

デカルトの「力」について

中村康子

物理学を数学により記述することを習慣としていた現代、両者の関係は、ある意味で疑いえないようにみえる。数学の進歩により、それを道具としてきた物理学も発展を遂げてきた。しかし、数学的に記述しようということから、世界が数学的であることは必然的に帰結しない。数学が事物間の「関係」を表現している場合ではなく、「存在」を扱う場合に問題が生じる。つまり、微分・積分や集合論で無限小を扱うということと、限りなく分割しようるものが存在するということは別の問題である。物質について、無限小の単位（たとえば、量子やエネルギー等）を単位として認めるかについては、賛否両論あるし、「時間」についても議論が分かれている。時間を幾何学的にとらえるなら、限りなく分割しようるが、心理的にとらえられた時間は分割しえない。現代の時間論にはこれら両方の立場、さらに、両方を結合した立場がある。そして、デカルトの「時間」概念にもこの両方の立場がある。つまり、「存在」を扱わない視点において、時間は無限に分割しようるといえるが、「存在」の視点では分割することができない。これらの二視点は本論で「結果の

視点」と「原因の視点」として論じられる。

コイレは前者の視点からデカルトを解釈している。デカルトの世界観を、コイレは「徹底的な幾何学主義（空間的位置関係から物理学を構成しようとする考え方）」と評している。これに対し、ゲルはコイレの解釈を自らの解釈の部分としながら、後者の一面性を突いている。コイレは物体の運動を現象においてのみ把握し、それ自身で持続する「状態」と解釈している。そうすると、物体の運動を妨げるものが存在しなければ、最初の一撃により物体は永久に動き続けるということになる。しかし、『哲学原理』の第三部、第四部の「宇宙」が、このように神から独立して自動的に動いているとする解釈を停まらせる概念がデカルトにはある。それは、各「時間」毎、神が物体を創造の時と同様に保存しているという「連続的創造」の概念である。この概念はこれまで度々論じられ、また、デカルト自身の言明にもかかわらず、その物理学における主要概念として認識している説は多くない。それをデカルト物理学の中心に据え、コイレの解釈を再検討する機会を与えているのはゲルーであ

る。確かに、コイレの解釈は説得的で、影響力もある。コイレを名指して正面から批判が加えられたのは、漸く最近である。シュスターはコイレの「徹底的な幾何学主義」に対して、形而上学や神学に注視した「徹底的な力学主義」を約十年前に主張した。本論はゲルーやシュスターの説を踏まえて、デカルト物理学における「力」の概念の形而上学的意味を提示している。しかし、ゲルーやシュスターの解釈に留まることはできない。両説はデカルトの「光」の解釈について混乱している。前者は「光」を「原因の視点」に含め、後者はさらに、慣性のコナトウスと同一視しているからである。特に、後者の解釈では、光学法則と運動法則を同一とみなすに至っている。すなわち、光のモデルであるテニス球の運動を抽象化したもの(形や大きさや重さを取り除いたもの)が光であるとしている。しかし、デカルトはこのモデルの限界を認識しているし、また、運動と光とを区別している。この点についても指摘したい。また、ゲルーの解釈の意味だけでなく、その問題点も考察したい。

一

前述の「連続的創造」は時間概念を前提する。デカルトの時間が無限に分割できる「瞬間」からなるか、あるいは、それ以上分割できない原子論的「瞬間」からなるかについては議論が分かれている。まず、ジャン・ポールは時間を幾何学化し、思惟と平行する一種の線として把握している。時間は空間と同じく無限に分割することができるといふ。また、記憶や生きる時間とも同一視している。ベルグソンの「持続 (durée)」は心的内容として、その諸内容が相

