

II. エッセイ

1. 宇宙の弾力—哲学史からのエッセイ

東洋大学 教授 河本英夫

137億年ほど前に宇宙が大爆発を起こして以降、爆発的拡散の端々で、さらになお物質の濃度の高い部分では二次的、三次的な爆発が続く。拡張と爆発の断続的な繰り返しで、宇宙は膨張し続けている。宇宙が猛烈に拡散しているとき、その運動エネルギーはどこからやってくるのだろうか。宇宙の外から拡散の運動エネルギーがやってくるはずがない。とすると物質の重さを運動エネルギーに転嫁させて拡散運動のエネルギーとして活用しているはずである。概算で、宇宙の最初の爆発から見て、宇宙の重さはだいたい半分程度になった、と言われている。この重さは、いったいどうやって計ったのだろうか。宇宙の外から宇宙を引っ張るものは何もないのだから、この「重さ」は何なのだろう。

重さは不思議な「質」である。質とはアリストテレスの規定によれば、他の性質との関係で部分-全体関係にはならないもののことであり、他の性質と共通の座標軸の上に配置できない性質のことである。たとえば重さと色の間には共通の座標軸はなく、重さと空間、や時間との間には一般的には共通の座標軸はない。質はそれ単独で指標されなければならない。ところで人間の頭部の重さは、10-12キログラムぐらいあるがそんな重さを毎日感じ取っていれば、しゃがんだりおきあがったりすることはとても大変である。あるいはまっすぐに自然に歩行することさえ大変な作業である。身体の各部位の重さは通常は現れない。それは全身の体重についても同じである。毎日の歩行で60キロの体重を感じ取りながら移動していることはまずない。ところがエレベーターに乗ってエレベーター本体が動き始めたとき、突如重さが出現する。この重さはエレベーターが一定速度になれば、ほどなく消えてしまう。こういう重さの感じ取りは、一般に「現象学的な事象」と呼ばれるもので、直接体験にかかわっている。直接体験での重さは、出現したり消えたりして、身体各部位の移動、配置、バランス制御にすでに活用されている。物理学と現象学的な事象の間にはかなりの隔りがあるが、にもかかわらずどこかで両者の変換関係を見つけ出しながら、経験に広がりにあたえたり、経験の制御の仕方に新たな手掛かりにあたえたりしているのである。そして重さに関する限り、物理学と現象学の間には全面的な変換関係が成り立たないのではないかと思えるのである。つまり重さには、どこか内的な感じ取りの部分が残ってしまうのではないかと思えるのである。

初歩的な事柄を確認しておきたい。地球の重力によって重さは生じる。これは「重力質

量」である。物は下に引っ張られる。この場合、地球の重力中心が、地表付近の物を引っ張っている。ところで何が引っ張っているのだろうか。ニュートンが万有引力を定式化したときにも、引っ張るための場がないのに、何かが引っ張っているというような定式化の仕方は、「オカルト質」を認めるようなものだという反対論を何人もの科学者が唱えていた。作用は何かを介して伝わらなければならない。海の波の作用は海水をつうじて伝わり、空気の振動(声)は、空気をつうじて伝わり、光はエーテル(仮想媒体)をつうじて伝わる。では重力は何を介して働いているのか。作用の媒体がないのに働くというのであれば、木星からの悪質な作用が地球上で伝染病をもたらしている、という説にも部分的に理があることになる。少なくともそうしたものは存在しない、という否定は確保できそうにない。こうした重力の働きには、微細な微粒子の働きが関与しているはずなのだが、いまのところ「重力子」のような素粒子は見つかっていない。重力は、電磁力と比べてもごく小さな作用であるため、通常の測定法では誤差内にとどまってしまう可能性が高い。というのも測定装置はそれじたいでかなりの重さを持ち、この重さを相対的に消せなければならないからである。

