

萬 有 文 庫

第 二 集 七 百 種

王 雲 五 主 編

科 學 方 法 論

(三)

魏 斯 特 惠 著

徐 韋 曼 譯

商 務 印 書 館 發 行

論法方學科

(三)

著惠特斯魏

譯曼韋徐

著名界世譯漢

第十五章 歸納法

第一節 歸納法之普通概念

歸納法者，乃引曾經觀察及偵查之真理，用合法之推論，以求未經觀察及未經偵察之真理。每一事件之中，必含蓄一種條件，即不論何時何地，同一情形能重複發現者，其結果亦可相同。是以歸納法之定義，可述爲用特殊之情形，及合法之程序，以推論較爲普遍之情形，或由較不普遍之情形，以推論及更爲普遍之情形。

福勒(Fowler)氏曾用著名之「金幣與羽毛」之試驗以闡明之——一金幣與一羽毛同時置於真空中，令其位置相等。若同時任其下墜，則可同時到達器之底部，換言之，即墜落之時間相同也。

由此事實，吾人可以推論，若更用此二物，或用他二物重複試驗，其結果亦必相同，並可進一步推論，謂所有物體，不論其重量如何，若無空氣及其他障礙物之阻礙，均可在相同之時間，經過相同之垂直空間。

上述者，爲吾人所作之實驗，——因便於觀察，故使一種事件在一種情形下發生；吾人即由之而推論。——此種推論之背景之假定爲何，推論之根據又何在耶？

吾人作此實驗，必有一定目的。各種物體，若僅受地心吸力之影響，欲知其墜落之速度是否相同，必須使欲研究之現象與他種現象隔離。今將器皿中之空氣完全排出，使所有能影響物體之事物，除吸力外，均已全數消除；則此因所發生之果，乃能察得。

既已設此假定，則任何結果，爲完全發生於當時當地動作之因（或衆因。）換言之，若無因，任何事件，均不能發生。其所以又加以推論者，蓋吾人確知相同之原因，必生相同之結果，或更精確言之，即相同之原因或衆因，若不爲他因或其他衆因所影響，必發生相同結果或衆果，——蓋假定「自然現象爲一致」者也。

今當先討論自然界兩種重要問題之真相；卽「全稱因果律」(Law of Universal Causation)及「自然界之一致律」(Law of the Uniformity of Nature)。

普通之理由，可以綜結如下：——

- (1) 兩種物體，其重量雖然不同，但知其到達器底之時間確爲相等。
- (2) 此種事實，必有一種原因，或多種原因有以致之。
- (3) 此事例中所存在之原因，厥惟地心之吸力。
- (4) 故此兩物體能於相等之時間，墜至器底，乃吸力之單獨作用。
- (5) 無論何時，有與此相同之原因，或相同之多種原因存在者，則所發生之結果，亦必不變。
- (6) 所以，當此兩種物體，或任何兩種或兩種以上之物體，雖其重量不同，僅使之受地心吸力之動作，則均可於相同之時間墜至器底，換言之，其時間爲相等。

倘假定全稱因果律及自然界之一致律爲真實者，用此方法，卽用一極單簡之實驗，可以作一極大之概括，實爲堪以注意之事也。惜吾人不能將各種事件，作相同之處置，將各種原因完全除去

而僅留其一也；歸納法普通實較此種之實驗爲難。

此外尙有所謂歸納法，實則非歸納法耳，然通常之意見，以爲歸納法與搜集或枚舉若干事實有關。例如，吾人欲假定一事實，謂一年之每月均少於二十七日。吾人祇須披查日曆，得其每月之事實完全記載之。如此則無所謂推論，卽無所謂歸納矣。

若云「凡鵝皆白色。」吾人或曾見十鵝，百鵝，以至於千鵝，但不能卽以之作爲一種概括。至多爲一種蓋然性，因吾人對於鵝與白色羽毛之因果關係，尙未明瞭也。偶見一黑鵝，或聞有一黑鵝之存在，則所成之概括，完全推翻。

今再舉一例。金之比重爲固定者，而且能於一定之熱度熔化，已爲吾人所深知，然僅爲一種共存之事實 (Coexisting fact)，其中或由於因果之關係；惟因之所在，尙爲吾人所不知。此種共存之事實，乃來自「單簡之枚舉」，無所謂推論，非真正之歸納也。

然此類之歸納——單簡枚舉之歸納——實含有自然界之一致律與因果律，以及數學之公理，與上段所論之共存事實。對於此點，下章仍將論之。

廣義及單簡方面之歸納法，大概如此。

第二節 培根牛頓及侯息兒之基本原則 (The Guiding Principles of Bacon,

Newton & Herschel)

培根之功，在於主張用忍耐之精神，以蒐集事實，將其分類比較，以作概括之根據。前章已論及之。然彼對於歸納法之機械，無可稱之貢獻。

牛頓如培根然，對於發見及論證之方法，無直接之貢獻，然能以身作則，對於研究務求謹慎而詳盡，實提高論證之地位不少。彼所著之「哲學思想之規律」，久被認為一種權威。

侯息爾主張實驗為知識之母。彼以為精確記錄觀察之事實，實為要事，並重視分類之價值，而所定之各種規律，皆可為發明之資助者也。

第三節 輝惠兒氏之「事實之總括」及「概念之詳解」(Whewell's "Colligation of

Facts" & "Explication of Conception")

迨至輝惠兒氏時代，方法始詳細作成。彼所著之修正新機關 (Novum Organon Renovatum)

說者以爲「改進及修正科學方法之處頗多。」

輝氏以爲解決科學之大問題，應於事實中加以觀念與概念。發明家之職務，必先探知事實之詳情，然後用種種之概念以比較之，歷經試驗及摒除，庶易知何種概念爲最明瞭而顯著，而何種對於所論之事實爲「適用。」研究者最後偶然得一適用之概念，則成事實之「總括」——「將事實總束成一單位。」

據輝氏之說，觀念或概念與事實之間，有一明顯之對偶。彼云，概括者，並非由比較事實所發展之概念，而爲事實之上加以精神所供給之概念。各種特殊事實，非僅爲彙聚者，而爲由思想之動作，將一種新原子加入，以成總括；各種事實之所以能總括者，皆爲受此新原子之束縛耳。此中參有精神之概念，而此精神之概念，爲不可得而觀察之事實。

今試舉一輝氏自立之例，以說明之。——何以吾人推想地球爲圓形？

主要之事實爲：（1）若向北方旅行，則見天體運動之磁極，與其鄰近各星座之地位，似乎較高；當向南行時，則似下降。（2）若由兩不同之地點出發，而此兩點之東西之距離甚遠，同時向北行，例

如由西班牙南部至蘇格蘭北部，及由希臘至斯甘定那維亞，則此兩南北線之距離，北方較南方為近。

即當向南行時，可見北極之下降，及經度向北幅合之兩種事實，皆能與所假定之地球表面為凸圓形之說相符合，除此之外不能有其他之假定。倘假定地球為圓形，則所有之事實，不過為其結果耳。而此假定，更可以月蝕時地球邊緣之影為圓形以證實之。

在實際事實之上，吾人加以概念而謂地球為圓形。或可云吾人已思得一種新穎而普遍之假定，可以用之以包括其餘之特殊事件者。但此等特殊事件之所以能組成普遍之真理者，非僅由於枚舉及疊積，但為用一種新目光以觀測之耳。是以歸納之真理，實為各種事實總數之上，加以新精神原子；而精神之所以能供給此種原子者，必先貯有適用之知識。例如，考察者根據上述之事實，能知地球表面為凸圓形，彼須具有完美之幾何學知識，尤以球體幾何為必要。無數學知識者，必無地球為圓形之概念。

由是可知，輝氏以為歸納之步驟，為提出新概念以總括各事實。但此種概念何從而發生，彼則

未言明。彼云，此種概念，爲學者連續不斷之討論及反想，逐漸造成者；此種意見，與謂比較事實，逐漸進化，似非矛盾。但彼又云，概念皆爲精神所供給，而事實則爲感官所供給；彼似假定精神爲概念之寶庫，而所積之概念與經驗無關者也。

第四節 米勒氏對於歸納之意見 (Mill's Views of Induction)

米勒氏對於歸納法之定義，謂用精神之動作，由一種或多種之特殊事件之真理，以推論其他相同事件之真理。換言之，歸納者，乃一種推斷歷程；凡事之在某類中之個體爲真實者，在其全類亦必爲真實；或在一時爲真實者，倘情形相同，無論何時，亦必真實。

是以歸納爲一推論之歷程，由已知而求未知；任何動作，不涉及推論者，不得謂之歸納。

此種定義，實包括所謂「完全」歸納，或「單簡枚舉」之歸納法。例如，倘由各個行星之觀察，而謂所有行星皆藉太陽之光以爲光；或云所有之使徒皆爲猶太人，因保羅及彼得以及其他之使徒皆然；此種或與此相類之情形，在中古時代之語法學 (Phraseology) 中名之曰「完全」歸納。

法。但此種歸納，並非由已知而推論及未知，但爲已知事實之速記記錄耳。上述之兩種似是而非之理由，並非概括；由此兩理由所推斷之結論，並非真正普遍命題。「普遍命題者，其中之賓位爲無限數之個體所肯定，即不論多少，已存在，或可存在，其性質皆有與命題之主位相關。」凡人皆不免於死」一語，非僅指現時之人，乃兼指以前，現在，及將來之人也。

總之，米勒氏視歸納法爲「發見及證明命題之動作。」

第五節 米勒與輝惠爾意見之不同

米勒氏對於歸納之意見，實際上與輝惠爾不同。其異點可用客白勒之「第一規律」(First Law)以引述之。

古人及今之未受教育之觀察者，均知所有星辰，似皆在不變之旋轉天球上，占有一定之方位，但在衆星之中，則見有若干星體（彼等稱之曰行星）繞圓形之軌道而行。彼等或以爲地球爲太陽及行星軌道之共同中心，行星圓形軌道，則釋爲各繞一中心而行，而各中心則更以地球爲中心，

繞之以行。換言之，每一行星之途徑爲一周轉圓 (Epicyclo)。哥白尼對於此老式之地爲中心之學說，不甚滿意，乃創太陽爲太陽系中心之說，此種概念，實足使行星之真正運動，變成簡單。但天體運動爲圓形爲一致之舊說，哥白尼則以爲仍有可承認之充分理由，是以仍主張行星之軌道爲周轉圓。但白拉 (Tycho Brahe) 之門人客白勒則深信周轉圓學說之錯誤，乃利用其師對於火星軌道之精確觀察，努力研究，以期發明其真理。用觀察所得之實在事實，繼續造成各種臆說，然均爲周轉圓舊說之變相，直至最後，乃由周轉圓一變而爲橢圓學說。彼以前種種臆說之所以失敗者，皆爲承認行星軌道爲完全圓形之舊觀念所誤。彼於火星運動之研究，前後所成之臆說，不下十九種，並將各種臆說之結果，勤勞推算，最後方能得橢圓軌道之事實。吾人不可以爲客白勒曾將其第一次臆說中之關係，根本改造。彼之火星運動之橢圓學說，其中亦含有線與角之關係，其性質與其以前之偽臆說之性質，正相同也。

未考察此例是否可爲歸納之例證之前，米勒氏自舉一例，稱其爲與前例相類：——

一航海者在大洋之中航行，忽見一陸，由其觀察，最初尙不能決其爲大陸抑爲島嶼，但沿岸而

行，在數日之內，能環行一周，彼乃能宣佈其爲島嶼。在觀察之時，無論何時何地，航海者均不能知此陸之四周爲水所繞；所以能知之者，乃由於逐步之觀察，然後總括所見者，用二三語以表明之。在此歷程之中，毫無歸納之性質。彼乃由已知之事實而得一結論，並非由未觀察之事實中推論得之也。此陸地之爲島嶼，非由局部之事實推論得之，乃爲事實所證明者，實爲事實之總結；全部事實之描寫。

輝惠爾以爲客白勒用歸納法而成立火星軌道爲橢圓之事實，而米勒則否認之，而謂客白勒之定行星軌道之方法，與航海者之簡單方法，毫無區別；客白勒方法之歸納程度，實與航海者相同也。

客白勒之目的，在於鑑定火星之真軌道。欲爲之，除直接觀察外，無他法；而觀察所能爲者，亦僅限於斷定行星各時所占之地位。吾人覺官所能斷定者，乃視行星行程中所占之各位置是否不變耳。客白勒則更進一步，將行星所占之各點，連之以線，以求其弧之形狀。彼乃用輝惠爾所謂橢圓之「普通概念」，將觀察所得之所有火星之位置聯絡之耳。米勒氏云，此種方法雖較航海者爲難，然

其性質頗類似；倘航海者之方法爲敘述而非歸納，則客白勒之方法亦然。客白勒不過將全部之事實，予以說明，而並未加以推論。彼並未於已有之預言力中，有所增加，蓋天文家早知行星能於一定時間內，回復至原位也。——米勒氏之意見如此。

輝惠爾氏所謂「事實之總括」一詞，米勒以爲用之以爲敘述工作，甚爲適當，且能將多種事實總括之以成一單簡之命題。但彼否認此種總括爲一種歸納法。此種敘述工作，亦含有精神之概念，彼亦同意；客白勒必先有橢圓之概念，然後能知火星之軌道。據輝惠爾之說，概念之爲物，乃加入於事實者。據米勒氏之意，客白勒並未於事實中加以何物也。橢圓，在客白勒承認以前，原爲橢圓，一如島嶼在未被繞行以前，卽已爲島嶼也。客白勒並未將所想像者，加之於事實，但由事實中見之耳。倘橢圓軌道可以目睹者，則無辯論之餘地，亦無敘述之必要；今火星軌道雖不能目睹，然其所行經之途徑如可見者然，不能因其不能直接觀察而區分之也。

米勒氏以爲輝惠爾氏之選擇概念以表白事實一法，或爲正當；並信所有思想家之經驗，可以證明其歷程爲試驗性質；而此歷程中所包含者，爲逐步之猜度，猜度之不合者，立即拋棄，直至最後，

乃得擇一適合者而用之。逐步將所觀察之事實總括之，換言之，即逐步將現象之全部敘述之，所觀察者雖爲局部，有時雖或矛盾，然以所得之事實之程度而論，或可爲準確。「不同之敘述，或皆爲真實，然不同之解釋，則未必盡皆真實。」總括未必盡爲歸納，而歸納皆爲總括也。」

輝惠爾則否認客白勒之橢圓軌道律之敘述，與其他之歸納法之例證，有何明顯之界限。

但米勒氏則堅持有此分別之必要。據輝惠爾博士之意，除客白勒之方法以外，任何歸納法中，更無合乎論理之歷程者，即繼續猜度，直至所猜度者與事實相符合也；彼以爲發明之歷程（即構成新概念與事實相一致）並非爲所有歸納法中之必要之部分，但爲歸納法之全部。但米勒氏云：「歸納法乃由經驗而總括。」如在單獨事件中有一種現象可以察得，則其同類，亦可有此種現象。米勒氏與輝惠爾氏意見之不同，固在定義，然其哲學之信仰，根本亦有所不同也。對於偏重實用者，此種區別，不生若何影響。

第六節 哲馮氏之意見

哲馮氏之歸納法定義云，歸納者乃用特殊之真理以推論較普遍之真理；且謂此法為演繹法之反算（Inverse operation）。彼且承認反算較之直接者，其困難不可同日而語，一如積分之比微分為難，亦如在若干數字求其因數之難於由因數中求其積數也。欲求一類事件共同遵守之規律，其困難亦正相同。設有一普通之數學公式，吾人能於變量之任何得數中定其價值，但如下列之數

1	1	1	5	691	7	3617	43867
6	30	42	30	66	2730	6	510
							798

等，則將非數學家，絕難察得其中之對稱及關係。——歸納者，乃闡解自然現象所隱藏之意義。

「倘能將所有相當同類之事件，完全經過一度之考察，」哲馮則名之曰完全歸納。餘者「皆為不完全之歸納，即不能盡皆確也。」是以哲馮氏對於歸納之意見，幾與米勒氏者正為相反。反對「完全歸納」之名稱者曰，此種方法，不過將所有之事實，用簡單之手續總結之，哲馮氏則答曰「但省去精神之工作，實為求得知識之重要資助。」然簡捷之記載事實，確與推論絕對為兩事也。

哲馮氏云：「當吾人偶然越出於所得之事實之外，而構成結論，」乃由完全而入於不完全之歸納矣。「但不完全之歸納，不能增加若干普通所謂真知識。不完全歸納之結果，雖然已經證實，仍

含有蓋然性。」

據馮氏之意見，「歸納之歷程，祇有三步：（1）構成與普遍規律相符合之臆說；（2）由此規律以演繹其結果；（3）然後觀察所得之結果，是否與所論之特殊事實相符。」彼以為吾人最後之結論，決不能超越乎由蓋然之範圍，以達於絕對準確也。

第七節 威爾頓教授之意見

威爾頓教授雖反對經驗派，然其意見甚為明晰，且頗足供參考。

威爾頓以為普通意見以「歸納法為一種歷程之分析，用之可以求得真實之全稱判斷，而此歷程則以特殊事件為起點。」然因經驗所得之材料過於複雜，故分析之手續，易致錯誤。是以例證以多為貴，因觀察者易於偵察其不重要之分子也。倘一種事件能用單獨之例證以決定之者，則多數例證實非必要。化學之方法，往往如此。惟一時對於所論之現象不能決定時，則有由多數例證推論之必要，如是則可謂不屬於歸納法，而屬於數學蓋然性之範圍矣。——此種意見，應與馮氏者

相比較。

威爾頓教授條列下列數則，作為歸納法重要之步驟：——

- (1) 根據第一次觀察之事實，構成一臆說。
- (2) 演繹此臆說之結果。
- (3) 審慎分析現象，以試驗其結果。
- (4) 如臆說之性質能普遍而真實，則立為定義，而確立其為已成立之學說或規律。

