

ライトプレーン改造計画4

～主翼と尾翼のより良い組み合わせは～

浜松市立神久呂中学校
2年 小笠原 裕真

1 動機

過去3年間で、ライトプレーンについて、「どうすればもっと安定して、長く飛ばすことができる」のか、主翼と尾翼のはたらきに注目して研究を行いました。

一昨年まで研究した主翼では、どのタイプで試してみても、折り込みは前よりも後ろに入れる方が揚力が生まれやすかったですが、昨年に研究した尾翼では、前に折り込みを入れた方が飛距離が伸びることが分かりました。

これまでの研究の結果から、「主翼」の両端（前後）まで1cmの折り込みを入れた9号機が最も飛距離が伸びることがわかりました。



ライトプレーン

cm	1 cm折れ						無加工
	A前 下折れ	B前 上折れ	C後 下折れ	D後 上折れ	E前上折れ 後下折れ	F前下折れ 後上折れ	
1回目	379	251	242	209	221	311	453
2回目	451	407	251	289	163	323	337
3回目	491	378	256	281	261	281	396
4回目	521	395	213	383	171	333	293
5回目	511	399	306	340	228	314	366
6回目	413	317	261	346	251	279	429
7回目	401	419	391	343	202	311	367
8回目	472	301	250	320	183	361	373
9回目	480	351	253	381	190	319	373
10回目	529	315	284	352	221	355	332
平均	464.8	353.3	270.7	324.4	209.1	318.7	371.9
最大値	529	419	391	383	261	361	453
最小値	379	251	213	209	163	279	293
最大値-最小値	150	168	178	174	98	82	160
特徴	なめらか	安定は滑空	真っすぐ	速度があまり出ない	すぐ下降	上昇する力が大	少し上昇
	滑空	×だと左右に曲がる	最後に急下降	上下にブレ ゆっくり下降	風に乗らない	失速して落下	途中で落下

また、昨年の「尾翼」の研究では、尾翼の前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げたAタイプが最も飛距離が伸びることがわかりました。

そこで今年は、過去3年間の研究の結果をふまえて、飛距離の伸びた「主翼」に「尾翼」を組み合わせたいと考えました。2020～2021年に行った主翼の加工で、最も飛距離が伸びた9号機を基準として、優秀だった機体に記録の伸びた尾翼を組み合わせることで、9号機よりも飛距離や安定性がさらに伸びる機体を生み出すことを目指したいと思いました。

さらに、何種類かの機体の飛距離や挙動を観察して記録を重ねていくことで、プレーンの飛距離を伸ばすための翼周辺の空気の流れについても、考察していけたらと思いました。

☆ 本研究のねらい

これまでに加工した主翼と尾翼を組み合わせ、飛距離とその平均値が最も高かった9号機を超えるためには、どのような主翼と尾翼の組み合わせがよいのか追究する。

1 研究方法

	研究内容 (変える条件)
<p>6タイプの折り込みを入れた主翼に、2タイプの尾翼を組み合わせると、飛距離と挙動はどう変わるのか。</p>	<p>○ 飛距離が伸びると見込まれる主翼 (2・4・6・7・11・12号機) に、昨年度優秀だった尾翼 (A・B型) を組み合わせ、その飛距離と挙動を調べ、9号機と比較する。</p> <p>① 2号機A型 主翼2号機 (中央部後方に1cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた) に、尾翼A型 (前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>② 2号機B型 主翼2号機 (中央部後方に1cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた) に、尾翼B型 (前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>③ 4号機A型 主翼4号機 (中央部前方に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた) に、尾翼A型 (前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>④ 4号機B型 主翼4号機 (中央部前方に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた) に、尾翼B型 (前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>⑤ 6号機A型 主翼6号機 (中央部前後に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた) に、尾翼A型 (前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>⑥ 6号機B型 主翼6号機 (中央部前後に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた) に、尾翼B型 (前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>⑦ 7号機A型 主翼7号機 (前方に1cmの折り込みを両端まで入れた) に、尾翼A型 (前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>⑧ 7号機B型 主翼7号機 (前方に1cmの折り込みを両端まで入れた) に、尾翼B型 (前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた) を組み合わせる。</p> <p>⑨ 11号機A型 主翼11号機 (後方に1cmの折り込みを両端まで入れた) に、尾翼A型 (前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた) を組み合わせる。</p>

	<p>⑩ 11号機B型 主翼11号機（後方に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。</p> <p>⑪ 12号機A型 主翼12号機（前後に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼A型（前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた）を組み合わせる。</p> <p>⑫ 12号機B型 主翼12号機（前後に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。</p>
--	---

