

第 1 章 時間

時間という概念は、物理学において、最も基本となる概念の一つである。ニュートンの時代の時間に対する物理学者の認識は、時間というものは一元的に存在するものであると暗黙に仮定されていた。すなわち、時間というものは全宇宙で同じように流れていると考えられていた。このような時間は絶対時間とよばれるが、アインシュタインなどによって、異義が唱えられ、絶対時間というような決して観測できないような概念は物理学から排除すべきだという考えにしがって、別の時間の定め方が提唱された。アインシュタインによれば、空間的に離れた場所に存在する時間の同期化は、「光の速度を一定とみなし、この速度を用いなければ、共通の時間はまったく定めることができない」と考えた。この考えを発展させて建設されたものがあの特殊相対性理論である。この特殊相対性理論によって、時間に対する認識は、とても複雑なものとなり、誰も理解できないような代物となった。

アインシュタインの考えは本当に正しいのだろうか。われわれはこの章で、光の速度を用いない空間的に離れた場所に存在する共通の時間を発見することにしよう。この時間を用いれば、特殊相対性理論が現実世界を反映しない理論であるということを証明することができる。

1.1 時間とは何か

時間とは何か。辞書的に言えば、「時間とは時の流れの間隔である」ということになるのであろう。それならば、その時の流れとはどこに流れているのか、その流れは全宇宙で同じなのか、という疑問が新たに生ずる。ニュートン力学では、時間の流れは全宇宙で同じ間隔で流れると暗に仮定しているが、このようなことに明確な根拠はない。「物理量というものは明確に測定できるもののみを用い

て表現すべきである」という考えにしたがえば、時間というものは、その正確な間隔の測定と、その測定場所を明確に定める必要がある。

われわれは、時の流れをどのように認識しているのでしょうか。もし、われわれが老化せず、宇宙が変化しない（地球は自転も公転もしない）で時計が発明されていなかったら時の流れを認識できるだろうか。あるいは宇宙が完全に静的であらゆる運動が認められないとすればどうであろうか。その空間は完全に死んでいるようである。このときわれわれは時の流れを認識する手段がまったくないと認めざるを得ない。少なくとも現在知られる時間測定のあらゆる方法を用いることができない。

もし、このような状況で時の流れを認識できるならば、時間は空間と独立したものであり、時間の流れは全宇宙で同じ間隔で流れると認めることができることになるかもしれない。だが、この方法は思い当たらない。結果として時間は何らかの運動によって定めざるをえない。

逆に言えば、

「時間は何らかの運動を観測すれば量的に定めることができる」

ということができる。このことは、時間というものが何らかの運動に依存していることを示すものであり、何らかの運動を実行するには空間が必要であり、時間というものは空間と完全に独立した概念ではないことを示すものである。

これが現在の時間に対する認識であり、次に述べられる様々な方法もこの考えに従うものである。一般的に時間とは

「何か周期的とみえる現象にその根拠を求めている」

と言えるのである。

1.2 時間測定の種類の方法

1.1 で述べたように時間を測るには何かを動かしてみなければならぬ。あるいは既に動いているものを利用しなければならない。また、その運動はその局所的な空間に依存していると考えべきである。現在知られている時間測定の種類の方法は次の3つに大別することができる。

(1) 減衰のない周期運動（波動）を用いる方法

この方法に属するものの例として、振り子、砂時計、日時計、原子時計、等がある。これらは全てsinカーブで表わされる減衰のない波として表現することができる。もちろん振り子の運動抵抗はないものとみなすものであるし、地球は一定の周期で回転しているとみなすことができるとした場合である。

(2) 距離 = 速度 × 時間 の関係を用いる方法

一定の速度で運動する何らかの物体の進んだ距離からその時間を求める方法である。例えば、光の速度を一定と見なすならば、その光の進んだ距離と時間は比例する。

一見(1)と(2)の方法はまったく違うように見えるが、実は同じ原理に基づくものであるとすることができる。一定の速度で運動する物体はボールを一定の速度でころがしているものであると見なすことができる。ボールは回転という周期運動をしており、それはやはりsinカーブである(図1.1)。

