

左上一箇所でホチキス留め

附属中学 1

3901

筑波大学

朝永振一郎記念

第13回「科学の芽」賞 応募用紙

応募部門：中学生部門

応募区分：個人

題名：うちわのメカニズム

学校名：筑波大学附属中学校

学年：2年

代表者名：北島優紀

うちわのメカニズム

2年4組29番

北島優紀

1. 動機

6月の学校はクーラーが使えません。とても暑いので仕方がなくノートや下敷で扇いでいますが「うちわ」のように強くて安定した風が得られず、あまり涼しくありません。厚さや形、大きさが関係しているのではないかと思いました。そこでどのようなうちわが良いのか考えてみることにしました。

実験1 うちわの形によって風の強さは変わるのか

〈実験方法〉

うちわの表面積を市販のうちわにできるだけ近づけて、11種類 ①長方形 $40 \times 10 = 400 \text{ cm}^2$ ②長方形 $25 \times 16 = 400 \text{ cm}^2$ ③正方形 $20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$ ④長方形 $16 \times 25 = 400 \text{ cm}^2$ ⑤長方形 $10 \times 40 = 400 \text{ cm}^2$ ⑥円 $11.3 \times 11.3 \times 3.14 = 400.9466 \text{ cm}^2$ ⑦半円 $16 \times 16 \times 3.14 \times \frac{1}{2} = 401.92 \text{ cm}^2$ ⑧ $\frac{1}{4}$ 円 $22.5 \times 22.5 \times 3.14 \times \frac{1}{4} = 397.40625 \text{ cm}^2$ ⑨中心角 45° の扇形 $32 \times 32 \times 3.14 \times \frac{1}{8} = 401.92 \text{ cm}^2$ ⑩正三角形 $30.3934 \times 26.3214 \times \frac{1}{2} = 399.9984 \text{ cm}^2$ ⑪正三角形 (⑩と同じ) ⑫市販のうちわを型どったもの)のうちわを使い、床をたたき円の外に何枚紙が出るかを調べる。



→円の中に $2.5 \times 5.5 \text{ cm}$ の紙を100枚置き何枚円の外に出たか
 ※完全に出ていないものは一枚と数えない

・市販のうちわの面積

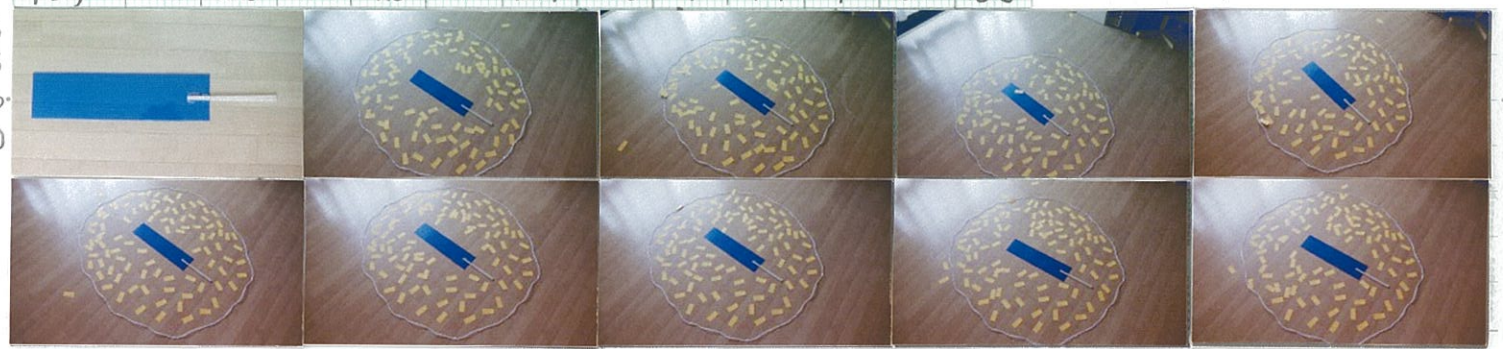
→方眼紙にうちわを当てて形どりして目盛りを使って読みとる
 うちわA → 398 cm^2 うちわB → 402 cm^2 うちわC → 402 cm^2
 → 400 cm^2 前後なのできれいな数字の 400 cm^2 を基準にした

