

全工協会では、平成 21 年度に本協会創立 100 周年を目指して、人工衛星(分類名:相乗り小型副衛星)の打ち上げプロジェクトを立ち上げました。

小型人工衛星(20cm 立方程度)を H-II A ロケットなどの一部分に乗せて打ち上げ、地球の軌道上(高度約 600km)を周回させて、地球画像送信や大気環境観測をミッションとする壮大な構想で、未だ、高等学校では実現していません。

平成 21 年度から準備委員会を経て平成 22 年度からは人工衛星委員会として活動し、関係機関の支援と会員校の協力を得て、創立 100 周年(平成 31 年)までに人工衛星の打ち上げを目指して開発に取り組んできました。多くの製作協力校にも参加をいただき、生徒と教職員が一体となって衛星の構想、仕様、ミッションの設定、筐体の製作、システム構成の検討と製作、電波実験等を実施し、10 年をかけてプロジェクトを推進してきました。その成果として平成 29 年 1 月に BBM(Bread Board Model)が完成、平成 31 年 3 月 EM(Engineering Model)が完成しました。しかしながら、人工衛星打ち上げまでには、申請手続きや耐久試験などクリアすべきハードルが多々あり、長い期間と多額の費用が必要となるため、創立 100 周年を節目に「EM 完成」をもって、プロジェクトを終了することとなりました。これまで、プロジェクトに参加・協力いただいた皆様に深く感謝を申し上げます。今後、会員校がこの研究成果を活用したい場合は、技術情報を提供します。

以下にプロジェクトの概要を報告します。

(2)基本仕様

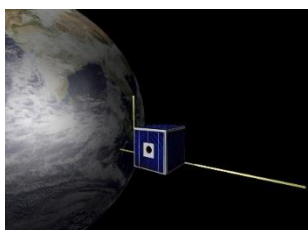


図 1 衛星のイメージ

(東京都立蔵前工業高等学校長三神幸男氏制作)

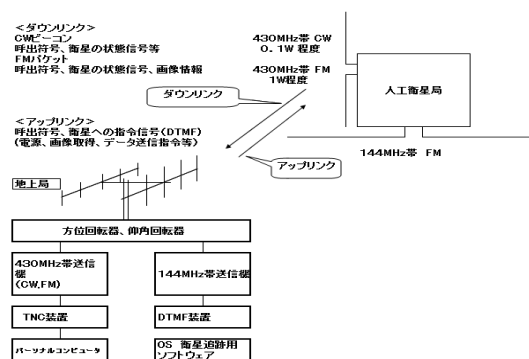


図 2 人工衛星のシステム

(1) ミッションの設定

実験的ミッションと教育的ミッションを設定した。

○実験的ミッション…衛星に搭載されたカメラ画像を活用して、森林の状況を観察すること。

○教育的ミッション…全国の工業高校生と教職員で人工衛星を製作し、最終的には衛星からのカメラ画像を集めて、日本地図を完成させること。

①外形寸法 100×100×227 (mm) 2U 規格

②重量 2.6 (kg) 以内

③使用周波数 144MHz 帯、430MHz 帯

④制御信号 DTMF 信号

⑤計測信号 CW AFSK 1200BPS AX.25 パケット信号

⑥センサ類 温度、電圧、画像(衛星カメラ)

⑦太陽電池パネル 2W(最大)

(3) 動作

本体の基本構成を図 3 に示す。各ブロックの名称等は、当初設計の名称のものである。宇宙空間に放出された衛星は、はじめにアンテナ展開機構を動作させて、通信用のアンテナを伸長させる。衛星の電源は、太陽電池パネルと蓄電池部から構成される。太陽光を太陽電池パネルで電気エネルギーに変換し、蓄電池に充電して使用する。電源制御部は、効率的な充電と放電を管理し、電源分配部を経由して、各部に電力を供給する。FM 受信機と受信信号処理部は、地上からの DTMF 信号を受け、復調後コマンド受信処理部で衛星への制御命令を出力する。衛星各部の情報は、衛星管理部で収集され、テレメトリ処理部で蓄積される。モールス信号処理部は、衛星の状態信号をテレメトリ処理部から受け、呼び出し符号と共にモールス符号として CW 送信機に出力する。送信信号処理部は、カメラからの画像情報や衛星各部の詳細情報を、テレメトリ処理部から受け取り、パケット処理部でビット配列を整え、AX.25 形式のパケット信号として、FM 送信機に AFSK(AudioFrequency

