點，那自然科學中之數理的論理，所以就不能應用於此了。因此之故，在那馬克斯主義中，遂用了一種所

謂唯物辯證法的論理，而最有功效的以進行其所有的論究。即是：其應乎對象的方法既然不同，則社會科學之形成特質，早已於此可見了。

惟是，在論究這樣的方法論的特質之前，我還擬就一種數學之對象而敘述一番。數學呢，不用說是在自然科學之數理的研究上所不可缺的，尤其是所謂處理數量的概念的精密自然科學，特別與數學有最密接的關係；不僅如此，即在那些當作數學之對象的數及幾何學的空間形體等之概念，必先有自然物存在，始可抽象而得之，這也無容疑的餘地呢！其實，不論算術，不論代數，乃並由以算物為目的而發達起來的，幾何學則由以求知正確之物體之形狀或配置之關係為目的而產生的；這都是不錯的情形。然而於此所論的關係，其本身卻是單以依從思惟之論理法則而得見其特質的；因為與之相應的具體的內容，任以何物置換均無不宜，所以這些對象物，即不豫想為實在亦無不可。數學之極廣汎而且優秀的應用性既存於此，同時，其有離了經驗實在界而存立之可能性亦見於此。所以，一到數學的論理從容緩步於其本身之歷程上時，那種絕不能由實在上以求得對象的抽象概念，就陸陸續續發生起來了。虛數也好，複素數也好，都可名之為數；然而此等之所謂數，已非用以算物的數了。所謂微分的那種數量，雖然在物理學之理論等等上也盡着極其重要的職務，如果從嚴格說，那就不外乎一種專在手段上所想像的事物罷了，卻並不是什麼實在的。更加點、線、面這些幾何學的對象，以及四次元以上之高次空間等，一概具有

同樣的性質在那裏。畢竟，如此等等數學的對象，縱使缺着經驗的實在，其所有的特質，也可以純粹由論理的而限定之；所以數學之內容，祇能有從作為前提命題的公理所演繹出來的這一種，此外無他。即是那種內容，僅為依存於既定的公理的，其果能與我們之經驗一致否，儘可不必過問。

依此意義，數學就明白作為與自然科學確有不同的解，當無不可。對於數學之定理之正否，只須檢查其含有論理上之矛盾與否就足殺了，全不須乎自然科學中那樣的事實檢證。馮特這位先生，他在當時，竟能將以前素與自然科學混同在一堆的數學特別抽出，而作為形式科學以與其餘的經驗科學分了區別：不能不佩服其有一種卓見呢！

所謂形式科學的數學，其特質究屬若何，只須在非歐克立德幾何學之成立上，就可以見得了。依我們之所熟知的說，那非歐克立德幾何學，乃因在歐克立德幾何學中，有關於平行線的一條公理，即所謂「通過既定的一點而與既定的一直線平行的直線，必有一個而且只有一個」這條公理，那欲由別條公理以證明這條公理之許多嘗試，竟無一不終歸失敗，所以欲否定這種平行線公理，而假定一種與之不同的，因此，遂得了一種所謂新的幾何學體系。俄羅斯之羅拔赤夫斯基及匈牙利之波利耶伊，他們都會假定，通過一點而與一直線平行的直線，可有無數之多；這種公理，也並不見得與其他公理有所矛盾，因而即在這個基礎之上立了非歐克立德幾何學。其後，李曼又發了一種議論，

以爲：在此等幾何學所成立的空間，所謂空間曲率各有不同的值，在歐克立德空間，曲率算是零，在羅拔赤夫斯基、波利耶伊空間，曲率乃負值，因而更求空間曲率之要取正值的別種空間，也沒有不可能。以此等曲率各各不同的空間，乃有一般的作爲直線以下定義的，這也不過就二點間之最短線而說罷了；所以那平行線公理，仍然表現得各各不同。

然而如此等等空間之可能性既經幾何學的闡明之後，就時常發生了一個問題：究竟我們所經驗的空間屬於何者呢？那歐克立德幾何學，最初本是依了經驗而抽象出來的，則實在之空間，必爲歐克立德空間無疑：這固覺得爲最有力量的議論了。然而在一方面，有人也曾這麼說：空間曲率之值，假使沒有多麼大時，則在狹小的空間範圍中，到底不能精密的決定其差別，似乎必須有對於恆星等的天體觀測，始能測定。須知，如此這般的議論之立場，乃欲以當作幾何學的對象的這種空間作爲經驗的實在解的呢？若使純粹由公理的以建設幾何學，並想像其有種種空間之可能，那麼，這宗事之本身，既已屬於不同的立場了。如果無論何時何地，我們准看數學作形式科學，那麼，空間豈不是在將經驗立出形式時所必要的先驗的概念嗎？反之，空間形式豈不又是由經驗所決定的嗎？空間曲率之取值所以有種種，乃因爲種種場所之長之測度有如此如彼的關係之故；我們究當若何定法，並無所謂必然的理由，祇爲一個因便適宜之問題而已。由此種見地觀之，若

欲解決經驗的空間究屬若何的這個問題，竟絕無意義。

以看數學作純粹的形式科學為限，這最後之論據，固已可以認為正當之至。然而在許多哲學者之間，還經有了一種爭論，即是要問：在物理學上，何以歐克立德幾何學獨可以適用於記述經驗呢？這卻絕似那天動說、那地動說，由形式的而論，彼此均有可能，乃何以獨有地動說適用於經驗之記述而得為正當；同非在哲學上所能解決的問題呢！而且也與天動說及地動說那個問題在實質上相關聯，必至安斯坦之相對性理論出現，方能引至最後之解決。即是：在此理論之中，其將空間之性質與物理現象，特別與萬有引力之場結合起來，而表現物體周圍之萬有引力場的那個方程式，乃由一般的李曼幾何學之關係而使之成立的。這實對於形式的空間負了全新的重大的職務；其在此處，已非看作一種經驗的對象不可；種種場所中之空間曲率啦，因之而及長之測度啦，決非可以任意的，卻不可不與物質之分布同在經驗上以作一義的決定。我們固不能純粹由先驗的而導出幾何學的空間，卻是同時，在其為經驗之形式這一點上，就算完全離了經驗而獨立的了。即是：那當作經驗形式的空間，為欲使其內容有經驗的事實關係之可能計，必非任意的。那定空間之測度的用尺，必然具有可以當作實在之物體的性質；因之，其所測得的空間，也必可以當作現象之舞臺，而給以自然科學的意義。古來所看作假設的物質那種以太之職務，所以能由這經驗的空間而履行的，也是受此經驗形式之賜。安斯坦曾經稱

論究此種意義的空間的爲自然幾何學，以與形式的公理幾何學分了區別；前者當然非離後者而獨立的，只說是有作爲經驗形式之可能的特殊的幾何學，似無不宜。畢竟，數學與自然科學之極密接的關係，實即表現於此。

二 方法論的特質

溫德邦及阿克圖論科學之分類，竟能知在其方法論上以求自然科學與文化科學之差別，這確有卓拔的見解。即使同在精神現象，也因那用以論究的方法有所不同，或則成爲欲求普遍的法則的心理學，或則成爲以個性的記述爲目的的歷史學，上面曾經如此說過了。前者嗎，視所有一切現象均爲沒價值的，而當作那普遍的概念及法則之可以探求對象之個性的或特殊的事實之一個實例觀察；並以爲這些現象，均得因法則的關係之實在而常行重覆。後者反之，認在某時某日所發生一次的事件爲有一種關乎人類或社會的特殊的價值；並以爲這種事件，顯然有所貢獻於文化之發展進步，而具有一種不得以別項事件來代替的個性的意義；且即以闡明此種價值爲文化科學之目的。

在大體上，固然不得不說這些議論頗能扼要，亦且明瞭這種科學之那種科學所各有的特質；但因其特對差別的對立過於重視，卻不免將各各之本質中所含有的其餘一切重要點概行疏忽了。即是：在文化科學中所以爲主要的事，固然不錯是由價值的見地而選擇現象，且即依以記述其個性之意義；豈知這種所謂個性的事物，也無非那具有某種

一般的價值的事物之一個特殊的表現而已。我們實不可不以文化科學最後之意義歸到這樣的說法：其所以應行判斷這屬於個性的價值的，本因欲求發見一種可以豫想其有那樣的一般的價值，而且可以成爲理想或當作真正理想。因此也不可說：卽如那歷史中之個性的記述，也還得要一種在此以上之目的所可採用的方法，而非僅僅始終如此的呢！這種關係，當論到那些歷史以外的，特別是藝術、宗教、道德、法制、經濟等等時，其表現得明明白白，當屬容易知道的情形。而在此種意義之上，那文化科學嗎，就也非看作法則定立的不可了。

在別一方面，那些關乎自然科學的，特別是如以地球或宇宙之歷史作對象而論的地質年代學或宇宙發達論，還有與之相關聯的生物發生論，也都與文化史同，也都以由個性的而追究其所發生一次的事件爲主；而其每個事件，也都必須選擇一種對於大體之歷史的變化上有意義的。惟至論其方法時，若從其現還遺留的古代之痕跡而論，或從其餘的現在之狀態而論，均適用所已知的自然科學的法則；若從其欲逆以推究過去之狀態這一點而論，則在本質上決非法則定立的，因而不能認爲自然科學之純粹的。當然，那與如此等等之研究相關聯而未爲我們所經驗的自然科學的法則，並非准定不能發見的；卽是此種研究之主旨，無論若何，乃准定在乎究明過去之狀態的，我們於此，卽欲舍棄以上之所述的見解，也覺不行了。

也許有些論者以爲：如此的自然之歷史的記述，如果放大眼光來

看，仍然有看作自然科學的法則之一個實例這種意義，而且仍然不能准定他日不會在宇宙之什麼處所重複看見與此相同的例。這話或成事實也未可知；但恐即使如此，那也當為絕對超越我們之經驗的事象呢；況使從極嚴格而論，則在第六章也經稍稍說過，在自然中，那絕對同一的始原及環境條件，果能重複顯現不能，還屬疑問，從而，若欲全憑那近似的許多經驗所抽象而得的法則，以斷言事象之為重複，這卻不敢保證其為正確。如果立於如此的見地，則那自然之歷史的記述嗎，僅在以其過去發展進步之歷程指示給我們這一點上算有意義，而與通常對於文化史所考察的大略相同；不過，前者之對象為沒價值的自然，後者反之，其對象乃從那由價值的差別所得的個別的人類行為以成立的。而且，在前者呢，至少，也關乎其大體之歷程上，可以想像其與自然法則之成立相對應，而有將來之必然的繼續；在後者呢，與之相反，視我們之價值的規範如何，而可以至某種程度為止以左右將來之運命，因而也不會使那期待理想之實現的可能性至於喪失。

終之，開口一說歷史，則其中也應含有關乎自然的，也應含有關乎人類文化的；而兩者在並由個性記述以成立這一點上，事實仍然相同。而況這種個性記述，在其有當作歷史的意義這限度內，均宜認作發生僅經一次的事件，不必豫期其能照樣重複。任其如此，通常卻以前者為自然科學的，後者為文化科學的；這不過因為我們在其中所記述的事象，一方是可以看作沒價值的，一方是可以看作價值的，兩者

有如此的差別而已。要之，兩者之所有的特質，實因乎此種價值觀之存否而定，任從何等關係看來，概不能否定此事。

然而此等情形，在所謂社會科學，卻不能不復有所變更。社會科學為以人類社會作對象的，固不待言；但因現實之人類社會，除了在歷史上所經記述的社會，除了現時在我們之周圍所逐步展開的社會，此外概因不能經驗的，若不欲僅作個別的價值的論究而欲作普遍的法則的論究，嚴格說來，卻有異常的困難存在，幾乎可以看作不可能，上面已如此說過了。雖然如此，社會科學卻是由敢於衝冒此種困難，而企圖依那極大膽的特殊方法（辯證法的唯物論）以成了功的。於此，與其偉大的聰敏同時，確兼有危險存在。其如此選出經濟現象以左右社會之運命，微之自過去以至現在之歷史的事實，縱然也可說是妥當，但其果否為在某種程度上的必然，卻還非精密論究不可。那經濟關係呢，即使可為物質的要素所支配，而以其中還有與政治、法律等上層建築之密接結合這一點，似也不能沒有何種文化的要素與之相關聯在那裏。而且社會科學究能純粹為普遍法則的而成立不能，這個根本問題，也非等到這些關係已經闡明之後，不能解決。

我還在上面說過，心理學應當屬於自然科學；這也是當論及心理現象時，由沒價值的而論，自當如此；若如馮特所名為生理的心理學，特別闡明種種生理的變化與心理狀態間之關係，其為純粹的自然科學，似乎更不待言。如果生理學非常進步，也許可以發見生理的細胞組織

與心理現象之某種必然的關係；而且種種的心理狀態，也許能達到在本質上之自然科學的解明；甚至所謂意志之自由，也沒有限定不得在何等根據之上而解釋其為當然的結果。然而，即使其已如此，我們仍不能不保存那究知意識內容之關係的哲學呢！他一方面，仍不能不承認那為論究各各意志現象之有無何種文化價值而成立的文化科學的心理學呢！

三 自然科學之諸分科

我在上面，為欲明白自然科學之特質起見，曾就那些能與之對立的，如當作形式科學的數學，如文化科學、社會科學等，而悉加以說明了。那裏說特質之形成，確在乎看作對象的自然之意義，同時又在乎用以論究的方法：這兩點都因各科學之進步而漸見明瞭了。馮特之所以僅注目於對象而舉了那與自然科學相對的精神科學的，乃因今日之所謂文化科學之方法論的特質，在當時還沒有十分確立之故；反之，溫德邦及力克圖論科學之分類，卻均以以後者為主眼了；但使更進一步來想，則自然科學之與文化科學或社會科學，其所以在方法論的特質上各有不同，也實因其所處理的對象之意義各有不同而如此，這卻非注意不可。畢竟不問對象，不問方法，須知其均非完全獨立的，卻彼此互相關聯在那裏以形成其特質呢！

在自然科學之內部，當其分出諸色的分科時，一向也顯出同樣的情形。當初因對象之意義有所不同而作不同的分科以研究的，率從其

漸次發達而發見了各所特有的方法，遂作為獨立的科目以處理了；但至彼此再有共通的對象之意義表現時，竟又就這些對象之互相結合而趨向共通的方法上，這也不是沒有的事。在物理學與化學之關係上，我們就確實見有此例呢！

物理學嗎，依一般所熟知的說，乃為研究那些對於物體的力之關係啦，以及音、光、熱、電磁氣等之現象的學問之總稱。其間，因為在事實上，特殊的物質對於此等作用各有特殊的作用，按理，那對於各各物質之性質之研究，自應也包含在內；但是在大體上，那物理學之目的呢，卻是欲發見那貫通一切物質的作用之法則、原理的。即是：所謂運動之法則啦，所謂力之平衡啦，所謂光之反射、屈折及其他現象啦，以及熱與溫度之關係等等，不言而喻，一概沒有那對於何種物質而成立的制限。於此所表現的，至多也不過一些特別顯示某種性質的物質之羣類而已。例如：所謂不為力所變形的剛體，所謂富有彈性的彈性體，所謂對於光的透明體及不透明體，所謂對於熱或電氣的導體及不導體，所謂呈有特殊的磁氣現象的磁氣體；等等皆是。我們為欲簡單的理解此等之一般的性質之故，首先施行概念的抽象，而撇開所謂何種物質有若何作用的問題；例如上面所舉的剛體、彈性體、透明體及導體等，均由理念上想像其為一種完全的物件。如此的概念化，似好說是物理學上在在所均行着的，特別是在其理論上用作特有的方法。縱說此等理念的概念，在嚴格上，不得原封送給實在的物體；卻

是，爲得導入了此等概念，而理論遂能表說多麼簡單而且廣汎的那一般的關係呢；試看其一路發展有如此，就不得不說其最初採用如此的方法，實大有所貢獻於我們之自然科學了。

我以爲這理念的概念化，未必是在物理學上所偶然幸得的，還須注意其有更深入的根據內在於此呢！這就因爲：現在之物理學，乃如我們之所已知的那樣，一切物體在窮極上，概從一元的（或二元的）要素而成立的，於此，不僅沒有各各物質之特質的差別，而且這種要素之物理的性質，其簡單的情形卻與我們之由理念的所想像而得的情形非常相應。而且因爲：似種種物質所表現的那樣複雜的具體的差別，顯然具有一種可能性，得以作爲專存於上面那種單一的要素之種種集合之體系上的解。因其如此，所以如那力學的諸關係，向曾以爲，或專在所謂質點的、或專在所謂剛體的那種理念的物體上，可以立出法則，而在實際的物體上，僅能適用於近似的而已；誰知不然，此等在其要素上均能保存一種根本原理，儘管從嚴格說，依然可以成立。這一點，我以爲在物理學之發展上，實含有興味極深的微機在那裏呢！正惟如此，物理學所以在其理論上，得了一番異常的發展，所以較之那將物質之具體的變化作個別的追究的化學，呈示了一層尤爲根本的價值。

