

9. 発電効率に優れた風力発電の研究 Part V

浜松市立細江中学校
3年 田林俊祐

1 動機

小学校5年生の時、『風をつかまえた少年～14歳だったぼくはたったひとりで風力発電をつくった～』という本を読み、ぼくも、主人公のウィリアム少年のように自分の家に小型風力発電をつくって、防犯灯を点灯してみたいと思った。

1年目の研究では、羽根の大きさや形を変えて1号機から16号機までつくり、発電量の違いを調べた。2年目は自然の風でLEDを光らせたいと考え、モーターとブレードのピッチ角、ブレードの幅や長さを変えて発電効率に優れた風力発電づくりを行った。実験をもとに、ソーラーモーターを使った小型風力発電をつくり、実験を行ったところ、自然の風でLEDを光らせる成功した。3年目はもう一段階上の発電が可能な自転車のハブモーターを使った小型風力発電装置をつくった。実験結果から、翼面積が大きいと受ける風の抵抗が大きくトルクが高いこと、翼面積が小さいと回転数が多いことが分かった。実験をもとに自宅の家に適した小型風力発電装置を開発したが、ブレードが安定して回転することができなかった。失敗だった。4年目は風車型のブレードなど、オリジナルのブレードの開発に取り組んだ。「薄く、軽い素材で、十分な強度を確保する」ことを目標に、ブレードに「反り」を加える等の工夫をしたが、いずれも庭の防犯灯を点灯させるだけの十分な発電量を発電することができなかった。

そこで、5年目である今年は実験の最終年と位置づけ、実際に自然の風でも発電でき、強度もある現実的な風力発電装置を作ることを目標とした。

2 研究の目的

防犯灯として実用的なLED電球3個を使用したライトを点灯するために必要な電力は、乾電池2個(3V)である。身近な材料を使いながら、リムダイナモより低回転で発電することができるハブダイナモを使用した、3V以上の電力が発電可能な風力発電装置をつくることとする。また、弱い風でも、風力を効率よく獲得し、活用することができる方法を考えていきたい。

3 研究方法

(1) 実験の方法

100円ショップやホームセンターなど、身近で、簡単に購入できる材料を使い、実験器材を作する。

(2) 研究の内容

①弱い風でも回転することができるブレードを開発する。

日本文理大学の小幡章教授が開発した「マイクロ・エコ風車」を参考にしたブレードを開発し、送風機の風を当ててブレードを回転させ、発生する電圧と電流、ブレードの回転数を調べる。また、遊星ギアを活用した装置も開発していく。

②弱い風でも風力を効率よく獲得し、活用することができる方法を考える。

九州大学応用力学研究所の大屋裕二教授が開発した「風レンズ」技術を参考にした風力発電装置を開発し、送風機の風を当ててブレードを回転させ、発生する電圧と電流、ブレードの回転数を調べる。他にもビル風を応用した装置や整風板と組み合わせた装置を開発し、送風機の風を当ててブレードを回転させ、発生する電圧と電流、ブレードの回転数を調べる。

③自然風でも発電でき、実用的な風力発電装置を開発する。

ハブダイナモを使用した風力発電装置を開発する。

4 研究の結果

(1) 弱い風でも風力を効率よく獲得し、活用することができる方法を考える

—「風レンズ」を活用した風力発電装置の開発—

①手作り「風レンズ」の製作

風レンズで大切なのは風の入口から出口に向かって広がる筒（ディフューザ）と、出口周辺の「つば」の部分である。入口は風の取り入れ口（インレット）としてやや広がっている。

資料を見たときに閃いたのが、100円ショップで売っている風呂桶であった。風呂桶の底を切り抜ければ、ほぼ「風レンズ」と同じ形である。早速購入し、カッターナイフで風呂桶の底を切り抜き、「風レンズ」を製作した。



ディフューザ部分が長い「風レンズ」(右)と
ディフューザ部分が短い「風レンズ」(左)



