

青山高原の風力発電風車の形状による発電効果

抄 録

この研究の目的は、近年注目されている再生可能エネルギーのひとつである風力発電の風車のブレードの形状による発電量の変化を調べたものである。それを調べるために、ブレードの形と枚数、長さ、風の当たる角度を変えて実験を行った。その結果、形は四角、枚数は3枚、長さは9cm、角度は26度の形状が最も良いと考えられることが分かった。それをもとに、現在風力発電が行われている青山高原に行き、現地で実証実験を行った。しかし、その日は風が弱く風車はまわらなかった。

キーワード：風力発電，風車，発電量，形状

1. はじめに

1.1 研究動機

近年、地球温暖化の進行や化石燃料の枯渇により再生可能エネルギーが注目されている。再生可能エネルギーには、太陽光や風力、地熱などがある。その中で、身近な風を原動力にしている風力発電について調べたいと思った。

近隣の府県を調べたところ、三重県の青山高原地方で風力発電が行われていることが分かった。そのため、その地域に適した風車を考えたいと思った。

1.2 研究目的

風力発電用風車（以下；風車）のブレードの形や枚数における発電量の変化を明らかにする。また、その結果をもとに青山高原に適した風車の形状を考える。

2. 研究方法

2.1 現地調査

青山高原に行き、そこで青山高原について調べる。

2.2 実験

風車のブレードの形状を三角、四角とかえたとき、枚数を2枚、3枚、4枚、6枚とかえたときの発電量の変化について調べる。ブレードの長さを6cm、9cm、12cm、15cmとかえたとき、角度を18度、26度、34度、42度とかえたときの発電量の変化についても調べる。

3. 研究結果

3.1 調査結果

久居榊原風力発電施設より、青山高原は三重県中部に位置し、標高は600～800mほど。青山高原の付近一帯は、若狭湾から琵琶湖を経て伊勢湾へ抜ける「風の通り道」となっている(図1)ことがわかった。

青山高原には多くの場所に3基以上の風車が点在していた。すべての風車のブレードは3枚だった(写真1)。



写真1



図1 青山高原の位置

3.2 実験

3.2.1 実験準備

風車の模型を作製する。モーター (XiKIT GENEMOTOR XGM-RA), 厚紙, ペットボトル, テープ, はさみ, カッター, のりを用意する。厚紙にペーパークラフト風車の型紙を印刷し, 軸を組み立てる。モーターにペットボトルのふたを貼り, 軸と組み合わせる。(写真2) 軸と同様に, ペーパークラフト風車の型紙を厚紙に印刷し, 組み立て, 風車のブレードを作製する。三角形のものを15個, 四角形のを15個作製し, 2枚, 3枚, 4枚, 6枚ずつで1つの風車のブレードとする。(写真3, 写真4)



写真2 :
モーターと軸

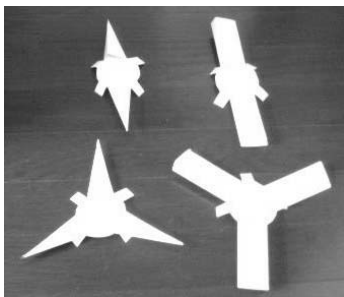


写真3 :
2枚・3枚のブレード

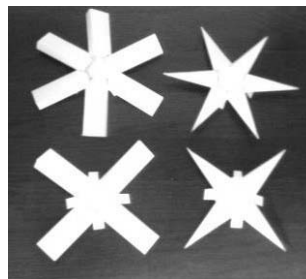


写真4 :
4枚、6枚のブレード

3.2.2 実験①：ブレードの形状と枚数による発電量の変化

風車を組み立て（写真5）ブレードの形を三角，四角，枚数を2枚，3枚，4枚，6枚とかえたときの発電量の変化について調べる。風車は家庭用の扇風機でまわし，電圧の測定にはテスター（アナログテスター EAT-01NB）（写真6）を使用する。



