

航空工学実験による ものづくり教育の実践

野田 晋二

第一工科大学 航空工学部 航空工学科(〒899-4395 鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2)

Practice of the manufacturing (Monodzukuri) education by the aeronautical engineering experiment

Shinji Noda

Department of Aeronautical Engineering, Daiichi Institute of Technology

Abstract: We are actively strengthening education related to manufacturing (Monodzukuri). As an example, a giant paper airplane, a small glider, and a large glider experiment were newly established in the aeronautical engineering experiment. This document reports on its contents and results.

1. はじめに

航空工学科 航空工学専攻は、ものづくりに関する教育を更に強化・充実させることを目的として授業項目、授業内容の見直し・変更を積極的に行っている。この一例として2020年度から3年次に受講が必要な航空工学実験の実験項目の変更を行った。

本論文は、その内容及び成果について報告する。

2. 航空工学実験の見直し

2.1 航空工学実験の新設項目

航空機を開発する時は、構想、計画、設計、製図、製作、試験、改修等の作業が必要である。学生達に、上記作業の模擬体験をさせることができないか、それと同時にものづくりの難しさ、楽しさを体験させることができないかと考えていた。これを実現するための方法として2020年度から3年次に受講する航空工学実験に以下を追加した。

- (1) 巨大紙飛行機実験
- (2) 大型グライダー実験
- (3) 小型グライダー実験

各実験の内容を次項に示す。

2.2 巨大紙飛行機実験

2019年度にKTS鹿児島テレビから、小学生にギネス記録を超える大きさの巨大紙飛行機を製作させ飛行させるというイベントへの協力依頼があり、航空工学科の学生達と参加した。この時の結果は、サイズが30cmとどかず、紙の強度不足により飛行達成ならずという結果であった。イベントの様子を図1に示す。このイベントは、協力して作り上げる難しさ、楽しさを学べるだけでなく、飛行させる楽しさをも体験できるものであった。



図1.KTS鹿児島テレビのイベント

この経験から、巨大紙飛行機の製作・飛行試験

は、学生達にもものづくりの難しさ、楽しさを経験させる方法として使えると考え、航空工学実験の1項目として実施することにした。この実験を実施するためには、大きな紙が必要であるが KTS 鹿児島テレビのイベントで使用した紙の残りを頂いていたので、その紙を使用できるという点もこの実験実施を決定した要因である。

この実験は、以下を学生達にグループ活動で実施させている。

(1) 巨大紙飛行機製作及び飛行試験

(2020年度のみ)

(2) 巨大紙飛行機補強改修及び飛行試験

この実験は、次に示す大型グライダー実験を行うための練習・準備段階の位置づけと考えている。

2.3 大型グライダー実験

この実験は、グループで協力して大型グライダーの形状構想、設計、製図、製作、飛行試験、改良改修を行うというものである。本実験により先に示した航空機開発時作業の模擬体験をさせることを目的としている。学生達には、大型グライダー設計の条件として以下を指示し、それ以外は自由としている。

- (1) 主翼幅 1.8m以上
- (2) 与えられた材料を使用すること
- (3) 機体形状は自由

なお、大型グライダーの設計に必要な参考資料・データは、文献(1)～(4)を参考として作成した資料を提供している。3年次の学生は、航空力学等を学んでいるので参考資料・データを理解し、使いこなすことができるはずなので細かい説明はあえて実施しないようにしている。

2.4 小型グライダー実験

2020年度に大型グライダー実験を実施したが、グループ活動であるがゆえに設計に関しては設計・計算が得意な学生に任せてしまう、うまくグループの輪の中に入れない学生が出るといった問題がみられた。この点を反省し2021年度から大型グライダー実験の前に小型グライダーを一

人1機製作し、飛行試験を実施する実験を追加した。

小型グライダー設計の条件は以下である。

- (1) 主翼幅 38 cm以上
- (2) 形状自由
- (3) 与えられた材料を使用すること

設計に必要な参考資料・データは、大型グライダー実験と同じものを使用している。

3. 新規実験の実施状況

2020年度からの実施状況を表1に示す。

航空工学実験 項目		○:実施、-:未実施		
		2020年度	2021年度	2022年度
巨大紙飛行機実験	新規製作	○	-	-
	補強改修	○	○	○
小型グライダー実験	-	-	○	○
大型グライダー実験	-	○	○	○

