

# 紙ふうせんの不思議

大阪教育大学附属池田小学校

田中琴衣

# ■実験の動機■

夏祭りに行き、紙ふうせんをもらった。

ポンポン打ち上げているうちに、次のことに気がついた。

◎穴があいているものを叩いているのに、どうしてつぶれないのだろうか

◎つぶれた紙ふうせんを打ち上げているうちに、ふくらんでくるのはなぜだろう。

この2点について興味を持ち、紙ふうせんの不思議を調べることにした。

# ■予測■

紙ふうせんがふくらむためには、次の3つの事柄が関係していると予測した。

- 1. 空気の吹きこみ口 (穴)
- 2. 紙質
- 3. 空気の流れ、圧力

# 【実験1 穴について調べる】



吹きこみ口は、紙が重なり、厚みがあるので、重くなっているかもしれない。

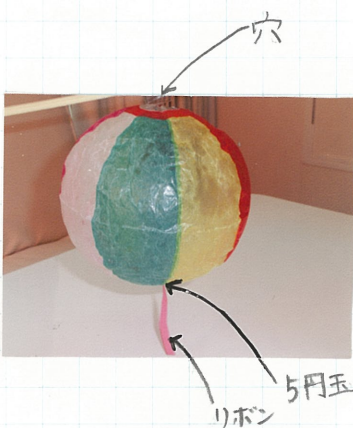
手で打つときに、穴が常に下になっていて、手で空気を押しこんでいるのか調べる。

<方法> ※ 紙ふうせんの高さが半分になるまでつぶす (中の空気を約半分ぬく)

穴が手に当たらないように、穴と反対側に5円玉の重りをつけた。

さらに、分かりやすくするために、5円玉のところにリボンをつけ、

打つときは、リボンが下にくることを確かめてから叩いた。



1円玉では軽すぎてくるくるまわり、穴が下にくることがある。

10円玉では重すぎてバランスがとりにくく打ち上げにくかった。



<結果>

ふくらむまでに打った回数

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
20回	16回	15回	16回	17回

この結果より、

穴にふれなくても

紙ふうせんはふくらむと分かった。

手で穴の中へ空気を送りこんでいる

訳ではないことが分かった。

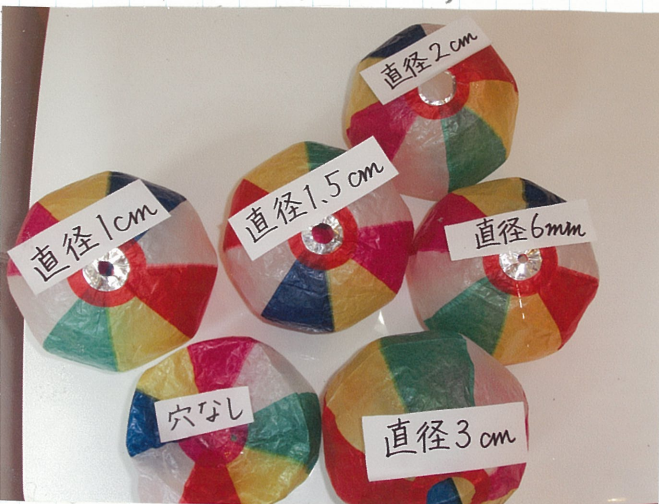
実験2 穴の大きさと形を変えて、ふくらみ方を調べる

ふくらむためには、穴から空気が入ってくるのは確か、と考えられるので、穴の大きさ、形を変えて、ふくらみ方に変化があるか調べた。

<方法>

市販の紙ふうせん(穴の直径6mm)、穴の直径1cm、1.5cm、2cm、3cm、穴なし(セロハンテープでふさいだ)の6種類の穴の大きさが違う紙ふうせんを用意し、ふくらむまでに打ち上げた回数を5回ずつ調べた。

<使用した紙ふうせん>



穴の直径 回数	6mm (市販)	10mm	15mm	20mm	30mm	穴なし
1回目	17	11	13	14	24	ふくらま ない
2回目	16	12	9	20	26	
3回目	18	14	10	27	27	
4回目	17	13	12	20	25	
5回目	16	12	13	21	30	
平均	16.8	12.4	11.4	19.2	26.4	