〈実験結果〉

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
1回目	3	5	5	5	3	13	5	9	6	12	7	13
2	4	7	7	7	0	13	1	8	9	7	4	15
3	3	4	9	10	1	11	1	7	8	6	2	16
4	2	5	6	5	2	11	4	12	8	10	4	17
5	2	5	11	8	0	8	2	8	5	10	0	13
6	0	7	7	7	0	14	2	9	6	9	4	15
7	1	5	11	8	1	11	3	9	6	8	4	13
8	4	7	9	9	1	9	3	13	9	9	3	13
9	2	7	8	8	1	9	1	9	8	10	3	21
10	1	6	9	8	1	10	1	6	9	9	1	17
平均	2.2	5.8	8.2	7.5	1	10.9	2.3	9	7.4	9	3.2	15.3

単位は枚

うちわ
①

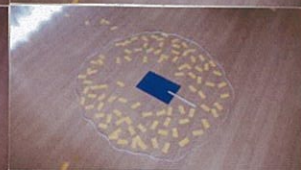
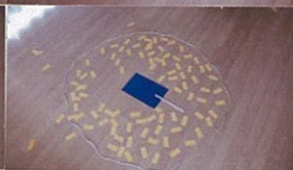
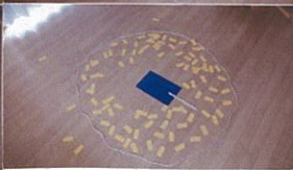
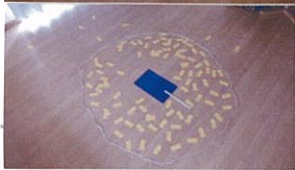
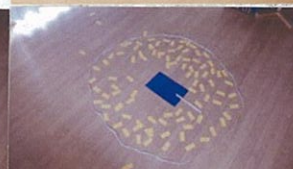
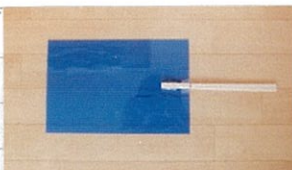




特徴

- ・安定した強い風が出ない
- ・横、ななめ横に風が広がりやすい

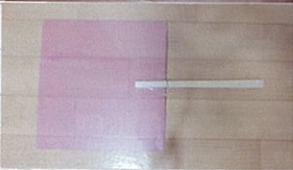
う
ち
ゆ
②



特徴

- ・安定した風が得られる
- ・風が前、横に行きやすい

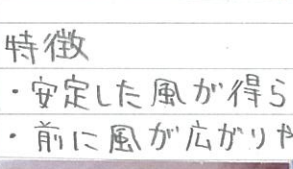
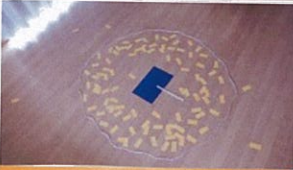
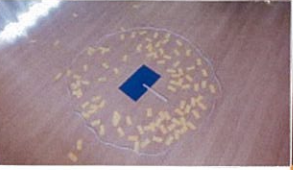
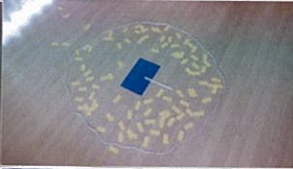
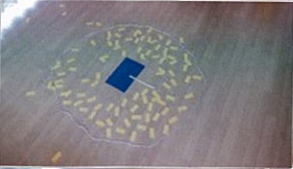
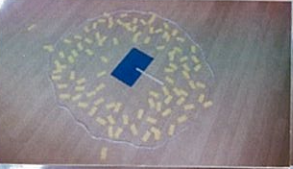
う
ち
ゆ
③



