

Current activities in the world related to **Solar Power** **Satellite**¹

Shoichiro MIHARA

Institute for Unmanned Space Experiment Free Flyer (USEF)
2-12 Kanda-Ogawa-Machi, Chiyoda-Ku, Tokyo, 101-0052 Japan

Abstract

There were several activities related to Solar Power Satellite in the world, especially in Europe, the U.S and Japan. In this paper activities in the U.S. and Europe will be reported.

In the U.S. during the past year, there were a remarkable number of new activities related to SPS. For example, because of interest within the USAF (U.S. Air Force) Advanced Concepts Office and the DOD Energy Security IPT, there were a substantial number of briefings and discussions of “space-based solar power” (SBSP) within the Department of Defense.

Web based study was conducted for the DOD National Security Space Office (NSSO). This study resulted in a final report released on October 2007. Intensive discussions for SPS were conducted in MIT (Massachusetts Institute of Technology) and in USAF (U.S. Air Force) academy. Also, the Space Solar Alliance for Future Energy was established in October 2007.

First long distance experiment for wireless microwave transmission was conducted in Hawaii by John Mankins and his partners. The experiment was broadcasted by Discovery Channel in this fall. Unfortunately, substantial reductions in advanced space technology R&D within NASA continued and accelerated in the proposed FY 2009 NASA budget (sent to the Congress in February 2008).

In Europe, there were only modest SSPS-focused activities during 2007. There was continuing R&D in technology areas relevant to the requirements of space solar power systems. These developments were sponsored by the European Space Agency, and were funded by various individual government agencies and companies. In addition, in December 2007 ESA announced that it planned to continue its program of SPS studies and created a “by-invitation” website. This decision led to an SPS workshop at ESTEC (the European Space Research and Technology Centre) on 29 February 2008.

¹ Presented at the 11th SPS Symposium, 17-18 September, 2008

世界の S P S 関連分野の動向²

三原 荘一郎

財団法人 無人宇宙実験システム研究開発機構

〒101-0052 東京都千代田区神田小川町 2-12

E-mail: mihara @usef.or.jp

1. はじめに

宇宙太陽光発電システムの研究は、化石燃料枯渇問題、温暖化対策（二酸化炭素削減）の観点から、1960年代から研究が進められてきた。現在の SPS 関連活動は、米国、日本、欧州の3極での活動に集約される。日本では、JAXA および USEF を中心として京都大学、神戸大学、東京大学、産総研などの大学研究機関、航空宇宙関連企業によりシステムや関連分野の研究が進められている。本稿では、日本以外の欧米における最近の活動（2007-2008年）について動向を報告する。

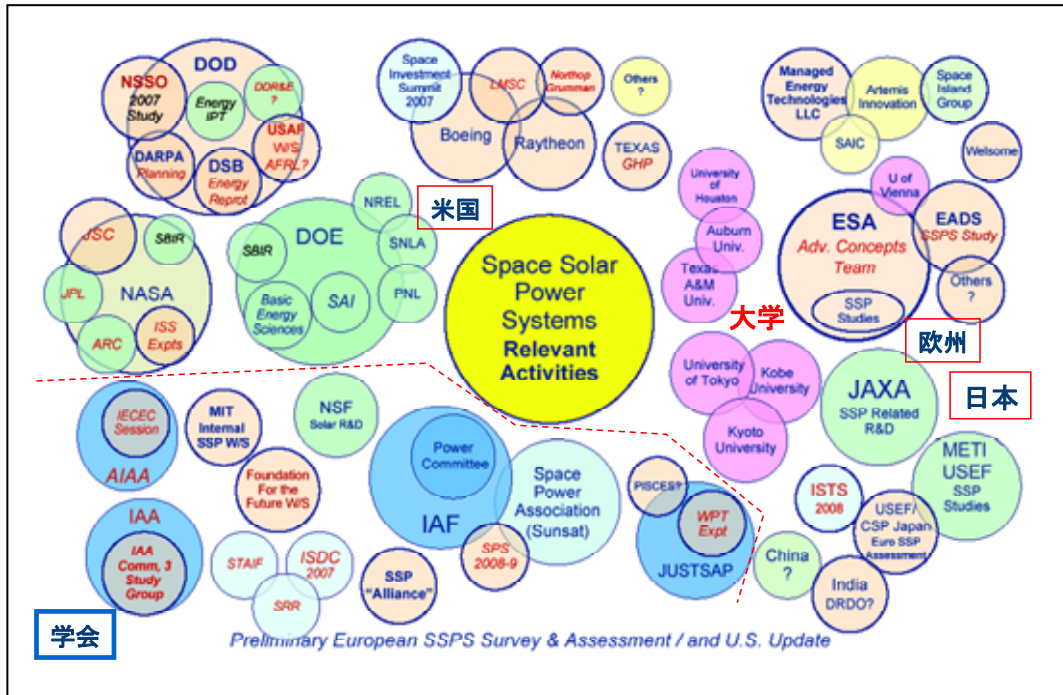


図1 世界の SPS 活動状況

2. 米国の SPS 関連状況

(1) NSSO のための Web を利用した SBSP 研究 (2007年4月~10月)

