

第21回衛星設計コンテスト

アイデア概要説明書

事務局使用欄
受付番号

年 月 日

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） 災害時用 FM ラジオ衛星			
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） 宇宙からの放送でくまなく情報を届ける。			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	皆川勇太(ミナカワユウタ)	茗溪学園高等学校 普通科	2
代表者(副)	古谷泰斗(フルヤタイト)		2
メンバ1			
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ので、200字程度でわかりやすく表現して下さい。）

東日本大震災の際には、ラジオというメディアの重要性が再確認された。しかし、山間部やビル街など、地上の送信局からの電波が届きにくい場所があることや、放送局自体が被災して使えなくなることも考えられる。

そこで、高仰角の準天頂衛星から FM ラジオ放送を行い、信頼の置ける情報を日本全国に届けることを提案する。

また、平常時にも衛星からの FM 放送を行う機会を設け、子供たちがそれを受信することで、宇宙への興味を持たせることもあわせて提案する。

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）

東日本大震災の際に、ラジオというメディアの災害時での重要性が再確認された。

2011年の大震災では地震と津波で家がなくなり、公共インフラも壊滅してしまった地域がたくさんある。テレビや電話も使用できず、携帯電話は基地局が倒壊して繋がらず、停電も起きた。そのような状況で人々が利用したのがラジオだった。ラジオは iSPP の調査で震災直後の情報収集の手段として 67.5%、一週間経過後も 75.0%（複数回答ありのインターネット調査）の人が利用したという結果が出ているとおり非常に重要なメディアである。多くの自動車にはカーラジオがついており、手動発電式のラジオも市販されている。非常持ち出し袋に入れるものとして挙げられることも多い。

しかし、ラジオ局自体が被災して使えなくなる場合も考えられる。首都直下型地震が起きればその可能性が高い。停電などからくる電源確保の困難はAM/FMを問わず、大きな問題となる。受信のしやすさの観点から見るとAM放送は受信状況が電離層の状態に大きく左右されて不安定であり、音質が悪く聞き取りづらい。また、地上からのFM放送ではビル街や山間部などの電波が届きにくい場所がある。そこで、高仰角の準天頂衛星からのFM放送を提案する。この衛星は災害時に、迅速に正確な情報を日本中にくまなく提供することを主な目的とする。また、平常時も必要に応じ放送を行い、人工衛星から届く音声を子どもたちが聴くことで、宇宙への興味を持たせることもあわせて提案する。

(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)
高仰角の衛星から送信することで、山間部やビル街など、地上の送信局からは電波が届きにくい場所にも情報を届けることができる。
宇宙にある送信局は地球上の災害の被害を受けず、電源の心配もない。
海外でも放送が聴取可能である。

5. アイデアの概要

構成

軌道は中心経度 135° 、軌道周期 23 時間 56 分、遠地点高度約 40000km の涙型の準天頂軌道とする。
衛星は複数個運用し、少なくとも一つが日本上空にいるようにする。



周波数は 75~90Mhz の範囲内で地上の FM 局との混信がなるべく少ないところとする。

出力は 1.6kW とする。(アイデアに関する説明資料を参照)

アンテナは 16 エレメントの八木アンテナとし、地球の中心に向けることとする。(アイデアに関する説明資料を参照)

姿勢制御には赤外線を用いた地球センサと適切なアクチュエータを用いる。

電源はリチウムイオン二次電池を 192kg 搭載することとし、最大約 1000W 出力の太陽電池パネルで充電する。(アイデアに関する説明資料を参照)

太陽電池は適切に太陽を追尾することとする。

FM 放送の阻害要因について

電離層の影響は、入射角が小さいため、無視できる。

雲や降雨による減衰は、周波数が低いため、無視できる。

ドップラー効果は、FM ラジオの帯域が広く、送信している周波数も十分低いため、無視できる。

国際的な利用

東アジア諸国(韓国・中国)などでは日本と同じように利用できるため、国際的な利用をすることもできる。

運用

災害時には地上のコントロール局からの音声を送信する。

コントロール局自体が被災するリスクも考慮し、国内数カ所と海外にもコントロール局を置く。

事前にコントロール局（または災害対策本部）に正確な情報が集まるようなシステムを構築しておき、地元局との連携と放送内容の区別を明確にしておく。

通常時は子供たちのための送信を必要に応じて行う。衛星の状態（温度・太陽電池の発電状況・充電池の充電状況など）、公募して集めたメッセージなどを送信する。

受信報告用の Web フォームを作り、受信報告者には FM ラジオの組立キットを贈る。

震災時は利用機器と情報源でラジオが大活躍—iSPP が初の大規模調査

<http://japan.cnet.com/311/crisis/35005552/> (2013. 10. 27)

6. 得られる成果

宇宙から送信することにより山間部、ビル街など、地上の局からの電波が届きにくい場所にも信頼の置ける情報を安定して届けることができる。

宇宙から届く電波を FM ラジオで受信するという体験を通して、子供たちに宇宙への興味を持たせることができる。受信報告者に FM ラジオの組立キットを贈ることで、子供たちの興味を伸ばすことができる。海外でも受信可能であり、日本の状況を海外に知らせることができる。

