

カントの最初の論文に就て

桑木彥雄

カントの最初の論文として知られるは、

「活力の真の計量に就ての考察、及びヘル・フォン・ライブニツ並に他の力学者がこの論争に用いた証明の判断、附一般に物体の力に関する序論」

と題し、論文の初めに「デディケーションの言葉があり、其日附に一七四七年四月二十二日とある。クーノー・フィッシャーに従えば、「彼は之に依りて同時に彼れの第二十四回の誕生日を記念せしめた」のである。カントがこの前年父を失い、大学生生活を去つて此年家庭教師の職を求めたこと、此論文が一七四六年にケーニヒスベルク大学哲学科のデカンへ提出したアルバイトであつたこと、論文の印刷費のことなど多くの彼れの伝記に詳しい。(K. Vorländer, S. 29—30. E. Cassirer, S. 24.) 然し^{しか}ながら、四六年に提出したものとこの論文とが内容に於てかなりの相違があるであらうことは、論文の一〇七節に

die vom Herrn Professor Gottscheden übersetzte Grundlehren der Naturwissenschaft des Herrn Peters von Muschenbroek, die in der Ostermesse dieses 1747 sten Jahres an das Licht getreten sind.

なる書物を彼が得たことを記し、このミュッセンブロエクの書物が論文中諸所に引用してあるので明かで、又一七四七年復活祭の市に此書の独訳が初めて現われたとあるに依れば、此論文は既記「デディケーションの日附の頃初めて完成せられたと見ることを得るようである。

運動せる物体に於ける力の計量に關し、之を速度に比例すとするデカルトの説と、速度の自乗に比例すとするライブニツの説とが対立し、十七世紀末以来、殆ど半世紀に涉つて歐洲の数多の有名な学者が両学派に分れて之に就て論争したことは學術史上著名な事実である。この問題に就て、若きカントが所謂「意氣軒昂」この論文に於て、之が解決を図つたのである。紙数「十五ボーゲン以上」、文献該博、又実に其題目の故でこの論文は当時の独逸の学会に広く注意せられた。当時同じく若かりしレッシングの嘲弄的エピグラム、

「彼(カント)は活力を量つた、

唯だ彼は彼れの力を量らなかつた。」

(Meyers Kl. Ausg., Lessings Werke, Bd. I. S.111)

というのも伝えられている。

然しながら、カントの論文発表に先ち、一七四三年ダランベールは其 *Traité de dynamique* の中で、この力の計量の論争を、無用な形而上学的議論、又は無価値な言葉の争に過ぎないと裁断したので爾後問題も終熄したとせられている。カントもかなりにフランスの文献を奉じてあるが、ダランベールのを知らず、又四一年に出た、価値はとにかく、ヴォルテールがこの問題に就て書いたものも知らなかつたように見える。カントの論文については、マッハの力学史には全く記載がなく、デューリングのには僅に「カントのくだくだしき処女作」(Kants weitschweige Erstlingschrift)として記載してあるに止まつている。カントの論文は六莖十菊むいかのあやめ・とおかのきくと云うよりも寧ろダランベールが既に無用の辞と断じた種類に属すべきもので、力学的部分にも誤謬もあり、當時に於ても有力な論文と称するを得なかつたであろうが、カッシイラー等も云うように、ザツへよりもメトデーに於て、インハルトよりもトーンに於て、カントの生涯の仕事を解する上に於ても重要な著作とすることを妨げないようである。又ダランベールの裁断が問題の真相を逸していることも定評があり、この論文に於けるカントの考察の大体を辿ることを無用とせ

られないであろう。

クーノー・フィッシャーの分類に依れば、この論文はカントの批評前の時代の中、ハビリタチオン前の時期の初頭に位し、此小時代に彼はこの論文の外、かの星雲説の論文に至る四篇の自然科学的乃至自然哲学的論文を書いた。其頃彼はニュートンの科学、ユルフの哲学に最も多く影響されていたという。ハビリタチオンのは羅甸文^{ラテン}であるが、以上の四篇は独逸文^{ドイツ}である。

この論文は序文十三節、本文三部百六十三節より成る。序文に、ニュートンやライブニツの如き権威に対し異説を敢てすることに就て、真理の前に権威のないことを弁明してある。スコラスティックの時代を去ること遠くもなく、又学派の争に直面しているのであるから、是等の言にも意味がある。又この研究を以て自ら選んだ生涯の第一歩とし、この途に勇往すべきことを述べてある。又デカルトとライブニツとのような有力な理論が対立している場合には恐らく其中間に真理が存在するであろうという。単なる折衷でなく、真理を反対説の根柢からの調和に求めるということ、カントの生涯の仕事に通じた傾向で、例えばこの論文がデカルトとライブニツとを調和し、「天体の自然史」にニュートンの機械観とライブニツの目的観とを調和し、ハビリタチオンの論文にユルフとクルジウスとを調和したのなど数えられる。

