

太陽の重力と空間の歪み

〇〇彗星

そもそもこの絵にはおかしいところがある
太陽が無ければ、彗星が尾を伸ばすこと
はない

〇〇彗星

太陽の重力によって歪んだ
空間の領域



太陽

もし彗星がはるか彼方から飛んできた場合、近くに太陽など
の大きな質量を持った天体が無ければまっすぐ直進して進む。

彗星が太陽のそばを通過する際、その引力に引かれて経路
が曲がる。その原因は、太陽の周りの空間が歪んでいるため
である。

ここで誤解のないように説明すると、右の図のように空間が歪んでいるのは、どの物体にとっても、あるいはどのような運動状態にあっても、共通の幅と深さを持った歪みとして存在する。わけではない。例えば幅1メートル、深さ20メートルの井戸があるとしよう、それは誰にとっても、あるいは観測者が歩いていても止まっても、幅1メートル、深さ20メートルである。(厳密には違う)。それに対して時空の歪みは絶対的なものではなく、観測者の運動状態によって変化する。これが「相対性理論の基本原理」である。

万有引力とは



万有引力の法則

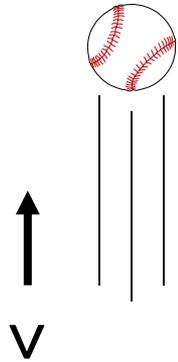
ニュートン家の庭の木から、リンゴが落ちる。
なぜ、リンゴは落ちるのか？
それはリンゴと地球が引っ張り合っているから。



同じ性質の力が、月と地球の間でも働いている。

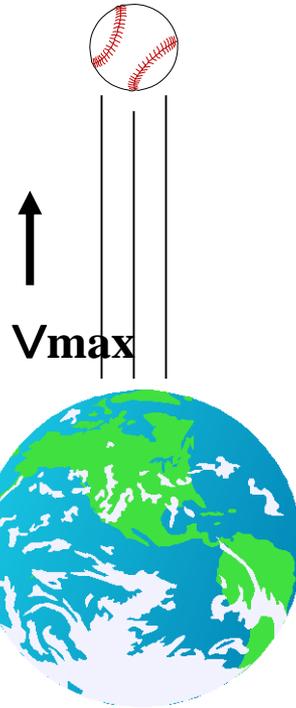
ブラックホールとは

ボールを空に向かって投げる



投げたボールは落ちてくる

なぜ、ボールは落ちてくる？
それは地球に引力(重力)があるから。



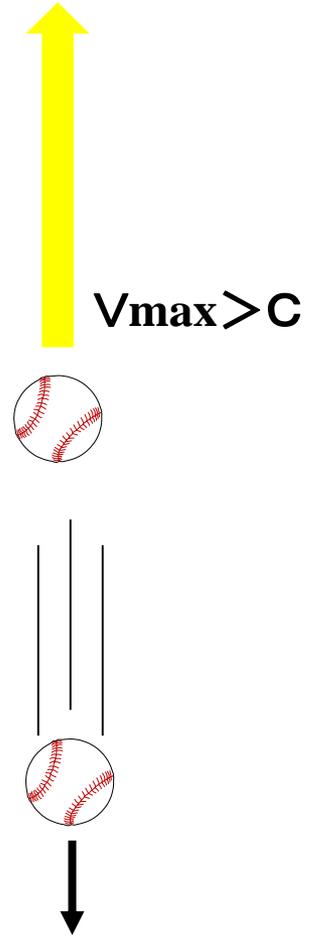
ただし、ある速度 (V_{max}) 以上のスピードで投げ上げると、ボールは宇宙空間に飛び出し、永久に地球には戻ってこない。その理由は、ボールは地球の引力に引かれて上昇する速度は下がるが、地球から離れれば離れるほど、引力は弱まる。このとき V_{max} は、

$$V_{max} = \sqrt{2GM/R} \quad \dots (式1)$$

G は万有引力定数、 M は地球の質量、 R は地球の半径

V_{max} は約秒速11キロメートル
これを第二宇宙速度という。

天に向かって唾を吐きかければ、必ず己の顔に戻ってくる？とは限らない



投げたボールは引き戻される

もし、地球よりも遥かに質量が大きい天体において、同じように V_{max} を計算したところ、 V_{max} が光の速度を超えてしまったら、何者もその天体から脱出できないことになる。

ブラックホールの構造

それが、下のブラックホール。

ブラックホールは、中心の特異点に非常に強い引力が働いているため、この特異点から十分に離れないと、光の速度でも脱出できない。すなわち、光の速度を超えられないという相対性理論に従えば、そこから何者も脱出不可能。

もしも光の速度を出せるロケットがあって、それが中心の特異点からどれだけ離れば脱出可能か？
前ページの式1の V_{max} に、光の速度 c を代入して、 R について解くと

$$R = 2GM / c^2$$

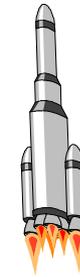
となる。これが実質的なブラックホールの大きさと言っている。

もし太陽の100万倍の質量を持つ天体（銀河中心ブラックホールクラス）がブラックホールになった場合、ブラックホールの直径は、約6百万キロメートル。

事象の地平面

このブラックホールの大きさ、つまり光が脱出できるギリギリのライン、境界面を「事象の地平面」という。

事象の地平面よりも内側に引き込まれてしまった物体は、いかに脱出を試みようとも、特異点に向かって落ちていく。最後は強力な重力によって、いかに頑丈な物体でも、特異点に達する前に崩壊してしまう。



脱出可能



脱出不可能

強烈な引力

X

特異点

