

## 第32回衛星設計コンテスト

### ジュニア概要書

応募区分 ジュニアの部

#### 1. 作品情報・応募者情報

作品名 衛星からの声を世界中で聴こうプロジェクト
副題 生成 AI を用いた多言語音声メッセージ衛星「TOMODACHI」
学校名 高知工業高等専門学校

#### 2. ミッションの概要

TOMODACHI 衛星からのビーコン電波に音声メッセージを乗せて、世界中で受信して聴いてもらうことで、人々の宇宙への興味・関心を広げることを目的とする。衛星地上局から生成 AI が作成した文章を衛星に送信し、衛星内部で音声合成ソフトを用いて音声データを作成する。ある国の上空を通過するときには、その国の言葉で生成 AI によるいろいろなパターンの音声メッセージを送信する。衛星電波の受信には、安価な段ボール八木アンテナ、ソフトウェア受信機、PC の組み合わせを用いる。
---

#### 3. 目的と意義

<p>(a) 目的</p> <p>地球を周回する超小型のアマチュア衛星は、アマチュア無線の周波数帯の電波を「ビーコン電波」として常時発信しており、誰でも受信が可能である。このビーコン電波では、衛星の識別符号や機器の状態の情報を地上に送るのにモールス信号が用いられている。一般の人には、このモールス信号を聞き取って内容を理解してもらうのは困難で、特に小さな子供には興味を持ってもらうことは難しい。しかし、モールス信号ではなく生成 AI によりいろいろなパターンの各国の言葉でのメッセージを、音声データとして地上に送信することができれば、簡単に信号の意味を理解することが可能である。このようなシステムを実装した TOMODACHI 衛星を打ち上げることにより、世界中で人工衛星や宇宙に興味を持ってもらう子供を増やすことができると考えている。また、手軽な宇宙教材として、安価で簡単に自作可能な段ボール八木アンテナによる衛星電波受信システムを使うことにより、超小型衛星による宇宙教育の機会を拡大することを目的とする。</p>
<p>(b) 重要性・技術的意義</p> <p>世界中の人に親んでもらう超小型衛星「TOMODACHI」として、衛星から常時送られるビーコン電波に、その国の言語でのメッセージを乗せられるようにする。これによって、世界中の子供達に衛星を身近なものに感じてもらう宇宙への興味を持つ大きなきっかけを作ることができる。特に、最近注目されている生成 AI 「ChatGPT」を使うことにより、いろいろな国の言葉で、多様な文章を作成することが可能となっている。そのため、衛星が地球局の上空を通過する度に、ChatGPT に生成させておいたメッセージの音声記号を、衛星へまとめてデータ送信する。ChatGPT には、毎回違うパターンで魅力的なメッセージを考えてもらうことが可能である。</p> <p>衛星は搭載する宇宙用 GPS によって、どの国の上空を通過しているかを判断し、その国の言葉の音声記号データを元にした音声メッセージを多言語対応の音声合成ソフト「eSpeak NG」により作成する。その音声メッセージの乗った電波を衛星搭載無線機により送ることができる。地上で衛星のビーコン電波を受信するシステムとしては、銅テープを段ボールに貼り付けるだけで子供でも簡単に製作できる「段ボール八木アンテナ」を用いる。また、アンテナから同軸ケーブルでパソコンに USB 接続するソフトウェア受信機のアダプタをパソコンに接続し、フリーの受信ソフトを使って、衛星からの音声メッセージを聞くことのできる宇宙教材を世界規模で普及していく。</p>

#### 4. アイデアの概要

##### 【衛星の概要】

TOMODACHI 衛星 (図 1) は 2U サイズの CubeSat で、軌道として極軌道 (太陽準回帰軌道、高度 560km、96 分/周) を想定している。これは、多くの国の上空を満遍なく通過するため、衛星に搭載する宇宙用 GPS によって、図 2 のように衛星がどの国の上空にいるかを判断して無線機 (430MHz 帯のアマチュア無線を使用) で FM 変調した音声メッセージを送る。衛星搭載のコンピュータ (OBC) には、Raspberry Pi を使用し、音声合成ソフト「eSpeak NG」を動作させることにより、音声データの作成を行う。このソフトでは、あらゆる言語の音を表す「国際音声記号 (IPA)」を ASCII 文字で表した「X-SAMPA」を読み取ることにより、音声合成を行うことができる。

##### 【ミッション全体の流れ】

衛星地球局では、1 日分の衛星の軌道を予測し、メッセージの送信先の国を決定する。衛星地球局のコンピュータからインターネット経由で、生成 AI の ChatGPT に接続し、送信先の言語、地理、文化等に合わせた挨拶メッセージ等の作成と発音記号 (X-SAMPA) への変換を行う。使用言語は、ChatGPT が対応する 50 カ国語程度を使用する。衛星が、衛星地球局の上空を通過する 1 日に 1 回、1 日分の音声メッセージのデータをアップロードする (図 3、4)。以上を、毎日繰り返していく。