写真5：
試作した風車



写真6：電圧測定のテスター

その結果をグラフに示す（図2）。

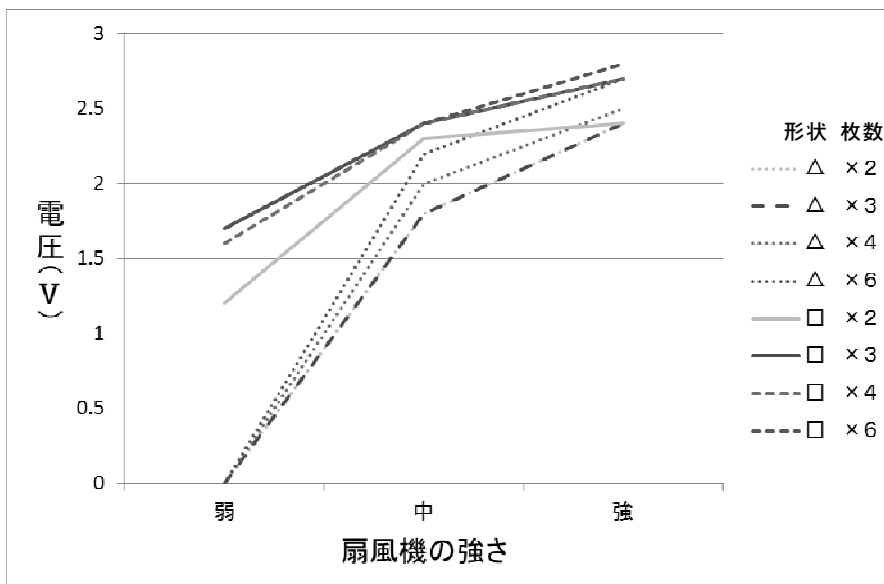


図2 ブレードの形と枚数による発電量の変化

3.2.3 実験②：ブレードの長さや風の当たる面の角度による発電量の変化

実験①で最も適していると考えられた（4. 考察に記載）四角形3枚のブレードをもとに，ブレードの長さ（写真7）と風の当たる面の角度（写真8）を変える。元のブレードが9cm，26度だったので，長さは6cm，9cm，12cm，15cmとかえ，角度は18度，26度，34度，42度と変える。



写真7：ブレードの長さ

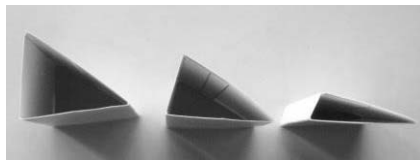


写真8：風のある面

実験①と同様に、扇風機とテスターを使用する。
 ブレードの長さをかえた結果をグラフに示す（図3）。

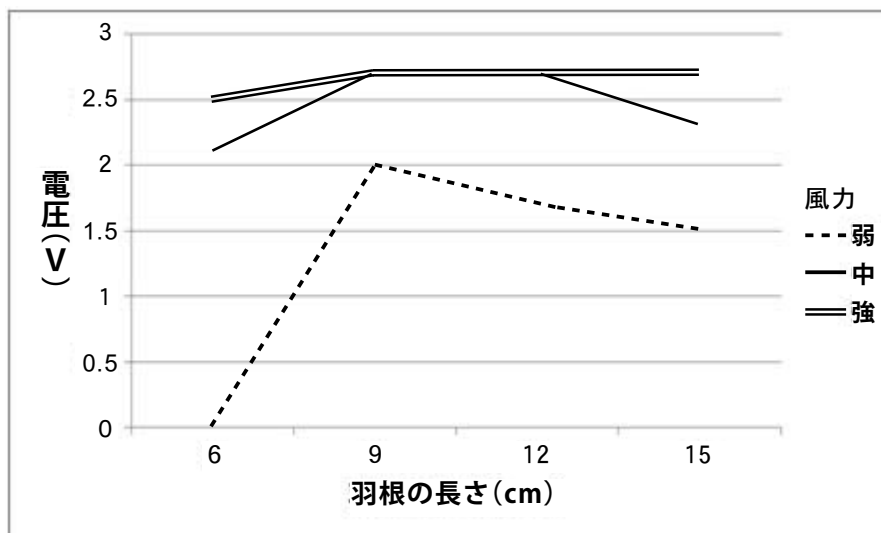


図3. ブレードの長さによる発電量の変化

ブレードの風の当たる角度を変えても発電量は変化しなかった。

4. 考 察

ブレードの形状が四角のほうが、三角よりも発電量が高かった。ブレードの形状が四角の時、2枚だと発電量が低い。3枚、4枚、6枚だと発電量に大きな差はなかった。ブレード1枚の政策にかかる費用を考えると、四角、3枚のブレードが8種類の中で最も発電効率が良いといえる。

