

平成21年6月18日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18730552

研究課題名（和文）体験学習を取り入れた初等中等教育における
工学教育用芽生え教材の研究・開発研究課題名（英文）Development of teaching materials based on hands-on activities
for beginners engineering education
in elementary and secondary school education

研究代表者

三浦 靖一郎 (MIURA SEIICHIRO)

独立行政法人国立高等専門学校機構

福島工業高等専門学校・電気工学科・助教

研究者番号：00353235

研究成果の概要：青少年の科学技術への興味関心を高めるために、ものづくりの要素を取り入れた初心者向け工学教育教材の開発を行った。教材は、科学技術の各分野を横断的に取り扱えるモデルロケットを通して組み立て、学習教材付きモデルロケット設計支援ソフト、論理回路の基礎を含んだ発射台・発射装置の作り方、積載用電気電子装置の作り方などを作成した。公開講座の実習状況や調査結果等より、初心者用教材としての一定の効果を確認した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成18年度	1,800,000円	0円	1,800,000円
平成19年度	200,000円	0円	200,000円
平成20年度	400,000円	120,000円	520,000円
総計	2,400,000円	120,000円	2,520,000円

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：電気電子工学教育，ものづくり教育，モデルロケット

1. 研究開始当初の背景

昨今、青少年はもとより国民の「科学技術離れ」についての懸念が多々指摘されており、現在、あらゆるところでそれらの対策が講じられている。国民や青少年が「科学技術離れ」を起こした背景には、科学技術分野における研究・開発によって得られた知識が難しいこともあるが、国民への科学技術で得た知識の還元方法にも課題があると考えられる。

科学技術がその創造力を発揮するためには、国民の科学技術への理解をより一層深める必要がある。そこで、本課題では、

国民とりわけ青少年の科学技術への興味関心を高めるための初心者向け工学教育教材の開発を試みた。

この教材開発にあたり、科学技術の各分野を横断的に広く浅く学べるようにするため、科学技術の集合体である宇宙開発分野から誕生した教材であるモデルロケットを中心とした理科教育と、工学教育に必要な不可欠なものづくり（体験学習・実習）の融合を考慮した。本課題では、数ある科学技術分野のうち、研究代表者らの専門性や所属機関の役割などを考慮して、小中学生対象の工学教育の芽生え教材（主として

電気電子分野)の開発を行うことにした。

2. 研究の目的

モデルロケットは、NASAなどが1960年代に開発した青少年でも安全な打ち上げができる小型ロケットである。ロケットは、紙・木・ゴム等の軽い素材で作られており、火薬を推進剤としている。火薬への点火は、安全を確保するため電気式の発射装置を用いて行うことが決められている。また、その本体に回収装置を持つため再使用が可能で、開発以後、米国をはじめ世界各国において教育効果の高い教材として使用され続けている。

日本国内においても、1995年の火薬類取締法施行規則の一部改正により、青少年がモデルロケットを打ち上げられるようになって以来、日本各地でモデルロケット教室が行われ、その教育効果について報告されている。しかし、これまで行われてきたモデルロケット教室の多くは、モデルロケットの普及・振興と宇宙開発技術に限定した教育内容になっている。事実、市販されているモデルロケット関連の書籍には、電気電子工作をはじめロケット周辺分野の事項にはあまり触れられていない。また、モデルロケットに小型のデジタルカメラやビデオカメラを搭載している例や、GPS等を利用して得た位置情報を記録する小型データロガーを開発している例もあるが、一般的な小中学生が取り扱うには非常に困難である。

そこで、前述の応用例と小中学生の知識や工作能力とを結んだ中間の教材の存在が、彼らに科学技術への興味関心を抱かせるきっかけになりやすいのではないかと考えた。そこで、本課題では、モデルロケット教材の良さを十分に活かしつつ、次の事項を考慮して科学技術への興味関心を高める教材の作成を目的とした。

- (1) ロケット自身よりもその関連科目を遊びながら学ぶ新しい教育方法の提案
 - ①動く物体に対して関心を持つ青少年の世代に、高速で打上がるロケットに興味・関心を持たせる
 - ②宇宙開発技術を支える自然科学(地学・物理学・化学等)へと橋渡す教材開発
 - ③ロケットを媒体としたものづくり教育(電気電子工作の教材開発)
- (2) 小中学生向けものづくり教材の開発・設計

- ①工具の特長や扱い方をまとめた教材
- ②難易度を考慮した電気電子装置の設定

3. 研究の方法

研究代表者らは、理科教育の一環として、平成16年度より平成20年度現在まで、年複数回の一般参加型のモデルロケット打上げ会やモデルロケット教室を継続して実施している。モデルロケット教室では、日本モデルロケット協会が認めるモデルロケット従事者資格(4級)の内容を満たすため、「モデルロケット工学」「安全な取り扱い」「法令等の規則」「モデルロケットの組み立て」「打ち上げ実習」を4~6時間程度かけて実施している。教室では、子供の付き添いの保護者がモデルロケット製作に夢中になることも珍しくない。

