

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 28 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350201

研究課題名(和文)高度専門工学教育における実践的教育プログラムの構築

研究課題名(英文)Construction of practical program for advanced engineering education

研究代表者

藤 秀実 (TOH, HIDEMI)

金沢工業大学・工学部・教授

研究者番号：00440488

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、大学院教育において効率のよい航空機産業技術者の人材育成教育プログラムを構築である。このため大学院授業で2m級ジェットエンジン駆動模型飛行機の開発を行った。本授業では従来の講義に加え、演習、実験、発表を取り入れ、専門分野が異なる複数教員と外部講師で運営した。上記飛行機は設計、製作、飛行実験まで完了し、目標仕様を達成した。また教育プログラムに関しては学生アンケートなど航空機産業技術者育成に適していると好評価を得た。これらの結果から教育プログラムの構築はほぼできたといえる。

研究成果の概要(英文)：The object of this study is the construction of the cultivative program for aeronautical engineers in the graduate class education. The development of 2m class canard type model airplane driven by the jet engine was conducted in the graduate class to achieve the object. The class of graduate education is classified into four categories, which are conventional lecturers, lessons, experiments and presentations. The class was managed by several teachers and lecturer, who have different special majors of research. The development of the model airplane was finished until flight tests successfully, and the determined specifications for this airplane was achieved. In addition, from the questionnaires to graduate students, this education program was estimated to be adapted to cultivate aeronautical engineers. As the results, the cultivative program for aeronautical engineers in the graduate class was constructed practically.

研究分野：熱工学

キーワード：大学院教育 モジュール教育 航空機 ジェットエンジン駆動 先尾翼

1. 研究開始当初の背景

最近 HONDA JET の商品化や MRJ(Mitsubishi Regional Jet)の初飛行など日本の航空機産業は活況を呈している。また各種の将来予測を見ると、航空機運航数は今後大きく増加することが予想されている。

このような状況において航空機産業技術者の育成は益々重要になりつつある。

金沢工業大学ではこの社会的要請に応えるべく、大学院教育の中で効率的に航空機産業技術者の育成を目指して、理論的知識や能力を基礎として学生が主体的に航空機関連技術取得に取り組める教育プログラムを構築しようとしている。航空機産業技術者を大学で育成するには、航空機産業で必要とされる知識、技術を学生に教え、加えて航空機開発プロセスを体験させる中でその修得した知識を使い込む機会を与えることが最も効果的であると考えられる。

ところで航空機の開発プロセスは概略以下の通りである、どのような飛行機を作るか、その仕様や目標性能を決める基本設計に始まり、この仕様や目標性能を基に、航空機の胴体、翼などの各部品の寸法を空力、構造・強度、制御などの面から検討して決める詳細設計を行う。設計が終了すると航空機各部品の製作を行う。最後に各部品を航空機に組立て、飛行実験を行って当初の目標値を達成しているかを確認する。従って上記の開発プロセスを大学院の授業科目に取り上げるには、空力、構造・強度、制御、エンジンなどの多岐の技術を専門とする教員、講師が必要となる。また授業の中に学生主体の設計、製作及び実験を実践する演習の時間を設ける必要がある。さらに航空機開発が完了するまで1年以上かかり、設計、製作などの作業内容を次年度学生に確実に引き継ぐ必要があるなど授業の運営上いくつかの課題がある。これらの課題が航空機設計開発を大学院授業に取り上げることを困難にしていた。

