

ヒロシマ



2023・12月号 文責 木本安彦

参加者 山口俊・山口克・浜崎・岡馬・脇田・塚本・堀内・山崎・田中・宇根・大石・木本 12名



久しぶりに10名を超える大人数の例会になりました。1年数か月ぶりの参加もあり、また、初めての参加者もいて、会は盛り上がりました。初参加の大石さんは小学校に勤務しておられ、石に興味があり、よくミネラルフェアに行かれるということでした。山口さんの声掛けで来られました。次回に高知の佐川地質館の報告をするので、ぜひ参加ください。

会場は「学びキャンパス広島」でした。所長のご厚意で使わせていただきました。

今回は「作用反作用をどこでどう教えるか」というテーマでした。力全体に及ぶ論議であったのでテーマに即しては報告できないかもしれません。その後「モンキーハンティング製作」と「水の蒸発と水蒸気についての報告」がありました。

そして4年ぶりに忘年会をしました。8名の参加でさらに盛り上がりました。

力と運動 山口克雪

作用反作用をどう教えるか？

教科書は、

水中の物体に働く力 水圧 浮力 科学史で「アルキメデスの原理」

力の合成 2力の合成 3力の合成 3力のつり合い

力の分解 作図

物体の運動 運動の表し方 平均の速さ 瞬間の速さ 記録タイマーについて

水平面上での物体の運動

加速度運動(言葉は出ない)

等速直線運動： 慣性の法則（力が無い 力がつり合っている） 慣性
摩擦力

斜面上の物体の運動： 下向きの力の正体は 変形する斜面の写真
斜面上の物体の力の作図
斜面からの垂直抗力

自由落下

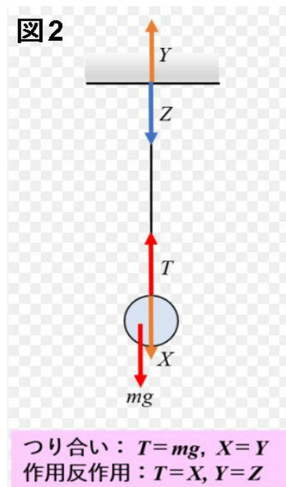
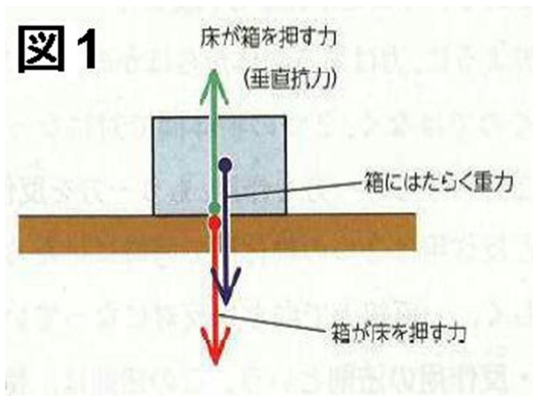
物体間での力の及ぼし合い

押しばかりの実験 作用反作用の言葉の導入

作用反作用の法則 2つの物体間で同時に働き、大きさは等しく、一直線上で向きは反対

イオンエンジンの説明

深めるラボ： 「つり合っている2力」と「作用反作用の2力」の区別



つり合い： $T = mg$, $X = Y$
作用反作用： $T = X$, $Y = Z$

山口は

力の合成分解 つり合い 垂直抗力 張力

圧力 水圧(実験) 浮力(水圧差 アルキメデスの原理)

