



「青少年のための科学実験教育 モデル事業：第6回」

(NTTドコモ市民活動助成事業)

主催：NPO ふくい科学学園

(共催：福井大学附属特別支援学校)

平成29年 5月 2日 (火)

小学部 9：45～10：30

中等部 10：35～11：20

高等部 11：25～12：10

「空気の実験」



筒の中に空気が閉じ込められる



空気砲からでる大きな煙の輪

実験指導： NPO ふくい科学学園理事長： 香川喜一郎

実験補助： 山田博英、伊藤文雄、森川照男、中村英一
村田武夫、松村淳子、香川弘子

名前：

I. 目に見えない空気の状態を確認する

1. ビニール袋に空気をとじこめる

・見えない空気の状態を確認する方法として、うすい透明なビニール袋（厚み0.3mm、大きさ36cm x 50cm）を使って空気をとじこめましょう。袋の口は輪ゴムを使ってしぼります。

・両手はさんで、空気の入った袋をおしつけてみると、ゴムボールのように中から外に向かってはね返す力と感じます。また、袋の形は、抵抗なくどんな形にも変わっていきます。

・空気をとじこめ、パンパンにはったビニール袋にピンで小さな穴をあけてみましょう。ストと空気がもれ出てくるのが、顔や指先で感じられます。タンポポの綿毛に当ててみましょう。綿毛が空気の流れて動きます。



