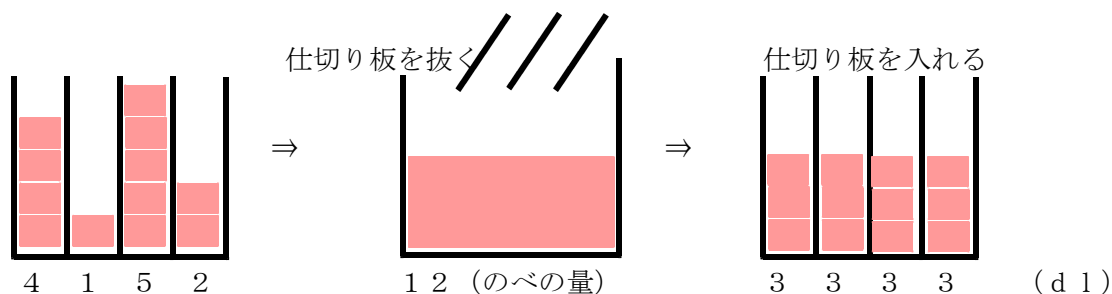


平均水そうを作ろう!

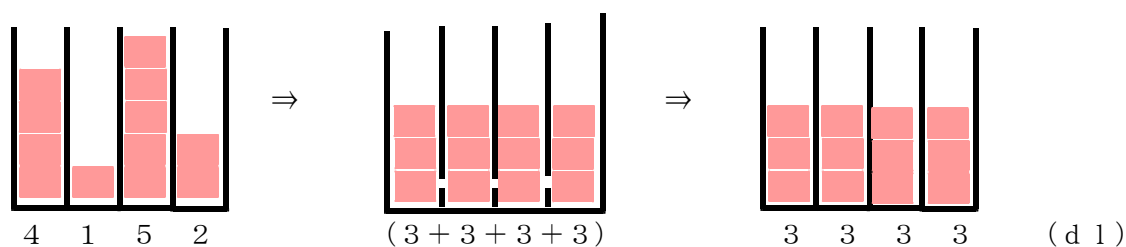
2019.4.15 小田富生 (算数工房)

平均水そうは、平均の授業で大きな力を発揮します。右の写真は、私が教師になったころに出版されていた『さんすう大好き』(遠山啓 ほるぷ出版)の付録の教具です。平均の教具としては画期的なものでした。教室で子どもたちに演示するには小さいので少し迫力に欠けました。そこで、当時、もう少し大きいものが欲しいなと思い自作することになりました。アクリル工作はそれほど難しくなく、何よりも大きな支えは、寸法通りにアクリル板を切ってくれる知り合いの木工職人さんがいたことでした。2枚目の写真が完成したものです。ほるぷ版は、溝に沿って仕切り板を上下させるのですが、自作の場合は、それでは水が漏れそうなので、まずは各部屋を仕切り、水が往来する穴を下の方にあけ、そして、その穴を仕切り板でふさぐ方式にしました。この穴をピッタリふさぐのにずいぶん苦労しましたが、水漏れしない平均水そうを完成させることができました。

ほるぷ版平均水そうは、仕切り板を抜いたときには水そう全体がひとつになり、「のべの量」が表現されています。



しかし、私の自作平均水そうでは、仕切り板をとっても仕切りは残っていて(下の方に穴があいているだけなので)厳密に言えば「のべの量」にはなっていません。この点での不満は残るものの、長い間授業で活躍しましたし、今も活躍しています。



右の写真は、板垣賢二氏(福岡)によって開発されたペットボトル連通管平均水そうです。ペットボトルという身近な材料で超簡単に作ることができて、見事に平均のイメージを実感することができるすごい教具です。ここにたどりつくまでには、いろいろと試行錯誤があった(「社会の授業中に突然天使が舞い降りて完成形がひらめいた」(『数学教室』2017.12)そうす。板垣氏の発想には敬服の外ありません。ただ、「みんな、平均よりもこの水そうの仕組みに興味津々」と板垣氏自身も書かれている



ように、ペットボトルのキャップを開けると水が移動する仕組み（不思議さ）に目を奪われることも確かです。

板垣氏は、子ども達に「いつも頭の隅に、解決できない問題を抱えていることは素晴らしいことだよ。いつか天使がプレゼントを持って降りてくる」と言ってるようですが、私も、前述のような問題を解決して誰でも作ることができる平均水そうの開発を頭の片隅にずっと置いていました。

