

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 3月31日現在

機関番号：33803

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500827

研究課題名（和文） フライトシミュレーターを利用する模型飛行機的设计製作を主題とする創造教育

研究課題名（英文） Creative learning system which consists of the design of model aircrafts utilizing the flight simulator.

研究代表者

丹羽 昌平 (NIWA SHOHEI)

静岡理科大学・理工学部・機械工学科・教授

研究者番号：30023287

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、もの作りの体験によって学生の意欲と能力を高めることを目指す創成教育やPBL(Project Based Learning)に関連し、模型飛行機的设计製作を主題として航空工学の基礎を学びながら、コンピューター上でCADやモデリングソフトウェアを用いた形状の試作、フライトシミュレーターによる試験飛行を繰り返しながら設計を行い、次に良好な試験飛行が可能であった設計結果について模型飛行機を製作して実機による飛行を試みる。という手順によって、理論と実物が結びついた創造的なもの作りが体験できることを特色とする教育システムを確立しようとしたことである。

研究成果の概要（英文）：In this research, establishment of a learning system and development of the Project Based Learning (PBL) are investigated. A new educational program which encourages creative ability and inventive genius of the students has been introduced into the curricula. This program is referred to as "Exercises for Creation and Invention". This research includes studies about the preparation, organization, detailed policies and results of the program which was conducted in the projects of design of RC model aircrafts utilizing flight simulator.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育、教育工学・科学教育

キーワード：科学教育，工学教育，航空宇宙工学，フライトシミュレーター，創造教育，航空機設計，模型飛行機的设计製作

1. 研究開始当初の背景

静岡理科大学が立地する静岡県西部は、愛知県に連なる全国的にも有数のもの作り産業の集積地である。本学では「地域で活躍できる優秀な技術者の育成」という教育目標の実現のために「もの作り」を主題とする技術教育を重要視している。そのため、創成教育によって学生のやる気や意欲を刺激して、自

発性や積極性の向上、創造力の育成、勉学意欲の向上など、学生の能力を一段と高めることを目標とする教育を行っている。

静岡理科大学では平成10年(1998)に学生の創作活動を支援することを目的として「学生創作ショップ」が竣工し、平成19年には創造教育のカリキュラムを支援するために「夢創造ハウス」が建設された。その

後、いろいろな形で進められてきたもの作りのための創造・体験関連の科目や活動を統合して本学教育の主要な柱とするために、平成15年のカリキュラム改正の機会に新科目「創造・発見」を導入した。「創造・発見」の内容としては学生のモチベーションや意欲を高め能力向上にも役立つ活動をすべて包含することとし指導体制をより充実させて教育効果を高めることを目指した。「創造・発見」の活動分野は、「もの作りと創作活動」、「コンテスト参加」、「テーマ研究」、「ボランティア活動」、の4分野となっている。平成22年度には約150名の学生の参加を得て「創造・発見」の8年目の実施が進行中である。「創造・発見」の中では、多くの学生の興味を引きつけやすいもの作り関連のテーマが多数取り上げられている。それらは、ロボット関連および乗り物関連の二つの分野に大別される。静岡理工科大学では、2008年度から機械工学科の中に航空工学コースが設置された。それに伴って航空工学の教育を担う教員や施設・設備等の整備が行われている。本研究の代表者、および研究分担者は共に航空工学コースを担当する教員であり、本研究の研究分担者(前川)は代表者と共同で「飛行ロボット研究会」を組織して学生の自主活動を支援し、日本航空宇宙学会主催の「飛行ロボットコンテスト」に出場するための活動を行っている。また、本研究の分担者(榊田)は「模型飛行機で学ぼう飛行の原理」と題して模型飛行機的设计製作を主題とするテーマで「創造・発見」の授業の中で創成教育を試行した。それらの活動を行う中で、模型飛行機を主題とする活動が学生にとって非常に興味を引きやすいテーマであること、ロボットやバイク・自動車などを主題とするテーマに比べて設計・製作が容易で極めて取り組みやすいこと。フライトシミュレーターと組み合わせれば航空工学の理論と設計・製作との連携を図りながら考察を深めることも容易であること。など創成教育の教育テーマとしてたいへん優れたものになりうることに着目した。またこのテーマは、設計・製作における試行錯誤の体験、創造力の育成などの点で、航空工学コースのみならず機械工学科全体さらには電子、情報などの他学科の学生にとっても強い関心を集め、十分に高い教育効果を有すると感じられたことから本研究課題を提案するに至った。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、もの作りのための創成教育やプロジェクトの遂行を目指すPBLの教育システムの一つの形を提案し、その教育方法を確立することである。この教育システムでは、模型飛行機的设计製作という目標のもとで、航空機設計の理論の基礎を学習しな

