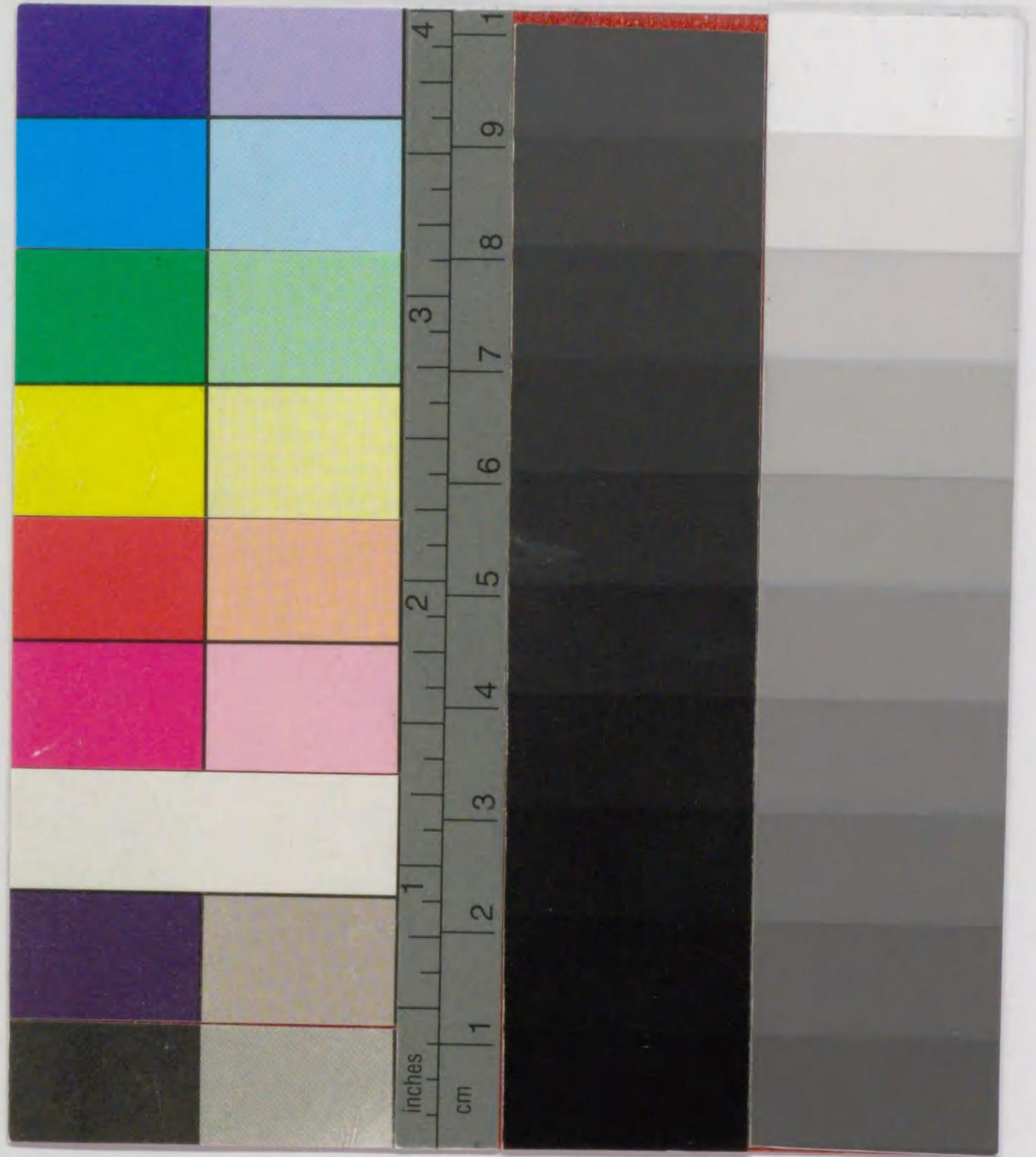
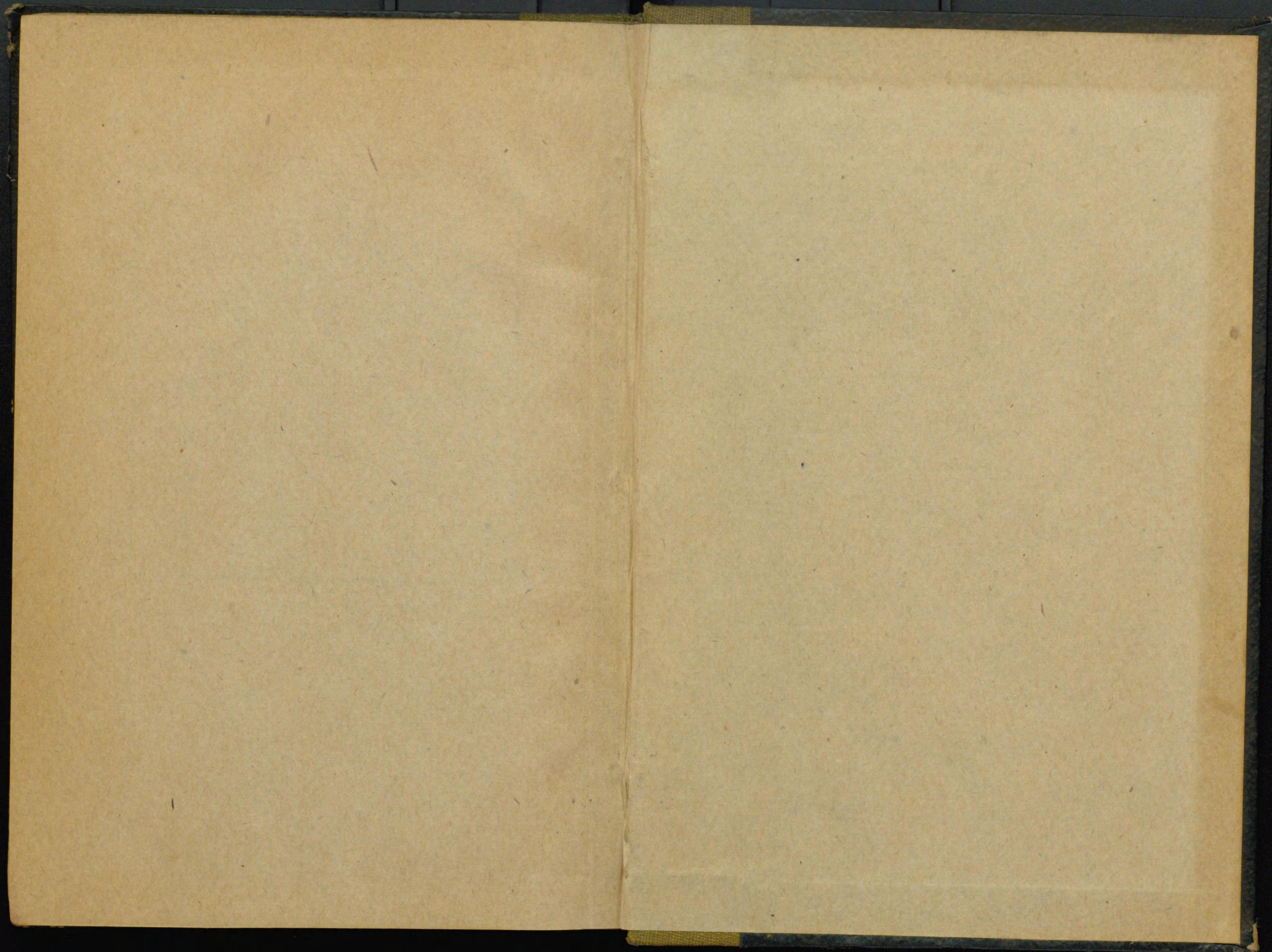
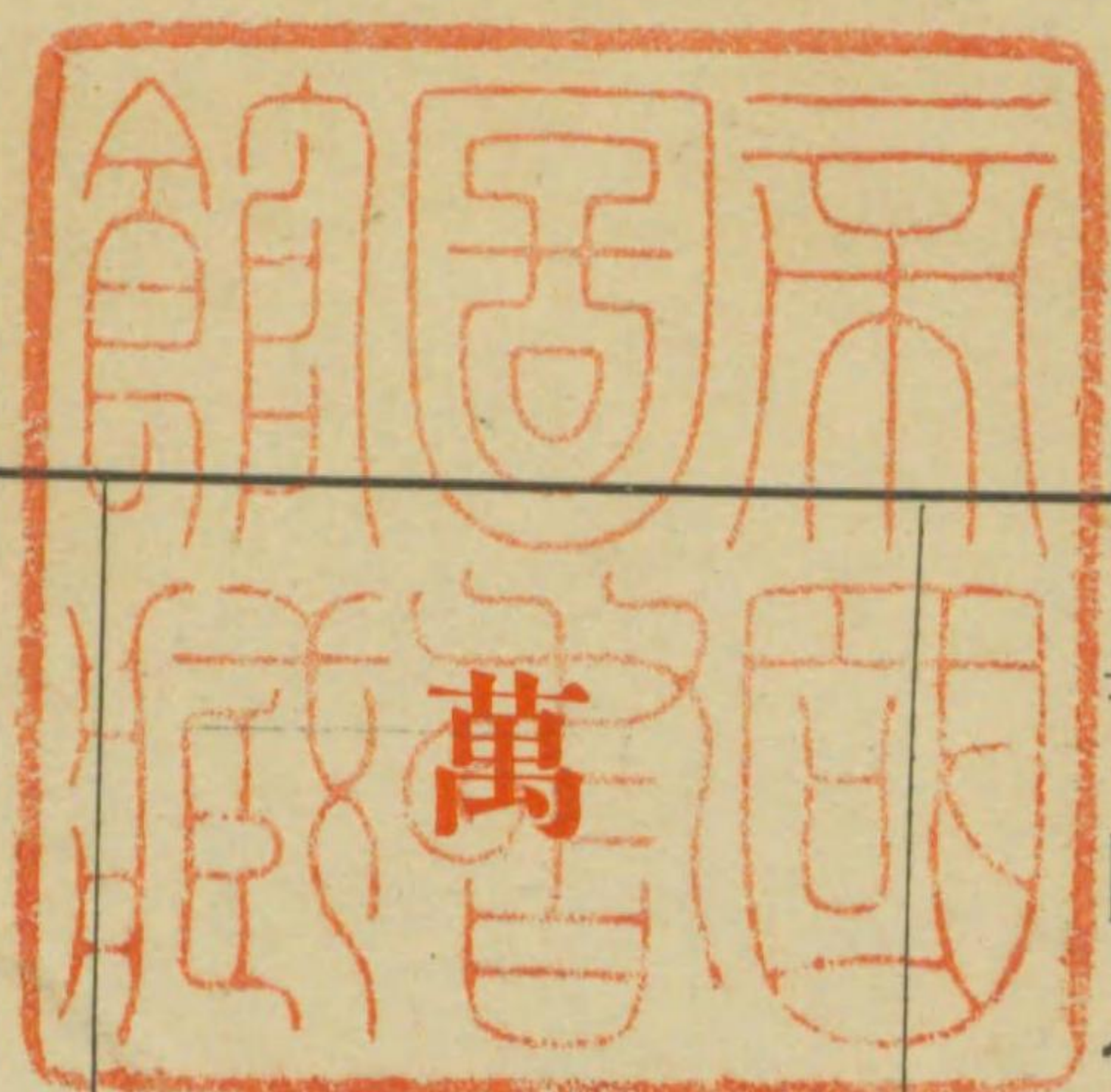


586
253

586-253
1200501524114







寺田寅彦著

萬
華
鏡

鐵
塔
書
院



自序

十餘年來色々の雑誌に出して來たものゝ中で、科學の學生或は科學に興味をもつ一般讀者に讀んで貰つてもいゝと思ふものを集めて此の一卷とする。古い方ものは自分でも存在を忘れてしまつて居たのを小林君が丹念に拾ひ集めてくれたのである。さういふ古いものを今讀み返して見ると、第一文章がまづ、内容も幼稚だと思ふものが少くない。此れは止を得ない事である。尤も、近頃書いたものを今から十年後に見れば恐らく矢張同様な感があるに相違ない。かういふものを上梓して世に示すのは結局自分の恥を曝すことである。併し十年前に書いたものは自分より十年若い學生には何かの參考になるかも知れない。今書いたものは今の自分と同じやうな道を歩いて居る人には多少の共鳴を生じるかも知れない。又多くの先覺者に取つても、大人が子供の作文から時として或る示唆を得ると同じやうな役目をつとめる可能性があるかも知れない。さう思つて小林君の勧めに従ふことにする。

其時々書いたものを集めたのであるから、同じやうな事が他の場所で何度も繰返されたりして、通讀の際には煩はしく感ぜられる處があるが、此れも其儘にする外はない。

古い方の諸篇では特にマッハやポアンカレの書物から受けた影響の可也著しいことに気がつく。恐らく嚴密な意味での自分の創見などは甚だ稀薄なものであらうと思はれる。此れは改めて斷つておく必要がある。

唯昔書いたものゝ中に現はれて居る著者の夢のやうな空想のうちの或物で、其後の科學の進歩の中にいくらか確められ或は開拓されたと思はれるものがある。此れは勿論身勝手な解釋から、唯自分だけにさう思はれるだけかも知れない。併し少くもさう思ふことが、敢て恥を曝して此の集を出すに就ての一つの機縁となつたのである。

要するに唯一人の老學生の覺束ない思索の日記斷片として見て貰へば一番間違ひはない。

玩具の萬華鏡カレイドスコープをぐる／＼廻しながら覗いて見ると色々の美しい形像が現はれる。此の書の内容の實體は畢竟此の玩具の中に入れてある硝子の破片と同様なものに過ぎないかも知れない。併し若し讀者の腦裡に存在する微妙な反射鏡の作用によつて、そこに何等かの對照的系統的な

立派な映像が出現すれば仕合せである。さう思つて書物の名を「萬華鏡」とする。

昭和四年二月十九日

目次

自然現象の豫報……………一
科学者と藝術家……………二五
方則に就て……………四一
時の觀念と「エントロピー」並に「プロバビリテイ」……………六一
物理学と感覺……………七一
物理学實驗の教授に就て……………八九
科学上の骨董趣味と温故知新……………一〇一
言語と道具……………一一一

相對性原理側面觀……………一一九

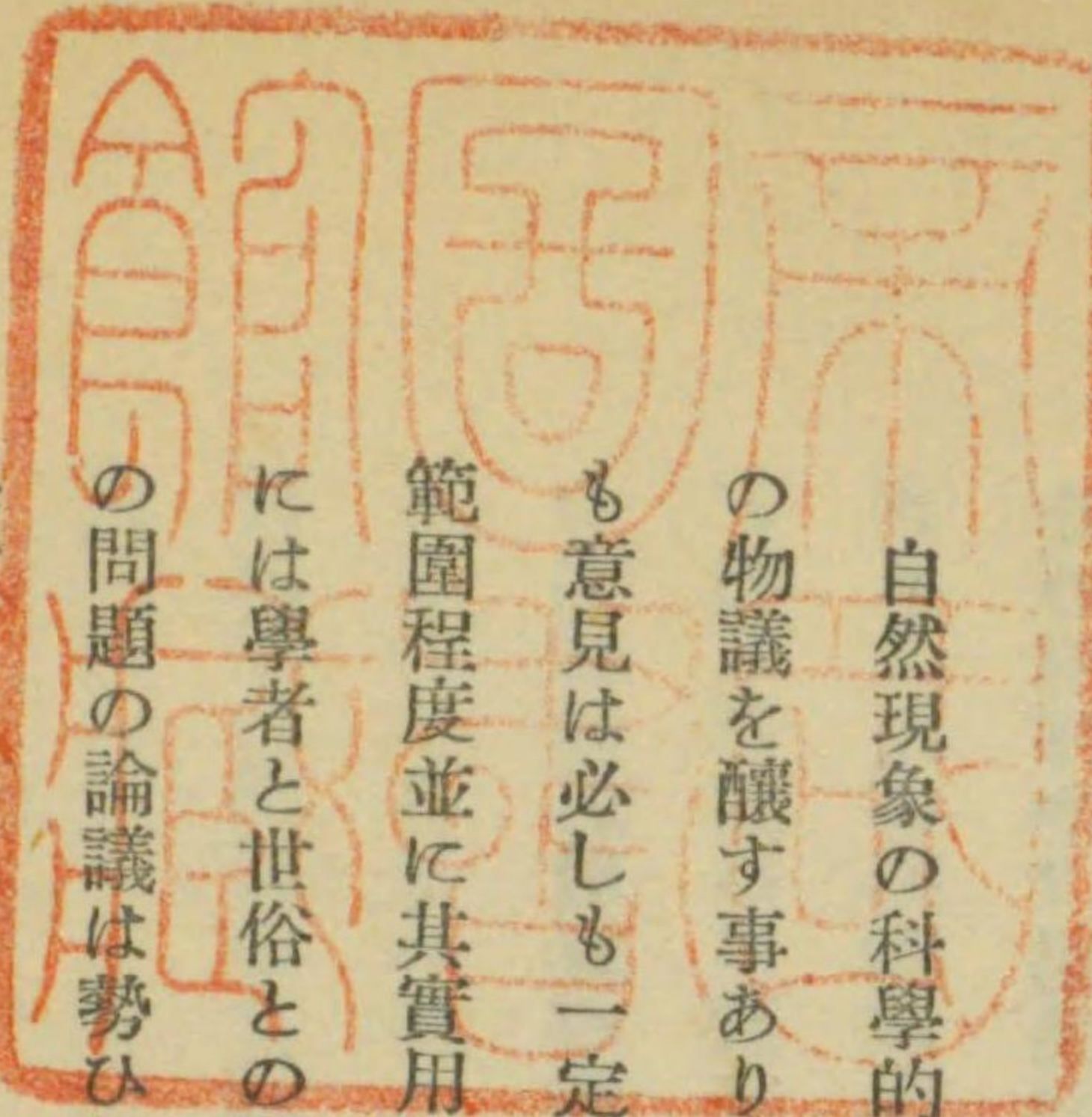
電車の混雜に就て……………一三七

怪異考……………一五五

化物の進化……………一七一

比較言語學に於ける統計的研究法の可能性に就て……………一九三

自然現象の豫報



自然現象の科學的豫報に就ては、學者と世俗との間に意志の疏通を缺く爲、往々にして種々の物議を醸す事あり。又個々の場合に於ける豫報の可能の程度等に關しては、學者自身の間にも意見は必しも一定せざる事多し。左の一篇は、一般に豫報の可能なる爲の條件や、其可能の範圍程度並に其實用的價價の標準等に就て卑見を述べ、先覺者の示教を仰ぐと同時に、又一面には學者と世俗との間に存する誤解の溝渠を埋むる端緒ともなさんとするものなり。元來此種の問題の論議は勢ひ抽象的に傾くが故に、外觀上往々形而上的空論と混同さるゝ虞あり。科學者にして此の如き問題に容喙する者は、其本分を忘れて邪路に陥る者として非難さるゝ事あり。然れ共實際は科學者が科學の領域を踏み外す危険を防止する爲には、時に此等の反省的考察が却て必要なるべし。特に豫報の問題の如き場合に於ては然りと信ず。余が不敏を顧みず茲

に二三の問題を提起して批判を仰ぐ所因も亦此に外ならず。唯徒らに冗漫の辭を羅列して問題の要旨に觸るゝを得ざるは深く自ら慚づる所なり。此れに依て先覺諸氏の示教に接する機を得ば實に望外の幸なり。

一

或る自然現象の科學的豫報と云へば、其現象を限定すべき原因條件を知りて、該現象の起ると否とを定め、又其の起り方を推測する事なり。此れは如何なる場合に如何なる程度迄可能なりや。此の問題が直ちに又一般科學の成立に關する基礎問題に聯關する事は明なり。併し因果律の解釋や、認識論學者の取扱ふ如き問題は、余の茲に云爲すべき所にあらず。唯物理學上の立場より卑近なる考察を試むべし。

嚴密なる意味に於て「物理的孤立系」なるものが存せず、即ち「萬物相關」といふ見方よりすれば、一つの現象を限定すべき原因條件の數は殆んど無限なるべし。其れに拘らず現に物理

學の如きものゝ成立し、且つ實際に應用され得るは如何。此れは要するに適當に選ばれたる有限の獨立變數にて或る程度迄所謂原因を代表し、所謂方則によりて結果の一部を豫報し得るに依る。此れには所謂原因と稱するものゝ概念の抽象選擇の仕方が問題となる。此れは結局經驗によつて定まるものにして、原因の分析といふ事自身が既に經驗的方則の存在を豫想する事は明なり。物理的科學發展の歴史に遡れば、到る處此の如き方則の豫想によつて原因の分析、即ち最も便宜なる獨立變數の析出に勉めたる痕跡を見出し得べし。而して此の試みが成効して今日の物理的自然科学となれり。力學に於ける力、質量等の如き、熱力學に於ける溫度エントロピーの如き是れなり。此等の概念と定義とが方則の云ひ表はしと切り離し難きは此の爲なり。物理的自然現象を限定すべき條件等が凡て此等の有限なる獨立變數にて代表され得るや否やは別問題として、現在の物理學的科學の程度に於て、從來の方法によりて豫報をなし得る範圍は如何なるべきかと當面の問題なり。

先づ從來の既知方則の普遍なる事を假定せば、凡ての主要條件が與へらるれば結果は定まると考へらる。併しながら實際の自然現象を豫報せんとする場合に、此の現象を定むべき主要條

件を遺漏なく分析する事は必しも容易ならず。故に各種原因の重要な度を比較して、影響の些少なるものを度外視し、所謂「近似」を求むるを常とす。而して此等原因の取捨の程度に應じて種々の程度の近似を得るものと考ふ。此の方法は物理的科學者が日常使用する所にして、學者に取りては恐らく自明的の方法なるも、世人一般に對しては必しも然らず。學者と素人との意思の疏通せざる第一の素因は既に此處に胚胎す。學者は科學を成立させる必要上、自然界に或る秩序方則の存在を豫想す。従つて或る現象を定むる因子中より第一に所謂偶發的突發的なるものを分離して考ふれ共、世人は此の區別に慣れず。一例を擧ぐれば、學者は掌中の球を机上に落す時此れが垂直に落下すべしと豫言す。然るに偶然窓より強き風が吹き込みて球が横に外れたりとせよ。俗人の眼より見れば此の豫言は外れたりと云ふ外なかるべし。併し學者は初め不言裡に「此の如き風なき時は」と云ふ前提をなし居たるなり。此の前提が實用上無謀ならざる事は數回同じ實驗を繰返す時は自ら明なるべきも、兎に角茲に豫言者と被豫言者との期待に一種の齟齬あるを認め得べし。

次には近似の意義に關する意見の齟齬が問題となる。學者が第一次近似を以て甘んずる時、

7

世人は却て第二次近似或は數學的の精確を期待する場合もあり。此れは後に詳説する天氣豫報の場合に於て特に著し。此の如き見解と期待との相違より生ずる物議は世人一般の科學的知識の向上と共に減ずるは勿論なれ共、一方學者の側に於ても、科學者の自然に對する見方が必しも自明的、先驗的ならざる事を十分に自覺して、然る後世人に對する必要もあるべし。(此點は、單に豫報のみの問題に限らず一般科學教育を施す人の注意すべき點なるべしと信ず。中學校にて始めて物理學を學ぶ際に「何故に此の如く考へざるべからざるか」との疑問が暗々裡に學生の腦裡に起りて何人も此れが解決を與へざるが故に、力と云ひ、質量と云ひ、仕事と云ふが如き言葉は、恰も別世界の言葉の如く聞え、しかも此等の考が先驗的必然のものなるに拘らず自分は此れを理解し得ずとの悲觀を懷かしむる傾向あり。世人一般の科學に對する理解と興味とを増進するには少くも中等教育に於て科學的認識論方法論の初歩を授くるも無用にはあらざるべし。)

扱て従来の科學の立場より考へて、凡ての主要原因が與へられたりと假定すれば結果は常に單義的に確定すべきか。此れは稍注意深き考慮を要する問題なり。

所謂精密科學に於ても吾人は偶然と名づくるものを許容す。是れ一般に部分的の無知を意味す。即ち條件を悉く知らざる事を意味す。如何なる測定をなす際にも直接間接に定め得る數量の最後の桁には偶然が随伴す。多くの世人は精密科學の語に誤られて此點を忘却するを常とす。一層偶然の著しき場合は、例へば鉛筆を尖端にて直立せしめ、此れが何れの方向に倒るゝかといふ場合、或は賽を投げて何點が現はるゝかといふ如き場合なり。此等の場合に於ても、若し凡ての條件が何處迄も精しく與へられ居れば結果は必ず單義的に定まるべしといふが所謂科學的定數論者の立場なり。此れは恐らく大多數の科學者の首肯する所なるべし。併し實際には此等の凡ての條件が知り難き故に結果の單義性は問題となる。

