

どんな紙飛行機が最も遠くへ飛ぶか

3540 吉村衣未 3601 安藤茜 3622 曾我唯

※ 以下では参考文献の記載に従い、へそ「ヒコーキ」、イカ「ひこうき」、紙「飛行機」と記述する。

1. 要旨

紙飛行機にはさまざまな形があり、形が異なれば紙飛行機の重心の位置も変わってくる。また、同じ大きさの紙でも使用する紙の種類によって質量は変化する。それらを考慮してより遠くへ飛ぶ紙飛行機を作製するために、大きく分けて2つの実験を行った。

まず、紙飛行機の形に着目して実験1を行った。参考文献より4つの形にしぼり、3人がそれぞれ1種類につき3回ずつ飛ばし、飛距離を計測した。

次に、紙の種類に着目して実験2を行った。実験1はコピー用紙に統一して行ったが、ここでは広告用紙や画用紙などを含めた6種類の紙を使用して、実験1と同じ4種類の形を用いて飛距離を計測した。

結果はA4サイズのコピー用紙を使用した「矢C」が最も遠くまで飛ぶという結果になった。

2. 目的

最も遠くへ飛ぶ紙飛行機を作製するために「機体の構造による違い」「紙の種類による違い」の2つに着目して実験を行う。

3. 仮説

紙の大きさは大きすぎても小さすぎても飛ばないと考え、A4サイズがよいと考えた。

形はへそのある紙飛行機は重心が真ん中にあるので安定した飛行につながり遠くへ飛ぶと考えた。

紙の質は厚みがあり丈夫な画用紙がよいと考えた。

4. 実験の手順

《実験1》

(1)目的

紙飛行機の機体の構造による違いで飛距離は異なるのかを実際に飛ばして検証する。

(2)使用した器具・装置

- ・コピー用紙
- ・メジャー

(3)実験の手順

① 矢B、矢C、イカひこうき、へそヒコーキ改良型の4種類をA4サイズのコピー用紙で作製する。

※折りは参考文献(「おりがみ飛行機」)の記載に従う。

《機体の写真》

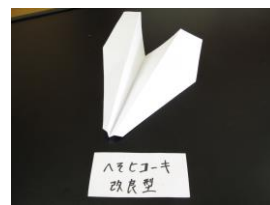
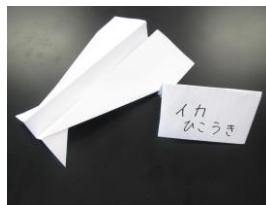
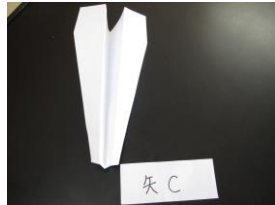
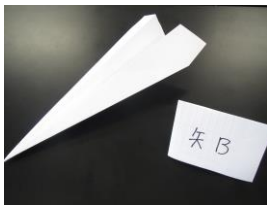


図1 矢B

図2 矢C

図3 イカひこうき

図4 へそひこうき改良型

《各機体の展開図》

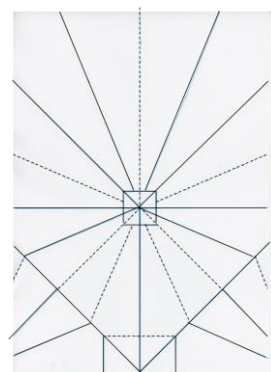
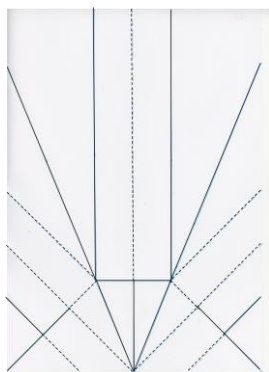
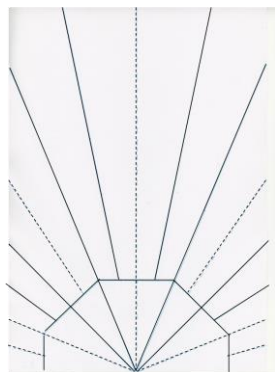
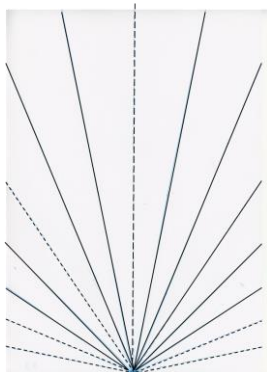


