

5 風力発電用風車とブレードの研究

富士宮市立富士宮第三中学校
3年 塩川愛奈

1 動機

福島原発事故を契機に世界中で再生可能エネルギーの利用が叫ばれています。再生可能エネルギーには太陽光をはじめ、風力や地熱、潮力などの自然エネルギーがあり、それらを利用した様々な発電方法があります。最近では住宅の屋根に太陽光を使って発電するソーラーパネルが設置されているのをよく見かけます。では風のエネルギー利用はどうでしょうか。テレビなどでは何度か発電用の大きな風車を見たことがありますが、私の身近には無く、家庭用もあまり普及はされていないようです。そこで今回、太陽光と同じくらいに私達の身近に存在する“風”について、その力を利用した風力発電とその風車について調べることにしました。

2 目的

実際に風力発電用風車を見学し、その際に生じた疑問について実験を行い、風車とそのブレードについての研究を行う。

- (1) ブレードに風が当たると、なぜ風車は回転するのか。
- (2) ブレードはなぜ3枚なのか。なぜ細長いのか。

3 研究の方法

風車のモデルを作成し、扇風機の風を当てて風車を回転させる。この時、風車のブレードの取り付け角度や枚数、長さ、幅、形状などの条件を変えて実験を行い、其々での回転数を調べる。

ブレード基本条件：枚数3枚、取り付け角度 45° 、長方形形状（長さ20cm×幅3cm）

(1) 扇風機の風を調べる

扇風機からの距離及び強弱スイッチにより、風の強さがどのように変化するのかを風速計で調べる。

(2) 風速と風車の回転数の関係を調べる

上記で求めた結果を利用して風車に当てる風の速さを変化させ、風速と風車の回転数の関係を調べる。

(3) 風車の回転数と発電量の関係を調べる

風車に取り付けたモーターにより発電を行う。風速を変化させ、其々の回転数での発電量を調べる。

(4) ブレードの取り付け角度と風車の回転数の関係を調べる

ブレードの取り付け角度を、 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° に変化させ、其々の場合における風速と風車の回転数の関係を調べる。

(5) ブレードの枚数と風車の回転数の関係を調べる

ブレードの枚数を、1枚、2枚、3枚、4枚、8枚、に変化させ、其々の場合における風速と風車の回転数の関係を調べる。

(6) ブレードの長さ・幅と風車の回転数の関係を調べる

ブレードの長さ・幅を、長さ $1/2$ 、幅 $1/2$ 、長さ及び幅 $1/2$ に変化させ、其々の場合における風速と風車の回転数の関係を調べる。

(7) ブレードの形状と風車の回転数の関係を調べる

ブレードの形状を、長方形、三角形、逆三角形に変化させ、其々の場合における風速と風車の回転数の関係を調べる。

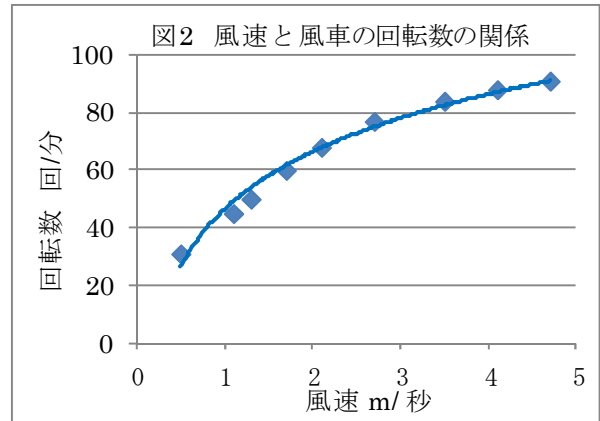
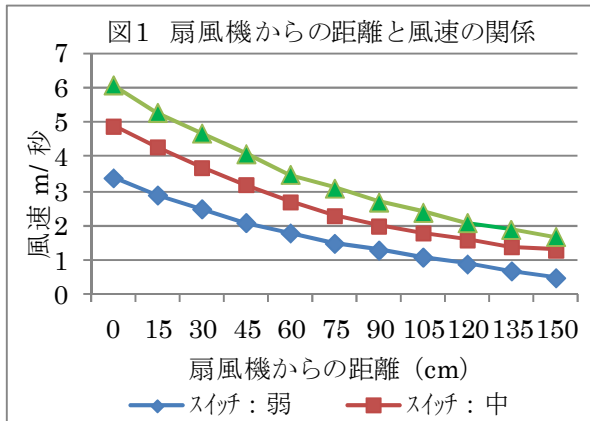
4 結果

