

風車の研究 パート 3 ～サボニウス型風車について～

沼津市立金岡中学校
3年 原口優来

1 動機

本研究を始めた動機は、私達の暮らしの中で実現できる、小規模な風力発電を開発したいと思ったことである。次世代エネルギーの開発が急がれている現代社会において、日常生活の助けになる程度の発電ができ、住宅地にあっても景観を損ねない風車の可能性について研究することにした。

今まで私は、最も多く発電できる風車の羽の形を研究してきた。
現在風車は、海岸沿いや山の上などの、風が強く風向きが一定で、生活する人が少ない場所で、広大な敷地で風力発電をして実用化されている。
今回は視点を変え、住宅の屋根に設置されている太陽光パネルのように、「身近な風車による発電」を考えてみたいと思った。

2 テーマ選定理由

過去の研究で最も多く発電した多翼型風車は、一方向の風にしか対応できない。
また水平軸風車(※脚注1)なので大型の羽になり、景観や音の問題がある。
そのため、都市部・住宅地などでは、実用的とは言にくい。
どの方向からの風にも対応でき、羽も大型化しないため景観への影響が少なく、回転速度が遅いため音の問題も少ない、垂直軸風車(※脚注1)に着目した。
以前の実験で扱った垂直軸風車（直線型風車、サボニウス型風車、ジャイロミル型風車）の中では一番発電量の多かった、サボニウス型風車を研究しようと思った。

（1）水平軸風車と垂直軸風車の比較

比較項目	水平軸風車	垂直軸風車
風向き	一定	問わない
風の強さ(起動性)	羽の大きさによるが ある程度の強さが必要	弱くても起動するか？ →今回の研究で調べたい
回転速度	高速	低速
音	大きい	小さい
羽の形状・大きさ	放射状（円） 直径が大きい	円柱 直径は小さい

(2) サボニウス風車について

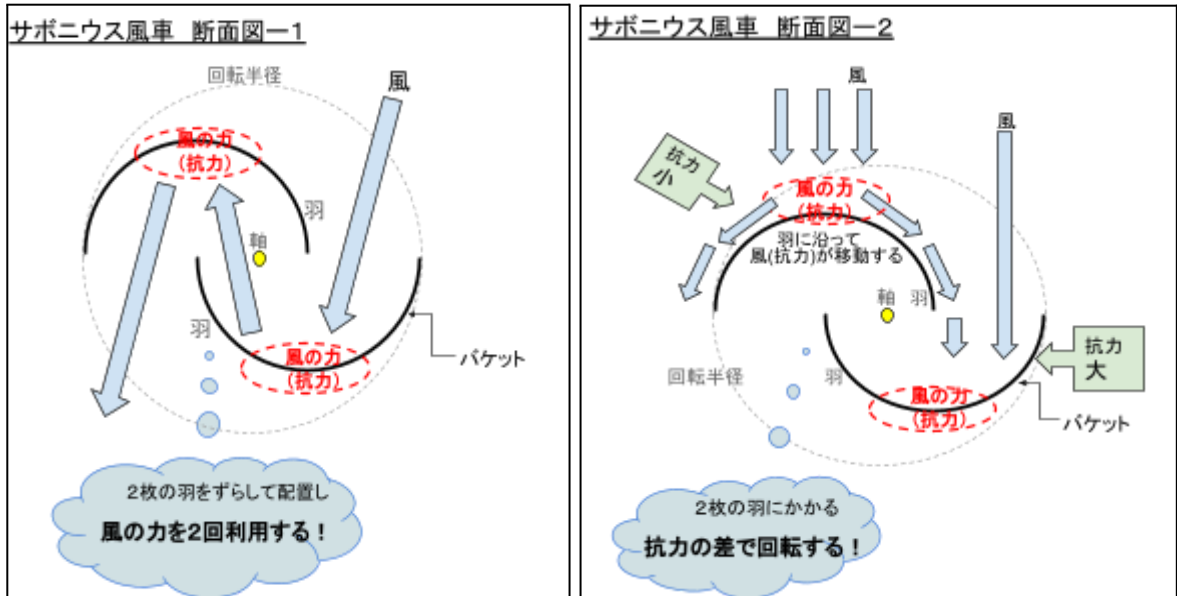
ア メリット

- ・どの方向からの風にも対応でき、風向によって回転数が左右されない
- ・構造が単純で再現しやすく、また丈夫なので暴風でも壊れにくい
- ・風を切らない構造なので騒音が発生しない

