

風力発電や風車の
プロペラの仕組み
～ PART 2 ～

風力発電や風車のプロペラの仕組み PART 1

① プロペラの枚数

プロペラの枚数を2枚、3枚、4枚、5枚と増やして実験した結果、プロペラの枚数が多すぎると、プロペラが回転しにくくなる。プロペラが回転しやすくなるには、プロペラの枚数を3枚程度にすることが良い。プロペラが回転しやすくなるには、プロペラの枚数を3枚程度にすることが良い。

② プロペラの幅

プロペラの幅を2cm、1cmと細くして実験した結果、プロペラの幅が細くなるにつれて、回転しやすくなる。プロペラの幅が細くなるにつれて、回転しやすくなる。プロペラの幅が細くなるにつれて、回転しやすくなる。

③ プロペラの長さ

プロペラの長さを9cm、1cmと短くして実験した結果、プロペラの長さが短くなるにつれて、回転しやすくなる。プロペラの長さが短くなるにつれて、回転しやすくなる。プロペラの長さが短くなるにつれて、回転しやすくなる。

④ プロペラの形

風車のプロペラを長方形、先端が丸くなるように実験した結果、先端が丸くなるようにすると、回転しやすくなる。先端が丸くなるようにすると、回転しやすくなる。先端が丸くなるようにすると、回転しやすくなる。