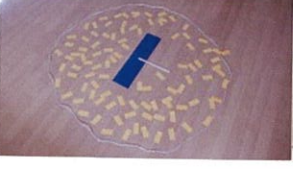
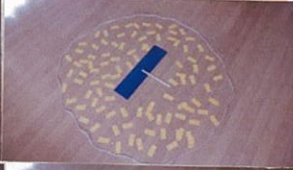
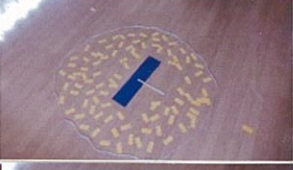
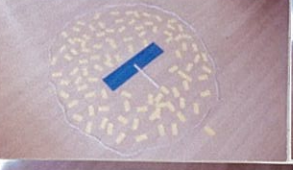
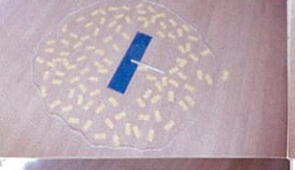
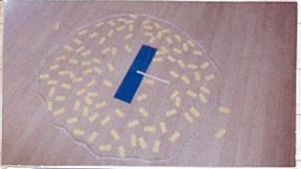
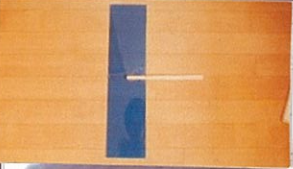
特徴

