

1. 研究の動機

東京電力は2011年の東日本大震災で被災した福島第一原子力発電所から出た処理水トリチウムの海洋放出を開始した。僕は東日本大震災の直前に東京で生まれ、被災し、熊本に避難した。それから12年も経ち中学生となったが、未だ福島第一原子力発電所の燃料の取り出し作業は終わっていない。今年トリチウムの海洋放出のことがニュースとなり、原子力に代わる自然エネルギーとしてヨーロッパで実用化が進んでいる風力発電のことを研究したいと思った。ヨーロッパでは自然エネルギーの年間発電電力量の割合が40%を超える国が多くある。特にデンマークでは80%を超えており、大きな成果を出している。その主軸となるものが風力発電である。もっと風力発電のことを知りたくなり、家で風力発電を研究したいと思った。そして持続可能な社会にするために、もっと風力発電機を改善するにはどうすれば良いか自分で確認してみたいと思った。

2. 研究の目的と仮説

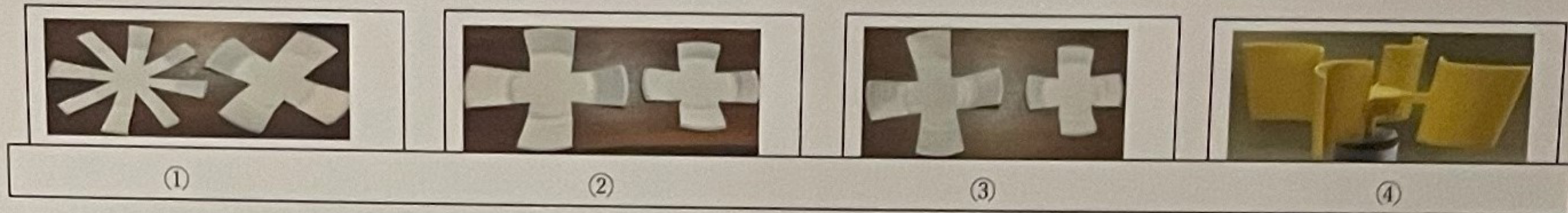
水平軸の風力発電装置を作り、羽の枚数や重さ、長さを変えながら電圧を測定する。同じ条件で風を当てた時どのような違いがでるのかを確認、考察し、風力発電についての理解を深める。また、風が安定しない日本の風力発電を発展させるために、最近では垂直軸風力発電機の研究が進んでいると聞いたので垂直軸風力発電機についても理解を深めたい。

仮説

- ① 羽の枚数について ⇒羽の枚数が増えると、回転力も大きくなり、電圧も上がるのではないかな。
- ② 羽の長さについて ⇒風を受ける羽の長さや面積が大きくなると、風が当たる面積が増え回転力が上がり、電圧も高くなるのではないかな。
- ③ 羽の質量について ⇒羽が重い方が、回転力がつき電圧も上がるのではないかな。
- ④ 水平軸風力発電機と垂直軸風力発電機について⇒従来のよく見る水平軸風力発電機を改良して、新しい形の垂直軸風力発電機を作っていると思うので、垂直軸風力発電機の方が効率的に発電させることができるのではないかな。

3. 研究の方法

風の力でモーターを回して電気を作る時、条件によりどのような違いが生じるのか、対照実験を行うため、紙皿の、大、小で、大きさや羽の枚数の違う、色々な羽を作る。羽の大きさがバラバラにならないように、事前に紙で型紙を作り、紙皿に型を写し作成する。紙皿の真ん中をモーターの軸に取付け、同じ条件で風を送るようにし、テスターでその電圧をそれぞれ測る。ドライヤーの冷風の、弱・中・強を利用し、同じ距離を保ち風を送る工夫をする。



- ① 羽の枚数について ⇒2の①の仮説に基づき羽の枚数が8枚のものと4枚のものを作成した。それぞれの羽を風で回し回路の電圧を測る。
- ② 羽の長さについて ⇒2の②の仮説に基づき、形は同じで長さの違う羽を作成した。羽の長さは大10.5cm、小7.5cmである。それぞれの羽を風で回し回路の電圧を測る。
- ③ 羽の質量について ⇒2の③の仮説に基づき、形は同じで紙皿が1枚のものと2枚重ねたもの（よって重さが約2倍となるが、張り合わせのテープのためそれぞれ大1.0gと小0.5g増となっている。）を作り、それぞれの羽を風で回しモーターの電圧を測る。
実験は大きい羽4枚（重16.0g 軽7.5g）の場合と、小さい羽4枚の場合（重9.5g 軽4.5g）の2回実施する。
- ④ 垂直風力発電機と水平風力発電機について ⇒後方、横、前方など様々な方向から風を当て、風力で回るのが確認する。

