曲がる太陽電池 寿命20年へ

名大、「シリコン」並みにメド
従来比4倍 普及後押し

名古屋大学は折り曲げ可能で安価に作れる太陽電池「ペロブスカイト型」の寿命を2～4倍に延ばす技術を開発した。約20年と主流のシリコン型並みにできる。企業と製造法を工夫して2020年代後半の実用化を目指す。温暖化ガス削減に貢献する次世代太陽電池の普及を後押しする。

ペロブスカイト型は塗料のような材料をフィルムやガラスの基板に塗って作る。製造コストはシリコンの結晶を成長させて作るシリコン型の半分にできるとされている。基板に薄いフィルムを使えば重さは10分の1にできる見込みだ。

軽くて曲げられるため、これまで取り付けが難しかった建物の壁や湾曲した屋根などに設置できる。発電に使える場所が広がり、温暖化ガスの削減に役立つため、国内外の企業が量産を始めている。

ペロブスカイト型は主要な3層を有機物などで作る。水分や酸素、光に弱く、劣化しやすいため、屋外に設置した場合の寿命は5～10年程度でシリコン型の半分以下とされる。

普及させるには太陽光を受けて発電する発電層、電子を運ぶ電子輸送層、正の電荷を運ぶ正孔輸送層の劣化を防止し、耐久性をシリコン型と同等に高める必要がある。

名古屋大の松尾豊教授らは電子輸送層に着目して、レゾナックと協力して耐久性を高めた。従来は炭素原子60個からできている「フラーレン」と呼ぶ素材で作っていたが、時間がたつと分子が塊になる。塊と塊の間に隙間が生じて、電子を運ぶ性能が下がる課題があった。

そこでフラーレンに酸素原子などをくっつけた新素材を電子輸送層に使った。フラーレン分子が塊になりにくくなるほか、水分などに触れて生じる劣化も防止できる。

性能を確かめるため、真空中で原料を蒸発させて素材を堆積させる真空蒸着を使い、発電層の上に電子輸送層の膜を作り、1・5センチメートル角の太陽電池を試作した。

試作した太陽電池をセ氏25度の環境に置いた。16日後も太陽光を電気に変える変換効率はシリコン型並みの22%を維持した。

温度をセ氏70度に上げても、変換効率は11日後に当初の9割にあたる20%を保った。一方でフラーレンを使う従来型は14%に低下した。松尾教授は「フィルム基板の上で封止して水分などの侵入を防げば、従来の2倍の20年の寿命実現につながる」と話す。

新素材は大量生産が可能で、製造コストは従来のペロブスカイト型と同様にシリコン型の半額済む。今後は真空蒸着で電子輸送層を作る工程の温度を下げて、より均一な膜を作り、さらに変換効率や耐久性を高めていく。27年ごろに実用化を目指す。

岡山大学は発電層の耐久性を高めた。ハイサム・エルボイ外国人客員研究員らは日焼け止めなどに使う有機化合物のベンゾフェノンを材料に加えた。発電を担う結晶が大きく成長するようになり、結晶同士が作る境界部分の面積が減って電子の流れを良くした。

面積が3平方センチメートルの太陽電池を試作し、セ氏25度、湿度30%の大気中で発電する実験をした。18・8%の変換効率は700時間後でも約17%とほぼ維持した。

ベンゾフェノンを加えない場合の変換効率は13%で、300時間後に4%まで下がった。ハイサム氏は「寿命を2～3倍に延ばせる」と話す。30年ごろに実用化を目指す。

カナダのトロント大学などは、発電層と正孔輸送層を強力につなぐ技術で、耐久性を向上した。層と層の境界が光や熱で傷付くと、電荷をうまく運べなくなり性能が低下する。

発電層と正孔輸送層の橋渡し役を担う有機化合物を材料に加えた。2・5センチメートル角の太陽電池を試作し、ガラスと接着剤で簡易に封止した。

セ氏85度、湿度が最高で65%の環境で実験したところ、1500時間後も変換効率は約20%と当初の9割を維持した。有機化合物を加えないと400時間後に8割未満に低下した。

この研究を主導し、現在は米国のノースウェスタン大学に所属するチョンウェン・リー博士研究員は「既に特許を申請した。太陽電池メーカーから関心を集めている」と話す。

ペロブスカイト型太陽電池の耐久性向上に取り組む主な研究機関

研究機関	改良点	耐久性
名古屋大学など（日本）	電子を運ぶ材料が塊を作るのを防いだ	16日後も変換効率が低下せず
岡山大学（日本）	発電を担う結晶同士の境界を減らし、電子の流れをよくした	700時間後も変換効率を9割維持
トロント大学（カナダ）など	発電層と正の電荷を運ぶ層を有機化合物で橋渡し	高温高湿度の環境で1500時間後も変換効率を9割維持

ペロブスカイト型太陽電池を長寿命に

（注）写真は名古屋大提供

脱炭素と経済効果に期待
円滑な事業化が重要に

ペロブスカイト型太陽電池は2009年に桐蔭横浜大学の宮坂力特任教授が発表した技術をもとに開発が進んできた国産技術だ。

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は政府のグリーンイノベーション基金事業で21～25年度にかけて太陽電池の大型化や封止技術の開発を支援している。

積水化学工業や東芝、カネカなどが研究開発を進めている。30年度までに一定の日射条件などのもとで、産業向け電気料金並みの1キロワット時あたり14円の発電コストを目指す。

資源エネルギー庁はペロブスカイト型の開発と普及を後押しすることで日本全体で二酸化炭素（CO_2）の排出量を30年に年約60万トン、50年に同約1億トン削減できると試算する。経済波及効果は30年に約125億円、50年に約1兆2500億円に達すると見込む。

世界の太陽電池市場で日本企業が25%のシェアを占めることが前提だ。シリコン型ではコスト競争力に優れた中国企業に市場を奪われた。現在の太陽電池市場でのシェアは20年時点で0・3%にとどまる。ペロブスカイト型でも中国勢が量産を進めている。シリコン型での苦い経験を生かして産業化を着実に進められるかが焦点だ。

（サイエンスエディター　草塩拓郎）