

真空の不思議 空気がないと何が起こるのだろう

私たちは空気の中に住んでいます。もし空気がなかったら息ができませんから、私たちは生きていられませんが、空気のはたらきはそれだけではありません。空気のような気体にも「重さ」があって、私たちやまわりのあらゆるものを押しつけていますが、私たちはふだんその力に気がつきません。

空気は無色透明で、手ごたえもほとんどないので、あってもなくても見かけは区別が付きませんが、空気を取りさると不思議なできごとが起こることから、私たちは見えない空気のはたらきを知ることができます。

空気が少ない世界を「真空」といいます。さらに、本当に何も無い世界を「完全真空」とか「絶対真空」とよびますが、人の力では作り出すことはできません。今日の工作では空気を10分の1ぐらいに減らした「真空」を作り出せる道具を作ります。

1. 簡易真空ポンプを作ろう

空気を吸いにとって真空を作り出す道具を「真空ポンプ」といいます。ここでは注射器を改造して簡易真空ポンプを作ります。

(1) まず部品を確かめよう 中村理科工業「真空実験キット」C15-6054

部品名	チェック	説明
注射器		
ベークワッシャ		茶色の小さなリング
ゴム弁(小)		直径7mmの丸くて黒いゴム板
ゴム弁(大)		直径2.5cmのさけ目のあるドーナツ型のゴム板
ホース		長さ約40cm・透明
ビニルチューブ		長さ約1cm・透明
ガラスびん		
ふた		ガラスびんのふた・まん中に穴があいている
ネジつきパイプ		金属製・ネジつき
金属ワッシャ		銀色の小さなリング
オーリング		ゴム製の小さな黒いリング
たまごラグ		銀色のリングに出っ張りがある
ナット		ネジつきパイプにちょうど合う
吸盤(きゅうばん)		透明
ネジなしパイプ		金属製・ネジなし
ゴムキャップ		茶色のゴムせん
紙ヤスリ		

細かい部品は、なくさないようにびんのふたに入れておくこと。

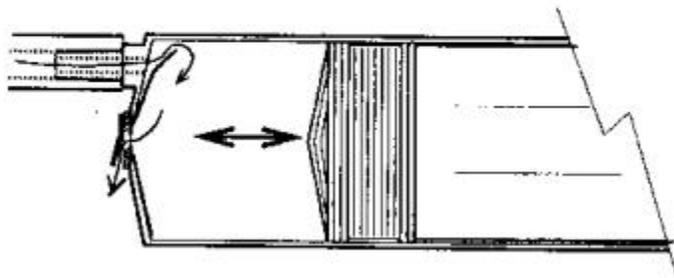
(2) こういうものを作ります

右の写真が、これから作る簡易真空ポンプです。注射器に細工をして一方通行の空気の流れを作る「弁」をとります。筒のまん中についている小さな黒い丸が出口の弁、注射器の内側の切れ目のある大きな黒い丸が入り口の弁です。

ピストンをぬきさしすると、下の図のように空気が流れて真空を作ることができます。弁が空気の逆流を防ぎます。



真空ポンプの空気の流れのしくみ



(3) 注射器の先の中央を削る

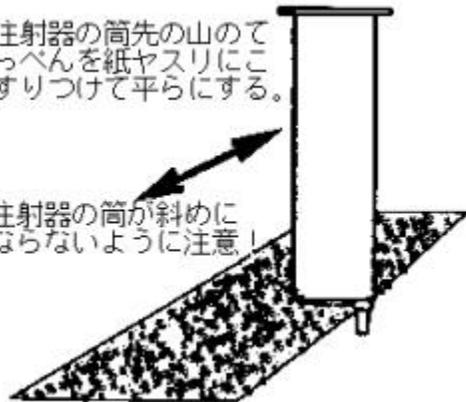
注射器の袋をあけ、ピストンをぬき取ります。ぬいたピストンはよごれないように袋にもどしておきましょう。

