



＜はじめに＞

重心に関わる実験を楽しみました。

小学校で重心をどのように教えているのか気になったので、学習指導要領解説を調べてみました。理科で1か所「振り子の長さは糸などをつるした位置からおもりの重心まで」、体育で4か所「体の重心をゆっくり移動」「重心を低くして」(2か所)「前に置いた足に重心をかけ」とありました。小学生にとって重心は理科というより身体の動きと関連が深いようです。

高校物理の教科書(1)を見ると「物体の各部分に働く重力は、物体全体を代表する点となる重心の1点にはたらくものとして扱うことができる」とあります。物体を重心の1点で支えればつり合いがとれることになります。

1. 物差ししの重心を探してみよう

30cmぐらいの物差ししの重心を探してくださいと言うと、物差ししの両端を左右の手の人差し指に乗せて(図1)指の間隔を狭くして重心を探す人が大部分ですが、これは摩擦が絡む複雑な現象です。物差ししはほぼ均一な板状の物なので、単純に物差ししの真ん中の15cmのところを人差し指に乗せるとつり合いがとれるので、重心のありがさがすぐに分かります(図2)。

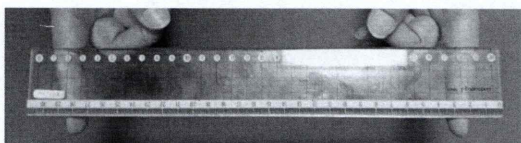


図1 物差ししの両端を人差し指の上に乗せる

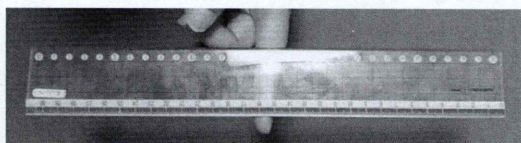


図2 物差ししの真ん中を指の上に乗せてつり合いがとれている

重心は1点なので、30cmと直角方向の真ん中を指先に乗せてもつり合いがとれます(図3)。さらに物差ししの厚み方向の真ん中が重心になりますが、物差ししの中には入れないので、ここでおしまいです。

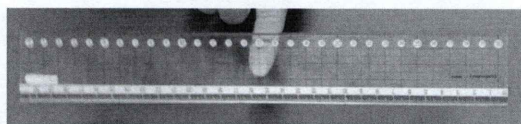


図3 指先に乗せてつり合いがとれた物差しし

2. 三角形の重心

薄い均一な厚みの板の三角形は細い棒の集まりとみなすことができます。細い棒の中心(重心)を結ぶと中線(頂点と対辺の中点を結んだ線)になります(図4)。三本の中線は一点で交わり、その点が重心になります。

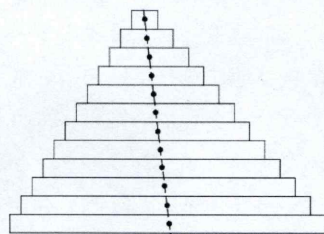


図4 棒の集まりとしての三角形と中線

重心を指先や細い棒の先に乗せるとつり合いが取れることが確認できます(図5)。

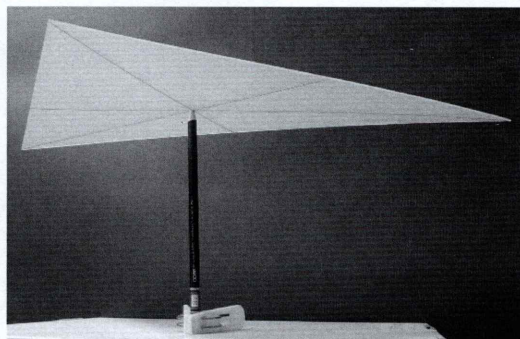


図5 鉛筆の芯の上でつり合いがとれた三角形

3. 物体の外にある重心

円筒形の重心は円筒の中心にあります。つまり物体の外に重心があることになります。ステンレスの円筒の真ん中に割箸をはめ込んで、その真ん中を支えたとつり合いが取れるので、重心が物体の外にあることが確認できます(図6)。

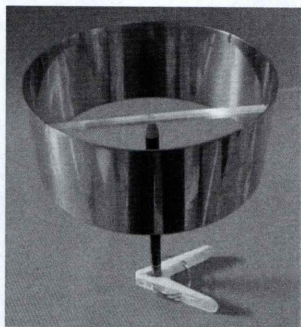


図6 円筒の真ん中に割箸をはめ込んで鉛筆の芯で支えた

4. 自分の体の重心を感じてみよう

①体を左右に傾けた時の重心の移動を体感

両足でまっすぐ立った状態では、両方の足の裏に同程度の力を感じます。体を徐々に右方向に傾けると、右足にだんだんと力を感じるようになります、ついには左足が地面から離れ、全体重が右足にかかります。この過程で自分の重心の位置の移動を感じます。左に体を傾けた時も、同じように重心の移動を感じます。

