

よく飛ぶ紙飛行機Ⅳ ～翼型と空気の流れ～

浜松市立広沢小学校

4 年 三宅遼空

1 動機

ぼくは、紙飛行機を作って飛ばすのが大好きです。これまでいろいろな形の紙飛行機を作って研究をしてきました。1 年の時は折り紙飛行機、2 年の時はグライダー型の紙飛行機、3 年の時はプロペラ型ゴム動力紙飛行機を作り、飛行機を飛ばす力について調べてきました。

先日、図鑑を見ていたら、昔と今の飛行機では、翼の断面（翼型）がかなり変化していることを知りました。また、鳥や昆虫などの飛ぶ生物のはねには、形だけでなく、おうとつのあるもようをしていることから、翼型やもようが飛行機の飛ぶ力とどのように関係しているかきょう味を持ち、研究することにしました。

2 研究の内容

これまでの研究を通して、紙飛行機は「よう力」「こう（ていこう）力」「重力」「すいしん力」という 4 つの力が働いてとんでいることを知りました。翼型はこの中の「よう力」と「こう力」に関係していて、翼型によって「よう力」と「こう力」にどのようなちがいが出るか、色々な翼形やおうとつもよの紙飛行機を作り、調べることにしました。

(1) 実験のじゅんぴ

ア 飛行機

翼型がかんたんに作れるように四角い翼のものがいいと思い、飛行機博士の二宮康明先生の本を参考にして、作りやすい棒どう機（N-1141）にしました。

イ 用意するもの

【材料】 ケント紙 200、バルサ棒（5mm 角）、木材、PET 板、厚紙、両面テープ、マスキングテープ、セメダイン C、ドライアイス、デコレーションペン

【道具】 ・はさみ、カッター、定規、巻き尺、カメラ、ビデオ、電子天びん、風速計、せん風機

(2) 実験 1 翼型のよう力、こう力を調べる

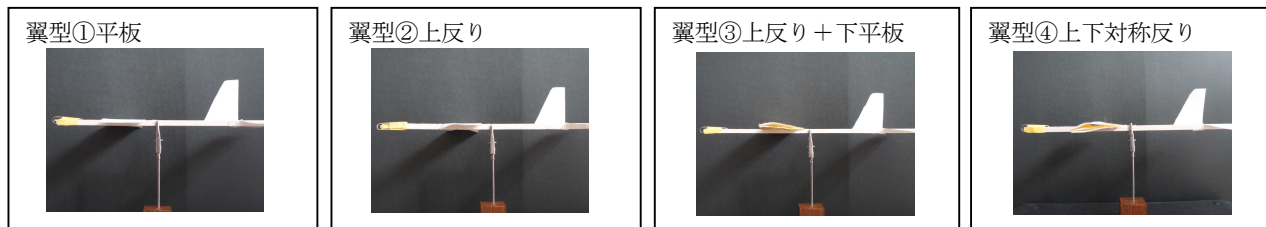
ア 方法

4 つの翼型の飛行機を作り、実験装置にセットし、次のように条件を変えた時のよう力、こう力を測定する。

【翼型】 ①平板 ②上反り ③上反り＋下平板 ④上下対称反り

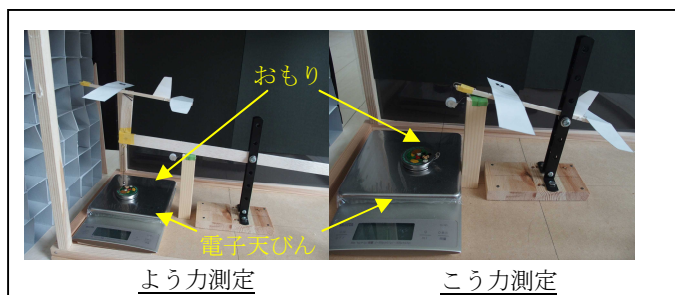
【条件 1】 せん風機の風量：弱、中、強（この時の風速も測定）

【条件 2】 機体（翼）の角度：0 度（水平）、15 度、30 度



イ 調べ方

電子天びんの上に飛行機より重いおもりを置き、その重さをはかっておく。よう力測定の際は機体の下とおもりを糸で結び、てこの原理を利用して浮き上がる力を測定する。せん風機で風を前から当てた時の電子



天びんを目盛りを読み、最初に比べて軽くなった分がよう力になる。

こう力測定の際は機体の前とおもりを糸で結び、引っ張られる力を測定する。よう力と同じように、せん風機で風を前から当てた時の電子天びんを目盛りを読み、最初に比べて軽くなった分がこう力になる。

イ 結果

- ・角度が 15 度、風速が中で浮き上がった。
- ・角度が 0 度だとあまり変化がない。
- ・角度が 30 度で風速が強だと浮き上がりが速いが、機体の揺れが大きい。
- ・よう力は角度 30 度、風速強が一番大きかった。
- ・よう力が一番大きかったのは翼型③上ぞり＋下平板だった。
- ・よう力とこう力の差が大きい順番は

翼型③>翼型②>翼型①>翼型④ となった。

翼型④上下対称反りが一番悪い結果になった。これは翼型を作るために、同じ翼を 2 枚、テープで貼りあわせたため、機体が重くなってしまい、よう力にえいきょうが出たのではないかと思う。

