

Cansat トレーニングプログラム CLTP2 の開催報告

Report on Cansat Training Program CLTP2

○亀村 裕之・日大院

Hiroyuki KAMEMURA, Nihon University

藤井 大輔・日大院 Daisuke FUJII, Nihon University	井上 祥子・日大院 Shoko INOUE, Nihon University	山崎 政彦・日大院 Masahiko YAMAZAKI, Nihon University	相浦 啓司・日大院 Keiji AINOURA, Nihon University
屋宮 拓海・日大院 Takumi OKUMIYA, Nihon University	斉藤 美幸・日大院 Miyuki SAITO, Nihon University	間戸場 包弥・日大院 Katsuya MATOBA, Nihon University	荒木 友太・日大理工 Yuta ARAKI, Nihon University
宮崎 康行・日大理工 Yasuyuki MIYAZAKI, Nihon University	安藤 恵美子・UNISEC Emiko ANDO, UNISEC	秋山 演亮・和歌山大 Hiroaki AKIYAMA, Wakayama University	

Key Words: Cansat, Training Program, Engineering Education

論文要旨

UNISEC and Wakayama University have held "CLTP : Cansat Learders Training Program" for foreign researchers since 2011. It is a part of "New Paradigm of Space Development and Utilization by Nano-satellite" of "Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology (FIRST)". This project is led by Prof. Shinichi NAKASUKA, The University of Tokyo. The 2nd CLTP is hosted by Nihon University from November 14th to December 10th. In this paper, the results of the 2nd CLTP is reported.

1. CLTP の概要

1-1 CLTP の目的と手法

内閣府・最先端研究支援開発プログラム「日本発の『ほどよし信頼性工学』を導入した超小型衛星による新しい宇宙開発・利用パラダイムの構築」(中心研究者・中須賀真一教授(東大))の中のサブテーマ7「実践的宇宙教育・人材育成に関する研究」(サブテーマリーダー・秋山演亮特任教授(和歌山大))の一環としてCLTPは行われている。

CLTPは、主として、まだ大学で衛星を開発した経験のない国々の大学の教員を日本に招聘し、Cansat教育を自身が体験し、自国に戻ってから体験者自身の手で実践的な宇宙工学教育を大学で行ってもらうことを狙っている。目的と手法をまとめると以下ようになる。

目的：日本が国内で進める宇宙教育を広く宇宙開発新興国に普及させ、共通した人材育成基盤を構築する。日本及び各国の若手人材を共に育成することにより、将来の宇宙開発クラスタ形成に必要な不可欠な人的ネットワークを構築すると同時に、我が国技術に親和的なマーケットを創出する。

手法：海外において宇宙教育を推進する教育・研究者を招き、日本の宇宙教育の理念・手法、およびCansat教育を実践的に体験する。これを元に各国語でCansat教育に関するテキストを作成、それぞれの国でCansat教育を実施する。受講後も教育・研究者のネットワークを維持し、今後の宇宙開発クラスタ形成を指導するコア集団形成を目指す。また、例えば、Cansat教育の最終段階となる競技会を各国内で実施し、その後、優秀チームによる世界大会を我が国が中心となって実施し、宇宙開発

分野における優秀な若手人材の早期交流を目指す。

これに沿って、第1回CLTPは2011年2月14日から3月20日にかけて和歌山大学で開催され、10ヶ国から12名が参加した。

1-2 CLTP2 に至るまで

第2回CLTP(CLTP2)である2011年度は「CLTP2終了後、参加者は第3回超小型衛星シンポジウム(12月12日・13日)、標準化ワークショップ(14日)に参加する」という制約が最初に付されていた。そのため、開催期間は11月14日から12月9日までの約4週間と設定した。

開催場所は以下のような条件が提示されていた。

- (1) 参加者のビザ申請に必要な書類を発行できること
- (2) 工学的・科学的なプログラムを実施できること
- (3) 首都圏であること(例えば、秋葉原で物品購入を体験したり、他大学の教員や学生の支援を受けたりしやすい地域であること)
- (4) Cansat教育の経験があること
- (5) 衛星開発を行っていること
- (6) 参加者の居室・作業場を提供できること
- (7) Cansat打ち上げ実験を実施できること

