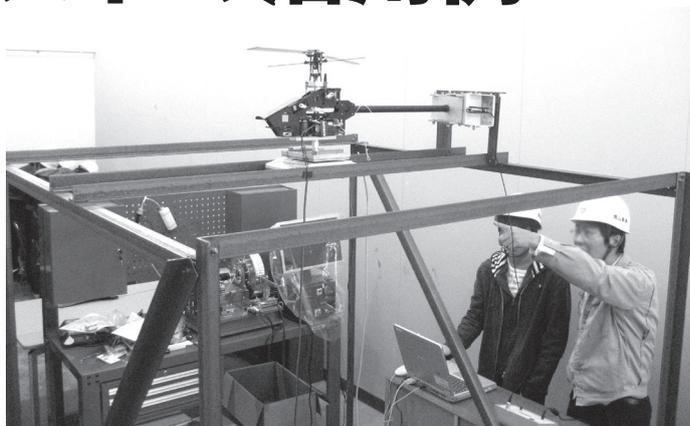


技術者教育における 衛星設計コンテストの活用例

～より実践的な
技術者育成に向けて～

徳山工業高等専門学校 機械電気工学科
准教授 北村 健太郎
准教授 三浦 靖一郎



ものづくり関連授業の様子

■ はじめに

2012年11月10日、神奈川県相模原市の相模原市立博物館において、「第20回衛星設計コンテスト最終審査会」が開催された。衛星設計コンテストは、全国の大学院、大学、高等専門学校、専門学校、高等学校の学生・生徒を対象としており、宇宙に係わる基礎・応用研究を積極化する機会を提供し、併せて我が国の宇宙開発のすそ野の拡大に寄与しようとする事を目的として、1993年から毎年開催されている。徳山工業高等専門学校は2010年の第18回のコンテストから参加を始めて、今年度、アイデアの部の最高賞である「アイデア大賞」の受賞に至った（写真1）。本稿では、近年の技術者教育に求められる社会的な要請とそれに応えるための高専教育の現状を紹介し、技術者教育の立場から衛星設計コンテストに対する学生達の取り組みを紹介したい。



写真1

■ 高専における技術者教育の特徴

高等専門学校は、工学教育や技術者教育における実践的な中堅技術者を育成するための教育機関として、1962年からその制度がスタートし、これまでに産業界を支える多くの技術者を輩出してきた。しかし、近年の科学技術の発達やビジネスモデルの変革等は、かつての中堅技術者という概念をも変えつつある。現在では技術のブレイクスルーによって特定の技能が短期間で陳腐化してしまうリスクが高まり、生産の現場に関わる中堅技術者にも変革する生産技術に対応するための多様な職能が求められてきている。企業担当者にそのような環境で高専卒業生に求められる能力を尋ねると、

- 1 年齢や専門を越えたコミュニケーション能力
- 2 幅広い職務に対する管理能力
- 3 未知の問題に対する際の自学能力や創意工夫能力

を挙げられることが多い。新入社員に求められるこのような能力は、かつては大卒・大学院卒と言ったいわゆる将来の幹部候補の人材に求められてきたことであるが、採用担当者からこのような話を多く聞くにつれ、学歴によるキャリアの固定から脱却しつつある企業文化の中では、もはや中堅技術者と言う概念が大きく変容している事を実感させる。

さて、このような高度な技術者教育を求められた高専は、輩出する学生の能力を社会に対して保証する必要が出てきた。そのために、教育の質を外部評価によ

て担保する取り組みが広く行われ、平成23年度には国立高専51校のうち46校(72プログラム)がJABEE(日本技術者教育認定機構)による認証評価を受けている[1]。JABEEによる認証評価では、プログラム修了生の能力を保証するための教育システムや成績評価システムが整っているか、取り組みに対する問題点を抽出して適切に改善するシステム(PDCAサイクル)がきちんと機能しているか等の観点で審査される。特に、2009年にJABEEが打ち出した「JABEEにおけるエンジニアリング・デザイン教育への対応」に関する基本方針は、日本の技術者教育に不足している要素を端的に指摘するものであった。エンジニアリング・デザインとは、「種々の科学・技術・情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力」と定義されており、さらに「デザイン能力とは、単なる設計図面製作の能力ではなく、構想力、種々の学問・技術を統合して必ずしも正解のない問題に取り組み、実現可能な解を見つけ出して行く能力」を示す[2]。つまり、JABEEの認定に関しては、より実践的でオープンエンドな課題に対して学生が複合した能力とコミュニケーション力をもって取り組むカリキュラムの導入が求められる。その中で多くの高専が試行錯誤を繰り返す現状は、技術者教育の緩やかな転換期にさしかかっていると実感する。

