

もっと便利に電気を
受け取れ
ないかな？



取材協力/京都大学生存圏研究所
篠原真毅教授
協力/パワーアカデミー
取材・文/寺西憲二
イラスト/すぎうらあきら・新保基恵

電気のチカラ!

京都大学 生存圏研究所の 篠原真毅先生にお話を聞いたぞ!



宇宙空間で
太陽光発電を
するんだね!



宇宙太陽光発電と宇宙まで活用した将来の「生存圏」(人類の存在に必要な領域と空間)の実現イメージ。高度3万6000kmの静止軌道上に打ち上げられた太陽光発電衛星の太陽電池パネルで発電した電気は、マイクロ波に変換されて地上に送られる。海辺にあるレクテナという巨大な装置でマイクロ波を受信して電気に変換、都市に供給されるしくみだ。ちなみに太陽光発電衛星の隣に見える国際宇宙ステーションの軌道は高度400km。太陽光発電衛星の大きさは、国際宇宙ステーションの500倍くらいになる。(画像提供/京都大学篠原研究室)

宇宙空間に超巨大な太陽電池パネルを広げ、そこでつくった電気を地球に送って利用しようという壮大な計画がある。2045~50年ごろの実用化を目標に、JAXAや経済産業省が中心になって取り組んでいるこの一大プロジェクト、実は本誌でも2017年4月号で紹介し、JAXA宇宙科学研究所取材しているのだ。今回は、宇宙太陽光発電やワイヤレスで電気を送る無線電力伝送に詳しい、京都大学教授の篠原真毅先生に、より具体的なお話をうかがったぞ!



今回お話をうかがった京都大学生存圏研究所の篠原真毅先生。

宇宙太陽光発電で効率よく電気をつくる!

電気は、私たちの毎日の暮らしに欠かすことができません。しかし、その電気の多くは、今のところ石炭や石油、天然ガスなどの化石燃料によってつくられています。化石燃料による発電には、大気汚染や地球温暖化、資源の枯渇という問題があります。そこで注目されているのが、太陽光や風力などの自然エネルギーを利用する発電方法です。

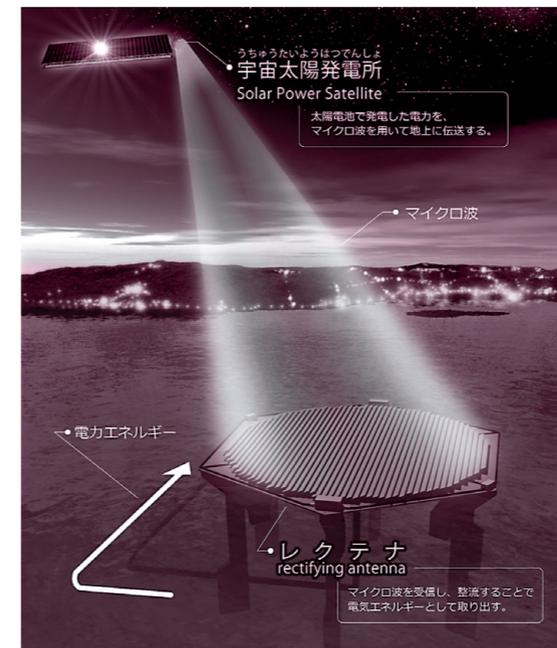
屋根に発電用の太陽電池パネルを取り付けた家を見かけることがあります。しかし、たくさん発電するには日当たりのいい、広い場所が必要です。しかも、太陽光発電は曇りの日や夜間にはまったく電気をつくれないという弱点を抱えています。

そこで考えられたのが、宇宙空間に太陽光発電をするための人工衛星を打ち上げ、たくさんの太陽電池パネルによって大量の電気をつくり、それを地上に送って利用しようという宇宙太陽光発電の計画です。想定される衛星1基あたりの発電規模は100万kWで、パネルの大きさはなんと2km四方。電気をつくるしくみは地上の太陽光発電と同じですが、宇宙空間なら