化學卻與物理學相反，其所研究的題目，則在乎物質之個別的變化上；所以其所注意的，就非轉而向到所謂特殊的物質有若何特殊的

動作這宗事實上不可。但是，這許多事實呢，假使所知僅僅限於一些斷片的，原來無法可以形成自然科學之學的體系；所以為建成化學計，當然非將此等事實之關係更要約成了一種法則不可。在一八〇三年，有一位杜爾敦，因發見了化學之法則，而假定了物質之分子及原子之存在，這當為化學中之最初之理論的知識呢！其後，因種種物質之間，有化合之情狀之異同可以應之而分出其種類來，遂又有所謂物質原素中之週期律的為孟德列夫所發見了；於是化學也在自然科學的一般化系統之中占得一個確定的位置了。然而，這些化學的法則呢，任其可以認作與那些物理學中之法則相同，等是敘述客觀的事實，假使兩者之間還含有不同在那裏，則兩方所處理的對象之意義之不同，結果就當然生出其所表現的方法之不同來了。即是：在物理學中嗎，其所以之為主的研究的對象，如上所述，乃由理念的概念化而導入的；反之，化學中之各種對象概念，卻多的是可以依原不變而在實際上表現出來的。例如所謂化合物吧，所謂原素吧，又如分子及原子吧，如此等等的概念，決非作為我們之理念而形成起來的，即非所謂現實之物與之近似的那種窮極；在這一點上，似當與上面所曾舉的完全的剛體、彈性體以及其他物理的概念，有某種差別在那裏吧！所以如此，固也為得化學少有侵入數量的關係，但也由於其在大體上卻從記述物質之個性的特質入手所致。

在化學上所處理的那些物質之變化，乃以伴同溫度之變化而表現

的爲主，因而所行的化學實驗，多待乎可以以及於異質物之混合接觸的那種加熱、冷卻之操作；至研究光之作用，或研究電氣分解之現象，等等均與物理學逐步相近起來，而生出所謂物理化學的一種特殊的分科來了，於是物理學之研究方法，遂爲所移入了。及乎近時，因爲那種有名的射放能之現象爲柏克勒爾及居利夫婦所發見，其所伴生的物質變化，竟非全行侵入那電子之理論不能說明，接着，那從原子之各種現象而來的原子構造之理論，也在物理學上得到異常的發展；此時，所有一切的物質變化，均可期望依此以解釋了，化學遂至在本質上也將爲物理學之研究範圍所包括進去了。

其實，在最近那波爾之原子構造論中，乃是作着這樣解釋的，即是，凡物質元素之原子，概有一些稱作原子號碼而恰等於整數的陰電子，依一定的軌道以環於那個有陽電氣的中心核之周圍而迴轉；這些陰電子之軌道，各各從其所特有的量子數的整數之增加，逐層離核而向外方存在。而且也知道了那些屬於同一量子數的電子所描出的軌道，固然可以成羣，但是決定這種原子之化學的並光學的性質，卻以原子內之位於最外部的電子羣爲主。即是：在那原子號碼接近的一些原子，其內部之電子羣中之電子數及電子配置，通常均是大體同一的，不過在最外部之羣，則各異其電子數而已；而那最外部之羣之電子數，就決定其在元素週期律中負有重要職務的化學價。然而至今日止，所已知爲週期待中之異常的例外的，有如稀土屬元素，實與其他場合有所

不同，而沒有顯著的呈示其化學價之差異；但這也是容易說明的事，如果依照上面那種理論而說，則這些最外部之羣之電子數及配置，固屬彼此互等，祇因那些更在內部之羣，其電子數互異而已；我以為這裏頗有很深的興味呢！此外之化學的性質嗎，其已由此原子構造論而得到自然的理解的，也不少了。今日之所不能依數學的以從此電子的構造而演繹出來的，固還有那種種元素間之化學的親和力等呢；倘使更進一步而至於可能，則如物質之化合、分解那類化學的過程，也當能一律如此適合理論吧！

上面所述的那原子理論呢，其在物質科學上，實為最根本的理論之一種；向來物理學所努力的事，乃以發見一切物質所共通的法則、原理為主，即其在實際上，也已得了不少的成功，如今，則更達到這樣的時期了，即已踏進那由個別的原子之構造而立的，由種種的原子而立的一種物質構成之理論上了。今後還不敢限定，那本來屬於前者的一般的法則、原理就不能更新有所發見呢！然而以根本的說，其在我們為重要的乃屬這一點，即此等一般的法則、原理，直與那成了物質之根源要素的電子以及包圍之的空間有關。本世紀實具有一種重大的意義在那裏，即對於物理學已劃出這樣的一大轉換來了：這乃不可不注目的事。安斯坦那相對性理論嗎，這就是顯現於本世紀之開始而足以令人驚異的一種一般的原理；但使從這種轉換之意義說，這也可以如上面所述的那樣，以能適用於電子及空間而得為一種根本的。特

別說到那種與之同時提出而作了本世紀初期之最大問題的量子論，這是在如此有限的感覺條件之下，未曾有那與之相當的現象得以經驗的，這是專為解釋那與電子構成有關涉的嶄新的許多事實所呈現出來的最不可思議的謎時所視為必要而導入的；在這一點上，那就遇着非常的困難了，也遇着非常的興味了。但以多數學者之不屈不撓的努力，對此問題之解決，今日已清清明明的昇出陽光來了；而且以此之故，僅僅以此之故，我們已能依這種最深奧的電子之理論而踏進物質之各各問題了；這實不可不認為偉大的進步呢！

不僅原子構造問題，不僅物質化合、分解問題，我們還得進到物體構成問題呢！幸而有拉維（一九一二年）所開始的那X光線之分析的研究，這已可以成爲一個動機，而推知種種結晶之構造即其內部原子之配列了。因此，那礦物結晶學之一向單爲比較記述的，也可反之而應用更爲進步的物理學的方法以開始從事根本的研究了。假使，今後果能將原子配列根據於原子構造論而立出理論來，那麼，我們當能將凡屬可能的礦物結晶在理論上自由的形造出來吧！不僅結晶而已，更於一切物體，問其果在何種溫度之下而個別的分爲固體、液體、氣體這三種相態，問其果有何種彈性常數，問其果否顯示其餘所有物理的及化學的性質，按理，這些問題也未必不能全在理論上演繹出來呢。若果如此，我們縱說實已與了自然科學上以物質創造之權力，似亦不爲過言。

關乎生物現象，我們如欲達到如此這般的根本的理論，不但前途極其遼遠，甚至果能確實達到此點與否，也屬不得分明的問題：這情形疊經說過了。我們所有的動物學及植物學，素來僅以比較記述的研究或分類的研究為主；以動植物之有豐富的種類存在，只須按照這麼研究，已費不少的努力了；即如人類學，也當以之屬此。動植物及人類之生理的研究，其初，也是單以觀察生物之各種機官並求知其機能為主而從事於此的，有如解剖學，即是如此構成的；一至逐層盤旋到這些機能與環境之關係時，我們方求到生物現象之一般的法則上：這直看作與那對於物質的物理學的研究同在相等的位置，亦無不宜。今日之生理學及病理學，既已步步趨進這個方向，即欲全依我們所知道的物理學及化學之法則，以說明生物體中之種種現象：這乃一般所已經承認的事實呢！

在生物學之進步上，其成了最初之重要的理論的階段的，實為一八三八年德意志之許來登及許旺所創的那細胞學說。這一說是，假設無論何種生物體，都有細胞以作其組織之單位的要素；其後因顯微鏡的研究，此說已得確實證明了，即至那些細胞內部之微細的構造以及其種種的機能，也得詳細觀察了。這番發見，恰與化學及物理學中有那作物質之構成要素的分子、原子、更進而至電子等之發見相應，固不用說。惟是，後者因其微細得非常而超過顯微鏡之視限度，欲得直接目擊而不可能，其實在之情形，都是間接從種種現象而漸漸得到論

斷的；生物細胞則反之，可以憑藉直接的觀察，但在一方面，因其構造機能既極複雜多樣，而又有不可思議的所謂生活現象，其中卻含有一種最困難的問題在那裏，即是不知其果可還原到細胞內所行的何種作用不可，所以其本質的研究，不言而喻，是頗不容易的。

生物學中之第二階段之進步，則為一八五九年所公布的那有名的達爾文之進化論。這一說之所主張的，是生物種族之進化及變遷，是在所謂適者生存之原則之下，而由自然淘汰以行的；這宗主張，就與以物質之化學的變化為從一定的化合法則而行的那種化學上之根本原理相應。從而，那以達爾文及其他學者之研究為根據的進化論嗎，也就同在化學上之從實驗的以觀察各各物質之化合、分解一樣，而詳細觀察起各各生物間之類同關係來了。卻是，如果依我們之自然科學之方法所指示，則此種研究，也非從這單作自然的事實之觀察而再進一步，以達到那人為的實驗不可。其恰合成就此番使命的事實，常是，由那種為研究一八六五年所發表的孟德爾之遺傳法則而起的實驗遺傳學所供給的。

我在上面已經說過：那物質之化學的研究，先可由分子及原子之假設而立出理論來，次可由原子之構造論而溯到其最本質的根源上去。這生物之實驗遺傳學嗎，結局也非如此進行不可。即如近時所盛行着的生殖細胞之研究，特別是如此種細胞內部之遺傳要素之研究吧，那就是向此前進之一步。今日之物理學及化學呢，乃在原子構造論上建

着其最堪注目的舞臺的；將來之生物學中之焦點嗎，恐怕也將如此而集在細胞之構造機能之研究上吧！只是未到那時之前，就必然會發生一個重大的問題，即是問：果別有一種與我們在物理學上所發見的那一般的法則原理相應的物件，存在於細胞之生活現象中呢？抑或其中也只有我們之所知道的物質，以及支配物質的物理學及化學的法則原理存在呢？

此方面之所當注目的事實，恐怕為所謂膠質化學之進步所供給於我們的吧！那稱作膠質 (Colloid) 的物質之一種狀態，其為我們之所知，比較還算新事呢；那有關於此的實驗的研究嗎，雖然始於十九世紀後半期英吉利之格拉罕及梯因達爾兩人，但在其後，這種研究曾有異常的進步，卻增了不少的知識。其在我們特有興趣的，就算生物細胞之有膠質的構成這一件事實。一般之所謂膠質嗎，乃一種物質之中有不同的他種物質形成微粒子而分散在那裏的；前者稱作分散媒，後者稱作分散相。這兩者無論在固體、在液體、在氣體之任何一種中，同可得而有之；至其液體之中有他種液體粒子分散在那裏的，則特名之為乳狀膠質，如亞膠（動物膠）、寒天（蔬菜膠）、蛋白質類，以及其他有機炭水化物、色素類並細胞原形質等等，悉數屬之。即因如此，我們得以明白此等有機物質之構成了；雖然，如以上所學的那種乳狀膠質呢，則除其只可為生物機能所自然的造成外，今日還不能由人為的以合成之。那以此為目的的許多實驗，何以都不能成功呢？這

問題在欲求生物之本質明白表現於我們之前時，實可看作最初之困難的階段；倘使果有一日我們能超出此種階段一步嗎，那就正是我們能踏進關乎生物的根本的研究之新途徑的時期吧！

至於那件同生物特別是人類之生活而起的心理現象之科學的研究，則更加上一層困難，這可不言而喻。在心理現象之研究中，依前節之所述，曾有一種先驗的心理學，乃欲將意識內容加以反省思慮，因以闡明其關係的，乃如康德之所主張，屬於哲學的，據理，其所用的方法，必然與自然科學不同；但在他一方面，依我們之所知，又曾有一種實驗以理學，乃根據於已成自然科學的方法的心理實驗而構成的。於此，自應以發見心理現象之一般的法則為其主體；卻又有犯罪心理學，又有羣衆及社會心理學，等等以異常特殊的心理狀態為其研究題目，而分歧出來；反之，其以個別的人種、民族等之心理的差別作比較記述的，則更有人種及民族心理學。然而，如果欲使此等一切心理學發達而成為自然科學嗎，總歸當有明瞭生理與心理狀態之相互關係之必要。那馮特所稱作生理學的心理學即此；又如古來通俗所曾行的骨相或人相學嗎，果其可以供給正確的科學的知識，則亦可以屬之。以自然科學的而論，必將更達到此等生理狀態果與心理有若何的關係這種理論上；在其一般的，即是：身體細胞與腦細胞之組織關係啦，腦細胞之組織對於種種心理之若何相應啦，等等問題皆將包含於此。總而言之，自然科學的心理學呢，其在曙光照臨以前，諒必還須經過

一段頗長的行程吧！

在以上所舉過的等等之外，其作為自然科學之分科以成立的，還有自然或個體之發生及進化狀態之研究。從某種意義而說，這也無非一般的研究之一種應用而已；但對於我們所經驗的唯一的自然，則其意義似可作為一種歷史的記錄。在物質的自然之中，有天體的宇宙以及特與我們人類深有關係的地球之發生的研究，即屬於此。那記述天體之狀態的天文學嗎，其為力學及光學之法則、原理之研究上所資之處，固亦不少；但於此外，還負有這一種使命，即借用物理學上之法則、原理以闡明宇宙構造之機能，因而立出對於我們之宇宙之若何發生、若何達到現在之狀態的理論，而且更推測其將來。其有豫測將來之可能這一點，實為自然科學的歷史之特質呢；而其所以與文化科學的歷史有異的，即在乎此。那記述地球之狀態的地質及岩石學，以及其他研究氣象、地磁氣、火山現象、地震、關乎湖沼海洋的現象等等的一般的地球物理學嗎，其目的實不僅在乎應用物理學、化學、礦物學之法則以求知其現在狀態，即於推測其過去及將來上，也更有同樣重要的職務。試看，我們於地球之過去，竟能區別初生、前生、古生中生、新生等年代而認識之，竟能在大體上推察其歷史的狀態，這乃受地質學的研究之所賜呢！我且以為如此的理論，正足以使此等研究充作自然科學之一分科而有意義呢！

在地球之歷史的研究中，含有生物發生之理論，可以作其重要的

一部分看。這自應與生物進化學有關聯，但於人類發生之充足的事實，也非未經考察的吧！其在今日，雖則一切困難都還依然如故的遺留在那裏，卻是我們也應準備置之於自然科學之課程表中呢！

假使社會科學更見發達，而能清清楚楚的決定社會現象之若何部分乃循行於普遍的而且必然的變化之過程上的，那就至少也可在這一點而以之作自然科學化；誰知，其在今日，既尚存有疑問之餘地，同時在他方面，社會又偏為如此必然的運命之所支配，這種情形，竟暴露出社會本身進化之不充足來呢，將來社會意識進化，想必直即會超出此種狀態吧！依此等意義而論，則以之置於自然科學之外，似甚妥當。

四 自然科學之分類的體系

自然科學諸分科之相互關係，依前節之所說，諒已大體明瞭了。今在此處所表示的其分類的體系，無非仍以上面所考察的一切為基礎。

馮特之科學分類中，曾分自然科學為現象論的、組織論的、發生論的這三類。所謂現象論的嗎，乃欲發見現象之間所成立的必然的關係，即素來所稱作因果關係的，而因之以「說明」所有一切現象；所謂組織論的嗎，乃欲觀察對象之性質特徵，而由組織的以排列之，以「記述」之。這兩者，實即我們之所已知的舊日以為說明科學、以為記述科學的呢；須知，在那最足代表說明科學的物理學，卻有基爾霍夫、馬赫、奧斯特華爾德這三位先生還盛唱出一種議論，說其法則實

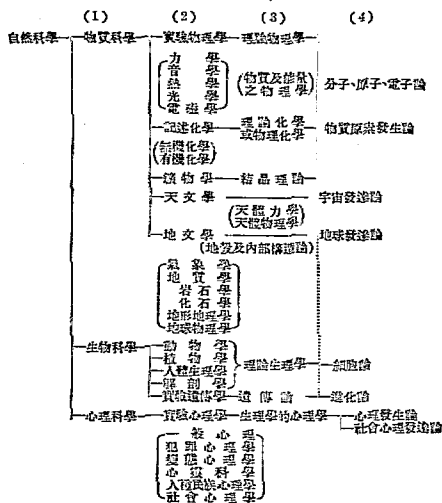
在非說明而為記述事實的呢，又在那已經認作記述科學的動植物學中，卻還有如進化論那樣的理論的說明出現，則其非終於僅僅記述也已明白呢；到了馮特，因欲避去此等名稱，乃用了現象論的及組織論的這一套用語。

這兩者所表示的傾向，乃為自然科學中所分出的，事實固是如此；但也不過因對象之不同，而知其有比較近於何方的色彩而已；如果依本質的而論，則無論何者均非自分類記述而進至理論不可，這乃據上面之所說而可知的情形呢！因此，所謂現象論的與組織論的這種差別，或許能以之表說從來所存在着的諸分科之傾向，惟依我所見，則不若以此兩者作自然科學發展之階段看，似尤得當。下面所揭載的表示，乃即依了此種意見以排列出彼此各各所屬的分科。特是所謂現象論的這種名稱，在理論物理學中之特殊方法即某種適當的前提的假定之下，如果由數學的而論，那就屢屢帶有這麼一種傾向，即是，僅以演繹外觀上之現象為主，而沒有深入到此種假定之認識論的根據上呢；我為避免有此傾向混雜，寧可用意義較廣的一般論的這個用語以表說之。與之同時，所謂組織論的，也不若稱作個性記述的更能表示其特質；因為，其名雖如此稱法，也不虛不明白自然科學之非終於個性記述呢；在此，則因便宜上而採用後者。