つぎに、筒先の中央をけずって平らにし、弁をとりにつける場所を作ります。

紙ヤスリを机のはしに置き、手でおさえます。注射器の筒を図のようにまっすぐに立てて、紙ヤスリの上で往復させます。平らなところがベークワッシャ（茶色のリング）と同じぐらいの大きさになるまでけずります。

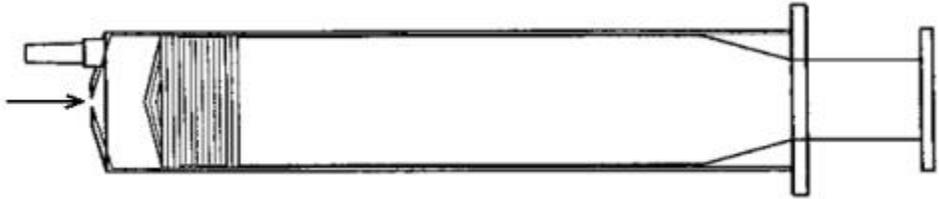
注射器の筒先の山のてっぺんを紙ヤスリにこすりつけて平らにする。

注射器の筒が斜めにならないように注意！



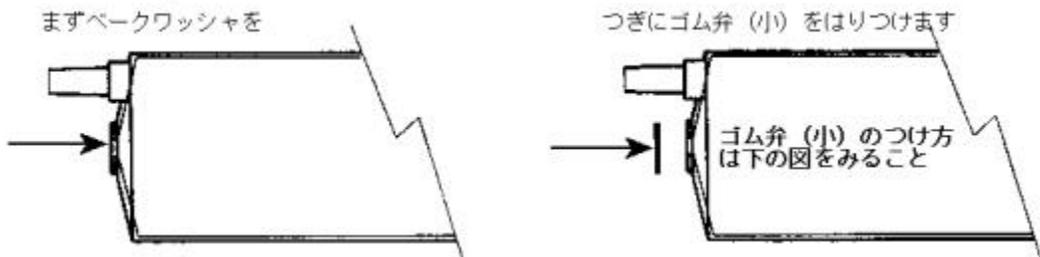
(4) 筒先に穴をあける

図の矢印のところが平らになって、まん中がうすくなっています。まん中のところにカッターナイフの先で小さな穴をあけます。丸くなくてもかまいません。ベークワッシャの穴より小さいぐらいで平気です。穴を大きくしすぎないように注意します。ピストンはまださしこみません。

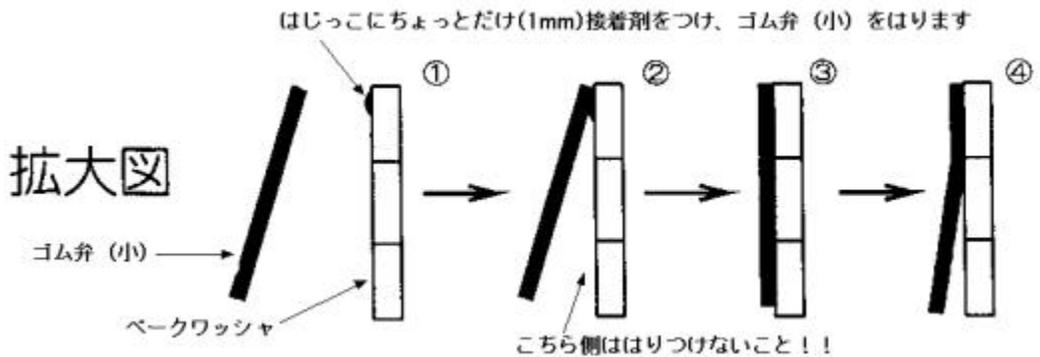


(5) 出口の弁をとりつける

まずベークワッシャ（茶色のリング）をはりつけます。接着剤を紙の上などにほんの少し出し、つまようじの先につけて、上で平らにけずったところにぬります。穴の位置をうまく合わせてベークワッシャをはりつけます。すきまができないように強く押します。

