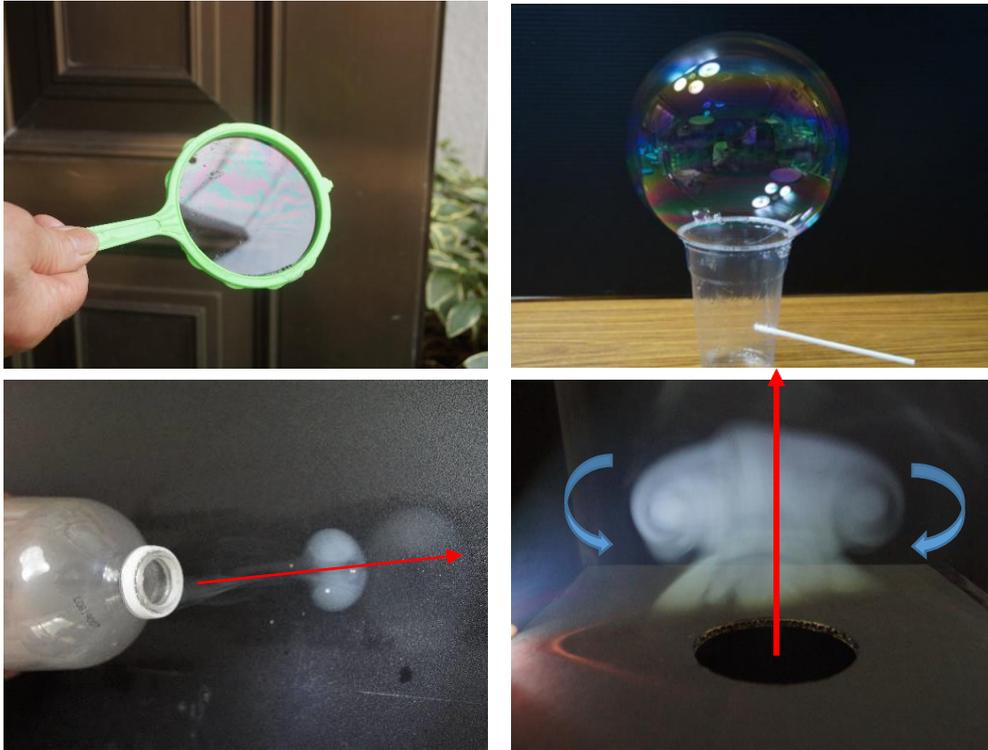


「青少年のための科学実験教育  
モデル事業」:公開テキスト (I)

(平成28年度 NTTドコモ市民活動助成事業)

「シャボン玉と空気砲の実験」



膜の厚みが変わり、色が変わる (左上)、背景を暗くしてシャボン玉の色を見る (右上)  
ペットボトルで小さい空気砲を作る (左下)、段ボール空気砲の出口で見える空気の渦 (右下)

なまえ  
名前

# I. シャボン玉の実験

## 1. シャボン膜の厚さによって色が変わる

・シャボン玉が色づくのは、膜の厚さによるものであり、丸い形などによるのではないことを理解してください。

・金魚すくいの輪をシャボン液につけ、持ち上げて斜めに傾け、膜の表面の色に注目します。最初は膜が厚いので色は現れません。時間とともに液は流れて膜は段々薄くなり、それとともに、上の方から縞状の色が現れてきます。縞は赤、緑、青と色づいています。縞の間隔がだんだん開いていき、そのうち上の方は色が消え（膜が薄くなり過ぎても色は現れない）、そしてついに膜は壊れてしまいます。

注意：膜の表面で光が反射して、膜がピカッと光るように目の位置を決めて下さい！



膜を傾ける、最初、色はでない



膜の上の方から色が出てくる

目にシャボン液が入ったら  
すぐに水で洗いましょう！

## 2. ヨーグルト容器にシャボン玉を固定する

・シャボン玉の膜から美しい色がでますが、ふつうシャボン玉は飛ばしてしまうので、その美しい色をじっと見ることはできません。今回は、ヨーグルト容器（十勝ヨーグルト）にシャボン玉を固定して、色をじっくり楽しみます（小さいプラコップでもできます）。