互に浸透しあい、分割されえないが、デカルトの記憶の忘却を前面に押し出し、その内容の反復、重複、継続に場所を与えていないとポールは解釈している。デカルトは時間 (tempus) を運動の数としての思惟様態としてのみ用い、持続 (duratio) を物体と心と共に通して使っている。「持続は多様なあり方をしないところの属性 (attributum)」であり、「その諸部分が、同時に存在することは許さない」。従って、時間は一様な内容の意識と解釈することができるとベルグソンと比較すると、より抽象的であるが、幾何学化することのできない具体的内容を持っている。また、ケベクは時間概念が数学によって扱えない心理的性質であるとす立場から、デカルトが第一性質と第二性質との区分により時間を数学的連続性、従って、無限分割性において把握したと解釈している。⁽¹¹⁾
次に、ウィットロウは、ポールと同じく、時間の空間化を認めながら、無限分割を否定して、それ以上分割できない「瞬間」(atomic instant, or chronon) をデカルトに帰している。⁽¹³⁾ また、ラポルトは時間概念が不連続となるのを不合理とみなし、無限分割可能としたが、これに対してゲルーはデカルトの「瞬間」がベルグソンの意味する「持続」の否定であると解釈している。⁽¹⁴⁾ ラポルトの解釈は微積概念を前提しているが、この厳密な概念はデカルトにはなく、部分的にはホッブス、体系的にはライブニッツやニュートンを待たなければならぬ。ゲルーのいう「瞬間」は、無限小の時間ではなく、不可分な時間、従って、原子論的「瞬間」である。各「瞬間」は相互浸透せず、お互いに依存しあわない。それに、実体自体において「持続」は「存在」と区別されえない。⁽¹⁶⁾ 従って、各「瞬間」毎、

「存在」が与えられなければならない。ここに「連続的創造」の意味がある。各「瞬間」毎の創造の作用が時間の連続を生ぜしめるのである。ゲルはこの創造の作用にまで遡り、これを「原因の視点」(A)とし、対照的に「結果の視点」(B)を置いている。コイレの「結果の視点」に「原因の視点」を併置したわけである(両視点については次節で論じる)。

二

不可分で、相互に浸透しあわない原子論的「瞬間」において保存される「力」が慣性のコナトゥスであるか、光のコナトゥスであるか、あるいは、両者であるかについては、光のモデルの解釈に依存する。シュスターは『屈折光学』のテニス球のモデルから形や大きさや重さ等を取り除くことにより、モデルを現実(real model)化している⁽¹⁹⁾。現実の運動と光(運動への傾向)とは、「瞬間」においては同じ運動法則に従うという。これについて、(一)球のモデルの限界、(二)運動と光との区別、以上の二点から論を進める。

まず、(一)については、屈折において明らかになる。デカルトも実験結果により認めているように、媒質が堅くなるにつれて球では屈折角が次第に大きくなるが、光においては逆に小さくなる。そこで、デカルトは平面を転がる球のモデルを用いている。平面が堅いほど球は運動の損失が少なく、容易に転がるのと同じように、光も媒質が堅いほど容易に通過する。しかし、そのように、「媒質は光を通過させる」⁽²⁰⁾が、「球は運動するために媒質を追い出すのに対し、光は追い出さない」⁽²¹⁾のである。デカルトは光と球との差異を認識し

て球のモデル(「発見的モデル」)を説明のために用いているのであって、ここにおいてその限界が示されている。

次に、(二)について、デカルトによれば光は「運動への傾向」であり、その意味で「コナトゥス」ということができるが、ホップスの光のように運動の伝播ではなく、一種の「圧力」である⁽²³⁾。ホップスは波動が空間を伝わるように、運動自体が実際に伝わると考えている。光の「伝播(Treratio)」とは、その部分が隣接する部分に次から次へと衝撃を与えることである⁽²⁴⁾。ホップスがその『光学』において、「すべての作用は場所的運動である……」⁽²⁵⁾と云って、光も場所的運動とみなしているのに対し、デカルトは光が圧力であって、実際の運動が伝わるのではないと主張している。そこで使われている光のモデルは棒であり、「私が棒で地面を押す時、私の手の作用が棒全体に伝わり、それが地面に伝わるのであって、棒が実際に動かされるのではない」⁽²⁶⁾。さらに、ビュルマンとの対話では、「光は運動なしになされる圧力(pressio)である」⁽²⁷⁾と説明している。ところで、ホップスは「圧力」をコナトゥスにより定義している。二物体のコナトゥスがお互いに対立する時が「圧力」である⁽²⁸⁾。プラントも指摘しているように、それは実際の運動を意味している。ホップスは光も圧力も運動が伝わるとしているが、デカルトの光(圧力)は運動から区別されている。『宇宙論』⁽³⁰⁾において、光は傾向(inclination)とか努力(effort)という概念で、⁽³¹⁾『屈折光学』では作用(action)、運動への傾向(inclination a se mouvoit)であり、⁽³²⁾『哲学原理』の仏訳ではこれらの概念を用い、ラテン版で初めてコナトゥスを用いている。光のコナトゥスは渦動の中心(光体である恒星)から周辺へ広がる

