

紙飛行機の飛距離は何に関係するか
The relationship between paper airplanes and flying distance
鎌倉加奈, 佐藤祐輔, 高橋沙季, 三好杏奈
Kana Kamakura, Yusuke Sato, Saki Takahashi, Anna Miyoshi

A 研究目的

紙飛行機の形、質量、大きさ、発射時の力を一定にし、長い距離を飛ばすときの最適な角度および最適な重心を見つけることを目的とする。

<紙飛行機の飛ぶ原理>

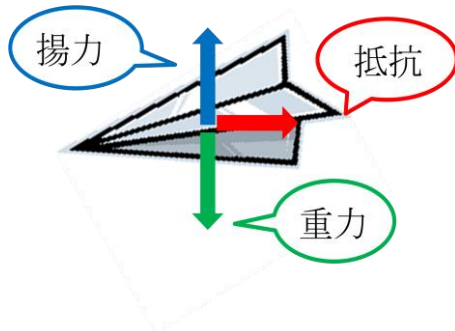
紙飛行機には揚力、抵抗、重力がかかっている

揚力；紙飛行機を重力に逆らって上に持ち上げようとする力

抵抗；紙飛行機を速度を落とそうとする力

重力；紙飛行機が地球の中心に引っ張られている力

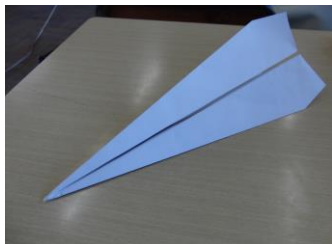
これらの力があわさって、紙飛行機は飛び続けるのだ。



B 研究方法

(1)紙飛行機の種類

どんな形の紙飛行機がよく作られているのかを知るため、クラス全員に製作を依頼し分類した。一番多く作っていたものを A(31 人)、次に多いものを B (8 人)、飛び方に特徴があり、興味を持ったものを C とした。



A



B



C

	重心	翼面積
A	8:7	180 cm ²
B	9:7	115 cm ²
C	7:10	196 cm ²



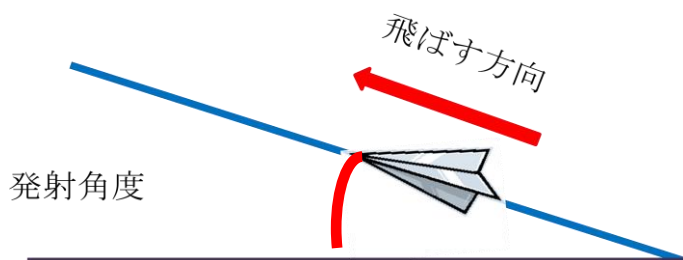
発射台

(2)飛ばし方

飛ばす力を一定にするために右の図のような発射台を作成した。紙飛行機の重心の位置にクリップをとり付け、発射台のゴムにひっかけて飛ばす。机の上に発射台を設置して1 m の高さにし、発射台の真下の位置から飛行機が着地した位置までの直線距離を測定する。このとき紙飛行機の翼の面が発射台の面と平行になるようにセッティングした。

