

近代における自然哲学の展開

——物理学と宇宙論との関係を中心に——

小林 道夫

自然科学というのはいうまでもなく自然についての知的探究である。しかし現代では科学はますます専門化し細分化しており、自然科学についてのそのようなイメージはますます抱き難くなっている。それがまた現代では科学に対して過度の不信を引き起こすようなことにもなっている。そのような場合、自然科学といっても元来、ある自然観あるいは自然哲学の発展形態であるという観点にたち戻り、そこからそれを捉え直す試みが時に必要ではないかと考えられる。いわば科学を哲学に引き戻してみるのである。以下の小論はそのような見地から、近代における自然哲学の展開を素描してみたものである。

近代の自然観ないし自然哲学の展開において初めに決定的な役割を演じたのはいうまでもなくデカルトである。物理学史上では、近代の物理学の形成はガリレオからニュートンへという路線で理解されることが多いが、近代の機械論的で数学的自然学という形態のもとでの自然観を一貫した仕方ですべて的に設定したのはデカルトである。デカルトは例えば、ガリレオに至るまで支配した、円運動が宇宙の秩序を構成する永遠の一樣運動であるとする考えを否定し、直線慣性運動の概念を提示するとともに、無限（無際限）宇宙の考えを物理学的根拠に基づいて打ち出したのである。このデカルトの自然哲学は二つの主要な柱によって支えられている。一つは「物質即延長」のテーゼであり、これによって幾何学的延長（空間）と物質とが相即的なものと解され、われわれが想像する無限な空間が物質と一体となって宇宙そのものを構成すると考えられる。また、これとともに時間（持続）も物質の様態と見なされ、物質と空間と時間とがいずれも相即的に理解される。この見解が特に根拠となってデカルトでは、いわゆる「渦動説」に基づく宇宙生成論が展開されることになった。第二の柱は「自然

法則」の概念である。これは具体的には、慣性運動の概念、物体の基本的な運動は直線運動であるという考え（この二つの法則から上述の直線慣性運動の概念が成立する。この概念が無限宇宙の物理学的根拠となる）、運動量恒存の原理に基づく衝突法則、からなる。自然現象一般がある少数の不変の法則にしたがって生起するという考えは近代科学の見地では自明のようなことであるが、これはデカルトによって初めてはっきりと提示されたものである。これによって、物理的自然が自然自身のメカニズムに従って自律的に展開するとする見地が敷かれることになった。デカルトは自然法則というものが物理的自然の構造や歴史をそれ自身は不変なままに規定すると考え、その不変性の根拠は世界を創造し保存する神の作用の不変性に求めた。

このようなデカルトの自然哲学はある独自の形而上学あるいは認識論に基づけられている。第一にデカルトにおいては、われわれが数学的知性に従えば想像することは可能な無限空間というものが実際に宇宙の实在の物質構造と一体であるなどどうして主張できるのか、あるいは、数学者にとっては自明な直線の概念が自然現象における基本的な慣性運動を構成するとどうしていえるのか、ということが問題であった。無限宇宙というものの直線慣性運動というものの、いづれもこの知覚的世界において経験的に観察しようのないものである。この問題に対してデカルトは、われわれが自分の知性によって明晰判明に認識できる数学的対象というものは神はその無限能力からしてこの宇宙の内に創造し現実化しようという、彼に独自の創造論によって答えた。われわれの知性は感覚経験から抽象されたものではない数学的観念を明証的に無尽蔵に認識することができ（数学的観念の生得説）、そのような明証的な数学的観念に対応するものを神の無限能力は物理的自然のうちに産出しようはずであるから、人間はそのような対応を確信して科学的探究を推進してよいというのである。デカルトでは、人間の感覚経験を越えた数学的理論的概念を自然現象の解明に適用し、とりわけ無限宇宙の自然観や宇宙生成論を展開しようという構想は、このような神の無限能力の形而上学や認識論上の生得説に支えられていたのである。

さて、このデカルトの自然哲学は一方でニュートン力学の形成の源泉となるとともに、他方でそれによってその限界が露呈されることになった。まず、この自然哲学の第二の柱である自然法則の内容やそれに基づく円運動の分析といったものはニュートンに受け継がれ、彼における力学の形成の決定的な土台となった。この点はニュートン自身のデカルト批判の言辞にもかかわらず、歴史的に実証されている。しかし、も

