

3 風 車（羽の数、形、風の強さ）

1 研究の動機

普段の生活の中で、風車を見かけることが多くあります。私たちの学校の東の新平山工業団地の工場にも三基の風車があり、発電に利用されています。風車の羽の角度、枚数、大きさなどを変えると風車の回り方にどんな影響があるのか興味を持ちました。

2 研究の目的

風車発電に適した風車の枚数、角度、羽の形を明らかにする。

3 研究結果の予想

風車の羽の枚数が多いほど、風をたくさん受けることができるので風車の回転数は増えると思う。

羽の角度は、 0° や 90° は回らないと思うから、 45° くらいが1番よく回ると思う。

羽の形は、予想がつかない。

4 研究の方法

実験に使用する羽は下記の8種類とした。

	形	縦 × 横	面積
①	四角形	7cm × 2cm	14cm ²
②	四角形	5cm × 3cm	15cm ²
③	四角形	6cm × 3cm	18cm ²
④	四角形	2cm × 10cm	20cm ²
⑤	直角三角形	7cm × 4cm	14cm ²
⑥	直角三角形	6cm × 5cm	15cm ²
⑦	直角三角形	6cm × 6cm	18cm ²
⑧	直角三角形	8cm × 5cm	20cm ²

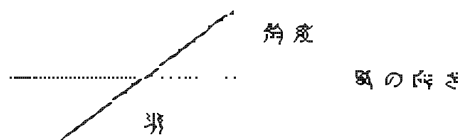
羽の枚数を2、3、6枚とし、角度を10、30、50、70、90度にし、風の強さを強、中、弱とし、すべての組み合わせ360通りにつて調べた。なお、それぞれについて5回実験をして、平均値を求めた。羽4枚については、羽の形のみ実施し

た。

風は、扇風機（ナショナル扇風機F-C308G）を使用し、風車から70cm離れた。

回転数は、風車に10秒間風を当て、軸に巻きつけられる糸の長さで測った。

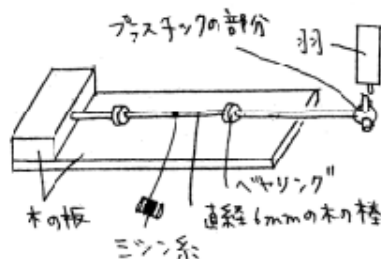
羽の角度は次のようにした。 図1



風車の作り方

おもちゃ屋で見つけたプラスチックパズルを中心に、工作用紙で羽を作った。余分な抵抗を減らすために、軸は2つのベアリングを使って固定した。

風車の全体図 図2



5 研究の結果

様々な条件におけるベスト3

すべての条件におけるベスト3 表1

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	20cm ²	70°	3	強	256.6cm
2	三角形	18cm ²	50°	6	強	240.6cm
3	三角形	18cm ²	70°	3	強	221.8cm

羽6枚におけるベスト3 表2

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	18cm ²	50°	6	強	240.6cm
2	四角形	18cm ²	70°	6	強	209.4cm
3	三角形	20cm ²	50°	6	強	203.8cm

羽4枚におけるベスト3 表3

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	18cm ²	50°	4	強	202.2cm
2	三角形	14cm ²	50°	4	強	194.6cm
3	三角形	18cm ²	70°	4	強	182.0cm

羽3枚におけるベスト3 表4

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	二角形	20cm ²	70°	3	強	256.6cm
2	三角形	18cm ²	70°	3	強	221.8cm
3	四角形	15cm ²	70°	3	強	216.8cm

羽2枚におけるベスト3 表5

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	20cm ²	70°	2	強	181.6cm
2	三角形	20cm ²	50°	2	強	176.0cm
3	三角形	18cm ²	70°	2	強	170.2cm

羽の角度70°におけるベスト3 表6

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	14cm ²	70°	4	強	266.0cm
2	三角形	20cm ²	70°	3	強	256.6cm
3	三角形	18cm ²	70°	3	強	221.8cm

羽の角度50°におけるベスト3 表7

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	二角形	18cm ²	50°	6	強	240.6cm
2	三角形	20cm ²	50°	6	強	203.8cm
3	三角形	14cm ²	50°	4	強	194.6cm

羽の角度30°におけるベスト3 表8

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	二角形	15cm ²	30°	6	強	175.6cm
2	三角形	14cm ²	30°	4	強	168.0cm
3	三角形	14cm ²	30°	6	強	141.0cm

羽の角度10°におけるベスト3 表9

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	14cm ²	10°	4	強	118.6cm
2	四角形	18cm ²	10°	4	強	101.8cm
3	三角形	15cm ²	10°	6	強	91.0cm

風力強におけるベスト3 表10

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	20cm ²	70°	3	強	256.6cm
2	三角形	18cm ²	50°	6	強	240.6cm
3	三角形	18cm ²	70°	3	強	221.8cm

風力中におけるベスト3 表11

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	三角形	18cm ²	50°	6	中	146.8cm
2	四角形	14cm ²	70°	3	中	144.0cm
3	三角形	20cm ²	70°	3	中	143.6cm