②椅子から立ち上がる時の重心の移動の体感

いすに深く座った状態から立ち上がる時の頭の移動と重心の移動を感じて記憶します(図7)。

椅子に深く座って頭の位置を前に移動させないようにしたら、立ち上がれないことを確認します。図7の左端の図の姿勢を保ったままでは、重心が足裏よりも後方にあるので、立ち上がることはできません。

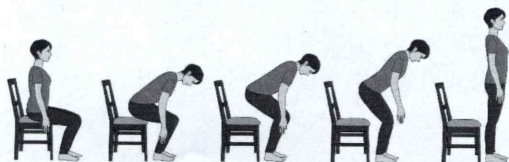


図7 椅子から立ち上がる際の頭の動き

③マイケル・ジャクソンのゼロ・グラヴィティの謎解き

ゼロ・グラヴィティはマイケル・ジャクソンのダンスパフォーマンスで、両手両足を揃えて起立した状態から、踵を支点にして身体を前方へゆっくり傾けていき、斜め45度の角度で静止した後、また元の体勢へ戻るという一連の動きです(2)。この動きは重心の視点からはあり得ない動きで、まるで重力が無いように見えます。実は、舞台の床と靴のかかとに細工をした米国特許をとったイリュージョン技術です(3)。

5. 重心を意識してバランスさせよう

以下を行いました。いずれも良く知られていますが、初めて行くとすぐにはできないので楽しめます。

①ビールのアルミ缶立て

ビールのアルミ缶の底に段差があるので、斜めにすると2点で支えることになります。缶内の液量を調整すると、この2点の間上方に重心がきます。この条件を満たす液量の時に、缶を斜めに立てることができます(図8)。

ビールの缶は倒れた時に液がこぼれ出すので、底に段差があるキャップ付きアルミ缶を用いると、子どもたちにも安心して試してもらえます。



図8 斜めに立っているビール缶

②フォーク弥次郎兵衛

2本のフォークを硬貨1個と組み合わせてコップの端などでつり合わせるすることができます。少し難しいですが、慣れると簡単にできるようになります。コップの端よりはスチール缶の方

が摩擦が大きいのでバランスさせやすいです (図9)。

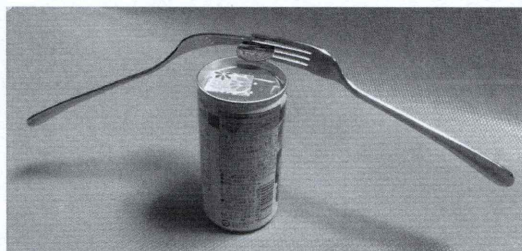


図9 スチール缶の端で釣り合ったフォーク

③板のせり出し

板をすこしづつずらして乗せると、一番上の板は支持台の端よりも外側になります。スチロール板 (20cm×3.5cm×0.5cm) を6枚重ねた写真を図10に示しました。

計算によれば、上の板の重心が下の板の端に来るのは上から順に板の長さの1/2、1/4、1/6…になります (4)。

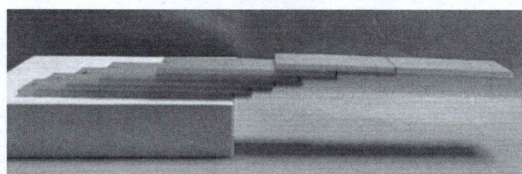


図10 板のせり出し。最上段の板は支持台の端よりも外側にあることに注目

④2本の割箸とタコ糸でペットボトルを吊す

割箸2本、紐1本、輪ゴム1個で水の入ったペットボトルを吊すことができます (図11)。真上から見ると、斜めの割箸が押してペットボトルが支点よりも奥にあり、重心が支点の下方にあるのがわかります。

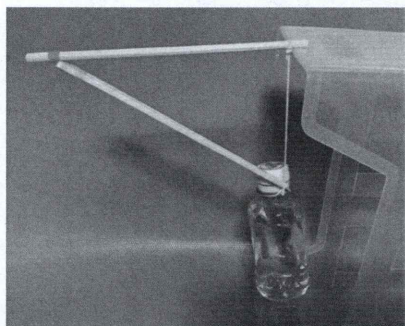


図11

6. 科学おもちゃ作り

①カプセル逆立ちゴマを作る

カプセルトイのカプセルは対称性が良いのでぶんぶんゴマの良い材料になります。また、内部の底に粘土などの重しを付けて絵を書けば起き上がり小法師になります。

球形のカプセルで二つに割れるタイプは突起が無いので、逆立ちゴマの材料として最適です。カプセルを開けて底にひつつきむし3〜4欠片を重しとして貼りつけます (図12左)。そのカプセルの外側には目印のために赤丸シールを貼ります (図12右)。



