

ピンポンキャノンの実験

小野 昌弘 *

概要

2014年に実施したサイエンスショー「空気パワー」は、大気圧に関する実験を行うもので、過去に数回実施されている人気のショーである。この年に実施した本実験では、新規の実験として、プラスチックコップとプラスチックシートを使った大気圧の実験や、水を入れたコップに水を網杓子でふたをし、ひっくり返しても水がこぼれない実験を取り入れた。どれも身近な道具で行える実験であり、それゆえ見た時のインパクトが強いため、見学者はさらに大気圧に関する興味関心を喚起できる内容であった。そしてもう一つ、本稿で述べるピンポンキャノンの実験を行った。ここでは、そのピンポンキャノンについて紹介する。

1. はじめに

空気パワーの実験は、身近にありながらもその存在自体を体感することのない大気圧を、目で見て、どのような力として存在しているのかを確認できる実験で紹介・解説を行ってきた。

主に

- プラスチックコップに、ゴルフボール、鉄球などの重りを入れ、クリアファイルなどを切ったプラスチックの板でふたをして、重たくなったコップを持ち上げる実験。
- 水の入ったコップを網杓子でふたをするようにして、手で押さえながらひっくり返すと、水がこぼれない実験。
- 真空鍾の中に吸盤を貼りつける、また、しぼんだ風船を入れるなどして、真空鍾の中の空気を抜いていくとどのような変化が起きるかを確認する。
- 吸盤は、空気で押されてくっついているが、それはどのくらいの加重をかけても耐えられるのかを確認する実験。
- アクリルパイプの中を重さ6kgのボーリング球が掃除機による大気圧減圧によって上昇する実験。

などを行った。今期の実験では、さらにアクリルパイプ(外径φ45mm、内径φ40mm)の中にピンポン玉を入れ、

パイプ内部を減圧し、その後、片端に穴をあけることで猛烈な勢いでピンポン玉を飛び出させる実験を行った。実験映像は、YouTubeにて公開中である。URLは以下の通り。

https://www.youtube.com/watch?v=hKaNXHOS_po

オリジナルは、アメリカで行われた実験のようであるが、国内では、小河原⁽¹⁾の報告が一番早い。そこには、詳細な製作方法と理論の検討が行われており、この実験で飛び出すピンポン玉のスピードは、280m/sにも達する報告があげられている。

当館では、本実験を、どのような形で運用したか等を以下に紹介する。

2. 製作

ピンポンキャノンを製作するにあたり、長さ1000mm、外径φ45mm、内径φ40mmのパイプを準備した。このパイプの内径サイズを準備したのは、卓球のボールのφ40mmボールを使用するためである。アクリルパイプについては、1000mmが定格であり、このサイズを1本、また、600mmと400mmに分割したものを用意した。

パイプの片端50mmのところを中心に直径20mmの穴をあけている。これは、パイプ内を真空にするために二方コックを取り付けるためである。

また、このパイプを固定するための台座を作製している。T字型水道管用塩ビパイプ(外径φ70mm、内径φ62mm)を用意し、幅255mm長さ450mmの板に

*大阪市立科学館 主任学芸員
ono@sci-museum.jp

T 字型塩ビ管の内径とほぼ同じ直径の木の丸棒を固定する。木の丸棒と塩ビ管の若干のサイズの隙間は、厚さ 1mm のゴムシートを巻き付けることで解消させる。

水平方向には、アクリルパイプを差し込むが、ここでも塩ビ管とアクリルパイプの間に隙間が生じるため、厚さ 1mm のゴムシートを巻き付けて、テープ等で固定する。それを差し込むことで、ほぼ水平にアクリルパイプが取り付けられることができる。