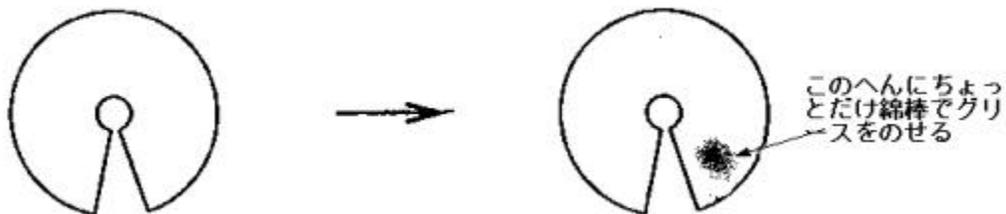


つぎにゴム弁 (小) をはりつけますが、下の図のように、はしのところにつまようじの先で接着剤を 1 mm ぐらいぬり、弁の一部だけはりつけるようにします。全部に接着剤がついてしまうと、空気が出られなくなり失敗します。



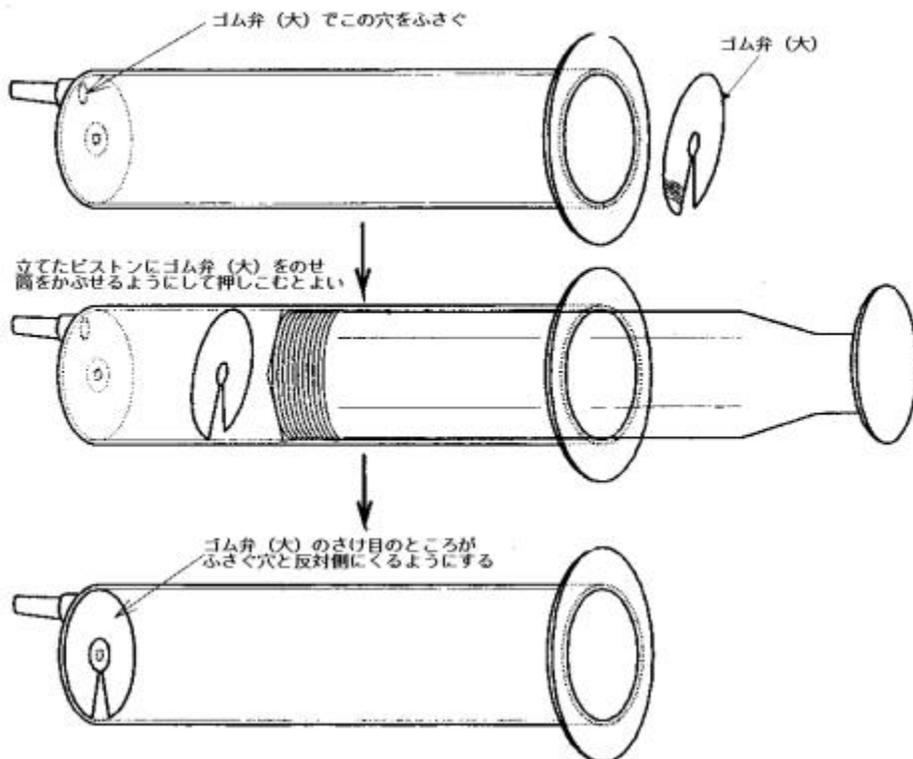
(6) 入り口の弁をとりつける

ゴム弁(大)を筒の内側にとりつけます。綿棒にグリースを少しつけ、図の位置にグリースをぬります。グリースが接着剤がわりになって、弁が筒の内側にはりつきます。



つぎに、下の図のようにゴム弁(大)をピストンで押しこみ、筒の内側にはりつけます。図は横だおしに描いてありますが、ピストンを黒い方を上にして立て、その上にゴム弁(大)をのせて、さらにその上から筒をかぶせるようにするとうまくいきます。

