

# 水電解装置について！

2023年3月31日

夢と技術の経営研究所

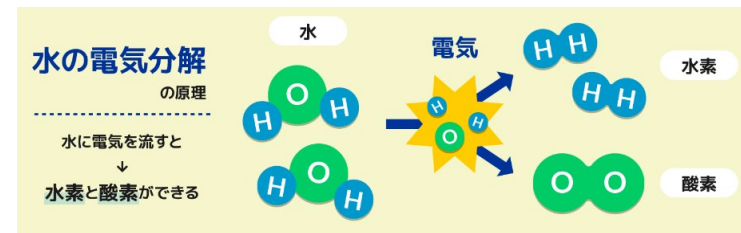
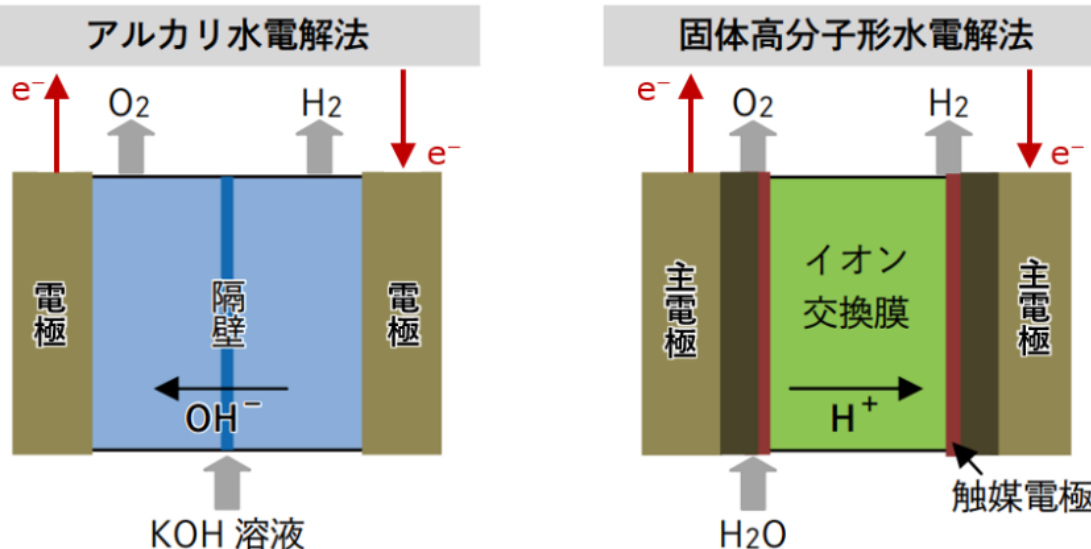
# 目次

1. 水電解装置とは
2. 水電解装置の主な3つの方式
3. 水電解装置の世界市場規模
4. アルカリ型水電解装置ー1
5. アルカリ型水電解装置ー2
6. 固体高分子（PEM）型水電解装置ー1
7. 固体高分子（PEM）型水電解装置ー2
8. 固体酸化物（SOEC）型水電解装置ー1
9. 固体酸化物（SOEC）型水電解装置ー2
10. まとめ

# 1. 水電解装置とは

- ◎ 水素をつくる場合には、化石燃料を燃焼させてガスにし、そのガスの中から水素をとりだす「改質」と呼ばれる製造方法があります。**メタンガスなどを改質して水素をつくる方法(水蒸気改質法)**は、すでに工業分野で広く利用されています。
- ◎ 一方、**水を「電解」つまり電気で分解して水素をつくる製造方法**もあります。ただ、水を電気で分解するには大規模な量の電力が必要となるため、できるかぎり安価な電力を使用することができれば、そのコストを抑えることが可能となります。
- ◎ 現在実用化されている水電解装置には、「水酸化カリウム」の強アルカリ溶液を使用する**「アルカリ型水電解装置」**と、純水を使用する**「固体高分子(PEM)型水電解装置」**の2種類があります。また、研究段階のものとして、「固体酸化物型水電解(SOEC)装置」もあります。