う一つの「物質即延長」のテーゼを柱とする側面の方はニュートン力学の構想と相入れず、それによってはっきり退けられることになった。第一に、物質即延長説によれば、物質と独立のそれ自体空虚で不動の絶対空間というものは認められない。空間や位置というものが物質と相即的にのみ理解され、物質と相対的にのみ把握されることから、それ自身不動の一点というものは認められないのである。その結果、運動はすべて相対的ということになり、「不変性」というものは空間や時間の方ではなしに神の不変的作用に基づく自然法則の方に求められるのである。第二に、デカルトのこの説に従うと、宇宙全体が微細物質に満たされており、宇宙のあらゆる部分が厳密には相関していることになって、地上の諸現象についても地球の回りの宇宙の物質構造や微細物質の運動が波及すると考えざるをえなくなる。いいかえると、デカルトの自然哲学では、地上の物理学と宇宙論とが不可分の関係にあって、前者は後者にもとづいて展開されることになり、さらには宇宙の物質分布や構造も宇宙生成論の見地から解明されることになるのである。実際にデカルトの自然学が展開されている『哲学の原理』はそのような見地から構成されている。デカルトの自然学はホーリスティックな「宇宙論的物理学」という形態をとっているのである。

このデカルトの自然哲学は、このようなホーリスティックな宇宙論的物理学という性格のゆえに、質量や加速度あるいは重力といった基本的な力学概念のニュートン力学的な定式化を阻むことになった。第一に、この自然学では物体は微細物質によって充滿した空間のなかを運動すると考えられるから、物体の運動は本質的に物体の回りの物質との近接関係抜きに考えられない。したがって物体の慣性質量という性質を、物体の表面積のような形状を切り離しては規定することができない。デカルトの自然学では、ニュートン力学の場合のように、慣性質量を質量中心に局所化し、それを慣性質量の重力質量との経験的一致を根拠にして重心と同一視して、質量中心の運動を重心の運動とみなしながら物体の運動を記述するということが原理的にできないのである。

同様のことが加速度や重力についてもいえる。デカルトは物体の自由落下の問題を青年時代にバークマンとの共同研究でとりあげ、そこでは真空や地球の引力あるいは落下の際の加速度というものを認めていたのであるが、「物質即延長」説を柱とする独自の自然学を形成した段階でこれらの概念を根拠のないものとして否定した。というのも、真空の否定はそのテーゼからの当然の帰結として、加速度すなわち物体の速

度の変化についていえば、物体が微細物質が充満するなかを運動すると考えられることから、これは物体を取り囲む微細物質の運動と相対的にしか規定できず、したがってそれが到るところで定量的に一定であるとはいえないと考えられたからである。重力については、これも引力のような遠隔力とは解されず、地の嵩高い物体が、天に満ちていて直線慣性運動を続けようとする微細物質によって地球の中心方向へと追いやられることだと理解される。重力現象は天の微細物質による地の物質に対する圧力すなわち近接作用なのである。そしてこれも微細物質の運動と相対的なことと考えられることから数量的な定式化は試みられていない。このようにデカルトの自然学では、地上の現象の分析においても天の微細物質の運動や宇宙の物質構造が考慮されねばならないと考えられた。「相当単振り子の運動」のような身近な現象の分析でさえもそのようなことが考慮されるほどなのである。

このようにデカルトは一方で古典力学のベースとなる自然法則を提示し、また静力学を初めとするいくつかの特殊な問題においては物理学史上に残る業績をあげながら、他方でニュートン力学の形成に至る道からはずれることになった。自分の自然学は数学的自然学であると標榜しながら、実際には数学的定式化はあまり展開されることはなかったのである。それは、デカルトが自分の物質即延長説に基づくホーリスティックな宇宙論的物理学の構想に過度に忠実であったからである。パラドクシカルなことに、彼が設定した直線慣性運動の法則や衝突法則は彼の自然学によれば現実の物理的自然においては厳密には実現されないものであった。なぜなら、物体の運動はそれを取り囲む微細物質の運動と相対的にまた物体の表面積を考慮にいれてしか規定できないので、そのような法則は厳密に実現されうるものではなかったからである。科学方法論的にいえば、デカルトは地上の現象の分析においても彼のホーリスティックな自然学に文字通りに忠実でありすぎて、そのような現象を近似的な手法で、そこでは宇宙の物質構造や天の物質の運動との関係を考慮にいれる必要はないという仕方であらうことができなかったのである¹⁰⁾。

