

本校の小型人工衛星打ち上げプロジェクトの一つである、アマチュア無線を利用した、リモートセンシング技術の理解と習熟に必要な、アマチュア無線の電波塔と基地局の設置工事を行いました。

このアマチュア無線装置は将来、本校が宇宙に打ち上げる予定の小型人工衛星を地上から電波を送受信してコントロールする時に必要な基地局です。

また、世界中の国家や大学、企業、民間が打ち上げた人工衛星（アマチュア無線を使用している）から送られてくる情報を受信することにより、衛星の状態をチェックし、連絡することで、相互補完による国際的な大規模な連携を可能とします。

まず、計画の初年度として、地表から軌道高度400～600kmの宇宙空間を高速（およそ音速の23倍）で移動する人工衛星や国際宇宙ステーション（ISS）からの情報を受信するため、追尾（トラッキング）機能を持った電波塔と基地局の設置工事を実施しました。

設置工事の様子



図1 作業開始



図2 ベース部製作中

設置工事当日の気温は35℃を超える猛暑日で、生徒たちは小さな日陰で作業を行いました。



図3 ベース固定中



図4 アンテナ製作開始

生徒たちは、水分補給と塩分（業務用塩キャンディ）、休憩を取りながら作業を続けました。

## SST. R&D(SST研究開発部)より報告

### 「JSTの中高生の科学部活動振興プログラムに採用」

この振興プログラムは研究者の指導などを通じた理数を得意とする生徒の資質発揮などを目的として、中・高等学校の科学部活動を3年間継続して支援するものです。

採用テーマは「宇宙科学技術の“究極のものづくり”である“小型人工衛星等”の研究開発による“ひとつの”実践」です。

このテーマに基づき、SST.R&D(SST研究開発部)は小型人工衛星に関する全ての技術要件やアマチュア無線、缶サット、ハイブリッドロケット等の研究開発をJAXAや大学、企業等の宇宙の各専門機関と連携して研究開発を行い、発表していきます。

※JST:独立行政法人科学技術振興機構は、新技術の創出に資することとなる科学技術に関する基礎研究、基盤的研究開発、新技術の企業化開発等の業務及び我が国における科学技術情報に関する中枢的機関としての科学技術情報の流通に関する業務その他の科学技術の振興のための基盤の整備に関する業務を総合的に行うことにより、科学技術の振興を図ることを目的とする。

関連リンク:<http://www.jst.go.jp/cpse/kagakubu/>

※平成25年5月より SST 同好会は同好会から部に昇格し、名称をスーパー・サイエンス・テクノロジー研究開発部(SST. R&D)に変更しました。

## 人工衛星追尾用アマチュア無線宇宙局の設置②



図1 アンテナ部完成



図2 企業の専門家より講義中

本プロジェクトは（一財）大阪労働協会が主催している企業と高校が連携して実習を行う『人気産業活用人材育成事業』により、アマチュア無線の専門家である、大阪無線株式会社、松原無線工業株式会社様から講師を招聘し、御協力と御指導を仰ぎ、連携授業を実施できました。



図3 ローテーター調整中



図4 ローテーター設置中

高所作業については安全上、生徒は取り組みませんでしたが、松原無線工業株式会社様の技術者から直接指導を受けることで、プロの仕事を垣間見ることができ、現場の凄さを体験できました。



図5 電波塔設置完了



## 人工衛星追尾用アマチュア無線宇宙局の設置③



図1 地上局システム全体



図2 無線機調整中

平成25年8月20日（火）、先日、設置工事が完了した人工衛星用無線装置の電波塔並びに、地上局を使用して、全国工業高等学校長協会が主催する『第2回人工衛星アマチュア電波試験』に臨みました。

※人工衛星アマチュア無線電波試験とは、富士山や木曽駒ヶ岳にアマチュア無線の電波発信装置を設置し、それを模擬の人工衛星として見立て、全国の工業高校にある無線部などが協力し、1W（ワット）以下の微弱な電波をキャッチすることが出来るか実験をするもので、高度400～600kmの宇宙空間を高速で移動する人工衛星をリモートセンシングするための技術蓄積が大きな目的でした。



