

はじめに

教員をしながら、子供達が興味を持ち、しかも理解し易く、かつ、おもしろい実験を授業に取り入れるようにしてきました。実験をしていると、これは純粋におもちゃとしても十分楽しめるな。というものがよくあります。考えてみると、おもちゃは科学知識の塊のようなものです。子供達も食いつきやすく、遊びながら科学の本質に迫ることができます。そんなおもちゃを取り上げた実験集です。

おもちゃの原理を見ていくと、小中高の内容を超えているものも多くあります。逆に最先端の科学を応用しているものさえあります。実験を通して、そんな原理にも触れながらできるだけ分かり易く、できれば最新の科学の導入にもなればと、この本にまとめました。ですからあまり学校では使わない科学用語もたくさん出てきます。

また、学校現場ではこんな実験をしたいけど器具・薬品が足りない。お金もない。教員をやっていると、よくあることです。お金をかけずに実験をするということは私の教員生活にとって重要なことでした。紹介した実験は台所や 100 円ショップなどで間に合う最低限の器具や材料をできるだけ使うようにしています。また、JICA でエチオピアの理科支援に関わりました。やってみると何のことはない、現地で一番必要とされることは、あるもので工夫して実験するという。まったく、今まで日本でやってきたことでした。エチオピアでの様子も途中に入れました。気分転換にお楽しみください。

この実験集は、私自身がこんな実験集が欲しいな。という思いで書きました。ですから、ちょっとプラスアルファの実験を授業に加えたい、違うアプローチで授業を組み立てたい、海外で JICA などの理科教育支援を考えている、科学教室などで使えるおもしろ実験を探している、科学クラブや自由研究で面白いテーマを探しているなどの非常にニッチな必要性のある方々に、お勧めの内容です。尚、科学の広場、中学校編に登場している実験と重複するものありますがご了承ください。

水村 孝

第一章 空飛ぶおもちゃ編

タンブリンググライダー p 4、マグヌスカップ p 5、紙ジャイロ・紙ジャイロランチャー p 6、空飛ぶコマ①② p 7、牛乳パックトンボ・エアウイング p 9、アルコールロケット・水素爆発 p10、ブーメラン p11、紅茶・お花紙ロケット・上昇気流 p12、手作りドローン・紙コプター p14、着地ネコ p15、風船ロケット①② p16、スーパーボールロケット①② p17、空気鉄砲・雲を作る p19、アルソミトラグライダー①② p20、くるくる風船・ふうふうピンポン p21、

第二章 音と振動のおもちゃ編

ストロー笛・音を目で見る p22、ストロー笛 2・音速の変化と音 p23、ウグイス笛① p25、ウグイス笛② p26、いろいろ糸電話・圧電マイク p27、ダンシングスネーク p28、クラドニ図形・本格クラドニ図形 p30、タピオカトロンボーン p31、うるさい紙コップ p32、ブンブン風船 p33、がりがりトンボ・ブラシ虫 p35、パイプ打楽器 p36、声コプター・グラモフォン p37、ボイスチェンジャー・エコーマイク p39、

第三章 動きを楽しむおもちゃとその他編

とことこウサギ・ぴよんぴよんウサギ p40、かたかたキツツキ p41、とことこ馬 p42、でんぐり返し人形 p44、踊るセロハン人形・水に咲く花 p45、念力おもり・ペンデュラムウエーブ p46、連星ゴマ・逆立ちリングゴマ p47、セメダイン船・アメンボ p49、水中シャボン玉 p50、浮沈子・逆浮沈子 p51、ペットボトルでアクセサリー p53、プラスチックリサイクル p54、浮かぶ絵と消える絵 p55、クリスマスツリー p56、われない風船・弾まないボール p57、

第四章 磁気・静電気のおもちゃ編

空き缶ころがし・静電ベル p58、一反木綿・ボトルの中は大嵐 p59、百人おどし p60、ゆらゆらUFO・くるくるスケーター p62、リニアモーターカー？・かんたん電磁石 p63、コヒーラ・最低限の無線通信 p64、ワイヤレス充電器 p66、単純モーター・単極モーター p67、電気モグラ・横モグラ p68、ゲルマニウムラジオ p69、光通信 p71、永久ゴマ p72、ふわふわ静電気・天使の輪っか・静電シャボン玉 p73、ガウス加速器？・ぴょんぴょんウサギ2 p75、

第五章 光を楽しむおもちゃ編

ピンホールカメラ・ピンホールメガネ p76、カメラ・凸レンズづくり p77、望遠鏡①② p78、ガラス玉顕微鏡 p79、ガラス玉顕微鏡② p81、スマホ顕微鏡 p82、偏光万華鏡 p83、鏡の要らない万華鏡 p85、透明人間参上 p86、光の箱 p87、

第六章 人間の感覚を利用したおもちゃ編

VRゴーグル p88、ホログラム p89、アナグリフ p90、変身立体 p91、左右が入れかわる変身立体 p92、ハイパーカード p93、ゾートロープ p95、フェナキスティースコープ・ソーマトロープ・立体ゾートロープ p96、逆回転コマ p97、ベンハムのコマ p99、熱くない炎と冷たいお湯・温度の変化する輪ゴム p100、

エチオピア教育事情・・・8、13、18、24、29、34、38、43、48、52、

61、65、70、74、84、94、98

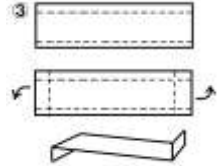
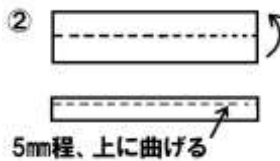
実験 No.1 - 01 タンブリング グライダー (科学用語: 揚力)