金沢工業大学大学院では後に述べるモジュール授業制度、TA 制度などを活用することで、航空機産業技術者育成のための実践的教育が可能となった。

ここでは金沢工業大学大学院にて航空機産業技術者を育成するため、実践的教育プログラムをどのように構築していったかについて報告する。

2. 研究の目的

本研究は日本の産業界のニーズに応えるべく、大学院教育において効率的な航空機産業技術者の人材教育育成プログラムを構築することを目的とする。

3. 研究の方法

大学院教育において効率的な航空機産業技術者を育成するため、本教育プログラムでは次の方法を取った。

- (1) 大学院授業に航空機開発を体験できる科目（モジュール科目と称する）を設ける。
- (2) モジュール科目中では幅広い専門分野を担当できるよう複数の教員及び外部講師で授業を運営する。
- (3) 授業の流れは基本的には航空機の開発プロセスを参考に決める。授業は1回90分であり、年間32回行う。
- (4) 1年間では航空機開発は完了できないため、次年度の授業に設計や製作作業を引き継ぐ必要があり、TA (Technical Assistant) 制度を活用する。
- (5) 航空機の仕様や目標性能は大学が所有する実験装置の能力、費用及び開発期間を考慮して決める。
- (6) 本教育プログラムの評価は学生へのアンケートなどで行う。

4. 研究成果

(1) モジュール科目の設置

大学院授業科目にモジュール科目「航空機設計開発統合特論」を設置した。モジュール科目の特徴を図1に示す。1つの科目で講義・演習・実験・発表を組み合わせ、同時に4つの能力を効率よく育成させ、「総合力の醸成を図るモジュール統合科目教育」を実現させるものである。これにより理論的知識や能力を基礎として、

実務にタイムリーに適用し、効率のよい人材育成を目指すものである。また科目運営については、統合化チームコーチングによる新たな授業形態を導入し、①専門分野の異なる教員 4 名と②模型飛行機の構造及び操縦に精通した外部招聘講師 1 名が授業を運営した。このモジュール科目はまさに航空機開発プロセスを教えるのに最適であった。

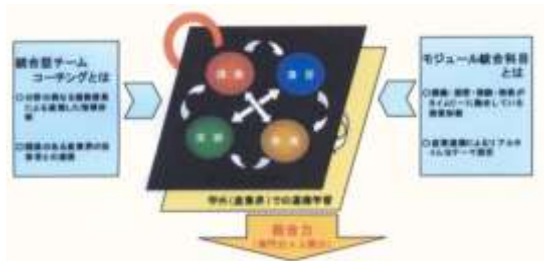


図 1. モジュール科目

(2) 授業の流れの確立

授業の年間の流れは航空機開発のプロセスを参考に、図 2 とした。まず航空機の基本設計方法について講義した。ここで開発する航空機の仕様を決め、概略の寸法、重量を決めた。次に設計段階に入り、まず主翼等の形状を決めや飛行安定性確保のため空力設計を行った。