デカルトの自然哲学からニュートンの自然哲学への展開は、デカルトの自然哲学の二つの柱のうちの第二の「物質即延長」説を退け、第一の「自然法則」の内容の方を発展させて、それを主軸とする形の『自然哲学の数学的原理』を確立させる過程であることができる。この過程にホイヘンスの仕事や自然哲学が介在し、それはそのような過渡的状況を反映したものとなっている。実際にホイヘンスは第一に、宇宙

論においてはデカルトの理論を受け継ぎ、重力の原因を天の極めて微細の流動物質が粗大な物質部分を地球の中心の方に押すことであると解している。第二にホイヘンスは、光の本性の理解においてもデカルトの考えを発展させている。光の本性を球面波と見なして、光の波動説をはっきりと打ち出したのはホイヘンスであるが、これに先立ち、デカルトが光の本質を波と見なす見解を示していた。デカルトは彼の充满宇宙の宇宙論に忠実に、光の本質を「物体の移動」ではなく、恒星を構成する最も微細な物体の運動がそれを取り巻く天の微細物質に対して行使する圧力を起因とした「作用の伝播」であると解していた。さらに彼は光の本質に、波の二つの特性、すなわち、ある一点から光線が放射状に伝播するという性質と、同じ一点を多くの光線が同時に通過するという性質とを帰属させていた。ホイヘンスはこの考えを継承して、それを洗練させたのである。それに加えてホイヘンスは、物体の落下の加速度運動について、ガリレオの定式は極めて限られた条件のもとでは認められるとしながらも、デカルトと同様に、空間に充满する空気存在を物体の落下の本質的条件として考慮されなければならないと考えて、その定式はある程度以上の距離では妥当せず、実際にはけっして観察されないと考えた。

このようにホイヘンスは重力の原因や光の本性あるいは物体の落下といった宇宙論に関わる事柄についてはデカルトの自然哲学の路線を継承した。しかしながらホイヘンスは、身の回りのより具体的な現象の分析においてはデカルトの宇宙論的物理学の論理には従わず、その結果、地上の物理現象の定量的分析に成功して、古典力学の形成におおいに寄与することになっている。ホイヘンスは実際に、地上のローカルな現象の分析においては天の微細物質の圧力としての重力という考えを導入させず、物質量と重さ、すなわち慣性質量と重力質量とを同一視して、ある質量の物体の運動のある重さを持った物体の運動として理解している⁽²⁾。その結果、衝突法則や円運動の加速度の定式化、あるいは相当単振り子の一般解の獲得に成功している。このような問題はいづれもデカルトが部分的にしか解明できず、それもデカルトのように物体の表面積や物体の回りの微細物質の運動を考慮にいれねばならないと考え続けたのでは数量的定式化に成功できないものである。ホイヘンスはこれらの地上の物理学の問題の分析ではデカルトの宇宙論的な自然哲学に従わなかったのである。その結果、デカルトの自然学からは帰結させえない「質点力学」というものを準備することになったのである。

さてニュートンにおいては、ホイヘンスが一方で加担していたデカルトの宇宙論的物理学の構想が決定的に退けられ、デカルトの自然法則の方を基盤とした自然哲学がはっきりと確立される。第一に、デカルトの「物質即延長」説が否定され、周知のように、それ自身、物質と独立の「絶対空間」というものが指定される。これはニュートンによれば「神の感官」あるいは「神からの流出の結果」⁽³⁾であって、物質と相即的なものでなく、それ自身、永遠で不動のものである。これが絶対静止系として、個々の物体の運動の確定的記述のための絶対的な基準系としての役割を果たすことになる。このような絶対空間が想定された結果、デカルトのように運動のある場所から他の場所への「相対的位置変化」とのみ解する必要はなくなり、絶対空間との関係で絶対運動というものが考えられる。ニュートンはその絶対運動を回転運動が引き起こす遠心力の効果に認められると考えて、それを水の入ったバケツの回転運動を例にして説明した（これは後で言及するようにマッハによって批判されることになる）。