図5 矢B

図6 矢C

図7 イカひこうき

図8 へそひこうき改良型

————— ……山折り - - - - - ……谷おり

《機体の構造の違い》

矢C (図2) は矢B (図1) の機体の先端を折り曲げたものである。

イカひこうき (図3) は機体の先端に小さな翼がついており特徴的である。

へそひこうき改良型は機体の先端が少し折り曲がっており、「へそ」がある。

→ 「へそ」とは下の写真の丸で囲まれた部分で紙を折り返した三角形の部分である。

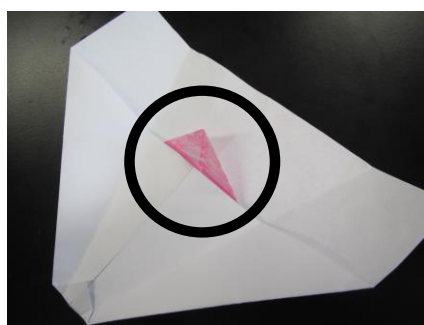
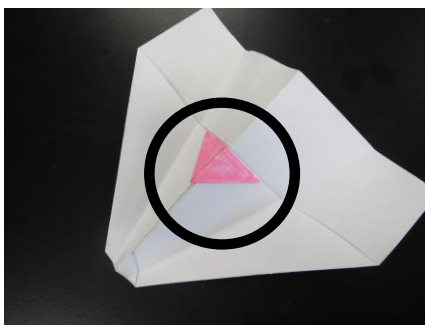


図9 へそひこうき改良型のへそ (丸で囲まれた部分)

② 作製した紙飛行機を3回ずつ飛ばし距離を計測する。

※このとき1人4種類ずつ折り自分で折ったものを3回ずつ飛ばす。

※記録は紙飛行機が地面に着いた地点までの距離を計測する。

※計測場所は風のない体育館内で行う。

③ 記録をもとに考察する。

(4)結果

※小数第 3 位を四捨五入する。

【矢 B】 単位(m)

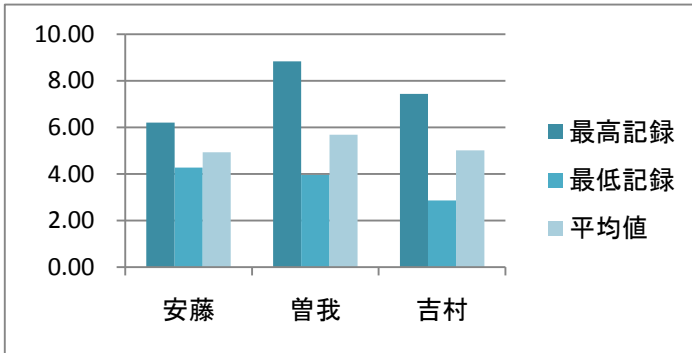
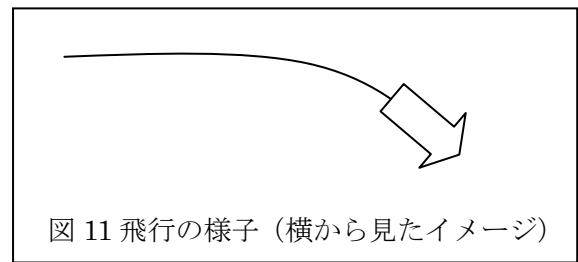
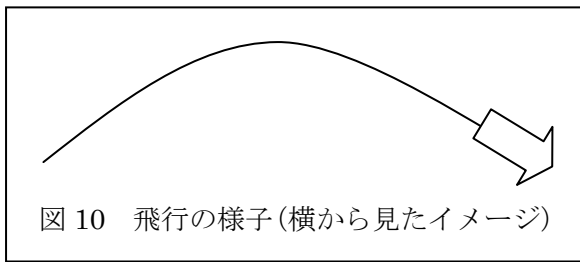


表 1 実験 1 矢 B の測定結果(m)

	最高記録	最低記録	平均値
安藤	6.20	4.27	4.92
曾我	8.83	3.95	5.68
吉村	7.43	2.86	5.01

《様子》

- ・曾我の最高記録が出たとき (図 10) のようにきれいに弧を描いて飛んだ。
- ・一方吉村の最低記録のとき (図 11) のように急に床に突き刺さるように落ちた。
- ・機体がひっくりかえるときがあった。



【矢 C】 単位(m)

