



科學の話 他世界の微生物は地球上で生き得るか (三)

相對性原理の話

(一) 石原純

けむりの色

私はまず相對性ということを出るだけ判り易い言葉でお話してみよう。ほのぼのと青白い夕煙の立っているのを私たちが眺めていると想像してごらんない。そのときに私たちは煙の向こうにある家の屋根に夕陽のあたっているのを見出すでしょう。煙はこの夕日を反射して私たちに青白く見えるのです。もし向こうの家のなかからこの煙を見る人があつたら、それは黒ずんで見えるでありません。...

サウエート文壇に於ける 新作家達を紹介す

尾瀨 敬 止

もの事の判断にその立場によって異なることがこれで判るでしょう。それが即ちその事からの相對性なのです。私たちが自分の顔を平面の鏡にうつして見ると、左右がとり違つて見

兩つの場合

相對性原理の相違を説明するに、先づ第一の例として、光の速度が一定であることを出発点とする。光の速度が一定であることは、現代物理学の基礎である。...

大正十一年十一月十九日 東京朝日新聞

相對性原理の話 石原純

(一)

けむりの色

私はまず相對性ということを出るだけ判りやすい言葉でお話してみよう。

ほのぼのと青白い夕煙の立っているのを私たちが眺めていると想像してごらんない。そのときに私たちは煙の向こうにある家の屋根に夕陽のあたっているのを見出すでしょう。煙はこの夕日を反射して私たちに青白く見えるのです。もし向こうの家のなかからこの煙を見る人があつたら、それはむしろもやもやと黒ずんで見えるでありません。

私たちが夕煙を青白いというのも、また向こうの家の人が同じ煙を黒いと見るのも、いづれも本当であつて決して間違いではありません。その結果がちがうのはめいめいの判断の立場が違うからです。一方は反射光で煙のいろを判断し他方は透過光でこれを判断するからです。

もの事の判断にその立場によって異なることがこれで判るでしょう。それが即ちその事からの相對性なのです。

私たちが自分の顔を平面の鏡にうつして見ると、左右がとり違つて見

えます。右頬にほくろのある人はそれが鏡像の顔から云えば左頬になるでしょう。また平面の鏡の代わりに凸面や凹面の鏡を用いると私たちの顔は妙にゆがんであらわれます。同じ顔でもこれをどうして見るかと云う判断の立場によって、やはり異なって見えるのです。

判断の立場の相違によるもの事の相対性はどこにも在ることであって、いろいろな場合を想像してごらんになるのは興味あることだと思います。

ふたつの場合

判断の相違と云うことは今述べた通りどんな場合にもあるのですが、それらの判断の立場をお互いに比べてゆきますと、それらが全く同等なものであるか、又はその間に何かの程度の差別があつて、そのうちのあつる特別な一つの場合が基準におかれる理由をもつてであろうかと云うことが、考慮せられなくてはなりません。

前に述べた例のうちで、顔の形につきましては、いろいろな鏡に映った像だけに限るとすれば、私たちはどの鏡を選ばなくては本当の像が出来ないと云う理由を見出すことはできません。平面でも凹面でも凸面でも像をつくと云う上からはみんな同等の権利をもっています。けれども顔を鏡にうつすと云うことと鏡なしに直接に見ると云うことの間には顔の形の判断に対してある程度の相異を認めます。つまり私たちは後者の判断をその本当の形により多く相当するものとしてゆるすことができますから、そこに絶対の基準が与えられるわけです。そして鏡像の顔がこれと違うのは鏡面の反射の模様によるものと解することができるでしょう。

これに反して煙のいろの場合には青白く見えるのも黒ずんで見えるのも、どちらが本当の色であるか云う基準を与えるわけにゆきません。すべてのものの色はそれから来る光によるのであつて、その物に固着した性質ではないからです。それで物体の色と云うことに関してはこの意味でどこまでも相対性が成り立つわけです。

標がなくてはならないわけです。そしてそれが実際あるならば空間のなかのすべての方向を絶対に決めることが出来はしないでしょうか。

夜、天空を見ると遠くにきらめく恒星がたくさんあることがわかります。通常私たちは恒星同士的位置の関係が変わることを認められません。それですから私たちはそれらの恒星によって方向を知ることが出来るわけで、之を方向の絶対の基準に取ろうとしています。けれども恒星全体が空間のなかで回転しているかどうか、そこまでの判断は只星の光を見ていただけではどうしてもできません。