上記の主翼（6タイプ）と尾翼（2タイプ）を組み合わせた、計12タイプのプレーンを準備し、これまでと同様に飛行実験を行います。

それらが無風の状態にした我が家の廊下で繰り返し飛行させて、その飛距離と挙動について記録していきます。繰り返し飛ばしながら、きちんと飛行した10回分を記録として残し、その飛距離や挙動から、9号機よりも飛行性能が高まる主翼と尾翼の組み合わせを見つけしていきます。



3 実験

主翼と尾翼の組み合わせと飛距離や挙動との関係

課題 主翼と尾翼を組み合わせると、飛距離と挙動はどう変わるのか。

【方法】

2年前の主翼の研究では、9号機が最も飛距離が出て、安定した挙動を出すことができました。そこで今年は、昨年の研究から成績の良かった尾翼を組み合わせることで、より飛距離や挙動が向上する機体を見つけたいと考えました。

9号機よりも飛距離が伸びると見込まれる主翼（2・4・6・7・11・12号機）に、昨年度優秀だった尾翼（A・B型）を組み合わせ、その飛距離と挙動を調べて9号機と比較していきます。



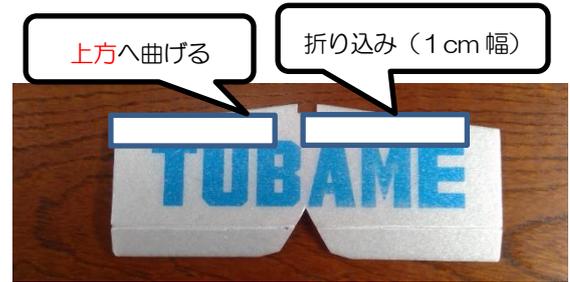
加工に使った主翼

① 2号機 A型

主翼2号機（中央部後方に1cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた）に、尾翼A型（前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼2号機の加工



尾翼A型の加工

② 2号機 B型

主翼2号機（中央部後方に1cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼2号機の加工



尾翼B型の加工

③ 4号機 A型

主翼4号機（中央部前方に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた）に、尾翼A型（前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼4号機の加工



尾翼A型の加工

④ 4号機 B型

主翼4号機（中央部前方に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼4号機の加工



尾翼B型の加工

⑤ 6号機A型

主翼6号機（中央部前後に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた）に、尾翼A型（前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた）を組み合わせる。



写真53 主翼6号機の加工

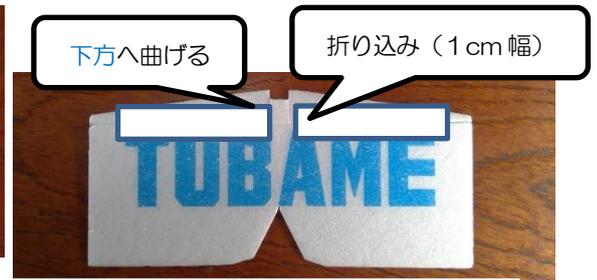


写真54 尾翼A型の加工

⑥ 6号機B型

主翼6号機（中央部前後に2cmの折り込みを入れ、主翼の両端を曲げた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼6号機の加工



尾翼B型の加工

⑦ 7号機A型

主翼7号機（前方に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼A型（前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼7号機の加工



尾翼A型の加工

⑧ 7号機B型

主翼7号機（前方に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼7号機の加工



尾翼B型の加工

⑨ 11号機A型

主翼11号機（後方に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼A型（前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼11号機の加工



尾翼A型の加工

⑩ 11号機B型

主翼11号機（後方に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。



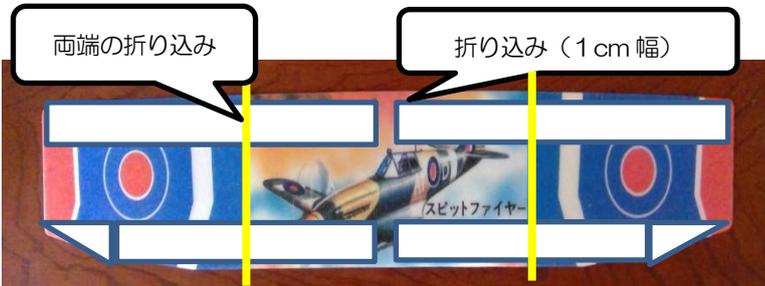
主翼11号機の加工



尾翼A型の加工

⑪ 12号機A型

主翼12号機（前後に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼A型（前に1cmの折り込みを入れ、下方へ曲げた）を組み合わせる。