イ 特徴

- ・抗力で回る（※脚注2）

ウ 回る仕組み



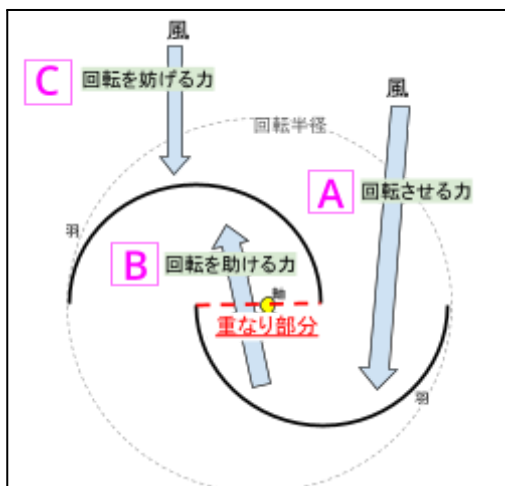
3 探求テーマ1：サボニウス風車でできるだけ多く発電する

(1) 調べること

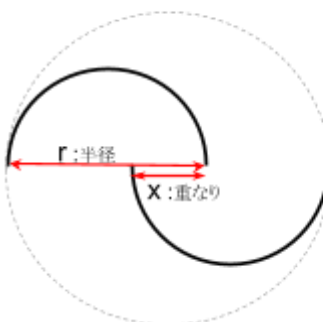
羽根の形状の違いによる発電量の変化を調べる。構造から見て分かる通り、サボニウス風車は風が羽の中に入って回るように作用する風車だ。

風車を回転させる力Aと、回転を助ける力Bの比率を変えれば、発電効率が変わるはずなので、一番良い比を見つきたい。

羽の大きさは変えずに重なり部分のサイズだけを変えて実験を行う。



<重なり率の定義>



$$\text{重なり率} = \text{重なりの長さ}(x) \div \text{半径}(r) \times 100$$

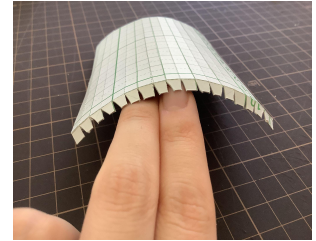
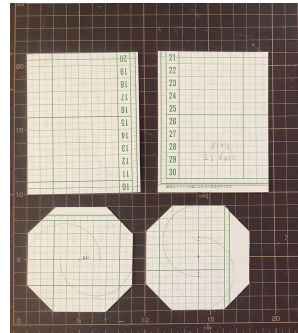
とする