ビニール袋に空気を閉じ込めます。

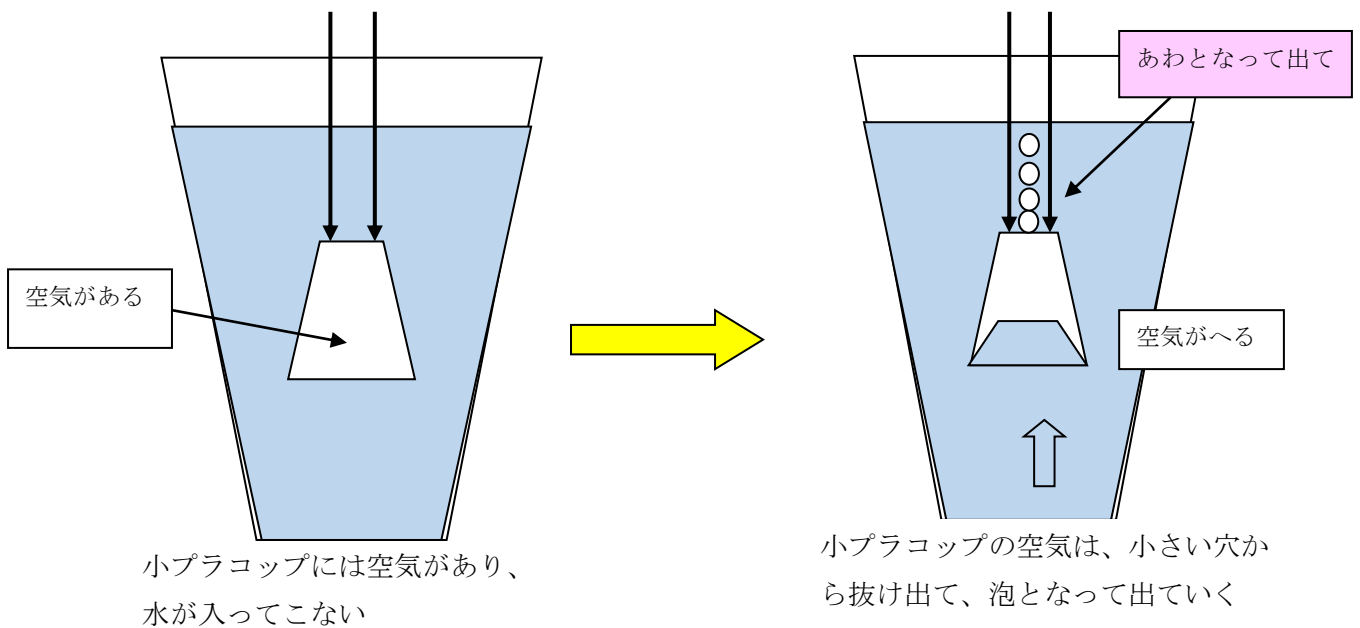


ピンを突き刺し、小さな穴から空気を吹き出させ、タンポポの毛を動かします。

2. 水の中で空気をとじこめる

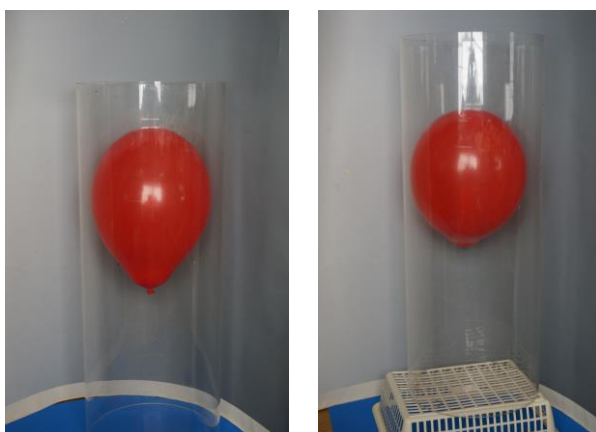
・水を入れた大プラコップの中に、小さなプラコップを逆さにして沈めます。小さなプラコップの中に空気が閉じ込められ水は中に入ることができません。

・次にピンを使って小さなプラコップの底に穴を開け、上の実験と同じように、逆さにして、水の入ったプラコップに沈めます。すると底の穴から空気が抜け出て、水の中で泡となり、ぶくぶくと、上にあがってきます。日常、よく見る現象であっても、もう一度注意深く観察しましょう！ これで、見えない空気を間接的に見ることができました。



3. 大きな円筒パイプの中で風船を落下させる

- ・パイプの内径よりわずかに小さい風船をパイプの中に入れてみましょう。パイプの底にはデコパネを敷いておきます。 **あら不思議？ 風船はかなりゆっくり落下します。**
- ・風船をパイプの外に持ち出し、外で落下させてみましょう。この場合は、より速く落下します。今度は、パイプの底にかごを置き、同じように風船を落下させてみます。



Q: この場合、落下速度はどうなりましたか？

: はやく落下した

- ・風船に代えて、段ボールを円形に切って実験してみましょう！

- ・パイプの内径に比べて大きさの小さい風船でもやってみましょう。

円筒パイプの空気が外に出てこない限り、風船は下に下がっていく事ができないことに注意してください！

II. 空気砲の実験

・空気を段ボールなどの容器に閉じ込めた後、急に穴から押し出すと、うずを伴った空気の流れが発生し（ドーナツの形）、その形がくずれないまま、前方に進んでいきます。テレビなどでも、よく見る“空気砲の実験”です。自分で体験すると、とても面白いので、家庭で、児童と保護者が協力して空気砲を作り、いろいろ実験することをお勧めします。テキストに、空気砲の作り方を“付録”として添付しました。