第八節 普遍適用之規則之不可能

對於歸納方法之性質，各家之意見紛歧，不能一致，殊為顯然。今歸納法既為反歷程，則不能將其成爲一種規定之方法。一種事件，有一種事件之困難，有時困難達於極點，無法解決。例如，地心吸力之性質，雖名科學家輩出，用其敏銳之腦力，仍未能知其真正性質。故威爾頓教授所立之規則，用以解決普通之歸納問題，雖屬優良，然科學家則未必完全遵從，而米勒之法規，亦未必全屬無用。

而棄之如敝屣也。自然界之問題，複雜不堪，思欲以簡單之規則以爲解決各問題之根據，實至錯誤。試思科學家所用之種種便利方法，以協助其工作，殊饒興味。研究一事，非如論理家所思者之易也。

第九節 歸納法之立場

今當討論歸納法之立場。

古人之歸納法與今世之不學者之歸納法同，必須將每種例證，證爲確實者，方得謂之普遍確實。此爲「單簡枚舉」之「完全」歸納，不諳科學方法者之思想中，此種歸納法，爲極自然之事。思想之遲鈍傾向，乃將經驗概括之，祇須所有之經驗在同一方向，不爲他種條件所左右。質疑自然現象之概念，發生甚遲。「愚民之觀察自然界，完全爲被動；事實之自然表現者，則承認之，而不再深求。」惟有優美之思想者，方知欲求可靠之結論，必須多求事實，是以常注意及之。

然最科學之歸納，亦不免作極大之假定——假定自然界之趨勢，及宇宙之定則——即事之一次發生者，在相當相同情形之下，可更發生，非但發生一次，若相同情形復見時，必更發生。

此種普遍之假定，爲吾人用經驗以推論之保證，通常稱之曰自然界一致律；現已被認爲歸納法之根本原則，或普通原理。

此種假定是否正當，殊不易言。吾人能視如此之大概括亦爲歸納法例證之一乎？米勒氏以爲可能。但威爾頓教授及其學派則否認之。

然歸納推論之惟一保證，爲自然界一致律，且亦爲任何推論之保證。倘置木於火，則見其焚，吾人即可推論，其他木塊亦必同一被焚。是以，一事發生，如情形相同，必再發生，已認爲當然之事，換言之，即自然界之一致也。吾人欲由已經驗者及已知者之一岸，以登未知及未經驗者之彼岸，必須藉推論以渡之。吾人每日之生活，無時不用此種之假定也。

至於自然界一致律之假定，則不能說明其論理之理由。吾人已假定之，而且必須假定之，但同時又覺憑藉未決之問題爲推論之根據之不可靠。理論之論證，似乎絕對不可能，但真理之蓋然性如是之大，致使求實用者，用之而不疑。因吾人雖承認此種假定僅爲單簡枚舉歸納之結果，然所舉之事實，爲人類經驗所共有者也。

第十六章 考察觀察及實驗之普通原則 (Some General Principles of

Investigation Observation & Experiment)

第一節 導言

火車出險，勢必調查其原因。此種真相，有時甚易明瞭；有時竟無法決定。蓋出險之可能原因，異常之多，如司標幟者之錯誤，司機者之疏忽，路基之攤塌，軌道上之阻礙，車輪之損壞，以及其他各種大小不同之原因。倘有一證人目睹其事，而提出一種原因，即可以之爲臆說，而與事實比較而研究之，其結果或未必盡然真確也。其所以困難之故，乃以先有果，而欲由之以求因耳。反之，若先有因，而欲求得其果，則比較簡單。若在路旁見一死鳥，欲發見其死因，或不可能；但若已知其爲獵人所擊斃，則可重演之，而得相同之結果。若以熱爲因，則可用種種實驗以察得熱所發生之各種結果；倘熱爲結果，如釀酵然，則欲求其所以然發出熱量之故，殊非易事。第一須先猜度其原因；再設種種之實

驗以證明之；實驗所得之結果，若與事實相符，乃或可謂獲得其因。是以先有因果，乃易求；若先有果，欲求其因，乃困難之事也。歸納法之問題，與後者相同。

實際狀況之複雜既如是，而簡易之實驗，有時亦能眩惑耳目。哲馮氏摩擦兩木棍之實驗，可引以爲例，今將其情形，詳細述之。此中條件有木棍之形狀，堅度，有機構造，以及各種化學成分；摩擦之壓力及速度；週圍空氣之溫度，壓力，及化學性質；距離地面之遠近，及其吸力及電力；摩擦者之體溫及其他性質；太陽之放射等等。開始實驗時，吾人不能否認上述之各種情形爲無影響，祇能於觀察摩擦生熱進行之時，研究其逐條之情形也。

如在可能範圍之內，必須將每種條件逐一審查，其不發生影響者，摒棄之。例如，在上述之實驗，欲決定空氣之壓力，是否爲發生此種結果之分子之一，祇須將木棍在真空管中摩擦之。倘仍發熱，則知他種情形存在時，空氣並非必須之條件。若以隣體熱量之傳導爲條件，則可將四週之隣體，使之冰冷，台維 (Davy) 氏則摩擦兩冰块以試驗之。諸如此類。

欲知肉類在空氣中何以易於腐爛，則須知空氣中之各情形。空氣中含有氧、氮、炭氣、水分、亞摩

尼亞以及其他之氣體及固體細塵，細塵中之一部分爲塵灰，一部分爲微菌；而在一定情形之下，有一定之溫度，一定之壓力，一定之電力情形，以及其他之特別情形。空氣中之情形，既複雜如是，故肉類在空氣中易於腐爛之原因，其複雜亦相同也。是以必須襲用前法，逐條研究，摒棄其不合者，其功作實至困難而遲緩。從事研究，無不然也。

第二節 變換情形

欲將因果中之必要與非必要分子分離，惟有用變換情形 (Vary the circumstance) 之法。若在一例中疑有複因或複果，或因果均複，則研究此問題時，必須在因果中，選出其相關之各對偶。如此則須探求配合不同之他種例證，以觀其中特殊之因果不存在時作何形情。由是可知

- (1) 倘取去一因而結果不發生影響者，則必非爲因之一部；及
- (2) 倘取去一因而結果受其影響者，則必爲其因或因之一部。

設 A 代表一因，而 a 爲一果。在自然界中鮮有 A 因僅隨以 a 果者。而所有者實 A 與他種之因

相合成爲ABC因，及a與他果相合而成abc果，但此種結合，並非固定不變者，否則吾人之工作甚爲易易矣；事實上，一種原因，常與他因相結合，而所結合者，未必盡同。有時爲ABC，有時爲ABD，而有時爲ACE，而果之結合亦可有abc，及ace。

今若假定ABC發生abc，ABD發生abd，而ACE發生ace，吾人之推論必謂在此例中，a或可爲A所發生，然亦可爲B或C所發生。在第二例ABD發生abd，其中無C而有a；是以C非a之因。第三例ACE發生ace，其中無B而仍有a；是以B亦非a之因。三例之因中均有A，果中均有a之存在，今除A之外，各因均輪流提出，而a仍能存在，乃可證明A爲a之原因，條件，及不變之伴侶。

因果之條件，鮮有獨立者，實爲研究者最困難之事也。且變換一種情形時，常同時牽動其他情形，以致不能得有純粹之結果。錯誤之最大原因，實亦爲未知之情形所致，此種未知之情形，除偶然選出外，實無他法。著名之學者所以失敗者，往往因此。

第三節 觀察

研究者之第一步工作，爲記載所有必要之事實，今當將觀察及實驗之性質簡單說明之。

今試假定入一戲院而尙未開幕。最初所注意者爲普通性質；將目四顧而對於建築及觀衆均無特別興味。及至開幕，乃立即注意於戲臺之佈置。演員出現，乃將目光轉移而注意其衣飾及舉止。演員由其袋中取出函件，則精神亦必轉移而注意其特別之動作——自始至終，均爲觀察，但觀察逐漸緊張；而最後所注意之動作，乃至專一 (Isolate)，縝密觀察，必須選擇而專一。如注意渙散，不能絕對專一，則觀念不能稱爲完全。

但雖有最縝密之注意，觀察未必完全確實。任何感官均易受欺騙，此實爲魔術家得賴以謀生之重要理由也。且事件之發生，亦難窺其全豹：一汽車與一自行車互撞，卽有六七誠實之證人，目睹其事，其敘述之事實常各異，甚至互相矛盾者。欲將事實與推論完全分離，實爲至難之事。午夜「聞街中之犬吠」事實上所聞者僅聲耳；至於聲爲犬之吠聲，及犬之在街中，皆推論之事，而此推論或

竟錯誤。例如，吠聲或爲兒童所仿；而耳之能被聲之方面向所迷惑，乃常有之事也。是以欲將所見聞者與所推想者完全分離，幾爲不可能之事；若將個人之推論及判斷拋棄，則絕不能得事實之真源，因在所有事實之中，推論與判斷爲不可少之分子也。圖畫中所繪之固體，吾人雖能見其占有一定地位，長廣深亦均能表現，但實際上乃在一平面，吾人所見者，爲其透視耳。吾人之所以以之爲固體者，乃出於推論。吾人爲畫家所迷惑。

但吾人至少可有一法以避免之，即專賴智慧以判所有之事實，而勿爲各種感覺所左右是也。科學之觀察者，不論其證據之是否，均記載之，如有新事實之發見，足以改進其臆說者，立即將舊說拋棄而不用。

善於觀察者，不應僅視事物之全部，但須考察其各部之組織。倘一觀察者欲在任何一科，成一有成效之研究者，必須諳習該科已往之工作。如是方有觀察極細微之徵兆之能力，而可用之以聯絡兩種似不相關之現象。彼之目光乃能見以前以爲不能見之事件；因此實爲供給端緒以達新發見之事實也。——磁針因受通電流之銅絲之影響而偏向，凡爲電之實驗者，無不見之，但須歐斯得

(Osted)之目，始能獲其徵兆，推論其本源，因此科學之兩大科，乃得聯絡。

第四節 實驗

僅賴觀察，常不易知何種情形實爲主因，故在可能範圍之內，必須借助於實驗。實驗之目的，乃使一種或多種情形，受人爲之支配——使之動作，使之停止，使其強度伸縮，倘若可能，則將所研究之現象中之非必要分子消去。

實驗中之最重要規律，乃一次變換一種情形，而使其餘之情形絕對不變。此種規律，顯有兩種理由：第一，倘一次變換兩種情形而得有結果，則不能知此結果之發生由於何種情形，或由於兩種情形；第二，倘無結果，吾人亦不能謂兩種均無關係；因其一或可與他一之結果中和也。倘欲證明氧爲生命所必須者，則不能將一鼠置於一氧已被蠟燭燒完之器皿中。此器皿中固無氧，但有炭氣，而炭氣卽足斃鼠也。賴瓦錫 (Lavoisier) 實驗燃燒時，不用大氣之空氣，因空氣之成分複雜，而氮之存在，卽足改變氧之作用，而阻礙氧之活動。

利用儀器以助觀察時，不能謂之實驗。例如用望遠鏡以觀遠物，顯微鏡以觀微細之物體，並非實驗之工作，而吾人亦未嘗支配所觀察之現象之情形也。鮑生克 (Boasquet) 云，實驗者，乃人為情形之下之觀察，但望遠鏡及顯微鏡之觀察，乃為自然情形，而非人為者也。然觀察能逐漸變為實驗，而兩者之過度甚為遲緩。當吾人將所觀察之現象之情形，加以變更，則為實驗開始之時，而此種實驗可以名之曰「自然實驗」。古時之天文家，僅注意日月及行星之普通行動，則為觀察者之職務。但現代之天文家，選擇準確之時間及地點，以作重要之觀察，彼等將地球之軌道作為自然實驗之基礎，而充分利用所能支配之運動。氣象學似為純粹觀察之科學，因其不能支配所記載之氣候也。然上高山，及利用氣球及飛機，乃可變更其觀察之情形，其方法乃成實驗。

顯微鏡為絕對之觀察儀器，但若將所觀察之物體，予以變態（如用化學藥品等）則又為實驗矣。若告一學生解剖一兔，命其將喉部之循環神經現出，並使其注意此神經為環繞下鎖骨 (Subclavian) 動脈者，此種行為並非實驗，彼僅將所有之阻礙物除去，以作充分之觀察耳。但若使其將交感神經割斷，以使耳部血管之肌肉寬鬆，血管擴張而充滿以血（有意發生人為之「面紅」）

則可謂之實驗，因割斷神經，可使所研究之現象之情形，受其支配也。倘再進一步，使彼激刺交感神經割斷而仍與血管相聯之端，則可使血管收縮，亦爲一種實驗，因決定之分子，受其支配也。

第五節 實驗非一定可能

自然界之現象，變幻無窮，未必盡能用實驗方法以模仿之，實驗之目的，乃欲研究何種情形可以發生何種結果，但欲研究一種情形，或須經極長之時期也。例如，所有變質岩石，必在高温高壓影響之下，經過不可思議之長時期始得成功，是以至少地質學之一部，已超乎實驗之外矣。對於達爾文之種種學說亦然，實則地質、植物，以及其他自然歷史中有千百問題，均不能用實驗方法以解決之也。例如，何以馬之平均高度大於犬？此種問題吾人何能答覆？吾人可推想，而絕不能設法證明之。此種知識與物理化學不同，大半爲觀察；實驗僅占其小部分也。自然歷史之不若理化之進步者，亦即因是。

觀察者不可以爲不能見聞之事，則爲無此事之存在。蓋有不能聞之聲，不能見之熱線，及其他

不能見之各種世界，而不可數計之微生物，雖有倍數極大之顯微鏡，吾人亦不能見之也。吾人常由不存在之物體或事實以為推論，但詳細考查，則知其為虛偽。否定之結論，由其性質而論，實為危險，然否定之辯論，不能即為無價值或無力量。例如，在自然歷史之中，觀察者雖十分忍耐，亦難繼續長時期觀察特種生物在各種環境下之狀態。因觀察者之目光偶然轉移時，或即變態發端之時也。達爾文曾採用否定證據，以為一結論，即某種蘭花不分泌花蜜是。但彼之縝密不倦之精神，思欲證明其結論，實可為觀察者無上之模範。彼以二十三日繼續不斷之光陰，考察各時各地同一氣候各州之花。並將老嫩不同之花，用刺激蒸氣及潮氣以及種種足以促成分泌花蜜之方法使之分泌，但經過盡量之研究，均歸失敗，於是不含花蜜之論證，乃得成立。

今舉著名之實驗研究數則，附此章末，使讀者更能明瞭實驗之意義。

第六節 實驗研究

(一) 牛頓 (Newton)

(a) 牛頓對於分光之工作，可授吾人以有價值之模範——實驗之必要基礎爲變更情形。牛頓云：「窗縫孔洞之大小，光線所經過之三稜鏡之厚薄，及三稜鏡對於水平之斜度，對於影之長度，不發生可感覺之變化。三稜鏡之性質，亦無關係；因將磨光之玻璃，黏成一三稜鏡，裝之以水，其反射之性質，亦無甚差異。」牛頓雖將各種情形設法變換，竟未疑及窗縫之大小，可以影響其實驗，蓋將窗縫縮至線縫之大小，則所有光亮線黑暗線之奧妙，乃得領悟，然欲將各種光線界限分明，當然非精良之三稜鏡不爲功也。

(b) 實驗時，若僅研究其中之一種情形，則須將其餘各種有妨礙力量之其他情形，設法避免之。影響鐘擺運動之條件之一，爲空氣及其他介體之阻力。牛頓欲證明「所有物質有相等之引力」，則不得不避免此種妨礙阻力，因彼之目的，乃欲觀察由引力所發生力量之結果也。是以欲比較各擺之擺動，乃先製相同之木盒以代擺，用相同之線以懸之，盒中裝以不同之物質，使其總重相等，而擺動之中心與懸點之距離亦相等。如此則空氣之阻力可以彼此抵消，不生任何影響，蓋擺之形狀及大小相同，祇須擺動速度相等，則阻力之絕對力量亦必相等；而重量相等，則爲阻力所減小之速

度亦必相等也。是以兩擺之擺動有不同時，則必爲一種情形不同之故，即盒中物質之化學成分不同也。但實驗之結果並無不同，故成立一結論，謂物質之成分，對於引力無可覺之影響。

(c) 法雷台 (Faraday)

法雷台之實驗，足以表示變換一種情形，有時可以確實解釋一種現象。若將石松粉及沙置於一顫動之薄片上，石松粉必聚於震動最烈之一端，而沙及其他重粒，則聚於震動最少之一端。法雷台變換其實驗方法，而在真空器皿中試驗之，則無此種之區別。可知空氣確爲分別兩種行爲之要素，實因薄片之震動，能使其上之物體，成旋渦形，而將石松粉帶至震動劇烈之一端。沙粒太重，空氣不能移帶之。

(cc) 白魯斯透 (Brewster)

白魯斯透各種實驗中之一，可以作爲顯明之前件未必即爲發生現象之原因。螺鈿寶光之成因，多有疑其由於特種之化學成分所組成。白魯斯透對於此事，亦未明瞭，但彼偶用松香及蜂蠟將螺鈿裝於測角器上，迫其取去，則見蠟上黏有七色之螺鈿光彩，甚以爲奇。初則以爲螺鈿之薄膜黏

留蠟上；但再經研究，始知不然，蓋螺鈿在此黏體上發生分光景也。更加研究，則知其色彩爲其表面之特種組織所發生。在顯微鏡下視之，此表面呈槽形結構，如樹木之年輪然，此種槽形結構，顯然爲貝殼同心圓層之剖面。倘將其每層之表面考察之（真珠之真表面，實爲此種層次之一），則無彩色。今槽形構造既已察得，則顏色之解釋，當然顯明。由此可知易於察得之原因，未必盡爲可靠，而其原因常隱藏不見，待人之考察，或偶然得之也。