■ 衛星設計コンテストへの参加

筆者の現在の所属は機械電気工学科でありメカトロニクスを核とした教育に携わっているが、元来の専門は地球近傍における宇宙環境計測であり、地上観測・衛星観測を組み合わせる宇宙空間でのプラズマの振る舞いを研究してきた。その経験から、衛星システムの開発は、科学ミッションの発案に対して、実現性を考慮した仕様策定、ミッション機器の搭載条件に基づくバスシステムの設計、衛星本体の構造、熱制御など複数の専門分野、とりわけ理学分野の専門と工学分野の専門が複合し、かつ協調しながら開発を進めるという特徴を強く実感していた。同時に衛星システムを構成するサブシステムの多くはメカトロニクス分野と重なる部分が多いため、衛星設計手法の導入がエンジニアリング・デザイン教育の最適なコンテンツ開発につながるのではないかと期待があった。

第20回衛星設計コンテストにおいてアイデア大賞を受賞した提案は、「月の縦穴・溶岩チューブ探査機Diana」という作品であった。近年、月探査によって月面上にいくつかの縦穴の存在が確認されている。特

に、2007年に打ち上げられた日本の月探査機「かぐや」による観測では月のユリウス丘付近に存在する縦穴の詳細な画像が取得された。詳細な解析の結果、この縦穴は直径約60mで深さ約50mであることが明らかになった[3]。このような縦穴が注目される理由としては、縦穴は月形成時の火成活動に起因する可能性が指摘されており、縦穴の中に水平方向に延びる溶岩チューブあるいは巨大な空洞の存在が期待されるためである。もし、月面下数十mの地下に適切な大きさの空洞が水平に広がっているとすると、将来の月基地の有力な候補地として重要な調査対象となる。

学生たちが月の縦孔探査を着想したのは、過去2回の参加による審査員からのフィードバックによるところが大きい。衛星設計コンテストの教育的特徴の一つとして、不合格の作品に対しても審査員からの詳細なコメントが返送されてくることが挙げられる。コメントは基本的に学生をエンカレッジする方向で書かれているため、不合格となった作品をブラッシュアップして次年度に再挑戦することができる。本校2回目の参加では、1回目の指摘事項を元に、月面基地での発電システムに外燃機関であるスターリングエンジンを採用するという提案を行った。スターリングエンジンは、外部の温度差によって動力を発生する機関であるため、ここでは月面上と地中の温度差を利用したエンジンシステムを提案した。

幸いにして、この提案は「航空宇宙学会賞」を受賞することができたが、審査員によっていくつかの重大な問題点が指摘された。提案ではスターリングエンジンの放熱に関し、巨大なヒートシンクによって月面下の地中に排熱する方式を採用した。その際、簡単な物理モデルによる見積もりを行ったが、月面下の熱伝導率が不明のため、地球の地中における代表的な熱伝導率を用いた。この点を審査員に指摘されたが、学生たちは満足な回答をすることができなかった。

その後、懇親会の席で、学生達は専門家の先生方より、月面下の熱伝導率に関しては未だ不明な点が多いという話を聞いたのであった。

■ 月の縦孔・溶岩チューブ探査ミッション

2012年度第20回の衛星設計コンテストのアイデアは2月頃より話し合いを始め、前年の経験より、月の縦孔調査というアイデアを発案し、5月の参加申し込みの時点までにミッション提案の大まかな案がまとめられた(図1)。提案は、月周回衛星、月面に着陸す

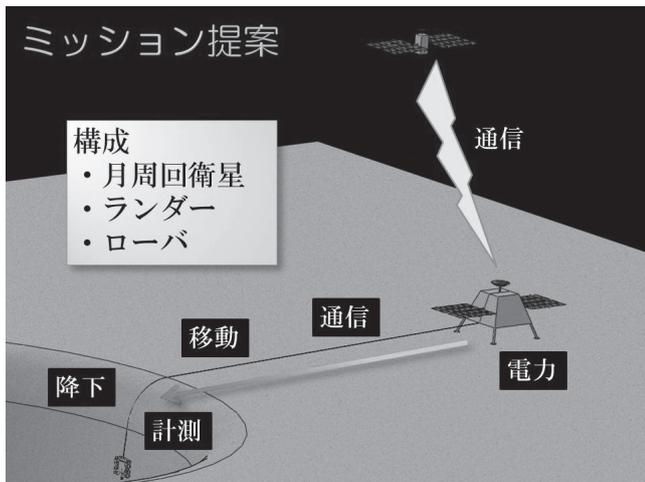


図 1

ランダー、ランダーから自走して縦孔に懸垂降下するローバの3機の構成によって、月の縦孔内部で3次元レーザー計測と熱伝導率計測をするというミッションである。その後7月中旬のミッション解析書の提出に向けて、構成するサブシステムを定義し、提案の妥当性を示すための定量的な見積もり作業を行った。