最後，所謂發生論的嗎，其目的乃欲研究現時所存在的種種個體之生成、發達之過程；為達此目的計，就必須依這樣的方法，即是，

先從個性記述入手，再依其所適用的理論而由現在之狀態以推測過去或將來。因此之故，從嚴格論，這固應屬於自然科學理論之應用；但其應用未必有實用之目的，卻純粹在乎求知自然，甚至如此的分科，反而有對一般論的研究作重要的貢獻的；試看，由克布勒爾之行星運動法則而牛頓發見了萬有引力，並引伸之而確立了力學之根本法則，這例不顯然可見嗎？所以，以這種發生論列入純正自然科學之中，固屬當然。雖則以發生論的稱之，特其最後也當達到理論的呢；在其尚未達到以前，自可單以個性記述的表現之。

試將以上之所說約而言之，則可說自然科學之諸分科，從其方法論上看，當列個性記述的居先，其次，數到一般論的，又次，舉出別作後者之適用的發生論的。當然，既作此等方法論的分類，同時又當彙行分出依據對象之不同的分科；即是，有關於物質的，有關於生物的，有關於人類及其他高等生物之心理的。所以自然科學全體分類之細目表，當可如下所列。



(註)表中(1)為依對象的自然科學之分類，(2)為以個性記述的為主的階段，(3)為達到一般論的階段，(4)為由(3)之應用而來的發生論的理論。

第九章

自然科學之數理的表現

一 經驗之數理化（附因果法則）

自然科學之與數學，在其學的本質上，乃各不相同的；任其如此，彼此卻互有最密接的關係在那裏，上面既已說過了。在實際上，假使我們沒有數學嗎，只怕所謂精密自然科學的就不能發展起來了；再翻開今日以前數學發展之歷史一看，則知其為解決物理學上之問題時有所必要而被促進的，為例實亦不少。來普尼滋及牛頓所發見的微積分學啦，許多作微分方程式之解用的種種函數，即球函數、橢圓函數以及其餘的函數啦，向量(Vector)及張量(Tensor)解析法啦，等等均為其例之顯著的。而況自然科學之全體，乃當從其逐步的發展而達到與今日物理學上之理論同樣的形式，殆已無疑；在此限度之內，我們如欲舍數學而談自然科學，斷乎不能。如問數學何以為自然科學之所必要，此其故自不待言，乃因我們有欲將後者中之各種概念作數量化而表說之之要求呢！

自然科學固有如最初之所說，其所求乃在從經驗抽象所得到的概念之客觀的普遍的關係；惟對於概念之客觀化，則其在根本上所必要的，卻在從此等概念中而儘可能的以取除感覺上之主觀的要素。不言

而論，當我們觀察現象時，而欲全然取去感覺，乃有反乎其目的的事我們卻只好在感覺已經十分活動之後，加上一番判斷而採擇其最普遍的罷了。然而，現象中之某種作用與其所刺戟起來的感覺強度，彼此未必常有一定的關係，寧可說其中卻當然伴有因感覺器官之性質、狀態而起的變化呢！因此之故，我們欲對自然科學的概念而下定義時，除非其與感覺器官之本身直接有關的，切勿勿依感覺之刺戟強度或種類以表說之。試舉我們之所熟知的爲例吧，如表說寒暖的溫度，通常則依水銀寒暖計之水銀液之膨脹以測之，如光之色，則依分光景之線之波長以示之，均以此故。由一般的說，我們乃由下列之兩個階段以求達此目的。

第一呢，凡行一切的現象觀察，不依感覺之強度及種類，而欲使之悉歸於感覺之性質的判斷。由具體的說，則如在物理學等所既見的那樣，乃依目的物之與器械上分度合一與否，以求達到一切實驗的觀測；即是，似此處所表現的視線上之空間點重合，似可爲我們感覺中之最普遍的一種判斷。如從嚴密論之，即在此種判斷之中，也或免不了有個人的差異呢；但是，那卻可以看作一種依感覺上之界限而並存的實驗的測定之誤差，亦屬避無可避的。

第二呢，如此所測定的結果，就帶出一切現象之數量化。因爲由種種數量所表說出來的概念，以及此等概念間之數學的關係，其在我們全屬普通的事物，所以我們於此，乃能見得已經客觀化的現象。既

然如此，在自然科學之論理中，那就必須常常應用數學的論理呢！即是，我們從自然科學之發展中，常見其經驗之數理化。在此意義之上加利里會說「自然乃用數學之記號所記出來的書籍」；普蘭克又會欲因之而消去人類之感覺的要素，而脫離人間性，以保證自然科學的世界形像之一義性。

經驗之數理化之所表示的事，當然是將一切現象的關係單作數學的函數以記述之。某個數學方程式之右側與左側，其在數量上之所表現，乃完全彼此相等，並無所謂何者必居右側、何者必居左側的一種差別，甚至可將其中之任何項隨意移至他側。然而，我們在互相關係的自然科學的概念中，卻往往分出原因與結果之差別來呢。譬如說力為加速度之原因，而欲在此兩者之間附何等先天的順序；豈知，表現此種關係的自然法則，如果完全許作為一個數學的方程式以表說之，那麼，事實上我們就該不能於其中發見在此之外的任何一種關係了。我在第三章已經說過，古來之因果觀念，其在自然科學之中，本質上並無何種關與；這話當因承認經驗之數理化而更覺明白呢！我擬將馬赫所論之關乎此的一節引用於下。

「當我們指示某種原因時，我們於此，無非單單表說一種結合關係，一種事實而已。我們如此，即是記載。假如說『質量之牽引』時，這種表現呢，也許看其於事實的事物之外，還有何等的事物合在那裏，然而我們所欲在事實的之外附加上去的事物，確屬徒我而無用的。我

們如果以彼此之加速度設為 $a = k \frac{(m+m_1)}{r^2}$ 嗎，此式之記載事實，則較上面之所說的語言更覺精確得多，同時且除去各種無用的附加物。」

那加到物體上的壓力與其體積之關係等，通常乃用簡單的數式以結合之。在實際上，假使我們以為乃因從外部壓之而變了體積，則我們將看壓力作原因，而看體積變化為其所生的結果呢；假使以為乃使物體生了熱而先起了體積之變化，則又將生作其結果的內部壓力即壓力呢！然而那壓力與體積之關係，依此兩種說法，均可用同一的數式以表現之；兩者乃起於同時的，卻不能分別其何者為原因、何者為結果。在作上面所說那樣的想像時，其以一方看作原因、他方看作結果的，此無他，只是我們之意志欲先變向何方而活動呢！在已將此種意志過程除了的純粹自然現象之中，絕無所謂原因與結果之差別，唯有單在數學的結合關係上的一種事實存在而已。

那表說自然之事實的數學的方程式中，假使含有時間的變數在那裏，這就是表現其在時間上以如何的過程而進行呢！一切現象，均得依此種形式以記述之；所以說其有此可能性的無他，即因有我在最初所作為經驗之形式以表說的那種必然的繼起之原理而已。尤其是今日之物理學呢，如依我們之所已明瞭的論之，則其對必然的繼起這種概念，實比較一向所給予的意義稍見推廣。我們一向所解釋的，即是這樣的意義：如果已知一定的時刻中之現象狀態嗎，則由此繼起下去的時刻中之現象狀態，也非必然的為前者所決定不可。而表現此間之繼

起關係的，實為自然法則；所以拉布拉司會這麼說：我們如果能悉知一切自然法則及現在之一切狀態，我們也就已能豫言一直下去的永遠的將來之世界狀態。即在今日，仍有不少物理學者，以此種意義的自然現象之必然的繼起關係看作因果法則之本質呢！然而我們對之，卻更考慮到下面那樣的事實了。

那牛頓之運動法則，通常乃用將時間作一種獨立變數的微分方程式以表說的。不意，那有與之同等的內容的力學原理，卻可在種種的積分形式上以表說之，且又以之看作更屬根本的：這乃我們所已熟知的事情。我於其中，將特舉出哈密爾頓之原理而在此說明之。這原理之最一般的形，乃如下式之所表現。

$$\delta \int_t^{t'} L dt = 0$$

此式中， t 為時間， L 為所謂拉格蘭志之函數，作積分界限的 t 及 t' 為兩個時刻， δ 為變分記號。所謂拉格蘭志函數的，假定速度為 v 、運動量為 G 、能量為 W 時，則可以

$$L = Gv - W$$

作其定義。依哈密爾頓原理說，運動為有有限間隔而與兩個時刻 t 及 t' 尤有同樣的關係在那裏的；如用語言以說之，則可說此兩時刻間之 $L dt$ 之積分之值，乃取極大又極小的運動路徑而實現的。由是，理應作這麼說法：那實際之運動嗎，在最初之時刻 t ，既已豫擬其至以後之時刻 t' 之間應取何種路徑而行了。在如此的觀點之上，則知，除或

稱因果、或稱必然的繼起之外，還可更加直接的以自然之豫見性表現之。

在最近所發見出來的原子內之量子法則上，此種情形更見顯著。在原子之內部，乃想像其有電子在所現知的一定的定常軌道的軌道之上，繞着核而迴轉，只在其移至其他的定常軌道時，有光被輻射出來。但是此時我們所得而觀測的光之波長或能量，乃由轉移前後之兩定常軌道之能量及量子法則所決定的，而其軌道間之轉移究竟若何而起，我們全不能由力學的以追求之。這種事實，一向都歸因於我們之關乎原子力學的知識之不足，而且一向都相信其至將來必有一日也會明白起來呢！然使就此等原子之機構而逐步向前以考察之，則力學原理及量子法則，既因之而益益可以確證，同時亦且覺得，為欲消除存於兩者之間的矛盾之故，勢必認原子法則為根本的事項而從新立出原子力學來。最近（一九二五年）有亥增百格所創立出來的所謂量子力學，其所立足的實即在此立場上。

這種量子力學呢，乃僅以表說我們在實際上所得而觀察的量之間之關係，而求得記述原子內部之事實的法則的。如那電子之軌道啦，如那軌道上之電子位置啦，這些均屬我們所不得觀察的。何以故？因為：假使為欲由現實的以觀之之故，而當着來自他處的光以照若電子，那時，電子則當然因受此光之作用而終將轉移其軌道於他處呢！如此，與其說認得電子之軌道嗎，我們寧可說僅認得種種的「定常狀態」罷

了；而且宜以量子法則之成立，為當其狀態轉移之際而由實驗的以發見出來的呢！如問定常狀態以外之狀態嗎，或問狀態轉移間之力學的過程嗎，在認識論上，那卻均歸於無意義。

雖然，關乎所謂量子法則，已因原子之分光景之線之分析，而得益益明瞭其微妙的關係了。對於各個定常狀態，既悉以所稱作量子數的整數值與之；即光之波長啦，強度啦，偏倚啦，等等情狀，亦覺均可由那歸到轉移前後之兩狀態的量子數而決定之。這在我們之所現行的考察上，乃甚屬切要的事實；即因：我們在此場合，如欲由時間的以追隨電子之轉移過程，全屬不可能的事，而且，那伴同此轉移而表現的光之輻射，決非僅為轉移前之定常狀態所決定的，即與轉移後之定常狀態，也有同等的關係在那裏。換言之，光之輻射如果沒有從其最初即豫擬電子之將转移到何種狀態，那就沒有理由能自定其性質了。當然，我們自可在其間而求出某種數學的關係。這即作為有現象之必然性的意義看，固也無妨；但是不可不知：其與向來那種意義的因果法則或必然的繼起的概念，卻稍有不同的意義。

那哈密爾頓之積分原理，既可導至通常的力學之微分方程式上嗎，這量子法則，也得由何等微分的過程以表說否？這乃與上面所述的問題有關聯，而為將來所不可不考究的切要的事件。所謂量子法則依不連續性的整數以表現這一種根本的性質，在此場合，非提出對微分方程式的何等附帶條件與之不可。在此種意義上所最堪注目的一件事是：

有所謂許列天格爾之波動力學的，其發展本依乎與亥增百格之量子力學全異的方法，不謂其結果乃表示出與之有令人可驚的一致在那裏。我固無暇在此詳論這種波動力學，但覺有一件大有興味的事不可不在此提及，即是：在此種理論中，竟由連續的波動之某種干涉條件，而導出量子之不連續性來。如果此說正當嗎，縱說其還有從新變更種種根本概念之要請，卻是至少也使我們有再由時間的以追隨事象之可能呢！

二 量之次元及種類

爲使事實可依數學的關係以表說計，則所有一切概念，非悉由數量的以下定義不可。如僅爲數量嗎，只須用適當選定的單位以及作此單位之倍數的數值，卽已完全可以表說了；一至在由自然科學的所定出概念的事物上呢，那就非對此數值而更與以各種的概念內容不可。我們不是先已能用一種與事實相對應的語言，以表說如此的概念內容嗎？所謂質量吧，所謂力吧，所謂能量吧，此外許多同樣的概念名稱以及給此等名稱所下的定義，卽對此目的語言呢！然而，我們如上面所述的那樣，承認了經驗之數理化，則此等語言，亦不若用數學的形式以代替之，而將純在如此的數學的關係上以觀自然之事實；於此應知，卽是概念內容之定出特質，也不在乎僅僅的名稱或語言上，卻必然的含於其數理的表現中。即是：我們常可在此等概念之間發見一定的數學的關係；而各種概念之錯雜於此的樣式，亦常可想像其爲一

定的。換言之，這樣式之成爲一定的事，乃必然會以概念之數理的特質歸於其自己本身的。

這種關係樣式呢，本來是相互的事物。因而，我們對於各種概念而欲使由之而來的特質仍歸屬之，則必須選定適當的概念而以之假定爲基本的，由是而表說與之相對的其他概念之關係樣式，乃可。通常所稱作次元(Dimension)的，即由數學的以表現此種樣式的事物。在欲如此而定出爲記述現象所必要的一切概念之特質時，果須有多少獨立的基本概念，我們非具體的就現象而考究這問題不可。既有如第七章第三節之所述，關乎物理學及化學上所處理的物質現象，選定長度、時間、質量、溫度、電媒常數(或透磁率)這五種，以作如此的基本概念：這乃最普通的。既然如此，其他一切的量之次元，自可組合此等基本量以表現之。

固然有許多的量，僅須如此依次元及數值，即可以完全決定之；惟亦有某種的量，於此之外，卻還有其空間關係應看作一件必要的事情。我們通常本依長度以定某某空間距離之意義；如在其空間關係可以置之不論的限度內，則僅以數值表說之亦即已足。在有此長度的棒，其宛若何的置於空間，卻也當然非考究考究不可；所以將長度及方向彙合起來的一種概念，也就有造成之必要。同樣，在所謂速度、所謂力的場合，也於其大小之外，理還應有表出其有若何的方向之必要；一般對那種於數值之外還須表示空間方向乃可完全表說的量，名之爲

向量，反之，如質量、溫度等那種沒有空間關係的量，則名之爲司卡拉量(Scalar，即無向量，又可譯作靜量)。然使更事推廣以考究之，則此空間的關係，卻不止於方向，此外還有依乎面之所向的方向等等場合；例如張力矩，這似不能不表說其對於何面以何方向之力而動作呢？那種含有如此一般的空間關係的量，即名之爲張量。

在表說空間關係時，其有須乎幾何學的坐標系以作空間的基準，這是我們之所已熟知的事情。我們可將各種向量、各種張量射影於坐標軸上或坐標面上，並造成其部分量而由解析幾何學的以處理之；然而，即使不更假定特殊的坐標系，實亦有可能以表說向量間之關係。關乎向量的這麼一種的數學的運算，特發展而成了所謂向量解析。又於近時所表現出來的相對性理論中，種種物理的量，悉用三次元的空間與一次元的時間以形成之；於所謂四次元的「世界」之中，由幾何學的以定出關係，因此，那對此等等量的法則，就無論若何都可用這美觀的數學的形式以表說之：據因奇夫斯基及安斯坦這兩位先生之所經指示的有如此。於此，則凡我們之所考究的量，無一不可作爲四次元世界之張量以整理之；所以一切的自然法則，在數學上，也遂不能外乎張量方程式呢！在此場合，不同向量也好，司卡拉量也好，均可以作爲張量之特殊的低次元的量看待。

這相對性理論之令人可驚的發展嗎，即說其爲此種世界幾何學之所賜，似無不宜。當安斯坦之論萬有引力時，這所謂「世界空間」的，

曾經假定之爲一般的李曼空間；而其幾何學的性質，則會由物理學的而解作其本身爲表現萬有引力之場。一向專由歐克立德的以思惟着的那種實在的空間，未必是有嚴格的經驗以作基礎的；所以有不少的哲學者，爲欲求得何等對於此種空間的形而上學的理由之故，也曾煞費了苦心呢！然而在一方面，那由幾何學的以發見出來的種種空間，至少，在先驗上也非許其爲同等的不可，決沒有理由可以在其間設立什麼差別。何種空間的性質有作爲經驗形式之可能或者最爲妥當，畢竟不外乎依經驗法則之數理的表現若何而判斷之。而安斯坦之萬有引力論嗎，即不能不認其爲首先以此種判斷供給了我們的。

