

紙飛行機をより遠くに飛ばすには

2516 郷田恭士 2611 小林蒼空 2532 原怜平 2535 三尾颯弥

実験目的は紙飛行機とさまざまな要素との関係を調べることだ。実験は輪ゴムを使い、発射装置から飛んだ距離の平均を調べている。そして、発射角度と飛距離の関係には、紙飛行機が翼と地面が水平であると揚力が大きくなることから 10° の時に最もよく飛ぶことがわかった。力の大きさとの関係は、力が大きいほど飛距離が伸び、紙飛行機の力の大きさと飛距離の関係は比例であると考えることができた。翼の大きさは、最も広いものが最もよく飛ぶと考えていたが、翼が大きすぎると空気抵抗が大きくなり失速してしまうことなどの理由により二番目に広いものが最もよく飛んだ。

I 投射角度と飛距離の関係

1. 目的

紙飛行機の飛距離と角度の関係を明らかにする。

2. 仮説

紙飛行機は小球と同様に投射角度 45° で水平到達距離が最大 L となる。それは初速度 v 、投射角を θ 、重力加速度 g として以下の式で求められる。

$$L = \frac{v^2 \cos \theta}{g}$$

3. 使用した器具, 装置



図1 実験装置

- ・ 定規
- ・ スタンド
- ・ レゴブロック
- ・ メジャー
- ・ 机
- ・ 画用紙(A4 サイズ)
- ・ 輪ゴム(16号サイズ)
- ・ 分度器
- ・ おもり
- ・ ばねばかり

4. 実験の手順

- (1) 鉄製スタンドに固定した発射装置の高さを床から 140cm にセットする。
- (2) 厚紙で作った紙飛行機を発射装置にセットする。
- (3) 仰角が θ 、輪ゴムの弾性力の大きさ 3.5N で紙飛行機を飛ばし、飛距離を測定する。
- (4) (3)を 10 回繰り返し、平均をとる。
- (5) 発射角度を変えて実験する。

5. 結果

[cm]

θ	1	2	3	4	5	6
0°	313	315	357	361	370	405
10°	410	441	416	417	442	392
20°	373	351	363	390	406	413
30°	306	256	303	332	303	396
θ	7	8	9	10	平均	
0°	315	357	345	376	352	
10°	412	430	416	384	416	
20°	379	377	434	416	390	
30°	256	290	342	313	309	

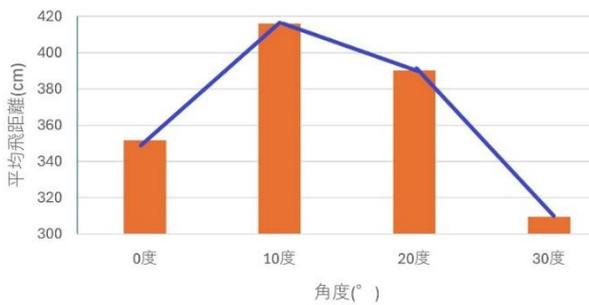


図2 投射角度と飛距離

6. 考察

紙飛行機は斜方投射の動きよりも滑空の動きの方が飛距離が伸びるためだと考えた（斜方投射は空気抵抗を無視し横方向には力ははたらかず、鉛直方向に重力のみがはたらく運動とし、滑空は推進力なしで傾くことで揚力により滑らかに飛ぶことを指すとす）。そのため角度の小さい10° から 15° の間では翼と地面が平行に近づき、紙飛行機に上向きにはたらいっている揚力が大きくなるため飛距離が伸びる。

II 力の大きさと飛距離の関係

1. 目的

紙飛行機に加える力の大きさと紙飛行機の飛距離の関係を確かめる。

2. 仮説

紙飛行機に加える力が大きくなるほど、紙飛行機が受ける力積が大きくなり、運動量の変化も大きくなるため飛距離は伸びていく。

3. 使用した器具

Iと同様

4. 実験の手順

- (1) 鉄製スタンドに固定した発射装置の高さを床から140 cmにセットする。
- (2) 厚紙の紙飛行機を発射装置にセットする。
- (3) 仰角を15°、輪ゴムの弾性力の大きさ2Nで紙飛行機を飛ばし、飛距離を測定する。
- (4) (3)を10回繰り返し、平均をとる。