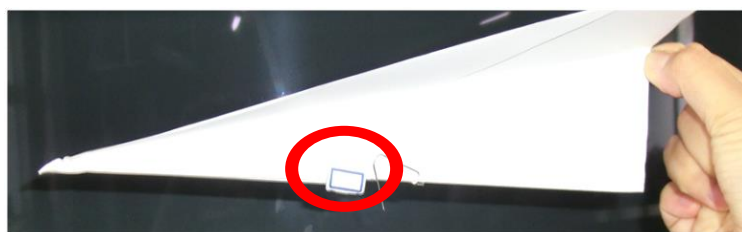
(3)実験 I

発射角度を 0 度、10 度、20 度、25 度、30 度、35 度、40 度、45 度、50 度に変え、40 回試行した。



(4)実験 II

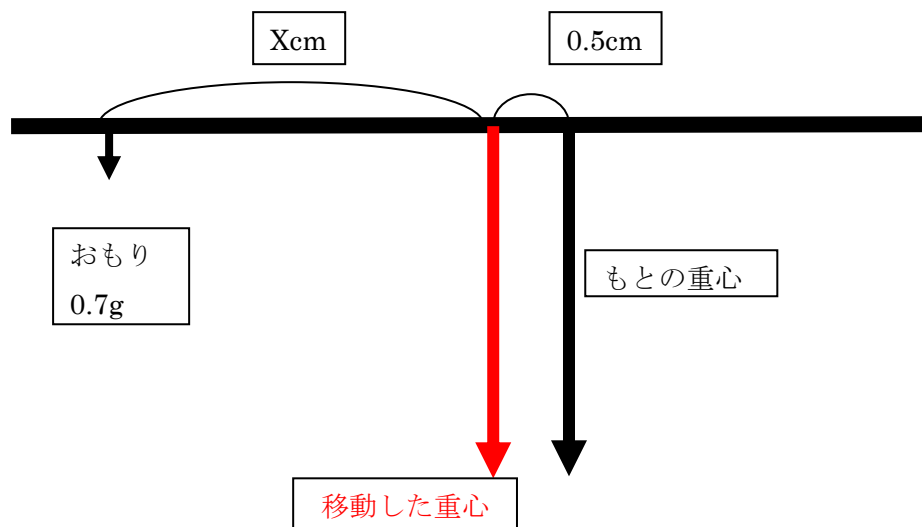
この実験では最も安定し真っすぐ飛ぶタイプ A の紙飛行機を使い、重心の位置をシールを使って変えた時の飛距離を測定した。発射角度を 0 度とし、実験 I と同様な手順で各 40 回ずつ試行した。



※重心の位置が 17,34 cmのところはばらつきが大きかったので、このばらつきが正しいか調べるために、追加で 60 回、計 100 回試行した。しかし、ばらつきが変わらなかったため、100 回の平均をとった。

