

# 宇宙環境を用いた発電衛星

西本 博信 (JAXA/NASDA OB)

## 1. はじめに

太陽光をマイクロ波に変換するか太陽光をコヒーレント光に変換して地上あるいは地球以外の飛翔体に電力を供給する太陽光発電衛星[1]が国内外において研究、開発が行なわれている。太陽光は地球周辺を飛翔する衛星上で約  $1.4\text{kW/m}^2$  という安定した電力供給源であり、この電力利用は環境、資源を考慮した時、将来の有力な電力供給手段になり得る。しかし、安全性、信頼性、経済性の多方面から検討が必要である。現在検討されている太陽光発電衛星はエネルギーの変換装置を含め全て地上で作られたものを軌道に上げるために、重量、熱、経済の面で改良の余地がある。

一方、筆者は網目状発電衛星[2]を提案する。これは導線、磁性体、絶縁被膜からなる電線と導線、絶縁被膜からなる電線の2種類を網目状に組み合わせ、各網目はマイクロ波回路を構成するようにし、2電線間を結ぶ電線の一部に間隙を設け、宇宙プラズマに曝し、各網目で発生する小信号を全網目で構成する分布回路を用いて、増幅させ、地上に送信する。軌道はプラズマ密度が高く、地球磁場の強いことが望ましいので、低軌道とする。低軌道衛星は地球の自転と同期しないので、地上からの誘導信号方向に送電する機能を持たせる。エネルギー源は地球磁場とプラズマが主で、太陽光は補助的役割のため、太陽光発電衛星による発電能力の約  $1/100$  と減少する。ただし、エネルギーの変換装置は特殊な電線の組み合わせと宇宙環境との干渉を利用しているため、軽量、簡単な構造で、経済性、信頼性の面で優れている。しかし、地上の一地点で常時電力の供給を受けるためには10以上の網目状発電衛星が必要であり、また、衛星1つの発電能力は低い欠点がある。

## 2. 網目状発電衛星のしくみ

図1に網目状発電衛星の単列だけを抽出した概略図を示す。マイクロ波の発信、増幅部は磁性体被膜電線と電線の間隙を設けたマイクロ波回路で地球磁場、プラズマ、太陽光をエネルギー源、触媒源として行なわれる。地上への電力送信は送信アンテナと反射アンテナを用いる。送信アンテナを地上の目的地に送信させるために、地上からの指示電波を位相検出器により検出し、トルク発生用ループ回路により、地上からの指示方向に向くようにする。

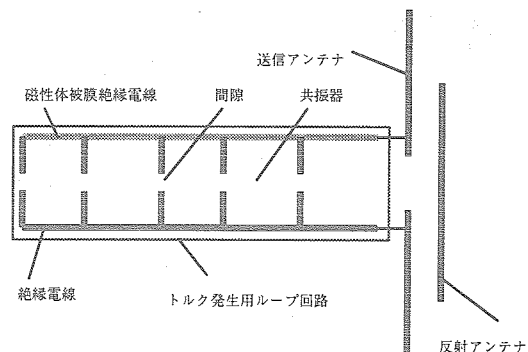


図1 網目状発電衛星の単列概略図

網目状発電衛星は図1の単列を同一平面上あるいは重ね合わせた形状にして用いることが可能である。

## 3. 網目状発電衛星の概要

### 3.1 目的

日本、外国を含む宇宙規模での電力計画に当り以下の項目を考慮する。

- ・ 電力の供給
- ・ 衛星の開発・製作の低廉化
- ・ 環境の保全 (生物・地球・宇宙)

### 3.2 システム

経済性、信頼性の見地から以下の項目を選択する。

- ・ 構造：被覆導線を用い網目状回路
- ・ 利用宇宙環境：地球磁場、プラズマ、太陽光
- ・ 衛星軌道：低軌道
- ・ 衛星個数：10機以上
- ・ 衛星姿勢制御：地上送信波

### 3.3 発電衛星1機の特徴(目標)

衛星の制御の容易さ、衛星の残骸を少なくすることを考慮に入れる。

- ・ 電力：10MW
- ・ 寸法：1m x 5km x 5km
- ・ 重量：50トン
- ・ 寿命：5年
- ・ 回収：自然消滅
- ・ 姿勢制御：地上波による集合網目間の位相調整

### 3.4 システムの利点・欠点

経済性、信頼性を重視するための代償を比較検討する。

- ・ 利点：
  - ①：軽量・単純構造・低廉
  - ②：地上から衛星の送信方向指示
  - ③：デブリの発生低減
- ・ 欠点：
  - ①：低発電能力
  - ②：低軌道のため複数個の衛星
  - ③：多国間の協力

### 3.5 今後の検討課題

- ・ シミュレーション(宇宙環境+衛星)  
宇宙環境として、太陽光、プラズマ、中性ガス、宇宙浮遊物、地球重力、地球磁場を、また、衛星として、形状、材質と特性、衛星の軌道、時期を入力し、衛星の電位分布、磁位分布、振動分布、熱分布、姿勢をシミュレーションして、安全面、信頼面で検

討を行なう。

- ・ 材料・部品の新規調達  
宇宙環境を考慮した衛星寿命後の材料、部品の自然消滅しやすい物を選択する。
- ・ 地上実験(材料、部品、部分試作)  
新規材料、部品および衛星の部分試作品の地上試験を行なう。
- ・ 送信電力密度・周波数の安全確保  
国際規則に基づいた使用可能な周波数と電力密度を確保する衛星の設計をする。
- ・ 国内基準  
シミュレーション、地上実験をするに当たり、その基準となる理論、手法を明確にする。
- ・ 国際協調  
衛星からの送信周波数、電力の問題、日本以外への電力供給を考慮した場合の需要者側との協力体制を整えておく。

### 4. おわりに

経済性、信頼性、環境保全の見地から網目状発電衛星は自然消滅のしやすい材料を出来る限り少ない量を用いて作り、低軌道を飛翔させる。太陽光発電衛星は太陽光を入力エネルギーを主としているのに対して、網目状発電衛星は地球磁場、プラズマを主とし、太陽光を副とするため、単位面積当りの発電能力は太陽光発電に比べて約100分に1に減少する。網目状発電衛星の効率を上げるために、平面網目板の重ね合わせ、太陽光の変換、熱変換の活用を図る必要がある。

衛星は世界各国の上空を飛翔するから安全面、エネルギーの有効利用の観点から、国際的な協調が必要である。

### 参考文献

- [1] 第47回宇宙科学技術連合講演会 アブストラクト
- [2] 特許出願中：筆者