図12 左：カプセルの内側、中央の白い部分は重しのひつつきむし
右：外側、赤丸は丸シール

図13左は回転していない状態での写真で、重しがあるほうが下になります (重心はなるべく低い位置に来る)。回転中の写真は右図で、回転軸が逆立ちして、重しのひつつきむしの付いた側が上になり、赤丸シールが見えるようになります。コマは回転すると重心をなるべく上にする性質があります (5)。

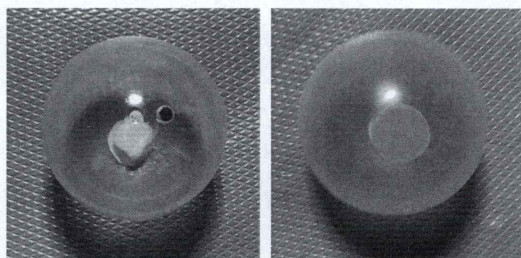


図13 左：静止状態 右：回転状態の写真

②鳥や蝶々のコマを作る

普通のコマの形は円形などの回転軸を中心とした回転対称になっています。回転対称でなくても軸が重心を通っていればよく回ります (図14)。



図14 変わりごまのイラスト

重心は、重りの付いた糸で鉛直方向を出す方法で決めました（図15）。具体的には①スチールブックエンドの上端に消しゴムを両面テープで貼り付ける、②画びょうに重りの付いた糸を付ける、③コマの端の2か所に画びょうが通る穴を開ける、④②で作った画びょうをコマの穴に通してから消しゴムに差し込む、⑤コマの端に糸の位置を印す、⑥コマを外して穴と印の間に線を引く、⑦コマのもう一つの穴について同じことをする、⑧2本の線の交点が重心。

重心に小さい穴を開けて爪楊枝を通して先端を1cm程度出す（短い方が安定して回ります）。瞬間接着剤で爪楊枝を固定します。数分間放置して接着剤が固まったら、爪楊枝を2cm程度で切断して軸を短くします（短くしたほうがよく回ります）。図16に回転状態の写真を示しました。

<参考図書等>

- (1) 『改訂版物理』国友正和他著、数研出版、2018
- (2) ゼロ・グラヴィティ、ウィキペディア
- (3) Method and means for creating anti-gravity illusion
<https://patents.google.com/patent/US5255452>
- (4) エ？崩れない！本の世にも奇妙な奇妙な重ね方
https://phys-edu.net/wp/?p=29039#google_vignette
- (5) 『コマの科学』戸田盛和著、岩波書店、1980

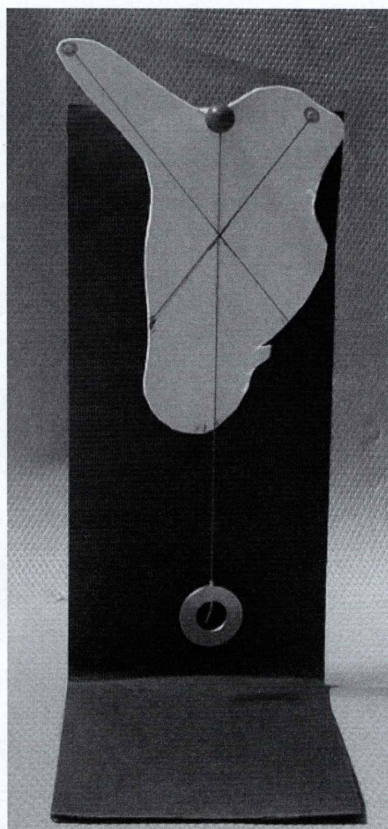


図15 3本目の線も重心を通ることが確認できます（重心を求めるだけならば2か所で良いです）

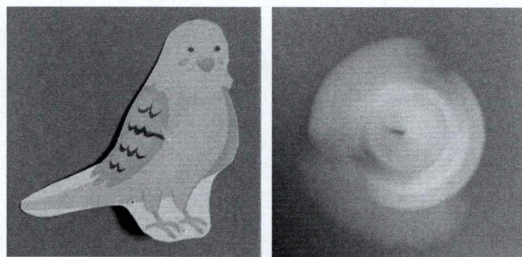


図16 左：静止状態 右：回転状態の写真