アクリル工作の水そうで、もう少し簡単に仕切りたいところですが、これをクリアするには相当ハードルが高そうです。そこで、「のべの量」の状態はあきらめて、アクリル板の代わりになる透明な容器（模様や凸凹がない寸胴型のもの）をつなげて、容器間の水の往來を簡単に止めることができる平均水そうの開発を当面の目標としました。こうして、ダイソーやセリアで容器を探し、水の往來を止める方法を考えながら、約1年が経過しました。

試作品①

ダイソーで寸胴型の透明シャンプー容器を発見しました。もう少し細くて背の高いものが最適ですが、とりあえずはこれを使うことにして4個買いました。しかし、水の往來の開閉の仕組みが見つかっていないので、4個のシャンプー容器はレジ袋に入ったまま数ヶ月が過ぎることになります。



開閉の仕組みはなかなか見つからなかったのですが、ふと、バルブ（右写真 アクリウムエア調節用のもので、水時計の流量調節に使っていたもの）が使えるのではないかと思いました。ちょうど容器の角が丸くなっていて、そこにバルブを組み込むことができました。スキマはコーキングで埋めました。しかし、残念なことにバルブの口径があまりにも小さく、水の高さが同じ（平均）になるまでずいぶん時間がかかりました。もっと大きい口径のバルブがあれば成功なので、ネットでずいぶん探しましたが見つけることができていません。6mmくらいの口径のバルブがあれば超簡単に平均水そうを作ることができるのですが…。



試作品②：平均ボトル(材料、作り方の詳細は 3P～)

口径の大きいバルブがないので、代わりにチューブを使ってみることにしました。水を止めるにはワニロクリップを使い、チューブは柔らかくて復元力のあるシリコンチューブを使うことにしました。角柱の容器では、容器と容器の間が狭くてクリップでチューブを挟む余裕がありません。そこで、今度は円筒形の容器(ワンタッチボトル 300ml)を使うことにしました。もう少し大きい方がいいのですが、とりあえずはこの大きさで作ってみることにしました。

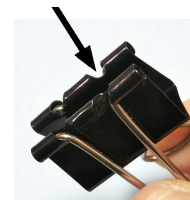


平均ボトル



(動画)

穴は半田ごてであけ、接続部分はコーキングで埋めました。完成したのでワニロクリップでチューブを挟んで試してみたのですが、残念ながらチューブに隙間ができて水が流れてしまいました。ワニロクリップでは挟む力が弱いようです。そこでダブルクリップを試してみましたがこれもダメでした。ダブルクリップは挟む力がかなり強いのですが、写真の→のところで隙間が出来るようです。ところが、ダブルクリップにも隙間のないものがありました。持ち手の金具を横に倒すタイプのもので、これでピッタリ水が止まりました。ネットでクリップを探しているうちにバチ型クリップというものがあるのを見



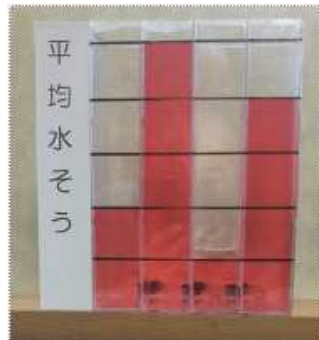
つけました。これもいい感じですが、少し挟む力が弱いようです。

(バチ型クリップ)



試作品③：平均 BOX (材料、作り方の詳細は 5 P ~)

ダイソーで平均水そうに使えるような容器を探しているときに、写真のような透明ボックスを見つけました。ピッタリ積み重ねることができるので、これを立てて横に並べれば本格的(?)な平均水そうが作れそうなので試してみることにしました。詳しい作り方は後述しますが、チューブの接続にT型のプラスチックジョイントを使いました。ボックスの一面を切り取らなければなりませんし、アクリル板の接着など少しマニアックな工作になりますが仕上がりはなかなか良いものになったと思います。



平均box



(動画)

平均水そうの作り方

①透明ボトルを使った平均水そう(試作品② 平均ボトル)

準備物

- ・透明容器…ワンタッチボトル 300ml(ダイソー) 4本

(もう少し大きいボトルがあれば最高なんですが…。ドリンクボトル、ウォーターボトルという名で透明ボトルが売られています。模様が描かれています。探せば無地もあると思いますが、今のところ見つけていません。)



- ・シリコンチューブ…内径5mm 外径7mm 1mが400円前後です。

使うのは15cmくらい。

- ・半田ごて…ボトルに直径7mmの穴をあけることができる形状の物。

- ・コーキング剤…ホームセンターで売っている一番安いものでOK (1本200円くらい)



