

自分で作った風洞でライト兄弟に挑戦！～揚力の実験～

西条市立神戸小学校 第5学年 川島 聡 真
指導教諭 青野 美 加

1 研究の動機

ぼくが、はじめて風洞を見たのは、小学3年生の時、JAXA調布航空宇宙センターの風洞実験のコーナーだった。その時から、いつかこの風洞を作り、実験をしたいと思っていた。また、人類初の飛行機による飛行実験に成功したライト兄弟の伝記を読むと、彼らも風洞を製作し200機以上の飛行機のモデルを作り、羽の研究をしたことを知った。ますます、風洞を自分で作って実験をしてみたいと思い、このテーマに挑戦することにした。

2 風洞とは

風洞は、英語ではWind Tunnelと言う。つまり、風の通るトンネルだ。トンネルに人工気流を通し、中に飛行機などの模型を入れて、揚力や抗力などの模型に働く力を調べる。今回の研究では、羽の浮き上がる力、揚力を調べた。

3 風洞の製作

研究は、まず風洞を作るところからスタートした。

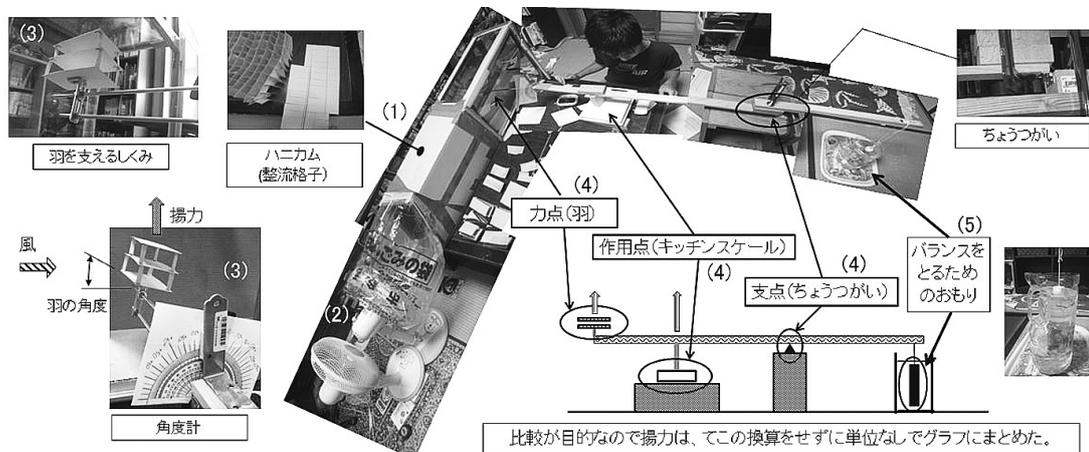


図1 ぼくの風洞実験装置

- (1) 本物の風洞は鉄や木でできているが、小学生のぼくでも作れるダンボール製にした。
- (2) 風を起こすファンは、扇風機を使った。1台では風が弱かったので2台並べた。
- (3) 羽の角度を変えた実験をするために、手作りの角度計を取り付けた。
- (4) 揚力の測定には、キッチンスケールと“てこ”を使った。羽に風があたり、羽が浮き上がるとキッチンスケールの表示がへるので、へった分を揚力として測定した。30秒間ほど測定して一番大きな数字をデータとした。
- (5) キッチンスケールは、300gまでしか測れないので、羽の反対側におもりをつけてバランスを取った。おもりがゆれるとデータが取れないので、ゆれにくくするために、おもりは水の中につけた。

4 実験結果

- (1) まず、簡単な正方形の羽を厚紙で作って、羽の大きさと角度を変えた実験をした(図2)。
 - ①羽の面積が大きい程、揚力は大きくなった。
 - ②揚力は角度とともに大きくなるが、ある角度をピークに小さくなってゆく。

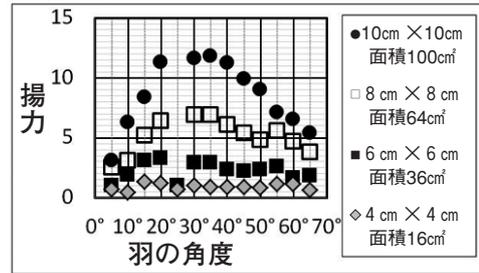


図2 正方形の羽1枚の揚力

- (2) 羽の大きさを同じにして、羽の枚数を変えると揚力はどうなるかを調べた(図3)。①羽の枚数が多いほど揚力は大きくなった。②羽の枚数が2倍、3倍になっても揚力は2倍、3倍にならなかった。羽どうしの影響のため、揚力が小さくなっているのではないかと考え、確かめるための追加実験をすることにした。