1例として通信関連の検討事項を紹介する。縦穴内で計測したデータは有線でランダーへ蓄積されるが、ランダー-周回衛星間の通信は、2.3GHzのSバンドを用いることとした。通信はランダーに搭載したヘリカルアンテナによって行うため、上空100kmを周回する衛星がアンテナ視野角に入る時間を計算し、十分なダウンリンク・アップリンクが可能であるか検討を行った(図2)。その結果、40kbpsのビットレートで1パス当たりの転送可能データ量は約11.28MBと見積もられた。この値を元に、計画している計測で発生するデータ量の妥当性、ローバ-ランダー間の通信ケーブル仕様の妥当性等の検討を行った。同様に、ローバ本体の構造や懸垂のためのウインチ機構の仕様に関して見積もりを行い、最終的に図3のようなローバの設計に至った。ミッション提案書の提出後、事務局より1次審査の合格通知と審査員からのコメントが郵送されてきた。1次審査突破にメンバーが喜んだのも束の間、審査員からのコメントはミッションの意義と検討項目の内容について厳しい指摘が並んでいた。11月の最終発表に向け、ミッション提案書の大幅な改訂作業が続いた(写真2)。同時に、最終発表用の模型の製作も開始し、写真3のような模型を完成させた。先述の通り、最終発表会ではアイデア大賞を受賞することができたが、その最大の要因は、審査員からの的確なレビューコメントに対して、学生達が「審査員を説得す