回転しながら、ゆっくり飛ぶグライダーで、板を持って後ろから歩くと飛び続けます。

準備 B5以下のトレーシングペーパー、電話帳の紙(NHKの語学テキストもよい)

実験 ①紙を横向きに置き、高さ1/3で切り、細長い紙を用意します。

②半分に折り、重なった部分を5mm位上に飛行機のフラップのように折り曲げます。

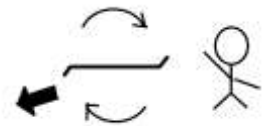


③広げて、左右の端を上向きと下向きに2cm程度折ります。

④グライダーの真ん中(フラップが上向きの方)を持ち軽く下向きに離すと回転しながら斜め前に飛びます。



原理 回転しながら流体中を動く物体には進行方向・回転軸に対して垂直な力がかかります。この場合は揚力(上向きの力)がかかります。グライダーの上側では空気の流れと回転方向が重なり、空気の速さが大きくなり、下側では反対方向の為に遅くなります。このため圧力差が生じて、上向きの揚力がかかります。ここでは、「なんとなくそういうものなんだ。」という程度構いません。



その他 グライダーが左に曲がる時: 右側のフラップの角度を大きくして右側が前に進む速さを遅くします。逆に右に曲がる時は左側を調整します。

飛び続ける!! タンブリング グライダー

タンブリンググライダーの一番の楽しみ方は、ずっと飛ばすことにあります。グライダーを離すと少しずつ斜め下に落ちていきます。

後ろから、段ボールの板などを斜めに持って上昇気流を当てながら歩くと、ずっと飛びます。電話帳の紙などで作った軽いものはゆっくりと歩きます。

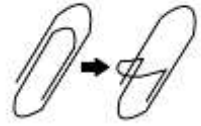


実験 No.1 - 02 マグナスカップ (科学用語: マグナス効果)

紙コップが回転しながら、揚力を受け、ふんわりと浮かんで飛んでいくおもちゃです。

準備 紙コップ2、セロテープ、クリップ、輪ゴム4

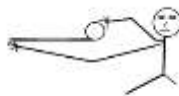
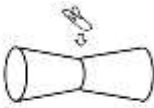
実験 ① クリップを図のようにペンチで曲げます。



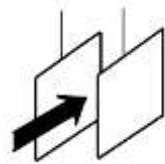
② 紙コップの底を合わせて、セロテープで貼る。この時にクリップも一緒にくっつけます。

③ 輪ゴムを4個つなげて、クリップに引っ掛けて紙コップに3~4周まきます。

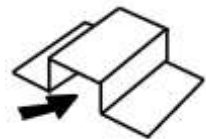
④ 輪ゴムを持った手を前方に、コップを持った手を手前にしてコップを離します。コップは上向きの揚力を受けながらふんわりと飛んでいきます。利き手でコップをつかみ、反対の手で輪ゴムを前に伸ばすと、うまく飛ばせます。



原理 回転する物体が流体中にあると流れと回転軸に垂直な方向に力を受けます。これをマグナス効果といいます。上の右側の図を見てください。空気には粘性がありますから、コップの上側にある空気は回転に引きずられ空気の進行方向の速さが増えます。下側では回転が空気の流れに逆らうことで速さが減少します。速さが大きいと圧力が減少します。結果としてカップは上向きの揚力を受けるとというのが流体力学の説明です。いまいちピンときませんね。



実験で理解 速さの大きい方に引っ張られるということを実験で確かめます。2枚の紙を図のように吊り下げます。真ん中に息を吹き込みます。紙はくっつくようになります。内側では空気の流れが外側よりも速くなります。この為に圧力が小さくなるからです。 または、紙で図のようなトンネルを作り、トンネルの中に息を吹き込むと、トンネルの天井が、地面にくっつきます。



野球のピッチャーの伸びのあるストレートは、この実験と同じで、揚力を受けて落ちにくい球ということになります。変化球が曲がるのもマグナス効果のおかげです。

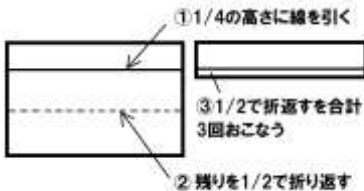
実験 No.1 - 03 紙ジャイロ① (科学用語: ジャイロ効果、慣性)

物体を回転させながら飛ばすことで、遠くに飛ばすことのできるおもちゃです。

準備 コピー用紙、セロテープ、輪ゴム、ホイールなどの紙筒

実験 ①A5の紙を横にして置き、上から1/4の高さに線を引きます。

②残った3/4を半分に折ります。③半分に折る作業を合計3回おこないます。セロテープで円柱形(折り曲げた部分を外側)にします。折り曲げた方を前にして、思い切り、回転させながら投げる。回転をいかに与えるかが、うまく飛ばすコツです。紙のサイズはA5・B5が良いです。作り方は同じです。または、ペットボトルを円柱にし、ビニールテープを巻いて重りにしたものは丈夫で大変良く飛びます。



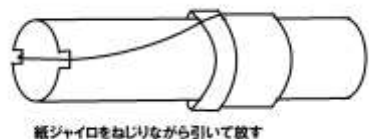
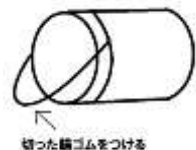
原理 紙ジャイロは真っすぐに飛ばそうとします。原理は回転しているコマを傾けようと押しても、コマは簡単には倒れないことと同じです。回転している物体は一定の姿勢を保ち続けようとする。これをジャイロ効果といいます。運動している物体は運動を続けようとする慣性が原因になります。この性質を利用して、姿勢が変化したことを感知できます。ジャイロセンサーはロケットなどの姿勢制御や、カメラの手振れ補正をします。携帯を傾けると画面が切り替わるのもこのセンサーのおかげですよ。