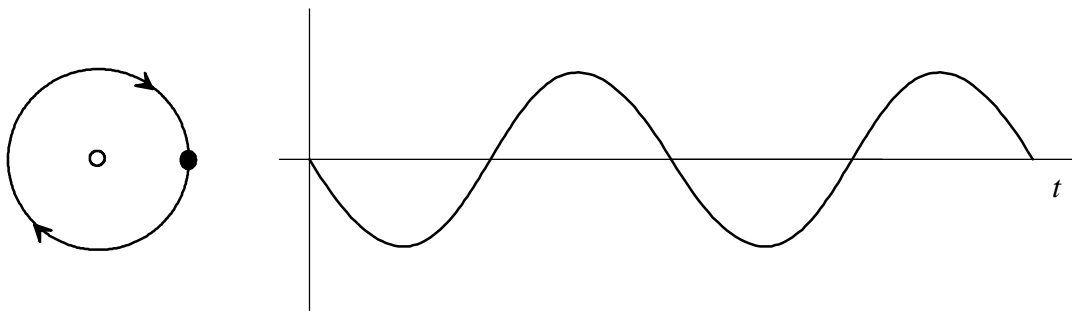


図1.1 等速運動と周期運動

しかしながら、後に述べるように、(1)と(2)の方法が、同じであると見なせるのは、同じ空間の尺度で計測するならばということになる。

(3) 減衰のある周期運動を用いる方法

一定の抵抗のもとに減衰する周期運動いわゆる減衰振動によって、どれだけ減衰したか調べることにより、どれだけ時間がたったか知ることができる。例えば、放射性元素が放出する放射能の量を測定することによって時間を測ることができる。自然界に存在するウランの放射能の減衰を利用すれば、 10^9 年といった長い時間を測ることができる。このような減衰運動は、1周期の長い周期的な運動であり、周期運動と見なすことができる。

1.3 天文時間と局所時間

時間の流れの測定は、物体の運動に依存するから、時間は一般的に空間に依存する概念であると考えねばならないと述べた。しかし、この考えを厳密に適用するならば、一般に空間における時間の流れは、場所によって等しくないことになり、別々の場所で起こる2つの事象を時間的に比較することは無意味であることになる。これでは物理量として利用できないので、別々の場所で測定される時

間の同期化ということが要求される。特殊相対性理論を知っている人であれば、このような概念の考察が特殊相対論において重要な意味を持つことを知っているだろう。われわれも異なる場所に存在する時間を同期化するにはどうすればいいのか、といったことを考えることにしよう。

時間の基準は古くは天文現象の周期的運動によって定められていた。例えば、1秒は「平均太陽日の $1/86400$ 」とか「1太陽年の $1/31556925.9475$ 」として定義されていた。最近では、セシウム原子の遷移に対応する放射の9192631770周期の継続間隔が1秒と定義されている。この定義の変更が可能なのは両者の時間間隔が地球上では等しいと考えられているからである。これが月の上でも等しいかは疑問であり、相対論によれば月の上での時間の進みと地球上での時間の進みはその重力ポテンシャルの違いにより、等しくないと考えられている。このように少し注意して考えると天文現象によって定められている時間間隔を原子の何らかの周期を利用した時間に変更することは一般には可能ではないと思われる。天文現象の周期的運動による時間を天文時間とよべば、例えば地球の公転周期を天文時間として採用すれば、地球上と月の上での天文時間は等しいと考えられるからである。これは地球上での1年の時間間隔と月の上の1年はまったく同一に観測されるということから明らかである。

地球上での時間や、月の上での時間といったように場所によって異なると思われる時間を局所時間とよぶことにすれば、局所時間と天文時間は厳密に等しいものではないと考えられる。局所時間と天文時間が異なるということから両者を同一視することはできない。時間には局所時間と天文時間といった2種類の時間が存在していることになる。どちらの時間も時間であることには変わりなく、どちらか一方が正しいもので、もう一方が正しくないということとはできない。物理学の法則はこのことに注意を払わねばならない。