運動 瞬間の速さ 平均の速さ 単位の変換

自分の手の動き 記録タイマーの使い方 テープの読み方 速さの計算

斜面の運動実験 速さの計算 力の分解作図 垂直抗力

角度の違いから力の違いを見つけ、力が速さを産むとする

加速度の計算 ほとんど同じ値になる

等加速度運動の言葉

落下運動 テープ実験できず ボールとティッシュの実験

月での実験動画

等速直線運動の実験 テープから 速さの計算から 等速直線運動の言葉

慣性の法則

乗り物の中の様子の例 ダルマ落とし

ニュートンの運動の法則としてまとめる

- ・ 加速度運動
- ・ 慣性の法則
- ・ 作用・反作用の法則

力の対は同時に存在

別々の物体に働いている
向きは逆で大きさは等しい
・宇宙ステーションでの実験動画

話してほしいこと

落下運動は実験したかった 加速度の計算

慣性の法則から始めるべきか？実験的に難しい。

合力0の伝え方 実験

作用反作用と垂直抗力の関係を何処でどう伝えるべきか

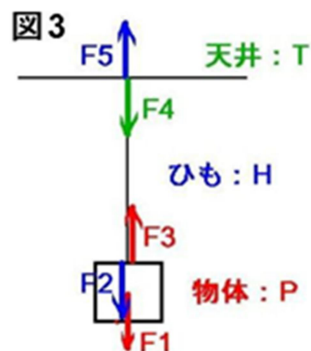
教科書では図1しか出ていない中で、「力試し」問題やテスト

では図2のような問題が出る。これは中3が出来るのか？試験1

日前に図3で少し練習したが・・・

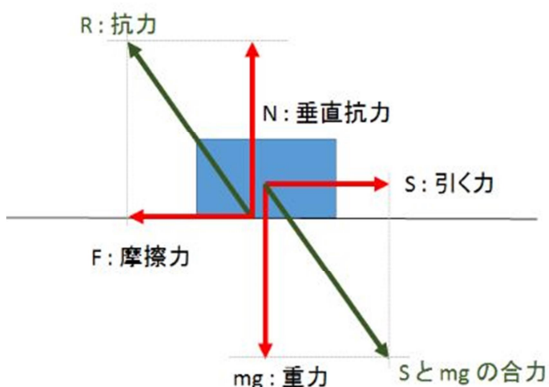
力の学習ではこのことがわかってほしいが、今の時間や教科

書では無理のような気がする。



①あらたな疑問・・・なぜ面に垂直なのか

②またやっちゃった・・・綱引きでの力を考えます。



A チームと B チームが対戦しました。結果 A チームの勝利に終わりましたが、このときお互いが綱を引く力はどちらが大きかったでしょうか。ただし、単純に引き合うだけとし、綱の質量は無視できるとします。

選択肢 A B どちらも同じ

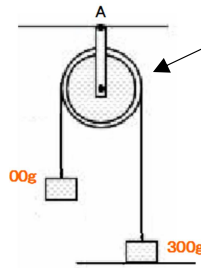
質疑及び討論

1. 力の矢印の前に物体と関連させながら言わせる、書かせることが大切ではないか。

図1の力が生徒にわかるのか、ましてや図2の力が理解できるのか。定期テストに出すということだったので、図3で説明したが、テストの結果は「うーん??!!」

まず、どの物体に働いている力なのかを考えさせ、言わせる。木本は授業の中で「○○が△△に押される力(あるいは引かれる力)」という書き方で表すことにしようとする。それで箱に働く力は何ですかと問う。「箱が地球に引かれる力(重力)」「箱が床に押される力(垂直抗力)」となる。もし箱を引っ張る力があつたら「箱が手に引かれる力」「箱が床に引かれる力(摩擦力)」となる。図の中の箱が床を押す力は「床が箱に押される力」になるので主語が違うので箱に働く力にはならない。塚本さんも言っていたように力のイメージを作るためには「物体と関連させ、言葉で力が言えるように(力は物体同士の相互作用だから)」訓練することが大切である。

2. 力が釣り合っているとき(合力は0)も物体が動いていることを見せたいし教えたい。



ここがハンドスピナーの滑車
 ハンドスピナーの外側にペットボトルのボディ
 ーをぴったりくっつけて滑車をつくる。(軸のど
 ころの摩擦が小さいのでよい) 同じ質量の物体
 を下げる。最初に片方の物体に力を加える。す
 るとゆっくり動き出す。等速運動をするけど・