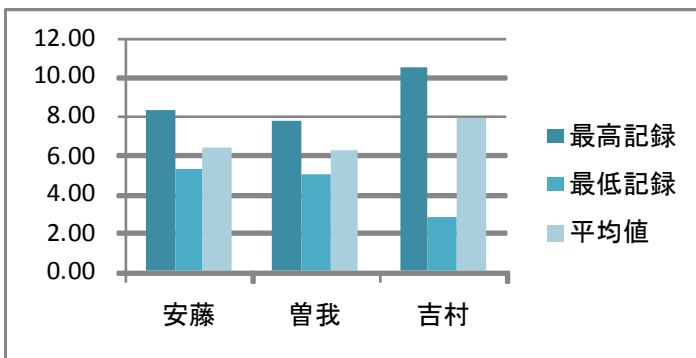


表 2 実験 1 矢 C の測定結果

	最高記録	最低記録	平均値
安藤	8.25	5.30	6.37
曾我	7.80	5.05	6.29
吉村	10.51	5.24	7.83

《様子》

- ・最低記録のとき (図 11) のように機体の先端が重そうに床に落ちていくような飛び方だった。

【イカひこうき】 単位(m)

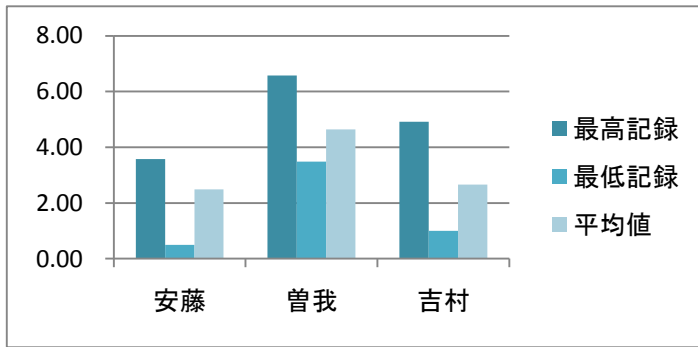


表 3 イカひこうきの測定結果

	最高記録	最低記録	平均値
安藤	3.58	0.50	2.49
曾我	6.58	3.48	4.64
吉村	4.92	1.00	2.66

《様子》

吉村、安藤の最低記録は真上にあがってそのまま真下に落ちてきてしまった。(図 12)
投げた人の方向へ戻ってきてしまうことが何回かあった。

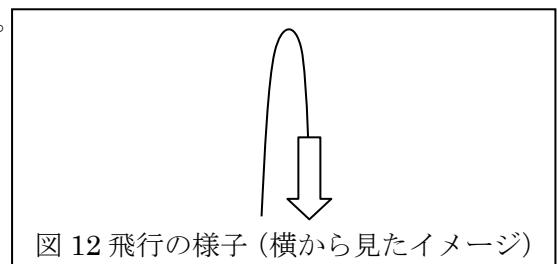


図 12 飛行の様子 (横から見たイメージ)

【へそヒコーキ改良型】 単位(m)

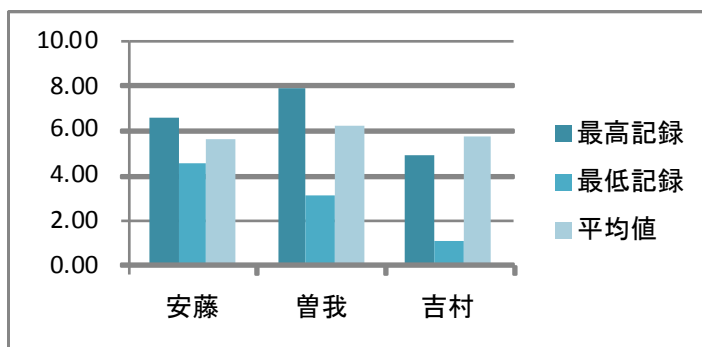


表 4 へそヒコーキ改良型の測定結果

	最高記録	最低記録	平均値
安藤	6.50	4.51	5.57
曾我	7.83	3.08	6.17
吉村	4.83	2.62	3.41

《様子》

吉村の最高記録のとき (図 13) のような特徴的な飛び方をした。
しかし曾我の最高記録のとき (図 10) のような飛び方だった。

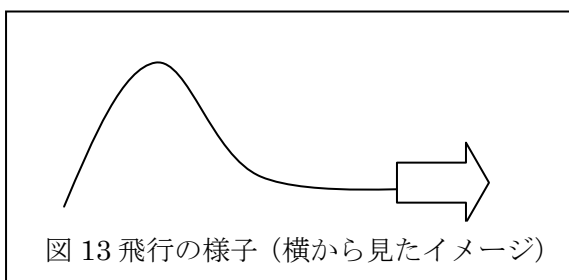


図 13 飛行の様子 (横から見たイメージ)