無数の放射状の圧力であるが、それが「圧力」であるのは渦動の周囲を敷き詰める他の渦により遮られているからである。シュスターは慣性に充滿物質の圧力が加わることにより光のコナトウスが生じるといふ⁽³⁴⁾。神によって各「瞬間」に保存されるのはこの慣性であるといふので、ここではシュスターは光を慣性から区別し、後者からの派生であると考えている。

以上の光のコナトウスの他に、デカルトは慣性のコナトウスを考えている。慣性のコナトウスは現実⁽³⁵⁾に働いている力であるが、直線方向へ実際に進むことは妨げられている⁽³⁶⁾。この力は各「瞬間」毎、連続的に創造・保存されていると考えられているもので、「原因の視点」に相当する。他方、光のコナトウスは渦動の中心の「恒星と光の媒質である第二元素との間にある数多くの第二元素により圧力を受け、回転の中心から離れようとする」が、「その上にある他の第二元素によって妨げられている」というので神の力と全く関係を持たない、純粹に物質的な力と考えられる。マルブランシュはすべての力を第一原因の力に帰し、物質の力を単なる「機会原因」とみなしたが、デカルトはそれに帰すことのできない物理的力を物質に残しているといふことができる⁽³⁷⁾。このように考えるなら、デカルトにおいて光のコナトウスは形而上学から完全に独立しているといふことができる。

ゲルーは前節で述べたのとは別の論文においても、同様の二視点——これらはデカルトにおいて矛盾するようにみえるが、共存するとしなければならぬ二視点——を認めている。先の「原因の視点」(A)には、存在、力、時間や運動の不連続性、運動と静止との

区別が相当し、これと対照的な「結果の視点」(B)には、様態、幾何学、時間や運動の連続性、運動と静止の相対性があてはまる⁽⁴⁰⁾。Aは具体的、力学的、形而上学的視点で、神をすべての原因とみなすが、Bは抽象的、幾何学的視点で、様態として幾何学的に定義された運動や延長を基礎としている⁽⁴¹⁾。コイレは慣性をこの次元で考えているが、ゲルーはAにおいて考えている。ゲルーはこの区分において、Aの「運動なしの、瞬間の伝播」(a₁)や「コナトウス」(a₂)や「瞬間的運動の直進性」(a₃)に、各々順にBの「運動」、「場所的運動」、「運動の円環性」を対比させている⁽⁴²⁾。a₁はすでに述べたことから、光、あるいは、圧力であり、a₂とa₃は文脈から慣性である。ゲルーはAの視点に光をおいていることになる。そうすると、時間の持続を拒否する次元において、光の速さという時間的経過を対象とする困難とゲルーは取り組まなければならない。従って、光はAではなく、Bの次元で考えなければならなくなる。棒の一端の圧力は一瞬のうちに伝わるようにみえる。しかし、棒はテニス球と同様に、光の「発見的モデル」である。デカルトは光の媒質(空気、水、ガラス等)が堅いほど容易に光が伝わりと述べているので、光は無制限に同一な「無限の速さ」ではない。光の速さは当時、正確に測定することが困難であった。デカルトは月食に際して、光が地球の影として地球から月へ達し、そこから再び地球に戻ってくるまでの時間を測ることができると考え、その時間(測定結果)が非常に小さいので、光の速さは考えられないほどの非常に大きな速さのみなされる。従って、「無限の速さ」と表現したといふことができる⁽⁴³⁾。ここでは空気という同一媒質における速さ——光が空間を伝わる