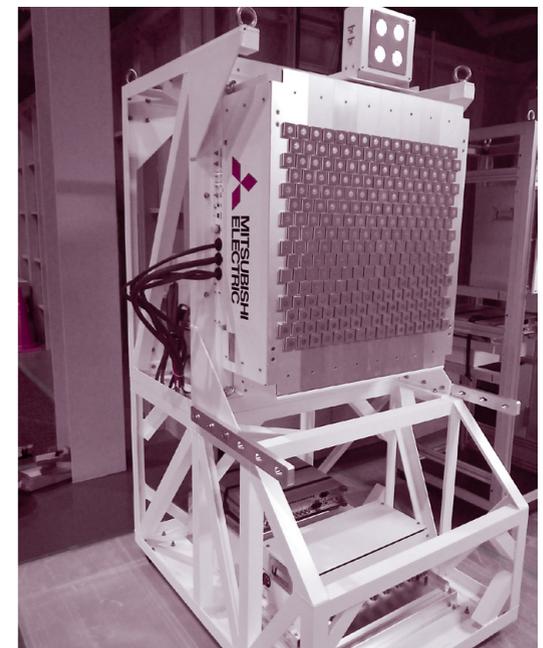
雲にさえぎられることなく、電気をつくり続けることができるので、その発電量は地上の5~10倍にもなると計算されています。この太陽光発電衛星は、赤道の真上にある静止軌道上に打ち上げる予定です(次ページの図)。

しかし、宇宙空間と地上の間には電線を引けないので、太陽光発電衛星でつくった電気をそのまま地上に送ることはできません。そこで、電気を他のものにへん換して地上に送り、それを地上で受け取って再び電気にへん換します。

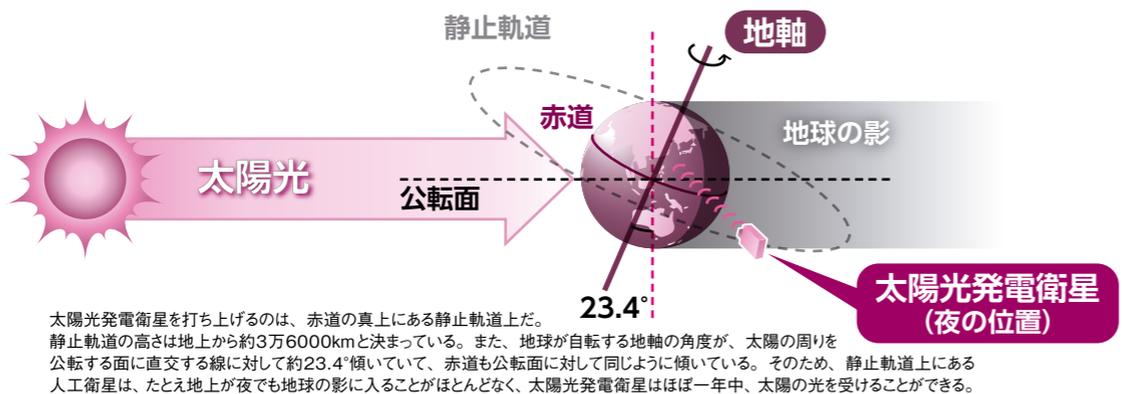
地上へ送る方法としては、気象条件の影響を受けにくい、電波の一種であるマイクロ波に変換する方法が有力だと考えられています。そして、地上へ送られたマイクロ波をアンテナで受信して、再び電気にへん換します。これが「レクテナ」と呼ばれる施設です。静止軌道上の宇宙空間から地上の一点へマイクロ波を送信するためには、角度の誤差が0.001°以下という精密さが要求されます。さらに、マイクロ波は少しずつ広がりがながら届くので、地上のレクテナにあるアンテナも直径2.5kmほどの大きさが必要になります。



宇宙太陽光発電のしくみ。人工衛星の太陽電池パネルで発電した電気をマイクロ波に変換して、送電用のフェーズドアレイアンテナから地上に向けて送信する。地上ではレクテナという、アンテナとマイクロ波を電力に変換する整流回路が一体化した装置で受信、電気にへん換して送電する。(画像提供/京都大学篠原研究室)



太陽光でつくった電気をマイクロ波に変換して送電するフェーズドアレイアンテナ。アンテナの向きを変えずに、違う目標地点に正確にマイクロ波を送ることができる。地上にあるレクテナの受電アンテナの直径が2.5kmも必要なのは、送電側のねらいのずれではなく、マイクロ波の自然な広がりを計算したものだ。(画像提供/京都大学篠原研究室)