ニュートンの自然哲学ではまた、このようにそれ自身不動で空虚な絶対空間というものが想定された結果、物体の性質についても表面積や体積といった形状は物体の運動にとって本質的に考慮しなければならない要素でなくなり、物体の性質やその運動の様態はもっぱら絶対的な基準系としての空虚な絶対空間との関係で定めることができることになる。そこで実際に質量概念についても、物体の表面積や体積は物体の質量にとって本質的ではないということになり、物体の質量はその質量中心（質点）に集中させてよいということになる。他方、ニュートンは振り子についての実験から、物質量すなわち慣性質量（これはニュートンでは密度と体積との積と定義される）が重さに比例するということを確かめる。こうしてニュートン力学では、重力のような外的な力は物体の形状に関係なしにその質量中心に働くと考えてよいことになり、また物体の運動はその物体の質量中心すなわち重心の運動とみなしてよいことになる。ニュートンはこのような考えがデカルト派の考えと抵触することを意識しており、『プリンキピア』の第二版に付け加えられた「一般的注解」のなかで、重力というのは、物体の中心にまでその力をまったく減じることなく進入し、粒子の表面積の量に従ってではなしに、その固い物質の量（質量）に従って働く原因に起因するとわざわざ断っている⁽⁴⁾。

このようなニュートンの力学が確立されたことによって、物体の運動は絶対基準系としての絶対空間に対する、質量ないし重さがそれに集中する質点の運動として一義

的に記述されることになる。絶対空間と質点の概念というのがニュートン力学の枠組みを構成する二つの柱となるのである。そこで地上の物体の運動を、デカルトの自然学におけるように、いちいち宇宙の物質構造や宇宙の生成にまで遡って、そこから解明する必要はなくなり、そのようなものを考慮にいれることなく、ただ絶対空間というものを基準として物体の運動を確定的に記述できることになる。いいかえると、地上の物理学は宇宙論とまったく独立に成立し、むしろ天体現象は地上の物理学の延長上で解明されるということになるのである。ニュートン力学の成功は一つには、地上や地球の回りの物理学を宇宙生成論のような遠大な宇宙論から独立のものとして、その領域の現象を宇宙論的考察なしに解明できる枠組みを与えたことによる。そういう限定された枠組みのなかで初めて現象の数学的解析が可能になったのである。デカルトの宇宙論的自然学は、当時の実験の規模や数学的技術に比してあまりに遠大で、そのホーリスティックな論理に従ったのではとても現象の数学的分析を施しうるものではなかったのである。近代の数学的物理学はニュートンの力学という形態のもとで初めてシステマティックに推進されることになったのである。

しかし、このニュートンの自然哲学というものが近代におけるデカルト以後の、唯一の自然哲学の趨勢であったわけではない。最後に触れるように現代では状況は一変している。またニュートン以後、解析力学が形成される過程でも、なおデカルト的な宇宙論的物理学の構想に執着した物理学者もいる。例えばオイラーがそうである。オイラーはデカルトやホイヘンスの路線上にあって宇宙論的考察を継承し、真空を否定して宇宙は微細物質に満たされていると考え、重力の原因も微細物質の圧力に帰した。またオイラーは光の本質についてもデカルトやホイヘンスの波動説をさらに発展させた。振動数という概念を導入して、光を周期を持った波動の伝播と見なしたのはオイラーである。オイラーはさらに磁気現象についても、これを渦動説の視点から解明することも試みたりしている。しかしオイラーはいうまでもなく、質点力学を形成し、さらには解析力学を創始した人物である。彼は、物体の全質量がある一点に集中しているとみなし、運動方程式をある無限小の物体に適用するという質点力学の考えを確立した。またその運動方程式を微分形式で初めて表した。オイラーにはデカルト的な自然哲学とニュートンの自然哲学が混在しているのである。

