

紙飛行機を遠くに飛ばす条件 パートⅢ

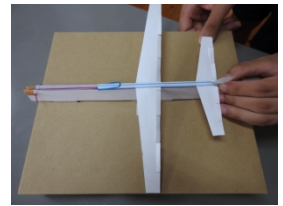
山鹿市立鹿北中学校 3年 島北 大都

1 研究の目的

僕の趣味は紙飛行機作りである。中学校での2年間、紙飛行機をテーマとして研究してきた。今回も継続して紙飛行機をテーマとして自由研究に取り組んだ。目的は「最も遠くに飛ぶ紙飛行機を作ること」と、「紙飛行機の操縦方法を調べること」である。

2 研究の方法

- ・実験A…主翼、尾翼の舵を0度を基準として上に5度～25度、下にも5度～25度におる。左右の翼とも角度をそろえて飛ばす。この時の飛距離と飛び方を調べる。
- ・実験B…実験Aと同じように主翼、尾翼の舵の角度を変える。この実験では舵は1つだけを変える。他の舵は全て0度に固定し、飛び方を調べる。
- ・実験C…垂直尾翼の舵を0度を基準として右に5度～25度、左に5度～25度におる。他の翼の舵は全て0度に固定し、飛び方を調べる。



3 研究の結果（表や図、グラフの一部のみ掲載）

実験A

[飛距離]													[飛び方]												
主	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	平均	主	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	
-25°	95	93	91	94	95	94	95	97	95	94	92	94	-25°	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
-20°	94	94	93	97	95	97	94	96	97	92	91	95	-20°	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
-15°	93	95	94	95	94	91	97	92	91	96	90	93	-15°	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
-10°	94	93	95	92	96	97	93	98	94	93	90	94	-10°	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
-5°	95	93	91	94	91	95	94	96	94	95	93	94	-5°	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
0°	93	96	95	347	862	1159	206	92	108	107	94	304	0°	G	G	E	A	A	A	C	C	G	G	G	G
5°	95	100	98	372	861	1117	1162	1143	939	197	96	562	5°	G	G	E	D	D	D	B	B	B	G	G	G
10°	98	99	98	324	842	962	1014	1967	928	163	96	499	10°	G	G	E	D	D	D	B	B	B	G	G	G
15°	94	97	97	101	663	991	1041	1000	773	173	95	466	15°	G	G	E	E	D	D	B	B	B	G	G	G
20°	95	95	95	103	652	961	772	993	776	174	94	437	20°	G	G	E	E	D	D	B	B	B	G	G	G
25°	91	93	92	95	93	545	538	572	510	149	96	261	25°	G	G	G	G	D	D	D	B	B	B	G	G
平均	93	95	94	165	386	564	473	486	410	139	93														

[気付き] 尾翼の舵が下向きの時は、全てパターンF。また、パターンGは舵の角度が大きい所で見られる。理想的なパターンAは3つしか見られなかった。

[飛び方の様子]

A	発射後少し上昇し、ゆっくりと安定した滑空をする。	C	発射地点と同じ高度を保つが、途中で突然落ちる。	E	発射直後、急上昇し、その後失速して落ちる。そのまま床に激突する。	G	風にのれず、不安定な飛行。
B	発射地点より高度を上げることなく、ゆっくりと安定した滑空をする。	D	発射直後、急上昇し、その後失速して落ちる。途中で機首をあげ、少し滑空する。	F	発射直後、下にUターンし、上下逆になって戻ってくる。		

実験B

角	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
-25°	a	a	a	h	h	h	e	e	e	e
-20°	a	a	h	h	h	h	e	e	e	e
-15°	a	a	h	h	h	h	e	e	e	e
-10°	a	a	h	h	h	h	e	e	e	e
-5°	a	a	h	h	h	h	e	e	e	e
0°	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
5°	b	左	左	左	右	右	右	左	左	右
10°	b	左	左	左	右	右	右	左	左	右
15°	b	左	左	左	右	右	右	左	f	右
20°	c	左	c	右	右	右	右	左	左	右
25°	c	c	c	c	c	c	g	左	左	右

[飛び方の様子]

a	方向は変わらないが、機体が少し傾いている。	e	方向は変わらないが、下にUターンし、上下逆になって戻ってくる。
b	方向が少し変わった。機体は少し傾いている。	f	方向は変わらない。上下逆になってそのまま滑空する。
c	発射直後、上下逆になり、床に向かって急降下した。	g	途中でまっすぐ飛ぶが、突然方向が変わる。
d	機体は傾かず発射直後に向きをかえ、後はまっすぐ飛ぶ。	h	機体の傾きも方向の変化もなく、まっすぐ飛ぶ。

[気付き] 主翼、尾翼の違いはない。そして右翼が負の数だったら変化はないが、正の数だったら右へ行く。左翼も負の数

だったら変化はないが、正の数だったら左へ行く。また、曲がる舵が胴体から遠いほど飛ぶ方向が大きく変化する。

実験C

垂直尾翼の舵が右に曲がっていたら右の方向に行く。逆に、舵が左に曲がっていたら左の方向に行く。しかし、これらの変化はごく小さいもので、垂直尾翼の舵が少しでも曲がると、飛距離がとても短くなることが分かった。

