

宇宙太陽光発電の研究開発現状

篠原 真毅 (しのはら なおき) 京都大学 生存圏研究所 教授

要約 21世紀に入り、地球環境問題やSDGsの重要性が増し、世界中で持続的発展可能なクリーンエネルギー利用の必要性が高まっている。本稿では持続的発展を可能とする将来のクリーンな電源として宇宙太陽光発電SPSを紹介し、その研究現状をまとめている。SPSは発電力100万kW、大きさ1万トン以上という巨大な宇宙構造物であり、発電所であるため、様々な研究課題があるが、本稿では特に熱制御とSPSシステムの関係について時系列に解説する。

1. はじめに

21世紀に入り、地球環境問題やSDGs (Sustainable Development Goals) の重要性が増し、世界中で持続的発展可能なクリーンエネルギー利用の必要性が高まっている。しかし、現在クリーンエネルギー利用は発展途上であり、政治的な問題で石油やガスの供給が不安定になると、世界の社会経済が非常に不安定になってしまう現状であることは認識しなければならない。特に、自然エネルギーは持続可能なエネルギー源ではあるものの、その供給が自然任せで非常に不安定であり、結局安定度が非常に高い化石燃料にまだ頼らざるを得ず、しかしそれが政治的な問題で供給が不安定になってしまう、というジレンマから現在の世界はまだ抜け出すことができていない。

このジレンマから脱却するためには、不安定な自然エネルギーを安定化させ、かつ、設置場所に依存しないような新技術の開発が求められる。もちろん現在も超巨大蓄電池や、グローバルなエネルギーネットワーク、スマートグリッド等、様々な新技術が研究開発されている。本稿ではさらに違うアプローチとして、自然エネルギーの中でも太陽光発電に関し、設置場所を中や天候の影響を受けない宇宙にすることで発電を安定化させるという「宇宙太陽光発電SPS (Solar Power Satellite)」の研究現状を紹介する。

2. 宇宙太陽光発電の概要と課題

SPSは地上から見ると静止しているように見える人工衛星軌道である36,000km上空に、巨大な太陽電池

を設置し、無線（マイクロ波もしくはレーザー）で地上へ電力を伝送する発電所であり（図1）、地球環境問題やSDGsへの貢献が期待されている将来の発電所構想である。SPSは発電所としての経済性と、マイクロ波による無線電力伝送の理論限界により、大きさ数kmの太陽電池と送電アンテナで主に構成される巨大な衛星で、重さ1万トン以上、地上で利用可能な電力は100万kW程度になると想定されている。歴史上人類が宇宙に建造した最大の衛星は現在400km上空に浮かんでいる国際宇宙ステーションで、大きさ100mほど、重量420トンほどであり、SPSがそれよりもはるかに大きいことがわかる。SPSが最初に提唱された1968年¹⁾はその実現性に懸念もあったが、50年以上にわたり世界中でシステム設計や研究開発が行われ^{2)~4)}、現在では小型宇宙実証実験の計画も始まっており^{5)~9)}、実現性を疑う人は少なくなっていると思う。

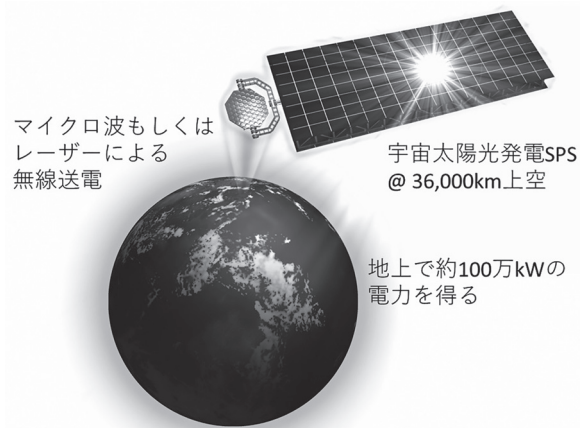


図1 宇宙太陽光発電SPS

これだけ大きなSPSを実現するためには数多くの技術課題がある。安価巨大なロケットシステムはもと