

Panasonic

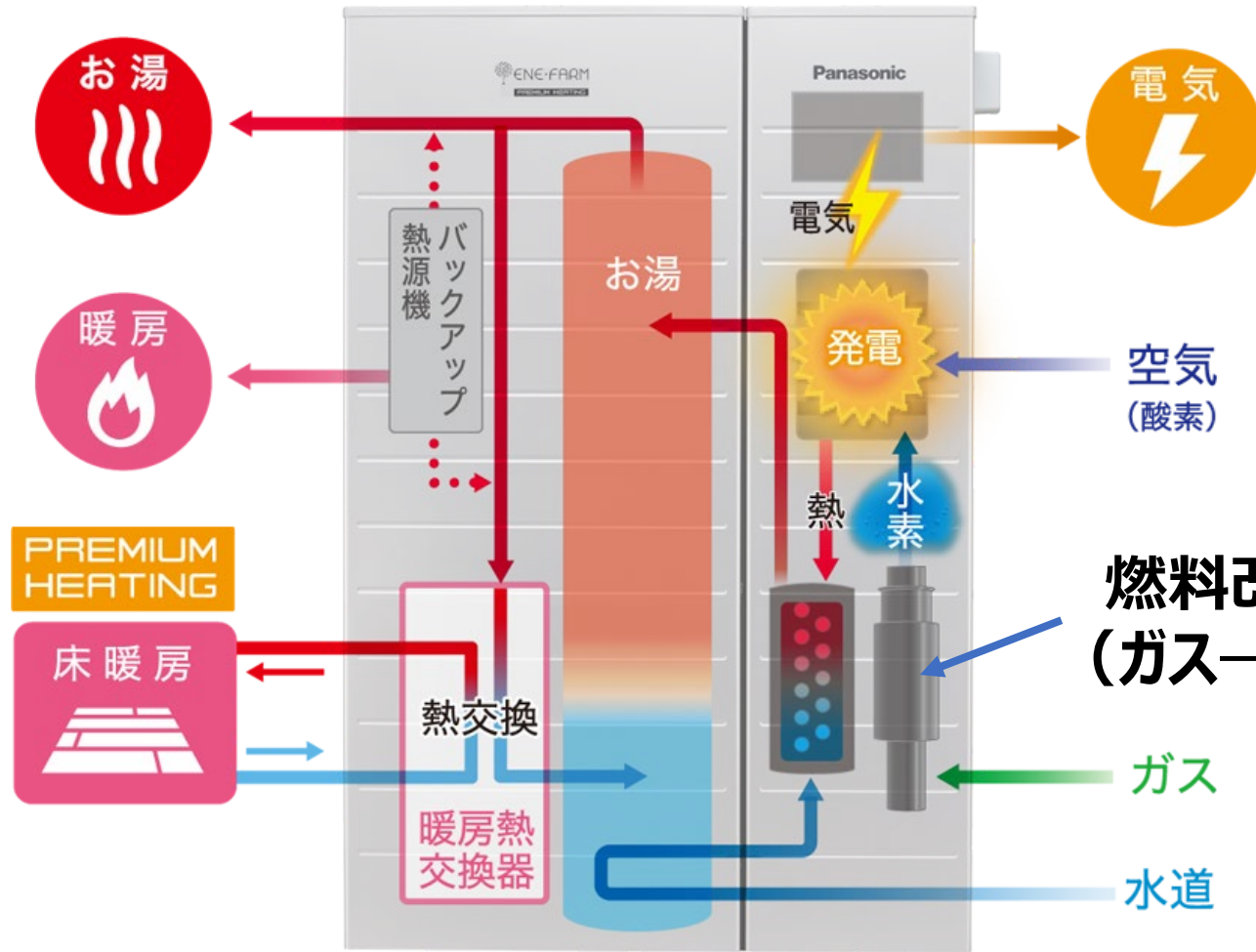
**脱炭素、水素社会に向けた
プロトン伝導セラミック燃料電池/水電解(PCFC/PCEC)の課題と期待**

