

## 特集序文

## 次世代高効率太陽電池～基礎研究から実証実験まで～

## Next-Generation High-Efficiency Solar Cells ~ From Basic Research to Field Test ~

岡田至崇

Yoshitaka Okada

先日、アメリカ・ニューメキシコ州アルバカーキ市で開催された第 10 回集光型太陽光発電 (CPV) 国際会議 (2014 年 4 月 7 日～9 日) に出席した。この CPV 国際会議では、学会終了後の翌日に近郊の太陽光発電関連施設を見学して回るテクニカルツアーが組まれる。今回は、Sandia National Laboratory の集光型太陽熱発電 (CSP) と太陽光発電 (CPV) の両方の実証実験サイト、またドイツ Fraunhofer 研究所の現地太陽電池パネル評価センターの見学に参加した。

Sandia National Laboratory に設置されている追尾型の太陽光発電モジュールは、5mm 角の III-V 族化合物半導体の多接合セルを用い、フレネルレンズで約 1,000 倍に集光させている。このとき、セルの温度は周辺温度より 40℃ 近く上がり、パネルの裏面に放熱フィンを付けて空冷させている。ニューメキシコ州は一年を通して晴天の日に恵まれ、日照時間が長いことは太陽光発電にとって申し分ない。我々からすればとても羨ましいと感じるところであるが、一方で、こうしたサンベルト帯の地域は、UV 光がとても強く、また乾燥して砂埃が吹き荒れ、過酷な環境である。サングラスをしてパネルの下に隠れないとめまいがするような日差しの強さである。また定期的にモジュール表面に付着した砂汚れを洗浄しないと、発電量が 2 割近く落ちてしまうというデータがある。太陽電池パネルの耐用年数を 20 年以上に長くすることでトータルの発電コストを下げるのが検討されているが、太陽電池本体の R&D の他に、セルの実装 (放熱や結露対策)、また集光型の場合は光学系や追尾装置などシステムとしての R&D が大変重要であることが、こうした実証実験サイトを見学してみて改めて実感させられた。

本号の特集で一部紹介される「量子ナノ・ヘテロ構造を利用した次世代型太陽電池」には、第 3 世代太陽電池と呼ばれるものがある。これは従来にない概念や材料、また構造を導入することによって、セルの「高効率化と低コスト化」を同時に達成しようとするもので、大別してタンデム型、中間バンド型、多重励起子発生型 (MEG 型)、ホットキャリア型がある。セル本体の変換効率として 50% 以上が原理的に期待でき、またモジュール効率としても 40% 以上の効率が可能である。このような次世代型の超高効率太陽電池を実現するにあたっては、“製造面での技術的障壁が高い” という課題がある。例えば、量子ドット太陽電池を製造するためには、10nm 前後のナノサイズでかつ均一な粒径のものを高密度に規則正しく並べることが要求される。太陽電池の性能向上は、“結晶成長技術がいかに成熟しているか” というにかかっているとんでもない。現在、3 接合タンデム型で 44% を上回る効率 (集光時) が実現できているが、これも高品質な結晶成長技術の開発によるところが大きく、我が国が世界をリードする得意分野である。

太陽電池の優れた特徴は、なによりも CO<sub>2</sub> 排出量が化石燃料を用いた発電システムと比べて桁違いに小さく、エネルギー収支が良いことである。これ以上の理想的な発電方式はなく、世界規模での太陽光発電システムの普及も実現性が高まってきた。今後、低コスト化に向けて太陽電池の変換効率を 50% レベルまで近づける R&D は急務であって、「量子ナノ・ヘテロ構造を利用した次世代型太陽電池」にさらなる期待が寄せられている。また超高効率セルの開発のみならず、セルの実装技術、発電システムの実証実験まで産官学が一体となって取り組み、我が国の電力問題において太陽光発電の可能性をデモンストレーションして示すことが必要である。