宇宙ステーションのなかでは地球の重力は働かない。ただしどこかの方向に動き出すと、それを止めて静止状態にするためには、相応の力が必要となる。しかもその力は、重いものには大きな力が必要となり、軽いものには小さな力で間に合うことになる。このときの重さが「慣性質量」と呼ばれる。重さは、ながらく由来も内容も異なる二つの力学的な定式化(重力質量と慣性質量)で規定されてきたために、重さには判別しにくい複数の内容が含まれているのである。この二つは実は等価であることが、アインシュタインによって明らかにされた。

たとえばスカイツリーのなかでリングを手に乗せてみると、軽いが確実に重さがある。ところがスカイツリーから落下しながら、手にリングを乗せてみるとリングの重さはなくなるはずである。さらにスカイツリーからリングととともに落下しながら、リングを上方に投げあげてみる。自由落下とは逆方向にリングは持ち上がり、手には自由落下加速度とは反対方向の力とリングの重さに比例する力の双方が働くと思える。そうだとすると重力質量と慣性質量を力学のなかで統一的に扱うことができるかどうか。これは明快に答えられるような問題ではないと思える。リングを投げあげる動作のなかに投げあげる物体(腕)が含まれており、これがすでに重さをもっているからである。スカイツリーからの落下では、地球による重力質量が十分に大きいので、手そのものの重さなど測定誤差になると思えるが、それが測定誤差に収まらないような系はいくらでもありそうである。たとえば宇宙空間で隕石の衝突を受けて動き出した物体が、ちょうど重さの同じぐらいの二つの大きな天体の真ん中を通過するとき、いったいこの物体の重さはどのようなものなのだろう。こうしたことが哲学的な夢想の一つなのである。哲学は、そうした理論的な完備性の隙間を、事象のなかに含まれるある種の「未決定性」だと考えていくことが多い。そうした事態を、宇宙そのものに内在的に含まれる弾力だと考えていくのである。

重さは、アインシュタインによってエネルギーに転換することが明らかにされている。この変換比率では物質の消滅とともに莫大なエネルギーが発生することになる。1 キログラムの重さの消滅に相当するエネルギーを石油のエネルギーで賄おうとすると、計算では 2 兆リットルにも相当するらしい。こうした事態は「質」だと思われていたものに、別の質との間での転換関係があることを明らかにしたものである。アインシュタインは、独立の質だと思われていたものに、大幅な質の間の変換が成り立っていることを示した。慣性速度と空間の間の変換、慣性速度と時間の間の変換、重さとエネルギーの間の変換等々である。さらに重さがあれば、空間が歪み、時間が歪むことを示している。そんなふうを考えていくと、重さと空間そのもの間の変換も、どこかで成立しているのかもしれないと考えたくなる。そう考えてみると、重力質量や万有引力は、重さと空間の間での何らかの変換が断続的に行われたことの結果であるのかもしれない。これは重さが空間に歪みをあたえるような派生的効果に留まることではないように思える。通常科学的に考えると、重力をもたらしている素粒子を考えたいが、重力子もヒックス粒子もまだ見つかっていない。

宇宙が大爆発を起こして以降、ごく短時間に何度も相転移を繰り返し、そこで現在の宇宙要素の基本形が出来あがってきたことは、そのとおりなのだと思う。運動の速度を遅らせて、粒子に現実の「速度」を出現させ、重さをもたせる「ヒックス粒子」が仮定され、速度の出現と、空間と重さの形成が、同時に現実性の異なる面として出現してきたのかもしれない。このあたりのことはいくつも仮説が立ちそうである。

アリストテレスは、「質」を見分け、それとして固有に扱う以外にはない領域を多くの場面で明確にしてくれた。自然界は、鉱物界、植物界、動物界に区分され、動物界では変化の限界を決めて、四つの部門を区分した。これを 200 年前のフランスの生物学者キュビエが継承し、生物学の基本的な枠としたのである。アリストテレスは、容易に変化することのない存在の区分を行ってくれた。