予備実験

紙皿で作った羽に全く角度をつけないで回してみたところ、全く回らなかった。そこで羽の端を前方に曲げたもの、後方に曲げたものを用意して回してみた。すると回転の向きが逆になった。前に曲げた方のみテスターが電圧を測れたため、前方に曲げることにした。またテスターが電圧を測れる向きに回よう工夫した。

4. 研究の結果

- ① 羽の枚数について ⇒ 羽の枚数が8枚のものと4枚のもの、それぞれの羽を風で回した回路の電圧値は以下の通りであった。

羽の枚数	風の強さ	弱	中	強
8枚 7.0g	3.2V		4.2V	5.5V
4枚 7.5g	3.6V		5.6V	6.6V

- ② 羽の長さ、面積について 形は同じで長さの違う羽、それぞれの羽を風で回した回路の電圧値は以下の通りであった。

羽の長さ	風の強さ	弱	中	強
長い 面積広い (中心から羽の先端までの長さ 10.5cm)	3.6V		5.6V	6.6V
短い 面積狭い (中心から羽の先端までの長さ 7.5cm)	5.9V		9.4V	10.0V

- ③ 羽の質量について 形は同じで紙皿が1枚のものと2枚重ねたもの、それぞれの羽を風で回した回路の電圧値は以下の通りであった。実験は大きい羽4枚、小さい羽4枚の場合2回実施した。

○大きい羽4枚の場合

羽の重さ	風の強さ	弱	中	強
重い 16.0g (紙皿2枚)	回らず測定不能	5.3V	6.0V	
軽い 7.5g (紙皿1枚)	3.6V		5.6V	6.6V

○小さい羽根4枚の場合

羽の重さ	風の強さ	弱	中	強
重い 9.5g (紙皿2枚)	6.0V		10.8V	11.8V
軽い 4.5g (紙皿1枚)	5.9V		9.4V	10.0V

- ④ 垂直軸風力発電機と水平軸風力発電機について

横からと後ろから風を当てる

水平軸風力発電機に横からと後ろから弱の風を当てた場合、羽が回らなかった。垂直軸発電機も回らなかった。

中の風で当てた場合水平軸風力発電機は回らなかったが、垂直風力発電機は回った。

正面から風を当てる

正面から弱い風を当てた時、水平風力発電は回ったが、垂直風力発電機は回らなかった。しかし、中の風にした場合回り始めた。

考察

- ① 羽の枚数について 羽の枚数が8枚のものと4枚のもの、それぞれの羽を風で回した回路の電圧値は上の結果の通りであった。羽の枚数が少ない方がよく回り、風の強さが弱・中・強ともにそれぞれ電圧が高かった。風の強さを基準に見ると、それぞれ風が強い方がよく回り、電圧も高くなっている。しかし、台風などの強すぎる風が吹く場合、風力発電は停止されると聞いたので、限界値はあるのだと思う。今回ドライヤーの風はこれ以上強くならないので、これ以上の比較実験はできなかった。

- ② 羽の長さについて

10.5cmと7.5cm、形は同じで長さの違う羽、それぞれの羽を風で回した回路の電圧値は、風の強さが弱・中・強ともに長さが短い方が高かった。とても意外だった。風を受ける面積は長い方が大きいのに、小さく、短く、軽い方がよく回った。

- ③ 羽の質量について

形は同じで紙皿が1枚のものと2枚重ねたもの、それぞれの羽を風で回した。回路の電圧値は、大きい羽の場合（重16.0g 軽7.5g）、風の強さが弱・中・強ともに軽い方が電圧が高かった。小さい羽の場合（重9.5g、軽4.5g）、風の強さが弱・中・強ともに重い方が高かった。大きく重い羽は、弱の風では回らず、測定不能であった。また、予想に反して、大きい羽は軽い方が電圧が高かったのに、小さい羽の場合は重い方が高かったので驚いた。重ければよいというものではなく、軽ければよいというものではなく、それぞれに適切な重さというものがあるのだと思った。