7. 主張したい独創性または社会的な効果

これまでも、衛星からラジオ放送をおこなうものとして SieiusXM があったが、その周波数は 2400Mhz で、デジタル放送であり、普通の FM ラジオでは受信できない。また、周波数が高いことにより、障害物に邪魔される確率が高くなり、降雨などによる減衰も無視できなくなる。

子どもたちへの啓蒙を試みようとしている衛星に筑波大学の「結」プロジェクトがあるが、それはアマチュア無線の 430Mhz 帯の電波で、モールス信号を用いており、手軽とは言えない。

衛星軌道から FM 放送を行うという視点が独創的である。

以上

アンテナと送信出力について

私たちが実際に運用した ARISS スクールコンタクトの数値を応用して考える
ARISS スクールコンタクトの際には、ISS からの信号をハンディ型の受信機と付
属のアンテナ (IC-T90) でもかなり強く受信できた。

そのときと同じ電波の強度があれば FM ラジオでも受信可能と考えられる。

ISS の ARISS スクールコンタクト用の無線機の出力は 10W、周波数は 144Mhz

ISS の高度は約 350km である。以上の情報を元にして今回の衛星のアンテナと送
信出力について考える。その模式図が図 1 である。

前項目で記述したとおりこの衛星の高度は約 40000km (遠地点高度)、送信機の
周波数は 80Mhz (FM ラジオの周波数) として計算する。

電波は距離の 2 乗に比例して減衰し、周波数の 2 乗に比例して減衰する。

この衛星の場合、高度は約 114 倍、周波数は 1/1.8 となる。

周波数を同じと仮定した場合、ARISS スクールコンタクトと同程度の電波の強度
を得るためには約 13000 倍の出力が必要となる。

その値に周波数の条件を加えると 1/1.8 の 2 乗、1/3.24 を掛けて、4012 倍とな
る

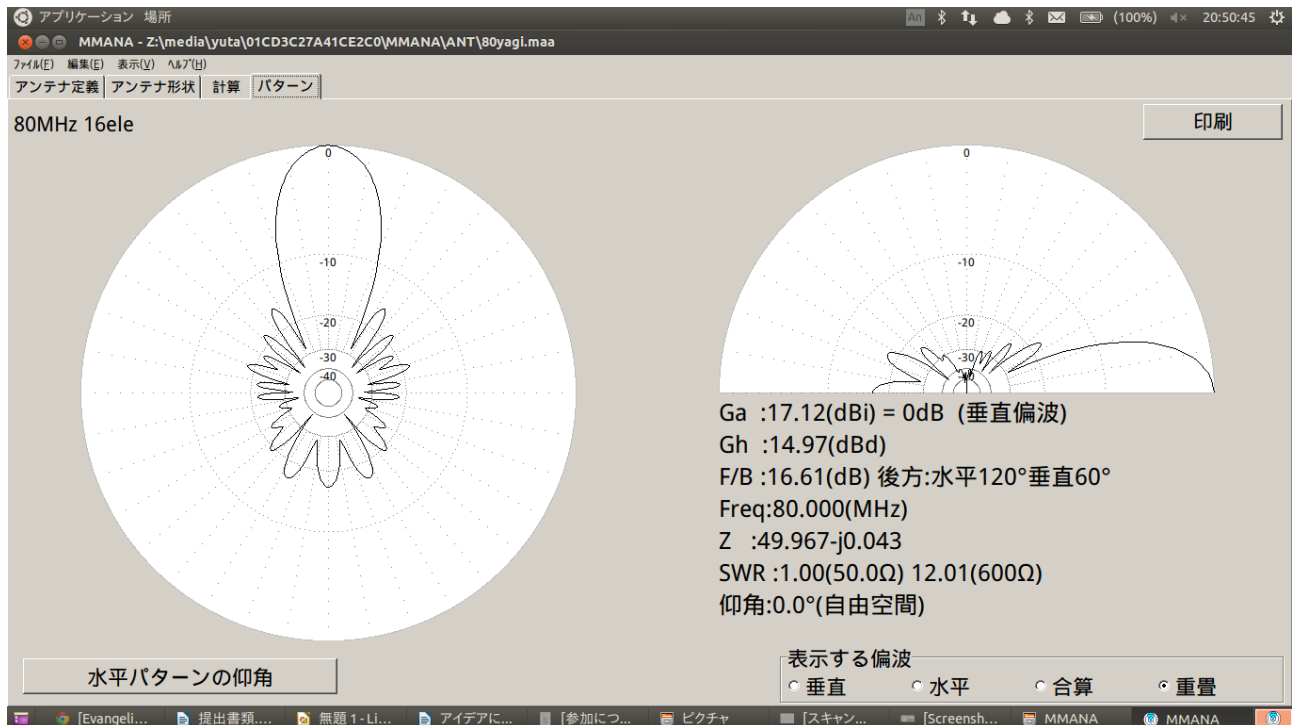
よって、ARISS スクールコンタクトでの ISS の設備と同じ 1/4 波長のパーティカ
ルアンテナを用いた場合には、ARISS の時の 4012 倍の出力、つまり 40120W が必
要となる

