

本特集記事の趣旨

Purport of the Special Section

沼田陽平*

ここ数年の間、論文誌を眺めているとペロブスカイト太陽電池に関する論文を見かけない日は一日もなかったのではないかと思うほどにその研究は活発に行われている。調べてみたところ、1年間に発行されるペロブスカイト太陽電池に関連する論文数はゆうに千を越えており、一日に3報以上発行されていることになるのだから実際にそのとおりであった。現在では公認変換効率は23%を越え、セルサイズは小さいものの、シリコン太陽電池に匹敵する性能を示すに至った。2014年にNEDOより報告された“NEDO PV Challenge”では、“PV 2030+”までは記載のなかったペロブスカイト太陽電池にも言及されており、もはや、何かよくわからない太陽電池ではなく、世界中の注目を集める次世代型太陽電池の一つとなっている。国内では太陽電池の性能／コストに関する数値目標としてNEDO PV Challengeにおいて、発電コスト7円/kWh（以下）が挙げられている。2017年度の初めにFIT制度の改正がおこなわれ、今後、発電コストの削減が強く求められていくことは明らかであり、材料コストが低く、大量生産において高温、高真空などの高コストプロセスを必要としないペロブスカイト太陽電池は有望な候補の一つとして考えられている。

国内におけるペロブスカイト自体の研究は実は発光材料としての応用が先行しており、1997年に始まったCRESTの“自己組織化量子閉じ込め効果”プロジェクトに見ることができる。この研究における成果がもととなって、よく光る材料は太陽電池の光活性層に適している、という予想からペロブスカイト太陽電池の発見へとつながったと筆者は聞いている。ペロブスカイト太陽電池に関するマイルストーンとしては2009年のJ. Am. Chem. Soc. におけるヨウ素系電解液を用いた湿式セル、また、2012年のScienceとScientific Reportの全固体セルが有

名である。初めてペロブスカイトが太陽電池の光活性層として用いられた、つまりペロブスカイト太陽電池として世に出たのは、2008年にハワイで行われたPacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (PRiME)であった。変換効率としては1%に満たないものであるが、実はこの時にはすでにポリピロールをホール輸送層として用いた全固体型セルが報告されていた。2009年のJ. Am. Chem. Soc. での発表時には電解液を用いた色素増感太陽電池の一つという認識であり、ペロブスカイトの不安定性と合わせてほとんど注目されていなかった。状況が変わったのは2012年にspiro-OMeTADをホール輸送層に用いた全個体セルがSnaith、宮坂グループと、Park、Grätzelグループからほぼ同時に報告されてからで、当時、色素増感太陽電池では電解液を用いたセルで最高記録が11.4%、固体セルでは10%を下回っていたところにいきなり10%の変換効率を引っさげて登場し、筆者を含めて当時、色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池の研究をしていた研究者たちは大きなインパクトを受けたことを覚えている。その後のペロブスカイト太陽電池の急速な発展はよくご存知の読者の方々も多いと思われる。

2008～2009年にかけての初めての発表から数えると、今年から来年にかけてペロブスカイト太陽電池が報告されてからちょうど10年になる。最近では変換効率の向上も緩やかになってくる一方、実用化などを見越した派生技術の開発が活発に行われるようになってきている。例えば、モジュールやタンデムセルを作製するためのブレードコート、スプレーコート、Roll-to-Roll法といった低温作製や大面

* 東京大学 先端科学技術研究センター 特任講師

積化に必要な要素技術の開発。高電流化、高電圧化などのペロブスカイト太陽電池の特性の改良。鉛の毒性や低安定性に関する問題を解決するための非鉛系新規材料の開発などが挙げられる。また、高いキャリア移動度や優れた発光特性など、ペロブスカイト自体の特性にも注目が集まっており、OLED、フォトディテクター、X線センサーなどのアプリケーションに関しても多く報告されている。

このように大きな注目を集めているペロブスカイト太陽電池ではあるが、国内に関して言えば、最近では学会などに参加してもある程度顔ぶれが決まってきており、外国、特に中国等での爆発的な広がり

と比較するとやや停滞気味であるように感じられる。本誌におけるペロブスカイト太陽電池に関する特集は今回で3度目であるが、上記のような最近の状況を鑑み、本特集では今後重要となってくると考えられるトピックとして、デバイスの低温作製、高電圧化、ペロブスカイトの結晶成長、ナノカーボン材料、宇宙利用などに関する研究を取り上げた。本特集が少しでも分野外の研究者の方々がペロブスカイト太陽電池に興味を持ってもらうための一助になること、また、現在参入を検討している研究者の方々の背中を押すきっかけになればと思う。