- ・安定した風が得られる
- ・前後左右どこにも風が行く

う
ち
ゆ
④



う
ち
ゆ
⑤



特徴

- ・安定した風が得られない
- ・後ろに風がいきやすい

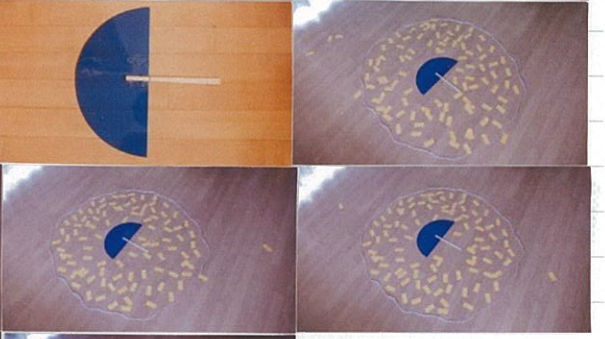
う
ち
わ
⑥



特徴

- ・安定した強い風が得られる
- ・四方八方に風が広がる

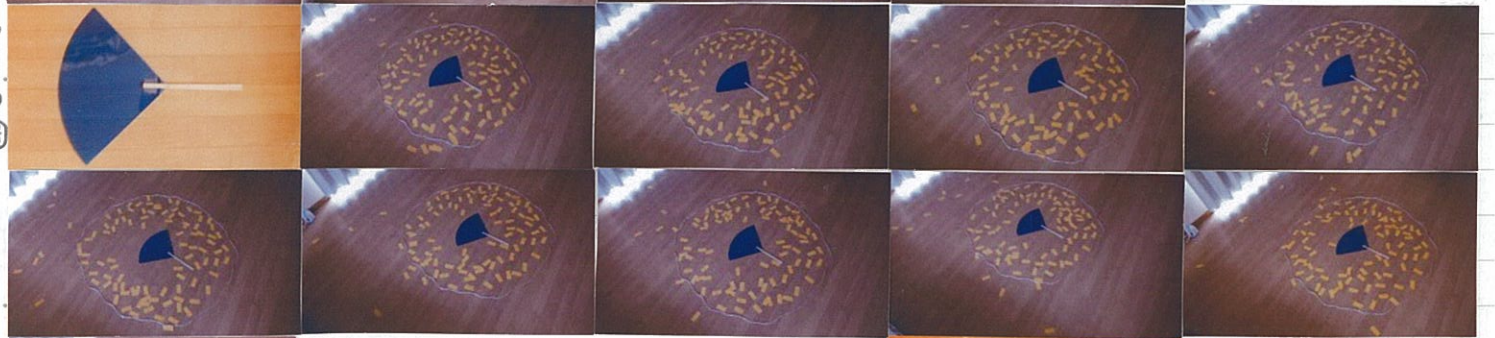
う
ち
わ
⑦



特徴

- ・安定した強い風がでない
- ・風の方が毎回変わる

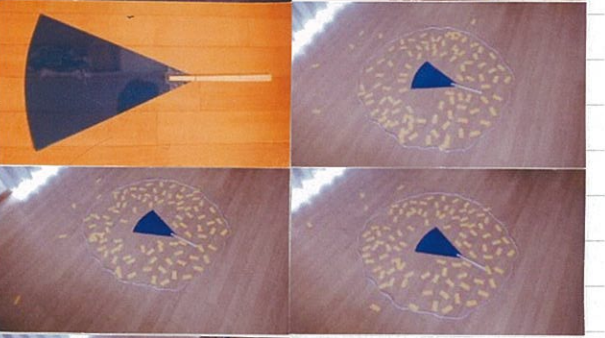
う
ち
わ
⑧



特徴

- ・安定した強い風が得られる
- ・前に風が広がりやすい

う
ち
わ
⑨



特徴

- ・安定した強い風がでる
- ・半径と弧の周りに風がいく

う
ち
わ
⑩

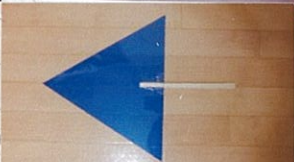




特徴

- ・安定した強い風が得られる
- ・前に風が広がりにくい

うちわ ⑩



- 特徴
- ・安定した強い風がでない
 - ・風の方が毎回一定でない



特徴

- ・安定したとても強い風が得られる
- ・四方八方に風が広がるが、前への力が強い

<考察>

うちわの形によって風の強さや広がる方向が大きく異なる。
市販のうちわの形が風が均等に強く広がる。

<疑問>

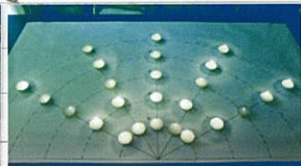
市販のうちわを見るとつけ根のところに紙が貼られていないが、それはなぜか

実験2 紙を貼ったところの広さを変えると風の強さは変わるのか

<実験方法>

市販のうちわの紙を取り、紙の貼るところを変えた2種類のうちわ(先粉、下半分に貼ったもの)を作り、自分で作った「風測定器」を使って風の強さを調べる

・風測定器



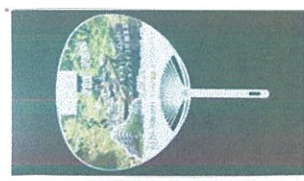
→おおく中心から角度をつけ(左30°、左60°、90°、右60°、右30°)
をつけ10cmおきに50cmまでろうソクを立てる

1つのうちわにつき5回行い、うちわの振り回しは3回までにして、うでの振りを一定にする。

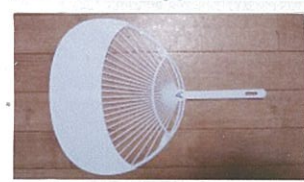
〈実験結果〉

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
市販のうちわ	25	19	25	25	24	23.6
先半分	24	20	20	21	23	21.6
下半分	20	13	18	14	15	16

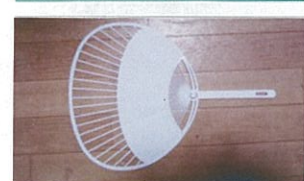
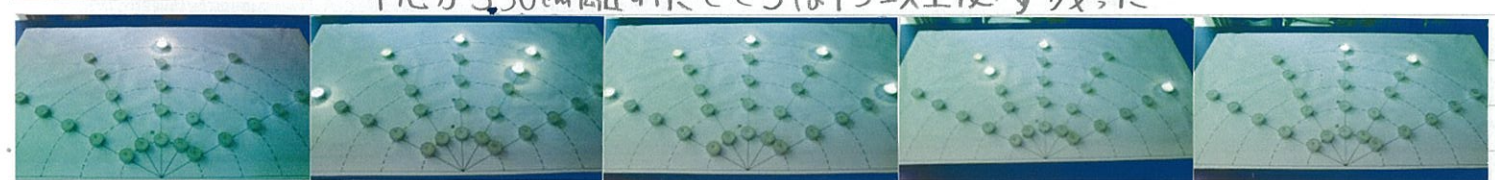
単位は消えた本数