等速直線運動と生徒は理解しない。最初に力を加える所に引っかかる。等速直線運動の理論と実験には大きな差があるので無理に理解させることは難しいのではないか。この実験でひもを2mくらい長くして、ゆっくり動く(止まりそうで止まらない)ことを見せる。片方におもりを加え、動き出したらすぐおもりを取る。その動きを観察させる。次におもりを載せたままにして等加速度運動を観察させる。その両方の実験から等速直線運動を類推させることしかできないのではないか。

この実験では、2つの物体に目が行くので等速直線運動と生徒はとらえられないかもしれない。ストロボ写真で片側だけを見せる。ストロボ写真を撮ることも面倒だが・・・机の上に台車を置いて、両サイドにひもを結んでおもりをつけると生徒は台車にだけ注目する。その実験をやったけど・・・難しかった。

3. どうして垂直抗力なのかに関わって、摩擦力も、慣性も

図より 抗力 (R) は物体を引く力 (S) と重力 (mg) の合力と釣り合う力である。床に平行な分力 (摩擦力) と床に垂直な分力 (これを垂直抗力という) の合力が抗力である。よって、教科書に垂直抗力をたんに抗力といってもよいというのは間違えである。

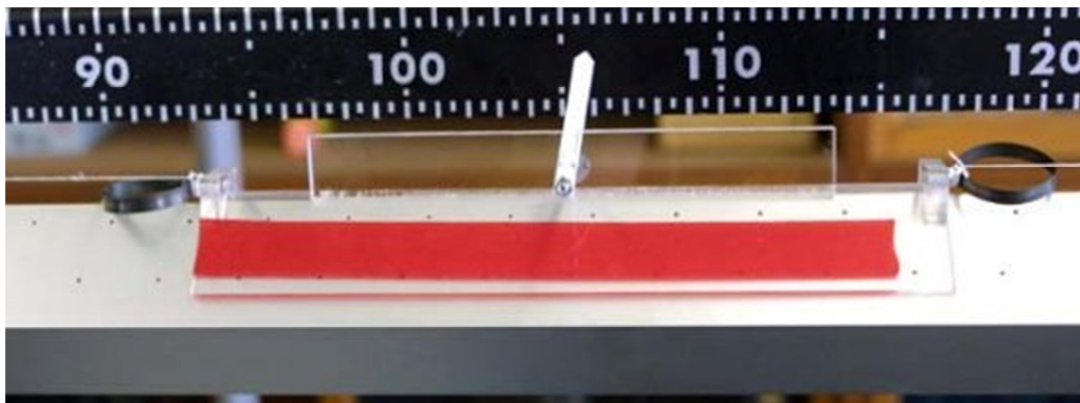
エアトラックの実験装置で力が働かない場合、等速直線運動をする(慣性の法則) ことを見せる。そして送風を止めたときに動かなくなることを見せる。その2つから生徒に類推させて摩擦力を認識させる。

エア (ホースのところ) を左から送っている。動くのは真ん中の赤い物体

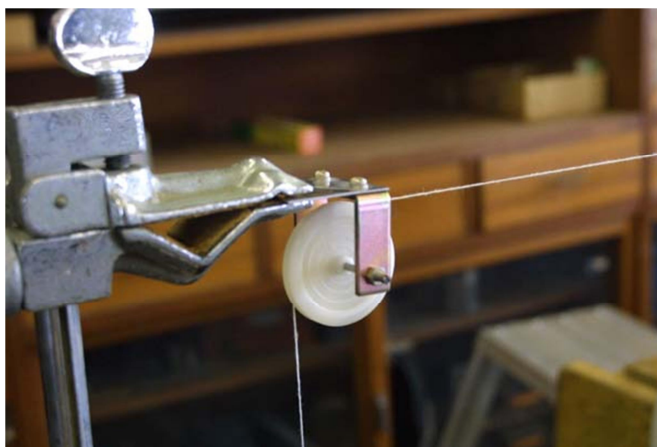


赤い物体の拡大 この赤い物体は両サイドからおなじ質量のおもりで引っ張られている。

合力は0 赤い物体の下の小さな穴から空気が出る。



両サイドから引っ張られている糸と滑車。下におもりあり。



長く回るコマを作るには、軸と床の接地面ができるだけ小さいほうが良い。それは摩擦力を小さくしたいから。そのため、軸を先のとがった押しピンした。しかし、尖っていると重心がずれてしまうのでうまく回らない。