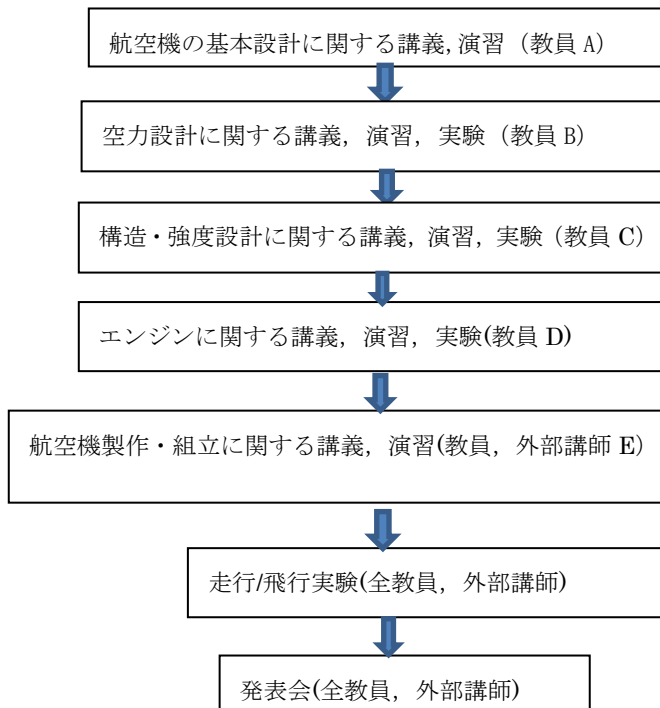


図 2. 授業の流れ

航空機の揚力や抗力の算出方法など空力に関する理論について講義したのち、演習として開発する航空機を対象とし、計算機や風洞実験で開発す

る航空機の翼等の設計を行った。また飛行安定性のための空力設計は機体の重心位置に関係し、機体の設計の進捗に合わせて何度か見直しが必要となった。

空力設計の演習授業は、授業時間を超えて遅くまで行われているのをよく目にした。学生間でリーダーを決め、そのリーダーが期限を管理していた。また前年度モジュール科目を履修した修士 2 年生が TA として、学生をサポートした。同様に航空機の構造強度・振動及びジェットエンジンに関しても、まず理論について講義し、次に開発する航空機を対象に強度実験やエンジン性能計測実験を実施した。

この後、設計結果をもとに航空機各部の製作に入った。この段階が最も時間がかかった。エンジン及び FRP 部品の胴体の製作を除き、学生が自ら製作した。製作後航空機を組立、飛行実験を行った。この組み立て、飛行実験の段階で航空機に精通した外部講師にも一部授業に参加頂いた。最後に成果について発表会を行った。

本研究は 3 年間実施したが、初年度は基本設計、空力などの設計作業、製作作業を完了した。2 年度には走行実験から始まり、走行実験の結果を受けて、航空機の一部の改良設計・改良製作を実施した。最終年度は走行及び飛行実験を実施した。この授業の流れは試行錯誤したが確立した。

(3) 開発する航空機の決定

大学が所有する設備、開発期間などを考慮して、航空機としては 2m 級の模型飛行機を作ることにした。また型式は高度航空技術者育成を考慮して、世の中に広く使用されている航空機と異なる形式で、しかも技術的にも難しいジェットエンジン駆動先尾翼機とした。この模型飛行機の仕様を設定する必要があるが、被災地の状況把握のための偵察に使用するとし、被災地近辺まで模型飛行機を運び、そこから偵察飛行を行い機体の飛行可能距離 20km 以上、飛行時間 20 分以上で飛行速度 17m/s を目標に置いた。

これら仕様から模型飛行機のプロトタイプは図 3 のようになった。また主な諸元は表 1 に示す。

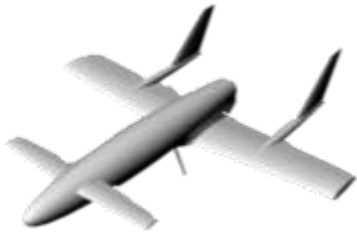


図3 模型飛行機概念図

表1 模型飛行機諸元

最大離陸重量	kgf	7.5
主翼面積	m ²	0.663
主翼アスペクト比		6.0
主翼スパン長	m	1.996
主翼テーパー比		0.75
水平尾翼面積	m ²	0.13
水平尾翼アスペクト比		7.7
水平尾翼スパン長	m	1
水平尾翼テーパー比		0.625

航空機の基本設計にて主要寸法が決まったので、図2の授業の流れに沿って、航空機各部の詳細設計を行った。

(4) 開発した模型飛行機

何回かの設計、製作、実験の繰り返し後の後、最終的にジェットエンジン駆動先尾翼型模型飛行機は完成した。完成した模型飛行機を図4に示す。



図4 2m級ジェットエンジン駆動先尾翼機

(5) 模型飛行機開発の完了

2m級ジェットエンジン駆動先尾翼機の飛行実験を平成28年7月と12月に岡山県笠岡市の

笠岡ふれあい空港で実施した。図5に離陸時、図6に巡航時の飛行状態を示すが、機体は離陸、巡航、着陸などのすべての飛行モードで安定的に飛行していた。



図5. 離陸時



図6. 巡航時

また飛行データから性能を計算すると当初目標としていた、飛行時間20分で飛行距離20kmは達成できることが分かった。このことより、2m級ジェットエンジン駆動先尾翼機の開発は完了したと考えられる。