1. テーマ

風力発電や風車のプロペラの仕組み
PART.2

2. 動機

風力発電の仕組みを調べる。プロペラの形状が風力発電の効率にどう影響しているのか。プロペラの長さ、幅、回転数などについて調べたい。

① プロペラの長さについて調べる。長さが増えると回転数はどう変わるのか。

② プロペラの幅について調べる。幅が増えると回転数はどう変わるのか。

③ プロペラの回転数について調べる。回転数が増えると風力発電の効率はどう変わるのか。

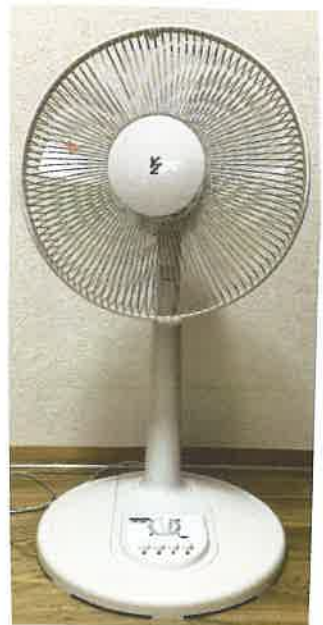
3. 調査方法

① プロペラの幅

プロペラの幅と回転する速さとの関係

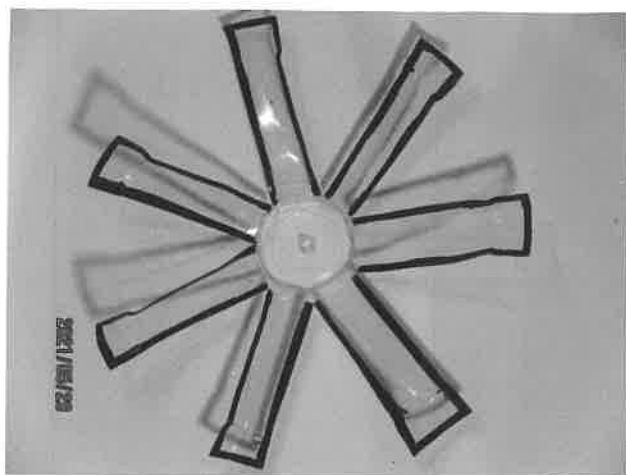
< 実験材料名 >

- ・プラスチックコップ (容量250cc、円周23cm、高さ9cm)
- ・ストロー
- ・マジック
- ・コンパス
- ・はさみ
- ・定規
- ・扇風機

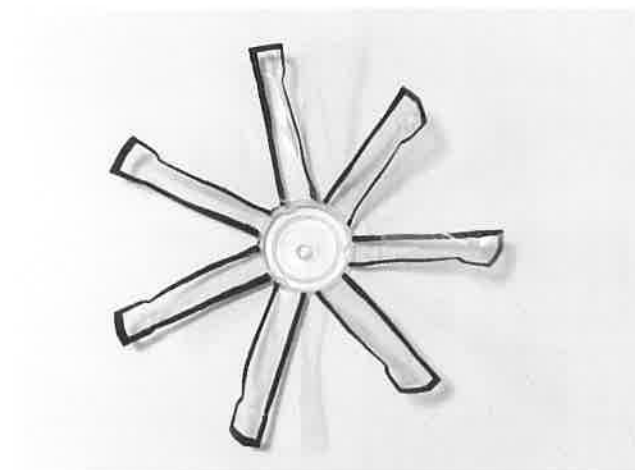


＜実験方法＞

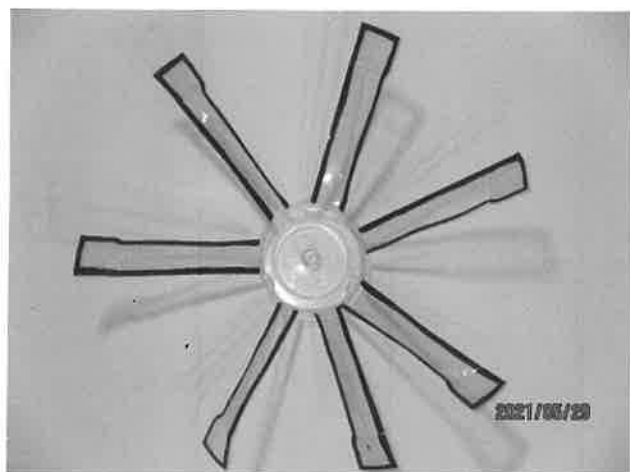
①プラスチックコップの側面を7等分し、プロペラ1枚の幅を3cm, 2.5cm, 2cm, 1.5cm, 1cmと0.5cmずつ小さくしていく。



