

## 旗のはためきと形や大きさとの関係

梶晃洋 勝瀬純  
澤淵将真 前川朔

### 【概要】

私たちは、旗のはためきについて、流体力学の数多くの数式の中であてはまるものがなかった。そこで、まず旗のはためき仕組みについて調べると、旗のはためきは、旗の周りで繰り返して生じる気圧の差によるものだということがわかった。次に、旗の大きさと旗のはためき回数についての関係式を求めようと思い、次のような実験を行った。まず、送風機と一辺(この辺を横とする)を 29.7cm に固定し、もう一方の辺(この辺を縦とする)を 1~19cm に 1cm ずつ変えていった紙を送風機の送風口にセロハンテープで固定し、送風機を作動させて、ハイスピードカメラではためている旗を 10 秒間録画した。動画を再生し、紙の先端が上下にはためてから元の形に戻ったときを 1 往復したとして、10 秒間での往復数を測定した。この行程を、用意した他の紙で同様に行った。その結果、データから求めた近似曲線は、 $y = -0.8x^2 + 2.3x + 59$  となり、縦の長さが 10cm のときに往復数が最大になった。この実験から私たちは、紙の縦と横の比が 1:3 のときに往復数が多くなると仮定し、辺の比をそのままにして、辺の長さを変えた紙を用いたときと、紙の形を三角形に変えて、送風機の送風口に貼り付けた側の辺を底辺としたときでの追加実験を行った。すると、やはり紙の縦と横の比、底辺と高さの比が 1:3 のときに往復数が最大となった。これより、旗は、長方形でも三角形でも、送風機の送風口に貼り付けた側の辺と、逆端の辺との比が 1:3 のときに最も良くはためくと考えられる。

Hydrodynamics has many types of mathematical formula, but we couldn't find a formula about flag flapping. So first, we started to find why the flag flaps. First if the wind blows, it creates a slight difference of the air pressure around the flag. This proposes the difference of the air pressure is bigger than first time, so the flag starts flapping. Next we try to make the faction of the flag flapping, so we started the experiment. First, tape the edge of paper (Line A)(1cm~19cm) on the blower. The other line (Line B)(29.7cm) was fix for the same length. For last take a movie of the flapping paper with the high speed camera for 10 seconds. After the experiment, watch the movie in slow motion, and count how many times the flag flapped. We did this experiment in various types of paper and cloth. As a result, the faction which is made from the data was " $y = -0.8x^2 + 2.3x + 59$ ." When LineA was 10cm, count of the flapping was maximum.

From this experiment, we thought 1:3 will be the best condition of the flapping. On the additional experiment we changed the line which will tape it. The additional experiments result was same of the Experiment 1. The best condition of flag flapping we found was 1:3 From this result, we thought "when any type of shape like triangle or rectangle, the edge witch tape to the blower and the other edges ratio become 1:3 will be the best condition of flag flapping."

### 【研究動機】

流体力学には数多くの数式があるが、旗のはためきについてあてはまる計算式が見当たらなかった。そこで、実験からデータをとり、旗のはためきの場合についての数式を得たいと思ったから。

### 【旗のはためきしくみ】

風が吹くと、旗の周りで小さな気圧の差が生じ、それが新たなより大きい気圧の差を生じる。これを繰り返すことで旗のはためき。

### 【仮説】

旗の形が正方形に近づくとつれて、旗のはためき回数は増える。

### 【実験器具】

- ・送風機
- ・ハイスピードカメラ
- ・紙（図1）
- ・セロハンテープ



（図1）

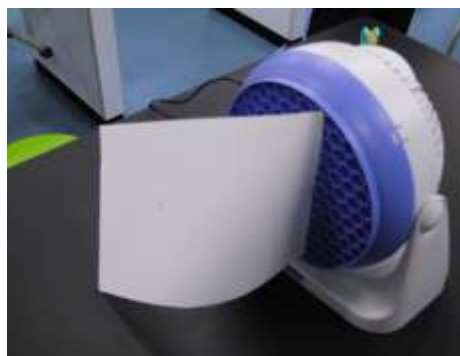
### 【実験方法】

実験はハイスピードカメラを用いて旗のはためき様子を、条件を変えて撮り、その撮った映像を観察することによって行った。

ここで、送風機の送風口に貼り付ける側の辺を辺Aとして1～19 cmに切り分けていき、もう一方の辺を辺Bと定め、29.7 cmに固定した。（図1）

1. 紙の端を、セロハンテープで送風機の送風口に貼り付ける。（図2）

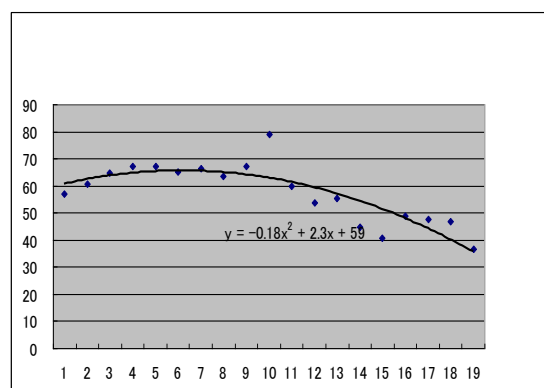
2. はためいている旗を、ハイスピードカメラで10秒間撮影する。
3. 撮影した動画をスロー再生し、紙の先端が上下にはためいてから元の形に戻った時を、1往復したとして、往復数を測定する。
4. 辺Aの長さを変えて、同様に測定する。



（図2）

### 【実験結果】

実験結果をグラフにすると、次のようになった。



### 【考察】

この結果から、送風機の送風口に貼り付けた側の辺とその辺と紙の先端との距離との比が1：3のときに往復数が最大になるかもしれないと考えた私たちは、追加実験を行うことにした。

### 【追加実験】

今実験では、紙を三角形にして往復数を測定した。

送風機の送風口に貼り付ける側の辺を底辺として、底辺と高さの比を変えていった。

### 【追加実験 結果】

実験はそれぞれ4回ずつ行い、それらの数値の平均をとると、実験結果は次のようになった。

底辺：高さ＝1：4	往復数	4 8
1：3		5 2
1：2		4 3
1：1		4 0
2：1		3 8
3：1		3 5
4：1		3 1

**【考察 まとめ】**

実験、追加実験の結果より、旗は、送風機の送風口に貼り付けた側の辺と、その辺と旗の先端との距離の比が1：3のときに、往復数が最大になることがわかった。

**【参考文献】**

<https://www2.newtonpress.co.jp/science/news/sensor/s2001/s200104/200104-r07.html>