そこで、モデルロケット教室や公開講座の参加者に対して、取り扱ってほしい事項についてアンケート調査を実施したところ、「自作のモデルロケットを作りたい」「発射装置を作りたい」「実物のロケットのように積載物を積んで打ち上げたい」といった要望が多かった。

アンケート結果を踏まえ、次の順序で教材作成を進めた。

- (1) 自作モデルロケット設計支援ソフト
 - ①ソフトの仕様を策定
 - ②プログラム
 - ③デバッグ・改良
- (2) 設計支援ソフトの評価
 - ①操作性や機能等の利用者評価を実施
 - ②設計結果に基づいたモデルロケットを製作し、打ち上げ結果と比較
 - ③ソフトの改良
- (3) 積載用電気電子装置の設計・製作
 - ①モデルロケット内の積載空間の決定
 - ②難易度に応じた電気電子装置の設計
 - ③試作装置の製作
 - ④試作装置の打ち上げ試験
 - ⑤試作装置の改良
 - ⑥教材化
- (4) 公開講座等による実践
 - ①対象年齢・難易度別の評価(工具・部品数・実習状況・実習時間)

教材は、標準的な小学校中学年以上の知識や技量があればできるような難易度を設定したが、小学生に触れてもらう前に、モデルロケットを全く知らない高校生や、科学技術に苦手意識を持つ文系の大学生

にも協力してもらうことにした。

4. 研究成果

3.研究方法の手順に示したように、まず、モデルロケット設計支援ソフトは Borland 社 Delphi personal 6.0 を用いて開発し、Windows 上で動くようにようにした。ソフトは、本来、モデルロケットの設計を厳密に行うには、ロケット工学や物理学などの知識が必要になるが、それらをプログラム化し、ロケットの大きさや素材を選ぶことで、簡単に設計図が表示できるようにした。さらに、設計したロケットの理想状態での到達高度や獲得速度等の必要情報を確認できる飛行モードを用意した。

設計支援ソフトに必要な情報を入力するだけでは、大きな教育効果は見込めない。そこで、ソフトのヘルプ機能を充実させた。ヘルプ機能には、通常のソフトの使い方の他、打ち上げ規則、安全コード、モデルロケット学習教材、専門用語集を盛り込み、小学校中学年以上であれば、独学で学べるように工夫した。特に、学習教材により、モデルロケットの安定飛行に欠かせない最低限の項目を簡易的な方法で確認してもえるようにした。モデルロケット設計支援ソフトの搭載モードを、表 1 に示す。

表 1. 設計支援ソフトの搭載モード

設計モード	簡単設計
飛行モード	飛行シミュレーション
ヘルプ機能	ソフトの使い方 打ち上げ規則 安全コード モデルロケット学習教材 専門用語集

さらに、モデルロケット設計画面を、図 1 に示す。

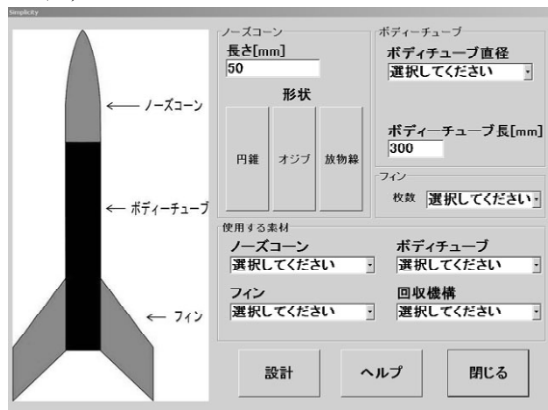


図 1. モデルロケット設計モード

設計支援ソフトを、モデルロケット初心者の高校生や文系の大学生に評価してもらったところ、使いやすさやヘルプ機能の有用性や画面の見易さについて、良好な評価が得られた。また、設計支援ソフトを用いてモデルロケットを自作できそうかとたずねたところ、ソフト利用者のほとんどがつくれそうと回答した。小学校中学年以上では、パソコンそのものの使い方に慣れていれば、比較的簡単にソフトを使えそうという結果を得た。これらより、初心者向けモデルロケット設計支援ソフトを作成することができた。

次に、設計支援ソフトの飛行シミュレーション結果を確かめるために、電子加速度計を設計・製作し、実際に打ち上げて確認したところ、計算結果とほぼ同様の波形を得ることができた。

