

# 傘周辺における気流調査

## ——髪が巻き上がりにくい傘を作る——

井ノ口稜太, 小野蒼空, 桐木大空, 藤本隆太郎  
Ryota Inoguchi, Sora Ono, Sora Kiriki, Ryutaro Fujimoto  
奈良県立奈良高等学校

### 1. 要約

傘をさしていると傘の内部に空気が流れ込んで髪の毛が巻き上がる現象が見られる。しかし、この現象を軽減するような傘は見つけれなかった。そこで我々はこのような巻き上がりを軽減するような傘の開発に向けて研究を行い、その原因を調べた。すると、圧力と風速に相関関係が見られ、また傘の上部と下部で圧力や風速の違いがみられた。

### ABSTRACT

When we open an umbrella, we can observe the phenomenon of wind flowing into the inside of the umbrella and causing hair to be lifted. However, we could not find an umbrella that reduces this phenomenon. Therefore, we investigated the cause of this hair-lifting phenomenon and conducted research to develop an umbrella that mitigates it. As a result, we found a correlation between pressure and wind speed, as well as differences in pressure and wind speed between the inside and the top of the umbrella.

【キーワード】 気圧、風速、ベルヌーイの定理  
Key word Atmospheric pressure, air speed, Bernoulli's theorem

### 2. はじめに

ベルヌーイの定理とは、流体におけるエネルギー保存則を示した定理であり、流体では位置エネルギー、圧力エネルギー、運動エネルギーの総和が一定になることを示している。この法則は飛行機が揚力を得るときにも応用されている。飛行機の翼では翼の上部で風速が上がることによって、ベルヌーイの定理より翼の下部よりも気圧が下がる。空気は気圧の高いところから低いところに流れ、翼は上向きの力を得ている。私たちはこの現象が傘でも起こることによって髪の毛の巻き上がりが発生するのではないかと考えた。この定理は理想気体において成り立つものであるが、実施した実験により傘の上部のほうが傘の下部よりも風速が大きくなり、実在気体に傘を置いたときにも飛行機の揚力と同じような原理によって空気の巻き上がりが発生することを示すことができた。

### 3. 目的

傘に風を吹かしたときの傘の上部の空気と

下部の空気との気圧差によって発生する風の巻き上がりをどのようにして小さくできるかを傘の形状や大きさといった条件を変えて比較することで対照実験をすることで髪が巻き上がりにくい傘を作るのに必要な要素を調べる。

### 4. 方法

私たちは以下の条件をそれぞれ変え、他の条件を同じにすることで対照実験を行った。

- 傘の形状（平たい傘と比較的丸みを帯びている傘）
- 傘の大きさ（直径が 50,65,70cm）  
その他の揃える条件は以下の通りである。
  - サーキュレーターの高さは 73cm（サーキュレーターを机の上に置いた）
  - 傘のサーキュレーターに最も近い部分と扇風機の距離は 50cm
  - サーキュレーターの風速は 5.7m/s（サーキュレーターの出力を 4 にした）

- ・サーキュレーターを中心部分の高さを傘の露先に揃える。

3. 実験の際のサーキュレーターと傘の位置関係は以下の写真のように設定した。

## 5. 結果

1. サーキュレーターのスイッチをオンにして、気圧と風速を観測すると下のグラフのような気圧の下降が観測された。

- ・傘の上部（オレンジ→風速、水色→気圧）



- ・傘の下部（緑→風速、紫→気圧）



このような風速と気圧の相関関係は条件を変えた時にも観察できた。

また、傘の下部のほうが風速の大きさが乱れた。

2. それぞれの傘の上部と下部での風速の値は以下のようになった。

傘の種類	傘の上部での平均風速	傘の下部での平均風速
直径70cm	5.45	1.12
直径65cm	5.3	1
直径50cm	6.03	1
丸傘	4.5	0.93

また、丸傘の直径を測定した結果 65 cmであった。

## 6. 考察

結果1より傘周辺の実在気体においてもベルヌーイの定理が成り立つことが示された。傘の下部で風速がみられたのは内部に巻き上がりが起こっており空気の流れが乱れたからだと考えられる。

結果2より1つ目、丸傘と直径65cmの傘を比較したときに丸傘のほうが傘の上部と下部の高さの差が大きくなることから平面的な傘のほうが丸傘よりも傘の上部と下部での気体の圧力差が小さく、巻き上がりを軽減するためには傘の形状を平面的にすることがよいと分かった。