各年度の実施状況及び結果を以下に示す。

3.1 2020年度

3.1.1 巨大紙飛行機実験

3.1.1.1 巨大紙飛行機製作及び飛行試験

最初の年度なので、巨大紙飛行機の製作を行った。巨大紙飛行機用の紙のサイズは3.5m×5.0m、製作するのはスペースシャトル型紙飛行機である。スペースシャトル型紙飛行機は、作るのが非常に難しいので、最初全員に参考文献(5)(6)に示される折り方をA1用紙で練習させた。巨大紙飛行機に使用した紙は、KTS 鹿児島テレビのイベントで使用した紙である。この紙で巨大紙飛行機を製作しても飛行は難しいことは判っていたが、紙飛行機だけの飛行試験も実施した。結果は、紙の剛性が無いため主翼形状が保持できず、飛行できずという結果であった。なお、巨大紙飛行機のサイズは、ギネス記録3m19cmに9cm足りないという結果であった。



図2.巨大紙飛行機製作

3.1.1.2 巨大紙飛行機補強改修及び飛行試験

製作した巨大紙飛行機内部に補強板等を追加し、飛行させる実験である。補強方法の考案、製作等は、学生達のみで実施させている。補強後の飛行試験は、翼端部の補強が不十分であったこと、飛行試験中に機首部をバスケット・ゴールにぶつけるアクシデントで機首部の強度が低下した等の理由により、きれいな飛行とはならなかったが、補強前と比較すると揚力が発生し飛行させることができた。図3に改修の様子を示す。



図3 補強改修

3.1.2 大型グライダー実験

2グループに分け実施した。

3.1.2.1 グループ A (学生 6 名)

グループ A は、小型グライダーを最初に製作しその結果を見て大型グライダーの製作を行っている。これは学生達のアイデアである。このアイデアが功を奏し、最初に製作した機体であったが非常に安定した飛行を達成した。但し、胴体部の強度不足で飛行試験の途中及び最後に胴体部の破損が生じた。飛行距離 40m.max であった。

製造・飛行試験の様子を図4、機体と学生達を図5に示す。



図4.グループ A 製造及び飛行試験



図5.グループ A 学生達と機体

3.1.2.2 グループ B (学生 6 名)

グループ B は、双胴型の機体とした。最初製作した機体は、主翼面積、水平尾翼面積が小さく機体であった。機体を重くしスピードで飛距離を出すという構想かと推測し様子を見ていたが、結論は計算ミスであった。そのため飛行試験では十分な揚力が発生せず飛行しないという結果であった。機体製造の様子と初期機体形状を図6に示す。



図6.グループ B 機体製造と初期機体

飛行させるために主翼面積の拡大等の改良を行った。この改良により揚力が大きくなり、飛行するようになった。しかし、主翼面積と水平尾翼面積の比率が適正ではなく、縦安定が不十分でフゴイド運動を起こしてしまった。改修後の機体形状と飛行試験の様子を図7に示す。



図7 改修後の機体と飛行試験

縦の不安定を無くすことはできなかったが、初期機体は何故飛ばないのか、その改良にはどうすべきなのか考え、それを改修改善できた。改修後の飛行距離は、25m.max であった。

グループ B は、飛行距離はグループ B より劣ったが、課題解決といった点で考えるとグループ Bの方がよりものづくりに関する勉強になったと考える。改良後の機体と学生達を図8に示す。



図8.グループ B 学生達と機体

3.2 2021 年度

3.2.1 巨大紙飛行機実験

3.2.1.1 巨大紙飛行機補強改修及び飛行試験

巨大紙飛行機は、昨年度製作済なので巨大紙飛行機内部に補強板追加等の改修を実施した。昨年度問題となった翼端部、機首部の強度補強等を行い飛行試験を実施した。その様子を図 9 に示す。



図 9.補強改修及び飛行試験

3.2.2 小型グライダー実験

本実験は、各自 1 機小型グライダーを設計・製作し飛行試験を実施するもので、この年度から開始した。図 10 は、各自が小型グライダーを設計している様子である。



図 10.小型グライダー製作

全翼機等様々な形状の機体を作られた。学生達は大変だったようだが、自分だけで構想、設計、製造、飛行試験を実施するという経験をさせることができた。

各自が製作した小型グライダーを図 11、飛行試験の飛行距離を表 2 に示す。



図 11.小型グライダー形状

表 2 飛行試験結果

機体	1	2	3	4
飛行距離	23.5m	30.3m	22.5m	20.6m

3.2.3 大型グライダー実験

2020 年度結果を踏まえ、学生達で相談し昨年度のグループ A の機体より主翼幅を広げる (アスペクト比を大きくする)、主翼取付部胴体の強度を高めるという方針を立て設計・製作を実施した。図 12 は、製作状況である。



