

小水力発電機を用いた水力発電

2512 河地 駿太郎 2509 荻野 真生 2526 林 優人 2605 岡本 元臣

要旨

災害時に、スマートフォンの充電をするために、日本に沢山ある川や水路を利用できないかと考えた。そこで、簡易的な小水力発電機を製作し、それを使用してどれだけの電圧と電流が得られるかを調べた。羽の枚数を変えて実験したところ、羽の枚数が 8 枚の時に電圧の最大値 0.25 [V]、電流の最大値 0.096 [A] という結果が得られた。

1. 目的

テレビで、災害発生時に被災地で電力不足の問題が発生すること、スマートフォンが充電できなくなるなど、被災地での電力不足は避難生活に多大な影響を及ぼすことを知った。その問題を解決する手段として、流れが速い日本の河川の特徴や、生活のために張り巡らされている用水路を生かし、小水力発電機を用いてスマートフォンの充電ができないだろうか考えた。

2. 仮説

羽の枚数が多いと重くなり、少ないと水が安定して羽に当たらなくなるため、羽の枚数が 6 枚の時、発電量が最大となる。

3. 使用した器具

＜装置作成にあたりを使用した材料＞

- ・アクリサンデー PET 板 3mm
- ・アクリサンデーカッター
- ・装置外枠用木材
- ・真鍮棒 4 本（外径 5mm, 内径 3mm）
- ・3D プリンター
- ・3D プリンター用プラスチック（ポリ乳酸[PLA]）
- ・養生テープ（DCM カーマ）
- ・スーパー多用途超強力接着剤透明（3M Company）

4. 実験方法

＜装置外枠の作成＞

1. 木材を切り出す。
2. PET 板を切り出す。
3. 3D プリンターでガイドベーン、曲線部分を作成する。
4. 組み立てる。
5. 水車部分と組み合わせる。
6. 水車の軸とモーターとを接続する。

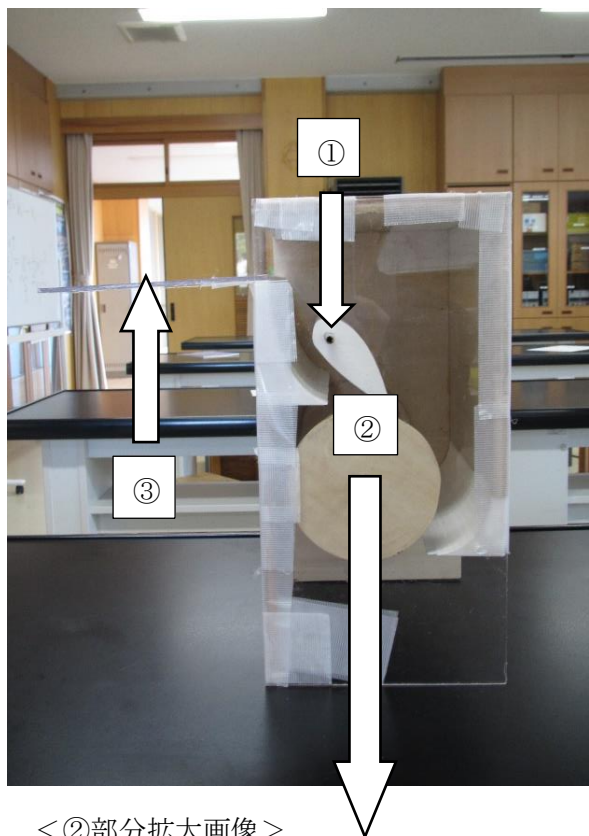
＜水車部分の作成＞

1. PET 板(25mm×180mm)を 18 枚切り出す。
2. 木材（半径 50mm の円）を切り出す。
3. 任意の角度で羽根を取り付ける。
4. 装置外枠と組み合わせる。

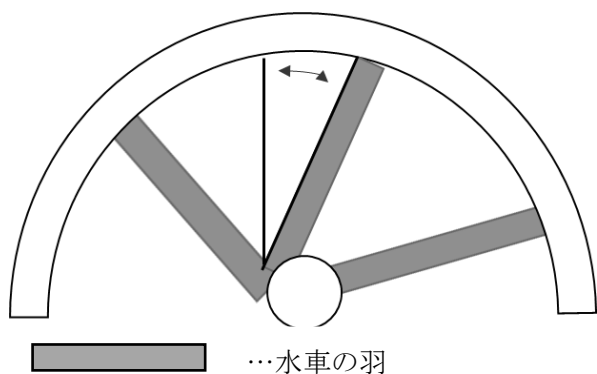
＜実験方法＞

1. 装置を作成する。
※装置の概要は次頁を参照
※装置設計図も次頁を参照
2. 横町川（FamilyMart 恵那高校前店横の川）で実験を行う。
3. テスターを用いて電圧・電流を計測する。
※計測をするための回路は次頁を参照。
※流入する水量を一定にするために、水の流入部に板を設置して実験を行う。
4. 羽の枚数、角度を変えて再度実験を行う。