実験 No.1 - 04 紙ジャイロランチャー

実験 ①紙ジャイロに輪ゴムをつけます。3回折る時にテープで貼ります。

②紙筒に輪ゴムをかける切り込みをいれます。

③輪ゴムをかけてねじりながら引っ張って放します。ジャイロはA6の紙で作ります。よく飛びますのでいろいろな遊びができます。



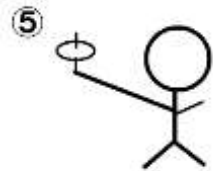
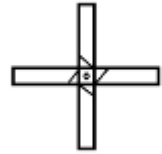
実験 No.1 - 05 空飛ぶコマ① (科学用語：作用・反作用)

回転することで、ヘリコプターのように空を飛ぶ、とても楽しいコマです。

準備) 1×6 cmに切った牛乳パック2枚、つまようじ3 cmに切ったもの

実験)

- ① 牛乳パックを十文字に貼り付けて、中心に穴を開けます。
- ② それぞれの羽の根元の部分に45度の角度で線を引きます。
(図は上から見て右回転すると飛びます。)
- ③ つまようじを刺して、それぞれの羽を地面から45度位に上向きに曲げる。曲げ具合は4枚とも同じようにします。
- ④ 机の上で右回りにコマを回すと数十cm飛び上がります。
- ⑤ コマをカサのように持って、反対(左回り)に回しても飛びます。この方がよく回転するために1m以上飛びます。



その他) 紙の材質、羽の長さ、角度を子供達に工夫させて、いろいろと調べさせるとおもしろいと思います。はがきの紙が非常によく飛びます。



原理) コマの回転で下向きに空気が送り出されま

す。その力(作用)を受けたまわりの空気が押し返す力(反作用)で飛びます。ロケットも噴き出したガスの力の反作用で飛んでいきます。

実験 No.1 - 06 空飛ぶコマ②

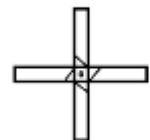
準備) 幅0.5 長さ4 cmの十文字型に切った書類をはさむファイル、ストロー

実験) ①ファイルの十文字形に切ります。

② 穴を開けずに、釘などで中心にでっぱり(回転軸)を作ります。

③ 羽を地面と45度に折ります。

④ 回転軸を下にして机に置き、上からストローで息を吹き込み回転させます。回転がある程度以上になると飛び上がります。ただし、息を思いっきり吹き込んだら、パツと止めます。吹いたまま、では飛びません。

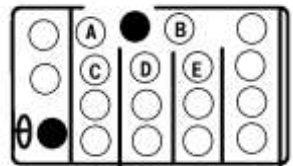


エチオピア教育事情①

ミニバス：アフリカの移動手段は車です。どの国もワゴン車をバスとして使います。ワゴン車に何人くらい乗ると思いますか。日本だったら2・2・2・3で定員9人といったところでしょうか。エチオピアは座席を付け足して5列です。膝が前の座席に当たります。短距離の時は、みな詰めて座ります。



運転手さんと車掌さんを入れて21人でした。黒丸は運転手と車掌さんです。Aは座席の後ろの床に反対向きに座ります。座り心地は悪いのですが、他の乗客とくっつかなくて良いのである意味人気があります。Bは普段車掌さんが座っている空き缶です。混雑すると車掌さんは立ち、乗客に座らせませす。Cはシルバーシートです。たまにですけども、私も譲られました。シートには3人ずつ、最後尾は4人座ります。これで19人、あと2人はC・DまたはEのどれかの人の膝の上に座ります。子供とたまに女性が座らされます。女性によっては嫌だと言って次のミニバスにする人がいます。当然ですよ。降りたいときには「ワラジ！」というと止まってくれます。街中で乗ると4ブル(16円)程度でした。今はブルがもっと下がってますから10円くらいでしょうか。



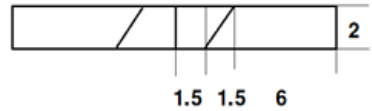
ミニバスと呼ぶのは日本人でエチオピア人はタクシーといいます。ホテルで、国立博物館までの道を教えてもらいました。フロントの青年は大通りで手を上げて「アラットキロ」と言えばすぐタクシーが載せてくれる。10ブルもあれば十分だ。」と教えてくれました。その通りにタクシーに乗ると代金が200ブル！ぼったくりです。ミニバスではなく本物のタクシーに乗ってしまったんですね。タクシーは乗る前に必ず交渉します。200ブルは外国人価格ですが、許せる範囲だそうです。タクシーもミニバスも70~80年代のものが走ってます。トヨタは大人気です。日本は知らなくてもトヨタはみんな知っています。大事に大事に乗ります。一度ミニバスで運転手の隣に乗って、ドアをボタンと閉めたら、ものすごく文句を言われました。ドアはそっと閉めるもので音を立てるなど、とんでもないことなのです。

実験 No.1 - 07 牛乳パック竹とんぼ (科学用語:トルク・カルマン渦)

竹とんぼも牛乳パックで作ると簡単に作ることができ、楽しめます。

準備 2×18 cmの牛乳パックの羽、太めのストロ

ー15 cm、ビニールテープ、ホチキス



実験 ①羽に図のように線を引きます。

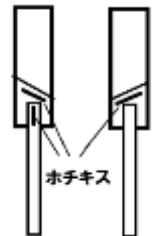
②ストローに縦 1.5 cmの切込みを入れます。

③切れ込みに羽を入れて、ホチキスで3カ所固定します。特に羽を折り曲げる線に沿って両側をしっかりと止めてください。

④ 羽を折り曲げます。飛ばしてみるとほとんど飛びません。

⑤羽が軽すぎて回転する力(トルク・モーメント)が小さいので羽の先端にビニールテープを1回巻きます。

⑤ ストローを両手で挟み、勢いよく回して飛ばします。



原理 空飛ぶコマと同じで押し出した空気の反作用で飛びます。回転する機械、車・ドリル・モーター・草刈り機・・・などはその回転のパワーをトルクで表します。この竹とんぼの空飛ぶパワーを上げるには、回転数を多くする・羽を重くする(外側が重くなるとさらに良い)とトルクが増します。また、空気などの流体中で運動するとカルマン渦というものができて動きを邪魔します。羽の角をハサミで切り丸めるとできにくくなります。紙の材質、羽の長さ、羽の角度・・・色々試して飛ばしてください。