- ・コーキングガン…コーキング剤を絞り出す道具。これも200円くらい。使い方は「コーキングガンの使い方」でネット検索すると出てきます。そちらを参考にしてください。

- ・ダブルクリップ…フラットタイプのもつ

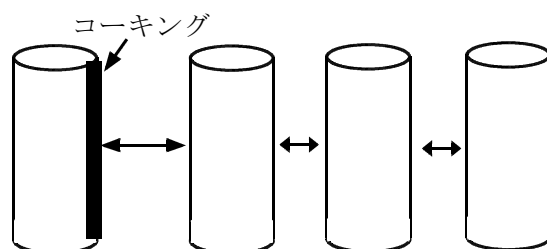
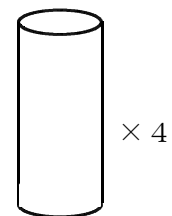
作り方

- ・ボトルの上の部分を切り落として円柱にする。

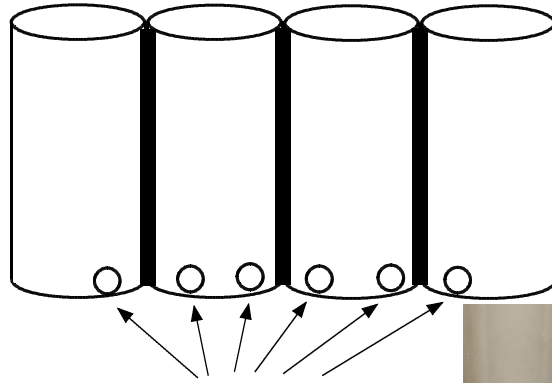
(カーターナイフを差し込んで切ることができます)

ボトル4本とも同じように切る。

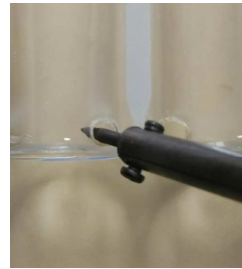
- ・ボトル4本をコーキングでくっつける。



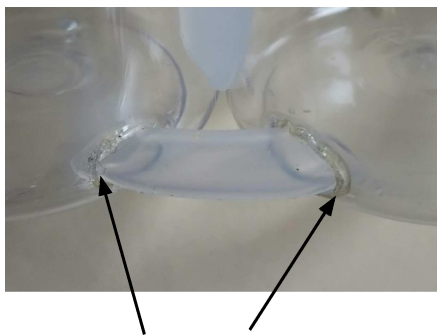
- ・ボトル間を水が移動するようにシリコンチューブで連結するための穴をあける。



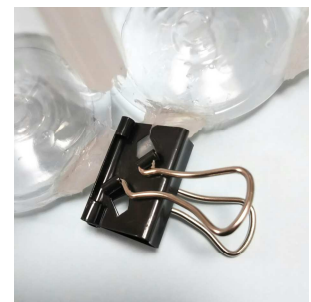
半田ごてで直径7mmの穴をあける



- ・ボトル間をシリコンチューブで連結する。



チューブとボトルの接続部分をコーキングする。
(割箸の先を削って細くしたものでコーキング剤を盛りつける)

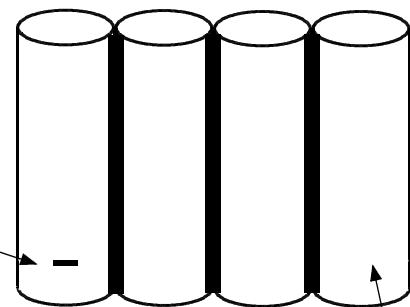


写真のようにダブルクリップで挟むので、チューブ側にコーキング剤がたくさんはみ出ないように盛りつける。

これで、1日置けば完成です。

目盛の付け方

- ・底から高さの1/6くらいの所に印を付ける。
- ・チューブを開放状態にして、その印までメスシリンダーで水を入れる。ボトルの両端に印を付ける。その時の水の量を記録しておく。



- ・入った水の量が180mlだとすると、さらに180ml入れて両端のボトルに印を付ける。これを繰り返すと5目盛うつことができる。ボトルが寸胴なので、目盛はほぼ等間隔になっている。
- ・目盛の線は、太い線の方が誤差を気にしなくてすむ。

水を入れた後、こちらにも印を付ける

※色水は、食用色素を使うとほんの少しで色が付ききれいです。

【平均ボトルの完成】

②透明ボックスを使った平均水そう(試作品③ 平均ボックス)

