

「ペロブスカイトは太陽電池以外にも様々な活用可能」

桐蔭横浜大学 宮坂力特任教授

ペロブスカイト太陽電池は、ペロブスカイト構造と呼ばれる結晶構造を持つ材料を、発電層に用いた太陽電池を一般的に指し、桐蔭横浜大学医用工学部の宮坂力特任教授の研究グループが発見した。変換効率などの観点から、現在は鉛を使用した有機陽イオンを含むハロゲン化鉛が主流となっている。シリコン系太陽電池などに比べて安価に製造可能なことが期待され、一方で近年の研究成果により変換効率が急激に高まっていることから、世界でその研究がブームとなっている。宮坂教授に、ペロブスカイト太陽電池の今後の可能性について伺った。

——ペロブスカイト太陽電池の特長は

宮坂 ペロブスカイト太陽電池には、すでに実用化されているシリコン系太陽電池にない特長を持つ。ペロブスカイト材料は溶液に溶けやすく、塗って乾かすという塗布工程での安価な製造が期待できるほか、シースルータイプにできること、また電圧のロスが非常に小さいことなどが挙げられる。さらに、たとえば太陽光が弱い場所や壁の壁面、室内の微弱な光などでも、高い変換効率を確保できることがわかってきた。一方でペロブスカイト材料は、湿気などによって組成が変質しやすいのがネックとなっており、安定性に欠ける。こうした課題を改善していくのが現在の研究トレンドの1つとなっており、我々もその研究、またペロブスカイト太陽電池の耐久性向上に関する研究にも取り組んでいる。

——特に期待する用途は

宮坂 ペロブスカイトの性能・特長

面から見て、競争する相手はガリウム砒素(GaAs)太陽電池となるのではない。電圧損失の少なさなど、ペロブスカイト太陽電池は、この太陽電池と非常に似た特性を持っている。

宇宙船などに搭載されているGaAs太陽電池は、変換効率において現在チャンピオンの地位にあり、複数の種類のセルを重ねてつくるタンデム型の電池でなくても、単一のセルで28%の変換効率が得られている。こうした太陽電池が使用できればベストだが、製造コストが非常に高いという課題がある。

ペロブスカイト太陽電池は、安価な製造が期待できるため、これをGaAs太陽電池から置き換えてゆくことが有効ととらえている。我々はこれまで宇宙航空研究開発機構(JAXA)とも協力し、研究を行ってきた。この中で、ペロブスカイト太陽電池は、シリコン系太陽電池に比べて放射線への耐久性が高いことも判明した。これは、ペロブ

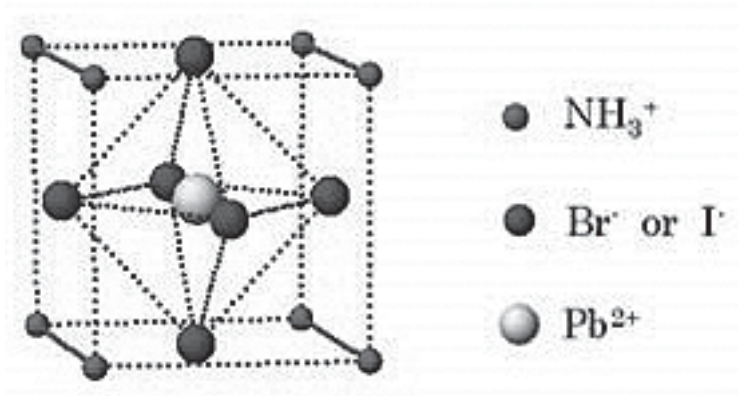


宮坂力氏

スカイト太陽電池において発電する層が大変薄く、宇宙放射線の粒子が衝突してダメージが発生する前に、放射線が層を通過してしまうため。また、宇宙空間は水が全くない真空の状態なため、湿気の問題もクリアできる。地上での大型の発電所向けよりも、宇宙用途の方が、ペロブスカイト太陽電池へ置き換えが行われやすいことが考えられる。

——シリコン系太陽電池はどうなっていく

宮坂 ペロブスカイト太陽電池は、使う目的が限定されるとも考えている。シリコン系太陽電池は、現在でも性能が上がり、また安くもなっているため、必ずしも無理に置き換える必要はないのでは。ペロブスカイト太陽電池とシリコン系太陽電池は、棲み分け・共存が見込める。ペロブスカイト太陽電池が安いので置き換えるという選択肢はもちろんあるが、それはあくまで、シリコン系太陽電池より安価に、かつ寿命が長いという条件を満た



ペロブスカイト構造(宮坂研究室HPより引用)

せればということになる。ペロブスカイト太陽電池は、シリコン系太陽電池と競争するには向かず、むしろシリコン系の太陽電池が使えない場面での適用が期待できる。窓、壁面、南側でない日光の十分でない屋根面、また室内光によるセンサ電源などのケースではシリコン系太陽電池の出番がなく、ペロブスカイト太陽電池が適用できる。