オイラーは宇宙論のレベルではデカルトの路線を受け継いでいるが、具体的な物理理論のレベルでは二つの本質的な点であきらかにニュートンの見地に与している。第

一に彼はデカルトの「物質即延長」説に言及しながらこれをはっきりと排し、物体と空間とを区別する⁽⁵⁾。またこの点ではライプニッツにも反対して、空間を物体の間の単なる「共在の秩序」と見なす考えを排除し、ニュートンと同様に絶対空間の存在を主張する。オイラーによれば、あらゆる物体は可動性を備えているが空間はそうではなく、物体に属する延長は動いても位置や空間自体はいかなる運動も受け入れない。オイラーはその空間を絶対空間と見なすのであるが、それをニュートンの場合のように一方的に措定してすませるというのではなしに、次のような力学的根拠に従って措定する。まず、慣性法則はもちろん力学の基本原則と認められるが、それが認められるためには、直線等速運動をするとされる物体の方向の同一性が確認されるのでなければならない。しかし、そのためには、それとの関係で物体の運動の方向の同一性を定めることのできる絶対的な不動の空間ないし位置というものがなければならない。換言すると、慣性法則という原理の措定じたいが論理的に絶対空間すなわち絶対静止系というものの存在を要請するのである⁽⁶⁾。

オイラーはまた一方で宇宙は微細物質で充滿していると考え、重力は微細物質の圧力に起因すると見なしながらも、物体の全質量が質点に集中すると見なしうるとし、物体の重さと質量とは比例すると認めて、物体の運動を質点ないし重心の運動と解する。そうして物体の運動に数学の「解析（微積分）」を適用して質点力学を展開したのである。このようにオイラーは、実際の運動現象の分析は絶対空間と質点というニュートン力学の本質的な枠組みのもとでおこない、ニュートン力学の形式的洗練におおきな役割を果たしたのである。

さて、このような状況にあってニュートンの力学の普遍的妥当性を認識論的に基礎づけようとしたのがいうまでもなくカントである。カントの理論哲学の仕事とはある意味で、デカルトに発する宇宙論的な自然哲学の展開からニュートンによる地上の物理学を軸とした自然哲学の確立へという自然哲学の変遷を自らその変遷を体現しながら認識論的に正当化しようとしたことであるともいえる。カントはその長い学問的経歴の当初においては自然哲学や宇宙論におおに関心を持ち、概ねライプニッツの見地に与しながらニュートン力学の成果をも考慮にいれて自分の考察を展開した。カントの処女論文は『活力測定考』であり、これは運動量の保存か活力の保存かというデカルト派とライプニッツ派との論争の調停を企てたものである。それに引き続きカントは『天界の一般自然史と理論』と『物理的単子論』という、宇宙論と自然哲学につ

いての書物を表した。

このうち『天界の一般自然史と理論』ではカントは宇宙の体系的統一について論じ、さらに後に「カント・ラブラスの星雲説」として名を残すことになった宇宙生成論を展開した。ここでカントはまず太陽系を手掛かりとして、これを太陽を中心とした共通平面上を諸惑星が回る一つの体系と見なす。ついで、このような太陽系とのアナロジーから天界全体を考察し、太陽系自体が他の多くの恒星とともに銀河系の共通平面上を公転すると考える。カントはこの銀河系にも、太陽系に太陽があるようにある中心があると想定して、それはシリウスではないかと推定している。そしてこのような銀河系が無限宇宙のなかに無数にあって、ある中心体をめぐって無限級数のような「体系的体制」を形成すると考えた。カントはさらに、このような体系的体制が一挙になったものではなく、次のような宇宙自体の必然的な生成過程の結果として形成されたと見なした。すなわち彼はまず、宇宙の始源を根本的物質の普遍的分散状態と想定し、これは質的な密度の違いから無限の種類の要素からなると考えた。また物質には根源的力としての「引力」が内在しているとし、これが働く結果、密度の大きな物質が密度の小なるものを引きつけてその中心へと落下させると考える。ところが、物質にはもう一つの根源的力として「斥力」があると考えられ、これが作用するために、その落下物質は側方に追いやられることになり、こうしてその物質は円運動をおこなうことになると考えられる。このようにカントによれば、多様な物質の分散状態において引力と斥力という二つの根源的力が働きあう結果、宇宙は必然的に上述のような体系的体制を構成することになると考えられる。