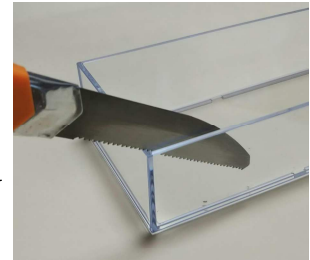
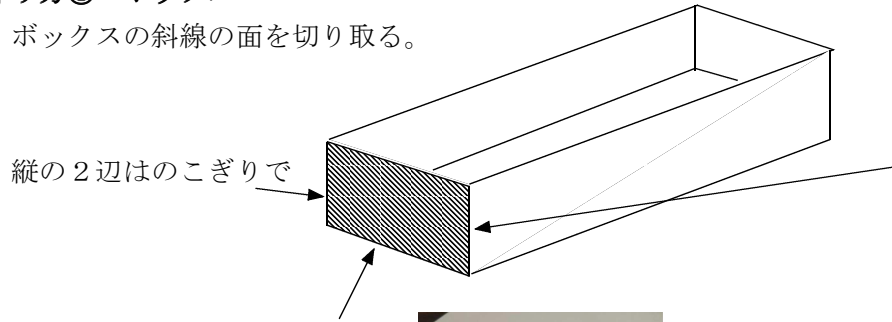
準備物

- ・透明容器…システムボックス クリアー(ダイソー) 5個
- ・シリコンチューブ…内径5mm 外径7mm 1mが400円前後です。使うのは10cmくらい。
- ・ジョイント…アズワン チューブT型ジョイント サイズM (モノタローで15個 1123円)
- ・半田ごて…容器に直径7mmの穴をあけることができる形状の物。
- ・アクリル接着液…アクリサンデー30ml 注入器付き600円前後です。
- ・のこぎりとアクリルカッター…今回の作業であれば100均のもので大丈夫。



作り方①-ボックス

- ・ボックスの斜線の面を切り取る。



- ・横の底辺はアクリルカッターで

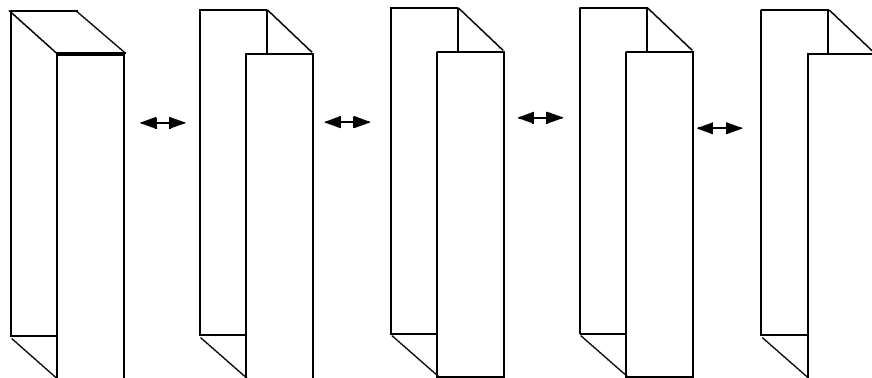


※定規をあててアクリルカッターで4~5回あまり力を入れずにガリガリと溝を掘る。内側にポキッと折る。

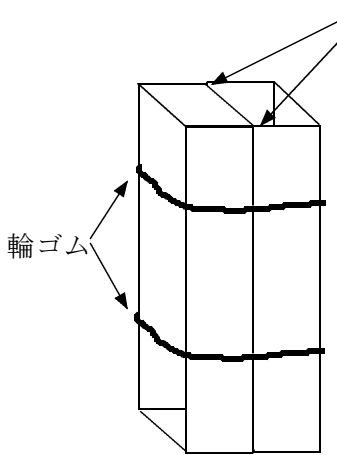
- ・ボックスの切り取った面がある方を上にして横に重ね、アクリル接着液で接着する。

