

第2章 速度

速度という概念は時間などと同じように、物理学においては、最も基本となる概念の一つである。既存の物理学の知識というものは、この速度という概念の認識が甚だ不満足なものであったため、相対論のような誤った理論が生まれた。物理学の最も根幹をなす速度という概念が、いかに危うい認識の元になされてきたか。その具体例を示すとともに、正しい速度という概念を述べることにしよう。

2.1 速度と相対速度

物理学者の一般的な見解によれば、速度は相対的概念であり、ある物体の速度は何らかの基準（例えば慣性座標系）に対してどれだけの相対速度を持つかによって定義される。一方、相対速度は速度を含んだ形式によって定義される。速度は相対速度によって定義されるから、相対速度の定義に速度を用いることは定義の方法に反し、正しく定義されたことにならない。従来 of 速度や相対速度の概念についての認識の曖昧さによって、相対速度を用いた理論の認識の困難性を招いている。相対速度や速度は正しく定義し直さねばならない。

1つの質点Pが存在していて、他にまったく何も存在していないとき、質点Pの速度はどれだけかと問うことは、物理学者の一般的な見解によれば、まったく無意味である。比較する対象がなければ、質点Pの速度は測りようがないからである。

2つの質点P, Qが存在するときPに対するQの速度や、Qに対するPの速度は考えることができる。一般に考えられるところでは速度を問題にするとき最低2点が必要である。

Pに対するQの速度とはPを座標原点とみなし、PからQへ向けた位置ベクトルの時間的変化率のことである。すなわち、

$$V_q = \frac{dr_q}{dt} \quad (2.1)$$

ただし、 V_q ; P に対する Q の速度、 r_q ; P から Q へ向けた
位置ベクトル

であらわされる。ここで、位置ベクトルの変化をどのように測定するかは問題であるが、細かく規定することはこの場合あまり重要ではないと判断し省略することにし、一般的な座標の概念にしたがって測定しうるものであると考えよう。

反対に Q に対する P の速度 V_p は r_p を位置ベクトルとし、

$$V_p = \frac{dr_p}{dt} \quad (2.2)$$

となる。明らかに $r_p = -r_q$ であるから

$$V_q = -V_p \quad (2.3)$$

である。 V_q はいわゆる P に対する Q の相対速度に等しい。一般に速度と相対速度は別のものとして定義されるが、実際は同じことをあらわしている。あえて違う言い方をすれば、速度とは座標原点に対する相対速度である。一般に言われる速度は相対速度と同じものであることがわかったので、後に定義される別形式の速度と区別するため、速度と相対速度は区別せず相対速度とよぶことにしよう。速度は座標原点に対する相対速度であるが、これと普通の意味での相対速度との区別が必要な場合の為に、速度は座標速度ともよぶことにしよう。さらに、相対速度のさらなる時間微分を相対加速度、座標速度のそれを座標加速度などともよぶことにしよう。

相対速度を用いる場合、 V_q, V_p は方向が反対だということ以外まったく同等であり区別されない。すなわち、相対速度の定義はこれ

以上のものでもなければ、これ以下のものでもなく、相対速度を用いたことによって得られる結論で、P, Qの状態について何らかの違いが生ずるということを主張するものは相対速度の定義を逸脱していることになり、その結論も矛盾を含むものであることになろう。

2.2 相対量を用いない加速度

他からの重力の影響が無視できるような宇宙空間に2つの宇宙船P, Qが浮かんでいるものとする。その空間には、P, Qのみが存在し、P, Qの中にいる観測者にとって、PはQを見ることができ、QはPを見ることができ、それ以外はまったく何も見えないものとする。初めに、PとQは近い距離をおいて離れていて、その距離は変化しないものとする。したがって、このときPとQの相対速度はゼロである。

次に、P, Qのどちらか一方の宇宙船のロケットが噴射され、加速されるとする。このとき、P, Qの中にいる観測者にとって、どちらが加速されたかわかるだろうか。

Pから見れば、Qは観測される相対加速度でPから遠ざかっていくように見える。まったく同様に、Qから見れば、Pも観測される相対加速度でQから遠ざかっていくように見える。このときの相対加速度の大きさをAとすれば、PとQの相対加速度はAである。

マッハ、ポアンカレ、アインシュタインといった人は、つぎのように答えるに違いない。

「われわれは、常に物体の位置とか速度といった概念を他のものの位置とか速度といったものと比較することによって定めてきた。この場合比較する対象は、PにとってはQのみであり、QにとってはPのみである。その際に、観測される相対加速度は、PにとってもQにとっても方向が反対ということ以外は、まったく同じである。したがって、Pを基準にすれば、Qが加速されたことになり、Qを基準にすれば、Pが加速されたことになる。したがって、P, Qの

運動はまったく同様に観測されるわけであるから、どちらが加速されたかということを知別する方法はないし、またありえない。」

このように考えることは、既存の物理学の知識を利用してこの現象について考えるならば、まったく正しい。物理学者の一般的な見解によれば、絶対速度や絶対加速度といったものは否定されているからである。