4 実験方法

(1) 制作 風車の羽と計測装置

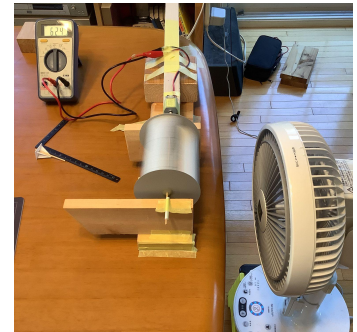
羽の材料：工作用紙

工夫点：羽に5mmごとに浅く切れ込みを入れ、円形に近づけられるようにした。
糊代同士が重ならないように、角を落とした。

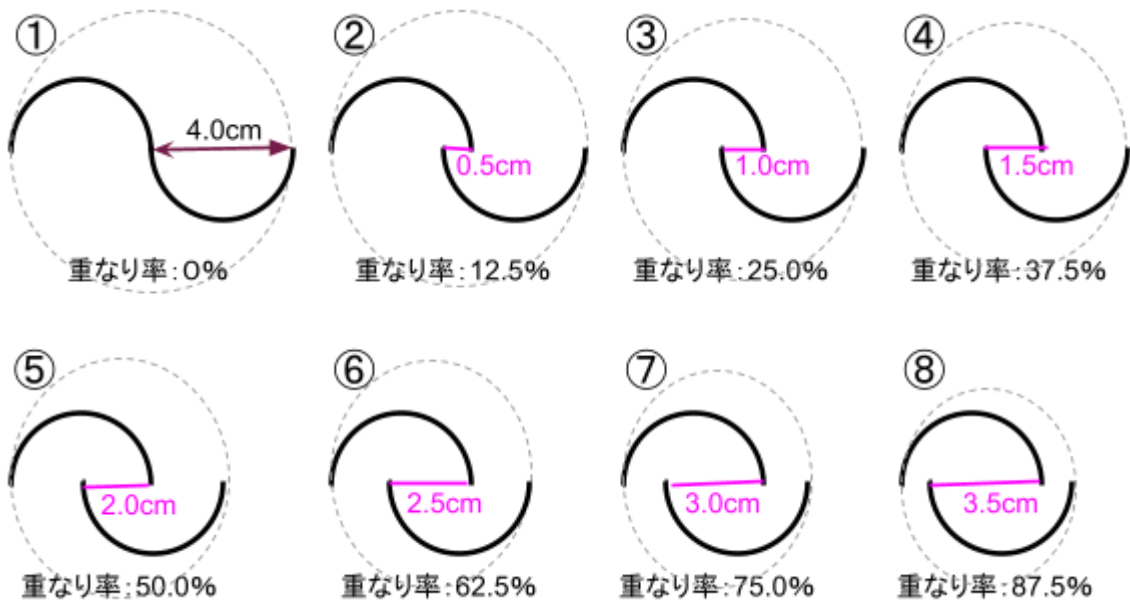


計測する仕組み：風車の軸とモーターが連動して回るようにし、電圧計、電流計で発電量を調べる

工夫点：軸を支えるストローは、摩擦で余計に回転力を奪わないようにできるだけ短くした。
条件を変えないため、装置をマスキングテープで台に固定した。

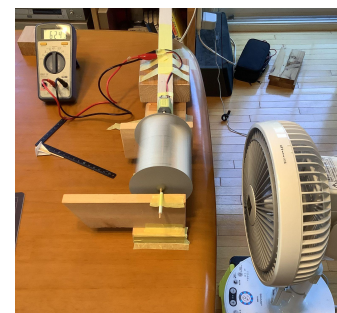


(2) 重なり率の変化パターン



(3) 計測方法

- ・サーキュレーターを使用
- ・風力8段階のうち、最も強い8で行う
- ・サーキュレーターと風車の距離は10cmで統一
- ・風車はサーキュレーターの中央に位置する
- ・回る向きは統一する



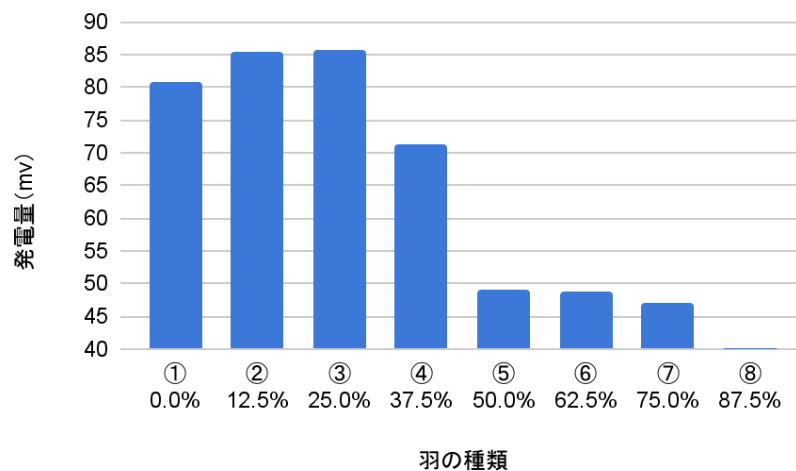
5 測定結果
(1) 測定データ

単位：mV

No.	重なり率	1回目	2回目	3回目	平均
①	0.0%	81	80	81	80.7
②	12.5%	86	85	85	85.3
③	25.0%	87	84	86	85.7
④	37.5%	70	72	72	71.3
⑤	50.0%	49	48	50	49.0
⑥	62.5%	50	48	48	48.7
⑦	75.0%	47	46	48	47.0
⑧	87.5%	回転しなかった			ー