抽象的、數學的に考ふれば複義性なる函數は無數に存在す。例へばファン・デル・ワール等の理論に従へば、瓦斯體の壓を與ふれば其體積には三種の可能價ある事となる。此の理論の當否は問はざるも抽象的に此の事は可能なるべし。今此の如き場合にも天然現象は必ず單義的に起るとすれば、其は如何なる理由によるべきか。茲に「安定度」とか「公算」とかいふ言葉が科學者の腦裡に浮ぶべし。茲に吾人は科學と形而上學との間の際どき境界線に逢着すべし。熱力學にエントロピーの觀念の導入され、又エントロピーと公算との結合を見るに到りし消息も亦茲に到つて自ら首肯さるべし。

安定や公算の意味に關する議論は姑く措き、種々の可能法ある場合にも各々の公算を比較する時、吾人の經驗は其中の一つが特に大なるべしと期待せしむる傾向を有す。實際多くの場合に此の期待は吾人を欺かず。然れ共豫報といふ事に聯關して重大なる問題はそれが「常に然るか」といふ事なり。

單義性といふ言葉にも種々の意味あり。數學的、絶對的の單義性といへば、一は何處迄も一にて二は必ず二なるべし。併し自然現象に偶然を許容すれば吾人の當面の問題は公算的單義性

なり。即ち公算曲線の山が唯一なりやといふ事が刻下の問題なり。扱て凡ての場合に此れは唯一なりや。然らざる場合は一般には多數あるべし。例へば馬の鞍の形をなせる曲面の背筋の中点より球を轉下すれば球の経路には二條の最大公算を有するものあるべし。又或る時間内に降れる雨滴の大きさを驗する時は其大さの公算曲線には數個の山を見出すべし。此等の場合を總括するに、いづれも嘗てポアンカレの述べし如く「原因の微分的變化が結果の有限變化を生ずる場合」に當るを見る。自然現象豫報の可能程度を論ずる際に忘るべからざる標準の一つは此處に係る。後に更に實地問題に就て述ぶる事とせん。

次に原因を定むる獨立變數と稱するもの、性質が問題となる。變數が長さ、時間、或は此等の合成によりて得らるゝものならば比較的簡單なれ共、例へば物體の溫度、荷電等の如き性質のものが與へられたりとせよ。若し物體の内部構造等に立ち入らざるマクロスコピックの見方よりすれば此等の量は直ちに物體の状態を單義的に指定すれ共、此れに反し分子説、電子説の立場よりミクロスコピックの眼にて見れば此等の量にては物體の内部狀況は單義的には指定されず殆んど無限に複義的にして吾人の知り得るは實に唯其の統計的單義性に外ならず。此場合に

に單に溫度を與へても各分子個々の運動を豫報すべくもあらず。

例へば又過飽和の状態にある溶液より結晶が析出する場合の如き、此れが何時結晶を始め、又結晶の心核が如何に分布さるべきかを精密に豫報せんとする時、單に溫度従つて飽和度を知るのみにては的中の見込は極めて小なるべし。唯吾人は過飽和度の増加に伴うて結晶析出を期待する公算を増す事を知り、又結晶中心の數につきても公算的に或る期待をなす事を得るに過ぎず。然るに若し人間以上の官能を有する所謂マクスウェルの魔の如きものありて、分子一つ一つの排置運動を認め其運動や結合の方則を知りて計算するを得ば、少くも吾人が日蝕を豫報する位の確かさを以て此等の現象を豫報するを得べし。

三

今天然に起る現象を豫報せんとする際に感ずる第一の困難は、其現象を限定すべき條件の複雑多様なる事なり。

實驗室に於て行ふ簡單なる實驗に於ては此等條件を人為的に支配し制限し得る便あり。しかも最も簡單なるデモンストレーション的實驗に於てすら、用意の周到ならざる爲、條件の唯一つを看過すれば實驗の結果は全く豫期に反する事あるは吾人の往々經驗する所なり。此等の失敗に際して實驗者當人は、必要條件が具備すれば、結果は豫期に合すべきを信するが故に敢て惑ふ事なしとするも、未だ科學的の思辨に慣れず原因條件の分析を知らざる一般觀者は不滿を禁する能はざるべし。又場合により實驗の結果が半ば或は部分的に豫期に合すれば實驗者たる學者は其の適合せる部分だけを抽出して自己の所説を確かむれども、此の如き抽象的分析に慣らされざる世俗は了解に苦しむ事もあるべし。

此の如き困難は天然現象の場合に最も著しかるべし。試に先づ天氣豫報の場合を考へん。

太古の時代より天氣豫報の試みは行はれたれども、分析的科學の發達せざりし時代には、天氣を限定すと考へられし條件、或は獨立變數が極めて亂雜なる非科學的のものなりしなり。尤も雲の形狀運動や、風向、氣溫の如き今日の所謂氣象要素と名づくるものゝ表示に據りたる事もあれど、同時に又動物の舉動や人間の生理狀態の如き綜合的の表現をも材料としたり。此の

如き材料も場合によりては敢て非科學的とは稱し難きも、兎に角物理學的方法を應用する場合の獨立變數としては不適當なるものなりしなり。今日の氣象學に於て所謂氣象要素と稱するものは此れに反して物理學の基礎の上に設定されたるものにして、此等を材料とせる豫報は純然たる物理學的の豫報に外ならず。従つて物理學上の豫報に就て感ぜらるゝ困難も亦同時に隨伴し、殊に條件の多數なる爲に其困難は一層増加すべし。此の如き場合には所謂主要條件の選擇が重要なは既に述べたるが如し。現今の物理的氣象學の立場より考へて今日の所謂要素の數は大體に於て理論上主要の項を悉したりと考へらる。然るに實用上の問題は如何なる程度迄此等の要素を實測し得るかといふ事なり。測候所の數には限りあり、觀測の範圍、回數にも限定あり。特に高層觀測の如き一層此の限定を受くる事甚し。其れにも不拘現に天氣豫報が其科學的價値を認められ、實際上或る程度迄成效し居るは如何なる理由によるべきか。

數十里、數百里を距てたる測候所の觀測を材料として吾人は所謂等溫線等壓線を描き、或は風の流線の大勢を認定す。此の際吾人の行爲に裏書きする根據は何處にありやといふに、第一に此等要素の空間的時間的分布が規則正しきといふ事なり。換言すれば此等要素の時間的空間

的微分係数が小なりといふ事なり。此れが小なる時に等温線や等圧線は有意義となり、此れに物理學上の方則が應用さるゝなり。

今鋭敏なる熱電堆を以て氣温を測定する時は、如何なる場合にも一尺を距てたる二點の温度は一般に同じからず。此の差は數秒或は數分の不定なる週期を以て急激に變化するを見出すべし。即ち小規模、短週期の變化を特に注意すれば上の微分係數は決して小ならず。此の如き眼より見れば實際の等温線は大小無數の波狀凹凸を有し此れが寸時も止まず蠢動せるものと考へざるべからず。此の如き狀態を精密に豫報する事は如何なる氣むづかしき世人も敢て望まざるべし。併し今少しく規模を大きくして一村、一市街の幅員と同程度なる等温線の凹凸や其時間的變化となれば既に世人の利害に直接間接の交渉を生ずるに至る事あり。積雲の集團が或る時間内に或る村の上を多く過ぐるか少く過ぐるかは、時には其村民に取りては可也重大なる場合もあるべし。小區域の驟雨が其市街を通過するか、其近郊のみを過ぐるかは其市民に取りては無差別にはあらず。然れ共此の如き小規模の現象の豫報をなし得る爲には、(此の豫報が可能としても) 少くも測候所の數を現在の數百倍數千倍に増加せざるべからず。

現在の天氣豫報は此の如き要求を充す爲のものにあらず。各測候所の平均領域の幅員に比して微細なる變化は度外視し、定時觀測期間の長さに比して急激なる變化をも省略して近似的等温線或は等圧線を引くに過ぎず。例へば土地山川の高低圖を作る際に道路の小凹凸、山腹の小さき崖崩れを省略するに同じ。此れを省くとも鐵道運河の大體の設計には何等の支障を生ずる事なかるべし。此れに反して荷車を挽く勞働者には道路の小凹凸は無意味にあらず。墓地の選定をなさんとする人には山腹の崖崩れは問題となるべし。

世人の天氣豫報に對する誤解と不平は畢竟此の點に係る。二十萬分の一の地圖を手にして道路の小凹凸を索め、物體の温度を知りて其分子各個の運動を知らんとすると同様なる誤解に起因す。

四

次に地震豫報の問題に移りて考へん。地震の豫報は果して可能なりや。天氣豫報と同じ意味

に於て可能なりや。

地震が如何にして起るやは今も猶一つの疑問なれども、兎も角も地殻内部に於ける弾性的平衡が破るゝ時に起る現象なるが如し。此れが起ると否とを定むべき條件につきては吾人未だ多くを知らず。即ち天氣の場合に於ける氣象要素の如きものが未だ明に分析されず。此點に於ても既に天氣の場合と趣を異にするを見る。

地殻の歪が漸次蓄積して不安定の状態に達せる時、適當なる第二次原因例へば氣壓の變化の如きものが働けば地震を誘發する事は疑なきものゝ如し。故に一方に於て地殻の歪を測知し、又一方に於ては主要なる第二次原因を知悉するを得れば地震の豫報は可能なるらしく思はる。此の期待は如何なる程度迄實現されべきか。

地下の歪の程度を測知する事は或る程度迄は可能なるべく、又主なる第二次原因を知る事も可能なるべし。今假りに此等が凡て知られたりと假定せよ。

更に事柄を簡單にする爲、地殻の弱點は唯一箇所に止り、地震が起るとせば必ず其點に起るものと假定せん。且つ又第二次原因の作用は毫も履歴効果を有せず、即ち單に現在の状況のみ

によりて事柄が定まると假定せん。此の如き理想の場合に於ても地震の突發する「時刻」を豫報する事は可也困難なるべし。何となれば此の場合は前に述べし過飽和溶液の晶出の如く、現象の發生は吾人の測知し得るマクロスコピックの状態よりは、寧ろ吾人に取りては偶然なるミクロスコピックの状態に依りて定まると考へらるゝが故なり。換言すればマクロスコピックなる原因の微分的變化は結果の有限なる變化を生ずるが故なり。此の場合は重量を加へて糸を引き切る場合に類す。併し兎も角も歪が増すに従つて現象の發生を期待する公算の増加するは勿論にて、従つて歪が或る程度に達する迄は現象は起らずと安心すべき根據を與ふべし。此の場合に當り、時と共に現象の發生に對する期待の増加する狀況を示す線が與へられたりとせよ。而して此の曲線の傾斜が甚だ緩にして十年二十年或は人間一代の間に著しき變化を示さぬ如きものならば如何なるべきか。此の場合には箇々の人間に取りての豫報の實用的價値は極めて少かるべし。

次に上の假想的の場合に於て現象の發生する時期が或る程度迄知られたりと假定せよ。此の場合に起る地震の強弱の度を如何程迄豫知し得べきか。單に糸を引き切る場合ならば簡單なれ

共、地殻の如き場合には破壊の起り方には種々の等級あるべし。破壊が唯一回に終らず、數回の段階的變化によるとすれば、此等の推移中に歪の變化は複雑に起り、場合によりては毎回地震の強度は微弱なる事もあるべく、又時には其中に強震を生ずる事もあるべし。此の如き差別が偶然的局部的の異同に支配さるゝとせば、廣區域に亘るマクロスコピックの平均状態を知るのみにては信憑すべき實用的豫報は不可能に近し。

上記の如き地殻の弱點が一箇所に止らず、多數に分布され居る場合には更に困難なり。此の場合には第一に此等の分布を知り、又凡ての弱點に對する歪の限界値を知り、同時に凡ての弱點に於ける歪の刻々の現状を知るを要す。假りに此等が知られたりとするも、多數の弱點が同時に不安定に近づく時、其何れが先づ變化を始むべきかは所謂偶然の決する所なるべし。此の場合に於ても豫報の意味は世人の期待と甚しく離反すべし。

實際の地殻に於ては其の弱點の分布は必しも簡單ならず、而も各々の弱點は相互に獨立ならず、何等かの關係を有すべく、特に一層事柄を複雑にするは、地殻岩石の弾性履歴効果の著しき事なり。此等が悉く知られたりとするも、現象の性質上、原因の微分的變化に對して、結果

の變化は有限にして且つ其單義性も明ならず。具體的に云へば地沁り等が或る限界内に止れば、其だけにて止むも、少しにても此れを超れば他の弱點の破壊を誘起して更に大なる變動を起す事もあるべく、其際如何なる弱點が誘發さるゝやは又偶然的なる地下の局部的構造によると考へらる。

此の如き場合に普通の簡單なる公算論の結果を應用せんとするには至大の注意を要する事は明なるべし。

五

豫報の可能不可能といふ事は、考へ方によれば餘りに無意味なる言葉なり。例へば今月中少くも各一回の雨天と微震あるべしといふ如き豫報は何人も百發百中の成効を期して宣言するを得べし。茲に問題となるは豫報の實用的價值を定むべき標準なり。

豫報によりて直接間接に利便を感すべき人間の精神的物質的狀態は時並に空間と共に變化し

つゝあり。従つて自然界の或る状態が其人間に有利なるか不利なるかは時と場所とによりて變化す。例へば水草を追つて移牧する未開人に取りては時と共に利害の係る土地の範圍を移動す。又一つの都府の市民といふ如き抽象的の團體を考ふる時は其要素たる各個人とは獨立に時と共に不變なる標準も考へらるれ共、一般には必しも然らず。例へば一般の東京市民に取りては、夜半の小雨は敢て利害を感じざるべきも晝間の雨には無頓着ならず。又平日一般の日本國民は京都市の晴雨に對しては冷淡なるも御大典當時は必しも然らざるべし。

數學的の言葉を借りて云へば、各個人、市民、或は國民が或る現象に對して利害を感じる範圍は時間と空間とより組成されたる四元空間中に於て、或る面にて圍まれたる部分にて示す事を得べし。此の部分は單獨なる場合も、數個なる場合もあるべし。

自然現象の豫報も亦同様に、時と空間の或る範圍内に指定する時に始めて意義あるものとなる。例へば明日中某々地方に降雨あるべしといふが如し。此等の豫報が普通世人に取りて實用的價值を有する爲の條件は、思ふに「其現象の爲に利害を感じすべき個人或は團體の利害を感じる範圍領域の大きさに對して、豫報の指定する範圍の大きさが比較的大ならず、且つ前者に對する

後者の位置の公算的變化の範圍の小なる事」なり。

具體的の例を擧ぐれば、東京市民に取りては「明日正午迄京濱地方西北の風晴」と云ひ、或は「本日午後驟雨模様あり」といふが如きは多數の世人に有用有意義なり。又若し「一週間に東海道の大部分に降雨あるべし」との豫報をなし得たりとせば、東京市民に取りては極めて漠然たる印象を與ふべし。是れ豫報の範圍が東京市民の日常生活上雨に關して利害を感じる範圍に比して餘りに大なるが故なり。然れ共連日雨に渴する東海道の農民に取りては此の豫報は非常の福音たるに相違なかるべし。

次に地震の場合如何。若し假りに「來る六七月の頃、東京地方に破壊的地震あるべし」との豫報が科學的になし得られたりと假定せよ。此れが十分の公算を有する事が明なれば市民は十分の覺悟を以て變に備ふべし。次に「今後五十年内に日本南海岸の中一部分に強震あるべし」といふ事が餘程確實なりと假定せよ。此の豫報は各個の市民に取りては幾分漠然たる豫言者の聲を聞くが如き思あるべし。五十年は個人の生命に對して餘りに短からず。其間に個人の生命も住所も如何になるべきか明ならざるなり。然れ共日本政府の眼より見れば五十年は決して長

からず、南海岸は邦土の一部分なり。此の豫報がなし得らるれば此れによりて國家が享くべき直接間接の利益は少からざるべし。

噴火の場合も此れに同じ。假りに科學的に信憑すべき根據よりして、來る六十年乃至七十年間に某火山系に活動を豫期し得るとせば、個人に對しては兎も角、一縣一道の爲政者に取りては多大の參考となるべし。

豫報者と被豫報者との意志の疏通せざる手近き原因は、豫報の指定する範圍と被豫報者の利害範圍の大きさの相違と其の公算的不整合を許容する程度の差異に歸すべしと思はる。

最後に卑近なる例を擧げて所説を補はん。木の葉をつたひ歩く蟻に取りては一粒一粒の雨滴の落つる範圍を方數耗の内に指定する事が必要なれ共、吾人人間には多くの場合に唯雨量と稱する統計的の數量が知らるれば十分なり。

六

以上述べたる所に基き、又現在科學の進歩程度に鑑みて天氣豫報と地震豫報とを對照すれば其間に多大の差違あるを認めざるを得ず。

現在の氣象觀測制度を以てすれば各氣象區域に於ける大體の天氣の推移を豫知する事は十分可能にして、觀測の範圍の擴張につれて的中の公算を増すべしと考へらる。然れ共每平方里に於ける雨量の異同を豫言するが如きは望み難かるべし。

地震の場合に於ては、未だ氣象要素に相當すべき條件さへ明白ならず。従つて解析的方法を取るべき材料未だ具備せず。此等が一通り具備したる曉に於ても現象の偶然性を除く程度迄精しく此れを知悉する困難は現象の性質上甚だ大なるべし。此の如き場合には公算論の指示する統計的方法を取る外なかるべきも、公算が變數の連續函數なりと斷定し難く、又最大公算を有する場合が唯一ならざる場合には特別に慎重なる考慮を要すべし。

地震豫報をして天氣豫報の如き程度迄有効ならしむるには如何なる方向に研究を進むべきかは重要な問題なり。物理學上の問題としては、地殼岩石の彈性に關する各種の實驗の如きは極めて肝要なるべし。一方に於ては統計的に所謂第二次原因の分析を試むるも有益なり。然れ

共統計に信頼する爲には統計の基礎を固むる必要あるべし。普通公算論の適用さるゝ簡單なる場合に於ても場合の數が小なる時は自然の表現は理論の指示する所と大なる懸隔を示す事あり。此れも忘るべからざる事なり。なほ一般彈性體の破壊に關して其弱點の分布や相互の影響或は破壊の段階的進歩に關する實驗的研究を行ひ、破壊といふ現象に關する何等かの新しき方則を發見する事も必しも不可能ならざるべし。即ち從來普通に考ふる如く、彈性體を等質なるものと考へず複雑なる組織體と考へて其の内部に於ける弱點の分布の狀況等に關し全く新しき考よりして實驗的研究を積むも無用にあらざるべきか。

(大正五年二月五日)

科學者と藝術家

藝術家にして科學を理解し愛好する人も無いではない。又科學者で藝術を鑑賞し享樂する者も随分ある。しかし藝術家の中には科學に對して無頓着であるか、或は場合によつては一種の反感を抱くものさへある様に見える。又多くの科學者の中には藝術に對して冷淡であるか、或は寧ろ嫌忌の念を抱いて居るかのやうに見える人もある。場合によつては藝術を愛する事が科學者としての墮落であり、又恥辱である様に考へて居る人もあり、或は文藝といふ言葉から直ぐに不道德を聯想する潔癖家さへ稀にはある様に思はれる。

科學者の天地と藝術家の世界とはそれ程相容れぬものであらうか、此れは自分の年來の疑問である。

夏目漱石先生が嘗て科學者と藝術家とは、其職業と嗜好を完全に一致させ得るといふ點に於

て共通な者であるといふ意味の講演をされた事があると記憶して居る。勿論藝術家も時として衣食の爲に働かなければならぬと同様に、科學者も亦時として同様な目的の爲に自分の嗜好に反した仕事に骨を折らなければならぬ事がある。併し其様な場合にでも、其仕事の中に自分の天與の嗜好に逢着して、何時の間にか其れが仕事であるといふ事を忘れ、無我の境に入り得る機會も少くない様である。況んや衣食に窮せず、仕事に追はれぬ藝術家と科學者が、それ／＼の製作と研究とに没頭して居る時の特殊な心的状態は、其間に何等の區別をも見出し難い様に思はれる。しかしそれだけのことならば、或は藝術家と科學者のみに限らぬかも知れない。天性の獵師が獲物を狙つて居る瞬間に經驗する機微な享樂も、樵夫が大木を倒す時に味ふ一種の本能満足も、此れと類似の點がないとはいはれない。

しかし科學者と藝術家の生命とする所は創作である。他人の藝術の模倣は自分の藝術でないと同様に、他人の研究を繰返すのみでは科學者の研究ではない。勿論兩者の取扱ふ對象の内容には、それは比較にならぬ程の差別はあるが、其處に又可也共有な點がないでもない。科學者の研究の目的物は自然現象であつて其中に何等かの未知の事實を發見し、未發の新見解を見出

さうとするのである。藝術家の使命は多様であらうが、其中には廣い意味に於ける天然の事象に對する見方と其表現の方法に於て、何等かの新しいものを求めようとするのは疑もない事である。又科學者が此様な新しい事實に逢着した場合に、其事實の實用的價值には全然無頓着に、其事實の奥底に徹底する迄此れを突き止めようとすると同様に、少くも純眞なる藝術が一つの新しい觀察創見に出逢うた場合には、其の實用的價值などには顧慮する事なしに、其の深刻なる描寫表現を試みるであらう。古來多くの科學者が此の爲に迫害や愚弄の焦點となつたと同様に、藝術家が其爲に悲惨な境界に沈淪せぬ迄も、世間の反感をかうた例は尠くあるまい。此様な科學者と藝術家とが相逢うて肝膽相照らすべき機會があつたら、二人は恐らく會心の握手を交すに躊躇しないであらう。二人の目差す所は同一な眞の半面である。

世間には科學者に一種の美的享樂がある事を知らぬ人が多いやうである。しかし科學者には科學者以外の味ふ事の出來ぬやうな美的生活がある事は事實である。例へば古來の數學者が建設した幾多の數理的の系統は其整合の美に於て恐らくあらゆる人間の製作物中の最も壯麗なも

のであらう。物理化學の諸般の方則は勿論、生物現象中に發見される調和的普遍的の事實にも、單に理性の満足以外に吾人の美感を刺戟する事は少くない。ニュートンが一見捕捉し難い様な天體の運動も簡單な重力の方則によつて整然たる系統の下に一括される事を知つた時には、實際ヴォルテアの謳つた様に、神の聲と共に渾沌は消え、闇の中に隠れた自然の奥底は其帷帳を開かれて、玲瓏たる天界が目前に現はれた様なものであつたらう。フォードトは其結晶物理學の冒頭に於て結晶の整調の美を管絃樂に譬へて居るが、又最近にラウエやブラグの研究によつて始めて明になつた結晶體分子構造の如きものに對しても、多くの人は一種の「美」に酔はされぬ譯に行かぬ事と思ふ。此の種の美感は、例へば壯麗な建築や崇重な音樂から生ずるものと根本的に可也似通つたところがある様に思はれる。

又一方に於て藝術家は、科學者に必要なと同程度、若しくは其れ以上の觀察力や分析的の頭腦をもつて居なければなるまいと思ふ。此事は或は多くの藝術家自身には自覺して居ない事かも知れないが、事實はさうでなければなるまい。如何なる空想的夢幻的の製作でも、其基底は

鋭利な觀察によつて複雑な事象を其要素に分析する心の作用がなければなるまい。若しさうでなければ一木一章を描き、一事一物を記述すると云ふ事は不可能な事である。そして其觀察と分析と其結果の表現の仕方によつて其作品の藝術としての價值が定まるのではあるまいか。

或る人は科學を以て現實に即したものと考へ、藝術の大部分は想像或は理想に關したものと考へるかも知れないが、此の區別は餘り明白なものではない。廣い意味に於ける假説なしには科學は成立し得ないと同様に、嚴密な意味で現實を離れた想像は不可能であらう。科學者の組み立てた科學的系統は畢竟するに人間の頭腦の中に築き上げ造り出した建築物製作品であつて、現實其物でない事は哲學者を俟たず共明白な事である。又一方に於て藝術家の製作物は如何に空想的のものでも或る意味に於て皆現實の表現であつて天然の方則の記述でなければならぬ。俗に繪そら事といふ言葉があるが、立派な科學の中にも嚴密に詮索すれば繪そら事は數へ切れぬ程ある。科學の理論に用ゐらるゝ方便假説が現實と精密に一致しなくても差支へがないならば、所謂繪そら事も少しも虚偽ではない。分子の集團から成る物體を連續體と考へて此れに微

分方程式を應用するのが不思議でなければ、色の斑點を羅列して物象を表はす事も少しも不都合ではない。

もう少し進んで科學は客觀的、藝術は主觀的のものであると云ふ人もあらう。しかし此れもさう簡単な言葉で區別の出来るわけではない。萬人に普遍であるといふ意味での客觀性といふ事は必しも科學の全部には通用しない。科學が進歩するにつれて其取扱ふ各種の概念は段々に吾人の五官と遠かつて来る。従つて普通人間の客觀とは次第に縁の遠いものになり、云はゞ科學者といふ特殊な人間の主觀になつて来るやうな傾向がある。近代理論物理学の傾向がプランク等の云ふ如く次第に「人間本位の要素」の除去にあるとすれば其結果は一面に於て大に客觀的であると同時に又一面に於ては大に主觀的なものとも云へない事はない。藝術界に於けるキュービズムやフツリズムが直接五官の印象を離れた概念の表現を試みて居ると可也類した所がないでもない。

