

垂直軸型風車群の発電効率向上に向けた配置の検討

兵庫県立加古川東高等学校風車班

キーワード

・バードストライク ・ウィンドファーム ・風洞

動機・目的

騒音が少ない、バードストライクが少ない、回転が風向に依らないなど様々な利点がある垂直軸型風車(図1)だが、水平軸型風車(図2)に比べて発電効率が低いために多くは設置されていない。そこで、生物の生態を模倣したウィンドファームを作成することで、発電効率を向上させられるのではないかと考え研究を行った。



(図1) 垂直軸型風車



(図2) 水平軸型風車

仮説

翼の回転によって生じた渦を後続の風車の回転に利用することで、ウィンドファーム全体の発電量を上げる。その際、同じように翼端渦を利用している右図のような渡り鳥のV字編隊を模した配置を利用する。



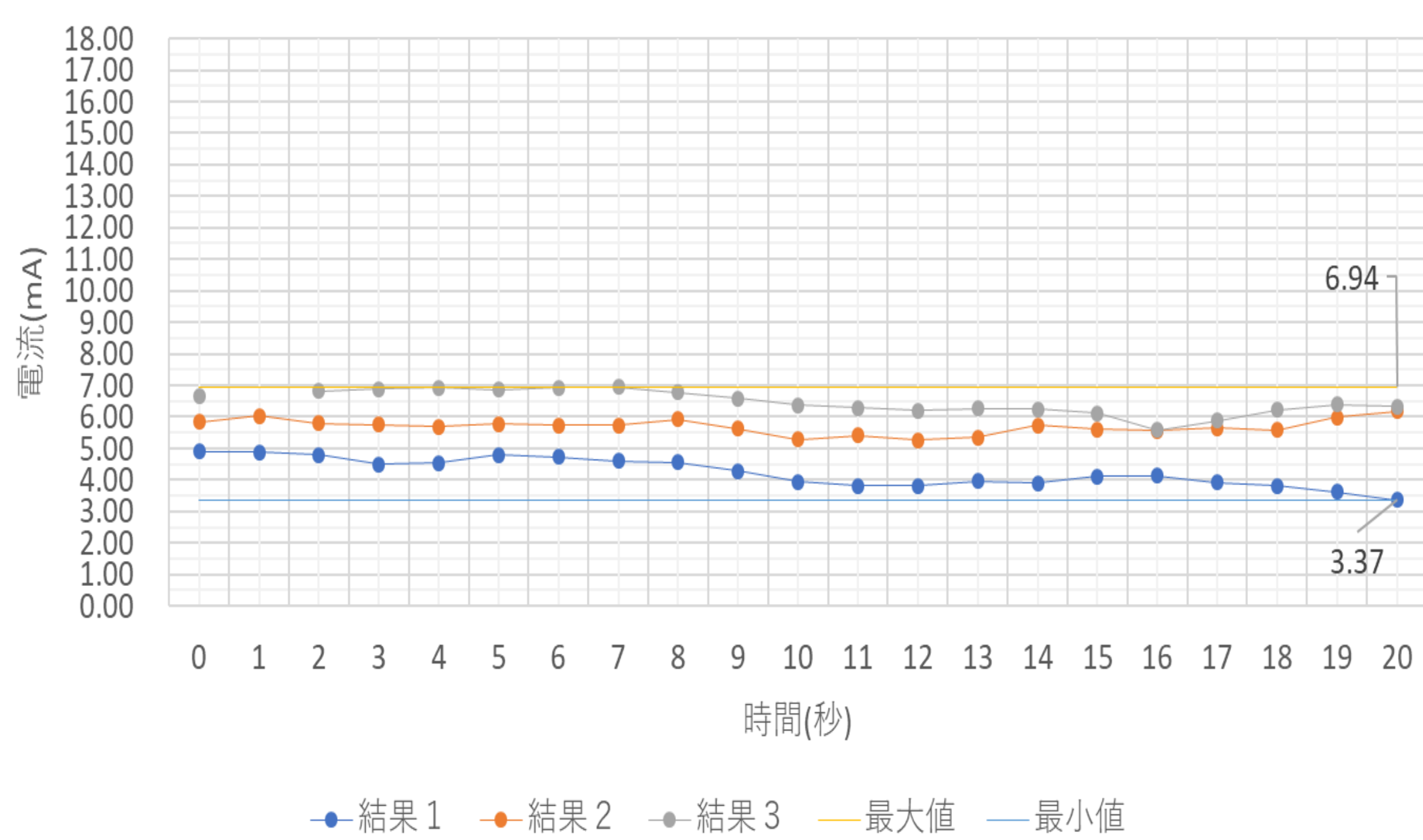
実験1-1

<目的> 実験に使用できる精度を持った風車ができたことを確認する

<実験方法> 3Dプリンタで作成した3枚羽根、直径10cm、高さ6.0cmの風車に風速3.7m/sの風を当てて、回転が安定してから20秒間の電流値を測定する。(データ数3)

