

第25回衛星設計コンテスト

アイデア概要説明書

応募区分 ジュニアの部

1. 作品情報・応募者情報

| | | | |
|------------------------|------------------|-----------------|----|
| 作品名 全天球画像送信衛星「DIVE」 | | | |
| 作品名 副題 | | | |
| | 氏名(フリガナ) | 学校名、学科 | 学年 |
| 代表者(正) | 趙 玲美(チョウ レミ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| 代表者(副) | 宮田 悠佳(ミヤタ ハルカ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| メンバ1 | 藤原 裕花(フジハラ ユウカ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| メンバ2 | 川原 早織(カワハラ サオリ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| メンバ3 | 近藤 さき(コンドウ サキ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| メンバ4 | 江頭 史彦(エガシラ フミヒコ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 1年 |
| メンバ5 | 森永 智大(モリナガ トモヒロ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 1年 |
| メンバ6 | 上野 若夏那(ウエノ ワカナ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 1年 |

2. アイデアの概要

宇宙の全天球画像を人工衛星から直接受信し、まるで軌道に浮いているかのようなVR体験を楽しむシステムを提案する。受信からVR画像の再生まですべての機能が集約された単一のポータブルな受信端末を作製することで、子供から大人まで誰もが自由なデータの受信が可能となり、宇宙をより身近に感じることができる。この受信端末が、衛星からデータを直接受信する新しいプラットフォームとして普及すれば、今後の学術的利用が見込める。

3. 目的と意義

(a) 目的

人工衛星に搭載した全天球カメラで地球を撮影し、それを簡易的な機材を用いて自分で受信することで自身の上空のリアルタイムの全天球画像を入手し、ヘッドマウントディスプレイ型の受信端末でVR体験ができるシステムの構築が目的である。本研究では誰でも簡単に画像を受信し、まるで軌道に浮いているかのようなVR体験ができるため、宇宙を身近に感じる機会が増える。

(b) 重要性・技術的意義等

軌道上で長期間撮影した全天球動画を一度にまとめて送信し、それらをコンテンツ化するプロジェクトはすでに複数計画・実行されているが、それに対して本研究の特色は、全天球の静止画像を、インターネット等を介することなくリアルタイムで地上へ常に発信し、それを地上で直接受信することにある。発信される137MHz帯のFM信号は、ホイップアンテナ、広帯域受信機といった簡易的な地上設備で受信できるため、全天球カメラを搭載した小型人工衛星を打ち上げ、そこから常時発信される信号を受信、復調し、VR画像の再生が可能なヘッドマウントディスプレイ型の受信端末の実現可能性について検討する。

4. アイデアの概要

■NOAA の受信

本研究では、簡易的な機器による 137MHz 帯の衛星画像の受信可能性を示す必要がある。そこで、137MHz 帯の FM 信号を常時発信している気象衛星 NOAA の画像データを実際に受信し、検証した。

使用機器 (図 1)

ホイップアンテナ (UT-106UV、144/430MHz 用)、USB 接続ワンセグチューナー (RTL2832U+R820T、広帯域受信機として使用)、PC (Windows10)、ソフトウェアラジオ「SDR#」、復調ソフト「kg-apt」、衛星追跡ソフト「Orbitron」

受信方法

- ① アンテナを校舎北側に設置する。(西や南に向けると 137MHz 帯にノイズが見られたため)
- ② 「Orbitron」の TLE (Two-Line Elements) を更新し、長崎市における NOAA の可視パスと時間を調べる。
- ③ 「SDR#」を NOAA の周波数に合わせて信号を受信する。
- ④ 受信した FM 信号を「kg-apt」で画像に復調する (図 2)。

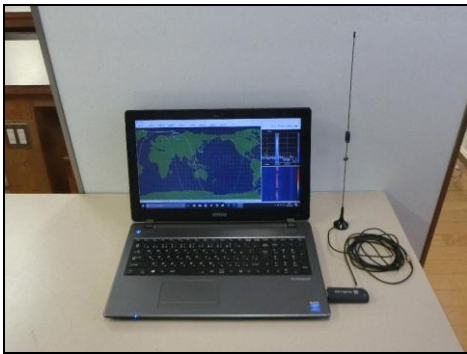


図 1 : 受信に使用した機器

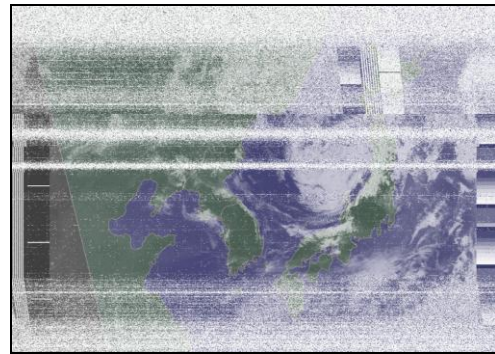


図 2 : 本校物理部が受信した NOAA の気象画像

同時刻に撮影された別の気象衛星 (ひまわり) の画像と照らし合わせ、受信した画像がリアルタイムのものであると確認できた。また、北向きにアンテナを設置したため、観測地以南の画像は受信できなかったことから、受信した画像がリアルタイムのものであると確認できた。

以上から、137MHz 帯の FM 信号が既存の技術の組み合わせで受信可能であることがわかり、受信から画像化までに必要なすべての機能を備えた単一のポータブルな受信端末が作製可能であると判断した。

