

第四編 自然

第九章 物理學に於ける臆說

實驗及び概括の任務 實驗は眞理の唯一の泉源なり、實驗は獨り新事物を吾人に告ぐることを得、實驗は獨り確實の觀念を吾人に附與することを得、是れ即ち毫も争ふべからざる二個の要點なり。

されど、かくて若し實驗が萬事なりとせば、數學的物理學には如何なる餘地を殘すべきか、實驗的物理學はかゝる助を得て何をなさんとするや、この助けは實に無益と覺しく、而かも其上に恐らくは危険にても有り得るにあらずや。

然るに數學的物理學は正に存立す、この學は否定すべからざる任務をなせり、是れ説明を必要とする事實なり。

觀測はそれ自身だけにて未だ足れるにあらず、須も其觀測を適用するを要す、之が爲めには概括するを要す、これは古來人の爲せし所の事なり、但過去の誤謬の回想は人をして愈慎重ならしむるを以て、觀測すること愈進むも、概括するこ

とは却て愈退けり。

各世紀の人は、前世紀の人が概括を行ふこと輕卒に過ぎ、又澹泊に過ぎたるを嘲笑せり、デカルト Descartes はイオニア人 Ionian を罵倒せしが、彼は亦吾人に感笑せらる、吾人も亦後世子孫の笑を受けんこと疑なし。

然らば吾人は直ちに終末に到ること能はざるか、吾人の豫言するこの嘲笑を免るべき方法なきか、吾人は唯實驗のみにては満足すること能はざるか。

否、否は不可能なり、唯科學の眞の特性を全く知らざる者は、之を可能なりと云はむ、學者は序次を附するを要す、石を以て家を造る如く、事實を以て科學を作るを得、されど事實の積聚が決して科學にあらざるは、恰も石材の堆積が家屋にあらざるど一般なり。

學者は須も、先見あるを要す、カーライル Carlyle は、或る箇處に於て或る事件につき次の如く記せり、要する所は唯事實に在るのみ、ジョン、ラックランド John Lackland は此處を過ぎれり、こゝに其嘆賞すべき所のものあり、こゝに余が其の爲めに世界の總ての理論を設くる所の實在あり、カーライルはベーコン Bacon と

同國人なり、彼はペーコンの如くあり、の、まゝの、萬物の、神に、對する、for the God of Things as they are) 禮拜を布告せんと欲したり、されどペーコンならば斯くは言はざりしならむ、ろは歴史家の語なり、物理學者は寧ろ斯く言はん、ジョン、ラックランドは此處を過されり、是れ余の關する所にあらず、何となれば彼は再び此處を過らざればなりと。

吾人は皆善良の實驗あり、又不良の實驗あることを知れり、不良の實驗は蓄積せらるゝも益なし、其數百千と雖も、真正なる大家例へばバーストールの如きに遇へば、唯其一事業を以てして、善くこれ等の實驗を排棄せしむるを得ん、蓋しペーコンは能く之を了解せしならむ、experimentum crucis (譯者曰く是非を決定する實驗の意なる語を發明せし者は、即ちペーコンなり、されどカールライルは之を了解することを得ざりしならむ、一事實は一事實なり、學生ありて寒暖計の上に記せる某數を讀了するに、彼は豫め何等の注意をもなさず、兎も角も彼は之を讀了せり、而して若しここには唯計がへると云ふ事實のみあり、是れ即ちジョン、ラックランド王の遠征と、同じ資格に於ける一の實在なり、然らば良好の實驗とは如何、

ろは、孤立せる事實よりも別なる事物を、吾人に知らしむるものなり、ろは吾人に先見を許す實驗、換言すれば吾人に概括を許す實驗なり。

何となれば、概括なくしては、先見は不可能なればなり、凡そ一つの仕事をなせしどきの諸狀況は、悉く同時には決して再現することなからむ、故に曾て觀察されたる事實は、決して繰り返されざるべし、我等が肯定するを得べき唯一事は、類似の狀況に於て類似の事實の發現すると云ふ事なり、されば先見をなすには、少くとも類似を用ふることも、即ち概括することが必要なり。

吾人若しいかに小心なりとも、吾人は實際挿入を行ふを要す、實驗は唯吾人に若干數の孤立點を與ふるに過ぎず、須く、一の連續線を以て之を聯結するを要す、是れ即ち眞の概括なり、されど吾人は又、此以上を爲す、引かれたる曲線は、觀察點の間及び其點の近傍を經過し、其點自身を經過することなかるべし、されば吾人は實驗を概括するに止まらず、尙之を修正す、而してこの修正を忌避して、眞實に純粹の實驗を以て満足することを望む所の物理學者は、甚だ奇異なる定律を陳述せざるを得ざるに至らむ。

故に赤裸々の聯絡なき事實は、吾人を満足せしむるを得ざるべし、これ吾人には序次せられたる科學、或は寧ろ組織せられたる科學を必要なりとする所以なり。

往々にして、豫想せられたる觀念なくして實驗するを要すと云ふことあり、これは可能にあらず、これは常に實驗を無効と成すのみならず、尙且つ實驗を不可能となすに至らむ、各人は本來容易に脱する能はざる所の世界の概念を具ふ、例へば吾人は言語を用ゐざるべからず、而して我等の言語は、豫想せられたる觀念に依るにあらざれば作成せられず、唯此等は無意識的豫想觀念と謂ふべく、他に比して更に危険なること幾千倍なるは疑なし。

若し吾人が十分に意識したる所の他の觀念を參加せしむるときには、吾人は不良を加重せりと云はるべきや、余は之を信せず、余は寧ろ此等の觀念が、釣合を保たしむるの用をなすべしと考ふるなり、余は之を解毒劑なりと言はんとするなり、此等の觀念は一般に、相融和すること稀なり、即ち一般に彼此相軋し、是に由て吾人をして、強ひて種々の方面より事物を視察せしむ、これは已に吾人に自由

を與ふるに足れり、主人を選ぶことを得る者は、もはや奴隸にあらざるなり。

されば、概括に頼り、既に觀察されたる各事實は、吾人をして數多の事實を先見せしむ、唯吾人は第一の事實のみ確實にして、他は皆蓋然的たるに過ぎざることを知るべからず、先見が吾人に如何程堅固に確言せられたりと見ゆるとも、吾人は決して絶對的に、實驗が驗證を行ふとき、其先見に背馳せざることを保證せず、されど確からしさは、往々頗る大にして、實際に吾人を満足せしむるを得るなり、確實にあらざる先見も全く先見せざるには優れり。

故に機會の來る時毎に、檢定を行ふことをは決して輕んずべからず、されど總て、實驗は長くして困難なる者なり、勉強して事に従ふ者は其數多からず、而して吾人の先見に要用なる事實の數量は莫大なり、この莫大なる事實の傍に於て、吾人の爲すことを得べき直接檢定の數量は、僅かに無視さるべき程の小量たるに過ぎざるなり。

吾人の直接に到達し得べき、この小量の檢定より、最も善き部分を選取するを要す、各實驗は出來得る限り大なる確からしさを以て、出來得る限り最多數の先

見を吾人に許すことを要す、之を譬ふるに、科學を器械と見れば、その製作品を増加するが問題なり。

科學をば絶えず膨脹すべき圖書館に比較せむ、館主は唯不十分なる購入費を、購入品のため準備するを以て、之を浪費すまじと力む、購入品を負担する者は即ち實驗物理學なり、故に圖書館の貯藏を増す者は、獨り實驗物理學に在り。

數學的物理學に至りては、其任務は目錄を整理するに在り、目錄が善く整理せらるれば、とて、館が貯藏を増すにはあらず、されど其は、この貯藏につき、閱覽人に便利を與ふるの用をなすを得。

又この目錄は、其蒐集の缺點を館主に示し、館をして収入の思慮ある使用をなすに堪へしむ、このことは、其購入費が極めて不十分なるだけ、愈々其切要を認むべき事なり。

是れ即ち數學的物理學の任務なり、この種の物理學は余が前に科學の製作物と稱せしものの増加に従つて、概括の嚮導をなすを要す、如何なる手段にて其目的を達すべきか、又如何にして危険なく之を爲し得べきか、是れ即ちここに吟味

すべき事なり。

自然の一體 先づ總ての概括が、多少自然の一體と簡單との信念を假定することを注目せむ、一體には困難あることなし、若し宇宙の種々の部分が、同一身體の諸機關の如くにあらずば、其此等の部分は互に相影響することなく、互に相關知せざらむ、故に吾人は自然が果して一體なるかを問ふを要せず、唯如何様に一體なるかを問ふのみ。

第二の點につきて其真相を窺ふことは、斯く容易にあらず、自然が簡單なることは確實にあらず、吾人は能く自然の眞態を過することなきか。

會てマリヨット Mariotte の定律の簡單なることが、其精確を示すために、一論據として引證せられたることあり、又フレネル Fresnel 自身がラブラース Laplace の談話中に、自然は解析の困難を掛念せずと言ひし後に、世に流布せる意見に甚しく抵觸せざるためには、彼の言葉の説明を與ふるの、餘儀なきことを自信せし時ありき。

現今に至りて思想は大に變更せられたり、されど自然の定律が簡單なるを要

することを信せざる者と雖も、尙往々之を信せる如くに爲すことを迫らる、彼等は總ての概括、隨て總ての科學を不可能となすことなくば、全然この必要と絶つこと能はざるべし。

任意の一事實が、無數の方法にて概括せらるべきは明かなり、而して之には選擇を行ふを要す、其選擇は、簡單の觀念に由るにあらざれば嚮導せらるるを得ず、今最も普通なる場合、挿入法の場合を挙げ、吾人は觀察にて得たる諸點の間に、出來得るだけ規則正しき一連續線を畫かむ、何故に吾人は尖がれる角點と急激なる彎曲點とを忌避するか、何故に吾人はこの曲線をして最も不規則なる雁木形の折線を描かしめざるか、或は吾人が表示せんとする定律が斯く複雑なるを得ざることを、初めより知るか、又は知ると信するの理に由りてなり。

木星の質量は、或は其衛星の運動より、或は大遊星の運動錯亂より、或は小遊星の運動錯亂より演繹し得らる、若しこの三方法に由りて得たる結果の平均を取るときは、相異なるも、しかし甚だ近似せる三數を看出すことを得、吾人は萬有引力の係數が三つの場合に於て同一ならざることを假定して、この結果を解釋し

得ん、而して諸の觀察は確かに更に遙かに善く表現せらるるならむ、然るに何故に吾人はこの解釋を排斥するか、或は其解釋が不條理なるが爲めにはわらずして、唯無益に複雑なるが爲めなり、人は他日此等の解釋を強ひらるるにわらずんば、之を承認せざらん、されど今は未だ之を強ひらるるには到らず。

約言すれば、總ての定律は、多くの場合に於て、反證の出づるまでは簡單なるものと看做さる。

この習慣は、上に説明したる理由により、物理學者の従ふ所なり、されど日々愈豊富に愈複雑なる詳細の新事實を、吾人に示す所の發見の現出に對しては、この習慣が如何にして是認せらるべきか、之を自然の一體の感と融和せしむることすら、如何にして之をなすべきや、若し總てが總てと相關係するならば、幾多の様々なる物象の參加する所の關係は、もはや簡單なること能はざるに至ること、思ふべきにわらずや。

若し吾人が科學の歴史を研究するとき、吾人は互に逆なりとも謂ふべき、二様の現象の生ずるを見る時としては、複雑なる外觀の下に伏在する簡單あり、又

時としては、之に反して簡單は唯外觀のみにて、非常に複雑なる實在を陰匿することあり。

遊星の運動錯亂よりも更に複雑なるものとは何ぞ、ニウトンの定律よりも更に簡單なるものとは何ぞ、フレネルの言ひし如く、自然は解析の困難を擧念せずして、唯簡單なる手段のみ用ふ、而してこの手段の結合に依りて生出せしめたるものは、纏れに纏れし亂絲一束の狀をなす、是れ余等がその何たるかを辨知せざる所のものにあらずや、是れ即ち陰匿せられたる簡單にして、須く摘發するを要するものなり。

反對の簡單に係る例も多々あり、氣體の動力論に於て、吾人が考察する所の分子は大速度を具へ、其軌道は間斷なき衝突に由りて變せられ、最も變化多き形を有し、總ての方向に空間を縦横すべし、而して觀測し得たる結果は、マリョットの簡單なる定律なり、個々の各事實は錯雜せり、大數の定律は平均に於て再び簡單と成りたり、されどその簡單は唯外觀に過ぎず、而してこゝに此複雑を認むるを妨ぐるものは、唯我等の官能の粗雜なるに原由す。

多くの現象は比例の定律に服従す、されど其理由如何を考ふるに、現象の中には甚だ小なる或る物あるにあらずや、觀測せられたる簡單なる定律は、一般解析の法則の譯述に過ぎざるに、この法則に従へば、一の函數の無限小の増分は、變數の増分に比例すと云ふ、されど其實吾人の増分は、無限小にはあらずして、唯甚小なりと云ふに止まるを以て、比例の定律は近似的に過ぎず、故に簡單は外觀上に過ぎず、余のここに言ひし事は、微小運動の重複の法則にも適用せらるべく、而して此法則の用は頗る多く、實に光學の基礎をなせり。

又ニウトンの定律其物は如何、久しき間陰匿せられたる其簡單性は、恐らくは外觀に過ぎざらむ、されど誰か知らむ、この定律は或る複雑なる構造、不規則なる運動にて引起されたる、或る微細物の衝突に依て得られたるにあらざるなきかを、又この定律は中數と大數との動作に由らざれば、簡單と成らざるなきかを、如何なる場合に於ても、眞の定律にして、小距離に於て感知せらるべき餘項を含むことを假定せざるものはあらず、若し星學に於てこの項がニウトンの項に比して省略し得られ、斯くして定律が更に其簡單性を得るときは、うは一に天の巨大

なる距離に起因するならむ。

若し吾人の推究の方法が次第に透徹の度を進むときは、吾人は無論複雑の下に簡單を發見し、次に簡單の下に複雑、更に又複雑の下に簡單を發見して、其終る所を知らざるを得ん。

されど吾人は、何れの點に於てか中止するを要す、而して科學が可能なるためには、簡單に達したる時を以て中止するを要す、是れ即ち吾人が概括の堂宇を建設し得べき唯一の地盤なり、されどこの簡單が外觀に過ぎずとせば、この地盤は安固ならんか、うは更に探究すべき事なり。

之が爲めには、簡單性の信念が、我等の概括に於て、如何なる任務を盡せるかを見るべし、吾人は頗る多數の特殊なる場合に於て、簡單なる定律を検定したり、吾人は斯くて屢々反復せられたるこの遭遇を、單なる偶發の一事實なりと假定することゝ拒み、而して定律は一般の場合に眞なるべきものと決論す。

ケプレルはチコー Tycho の觀測せし一遊星の位置が、悉く同一の楕圓上に在ることを注視せり、彼は、チコーが偶然の奇運に由りて、その遊星の軌道が來りて

この楕圓と交りし時の外、決して天を觀望せざりしとは、暫時だも考へざりしなり。

然るときは、簡單が實在なるか、又簡單が複雑なる眞理を陰蔽するかは、何の關係ありや、簡單が各個の差を平等にする多數の影響に基づく、若干項の省略を許すべき若干の量の大小に基づくを問はず、總ての場合に通じて、簡單は偶然に基かずと謂ふを得べし、この簡單性は、其實在的なるを外觀的なるを問はず、常に原因を有す、されば吾人は常に同じ推理を施すを得べく、若し一の簡單なる定律が、許多の特殊の場合に於て觀察せられしならば、吾人は其定律が、類似の場合に於ても尙ほ眞なるべきことを、正當に假定するを得む、之を拒むは許すべからざる任務を、偶然に課するに均しからむ。

されど茲に一の相違あり、若し簡單が實にして且つ大ならば、其簡單は吾人の測定の正確の遞増に對抗せむ、故に若し吾人が自然の非常に簡單なるを信せば、吾人は、うが嚴密なる簡單に近き簡單なりと断定せざるべからず、されどうは昔日行はれし所にして、吾人は現今之を断定するの權利を有せざるなり。

例へばケプレルの定律の簡單は唯外觀のみなり、このことは、其定律が、殆ど太陽系統に類似せる總ての體系に適用せらるるを妨げず、されど嚴密に確實を要する場合に於ては然らざるなり。

臆説の任務 總て概括は一の臆説なり、故に臆説は何人にも決して異議なき必要の任務を有す、唯臆説は常に、出來得るだけ最も敏速に最も頻繁に、檢定せらるるを要す、若し臆説がこの驗證に耐へざるべきは、何の願慮もなく直ちに之を拋棄すべきは言を^勿たす、こは一般に吾人のなす所なり、されど時としては、或る一種の惡感を以てなさるゝことあり。

されど實に、この惡感其者も是認せらるゝことなし、物理學者が臆説の一を拋棄せんとする時の如きは、之に反して滿面の喜色を以て之に當らむ、何となれば、彼は豫期せざる發見の機會に接し得たればなり、余は想ふ、彼れの臆説は決して輕々しく採用せられたるにあらすして、現象中に加入するを得ると覺しき、あらゆる已知の因子を算入したり、故に若し驗證が行はれざる時は、それは意外の、異常の何事かがある爲なり、それは常に未知の新しき何物かを發見せんとする爲なり。

然らば個様に拋棄せられたる臆説は無効なるか、否、其臆説は、眞の臆説よりも更に大なる任務をなしたりと謂ふべし、嘗に其臆説が決定的實驗の機會たりしのみならず、加之臆説を設くることなくしては、實驗は偶然によりてなされ、之より何事をも摘出し得ることなく、人は何等の異常をも見ることなく、少許の結果をだも演繹し得ることなくして、其結果は唯一事實が更に表の上に加へらるるに過ぎざらむ。

さて、如何なる條件の下に、臆説が危險なく用ゐらるるか。

實驗に従ふだけの堅き決心にては、未だ足れりとせず、尙ほ危險なる臆説のあり、うは特に暗黙無意識的臆説に於て然りとす、吾人は知らずして此等の臆説を作るが故に、之を拋棄すること能はず、是れ即ち數學的物理学が、再び吾人の用をなすべき場合なり、數學的物理学は、其固有の正確に由りて、吾人をして、此物理学の助なくば些の疑ふ所もなく作るが如き總ての臆説を、陽に陳述するの止むを得ざるに至らしむ。

又他方に於て注目すべきは、臆説を度外に増さざること、及び一が他の後に順

次相續ぐにあらざれば、之を作らざることを肝要なり、若し増加し來る臆説の上に築かれたる理論を、實驗が拒否するとき、吾人の前提中變更を必要とするもの何れなるかを知ること不可能ならむ、逆に若し實驗が成就するとき、此等の總ての臆説は、悉く同時に驗定せられたりと信すべきか、唯一の方程式を以て、許多の未知数を定めたりと信すべきか。

次に異種の臆説を區別することに注意するは、是れ亦必要の事なり、先づ茲に全く自然にして殆ど免る能はざる臆説あり、吾人は、至遠の物體の影響が全然省略せられ得べきこと、小運動が直線の定律に従ふこと、結果が其原因の連續函數たること等を假定せざるべからず、余は又こゝに、對稱に由りて定められたる條件を、悉く述べんと欲す、總てこれ等の臆説は、數學的物理学の總ての理論の基礎を成すと謂ふべし、此等は即ち最後に至りて始めて拋棄せらるべき臆説なり。

茲に余が無差別といふ形容を附せんとする第二種の臆説あり、大概の問題に於て解析をなす人は、其測算の發端に、或は物質が連續的なりと假定し、或は之に反して物質が原子より成ると假定す、されど彼はこの二種の反對を行ふとも、其

結果には變化なかるべし、唯彼が其結果を獲得するには、後の假定の方が一層多くの勞を要すと云ふに過ぎず、若しこの時實驗が彼れの結論を確證せんには、彼は例へば原子の實在を證明し得たりと思惟するに至ららんか。

