

# 紙飛行機の飛距離について

兵庫県立神戸高等学校 1年 加納・佐伯・篠原・土井・久本・三宅

## I. 研究の動機

高校生に対して今まで紙飛行機とどれだけ関わりを持って来たか等の質問をした所、図1の様な回答が得られた。回答者の66%は幼少期に、紙飛行機の飛距離が短い事に関して「残念だ」「面白くない」と感じていて、その全員が「紙飛行機を遠くまで飛ばせる方法があれば良かった」と回答している。

その為、私たちは「子供が紙飛行機を遠くまで飛ばす為の方法」が必要であると考え、それを見つけるため研究を行った。

図1 神戸高校生1年9組で実施したアンケートの結果(回答者29人)

質問	はい	いいえ
あなたは紙飛行機で遊んだことはありますか?	28人	1人
「紙飛行機の飛距離が自分の思う様に長くなかった」ことで、面白くないと思ったりしたことはありますか?	19人	10人
「必ず遠くまで飛ばす紙飛行機の作り方」を知っていたら、その紙飛行機を作って遊びたいですか?	29人	0人

## II. 研究の概要

私たちは、紙飛行機(以下、機と略す)の形状が機の飛距離に大きく関係していると考え、その関係について研究した。実際に機を飛ばして各機の飛距離の大小を把握し、主翼への気圧の加わり方、主翼のアスペクト比、飛行時の軌道の3つの要素との関係を調べた。その結果から飛距離が大きい機の特徴を考察した。

## III. 仮説

私たちは機の飛距離は、機に発生する揚力と抗力の大きさが大きく関係していると考え、主翼が大きく、前方からの抵抗が小さくなるような形状の機が最適であると予想した。

## IV. 実験方法

今回の研究では4種類の実験を行う。へそ飛行機・いか飛行機・のしいか飛行機・やり飛行機・ジェット飛行機(以下、それぞれへそ、いか、のしいか、やり、ジェットと略す)・飛距離においてギネス世界記録を保持している機(以下、ギネスと略す)の6種類の機(図2参照)を用いて実験を行う。

### 実験1: 現実世界での各機の飛距離の測定

ゴムの弾性力を利用する紙飛行機発射台(以下、発射台と略す)を用いて、各機を飛ばし、着地点までの水平面上の直線距離を測定する。(計測時の発射台の様子は図3参照)

・発射台の高さは地面から109cm(5歳児の平均身長)とし、機に迎え角22.5度の方向に初速4.78m/sを与える。

・1種類の機につき、50回計測を行う。飛距離の単位はmとし、有効数字3桁で測定する。

・紙飛行機の方法には、ケント紙A4サイズ・紙厚0.22mm・質量210g/m<sup>2</sup>を用いる。

### 実験2: 3次元熱流体解析ソフトウェアによる各機周囲気体の速度の測定

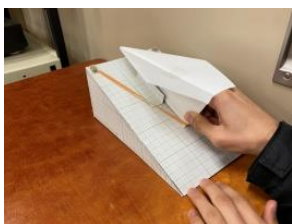
実験1で用いた6種類の機に、Flowsquare+を用いて前方から風を当てさせ、気圧の高さと流れる気体の速度を調べる。

### 実験3: 各機の飛行時の軌道の測定

各機について、実験1の測定時に見られた軌道の傾向を考え、それに従っている軌道の1つを図に表す。

図2 各機の形状

図3 発射台の形状と使い方



## V. 結果

### 実験1

結果を図4の表に表した。

図4 各機の飛距離の測定結果

名称	へそ	いか	のしいか	やり	ジェット	ギネス
最大値	10.0	15.7	9.41	14.2	9.47	10.3
平均値	7.22	8.92	5.27	10.3	5.66	6.59
標準偏差	1.5	2.5	1.5	1.5	1.0	1.3

### 実験2

気圧は図5のようになった。青色の部分は気圧が低く、赤色の部分は気圧が高い。よって、赤色の部分から青色の部分に向かう力が生まれる。気体の速さは図6のようになった。青色の部分は気体の速度が小さいため気圧が大きくなり、逆に赤色の部分は気圧が小さくなる。よって、青色の部分から赤色の部分に向かう力が生まれる。(考察に使用したものだけ記載)

図5 各機周辺の気圧の測定結果 (左からのしいか、やり、ジェット)