(2) 測定データのグラフ

サボニウス風車 羽根の形状別発電量



重なり率 25.0%の③の風車が最もよく回った

6 考察

- (1) 重なり率が25%の③の風車が最もよく回った。
力Bよりも力Aのほうが重要だった。一番良い比は3：1だった。
- (2) ②、③の風車は差が0.4mVと、ほぼ変わらず、①、②、③の風車が、他の風車と比べて数値が高かった。
- (3) 重なり率が50%を超えた辺りから急に約20mV下がった。

重なり率25%の羽で、更に他に発電量に影響する要素を調べたい。

7 探求テーマ2：サボニウス風車の起動性

(1) 調べること

- ・弱い風でもサボニウス風車は発電できるか。
サーキュレーターなどの段階の風力から発電し始めるか。
- ・弱い風における羽根の形状の違いによる発電量の差はどのようなになるのか。
- ・力Bは、起動を助けるのか、回転速度を上げるのを助けるのか。

8 実験方法

- ・風力8段階のうち、最も弱い1から計測を行う。
- ・風力1～8で、羽根の形状の違いによる発電量の変化を測定する。
- ・他の条件はテーマ1と同様とする。

9 測定結果

(1) 風力1～8での発電量 測定データ

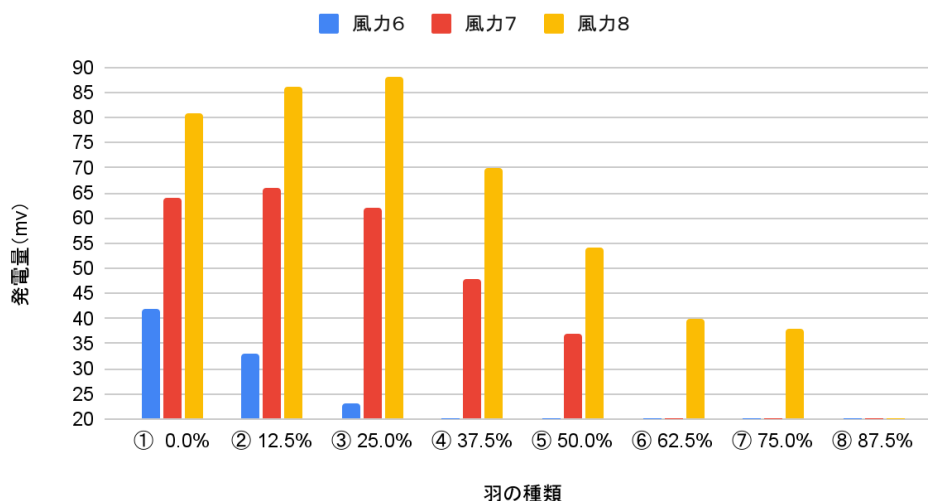
単位：mV

No.	重なり率	風力1～5	風力6	風力7	風力8
①	0.0%	回 転 し な い	42.0	64.7	81.7
②	12.5%		33.7	66.3	86.0
③	25.0%		23.3	62.3	88.0
④	37.5%		0.0	48.7	70.3
⑤	50.0%		0.0	37.3	54.7
⑥	62.5%		0.0	0.0	40.0
⑦	75.0%		0.0	0.0	38.3
⑧	87.5%		0.0	0.0	0.0

3回ずつ計測を行ったが、表の見やすさのために平均値を記載する

(2) 測定データのグラフ

サボニウス風車 風力別発電量



10 考察

- (1) 風力6では①、風力7では②、風力8では③の風車が最もよく回った。
風力が大きくなるにつれ、力Bが大きい風車のほうがよく回転している。
⇒力Bは、回転速度に関係していると言える。
更に風力を強くすれば、④、⑤の順に発電量が最も多くなるのか。
しかし、⑧の風車はそもそも回転しないので限度がある。
- (2) 重なり率が小さい風車ほど、弱い風でもよく回った。
⇒力Aは、起動性の良さに関係していると言える。