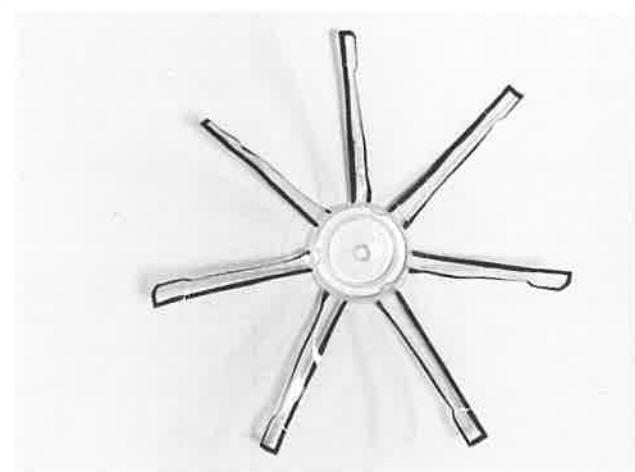
3 cm



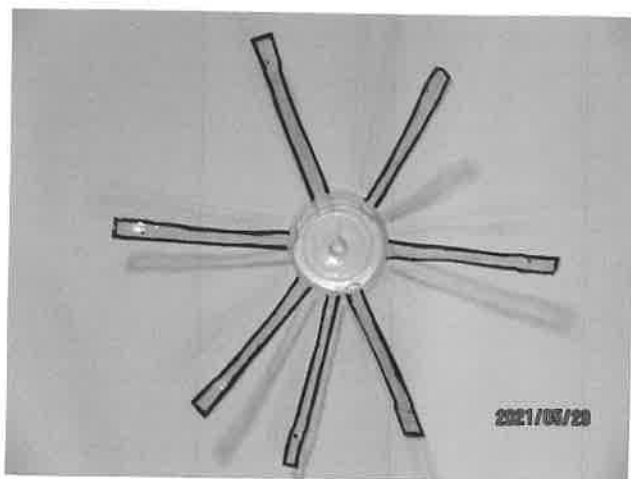
1.5 cm



2 cm



1.5 cm



1 cm

< 実験方法 >

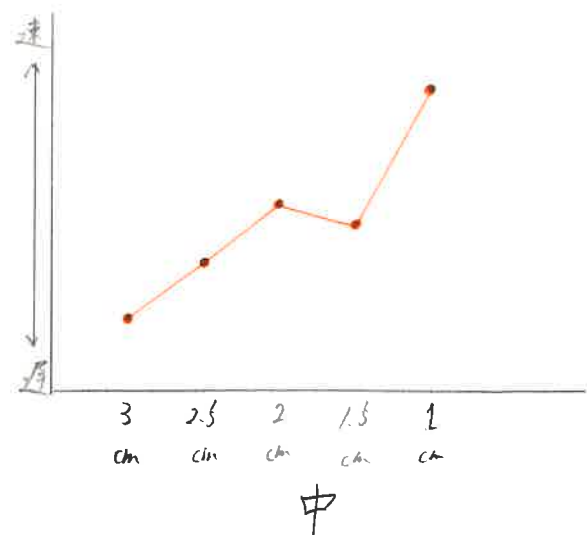
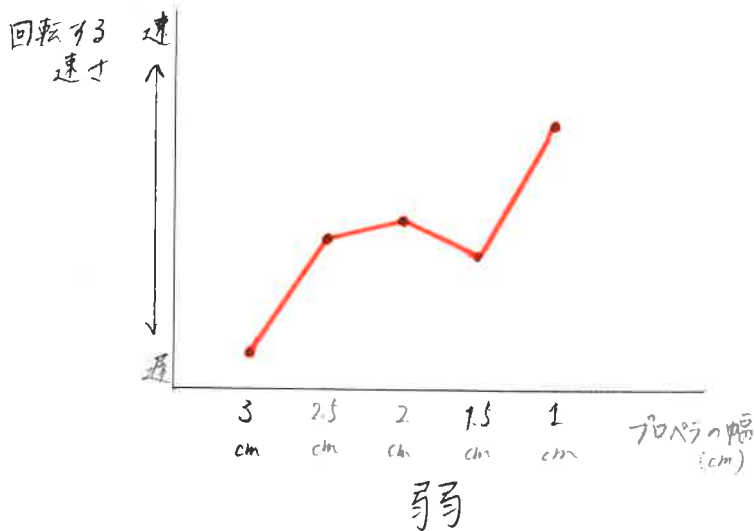
① プラスチックコップの底に、コンバースストローが通るくらいの穴を空け、ストローを通す。

③ 扇風機から約40cm離れた所に風車を置く。



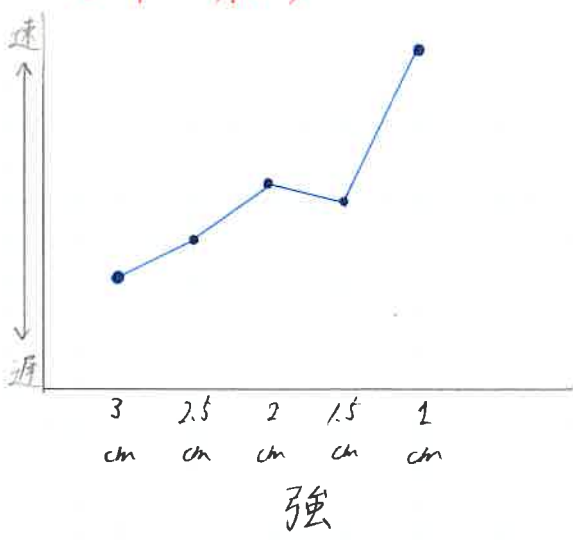
< 結果 >

| 扇風機の強さ プロペラの幅 | 弱 | 中 | 強 |
|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| 3 cm | 少し途切れ途切れに回転する。 | 連続して回転するようになる。 | 3cmの中でもっとも速い速さで回転する。 |
| 2.5 cm | 3cmの約10倍の速さで回転する。 | 3cmの約5倍の速さで回転する。 | 3cmより少し速い速さで回転する。 |
| 2 cm | 25cmと同じくらいの速さで回転する。 | 25cmの約5倍の速さで回転する。 | 25cmの約5倍の速さで回転する。 |
| 1.5 cm | 速かったり、遅かったりして回転する。 | 2cmより少し遅くなったが回転する。 | 2cmより少し速さが遅くなる。 |
| 1 cm | 弱の中でもっとも速く回転する。 | 中の中でもっとも速く回転する。 | 強の中でもっとも速く回転する。 |