太陽光発電衛星を打ち上げるのは、赤道の真上にある静止軌道上だ。静止軌道の高さは地上から約3万6000kmと決まっている。また、地球が自転する地軸の角度が、太陽の周りを公転する面に直交する線に対して約23.4°傾いていて、赤道も公転面に対して同じように傾いている。そのため、静止軌道上にある人工衛星は、たとえ地上が夜でも地球の影に入ることがほとんどなく、太陽光発電衛星はほぼ一年中、太陽の光を受けることができる。

宇宙太陽光発電を実現するための課題もある

理論的には実現可能な太陽光発電衛星。しかし、乗り越えなければならない課題もあります。まず、2km四方もある大きくて重い太陽電池パネルを、どうやって宇宙に運ばよいか。

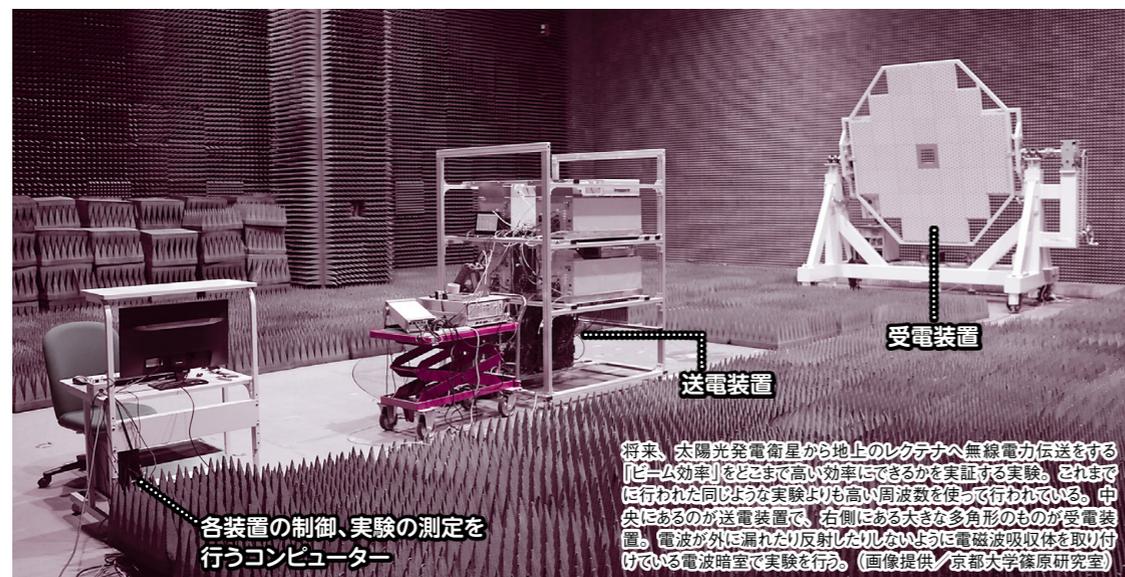
考えられるのは、小さなパーツに分けて運び、宇宙空間で組み立てるのですが、太陽光発電衛星の総重量は約1万tもあります。現在のロケットが打ち上げることのできるものの重さは、日本のH-IIAロケットで約6tですから、現状のままではとても運びきれません。もっと大型でたくさんの荷物を運べるロケットの開発が必要です。

それから、2km四方という巨大なものを組み立てる技術も必要です。これには人間の作業員

が行う他、安全のためにロボットを使うアイデアもあり、そのためにはロボットの技術がもっと進歩することが求められます。

また、太陽電池パネル自体の効率や耐久性を高め、設備全体を小型化する努力も必要です。さらに、電気を効率よく使うためには高い電圧が必要ですが、そのために起きる宇宙空間でのプラズマの影響による放電現象にも対応しなければならないのです。

つまり、宇宙太陽光発電を実現させるためには、私たちの科学技術を全体的にもう少し進歩させる必要があります。それは、今は夢かもしれませんが、決して実現不可能な夢ではありません。工夫と努力を積み重ねて夢を実現させること、それが私たちの使命かもしれません。