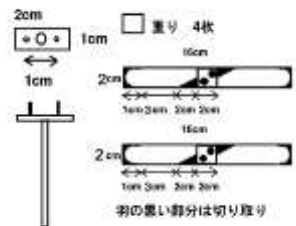
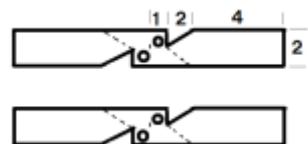
実験 No.1 - 08 エヤーウイング

発射台の工作が少し難しくなりますがよく飛びます。

準備 カラー工作用紙 2×14 cmを2枚、太い竹ひご 15 cm、細い竹ひご 1cmを2本、木片

実験 ①図のようにカラー工作用紙を切ります。②羽の真ん中2カ所にパンチで穴を開けます。③2枚を重ねて接着し、点線を折り羽に角度をつけます。羽の先端にはトルクを大きくするためにおもりをつけます。乾いたら羽に角度をつけます。④発射台を図のように作ります。

⑤発射台に羽を乗せて勢いよく回転させて飛ばします。



実験 No. 1 - 09 アルコールロケット (科学用語: 燃焼・熱膨張・爆発限界)

エタノールの気体を燃焼させて、天井まで紙コップロケットを飛ばします。

準備) スクリュー型アルミボトル、紙コップ、ライターor 圧電発火器

実験) ①ボトルの下の方に 2×2 cm程度の穴を開けます。

②口臭予防スプレーにエタノールを入れ 3 回程、噴霧します。または、スポイトで 1ml 入れて、ボトルを回して全体になじませて、余分なエタノールは取り出します。

③紙コップでフタをし、両手でボトルを 20 秒程温めます。

④ボトルの穴から点火します。音と共に飛んでいきます。



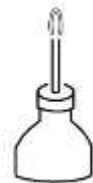
原理) 物質が酸素と激しく反応し光や熱をだすことを燃焼といいます。気体が燃焼すると二酸化炭素や水蒸気が発生して体積が増えるとともに温度上昇することで熱膨張します。通常は熱膨張しても特に問題はありますが、容器などに閉じ込めた状態で燃焼させると、弱い部分から容器を破壊し音を立て爆発することもあります。この実験ではボトルの口の部分から噴き出したガスによって紙コップを数 m の高さまで飛ばします。

気体は空気との接触面積が大きい為にいったん燃焼すると、ものすごいスピードで伝播します。ガソリンエンジンはこれを車を進ませる動力にします。爆発は気体と空気の混合比がある割合 (爆発限界) の時に起こります (エタノールは 3.3~19vol%)。また、ガスの爆発事故を防ぐ目的でガスにはにおいが付けられています。

実験 No. 1 - 10 水素爆発

準備) ペットボトル、ガラス管、水素ボンベ

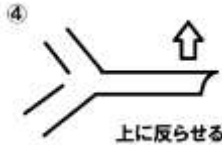
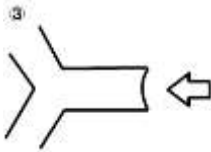
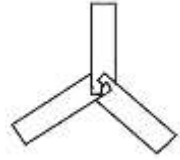
実験) ①ペットボトルを上の方で切り、50ml 程度の容量にし、ガラス管をフタにつけます。②水素をゆっくりと下から入れて、容器を水素で満たします。勢いよく入れると空気と混ざり、点火と同時に爆発し危険です。必ず授業をする前に何回か練習して下さい。③ガラス管に点火します。初めは水素だけが燃焼します。その後下から空気が入り込みます。水素と空気の混合気体になり、激しい音と共に爆発します。水素の爆発限界は 4~75vol%と幅広く、爆発等級も 3 で最上位です。



実験 No.1 - 1.1 ブーメラン (科学用語：首振り運動)

投げると戻ってくるブーメラン、かっこいいですね。

準備 はがき、工作用紙などの厚紙を 3×12 cm(あまり大きさにこだわらずに手に入る紙を使う)3 枚



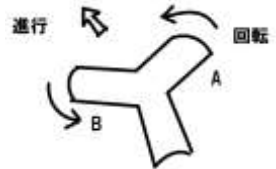
実験 ①3 枚重ねて縦に切り込みを 1cm 程入れます。

②3 枚を重ねてホチキスで固定します。

③羽を湾曲させます。曲げすぎないようにします。

④羽を根元から、湾曲している上の方に反らせます。

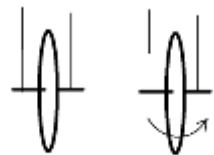
⑤羽を右投げの人は右上にねじります。



投げる時は湾曲した面を自分の方にし、ブーメランを垂直に立てます。手首で縦に回転をつけて投げます。曲げ・反り・ねじりが大きすぎると失速します。また、ビニールテープを羽の先にまくとトルク(回転するエネルギー)が大きくなるので、戻りにくくなります。ブーメランの飛ぶ回転半径が大きくなります。

原理 飛んでいると、AB の羽で揚力の差ができ、A が持ち上がります。この時コマと同じで、回転軸が倒れる向きに力が加わり首振り運動をします。これが連続して元の位置に戻ってきます。いまいちピンときませんね。