< 重心の動かし方 >

0.5cm の場合



$$0.7:5.06=0.5:X$$

$$0.7X=5.06*0.5$$

$$X \approx 3.6$$

よって、もとの重心から $0.5+3.6=4.1\text{cm}$ 前にシールを張ると、もとの重心から 0.5cm 前にずらすことができる。

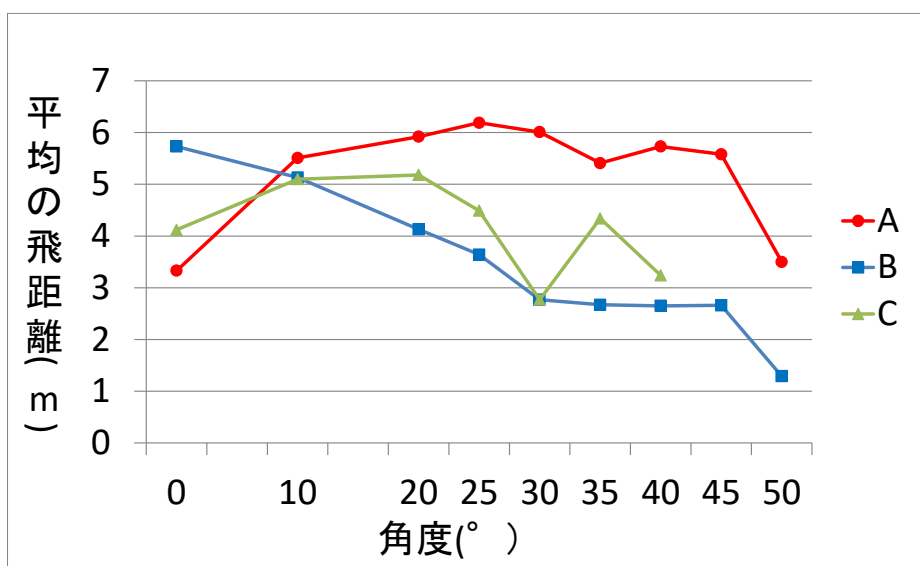
(5)実験Ⅲ

実験ⅠでAの紙飛行機は25度の角度のとき、一番長く飛んだことから25度で重心の位置をずらすと、どの位置が長く飛ぶのかを調べる。実験方法は実験Ⅰ、Ⅱと同様である。

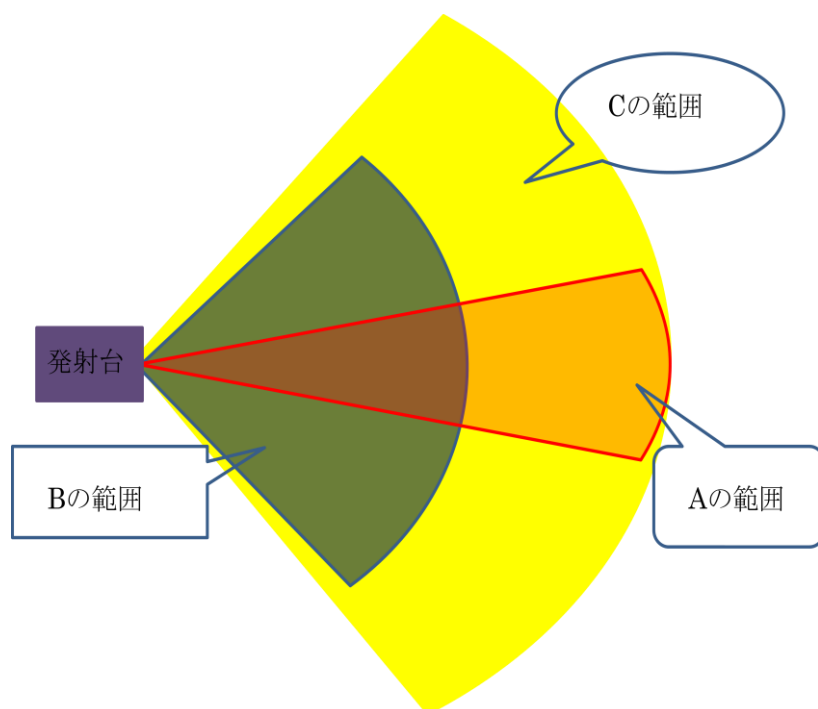
C.得られた結果

< 実験Ⅰ >

Aの飛行機は10~45度の範囲で安定して飛び、Bの紙飛行機は角度を上げるにつれて飛距離が減少した。Cの紙飛行機はそれぞれの角度で飛距離に差があり、安定して飛ばない。長い距離を飛ぶときは途中でひっくり返って飛ぶときもあった。また、BもCも角度を大きくしすぎると上にあがって先端から落下する。よって、それぞれの紙飛行機によって長い距離を飛ぶ角度が異なった。