綱引きを考えさせる写真はこれでよいのか。綱引きは腕の力だけではなく、足と地面の摩擦力（最大静止摩擦力）、手

と綱の摩擦力などの総合した力で考えないといけないのではないかな。

4. 作用反作用はいつ教えるのか

力は物体同士の相互作用だから、極端に言って最初に教えてもよいのではないかな。いろんな意見が飛び交ったのでまとめることはできませんでした。お許してください。

よく回るコマ（学習コーナー）

長く回り続けるコマをつくるには、次の4点がポイントになります。

- ・ 軸の先端部分の面積を小さくする（接触抵抗を減らす）
- ・ 空気の抵抗を受けにくい形にする（空気抵抗を減らす）
- ・ 重心の位置が回転軸の中心にあるようにする（重心の位置）
- ・ 中心部よりも外周部の方が重くなるようにする（回転の慣性を増やす）

コマの回転の持続については4.が重要な働きをします。

軸の周りで回転する物体は、外から力が加わらない限り回転を続けようとしています。この性質を

回転の慣性（運動を続けようとする力）といます。

回転の慣性は、回転軸の周りに質量がどのように分布しているかで変わり、回転軸に対して遠く的位置（外周部）が重いほど大きく、近い位置（中心部）が重いほど小さくなります。コマも回転の慣性を大きくすると長く回り続けます。そのためには、できるだけ外周部が均等に重くなるようにすればよいのです。（日本ガイシより）



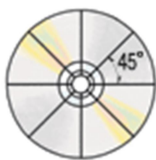
準備物

- ・コンパクトディスク（CD）2枚・細書用油性ペン（ペン軸の直径15mm）2本
 - ・六角ナット（口径10mm程度）16個・丸いはし（木製か竹製）2本・カッターナイフ
 - ・ペンチ・両面テープ・工作用接着剤・三角定規とものさし
- つくりかた

