

# ブランコ発電の製作と研究

愛知工業大学名電高等学校科学技術科 宿輪依央・加納広基・岩本修治

## 1. はじめに

### <研究動機>

今日では、電気自動車やスマートフォン、家電製品など、電気は切っても切り離せない存在となっている。そこで将来の電気分野を支える人材を育てるため、今の子供たちが電気に興味を持ってもらおうと思い本研究に取り組んだ。

本研究では、「子供が電気を身近に感じることができる！」をテーマにし、子供たちが実際に体験でき、楽しく行えるということに焦点を置いた。この二つを満たすものはないかと考えたところ、「公園の遊具を利用した発電機が良いのでは」とメンバーが思いつき、その中でも振り子の運動を利用できるブランコを採用した。今回はブランコと発電機をつなぐギアボックスの製作、また製作したブランコ発電を使用してどれだけ発電することができるかの実験を行った。

### <発電の仕組み>

振り子での運動エネルギーを発電機を回すための回転エネルギーに変換するため、同期ホイール、タイミングベルトを使用し発電機を回す。

## 2. 目的

- ・今回の研究では、振れ幅、周期に着目し、起電力の大きさの違いについて検証した。
- ・乾電池一本分の電圧 1.5V 以上の発電を目標にして実験を行った。

## 3. 制作

### <使用するもの>

家庭用ブランコ、三相交流発電機 (6V/300mA/1,8W)、同期ホイール(20 歯/60 歯)、タイミングベルト、真鍮パイプ、ベアリング、テスター

※以後、同期ホイール(20 歯/60 歯)をホイール 20、ホイール 60 と呼ぶ。



図1 家庭用ブランコ



図2 三相交流発電機

## <製作手順>

### ギアボックス

- 1) 回転軸にタイミングベルト①を接着する。
- 2) タイミングベルト①にホイール 60 を取り付け、ホイール 60 に真鍮パイプを差し込みベアリングに通す。(ギア①)
- 3) ギア①にホイール 60, タイミングベルト②を取り付ける。
- 5) タイミングベルト②にホイール 20 を取り付け、2 と同じようにパイプを通す。(ギア②)
- 6) ギア②にホイール 60, タイミングベルト③を取り付ける。
- 7) タイミングベルト③を三相交流発電機のギア(図 2 の矢印)に取り付ける。



図 3 ギアボックス

## 4. 実験

### <仮説>

- 1) ブランコが最高点に到達した場合、起電力は 0V になるのではないかと。
  - 2) 振れ幅が大きければ大きいほど運動エネルギーが大きくなるので、高い起電力が得られるのではないかと。
  - 3) 周期が短ければ速度が上がり発電機を速く回ることができるので、高い起電力が得られるのではないかと。
- ※1) の検証は 2), 3) と同時に行う。

### <実験方法>

今回の実験は、ギア組み合わせ：ギア①(60-60)ギア②(20-60)，角度： $30^\circ$ ，周期：2 秒を基準にして行う。

また、ブランコは最初から最後まで手動で動かす。計測時間を 20 秒に固定し、3 回繰り返す。正確なリズムで動かすためにメトロノームを使用する。

※角度はブランコの最下点と最高点の間、周期はブランコが行って帰ってくるまでの移動時間を指す。

### <実験 I >

まず初めに、基準となる角度  $30^\circ$ ，周期 2 秒を 3 回計測した。

### <実験 I 結果>



結果は以下のグラフのようになった。なお、各実験のグラフは縦軸を起電力[mV]，横軸を時間経過[s]とし 0,5 秒ごとに 始めから 10 秒間の値をとった。

←グラフ I : 角度  $30^\circ$  , 周期 2 秒

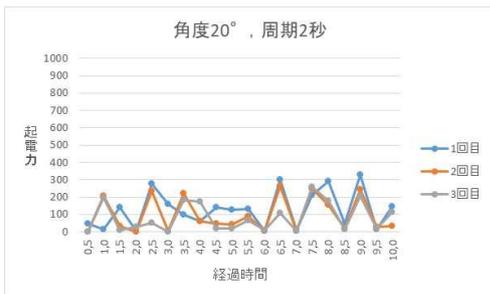
- ・基準となる角度  $30^\circ$  , 周期 3 秒では, 最大値  $400\sim 500\text{mV}$  と最低値  $0\sim 100\text{mV}$  を一回目から三回目ともすべて安定して交互に発生させることができたが, 乾電池の半分も届かない起電力しか得られなかった。

## <実験Ⅱ>

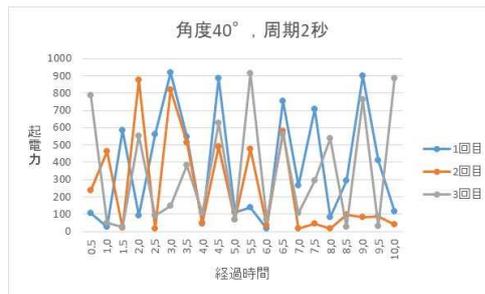
次に, 周期を 2 秒のまま角度を  $20^\circ$  ,  $40^\circ$  に変え二通り, 3 回計測を行った。