回転速度

< 結果 >



仮説として、プロペラの幅が細い方がより回転するのではないかと考えた。
 結果として、仮説通り、弱、中、強、どの風の強さでも、プロペラの幅が細くなるにつれて回転する速さはどんどん速くなり、プロペラの幅が1cmのときに最も速く回転することが分かった。
 この実験より、私はプロペラ1枚の幅が小さくなるにつれてプロペラとプロペラの間が大きくなり、風が通り抜けやすくなると同時に、プロペラ1枚の幅が細くなるので、プロペラ1枚にかかる風力が小さくなるためプロペラの幅が細くなるほど、回転する速さが速くなるのではないかと考えた。
 PART 1の実験では、プロペラの幅が3cm, 2cm, 1cmの3種類のみで実験をしたが、今回は2.5cmと1.5cmの幅のプロペラを加えることによりより正確なデータを取ることが出来た。

② プロペラの重さ

プロペラの重さと回転する速さとの関係

< 実験材料名 >

- ①の実験材料
- おはじき (1個あたり約2g x 3個)
- ゼロハンテープ

< 実験方法 >

① プラスチックコップを幅 3cm,
7等分にする。

② プロペラにおじきまをセロハン
テープで付けたいく。



プロペラの上



プロペラの真ん中



プロペラの下



プロペラの下方に2個

＜実験方法＞

②



プロペラの下方に3個



プロペラの表と裏
(2個×7枚=14個)



プロペラの表と裏
(2個×7枚×2=28個)



プロペラの表と裏
(2個×7枚×3=42個)

③, ④ 実験①の＜実験方法＞②, ③と同様

< 実験方法 >

② プラスチックコップの底から1cm離れた部分に、切ったダンボールをセロハンテープで貼っていく。

① プロパラの材数



2枚



3枚



4枚



5枚



6枚



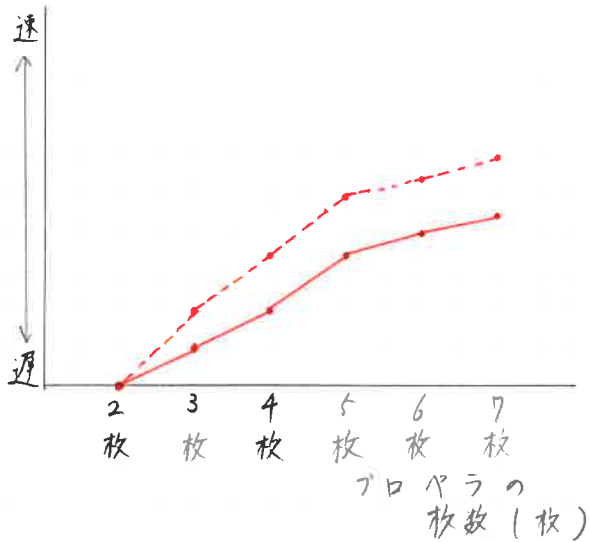
7枚

< ① の結果 >

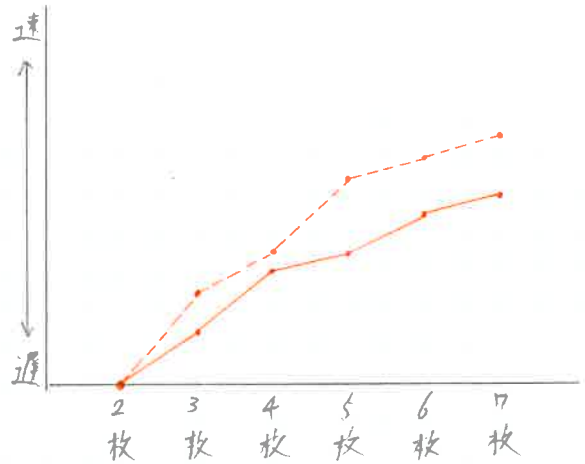
| 扇筒枚数 プロペラの枚数 | 弱 | 中 | 強 |
|-----------------|---|--|-------------------------------------|
| 2枚 | 回転しない | 回転しない | 回転しない |
| 3枚 | 1分間に60回回転する。 プラスチックはだいたいゆるりと回転 | プラスチックはゆるいが、弱のとき ゆるく速く回転するようになる。 | プラスチックは結構遅いが、ゆるく 速く回転するようになる |
| 4枚 | 3枚のときより速く回転する。プラスチック よりはだいたいゆるりと回転する。 | 3枚の約5倍の速さで回転する。 プラスチックと同じくらいの速さで回転 | 3枚よりも速く回転する。プラスチック の方がゆるく速く回転する。 |
| 5枚 | 4枚の約5倍の速さで回転するよう になる。プラスチックはボールの10倍の速さ | 4枚と同じくらいの速さで回転する。 プラスチックは約10倍の速さで回転 | 4枚よりも速く回転する。 プラスチックは約5倍の速さで回転 |
| 6枚 | 5枚と同じくらいの速さで回転。 プラスチックと同じくらいの速さで回転 | 5枚よりも速い速さで回転。 プラスチックと同じくらいの速さ | 5枚の約5倍の速さで回転。 プラスチックは約10倍の速さで回転 |
| 7枚 | 6枚と同じくらいの速さで回転。 プラスチックと同じくらいの速さで回転 | 6枚と同じくらいの速さで回転。 プラスチックの方がゆるい | 6枚よりも速く回転する。 プラスチックの方がゆるく速く回転 |