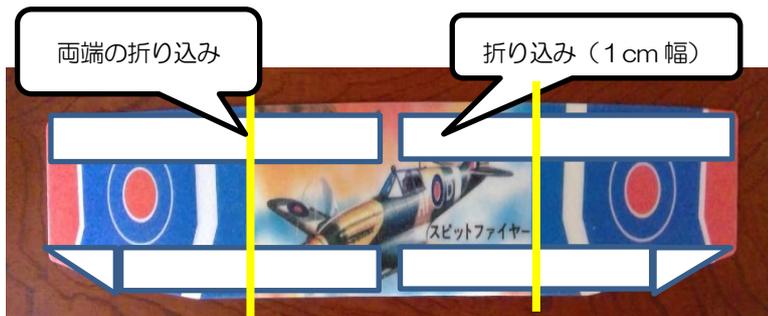
主翼12号機の加工



尾翼A型の加工

⑫ 12号機B型

主翼12号機（前後に1cmの折り込みを両端まで入れた）に、尾翼B型（前に1cmの折り込みを入れ、上方へ曲げた）を組み合わせる。



主翼12号機の加工



尾翼B型の加工

4 結果

12 タイプの機体のデータをまとめてみると、以下のようなことが分かりました。

cm	2号機		4号機		6号機		7号機		11号機		12号機		平均	9号機
	A前 下折れ	B前 上折れ												
1回目	361	397	278	331	363	307	245	299	660	380	477	383		455
2回目	390	473	354	322	329	319	270	295	532	510	561	444		414
3回目	363	411	321	285	359	387	318	403	441	449	478	417		410
4回目	314	470	335	302	323	331	280	357	524	348	549	435		463
5回目	411	511	310	279	305	260	340	330	502	583	512	360		443
6回目	371	489	282	360	356	302	390	466	630	378	402	427		384
7回目	465	454	264	313	398	332	292	357	608	373	347	479		460
8回目	393	427	258	387	359	318	351	475	527	586	497	424		471
9回目	345	487	300	270	340	310	273	340	462	670	398	407		394
10回目	358	455	277	424	373	310	294	482	719	473	497	356		397
平均	377.1	457.4	297.9	327.3	350.5	317.6	305.3	380.4	560.5	475	471.8	413.2	394.5	429.1
最大値	465	511	354	424	398	387	390	482	719	670	561	479	486.7	471
最小値	314	397	258	270	305	260	245	295	441	348	347	356	319.7	384
最大値-最小値	151	114	96	154	93	127	145	187	278	322	214	123	167.0	87

まず、9号機の平均値（429.1cm）に対して、上回っている機体が4機ありました。

- ①11号機A型（560.5cm） ②11号機B型（475cm） ③12号機A型（471.8cm） ④2号機B型（457.4cm）
次に、9号機の最大値（471cm）よりも上回っている機体は6機ありました。
①11号機A型（719cm） ②11号機B型（670cm） ③12号機A型（561cm） ④ 2号機B型（511cm）
⑤ 7号機B型（482cm） ⑥12号機B型（479cm）