——現状の変換効率はどこまで来ている

宮坂 韓国の研究室で達成された22.7%というペロブスカイト太陽電池のセル変換効率ももっとも高い。年内には23%台に到達するだろう。研究の先頭集団にいるのは世界でも限られたグループだが、ほかのグループでも15%程度を記録するなど、ペロブスカイト太陽電池の変換効率は、平均値がどんどん上がっている。ペロブスカイト太陽電池は、GaAs太陽電池と同じで高い電圧が得られるなどの特長があり、GaAs太陽電池と同様の最高効率28%に、タンデム型ではない単一のセルで実現できる可能性もある。

——鉛の課題をどうすべきか

宮坂 大型の太陽光発電プラントで、太陽電池のはんだ材料として鉛を使用する分には問題ないが、IoT・モバイル機器、民家での使用やコンシューマーエレクトロニクスでの活用時に、鉛が万が一溶け出した場合のほか、これらが勝手に放棄されて、回収できない懸念は存在する。

ただ、鉛フリーの実現に向けてしばしば取り上げられるスズは、鉛の持つような変換効率には届いていない。またスズは大気に曝されるととすぐに劣化してしまう。我々も、鉛以外の材料としてビスマスを使ったセルをこれまで製造しているが、鉛と同等に効率を上げるのは不可能と試算している。そこで、産業界においてこれまでのように鉛をヘイトするのではなく、しっ

かりとした鉛回収のインフラを整えた上で、鉛をうまく活用することを提案したい。鉛は豊富に存在する資源で安価というメリットもある。

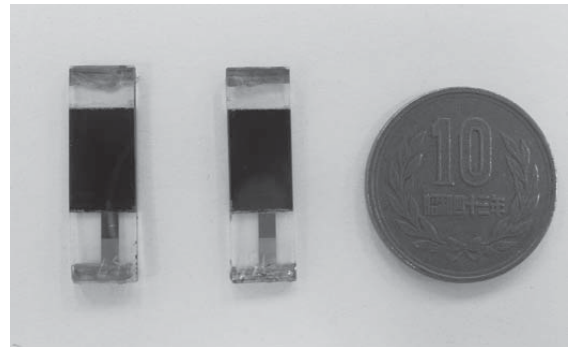
——企業との連携は

宮坂 ペロブスカイト太陽電池については、日本企業の多くが、フレキシブル化を考えているようだ。ペロブスカイト太陽電池は、薄く軽い太陽電池としての製造が期待でき、飛行機の翼や自動車への搭載なども考えられる。車両は軽量化も求められるであろうし、また業者による鉛の回収の体制・インフラも整っており、こうした鉛を回収するインフラの活用も見込める。我々の研究でも、これまで国内企業と連携したモジュールの試作を行ってきた。一方で、企業は独自でもペロブスカイト太陽電池の開発を推進しているようだ。

——世界最大手の太陽電池メーカーがいる中国の動向は

宮坂 日本では鉛への懸念が現状は残る一方で、中国では2019年頃にはモジュールの製造を開始する動きがあるようだ。もっとも中国ではおそらく大型のプラントではなく、IoT・モバイル機器の電源などの用途でペロブスカイト太陽電池のモジュールが製造されることになるのではないかと。その際の耐久性については、封止をしっかり施せば問題はないだろう。

中国では、政府がペロブスカイト太陽電池の開発にこれまで数十億の資金を投じるなど、積極的な支援を行っており、報告書・論文についても中国からその半分程度が発表されている。ただ何を持って中国と定義するかは難しいところもあり、アメリカで研究を行っている中国人も存在する。また、中国においても、「安かろう悪か



ペロブスカイト太陽電池の試作セル

ろう」ではない、質の良いものづくりが行われるようになってきており、将来は中国がペロブスカイト太陽電池の製造を行い、日本企業はそれを調達し、付加価値を付けて製品化していくという姿もありうるのではないかと。

——ペロブスカイト材料の用途は

宮坂 ペロブスカイト材料は、太陽電池だけでなく、ほかにも様々な用途の半導体材料として活用が期待できる。LEDやカメラ用のセンサ、また、医療用分野でもX線をより敏感に検出できるとして、こうした検出器のセンサ材料などにも利用されている

ペロブスカイト材料は、太陽電池以外にも色々な用途が期待され、それが論文発表の多さに反映されている。ペロブスカイト材料は、今後もまた予想しなかった用途が生まれてくる可能性がある。また、ペロブスカイト材料の実用化が進むことで、産業界において鉛を材料に使ったデバイスが広まることがありうる。現在世界の大学、研究機関など1,000カ所でペロブスカイト太陽電池の研究が行われており、北朝鮮やアフリカ地域からも論文が発表されている。我々が2009年に発表した論文も、これまで5,300回引用されてきた。こうしたペロブスカイトに関する研究の火は、今後数十年は消えることがないのでは。