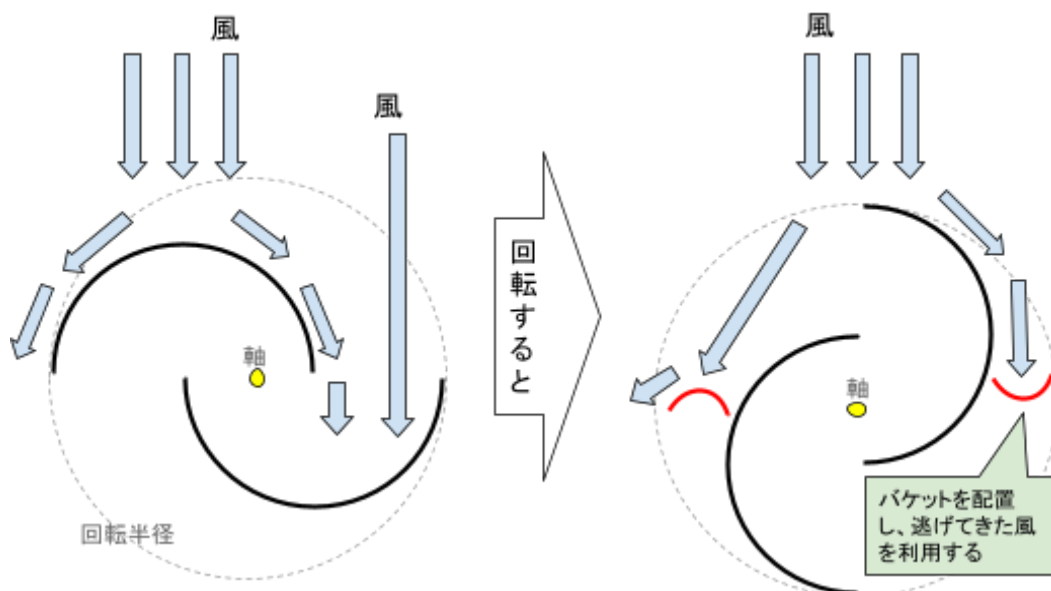
風速によって最も多く発電する重なり率が違うので、
風速に応じて自動で羽をずらせるような風車があれば最も効率が良い。

11 振り返り 反省

- (1) サボニウス風車は、比較的弱い風で、風向きを問わずに発電できることがわかった。
さらに発電量が多くする研究をしたい。

例えば、羽の円柱の直径と縦の長さの比は発電量に関係するか？
また、もっと弱い風でも回転するよう、改良を重ねていきたい。

- (2) サボニウス風車が90度回転したとき、風が逃げてしまい利用できていない。
90度回転したときに風を受けられる小さなバケットを取り付けたら、発電の安定性や
発電量の増加につながるのではないかなと思う。



また、この図のように小さいバケットを追加する場合と、同じ大きさのバケットを4枚配置した場合との発電量の違いを比べてみたい。
サボニウス風車の風の流れ方について何か新しいことがわかるかもしれない。

(2) 垂直軸風車には、比較的新しく高速で回転するらしい、「ダリウス風車」がある。

模型を作るのが難しく今回の研究には入れられなかったが、いずれ挑戦したい。

工作用紙と竹ひごで作成する風車の羽の精度にも限界があるので、3Dプリンタなどを利用してダリウス風車の羽を正確に作れないかと思う。

1 2 参考文献

- ・「風との対話 手作り風車ガイド」 松本文雄、牛山泉 パワー社
- ・「風車博士のやさしい風・風車・風力発電の話」 牛山泉 合同出版

1 3 脚注

(1) 水平軸風車は回転軸が空気の流れに対して平行。

オランダ型風車、プロペラ型風車 など

垂直軸風車は回転軸が空気の流れに対して垂直。

サボニウス型風車、ジャイロミル型 風車など

(2) プロペラ型、多翼型の風車などは揚力で回転する。