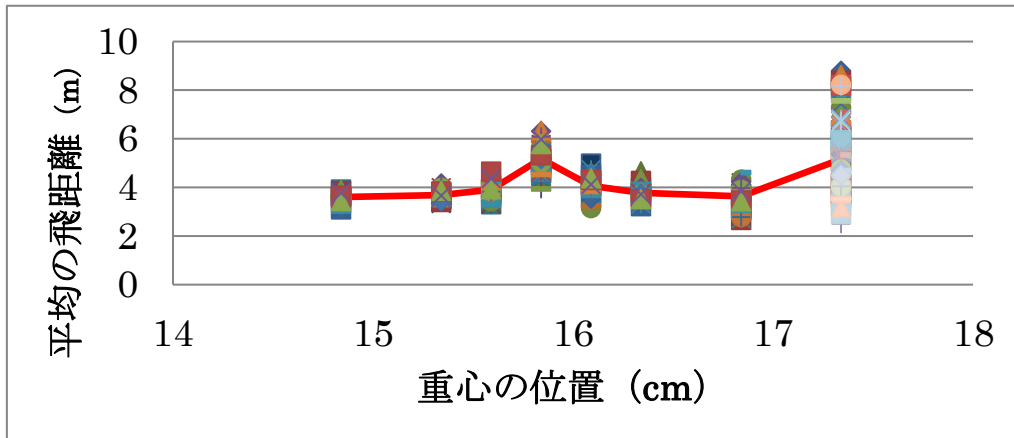


<それぞれの紙飛行機の飛ぶ範囲>

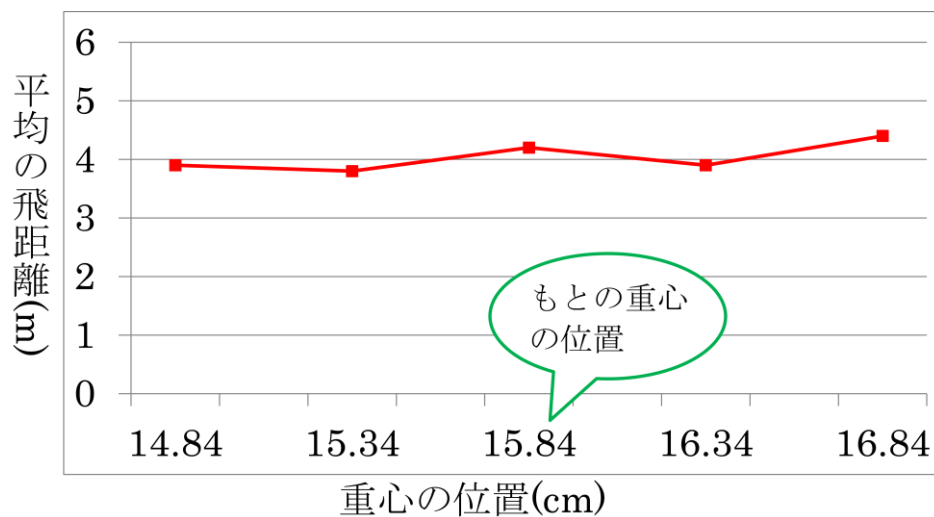


<実験Ⅱ>

重心の位置が 17.34 cmのところを除くと、もとの位置に重心があるとき、長い距離を飛んだ。重心の位置が 17.34 cmの場合は平均的にみると、長い距離を飛んでいるが、とてもばらつきがあり、いつも長い距離を飛ぶとは限らない。



<実験Ⅲ>



グラフから、どの重心の位置でも飛距離はほぼ変わらないことが分かる。

また、重心の位置が前から 17.34 cm のときは紙飛行機が発射台にぶつかり、測定不可能である。

つまり、重心が後ろにあるので発射時に紙飛行機が傾き、紙飛行機が発射台のゴムに引っかかるので飛ばないということだ。

D.考察

<実験Ⅰ>

A：重心が真ん中にあるため、安定して飛び発射角度にあまり左右されないと考えた。

B：重心が真ん中より後ろにあるので、角度をつけすぎると前にとばないと考えた。

C：翼面積が広いので、空気の影響を受けやすく飛ぶ距離にばらつきがあると考えた。

<実験Ⅱ>

後ろに重心があると、先端が持ち上がり紙飛行機の機体の下に空気が流れができると飛ぶと考えた。実験ⅠⅡから重心を後ろにすると飛ぶときに先端が持ち上がるので、Aの飛距離が最も長くなるのは発射時に角度をつけたものであると考えられる。