小さく重い羽（9.5g）>小さく軽い羽（4.5g）>大きく軽い羽（7.5g）>大きく重い羽（16.0g）という結果であった。

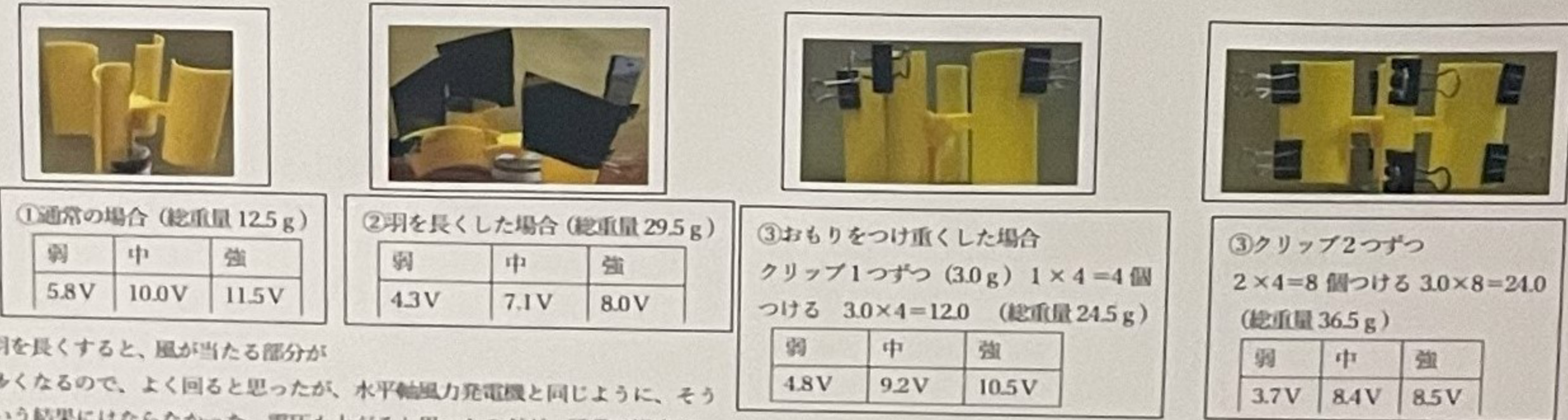
製品を作る上ではそれぞれのデザインで重さを変えながら、適切な重さを探る必要があると思った。強度とのバランスを考えて、実製品では重さも探るのだらうと思った。

- ④水平軸風力発電機と垂直軸風力発電機について

弱の風を水平軸風力発電機に当てたところ、前方からの風だと回ったが、横からと後方から風を当てた時、羽が回らなかった。一方、垂直軸風力発電機は回った。垂直軸風力発電機は様々な方向からの風をつかみパワーにするのだと思った。しかし、弱い風では回りにくい場合もあると思う。風が不安定な日本では垂直風力発電機の方がいろいろな風をつかめるので、合っているのかもしれないと考えた。

追加実験

水平風力発電機の実験をしていて、垂直風力発電機のこと興味深まり、同じような実験を試みたくなった。今回は垂直風力発電機の作成はできなかったのですが、市販のものを用意して、それに自分で手を加え、実際に羽の条件を変えて実験を行った。



羽を長くすると、風が当たる部分が

多くなるので、よく回るといったが、水平軸風力発電機と同じように、そういう結果にはならなかった。電圧も上がると思ったのだが、通常の場合が一番電圧が上がった。重りもなく軽い方から順に、また風力が弱いよりも強い時の方が、今回の実験では電圧が高かった。

5. 感想

予想と違う結果が出てきてしまい、色々考え悩んだが、何となく実験結果をまとめることができた。様々な羽を作成し、実験し、データを取るのに多くの時間を費やした。しかし、今回実験をやってみて、効率の良い製品を作るためには試行錯誤して、このように長い時間がかかるのだとわかった。楽しかったが大変な作業だ。製品を開発している人を尊敬する。また、今回調べてみて水平軸ではない垂直軸風力発電機やそのバリエーションの存在を知ることができた。熊本の阿蘇に行ったときも、プロペラ式の風力発電機が並んで立っていて、水平軸ではない風力発電装置を見たことがなかったので、その存在に驚いた。実験では、垂直軸風力発電機は、風の強さが弱すぎなければ、横方向の場合も後ろからの部分も、どの方向から風を当てても羽が回った。風に変化のある日本では、垂直軸風力発電の方が合っていて、実用化の可能性がより高いのではないかと考えた。また最近、洋上風力発電のことも知った。日本は海に囲まれている。風力発電に適した土地がないならば、海の上という選択肢も確かにあるのではないかと考えた。実用化のためには、場所も同時に考える必要があると思う。

日本は地震が多い国である。東日本大震災の直前に生まれ、中学生になった僕は今、まだ福島原子力発電所の廃炉が終わらず、僕が40歳になってもまだ終わらないかもしれない現実を見て、原子力に代わるエネルギー資源を探していきたいと思った。日本のこれからのためにも、世界全体がSDGsの達成に近づくためにも風力発電の技術の開発は大変重要ではないかと、この夏休み、実験することができてよかった。これからも続けていきたい。