・ヨーグルト容器の口をシャボン液に浸してから持ち上げると、容器の口にシャボンの膜が出来ます。ストローで吹くと膜が膨らみます。

・シャボン玉の色はごく弱い光なので、シャボン玉の後（背景）が明るいといほとんど色は見えません。シャボン玉の後ろが暗いと色が鮮明に見えます。

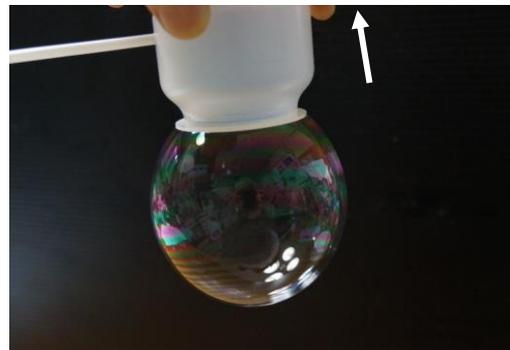


シャボン玉の後に黒いついたてを置く。色がはっきり見える



シャボン玉の後ろが明るいとき色がはっきり見えない。

・シャボン玉を飛ばしたいときは、シャボン玉と容器をいっしょにひっくり返してから、容器を上に向かってストローを引き上げます。するとシャボン玉が切り離され、空中に浮かびます。



・容器を浮いているシャボン玉の下に近づけ再びシャボン玉をつかまえてみましょう！

容器からシャボン玉をきりはなす

### 3. ヘリウムガスを入れ、シャボン玉を飛ばす

・シャボン玉を少しふくらませたのち、ヘリウムのガスをストローの穴から送ります。シャボン玉を切り離すと、シャボン玉は空気だけの場合に比べて軽いので天井まで飛んでいきます。

一人ずつ、スタッフにガスを入れてもらいます。  
ガスの注入は少力で良いです。



プラスチックのコップ

(約 425 ミリリットル) などを使うと、より大きなシャボン玉ができます！

プラコップに穴をあけ、ストローを差し込み、吹きます。

この実験をするときは、飛び散ったシャボン液が目にはいらないように、目がねをかけてください！

#### 4. 大きな容器で大きなシャボン玉を固定する

・ヨーグルト容器では大きくふくらませても、せいぜい直径8cm程度のシャボン玉です。

もう少し大きなシャボン玉を固定するために、ウエットティッシュの容器を使います。

シャボン玉は直径15cm程度に大きくなりますし、膜の色はより鮮明になります。

空気はポンプ（100円ショップで入手）で送ります。縞状（しまじょう）の美しい膜ができることに注目してください。



ウエットティッシュの容器に  
シャボン玉を作る



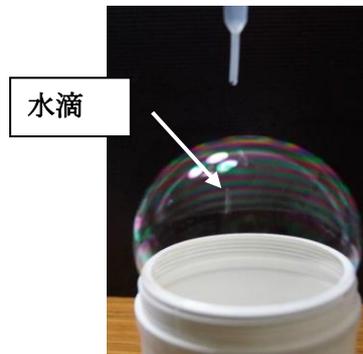
ふたに4つの穴をあけ、4つが重なった  
シャボン玉を作る（さかいの膜に注目）

#### 5. シャボン玉の膜を水が突き抜ける

・針のついた注射器（針の先は落とし・注射器に水を入れて、水をジェットのように押し出し、その水ジェットを膨らませたシャボン玉にあててみます。あれ不思議、水は突き抜けませんが、シャボン玉に変化はありません。

（注意：注射器の針は先をつぶしておきますが、**取り扱いは注意！スタッフのみ使用**）

・スポイドを使ってシャボン玉の上側から水滴を落としてみます。



## 6. <sup>つつじょう</sup>筒状の大きなシャボン膜を作る

・金魚すくいに用いる輪をシャボン液につけて、それを水平に保ちながらそっと持ち上げます。すると膜は円筒パイプのように伸びてきます。さらに持ち上げると、円筒の底の径が小さくなって、ついに液から離れてしまいます。これは膜の表面張力<sup>ひょうめんちょうりょく</sup>によって、膜が縮まろうとする力が働くためです。



輪をシャボン液につけてそっと引き上げる



表面張力が働き、底の方が縮み、ついに膜は液から離れる

・上の実験で、膜には円の中心方向に引く力が働いています。この力は円の直径が大きいのほど小さくなります。そこで直径が15cm程度の輪投げでやってみましょう（右図）。