市販のうちわ
 ・3回、全部のろうソクが消えた
 ・1回あおいただけで簡単に火が消えた



先半分に紙を貼ったうちわ
 ・たくさんのろうソクが消えた
 ・3回あおがないと火が消えなかつたので市販のうちわより風が弱い
 ・中心から50cm離れたところは1つ以上必ず残った



下半分に紙を貼ったうちわ
 ・市販のうちわや先半分に紙を貼ったうちわに比べ明らかに風が弱かつた
 ・3回あおいただけでは全部消えなかつたので何回もあおいでみたが
 全てろうソクが消えることはなかつた



〈考察〉

市販のうちわ > 先半分 > 下半分 で風が強い。どのうちわでも手の感覚は変わらない。

実験3 紙をうちわの下まで貼ったもので調べる

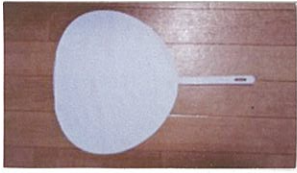
〈実験方法〉

市販のうちわの紙を取り、根元まで紙を貼、て「風測定器」を使い風の強さを調べる

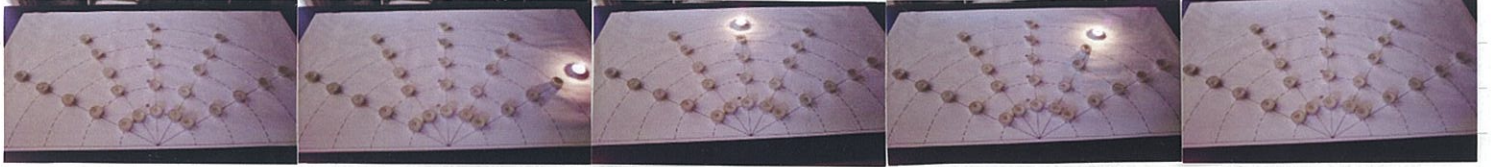
〈実験結果〉

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
市販のうちわ	25	19	25	25	24	23.6
根元まで紙	25	24	24	24	25	24.4

単位は消えた本数



- ・風の強さは市販のうちわとほとんど変わらない
- ・あおいでいる時に根元がぐらぐらしている気がした



〈考察〉

風の強さは根元まで貼,てもほとんど変わらないが、あおいだ時根元まで紙があるとグラグラして不安定である

〈疑問〉

実験2.3で紙の広さはなるべく広くした方が強い風が起きやすいことがわかったが、紙を同じ面積にした時、紙を貼,た場所によ,て風の強さは変わるのか

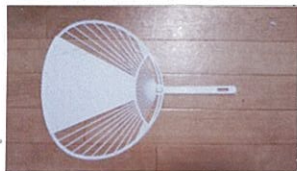
実験4 紙を中央,両端に貼,たうちわで風の強さを調べる

〈実験方法〉

2種類の貼,る紙の大きさをできるだけ同じにして「風測定器」を使,て調べる

〈実験結果〉

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
中央	19	21	21	20	19	20
両端	13	14	16	13	13	13.8



紙を中央に貼,たうちわ

- ・紙の広さは市販のうちわの $\frac{1}{2}$ 程度なのに風の強さが市販のものとあまり変わらなかった
- ・40cm, 50cmのロウソクが多く残った



紙を両端に貼,たうちわ

- ・あきらかに風が弱かった
- ・紙の大きさは中央に貼,たうちわとほぼ同じなのに風の強さはだいぶ弱かった
- ・30cm, 40cm, 50cmのロウソクはほぼ残り, 20cmのロウソクも残る場合があった



〈考察〉

紙の大きさがほとんど同じなら、紙を中央に貼,たほうが強い風が起きやすい

〈疑問〉

うちわより下じきヤマトであおいだ方が風が弱く感じるが、かたさや厚さが異なるからではないか。形や大きさが同じでも、材料や厚さがちがうと風の強さはどうなるのか

実験5] うちわの厚さによ、て風の強さは変わるのか

〈実験方法〉

10cm × 20cmの塩化ビニルシート、画用紙、プラスチック板、発泡スチロール、ダンボールを用意する。
それぞれを手に持、てあおいぎ「風測定器」を使って風の強さを調べる