パナソニック株式会社
テクノロジー本部

黒羽 智宏

1. 純水素型燃料電池について
2. 純水素型燃料電池としてのPCFCへの期待と技術課題
3. 水蒸気電解としてのPCECへの期待と技術課題

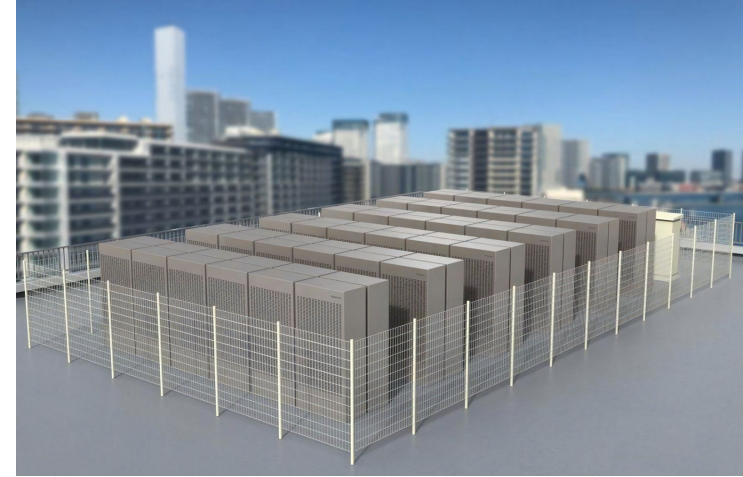
家庭用燃料電池「エネファーム」について



発電しながらお湯も作る、
エコなシステム。

https://panasonic.biz/appliance/FC/enefarm/about_fuelcells.html

純水素型燃料電池「H2 KIBOU」について



屋上設置イメージ

定格出力	5kW
発電効率 (LHV/HHV)	56%/47.3%
排熱回収効率 (LHV/HHV)	39%/32.9%

<https://news.panasonic.com/jp/press/data/2021/10/jn211001-3/jn211001-3.html>

純水素燃料電池を活用したRE100化ソリューションの実証

3電池連携によるエネルギーマネジメント実証を2022年春より開始予定



Fig. Image of the RE100 solution demonstration facility to be constructed at Panasonic's Kusatsu site in Shiga Prefecture.



Fig. Pure hydrogen fuel cell generators arranged for integrated control

実証施設

所在地	パナソニック株式会社 アプライアンス社 草津拠点
発電出力	約1.07 MW (純水素型燃料電池：500 kW、太陽光発電：約570 kW)
蓄電容量	約1.1 MWh (リチウムイオン蓄電池)
施設面積	約6,000 m ² (約80 m×75 m)

純水素燃料電池 (単体仕様)

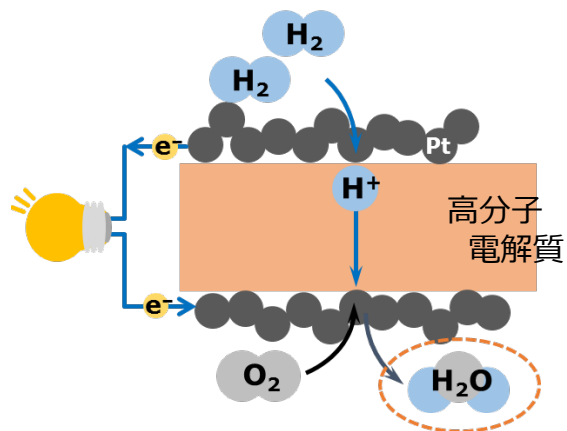
発電出力	5 kW
定格発電効率	56% (LHV)
本体サイズ	834 mm (W) × 417 mm (D) × 1766 mm (H)
重量	約205 kg
出力方式	モノジェネ式/コジェネ式

