

力学の原則に就て (二)

桑木彥雄

力学の原則の発達に就て批評的に叙述したる諸種の文献の概観に就て述ぶ。

Lagrange の Mécanique Analytique の第一部静力学、第二部動力学に夫々序論があり、力学の原理の発達に就て記してある。其中に比較的軽視してあるエネルギー原則や最小作用原則が後には最も重要なものとなつたなどの相違もあるが、ギリシヤ以来当時即ち十八世紀の末までの力学の発達の概観を叙述したものとして有名である。其後には一八七三年に Göttingen 大学で力学の発達史の著述を懸賞で募り、その受賞したものに Eugen Düring の Hermann Klein のとがある。丁度同じ年に Carl Neumann が Leipzig 大学の就職演説の中でニュートンの惰性律を批評した。これはニュートンの絶対空間論の批評であり、ノイマンに続いて Streintz, Lange 等の研究を生み、マッハが一八八三年に有名な力学史を著わすに至つたのもノイマンの研究に刺戟されたものであることはマッハの自序の中に記してある。然かもマッハの此著述は周知の如く力学の歴史の研究のみならず力学の原理の批評的研究、換言せばその哲学的研究に一時期を劃した。併し Hamel が近頃 Handbuch der Physik Bd. IV 「力学の基礎」の章の中に記しているのは、ノイマン、マッハによりて力学は初めて批評期 (Kritischen Periods) に入つたが、その公理化 (Axiomatisierung) は初めて二十世紀に入り Hamel 等によりて

試みられたというのである。然しながらその公理化というは今日の量子力学等から所謂 classical とされている力学に関するものであるから、力学の批評、公理化をして今日の進歩に適せしめるためには尚一層深く物質、力其他に関する概念の分析を旧来のもの及び現在のものに就て施さなければならぬのである。

前記のラグランジュ、マッハその他の力学史は皆ギリシヤ後期の Archimedes に始まつているが、哲学的の研究としては固よりアリストテレス並にソクラテス以前に遡らなければならぬ。実際其中で初めて宇宙論の発生、並にそれに伴つて力の觀念、物質の觀念の発達が分るが、茲には其細説を略し、やはりアルキメデスから始めれば、アルキメデスの論じたのは主として物体の釣合、即ち重心や、水に浮べた場合の釣合、即ち浮力の中心の問題などであつた。其後千数百年を経てダ・ヴィンチ、ガリレイの時代に至り連結された物質の釣合や弾性が論ぜられ、又運動に関する研究が実験的研究と数学的研究とを併用して方法論的に一新時期を劃した。之に就ては哲学者 Alois Riehl の詳細な研究がある。Descartes は学説の体系としてはガリレイよりも一層包括する所ひろく、力学の原則として惰性律其他二つの原則を基として立てた。宇宙論（地動説）の説明を有名な渦動説に求めたが定性的に止まつたのである。ここにニュートンがデカルトの力学の三原則に等しく惰性律其他、唯だ第三の原則のデカルトの不十分なる衝突の運動量保存の原則に代えるに反作用律を以てし、是等の三原則を基として万有引力の仮定の下に宇宙論の体系を全く定量的に説明した Principia なる大著を一六七八年に完成した。その中の空間や時間の絶対的であること、万有引力が所謂 action at distance であることとの非難は同時代の Leibniz 並にデカルトの系統に属する Huyghens が攻撃しニュートンの弟子 Cotes が答え、其往復の書簡集は古く出版されている。一七二七年ニュートンの死後 Voltaire 等に依り、漸次ニュートンの説

が仏国に入つた歴史に關して今年フランスから新研究の書が出版されたが、又十八世紀に於てニュートン力学以外のデカルトの力学とライプニッツの力学との勝敗について学派の執拗なる争があつたが、D'Alembertの力学が著わされるに至つてこの争が解決されニュートン力学に依つて凡てが統一された。このダランベールの書の序文が当時の所謂啓蒙学派から見た力学の原理を説いたものとして注意すべきものである。ダランベールに数年を遅れて Immanuel Kant がドクトル論文としての「デカルト派とライプニッツ派との力の計量について」という処女論文がある。無論カントの批評期以前の著述であるが、後の「自然哲学の形而上学的根拠」と題する彼れの力学体系の前駆として興味がある。有名なるダランベールの原理はニュートン三公理よりのみは誘導せられずそこに仮定がある。其他ニュートンの公理に代えるに、極大極小の觀念を基とする最小作用原理が Maupertuis, Euler によりて見出された。ラグランジェ、Laplace, Hamilton 等により力学の数学的方面が非常に發達したが十九世紀の中葉エネルギー原則が力学方面から又実験物理の方面から發見されてから物理学を凡てこの原則を基として説くようになり、力学系統にも變革を生じ、かの Thompson-Tait の名に知られる物理の書物も之を意図とし計画されたものであつた。電気力学上のウェーバーの原則などもニュートン力学には必しも抵触しないがエネルギー原則の上から非難されたというようにエネルギー原則が一の標準となつた。然しながら Faraday-Maxwell 以後 action at distance に medium action を以てするということが主題となつたが、重力だけは容易に medium action とならなかつたので、ニュートン力学を宗とする力学に於ては尚冥々の中に action at distance を仮定するの己むを得なかつた。之は固より運動の三公理の中に仮定されているのではないがニュートンの天体力学の説明の型が一般物理学中に浸潤しているためである。Hertz の力

学がこの中間作用の力学に応ずべく案出されたが其後の發展なく、Lorentzの電子論に於てはmedium actionを基礎としたがmediumは絶対静止としているためニュートン三公理の中第三公理の反作用律についてエーテルと物質との相互作用に關し異論あるに止まり、未だニュートン力学の範圍内に在るとすることができたが、Einsteinの相對論の特殊のと一般的とが空間時間の相對性の原則、並に非ユークリッド空間の設定によりて初めてニュートン力学を超越した。PlanckとBohrとの量子に關する不連続性の仮定は初めは原子物理学に於ける随意的な仮定であつたが、Louis de Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Dirac等によりて波動力学又は量子力学なる一の組織ある力学体系を造るに至つて、其原理の哲學的研究も問題となる。新物理学に於ては旧物理学と異つて直觀的(anschaulich)ということをして全然問題としないこと、原因結果の原則と異なる所謂不決定の原則という新原則を唱出したことなどが問題となつた。併し前者は既述のHertz等の以後の所謂数理現象論から特に怪まれず、後者も所謂マツハ等の実証論(Positivism)の立場からは多く問題とならない。併し自然科学の哲學的立場としては実証論に反する立場があり、物理学者中ではプランクが特に之を主張するが、フランスのMeyersonなどが自然科学の歴史的及哲學的研究からこれを支持している。唯物論者の主張の之に合するものあるのも注意すべき点である。相對論は初めマツハの実証論を基としたようであつたがメイエルソンは全く之を非実証論的に組織したので当面の問題は一見実証論的である量子力学を如何に非実証論的に組織し得るかに在つて、量子力学と一般相對論、場の物理学と完全に融合せしめる純物理學的問題と共に現在最も意義あるものとしなければならない。

(昭和七年三月、日本學術協會報告)

-
- 桑木或雄著 『科学史考』（河出書房、昭和一九年）所収。
 - 読みやすさのために、旧漢字は新漢字に、旧かなは新かなに変更し、適宜振り仮名をつけた。ただし、「堯」、「儘」などの一部の漢字は旧漢字のままにした。
 - PDF化にはL^AT_EX_{2_ε}でタイプセッティングを行い、dvi_{ps}dfmx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。