

## 第2 1回衛星設計コンテスト

事務局使用欄

受付番号

年 月 日

### アイデア概要説明書

1. 応募区分 ジュニアの部

2. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内） 全国の高校生でつくる小型人工衛星システム			
作品名 副題（これは公式文書では省略する場合があります） ～みんなの衛星 打上げを見守ろう			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	松澤千晶(マツザワチアキ)	長野工業高等学校 環境システム科	2
代表者(副)			
メンバ1	吉澤美菜(ヨシザワミナ)	長野工業高等学校 環境システム科	2
メンバ2			
メンバ3			
メンバ4			
メンバ5			
メンバ6			
メンバ7			
メンバ8			

3. アイデアの概要（プレスリリース等で使用するので、200字程度でわかりやすく表現して下さい。）

本小型人工衛星システムは、多くの高校生が製作や運用に参加して実現していくものである。小さな部分に機能分割して製作や試験を担当し、それぞれの部分をかみ合わせて動作させる工程は学ぶことがたくさんあり、自分たちの衛星として愛着が持てる。

また、衛星からのデータを全国の高校生が受信し、収集したデータが補完しあいながら地球観測データとして役立せる。この計画を通じて、多くの人が宇宙開発や衛星データ利用に興味を持つことができる。

4. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

(a) 目的（今回考えたアイデアを何に利用するか等）

1. 全国の工業高校生が参加してつくる人工衛星システム

人工衛星の製作・打ち上げ・データ受信を通して、技術理論を学び工業技術教育の充実と発展を図る。

2. 地球の表面を撮影し、地球環境の状況に関するデータを収集し、地球観測の研究に役立てる。

(b) 重要性・技術的意義等(ex:宇宙空間で利用する理由、他にない技術など)

工業高校には機械、電気、情報などに関する学科があり、それぞれの分野で知識・技術を学ぶ。人工衛星の開発の要素技術は多岐にわたるが、工業高校生の技術力を合わせて実現を目指す「工業高校生による人工衛星打上げ・運用」の計画が進められている。この人工衛星製作・運用において、なるべく多くの高校生が関わり、小さな部分でも製作や試験を担当することは、自分たちの衛星として愛着が持てるし、それぞれが製作した部分をかみ合わせて動作させる工程は学ぶことがたくさんある。こうして多くの人が苦労を分かち合って打ち上げた衛星からのデータを全国の高校生

が受信し、収集したデータが補完しあいつながら地球観測データとして役立てることは、大きな教育的意義がある。この計画を通じて、多くの人が宇宙開発や衛星データ利用に興味を持つことができる。

この人工衛星製作プロジェクトの成功は、どれだけ多くの高校生が関わっていくかにかかっていると見える。そこで、多くの高校生が関われるような開発体制を含んだ、衛星システムとミッションの提案をする。

## 5. アイデアの概要

### 5.1 システム全体の概要

本衛星システムは、超小型衛星に分類される 10cm から 20cm 平方ほどの衛星であり、相乗り副衛星として、または小型衛星放出実証ミッションにて軌道投入されることを想定している低軌道の周回衛星とその地上局から構成される。

また、開発・製作、試験、運用、ミッション実験において、全国にわたる工業高校生が携わる。多くの高校生が関わり、人工衛星の製作・試験を完了させ、打ち上げ後は、各地の工業高校が受信局となりデータを収集する。

### 5.2 システム構成と主な構成部品

衛星本体 . . . バス部として通信系・電源系・テレメトリコマンドデータ処理系・衛星管理部などのサブシステムから構成され、ミッション部としてカメラ部を搭載する。

地上局 本部地上局 . . . . コマンド送信、データ受信  
受信局 (全国の工業高校) . . . . データ受信  
受信データ統合部 . . . . データの収集統合