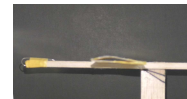
(3) 実験 2 翼型の風の流れを見る (風洞実験 1)

ア 方法

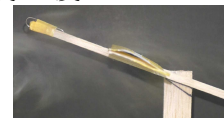
実験 1 で作った 4 つの翼型の飛行機を風洞実験装置に入れて翼の風の流れをかんさつする。飛行機の翼の角度を 0 度、15 度、30 度にしたときの翼に当たる風の流れをかんさつするため、ドライアイスの煙を翼のまわりに当てて、ビデオさつえいした。



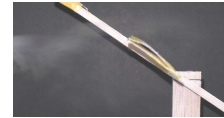
角度 0 度



角度 15 度



角度 30 度



イ 結果

- ・翼の角度が大きくなると翼の上面側でうずができる
- ・翼型の違いで煙の流れの速さがかわる (ふくらんでいる方が速い)
- ・よう力とこう力の差が一番大きかった翼型③ (上反り＋下平板) が煙の流れが一番スムーズだった。

(4) 実験 3 翼のもよのちがいによるよう力とこう力を調べる

ア 方法

実験 1 の 4 つの翼型の一つをえらび、翼の上面におうとつのあるもようをかき、おうとつもよのちがいによって、よう力とこう力にどのような差が出るか調べる。

おうとつもよのつけ方は、立体的な線をかくことができるデコレーションペンを使った。

おうとつもよは人工的なものと、虫のはねのもよをまねたものを比較してみる

【人工的なもよう】 ①水玉 ②ストライプ縦 ③ストライプ横 ④チェック

【虫のはねのもよう】 ①セミ ②トンボ ③ハチ ④てんとう虫

イ 結果

- ・角度が 15 度、風速が中で浮き上がった。
- ・角度が 0 度だとあまり変化がない。
- ・角度が 30 度で風速が強だと浮き上がりが速いが、機体のゆれが大きい。
- ・よう力は角度 30 度、風速強が一番大きかった。
- ・もよがない翼型③より、こう力が小さくなった。

- ・よう力が一番大きかったのは水玉とトンボのもようだった。
- ・よう力とこう力の差が大きい順番は次のようになった。

トンボ>水玉>セミ>ストライプ（縦）>ストライプ（横）>てんとう虫>チェック>ハチ
てんとう虫、チェック柄、ハチは風速が強になると機体のゆれが大きくなったことから、翼に流れる空気がみだれ、バランスが悪くなり、よう力とこう力の差が小さくなったのだと思う。

（5）実験4 もようの風の流れを見る（風洞実験2）

ア 方法

実装3の8つのもようについて風洞実験装置で風がどのように流れているか確かめる。
実験2と同じ方法で、ビデオさつえいし、かんさつする。

イ 結果

- ・翼にもようがある方が煙の流れが速くなった。
- ・もよのちがいで煙の流れの速さがかわる（ふくざつな方が速い）
- ・実験3で一番よう力とこう力の差が大きかったトンボが煙の流れが一番スムーズだった。

（6）実験5 対決（検証実験）

ア 方法

実験1から4の結果から、一番よう力とこう力の差が大きかった、翼型(③上反り+下平板)、もよう(トンボ)と、ひょうじゅん型飛行機(N-1141)で、どちらが遠くまで飛ぶか対決する。
対決方法は、風のない体育館で、10回ずつ飛ばし、飛んだかきよりを測る。
飛ばし方は昨年プロペラ機の時と同様に、手投げにしました。なるべく、飛ばし方をそろえるため、飛ばす位置は目の高さに合わせ、軽く押し出す感じで投げることにしました。

イ 結果

トンボもようの大差勝ち

	回 数										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ひょうじゅん型 機どう機(N-1141)	2.67	3.32	3.25	2.42	2.60	3.11	1.52	3.03	1.83	2.32	2.607
トンボもよう	13.65	12.78	9.73	9.93	10.24	13.39	11.54	8.58	8.09	8.91	10.684

- ・トンボはスーっと糸を引くようにきれいにまっすぐ飛んだ。
- ・ひょうじゅん機は上に上がったり、回転したりしてきよりが出なかった。
トンボは風洞実験でわかったように、空気が翼の上をきれいに流れたため、飛んだのだと思います。また、ひょうじゅん機は上反りのため、投げ方により翼への空気の当たり方がばらつき、よく飛ばなかったのだと思います。

3 まとめ

飛行機の翼型によって、空気の流れが変わり、よう力とこう力に差が出ることがわかりました。
翼型は平板より、反りがあった方がよう力とこう力の差が大きくなることがわかりました。
翼の模様のちがいによっても、空気の流れ方が変わり、よう力とこう力にえいきょうがあることがわかりました。

今回の研究では翼のもようについて、かぎられたものでしか実験できなかったため、今度はもっと色々なもようの翼を作り、どんなもようが一番よく飛ぶのか調べてみたいです。

翼のだん面を変えると、空気の流れが変わるのがおもしろいと感じました。はねにおうとつをつけている虫たちは工夫していてすごい！！

4 参考にした本

「二宮康明の紙飛行機集」 誠文堂新光社
「工夫がいっぱい！飛ぶしくみ大研究」 PHP 研究所
「飛行機のしくみパーフェクト事典」 ナツメ社
「空飛ぶ昆虫のひみつ」 少年写真新聞社