

「重力　　宇宙を支配する謎の力」

合同会社スターライトスタジオ

「重力～宇宙を支配する謎の力～」



ものはなぜ落ちるのだろうか？

支えがないと全てのものは上から下へ、つまり地面へ向かって確実に落ちる。

下から上へでもなければ、右から左へでもない。

原因はもちろん重力だ。

重力：それは地球がものを引き寄せる力、ものが引っ張り合う力。

だけでもし、「本当は引っ張り合う力なんて存在しない」としたらどうだろうか？

存在しないなら、いったい何故物は落ちてしまうんだろう？

どういうことなのか、確かめてみたくならないか？

重力の正体、とんでもない真実と一緒に突きとめようじゃないか。

タイトル「重力 ～宇宙を支配する謎の力～」



第1章 古代ギリシヤを舞台に進行

支えがなければ、全ての物は落ちてしまう。

それはなんて不思議なことだ！ どうして全て落ちるんだろう？

普段当たり前のようにあるものに、ふしぎを見つけられる人は、

科学者に向いているかもしれない。



この「すべての物が落ちる」という現象はとても身近なものだけど、なぜそうなるのか？

それを説明しようという取り組みは大昔からあったが、紀元前4世紀ごろの古代ギリシヤの有名な哲学者、アリストテレスが決定的な説明を初めて行った。

『宇宙は「地」、「水」、「風」、「火」の4つの要素と、不変の「天」で出来ている。』

「地」が一番重い要素で、「地」を多く含んだものは、その性質から宇宙の中心へ向かって勢い良く落下する。重い物ほど「地」を多く含んでいるから速く落ちる。』

この考えだと、大きな石と一枚の紙を同じ高さから落としたら、当然石の方が先に地面に着く。

重いものの方がより早く落ちる。

なるほど、説得力がある。アリストテレスは正しい！

人々はそう思って、その後何世紀の間、ずっとこの考えが支持されてきた。

あの大哲学者アリストテレスに疑いを抱くなんて！

そんな大それた者は現れなかった。

ところが16世紀のイタリアに、とうとうその人は現れた。

それは、科学者ガリレオ・ガリレイ。

ガリレオは「大気などの抵抗がなければ、重いものも軽いものも、その重さに関係なく同時に地面に着く」と唱えた。



ガリレオが実際に行った実験は、斜めに置いたレールの上を、大きさは同じだが、重さが異なる2つの球を転がす実験だったようだ。これにより、空気抵抗を抑えることができた。

実験の結果、2つの球は同時に着いた。

重さに関係なく、同じ速度、同じ加速度で落下することがわかった。

実験によって、それまで1900年近く正しいと信じられてきた

アリストテレスの考え：重力の本質は物の性質によるもの…が

間違っていたことを証明したわけだ。

例えば、羽と象を同時に落とせば、大気が無いなら同時に着地する！



ガリレオの実験でアリストテレスの考えが覆されたために、重力の正体とは一体何なのか、またしても振り出しに戻ってしまった。でも、ガリレオは、他にも重力の解明につながる重要な発見をしたんだ。

第2章



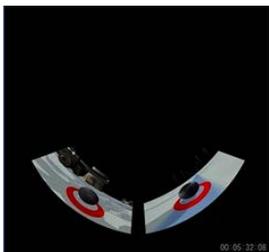
大砲に弾を入れて横向きに構える。

同時に、もうひとつの弾を持って、その場で落とす用意をする。

そして、この2つを同時に放つ。片方は単純に落とすだけなんだけど…、

さあて、どっちの弾が先に地面に着くだろうか。

(間)