次に、自然科学に於ては其對象とする事物の「價值」は問題とならぬが、其研究の結果や方法の學術的價值には自ら他に標準がある。藝術の爲の藝術では其取扱ふ物の價值より其作物の藝術的價值が問題になる。さうして後者の價值といふ事が六かしい問題であると同様に前者の價值といふ事も嚴密には定め難いものである。

科學の方則や事實の表現は此れを云ひ表はす國語や方程式の形の如何を問はぬ。併し藝術は事物其物よりは此れを表現する方法にあるとも云はゞ云はれぬ事はあるまい。しかし此れもさう簡單ではない。成程科學の方則を日本語で譯しても英語で現はしても、それは問題にならぬが、併し方則自身が自然現象の一種の云ひ表はし方であつて事實其物ではない。唯云ひ表はすべき事柄が比較的簡單である爲に、表はし方が多様でないばかりで必しも唯一つではない。藝術の表現しようとするは、寫してある事物自身ではなくて其れによつて表はさるべき「或物」であらう、唯其の或物を表はすべき手段が一様でない、國語が一定しない。併し強ひて云へば、一つの藝術品は或る言葉で表はした一つの「事實」の表現であるとも云はれぬ事はない。

然らば植物學者の畫いた草木の寫生圖や、地理學者の描いた風景のスケッチは藝術品と云はれ得るかといふに、それは勿論違つたものである。何故とならば事實の表現は必しも藝術ではない。繪を描く人の表はさうとする對象が違ふからである。科學者の描寫は草木山河に關した或る事實の一部であるが、藝術家の描かうとするものはもつと複雑な「或物」の一面であつて草木山河は此れを表はす言葉である。併し其或物は作家だけの主觀に存するものでなくて或る程度迄は他人にも普遍的に存する物でなければ、鑑賞の目的物としての所謂藝術は成立せず、従つて此れの批評などいふ事も無意味なものとなるに相違ない。此の或物を強ひて言語や文學で表はさうとしても無理な事であらうと思ふが、自分は唯密かに此の「或物」が科學者の所謂「事實」と稱し「方則」と稱するものと相去る事遠からぬものであらうと信じて居る。

併し此の様な問題に深入りするのは此の篇の目的ではない。唯もう少し科學者と藝術家のコンヂェニアルな方面を列舉して見たいと思ふ。

觀察力が科學者藝術家に必要な事は勿論であるが、此れと同じ様に想像力も兩者に必要なものである。世には往々科學を誤解して唯論理と解析とで固め上げたものゝ様に考へて居る人もあるが此れは決してさうではない。論理と解析では其前提に於て既に包含されて居る以外の何物をも得られない事は明である。綜合といふ事がなければ多くの科學は恐らく一步も進む事は困難であらう。一見何等の關係もない様な事象の間に密接な連絡を見出し、箇々別々の事實を一つの系に纏める様な仕事には想像の力に待つ事は甚だ多い。又科學者には直感が必要である。古來第一流の科學者が大きな發見をし、優れた理論を立て、居るのは、多くは最初直感的に其結果を見透した後に、其れに達する論理的の徑路を組み立てたものである。純粹に解析的と考へられる數學の部門に於てすら、實際の發展は偉大な數學者の直感に基く事が多いと云はれて居る。此の直感に藝術家の所謂インスピレーションと類似のものであつて、此れに關する科學者の逸話等も少くない。永い間考へて居ても解釋の付かなかつた問題が、偶然の機會に殆んど電光の様に一時に限なく其の究極を示顯する。其の光で一度目標を認めた後には、唯それが誰れにでも認め得られる様な論理的或は實驗的の徑路を開墾する迄である。尤も中には

直感的に認められた結果が誤謬である場合も屢々あるが、兎に角此等の場合に於ける科學者の心の作用は藝術家が神來の感興を得た時のと共通な點が少くないであらう。或る科學者は此の如き場合に餘り甚しく興奮して暫く心の沈靜する迄は筆を取る事さへ出来なかつたといふ話である。アルキメデスが裸體で風呂桶から飛び出したのも有名な話である。

それで藝術家が神來的に得た感想を表はす爲に使用する色彩や筆觸や和聲や旋律や脚色や事件は云はゞ藝術家の論理解析のやうなものであつて、科學者の直感的に得た默示を確立する爲の論理的解析は或る意味に於て科學者の技巧テクニックとも見らるべきものであらう。

尤も此様な直感的の傑作は科學者にとつては容易に期して出来るものではない。其れを得る迄は不斷の忠實な努力が必要である。勉めて自然に接觸して事實の細査に執着しなければならぬ。常人が見逃すやうな機微の現象に注意して先づ其の正しいスケッチを取るのが大切である。此の様にして一見甚だつまらぬ様な事象に没頭して居る間に突然大きな考が閃いて來る事もあるであらう。

科學者の中には唯忠實な箇々のスケッチを作るのみを以て科學者本來の務と考へ、凡ての綜

合的思索を一概に投機的とし排斥する人もあるかも知れない。又反對に零細のスケッチを無價値として輕侮する人もあるかも知れないが、科學といふものゝ本來の目的が知識の系統化或は思考の節約にあるとすれば、先づ此等のスケッチを集め此れを基として大きな製作を纏め渾然たる系統を立てるのが理想であらう。此れと全く同じ事が藝術についても云はれるであらうと信ずる。

或る哲學者の著書の中に、小説戯曲は倫理的の實エキスペリメント験グダシメントの様なものと云ふ意味の事があつた。實際例へば理論物理學で常に使用さるゝ所謂思考實驗グダシメントと稱するものは或る意味に於て全く物理學的の小説である。嘗て何人も實驗せず又將來も實現する事のありさうもない抽象的な條件の下に行はるべき現象の推移を、既知の方則から推定し、それから更に他の方則に到達する様な筋道は、或は小説以上に架空的なものとも云はれぬ事はない。唯小説の場合には方則が餘りに複雑であつて演繹の結果が單義的ユニークでなく、答解が幾通りでもあるに反して、理學の場合にはそれが唯一つだといふ點に著しい區別がある。それは兎に角として小説家が架空の人物を描出して其等相互の間に起る事件の發展推移を脚色して居る時の心の作用と、科學者が物質

とエネルギーを抽象して來て其間に起るべき現象の徑路を演繹して居る時のそれとは餘程似たものである様に思はれる。少くも此種の科學者は小説家を捕へて虚言者と罵る權利はあるまい。小説戯曲によつては現實に遠い神秘的或は夢幻的なものもあるが、しかしこれが文學的作品として成立する爲には矢張讀者の胸裡に自ら存在する一種の方則を無視しないものでなければならぬ。此れを無視したものがあれば其れはつまり瘋癲病院の文學であらう。

藝術家科學者は其の藝術科學に對する愛着の餘りに深い結果として屢々互に共有な弱點を有つて居る。其の一つは即ち偏狹といふ事である。勿論稀には卑しい物質的の利害から起る事もないではあるまいが、其等は別問題として、科學者藝術家に多い病は、他を容れる度量に乏しくて互に苦々しく相排することである。此れも兩者の心理に共通なものゝある事を示す一例と見做される。畢竟偏狹猖疾は執着の半面であるとすれば、此れは藝術と科學の愛が如何に人の心の奥底に深く喰ひ入る性質のものであるかを示すかも知れない。一寸考へると、少くも科學者の方は、學問の性質上極めて博愛的で公平なものでありさうなのに事實は必しもさうでない

のは謎理的パラドクシカルの様である。併しよく考へて見ると、科學者藝術家共に他の一面に於て本來一種の自己主義者たるべき素質を備へて居るべき者の様にも思はれる。此れは惜しむべきことであるかも知れないが、或は止み難い自然の現象であるかも知れない。一面から見れば兩者が往々此の弱點を暴露して其れが爲に生ずる結果の利害を顧慮する暇がないといふ事が少くとも兩者に共通な眞剣な熱情を表明するのであるかも知れない。

科學者と藝術家が別々の世界に働いて居て、互に無頓着であらうが、或は互に相反目とした所が、それは別に大した事でもないかも知れない。科學と藝術それ々々の發展に積極的な障害はあるまい。しかし此の二つの世界を離れた第三者の立場から見れば、此の二つの階級は存外に近い肉親の間柄であるやうに思はれて來るのである。

(大正四年十月)

方則に就て

科學の方則は物質界に於ける複雑な事象の中に認められる普遍的な連絡を簡単な言葉で總括したものである。事實の言ひ表はしであつて權利も義務も訓戒も含まれて居ない。併し今茲で方則の定義や法律と方則との區別などを喋々しようとは思はぬ。唯此の如き方則といふものが如何にして可能であるかといふ事に關して淺薄ながら半面觀を試みたい。

方則が可能である爲には宇宙の均等といふ事が必要である。時と空間に對して不變な事實が認め得られる事が必要である。此の如き事實が吾人に認め得られるといふのは不思議な事ではあるまいか。

華嚴經に萬物相關の理といふのが説いてあるさうである。誠に宇宙は無量大で其中に包含する萬象の數は無限である。而して此等は互に何等かの交渉を有せぬものはない。風が吹いて桶

屋が喜ぶといふ一場の戯談も強ち無意義な事ではない。嚴密に云へば孤立系 (isolated system) などいふものは一つの抽象に過ぎないものである。例へば今一本のペンを床上に落せば地球の運動延いては全太陽系全宇宙に影響する筈である。一本のマッチをすれば其光は全宇宙に瀰漫して其光壓は天體の運動に幾分の變化を生じなければならぬ筈である。少くも吾人の科學に信據すればさうなる筈である。又全天體の片隅で行はれて居るあらゆる變化は必ず吾人の身邊にも幾分の影響を及ぼして居る筈である。宇宙間無限の物象の影響を受けて居る身邊の現象に就て如何にして有限な言葉をもつて何事かを云ひ表はす事が出来るであらうか。況んや無限無窮の空間と時とに通じて普遍的な方則などいふものが如何にして可能であらうか。

此れは必しもパラドックスではない。

數學の方で收斂級數といふものがある。第一項に第二項を加へ更に第三第四と無限の項を附加へると其總和は有限なものになる。例へば

$$1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \dots \dots \dots \text{ad. inf.}$$

の如きものがある。數に於て無限なものが蓄積しても其結果は有限である。併し此の如く收斂する爲には逐次の各項の間に一定の條件が満足されなければならぬ。同じ様な級數でも

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \dots \dots \dots \text{ad. inf.}$$

は無限大となる。

掌中のペンに働く力は種々ある。第一に重要なものは地球の全質量が此れに及ぼす重力である。即ち普通に所謂ペンの目方である。精しく云へば此中には身邊にある可動性の器物や人間や一切のものゝ引力も加はつて居て此等が動けばそれだけの影響はある筈である。唯此等の影響は地球全體に比べて小さい事も確實である。次には雰圍氣の引力から起るものであるが此れは地面にある物に對しては大體に於て零となる筈である。次には月太陽諸遊星を始めあらゆる天體の引力も加はる。此等は質量が大なる代りに距離が遠いので影響は矢張小さいものである。例へば比較的最も著しい月の影響でも目方の變りは百萬分の一を超えることはない。恒星は其の數に於ては甚だ多いが其距離の莫大のみならず又其の引力の方向が區々である爲に總和は

幾何學的の和である。假りに恒星の全質量が地球上に一樣に分布されて居るとすれば總和は零となる。此れに反して恒星が地球を通ずる一直線上に羅列して居たらばどうであらうか。若し各個の質量が同一で間隔も同一ならば此等の引力の總和は丁度前に出した收斂級數で表はされ従つて有限なものになる。若しも重力が距離の自乗に反比例せずして距離自身に比例するのであつたら結果は收斂しないのである。

若し物質間の引力が距離によらず同一であつたり或は距離の大なる程大であつたと假定したら天地萬物の運動は凡て人間には端倪する事の出来ぬ渾沌たるものになるであらう。如何なる強度の望遠鏡でも窺ふ事の出来ぬ様な遠い天體の上に起る些細な出来事も直ちに地球上の物體に有限な影響を及ぼすとなれば人間の見た自然の運動には恐らく何等の方則を見出すことも出来ないだらう。否方則といへば唯偶然の方則が支配するばかりであつて要するに科學は成立しさうもないのである。

上に述べたペンに働く力は此れに止らぬ。ペンに微量の荷電があれば、或は自身にはなくても他に荷電體があれば其感應によつて周圍の物との間に引斥力が起る。又地球磁場等の影響は

此れに偶力を及ぼす事になる。其磁場は諸天體にも感應し反對に諸天體の磁場も亦此れに影響する。假りに周圍や天體の荷電や付磁が悉く恒同で既知であつても事柄は複雑であるのに況んや此等相互の位置状態の變化から生ずる相互の影響を考へなければならぬとなれば愈々面倒な事になつてしまふ。若しも此等の影響が收斂級數を作らなかつたなら果してどうであらうか。

ペンに働く力はまだ此れに限らぬ。空氣の浮力は可也の影響がある。而して此れには其室内の氣温氣壓湿度が直ちに關係する。又微弱な氣流でも其落下の方向速度を變へる事は明白である。然るに此等の温度や氣流等は又室内のみならず室外全宇宙の現象の影響を受けぬ譯には行かぬ。なほ此の様な影響を及ぼすものを列擧すれば卷を更へても盡す事は出来まい。

それならばペンの目方を指定し其の落下の状況を豫知するには單に緯度や高さや温度や氣壓を知るのみならず全宇宙の現状を知悉する事が必要であらうか。力學物理學の教科書を繕いて見ると極めて簡単な言葉で重力の方則や落體運動の方則が述べてある。吾人は此等の方則に信頼して目方を比較し時計を使用して別に著しい不都合を感じない。此れは不思議ではあるまいか。若し此れが何でもない事で分り切つた事であつたならば世俗の人が科學を誤解し學者を唐

變木視する氣遣は更でない筈である。

次にゼンマイ秤で物の目方を衡る場合を考へて見よう。不斷に變化する宇宙全體が秤皿に影響して其の總効果が收斂しなかつたら一物の目方といふ定まつた觀念を得る事は出來まい。此れだけでも第一目方とか質量とか云ふ言葉は意味を失ふに相違ない。が唯そればかりでない。前に擧げた例では歴史の影響といふ事が餘り問題にならなかつた。即ち現在の狀況が主として現在だけで定まる場合であつた。併しゼンマイ秤の場合にはもう一つ面倒な歴史といふ事が現はれて來るので事柄は更に紛糾の度を加へて來る。假りに目方の方が不變であるとしても此れを比較すべき彈條の彈性といふものが中々厄介千萬なものである。此れは第一温度によつて變化する。此れは主要な影響であるがなほ少し立ち入つて考へると此れは氣壓にも濕度にも其他雜多の外界の狀況によつて變り得べきものと考へられる。又肝心の温度なるものが或る度以上には正確に測れぬものである。若しも温度の影響が大きく其他の微細な雜多の影響が收斂しなかつたらゼンマイ秤で目方を測るのは瓢箪で鯁を捕へる以上の難事であらう。今假に更に一步を譲つて此等の困難を切り抜けられるとして見ても未だ彈性體に通有な「履歷の影響」とい

ふ厄介な事が残つて居る。

履歷の影響とは何ぞや。定まつた彈條に定まつた重量を吊し定まつた温度其他の同時的條件を一切一樣にしても其の長さは一定しないのである。即ち過去に於て受けた取扱如何によつて種々の長さを與へるのである。一寸の分銅を一分間吊した後と一時間或は一晝夜吊して置いた後とは幾分の差がある。又豫め百匁を五分間吊した後十匁をかけたのと一寸を同じく五分間吊した後同じ十匁を懸けたのとも若干の相違がある。又温度を一旦百度迄上げて十度に冷却したのと零度から十度迄温めたのとも同じではない。此の如き履歷の影響は嚴密に云へば何時迄も全くは消滅しないものと考へられる。百年前の取扱も些少なから其の印象を止めて居る筈である。それで唯現在の重量や温度其他の外界條件一切を羅列しても一條の彈條の長さは決定するものではない。彈條に限らず凡ての彈性體の形狀大小に就ても全く同様である。従つて一つの針金の長さなどいふ言葉自身が既に無意味ではない迄も漠然たるものになりはしまいか。此の曖昧さ加減を最も明に吾人に示すのは綿絲の撚り絲である。一條の撚り絲を與へられて其長さを精密に測らうと企てた人は茲に述べた困難を切實に味ふ事が出來ようと思ふ。約三尺の絲

は測る度毎に一分二分時には寸餘の相違を示すのである。それにも拘らず三尺の絲といへば吾人の頭脳には一定の觀念を與へる様な氣がして言葉咎めをされる處は先づない。此れは何故であらう。若し此れが分り切つた事であれば凡ての世人は皆科學者でなければならぬ。

撚絲も針金もあらゆる彈性體否形狀大小を備へた物體は皆同様である。若しも履歴の影響が時と共に速に漸進線的に收斂しなかつたらどうであらうか。凡ての物體は雲烟の如く又妖怪變化と類を同じうするだらう。

重量約一匁とか長さ約一寸といへば通例衡り方度り方の粗雑な事を意味する。丁度一匁とかキツチリ一寸など云へば大變に正確に聞えるが精密とか粗雑とかいふのも結局は相對的の言葉である。人智の測り得る所いづれか粗雑ならざらんやである。丁度と云ひキツチリといふのも約といふのも根本的の相違はない。一尺の竹の尺度を百本比較すれば百本ながら違つて居る。丁度一尺といふ長さは抽象であつて現實にはない。一米の標準尺度の二つの目盛りを中心の間を單位とすれば一米の尺度はそれ唯一つである。そして頼みに思ふ其唯一の長さは實は前に煩はしく述べたやうな譯で餘り一定なものではないのである。

難有い事には萬物相關の影響は收斂級數で表はされ履歴の影響は漸進的に消滅し而して人間の官能には限界が存して居る。それで一匁とか一尺とかいふ言葉が通用して1.0023でも1.0012でも一尺差である。天氣がどんなでも一尺差は矢張一尺差であつて呉服商が一々寒暖計と相談する必要がない。物理學者が尺度の比較をする時には寒暖計を八かましく云つても天王星やシリアスの位置を帳面につける必要はまだない。若しもさうでなかつたら假定一米の標準尺度をカドミウム線の波長と比較しようとしても光の波長自身がどうして頼みになるであらう。

測定といふ事が可能であり測定した量の間に幾分でも普遍的關係が見出され簡単な言葉で方則が述べ得られるのは畢竟孤立系といふものが考へられるといふ事にもなる。又無限の項から成る級數の初めの數項以下を省略しても吾人の官能上差別を感じないといふ事にもなる。或は自然界の現象が有限な項から成る方程式で或る程度迄代表され得るといふのである。無限にあるべき筈の殘餘の項の効果が微小となるのは強ち最初に出した簡単な級數の様になるといふのではない。彼の級數は收斂の仕方の遅いものである。此處で云ふ殘餘の項は多くはもつと速に急に收斂するのである。又一つ忘れてならぬ事は此等の微小な殘餘の項が多くは所謂偶然の方

則に従つて分布されプラスとマイナスとが相消去する爲に結果が蓄積せぬ事である。一定の位置並に寒暖計の示す温度に於て測つた金屬棒の長さは不可測的の雑多な微細な原因の爲に種々異なる價を與へても多數の測定の平均は或る程度迄一致すると考へられるのは矢張此の偶然の御蔭である。かういふ風に考へれば長さといふ言葉の意味も略定まつて来る。

かういふ風に考へて来ると方則といふものゝ見方が色々ある様に思はれる。吾人が或る有限な條件を限つて此れを指定し他の影響は全くないと假定した場合の結果を云ひ表はすものとも云はれる。此れは簡單明瞭であるが抽象的である。此の考では方則を云ひ表はす方程式は初めから有限の獨立變數を含む有限の項から成るものである。併し嚴密に云へば此の如き抽象的の狀況は實現する事の出来ぬものである。もう一つの見方は此の方程式の後尾へ其れ自身に小さく又澤山の場合の平均が零に漸進する様な無限級數を附加して考へるのである。平たく云へば方則といふものを一種の平均の近似的の云ひ表はしと考へるのである。さうすれば方則といふものは餘程現實的な意味を持つ様になつて来る。此の様な區別は甚だつまらぬ事の様であるが自分は強ちさうとは思はない。

瓦斯體の方則などは瓦斯を均質な連續體と見做す時は至極簡単な意味のものであるが此れが澤山な分子の集合體であると見做せば此等の方則は複雑多様な關係の平均の云ひ表はしといふ外には意味はなくなつてしまふ。電氣の如きも近來量子的のものと考へられる以上は例へば靜電氣分布に關する舊來の理論も畢竟一種の統計的の意味しかない様になつて来る。光などでも單一な球面波の如きものは實現し難いものであつて實際の光は矢張複雑多様な要素の集團であつて光の強度といふ様な概念も多くは唯平均的の意味を有つのみである。

併し人間が超顯微鏡的の眼を有つて居ない以上は分子や電子を直接見る事が出来ない。それで多くの場合には此様なものを考へなくて却て事柄は簡單に明瞭に處理されるのである。若し量子的の考を用ゐずして凡ての現象が矛盾なしに説明され得るのであつたら何を苦しんで殊更に複雑な統計的の理論を擔出す必要があるであらうか。數學的の興味は十分にあるとしても自然科學とは交渉の少いものであらう。實際は幸か不幸かさうでない。化學的現象は勿論の事ブラウン運動等の研究は益々分子原子の實存を證する様になり眞空管や放射性物質の研究はどうしても電子の存在を必然とする様になつて來た。人間が簡單を要求しても自然は其れには頓着

しない。唯複雑な變化の微小な事又ポアンカレの謂ふ如く複雑さが十分複雑である爲に「偶然の方則」が行はれ、多くの場合には簡単な平均的の云ひ表はしを抽象的に考へる事が出来るのであらう。

それで方則の云ひ表はす言葉は不變でも其の意味は場合によつて色々に考へられるのである。此れは方則の中に含まれた概念の變化であつて其れが元來云ひ表はす當面の事實の變化ではない。唯此の概念の變化によつて新しい事實の發見される毎に一々新しい方則を捻出す事が避けられるのである。

一口に方則とは云ふものゝ物理の方則でも色々の種類がある。フックの方則ボイルの方則などの様に適用の範圍の明白に限定されて居るものもあり重力の方則クーロンの方則の如き餘程普遍的なものもある。近似的の方則を何處迄も適用せんとして失敗し「理論と實際の齟齬」といふ標語を眞向にかざして學者を毛嫌する世人の少くないのは此等の方則の近似的な事を忘れて居る爲である場合もある。それは別問題として嚴密な意味に於て普遍的な正確な方則が可能であらうか。方則といふものゝ成り立ちが前に述べたやうなものであつて見れば凡ての方則は

近似的のものと言はなければならぬ。少く共近似的で無いといふ證據はないやうである。重力の方則は海王星の軌道以内には適用されるが固體分子間の距離に於ても同様であらうか。此の距離に於ては吾人は種々の場合に別の方則に従ふ凝集力を考へ度くなる。此の凝集力と重力とは如何なる關係があるだらうか。荷電導體内部に於ける電場の零なる事からクーロンの方則の嚴密な事を證するが常であるが吾人の實驗し得る導體の大きさに制限のある事を忘れてはならぬ。此の方則が電子間の距離迄適用されるだらうか。銀河の近邊迄も同様であらうか。此れに對する確答はまだない。

此等の引斥力が自乗反比といふ簡単な言葉で表はされるのは驚くべき事であるといふよりは寧ろ此の如く簡単に云ひ表はし得る言葉があるのが驚くべき事だとピアソンは云つて居る。併し或は此等の力の方則を表はすべき數式の第一項に對して第二項以下の小さい事に驚くと云はねばならぬ事になりはしまいか。少くともさういふ風に考へる方が自然科学者の今日の立場として寧ろ妥當ではあるまいか。併し此の疑問以上に立ち入る事は科學者の領域以外に踏み出すと思ふ。

こんな事を書いて公にしようといふに就て一つ考へなければならぬ事がある。即ち此の如き漠然たる議論を並べた結果一部の讀者には誤解を生じ又一部の學者からは獨斷の邪説として攻撃される虞が甚だ少くない様に思ふ。或る讀者は益々或は始めて所謂精密科學の基礎の案外薄弱な事を考へて其價值と効果を疑ふかも知れない。併し自分が此處迄述べて來た事は正に此點に就て疑を解かんが爲である。此の疑に對しては今迄述べた事をもう一遍繰返す外はない。そして此の如き基礎の上に立つた學問の効果は眼前の科學的文化である事を附加へたい。次に學者の方から見れば重力の方則等迄も近似的と見做したりする様な考は幾多の非難があるかも知れない。實際かういふ様な考は或る意味に於て甚だ危険である。往々考が形而上的に走り罷り違へば誇大妄想狂と何等選む所のない様な夢幻的の思索に陥つて何時の間にか科學の領域を逸する虞がある。此の意味の危険を避ける爲に何處迄も科學の立脚地たる經驗的事實を見失はぬ様にしなければならぬ。論理の絲を手繰つて闇黒な想像の迷路を彷徨して居る中に何處かで新しい出口を見付け其處で事實の日光にまともに出くはす迄は何事も主張する權利はない事を心得て居なければならぬ。併し懷疑と想像とは科學の進歩に必要な衝動刺戟である。疑ひ且

