

プロペラの形状と発電量との関係

2年3組 河野 敬太 2年3組 富永 光
2年3組 銚岩 風人 2年4組 益田 武
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

私達が住む愛媛県では、伊方原子力発電所が稼働している。しかし、南海トラフ巨大地震が発生すると考えられている今、原発事故発生が危惧される。そこで私達は、再生可能エネルギーを用いた発電方法である風力発電に着目した。エネルギー源である風力は、豊富で安価、クリーンかつ再生可能であるため、多くの地で風力発電所や風力発電装置の設置が増え続けている。私達は、海陸風を生かし、狭い範囲で効率よく発電する風力発電を行うことで地域に安定した電気供給ができるのではと考え、最も効率よく発電できるプロペラの形状について研究を行った。

2 仮説

ブレードの広い面積で風をとらえることで、より大きい風力を受け発電量は増えるのではないかと考えた。そのため、ブレードの角度がより大きく、ブレードの枚数がより多いほど発電量が増えるのではないかと考えた。

3 実験・研究の方法

(1) 実験方法

ア 縦10cm 横3cmの長方形のブレードを製作する。材料に発砲ボードを使用する。

イ ブレードの角度を変更して電圧を測定する。

ブレードの角度は、**図1**のように設定し、分度器を用いて測定した。角度変更型ブレードは、ブレードの枚数を2枚で固定し、実験を行った。

ウ ブレードの枚数を変更して電圧を測定する。

ブレードの角度はイの実験結果より最も電圧の値が大きい角度に設定し実験を行った(**図2**)。

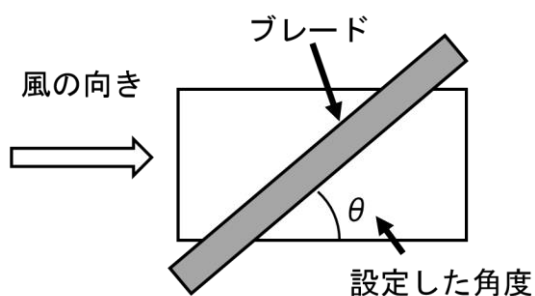


図1：角度の設定

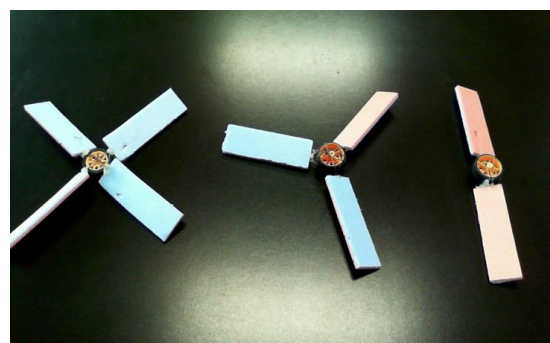


図2：枚数変更型ブレード

(2) 実験条件

ア 風のない部屋（宇和島東高校 物理実験室）で行う。

イ 送風機で一定の風（4.4 m/s）を、風洞を通して送る。

(3) 測定方法

図3・4のように設定し実験を行った。抵抗 200Ω を使用した時に最も電圧の値が大きくなったことから、抵抗 200Ω を使用した。電圧の測定には、Dr.DAQ (マルチセンサー) と Pico Scope6 (オシロスコープアプリケーション) を使用した。これにより、正確なデータを得ることができる。また、測定結果を波形として表示されることで結果が視覚的にも見やすい。



図3：実験装置

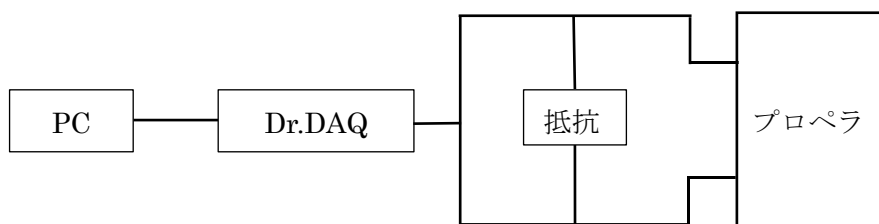


図4：回路図

4 実験結果

(1) 実験1 角度変更型ブレード (10° 30° 45° 60°)

角度変更型ブレードを用いた測定結果を図5と表1に示した。最大発電量が最も大きいのは、ブレードの角度30度であることが分かった。また、ブレードの角度30°から角度を大きくするにつれて最大値と平均値は小さくなっている。