「アルカリ型水電解装置」(左)と「固体高分子(PEM)型水電解装置」(右)のしくみ

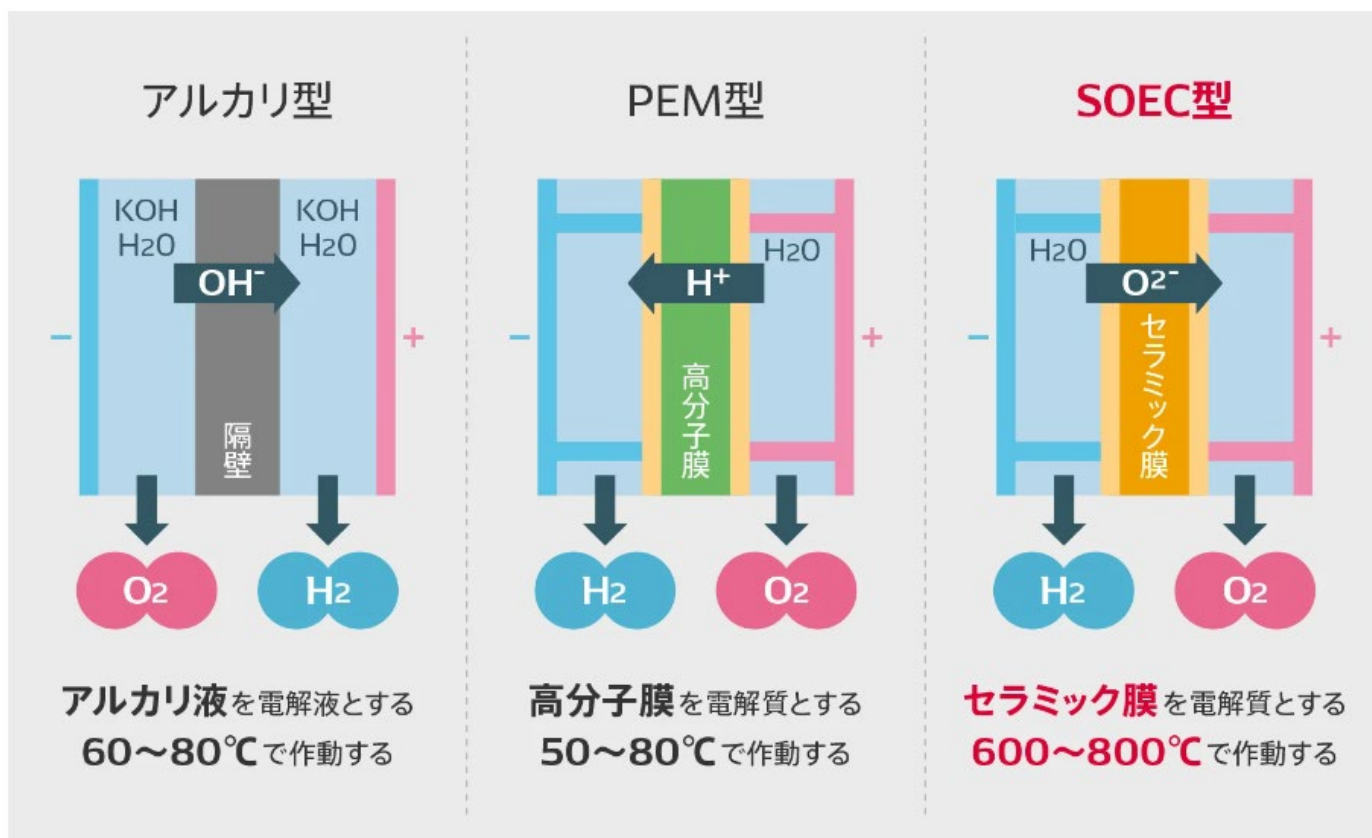


出所: 経済産業省 資源エネルギー庁、環境省のWebサイトより

## 2. 水電解装置の主な3つの方式

◎ 水から水素を作り出す水電解の方法には、アルカリ型、固体高分子（PEM）型、固体酸化物（SOEC）型などいくつかの種類があります。

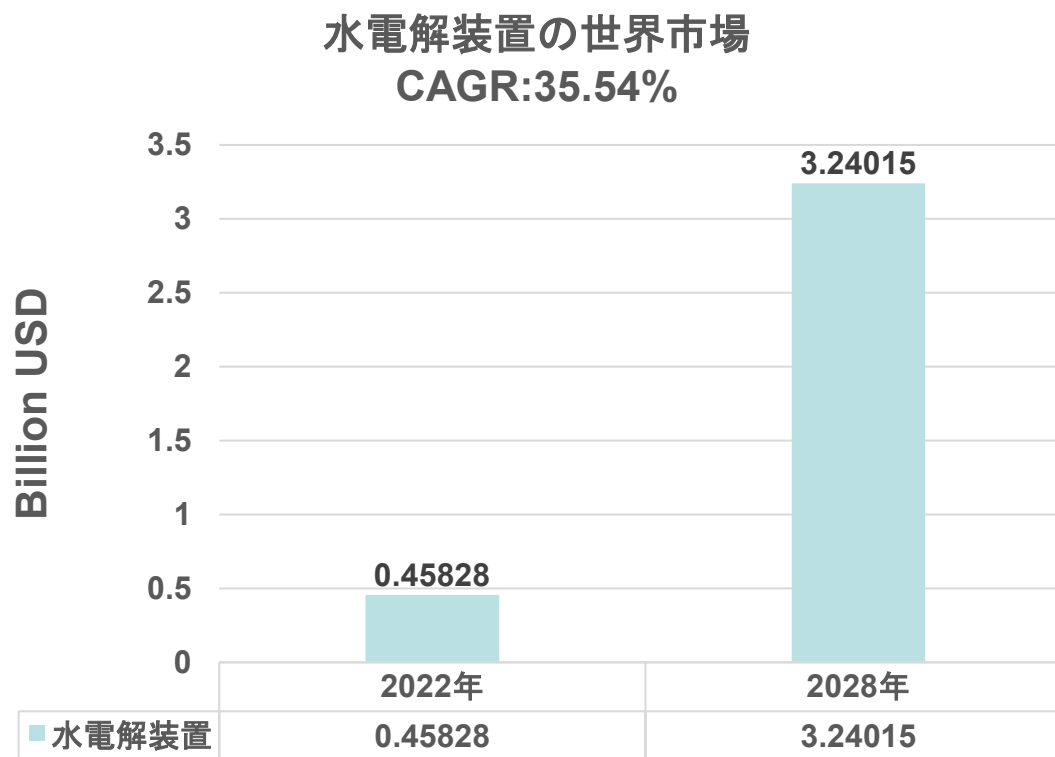
- ① アルカリ型
- ② 固体高分子（PEM：Polymer Electrolyte Membrane）型
- ③ 固体酸化物（SOEC：Solid Oxide Electrolysis Cell）型