(6) 授業アンケートなどの評価

教育プログラムの評価のため、大学院生にアンケートを取り、①本授業の運営は航空機産業技術者育成に有効か②授業内容の満足度を尋ねた。また改善点についても聞いた。

結果として、技術者育成の有効性について回答者全員が「はい」と回答した。また授業内容の満足度については83%が満足、17%がほぼ満足と回答し、不満足と答えた回答者はいない。

主な改善点については次の通りである。

- ①前年度まで作業内容を伝達するため実施したTA活用に関し、もっと積極的に活用すべきである。例えば過去の設計結果などについての説明を改良設計をする前に授業中で行う。
- ②過去の図面データ、実験データの管理方法を徹底してほしい。
- ③例えば設計作業は計算チーム、実験チーム

などに分かれて実施していたが、チーム間の情報交換を授業時間内で行う必要がある。
④毎回の授業で各チームの進捗をしてほしい。

平成 28 年 10 月に東京のビックサイトで国際航空宇宙展が開催され、この 2m 級ジェットエンジン駆動先尾翼飛行機の実物を出展した。この国際展で金沢工業大学のブースには 1000 人以上の見学人があった。ジェットエンジン駆動飛行機を大学院の学生が設計・製作したということに加え、先尾翼というユニークな形態であることから関心を集めた。とある見学者から「金沢工業大学はこれまでも実践的な教育を行ってきたが、この飛行機はまさにその成果である。」との励ましの言葉を頂いた。

本大学院教育プログラムは、授業アンケート結果などから航空機産業技術者育成に適していると好評価を受けた。

(7) 教育プログラムの評価

航空機産業技術者育成のため、大学院教育で 2m 級ジェットエンジン駆動先尾翼模型飛行機の開発を実施した。実施に際して授業の運営はモジュール授業、TA 制度を活用した。

実施した結果として模型飛行機の開発は飛行実験まで完了し、当初の目標値を達成することができた。教育プログラムに関しては学生のアンケートから航空機産業技術者育成に適していると好評価を受けた。

この結果から航空機関連技術者の教育プログラムの構築はほぼできたと考えられる。

今後は学生アンケート結果を反映して本教育プログラムの改善を継続していく予定である。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 2 件)

- ① 藤秀実, 岡本正人, 小栗和幸, 土屋利明, 航空機開発プロセス体験型大学院教育の紹介, 第 53 回飛行機シンポジウムアブストラクト集, 2015.10,2015
- ② Hidemi TOH,Masato OKAMOTO, Kazuyuki OGURI,Toshiaki TSUCHIYA,

Graduate Education for Development of 2m Class Airplane Driven by Jet Engine,APISAT-2016 D3-3,2016.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤 秀実 (TOH, Hidemi)
金沢工業大学・工学部・教授
研究者番号 00440488

(2) 連携研究者

岡本 正人 (OKAMOTO,Masato)
金沢工業大学・工学部・教授
研究者番号 70462124

廣瀬 康夫 (HIROSE,Yasuo)
金沢工業大学・工学部・教授
研究者番号 80600163

土屋 利明(TSUCHIYA,Toshiaki)
金沢工業大学・工学部・教授
研究者番号 90625724

小栗 和幸 (OGURI,Kazuyuki)
金沢工業大学・工学部・教授
研究者番号 80636621

吉田 啓史郎(YOSHIDA,Keishiro)
金沢工業大学・工学部・准教授
研究者番号 50345089

佐々木 大輔(SASAKI,Daisuke)
金沢工業大学・工学部・准教授
研究者番号 60507903

赤坂 剛史 (AKASAKA,Takeshi)
金沢工業大学・工学部・講師
研究者番号 00623018

片柳 亮二(KATAYANAGI,Ryouji)
金沢工業大学・産学連携室・客員教授
研究者番号 30367437