風力弱におけるベスト3 表12

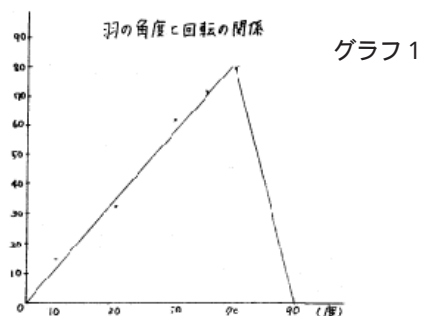
順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	四角形	14cm ²	70°	4	弱	46.8cm
2	四角形	20cm ²	70°	3	弱	46.4cm
3	四角形	18cm ²	70°	4	弱	40.0cm

様々な条件での平均値(羽4枚は除く)

羽の角度と回転数の関係 表13

順位	羽の形	面積	角度	枚数	風力	記録
1	四角形	14cm ²	70°	4	弱	46.8cm
2	四角形	20cm ²	70°	3	弱	46.4cm
3	四角形	18cm ²	70°	4	弱	40.0cm

単位: cm

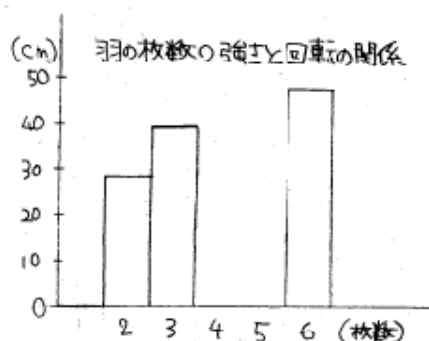


羽の数と回転数の関係 表14

風力	2枚	3枚	6枚
弱	0.4	2.4	5.7
中	23.6	40.2	45.0
強	58.7	75.5	89.8
平均	27.6	39.4	46.7

単位: cm

グラフ2



羽の形と回転数の関係 表15

風力	四角形	三角形
弱	3.5	1.8
中	35.2	35.2
強	69.6	76.8
平均	35.9	37.9

単位: cm

羽の面積と回転数の関係 表16

風力	14cm ²	15cm ²	18cm ²	20cm ²
弱	0	2.8	2.8	5.9
中	34.2	26.8	42.1	41.8
強	73.8	66.0	80.6	77.6
平均	35.6	31.9	41.8	41.8

6 考察

よく回転する条件は下記のようになる。

- ・風の強さは強
- ・角度は70度。
- ・形は、四角形と三角形を比較すると三角形。
- ・羽の枚数は6枚がよいが、風が強いときは角度が大きくなると3枚に変わる。

風が強いとよく回るのは、強いほうが運動エネルギーが大きいためだと思う。

羽の角度については、0度と90度では回らないことから、風の力の風車を回す向きの分力は45度が1番大きいと思うが、羽に当たる風の量と分力の総合で70度が勝ったのだと思う。

枚数は、6枚がよいが、風が強いときは角度が大きくなると3枚に変わることで、風の力を利用するためには、風を受ける面積を大きくすると

ともに、風が通り抜ける面積が関係していると考えられる。羽が6枚では、50度までは羽に当たった風が後ろに通り抜けるスペースが十分にあったのでよく回転した。しかし70度ではスペースが不十分となり、風の力を十分に活用できなくなり、風を受ける面積は劣るが、後ろに逃がすスペースが十分な3枚がよく回るのだと思う。

三角形の方が四角形よりよく回るのは、上述したように、羽に当たった風が後ろに逃げるのが大切なため、三角形の方が隙間が大きくて、風が後ろに逃げやすいからだと考えられる。ただし、風が弱いときには四角形の方がよく回るのは、風が逃げるのに支障がないため、羽の先端により風が当たり、てこの原理を利用できるためよく回るのだと思う。

以上のことより、よく回転する風車（風力発電に適した風車）を作るためには、風の力を受け止めるだけではなく、羽に当たった風を逃がすことも大切になるため、羽を大きくしたり、枚数を増やすことより、羽が3枚くらいで、風を逃がしやすいように先端を細くして、羽の角度を70度くらいにするのが良い。

7 感想

私たちがこの実験を始めてまず困ったことは、実験装置をどうするかでした。インターネットで調べたりしましたが、結局は自分たちで考えた装置で実験ができました。次に困ったのが、風車の回転数をどうやって調べるかでした。歯車を使う計画でしたが、都合が良い物が見つからず、羽の一部に色を付けてビデオで撮影したりといろいろ試してみましたが、うまくいかず行き詰まったときに糸を使う方法を見つけることができホッとしました。しかし、このことで時間をとられて、羽の数が4枚のものの実験が途中となってしまう残念でした。

楽しかったことは、4人で役割を分担して協力して実験ができたことと、実験の目的だった風力発電に適した風車の条件を見つけることができたことです。

今後は、羽の角度が70度のものがよく回ったので、60～90度について調べてみたいと思います。