これらの条件を満たすことから、CLTP2の開催場所は日本大学理工学部船橋キャンパス(千葉県船橋市)となった。

6月15日に公募を開始し、アセスメントテストを経て、8月1日に参加者はガーナ、インドネシア、マレーシア、モンゴル、ナイジェリア、ペルー、シンガポール、タイ、トルコ、

ベトナムの計 10ヶ国から 10人に決定した。

1-3 日本大学で行っている Cansat 教育

日本大学理工学部では、超小型人工衛星開発プロジェクトを行っており、2008年4月には SEEDS II が打上がり、現在も定常運用中である。そして、次期超小型衛星 SPROUT の開発を目下行っている。そのような中、2008年度より「特色ある大学教育支援プログラム」(特色 GP) に衛星開発を含む理工学部の取り組みが採択され SPROUT 開発を中心とした「衛星工房」と呼ばれる実践的な工学教育活動の場が用意された。他の工房と共用ではあるがプリント基板加工機や3次元加工機などの工具が常時そろっており、衛星工房のメンバーはその工具を使用し活動を行っている。

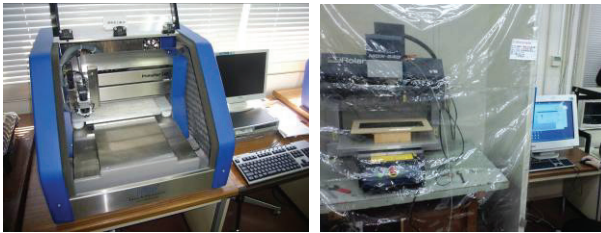


Fig. 1 基板加工機 (左) と 3次元加工機 (右)

衛星工房ではその年の新入生を対象に、上級生自身が考える超小型衛星開発に必要な基礎技術、ならびに、プロジェクトマネジメントやスケジュール管理能力の基礎を身に付けることを目的とし、Cansat 実験をゴールとした「教育プログラム」を 2010年度から行っている。内容ならびに基本的なスケジュール (Table 1) は院生が考え、運営している。

Table 1 教育プログラムスケジュール

月	区分	内容
4月		ガイダンス
		SEEDSプロジェクトの紹介 電子回路作成ソフト講習 プリント基板加工機講習 半田付け講習 製作工具・実験装置講習 プログラミング講習 衛星設計講習 確認テスト
5月	講習会	
6月	個人課題	PICマイコン・LED回路基板作成
7月	班別課題	PICマイコン・7セグメントLED
8月		・ADコンバーター・ROM回路基板
9月	350mL級 Cansat 製作	ガイダンス
		MDR(ミッション定義審査)
		SDR(システム設計審査)
		PDR(基本設計審査)
		CDR(詳細設計審査)
11月		気球試験本番
12月		反省会 / 報告書作成

Table 1 にもあるように、教育プログラムで製作する Cansat は 350mL の飲料缶サイズを制限としたものである。日本大学理工学部では、アメリカでの Cansat によるコンペティションに 2000年度から計 10回参加しており、SEEDS II の BBM 機も Cansat で検証実験が行われた。最初期である 00年度と 01年度では 350mL 級の製作が行われていた。このことから新入生には開発期間も考慮し、350mL 級 Cansat の製作を目標とした。打上げ機会は日本大学理工学部が独自にできる範疇として、気球を約 100メートル上空に係留する気球試験としている。新入生はこの気球から地上にパラシュートなどで降下する間に新入生自身が提案したミッションをチームで遂行する。



Fig. 2 2010年度日本大学 新入生 Cansat



Fig. 3 気球試験の様子

これら一連の活動を 2010年度に一度経験し、教材も一通り作り終えていたことが、CLTP2を日本大学が開催できる大きな助けとなった。

1-4 CLTP2 への応用

今回、CLTP2 では日本大学での Cansat 教育をほぼそのまま参加者に学生になったつもりで体験してもらうことで、自国に帰ってからどのように自らの学生に教えていくかというのをより具体的に考えてもらうことにした。

CLTP2 で「日本の宇宙教育の理念・手法」を知ってもらう・体験してもらおうと考え、主となる教材である電子基板のマイコンは、SEEDS II での使用経験があり信頼度の高いマイコンである Microchip Technology Inc.製 PIC16F877 を使うことにした。このマイコンは教育プログラムでも個人課題と班別課題でも使用しており、電子回路・プログラミングの入門に適していると考えている。このことから、CLTP2 では教育プログラムをほぼそのまま応用できることとなった。