実験で理解 天井から 2 本の紐で一輪車(コマ)を吊り下げて回転させる。一本の紐を切ると、重力で一輪車(コマ)が下に落ちると思いますが、落ちません。ブーメランと同じように



のように回転軸に垂直な力を受けて、一輪車(コマ)は落ちずに一本の紐に支えられて、横方向に回転を始めます。これを首振り運動と言います。ブーメランもこの原理で戻ります。大きい一輪車(コマ)でおこなうと大変見ごたえがあり、びっくりする実験です。この実験用の一輪車も教材会社で販売しています。

実験 No. 1 - 1 2 紅茶・お花紙ロケット (科学語句：上昇気流・ラジオメーター)

紅茶のパックを開いて燃やし、飛ばします。

準備 ティーバック、はさみ、マッチ

実験 A:①ティーバッグの上の部分を切り、中の紅茶(飲んでね)を出します。

②筒を円筒状にし、立てます。

③上の部分に火をつけます。燃え残りが上昇気流に持ち上げられて飛んでいきます。

以前はこのようなすると飛ぶものがほとんどでしたが、最近は紙の材質が変化し、飛ばないものがほとんどになりました。

B:④筒の下側に図のように切り込みを入れます。これを立てて、火をつけると、上昇気流が内部にも入り飛びやすくなります。しかし、それでも飛ばない紅茶パックもあります。困ったものです。



C:お花紙ロケット

入学式で花を作るお花紙を半分に切ります。それを三角柱にして軽くのりで止めます。後は火をつけると、必ず飛びます。炎が大きくなるので、周りに気をつけて下さい。

実験 No. 1 - 1 3 上昇気流を見よう

準備 電話帳などの薄い紙、待ち針、消しゴム、プラスチックコップ

実験 ①薄い紙 (NHK 語学テキスト、トレーシングペーパー) を 3 cm 四方に切ります。

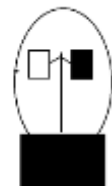
②図のように四つ折りして黒い部分を切り風車を作ります。

③風車(羽のねじりを忘れずに)を虫ピンで消しゴムに固定します。

④プラスチックコップの底を切り、コップを浮かせた状態で風車にかぶせて、両手で温める。内部にできた上昇気流で風車が回ります。



クルックスのラジオメーター：真空に近いガラス管内に表面を黒く、裏面を白く塗った羽根車を用意する。光をあてると黒い部分の近くの気体の運動が活発になり、その気体の分子が衝突することで羽根車が回ります。光エネルギーが運動エネルギーに変換されます。



エチオピア教育事情 2

ミニバス 2 : 長距離移動のミニバスは外見もよく、性能もかなり上です。金土日は泊りがけて 2 つの教員養成校に実験授業に行きます。朝 9 時ごろ出発します。アビ・アディへ昼に到着、美術を教えているシニアの岡村さんのいる教員養成校で午後から授業、時々、お宅で昼食をごちそうになります。お礼として、アビ・アディで手に入らない野菜果物などを持っていきます。レストランに案内されるとがっかりします。

レストランはインジェラばかり、田舎に行くほど酸っぱくなります。いまだに攻略できません。テフという穀物を発酵させて粉にし、水に溶いて鉄板で焼く。上に野菜等をのせる。お好み焼きのようなものですが、酸っぱい。口に合わない。うまいという隊員もいますが、信じられない。雑巾のようだという人もいます。賛成です。



毎週授業をしに来るのに、「今日授業でしたっけ」とよく言われます。日程表も貼ってあります。帰りがけには必ず次週の教科も確認して帰りますがこんなものです。生徒は実験をほとんどやったことが無いから、とにかく食いつきがいい。何を教えても喜びます。夕方ミニバスでさらに北のアドワへ移動 3 時間ほど移動いつも同じホテルです。必ず部屋を確認します。便座がついているか。温水シャワーがでるか。テレビは点くか。今回は便座は無しですが他は合格です。翌日は午前午後の計 2 クラスです。

日曜日にアディグラツ経由でメケレに戻ります。エチオピア北部をぐるりと一回りします。家に帰ると服を全部水につけます。南京虫がよくいます。大きさ 1cm くらいに育った奴がおなかに食いついていることも、日本でも昔はいました。久しぶりの対面です。ミニバスです。とにかく密着して座るから、南京虫も移動が楽なのでしょう。虫対策も段々いい加減になっていきます。後半は服を水につけなくなり、心なしか南京虫にも食われなくなった気がします。

実験 No.1 - 14 手作りドローン

少し、工作が難しくなりますが、完成させた時は満足感一杯のドローンです。

準備 牛乳パック 2×18 cm 2 枚、タピオカ用太いストロー、ビーズ大小各 1、クリップ 1 輪ゴム 6、エナメル線 5 cm

実験 ①羽に小さい穴を開け、もう一枚にはストローの大きさの穴を開けます。

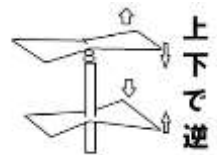
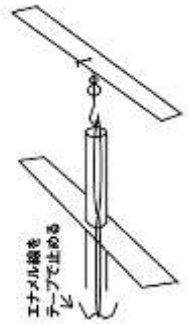
②クリップを図のように羽の幅に合わせて曲げ、ビーズを入れてゴムをかけられるよう



に曲げます。ビーズは大小 2 つをつけた方が回転が良くなります。

③輪ゴムは 2 つつなげたものを 3 組用意して、入れます。ゴムの下の部分の固定はエナメル線を通し、テープで固定します。

④羽に角度をつけます。上下で逆にしないと安定しません。下の羽もテープで固定します。150 回程度巻いて飛ばします。牛乳パックの紙は丈夫ですが重いので、他の紙も試してください。