このようなカントの初期の宇宙論について二つの点が注目される。第一は、このような宇宙自体の体系的統一の形成過程が、神の世界創造における企画の実現過程と見なされており、諸実体からなる宇宙の調和と秩序の形成の根拠が、その「共通の原因」としての神の最高叡知に求められているということである。言い換えると、この時期には、このような宇宙論的考察によって宇宙の調和と秩序の実現過程を知ることは神の存在の自然神学的証明になると考えられていたのである。第二は、この宇宙論においては宇宙の体系的体制が引力と斥力という相反する二つの根源的力と見なされるものによって形成されると考えられていることである。カントはこの時期から引力と斥力という二つの根源的力が物理的実体の実在性を構成するという考えをとっており、この考えは『物理的単子論』において展開される自然哲学でさらに展開されている。

それによると、物体はそれが実体的形而上学的に究極の在り方において把握される場合には不可分のモノダとして理解されなければならない、そのモノダが自らの根源的な「作用力」によって空間を満たす結果、内包的な作用域が形成され、これが不可入な物体を構成することになると考えられる。ここで、物体には根源的な作用力として引力のみならず斥力が考えられ、これは距離の三乗に反比例すると見なされる。この斥力が距離の二乗に反比例する引力と拮抗することから作用域が構成されると考えられる。そこで、根源的にはこのようにして形成される内包的な作用域としての物体が外延的現象的に捉えられると、それは幾何学的空間的規定に従うことになり、無限分割可能なものと見なされる。この考えは、この書物の題名からも推察できるように、ライプニッツの「モノドロジー（单子論）」の自然哲学を踏襲したものである。ライプニッツは、物体を形而上学的に「原始的力」と解される個別実体としてのモノダからなると考え、空間の方は、諸実体に対して認識主観と相対的に設定される一種の現象的關係すなわち「共存するものの秩序」とみなしていた。カントはこのような、物体の实在性を構成するのは力であり、空間は諸実体の間の現象的關係に他ならないとするライプニッツの見地を引き継いだのである。ただしカントは、ライプニッツのように物体を最終的に精神的な実体すなわちモノダに基礎づけるのではなく、あくまで物理的実体とみなしており、また物理的な力の概念でもライプニッツのように絶対的な正量としての「活力」だけを考えるのではなく、引力と斥力という二つの相対立する力を考えている。またカントは力をこのように解する結果、物理的実体間の实在的な交流すなわち「相互作用」を認め、空間はそのような力が張り合う作用域の派生的で外面的な関係と考えており、この点でもライプニッツとは異なっている。このような、引力と斥力という二つの根源的な力が張り合い、それが物体の实在性を構成することになるという考えは晩年にいたるまで一貫して保持される⁷⁾。

カントはこのように初期には自然哲学を形而上学あるいは自然神学的見地から基礎づけようとするとともに宇宙の体系的統一の形成を宇宙生成論の立場から論じた。しかし、このような考えは周知のように、カント自身の「批判哲学」によって根本的に改変されることになる。第一にカントは絶対空間についてのオイラーの論文に刺激され、絶対空間の存在を承認し、その認識論的根拠づけの必要性を感じることになる。そこでカントがその根拠と認めたのは人間の感性様式の独自性である。例えば人間の右手と左手というのはその内容規定が同じであるにもかかわらず実際には重ね合わす

ことができない。これは人間の感性界が知性的形而上学的規定に還元しえない認識上の独自の源泉であることを示していると考えられる。人間一般にそのような空間に関する独自の感性形式がアприオリに備わっており、それが唯一不変の絶対空間というものを人間の経験に課するのだと考えられるのである。このことは、初期のように、空間を、諸実体が力を作用しあって構成する作用域に帰属し、それに派生する現象の形式であると見なすことはできないということを意味する。さらにこのような見地が、ヒュームの「因果性」に関する懐疑論的分析に接したことが契機となって、相互因果性や共存性といった思惟形式（カテゴリー）についても適用される。これらのカテゴリーは初期の自然神学的立場では、神の知性にまで遡って根拠づけられる諸実体の知性的世界の形式であったが、それが人間意識一般の方にアприオリに備わっている思惟形式と見なされることになるのである。