哲学の基本概念の 7 割は、実はアリストテレスが作った。そのなかに「質料・形相」というのがある。質料は素材のことであり、素材は入れ替わる。認識が成立するのは、素材だけではダメで、一定期間維持されるような「かたち」が必要である。素材にかたちをあたえているのが「形相」である。人体では、生命の働きを担うタンパク質の平均寿命は、100 日程度である。100 日経てば、自動的に「かたち」が変わる、ということはないので、かたちは素材を特定の関係のもとに維持していると考えられる。このかたちの原理が形相である。原子や分子や生体部分や個体のような個物が成立する場面では、質料と形成が二つ一組で必要となる。ちなみに質料は外界から与えられ、かたちを認識主観が与えて、受け取られた質料を認識主観が加工して、個々の表象が成立するというように変形すると、カントの認識論となる。このとき形相(フォルム)が、形式(フォルム)と訳されている。質料を測定可能なように設定したものが、質量である。

質料・形相は、現在でもいろいろなところで発想として活用されている。たとえば原子で

は原子核の周りを電子が取り巻いている。電子はマイナスの電荷をもつので、個体化している場合の電子相互は反発し合っている。ところで原子核には、陽子が集まっている。陽子はすべてプラスの電荷だから、当然反発し合ってバラバラになっていてもおかしくない。ところが自然状態で原子核がバラバラになるということは聞いたことがないし、実際に起きてもない。何かが繋ぎ留めていなければならないのである。原子核という個体が維持されていることには、個体維持のための仕組みがあるに違いない。この場合には、それが形相に相当する。現在の説明では、素粒子(中間子)が、陽子と中性子の間を頻繁に移動し、この素粒子を陽子と中性子で恒常的にやり取りすることをつうじてまとまりとして維持されているということになっている。この恒常的な素粒子のやり取りのネットワークを、原子核の形相だと考えるのである。恒常的に維持されるものには、さまざまな機構で、「形相」が成立している。ここでの形相は素粒子のやり取りのネットワークなのだから、定常的に維持される運動のモードのことである。人間で言えば、アリストテレスは形相に相当するものを「魂」だと考えていた。その後中世には、一切の質料性を欠く形相も考えられていた。一切の物の介在しない「純粹運動」のようなものである。そうした歴史的由来を考えると、運動のモードそのものを「形相」だと考えてもおかしくないのである。

形相そのものの出現をプロセスとして考察するのが、自己組織化やオートポイエーシスの構想である。それは容易には変化しない質の間での変換や、新たな質の出現を認めるようなものとなるので、何が出現してくるのかについては未決定の部分が残る。この未決定の部分も宇宙の弾力の一つとなる。これらの構想によって形相の新たな出現を認めるため、現実性の多様度は一挙にあがった。

宇宙は物質と空間からなる。天体のような物体の形成を、運動している物体が自動的に寄せ集まって出来上がってきたと考えてみる。たとえば洗面器に入れられた水が回転している。そこに鋸屑を投げ入れてみる。鋸屑のなかの大き目の物質の回りに小さな物質が引っかかるように固まり、物体は回転運動しながら少しずつ大きくなっていく。急速に大きくなると、塊のなかの接続の弱い部分が、くびれるようにちぎれて、大きな物体から離れていく。物体に塊ができると、回転速度が遅くなり、微小物体はその速度の遅い物体に引っ掛かり、物体の一部となる。こうした天体の形成のイメージは、すでにデカルトが思い描いていた。

宇宙の膨張運動のなかで、物体(天体)が形成されるさいには、なんらかの理由で回転運動が出現しているに違いない。川の流れのように物質密度の高い所から密度の低い所への物質が移動しているとき、少し運動の遅い物体があればその周辺に小さな物体がまとわりつき、少しずつ大きくなっていく。近所の小川でも、ゴミが引っかかって止まると、その周辺のゴミも大きなゴミに引っ掛かり少しずつ大きなゴミになっていく。だが物体がゆっくりと回転運動している場合には、渦巻のような回転運動のなかから出現している可能性が高い。そのため物体(天体)が形成されたのちには、表面付近の落下運動は、重力中心に向か