図3 ローテーター調整中

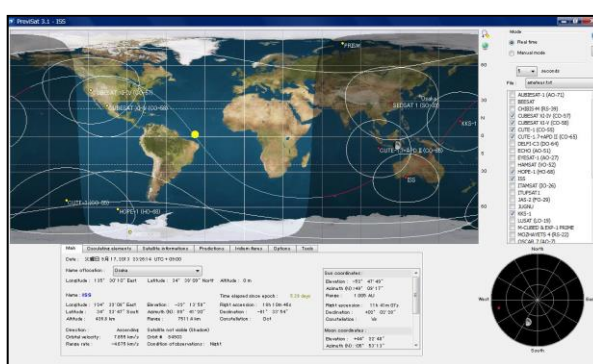


図4 人工衛星追尾ソフト（previsat）

今回、残念ながら、機器の不具合により木曽駒ヶ岳からの電波を受信することが出来ませんでした。が、次回の電波試験には生徒たちが受信練習を行い、システムを完全に動作するようにしてから試験に臨みたいと考えています。

最後になりましたが、今回の設置工事は夏の炎天下にも拘らず、最後まで諦めず楽しく製作に参加した生徒たち11名と教員、また、大阪無線株式会社、松原無線工業株式会社、一般財団法人大阪労働協会の皆さまの御協力と御支援の賜物です。

この場をお借りいたしまして、厚く御礼申し上げますと共に今後も御指導、御鞭撻の程、宜しくお願い致します。

茨木工科高校、宇宙を目指す！

## 1 はじめに

本校は大阪府北部茨木市の市立中央図書館に隣接する学校で、昭和38年に現在の茨木高等学校から工業科を独立させ、大阪府立茨木工業高校（機械工学科、電子工業科、工業化学科）として、設立されました。

平成17年に工業高校再編整備により、茨木工科高等学校（機械系、電気系、環境化学システム系）となり、平成24年の今年、創立50周年を迎えます。

校章（図1）と校歌（図2）に特徴があり、50年前から地球や宇宙を目指すことが記されており、現在、取り組んでいる様々な宇宙研究や小型人工衛星（CUBE-SAT）プロジェクトに運命的な巡り合わせを感じている。

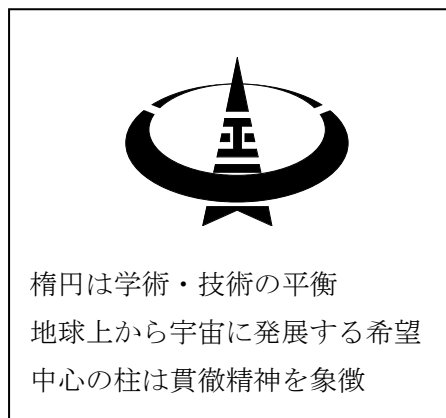


図1 校章

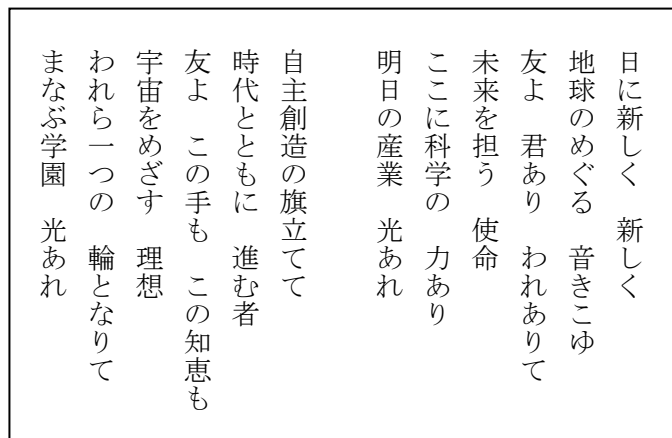


図2 校歌

## 2 取り組み内容

平成23年度より本校は宇宙や地球、自然科学について、自ら問題を提起し、研究、開発を行い、それらを形にし、発表していく問題解決型プロジェクト学習を取り入れた「ものづくり」に挑戦し続けるための活動拠点としてSST（スーパー・サイエンス・テクノロジー）同好会を発足させ、従来の3年生課題研究との共同研究開発を試みることにしました。