Shift Keying)で出力する。衛星には、温度、電圧等のセンサとカメラが実装され、各部からの情報を出力する。

製作協力校:千葉県立京葉工業高等学校機械科
課題研究のテーマとして生徒たちが手づくりしたものです。

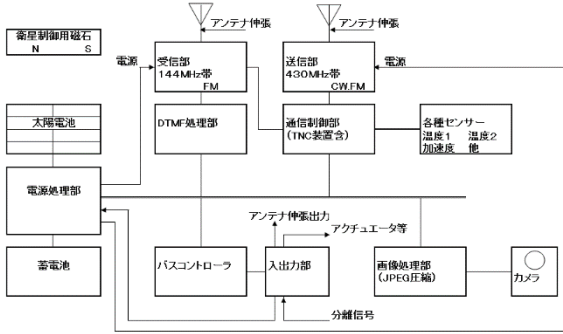
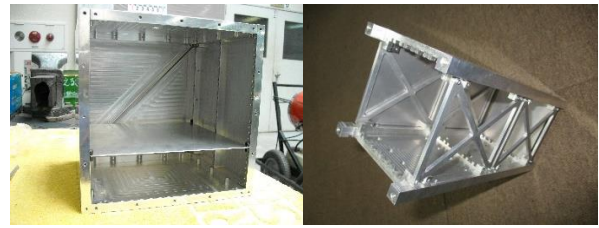
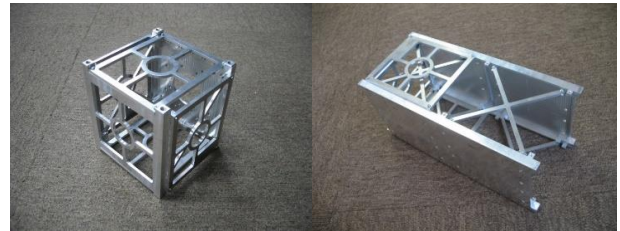


図3 基本構成(当初)

平成24年度製作 筐体1号機 平成25年度製作 筐体2号機



平成26年度製作 筐体3号機 平成27年度製作 筐体4号機
1U(縦10cm、横10cm、高さ 約10cm)



平成28年度製作 筐体5号機 平成29年度製作 筐体6号機



図7 筐体の変遷

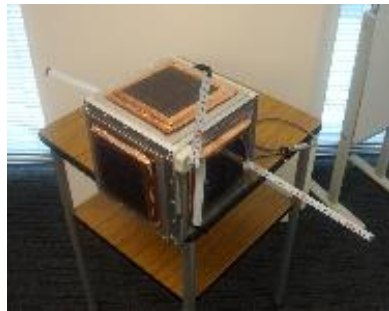


図4 試作した衛星(試作1号機)



図5 電波実験(駒ヶ岳山頂の様子)



図6 生徒を交えた、衛星カメラを中心に衛星で使用する機器や電子デバイスについての講習会の様子

(4)筐体の製作

サイズ:2U(縦10cm、横10cm、高さ 約20cm)
材 質:ジュラルミン(A7075)

(5)BBMの完成

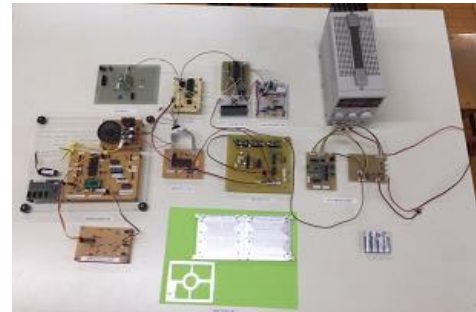


図8 BBMの完成

(6) EMの構成

EMは、送信機、受信機、カメラ装置、太陽電池パネルと4枚のPC板に分割された人工衛星の各部から構成される。(図9)