<https://news.panasonic.com/press/jp/data/2021/05/jn210524-1/jn210524-1.html>

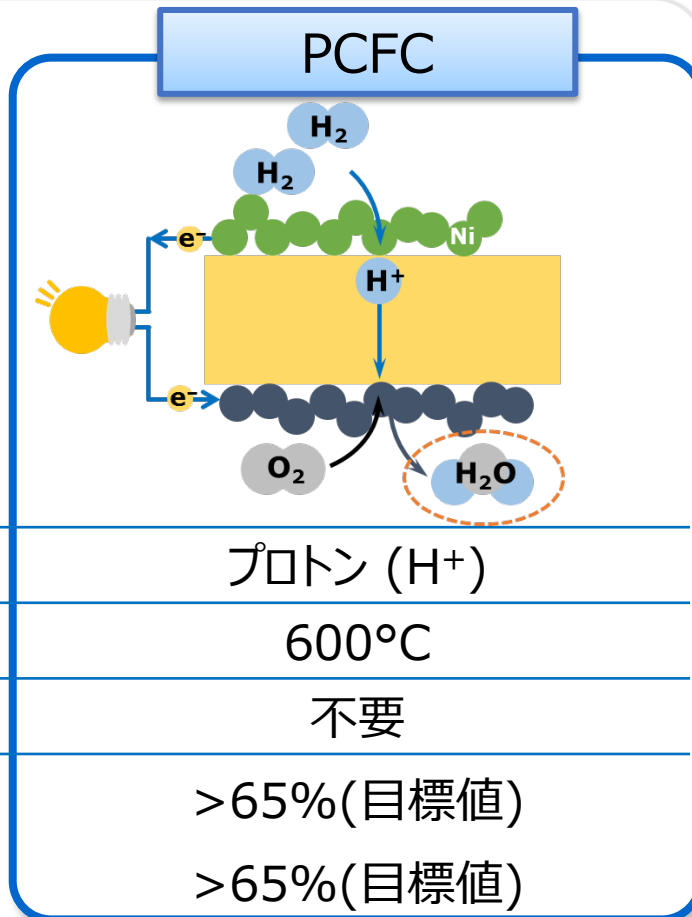
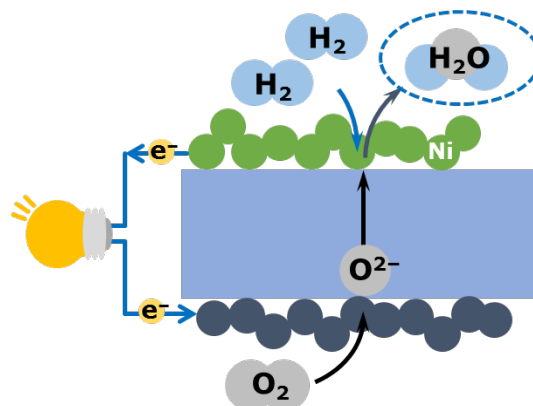
燃料電池の方式比較