(4) 弗蘭克令 (Franklin)

實驗每因不能應用一次變換一種情形之方法，以至結論錯誤。弗蘭克令對於各種顏色吸收力比較之實驗，甚爲著名。彼取顏色不同之厚粗布數小方，於天氣晴朗之晨置之雪地上。「在數小時內，黑者受熱最多，深陷雪中，爲日光所不能及；深藍之深度相仿；淺藍則不如深藍；其他較淡之顏色，受熱更少。白者則仍在雪面上，毫未下陷。」由上之實驗，常人亦必能作堅決之推論，但雷斯利 (Leslie) 因其研究熱之性質之故，以爲表面之顏色，對於放射力量，影響甚少，而表面之機械組織之影響甚大也。彼以爲此種問題，不能完全解決，蓋任何物質，受色之後，無不變其組織者——是以

不能一次變換一種情形。全部問題當然甚爲複雜而困難。

(19) 台維 (Davy)

有時未經預料之情形，足以引起錯誤之結果。古時之鍊丹家，初未預料所用物質之中，含有金銀，而以爲能鍊得金銀。空氣中之有食鹽，亦爲吾人所未料及者，以至早年之研究電解者，造成錯誤之結論，謂電流有發生酸質及鹼質之能力。台維乃用有系統之方法以研究之，卽變換情形也。彼用瑪瑙及金質之器皿以代替玻璃，則所發生之鹼質大爲減少；除去不純潔，則用蒸溜水，則知酸質及鹼質更爲減少；有此端緒，彼乃設法除去其他不純潔之物質，不使手指與之接觸，更將器皿置之真空中，其結果乃無酸鹼之發見。彼實偵得以前不疑之原因也。

第十七章 米勒法規 (Mill's Canon)

第一節 法規之根據 (The basis of the Canon)

今若觀察一種結果，而比較其各種情形，每能察得一種前件，常與之相聯。此種前件是否即為因，則不能斷言，除非用實驗方法，反求其過程，即用前件以求其果也。僅憑觀察而不參以實驗，常不能證明因果。大多數之聯接現象，每不易斷定其孰為因，孰為果，或兩者均為因果，或兩者均非因果，於是不得不借重於實驗，希望能將各種情形，彼此隔離，而逐一考察之。

但隔離方法，常為事實所不許，故不能不創一機械方式，以利實驗之工作。米勒雖明知其不能，然為便利起見，乃創造一種程序，俾一般學者有所遵循也。

米勒氏云，欲由現象前後各種情形中，選出與不變律有實在關係之事件，其最簡明之方法厥

有二端：(1)將具有此現象之不同事件，加以比較；(2)將具有此現象之事件，與各點均相同而此現象獨缺之事件，兩相比較。於是乃有類同法與差異法；此為米勒規律之基礎。

第一節 類同法(The method of agreement)

若兩種或兩種以上含有所研究現象之事件中，僅有一種情形為共有者，則此情形可認為現象之蓋然因(或果)。米勒第一法規。

今說明如下。

(1)有一特種食物，食之必患疾病，不論食之者事前或事後曾飲何物，食何物，身體健康之變遷如何，居住地之氣候如何，以及其他之環境如何，無不皆然。由是可以推想，此種食物，或可為致病之由，因而棄之不食。

(2)某種植物，在某種土壤中生長，異常茂盛；若吾於他種不同之情形，曾有充分之經驗，或可斷言此種土壤或含有一種成分，特別適宜於此種植物之生長。

(3) 比較各種有結晶之物體，除結晶之外，無其他類同之點。今知物體之結晶，大都由液體凝固而成，據吾人所能觀察者，除此之外，他種情形均不相同。是以可以推論，由液體變成固體，雖非結晶唯一之原因，或爲其因之一。

上列三例均僅爲蓋然性而非準確。所有之推論，或未必盡確，因僅用類同法一種，絕不敢斷言已將所有之偶然性質完全刪去也。欲由已知之果，而求其因，尤覺困難。如有多數不同之原因時（如動作，疾病，死亡等例然），其困難亦同。複因所成之謬誤，雖可用變換法及多集事實以逐漸糾正之；然對於複因之實際上問題，似不能不顧及任何現象，當然均有若干之前件，及若干之後件（或多數之前件，造成複雜之結果），但欲在一種現象之各種事例中，求得一種相同情形，乃事實上不可能之事。故類同法，根本即「不完全」。

類同法實可視之爲觀察方法，而非實驗之方法，可用之以求有果之因，而不能用以求有因之果。且此法僅能用之求現象之端緒，而不能作最後之決斷者也。

第三節 差異法(The method of difference)

若合有所研究現象之事例，與不含所研究現象之事例，兩者之中，除一種情形之外，其他均同，而此一種情形，獨見於前者時，則此兩事例所不同之唯一情形，應爲此現象之因或果，或爲因中不可少之一部分。(米勒第二法規)

類同法與差異法均爲刪除方法。此名詞乃借自方程論，用之以表示逐步刪除一種事例中各種情形之歷程。

類同法之立場，乃以可以刪除之情形，爲與現象有關；差異法則以不能刪除者，爲與現象有關。吾人日常生活中，應用差異法之處甚多。例如(1)飲水則渴立止，則信前者爲後者之因；(2)噪鬧，則已睡之兒童醒覺，亦必信前者爲後者之因；(3)擦一火柴，火柴立燃，每例之中均爲加入新作用後，新果立現。是以普通方式乃驟然加入有限制而明確之作用或變遷，立即隨以同等明顯之結果。

自然界之知識，大都得之於實驗。先使現象變化，而察其結果，如能求得差異，則因之知識，亦可由之而成。加入一新前件 x ，固可發生新後件 y ，然若刪去一種情形，其結果亦可變化；方法雖異，理則同也。不與人食，則死，則知生活之所以停止者，由於取去維持生活之質素也。

類同法常可用以引起差異法之應用。例如，若類同法謂 A 爲 a 之不變前件，吾人乃設法實驗以求 a ，以視 A 是否爲 a 之無條件之不變前件；即 a 之因。例如初用一種新煤時，試之五六次，均覺有輕微之「炸裂」，且燃燒之碎片，飛出爐外。詳察之後，知每次爐中均有石塊數片。若用類同法，則必謂石塊或爲「炸裂」之原因。今欲實驗之，乃將真石塊投入爐中。「炸裂」果生；是則用差異法以實證之矣；如此則可知 A 實爲 a 之因。

差異法，在科學實驗中，應用甚廣，尤以化學爲最。例如，將氯化汞之溶液與碘化鉀之溶液相混合；則得紅色之沈澱與無色之溶液。吾人乃立即推論，變化之所以發生（結果，後件），乃由於混合（原因，前件）。單就實驗而論，此種推論，確爲真實。但此外之推論（如推論紅色沈澱之成分）除以前之知識爲根據外，則不合法。

任何科學教科書中，此種事例甚多，今或再舉其一——亞拉哥 (Arago) 將一磁針懸於一絲線上，而使之顫動，觀察之後，則知針之下置一銅片，則針之停止較無銅片時爲速。此兩種實驗，祇有一點不同——卽有無銅片也。故阻礙之影響，乃出於銅片無疑。

應用差異法時，所加入之新前件不能在一種以上；因其根本方法，乃假定現象變化之發生，乃由於當時當地加入之新前件也，若對於所加之新前件，不能斷定其完全不受他前件之參雜，則結論必不可靠。倘前人對於墮體之原因，信爲二種，而非一種（實際有二，引力使之向下，空氣之阻力托之使上，）彼等或不至鑄成大錯而謂物體墮落之時間與其重量成反比例也。

第四節 同異法 (The joint method)

若含有某現象之兩種以上之事例，僅有一種情形相同，又有不含此現象之兩種或兩種以上之事例，除不缺少此種情形外，他無相同之點，則此兩類事例相差之唯一情形，卽爲某現象之原因，或爲其原因所不可缺少之部分。（米勒第三法規。）

此法實爲類同法所擴充應用不存在之類同耳。若將此法與存在之類同法相聯合，則可與差異法之確證相接近。首將含有某現象各事例相比較，以究其中之唯一相同情形。但對於此推論，尙不能認其爲確實，乃再進一步，比較不含有某現象各事例，以增進其保證。用正面事例，可使各事例中相類之一種情形確定，再用反面之事例，可增進結論準確之蓋然性。

(1) 倘食一種特別之食物，乃得一種特別病症；倘不食之，則無病，則前所疑此食物爲致病之原因，因之證實。

(2) 若有一種特殊植物，在特殊之土壤中，生長異常茂盛；而在他種土壤中不見其生長；則所信土壤中有一二種化學成分，適宜於該種植物之生長之理由，因之更爲充分。

(3) 設問東北風何以特別有害。——吾已知風之各種特性，如速度，溫度，溼度，電力，臭氣等，但考察之後，知此類特性，在東北風中，無一定之方式。但再加考查，則知風之由北極向赤道吹者，數千英里中均接近地面而行。此爲所有之東北風共有之唯一情形，一定不易者。今試應用同異法之第二部。考察他種風向，設爲西南風，知其並不接近地面作長距離之吹行，而亦不爲害。第一次之推論

謂當東北風與地面接觸時，攜帶灰沙及微菌等，故爲有害，於是用反面事例證實之。

此種證據，尙不能謂其已完成絕對之論證，但同異法對於絕對論證之途徑，實已作長足之進步矣。

第五節 剩餘法 (The method of residue)

從任何現象之中，減去已知爲某前件所發生結果，則所餘之現象，而爲餘剩前件之結果。(米勒第四法規。)

若知一事之總結果，爲若干前件所產生，而某部分之結果，爲某部分之前件所產生，則結果之餘剩，必爲其餘前件所產生。——此法現時科學中用之甚廣。

侯息爾曾作一評論云：「考察他人所拋棄之事件，實爲葛羅卜 (Glauber) 之妙想。」

(1) 太陽回至恆星中之原位時，季候亦復其原狀，其理由不能完全解釋，因之有歲差之發見，實爲一種剩餘之現象也。

(2) 剩餘法曾用之以發見海王星。——自從一八〇四年，天文家即注意及天王星之受相當攝動，而此攝動之原因不似受已知各行星之影響。除受木星及土星之影響所發生之震動之外，尚有一餘剩震動。天文家因疑有未知行星之存在，而對此由果究因之問題，殊感困難，即「由已知之震動而求致動行星之軌道之所在。」此問題，後由兩天文家同時獨立解決，海王星乃於一八四六年九月二十三日發見。

(3) 研究聲浪之原因，使物理家進而研究其傳播之狀態，由此可用純粹理論之方法，以計算其在空中之速度。計算雖成，但以實驗之事實與之相比較，則所預計之原因及傳播之態度，雖尚準確，然其完全速度，似不能與此理論相吻合。其中必有一剩餘速度尙未計及者。嗣後，拉撥拉史 (Laplace) 忽得一妙想，謂或由於熱之影響，蓋聲浪傳導時，每一顫動，空氣之分子被壓迫，因之生熱也。理論既立，再行計算，則剩餘之現象，乃得了然。

第六節 共變法 (The method of concomitant variations)

任何現象，當他種現象發生某種變化時，亦發生變化，則此現象必為彼現象之因或果，或為與某事實之因果有關係者。（米勒第五法規。）

此法實為差異法之特別應用，或連續之應用。凡事例之某種現象，其性質雖得任意增減，而不能將完全刪去時，此法尤為適用。

（1）若將水銀裝入一適當之管中，倘四周空氣溫度略有增加，則水銀之容量亦略增加，或反是。歷次之試驗，均為應用差異法，而最後之結論則為水銀容量之增減，視其四週之溫度而異；換言之，溫度之增加為其膨脹之原因。對於此事例，不能應用差異法，因吾人所能為者，不過將其現象增減，而不能消滅之也。熱量雖得逐漸減少，而不能使之完全無熱也。

共變法之用處有二，一為成立因果之關係，一為檢定現象變化之規則。是以，溫度增加，則水銀膨脹，為因果之關係；水銀膨脹之一定速度如寒暑表之升降，為檢定現象變化之規則。至欲決定兩種現象變化與數字之關係，則須注意吾人觀察之限度，勿使推論越軌，蓋反動之原因，常潛伏其間，使之反常。例如水冷而縮，然達三十九度即停止收縮，至三十九度以下，乃反膨脹。凡觀察範圍，為比

較狹窄之現象所限制時，則必有一不能確定之原子存乎其中。各種變化之規則，均可發生數字之結果，在狹小之限度內，此種數字之結果，變動甚小；倘所能觀察之變化量之範圍較全部之變化量之範圍爲小，殊爲危險。

(2) 運動第一律之實驗論證，可爲此法有興趣之事例。吾人不能消滅所有阻滯運動之障礙物（如摩擦，空氣之阻力等）而僅能減其量。例如將擺之懸點之摩擦，設法減少，則擺動之時期，可以延長。波達 (Borda) 將擺置真空中，使之擺動，因減少摩擦之故，擺動至三十小時之久。據此實驗，可斷然推論，繼續運動之所以被阻滯者，皆受障礙物之影響。

第七節 複因 (Plurality of causes)

若以實用爲主旨，米勒之五種法規，可納爲二種——類同及差異，其後之三種實爲前兩者之變相。

此規律將兩種條件，認爲當然第一，一果祇有一因或祇有一組之前件；第二，不同之結果不相

混合，而爲易於識別者。但實際上，此兩種條件，未必如此簡單，故其方法無效。吾人於是不得不論及所謂「複因」及「雜果」。

同一結果爲複因所產生者，其例極多：如動，或熱。吾見一物體運動，其動因甚多，但不能斷定爲何種。若見熱體，欲斷其如何發熱，亦不可能也。

複因之作用，可使類同法不能確定。例如，觀察多數不康健之人類，其父母亦不康健；此種事實，似可爲因類同而推論之事例。若不健康者，確爲康健父母之兒女。則此推論，不能恰當。不康健之原因甚多，或可由於其中之一種或多種也。

類同法中此種缺點之補救方法，乃多增事例。如此則可顯出各種不同之原因，則研究之範圍可以縮小，以檢定某事例中，有幾種存在。例如，倘能盡知胃弱症之前件——飲食不良，飲食過多，飲食不足，過於勞苦，缺少運動，不節制，用腦過度，空氣不良，天氣過熱等——則易於診斷其病源。

第二種補救方法爲用「同異法」。吾人必須先究得不存在類同之事例，而不存在之性質，務須確實。倘因缺少一種原因，而所有事例中之特種結果亦不現，則不論是否有複因之存在，可假定

此兩種情形爲某事例中之因果。

第八節 雜果 (Intermixture of effects)

米勒氏之方法，假定不同之結果爲不相混合而易識別者，但事例之中，常有不同原因之各種結果，互相交錯，而成一整個結果。

一久病者，赴一養病地療養，而用種種治療手續以治之，各種方法雖同時並用，而其結果爲一整個而不可分者。收成之豐歉，一國之盛衰，或一種立法之建議，均非爲一種原因之結果也。

雜果爲應用實驗方法之重大之障礙物。A B C同時動作，未必產生 a b c 而爲 a；若 A B D 所產者仍爲 a，則無所刪除，故無進步——將鋅，硫酸，及水置之瓶中，氫因之發生。若欲發見氫之來源，而以鎂代鋅；結果同前，故無推論之可能。以鹽酸代硫酸；結果又相同，則又不能推論。

若遇此種情形，則不得不另想別法以實驗之。共變法有時可以適用。例如，日月對於潮汐之影響，可由此兩吸引體之位置而定潮汐之大小是也。

第九節 米勒方法之評論

輝惠爾對於米勒之研究方法，不甚贊許，「蓋視現象可以化成方程式，實為最難發見之事件。」設有一組複雜事實，而欲求其因果之自然律，將如何而後可得ABC與abc乎？自然界並未將此等事例用此種公式以表示之，又如何而後可得此公式乎？若云ABC與abc聯合，而ABD與abd聯合，吾人由此可以加以推論。如認其為然者，則何時何地，可以獲得此種之聯合乎？

輝惠爾氏之評論，似假定米勒自以為彼之方法，可作為歸納之最後或絕對之根據。實則米氏初未自認其法為完美無缺，且曾特別指明複因及雜果，能使其法失效；又謂解析自然界使之成為ABCabc等形式，乃最困難之事，有時或竟不可能也。

威爾頓教授之評論，前後矛盾。彼列舉米勒對於方法之主張，而謂此種主張，並未經論理學家之認可。但又云：「米勒曾自舉若干證據，以示彼之方法不能用之以證普遍規律者，」彼乃完全自損其法規之權威者耳。「實則此類方法，應用之範圍，無有能較米勒更為清晰者，無待他人之贊議。」

也。

威爾頓教授曾勉強承認「此法非全無價值者。其意義當然非經驗派之所謂歸納，但實爲根據歸納之原則以成立者，此類方法，可以提出臆說。」

在實用方面而論，米勒與威爾頓兩論理學派，無甚分別。兩派均認歸納法須以考察事實爲起點。威氏謂由考察可成一臆說。而米勒則告人以考察事實之方法——探求現象之類同及差異點，以構成試用臆說之端緒。兩派均主張用演繹法以演繹臆說之結果；及比較事實與證實事實之重要。

以事實而論，此類方法有兩種完全不同之功用。第一，爲科學研究立一探討之方針。然用之之時，須特別預防此法之缺點，及其遺傳之危險；此種危險除米勒之自述外，威爾頓及著名之論理學家白拉得利及西格完 (Bradley and Sigwart)均詳論之。第二，爲試驗科學研究中之論理論證之工具，一如三段論法之爲試驗演繹推證之工具然。此類方法，實引導吾人入於發見之途徑，然尚不能引達最後之目的也。

各派哲學家之互相爭持，可置之不論，爲實用起見，祇須知所有科學之研究，根本上卽爲探究類同點與差異點而已。

第十八章 分類法 (Classification)