弾ボールを使って空気砲の実験をする前に、ペットボトルを使った実験をしてみます。

1. ペットボトルから出るドーナツ状の煙

・ペットボトルの中に2本の線香の煙を約1分間ため込みます。

・それを水平にして、ペットボトルの側面を手でおし、少しつぶします。

するとペットボトルの中から煙が出てきます。このドーナツ状の煙は回転しながら進みます。

・ **空気がペットボトルから出るとき、空気とペットボトルの口とのまき**

つ方で、空気が内側から外側に回転する運動が起こります、その回転が

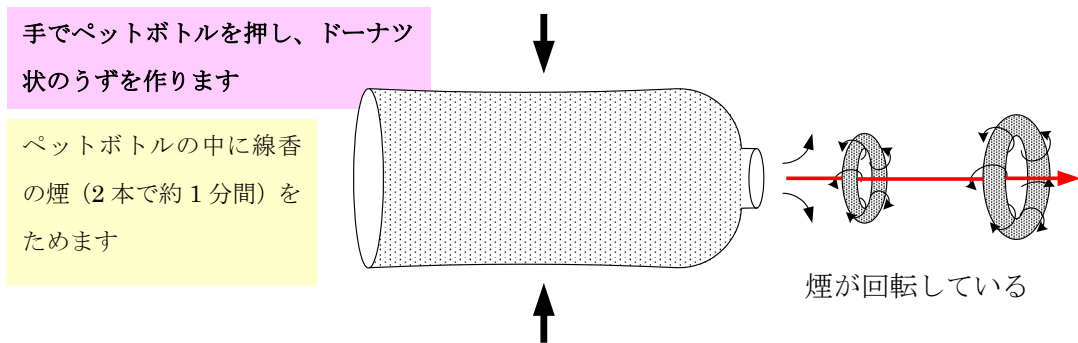
持続するために、ドーナツ状の輪の構造は壊れることなくまっすぐに進みます。

・机の上に黒い布を敷いて、ドーナツ状の煙を観察します。煙がはっきり見えるようにLED

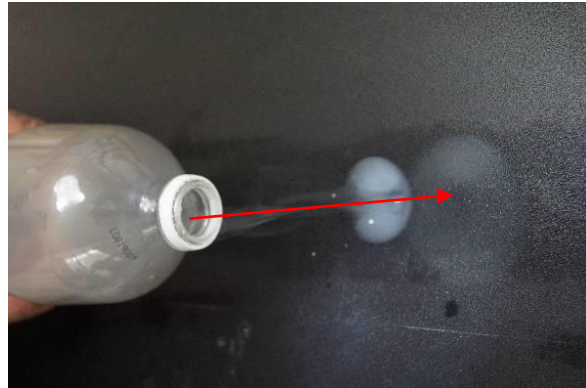
で出口近くを照らしましょう。実際に出口付近で下の図のような渦が見えます。



円筒形のペットボトル



黒い紙を敷いて、背景を黒くして、LEDで出口付近を照らします。煙の渦が良く見えます。



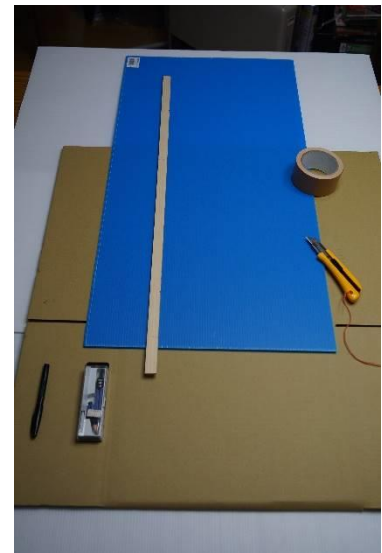
2. 段ボール箱で小型空気砲を作る (付録)

・親子で空気砲をつくりましょう！材料はホームセンターで購入できます（高さ49 cm、幅33 cm、深さ39.5 cmの段ボール（1枚226円））。

・必要でなくなった段ボールを利用しても作ることができますが、新しい硬い段ボールを使う方が良いことができます。ガムテープを使って、すぐに箱型に組み立てられる物を使います。

・布のガムテープで貼り合わせて箱にしたら、

33 cm x 39.5 cmの面の中央に直径9 cmの円を描いて、カッターで切り抜きます。この穴が、空気が飛び出す穴となります。



厚み5 mmの硬い段ボール、プラタンなどの材料の写真



貼り合わせた段ボール箱



直径9 cmの穴をあける

- ・ 2つの側面 (39.5 cm x 49 cm) につき、端を 5 cm 残してカッターで切り抜き、そこにブラタンの板 (34 cm x 43.5 cm) を布テープで貼りつけます。