<結果>

やはり穴がないとふくらまないの、穴から空気が入ってふくらんでいることが分かる。穴が小さい方が、回数は多くなるがパンパンにふくらむ。穴が大きいと早くふくらむが、パンパンにふくらみにくい。市販の穴の直径より、少し大きめの方がふくらみやすいが、大きすぎると逆にふくらみにくくなる。



<方法>

穴の形を  $\triangle$ 、 $\circ$ 、 $\square$  にして、ふくらむまでの回数を調べた。

形	$\triangle$	$\circ$	$\square$
面積	$4\text{cm}^2$	$4.5\text{cm}^2$	$4\text{cm}^2$
1回	13	14	16
2回	14	16	13
3回	16	16	14
4回	14	12	15
5回	16	14	14

結果

形の違いによって、ふくらむ回数にあまり違いはなかった。  
これは、穴の面積をほぼ同じにしたため、空気の出入りする量が同じだったためだと考えられる。

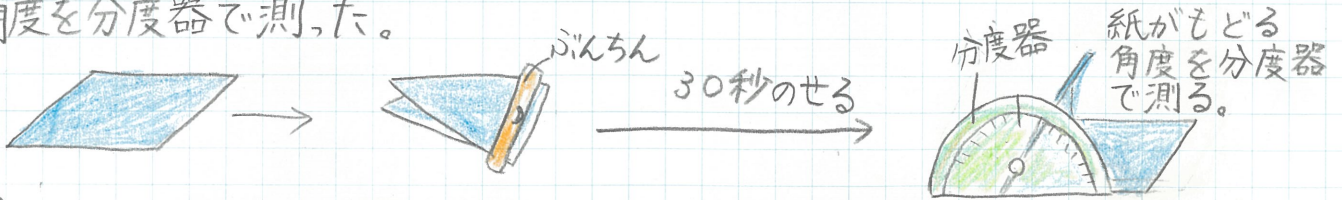
〔実験3 紙質の違いによるふくらみ方の比較〕

紙ふうせんに使われている紙はパラフィン紙である。

この紙が選ばれている理由を調べるため、材質の違う紙を用意して、ふくらみ方を比較する。

<方法-1>

パラフィン紙の他に和紙、セロファン、花紙、半紙、折り紙用カラーホイルを用意した。それぞれの紙をふんちんの重さだけで折り、30秒後、ふんちんをはずし、紙がどれ位もともどろうと立ち上がるかを観察し、紙がもどる角度を分度器で測った。



<結果>

	パラフィン	和紙	花紙	セロファン	半紙	カラーホイル
紙質						
角度	140度	75度	15度	140度	70度	7度



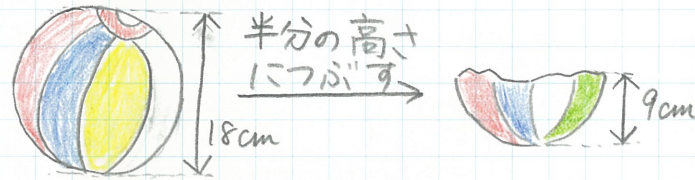
<方法-2>

半紙、セロファン、和紙で実際に紙ふうせんを作る。

市販の紙ふうせんを分解して、形紙をとり、それぞれの材料で作る。



これらをつぶす高さ  
半分になるまでつぶして、  
空気をぬき、再びまるくふくらむ  
まで、打ち上げる回数を調べた。



<結果> 5回打ち上げた平均

市販	和紙	セロファン	半紙
15回	21回	13回	19回
パンパンと 大きな音 がなる。	ボコボコと 重たい音。 手ざわりも ごわごわ。	シャワシャワ と音がする。 軽い。	パンパンに ふくらんだ 時の音が パラファンに にている。

ふくらみやすいのは、セロファンでできた紙ふうせんだった。  
実験-3、方法-1より、紙の復元力が大きかったのも、  
ふくらみやすかったのだろう。紙によって打った時の音が違い、  
ふくらむことで、音が変わるのはパラファンだった。  
紙の性質も大切だということが分かった。