CLTP2 の開催期間の 4週間という短さを考えると日本大学に在る間にできる活動は班別課題と 350mL 級 Cansat 製作に絞ることにした。よって、講習会で使用しているテキストを事前に配布し、個別課題を事前課題として参加者に組み込んでもらうことにした。参加者選定に使用したアセスメントテストの問題構成も、事前課題を支障なくスムーズに取り組みするよう意識して作成していた。

CLTP2 のスケジュールの概要をまとめると以下のようになる。

Table 2 CLTP2 スケジュール

期間	区分	内容
事前	個人課題	PICマイコン・LED回路基板作成
第1週	班別課題	PICマイコン・7セグメントLED
		・ADコンバーター・ROM回路基板
第2週	350mL級	MDR / SDR
		BBM製作 / 中間報告会
第3週	Cansat 製作	FM製作 / 気球試験
第4週		ロケット打上げ試験 反省会 / 報告書作成

2. 受け入れの準備

2-1 教材の英語化

教育プロジェクトにおいて講習ごとに用意していたテキストを英語化する作業は院生全員が分担し行った。技術用語を含む文章を英文にすることに不慣れだったため、英語化には多くの時間を要した。また特に日本語で書いてある微妙なニュアンスをどうやって英語で書けば伝えられるのか、全員が頭を悩ませたところである。また逆に、注意深く日本語原文を見直したことで、その原文の粗が目につき、訂正を行うことができた。この成果は来年の教育プログラムで活かすことを考えている。

2-2 事前課題の教材の輸出

事前課題の設定時から気にかけていたことがあった。PICマイコンやそれに付随するコンポーネント、さらに製作したCansatが輸出貿易管理令に違反し日本から国外へ参加者が持ち出せない事態が発生しないかどうかである。その確認の為、9月7日、経済産業省へ事前確認に赴いた。結果的には心配するほどでもなく、回答は「海外でも商品としてオープンにされているものをインターネット等で公開されているような公知の技術として組み合わせただけでは違反することは無い」であった。よって、事前課題で想定したコンポーネントが海外でも手に入られることを確認できていたので、10月初旬、事前課題の教材の発送に踏み切った。ただし、輸入側の国ごとに必要書類の種類と数が違い、その作成にかなり手間取った。また、それぞれの国の空港までは3日間から4日間で届いていることを確認したが、その税関で留まってしまった国が少なくない。すんなりと参加者の手元に教材が届くことはかなり難しかったようである。事前課題に1ヶ月間という期間を見越していたため、10月初旬の発送になったのだが、結果的には9月中に発送するべきであった。

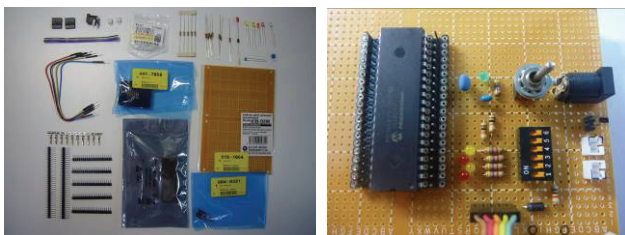


Fig. 4 発送時の個人課題（左）と完成見本（右）

また、経済産業省からはCLTPで作るようなCansatの実証実験についても100m程度から落下させる程度であれば輸出貿易管理令の言う宇宙空間用飛しょう体にはあてはまらなと判断され、公知の技術とみなされるが、「小型衛星技術そのもの」を教える場合はその範疇ではなくなると注意を受けた。CLTP2ではそのような心配はなかったのだが、今後のCLTPでは注意が必要である。

2-3 生活面での配慮

日本では、宗教的禁忌を感じるものがあまりないため、見過ごされがちだが、参加者の中には食べられない食材があるだろうという危惧があった。そのため、事前にアンケートをとった結果、やはりイスラム教徒の参加者を中心に食事に配慮が必要だということが分かった。当初、船橋キャンパス内の学生食堂で学生と一緒に昼食をとってもらおうと考えていたが普通の食堂の品ぞろえから無理だということが分かった。しかし、食堂に相談した結果、幸運にもイスラム教徒の従業員がいらっしゃり、特別メニューを作っていただくことになり解決した。

日本大学理工学部ではそもそも留学生が少ないため、学部として外国人の受け入れ態勢が整っていないため、上記のような細かいことではあるが、考えていく必要があると考え直したエピソードであった。

