21727

羽の形状と発電効率の関係性について

2532　氷室和亮　　2501　飯森葵平　　2531　原侑吾　　2632　三浦太一

要旨

私たちは，効率良く発電できる風車の羽の形状を探っている。そこで，私たちは第一に羽の質量と発電効率の関係を探るために実験を行った。その結果として，質量の大きい羽のほうが，発電効率が良いことが分かった。第二に，羽の長さによる発電効率の違いを探るために実験を行った。5.0 cm，10.0 cm，15.0 cmに分けて実験を行い，今回使用した風洞装置の条件では 5.0 cmの工作用紙の羽で作成した風車の起電力が最も良いものとなった。

１．目的

今，再生可能エネルギーとして様々なエネルギーが注目されている。その中でも私たちは，風力発電に目をつけた。この実験で効率の良い羽の形状を見つけ，少しでも将来に役立てられるようにする。

本研究では，発電時の起電力の大きさが大きいものを発電効率が良いものと定義する。

２．使用した材料，器具，装置

・風車の材料

工作用紙　発泡スチロール　つまようじ　竹串

・器具，装置

モーター　ストッパー（モーター用）　導線　電圧計　風洞装置　スタンド

３．実験１

（１）目的

羽の材質や質量による発電効率の違いを調べる。

（２）仮説

羽全体の質量が小さい発泡スチロールの羽のほうが，よく回り発電効率が良い。

（３）方法

1. 発泡スチロール，工作用紙で 10.0 cmの羽をつくり，３枚羽の風車をそれぞれ４個ずつ作成した。（図１）

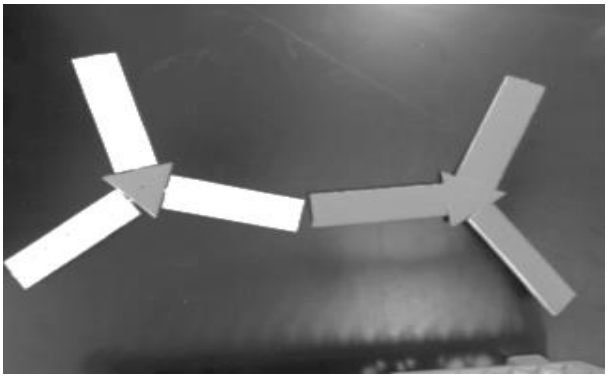

図１　作成した風車

（左：工作用紙　　右：発泡スチロール）

2. 作製した羽をモーターに取り付け，導線で電圧計と接続した。
3. 羽から 50 cm離した所に風洞装置をおき羽に風を当てる。
4. 風洞装置の目盛を，順に 6.0　7.0　8.0 というように風力を変化させた時の電力を比較する。

（４）結果

図１のような形状の風車を製作した。質量は，工作用紙 9.4g 発泡スチロール 4.2g となった

表１　実験１の結果それぞれの羽の発電量

風洞装置の目盛 ＼ 羽の材質	6.0	7.0	8.0
工作用紙	0.19V	0.20V	0.21V
発泡スチロール	0.17V	0.19V	0.20V

表のとおりわずかではあるが，工作用紙の羽のほうがより発電効率が良いことが分かった。

（５）考察

結果の表のとおり，少し質量のある工作用紙の羽がより発電していた。その原因として，発泡スチロールの羽は，工作用紙よりも軽すぎるため回す力が工作用紙よりも弱かったからだと考えられる。

４．実験２

（１）目的

材質をそろえた状態で，羽の長さによる発電効率の違いを調べる。

（２）仮説

羽の長さが 5.0 ㎝，10.0㎝，15.0㎝の３種類で比較すると，最も大きい 15 ㎝の羽が，一番風を受ける面積が大きくなるため，発電効率が良くなると考えられる。