図 12.大型グライダー製作

飛行試験は、主翼面積と水平尾翼面積の比率が適正ではなく縦安定が不十分でフゴイド運動を起こし、飛行距離は 34m と昨年度の記録を上回ることができなかった。縦の不安定を改善のために、水平尾翼の面積を拡大する改良等を行ったが解決するまでに至らなかった。初期機体と改修後の機体を図 13 に示す。

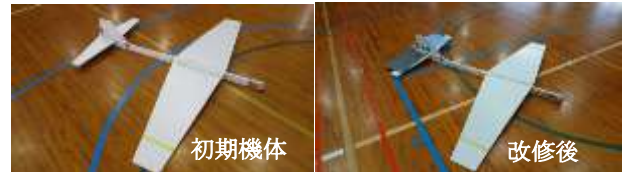


図 13.大型グライダー形状

3.3 2022 年度

3.3.1 巨大紙飛行機

3.3.1.1 巨大紙飛行機補強改修と飛行試験

巨大紙飛行機の補強見直し改修を実施した。本試験は、紙の破れが多くなり今年度最後とした。最後、大学内で注目を得るために大学校舎に囲まれた場所で飛行試験を実施した。注目は集めたがうまく飛行させることができなかった。場所を変え飛行試験を実施した結果 16.5m の飛行を達成できた。製作と飛行試験の様子を図 14、巨大紙飛行機と学生達を図 15 に示す。



図 14.強度補強改修と飛行試験



図 15.巨大紙飛行と学生達

3.3.2 小型グライダー実験

前年度と同様各自 1 機小型グライダーを設計・製作させた。各自が製作した小型グライダーを図 16、飛行試験の飛行距離を表 3 に示す。



図 16.小型グライダー形状

表 3.飛行試験結果

機体	1	2	3	4	5	6	7
飛行距離	15.7m	29.9m	25.2m	30.0m	26.8m	33.9m	13.6m

3.3.3 大型グライダー実験

過去の結果から胴体部の強度を向上させるために次の条件を追加した。

- ・胴体部を枠組み構造とすること

設計・製作された機体の製作過程を図 17 に示す。

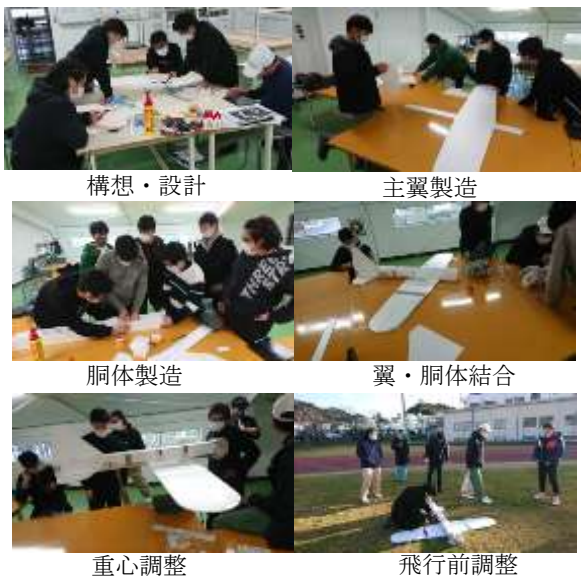


図 17. 大型グライダー製造

飛行試験では、飛行距離 103m を達成した。機体形状と学生達を図 18 に示す。



図 18.機体形状と学生達

4. まとめ

4.1 成果

学生達が新しい実験に対応できるか不安もあったが予想以上に対応できている。ものづくり教育として、航空機開発時の作業の模擬体験をさせるという目的は達成できている。楽しんで学べることが第一と考え実施しているが、これも達成できていると考える。

4.2 今後の課題

以下の課題があるが実験内容の改善を行い継続実施していく予定である。

- ・巨大紙飛行機に代わる実験をどうするか
- ・グライダー設計・製造方法の改善
- ・飛行試験場所及び飛行試験方法の見直し

参考文献

- (1) 二宮康明：日本で生まれた高性能紙飛行機 その設計・製作・飛行技術のすべて、誠文堂新光社、pp. 1-60、(2014)
- (2) 小林昭雄、紙ヒコーキで知る飛行の原理 身近に学ぶ航空力学、講談社ブルーバックス、PP.165-197 (1992)
- (3) 東昭、模型飛行機と風の科学、電波実験社、PP.47-66、(1995)
- (4) NHK 趣味悠々 大空へ！模型飛行機を飛ばそう、日本放送出版協会、PP.38-40、(2003)
- (5) 戸田卓夫、「宇宙」紙ヒコーキ、TJMOOK 宝島社、PP.32-35、(2019)
- (6) 戸田卓夫、飛べとべ 紙飛行機 AIRPLANE、二見書房、PP.73-79、(2014)