

# 第30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 地球の人工電波可視化衛星「HEIWA」
副題 地球からの人工電波の可視化を行い地球外知的生命探査に活かすことで人類の平和に貢献する衛星
学校名 高知工業高等専門学校

## 2. ミッションの概要

私達は電波塔などから放射されるテレビ電波のような人工電波が、宇宙に向けて飛んでいることに注目した。人類を地球外知的生命体に見立て、宇宙から見た地球の人工電波がどのような周波数のスペクトルでどのように時間変動をしているかを可視化する。そのためにログペリオディックアンテナを搭載した超小型の地球周回衛星を提案する。将来は、この衛星が得た情報をもとに地球外文明探査を加速させ、人類の地球を守ることへの重要性の認識を高めることにより、世界平和に貢献する。

## 3. 目的と意義

### (a) 目的

地球外文明は通信に電波を用いている可能性が高いため、電波による地球外文明探査が行われつつある。今回私達が提案する超小型衛星「HEIWA」は、人類を地球外知的生命体に見立て、地球から放射される人工電波を受信し、地上で可視化する。具体的には、指向性の高いログペリオディックアンテナを搭載した衛星で、この衛星が収集した情報を今後系外惑星から受信した電波と照らし合わせて、電波観測を通じた地球外文明探査技術に貢献する。そして、地球外文明を発見することで人類に地球を自分達で守らなければいけないと共通認識させ、最終的に人類を平和にする事を目的としている。

今回提案する、地球の人工電波可視化衛星「HEIWA」の最大の目的は、電波による地球外知的生命体探査技術の向上に貢献することである。「HEIWA」衛星は、超小型衛星で実現可能なログペリオディックアンテナを搭載した地球周回衛星で、地球外文明からの電波を可視化するための新しい情報を得ることを目的としている。

### (b) 重要性・技術的意義等

地球の人工電波可視化衛星「HEIWA」は、宇宙へ放射される最も強力な 300MHz から 1GHz の人工電波を受信できるシステムを下記の理由により搭載する。

- ①地球から宇宙へ放射される電波は、周波数が数 10MHz 以下の低いものは地球の電離層で減衰し、10GHz 以上の高い周波数では、雨による減衰が大きい。
- ②テレビ電波は近年、地上デジタル放送となり日本では 470MHz から 710MHz の周波数帯が用いられている。アメリカやフランスなど世界各国でも同様な周波数帯が用いられている。
- ③日本の場合、各県にあるキーとなるテレビ塔から、1チャンネルあたり 1kW から 10kW という非常に強力な電波が送信されており、地面と平行方向の宇宙に放射されている。
- ④超小型衛星に搭載可能なソフトウェア受信機(SDR)の最高受信周波数が 1.2GHz までのものがある。

「HEIWA」衛星は、300MHz から 1GHz の電波を同じ感度で受信可能な広帯域のログペリオディックアンテナを展開できる衛星で、ソフトウェア受信機(SDR)により、300MHz から 1GHz までの広い範囲の電波を受信する。また、極軌道の衛星にすることで、1機の衛星で低コスト・短時間で地球全体の電波受信を行う。宇宙から人工電波がどのような周波数のスペクトルでどのように時間変動をしているかをデータ収集し、その電波の状況を画像処理により可視化するという新しいアプローチを提案する。

#### 4. アイデアの概要

##### ■地球からの電波放射について

300MHz から 1GHz を超える周波数帯である UHF 帯の電波は、地球の電離層で減衰することなく、宇宙空間へ放射されている（図1）。テレビの電波は、世界的に UHF 帯で送信されており、例えば、東京スカイツリーからは、7 つの異なる周波数のテレビ放送の電波が送信されている。その電力の合計は 70kW にもなり、そのほとんどが宇宙に放射されている。つまり、テレビ放送の電波は、人類が宇宙に放射している人工電波としては、最も強力なものとなっている。

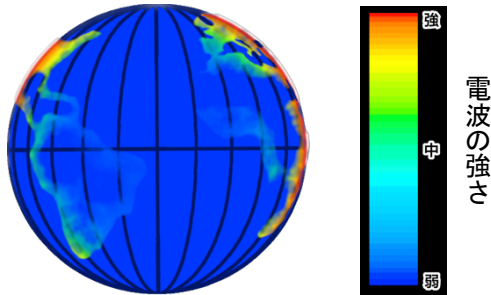


図1 地球は人工電波星  
(地球の端から強い電波が宇宙へ放射)

