

水素透過膜による水素製造反応の高効率化と水素エネルギーネットワークの実現



■ 工学部 化学・生命工学科 物質化学コース
上宮成之 教授(写真左)、宮本 学 助教(写真右)

1.はじめに

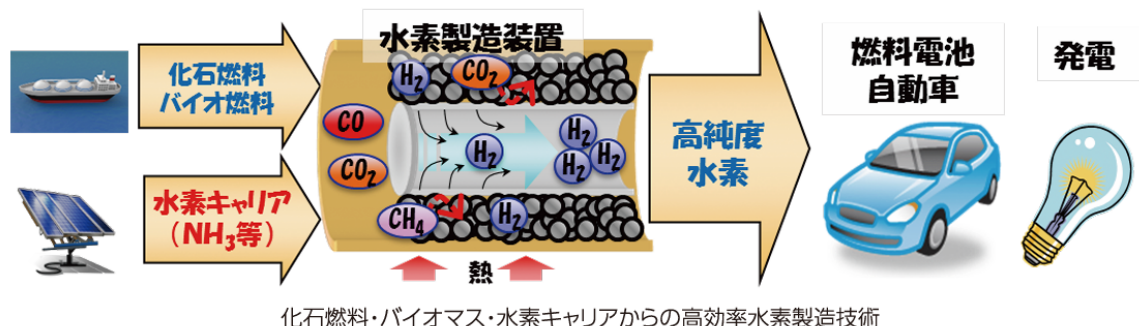
燃料電池自動車 (FCV) はトヨタが昨年12月に発売開始し、ホンダも来年3月に発売予定である。走行時にCO₂を排出しない究極のエコカーがいよいよ身近なものとなってきた。また、エコファームと呼ばれる家庭用燃料電池は、今年3月の時点で累計12万台以上がメーカーから出荷されている。水素を活用するエネルギーシステムが、実現に向けて着実に進行して

いると言える。さらには、出力変動のある太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーをさらに活用するには、水素をエネルギーキャリアー（輸送）・ストレージ（貯蔵）媒体として利用するエネルギーネットワークの構築が必要であり、水素への期待に拍車がかかっている。

2.水素透過膜を組み込んだ反応器

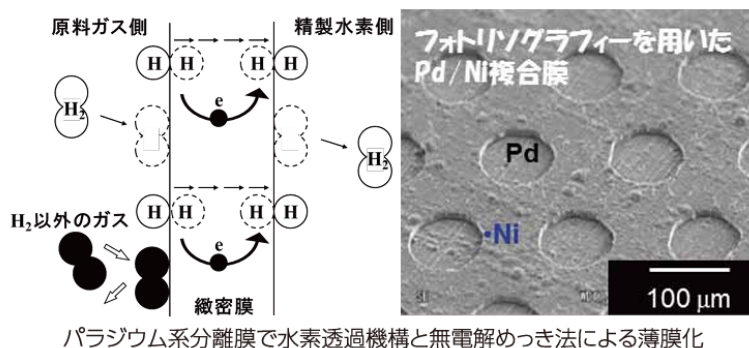
化石燃料（天然ガスや石油などの炭化水素）を高温下でスチームと反応させる（スチームリフォーミング）と、燃料電池用などにクリーンな燃料として重要性が増す水素を製造できる。熱力学的平衡の制約から、高い水素収率を得るには高温を必要としていた。しかしながら、反応器の隔壁を水素透過膜にして、反応生成物である水素を触媒反応場から除去することで、平衡が生成物側に有利となるため既存の反応器よりも低い反応温度でも十分高い水素収率が得られる。いわゆるル

シャトリエの原理を活用した反応器である。水素選択性に優れた金属素材（パラジウムが代表的）を用いた水素透過膜を使用すれば、透過した水素をそのまま燃料電池に利用できるため、高効率かつコンパクトな水素製造反応器となる。今後は化石燃料のみならず、バイオマスや水素キャリア（アンモニアや有機ハイドライドなど）からも高効率に水素製造することが期待される。



3.耐熱性水素分離膜の高性能化

燃料電池用水素製造に使用する水素透過膜には、反応条件下で使用する耐熱性ととも、水素のみ透過する選択性、さらには透過性能の向上が求められている。高価な金属素材であるパラジウムを欠陥なく薄膜化できれば、燃料電池に水素を高速で供給できるのみでなく、パラジウムの使用量も削減できる。パラジウムの薄膜化は主に無電解めっき法で試みており、膜厚を数μm程度にまで薄くできる技術を有している。



4.水素製造・CO₂メタン化プロセスの開発

化石燃料、バイオマスおよび水素キャリアからの水素製造触媒を開発している。反応物ごとに適した触媒が必要で、スチームリフォーミングではスチームの活性化に着目して触媒設計を試みている。また水素キャリアのひとつであるアンモニアは、工場などからの排出されるCO₂と反応させメタンとして供給

することを想定したプロセス開発も行っている。既存のメタン（天然ガス）を利用するインフラを活用することで、再生可能エネルギーから製造した水素（グリーン水素）の利用を加速化する狙いがある。