原理 ヘリコプターの羽が回転すると、その反作用で機体が反対方向に回転します。それを止めるためにヘリコプターにはテイル

ローターがついていて、機体を安定させています。このドローンでは機体(ストロー)に反対方向に羽を取りつけることで逆回転を打ち消しています。もし、機体の逆回転をそのままにしておくと、羽が回転するよりも、ストロー(機体)が回転することにゴムのエネルギーが使われてしまい、揚力を得られません。下の羽を取り外して実験するとよくわかります。

実験 No.1 - 15 紙コプター

(1) 3×10 cm程度の紙を図のように入りこみを入れます。



(2) ABをつまみホチキスで止めます。上から落とすと紙コプターになります。紙を大きくするときは重りを重くします。羽の角度等の調整をせずに簡単に飛ばせます。

実験 No.1 - 16 着地ネコ (科学語句：重心・角運動量)

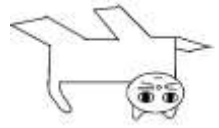
くると回って足から着地、体操選手のようなおもちゃです。

実験) ネコの型紙を切ります。足を交互に広げて落とします。背中から落としてもくると回転して着地します。

原理) ①足を下にした状態で落とすと、そのまま落ちていきます。これは、重心が下にあることと、足にかかる空気抵抗が左右でほぼ同じこと、胴体が飛行機の尾翼の役目をするの3つが重なったことのようにです。

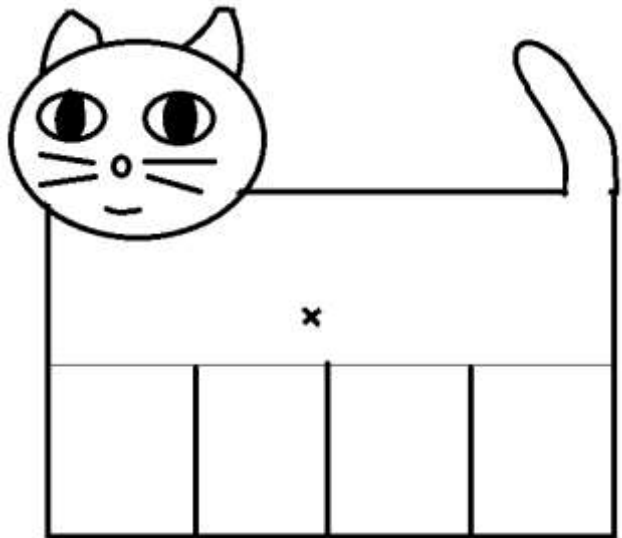
②背中を下にして落とすと、少しでも斜めに傾くと、空気抵抗による力が上向きに、重心にかかる重力が下向きにかけられ、回転し始め、足を下にした安定した状態になるようです。

その他) 下の型紙で実験してもいいのですが、自分で作る楽しみもあります。足の長さや胴の長さは同じか、やや胴を長くする。そこに、頭と尻尾をつける。大きさも変えて自由に工作してください。



実際のネコの着地問題：どのように回転して着地をするかは 300 年間、色々な科学者が議論してきました。議論

の中心は角運動量(回転する時の勢い)の保存から、上半身を回転させると、下半身は反対方向に回転し足を下にできない。ということです。尻尾を回転させて落ちる。落ちる瞬間に何かを蹴る。色々な仮説が出ました。写真が撮れるようになり、1935 年に、くの字にした上半身、下半身を別々に回転させることで慣性モーメントをコントロールして回転しているとの結論です。



実験 No. 1 - 1 7 風船ロケット① (科学語句：ジャイロ効果、反作用)

思いのほかよく飛んで、大興奮間違いなし！

準備 長風船、A5 サイズ画用紙、セロテープ

実験 ①風船は半分の長さに切る。膨らませてしぼります。

②A5 サイズの画用紙を横に置いて、羽、おもりを切ります。

たくさん作る時は下の型紙のように切ります。

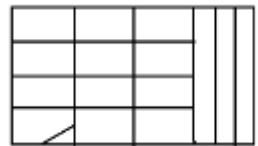
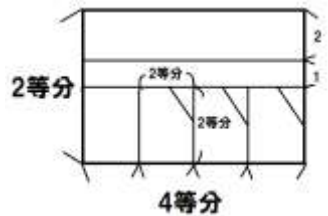
③羽を 5 mm の所で折り曲げてのりしろをつけます。最後尾から 10 cm 程離してバランスよくテープでつけます。

④羽を点線で斜めに曲げ、回転する力を与えます。

⑤おもりは羽を取った残りの紙を 2 : 1 に切った細い方を先端から 5 cm に巻きます。

飛ばし方) 人差し指をロケットのおしりに埋め込んで放して飛ばします。たくさん作る時は、A4 サイズの画用紙で 3 組分切ります。

原理 羽が姿勢制御をします。尾翼としての役割と、折り曲げてロケットに回転を与えて、ジャイロ効果(回転するコマは倒れにくい)で直進性が増します。飛ぶ力はゴムが人差し指を押す。その反作用で指がロケットを押す力で飛びます。



実験 No. 1 - 1 8 風船ロケット②

準備 風船、ストロー、紙、テープ

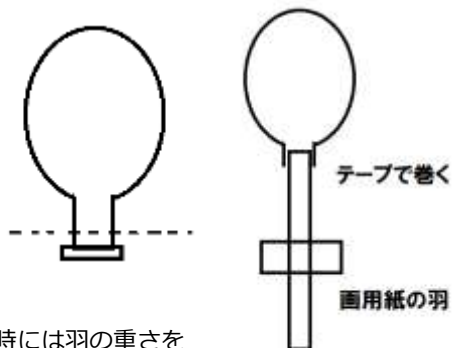
実験 ①風船の口の部分を切ります。

②ストローを入れて、テープでしっかり巻きます。

③ストローに羽をつけます。

風船を膨らませて放します。うまく飛ばない時には羽の重さを重くします。

原理 風船内の空気を吹き出して (作用)、周りの空気から受ける反作用の力で飛びます。羽はおもりとしての役割が大きいです。



実験 No.1 - 19 スーパーボールロケット(科学語句:エネルギー、エネルギーの変換)