出所：株式会社デンソーのWebサイトより

### 3. 水電解装置の世界市場規模

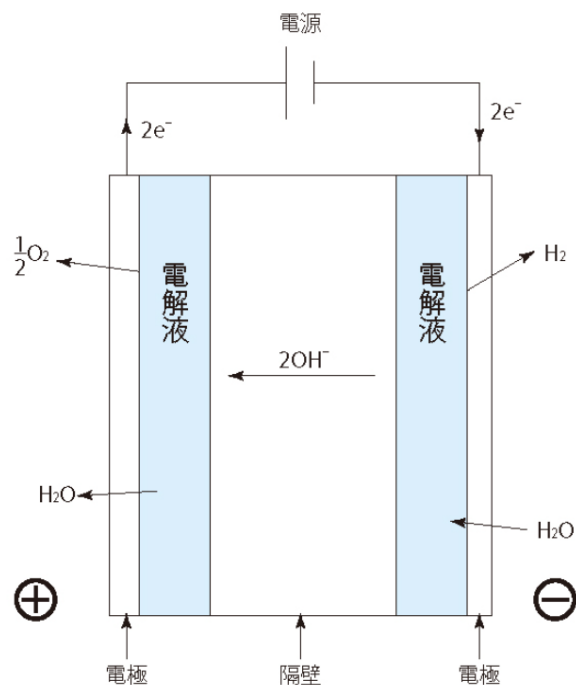
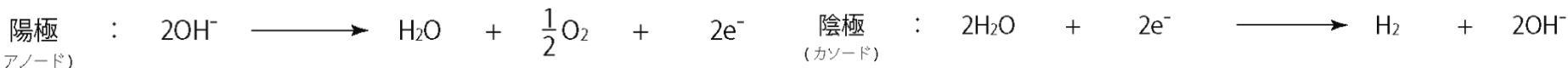
- ◎ 水電解装置の世界市場規模は、2022年に4億5,828万米ドル(概ね458.28億円)に達し、38.54%のCAGRで成長し、2028年までに32億4,015万米ドル(概ね3,240.15億円)に達すると予想されています。
- ◎ 市場は製品別に、アルカリ電解槽、PEM電解槽、固体酸化物電解槽に分類されます。
- ◎ 2021年に世界市場の66.12%を占める従来型アルカリ電解槽は、2028年までに16億2,412万米ドルの規模に達すると予測されています。