時間によって決められる速さ⁽⁴⁶⁾を考えていたということが出来る。

すでに述べたように、デカルトは運動と光とを区別している。また、「瞬間」における運動は慣性のコナトウスである。従って、慣性のコナトウスと光のコナトウスとが同じ法則に従うかが、前述のシユスターの解釈(四三頁、上段)について問題となる。すなわち、自然法則と反射・屈折法則とが同じかが問題である。光学法則は運動の大きさと方向との区別を規定している。すなわち、反射においては境界面(異なる二媒質が接する面)への入射を衝突とみなし、衝突後、反射光は入射の運動を保持するが、方向は運動から独立して考えられるということ、また、屈折においては境界面との衝突により運動が強められ、方向も変化するという⁽⁴⁶⁾。シユスターは『宇宙論』の自然の第一法則を運動の大きさの保存、第三法則をそれと方向の保存と解釈しているが、これら二法則から直ちに運動と方向との区別は帰結しない。第二法則は衝突前後において、運動の量が不変であることを規定しているが、これに相当する『哲学原理』の第三法則は衝突において運動と方向とは別であることを規定している。⁽⁴⁶⁾『宇宙論』と『屈折光学』とはほぼ同時期に構想されているが、後者の光学法則で運動と方向とを区別しながら、前者の自然法則ではそれを言明していない⁽⁴⁹⁾。しかし、後者では球の運動について、それを言明している。従って、光学法則と自然法則とは、運動と方向との区別という点で、シユスターのように光学法則を解釈するなら同じである。従って、光のコナトウスと慣性のコナトウスとは同じ法則に従うということが出来る。しかし、デカルトは球のモデルの限界を認識しているし、慣性と光とを区別している。従って、シユスターの

解釈では、運動への傾向、すなわち、光のコナトウスを慣性のコナトウスと摩り替えているということが出来る(両者を同一視していれば、容易に置き換えることができる)。なぜなら、この解釈をシユスターは静力学的コナトウスから運動への架橋として位置づけているからである。⁽⁵⁰⁾この静力学的コナトウスは慣性のコナトウスのみに解されるべきであって、シユスターのように両者をあてはめることはできない。また、ゲル⁽⁵¹⁾は光と慣性とを同じ「原因の視点」に置いているが、デカルトには原理による思考、推論だけではなく、光学において示されているように、実験に拠る理論もあるということとをさらに認めなければならないであろう。

三

ゲル⁽⁵²⁾は運動を慣性のコナトウスの連続的創造によって構成している。ゲル⁽⁵²⁾によればマルブランシュの「創造」はある場所へ各瞬間毎なされ、同じ場所への創造を「静止」、異なる場所へのそれを「運動」とする。デカルトの創造についても同様で、ある状態から他の状態への変化を含まず、「変化した結果の状態」の創造とみなしている。

この連続的創造のモチーフはデカルト初期の、ベークマンとの自由落下研究にすでに現れている。デカルトは「運動」に時間概念を含ませ、その不可分な最小単位として「点」を考えている⁽⁵⁶⁾。従って、この時間は不連続である。デカルトはそのような各「瞬間」に「力」がたえず加えられるとしているが、この「力」を神に由来する慣性のコナトウスに置き換えれば、連続的創造の概念となる。と