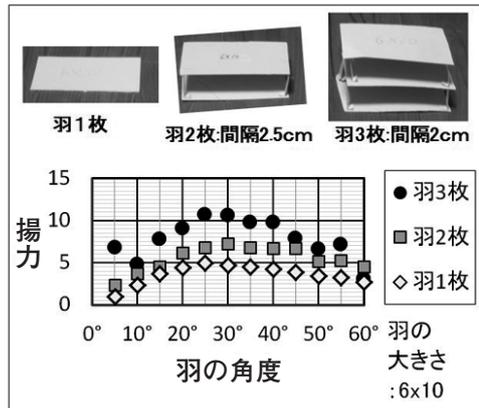


図3 羽の枚数を変えた実験

- (3) 羽どうしの影響を調べるために、羽の間隔を変えた追加実験をした。枚数が多いほど影響が出やすいと考え、羽3枚で実験することにした(図4)。羽の間隔が大きくなると揚力も大きくなった。間隔が4cmの時、羽1枚あたりの揚力は、羽1枚の時より大きくなった。羽どうしの影響が無くなったためだと考えた。

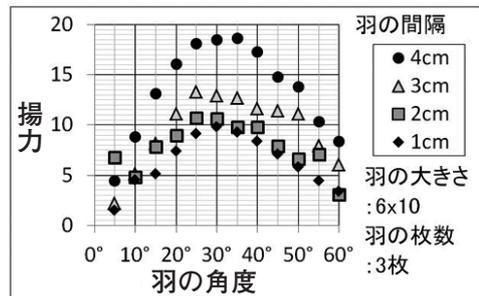


図4 羽の間隔を変えた実験

複葉機は、羽の間隔が狭いと、羽どうしの影響で、揚力が小さくなることが分かった。

- (4) 羽の合計面積を同じにして、枚数や形を変えると揚力はどうなるかを調べた(図5)。羽の合計面積は同じなのに揚力は同じにならなかった。羽1枚の揚力が一番大きいのは、羽どうしの影響が無いからだろう。しかし、羽の間隔が同じぐらいの羽2枚と羽3枚で、揚力が同じぐらいにならないのはなぜかを考えてみた。羽の縦横比が関係しているのではないだろうかと考え、追加の実験をすることにした。

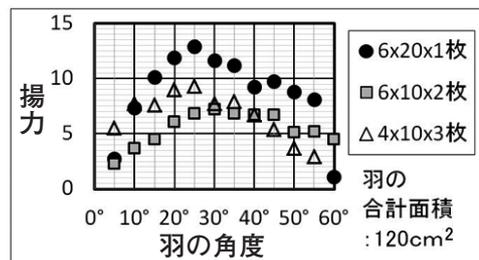


図5 羽の合計面積を同じにした実験

- (5) 羽の合計面積を同じにして、縦横比を変えると揚力はどうなるかを調べた(表1)。①羽1枚の時は、縦横比が小さい方が揚力は大きい。②羽2枚の時は、縦横比が大きい方が揚力は大きいが、羽の間隔が大きいとその差は少なくなる。複葉機は、羽の間隔と縦横比が揚力に関係することが分かった。

羽の大きさ	3x20	4.5x13	6x10	7.5x8
縦横比	6.7	2.9	1.7	1.1
最大揚力				
羽1枚	5.7	6	5	7.8
羽2枚 間隔2.5cm	9.3	8.1	7.2	7.6
羽2枚 間隔5cm	10.1	9.7	9.9	10.5

表1 羽の縦横比を変えた実験

- (6) 本物の飛行機の羽には、いろいろな補助部品が付いている。補助部品によって揚力がどう変わるか、厚紙で羽と補助部品を作り揚力を調べた。

【フラップ】

フラップは、飛行機が速度が遅い時に、揚力を増すための装置である。フラップの大きさや縦の長さで揚力がどう変わるかを調べた（図6）。①フラップが大きい方が揚力は大きくなった。②羽とフラップの合計面積は同じぐらいでも、フラップが縦長いF2の方がF1の2倍近くの揚力が出ている。つまりフラップは縦長い方が揚力は大きくなっている。

