

うちわの研究 ～形とあおぎ方～

裾野市立東中学校

2 年 石原 未佳子

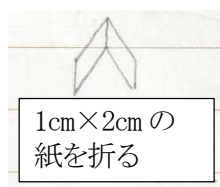
1 研究目的

私は夏になると、頻繁にうちわを使う。そのときに、どうすれば効率良く、うちわを使ってすずしくすることができるのか、その方法を考えてみたいと思ったのがこの研究に取り組んだきっかけである。普段、何気無く、顔の大きいくらいのうちわを使い、適当な強さであおいでいるが、うちわの形、うちわの大きさ、うちわを振る強さ、うちわを振る振り幅を変え、どうしたら、よりすずしくなるのかを調べた。

2 研究方法

(1) 実験方法

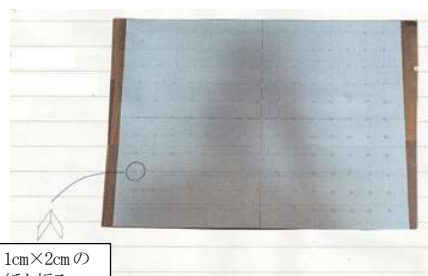
風は目で見ることができないため、紙を折って立てたものを用意し、いろいろな条件でうちわをあおぎ、何個倒れたか、どのように倒れたかで比較した。下図のように、1cm×2cm の紙を折って立てたものを 165 個用意し、5cm ごとに置いた。また、うちわの振り方にバラツキがでないように、木の棒、クリップ、ストローを用い、うちわを振る装置を製作した（下図参照）。うちわを振る装置の製作方法と機構の詳細は次の通りである。木の棒とクリップを接着し、木の棒よりも少し太いストローを用意した。ストローと土台を接着し、ストローの中に木の棒を通すことでクリップと木の棒だけを動かすことができる。そして、クリップにうちわをはさみ、床に対して約 88° から倒すことで、うちわをほぼ同じ力で振ることが可能になる。なお、うちわを振る強さは、うちわの付けるおもりの数で変更し、うちわを振る振り幅は、うちわを倒す角度で変更した。



紙を折って立てたもの



クリップ
木の棒
ストロー
土台



紙の置き方



うちわを振る装置

(2) 実験条件

今回は、下記のように条件を変えて実験を行った。

ア うちわの形を変える

ウ うちわを振る強さを変える

イ うちわの大きさを変える

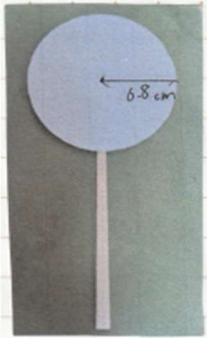
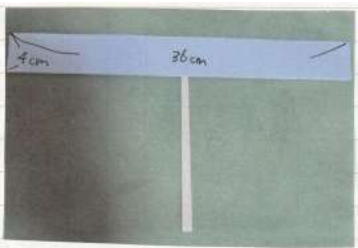
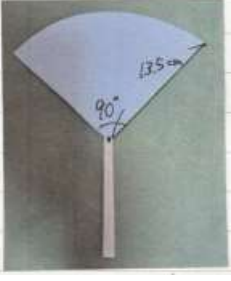
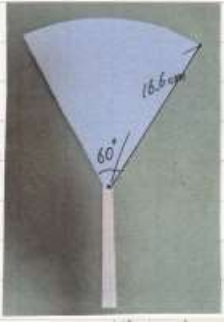
エ うちわを振る振り幅を変える

3 実験、結果

(1) うちわの形を変える

うちわの大きさ、振る強さ、振る振り幅は固定し、種々のうちわの形で実験を行った。条件は下記の通りである。

- ア うちわの大きさ 約 144cm^2
- イ うちわを振る強さ おもりの数0個
- ウ うちわを振る振り幅 約 88°
- エ うちわの形

(ア) 円 	(イ) 正方形 	(ウ) 短い長方形 横 	(エ) 短い長方形 縦 
(オ) 長い長方形 横 	(カ) 長い長方形 縦 	(キ) おうぎ形 180° 	(ク) おうぎ形 150° 
(ケ) おうぎ形 120° 	(コ) おうぎ形 90° 	(サ) おうぎ形 60° 	(シ) おうぎ形 90° 逆 