<結果>

20秒間の電流値



考察1

1基での発電に成功したものの、平均の発電量は5.47mAと小さく、回転が不安定だった。その原因は検流計の抵抗によって風車の回転の速さが低下したためであると考えた。ばらつきが大きくなると誤差の考慮が難しくなり、発電量を正確に比較することが難しくなると考えた。そこで、風車の発電量を上げるために風車が風から受け取るエネルギーを大きくする方法を考えた。風車が風から受け取るエネルギーPは次式で表される。

$$P = \frac{1}{2} \rho S V^3$$

ρ : 空気密度(kg/m³) S: 受風面積(m²) V: 風速(m/s)

この式より受けとるエネルギーは受風面積に比例するので、翼を大きくすることで発電量を上げられると考えた。

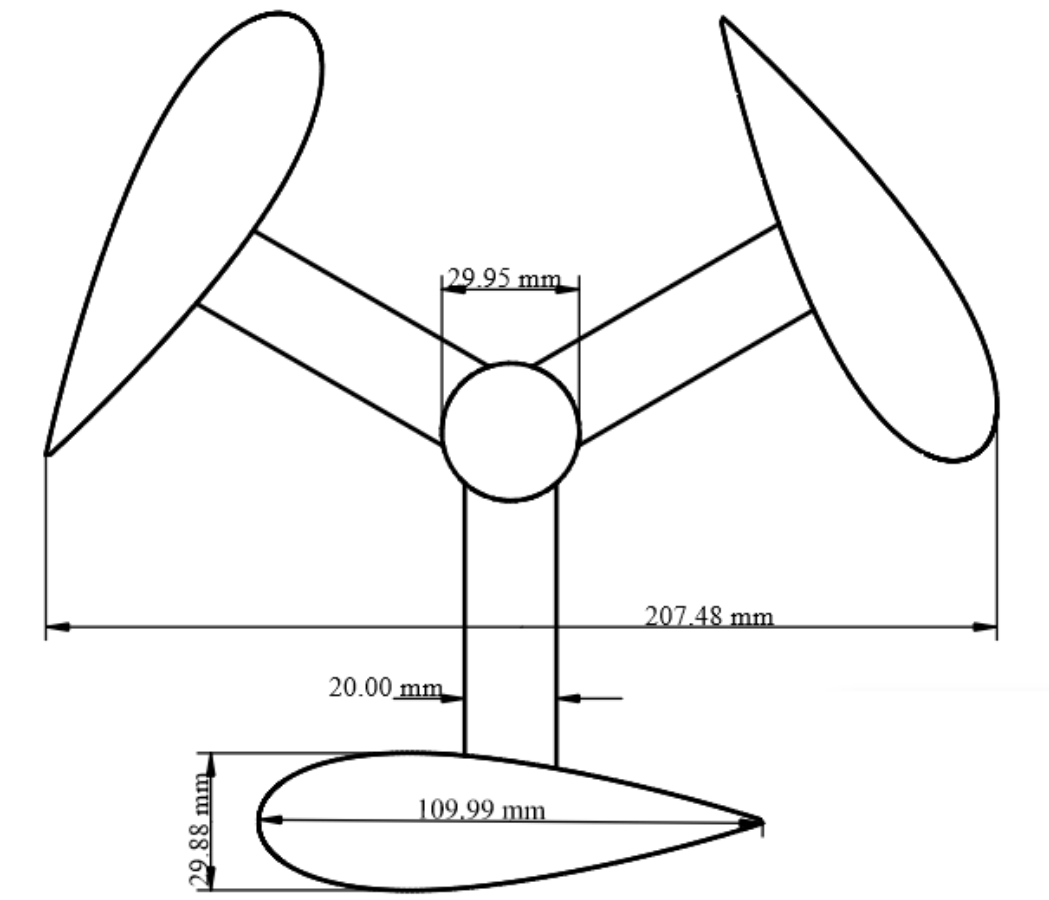
まとめ

実験で使用可能な風車の作成に成功した。

実験1-2

<目的> 実験1と同じ。

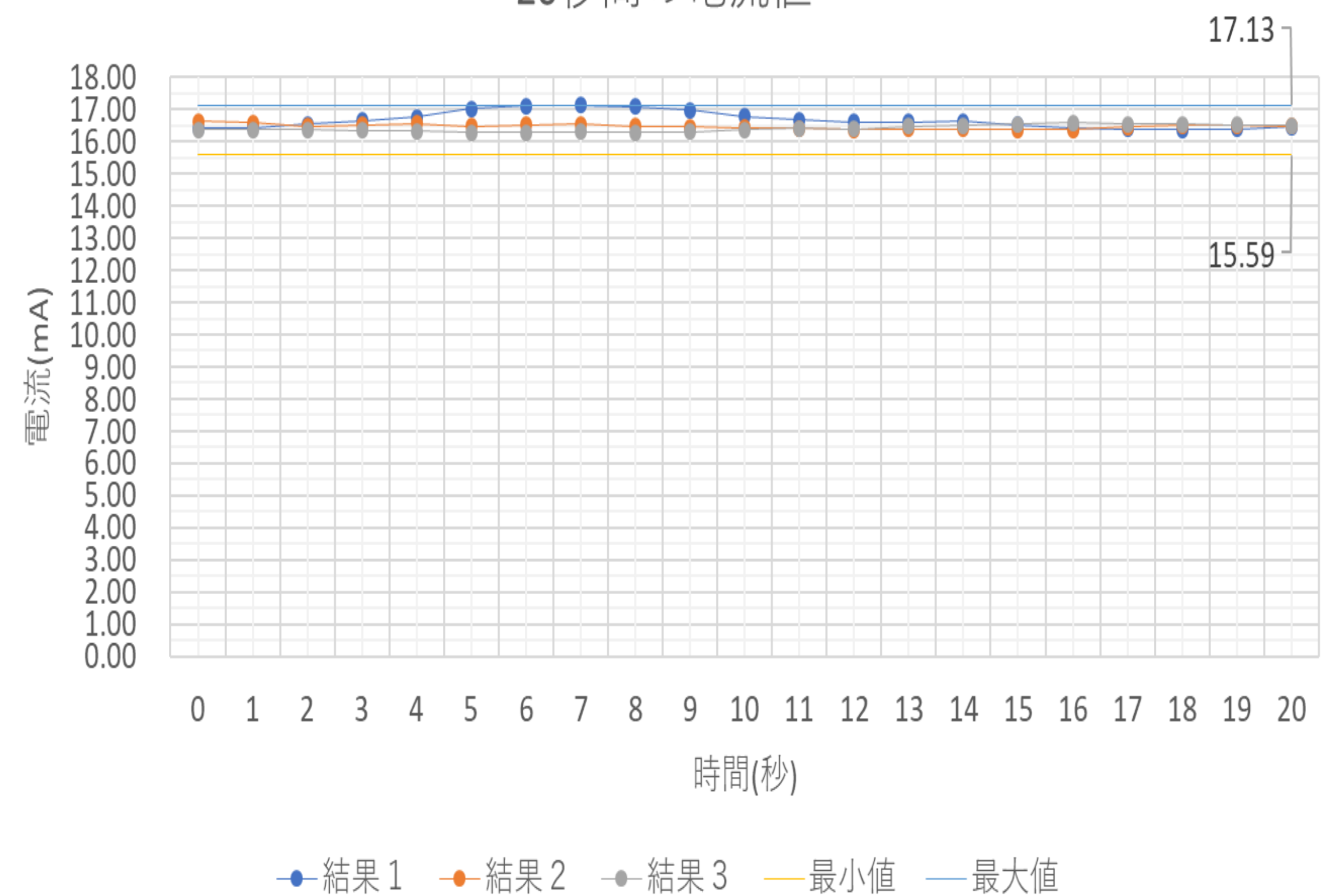
<実験方法> 実験1と同様の実験を直径20cm、高さ12.6cmの風車(図3)で行う。(データ数3)