#### 5.2.1 通信システムの構成

通信はアマチュア無線を利用し、地上局から衛星のアップリンクは 144MHz 帯の電波を使用した DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) 信号を利用する。ダウンリンクは 430MHz の電波を使用し、モールス符号を使用した CW ビーコンと FM パケットでデータを地上へ送信する。

#### 5.2.2 ミッション機器 カメラ

撮影命令をうけてカメラを動作させる。画像の圧縮処理と蓄積を行う。地球が画面の 3/4 程度に入る画角とカメラ向きとする。FM パケットで送り、データ落ちや順番の並びが変わってもわかるようにそれぞれのフォーマットに画像の ID をつける。撮影データは地上局で受信される。全国で受信したデータを集約し、撮影全データの取得をする。

#### 5.2.3 その他のミッション機器

宇宙服の素材を利用したバンパーを利用してデブリの除去を考えていたが、布地での防護は強度が不十分なためデブリ回収には向かないと考えた。また、小さなデブリだけ選択して回収することも難しい。たとえ小さなデブリだったとしても、衝突の衝撃が大きいので、小型衛星にその機能を持たせることは難しい。

### 5.3 開発の流れにおける特徴

#### 5.3.1 衛星本体

(1) 製作 サブシステムの機能定義を行い、基板に分割していく。インタフェースの定義を慎重に行い、機能試験の方法を合わせて検討しておく。

EM や FM の製作段階においては、複数校が同じ箇所を担当し、同じ機能の基板を複数用意しておき、試験に使用したり、故障時に対応できるようにする。

#### (2) 試験

機能試験 基板毎に機能の確認試験を行い、サブシステム毎にかみ合わせ試験を行った後、サブシステム間のかみ合わせ試験を行う。

環境試験 すべてのかみ合わせ試験を確認後、衛星筐体の中に設置し、電気試験、振動試験

などの環境試験を行う。

(3) 打ち上げ 相乗りまたはISSからの放出など

(4) 運用 初期運用は本部地上局で実施する。各機能の確認やコンフィギュレーション設定などを行う。

### 5.3.2 地上局

CWビーコンの受信は430MHzの無線機で受信し、モールス符号を解読する。FMパケットはTNCによる変換とパソコンによってデータ変換が必要であるが、TNC回路を公開したり、製品化したりデータ変換プログラムを提供したりして、無線未経験者にも広めていく工夫をする。データ通信分野の応用として、実習授業の教材としたり、アマチュア無線の3級の取得も受信局の理解につながる。

全国工業高等学校長協会にて、「人工衛星電波受信実験」を行っているので、その実験に参加するのに必要な機材や知識を伝える講習会などをすると、もっと参加者を増やしていけるものと考えられる。

加えて、衛星の周回に合わせて追尾するなどの受信技術を進化させていくことも数年計画で進める。

## 5.4 プロジェクトの進め方

### 5.4.1 衛星本体プロジェクト

各サブシステムを構成するモジュール毎に担当するチームを募集して決める。仕様は先生がつくり、各チームでは設計・製造・試験を担当する。

プロジェクト管理チームをつくり、スケジュールの管理、インタフェース確認、かみ合わせ試験の計画などを行う。各チームとの連携はインターネットやFacebookなどを使って情報を共有できるようにする。

計画は1年ごとに立てて製作や試験を進めて年度毎に引き継げるようにする。

### 5.4.2 受信プロジェクト

受信局は全国の各地で行えるように、受信に必要な機材や知識、受信のアドバイス、衛星の飛行情報、データ形式などを発信していく。各地方で、無線の知識がある学校が近隣の学校に講習会をするなどして受信を支援する。

受信データを統合するチームでは、全国で受信したデータを集約し、撮影したデータの処理をする。

## 6. 得られる成果

(1) 工業高校生が製作・運用する初めての人工衛星

多くの高校生が愛着をもち、打ち上げ後は全国の工業高校生が受信したデータを集約する。宇宙開発や衛星データ利用に興味を持つ人を増やすことができる。

(2) 機能分割とかみ合わせ試験

製作単位の基板をかみ合わせていく過程で、設計仕様を他人に分かりやすく説明したり、トラブルシュートをしたりしながらコミュニケーションを生かしていくことを経験できる。