在這萬有引力之外，那電磁力也不能不看作一種「世界張量」，今日似不至以此事爲可疑吧！雖然，欲能以之同樣直接作爲世界空間之幾何學的性質表說，則非同一間空間果爲何物不可；就此問題而論，卻還沒有一種理論給以一定的歸結呢！在奎爾之理論中，還將李曼空間之性質加了一層擴張：曾許空間內各點中之測定之變化有自由而否定了長度之絕對性，並曾假定這種測定變化可以作電磁氣現象而由經驗的表現之。關乎空間概念，這個可算極有興味；卻是由經驗的說，這果正常與否，就不容不懷疑了。安斯坦啦，愛丁頓啦，希爾伯特啦，以及其他各位，雖則均別有關於此的理論之嘗試，但在今日，卻還不見有十分的根據可以確定其何者果中採用呢！

世界空間之成立，有甚爲顯著的一點，即是：時間也與空間同時

以一個坐標之資格而參與於其中。空間與時間，既為康德所共認作直觀形式，則在兩者之間，必將有通過經驗的何等關係結合的情形，自可以理會了；但是，他一方面，我們限於心理的經驗，又不能不認兩者為全不相同的形式，則康德之以空間為外的形式，以時間為內的形式，豈不也是當然的事嗎？從來在自然科學之中，即使在由數理的以記述經驗時，總仍用完全獨立的變數以表現空間與時間：這也屬與此相應的事情。詎知，在世界幾何學中，那裏就生出新的關係來了！雖於空間之三個坐標均屬各各獨立的，但此三者卻可以綜合而決定一個空間；同樣，更於此階加上時間的變數，全體就可以綜合的形成一個四次元的世界空間了。這卻不僅為記述運動上之便宜的數學的表現，而為一種有了最深的物理學的意義的綜合體呢；因許多物理的量都可作為「世界張量」以表現，那就可以十分保證其為此種情形無訛。其實，在此種世界空間中，我們無論其坐標系若何設法，例如以世界空間距離之一個坐標分表現時間，以其餘三個坐標分表現三次元的空間距離，或以四次元的運動量之向量分解而成能量與三次元的運動量，如此，都能發見其構成之必然的理由呢！

在世界空間中的時間，乃以完全與空間同等的資格在那裏參與：這話對於兩者之認識論的意義，的確附加了一種新的觀點呢！假使我們之經驗全可由數理的以表說嗎，我們就似不能不專在此數學的表現中以分別空間與時間吧！原來，相對性理論之所表說的現象，由今日

論之，乃為物質中之可逆性的過程所局限在那裏的；因而，以此現象所構成的世界空間之性質，也就沒有含時間之非可逆性在那裏。論物質之非可逆的現象呢，在物理學中既已別有所解釋了；至關乎我們在生物上所經驗的非可逆性嗎，則其可否與物質同樣而論，又在此等場合之所理會的所謂時間，可否在自然科學上作為上面所述那樣的形式以表現：這些問題，不須說都是在所必須考察的。不問若何，我們只能就與數理的表现之可能的現象之認識有關的而明確論之罷了。

在自然所表现的量中，有無論對於任何現象的變化都能保持不變的。這即所謂普遍的常數；其中之可視為各自獨立的，我們可以數出，萬有引力常數(r)啦，光速度常數(c)啦，熱力學函數(k)啦，普蘭克作用量子(h)啦，電氣量(e)啦：都凡五種。因為：此五者恰可用以前所舉的五種基本量，即長度(l)、時間(t)、質量(m)、溫度(T)、電媒常數(E)，以決定其次元如下：

$$r = m^{-1} l^2 t^{-2}$$

$$c = l t^{-1}$$

$$k = m l^2 t^{-2} T^{-1}$$

$$h = m l^2 t^{-1}$$

$$e = E^{-\frac{1}{2}} m^{\frac{1}{2}} l^{\frac{1}{2}} t^{-1}$$

逆之，我們又可用五種普遍的常數而一義的以表現各基本量之次元呢！即是：

$$l = h^{\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} c^{-\frac{3}{2}}$$

$$t = h^{\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} c^{-\frac{5}{2}}$$

$$m = h^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{1}{2}} c^{\frac{3}{2}}$$

$$T = k^{-1} h^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{1}{2}} c^{\frac{5}{2}}$$

$$E = e^{-2} hc$$

我們對於此等基本量，現在雖然由便宜上都定有各各之單位在那裏，如果以上面所學的普遍的常數為1而選擇基本量之單位，則無論在如何的場合，都將決定一種確定不移的單位系吧！如此，則似今日國際上之所行的那樣，將尺呀，質量之原器呀，煞像有其事的保存在那裏，早該嫌其多事了！

三 根本原理之數理的形式

在第六章中，我已就自然科學之原理而加以說明了；但在自然之認識上，固還有一件最為切要的事情，即是考究其根本原理，果可由數理的以如何形式表現之。

我所必須先學的即相對性原理，因其為可以看作對此自然認識而立定最一般的基礎的原理呢！既如所述，那對運動之相對性的先驗的要請中，自有其根據在那裏；卻是，首先安斯坦欲以此種原理為基礎，而記述所謂光於真空中之傳播速度不變這種事實，遂發見了空間坐標及時間變數之間，非有一定數學的關係以滿足之不可，由是始可以此種原理看作特殊的物理學的原理。其次，則此種數學的關係，能與用

空間之三個直交坐標及時間合成的四個獨立變數以構成的四次元之幾何學的空間，即所謂世界空間中之坐標軸相應，³⁸這情形既為因荷夫斯基所發見了；又如光速度那樣的量，可以看作一種對於此種坐標轉換的不變量，這情形也為他所示明了。不僅如此，即其他種種物理的量，也曾在此種空間中獲得一定幾何學的關係，這實顯著的事件。例如運動量與能量吧，乃對上面所述的坐標轉換而形成一種四元的向量以行其變化的；又如電氣力與磁氣力吧，則具有所謂六元的向量之性質。世界空間之所以可作一種物理學的認識對象而定其意義的，實全依乎此等數理的關係。

在安斯坦之一般相對性理論中，此種關係則更被擴張而成為一般的了。其對世界空間，既已由幾何學的而使之具有李曼空間之性質，且曾加了這樣的解釋，說不僅可因其計量的變化以表現萬有引力張量，即其他一切物理的量，也常對於任意的坐標轉換而由張量的以行其變化。在此場合，本可區別之為兩種，即是，以與坐標同樣的關係而變化的所謂共變量(Kovariante)及與之相反的所謂逆變量(Kontravariante)；但以一般的說，卻是兩者均不能出乎幾何學的共變量理論之範圍；這乃應加注意之處。

我們第一已因此知道了：在自然認識上，空間形式及時間形式，乃以差不多等質的與之；第二又因此明白了：我們所觀測的物理的變化，可以作為，對空間、時間坐標之任意的幾何學的轉換而以張量表

現的量間之一定的數學的關係，而記述之。那相對性原理嗎，如此就可以看作一種形成自然法則之數理的形式的最普遍的要請。我們對於許多個別的法則，不是已以其能滿足此種要請作其向真實性之一種試金石嗎？這種事實，即是說明我們對經驗之數理化這件事有多麼重視呢！安斯坦當時始唱相對性理論，當然只因邁克爾孫及摩勒之實驗之結果，已經證明所謂光於真空中之速度常一定不變這種事實，乃立了此種數學的理論以記述之；然而此光之速度不變之基礎的事實，卻於一般相對性理論中，早已為安斯坦本手所顛覆了。其實，最初雖有一班論者，曾藉口於這種事實以加反駁，乃萬有引力之各種事實，偏使此種理論再歸於確定；我們對此，能不說大有意味嗎？即是：由今日論之，此種理論，不僅以能與邁克爾孫及摩勒之實驗一致而認為真，卻以能與更深的本質適合，換言之，即能與如上面之所述那樣的自然之數理的形式所不可不從的普遍的要請適合而認為真呢！從來曾有一種傾向，對在物理學理論所舉出的先驗的要請中之一種所謂簡單性的，僅認作數學的公式之單純化。果從此種意義而論，則如安斯坦之萬有引力理論嗎，在其數式之極為複雜這一點上，決不敢說其能勝於以前之理論。然而我們如果統觀種種的關係，則在萬有引力之世界空間的張量化這一件事實上，卻不能不以為已獲得特見整然的數理的表現呢。由我們最費思索的理論所引導出來的李曼幾何學，卻較從直觀的根柢上所發生出來的歐克立德幾何學更為事實的，這麼可驚的結果，也已

於此表現出來了。果能理解此等關係嗎，則如最近美國之彌爾拉所曾覆行的邁克爾孫及摩勒之實驗，縱然有了打消以前之結果的一種事實（卻是，彌爾拉之實驗，當然還不能完全認為正確），也決不能同一部分之人一樣，不管時機未到，便大聲疾呼的說其打破相對性理論之地盤呢；我卻以為，再從此種理論以試求對實驗的事實的別種解釋，或者是個妥當辦法。何以故？因為：那對自然之數理的表現的相對論的要請，實如此處所說，特有比較根本的意義在那裏呢！

既已依相對論的要請以決定了自然法則之所必能滿足的數理的形式，我於是將對自然法則考察一番，看看其本身果以何種關係而表現呢？

我們曾以通常物質及能量之恆存性，假定為物理學中之根本原理在那裏。物質之恆存性嗎，乃表說其持續的存在的；如在不問及其由化學的變化而生的形體及性質上之轉變的限度內說，則為靜態特質，其與在表說能量之出入或狀態變化時之能量之恆存性的動態特質，可以看作相對比的。即在同及物質之化學的變化時，如果我們涉及其分子的及原子的構成，則此種變化之意義，也無非原子之集合離散而已；所以此時之物質之恆存，即可對於原子之恆存，其為靜態特質，依然如故。然而，我們當將自然科學的概念由性質的而推進數量的時，固曾以物質之恆存性作質量恆存之原理解呢！何以故？因為所謂質量，實曾看作物質所固有的唯一的量之故。豈知，光及電磁氣現象之研究。

已經指示能量一般也應有質量，至此，質量遂不復專為物質所固有的量了；而相對性理論，且更使質量恆存之概念，完全歸到能量恆存之概念了。所以在今日論之，這物質之恆存性，實有如所曾述的那樣，其意義無他，祇為構成物質的單元要素之性質及數之不變而已；其與那質量或能量之恆存性，已不能無多少區別了。

在相對性理論上，其對於運動與靜止，並不解作根本的差異的狀態，而看作由觀測者之立場不同而生出的外觀的差異。而且那表說物體之惰性的質量，竟對於同一物體也沒有一定，而非作為隨其運動速度之增大而並行增大這麼歸結之不可，這乃人人之所周知的事實；如由數學的以求這種增大關係，我們就可發見，對在運動之方向的與對在垂直於此的方向的，乃有兩不相同的公式。因此即可明白：質量並非如以前之所想像那樣的單純的司卡拉量呢！然而，我們倘使由那常與某種物體連結一起而運行的坐標系觀之，則可發見此種物體在沒有能量之出入這限度內，其質量卻仍有一定，因而發見其與能量成為比例；而此中之質量及能量，則名為靜質量及靜能量，兩者之恆存性乃可以歸於一致的。在相對性理論中之世界幾何學上，因此之故，如從來那種意義的質量，已不復能為第一義的（即可以看作世界張量的）物理的量，於此，唯有充作其司卡拉量的靜質量表現而已。

反之，那所謂能量的量嗎，則可以一般的看作一種世界張量之坐標分（在時間軸之方向的）。這種世界張量呢，在特殊相對性理論上，

乃可作為從前所曾述的四元的運動量向量以表現的；因而，那力學中之運動量恆存法則之能量恆存法則，也均可以單一的向量微分方程式表說之。這宗事情，在表示那存於兩者之間的某種必然的關係這一點上，無論若何都是顯著的，我們能不深有興味嗎？更在我們將此種微分方程式作為一種積分方程式之變分以導出時，後者（即運動量恆存法則及能量恆存法則）實可使之歸於世界空間中之一種最單純的司卡拉方程式上：這事豈不令人可驚的表示出自然之數理的表現之整齊的事實在那裏嗎？而這種司卡拉量呢，正不外乎通常所知的那認作哈密爾頓之原理或最小作用之原理的。

那表說此種原理的數學的公式，已經揭載於本章第一節了；至其式中之為 $\int L dt$ 的積分乃一個司卡拉量，這卻容易證明。這種積分嗎，即在通常力學中所稱作作用量的；其可特加注目之處，則在物體之運動單由此量之應為極大的或為極小的這種條件所決定這一點上。我當論自然之數理的表現時，特擬注重於此點。不僅在物體之運動現象如此，即凡表現光之傳播或電磁氣力及萬有引力之場的一切微分方程式，也無一不可由同樣的變分原理導出，這已在物理學上可得而知了。一言以蔽之，即可以「此等現象悉取某種作用量之極限值而起」這句話表說呢！我敢相信，惟此正可以看作關乎自然之本質的最共通普遍的數理的形式無訛。

以上所曾舉的現象，乃具有所謂可逆的性質在那裏的；至於如熱

現象那樣的非可逆的過程中，我們也竟能發見出同樣的原理來，這卻令我們對之十分覺得更有深一層的意義存在呢！在熱力學中之所已知的兩個根本法則之中，第一為表說關乎熱的能量之恆存性，至於第二，則為作熱現象之非可逆的特質看的，即所謂熵 (Entropy) 的函數（即熱力學函數）之常常要求增大。這種函數 S ，乃從物體之溫度 T 及熱量 Q 而在

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

這樣的關係上由數學的以導出的；其常為完全微分，即 S 為對物體之現在之熱力學的狀態而可以完全決定的函數這一種情形，則為第二法則所表說在那裏。而對於各種非可逆的過程，則非

$$\int_{S_1}^{S_2} dS > 0$$

不可；如果經過此種過程的某種物體體系達到一種熱力學的平衡上，則 S 在此處為有一個極大值的而可由數學的作為

$$\delta \int dS = 0$$

以記述之。

此等考察呢，本限於物質現象；至那生物中之種種現象的變化，則其亦可由如此的數學的形式以表現與否，又或與之果有何等形式的關係與否，我們今日全不得而知之。於此，我還不得不想起那關乎自然之原理的馬赫之有名的思惟經濟說來。他曾這麼說：我們於承認在

自然科學之假設或理論中可以有種種不同的時，同時並從此等等中選擇其那一種為合目的；此時選擇之標準，必須定在，我們用此等假設及理論以解釋自然，則在思惟上最為經濟這一點上。這話，不過將我們從前所說以理論之簡單性為要請的話換個話頭來說罷了；試舉例以明之，古來之天動說與地動說，任其在承認運動之相對性的限度內，同為可以容許的，通常乃信信贊同地動說，此果何故，只須用因其合乎思惟經濟這句話，即可以說明了。然認我們對於馬赫之如此的思惟經濟說豈不能無疑，試問：自然科學之假設及理論，果得如此處所假設的那樣形成多樣的否？不須說，在自然科學發達之初期，我們固往往遇到一些事例，僅須抽出某種特殊的現象，而特下一種對之的理論的解釋；倘使我們漸漸進至一種階段，必須形成對於所得觀測的一切現象的世界形像，則所謂世界形像果得有若干種類與否，頗成疑問。依今日以前物理學上之經驗，我們寧可捨去此種希望而相信世界形像之唯一性呢！對於如上面所舉的天動說與地動說那樣的問題，也如在第六章第五節中所詳細說明的那樣，在今日之相對性理論中，我們會將兩者包合了，而欲從以外的立場以認證之；於此，遂可得到一種能將與之有關的世界形像統一起來的整然的數理的關係了。而如上面所曾注意的所謂理論之簡單性，豈不是說僅為數式之單純的，卻是指全體系之整齊的情形而說；可知，其不如此的，則與所謂思惟之最經濟的相應。

要之，從此等事實考察起來，我們並非說選擇所謂經濟的思惟以作自然科學之假設及理論，寧可反之而想像此假設及理論為欲與自然科學的真相應而自使思惟成為最經濟的，更覺妥當。即是：我們於此，如果亦以所謂思惟經濟為可由數量的以表現，則對於自然科學的真，亦將假定有一種極限原理之成立。既然如此，則自然與極限原理之關係，就必然覺其為甚深呢！

四 現象之非可逆性及偶然性

物理學上所處理的現象，多數是可逆的；而在記述此等現象的數學的公式中，即使將時間變數之代數的符號更換，等之可以表現同樣的現象。那在力學、電磁氣學、幾何光學等等中的現象，一切屬之。反之，其所謂非可逆的嗎，則僅在熱及輻射之場合表現而已。自然現象中之此兩種差別，由認識論上說，乃可認其為重要的事物。何以故因為：一切現象假使悉為可逆的，那麼，我們就沒有以從時間之過去至未來之方向看作特殊的事物之必要了。其實，我們之所以不能經驗得時間之經過的，乃為人類之生死現象全為非可逆之之故。因此，這現象之可逆性與非可逆性呢，在時間形式之本質上，就須認作具有根本的意義的事物。

在物理學上，曾以熱現象作為物體分子之運動所生的現象解釋。而有關於此的正確的數學的理論，在氣體之場合，則曾以之作為氣體之運動學的理論發展起來。氣體之分子呢，除其有相互的空間的衝突

