



窮理の部屋70

ローレンツ収縮しない？

2005年4月の友の会例会では「相対性理論の不思議な世界」ということで、「柔かい頭」と「算数」と「少しの数学」を使って、相対性理論の世界の入り口を一步だけ入ってみました。ちょっと難しかったかもしれませんが、まったく

手の届かない世界ではなく、ちょっとがんばれば足を踏み入れることのできる世界だとわかっていただけると良かったのですが...

その4月の例会で、動いている2台のロケットでは、こちらのロケットからは向こうのロケットの時計がゆっくり進んでいることになって、向こうのロケットからはこちらのロケットの時計がゆっくり進んでいることになるとい、不思議なことを導き出しました。

もう少し時間があれば、同じようにして、こちらのロケットからは向こうのロケットが縮んでいて、向こうのロケットからはこちらのロケットが縮んでいるということも導き出すことができます。この縮みはローレンツ収縮といって、光の速さの80%の速さで進んでいるものは5分の3の長さに、90%だと約7分の3に、99%の速さだと約7分の1に、99.99%だとわずか約70分の1の長さになってしまいます。ということは、高速飛行をするロケットは、コインのようにペタンコに見えるということ...だと思われていました。ところが相対性理論の誕生から50年以上も経ってから、いやペタンコには見えるわけではないんだという指摘があったのです。いったいどういうことなのでしょう

まず、ロケットがまっすぐこちらに向かってきたとします。すると、ロケットを正面から見ているのですから、このロケットがペタンコに縮んでコインのようになってしまっているのか、それとも細長いままのロケットなのかは区別が付きません。そこで、ロケットが目の前を横向きに通る過ぎる時にどう見えるか考えてみましょう。でも、ロケットの絵を描くのが面倒なので、ロケットの代わりにサイコロで勘弁して下さい。サイコロは、3の面を前、4の面が後ろとして、光の速さの80%の速さで右に進んでいるとします。あなたの側が5の面で、図では上側の1の面が見えています。

さて、あなたの目の前を通り過ぎていくサイコロは、図1のようにローレンツ収縮していき、でも、あなたの目にはローレンツ収縮したままのサイコロの姿が見えるわけではないので

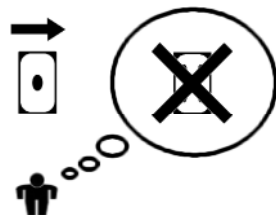


図1．ローレンツ収縮

す。というのも、あなたがこのサイコロを見るとというのは、光がサイコロにあたって、サイコロの表面のいろいろな場所で乱反射された光があなたの目に届いて、ようやく見ることができます。夜空を見上げた時、2.3秒前の月と、42分前の木星と、140年前のスピカが同時に見えているように、あなたとの距離によって少しずつ違う瞬間のサイコロが合わさって見えているのです。違う瞬間といっても、サイコロが1辺1.5cmとすると、サイコロの手前と奥では1000億分の5秒しか変わりません。でもこのサイコロが光の速さの80%速さで進んでいけば、その間に1.2cmも進んでしまいます。

そこで、あなたとの距離に応じて、少しずつ違う瞬間サイコロを合わせてみると、図2のように平行四辺形の形になってしまいます。ということは、このサイコロは5の目の面だけでなく、後ろ側の4の面も見えるようになるのです。

...となると、あなたにはこのサイコロが縮んだように見えますか？縮んだというより、ちょうどサイコロを回転させたように見えるのではないでしょうか？きちんと計算してみると、確かにサイコロが回転したのと同じ割合で、5の面と4の面が見えているのです。

ではいったいどうしてこのように回転したように見えるのでしょうか？このサイコロは、あなたの目の前にあるように見えますが、あなたがこのサイコロが目の前にあるように見た頃には、サイコロは既にはるか右の方に進んでいっています。これをサイコロの方の立場から考えてみましょう。あなたにとってサイコロが右に動いているということは、逆にサイコロが止まっていてあなたが電車にでも乗って左に動いているのと同じです。そして、サイコロがあなたの目の前にあるように見えた頃には、あなたはサイコロよりずっと左の方まで移動しています。ということは、あなたは左の方からサイコロを見ているのですから、サイコロの4の面が見えて当然なのです。

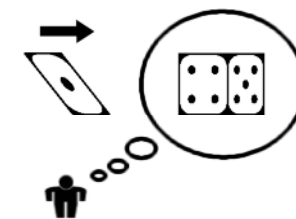


図2．距離に応じたサイコロの位置を合わせる

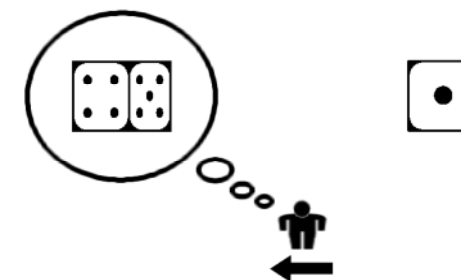


図3．止まったサイコロを動いて見る



(長谷川 能三：大阪市立科学館 学芸員) 2005年は世物理年