

## 第28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 宇宙電光掲示板 L L L
副題 ~Lithium Light Letter~
学校名 長崎県立長崎西高等学校 物理部

#### 2. ミッションの概要

地上から見る事ができる大きさの文字を夜空に打ち出す衛星システムを提案する。太陽光を受けて赤く輝くリチウム蒸気を噴出できる LES ユニット (LES :Lithium Ejection System) を衛星から放出して空中に配置し、指定のユニットのみを作動させてドット文字を表示する。この文字は、日本のすべての地域で見ることができ、また、文字の変更も自由にできるため、企業の広告、記念日のお祝い、大切なあの人へのメッセージなど、エンタメ性に富んだ利用ができる。

#### 3. 目的と意義

##### (a) 目的

太陽光に反射して赤く輝くリチウム蒸気の噴出ができる 25 個の LES ユニット<sup>[1]</sup> (LES : Lithium Ejection System) を、高度 400km を周回する人工衛星から放出し、縦横それぞれ 5 個 (5×5) ずつ配置することで、地上から見る事ができる 1 辺 8.5km の巨大なドット文字を日本の夜空に作成することが目的である (図 1)。

宇宙空間に放出された複数のドット文字は、その場で静止するのではなく、人工衛星の周回スピードとほぼ同じ速さで軌道上を移動するため、さながら、日本全土に向けた宇宙からの電光掲示板といえる。これらのドット文字を利用して、広告や、大切な人へのメッセージなど話題性の高い利用が見込まれるため、様々な要望に対応することができる。



図 1 : 夜空を移動する「WEST」のドット文字の想像図

##### (b) 重要性・技術的意義等

夜空に表示させる文字や日時の指定は、人工衛星を打ち上げたあとに、地上局からのデータアップリンクにより行うようにする。この方式により、衛星そのものは事前に打ち上げておき、依頼を受け次第、臨機応変に対応することができるため、人工衛星のエンタメ利用という新しいジャンルを開拓できる。

また、夜空に宇宙から文字を表示するということが自体が話題を呼びやすく、多くの子供たちの夜空を見上げる機会が増え、宇宙教育の発展が見込める。

#### 4. アイデアの概要

##### ■衛星の軌道について

軌道傾斜角 45 度の円軌道で周回すると、日本上空を北向きに移動するとき、日本列島の形状に沿った軌跡で南西から北東の向きに移動することができ、日本の多くの地域が可視範囲となる（図 2）。そこで衛星の軌道を、軌道傾斜角 45 度、高度 400km の円軌道とする。

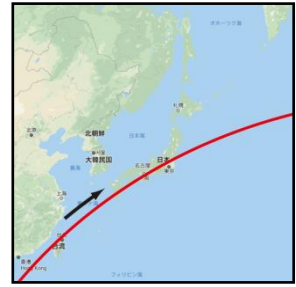


図 2：衛星の軌跡

##### ■リチウムと発光時間帯について

リチウムはテルミット剤と固体リチウムによるテルミット反応でリチウムをガス化することで噴出する<sup>[1]</sup>。リチウム蒸気は太陽光を受けて発光し、自分で発光しない。また、昼間は明るすぎて見えないため、日没後で高度 400km 地点に太陽光がまだ当たっている地域でないとリチウム蒸気の見えず、くっきりと赤く輝く様子を見ることができるのは、日没後から午後 8 時頃までの時間帯である。そこで、噴出したリチウムによるドット文字が日本上空を通過するのを午後 8 時と設定し、表示する文字の指定などを日本の地上局からデータアップリンクをするのは、その 1 つ前の通信可能時間帯にあたる同日午前 8 時とする。リチウム蒸気は無重力空間でも拡散するため、地上から観測可能な大きさのドットへと広がり、日本上空に文字を表示することができる。

##### ■衛星の形状について

衛星の大きさは、縦 300cm×横 300cm×高さ 300cm とし、その中に、縦 270cm×横 270cm×高さ 40cm の子機を 6 機格納している（図 3）。それぞれの子機には 25 個の LES ユニットが内蔵されており、子機 1 機が 1 文字分に相当するため、1 機の衛星が 1 度に表示可能な最大文字数は 6 文字であるとする。放出したドット文字が、地上から見て読める向きにするためには、衛星が常に同じ面を地球に向け続ける必要があるため、衛星の姿勢制御には重力傾度安定方式を用いる。

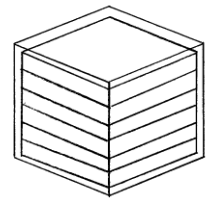


図 3：衛星とその中の子機

##### ■文字の表示方法について

1 辺が 8.5km もの巨大な文字を夜空に表示する手順は次のとおりである。

午前 8 時にアップリンクされた文字データを受け取った衛星は、同日の午後 8 時に日本上空の高度 400km を南西から北東の向きに 7.7km/s で移動してくる。衛星へアップリンクされた文字データは、衛星内部で有線接続された子機へ渡される。