## <実験Ⅱ 結果>

結果は以下のグラフのようになった。



グラフⅡ：角度  $20^\circ$  , 周期 2 秒



グラフⅢ：角度  $40^\circ$  , 周期 2 秒

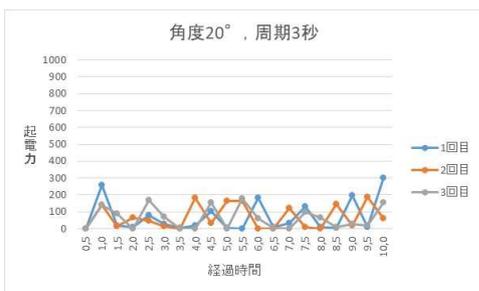
- ・角度  $20^\circ$  , 周期 2 秒では, 最大値  $200\sim 300\text{mV}$  と実験Ⅰの半分ほどしか起電力を得ることができなかった。また, 2, 3 回目は低い値が続く場面があった。
- ・角度  $40^\circ$  , 周期 2 秒では, 最大値  $800\sim 1000\text{mV}$  と二倍近くの起電力を得ることができたが, 2 回目の後半に低い値が続いた。

## <実験Ⅲ>

最後に, 周期を 3 秒に固定し角度は  $20^\circ$  ,  $30^\circ$  ,  $40^\circ$  の三通りにし 3 回計測を行った。

## <実験Ⅲ 結果>

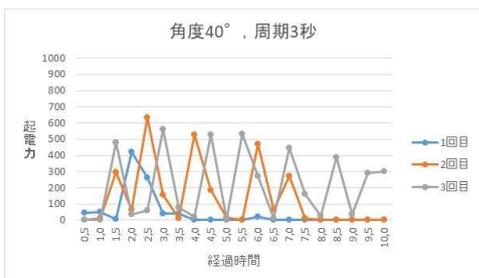
結果は以下のグラフのようになった。



グラフⅣ：角度  $20^\circ$  , 周期 3 秒



グラフⅤ：角度  $30^\circ$  , 周期 3 秒



グラフⅥ：角度  $40^\circ$  , 周期 3 秒

- ・角度  $20^\circ$  , 周期 3 秒では, 最大値 100~200mV とすべての実験の中で一番低い値が得られた。
- ・角度  $30^\circ$  , 周期 3 秒では, 最大値 200~300mV が得られたが, 一回目から三回目ともすべて低い値が長く続く場面があった。
- ・角度  $40^\circ$  , 周期 3 秒では, 最大値 500~600mV を得ることができたが, 一回目の途中で低いが少し続いた。

## 5. 考察

- ・低い値が出続けた実験が何回かあったが, テスターの表示が追い付かなかったことや, ブランコの速度が遅く発電できて微量だったことが原因だと考えられる。テスターの表示では, 実際に発電機は回っていたので似たような数値が出ていたと思われる。
- ・仮説 1) は, 各実験より 0~50mV と低い値が, 高い値と交互に出ていることから, ブランコが最高点に到達した時に速度が 0 %s になり発電機が一度停止するので 0V に近い値が出たと考えられる。
- ・ブランコを最初から最後まで手で動かしているため角度や速度の誤差が生じてしまい, 数値にばらつきが起きてしまったと思われる。特に周期 3 秒の実験では動かすスピードが遅く, 最高点で一瞬止まってしまう場面が多かったため, 低い値が続くことが増えてしまったと考えられる。
- ・実験 I, II より, 角度が  $20^\circ$  から  $30^\circ$  ,  $30^\circ$  から  $40^\circ$  と増えると起電力も 100mV, 400mV と増えたことから, 振れ幅を大きくすることで得られる起電力も増加すると考えられるが, 周期を固定して角度を上げることに限度があるため発生する起電力にも限界があると思われる。…①
- ・同じく実験 I, II, III より, 周期が 2 秒と 3 秒と長くすると得られる起電力に差が生まれたことから周期が短い方が起電力が高くなると考えられる。その差も角度ごとに違いが表れた。角度  $20^\circ$  の場合は約 100mV, 角度  $30^\circ$  の場合は約 200mV, 角度  $40^\circ$  の場合は約 300mV と角度ごとに差ができた。…②
- ・①, ②から角度, 周期を変えた際に起電力の差の変化が一定でないことや急激に増加していることから, ブランコの速度, 角度で一回の往復で得られる起電力が決まってくると考えられる。

## 6. 結論

<実験 I>, <実験 II>, <実験 III> より, 振れ幅が大きく, 周期が短い角度  $40^\circ$  , 周期 2 秒が一番大きな起電力を得ることができたことから, 大きな起電力を得るためには, ブランコと発電機が耐えられる範囲で, 振れ幅を大きくし, 動かす速度を可能な限り速くすることが上げられる

## 7. 今後の展望

- ・今回はデジタル表記のテスターを使用したのが、起電力の値の変化が正確に分かるように、アナログ表記のテスターを使用し、計測を行っていききたい。
- ・ブランコの速度に注目し実験を行っていききたい。
- ・ブランコを一定の周期で揺らし続ける装置で起電力を起こし、安定した数値を出していききたい。
- ・トルク不足によるホイールの空転を防ぐために、今回の実験ではギア①(60-60)ギア②(20-60)で行ったが、チェーンやギアなどを用いて確実に回転できる状態にし、最適なギアの組み合わせを模索していききたい。
- ・充電機に接続し、時間経過による充電量の変化を計測していききたい。
- ・実際に何人かの子供にブランコを漕いでもらう実証実験を行い、どのくらいの発電量が期待できるのかをしらべていききたい。
- ・最後に、5月に私たちがこの楽しくできる、このブランコ発電を思いついて、部品発注などをし、計画を進めている最中の6月に同じようなアイデアのブランコ発電の実証実験のニュースを見てしまい正直がっかりしたが、それはそれとして僕らの計画を敢行しました。しかし、このような夢のある発電が実用化されることを切に願います。

## 8. 参考文献

千葉県・柏に「発電ブランコ」 こいでスマホ充電

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2105/26/news143.html>