「風レンズ」の集風効果を確かめるために、風速計で風速を測定する。



ディフューザ(短)の「風レンズ」

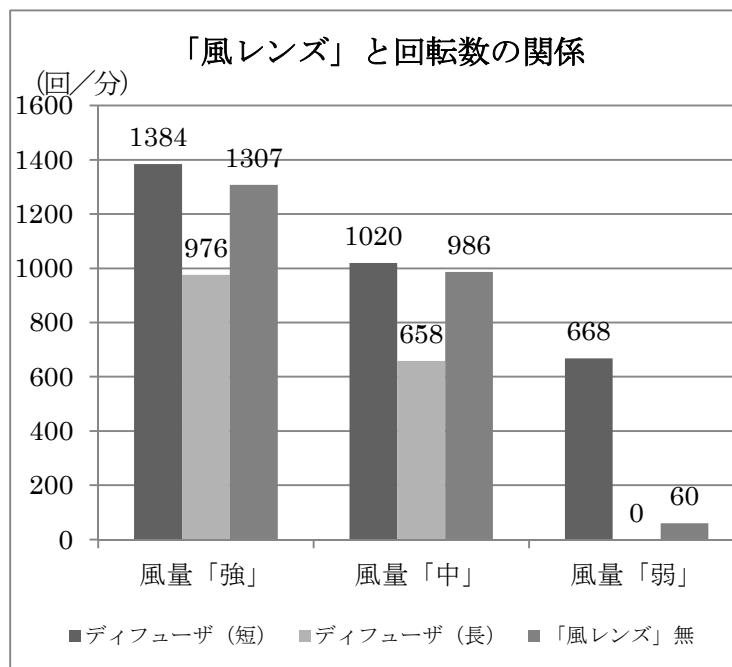
②「風レンズ」の集風効果についての考察

「風レンズ」による集風効果を確かめるために、ドライアイスの煙を使って、「風レンズ」による風の流れを観察した。結果からは、「風レンズ」によって、明らかに風の流れが変わっていることがわかった。この風の流れの変化が集風効果を生み出しているものと考えられる。

③「風レンズ」を活用した風力発電装置の開発

市販の風力発電キットを「風レンズ」と風車を組み合わせた風力発電装置を開発し、風速と発生電流、発生電圧、回転数を測定した。

④「風レンズ」を活用した風力発電装置の開発についての考察

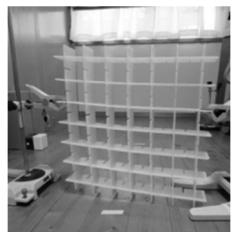


ディフェーザー(長)の結果が悪く、ディフェーザー(短)の結果が良かった。風速を測定する実験ではディーフェーザー(長)の方が高かったので、とても意外だった。このような結果になったのは、風力発電装置のブレードの大きさに対して「風レンズ」のつば部分の大きさが小さかったため、風力発電装置のブレードにとって障害物となってしまい、受風面積が小さくなってしまったからかもしれない。

一方ディフェーザー(短)の方は電流・電圧・回転速度共に大幅

に向上した。特に弱い風での増加率が多く、回り始めもスムーズだった。「風レンズ効果」がしっかりと出ていてとても嬉しかった。僕の家の庭ではあまり強い風が吹かないため、風レンズの設置は必須だと思った。

実験をしていて気が付いたのは風レンズの位置調整の難しさだった。風レンズと発電装置の距離を数センチ変えただけで発電量が大きく変動した。一方で風速が強くなるにつれて増加率が下がった理由としては、風速が強くなるにつれて抵抗が大きくなり障害物となってしまったからだと思う。「風レンズ」については、「風レンズ」とブレードの位置や「風レンズ」の大きさ、ブレードの大きさと「風レンズ」の大きさのバランス、「風レンズ」のつば部分の長さ、ディフェーザーの長さなど、研究していくことがたくさんでてきた。今後の研究につなげていきたい。



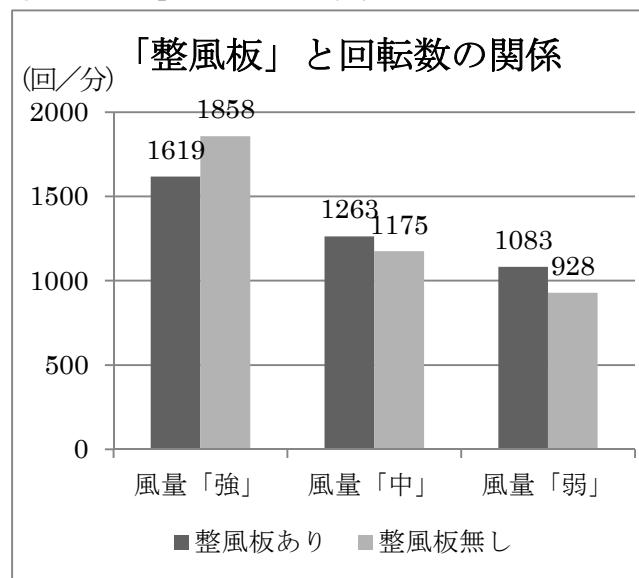
(2) 整風板を活用した装置の開発

①手作り「整風板」の開発

100円ショップで売っているタンスや机の引き出しを整理するための「間仕切りボード」(プラダン製)を組み合わせて「整風板」を作りました。「整風板」の整風効果を確かめるために、風速計で風速を測定しました。

整風板

②「整風板」を活用した装置の開発についての考察



整風板は風量が多い場合よりも風量が少ない場合において効果があることが分かった。風の流れを整えることで、渦などの発生が抑えられ、効率的に風が回転に使われていると思う。また、他の実験の時に比べて、発電量・回転数が安定していた。風が強くなると障害物となり、せっかくの整風効果が軽減してしまうのかもしれない。