将来的な高発電効率化の技術としてPCFCに注目

PEFC | お湯を多く使う家庭

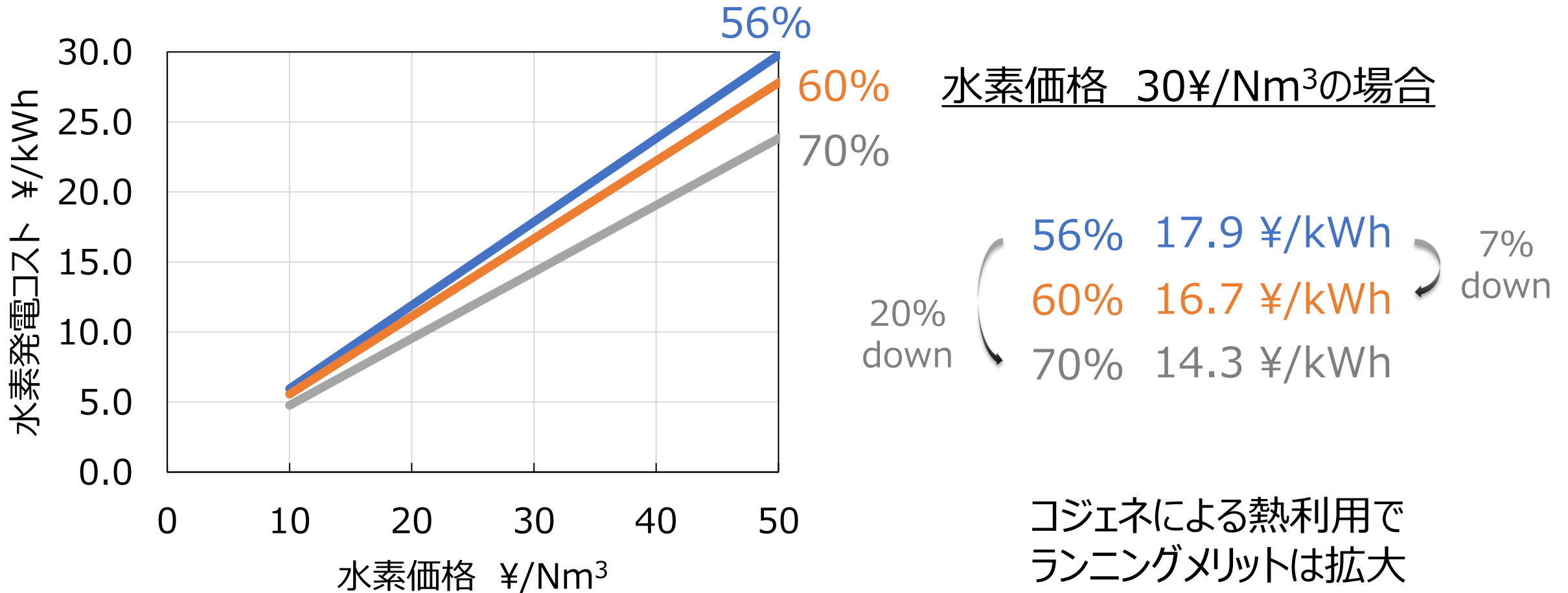


SOFC | 電気を多く使う家庭



伝導種	プロトン(H ⁺)	酸化物イオン (O ²⁻)	プロトン (H ⁺)
温度	80°C	800°C	600°C
貴金属	要	不要	不要
発電効率 (LHV) 上:都市ガス 下:水素	40%(当社製品) 56%(当社製品)	55~60% ?	>65%(目標値) >65%(目標値)