1.4 共通時間の定義

太陽に対する地球の運動の周期による天文時間は太陽から遠く離れた場所では時間を定められなくなるので、もっと一般的な場合について考えよう。

空間に2点 P, Q が存在しており、それらの内部には正確な局所時間を示しうる同一の特性をもつ原子時計が設置されており、それぞれの時計の読みを t_p, t_q としよう。一般に t_p, t_q の局所時間の流れの尺度は異なるものと考えられていることを仮定として認めることにするが、それぞれの流れの尺度自体は時間的に変化しないもので P, Q は定常系であるとしよう。ここで、点 P から任意で一定の周波数の波（例えば電波）を放出しつづける現象が存在しているとする。

P で観測される周波数を f_p とすれば局所時間 Δt_p の間に観測される振動数 ν_p は

$$\nu_p = f_p \cdot \Delta t_p \quad (1.1)$$

であらわされる。 P で観測される単位局所時間を形式的に τ_p とかけば、局所時間 Δt_p は単位局所時間 τ_p とその比例係数の積だから、

$$\Delta t_p = \Delta t'_p \tau_p \quad (1.2)$$

ただし、 $\Delta t'_p$ は単位局所時間の比例係数

と形式的に書くことができる。

また、単位局所時間の間に観測される振動数を ν'_p と書けば、形式的に、

$$\nu'_p = f_p \cdot \tau_p \quad (1.3)$$

と書くことができる。周波数×時間でその時間間隔の間に観測される振動数であるから、周波数×単位局所時間は単位局所時間の間の単位振動数である。

式(1.1)に式(1.2),式(1.3)を代入すれば、

$$\nu_p = \frac{\nu'_p}{\tau_p} \cdot \Delta t'_p \tau_p \quad (1.4)$$

と書くことができる。したがって、 τ_p が局所的に変化するものであっても、式(1.4)の τ_p は相殺されるため、振動数 ν_p は局所時間の影響を受けないものである。

式(1.4)を書き換えれば、

$$\Delta t'_p = \frac{\nu_p}{\nu'_p} \quad (1.5)$$

と書くことができる。いま P 点の局所時間を基準にし、例えば、 P 点の局所時間1秒間の振動数が ν_0 と観測されるならば、この振動数 ν_0 は ν'_p に相当するものであり、計測しようとする時間間に振動数が ν と観測されるならば、 ν/ν_0 は局所時間の影響を受けない時間的要素である。

すなわち、 Q 点において P 点と共通の時間を取得するには、 Q 点の局所時間を用いるのではなく、計測しようとする時間間隔の際に観測される振動数を数え、 P 点で任意に設定されていた単位となる振動数 ν_0 の何倍であるかを調べればよい。

これを T と書けば、

$$T = \frac{\nu}{\nu_0} \quad (1.6)$$

であり、この T は P 点の局所時間に合わせた、空間的に異なる位置に存在する場所の時間を直接比較しうる共通の時間であるといえることができる。この T を共通時間とよぶことにしよう（図1.2、ただし、この図では空間の尺度(縦軸の尺度)については考慮していない)。