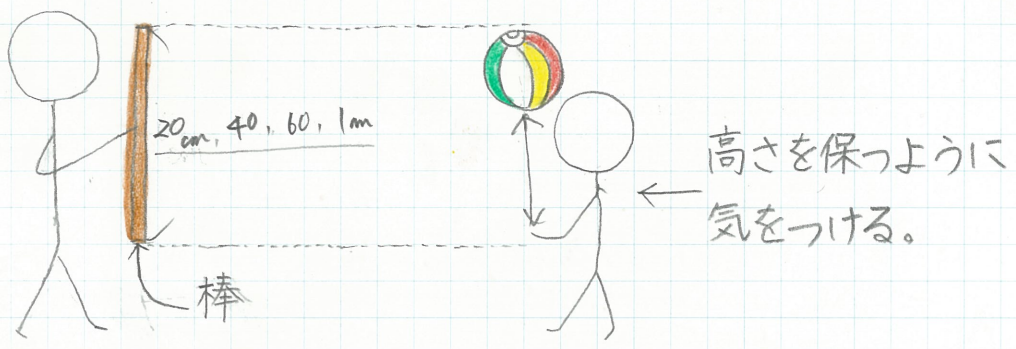


# 実験4 紙ふうせんを早くふくらませる打ち上げ方

## <方法>

紙ふうせんを打ち上げる高さを20cm、40cm、60cm、1mと変えて、どの高さで打ち上げると早くふくらむのか調べる。

あらかじめふくらませておいた紙ふうせんを、高さが半分になるまでしぼませて行った。2人で協力し、1人は高さの目安になる棒を持ち、私は、その棒の高さを保つように打ち上げ、ふくらむまでの回数を調べた。



## <結果>

棒の高さ 回数	20cm	40cm	60cm	1m
1回目	59回	29回	16回	17回
2回目	56回	36回	15回	20回
3回目	56回	28回	15回	17回
4回目	61回	30回	18回	19回
5回目	71回	32回	16回	18回
平均	60.6回	31回	16回	18.2回

60cmの高さで打ち上げると少ない回数で早くふくらんだ。ふくらむと、パンパンとかわいた音に変わった。1mでは、やぶれてしまった。低い高さでは、手で紙ふうせんに当てる力が小さく、音も小さい。

# 実験5 紙ふうせんに入ってくる空気、出ていく空気

しぼんだ紙ふうせんが再びふくらむのだから、空気はふうせん内に入ってきている。

では、打ち上げたしゅん間には、ふうせんから空気は外に出ていないのだろうか。



<方法ー1> 出ていく空気を調べる。



左の様に、紙ふうせんの中に線香のけむりを入れる。 けむりは上にのぼるので、穴を下に向けるとたくさんけむりが入った。



十分けむりを入れた紙ふうせんを打ち上げて、穴から白いけむりが出てくるか観察する。

<結果>



打ったしゅん間に白いけむりが出ていることを確認できた。 このことより、中の空気は外に出ていることが分かった。 しかし、打ち上げた時のしょうげきの割には、けむりの出方は少ないように感じた。

この結果から、打った時に空気は出ていくが、その量は少ないと考えられる。 この、出ていく空気の量よりも、多くの空気がとりにまれて、徐々に紙ふうせんがふくらむと考えられる。

## <方法—2> 入ってくる空気を調べる。

空気砲を使って、空気の動きを観察する。



空気砲の穴を紙ふうせんの穴と仮定して、打ち上げた状態として、空気砲をたたく。空気の動きが見えるように、空気砲の穴に長方形に切ったティッシュをつけた。



空気砲を叩いた直後。

ティッシュは外側へなびき、空気が出ている様子がわかる。



その直後、ティッシュは箱の内側へ勢いよく引っぱられた。

空気が出た後、再び空気が引きこまれていることがわかる。

## <結果>

空気砲を叩くと、中の圧力が上がり、空気がおし出される。

このとき、ティッシュは外側へなびく。へこんだ空気砲が元の形にもどる時、空気を吸いこんでいると考えられる。

紙ふうせんも同様に、叩いた時に中の圧力が上がり、小さな出口から、空気が少量出るが、紙の復元力も助けになって、もとの形にもどろうとする時に空気が入ってくるのではないかと考えられる。



# 紙ふうせんのふくらむ条件

- 穴に空気を押しこむ必要はない。
- 紙に復元力があること。
- 空気圧がかかること。

ということが分かった。  
 それでは、この条件を  
 満たせば"....."

