

商用化近づくペロブスカイト太陽電池

わが国で再生可能エネルギー導入を牽引してきた大規模太陽光発電所（メガソーラー）は、適地の枯渇や環境問題、固定価格買取制度の見直しを背景に、転換点を迎えている。こうしたなか、設置場所の制約を打破し得る「ペロブスカイト太陽電池」が、脱炭素社会の実現とエネルギー安全保障を両立する技術として浮上してきた。本稿では、日本発の技術とされる同電池の特性を整理したうえで、商用化に向けた企業の動向と詰めを要する課題についてまとめた。

新技術の特性と日本企業にとっての意義

ペロブスカイト太陽電池は、桐蔭横浜大学の宮坂力特任教授らが2009年に発表した論文を基に開発された、日本発の技術である。ペロブスカイトと呼ばれる結晶構造を持つ材料を光吸収層に用いた次世代の太陽電池であり、従来の結晶シリコン型と比較して薄型かつ軽量で、柔軟性を備えている点に最大の特徴がある。重さはシリコン型の約10分の1と軽く、厚さも1mm程度に抑えられるため、フィルムのように曲げることが可能だ。この特性は、耐荷重の小さい建物の屋根や壁面、窓ガラスなど、これまでのシリコン型では設置が困難だった場所への実装を可能にし、都市部に点在する未利用空間を発電源に変える可能性を秘めている。

同電池は次世代の本命と目されながら、水分に弱く耐用年数がシリコン型の半分程度にとどまる点や、量産技術が確立途上にあったことから、本格的な実用化には至らなかった。しかし近年、封止技術の向上などにより長期安定性が改善し、商用化への足掛かりを掴みつつある。加えて、国内のメガソーラー適地の枯渇に伴う環境問題から、政府が地上設置型への支援を縮小し、建物屋根や壁面の活用を重視する方針へ転換したことで、導入を後押しする環境が整いつつある。

わが国の製造業にとって、この技術の意義は大きい。第1に、主要原料であるヨウ素は、世界生産量で日本がチリに次ぐ世界第2位（シェアは約3割、推定埋蔵量では世界トップ）の産出国であり、原材料を他国に依存せず国内で安定確保できる利点がある。第2に、製造プロセスでは、塗料のような材料をフィルム基板

に塗布するロール・ツー・ロール方式などの技術が、日本の化学や素材、精密加工技術の蓄積を活かせる領域であり、シリコン型で海外勢に市場を奪われた従来の失敗パターンを回避し、経済安全保障上の優位性を確立する有力な勝機となる。

商用化に向けて動き出す日本企業

ここに来て、商用化に向けた企業の動きが活発化している。先陣を切った積水化学工業は、26年3月から自治体向けなどに販売を開始する計画で、30年度までに総額3,145億円の投資を予定する。まずは900億円を投じてシャープの堺工場の一部を取得し、27年度に年産10万kW規模、30年度には100万kW規模（原子力発電所1基分に相当）の量産ラインを稼働させる計画である。同社は25年の大阪・関西万博においても、会場のバス停留所の屋根に全長約250mにわたる世界最大規模の実装を披露し、商用化の現実感を高めている。

ペロブスカイト太陽電池市場への参入形態は多様で、各社は独自の戦略を展開している。パナソニックホールディングスは、インクジェット塗布技術を駆使した建材一体型のガラス型電池を開発し、ビルの窓などへの活用を目指して26年度からの試験販売を予定している。一方、シャープやカネカは、シリコン型の上にペロブスカイト型を重ねて太陽光を電力に変える変換効率を高める「タンデム型」に注力し、将来的に30%を超える高い変換効率の実現を目標としている。また、コニカミノルタのように、液晶事業で培った技術を転用して耐久性を高める保護フィルムを供給するなど、周辺部材でも日本企業の参入が相次いでいる。

各社が多様な戦略を採る背景には、シリコン型で経験した過去の教訓がある。当時、日本企業は技術で先行しながらも、量産設備への投資競争と、急激な価格下落という消耗戦に巻き込まれ、市場での存在感を失った。この過去の失敗経験を踏まえ、現在は単純な量産規模を競うのではなく、自社の強みを活かせる特定の用途で差異化を図る競争戦略が志向されている。

詰めを要する課題と求められる対応

商用化への期待が高まる一方で、本格的な普及には多くの課題が残る。技術面での大きな課題は、変換効率と耐用年数の向上である。現在の変換効率はフィル

ム型で約15%、ガラス型で約18%にとどまるが、これをシリコン型に匹敵する20%以上へ引き上げることが目標とされている。変換効率の向上は、同じ設置面積からの発電量を増やし、1kWh当たりの発電コストを押し下げる鍵となる。また耐久性については、ペロブスカイト太陽電池の場合、水分や酸素に弱く、これまでの耐用年数は5～10年程度と、シリコン型の半分程度にとどまってきた。本格的な社会実装には、シリコン型と同等の20～30年程度の耐用年数が必要とされ、周辺部材においては、同期間の寿命を支える高機能材料の開発が急ピッチで進められている。こうした性能向上を前提としつつ、30年までに施工や廃棄リサイクルを含めたトータルコストで、シリコン型と同等の1kWh当たり20円程度まで低減させることが、市場での競争力を確保するための必須条件となっている。

これらの課題は、民間企業の努力だけで解決するのは容易でない。多額の投資を要し、初期市場の不確実性も大きいことから、実証フィールドの確保や需要創出といった公的支援が欠かせない。政府は次世代型太陽電池を成長戦略に位置付け、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のグリーンイノベーション基金を通じて量産技術の確立やユーザーと連携したフィールド実証を進め、早期の社会実装を後押ししている。もっとも、一定の性能・安全水準を担保する評価基準の整備や、自治体と連携した導入スキームの構築は、政府と産業界が一体となって詰めるべき論点である。補助金等の支援は、量産ラインの本格稼働時期を前倒しし、国際競争での優位性確保につなげる戦略的投資として位置付けられる。

ペロブスカイト太陽電池の導入促進に当たっては、シリコン型の完全な「代替」ではなく、設置場所の制約を補う「補完」の技術として位置付けて取り組むことが現実的であろう。海外勢も研究開発と量産化を進めており、論文数や設備面で日本が後れを取っている面もある。わが国が国際競争力を維持するためには、個別の企業努力を尊重しつつ、性能評価の国際標準化を主導し、原材料の国内調達網を強化するなど、長期的な視点に立った産業基盤の整備が求められる。

このように、ペロブスカイト太陽電池の社会実装は、エネルギー供給手段の確保にとどまらず、わが国の素材・電機産業が世界で主導権を握るための試金石となる。過度な期待は抑えつつ、官民が歩調を合わせて不確実性を低減し、研究開発と市場形成を継続できるかが、わが国の産業競争力を左右する分岐点となろう。■