発電効率の向上によるランニングコスト低減効果



発電効率(LHV)による水素価格と水素発電コストの関係

高い発電効率を実現するためには

- ①高い電圧で発電すること
- ②燃料利用率を高めること
- ③システムロスを減らすこと

$$\eta_{AC,LHV} = \frac{nF \cdot V_{cell}}{-\Delta H} \times Uf \times Sys$$

燃料電池システムの
発電端効率

以下発電効率と略す

①セル効率

②燃料利用率

③システム効率

- 補器動力
- AC/DC変換 など

高い発電効率を実現するためには

- ① 高い電圧で発電すること
- ② 燃料利用率を高めること
- ③ システムロスを減らすこと

純水素FCの場合

$$\eta_{AC,LHV} = \frac{V_{cell}}{1.25} \times Uf \times Sys$$

発電効率 セル効率 燃料利用率 システム効率

目標発電効率65%を達成するためには

$$65\% = 70\% \times 98\% \times 95\%$$

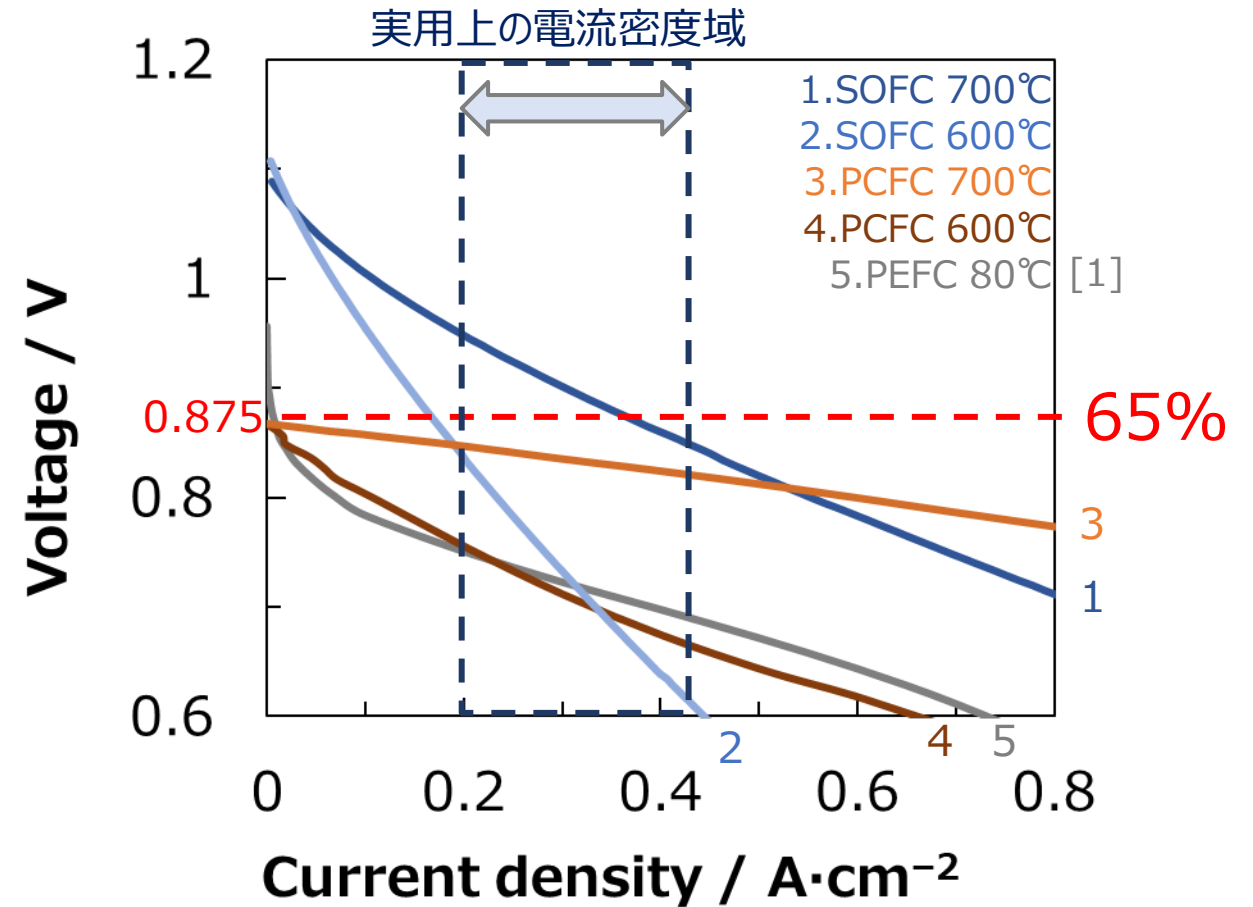
発電効率 セル効率 燃料利用率 システム効率

①高い電圧で発電すること

PCFCはさらなる電圧向上が課題