光學の理論の中に二つの有方向量あり、一を速度とし、他を渦動とす、是亦一の無差別臆説なり、何となれば、正しく反對の臆説を用ゐても、同一の終結に達し得ればなり、實驗の結果は、第一有方向量が正に速度なることを驗證するを得ず、其結果は唯その一の有方向量たることの外驗證するを得ず、而してこは即ち、實際前提の中に誘入せられし唯一の臆説に外ならず、この臆説に附するに、我が精神の微力なるが爲に要求せらるる、具體的外觀を以てすると、或は之を速度とし、或は之を渦動と看做すことを要したり、又之を表はすに文字を以てし、或は α 或は β とするを要せむ、然るに其結果は、 α の如何に拘はらず、之を速度として看做すこと、條理か又は不條理かを驗證し得ざらむ、又之を α と名け、 β と名づけざるの條理か又は不條理かを驗證し得ざらむ。

この無差別の臆説は、其特性を知りたる後に於ては、決して危險にあらず、この

臆説は、或は測算の技巧として、或は我等の理解を具體的形像に由りて支持するため、即ち我が觀念を著實にするため有益なるべし、故に之を廢止すべき理由なし。

第三類の臆説は、即ち眞の概括なり、之を認可するか、又は之を拒否するかは、實驗に在り、驗證せらるると否認せらるるとを問はず、常にその効多からむ、されど余の既に説明せし理由により、その數が餘り多からざるにあらざれば、斯の如くならざるべし。

數學的物理学の起原 我等は一層前進し、而して數學的物理学の發展に必要な條件をば、愈立入りて研究すべし、吾人は最初に、學者の努力が、常に實驗によりて直接に與へられたる複雑なる現象をば、甚だ多數の部分現象に分解するに傾けることを認めたり。

それは三様の異なる方法に於てす、最初は時間に於てす、一の現象の漸進發展をば、全部總括する代りに、單に各瞬間を直ぐ前なる瞬間に結合することを求むべし、茲に許すべきは、世界の現狀が、いはば遠き過去の回想により、直ちに影響せらるゝことなく、唯最も近き過去にのみ關することなり、この公準に依り、現象の全繼續を直接に研究する代りに、其微分方程式を記するを以て足れりとす、即ちケプレルの定律に代ふるに、ニウトンの定律を以てするなり。

次に現象を空間に於て分解することを求む、實驗が吾人に附與するものは、若干の廣さを有する場所に現出する事實の混亂せる集合なり、之に反して吾人は、空間の甚小なる部分の内に局限せらるる、部分現象を考察すること必要なり。

二三の例は、或は余の所思を最も能く了解せしむるに足らむ、放冷せられたる固體に於ける温度の分布を、其複雑なる全状態につきて研究せんと欲するも、到底其目的を達すること能はず、若し、固體の一點は、直接に熱を他の遠隔の點に分與するを得ざることを考へなば、萬事は簡單となり、其直接に熱を分與するは、唯其最も接近せる諸點にのみなり、而して其熱の流が、固體の他の部分に達するは、漸を逐めてするなり、部分現象とは、接近せる二點の間の熱の交換を云ふ、其交換は嚴密に局限せらる、而して若し、吾人が判別し得べき程の距離に於ける分子の温度の影響なきを許さば、これ自然的に然るとなり、其交換は比較的簡單なり。

余は一の竿を曲ぐるに、うは極めて複雑なる形をとるが故に直接の研究は不可能となり、されど余は、其彎曲が竿の甚小なる部分の變形の合成に外ならず、而して此部分の變形が、直接に此部分に加へられたる力のみに関し、毫も他の部分の上に働くべき力には關せざることを注視すれば、其目的を達するを得ん。此種の例は何程にても容易に引き得べし、これ等に於ては、距離少くとも大距離に於ては、何等の作用も及ばざることを許す、是れ即ち一の臆説なり、この臆説は、引力の定律が證する如く、常に眞ならず、されば之を檢定するを要す、若しこの臆説が近似的に於てにても確證せらるれば、其は甚だ貴重すべきものなり、何となれば、其は少くも吾人をして、逐次的近似法によりて、數學的物理学を用ひしむればなり。

若し其臆説が驗證に堪へざる時は、之に類似せる他のものを求むるを要す、何となれば、部分現象に達するには、尙ほ他の手段あればなり、若し許多の物體が同時に作用するときは、其作用は互に獨立にして、或は有方向量としてか、或は無方向量としてか、互に相加へらるべし、然るときは、部分現象は孤立せる一物體の

作用なり、或は更に小運動の問題、或は更に一般なる小變位の問題を採らむ、此小變位は、世人の熟知せる相互相對的獨立の定律に従ふものにして、觀察せられたる運動は、簡單なる運動に分解せらる、例へば音が倍音に分解せられ、白色光が單色光に分解せらるるが如し。

さて如何なる方向に向ひて、部分現象を求むるを適當とすべきかを辨別し得たるときは、如何なる方法に由りて之を遂行すべきか。

先づ之を下するため、或は寧ろ其の吾人に有用なるものをトするためには、その構造に立ち入るを必要とせざることを往々之あり、大數の定律は之を爲すに十分ならむ、再び熱の波動の例を挙げむに、各分子は隣接せる各分子に向つて輻射をなす、如何なる定律に従ふかは知るの要なし、若し吾人が此件に關し、何事かを假定すとせば、うは無差別臆説ならむ、隨てうは無益にして檢定し得べからず、如何にも作用の平均に由り、及び媒質の對稱に依り、總ての差は平均せられ、而して如何なる臆説を用ふるも、結果は常に同一となればなり。

同じ狀況は、彈性の理論にも、毛細管引力の理論にも現はる、相隣れる分子は相

引き又相衝く、如何なる定律に據るか、吾人之を知るの要なし、うはこの引力が小距離に於ての外感知せられざること、分子が甚だ多きこと、媒質が對稱的なることにて足れり、而して後吾人は、唯大数の定律の働くがまゝにせんのみ。

此處にも部分現象の簡單は、觀測し得べき合成現象の複雑の裏に伏在せり、されどこの簡單は、又外觀に過ぎずして、甚だ複雑なる構造を藏匿せり。

部分現象に達するの最良法は、明かに實驗なるべし、須らく、實驗上の技巧に由りて、自然が吾人の探究に供する一束の複雑を分離せしめ、而して出來得るだけ純粹にせる其の諸部分を研究するを要すべし、例へば自然白色光をば、三稜鏡に依りて單色光に分解し、又之を偏光器に依りて偏光に分解するが如し。

されど不幸にして、うは常に可能にわらず、常に十分にもわらず、精神は時々實驗に先んずるを要す、之に關して余は次に、常に最も強く余を感動せしむる、唯一の例に就て語らんとす。

若し白色光を分解するとき、余は「スペクトル」の一小部分を區分するを得む、されど、縦令いかに小なるも、其小部分は尙ほ幾許かの幅を存すべし、同様に所謂單色、自然光は、吾人に甚だ細き一線を呈す、但しこの線は無限に細きにはわらず、この自然光の性質を實驗的に研究し、愈細き「スペクトル」線を取扱ひ、終に極限に達して、嚴密に單色なる光の性質を知るに至るべし。

されど、うは精密にはわらざらむ、余は次の如く假定す、二つの光線が同一光源より發射する事、先づ互に直角をなせる二面に於て偏光する事、次に之を同一の偏光面に復せしむる事、及び之を干涉せしむるに力むる事是なり、若し光が嚴密に單色光ならば、二光線は干涉すべし、されど吾人の所謂殆ど單色なる光を以てしては、干涉は起らず、うは線が何程窄くとも然り、然らざるためには、其線は、既知の最も細き線の何百萬分の一に、相當する如き線たらざるべからず。

故に此處には、極限に至る經過が吾人を欺けり、精神は實驗に先んずるを要せり、若し其經過が遂行せられて成効したりとせば、うは簡單の本能の嚮導に任じたるによる。

部分事實の知識は、吾人に許すに問題を方程式の形に置くことを以てす、其上は唯其結合に由りて、觀測し得べく、檢定し得べき複雑の事實を、演繹するのみの

事あり、之を稱して積分法と云ふ、又は數學者の業務に屬す、我等は何故に物理學に於て、概括が進んで數學上の形を取るかを問ふとを得、今其理由を見ること甚だ容易なり、又は單に數量的定律を表示するを要するがためのみにあらず、又は觀測し得べき現象が、皆互に相似なる多數の部分現象の重複に基くが爲めなり、斯くて微分方程式は、全く自然に導入せらるるなり。

各部分現象が、簡單なる定律に従ふとにては足れりとせず、我等の結合すべき總ての部分現象が、同定律に従ふを必要とす、かくて初めて、數學の參加が有用たることを得べきなり、實に數學は、相似と相似とを結合することを吾人に示すなり、其目的は部分と部分との結合を復舊再造することに在り、一の結合の結果をトするに在り、若し吾人が同一の操作を幾回も反復すべきときは、數學は豫めこの反復の結果を、一種の歸納法に由りて吾人に知らしめ、之を避けしむ、余は數學推理の章に於て、既に之を説明せり。

されど、之が爲めには、これ等總ての操作は、互に相似なるを要す、然らざれば順を逐ひて個々別々の操作をなすべきこととなり、而して數學は無用と成らむ。

故に數學的物理學が生れ來りしは、物理學者によりて研究せられたる物體の近似的等質なるに依る、博物學に於ては、吾人はもはや、これ等の條件、即ち等質、遠隔部分の相對的獨立、部分的事實の簡單等を看出さざるべし、博物學者が他の概括法に依頼するの止むを得ざる所以はこれなり。

第十章 近世物理学の理論

物理学理論の意味 世人は科学理論が如何に短命なるかを見て驚くなり、僅かに数年間の繁榮の後には、うが相次ぎて棄てらるゝを見、破屋の上に破屋の累積せらるるを見る、是に於て世人は現今世に行はるる理論が、短き期限を以て順次に斃るべきことを豫見し、此等が皆絶対的に無効なることを決論すべし、是れ即ち科学の倒産と稱するものなり。

されどこの懷疑説は皮相的なり、彼等は科学理論の目的と其任務とを毫も理解せず、若し之を理解すれば、彼等は破屋が尙何事かに、有益たり得ることを了解するならむ。

フレネルが光を「エーテル」の運動に歸せしめたるとき、この理論以上に安固なるものはなきが如かりき、されど今はマクスウェルの理論を採れり、こはフレネルの事業が無効なりとの意なるか否、何となればフレネルの目的は、實際に「エーテル」なるものありや、「エーテル」は原子より組成せらるるや、この原子が某又は某の

方向に動くやを知るにあらすして、唯光學的現象を豫見するにありしなり。

而してフレネルの理論は、現今も尙マクスウェル以前と同様に、此豫見をなすを許す、その微分方程式は常に眞なり、吾人は常に同一の手段を用ゐて之を積分することを得、而して其積分の結果は、常に其價値の全部を保有す。

吾人は斯くして、物理学理論をば、簡單なる實用的處方に歸せしめんとするなりと云ふなかれ、此等の方程式は關係を表示す、而して若し此等の方程式がいつまでも眞ならば、うはこの關係が其實在を保存するによる、方程式は吾人に示すに、以前にも又以後にも、或る物と或る他の物との間に、某の關係あることを以てす、唯吾人は曾てこの或る物を運動と稱せしが、今日は之を電流と稱す、されどこの名稱は、自然が永久に陰匿する實在物の代りに、置かへられたる像に過ぎざりき、この實在物の間に存する眞の關係こそは、吾人の到達し得べき實在ものなれ、而して唯一の條件は、これ等の間に存する關係が、吾人の止むなく此等の物の代りに置きたる像の間の關係と、同一なるに在り、若しこの關係が吾人に知らるるときは、吾人が、一の像を他の像にて置換ふるを便利なりと判断するや否や

は、敢て問ふ所にあらず。

某の週期的現象例へば電氣振動が實に恰も振子の如くに動きて、眞に某某の向きに轉位する所の、某の原子の振動に基くと云ふとは、正確にも、將た又興味あるものにもあらず、されど電氣振動振子の運動、及び總ての週期的現象の間には、深奥なる一實在に對應する、親密なる一系統ありとする事、この系統、この相似、或は寧ろこの平行が詳細に繼續する事、この系統が一層一般的なる原理、エネルギー―不滅の原理、及び極小作用の原理の如きもの結果たる事、是れ即ち吾人が肯定し得る所なり、是れ即ち吾人が有用とする如何なる異装の下に於ても、常に同一不變の眞理なり。

光の分散につきては、數多の理論の提供せられたるものあり、第一のものは不完全にして、僅かに小部分の眞理を含むに過ぎざりき、次に來れるものはヘルムホルツの理論なり、人は種々の方法にて之を變改し、而して發明者自身も亦、マクスウェールの原理に基きて、之を他の理論に改めたり、されど茲に注目すべき一事あり、それは他事にあらず、即ちヘルムホルツの後に、出でたる學者が、外觀に於ては

甚だ遠く隔たれる諸點より發しながら、皆同一の方程式に到達せし事是なり、余はこれ等の理論が皆齊しく眞なりと言ふを憚らず、それは管に其理論が、吾人をして同じ現象を豫知せしむるが爲めのみにあらず、又併せて其理論が、吸收と變則分散の關係の如き、眞の關係を明白ならしむるが爲めなり、これ等の理論の前提に於て眞なるものは、總ての著者に共通なるものなり、それは一方には一の名稱を取り、他の一方には他の名稱を取るべき、若干の事項の間に存する此れ彼れの關係の肯定なり。

氣體の動力論は、多くの異論を惹起せり、この異論に對しては、若し絶對眞理を見んとする期望あらば、答をなし得ること困難ならむ、されどこれ等總ての異論は、其理論が有用たること、而かも亦眞にして、且つ其理論なくば深く陰匿せらるべき一の關係、氣體の壓力と滲透壓との關係の如きを示すに於て、特に吾人に對して有用なることを妨ぐるることなからむ、故にこの意味に於て、其理論が眞なりと謂ふべし。

或る物理學者は、齊しく貴重なる二個の理論の間に、矛盾を確認するときは、時

として下の如く言はむ「愛ふること勿れ、縦令中間の連鎖が我等に陰匿せらるるども、鎖の兩端は固く之を執れ」と、若し物理學理論に世人が通常與ふる所の意味を附するを要するならば、この困惑せる神學者風の議論は滑稽なりと謂ふべし、矛盾の場合には、少くも一方の理論は僞と看做さざるを得ざらむ、されど若し唯求むべき事をのみ求むるときは、決して斯の如くならず、二つの理論が共に眞なる關係を表示し、而して吾人が實在の上に著せたる像に於てのみ、矛盾の起るることあるべし。

吾人が科學者の近づき得べき範圍を制限すること、度に過ぎたりと考ふる者には、余は斯く答へん、吾人が諸君に其考究を禁止して、諸君の哀惜を買ふべき此等の問題は、單に解決し得べからざるのみならず、うは虚妄にして意味の剝脱したるものなりと。

斯くの如き哲學者は、總て物理學は原子の交互衝突に由りて説明せらるることを主張す、若し之を、彼が單に物理學現象の間に、數多の球の交互衝突の間に於けると同じ關係ありとの意味に解釋するならば、可なり、うは檢定し得べけん、う

は恐らくは眞ならむ、されど彼は之に加へて更に何事をか意味す、而して吾人は其意を了解すと信ず、何となれば吾人は彼の所謂衝突の何たるかを知ると信ずればなり、うの故は、單に吾人が屢球突臺上の勝負を目撃したることあるを以てなり、吾人は果して神が自己の仕事について默想するとき、球突の競技を見る吾人と同一の感じを有すと了解すべきか、若し吾人が彼の斷言に、この奇怪なる意味を附することを欲せず、又余が上に述べたる制限せられたる良き意味をも與ふるを欲せざるときは、其斷言は何等の意味をも有せざるべし。

故にこの類の臆説は、直喩的の意味を有するものなり、學者は詩人が直喩を禁止せざる如く、更に又この臆説を禁止するを要せず、されど彼は其價值の如何を知るを要す、この臆説は精神に満足を與ふるためには有用たるを得べく、其臆説が中立不偏の臆説に過ぎざる以上は有害にあらざらむ。

これ等の考察は、吾人が既に拋棄せられたりと信じ、而して實驗に由りて斷然刑の宣告を受けたる理論の或る者が、俄然其死灰中より蘇生して、更に新生活を始むる所以を説明す、うは其理論が眞正の關係を表明すればなり、又うは一の理

由又は他の理由に基き、吾人が同一の關係を他の語にて陳述するを要すと信じたるときには、泰然として之を表明することを止めざりければなり、されば其理論は一種の潜在的生命を保存したるなり。

今を距ること僅かに十五年の昔、クローム Coulomb の流體以上に、嘲笑すべく且陳腐なる戯技はあらざりき、然るにその流體は、更に電子の名義を以て再び現はれたるを見よ、何故に永久的に發電せるこの分子は、クロームの電氣分子と異なりや、電子に於ては、電氣が僅少の實に僅少の物質に由りて支持せらるるは眞なり、換言すれば電氣は質量を有す、而してクロームは彼れの流體に質量ありとするを拒斥せざりき、若し彼がこれを拒斥せしとせば、それは嫌々ながら爲せしに過ぎざりしなり、されど電子に對する信用が、欠乏を來すことなかるべしと肯定するは、無謀の言ならむ、是はこの豫期せられざりし復興を確認すると、其奇なるに於て劣る所なければなり。

されど最も著しき例はカルノー Carnot の原理なり、カルノーは虚構の臆説より發して、彼の原理を建設したり、されど、熱が不減にして仕事に變形し得らるる

ことを發見するに及んで、彼れの觀念は全く拋棄せられたり、然るに更に次にクラウジユースは此處に立戻り、この觀念をして勝を奏せしめたり、カルノーの理論は、其原形の儘にては眞正なる關係の外に併せて他の不確實なる關係、即ち老廢の觀念の殘餘をも表したり、されど後者の現在に前者の實在を變せず、クラウジユースは恰も枯枝を剪除する如くに、之を除去したるに外ならず。

此結果は熱力學の第二の基本定律たり、縦合その關係は、少くとも外觀に於て、同じ物の間に成立せざりしと雖も、而かも常に同一の關係なりき、この原理が其値を保存する爲には、夫にて十分なりき、カルノーの推理は、之が爲めに死することなかりき、其推理は誤謬に汚されたる物質の觀念に適用せられたりしが、其本質は即ち依然として正しかりしなり。

余がこゝに述べし所の事は、同時に極小作用の原理、又は、エネルギー不減の原理の如き、一般の原理の任務をも明示す。

これ等の原理は甚だ貴き價值を有す、此等の原理は、數多の物理學定律の陳述中に共通なりしものを搜索して獲得せられたり、故に此等は無數の觀測の純質

を代表す、

さりながら、其一般性より一の結論を生ず、余は第八章に於て、此事につき注意を呼べり、ろは其原理がもはや検定せらるるを得ざることにして、吾人は「エネルギー」につき、一般の定義を附すること能はざるを以て「エネルギー」不滅の原理は單に、絶えず定値を有する何物かの存するありとの意なりと云へり、實に將來の實驗が、世界について如何なる新觀念を吾人に供するとも、吾人は豫め、絶えず定値を有すべき何物かの存することを確信すべし、吾人は之を「エネルギー」と稱するを得べし。

かくの如きは果して、原理が何の意味もなくして贅辨に過ぎずと云ふ事なりや、決して然らず、原理は吾人の「エネルギー」の名稱を附する種々の物が、眞實の關係によりて連結せらるるの意なり、ろは物の間に存する眞實の關係を肯定するなり、されど斯くしてこの原理が意味を有するとも、而かも虚妄たることあり得べし、是に由りて限りなく其適用を擴むる權利を有せざることあるべし、されど此原理は、語の嚴密なる意味に於て検定せらるることは豫め保證せらるる、されば