(1) 扇風機の風を調べる

扇風機から離れるに従って最初は急激に風速が落ちるが、その後はだんだんと落ち方がなだらかになった。

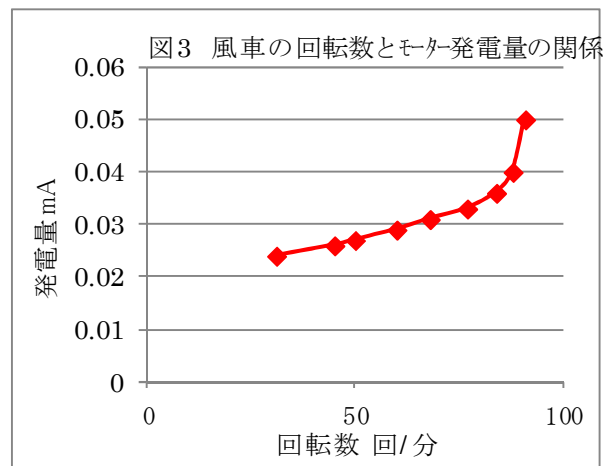
(2) 風速と風車の回転数の関係を調べる

風速が速いほど風車の回転数は多くなるが、風速が2倍になっても回転数は2倍にはならなかった。又、風速が速くなるに従って回転数の増え方が少しずつなだらかになった。



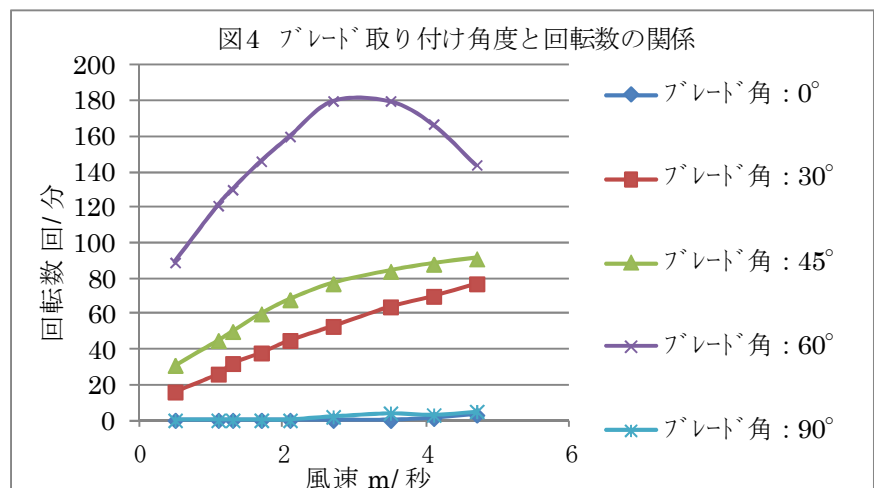
(3) 風車の回転数と発電量の関係を調べる

風車の回転数が多いほどモーターが発電する電流は大きい。しかし回転数が2倍になっても電流は2倍にはならなかった。しかし回転数が90回転を超えると急に発電量が増えた。これは使用したモーターが玩具用であったためで、100回転以上で発電効率が良くなるようだ。実際の風車は少ない回転数でも発電できるように発電機に伝える回転数を増やす増速機を設置している。