ころで、デュエムやクラブリンによれば、「一定の力が一定の速さを生み出す」という考え方は、アリストテレスやその支持者に由来する⁽⁵⁸⁾。コイレもデカルトの自由落下にこの考えを見出し⁽⁵⁹⁾ている。アリストテレスからデカルトへ、この概念を引き出してみせることは容易ではないが、ともかく、原因という同じ概念のもので、「力」が考えられていたということができる。このようなデカルトの「力」の概念はギャベイによると、物質に内在する原因で、様態の運動や静止と区別されるもの、形而上学的諸原理(神の作用の不変性等)と運動法則、衝突法則とを結合するものである⁽⁶⁰⁾。また、「インペトゥス」は一七世紀に頻繁に用いられた概念である。デカルトはこの概念を自由落下における運動を引き起こす「力」の同義概念として用いている⁽⁶¹⁾。自由落下の加速を落下体の重さとインペトゥスの増加により説明することは、ビュリダン以来、一五、六世紀まで「インペトゥス理論」として、その承諾が明らかである。コイレは自説に反して、デカルトがインペトゥス理論に再び戻ったと解釈している⁽⁶¹⁾。しかし、それが、厳密にいつ「インペトゥス理論」であるかは、問題である。まず、デカルトのそれは運動の原因としてのみ考えられていたが、インペトゥス理論のそれは、運動の原因でもあり、また、結果(運動の始めは重さがインペトゥスを引き起こすから)でもある。また、デカルトは落下の始めからインペトゥスが運動を引き起こすとしているが、ビュリダンのそれはそうではないからである⁽⁶²⁾。ウエストフォールはデカルトの「力」をインペトゥス概念そのものではなく、「インペトゥスのような概念」とみなしている。ウエストフォールはインペトゥスの、物体を内側から動かす力という

側面にのみ焦点を絞り、デカルトはいうまでもなく、ニュートンも最初のうちはこのような内的力を考えていたが、万有引力(外から物体に働く力)に到達することによって、これを最終的に放棄したとしている⁽⁶³⁾。このように、意味を抽象化して考えるなら、ホップスやホイヘンス等を除いて、ニュートン以前の物理学者達は、インペトゥスの概念の支持者であり、物体に内在する力を排除しきれなかったということになる。

四

「力」の概念を、連続的創造の無時間性において、形而上学と自然法則とを結合する概念とみなすなら、「力」は無時間的に作用することになる。従って、「力」は永遠に同一である。これを現象の次元に移すなら、各時間における運動の諸断片の同一性と考えられるが、その断片をとりあげて考察すること自体、時間を排除する。デカルトにあって、運動と時間とは密接に結びついているからである。運動が「静止しているとみなす物体の傍らから、他の物体の傍らへの移動である⁽⁶⁴⁾」と定義される時、この「移動」自体に時間(連続的時間)が含まれていると考えうる。

では、このように時間を含む場所的運動(移動)をゲルールの立場から真の意味で構成できるか。連続的創造により生ぜしめられるのは、ゲルールも認めているように、「変化した結果の状態」であって、ある状態から他の状態への変化そのものではない。時間の分割があるところでは停止されると(時間の不可分性)、その不可分な幅をもった時間に運動が創造され、その運動はある幅をもち、現実のなだら

かな運動の流れを構成しない。このように、ゲルリーの解釈では、デカルトの時間概念に内在する困難によって、「原因」と「結果」とを完全に結合することは、厳密にいうと、不可能である。慣性から現実の運動を構成することは、ニュートンにおいては意味をもつ。引力が直線方向に動こうとする惑星をたえず（無限小の時間において）引くので、惑星は楕円軌道を描くと説明されるからである。しかし、ウエストフォールのいうように、円運動の優位性をデカルトに認めるなら、慣性は円運動から説明される概念となる。円運動は説明を要しない、自明の現象とみなされてしまうからである。確かに、デカルトは軌道がなぜ円に近いものになるかを、ニュートンのような厳密さにおいて、説明していない。自然の第一法則で、「他の物体と衝突するのでなければ、物体はその状態を変えない」⁽⁶⁶⁾ということから、ある物体に直線方向への慣性の力が働いていても、まわりを敷き詰める物体に遮られるので、現実の運動は軌道を曲げられるという様にしか、デカルトの宇宙においては考えられない。ここで、慣性の力が一定に保たれるとしても、他の物体との衝突によって、物質全体（宇宙全体）の力は変化してしまうのではないか。しかし、衝突前後において、力の量が不変であるということもデカルトは規定している⁽⁶⁷⁾。この宇宙全体の力と慣性の力とは別のものがあるが、共に、連続的創造により保存される力である。従って、連続的創造の各「瞬間」において、慣性の力と衝突の力とが合成された結果、曲線運動が生じることが出来る。