原理が、正當なる全發展に達するは何時なるかを、吾人は如何にして知るを得べきか、ろは單に原理が吾人の用をなすを止むるとき、即ち吾人が之を誤りなく、新現象を豫知するに用ゐ得ざる時に在り、吾人は斯の如き場合に於て、肯定せられたる關係が實ならざることを確むるを得、何となれば、若し然らずば、原理は有益なるべく、實驗が原理の新たな發展に對し、直接に反抗することなく、而かも之に反して、其發展を非なりと宣告することとなればなり。

物理学及び構造 大概の理論家は、物理学、器械學又は力学に借りたる説明につきては常顧客たり、一は、或る定律に従て交互に相引く分子の運動に由りて、總ての現象を理會し得れば満足せむ、他は更に冀望する所ありて、距離をわきまの引力を省除せんことを望まむ、其所謂分子は直線軌道に従て動き、外方よりの衝撃によるにあらざれば、方向を變せざるものとす、尙又他の理論家ヘルツ Helz の如きは、同じくこの引力を省除するも、其分子が幾何學的連結に従ふものと假定す、例へば關節系統の連結に類似するものに従ふとする如し、彼等は斯くして力学を、一種の運動學に歸せしめんことを望む。

一言にて述べれば、これ等の理論家は皆、自然を或る形式に曲げんと欲す、かくするにあらざれば、彼等の精神は満足せざるなり、自然は果してその爲めに十分に曲げられ得べきか。

吾人は第十二章に於て、マクスウェルの理論を掲ぐるに方りて、この問題を吟味せむ、「エネルギー」及び極小作用の原理が満足せらるる毎に、吾人は常に可能なる力學的説明あるを見るのみならず、更に又常に其説明の無限に存するを見るべし、關節系統に關するケニッピス Koenigs の有名なる一定理を用ゐて、ヘルツの方法に従へる結合法により、又は中心力による方法を以て、萬事が説明せられ得ることを證明し得む、又萬事が常に簡單なる衝撃を以て説明せらるべきことも、容易に證明し得ること疑なし。

之が爲めには、無論通常物質、我等の五官にて感得せらるべく、又其運動が直接に觀測せらるべき物質にては、満足せざるを要す、或はこの通常物質が原子より成りて、其内部の運動は素より觀測し難く、唯其集合の轉位のみが我が五官に接すべしと假定せむ、或は從來「エネルギー」又は他の名稱にて、物理學理論に於ける至

大の任務を盡せる、微妙なる流體の或る一種を想像せむ。

往々尙一層歩を進め、我等の「エネルギー」をば唯一の原始的又は唯一の眞實なる物質の如く看做す者あり、一層温和なる人は通常物質を凝結せる「エネルギー」を看做す、これは何の差障りもなし、然るに他の人は更に尙は其重要の度を減じ、物質をば「エネルギー」中の特異點の幾何學的軌跡を見るに過ぎずとす、例へばケルヴィン Kelvin の説によれば、吾人の物質と稱するものは「エネルギー」が渦動によりて活かさるる點の軌跡に外ならずとす、リーマンの説に據れば、それは「エネルギー」が絶えず滅却せらるる點の軌跡とせり、更に近き時代の他の學者ウ・ヘルト Wicherit 又はラルモア Larmor の説に従へば、それは「エネルギー」が全く特殊なる性質の一種の振れを受くる點の軌跡なりとす、若しこれ等の見地の一に立つときは、眞の物質なりとの口實の下に、偽の物質に過ぎざる、通常の物質につき觀察せられたる力學的性質をば、如何にして「エネルギー」に敷衍し得べき、是れ余の疑問とする所なり。

舊説の熱素、電氣等の流體は、人が熱の滅す可からざることを悟るに及んで、棄却せられたり、されどこの流體が棄却せられたるは、又別の理由による、此等を物

質視すれば、いはば此等のものゝ個性が強く認められ、相互の間に一種の深淵が穿たるゝに至るべし、吾人が自然の一體につき一層強き感じを抱き、而して總ての部分を連結する親密なる關係を發見するに及んで、吾人はこれ等の深淵を填塞するの必要を生じたり、舊き物理學者は、流體の數を倍加して、必要な物を創造せしのみならず、併せて真正なる連絡をも絶てり。

一の理論は虚偽の關係を肯定せざるを以て足れりとせず、須く眞の關係を陰蔽せざるを要す。

偕て我等の所謂「エーテル」は實に存在するか。

那邊より、この「エーテル」の信念が吾人に來れるかは、人の知る所なり。

若し光が一の遠き星より發し、多年を費して來るに際し、現在に於ては其光が其星の上にあらざるは勿論、未だ地球の上にも達せずとせば、この時ろは何處かにあり、而していはゞ何等かの物質的支柱によりて、支持せらるるを要す。

この同じ觀念を表明するに、一層數學的にして一層抽象的なる法式を用うるを得、吾人の確認するものは、物質的分子の受くる變化なり、例へば吾人は寫眞板

が、多年の前に白熾星體の上に現はれたる、現象の結果を感受するを見るが如し、さて普通力學に於て研究する體系の状態は、唯直前の瞬間に於ける其状態にのみ關す、故にこの體系は微分方程式を満足せしむ、之に反して、若し吾人が「エーテル」に信を置かざるべきは、物質世界の状態は、常に直前の状態に關すべきのみならず、併せて甚だ遠き過去の状態にも關すべし、體系は有限差の方程式を満足せしむることゝなる、吾人が「エーテル」を發明したるは、即ち一般力學の定律に對するこの抵觸を避けんが爲めなり。

吾人は唯、星と星との中間の空間を「エーテル」を以て填充し、又併せて物質的媒質其物の内部にも、之を滲入せしむるを餘儀なくせられたるのみ、菲澤 Fizeau の實驗は一層歩を進めたり、運動せる空氣又は水の中を通過する光線の干涉に由りて、其實驗は、相異なる二媒質が互に滲入し、而して互に轉位することを示すが如し、斯くして「エーテル」は掌中にありと信す。

されど吾人は、吾人をして尙一層近く「エーテル」に觸れしむべき、實驗を考へ得るなり、ニウトンの原理、即ち作用と反作用との相等の原理は、之を獨り物質のみ

に適用すれば眞ならざること、又その事の證明せられ得べきことを想像せよ、然らば總ての物質分子に加はる總ての力の幾何學和は、決してもはや零ならざるべし、故に若し全く力學を變改することを欲せずば「エーテル」を導き入るるを必要とせむ、是れ物質が受くると見ゆる作用が、或る物の上にする物質の反作用と、平衡を保たんが爲めなり。

或は又、余は光及び電氣の現象が、地球の運動の影響を受くことを承認すと假定せよ、然らばこれ等の現象が、嘗に吾人に物體の相對的運動を顯はすのみならず、併せて其絕對的運動と見ゆる物をも顯はすとの結論に至るを得む、尙又この所謂絕對的運動なるものが、一の空虚の空間に對する轉位にあらずして、或る具體物に對する轉位たるが爲めには「エーテル」あることを要するならむ。

いつかは果して此處に達すべきか、余はこの冀望を有せず、余は次に其理由を述べむ、されど其冀望はさまざま不條理なるにはあらず、何となれば他に之を有する者あればなり。

例へばロレンツ Lorentz の理論余は第十三章に至りて其詳細を語らむが、若し

眞ならば、ニウトンの原理は唯物質のみには適用せられざらむ、而して其差は實驗によりて達し得べき範圍より、極めて遠きものにはあらず。

又他方に於て吾人は、地球の運動の影響につきて百方探究を施したり、しかも其結果は常に消極的なりき、されど若しこの實驗が企圖せられたりとせば、吾人は吾人が豫め確認する所のものあらざりしが故なり、且つ現時の理論に従へば、相償約合は唯近似に過ぎざらむ、而して吾人は正確なる方法の使用が、積極的の結果を生ずることを期すべし。

余は斯くの如き冀望が虚妄なることを信ず、されどこの類の成功が、吾人に或る意味に於ての新世界を開くことを示すは、亦面白からざるにはあらずりき。

今茲に余をして少しく枝葉に涉らしむるを要す、如何にも、余はロレンツの論あるに拘らず、何故に一層確實なる觀測法が、物體の相對的轉位以外の事項を、將來いつかは明白ならしむるを得べしと、信せざるやを説明するを要す、第一次の諸項を摘發し得たる實驗は行はれたり、結果は消極的なりき、斯の如きは偶然によりて然るを得べかりしかと云ふに、何人も之を認許せざりき、人は一般的の説

明を求め、而してロレンツは之を看出せり、彼は第一次の諸項が互に相消すことを示したり、されど第二次の諸項は然らざりき、この時更に正確なる實驗を行ひしに、其結果も亦消極的なりき、こも亦偶然の結果たるを得べきものにはあらずりき、而して茲に又説明の要ありき、吾人は之を看出さんとす、夫れ常に斯の如し、臆説は欠點最も少き所の基礎なり。

されどろは尙十分にあらじ、誰れかろの非常の大任務を偶然のなすがまゝに放任すと思はざるものありや、或る一の狀況をして、恰も第一次の諸項を消滅せしむるために來らしめ、又之と全く異なるも齊しく便宜なる他の狀況に、第二次の諸項を消滅せしむるの任務を負担せしむとせば、この奇異なる一致は齊しく偶然にはあらずるか、然り兩方の場合共に同一の説明を看出すことを要す、而してこの時吾人は、この説明が併せて高次の諸項にも適當することと、これ等の諸項の交互相消が、嚴密にして絶對的なることとを思惟せざるを得ず。

物理学の現状 物理学發達の歴史に於て、二様の反對せる傾向の區別すべきものあり、一方には、いつまでも永く分離の狀態にあるを要すと覺しき事物の間

に、新連絡をば各瞬間毎に發見す、散亂せる事實は之が爲に交互獨立することとを止め、嚴めしき綜合に於て序列せらるる傾向あり、斯くして科學は一體及び簡單に向て進行す。

又一方に於て、觀測は毎日新現象を吾人に示す、其現象は其位置を獲得するに長時間を要し、時としては其位置を得るが爲めには、堂宇の一隅を崩壞することとを要せり、吾人の粗朴なる五官が、曾て吾人に一體なりと示せし既知の現象に於ても、吾人は目を逐めて愈雜駁なる細目を發見す、即ち吾人が簡單なりと信せしものは複雑と成り、而して科學は多重と複雑とに向て進行するが如く見ゆたり。

この二様の相反する傾向は、交番に捷を制するが如く見ゆしが、果して孰れに月桂冠を呈すべきか、若し第一を取らば、科學は可能なり、されど何等先天的の證明あるにあらず、而して自然の何たるに拘らず、之を曲げて吾人が一體の理想に従はしめんとする無益の勞力の後、吾人は絶えず滿ち高まり來たる吾人の新材科の潮流の漲溢を受けて、類別を排斥し、理想を拋棄し、科學をば無數の所得の記録に歸せしめざる可からざることをなきやの恐れあるべし。

吾人はこの問題に對して答ふるを得ず、吾人の爲し得る所の總ては、今日の科學を視察して、之を昔日の科學に比較するにあり、この吟味によりて、吾人は無論二三の推斷を抽出し得む。

世人が最大なる冀望を抱きしは、今を距ること半世紀前の事に係る「エチルギ」の不滅及び其變形の發見は、吾人に力の一體なることを示すに至れり、又この發見は、熱の諸現象が分子運動にて説明し得べきことを示せり、當時人はこの運動の本性の、如何なるものなるかを正當に知悉せざりしが、幾ばくもなくして之を確め得べきことと信じたり、光につきての講究は十分に成効せるが如し、又電氣に關する事項に於ては、其進歩少許に過ぎざりき、磁氣を電氣に附屬せしむるとは、一體に向ふ顯著なる進歩にして、又確かなる進歩なりき、されど如何にして電氣が更に一般的なる一體の中に入るべきか、又如何にして一般普遍的なる構造の中に歸せしむべきか、之に關して人は何等の觀念をも有せざりき、されどこの包括の可能は、何人にも疑を置かれざりき、即ち人は之を信じたり、終りに物體の分子的性質に關する事項に於ては、包括は尙更に容易なるが如し、唯其細目に

至りては、依然として陰霧の中に伏在せり、要するに冀望は廣大なりき、活潑なりき、しかも漠然たるを免れざりき。

現今に至りて吾人の見る所は如何。

先づ第一に吾人は絶大なる進歩を見る、電氣及び光の關係は、今は善く知られたり、光、電氣及び磁氣の三範圍は、昔時は分立せしも今は唯一と成れり、而してこの結合は終局的なるが如し。

さりながらこの勝利は、我等に若干の犠牲を餘儀なくせしめたり、光の現象は特殊の場合として電氣の現象中に入れり、光の現象が孤立なりし間は、其の總ての細目までも知得せりと信せられたる所の、運動に由りて之を説明すること容易なりき、今は單獨に進行せりき、されど今日は一の説明が承認せらるるためには、電氣學の範圍の全部に、困難なく擴張せらるるを要す、然るに今は困難なく進行することなし。

吾人が最も満足を得るものは、ロレンツ Lorentz の理論なり、今は確かに既知の事實を最も善く了解せしむべきもの、最多の眞關係を明瞭ならしむべきもの、又

確定的構造の最も多くの痕跡を見せしむる所のものなり、さりながら此理論も亦大なる缺點あること、既に余の前に指示せしが如し、此理論はニウトンの原理即ち作用及び反作用の原理に背反せり、又寧ろこの原理はロレンツの説く所によりては、物質のみには適用し難からむ、この原理が眞なるためには、須らく「エーテル」より物質の上には及ぼす作用と、物質より「エーテル」の上には及ぼす反作用とを併せ考ふるを要すべし、然るに新たな規定に達するまで、諸事が斯の如く進行せざるは眞なるが如し。

縦令斯かる事情ありとも、ロレンツの理論は、動體の光學に於けるフイゾーの結果正則及び變則分散と吸収との定律を決して切斷せらるゝの憂なき繩索に由りて、相互に及び「エーテル」の他の性質に連結するを見る、ゼーマン Zeeman の新現象が極めて速かに其位置を看出したる、又マクスウェルの努力には背反せる、アラデーの磁氣回轉の類別にさへ、容易に援助を與へたるを見よ、是等の容易はロレンツの理論が、容易に解散せらるゝ如き人工的結合にあらざることを善く證せり、蓋しこの理論は修正を要することあるも、之を破壊するを要せず。

されどロレンツは、動體の光學と電氣學とを同體中に包括するとの外には、何等の企圖をも有せざりき、彼は之に力學的説明を附するを求めざりき、ラーモアは一層歩を進めたり、彼はロレンツの理論の精髓を保存し、之に「エーテル」の運動の方向に於けるマッカラー Mac-Cullagh の觀念を接合したりと云ひて可なり、其説に従へば「エーテル」の速度は、磁力と同じ方向及び同じ大さを有すべし、されどこの試嘗が如何程巧妙なりとするも、ロレンツの理論の缺點は依然として存し、加之増大するなり、ロレンツに従つては、吾人は「エーテル」の運動の如何を知らざりき、吾人は之を知らざるを以て、其運動をば物質の運動と相償ひて、作用と反作用の相等を更に確定する如きものと假定するを得たり、ラーモアに従へば、吾人は「エーテル」の運動を知れり、而して吾人は相償の行はれざることを確認し得るなり、若しラーモアが余の意味に於て失敗したりとせば、吾人は力學的説明が不可能なりとの意味なるかと云ふに、大に異なれり、余は前に言へり、一の現象が「エーテル」及び極小作用の二原理に従ふ以上は、無限に多くの力學的説明を允すと、而してこのことは、光學及び電氣學の現象につきても亦然り。

されど、それは未だ十分ならず、一の力學的説明が良好なる爲めには、其説明が簡單なるを要す、總ての可能なる説明の中より選定するには、單に選擇を行ふ必要の外、尙他の理由あるを要す、實にこの條件を満足せしむる理論、隨て使用に堪ふる理論は、吾人尙未だ之を有せず、吾人は此事につきて不平を鳴らすべきか、これは追求すべき目的の何たるかを忘れたるによる、それは構造にわらず、真正唯一の目的は一體なりと知らずや。

されば吾人は吾人の大望を制限するを要す、力學的説明を陳ぶることを求めざれ、吾人もし之を願はば、吾人が常に其一を看出し得ることを示すを以て満足せむ、吾人は之に成效したり、「エネルギー」不滅の原理は常に確證を受けたり、第二の原理は之に合せり、即ち物理学に適當する形に置かれたる、極小作用の原理は來れり、この原理も亦常に驗證せられたり、少くもラグランジエ(Lagrange)の方程式、即ち力学の最も普通なる定律に従ふべき、逆行反復の現象に關する事項に於て然りとす。

逆行反復し得べからざる現象は、他よりも甚だ反抗性の強き者なり、されど其

現象も亦能く整頓し、而して一體に入るの傾向を有す、之を明かにする光は、カルノーの原理より來れり、熱力学は久しく物體の膨脹及び其状態の變化の研究に限られたれど、近年に至り大に其勢力を増し、而して著しく其領分を擴張せり、吾人は電池の理論、熱電氣現象の理論を之に負へり、この力学は物理学全體に互りて、遍く其探究を及ぼせり、而してそれは化學其ものをも襲撃したり、同定律の支配するものは到る所にあり、千態萬狀の外観の下に、吾人は到る處にカルノーの原理を發見す、尙又到る處に「エネルギー」の概念と齊しく普遍的に、而かも亦之と同様に實在を陰蔽するが如く見ゆる、驚くべく抽象的なる「エントロピー」の概念を見る、一時輻射熱はこの原理より離脱すべき觀をなしたり、されど輓近に至りて吾人は、其熱が同じ定律に服従するを見たり。

斯の如くして、吾人は、委細に追究し得る新しき類似を發見したり、電氣抵抗は液體の粘性に似たり、「ヒステレシス」は寧ろ固體の摩擦に類するならむ、總ての場合に於て、摩擦は最も雜駁なる非反轉現象の模型の如し、而してこの關係は眞實にして深奥なる者なり。

世人は又これ等の現象の嚴格なる力學的説明を求めたり、之を看出すには非反轉が外觀に過ぎずして、部分現象は反轉し得べくして、力學の既知定律に服従すと假定するを要せり、されど其各部分は極めて多數にして、次第に相混和し、隨て吾人の粗朴なる眼には、諸現象は皆齊一の方に傾向する如く見ゆ、換言すれば諸現象は皆回歸を期することなく、専ら同方向に進行する如く見ゆ、されば見懸け上の非反轉は、大數の定律の一結果に過ぎず、マクスウェルの想像したる惡魔の如く、感官の無限に細微なる者のみ、獨りこの解け難き絲束を整理し、而して世界の進行を後方に引戻し得るならむ。

氣體動力學の理論に結付けられたるこの概念は、大なる努力に價したりしが、結局得る所少かりき、うは自然の數ならむ、此處にはこの概念が矛盾に導かるることなきか、又事物の眞性に善く適合するかを吟味する場合にあらす。

さりながらガウイー Gouy の「ブラウン運動 mouvement Brownien」に關する觀念を示さむ、この學者の説に據れば、この奇異なる運動はカルノーの原理より脱すべし、この運動によりて擺動の状態にある分子は、うの極めて密著せる網の眼より

も小ならむ、されば分子は網眼を解き離し、之に由て世界を逆向に進行せしむること容易ならむ、是に於てマクスウェルの惡魔の働けるを信せん。

約言すれば、古來知られたる諸現象は、次第に良好に類別せらる、然るに又一方に於て、新現象の來りて其位置を要求するものあり、其中の過半は、ゼーマンの現象の如く、直ちに之を看出したり。

されど吾人は「カソード線」X線「ウラニウム」及び「ラヂウム」線を知る、茲には古人の毫も夢想せざりし一の新天地を開けり、斯かる意外なる旅客に、一々所を與ふるを要するにあらすや。