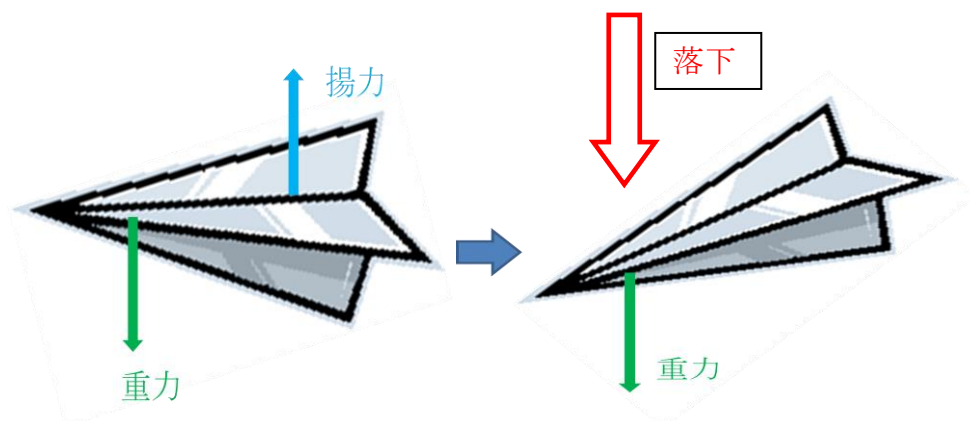
<実験Ⅱ、Ⅲ>

・揚力について

揚力とは紙飛行機を重力に逆らって持ち上げようとする力である。紙飛行の先端が下がっているときにとくにはたらく。揚力の合力の中心は翼の面積の中心にあると聞いた。そこで紙飛行機Aの揚力の中心を調べてみると重心より後ろ側にあることが分かった。

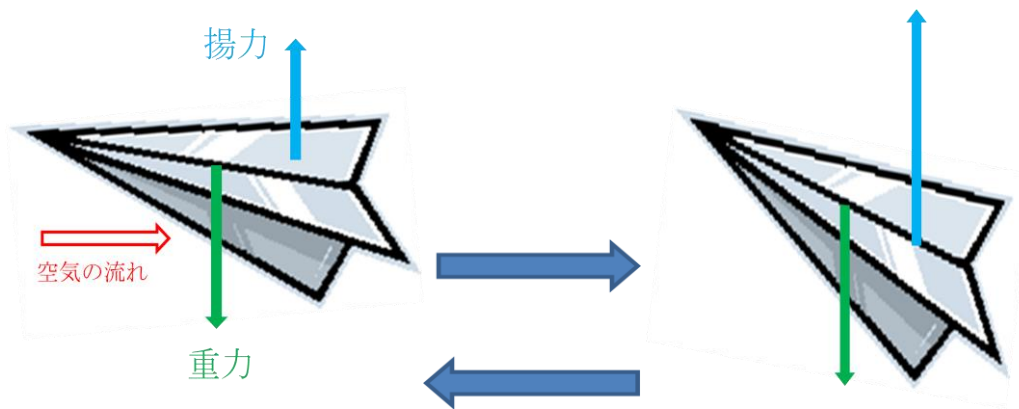
(前重心)