さらに、発射台や発射装置のしくみについても解説し、必要工具とその使い方、回路図や構成部品、作り方などをまとめた教材を作成した。

そして、モデルロケット積載用電気電子装置の設計・製作を行った。初心者が扱えるモデルロケットは、小型で火薬量にも制約があるため、そのロケットに積載できる積載空間や積載重量に制限がかかる。そこで、容量 34[cm³] (直径 24[mm]×高さ 75[mm])、重量 20[g]以内の積載物を積めるように、市販のロケットを改良した。積載空間は、紙やビニールパイプなどでつくり、ロケットのノズコン (先端部分) の下側に取り付けるようにした。

この積載空間に載せる電気電子装置を設計・試作し、小学校中学年以上が安全に製作できるように製作用教材を作成した。

設計・試作した積載物は、工作難易度別に LED 点滅回路、FM 送信機、1 軸加速度計測回路、3 軸加速度計測回路、気圧センサを用いた簡易高度測定回路である。しかし、後者の 2 つは、価格的な問題やセンサの安定供給に関する問題もあり、比較的簡単には作れるが、現状では実用的ではない。そこで、公開講座を通して、質量 10[g]の LED 点滅回路(図 2 参照)の教材を作成し、小学校中学年から大人まで製作してもらった。その結果、回路自身は練習を含め 2 時間程度で完成し、モデルロケットに積載し、全員無事に動作・回収が行えた。また、アンケート結果より、モデルロケットと積載装置をつかったことで、実物のロケットには、様々な分野の知識が応用されていることを気付いてもらうことができた。

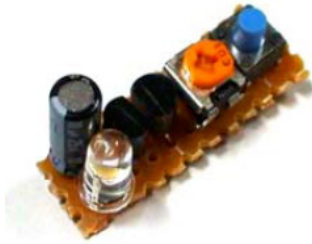


図 2. LED 点滅回路

最後に、本課題では、小中学生対象の工学教育の芽生え教材（主として電気電子分野）の開発を行い、公開講座等を通してその教材の評価を行った。「小学生高学年向け」と「一般向け（中学生以上）」の公開講座をそれぞれ行ったところ、製作に関しては、補助教材による実習が多少必要であるが、小学生も一般の参加者と同等以上の仕上がり具合をみることができた。また、公開講座参加者の製作物の仕上がり具合やモデルロケットに関する知識テストやアンケートの結果より、工具類を用いたものづくりや測定を中心とした体験学習を通して、初心者が楽しく浅く広く学べる教材をつくることができた。

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 4 件）

- ① Ai Yachidate, Shinji Igari, Seiichiro Miura, "Development of Electronic Devices with Model Rocket for Introduction to Hands-on Education", 2nd International Symposium on Advances in Technology Education 2008, (In USB) B27 (1-4), 2008, アブストラクト査読有
- ② Ryo Hoshino, Keita Shinohara, Shinji Igari, Kazuhiro Katono, Seiichiro Miura, "Development of Model Rocket Design Material for Junior High School Students and Teachers", 2nd International Symposium on Advances in Technology Education 2008, (In USB) B25 (1-5), アブストラクト査読有
- ③ 三浦靖一郎, 猪狩真二, 篠原圭太, "モデルロケットを用いた地域連携講座によるひとつづくり構想", 論文集「高専教育」, 第 31 号, 779-784, 2008, 査読有
- ④ Seiichiro Miura, Keita Shinohara, Shinji Igari, Masahiko Fuse, "Development of Model Rocket Design

Material for an Introduction to General Science", International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training 2007, 192-195, 2007, アブストラクト査読有

〔学会発表〕（計 2 件）

- ① 三浦靖一郎, 谷地館 藍, 星野 遼, 鈴木 悠平, "モデルロケットからはじめる理科教育～理科を楽しもう～", 第 14 回高専シンポジウム, かるぼーと高知 (2009 年 1 月 24 日)
- ② 三浦靖一郎, "モデルロケットからはじまる地域連携によるひとつづくり構想", 第 6 回全国高専テクノフォーラム, クレイトン・ベイ・ホテル (2008 年 8 月 20 日)

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕（計 0 件）

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三浦 靖一郎 (MIURA SEIICHIRO)
独立行政法人国立高等専門学校機構
福島工業高等専門学校・電気工学科・助教
研究者番号：00353235

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

渡辺 博 (WATANABE HIROSHI)
独立行政法人国立高等専門学校機構
福島工業高等専門学校・電気工学科・教授
研究者番号：90175117
春日 健 (KASUGA TAKESHI)
独立行政法人国立高等専門学校機構
福島工業高等専門学校・電気工学科・教授
研究者番号：50099777
井川 治 (IKAWA OSAMU)
独立行政法人国立高等専門学校機構
福島工業高等専門学校・一般科・准教授
研究者番号：60249745
道上 達広 (MICHIKAMI TATSUHIRO)
独立行政法人国立高等専門学校機構
福島工業高等専門学校・一般科・准教授
研究者番号：60369931
布施 雅彦 (FUSE MASAHIKO)
独立行政法人国立高等専門学校機構
福島工業高等専門学校・一般科・准教授
研究者番号：80280345