何人ど雖も未だ、これ等の線が占領すべき位置を豫知し得ず、されど余は、其線が一般の一體を破壊せんことを信せず、余は寧ろ其線が之を補充せんことを信ず、如何にも、他の一方に於て、新輻射線は光の諸現象に聯結せらるゝが如し、其輻射線は管に螢光を起すのみならず、又時としては之と同一の條件の下に於て、自ら發生するなり。

又其線は、紫外光線の作用に従ひて、電氣火花を發せしむる原因とは、全く關係

なきものにもあらず。

終りに、而かも甚だ要用なるは、これ等總ての現象に於て、被電解物の速度とは殆ど比較すべからざる程大なる速度を具へたる、眞に活躍せる「イオン」をば發見すと信ずるを得ることなり。

こは甚だ漠然たり、されど又確實となるべし。

燐光、電氣火花に於ける光の作用等は、少しく孤立したる、隨て少しく研究者によりて放置せられたる一部落と云ふべかりき、されど現今は、これ等と普遍的科學との交通を容易ならしむる、新線路を開築せんとすることを期望し得べし。

嘗に吾人は新現象を發見するのみならず、尙又吾人が知れりと信せる現象に於てすら、意外の光景の暴露するを見る、自由なる「エーテル」に於て、定律は其尊重すべき簡單性を保存す、されど本來の物質は、次第に複雑なる觀をなし、總て之に關して吾人が言ふ所の事は、唯近似たるに過ぎず、而して吾人の公式は、毎時新項を加ふるを要求す。

さりながら、設計は破碎せらるゝことなし、吾人が簡單なりと信せし物體の間

に於ける既知の關係は、吾人が其複雑なるを知るに至るも、尙ほこれ等物體の間に存在す、而して重要なるは唯此關係のみなり、吾人の方程式が愈複雑と成るは眞實なり、或は自然の複雑に出來得るだけ接近するが爲めなり、然るに、これ等の方程式の一をば、他より演繹せしむる關係には、何等の變動あることなし、要するにこの方程式の形は耐久性を有せり。

茲に例として反射の定律を取らむ、フレネルは實驗が確保する如く見ゆし、簡單にして感興を喚起する理論を以てこの定律を設定せり、爾後一層確實なる探究は、其驗證が唯近似に過ぎざりしことを證しき、其探究は到る處に楕圓偏光の痕跡あることを示せり、されど吾人は第一近似の援助に依りて、この變態の原因をば、通路に當れる一個の層に於て直ちに看出し得たり、而してフレネルの理論の本質は依然として残り。

唯我等は下の如き反省をなさざるを得ざるなり、これ等總ての關係は、最初に方り、其結合に係る物體の複雑について疑惑を生せんか、恐らく發覺せられずして止みしならむと、久しき間世人は斯く言へり、若しチコー Tycho が十倍正確な

る機器を有せしならば、ケプレルをも、ニュートンをも、星學をも決して有せざりしならむと、観測の手段の過度に完全となりたる時、餘りに遅れて生まるるは、科學にとりて一の不幸なり、うは現今の物理化學に於て見る所なり、この學科の創設者は、第三及第四位の少數數字の概觀をなすに當りて苦めり、されど幸にも其人は健全なる確信を有せり。

物性を熟知するに及んで、世人は連續の支配せるを認むるに至る、アンドリュース・Andrews 及びヴァン・デル・ワールス Van der Waals の事業ありてより以來、世人は液體の狀態より氣體の狀態への移轉の様式と、この移轉が唐突の變化にあらざることを理會せり、同様に固體と液體との兩狀態の間にも、何等の溝渠あることなし、而して最近萬國學者大會の報告書中には、液體の剛性の研究の部面に於て、固體の流動の記事あるを見るべし。

この傾向に於て、簡單性は無論消失す、某の現象は直線にて表現せられしが、今は此等の直線をば、多少錯綜せる許多の曲線にて接續するを要す、其報酬として一體は多くを利す、中斷せられたる状態は精神を安からしむと雖も、而かも之を

満足せしめざりき。

終りに物理學の方法は、新領地即ち化學を侵略したり、物理化學の創設是なり、この學科は尙甚だ幼稚なりと雖も、世人は既に其學科が電氣分解、滲透「イオン」の運動の如き、現象交互の間の連絡を吾人に允すことを見る。

以上忽卒の説明より、吾人は何事を論決し得るか。

畢竟世人は一體の實現に近寄れり、五十年前冀望せしが如く速かにはなされず、又常に豫定の路を取らざりしと雖も、結局全體に於ては、一體の觀念は許多の領地を侵略し得たり。

第十一章 「確からしさ」の理論即ち公算論

公算論上の省察をこの所に看出さば、讀者は疑も無く喫驚すべし、この學科は果して物理學の方法と相關する所あるか。

されど余が解決を下すことなく提起せんとする問題は、無論物理學につきて省察せんと欲する哲學者によりて起さるるものなり。

又こは、余をして前二章の中に、屢「確からしさ」及び「偶然」の語を述べしめたる如き點に向つて、説かんとするなり。

余は前に言へり「豫期の事實は蓋然たるを得るに過ぎず」と、一の豫見が吾人に見ゆる所如何に鞏固なりとも、吾人は決して絶對的に、實驗が其豫見に背かざらんことを保證し得ず、されど吾人が實際的に満足し得るに十分なる程、確からしさの大なることは往々にして之ありとす。

又少しく後に至りて余は次の如く添加せり。

「吾人の概括に於て、簡單に對する信念が如何なる任務を盡すかを見よ、吾人は

數多の特殊なる場合に於て、一の簡單なる定律を驗せり、吾人は個様に往々反復せらるるこの遭遇が、偶然の結果なりと認定することに反抗す……」。

されば數多の狀況に於て、物理學者は恰も遊戯者が勝負の機會を測れると同じ立場に在り、彼が歸納法に由りて推理する毎に、多少の度に於て意識的に公算論を要するなり。

これここに余が本題外のこの一章を開きたる理由にして、この公算論の價値及びその算定が、如何程の信用に價するかを、やゝ立入りて吟味する爲め、吾人の物的科學に於ける方法の研究を中止する必要に迫られたるは之が爲めなり。

唯公算論 *calcul des probabilités* と云ふ名稱は奇異なり、蓋然は確實の反對にして、或は人の知らざる所の事に屬す、人の知らざる所の此等の事を、如何にして計算し得べきか、然るに多くの大家は、この算定の研究に従事せり、而して科學が之より少からざる利益を得しことをば否認し難からむ、この見懸けの矛盾は如何にして説明すべきか。

確からしさといふことは定義を下されたるや、將た定義を下し得べきや、若し

定義を下すこと能はずとせば、如何様に推理して可なるか、人或は言はむ、定義は甚だ簡單なり、一事件の確からしさとは、この事件の生起に好都合なる場合の数の生起するかも計り難しとする可能の場合の總數に對する比なりと。

簡單なる一例を以て、この定義が如何に不十分なるかを理會せしめんとす、余が二個の骰子を投ずるとき、其中の一が少くとも六を出だすための確からしさは如何、各骰子は相異なる六様の點數を現出することを得故に可能の場合の數は 6×6 即ち 36 なり、好都合の場合の數は 2 なり、依て所要の確からしさは $\frac{2}{36}$ なり。

是れ即ち正確なる解なり、されど、余は又齊しく次の如く言ふことを得む、兩骰子の出すべき點數は、相異なる $\frac{6 \times 7}{2}$ 即ち 21 個の組合せを組成することを得べし、この組合せの數の中に就きて、六個は好都合なり、依て所要の確からしさは $\frac{6}{21}$ なり。何故に可能の場合の數を算定する第一法が、第二法よりも精確なるか、如何にして吾人の首肯し得る所のものはこの定義にはあらじ。

されば結局次の如くにこの定義を補正することとなる、可能の場合の總數に云々、但し此等の場合が一樣等齊に生じ得るを蓋然なりとす、故に吾人は蓋然の

定義を下すに、蓋然を以てすることに歸著す。

吾人は二つの可能の場合の生起が、共に一樣等齊に蓋然なりと云ふを、如何に解釋せんか、 $\frac{1}{2}$ は一の規約に依るか、若し吾人が各問題の冒頭に於て、明白なる一の規約を置くとき、諸事は善く進行せむ、吾人は唯算術及び代數學の法則を適用するの外なからむ、而して吾人は吾人の結果に疑を置くことなくして、能く算定の終局に達すべし、されど若し吾人が、少許にもせよの應用を行はんと欲するときは、須もく吾人の規約が正當なりしや否やを證明するを要す、而して吾人は既に遁れたりと信せし困難に再會せむ。

如何なる規約を必要とするかを吾人に示す爲めには、唯常識を以てせば十分なりと言ふ者あらんか、果して然るか、ペルトラン Bertrand は、戯れに簡單なる一問題を論せり、圓周に於ける一弦が、内接正三角形の邊よりも大なるための確からしさは如何、此高名なる數學者は、常識が齊しく是認すると思はるる二個の規約を採用せり、而して彼は $\frac{1}{2}$ を以ては $\frac{1}{2}$ 、他を以ては $\frac{1}{3}$ を看出せり。

上述せる所より生ずと覺しき結論は、確からしさの算定が無効の一科學なる

こと、吾人がよりて以て規約を正當ならしめんとする、常識と名のらるゝ曖昧なる本能には、信を置かざるを要すと云ふことなり。

されど吾人は、この結論をも承諾することを得ず、吾人はこの曖昧なる本能即ち常識を忽諸に附するを得ず、之なくば科學は不可能ならむ、吾人は定律を發見することも、又之を應用することもなし得ざらむ、例へば吾人はニウトンの定律を述ぶるの權利を有するか、これは勿論なり、許多の觀測はこの定律と符合す、されどこれは偶然に係る簡單なる結果にはあらざるか、且つ吾人は古來眞なりとせるこの定律が、果して尙ほ將來に於ても眞なりやを、如何にして知るべきか、この抗議に對しては、「うが將來に於て眞ならざることは極めて僅に蓋然なり（確からし）と答ふるより外、何等の答辯もなからむ。

されど暫らくニウトンの定律を認許せば、之に依りて余は一年中の木星の位置を計算し得ると信ず、而かも余は果して斯く云ふの權利ありや、非常に大なる速度を具へたる巨大なる一質量が、太陽系統の傍を過ぎ、意外の擾亂を生ずる如きことあらんと云ふを得ん、されどここにも「うは甚だ僅かに蓋然なり」と云ふ外

亦何等の答なし、この論法によれば、總ての科學は唯公算論の無意識的應用に過ぎざらむ、さればこの算定を責むれば、宜しく科學全體を責むべきならむ。

余は公算論が更に明白に加入せる科學的問題に、永く留まらざることをなさざるべし、余は唯次の如き數例にて満足せんとす、第一に挿入法の問題の如きは是れなり、ここには、一函數の若干の値を知りて、中間値をトすることを求むるなり。

余は又有名なる觀測誤差の理論を例とせん、是は余が後に至りて再び陳述せんとするものなるが、人の熟知せる臆説なる氣體の動力論に於ては、各氣體分子が極めて複雑なる軌道を描くと假定せらる、されど大數の效果に由りて、吾人の觀測に堪ふる中數現象は、マリヨット及びゲイリュサック Gay-Lussac の定律の如く、簡單なる定律に従ふものなり。

これ等の理論は、總て大數の定律に基けり、而して公算論は明に、之を其敗墟の中に拾ひ入れむ、これ等の理論が、一の特種なる興味の外には、何物をも有せざること、而して挿入法に關する事項を除くの外は、吾人の見棄て得べき犠牲なることとは眞なり。

されど、余が前に言ひし如く、問題となる所は、單にこの一部分の犠牲のみには
 あらで、科學全體の正當なることが疑はるゝにも至らむ。

余はよく次の如く言ひ得べし、吾人は知らずと雖も然かも行ふことを要す、行
 はんとするには、吾人は吾人の不知を免るるに足るべき考究に従事するの歲月
 を有せず、且つ斯の如き考究は、無限の歲月を要求すべし、故に吾人は知らずして
 處決するを要す、少しにても都合よき時には、過度の信用を置くことなくして、須
 るく法則に従ふを要す、余が知る所の事は、某の事物が真なりと云ふにあらざし
 て、唯その事物が恰も真なるが如く行ふが、余にとつて最良のことなりと、公算論
 隨て科學は、唯實際に當りての價值を有するに過ぎざらむ。

不幸にも困難は、未だ消失せず、一人の遊技者ありて、勝負を決せんと欲し余に
 助言を求むとせむ、若し余が其助言を彼に與ふるときは、余は即ち公算論を用う
 べし、されど余は彼に成功を保證せざるべし、是れ余が主觀的公算蓋然率と稱す
 るものなり、この場合に於て、人は余が立案せし説明にて満足し得む、されど一人
 の觀察者が遊技場に臨み、毎回の勝負を記し、而して遊技が長時間に亘れりと假

定し、彼が其手帳の撮要を作成せんには、彼は出來事が正しく公算論の定律に適
 合することを確認すべし、是れ即ち余が客觀的公算蓋然率と稱するものにして、
 説明を要する現象なり。

公算論の法則を應用する許多の保險會社あり、而して該會社は株主に對し客
 觀的實在の争ふべからざる金額を配當するなり、之を説明するためには、吾人の
 不知と實行の必要とを引證するを以て足れりとせず。

されば、絶對の懷疑説は採用し難し、吾人は素より疑惑なかるべからずと雖も、
 然かも全然自棄するを得ず、吟味することは必要なり。

第一 公算問題の類別 蓋然性に關して現はるる問題を類別するためには、
 種々の見地に立つことを得、而して第一には、先づ總體の見地に於て、余は前に
 言へり、確からしさ即ち蓋然率は、好都合の場合の數の、可能の場合の數に對する
 比なりと、良き語なきため余がここに總體と稱するものは、可能の場合の數と共
 に増大すべし、この數は有限たることを得例へば、可能の場合の數が n なる骰子
 の投法を觀察する時の如し、是れ即ち總體の第一次なり。

されど若し吾人が例へば圓内の一點が内接正方形の内に在る蓋然率如何を問ふときは圓内の點數だけ即ち無限に可能の場合あり、是れ即ち總體の第二次なり、總體は尙ほ其以上にも進行し得るなり、一の函數が所設の一條件に適合するの蓋然率を問ふことを得、然るときはここに相異なる函數を想像し得るだなの可能の場合あるを見るべし、是れ即ち總體の第三次なり、例へば有限數の觀測に従ひたる後、最も蓋然的なる定律を卜するを求むるときは如き場合に於て、この階級に達す。

又之と全く異なる見地に立つことを得、若し吾人が不知にわらずば、蓋然率を成立せしむることなく、あるものは唯確實のみならむ、されど吾人の不知は絶對にわらず、さなくば蓋然率も亦存せざらむ、何となればこの不確實なる科學に達するにも、尙ほ少しく光明を要すればなり、故に確からしさの問題は、この不知の深淺の度に從て類別せらるるを得るなり。

數學に於ては、既に確からしさの問題を提出し得たり、對數表中不用意に取れる一對數の、小數第五位が9なるための公算如何、人はこの公算の $\frac{1}{10}$ なるを答ふ

るに躊躇せざる可し、さて此處に吾人は問題に關する總ての與件を有す、吾人は吾人の對數をば表に依頼せずして直ちに計算するを得む、されど吾人は其勞苦を課せらるるを欲せず、是れ即ち不知の第一次なり。

物的科學に於ては、吾人の不知は一層大なり、所設の一瞬間に於て、一體系の状態は二個の事項に從ふ、其最初の状態と、其状態の變化を支配する定律とはなり、若し吾人が同時にこの定律と、この最初の状態とを知るときは、吾人は唯數學上の問題を解くを要するに過ぎざらむ、而して吾人は更に不知の第一次の上に落つる事とならむ。

されど往々、定律を知れども最初の状態を知らざることあり、例へば小遊星の現在の分布如何を問ふが如し、吾人は古來其遊星がケプレルの定律に從ふことを知る、されど吾人は其最初の分布如何を知らざることあり。

氣體の動力論に於ては、氣體分子が直線軌道を追ひ、又彈性體の衝突の定律に從ふことを假定すと雖も、其最初の速度を毫も知らざるを以て、又其現在の速度につき何事をも知らざるなり。

公算論は唯これ等の速度の組合せより生ずべき平均現象を前見することを許す、是れ即ち不知の第二次なり。

終りに當に最初の條件のみならず、又併せて定律其物につきても、亦不知なることあり得べし、此に於て不知の第三次に達す、而して一般に我等は、一現象の蓋然率に關しては、決して何事をも肯定することを得ず。

又往々定律の多少不完全なる知識に依りて、一事件の生起を卜することを求むる代りに、一事件の生起を知りて定律を卜することを求むることあり、即ち原因より結果を演繹する代りに、結果より原因を演繹せんと欲することあり、是れ即ち原因の公算と稱する事項の研究にして、其科學的應用の見地に於て最も有益なる現象なり。

余は今の全く誠實なるを知れる一人と、一種の骨牌遊技「エカルテ」(Ecarte)をなし、將に戦端を開かんとす、この遊技に於て王を反へず公算は如何、うは「ト」なり、是れ即ち結果の公算に屬する問題なり、余は又余の未だ會て知らざる一人と遊技を試み、彼は十回の戦鬪に於て六回王を反せり、此人が詐僞者たりし公算は如

何、是れ即ち原因の公算に屬する問題なり。

こは實驗的方法の根本的の問題なりと言ふを得、余は「 σ 」の個の値と「 ρ 」の之に對應する値とを觀測し、後者の前者に對する比が、殆ど定數なることを確認したり、出來事は有り、 ρ の原因は何ぞ。

「 ρ 」が「 σ 」に比例することを定むる一般的定律あること、及び觀測上の誤差に基く些少の錯誤あることは蓋然なるか、是れ一種の疑問にして、世人が絶えず提出し、而して科學を修むる時、いつも無意識的に解決する所のものなり。

余は今主觀的公算及び客觀的公算と稱せしものを、逐次に觀察して、以てこの問題の種々の範疇の審査に着手せんとす。

第二 數學に於ける公算 圓積問題の不能解なる事は、西曆一千八百八十五年に證明せられたり、其以前には總ての幾何學者は、皆この不能をば蓋然の如く看做し、理科學士院の如きは、吟味をなすことなく、之に關する論文を排斥せし程なりき、此等の論文は實に驚くべき程多數にして、二三の慄むべき狂人が、年々この題目につき學士院へ寄送せしものなり。

學士院は果して誤りしか、無論然らず、學士院が斯かる處置をとるは敢て毛頭も眞面目なる發見の途を杜絶せんと試みしにあらざることをばよく知り、學士院は自己の道理あることを證明し得ざるべしと雖も、然かも其本性に徴して誤りなることを知り、若し其議員等に詰問する者あらば、彼等は斯く答ふるならむ。吾人は世に知られざる學者が極めて久しき間多くの學者の無益に搜索したる事項を看出す所の公算と、地球上に更に一人だけ多く狂者の生ずる公算とを比較したり、第二の公算は第一の公算よりも大なる如く見たりと、是は甚だ良き條理なり、されど其理は毫も數學的にあらずして全く心理學的なり。

若し質問者にして一層深く詰問せば、彼等は更に次の如く添加せむ。何故に汝等は、超越函數の一の特殊なる値が、代數的の數の一たることを望むか、若し π が一の代數方程式の根ならば、何故に汝等は、この根が函數 $\sin \pi$ の週期なること、及びこれが同方程式の他の根とは同じからざることを期するかと、之を要するに、彼等は最も漠然たる形の下に、理由充足の原理を引證せしならむ。

されど彼等は是に由て何事を推定し得たるや、是は纔かに時の使用につきての行爲の法則に過ぎず、其時とは彼等をして、正當の疑懼を感せしめたる難書の講讀に於けるよりも、彼等の尋常の仕事に於て、尙ほ一層有益に費さるべきものたり、されど余が曩に客觀的公算と稱せしものは、この第一の問題に於ては、毫も關する所のものなし。