うちわの形が、(ア) 円の実験は2回実施し、立てた紙の倒れた様子は、下図のようになった。



1 回目



2 回目

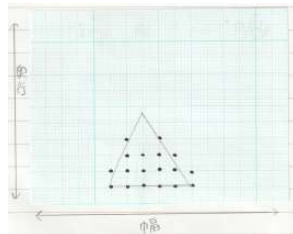
立てた紙の倒れた様子

また、立てた紙の倒れた数、倒れた範囲、倒れた形は、下記のようになった。

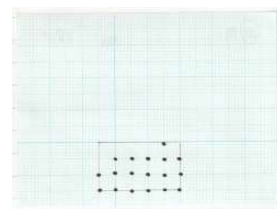
立てた紙の“倒れた数” : 1 回目 18 個、2 回目 18 個

立てた紙の“倒れた範囲” : 幅 25cm～35cm、奥行 15cm～25cm

立てた紙の“倒れた形” :



1 回目 : 三角形



2 回目 : 四角形

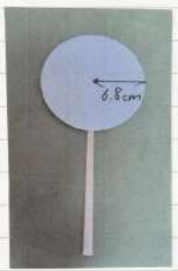
(イ) ～ (シ) も (ア) と同様に実験を行い、その結果を下表にまとめた。立てた紙の倒れた数からみると、長方形の縦は2つとも他の形と比べて倒れた数が少なかった。倒れた形は、三角形、四角形と2種類しかなく、違いは大差無かった。また、倒れた範囲に関して、幅はうちわの形によって変わらなかった。しかし、奥行は、長い長方形の縦は他のうちわの形と比べると小さかった。

うちわの形	倒れた数		倒れた形		倒れた範囲	
	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目	幅 [cm]	奥行 [cm]
(ア) 円	18 個	18 個	三角形	四角形	25～35	15～25
(イ) 正方形	18 個	20 個	四角形	四角形	25～35	15～25
(ウ) 短い長方形 横	17 個	16 個	三角形	三角形	25～35	15～25
(エ) 短い長方形 縦	8 個	10 個	四角形	四角形	20～30	10～20
(オ) 長い長方形 横	13 個	14 個	四角形	四角形	30～40	10～20
(カ) 長い長方形 縦	7 個	8 個	四角形	四角形	20～30	5～15
(キ) おうぎ形 180°	17 個	18 個	三角形	四角形	20～30	15～25
(ク) おうぎ形 150°	14 個	16 個	三角形	三角形	25～35	15～25
(ケ) おうぎ形 120°	16 個	15 個	三角形	四角形	25～35	15～25
(コ) おうぎ形 90°	19 個	18 個	三角形	三角形	30～40	15～25
(サ) おうぎ形 60°	17 個	15 個	四角形	三角形	20～30	15～25
(シ) おうぎ形 90° 逆	14 個	14 個	四角形	四角形	25～35	10～20

(2) うちわの大きさを変える

うちわを振る強さ、振る振幅、うちわの形は固定し、種々のうちわの大きさで実験を行った。条件は下記の通りである。

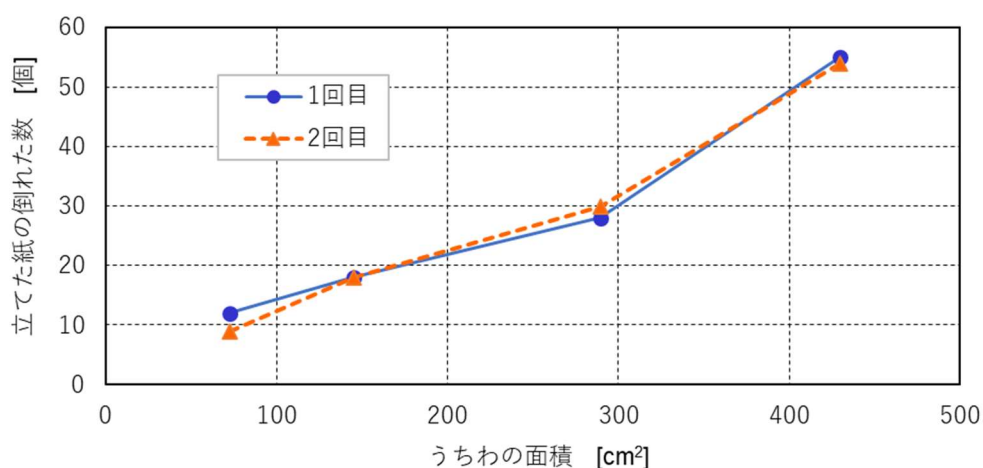
ア うちわの大きさ

(ア) 円(小) 72.35cm ² 	(イ) 円(中) 145.19cm ² 	(ウ) 円(大) 289.38cm ² 	(エ) 円(特大) 429.84cm ² 
---	--	---	---