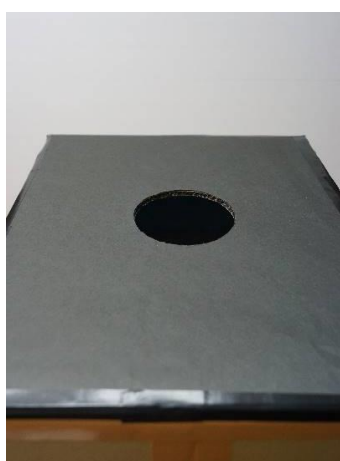
たたく側面に“ブラタン板”を用いることで、性能の良い空気砲ができます！
 ブラタンは1枚 (45 cm x 90cm) が 716 円



段ボール箱の側面を切り抜く



側面にブラタンの板を布テープではる



全体を組み立てたら、もう一度すき間が開いていないか注意し、すき間があれば、布テープで止めます。

- ・ 穴が開いている面には黒い紙を貼ります。煙が良く見えるようにするためです。

- ・ 空気砲から出て来る空気の渦や、ドーナツ構造を可視可するためには、空気砲の中に線香の煙など入れる必要があります。そのために、お茶の空き缶 (直径約 7 cm、高さ 12 cm) に砂を入れて、その中に線香を 10 本程度立てます。

- ・ 缶の上部にはドリルで 4 つの小さな穴をあけ、針金 (長さ約 70 cm) を固定しておきます。線香に火を付けたら 4 本の針金で支えて、線香の入った缶を空気砲の底におろして、