第二の問題は之と趣を異にす。

表中の首部に看出さるる 10000 個の對數を注視せよ、この 10000 個の對數の中に就き、余は卒然一數を取る、其第三小數位が一の偶數なるための公算は如何人は、 $1-1$ と答ふるに躊躇せざらむ、實に若し表の中にて、この 10000 個の數の第三小數位を抄記するときは、奇數の數字と殆ど同數の偶數の數字を得べし。

或は欲する者あらば、彼の 10000 個の對數に對應して 10000 個の數を記せむ、但し此等の數は、對數の第三小數位の數字が偶數なるとき各 $+1$ に等しく、之に反するときは各 -1 に等しとす、而して次にこの 10000 個の數の平均を取らむ。余はこの 10000 個の數の平均數が、蓋然的に零なりと言ふを憚らず、而して若し之を實地に計算するときは、余は實に其平均數が甚だ小なることを檢定し得

べし。

然るにこの檢定と雖も亦無用なり、余は嚴密にこの平均數が 0.0003 よりも小なることを證明するを得じ、この結果を確定するには、頗る長き計算を要し、而して其計算を此處に掲ぐべき餘地を有せず、されば其詳細の如きは、余が一千八百九十九年四月十五日刊行の雜誌科學一般評論 (Revue générale des Sciences) の中に載せし一篇に譲ることに決す、されば余が注意を引かんことを要する唯一の點は、即ち次の如し、この計算に於て余は、二個の事實の外他の事實の上に支へらるる必要を見ず、其事實とは即ち對數の第一及び第二微係數が、絶えず所考の區間内に於て、或限界の間に夾まるるを云ふ。

是に由て第一の論決を得、即ち此性質は對數につきて眞なるのみならず、又併せて任意の連續函數につきても眞なり、何となれば總ての連續函數の微係數は有限なればなり。

余は前よりこの結果につきて疑を容れざりし、今は先づ、余が今迄、他の連續函數につきて往々類似の事實を観察せしが爲なり、次に又今は余が心に於て、多少

無意識的に不完全なる趣向を以て、余を前の不等式に誘導する推理を行ひしこと、恰も熟練の計算家が、乘法を完了せざる前に「今は大約斯くあるべし」と見積るが如くせしが爲めなり。

然かのみならず、余が直覺と稱するものは、眞正の推理の一片の不十分なる根拠に過ぎざりしを以て、觀測が余の先見を確證すること、客觀的公算が主觀的公算と善く調和することを了解すべし。

第三例として、余は次の問題を選ぶべし、 n を不用意に取られたる一數、 n を甚だ大なる一整數とせば、 Sinn の平均値如何、この問題は本來何等の意味をも有せず、之に一の意味を附するには、一の規約を要す、吾人は數 n が a と $a + \frac{1}{n}$ との間に夾まるための公算は sinda に等しく、隨て無限小の區間の廣さを $\frac{1}{n}$ に比例し、この廣さに a にのみ關する一函數 $\phi(x)$ を乗じたる積に等しと規約を設くべし、この函數に付きては、余は之を隨意に選ぶと雖も、唯之を連續的と假定するを要すべし、 Sinn の値は n が ∞ を増すとき依然として變せざるが故に、余は a が零と ∞ との間に夾まることを假定するも、一般なることを失はず、隨て余は $\phi(x)$ が ∞

を週期とせる週期的函數なることを假定することに導かるべし。

茲に求むる所の平均値は、簡單なる積分にて容易に表示せらる、而してこの積分が、

$$\frac{2\pi M_k}{n}$$

より小なることを示すは容易なり、但し M_k は M_k の第 k 階微係數の最大値を示す、故に第 k 階微係數が有限なるときは、吾人の求むる平均値は、 n が無限に増大するるとき、零に向て收斂すべきを見る、其變化は $\frac{1}{n^{k+1}}$ よりも稍急激なり。

故に $\sum_{k=0}^{\infty} M_k$ の平均値は甚大なる n につきて零なり、余がこの値を定むるには規約を要したり、されどこの規約の何たるに拘らず結果は常に同一なり、余は唯微細の制限を受くるに過ぎず、 $\sum_{k=0}^{\infty} M_k$ が連続的にして週期的なることを假定するに在り、而してこの臆説は極めて自然にして、如何にして吾人は此處より遁るるを得んやと問はるる程なり。

上の三例は總ての關係に於て全く相異なり、而して其吟味は、一方に於ては哲學者が理由充足の原理と稱するものの任務に關し、又他方に於ては若干の性質

が總ての連續函數に共通なることの切要なることに關して、吾人に指導を與へたり、物的科學に於ける公算の研究は、吾人を同一の結果に導くべし。

第三 物的科學に於ける公算 今や余が曩に不知の第二次と稱せしものに屬する問題に入らむ、 α はここに定律を知れども、然かも體系の最初の状態を知らざる問題なり、余は例題の數を幾許にても殖やし得べしと雖も、ここには唯一を取らむ、黃道帶の上に於ける小遊星の現在の蓋然的分布は如何。

吾人は該小遊星がケプレルの定律に従ふを知る、又吾人は問題の本性に何等の變化をも來すことなく、其軌道が悉く圓形にして、同一平面中に置かれ、而して吾人は之を知れりと假定するを得、其代りに、吾人は其最初の分布の如何なりしかを絶對的に知ることなし、さりながら吾人は、今日この分布が殆ど齊一なることを是認するに躊躇せず、 α は何故か、一の小遊星の最初の時、即ち零時に於ける經度を α とし、平均運動を ω とせば、現在の時、即ち t 時に於ける其經度は $\alpha + \omega t$ ならむ、現在の分布が齊一なりとは、 \sin の倍數の正弦及び餘弦の平均値が零なることを云ふ、何故に吾人は之を肯定するか。

各遊星を表はすに、一平面中の一點、即ち座標が正しく、 a 及び b なる點を以てせむ、これ等の代表點は、悉く平面の或る區域中に包容せらるべしと雖も、其點は甚だ饒多なるを以て、この區域は無數の小孔を穿てるが如き觀をなすべし、且つ吾人はこの點の分布につきては、何事をも知らざるなり。

個様なる問題に公算論を適用せんと欲せば、如何にすべき、一個若しくは許多の代表點が、平面の其部分に看出さるるための公算は如何、吾人の不知によりて、吾人は結局一の隨意の臆說をなすに至る、この臆說の本性を了解せしむるためには、余は數學的公式の代りに、粗雜なるも然かも具體的なる假像を用ふるを許されんか、吾人の平面の上に、密度が連續的に變すべき一の假定物質を置けりと想像せむ、然るとき吾人は、平面上に在る代表點の蓋然數は、 ρ に存する假定物質の量に比例すと言ふを便利なりとすべし、若しこの時同じ擴りの平面の二區域をとるときは、吾人の考ふる一小遊星の代表點が、この區域の何れか一の中に存するための公算は、夫々其區域内の假定物質の平均密度に比例せむ。

依りて、ここに二様の分布を見る、一は實在にして、其内の代表點は甚だ饒多に

甚だ相接近せるも、然かも原子說に於ける物質分子の如く分離せり、他の一は實在にわらずして、其内の代表點は連續的の假定物質にて置換へらる、吾人はこの第二の分布の實在するを得ざるを知ると雖も、吾人の不知は之を採用するの止むを得ざるに至らしむ。

若し又吾人が代表點の實分布につきて、何等かの觀念を有するならば、吾人は或る擴りの區域に於て、この連續假定物質の密度が、殆ど代表點の數、又は望みならば、この區域中に包含せらるる原子の數に、殆ど比例するやうに整理するを得んか、是れ亦不可能なり、而して吾人の不知は、假定物質の密度を定むべき函數を、全く隨意に選定せざるを得ざる程迄に大なり、故に吾人は唯、吾人が決して免るること能はざる一の臆說に抑制せられん、吾人はこの函數が連續的なることを假定せむ、 ρ は後に見る如く、結論を吾人に許すために十分なればなり。

t 時に於ける小遊星の蓋然的分布は如何、或は t 時に於ける經度の正弦即ち $\sin(\omega t + \phi)$ の平均値は如何、吾人は發端に於て隨意の規約を作れり、若し之を採用するときは、この平均値は全然定めらるる事と成る、平面を分解して面素となし、

これ等の面素の各個の中心に於ける $\sin(\alpha+\theta)$ の値を考へ、この値に面素積及び假定物質の對應せる密度を乗じ、次に平面上の總ての面素につきての和を作らむ。然らばこの和は、定義に依りて所要の蓋然平均値なるべし。斯くてこの値は、一の二重積分にて表示せらるるを見る。

先づ吾人は、この平均値は假定物質の密度を定むる函數 ϕ の選擇に従ふべきこと、又此函數 ϕ が隨意なる如く、吾人は吾人の行ふべき隨意の選擇に依り、何等かの平均値を收むるを得んことを信するを得、されど事實は決して然らず。

簡單なる一の算法は、吾人の二重積分が、 θ の増加するとき、甚だ速かに減少することを示す。

されば余は原分布の公算に關して、如何なる臆説をなすべきかを深く知らざりしと雖も、其臆説の何たるに拘らず、結果は同一とならむ。是れ余を疑惑より引出す所のものなり。

函數 ϕ の何たるに拘らず、平均値は θ の増すとき零に向て收斂す、而して小遊星は、極めて多數の回轉を實行せしこと確實なるを以て、余はこの平均値が甚だ

小なることを肯定するを得。

余は余の欲する如くに ϕ を選定するを得、但し一の制限あり、即ちこの函數は連續的なるを要す、如何にも主觀的蓋然の見地に於て、不連續的函數の選定は不條理ならむ。例へば、最初の經度は正しく 0° に等しきことを得れども、 0° と 1° との間にあることを得ずと假定するに、果して如何なる理由を有し得るや。

されど客觀的公算の見地に立つときは、困難は更に再現す、即ち假定物質が連續的と假定せられし想像的分布より、代表點が分離せる原子の如く形作らるる實在的分布に移るとき、困難は起るべし。

$\sin(\alpha+\theta)$ の平均値は、唯單に

$$\frac{1}{n} \sum \sin(\alpha+\theta)$$

にて表はさる、但し n は小遊星の數を示す、かくて、連續函數に依る一の二重積分の代りに、吾人は分離せる諸項の和を有す、さりながら何人も、この平均値が、實際には甚小なることを疑ふことなからむ。

ろは、吾人の所謂代表點は甚だ密接するを以て、分離せる諸項の和が、概して積

分値と異なる所甚だ僅微なるべければなり

一の積分は、項数が無限に増加するとき、諸項の和が向つてゐるに收斂する所の極限なり、若し項数甚だ多きときは、和は其極限、即ち積分と相異なること、甚だ僅小なるべし。

されど茲に除外の場合あり、例へば總ての小遊星につき、若し

$$b = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

なるときは、總ての遊星は、 t 時に於ける經度として、 α を有することとなり、而して平均値は分明に1に等しからむ、而して之が爲めには、0時に於て、小遊星は極めて接近せる螺旋狀を有する特殊の形の螺旋線の上に置かれたらんこと必要ならむ、世人は一般に、斯の如き最初の分布は、極めて非蓋然的なりと判定すべし、之を實在せりと假定するとも、現時の、例へば一千九百年一月一日の分布は、齊一にはあらずして、然かも數年の後に至らば、始めて當時の状態を恢復せむ。

さて吾人は何故に、この最初の分布を非蓋然的と判定するか、之を説明すること必要なり、何となれば、若し吾人が、この妄誕なる臆説を、不確實として排斥すべ

き理由を有せざりしならば、萬事は土崩に歸し、而して、吾人は現在分布の蓋然率に關して、何事をも肯定し得ざればなり。

吾人が引證せんとするものは、この場合にも尙ほ理由充足の原理にして、吾人は常に此原理に復歸するを要するなり、吾人は遊星が起源に於て、殆ど一直線に分布せられしことを假定し得む、吾人は遊星が不規則に分布せられしことを假定し得む、されど之を生ぜしめたる知られざる原因が、規則正しければ、而かも複雑なる、而して現實の分布が齊一ならざる様特に選定せられたりと見ゆべき、一の曲線に沿ひて作用するに、十分なる理由はあらざるもの如し。

第四 赤と黒 轉球戲 rouletteの如く、僥倖の遊技より起る問題は、吾人が上に論せし問題と全く同様なり。

例へば、一の圓板あり、交互に赤と黒なる數多の相等しき小區分に分割せらる、一の指針を強く放てば、其針は數多の回轉をなしたる後、この小區分の一の上にて靜止すべし、この區分が赤なるための公算は明かに $\frac{1}{n}$ なり、

數多の全回轉をも含める弧に相當する一角を θ とせば、針がこの角 θ と $\theta + \epsilon$

どの間にあるやうなる方を以て放たるるための公算の何たるかは、余の知らざる所なり、されど余は一の規約を設け、この公算が $\frac{1}{2}$ なることを假定し、函數 $\phi(x)$ は、全く随意の方法にて選定するを得、余をばこの選定に誘導し得る所の者は一もあるなし、唯余は自然にこの連續函數を假定することに誘致せらる、赤又は黒の各小區分の幅(半徑を1とせる圓周上に計れる)を Δ とし、 $\int_0^{\Delta} \phi(x) dx$ の積分は、之を一方には總ての區分赤に、他の一方には總ての區分黒に敷衍して計算し、而して其結果を比較するを要す。

一の區分赤と之に續く區分黒とを含む一の區間 Δ を考へ、この區間中の函數 $\phi(x)$ の最大及び最小の値をM及びmとせよ、赤の諸區分中に擴げられし積分は、M Δ よりも小にして、黒の諸區分中に擴げられし積分は、m Δ よりも大なり、故に其差は、M Δ - m Δ よりも小なり、されど、若し函數 ϕ が連續的と假定せられ、又他方に於て若し區間 Δ が、針の經過せる全角度に對して甚だ小なるときは、差M Δ - m Δ は甚だ小ならむ、故に二積分の差は甚だ小にして、公算は極めて $\frac{1}{2}$ に接近せむ。
 函數 ϕ につきては何事をも知ることなくして、余が恰も公算の $\frac{1}{2}$ なりしが如

くに處理するを得ることを了解すべし、又他方に於て、若し客觀的見地に立ち、余が若干回の勝負を観るときは、其觀察が赤の當りと黒の當りとの殆ど同回数なることを示すは、何故なるかを理會すべし。

遊技家は皆この客觀的定律を知る、されど其定律は彼等を一種奇異なる誤謬の中に誘引す、或は屢起りし誤謬にして、彼等は其中に陷るを常とす、例へば、赤が六回續發する時には、彼等は必勝を期して黒を取る、彼等は言はむ、何となれば赤が七回續發するが如き事は稀なればなりと。

されど實際に於て其の當りの公算はいつも $\frac{1}{2}$ なり。

觀察が赤の七回續いて出づること極めて稀なることを示すは事實なり、されど赤が六回續出することも、亦極めて稀なり、彼等は七つの赤の續出の稀なるを認めたり、もし彼等にして、六つの赤と一つの黒との續出の稀なるを認めざらば、これ唯かゝる續出の注意を引くこと少きによるなり。

第五 原因の公算 余は今科學的應用の見地に於て、最緊要なる原因の公算の問題に達せり、例へば、二個の星は天球の上にて甚だ相接近せり、この外觀上の

接近は純然たる偶然の結果なるか、而してこの兩星は假令殆ど同視線にあるとも、地球よりは甚だ相異なる距離にあるか、隨て交互相距ること甚だ遠きか、或は此外觀的接近は眞實の接近に對應するか、是れ即ち原因の公算の一問題なり。余は先づ、吾人が是まで專攻せし結果の公算の問題の發端に於て、吾人が常に多少是認せられたる規約を設くるを要したることを追懐す、而して若し最も多くの場合に於て、結果が或る程度まで、この規約と無關係なりしとするも、或は吾人に、例へば不連續的函數、又は妄誕なる規約を先天的に排斥することを許す所の、或る臆説の條件たるに過ぎざりしなり。

吾人は又原因の公算を專攻して、更に同様の事項を看出すべし、一の結果は原因A、又は原因Bより生ずることを得、結果は既に觀察せられたり、依りてこの結果が原因Aに歸するため、公算を問ふ、是れ即ち原因の後天的公算なり、されど、若し多少是認せられたる規約が、余をして原因Aが働いたための先天的公算の何たるかを豫知せしめざるべきは、余は其公算を計算すること能はざらむ、余はこの出來事の公算を、未だ結果を觀察せざりし者の爲に語らんと欲す。

最も善く意味を明かにするため、余は前に語りし骨牌「エカルテ」の遊技の例に立戻らむ、余の對手は第一回に勝を得て王を反へせり、彼れが詐僞者たるの公算は如何、普通の公式に依りて $\frac{1}{2}$ を得、是れ明かに甚だ驚くべき結果なり、若しこの公式を慎重に吟味するときは、この計算は恰も余が遊技臺に着席する前に、對手の正直にあらざる機會が二に對する一なりと考へし如くになされたるを見る、是れ不合理の臆説なり、何となれば、この場合に於て、余は無論彼と遊技を戦はすことなからむ、是れ其終結の不合理を説明する所以なり。

先天的公算の規約は未だ是認せられざりき、後天的公算の計算が余を許すべからざる結果に導きしは、これが爲めなり、されど吾人は此豫備の規約の重要なるを見る、しかのみならず、余はもし規約にして一つも作られざらんに、後天的公算の問題は、何等の意味をも有せざらんとまで云はんとするなり、陽にしても陰にしても、兎に角規約は設けらるゝを要す。

次に一層科學的の性質を有する一例を舉げむ、余が今實驗上の一定律を定めんと欲すとせよ、若し余がこの定律を知らば、之を一の曲線にて表現するを得む、

故に余は若干の孤立観測を行ひ、之を各一點にて表現す、余がこの種々の點を丁得するとき、余はこの點の間に一の曲線を通過せしむ、其法は出來得るだけ之に遠ざからぬやうに、然かも余が前の曲線に尖れる點なく、甚じき彎曲なく、曲率半徑の激變なき規則正しき形を具へしむるやうに力むるに在り、この曲線は蓋然的定律を表現す、而して余は嘗に此曲線が、観測せられたる者の間の函數の中間値を知らしむることを認許するのみならず、又併せて直接観測よりも一層正確に、観測されたる値其物をも知らしむることを認許す、余が曲線を諸點の近傍を通過せしめながら、其點自身を通過せしめざるは之が爲めなり。

是れ即ち原因の公算の一問題なり、結果は余の記録したる測定にして、二個の原因の結合に關す、即ち現象の真正定律と観測の誤差とは是なり、茲に結果を知りて、現象が此れ彼れの定律に従ふため、又観測がこれ彼れの誤差を受けたること、の蓋然率を求むるを要す、この時最も蓋然的なる定律は、ここに畫ける曲線に對應し、而して最も蓋然的なる観測の誤差は、この曲線に對應する點の距離にて表現せらる。

されど、若し諸観測の前に、余が某の定律の蓋然率及び余を煩はす所の誤差の機會の蓋然率につきて、先天的觀念を生ぜざりしならば、問題は何の意味をも有せざらむ。

若し余の器械が善良なるときは、是れ余の観測を行ひし前より既に知りし所、余は余の曲線に粗雑なる測定を表現する點より、甚しく遠ざかることを許さざるべし、若し其器械が粗惡なるときは、凸凹の稍少き曲線を得んがためには、余はこの諸點より少しく遠ざけて之を引くべし、而して、余は曲線を規則正しき形にするため、前よりも多くの犠牲を拂ふべし。

されば何故に、余は凸凹なき曲線を描くことに力むるか、是れ余が連續函數或は高階の微係數が小なる一函數にて表はさるる一の定律をば、この條件を満足せしめざる一定律よりも、更に蓋然的なるものと、先天的に考ふるが爲めなり、この確信なくば、吾人の論ずる問題は、何等の意味をも有せざらむ、挿入は不可能ならむ、有限數の観測より一の定律を演繹すること難からむ、而して科學は成立することなからむ。