— — — ... ダンボールの風車
- - - - - - - - - ... プラスチックの風車

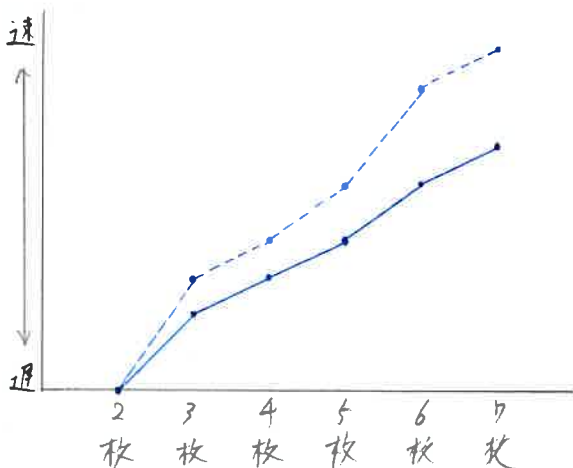
回転速度



弱



中

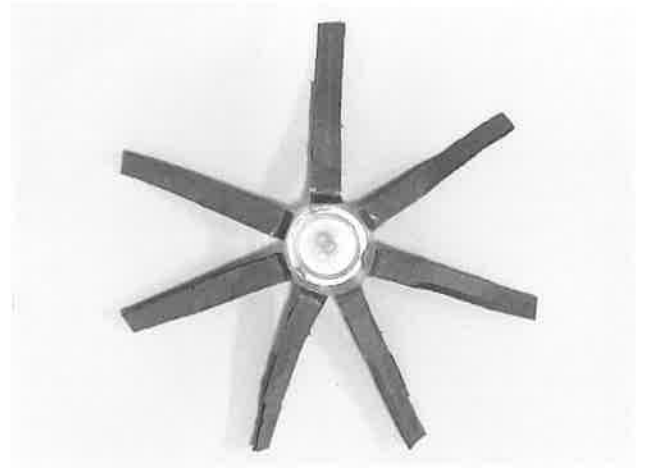


強

② プロペラの幅



2 cm



1.5 cm



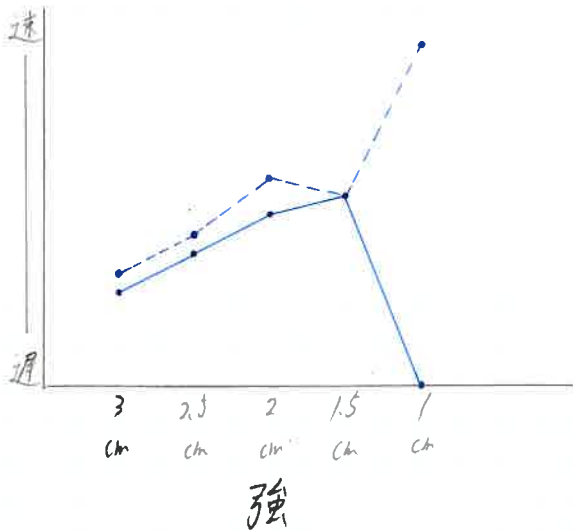
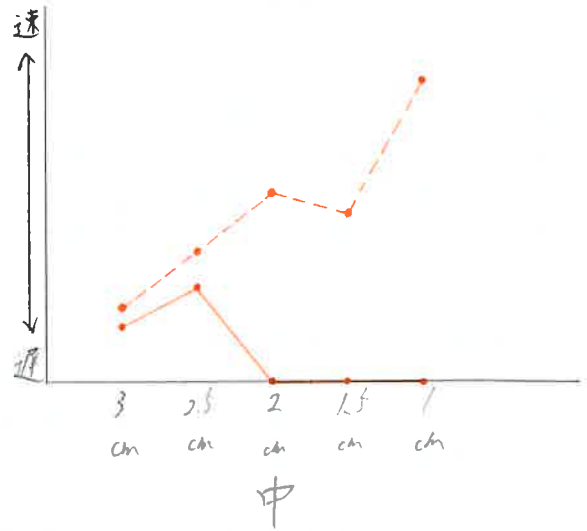
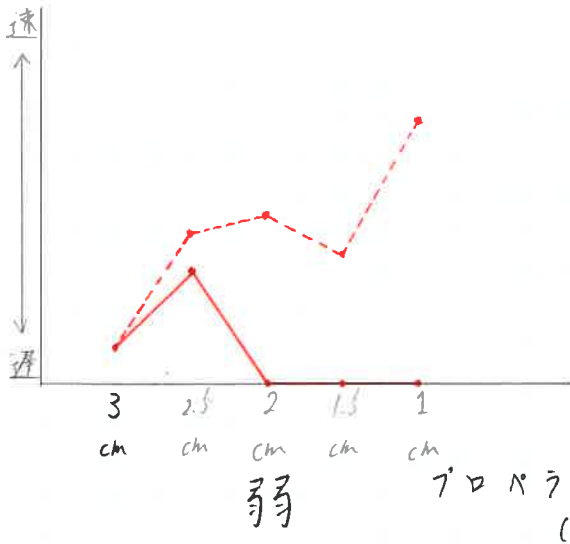
1 cm