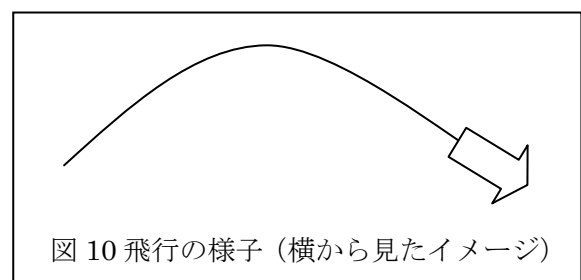


図 10 飛行の様子 (横から見たイメージ)

(5)考察

イカひこうき、へそヒコーキ改良型の 2 種類は最高記録と最低記録との差が大きいことから、イカひこうきは「先尾翼」、へそヒコーキ改良型は「へそ」が記録の差に関係していると考えられる。

矢 B と矢 C は最低記録を比べると矢 C のほうが飛ぶ。これは先端を折ったことでバドミンントンのシャトルのように前に重心があることでまっすぐ安定して飛ぶのではないかと考える。

(6)結論

最も遠くへ飛ぶ紙飛行機の形は「矢 C」である。

しかし、投げた人によって記録に差が出ているため発射台を自作し同じ力で投げたときの記録を計測し本当に矢 C が最も遠くへ飛ぶのか検証していく必要がある。

《実験 2》

(1) 目的

紙の種類の違いによって飛距離は異なるのか実際に飛ばして検証する。

(2) 使用した器具

- ・コピー用紙 ・ 広告用紙 (同じ質のもので統一) ・ トレーシングペーパー ・ 新聞紙
- ・ 画用紙 (DAISO(株)大倉産業) ・ 書道半紙 ※用紙は全部 A4 サイズで使用
- ・ メジャー ・ カッターナイフ ・ 電磁式はかり (研精工業株式会社) Max3100 g d=0.01 g

(3) 実験の手順

- ①それぞれの種類の紙を A4 サイズに切る。切ったものを電磁式はかりを用いて質量を測る。
- ②矢 B、矢 C、イカひこうき、へそヒコーキ改良型の 4 種類をそれぞれの用紙で作製する。
- ③それぞれの紙飛行機を 3 回ずつ同じ人で飛ばし距離を計測する。
※記録は紙飛行機が地面に着いた地点までの距離を計測する。
※計測場所は風のない体育館内で行う。
- ④記録をもとに考察する。

(4) 結果

※小数第 3 位を四捨五入する。

コピー用紙 3.19g/枚 単位(m)

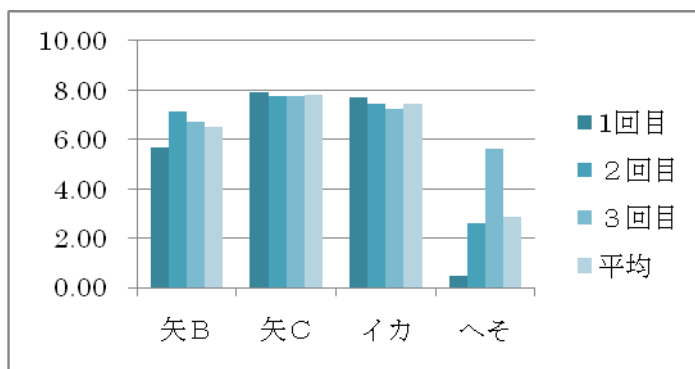


表 5 実験 2 コピー用紙の結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
矢B	5.70	7.13	6.70	6.51
矢C	7.92	7.74	7.76	7.81
イカ	7.71	7.45	7.24	7.47
へそ	0.48	2.60	5.60	2.89

《様子》

へそヒコーキ改良型の 1 回目するとき (図 14) のように上に上がって真下に落ちた。



図 14 飛行の様子 (横から見たイメージ)

広告用紙 4.15g/枚 単位(m)