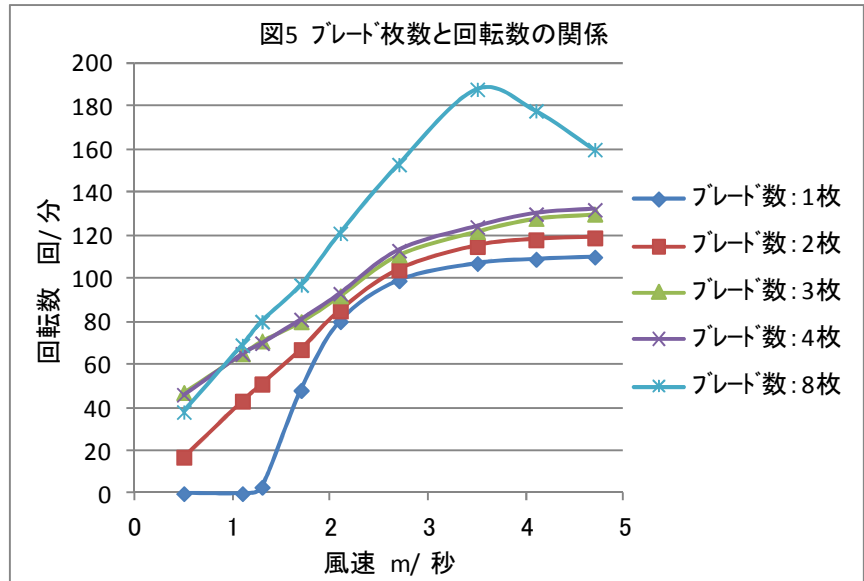
(4) ブレードの取り付け角度と風車の回転数の関係を調べる

一番回転数が多かったブレードの角度は60°であった。次いで45°、30°であった。0°と90°はほとんど回転しなかった。



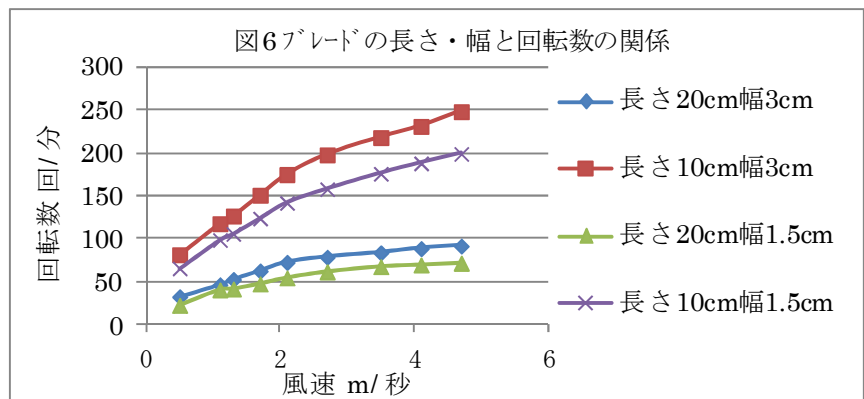
(5) ブレードの枚数と風車の回転数の関係を調べる

風速が中程度ではブレードの枚数が多い方が回転数は多かった。しかし風速が速くなるとブレードが8枚の場合、急に回転数が減っていく。又、風速が遅くなるとブレードが1枚、2枚、8枚の場合、回転数が極端に少なくなった。



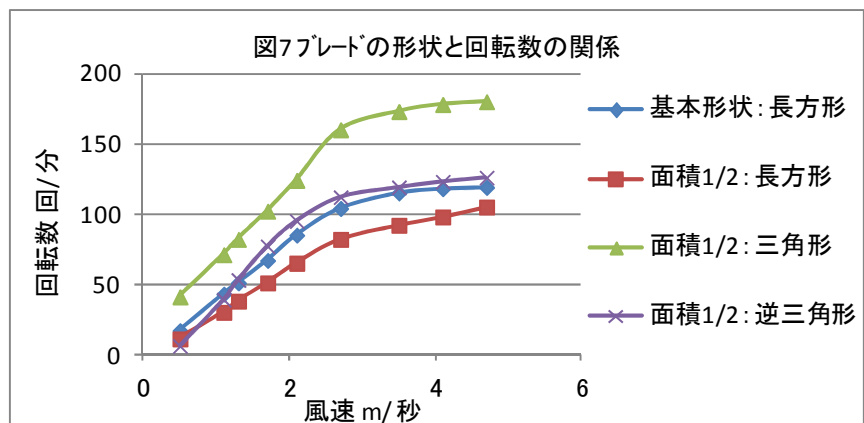
(6) ブレードの長さ・幅と風車の回転数の関係を調べる

ブレードの長さが短い方が風車の回転数は多かった。ブレードの長さを1/2にすると、回転数は2.5倍になった。反対に幅を1/2にすると回転数は少しだけ減少した。



(7) ブレードの形状と風車の回転数の関係を調べる

三角形形状は基本形状である長方形に対して面積が1/2であるにも関わらず、回転数は1.5倍になった。逆三角形形状は風速が遅いと一気に回転数が減ってしまう。



5 考察

(1) 風速

風速が速くなるほど風車は速く回転する。しかし風速がある程度速くなると回転数の増加はなだらかになる。これは回転数が増えるとブレードが動く際に受ける空気抵抗が大きくなり、ブレードを動かす力が削がれるためと考えられる。

