

# YPC簡易真空実験器の作り方と使い方

## 【材料】

50mL ディスポーザブル注射器 (ダイソー：おもしろ！注射器 YN-18-8/T232 など)  
密封容器 (セリア：ウォーターボトル 400mL、ミニドリンクボトル 200mL など)

※無地無色透明で硬質で丈夫なもの。500mL は強度的に不可。ジャムビンも可。  
外径 6mm、内径 3mm ガソリンチューブ (長さ 40cm)、ビニルテープ

## 【工具】

千枚通し、はさみ、スタンド付き電動ドリル (ビット径 4mm、5mm) またははんだごてとリーマ、ラジオペンチ

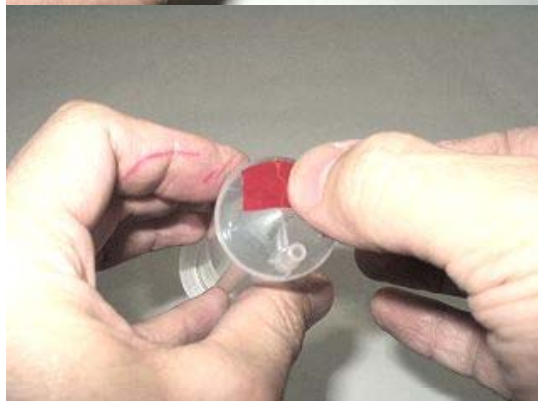
## 【1】簡易真空ポンプの製作

① ビニルテープを長さ 15mm に切ったものを 2 枚作ります。それぞれ注射器の径に合わせて一辺を丸くカットします。

② 注射器のピストンを抜きます。

③ ドリルまたは千枚通しで注射器のシリンダの先端に直径 4mm 程度の穴をあけます。位置は、中心と外壁のちょうど中間、ノズル位置とは反対側です。(写真参照)

④ ビニルテープの一枚を、③であけた穴をふさぐようにはりつけます。



- ⑤ もう一枚のビニルテープを、立てたピストンの上に、粘着面を上にして乗せ、上からシリンダをかぶせるようにしてはめます。  
この際、ビニルテープがうまくノズル穴の位置に来るようにします。またテープがシリンダの側面に貼りつかないように注意します。

- ⑥ ピストンを奥に突き当たるまで押しこむと、ビニルテープがノズル穴を内側からふさぎます。失敗したら、ノズルから竹串などをさしこんではがし、新しいビニルテープを用意してやり直します。

これで、真空ポンプは完成です。

ピストンを引くとノズルからシリンダに空気が入り、ピストンを押しとあげた穴から排気されます。はじめはテープが密着しているので力がいらいます。数回抜き差ししてなじませます。



## 【2】簡易真空容器の製作

- ① プラスチック密封容器のふたの中央に、直径 5mm の穴をあけます。ドリルが使えない場合は、はんだごてで融かして小さめの穴をあけ、テーパリーマでくり広げてもできます。
- ② 外径 6mm、内径 3mm のガソリンチューブ（長さ 40cm）の一端を、30° ぐらいの角度で、注射針の先端のように斜めに切ります。

- ③ ②で斜めにカットしたチューブの先端を容器のふたの穴にさしこみ、内側に出た先端をラジオペンチではさんで強く引き、むりやり穴にはめ込みます。引くことでチューブが細くなって、外径より小さい穴にはまり、弾力で内側からしっかりと密着します。接着剤は不要です。  
この工法を「引きばめ」と言います。

これで真空容器は完成です。



### 【3】実験のやりかた

#### ①真空中の風船

ピンポン玉ぐらいの大きさに軽く膨らませた風船を真空容器に入れて、容器内を減圧すると、風船が容器いっぱい膨らみます。

空気を戻すときは必ず注射器のノズルの部分からチューブをはずすようにします。真空容器のふたを無理にこじ開けようとするすると破損の恐れがあります。



#### ②真空マシュマロ

真空容器内にマシュマロを入れて減圧すると、マシュマロが倍以上の大きさに膨らみます。さらに減圧すると気泡が破れてしぼんでしまい、空気を戻すともとの大きさより小さくなります。

シェービングクリームやムースでも同様の実験ができますが、後で食べて楽しめる点で、マシュマロが優れています。



注射器のピストンを 50mL の目盛まで引いてから、力を緩めて静かに手を放すと、シリンダ内に残った空気の体積が読み取れます。50mL とこの体積との比から真空度（真空容器内の気圧）がわかります。マシュマロの体積が最大になるのは 0.3 気圧ぐらいです。

### ③水を吸い込ませる

真空容器の中の空気を簡易真空ポンプで十分に排気します。がんばると 0.05 気圧ぐらいまで減圧することができます。

その後、水の中で注射器のノズルからチューブをはずすと、水が勢いよく吸い込まれて真空容器を満たします。水はふたのあたりまで達し、空気はほとんど残っていないことがわかります。



### ④減圧沸騰

水道水（20℃ぐらい）と熱湯を 1:1 の割合で混合すると、おおむね 60℃のお湯が得られます。このお湯を真空容器に三分の一ほど入れます。

ふたをして減圧すると、中で沸騰するのが見られます。ピストンを引いた瞬間に沸騰し、引くのをやめると沸騰がおさまるのを観察します。

50℃以下では真空度が足らず沸騰しません。80℃以上では真空容器や注射器が変形するおそれがあります。



### ⑤雲を作る（断熱膨張）

容器の内部を水で濡らしておいて、線香の煙を数秒間入れます。ふたをして減圧すると、ピストンを引いた瞬間に内部が曇るのが観察できます。断熱膨張で気温が下がり、雲（霧）ができたのです。



注射器のノズルからチューブをはずして空気を戻すと霧は消えますが、再び減圧すると、また曇ります。繰り返し実験ができます。

雲を作る実験は真空ポンプでなく普通の注射器でもできます。ピストンを引くと雲ができ、おすと雲が消えます。

### 【参考文献】

YPCニュース No.170 2002/5/18 簡易真空ポンプの製作法はYPC（横浜物理サークル）の渡辺泰樹さんのアイデアです。

YPCニュース No.150 2000/9/15 真空マッシュマロの実験はYPC（横浜物理サークル）の小河原康夫さんのアイデアです。

執筆：北里大学 山本明利