・大きな円形状のパイプ（フラフープの輪（直径約70cm））を使って実験すると、テレビなどで見る科学実験ショーで見かける実験ができます（シャボンの液はノリを入れて強くしたものを使います）。



身体みの小さい児童が、メガネとマスクをつけて入ります！



## II. <sup>くうきほう</sup>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、前方に進んで行きます。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。

・段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煙の輪

・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。

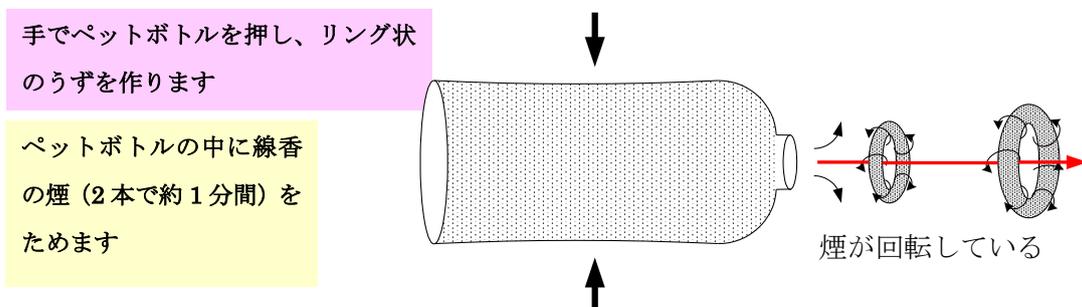
・空気がペットボトルから出るとき、空気とペットボトルの口とのま

つで、空気が内側から外側に向けて回転する運動が生じます、その回転が持続するために、リング状の輪の構造は壊れることなくまっすぐに進みます。

・机の上に黒い紙を敷いて、リング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。



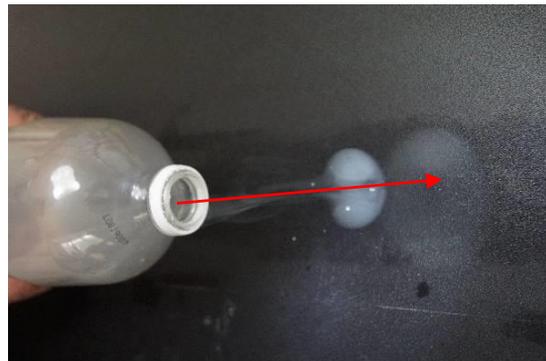
円筒形のペットボトル



黒い紙を敷いて、背景を黒くして、LED  
で出口付近を明るく照らします  
煙の渦がはっきり見えます。

(今回は、弾力性のある容器を使います)

いろいろの容器を用いて煙の  
リングをつくりましょう！

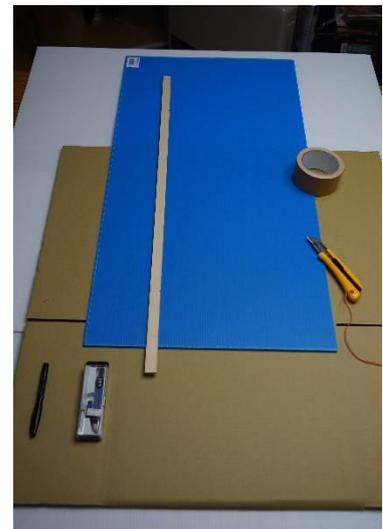


## 2. (付録) 段ボール箱で小型空気砲を作る

・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もできます  
が、新しい硬い段ボールを使う方が良いものができます。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、ブ  
ラタンなどの材料の写真



貼り合わせた段ボール箱



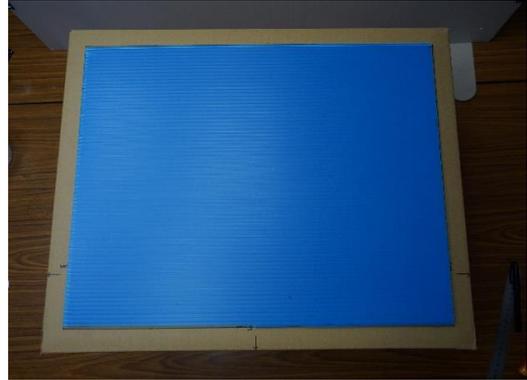
直径9 cmの穴をあける

・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。

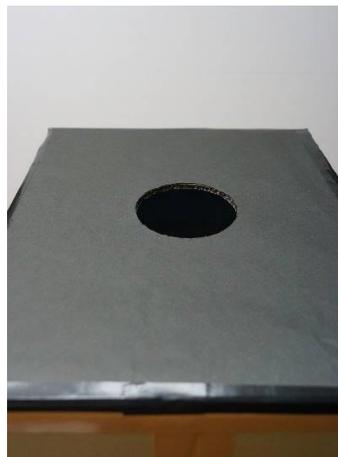
たたく側面に“プラタン板”を用いることで、性能の良い空気砲ができます！  
プラタンは1枚（45 cm x 90cm）が716円です。