##### 【ChatGPT と eSpeak NG との連携について】

生成 AI の ChatGPT と音声合成ソフトの eSpeak NG とを連携させる手順は、下記ようになる (図 5、6)。

(1) 衛星地球局のコンピュータのプログラムで、API を使って ChatGPT にアクセスしてメッセージを作成する。

【例】「こんにちは、元気ですか」をスペイン語に「Hola, ¿cómo estás?」

(2) ChatGPT で X-SAMPA 形式の音声記号を生成し衛星に送出

【例】 Hola => /'ola/

¿cómo => /'komo/

estás => /es'tas/

(3) 衛星側の eSpeak NG のコマンドラインに音声記号を入力  
espeak-ng -ven-us -v 言語名 "[[ 音声記号 ]]"

【例】実際に実行するコマンドライン

espeak-ng -ven-us -v es "[[ 'ola 'komo es'tas ]]"

(4) eSpeak NG の音声メッセージを衛星から送出

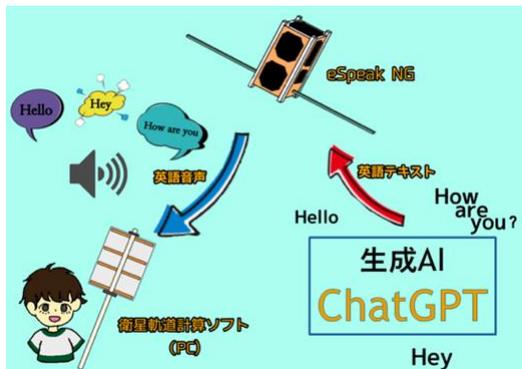


図 5 生成 AI の ChatGPT によるデータ作成

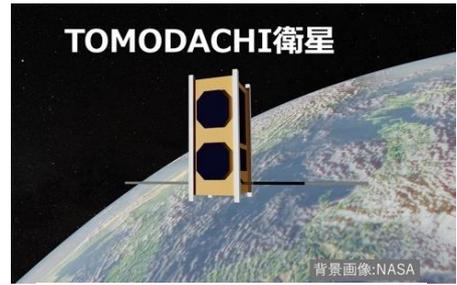


図 1 TOMODACHI 衛星の外観



図 2 衛星搭載宇宙用 GPS の利用



図 3 地球局からのアップロード



図 4 衛星からの音声メッセージの送出



図 6 音声合成ソフト eSpeak NG の利用

### 【段ボール八木アンテナによる衛星電波受信】

430MHz 帯のアマチュア無線帯で使用可能な 4 素子八木アンテナを、段ボールに銅テープを貼ることにより製作する（図 7）。段ボールには、テープを貼る場所が印刷されているので、誰でも簡単に短時間で製作することができる。また、パソコンに接続する安価な USB 接続のソフトウェア受信機モジュール (RTL-SDR) を、同軸ケーブルで接続する。パソコンの SDR 受信ソフトとしてフリーソフトを使って、衛星からの FM 信号を復調し、音声を聴くことができる。衛星が国の上空を通過する時間は、最大でも 10 分程となるが、衛星の軌道高度が 500km 程度と低高度であることから電波が強く受かるため、このアンテナを使っても音声を聴くことは可能だと考える。



図 7 段ボール八木アンテナを使った衛星受信システム

### 【段ボール八木アンテナキットの配布や双方向通信の実現】

このプロジェクトの目的は、世界中のできるだけ多くの人々に衛星からの音声メッセージの受信を体験してもらい、宇宙空間や人工衛星に興味をもってもらうことである（図 8）。そのためには受信できる設備が簡単に用意できることが必要であると考えている。そこで、わかりやすい専用の衛星軌道の予測が可能で音声メッセージを復調できる専用ソフトを開発し、安価な段ボール八木アンテナのキット・SDR 受信機のセットを配布し（図 9）、さらにインターネット経由の双方向通信も実現したいと考えている。



図 8 本プロジェクトで期待する子供達の反応



図 9 手軽な段ボール八木アンテナ

## 5. 得られる成果

TOMODACHI 衛星は、多言語に対応しているので、世界中の子供達に平等に宇宙教育を届けることができる。また、この取り組みは、ビジネスにも発展させることができる。具体的には、TOMODACHI 衛星の音声メッセージを、USB のソフトウェア受信機モジュールを使って簡単に復調できる専用アプリを開発する。それを、段ボール八木アンテナのキットとセットで宇宙教育の教材として、教育機関や個人に購入してもらいビジネスを展開する。その利益を発展途上国等宇宙教育が普及しにくいところに、この教材を無償提供する。これによって、世界中の子供達に平等な宇宙教育の機会を提供することができる。また、TOMODACHI 衛星を通して宇宙を身近に感じてもらい、「世界中の人とつながっている」という一体感を感じてもらうことにより、世界平和に少しでも貢献したいと考えている。

## 6. 主張したい独創性または社会的な効果

本プロジェクトでは、生成 AI を活用して、複数言語で毎回異なるパターンの魅力のある音声メッセージを発信できるようにすることにより、受信した人に喜んでもらえ、興味を継続させることができるという、とてもユニークな超小型衛星ミッションであると考えている。また、搭載された衛星の宇宙用 GPS の情報により、どの国の上空を衛星が通過中であることを自動的に判断させて、その国の音声メッセージを送ることができる機能もユニークな点である。さらに、衛星が取得した宇宙環境（温度、日陰、地球磁場、放射線等）の情報も音声メッセージに含めるようにすることで、多くの人に宇宙に関心を持ってもらう機会を増やすことができるという社会的な効果が期待できる。

以上