衛星内には、子機が 6 機積み重ねて搭載してあり、衛星の後方へ相対速度 20m/s でばねを用いて 1 機ずつ放出する。文字同士が重ならないようにするために、子機は 500 秒おきに放出する。子機を後方へ打ち出すため、全ての子機を放出した後の衛星の速度はわずかに加速して 7.71km/s となるが、最初の親機の数である 7.7km/s からほとんど変化しない。

子機内には、25 個の LES ユニットが縦横それぞれ 5 個ずつ (5×5) 配置しており、それぞれの LES ユニットに対してリチウム蒸気を噴射するかどうかを指示したうえで多方向に放出する。リチウム蒸気を球形に噴出する LES ユニットの発射する機構にもばねを用いる。ばねはストッパーによって止められており、同時刻にストッパーをはずすことで、ユニットを一斉に打ち出す。子機に対する、LES ユニット 25 個の発射の相対速度および鉛直方向に対する角度を（表 1）、（表 2）の値のように個別に設定することで LES ユニットの鉛直成分がそろい、常に地表と平行な平面内に整列するとともに、LES ユニット同士の間隔が時間経過に比例して大きくなるため文字のサイズが大きくなり続ける。LES ユニットの放出の直後に球状に噴出されるリチウム蒸気による赤い点も同様に広がり続けるため、地上からでも十分見える大きさのドット文字となる（図 4）。

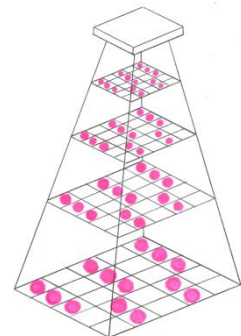


図 4：子機から放出される LES ユニット

(表1) 発射の相対速度 (m/s)

$10\sqrt{3}$	15	$10\sqrt{2}$	15	$10\sqrt{3}$
15	$5\sqrt{6}$	$5\sqrt{5}$	$5\sqrt{6}$	15
$10\sqrt{2}$	$5\sqrt{5}$	10	$5\sqrt{5}$	$10\sqrt{2}$
15	$5\sqrt{6}$	$5\sqrt{5}$	$5\sqrt{6}$	15
$10\sqrt{3}$	15	$10\sqrt{2}$	15	$10\sqrt{3}$

(表2) 鉛直方向に対する角度 (度)

54.7	48.2	45.0	48.2	54.7
48.2	35.3	26.6	35.3	48.2
45.0	26.6	0	26.6	45.0
48.2	35.3	26.6	35.3	48.2
54.7	48.2	45.0	48.2	54.7

九州上空を通る 225 秒前に、それまでに放出したすべての子機から、同時に LES ユニットの放出およびリチウム蒸気の噴出を開始する。九州上空から東京上空まではさらに 276 秒かかるため、東京上空に到達するころの文字のサイズは 1 辺が約 8.5km まで大きくなっており、この大きさまで広がっていれば、地上からでも十分見ることができる<sup>[2]</sup>。その後、このドット文字が日本列島上空を通過した後は太陽光が当たらない領域へと入るため、リチウム蒸気は光らなくなり、そのまま拡散する。

#### ■文字データのアップリンク方法について

今回のシステムでは、1 文字あたり  $5 \times 5 = 25$  ドットの点で文字を表現することにした (図 5)。また、カタカナやアルファベットが 25 ドットで表現可能であることも確認済みである (「アイデアに関する説明資料」参照)。

今回のシステムの特徴は、表示するメッセージを、衛星の打ち上げ後に、地上からのデータアップリンクにより設定・変更ができる点である。これは、図 5 のカタカナの「ア」を例にすると、光る点を 1、光らない点を 0 とし、

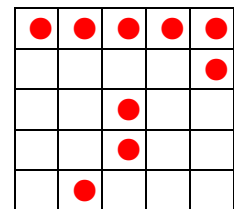


図 5: ドット文字の例

11111 00001 00100 00100 01000

というデータ形式で文字情報をアップリンクすることで実現できる。「ア」を表す文字コードを事前に決めておけば、アップリンクするデータ量を節約できるが、敢えてこの形式で送信することで、事前に収録していない文字などに加え、記号や絵文字などを表示できるという柔軟性をもたせることにつながった。

#### 5. 得られる成果

- ・ 全国規模でメッセージを送ることができるため商業利用の観点で十二分に話題性がある。
- ・ 広告などにも使うことができるので、広告主を募集するなどにより経済効果も見込める。
- ・ 夜空に送るメッセージは、衛星の打ち上げ後に、地上からのデータアップリンクにより設定・変更ができるようにしてあるため、広告主の依頼に対して臨機応変に対応することができる。