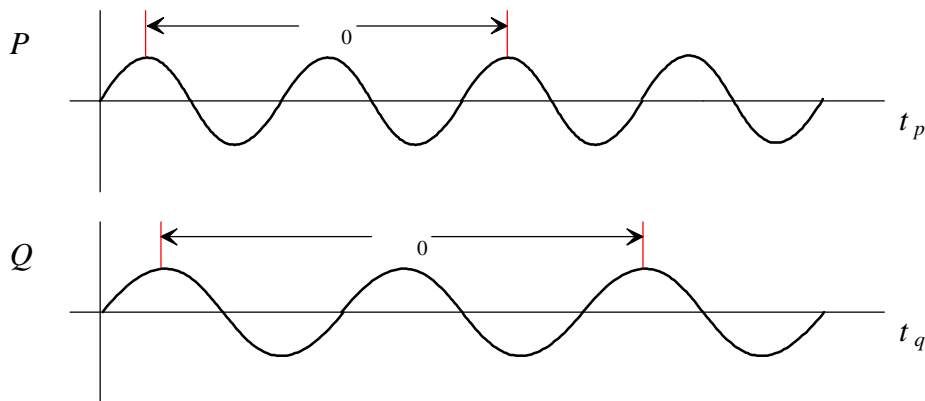


図1.2 共通時間の概念

これを言葉で書けば、時間を測る際に一定の周期運動を基準にし、観測される振動数を時間の換わりにするということである。これは時間の定め方そのものでもある。

1.5 時間と空間の関係

共通時間の概念を直感的に想像する良い例がある。

遠くを飛んでいる飛行機は、ゆっくり飛んでいるように見える。どうしてゆっくり飛んでいるように見えるのだろうか。物体の速度は変位/時間で認識されている。遠くを飛んでいる飛行機は、見かけ上、小さく見えることになり、その見かけ上の変位も小さく見えるから、ゆっくり飛んでいるように見えるのである。

この場合の時間も見かけの時間を用いたのであろうか。もし、この時間も変位に比例して小さくなっているとすれば、物体の速度は、遠くも近くも変化しないことになり、遅く見えないはずであ

る。したがって、この時間は、見かけ上の時間を用いているのではないだろう。飛行機を見ている観測者の場所の時間で判断していると考えることができる。それならば、見かけの時間というものは存在しないのであろうか。

このことを調べるため、一定の回転速度で回転する円を、近くから見た観測者Aと遠くから見た観測者Bでどのように見えるか比較することにしよう。円の外周の一点にはランプが設けられており、A,Bは回転する円がどのように回転しているのかを見かけの変位を用いて正確に観測できるものとする。

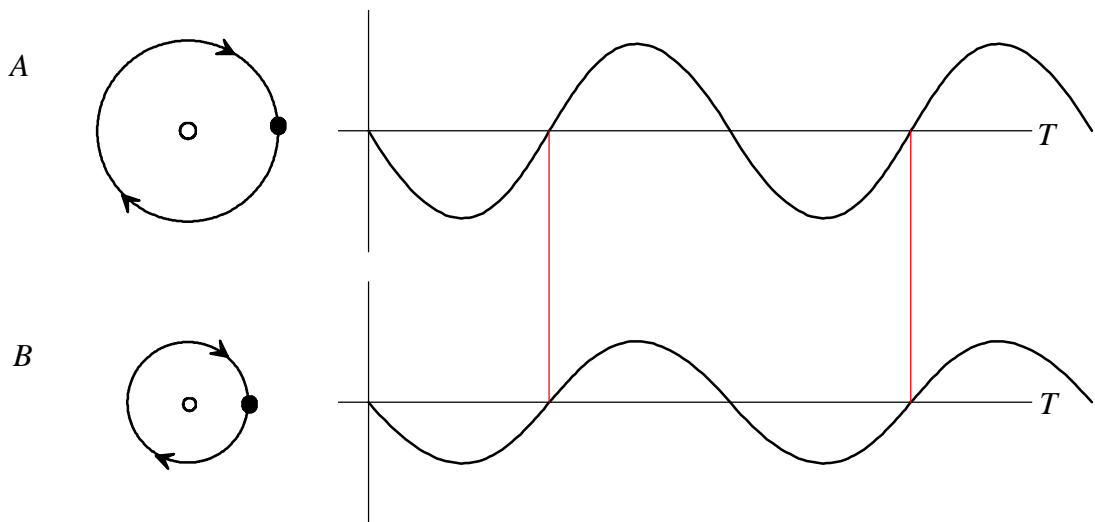


図1.3 見かけの時間

いま、A,Bはそれぞれの観測場所で、回転している円を用いて時間を測ることにする。この方法として、1.2(2)の方法を採用することにしよう。すなわち、回転している円の外周の動いた距離が継続する時間に比例すると見なし、時間を測ることにしよう。このようにして時間を測れば、Aで観測される変位は、Bで観測される変位より長いことになるから、AはBより時間が多く経過していることを観測することになる。BはAより遠くにあり、回転している円はAより小さく見えるから当然である。このようにして時間を測れば、

