水素製造システム(第5回)

電解による水素製造(2)

松本





本日の講義の目的

- ・ 各種電解の方法
 - ・アルカリ水電解
 - 固体高分子形水電解
 - 水蒸気電解
- 電解のエネルギー効率
- 小テスト

アナウンス:11/21は休講



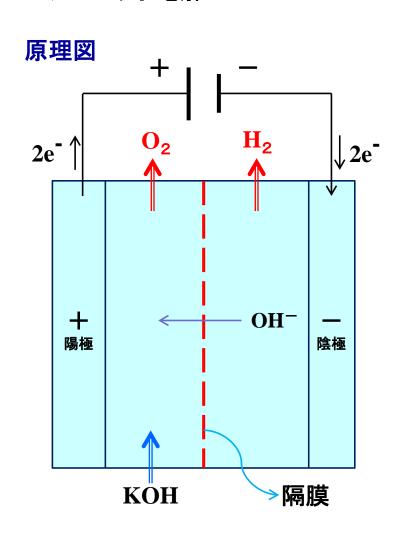
水電解の方法

	Polymer electrolyte water electrolysis	Alkaline water electrolysis	High-temperature steam electrolysis
Overview	Electrolyte: Nafion Electrode: Pt supported on active carbon	Electrolyte: KOH solution, conventional method	Electrolyte: zirconia Working at 800~ 900°C
Efficiency (HHV)	70~80% @1~2A/cm²	73 ~ 76% @0.2A/cm²	75% @1A/cm²
Cost	High cost of polymer electrolyte and platinum electrode		
Durability	Problematic	Corrosive due to conc KOH aq.	Corrosive due to high-temp operation
Applicability to pressurization of hydrogen	Low strength of polymer electrolyte	possible	difficult

水電解による水素製造



I.アルカリ水電解



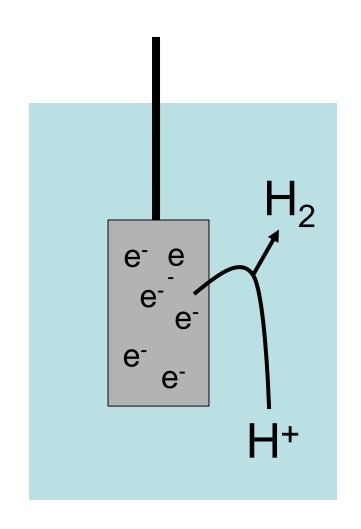
電極反応

[アルカリ溶液]

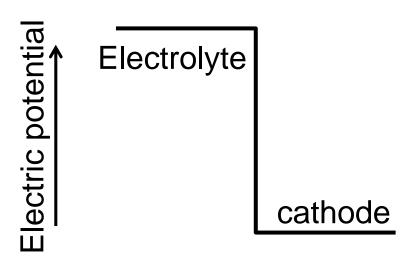
cf.[酸性溶液]

アノード
$$H_2O$$
 \longrightarrow $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$ カソード $2H^+ + 2e^ \longrightarrow$ H_2