デカルトとライブニツとの力の計量の相違ということ、今日の用語で表わせば、デカルトは、力は質量と速度との積、即ち運動量で量られ、世界に於ける其総和は不変であると云い、ライブニツは、力は質量と速度の自乗との積で量られ、世界に於けるこの積の総和が不変であるという。ニュートンの力学では力は質量と加速度との積で量られる。ニュートンのいう力に時間を乗ずればデカルトの力を得、距離を乗ずればライブニツ力を得る。総和の不変ということ、デカルトのいう力の保存は、弾性体衝撃の場合には、若干の条件で任意方向に於ける成分に就て考うれば真であり、ライブニツのいう力の保存は、力学の範囲に於ける仕事の保存、エネルギーの保存を云ったもので

あり、何れも部分的に真理を現わし、特に力の計量の争という如きは単なる用語の問題と解せられるのである。然しながらか、何を力と名くるか、力とは何であるかと問うとき、動もすれば形而上学に入る。

カントは論文の第一部「一般に物体の力に就て」と題する中で、

「運動せる物体は力を有すという。抵抗に打勝ち、ばねを張り、物を動かす故である。この力は全然外部から与えられるもので、物体は静止していれば何等の力をも有しないと、かようにライブニツ前の世界の学者は凡て信じていた。唯だアリストテレスだけは取除けであった。アリストテレスはエンテレキーという不明なものを物体の作用の上に置いて解けない謎とした。其後に於てライブニツが初めて、物体には或る本質的な力が内在するとしたのである。」

と云つてある。ライブニツの云う活力を、アリストテレスのエンテレキー、中世の学者のオッカルト・フォースに類推せしめていたのでカントは形而上学に入るを免れなかつたのである。然しながらカント自身は後の転期に於ては固より、この論文に於ても形而上学に入ることを戒めて実験に問い経験に求めている用意は随所に見出される。當時に於ても形而上学と科学との背馳は明かであった。

カントは一〇六節の標題に *Wir haben noch keine Dynamik* と記してある。ニュートン、ホイゲンス、オイラー、ダランベールの既に在った當時に此言は穩当でないとも云えるが、静力学はアルキメデス以後中世に於ても数学的に論ぜられ、仮速度の原則など確実な知識となつたこと、デューエム等の歴史に記載がある。然しながら運動に関する力学はアルキメデスの静力学に比し極めて幼稚なアリストテレスの説いたものが中世に伝わり、ガリレイ以後未だ日が浅かつたのである。アリストテレスは運動を自然的と強制的との二種に別ち、前者は物体の本性の軽重に従い或は上昇し或は下降する如きもの、後者は他方より強制した運動、抛物体、衝撃などの運動を云うとし、又天体は上空エーテルの中で一様な円運動をなすとし、之を完全運動と名けた。ガリレイの「デイスコルシ」の中にも

是等の名があるが、このアリストテレスの物理説に基き、中世の物理学で、物体本性の軽重に基く力というようなオッカルト・フォースを導いたのを、ダ・ヴィンチ、ガリレイの惰性律では、物体はそれ自身を動かす力を有しないことを示し、上掲の運動の分類の多くの意味のないことを明かにした。惰性と云うこと、オッカルトの性質でなく、消極的な意味と解すべく、物体が単に受働的であることを示したのである。