今を距ること五十年、當時の物理學者は、總ての他の點が相等しきときは、簡單なる定律は、複雑なる定律よりも更に蓋然的なりと考へたり、彼等は、この原理を引用して、マリヨットの定律を助くる爲、レニヨール Regault の定律に反抗したるが、今は終に其確信を抛棄したり、されど彼等は幾回も、この確信を保有する如き舉動を取るを、餘儀なくせられたるにあらすや、假令斯くの如しとするも、この傾向につきて残れる所は、連續と云ふこと、この確信なり、而して吾人は、若しこの確信が消失したらんには、實驗科學の不可能と成るを見來れり。

第六 誤差論 斯くて吾人は、直接に原因の公算問題と結合せらるる、誤差の理論を語らざるべからざるに至れり、此處にも亦吾人は、調和せざる若干の觀測を知りて、結果を確認す、而して吾人は、原因をトすることに力む、其原因は一方に於て測定すべき量の眞價たり、又他方に於ては孤立せる各觀測に於て生じたる誤差たり、各誤差の後天的蓋然値如何、依りて測定すべき量の蓋然値如何、之を計算すること必要ならむ。

されど、余の前に説明せし如く、若し先天的に、即ち總ての觀測が行はるる前に、誤差の蓋然率の一定律を假定せざりしならば、この計算を舉行すること難からむ、然らば誤差の定律なるものありや。

總ての計算家に由りて認許されたる定律は、ガウス Gauss の定律なり、この定律は、鐘形曲線の名稱を以て知られたる、或る超越曲線にて表はさるるものなり。

されど、先づ系統的誤差と偶生的誤差との區別を想起するを便利とす、若し吾人が一の長さをば、長さに失する、メートル尺にて測るときは、吾人は常に小に過ぎたる一數を看出さむ、而してこの場合には、尙ほ幾回の測定を反復するも無用ならむ、是れ即ち系統的誤差なり、又吾人がこの長さを測るに、正しき、メートル尺を以てするも、吾人は誤謬に陥ることありて、或は大に過ぎ、或は小に失せる測度を得む、若し吾人がこの許多の測度の平均を取らば、誤差は次第に減小の傾向をとるべし、是れ即ち偶生的誤差なり。

先づ系統的誤差は、ガウスの定律を満足せしめ得ざること明白なり、然らば偶生的誤差は之を満足せしむるか、世人はこの件につき幾多の證明を試みしが、其證明は殆ど皆粗妄の論たりき、されどガウスの定律は、次の臆説に基づきて證明

することを得、既生の誤差は、甚だ多數なる獨立部分的誤差の合成なり、部分的誤差は各甚だ小にして、且つ任意の蓋然率の定律に従ふ、但し一の正の誤差の蓋然率は、之に等しくして負なる誤差の蓋然率と同一なりとす、この條件は往々満足せられんこと明かなりと雖も、常に然るにはあらず、而して吾人はこの條件を満足する誤差に對し、偶生的の名稱を存するを得む。

最小二乗法は、總ての場合に於て適當ならざるを見る、一般に物理學者は星學者よりも、之に信を置かざることも多し、うは無論後者は、前者と同様に遭遇する所の系統的誤差の外に、極めて緊要にして、而かも全く偶生的なる誤差の原因と戦ふを要するに依る、余は大氣波動に就きてここに語らんと欲す、物理學者が觀測の方法に關して、星學者と討論する所を聽くは甚だ奇なり、物理學者は、一の良測定が許多の不良測定に優れることを信じ、極めて慎重に、最後の系統的誤差を省除することに専心す、而して星學者は之に答へて曰く、されど君等は、斯くては唯少數の星をのみ觀測し得るに過ぎざらむ、偶生的誤差は決して消滅することなかるべしと。

吾人は如何に論決すべきか、最小二乗法を適用するを續くべきか、是に於て吾人は區別するを要す、吾人は疑を容るべき總ての系統的誤差を悉く省除したり、吾人はここに尙誤差あることを能く知ると雖も、之を發見するを得ず、されば意を決して、終局の値を蓋然値と看做して、採用するを要す、之が爲めに、吾人がなし得る最善のものは、ガウスの方法を適用するに在ること明かなり、吾人は主觀的公算に關する實際上の一法則を適用したるに過ぎず、而して其他に言ふべき所のものなし。

されど吾人は更に一步を進めて、實に蓋然的の値が何程なりとのみならず、又併せて、結果の上に生ずる蓋然的の誤差も、何程なりと云はんと欲す、こは、絕對に不正常なり、こは吾人が、總ての系統的誤差が悉く省除せられたるを、確かめたる後にあらざれば、眞ならざらむ、而して吾人は、之につきて、絕對的に知る所なし、吾人は觀測の二列を有す、最小二乗法を適用しつつ、吾人は第一列に於ける蓋然的誤差が、第二列に於けるよりも二倍小なることを認むとも、第二列は第一列よりも優るを得、何となれば第一は、恐らくは大なる系統的誤差を帶ぶればなり、吾人

が言明し得る一切は、第一の偶生的誤差は、第二のよりも小なるが故に、第一列が蓋然的に、第二よりも優れりと云ふ事、及び吾人のこの件に關する不知は絶對的なるより、吾人は列の一つに對する系統的誤差が、他に對するより大なりと云ふを、肯定すべき理由を有せざることをこれなり。

第七 結論 前條に於て、余は何等の解決をも附することなくして、單に多くの問題を記載せり、されど余が之を記したる事に付きては、更に悔ゆる所なし、何となれば其記事は、或は讀者に、この興味ある問題につき、熟考せんことを促すべければなり。

何れにしても、ここに善く確立せられたりと見ゆる若干の點あり、蓋然率の計算を執行するため、及びこの計算が意味を有するために、須く起點として、常に或る程度の隨意を許すべき臆説、又は規約を認許するを要す、この規約の選擇に於て、吾人は唯理由充足の原理の嚮導を受くることを得るに過ぎず、然るに不幸にも、この原理は甚だ漠然にして、且つ甚だ彈性的なり、而して吾人が上に爲したる急速の吟味に於ては、其原理が種々の形に變ずるを見たり、吾人の最も多く遭

遇する其形は、連續の確信なり、この確信は、承服すべき理由に由りて是認すること困難ならんが、是なくば總ての科學は不可能と感^ずら^る終りに公算論が應用せられて功ある問題は、唯最初に設けられたる臆説が、連續の條件を満足せしむる場合に於て、結果が此臆説と獨立なる如きものなり。

第十二章 光學と電氣學

フレネルの理論 茲に選擇すべき最良の適例は、即ち光の理論及び其電氣の理論との關係なり、フレネルによりて、光學は物理學中の最も進歩したる部分となれり、波動の理論と呼ぶるものは、眞に吾人の精神を満足せしむる所の一體系を形作り、されど吾人は、其理論が吾人に附與し得ざる事項をば、之に問ふべきにはあらざるなり。

數學的理論の目的とする所は、吾人をして事物の眞性を發見せしむるに在らず、蓋し是れ不條理の要求ならむ、其唯一の目的は、實驗が吾人に知らしむるものなるも、然かも數學の援助なくば、吾人が之を陳述する事さへも爲し得ざる、物理學的定律を序列する事なり。

「エーテル」が實に存在するや否やは、敢て問ふ所にあらず、是れ形而上學者の業務たり、吾人の主眼とする所は、即ち萬事が恰も「エーテル」が存在せるが如くに生じ、而して此臆説が現象の説明に便利なるに在り、結局吾人は實物の存在を信す

るに當り、他の理由を有するか、是れ亦便利なる臆説に外ならず、この臆説は永遠に存在して止む時なしと雖も、「エーテル」の如きは、他日無用として排斥せらるるに至らんこと疑なし。

されど、現在に於ては、光學の定律及び之を解析的に説明する方程式は、依然として少くも第一近似として眞ならむ、故にこの總ての方程式を交互に連結する所の學説を、研究するは常に有用ならむ。

波動理論の基く所は、一の分子的臆説に在りては、一方に於て、定律に従て原因を發見するを得と信する者に有利なり、又他方に於て、他説を執る者に對して疑惑の理由たり、されどこの疑惑は、前者の迷と齊しく、余には殆ど是認せられざるものと見ゆ。

この臆説は、唯第二次的の任務を盡すに過ぎず、この臆説は葬り去ることを得む、されど吾人が常に然かせざるは、若し之を去れば説明が明瞭を缺くに至ればなり、然れども理由は唯この一に止まるのみ。

如何にも、若し精細に之を窺へば、吾人の分子的臆説に頼る所は、唯二事あるの

み、即ち「エネルギー」不滅の原理及び總ての小變位并に小運動の一般定律たる、方程式の一次形式是れなり。

是れ何故にフレネルの結論の過半が、我等の光の電磁學的理論を採用するとき、變化なく存立するかを説明するものなり。

マクスウエルの理論 從來互に全く獨立せし物理学の二大部分、光学及び電氣學をば、緊密なる細糸を以て結合したるは、人の知る如く、即ちマクスウェルなり、一層廣大なる集合、一層勝れたる調和の中に斯く混和されつつ、フレネルの光学は尙ほ其命脈を絶たざりき、其種々の部分は存續し、而して其交互の關係は常に同一なりき、唯吾人が之を表示するに用うる學語は變化せり、又他方に於てマクスウェルは、光学の諸部分と電氣學の範圍との間に、之れまでは疑はれしことなき他の關係を吾人に示したり。

佛國人にして始めてマクスウェルの書を繙かば、不快の感想、或は往々疑惑の感想は、先づ其嘆賞と共に起るべし、この感想を消散せしむるには、長期に亘る貿易の後、幾多の勞力を拂ふの外なし、勝れたる人と雖も、尙ほ常にこの感想を存する

者あり。

この英國學者の觀念が、我が佛國人に習熟せらるるため、斯くも多くの困苦を要するは何故歟、予は無論多數有識の佛國人の受けたる教育が、正確と論理とをば、他の性質に先ちて玩味する様に仕向くるを以てなり。

數學的物理学の舊式理論は、この關係に於て、吾人に十分なる満足を與へたり、ラプラス Laplace よりコーシー Cauchy に至るまで、總ての學者は、皆同一の方法を執れり、彼等は明白に言明せられたる臆説に基き、總ての論決を數學的嚴密を以て演繹し、次に實驗を以て之を比較せり、彼等は物理学の各部門に、天體力學に於けると同様の正確を附與せんと欲せしもの、如く見ゆ。

かくの如き模範を見て嘆賞するやうに馴致せられたる精神に、一の理論が満足を與ふるは困難なり、其は管に些少の外観だも矛盾を惹せざるのみならず、又種々の部分が交互に論理的に連結せらるること、及び相異なる臆説の多數が、極小數に約せらるることをも冀望せむ。

然かのみならず、更に他の冀望あるべし、但しこの冀望は、余には道理少しと見

ゆるものなるが、我等の感覺の及ぶべくして、實驗によりて知らるる物質の背後に、彼等の眼には唯一の真正なる物質と認めらるる他の物質を見んと欲するならむ、其物質は純然幾何學的性質のみを有し、其原子は唯力學の定律にのみ従ふべき幾何學的點たるに過ぎざらむ、されど彼は無意識的の矛盾により、この無色にして視るべからざる原子を表現せんとし、隨て出來得るだけ通常の物質に近寄らしめんと力むべし。

彼等が辛^くじて満足するは唯此處に於てなり、而して彼等は宇宙の神祕を穿ちたりと想像すべし、たゞこの満足が偽りなるを知りたりとも、彼等がこれを拋棄することは容易ならず。

故に、マクスウェルを一讀する佛國人は、「エーテル」の臆説に基ける物理學的^{光學}と齊しく、論理的にして正確なる理論的體系を發見することを期望し、斯くの如くにしてやがて欺かれ始むるなり、是れ余が讀者に對して、直ちにマクスウェルの理論中に求むべき事、及び其中に見出す能はざる事を告げて、之を避けしめんと欲する所以なり。

マクスウェルは電氣及び磁氣の力學的説明を供せず、彼はこの説明が可能なることを證明するに専らなり。

彼は又光學現象が電磁學現象の特殊なる場合に過ぎざることを示す、依りて總て電氣の理論より、直ちに光の理論を演繹するを得む。

されど其逆は不幸にして眞ならず、即ち光の十分なる説明より、電氣現象の十分なる説明を抽出することは容易ならず、特に之をフレネルの理論によりて立論せんとするときは、容易の事にあらず、こは無論不可能にはあらざらむ、されど我等は依然として、果して我等が確かに了得したりと信せし賞賛すべき結果に背くことを迫らるゝことなきかを問ふに至るなり、苟は退却の一步たるもの如し、智者の多數は之に忍ぶことを欲せざるなり。

若し讀者が、其冀望を制限することを承諾するとも、尙ほ他の困難に衝突すべし、この英國の學者は統一的に、確定的に、整頓せる堂宇を築くことを求めず、彼は寧ろ其間の交通の困難にして、時には全く不可能なる所の、數多の一時的にして獨立なる建築物を造らんとするが如し。

茲に適例として、靜電氣引力をば誘電媒質中に存在する壓力及び張力に由りて説明せる一章を取らむ、本章は此著書の殘部を不明瞭及び不十分と成らしむるとなく、省略せらるるを得べし、又一方に於て本章は、其自身に於て十分なる一理論を含有し、其前後の一行をだも讀了するとなくして、能く之を了解し得む、又本章は此書の殘部と無關係なるのみにあらず、此書の基本觀念とも和解せしむると困難なり、マクスウェルと雖も、この和解を試みることもなく、唯次の如き言明を以て満足せり、曰く「余は次ぎの一步を踏み出す能はず、即ち力學的考察によりて誘電媒質に於ける此等の壓力を測ること能はず」I have not been able to make the next step, namely, to account by mechanical considerations for these stresses in the dielectric.

この例は余の思ふ所を了解せしむるに十分ならむ、余は之につき尙ほ他の多くを引き得べし、たとへば誰れか、磁氣回轉分極を説くに供せられたる條項を讀みて、光と磁氣との現象間に、合同の存在することを疑ふ者あらむや。

故に總ての矛盾を避けたりとて誇るべからず、却て之に黨するを要す、實に二個の矛盾せる理論は、之を混淆することなく、又ここに事物の根柢を求むることなき以上は、二つながら有用なる推究の器機たることを得、且つマクスウェルの書は、若し吾人に許多の新岐路を開くが如きことなかりしならむには、恐らくは示唆的たること更に少かりしならむ。

されど基本の觀念は、恰も假面を蒙りたるが如き様にて存在せり、而して此觀念は、大概の通俗的著書に於て、全く度外視せらるる點なるが如し。

故に余は、このことの要用なることを知らしめんが爲め、この基本の觀念が如何にして成立するかを説明するを要すと信ず、されど之が爲めには、簡短なる一枝葉論を述ぶるの必要あり。

物理學現象の力學的説明 凡そ物理學現象には、實驗の直達し得べく、且つ測定を許すべき若干の變數の屬するあり、余は今之を ρ と名けん。

次に觀測は、吾人にこの變數の變化の定律を知らしめ、而してこれ等の定律は一般に、變數 ρ と時 t とを交互に連結せしむる、微分方程式の形に置かるることを得るなり。

個様なる現象の力學的解釋を供するには、何をなすべきや。

或は通常の物質の運動に由り、或は一個或は二個以上の臆説の下にある、假想流體の運動に由りて、之を説明することを求むべし。

この流體は、甚だ多數なる孤立の分子 m より組成せらるるものと看做さるべし。

然らば吾人が現象の完全なる力學的説明を得たりと言ふは何の時ぞ、 α は一方には、吾人がこの臆説的分子 m の座標の適合する、微分方程式を知る時に在り、但しこの方程式は、動力學の原理に適合するを要すべし、又他方に於て、 α は、吾人の分子 m の座標をば、實驗に於て直接し得べき變數 α の函數にて定むる所の關係を知る時に在り。

余の既に言ひし如く、この方程式は動力學の原理、就中「エネルギー」不滅の原理及び極小作用の原理に合致するを要す。

この二原理の中、第一は「エネルギー」の全量が一定不易なること、及びこの「エネルギー」の全量が、次の如き部分に區分せらるることを示す。

第一、運動の「エネルギー」又は活力、この種の「エネルギー」は、臆説的分子 m の質量

と其速度とに從屬するものにして、之を T と名く、第二、位置の「エネルギー」、この「エネルギー」は、唯この分子の座標にのみ從屬するものにして、之を U と名く、この二種の「エネルギー」 T 及び U の和は一定不易なり。

さて極小作用の原理の吾人に示す所は如何、 α が吾人に示す所は、即ち時々、に於て占めたる最初の位置より、時々、に於て占むる最終の位置に移るために、體系は、二瞬時に及び、 α の間に經過する時間に於て、「作用」の平均値、即ち「エネルギー」 T 及び U の差の平均値が、出來得るだけ小なる如き路を取るを要することとなり、而して此二原理の中、第一は第二の結果なり。

若し二函數 T 及び U を知るときは、この原理は運動の方程式を定むるに十分なり。

一の位置より他の位置に移るを得せしむる總ての路の中に於て、作用の平均値が自餘何れにつきてよりも小なる路が、一つあること明かなり、且つ其路は唯一あるのみ、是に由て極小作用の原理は、經過せる路、隨て運動の方程式を定むるためには十分なり。

斯くしてラグランジエ Lagrange の方程式と稱するものを得。

この方程式に於て、獨立變數は臆説的分子 m の座標なり、されど余は此處に、變數として直接に實驗し得べき變數 q を取るを假定す。

然るときは「エネルギー」の二部分は、變數 q と其微係數との函數にて表示せらるるを要せむ、此等の部分が實驗者の前に顯はれ來る所は、この形に於てするところ明かなり、實驗者は無論位置の「エネルギー」及び運動の「エネルギー」をば、彼れが直接に觀測し得る性質に依りて定むることを求むるならむ、 U は單に q のみに關し、 T は q 及び其時間に對する微係數に關し、而してこの微係數に關する二次の同次多項式なることを添加し置かむ。

かく定むれば、體系は常に平均作用が極小なるべき路に由りて、一の位置より他の位置に赴かむ。

T と U とが、變數 q 及び其微係數に依りて表示せらるるは、殆ど問ふ所にあらず、又吾人が最初及び最終の位置を定むるは、この變數の平均に由る事も、亦殆ど問ふ所にあらず、極小作用の原理は常に眞なり。

なほ此處にも、一の位置より他の位置に至る總ての路の中に就き、平均作用の極小なるものは、一あり而して唯一に限れり、故に極小作用の原理は、變數 q の變化を定むる微分方程式を規定するには十分なり。

斯くして得られたる方程式は、ラグランジエの方程式の他の形式なり。

これ等の方程式を作るには、變數 q を臆説的分子の座標に結合する關係をも、この分子の質量をも、これ等の分子の座標の函數としての U の表示式をも知るの必要なし、吾人の知るを要する一切は、 q の函數としての U の表示式と、 q 及び其微係數の函數としての T の表示式、換言すれば實驗上の與件の函數に於ける位置の「エネルギー」及び運動の「エネルギー」の表示式のみ。

かくて次の二者中の一が起らむ、或は函數 T 及び U を適切に選擇せば、吾人の言ひし如くに作られたるラグランジエの方程式は、實驗より演繹せる微分方程式と同一ならむ、或はこの一致が成立する如き、函數 T 及び U は存在せざらむ、この第二の場合に於ては、何等の力學的説明も可能ならざるは明かなり。

故に一の力學的説明が可能なるに必要なる條件は、「エネルギー」不滅の原理を

誘引する極小作用の原理に適合する様に、函數 T 及び U を選定するに在り。

且つこの條件は十分なり、何となれば「エネルギー」の一部分を表はす變數 q の一函數 U を看出せしこと、吾人が T にて表はす「エネルギー」の他の部分が、 q 及び其微係數の一函數なること、及び q がこの微係數に關する二次の同次多項式なることを假定せむ、又終りに、この二函數 T 及び U に依りて作られたるラグランジュの方程式が、實驗の與件と合致することを假定せむ。