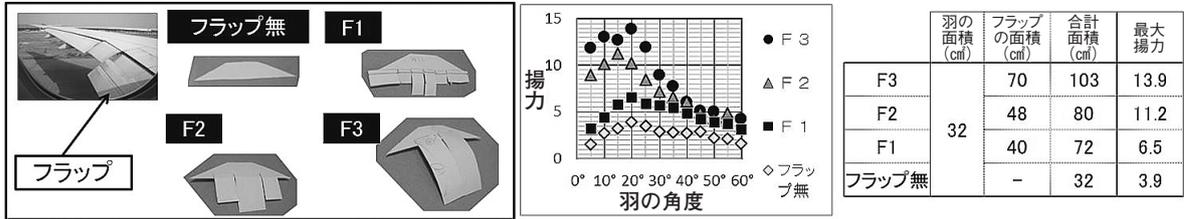


図6 フラップの実験

【スポイラー】

スポイラーは、空気抵抗を増してブレーキの役目をする装置である。スポイラーを付けると揚力がどう変わるかを調べた（図7）。①スポイラーを付けると、揚力は小さくなった。②羽の角度が小さいうちは、羽を下に押し付ける力がはたらいている。③数や付ける位置による違いは、あまりなかった。

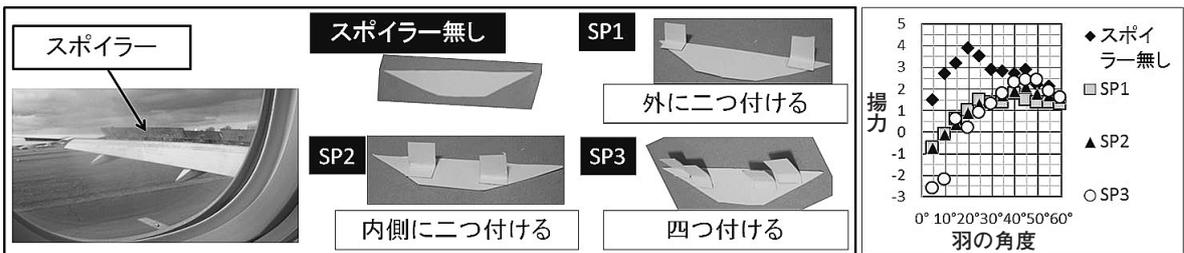


図7 スポイラーの実験

(7) 今までの実験は、羽の形や枚数を変えたデータを取りやすいように、作りやすい平らな羽を使って実験した。実際の飛行機の羽は、断面がふくらんだ形をしている。6種類の断面の形の羽を厚紙で作って揚力を調べた（図8）。予想に反して、ふくらみはあるが下板の無いF4以外は、平板より小さな揚力しか出なかった。

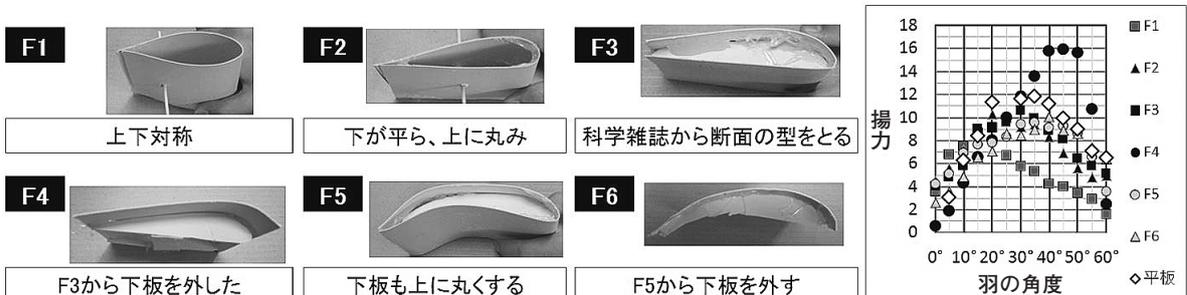


図8 ふくらみのある羽の実験

(8) ライト兄弟のことを調べるうちにNASAのWebサイトで、ライト兄弟の飛行機の型紙を見つけた。ぜひ自分の風洞で揚力を調べてみたいと思い、型紙をダウンロードして食品トレイの発泡スチロールで作り、揚力の測定をした（図9）。予想通り年代が後