■人工衛星の仕様について

本衛星は、撮影した全天球画像のファイルを FM パケット方式で常に地上へ送信するためのアンテナを持ち、常に地球側に向くように姿勢制御を行う。全天球カメラの魚眼レンズは衛星の両側面に 1 つずつ配置することで、衛星本体やアンテナが写らないよう工夫する (図 3)。

衛星は、高度 800km の極軌道に 2 基 (直交する 2 軌道面に 1 基ずつ) 配置し、地上のどの地点でも、最大仰角が少なくとも 30° 以上の可視パスが 1 日に 4 回、つまり 6 時間おきに 1 回となる受信頻度を想定している。

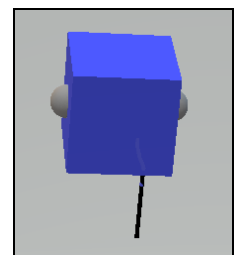


図 3 : 人工衛星の外観

■送信される全天球画像のフォーマットについて

全天球画像とは、2 つの魚眼レンズで撮影した画像を平面に広げて得られる画像であり、1 枚の平面画像である (図 4)。衛星は軌道上で撮影した全天球画像を FM 信号で地上へ常時送信する。

3DCG ソフト「Blender」を用いて、軌道上から送られてくる全天球画像の想像図 (図 5) を作製し、VR 表示させたところ、軌道上での浮遊感を実際に味わうことができた。



図 4：教室の全天球画像

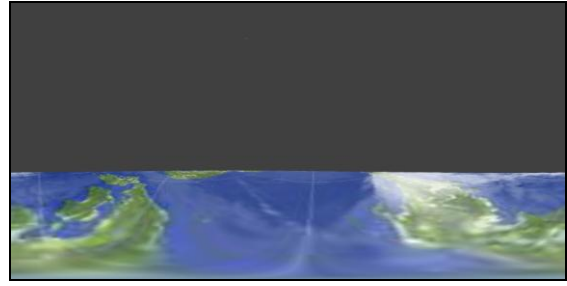


図 5：全天球画像の想像図（日本上空）

■送信方法

通信速度を 38,400bps とする。これは、画像のファイルサイズが 528kB のとき、110 秒で受信できる速度である ($528,000B \times 8 \div 38,400b/s = 110s$)。最悪条件となる最大仰角 30° のパスでも、受信可能な時間は約 330 秒であるため、十分に受信が完了できる。少ない通信の機会ですべてのデータを確実にダウンロードできるように、同じファイルを複数回送信し、受信がうまくいかなかったパケットを 2 回目以降の受信で補い、完全なファイルを受信できる仕組みとする。衛星が日本を縦断するのに約 400 秒かかり、画像を 1 回送信するのに 110 秒かかることから、画像を 3 回送信するごとに新しい画像を撮影して更新し、新しい画像をまた 3 回送信する、という動作を繰り返すことで、受信者のいる地域が必ず写った全天球画像を届けることができるようにする。

■受信端末に必要な機能

FM 信号の受信から画像化、そして VR 画像の再生まで全ての機能が集約された単一のポータブルな受信端末を作製することで、誰でも自分で入手した衛星画像で VR 体験ができるようになる。受信端末はヘッドマウントディスプレイ型の VR 機器に、伸縮可能な 144MHz 帯のロッドアンテナを接続したもの（図 6）とし、最新の TLE に更新するための Wi-Fi 機能、現在地を知るための GPS 機能を備える。また、充電と受信画像のエクスポートを兼用する USB ポートも必要である。



図 6：受信端末の例

■受信端末の操作方法

電源を入れるとホーム画面が表示され、ボタンを押して操作する。「受信」を選択すると衛星の軌道データと可視パス一覧が表示されるため、衛星の機体番号と受信時刻を選択して予約する。予約時刻が近づくと自動で電源が入り受信を行うため、受信端末はあらかじめ屋外で空の見晴らしが良い場所に置いておく。受信した画像は端末内に保存され、過去の画像も見ることができる。

5. 得られる成果

- ・ 特別な機器を準備することなく衛星からの受信が可能になるため、子供から大人まで個人で誰でも宇宙の全天球画像を簡単に取得できるようになる。
- ・ 受信地点上空のリアルタイムの衛星画像を用いて、軌道上に浮かんでいるかのような VR 体験ができるようになる。
- ・ 受信の機会が 1 日に 4 回あるため、衛星との通信のプロセスを何度も経験でき、教育目的にも利用できる。衛星の数を増やせば、1 日の可視パスの回数が増え、利用の幅が広がる。

6. 主張したい独創性または社会的な効果

- ・ 衛星からのデータ取得が簡単にできる、単一のポータブルな受信端末が普及する。
- ・ インターネット等を介することなく、個人が衛星のデータを自由に直接受け取るための新しいプラットフォームとして普及すれば、今後は学術利用へと発展させることができる。
- ・ 自身で取得した画像に愛着が湧き、衛星や宇宙を身近に感じる機会が増え、興味・関心が高まる。
- ・ これまでは、研究者などの限られた人々のみが行っていた宇宙との通信が、この機器を通して個人レベルで宇宙との通信を実感することができ、宇宙に親しむ「宇宙仲間」が増える。

以上