こうして空間や時間や知性のカテゴリーは人間一般に主観的な感性和知性の認識様式と考えられ、物理的実体やその間の関係は、形而上学的ないし神学的に神に根拠づけられるのではなく、人間の知覚や意識一般に対する現象という資格で人間的視野のもとで規定されることになる。このことは一方で、人間の認識様式と独立の物自体というものは人間の学問的認識の対象とはなりえないという帰結をもたらすが、他方で、人間は何であれ経験対象を認識する場合にはこれらの感性和知性の形式に従ってしか認識できないということを意味し、そこからこれらの形式は人間の認識の対象一般に対して普遍的に妥当するということが主張できることになる。ここにいわゆる「超越論的観念論」が成立することになる。時間、空間や知性のカテゴリー（純粹悟性概念）は「超越論的に観念的であるがゆえに経験的に実在的である」と主張されるのである。

カントはこのような超越論的観念論によってニュートン力学の普遍的妥当性を認識論的に基礎づけようと考えた。第一に、ニュートンが一方的に指定した絶対空間や絶対時間は人間一般に固有で不変な感性形式として意味づけられる。第二に、ニュートン力学の基本概念や基本法則は、空間、時間の感性形式とカテゴリーとからなるアприオリな総合判断としての「原則の体系」に基づけられる。そのことをカントは『自然学の形而上学的基礎づけ』で具体的に展開した。それによると例えば、物質の実在性は、物質に根源的な力としての引力と斥力との拮抗が生ずる「内包的な度」からなると考えられ、「感覚対象である実在的なものが内包量すなわち度を持つ」という物質概念は、「性質」のカテゴリーに由来する「知覚の予料」の原則に基礎づけられる

と考えられる。人間の感覚知覚は連続的で内包的な感覚の度によって満たされるという構造を持っており、感覚対象はこのような感覚知覚の制約のもとでのみ認識されるのだから、対象じたいも内包的な度をもつということはアプリアリに予料できると考えられるのである⁸⁾。カントはさらに同じ見地から、ニュートンの運動法則を「関係」のカテゴリーに由来する「経験の類推」の原則に基づけた。このようにカントは絶対空間、絶対時間、物質概念、力学の基本法則というものをすべて、人間一般に固有で唯一不変とされる認識様式や知覚の構造に基づけ、そうすることによって初めてニュートン力学の普遍的妥当性を正当化しようと考えたのである。

カントはこのようにして超越論的観念論の立場によってニュートン力学を認識論的に基礎づけようと考えたのであるが、これは他方で科学的活動の射程を制限し固定化することにもなった。カントの立場からすると、以上のような認識論的な制約を満たさない理論概念や仮説体系は可能的経験に入り来ないものとして客観的知識の資格を持ちえないことになる。たとえばカントは、「粒子論的機械論的力学」は「（原子や粒子の）絶対的不可入性」とか「絶対的空虚（真空）」という人間の認識様式や知覚様式によって満たすことのできない明らかな仮定に立っており、認識論的裏付けを持ちえないと断定する⁹⁾。また彼が前期に展開した宇宙生成論のような理論体系は、「無限」とか「（自然の）体系的統一」といった「直観の制約」を満たさず可能的経験に入らない概念に立脚しているとして、学問的認識の枠からはずされることになった。カントの認識論の核心は一言でいえば「経験一般の可能性の制約は経験の対象の可能性の制約をなす」というものであり、これは人間の意識や知覚の唯一不変な様式が科学的経験と同質であり、その対象を普遍的に規定するということである。カントはこの見地により形而上学的思考を科学的認識の領域から排除することができたが、これは同時に原子論的物理学や宇宙論を物理学の領域から排除することに繋がった。カントの哲学は地上の物理学と宇宙論との乖離というニュートンの自然哲学の見地を認識論的に裏付けることになったのである。

このような、ニュートンによって学問的に設定され、カントによって認識論的に裏打ちされた形の、宇宙論を排した仕方で地上の物理学を基盤にして自然探究を推進しようという自然哲学は十九世紀末まで支配的であった。ヘルムホルツは、自然現象を強さが距離のみによる不変な引力と斥力に帰着させようという汎力学主義を唱えたが、これはニュートン力学が自然認識の唯一の可能性を示すという見地を含意した。しか