第一節 普通概念

設有一室，中藏各種圖書。今令一中資之僕人整理之，而排列於書架上；彼必按照書之大小或裝訂之顏色排列之。彼之分類原則，乃藉顯明之雷同點，其方法與有訓練之圖書管理員所整理者之結果，當然不同也。其工作爲「大」，「小」，「紅」，「綠」等字所限制，而其分類則爲偶然之結果，其意義與分類兩字之原意完全不同。換言之，非科學之分類法也。

在科學分類中，不應以爲普通名稱含蓄有類別之意義。吾人必須詳細考察擬爲分類各事物之性質，以究得其間之自然關係。且必須設法探得其雷同之點，而將有同點之各物，聚爲一類。事物之性質，無有不可任意用以作爲分類之根據者。例如，動物可用眼之顏色以作分類之根

據，或房屋可用窗之數目以分之。此種分類，無實際之價值，殊為顯明。分類之目的，乃使事物重要類別顯明。是以，擬欲分類之先，必須將各事物之特徵，詳細考察。欲試驗一種科學分類之優劣，須視該類中所含各事物之共同特性之重要與否，及其多寡而定。事物之普通表面性質，有時比較不甚重要，或可引入歧途。例如，以前之植物分類法，分為樹、灌木，及草本植物，則對於植物之其他性質，毫未顧及，若據此以分類，既非自然，且亦無用。自然分類之重要根據，有時不在事物明顯之性質，而在其不明顯之處；是以，依事實而論，分類方法之優良與否，須視吾人對於擬分事物之特別性質之知識完備與否也。

第二節 如何始可成優良之分類

培恩氏擬定下列之分類規則：事物有最多數之共同涵德者，應歸為一類。是以，脊椎動物，按照其解剖及生理之要點而分類，而不照其所處環境之如何也（陸、水，及空氣）。蝙蝠雖在空中飛行，然其獸類之親緣，較鳥類為多；鯨魚、海豹、海豚，雖似魚之居水，然具有熱血及哺乳兩特點，與陸獸相同。

但涵德之重要，亦賴觀點之意旨。爲實用起見，鯨則歸於魚類（如云鯨漁業），因其在海中生活，以定其被捕之情形。樹、灌木、草、花及莠草，爲花匠之重要分類，但與植物學之分類，完全不符。

事物分類之方法無窮。植物分類之方法，時有變改，然無一滿意者。專家之中，有以花爲分類之根據者，有以花冠各部之排列爲根據者，有以花萼者，有以葉者，不一而足。化學原子，或可照其原子價；金屬與非金屬；有用與無用；多與少；固、液與氣體而分類。但原子，除一定之溫度外，不能分爲固體、液體及氣體也。

優良之分類，可用化學家對於金屬之分類以說明之。請以鹼性金屬爲例，如鉀、鈉、銣、鎧及鋰。此類金屬之性質，相同之處甚多，例如，易與氧化，在任何溫度之下均可將水分解，能成極端鹼性而易溶化於水之氧化物，能成水氧化物，而水氧化物中之水分，不能用熱除去之；碳酸化合物，亦能溶解於水；而祇有一種氯化物。此種類別，可供給未來之推論以強有力之工具。例如發見一種新金屬；含有一二種性質，與以上所列者極相似，即可推論其亦有其他之性質；然立須將此種推論加以證明耳。

第三節 「類」及「標準類」(Kinds and Types)

自然分類既經決定之後，常覺一類之特性，似常逐漸潛入於他類，而其中一部分之分子，適居於兩類之間，此種情形，尤以動植物爲多。輝惠爾博士則謂，自然分類，不能受定義之拘束，因其各有特性，須用標準類以代表之，不能用文字以表明之也。在自然歷史之中，一類事物常有例外之分子，其性質雖與文字之定義不合，然與其他分子之差別，尙不爲多，故不能排除於此類之外。今設有一類事物，其歸類係根據十種特性而成立，但其中含有遊移之各分子，其特性雖大致相同，然有一二點則特異，甚至可以假定一種極端之例，其遊移之程度竟致十種特性無一爲全體所共有者，是以嚴格言之，全類中並無共同之形狀，不過相似而已。

習動植物學者，均感覺有此種困難。米勒氏亦覺之，但不如輝惠爾方法之思欲制勝之也。米勒曾詳論區別「類」(Kinds)之不可能，並謂不能確定之分子，有時可以刪除。若吾人信仰自然界之現象有連續性，則所有各種類之間，必有一懷疑之邊界，故種別間能有明顯界限之概念，應受極大

之限制。

承認「標準類」當然發生不論理之結果。標準型爲一個體，而非一類，而其他事物無有與之絕對相似者。倘數種事物，有數點與標準類相似，而他數種又有他數點與之相似，則各以其自有一定相似點，乃各自成一類。自然科學家，每思爲生物界立一固定之分類，然每爲發見介乎兩者間之特性所窘。唯一之補救方法，乃坦然承認事實；蓋按照遺傳學說，特性之次第變化，實爲常例，而各類間之確切分界，實爲鮮見之例外。

自進化學說普遍承認之後，自然分類爲特別創造之結果之概念，完全推翻。古之自然科學家，久信每種植物，必隸於某屬，其特性素不變異。彼等有時亦承認變異，而用副屬或族以解釋之。自然之種，含有若干屬，而以更重要之永久異點，與其他之種，嚴格區分。然現知種及屬等名稱皆爲自然科學家用人爲方法所創造者。植物之有遺傳親緣者，均天然相似；屬中之變異，及種中之變異亦然，所異者程度之不同耳。各植物間差異較深者，或爲數百萬年之分化作用；副屬間之差異，或爲有人類歷史以來之事，而各族之差異，園藝家常可於數年內造成之。由是可見，種與種之差異，或爲同源

之後裔也。

生物界中種之固定說，現時完全失去信仰。在一千年之內，「類」之名或尙可承認，因照現時之狀況觀之，在此時期內，尙不至發生重大之變異。馬、犬與貓爲同一祖先之生物，由其祖先之標準類，逐漸分支，彼等現時之所以如此不同，實因介乎其間之各種生物完全消滅也。倘能將同宗之全體後裔，完全再造，使不間斷，則其差別不能基於父子間之差別。如此則類別之名稱，不能成立矣。

故欲決定自然歸類，非僅須視此類中所有事物之絕對普通之各特性，且須視特性之全部是否爲大半事物所共有，及大半之事物，是否具有全部之特性。因之，吾人思想中所存之代表此類標本之印象，爲具有所有顯著之特性者。因有此標本，方能想像各種特性之作何形也。此後若得任何個體或新屬，即可借助此標準標本，在精神中比較之，以定其應屬於何類。

第四節 論理分類之原則

欲使分類便於特別現象之研究，必首將所有顯示此種現象（不論其形式及程度）之事物，

歸爲一類；第二，須按照其所顯示之程度，排成次序。故必須將現象之主要類似，完全認清而後可。

主要之分類原則，當然必須有自然之親緣；而所成之類，必須近於自然歸類，但自然歸類之原則，須遵從自然次序之原則。不同類之事物，不應歸入一類。初次之分類，不應根據類間所有之區別，但須根據其主要現象，及顯著之變異。例如，動物之分類，其完全之次序，必須分爲各種等級，而各種動物性質上起始發生顯著之變異時，卽爲分級之起點。哺乳類之終點，卽有此種之變化，魚類及昆蟲類之分點；昆蟲與介殼之分點，均其例也。

即使將上述各種論理之困難置之不論，動物之分類，若無近代新發見之補充，決不能期其完備也。完全之動物分類，必須有下列之兩條件：（1）對於現在及已滅種之各動物之成年構造，均須有完全之知識；（2）每一動物之發育狀態，必須明瞭。赫胥黎云：一動物各時期構造情形之和，爲該動物構造之總體，設有二動物，其成年之狀態相同，但其發育之程序不同，則分類時，必須注意及後者之現象，以定其位置，乃至顯明之事。此種情形，非完全可求得者，因吾人之知識尚不甚充足也。是以，用任何法以作動物界之分類，皆可授論理之批評。現時最良之分類，亦未臻於盡善，實爲現時之

知識所限制耳。

欲得一嚴格之論理分類，每較高之一類，應分為兩較低之類，用有無某種特種異點以區分之。而此較低之類，更可用同一之方法以分為二。此種分類，可稱為兩歧法。惟此法，可成立一合於論理之系統。例如——



但此法實至繁瑣，而每一步中之否定名詞之範圍為無限制者，故無實用之價值，然邊沁 (Benjamin) 則力主之，例如，彼將脊椎動物分為四副綱——

哺乳類：有乳房及肺

禽類：有肺及翼而無乳房

魚類：無肺

爬蟲類有肺，但無乳房及翼

今照邊沁氏之兩歧分類如下：

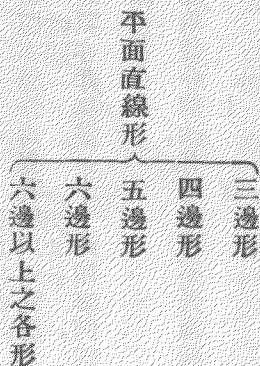


但哲馮氏以為此種分類法，理論上，仍不完全。若照此法，哺乳類副綱，亦須分為有翼無翼；吾人或須將此綱重分，或假定其全類皆無翼；今哺乳動物實皆無翼（蝙蝠之翼，非如鳥之真翼）故不再分。魚類似亦應分為有乳房與無乳房，及有翼與無翼，其所以不再分者，實因其無乳房及翼也（飛魚之翼，亦非真翼。）——此類事例，雖足表示論理之分類，為實用起見，可稱完全，然甚難與嚴格之理論相符合也。

不用兩歧分類法，有時仍可不失論理之性質；例如——



凡有數字之分別者，亦無用兩歧法之必要。例如——



論理分類之普通規則，應注意下列各點：(1)分類之根據，祇可有一種（故其副類，可互相專一）；(2)分類必須詳盡無遺；(3)繼續分類時，每步必須為相近；及(4)分類必須適當。

動植物學中欲用絕對之論理分類法，甚為困難，或竟不可能，化學中則較易。若以自然界全體而論，論理分類，大半為不可能。例如，有時事物差異之程度，不易覺察，花崗岩即其例也。分別臭味，情感，人類容貌，個人性情等，其困難亦同。此種事例，差別過多，論理分類因之不能適用也。

第五節 定義

與分類法有密切關係者爲定義。前已論及經院派之定義方法，今將培恩氏之製定普通名詞之方法，作爲例證，即足矣。今取食物一詞爲例。

欲知何爲食物，必首將此名詞所指之事物，蒐集無遺，食物之中有肉類，有可食之根、水果、菜葉等。食物之中，亦有爲純粹來自礦物者，如水及食鹽。吾人之工作，乃將此類事例，「加以概括，以究其差異中之關係。」

倘人類爲完全肉食者，則食物可概括如下：「用口食動物之肉，導之入胃，消化之，利用其營養素以維持吾人之生命。」但食物之中含有植物及礦物，則須將「肉」字刪去而改用「動物、植物及礦物之物質」其餘之字句則仍可應用。照上修改之後，此定義仍爲試用者，而須以之與每種可食之物品相比較，以觀其有否抵觸。且徵求各批評家之意見，以視此定義之有無缺憾。今皮膚亦可吸收營養素，如此則用口及胃之說，不能成立，而將定義縮小爲營養及維持生活。又酒類及茶是否

爲營養素，亦至可疑。如此，則問題更爲嚴重；今當加以討論，即可知成立定義之原則。

第一，事實上可起爭執。倘能證明酒茶含有營養素而能維持生活，則困難立除；蓋與定義相符也。反之，若不含營養素，亦不能維持生活，則可用兩種方法以解決之。一、不變原有之定義而將其除出「食物」類之外。或二、認其爲食物類，而變更定義。如修改定義以適合此種現象，則其變爲「物質之能營養及維持或刺激生體者。」欲決其何者爲適用，則須參考分類學之金箴；分類之原則，恆主根據多數之重要特性，以成較小之類別，而不可成較大之類別，以使其共有性質變成不甚顯著也。若照此說，則以分爲兩類爲佳——食物及刺激品——而每類各自有定義。如此則食物與刺激品之性質均可明瞭。他種物質，如牛肉汁，有兩種功用，故兩類中均可列之。是以，名詞非至實際用及時，每不覺其有成立準確定義之必要也。

第十九章 現象之分析

第一節 現象無意中之聯合

前章曾論及聯想能將實際不同之事物互相參雜，使推理之過程，發生錯誤及混亂。

人類精神中所常有之聯合觀念，莫有過於顏色及體積。「顏色」一詞，代表精神之感覺，而體積爲外界事物之性質。兩者觀念間之關係，不比「痛苦」與「堅實」爲深也。然因體積與顏色之覺感，同時激刺吾人精神之結果，故當見顏色時，不得不思及體積。

常人對於樂器，恆有一種印象，卽音階中各音符間地位之關係，與樂器中之高低地位之關係，爲類似者。彼等似謂，鋼琴左方之音符，較右方者爲「高」。而尖音較沈音爲低。但此種聯合，實完全錯誤，實則相反之聯合，古時亦甚通行。古時之希臘作者，視沈音爲高，而尖音爲低；現時之音符之地

位，爲後來所改革者。名尖音爲高，沈音爲低，當然無科學之理由，其所以然者，或由於古時音器弦線之比較地位耳。

倘此種謬誤之聯合，聽其潛伏而不自覺，則由基本「事實」之推理，或至大謬。是以，各種事實有詳細分析之必要，殊爲明顯。或云，科學研究之進步，有賴於嚴密之判斷力以分析自然界及習慣所成之各種聯合觀念之處多，而憑藉於敏銳推理及發明之天才之處少，實至言也。當兩種思想之主題，在精神中密切聯合時，必須具有最堅決之注意能力，以處理推理之過程，方能擇一而研究之也。

因科學之主要目的之一，乃考察及調節自然界各事件前後相繼之規律，故考察者於對付同時所見之諸事項時，必須特別留意，勿將偶然密切相連之各事項，認爲永久相連合者。混雜偶然及永久聯合之習慣，實爲世俗迷信之一大起源——手相術，骨相學，星運，凶宅，神井，凶日等。此種聯合，固僅限於未開化之人民，但其他之偶然聯合，常能使最敏銳之觀察者沈迷其中。

當一種現象發生，必先有多數不同情形之存在，吾人不能用先驗之推理，以決定何種情形爲

此結果恆有之前件，何者爲偶然之前件，若經驗增加，同等之聯合，不時表現，而仍發生相同之結果；則此果究爲聯合情形之結果，抑爲其中一二種情形之結果，仍不能明瞭；故欲得此果，須將所見之聯合情形模仿之。

例如，有一番人，曾偶飲冷水而愈其腹疾，今又患之，而欲仍用此法以療治之。今設其知識及經驗均爲有限，則任何大研究家，亦不能知其所以治愈者，爲所飲之水，爲所用之杯，爲出水之源，爲一月中之特別時期，抑或月亮在特別之位置。故欲保證其必治，彼必按照前次之辦法，完全仿行。彼乃用前次所用之杯，在同處以取水，身體立於同一地位，面朝同一方面；是以將所有第一次經驗之偶然情形，重行聯合實驗一次，以期其有相同之功效。取水之源，則認爲具有特別靈驗；而所用之杯則妥藏之，專作將來治腹疾之用。

精神中此種之聯合，不能用任何推理藝術之進步以療治之；而僅能用經驗之增加以治之也。經驗能指導吾人以分離複雜現象之正途，及分離之方法，分離之後，又能示以他種聯合之方法，及觀察各種不同聯合所生之結果。欲察自然界之普通規律，非將偶然及非必要之附屬性質刪去不

爲功也。

分析所研究之現象，不論如何精密，有時或不免有不相屬之細節混雜其間，以致因果間之關係，不能完全明瞭。現象中之「糟粕」，吾人認爲無考慮之必要者，實際往往不能除淨。故欲刪除此種糟粕，必先將其分析方爲適當也。

第二節 侯息兒論現象之分析

侯息兒之論現象之分析，殊有價值，今當節錄之。

侯息兒云：現象，依字面而論，卽爲外表，乃外界對象所發生之感覺之結果，亦爲對象之標幟，用人體感官之奇妙機械以傳之於精神，精神接受而檢閱之，並用習慣及聯合，將對象中之各種性質聯絡之；一如一人之記錄及比較電報符號，以譯釋其意義然。

此類作用，常可設法分析，以表示其含有外界對象之運動或其他動感。例如，音樂弦線或鈴被擊時所發聲浪之現象，對於聽官之影響，雖似毫不能使吾人有此種運動之觀念，然其作用之結果，

實含有樂器部分之震動，播之於空氣，然後再傳之於耳也。

此外尚有多種感覺印象之事例，除能感覺外，不能知其間之過程，如苦與甜之感覺是。是以，若欲作一草率之決斷，則必認其為最後之性質；但有鑑於上述聲浪之例，使人不敢即下斷言而信其為一種味官作用之結果，潛伏不顯，無從究得也。

第三節 彼對於力之觀念之議論

欲求自然界最後及內部作用之知識，希望似甚稀少。設舉用力以發生運動以為例。吾人自覺有力可動四肢，且能賴四肢之動作，以動其他物體，亦覺此種影響似為一種不可言喻之用力作用之結果。如緊擠兩手，使之力量平均，則雖用力，亦不發生可見之結果，然因疲倦及力竭之影響，仍覺內部有所動作，而意志實為內部動作主要原因也。由自身所發力量，及感覺疲勞之印象，與見他人用力以發生運動之印象，完全不同。倘吾人初不知運動之為何，例如自幼年即被禁於暗室，而將石膏布緊紮其四肢，則內部之知覺，可予吾人以力之完全觀念；但一旦自由，唯有習慣能使吾人承認