たぶん、多くの人はその場で手を離した弾の方が先に地面に着くと
思っただんじゃないだろうか？

大砲から発射した弾のほうは、飛んでる時間だけ地面に着くのは遅い、ってね。
でも、ガリレオの発見はそうじゃなかった。

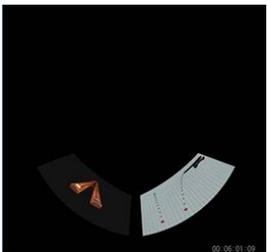
それらは同時に地面に着くことを発見したんだ。

重力によって物が落ちるとき縦の動きは、横の動きに影響されないってね。

これで、思いもよらなかった2つの発見があったわけだ。

「重力による落下はものの重さに影響されない」

「横向きの運動にも影響されない」



その結果、何かを投げたなら、

それらは全て「放物線」という曲線を描いて落下することになる。

大砲から発射した弾も、僕たちが投げたボールも。

放物線が地面と交差するところが着地点だ。

ずっと間違った解釈をされていた“重力による動き”が、

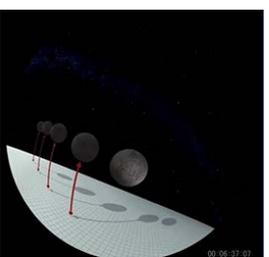
ガリレオのお陰でやっと分かった、と言えるね。

じゃあ今度は、大砲から発射する弾を

ものすごく速く飛ばしたらどうなるか？って話だ。

ヒント、地面は平らに見えても本当は平らではない。

なぜなら地球は丸いからだ。



ある速度で発射すると、弾は重力によって落下して地面に届く「落下の幅」と、

地球が丸いために「地面が下がった幅」が同じになる。

つまり、弾と地面までの距離が縮まらない！

そんな、嘘みたいな本当の話になってしまっただ。

もし空気の抵抗がなく、弾の速度が変わらなかつたらどうなるか？

弾はいつまでも落下し続けるにもかかわらず、地面に落ちることはない。

つまり、落ちずに飛び続ける…ぐるぐると地球を回り続けることになる。

落ちずにとっても、常に落下する状態になる。

地面そのものが平面でなく曲がっているために、

放物線を描くコースが地面と交差せず、いつまでたっても地面に届かない。

この原理を使って、現在地球の周りを数多くの人工衛星が周回している。

いや、人工衛星だけではない。

月が地球の周りを回っていることや地球が太陽の周りを回っているのは、

まさに同じ原理なんだ。

そのことに初めて気がついたのは

17世紀に生まれたイギリスの科学者アイザック・ニュートン。

しかも、ガリレオが亡くなった年に生まれたんだ。

ニュートンはこう考えた。

地上で物を落下させる力と、天体の運動コースを決める力は同じで、

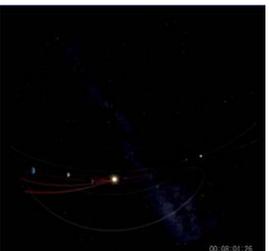
地球を周回する月も、太陽を周回する地球と惑星も、同じ原理で動いている。

つまり月は地球に落下し、地球は太陽に落下している、

とニュートンは推理したんだ。

宇宙にある全てのものが「重力」持ち、互いに引き合っていると主張した。

それを「万有引力の法則」と言うんだ。

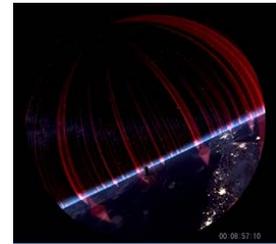




重力は、たとえるなら、「小さな巨人」と言ったところだろうか。
宇宙はビッグバンという爆発で出来た。僕たちの知っている一般的な爆発だと、破片は放射状に飛び散り、互いに遠ざかっていく。
でも、ビッグバンはそうではなかった。
ビッグバンの後、宇宙そのものが膨張して広がった。



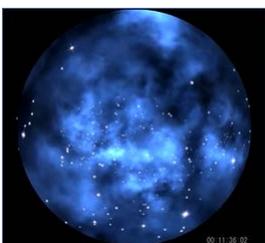
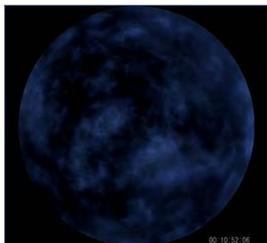
例えば、今ここで小指を上げること、できるよね？
うん？「そんなの簡単」って？
ほくらね、小指の力だけでも、地球の重力に勝ったことになる。
そんな弱い重力だけど、もしも重力が無かったなら、現在の宇宙は存在しなかった。



どんな小さなものでも重力を持っている。
今ここにいる僕たちも例外ではないよ。
ただ、質量が小さくなるほど、その力は小さくなる。
そして、距離が離れるほど、「引っ張る」力は劇的に減る。
逆に、質量が大きいほど重力は大きいし、
距離が近いほど「引っ張る」力も大きい。

