

5 kgは何の単位？

(1) お寒い現実

ところで $F=ma$ の中に出てくる質量 m は単位が kg、一方力 F は単位が N（ニュートン）となっています。でもほとんどの人は日常生活では力の単位に kg（kg重）を使っています。N という単位は中学でも紹介されますがその内容は「1 N は約 0.1 kg 分の重さ」と言うくらいの内容で何故 kg でなくてわざわざ別の単位を力に使うのか、まともな説明は行われていません。

以前ある数学の先生からこんな質問をされたことがあります。「中学校で力の単位 N が登場するけど、kg を換算しているだけのようだ。kg を使うと何がいけないの？」と。心配されたことではありますが、今のような教科書では質量概念が十分には形成されないでしょう。理系の人でも質量と力の分離が不十分です。まして一般の人には何も伝わっていないでしょう。

(2) kg重は場所が変わる

地球の重力 kg 重で力を決めようとするのが場所による変化です。以前沖縄へ修学旅行に出かけたある高校生が「旅先でわずかながら重力が小さいことを調べた。」と新聞で報じられました。「1 kg 重 = 1 kg の物体の重さ」と考えるといかにも物体固有の属性のように聞こえますが本当は地球という自分以外のものから受ける作用です。力は全て何か別の何かに加える作用という形で学んだことを思い出しましょう。地球は自転に伴って扁平になった回転楕円体なので低緯度地帯ほど地球の中心からの距離があり重力が小さくなります。

そこで体重の気になる人は沖縄へ行って測定すれば確かに体重は小さくなります。でもこの人にとって関心があるのはおなか周りの大きさです。余り意味があるとは言えません。ヘルスマーターの場合、同じ人ならどこで測っても同じ値を示すようにと日本国内でも何種類ものヘルスマーターが地域ごとに作られていることを紹介します。生徒はヘルスマーターが何種類もあるということを知って初めて「重力が場所が違うのだ」と実感するようです。

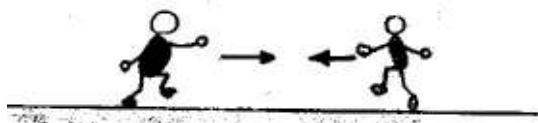
でもそうすると力は何を基準に決めればよいのでしょうか？どこか特定の場所の重力を基準にすると他の人が不便を感じます。重力の強弱などに関係なく、たとえ無重力の世界でも平等に使えるような力の決め方が求められるのです。

(3) 無重力の世界では

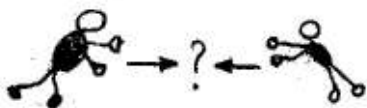
地球上では 100 kg と 50 kg の人が体当たりすると 50 kg の人の方が大きくはねとばされます。よく見慣れた現象ですが無重力の世界で同じ事をするとどうなるのでしょうか？ちなみに二人がぶつかっている間、お互いに及ぼしあう力は作用反作用の関係により同じ大きさです。生徒の予想としては二人とも同じようにはねとばされる、と言う予想が多くなります。理由としては重さが無いから、足が床についていないので、と言うのが代表的な理由です。

そこで実際に起きていることをスペースシャトルのビデオ映像などで確認します。また映像だけではなくて図のようにひもにぶら下げたペットボトルを2本用意して一本は空、もう一本は水をいっぱいに入れます。この2本のボトルの質量比は10倍以上違います。これを同じ高さから落とすと両者は同じ速さで正面衝突します。ひもに吊すことで重力は張力と相殺することができます。つまりこれは無重力の世界での正面衝突を再現したわけです。

地上では 100 kg の人 50 kg の人



無重力空間では 100 kg の人 50 kg の人



ペットボトルどうしの衝突

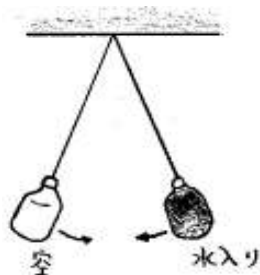


図-13

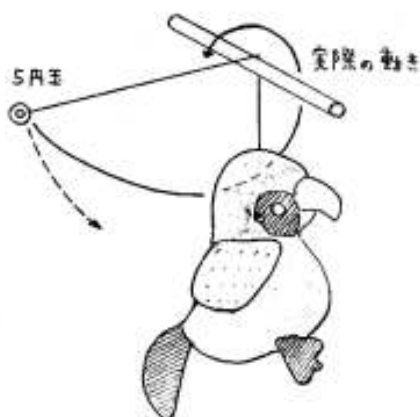
結果はもちろん空の方が大きくはね飛ばされます。重力のある世界で重かった物は

重力のない世界へ行っても止まりにくいし、運動に変化を与えにくいということになります。この性質が慣性質量です。そこで例えば質量1 kgの物体に加速度 1 m/s^2 を与える作用を1 Nと決めればこれは宇宙のどこへ行っても使える力の単位になります。ニュートンは日本で言えばまだサムライの時代にすでにこのようなことを考えていたわけです。

結局地球上で体重の増加に苦しんでいた人は無重力の世界にいても跳んだりはねたり、あるいは動く向きを変えたりということではスリムな人より苦勞します。「贅肉はどこへ行っても贅肉。」この話を終えたときに生徒が繰り返し口にしたのがこの言葉です。

実験コーナー4 バンジージャンプ？

図のように5円玉とぬいぐるみをひもでつないで棒にかけます。5円玉は約4グラム、ぬいぐるみはそれよりもずっと大きいのがふつうです。そこで「5円玉を手からはなすとどうなる？」と尋ねると「落ちる」という予想がほとんど。



でも実際にやってみると5円玉は棒に巻き付いて、ぬいぐるみは途中でストップ。いきなり生徒にやらせてもうまくできます。「これ、バンジージャンプに使えるね！」

ぬいぐるみが落ちなければ5円玉は振り子のように揺れるだけなのでもとの高さより高く上がることはありません。でも実際にはぬいぐるみが落ちながら5円玉を引っ張るのでより速くなり棒に巻き付きます。ちょうど楕円軌道を描いて太陽の近くを通過する彗星が太陽重力で加速するように。高校では面積速度一定という話です。一般には角運動量保存法則とも言えるでしょう。