回転を決めるもう一つの方法は回転物体にあらわれる物理的の作用を観測することです。桶に水を入れてそれをくるくると回せば水面のまんなか凹みます。これは遠心力がはたらいて、水を桶のまわりへ追いやるからです。この遠心力がはたらくのは即ち水が空間のなかで絶対回転をしているからであると考えられるのです。地球もずっと昔には固まらない流体であったと想像せられていますが、そういう状態にあった場合に絶対回転をすると、流体は完全な球の形をとらずに遠心力のために扁平な楕円体になります。現に地球が南北極の方向に扁平になっているのはこのためであるとせられていています。

それならばこの絶対回転は果たして本当に空間のなかに起り得るものであろうかどうか、この問題はなかなかむづかしいもので、広く運動と云うことから考えてゆかなくてはなりません。

そのまま降りれば元の地上の点に降りるのです。高空に昇っているうちに地球が廻れば、私たちがただ軽気球で昇降するだけで地球一周が出来るなどと考えるのは、それこそ痴人の夢というものです。

運動の速さの判断が相対的であることは勿論ですが、今述べましたような球の運動とか軽気球のことをよく考えて見ますと、そこに大切な事ながら含まれています。それはどんな立場から見てもこの球の運動の法則は変わらないということです。船の上にいる人も動いている地球の上にいる人も、真上に投上げた球が垂直に再び同じ足許に落ちるとというのがそれです。この運動の法則が変わらないということが、各々の立場が全く相対的であることを裏書するのです。なぜならば、もしこの運動に差異があらわれたとしたなら、即ち船の速さとか地球の速さとかに関係して球がちがった場所に落ちるとしたなら、私たちはその各々の立場を差別して、そのうちのどれかが空間に絶対に静止しているというようなことを見出すことが出来るに相違ないからです。ところが実際にそんなことはないとしますと私たちはそれらの判断の立場をみんな同等と見なせるのです。ただ球の運動だけを見ているなら、私たちはたとえ船の甲板にいようとも又は地面上に立っていようとも、自分が空間をどんなかの速さで動いているかいないかは少しも判らないのです。動いていないと主張したとて現に運動を論ずるに少しもさしつかえはありません。船が動いているというのは陸岸に対して相対的にいうのであり、地球が動いているというのは太陽や恒星に対していうのです。これが運動の相対性ということの意味なのです。

のと区別すると云うことが運動の完全な相対性を失わせて、ある意味の絶対をそこに生むように考えられていました。

さきに述べましたように、絶対回転がゆるされると云うのも、畢竟^{ひっきょう}この特別な立場のみが私たちの取るべきものと決められるからなのです。逆に云えば回転現象における力の関係を説明するために、私たちはこの立場から見た回転を絶対とするのが都合がよいと云う意味になります。なぜならばそこには自然の力のほかに回転のための遠心力というものが起るとして、物体の変形を説明することが出来るからです。

けれども運動の相対性を完全に主張しようとしたマッハと云うような人の意見では、この特別な立場と云うものが生まれて来るのは、やはりただ恒星全体が空間に存在するためにこれに相対的に決定せられたるに過ぎないのであって、私たちはこれがために空間のなかの絶対の立場をもつように余儀なくされたのではないと云うのです。即ち恒星を度外視した空間に特別な立場が与えられるのではなく、従って絶対回転などと云うのも、恒星に対する相対的回転を示すに過ぎないとせられました。

に、それが固体の性質をもたなければならないとか、物体の運動に伴って少しの運動をも受けないとか、私たちの常識からの理解に苦しむようなこともあるのですが、それも光の現象を説明するためにはやむを得ないこととせられました。ともかくエーテルは動かずに空間を占め充たしているとしますと、それが絶対空間を私たちに示すものではないかと考えられました。もしエーテルのなかを地球がどれだけの速さで動いていると云うことが光の実験で判るものならば、私たちは少なくとも光に関しては、エーテルに対して静止していると云う立場と、運動していると云う立場とを区別しなくてはならなくなります。運動の相対性がここでは成り立ちません。

