

宇宙太陽光発電の実現加速～技術課題の背景と解決戦略～

(一社)未踏科学技術協会 特別研究員 狼 嘉彰

活動期間：平成 26 年 4 月～平成 27 年 3 月

1. 調査の目的

東日本大震災に伴う福島原発事故は、今後の原発へのエネルギー依存に関して、国論を二分する形に展開している。代替エネルギー源の確保が急務である。現在、急速に発展中の再生可能エネルギー活用による電力供給が、確実に展開しつつあることから、水素社会への期待も含めて再生可能エネルギーによる将来のエネルギー需給の解決が見通せるかもしれない、との議論が盛んであるが、原子力依存も一定量はやむを得ない、という政府の方針が現実的になってきている。一方、長期的な視点に立てば、多様なエネルギー源の確保は、将来の不確定性に備える意味で、極めて重要である。特にベース電源となり、且つ二酸化炭素の排出がないエネルギー源は貴重である。この観点で、現時点で見通せる将来のエネルギー源の一つが宇宙太陽光発電システムである。エネルギー生産に原料費がかからないこと、取り出せるエネルギーのダイナミックレンジが大きいこと、1年に2回、各1時間程度の食を除けば1日24時間の発電が可能であること、保守を容易にできる見込があること、あるいは継続的なエネルギー生産に地政学的な問題が絡まないこと、などは大きなメリットである。

これについて、平成 24 年度後半に、貴財団のご支援により、最新の技術開発動向を基に、宇宙太陽光発電システムの実現性を調査した。特に民間の技術と資金の活用により将来の技術開発指針策定に貢献することの可能性を調べた。その結果、呼び水としての政府資金投入で、宇宙太陽光発電は実現できるというシナリオはあるが、政府の資金投入はシナリオの信憑性不足を理由(と想定される)として行われず、投入資金がないために基盤技術実証実験が進まない、その結果シナリオに信憑性が生まれず政府が資金投入に踏み切れない、という三すくみ状況が見えてきた。そこで、今回は、この悪循環を断つ糸口を基盤技術実証と開発シナリオ実施手順の幅広い議論の不足にあると仮定し、仮定の妥当性をアンケートにより確認し、三すくみ状況からの脱出の道筋を探る。

2. 調査研究の実施内容および方法

本調査を推進するため、下記の項目の調査検討を実施した。

- ① 宇宙太陽光発電に必要とされる基盤技術とその実証試験における課題
- ② 宇宙太陽光発電システム実現推進上の課題に関するヒヤリング調査
- ③ 宇宙太陽光発電システム開発シナリオの実施手順

ヒヤリング調査としてワークショップを3回開催し、議論を行った。さらに一部のヒヤリング課題については執筆依頼を行って結果を報告書案としてまとめ、これを調査委員の査読により最終報告書として完成させた。

3. 調査に関わる研究者の氏名および組織名等

本調査のために、一般社団法人未踏科学技術協会内に「宇宙太陽光発電の実現加速に関する調査委員会」を設置した。構成は下記の通りである。なお、当初予定した有識者委員の招聘は予算の都合で割愛した。

委員長：狼 嘉彰（慶応義塾大学）

委員：橋本弘藏（京都大学）、田中孝治（(独)宇宙航空研究開発機構）、浅田正一郎（三菱重工業株式会社）、鈴木真二（NEC 東芝スペースシステム㈱）、木村茂行（当協会）

執筆を依頼した外部専門家：青木節子（慶応義塾大学）、朝倉啓一郎（流通経済大学）

4. 調査研究の背景

調査対象の前提である宇宙太陽光発電システムは、実現できれば、エネルギー資源枯渇の心配なしに、将来の 100 万キロワット級のベース電源になる可能性がある。巨大な初期投資に民間資金の活用は可能か、という視点で平成 24 年 10 月から 1 年間にわたり、渡辺記念会の支援を受けて調査を進めた結果、明快なシナリオが提案されているものの、政府に求められる「桁外れの建設費」及び技術上の問題として「マイクロ波送電が動植物に健康被害を及ぼす恐れ」という風評と、我が国のエネルギー政策としての幅広い議論の不足に起因することが障害として浮上した。

これらの障害を克服するには、何をすればよいのか、という課題が早期に求められる。なぜなら、二酸化炭素排出がなく、且つベース電源となる限られたエネルギー源であるためと、日本が置かれた国際的資源調達環境でのバーゲニングパワーが確保できる可能性のためである。