う直線運動ではなく、大きな物体に巻き込まれていくような円運動の一部となるに違いない。自由落下運動とは、巨大な円運動の一部であり、回転運動である。そんなふうにデカルトは考えていた。直線運動のソレ(反れ)という話であれば、ギリシャの自然哲学者エピクロスの中に出てくる。この直線運動のソレが現実の多様性を生む。

デカルトは、「我思う」というかたちで精神の拠点を確保した人だと哲学史の中なかでは扱われているが、彼の本当の才能は身近に見ることのできる単純な事態をうまく比喩的に活用するところにあった。『光学』での光の入射角と反射角が等しくなるという定式化は、地上に斜めにあたって跳ね返るボールを見て着想していたし、水を汲むポンプを見て心臓の解剖学的な構造を考えていた。心臓が暖かいのは、積み上がった枯草の内部は温度が高い、と言っている。もちろんこうした事例のようにアナロジーは外れることもある。だがデカルトのイメージ力、比喩力は抜群だった。

ところで大小の天体が形成されるさいには、回転運動が形成されており、天体は自転を行うが、おそらくそれだけではない。天体が回転運動しながら形成されて大きな塊となれば、内部にはこの回転運動が閉じ込められて、天体の自転とは別に、内部に流動性をともなう内的回転運動が含まれていく。この内部に閉じ込められた運動は、深く閉じ込められれば、圧縮されて、天体の自転とはまったく異なる運動となる。こうして天体には、それ自体の運動である自転・公転と内部の運動が分岐して、そこに天体の弾力が生まれる。複数の運動のモードが一つの物体の中なかで並存するとき、天体表面の膨張、縮小と内部の回転運動の間に弾力が出現し、天体の自転運動の速度と内部の回転運動の速度が異なってくる。内部に閉じ込められた運動は、たとえば地球ではマントル大移動のようなかたちを取り、2500万年ほど前には赤道付近にあったインド亜大陸がユーラシア大陸にぶつかり、現在でもヒマラヤの頂上を押し上げている。1年間に7-8センチも山頂が上昇しているのだから、数十年に1度は、大地震の原因となる。

デカルトの鋸屑の事例では、天体の形成される場所は、一様な水である。では宇宙の天体が形成される場所はどのようなものなのか。さまざまな物質やエネルギーが非均質に散在し、密度勾配や温度勾配があり、しかも不均質な運動を行っていたような場所なのであろう。銀河系は全体として渦巻状の運動を続けている。渦巻状の運動を続ける系は、周辺に行くほど、天体の数が減り、重さが軽くなるはずである。部分的にはその通りである。太陽系全体は銀河系の末端で全体として億単位の年周期で渦巻状の運動を行っている。ところが銀河系の周辺地域には、巨大な重さが横たわっていることが知られている。比喩的に言えば、デカルトの鋸屑の事例では、洗面器に相当する容器があらかじめ前提されている。この容器に相当するものは、何なのだろう。渦巻状の運動が起きれば、周辺はこの運動に連動して渦巻状の運動に巻き込まれていく物質と、それとは切り離されていく物質とがおのずと区別されていく。渦巻状の運動体とそれから切り離された物質の間には、物質の希薄な部分がある。渦巻状の運動体は、それが安定して来れば、周囲にそれじたいは動きのない巨大な質量を区画するはずである。それが洗面器に相当する。この洗面器に相当

する重さが、「ダークマター」と考えられている。

光は宇宙からの贈り物である。世界各国の宇宙生成の物語は、ほとんどの場合、光と闇の分離から始まり、光のもとで感覚が始まり、やがて知性まで形成される。眼は光を集め、光から情報を取り出す装置のことであり、生命体に眼が出現した後、現在のような眼の仕組みが出現するまで八種類ほどの装置の改良があったことが知られている。そのため光は、知的なものの象徴であり、闇は反知性の象徴でもある。たとえばドイツ観念論でカントとヘーゲルの間に、シェリングという哲学者がいる。シェリングの構想では、意識が出現して以降、世界は意識的主観と対象とに分裂してしまった。そこで意識が出現したことによってもはや思い起こせなくなった過去を「先験的過去」と呼び、それを自然だと考えて行った。先験的過去とは、思い起こそうとしてももはや思い起こせない過去のことであり、「自然」は意識の基層にある。シェリングはその自然を描いて見せるという構想を立てて、今日の自己組織化に近い構想を描いていた。それが自然哲学である。そうした構想は、シェリング自身の後の理論展開にも引き継がれ、『自由論』では、光と闇の分裂から世界の形成を描いている。

