

次世代太陽電池でエネルギーの未来を創る (株)エネコートテクノロジーズ

2020年10月26日、菅内閣の所信表明演説にて「グリーン社会の実現」として、2050年までに、温室効果ガス排出ゼロ社会を目指すことが宣言された。カーボンニュートラルの実現に向けて、日本が産業構造を発展させながら世界のグリーン産業をけん引し、経済と環境の好循環をつくり出していけるのか。今般、その鍵となる次世代型太陽電池「ペロブスカイト太陽電池 (Perovskite Solar Cells: PSCs)」の実用化に取り組んでいるエネコートテクノロジーズへの取材の機会を頂いた。(取材：波戸)

設立経緯

平等院や宇治上神社をはじめ、多くの寺社仏閣を要する歴史ある京都府宇治市。伝統のあるこの町は、古くからモノ作りが栄え、近年はベンチャー企業の育成にも注力している。エネコートテクノロジーズは、独自性の高い商品開発や研究を支援するために宇治市によって設立された宇治ベンチャー企業育成工場内にオフィスを構え、京都大学宇治キャンパス内の研究室とともに、最先端の太陽電池の開発を進めている。

エネコートテクノロジーズの設立のきっかけは、官民イノベーションプログラムである。これは2013年安倍政権時代の文部科学省によるプログラムで、大学が事業を行うための予算として京都大学を含む4大学に1000億円の資金配分がされたものだ。それを原資に、京都大学では産学官連携本部を設置し、2014年に同大学発ベンチャー創生のため、大学100%出資子会社である京都大学イノベーションキャピタル株式会社(iCAP)を設立。また2016年には、学内での研究内容を事業化したい教授陣と外部の経営者候補が協力して事業化に向けた研究開発を実施し、事業戦略・知財戦略を構築・遂行するなかでベンチャーキャピタルからの資金調達を目指すインキュベーションプログラムがスタートした。この第1回インキュベーションプログラムにペロブスカイト薄膜太陽電池の事業化を目指す京都大学化学研究所の若宮淳志教授と現エネコートテクノロジーズ加藤尚哉CEOがコンビを組み、応募。レベルの高い研究を行う京都大学という母集団の中から若宮教授の研究成果が高く評価され、40倍という狭き門を潜り抜け第一号として採択された。そして3年間のインキュベーションプログラムを完走し、2018年にエネコートテクノロジーズを設立、2019年にはiCAPからの出資を受けた。

ペロブスカイト薄膜

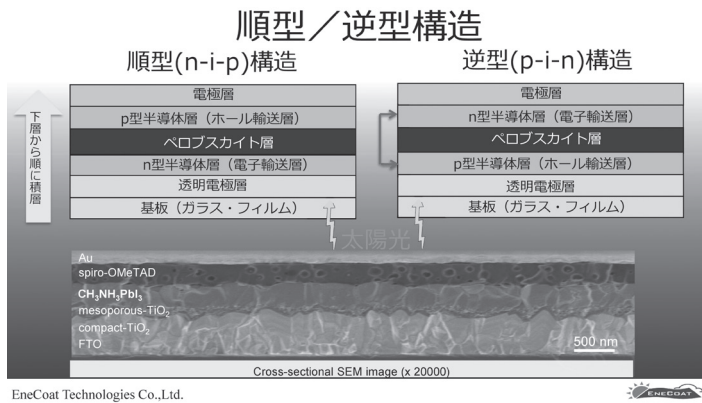
ペロブスカイト太陽電池 (PSCs) とはそもそも何か。

ペロブスカイトは別名灰チタン石とも呼ばれ、化学組成 CaTiO_3 の鉱物で、ロシア人科学者Lev Perovski氏にちなんで名づけられた。ペロブスカイトと同様の結晶構造をとる化合物は無数に存在し、有機・無機ハイブリッドのペロブスカイト結晶に太陽光発電性能があることを発見したのは、ノーベル賞受賞候補者にもなった桐蔭横浜大学の宮坂力教授である。そして京都大学化学研究所の若宮教授はそのPSCsの鍵材料であるペロブスカイト薄膜に当初から着目し、材料開発に携わっていた。

PSCsは一般的なシリコン系太陽電池と同じく、いくつかの半導体の層が積み重なっているデバイスであり、シリコンの代わりにペロブスカイトが半導体に使われている。シリコン系太陽電池の強みは、壊れにくく、高変換効率（高いものでは25%を達成）であることである。一方、材料や製造コストが比較的高く、シリコンは厚くて曲げることができないため、設置場所が制限される。郊外などで見られる広範囲にわたって設置されている太陽電池パネルの光景を見れば、その製造コスト高と設置場所が限られるという状況を想像しやすい。