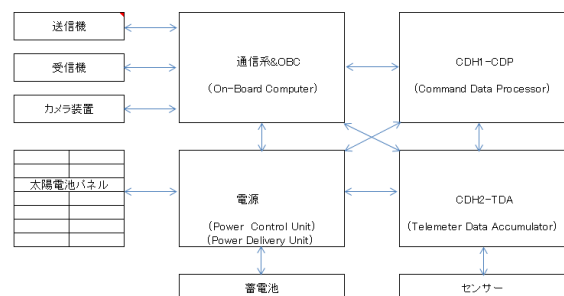


図9 EM 構成図

製作協力校で製作したPC板を持ち寄り、動作試験を行い、EMとしての基本動作を確認した。

主要な4枚のPC板の概要

①基板1(通信系&OBC)

送受信機やカメラ装置と接続され、衛星機能の中心的役割を果たすOBC(On-Board Computer)とよばれる基板。

②基板2(CDH1-CDP)

地上からの制御命令(Command)を解読し、衛星の各部に指令を出力する基板。

③基板3(CDH2-TDA)

衛星で観測したデータを蓄積し、パケット用のデータに加工・保存する基板。

④基板4(PCU-PDU)

太陽電池パネルで発電した電力を蓄電池に充電し、使用可能な電力を分配・制御する基板。

(7)機能試験の実施

EMの機能試験(図10)及び筐体への格納試験(図11)を行った。(平成30年12月及び平成31年1月 全工協会工業教育会館にて)

○試験内容

EMとして、4枚のPC板及びカメラ装置、送信機、受信機等を相互に接続し、機能試験を行った。

試験項目として、自立的ビーコン電波の発信、地上からのコマンド受付、カメラ装置でのデータ取得とパケットデータ出力の動作を決め、動作試験を行った。

試験項目の正常動作を確認し、PC板が相互に接続され衛星全体がEMとして基本的に正常に機能していることを確認した。

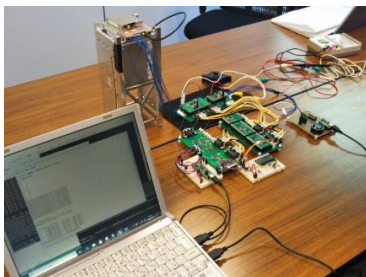


図10 機能試験



図11 EM 筐体への格納試験

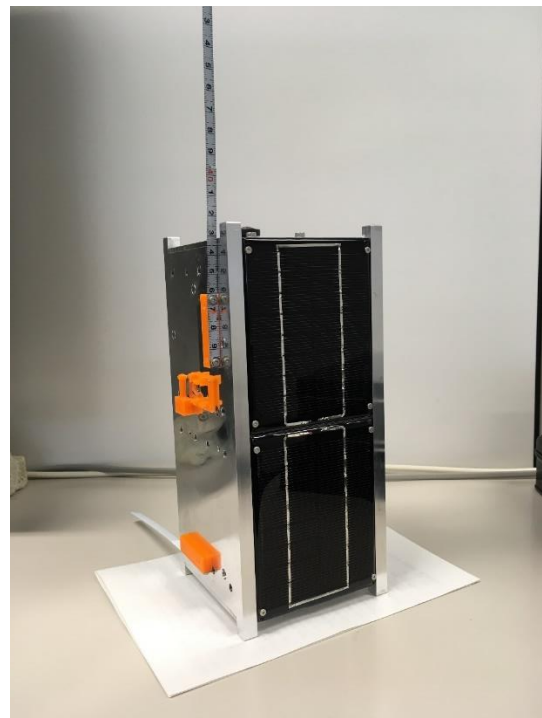


図12 平成30年度製作 筐体7号機 EM完成

(8)製作協力校

- ①私立八戸工業大学第一高等学校
- ②埼玉県立新座総合技術高等学校
- ③千葉県立京葉工業高等学校
- ④千葉県立千葉工業高等学校
- ⑤東京都立六郷工科高等学校
- ⑥神奈川県立川崎工科校長学校
- ⑦長野県長野工業高等学校
- ⑧長野県駒ヶ根工業高等学校
- ⑨長野県池田工業高等学校
- ⑩長野県松本工業高等学校
- ⑪大阪府茨木工科高等学校
- ⑫兵庫県立龍野北高等学校
- ⑬福岡県立福岡工業高等学校



図13 人工衛星委員会と製作協力校の先生方