このとき、ゴム弁(大)のさけ目が、穴と反対側にくるように注意します。失敗したら、竹ぐしなどで引っ張り出してやりなおします。

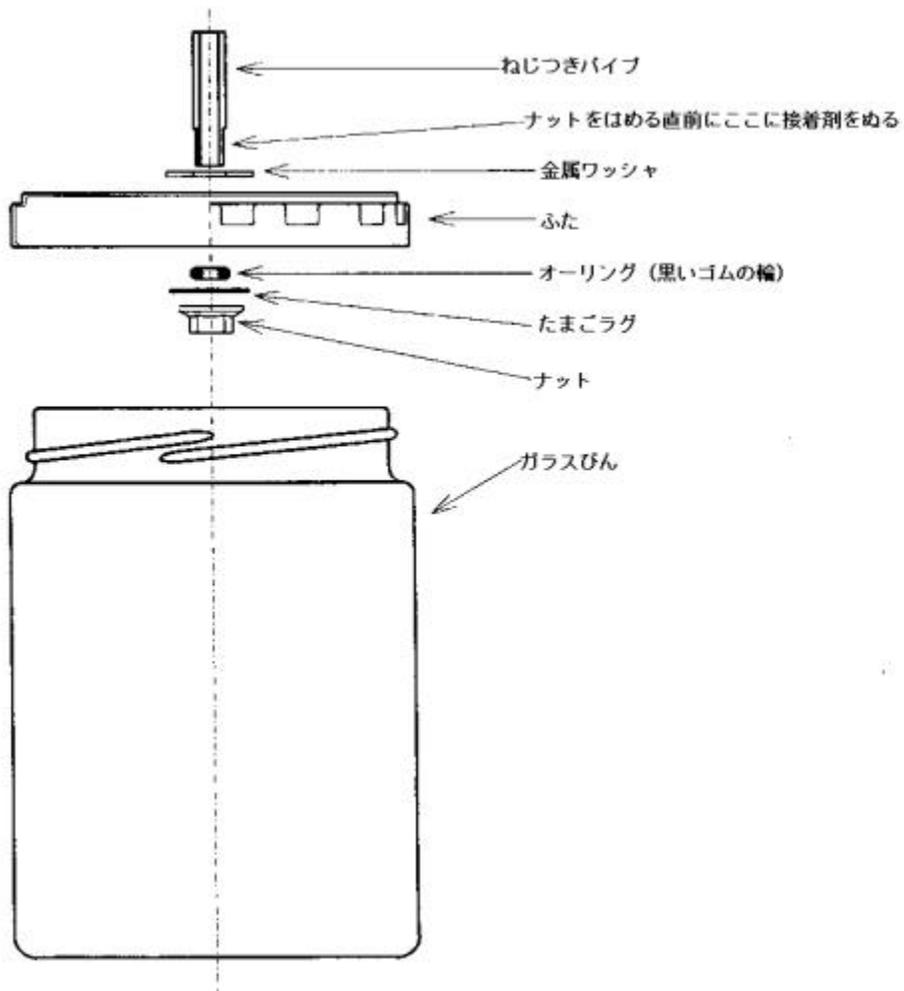


(7) ビニルチューブをとりつける

ホースをつけるとき、すきまができないように、ビニルチューブ（長さ 1 cm の透明な管）を注射器の先にはめます。できるだけ奥までしっかりはめこんでください。小さくて見にくい部品なのでなくさないように注意！

(8) 真空容器を組み立てる

真空容器のふたの中央にあいている穴に、下の図のように部品をとりつけます。最後のナットをはめるときに、ネジの部分に少し接着剤をぬり、ナットをペンチでしっかりしめます。