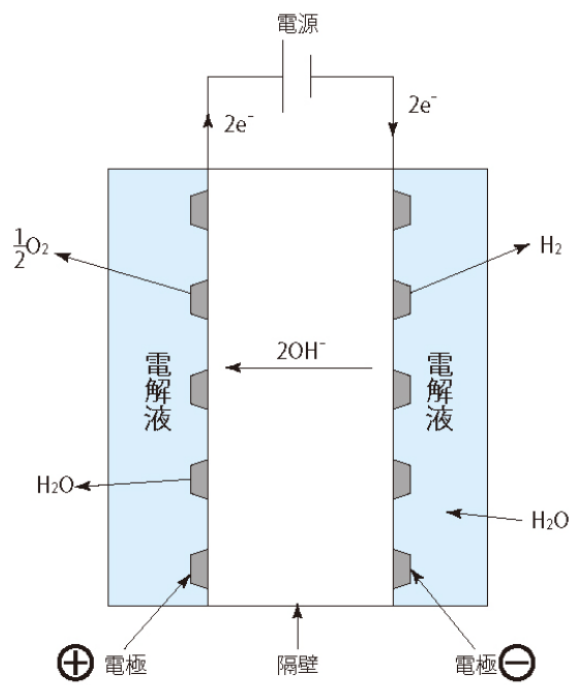
出所:株式会社グローバルインフォメーションのWebサイトより

## 4. アルカリ型水電解装置—1

◎ アルカリ水電解装置は、主に電極、隔壁及び電解液で構成されます。電極は両極ともニッケルメッキした鉄電極あるいはニッケル系材料、隔壁は両極で発生する水素と酸素との混合を防止し、イオン電導をつかさどるもので、最近ではポリエステル系の多孔質膜、フッ素膜、芳香族膜等、電解液としてアルカリ電解液、例えば水酸化カリウム(KOH)水溶液及び水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液が利用できますが、イオン電導性の面で濃度20～25%の水酸化カリウム水溶液(KOH)が広く利用されています。



【ギャップなし】



【ギャップあり】

## 5. アルカリ型水電解装置一2

### ◎ 旭化成株式会社の取り組み

#### Project 01

再生エネルギーから水素を製造する

NEDO※事業「福島水素エネルギー研究フィールド（Fukushima Hydrogen Energy Research Field(FH2R)」に参画しています。

旭化成は10MW規模の水素製造用アルカリ水電解システムを納入し、運転を担っています。

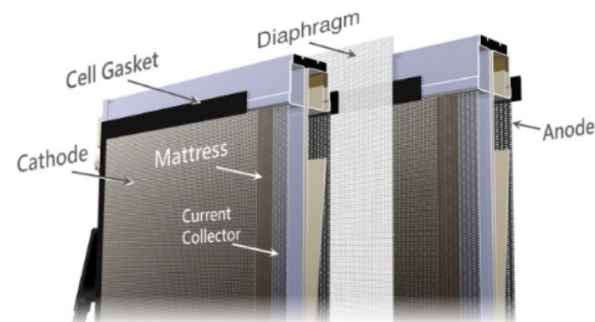
※国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