How the reactions proceed



Cathode
$$2H^++2e^-=H_2$$



アルカリ水電解装置



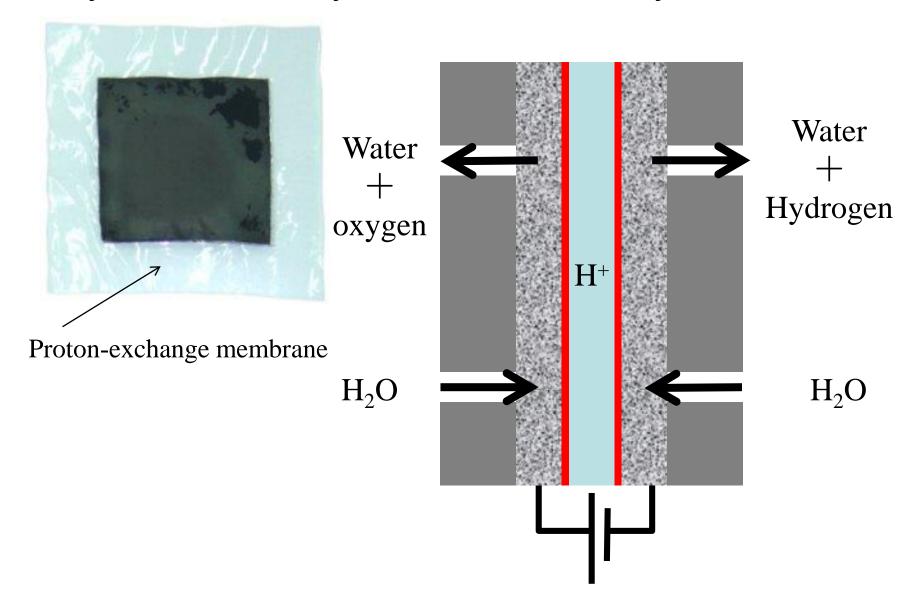
大型アルカリ水電解





ソース:福島再生可能エネルギー研究所 http://www.aist.go.jp/fukushima/ja/unit/HyC aT.html

Polymer electrolyte water electrolysis



商用電解装置の例

http://www.kobelco-eco.co.jp/product/suisohassei/hhog_seihin.html

水電解式高純度水素発生装置「HHOG: High-purity Hydrogen Oxygen Generator」

詳細

製品・カタログダウンロード

納入例・納入実績

A&Q

コンパクトタイプ 水素サーバー



 H_2BOX (1Nm³/h)



CL5D/CH5D (5Nm³/h)



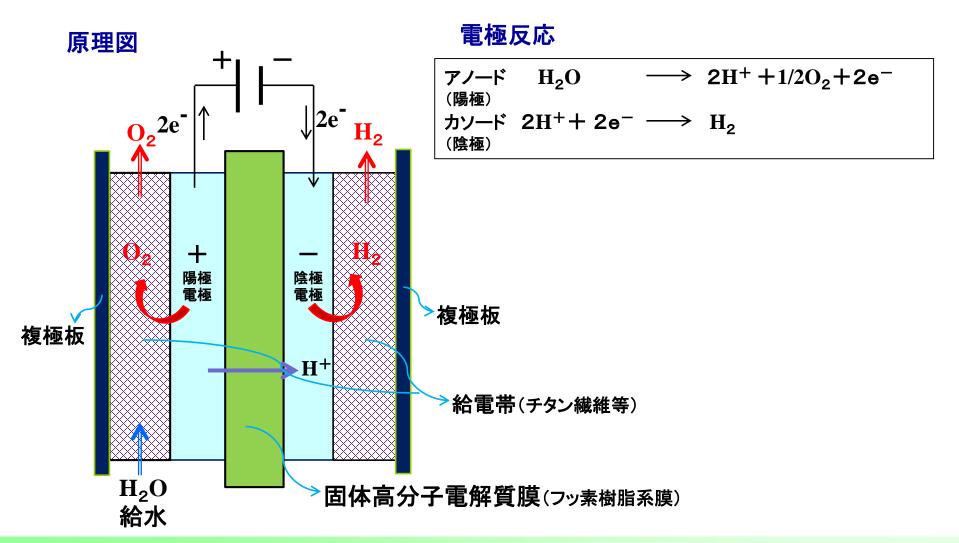
CL10D (10Nm³/h)