デカルトのプリンシピアの運動法則の第一則にもこの惰性律を掲げてある。デカルトは、物質の本性は広がりだけで、空間は物質を以て充ち、其相互の衝撃によって運動が起されるとした。運動を伝えるプリンシプルが力であり、それは起された運動の量に依つて量る。運動量の概念はガリレイも用いた。之を速度と質量との積と云うべきであるが、当時ガリレイにもデカルトにも質量と重量との区別分明せず、速度と重量との積は仮速度の原則に力の平衡を云うとき用いられ、力の計量として是等の概念が用いられた。故に所謂デカルト派の力の計量と云うはデカルトに始まらず、ガリレイも用い、中世の力学にも萌芽があつた。ニュートンの用いたのは少しく異なるが、同じ系統を追い、唯だ質量の概念を明確にし、運動量は力を量らず、後世の所謂インパルスいんぱるすを量る。デカルトは、物質は他の衝撃に依りて初めて運動を生ずるが、自分自身では動き始めることができないとしたのであるから、運動の始原は物体に在ることができない、即ち凡ての運動の最後の原因は神であり、神は常に同じであるべきが故に、世界に存在する運動の量は常に同じでなければならぬと云い、又メルセンヌに与えた手紙に、ガリレイはかような第一原因について尋ねず、特殊の原因結果のみを求めているから基礎のない空中楼阁を造つていたと云っているが、又力即運動量の保存を衝撃の例に実証を求め、その運動の第三法則に七つの場合を挙げてあるが、弾性体非弾性体の衝撃を混同する等多くの誤謬があつた。デカルトのプリンシピアの出版は一六四四年である。

振子の研究で略ぼ活力の保存の原則に達したホイゲンスと巴里パリで会談した後、力学に興味を持ったライブニツは一六八六年に *Brevis demonstratis erroris memorabilis Cartesii et aliorum* …… 「神が常に同じ運動の量を保存する

という自然法則に関してデカルト及び其他が陥つた著しい誤謬の短い証明」という論文で、重量四の者を距離一上げる力は重量一の者を距離四上げる力に等しいということを、永久運動否定を前提として容るし、力の保存を云い、然るにガリレイは、距離は速度の自乗に比例すとせるが故に、力は速度の自乗に比例しなければならぬと論じた。

デカルト派は之に答えて、いかにも力は打勝つた抵抗に依つて量るであろうが、前述、距離一上げると、距離四上げるのでは、之に要する時間が相違する、同じ時間で打勝つた抵抗で力を量るとしななければならぬ、然ればデカルトの力の計量の外のものを得ないと云う。デカルト派の繰返しライブニツを攻撃しているのは多くこの点であった。カントの論文の第二部は「活力に関するライブニツ派の諸定理の研究」と題し、ライブニツ、ヘルマン、ベルヌイ、マルキーズ、ド・シャトラー、フルフなどの議論を掲げて、数学的議論からは必ずデカルト派の計量に従わなければならぬことを論じてある。「活力」ということ、「数学的議論」ということは後に述べるが、カントの非難も主としてライブニツが時間を考量していないことに向けられている。ライブニツの云う力は今の用語で仕事であり、エネルギーであり、力でもインプルスでもないものであるからカントの非難は正当である。併しカントの論述はかかなり誤りが多い。例えば「一三節の附加に Noch ein Beweis gegen die lebendige Kräfte 云々」題し、

「働かれた作用の計量は、ばねの数でなくて(ばねの数は打勝つた抵抗の長さにあたる) 時間であるということとの証明はもはや十分であるが、尚お一つを加える。斜めに抛げた物体はパラボラを画いて落ちる。之と同じだけの高さを、垂直に落した物体が経過したのと比較すれば、落下の終りに於て前者は後者よりも大なる速度と力とを得ることにならなければならない。何となれば、曲線を画けば落下の終りまでに、垂直に落下したもののよりも長い距離を経過することとなるからである。距離長ければ短き直線のよりは、必然に重力の多くのばね(抵抗)に遇わなければならない。何となれば圧縮しにくい物質が凡ての方向に等しく広がっているからである。故にライブニツの計量に従えば、曲線を経過したものが、垂直線を経過したものよりも、同じ高さ、同

じ垂直距離に於て、より多くの力と速度とを得なければならぬことになる。然るにそれは不合理である。」と。最後の「不合理」というに間違いはないが、唯だカントが重力場に於ける物体の運動並にライブニツの計量法に就ての誤解に基いた弁証の結果であった。

時間を計算に入れなければならぬという反対説に会して、一六九五年ライブニツは *Specimen dynamicum* の論文で初めて、死力 *vires mortuae* と活力 *vires vivae* の区別を導き、仮速度の原則に表われるような平衡の場合、圧力の場合などは死力が働き、其大きさは速度に比例し、運動の場合には、速度の自乗に比例する活力が働く、活力は死力の無限の和から成るとした。是等は皆力学上有用な概念であるが、又非弾性体の衝撃の場合には活力の保存が力学的に成立たないため、ライブニツは其差を物体内分子の振動に歸し、熱の力学説の如きをも論ずるに近づいたが、デカルト派の人は之も敵手の弱点とした。