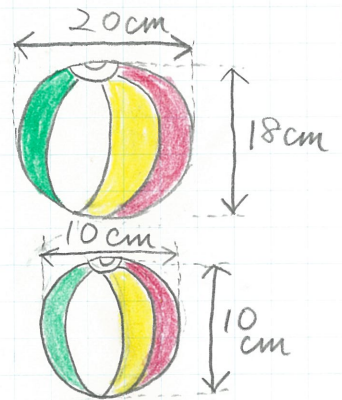
直接、紙ふうせんに手をふれず、紙ふうせんをふくらませることができるとはないかと考えた。

## 実験6 紙ふうせんにふれずにふくらませる

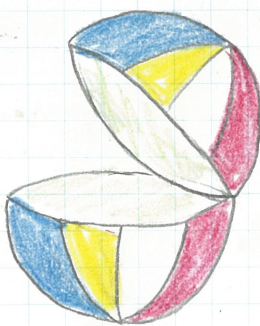
### 〈方法〉

大、小、2つの紙ふうせんを用意する。

⓪



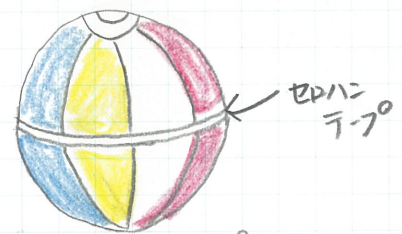
⓪紙ふうせんを切り、中に⓪紙ふうせんをつぶして入れ、セロハンテープできちんと⓪とじ合わせた。



⓪紙ふうせんを半分に切る



中につぶした⓪紙ふうせんを入れる。



セロハンテープできちんととじ合わせる。

外側の⓪紙ふうせんを打ち上げると、中の⓪紙ふうせんをふくらませることができるのか調べる。



## <結果>

外の①紙ふうせんが十分ふくらんだ状態のまま、30回打ち上げ、その後、外側の①紙ふうせんをはさみで切って、中の②紙ふうせんの様子を調べた。



中の②紙ふうせんは、完全にふくらんでいた。

この実験では、中のふうせんにふれることなく、外のをふうせんをふくらませることで、空気圧を加え、中のふうせんが、徐々にふくらんでいたことが分かった。

## 〔考察〕

最初に立てた予測と、実験1~6の結果から分かったこと。

予測1: 空気の吹き込み口(穴)について

紙ふうせんをふくらませるためには、手で穴へ空気を押し込んでいる訳ではないことが分かった。また、穴の大きさは、市販のものより、少し大きい方がふくらみやすいが、大きすぎると、ふくらみにくい。穴の形は関係がなかった。

予測2: 紙質について

紙によって、もとの状態に戻ろうとする力が異なっていた。もとに戻りやすい紙である、セロファンや、パラフィン紙でつくった紙ふうせんは、打つ回数が少なくても、ふくらんだ。



紙ふうせんを、早くふくらませるには、60cmくらいの高さに打ち上げるのが、適していて、低い高さだと、なかなかふくらまなかった。

このことより、紙ふうせんをふくらませるためには、適度な圧力を加えることが必要であることが分かった。また、線香のけむりを使った実験と、空気砲を使った実験により、紙ふうせんを打ち上げた時に、紙ふうせんから出ていく空気と、中に入っていく空気があることを確認した。

だんだんふくらんでいくことから、出ていく空気よりも、中に入っていく空気の方が多いと考えられる。最後に行った、紙ふうせんの中に入れた、ふうせんをふくらませる実験では、これらの実験で得た結果を利用して行った。紙ふうせんがふくらむ条件を満たしていたので、中を開けてみると、完全にふくらんでいた。

## 〔ふりかえり〕

紙ふうせんのふくらみ方に不思議を感じた。この実験を通して、

“昔あそび”の紙ふうせんには、たくさんの発見があった。ふくらむにつれて打った時の音や手の感触が変化していくことに、気がついた。

セロファンや和紙、半紙、で紙ふうせんをつくるのが難しかったが、楽しかった。空気砲での実験では打ったあとに、空気が吸い込まれていく様子を見て、おどろいた。最後の実験では、本当に中のふうせんはふくらんでいるのか、わくわくしながら開けた。

五色のきれいな紙ふうせん、で、楽しく実験することができ、不思議を見つけることができた。