<実験装置写真>



<②部分拡大画像>



<実験装置の各場所の説明>

①ガイドベーン

角度を変えることで、水車に入る流水の量と方向を調節する装置。(水車への水の流入口を2口に分岐させる役割も持っている。)

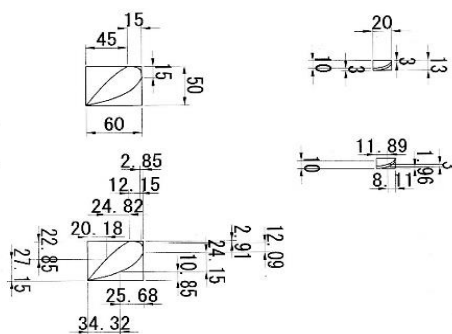
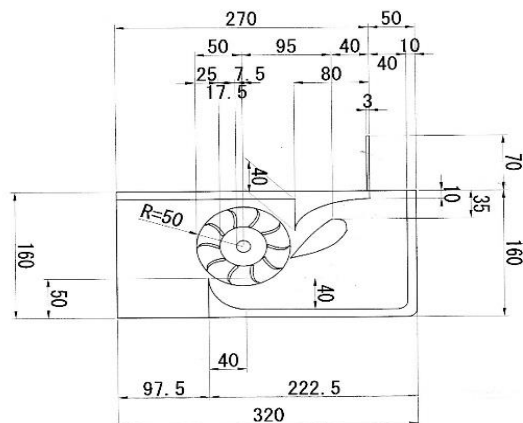
②水車

<②部分拡大画像>の矢印部分の角度を変えて実験を行う。また、羽の枚数を変えて実験を行う。

③誘導板

水の流入量を安定させるために設置してある。

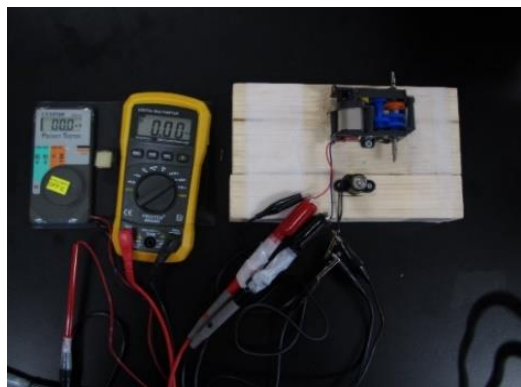
<設計図>



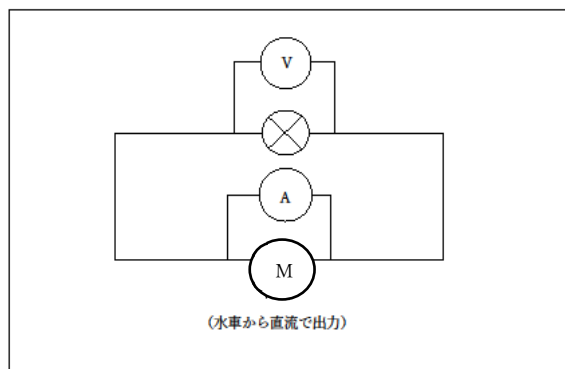
※上記に表示してある数字の単位はすべてミリメートルである。

※上側は装置外枠の設計図、下側はガイドベーン的设计図である。

<測定回路概要>



<回路図>



※回路図中の電流計の表記が並列回路になっているのは、テスターを用いて計測を行ったためである。なお、電圧の測定も可能である。

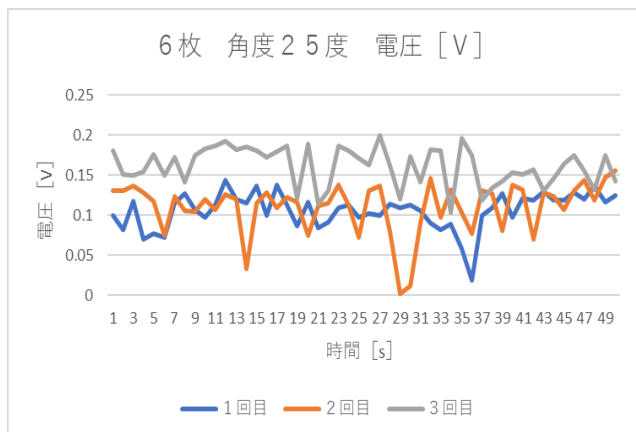
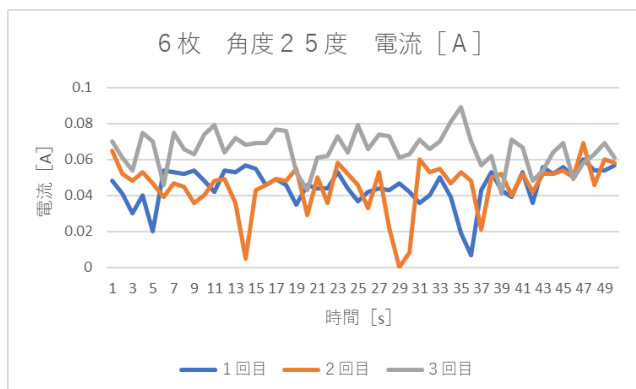
5. 結果