ライブニツの説の賛成者にはヨハン・ベルヌイを初め、ヘルマン、グラヴサンデ、ユルフ、ミュツシエンブロエクなど、反対者にはパパン、メイラン、クラーク、マクローリンなど有名な人々で、この論争は一七二四年巴里科学学士院で衝撃に関する懸賞問題が出で、従来のデカルト以外ライブニツの方法が問題となつて以来特に榮え、当时に著名であつた婦人、マルキーズ・ド・シャトレーは初めカルテ派で後にライブニツ派となり、其居城はライブニツの中心となり、ヴォルテールはこの問題にはカルテ派で終始した等の話も伝えらる。以上の諸家の論文は主にペーテルスブルグやパリの学士院の刊行物の中などで発表された。著しい人の全集等、又 *Philos. Bibliothek* などの中に在るが、又カントのこの論文の中にも多くが採録してある。歴史としては *Montucla* の数学史第三卷(フランス増補、一八〇二年版)の中に詳しい記載がある。

前にも記した和蘭のファン・ミュツシエンブロエクの物理学の書物は早く日本に渡来し、天保年間豊後の儒者帆足万里の著わした「窮理通」の主な参考書となつた。其の第四卷、引力上第五の中に、

「至利武泥杜私、以英敏之資精思、立死活二力、死力即压力下行、由其物重量及下行時刻合成、活力即空中下行、由其物重量及下行時刻合成、是雖創新、亦不免憤々也。」

とある。利武泥杜私はリブニトス即ちライブニツ、此文の少しく前に、其物重量及其行速力相乗云々、デカルトの計量法を記し、落下体に於て実験と合わざることを以て、上記の死活二力の別を導く所以とし、然も之を価憤々として、波意玄斯の名で落下行程と時間との普通に知らるる所謂圭堦の形が記載してある。万里が力の計量論に就て稍解していたことが知られる。

学派の別は殆ど国の別となり、当時英及び仏（シャトレー夫人等を除いた）はデカルト派、独、蘭、瑞はライブニツ派、特に英と独と各フアナティシユと云われていたときに、カントは恐るる所なくライブニツを批判した。同時にライブニツの説の用いらるる範囲のあることを述べて調和説としている。即ち論文第三部は「自然の真の力の計量としての活力の新しい算定」と題する。

然しながらこの第三部に於てカントは愈々形而上学の迷路に入り、力学に於て用を見出し難き理論を述べた。一二四節に「力の新しい計量」と題して、

「物体が自由な運動に於て、無限にまで、又減速されずに其速度を保ち得るときは、活力、即ち速度の自乗で量らるる力を有する」

という。運動にフライエとウンフライエとを別ち、自由でない運動とは力の作用が止めば同時に運動が止むようなものを云い、それは死力に依りて起されるという。又上記の自由運動の條件として、

「一、物体が抵抗のない空間で其運動を一様に、自由に且つ不斷に保つには in sich に根拠を持たなければならぬ。

二、此力（活力）は之を運動せしめようとする外部の原因から起つたのではない、外の刺激に依つて物体自身

の内部の自然力から生じたのである。

三、此力は物体に於て有限の時間に於て生じた」

という。一と二とは先にも記したように、活力を一のオツカルト・フォースと見たような解釈であり、自由運動はアリストテレスの自然運動の如く、又後年彼れの倫理説にいう「自由」を髣髴せしめるようにも見える。三にいう時間の無限小なるとき死力を得る。カントは又連続性の前提から死力と活力との中間、即ち未だ十分に活力化しない中間の存在を仮定した。銃丸を標的から数歩離れた所から射撃したのと、数寸離れて射撃したのでは、前者の方がより多く標的を貫通すると云い（一三〇節）、即ち十分に動物の力を活力化するまでに若干の空間、若干の時間を要するとし、之を以て力の Vivification なる彼れの新説の証としている。弾着数寸ではこの活力化に十分でない、併し距離長きに過ぐればそれは衰うるといふ。活力の内在ということに囚われ観察をも過まつたと見られる。