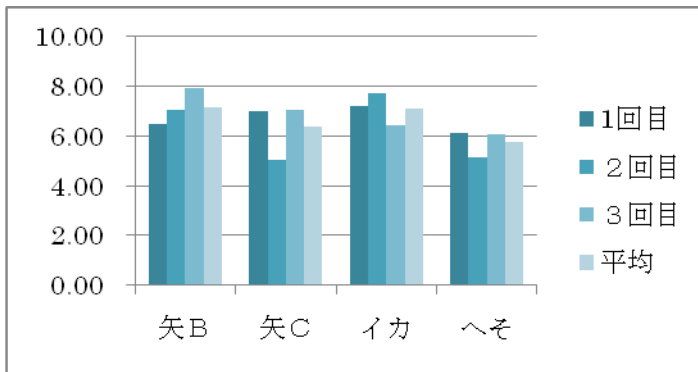


表 6 実験 2 広告用紙の結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
矢B	6.50	7.03	7.92	7.15
矢C	7.02	5.04	7.03	6.36
イカ	7.21	7.71	6.45	7.12
ヘそ	6.12	5.15	6.05	5.77

トレーシングペーパー 2.68g/枚 単位(m)

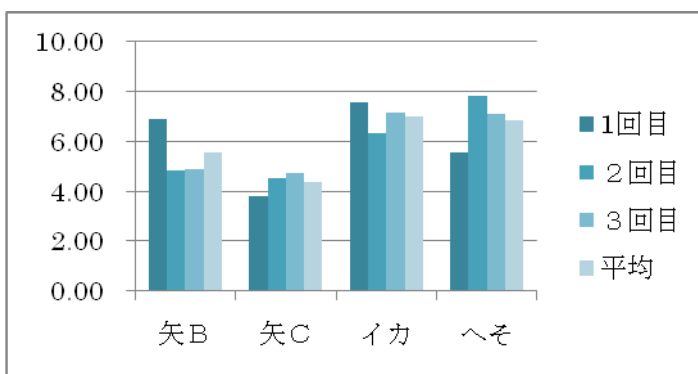
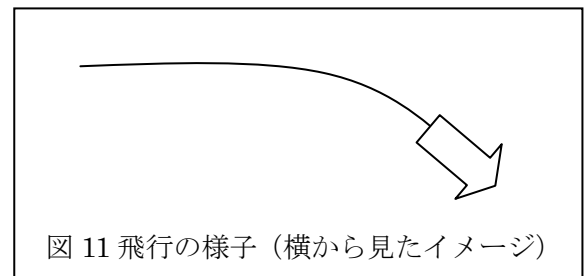


表 7 実験 2 トレーシングペーパーの結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
矢B	6.90	4.85	4.90	5.55
矢C	3.82	4.50	4.73	4.35
イカ	7.55	6.31	7.15	7.00
ヘそ	5.57	7.84	7.10	6.84

《様子》

矢 C の先端が重そうで突き刺さるように落ちた。(図 11)



新聞紙 2.70g/枚 単位(m)

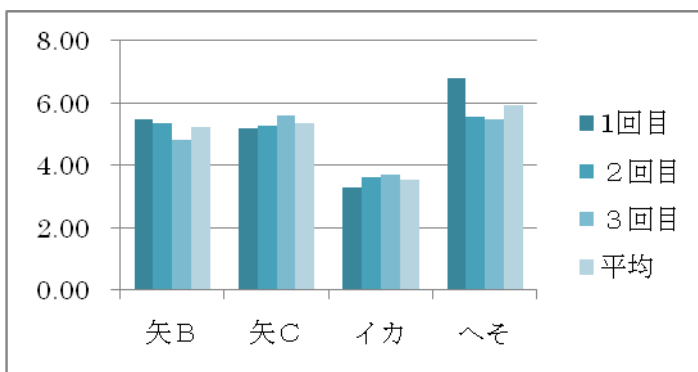


表 8 実験 2 新聞紙の結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
矢B	5.48	5.36	4.80	5.21
矢C	5.18	5.26	5.60	5.35
イカ	3.30	3.60	3.70	3.53
ヘそ	6.81	5.54	5.46	5.94

画用紙 9.95g/枚 単位(m)