#### Project 02

Take-Offプロジェクト

回収したCO2と水素から持続可能な航空燃料（SAF：Sustainable Aviation Fuel）を製造する、開発・実証プロジェクト。

旭化成は水素製造用の電解槽サプライヤーとしてプロジェクトに参画しています。



出所: 旭化成株式会社のWebサイトより

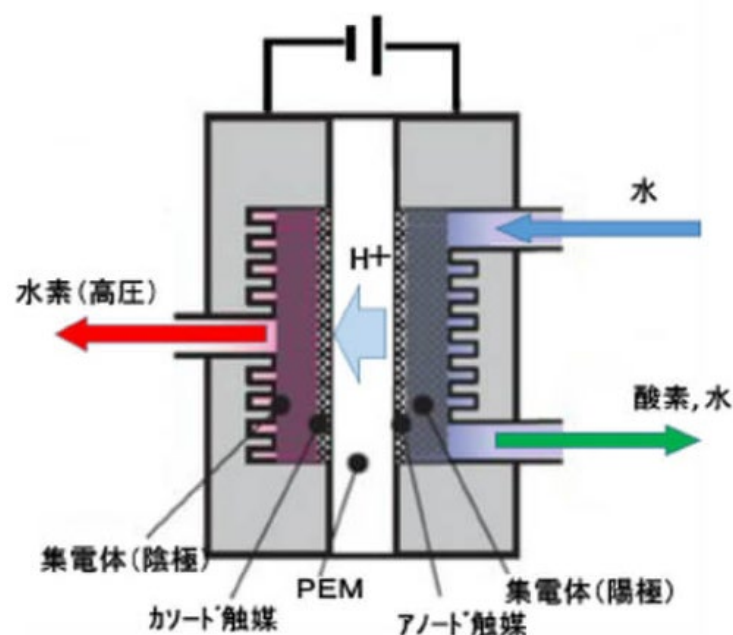
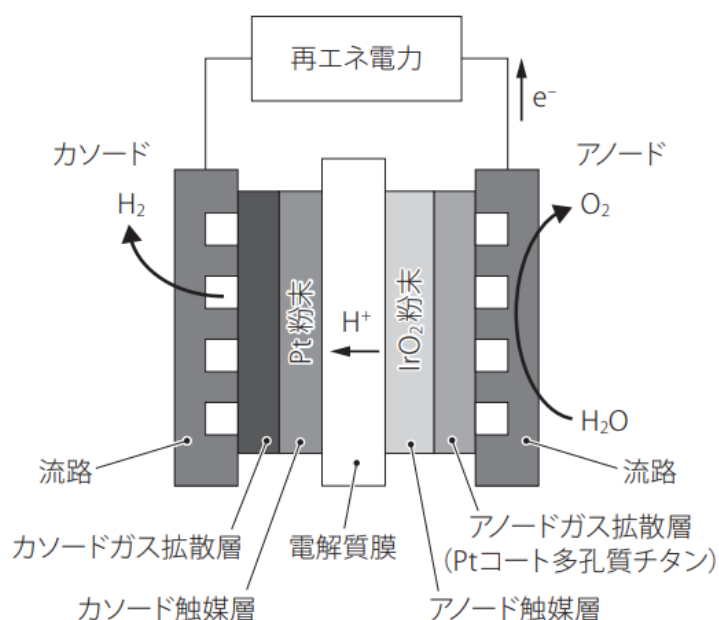


## 6. 固体高分子（PEM）型水電解装置一1

◎ PEM型水電解装置の基本構造は、膜電極接合体(MEA:Membrane Electrode Assembly)と流路により構成されます。MEAは、電極部のアノードガス拡散層、アノード触媒層、カソード触媒層、カソードガス拡散層、これらに挟持された電解質層から構成されています。

◎ MEAの陽極に純水を供給し直流電圧を印加すると、陽極の電極触媒層で水が分解し酸素とプロトン( $H^+$ )が生成します。プロトンは、PEMを介して陽極から陰極に移動し陰極の電極触媒層で電子を得て水素を発生します。PEMは、水素イオンは通しますが、電気は通さない絶縁体です。