(図3) 実験に用いる風車

<結果>

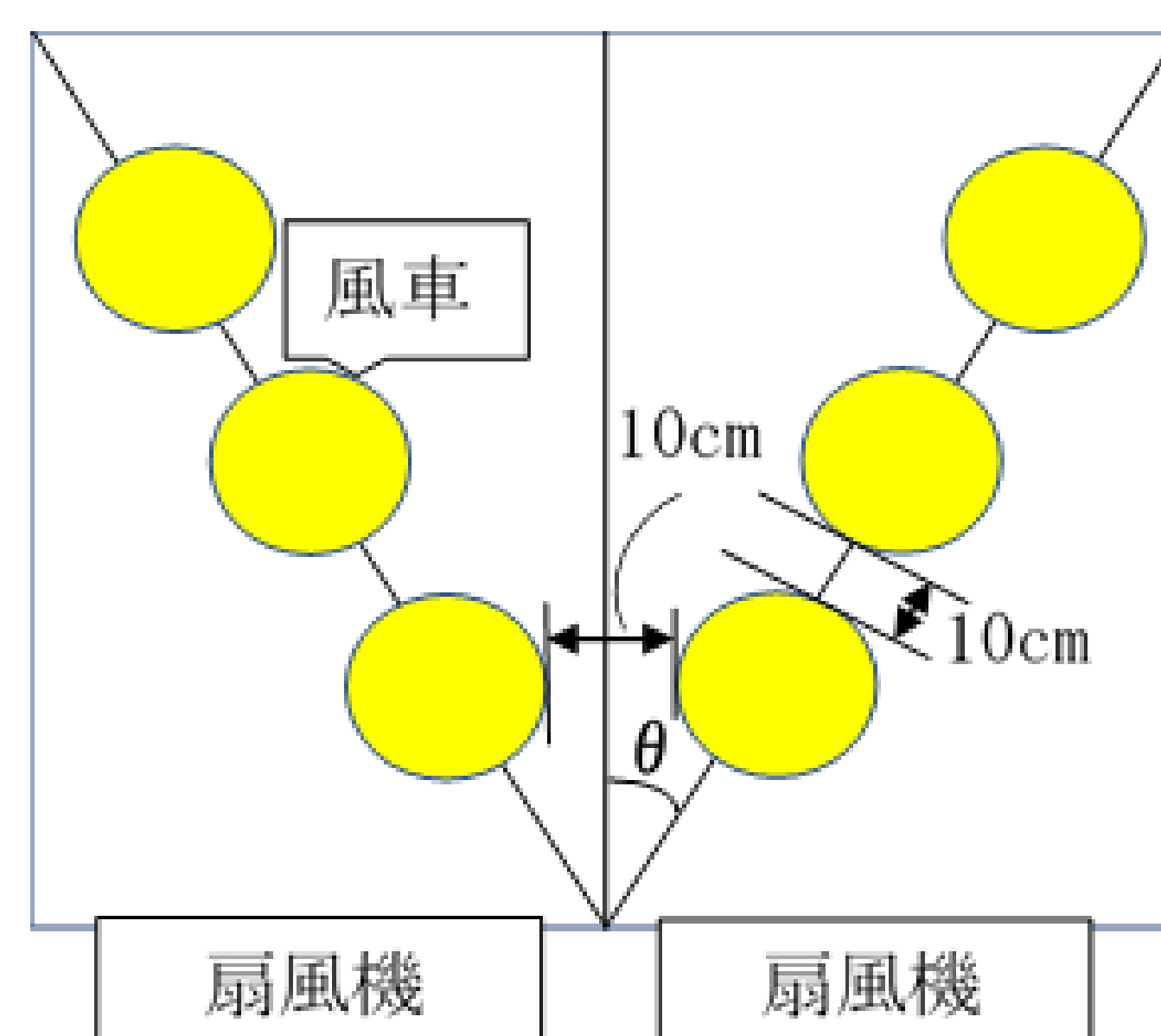
20秒間の電流値



全体の平均は16.51mAで、発電量は時間によって大きく変化しないことが確認できた。

今後の展望

同じ向きに回転する風車を風洞右側に3基、その逆回転の風車を風洞左側に3基、合計6基の風車を図のように風洞内でVの形に配置する。先頭の風車の間隔を10cm、風車同士の間隔を10cmに固定し、風車と中央線のなす角、つまり図のθを変化させる。この風車群に実験で使用した扇風機の風を当て、1基ずつ風車の発電量を測定する。この時の発電量をそれぞれの角度で比較する実験を行っていく。(図4)



(図4) 風車の配置

参考文献

- 1) Robert W Whittlesey¹, Sebastian Liska¹ and John O Dabiri^{1,2}
Fish schooling as a basis for vertical axis wind turbine farm design 1
Graduate Aeronautical Laboratories, California Institute of Technology, Pasadena CA 91125, USA 2 Option in Bioengineering, California Institute of Technology, Pasadena CA 91125, USA
October 29, 2018
- 2) 早川 美徳
鳥の群れの集団ダイナミクスとその計画
数理解析研究所講究録
第1944 巻2015 年30-35