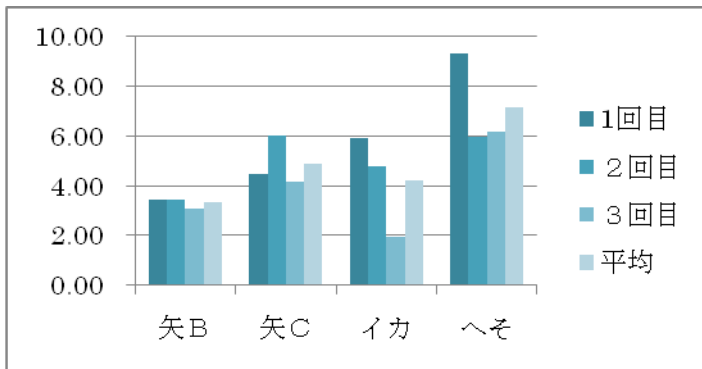
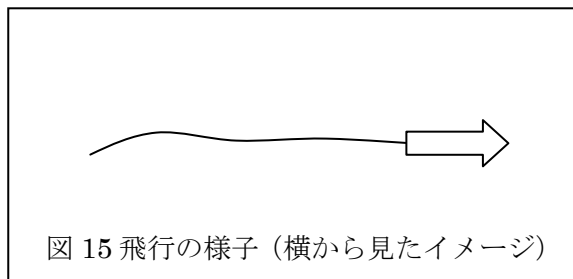
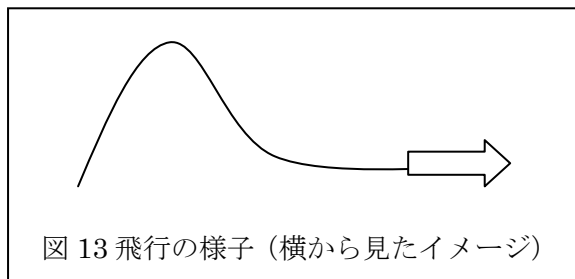


表 9 実験 2 画用紙の結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
矢B	3.45	3.45	3.08	3.33
矢C	4.48	6.03	4.15	4.89
イカ	5.93	4.80	1.93	4.22
ヘそ	9.32	5.98	6.20	7.17

《様子》

ヘそヒコーキ改良型の1回目のとき、よく見られる飛び方(図13)ではなく(図15)のような飛び方だった。



書道半紙 2.30g/枚 単位(m)

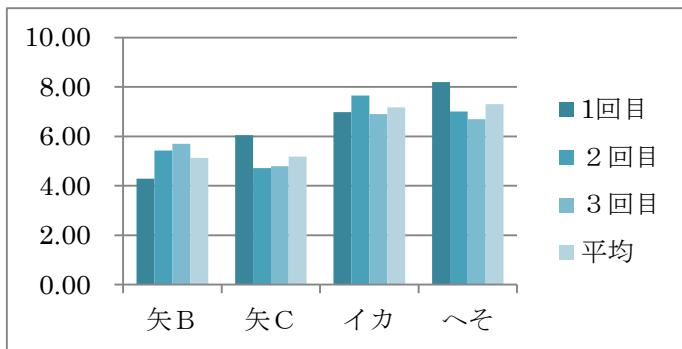


表 10 実験 2 書道半紙の結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
矢B	4.28	5.42	5.70	5.13
矢C	6.05	4.71	4.79	5.18
イカ	6.98	7.65	6.90	7.18
ヘそ	8.20	7.00	6.69	7.30

(5)考察

それぞれの機体の最高記録と平均の表 単位(m)

	紙の種類	最高記録	平均
矢B	広告用紙	7.92	7.15
矢C	コピー用紙	7.92	7.81
イカ	コピー用紙	7.71	7.47
	広告用紙	7.71	7.12
ヘそ	画用紙	9.32	7.17

それぞれの形によって飛びやすい紙の種類は違う。

- ・ 矢 B, 矢 C, イカひこうきの 3 種類は紙の質量では 3.00g~4.00g 前後のものがよく飛ぶ。
- ・ 画用紙は機体が重すぎるため、矢 B、矢 C、イカひこうきだと機体を浮かす揚力が重力に負けてしまい距離が伸びなかったと考える。しかし、へそヒコーキ改良型はよく飛ぶことから機体の構造との相性が良かったと考えられる。

《実験 3》

(1)目的

紙飛行機の大きさによる飛距離は異なるのか実際に飛ばして検証する。

(2)使用した器具・装置

- ・ コピー用紙 (B5 サイズ、A4 サイズ、A3 サイズ) ・ メジャー
- ・ 電磁式はかり (研精工業株式会社) Max3100 g d=0.01 g

(3)実験の手順

- ① 矢 B、矢 C、イカひこうき、へそヒコーキ改良型の 4 種類を B5 サイズ (3.15g/枚)、A4 サイズ (4.11g/枚)、A3 サイズ (8.41g/枚) のコピー用紙で作製する。
※折り方は参考文献の記載に従う。
- ② それぞれの紙飛行機を 3 回ずつ同じ人で飛ばし距離を計測する。
※記録は紙飛行機が地面に着いた地点までの距離を計測する。
※計測場所は風のない体育館内で行う。
- ③ 記録をもとに考察する。

