



第3回 世界の太陽エネルギー開発 1 ～ 太陽熱発電の科学技術 ～ レポート

主催：NPG ネイチャー アジア・パシフィック
共催：ブリティッシュ・カウンシル
協力：サイエンス映像学会 / 映像開発

日本ではなじみの薄い太陽熱発電だが 日本の研究や技術が生かされている

NPG ネイチャー アジア・パシフィックの人気イベントとなった第3回 Nature Café は、2009年10月19日(月)、英国大使館にて、「世界の太陽エネルギー開発 1 ～ 太陽熱発電の科学技術～」と題して開催されました。

始まってすぐに、参加者同士の自己紹介で場がなごんだ後、モデレーターの元村有希子さん(科学コミュニケーター、毎日新聞科学環境部記者)がパネリストを紹介。アラブ首長国連邦の連邦首都アブダビから帰国したばかりの玉浦裕先生(東京工業大学 炭素循環エネルギー研究センター 教授)が太陽熱発電(CSP: Concentrating Solar Power)について解説しました。玉浦先生のお話の骨子をご紹介します。

太陽光で油を温め、その熱で蒸気タービンを回して発電する

太陽熱発電は、太陽光のエネルギーを熱として集め、タービンを回して発電する方法で、熱で蒸気を作り、タービンを回すという点では火力発電や原子力発電と共通の仕組みです。

太陽熱発電の方法にいくつか種類がありますが、現在、商業化されているのはトラフ型と呼ばれる方法で、曲面になった鏡に太陽光を反射させ、鏡の前に設置されたパイプに流れる溶融塩が入った油を温め、その熱で発電します。溶融塩を使うことで油が500～600℃に上がり、蓄熱も可能になります。そして、昼に太陽熱を集め、夜中でも電力を供給できるわけです。コストは太陽電池の半分くらいです。太陽電池は太陽光がそのまま電気になりますが、太陽熱発電はまず熱に変える点が大きくことなります。太陽電池はバッテリー

を使えば電力を蓄えられますが、それにはコストがかかります。

世界で太陽エネルギーによって経済性の成立する地域は、サンベルトと呼ばれる帯状の地域で、砂漠地帯とほぼ重なり、人が住んでおらず、土地が安いところです。サンベルトは海上にもかかっています。

日本でもかつて香川県で実験が行われましたが、大気中の蒸気やダストで太陽光が散乱するため、うまくいきませんでした。とはいえ、日本で何もできないかといえば、そうではなく、発電はできなくても、ソーラー温水器を使えば、例えば室温が20℃でお湯を40℃にするために20℃ほど温度を上げるとすれば、1年の約3分の2は太陽熱のお風呂に入れます。この方法はCO₂を出さないというメリットがあります。将来的には太陽電池の隣にソーラー温水器がある、という状態ができるわけです。

実証実験が始まった、“東工大式ビームダウン集光太陽熱発電プラント アブダビ・プロジェクト”

2009年現在の太陽熱発電量は、主にトラフ型によるもので、ほぼ原子力発電所が1基分にあたり、2010年には2基分になります。それが2014年には15基分になる予定で、急激に太陽エネルギー時代に向かい始めていることを実感します。まさに今が太陽エネルギー時代に移る時期で、研究者として一番いい時期にいると思っています。

トラフ型以外にはタワー型が実用化されそうです。鏡を含むヘリオスタットというシステムが太陽を追尾し、100mほどのタワーに集光させ、タワー上にある溶融塩入りの油を温めて熱を作ります。その熱でタワーの下にある蒸気タービンを回します。

スペインのセビリア近郊に10 m²のヘリオスタットを直径

1.5km にわたって約 2800 枚並べた、世界で初めての商業施設があります。政府の補助のもとに試運転が始まっており、来年にはビジネスが始まります。このような施設はカリフォルニアでも設置されています。

我々の“アブダビ・プロジェクト”は、このタワー型を進化させた方式を採用しました。約 30 m のタワーの上にマルチリング反射鏡を置き、集光した太陽光をタワーの下にある溶融塩を入れた油に当てます（ビームダウン）。これによってタワーの軽量化と安定化、コストダウンを実現しました。ヘリオスタットのリフレクターは温度が 300℃にもなるため、普通の鏡では壊れてしまいましたが、コニカが耐熱性の鏡を作ってくれました。鏡も半径と曲率を計算してフラットにしたため、曲面を作るよりも安くなっています。先週引き渡してきたばかりで、100 kw の実証試験中です。これは電子レンジ 200 台を動かすに相当するくらいの電力です。