小さなボールがロケットのように飛び出します。

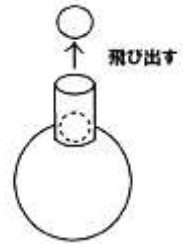
準備) スーパーボール大小)、画用紙

実験) ①画用紙でボール小より少し大きな筒を作ります。

②筒をボール大に取り付けます。

③ボール小を筒に入れて、ボール大と真っすぐに落とします。

床に衝突した瞬間にボール小がロケットのように飛び出します。



原理) 高いところにある物体は位置エネルギー(ものを動かしたりすることのできる能力)を持っています。大きいボールの持っていた位置エネルギーが床に衝突した際に、小さいボールに運動エネルギーとして与えられます。位置・運動エネルギーは質量に比例します。直径2倍のボールは 2^3 倍=8倍のエネルギーをもちます。もし、全てのエネルギーを小さいボールに与えるなら10cmの高さから落とすと80cm飛ぶ計算になりますが、それ程は飛びません。エネルギーはこのようにいろいろな形に変換することができます。例えばダムに貯めた水の位置エネルギーが落下して運動エネルギーになり、その力で発電機を回して電気エネルギーになり、私たちが利用しています。

実験 No.1 - 20 スーパーボールロケット2

準備) スーパーボール大小、ストロー、竹串、糸

実験) ①ボール小に竹串がなめらかに通る穴を開けます。

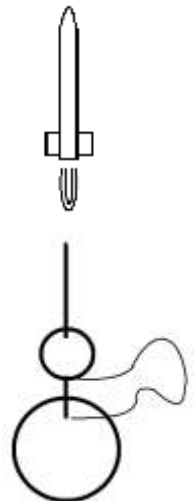
この穴のなめらかさが、ポイントになります。

②竹串をボール大に埋め込み固定します。

③ボール小に糸をつけ上の実験のように2つ一緒に落としても小さいボールが竹串から飛び出さないようにします。

④ストローで小さなロケットを作ります。尾翼も付けます。

ボール大、ボール小、ロケットを竹串にのせて真っすぐに落とすと、ボール大のエネルギー→ボール小→ロケットと伝わり、勢いよくロケットが飛びます。かなり飛びますので、ロケットの先端は丸くして下さい。



エチオピア教育事情 3

お店(スック) : ジンマで借りた家の前にお店がありました。お店はエチオピア語でスックといいます。私はキオスクが語源でスックになったと思います。店は幅 1.5 奥行き 1m 程のキオスクと似た、とても小さなものです。市の中心部から離れるとスックだけになります。もっと田舎になると露店だけになります。スックは野菜、お酒から生活用品一般までほとんど手に入ります。ビールももちろん売っています。

ビール(ピラ)は冷蔵庫でギンギンに冷えています。栓を開けた瞬間に凍ることもよくあります。過冷却の実験に最適ですが、凍るとうまみが飛び出してしまい残りの氷はまずいので、栓を開ける前にこのビールは凍るかどうかを見分けます。危ないビールはしばらく放置して温めます。330ml の瓶で 12 ブル(48 円)で本当においしいです。

店主は私がビールをまとめ買いするといつも値段を間違えます。5 本を超えるともう適当になります。仕方がないので、ビール何本でいくらになるのか表を作り渡しました。お陰様でそれ以降のやり取りが楽になりました。



メケレでの家の近くにもスックがありました。40 代くらいの店主とその母親でやっています。母親とは言葉が通じないのですが、彼女が頭にけがをした際に止血しました。それ以来、すっかりお気に入りとなり、顔を見ると手を合わせられます。

朝、仕事に行く前にビールや水を頼んでおきます。水は 20 リットルのボトルです。空きボトルと交換です。帰りに寄ると 10 歳くらいの小僧さんが水を家まで運んでくれます。道すがらエチオピア語を習いますが、ちっとも覚えません。覚えれないのが面白らしくあれはなんだと聞いてわからないという私に喜んでます。帰りにご苦労さんと言って 10 ブルあげようとする就多すぎるといいます。ですからいつも 5 ブルあげることにしています。お菓子を一緒にあげます。喜んで帰っていく姿が印象的でした。半年ほどして、今日でお別れだと妻に言ったそうです。100 ブルあげたそうです。店主に聞く教会で暮らすようになったとのこと。

実験 No. 1 - 2 1 空気鉄砲 (科学語句：断熱変化・断熱膨張・断熱圧縮)

これを持たせたら、大興奮間違いなし！

準備 発泡ポリエチレン径 13 mm、ストロー径 10 mm、棒、ビニールテープ

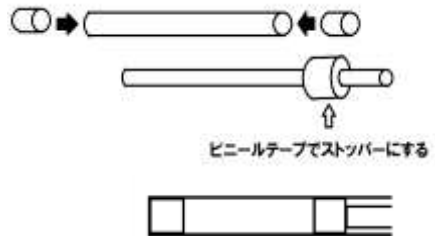
実験 発泡ポリエチレンは、DIY でき間をうめる素材として、棒状 5m で数百円で売っています。①発泡・・・を長さ 1cm の円柱

形にたくさん切る。弾になります。

②ストローの前後に弾を詰めます。

③ビニールテープでストッパーを作ります。

④後ろから棒で押すと、発射します。



原理 図のように棒に押されて、ストロー（シリンダー）内の空気が圧縮されます。圧力が高まり元の体積に戻ろうとして、前の弾を押し飛び出します。空気がかなり圧縮されてから飛び出す気もしますが、ほんの少し圧縮された所で飛び出しています。