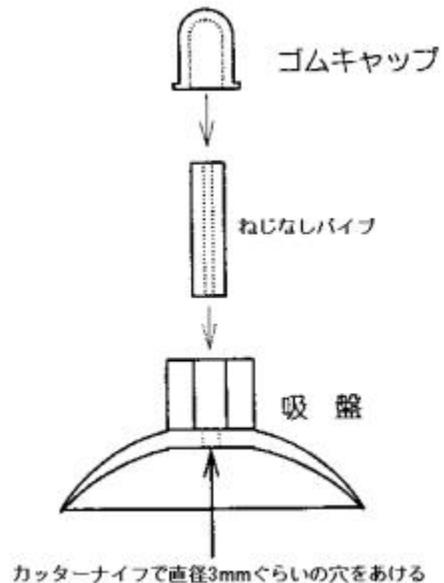


(9) 吸盤^{きゅうばん}を作る

吸盤の中央にカッターナイフで3 mm ぐらいの穴をあけます。丸くなくても空気が通れば平気です。図のように部品を組み立てます。

ゴムキャップをはめておけば普通の吸盤のようにガラスなどに押しつけるとくっつきます。

ゴムキャップをはずしてホースで真空ポンプにつなげば、いろいろな実験に使えます。



(10) 真空容器と簡易真空ポンプをつなぐ

以上で工作は終わりです。できあがった簡易真空ポンプと真空容器のふたをホースでつなぎ、ふたをしっかりとめてピストンを往復させると容器の中が真空になっていきます。中の空気が少なくなるにつれ、ピストンを引くのに強い力が必要になります。外の空気の圧力がピストンを押しもどそうとするのに、中から押しかえす空気がなくなったからです。20回ぐらいがんばって往復させると、容器の中の空気が10分の1以下に減ります。



2. 真空の不思議を体験しよう 真空実験あれこれ

(1) 空気をぬくとふくらむ風船

真空容器に小さな風船（直径3 cm くらい）を入れ、真空ポンプで空気をぬくと、風船がしだいにふくらんでいきます。

まわりから風船を押さえつけていた空気がなくなったため、風船の中の空気の力で風船が押し上げられたのです。

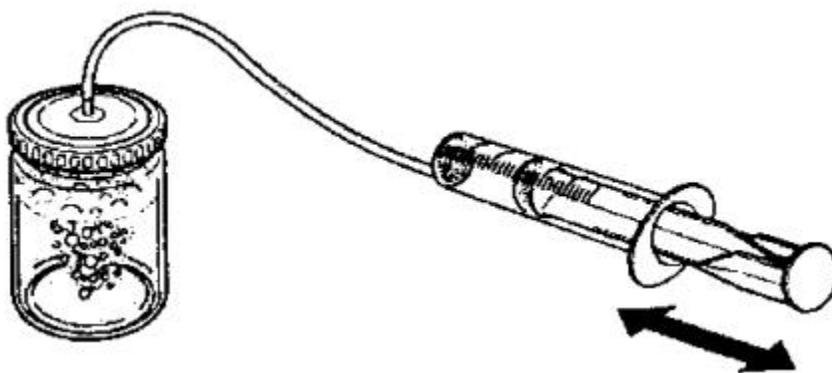
風船のかわりにマシュマロやシェーピングフォームなどもやってみましょう。



(2) あたためないのににたつお湯げんあつふつとう（減圧沸騰）

真空容器に60 くらいのお湯を半分よりやや少ないくらい入れてふたをします。こぼしてやけどをしないように注意しましょう。真空ポンプで空気をぬいていくと、やがて中のお湯がポコポコと泡をたててにたちはじめます。

ふつうの空気（1気圧といいます）のもとでは水は100 でにたちますが、おさえつける空気がないと、水はもっと低い温度でもどんどん蒸発できるようになります。性能のよい真空ポンプを使うと0 の水でもにたたせることができます。