再生可能エネルギーには風力、地熱、バイオマス、潮力などがありますが、あるデータでは、2030 年、全世界の発電量の 4 割近くが再生可能エネルギーになり、太陽熱発電はそのうちの 9%、太陽電池は 6% と推定されています。太陽エネルギーの発電量が 2010 年の 0% が 20 年で 15% に増えるのはすごいことです。

太陽熱と化石燃料のハイブリッドなど

新しい技術も開発中

事前に寄せられた質問も含め、参加者のみなさんとの質疑応答の一部をご紹介します。

Q ヘリオスタット（鏡）の掃除はどのようにするのでしょうか。

A 玉浦先生：必ず出る質問で、開発者は実際頭を悩ませています。トラフ型ではトラフを立て、散水車が洗います。タワー型は普及が遅れている分、まだ実際には掃除がされておらず、自動掃除ロボットもありかと考えています。今のところ、汚れないよう、鏡を表面処理することが一番の解決方法だと思っています。

Q 太陽熱発電装置自体が気候や環境に与える影響はシミュレーションされているのでしょうか。

A 玉浦先生：世界の電力エネルギーをまかなうには、300km 四方あればよく、北海道の面積があれば十分です。実際には発電装置が 1 カ所に集まるわけではなく、気候への影響は全くないといついでいいでしょう。環境への影響に関しては、製品の製造から廃棄までのライフサイクルアセスメント（LCA）から評価すると、まだ装置の製造時に環境に負荷がかかる面があります。ただ、太陽電池が CO₂ を出さずに比べれば少ないのです。太陽電池ではシリコンやカドミウムテルルなどの金属が使われますが、とくにカドミウムテルルの安全性や環境負荷が問題になっています。太陽熱発電ではそういう材料は使われません。

A Won さん：例えば鏡の影を使えば、砂漠であっても植物が育てられるかもしれません。太陽熱発電のいい影響も考えられますね。

Q 人類の文明は 20 年以上前にすでに終わっているのではないかと気がしています。近い将来に石油が来なくなるかもしれませんが、太陽熱発電は重要度が増すと思いますが、大規模な設備が必要で、電力消費地から遠いところに設置され、メンテナンスも大変そうです。電気をどう使うか、開発する側からの提案はありますか。

A 玉浦先生：エネルギーをどう使うかを考えるのは大事ですね。太陽エネルギーは地球温暖化を進める CO₂ を回避するという目的が大きい。大量に使っている化石燃料を再生可能エネルギーに替えることが重要です。今、化石燃料と再生可能エネルギーのハイブリッド燃料が研究されています。電気消費量に関しては、実際、夜間電力を使わなくするなどの施策は難しく、例えば 200km で走る新幹線を減速するようなソフトランディングの方法、人類が幸せな使い方を考えないといけませんね。

Q アブダビ・プロジェクトは今後どうなりますか。

A 玉浦先生：アブダビ皇太子が支援してくださっていて、アブダビ自体で大規模になるだろうと考えています。

このプロジェクトと関連して、オーストラリアで太陽熱と石炭を組み合わせる液体燃料の開発を行っており、この液体燃料は将来的にはビジネスになる可能性があります。また、電力自体を高圧の直流でロスのない方法で送電することを考えていて、実現すると北アフリカの太陽電力をヨーロッパに運べます。アジア太平洋地域では私たちがプロジェクトを立ち上げ、試算に入っているところで、20 年、30 年かかる計画です。まず安い電力を作り、それから運ぶ方法を考えるという順番です。2100 年ごろには日本にも太陽熱の電力が運ばれてくるのではないのでしょうか。

Q 太陽の活動、地球の気候変動の影響は考えられますか？

A 玉浦先生：重要な指摘で、太陽エネルギーの利用は気候変動と競争みたいところがあります。サンベルトがシフトするかもしれませんが、30 年くらいは大丈夫だろうし、それでリターンできる仕組みでやっていくしかないでしょう。

結びに Won さんは、「太陽熱発電のポテンシャルは大きく、太陽電池とは別の使い方があり、相互に補完することができるでしょう」とコメント。玉浦先生は、「我々はまさに太陽エネルギーを利用する時代に入っていて、加速させ、指標を我々自身が作っていくことが大切。やらなければならないと負担に感じるのではなく、ソーラー温水器によるお風呂や太陽電池で動く電気自動車などを楽しみ、後でそういうのを楽しんだ世代だったねと語りたい」と話しました。そして、元村さんが「玉浦先生は太陽エネルギーの利用が騒がれ始めるよりもずっと前から孤独に果敢に研究に取り組んで来られたことに敬意を表したい」と 2 時間にわたるサイエンスカフェを締めくくりました。なお、終了後には、玉浦先生、Won、そして元村さんも参加したカジュアルな懇親会も開催され盛況のうちに幕を閉じました。■