

■GA 担当教員 研究等紹介②



九州大学
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
教授

松本 広重

電気化学的エネルギー変換の研究

日本では今、エネルギーの転換が起きています。化石燃料から再生可能エネルギーへのエネルギー源のシフトが始まっていますし、これまでガソリンで走っていた自動車が、電気や水素でも走る時代となりました。このようなエネルギーの変化に応じて、これまでになかったエネルギー変換の仕組みと社会的なエネルギーシステムが必要となります(図1)。私の研究室では、イオン伝導性固体材料、特にプロトン伝導性固体材料を基軸とした機能性材料の開発とその応用研究に取り組んでいます。特に、電気エネルギーを水素エネルギーに変換する方法である「水・水蒸気電解」の研究に注力しています。

水・水蒸気電解の手法として、アルカリ水溶液や高分子固体電解質を用いたものが実用化されています。固体電解質を使った水蒸気電解はまだ研究段階ですが、変換効率が高いという特徴を持ち、作動温度(800℃前後)を下げることでできればさらに実用化に近づきます。プロトン伝導体は、作動温度が低いタイプの電解質材料であり、これを用いた水蒸気電解を研究しています。原理を図2に示します。外部電源により電気を流すと、左の電極室(アノード)において水から水素がプロトンの形で引き離され、右側の電極室(カソード)において水素として分離されます。電極過電圧や電解質の抵抗を抑えることでエネルギー効率をいかに高くするかがポイントです。これまでに、電極材料の改良と電解質の薄膜化により、600℃での作動時に、エネルギー効率90%(HHV)を超える高効率水蒸気電解の実験に成功しています。

有用な材料は、既存の材料の延長線上とは全く違う別なところに存在しているかもしれません。エネルギー変換デバイスへの応用を念頭に、固体のイオニクスに潜む新しい現象、材料開発指針につながるような学理の探求を目指して研究を行っています。その中の一つとして、固体中のイオン伝導性はこれまで、もっぱらバルクの性質として扱われ、その材料設計が行われてきました(すなわち、電荷担体としての格子欠陥の導入)。これに対して、酸化物ナノ粒子の表面をイオン伝導場とした新しい電解質材料を開発しています。また、これを水電解に応用する研究も行っています(図3)。原理的に発生した水素や酸素の水からの分離が必要ないことから、宇宙用途への応用を期待しています。

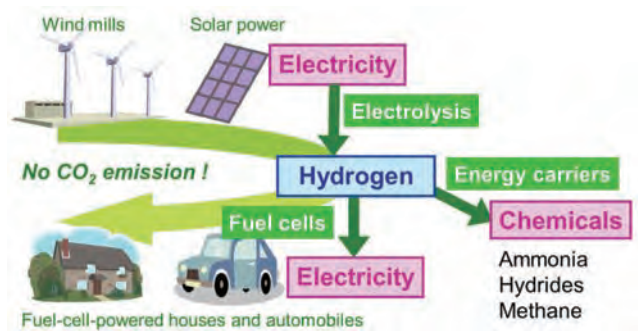


図1. 再生可能エネルギー、水素を用いるエネルギーシステム

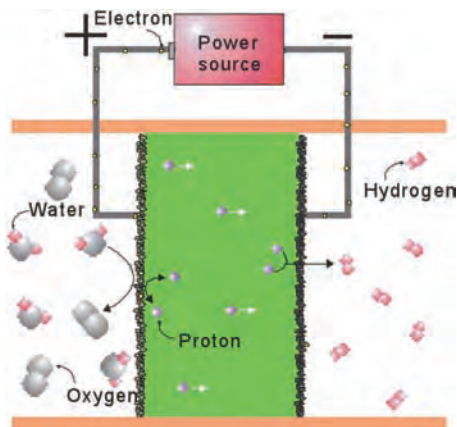


図2. プロトン伝導体を用いた水蒸気電解の模式図

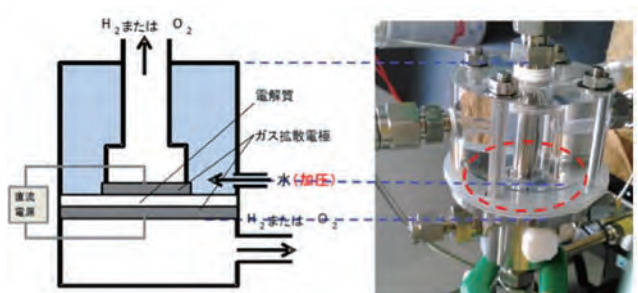


図3. 界面プロトン伝導を利用した新しい水電解の模式図と実験セル