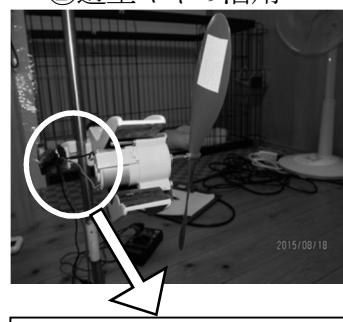
発電量・回転数が減少してしまうが、僕の自宅周辺の風は弱いため、設置がうまくいけばとても効果的なアイデアだと思う。

(3) 弱い風でも回転することができるブレードや装置の開発

①「マイクロ・エコ風車」



ケント紙で作製した
ブレード



この部分に「ギヤー比4：1」
の遊星ギヤーボックスを組み込
んでいる。

③プーリーの活用



回転数を2倍にし
て、トルクを2分の
1にする。

④「ビル風」の考 え方の活用



建物に見立てたダンボ
ールで隙間をつくり、
「ビル風」をつくる。

【結果】「ビル風」の増風効果は認められたが、いずれの装置も十分な回転数を得ることができなかった。

(4) 自然風でも発電できる、実用的な風力発電装置の開発

①「風レンズ」と「先太ブレード」を組み合わせた風力発電装置

今年の実験から、「風レンズ」は、弱い風でも風力を効率よく獲得し、活用することに適し

ていると考えた。また、5年間の研究を通して感じたことは、ブレードとモーターの接合が一番難しく、風力発電装置を開発する上で最大の問題であるということだ。金属加工の知識や技能がなく、DIY レベルの電動工具も使いこなすことができない自分にとって、ブレードとモーターの接合についてはいつも頭を悩ませてきた。「身近な材料を使って、手作りの小型風力発電装置をつくる」ことから始めた研究であったが、今回は、風力発電の本体として市販のキットを使用することとした。

- ブレードの枚数 3枚
- ブレードの形 先太タイプ
- 「風レンズ」を組み合わせる

②ハブモーターを利用した風力発電装置

今までの研究から、風力発電装置で重要なものの一つが、モーター選びである。模型用モーターから研究が始まったが、模型用モーターでは、LED 電球を光らせるのが精一杯で、実用的な防犯灯を点灯させるまでにはいかなかった。次に自転車用ハブモーターを利用した風力発電装置を開発したが、モーターとブレードの接合がうまくいかず、回転させることができなかつた。昨年は、自転車用リムモーターを利用した風力発電装置を開発したが、リムモーターで防犯灯を点灯させるだけの電力を得るためにには、一定以上の回転数が必要であり、ブレードは回転したが、防犯灯を点灯させるまではいかなかつた。そこで今年の研究では、回転数が低くても発電可能な自転車用ハブモーターを利用した風力発電装置を開発することにした。

- モーター 自転車用ハブモーター
- ブレード 牛乳パック

ブレードの材質は、軽くて、防水性に優れた牛乳パックを使うこととした。結束バンド（インシュロック）でスポークに固定するので、厚さ（=強度）は気にしなくともよい。牛乳パックでブレードを製作することに気が付いたのは、今回の最大のヒットだった。

5まとめ

五年間の研究を通して、「失敗することは悪いことではない」ということを感じた。五年間の研究はほとんどが失敗だったが、失敗した原因それをなくすためにはどうすればいいのかを考え、風車の改良につなげる事ができた。また、目標が達成できなかつたことに対する未練や失敗したことへの悔しさ、そして何より何としても手作り風車で防犯灯を灯がこのような長い研究に繋がつたのだと思う。

そして、小型風力発電のメリットを知ることができた。発電用に使われる大型風車の欠点として騒音や低周波、バードストライクがあるが、小型風力発電なら、このような欠点を限りなくゼロにすることができる。将来、小型風力発電装置がもっともっと普及していって欲しい。

最後に、アドバイスや指導をしてくださったダヴィンチキッズや学校の先生方、清水さん、パソコンの使い方や実験の協力をしてくれた両親・弟に感謝したいです。ありがとうございました。



台風の影響から風が強まる中、実際に屋外に出して実験を行った所、見事防犯灯が点灯した。五年間の研究の目標であった「自然風で防犯灯を灯す」という目標が達成できた。乾電池二個分の電力が必要とされる灯りを点灯させたため、防犯灯としての機能を果たせる明るさだと思う。



5年間の研究の中で「手作り」であることにこだわってきたため、この風車が光ったとき、初めて「100%手作り」の風車の開発に成功したと感じた。ハブダイナモを使用しているため大電力の発電が可能であり、もっと明るい防犯灯を灯すことも可能だと思う。