## 7. 主張したい独創性または社会的な効果

高校生の技術力で人工衛星を打ち上げることは、宇宙開発に興味を持つきっかけになり、自分たちの自信につながる。これから宇宙開発をめざそうとしている人に希望を与えるかもしれない。

また、これほど数多くの高校が関わって組み上げていく小型人工衛星の開発や、全国に渡る大規模な組織での受信局を統合する運用に独創性がある。

以上

説明資料 プロジェクトの進め方

1 衛星本体プロジェクト

1.1 プロジェクトの役割分担

衛星本体プロジェクトの構成を図1に示す。

システム設計・・・構成を検討し、サブシステム・モジュールの仕様を決める

各サブシステムとモジュール担当チーム・・・電源系、通信系、データ処理系、衛星管理系、ミッション機器、構造系などのサブシステムがあり、それぞれのサブシステムを構成するモジュールを設計・製作・試験を行ない、かみ合わせてサブシステム試験としての機能確認試験を行なう。各モジュール毎に担当するチームを決める。サブシステムはモジュール担当のチームからリーダーとなるチームを決めて、チーム間で協力しながら試験などを行う。

プロジェクト管理チーム・・・サブシステムをかみ合わせておこなうシステム試験はプロジェクト管理チームが中心となって、各モジュール・サブシステムチームが協力しながら試験をおこなう。その他、プロジェクトを円滑に進めるために・スケジュールの管理、インタフェース確認、各サブシステムの設計確認、かみ合せ試験の計画、技術的アドバイスの橋渡しなどを行う。

各モジュールの担当チーム、プロジェクト管理チームは高校生で組織されるもので、全国の高校生に希望を募って決める。試作、EM、FMの各段階でも同様のチーム構成が考えられる。数年にわたってプロジェクトが進むので、1年ごとに引き継ぎを行なえるようにする。各チームは同じ学校内であると引継ぎがスムーズだが、他校になっても対応できることを想定する。なお、システム設計は先生方が担当する。

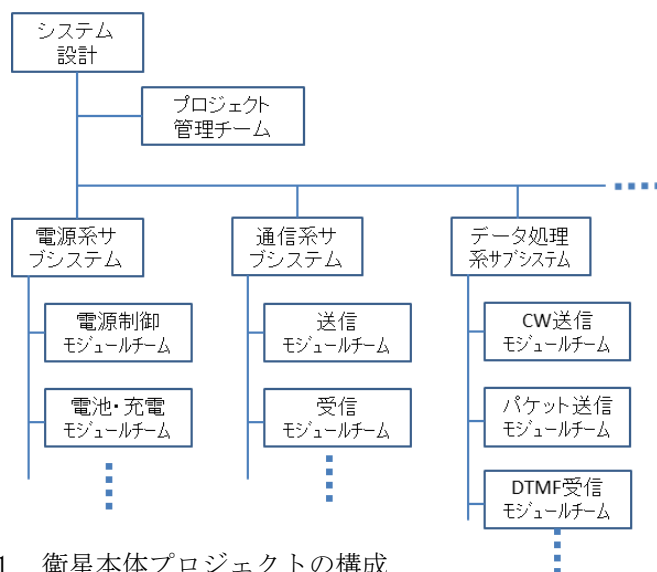


図1 衛星本体プロジェクトの構成

1.2 スケジュール

図2にスケジュールの案を示す、なるべく1年ごとの計画を立てて製作や試験をして、年度の終わりににはまとめをして次のメンバーに引継ぎができるようにする。1, 2年生は年度の変わり目も活動をする。かみ合わせ試験のような複数のチーム間の協力が必要なことは、できれば夏休みの期間にできるようにしたいと考える。

