

## 固体高分子形水電解の構造と特徴および課題

### 1. はじめに

政府は、2050年までにカーボンニュートラル・脱炭素社会の実現を目指すことを宣言しました。また、2023年6月に公表された「水素基本戦略」<sup>1)</sup>では、2030年度の電源構成の1%程度を水素・アンモニアで賄うこととし、同年度に最大300万トンの導入目標を掲げました。

二酸化炭素を排出することなく水素を製造するためには、水の電気分解（以下、水電解）で得られる水素の普及拡大が不可欠です。

そこで本報では、水電解の中で固体高分子電解質膜（PEM）を用いたPEM形水電解の構造と特徴および課題について紹介します。

### 2. 固体高分子形水電解の構造と特徴

PEM形水電解のセル構造は、図のとおりです。一般的な構成部材として、電解質膜にナフィオンなどパーフルオロスルホン酸膜、カソードの触媒層には白金担持カーボン、アノードの触媒層には酸化イリジウムが用いられています。また、拡散層には、金属メッシュや多孔質金属が用いられており、カソード側はステンレス、アノード側はチタンが一般的に用いられています。

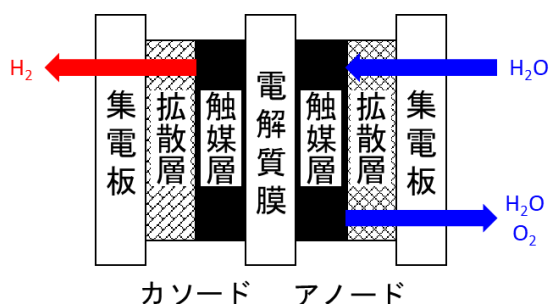


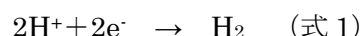
図 PEM形水電解セルの模式図

PEM形水電解は、固体高分子形燃料電池（PEFC）の真逆の反応を行いますが、一部の構造が似ています。例えば電解質膜、カソード側の触媒はどちらも同じものを用いることができます。しかし、PEFCのアノード側触媒には白金担持カーボン、拡散層には炭素繊維が用いられており、PEM形水電解とは素材が異なります。

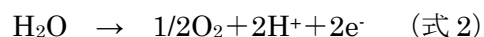
PEM形水電解セルに電気と水を加えることで

式1、2の反応が進行し、水素が得られます。

カソードの半反応式



アノードの半反応式



PEM形水電解は、中性の水を用いることができます。強酸や強アルカリ水溶液を用いないため、配管やポンプなど周辺機器の腐食の恐れが少ないという利点があります。また、動作温度は、20～80℃程度であり、特別な加熱や冷却設備は基本的に必要ありません。

さらに、水電解は太陽光発電などの余剰電力を用いて水素製造することが想定されていますが、天候等の影響により、電力供給に大きな変動が生じることが危惧されます。PEM形水電解はこのような負荷変動にも追従した水素製造を行うことが可能であり、触媒などの劣化が比較的少ないという特徴を有しています。

### 3. 固体高分子形水電解の課題

前項のとおり、PEM形水電解は、取扱いが非常に容易な水電解ですが、一方で、触媒層に用いられている白金、イリジウムおよび電解質膜の価格が高いという課題があります。特に、白金、イリジウムは資源量が限られており、その使用量の低減や代替触媒の開発が必要です。

また、パーフルオロスルホン酸膜は、有機フッ素化合物（PFAS）の一種として、今後、製造および使用が規制される懸念があります。

さらに、水電解全体の課題として、再生可能エネルギーの低価格化が求められています。

### 4. おわりに

産業技術センターでは、「知の拠点あいち重点研究プロジェクト（Ⅲ期）」において、PEM形水電解セルの作製および性能評価を行いました。本技術にご興味をお持ちの方は、お気軽にご相談ください。

### 参考文献

- 1) 再生可能エネルギー・水素等関連閣僚会議、水素基本戦略（2023）

産業技術センター 化学材料室 鈴木正史（0566-45-5641）

研究テーマ：燃料電池材料開発、水素製造

担当分野：電気化学分析、電池材料評価