つ想像をめぐらす前に先づ現在の知識の限界を窮めなければならぬ事は勿論である。現在科學の極限を見極めずして徒らに奇説を弄するは白晝提灯を照らして街頭に叱呼する盲者の亞類である。方則を疑ふ前には先づ此を熟知し適用の限界を窮めなければならぬ。其上で疑ふ事は止むを得ない。疑つて活路を求めるとは想像の翼を鼓するの外はないのであらう。

現在の科學の基礎方則を疑ふのは危険であつても社會主義が國家主義に危険であつたり青年の思潮が老人に危険であるのとは趣を異にする。此の説明は歴史がしてくれるのである。プロレミイ派の學者は地球を不動と考へて太陽は勿論其他の遊星も皆其周圍を運行するものと考へた。後にコペルニカスの地動説が出て前説よりも遙に簡単に天體の運動を説明し得る事が分り、ケプレル、ニュートンを経て愈々簡単な運動の方則で天體の諸現象を述べ盡す事が出來た。併し今日では或る簡単な問題を考へる場合には依然としてプロレミイの考を使用して怪しまない。又ニュートンの力學の基礎は輓近相對原理の發展につれてぐらついて來たには相違ない。併し此の原理の研究が何程進んでもニュートンの力學が廢滅に歸するといふ譯ではあるまい。日常普通の問題に此れを應用して少しも不都合はない筈である。精巧な測器が具備して居る今日で

も、場合によつて科學者が指や歩數をもつて長さを測る事を恥としない。それで科學の方則が如何に變つても人間社會の幸福は損はれぬのみならず増すばかりである。科學が此れによつて進歩する事は申す迄もない。

此に聯關して起る問題は科學の基礎や方法に關する事柄を初學者に吹き込む事の可否である。中學校で物理學を教へる場合に方則の成立や意義や弱點を暗示するのは却て迷を生じ誤解を起すと云ふ説もある。自分は教育家でないが唯自分一己の經驗から推して考へれば既に初學の時代に此の種の暗示を與へる方が却て理解と興味を助長し研究的批評的精神を鼓吹するではないかと思ふ。實際物理教科書にある方則と寄宿舎の規則との區別を自覺して居る生徒がどれだけあるか疑はしい。方則が日常身邊に行はれて居る現象と如何なる交渉があるかも呑込むのは容易でない様に見える。今此等の事柄を生徒に教へようとすれば如何に教ふべきかといふ事が困難な問題である。併し中學校では既に倫理道德などいふ事すら教へて居るではないか。生徒の老成後の倫理道德觀が中學校で教はつた所と如何程懸隔しても仕方がない。矢張中學校の倫理は無益ではない。自分は科學といふものゝ方法や價值や限界などを多少でも暗示する事が

却て百千の事實方則を暗記させるよりも有益だと信じ度い。さうすれば今日程世人が科學の眞面目を誤解するやうな虞が少くなり又一方では科學的研究心をもつた人物を養成するに効果がありはしないかと考へるのである。

(大正四年十月)

時の觀念と「エントロピー」
並に「プロバビリテイ」

時の觀念に關しては、哲學者の側で色々昔から六かしい議論があつたやうである。自分は其等の諸説に就て詳しく調べて見る機會を得ないが、簡単な言葉でしかも其れ自身既に時の概念を含んで居ない様な言葉で「時」に定義を下さうといふ様な企ては大抵失敗に歸して居る様である。「一様に流れる量」であるとか、「逸しつゝある擴がり」だとかいふのは、勿論時の定義でもなければ説明とも思はれぬ。Si non rogas intelligo といふ方が至當のやうである。時の前後の觀念は兎に角直感的なものであつて、何等かの自然現象に關して方則を假定する事なしに定義を下し得べき性質のものではないと思はれる。

吾人が外界の事象を理解し系統化する爲の道具として、所謂認識の形式の一つとして「時」を見做す事には多くの科學者も異論はないであらうが、それ丈けでは「時」の觀念の内容につ

いては何事も説明されない。近頃ベルグソンが出て来て、カントや科學者の考へた「時」といふものは「空間化された時」であつて「純な時」といふものが外にあると考へ、彼の所謂形而上學の重要な出發點の一つとして居るやうである。其等の議論は六かし過ぎて自分には呑込めないが、兎に角我々が力學や物理學で普通に用ゐる時の概念は空間の概念を擴張したものだといふ事は疑もない事である。力學はつまり幾何學の擴張である。空間坐標の外に時を入れれば運動學が成立し、此れに質量を入れて經驗の結果を導入すれば力學が出来る。此等の數學的の式に於ける時間 t が空間 xyz と殆んど同様に取扱はれ得る事はミンコフスキーの四元空間 Welt の構成されるのを見ても分る事である。

此様に時を空間化して取扱つた爲に得られる便利は多大なものであるが、しかし人間の直感する「時」の全部は t の符號に含まれて居ない。

ニュートンの考へたやうな、現象に無關係な「絶對的の時」はマッハによつて批評されたのみならず、輓近相對性原理の研究と共に更に多くの變更を餘儀なくされた。此の原理の發展以來「時」の概念は餘程進化して來たが、其れは矢張幾何學の「時」の範圍内の進歩である。

吾人の直感する「時」の觀念に隨伴して來る重大な要素は「不可逆」と云ふことである。此の要點は時を空間化する爲めに往々閑却されるものである。空間の前後は觀者の位置を更へれば逆になるが時間是一方面のみ向つて流れて居る。抽象的な數學から現實の自然界に移つて其の現象を記載しようとする時には空間化された時だけでは用の辨じない場合が起る。それは所謂不可逆現象の存在する爲め、熱力學第二方則の成立して居る爲めである。

此方則の設立、エントロピーの概念の導入といふ事が物理學の發達史上で如何に重大なものであつたかといふ事は種々の方面から論ずる事が出来ようが、此處で述べたいと思ふのは、空間化された「時」だけでは取扱ふ事の出来ぬ現象を記載する爲に最も便利な「時」の代用物を見出した事である。

若し假に宇宙間に唯一つ、摩擦のない振子があつて、此れを不老不死の仙人が見て居る、そして根氣よく振動を數へて居るとすればどうであらう。此仙人に取つては「時」の觀念に相當するものは唯一つの輪の様なものであつて、振動を數へる數は一でも二でも一萬でも悉く異語同義に過ぎまい。よしやそれ程簡單な場合でなく共、有限な個體の間に有限な關係があるだけ

の宇宙ならば、萬象は何時かは昔時の状態其儘に復歸して、少くも吾人の所謂物理的世界が若返る事は可能である。此様な世界の「時」では、未來の果は過去に繼がつてしまふかも知れぬ。

吾人の宇宙を不可逆と感ずる事は、「時」を不可逆と感ずる事である。全エントロピーは時と共に増す共減する事はないといふのが事實であるとすれば、逆にエントロピーを以て「時」を代表させる事は出来ないであらうか。普通の「時」とエントロピーとの歩調が如何に一樣でないとしても、其處に一つの新しい「時」の觀念が成立し得るのではあるまいか。

エントロピーの概念自身には「時」が含まれなくてもよい。此れが時と關聯して來るのは自然の經驗の結果である。吾々の普通日常用ゐる時計の針の廻る角度が適々時の代用となるのも矢張自然の經驗に外ならぬ。少くも此の點に於ては時計の「時」とエントロピーの「時」とは對等のものである。

今若し此處に宇宙のエントロピーの量を指示する時計があると想像する。此の時計の示す時刻は何を示すかといへば、それは宇宙の老衰の程度を示すものである。エネルギーの全量は不變でも、それは此の時計の進むにつれて墜落し廢頽して行く。此の時計程適切に不可逆な時の

進みを示すものはないのであらう。併し實際此様な時計があつたとしても、其れが吾人の日常普通の目的に適當したものではないかも知れぬ。第一に種々の個體の集團から出來た一つの系を考へる時、其個體各個のエントロピーの時計の歩調は必しも系全體のものゝ歩調と一致しない。従つて個體相互の間で「同時」といふ事が餘程複雑な非常識的なものになつてしまふ。併し其處に又此の時計の妙味もあるのである。譬喩を引けば浦島太郎が龍宮の一年は此の世界の十年に當るといふやうな空想や、五十年の人生を刹那に縮めて嘗め盡すといふやうな言葉の意味を、つまり「此のエントロピーの時計で測つた時の経過と普通の時計と比べて一年と十年又た五十年と一瞬とに當る」と説明すればよいかも知れぬ。此れは唯通俗的な譬喩に過ぎないが、兎に角心理的に感ずる時の長短が人間自身並に周圍の物質的エントロピーの増加の多少と、幾分か相應するやうに見えるのは興味のある事である。冬眠の状態にある蛙が半年の間に増大させるエントロピーの量は、覺醒期間のそれに比べて著しく少いに相違ない。

次にエントロピーは一つの系全體に亘る積分として與へらるゝ性質のものであつて、それが指定されても系を組織する各個體の現状は指定されない。此れは此の時計の不便な點であつて

同時に優れた點である。瓦斯體の分子やエレクトロンの集團或は光束の集合場に於て各個部分の狀態を論ぜんとしても普通の「時」を使ふ力學は役に立たなくなる場合がある。さういふ場合に此のエントロピーの有難味が始めて明白になつて來るのである。

かやうに、エントロピーの役に立つ場合には、必ず其處に所謂「分子的に混亂した (molekular ungeordnet) 系」がある。分子やエレクトロンの數が有限である間はエントロピーは問題にならず、變化は單義的で可逆であるが、此れが無限になつて力學が無能となる時に、始めてエントロピーが出て來る。ボルツマンが此の様な混亂系の内部の排置の公算をエントロピーと結び付けたのは非常な卓見で物理學史上の大偉業であつた。プランクは更に此れを無限な光束の集團に擴張して有名な輻射の方則を得たのは第二の進歩であつた。即ち系の複雑さが完全に複雑になれば統計といふ事が成り立ち、公算といふものが數量的に確定したものになる。そして系の變化は其狀態の公算の大なる方へ大なる方へと進むといふ事が、即ちエントロピーの増大といふ事と同義になるのである。

「時」の不可逆といふ事にも亦分子的混亂系の存在が隨伴して居る。前に挙げたやうな、仙

人と振子とだけの簡単な世界では、可逆な「時」が可能であるが、吾人の宇宙は或る意味で分子的混亂系である。或る學者の考へて居るやうに森羅萬象を悉く有限な方程式に盛つて、あらゆる抽象前提なしに現象を確實に豫言することは不可能であつて、其故にこそ公算論の成立する餘地が存して居る。其爲に吾人の「時」には不可逆の觀念が伴つて來る。其爲に未來と過去の差別が生じるのではあるまいか。未來に關して吾人の云ひ得る事は系の公算の増すといふ事だけではあるまいか。未來は「であらう」で即ちプロバビリテイのみである。此の宇宙系のプロバビリテイの流れは即ちエントロピーの流れで、即ち吾人の直感する不可逆な時の流れではあるまいか。

エントロピーに隨伴して來る觀念は「溫度」である。例へば簡単な完全瓦斯體の系では容積を保定して置けば、エネルギーの増す時に其のエントロピーの増加は「溫度」に反比する。前のやうな通俗的の譬を引けば、人間のエントロピーの増大と「精神的の時」の進みが伴ふと假定すれば、又一定の物理的エネルギーを與へられた時に其人の「時」の進み方は其人の感覺の鋭鈍によるものと假定すれば、此場合の「溫度」に相當するものは、即ち其の鋭鈍を計る尺度

の讀取に當るものである。尤も此れは唯譬喩に過ぎない。物理學上の言葉の濫用かも知れぬ。しかし眞面目な物理學上の事柄でエントロピーや温度の考を擴張して行く餘地は十分にあるやうに思はれる。即ち何處でも *molekular ungeordnet* の状態が入り込んで来る處には、此等の觀念の幅を利かす餘地がある。例へば液體の運動でも所謂混亂運動 (*turbulent motion*) を論ずる時にはオスボルン、レーノルズが行つた様な特殊な取扱が必要になつて来る。此處にも、エントロピーや温度の觀念の擴張さるべき餘地があるのであるまいか。此れに類した問題は液體の交流に關するものである。

現今物理學の研究問題は、分子、原子、電子、エレクトロン、エネルギー素量となつて、到る處に混亂系が跳梁して居る。プロバビリティの問題、エントロピーの時計の用途は存外に廣いといふ事を想ひ出すに恰好な時機ではあるまいか。

時。エントロピー。プロバビリティ。此の三つは三つ巴の様に纏がつた謎の三位一體である。此の謎の解かれる未來は豫期し難いが、此れを解かんと勉めるのも強ち無駄な事ではあるまい。

(大正六年一月)

物理學と感覺

人間が其周圍の自然界の事物に對する知識經驗の基になる材料は、いづれも直接間接に吾人の五感を通じて供給されるものである。生れ付き盲目で視神經の能力を缺いた人間には色といふ言葉は何等の意味を持たない、物體の性質から色といふ觀念を抜き出して考へる事がどうしても出来ない。トルストイの御伽噺に牛乳の白色といふ觀念を盲者に理解させようとして無駄骨折をする話がある。雪のやうだと云へばそんなに冷たいかと應へ白兔のやうだと云へばそんなに毛深い柔いのかと聞きかへした。

それで若し生れ付き盲目で其上に聾な人間があつたら、其人の世界は唯觸覺、嗅覺、味覺並に自分の筋肉の運動に聯關して生ずる感覺のみの世界であつて、吾々普通な人間の時間や空間や物質に對する觀念とは餘程異つた觀念を持つて居るに相違ない。もし世界中の人間が残らず

盲目で聾啞であつたらどうであらうか。此様な觸覺ばかりの世界でも此様な人間には一種の知識經驗が成立し其れが段々に發達し系統が立つてそして一種の物理的科學が成立し得る事は疑ない事であらう。併し其の物理學の内容は一寸吾人の想像し難いやうなものに相違ない。例へば吾人の時間に對する觀念の源でも實は吾人の視覺に負ふ所が甚だ多い。日月星辰の運行晝夜の區別とかいふものが視覺の缺けた人間には到底時間の經過を感じさせる材料にはなるまい。それでも寒暑の往來によつて晝夜季節の變化を知る事は或る程度迄出来る。振子の如き週期的の運動に對する觸感と自分の脈搏とを比較して振動の等時性といふやうな事を考へ時計を組立てる事は可能であるかも知れぬ。併し自分の手足の届くだけの狭い空間以外の世界に起つて居る現象を自分の時計に頼つて觀測する事は餘程困難である。此様な人には時や空間は唯自分の周圍、例へば方六尺の内に限られた、そして自分と一緒に附隨して歩いて行くものゝやうにしか考へられぬのかも知れぬ。此人に取つては自分の觸覺と肉感があらゆる實在で、自分の存在に無關係な外界の實在を假定する事は吾々程容易でないかも知れない。象と盲者の譬話は實によく此點に觸れて居る。

此れは唯極端な一例を挙げたに過ぎないが、此の假想的の人間の世界と吾人の世界とを比較しても分る様に、吾人の所謂世界の事物は、吾々と同様な人間の見た事物であつて、其れが其事物の全體であるかどうか少しも分らぬ。

哲學者の中には吾々が普通外界の事物と稱するものゝ客觀的の實在を疑ふ者が多數あるやうであるが、吾々科學者としては其處迄は疑はない事にする。世界の人間が全滅しても天然の事象は其儘に存在すると假定する。此れが凡ての物理的科學の基礎となる第一の出發點であるからである。此の意味で凡ての科學者は幼稚な實在派である。科學者でも外界の實在を疑はうと思へば疑はれぬ事はないが多くの物理學者の立場は、此れを疑ふよりは、一種の公理として假定し承認してしまふ方が所謂科學を成立させる筋道が簡單になる。元來何物かの假定なしに學が成立し難いものとすれば此處に第一の假定を置くのが便宜であるといふ迄である。絶對とか窮極の眞理とかといふものゝ存在を信じて其れを得ようと努力する人は此點で第一に科學といふものに失望しなければならぬ。科學者は何等の辨證なしに吾人と獨立な外界の存在を假定してしまふ。但し必しも此れを信じる必要はない、科學者が個人として此れ以上の點に立入つ

て考へる事は少しも差支はないが、唯其人の科學者としての仕事は此れを假定した上で始まるのである。尤もマッハの如きは感覺以外に實在はないと論じて居るが、彼れの所謂感覺の世界は普通吾人のいふ外界の別名と考へれば此處に述べる所とは敢て矛盾しない。

外界の事物の存在を吾人が感ずるのは前述べた通り直接間接に吾人の五感の助けによるものである。此等の官能が刺戟された爲めに生ずる箇々の知覺が記憶によつて連絡されると此れが一つの經驗になる。此様な經驗が幾回も幾回も繰返されて居る間に其處に漠然とした知識が生じて来る。此の原始的な知識が更に經驗によつて段々に吟味され取捨されて個人的一時的から段々に普遍的なものに進化して来ると此れが科學の基礎となる事實といふものになるのである。然るにあらゆる經驗の第一の源となる人間の五感がどれ程鋭敏で又確實であるかといふ事は是非共考へて見なければならぬ。

人間の肉眼が細かいものを判別し得る範圍は大凡どれ位かといふと先づ一耗の數十分の一以上のものである、最強度な顯微鏡の力を借りて其の數千分の一以下に下る事は出来ぬ(尤も細かいものゝ見える見えぬは其物の光度と周圍の光度との差により又大きさよりは寧ろ視角による

が)。そして其物から来る光の波長が一耗の二千分の一乃至三千分の一位の範圍内にあるのでなければ最早網膜に光の感じを起させる事が出来ない。波長が此範圍にあつても其の搬ぶエネルギーが一定の限度以上でなければ感じる事が出来ない。なほ厄介な事には所謂光學的錯覺といふものがある。周圍の狀況で直線が曲つて見えたり、色が異つて見えたりする。もう一つ立入つて考へれば甲の感じる赤色と乙の感じる赤色とはどれだけ一致して居るものか不確である。音についても同様な限界がある、振動數二三十以下或は一二萬以上の音波は最早音として聞く事は出来ぬ。振幅が一定の限度以下でも同様である。又振動數の少し位異つた音の高低の區別は到底分らぬものである。

觸感によつて溫度や重量の判斷をする場合にも一層不確なものである。冷熱の感覺は其當人の状態にもより又溫度以外に其物體の傳導度にもよるのである。寒暖計の示度によらないで冷温を云ふ場合には其人によつて丸でちがつた判定を下す事になる。これでは普遍的の事實といふものは成り立たぬ。又甲乙二物體の溫度の差でも觸覺で區別出来る差は寒暖計で區別出来る差よりは遙に大きい。次に物體の重量の感覺でも同様で、十匁のものと十一匁のものとの差は

中々分るものではない。

此様に外界の存在を認め其の現象を直接に感ずるのは吾人の感官による外はないのに其の感官が頗る粗雑なものであつてしかも人々箇々に一致せぬものである。それで各人が自分の感覚のみを頼つて互に矛盾した事を主張し合つて居る間は普遍的即ち誰れにも通用の出来る事實は成り立たぬ、即ち科學は成り立ち得ぬのである。

それで物質界に關する普遍的な知識を成立させるには第一に吾人の直接の感覺即ち主觀的の標準を一旦放棄して自分以外の物質界自身に標準を移す必要がある。此れが現代物理的科學に漲り亘つて居る非人間的自然觀の根元である。

此様に外界を標準として外界を判断する事は何も物理學者を俟たない、誰れでも日常不知不識に行つて居る事である。或る生れ付き盲目の人が生長後手術を受けて眼瞼を切開し、始めて浮世の光を見た時に、眼界にある物象は凡て自分の眼の表面に糊着したものとしか思へなかつたさうである。かういふ無經驗な純粹な感覺のみにたよれば一間前にある一尺の棒と十間の距離にある同様な棒とは全く別物としか見えなかに相違ない。仰向けの茶碗と俯向けた同じ茶碗

とが同一物である事を自得する迄には可成な經驗を重ねなければならぬ。吾人普通の感官を備へた人間が此様な相違に氣の付かぬのは遺傳や永い間の經驗によつて、外界の標準を外界に置いて非常に複雑な修練と無意識的の推理を経て來た結果に外ならぬのであらう。

吾人の理性に訴へて描き出す幾何的の空間、到る處均等で等向的な性質を備へた空間は吾人の視感に直接訴へる空間とは恐ろしく懸け距れたものである。視感的空間では仰向きの茶碗と俯向きの茶碗、一里を距てた山と脚下の山とは餘りに相違したものである。紙面に畫いた四角でも其の傾き方で全く別な感覺を起してもよい筈である。然るに此様な相違を怪しまず當然として居るのは、吾人が主觀を離れた幾何學的の空間といふ標準を無意識或は有意識的に持つて居る爲である。

同様な事は聽官についてもある。雷鳴の音の波の振幅は多くの場合に耳の近くで雨戸を繰る音に比べて大きなものではないのに雷の音は著しく大きいと考へるのは矢張直接の感官を無視して音響の強度の距離と共に減ずる物理的方則を標準として居るのである。

此様な事は別に取り立てゝ云ふ程でないかも知れぬが併し此の主觀を無視する程度は人間の

文明の程度によつて段々に變化して來るものである。繪畫に陰影を施し或は透視畫法を用ゐる事は或る國民には普通であるのに他の國民には容易に了解が出来ないのも其の根元は直接感覺に據るのと、感覺を離れた觀念によるとの差と考へる事も出来るので、少くも此點だけに於ては未開人種や子供の描く觀念的な畫は泰西名匠の繪畫よりも或る意味で科學的であると謂はねばならない。但し其概念が人々隨意に異なり普遍的でない事は争はれぬ。

以上の程度迄は物理學者も素人も餘り變りはないやうであるが、物理學者と素人と異なる所は普通人間にも存する此様な感覺をはなれた見方を何處迄も徹底させて行く點にある。物理學發達の初期には物理學者の見方はまだそれ程世人と離れて居なかつた。例へば音響といふ様な現象でも昔は全く人間の聽官に訴へる感覺的の音を考へて居たのが、段々に物體の振動並に其爲に起る氣波といふ客觀的なものを考へるやうになり「聞えぬ音」といふ様な珍奇な言葉が生じて來た。今日純粹物理學の立場から云へば感覺に關した音といふ概念は最早消滅した譯であるが因習の惰性で今日でも音響學といふ名前が物理學の中に存して居る。今日では寧ろ彈性體振動學とでもいふべきであらう（生理的音響學は別として）。光の感覺でも同様である。光覺

に關する問題は生理學の領分に讓つて物理學では非人間的な電磁波を考へるのみである。熱の輻射も無線電信の電波も一つの連続系の部分になつてしまつて光といふ言葉の無意味な爲に今では輻射線といふ言葉に蹴落されてしまつたのである。

今日のやうに非人間的に徹底した様に見える物理學でも未だ徹底しない分子を捜せばいくらでも残つて居る。例へば力といふ觀念でも非人間的傾向を徹底させる立場から云へば何等の具體的のものではなく、唯「物質に加速度が生じた」といふ事を、此れに「力が働いた」といふ言葉で象徴的に云ひかへるに過ぎないが、普通此言葉が用ゐられる場合には何か其處に具體的な「力」といふものがあるやうに了解されて居る。此れは人間として止み難い傾向で又さう考へるのが便宜である。又他の例を取れば物理學でも右左といふ言葉を用ゐる、しかし此れも人間といふものから割り出した區別で空間自身には右もなければ左もある筈はない。もし何處迄も非人間的な態度で行けば物理學の書籍から此様な言葉を除去しなければならぬ筈であるが、實際は平氣でこれを使用してゐる、此一事でも非人間主義の物理學が人間の便宜の爲に膝を屈して居る事は分るだらう。