し二十世紀になり、アインシュタインの「相対論」の登場によって絶対空間と質点の概念とを二つの柱とするニュートン力学の限界が明らかにされるとともに状況は一変する。とりわけ彼の「一般相対論」は、宇宙空間を物理的な場と解し、空間と物質を相互的な関係のものとみなす。この理論を大きな契機として宇宙生成論が物理学の分野で学問的市民権を獲得し、現代では周知のような極めて活発な展開を見せるに至っている。このアインシュタインの相対論の形成に影響を与え、現代の宇宙論の一つの指導的原理となっているものに「マッハ原理」というものがある。マッハは彼の書物『力学の発展史』でニュートン力学の基本概念に対して根本的な批判を展開したが、そのなかで、ニュートンがバケツの回転運動がバケツのなかの水に対して引き起こす遠心力の効果に絶対運動の証拠を認めうるとしたのに対して次のような批判を提示した。

すなわちマッハによれば、物体の運動というのはすべてその回りの物質と相対的にのみ理解されるべきであって、バケツの回転運動の場合、もしバケツの回りの全宇宙がバケツと一緒に回転すれば、バケツの相対回転はなくなることになって、その時には遠心力が生じるかどうか分からない。ニュートンは地上の運動を宇宙との関係から切り離して、それを絶対視しているのに他ならないのである。マッハによると、地上の物体の地球に対する振る舞いは、遠い天体に対するその振る舞いにまで関連づけられるのであり、それはそのように宇宙全体に関係づけてのみ確定的に記述できるのである⁽¹⁰⁾。このような、物体の運動はすべて宇宙の他の物体と相対的なものであって、地上の物体の運動といえども全宇宙に関係づけよ、という考えがマッハ原理と呼ばれる。この考えによれば地上の物理現象も宇宙の物質分布や物質構造との関連でのみ解明されるということになり、地上の物理学は宇宙論と不可分であって、むしろ後者が前者の前提になるということになる。現代の物理学は、宇宙の生成や構造の見地から地上の物理現象を捉え直そうという自然哲学の新たな展開を示していると考えられるのである。このことは認識論的にいえば、カントのように知覚や意識の様式を認識の軸とするのではなしに、理論的概念や宇宙論的考察に立脚し、そこから地上の知覚的世界を位置づけるという見地の必要性を示唆しているものと受け止めることができる。

〔注〕

(1) 以上のデカルトの自然学と自然哲学については詳しくは、拙論『デカルト哲学の

- 体系』（勁草書房、1995年）、第三部、「デカルトの自然学と自然哲学」を参照されたい。またデカルトから、以下で言及するホイヘンスやニュートンをへてオイラーに至る自然哲学の展開についてより詳しくは、Michio Kobayashi, *La philosophie naturelle de Descartes*, J. Vrin, 1993, ch.4 - ch.6 を参照されたい。
- (2) Huygens, *Traité de la lumière avec un discours de la cause de la pesanteur*, Culture et Civilisation (reprint), Bruxelles, 1967, p.140
 - (3) Newton, “De gravitatione et aequipondio fluidorum”, in *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, edited and translated by A. R. Hall and M. B. Hall, Cambridge Univ. Press, 1962, p.99
 - (4) Newton, *Principia mathematica*, edited by A. Koyré and I. B. Cohen, Cambridge Univ. Press, 1972, vol.2, scholium generale, p.764
 - (5) L. Euler, *Anleitung zur Naturlehre*, in *Opera omnia*, 3^e série, vol.1, cap.2, a.9, p.22
 - (6) L. Euler, “Réflexion sur l’espace et le temps”, in *Opera omnia*, 3^e série, vol.2, p.381
 - (7) カントの自然哲学と宇宙論についてはより詳しくは、拙論「近世における自然哲学とコスモロジー」、『新岩波講座哲学第五巻：自然とコスモス』所収、1985年を参照されたい。
 - (8) Kant, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* (1786), in *Kant’s gesammelte Schriften*, Ak. Bd.4, 1911, Zweites Hauptstück: Der metaphysische Anfangsgründe der Dynamik.
 - (9) Ibid. pp.532 - 535
 - (10) E. Mach, *Die Mechanik* (1883), Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft (reprint), 1976, pp.222 - 227

〔大阪市立大学教授〕