がらコンピューター上でCADシステムやモデリングソフトを用いて模型飛行機を設計する。また、フライトシミュレーターを利用して試作機の試験飛行を行う。設計と試験飛行を繰り返して試作模型飛行機をコンピューター上で完成させる。次に、バルサ、EPP、CFRPなどの材料を用いて模型飛行機の製作に移り、実物を完成させて試験飛行を行う。

3. 研究の方法

本研究の遂行にあたっては、具体的には次の各項を含む内容の教育の実行を試みた。

- (1) 航空工学と航空機設計に関する基礎的事項を学習しつつ、模型飛行機的设计製作を行うための構想を練る。
- (2) コンピューター上でCADシステムやモデリングソフトウェアを用いて模型飛行機を設計する。構想した模型飛行機の構成や形状および各種パラメーターの概略を決定する。
- (3) フライトシミュレーターを用いて試作機の試験飛行を行い、模型飛行機をコンピューター上で完成させる。その際、構想した機体の各種パラメーターは模型機の性能の改良の為に適宜変更する。
- (4) フライトシミュレーター上での試験飛行がうまくいって模型機的设计が完了した後に模型機の実機の制作に移る。バルサ、EPP(発泡ポリプロピレン)、カーボンFRPなどの材料を用いて機体製作を行う。
- (5) 駆動部分や制御部を付加して電動模型飛行機の製作を行い、実物を完成させて試験飛行を行う。
- (6) 必要に応じてコンピューター上の設計に戻って機体の改良を行う。
- (7) 試作機的设计製作の過程を振り返って、最終的に得られた飛行性能と比較しながら検討を行う。

このような教育を、静岡理工科大学の創成教育カリキュラム「創造・発見」の中で実施しながら、大学の既存のもの作りの教育環境を利用して実践的な理論から実物の製作までの学習ができるような教育システムの開発を行う。またその教育に関して、教育内容の検討、実施方法の計画、必要な教具・教材の整備、実施結果の検討の各段階での実施の成果を取りまとめて、教育の方法および効果を明らかにする。

フライトシミュレーターについて

本研究では飛行のシミュレーションを行うためのソフトウェアとして、①FMS(Flight Model Simulator)、②Flight-gear ③Matlab-simulink の3個を用いる。このうちFMSはフリーウェアのRC模型用フライトシミュレーターで、世界中で幅広く利用されている。このソフトウェアの中で様々な飛行機を飛行させることができる。FMSはすぐれたモデルの

開発環境が整っているため、自分で設計した機体の諸元や空力微係数などのデータをFMSに読み込ませることによってシミュレータ内で自由に飛ばすことが出来る。また周りの環境や景色等も自作する事が出来る。しかし、シミュレーションは比較的容易にできるものの飛行のデータの取得が精度良くできないなどの欠点があるのに引き比べ、Flight-gear および Matlab は高精度のシミュレーションが可能である。本研究では、これらの3つのシステムを用いて、コンピューター上で模型飛行機的设计製作を行うことが主な特色である。

電動ラジコン飛行機について

最近の電動ラジコン模型飛行機の進歩はめざましいものがあり、軽量で高出力のブラシレスモーター、軽量小型のブラシレスモーター駆動用アンプ、軽量高出力のリチウムポリマー電池、舵面操作用の超小型マイクロサーボモーター、混信のほとんど無いスペクトル拡散方式の2.4GHz 送受信機、カーボンFRP やEPP(発泡ポリプロピレン) による軽量で強靱な機体などを利用して、従来よりも飛躍的に高性能かつ取扱が便利なラジコン飛行機の製作が可能となっている。本研究ではこれらの最新の機器や材料を利用して電動ラジコン模型飛行機的设计・製作を行う。