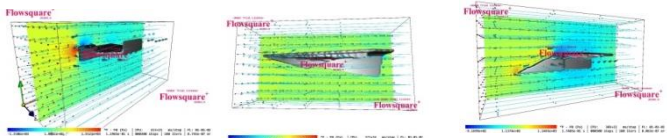
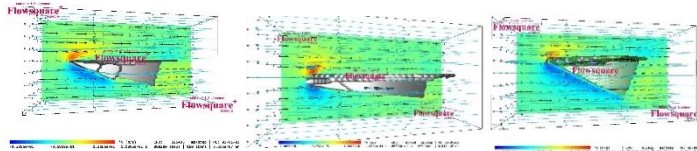


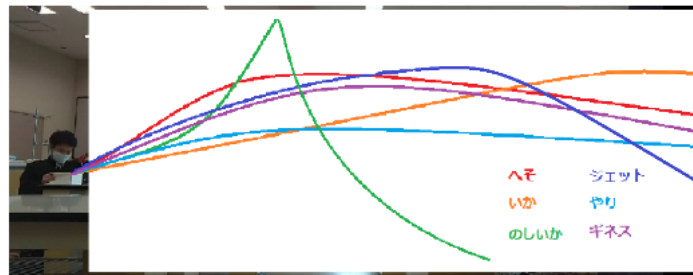
図6 各機周辺の気体の速度の測定結果(左からギネス、いか、へそ)



### 実験3

結果は図7のようになった。

図7 各機の飛行時の軌道



## VI. 考察

各機について実験1の結果の原因を実験2-4の結果から考察した。

### いか

図5より、へそやギネスの主翼先端の上側の気体の速度は約1.00であるが、いかでは約2.00と約2倍であった。このため、いかではへそやギネスと比べ主翼先端での揚力が大きいと考えられる。実際いかは発射直後に急上昇したことがあったため、まっすぐ飛ばず飛距離にばらつきがあった。また、いかは15.7mと飛距離が大きくなることがあったのは、大きな揚力がうまくはたらいたからだと考えた。

### のしいか

図5より、主翼の先端部分では上向きの力が働いている。また、主翼の中心部は気圧が低くなっておらず、全体的に上側が下側よりも高い気圧を受けているため、下向きの力が働いていることが分かる。よって主翼の先端では上向きの力が、中心部では下向きの力がかり、機首が上を向くと考えた。これは実験4の結果と一致する。以上がのしいかの飛距離が小さかったことの原因だと考えた。

### ジェット

図5より、主翼の先端部分では下向きの力が働いている。また、主翼の中心部では上向きの力が働いている。よって、ジェットは先端から墜落すると考えた。実際、ジェットは先端から墜落することが多かった。以上がジェットの飛距離が小さかったことの原因だと考えた。

### やり

図5より、主翼にはほとんど力が働いていない。そのため、機体に余計な力がかからず、発射台の力を存分に使うことが出来たと考えた。以上がやりの飛距離が大きかったことの原因だと考えた。

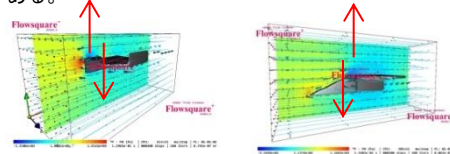
### へそ・ギネス

図5より、この2種類の主翼にかかる力は似通っている。また図7より、この2種類は飛行時の軌道も似通っている。よって、似通った気体の流れをつくる紙飛行機は、似通った軌道を描いて飛ぶ可能性がある。

飛距離が大きい4種類の紙飛行機はどれも主翼の下側に1枚の紙が折り込まれてきたふくらみを持つ。これは、進行方向からぶつかる気体の向きを下向きに帰することで揚力を作っているからだと考えた。

## VII. まとめ

ジェットの、のしいかの考察より、気圧が主翼の一部で特異的に高いまたは低い紙飛行機は飛距離が小さくなりやすいと考えた。また、主翼の下にふくらみをもつように紙を折ると、飛距離が大きくなりやすい。また、ギネスが予想に反し飛ばなかった理由がわからなかったことは、反省点である。



## VIII. 参考文献

- ・航空実用辞典 <http://www.jal.com>
- ・図解で簡単! 紙飛行機 <https://ikujist.com>
- ・紙飛行機の折り方 <https://handmade3.jp>
- ・Flowsquare+ <https://fsp.norasci.com>
- ・GS1101 テクスチャ付きしゅう動面における潤滑油流れの可視化と摩擦特性に与える影響 [ci.nii.ac.jp](http://ci.nii.ac.jp)