（３）方法

実験２－①　新しい風洞の作成

今回の実験は羽の大きさを変化させるため，新たな風洞が必要だと考えられる。そのため新たな風洞を作成した。

1. 大きめのビニール袋を切り開き，その上に針金を三本乗せて固定した。（図２参照）

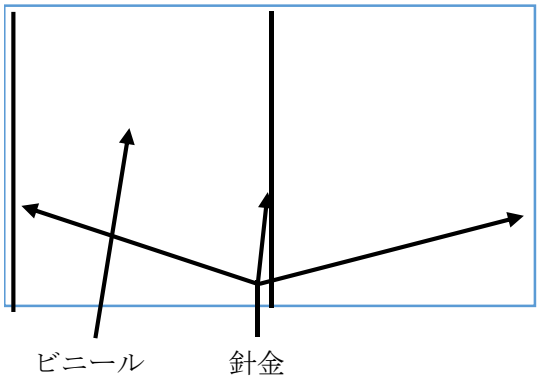

図２　切り開いたビニール袋と針金

2. 針金を曲げてアーチ状にした。（図３参照）

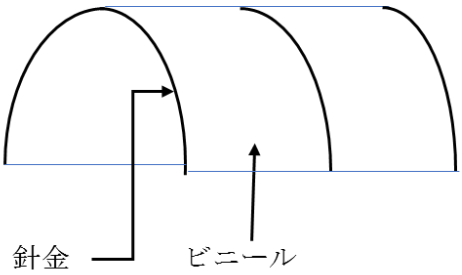

図３　図２をアーチ状に変形したモデル図

3. 風の出る部分と針金で形を整えた部分との隙間をビニール袋で接続した。（図４参照）

図４　図３のものを風洞装置に取り付けた状態

図５　風洞装置の全景

実験２－②

1. 羽の大きさが 5.0 ㎝，10.0㎝，15.0㎝の羽根をそれぞれ２つずつ，計６つの羽を作成した。

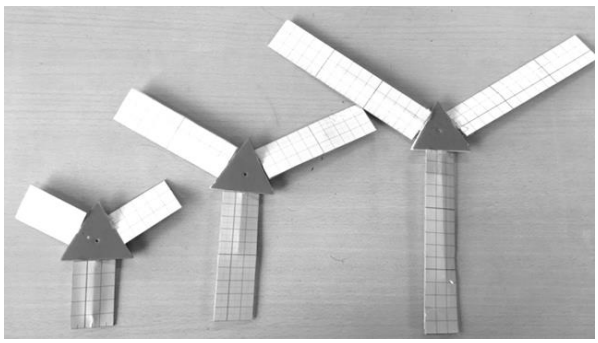

図６　実験２で作成した風車
（長さ 5.0cm，10.0cm，15.0cm の羽）

2．作成した風洞の中にスタンド（図６）を立て，モーターとつないだ羽を設置した。

図７　実験２で使用したスタンド

3．モーターと電圧計をつなげ，風の出る部分から，スタンドを 50 cm離して設置した。

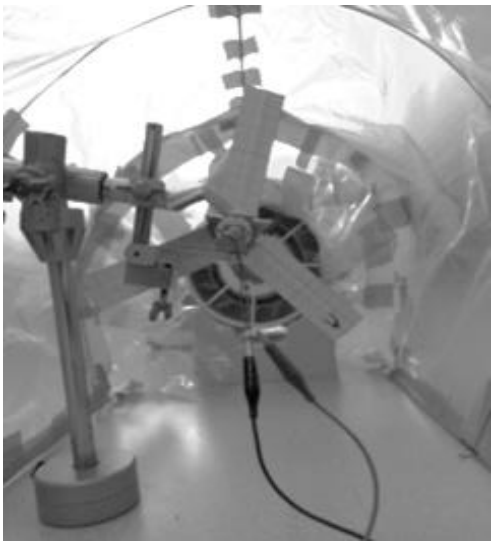

図８　風洞内部の様子

4．風の強さを，風洞装置の目盛で 8.0，9.0，10 と徐々に大きくしていきその時の発電した起電力を測定した。

5．この操作を 2 回繰り返し平均の発電量を調べた。

（４）結果

表２　　実験２で得られたそれぞれの発電量

羽の大きさ ＼ 風洞装置の目盛	10	9.0	8.0
5.0 cm	0.79V 0.73V	0.70V 0.66V	0.59V 0.58V
10.0 cm	0.46V 0.45V	0.40V 0.41V	0.34V 0.35V
15.0 cm	0.11V 0.16V	0.16V 0.15V	0.09V 0.12V