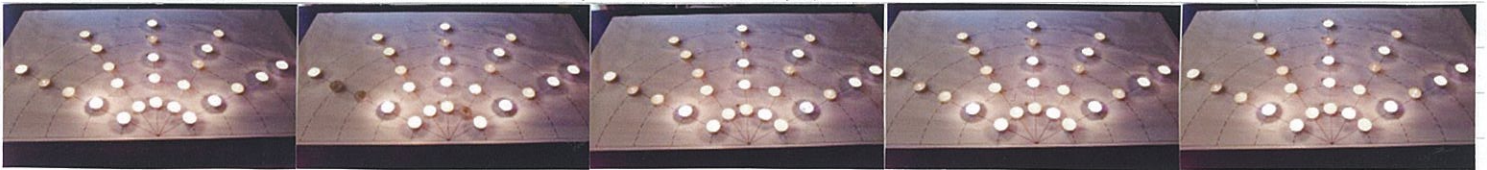
※それぞれの厚さは 塩化ビニルシート<画用紙<プラスチック板<発泡スチロール、ダンボールの順

〈実験結果〉

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
塩化ビニルシート	0	3	0	0	0	0.6
画用紙	16	2	12	11	12	10.6
プラスチック板	11	11	9	15	12	11.6
発泡スチロール	6	12	9	12	16	11
ダンボール	15	15	18	20	18	17.2