イ うちわを振る強さ おもりの数0個
ウ うちわを振る振幅 約88°
エ うちわの形 円

(ア)～(エ)の条件で実験を実施し、その結果を下表にまとめた。さらに、うちわの面積を横軸に、立てた紙の倒れた数を縦軸にとり、グラフを作成した。倒れた数からみると、うちわの大きさを変えると大きな差があった。面積が小さいほど倒れた数が少なく、面積が大きいくほど倒れた数が多かった。倒れた形は、うちわの大きさを変えても、三角形と四角形の2種類で大差は無かった。倒れた範囲に関して、幅も奥行も、うちわの大きさが大きくなるにつれて、大きさが広がった。また、グラフから読み取ると、倒れた数とうちわの面積は、ほぼ比例関係になっていた。

うちわの大きさ	倒れた数		倒れた形		倒れた範囲	
	1回目	2回目	1回目	2回目	幅 [cm]	奥行 [cm]
(ア) 円(小) 72.35cm ²	12個	9個	三角形	三角形	25～35	10～20
(イ) 円(中) 145.19cm ²	18個	18個	三角形	四角形	25～35	15～25
(ウ) 円(大) 289.38cm ²	28個	30個	四角形	四角形	35～45	25～35
(エ) 円(特大) 429.84cm ²	55個	54個	三角形	四角形	50～60	30～40



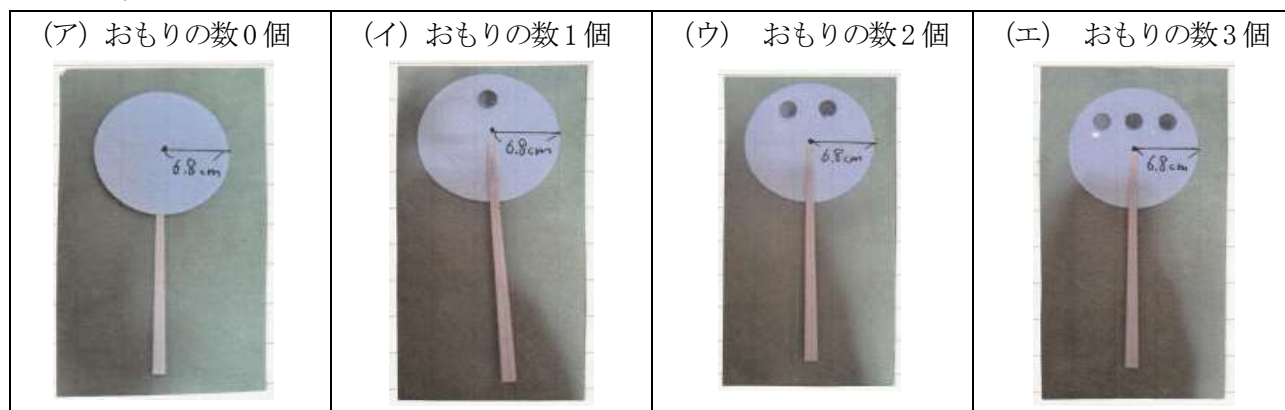
“うちわの面積”と“立てた紙の倒れた数”の関係

(3) うちわを振る強さを変える

うちわの大きさ、振る振り幅、うちわの形は固定し、うちわを振る強さを変えて実験を行った。条件は下記の通りである。うちわを振る強さを変えるため、うちわに付けるおもりの数を変えて再現した。