国防総省 (DOD) の国家宇宙安全局 (NSSO : National Space Security Office) のために、インターネットを活用した SBSP (Space-Based Solar Power) の評価が行われた¹⁾。議論は米国内外の170名が参加。これにより、DOD内で宇宙からのエネルギー伝送に対する関心が飛躍的に高まった。この議論をまとめたレポート²⁾では、これらの問題に対する“Quick-Look Study”を近々に行うよう勧告している。レポートではまた、技術開発と実証に対して一連の取り組みを行うこ

² 第11回SPSシンポジウム、慶応大学にて2008年9月17、18日開催

とを勧告している。(低高度周回軌道における中規模の実証と静止軌道における主要な実証を 10 年以内に実現すること。) 現在でも、M.V. "Coyote", Smith氏を中心とした投稿やそれに対するコメントなどが書き込まれている。

(2) MIT SPS ワークショップ (2007 年 5 月)

マサチューセッツ工科大学 (MIT) において、2007 年 5 月、MIT は 2 日間にわたる SPS ワークショップを開催した。ワークショップの焦点は MIT にとって重要なテーマである、①技術上のフィジビリティ②経済性③実証機会に置かれていた。参加者の約 90%は、SPS は技術的には実現可能であろうと考えていた。経済性に関しては、今後の研究開発の進展にかかっていると考えられた。しかし、MIT が実証機会を得られるか否かに関しては不透明であり、開催以降報告書は出されていない。

(3)USAF アカデミー・ワークショップ (2007 年 9 月)

米空軍内での議論が行われ 2007 年 9 月 5 日～7 日、USAF Academy は 2 日間にわたり「内輪の」SPS ワークショップをコロラド州で開催した。ワークショップではほとんどがパネルディスカッションで、NSSO がウェブ上で実施した SBSP スタディの結果レビューが行われた。

(4) The Space Solar Alliance for Future Energy (SSAFE)の設立 (2007 年 10 月) [4]

NSO(National Space Society)が主催したもので、国家宇宙安全局、NSO のほかに、元 NASA の SPS 研究の取りまとめである J.Mankins 氏やアポロ 11 号の Buzz Aldrin も参画して今後の SPS の研究の必要性を働きかけている。最近のコンセプトは図 2 に示すようなもので、鏡の集合体を反射鏡とレーザーで連結させ、太陽光を下面の発電電一体パネルに送るものである。この発電電一体パネルは、小さな発電電パネルの集合体で、宇宙で連結しシステムを構成するものである。同一のインテリジェントな発電電パネル要素を大量に組み合わせることにより、低価格なシステムを実現しようというものである。試験段階では、小規模のシステムとして、実用に向かって大きなシステムを構築する構想である。

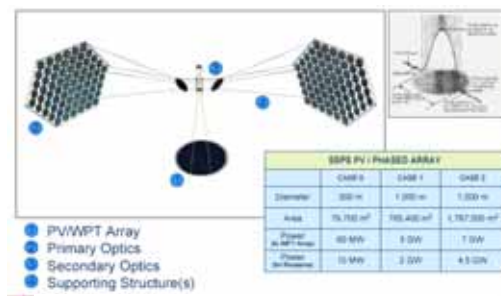


図 2 米国 SBSP コンセプト

(5) 国防科学評議委員会(DSB : Defense Science Board) のエネルギーに関するレポート[5] (2008 年 2 月)

国防に関するエネルギーの検討の 1 項目で、SBSP が検討された。これは、軍を展開させた時に現在は、陸上輸送手段 (トラック) により前戦作戦基地へエネルギー・燃料補給を行っているが、これを宇宙からのエネルギー伝送が利用できれば輸送路の脆弱性を改善できるというものである。その観点で DOD が関心を示している。レポートの評価によれば「軍にとって極めて有効であるが、実現までは時間がかかる」というものである。

(6) ハワイでのマイクロ波送電試験 (2008 年 5 月、放送 9/12@米)

米国のテレビ局ディスカバリーチャンネルがスポンサーになり、Managed Energy Technologies LLC の John.Mankins 氏が、神戸大賀谷教授、Texas A&M 大 Little 氏、JPL の Marzwell 氏と一緒に実施したもので、ハワイのマウイ島のハレアカラの山頂から 148km 離れたハワイ島のマウナロア山へマイクロ波送電試験を実施した。(米国での放映は 9 月 12 日、日本で