以上のように、ゲルリーの立場からみると、連続的創造がデカルトの体系において、主要な、かつ、重要な意味をもち、その物理学を

二方向へ決定していた（その後の歴史の大勢がそのうちの一方方向へ進んだにもかかわらず）ということが明らかになる。また、デカルト説に内在する諸々の矛盾をよく説明する。慣性法則が物体の運動の連続性を規定する一方、それが他方でたえず神により支えられているとするのは明らかに矛盾する。また、時間や運動の連続性と不連続性との矛盾、物質の本性を延長とみなしているにもかかわらず、それを動かす力をそこに属せしめざるをえない矛盾（幾何学と力学との矛盾）。運動と静止とを相対的にとらえ、かつ、区別する矛盾等々。これらの相互に関連している矛盾はコイレの観点からは解決することができない。デカルトの慣性法則は慣性の持続を文字通りに規定しているのではなく、「瞬間」における力（コナトゥス）の保存を規定している。その力はその「瞬間」のみ維持される、つまり、神は運動を「以前の瞬間と同じようにではなく、保持しているまさにその瞬間におけると同じように保持している」⁽⁶⁸⁾。従って、前の「瞬間」と関係をもたないので、各「瞬間」毎、神により新たな力が創造されなければならないのである。その結果、運動が持続する。また、時間や運動の不連続性は連続的創造により現象の次元で、ある程度連続するということ、そして、力を物質内にたえず創造することにより、時間における場所的運動が同様に連続するということが説明される。運動の相対性と区別については、前者を現象、後者を力の次元におけば、前の矛盾と同様に説明される。ゲルリーもいうように、これらの一見したところ矛盾する二視点が統合されているところに、デカルト物理学の独自性があるのであって、コイレの「徹底的な幾何学主義」によってはデカルト物理学の全体を

汲み尽くすことはできないであろう。

五

デカルトの「力」の概念をライブニッツのダイナミック(Dynamics)における力(ハットフィールドと共に、この力を「物質に内在する実在的作用因」とするなら)と同一視したギャベイやウエストフォールの説に反対して、ハットフィールドはゲルーと同様に、デカルトの「力」を「コナトウス」とし、それが直接、神によって支えられている、すなわち、物体を直接、動かしているのは神であると解釈している。⁽¹⁰⁾しかし、心身二元論と同様の困難が生じる。すなわち、異なる二実体(神と物体)がどのようにして働きかけることができ、⁽¹¹⁾あるのか、そして、それを我々が知ることができるとかという困難である。ハットフィールドのように現象と存在の次元とを区別し、⁽¹²⁾明らかに、存在を考えなくても進む方向へ一歩進めれば、一応回避できるかにみえる。しかし、デカルトは区別を徹底することができなかつた。第六省察で、感覚的観念の受動性から物体の存在をデカルトは証明しているが、⁽¹³⁾さらに、ゲルーもいのように、その「存在」の原因を考えている。『哲学原理』において、現象(運動)の記述の後、「第一原因として、物質を運動や静止と共に創造し、今もその時と同じ量の運動や静止を保っている神以外にはないことが明らかであろうに思われる。」⁽¹⁴⁾物体の運動の原因だけではなく、その存在の原因をも考え、それを現象の次元に限定することができなかったことは、同時代のホッブスと対照的である。⁽¹⁵⁾

デカルトの意識の時間は、過去から未来へと一様に流れる時間

(時計で測る時間)ではなく、意識の存在に根差した具体的時間である。そして、デカルトはこの時間を物体の存在の時間と同一視して(四二頁、下段)、前者の時間の不連続性から、連続的創造を導入し、それを物体に適用している。このような時間論のうちに、物理学と形而上学との接点だけではなく、さらに、人間意識の物理学との関係をみることができる。また、デカルトは存在と結びついた時間を、延長と同じ様には、幾何学化することができなかった。従って、人間を含めた自然が、どこまで数学的に表現できるかという問題とデカルトは既に、関わっていたということができよう。