見かけ上、より縮んだ空間は、より時間の経過が遅いということになる。

次に、回転している円のランプの位置が円の中心からどのような角度を示すかという方法を用いて時間を計測することにしよう。例えば、円のランプの位置を明確にするため円と観測者の間に細い隙間の開いたスリットを設け、円が一周して元の位置に戻ってきたときの継続時間ごとに A, B から見て点滅するように見えるようにして、 A と B で違いがあるか調べることにしよう。この場合、点滅と点滅の間隔は、 A と B でまったく同じであることが観測されることになる。

この2つの実験によれば、前者は見かけ上の局所的な空間の尺度に依存している時間であり、後者は見かけ上の局所的な空間の尺度に依存していない時間であるということが出来る。このような時間を見かけ上の局所依存時間、非局所依存時間とよぶことにしよう。もし、実際に空間が縮んだりするようなことがあるとすれば、時間も局所的な空間に依存して変化すると想像することができるだろう。

空間の尺度が同じであるならば、局所依存時間と非局所依存時間は、同一の間隔で流れるが、空間の尺度が同じでなければ、この2つの時間は、同一の間隔で流れないと想像することができる。

天文時間は、惑星などの見かけ上の角度を用いて測定されるから、非局所依存時間であると考えられ、局所時間が局所依存時間と考えるならば、両者の時間の流れの尺度が一致していないとしても、矛盾はないのである。そして、局所時間の異なる場所の間でも非局所依存時間の共通時間を用いれば、共通の時間が得られるのである。

1.6 特殊相対性理論の矛盾について

共通時間の概念によって、特殊相対性理論のいくつかの基本的な仮定を否定できよう。特殊相対論では、空間的に離れた2点の共通の時間は光の速度を一定と見なし光を利用して測定しなければまったく定義できないと考えているが、この考えが誤っていることはいままでの議論で明らかとなっている。ただ、共通時間を用いればよいのである。

また、同一の事象を運動している慣性座標系内から観測した場合と、この座標系から見て相対運動している別の座標系から観測した場合とでは、同時性は保たれないと考えられているが、共通時間を用いると、同時ということは慣性系を指定せずとも成り立つ概念であるという結論が得られる。すなわち、両方の系で共通時間を用いて観測すればよく、その際に観測される時間が、両方の系で異なるといったことは共通の時間を用いているのであるからありえないのである。このことはまた、光の速度は一定ではないということを示し、何らかの速度の合成が、必要であることが予想される。

特殊相対論を信じる者にとって共通時間の存在は容認できないものであるが、物理学の基本的な原理を信じる者にとっては共通時間の存在の否定は容認できないものである。共通時間の存在を否定しようと思案を巡らしても無駄である。もし、共通時間などというものがいっさい存在せず、すべては局所時間であるというならば、宇宙の果ての誰かが走ったり止まったりするというところで、その場所の局所時間が変化するならば、このことによって地球の公転周期が変わるといったことを認めなければならないのである。このような考えは、オカルトであって、物理学とは言えない。

また、特殊相対論は光速不変の原理という仮定や、特殊相対性原理という仮定を用いているが、共通時間の概念には局所時間の流れの尺度は計測中は変化しないものとするという条件を与えているだけである。特殊相対論の光速不変の原理という仮定や、特殊相対性原理という仮定自体誤っているが、これについては第4章にて述べることにしよう。

共通時間という概念だけで特殊相対論は否定される。ここでの結論は、特殊相対論やそれから発展した一般相対性理論をはじめとする種々の理論がすべて誤りであるということである。