さらに、参加者を迎え入れるにあたって、Cansat開発の他でおきる想定外の事態に対応するために生活メンターを学内で広く募集した。結果、18名の有志が参加してくれることになった。それぞれ、長い外国での滞在経験、留学経験を持つ学生や、英会話に対してとても高い熱意の持ち主である。この18名のメンターそれぞれが自身の授業時間以外にCLTP2に参加できるようシフトを組んで、作業部屋に常駐してもらった。本原稿執筆時点では特に想定外の事態などはなく、無事に進んでいる。



Fig. 5 メンターと共に参加者の昼食

2-4 準備会議

受け入れる日本大学の学生同士の会議は、週1回、常に行っている衛星工房大学院生の会議を拡大する形でCLTP2の開催決定時から行われるようになった。この中で英語化のスケジュール、開催期間中の方針を決めていった。しかし、事前課題を発送あたりから、事前課題の進捗状況や開催期間中の細かいスケジュールなどの確認事項が日に日に多くなり、週2回の頻度に増さなければ全く間に合わなくなった。今思えば、もっと早い段階で週2回とし、細かい確認事項を先に議論する必要があった。そうすれば、開催中の学生の慌たじさが幾分かであるが軽減が出来たと考えている。



Fig. 6 準備会議の様子

3. 実施状況

現在、CLTP2はほぼ順調に予定どおり行われており、ここでは今のところの実施状況について報告しておく。

3-1 事前課題

事前課題は、手元に教材が届き次第、回路図の作成、半田付け、プログラミング、動作確認を行ってもらう。学生は逐一参加者と電子メールで画像や文章を駆使し確認作業を行った。ここでもまた、回路図の間違いを指摘する上での回答や半田付けを行う上での注意事項のような微妙なニュアンスをどう英語の電子メールだけで伝えるか、教材の英語化の時と続けて学生全員が悩んだところである。そのような状況の他、参加者は自国で仕事を抱えられているためか、人によって作業スピードがバラバラで来日前に完成できなかった人が複数生じてしまった。

3-2 参加者の高いスキル

いざ迎え入れると、事前課題をこなせなかった参加者もいると思えば、もうすでに超小型衛星の開発を行っている、さらにはCansat教育を行っている参加者もいることがわかった。こちらの準備はCansatを初めて作る、もしくは電子基板を取り扱うことすら初めてというスキルの人々を想定していた。もちろんそのような参加者も中にはいらしたが、多くは工学教育の教育者として、既に第一線で活躍している方々であった。このような参加者がこの後のCansat開発で他の参加者を引っ張ってくれたことは言うまでもない。

電子基板を取り扱うことすら初めてというスキルの人々を想定してしまった訳を考えると、CLTP2の原形を教育プログラムに求めていたため、いつの間にか参加者を新入生にあてはめてしまっていたためである。さらに事前課題でのやり取りのうちに参加者本来のスキルについて気が付かなかっ

たことは反省点の一つである。



Fig. 7 初日の参加者自己紹介の様子

このような高いスキルを持つ参加者がいると分かったことで、「参加者には学生になったつもりで体験してもらう」ということの意味を我々は再確認できた。

3-3 班別課題

事前課題で作上げた PIC マイコン基板の出来栄と事前課題中の担当学生の感触を基に参加者を4チームに分けた。このチームで班別課題に取り組み、引き続き Cansat 製作にも取り組んでもらうことになる。基本的には、この参加者で組めばなんとか短い期間内で Cansat を作り上げられるであろうと判断した組み合わせをとった。しかし、しばらくたって分かったことだが、日本大学の学生より PIC マイコン自体を知り尽くしている参加者がいると思えば、事前課題の見栄えはよかったが、その内容（プログラミングの中身など）を握っていない参加者がいるなど、様々な参加者が存在した。