◎ 触媒は、通常、カソードでは白金(Pt)粉末、アノードは酸化イリジウム( $IrO_2$ )粉末)です。



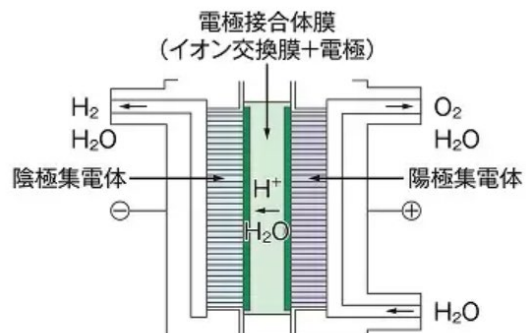
出所:東芝レビュー Vol.73 No.3(2018年5月) 株式会社東芝、

J-Net 21 独立行政法人中小企業基盤整備機構のWebサイトより

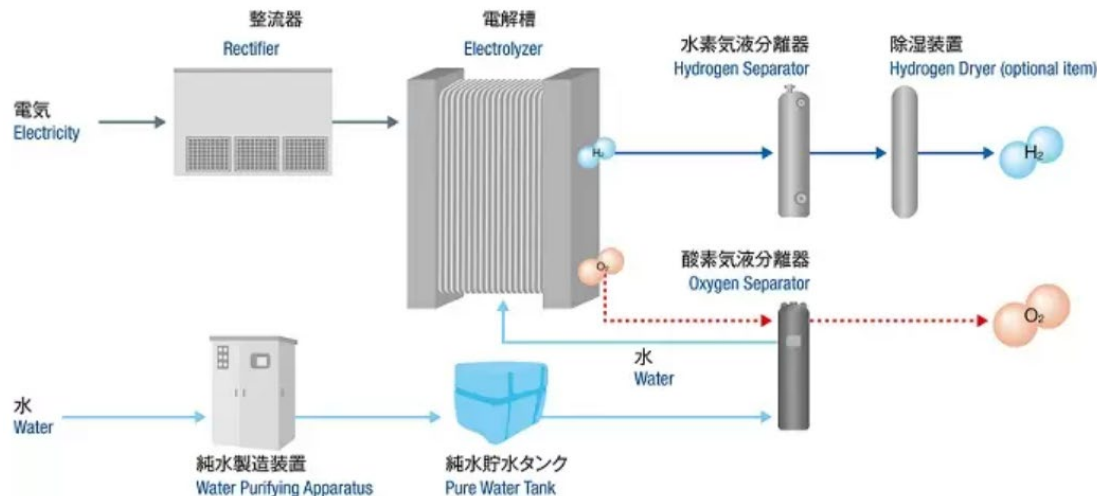


# 7. 固体高分子（PEM）型水電解装置一2

## ◎ 日立造船株式会社の取り組み



- 陽極集電体  
Porous Current Collector (Anode)
- 電極接合体膜 (イオン交換膜+電極)  
Membrane Electrode Assembly
- 陰極集電体  
Porous Current Collector (Cathode)