或る人は著者に物理學の教科書を幾何學教科書のやうな劃一的なものにし度いものであると云つたが、自分はそれは六かしからうと考へる。數學のやうに最初全く任意に（尤も經驗から暗示されるものではあるが）一つの概念を與へあとは解析ばかりで其の内容を展開するのと、物理學で自己以外の實在として與へられた外界の現象を系統立てるのは餘程趣がちがはなければなるまい。例へば一つの自動車を作つて其の機械の自己の作用で向ふ處に何處迄も向はせる場合には便宜とか選擇の問題は起らぬ、車は行く處にしか行かぬのであるが、此れが解析的な數學の行き方とすれば物理學のはさうでない。此様な自動車のハンドルを握つて四通八達の街頭に立つて居るやうなものである。同じ目的地に達するのでも道筋の取り方は必しも一定して居ない。其處で徑路の選擇といふ問題が起り、此の選擇の標準とするものはつまり人間の便宜である、思想の節約である。此の際もし車掌が或る一つの主義を偏執して例へば大通りばかりを選ぶとすると其れを徹底させる爲には時には大變な迂路を取らねばならぬ様な事があるだらう。唯一筋の系統によつて一絲亂れぬ物理學の系統を立てようといふ希望は決して悪くはないが、人間の便宜といふ點から考へるとそれは寧ろ不便である。大通りが縦横に交叉して其間

には又多數の「抜け裏」のある様な、さういふ複雑な系統として保存し發達さるべきものではないかと考へる。

近年プランクなどは從來勢力のあつたマッハー一派の感覺即實在論に反對して、科學上の實在は人間の作つた便宜的相對的のものでなくもつと絶對的な「方則」の系統から成立した實在であると考へ、所謂世界像の統一といふ事を論じて居る。しかし退いて考へると或は此れは餘り早まり過ぎた考ではなからうかと疑はざるを得ない。プランクは物理學を人間の感覺から解放するといふ勇ましい喊聲の主唱者であるが、一方から考へると人間の感覺を無視すると稱しながら、畢竟は感覺から出發して設立した科學の方則に餘り信用を置き過ぎるのではあるまいか。もし現在の科學の所得は、既に科學の究極的に獲得し得る凡ての大部分であると考へ、吾人の殘務は唯其處彼處の小さい穴を繕ふに過ぎぬと考へればプランクの説は尤もと思はれる。併しさう考へるだけの確な根據があるかどうか自分には疑はしい。物理學の範圍内だけでも近頃勢力を得て來た量子説が古典的な物理學と矛盾して居て、まだどうしても其間の融和がとれない所を見てもプランクの望むやうな統一はまだ急に達せられさうもない。

今の處では生物界の現象に關しては物理學は大抵無能である。レーブの如き一派の學者が熱心に努力して居るにも拘らず今の處到底目鼻もつかぬ様である。生物現象がすべて現在の物理學で説明出來ようとは思はれぬが、しかしプランクが無生物質界の方則の統一を理想とするならば、もう一步を進めて物理生理或は心理學迄も包括して渾然たる一つの「理學」といふ系統が何時かは設立されるといふ理想を懐く事も出來ない事ではない。それがもしも可能であるとすればさうなる迄には今の物理學はまだ一餘程根本的な改革を受けなければなるまいと思ふ。

此様な考からも自分はマッハの説により多く共鳴する者である。即ち吾人に直接に與へられる實在は即ち吾人の感覺である、所謂外界と自身の身體と精神との間に起る現象である。此様な單純な感覺が記憶や聯想によつて結合されて經驗になる。此等の經驗を綜合して知識とし知識を綜合して方則を作る迄には種々な抽象的概念を構成し其れを道具立てとして科學を組み立てて行くものである。此道具になる概念は必しも先驗的な必然的なものでなくてもよい。以上の如く科學を組み立て、知識の整理をするに最も便利なものを選べばよいのである。其便不便は人間の便不便である、即ち思考の節約といふ事が選擇の標準になるのである。

選擇といふ言語は多くは眼前に種々の可能が排列されて居る時に用ゐられるものである。實際科學上の概念に其様な選擇の餘地があるであらうか、此れは大切な問題である。自分は現在の物理學の概念を悉く改造して從來よりも一層思考の經濟上有利な體系が出來得るかどうかに到底想像する事は出來ないが、併し少くも物理學の從來の歴史から見て、斯學の發展と共に種々の概念が改造され或は新に構成され又改造されて來た事は事實である。光や音の觀念の變化は前にも述べた通りである。溫度の觀念でも昔の觸感によつた時代から特殊物質の膨脹に據つた時代を経て今日の熱力學的の絶對溫度に到着する迄の徑路を通覽すれば、或る時代に夢想だも出來ぬ様な考が將來に起り得る事は明である。もつと新しい例を取れば質量に關する觀念がある。質量は物體に含まるゝ實體の量だといふ様に考へたは昔の事で、後に寧ろ力の概念が先になつて、物體に力が働いた時に受ける加速度を定める係數といふ風に解釋した實證論者もある。電子説が勢を得てからは運動せる電氣が即ち質量と考へて凡ての質量を電氣的に解釋しようとした。更に相對性原理の結果として凡てのエネルギーは質量を有すると同等な作用を示す所から、逆に凡ての物質は即ちエネルギーであると考へようといふ試みもある位である。

原子内部に關する研究に古典的力學を應用しようとして失敗を重ねた結果は大膽な素量説の提出を促した。今日の處中々兩者の調停は出來さうもない。しかしあらゆる方則は元來經驗的なもので前世の約束事でも何でもない事を思ひ出せば素量假説が確立した方則となり得ぬといふ道理もない。もし素量説が勝利を占めて舊物理學との間の橋渡しが出來ればどうであらうか。恐らく其爲に從來の物理學が悉く駄目になる様な事はあるまいが、從來用ゐられた諸概念に少からぬ變動が來るであらうと豫想するのは至當であるまいか。

少くも吾等は從來經驗的事實の要求に應じて、物理學的概念の内容に度々改革或は修繕を施して來た。此等の經驗的事實の集まり方は其れ迄の歴史に無關係ではない。甲の事實は、乙丙の事實の發見を促す。而して乙が先に發見されるか丙が先に發見されるかによつて其次に來る丙丁の事實の解釋を異にする場合は可能ではあるまいか。其れはどうでもよいとして、一つ極端な想像をして見れば自分の今云はんとして居る事を説明する事が出來よう。即ち假りに茲に微小な人間があつて物質分子の間に立交り原子内のエレクトロンの運動を目睹して居るが其視力は分子距離以外に及ばぬと想像する。此のやうな人間の力學が吾人のと同様であれば吾人の

原子的現象の説明は比較的容易であらうが、實際素量説などの今日勢を得て來たことから考へても原子距離に於ける引斥力の方則をニュートンやクーロンの方則と同じものとは考へ難い。さうすれば此の原子的人間の物理の方則は吾人の方則と餘程異つた發展をするに相違ない。

前に選擇といつたのは必しも吾人に取つて選擇の多様なといふ意味ではない。唯人間といふ特別なものゝ便宜を標準として選擇するといふ意味である。それで斯う云ふ意味で現在の物理學は慥に人工的な造營物であつて其發展の順序にも常に人間の要求や歴史が影響する事は争はれぬ事實である。

物理學を感覺に無關係にするといふ事は恐らく單に一つの見方を現はす見掛けの意味であらう。此の簡単な言葉に迷はされて感覺といふものゝ基礎的の意義効用を忘れるのは寧ろ極端な人間中心主義で却て自然を蔑視したものと云はれるのである。

(大正六年十一月)

物理學實驗の教授に就て

理化學の進歩が國運の發展に緊要であるといふ事は永い間一部分の識者によつて唱へられて居たが、時機の熟せなかつた爲め一向に世間には顧みられなかつた。歐洲の大戦が爆發して以來は却て世間一般特に實業者の側で痛切に此の必要を感じるやうになつたと見え、公私各種の理化學的研究所が續々設立されるやうになつた。それと同時に文部省でも特に中等教育に於ける理化學教授に重きをおかれるやうになつて、單に教科書の講義を授くるのみならず、生徒自身に各種の實驗を行はせる事になり、此爲に若干の補助費を支出する事になつた。此れは非常によい企てである。どうか此の折角の企てを出來るだけ有効に遂行したいものである。

自分は中等教育といふものに就ては自分で此れを受けて來たといふ以外に何等の經驗もないものであるが、唯年來大學其他専門學校で物理實驗を授けて來た狭い經驗から割出して自分だ

けの希望を述べて見たいと思ふ。勿論我田引水的の處もあらうが、唯此れも一つの参考として教育者の方々に見て頂けば大幸である。

云ふ迄もなく、物理學で出逢ふ種々の方則等は或る意味で非常に抽象的なものであつて、吾人の眼前にある具體的な、有の儘の自然そのものに直接そつくり當て箝められるやうなものは殆んどないとも云はれる。「AがあればBが生ずる」といふやうな簡単な言葉で云ひ表はしてある方則には、通例「唯Aだけがあつて其他の因子A' A'' ……等がないならば」といふ意味を含めてある。例へば「落體が或る場所で九、八米秒秒の加速度をもつて垂直に落下する」といふのでも、實は地球の重力のみ働き空氣の抵抗や電氣磁氣などの作用がないとした場合の事である。然るに實際物體を落す場合に完全な真空で完全に他の力を除外して實驗する事は中々面倒である。實際重力加速度 g を定めるには此のやうな直接の方法によらず、却て間接に振子の週期と長さから定め、空氣の抵抗の影響は必要に應じて理論から計算した補正で除去する事が出来るのである。天體の影響などは云ふに足らぬし、普通の場合ならば電氣や磁氣の影響は小さいであらうが、併し若し不注意にも鐵の振子を強い磁石の傍で振らせたり、或は軽い振子の場

合に箱のガラスが荷電して居たりしては決して正しい結果は得られる筈はない。箱の中でなく風のある部屋でむき出しの振子を振らせても同様である。それで一つの方則を實驗しようといふならば、其の實驗を支配し得る種々の原因要素を分解して、其内から特に其方則に指定した要素のみを抽出し、他のものを除くやうにしなければ豫定の結果を得る事は出来ない。少し極端な云ひ分ではあるが、物理學の方則といふものは決して完全には實現し得られない抽象的事實の云ひ表はしであつて、唯條件を「方則の條件」に近くすればする程、結果も漸近的に何處迄も「方則の結果」に近よるといつた方が却て穩當かも知れない。

かういふ事を全く考へずに、唯物理學教科書のみによつて物理學を學んで居れば事柄は至極簡單で、太平無事であるが、一と度書物以外に踏みだして實驗をするといふ事になり、始めて有の儘の自然に面するとなると、誠に厄介な事になつて来る。若干の柔道の型を覚えて居ても敵と組打をやるとなれば敵の方で型の通りになつてくれなないと一般、眼前の自然は教科書の自然のやうに注文通りになつて居てくれぬから難儀である。

例へば早い話が教科書や試験問題には長さ一米の物差とか一瓦の分銅とかいふ言葉が心配氣

もなく使つてあるが、實際には決して精密に一米とか一瓦とかいふ量に出逢ふ機會は皆無と云つてよい。唯必要に應じて差しつかへのない程度迄單位の長さや重さに近いやうに作つたものに過ぎない。生徒に實驗を授ける際に一度は必ずかういふ點にも注意を喚起しなければならぬと思ふ。紙の尺度や竹の尺度などを比較させて見るもよからうし、又十瓦の分銅二つと二十瓦の分銅一つとを置換して必しも同じでない事を示し、精密なる目的には尺度の各分割、分銅の各個につき補正を要する事や、溫度による尺度の補正などの事も、少くもさういふものがある位は、中學校でも授けて置き度いと思ふ。少くも精密の度といふものは比較的のものである事をよく理解させるが肝要であると思ふ。

又「大さ一樣なる棒」とか「平面」とか「球面」とかいふものも嚴密には實現し得られない事も忘れてならない。長いガラスの圓筒の直徑をカリパーのやうなもので種々の點で測らせ、其の結果を適當な尺度に圖示して徑の不同を目立たせて見るのもよい。此れはつまらぬ實驗のやうであるが、實際自分の經驗では存外生徒の實驗的趣味を喚起する効果があるやうである。或は顯微鏡のデッキガラスの厚さを測微計で測らせ、又後に光學の部で再び此れを試験用平面

に重ね、單色光で照らして干涉の縞を示すも有益であらう。

液體靜力學の實驗例へば浮秤で水や固體の比重を測る時でも毛管現象が如何に多大の影響を有するかといふ事を見せる爲に、液面に石鹼の片を觸れて比重計の浮上る様を見せる事なども必要と思ふ。或は夏季水道の水を汲んだまゝで實驗して居ると溶けた空氣が出て來て器械に附着し著しい誤を生ずる事なども實驗させた方がよいと思ふ。

其他「完全なる剛體」とか「摩擦なき面」とか「一定の溫度」とか一々枚舉に違はないが、かういふ言葉を如何に理解し如何に自然界に適用すべきかといふ事を實驗の途中で漸次に理解させるが肝要であらうと思ふ。此れを誤解すれば、物理學を神の掟のやうに思つて妄信してしまふか、さもなければ反對に物理學の價値を見損なつて輕侮してしまふかの二つに一つである。

物理の實驗で或る豫定の結果に到達しようとするには、其の結果を支配し得べきあらゆる條件要素を考へて見て、眼前の目的とする原因のみを特に作用させ他の要素は出來得る限り此れを除き、簡單にし或は一定にしなければならぬ。しかるに此の種々な要素の數は中々多くて此れに注意を配るのは餘り容易な事ではない。必然に成效する爲には凡ての點に對する注意が圓

満に具足しなければならぬ。誠に簡単なやうな實驗でも其の成効を妨げるやうな條件は無數にあつて、成効の途は唯一つしかない。少し油断をすると思ひがけない掃除口から泥棒がはいるやうなことになる。例へば天秤で重量を測るにしても、箱の片側に日光が當つて箱の中の空氣の對流を生じたり、腕の比が變つたり、蓋の隙間から風がはいつたり、又の處に塵がたまつて居たり、皿に水滴が付いて居たりするのに、此様な事には一切構はず、唯器械的に「物理實驗法」に書いてある方式通りの測り方をするやうでは實驗を練習する甲斐は殆んどない。此れでは小使にでもやらせて其の結果の報告を聞くだけでもよいやうなものであらう。ピーカーに水を汲むのでも、マッチ一本するのでも、一見つまらぬやうなことも自分でやつてそしてさういふことにまでも觀察力判斷力を働かすのでなければ効能は少い。使用する器械が精巧なほど使用の注意も複雑になるから、不注意に器械的申譯的にやるのでは却て粗末な方法とするよりも悪い結果になることが往々ある。先生の方で全部装置をしてやつて、生徒は唯先生の注意する結果だけに注意し其れ以外にどんな現象があつても黙つて居るやうなやり方では効力が少いのみならず、寧ろ有害になる虞がある。御膳を出してやつて、其上に箸で口へ持ち込んでやつて

丸呑みにさせるといふ風な育て方よりも生徒自身に箸をとつてよく選り分け、よく味ひ、よく咀嚼させる方がよい。すぐ消化され吸収されるものばかりでなく、折々は不消化物も與へないと胃の機能が衰へるやうなもので、實驗中に起るべき種々の困難に出来るだけ遭遇させ、漸次此れを除いて最後の結果に到着すると同時に、目的以外の現象にも注意して其れを等閑に附せないやうな習慣をつけ度いものである。

數十種の實驗を皮想的申譯的にやつてしまふよりも少數の實驗でも出来るだけ徹底的に練習し、出来るだけあらゆる可能な困難に當つて見て、必成の途を明にするやうに勉める方が遙に永久的の効果が有り、本當の科學的研究方法を覺える助けになるかと思ふ。實驗を授ける効果は唯若干の事實をよく理解し記憶させるといふだけではなく、此れによつて生徒の自發的研究心を喚起し、觀察力を練り、又困難に遭遇してもひるまず此れに打勝つ忍耐の習慣も養ひ、困難に打勝つた時の愉快をも味はしめる事が出来る。其外觀察の結果を整理する技倆も養ひ、正直に事實を記録する癖をつける事や此様な一般的の効果が中々重要なものであらう。

物理實驗を生徒に示すのは手品を見せるのではない。手際よくやつて驚かす性質のものでは

なく、寧ろ如何にすれば成効し如何にすれば失敗するかを明にする方に効果がある。それが爲には教師は寧ろ出来るだけ多く失敗して最後に成効して見せる方が教授法として適當であるかと思ふ。此處に一寸デリケートな問題が起る。此様な點から考へると物理實驗を授けるべき教員は、教へる前に自分で十分に凡ての實驗を練習し、あらゆる場合に遭遇し、あらゆる困難を切り抜けて來なければならぬかといふ疑問が起る。しかし此れは云ふべくして行ひ難ひ注文であつて、其様な人を求めた所でそれは無理な事である。相當な専門家でも凡ての場合にぶつかつて少しもまごつかぬといふ人は甚だ稀であらう。しかし此點は少しも心配することはな
いと思ふ。もと／＼實驗の教授といふものは、軍隊の教練や昔の漢學者の經書の講義などの様に高壓的にするべきものではなく、教員は唯生徒の主動的經驗を適當に指導し、或は生徒と共に同じ新しい經驗をするやうな心算すべきものと思ふ。簡単な實驗でも何遍も繰返す内には四圍の狀況は種々に變化するから結果に多少の異同や齟齬を來すのは常の事である。此様な場合に於ける教員の措置如何は生徒の科學的精神の死活に關するやうな影響を有するものと思ふ。此の場合に結果を都合のよいやうにこじついたり或は有耶無耶の中に葬つたり、或は豫期以外

の結果を故意に回避したりするやうな傾向があつてはならぬ。却て意外な結果や現象に對しては十分な興味をもつてまともに立向ひ、判らぬ事は判らぬとして出来る限りの熱心と努力をもつて其の解決に勉めなければなるまい。此れは一見生徒の前に自分の無知を表白するやうに見える。殊に中學程度の生徒には教員の全知全能を期待するやうな傾向があるとすれば猶更教員の立場は苦しい譯であらう。しかしそれはほんの一時の困難であらうと思はれる。一通りの知識と熱心と忍耐と誠實があらば、さう／＼解決のつかぬやうな困難の起る事は普通の場合には稀である。其内に生徒の方でも實驗といふものゝ性質が段々分つて來ようし、教員の眞價も自ら明にならうと思ふ。さういふ事を理解するだけでも其効能は中々大きいものであらう。此れに反して誤つた傾向に生徒を導くやうな事があつては生徒の科學的研究心は蕾のまゝで無慘にもぎ取られるやうな事になりはしないかと恐れるのである。

以上は唯一個の學究の私見で一つの理想に過ぎない。多數の學者殊に教育者の側から見れば不都合な點も多くあるかも知れないし、自分でも十分に意を盡さぬ爲に誤解を生じはせぬかと思ふ點もあるが、兎も角も思ふ儘を誌して大方の叱正を待つのである。
(大正七年六月)

科學上の骨董趣味と溫故知新

骨董趣味とは主として古美術品の翫賞に關して現はれる一種の不純な趣味であつて、純粹な藝術的の趣味とは自ら區別さるべきものである。古畫や器物などに「時」の手が加はつて一種の「味」が生じる。或は時代の匂といふやうなものが生じる。又其品物の製作者や其の時代に關する歴史的聯想も加はる。或は昔の所藏者が有名な人であつた場合には其人に關する聯想が骨董的の價値を高める事もある。或は又單に其物が古い爲に現今稀有である、類品が少いといふ考に伴ふ愛着の念が主要な點になる事もある。此趣味に附帶して生ずる不純な趣味としては、かやうな珍品を何處からか掘出して來て人に誇るといふ傾向も見受けられる。此點に於て骨董趣味は又所謂蒐集趣味と共有な點がある。マッチの貼紙や切手を集め或はボタンを集め、達磨を集め、甚しきは蜜柑の皮を蒐集するが如き、此等は必しも時代の新舊とは關係はないが珍し

いものを集めて自ら楽しみ人に誇るといふ點は矢張骨董趣味と共通である。

科學者の修得し研究する知識は其本質上別に其れが新しく發見されたか舊くから知られて居るかによつて價值を定むべきものではない。科學上の眞理は常に新鮮なるべきもので骨董趣味とは没交渉であるべきやうに見える。しかし實際は科學上にも一種の骨董趣味は常に存在し常に流行して居るのである。

若し科學上の事實や方則は人間未生以前から存して居て、唯科學者の此を發見し掘出すのを待つて居るに過ぎぬと考へる者の立場から見れば此の位古い物はない道理である。かういふ意味からすれば科學者の探求的慾望は骨董狂の掘出し慾と類する點があると云はれ得る。しかし又他の半面の考へ方によれば科學者の知識は「物自身」の知識ではなくて科學者の頭腦から編み上げた製作物とも云はれる。さう考へれば科學者の欲求は藝術家の創作的慾望と軌を一にする譯である。しかしかういふ根本問題は別としても未だ種々な科學的骨董趣味が存在するのである。

一口に科學者とはいふものゝ、科學者の中には種々の階級がある。科學の區別は別問題として、其人々の科學といふものに對する見解や又此れを修得する目的に於ても十人十色と云つてよい位に多種多様である。實際其爲に各々自己の立場から見た科學以外に科學はないと考へる爲に種々の誤解が生じる場合もある。此等の種類を列挙するのは本文の範圍以外になるから、此れは他日に譲るとして、茲には専ら骨董趣味といふ點から見て二つの極端に位する二種の科學者を對照して見ようと思ふ。

科學者の中には其の專修學科の發達の歴史に特別の興味を有つて居る人が多數にある。此れが一步進むと其歴史に關したあらゆる記録古文書古器物に對して丁度骨董家が有つやうな愛好の念をもつて此れを蒐集する人もある。此れは先づ純粹な骨董趣味と名け得られるものであらう。又少し種類が違つて居るが、品物を集めるのではなくて古い書物や論文を愛讀して其中から其の價値の如何によらず人の餘り知らぬ研究や事實を掘出して自ら楽しみ又人に示すを喜ぶ趣味もある。此れは多くの讀書家に通有な事であるが此れも一種の骨董趣味と名け得られない事はない。科學の方面で云へば例へば或る方則又は事實の發見前幾年に誰れが既に此れに類似の事を述べて居ると云つたやうな事を探索して楽しむのである。

次にもう少し類を異にした骨董趣味がある。一體科學者が自己の研究を發表するに當つて其の當面の問題に關した先人の研究を引用し批評するのは當然の務である事は申す迄もない。しかし此れが往々にして骨董的傾向を帯びる事がある。即ち當面の問題に多少の關係さへあれば此れが如何に目下の研究に縁が遠く又如何に古く又無價値乃至は全然間違つたものでも無差別無批評に列擧するといふ風の傾向を生じる事もある。此の傾向は例へば獨逸の物理學者などの中に屢々見受ける所である。別に咎むべき事でもないと思ふが兎に角骨董趣味に類した一種の「趣味」と見ても差支はなからう。

此れと正反對の極端にある科學者もある。その種類の人には歴史といふ事は全く無意味である。古い研究などはどうでもよい。最新の知識即ち眞である。此れに達した徑路は問ふ所ではないのである。實際科學上の知識を絶對的又は究極的なものと信じる立場から見れば此れも當然な事であらう。又應用といふ點から考へてもそれで十分らしく思はれるのである。しかし此の傾向が極端になると、古いものは何物でも無價値と考へ、新しきものは無差別に尊重するやうな傾向を生じ易いのである。

此れ程極端でない迄も實際科學者としては日進月歩の新知識を修得するだけでも可也に忙しいので歴史的の詮索迄に手の届かぬものは普通の事である。

しかし自分の見る所では、科學上の骨董趣味はそれ程輕視すべきものではない。此の世に全く新しき何物も存在せぬといふ古人の言葉は科學に對しても必しも無意義ではない。科學上の新知識新事實新學說と雖も突然天外から落下するやうなものではない。よく詮議すれば何處かに其の因つて來るべき因縁系統がある。例へば現代の分子說や開闢說でも古い形而上學者の頭の中に彷徨して居た幻像に脈絡を通じて居る。瓦斯分子論の分子はルクレチウスの夢みた所である。ニュートンの微粒子說は倒れたが此れに代るべき微粒子輻射は近代に生れ出た。破天荒と考へられる素量說の如きも二十世紀の特産物ではないやうである。エピナスの古い考はケルビン、タムソンの原子說を産んだ。デカルトの荒唐な假説は渦動分子說の因をなして居るとも見られる。植物學者ブラウンの物數奇な研究は一旦世に忘れられたが近年に到つて分子說の有力な證據として再び花が咲いたのである。實用方面でも幾多の類例がある。ガリレーの空氣寒暖計は發明後間もなく棄てられたが、今日の標準は又昔のガス寒暖計に逆戻りした。シー

メンスが提出した白金抵抗寒暖計は一旦放棄されて二十年後にカレンダー、グリフィスの手によつて復活した。此様な類例を探せばまだいくらでもあるだらう。新しい藝術的革命的運動の影には却て古い藝術の復活が随伴するやうに、新しい科學が昔の研究に暗示を得る場合は甚だ多いやうである。此れに反して新しい方面のみの追究は却て陳腐を意味するやうなパラドックスもないではない。如此にして科學の進歩は往々にして遲滯する、そして此れに新しき衝動を與へるものは往々にして古き考の餘燼から産れ出るのである。