重心が前すぎると、先端を下げようとする力のモーメントが大きくなり先端が下がる。よって、揚力が働かなくなって先端から落下する。



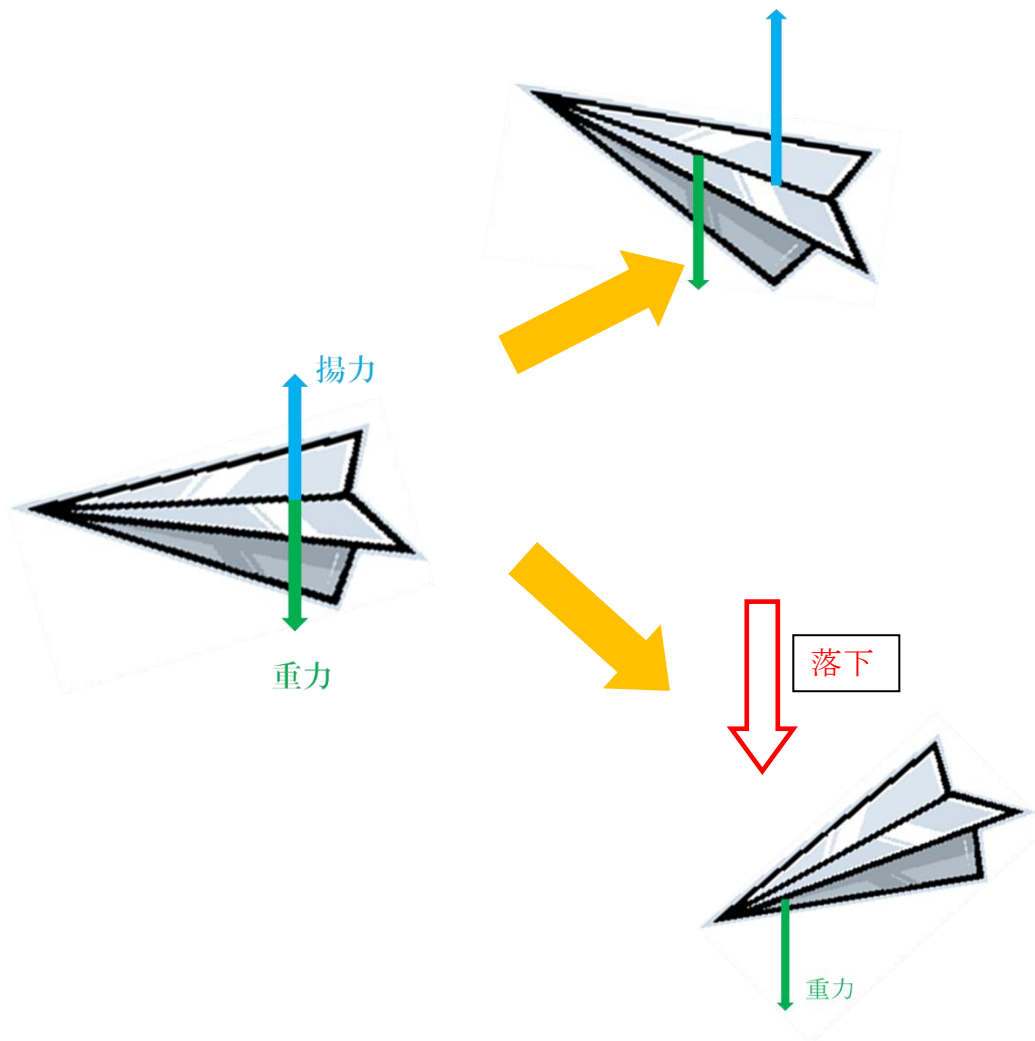
(もとの重心)

紙飛行機の下に空気が流れると、先端が持ち上がり大きな揚力がはたらく。しかし、揚力が大きくなると先端を下げる方向のモーメントが大きくなり、先端が下がる。その後、また空気の流れによって先端が持ち上がって揚力が大きくなる。このように、揚力が大きくなったり小さくなったりを繰り返しながら飛ぶ。よって、安定して長い距離を飛ぶ。



(後重心)

前重心のときやもとの重心の位置のときと比べて、紙飛行機の先端が上がるか下がるかが周りの空気に流れに影響されやすい。先端が上がると揚力がはたらくので、長い距離を飛ぶことがあるが、先端が下がると揚力が働かなくなるので、すぐに落下する。よって飛ぶ距離が安定しない。



E 結論

A の紙飛行機の場合、揚力より重心がすこし前にあるときは安定して長い距離を飛ぶ。また、紙飛行機の形によって長い距離を飛ぶ角度が異なることが分かった。さらに、クラスメイトが作ってくれた紙飛行機中で最も数の多かった紙飛行機 A は幅広い角度で安定して長い距離を飛ぶことから、みんなが折り方を知っている紙飛行機は優れているものであり、そういうものだからこそ今でも飛ばされ続けているのだと思った。

F 謝辞

校長先生、佐藤先生、小谷先生、わたしたちの紙飛行機の実験に携わってくださり、ありがとうございました。感謝の気持ちでいっぱいです。