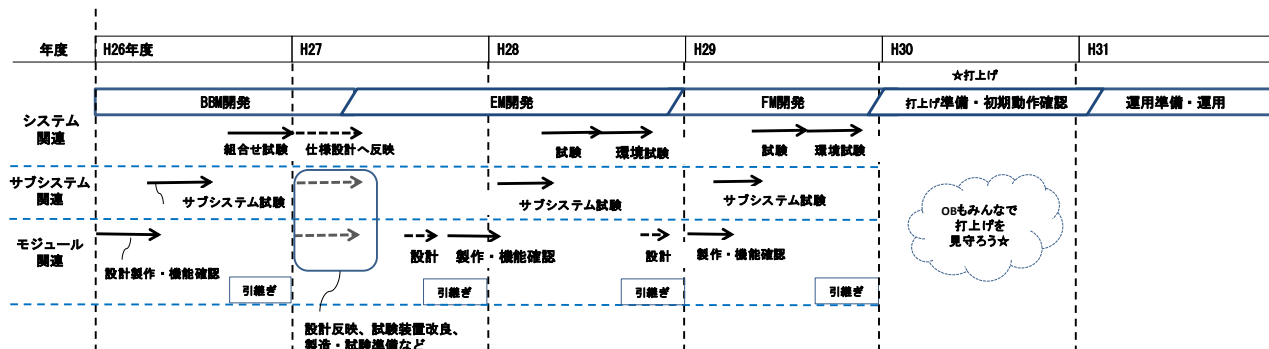


図2 スケジュールの案

### 1.3 プロジェクト推進のために

#### Facebookの活用

遠くに離れたチームで1つのものを作りあげていくので、連絡を取り合うツールとしてFacebookなどインターネットを活用する。Facebookはこの衛星プロジェクトの名義で立上げる。使い方は次のことが考えられる。①お互いに状況を伝え合い、スケジュールを把握したり励みにする。②プロジェクト管理チームから方針や共通の連絡事項などを知らせる。③長期に引き継いでいくので、記録を共有する。

#### 技術的アドバイスの体制

各モジュール担当チームで、分からないことや困ったときは、プロジェクト管理チームに連絡するようにする。また、分野ごと（電気、通信、ソフトウェアなど）に相談を聞いてくれる先生方のネットワークを作っておく。プロジェクト管理チームは、相談の内容に応じて先生方に連絡をとり、アドバイスをもらう。こうして間を取り持つことによって、解決を早めたり、困っていることを把握でき、同じことで困っているチームには同じ方針をだすことができる。先生方のネットワークで解決しないときは、専門家の方々にも協力していただいで相談をお願いしたい。

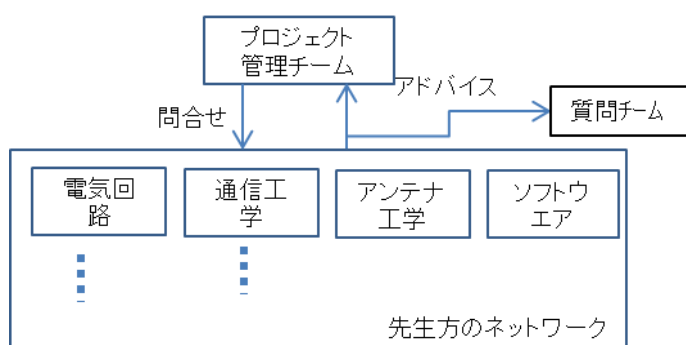


図3 技術アドバイスの体制

### 1.4 プロジェクト参加への呼びかけ、プロジェクトの魅力

私たちはこのプロジェクトの参加に以下のような良さがあると思っている。

- ・自分の意見を通しながら参加できる。
- ・意見交換が楽しい
- ・自分の技術を使うことができる
- ・完成したら快挙！
- ・全国の高校生と交流ができる
- ・注目を浴びる
- ・なかなかできない貴重な経験ができる
- ・みんな真剣で成長し合える活動