注

- (1) cf. Millic Capek, *The Fiction of Instants*, Studium Generale 24 (1971): *The Study of Time*, Springer-Verlag, 1972, pp. 332-344 以下再録
- (2) A. Koyré, *La loi de la chute des corps*, *Revue philosophique*, 1937, pp. 149-204 (*Études Galiléennes*, Hermann 1966, pp. 83-158)
- (3) *Études Galiléennes*, pp. 318-341.
- (4) John Andrew Schuster, *Descartes and the Scientific Revolution, 1618-1634: An Interpretation*, Princeton University, Doctoral Dissertation, 1977.
- (5) Jean Wahl, *Du rôle de l'instants dans la philosophie de Descartes*, J. Vrin 1953, pp. 23-26, pp. 37-38.
- (6) *Ibid.*, pp. 2-3.

(7) キャンペル『時間の人間学的構造』吉村文男訳、理想社、昭和五四年、三七一—四八頁参照。

(8) J. Wahl, op. cit.

(9) *Oeuvres de Descartes*, J. Vrin, Adam-Tannery 版 (以下、A. T. 文庫記) Ⅷ, p. 27.

(10) *Ibid.*, p. 26.

(11) *Ibid.*, p. 13.

(12) Milic Capek, op. cit.

(13) G. J. Whitrow, *The Natural Philosophy of Time*, Oxford, 1980, p. 203.

(14) M. Gueroult, *Descartes selon l'ordre des raisons I*, Aubier, 1968, pp. 272-274 (以下、Descartes I 文庫記)

(15) Frithof Brandt, *Thomas Hobbes' Mechanical Conception of Nature*, 1927, pp. 294-295.

(16) A. T. Ⅷ, p. 30.

(17) 現実のキネマ (real model) が、実際の宇宙の構造を直接示す。これを「発見的キネマ (heuristic model)」(与えられたロ

ンテタスマをばむる現象を説明するため) その都度、現象のキネマの特性のみを抽出してそのキネマをシミュレートはた照

やびトス (Schuster, op. cit., pp. 272-273.)

(18) *Ibid.*, pp. 288-294.

(19) *Ibid.*, pp. 298-299.

(20) A. T. Ⅷ, pp. 102-103.

(21) *Ibid.*, p. 103.

(22) *Ibid.*, p. 730 (補遺) をよめる(注解)から、この「メカニクスを介してのキネマスの論争にならざる」屈折における光と球との区別をトス (A. T. Ⅲ, pp. 290-291)

(23) Alan E. Shapiro, *Kinematic Optics : Study of the Wave Theory of Light in the Seventeenth Century*, Archive for History of the Exact Sciences, 1973, pp. 134-266.

F. Brandt, op. cit.

cf. A. I. Sabra, *Theories of Light from Descartes to Newton*, Cambridge University press, 1981.

Michael Sean Mahoney, *The Mathematical Career of Pierre de Fermat 1601-1655*, Princeton University Press, 1973. フ

ニギヤホリーが「カネットの圧力と衝撃の力」を区別せず、キ

ハンスの「力」は衝撃が伝わるべきなところ (Sabra, p. 54, Mahoney, p. 378)

な、キネマの要素として「種の圧力」は「この種の論

文を参照。

Shapiro, *Light, Pressure, and Rectilinear Propagation : Descartes' Celestial Optics and Newton's Hydrostatics*, Studies in History and Philosophy of Science, 1974, pp. 239-296.

(24) Hobbes, *Opera Philosophica*, vol. 5, pp. 222-223 (*Tractatus Opticus*, pp. 217-248) Longman, 1845.

(25) *Tractatus Opticus*, p. 217.