ア うちわの大きさ 約 144cm^2

イ うちわを振る強さ

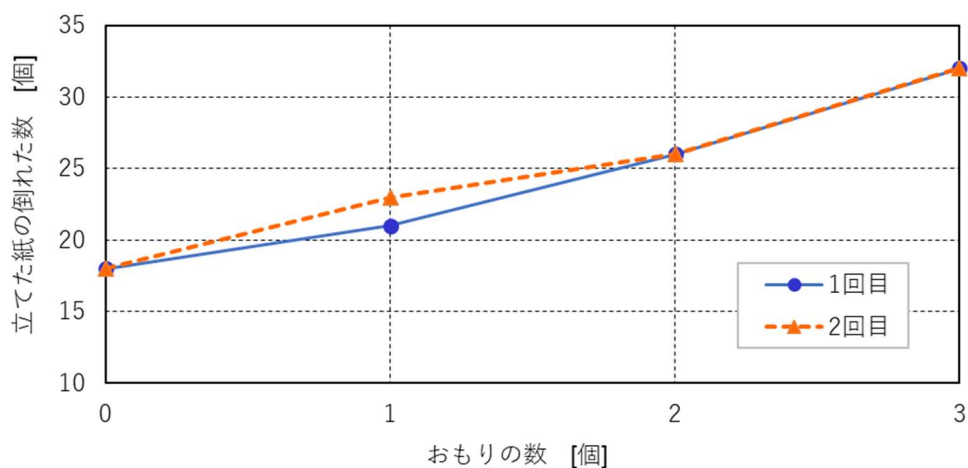


ウ うちわを振る振り幅 約 88°

エ うちわの形 円

(ア) ～ (エ) の条件で実験を実施し、その結果を下表にまとめた。さらに、おもりの数を横軸に、立てた紙の倒れた数を縦軸にとり、グラフを作成した。倒れた数からみると、うちわを振る強さを大きくすると大きな差があった。うちわを振る強さを大きくすると倒れた数が多くなった。倒れた形は、三角形と四角形の2種類しかなく大差は無かった。倒れた範囲に関して、幅と奥行は、うちわを振る強さを強くすると、少しだけ大きくなった。また、グラフから読み取ると、倒れた数とおもりの数は、ほぼ比例関係になっていた。

うちわを振る強さ	倒れた数		倒れた形		倒れた範囲	
	1回目	2回目	1回目	2回目	幅 [cm]	奥行 [cm]
(ア) おもりの数 0 個	18 個	18 個	三角形	四角形	25～35	15～25
(イ) おもりの数 1 個	21 個	23 個	三角形	四角形	35～45	15～25
(ウ) おもりの数 2 個	26 個	26 個	三角形	四角形	30～40	20～30
(エ) おもりの数 3 個	32 個	32 個	四角形	四角形	30～40	25～35

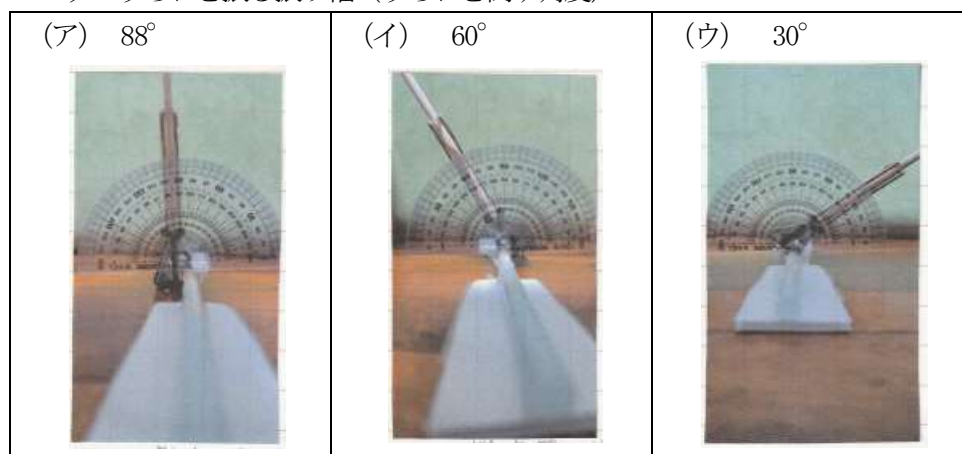


“おもりの数”と“立てた紙の倒れた数”の関係

(4) うちわを振る振り幅を変える

うちわの大きさ、うちわを振る強さ、うちわの形は固定し、うちわを振る振り幅を変えて実験を行った。条件は下記の通りである。うちわを振る振り幅を変えるため、うちわを倒す角度を変えた。

- ア うちわの大きさ 約 144cm^2
 イ うちわを振る強さ おもりの数が 0 個
 ウ うちわを振る振り幅 (うちわを倒す角度)