2つ目、傘の形状を同じにして直径の大きさを変えたときに傘の上部において直径70cmと直径65cmでは風速が同じような値になったのに対して、直径50cmの傘では他の2つよりも風速が大きくなった。これは直径70cmと直径65cmの傘は傘の上部がサーキュレーターの最も高い部分よりも高かったのに対して、直径50cmの傘は傘の上部がサーキュレーターの最も高い部分よりも低かった。これはサーキュレーターから送り出された風が直径70cmと直径65cmの傘ではすべて傘の面に沿って流れたのに対して、直径50cmの傘では一部傘の面に沿うことなく直接傘の上部に風が届いたため、傘表面の摩擦の影響が少なかったためだと考えられる。

3つ目、直径70cmの傘と直径65cmの傘の上部では風速がほぼ同じ値になったため、傘の大きさは形状が同じならば、巻き上がりの原因とはならないことが示すことができたと考える。

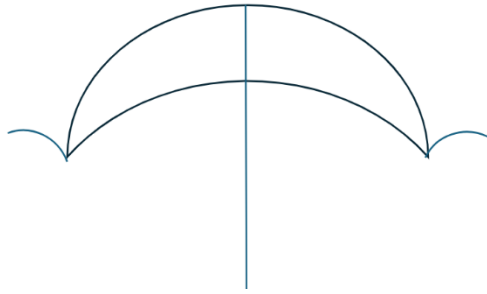
4つ目、傘の下部では風速は形状、大きさに関係なくほぼ同じであることが分かった。

## 7. まとめ

実施した実験によって、平面的な傘になるほど巻き上がりを軽減できることがわかった。今後の展望として、実際に巻き上がりを軽減できると考えられる傘を制作し、一般的な傘と巻き上がり方の強さを比較したい。

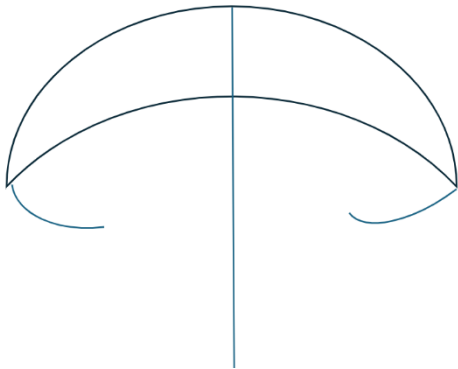
実験結果から製作したい傘の例を挙げる。

### ①平面的かつ返しを付けた傘



上記のような返しを作ることで集まる風の量が上部と下部とでほぼ同じになると考えられ、風速の差が縮まることで巻き上がりを軽減することができる。しかし、空気は物体の表面に沿って流れるという性質があるため、つけた返しによって逆に内部で巻き上がりが発生する可能性があると考えられる。

### ②①の返しの向きを変えたもの



上記の傘にすることで、①と同様の効果が得られると考えられる。さらに、空気が物体の表面に沿って流れたとしても内部に入り込みにくいと考えられる。しかし、この効果を得るためには同じ量の風を傘の上部と下部に集め風速を同じにする必要がある。傘の内部には人が入る程度の空間が必要であり、比較的大型の傘になると考えられる。さらに返しが内向きであるため収納などの面からも実用には不向きであることが考えられる。

この2つの傘でこの度行った実験と同様の実験を行い、作るべき傘の案を洗練していきたい。

### 謝辞

この研究をするにあたり、ご指導、ご協力を賜った先生方、サイエンスフェスティバルの際にご意見を頂戴した先生方及び研究費の助成

をいただいた青翔高校実験にこの場をお借りして、深く御礼申し上げます。

### 引用文献

- 1)竹内淳「高校数学でわかる流体力学ベルヌーイの定理から翼に働く揚力まで」
- 2)～空気の密度及び動粘性係数の表～  
<https://jaxa.repo.nii.ac.jp/records/36529>
- 3)～ベルヌーイの定理(動圧の求め方) - 高精度計算サイト - Keisan～  
<https://keisan.casio.jp/exec/user/1555464509>
- 4)揚力の発生原理 飛行機はなぜ空を飛べるのか?  
<https://pigeon-poppo.com/lift-theory/>