其用動機以生力（即運動）其所以承認之者，因覺自由行動及移動他物之力量之精神作用，即禁錮時伸張肌肉，發生疲倦及力竭之精神作用也。吾人常以為四肢運動之動力之源，似即在肢體之中，此種謬見，即足以證明對於此種運動內部動作之知識之薄弱矣（唯其發生於內部，故以之為動作之直接原因。）

今以有直接知覺之動作，尚不能明瞭，而欲研究自然現象最後之原因，豈不難哉。是以，僅能以規律之知識為滿足；欲得此規律，必須將所見之每種複雜現象，予以分析，將其內容分成最簡單最初步之情形。

第四節 侯氏聲浪現象之分析

侯氏乃進一步而告人以分析複雜現象之例。侯氏云，設以聲浪為例，將各種發生聲浪之事例加以研究，則知對於下列各點，均相類同——

(1) 激刺發音體，使之動作。

(2) 此種動作，傳之於發音體及聽官間之空氣或他種介體中。

(3) 此種動作，在介體之分子中，逐漸向前傳播。

(4) 再由最近聽官之介體分子，傳之入耳。

(5) 在耳中之傳播，乃賴某種機械，以達聽官神經。

(6) 刺激感覺。

在此分析之中，必須先知兩種主要事實，然後可得聲浪之完全知識——

(1) 動作之刺激及傳播。

(2) 感覺之發生。

故此兩點似為最初步之現象，複雜之聲浪現象，必須分析至此方能停止也。

但倘再研究運動之傳遞，由一體傳至他體，或由一體中之一部傳至他部，亦可將其分析為數

種現象——

(1) 一物體或物體一部分動作之原動力。

(2) 當一分子動作時，倘遇有他分子阻其進行，或因其與四週各分子之關係，阻礙或影響其進行，其狀態如何。

(3) 阻礙或影響動作分子之各分子，在此情形下作何狀態。

後列兩條又發生一種現象，亦有考慮之必要，即——

(4) 若干物體之各部間之關係，常能互相影響其行動。

由聲浪現象之分析，引起研究——

(1) 兩種原因，即

a. 動作之原因

b. 感覺之原因。

此兩種現象，似再不能分析者，故須以之爲簡單，爲初步，而認之爲此類原因之主要動作。

(2) 關於物體動作間之關係諸問題，及其原因，例如

a. 倘行動物體之四週，繞以不行動之物體，其現象如何？

b 倘一不行動之物體爲一行動之物體所撞擊，其現象又如何？
此類問題之答案，不能超出運動律之外，至爲顯然。

因分析及研究物體各部羣集之現象，及其彼此間之關係，乃得有兩種現象，即粘著性及彈性；此兩現象，無法再事細分，故必須認之爲最後現象（除非以後發見相反之事實，）而以之爲原因之直接作用，即吸力及拒力。

第五節 此種分析之限度

力之爲對峙力所平衡者，吾人內部能覺之，前已論及；物質間亦有相同之抵抗力，雖爲奇異，然不得不認其爲吾人感覺之直接證據；當用右手以拉一彈簧時，則其抵抗能力，甚似爲左手所拉，或爲他人所拉然。故物質集合之研究，可自分解成一普通問題，——對峙力之互相動作時，能使彼此力量平均，其分子之狀態如何？除均衡律外，無他種答案可以適用，不論所謂均衡律爲何物也。

至於感覺之原因，較之運動之原因，其困難不可同日而語，因吾人對於感覺之知識尙甚缺乏。

也。

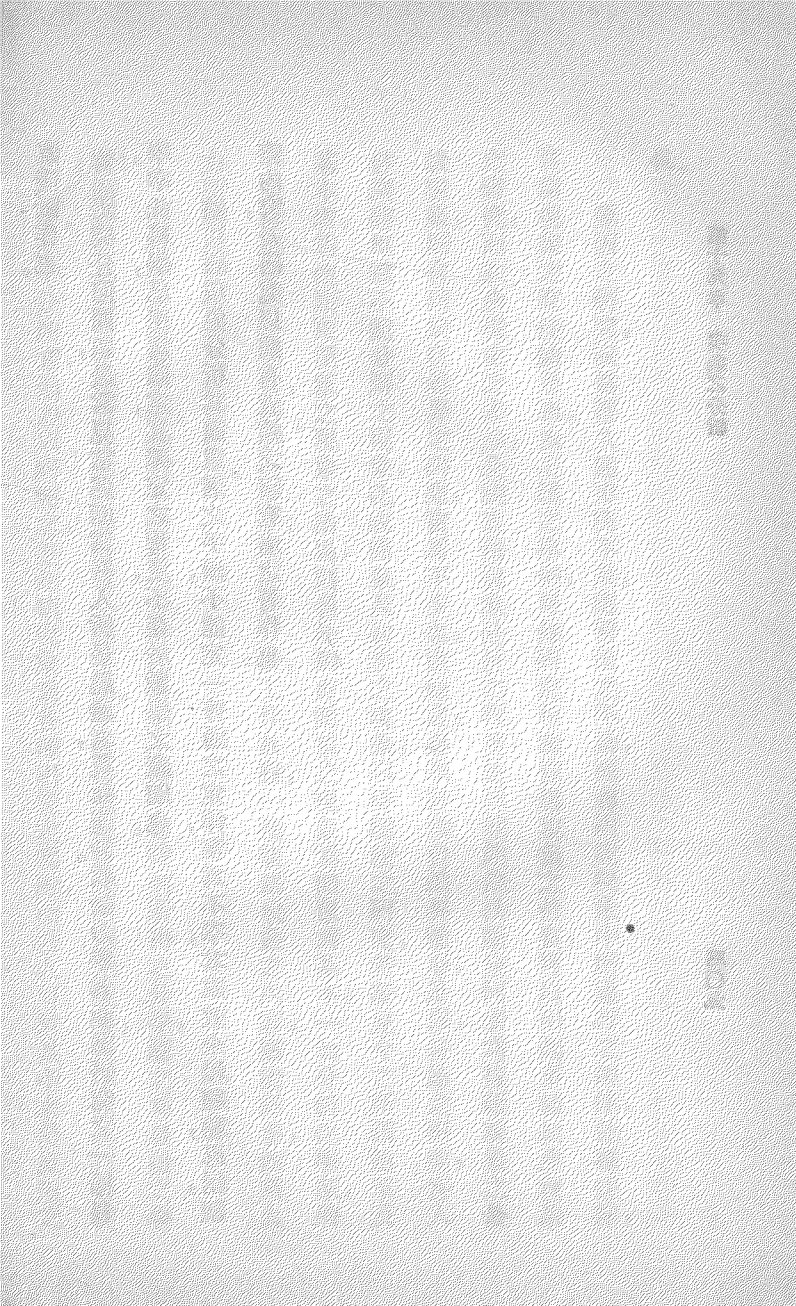
原因之研究，既爲吾人能力所不及，應暫置之不論，而專研究現象中所通行之規律，此種規律，實爲現象之直接結果也。由上述之事例，可知研究每種複雜現象之性質，可以引起多種初步現象之研究，而初步現象之多少，全視複雜現象分析之程度；是以倘能設法斷定何者爲複雜現象之最後現象，則有助於自然界之研究，實爲不少也。欲知之，必須詳知自然界情形；是以，普通之研究，吾人必須將每種不能分解之現象，化成簡單及初步之現象，以待繼續之研究，若發見今之所謂簡單及基本者，爲他類更簡單之現象之結果，則名此類更簡單之現象爲簡單爲基本。一如分析化學家，將不能再事分析之物質，名之曰原子；現象之分析，工作甚難，一種複雜現象之內容，雖能詳悉，然爲人力所無法分析者，比比皆是也。

進行分析現象之時，達到不能再事分析之事，則不得不暫時將所得之分子，認之爲最後之事實；而研究基本分子及其規律，則爲另爲一種科學。分析自然現象時所遇之現象，及不能再行分析之現象，應十分注意，勉力以研究之，蓋此類現象爲各種研究之關鍵，而吾人可於其中求得原因之

直接動作也。

研究任何問題，最常見常遇而為吾人所最熟識者，莫如運動。故動力學為亟應研究之一種科學。幸此科學，已至為確定，其確定之程度，不亞於數學之證明也。

將複雜現象分析為簡單者之手續，不能定一普通之定律，至為不幸，其成效全賴經驗，忍耐，觀察內容，及研究以前有成績之研究者之著作也。



第二十章 概括及經驗律

第一節 概括之意義

經院學派論理學家之所謂概括，不過將各事物中不同之特殊性質，刪去而已。但現時所用之「概括」一詞，似含有兩種不同，然互相聯合之過程。

第一，兩物比較之時，其間雖僅有些少之相似，此詞亦可應用。蓋相似之程度雖淺，每可引起用一事例以推論他事例也。

第二，概括一詞，常用之以表明由有限數種之事實，或一部分之定律，以達認為相同情形而未知之事例之過程。在實際考察事例之時，不以僅認明其類似點為滿足；每覺能偵得與此類事例永久相伴之條件。是以，此種之概括，可謂為吾人自賦之一種能力，多少可以預測事例之蓋然性。例如，

觀察水銀及水時，知其皆俱有固體，液體，氣體三種狀態，若致熱及致冷之方法愈多，則所蒸發及冷凍之物質亦愈多；試驗既多，乃可自信而假定，謂任何物質，均有此三種狀態之性質。

第二種意義之概括，為科學工作所常用者。此種過程之要點，乃由若干已觀察之現象，中以求決定此現象性質之各種不變條件。且可不必憑藉多數之事例，若事例適當，分析精詳，即可得其完全之知識。概括之效力，全視一種根本假定，謂自然界之每種簡單事實，常有一定軌，故現象與其條件之關係，不能變更者。

第二節 概括之程度不同

科學研究較早之時期，所有概括，勢必帶有經驗性質。吾人對於事實，必先須認清，然後校對之，修正之，標明之，類分之，極力使其準確而有次序。此皆發見主要條件之前，必要之手續也。凡須「解釋」者，則必先將欲解釋之事明白表示。換言之，經驗之概括，必先於嚴格之概括；必先有決定現象之規律；然後可以研究原因。故各種概括之最後程度，可以相差甚遠；但知識增進，理解與準確亦隨

之而增加

各種自然定律中，已有數種爲絕對普遍真確者，應用於已知之事例，毫無例外。尤以宇宙引力之定律，及牛頓之運動律爲最顯著，故以現時之知識而論，均可認之爲最後之定律。但絕對大多數之物質性質，程度殊爲不同；物質有密度之不同，透明性之不同，磁性之不同等等。科學之進步，常能顯示以前以爲爲各物質所無之性質，現時確知其存在，然其量數至微，以至當時所用之方法，不足以發見之也。例如，牛頓以爲大半之物體不受磁性之影響。法雷台及丁台爾 (Tyndall) 則信凡物皆均含磁性。故以前承認之概括，今則成爲不確。

近似或完全相同之現象，其外貌可發生不同之感覺，故可導吾人於謬誤之概括。若不將其所發生之變化，詳事分析，則同一規律中各事例之事實及過程，有分爲異類之危險。程度及大小之極端不同，常爲錯誤之原因。例如，鐵之逐漸生鏽及柴草之忽然燃燒，兩種現象之同點，殊難驟然認定。而拉瓦西 (Lavoisier) 之化學學說，實根據此兩種氧化過程而成立也。倘將鐵磨成極細之粉末，則其氧化實較柴草爲易也。

第三節 經驗律

研究科學者，用經驗律一名以代觀察或實驗所得之一致性(Uniformity)蓋事例之中，有與觀察所得者異趨，不敢驟然信任，因尙不知此種定律之所以存在之理由也。故可見經驗律之爲物，實非一種最後定律；倘爲真實，則必須求一解釋以說明之。此爲溯源律(Derivative law)，而所溯之源未知也。欲解釋經驗律，無異敘述發生此律之各種定律。但此類進一步之定律，仍不得爲最後之因果律；或可爲介於兩者之間者，仍須繼續追溯其源也。

(1) 高山之上必有雪，乃昔時之一經驗律。此律係根據觀察而來，不能用解釋或引援較高深之概括以變更之。今人知高山積雪之原因與大氣中放射熱之各定律有關，其解釋雖較僅述雪與高度之關係爲詳盡，然仍不能認之爲最高之概括。

(2) 用唧筒以吸水，水能上升之事實；在未發見空氣壓力之前，亦爲一種經驗律。應用類似法以比較各國及各種水井，知所吸之高度，不能超過三十三尺。今在各地及各種情形之下，實行測驗，

其結果皆相似，則此律可認為確實。雖不能施之於各行星，然施之於全地球，當無危險。但大氣壓力發見之後，此經驗律乃由較狹而達於較廣之概括，而其限制亦較為確定。此新發見，說明水之何以能升至三十三尺以上，何以其高度能不同，何以在高山上所升之尺數，不如在海平面者為高等。此類解釋，將來或能因實驗之進步而成為經驗律，亦未可知，但未必可能也。

(3) 呼吸動物之血為熱血，昔時亦為經驗律，今則知其由於血之氧化而發生溫度之普遍定律而來。

(4) 日蝕之來復，原為天文之觀察所決定，亦為一經驗律，至天體運動之定律決定後，始克說明。

下述數事，均為經驗律之待推求者——各地之潮汐進退律；天空之某種現象，必繼之以某種氣候；氣體有滲透動物膜之趨勢之定律；合金之硬度較原有金屬為高之定律；物質之含氮多者（如嗎啡，及砒化氫）皆為劇烈之毒物。

是以，經驗律為一種觀察所得之一致性，假定其能分解成較簡單之定律，而尚未分成者，故實

爲有待解釋之定律也。

第四節 原因之「聯合動作」(The joint action of causes)

所有經驗律，及所有較狹概括之一致性，似僅能分成極有限數種之最後因果律。反之，由此有限之數種最後因果律，可發生無數相繼或共存之一致性。結果中所得之相繼及共存之次序，必須視其原因而異。「倘爲相同原因之結果，則可謂來自此因之各定律；若爲不同之原因，則可謂來自各種不同之原因之各種定律，及決定共存之諸情形。」若追溯此類原因共存之源，則不同之結果，或可聚於一點，而爲某種共同原因之不同結果；或有時終點各異，則結果相繼及共存之次序，可證明爲發生於各元始原因之聯合動作。

故溯源律除憑藉可以分成之最後各定律外，尚賴一最後之事實，即共存之狀態，或宇宙組織要素之共存狀態或聯合動作也。例如，天體運動中之相繼及共存之次序，可用客白勒定律以說明之，即由於兩種元始原因之共存或聯合動作也——太陽之吸力及每一行星之原有發射力。但太

陽之吸力及發射力，同時共存而動作，乃有一定比例者——此種比例，造成有規則之橢圓形運動。何以太陽之吸力及切線方向之力，在一定比例之下聯合動作，實為吾人所不知，亦無法求得。此現象與其他共存及同時動作之宇宙簡單力量有符合處。原因之聯合，極為紊亂，實甚顯明。故分解溯源時，非但須求其最後定律，且須顧及非因果律之分子，而此分子為不一致，無原則，無規則者也。此為聯合動作中之閃避分子，不能解釋者也。

由是可見，何以研究者對於溯源律之信念不深。由一種原因作用而來之溯源律，其真實與原因律相等，但為若干原因所成之結果，則共存及聯合動作之狀態，或有變化；因其對於共存及聯合動作之性質，不甚明瞭，故不當將此律應用之於實知之真相範圍之外也。例如，若有一大擾亂物體，行近行星，以與太陽之吸力對抗，或改變現有之切線力，則行星之橢圓運動，必根本變態。故吾人不應應用橢圓律於現時及將來繞太陽而行之各物體。

吾人已知之，若僅用類同法，絕不能求得原因。故僅用此法所證明之事實，其概括不能超過經驗律。是以所有僅由觀察所得而未經實驗之結果，僅可認之為經驗者。

第五節 溯源律之偵察

設由觀察所得之一致性中，已定有一因果律。用何法以偵知其非最後之定律，而為未分解之溯源律乎？

第一法，乃探知前後件之間，是否有居間之事件。

設有一前件 a 及一後件 b ，則可揣測其間尙有其他種事件為之聯絡，然因感官及儀器之不完備，乃至無法以究得其確實性質及定律。今若以 x 為聯絡事件，則 a 即使為 b 之因，亦必為一遠因，而 a 為 b 之因一律，至少可分為二律，即 a 為 x 之因，而 x 為 b 之因也。然因自然界動作之規模，大半甚為微渺，故其相繼之各步驟，非不能見，即不易見也。

例如，氫氧化合成水時，必生爆裂。其過程中吾人所能見者，為兩氣體有一定比例，互相混合，通之以電，爆裂發生，氣體絕跡，水汽產生，而其容量極微。對於定律及因果，可稱毫無疑義。但前件（混合兩氣，應用電）及後事（產生水）之間，必有吾人所不能見之過程。最微量之水汽，吾人亦能用

儀器以偵察之。知其氫氧之比例爲 $1:8$ 。故可決然斷定。謂最微量之水汽亦必含相同之原子。而其比例亦相同。由此可作一結論。謂較此更小之氫氧。必可互相化合而成此微量之水汽。又因水汽之容量較原有之混合物合爲小。故可謂此種氣體之容量。必更密集。倘承認原子說爲確實。則每一氫及氧之分子中之原子。必各自分散。重新組織。復合而成水之分子。倘能將此種全部過程之時間。由數分之一秒鐘。延長至一小時。使之可見。則此有興趣之現象。相繼發現。必爲一絕大之奇觀也。其間或有不可計數之居間現象。將a與b。卽前件與後件。互相聯絡。所有化學之過程。不論爲有機爲無機。必皆如是也。

前件爲複雜現象。乃斷定因果律爲溯源律之第二法。今以雨後氣壓減少（用氣壓表下降爲證）爲例。其前件爲複雜現象。大氣柱中含有空氣柱。及與之混合之水汽柱。兩者之同時變遷（氣壓表之下降。且隨之以雨）必爲其中一種之變遷。或兩者同時變遷。即使缺少其他證據。僅憑此兩原素之常存在於前件。已可造成一合理之假定。謂其結果恐非一種最後之定律。而爲兩種不同動原定律共同之結果。倘吾人對於此兩定律甚爲熟悉。證明其不能自行發生所觀察之結果。此種假