4 研究の考察（図省略）

- (1) 尾翼の舵が上向きだったら飛距離が長くなる理由について…尾翼の舵が上向きだったら、尾翼の上に空気の流れのたまり場(抵抗)ができる。尾翼はこの空気のたまり場をなくそうとはたらき、翼の後ろをさげる。すると、機体は上向きになるので、高度を高く保てる。だから、着地するまでの距離が長くなると考えられる。
- (2) 主翼の舵が下向きだったら飛距離が長くなる理由について…尾翼とは逆に、主翼の舵は下向きだったら飛距離が長くなる。尾翼は空気の流れのたまり場(抵抗)ができるとすぐに逃がす動きをしたが、主翼の場合は違う。主翼には機体を支える役目があり、主翼は何かを支えてもらわないとその役目を果たせない。その主翼を支えるものが空気のたまり場なのではないか。舵が上向きだったら空気の流れはたまることなくそのまま流れていく。すると機体を支えるものがなくなり、自然と高度を保てなくなる。そして飛距離が短くなると考えられる。
- (3) 垂直尾翼が少しでも曲がると飛行機は全く飛ばなくなる理由について…考察(1)と同じように垂直尾翼の舵にも空気のたまり場ができる。垂直尾翼は他の翼と比較して最も面積が小さい。つまり飛行に影響を与える力はあまり持っていない。だから考察(1)の尾翼のように機体の向きを変えさせて空気の流れを逃がすことはできない。また、主翼のように大きくもないし丈夫でもないなのでその抵抗に耐えられることもできない。そんな垂直尾翼が空気の抵抗を受け続けたら垂直尾翼自体がしなったり、曲がったりする。垂直尾翼の舵は小さく、影響力もない。しかし、垂直尾翼自体は大きく、少し歪むだけで大きな抵抗を生み出すことができる。小さな舵がその翼をゆがませ、結果的に機体全体にとって大きな抵抗となってしまうと考えられる。
- (4) 主翼の舵が下、尾翼の舵が上向きだったら飛行機は急上昇し、ほぼ垂直の上向きになって、その後は床に向かい急降下する、という飛び方になる理由について…考察(1)(2)から主翼の舵が下向き、尾翼が上向きというのは2翼とも上向きに力が働いている状態だということがわかる。この2翼による上向きの力は機体にとって大きすぎたのかもしれない。この2力に従って機体は急上昇し、そのうち垂直になる。そのとき、発射されるときに得た推進力は0になる。推進力を失った機体の舵は何の役にも立たなくなり、自動的に機体は下向きに落ちていくと考えられる。
- (5) 実験Bから右翼の舵が上向きだったら右へ、左翼の舵が上向きだったら左へ行く。また、折れ曲がる舵が胴体から遠いほど大きく方向を変える理由について…右翼の舵が曲がれば右翼に空気抵抗がおこり、右翼の推進力が落ちる。左翼の推進力はほとんど落ちない。この左右の推進力の差が機体を右に向かせたと考えられる。左翼の場合も同じように、右翼より左翼の推進力のほうが小さくなり、機体は左を向くと考えられる。そして、この時折れ曲がった舵が回転の中心となっている。回転の中心が胴体に近いと、胴体から遠い時より大きく方向を変える。

5 研究のまとめ

主翼、尾翼ともに5度の飛行機が最も遠くに飛び、距離は1162 cmにもなることがわかった。これは予想と

は違って舵が上向きなので驚いた。また、実験Aから

翼ごとの平均をみると、主翼が0度の時が最も飛距離が長いことが分かった。更に0度を境目として、舵の角度が下向きの時と上向きの時の差は少ししかないことや、尾翼の時は5度が最も遠くに飛んでいることが分かった。この3年間で紙飛行機について研究してきたが、今年は実験を253回行い、その平均値を求めるなど、特に正確さを重視する工夫を行った。今後も更に研究を深めていきたい。

〈飛距離が長い紙飛行機〉

1位	主翼5°、尾翼5°	1162cm
2位	主翼0°、尾翼0°	1159cm
3位	主翼10°、尾翼5°	1143cm
4位	主翼0°、尾翼5°	1117cm
5位	主翼10°、尾翼10°	1067cm

〈紙飛行機操縦法〉

方	右へ行く…主翼か尾翼の右舵を上へ曲げる。曲げる舵が胴体から遠いほど大きく曲がる。
向	左へ行く…主翼か尾翼の左舵を上へ曲げる。曲げる舵が胴体から遠いほど大きく曲がる。
	上へ行く…主翼の舵を下に曲げる。尾翼は0度。
高	下へ行く…主翼、尾翼両方の舵を少し下に曲げる。
度	急降下…尾翼の舵を下に曲げる。主翼の舵はどんな角度でも急降下をする。
	急上昇…主翼の舵を下へ、尾翼の舵を上へ曲げる。
飛	遠くへ行く…主翼、尾翼両方の舵を0度にする。
距	…主翼、尾翼両方の舵を5度上に曲げると最も遠くに飛ぶ。
離	