



太陽光由来の貯蔵可能燃料

宮崎大学 西岡賢祐

私は、学部生の頃、大阪大学基礎工学部の化学工学科でガソリンの研究をしていました。エネルギーの重要性を学ぶとともに、このまま化石燃料を燃やし続けて良いのだろうか？という危機感も持っていました。大学院からは、奈良先端科学技術大学院大学で太陽電池の研究に取り組みました。

太陽電池は、太陽光をエネルギーに変換できるため、まさにカーボンニュートラルを担うエネルギー源となります。しかし、太陽電池は、太陽光が降り注ぐときのみ電気を発生する自然任せのエネルギーであり、電力デマンドに応じてコントロールすることができません。これは、太陽光を主力電源にするためには致命的な課題となります。太陽電池からの電力を大規模に貯蔵する技術が必須であると感じていた 2014 年に、東京大学の杉山正和先生が、宮崎大学の高効率集光型太陽電池に水電解を組み合わせ水素を生成しませんか？と、共同研究を持ちかけてくださいました。太陽電池の最大出力点に電解セルの特性が合うように工夫し、屋外実環境下において Solar to hydrogen (STH) の効率で 24.4% という、世界最高効率を達成しました[1]。

その後、より実用化に近づくよう、太陽電池を 470W に大型化し、さらに、DC/DC コンバータで太陽電池出力を電解セルの特性に常に合うようにコントロールするシステムをつくりました。図 1 に太陽光からの水素生成効率において世界最高効率（屋外 1 日平均）を達成したサブキロワットクラス装置を示します。470W の出力を有する集光型太陽電池モジュール (Concentrator photovoltaic: CPV) から得られる電力を電解セル (EC cell) に供給します。電解セルには固体高分子膜を用いた Polymer Electrolyte Membrane (PEM) 型を用いました。日射強度の変動にも対応できるよう、DC/DC コンバータにより制御し電力を EC cell に効率よく

供給しています。このシステムにおいて、CPV モジュールの一日の平均変換効率は 28% であり（太陽光→電気の日平均変換効率 28%）、また、DC/DC コンバータおよび EC cell の一日平均効率は 80% です（電気→水素の日平均変換効率 80%）。これにより、太陽光から水素への一日平均変換効率として約 20% を得ています[2]。

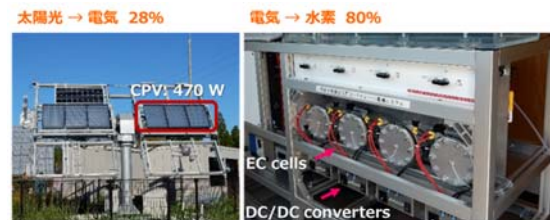


図 1 太陽光由来水素生成装置

太陽光由来の水素生成は高効率で実現できるようになりましたが（コストはさておき）、現在、水素エネルギーの活用法は限られており、家庭用燃料電池や燃料電池自動車の飛躍的な普及を待っている状況です。今すぐに、太陽光由来で生成された水素を活用するためにはどうしたら良いかを考え、この水素を二酸化炭素と触媒反応させて、メタンを生成することにしました。メタンは、天然ガスの主成分であり、現在のインフラにすぐに組み込めるエネルギー源だからです。現在、純度 98% のメタンが、太陽光由来から得られており、二酸化炭素をエネルギー化することに成功しています[3]。

太陽電池は、無尽蔵な太陽光をエネルギーに変換できる優れたデバイスです。今後は、太陽電池をどのように使っていくか、つまり、そのアプリケーションの開発が非常に重要になると考えています。

参考文献

- [1] A. Nakamura, K. Nishioka, M. Sugiyama et al., *Appl. Phys. Express*, **8**, 107101 (2015)
- [2] Y. Ota, K. Nishioka et al., *Appl. Phys. Express*, **11**, 077101 (2018)
- [3] S. H. Wai, K. Nishioka et al., *Int. J. Hydrog. Energy*, **46**, 26801 (2021)