是より力學的説明を演繹するには何事が必要なるか、須らく U が一の體系の位置の「エネルギー」として、 T がこの同じ體系の活力として看做され得るを要す。
 U に關しては更に困難なしとするも、 T は一の物質體系の活力と看做さるることを得べきか。

此事が常に可能にして、而かも無數の方法に於てさへ然るを證明するは容易なり、其詳細に至りては、余は余の著述「電氣學と光學」Electricité et Optiqueの序論に譲る。

されば極小作用の原理が満足されざるときは、可能なる力學的説明なきなり、

もしこの原理が満足さるるならば、常に一の力學的説明のみならず、又併せて無數の説明あり、是に由て茲に一の説明ある以上は、又他の無數のものありと云ふ結果を生ず。

尙茲に一の注意あり。

實驗に依り直達し得る量の中に就きて、 q の或るものをば、我が臆説的分子の座標の函數なりと看做さむ、是れ即ち吾人の變數 q たらんものなり、而して吾人は、 q の他の者をば、常に座標に關係するのみならず、又併せて速度にも關係すと認め、換言すれば變數 q の微係數として、或はこの變數及び其微係數の結合として、此等を看做すと云ふも可なり。

然るときは茲に一の疑問を生ず、總て實驗に依りて測定せられたるこれ等の量の中、吾人の變數を表はすために選定せらるべきものは何ぞ、吾人がこれ等の變數の微係數と看做して取るべきものは如何、この選擇は甚だ廣き範圍に於て常に隨意なり、唯力學的説明が可能なるために、依然として極小作用の原理との調和を保つやうに、この選擇を行ふことを得れば可なり。

さればマクスウェルは果してこの選擇及び二つの「エネルギー」 T 及び U の選擇をば、電氣現象が此原理を満足せしむるやうに行ひ得られたりしや否やを尋ねたり、實驗の吾人に示す所に據れば電磁場の「エネルギー」は二部分に分解せらる、即ち靜電氣「エネルギー」及び動電氣「エネルギー」是れなり、マクスウェルは、若し第一が位置の「エネルギー」 U を表はすものとし、第二が運動の「エネルギー」 T を表はすものと看做さるるとき、又他方に於て若し導體の靜電氣的電量が變數 q の如く、又電流の強さが他の變數 i の微係數の如く看做さるるときは、電氣現象が極小作用の原理を満足せしむることを認知せり、然る上は力學的説明の可能は確實なりし。

若しこの觀念を、~~彼れ~~の著書の第二卷の一隅に幽閉する代りに、之を其第一卷の冒頭に掲げしならば、其觀念は多數の讀者に見逃さるることなかりしならむ。されば、若し一の現象が、完全なる力學的の一説明を充すときは、其現象は又能く、實驗に由りて發見せられたる總ての條件を悉く算入したる、無數の力學的説明をも充すべし。

このことは、物理學の總ての部分の歴史に由りて確證せらる、例へば、光學に於て、フレネルは偏光面に對する垂直振動を信じ、ノイマン Neumann は之をこの平面に平行なりと看做す、我等はこの二様の理論の是非を判定せしむる所の決定的實驗 *experimentum crucis* を求めしこと久し、而して遂に之を看出さざりき。

同様に、電氣學の範圍を出でずとも、吾人は二個の流體を臆定する理論及び一個の流體を臆定する理論が、共に靜電氣學中の總ての定律を、齊しく満足に説明し得ることを確認し得るなり。

これ等の事實は、余が述べたるラグランジュの方程式の性質に依り、容易に説明せらるべし。

今や、マクスウェルの基本的觀念の何たるかを、^解理會すること容易なり。

電氣の力學的説明の可能なることを證明するためには、吾人はこの説明其物を看出すことに専心するを要せず、唯吾人が「エネルギー」の二部分たる二函數 T 及び U の表示式を知り、この二函數を以てラグランジュの方程式を作り、次にこの方程式をば實驗定律と比較すれば足れりとす。

總ての可能説明の間に、實驗の援助の缺けたるものをば如何にして選擇すべきか、蓋し物理學者が實證的方法に近け得ざるこの問題と關係を絶ちて之を形而上學者に一任する日の來ることあらむ、されどこの日は未だ曾て來らざりき、人類は容易に事物の本原を永久不知に放任し得る者にあらず。

故に吾人の選擇は、個人的評價が其大部分をなす所の考察の嚮導に由らざれば行はれ難し、されど茲には各人が奇怪なるの故を以て排斥する解決と、各人が簡單なるの故を以て選擇する他の解決とあり。

電氣及び磁氣に關する事項に於ては、マクスウェルは自ら何等の選擇をなすことを禁せり、こは彼が實證的方法にて達し得ざる總ての事項を系統的に輕蔑したるにはあらず、彼が氣體の動力論の爲に供したる時間は、十分に其然らざるを證明せり、余は又茲に添加せむ、彼は其大著述に於て、何等の完全なる説明をも發展せざるも、彼は曩に「理學雜誌」 Philosophical Magazine の一論文中に、其説明の一を供することを試みたり、彼が已むことを得ずしてなせし臆説の奇異なるも、其錯雜なるとは尋で彼をしてこれを拋棄するに至らしめたり。

同じ精神は彼れの著書全體に亘りて現はる、其本質即ち總ての理論に通じて存すべき事項は明示せらる、總て特殊なる理論にあらざれば適合せざる事項は、殆ど常に黙過せらる、故に讀者は彼が、當初消え易く捉へ難き影として取らんとしたる、實質の殆ど備はらざる形の前に立つ事と爲る、されどマクスウェルが斯くも失敗したる努力は、彼をして進んで考究せしむるに至らしめたり、隨つて彼は、終に彼が曩に嘆賞せし理論の集合中には、往々少しく不自然のものある事を了解するに至れり。

第十三章 電氣力學

動電氣學の歴史は、吾人の見地に特に教訓を與ふるものたり。

アンペール Ampère は、其不朽の著作物を題して「専ら、實驗に基ける、電氣力學的現象の理論」と云ふ、故に彼は何等の臆説をも設けざりしと想像せり、されど彼が其實臆説を設けし事實は、總て吾人の認むる所となれり、唯彼は自ら認むることなく之を設けたるのみ。

彼の後に來りし者は、之を發見すること容易なりき、何となればアンペールの解決の弱點に注意するに至りたればなり、彼等は新臆説を作りたり、彼等は此度は十分意識的に之をなせり、されど今なほ恐らくは確定的なりとはあらざれど、兎に角現今の如き整美なる體系に達する前には、幾回の變遷を要したるか、是れ即ち吾人の將に知らんと欲する所なり。

第一節 アンペールの理論 アンペールが、實驗上電流の交互作用を研究したるとき、彼は閉電流の上にあらざれば、施行せず又施行し得ざりき。

但し彼は開電流の可能を否認したるには、あらず、若し二個の導體が陰陽の電氣を帯び、而して之を導線にて交通せしむるときは、電流は一體より他體に向て流れ、而して兩體の電氣ポテンシャルが相等しきに至るまで繼續すべし、アンペール時代に行はれし觀念に於ては、是れ即ち一の開電流なりし、人は能く電流が第一導體より第二導體に行くを見て、其第二導體より第一導體に復歸するを見ざりしなり。

さればアンペールは、この類の電流例へば蓄電池の放電の如きものを開電流と看做せり、されど彼は之を實驗の目的物とはなすことを得ざりし、是れ時間の餘りに短きが爲めなり。

又他の一種の開電流を想像することを得余は、導線 AMB にて連結せる二導體 A 及び B を假定す、運動せる小質量の導體ありて、最初導體 B に觸接して置かれ、之より一の電量を借出し、B と離れて BNA なる徑路に従ひて運動し、而して自己と共に其の電量を運搬し來りて、導體 A に觸れ、其積載せる電量を之に讓與し、次で其量は導線 AMB に沿ひて B に復歸す。

是に於て、一の方向に従へる一の閉環路を得、何となれば電氣は閉環路 $BNAMB$ を通過すればなり、されど電流の二部分は甚だ相異れり、導線 AMB に於ては、電氣は一の固定導體の中を、 ζ オーム電流の如く、 α オーム抵抗に打ち勝ちて熱を起しつゝ移轉するなり、之を傳導に由りて轉位すと云ふ、然るに BN なる部分に於ては、電氣は可動導體に由りて轉送せらる、之を擔荷に由りて轉位すと云ふ。

若しこの時、擔荷轉位の電流が、傳導轉位の電流と全く同様なるものと看做さるるときは、環路 $BNAMB$ は閉合せるなり、若し之に反して擔荷轉位の電流が、眞の電流にあらざるときは、例へば磁石の上に作用せざる如きときは、ここには傳導轉位の電流 AMB の外になかるべく、随つてこゝに開電流を得べし。

例へば、若しホルツ $Holtz$ の器械の兩極を導線にて連結するときは、發電せる回轉板は、擔荷に由りて電氣を一極より他極に轉送し、其電氣は傳導に由りて導線の中を傳はりて、第一極に復歸すべし。

然るにこの類の電流は、算定し得べき強さを以て實現せらるること甚だ困難なり、アンペールの設計に係る方法にては、うは不可能なりと言ふを得べし。

之を要するに、アンペールは開電流の二種の存在を認知し得たりと雖も、彼は孰れの上にも實地の操作をなし得ざりき、何となれば其電流は餘りに微弱なるか、又は其存在の時間餘りに僅小なりければなり。

されば實驗の彼に示す所は、唯閉電流が閉電流に及ぼす作用、或は嚴密に之を言へば、一の開電流より電流の一部分に及ぼす作用に過ぎざりき、何となれば一の電流には、一の可動部分と一の固定部分とより合成せらるる閉環路を通過せしむることを得ればなり、然るときは可動部分の轉位をば、他の一閉電流の作用の下に研究することを得。

其代りにアンペールは、一の開電流の作用をば、一の開電流に對しても、又他の一開電流に對しても、研究すべき何等の方法をも有せざりき。

第一 閉電流の場合 二つの閉電流の交互作用の場合に於て、實驗はアンペールをして、非常に簡單なる定律を發見せしめたり。

余は茲に此の後吾人に有用なるものを下に掲ぐ。

一、若し電流の強さを常に一定ならしめ、而して二環路が任意の轉位と變形

とを受けたる後、終に其最初の位置に復歸するときは、動電氣的作用によりて成されたる仕事の全量は零なり。

換言すれば、茲に強さの乗積に比例し、環路の形と其相對的位置とに關する二環路の動電氣ポテンシャルありて、動電氣的作用によりて成されたる仕事は、この「ポテンシャル」の變化に等し。

二、閉合「ソレノイド」の作用は零なり。

三、一の環路Cの他の「ダアルタ」環路C'に及ぼす作用は、唯この環路Cに由りて發生せる「磁場」にのみ關す、空間の各點に於て、吾人は實に磁力と稱する、次の如き諸性質を具ふる或る力をば、大さ及び方向に就て定むることを得べし。

(a) Cに由りて起る一の磁極に作用する力は、その極に加へらる、其力は磁力に極の磁氣量を乗じたる積に等し。

(b) 甚だ短き磁針は、磁力の方向を取らんと力む、而して之を其方向に到らしめんと力むる偶力は、磁力針の磁氣能率、及び傾斜角の正弦の積に比例す。

(c) 若し環路C'が轉位するときは、CよりC'の上に及ぼせる動電氣的作用は、

この環路を横過する「磁力の流れ」の増分に等し。

第二 閉電流の電流の一部分に及ぼす作用 アンペールは本來の開電流に

つきて實行し得ざりしを以て、一の閉電流の電流の一部分に及ぼす作用を研究するに過ぎざりき。

ろは、一は固定にして他は可動なる二部分より合成せらるる、一の環路C'の上に操作するに在りき、可動部は例へば一の可動線とにして、其兩端 α 及び β は他の固定線に沿ひて滑動し得る者たり、可動線の或る位置に於て、一端 α は固定線の點Aの上に置かれ、又他端 β は固定線の點Bの上に置かれたり、電流は可動線に沿ひ α より β に、即ちAよりBに流動し、次に固定線に沿ひBよりAに復せり、故にこの電流は閉合せり。

次に第二の位置に於て、可動線は滑動して、末端 α は固定線の他の一點A'の上に置かれ、末端 β は固定線の他の一點B'の上に置かるとせん、電流は可動線に沿ひ α より β に、即ちA'よりB'に流れ、次にB'よりBに至り、次にBよりAに至り、終りにAよりA'に歸るには、常に固定線に沿へり、故に電流は此處にも尙は閉合なり。

若し斯くの如き環路が、一の閉電流Cの作用を受くるときは、可動部は恰も或る力の作用を受けしと同様に轉位せむ、アンペールは、この可動部ABに、外觀上斯く作用を與へし如くに見ゆる力は、Cの電流の部分abの上に及ぼす作用を表はし、閉電流がβに達したる後、環路の固定部を横過してαに歸る代りに、α及びβに於て停止せらるべき開電流の通過する所ありたりとも、其作用は相同じきことを認許す。

この臆説は頗る自然なる如く認め得らるべし、而してアンペールは無意識的に之を行へり、さりながらこの臆説は必として課せらるゝことなし、何となれば吾人は後に至りて、ヘルムホルツ Helmholtz が之を拋棄したるを見ればなり、然りと雖も、この臆説はアンペールをして、彼が曾て一の開電流を實現し得ざりしにも拘らず、一の閉電流の、一の開電流又は寧ろ電流の一部分に及ぼす作用の定律を陳述せしめたりき。

定律は依然として簡單なり。

第一、電流の一部分に働く力は、この部分に加へられ、其部分及び磁力に垂直

にして、且つ此部分に垂直なる此磁力の分力に比例す。

第二、電流の一部分の上に於ける閉合ソレノイドの作用は常に零なり、されどここには、動電氣ポテンシャルは毫も存在せず、換言すれば強さの一定せる一の閉電流及び一の開電流が、其最初の位置に復歸するとき、仕事の總量は零ならず。

第三 連續回轉 動電氣的實驗の中に就きて最も奇異なるは、連續回轉を實現する所のものにして、時として之を一極感應の實驗と稱す、一の磁石は其軸を廻りて旋轉するを得、一の電流は先づ一の固定線の中を通過し、例へばN極を経て磁石の中に入り、磁石の半分を過ぎ、夫より滑動觸接に由りて出で、再び固定線の中に入る。

この時磁石は決して釣合の位置に達し得ることなく、連續回轉をなす、是れ即チアラデー Faraday の實驗なり。

これは如何にして可能なるか、若し不變形の二環路、即ち一は固定なるC、他は一の軸を廻りて動くべきC'についていふときは、C'は決して連續回轉を取ること

とを得ざらむ何となれば動電氣ポテンシャルが存せざればなり故に茲には必ず釣合の位置あるべく、 ϕ はこの「ポテンシャル」が極大と成るべき位置なり。

されば連続回轉は環路Cが二部より成り、一は固定に、他は一軸を廻りて可動なること、恰も「アラデー」の實驗に於けるが如くなる時にあらざれば可能ならず、此處に又一の區別をなすを便利なりとす、固定部分より可動部分への経過、又其逆は、或は尋常觸接に依り(可動部分の同一點は絶えず固定部分の同一點と觸接する)或は滑動觸接に依り(可動部分の同一點が逐次に來りて、固定部分の種々の點と觸接して)て行はれ得るなり。

連続回轉の成立し得るは、單に第二の場合に於てのみなり、この時何事の出で來るかを見よ、體系は能く釣合の位置を取らんとするの傾向あり、然るに其位置に達せんとする時滑動觸接は可動部分をして、固定部分の新點との交通を保たしむ、其は連繫を變換し、隨て釣合の條件を變換し、かくて釣合の位置は、之に達せんと力むる狀況の前を辭し去ると謂ふべく、回轉は無限に繼續せられ得べし。

アンペールは、Cの可動部分に及ぼす環路の作用は、恰もCの固定部分が存在

せざりしとき、隨て可動部分の中を通過する電流が開放せらるるとき、同一なるを認許す。

依て彼は、一の閉電流の、一の開電流の上に及ぼす作用、又は逆に一の開電流の、一の閉電流の上に及ぼす作用は、一の連續回轉を生ずるを得べしと論決す。

されどこの結論は、余が前に陳述したる、而して余が前に云ひし如く、ヘルムホルツの認許せざりし所の臆説に依れるものなり。

第四 二つの開電流の交互作用 二つの開電流の交互作用、及び特に電流の二つの部分の交互作用に關する事に就ては、あらゆる實驗は不完全なり、アンペールは臆説に依頼し、次の二件を假定す、(第一)二つの部分の交互作用は、之を連結する直線の方向を取れる、一つの力に約せらるること、(第二)二つの閉電流の作用は、其諸部分の交互作用の合成作用にして、且つ其作用は、恰もこの部分が孤立せしときと同様なること即ち是なり。

特に注目すべきは、此處にも亦アンペールが、この二臆説を無意識的に用ひたる事なり。

ろは何れにもせよ、この二臆説は、之を閉電流上の實驗と結付くれば、二つの部分の交互作用の定律をば、完全に定むるに十分なり。

されど然るときには、吾人が閉電流の場合に於て出會ひたる簡單なる定律の過半は、決して眞ならず。

先づ茲には動電氣ポテンシャルなし、且つ其ポテンシャルは、吾人が既に見たる如く、一の閉電流の一の開電流の上に働く場合にも、亦決して存在せざりしなり。

次に適切な意義に於ては、茲に磁力なし。

而して吾人は實に前にこの力につき、相異なる三個の定義を與へたり。

(第一) 磁極の受けたる作用に由りて、

(第二) 磁針の方位を定むる指位偶力に由りて、

(第三) 電流の一部分の受くる作用に由りて、

さて吾人の考ふる所にては、嘗にこれ等の三定義が相調和せざるのみならず、尙ほ且つ各定義は意味を失ひたり、ろは次の如くなればなり。

(第一) 磁極は、最早ろの極に加へらるる單一の力にのみ作用せらるるにあらず、實に吾人は、電流の一部分より一極に作用する力が、ろの極に加へられずして、其部分に加へらるることを見たり、且つ其作用はろの極に加へらるる一力及び一偶力にて置換へらるることを得べし。

(第二) 磁針に作用する偶力は、決して簡單なる一指位偶力にあらず、何となれば其針軸に關する能率は零ならざればなり、其偶力は本來の一指位偶力と、余が疊に語りし連續回轉を生せんとする一の補足偶力とに分解せらるる。

(第三) 終りに、電流の一部分より受くる力は、この部分に垂直ならず。

換言すれば、磁力の一體は、消失したり。

この一體が何に依りて存立するかを見よ、一磁極の上に同一作用を及ぼす二體系は、又齊しく無限小の磁針の上、又はこの極のありしと同一の點に置かれたる電流の一部分の上にも、同一の作用を及ぼすべし。

而して若しこの二體系が、唯閉電流のみを含有するときは、此のことは眞なれども、若しこの體系が開電流を含有せしならば、アンペールの説に據りては、決して

て真ならざらむ。

例へば若し一磁極がAに置かれ、電流の部分がBに置かれるときに、其部分の方向が直線ABの延長上に在るときは、この極の上に何等の作用をも及ぼさざるべきも、之に反してこの部分は、或はA點に置かれたる一磁針の上に或はA點に置かれたる電流の一部分の上には、その作用を及ぼすべきことに注目せば足れり。

第五、感應 世人の知る如く、動電氣感應の發見はアンペールの不滅の事業の後久しからずして起りたり。

閉電流にのみ關係する限りは何等の困難もなし、ヘルムホルツは「エネルギー」不滅の原理がアンペールの動電氣學的定律より、感應の定律を演繹するに十分なるべきことを云ひたり、然れどもこれはベルトラン Bertrand の示したる一の條件の下に於てす、條件とは外に若干の臆説を許すことこれなり。