しかし、カンのいい読者の方であれば、もうお気づきのことと思う。「P, Qにいる観測者にとって、どちらが加速されたかはわかる。加速される車に乗っていると体がシートに押しつけられることを感じる。このような力は、宇宙船内の観測者にもあるはずで、宇宙船内にいる観測者にとって、自分の宇宙船が加速されたか、されなかったかわかるはずだ。」そのとおりである。宇宙船内に加速度計を設置しておけば、どの程度の加速度で加速されたか、宇宙船の外を見なくても正確にわかるのである。

このようなことはアインシュタインが最初に言ったことだ、と思われるかもしれない。確かにアインシュタインは、宇宙空間に浮かんでいるエレベータを引っ張ると中にあるリンゴは落ちるというようなことを言っていた。しかし、このことと相対的ということは根本的に矛盾するのである。

速度に相対速度しかないとすれば、その時間微分である加速度は、相対加速度のみであるという結論が得られる。しかしながら、相対加速度という概念では、P, Qのどちらが動いたかということを知る方法はなかった。それに対して現実には、加速度計を用いれば、P, Qのどちらが動いたか確かめる方法はあるのである。したがって、この際に用いられた宇宙船内に設けられた加速度計の値といった量と、相対加速度という量とは明らかに同じではない。この加速度計の値の量と相対加速度という量が違う値を示すのであるから、同じ量として定義できないのは当然である。

2.3 加速度計による速度

一般に考えられるところの変位や速度の計測には、何らかの空間的に異なる位置に存在する基準が必要であった。速度のさらなる時間微分である加速度は、加速度計の値を測定するという手法によって、比較する基準を必要とせずに計測することができる。この計測機器は運動物体の空間座標の変位を追跡計測するものではなく、運動物体内部に設置することにより、運動物体の加速度を計測できるものである。

この加速度計を物体 P 内に設け、非重力による方法で加速させるとき、加速度計の値は、物体 Q を座標原点とみなした座標によって観測される相対加速度の値に、特定の場合において、等しいことがニュートン力学の範囲内で経験的に知られている。ここで特定の場合というのは、初期条件 (P , Q の相対速度をゼロとする) をそれぞれの観測において一致させた場合ということである。この加速度計の値によって容易に速度、変位、運動量を求めることができる。これらの物理量を相対的、座標的測定のものとは区別するために、それぞれ慣性加速度、慣性速度、慣性変位、慣性運動量とよぶことにしよう。慣性加速度から、慣性速度や慣性変位を知る方法はよく知られているように加速度を積分すればよく、

$$V(t) = \int_0^t A(t) dt \quad (2.4)$$

$$r(t) = \int_0^t V(t) dt$$

ただし、 $A(t)$; 慣性加速度、 $V(t)$; 慣性速度、 $r(t)$; 慣性変位

で与えられる。ここで物体 Q 内にも同じように加速度計が設置されてあったが、加速させていなかったとしよう。このとき Q 内の加速度計の総和はゼロであり、これから、慣性加速度や慣性速度もゼロであることがわかる。P から Q を見れば相対加速度や、相対速度を持つことになるが、慣性加速度や慣性速度は P と Q では明確な違いが見いだされることになる。

相対的な位置関係を示すだけの相対速度や相対加速度では P , Q の状態について何らかの違いがあると主張することはできないはずである。相対速度はその座標のとり方によってどのようにも変化するものであり、その座標のとり方は任意であるから、相対速度の大きさと運動物体の状態は、直接関係ないものであるからである。

慣性速度はその計測において他との比較を必要としない。他と比較せずに決定される量は相対量に対して絶対量であると考えられる。絶対量はその状態を示しうる量である。この量を使えば、P と Q では明確な違いが示されるのであるから、同等に扱うことはできず、物理的に異なった状態であると考えることができる。

この加速度計の値を変化させる力というのは、物理学者によれば、見かけの力と呼ばれているものである。しかしながら、実際に物体に力を及ぼすことができる物理量に対して「見かけ」という表現は、甚だ、不適切である。このような力の認識という面でも既存の物理学の知識は間違っているが、このことについては第 9 章にて述べることにしよう。

2.4 慣性速度と座標速度の関係

初期条件として、慣性加速度ゼロの物体とその物体に対して相対速度ゼロの座標系を設定するとき、この物体の慣性速度はこの座標系を用いた相対速度にニュートン力学の範囲内で等しいことが経験的に知られている。このようにして定めた座標系を使えば、物体の位置や速度は、この座標系を用いた相対量でも測定することができる。このような相対量を慣性座標速度などとよぶことにすれば、慣性速度と慣性座標速度は等しい。

相対速度を用いる場合、座標系の設定には任意性があり、座標系の変更は任意に行うことができるが、慣性座標速度で用いられる座標系は、任意に変更することはできないものである。この慣性座標速度は、その座標系内の物体の運動を絶対的に表現することができ

るが、座標系を変更すると、その座標系を使った量は相対量となってしまうからである。

また、慣性速度間の相対速度を普通の相対速度と区別する意味で、慣性相対速度と呼んでおくことにしよう。

速度に関する概念については、この章で述べたことが全てではない。この後の章でも必要に応じてこの概念について述べていくことにしよう。