外，可以假定其為完全獨立自由運動着的。如果分子彼此非常接近，則事實上固將為某種力之所及；但使以由此至其再行各各分離而出於分子力圈外之間看作衝突過程，則上面之所述的假定，似非分子間力之存在與矛盾吧！果其如此，則在極多數的分子之中，也有其運動速度大的，也有其運動速度小的，而其值遂有種種了。而那伴同此等運動的能量，卻因在全體上可以表現物體之所有能量，故在物體之能量有一定時，就非為某種條件所限制不可。即是：我們於運動學的理論中，既承認個個分子有完全任意的運動，同時，卻須更認彼此相互的運動為衝突過程所限制，並認對於多數分子的平均的運動能量在熱平衡之狀態上具有一定的值。所以可將熱平衡狀態作為具有特質的量而之以與溫度作比例的，其故即此。

氣體之運動學的理論，如此以物體之熱現象歸於分子之運動而說明種種的事實，固已見其非常成功了；然而我們在認識上，卻非遇着一種重大的困難不可。即是：在此場合，我們所曾假定的分子之運動，既然為全從力學之法則的，為純粹可逆的，又何以在已經認為如此的分子之集合體系的物體中，偏會生出熱現象之非可逆性來呢？這個問題，非至可從運動學的理論導出熱力學之第二法則時，不能給以解答。如其可能，那就決非從個個分子之運動學的性質所生的結果，而必作此等多數集合之特質以表現之。

以分子之數非常的多，遂使我們欲追隨個個分子為不可能。分子

彼此之衝突啦，位置啦，運動速度啦，無一不能看作爲偶然之法則所支配的。袋中有紅球、白球非常多數，而能從其中取出何者，這實爲偶然之法則即確度論所決定；恰恰與此有同樣的意義，在多數的分子中，其偶入考察的分子果有何種速度，也無非爲數學的確度論所決定的。既然如此，我們即可從確度論以求速度之能以何種樣子分布於一定溫度時之物體之分子中了。麥克司威爾所名爲速度分布法則的即此。正惟此種確度論的考察，必然成爲運動學的理論中之特質。因而，在發見那可以定出熱力學之第二法則的所謂熱力學函數時，也非依照同樣的考察不可。然而所謂熱力學函數的量，則因其有常只增大而不減小的這種特質，故欲在運動學的理論中而發見其有如此性質的函數，即就發生困難了；雖然，最後終制勝了此種困難，這實算得博爾志曼之異常的功績呢！博爾志曼因有此種困難，乃使所謂熱力學函數之增大這種意義，歸到所謂物體分子中之某種速度分布之狀態常可導至確度較之更大的狀態這種事實上。這種辦法，實爲物理學理論中之一大發見呢；我們必依乎此，始能達到現象之非可逆性之一種解釋。

然而，博爾志曼之此種發見，卻不止於僅僅闡明現象之非可逆性這一件事，且更以其所成立的界限條件指示給我們呢；在這一點上，其意義則實深了。我們既可以計算對於分子間之某種速度分布之狀態的確度，同時，對於此種狀態轉移至確度較之更大的其次狀態之變化，亦可以某種確度歸之。這種轉移確度呢，分子之數愈多則愈近於1；

但如從嚴格說，則在分子數有限時，其分子數之一種函數常小於1。因而，那表現熱力學函數之增大的熱力學之第二法則，也為其分子數有限之故，而僅以近於1的確度成立罷了，決非絕對的。如此，即說熱力學對於個個分子之本身，最後終無所說明，那也是此種理論之當然的趨勢。

傅爾志曼以此種考察為基礎，竟之對於宇宙之全體也作了這樣的指示，以為，假使想像到非常的長年月，則在熱力學之法則不能成立的那種確度，也未必為零。他即是說：所謂宇宙最後導至熱平衡之狀態的那種情形，未必為真，除熱平衡之外，不是在何時之機會表現，便是在全宇宙之何部分表現，這是不會錯的；他又說可以此作一種現象的世界之創造解說。他這種談論，雖不敢必其為出於我們之經驗，但確與那相對論中之宇宙論同為極有興味的事。至於對極少數的分子的熱力學法則外之何種法則，則已為柏蘭及百德柏爾克兩人由實驗的以證明了。

在自然之數理的表現中，因有如上面所述那樣參入數學的確定論的事實，所以，既產生現象之非可逆性，同時並產生現象之偶然性：這種情形，依以上之所說明，當可知之。我們通常假定自然之各種法則均為必然的；即是，在記述現象的數量的概念之間而求一定的函數的關係，並以之作為在時間上必然繼起的。然而，即使其對於個個對象均能成立，而在如上面所舉的分子集合那樣的多數的對象羣中，我

們也不能——察知其必然的過程，假令其有可能，我們之觀察目的也不在乎此，而於那對象羣之全體之狀態所在的場合，寧可別從自然之法則以處理之。由是，其結果當然會經驗得有偶然性。所謂偶然，本來為關乎我們之心理的預期的事件；而對於某種場合之所得起的許多事象，雖然不能預期其中之何者實在必起，卻是偶會偶逢某種事象，這即是所謂偶然。即是：偶然性之多少，可由數學的以確度表現之；而對於自然嗎，當然是為有非常多數的要素存在而表現的，可不待言。因此可以明白：此種偶然性呢，未必與各種法則之必然性矛盾。我們縱然與經驗的現象之非可逆性同時而兼承認其偶然性，這也決非否定以前所述的自然之必然的繼起之原理。

然而，現在所知的自然之非可逆的現象，其果得由根本的以還原到可逆的過程與否，也還可以作為疑問。如在光之輻射或放射性現象上，我們固還完全不解呢！又如近時量子論中之所想像的電子之軌道轉移之確度啦，放射性現象中之原子破散之確度啦，如此等等，果能用與上面同樣的意義而由統計的以論之不能，也還作為問題而保留在那裏；即使其可由統計的以定出意義，而我們果得觀測經驗其伏在根柢上的各種過程與否，也屬更加可疑的！而況，說到生物現象中之非可逆性，那就尤覺其不易着手了！我們除了待至自然科學之逐漸進步外，諒不能豫由認識論的以斷之。

五 對象之數理的不連續性

我在第二節說明時，已暗默的假定其數理的連續性了。其實，從來在精密自然科學中，凡由數學的以記述出來的一切法則及原理中所含的數量的概念，似可說其僅作了具有如此的連續性的一般的數或幾何學的量以表說的。不，我們在物理的各科學中，最初乃努力以求如此的數量的概念，並依連續的函數以表說這些概念間之關係的；因此之故，遂得見其有令人可驚的發展了。我們不得不想起這些事實，即是，自十六世紀至十七世紀之間，始有加利里研究了落法則或慣性原理，有克布列爾發見了天體運動之法則，其後，遂有牛頓及來布尼滋所必要而創立了數學的微分法。今日誰都知道這樣的情形：惟有這種微分及積分法，正為處理連續的函數的驚人的手段；微積分法固因自然科學中之所必要而生，逆之，自然科學亦因數學而得了非常的發展，這不可不認作有興味的說明兩者之密接的連絡的一個顯著的例呢！

然而，我們對於通常以此等數量當作有連續性的處理這宗事，首先卻不可不稍費一番反省呢！其在自然科學中果為妥當與否？其連續性果為完全的與否？換言之，其與可由數學的而定為一種變數的，在本質上果為同一與否？如其不然，則其差別或界限又設在何者之上呢在不得歸之連續性的場合，我們果應若何處理其對象呢？如此等等的問題，卻非順次考究不可。我將僅述其大體如次。

先在第二節所曾舉的五種基本量中就時間及空間論之，通常乃假

定此兩者爲可作絕對的一次元的及三次元的數量以表現的。不言而喻，如果由素朴的而以之看作表說我們之感覺內容的形式，則在感覺之本身爲絕對連續的這事還可成爲疑問時，按理，對其形式也該同樣懷疑呢；然而，這既已歸到由我們之思維所構成的客觀的經驗世界中的時間及空間形式，卻可認爲有絕對的連續性。我意以爲；這種事實，畢竟非由經驗以判斷之不可；時間及空間也同其他的經驗內容一樣，必至由相對性理論乃可以決定；將來或因何等自然科學之原理或法則而有反乎此的事件之要求，也決不敢以爲不可能呢！不過，在今日以前，則爲記述經驗起見，卻不妨以絕對的連續性歸之。

在舊時之理論中，曾假定空間有以太填充在那裏，而以太也有如彈性那樣的某種物質的性質；所謂以太，果爲連續的物，抑或也與物質同樣爲不連續的構成，這卻成了問題；今日已由相對性理論而明白了，所謂以太，不過爲物理的空間本身之一種名稱，此外別無意義，如此，則已不復有與空間之連續性分離而獨立考察之必要了。

關於物質呢，則自德謨克利特以來，屢經假定其爲不連續的構成；直至在化學上，杜爾頓既依分子及原子說以說明化合之法則，在氣體之運動學的理論中，又依分子之不規則的運動以說明熱及其他之現象，乃漸認此不連續說爲一種無可懷疑的事實了。近時確定各種物質之原子爲由電子及陽子而構成的，甚至其構造也經詳細的論究，這乃我們所熟知的事情呢；至此，我們對於此等物質之不連續的構成，已毫無

疑義了。

今日所知道的物質之最小的構成要素，乃爲電子(Electron)及陽子(Proton)；而彼此均有等於一定的電氣素量的陰電氣及陽電氣，同時並有一定的卻是互異的靜質量，也均被發見出來。既然兩者之電氣量均等於電氣素量，何以質量竟非常相異（陽子之質量有電子之質量之 1830 倍以上）呢？關乎這樣的問題，竟是毫無理論的根據，我們只好認爲一種事實罷了。種種一切物質之原子，悉由所謂核與繞核而週轉的電子構成；而核亦爲依一定的原理而由陽子及電子之某種數目形造的。更當原子集合而造成分子，又形成一種有限的物體時，也可以想像其爲依從一定的法則而並列於此的。

假使如此的物質構成果爲事實，那麼，譬如在我們欲使一細長的物體之長度成爲某種已經豫定的值，例如欲使之成一公尺時，就未必敢說能以極度之精密而實現之呢！何以故？因爲：原子之並列上，必然會有一定的間隔；既然如此，則我們如欲依照此間隔之二分之一或其他分數，以增減其並列之長度，無論若何都是在所不許的，這乃明明白白的情形。終之，在如此的精密之程度上，將不復能說到長度之連續性這樣的語了。尤其是在專欲使其依照已定的長度時，或許有人這麼說：譬如變更溫度而使其膨脹或收縮，這就可以喇；豈知，如果更加精密以考察此種變化，則其在能量之增減爲連續的時，容或也有連續而起之可能，卻是如此的能量變化，固也有某種不連續性內在於

其中，這種情形已因近時之量子論而明瞭了。

不僅長度而已，即就質量而論，其情形也約略相同。因為某種物體之全質量，總是與其各種構成要素之質量所加合起來的相等，譬如欲依照電子之質量之分數以任意增減之，所以竟不可能。當然，因為所測的所謂物體之靜質量中，還含有物體所領有的能量之靜質量在那裏，故即欲加以適宜的變更而至某種程度為止以任意增減之，按理也該是可能的。然而，如果能量之變化，也竟如上面所述的那樣，專由量子的以實現嗎，則絕對的連續性，已非此處之所可希望的了。

更就磁氣及電氣之各種現象而論，亦無不如是；這些現象之在究極上，無論何者都是依存於電氣素量的，由此觀之，則其在數量上，固不免為不連續的呢！因此之故，則通乎此等物質之現象，無論我們欲在何處發見其絕對的連續性，恐怕都不可能吧！一方有由電子及陽子之存在而生的對象的不連續性，他方有由作用量子之成立而生的作用的不連續性，有此兩者相待，能不使一切的物質現象都以不連續而顯現嗎？而況，如此的不連續性，乃自然科學中之一種根本的原理而有重大的意義在那裏的呢，這卻疏忽不得！我們現時所見的特色各樣的物質原子之種類，果因何而成立呢！此等又果若何結合而形成種類的化學的物質呢？一切物質之物理的性質，又果為何故而可作現時之所知那樣的以表現呢？等等一切之理由，全非在此種不連續的構成之理論中不能發見的。概括起來說，為在構成之根柢上有上面所述那樣

的不連續性之故，各種物質亦以不連續的且各各一定的而表現呢！倘使一切都得變為連續的嗎，此處遂將不能有物質之一定不變的面目之結果了。有如那非常多數卻是規則極正的並列在那裏的分光呈線之理論那樣，竟不能用從來那一種僅僅處理連續的函數的力學的方法以求得之，必至量子論發達之後始有了可能：這種事實，不是最好說明此間之消息的嗎？

固有如以上之所述那樣，由認識論的而說，我們必須肯定這對物質構成的不連續性，無論其在何時何地，都應認為事實；但此不連續性卻是在極微小的範圍內表現的，下列之數量，即明示這種情形在那裏。

電子之靜質量	0.903×10^{-27} 公分(克)
陽子之靜質量	1.650×10^{-24} 公分(克)
電氣素量	1.591×10^{-20} 電磁單位
作用量子	6.550×10^{-27} 愛爾格秒

還有原子之大及其並列上之間隔，共是不能過 10^{-8} 公分(生的米突)的。因此之故，我們在論通常的物體中之變化時，即視之為完全連續的，自也毫無妨礙；因而在現象論的方法上，也可用連續的函數以表說種種數量。在通常的力學、熱力學、電氣力學等中，其所以常用微分方程式之形式以表說法則的，當可認為實即因此呢！此等場合，我們之所處理的，當然為某種數量之微分；但是，其在數學上所

表現的即使爲一種無限小，而在物理學上所表現的，卻僅有所謂全體
的連續中之極小的部分——一種在形式上的意義，決非所謂認識論的實在
這種無限小，這乃不待言而自明的呢！因而，如在某種物體中所想像
出來的微分體積，在物理學上，還假定其內部含有非常多數的原子，
而此等原子之質量或電氣量等，也連續的分布在那裏。如此的假定呢，
乃在論有限體積中之連續性時所不可不許的一種手段；如在表說實在
的關係時所用的手段那樣，我們求得關乎由實在所抽象出來的對象，
而以之作爲自然法則之本身解釋，這假定恰恰與之相似。不論其名爲
剛體的也好，或名爲完全彈性體及液體的也好，或名爲對於熱及電氣
的完全導體的也好，無一不屬於如此的理念的對象呢；上面所述的微
分的數量，即使視爲與此等相同，當亦無妨。力學中之質點啦，電氣
力學中之電流要素啦，等等也均爲一種理念的對象。

既有如第二章之所論，此等理念的對象，在有限的物體中，固不
能印如此依原不動的發見出認識論的實在來；但其中之某種對象，卻
也有時可在物體之實在的構成要素中見之。不，寧可這麼說：我們對
於以此等構成要素之性質作爲簡單理念的以求之這種辦法，固視爲最
當然的在那裏呢；於此，遂新生出此等理念的對象之認識論的意義來
了。如以原子看作一種相對論的剛體的，即是如此。

如更欲使我們曾經一次在有限的物體中所經驗出來的抽象的關係，
也能在究極的要素中成立，這也屬一種自然的要請；我們爲欲達此目

的計，曾欲以索來之力學的並電氣力學的法則為基礎，而形成原子構造之理論呢！然而，為得此等之中之微分方程式，畢竟不過表現某種連續的過程，遂以此而漸次悟出原子內部之事實乃不能完全記述的了，即是：原子之運動之本身，雖則可作為服從此等法則的以解釋之；然而，第一以電氣力學的論，則沿某種曲線軌道的電子之運動嗎，必然以伴有輻射之故而生出能量連續的減失之結果，甚且因此亦不能永久保存其一定軌道了，還有第二呢，則欲以電子所發出的光作為由其軌道周圍之何等振動而生的而說明之，這一種嘗試，他在分光景線之成為一定或導出其間之微妙的關係兩件事上，均已完全絕望了。而至代此而與的波爾之量子論的考察，始能將原子內部之不連續的過程正確表現出來；當初我們無論在任何場合都未嘗經驗過的作用量子之不可思議的存在，此時可毋庸再瞠目而驚疑了。其後，以原子構造論之異常的發展，遂使此種不連續的過程得以確認為不復可動的事實，有如前而屢經說過那樣的情形了。

事實既已如此，則在我們欲由數理的以表現之之時，如果僅僅用了連續的函數之間所成立的微分方程式，按理就不能遂其目的呢！其實，那原子內之狀態，乃由所稱為量子數的幾個整數系列而決定的；因此之故，在最近亥爾伯格之量子力學中，乃欲將此等整數作為獨立變數，而以如此的不連續的函數表說着種種的數量的概念，例如能量或振動數那樣的概念。因為通常的原子狀態，乃可在此種作為獨立變

數的整數之兩個系列上表現的，故入以種種的數值，則作其函數的一量，自形成第二次之無限馬特立克士式（Matrix，可譯作整陣式，與行列式相似）。所以波爾及朱爾丹這兩位先生，他們為欲使亥姆百格之量子力學發展之故，而不得不首先從其一般理論而立出如此的馬特立克士式之數學的關係。在其基礎的運算之中，乘法之交換法則不能成立：這種情節，實也足以惹起我們對於此種函數的一種異常的數學的興味呢！無論若何，在此種新的量子力學中，今日以前差不多沒有見過的這種對於不連續的函數的數學，固已成爲必要了：這乃值得注目的事件。