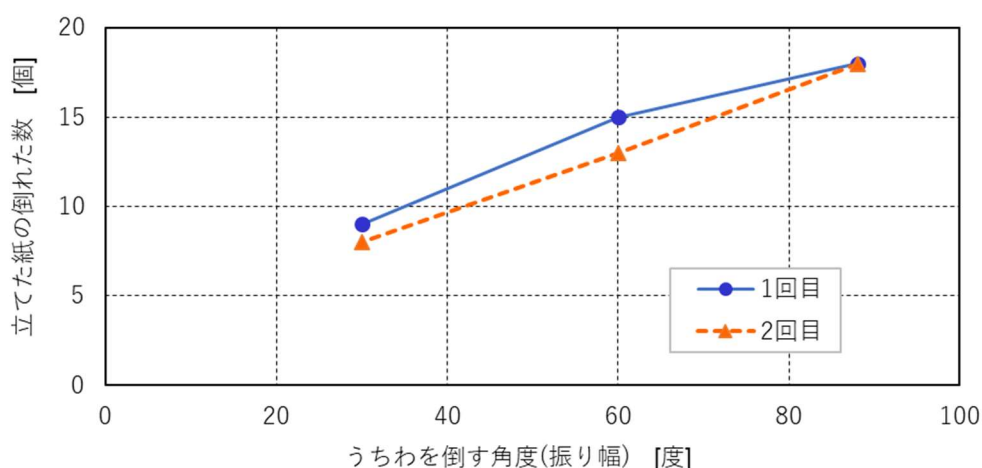


エ うちわの形

円

(ア) ～ (ウ) の条件で実験を実施し、その結果を下表にまとめた。さらに、うちわを倒す角度(振り幅)を横軸に、立てた紙の倒れた数を縦軸にとり、グラフを作成した。倒れた数からみると、うちわを振る振り幅を変えると大きな差があった。振り幅を小さくするにつれて倒れた数は少なくなっていく。倒れた形は、三角形と四角形の 2 種類しかなく大差は無かった。倒れた範囲に関して、幅や奥行は、振り幅が小さくなるにつれて狭くなった。また、グラフから読み取ると、倒れた数と振り幅は、ほぼ比例関係になっていた。

うちわを振る振り幅 (うちわを倒す角度)	倒れた数		倒れた形		倒れた範囲	
	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目	幅 [cm]	奥行 [cm]
(ア) 倒す角度 88°	18 個	18 個	三角形	四角形	25～35	15～25
(イ) 倒す角度 60°	15 個	13 個	四角形	三角形	25～35	10～20
(ウ) 倒す角度 30°	9 個	8 個	四角形	四角形	20～30	5～15



“うちわを倒す角度(振り幅)” と “立てた紙の倒れた数” の関係

4 考察

各実験から、下記のことが分かった。

(1) うちわの形を変える

長方形の縦は2つとも他の形と比べて、立てた紙の倒れた数が少なかった。それ以外は、ほぼ同じだったが、円、正方形、おうぎ形 90° は倒れた数が多く、広い範囲で紙が倒れた。

(2) うちわの大きさを変える

うちわの面積が小さいほど、立てた紙の倒れた数が少なく、面積が大きいほど倒れた数が多く、風が広い範囲に広がった。また、風が広がる範囲とうちわの面積は、ほぼ比例関係だった。

(3) うちわを振る強さを変える

うちわを振る強さを強くするにつれて、立てた紙の倒れた数が増え、風が広い範囲に広がった。また、風が広がる範囲と振る強さ(おもりの数)は、ほぼ比例関係だった。

(4) うちわを振る振り幅を変える

振り幅を小さくするにつれて、立てた紙の倒れた数は少なくなった。振り幅と風が広がる範囲は、ほぼ比例関係だった。

以上より、すずしいうちわの形とあおぎ方として、「うちわの形は円か正方形かおうぎ形 90° で、大きさはできるだけ大きくし、振る強さはできるだけ強くし、振り幅はできるだけ大きくして、振ると良い」と考えられる。

5 課題

(1) 気づいたこと

- ・実験のたびに倒れた紙を並び直すのが大変だったが、いつも見られない風の動きを見ることができておもしろかった。
- ・暑かったので、クーラーをつけて実験をしていたが、クーラーの風の影響があったかもしれない。
- ・今回は同じ実験を2回ずつ実施したが、1回でも良かったのか、それとも、3回、4回と、もっと増やした方が良かったのか、確かめた方が良かったと思った。
- ・うちわの柄の長さによって、実験の結果が変わったかもしれない。

(2) 今後の課題

- ・今回の研究結果は、“うちわ”や“せんす”をつくる際に利用できると思う。今回の結果から考えた“うちわ”と、現在の“うちわ”の形は一致した。このことから、昔の人はどのように現在のうちわにたどり着いたのか、不思議であり、調べてみたい。
- ・今回の研究結果を発展させると、鳥やチョウなどの飛ぶ生物の飛び方の解明につながると考えられる。