ブレードの長さを長くするほど風を受ける面積が大きくなるので風車のまわる力は大きくなるが、ブレード自体の重量が大きくなりまわりにくくなると考えられる。そのため、ブレードの長さは9cmがよいと考えられる。また、ブレードの風の当たる角度を変えても発電量は変化しなかった。これは、18度から42度までの狭い数値の範囲で実験を行ったからだと思われる。角度は発電量に影響しなかったため、型紙を組み立てたものの角度である26度でよいと考えられる。

このことから、発電効率の良い風車のブレードの形状は形は四角、枚数は3枚、長さは9cm、角度は26度であると考えられる。

5. 実証実験

実際に青山高原で風車を回してみる。

5.1 概要

2017/ 8/18の午後12時ごろに、シーテック美里村展望台、久居榊原風力発電施設駐車場、青山高原第6駐車場の3か所で実験を行った（写真9、写真10）。



写真9：青山高原第6駐車場に設置した自作風車



写真10

5.2 実験結果

3か所でそれぞれ5分間ずつ滞在し、風向、風車の最大発電量、予測風速（体感および最大発電量から想定）を測定した。その結果を表に示す（表1）。

表1 現地調査結果

場 所	シーテック美里村展望台	久居榊原風力発電施設駐車場	青山高原第6駐車場
時 間	11:35～11:40	12:00～12:05	12:15～12:20
風 向	北北西	西北西	×
最大発電量	1.9V	2.0V	×
予 測 風 速	3 m/s	3 m/s	×

青山高原第6駐車場では風が弱く、風車が全くまわらなかった。シーテック美里村展望台と久居榊原風力発電施設駐車場では、風車はまわったが風向や風の強弱が安定せず変わり続けたので風車が安定して回り続けることはなかった。

この時、風力発電用の風車は、ゆっくりと安定して回っていた。

6. 考 察

自作の風車はまわらなかったが、規模が大きく明らかに重い風力発電用風車はまわっていた。重いとまわりにくいので、受けた風を風車がまわる力に変える効率が良いと考えられる。

二つの風車の違いとしては、ブレードの形状があげられる。自作の風車のブレードは風を受ける面が平らになっているのに対し、風力発電用風車のブレードは風を受ける面が平

らではなくひねりがついていた。そのひねりが風車のまわる力を大きくしていると考えられる。

また、風力発電用風車のほうが自作の風車よりも、風車全体の大きさに対するブレードの長さが長かった。これは風力発電用風車のまわる力が大きいためブレードを長くでき、それによって風を受ける面積が大きくなり発電量が大きくなるからだと考えられる。

また、もともと地上付近よりも上空のほうが風が強いからだとも考えられる。

7. 結 論

扇風機の風の場合、最も発電効率の良い風車のブレードの形状は、形は四角、枚数は3枚、長さは9 cm、風の当たる角度は26度だった。

しかし、その風車を青山高原でまわした時、満足のいく結果が得られなかったので、本当に適しているとは言えない。

8. 残された課題

ブレードの風の当たる面にひねりを加え発電量の変化を調べる。自作の風車と風力発電用風車の違いを調べ、その違いを考慮して実験を行う。

参考文献

牛山泉 (2010) 『トコトンやさしい風力発電の本』 日刊工業新聞社

白鳥敬 (2013) 『よくわかる自然エネルギーと発電のしくみ』 日本実業出版社

[PDF] 5 風力発電用風車とブレードの研究

gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/ronnbunshu/h24/122017.pdf (2017/7/20)
ペーパークラフト風車

www.kobe-kosen.ac.jp/~waseda/wtgpapermodel/index.html (2017/8/7)
ペーパークラフト風車の型紙 Meteorological Laboratory

www2.obirin.ac.jp/tsubota/home/?page_id=629 (2017/8/7)