1



2



2枚のCDに、中心を通過して45°の角度で交わる4本の線を引きます。

16個の六角ナットの片面に両面テープを貼ります。

3



4



図のようにCDの外周部に8個のナットを貼りつけます。

もう1枚のCDには、図のようになるべく内側にナットを貼りつけます。※バランスをとるため、ナットの中心が引いた線の上にくるように注意しながら貼りつけます。

5



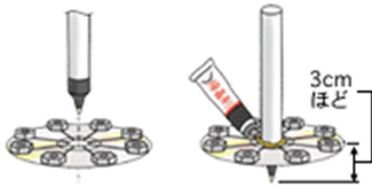
6



2本の油性ペンのペン先部分を軸からはずし、芯を抜き取ります。

ペン先の穴に通るよう、丸いはしの先端部分を削り、ペン軸の中に収まるように、はしを短く切ってから

7



油性ペンをCDの穴にはめ込み、CD面からペン先までの距離が3cmほどになるようにして周囲を接着剤で固定します。

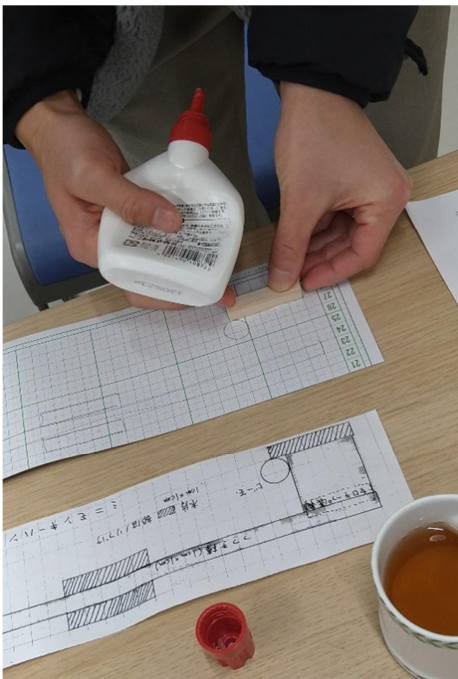
ペン先に差し込みます。

8



ナットをCDの外周部に貼りつけたコマと、内側に貼りつけたコマを同時に回してみましよう。外側を重くして回転の慣性を大きくしたコマの方が、ずっと長く回り続けます。

理科工作 モンキーハンティング製作 田中新治



全国大会で仕入れた。100発100中になればいいのですが・・・どうも技術がいるようです。

材料

- 1 × 1 × 30 cmの角材 1個
- 1 × 1 × 5 cmの角材 5個
- 4 × 4 × 1 cm発泡スチロール板 1個
- ビー玉 2個
- 固い厚紙
- 斜面になる板

つくり方

スチロールは長い角材についている。スチロールの袂にビー玉を置く。長い角材の先は小さい角材に接触している。小さい角材の中

心に面鋸が刺さっており、動くようになっている。その角材と動かない角材の間にビー玉を挟む。スチロールを動かすと袂のビー玉がはじき出されると同時に挟まっていたビー玉が下方に落ちていく。2つのビー玉が衝突する。



報告 蒸発した水は、水蒸気ではない 塚本松美

飽和水蒸気量の「水蒸気」と水の状態変化による気体の「水蒸気」は同じ物質ではないというのがそもそもの結論だ。水の蒸発は固体の溶解と似たようなことである。

水の蒸発	食塩の溶解
<p>水の周りに空気（窒素とする）がある。 窒素に水が表面から溶けて？いく。 窒素は混合物になる。 溶ける？量には限度がある。 飽和水蒸気量 飽和 適当な呼び名がない。</p>	<p>食塩の周りに水がある。 水に食塩が表面から溶けていく。 水は混合物になる。 溶ける量には限度がある。 溶解度曲線 飽和 食塩の水溶液という呼び名がある。</p>

食塩の融点はきまっているが、融点以下でも水にまざっていく。水も沸点以下でも空気にまざっていく。それでいいのでは。

空気中に水が混ざっていくことを表す新しい語句がいるのではないか。

水の蒸発は水が気体になることではなく、空気中に混ざっていく現象であることを教師が認識する必要がある。教師が理解していないから、生徒から「100℃よりも低い温度で水が水蒸気になるのか」という疑問質問が出てきてしまう。

科教協四国大会（高知）周辺－佐川地質館－ 木本安彦



四国大会の様子は、高知の竹内さんからの報告が科教協ニュースに掲載されると思うので、ご期待ください。

大会参加する前に、佐川地質館に行きました。佐川はナウマンさんが、日本の地層に興味を持って研究した場所です。ナウマンゾウは彼の名前から付けられました。詳細については1月の例会で報告したいと思います。佐川地質館は、佐川で採取された化石や岩石から日本の地質を考える視点で展示されて

いるがとても良いです。また、町内で化石採集できるので、多くの子供たちが興味を持って参加できる準備をされています。地質館の学芸員さんは広島市出身で、九州大学卒業後、アラスカ大学で7年間も留学されていました。そして私の息子の高校の先輩でもありました。彼に三畳紀のエントモノチス採集場所に連れて行っていただきました。簡単に採集できます。ただし、泥岩層が風化して柔らかく、完璧な化石は取りにくいです。高知県の小学生たちも実習でたくさん来ているとお聞きしました。佐川地質館はがんばっています。

今後の予定

1月27日（土）14時～17時 例会（比治山女子中高）

予定 周防大島と津波・理科工作「面心立方格子と体心立方格子の模型

2月17日（土）13時～17時 例会（牛田中）

3月23日（土）13時～17時 例会（牛田中）