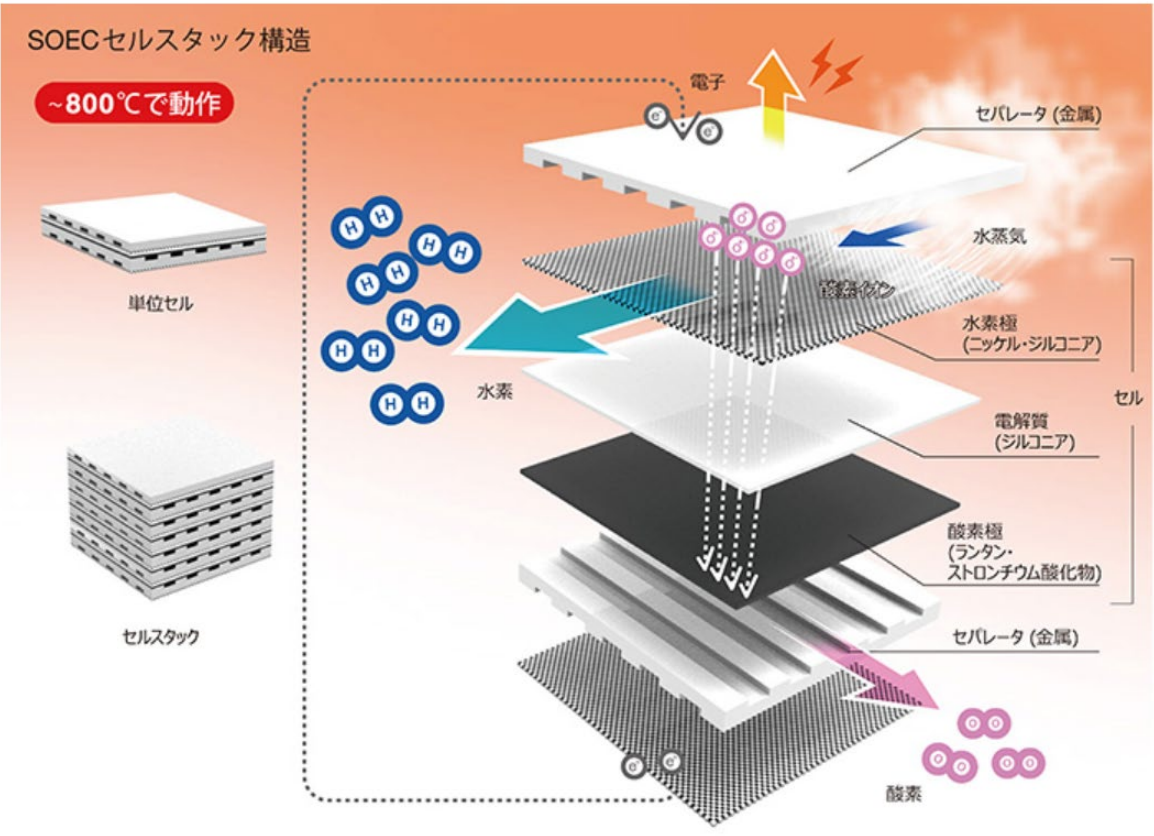
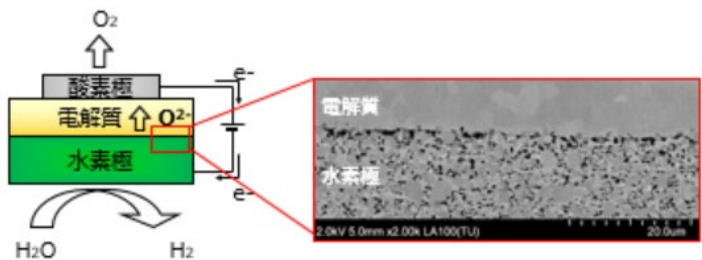
## PEM 型水素発生装置「HYDROSPRING®」

出所: 日立造船株式会社のWebサイトより

## 8. 固体酸化物（SOEC）型水電解装置—1

◎ SOEC型水電解装置は、水素極、電解質、酸素極から構成されます。

◎ 水は高温になるほど低い電圧で分解できる性質があります。そのため、60°C前後で反応するアルカリ型やPEM型と違い、約700°Cという高温で動くSOECは水素を作り出すために必要な電力量が少なくなります。

