

7. 燃料電池車用触媒製造装置の開発

応用技術支援グループ ○高橋志郎

エムブイエス・エンジニアリング(株) ○宮崎英機

1. はじめに

ここ数年、自動車メーカーが燃料電池車（FCV）の販売を開始し、国としても水素ステーションの設置を急ぐなど、「水素社会」の実現に向けた動きが活発化している。経済産業省でも、FCVの普及目標を、2025年に20万台、2030年に80万台という数字を掲げている。このターゲット達成に向けた取り組みの一つに、FCV用貴金属の使用量低減等に向けた技術開発がある。

FCVには、一台あたり50gもの白金が触媒として必要であり、その使用量がネックになっている。最近の基礎研究によって、白金が担持体と呼ばれる土台の表面ではなく、少し内部に閉じ込められた方が燃料電池の性能を伸ばすことが明らかとなった。このイオンを閉じ込める技術を用い、貴重な資源である白金から高性能FCV用触媒を作ることを目的とし、成果を得たことからここに報告する。

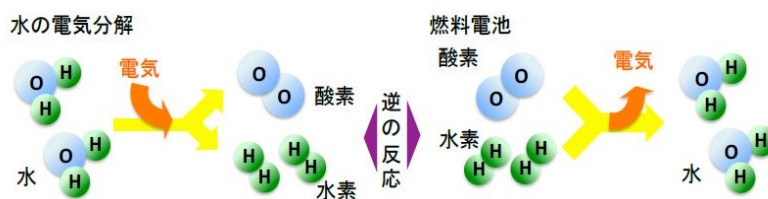


図1 模式図：燃料電池の原理

2. 成果の概要

2.1 燃料電池とは

燃料電池は、水の電気分解の原理を利用し、水素と酸素を反応させて直接電気を発生させる装置で、電気分解とは逆の反応により、マイナス電極で水素ガスが水素イオン（H⁺）と電子（e⁻）に分離し、プラス電極でその電子（e⁻）を酸素が受け取ることで発電する（図1参照）。このとき、水素と酸素の反応を高効率に促進させる役割をするのが白金などの触媒である。

2.2 白金担持触媒製造装置開発に至る経緯

エムブイエス・エンジニアリング(株)では、従来から自動車向けの燃料電池モジュールを製造しているが、そのコア部分である触媒部分（Membrane Electrode Assembly: MEA）は、ユーザーからの提供である。

本研究では、安価でかつ性能の高いMEAを作り出すノウハウを得ること、更に貴重な資源である白金の使用量を低減することを目的とした装置開発を行う。

2.3 白金担持触媒製造装置の試作開発

新たな燃料電池用白金担持触媒は、主に白金をターゲットとし、カーボン（担持体）粉末にスパッタさせることで製造する。このとき、カーボン粉末を攪拌しながらスパッタするために図2赤矢印のように攪拌器を基板側に設置する。この基板ホルダにマイナスバイアスを印加することで、基板側のカーボン粉末にイオン化した白金を浸透注入できる。

また、近年、白金酸化物の触媒としての効果が注目を集めていることもあり、スパッタ側電源には酸化物にも対応可能な高周波電源（RF）を用いることとした。

このような設計指針で開発した装置の外観を図3に示す。既存の装置と比べた利点は、①制御性が良く、高い再現性、②高いバイアス電圧を印加できるため、金属イオン浸透注入も可能で経済的、

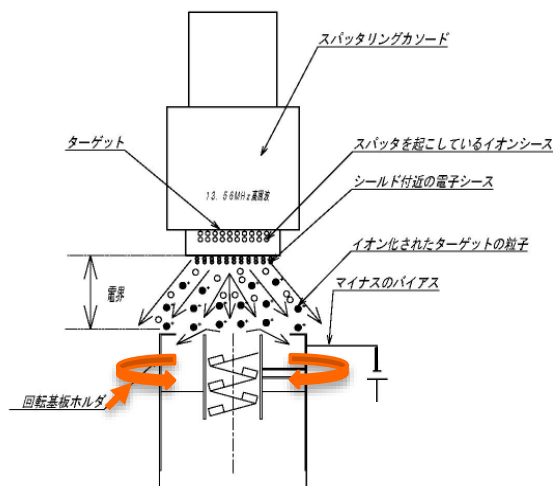


図2 白金担持触媒製造装置の概要

③粉体に対してスパッタが可能、④RF を用いるため純金属だけではなく酸化物等の絶縁物もスパッタ可能等である。

2.4 白金担持触媒の特性評価

本研究で得られた白金担持触媒の評価は、豊橋技術科学大学および工業技術センターとの共同研究により実施した。触媒性能評価試験として、レーザー顕微ラマン分光計および X 線光電子分光法による白金の定量分析ならびに電気化学活性表面積 (ECSA) 測定を豊橋技術科学大学で、SEM/EDS 観察、粒度分布測定などの外観分析を工業技術センターで行った。