は12月予定)、9枚パネル(共役位相制御、フェーズドアレイ)で合計20Wの規模の試験を実施した。ハワイ州からの許可の関係で低電力試験になったが、148kmでSPSとしての試験を実施したのは初めてである。

(7) 米国の予算状況

NASAにおける技術開発予算は縮小の一步をたどり、現在はSPSに関する予算は確保されていない。軍関係も検討作業は行われているが、大規模な研究開発には至っていない。今後大統領選後の状況変化が期待されている。

3. ヨーロッパのSPS関連活動状況

(1) ヨーロッパ宇宙機構(ESA)の活動

これまで、ESAでは、世界の持続的発展の観点から、SPSの可能性評価と欧州のSPS戦略立案に寄与する目的で取り組んでおり、2002年から2004年にかけてフェーズ1の研究を行ってきた。

(研究結果:ア、欧州のベースロード電力アプリケーションとしては、貯蔵機能を備えた大規模(100GW級)の太陽システムのコストは、同規模のSPSと同程度である。イ、小規模のSPSは、コスト的に、より難しい。ウ、有望な宇宙アプリケーションがある(例:専用のSPSによる月面へのパワー伝送など)エ、SPSに期待されるエネルギーペイバックタイムは、同様の地上太陽エネルギーシステムの50%程度である。)

2008年2月に、ESA先進コンセプトチーム(オランダのESTEC: European Space Research and Technology Centre)が中心となり、SPS "Network Shop"としてフェーズ2の活動のキックオフを行い、過去の活動のレビューと今後の活動についてブレインストーミングを行った。(会議には米国からは国防総省の参加はあったがNASAからの参加はなかった)その結果、今後より詳細なエンド・ツー・エンドのシステム研究が必要であるということになった。内容については、ESA SPS Wiki⁵⁾として公表されている。図3参照。

具体的な研究試作としては、ESAは神戸大賀谷教授、東大中須賀教授との「ふろしき衛星実験」において、軌道上製造を前提とした“Crawling robot”を開発し宇宙作業ロボットの開発を行い無重量下での試験を行った。



図3 ESA SPS Wiki

SPS "Network Shop"のなかで、ESA 先進コンセプトチームからは、図4における小型の発送電要素（衛星）の Swarm（群）により、大面積構造物を構築する方法が説明された。

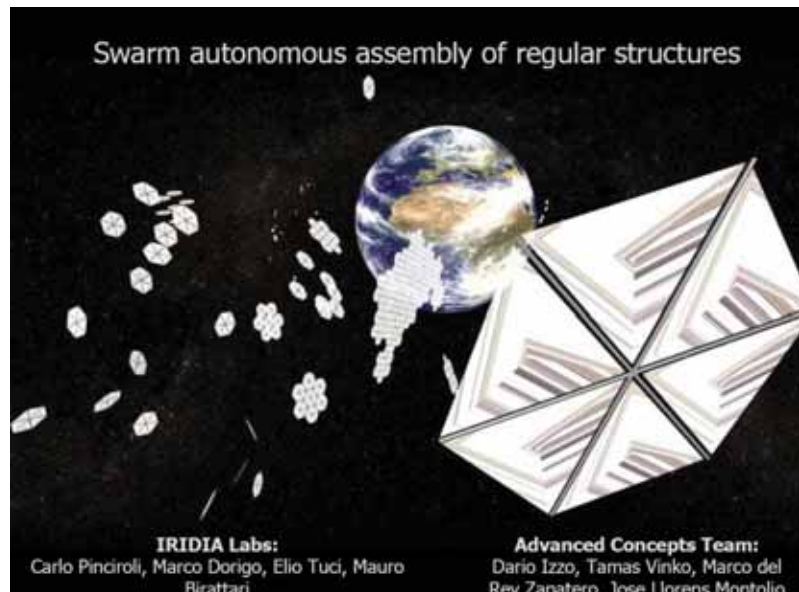


図4 小型衛星群による大面積構造物構築案^[6]

(2) EADS-Astrium の活動

EADS-Astrium は SPS の技術実証ミッションの計画に重点を置くことを薦めている。特にレーザーエネルギー伝送の研究を行っており、Astrium 内部において、SPS プロジェクトは、地球環境問題に対応する優先研究の4テーマのうちの1つとして採択された。図5参照。