そこでこの問題を解決する目的で多くの光の実験が行われました。けれどもどんな実験からもエーテルのなかの地球の運動を少しも示さなかったのです。丁度球を見て地球の運動が判らないのと同じようでした。光の波動を、水の波動と比較して見るとしますとこれはむしろ予期に反した驚異を結果しました。しかし船の周囲の水の存在は私たちにはっきりとした既定の事実であるに反して、地球の周囲にエーテルがあるかないかは、光の実験においては決められない事がらであったのです。ここに相異点があるのです。ともかくも光の実験は地球の運動の相対性に味方をしたのでした。



相對性原理の話

(六) 石原純

時間も空間
 エーテルの問題はここに非常な困難を起こしました。エーテルを捨ててしまつては光の波動を説明するのに苦しむと云う執着心から、光の実験が示した結果をどう解釈したらよいかと云うことに悶したのです。しかしここに敢然としてエーテルを捨てて運動の相對性を維持しようとしたのがアインシュタインであつたのです。

鳥瞰景

増田篤夫

自然主義運動の時代には、佛蘭西文學が最上な文化意蘊が輝いてあつた。その中に、オベールの實證的精神やゾラの明るい熱情と各得する程度にすらも達せずして文壇は早くも暗愚なる霧に覆はれてしまつた。一期せして次の幼稚な人道主義や感傷が、社會主義への橋渡しをするに至つた。かくて忽ちトルストイ、ドストイエフスキイの作、獨逸派の美術家群像(1)が、氣に取られる段取りによつて、佛蘭西文學の人氣は全く地に墜ちてしまつたのである。

『球の運動ばかりでなく、光の進み方を見ても、又はそのほかの物理現象を見ても、私たちはそれらの観測からして自分が空間のなかでどんな速さで動いているかを決して知ることはできない』と云うのがアインシュタインの立てた相對性原理なのです。つまりそれらの現象の法則はどの立場から見ても皆同じであつて差別はないと云うことです。この差別を与えるであろうようなエーテルとか絶対空間とか云うものは存在しないものである、少なくとも私たちの認識にははいり得ないものであると云うのがこの原理のいおうとするところなのです。

これで見事に相對性原理は立てられましたが、しかしそこにはエーテルもしくは絶対空間の否定のほかに、いわば非常な犠牲がはらわれています。この犠牲をあえてしたところがアインシュタインの仕事の最も偉大なる、かつ私たちの思想への深い影響をもつゆえんなのであります。そして、この犠牲を払つたのは、アインシュタインの最も偉大なる功業であると云つても過言ではないのであります。

大正十一年十一月二十六日 東京朝日新聞

相對性原理の話 石原純

(六)

時間と空間

エーテルの問題はここに非常な困難を起こしました。エーテルを捨ててしまつては光の波動を説明するのに苦しむと云う執着心から、光の実験が示した結果をどう解釈したらよいかと云うことに悶したのです。しかしここに敢然としてエーテルを捨てて運動の相對性を維持しようとしたのがアインシュタインであつたのです。

『球の運動ばかりでなく、光の進み方を見ても、又はそのほかの物理現象を見ても、私たちはそれらの観測からして自分が空間のなかでどんな速さで動いているかを決して知ることはできない』と云うのがアインシュタインの立てた相對性原理なのです。つまりそれらの現象の法則はどの立場から見ても皆同じであつて差別はないと云うことです。この差別を与えるであろうようなエーテルとか絶対空間とか云うものは存在しないものである、少なくとも私たちの認識にははいり得ないものであると云うのがこの原理のいおうとするところなのです。

これで見事に相對性原理は立てられましたが、しかしそこにはエーテルもしくは絶対空間の否定のほかに、いわば非常な犠牲がはらわれています。この犠牲をあえてしたところがアインシュタインの仕事の最も偉大なる、かつ私たちの思想への深い影響をもつゆえんなのであります。そして、この犠牲を払つたのは、アインシュタインの最も偉大なる功業であると云つても過言ではないのであります。

れは時間と空間との観念に対する変革です。

時間や空間が私たちの主観形式にとどまるものならば、それが自然における経験的事実によって左右されるはずのものではありませんまいと、こういうように私たちは従来考えていました。けれども、もっと広い可能性を準備しておきますと、自然の経験的事実を都合よく私たちの理解に適合させるために、時間や空間の形式をも変改してゆかなくてはならないのです。しかしこれ程の事はアインシュタイン以前には恐らく誰も考え及ばなかったのです。またたとえ想像はしても、実際その必要をもたなかったのです。ところが相対性原理はこれを私たちに教えて、時間や空間に対する見解を著しく動かすようになりました。これはまことに驚くべき発見であると云わなければなりません。