型式	H₂BOX	CL5D	CH5D	CL10D
水素発生量(Nm³/h)	1	5	5	10
水素圧力 (M P a)	0.82	0.37	0.82	0.37

水電解による水素製造

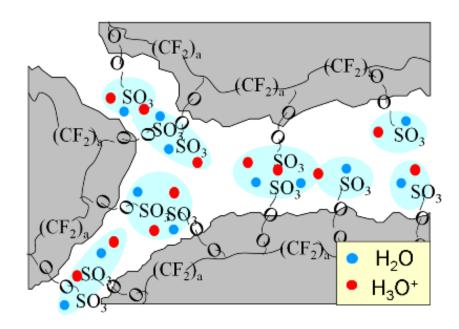


II.固体高分子水電解



Polymer exchange membrane

Perfluorosulfonic acid

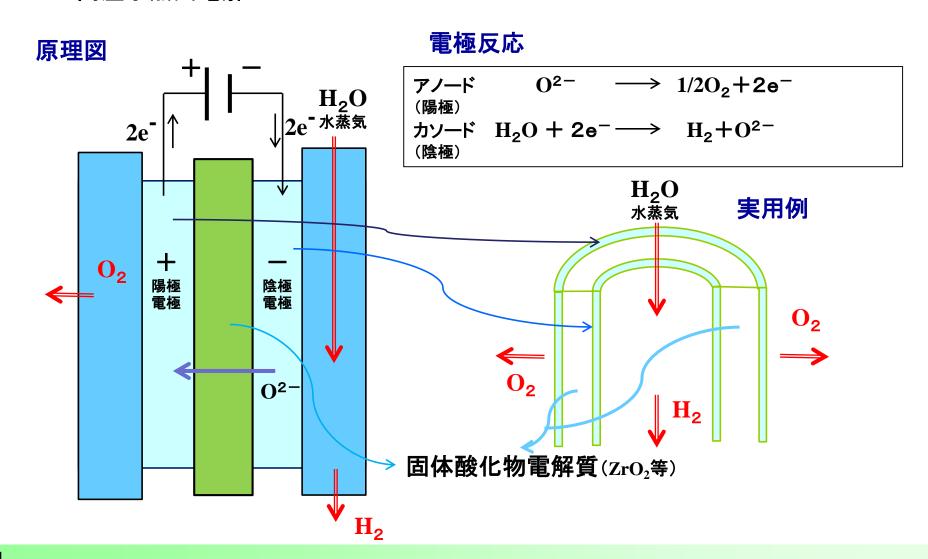


Schematic illustration representing hydrophobic/-phylic domains

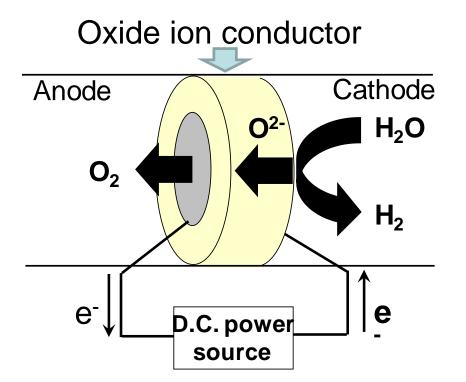
水電解による水素製造

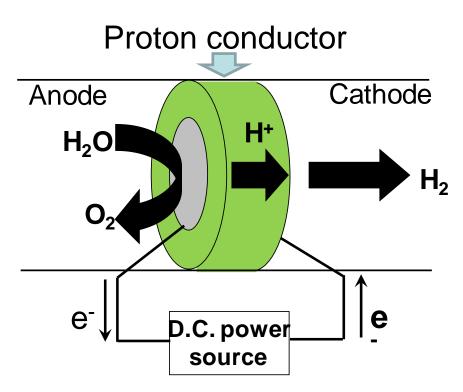


III.高温水蒸気電解



Steam electrolysis



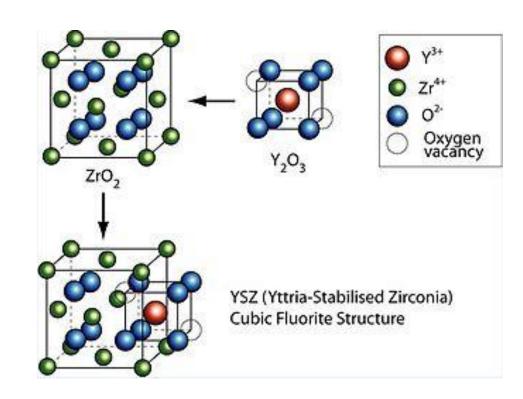


Solid electrolyte

Oxide ion conductors:

Y-doped ZrO₂
Gd-doped CeO₂
(La,Sr)(Ga,Mg)O₃, etc

Proton conductors Y-doped BaZrO₃, etc.