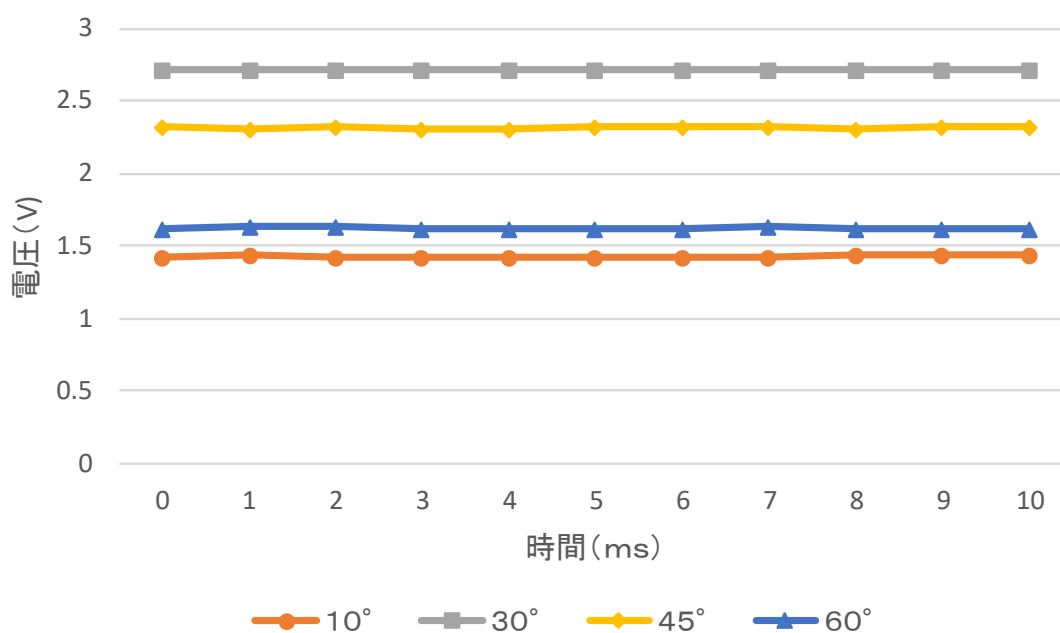


図5：ブレードの角度と電圧の関係 (角度変更型ブレードの場合)

表 1 : ブレードの角度と電圧の関係 (角度変更型ブレードの場合)

ブレードの角度	10°	30°	45°	60°
最大値 [V]	1.450	2.820	2.372	1.627
最小値 [V]	1.274	1.274	1.179	1.423
平均値 [V]	1.407	2.600	2.225	1.568

(2) 実験 2 枚数変更型ブレード (2枚 3枚 4枚)

枚数変更型ブレードを用いた測定結果を図 6 と表 2 に示した。最大発電量が最も大きいのは、ブレードの枚数 2 枚であることが分かった。2 枚の時の平均値も高く、最も適した枚数だといえる。

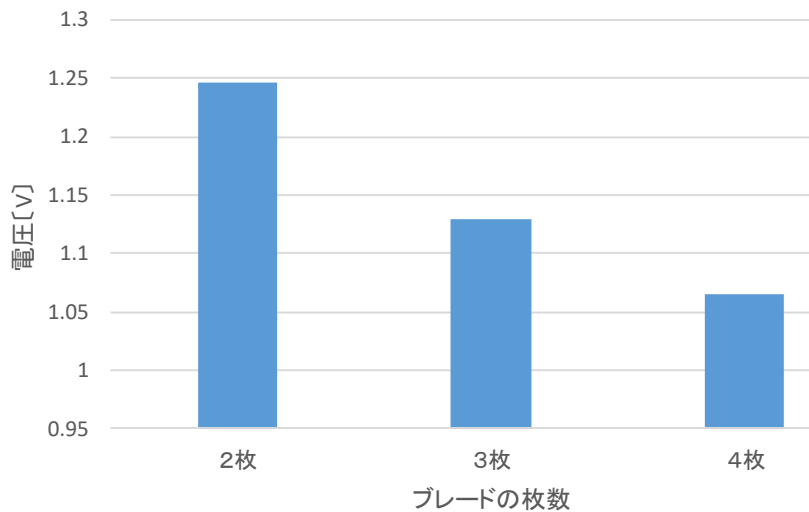


図 6 : ブレードの枚数と電圧の関係 (枚数変更型ブレードの場合)

表 2 : ブレードの角度と電圧の関係 (枚数変更型ブレードの場合)

ブレードの枚数	2枚	3枚	4枚
最大値 [V]	1.355	1.288	1.030
最小値 [V]	1.166	1.071	0.610
平均値 [V]	1.246	1.129	1.065

5 考察

角度変更型ブレードでは、30°のブレードが最大値、平均値ともに他 3 つのブレードと比べて最大となっている。また、45°のブレードが 30°のブレードに次いで最大値、平均値が大きくなっていて、60°のブレードの平均値のように、角度を 45°以上にすると平均値が低くなっていることから、角度変更型ブレードでの平均値が最大となるブレードの角度は 30°から 45°の間に存在すると考えられる。

枚数変更型ブレードでは、ブレード 2 枚の時の最大値、最小値、平均値すべて最大となっている。また、表・グラフよりブレードの枚数を増やすたびに全ての値が減少していることから、これ以上ブレードの枚数を 4 枚、5 枚と増やしても値は減少すると思われる。

よって現状では、この 2 つの実験結果より、ブレードの角度が 30°から 45°でブレードの枚数が 2 枚のプロペラの発電量が最大となると考える。

6 まとめと今後の展望

私たちの研究では、最も発電量の大きいブレードの角度と枚数を探った。今回の実験を行ううえで、風速を一定に設定して行った。しかし、風速を変更して行うことで発電量も変わってくるのではないかと考えた。今回の私たちの実験結果を参考にして風速を変更し実験を行い、より発電量が大きいブレードの形状の条件を追及していきたい。

私たちは、今後の展望として2つのことを考えている。1つ目はブレードの形状に改良を加えることだ。昨年行われた研究成果中間報告会で、自然界のものには、プロペラの形状に参考になるものが多くあると助言していただいた。これから参考文献などを探し、自然界のものを取り入れたブレードの製作に挑戦していきたいと思う。2つ目は、プロペラの配置の仕方についてだ。私たちは、海陸風をいかした風力発電により地域に安定した電気供給を行うことが目的である。実際に学校の屋上などで、自分たちが製作したブレードを用いて実験を行いたいと考えている。そのためには、宇和島に吹く海陸風について詳しく知り、より効率良く発電できるように探していきたい。

参考文献

- ・牛山 泉「トコトンやさしい 風力発電の本」 日刊工業新聞社
- ・青木徳誠・岡宮礼於・芝昌平・那須順敬 「Wind Power～プロペラの形状と発電効率～」愛媛県立宇和島東高等学校 平成25年度 SSH 生徒課題研究論文集 P.84-87