< ② の結果 >

| 扇風機の強さ プロペラの幅 | 弱 | 中 | 強 |
|------------------|--|--|--|
| 3 cm | プラスチックと同じくらいの速さで回転する。 | プラスチックの方が少し速い。 | プラスチックの方が少し速い。 |
| 2.5 cm | 3 cm より少し速い速さで回転する。 プラスチックと同じくらいの速さで回転。 | 3 cm より少し速い速さで回転する。 プラスチックの方が約2倍の速さで回転。 | 3 cm より少し速い速さで回転する。 プラスチックの方が少し速い速さで回転。 |
| 2 cm | 回転しない | 回転しない | 2.5 cm より少し速い速さで回転する。 プラスチックの方が約3倍の速さで回転。 |
| 1.5 cm | 回転しない | 回転しない | 2 cm より少し速い速さで回転する。 プラスチックの方が少し速く回転する。 |
| 1 cm | 回転しない | 回転しない | 回転しない |

< ② の結果 >

回転する速さ



— ダンボールの風車

--- プラスチックの風車

。ダンボールの風車は、プラスチックの風車と大きく異なり、どの風の強さ
 にも、ダンボールの幅が細くなるにつれて、風車の回転する速さは速くなる
 が、ダンボールの幅が2cm以下になると急に回転しにくくなり、止まりました。
 また、ダンボールのプロペラの幅が何cmであろうとプラスチックの
 プロペラの風車の方が回転する速さは速い。
 プラスチックの風車と違って、ダンボールの風車がプロペラの幅が細くなる
 と回転する速さが速くなるのではなく、回転しにくくなるのは、ダンボール
 は硬いためねじることが難しく、風を正面から受け取るような状態になる
 ためプロペラが背を向けてしまい、風を受け取るこがうまくないため、プロペ
 ラの幅が細くなるにつれて回転しにくくなる、たの理由はこれかと考えた。