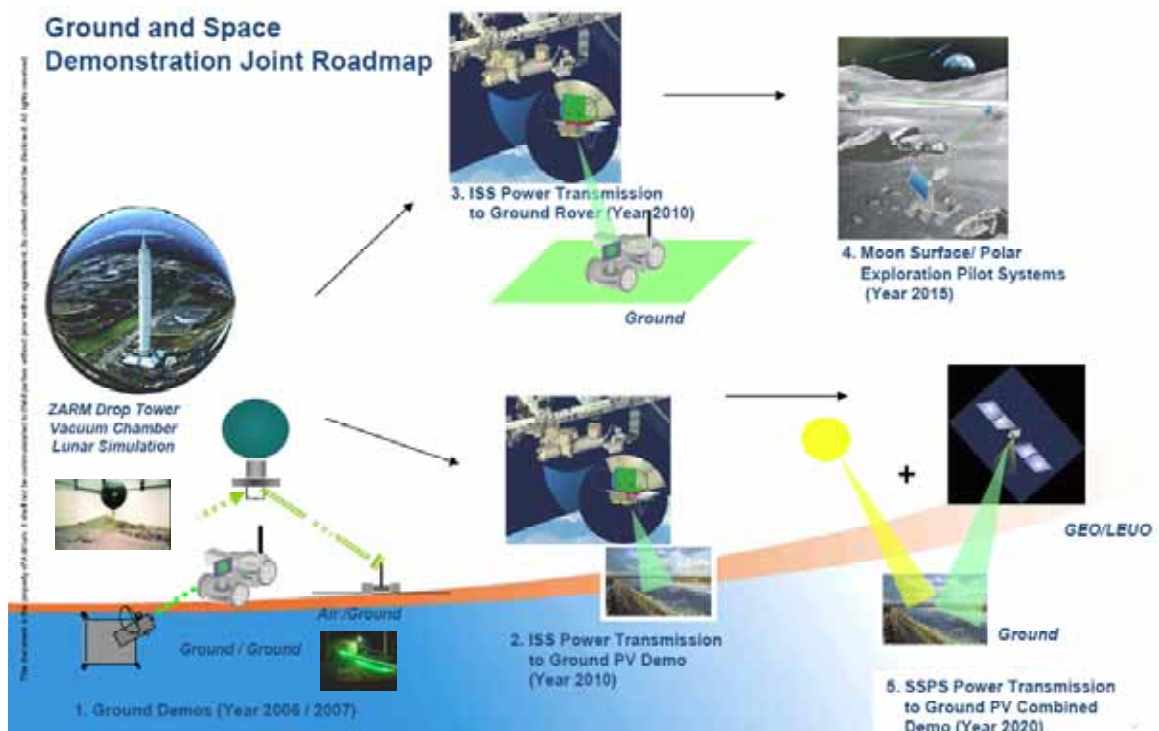


図5 レーザーによる無線伝送の試験・実証ロードマップ^[7]

(3) 国際宇宙航行アカデミーの分科会による SPS 研究

IAA (国際宇宙航行アカデミー) の Commission 3 により SPS “ Cosmic Study “ が開始された。IAA として初の SPS スタディとなる。リーダーは、IAA Commission 3 の副委員長 John Mankins 氏で、IAA のメンバーだけでなく、各国の航空宇宙産業界、研究開発機関、大学など広い範囲のメンバーを集めて、SPS のフィージビリティの検討と技術開発・実証ロードマップの作成を行うものである。日本では、JAXA, USEF, 大学などの関係者が参加している。

Google の非公開グループとして、リーダーの許可を得たメンバーにより、Web 上での議論、ファイルのやり取りを行っている。2年間の予定で、スタディを開始したところである。

4. おわりに

これまでは (特に 1970 年代-1990 年代)、米国の NASA が中心になって SPS の研究開発を牽引して、世界がついていくという構図から、現在の研究開発の流れは変わってきた。しかしながら、二酸化炭素削減や、化石燃料枯渇問題への対策や、特定地域へのエネルギー伝送という観点から、日米欧における研究は継続されている。欧米における新政権や新しい ESA の責任者の下での今後の動きを注目していく必要がある。

参考文献 :

[1] <http://spacesolarpower.wordpress.com/>

[2] Space-Based Solar Power As an Opportunity for Strategic Security Phase 0 Architecture Feasibility Study Report to the Director, National Security Space Office, 10 October 2007: <http://www.acq.osd.mil/nss/solar/SBSPInterimAssesment0.1.pdf>

[3] <http://www.acq.osd.mil/dsb/reports/2008-02-ESTF.pdf>

[4] <http://www.nss.org/settlement/ssp/>

[5] ESA SSPS wiki http://atlas.estec.esa.int/SPS/index.php/Main_Page

[6] <http://atlas.estec.esa.int/SPS/images/7/77/ACT-PRE-2008-SwarmAssembly%40SPSWorkshop.pdf>

[7] http://atlas.estec.esa.int/SPS/images/5/59/SPS_NetWorkshop_PRE_0802_AstriumSPSPosition.pdf