### （1）衛星設計コンテスト

宇宙への最初の取り組みとして、財団法人宇宙教育フォーラム等が主催している衛星設計コンテスト（ジュニア部門）に論文作品を提出し、且つ財団法人大阪労働協会が主催する「工科高校との次世代産業共同研究型人材育成事業」の成果発表を行うことを計画しました。

衛星設計コンテストとは、大学院生から高校生までを対象にしたコンテスト形式（一部模型製作）の大会で、小型人工衛星から宇宙を利用した様々なミッションや設計構想などを「設計部門」、「アイデア部門」、「ジュニア部門」などで独創性、有用性を競う大会であり、その中でも「ジュニア部門」は比較的自由な発想で宇宙についてミッションやアイデアを考察するのに適している。

3年生の課題研究班の生徒たちとのグループディスカッションを繰り返し、寿命が6ヶ月の「カメレオン」を国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」で飼育・観察出来る装置の概念を考察することになった。

そこで、専門家による指導及び助言が必要になり、財団法人大阪労働協会の紹介により、人工衛星「まいど1号」で有名な株式会社大日電子の代表取締役である杵本日出夫氏に指導を仰ぐことになり、以下に内容を示す。

①宇宙の過酷な環境、それを支える技術についての講義を企業で行う。（図3）

②講義内容を理解し、コンテストの飼育観察装置のモックアップを製作し、学校でプレゼンを行う。（図4）

③成果発表において、講評を得る。（図5）



図3 大日電子株式会社での講義



図4 飼育装置のモックアップ



図5 成果発表の様子

コンテスト自体は予選を通過することは出来ませんでした。生徒たちには連携企業である杵本日出夫氏の指導と助言により、「衛星づくり」における「人づくり」の大切さ、「チャンスは一度きり」、「話(わ)は輪(わ)の心」など、技術者としての在り方、経営者としての気構えなど、宇宙技術の難しさ以外に得られた多くのことは今後、社会人として生活する上で大いに役立てられるものと期待される。

### (3) みちびきアート

衛星設計コンテストの次に、JAXA宇宙教育センターが主催する「準天頂衛星みちびき」を使った「みちびきアート」に取り組みました。

＜作品はJAXAのHPに掲載＞<sup>(a)</sup>

「準天頂衛星みちびき」とは米国のGPS衛星の信号を補強し、日本全国のどこでも、特にビル群や山間部などでも高精度な測位サービスが実現できることを目指し、開発されたものである。

「みちびきアート」とは、「みちびき」&GPS受信機(図6)を持って、生徒たちがたどった軌跡で文字や模様を描くアート活動でGPS補完技術の実証実験の一部として実施しました。



図6 「みちびき」受信機

課題研究班と同好会の生徒たちと何を描くか、場所はどこにするか検討していく過程で、茨木市街をキャンバス代わりにするのは、自治体の許可が必要と考え、茨木市の産業環境部商工労政課の協力を得られることになった。