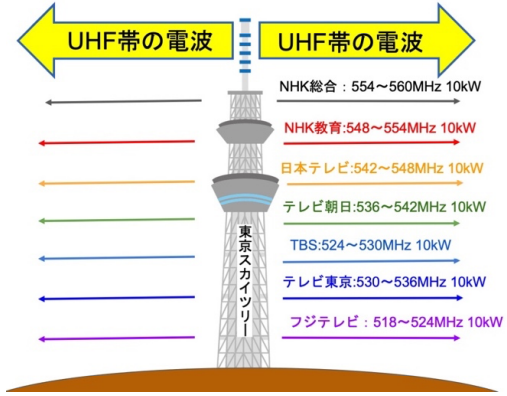


図2 UHF 帯のテレビ電波は強力な人工電波源



図3 数 10 光年離れた系外惑星への電波伝搬

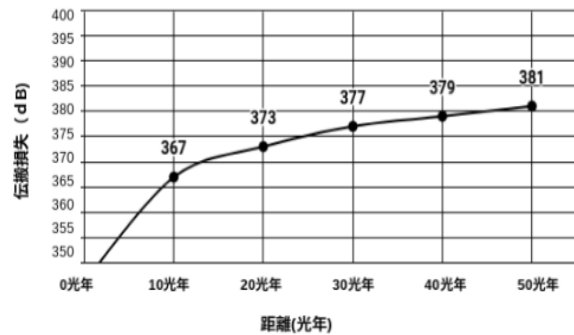


図4 50 光年先までの電波の自由空間損失

テレビ放送が始まったのは 70 年程前で、すでに 70 光年先に電波が届いていることになる。図3のように、UHF 帯の電波は自由空間を飛んでいることになり、それを自由空間伝搬損失の式で計算すると図4のようになる。50 光年先でも送信する電波が強ければ、受信するアンテナの感度を上げる（電波を受ける面積を大きくする）ことで、テレビ電波は受信可能であることが分かった。

##### ■地球の人工電波可視化衛星「HEIWA」について

UHF 帯の人工電波を、2U のキューブサットの超小型衛星で広い周波数範囲の電波を約 90 分で周回しながらデータ収集しようと考えているため、コストの面も含め 1 機のみで人工電波を受信することを考えた。このために、指向性があり最も周波数帯域の広いログペリオディックアンテナを用いることを考えた。

図5のように展開するために、2 つのブームに相当する巻尺を用い、アンテナの素子を展開できるようにした。また、超小型衛星に搭載できる広帯域受信機としてソフトウェア受信機 (SDR) を用いることにより、電波強度のスペクトラムと時間変化を、画像処理により可視化する。

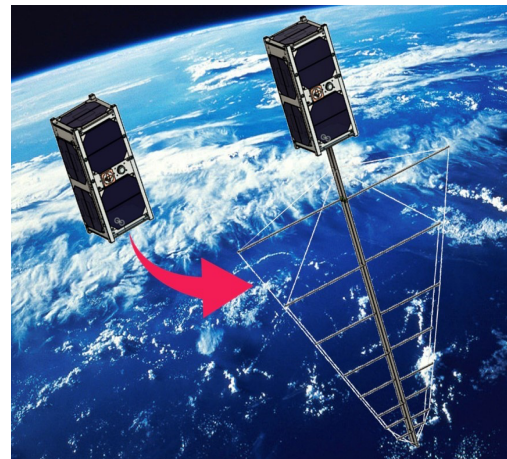


図5 「HEIWA」衛星のアンテナの展開の様子

## ■ ログペリオディックアンテナの設計と展開システムについて

アンテナの仕組みについて理解し、Logarithmic Periodic Dipole Antenna Calculator (<https://www.changpuak.ch/electronics/lpda.php>) を用い、図 6 のような 8 素子のログペリオディックアンテナの設計 (利得は 6dB) を行い、図 7 のように 2U のキューブサットから展開できるように、巻尺を組み合わせて製作した。測定器でアンテナの重要な特性となる SWR が広い帯域 (300MHz から 1GHz) で約 1.5 以下になり、アンテナとして機能することを確認した。さらに図 8 のように、紐を用いて展開できる仕組みも考案した。展開後は重力傾斜トルクによってアンテナが地球に指向する。