同原理は、閉電流の場合にもこの演繹を許す、但し個様なる電流は實現し得られざるを以て、結果をば實驗の検査の下に置く能はず。

若しこの解析法を開電流に於けるアンペールの理論に適用せんと欲せば、吾人を吃驚せしむる結果に到達すべし。

先づ感應は學者と實際家との善く知れる公式に依りて、磁場の變化より演繹せらるるを得ず、實に吾人の既に言ひし如く、茲には適切の意義に於ては、磁場なるものあることなし。

されど更に言ふべき事あり、若し一の環路Cが一の可變ヴォルタ體系Sの感應に従ふとき、若しこの體系Sが轉位して、何等かの方法にて變形し、その體系の電流の強さが何等かの定律に従て變化するも、その變化の後に於て、結局其最初の位置に復歸するならば、環路Cの中に感應されたる平均起電力が零なりと假定するは、當然なるが如く見ゆ。

若し環路Cが閉合し、而して體系Sが閉電流の外包容せざるるときは、この事は真なり、されど若し開電流のあるあらば、アンペールの理論を承認する以上、この事は真ならざらむ、即ち實に感應がこの語を如何なる普通の意味に用うるも、磁力の流れの變化にあらざるのみならず、又如何なる變化に由りても亦表現し得

られざらむ。

第二節 ヘルムホルツの理論 余はアンペールの理論及び其開電流の作用を理會する方法の結果について、反復論述を試みたり。

吾人が斯の如く導き來られたる命題の逆説的且つ人工的な特質を認めざることは困難なり、吾人は「かゝる事は有り得べからず」と思惟する様にせらる。

かくて吾人は、ヘルムホルツが他の或る物を探求する様に、導かれたるものと思惟す。

ヘルムホルツは、アンペールの基本的臆説、即ち電流の二つの部分の交互の作用が、之を連結する直線の方向を取れる一方に歸することを排斥せり。

彼は、電流の一部分は、唯一の力に作用せらるるものにあらずして、一力と一偶力とに作用せらるることを認定せり、是れ即ちベルトランとヘルムホルツとの有名なる論戰の起る所以なり。

ヘルムホルツは、アンペールの臆説に代ふるに、次の如き臆説を以てす、電流の二部分は、常に専ら其位置と其方位とに關する動電氣「ポテンシャル」あるを認め

しむ、而して交互に作用する力の仕事は、この「ポテンシャル」の變化に等しと、故にヘルムホルツは、アンペールよりも更に多く臆説を節減するを得ず、少くとも彼は、之を陽に述ぶることを避けざるなり。

獨り實驗し得べき閉電流の場合に於ては、二氏の理論は互に一致せり、されど他の總ての場合に於ては、全く相異なれり。

先づアンペールの假定せし所に反して、閉電流の可動部に働ける如く見ゆる力は、この可動部が孤立にして、一の開電流を構成せしとき受くるものとは同一ならず。

吾人が曩に語りし如き、固定線上に滑動する可動線より成りし環路Cに立戻らむ、實行し得べき唯一の實驗に於て、可動部は孤立せずして、閉環路の部分となす、若し其可動部がABよりA'B'に來るときは、動電氣「ポテンシャル」の總量は、二個の理由に依りて變化す、第一第一増分を受くること、何となればA'B'の環路Cに對する「ポテンシャル」は、ABのと同しならざればなり、第二第二増分を受くること、何となれば之を部分AA'及BB'のCに對する「ポテンシャル」を以て増

加するを要すればなり。

AB なる部分に、作用を及ぼす如く見ゆる力の仕事を表はすものは、即ちこの二重の増分なり。

若し、之に反して、 α が孤立の状態にあるときは、ポテンシャルは唯第一増分を受くるのみ、而して AB の上に作用する力の仕事を測定するものは、單にこの第一増分にあるのみ。

又滑動接觸なき連續回轉は存立することを得ず、何となれば是れ即ち吾人が閉電流に關して述べし如く、動電氣ポテンシャルの存在せる直接の結果なればなり。

ファラデーの實驗に於て、若し磁石が固定にして、且つ磁石の外に立てる電流の部分が、一の可動線を通過するときは、この可動部分は連續回轉を受くることを得む、されど若し線と磁石との接觸を絶ちて、閉電流をして線を通過せしむるとも、線は依然として連續回轉の運動をなさんと云ふにはあらず。

如何にも、余は一の孤立せる部分が、閉環路の部分となす所の可動部分と、同じ

作用を受けざることを言へり。

されど又他の相違あり、閉合ソレノイドの閉電流に及ぼす作用は、實驗に依り及び此二つの理論に従ひて零なり、其閉電流に及ぼす作用の如きは、アンペールに依りて零ならむ、されど其作用はヘルムホルツに依りては零ならざらむ。

是れに由りて一の重要な結果を得、吾人は曩に磁力の三定義を設けたるが、其第三は此處には何等の意味をも有せず、何となれば電流の一部分は單獨の力に作用せられざればなり、第一も亦齊しく何等の意味をも有せず、實に磁極とは何ぞと云ふに、 α は無限の線磁石の端末なり、 β の磁石は無限の「ソレノイド」にて置換へらるるを得、而して磁力の定義が意味を有するためには、須らく一の閉電流の無限「ソレノイド」に及ぼす作用が、唯この「ソレノイド」の端末にのみ及ぶを要するならむ、換言すれば閉合「ソレノイド」に及ぼす作用が零なるを要するならむ、然るに吾人はこの條件の眞ならざるを見たり。

其代りとして、第二定義、即ち磁針の方位を定めんと力むる指位偶力の測定に基ける定義を採用するには、毫も妨げなし。

されど、若し之を採用するときは、感應の效果も動電氣學的効果も、一にこの磁場の力線配置に關せざらむ。

第三節 此等の理論より起るべき困難 ヘルムホルツの理論は、アンペールの理論の上に一段の進歩を加へたるものなり、されど尙ほ總ての困難が平げらるるを要す、何れの理論に於てするも、磁場と云ふ語は意味を有せず、假令之に多少人爲的なる規約を用ゐて意味を附するども、總ての電氣學者間に普く慣用せらるる尋常の定律は適用せられ難し、一導線中に起されたる起電力が、この導線に出會ふ力線の數を以て測定せられざるは、即ち之が爲めなり。

又吾人の首肯せざるは、單に言葉及び思想の舊慣を拋棄するの困難あるが爲めのみならず、是には更に何事か加はるべきものあるなり、若し吾人が距離を來きての作用に信を置かざるときは、須らく媒質の變化に由て、動電氣學的現象を説明するを要す、所謂磁場とはこの變化の事を云ふ、然るときは動電氣學的効果は、唯この磁場にのみ關せざるべからず。

これ等の困難は、皆開電流の臆説より生ずるものなり。

第四節 マクスウェルの理論

是れ即ちマクスウェルが顯はれし時、世に行はれたる理論の中に起れる困難なりき、彼は筆を下すこと一揮にして、能く一切の困難を消散せしめたり、彼の觀念に於ては實に唯閉電流あるのみなり。

マクスウェルは、若し一の誘電媒質中に於て、電場が變化し來るときは、この媒質は電流計の上に一の電流の如く作用するものにして、彼が轉位の電流と稱する一現象の居所と成ることを認許す。

若しこの時陰陽の電氣を帯びたる二個の導體が、一の導線にて交通せる様に置かるゝときは、放電の行はるる間、この導線の中に傳導の開電流を生ず、されど之と同時に、之を圍繞せる誘電媒質中に、この傳導の電流を閉合する轉位の電流を生ず。

世人の知る如くマクスウェルの理論は、光の現象が非常に速かなる電氣擺動に基くならんと云ふ説明を導けり。

當時斯の如き概念は、何等の實驗にも憑據し得ざりし無謀なる臆説たるに過ぎざりし。

其後二十年を経て、マクスウェルの觀念は、終に實驗の確證を得るに至りたりき、ヘルツHertzは電氣擺動の一の體系を作り得ることに到達し、其運動は光の總ての性質を發生し、其相異なる所は唯波長にありて、即ち紫と赤との相異なるが如しと言ひき、彼は殆ど光の綜合を成し遂げたり。

ヘルツはマクスウェルの基本的觀念、即ち轉位の電流の電流計の上に及ぼす作用を、直接に證明せざりしと言ふ者あらむ、それは一面より考ふれば眞なり、彼が直接に證明せし所のものは、動電氣的感應が、人の信せし如くに瞬時に波及せず、光の速度を以て波及する事に在り。

但し轉位の電流なく、感應が光の速度を以て波及すと假定し、或は轉位の電流が感應効果を生じ、感應が瞬時に波及すと假定するは、此等は同一の事なり。

これ人の一見し得ざる所の事なるも、一つの解析に由りて證明し得る所の事なり、但しその解析は、此處にその約言すら企つるを得ず。

第五節 ローランドの實驗 然るに余は曩に言ひき、傳導の開電流に二種あり、先づ蓄電器又は任意の電導體の放電の電流あり。

又電氣が環路の一部分に於ては傳導に由り、又他の部分に於ては擔荷に由りて轉位しつつ、一の閉環路を畫く場合あり。

第一種の開電流につきては、疑問は解決せられたりと看做さるるを得ん、其電流は轉位の電流に由りて閉合せられたり。

第二種の開電流につきては、解決は尙一層簡單なるもの如し、若し電流が閉合せられしならば、それは擔荷の電流のものに由るの外、あり得べからざるが如かりき、之が爲めには、一の擔荷による電流、即ち運動せる發電導體が、電流計の上に作用し得ることを認許すれば可なりき。

されど實驗によりてすべき確認は缺けたり、實に力の及ぶ限り、電導體の電量と其速度とを増加するも、尙十分なる強さを獲得すること難きが如く見えたり。

この困難につき、始めて凱歌を奏せし、或は凱歌を奏すと見ゆるは、非常に敏捷なる實驗家たるローランド Rowland たり、一小圓板ありて、強き靜電氣を蓄へ、甚大なる速度の回轉をなせるとき、その圓板の傍に置かれたる無定位磁石の一系は、變向を感受せり。

實驗はローランドに由りて二回施行せられき、一回はペルリンに於てし、又一回はバルチモアに於てす、次に實驗はヒムステット Himsiedt に由りて再行せられたり、これ等の物理學者は定量的測定を成就し得たることを告示し得るとさへ信じたり。

事實上、二十餘年來、ローランドの定律は、異議なく總ての物理學者の認許する所となれり。

且つ諸事は皆この定律を確認せしむるものと見ゆぬ、電氣火花は確かに磁氣効果を生ず、而して火花に由て生ずる放電が電極の一に結合せられ、而して積載電氣と共に他の電極に轉送せらるる微分子に基けることは、真に近しと見ゆざるか、其中に電極の金屬の線を認むる所の、電氣火花の「スペクトル」は其證左にあらざるか、然るときは電氣火花は真正なる擔荷による電流ならむ。

又他方に於て、一の電解物質中に於て電氣は運動せる「イオン」に由て運ばる、故に電解物質中の電流も亦擔荷による一電流ならむ、然るに其電流は磁針の上作用す。

「カソード」線に於ても然り、クルックス Crookes は、この線をば甚だ細微にして陰電氣を帶び、且つ至大の速度にて活動する一物質の結果に歸せしめたり、換言すれば、彼は之を擔荷による電流の如く看做せり、然るにこの「カソード」線は磁石に由りて變向す、作用と反作用の相等の原理に據れば、其線も亦磁針を變向せしむるを要す。

ヘルツガ「カソード」線の陰電氣を運ばざること、及び磁針の上に作用せざること、を證明したりと信じたるは眞なり、されどヘルツは誤れり、先づペリン Perrin は、この線に由りて轉送せられたる電氣を收獲し得たるも、ヘルツは其電氣の存在を否認せり、此獨乙人ヘルツは當時未だ發見せられざりしX線の作用に基ける効果に由りて、誤られたるもの如し、次に輓近に至りて、「カソード」線の磁針の上及びす作用は、初めて明白と成れり。

されば、擔荷による電流と看做されたる、これ等の現象、電氣火花、電解物質中の電流、「カソード」線等は、皆電流計の上に同じ作用を及ぼし、而して皆ローランドの定律に適合す。

第六節 ローレンツの理論 我等は直に論歩を進めんとす、ローレンツ Lorentz の理論に據れば、傳導による電流は、うれ自身真正の擔荷による電流ならむ、電氣は電子と稱する或る物質微分子に、不可溶的に結合して存するものならむ、「ウァルタ」電流の生ずるは、物體を横過してこの電子が循環する事ならむ、ろは電導體と絶縁體とを區別し、一はこの電子の通過を許し、他は其運動を拒絶するならむと云ふ。

ローレンツの理論は甚だ感興を起さしむ、こは創見當初のマクスウエルの舊理論さへもが満足に理會せしめ得ざりし或る現象につきて、甚だ簡單なる説明を附與す、例へば光の收差、光波の部分誘發、磁氣分極、ゼーマンの實驗の如き即ち是なり。

此處にも尙二三の異論の存せるあり、一體系中に含れたる現象は、この體系の重心の移動の絶對速度に關すべきもの如くなりし、是れ吾人が空間の相對性につきて用ゐたる觀念に反す、クレミュー Crémieu に助けられ、リップマン Lippmann は「目だち」しき形に於て、この異論を立てたり、同速度の移動をなし、發電せる二個

の導體を假定せむ、この導體は相對的靜止の状態に在り、されど各體は擔荷による一電流に相當するが故に、兩體は互に相引くべし、吾人はこの引力を測定し、以て其絶對速度を測定することを得む。

ローレンツの味方は之を駁して曰く、否、斯くして測定し得べしと云ふは、其絶對速度にあらずして、其「エーテル」に對する相對的速度なり、よりて相對性の原理は安全なることを得たりと。

この末段の異論の如何に拘らず、動電氣學の堂宇は、少くとも其主眼の條項に於ては、確乎として築造せられ、諸事最も満足なる外觀の下に現はれ、存在せざる開電流につきてなせるアンペール及びヘルムホルツの理論は、もはや純然たる歴史の興味を有するに過ぎざるが如し、而して人はこの理論の導き出されたる、辨別し難き程の複雑を殆ど忘却したり。

されどこの平穩は更に輓近に至り、クレミューの實驗に由りて攪亂せられたり、其實驗は曾てローランドの得たる結果に反抗したり、或は少々も反抗する如く見わたるものなり。

明治四十二年十一月廿八日印刷
明治四十二年十二月八日發行

翻譯權所有

著者 林 鶴 一

東京市日本橋區通一丁目十九番地

發行兼者 大倉保五郎

東京市京橋區新榮町五丁目七番地

印刷所 大倉印刷所

東京市日本橋區通一丁目十九番地

發行所 大倉書店

電話本局 四一四番
振替貯金口座 二三八番

科學と臆説與付

正價金壹圓貳拾錢

科學と臆説

幾多の探究家は勉めて疑問を解かんと欲せり、而して新實驗は企圖せられたり、此等は果して如何なる結果を起すべきか、余は此書の出版約定書を書肆に渡したる日と、此書が書肆により賣出さるる日との間に於て、妄誕となり得る如き推量を敢てする事を避けんと欲す。

三二〇

(終)

之良最新最

第壹編 △ 方程式第一 (訂正)

正價金壹圓 郵税金八錢

第貳編 △ 初等幾何學 作圖不能問題 (增訂)

正價金八拾五錢 郵税金八錢

第參編 △ 不等式 (訂正)

正價金八拾錢 郵税金八錢

第四編 △ 初等幾何學 軌跡問題 (訂正)

正價金壹圓 郵税金八錢

第五編 △ 方程式第二 (訂正)

正價金壹圓五拾錢 郵税金八錢

第六編 △ 公算論 (確からしき即ぶる
ばびりての理論)

正價金壹圓拾錢 郵税金八錢

第七編 △ 行列式 (訂正)

正價金壹圓貳拾錢 郵税金八錢

第八編 △ 微積分學の基礎

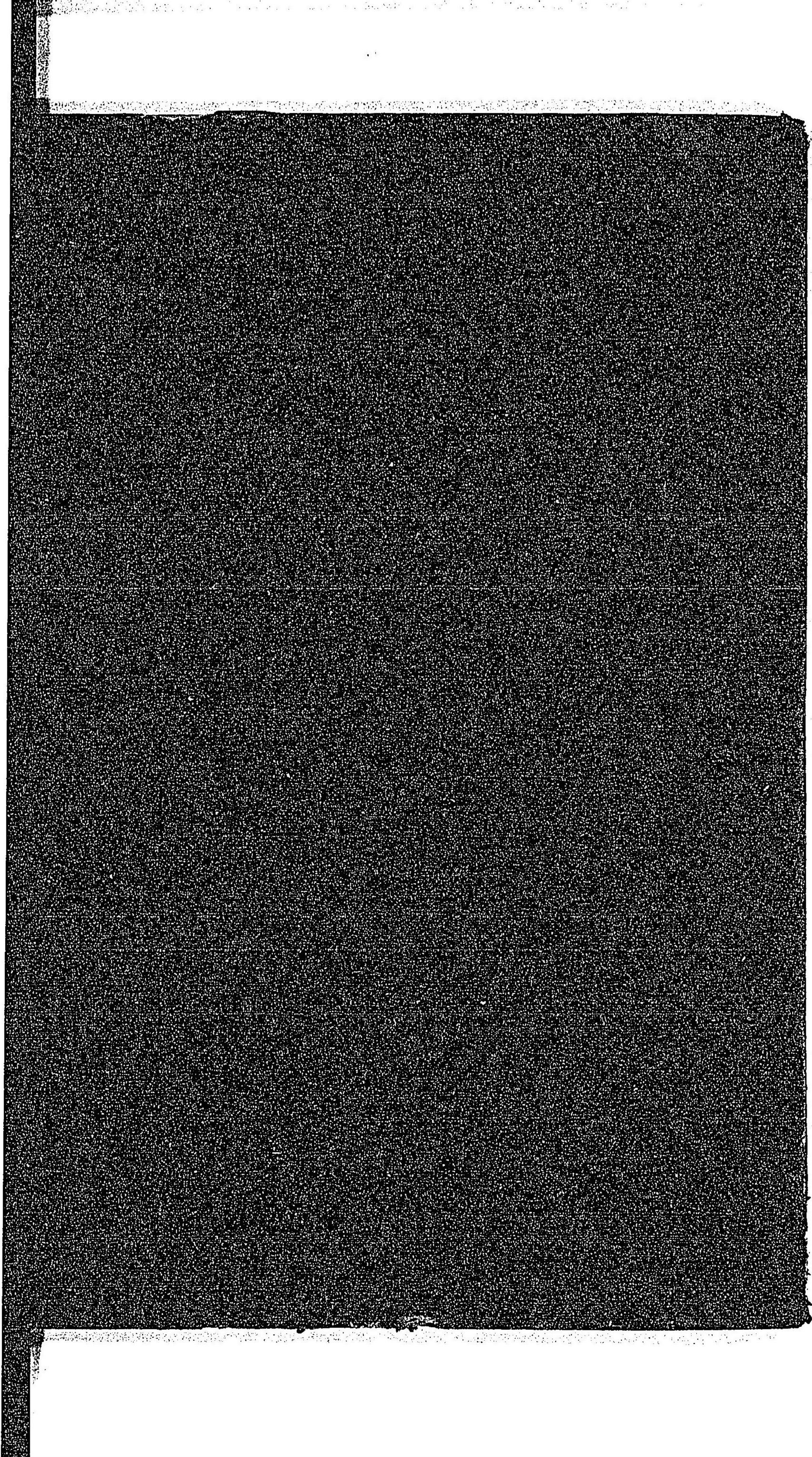
正價金壹圓二拾錢 郵税金八錢

第九編 △ 初等幾何學 極大極小問題

(近刊)

書考參界學數

328
114



328
114

052792-000-3

328-114

科学と臆説

ポアンカレ / 著

M42

CAA-0007