また、茨木市のイメージキャラクターである「茨木童子」の使用について茨木市観光協会の支援も頂き「みちびきアート」以外の全ての宇宙活動に利用できるようになった。

図案について何点かプランを頂いたので、実際の市街地の道路に描けるか検討し、班分けを行い「アート」活動(図7)を行った。

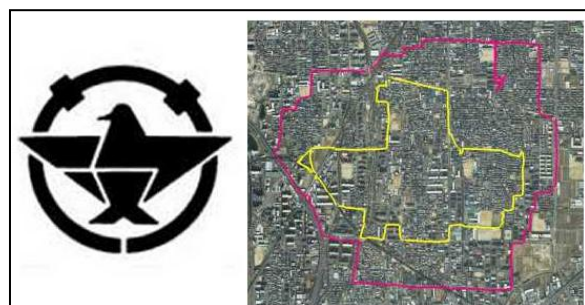


図7 茨木市章とみちびきアート



活動は12月から3月の非常に寒い時期に行ったが、過酷な条件に関わらず生徒たちは自転車を漕ぎ続け、作品を仕上げていきました。

生徒たちには「準天頂衛星みちびき」の衛星の特徴である高さデータの正確さ、東西方向と南北方向の精度の違い、観測時間の短さを知ること、缶サットに搭載予定のGPSセンサーの予備知識と経験を得ることに寄与した。

#### (4) 缶サット甲子園

缶サット甲子園とは「理数が楽しくなる教育」実行委員会が主催する「プロジェクト遂行型実践教育」を具現化した大会で、生徒たちが問題点を発見し、仲間と協力しながら問題解決を行い計画力、問題発見および解決力、コミュニケーション能力などのプロジェクト遂行力を育成する大会である。

ミッションは缶サット（空き缶サイズの模擬人工衛星）とキャリア（缶サットをロケットから放出する機構）を自作し、モデルロケット（ハイブリッドロケット）又はアドバルーンから放出、降下、着地の過程で得られる画像情報、温度、気圧、加速度などの物理データを取得し、それらをまとめ発表する。

大会は各地方大会（北海道、関東、和歌山、九州の全27校）を行い、各地方大会を勝ち抜いた10校が全国大会（今年度は和歌山）を行う。

さらに、全国大会で優勝したチームには特典として、ARLISS（A Rocket Launch for International Student Satellites）というアメリカ合衆国のネバダ州、ブラックロック砂漠で毎年、世界の大学生たちが自作した模擬人工衛星を高度約4000mまで打ち上げる大会のオブザーバーとして参加することができる。