在第一節之末所記的那種許列天格爾之波動力學中，並不即將此種不連續性依原不動的以處理之，而更以之爲由超現象的較高次化了的連續的過程所謂位相波而來的波動之干涉條件所生的結果。如此的位相波，果可以作爲高次的實在認識否，這在我們實爲一個非常重大的深有興味的問題呢？那種對於自然之究極的狀態果存於不連續性抑或歸於連續性的判斷，非待至有了這種研究之後，乃不能決定的。

六 微分方程式及其積分條件

就我們通常的感覺所能觸接的那種有限物體之現象而論，乃如前節所說的那樣，其中多的可以作爲連續的過程，而在數理上，則一般可以微分方程式表現之。這種所謂微分方程式，固然是包括所有一切場合而表示其關係的；但使欲由此而達到具體的各種場合，則非施

行所謂積分，不能求得其解釋。有如在數學上之所熟知的那樣，那由積分所發見出來的函數之中，乃常含有積分常數在那裏，而這種常數之值，即成各種場合之差別；我們必須與對其各場合的那些始原條件並環境條件相應，而適宜的以決定之。又在某種場合，也有因環境條件之不同而異其積分函數之形的；例如在依運動方程式之積分以發見運動於一個中心力之下的質點這種場合，則因其條件之不同，而有或以橢圓表現、或以拋物線表現、或以雙曲線表現之異，這不是所熟知的事嗎？質點之實在當何時刻在軌道上之若何位置，依積分常數之值即可以決定之。

欲將所與的微分方程式積分，這乃在數學上之一個困難的問題。現在有積分之可能的微分方程式，乃限於比較少數的簡單的式而已。於此所謂有積分之可能的，其意義不外是說，我們知道所積分起來的函數之數學的性質。在於其他的場合，也該是如此的；自然所行着的現象的變化，在以某種微分方程式表現的限度內，自然常能以之積分起來而現出各種的事實。不過，我們因為不能由數學的以追隨其中之關係之故，遂以此種積分為不可能；意即是說，我們不能使之再現於自己之思維中呢！數學之對於自然科學，果行着何種的職務，這似非我們所能於此見得分明的吧！

還有一種有關聯的重要的考察，我擬於此再述之。所謂自然法則具有必然性在那裏這句話，固屬誰都承認的；但使一切自然現象悉服

從此種必然性而成為絕對的，則我們一見之下，必以為不許以一些甚麼變更加於自然；於是，自然就看似與我們人類之意志的欲求分離，而完全獨立的以續行其必然的過程了。然而在實際上恰恰相反，我們卻可以由自己之意志而加動作於外界之自然，且可以至某種程度而隨意使自然之情狀變更。在通常的生活中，或在自然科學之實驗中，我們能以一定的目的而使自然呈出所希望的情狀來，這亦為誰都知道的。然而，這樣的可能性，果因何而能容許其有的呢？又自然之必然性，果能與之毫無矛盾而成立嗎？我們在第六章第二節中，雖已就此稍有所說明，今卻更有明確的再述一次之必要。

如果將我們所加於自然的種種動作省察一番，則知此等動作，實不外乎將物體之位從自一個場所而移至其他場所這件事而已。我們如欲使之起何等物理的或化學的作用。也無非使之作必要的接觸或運動。或為欲使之發生熱或電氣之故，而摩擦兩種物體，或為欲使之現出某種化學的變化之故，而使各種不同的物質接觸混合，此外，或以火接近其他物體呀，或繫鐵絲於電池呀，或組合種種物體而造成器械呀，無一非廣義的物體之配置移動，這乃容易知道的。我們既行了此等配置移動之後，亦唯有靜候於此所引續而起的自然之變化而已。因為這種自然的變化，常從必然的自然法則而現於此等物體之間，所以我們對於自然本身之必然性，乃毫無關與，且即欲有關與而亦不可能呢！

這種關係，如果就自然之數理的表現而說，則其意義似當如下。

即是：表說自然法則的微分方程式，乃必然的，無論其在何時、在何場合，都不變更，也不能由人爲的而加以若何的變更。然而，這種微分方程式被積分時之始原條件及環境條件呢，卻因物體之如何配置移動，而可以隨意變至某種程度。我們所以得由意志的而對自然加以助作的，實歸因於這一種可能性，即是：因此種積分條件之選擇適宜，或則自然的放任了積分常數而變更為某種所望的值，或則在適當的積分常數之下而使之自然行出別種所望的積分。這即表示：人類之自由的意志的行動與自然之必然性，其間固有可以相容的交涉在。

這裏有宜注意的事：在第四節中所述的所謂自然之偶然性，自然乃置於上面所述那樣的意志的行動之所及的範圍以外的呢！既已說過，偶然性之所以表現，乃爲得我們對於現象之惹起不能用何等心理的豫期之故；而況欲對之而由人爲的以變更條件，那就當然更加不能了。如此的情形，通常固因我們全然不知關乎物體之配置移動所致；特是在自然中之非可逆的現象，卻因其積分條件太多之故，我們不能一一左右之，所以當然有此結果。此等場合，各種變化之必然性即其所應服從的微分方程式，乃毫無所損，於此當可見得最明白了。

第十章

自然科學與人生

一 自然之利用

人類呢，以其爲肉體的論，乃屬一種生物而非有生活不可；因而其生活也非依從生物學上的種種法則及原理不可，自不待言。例如：進化之原理啦，生存努力之本能啦，共同的習性啦，都在我們人類中實現着，這乃無疑的事呢！然而此等一切，其在人類中，卻非專委於其所秉賦的生物的本能上；即是，同時還須努力用其高尚複雜的精神的意志，以加工於所有環境的自然，使之依照我們本身之生活所適合的情形而有所變更，或引之趨向此種情形而來。爲欲行此而有效，則我們必須使對於自然的知識豐富，而且必須明瞭其變化之法則等等；同時對於這種知的研究之本身上，亦遂感覺其興味，認識其價值；於此，似好說是自然科學已形成其學的體系了。因此之故，自然科學之發生呢，畢竟是本於人類之求利用自然於自己之生活上這種欲望的；不但如此，即自然科學各部門之個個發達展開，其曾經若何的應用於實際上，而在我們之生活上供給了多大的利便，這也是我們之所最能知道的。今日之所謂文明生活，果若何而可以與未開化或野蠻的時代有所區別，只在乎應用自然科學之有無或多少這一點上罷了；竟可說，

比較能多利用自然的，就可為比較文明的呢！

雖然，這所謂自然之利用，並不會作僅將現成的自然依原不變的端過來，就足為何種目的之所用這麼解釋。在自然本身所到底不能出現的種種機械以及許多人工的自然，人類已經「發明」出來了！而且與自然之本身反抗了，在某點上或且得勝了！巨大的鋼船嗎，能犯波濤而自由航行於海上了！飛機及航空船嗎，竟有可能使無翼的人類，實現出古代之夢想而高高的飛翔於天空中！甚至向為雷電之威所脅迫恐怖的人類，竟能驅使如此的電氣去推動機械了，去明照暗夜了，去傳達談聲於數千里外了！既能開通隧道以穿行堵塞眼前的山腰，復能馳駛車輛以上登高矗半天的山頂，此外，更能由化學的以合成自然物，能依不可思議的X光線以透視許多不透明體以及人體內部，能用血清療法以豫防病症：似此等一切，假使古人見之，不知要驚得說出甚麼話來呢？在原始時代，人類每事均聽命於自然，其所努力的事，唯有適應自然以求其生活安泰而已；今則反之，我們竟能至某種程度而自由的使自然侍奉命令了。在此種意義之上，誠然有如黑格爾之所解釋：所謂文明，乃人類征服了自然之狀態呢！

然而論到所謂人類征服自然這句話，究竟作何意義，更能做到何種地步，我們於此，就有稍我省察之必要了。第一，雖說人類征服自然，但欲反抗自然而說任何事件都能成功，那卻不行；究竟何種事件有可能，又何者不可能，就之而加以論究，也是一件重要的事呢！現

在，我們對於許多天災，還無法可以作完全的防備；也有為出人意外的大地震或火山爆發所侵襲而不免遭悲慘的運命時，也有遇着不順的天候氣溫幾無何種手段可以作人爲的調節時。即在種種地理的環境等，事實上也有不可避免的重大的影響及於人類；因此，有些地理學者主張說，地理的環境支配人類，且爲形成文明的素因。然而此等一切事實，縱使現在如此，從前也會如此，而將來也依然不得不如此，抑或不然，那卻沒有法子可由此等事實而直下結論呢！例如：那些關乎古來文明中心之興亡移動這種歷史的事實，縱然可依其地理的環境以說明之，而近代之物質文明，同時也說明着，如此的環境，也有到得某種程度以變更之之可能；如今日之大都市或工業都市，其所看作自然的環境的，豈不是非常之多都出於人爲的嗎？又如天候氣象，如天災異變，似也不能限定到了將來仍不能由人爲的以左右之，或者至少也能用何等方法以迴避之呢！文明之令人吃驚的進步發展，已有不少的例，可以指示出那種一向以爲不可能的事件也有實現之可能了。

然而我們不得不容許，有無論若何終爲我們所不能越過的界限存在，即是有所謂自然法則存在。自然科學實已以自然法則給我們證明了。一切事實，悉數是服從此種法則而出現於我們之世界的；無論我們有若何的欲求，那反乎此種法則的事，卻任何都沒有希望呢！自古以來，人類曾煞費苦心，夢想發明永久動作的機械；卻是，物理學中之能量恆存之原理，已指示我們以永久機關之不可能了；從而，在此

種原理為所承認的限度內，我們無論到了什麼將來，怕也不見得能發明出如此的機關來吧！又如生物之生死現象，如果為生物學上所證明為必然的，則無論若何發明了足以治愈百病的醫學，而人類之肉體，想仍免不了死滅；所謂不老不死的仙藥，只好算作一種夢想罷了。

如果自然法則既已如此而為必然的，而且為一定不變的，些少也不能有所變更，那麼，所謂人類加工於自然而依照自己之所適合的以利用之，這句話果將作何意義呢？對此問題的解答，我已在前章第六節說過了；所說的即是：自然法則如由數理的而用微分方程式以表說時，則我們可得到某種程度而自由變更那使之能作具體的實現的積分條件，以使現象能依所希望的情狀而起。那原始的自然，一經在所與的積分條件之下，即將從所與的微分方程式而宿命論的將那種情狀繼續下去。對此而論，人類是能在其所容許的範圍內，變更種種物體之配置，而依照某種情狀提出適當的支配自然之運動的各各積分條件的。這就是：所謂為人為的工作於自然之上而利用之這句語之真正的意義了。

因此想可以知道：我們當利用自然時，首先不可不知自然法則果為若何的，其次不可不豫究，在何種積分條件之下，法則就具象為何形。在利用自然這件事上，自然科學之所以為絕對的必要，就在此。為利用自然計，即使是最初以為與此緣遠的一種純粹理論的自然科學的研究，似也不能不獎勵之。在意大利之醫學者加爾巴尼於其解剖實

驗中，研究蛙脚之肌肉所感的電氣時，誰會夢到電流之有令人可驚的應用呢？又在法拉第用鐵粉以研究磁氣指力線之模樣，更對於荷依爾線圈（Coil）而動磁石之棒以發見電磁感應之現象時，誰會想像出有今日之發電機之迴轉以及一切電力事業之情狀呢？自然科學之發展，竟以我們所萬見不到的自然之事實顯示給我們看，因之，其完全出乎意外的利用，也遂為所導到了。

如果靜將此等事情反省一番，則將知道所謂人類征服自然這一類的話，實在是一種未經思索的不遜觀念。為欲利用自然之故，我們決非最忠實的以聽從自然不可。我們若與自然反抗，那就一指也不能動了；唯有順應着自然法則之所命，乃能施行一切。極其微細的故障，常為其目的之阻礙，這是實驗者最有經驗的事；因為自然對於無論若何細小的條件也不忽視，乃有異常的精確以固守着法則在那裏；我們必須深深覺得，唯有順應之乃能達到目的。最能隨從自然的，即是最能利用自然的呢！

一班不能正當的理解此種關係的人，往往立於謳歌近代文明之恩惠這一半面，而敏銳的指摘文明之弊害並咒咀之，同時甚至對這安置於文明之根極上的自然科學也嫌惡起來。文明漸趨於隆盛，而許許多多的弊害也隨之而顯，這個確屬實情。然而，為有此種弊害存在，遂對文明之全體也加以否定、加以排斥，似可不待言而知其謬。我們捨去今日之一切物理的文明而復歸於原始時代之生活，即使我們過得下

去，也必須問一問是否價值更多呢？在此場合，無論其為多麼勇敢的人，他敢將我們之文明設施抹煞一切嗎？果其如此，豈不是與古昔燬天下之書而焚之的暴君秦始皇同出一轍嗎？我們實不若力探弊害之所由來而除之更為得策。

近代文明之最著的弊害，在通常之所舉的，乃伴同都市之膨脹及工業之隆盛而起的，不健康的狀態及經濟的壓迫；此外，如由兵器之發達而生的戰爭慘禍，也常可算作一種呢！其中，都市住居及工業勞動中之不健康狀態，當可因其衛生的設施之完成而比較的易避，這實無疑的事。不問是都市，不問是工場，均為純粹由人為的所建設起來的一種世界；但其成立之目的，僅在某種一定的利便，其忽視自然實為過甚，以人類之高尙複雜的肉體的機能居於其間，乃極不適於安全的：這種情形，在今日誰都注意到了。為有此故而說不若依照原始的自然那樣較為適宜，話也真確。在我們之肉體上，何以原始的自然較為適宜呢？又其如何的要素，對於肉體之健康為必要的呢？自然科學嗎，正即就此等問題而明示其根本之理論在那裏。我們當建設都市之時，如果取入此種理論，想可以避去其弊害吧！

不過，當欲實行此等完全的設施時，其形成障礙的，卻在由經濟的事情所生的困難。諸種工業之異常的發達，遂至與送出多數商品於市場而同時在經濟上束縛一切的生活，於是造出多數的勞動者而奪去他們之經濟的餘裕。在這一點上，人類實不啻作繭自縛。到了近時，

勞動問題越鬧得兇，對於經濟的資本制度的論爭也漸盛起來了；但此決不是由利用自然所生的必然的結果，卻直可說是由經濟制度之缺陷而來的必然的運命呢！將來經濟制度之改革，我們應可希望免此弊害吧！

更論到由兵器發達而生的戰爭慘禍嗎，則戰爭之本身，不言而喻是人類社會中所行的不道德的行為；國際的關乎平和的協商，正在實際的籌劃，這是我們之所熟知的。如此的協商條約果能形成得鞏固，而免去一切戰爭，這當然是非常可喜的事；但在一方，卻因有威力的兵器出現，而使戰爭之本身成爲不可能的事，這也不敢說誰沒有如此的時日到來呢！

要之，自然科學之所攜來的自然之利用，實給與我們人類以不少的恩惠；輝煌煌煌的物質文明由之而得以形成，漸次將使樂園出現於此地上呢！在此過程之中，固然不是沒有弊害發生；但此畢竟不由於大局上之誤用自然，即由於社會中之他種缺陷；我們如果努力從事除之，則比較良好的狀態，安知不大有希望在前途呢？自然科學之關乎人生的效用，我們實不得表示深深的感謝。

二 自然之神秘性

在原始時代，人類之關乎自然的知識淺薄，此時之自然呢，覺其實爲不可思議的謎所充滿着。其常在己等之周圍所習見的普通的現象，固會免爲此種不可思議之感情所沾染；但一遇稀有的發生事件，卻覺

得非常驚異的正復不少。淒涼的暴風啦，翻海的怒濤啦，震裂耳膜的雷鳴啦，動搖大地的地震啦，兇焰滔天的火山爆發啦，此等形形色色的天變地異侵襲而來之時，就覺得非常恐怖，嘆為終非人力之所能及了；這也是當然應有的節目，算不得甚麼無理取鬧。他們原始人輩，因此遂想像到如此如此的現象之中，乃有具着高出人類的絕大力的神存在，於是生出等等的宗教來了；因為他們曾以此信教祈神為求得自己安全的唯一途徑呢！但在其稍有思想者，則又覺得所有一切事物，無一非不可思議的，無一非呈有神祕之觀的，於是汎神論的思想也發生出來了。

那對於自然的神祕思想，曾生出種種的神話及傳說於原始人之間而其中之所談，大率屬超人的行為或超自然的事實。人人對於此等神話及傳說之神祕、之不可思議，反覺樂而慕之。有今日還遺留在那裏而可見之於各種宗教中的，如天國的樂土啦，如地獄之審判啦，又如天地創造以及種種奇蹟之故事啦，直可以看作古代人之夢想所生了出來的偉大的藝術呢！與此等夢想同時，人人並在自己本身之中顯示了不可思議的魔術的行為，或以種種神祕的意義歸之自然現象，而誇說能解其謎，以為有一種興味；特別是在判斷各人之運命這件事上，尤覺有熱心求知的欲望，應此欲望，遂通行出極多種的豫言的卜占方法來了。如占星術啦，又如中國之卜卦啦，這些就是其通行最廣的事例呢；即至今日，此類方法還不見得屏除淨盡，亦唯有驚嘆而已！

