

フィルム型ペロブスカイト太陽電池から タンデム型ペロブスカイト太陽電池まで

東芝エネルギーシステムズ株式会社／株式会社東芝
五反田武志

1. はじめに

ペロブスカイト太陽電池は、ペロブスカイト材料から成る光電変換層で構成された太陽電池である。メディア報道等で一般に伝えられる特徴としては次の様なことが挙げられる。

- ・日本の宮坂先生らが発明した。
- ・塗布で作製できるため、安価に製造できると期待されている。
- ・軽量フレキシブルな太陽電池が期待されている。
- ・低照度でも高い発電効率が得られる。
- ・寿命が課題である。

ペロブスカイト材料の溶解液を塗布して乾燥させるだけで光電変換層を形成できるため、太陽電池をフィルム基板上にロールツーロールで製造できるようになることが期待されている。ここで必要となるペロブスカイトの成膜技術の視点から将来の展開について述べる。

2. 成膜技術の課題

2009年に桐蔭横浜大学の宮坂先生らがペロブスカイト太陽電池を発見した。当時は酸化チタンにペロブスカイト材料が積層されていた。2種類のペロブスカイト材料が評価され、いずれの材料でも光電変換が確認された。当時のエネルギー変換効率(PCE)は約4%であったが、その後、2012年にPCEが10%を超えてから、多くの研究者がペロブスカイト太陽電池に注目し始めた。その結果、比較的似ている色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池の研究者が、ペロブスカイト太陽電池の研究を始める動きが多く見られた。色素増感太陽電池と有機薄膜太陽電池で蓄積された研究成果も活用されながら、ペロブスカイト太陽電池は急速にPCEを高めた。

2012年にPCEが10%を超えてはいたが、PCEのばらつきはとても大きいものであった。同じ方法で太陽電池を作製してもPCEは0%から約11%までばらついていて、この時のPCEの分布を正規分布と仮定した場合、中央値は5%程度であった。当時、有機薄膜太陽電池のモジュールにおいて、日本は世界一のPCEを達成した。このときの有機薄膜太陽電池のPCEのばらつきと比較した場合、ペロブスカイト太陽電池のばらつきは大きく劣っていた。ペロブスカイト太陽電池の発電面積を広くするとPCEが低下することも実験的に確認された。つまり、ペロブスカイト太陽電池は、小面積だけを測定すれば、高PCEを示す部分が有るが、発電面積を広くするほど、低PCE部分の影響を受けることを示唆していた。大面積でペロブスカイトを成膜する技術を開発するためには、小面積の段階で、PCEのばらつきを低減する必要があった。

3. ペロブスカイト層の成膜方法

小面積のペロブスカイト太陽電池を作製するとき、多くの場合、ペロブスカイト層はスピコートで成膜される。スピコートの成膜方法は、一般的に3つに分類される。1ステップ法、2ステップ