段ボール箱の側面を切り抜く



側面にプ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<sup>かし</sup>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（かん）（直径約7cm、高さ12cm）  
に砂を入れて、その中に線香を10本程度立てます。

・缶<sup>かん</sup>の上部にはドリルで4つの小さな穴をあけ、針金（長さ約  
70cm）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！

今回は、線香にかえて、安全な専用の煙発生機（理科教材会社製）を使用します。

### 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、

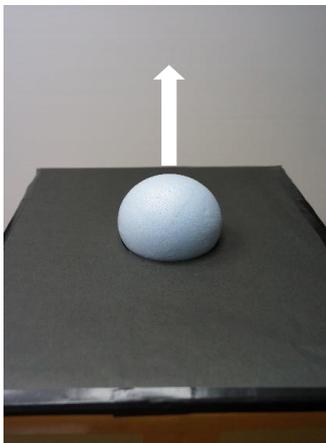
黒くて薄いビニールシートを垂らして、それに空気砲から出る空気をあててみましょう。

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。

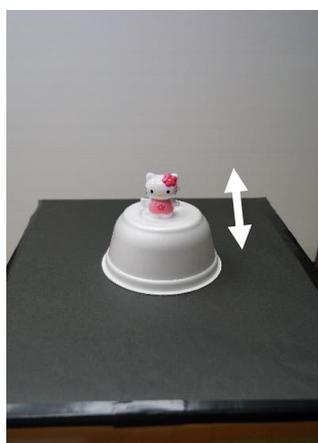
・空気砲は軽い物体の打ち出し器としても利用できます。空気砲の穴の上にいろいろな物を置いて、垂直上方向に打ち出してみましょう！

・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。



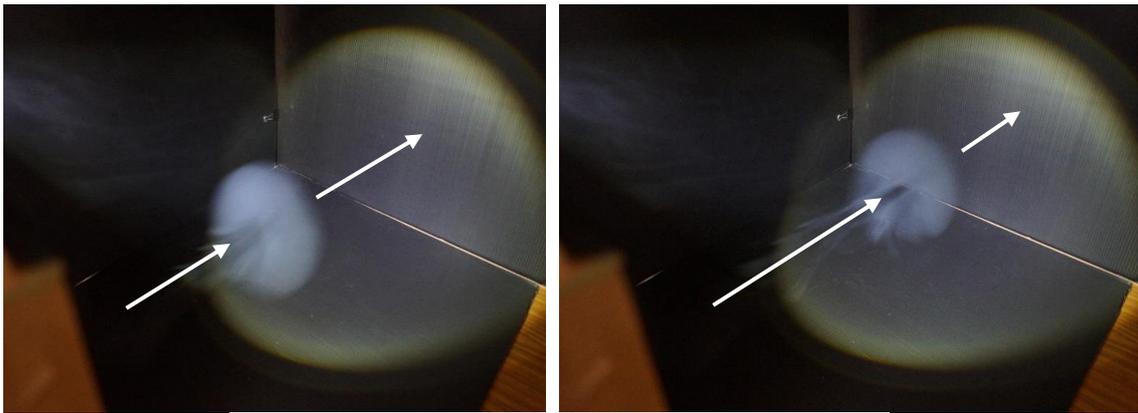
側面を軽く叩くと、人形  
がコトコト跳ります。



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。

#### 4. ドーナツ状の煙の輪を見る

・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軽く叩きます（注意：左右の手が同時に側面にあ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

#### 5. 大型空気砲の実験

<合同実験>

・沢山の人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 3～4 m まっす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)



- ・ 沢山の<sup>たくさん</sup>の人に空気砲の実験を見せるときは、煙発生器を使って煙を<sup>たくさん</sup>沢山入れます。



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。