

## 熱力学の方法

桑木彥雄

物理学の問題は説明に在らずして記載に在りとはキルヒホッフに依りて唱えられたのであるが、記載なるものは所謂直接経験とは甚だ遠く、結局構成せられたるものに外ならず、説明と記載とは概念上一に帰するものであることは既にヘルムホルツ及ノイマンも之を論じたが、近頃認識論上よりして田邊元氏が哲学雑誌三一九号大正二年九月、物理学的認識に於ける記載の意義に於て詳論せられた。然しながらキルヒホッフの此の唱導は物理学の方法論に於て慥たしかに一時期を劃し、仮説を離れた記載と云う方に一時学者の傾向を造り、種々の効果を生じたのである。

此傾向は、極めて古くニュートンの Hypotheses non fingo の中にも現われて居るがニュートン自ら光学上の仮説を造りて矛盾したばかりでなく、其発見した引力の法則が寧ろ仮説に依る説明の典型を造ったものであった。ラプラスの天体力学の中に毛管現象論がある。分子間の作用に就てニュートンの万有引力の如き中心力を仮定して天体力学に於けると同様の方法にて演繹したものである。ガウス、ノイマン、ウエーベルの電磁気学の理論も亦万有引力、所謂ニュートニアン・フォースと同様なる直達作用を単元の間求めて之より演繹しようとしたのである。ニュートン自らは却て引力を直達作用とするに満足しなかつたので、ニュートンはニュートニアンに非ずとも云われるが之と同様に前者に反し、電磁現象を媒介作用に依りて説明するファラデー、マクスエルの理論には媒質の存在を考えなければならぬ。媒質に流体や剛体、或は護謄糸、車仕掛の性質を配すれば直達作用よりも直観に於て勝るとしても媒質の存在は仮説である。其の直観に於て勝ると云うは説明が力学的であることにあつた。然かも其力

学的説明を徹底することが殆ど望まれないと考えられたときにキルヒホッフの前述の言は學術に他の途を拓いたのである。是に依りて現象の力学的説明等、現象背後の機関を憶想するは超經驗的、形而上学的であるとし、又一現象の力学的説明の唯一ならずして無数に可能なるべきことも考えられて、經驗の範圍に止まり法則を方程式に書き下すに止まるべしと云うに至り、数理現象学派なる一派が開かれたのであった。然しながら是が眞の物理学の方法を示したものとせられず、其後に生出した今日の電子論は方法論より云えば記載よりは寧ろ説明である。電子論の根柢たる原子的觀念は一般現象論者が超經驗的とする所で、電磁觀と云うも亦力学觀と同様に記載を超えた説明である。相待律<sup>アヤ</sup>の出でて電子論の一部の改造を見たとき再び現象論の勝利であるかも云われたが、分子論的概念は依然として存した。

説明と記載との二主張が最も著るしく現われたのは熱力学に於てである。クラウジウスは、熱が如何なる運動であるかに全く無關係に彼の二原則を基礎とするを一般熱学と呼び、之に熱を分子運動と仮定して気体運動論を開いたのである。前者は純熱力学とも云う。熱力学二原則は經驗的、分子原子は超經驗的であり、純熱力学は假説を離れた記載、気体運動論は力学的説明と見られるのである。

又別にエネルギーチックなる学派がある。其根本原理は熱力学二原則より出で一般自然現象を諸種のエネルギー及其強さと容量との二因子の増減に依りて記載しようとし、純經驗的で記載学派、現象論の極致であろうとし、原子論等、力学的説明に反対したのであったが、唯一存在をエネルギーとする畢竟<sup>ひっきやう</sup>エネルギーの形而上学であるのみならず、其演繹の上に幾多の缺陷があつた。

純熱力学は物理化学に多くの応用あり、然かも其の範圍では原子分子は單に化学当量の比例数の外に意義を有しないのであるが、又其応用に限界あり遂に分子論に譲らざるを得ない事例に遭遇するばかりでなく、例えばプランクは熱力学第二原則其者が遂に分子論を導かざるべからざるに至つたと云つた。

第二原則には種々の云表わし方がある。ケルビンの表出を少しく変ずれば所謂第二種の永久運動の不可能を云つたことになる。是によりて、自然の現象は凡て如何様にしても完全に逆行せしむることを得ずと云うことを得る。然しながら是は第一原則が無より有を生ぜざる意味の第一種の永久運動の不可能を云えること異なり、断定に於て所謂マクスエルの魔の働きを除外すればとなすなど、人類の成し得る範囲を限りて始めて云うものである。然しながら、吾人に今日不可逆行と考えられた現象が他日可逆となし得ることあらずとも云うを得ず、夫と共に第二原則も効驗性を失ふこととなる。故にプランクは第二原則の確實性の為めには其中から此の如きアンソロポモルフィックなる跡を去り純客観的に之を表わさなければならず、夫によりて必然に原子論に導くと云う。今自然に於ける物理的狀態が甲の状態より乙の状態に移るとすれば乙の状態に於て甲の状態よりも大なる公算を有するが為と云わなければならぬ。熱が高温度より低温度へ伝わるは温度平均の状態が温度不平均の状態よりも大なる公算を有するが故と見る如きである。今一事象起ることの公算は其れが同様の事情の下に起り得る場合の数に關係して測られる。物理的各状態に於て此の種々の「場合」に相当するものを區別し得、之を一定の完全数に表わすことは連続体に於ては不可能であるから、不連続にして同様なる單元より成ると表象せざるべからずして、即ち原子論に導くと云うのである。諸種の現象に力学的模型が求められたとき第二原則の模型と云うものもあつたが、然しながら固より其の可逆の場合に於けるものを示すのみである。力学的現象が本来可逆的であるから不可逆の場合に於ける意義を表わすことは出来ぬ。力学的自然観が不可逆性を説明するには常に大数の統計的結果が然らしめると云うのである。或は之をマイクロスコピックの觀察者には可逆なるをマクロスコピックの觀察者には不可逆であるとも云い表わす、斯くして原子論を導くのである。