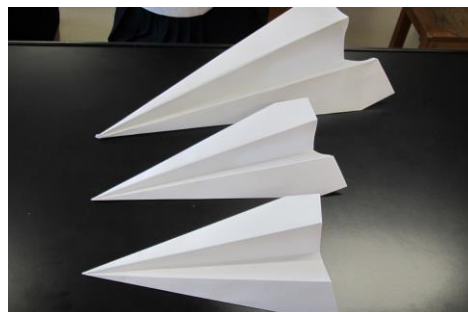


図 16 上から A3・A4・B5 の用紙で制作した矢 B

(4)仮説

- A3 サイズは A4 サイズより大きすぎて不安定になりあまり飛ばないと考える。
- B5 サイズは A4 サイズより小さく、軽いのでスピードが出てよく飛ぶと考える。

(5)結果

※小数第 3 位を四捨五入する。

【矢 B】 単位 : m

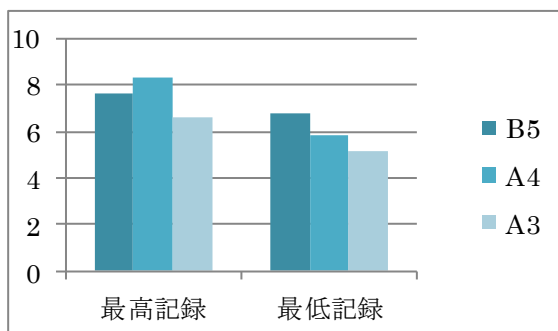


表 11 実験 3 矢 B の結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
B5	6.83	7.66	7.50	7.33
A4	6.12	8.35	5.83	6.77
A3	6.62	5.20	5.30	5.71

【矢 C】 単位：m

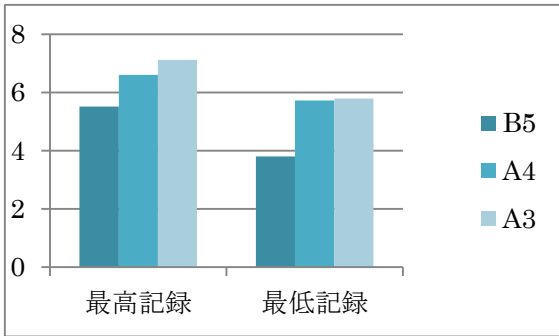


表 12 実験 3 矢 C の結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
B5	5.51	5.48	3.80	4.93
A4	6.60	6.53	5.72	6.28
A3	6.60	5.79	7.12	6.50

【イカひこうき】 単位：m

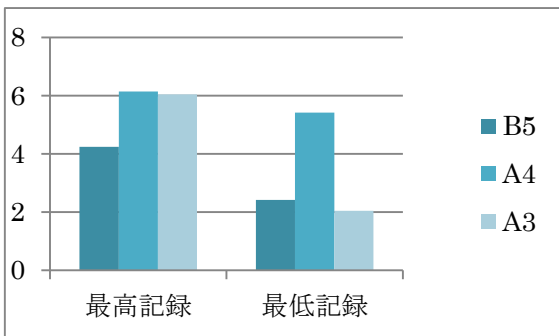
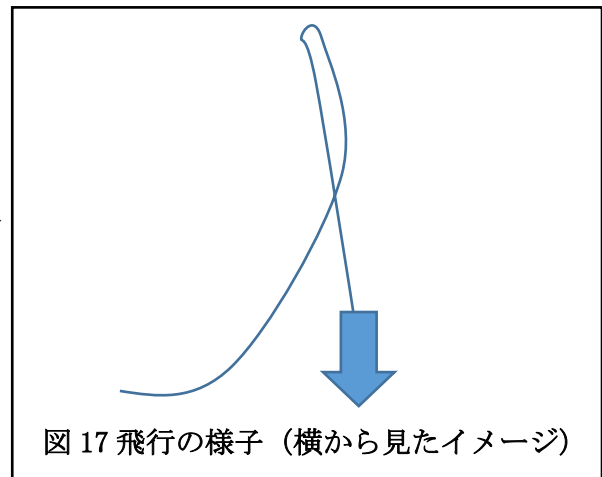


表 13 実験 3 イカひこうきの結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
B5	2.42	3.00	4.24	3.22
A4	6.14	5.42	5.80	5.79
A3	6.04	2.05	5.96	4.68

《様子》

A4 サイズ、B5 サイズとも期待が飛行中に
ひっくり返ってしまいあまり距離が伸びなかった。
A3 サイズでの記録「2m05cm」の時、図 17 のように
真上に上がって機体が真下に落ちてきてしまった。



