

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350201

研究課題名(和文)工学教育教材としての成層圏バルーンシステムの開発

研究課題名(英文) Development of the Stratospheric balloon system for engineering educational materials

研究代表者

秋山 演亮 (AKIYAMA, hiroaki)

和歌山大学・協働教育センター・教授

研究者番号：50375226

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：工学教育の教材として、国内法規や関連規制と整合性のある成層圏気球実験システムを開発した。放球準備から関係機関との調整、また関連する申請手続き等を学生グループが主体となり実施することにより、広範囲に影響を与える可能性のある実験を、周囲の理解を得つつ実験するためのノウハウを実践的に学べるような教材とすることに力点を置いた。

研究成果の概要(英文)：We have been developed of the Stratospheric balloon system for engineering educational materials, in the Japanese low.

研究分野：工学教育

キーワード：成層圏気球 工学教育

1. 研究開始当初の背景

現代の工学製品は極めて高度化・小型化が進み洗練されており、壊れにくくユーザビリティが向上している。しかしそれが原因となり、製品を作る技術や動作原理を理解するチャンスが減少し、中身のブラックボックス化が進行している。また本来、これら複雑でソフィスティケートされた現代の工学製品の担い手として社会を支えていく責務を担うはずの理工学系の大学生の多くは、「自分がやらなくても誰かがやってくれる」と当事者意識が欠如していたり、「自分には能力が不足している」と最初からチャレンジする意欲を失っている。経済協力開発機構(OECD)が実施する国際学習到達度調査(PISA)においても日本の順位は下がり続けており、なかでも「応用や活用に必要な能力」が低下し、「科学への興味・関心」に至っては調査した57カ国中で最低順位を占め、今後の日本の国際競争力の低下が危ぶまれている。

このような状況を産み出した一つの背景として、高校/大学における実践的な工学教育の欠如が上げられる。現在の高校/大学では座学による授業が一般的であり、「知識の量」を増やすための教育に重点が置かれている。実験などの実践的な科目もその補助手段として使われるのが一般的で、あらかじめ材料や機材がそろえられ、マニュアルに沿った実験が行われ、マニュアル通りの結果を得ることが目的と化しつつある。しかし一般社会においては、「マニュアル化された問題設定」では対応しきれない事例が普通であり、自らが考えて準備を行い、「知識の活用」による「応用的な問題解決」能力が必要とされている。教育現場でもこれらに対応し、「問題解決能力」だけでなく「問題発見能力」の育成を行う必要がある。

また社会構造の安定化・均一化が進むにつれて、就学期間中の生徒・学生は「社会から切り離され、守られるべき存在」として位置づけられることが多くなり、社会を構成・維持する一員としての自負心が養われないまま社会人となるケースが増えている点ももう一つの背景としてあげられる。特に運動以外の学科教育に於いては個々の学力増進に力点が置かれており、「集団」としての活動視点が欠如している。しかし現代の工業製品はすべからず「集団」により生産されており、個々人の能力だけではなく「集団」のマネジメント能力が重要であり、また構成員の一人として、集団全体の成果を目指す訓練も必要とされている。

このような問題に対応するため、提案者が所属する宇宙教育研究所では、学生が興味を持って自主的・自律的にプロジェクト活動を行えるための教育テーマを提供できる「宇宙」を題材とした教育教材の開発を実施してきた。これまでの成果として実際に宇宙に打上・運用されるキューブサットや、学生自身

が開発・製作・打上を行うハイブリッドロケットの打上実験などが上げられる。また成層圏の高みから、疑似宇宙体験を実施できるバルーンサットの教材開発も過去の行ってきたが、山間部の多い国内では未だ安定したバルーンサットの回収が出来るシステムの構築には至っていない。一方で世界的にはこの新たな成層圏を舞台とした教育手法として、平地の多い国々で、バルーンサットの利用が進んでいる。

2. 研究の目的

本課題ではこれまでの取組を補完することを目的とし、新しい教育プログラムを設計・構築する。期間内に以下の事項に挑戦した。
・従来の開発を引き継ぎ、高度30kmに到達する小型バルーンに搭載する装置のうち、特に位置特定装置と無線通信装置の改良を行い、高々度からの回収を確実にするシステムを構築する。

・従来の研究により数度の放球実験を実施しているが、装置により位置情報が着陸・着水情報が確定後も、回収に失敗するケースが多発している。本研究では着陸・着水後の位置特定手段を確立し、確実に回収できるシステムの構築を目指す。

・宇宙で稼働するキューブサットの製作・打上・運用の前段階として、成層圏バルーンを用いた実験環境を整備する。これにより長距離通信・長時間運用が可能な自律機器の制御訓練が行える教育プログラムを完成させる。また従来利用されてきた自律ロボットの製作・打上・運用に関する教育プログラムを高度別・運用時間別に考えると、キューブサット(高度100km以上、運用期間は月~年単位)と缶サット(高度はバルーンを使った場合100m~200m、ロケットを使った場合でも500m~4km、運用時間はせいぜい30分程度)と、大きなギャップがある。このため、缶サットで技術を培っても、キューブサットを作ってみると、技術的に様々な問題を抱えた機体しか製作できず、十分な運用が出来ない例が多くなってきている。本提案で実施される教育プログラムは、この高度的・運用時間的なギャップを埋め、従来の2つの教育プログラムを補完するに留まらず、その成果を十分に活かすためのツールを提供する点に特色がある。またこれまでは学生の教育ツールとして成層圏バルーンはあまり使われておらず独創的である。その教育的効果の大きさ、いったん技術が確立した後の実施しやすさから、広く全国の学生が利用できる工学教育プログラムとなり、大きな効果が期待できる。また成層圏にて長時間運用できる機体は、通信トランスポンダーやリモートセンシングの撮影ステーションとしての利用も可能である。これらを都道府県の防災拠点センターなどに常備することが出来れば、地震発生