宇宙の大爆発の直前には、宇宙は光に満ち溢れており、温度も 10 億度程度あったらしい。その後大爆発の結果、大膨張が進み、温度が下がり、物質濃度の高い天体だけが光を発するようになった。大爆発以前には、時間や空間は現在のものとはまったく別のものだったと考えるのが合理的である。それがどのようなものであったのかはわからないが、空間と重さは分離しておらず、時間と空間も分離しておらず、なにかまったく別の事態だったと考えるよりない。大爆発によって出現する个体化した光や電磁気は、多くの情報をあたえ、人間にとっての贈り物になっている。光はもっとも展開可能性の高いエネルギーであり、熱はそれ以上展開可能性のないエネルギーである。こうした展開可能性の落差を指標する概念が、「エントロピー」である。

一般には光を多く発する天体は、質量が重く、運動速度の速い物体は質量が重い。前者が光学質量であり、後者が力学質量である。光る物体は密度が大きく、速度の速い物体は遠心力に抗するだけの重力をもつはずだから常識の範囲内では質量と正の相関が成り立っているはずである。銀河系の天体について両者を比較すると、力学質量がはるかに大きくなることがわかっている。つまりそこには光を発しない大量の物質が存在しているのではないか、という推論は合理的なものである。そんなふうにして「ダークマター」が宇宙には広範に存在していることが明らかになった。これらの物質は、電磁波も発しないので、簡単には情報を取ることができない。それでも各種の観測から、通常の光る天体に比べて、光も電磁波も発しない天体は 5 倍以上の重さがあることがわかっている。こんな巨大な物質には、重力質量も慣性質量も数学的に求めることは難しい。重力質量や慣性質量は、一般には個体(個物)の場合に計算されている。運動エネルギーとして、さらには爆発や発光としてほとんど活動していないのであれば、質量がそれとして維持されていてもおかしくな

い。こうした質量が、アリストテレスの「質料」(純粹素材)の性格を帯びてしまうのはむしろ当然である。宇宙が大爆発して以降、物質の運動は圧倒的に多様であったはずだが、光を発する物体以外にはどのような物質なのかはよくわからない。銀河系の渦巻運動の外側に想定される洗面器も、ダークマターではないかと考えられているが、ダークマターが一種の物質であるのか、多様な物質であるのかはよくわからない。

もう一つ宇宙には真っ暗な闇がある。質量が大きすぎ、近傍を通過する光はそこに吸収されてしまい、一度入れば二度とでることのできないような巨大な引力をもつ物質の塊である。いわゆる「ブラック・ホール」である。その場合でも、近傍を通過する光には、ある種の「変化率」が出現しているに違いない。近傍の光が突然消滅するものやゆっくりと消滅するものや残光の残るものがあってもおかしくない。変化率の度合いを、20世紀後半のフランスの哲学者ジル・ドゥルーズは「強度」と呼び、人間の経験にとってとても重要なものだと考えていた。それを判別するためには、現在の観測機器ではまだまだ足りていないが、いずれ多くの手掛かりをあたえてくれると思われる。

こんなふうにいるいろいろ思い描いていくと、宇宙は暗闇のなかの巨大な穴だらけのスポンジのようなもので、穴だらけのスポンジが重油よりももっと重い巨大な質量をもち、想定外の速度で膨張しつつけているというようなイメージに近いのかもしれない。当然ながら私たちはその巨大なスポンジの一部なのだが、それがどのあたりに位置して、どこに向かっているのかも、いまだよく分からないのである。