純熱力学の熱輻射論に於ける応用はステファンの法則及キーンの変位則を得たが進んでスペクトルに於けるエネルギーの分配を論ずるには原子論の公算論的考察を要し、プランクに至つてエネルギーに関する一種の原子説所謂

量子説が導かれたのである。

キルヒホッフの記載と云った根柢には説明の實在論的なるに反し、経験に即するに依りて認識論的なるものあり、方法として直達作用媒介作用の議論より去り、エーテルの仮説より容易に転ぜしむるなど、其効果と考え得られるが実際には純経験論に反して電子論は導かれたのである。又記載学派の主張に最も近い様に見られる熱力学の方法にも限界あり、分子論を入るるを免かれなかつた。記載と云いて何等の仮説よりも自由なるべしとすることも出来ず、説明と云いて経験を飛躍し得べしとすることも能わぬ。認識論上記載も説明も共に構成と云う一事に帰する、却て吾人には多少任意に、力学的自然観、エネルギー論、電子論、量子説等が如何に吾人の全経験に関して断片的よりは統一的仮像を構成するかを考うる事が問題である。

冒頭のキルヒホッフの言は其の「力学」（一八七六年、ベルリン）の序に在るが、氏が一八六五年ハイデルベルヒ大学の祝日講演の中には力を運動の原因とし、又物理学の説明に就て述べてある。キルヒホッフの「力学」に依りて記載の意義の流布は至大であつたが又之を助けたのは其数年後に出たマツハの「批評的力学史」である。マツハの研究は多く認識論的であつたから此の思想は早く彼に胚胎してキルヒホッフよりも前に発表されたものもある。

古く十七八世紀時代の力学に於けるものを除けばフリーエーの解析的熱伝導論（一八二二年）は数理現象論の濫觴と云える。其書の序論も亦有名である。

エネルギーチックと普通に称するはオストワルド、ヘルム等の主張する系統を云う。ブリタニカ（十版）の中にラーモアがエナジーチックスとして書いた者は所謂純熱力学のことを云いギップス、プランク等の得た結果を記したものである。プランクはエネルギーチックには大に反対したのである。其派の云う容積エネルギーなる概念の矛盾、又石の落下、電気の移動と熱の遷移とを類比してエネルギーチックの第二原則とせるなど最も其攻撃した所である。

ボルツマンのエネルギーゲチックの攻撃も著るしいが、氏は原子論者である、プランクは初め其研究が純熱力学的で又其最初の論文（一八七九年）にはエントロピー概念は自然の偏愛を測るものであると云えるなど稍エネルギーゲチック派に類する言もあるとしてヘルムの「エネルギーゲチック」の著（一八九八年）にはプランクに対する弁難も多くの頁を占めて居る。

プランクの著書には「エネルギー保存律」（一八八九年初版）「熱力学」（一九一三年四版）「理論物理学八講」（一九一〇年）「熱輻射論」（一九一二年再版）あり、其講演の中和訳せられたるは東洋学芸雑誌所載に長岡博士訳「温度とエネルギー」拙訳「力学的自然観と最近物理学」。哲学雑誌所載に田邊元氏訳「物理学的世界形象の統一」がある。熱力学はネルンストの定理（一九〇六年）を得て新時期に入ったと云う。エントロピーの絶対値に就て云うを得るからである。絶対零度の化学的等質の個体液体に於ける其値零とせられる。又プランクは相待律によれば外圧を省略せる静止体のエネルギー絶対値（内部エネルギー）を質量と光速の自乗との積に等しとした、又相待律はエネルギーに惰性を与うる等エネルギー論に新解釈を与えた。

一九一二年独国理医学者に於けるネルンストの講演「熱力学の新発達」は前記ネルンスト定理の結果及量子説に就て述べたものであるが、其中にボルツマンが理論物理学の方法に現象論、エネルギー論、原子論の三様あるを述べたことを引いて此三方法が交互に用いられて用補い、此三様が、数式を書き、実験に当<sup>あて</sup>は、理論を考<sup>こう</sup>覈する三段に相当することを示してある。

（大正二年）

- 桑木或雄著『科学史考』（河出書房、昭和一九年）所収。
- PDF化するにあたり、旧漢字は新漢字に、旧仮名遣いは新仮名遣いに改めた。
- 読みやすさのために、適宜振り仮名をつけた。
- PDF化には $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}_{2\epsilon}$ でタイプセッティングを行い、 $\text{dvi}2\text{pdf}^{\text{m}}\text{x}$ を使用した。

科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」

<http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/sciencelib.html>

「科学図書館」に新しく収録した文献の案内、その他「科学図書館」に関する意見などは、「科学図書館掲示板」

<http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs>

を御覧いただくか、書き込みください。