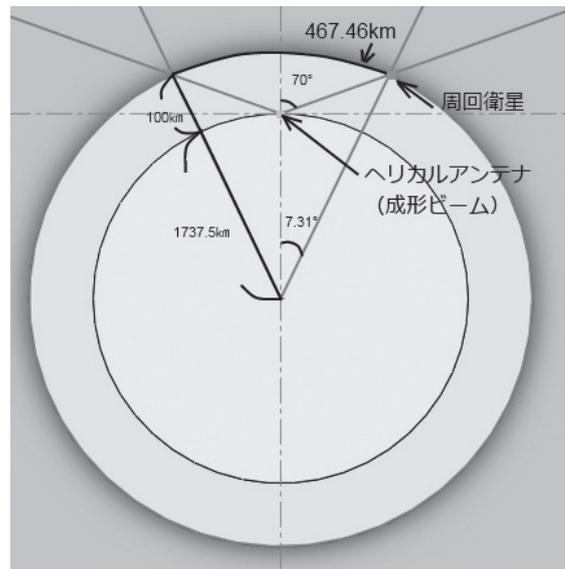


図 2

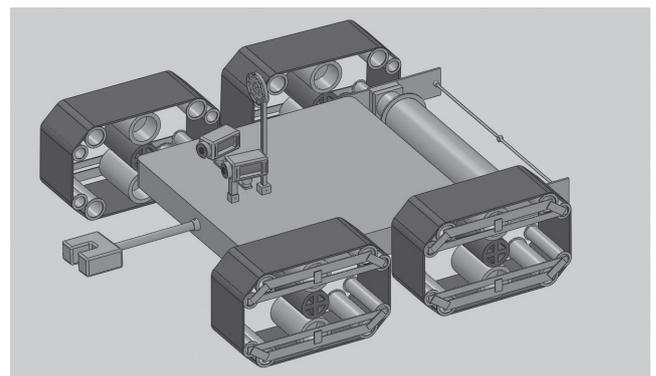


図 3

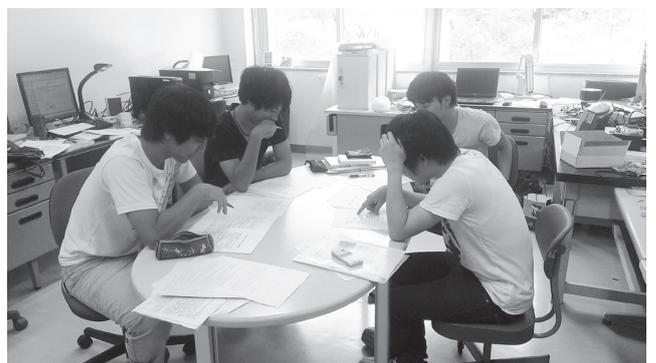


写真2

るためになにが必要か？」という視点から追加の見積もりを行い、解析書の改訂を行ったことが大きいと考えている。

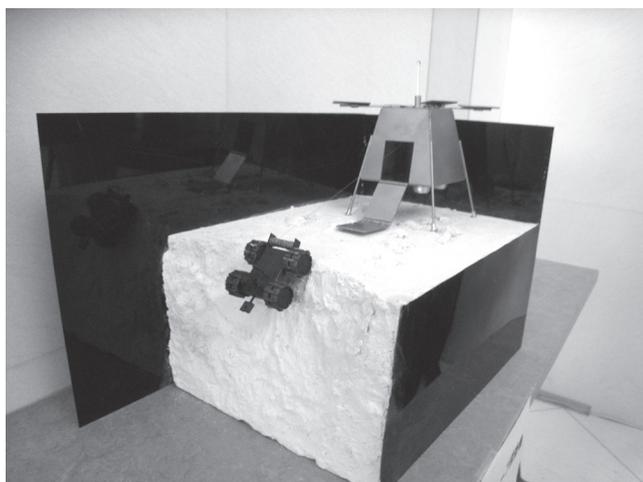


写真 3

■ おわりに

ここまで、一高専のチームが衛星設計コンテスト参加に関するいきさつと取り組みを述べて来たが、改めてその教育効果の高さを実感した。衛星設計コンテストへの参加のためには、学生達は今までに学習した内容をすべて棚卸しし、不足する知識を自ら補い、そし

てアイデアを出しあいながらチーム内で意志の統一と連携を図り一編の提案書を作成してゆく。その提案に対して専門家から真摯なコメントというフィードバックを貰い、次のステップを目指してゆく。この仕組みは、教育機関のみでなく研究者コミュニティや産業界を含む社会全体で一人の技術者を育成してゆくという考え方につながっており、ものづくり立国を支える技術者教育の将来に関して重要な示唆を含んでいる。同時に、このような取り組みはコンテストの主催者も参加学生を指導する教員も「よりよい技術者教育」を目指す一念によってのみ継続する。筆者は、衛星設計コンテストを通じて技術者をを目指す学生のすそ野が広がっていくことを期待してやまない。

<参考文献>

- [1] 高専機構 HP : <http://www.kosen-k.go.jp/>
- [2] JABEE におけるエンジニアリング・デザイン教育への対応基本方針、日本技術者教育認定機構、2009
- [3] Haruyama J., K. Hioki, M. Shirao, et al., Possible lunar lava tube skylight observed by SELENE cameras, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 36, L21206, doi:10.1029/2009GL040635, 2009



徳山工業高等専門学校は、昭和 49 年 6 月の設立で全国の国立高専の中では末っ子にあたる高専です。高専 1 期校の運営がすでに軌道に乗った後に開校された本校では、従来の高専にない新しい取り組みとして、「複合学科」の設置が行われました。「機械電気工学」、「情報電子工学」、「土木建築工学」の 3 つの複合学科による教育体系は、複雑化するもの作りの現場において、複数の専門を複

合的に駆使して問題解決を行える人材の育成を目指しており、現在までこの 3 学科体制が続いております。

近年の複雑化する技術的な課題に適應できる学生を育成するために、徳山高専では、平成 19 年度より採択された「ものづくり技術者育成支援事業」によって、3 年がかりで専攻科における、総合実験・総合演習のカリキュラムを完成させました。例えば機械制御工学専攻では、メカトロニクスの題材として小型ヘリコプタを取り上げ、半年をかけて 5 テーマの実験を行い、ヘリコプタの基本原則を学びます。その後、半年間で実際に小型ヘリコプタの設計演習を行います (H25 年度より通年科目)。本科から専攻科にかけて学んできた専門科目のすべての知識を総動員しつつ、グループで協力して要求仕様を満たすヘリコプタの概念設計を行います。

このように徳山高専では現実の問題に対応できる有能な技術者を育てるため、より実践的な教育を目指し様々な取り組みに挑戦しています。



徳山工業高等専門学校の外観