こういうと、びっくりされるかもしれないけど、
実は「重力」は、この宇宙に存在する力の中で何よりも弱い力なんだ。

第3章 宇宙を形作る重力・踊る宇宙



そこで生まれた物質は、お互いが引き合って星や銀河を形作っていくわけだけど、ちよつとその部分を見てみようか。

ビッグバンで広がっていったガスに、ほんの少しだけムラがあったとしよう。つまり、ガスの密度の高いところと低いところがあったとする。

密度の高いところは、重力でもっとガスを集める。

そうすると、質量が増えたことで重力が強くなっていき、さらに周りの軽いものを引き寄せる。

あるいは、大きな塊同士がお互いに引き合ってくっつく。

大きくなるほど重力が強まり、ガスをさらに引き寄せて、さらに大きくなる。

ガスの雲が集まり、密度が高くなっていくと、

中心では、重力の力によってとんでもない高温と高圧になる。

そして、中心部がある温度と圧力を超えると、核反応が起きて光り出す。

…星の誕生だ。

これが、重力が作ったこの宇宙の最初の星々。

ガスと星が引き合って、銀河になる。

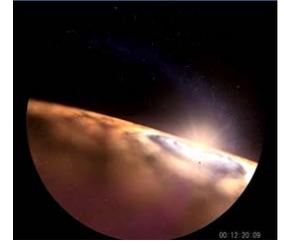
銀河と銀河が引き合って、銀河群を作る。

銀河群と銀河群が引き合って、銀河団を作る。

このように、ほんの少ししかムラがなかった宇宙が

重力によって、現在見えている姿になったんだ。

そして、46億年前、僕たちの太陽が生まれた。



第4章

余ったガスとチリが太陽の周りを回る円盤になる。

チリとチリがくっついて直径数メートルの塊を作る。

重力が絶えず働き、この塊が衝突して直径数キロメートルのものを作る。

こうして地球や他の惑星たちが出来た。

現在も宇宙では新たな形が形成されている。

それは進行中だ。

天体の誕生、形、運動のコース、そして未来に迎える結末……

ほとんど重力によって決まってしまう。

重力の役割は大きい。

ニュートンは重力の働きを解明した。
けれども、ニュートンにも重力の正体は分からなかった。

なぜこの宇宙の全てのものがお互い引き合うのだろうか。

なぜ離れたものが影響しあうのだろうか。

そして、重力はどうやって伝わるのだろうか。

わからないことだらけだ。

宇宙を形作り、今も形作っている力。

小さなものから大きなものまで全ての物に例外なく働く力。

いったい、重力の正体って何なんだ？



その真実が解き明かされたのは20世紀になってから。
科学者アルベルト・アインシュタインによって。

まるで物体が引っ張り合っているように見えるため、
その二つの間には何かしらの力が存在する。

科学者たちは、その力を「重力」と名づけ、力の正体を理解し、
説明しようとした。

だからこそ、説明できなかった。

なぜなら、そもそも引っ張り合う力など存在しなかったからだ。

それをアインシュタインは証明してみせた。

アインシュタインが証明した宇宙と重力の関係、

それは…想像をはるかに超えた、とんでもないものだった！

それをこれから、身近なものを使って理解してみよう。

部屋が現れたね。この部屋は、普段僕たちが住んでるありふれた部屋の一つだ。
家具もあるし、もちろん空気もあって…そうだ、僕が住んでることにしようか。

それでね、部屋から家具を全て出してしまうよ…あゝあ、空っぽだ。

次に空気を全て吸い取ってしまおうか…これで、真空状態になった。

もうここには住めないなあ。

あ、電気も消して、光もなくしておこう。

中には何も残っていないけど、部屋の空間はそのままだ。

それだけは変わらない。

わかるよね。



いいかい、これから話す宇宙空間はまさにこれと同じだと思って欲しい。目には見えないけど、どこにでも存在する。宇宙そのもの。それこそがインシュタインが見つけた空間と時間を1つにした時空なんだ。

そして、驚いてしまうかもしれないけど、時空は固定じゃあない。つまり、時空は形が変わる。

時空を変形させるのは…質量のあるもの。

太陽、地球、僕たち人間。すべてが時空を変形させている。

想像しにくいだろう。

何もないように見える宇宙空間が変形されるなんて。

時空のうち「時間」はとりあえず置いて、

「空間」だけで、どうなるか簡単な例で見よう。

そうだな、トランポリンがわかりやすいかな。

トランポリンの真ん中にボウリングのボールを置くとしよう。

そうしたら、どうなると思う？

その通り、こんな風に表面が変形されるよね。

ここで、トランポリンは宇宙空間、ボールは地球だと思ってごらん。

ボールを置くだけで、トランポリンが歪む。

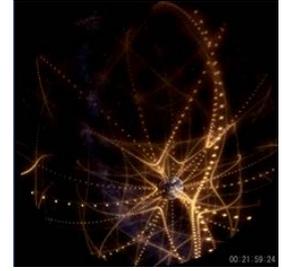
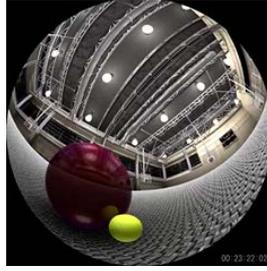
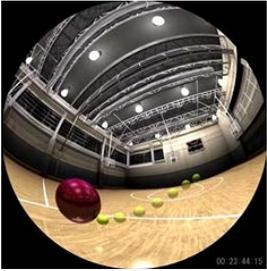
地球が存在するだけで、空間が歪む。