下記の URL で、この紐を使った展開を行う実験の様子動画 (5 秒間) をご覧頂きたい。

[https://drive.google.com/file/d/1c9iD\\_u2fJiEta\\_S0TnZQyau5ftYNo7Sh/view](https://drive.google.com/file/d/1c9iD_u2fJiEta_S0TnZQyau5ftYNo7Sh/view)

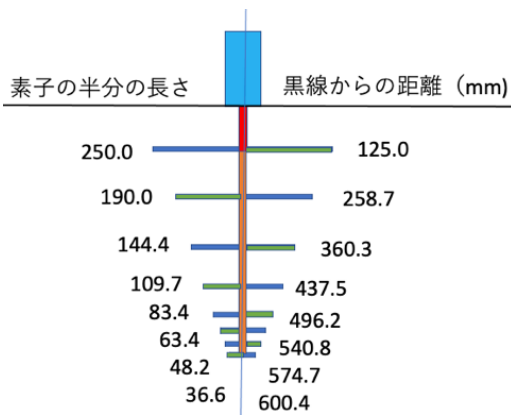


図 6 設計したログペリオディックアンテナの寸法のデータ

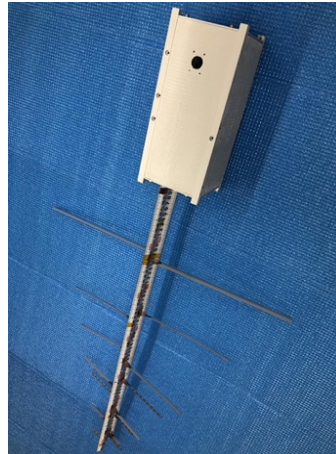


図 7 試作したログペリオディックアンテナ

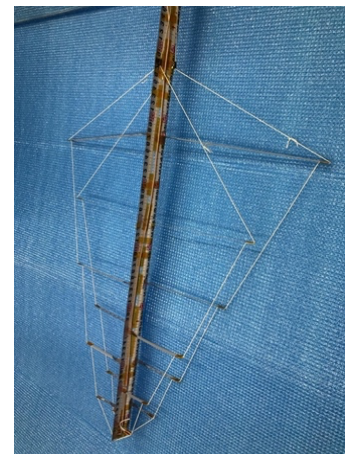


図 8 紐を使ったアンテナ展開機構を考案

## 5. 得られる成果

「HEIWA」衛星により、人工電波のスペクトルとその時間変動を可視化することで、知的生命体の活動をモニターする技術の確立につながると考える。具体的には、時間別のスペクトルの強度の違いなどを知的生命体の活動の指標とすることができたら、地球外知的生命体の 1 日の時間の長さも可視化データのパターン解析により調べることが可能である。また、可視化データのマッピングが可能であれば、その星の知的生命体の密度や大陸の有無なども知ることもできると考える。さらに、低軌道からの受信を行うので、もしこれを宇宙の遠くの星からの電波の受信を行うと仮定した場合、自由空間伝搬損失などの計算式から、細かい電波の届き方のシミュレーションも可能になると考えている。

このように、「HEIWA」衛星で得られる可視化データは、地球外知的生命探査における重要な情報を提供でき、それを活用することで人類の地球外知的生命体とのコンタクトの時期を早めることが可能であるだろう。科学者の中には、地球外知的生命体との交流をしないほうが良いという意見もある。確かに、この問題は非常に慎重に取り扱うべきだが、一方で宇宙の発展のためには、このような新たな試みも重要なのではないかと考える。

この 10 年間に、多くの系外惑星が発見され、地球と同じ環境の惑星が見つかりつつある。それを踏まえると私達の「HEIWA」衛星のアプローチは、人類の地球外知的生命体探査技術の大きな進展につながり、人類の団結力を高めるといふ大きな成果につながっていくのではないかと考えている。

## 6. 主張したい独創性または社会的な効果

地球の人工電波の可視化を行い、地球外知的生命探査技術に生かすアプローチを試みる超小型衛星は、私達が知る限り「HEIWA」衛星が世界初である。超小型衛星となる 2U のキューブサットに広帯域のログペリオディックアンテナを搭載し、宇宙で展開する提案も世界初と考える。この衛星が長期間地球を周回することにより、人工電波を可視化するデータが蓄積されていくことになり、多くの情報を得ることができる。また、このデータは地球の電波環境のモニターにも使うことが可能で、電波の有効利用にもつながる。社会的な効果としては、地球外文明とのコンタクトに対する人類の重要性の認識を高めることができ、世界平和に貢献できると考える。