定方始失效。

第六節 「規律」之意義

「規律」之旨趣，前數章已論及之，但因有反對用之於科學研究者，故再略事申述，似尚非不適當。

塞巨威云：「規律」者乃道德上應遵守之行爲規則；或可簡稱之爲正當權威所發之命令。

「規律觀念之要點，乃須隨以制裁，換言之，卽不遵守者須受懲罰。」

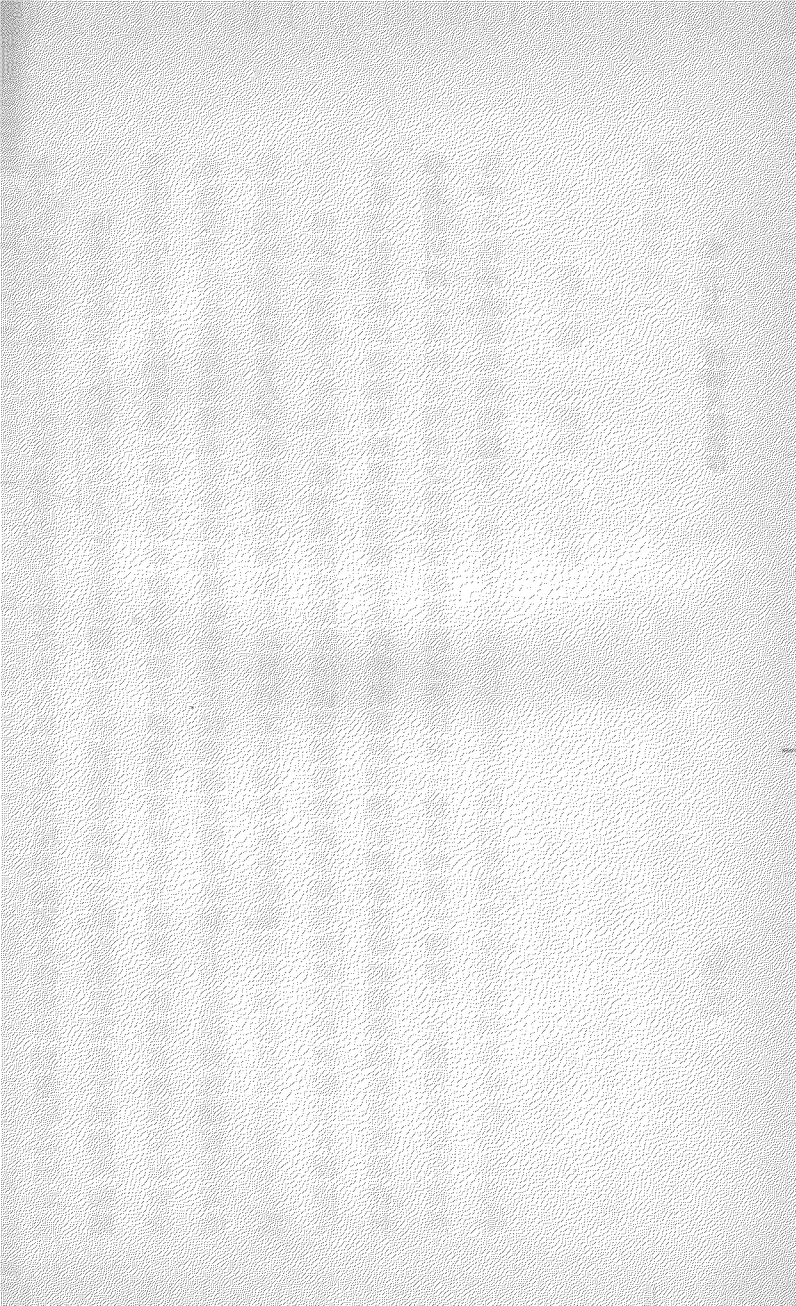
弗勞德 (H. F. Fowler) 云：人類之規律，多少皆爲永久律不完全之副本，其成也足以增進吾人之幸福，其敗也，足以引起紛擾及不幸，全視立法者之能否憑其良心，以察立法之原則，或能否不爲自私及愚昧所左右而定也。

著名之法學家白勒克史東 (Blackstone) 以爲引力定律，及自然定律與英國之法律爲同一原則之不同事例，——皆爲動作及行爲規則，由最高權威施之於隸屬者。造物「賦予物質以行動

之原則而定一規則以永遠指導之是以彼之造人也亦立一種不變之人性規則以駕馭之」

但法學之大著作家奧史丁(Austin)則力主兩者不能混爲一談，有分別之必要；彼指明此類規律之中，一部分爲命令，一部分則非命令。所謂自然定律，實非命令，而爲一致性，其所以類似命令者，因假定其爲某有理解者所發者也。但非文字正當意義之所謂命令——並非對有理智之人而發，遵從與否，出於各人之志願。是以，奧史丁以爲，稱之曰規律，甚不洽當。

但科學意義之規律，占有一定之地位，無法使之變動者；而不含有奧史丁所攻擊之各種模稜混亂之性質也。法學家對於規律之概念，及科學家對於法律之概念，現時迥然不同。吾人可謂在科學意義所謂之規律爲假借之隱喻；法學意義之規律有一致之特性，「規律」之能用以顯示自然界中之秩序者，僅此特性也。



第二十一章 臆說

第一節 何謂臆說

十九世紀之前葉，有孟卻斯學校之教師名陶爾頓 (John Dalton) 者，從事研究各種物質之化學成分，分析兩種氣體，一為生油氣 (Olfiant) 一為沼氣 (Marsh Gas)，兩者皆含有炭及氫，而得下列之結果——

生油氣：炭 85.7% 及氫 14.8%

沼氣：炭 75% 及氫 25%

比較兩種數字之後，知炭氫之比例，在生油氣中為 6:1，而沼氣中為 6:2。是以氫之質量與一定質量之炭相化合，後者適為前者之一倍。炭及氮氧化合物，亦曾逐一研究，乃知所有之化合

物，其成分均有規則，因此引起陶氏成立「倍數比例」之經驗律。

陶氏乃轉而推求物質成分之解釋，於是假定所有之分子均為極細微不可見之細粒所組成，而名之曰原子，原子有一定之重量；每種分子中之各原子均相似，而與不同分子之原子則不相同；化合物中之各原子亦相同，而為造成此化合物之各分子互相作用所組成。此即著名之原子說也。倘承認此臆說之真理，則化學化合之定律，可以直接演繹，不難使之明瞭。因其應用之便利，加以實驗之幫助，化學家咸贊同之。

臆說之為物，不過憑藉事實，以作一種精神之虛構及理想之機械而已；然切不可誤以為人類之影像概念，可以代表自然界之實際機械也。世間是否有原子之為物，及原子論是否實與自然現象相符，現時尚無實在之知識。一方面言之，此種臆說，乃增進發明極有用之工具，其地位已臻鞏固，化學中幾全用之；蓋已知之各種化學反應之發生，似乎表現此臆說之為真確者然。然在未證實之前，至多可謂其有真確之可能，而不能謂其為絕對真實；將來若有新發見，或可將原子論完全推翻，而代以他種臆說，以替代之，而此新臆說非但可以演繹現時已知之化學化合之定律，且可應用之。

於現時未知之化學化合也。若以原子論爲最後者，非但與科學方法之旨趣相違背，且不知臆說之真正意義矣。

米勒云：臆說者，乃一種假定（或無真實證據或賴不充分之證據），根據已知之真確事實，以演繹結論；此種假定，含有一種觀念，即若由此臆說所得之結論爲真實，則此臆說即爲真實，或至少有真實之可能。倘此臆說論及原因，或論及一種現象發生之狀態，則可用之以解釋由此原因或現象所演繹得之事實。此種解釋實爲多數臆說用意之所在也。科學意義之所謂解釋，乃將非因果律之一致性分解，以造成此一致性之因果律，或將複雜之因果律分析，成較簡單及較普遍之因果律，由之可以從事演繹推論。是以，如已知之定律中，尙無此種較簡單之因果律，則可設一假定以試用之；此即創造臆說之法也。

所謂臆說，實爲一種概念，因事實之發見，常可變更，絕不可以之爲真確之事實；此爲讀者應特別注意者。

欲在一複雜現象中探求其規則，其過程當然帶試驗性質；吾人必先作一假定，以觀其結果；並

觀察其與真確現象有何差異，然後知如何修正所立之假定。與顯明事實相符之最簡單假定，最爲適宜，因易於探究其結果也。此種簡明之臆說，可以加以修改，再將由修正之臆說所演繹得之結論與所觀察之事實相比較；如尙未符，仍可加以修正，務使演繹之結果與現象實在相符方止也。

事實及其過程之內部組織，玄祕無比，吾人爲立一假定以成臆說，但無一定規則可以遵循也。用他類現象以作旁證，常可用之以作參考之資料，但欲成功，必須有賴於以前之知識，與賦予之發明天資及處置之才能矣。

第二節 臆說功用之不同

臆說之功用，不恆相同，下列之區別或可資參考。

第一種爲描寫臆說，卽表現及敘述現象之臆說也。古時天文家之臆說，謂天體運動爲圓形，及客卜勒所創而又廢之十九種僞臆說，皆爲此類之例；蓋最後之學說（卽橢圓形軌道說）若無事實之證明，仍不能脫臆說之範圍也。

臆說之未經完全證實者，仍爲臆說，當然可以隨時刪改及廢棄，但被廢棄之臆說，不能謂其毫無裨益。對於事實有真切之知識，可以引起有用之臆說，其所以有用者，因其能引導研究之途徑耳。即使須加修改或完全刪除，但其功用仍爲不可泯滅者。

第二種爲定律之臆說。此種臆說，對於因果，不設假定，但僅爲並行各事實間相符之定律立一假定。客卜勒對於折光定律之各種僞臆說，卽其例也。當時知折光線之方向，每因投射線方向之變更而異，但不知其所以然。此種事例，除真確之定律外，無有不發生謬誤之結果者。

第三種爲原因之臆說。定律之臆說，僅涉及各種已知現象之關係，而因果臆說，則推測某種現象與自然界之他種現象間之未知而認爲必然之關係。

第三節 “Vernae Causee”

米勒云：凡臆說之關於因果者，則所假定之因，非但須爲自然界實際存在之一種現象，且須知其對於結果已生影響，至少須知其能發生影響。彼未謂科學臆說之中，吾人不能假定原因；但云若

將假定之定律，歸之於已知之原因，則臆說方可認為真確，因其可以用之以解釋現象也。彼以為一種假定之新因，或可引導研究之途徑，或可完成論證之端緒，但在此種事例之下，臆說所引起之原因，不能不容受他種證據之證明。米勒以為此說為牛頓箴言之哲學要點；牛頓云：「自然界事物之原因，除非為真實之現象，以及足以解釋此類事物之現象者，均不可承認。」但牛頓所謂 *Vera Causa* 之真意若何，實屬可疑。

侯息兒云，吾人臆說中之原因，決不可「任意假定，必須有充分之歸納根據，信其為自然界中所有者，且須為吾人已知之相似現象中所有者。」簡言之，必須為 *Vera Causae*，吾人非但能表明其存在及動作，而其動作之定律，能用直接歸納，及由有意之實驗求得之。「例如引力之學說，吾人假定其有一原因——即力或機械能力——能由一種物體之動作，而吸引其他物體。此之 *Vera Causa*」。

但不論牛頓之 *Vera Causa* 之意義何在，米勒以為輝惠爾已確鑿說明牛頓格律之欠精密而不自一致。然米勒以為格律之意義，不過謂以前不知之原因，以後可以知之，且為有探討之可能。

者；其與結果之關係，可用獨立之證據，以證明之。此說實際與侯息爾者無異。

無論如何，所指之原因，不應盡爲已知之原因；否則吾人將失去求知新原因之機會矣。若謂吾人已盡知所有存在之原因，亦不近情理也。

第四節 良好臆說之條件

哲馮云，與事實相符，乃爲測驗良好臆說之準繩。但哲馮氏將條件分爲三種，與郝白及卜爾 (Hobbs and Boyle) 所建議者相似。

(1) 一種良好之臆說，必須可以應用之以作演繹推理，而其結果之推論，可以用以與觀察所得之事實相比較。

一臆說之真確與否，須證其是否與事實相符，故須用演繹推理方法，以視其結果如何。即使有一種對象，能按照現時完全不知之定律而動作，亦屬徒然，因不能決定其是否存在也。

例如，倘欲解釋光線在不被物質占據之空間通過，則必想像有所謂以太之存在。倘以太之爲

物，與所知之各種事物完全不用，則無法再事推理。吾人至少必須以之作爲物質看待，而應用運動律以試驗之。蓋當應用此類定律於有彈性之介體空氣時，可以推得聲之現象，故對於以太，亦可用相同之方法以試驗光之行爲，知其與實際現象亦相符。其法祇須將一有彈性物質，將其彈性極端增大，剝奪其引力及其他物質之性質；但須充分保留與他物質之類似點，以便於演繹計算。

(2) 一良好之臆說，不可與已認爲真實之自然定律相矛盾。

任何不可能或似乎不可想像之臆說，祇須與自然定律無明白及絕對之矛盾，而能與事實有相當符合均可使之可能，或竟近於確實。例如，物理科學中之兩種根本學說，均含有最荒謬之設定。引力爲一動力量，似在兩物體間之空虛空間動作；其間是否有障礙物，毫無關係；照觀察所知，其動作發生於瞬息，但引力之真性，吾人現時尙完全不知。光之波動說，使吾人信星象間之空間，實充有一種堅於鋼鐵之物質；思及此種臆說，吾人必須將普通之概念完全放棄，然而觀察光之現象，似使吾人不得不承認之。

(3) 由良好臆說推論所得之結果，必須與觀察所得之事實相符。

事實與臆說間，若有一種絕對之矛盾，實爲臆說之致命傷。笛卡兒之旋渦說之失敗，並非因其固有之荒謬及不可想像，乃因其所得之結果，不能與天體運動之真正情形相符也。

第五節 敵對之臆說判斷真偽之實驗

一種現象常可以二種（或二種以上）之臆說以說明之，或因兩者皆與大部分之實驗事實相符，欲擇用其一，殊非易易。兩者不能均爲真確，殊爲顯然；兩者或均錯誤；至少其中之一必爲錯誤者。然則如何可以判斷之乎？——故有新實驗之必要，以求與一種臆說相符之結果，但須與他一種爲不相符者。如此之實驗，卽判斷兩種敵對之臆說者，卽所謂判斷真偽之實驗（Experimentum crucis）判斷真偽之實驗，證明一種臆說，而推翻他一種。光之發射說被波動說所推翻，乃一饒有興趣之實例，今當詳述之。

第六節 光之發射說與波動說之戰爭

牛頓未研究光學之前，對於彈性撞擊之定律，甚為諳熟。彼知彈性物質之撞擊（例如在彈子檯上）其投射角等於反射角；並知對於光之實驗，亦可成立相同之定律。是以彼用以前之知識，作創立光性臆說之材料。蓋即將精神中之概念，略事變更，以成立發射說也。牛頓假定光為極微細而不可見之彈性顆粒所組成，而光體射出之快度之迅捷，亦為不可想像者。反光之發生，確似含有此類顆粒然，牛頓之所以如此推測者，實亦由是。

但牛頓對於光性之概念，同時又受他種前有之知識所影響。蓋當時彼正專心研究引力之現象，而以為折光之所以能成，乃光顆粒受吸引之結果。彼知物體之運動，當其垂直下墮至地面時，愈近地面，速率愈增。故斷言當光粒向平面下墮時——如由空氣下墮至玻璃面或水面——行近平面時，速率亦加。當光粒斜向平面進行時，則為平面所吸引，一如發射物之受地面之引力然。此種迴折，牛頓名之曰折光。彼之數學思想，能使之見「正弦角定律」中有速率律。倘在圖中研究投射粒未達水面前之途徑，及迴折後之途徑；再按照其臆說，迴折完全由於向下之加速，則水中之速率與空氣中之速率之比例，即為由空氣至水之折光指數。但由空氣至水之折光指數大於一。故簡言之，

按照發射說，光在水中之速度大於在空氣中。

第二種學說爲波動說。以太之概念，爲天文家胡衡（Huyghen）氏所主張，而應用之於各種光學之現象，殊奏功效；且由之以演繹得折光之定律。

下述之說明或可助非數學之讀者以了解其原則之主要真相。——設有一草地，一部分已經刈割，易於步行；而他部分仍爲深草，致使步履艱難。假定其分界處爲明顯而成直線。今有兵士一隊，在短草地上排列成行，其行列與草地之界線成斜角，而向之前進。一兵士必先遇長草，致其步伐遲緩，而餘者之步伐仍如前，至第二人遇長草，彼之前進亦遲緩。以此類推，直至行列盡入長草中。至是，吾人必有一種感想，以爲兩種事件必然發生：（1）排列之新方向，必斜於原有之方面，及（2）彼等之步伐必遲緩。

今再想像，「光」之前波經過空氣斜向進行而達於水之折光面，其次序必有先後；今若兵士之步伐因阻於長草而遲緩，故可假定前波之速率，亦必受較密緻之介體之阻滯而遲緩。兵士行列之方面改變，故前波之方向亦可改變。但光在水中之速率與在空氣中之速率之比例爲由水至空

氣之折光指數，故按照波動說，光在空氣中之速度大於在水中。

故此兩種學說所得之結果，無法可以調和。

但兩種學說同時表現若干困難。例如波動說中雜有以太之概念；此則完全超乎吾人之常識，以致不敢遽信。然此說能以其簡單而滿意之情形，說明各種光學現象，非但反光與折光，且亦能解決光之迴折及偏光等等。至於發射說，光「線」中完全缺少機械動量，難以使人承認。惟此說原擬設之以解釋反光與折光，當然不能應用之於他種現象。每種新事實，即須一新假定，倘其原有之臆說愈形複雜，實虛偽臆說之徵兆也。