また、9号機の最小値（384cm）を上回った機体は2機ありました。

- ①11号機A型（441cm） ② 2号機B型（397cm）

9号機の飛距離の差（最大値-最小値）よりも安定している機体はありませんでした。

5 考察

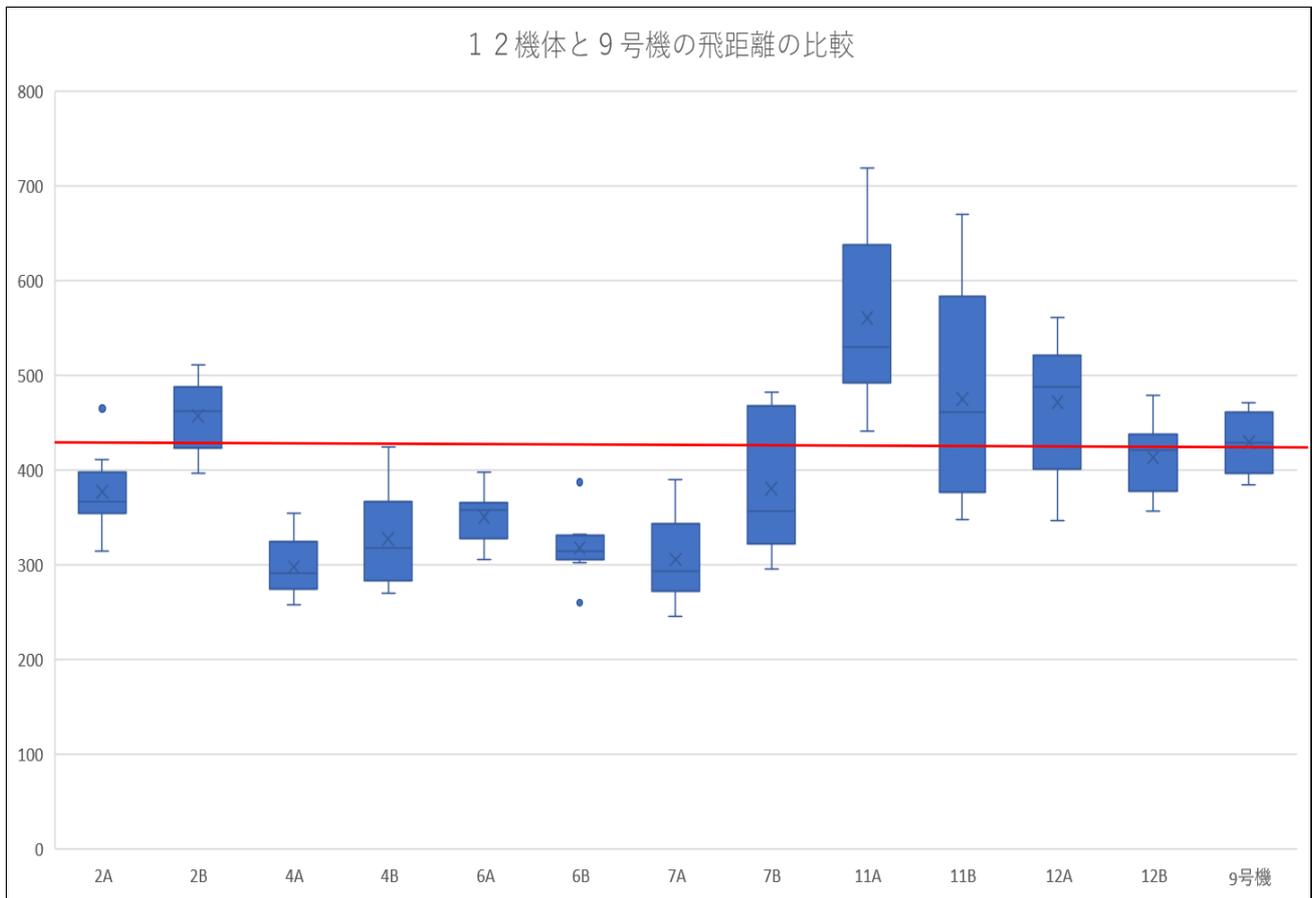
大学生の兄に助言をもらい、以下のようなグラフを作成しました。このグラフから見ても、尾翼と組み合わせることで性能が向上した機体は、前述したものと同じような機体になりました。

11号機A型は、飛距離の最高値が突出している上、平均値や分布も9号機を大きく上回る結果となり、大変満足がいく結果となりました。

12号機A型も、9号機の最高値を大きく上回りました。同様に、平均値も上回っています。また、分布の範囲は広がってはいるものの、最低値は9号機とほぼ同等のため、全体的な性能として、9号機を上回る性能を得ることができたと考えられます。

2号機B型も、わずかでしたが最高値や平均値で、9号機の記録を上回ることができました。若干、分布の範囲は広くなりましたが、全体的に9号機より上に分布しており、機体性能としては9号機を上回ることができたのではないかと思います。

11号機B型も、飛距離が大きく向上している上に、平均値も9号機より上回りました。一方で分布の範囲（バラつき）は大変大きく、安定感した記録を継続して得られにくい面も見られ、9号機より能力は高い反面、課題の残る機体となりました。



- 【第1位】 11号機A型 【満足度 85/100点】
- 【第2位】 12号機A型 【満足度 77/100点】
- 【第3位】 2号機B型 【満足度 75/100点】
- 【第4位】 11号機B型 【満足度 55/100点】

このように、9号機よりも飛行性能が高かった機体について、データの数値や満足度から、順位をつけてみました。

尾翼をつけることで性能を高めることができた4機体を比べてみると、**主翼は後ろに折り込みがあるものばかり**でした。また、**折り込みも中央部分だけではなく、両端まで曲げてあるものが性能が高まりやすくなりました**。このような主翼と組み合わせる尾翼は、**前方が下方に折れ曲がっているA型の方が飛距離を大幅に伸ばす**ことができました。また、前方の折り込みを上方に折り曲げたB型の尾翼も飛距離は伸ばすことができましたが、**A型の方が飛距離の伸びと挙動の安定感の両立がしやすい**ことが分かりました。

まとめ

- ・後方を折り曲げた**主翼**に、前方を折り曲げた**尾翼A型**を組み合わせると、飛距離は格段に増加する。
- ・後方を折り曲げた**主翼**に、**尾翼A型、B型**を組み合わせると両方とも飛距離が増すが、飛距離のバラつきも増加する。

今年の研究から、①9号機の性能を高める尾翼の組み合わせを見つけたい。②主翼と尾翼の空気の流れについて分析してみたい。③プレーンの形を大胆に変えてみたい。などの課題が生まれました。来年もこのような課題について追究していけたらと思います。