<羽の枚数：4枚、角度25度>

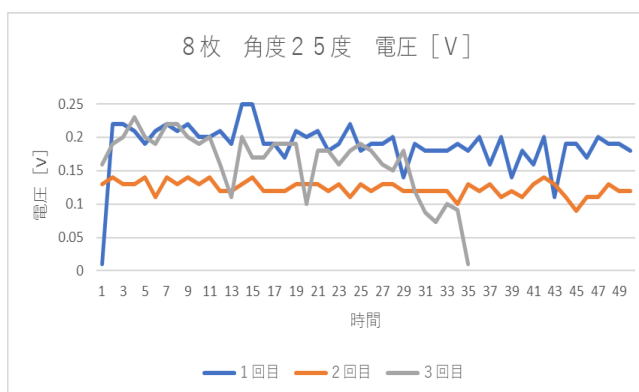
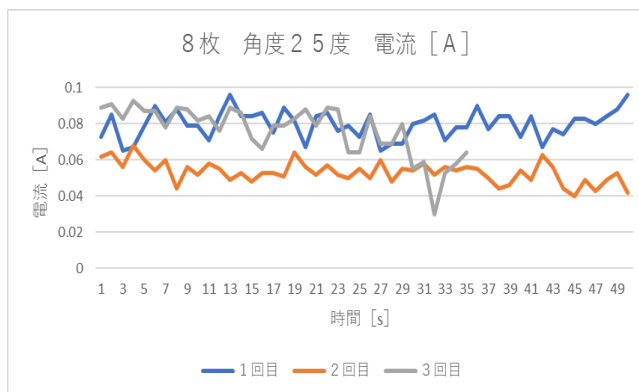
電流、電圧ともに0であった。

(発電することができなかった。)

<羽の枚数：6枚、角度：25度>



<羽の枚数：8枚、角度25度>



羽の枚数：8枚、角度25度の実験の3回目に36秒時点で水車が破損したため、36秒以降のデータは欠測となっている。よって、8枚、角度25度の実験の3回目については30秒までのデータを参考としている。

※すべてのデータにおいて小数第4位を四捨五入して集計を行った。

/	4枚	6枚	8枚
電圧 [V] 平均値	0	0.126	0.159
電流 [A] 平均値	0	0.052	0.07
電圧 [V] 最大値	0	0.2	0.25
電流 [A] 最大値	0	0.089	0.096

<各実験の分散>

分散	電流			電圧		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
6枚	1.051	1.919	0.965	4.954	10.163	5.635
8枚	0.567	0.353	1.889	12.400	1.160	22.783

×10⁻⁴

<全体の分散>

全体の分散	電流	電圧
6枚	2.243	13.266
8枚	2.321	18.756

×10⁻⁴

<実験データから読み取れたこと>

- 羽を6枚で実験したときに比べて8枚で実験したときの方が電圧、電流の平均値、最大値ともに大きい。
- 羽の枚数が4枚のときは、水車が回らない。(発電することができない。)

6. 考察

結果より、羽の枚数を増やすことで、得られる値も大きくなると考えられる。また、6枚の羽を使用した場合より8枚の羽の方がデータのばらつきが少なく、安定して水車が回転し、データが得られたと考えられる(全体の分散では、実験の回数ごとのデータのばらつきが多くなってしまったため、羽が8枚の方は6枚のものに比べてばらつきがある)。

7. 結論

羽の枚数が8枚の時に、得られる電圧、電流がともに最大となったが、目的とするスマートフォンの充電に必要な値(5V、1A)には届かなかった。

8. 展望

これまでに、羽の枚数を変えて実験を行った。今回の実験では、羽の角度25度で固定していたため、次は色々な角度で実験を行い、さらに羽の枚数を変えて実験を行っていきたい。

9. 謝辞

この実験に協力してくださったすべての先生方、2年6組勝川敦貴君に深く御礼申し上げます。

10. 参考文献 [閲覧日 2019年12月11日]

- PLA樹脂(ポリ乳酸)の特性と用途 加工と新素材の開発
<https://i-maker.jp/blog/pla-5397.html>
- 水力発電のしくみ 水車の種類
http://www.chuden.co.jp/energy/ene_energy/water/wat_shikumi/suisha/
- 日本小水力発電株式会社
<http://www.smallhydro.co.jp/products/suisya.html>
- 一般社団法人電気土木技術協会 クロスフロー水車
http://www.jepoc.or.jp/tecinfo/library.php?_w=Library&_x=detail&library_id=125
- 電流と電圧
<https://dotstud.io/docs/aandv/>
- Excelでの偏差の求め方
<https://prau-pc.jp/excel/deviation-dispersion/>
- 電気用図記号
http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/physics/high-school_index/electricity_and_magnetism/electric_current_and_electric_resistance/henkan-tex.cgi?target=/math/physics/high-school_index/electricity_and_magnetism/electric_current_and_electric_resistance/electric_symbol.html
- Apple USB電源アダプタについて [閲覧日 2019年12月18日]
<https://support.apple.com/ja-jp/HT210133>