2.5 白金担持触媒の特性評価結果

カーボン試料 2g、エチレン混合ガス圧 10Pa、バイアス 300V で製造した白金担持触媒の ECSA を図 4 に、その SEM 写真を図 5 に示す。ECSA は、白金 1g あたりの活性有効表面積のことで電荷量やカーボンに付着している白金量から算出し、その値が大きくなるほど触媒の性能が良好となる数値である。この条件における白金存在比 (Pt/C) は 65.33wt% で、ECSA は $45.1 \text{ m}^2/\text{g}$ となっている。ここで、比較対象とした市販の PEFC 用触媒の Pt/C は 79.63wt%、ECSA は $13.1 \text{ m}^2/\text{g}$ である。この条件で製造した白金担持触媒の性能は、市販の触媒に比べて Pt/C が小さいにもかかわらず、ECSA が約 3 倍となっており、より少ない白金使用量で高い触媒性能を示すことがわかった。また、白金を担持させるカーボン粉末にも、粒径、形状、MEA に充填する際の流動性や電気抵抗など、種々の最適条件が存在することが見えてきた。本要旨では、紹介を行わないが※、白金を担持させるカーボン粒子の粒径、形状、白金イオン粒子の注入深度を決定するバイアス、加速電圧、ガス圧を最適化することで市販の 10 倍以上の性能を有する白金担持触媒開発の可能性も見えてきている。※チャンピオンデータ。目下検証中。

3. まとめ

安価でかつ性能の高い MEA を作り出すノウハウを得ること、更に貴重な資源である白金の使用量を低減することを目的とした FCV 用白金担持触媒製造装置開発を行い、市販品を上回る性能を有する触媒の試作に成功した。これからの展望として、触媒粉末性状の有効性を計測するための粉体性状測定器を共同開発し、そのデータを基に FCV 用カーボン担持体製造装置の開発に取り組んでいる。

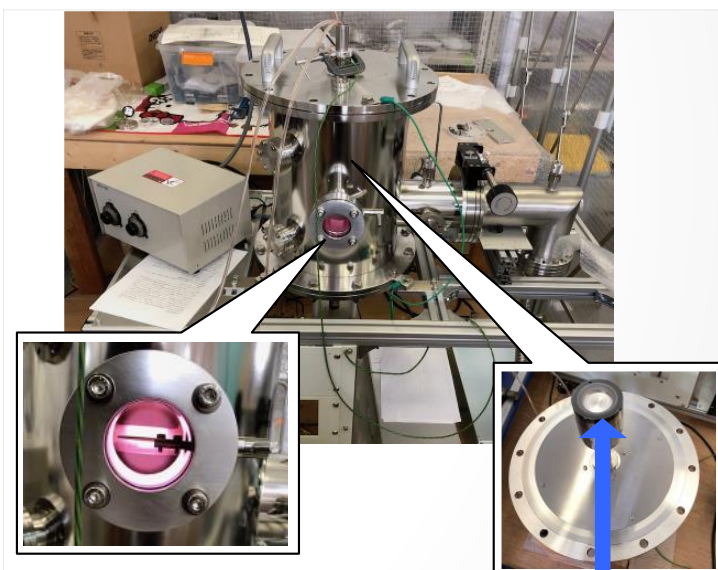


図 3 白金担持触媒製造装置の外観

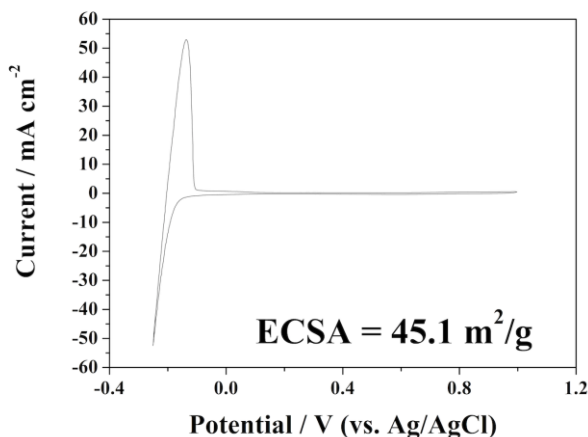


図 4 所定条件下における白金触媒の電気化学活性表面積 (ECSA)

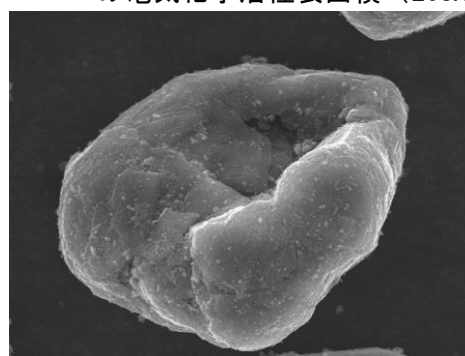


図 5 所定条件下における白金担持触媒の SEM 写真