目標発電効率に必要なセル電圧

発電効率	セル効率	セル電圧
60%	64%	0.800
65%	70%	0.875
70%	75%	0.938

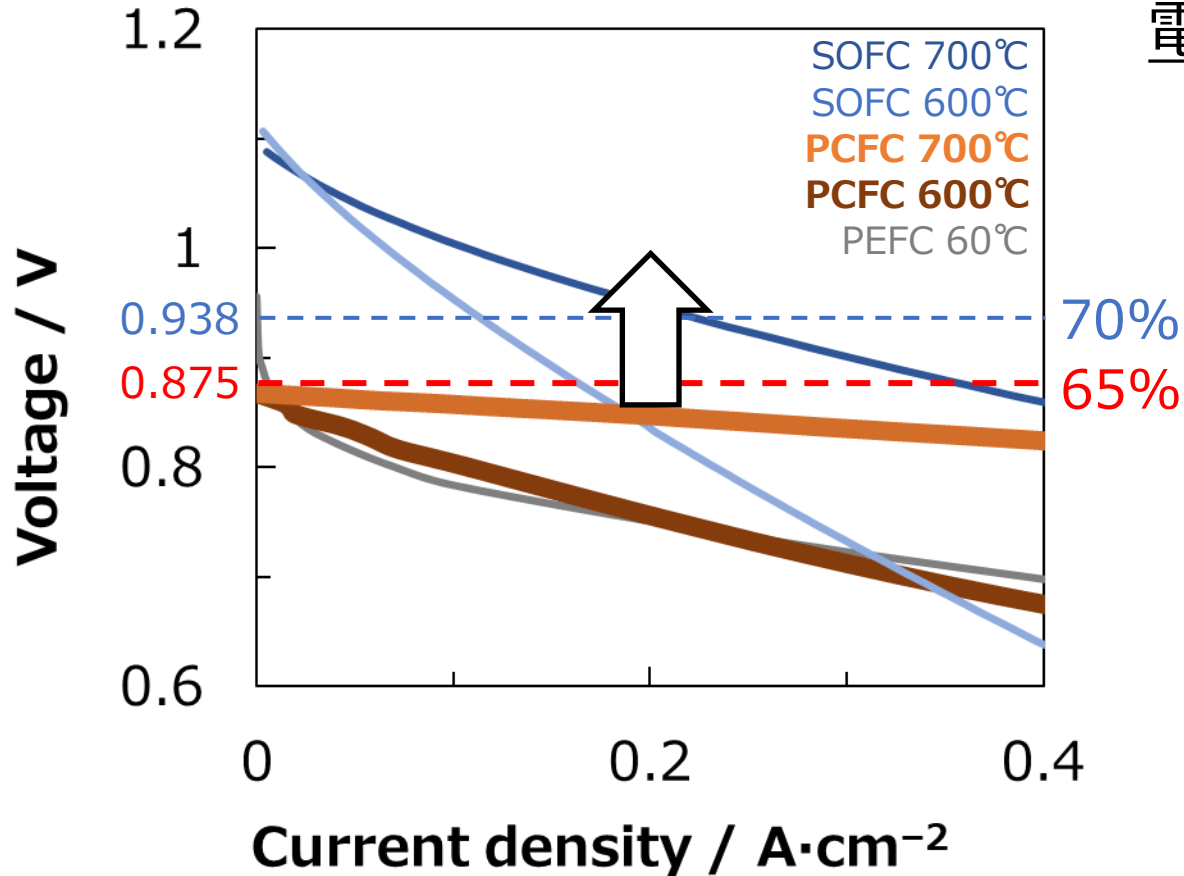


弊社で作製・測定した単セル燃料電池のI-Vカーブ

[1]Journal of Power Sources 487 (2021) 229414

PCFCの発電電圧向上のための技術的課題

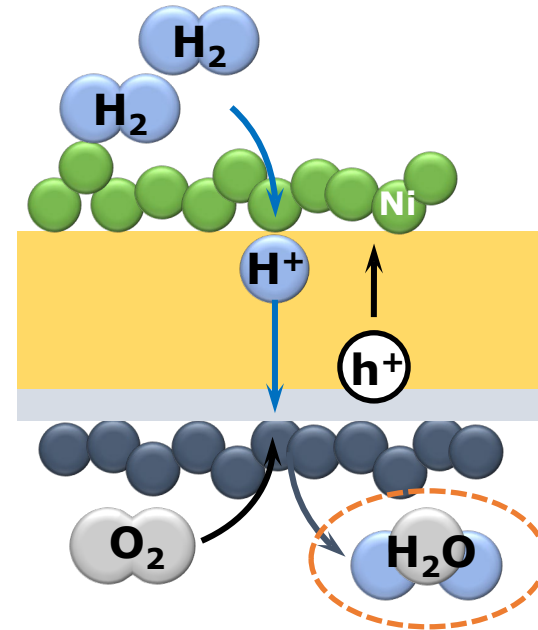
新材料やセル構成での課題解決が必要