大きさの一番小さい 5 cmの羽が，発電効率が最も良いことが分かった。

（５）考察

仮説とは異なり長さ 5.0 cmの羽が，一番発電量が大きいことが分かった。このような結果が出た原因として以下の点が考えられる。

① 風洞装置本体の形状上 15 cmの羽に風が全体的に当たらなかった。これが原因の場合，風洞装置の改善が必要になる。

② 羽の大きさと質量には最も回りやすい比がある。今回の実験では 5.0 cmの羽が最もその比に近かった。これが原因の場合 5.0 cmの質量を測定し羽の大きさと質量の比を出してそれの比に基づき 15.0 cmの羽を作成してみる。

③ 小さい形状の羽のほうが回りやすい。この結果をもとに実験を進めていく。

実験の結果より①の改善方法として，インターネットの風洞装置の写真を参考に風洞装置の中心を尖らせてみた。こうすることで中心にも風が行き均等に羽に風が当てられると

考えた。風洞を改善したうえで実験３として同じ実験を行った。

また，②の羽１枚の大きさと質量の関係性について調べてみた。今回の 5.0 ㎝の羽の大きさと質量の比は羽の大きさが 5.0 ㎝，質量が 4.8g だったことから，5.0:4.8 になった。もし，羽の大きさと質量の大きさに最適な比があるのなら，15.0 ㎝の羽にしたとき，質量が，13.2g にすれば，5.0 ㎝と同じように回ることが分かる。しかし，今回実験に用いた 15.0 ㎝の羽の大きさと質量の比は羽の大きさが 15.0 ㎝，質量が 13.1g だったことから，15.0:13.1 になり，理想の比ほぼ変わらないことが分かり，羽の大きさ:質量の比が実験結果に影響を与えたとは考えにくい。

５．実験３

（１）目的

同じ材質の羽について，厚さを変えて質量を増加させたときの発電量を調べる。

（２）仮説

実験２の 5.0 ㎝の羽の発電効率より質量を大きくしたもののほうが効率は悪くなり，15.0 ㎝の発電効率と同じぐらいになる。

（３）方法

羽の大きさと質量の関係性について実験２で使用した 5.0 ㎝の羽の質量を，実験２で使用した 15.0 ㎝の羽の質量である 13.0～14.0g にして実験２と同様の方法で実験を行った。

（４）結果

表３　　実験３で得られたそれぞれの発電量

風洞装置の目盛 ＼ 羽の質量	10	9.0	8.0
4.8g	0.79V 0.73V	0.70V 0.66V	0.59V 0.58V
13.0g	0.64V 0.62V	0.52V 0.56V	0.42V 0.47V

（５）考察

実験の結果より実験２の 5 ㎝の羽と比較して発電効率は悪くなった。だが 15 ㎝の羽の時よりは発電効率はかなり良かった。

よって羽の質量と大きさはあまり影響を与えないと考えられる。

６．今後の展望

実験２から，３つの原因が考えられ，それらのどれが発電効率に影響を与えているのかはっきりさせられなかった。今後はその原因を明らかにするために実験を行いたい。

７．参考文献

風洞制作
contest.japias.jp/tqj17/170009/fudoseisaku.html
風レンズ レンズ風車 WINDLENS
www.riam.kyushu-u.ac.jp/windeng/Windlensturbine.html
垂直軸風車のベルシオン 垂直軸型風車
www.globalenergy.jp/product/product2.htm