しかし、この FM ラジオ衛星は地球から十分離れているため、指向性の鋭いアン
テナを用いることができる

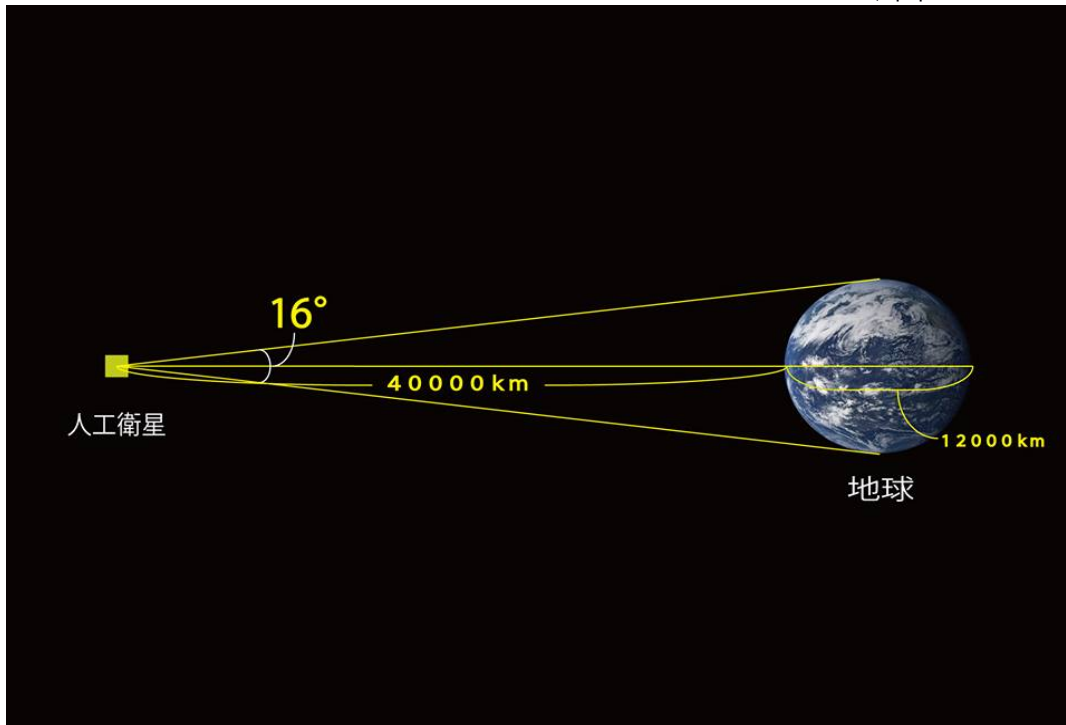
この研究の衛星に載せるべく考案した 16 エレメントの八木アンテナをアンテナ
シミュレーションソフトウェアである MMANA でシミュレーションした結果が
図 2 である。

左の図が水平面の電波の強度 (アンテナの利得 17.1dBi を 0dB としている) を表
しており、右の半円が垂直面での電波の強度を表している

↓ 図 1



↓ 図 2



地球と衛星の距離と角度を表した図 2 より、地球に向けて放送するためには少なくとも 16 度の角度で十分な電波の強度が得られれば良いとわかる。

上の図では 15dBi 以上になる角度が 20 度以上あり、16dBi 以上になる角度も 16 度ほどある。よって、このアンテナは放送に十分な指向性を持っている。

パーティカルアンテナの利得、2.15dBi を 16dBi から引くと、二つの利得の差は約 14dBi となる

14dBi は倍率とすると約 25 倍なので、出力は 1/25 で済む

つまり、出力を $40120/25 = \text{約 } 1600\text{W}$ とすればよいとわかる

なお、ARISS スクールコンタクトの際にパーティカルアンテナの利得最大 (2.15dBi) の方向が受信者のいる方向を向いていたとは限らないため、1600W という値は余裕を持った値だと考えられる

電源

電源にはリチウム二次電池を用い、太陽電池でそれを充電する。

太陽電池のモデルとして秋月電子の最高出力 198W、大きさ約 1.3m×1m のものを用いる。<http://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-04745/>

この太陽電池を 5 枚使い、充電池を充電する。この太陽電池の出力は合計で最大約 1000W となる。

リチウム二次電池の重量エネルギー密度は 201Wh/kg なので、1 時間送信を続けるには 8kg の電池が必要となる。

6 時間分の電池を一つの単位とし、それを 4 つ備え、順番に使用し充電することとする。

そうすると、電池の重量は $8 \times 6 \times 4$ で 192kg となる。