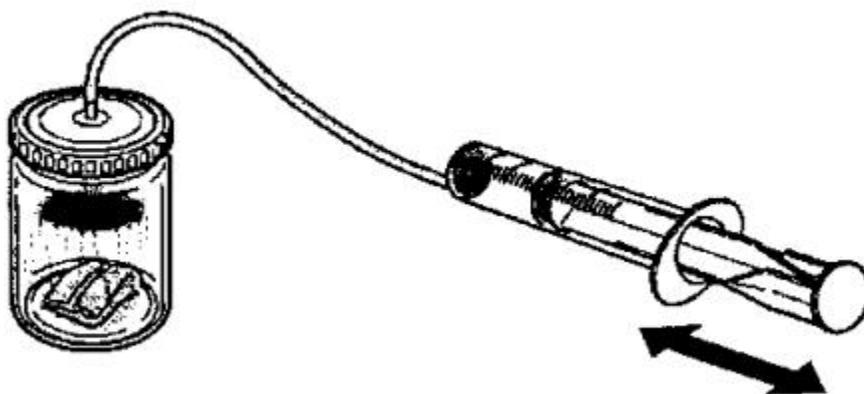


(3) 雲をつくる

(2)の実験をやったあと、お湯を流しにすてて、容器を水で冷やします。ぬれた容器の中に、線香のけむりを少し入れてふたをします。真空ポンプで空気をぬくと、容器の中が白くくもります。雲や霧と同じものができたのです。

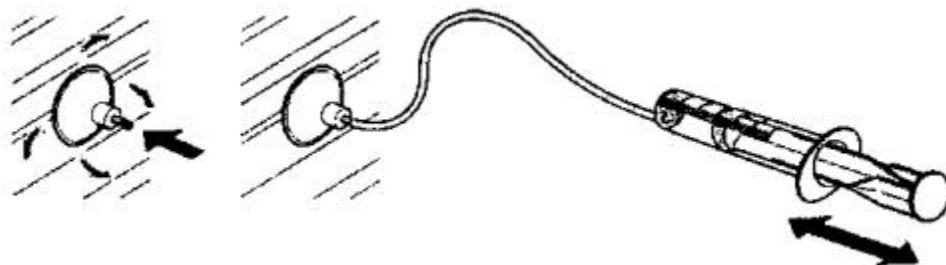
空気は急に気圧きんぱうが下がるとふくらみ、同時に温度が下がるという性質があります。これを断熱膨張だんねつぼうちやうといいます。断熱膨張によって温度が下がったため、水蒸気が気体でいられなくなって、小さな水滴になり、白く見えたのです。煙は水滴ができるためのしんの役割をしています。

雲は水蒸気をふくんだ空気が気圧の低い上空にのぼって、断熱膨張するときを生じることが多いのです。



(4) 吸盤はなぜすいつくのか

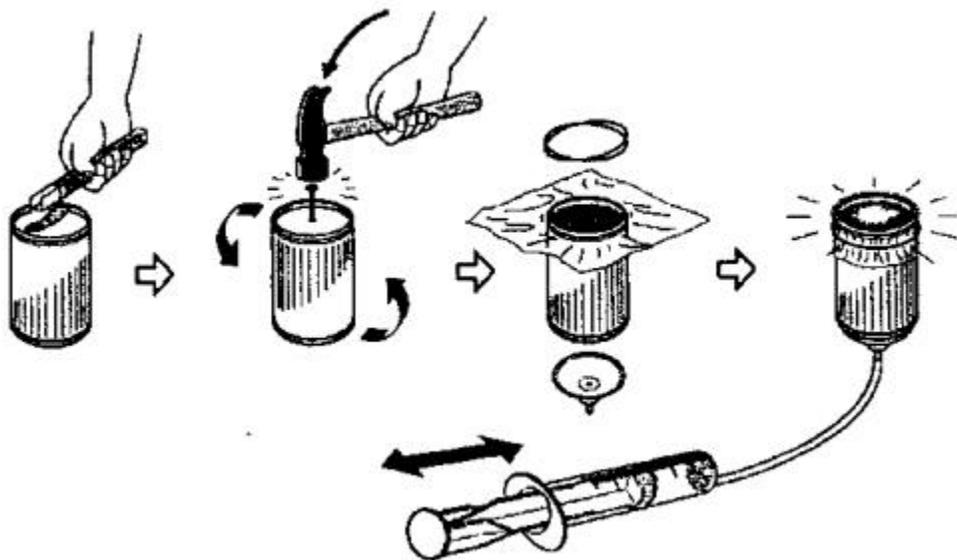
吸盤にゴムキャップをしてガラスなどのつるつるしたものに押しつけるとすいつきます。ゴムキャップをはずして真空ポンプで空気をぬいても同じ事が起こります。吸盤は間に閉じこめた空気がふくらむことで圧力が下がる性質を利用して、外側の空気のちからでおしつけるしくみなのです。びんの中に吸盤をくっつけ、びんの空気をすいだすと、押しつける力がなくなるので吸盤ははがれます。