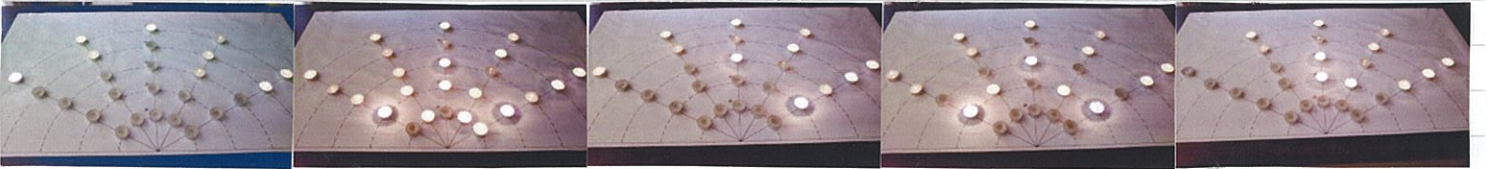
塩化ビニルシート

- ・手に持、た時、ふにゃふにゃした
- ・ほとんどビロウソクが消えずとても弱い風だった
- ・10cmの所も消えずに残った



画用紙

- ・手に持、た時少しふにゃとした
- ・塩化ビニルシートより強い風が出たがそれでも弱かった
- ・10cm、20cmのところも残った



プラスチック板

- ・ふつうにあおげた
- ・うちわに比べ風が少し弱く感じたが、それなりに強かった
- ・40cm、50cmのところが多々残った





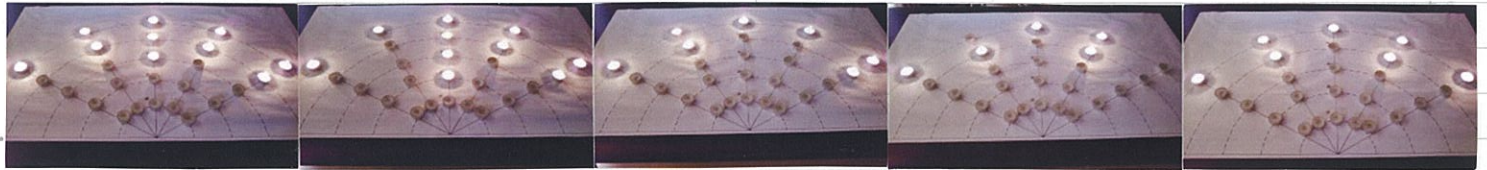
発泡スチロール

- ・下じきであおいた時の感覚に近い
- ・強い風を得られる
- ・50cmのろうソクは必ず消え残った



ダンボール

- ・5つの中で一番風が強く感じた
- ・手に持った時かたくてあおぎやすかった
- ・50cmのろうソクはほとんど消え残った



<考察>

うちわはうすすぎても厚すぎてもあおいた時に強い風を起こせない。下じきほどが良い

<疑問>

うすい紙やダンボールであおいた時風の強さのちがいはどこからくるのか
大きき、材料の同じ板で厚さを変えた時の風の強さに変化はあるのか

実験6 うちわのかたさにより風の強さは変わるのか

<実験方法>

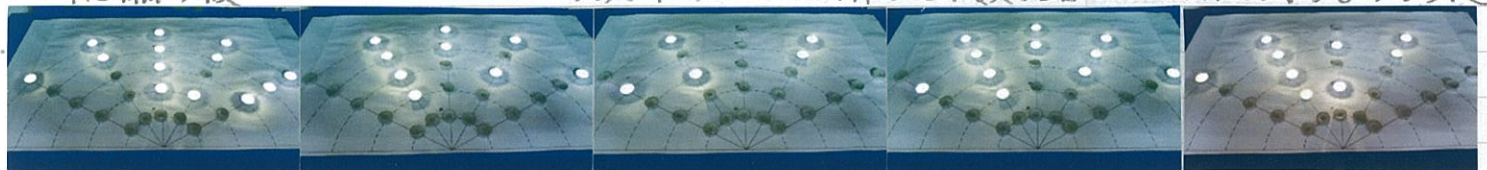
10cm x 20cmのプラスチック板を厚さを変えて5種類を用意する。厚さは0.75mm, 1.5mm, 3mm, 7.5mm, 15mmとする。それを持ってあおぎ「風測定器」を使って測り定する。

<実験結果>

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
0.75mm	11	11	9	15	12	11.6
1.5mm	12	16	20	15	16	15.8
3mm	16	14	12	14	16	14.4
7.5mm	15	14	12	11	16	13.6
15mm	10	17	15	16	16	14.8

0.75mmの板 ・実験5のプラスチック板と同じ

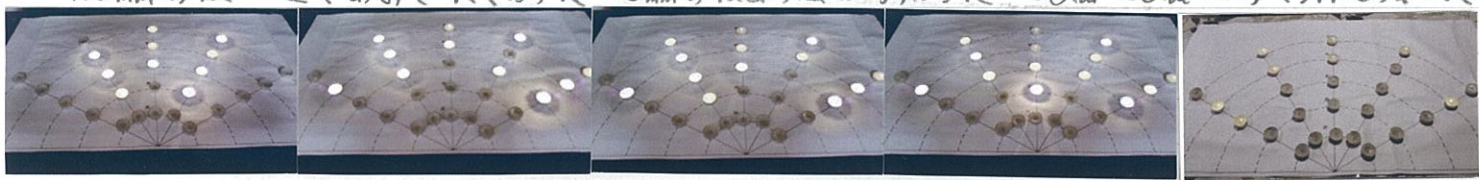
1.5mmの板 ・0.75mmの板にくらべてあおぎやすかった・消えた本数が増えたが消え残りも多かった



3mmの板 ・少し重くあおぎづらかった・1.5mmの板より風が弱かった・30.40.50cmは消え残った



7.5mmの板・重くあおぎにくかった・3mmの板より風が弱かった・30cm~50cmは多く消え残った



15mmの板・重く手がつかれるほどだった・風には勢いがあった・10cm±地点が残ることがあった



<考察>

あおぐものがうすすぎても、厚すぎても強い風を起こすことはできない。うすすぎるとやわらかくて、しなりすぎ強い風を起こせず、厚すぎるとかたくてしならず強い風がでない。15mmの板(プラスチック)のように重すぎると手が疲れてしまいあおぎづらい。

