

クラフト飛行機と飛距離の変化

福永喬介 新居正義 中井康平

【概要】

紙飛行機やクラフト飛行機は、誰もが一度は遊んだことがあるだろう。簡単に作れてしまうものから複雑なもの、あるいはデザイン性を重視したものなど、さまざまな種類がある。紙飛行機とクラフト飛行機は、翼の形や発射角度の条件を変えることで飛距離が大きくなるか、または小さくなるか左右されてしまうのも特徴のひとつだ。そこで私たちは飛距離が変化することに関わりがあると思われる飛ばす角度に着目した。

紙飛行機では、安定して飛ばしにくく破損しやすいため、結果の誤差が大きくなると考えた。そこで、今回私たちは比較的安定して飛ばしやすく、頑丈なクラフト飛行機を用いて発射角度や飛ばす環境を変え、クラフト飛行機の飛距離の変化について調べることにした。

まず、私たちは一定の力でクラフト飛行機を飛ばすために発射装置を自作し、それを用いて実験を行っていた。しかし、この発射装置では角度が大きくなるにつれ発射位置が変化してしまうため、発射装置の改良を行い、発射位置を固定したもので実験を再度行った。再度行った実験の結果、発射角度が 0° のとき一番飛距離が大きくなることが分かった。この結果より、発射位置にさらに高さを与え、発射角度をマイナスの角度にして実験を行った。この実験の結果、発射角度が -5° のときに一番飛距離が大きくなることが分かった。

次に、サーキュレーターを用いて向かい風、追い風、無風のそれぞれの場合に同じ条件で発射するとどの場合が一番飛距離が大きくなるのか調べた。また、このときハイスピードカメラを用いてそれぞれの場合の飛行姿勢を比べた。この実験の結果、向かい風の場合、揚力が大きくなり最も飛距離が大きくなることが分かった。また、ハイスピードカメラの動画より、追い風の場合、飛行が安定せず機体が傾いていることが分かった。

今回の三つの実験の結果、クラフト飛行機の場合では発射角度はマイナスの角度にする方が飛距離が大きくなる傾向がみられる。また、向かい風を受ける方が飛距離が大きくなり安定して飛行することが分かった。これらのことより、発射角度が、少し下向きに角度をつけると飛距離が伸び、向かい風を受けるときブレが少なく安定して飛行すると考えられる。また、向かい風を受ける方が揚力が大きくなると考えられる。

Paper air planes are a popular children's toy, but we don't know how to make them fly far. We will make a Paper air plane that can fly far. We researched flying distance in relation to launch angle. We used a fan to make a head wind and tail wind, and compared how the plane flew. Our paper air plane flight distance was longest when the launch angle was -5 degrees. We were surprised that the best launch angle was -5 degrees. We don't understand the cause yet, and hope to study it future.

【研究動機・目的】

私たちが毎日のように目にしている航空機は、事故が極めて少なく安全な乗り物である。そして、航空機が飛行するにはさまざまなことが関係しており、それは、例えば揚力、風向き、受ける風の強さ、飛行中の角度、重力等々である。ここで、私たちは特に離陸するときの

航空機に着目した。

一般に、航空機が離陸するときは $10^\circ \sim 20^\circ$ の角度をつけて離陸するとされている。この角度で離陸することで高い揚力を受け、離陸するという。そこで、私たちはクラフト飛行機の発射角度にもその条件が関係するのか疑問に思った。よって、その関係を調べ、最も飛距離が伸びて

安定した飛行をする角度を見つける。

また、今回の研究では、人がクラフト飛行機を飛ばすときにおいて飛距離が最も大きくなるときの発射角度を調べることにした。また、クラフト飛行機において飛距離が最も大きくなるときの条件を調べ、それを元に紙飛行機の場合に飛距離が最も大きくなるときの条件を調べることを目標とする。

【仮説】

1. 航空機の離陸角が 10° ~ 20° ということから、発射角度が 10° ~ 20° の間で最も飛距離が大きくなる発射角度が存在する。このとき、発射角度は機体の仰角とする。

2. 追い風を当てた場合、後方から力を受けるため、無風時よりも飛距離が大きくなる。

【実験器具】

○クラフト飛行機

ELECOM 社の White Wings を使用

材質 胴体：バルサ材 翼：クラフト紙

全長 33.4 cm 重量 18.6 g (重心のおもりを含む) 翼の長さ 25.8 cm

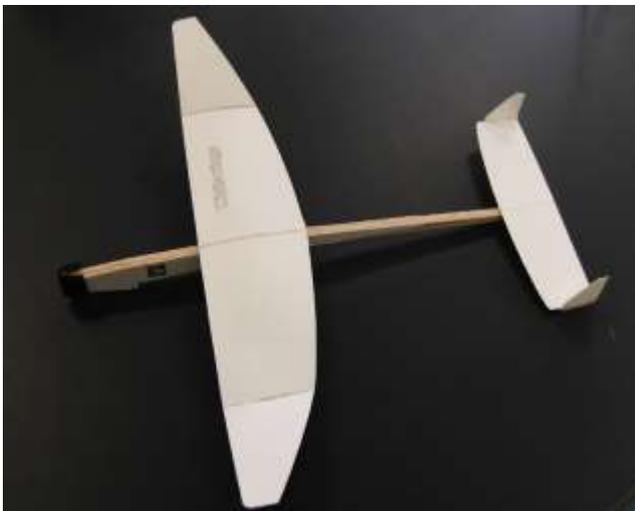


図1 クラフト飛行機

○発射装置



図2 発射装置 (改良前)



