

ペロブスカイト太陽電池の基礎と将来展望

村上拓郎*†

*(国研) 産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 茨城県つくば市東1-1-1つくば中央第5事業所 (〒305-8565)

† Corresponding Author, E-mail: takurou-murakami@aist.go.jp

(2023年7月7日受付, 2023年7月19日受理)

要 旨

世界的なカーボンニュートラルに対する意識の高まりに加えて、エネルギー安全保障の観点からも再生可能エネルギーは注目を集めている。とくにペロブスカイト太陽電池は次世代型太陽電池として軽量フレキシブル、低コスト等の特長に加えて、これまで普及した結晶シリコン太陽電池とは異なるサプライチェーンが期待されることから、異業種からの新規参入が期待されている。さらにペロブスカイト太陽電池の実用化には部材開発の重要性が認識されており、本報では部材や装置メーカー等、ペロブスカイト太陽電池の研究開発の経験がない方々を想定して、ペロブスカイト太陽電池の構造、原理、製造プロセス、技術課題、世界の開発状況について簡潔に説明した。

キーワード：ペロブスカイト、太陽電池、構造、発電原理、作製、課題、耐久性、成膜

1. はじめに

企業のカーボンニュートラルに対する意識の急速な高まりを受けて、企業活動に使用する電力を再生可能エネルギー由来に切り替える流れがきわめて強まっている。世界的に欧州や中国を中心とした再エネの主力は風力発電であるが、発電コストを下げるには風車の大型化が必要で、日本では平地割合が少なく、また地震や台風の制約もありこれまで導入が進んでいない。他方、太陽光発電は設置制約が少なく、多くの場所に導入できるため日本で最も普及している再エネ電源となっている。これまでの再エネ導入政策に加えて太陽光発電の世界的な普及にともなう結晶シリコン型太陽光パネルの価格下落が導入を加速させた。2022年において国内の太陽光発電電力量が全発電電力量に占める割合は9.9%¹⁾に達したが、日本の政策目標における太陽光発電の導入割合は2030年度14~16%としており、さらなる導入拡大が必要である²⁾。このような理由に加えて、エネルギーの地産地消の観点からも、都市部などでこれまで設置が難しかった場所へ、設置が可能な新しい太陽電池が求められる。曲げなどの歪に強いという特性をもつペロブスカイト太陽電池は、従来型の太陽電池モジュールよりも薄く、フィルム化できる可能性があり、将来、超軽量太陽電池を実現することができれば、耐荷重の問題で導入が難しかった工場や学校の体育館、カーポートの屋根等、設置場所を選ばず導入が

可能となり太陽電池の新しい市場創生につながる。たとえば、2020年時点で全国の公立小中学校の体育館の屋根面積はおおよそ28,000 km²あるので³⁾、仮にその面積の25%に変換効率15%のペロブスカイト太陽電池が導入された場合でも1GW導入されることになる。このように期待の高まるペロブスカイト太陽電池であるが、本格的な実用化には解決が必要な技術的な課題も残されており、多くの業種において事業参入の余地は大きい。本稿ではペロブスカイト太陽電池の構造や発電原理、技術課題、開発状況について紹介したい。

2. 太陽電池の構造

ペロブスカイト太陽電池(図-1)は光を吸収し電荷を生成させるペロブスカイト層をn型半導体(電子輸送層, 正孔ブロック層)とp型半導体(正孔輸送層, 電子ブロック層)で挟み込んだ構造で、さらにその外側を集電極で挟んだ構造になっている⁴⁾。ペロブスカイト層はメチルアミン(MA)、フォルムアミジン(FA)等のアミン系有機物と鉛、スズ等の金属、ヨウ素や臭素等のハロゲンからなるペロブスカイト型結晶材料である⁵⁻⁷⁾。

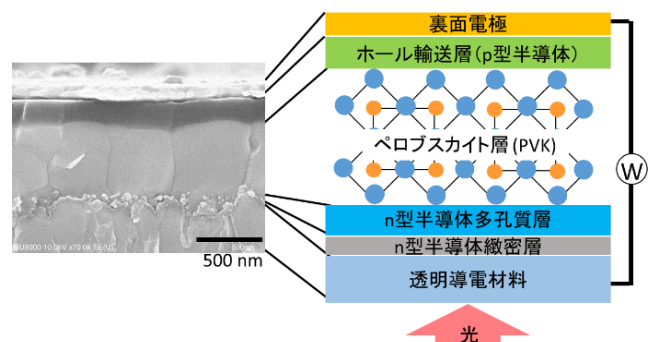


図-1 ペロブスカイト太陽電池の順構造(右)と断面SEM像(左)



〔氏名〕 むらかみ たくろう
〔現職〕 (国研) 産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター 研究チーム長
〔趣味〕 料理, 釣り, スポーツ
〔経歴〕 2004年から2006年日本学術振興会特別研究員, 2005年桐蔭横浜大学にて博士(工学)の学位を取得後, スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL) M. Grätzel教授の研究室にて博士研究員, 2007年桐蔭横浜大学医用工学部専任講師を経て2011年産業技術総合研究所入所。