時などに簡単に各地で打ち上げることが出来、通信インフラや災害状況調査カメラとして利用することが可能であり、社会的な意義も大きい。またこのように社会的に有用な新しいツールを自分達のプロジェクト活動によって作り出すことは、学生に大きな自信と責任感を与え、社会を支える工学者としての自負心を植え付ける教育プログラムとして期待できる。またこれまでの缶サットやキューブサットとは異なる新しいチャレンジを行うことにより、フロンティアに向かって進んでいく気概を育てることが出来る。またその為に必要となる様々な準備を自分達のプロジェクト活動として行うことにより、問題解決能力のみならず問題発見能力を育成することが可能である。

3. 研究の方法

本研究では、バルーンサットの回収に必要な以下の3つの研究開発を実施し、学生チームがこれらの技術を使って放球実験を行うことで、教育教材の開発を行うこととした。教員側が開発するシステムおよび解析は以下の3点である。

- ・バルーンサットからの無線通信手法の確立
- ・バルーンサットの航路予測に向けたデータの蓄積

- ・バルーンサットの着陸・着水後の位置特定手法の確立

またこれらによってえられた技術・知見に基づき、複数大学からの学生参加を得て、放球に至る手続きや実験の実施を行うこととした。

4. 研究成果

平成 25 年度

平成 24 年度までに開発したバルーンサットの基本構造を継続し、無線通信システムに改良を施した。平成 24 年度まではモールス信号化した情報を聞き取り位置情報を入手していたが、アンテナの自動制御等を行うために、AFSK 方式での変調による通信手法を目指したが、実験を実施してみたところ本方式では簡易に実験を実施することが困難であることがわかり、通信方式を MAD-SS 方式へと変更した。国内において、複数大学からの学生の参加を得て、放球実験を実施した。放球実験では通信を最後まで維持し、気球の落下位置を確定し、無事に回収を行うことが出来た。同時に、気象庁等が実施しているラジオゾンデの航路情報と天気図情報を蓄積し、航路予測に向けたデータの蓄積を実施した。また海外で広く行われているバルーンサット実験を視察し、その結果を国内での実験結果にフィードバックした。

平成 26 年度

前年度に引き続き、MAD-SS を使った気球実験を計画し、申請等の準備を進めた。また他大学からの参加も得て、複合的な実験メンバーによる教育目的の実験を試みた。しかし天気条件等が整わず、本年度の実験は断念したが、準備や申請、各メンバー間の調整等で知見を得ることが出来た。

同時に気象庁等が実施しているラジオゾンデの航路情報と天気図情報を蓄積し、航路予測に向けたデータの蓄積を実施した。

また着陸・着水後の位置特定手法の確立のため、ハイブリッドロケット等で用いられている音源による位置特定手法や、海水面でのカラーリングによる位置特定手法を参考としつつ、回収方法の確立を目指したが、本年度は実施に至らなかった。

また海外で広く行われているバルーンサット実験を視察し、その結果を国内での実験結果にフィードバックした。

平成 27 年度

前年度に引き続き MAD-SS を用いた実験を実施した。今年度は各種申請等も終了し、また複数大学による参加チーム間での調整も進み、放球実験を実施することが出来た。また着水までの通信確立にも成功した。しかし気球の上昇速度見積もりがシミュレーションと一致せず、そのため軌跡も予測を離れ、回収不能な沖合に着水してしまった。通信そのものはその後は着水漂流中も1日間維持することが出来たが、回収は断念せざるを得なかった。しかしバルーンサット実験において確実に回収するための必要な経験を増やすことが出来た。

引き続き気象庁等が実施しているラジオゾンデの航路情報と天気図情報を蓄積し、航路予測に向けたデータの蓄積を実施した。

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) 秋山演亮、中須賀新一、和田豊「Cansat・ハイブリッドロケット等による宇宙工学教育の経緯と今後の課題」、日本航空宇宙学会誌, vol. 63(8), pp247-252, 2015 (査読有り)

2) 貴島政親、秋山演亮、溝口元、林美由貴、尾久土正己、藤垣元治、「和歌山大学宇宙教育研究所による宇宙工学実験場の報告」、和歌山大学宇宙教育研究所紀要、pp49-58、2014(査読無し)

3) H. Akiyama, M. Kijima, W. Ishizuka, "Physics Education Launched from Space Exploration", Pro-ceedings of the 12th Asia Pacific Physics Conference. JPS Conf. Proc. ,017027, pp017027-1 -017027-4.

2013(査読有り)

4) 貴島政親、秋山演亮、林美由貴、西濱玲子、横山正樹、山浦秀作、石塚互、尾久土正己、吉住千亜紀、佐藤奈穂子、小谷朋美、「和歌山大学宇宙教育研究所による宇宙工学実験場の報告」、和歌山大学宇宙教育研究所紀要、pp.21-26、2013(査読無し)

〔学会発表〕(計 1件)

1) 秋山演亮、「成層圏気球実験に関して」,UNISEC-WS(東京), 2015/12/6

〔図書〕(計 1件)

1) 秋山演亮、「『宇宙教育』の基礎知識とその意義」,月刊教職研修 521号1月号、教育開発研究所発行、pp52-53

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秋山 演亮 (AKIYAMA, Hi roaki)
和歌山大学・協働教育センター・教授
研究者番号：50375226

(2) 研究分担者

尾久土 正己 (OKYUDO, Masami)
和歌山大学・観光学部・教授
研究者番号：90362855