FMS 2.0 Beta7 用の機体パラメーター

機体タイプ、最大推力、ラダー最大舵角、エレベーター最大舵角、エルロン最大舵角、最大揚力係数、最小揚力係数、揚力傾斜、失速時揚力傾斜、翼面抗力係数、胴体抗力係数、路面摩擦係数、失速時抗力係数増加、モーメント係数、主翼取付角、主翼翼幅、主翼翼弦長、重心位置、機体質量、ヨー慣性モーメント、ピッチ慣性モーメント、ロール慣性モーメント、水平尾翼面積、垂直尾翼面積、テールモーメントアーム、上反角効果、の26個となっている。

4. 研究成果

創成教育は各大学で幅広く行われているが、必ずしも教育システムとして確立するまでに至らず、各大学がそれぞれの手法で教育の成果をあげるように種々の工夫をしながら試行を重ねている段階であると考えられる。本研究は、模型飛行機的设计製作をテーマとして航空工学の理論を学びながら、コンピューター上でCADを用いた形状の試作、フライトシミュレーターによる試験飛行を繰り返して設計を改善する。次に模型機を製作して実機による飛行を試みる、という手順によって、理論と実物が結びついた創造的なもの作りが体験できることを特色とする教

育システムを確立しようとするものである。

静岡理工科大学における数年間の創成教育の経験によれば、最も多く行われているロボットや乗り物関連のテーマは、学生の関心は高いが、設計・製作、メカニズム、電子回路、プログラミング、など種々の点でかなり高度なレベルの技術を必要とすることが多く、授業時間の制約もあるために、学生が創造力を発揮する段階に至ることはなかなか難しい。

本研究課題で目的とする模型飛行機的设计製作は、原理となる航空工学の基礎理論から実物の製作に至るまで比較的容易な形で行うこともできる。そのために学生は各自の創造力の発揮に専念することができることが特長である。この教育システムが確立されれば、設計・製作における試行錯誤の体験、創造力の育成などの点で、航空工学コースのみならず機械工学科全体さらには電子、情報などの他学科の学生にとっても強い関心を集め、十分に高い教育効果を有する教育システムとなることが期待される。

3年間の研究によって、本研究の目的は概ね順調に達成された。CADを用いる模型飛行機的设计、そのフライトシミュレーターへの移植と飛行実験、模型飛行機の実機の制作と飛行実験などの本研究の基本的な要素に関して静岡理工科大学の教育カリキュラム上で試行的に実施し、本教育システムの実現性と有効性についておよその見通しを得ることができた。

本研究の今後の推進方策としては、次のような点が考えられる。

- (1) 最初にCADなどで設計を行った模型飛行機の初期設計モデルについて、機体および飛行に関するかなりの数のパラメータを求めてフライトシミュレーター上で飛行するフライトシミュレーターモデルを決定する必要がある。また、それを実際に飛行させるためには製作上の問題も考慮に入れた実機モデルが必要となる。これらの3者のモデル間の変換が容易に行えるような方式を確立することが必要である。
- (2) このシステムを用いた教育を受ける学生が限られた時間の中で内容を理解して強い関心を持ち、想像力を発揮して教育に参加してくれることが重要である。そのために、できるだけ容易に活動が行えるシステムとすることが必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 関山秀雄、丹羽昌平、他、「やらまいか教育」の平成22年度実施報告、静岡理工科大学紀要、Vol.19、2011、P.107~115、

- 査読無。
- ② 関山秀雄、丹羽昌平、他、「やらまいか教育」の平成 23 年度実施報告、静岡理工科大学紀要、Vol. 20、2012、P. 133～141、査読無。

〔学会発表〕(計 3 件)

- ① 丹羽昌平、丸木 岳、航空機の姿勢制御実験装置、日本機械学会 2010 年度年次大会、名古屋工業大学、2010. 9. 7
- ② 丹羽昌平、坂本浩章、フライトシミュレーターを用いる小型電動航空機制御系の設計、日本機械学会 2010 年度年次大会、名古屋工業大学、2010. 9. 7
- ③ 丹羽昌平、移動体の制御システムとメカトロニクス、先端精密技術研究会、2010. 11, 16

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丹羽 昌平 (NIWA SHOHEI)
静岡理工科大学・理工学部・教授
研究者番号：30023287

(2) 研究分担者

榊田 勝 (SAKAKIDA MASARU)
静岡理工科大学・理工学部・客員教授
研究者番号：90410505

(3) 研究分担者

前川 昭二 (MAEKAWA SHOJI)
静岡理工科大学・理工学部・教授
研究者番号：50358694