Fig. 8 統合中の班別課題（左）と
教え合いながら取り組む参加者とメンター（中央、右）

そもそも、様々な程度のスキルを持つ参加者がいることは想定したことであったが、事前課題でその差を埋められているかとも期待していた。しかし、未完成の人はもちろんであるが、そのような面での事前課題の効果は薄かったようである。今になって分かったことだが、参加者は4週間の間、日本に滞在するので、来日される前に、様々な仕事に区切りをつけなければならないはずである。つまり、来日直前はどこか忙しいと思われ、そこに事前課題を課すことは酷だったのではないかと今は考えている。ただし、CLTPにおける事前課題の是非は内容にもよるため、一概には言えないのだが、今回に限れば、参加者は来日前に「半田付けをやらなければならない」、「プログラミングをやらなければならない」などのようなことが、漠然とはあるが把握できた。この点は、ただ英語化したテキストを電子メールで配るだけでは無理であったろう。ただ、問題はボリュームである。つまり、事前課題と班別課題を日本大学で行っている教育プログラム通りに、この期間で全て行わせたことは反省すべき点である。そこを含め、やはり事前課題は9月中という早い時期での発送が必要だったのであろう。

3-4 Cansat 製作 / ミッション定義、システム設計

最近の日本国内の大学で作られている Cansat のミッションで目立っているのは、フライバックミッションである。フライバックミッションとは、上空から降下中に Cansat 自身がパラフォイルなどを自律して操作し、あらかじめ設定した地点に着地するものである。これがなぜ人気があるかと言えば、「設定した地点から〇〇mに着地した」と他のチームとの比

較がしやすく、結果の評価がしやすいと考えられているからである。このような日本国内での現状を鑑みて、CLTP2参加者も4チームのうちの幾つかはフライバックミッションを選定するだろうと考えていた。Cansat に搭載するであろうコンポーネントは納期の関係上、先回りして購入する必要があったため、フライバック用のコンポーネントも他のセンサー類とともに用意していた。しかし、MDR、SDRの結果、どのチームもフライバックに挑戦しないことが分かった。むしろこちらが推奨部品リストに載せていた動画カメラに注目したようで、どのチームも動画カメラを主体としたミッションを策定した。

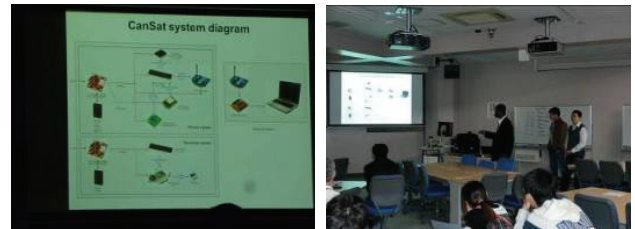


Fig. 9 レビューの様子

3-5 Cansat 製作 / BBM 開発

衛星開発ではまず基本構成や電気的動作を検証するために BBM (Bread Bode Model) を製作する。教育プログラムでもこの流れに準拠しており、BBM 開発期間の重要性を認識している。そのため、CLTP2でもこのBBM製作期間をしっかりと設定した。高いスキルの参加者が、他の参加者を引っ張る形で製作は進められ、ほぼ問題なく中間報告会を迎えることができた。

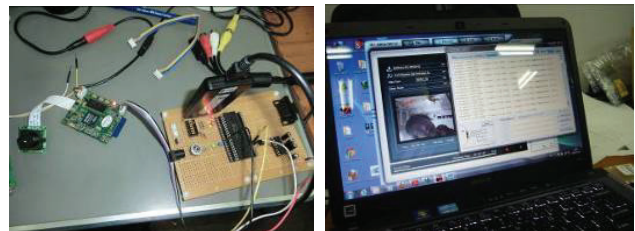


Fig. 10 カメラモジュールの動作確認の様子



Fig. 11 GPS 及び通信の動作確認の様子

中間報告会で印象的だったのは、参加者の「キルスイッチはリスクなので載せなくてもよいか？」との質問が出てきたことである。確かに GPS と動画カメラは電源を入れた状態での打上げが必要なので、質問の動機について理解できる場所もあったが、我々としては、Cansat 開発は人工衛星開発の疑似体験であると認識していたので「本物の衛星だったら絶対にキルスイッチを載せますよね？」と聞き返すことで私たちが意図していたことは納得してもらえた。このように、ちょっとしたことではあるが、参加者と我々には考えにずれがあることも多く、それを一つ一つ埋めてゆくことが重要であった。

4. さいごに

現在、参加者は初めての構体設計や部品加工などに戸惑いながらも FM (Flight Model) を製作している最中である。



Fig. 12 機械加工を行う参加者たち

気球試験，ロケット打上試験を経て，最終的には参加者が自国でどのように Cansat 教育を行うか，計画書の作成まで参加者に完遂してもらいたいと考えている。

口頭発表ではそれらの結果，また CLTP2 終了後の状況について発表する。