現今大戰の影響であらゆる科學は應用の方面に微發されて居る。應用方面の刺戟で科學の進歩する事は日常の事であるから此の爲に科學が各方面に進歩する事は疑を容れない。此れは誠に喜ぶべき事である。しかし其の半面の随伴現象として所謂骨董趣味を邪道視し極端に排斥し終には功利を度外視した純知識慾に基づく科學的研究を輕んずるやうな事があつてはならぬと思ふ。直接の應用は眼前の知識の範圍を出づる事は出来ない。従つて此れには一定の限界がある。豫想外の應用が意外な閑人的學究の骨董的探求から産出する事は珍しくない。自分は繰返して云ひ度い。新しい事はやがて古い事である。古い事はやがて新しい事である。

溫故知新といふ事は科學上にも意義ある言葉である。又現代世界の科學界に對する一服の緩和劑として此れを薦めるのも強ち無用の業ではないのである。

(大正八年一月)

言語と道具

人間といふものが始めて此の世界に現出したのは何時頃であつたか分らないが、進化論に従へば、兎も角も猿のやうな動物から段々に變化して來たものであるらしい。併し其進化の如何なる段階以後を人間と名づけてよいか、之も六かしい問題であらう。或人は言語の有無をもつて人間と動物との區別の標識としたら宜いだらうと云ひ、又或人は道具或は器具の使用の有無を準據とするのが適當だらうといふ。私にはどちらが宜いか分らない。併し此の言語と道具といふ二つのものを、人間の始原と結び付けると同様に、此れを科學といふもの或は一般に「學」と名づけるものゝ始原と結び付けて考へて見るのも一種の興味があると思ふ。

言語と雖も、或る時代に急に一時に出來上つたものとは思はれない。恐らく初めは唯單純な叫聲或はその連續であつたものが、段々に複雑になつて來たものに相違ない。或は自然界の

雑多な音響を真似て夫れをもつて其發音源を代表させる符號として使つたり、或は或る動作に伴ふ努力の結果として自然に發する音聲をもつて其の動作を代表させた事もあらう。いづれにしても、斯ういふ風にして或る定まつた聲が「言葉」として成立したといふ事は、もうそこに「學」といふものゝ芽生えが出來た事を意味する。例へば吾人が今日云ふ意味での「石」といふ言葉が出來たとする。此れは既に自然界の萬象の中から或るものが選り出され抽象されて、一つの所謂「類概念」が構成された事を意味する。同様に石を切る、木を切るといふやうな雑多な動作の中から共通なものが抽象されて、そこに「切る」といふ動詞が出來、又同様にして「堅い」といふやうな形容詞が生れる。此等の言葉の内容は最早箇々の物件を離れて、それぞれ一つの「學」の種子になつて居る。

斯ういふ事が出來るといふのが、大きな不思議である。

一體此等の言葉或はそれに相當する抽象的な概念は自然其物に内存して居て、吾々は唯自然の中からそれを掘り出し又拾ひ出しさへすれば宜いものであらうか。それとも又此のやうなものを作りあげるに必要な秩序や理法が人間の方に備はつて居るので、吾々は唯自己の内にある

理法の鏡に映る限りに於て自己以外と稱するものを認めるのであらうか。此れは六かしい問題である。そして科學者にとつても深く考へて見なければならぬ問題である。併し茲で此の問題に立入らうといふのではない。

兎も角も言語があるといふ事は知識の存在を豫定する。そしてそれが或る程度の普遍性をもつものではないければならぬ。さうでなければ、人々は口々に饒舌つて居ても世界は癡狂院かバベルの塔のやうなものである。

共通な言葉によつて知識が交換され傳播され夫れが多數の共有財産となる。さうして學問の資料が集積される。

此のやうな知識は、それだけでは云はゞ唯物置の中に積み上げられたやうな状態にある。それが少數であるよりは夫れでもよい。併し數と量が増すにつれて整理が必要になる。その整理の第一歩は「分類」である。適當に仕切られた戸棚や引出しの中に選り分けられて、必要な場合に取り出し易いやうにされる。此のやうにして記載的博物學の系統が芽を出し始める。

分類は精細にすればする程多岐になつて、結局分類しないと同様になるべき筈のものである。

併し此の迷理を救ふものは「方則」である。皮相的には全く無關係な知識の間の隔壁が破れて二つのものが一つに包括される。斯やうにして凡ての戸棚や引出しの仕切りを悉く破つてしまふのが、物理科學の究極の目的である。隔壁が除かれても最早最初の混亂状態には歸らない。何となれば夫れは一つの整然たる有機的體系となるからである。

出來上つたものは結局「言語の絲で綴られた知識の瓔珞」であるとも云へる。又「方則」はつまりあらゆる言語を煎じ詰めたエキスであると云はれる。

道具を使ふといふ事が、人間以外にもあるといふ人がある。蜘蛛の網を張つたり、或種の土蜂が小石をもつて地面をつき堅めるのがそれだといふ。併しそれは智慧でするのではなくて本能であると云つて反對する人がある。それはいづれにしても、器具といふものゝ使用が人類の目立つた標識の一つとなる事は疑ひない事である。

そして科學の發達の歴史は或る意味に於て此の道具の發達の歴史である。

古い昔の天測器械や、ドルイドの石垣などは別として、本當の意味での物質科學の開け始めたのはフロレンスのアカデミーで寒暖計や晴雨計などが作られて以後と云つて宜い。そして單

に野生の木の實を拾ふやうな「觀測」の繩張りを破つて、「實驗」の廣い田野をさういふ道具で耕し始めてからの事である。唯の「人門の言語」だけであつた昔の自然哲學は、此等の道具の掘り出した「自然自身の言語」によつて内容の普遍性を増して行つた。質だけを表はす言語に代つて數を表はす言語の數が次第に増して行つた。さうして今日の數理的な精密科學の方へ進んで來たのである。

言語と道具が人間にとつて車の二つの輪のやうなものであれば、科學にとつても矢張さうである。理論と實驗——此れが科學の言語と道具である。

(大正十二年五月)

相對性原理側面觀

世間では勿論、専門の學生の間でも又どうかすると理學者の間ですら「相對性原理は理解しにくいものだ」といふ事に相場が極つて居るやうである。理解しにくいと聞いてその爲に却つて興味を刺戟される人も固より澤山あるだらうし、又謙遜乃至は聞きおちして敢て近寄らない人もあるだらうし、自分の仕事に忙がしくて實際暇のない人もあるだらうし、又徹底的専門主義の門戸に閉ぢ籠つて純潔を保つ人もあるだらうし、世はさまざまである。アインシュタイン自身も「自分の一般原理を理解し得る人は世界に一ダースとは居ないだらう」といふやうな意味の事を公言したと傳へられて居る。そして此言葉も亦人さまざまに色々に解釋されもてはやされて居る。

併し此の「理解」といふ文字の意味がはつきりしない以上は「理解しにくい」といふ言詞の

意味も極めて漠然としたものである。とりやうによつては、どうにでも取られる。

尤も科學上の理論に限らず理解といふ事はいつでも容易なことでない。例へば吾々の子供が吾々に向つて云ふ事でも、それから其子供の本當の心持を酌取る程度迄理解するのは必しも容易な事ではない。此れを十分に理解する爲には、其子供をしてさういふ言辭を云はしむるやうになつた必然な沿革や環境や與件を知悉しなければならぬ。それを知らなければ畢竟無理解没分曉の親爺たる事を免れ難いかも知れない。ましてや内部生活の疎隔した他人は猶更の事である。

科學上の、一見簡單明瞭なやうに見える命題でも矢張本當の理解は存外困難である。例へばニュートンの運動の方則といふものがある。此れは中學校の教科書にでも載せられて居て、年のゆかない中學生は兎も角も既に此れを「理解」する事を要求されて居る。高等學校では更に詳しく繰返して第二段の「理解」を授けられる。大學に入つて物理学を専攻する人は更に深き第三段第四段の「理解」に進むべき手筈になつて居る。マッハの「力學」^{ノビヤニク}一卷でも讀破して多少自分の批評的な眼を働かせて見て始めていくらか「理解」らしい理解が芽を吹いて來る。併

しよく／＼考へて見るとそれでは未だ／＼十分だらうとは思はれない。

科學上の知識の眞價を知るには科學だけを知つたのでは不十分である事は勿論である。外國へ出て見なければ祖國の事が分らないやうに、あらゆる非科學殊に形而上學のやうなものと對照し、又認識論といふやうな鏡に照らして批評的に見た上でなければ科學は本當には「理解」される筈がない。併しさういふ一般的な問題は別として、茲で例にとつたニュートンの方則の場合に就て物理学の範圍内だけで考へて見ても、結局ニュートン自身が彼自身の方則を理解して居なかつたといふパラドックスに逢着する。何となれば彼の方則が如何なるものかを了解する事は、相對性理論といふものゝ出現によつて始めて可能になつたからである。かういふ意味で云へば、ニュートン以來彼の方則を理解し得たと自信して居た人は悉く「理解して居なかつた」人であつて、却つて此の方則に不満を感じ理解の困難に惱んで居た極めて少數の人達が實は比較的よく理解して居る方の側に屬して居たのかも知れない。アインシュタインに到つて始めて此の難點が明にされたとすれば、彼は少くもニュートンの方則を理解する事に於て第一人者であると云はなければならぬ。此れと同じ論法で押して行くと結局アインシュタイン自身

も未だ徹底的には相対性原理を理解し得ないのかもしれないといふ事になる。

かういふ風に考へて來ると私には冒頭に掲げたアインシュタインの言詞が何となく一種諷刺的な意味のニュアンスを帯びて耳に響く。

想ふに一般相対性原理の長所と同時に又いくらかの短所があるとすれば、一番痛切にそれを感じて居るのはアインシュタイン自身ではあるまいか。恐らく聰明な彼の眼には、なほ飽き足らない點、補充を要する點がいくらもありはしないかといふ事は淺學な後輩の吾々にも想像されない事はない。

自己批評の鋭い此人自身に不満足と感ぜらるゝ點があると假定する。そして其等の點迄も何等の批評なしに一般多數に承認され讚美される事があると假定した時に、それに悉く満足して少しもくすぐつたさを感じない程に冷靜を缺いた人とはどうしても私には思はれない。

それ故に私は彼の言葉から一種の諷刺的な意味のニュアンスを感じる。私にはそれが自負の言葉だとはどうしても思はれなくて、却つてくすぐつたさに惱む餘りの愚痴のやうにも聞きなされる。此れは餘りの曲解かも知れない。併しさういふ解釋も可能ではある。

二

科學上の學說、殊に一人の生きてゐるアダムとイヴの後裔たる學者の仕事としての學說に、絶對的「完全」といふ事が嚴密な意味で望まれ得る事であるかどうか。此れも殆んど問題にならない程明白に不可能な事である。唯學者自身の自己批評能力の程度に應じて、自ら認めて完全と「思ふ」事は勿論可能で、そして尋常一般に行はれて居る事である。さう思ひ得る幸運な學者は、其仕事が自分で見て完全になるのを待つて安心して此れを發表する事が出来る。併し嚴密な意味の完全が不可能事である事を痛切にリアライズし得た不幸なる學者は相對的完全以上の完全を期圖する事の不可能で無意義な事を知つて居ると同時に、自分の仕事の「完全の程度」に對して稍判然たる自覺を有つ事が可能である。私の見る所でニュートンやアインシュタインは明に此の後の部類に屬する學者である。

私は、ボルツマンやドルーデの自殺の原因が何であるかを知らない。併し彼等の死を想ふ度

に眞摯な學者の煩悶といふ事を考へない事はない。

學説を學ぶものにとつてもその完全の程度を批判し不完全な點を認識するは、其學説を理解する爲に正に勉むべき必要條件の一つである。

しかし茲に誤解してならない事で、そして動もすれば誤解され易い事がある。即ちさういふ「不完全」があるといふ事は、凡ての人間の構成した學説に共通な殆んど本質的な事であつて、しかも其れがある爲に直ちに其學説が全滅するといふやうな簡單なものとは限らないし、寧ろさういふ點を認める事が其學説の補填に對する階段と見做すべき場合の多い事である。さういふ場合に、若干の缺點を指摘して残る大部分の長所迄も葬り去らんとするが如き態度を取る人もない事はない。アインシュタインの場合にもさういふ人がないとは限らないやうである。しかしそれは所謂「揚足取り」の態度であつて、眞面目な學者の態度とは受取られない。

「完全」でない事を以て學説の創設者を責めるのは、完全でない事をもつて人間に生れた事を人間に責めるに等しい。

人間を理解し人間を向上させる爲には、盲目的に歎美してはならないし、没分曉に非難して

もならないと同様に、一つの學説を理解する爲には、其短所を認める事が必要であると同時に、其爲に折角の長所を見逃してはならない。此れは餘りに自明的な事であるに拘らず、最も冷靜なるべき科學者自身すら往々にして忘れ勝ちな事である。

少くも相對性原理は假令如何なる不備の點が今後發見され、又假令如何なる實驗的事實が此の說に不利なやうに見えても、それが爲に根本的に否定され得べき性質のものではないと私は信じて居る。

三

相對性原理の比較的深い理解を得る爲には其數學的系統を理解する事は恐らく必要である。併し其れは必要であるが、それだけではまだ「必要且つ十分な條件」にならない事も明白である。數學だけは理解しても、少くもアインシュタインの把握して居る如く此の原理を「握む」事は必しも可能でない。

又一方に於て、數學の複雑な式の開展を十分に理解しないでしかも、アインシュタインが此の理論を構成する際に歩んで來た思考上の道程を、可也に誤らずに通覽する事も必しも不可能ではないのである。不可能でないのみならず或る程度迄の或る意味での理解は却つて極めて容易な事かも知れない。少くもアインシュタイン以前の力學や電氣學に於ける基礎的概念の發展沿革の骨子を歴史的に追跡し玩味した後、先づ特別相對性理論に耳を傾けるならば、其人の頭が甚しく先入中毒に罹つて居ない限り、此の原理の根本假定の餘儀なさ或は寧ろ無理なさをさへ感じない譯には行かまいと思ふ。或人はコロンバスの卵子を想起するであらう。卵子を直立させるには殻を破らなければならない。アインシュタインはそこで餘儀なく絶對空間とエーテルの殻を碎いた迄である。

殻を碎いて新に立てた根本假定から出發して、それから推論される結果迄の論理的道行は數學者に信賴すればそれでよい。そして結果として出現した整然たる系統の美しさを多少でも認め味ふ事が出來て、さうして客觀的實在の一つの相を此處に認める事が出來たとすれば、其人は少くとも非専門家として既に此原理を或度迄「理解」したものと云つても決して不倫では、

ない。

特別論の一般を知つた後にそれが等速運動のみに關するといふ點に一種の物足りなさ或は不安を感じる人は、既に立派に一般論の門戸に導かれるべき資格を備へて居る。そして其處に再び第二のコロンバスの卵子に逢着するだらう。

本論に入つてからの複雑を免かれない道筋でも専門家以外には味はれないやうなものばかりであるとは思はれない。もしどうしても分らないものであつたら、アインシュタイン自身が其通俗講義を書くやうな事は恐らくなかつたに相違ない。私はどんな六かしい理論でもそれが「物理學」に關したものである限り、素人にどうしても何等の説明をもする事も出來ない程に六かしいものがあるとは思はれない。もしあつたらそれは少くも物理でないと云つたやうな心持がする。

少くも吾々素人がベートーヴェンの曲を味ふと類した程度に、相對性原理を味ふ事は誰れにも不可能ではなく、又さういふ程度に味ふ事がそれ程悪い事でもないと思ふ。

此原理を物理學上の一原理として見た時の「妙趣」或は「價值」が主として何處にあるか。それが數式にあるか、考の運び方にあるか。此れも殆んど問題にならない程明であるやうに私は思ふ。數式は彼の考を進めるものに使はれた必要な道具であつた。その道具を彼は遠慮なく昔の數學者や友人の處から借りて來た。此れは正に人の知る通りである。その道具の使ひ方が何處迄成効して居るかは恐らく未決の問題ではあるまいか。それを決定するのは専門家の仕事である、そしてそれは必しも第二のアインシュタインを要しない仕事である。併し一人のアインシュタインを必要とした仕事の中核眞髓は、此道具を必要とするやうな羽目に陥るやうな思考の道筋に搜りあてた事、それからどうしても此道具を必要とするといふ事を看破した事である。此れだけの功績はどう考へても否む事は出來ないと思ふ。假令彼の理論の運命が今後どうあらうとも、此れだけは確かな事である。そこに彼の頭腦の偉大さを認めぬ譯には行くまいと思ふ。

思ふ。

ナポレオンが運命の夕に南大西洋の孤島に淋しく終つてもその偉大さに變りはなかつた。併しアインシュタインのやうな仕事にそのやうな夕があらうとは想像されない。科學上の仕事は砂上の家のやうな征服者の榮華の夢とは比較が出來ない。

併し又考へて見ると一般相對性理論の實驗的證左といふ事は嚴密に云へば至難な事業である。假令遊星運動の説明に關する從來の困難が可也迄除却され、日蝕觀測の結果が可也迄彼の説に有利であつても、それは此理論の確實性を増しこそすれ、嚴密な意味で其絕對唯一性を決定するに十分なものであるとは遽には信じられない。スペクトル線の變位の如きは猶更決定的證左としての價值にかなりの疑問があるやうに見える。

私は科學の進歩に究極があり、學説に絕對唯一のものが有限な將來に設定されようとは信じ得ないものゝ一人である。それで無終無限の道程をたどり行く旅人として見た時にプロレミオもコペルニクスもガリレオもニュートンも今のアインシュタインも結局は唯同じ旅人の異なる時の姿として目に映る。此の果てなく見える旅路が偶然にも吾々の現代に終結して、これでい

よいよ彼岸に到達したのだと信じ得るだけの根拠を見出すのは私には困難である。

それで私は現在あるがまゝの相対性理論が何處迄保存されるかといふ事は一つの疑問になり得ると思ふ。併し此れに反して、どうしても疑問にならない唯一の確實な事實は、アインシュタインの相対性原理といふものが現はれ、研究され、少くも大部分の當代の學界に明白な存在を認められたといふ事實である。此れだけの事實は如何なる疑深い人でも認めない譯にはいかないだらうと思ふ。

此れは併し大きな事實ではあるまいか。科學の學說として此れ以上を望む事が果して可能であるかどうか、少くも從來の歴史は明にさういふ期待を否定して居る。

かういふ譯で私はアインシュタインの出現が少しもニュートンの仕事の偉大さを傷けないと同様に、アインシュタインの後に來るべきXやYの爲に彼の仕事の立派さが損はれるべきものでないと思つて居る。

もしかかういふ學說が一朝にして覆へされ、又其爲に創設者の偉らさが一時に消滅するやうな事が可能だと思ふ人があれば、其れは恐らく科學といふものゝ本質に對する根本的の誤解から

生じた誤であらう。

如何なる場合にもアインシュタインの相対性原理は、波打際に子供の築いた砂の城廓の様なものではない。狭く科學と限らず一般文化史上に一際目立つて見える堅固な石造の一里塚である。

五

相対性原理に對する反對論といふものが往々に見受けられる。併し私の知り得た限りの範圍では、此原理の存在を危くする程に有力なものはないやうに思はれる。

反對論者の反對の主なる「動機」は、段々詮じつめると結局此原理の基礎的な假定や概念が餘り甚しく吾人の常識に背くといふ一事に歸着するやうに見える。

科學と常識との交渉は、此れは科學の問題ではなくて寧ろ認識論上の問題である。従つて科學上の問題に比べて六かしさの程度が一段上にある。

併し少くも歴史的に見た時に從來の物理的科學では所謂常識なるものは、論理的系統の整合

の爲めには、惜氣なくとは云はれない迄も、少くも止むを得ず犠牲として棄却され或は改造されて来た。

太陽が動かないで地球が運行して居るといふ事、地球が球形で對蹠點の住民が逆さにぶら下つて居るといふ事、かういふ事が如何に當時の常識に反して居たかは想像するに難くない。

非ユークリッド幾何學の出發點が如何に常識的にをかくし思はれても、此れを否定すべき論理は見付からない。かういふ場合に吾々のとるべき道は二つある。即ち常識を捨てるか、論理を捨てるかである。數學者は何の躊躇もなく常識を投出して論理を取る。物理學者は假令厭々ながらも此の例にならなければならぬ。

物理學の對象は客觀的實在である。さういふものゝ存在は勿論假定であらうが、それを出發點として成立した物理學の學説は畢竟比較的少數の假定から論理的演繹によつて「觀測され得る事象」を「説明」する系統である。此目的が達せられ得る程度によつて學説の相對的價值が定まる。此目的が可也立派に達せられて、しかも根本假定が非常識だといふ場合に常識を棄てるか學説を棄てるか問題である。現在ある所の物理學は後者を選んで進んで来た一つの系統

である。

私は常識に重きを置く別種の系統の成立不可能を確實に證明するだけの根據を有たない。併し若しそれが成立したと假定したらどうだらう。其れは少くも今日の所謂物理學とは全然別種のものである。さうして其れが成立したとしても、それが現在物理學の存在を否定する事にはなり得ないと思ふ。そして最後に二者の優劣を批判するものがあれば、それは科學以外の世界に求めなければならぬ。

六

自然の森羅萬象が唯四個の坐標の幾何學に詮じつめられるといふ事は餘りに堪へ難い淋しさであると歎じる詩人があるかも知れない。併し此れは明に誤解である。相對性理論が何處迄徹底しても、やつぱり花は笑ひ、鳥は唱ふ事を止めない。もし此人と同じやうに考へるならば、唯一人の全能の神が宇宙を支配して居るといふ考も如何に淋しく荒涼なものであらう。

今の處私は、凡ての世人が科學系統の眞美を理解して、其處に人生究極の歸趣を認めなければならぬのだと信ずる程に徹底した科學者になり得ない不幸な懷疑者である。それで時には人並に花を見て喜び月に對しては歌ふ。併しさうして居る間にどうかすると突然な不安を感じる。それは花や月其他一切の具象世界の餘りに取り止め處のない頼りなさである。何處をつかまへるやうもない泡沫の海に溺れんとする時に私の手に觸れるものが理學の論理的系統である。絶對的安住の世界が得られない迄も、せめて相對的の確かさを科學の世界に求めたい。

かういふ意味で私は、同じやうな不安と要求をもつて居る多くの人に、理學の系統の中でも殊にアインシュタインの理論の如き優れたものゝ研究をすゝめたい。多くの人は一見乾燥なやうに見える抽象的系統の中に花鳥風月の美しさとは、少し種類のちがった、もう少し齒ごたへのある美しさを、把握しない迄も少くも瞥見する事が出来るだらうと思ふ。

電車の混雑に就て

満員電車の吊革に縋つて、押され突かれ、揉まれ、踏まれるのは、多少でも龜裂の入つた肉體と、其爲に薄弱になつて居る神経との所有者に取つては、殆んど堪へ難い苛責である。其影響は單に其場限りでなくて、下車した後の數時間後迄も繼續する。それで近年難儀な慢性の病氣に罹つて以來、私は満員電車には乗らない事に、空いた電車にばかり乗る事に決めて、それを實行して居る。

必ず空いた電車に乗る爲に探るべき方法は極めて平凡で簡單である。それは空いた電車の來る迄、氣永く待つといふ方法である。

電車の最も混雜する時間は線路と方向によつて大體一定して居るやうである。此のやうな特別な時間だと、いくら待つても中々空いた電車はなささうに思はれるが、さういふ時刻でも、

氣永く待つて居る中には、稀に一臺位は可也に樂なのが廻つて來るのである。此れは不思議なやうであるが、實は不思議でも何でも無い、當然な理由があつての事である。此の理由に氣がついたのは、併しほんの近頃で、それ迄は單に一つの實驗的事實として認識し、利用して居ただけであつた。

何と云つても餘り混雜の劇しい時刻には、來る電車も來る電車も、普通の意味の満員は通り越した特別の超越的満員であるが、それでも停留所に立つて、ものゝ十分か十五分も觀察して居ると、相次いで來る車の満員の程度に自らな一定の律動のある事に氣が付く。六七臺も待つ間には、必ず満員の各種の變化の相の循環するのを認める事が出来る。

此のやうな律動の最も鮮明に認められるのは、それ程極端には混雜しない、先づ云はゞ中等程度の混雜を示す時刻に於てである。

さういふ時刻に、試に或る一つの停留所に立つて觀て居ると、何時でも殆んどきまつたやうに、次の様な週期的の現象が認められる。

先づ停留所に來て見ると其處には十人乃至二十人の群が集まつて居る。さうして大多數の人

はいづれも熱心に電車の來る方向を氣にして落着かない表情を露出して居る。其間に群の人数は段々に増す一方である。五分か七分かすると漸く電車が來る。すると大勢の人々は、降りる人を待つだけの時間さへ惜しむやうに先きを争つて乗り込む。恰も、もうそれかぎりで、あとから來る電車は永久にないかのやうに争つて乗り込むのである。併しかういふ場合には殆んどきまつたやうに、第二第三の電車が、時間にして僅かに數十秒長くて二分以内の間隔を置いて、すぐ後から續いて來る。第一のでは、入口の踏臺迄も人がぶら下がつて居るのに、それが未だ發車するかしない位の時同じ處に來る第二のものでは、もう吊革に縋つて居る人はほんの一人か二人位であつたり、どうかすると座席に空間が出來たりする。第三のになると降りる人の降りた後は丸でがら明きの空車になる事も決して珍しくない。