デカルトは、物質には空間的ひろがりだけがあるとし、ライブニツは物質と力とを不可離とする。前者は数学的抽象的、後者は力学的現象的である。カントが両者を調和したとするは、論文の第二部に、数学的物体にはデカルトの計量法のみが通用し、之は必然に確実であるとし、第三部に於て、然しながら自然の物体には既記の條件の下にライブニツの計量が相当すとし、之を経験的偶然的とした。数学的物体とは広がりだけで活力の宿らない物体の意である。然しながら等しく物体で、等しく経験的な力学的事実を一に必然的とし、他に偶然的とするは解し難いが、この幾年か後に柏林の学士院で「力学の原則は必然的真理か偶然的真理か」という問題が出された。ダランベールは既記其力学書の第二版の中に、此問題に意味をあらしめようとならば、物質をそれ自身に放置したときの其釣合及び運動の法則が自然に於て吾人が観察するものと同じきか否かを問うこととしなければならぬと云つてある。異れば放置したものに神の自由がある云々、惰性法則等の必然性を云つている。カントが批評期に入つての著、「自然科学の形而上学的原理」（二七八六年）は、力学を自然科学の根拠として、力学の中から偶然でない必然なアプリ

オリの部分を抽出しようとしたものであり、此間にカントの思想に大なる発展があつたであらうが、企図に於ては前記彼れの最初の論文の完成とも見る事ができる。然しながら経験に独立な部分として、四個のカテゴリーに別けて、引力とか斥力とかをアプリアオリの概念とすること、ダランベールの論などと共に今日に於ては疑問としなければならぬ。八六年の既記カントの著は当時の科学に就てカントが試みたアキシオマティックと解する外ないであらう。

運動量を以て力、実はインプルスimpulsの計量とするデカルト、ニュートンの方法は機械論的、又は現象の原因結果の關係のみ見出そうとする科学的方法で、原子論者の用いる方法である。ライブニツの活力の保存をいう如きは、アリストテレスの最終原理のような、目的論的で形而上学的に解される。活力と云いモナッドというをニュートンやクラークは中世のズブスタツ觀念の復活、非科学的としたが、ニュートンのいう引力をライブニツは暗黒なオツカルティズムに比した。デカルトの旋渦説はより機械的であるが、仮説的であることでニュートンは反対した。

然しながら活力の保存を目的論的ということも、之を力学の原理とすれば、単に現象の外的關係、經驗的な部分を表わしたのに止まり、内在的な何者もない。却て機械論的因果論的というものの、第一原因など云うに至つて所謂形而上学に入るを免れない。ヒュームが既に之を明かにして、運動力、運動の原因など云うとき、現象以外の意味、偶然や蓋然性の外の必然性を取去らしめたのである。ニュートンの引力も運動の原因を表わさず、運動の相関を表わしたものとすべく、デカルトの旋渦と何れがより機械的なるかと云うよりは、唯だ現象を論理的に数学的に概括する上に何れに優劣があるかが問われるのである。

以上述べたように、カントが彼れの二十余歳のときのこの論文で、デカルトとライブニツとの力の計量の矛盾を調和しようとした試みは成功しなかつたのである。計量の相違は概念の相違に基き、然かも夫等の概念は同一種類の經驗の概括に用いられたもので、両者の異なるは概括の着眼点を異にしているためであり、自らなる調和は之等を

ひきくるめた経験科学、力学の系統で可能であること既述の如くである。然るにカントは、一を数学的必然確実とし、他を形而上学的として、共に経験に独立なるが如くにして然かも之等を経験で立証しようとしたのであるから、そこに混雑もあり独断もあつた。後のカントの口吻を籍りて云えば、経験に確実性を求めようとするならば、経験とは何であるかを、又独断的形而上学は科学にいかんの用あるかを、見極めてかからなければならなかつたのである。然しながらカントが、この青年時の論文に於ても既に早く研究のメトードということに多くの注意を払つていたことも論文の随所に認められる。繰返しともなるが例えば五〇節に、

「抽象的な観察でも、物体の力の本質に於てでも、之を数学的に考えれば到底、ライブニツの計量は容されな
い。然しながら其故で活力を全然抛棄すべきでもない。この論文の第三部に於て、自然には実際に、速度の自
乗で量られるような力が見出されることを示すであろう。唯だここに條件がある。従来人々が試みたような方
法では決して之を見出すことができないこと。この観察法（即ち数学的）ではそれは永久に吾人に匿されてい
るであろうこと。並に或る形而上学的研究、又は経験の或る特種な種類を外にしては何ものでも之を吾人に知
らしめ得ないことである。即ち吾人がここに争うのは本来、事柄（ザツへ）自身についてではない、却て *modus*
cognoscendi に就てである。」

という。これらの文字に見るも、亦実にザツへはとにかく、カントに常にかよふの用意があつたため、遂に後年彼自身の *modus cognoscendi* に大廻転が行われたのであらうと思われる。

（大正十三年四月、思想、カント記念号）

- 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、`dvipdfmx`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。