平成 25 年度に、エネルギー基本計画の見直しが進められ、原発依存を一定量容認した答申案がまとまり、宇宙太陽光発電への言及は従来の一行が二行になって、太陽発電衛星への期待感はやや高まった。放射能などの負の遺産を生じないで、しかも二酸化炭素を排出しないエネルギー源は、太陽電池パネルによる地上ソーラー発電、風力発電、地熱利用システム、水力など、いずれも規模が限定され、大なり小なり節電や配電網のインテリジェント化などの負担が求められる現実に変化はない。また、供給可能電力が変動するためベース電源には不適當である。地熱利用といえども変動を免れるわけではない。

さらに人類の活動は、これら持続可能なエネルギーの消費という制限を、将来的に受容し続けることができるか、という問題もある。2060 年には人類の経済活動は 2012 年の 4 倍になるとの日興アセットマネジメントの試算がある。当面の対策と同時に長期的な対策も不可欠なのではないか。宇宙太陽光発電システムは、人類の経済活動が数十倍になっても、必要なエネルギーを供給できる高い可能性を持っている。開発を急ぐことは、未来を他に先んじて掴むことに通じるのではないだろうか。

これまでの人間の活動で限度以上に排出されたとされる二酸化炭素は、現代の技術を活用すれば、大量のエネルギー消費により、適切な形に固定できるかもしれない。が、そのエネルギーは二酸化炭素を新規に排出しないで得られるものでなくてはならない。

平成 24 年度の調査で問題点をかなり絞ることができた。宇宙太陽光発電システムの実現に向けて、具体策を探る段階に差し掛かっていると認識される。

5. 課題の抽出と今後の展開に関する評価

太陽発電衛星は実現できるというシナリオはあるが、政府の定常的な資金投入はシナリオの信憑性不足の

ために不十分であり、投入資金が限られているために基盤技術実証実験が進まない、その結果シナリオに信憑性が生まれず政府が定常的資金投入に踏み切れない、という三すくみ状態の解消が必要である、との考え方の下、三すくみ状態の解消の鍵を見出すべく、その候補を3件の調査対象に絞り、それぞれについて調査研究を行った。

対象とした3件とは、一つは太陽発電衛星が、言われているように地上での太陽光発電に比較してコストパフォーマンスに優れているのかという点、二つ目は国内で公的に太陽発電衛星を目指した開発研究を進める JAXA において、どのような基礎研究を進めているのか、構成部材と構築技術の観点から実現性を検証するという点、そして、三つ目は、太陽発電衛星の打ち上げに関する国際社会への配慮である。

これら3件についてそれぞれワークショップを開催して、キーパーソンの講演を聞き、参加者による質疑応答なども参考にしながら、3件が三すくみ状態の解消の鍵になり得るか検討した。

その結果、懸念事項はあるものの太陽発電衛星の実現は経済性を持っていることが理解できた。従って、これについては周知徹底を図ることが社会受容の拡大につなげるポイントと言えそうである。一方、太陽発電衛星システムの構成部材や構築技術については、全体のバランスが見えにくい。これを見える形にし、基本方針は変えない計画を確立することによって、社会受容の要件が整うように思われた。これは JAXA による先導が重要であるが、民間の呼応も必要であろう。さらに、マイクロ波周波数獲得の見通しの確保と、国際批判の回避に努めることで、社会受容の拡大を目指すことが今後の最重要課題である、という考え方に到達した。

今回の調査研究の結果、前回とは太陽発電衛星を取り巻く環境が多少改善した感があるが、大勢は変わっていない。残念ながら宇宙開発予算を見る限り状況は好転していない。しかし、1GW級の太陽発電衛星の建設費の見積もりは多少下がっている。今後もこの形で推移するか不明であるが、しばしば比較の対象とされる地上太陽光発電については、電力の固定買取制度が破たん状態にあるなどの大きな変化が起こっている。今後もこのような変化があるならば、もう少し安定した比較対象を探す必要があるかもしれない。

明確なことは、社会受容が太陽発電衛星実現の最重要課題であり、これを向上させるには、説得力のある計画内容の策定とその周知徹底である。当協会では今後もこのような目的のために活動を続ける予定である。

前回の報告では、協会内に宇宙 E&R フロンティア研究会を新規に組織し、知識増進活動を進める予定、とした。しかし、2014年10月に宇宙太陽発電学会が、従来のSPS研究会を改組する形で発足し、知識増進活動をその傘下で行うこととしたので、当協会内での組織作りは取りやめとなった。今後は、当協会が続けてきたワークショップの開催など、知識増進活動の主体は宇宙太陽発電学会に移るが、協賛は続ける予定である。