③ プロペラの長さ



9cm



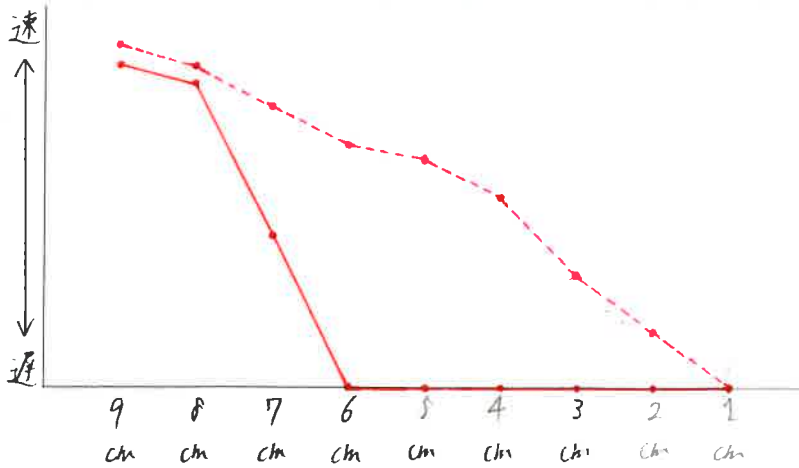
1cm

< ③ の結果 >

| 扇風機の プロペラの長さ | 弱 | 中 | 強 |
|-----------------|--|---|---|
| 9 cm | プラスチックと同じくらい の速さで回転 | プラスチックの方が 少し速く回転する | プラスチックの方が 少し速く回転する |
| 8 cm | 9cmと同じくらいの速さで 回転。プラスチックと同じ くらいの速さで回転 | 9cmより速く回転する。 プラスチックと同じくらいの 速さで回転 | 9cmと同じくらいの速さで 回転。プラスチックの方が 少し速く回転 |
| 7 cm | ゆっくりと回転するようになる。 プラスチックの方が速く 回転する | 8cmと同じくらいの速さで 回転。プラスチックの方が 少し速く回転 | 8cmより少し速く回転する。 プラスチックの方が、少し 速く回転 |
| 6 cm | 回転しない | 回転しない | もっとも速く回転する。 プラスチックの方が、少し 速く回転 |
| 5 cm | 5 cm 以降は回転しない | | |

— ガンボールの風平
— ペットボトルの風平

回転する速さ



中

プロペラの長さ (cm)

④ プロペラの形



長方形



先端が丸くなっている



先端がとがっている



ひし形

< ④ の結果 >

- 。ダンボールの風車では、プロペラの形が長方形以外のプロペラは、まわらなく、たいてい回転しなかった。先端が丸くなっている、とがっている、ひし形の形状となっていてプロペラは、長方形に比べて風を受け取る面積が小さくなる。であり、また、ダンボールは硬く厚みがあるため、風を直撃してしか受け取ることができず、それによってプロペラ1枚にかかる風力が大きくなり、その後ろに背を向くことしかできず回転しにくくなるのではないかと考えた。

< 結果 >

風車は、プロペラが、回転する時に、風を受ける面積が、大きいほど、回転が速い。しかし、プロペラが、長いほど、回転が遅くなる。また、プロペラが、太いほど、回転が遅くなる。したがって、プロペラの長さ、太さ、面積を調整することで、風車の回転速度を調整できる。今回の実験では、プロペラの長さ、太さ、面積をそれぞれ変えて、風車の回転速度を測定した。その結果、プロペラの長さを長くすると、回転速度は遅くなる。また、プロペラを太くすると、回転速度は遅くなる。また、プロペラを広くすると、回転速度は速くなる。したがって、風車の回転速度を調整するには、プロペラの長さ、太さ、面積を調整することが有効である。

以上の実験より、風車は、プロペラが、大きいほど、回転が速い。しかし、プロペラが、長いほど、回転が遅くなる。また、プロペラが、太いほど、回転が遅くなる。したがって、プロペラの長さ、太さ、面積を調整することで、風車の回転速度を調整できる。今回の実験では、プロペラの長さ、太さ、面積をそれぞれ変えて、風車の回転速度を測定した。その結果、プロペラの長さを長くすると、回転速度は遅くなる。また、プロペラを太くすると、回転速度は遅くなる。また、プロペラを広くすると、回転速度は速くなる。したがって、風車の回転速度を調整するには、プロペラの長さ、太さ、面積を調整することが有効である。

< 発見 >

私が作ったプラスチックの風車、フニオールの風車はともに、風を横から、後ろから受けて回転することはない。風を前から受けて回転することはない。これは、風車の構造による。風車には、アップウインド型と、ダウンウインド型の2つの種類がある。アップウインド型は、風を前から受けて回転する。ダウンウインド型は、風を横から、後ろから受けて回転する。今回の実験では、アップウインド型の風車を調べた。その結果、アップウインド型の風車は、風を前から受けて回転する。これは、風車の構造による。アップウインド型の風車は、風を前から受けて回転する。ダウンウインド型の風車は、風を横から、後ろから受けて回転する。したがって、風車の種類によって、風を受ける向きが異なる。