かういふ空いた車が數臺つゞくと、それから又五分或は十分位の間はしばらく車が途絶える。其間に停留所に立つ人の數は略一定の統計的增加率をもつて増して行く。それが二十人三十人と集まつた頃にやつて來る最初の車は、必ず既に初めから或る程度の満員である。それが其處で下車する數人を降ろして、而して二十人三十人を新たに收容しなければならぬ事になる。

どうしても乗れなくて乗り損ねた數人の不幸な人達は、三十秒も待った後に、あとから來た車の座席にゆつくり腰をかけて、例へば暑さの日ならば、明け放った窓から吹き入る涼風に眼を細くしながら、遠慮なく脚を延ばして乗つて行くのである。さうして目的地に着いて見ると、すぐ前に停つて居る第一電車は相變らず満員で、その中から人と人を押し分けて、泥田を泳ぐやうにしてやつと下車する人達と殆んど同時に街上の土を踏むやうな事も珍しくはない。

私は何時もかうした混雜の週期的な波動の「峯」を避けて「谷」を求める事にして居る。さうして正常な座席にゆつくり腰をかけて、落着いた氣分になつて雑誌か書物のやうなものを讀む事にして居る。波の峯から谷迄待つ爲に費やす時間は短い時で數十秒、長くて一分か二分を越ゆる事は稀な位である。其間には私は其處らの店先にある商品を點檢したり、集まつて居る人達の顔や或ひは蒼空に浮ぶ雲の形態を研究したりする。さうした爲に若し此の僅少な時間を空費したとしても、乗車してからの數十分間に身體を休息させ、かういふ時でなければちよつと讀む機會のないやうな種類の讀物を十頁でも讀むとすれば、差引して、どうしても此の方が利益であると思はれない。更に私にとつて重大なのは下車後の身心の疲勞を斯うして免れる事である。

目的地に一分乃至二分早く到着する事がそれ程重大であるやうな場合は、少くも私のやうなものには殆んど皆無であると云つてもいゝのである。私のやうなものでなくても、下車後に此れ位の時を浪費しないといふ保證をし得る人が何人あるか疑はしい。

此のやうな事は恐らく分り切つた事であつて、誰れでも知り切つ居る事ではなければならない。それにも拘らず、大多數の東京市内電車の乗客は、長い休止の後に來る最初の満員電車に先を争つて乗らなければ氣が濟まないやうに見える。此れは自分のやうなものには殆んど了解の出來ない心持であるが、併しよく考へて見ると、此れが或は我國民性の何かの長所と因縁があるかも知れない。例へば日本人が戦争に強いといふやうな事實と何處かで聯關して居るのかも知れない。或は又所謂現代思想と稱せらるゝ漠然としたものゝ何等かの具象的發現であるかも知れない。此れに就ては輕率な批判を避けなければならない。

併し茲で私の考へて見たいと思ふ事は、さういふ大多數の行爲の是非の問題ではなくて、さういふ一般乗客の傾向から必然の結果として起る電車混雜の律動に關する科學的或は數理的の

問題である。

問題を簡単にする爲に、次のやうな場合を考へて見る。即ち、或る終點から或る一定時間毎に發車する電車が、皆一樣な速度で進行し、又途中の停留所でも一定時間だけ停車するやうに規定されたとする。もし此の規定が完全に實行されば、其線路の上の任意の一點を電車が相次いで通過する時間間隔は、矢張どれも同一でなければならぬ。然るに實際上は、避くべからざる雑多の複雑な偶然的原因の爲に、此の一定であるべき間隔に少しづゝの異同を生じ、理想的には例へば T であるべき間隔が $T + \Delta T$ となる。此の ΔT は正負大小種々であつて、所謂ガウスの誤差方則、又は類似の方則によつて分布されるものであらう。平たく云へば早過ぎるのや遅過ぎるのが色々なに錯雜交代して來る譯である。其れに拘らず平均の間隔は矢張 T である事は勿論である。即ち ΔT の總和は零になる譯である。

或る停留所に電車が到着する時刻の齟齬の状況は、若し箇々の車の速度並に停留時間の平均誤差が與へられれば、容易に計算する事が出来るが、要するに出發點からの距離が大きくなる程大きくなるのは明である。大體に於ては出發點からの距離の平方根に比例すると見て大差はあつない。

大小種々な時間誤差 ΔT がどう云ふ順序に相次いで起るかといふ事も矢張又一種の「偶然の方則」に支配される。此の方則は餘り簡單でないが先づ大體に於ては平均三臺目か四臺目毎に目立つて早過ぎるもの或は遅過ぎるものが來る事になるのである。

以上は乗客といふ因子を全然度外視しての議論であるが、次に此の因子を考慮に加へると、どうなるかといふ問題に移る。

乗客が單位時間内に一つの停留所に集まつて來る割合は、大體に於ては、それ〴〵の時刻と場所により各々一定の平均値（例へば n ）があつて、實際上は矢張其平均値の近くに偶然的變異を示すものと考へても不都合はない。さうすると一つの電車が收容すべき人數は、平均上、すぐ前の電車甲が其處を發車してからの経過時間に比例するものと考へてもいい。それで若し甲の電車が平均より a だけ早く出た後に來た乙電車が b だけ遅く發車すると、乙電車は平均より $a - b$ (a + b) だけ多くの人を收容しなければならぬ事になる。

餘り詳しい計算等は略して、極く概略に考へても、要するに少しおくれで停留所に來た車は、

少し早目に其處に來た車よりも統計的に多數の乗客を收容しなければならぬ事は明である。勿論下車する人の事も考へなければならぬが、今の問題には此れを抜き去つて考へる。そこで此様にして生じる乗客數の多少が電車の停留時間に如何なる影響を及ぼすかを次に考へて見る。乗客が多ければ多い程此れは長くなる。假令それがみんな大人しい紳士ばかりであつても、乗込みに要する時間は人數と共に増す。若し下車する人を待たずに無理に押し入らうとしたり、或は車掌と争つたりするやうだと更に停車時間は延長される。此様にして停留時間の延長した結果はどうであるか。

此れは、云ふ迄もなく此の乙電車が次の停留所に着すべき時間を後らせる。従つて次の停留所で其遅刻の爲に餘計に收容しなければならぬ前述の n の數を増加させる。其結果は更に循環的に、其次の停留所に着く時刻を後らせる、and so on で、此の乙電車の混雑は段々に増す計りである。最も簡単な理想の場合だと、停車回数に等しい乗客數で收容人數が増加する譯である。實際には車の容量に制限されるから、さう無制限には増さないだらうが、兎も角も、「込んだ車は益々込むやうな傾向をもつ」といふ結論には大した誤謬はない筈である。

此の呪はれた乙電車の次に來る丙電車はどうであるか、此の丙電車が第一の停留所に來る時刻が規定の時間通りであつたとすると、前の乙電車が時間おくれた御蔭で、平均よりは n だけ少い人數を收容すればよいことになる。若し此の丙電車が規定より c 時間後れたとしても、乙が後れなかつた場合よりは矢張り c だけ過剰收容數が減る譯である。もし丙が規定より c だけ早ければ、此の電車は $(n+c)$ だけ少い人數を收容したゞけで發車が出来る。此結果はどうなるか。此れは明に乙丙電車の間隔を次第々に減少し、従つて乙の混雑と丙の空虛を益々著しくする事に歸着して行くのである。

長い線路の上にはじめ等間隔に配列された電車が、運轉につれて間隔に不同を生じる。さうして後れるものと進むものとが統計上三又は四の平均週期で現はれるとすると、若干時の後に實現される運轉狀況は、私が此の篇の初めに記述したと大體同じやうになる譯である。即ち三四臺の週期で、著しい満員車が繰返され、其れに次ぐ二三臺は此れに踵を接して、段々に空席の多いものになる。さうして再び長い間隔を置いて、又同じ事が繰返されるのである。

以上は、事柄を出来るだけ簡単に抽象して得られた理論上の結果である。實際上は、以上の

時分	南行				五分間車數	北行				五分間車數
	時	分	秒	符		時	分	秒	符	
7 55					0	7 55 40		○	2	
8 0					0	58 18		○	3	
						8 0 0		△		
						2 31		×		
5					4	3 43		○	2	
	8 6	43		◎		7 23		○		
	8 8	16		○						
10	8 8	54		△	1	9 50		△	1	
	8 9	27		×		12 32		×		
	12 35			×						
15	15 15	43		△	5	19 34		○	1	
	16 16	19		×						
	16 16	31		×						
	17 17	24		×						
	18 18	55		×						
20	22 22	0		×	3	20 52		×	3	
	23 23	15		×		21 48		×		
	24 24	35		×		23 28		×		
25					1	27 18		○	3	
						28 28		×		
						29 21		○		
30	29 29	30		△	3	33 44		×	1	
	30 30	23		×						
	32 32	45		×						
35	34 34	33		△	3				2	
	36 36	36		○		38 34		△		
	37 37	31		×		39 5		×		
40	38 38	22		×						

五分間平均 2.2

平均 2.0

外になほ併せ考へるべき幾多の因子の多數にある事は勿論である。併し以上の考察は此等因子中の最も重要なものに關したもので、此れからの結論が大體に於て事實と餘りに懸隔したものではないといふ事も許容されるだらうと信じる。

私は此のやうな考を正す目的で、時々最寄りの停留所に立つて、懐中時計を手にしては、其處を通過する電車のトランシットを測つて見た。其一例として去る六月十九日の晩、神保町の停留所近くで八時頃から數十分間巢鴨三田間を往復する電車について行つた觀測の結果を次に掲げて見よう。表中の時刻は、同停留所から南へ一町位の一定點を通過する時を讀んだものである。時間の下に附した符號は乗客の多少を示すもので、此れはほんの見當だけのものである。○は所謂普通の満員、△は座席は略満員だが釣革は大部分空いて居る程度、×は空席の多い所謂ガラアキのものである。◎は極端な満員、××は二三人位しか居ないものを示す。

此表で見ると、例へば五分毎に通る車數は可也の變化があるに拘らず、其の平均數は北行南行共に略同様で、約二分半に一臺の割合である。併し實際の箇々の時間間隔は、南行の最初に於ける十一分三秒プラスといふ極端から、僅か十二秒といふ短い極端迄變化して居る。而して

多少の除外例はあるにしても、大體に於て長い間隔の後には比較的混雜した車が來る事、短い間隔の後には空いた車の來る事が分るだらう。

今此等各種の間隔の頻度について統計して見ると次の通りである。

四分以上	4 回	二分以下	23 回
三分以上	9 回	一分以下	11 回
二分以上	15 回	四十秒以下	5 回

此れで分るやうに、間隔の回数から云ふと、長い間隔の数は一體に少くて、短いものが多い。全體三十八間隔の中で、四分以上のものは四回、即ち全體の約一割位のものである。併し此處で誤解してならない事は、乗客が此等の長短間隔のいづれに遭遇する機會が多いかといふ問題となると、此れは別物になるのである。此の點を明にするには、各間隔の回数に、其の間隔の時間に乗じた積の和を比較して見なければならぬ。今試に間隔を一分毎に區別分類して、各區分内の間隔回数に其の區分の平均時間數を乗じたものゝ和を求めて見ると、假りに五分以上の間隔を度外視して計算して見ても、二分以下のものに對して二分以上五分迄のものゝ此の積



分の比は二三、五と四六、五即ち約一と二の比になる。若し此れに時々起る五分以上の間隔を加へて計算すると、此の懸隔は更に著しくなる。

此れは何を意味するか。

箇々の乗客が全く偶然的に一つの停留所に到着した時に、或る特別な間隔に遭遇すると云ふ確率は、あらゆる種類の間隔時間と其回数との相乗積の總和に對する其特別な間隔の回数と時間との積の比で與へられる。それで例へば前の例に就て云へば二分以下の間隔に飛び込む機會は三度に一度で、二分以上五分迄の長い間隔にぶつかると方は三度に二度の割合になる。實際は五分以上のものが勘定に加はるから恐らく此割合は四度に三度位になる場合が多いだらうと思はれる。(停留所で待つ時間の確率を論じるには、もう少し) 以上は唯一例に過ぎないが、私の觀測した其他の場合にも、大體此れと同様な趨勢が認められるのである。

それで兎も角も、全く顧慮なしにいつでも來かゝつた最初の電車に飛び乗る人に取つては、空いたのうまく行逢ふ機會が少くて、込んだのに乗る機會が著しく多い。さういふ經驗の記憶が自然に人々の頭に滲み込む。恐らく込み合つて居た多數の場合の記憶は、稀に空いて居た

少數の場合の記憶よりも強く印銘せられるとすると、以上の比例の態隔は、心理的に變化を受け、必ず幾分か誇張されて頭に残るかも知れない。従つて多くの人はつひ／＼空いた電車の存在を忘れて、凡てのものが満員であるやうな印象をもつ事になるかも知れない。

此の最後の點は不確だとしても、次の結論は免れ難い、即ち「來か、いつた最初の電車に乗る人は、空いた車に逢ふ機會よりも込んだのに乗る機會の方が可也に多い」。

此のやうにして、込んだ車には益々多くの人が乗るとすれば、此の電車は益々規定時間よりも後れる爲に、更に又混雑を増す勘定である。

此れを詮じつめると最後に出て來る結論は妙なものになる。即ち「第一に、東京市内電車の乗客の大多數は——假令無意識とはいへ——自ら求めて満員電車を選んで乗つて居る。第二には、さうする事によつて、自ら其等の満員電車の満員混雑の程度を益々増進するやうに努力して居る」。

此れは一見バッドクシカルに聞えるかも知れないが、以上の理論の當然の歸結としてどうしても止むを得ない事である。もし此れがをかしいと思はれるなら、其れは私の議論がをかしい

のではなくて、さういふ事實がをかしいのであらう。

それで若し此のやうな片寄り勝の運轉狀況を避けて、もう少し均等な分配を得たいといふならば、其爲に採るべき方法は理論上からは簡單である。第一には電車の車掌なり監督なりが、定員の勵行を強行する事も必要であるが、それよりも、乗客自身が、行き當つた最初の車にどうでも乗るといふ要求を幾分でも扣へて、三十秒乃至二分位の貴重な時間を犠牲にしても、次の空いた電車に乗るやうな方針をとるのが捷徑である。此れが爲に失はれた三十秒乃至二分の埋合せは恐らく目的地に着く前に既に仕舞ひさうに思はれる。

併し満員電車を嫌ふか好くかは「趣味」の問題であらうから、多數の乗客が若し満員電車に先を争つて乗る事に特別な興味と享樂を感じるならば、それは致方がない。其の趣味の是非を論じる爲の標準は數理や科學からは求められない。

昔は、人に道を譲り、人と利福を分つと云ふ事が美德の一つに數へられた。今ではそれはどうだか分り兼ねる。併しさういふ美德の問題等は姑く措いて、單に功利的乃至利己的の立場から考へても、少くも電車の場合では、満員車は人に譲つて、一步おくれて空いた車に乗る方が、

自分の爲のみならず人の爲にも便利であり「能率」のいゝ所行であるやうに思はれる。少くも混雑に對する特別な「趣味」を持たない人々に取つてはさうである。

此れは餘談ではあるが、よく考へて見ると、所謂人生の行路に於ても存外此の電車の問題とよく似た問題が多いやうに思はれて来る。さういふ場合に、矢張どうでも最初の満員電車に乗らうといふ流儀の人と、少し待つて居て次の車を待ち合せようといふ人との二通りがあるやうに見える。

此のやうな場合には事柄が餘りに複雑で、簡単な數學などは應用する筋道さへ分らない。従つて電車の場合の類推が何處迄適用するか、それは全く想像も出来ない。従つて猶更の事此の二つの方針或は流儀の是非善惡を判断する事は非常に困難になる。

此れは恐らく誰にも六かしい問題であらう。恐らく此れも議論にはならない「趣味」の問題かも知れない。私は唯序ながら電車の問題とよく似た問題が他にもあるといふ事に注意を促したいと思ふ迄である。

(大正十一年九月)

怪 異 考

物理学の學徒としての自分は、日常普通に身邊に起る自然現象に不思議を感じる事は多いが、古來の所謂「怪異」なるものゝ存在を信ずる事は出来ない。しかし昔から吾々の祖先が多くの「怪異」に遭遇しそれを「目撃」して來たといふ人事的現象としての「事實」を否定するものではない。吾々の役目は唯其等の怪異現象の記録を現代科學上の語彙を借りて翻譯するだけの事ではない。此の仕事は併し甚だ困難なものである。錯覺や誇張更に轉訛のレンズによつて甚しく歪められた影像から其の本體を云ひ當てなければならぬ。それを的確に成效し得る爲にはそのレンズに關する方則を正確に知らなければならぬ、のみならず、又其の箇の場合に於ける決定條件として多様の因子を逐一に明かにしなければならぬ。此の前者の方則については心理學の方から若干の根據は供給されるとしても、後者に關する資料は殆んど

凡ての場合に於て永久に失はれて居る。従つて本當に科學的な推定を下すといふことは殆んど望み難いことである。唯出來得る唯一の方法としては、有るだけの材料から、科學的に合理的な一つの「可能性」を指摘するに過ぎない。尤も此の可能性が非常に多様であれば、その中の二三を指摘して見ても、それは結局何等の價値もない漫談となつてしまふであらうが、多くの場合に必しもさうとは限らない。殊に或る一種の怪異に關する記録が豊富にあればある程、此の可能性の範圍は可也迄押し狭められる。従つて稍「尤もらしい假説」といふ迄には漕ぎ付けられる見込があるのである。其處迄行けば、それは兎も角も一つの假説として存在する價値を認めなければならず、又實際科學者達に或る暗示を提供するだけの効果をもつ事も有り得るであらうと思はれる。

さういふ意味で自分が從來多少興味をもつてゐる怪異が若干ある。併し此れを正當に研究する爲に先づ少くも一通りは關係文獻を古書の中から拾ひ集めてかゝる必要がある。それは到底今の自分には急に出來さうもない。それかと云つて何時になつたらそれが出來るといふ確かな見込も立たない。

それで、唯こゝにはほんの一つの空想、但し多少科學的の考察に基いた空想或は「小説」を備忘録として書き留めておく。もし此等の問題に興味をもつ本當の考證家があれば難有いと思ふ迄である。

其の 一

其の怪異の第一は、自分の郷里高知附近で知られて居る「孕はらみのジャン」と稱するものである。孕は地名で、高知の海岸に並行する山脈が蒲戸灣に中斷されたその兩側の突端の地と其の海峽とを込めた名前である。此の現象に就ては、最近に、土佐郷土史の權威として知られた杜山居士寺石正路氏が雑誌「土佐史壇」第十七號に「郷土史斷片」其三〇として記載されたものがある。『(前略)昔は大分評判の事であつたが、此の頃は全く其の沙汰がない、根據の無き話かと思へば、土佐今昔物語といふ書に、沼澄(鹿持雅澄翁)の名を以て左の通り記されて居る。孕の海にジャンと唱ふる希有のものありけり、誰しの人も未だ其形を見たるものなく、其物

は夜半にジャンと鳴響きて海上を過行なりけり、漁業をして世を渡るとちに、夜半に小舟浮べて、あるは釣を垂れ、或は網を打ちて幸多かるも、此の海上を行過れば忽に魚騒ぎ走りて、時を移すとも其夜は又幸なかりけり、高知ほとりの方言に、ものゝ破談に成りたる事をジャンになりたりといふも、此海上行過るものより出たることなん語り傳へたりとや。

此の文は鹿持翁の筆なれば大凡小百年前のことにして孕のジャンは此程の昔よりも已に其の傳があつたことが知れる(後略)。寺石氏は此のジャンの意味の轉用に關する上記の説の誤謬を指摘して居る。又終に諏訪湖の神渡りの音響の事を引き、孕のジャンは『何か微妙な地の震動に關したることではあるまいか』と述べて居られる。

私は幼時近所の老人から度々此れと同様な話を聞かされた。そしてもし記憶の誤りでなければ、此のジャンの音響と共に「水面に漣が立つ」といふ事が上記の記載に附加されて居た。

此の話を導出しさうな音の原因に關する自分のはじめの考は、もしや昆蟲か或は鳥類の群が飛び立つ音ではないかと思つて見たが、併しそれは夜半の事だといふし、又魚が釣れなくなるといふ事が確實とすれば單に空中の音波の爲とは考へにくいと思はれた。ところが先年筑波山

の北側の柿岡の盆地へ行つた時に彼地には珍らしくない「地鳴」の現象を數回體驗した。その時に自分は全く神來的に「孕のジャンは此れだ」と感じた。此の地鳴の音は考へ方によつては矢張ジャンとも形容され得る種類の雑音であるし、又其の地盤の性質、地表の形状や被覆物の種類によつては一層ジャンと聞え易くなるであらうと思はれ得るたちのものである。そして明に一方から一方へ「過行く」音で、それが空中ともなく地中ともなく過ぎ去つて行くのは實際他に比較するものゝない奇異の感じを起させるものである。丁度自分が觀測室内に居た時に起つた地鳴の際には、磁力計の頂上に付いて居る管が共鳴してその頭が少くも數耗程振動するのを明に認める事が出来たし、又山中で聞いた時は立つて居る靴の底に明に極めて短週期の震動を感じた。此れだけの振動があれば、適當な境界條件の下に水面の漣を起し得る筈であるし、又水中の魚類の耳石等にも此れを感じなければならぬ譯である。尤も、魚類が此の種の短週期彈性波に對してどう反應するかに就て自分は餘りよく知らないが、此れだけの振動に全然無感覺であらうとは想像し難い。

地鳴の現象に就ては、我邦でも既に大森博士等によつて色々研究された文獻がある。その本

當の原因的機巧は未だよく分らないが、要するに物理的には全く唯小規模の地震であつて、それが小局部に且つ多くは地殻表層に近く起るといふに過ぎないであらうと判断される。

もし「孕のジャン」として知られた記録通りの現象が、實際にあつたものと假定し、又此れが筑波地方の地鳴と同一系統の地球物理學的現象であると假定すると、それから多少興味のある地震學上のスペキュレーションを組立てる事が出来る。

ジャンの記録は既に百年前にはある。尤も此の記録では、當時此れが現存したものか、或は過去の事として書いたものか、餘り判然とはしない。そして兎に角吾々の現時はないと云はれて居る。自分の幼時に此の事を話した老人は現に自分で此れを體驗したかの如く話したが、それは疑はしいとしても、此の老人の頭の若かつた時代に此の話しが可也の生々しい色彩をもつて流布されて居た事は確らしい。

土佐に於ける大地變の最初の記録としては、西曆六八四年天武天皇の時代の地震で、土地五十萬頃が陥落して海となつたといふ記録があり、それからずつと後には慶長九年（一六〇五）と寶永四年（一七〇七）並に安政元年（一八五四）と此の三回の大地震が知られて居り、此のうちで、

後の二回には、海濱の地帯に隆起や沈降のあつた事が知られて居る。さて、此等の大地震によつて表明される地殻の歪は、地震のない時でも、常に何處かに、何等かの程度に存在して居るのであるから、もし適當な條件の具備した局部の地殻があれば其處に對し小規模の地震、即ち地鳴の現象を誘起しても不思議はない譯である。そして、それが或る時代には頻繁に現はれ、他の時代には殆んど現はれなくなつたとしても、それ程不思議な事とは思はれない。

今問題の孕の地形を見ると、此の海峡は、五萬分の一の地形圖を見れば、何人も疑ふ餘地のない程明瞭な地殻の割目である。即ち東西に走る連山が南北に走る斷層線で中斷されたものである。更に又此の海峡の西側に比べると東側の山脈の脊梁は明に百米程を沈下し、その上に、南の方に數百米もずれ動いたものである事が分る。尤も此の斷層の生成、此れに伴ふ沈下や変動の起つた時代は、恐らく非常に古い地質時代に屬するもので、其の時の歪が現在迄残つて居ようとは信ぜられない。併しそのやうな著しい地殻の古疵が現在の歪に對して時々過敏になり得るであらうと想像するのは單に無稽な空想とは云はれないであらう。

それで問題の怪異の一つの可能な説明としては、此れは、或る時代、恐らくは寶永地震後、

安政地震の頃へかけて、此の地方の地殻に特殊な歪を生じた爲に、表層岩石の内部に小規模の地汙りを起し、従つて地鳴の現象を生じて居たのが、近年に至つてその歪が調整されて最早變動を起さなくなつたのではないかといふ事である。