這種對於自然的神秘的解釋，在希臘時代之自然哲學中，也曾夾雜了一半進去；到了文藝復興時代之後，純粹的自然科學既已勃興，就當然不免有互相抗爭的運命了。雖然，當時宗教之權威還屬非常強大。羅馬法王府中，不特專為基督教會之中心，而彙握有政治的權力之一部，以此，許多科學遂至受其干涉壓迫，而不得不陷於悲痛的運命了。科學的學說中之招了宗教之最激烈的反對攻擊的，莫如那鼎鼎有名的哥伯爾尼克斯之地動說呢！因其與聖書之所說的以地球與人類為世界之中心這一說相反，而目之為異端邪說；竟至對那位依科學的根據而主張此說的加利里，而使之在寺院之聖堂中宣誓以擯棄其學說了，並且禁止其所著書而命之幽居退省了，甚至對那位受地動說之影響而以自然為真神之顯現並且否定有人格的神存在的佐爾達諾·布爾諾，加以火刑之處罰了。自然科學受了宗教所加的不正當的迫害，實以在此時代為極甚了。

然在近代，也不能說全然不見與此相似的事例。在十九世紀之中期，有達爾文之進化論出現，說人類亦為由某種動物循生物的進化而得到現時之情狀的；此說非常喚起宗教家之異論，那班冥頑不靈的迷信者，欲堅執着聖書所記的神創造人這種傳說，遂熱熱鬧鬧的極力排斥進化論起來了。特別是在美國，直至近年，這一類反進化論的思想還盛行着呢；以進化論為一種在教育上有毒的學說，而對一位在中等學校中教授此說的教師開了裁判，遂致一時輿論譁然；這乃剛剛數年

前全球皆知的事實。又在我國（指日本），對於古代史之科學的研究，也因國體信仰之故，往往不得已而迴避之，否則將招致攻擊呢？這種迷信的傾向，實與前面所說的同出一轍。

總而言之，宗教與科學之鬭爭，自古以來，固曾有層見疊出的不少事件，然而自然科學所闡明的普遍的真理，我們人類終不能不承認，凡有專事獨斷而信仰與之相反的事實的，概免不了迷信之譏。特是在完全缺乏自然科學的知識那時代，對於今日所認為與科學的真理有矛盾的事件，或許在心理上曾以為真實呢！如那些自古相傳的宗教的奇蹟，以此種意義而論，我想也好解作在實際上所得有的吧！然而今日人人既已知悉自然科學之本質，假使還期望有反乎科學的事實的那類奇蹟出現，那就明明陷入自相矛盾之誤墮了。無論何種的迷信，在今日概所不許，即宗教當也非從此類迷信的一切事實解放出來不可。

宗教呢，乃以認識超自然的而且超人類的實在而成立的，即認識神而對之崇敬信仰的；這決不應與認識自然的實在的那自然科學相矛盾。因為：那關乎自然的實在的一切知識，乃從自然科學之所闡明而形成的，宗教對之，卻絲毫沒有可持異議之理由存在。信如此說，那就非斷乎打消宗教之本質不可了。如果依我之所見而論，則因宗教對於我們人類，也具有普遍的價值，其形成信仰中心之神之內容，雖說是超自然的，卻也不是非自然的。何以故？因為：純粹由論理的觀之，所謂非自然的，決不能是普遍的呢！我們在此種論理之根據上，至少

當也不能不許人生之本身為一種自然的存在呢！

以神之內容之人格化這一點而論，在各種宗教中，或有取各異的形式之可能，也可以容許其取各異的形式。然而無論若何，如果將神作為一切自然之創造者又為其支配者以解釋之；那麼，自然科學之所給予我們的那嚴正不阿的自然之必然性，正即神之最美的啓示之一事了。所以，即使神為萬能之所自出，他也決不能在自然中行出背反必然性的事來呢：這種解釋，豈不是正當的嗎？換言之，那非自然的事物，即使會發生於人類之夢想中，那也決非依據神之命令而實現的。我們所可正當定出意義的神秘，我以為不在此等非自然的事物而在最自然的事物。夢想之所生的怪奇及不可思議，那並非神秘的；正惟自然之一切現象，這卻真為神秘的呢！寒一至而水成冰，人人都看作極其普通的當然現象，絲毫不以為怪。如果由物理學的論，這也不過是，分子及原子排列之狀態，在一定的溫度之下惹起某種不連續的變化而已。然而與之同時，卻還有種種疑問：在地球上，何以特選出水來作最多量存在的液體呢？冰之密度又何以不同於其他許多液體而較水之密度小呢？水之熱容量，更何以較其他液體特大呢？形成水的酸素及水素之原子中之電子配列，果若何定出使水有如此特質的法則呢？我們試取此等疑問而深思之，能不愈思愈覺得對自然界構成之微機有絕大的驚異嗎？假使水也有不具以上所述那樣的特質之時，則海水當最多時由表面受冷，或者將比現在更甚而且更速的結冰呢！其冰塊或者

將深沉海底，而使海中之動植物難以生息呢！然而，這還只算得自然之真正的微機之一端罷了；亘乎自然之全體，其所謂自然法則的，實呈多麼調和的微妙機構在那裏呢！至如今日還甚不明瞭的生物體之根本組織啦，更如極其玄妙的人類精神之作用啦，竟之連想像也感到困難呢！自然既充滿如此的驚異，豈不正是最神祕的嗎？我們如果欲讚美神之萬能，除此之外，還有加上更為神祕的何者之必要呢？如以那非自然的怪奇歸屬於神，豈不太嫌低劣嗎？唯有自然正為神之最有價值的創造呢！

如此觀之，則那以自然法則之無往而不整美的面目昭示於我們的自然科學，必然會將宗教之神之內容之光輝最明確的具現出來。即可以說：自然科學不特不會與宗教相矛盾，反而成其最有力的助手。因此，那創造而且支配一切自然的神，必益益炳然顯現於我們之前了。將無所謂宗教與自然科學之鬭爭那樣無意義的愚昧的舉動了。這乃一班宗教家所應大大反省的呢！

有如屢經述過的那樣，在自然科學所最以為困難的問題，乃關乎人類精神的。意志之自由，看來好似至少也可以充作我們之意識內容而不能否定。這與自然之必然性果立在何種關係上，又如所謂意識作用，果可在生理的心理學上依腦髓細胞中之何等變化而作理論的解釋不可；這種究極的問題，今日到底還在未能窺知的情狀中呢！有一班人，將關乎精神的問題置於自然科學之界限以外，以為無其容喙之餘

地，對於精神，卻似抱着神祕的思想不少在那裏。在那班稱作宗教家或心靈研究者之中，多信有所謂靈魂的存在，而想像其中有不可思議的內容，以說明精神之神祕性。其果得當與否，固非今日之自然科學所能答；然而在此場合，我們無論若何，一方仍不容忽視自然科學的考察。例如，如果假定了靈魂之個性，則其與肉體的個性完全分離，果將用何者而可以識別之；這是至少也在論理上求個明白的。又在如世所傳的某種物理的心靈現象，即我國（指日本）所稱作念寫（或稱念射）的，據其所示，人類之意志的行為，竟有一種可能性，可不藉可以加工於自然的具體的方法如前節所述的物體位置之移動那樣，卻能直接的變更自然現象；這是必須特舉的事。這一點上，特有重大的疑問存在，研究者應以取最慎重的態度為必要。如果沒有此種研究上之準備時，決決不能說其也具有普遍的意義呢！

自然科學之研究，既已將自然法則之必然性充分指示出來了；這種結果，有如我們之所熟知的那樣，因觀察現在之狀態而有推定其過去之來由之可能，又有豫言將來之可能。我們之所以能由科學的以追究宇宙及地球生成之情狀，以追究生物發生進化之情狀的，即以此之故，又所以能編成數年後之曆書，豫報每日之天氣的，亦受此之賜；這是不待多言的。那在太陽系中之最遠方的海王星，為得在先有法蘭西之魯威烈由數理的以豫言其存在，不久遂在實際上觀察發見出來了這算是一件著名的事實呢！有理論的豫言先行而實際的發見隨之，這

一類的例可說有很多很多：如麥克司威爾豫言電磁波動之存在，而赫爾志因之由實驗的以證明出來了；又如近時安斯坦豫言由萬有引力而發生的光線屈曲之事實，後因在日蝕時之實際觀測而確定了：等等都為顯著的例。再以一般的來說，我們之製造種種機械而能豫定其工程的，也可以算作一種科學的豫測。將此等科學的豫言或豫測與古來所盛行的種種神祕的豫言相比較時，人每以為，前者因其常有所根據的理論，較之後者之精神的直觀，覺得甚少神祕性。不知，前者有非常之多的確實性，與後者之完全不確實相反；即在其本身之中，豈非就有明鏡照出自然之神祕在那裏嗎？人之以科學的豫言為一種論理的當然歸結而非不可思議事件的，似不能不說其沒有解釋其神祕的資格吧！我們對於直觀的感性之銳敏的事實，固也不能不承認之；然使由之而來的豫言，除了偶然適合之外，果真與實在相當，那就也必有可由科學的以求得的何等理由在其中了；必須豫想到此一層，我們乃能覺得其中有同樣的神祕性呢！無此豫想而只覺得茫然不可思議，這在我們就未免過於原始的了。

三 自然觀（世界觀）

自然究屬若何的呢？這個問題，畢竟為自然科學之所應處理的，所以必須待其窮極發展之後，始可望在我們人類之所可能的範圍內有完全的解決呢！然而如此的窮極之時期，我們實不知須待至多麼長年月日，所以卻不能說，在其尚未到達以前，就對於自然竟毫不抱有

何種觀念在那裏。其實，我們對自然有若何的觀念，在實踐生活之種種問題上都當有重要的關係，又特如在所謂人生觀上，尤當有巨大的影響及之。因此之故，人類自古以來，曾試作了種種的自然觀；這就生出所謂自然哲學來了。

狹義之所謂自然，乃指人類精神以外之現象界而說；但是，其中不特含有無機物質，卻兼含有構成生物體的有機物質不少在那裏。這兩種物質嗎，古時以為，其本性上有何等不同之點在，故其一現為無生物而其一則造成生物。而且以為，生物有特別秉賦的生命及精神，同時，那形成生物有機物質，自來即與無機物質不同，決不能由無機物質而以人為的合成有機物質。即至今日，有機物之人為的合成這件事，在化學的實驗上，多的都不見十分成功；在生物體構成上果有何種秘密內藏在那裏，誠難免不以為不可思議；卻是自然科學之進步，至少也已以，構成有機體的物質之本身並非與無機物質在本質上有所不同這種情形，教給我們了。我們既已能發見具備一定性質的所謂物質之原素，又已能至某種程度明白其各各成爲最小微粒子的原子之內部構造；即至有機物質，如果由化學的以分析之，實驗上也已指示出其所含有的不外乎此等原素了。所以，那處理有機物質的有機化學，一向雖曾作爲與一般無機化學不同的一個部門在那裏，到了今日，如果專由化學的以論之，其間已失去根本的差別了；即是，有機化學已可作爲以處理炭素及水素之複雜的化合物爲主的化學了。既然如此，

那一切的生物體嗎，就已明明白白僅由我們所知道的物質所構成了；此外，所謂生物之生命及精神，假使也均為物質之特殊的結合所生的必然的結果，那麼，物質與精神兩者，也許就不能如從來之所假定的那樣，說其為全然各別的了。但是自古至今，誰都為得對於此種關係不能求得真正科學的結論之故，竟提出種種有關乎此的想像之說來，而欲不分皂白的以試作對於自然的解釋：這是在所必經的階段，亦無怪乎其然。

如果將自然作廣義的解釋嗎，則精神似也可以與物質同作自然中之實在的對象看。而支配此兩者的原理，在常識上之所觀察，乃作為完全互異的，也屬事實。從此種觀察之立場，即假定了物質與精神為並行的，這就是所謂二元論。這種思想，自古以來即已有之；但那曾經明確表說出來的，實為笛卡兒。然在一方，精神總是內在於由物質所成立的肉體中的，而精神與肉體兩者，常有相關的交互作用；這種事實，在那將兩者認為獨立的二元論中，實覺難於說明。於此，遂有偶因論者之說，以為此兩者之君似互相關係的，實不過出於偶然的皮相的原因，其背後實還有推動此兩者的神在；又有斯賓諾查之學說，以為此兩者同不外乎唯一的實體之神之屬性；等等。在此場合，其實質既已歸到一元論了；而一般之理論的傾向都向着一元論的情形，於此當可見之。

本來在一元論中，可以分出以精神為主的唯心論與以物質為主的

唯物論。唯心論的思想之發端，乃在希臘之柏拉圖哲學中；那裏分出作理性之對象的伊底亞（Idea，理念，觀念，想像）界與作感性之對象的生滅界，後者意為表現於時間、空間之中的物質、形態，而前者反之，卻為完全超越了時間、空間的非物質、非形態，但必以前者看作事物之真相，而生滅界之事物則為假相，祇好看作伊底亞模像而已。即是，在其以非物質的伊底亞為大本這一點上，非認為唯心論的不可。又那以伊底亞為內在於一切事物中的亞里士多德之說，亦與此同；至於柏拉第諾士等之新柏拉圖學派，則更達到了一種汎心論，以神即唯一絕對者之本質所流出的物為伊底亞，又由伊底亞流出靈魂及物質，而且一切的物，均以其中包含靈魂的限度內為存在。那以神之人格為中心的基督教的信仰，勢必與此等唯心論或非唯物論結合起來了。在中世紀，此種思想曾通行於一般；所以其最後之克查納士之汎神論，也以個物作為映照萬物的鏡解，作為宇宙即神之縮寫解，竟欲以此使非物質之之原理得到徹底了。

在近世紀之初期，那唱出唯心論的哲學的，為斯賓諾查、萊布尼茲、巴克勒等。斯賓諾查嗎，以神與自然視為同一，而以物質及精神作為其屬性，作為其一時的形式，但以兩者有在根本上相連的這種關係，又歸結得兩者之必然的平行性，即是，無物體之對應無觀念，無觀念之對應無物體。這與康德以後之好多哲學說同樣，乃屬於以絕對作根本原理的所謂同一哲學的，因此以之歸於廣義之唯心論的哲學。

來布尼滋嗎，假定了所謂單子（Monad）以作精神的、非物質的個體要素，其本質概屬同一的，但在其活動的表象之程度上有種種的階段，從而有無限的單子之種種集羣以顯現出宇宙。於此，有神所賦與單子的豫定調和存在而表示出整然的統一；而乃以此等精神的單子羣為我們所見的物體的，實因我們之表象不完全之所致。惟是，來布尼滋之所假定出來的單子，乃作為一種客觀的實在而與主觀對立的。那與之相反而主張精神及觀念以外別無何等實在的，則為巴克勒；這裏卻立出最純粹的唯心論來了。

與唯心論對立的哲學的立場，就是唯物論；這種思想，也自古以來即已發生在那裏了。在那與素樸經驗論同時並有的素樸唯物論，不過以精神也看作一種實在，而想像其中有物質的屬性而已；但以爲精神比之其他物質，乃輕快的，乃運動的，氣息啦，火啦，溫暖的空氣啦，如此等等，均可以具象出精神來的。在德謨克利特之原子說中，曾欲依所謂物質的單元那原子之集合離散以說明一切現象，特以精神之原子為微小圓滑的而與其他的原子有別。在此種意義上，他這原子說也免不了為二元論的；惟是，其所假定的一切原子所不得不從的二大原理，即原子不生不滅之原理，與原子互相衝突運動中所有的原因之必然性及普遍性之原理，對於以後之自然科學，果有多麼重大的影響及之，這是我們之所已見的呢！這種以精神看作特殊物質的二元論的思想，與近代自然科學之物與同時而漸被驅逐，遂生出純粹的唯物

論來了。即是，在十七世紀霍布士之唯物說中，曾以感覺看作外部運動過程之一刺戟，這刺戟傳到腦髓，遂起了精神現象；而精神過程嗎，在本質上也不外乎最小分子之運動，其所以沒有作為運動以表象的，乃因我們之知覺不充足之所致。更在十八世紀之始，杜蘭德又曾作這樣的假定：種種的心理過程，都依存於感覺及腦髓機能上，而作為物質之特殊性質的感覺，在適當的條件之下，乃為意識的，又因與其他感覺結合，而生出複雜的觀念。這即稱作精神物理的唯物論，乃唯物論中之最重要的一種形式呢！

如以上之所述，二元論也好，唯心論也好，唯物論也好，無論何者都屬形而上學的學說；其與單以經驗為基礎的自然科學之本身，固不能無所差異，但在論物質與觀念這限度內，卻常有密接的關係在，這乃不容否定的事。試看！如上面所述過的德謨克利特之原子說，不特以其可作今日之科學的原子論之先驅者而有非常的興味，即其欲在實際上依原子之運動集散而說明物質之諸性質的那種思想，也直接有巨大的影響及於氣體之運動學的理論等呢！又如萊布尼士之單子說，也可以與近代之能量論比較而見其類似呢！在一方面，觀念論也為康德所整理而形成其偉大的哲學之根據，因而對自然科學之概念或原理，此後也可以下嚴密的批判了。