になるほど大きな揚力が出た。

ライトフライヤーと羽の枚数、大きさ、間隔が同じ平板の揚力を比べてみた(図10)。ライトフライヤーは、平板より最大揚力は小さいが、角度が小さい時から安定した揚力が出ているので、飛行機の羽としては優れている。

紙製の平らな羽と1903年ライトフライヤーでは、なにが違うのか考えてみた。ライトフライヤーには、主翼以外に尾翼がついている。尾翼の有り無しが関係あるかもしれないと考えた。それを確かめるために、主翼だけのライトフライヤーを作って揚力を比べることにした(図11)。予想に反して、主翼だけでも、小さい角度から最大の揚力がでた。角度を大きくしていっても、35度ぐらいまでは、尾翼の有り無しでほとんど変わらなかった。1903年ライトフライヤーは、主翼だけでも小さい角度から安定した揚力が出ることになる。ライト兄弟の羽のすごさが分かった。

5 おわりに

この研究では、試作した羽や使わなかったデータも含めると、羽を78個作り、808回データをとった。大変だったけど、羽の形によって揚力が変わるのが、おもしろかった。また、実際に自分で風洞を作って見て、科学の実験は実験装置を作ることが、実験と同じぐらい大切であり、難しいことが、よく分かった。

羽になぜ揚力がおこるのか、羽の形や角度によってなぜ揚力が変わるかなどをこの研究で調べようとしたが、今のぼくには、難しすぎる内容だった。二つの“なぜ”は、ぼくの将来の夢である宇宙工学を学んでゆく中で、この研究の事を忘れず、きっと解決してゆきたい。

6 参考にしたWebサイト

Learning to Fly: The Wright Brother's Adventure NASA

(<https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Learning.to.Fly-The.Wright.Brothers.Adventure.html>)

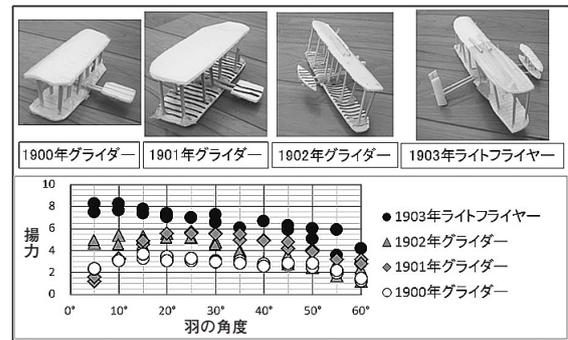


図9 ライト兄弟の羽の揚力を測定

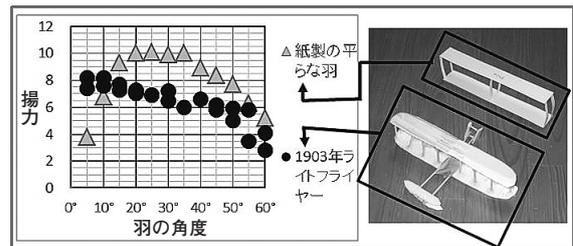


図10 ライト兄弟の羽と平板の揚力を比較

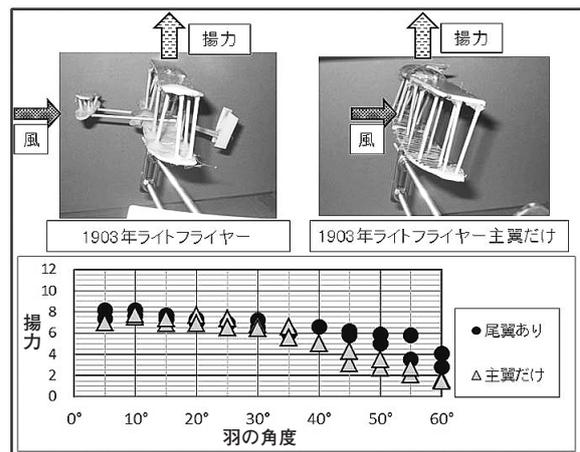


図11 ライト兄弟の羽の尾翼の有り無し比較