アップウインド型

ダウンウインド型



調べてみた結果、風車には、風を前から受けて回転するアップウインド型と、風を後ろから受けて回転するダウンウインド型の2つの種類がある。今回の実験では、プラスチックの風車、フニオールの風車はともに、風を前から受けて回転するアップウインド型の風車であることがわかった。

＜なぜ風力発電のプロペラは3枚なのか＞

紙が作られたプラスチックの風車、ダンボールの風車はともに、枚数が多くと
も多ければ速く回転した。しかし、風力発電のプロペラの
枚数は3枚である。枚数が多ければより速く回転するため、発電する
電力もよくなるかと考えたため調べてみることにした。

風力発電のプロペラの役割は、風が持っているエネルギーを回転する力とし
て取り出すこと。取出した回転力は歯車で回転数を上げ、発電機に変え
て電気を生み出している。羽根の枚数、形、おじりの角度を工夫して
風車として最も通気抵抗が少なく、羽根を回す力となる揚力や重力の
せいである考慮しなければならぬ。騒音、環境への配慮、メンテナンスの費用
なども考慮しなければならぬ。ことだけを考えるならば、羽根の枚数は
何枚でもいい。



＜1枚羽根＞
空気抵抗が少なくする
か、片方に重さが偏る
とよい、バランスよく
回すには工夫が必要。

＜2枚羽根＞
3枚羽根よりは空気抵抗と
騒音が小さく、重量も軽
い。一方、長さがあるか
が少し大きくなる。

＜4枚羽根＞
強い力を生み出せるが、
風車が重くなりコストも
かさむ。

＜4枚羽根以上＞
弱い風でも回転する。回転力が強いので、水を集める用途などに
適しているが、重量が重くなる。

・材料費が高額になる。

・プロペラ1枚の幅が狭いのには、プロペラ1枚の幅が広いと強風に耐えるだけの
強度を持たせる必要があるため、プロペラ1枚の幅は狭くなる。

くなぜ風力発電のプロペラは3枚なのか



・以上、プロペラは3枚なの理由を説明する。まず、プロペラは、風力発電機の回転軸に接続されており、風が吹くときに回転し、発電機を駆動させる。プロペラの枚数は、風速、風力、発電機の性能、コスト、騒音、メンテナンス性、寿命などに影響を与える。一般的に、プロペラは3枚が最適とされている。これは、プロペラが風を効率的に捕らえ、回転エネルギーに変換する能力を最大化するためである。また、3枚のプロペラは、風速の変動に対して柔軟に対応し、発電機の回転速度を一定に保つことができる。さらに、3枚のプロペラは、騒音を低減し、メンテナンスを容易にする。最後に、3枚のプロペラは、コストを削減し、寿命を延ばすことができる。

4. 考察

・プロペラは、風力発電機の重要な部品であり、その性能は発電機の効率に大きく影響を与える。プロペラの枚数は、風速、風力、発電機の性能、コスト、騒音、メンテナンス性、寿命などに影響を与える。一般的に、プロペラは3枚が最適とされている。これは、プロペラが風を効率的に捕らえ、回転エネルギーに変換する能力を最大化するためである。また、3枚のプロペラは、風速の変動に対して柔軟に対応し、発電機の回転速度を一定に保つことができる。さらに、3枚のプロペラは、騒音を低減し、メンテナンスを容易にする。最後に、3枚のプロペラは、コストを削減し、寿命を延ばすことができる。

5. まとめ

・プロペラは、風力発電機の重要な部品であり、その性能は発電機の効率に大きく影響を与える。プロペラの枚数は、風速、風力、発電機の性能、コスト、騒音、メンテナンス性、寿命などに影響を与える。一般的に、プロペラは3枚が最適とされている。これは、プロペラが風を効率的に捕らえ、回転エネルギーに変換する能力を最大化するためである。また、3枚のプロペラは、風速の変動に対して柔軟に対応し、発電機の回転速度を一定に保つことができる。さらに、3枚のプロペラは、騒音を低減し、メンテナンスを容易にする。最後に、3枚のプロペラは、コストを削減し、寿命を延ばすことができる。

6. 参考文献

- ・プロペラが1枚, 2枚の風車の写真 Slide Player
- ・プロペラが3枚の風車の写真
- 一般財団法人 家電製品協会 省エネ家電 de スマートライフ
- ・プロペラが4枚の風車の写真 ECO RACY
- ・風力発電のプロペラの枚数を3枚にする理由
Kokonet 子供の科学のWebサイト