線香を 10 本立てる

数分間、線香の煙を空気砲の箱の中に閉じ込めます。十分煙がたまったら、針金を引いて、線香の入った缶を、空気砲の外に取り出し、煙が逃げないように蓋をします。

線香を束にして入れると炎が立つことがあり、危険ですので、線香はお互いに離して砂の中に刺してください。

この実験は児童・生徒だけでは絶対に行わないように、必ず大人がついて行ってください。また、危機管理のために、そばにバケツ1杯の水を置いて下さい！

3. 空気の打ち出し器としての利用

・空気砲からは、空気のかたまりが勢いを持って発射されます。これを確かめるために、黒くて薄いビニールシートを広げて、それに空気砲から出る空気をあててみましょう。

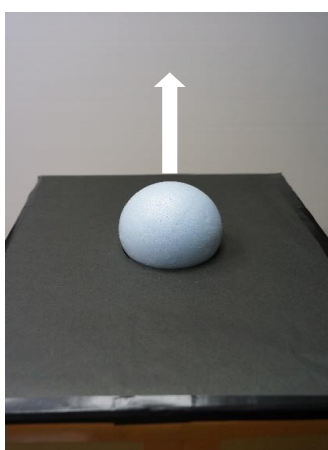
シートと空気砲の出口の距離をだんだん大きくしてみてください。

・空気砲は軽い物体の打ち出し器としても利用できます。空気砲の穴の上にいろいろな物を置いて、垂直上方向に打ち出してみましょう！

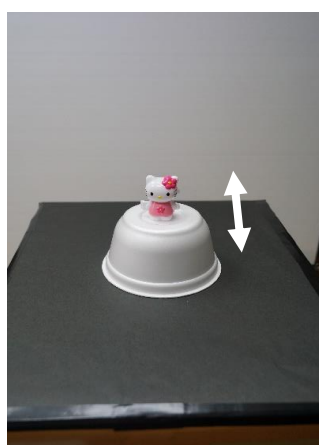
叩く側面の位置（高さ）にもよることに注意！

・左右の両手の叩くタイミングが合わないと、物体はどちらかに偏って飛び出します。

うまく叩くと、物体はまっすぐ垂直方向に飛び上がります。



スチロールの球：1 m以上
飛び上がります。



側面を軽く叩くと、人形
がコトコト跳ります。



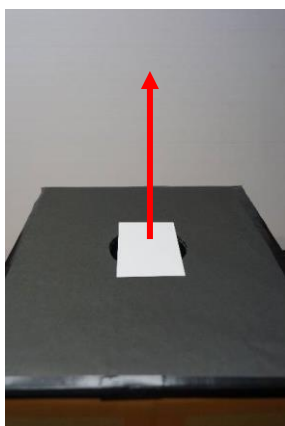
ジャンボカップラーメンの容器
が天井まで飛び上がります。

スチロールの容器をひっくり返して
置いてみます！ このときは？

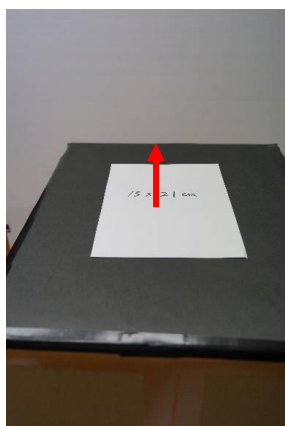
いろいろな大きさの紙を打ち出す

・紙は軽いので高く飛び上がると予想しますが、実際にやってみると面白いことが起こります。メモ用のカード（大きさ 5.5 cm x 10 cm, 1.1g）は幅が空気砲の穴の直径より少し小さいですが、空気砲の側面を叩くと、速い速度で飛び上がり天井に激突します。

・コピー用紙をカットした紙（15cm x 21cm、2.2g）は数十 cm ぐらいまで上がり落ちてきます。一方、A-4 コピー用紙（大きさ 21cm x 30cm, 4.4g）では空気砲の側面を叩くと、飛び上がらず、逆に上から押しつけられたようになります（ベルヌーイの定理の現象！）。