この大会は平成20年から行われ、今年で5回目を迎え、本校は初参加にあたり、課題研究班と同好会の生徒たちで班分けを以下のように行った。

##### ①プログラム班

m b e d（図8）をC言語でプログラミング

##### ②構造班

回路基板の製作、基板フレームの製作

##### ③キャリア班（発表資料含む）

解放機構の製作

#### ④減速装置班（課題研究班）

パラシュートの製作、落下試験担当

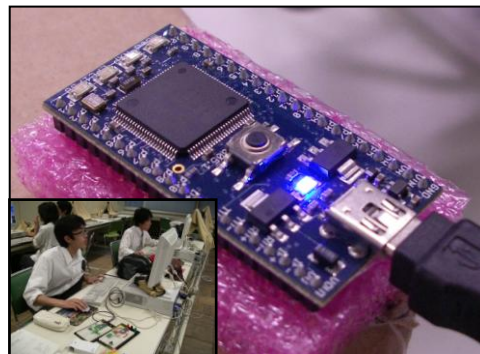


図8 m b e d

まず、打ち上げる缶サットの名称は先の「みちびきアート」の関連から「茨木童子1号」（図9）と命名することにした。



図9 茨木童子

生徒たちと缶サットのスケジュール及び開発コンセプトを以下のように決め、実施した。

##### ①缶サット製作は地方大会の14日前に完了する。

缶サットのスケジュール管理で最も大事なことは、ロケットの打ち上げは絶対に変更がないということを念頭に計画することである。

##### ②距離センサー、3軸ジャイロ加速度、温度センサー、カメラ、SDカードを使用する。

マイコン、センサー、バッテリーはロケットの加速度（最大8G）に耐えることを考慮しなければ、キャリア放出時、機能停止に陥り、最悪の場合地面に激突し、破損する。

##### ③缶サットの設計、加工は学校の施設、設備などを最大限活用する。

缶サットを構成する空き缶以外の部品や構造物は全て3次元CAD、レーザー加工機等で設計、解析、加工を行った。（図10）

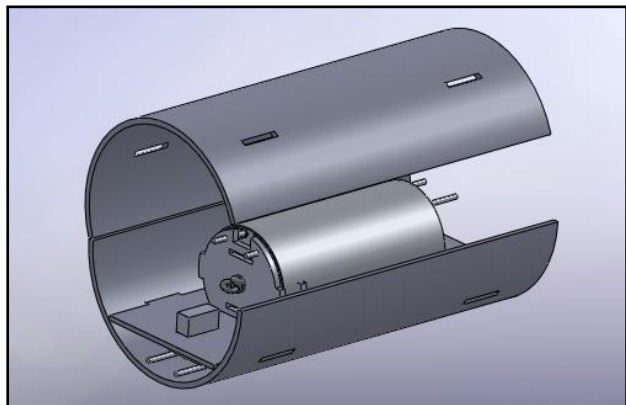


図 1 0 3次元CAD

そして、この大会で最も困難なことは自然を相手にしているため、天候の影響を考え、プログラムの変更、パラシュートの調整、缶サット、キャリアを安全に回収する方法など仲間と協力し、瞬時に判断して、行動することにある。(図 1 1)



図 1 1 大会風景

今回、大会初参加であったにも関わらず、パラシュートの開傘、缶サットに搭載した全てのセンサーからのデータ、カメラ映像の取得に成功した。

次年度以降に向けて発表技術の向上と取得したデータを次世代機に反映させ、発展させていく。

また、この大会の特徴であるアウトリーチ活動も積極的に行い地域社会、特に小中学生の生徒たちに缶サットを含む宇宙についての取り組みをサイエンスフェスタ大阪や産業教育フェア、本校の50周年記念事業等で公開する。

### 3 今後の展開

#### CUBE-SAT プロジェクト

本校の平成23年から宇宙に関する様々な取り組みを継続発展するための基盤として、大阪府教育委員会が推進する「平成24年度校長マネジメント事業」の「中期計画推進費」の推進校(65校中10校)として支援されることになった。

本事業名は「小型人工衛星打ち上げに参画する」(CUBE-SATプロジェクト)というもので、JAXA宇宙教育センターをはじめ、各企業、大学と連携し、当面は缶サットの全国大会出場、茨木工科高校製の小型人工衛星(10センチメートル立方:1Uサイズ)のBBM(ブレッド・ボード・モデル)からEM(エンジニアリング・モデル)、PFM(プロト・フライト・モデル)までを研究開発するものである。

計画の初期段階として、大阪無線株式会社及び有識者の指導のもと、アマチュア無線を利用した地上局の設置(衛星追尾付きローテータ)、教員、生徒の免許取得、人工衛星からの電波取得の練習、開局申請の手続き等を行う。

また、缶サットの基板技術の向上とCUBE-SATのBBM等を製作する上で必要なクリーンブースを設置し、はんだ付けの技術向上、アウトガス(真空中での衛星の部品から発するガス)対策に繋げる。

さらに、JAXA連携授業の第1回目として、東京工業大学の松永三郎准教授をお招きし、「CUBE-SAT」について講義を行う。

そして、宇宙をテーマにした様々な挑戦は本校の「ものづくり」による「ひとづくり」を発展させ、生徒たちには、「宇宙飛行士の素養」である科学的センス、問題発見解決力、判断力や協調性、コミュニケーション能力を備えることにより、どのような世界や社会でも必要とされる人材の育成として期待される。

参考文献、協力企業、大学

JAXA宇宙教育センター みちびきアート

財団法人宇宙教育フォーラム 衛星設計

大日電子株式会社

大阪無線株式会社

財団法人大阪労働協会 人材育成事業

茨木市産業環境商工労政課 みちびきアート

茨木市観光協会 茨木童子

「理数が楽しくなる教育」実行委員会

缶サット甲子園

(a) <http://qz-vision.jaxa.jp/READ/art>

人工衛星をつくる 宮崎康之 著

東京工業大学 准教授 松永三郎