また、この衛星コンテストの2次審査に向けて、長崎西高校のみなさんと意見交換を経験することで、それを通して、離れたメンバーとも意見交換し、技術交流できることがわかったし、互いの考えを聞いたり、質問にみんなで回答をつくることは楽しみながら大変勉強になった。衛星製作プロジェクトにおいても、学校間の交流はとて面白い刺激になると考える。

特に私たちが魅力に感じるのは、「衛星の打上げ」である。私たちを含め、打上げ時には卒業しているメンバーが多くなるが、かかわったメンバーみんなに呼びかけて打上げを見守りたい。打上げ後

に活躍する受信局のメンバーたちも、電波受信試験に参加することによって、自分達の衛星として実感がわき、打上げが楽しみになると思う。

## 2. 受信局プロジェクト

### 2.1 画像データ

地球外の宇宙は暗いので、受信するデータブロックがすべて黒くなることを少なくするためなるべく地球が画面の3/4ぐらいいは占めたいと考える。

カメラの向きは地球に垂線に対し、 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$  ぐらいの角度で撮影できるとベスト位置であるが、姿勢制御を行わず衛星が回転している状態なので、作り出すのは難しい。明るい素子と暗い素子の比率などで撮影タイミングを計るなども考えられる。

また、画角を  $\alpha^{\circ}$ 、軌道を  $h$  km とすると、写真の一边は  $2h \tan \alpha / 2$  (km) なので、画角  $60^{\circ}$  では  $h \times 1.15$  (km) となり、軌道の高さと同じぐらいの距離になる計算される。

画素数は、携帯の壁紙のサイズとほぼ同じくらいで、はがきサイズの印刷に耐えうる解像度として、100万画素を想定する。

100万画素のデータ量は3Mバイト、圧縮されたデータで300Kバイト程度と考えられる。



図4 撮像データのイメージ

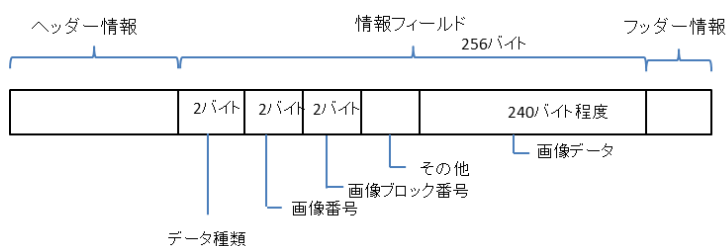


図5 パケットフォーマット

パケットデータは1パケットにつき、最大256バイトの情報フィールドと計20バイトのヘッダ情報などから構成される。情報データとして、データの種類、画像番号、画像ブロック番号などの情報を付加して、分割して送受信される画像データを編集できるようにする。1パケットに含まれる画像データを240バイトとすると、3Mバ

イトのデータでは12500パケットになる。ダウンリンクの通信は1200bpsなので1秒に4パケット送信できるとすると3Mバイトのデータは3125s(52分)、圧縮データ300kBでは約300s(5分)の通信時間が必要となる。1日に通信可能な時間が10分程度だとすると5日以上必要とされるが、実現可能な範囲であると考えられる。

### 2.2 受信局の広め方

受信局は多数からなるが、受信プロジェクトの管理チームが中心となって、必要な機材や知識を伝えていく。全国の高校の中で無線部があるなど無線に詳しい学校に依頼して、近隣の学校を対象に講習会を開くことでアマチュア無線受信を広めることができるかもしれない。また、受信の方法、受信のアドバイスに加えて、衛星の飛行情報やデータの形式もインターネット等を通じて発信して、データ受信をサポートすることができる。

受信データの統合チームは、全国で受信したデータを集約し、撮影データの処理をする。データを送ってくれた人たちには受信の交信証として感謝状を送ったり、画像データを配布したりして多くの人が興味をもって楽しんで受信に参加できるようにしたい。