メモカードを置く



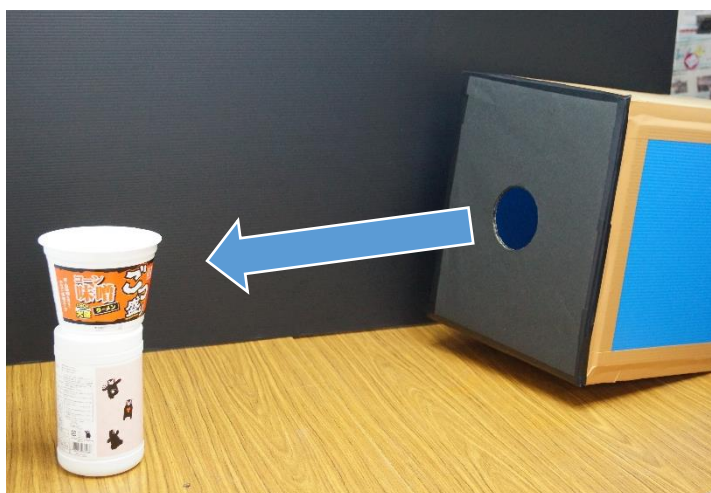
B5 用紙を置く



A4 用紙を置く

4. まとめてゲームを楽しむ

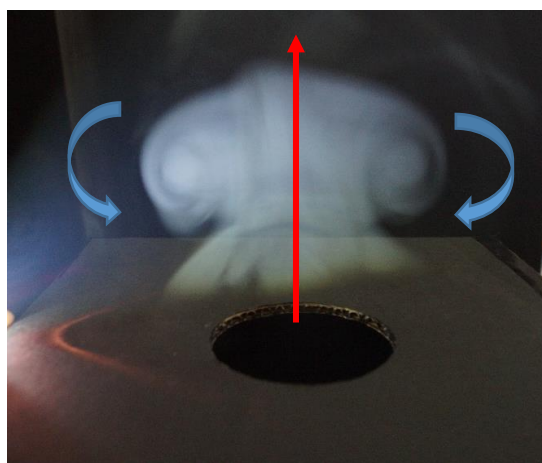
・この空気砲はかなり威力があるので、まとめてゲームに使えます。



・写真のように台の上にジャンボカップラーメンの容器を置いて、的（ま）にして、空気砲で撃ち落とします。

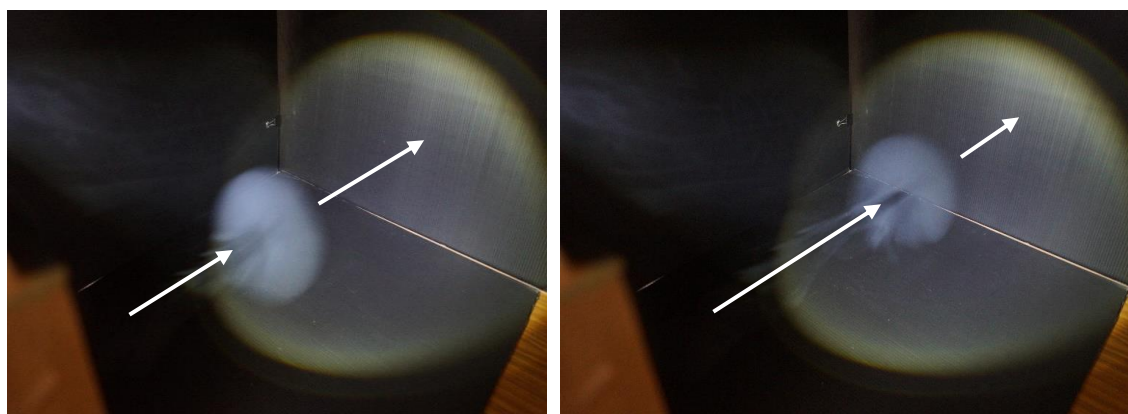
・3 m ぐらい離れた位置からでも撃ち落とせます！

5. 煙の渦を見る



煙を閉じ込めた空気砲の穴を垂直上方向に向け、プラタンの2つの側面を両手でトンと軽くたたきます。左の写真で示すようなきれいな渦（うず）が見えます。これは、空気が穴から外に押し出される時、内側から外に巻かれるような力を受けるためです（側面を強く叩いたときは、煙が速く動くので渦を観察するのは難しくなります）。

・煙を閉じ込めた空気砲の口を水平方向に向け、プラタンの側面を両手で少し強く叩きます（注意：左右の手が同時に側面に当たるように叩くこと）。ドーナツ状の煙の輪がスーと飛び出し前方に進みます。下の写真はデジタルカメラの連写機能を使って撮影しました。



空気砲から出たドーナツ状の煙が動く様子

6. 大型空気砲の実験

・大勢の人に一度に空気砲の実験を見せるには、もう少し大型の空気砲を作る必要があります。ホームセンターで 43cm x 50 cm x 59cm の組み立て式の段ボールを購入しました。側面には黒色のプラタン（大きさ 45 cm x 54 cm ）を使用しました。

・空気が出る穴の直径は 22 cm と大きくしました。

- ・穴を垂直上方向に向け、風船を穴に詰めて打ち出すと、風船は垂直に3～4m真っ直ぐに飛び上がります。

空気砲で風船を
垂直上方向に打
ち上げる実験
(数メートル上
がります)



- ・大勢の人に空気砲の実験を見せるときは、煙も沢山入れなくてはなりません。

今回、理科教材会社から販売しているスモークマシンを使ってみました。効果は抜群です。

幅約1m、長さ2m程度の薄くて黒いシートを水平に広げて、そこに空気砲を打ってみます。数メートル離れた位置でもドーナツ状の空気の固まりが届いているのが分かります。



打ち出し直後、直径約30cmのドーナツ状構造がはっきりわかります。



打ち出してから、5mぐらい進んでもまだドーナツ状構造が見えます。