#### 6. 主張したい独創性または社会的な効果

- ・ 人工衛星を用いて宇宙からメッセージを表示するという計画は前例がなく、社会的反響は大きい。
- ・ 話題性を通じてより多くの子供たちが夜空を見上げる機会を得て、宇宙に興味を持った子供たちが増えることで、宇宙教育の更なる発展が期待できる。
- ・ 今回の提案では、日本上空での使用に最適化して軌道の設計を行ったため軌道傾斜角を 45 度としているが、日本以外の上空での使用も可能であるため、グローバルな展開も可能である。

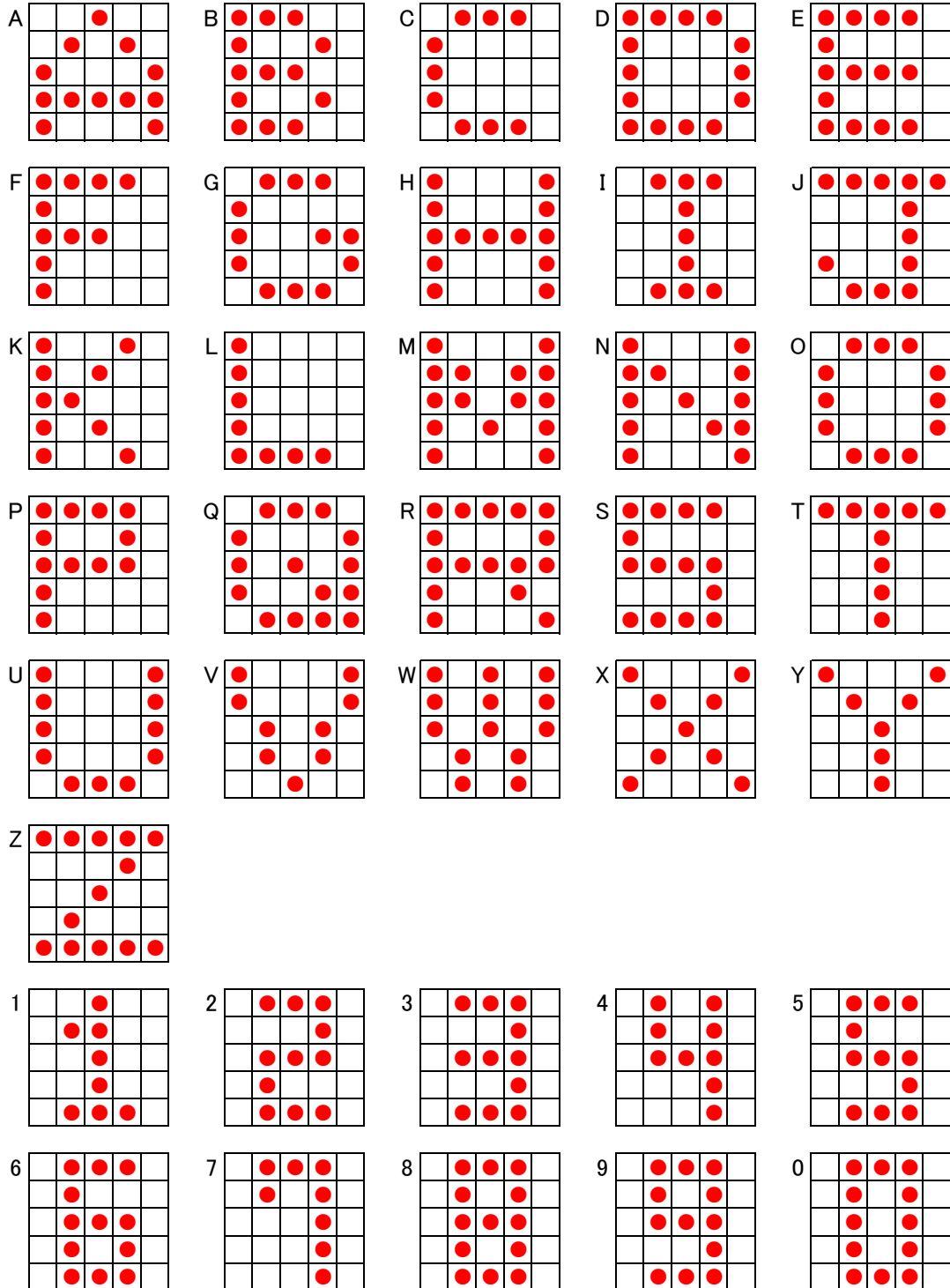
#### 7. 参考文献

[1] 山本真行 (高知工科大) 他: S-530-23 号ロケット放出リチウム共鳴散乱光による熱圏風測定, 第 22 回大気圏シンポジウム, 2008

[2] 河尻翔太 (東京工業大学) 他: 五輪紋章創造衛星 武蔵, 第 22 回衛星設計コンテスト アイデアの部, 2014

以上

■5×5=25ドットによる文字表現に関する資料(アルファベット・数字編)



■ 5×5=25ドットによる文字表現に関する資料(カタカナ編)

