

宇宙太陽光発電システムによる カーボンニュートラルへの貢献

京都大学生存圏研究所生存圏電波応用分野教授

篠原真毅

しのはら まさき



宇宙太陽光発電はSPS (Solar Power Satellite) と呼ばれ、50年以上の長い研究の歴史がある将来の発電所構想である。SPSの実現は2050年ごろを目指している。

SPSは太陽電池を3万6000 km上空の静止衛星軌道に配置し、マイクロ波という電波で地上まで電力を無線送電することにより、太陽光発電を昼夜、天候に関係なく安定的に行うシステムである。SPSは大きな数km程度、重量1万t前後、地上での利用発電量100万kW程度という非常に大きな発電システムとなっており、この大きさから実現可能性を危ぶまれたことも多いが、実現するための理論的・技術的な壁はなく、発電システムとして成立させるために低コスト化のための技術開発が必要だけであるため、実現可能性は非常に高いと研究者は考えている。

将来の発電所としてのSPS

SPSは大きく将来の発電所としての側面と、将来の宇宙開発につながる宇宙技術としての側面があり、特に日本においてはこのSPSの両面性が政策的に混乱することがある。将来の発電所としては前述のように昼夜、天候に関係なく安定的に発電する太陽光発電システムであるため、温暖化ガスの1つであるCO₂排出量が非常に低く抑えられるという特徴がある。SPSの建設から廃棄までの30年間のトータルでのCO₂排出量を評価すると、設備稼働率が約90%以上で11~31gCO₂/kWhとなり、設備稼働率約15%の地上太陽光発電の53~76gCO₂/kWhより格段にCO₂排出量が少ないことがわかる。SPSのそれは原子力発電の設備稼働率約90%以上、22gCO₂/kWhほぼ同等のカーボンニュートラルを実現できる可能性があることがわかる。このため、我が国でもSPSは新エネルギーとして政策的に注目されており、2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画にも「さらには、無線送電技術により宇宙空間から地上に電力を供給する宇宙太陽光発電システム(SSPS)について、エネルギー供給源としての位置付け、経済合理性、他産業への波及等を総合的かつ不断に評価しつつ、地上実証フェーズから宇宙実証フェーズへの移行の検討も含め、研究開発・実証を着実に進める」と記載されている。SPSは第1次エネルギー基本計画から継続して、研究開発を推進するように記載され続けている。また経済産業省は2009年から継続してSPSのための無線送電の研究開発を行っており、世界最高性能の送電用アンテナの開発や飛行中のドローンへの無線送電等に成功

図表 宇宙開放系まで含めた持続可能な生存圏のイメージ



している^(注4)。本プロジェクトは、経済産業省委託事業太陽光発電無線送電技術委員会の委員長として、筆者が取りまとめている。

将来の宇宙開発につながるSSPS

一方、将来の宇宙開発につながる宇宙技術としてのSSPSも注目されている。SSPSは巨大宇宙システムであり、そのためには低コストロケットや宇宙往還機技術、宇宙構造物建設技術等が必須であるため、SSPSの研究推進が、まずは宇宙観光や宇宙ステーション、将来は火星移住や宇宙コロニーの実現までつながっていくものと期待されている。政策的

にも、2021年6月に我が国の宇宙基本計画の工程表改定に向けた重点事項が議論され、その中に「温室効果ガスの削減や災害対策に貢献し得る宇宙太陽光発電の実用化に向けて、宇宙輸送システムの抜本的低コスト化等を含め、システム全体を視野に入れた総合的な取り組みを推進する。また、無線送電等の幅広い用途への活用が期待できる技術について、国際連携も視野に研究開発に取り組み」と記載された。その具体的取り組みとして「宇宙太陽光発電システム(SSPS)の実用化に向け、発送電一体型パネルの開発やマイクロ波無線送電技術に関わる送電部の高効率化等を行い、将来の長距離大電力無線送電技術への進展を図るとともに、宇宙輸送システムへの抜本的低コスト化等を含め、システム全体を視野に入れた総合的な取り組みを推進する。また、当該技術の他産業へのスピノフを目的し、国際連携も視野に研究開発に取り組み」とも記載され、今後我が国はSSPS研究開発に取り組むことが宇宙政策に明記された。政府は2021年6月29日に正式発表を行い「2050年に温室効果ガス排出量を実質ゼロにする『カーボンニュートラル』^(注5)に関し、宇宙空間で行う太陽光発電の実用化を進める」とした。岸田文雄首相も2021年12月28日に開催された宇宙開発戦略本部会合にて「さらに、カーボンニュートラルに貢献する宇宙太陽光発電などの開発を進めるとともに、米国、オーストラリア、インドとの4カ国で、宇宙分野において協力を進めてまいります」と発言している^(注6)。

このようにSSPSは、我が国のエネルギー戦略および宇宙戦略の両面でその推進を期待されている一方、どちらに主軸を置いて研究開発をすべきか、その都度意見が異なり、立ち位置が心もとないのも事実である。今後は国および民間のリリーダーシップのもと、オールジャパンでSSPSの実現に向けて研究活動を行い、カーボンニュートラルを実現していきたいと考えている。その先には筆者の所属する京都大学生存圏研究所が掲げる「宇宙開放系まで含めた持続可能な生存圏の実現」(図表)という未来が開けるであろう。

(注1)「宇宙太陽発電」(知識の森シリーズ) ISBN9784274212338 篠原真毅・監修・著、(オーム社、2012年7月)

(注2)「宇宙太陽発電衛星のある地球と未来」ISBN9784766415711 吉岡完治、松岡秀雄、早見均(編著)(慶應義塾大学出版会、2009年1月)

(注3)「第6次エネルギー基本計画」(25ページ)2021年10月21日
https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005.html

(注4)「宇宙太陽光発電の実現に向けた我が国のビームマイクrow波送電システム開発プロジェクト」(電子情報通信学会論文誌C Vol.J105-C No.1, pp.11-18 2022年1月)

(注5) 宇宙政策委員会第93回・基本政策部会第20回合同会議事次第(2021年6月18日)
https://www8.cao.go.jp/space/committee/da193/gjissidai.html

(注6) 被災状況把握へ衛星網に宇宙太陽光発電を実用化—政府重点事項(時事通信2021年6月29日)

(注7) 首相官邸・総理の一日・宇宙開発戦略本部(2021年12月28日)
https://www.kantei.go.jp/jp/101_kishida/actions/202112/28space.html