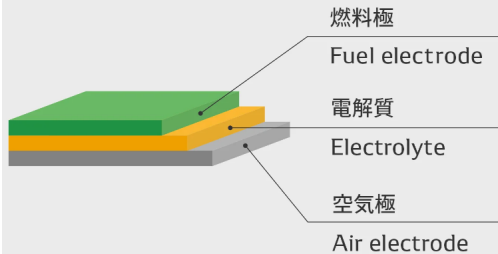


出所: 株式会社東芝、株式会社デンソーのWebサイトより

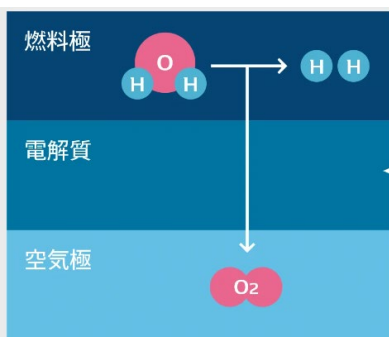
# 9. 固体酸化物（SOEC）型水電解装置一2

## ◎ 株式会社デンソーの取り組み

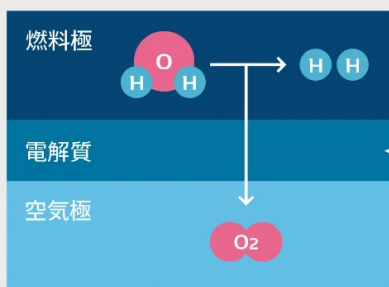
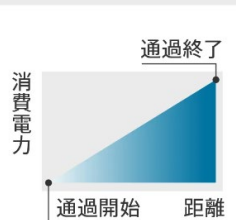
セルは「燃料極」「電解質」「空気極」の3層でできている



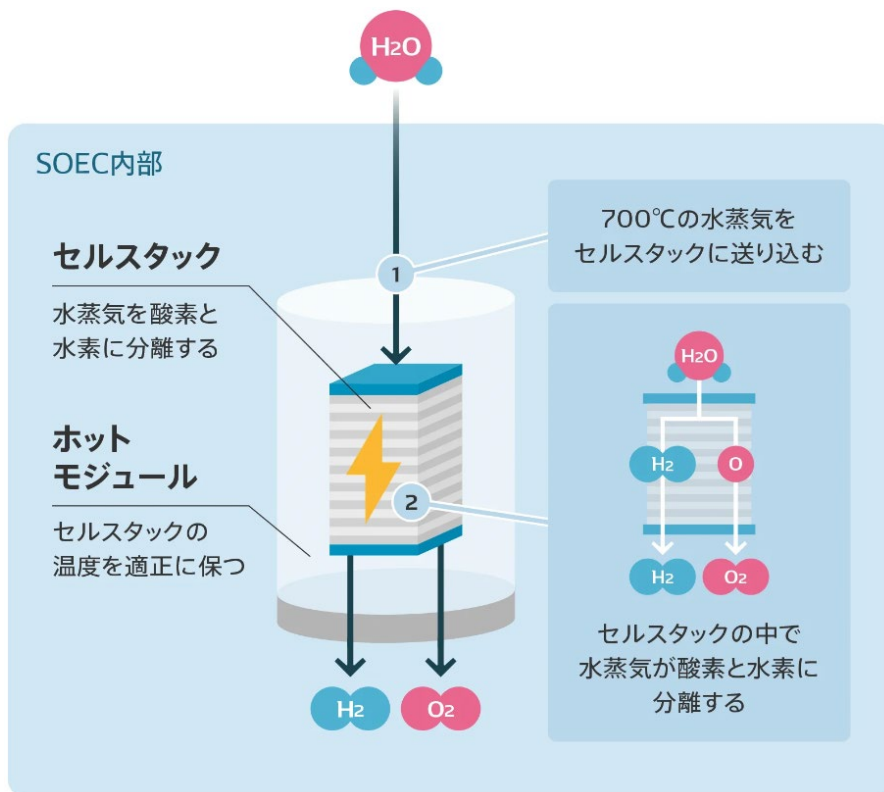
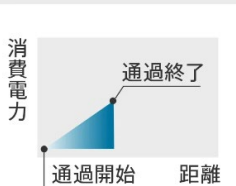
燃料極に入ってきた水蒸気が分解され  
酸素のみが電解質を通過し、水素が生成される。



電解質の通過距離が長いと  
消費電力が大きくなる。



限界まで薄くすることで、  
消費電力を最小限に。



出所: 株式会社デンソーのWebサイトより

## 10. まとめ

- ◎ 水電解装置の研究・開発・製造に中小企業・ベンチャー企業が関われる可能性が考えられる。
- ◎ 水電解装置に使用される**素材・材料・部品**などの開発・供給を行うことが考えられる。
- ◎ 水電解装置を事業所・工場などで使用し、**カーボンニュートラルに貢献**することが考えられる。(燃料電池との組み合わせ)

夢と技術の経営研究所  
[www.yumegi.com](http://www.yumegi.com)