トランポリンの上でボールを動かすと、ボールの周りが常に歪んでいる。

地球とその周りの宇宙空間も同じだ。

地球が周りの宇宙空間を常に歪ませている。

これがインシュタインが明かした真実だ。



太陽から米粒まで、すべてのものが宇宙空間を変形させている。

そして質量が大きいほど、宇宙空間の歪みも大きい。

太陽は宇宙空間を大きく変形させている。

米粒はととても小さく変形させている。

ほら、どでかい太陽が空間を大きく変形させて、

その影響は遠くまで及んでいる。

それに比べると地球による変形は小さい。月のはもっと小さい。

こうやって全てのものが空間を変形させているんだ。

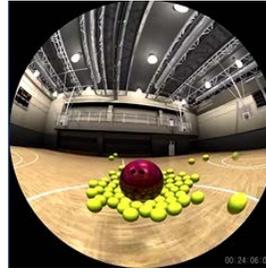
「さっきまで重力の話をしていたのに、何で宇宙空間の歪みの話なんだろう？」
って思ってる人もいるかもね。

だけど、心配ご無用。ここからが種明かしだ！

今度は、トランポリンに2個のボールを（同時に）置いたらどうなるだろうか？
たとえば、ボウリングのボールを置いた状態で、ちよつと離れたところにテニス
ボールを置いてみると・・・おや、軽くて小さいボールが重くて大きい方に引き寄せ
られた。

テニスボールは変形したトランポリンの表面にそって、
重くて大きいボールの方に落下したよね。

もしトランポリンが100%透明な素材でできていたら、
小さいボールは、見えない不思議な力で動いているように思える。



もし科学者だったら、この落下を引き起こす不思議な力に名前を付けて、いろんな実験をして、いったい何が起きているのか
突き止めようとするかもしれないね。
え?! それって、さっき聞いた話じゃないか...って?
そう、これこそが重力の秘密だったんだ。大きいボールが、小さいボールを
何らかの力で引き寄せているわけではないんだよ。
大きいボールがトランポリンを変形して、小さいボールのコースが決まる。
ただ、それだけだったんだ。
アインシュタインが登場するまで、重力のからくりがわからなかったのは
そのためなんだ。

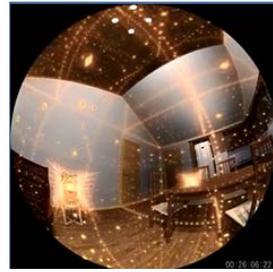


歪む宇宙空間は実際目には見えない。僕たちが経験するのはその影響だけ。
地上で落下するものは、地球が変形させた空間にそって動いているだけ。
落下をし続けながら周回するものも、その変形された空間にそって動いて
いるだけ。

古代ギリシャからずっと説明しようとしてきた「重力」の正体。
それは引き合う力ではなかった。
目に見えない、変形された空間が原因だったんだ。

だから、よく考えたら、地球が僕たちやいろんなものを引っ張っている
わけではないんだ。空間の歪みによって、僕たちは落下する。
そして、その落下を地面が受け止めている。

さらに、全てのものが大なり小なり空間を変形させている。
それって、本当に不思議だよね。



もちろん見えないけど、いつか想像して周りを見てごらん。
コーヒーカップが歪ませている空間。鉢植えが歪ませている空間。
僕たちが歪ませている空間。

ほとんどゼロに近いかもしれないけど、みんな重力を生み出している。

でもね、それだけじゃない。さらにとんでもない話があるんだ。

トランポリンの話は分かりやすいように「空間」だけに話を限定したけど、

宇宙は本当は、時間と空間を合わせた「時空」だ。

「空間」だけじゃない。覚えているかな？

そして重要なのは、空間と時間は一体となって変わることなんだ。

つまり、時間も固定ではないんだよ。時間も歪むんだ。

質量の大きいもの、つまり重力が強いものに近づくほど、

時間がゆっくり流れることになる。

みんなは何階に住んでる？ 1階？ 10階？ えっ 25階？

高い階に住めば住むほど1階の人よりも早く年をとることになるんだよ。

なぜなら、高い階ほど質量の大きい地球から、より離れているのだから。

空間も時間も固定じゃない、とんでもない宇宙に住んでいるよ。



エンディング

さあ、どうだろう。



これまで伝えてきたこと、わかってもらえたかな？

重力の正体…それは、目には見えない、変形された空間。
それに沿って、物が動いているだけ。

そして、空間だけでなく時間も固定じゃない。

それが宇宙の本当の姿。

僕たちは本当に不思議なところに住んでいるんだよね。

そうは、思わないかい？

(M) エンディング曲

(T) エンドクレジット