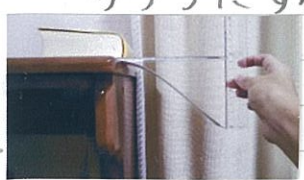
<疑問>

どのうちわもしなりながら動いているがしなり方と風の強さは関係があるのか

実験7 うちわのしなりと風の強さは関係するのか

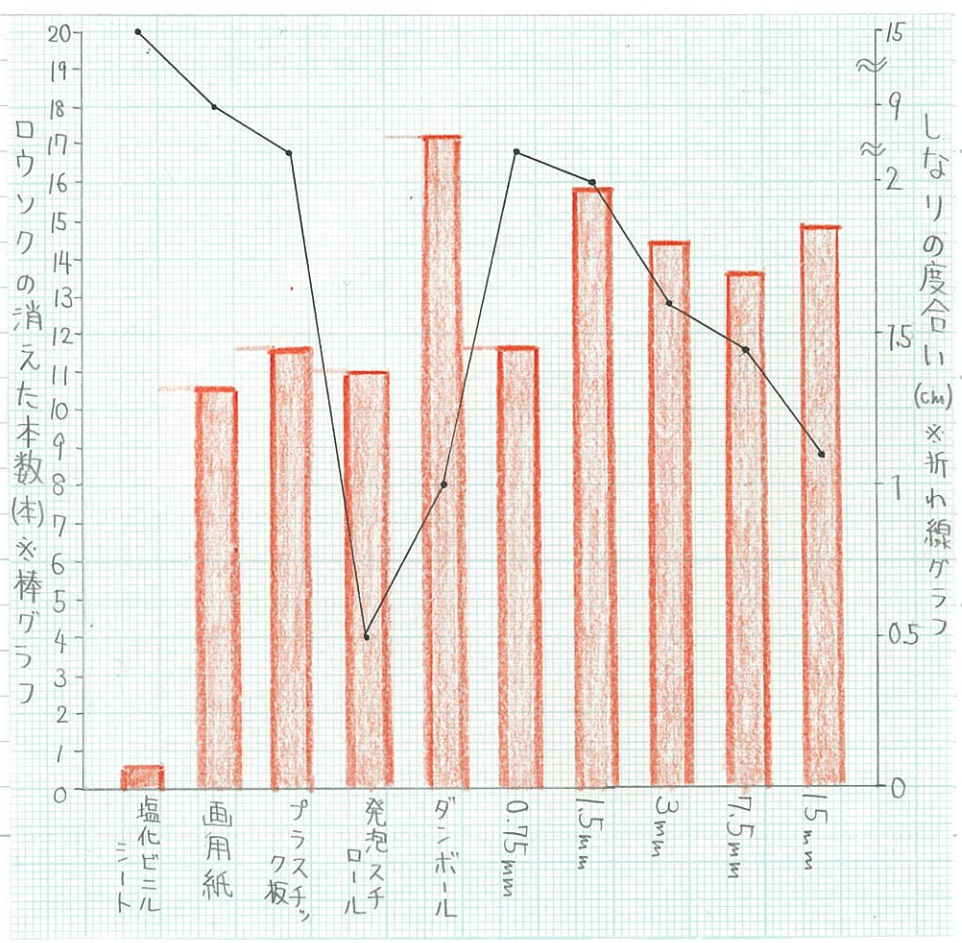
<実験方法>

実験5.6で作ったうちわの端を2cm机の上に乗せて辞書でおさえ机から出たもう一方の端が机より何cm下かを計り、ロウソクが消えた本数のデータと一緒にグラフにする



<実験結果>

材料、厚さによって大きなしなり方の差があった



<考察>

ある程度しな、た方が強い風が起きやすい。しなりが大きすぎると風が弱くなる。しなりがまったくないと風が少し弱くなる。10cm x 20cmのうちわの大きさでは1~2cmほどしなる時が風がとて強くなる。

2. 結論

実験1~7の結果から考えると、良いうちわの条件は

- ① 円や市販のうちわの形になっており、安定した風が得られるもの
 - ② あおいた時にグラグラしないもの
 - ③ 紙がかたく、厚すぎないもの
 - ④ 重くないもの
 - ⑤ あおいた時にしなるもの
- だということがわかった

3. 感想

うちわのメカニズムについて調べてみたら昔から使われるうちわとあまり変わらなかった。また、紙を貼り変えたり、材料を変えたり、厚さを変えたりするだけで風の強さが変わるのでおもしろいなと思った。今回の実験では従来の作品はすばらしかったという結論になったがその理由を自分で確かめることができて良かった。昔の人の知恵はすごいなと思った。