然而論到精神與物質之關係呢，我們如果沒有正當的豫想到自然科學的事實，卻就不能遽下憶斷。因此，單單爭論甚麼唯心的或唯物

的，那卻毫無用處。那承認精神與物質之間有絕對的同一原理的一種立場，在自然科學的唯物的解釋上，原來也屬可能的事；而以其為非物質的原理之故即看作唯心論的，只不過名稱之問題而已。如似在物質之間承認能量原理或其他抽象的原理關係一樣，精神現象也許為何等原理之所支配。我們只探究如此的原理之存在與否，如其存在，則其內容為何，那就好了；這原理果為唯心的或唯物的，想無探究之必要呢！而如此探究，必須經自然科學的經驗方能達到，決非由形而上學的推理所可得到的。特是關乎精神的自然科學的研究之異常困難，卻不能不豫想及之。今日之生理學呢，既已進而應用物理的及化學的實驗方法及其法則在那裏研究了。這固無疑是完全適當的進程；然而，所可作為物理的及化學的現象以分析的物件，無論至何地步，總不出其範圍，若意識以及其外之精神作用等，則僅以此不能獲得之，誠恐有如刁波亞·列門之所想像的那樣，自然認識或即以此為其界限之所在呢！我們更不可不正確的研究心理狀態與生理狀態之各各對應關係，以進而解決這個問題；但因種種心理作用互相作複雜的影響，心理學上之實驗甚形困難；又進至如意志之自由那樣的問題時，其果得由自然科學的以解決之與否，按理，也不能說沒有疑問呢！

然而，如果僅以此等之解決困難為理由，即一直斷定精神完全為離物質而獨立的要素，那也未免性急了。現在之自然科學的原理，不能依原不變的即以之適用於精神現象，固屬實情；但是因此即說其與

物質不相關，那卻不合。想像有靈魂或心靈以作精神之主體，並擬定其種種屬性：這事是特別由宗教挾帶出來的；但如前節之所指摘，卻往往與自然科學的事實不相容。在自然科學以前，那也是不得已的事；惟在今日，則我們既已十分理解自然科學之本質了，此時至少也必希望其中沒有矛盾呢！

自然科學之可驚的發達，直使一般人之自然觀都傾到唯物論的，事實上固屬如此；然而因此遂忽視精神而專重物質，以追求物質的利慾或感覺的快樂為目的，如所謂快樂說或倫理的唯物論那樣，卻就流毒於世人太大了。唯物論之重視自然，更有所謂自然主義引出，由滿足個人的感情即追求快樂，一轉而以任人類之本性而行動即恣情縱慾作其本旨說了。當然，在同稱為自然主義的中，各也定出了各種不同的意義。例如盧梭吧，他則以為：人類之所以異於動物的，乃以其有理性存在；所以，欲改善當時之社會狀態之紊亂，唯有適應人類之本性，即不外乎順從理性而已。不知，其在一方，至以自然看作生物，至以因應生物的本能之欲求而行動為自然主義，這就與那快樂說相通，也有陷於紊亂社會道德的事實發生了。隨着由自然科學來的物質利用之日盛而生出物質偏重之思想，這固為其一般的弊害；如果正當的理解自然科學，則不特此兩者決不至互相結合，而且在一方面，自然科學之方法之嚴正周密的那一種性質，反而可望有效果及於道德上呢！

這對於自然的哲學的解釋，其所及於人生觀的影響既如此之巨；

同時，其對於自然之美之觀念，也在藝術上有極密接的關係。不言而喻，我們之在藝術上，乃以創造美而表現之為目的；豈知，我們如果沒有自然之所給予，怕就不易獲得美之所有形相吧！自然呢，實充作美之淵源而立着在我們之前面的；有好多的藝術，乃首先在模仿自然以求達到其目的。自然之原有的情狀，好似未必能喚起美之觀念，假使仔細追究，則知乃因我們之感覺有限所致；譬如因不能辨別過於微小複雜之物之故，這裏自會引起紛亂錯綜的感覺而生出蕪雜的感情，但使置之於顯微鏡下而分析其一部，卻就有許多場合呈出美感來呢：這是我們之所曾經驗的情形。又在刺激過於強大時，其有損美感亦與此同情。由科學的以分析自然，而使之歸到高級的原理及法則，此時也全為超越感覺之故，而所有的關係能整然的與理想的美一致：這也是在自然科學上所常得到的體驗。於此，我們將仰見神之容貌，而知來布尼滋之所謂豫定調和之美了。由此觀之，我以為；藝術之所求，乃限於我們感覺之所表現的具象的美呢！

四 自然與社會

假使以人類作為自然之一部觀察，則由人類之集羣所成立的社會，也屬事同一律，而各各個人，決不能獨立的生存，必常為社會所束縛而成為社會人呢；在此限度內，社會實成為人生上之重要的考察對象。我們當考察物質及生物時，已能成立為自然科學而依其方法以論之了；而論到人類，也以其關乎生物的性質為限，仍得純粹由自然科學的以

處理之；如現在之生理學及病理學即是。尤其是，在此等生理學及病理學上，卻也不僅專依乎身體之物理的及化學的性質，而多的是在乎與心理的狀態之密接的關係，這乃不容否定的事；從而，亦得利用此點而使心理學上之種種問題，有可與其外的即生理的狀態結合起來而作自然科學的考究之可能。然而今日自然科學之所劃出的界限，似即在這一點上，卻有不能超此界限而由科學的以考究人類意識之情況。意識上之各種問題所以不得不委之哲學的，其理由即在乎此。雖然，所謂社會為何這個問題，卻算第一重要，必此先有解決，乃可以決定社會之考察方法呢！

因為社會乃人類之集團，不言而喻非純粹的自然，從而，按理就不能將自然科學依原不變的端過來應用；同時，這也非純粹的意識，從而，問題是不能依哲學的解釋以使之滿足的。雖然所謂社會意識，可以作為社會之指導；但其果與個人意識立在哪種關係上，又果若何以成立，這卻不可不加以考察，而且，其與個人單由自己之意識所考察的本身之意識內容，在性質上多少有所不同，這也不可不與以承認。當然不止於此；在社會上，因為包含着各各個人之精神的並物質的生活之全部在那裏，而且有種種從屬的制度表現於此集團之本身上，進而對於各各個人給着影響在那裏，所以其間之關係極形複雜。因此之故，當我們以社會作對象考察時，本來必須有與之適應的特殊的的方法：這就是其不得不獨自成立為社會科學之理由。

社會呢，往往可以與一種有機體對比。有機體由許多細胞成立，而個個細胞，則行着種種的生理的分業；社會也可以如此說明，即是，社會中之種種的階級團體，也各各行着社會的分業。這樣的思想嗎，乃為那稱作社會學之建設者的奧古斯特·孔德，及那使社會學發展起來的斯賓塞所曾述說的；後者特採取達爾文之進化論在其中，因此也可以表說社會進化之法則。社會與有機體之類似關係，在某種程度之上，固可以認為事實；然而，無論其至何地，總不過一種類推罷了，為其如此，毫無理由可說社會乃必然的與有機體中之變化現象相對應。換言之，那規定社會的法則，當由社會本身之周密的觀察以發見之，欲從其他類推的事實專出，怕是不能。不僅如此，我們現在之社會，乃唯一的確實存在的社會，而且具着一種特質，能依歷史的必然而與過去之社會連繫在那裏呢！在社會科學上，其有如此特質的事實，也非顧到不可。

近時社會科學之足以令人注目，且至引起異常的實踐的社會運動的，實為馬克思之社會理理。這乃以所謂唯物論的辯證法為基礎而建立起來的一種理論的發展；在此立場之上，將社會看作生產關係之總和而由歷史的以考察之，這即是他之所謂唯物史觀。他有了這樣的信心在那裏：以為必須如此，乃能由科學的以論究社會中之經濟現象，因而可以發見其必然的變革過程。這裏之所稱作唯物論的辯證法的，依馬克思之意見，既為一種世界觀，同時亦為認識之方法。辯證法呢，

本圖黑格爾哲學中之思惟方法，乃以世界之事物爲由如次的三階段以發展的一種理法。即是：第一的階段呢，在其本身之狀態中，卽含有成爲發展之要素的矛盾，但還沒有何等發展，而仍維持其自己同一；第二的階段呢，那成爲發展之要素的矛盾，既已發生而與第一對立了；第三的階段呢，這種對立綜合起來，既不屬於第一，亦不屬於第二，卻爲包容第一與第二於其中的新的更高的階段。那經過這三種階段的過程，則名爲奧伏赫變 (Aufheben, 這一語兼含有拋棄與揚舉、廢止與留置之兩相對立的意義在那裏；日本譯作止揚或揚棄，我以爲，有時可譯作消長、起伏，有時可譯作脫變、更革，有時可譯作拋置、洗刷)。依黑格爾之意見，則以世界爲一種絕對的伊底亞 (Idea, 理念, 觀念) 或羅各司 (Logos, 理性, 概念) 之發展所表現的；這乃依辯證法先作自然而然的發展，然後達到現實的精神的。因此，不得不說其世界觀爲唯心論的。馬克思則捨棄這種唯心論，而將黑格爾之辯證法與費兒吧哈之唯物論結合起來了。即是，將物質世界看作實在之本體，而以精神或觀念之世界爲物質世界之所屬，換言之，卽無非物質世界之被移置於人類之頭腦中的。因而，用現實的事物以代替黑格爾之絕對概念，而將概念作爲現實事物之模像。

在以事物之經驗爲基礎的自然科學中，其所行的概念化，也是在此種意義之上而由唯物論的以行之；依據我在上面之所說明，當可明白這種情形呢！不言而喻，當經驗之成立及其記述時，也曾有某種先

驗的條件之必要。須知，在此等條件中所含有的概念之本身，例如所謂空間吧，所謂時間吧，所謂對象吧，最初也均係從我們之經驗本身抽象而得的；更有此等概念之完全的自然科學的內容，也必依乎可由種種事實中發見出來法則，乃能確定；這些情形，均屢經說明了。而在欲發見自然科學之法則時，不必問及，客觀的事實與觀念果先有何者存在這種形而上學的問題，我以為此兩者，結局均是由循環的而確定下去的呢！即在社會現象之場合，豈不也可以於其為客觀的這限度內同作如是觀嗎？而且，那些關乎種種概念之抽象及關係的自然科學的法則，多的可以毫無變動之移來適用；這是豫想得到的情形。惟是，依上面之所說，社會之最顯著的特質，乃在有一種嚴然的歷史；這卻與我們之地球在自然科學上有一定的歷史，為完全同樣的情形。

然而，社會現象果能如唯物論的那樣而為必然的與否，我們卻不可不最慎重的以考究之。在今日以前之社會之歷史即使如此，而社會乃進化不絕的，則其果常如此與否，也非常成為疑問。因為：縱說生物之行動，可以看作依乎自然科學的，但在這已經進化的人類，卻能依其意志之表現而由意識的以超越之；同樣，這更加進化的社會，也將能依其自由意志之表現而規律自己，自是可以推察出來的情形呢！

又在那些表現於物質之間的法則中，也有為絕對的必然的，也有具多大的偶然性的；這乃我們所已明瞭的情形。那關乎一個一個的電子之性質的法則，屬於前者；而如那看作多數分子之集羣的物體之熱

力學的性質，則屬於後者。在這看作多數個人之集團的社會，諒也極多與此同樣的事情：這乃必須注意的。即使個人之意志若何決定，而社會所起的事象，也未必與之直接有關，而且支配此事象的法則，必還有從偶然性之多少而表現之可能。

馬克思及其同派之人所解作決定社會狀態的唯一要素的經濟關係乃與那為自然科學之應用所促進的產業之發展相伴而來的：這實為一個顯著的問題，我們千萬不可忽略過去。假使沒有自然科學嗎，馬克思也許沒有立出他這學說吧！在一方面，自然科學之發達，乃與那宗教之權威之興旺及其墮落相隨而起的，一切固均依乎歷史的必然而進。繫在那裏；於此，想也確有大大的偶然性在那裏作用吧！我們不可不努力發見那成立於此等偶然性之間的某種法則，例如熱力學中之恩特洛披增大那種原理的。

今日之社會中還有一個重要的問題，即是關乎人口增殖這個問題呢！如果地球上之人類無限增多起來，則各人之物質的生活必將甚形困難：這乃容易想像出來的事。即如所謂經濟問題，到了現在，事實上既已與人類增多相關聯而喧鬧起來了。在生物中，其個體之增殖，自可以看作一種自然現象，而專由環境條件以決定其運命；然而在人類中，則因有種種增殖之結果可以考慮，而對於增殖的適當的方法，卻有自行講求之可能性在那裏，並有其必要及義務在那裏。卻是，人類增殖之影響，極為多種多樣，因其不僅有關於經濟及食糧問題，即

於民族鬭爭或國家對立之狀態，亦有重大的關係，所以其解決甚覺困難；然而，無論其為若何困難，增殖終不能聽其自然而置之不理，在此意義之上，產兒調節之程度及實行方法哉，又使之對於人間文化有更大效果的必要的優生學的事實哉，將來似不能不益加考察研究呢！而為此等考察研究計，不言而喻，我們更希望自然科學有尤為遠大的發達呢！

譯 後 語

專門的研究也好，一般的研究也好，所謂自然科學之研究，其意義不外是：人類征服自然之欲望。征服嗎？不，只好服從！在這一點上，本書第十章第一節已說得明明白白，用不着我再多言。我在這裏所特別提出注意的事是：服從在乎服法，服法在乎知法。

自然之認識，即是欲知自然之法則。以人類有限的知識而欲認識無限的自然，勢所不能：這就是今日知識趨於專門化之理由。須知，知識之專門化，最易致其他部門之知識缺乏；而任何專門的研究，常不免與其他部門有所關聯，同時就不能不涉及一般的研究了。而況，能知自然一般的法則，則在自己所專攻的部門，不特可以免除了向內的缺乏性，而且可以開擴了向外的偏狹性；於此，也足見一般的研究之重要性了。

自然法則之認識，必有理論以作其根據。自然科學的理論，不是由人類之思想所捏造的，而是由觀察經驗的事實所理論化的。觀察的事實愈周，經驗的事實愈富，理論就愈近乎真且愈通乎一般。對自然科學的理論而給以正確的批判，以使自然法則之認識得有安當而普遍的根據：這即自然科學概論之使命。

石原純先生此書，對於自然科學之種種問題，悉以安斯坦之相對性理論為依歸：這是其特異於其他同一性質的著作之處。此外，如最

近之量子新力學，波動新力學，以及六元向量、世界張量、麥特立克斯式即整陣式之新應用等等，無不談及；這亦其優於其他著作之一點。至其對於其他著作所避不談及的社會科學與自然科學之關係及異同，特能始終注意，尤足見其眼光之獨到呢！

然而此書也不能說沒有一些缺點，即是：石原純先生對於某些問題，如必然性與偶然性之問題，連續性與不連續性之問題，唯心論與唯物論之問題等等，非陷於循環，即陷於不徹底。這固不免為美中之不足；但非先生個人之咎，而正為今日自然科學者一般所不能免的通病，例如一九二五年以來之主張新波動論且發展至令人可驚的波動新力學的各位先生，從卜洛格理至許列天格爾，他們對於連續與不連續之問題，還在那裏模模糊糊的說甚麼「波動粒子平行性」這種「假話」呢！此何故？現代之社會關係使然！

現代之科學特別在自然科學，與其得到空前的豐收同時，其舊的思維形式，在如此豐富的內容之前頓形其狹隘，於是科學之危機到來了。然此卻是有益的危機，因為舊者沒落而新者發展，科學之新階段當前了。我們如願踏上自然科學之新階段去，至少也不可不讀這兩部名著：（一）一九二四年所公布於世的恩格斯之札記「自然之辯證法」，（二）德波林由一九二四年至一九二八年之論文集「辯證法與自然科學」；前者為恩格斯由辯證法的新觀點以研究自然科學的勞作，後者為德波林之對於前者的討論。因為，最近自然科學上之許多新發展，

特別如波動新力學對於量子新力學之連繫與補充這種嶄新的事實，正足以確實證明辯證法爲自然之最高而最一般的法則；所以，從前專作社會科學之認識論的所謂辯證法的唯物論，現在且躍起而僞作自然科學之認識論，換言之，即必然的取得科學一般之認識論之資格呢！

最後，我對於「自然科學者幾時將停止其僞話」這個有名的問題有一個解答，即是：必在其意識從社會關係解放出來時，而且只能在那時。所以，我們如果真欲研究自然科學，同時也就不能忽視社會科學；因爲，人類意識既爲社會關係之所規定，他一方面，人類社會又爲自然發展之最高的形態，從而，自然變化之法則不能括盡社會變化之法則，而社會變化之法則卻能括盡自然變化之法則呢！我這段話之意義，正與石原純先生此書之始終注意到社會科學的意義相成，不特在外觀上彼此所取的方向相反。

民國二十年六月二十日

谷 神

中華民國二十二年五月初版
二十三年八月再版



科學自然科學概論一冊

每冊定價大洋壹元捌角

外埠函加運費四毫

發行人	石原純
譯述者	谷神
印刷所	王雲五
發行所	商務印書館

上海河南路
上海河南路
上海及各埠

(本書校對者朱公選)

43311