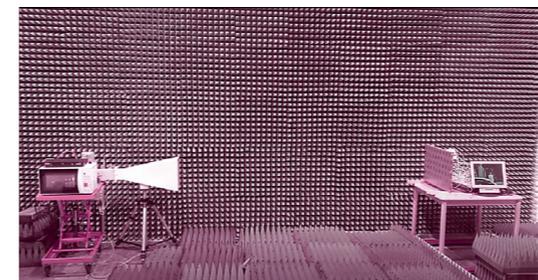
各装置の制御、実験の測定を行うコンピューター

将来、太陽光発電衛星から地上のレクテナへ無線電力伝送をする「ビーム効率」をどこまで高い効率にできるかを検証する実験。これまでに行われた同様の実験よりも高い周波数を使って行われている。中央にあるのが送電装置で、右側にある大きな多角形のが受電装置。電波が外に漏れたり反射しないように電磁波吸収体を取り付けている電波暗室で実験を行う。(画像提供/京都大学篠原研究室)

宇宙太陽光発電ができるまでに 実現する夢もある!

宇宙太陽光発電が実現するのはまだ少し先の話ですが、ワイヤレスで電気を送る技術は日々進歩しています。京都大学では、すでに1992年にマイクロ波で飛ぶ飛行機の実証実験を成功させていて、他にも電子レンジを使ってDVDプレーヤーの画像と音声をワイヤレスでテレビに送ったり、電動自転車をワイヤレスで充電したりする実験などで成果を挙げています。また、ドローンに地上から電気を送る研究も行われていますが、逆に、バッテリーを積んだ飛行船から地上に電気を送る研究も進められていて、地震などの災害によって交通や電気などのインフラが機能しなくなった被災地で、携帯電話などの充電するのに役立つと期待されています。

最近では、携帯電話をワイヤレスで充電することもできるようになりました。もっと身近なところでは、一部の衣料品店で導入されている

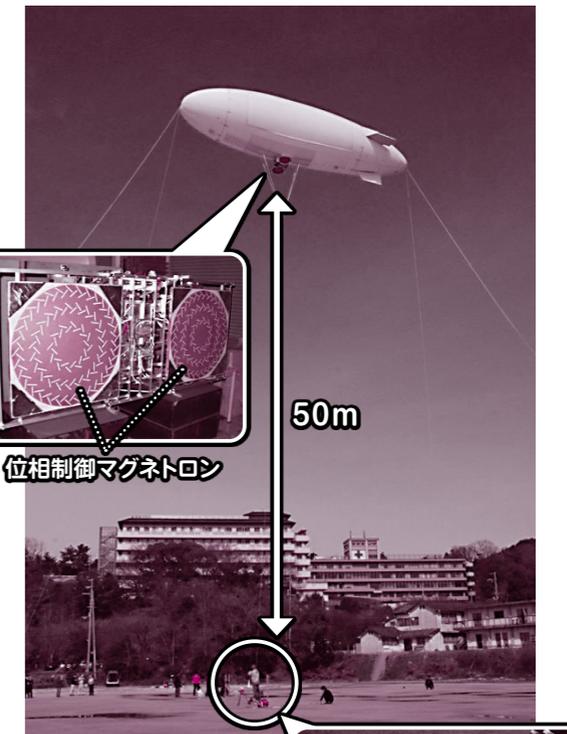


電子レンジを使ってDVDプレーヤーの画像と音声をワイヤレスでテレビに送る実験の装置。電子レンジのマイクロ波にDVDの映像信号を乗せて送る。テレビにつながっている装置がマイクロ波を受信して、テレビをつける電力に変換して、映像を表示させている。(画像提供/京都大学篠原研究室)

宇宙での太陽光発電だけでなく、地上でも電気や情報のやり取りがもっと便利になりそうだね!



ICタグは、宇宙太陽光発電と同じ電波で電気を起こし、情報のやり取りを行っています。このように、私たちが気づかないところで自然に電気がやりとりされる社会ができつつあるのです。「必要だけれどそれがあることを意識しない。電気がまるで空気のような存在になるといいですね」と篠原さんは語ります。



位相制御マグネトロン



受信アンテナ

マイクロ波による飛行船から地上へのワイヤレス給電実験。飛行船に2つの位相制御マグネトロンを載せて、地上のアンテナでマイクロ波を受信して、電気に変換。携帯電話の充電に成功した。(画像提供/京都大学篠原研究室)

パワーアカデミーのWEBサイトで電気工学を学ぼう!

電気工学のことをわかりやすく解説しているコーナーをはじめ、電気の現場で働く人や研究者のインタビューも充実! ぜひチェックしてみてね。



パワーアカデミー 検索