断熱変化 外部から加熱・冷却しない気体の変化を断熱変化といいます。実験のように気体は断熱圧縮をすると温度も上昇します。車のディーゼルエンジンは、シリンダーで空気を圧縮し、温度が上がったところに燃料を噴射します。すると燃料が燃焼します。その圧力を使い、車を動かします。東南アジアではこの原理で火をつける発火ピストンというものが使われていました。そこからディーゼルエンジンができました。また、山を越えた風の温度が上がるフェーン現象も、空気が圧縮されるからです。

逆に、断熱膨張という変化もあります。地上の空気が上昇するとまわりの気圧が低くなるために膨張します。この時に気温が下がります。雲ができるのは水蒸気が冷やされて、水や氷になるからです。エアコンもこれらの断熱変化を使い冷暖房をしています。

実験 No. 1 - 2 2 雲を作ろう

① ペットボトルにぬるま湯を入れ水蒸気を満たし、ぬるま湯を捨てます。

② 雲の核になりやすいように、線香の煙を少し入れます。

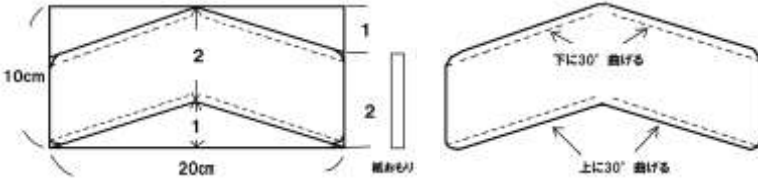
③ フタをし、手で押すと内部が透明になります。急に手を放すと水蒸気が冷やされて水に変化し、雲になります。温度も 2, 3 度下がります。

実験 No. 1 - 2 3 アルソミトラグライダー① (科学語句:アルソミトラ・カルマン渦)

アルソミトラのように、ゆっくり・ゆったりと空を飛ぶグライダーです。

準備 スチロールペーパー(フジカット(株)で検索します)、型紙

実験 ①型紙に合わせて、スチロールペーパー(100 枚 3200 円)を切ります。



②角は丸めることで、カルマン渦(気流後方にできる渦で飛行の妨げ)の発生を抑えます。

③点線で前は下に約 30°、後ろは上に約 30°曲げてフラップにします。

④0.5×6 cm程の紙おもりを作り、グライダーの先端にたらしめます。

⑤上に飛んで失速する:後ろのフラップが曲げすぎ・前のフラップをもっと曲げる・おもりが軽い

⑥下に向かって墜落する:前のフラップが曲げすぎ・後ろのフラップをもっと曲げる・おもりが重い

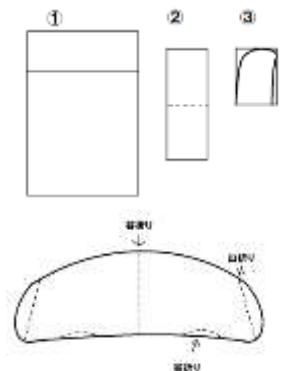


アルソミトラ アルソミトラは東南アジア、オーストラリア、南米に生育するツル植物で、成長すると人の頭程の実をつけます。種子は風に乗ってゆっくりと飛んでいき、生息域を広げます。種子の形状が飛行するのに適した形をしています。グライダーや飛行機にもこの形状が利用され、その羽の形からタウベ(ハト)と呼ばれ、第一次大戦の頃には、ヨーロッパで利用されていました。



実験 No. 1 - 2 4 アルソミトラグライダー②

実験 ①A4 用紙を縦に置き、1/4 を切り取る。②2 つに折り重ねる。③アルソミトラの形に切る。④図のように折り曲げる。⑤おもりはクリップ 33mmのもの、先頭につける。調整が少し難しいです。



実験 No.1 - 25 クルクルドライヤー

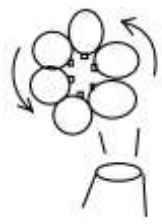
ドライヤーで色々なものを空中に浮かべます。ちょっとしたサイエンスショーにもどうぞ

準備 ピンポン玉、発泡スチロール球、風船、筒、ペットボトル

実験 ①ドライヤーを上向きにして、スイッチを入れます。

②色々なものを風にのせて浮かべます。

③ピンポン玉、スチロール球、風船 8 個位の輪、水を少し入れたペットボトルなんでも浮かべます。ピンポン玉、スチロール球、風船は家庭用のドライヤーで出来ます。スチロール球は 2 つ上下に浮かべると、気流の乱れからか球が入れ替わり見ていて楽しくなります。風船は色もきれいで、イベント向きですね。ペットボトルは強力な風が必要です。フロアーがよいです。



原理 空気は途中に物体があると、その物体に沿って流れます。図のようにドライヤーで球を浮かべると、内側の方が距離を長く通ることになります。流体は全体で流れますから、内側は速さが速くなることで外側と一緒に動きます。そこで、流体力学です。流体の動きがあるところで、流速に差があると流速の速い方が圧力は低くなり、流速の遅い方が圧力が大きくなる。ベルヌーイの定理です。この球は外側の方が圧力が大きく内側が小さくなります。その為に外からの圧力が大きくなり、その場に留まります。



実験 No.1 - 26 ふうふうピンポン

準備 やや太めのストロー、発泡スチロール球（なければピンポン玉）

実験 ①ストローをジャバラで曲げて、先端 3 cm程を縦に切り、斜め上に 4 つ広げます。

②広げたストローの上にスチロール球をのせて吹いて持ち上げます。

ピンポン玉は非常に大変です。スチロール球をお勧めします。