一方、PSCsはペロブスカイト半導体材料を光吸収層に用いる。ペロブスカイトは溶解が可能であり、溶液をフィルムなどの基板に塗って乾かすという印刷技術で発電装置を作成することができる。図1が積層された断面図である。太陽光を受ける基板からペロブスカイト層を経て電極層に行くまでに6つの層が重なっている。基板を除くと全部の層を合わせて約2~3ミ

図1 ペロブスカイト積層断面図



クロン。ひとつの層が薄いところで数十ナノメートル、コロナウイルスの直径よりも小さい。これをスピncóティングという回転の遠心力で押し広げる方法で塗布し、ホットプレートで加熱乾燥して作るのがペロブスカイト薄膜である。結晶シリコンの場合、基板をフィルムにできないことに加え、すべての層を合わせると約100ミクロンである。比較するとペロブスカイト薄膜がいかに薄いかがわかる。また、低温プロセスによる塗布が可能であり、かつ構成層がナノレベルの薄膜であるため製造コストが安く、屋外用であれば、今後、耐久性を高めていけば管理コストも安く抑えられる。PSCsは、室内光レベルでも高い発電効率を維持できるため、活用領域が広いのもひとつの特徴である。

必要となる発電効率を用途別に見ると、発電効率40%台が人工衛星などの宇宙分野、約10～30%台が従来品のレベルである。そのなかでPSCsは変換効率19%台をコンスタントに再現できるレベルにまで技術レベルを向上させることができている、チャンピオンデータでは25.5%を記録している。結晶シリコンの汎用性太陽電池パネルでは20%程度で安定しており、PSCsもそのレベルを目指しているが、数字を見ればすでに実用化レベルに達していることがわかる。今後の研究開発により大面積高速生産ができるよう、まずスピncóト法による最終製品の着実な製法を確立し、その後モジュールサイズに応じて、スピncóターの大型化→塗工機による枚葉の塗工→Roll to Rollへとステップを踏む予定だ。

エネコートテクノロジーズの未来像

エネコートテクノロジーズがまず実用化を目指すのは腕時計などのウェアラブルデバイスや充電機能付き災害用テント（写真1）、スマート街灯などの小型モ

ジュール。災害用テントでは、試作品はすでに出ている。これはテントの側面にテーブルカバーのようにペロブスカイト薄膜フィルムを貼るもので、100人同時にスマートフォンの充電が可能だ。災害時、被害状況などの情報収集は必須であり、実用化されれば多くの自治体のみならず世界中で使われることになるだろう。この災害用テントは2022年の実用化を目指している。また、スマートシティ構想では頻繁にPSCsが活用例としてあげられており、スマート街灯についても2024年の実用化を目指している。さらに、発電効率自体についても、シリコンとペロブスカイトを組み合わせれば、それぞれ光吸収層での吸収

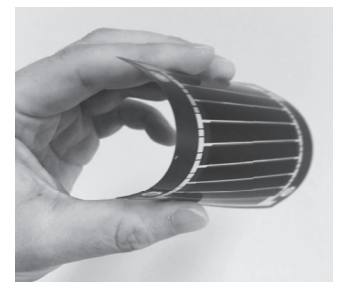
波長が違うため、ペロブスカイトで透過した光をシリコンで吸収し、実験段階ではあるが、発電効率率が30%に迫る数値も計測されている。この技術を確認することができれば、人工衛星などの宇宙分野にも事業領域が広がるだろう。

写真1 充電機能付テント



近年、日本でも再生可能エネルギーに対する意識が高まっているが、コスト面、技術面等さまざまな理由から、日本のグリーン産業は中国や欧州と比べ遅れをとっている。しかし、エネコートテクノロジーズのPSCs研究開発のように日本のアイデアと技術をもってすれば、再び世界のグリーン産業をけん引することができるのではないか。

薄くて軽くて曲がる太陽電池、PSCsが太陽電池の主流となり、都市部でも発電フィルムを貼ることができ、蓄電池などと合わせて使えば無駄なくエネルギー消費ができる。家の



の壁に簾のようにPSCsをかけ電力にできれば、エネルギーの地産地消にも貢献できる。PSCsをロールスクリーンのように使うときだけ出すことができ、ホームセンターで気軽に購入して好きなところに貼れ、個人が一日に消費する電力を自ら作り出していけるような世界になるのもそう遠くないのかもしれない。