第七節 判斷真偽之實驗

然此兩種學說一時均有強有力之主張者，直至發射說完全為判斷真偽之實體所推翻，辯論始告終結。

兩種學說之根本異點之一，乃光在空氣中與在較密級介體中之比較速率。今若能作一實驗

以測驗之，此問題即可解決。——亞拉哥 (Arago) 曾建議一種實驗，傅可德及費休 (Foucault & Fizeau) 實行之；實行測量光在空氣及水中之速率，而證實光在空氣中之速度較大。發射說因之失敗。

此種實驗，當然未證明波動說之爲真實，而此說將來可爲他種學說所推翻，亦意中事也。

第八節 臆說之應用及誤用

學者發明臆說，漸又放棄之，乃常有之事，不應譏其無定見也。吾人對於前人之工作，每不滿意，覺其見解不清，徒自紛擾，例如在哥白尼論戰之時代，對於太陽之行動，頗以不知以太陽爲中心之臆說爲異；認分子化合後，其化合物中必存有分子之性質者，則以之爲愚；不願更改「植物」之分類法，而仍沿用樹、灌木及草類，則以之爲固執。現時之視爲簡單明瞭者，古人乃不能了解，故不得不以爲古人思想之愚鈍，設吾人居彼等之地位，應較爲聰慧也。但此種意見，吾人實自欺耳。被推翻之臆說，大半爲古之賢哲所創造，若謂吾人之智慧較彼等爲優，實至愚之自豪耳。創造被承認之學說

者，其成功大半有賴於討論失敗者之工作。

臆說之應用如不得當，則危害於科學之研究甚大，但用之恰當，實為最有價值之工具。科學之進步，依賴於臆說者殊多，但須與事實相符者，方有真正之貢獻，故必須不時觀察事實，用之以證實或反駁所創之臆說。一次被駁，則立須放棄之。欲強使事實與所好之臆說相吻合，即足以表現無科學之思想也。

第二十一章 類似法 (Analogy)

第一節 普通概念

論理學名詞中之所謂類似法一名，乃一種歸納性質之議論，但應用之寬泛，及意義之繁多，無有更甚於此者。然普通概念之所謂類似，乃假定兩種事物，倘其中有數點相似者，則其他各點亦可相似。

今設例以明之。或謂股份公司由股東中選舉之委員管理之最為適當，而一國之政府，亦由普選之議會管理之為最佳，其理一也。此即應用類似法，蓋以國家與議會之關係，及股份公司與董事會之關係，為議論之立足點。但此種之辯論，或可毫無意義，或可成為完善而確鑿之歸納。蓋其假定之要點，在於由多數之有關係者之中，特別選出少數之人，以管理一種事業。倘能證明此種情

形，及其各種結果，爲決定管理優劣之主要關鍵，則有嚴格歸納之力量；否則不能用之以證明此一兩事例之類似。

但類似證據一名，若不視之爲完全歸納，常被用之以表明任何之類似——「兩物若有一點或多點之類似，則事之在一物中爲真實者，在他一物中或亦可爲真實。」——是以類似與歸納可分別之如次：所謂完全歸納者，乃所比較之兩種事例間，有一定之聯絡；但所謂類似推理，則無此種聯絡。類似意義，可用下列之比喻以說明之：若（A）與（B）之其他各性質均相符合，一事實m在A爲真實者，則在B亦似爲真實。

例如，假定吾人因地球（A）有人類，而推測月球（B）中，亦有人類（m）。月與地球相似各點爲固體，不透明，圓形體；似曾有或現有火山；接受太陽之光及熱之量數亦相仿；自繞其軸而轉；遵守吸引律。若吾人對於月之知識僅止於此，則由各種之類似點以推測，月中似有人類存在之可能。

但A及B之間，若發見有異點，則此可能性，可以推翻。是以有同點及異點之競爭。月與地球之異點甚多，例如體積較小，表面不若地面之平坦，而似乎滿佈火山，無充足之大氣以折光（至少在

向地球之一面，無雲及——似乎——無水。此類異點或可與同點對消，是以，若用類似法，兩方均無從假定。但詳事考慮，知月中所缺少者，為地球上動物生活所不能少之要素，故不得不更作一種推測；若月中有動物，必為完全異因之結果。今應注意之要點，乃類似及差異之競爭。相似之蓋然性，可為已知之異點相抵消，至少受極大之影響；而多數現時未知之事實，亦足以損及其蓋然性也。

第二節 類似點之質與量

普通推論時，類似點之數量，或無甚重要；而須知其質之如何也。類似點不含可以數學計算之公分母。威爾頓教授云，所有之性質，並非孤立或分離之個體，而能如書或球之能以數計之也。實則，科學家之錯誤，無有甚於以類似及差異為可以計算者，此種觀念，亟應勉力改正之。類似及差異之大小，不能依據觀察所得之數量，而須以其重要與否為圭臬也。

第三節 「主要」之類似

兩種事例之認爲類似者，每爲表面之類似，或爲真正之類似而與研究之問題無關者；此實爲類似法中危險之分子也。欲以類似爲討論根據，必須詳求確實之類似及差異點，而考察其是否爲「主要」者。

欲表明此點，塞巨威引用反對星期日關閉娛樂場之事件爲例；例如，上等人士之俱樂部，星期日既皆開放，乃反將普通之娛樂場所關閉，對於貧乏者，似欠公允。此例，視之卽知其爲一種複式之類似，其中有兩種「主要類似」：（1）俱樂部與娛樂場所，及（2）上等與下等人士。「主要類似」之意義，爲方便直接之目的起見，可置異點於不顧。倘不顧俱樂部與娛樂場所之異點，或上等與下等人士之異點，吾人方能將意義擴大。俱樂部及公共集合之所，實際均爲「娛樂消遣」之處所，可以認之爲要點。上等及下等人士之類似，雖未明白表現，然按照「法律平等」之格言，似可引援之以爲參考。若上述之類似爲正當，又若謂娛樂消遣之處所，爲有國民資格之貧乏者之利益起見，應一律開放，則經概括之結果，可謂「所有國民，皆可享受娛樂消遣場所之權利。」此說若實，則原有之命題乃得以證明。

類似法，雖僅能用之以略事推測，然用之於普通談論者，較其他之討論爲廣；不論其爲論證或推論也。此或由於吾人對於證據之考察工作過於疏忽也。欲知兩種事物「深切之類似」較之分別其類似之程度及其異點爲易。辨別能力之大小（即考察異點之能力）或爲區分知識廣狹之標準。知識皆由模稜而漸進於清晰。有訓練之目光，及有分析能力之思想，其偵察微細異點之能力，較之觀察顯明之異點爲大；蓋前者置較表面性質之異點於不問也。不顧真正之類似，當然引起嚴重之錯誤，然過度概括之引誘，常較過分細分之趨勢爲甚。即使吾人有詳細分析之能力，亦當避免此種之困難。事之合乎心意及減少勞力者，均爲人類所歡迎。

可知類似辯論，僅有使事件略近於有效歸納之能力，而不能直達有效之歸納也。決定之「主要類似」之範圍愈廣，則其價值愈大。異點之未經詳察者，不可置之「不顧」；若其中有「主要差異」，則類似推論，成爲無用。若未知性質之範圍甚大，換言之，若對於主題之知識過少，則已知之主要類似必少，而由之以得之推論，當然可疑或無價值。

第四節 類似推論之事例

類似法對於發見之貢獻，當然甚大，且常能暗示研究之途徑。亦能使同一科學之各門，互相聯絡，以使吾人用已知之一種現象，以推測他種。發見兩種知識之類似，而促進科學之進步，比比皆是也。

以代數及幾何兩科而論，其區別似甚顯明，在笛卡兒以前，此兩科完全獨立發展，其進步既艱難而又遲緩。自笛卡兒出，乃表明每一代數公式，均可用幾何之弧以代表之；自發明此種類似後，數學方法，不久即有無數之新發展。

各種不同之波浪運動，可以供給吾人以類似之事例。所有之波浪，不論其所經過之物質如何，均遵守韻律或和諧運動之原則，此種問題，可為數學概括絕好之事例。波浪之行經不同之介體者，則有各種不同之特性，是以在類似推理時，吾人必須審察介體之異同，而予以相當之伸縮。海洋之波浪，大而可見，然尚有環繞地球之更大之潮汐波浪。若以聲之波浪而論，其長度可由三十二尺以

達於一寸之分數。今若想像鋼琴中。之第四十位之第八音，吾人乃知黃光及紫外光則近於第五十一位之第八音。是以由顯明而達於渺茫。然某種波浪中之反光，折光及干涉光，在他種之波浪中，亦可有之，不過因其情形之不同，而略變其狀態耳。但光每秒鐘之速度爲一八六、〇〇〇英里，聲在空氣中之速度僅一、一〇〇英尺，即慢一百萬倍，故波動之形式及性質之差異，當有更大於此者也。

在天文學中，類似亦有重要之貢獻。當科學界之意見分爲哥白尼及托勒梅兩派時，格立利倭用望遠鏡發見繞木星而行之四衛星。既有此絕好之事例，故用此小行星世界以作類似之推論，乃情不自禁之事。而其後對於行星之物理情形及其衛星，亦大部分憑藉類似。月球之有山谷，以及火星或有兩極海之推論，即其例也。此種之推論，比較穩妥，但亦有推測其他行星中，有生物者。胡衛(Huyghen)乃更進一步而研究他種行星之居民之理智及知識，是否與吾人相同；彼斷言曰：彼等之智慧能力，或不相同，然若有幾何學，則不能與吾人所有者不同也。拉撥拉史深信他行星中有居民，視乎太陽之影響能施之於地球，當亦能施之於其他行星。反對者則謂行星之中，有過熱或過冷

之溫度，使生物不能滋長，其理由雖有力，然須知多種之金屬及其他原質之無有機構造者，能與由動植物之物質成化合物，故不同而類似之成分（與地球上之動物相比較）所成之動物，可在與地球絕不同之溫度下存在，亦為至可能之事。此種類似推測之根據，殊不健全，而為真正科學所不許者也。哲馮氏云，此種測論，較諸武斷者為近理。武斷者曰，惟地球上之千兆人民，為創造此無限之宇宙之造物所顧及者。

第五節 不合理之類似

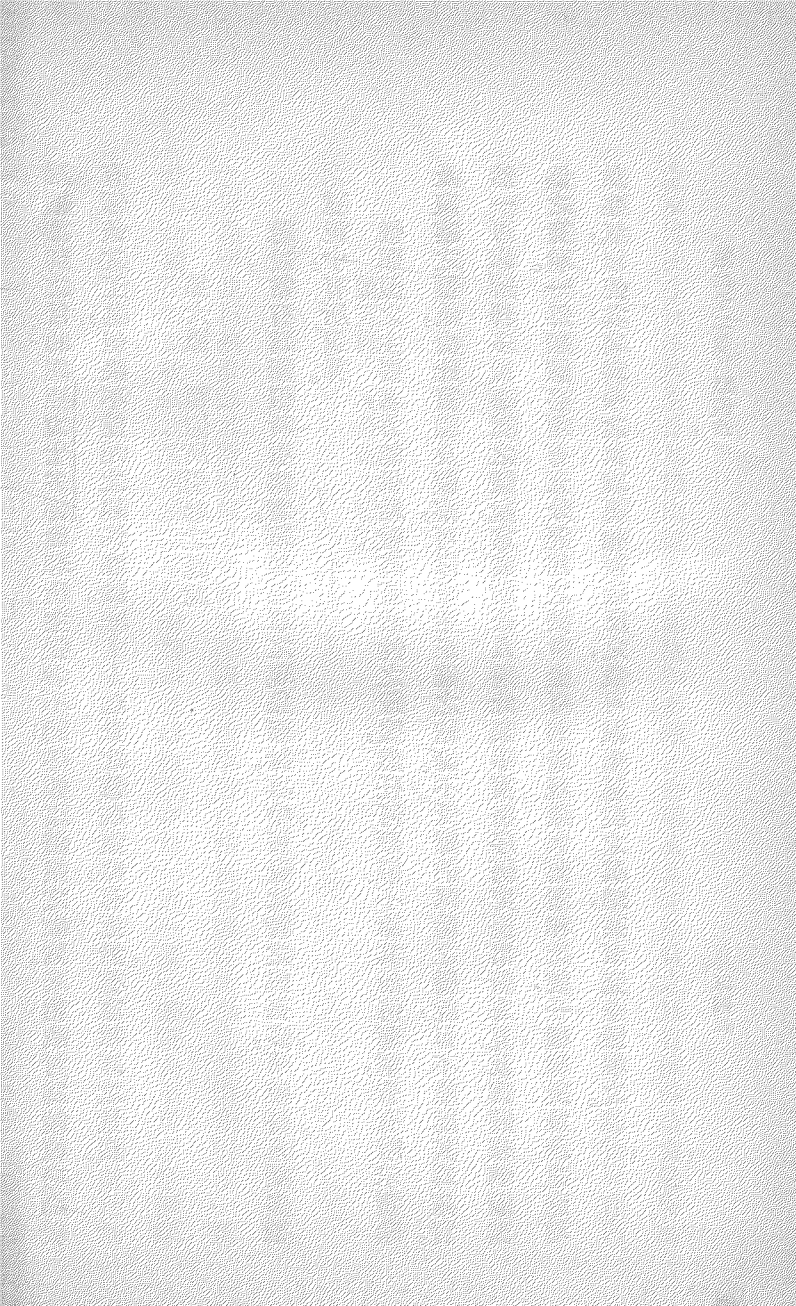
演說時常用類似以引起含混之預測；其用法殊為精妙，蓋所言者被人反對，則答曰，此不過借之以說明，並坦然自認其所引用之說明，或不適合於事實；此法甚似議會所用之習慣，先引用一種說明，如被反對，則收回之。演講者之常規，每將申述理由之字如「因」、「蓋」等，避去不用；因修辭家均知普通之聽眾，均立能將此類之連接詞加入，以其為聽眾所自動加入，故當時不易受評擊。例如灰脫雷之論文，不書「歸納論理」，決不能為亞力士多德論理之敵，因未相不能用之以代連枷；但書

歸納論理之目的與亞力士多德論理所主張者不同；亦非該體系之敵對。未相或可為較機巧而較有價值之工具，但決不能用之以代連枷。——如此之修詞策略，有近於有意欺詐之危險。

第六節 類似所引起之臆說

臆說常有為類似所引起者。以最簡單之現象而論，其中可資比較之處甚多，可使吾人於多數之臆說中，有所選擇。

惟類似之主要者，方能供給較高蓋然性之證據，然任何類似，不論其如何薄弱，皆有暗示實驗及觀察之價值，由此實驗及觀察，可以發生正確之結論。不受歸納試驗之臆說，每不能認其為確實。然「可以解釋多數事實之臆說，常能助吾人將此類事實按序研究，提出新意見，及作將來判斷真偽之實驗。」然類似必須有充分運用之機會，庶可將新現象與舊者相比較；一種臆說或因之而增加生氣，以使其與科學之真理更相接近。反之，或可減損臆說之真理，甚至完全毀壞之。



第二十三章 蓋然性

第一節 普通概念

設有甲乙丙三人，其態度均甚誠懇，然對於某問題，則意見不能一致，甲乙各具一種意見，而丙則毫無意見。設甲為感情所衝動（其程度依年齡而異），乃將乙及丙火焚之，絞斃之，幽囚之，或至少在報端誹謗之；其所以然者，蓋甲乙丙三人均不信有所謂真理也。假定承認甲及乙丙之智力組織，確甚相同，則同一辯論之所以發生不同之意見者，必為道德之關係。若知甲之意見為得當，若再承認國家之懲戒，可以改進不道德之習慣，及抑制不道德之行動，則甲與乙丙所用之可以改進道德之方法，其結果雖有受迫害之危險或亦為得當。第毛根云，人之能目覩不同之繩索，用相同之力量以伸展之，其結果亦不同者；及能知相同之議論，能予不同之思想以不同之印象者——所謂不

同非指道德，乃指智慧之構造——當亦能知變更信念之合法過程，必發生於議論及討論。

一人之執迷，大都起於不知真正蓋然性之影響各人之程度不同也。若問數學家在其所謂蓋然學說中實際所測量計算者爲何，實爲饒有興趣之事。所測量計算者，信念乎，意見乎，懷疑乎，知識乎，偶然乎，抑必要之條件乎？蓋然性是否亦存在於蓋然之事件者乎，或存在於思想中乎？

此說之主題，不能爲「偶然」，殊爲顯然，蓋自然界中無所謂偶然也。海岸上每一石子之形狀，爲連續確有之前件之結果。拉撥拉史云，所謂偶然者，乃表明吾人對於動作原因之知識，毫不明瞭，因之不能預測其結果，使之不生錯誤。在自然界中，「凡事凡物皆有因果，而無偶然者」且皆有準確之定律。吾人之所以不能確然認清者，蓋知識不足耳。

可知蓋然性者，非事件本身之遺傳性質，而爲精神之感想。蓋絕對相同之事實，同時用不同之觀點以觀察之，則其蓋然程度，可以大異。例如，一汽船失蹤，有者信其爲沈於海中；有者則謂不然，而猜測者對於汽船現在及最後之行蹤，知之均不詳也。然事實之本身，至爲確實；汽船或沈或未沈，自爲事實，不能因後來之討論，而改變其確有之詳形也。然此事之蓋然性，能因目視汽船者之報告，及

當時氣候之情形，與乎所得之破船等種種信息，而逐日不同，各人不同也。是以蓋然性完全屬於精神，吾人用之以考慮事件者，事件本身之有無，確實不變，特因知識之不充足，故不能決定之耳。