※左端のボックスは、面を切り取っていないものを使う。

ここになる



- ・ボックスをピッタリ重ね、動かないように輪ゴムをかける。



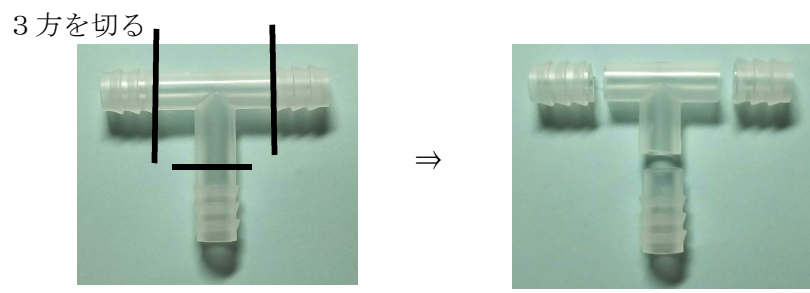
ボックスが接している3辺の内側にアクリル接着液を注入器で流し込む。

※アクリル板は、アクリル接着液で溶かして接着しますので、あらかじめ接着剤を塗っておいて貼り合わせるという方法はありません。

接着面をしっかりと重ねた状態で、その接着面に接着液を注入器で流し込みます。接着液が接着面の隙間に入り込んで、一度溶けたアクリルがすぐに（1分ほど）硬化して接着します。水漏れしないように、一度接着したところにもう一度接着液を流し込むと、もし隙間があってもそれで埋まります。

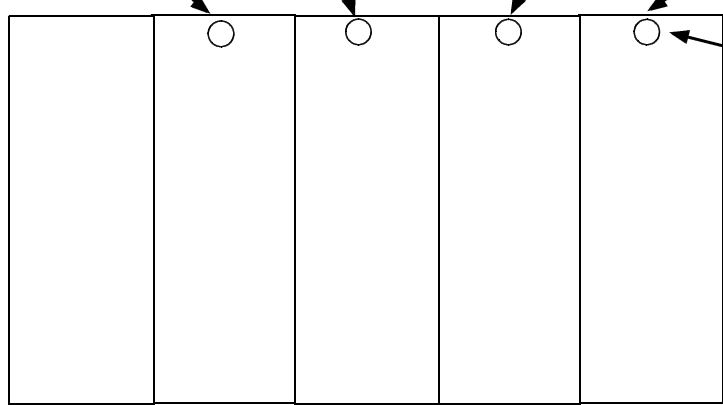
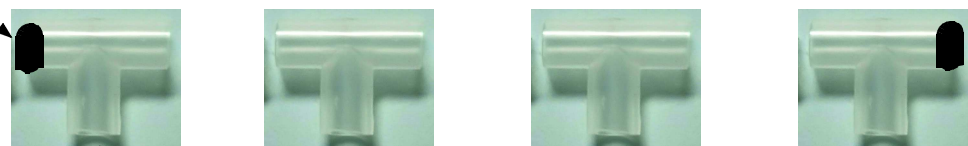
作り方②—ジョイントの工作与ボックスとの接続

- ・ジョイントを写真のようにカットする。（カッターナイフで転がしながら切る）

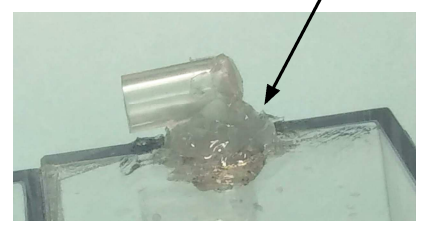


半田ごてで溶かしてつぶす

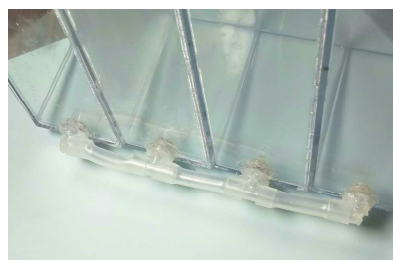
半田ごてで溶かしてつぶす



半田ごてで直径7mmの穴をあける。熱で柔らかい内にジョイントを差し込む。接続部分をコーキングする。



- ・コーキングが乾いたら、ジョイント間をシリコンチューブでつなぐ。



目盛の付け方… 4 p と同じです。

【少しマニアックな平均ボックスの完成】

※水の入れ方（細かい話になりますが…）

平均ボトル、平均ボックスともに動画では左から順に 2、4、1、5 の目盛に水を入れてあります。平均するときにチューブを挟んでいるダブルクリップをはずすと、少しですがチューブにも水がまわります。その分ボックス内の水の量が少なくなります。そのことを考慮して、はじめ各部屋に水を入れる時には、目盛の線の上ギリギリくらいに入れるようにしてください。そうすると、チューブに少し水がまわっても大丈夫です。

〈終り〉

- ①口径6mmくらいのバルブ
- ②無地のドリンクボトルかウォーターボトル

見つけたら教えて！