図1. アクリルパイプの T 字管取り付けと、二方コック取り付け部

難点は、以下の 2 点である。

- ① 何度かアクリルパイプを塩ビ管に出し入れすると、巻き付けたゴムシートが外れてしまい、塩ビ管に水平に固定することができなくなることである。

これは、本実験を行う際、アクリルパイプの開口部へのテープの貼り付け、また、実験後のアクリルパイプ内部の清掃で取り外す必要があるため、どうしてもアクリルパイプを固定台から外す必要があるため、避けられない。

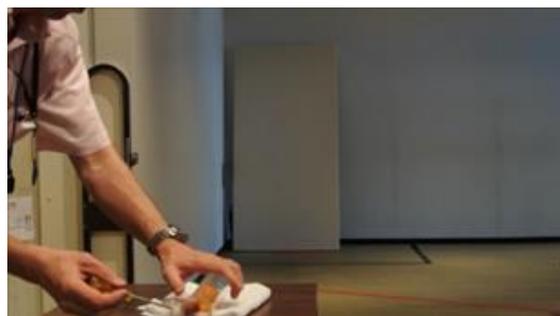
- ② 塩ビ管の長さが、180mmあるとはいえ、事実上1点支持になるため、アクリルパイプの水平が取りにくくなることがある。

以上の点を、避けるためには、簡易な本方法のアクリルパイプ固定方法ではなく、2点支持の取り付けが有効である。

3. 実験方法

- ① アクリルパイプのコックに近い側の開口部をセロハンテープでふさぐ。その後ピンポン球を閉じていない方の口から入れる。
- ② ピンポン球は、二方コック部分まで落とし込み、その後、開いているアクリルパイプの口をセロハンテープでふさぐ。二方コックのパイプ内部に差し込んである部分が、球のストッパーにもなる。
- ③ 真空ポンプからのホースを二方コックに取り付け、アクリルパイプ内の空気を抜く。今回の実験では真空計を取り付けていないが、正確さを期すためには、

簡易型でも真空計を取り付けた方がよい。



① テープに穴をあける直前。



② パイプの反対側から球が飛び出したところ。



③ 発泡ウレタンの板に向かっていく球。球の下には、破れて飛び散るセロハンテープがある。

図2. 実験の様子

今回の実験では、アクリルパイプ両端のセロハンテープがパイプ内部に凹むことで、パイプ内部の圧力が下がっていることを目視確認するだけで、実験を行った。約 10 秒の吸引で必要十分な真空状態を確保できる。

- ④ 二方コックのバルブを閉じ、ホースを外す。その後、コックに近い側のテープをきりなどで突くことで穴をあけると、大きな音とともに猛烈な勢いでピンポン玉が飛び出す。連続写真参照。

壁に直接、球が当たると球が割れてしまうので、高さ 1800 mm幅 900 mmの発泡ウレタン(建築用断熱材)を的とした。

4. 留意点

本実験での留意点は、以下の2点である。

- ① パイプ系と球のサイズを同じにすること。

これは、当館に在庫としてあった旧型ピンポン球(φ38mm)で行ったことで分かったが、同じ条件で実験を行っても球が発射しない。これは、パイプ内径とピンポン玉の差、2mm部分を空気が通り抜けていくことで、ボールが押し出される力が大きく減少するためである。

②セロハンテープ

セロハンテープをアクリルパイプに張り付けるときは隙間の内容にしっかりと貼り付けること。隙間がありそうな場合は、パイプの端部分の隙間を埋めるようにする必要がある。セロハンテープは、小河原の報告にある、ニチバンセロテープ(No. 405)が最も適しているようである。

③安全性

これがもっとも大切なことであるが、本実験においては他の実験以上に安全性の確保が必要である。場合によっては、真空引きの最中、また、穴をあける前にテープが破ける場合があるので、球の飛び出す方向に確実に人がいないように注意する。また、本実験では、非常に大きな音がするため、実験を行う前に、音の大きさについての注意喚起も必要である。

参考文献

(1)小河原康夫『ピンポン球キャノン砲の製作と理論的検証』物理教育(2007)