第二節 蓋然性學說乃論知識之數量

第毛根所謂「蓋然性之程度，其意義實為信念之程度」及唐金（Dohrn）之所謂蓋然性，乃「信念之數量」，哲馮對之均不同意；因哲馮云：「吾對於信念性質之思想，不比用以立此定義之概念為清晰。蓋然性學說，並不測定信念之為何物，但為測定其應為何物也。」費恩（Venn）亦以測定信念為難。第一，吾人之信念，能為劇烈之感情衝動所影響；第二，對於任何命題之信念，其所憑藉之證據極端複雜，而且不時變幻。故任何一定時期之信念，最不足持而且易變遷者，蓋難有充分之機會可以詳細測定之也。偶一思及信念之數量時，則必思及發生此信念之各種理由——實則此種理由，能自由侵入，毋須選擇者。當每種理由逐一條然經過吾人之思想時，信念之力量，可以因之變態。

哲馮則以避免「信念」一詞爲是，因其過於模稜也，而以蓋然性學說爲論知識數量之學問。彼云，事件之所以有疑問之餘地者（蓋然），因其爲愚昧所參雜，而必須用準確之計算以分別已知及未知之數量也。蓋然性學說，實爲測定知識及愚昧兩者之比較數量之研究也。

第三節 蓋然學說之計量方法

「若謂某種事件能發生某種情形，其蓋然性爲 $\frac{1}{2}$ ，其意即謂吾人對於該事件之各條件之知識及愚昧之比較數量，爲如此，而預測之能力爲事實之 $\frac{1}{2}$ 也。事件本身之如何發生，有一定之情形，由其因果而決定；蓋然性不過爲吾人對於事件之主觀預測，而不能決定事件也。」知識與愚昧之配合，實爲計算蓋然性之出發點。」

蓋然性學說，根本即以相同之事例，平等看待，而將所有之知識，平均分配於事例之中。試投一幣於空中，而試思其墜地後之結果。吾知其必有一面向上，非正面即反面也；但究爲正爲反，吾人之知識，則爲均等，故不能預測其究爲何種；若信念偏於一面，則不合理矣；吾人對於同等之事例，予以

平等之待遇。此學說並不要求吾人先用試驗方法，以決定所討論事件之是否平等，演變之原因知之愈詳，則事件之離蓋然範圍愈遠，而愈確實。錢幣之墜落，每面現出之機會，似乎相等，然因錢幣形式之不同，或投幣時姿勢之不能一致，均可發生影響，以致略偏重於一方面，不能絕對相等，但究偏向於何方，事前不得而知，故無從預測。

假定若干事件之中，必有一種事件發生，而每種之機會相等，惟專憑事物之組織，不能決定其為何種耳；今每種既有發生之可能，而且各種能輪番發生，經久之後，其復現之次數，終久必為一與總數之比。例如拋投錢幣，若次數多時，終久可得半數為反面。擲骰子亦然；若盡量擲之，則平均每六次中必有一么。故吾人所用之方法，乃計算吾人知識相等之各事例之數量也。

今設假定一種事件，可以發生五種情形，其中成功者三，失敗者二，而此五種情形，均有發生之可能。終久之結果，則每五種情形之中，成功者顯然必居其三，失敗者必居其二。故其成功之蓋然性為 $\frac{3}{5}$ ，而失敗者為 $\frac{2}{5}$ 。是以一事件之蓋然性，為發生之總次數與成功及失敗之次數之比例。

一種事件必有發生與不發生。故發生與不發生之蓋然性之和，為一定不易者，故常用「一」

以代表之。

第四節 簡單之數學討論

蓋然性之普通代數定義如下。倘一種事件發生之次數為 a ，不發生之次數為 b ，而兩者均有發現之可能，則發生之蓋然性為 $\frac{a}{a+b}$ ，而不發生之蓋然性為 $\frac{b}{a+b}$ （數學中常用「機會」二字為蓋然性之歧詞。）

今知 $\frac{a}{a+b} + \frac{b}{a+b} = 1$ ，又 $1 - \frac{a}{a+b} = \frac{b}{a+b}$ 。若 p 為事件發生之蓋然性，則不發生之蓋然性為 $1-p$ 。

設有二白球，三黑球及四紅球，參雜藏於袋中，而一人由袋中採取其一，則各色球被取之蓋然性，白者為 $\frac{2}{9}$ ，黑者為 $\frac{3}{9}$ ，而紅者為 $\frac{4}{9}$ 。

用數種簡單問題，可將此原則詳細說明之。

(1) 如擲一骰子，其得二之蓋然性如何？——骰子之各面，現出之機會相等；而一次祇能現出

一面，其餘五面不能現出；故其蓋然性爲 $\frac{1}{6}$ 。

(2) 若擲骰子，問得大於二點之蓋然性如何？——則六數之中，有四數較二爲大，故其蓋然量爲 $\frac{4}{6}$ 或 $\frac{2}{3}$ 。

(3) 一袋中裝有五白球，七黑球，四紅球，隨意採取而得三白球之蓋然性如何？——袋中共有十六球。故一次取三球，則各種配合之總數爲 ${}_{16}C_3$ ，同時取得三白球之總數爲 5C_3 ，故按照定義，其蓋然量爲 $\frac{{}^5C_3}{{}_{16}C_3}$ 即 $\frac{1}{56}$ 。

複事件之意義，乃謂一種事件，可以分解成兩種或兩種以上之簡單事件。如放礮，可以分成扳彈機，擊針下落，子彈爆發等等。惟此例中之各簡單事件，非獨立者，因扳彈機時，如礮未壞，則其餘各事件必繼續發生，故其蓋然性相同。事件之獨立者，其發生時，不至影響其餘各事件之蓋然性。故一人死亡之蓋然性，不因火星之出現而增加或減少。如事件之各分子爲獨立者，則可立一簡單之規則，以計算複事件之蓋然性，即將表明事件之獨立分子之蓋然性之分數相乘，即得複事件之蓋然性。

例如，若六次中，A 出現一次，其蓋然性為 $\frac{1}{6}$ ，或一正五反；倘十次中 B 出現一次，其蓋然性為 $\frac{1}{10}$ 或一正九反。則歷久之後，兩者同現之蓋然性或比例次數，為 $\frac{1}{90}$ 即一正五十九反。

此規則之理由，可說明如下——倘擲兩骰子，甲骰子所現出之面與乙骰子所現出者，毫不相關；但每一骰子有六面，而每面均有現出之可能；故有三十六種可能之配合，故每種配合之蓋然性

$$\text{爲 } \frac{1}{36} \left(= \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \right)$$

今再設一二例以說明之。

(1) 擲一骰子，每擲兩次，其第一次為么之蓋然性如何——此問題含有複事件，即第一擲見么，第二擲不見么。則第一簡單事件之蓋然性為 $\frac{1}{6}$ ，而第二為 $\frac{5}{6}$ 故所需之蓋然性為

$$\frac{5}{36} \left(= \frac{1}{6} \times \frac{5}{6} \right)$$

(2) 有二十三人圍一圓桌而坐，問何以甲乙兩人並坐之蓋然性為一與十之比——甲坐乙之左方之蓋然性為 $\frac{1}{22}$ 坐其右者亦為 $\frac{1}{22}$ 故甲乙並坐之蓋然性為 $\frac{2}{22} = \frac{1}{11}$ 簡言之即一與十之比也。

(3) 擲二骰子，得八之蓋然性如何——用二骰子，得八之方法甚多，二加六，三加五，四加四，五加三，六加二，五種方法。其總數三十六種，故其蓋然性爲 $\frac{5}{36}$ ，即三十一與五之比。

第五節 經驗與學說之比較

「蓋然性定律，乃依據推理之基本原則而成立，不能因實驗之反證而取消，人之拋擲錢幣者，或屢得其正面，而不能偶然得一背面。學說不能因有僥倖之可能，而破壞。」須知此類僥倖，實爲可遇而不可求，實爲絕少之事也。若盡量試之，如投幣或擲骰子然，則經久之後所得之結果，往往與學說所預期者，雖不易絕對相符，然相差不遠。白方 (Buffon) 氏使一兒童，連續拋擲一幣而得 1992 背面及 2018 正面。第毛根 之生徒，亦作相同之實驗，而得 2044 反面及 2048 正面。此兩例之數目與理論所預測者，異常近也。哲馮氏 亦曾作試驗數次。彼取幣十枚，先擲 1024 次，再繼以 1024 共擲 2048 次。其結果列表如下：——

投擲之情形	理論數	第一組	第二組	均數	差數
10 正面 0 背面	$10C_0 = 1$	3	1	2	+1
9 " 1 "	$10C_1 = 10$	12	23	$17\frac{1}{2}$	$+7\frac{1}{2}$
8 " 2 "	$10C_2 = 45$	67	73	65	+20
7 " 3 "	$10C_3 = 120$	129	123	126	+6
6 " 4 "	$10C_4 = 210$	181	190	$185\frac{1}{2}$	$-24\frac{1}{2}$
5 " 5 "	$10C_5 = 252$	257	232	$224\frac{1}{2}$	$-7\frac{1}{2}$
4 " 6 "	$10C_6 = 210$	201	197	199	-11
3 " 7 "	$10C_7 = 120$	111	119	115	-5

2	"	8	"	$10C_8 = 15$	52	50	51	+ 6
1	"	9	"	$10C_9 = 10$	21	15	18	+ 8
0	"	10	"	$10C_{10} = 1$	0	1	$1\frac{1}{2}$	$- 1\frac{1}{2}$
				1024	1024	1024	1024	0

作者又重複此種實驗，得結果如下，

投擲之情形	理論數	第一組	第二組	均數	差數
10 正面 0 背面	$10C_0 = 1$	4	0	2	+ 1
9 " 1 "	$10C_1 = 10$	20	6	13	+ 3
8 " 2 "	$10C_2 = 45$	40	40	40	- 5

7	"	8	"	$10C_8$	120	83	150	$116\frac{1}{2}$	$-3\frac{1}{2}$
6	"	4	"	$10C_4$	210	224	222	223	+13
5	"	5	"	$10C_5$	252	250	209	$229\frac{1}{2}$	$-29\frac{1}{2}$
4	"	6	"	$10C_6$	210	242	222	232	+22
3	"	7	"	$10C_7$	120	115	107	111	-9
2	"	8	"	$10C_8$	45	28	60	44	-1
1	"	9	"	$10C_9$	10	14	6	10	0
0	"	10	"	$10C_{10}$	1	4	2	3	+2
					1024	1024	1024	1024	0

幣之單擲之總較爲 1038×10 或 20480 其半數之 10240 理論上應爲正面。哲馮所得之正面爲 10352 (第一組爲 5130 第二組 5222) 著者所得者爲 10234 (第一組爲 5098 第二組爲 5136) 兩次與理論之數目頗相近。

第六節 反蓋然性 (Inverse probability)

由某類事件之已知特性，吾人可追溯發生此事件之定律及條件之蓋然性。一事件之發生也，必起於一種或多種之原因，而推測此類之可能原因，謂之反蓋然性之問題。

例如，今有甲乙二袋，甲裝有二黑球，及七白球，乙裝有五黑球及四白球，今任在一袋中取得一黑球，問此球取自甲袋之蓋然性如何？

今先假定一大數 N 爲探取之次數；歷久之後，每袋可取 N 次。但甲袋 N 次之中，平均取得黑球之機會爲 $\frac{2}{9}N$ ，乙袋則爲 $\frac{5}{9}N$ 。故由甲取黑球之蓋然性爲總數 $\frac{2}{9}N + \frac{5}{9}N$ 中之 $\frac{2}{9}N$ ，即 $N / (\frac{2}{9}N + \frac{5}{9}N) = \frac{2}{7}$ 。

故反蓋然性之普通問題，可述之如下：倘有已知之一種或他種之假定原因存在，則任何一種確實存在之蓋然性，乃為事件發生之蓋然性，用所有相同之蓋然性以除之。

例如，今有三木盒，每盒共裝球十個，而白球之數，則不相同，其數為七、四、及三，若將所有之球相混雜，則共有十四白球；今若取得一白球（即所發生之事件），則由第一盒所得之蓋然性為 $\frac{7}{14}$ ；適等於 $\frac{1}{2}$ ， $\frac{4}{10}$ ， $\frac{3}{10}$ 即規則中所述之分數也。

反問題常甚複雜而困難，但其方法之原則，常用之於科學研究。倘對於某種現象之原始，僅有二種或少數之臆說可以解釋，則用此法，甚易得其蓋然性。如哲馮云，彭生（Bunsen）及客旭夫（Kerchhoff）所假定之太陽中有鐵一說，其蓋然性幾等於事實。又金牛宮七星中之六明星之所以如此相近者，是否偶然，亦曾用此法以計算其蓋然性。據米支兒（Mitchell）之估計，謂偶然之說僅 $500,000$ 之一為可靠。極有興味之事例，亦曾用此法解決之，例如行星之軌道行動及自轉之方面相同，及行星軌道之近於同一平面。此類事例之比例，為數過大，非常人所能想像。總之由此法測算之結果，知行星系之組成，乃由於同因，其蓋然性幾可認為確實。

第七節 歷史證據之流傳

拉撥拉史云：較一爲小之分數之乘方愈大，則得數愈小，故事件之賴若干相連之大蓋然性者，最後竟可變爲不可能。「假如一種事件，由二十人連續流傳，第一人傳至第二人，第二人傳至第三人，以此類推。又假定每一傳述之蓋然性爲分數 $\frac{9}{10}$ ，則此事件經二十人之傳述後，其蓋然性爲 $(\frac{9}{10})^{20}$ 即少於 $\frac{1}{8}$ 」——蓋然性減少之量，殊屬可觀。一種新聞傳之愈遠，則愈失實，但照上計算，是否可助吾人以決定信任傳言之程度，殊爲疑問。第一，吾人曾假定（如上述）每一次傳述之蓋然性爲 $\frac{9}{10}$ ，蓋即承認每人所述者，十分之九爲確實也。一種敘述或爲正確，或與真相略有差異；但各人所述者與真相相差之程度如何，則無法測定。洛舟（Loise）氏云：一種言論之虛偽，並非出於傳述之次數，而爲每次傳述時錯誤之大小及種類耳，目視一種事件者（甲）未必盡願將其所觀察之確實真相傳之於聽者（乙）；而乙或不能了解甲所述，即使了解之，而有意曲解；第三人（丙）有意再將其誤會聽得者，加以曲解，然由丙之曲解所傳達者，偶然竟可與真相相符。一種事件，經過

多次之傳述，以誤傳訛，與真相相左之情形，實屬不可思議也。

第八節 偶然之暗合

讀者切不可以為蓋然學說能供給吾人以不誤之南針。此說之所能供給者，乃所謂歷久後之平均結果耳，然倘能運用恰當，實為避免錯誤之最善方法也。

但一事件之發生，為偶然之暗合，抑為定律之結果，則不能有一定之規則以分別之。事實之偶然相聯者，乃為各種原因之結果，且為不同原因之結果，而不同之原因，亦無定律以聯絡之者。故任何現象，均非偶然發生者；二種或二種以上之現象，或可偶然相聯或共存，或一事繼以他事，或出於偶然也。

例如，太陽直徑與地球直徑之比例；太陽地球間之中數距離與太陽直徑之比例；及地球月球間之中數距離與月球直徑之比例；均約為 110 比 1，實為偶然。最奇者，莫過於歷史事件之暗合。例如，一七九四年為羅必使比 (Robespierre) 失敗之年分，今若再加以此數之和，則為一八一五即

拿破侖失敗之年，重複爲之則一八三〇年適爲查理第十(Charles X)被廢之年。骨相學亦供給各種偶然暗合之事例，而能使無科學思想者盲從。骨相學者假定頭骨之外，有腦之模型，其精細準確之程度，與腦之表面無異，實爲腦之表面之印模也。此種假定，已完全證爲虛謬。大部分之骨相家，毫無科學訓練；彼等僅爲偶然事實之蒐集者耳。此類事實之中，若加以整理，其蓋然性，確可甚大，然亦祇能止於此耳。骨相家之工作，乃廣集猜測之證據，而加以演繹者；毫無科學根據者也。彼等且假定腦中之灰色素，按照某種普通之習慣意向及情感等等，而分爲若干區，此亦爲猜測而無科學之根據者。近代之生理學家，正孜孜研究大腦之各種分工功用，然欲得完全之知識，尙非短時期所能達。

第九節 不準確之不能盡免

估計事件之蓋然性時，若所憑藉者僅爲過去事實現出之次數，吾人之推論，決不能如由事實原因現出之次數之知識演繹所得者爲可靠。但依實際而論，幾乎所有各種事例，其估計可以充分確切，而使數字之真價有實用價值者，其根據實非取之於原因之知識，而取之於事件本身之經驗。

也。各種年齡之壽命之蓋然性；特種疾病痊癒之蓋然性；財產被火毀壞之機會；特種航線船隻遇險之機會；——諸如此類，皆取之於死亡率之統計，醫院之表冊，失火之記錄，及船隻之失事等等；換言之，所有之根據，並非取之於原因，而取之於結果也。

不準確之原素，爲不能不注意之事實。例如，倘吾人估計某人再活一年之希望如何，則按照歷來之統計，在彼之年齡，十人之中生存者九人，則亦必謂此人在一年中生存之希望爲十分之九；即吾人對彼生存之希望，由準確而減至 $\frac{9}{10}$ 矣。非但在概括所得之經驗律中，有不準確之原素，但由此律所得之推論，亦含有不準確之原素也。

各方面尙有反對研究蓋然學說者，彼等之偏見，以爲此種研究，可以培植賭博投機之好尙。此說似亦近情，然學說之實用價值，總不應湮沒也。所有各種之保險事業，皆依此爲根據。至於科學，非但現時之天文學知識大半有賴於利用此種學說，而且此種學說可以用之以修正各科學中之懷疑說及虛偽之印像也。其直接結果，雖不能十分顯明，然其重要，爲吾人所不能否認者。