- (5) 弾性力の大きさを3N, 4N, 5N, 6N, 7Nと変えて(3), (4)繰り返す。

5. 結果

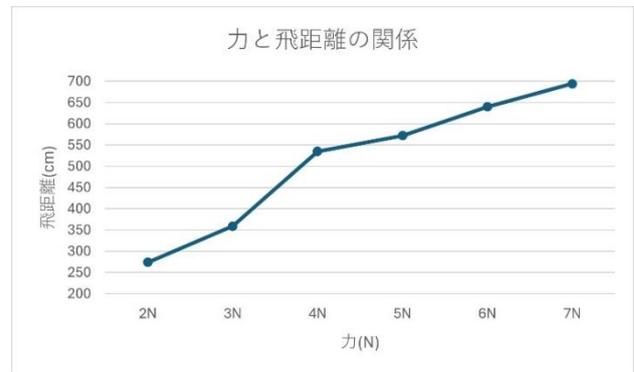


図3 加える力と飛距離

列1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2N	214	255	289	255	232	284	257	354	310	296
3N	322	398	342	363	369	342	407	379	330	344
4N	589	524	560	580	480	567	526	484	515	526
5N	592	562	585	540	549	578	566	579	574	602
6N	633	649	625	619	680	626	665	609	660	660
7N	685	649	719	680	761	683	738	695	760	675

6. 考察

紙飛行機に加える力が大きいほど、紙飛行機が受ける力積が大きくなり、紙飛行機の運動量の変化も大きくなるため飛距離が伸びた。そのため力の大きさと飛距離の関係は比例の関係に近いと考えられる。

III 羽の大きさと飛距離の関係

1. 目的

羽の大きさと飛距離の関係を調べる。

2. 仮説

翼が広いほど、紙飛行機に加わる揚力が大きくなり飛距離が伸びる。

3. 使用した器具

I同様

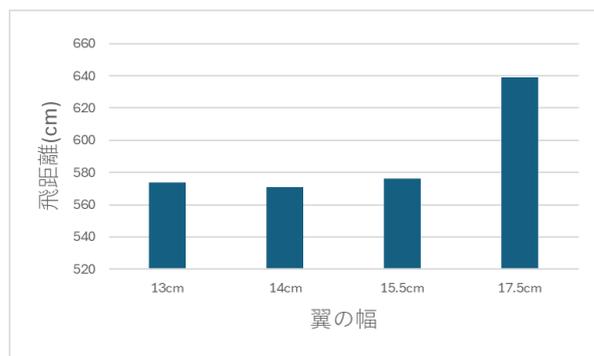
4. 実験の手順

- (1) 羽の幅 13cm, 14cm, 15.5cm, 17.5cm の紙飛行機を用意する。
- (2) 鉄製スタンドに固定した発射装置の高さを

床から 140cm にセットする。

- (3) 厚紙の紙飛行機を発射装置にセットする。
- (4) 仰角を 15° , 輪ゴムの弾性力の大きさ強さ 4N で紙飛行機を飛ばし飛距離を測定する。
- (5) (4) を 10 回繰り返す、平均をとる。
- (6) それぞれの羽の大きさに (4), (5) を繰り返す。

5. 結果



	1	2	3	4	5	6
13cm	571	556	578	580	563	584
14cm	519	613	560	529	600	575
15.5cm	615	562	588	572	571	575
17.5cm	611	685	583	615	580	681

	7	8	9	10	平均
13cm	600	504	613	586	574
14cm	530	590	590	605	571
15.5cm	580	591	560	548	576
17.5cm	705	610	669	651	639

図 4 羽の大きさと飛距離

13cm の時は槍のように飛び、15.5cm, 17.5cm の時は空中で留まってから滑空して飛んだ。

6. 考察

紙飛行機には、投射の動きと滑空の動きがあり、前者は空気抵抗が小さくなるほど飛距離への影響が大きくなり、後者は揚力が大きいほど、飛距離への影響が大きくなると考えられた。今回の実験では羽の幅が 13 cm は空気抵抗が小さく、17.5 cm では揚力が大きくなったことで飛距離が伸びた。紙飛行機の飛距離を伸ばすには滑空と空気抵抗のバランスがとれた状態が大切だと考えた。

IV 展望

角度と力の大きさの実験について、考察した空気抵抗と揚力の関係をより詳しく明らかにすることで、条件の違いによる飛距離の変化を明らかにする。具体的には揚力、空気抵抗と角度、力の大きさの関係を座標上に示し式で表す。

また現在の実験だけでは不十分である翼の大きさと飛距離の関係については、斜方投射、滑空の動きについて細かく分析し、同じく関係式を導いていく。

これからはこれらの実験と並行して、紙飛行機の折り方や重心などの関係に関して調べていく。

V 謝辞

実験方法等において助言やアドバイス等して下さった学校の先生方、大学教授の先生方、ありがとうございました。

VI 参考文献

<https://gikyobun.or.jp/dtg/file/kamihikouki.pdf>

紙飛行機発射台