図3 発射装置 (改良後)

○サーキュレーター



図4 サーキュレーター

○ばねばかり

○メジャー

○ハイスピードカメラ

【研究方法】

実験はすべて、発射する力(ゴムの弾性力) 4.0N、翼の折る角度 60° でクラフト飛行機を飛ばし、機体の先端が基準面に触れたところまでの飛距離を測定した。

「実験1 正の発射角度と飛距離の変化」
発射角度を0° から40° まで5° ずつ変えて、それぞれ10回ずつ試行した。

「実験2 負の発射角度と飛距離の変化」
発射角度を0° から-15° まで5° ずつ変えて、それぞれ10回ずつ試行した。なお、今回は発射位置を150cmとした。

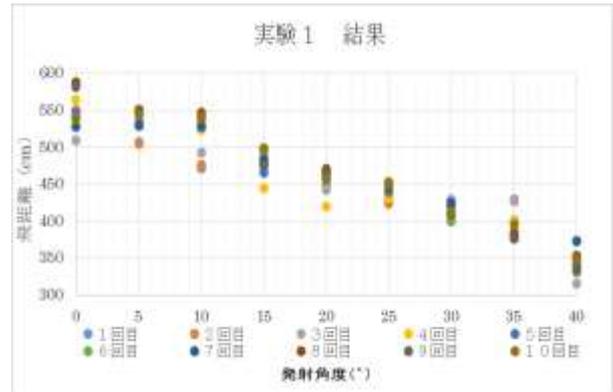
「実験3 向かい風と追い風を受けるときの飛行」

サーキュレーターを用いて向かい風、追い風、無風、それぞれの場合で発射したときの飛び方を比べた。なお、発射角度は10° とした。

【研究結果】

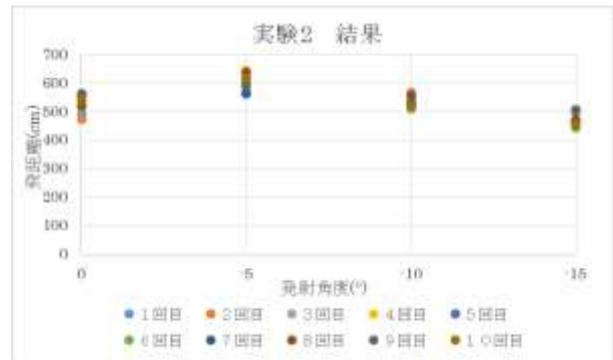
「実験1」

角度が0° に近づくとつれて、飛距離が大きくなり、0° のとき最大となった。特に0° のとき、機体はブレが少なく安定し、まっすぐ飛行した。



「実験2」

- ・0° から-15° で試行した場合、発射角度-5° のときに最も飛距離が大きくなった。
- ・マイナスの角度で発射したとき、プラスの発射角度とは異なり、飛行機が一度、地表付近に近づいてから上昇した。



「実験3」

- ・向かい風の場合が一番飛距離が大きくなり、最も安定して飛行した。
- ・追い風の場合は、飛行が安定せず機体が少し傾いて飛行していた。

【考察と課題】

「実験1」

・実験1では0° から40° まで試行し、発射角度を大きくしていく毎に飛距離が小さくなるのが分かった。このことから40° 以上の角度にしても、飛距離は小さくなっていくと考えられる。これは、発射するときに機体が上向きになり水平成分の速度より鉛直成分の速度が大きくなったためだと考える。

・0° のとき機体は最も安定した飛行をした。これは、失速せず、安定した揚力を受け続けたためであると考えられる。

「実験 2」

・今回の実験では、 0° ~ -5° までは飛距離が大きくなり、 -5° 以降の角度では、上昇する前に機体が地面に落ちて飛距離が短くなった 0。これは、機体が揚力を受けて上昇し始めるまでの高さが今回の実験においては不足していた。仮に十分な高さを与えて同様の実験を行った場合、 -5° 以外の角度で最も飛距離が大きくなる可能性も考えられる。また、角度を変えたときに、発射位置は変わっていないが、発射前の高さが変わり、位置エネルギーに差が生まれてしまったため、クラフト飛行機の初速度にも差があったと考えられる。

「実験 3」

・今回の実験では、局地的な風しか送ることができなかったため、追い風の場合、飛行が安定しなかったと考えられる。また、向かい風の場合、翼の受ける揚力が大きくなったため、機体が増速したと考えられる。

【謝辞】

寺内先生、臣守先生をはじめ、様々なアドバイスをくださった先生方、他校の生徒の皆様、ありがとうございました。

【参考文献】

國友 正和 他 10 名. 「物理」・「物理基礎」.
数研出版株式会社. 2015