Wikipedia: YSZ

R

Y. Yoo (National Research Council Canada) J. Power Sources 229 (2013) 48-57

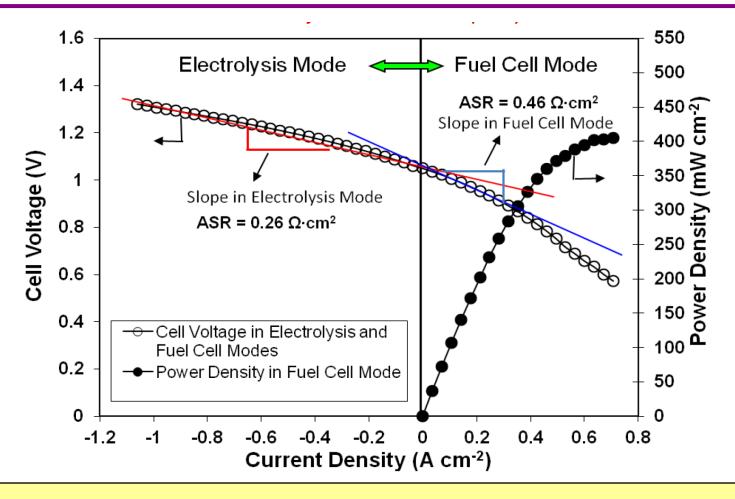
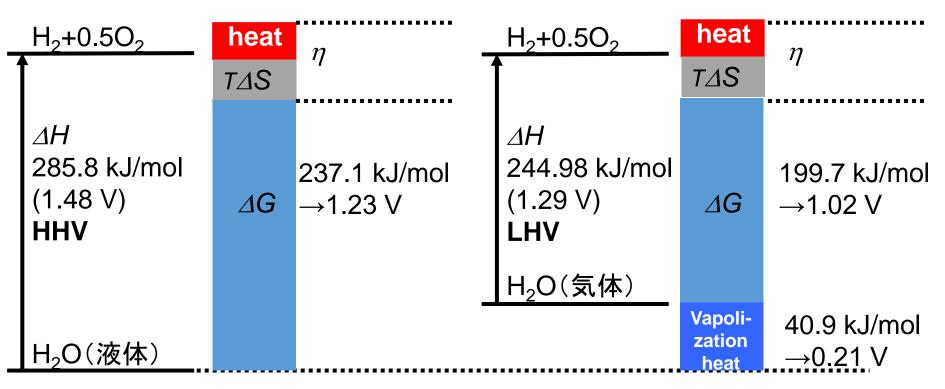


Fig. 19. Performance of a BCZY-based single cell in both of fuel cell and electrolysis modes at 600 $^{\circ}$ C under humid air (2.76% H₂O) at the air electrode and humid 48.5% H₂ in Ar (2.76% H₂O) at the hydrogen electrode with a gas flow rate of 120 ml min⁻¹, respectively with the ASR calculation using the area of the air electrode.

Energy efficiency 水電解と水蒸気電解の比較

liquid water electrolysis

steam electrolysis (600°C)



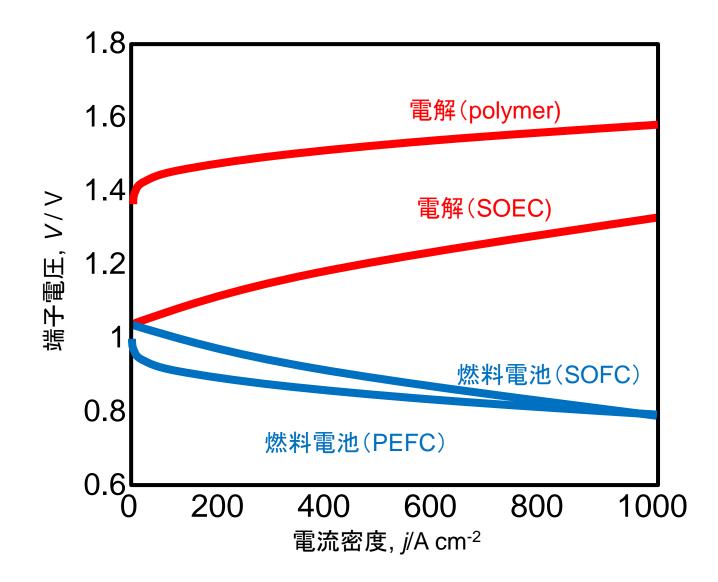
(Efficiency)=1.48/(1.23+ η)

(Efficiency)= $1.48/(1.02+0.21+\eta)$

水蒸気電解

- 水蒸気が手に入れば、熱力学的にも有利
- 作動温度以上の排熱が利用できればなお有利

水電解と水蒸気電解



小テスト

liquid water electrolysis

 $H_2 + 0.5O_2$ *∆H*=285.8 kJ/mol (1.48 V) $H_2O(liquid)$

Joule heat (overpotentials) 237.1 kJ/mol $\rightarrow 1.23 \text{ V}$

問題

アルカリ水電解を以下 の条件で行った

- 初期温度:25℃
- 端子電圧:1.3 V で行った。

時間とともに、セルの温度はどのように変化するか?理由とともに答えよ