(26) A. T. Ⅲ, p. 315 (pp. 287-357) メカニクスを介しての『光

学』は「このキネマスの論争」

49 デカルトの「力」について

- (2) A. T. V, p. 172.
- (3) Hobbes, *The English works of Thomas Hobbes*, Scientia Aalen, 1962, T. 1, p. 333.
- (4) Brandt, op. cit., p. 304.
- (5) A. T. X, pp. 85-86.
- (6) A. T. VI, pp. 84, 88, 89, 588.
- (7) A. T. VIII, pp. 108-116.
- (8) Schuster, op. cit., pp. 274-275.
J. Wahl, op. cit., p. 37.
- (9) Schuster, op. cit., pp. 275, 278, 279.
- (10) Ibid., p. 279.
- (11) A. T. VII, p. 109.
- (12) A. T. K-2, pp. 85-86.
- (13) Ibid., p. 133.
- (14) G. Rodis-Lewis, *Nicolas Malebranche*, P. U. F., 1963. p. 295.
- (15) Gueroult, *Études sur Descartes, Spinoza, Malebranche et Leibniz*, Georg Olms Verlag Hildesheim, 1970. pp. 85-121.
- (16) Ibid., pp. 91-92.
- (17) Ibid., pp. 105-106.
- (18) ケルソーデカルトの「力」と「原因」の同義を用いられよう
に、*無難* *レブス* (p. 119)
- (19) Ibid., p. 91.
- (20) A. T. VI, p. 103.
- (21) Spyros Sakellariadis, *Descartes' Experimental Proof of the Infinite Velocity of Light and Huygens' Rejoinder*, Archives for History of Exact Sciences, 1982, p. 4.
- (22) Schuster, op. cit., pp. 287-298.
- (23) Ibid., pp. 288-289.
- (24) A. T. K-2, p. 87.
- (25) A. T. VI, pp. 94, 97.
- (26) Schuster, op. cit., p. 299.
- (27) Gerard Tournadre, *L'orientation de la science cartésienne*, J. Vrin, 1982.
- (28) Gueroult, *Descartes I*, p. 277.
- (29) Gueroult, *Malebranche*. vol. 2, Aubier, 1959, p. 266.
cf. H. Gouhier, *La philosophie de Malebranche et son expérience religieuse*, Vrin, 1948, pp. 52-53.
- (30) Gueroult, *Descartes I*, p. 277.
- (31) Gueroult, *Études sur Descartes*... p. 119.
- (32) A. T. X, p. 77.
- (33) ホルネーゼ『幾何學論の要説』に於て「運動の持續 (duratio) 時間 (tempus) は必然的に連続的である」
の語句に於て「時間」を記述し得る (A. T. X, p. 421)
- (34) Maurice Clavelin, *The Natural Philosophy of Galileo*, MIT Press, 1974 (A. J. Dornemann 編), p. 58.
- (35) *La loi de la chute des corps*, p. 181 (*La loi* 無難)
- (36) Alan Gabbey, *Force and Inertia in Seventeenth-Century*

Dynamics, Studies in History and Philosophy of Science, 1971,
pp.9-10.

- (38) A. T. 1, p.72.
- (39) Koyré, *La loi*, p.181.
- (40) Clavelin, op. cit., p.97.
- (41) Richard S. Westfall, *Circular Motion in Seventeenth-Century Mechanics*, Isis, 1972, pp.184-189.
- (42) A. T. K-2, p.76.
- (43) Westfall, op. cit., pp.184-189.
- (44) A. T. K-2, pp.84-85.
- (45) Ibid., p.83-84.
- (46) A. T. K-2, p.86.
- (47) Ibid., pp.85-86.
- (48) Gary C. Hatfield, *Force (God) in Descartes, Physics*, Studies in History and Philosophy of Science, 1979, pp.113-140.

(1) A. T. K-1, p. 63. cf. Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, Gallinard, 1960, pp.78-79.

(2) A. T. K-2, p.83.

(3) Hobbes, *Computatio sive Logica*, Abaris Books, 1981, p.294.

(4) (イ・ロ・ク) 筑波大学大学院哲学・思想研究科在学中)