(2) ブレードの角度

風速が比較的遅い場合はブレードの角度が大きいと風を効率よく捉えることができる。反面、風速が速い場合はブレードの角度が大きいとブレードが後方に押されてしまい、風の力を効率よく回転する力に変えることができない。ブレードの角度が小さい場合は風速が遅いと風の力を少ししか捉えることができないが、風速が速くなるとブレードに当たった風を効率よく後方にそらせることができる。ブレードの角度にはそれぞれが最も効率よく回転できる風速が決まっている。実際の風速から考えると 60° が好ましいようだ。

(3) ブレードの枚数

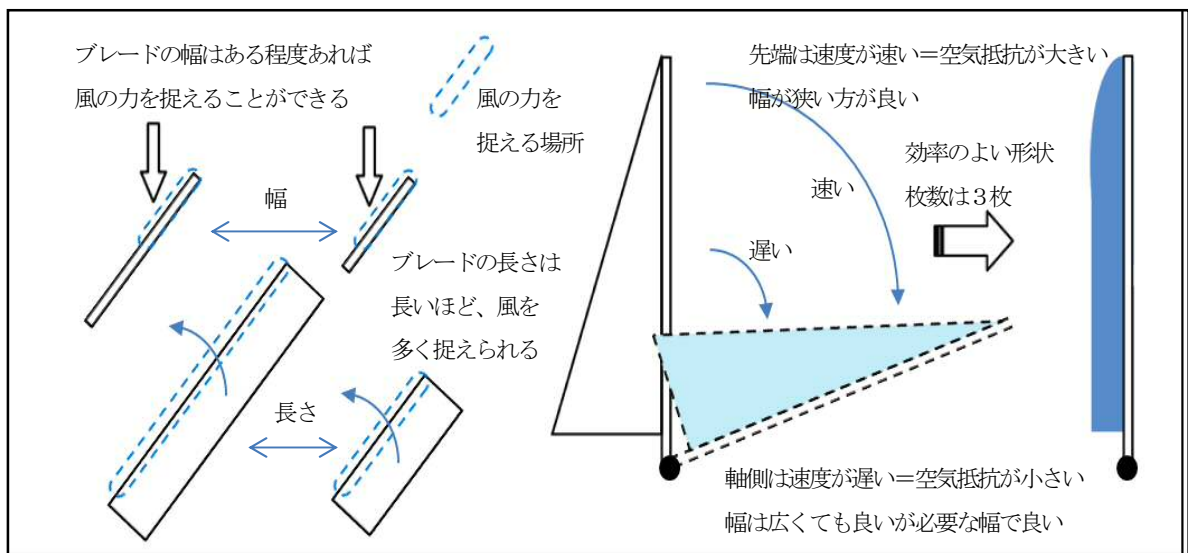
ブレードが1枚や2枚の場合、回転が不安定であり特に停止した状態でのバランスが悪くなる。ブレードが多いと風速による回転数の差が大きい。これは風速が速いと枚数が多い分、空気抵抗が大きくなり、風速が遅いとブレードが重いために回転しにくくなる。ブレードが3枚と4枚の場合は回転数や動きが安定している。

(4) ブレードの長さ・幅

ブレード前側の辺付近で風の力を捉えている。従って幅はあまり必要としない。長いブレードの方がより多くの風の力を捉えることができる。

(5) ブレードの形状

ブレードの先端は速度が速い。先端の幅が狭いほど空気抵抗は小さくなるので回転には有利である。根元は速度が遅いので幅が広くても構わないがブレードの重量を減らすために必要な幅があればよい。



6 感想

再生可能エネルギーや風力発電についての調査や実験を通じ、人類はもっと自然エネルギーを利用していくべきだと思いました。私達一人ひとりがエネルギーに対して興味を持ち、将来のあるべき姿を真剣に考えていかなければなりません。今回、私は風力発電について調査・実験しましたが風力発電にはよい点ばかりではなく、いくつかの問題点もあります。その他の再生可能エネルギーによる発電にもそれぞれ長所や短所があります。ですからどれか一つに頼るのではなく、それぞれの特徴を生かしながらバランスよく利用できればよいと思います。日本が恵まれた自然環境を生かし、再生可能エネルギー活用で世界のモデルになればとても素晴らしいことだと思います。