學藝欄 相對性原理の話 (七) 石原純

物指の長さ

アインシュタインの理論は、先づ光の速さがどんな運動状態にある観測者から見ても變らな... (text continues)

南歐のイブセン

三 陶山密

「ドン・ビエトロ・カルウオ」(一) 幕は彼の初期の作品であるか随分有名となつてゐる。ナポリの生... (text continues)

大正十一年十一月二十八日 東京朝日新聞

相對性原理の話 石原純

(七)

物指の長さ

アインシュタインの理論は、まず光の速さがどんな運動状態にある観測者から見ても變らな... (text continues)

とを説き、信号の伝達の速さについて相対的の判断しかゆるされない以上は、それらの時間及び空間に対する判断もすべて相対的であるべきことを示しました。これは判断の相対性から云って当然のことではなかりません。

アインスタインの理論は光より速い現象や運動の存在を否定します。光より速く走ったならと云うことは一つの在り得ない仮想に過ぎないので。そのときには時間の前後の順序の逆になるような判断が可能にされるのですが、しかしそれは私たちのすべての経験に最も明らかに反することがらであるからです。

時間及び空間に関するこれらの関係はすべてみごとな数学的の式によって云いあらわされています。それは数学を解するものにとっていかにも自然な美しさを感じさせ、この理論の根拠の深さを示すものであります。この点で数学者ミンコフスキーがアインスタイン理論を^{せいとん}整頓した功労を私たちは記憶しなければなりません。

でニュートンの法則では説明のできなかつた微細な点までよく事実と一致するようになったのです。かの有名な日食観測で証明せられた光線屈曲の現象などもアインシュタインがこの理論の結果として予言したものであります。

アインシュタインの理論からの一つの大きな驚くべき帰結として宇宙空間の有限性が導かれると云われています。これも誤解があつてはいけません。ある適当な判断の立場から測れば宇宙が有限の体積をとると云う意味です。そしてそう云う立場は勿論正しいとしてゆるされ得るものの一つなのであります。空間や時間の測り方並びに大きさはみんな判断の立場によって相異なるのですから。そこでは一つの直線の長さはもう無限大ではありません。丁度地球表面上に於ける緯度線に沿って西へ西へと進めば、いつの間にか東の方から元の地点に戻って来るように、宇宙空間でもそれと同様なことがあらわれるのです。

偉大な功績

運動の相対性の主張は、私たちが絶対空間を認識し得ない限り、むしろ当然のことであるといわなくてはならないかも知れません。けれどもこの相対性の主張のもとに一つの理論を立てるには、どんな運動状態にある観測者に対しても自然法則が同様になるようにすることが出来なくてはなりません。これを実際なし遂げたところがアインシュタインの偉大なる功績なのです。これがためには空間や時間に対する観念を全く変革することが余儀なくされました。そして多くの驚くべき関係を私たちに持ちきたしました。これが相対性理論なるものの異常なる影響に対して私たちが賞目するゆえんなのです。相対性理論の真髓をつかもうとする人たちはこの点を忘れてはなりません。

ほんとうにこれ程大きな、そして私たちの眼をさまさせた理論は物理学の歴史において恐らく他に類例を見出すことは出来ないでしょう。哲学者は自然の認識ということに関して、又空間時間観念に対してそれらが深く認識の結果と見なされていた自然法則そのものの論理的形式と

交渉をもっていることを^{きと}覺らせられました。かような点から見て相対性理論がどんなに意味ぶかいものであるかを知ることが出来るでしょう。

相対性理論の内容は数学を解するものにのみ完全に知ることが出来るのです。けれどもそれがどんなものであるかと云うこと、並びに何故にそれが私たちに大切であるかと云うことは、以上の説明によって幾分を了解せられるでもあろうと思います。この^{へん}篇の目的はそれに止めますが、なお立ち入ってこの知識に就いて知ろうとせられる方々はそれぞれの書物を見て頂きたいことを希望します。(完)