(5) ラップを破裂させる

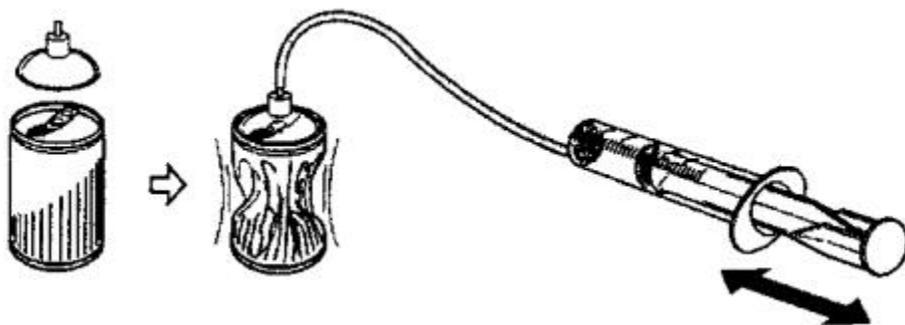
お台所用のラップフィルムを底をぬいたジュースのスチールかんにかぶせ、輪ゴムでとめて、反対側から吸盤にとりつけた真空ポンプで空気をぬきます。

大気の圧力はとても大きいので、内側の空気によるささえを失ったラップは大きな音をたてて破裂してしまいます。



(6) アルミかんをつぶす

ジュースのアルミかん（磁石につかないかん）の、飲み口のプルタブを折り取り、上から真空ポンプにつないだ吸盤をかぶせて友達におさえていてもらいます。真空ポンプで空気をぬくと、アルミかんはたちまちつぶれてしまいます。アルミかんは弱いので、大気の圧力の前にはひとたまりもありません。



3.まとめ

空気は目に見えないし、いつもそばにあるので、その存在を意識することはほとんどありません。でも空気がないといろいろな奇妙なことがおこるのを見ると、空気がいろいろなできごとを支配しているのがわかります。

空気が押す力「大気圧」は、実は 1 cm^2 あたり 1 kg の重さ相当という大きな力です。君たちの手のひらの大きさぐらいでも 100kg の重さに相当する力がはたらいている計算です。私たちのからだは上からも下からも前から後ろからも、空気と接しているところはすべてこの大気圧で押されています。生まれたときからずっとその中で生きてきたので、そんなことは感じなくなっているのですが、人間はあるときにはこの大きな力をうまく利用し、あるときにはこの大きな力を相手にとても苦労して暮らしています。

真空実験キットでさらにいろいろな実験を工夫し、真空の不思議さや大気圧のはたらきを調べてみてください。

おれい

今回の実験では中村理科工業株式会社の「真空実験キット」C15-6054 を使用しました。この解説書を作るにあたって、同キットの説明書の図版を使わせていただきました。図版の使用をこころよく認めてくださった中村理科工業株式会社に感謝します。