へそヒコーキ改良型 単位：m

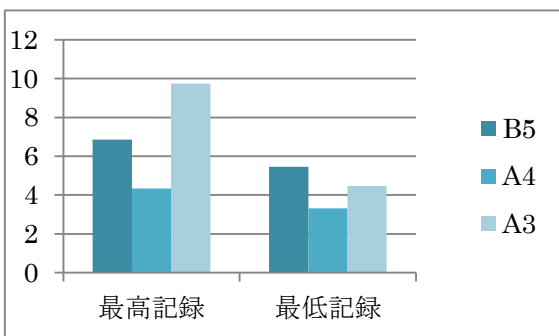
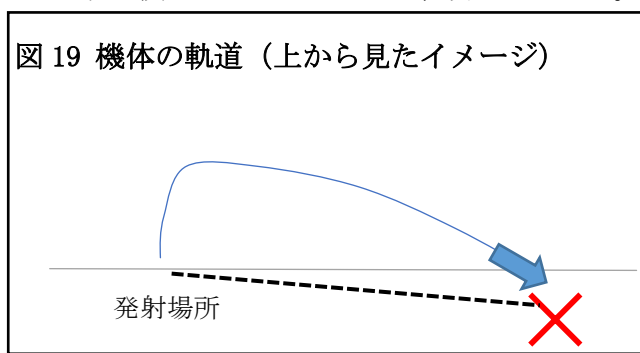
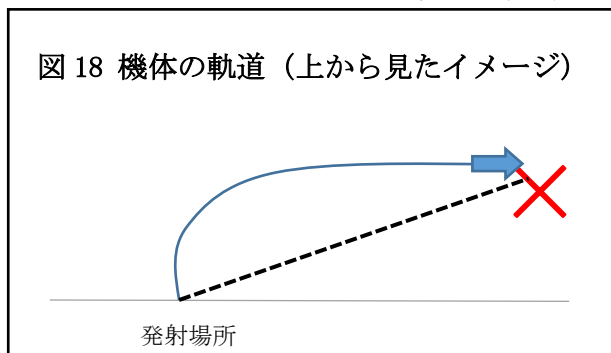


表 14 実験 3 へそヒコーキの結果(m)

	1回目	2回目	3回目	平均
B5	6.28	6.85	5.45	6.19
A4	4.09	3.32	4.34	3.92
A3	4.46	9.74	5.07	6.42

《様子》

B5 サイズでのへそヒコーキの実験では下の図 17,18 のように横にそれてしまったり、戻ったりした。



※上の図 17,18 の点線は計測距離を表す

(6) 考察

《矢 B》

B5 サイズの最高記録は A4 サイズよりも悪いが平均をみると B5 サイズの記録が良いため、矢 B は B5 サイズが適していると考え。質量の小さい B5 サイズは先端がとがっておりスピードがでる矢 B と相性が良いからであると考察する。

《矢 C》

A3 サイズが最高記録、最低記録とも他の 2 つよりも記録が良いため、最も適していると考え。

《イカひこうき》

A3 サイズと B5 サイズは飛行が安定しなかった。

また、A4 サイズが最高記録、最低記録とも他の 2 つよりも記録が良いため最も適していると考え。

《へそヒコーキ改良型》

A3 サイズ、B5 サイズとも A4 サイズよりは記録が良いが発射した位置のほうへ戻ってきてしまうため「遠くへ飛ばす」という目的に合わないため記録の安定している A4 サイズが適していると考え。

(7) まとめ

それぞれの機体にあった紙の大きさがあり、実験 3 では B5 サイズの用紙で制作した矢 B が最も遠くまで飛ぶ。

5. 全体の結果

実験 1、2、3 から最高記録 (10m51cm) を記録した

「A4 サイズのコピー用紙で制作した矢 C」が最も遠くまで飛ぶ紙飛行機といえる。

6. 考察、わかったこと

今までの実験では人の手によって実験を行ってきたため記録のばらつきがあり正確な結果とは言い切れないが、実験 1、2、3 からそれぞれの機体の構造に適した紙の種類、大きさがあると考えられる。

7. まとめ

コピー用紙を用いた矢 C の機体が最も遠くへ飛ぶ紙飛行機である。

8. 参考文献

『おりがみ飛行機』 桃谷好英 著 誠文堂新光社

『折り紙ヒコーキ進化論』 戸田拓夫 著 NHK 出版