此の作業假説の正否を吟味し得る爲には、吾々は後日を待つ外はない。もし他日此の同じ地方に再び頻繁に地鳴を生ずるやうな事が起れば、其の時にはじめて此の想像が確められる事になる。併しそれ迄にどれ程の歳月が経つであらうかといふ事については全く見當が付かない。唯漠然と、上記三つの大地震の年代差から考へて、今後數十年乃至百年の間に起りはしないかと考へられる強震が實際起るとすれば、其の前後に何事かありはしないかといふ暗示を次の代の人々に残すだけの事である。併し若し現代の讀者のうちで此れと類似の怪異傳説或は地鳴の現象について何等かの資料を教へてくれる人でもあれば望外の幸である。

其の二

次に問題にしたいと思ふ怪異は「類馬」^{たば}「提馬風」又濃尾地方で「ギバ」と稱するもので、此れは馬を襲つてそれを斃死させる魔物ださうである。此れに關する自分の知識は唯、磯清氏著「民俗怪異篇」によつて得ただけであつて、特に自分で調べた譯ではないが、近頃偶然此の書物の記事を読んだ時に、考へついた一つの假説がある。それは、此の怪異はセントエルモの火、或は此れに類似の空中放電現象と關聯したものではないかといふ事である。

右の磯氏の記述によると此のギバの現象には二説ある。その一つによると旋風のやうなものが襲來して、其の際に「馬の鬣が一筋一筋に立つて、その鬣の中に細い絲のやうな紅い光がさし込む」と馬は間もなく死ぬ、そのとき、もし「すぐと刀を抜いて馬の行手を切り拂ふ」と、その風が外れて行つて馬を襲はないといふのである。もう一つの説によると、「玉蟲色の小さな馬に乗つて、猩々緋のやうなもの、着物を着て、金の瓔珞を戴いた」女が空中から襲つて來て「妖女はその馬の前脚をあげて被害の馬の口に當てて後脚を耳から鬣にかけて踏みつける、つまり馬面にひしと組みつくのである」。此の現象は短時間で消え馬は斃れるといふのである。此の二説は磯氏も注意されたやうに相互に類似して居る。此れを科學的な眼で見ると要するに

馬の頭部の近邊に或る異常な光の現象が起るといふ風に解釋される。

次に注意すべきは、此の怪異の起る時の時間的分布である。即ち「濃州では四月から七月まで、別して五六月が多いと謂ふ。七月になりかゝると、秋風が立初める、とギバの難は影を隠して了ふ。武州常州あたりでもやはり四月から七月と謂つて居る」。又晴天には現はれず、「晴れては曇り曇つては晴れる、村雲などが出たり入つたりする日に限つて」現はれるとある。又一日中の時刻に就ては「朝五つ時前（午前八時）、夕七つ時過（午後四時）にはかけられない、多くは日盛りであると謂ふ」とある。

又此の出現するのに自ら場所が定まつて居る傾向があり、例へば一里塚のやうな處の例が擧げられて居る。

もう一つ参考になるのは、馬をギバの難から救ふ方法として、此れが襲ひかゝつた時に、半纏でも風呂敷でも藁でも、さういふものを馬の首から被せるといふことがある。勿論、その上に、尾の上の脊骨に針を打ち込んだりするさうであるが、此のやうにものを被せる事が「針よりも大切な禁厭」だと考へられて居る。又此れと共通な點のあるのは、平生のギバ除ける。

の禁厭として、馬に腹當てをさせるとよい、但しそれは『大津東町上下仕合』と白く染めぬいたものを用ゐる。「此アブヨケをした馬がギバにかけられて斃れたのを見た事がないと、謂はれてゐる」。

別の説として美濃では「ギバは白蛇のやうな、目にも見えない蟲だと謂ふ説がある、又常陸ではその蟲を大津蟲と呼んでゐる。蟲は玉蟲色をしてゐて足長蜂に似て居る」といふ記事もある。

以上の現象の記述には、何等か事實に基いたものがあるといふ前提を置いて、さて何か此れに類似した自然現象はないかと考へて見ると、先づ第一に旋風が考へられる。もし旋風の爲とすればそれは馬が急激な氣壓降下の爲に窒息でもするか内臓の障害でも起るのであらうかと推測される。併しそれだけであつて此のギバの他の屬性に關する記述とは何等著しい照應を見ない。尤も旋風は多くの場合に雷雨現象と聯關して起るから、その點で後に述べる時間分布の關係から云つて多少此の説に有利な點はある。しかし所謂光の現象や又前述の禁厭の意味は全く此れでは説明されない。

此れに反して、ギバが何等かの空中放電によるものと考へると、鬣が立ち上つたり、光の線條が見えたり、玉蟲色の光が馬の首を包んだりする事が、全部生きた科學的記述としての意味をもつて来る。又衣服其他で頭を被ひ、又腹部を保護するといふ事は、つまり電氣の半導體で馬の身體の一部を被覆して、放電による電流が直接にその局部の肉體に流れるのを防ぐといふ意味に解釋されて来るのである。

又かういふ放電現象が夏期に多い事、及び日中に多い事は周知の事實であるので、前述の間分布は、此れと極めてよく符合する事になる。

場所の自ら定まる傾向については、自分は何事も具體的のことをいふだけの材料を持合せないが、此れも調べて見たら、恐らく放電現象の多い場所と符合するやうなことがありはしないかと想像される。

併し此の假説にとつて重大な試金石となるものは、馬の此の種の放電に對する反應如何である。即ち人間には何等の害を及ぼさない程度の放電によつて馬が斃死し得るかどうかといふ事である。此れに就ては恐らく既に文献もある事と思はれるが、自分は未だよく承知して居ない。

唯馬が特に感電に對して弱いものであるといふ事だけは馬に關する専門家に聞いて確める事が出来た。なほ此れに就ては高壓電源を用ゐていくらかも實驗する事が可能であり、又既にいくらかは實驗された事かも知れない。併し實驗室で、或る指定された條件の下に於て行はれた實驗が必しも直接に野外の現象に適用されるかどうかは疑はしい。結局は實際の野外に於ける現象の正確な觀察を待つ必要がある。

ギバの現象が現時に於ても何處かの地方で存在を認められて居るか。もし居るとすれば此れに遭遇したといふ人の記述を出来るだけ多く蒐集したいものである。讀者の中でもし何等かの資料を供給されるならば大幸である。

(此の「怪異考」は機會があらば、あとを續け度いといふ希望をもつて居る。

昭和二年十月四日)

化
物
の
進
化

人間文化の進歩の道程に於て發明され創作された色々の作品の中でも「化物」などは最も優れた傑作と云はなければなるまい。化物も矢張人間と自然の接觸から生れた正嫡子であつて、其の出入する世界は一面には宗教の世界であり、又一面には科學の世界である。同時に又藝術の世界でもある。

如何なる宗教でも其の教典の中に「化物」の活躍しないものはあるまい。化物なしには恐らく宗教なるものは成立しないであらう。尤も時代の推移に應じて化物の表象は變化するであらうが、その心的内容に於ては永久に同一であるべきだと思はれる。

昔の人は多くの自然界の不可解な現象を化物の所業として説明した。矢張一種の作業假説である。雷電の現象は虎の皮の褌を着けた鬼の悪巫山戯として説明されたが、今日では空中電氣

と稱する怪物の活動だと云はれて居る。空中電氣といふと分つたやうな顔をする人は多いが併し雨滴の生成分裂によつて如何に電氣の分離蓄積が起り、如何にして放電が起るかば専門家にも未だよくは分らない。今年のグラスゴウの科學者の大會でシムプソンとウィルソンと二人の學者が大議論をやつたさうであるが、此れは正に此の化物の正體に關する問題についてであつた。結局は唯昔の化物が名前と姿を變へたゞけの事である。

自然界の不思議さは原始人類にとつても、二十世紀の科學者にとつても同じ位に不思議である。その不思議を昔我等の先祖が化物へ歸納したのを、今の科學者は分子原子電子へ持つて行くだけの事である。昔の人でも恐らく當時彼等の身邊の石器土器を「見る」と同じ意味で化物を見たものはあるまい。それと同じやうに如何なる科學者でも未だ天秤や試験管を「見る」やうに原子や電子を見た人はないのである。それで、もし昔の化物が實在でないとするれば今の電子や原子も實在ではなくて結局一種の化物であると云はれる。原子電子の存在を假定する事によつて物理界の現象が遺憾なく説明し得られるから此等が物理的實在であると主張するならば、雷神の存在を假定する事によつて雷電風雨の現象を説明するのと何處がちがふかといふ疑問が

出るであらう。尤も、此れには明な相違の點がある事は此處で改まつて云ふ迄もないが、併し又共通な處も可也にある事は争はれない。兎も角も此の二つのものゝ比較は吾々の科學なるものゝ本質に關する省察の一つの方面を示唆する。

雷電の怪物が分解して一半は科學の方へ入り一半は宗教の方へ走つて行つた。凡ての怪異も同様である。前者は集積し凝縮し電子となりプロトーンとなり、後者は一つにかたまり合つて全能の神様になり天地の大道となつた。さうして兩者共に人間の創作であり藝術である。流派がちがふだけである。

それ故に化物の歴史は人間文化の一面の歴史であり、時と場所との環境の變化が此れに如實に反映して居る。鎌倉時代の化物と江戸時代の化物を比較し、江戸の化物とロンドンの化物を比較して見れば此の事はよく分る。

前年誰れか八頭の大蛇とヒドラのお化けとを比較した人があつた。近頃には印度のヴィシヌと希臘のポセイドンの關係を論じて居る學者もある。又ガニミード神話の反映をガンダラの或る彫刻に求めた或る學者の考では、鷲がガルダに化けた事になつて居る。そして面白い事には

その彫刻に現はされたガルダの顔貌が、我邦の天狗大和尚の顔に餘程似た處があり、又一方ではジャヴァの或る魔神によく似て居る。又吾々の子供の時から御馴染の「赤鬼」の顔がジャヴァ、印度、東トルキスタンから希臘へかけて、色々の名前と表情とをもつて横行して居る。又大江山の酒頭童子の話とよく似た話が支那にもあるさうであるが、又此話はユリシースのサイクロップス退治の話と餘程似た處がある、のみならず此のシユテンドウシがアラビアから來たマレイ語で「恐ろしき悪魔」といふ意味の言葉に似て居り、もう一つ脱線すると源頼光の音讀がヘラクレースと何處か似通つてたり、勿論暗合として一笑に附すればそれ迄であるが、さればと云つて暗合であるといふ科學的證明も六かしいやうな事例はいくらでもある。兎も角も世界中の化物達の系圖調べをする事によつて古代民族間の交渉を探知する一つの手掛りとなり得る事は寧ろ既知の事實である。さうして言語や文字や美術品を手掛りとする此れと同様な研究よりも一層有力であり得る見込がある。何故かと云へば各民族の化物には其の民族の宗教と科學と藝術とが綜合されて居るからである。

併し不幸にして科學が進歩すると共に科學といふものゝ眞價が誤解され、買ひかぶられた結

果として、化物に對する世人の興味が不正當に稀薄になつた、今時本氣になつて化物の研究でも始めようといふ人は可也氣が引けるであらうと思ふ時代の形勢である。

全く此頃は化物共が餘りに居なくなり過ぎた感がある。今の子供等が御伽噺の中の化物に對する感じは殆んど唯空想的な滑稽味或は怪奇味だけであつて、吾々の子供時代に感じさせられたやうに頭の頂上から足の爪先迄突き抜けるやうな鋭い神秘の感じはなくなつたらしく見える。此れは一體どちらが子供等にとつて幸福であるか、どちらが子供等の教育上有利であるか、此れも存外多くの學校の先生の信する如くに簡単な問題ではないかも知れない。西洋の御伽噺に「ゾツとする」とはどんな事か知りたいといふ馬鹿者があつてわざ／＼化物屋敷へ探險に出かける話があるが、あの話を聞いてあの豪傑を羨しいと感すべきか、或は可愛想と感すべきか、此れも疑問である。兎も角も「ゾツとする事」を知らないやうな豪傑が、假りに科學者になつたとしたら、先づ餘り大した仕事は出來さうにも思はれない。

仕合せな事に吾々の少年時代の田舎には未だ／＼化物が澤山に生き残つて居て、そしてそのおかげで吾々は十分な「化物教育」を受ける事が出來たのである。郷里の家の長屋に重兵衛さ

んといふ老人が居て、毎晩晩酌の肴に近所の子供等を膳の向ひに坐らせて、生のんにくをほりほりかじりながらうまさうに熱い杯を嘗めては數限りもない化物の話をして聞かせた。想ふに此老人は一千一夜物語の著者の如き創作的天才であつたらしい。さうして傳説の化物新作の化物共を随意に眼前に躍らせた。吾々の臆病なる小さな心臓は老人の意のままに高く低く鼓動した。夜更けて歸る各々の家路には樹の蔭、河の岸、路次の奥の到る處にさまざまの化物の幻影が待伏せて動いて居た。化物は實際に當時の吾々の世界にのび／＼と生活して居たのである。中學時代になつても未だ吾々と化物との交渉は續いて居た。友人で禿のNといふのが化物の作家として衆に秀で、居た。彼は近所のあらゆる曲り角や芝地や、橋の袂や、大樹の梢やに一つづつ極めて恰好な妖怪を創造して配置した。例へば「三角芝の足舐り」とか「T橋の袂の腕眞砂」などいふ類である。前者は河沿の或る芝地を空風の吹く夜中に通つてゐると、何者かが来て不意にべろりと足を嘗める、すると急に發熱して三日のうちに死ぬかも知れないといふ。後者は、城山の麓の橋の袂に人の腕が眞砂のやうに一面に散布して居て、通行人の裾を引き止め足をつかんで歩かせない、此れに會ふと大抵は其場で死ぬといふのである。勿論もう「中學

教育」を受けて居る其頃の吾々は誰れもそれ等の化物を吾々の五官に觸れ得べき物理的實在としては信じなかつた。それに拘らず此の作家Nの藝術的に描き出した立派な妖怪の「詩」は吾々のうら若い頭に何かしら神秘的雰圍氣のやうなものを吹き込んだ、或は神秘的な存在、不可思議な世界への憧憬に似たものを鼓吹したやうに思はれる。日常茶飯の世界の彼方に、常識では測り知り難い世界がありはしないかと思ふ事だけでも、其心は知らず／＼自然の表面の諸相の奥に隠れた或物への省察へ導かれるのである。

此のやうな化物教育は、少年時代の吾々の科學知識に對する興味を阻害しなかつたのみならず、却つて寧ろ益々それを鼓舞したやうにも思はれる。此れは一見奇妙なやうではあるが、よく考へて見ると寧ろ當然な事でもある。皮肉なやうであるが吾々に本當の科學教育を與へたものは、數々の立派な中等教科書よりは、寧ろ長屋の重兵衛さんと友人のNであつたかも知れない。此れは必しも無用の變痴奇論ではない。

不幸にして科學の中等教科書は往々にして其れ自身の本來の目的を裏切つて被教育者の中に芽生えつゝある科學者の胚芽を殺す場合がありはしないかと思はれる。實は非常に不可思議で、

誰れにも本當には分らない事を極めて分り切つた平凡な事のやうに餘りに簡単に説明して、それでそれ以上には何の疑問もないかのやうにすつかり安心させてしまふやうな傾がありはしないか。さういふ科學教育が普遍となり凡ての生徒がそれを其儘素直に受け入れたとしたら、世界の科學は恐らくそれ切り進歩を止めてしまふに相違ない。

通俗科學など、稱するものが矢張同様である。「科學ファン」を喜ばすだけであつて、本當の科學者を培養するものとしては、どれだけの効果が果して其の弊害を償ひ得るか問題である。特にそれが科學者としての體驗を有たない本當のジャーナリストの手によつて行はれる場合には猶更の考へものである。

かういふ皮相的科學教育が普及した結果として、あらゆる化物共は函嶺は勿論日本の國境から追放された。あらゆる化物に關する貴重な「事實」を凡て迷信といふ言葉で抹殺する事が即ち科學の目的であり手柄でもあるかのやうな誤解を生ずるやうになつた。此れこそ「科學に對する迷信」でなくて何であらう。科學の目的は實に化者を搜し出す事なのである。此の世界が如何に多くの化物によつて充たされて居るかを教へる事である。

昔の化物は昔の人にはちやんとした事實であつたのである。一世紀以前の科學者に事實であつた事柄が今では事實でなくなつた例はいくらもある。例へば電氣や光熱や物質に關する我々の考でも昔と今とは丸で變つたと云つてもよい。併し昔の學者の信じた事實は昔の學者には矢張事實であつたのである。神鳴の正體を鬼だと思つた先祖を笑ふ科學者が、百年後の科學者に同じやうに笑はれないと誰れが保證し得るであらう。

古人の書き残した多くの化物の記録は、昔の人に不思議と思はれた事實の記録と見る事が出来る。今日の意味での科學的事實では到底有り得ない事は勿論であるが、併し其等の記録の中から今日の科學的事實を掘り出し得る見込のある事はたしかである。

其のやうな化物の一例として私は前に「提馬風」のお化けの正體を論じた事がある。其後に私の問題となつた他の例は「鎌鼬」と稱する化物の事である。

鎌鼬の事は色々の書物にあるが、「伽婢子」といふ書物に據ると、關東地方に此の現象が多いらしい、旋風が吹きおこつて「通行人の身にもあらくあたれば股のあたり豎さまにさけて、剃刀にて切たる如く口ひらけ、しかも痛み甚しくもなし、又血は少しも出ず、云々」とあり、

又名字正しき侍には此害なく卑賤の者は金持でもあてられるなど書いてある。此處にも時代の反映が出て居て面白い。雲萍雜誌には「西國方に風録といふものあり」としてある。此の現象に就ては先年我邦の或る學術雜誌で氣象學上から論じた人があつて、其所説によると旋風の中では氣壓が甚しく低下する爲に皮膚が裂けるのであらうと説明してあつたやうに記憶するが、此説は物理學者には少し腑に落ちない。假令可也な真空になつてもゴム球か膀胱か何かのやうに脚部の破裂する事はありさうもない。此れは明に強風の爲に途上の木竹片或は砂粒の如きものが高速度で衝突する爲に皮膚が截斷されるのである。旋風内の最高風速はよくは分らないが毎秒七八十米を超える事も珍しくはないらしい。彈丸の速度に比べれば問題にならぬが、玩具の弓で射た矢よりは速いかも知れない。數年前アメリカの氣象學雜誌に出て居た一例によると、麥藁の莖が大旋風に吹きつけられて堅い板戸に突きさゝつて、丁度矢の立つたやうになつたのが寫眞で示されて居た。麥藁が板戸に穿入する位なら、竹片が人間の肉を破つても大して不都合はあるまいと思はれる。下賤の者に此の災が多いといふのは統計の結果でもないから問題にならないが、併し下賤の者の總數が高貴な者の總數より多いとすれば、それだけでも此の事は當然である。その上に又下賤のものが脚部を露出して歩く機會が多いとすれば猶更の事である。又關東に特別に旋風が多いかどうかは此れも十分な統計的資料がないから分らないが、小規模の所謂「塵旋風」は武藏野のやうな平野に多いらしいから、此の事も全く無根ではないかも知れない。

怪異を科學的に説明する事に對して反感を懷く人もあるやうである。それは折角の神秘なものを淺薄なる唯物論者の土足に踏みにじられると云つたやうな不快を感じるからであるらしい。併しそれは僻見であり誤解である。所謂科學的説明が一通り出來たとしても實は其現象の神秘は少しも減じない計りでなく寧ろ益々深刻になるだけの事である。例へば録馳の現象が假りに前記の様な事であるとすれば、本當の科學的研究は實は其處から始まるので、前に述べた事は唯問題の構^{フォーミュレーション}成であつて解決^{ソリューション}ではない。又此の現象が多くの実験的數理的的研究によつて、いくらか詳しく分つたところ、それからさきの問題は無限である。さうして何の何某が何日に何處で此れに遭遇するかを豫言する事は如何なる科學者にも永久に不可能である。此れをなし得るものは「神様」だけである。

「鸚鵡石」といふ不思議な現象の記事を、猶軒小録、提醒記談、笈埃隨筆等で散見する。此れは山腹に露出した平滑な岩盤が適當な場所から發する音波を反響させるのだといふ事は今日では小學兒童にでも分る事である。岩面に草木があつては音波を擾亂するから反響が十分でなくなる事も多くの物理學生には明である。併し此等の記録中で面白いと思はるゝのは、或書では笛の音がよく反響しないとあり、他書には鉦鼓鈴の如きものがよく響かないとある事である。笈埃隨筆では「此地は神跡だから佛具を忌むので、それで鉦や鈴は響かぬ」と云ふ説に對し、そんな馬鹿な事はないと抗辯し「それならば念佛や題目を唱へても反響しない筈なのに、反響するではないか」などいふ議論があり、結局五行説か何かへ持つて行つて無理に故事付けて居る處が面白い。五行説は物理學の卵子であるとも云はれる。此れに就て思出すのは十餘年前の夏大島三原火山を調べる爲に、あの火口原の一隅に數日間の天幕生活をした事がある。風のない穩かな或日あの火口丘の頂に立つて大きな聲を立てると前面の火口壁から非常に明瞭な反響が聞えた。面白いので試にアー、イー、ウー、エー、オーと五つの母音を交互に出して見ると、ア、オなどは強く反響するのにイヤエは弱く短くしか反響しない。此れは多分後の母音は

振動数の多い上音オバートンに富む爲、又さういふ上音オバートンは其波長の短い爲に吸收分散が多く結局全體としての反響の度が弱くなるからではないかと考へて見た事がある。兎も角も此の事と、鸚鵡石で鉦や鈴や調子の高い笛の音の反響しないといふ記事とは相照應する點がある。併し此れも本式に研究して見なければよくは分らない。

近頃は海の深さを測定する爲に高周波の音波を船底から海水中に送り、それが海底で反響するのを利用する事が實行されるやうになつた。此れを研究した學者達が、どの程度迄上記の問題に立入つたか私は知らない。併し此の鸚鵡石で問題になつた事は此場合當面の問題となつて再燃しなければならぬのである。伊勢の鸚鵡石にしても今の物理學者が實地に出張して研究しようと思へばいくらでも研究する問題はある。そしてその結果は例へば大講堂や劇場の設計などに何かの有益な應用を見出すに相違ない。

餘談ではあるが、廿年程前にアメリカの役者が來て、たしか歌舞伎座であつたかと思ふが、「リップ・ヴァン・ウィンクル」の芝居をした事がある。山の中でリップ・ヴァン・ウィンクルが元氣よく自分の名を叫ぶと、反響が大勢の聲として「リーッウ・ウァーン・ウィーンウー

ル」と調子の低い空虚な氣味の悪い聲で嘲るやうに答へるのが、如何にも眞に迫つて面白かつたのを記憶する。此れは前述のやうな理由で音聲の音色が變る事と、反射面に段階のある爲に音が引延ばされ又幾人もその聲になつて聞える事と、此の二つの要素がちやんとつかまれて居たからである。想ふに此の役者は「木魂こだま」のお化けを可也に深く研究したに相違ないのである。

「伽婢子」卷の十二に「大石相戦」と題して、上杉謙信の春日山の城で大石が二つ或日の夕方頻に躍り動いて相衝突し夜半過迄喧嘩をして結局互に碎けてしまつた、それから間もなく謙信が病死したとある。此れも勿論餘り當にならない話であるが、併し作りごとにしても何等かの自然現象から暗示された作りごとであるかも知れない。私の調べた處では、北陸道一體にかけて昔も今も山崩れ地沈りの現象が特に著しい。此れに就ては故神保博士其他の詳しい調査もあり、今でも時々新聞で報道される。地沈りの或ものでは地盤の運動は割合に緩徐で、沈つて居る地盤の上に建つた家などぐらぐら／＼しながらも其儘で運ばれて行く場合もある。従つて岩などでもぐら／＼動き、又互に衝突しながら全體として移動する事もありさうである。さういふ實際の現象から「石と石が喧嘩する」といふアイデアが生れたかも知れないと思はれる。それ

で、もし、此の謙信居城の地の地沈りに關する史料を搜索して何か獲物でも見付ければ少しは話が物になるが、今の處では唯の空想に過ぎない。併し此話が兎も角もさういふ學問上の問題の導火線となり得る事だけは事實である。

地變に關係のある怪異では空中から毛の降る現象がある。此れに就ては古來記録が少くない。此れは多くの場合に多分「火山毛」即ち「ペレ女神の髪の毛」と稱するものに相違ない。江戸でも慶長寛永寛政文政の頃の記録がある。耽奇漫録によると文政七年の秋降つたものは、長さの長いのは一尺七寸もあつたとある。此前後伊豆大島火山が活動して居た事が記録されて居るが、此時丁度江戸近くを通つた颶風の爲に工合よく大島の空から江戸の空へ運ばれて來て落下したものだと思ふ事が分る。従つてそれから判斷して其日の低氣壓の進路の大凡の見當をつける事が可能になるのである。

氣象に關係のありさうなものでは「狸の腹鼓」がある。此現象は現代の東京にも未だあるかも知れないが多分は他の二十世紀文化の物音に壓倒されて居る爲に誰れも注意しなくなつたのであらうと思ふ。兎も角も氣温や風の特異な垂直分布による音響の異常傳播と關係のある怪異で