弊社で作製・測定した単セル燃料電池のI-Vカーブ

電圧向上のポイント

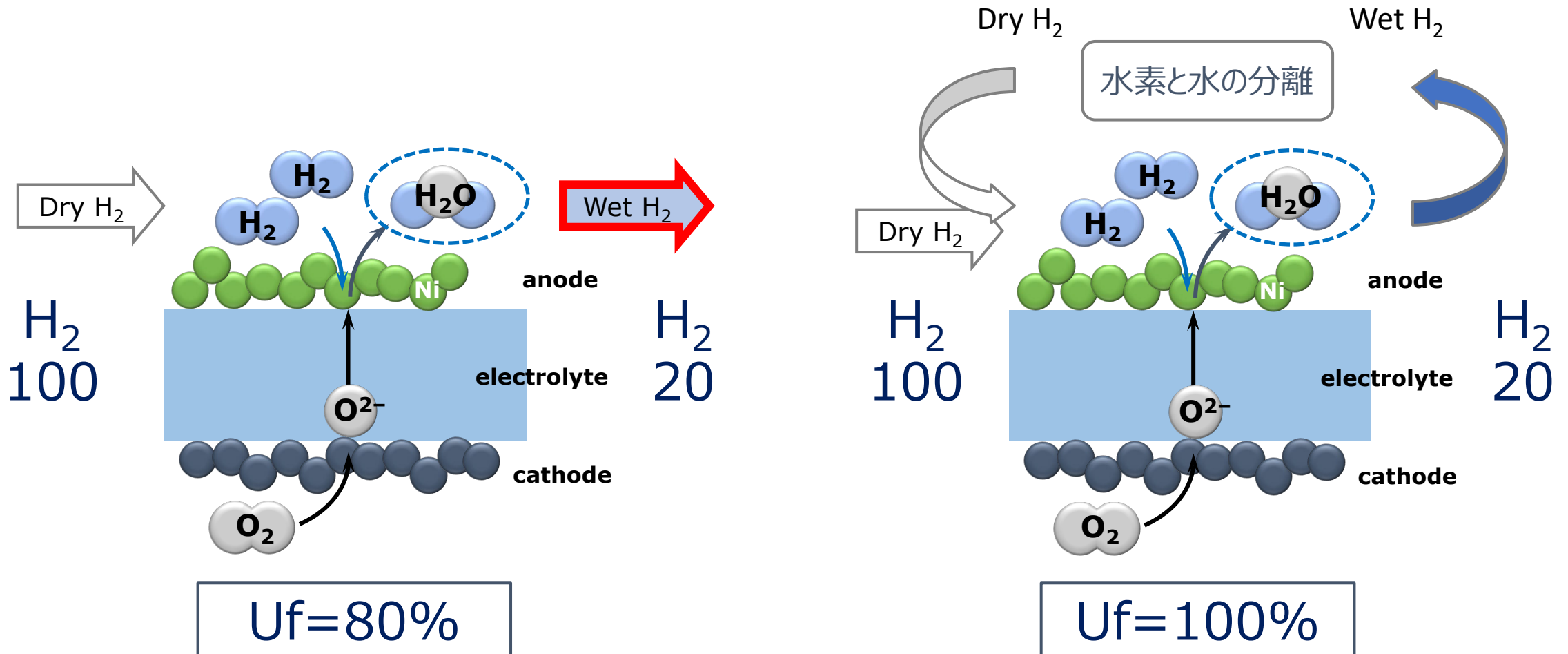
- ①ホール(h⁺)による電流ロスの低減
- ②新たな空気極材料による抵抗低減



官・学の協力による新材料・コンセプト

②燃料利用率の向上

水素を循環させることで燃料利用率を向上させることが可能

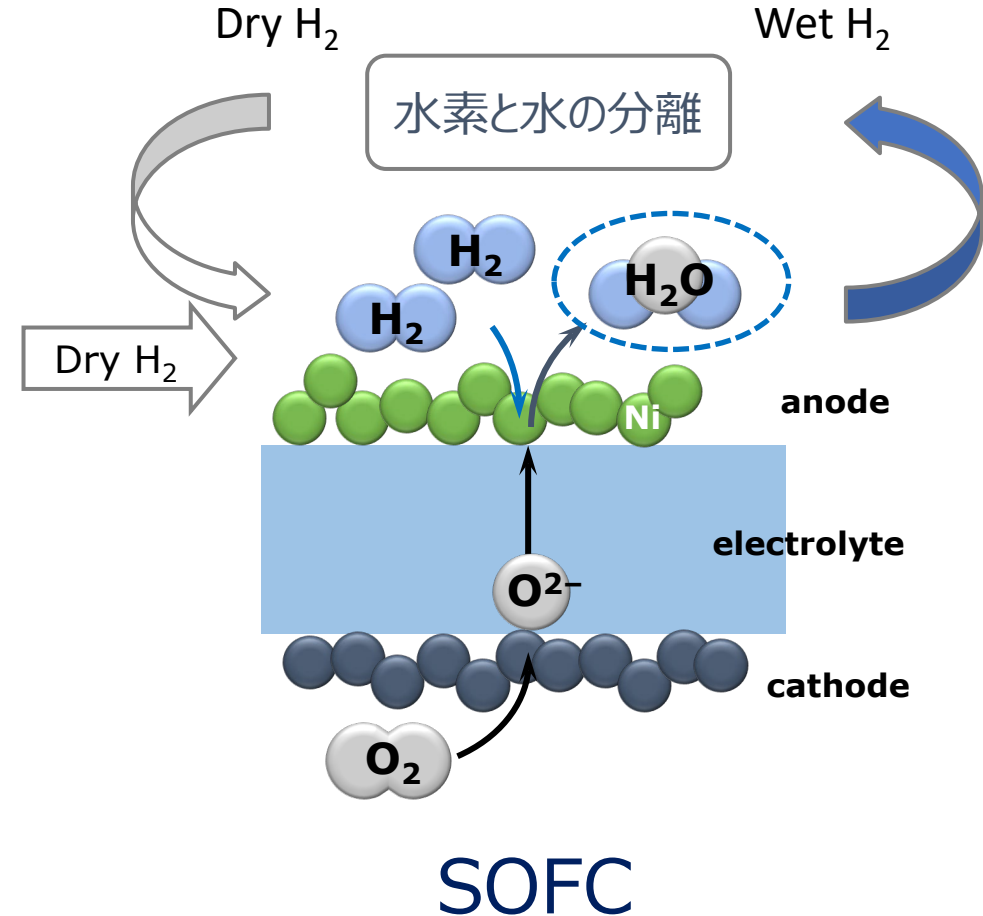
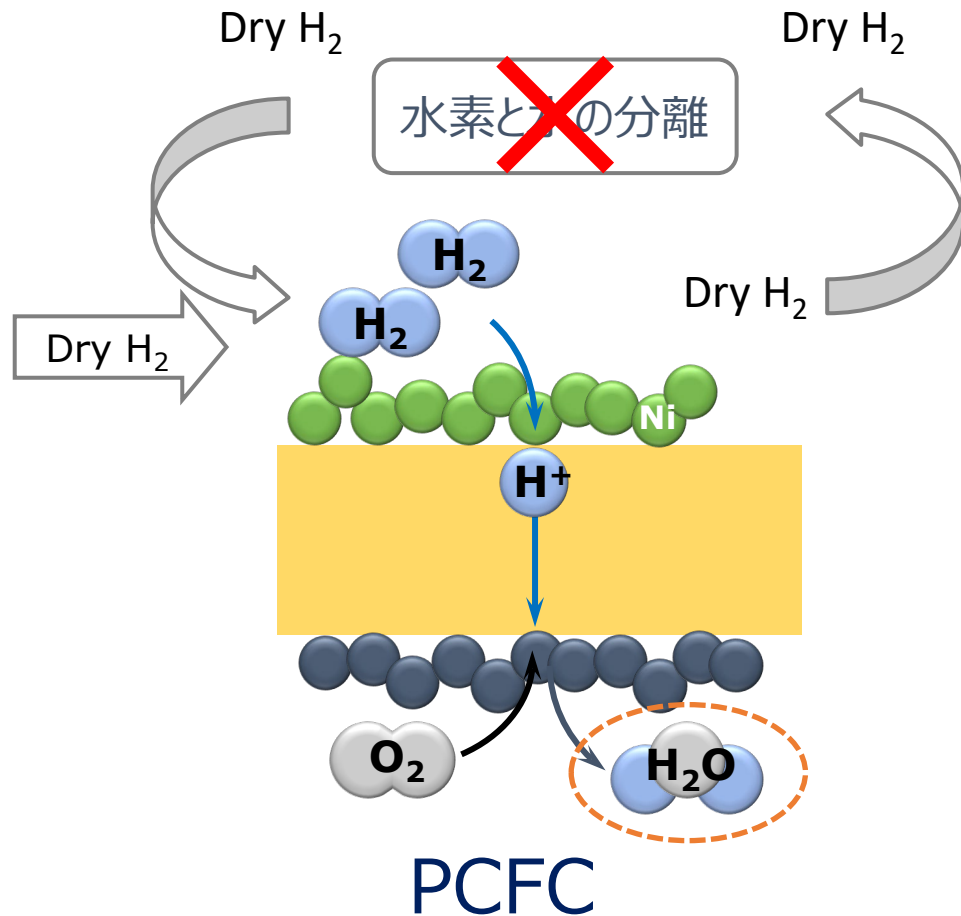


②燃料利用率の向上と③システムロスの低減

PCFC : 水素と生成水の分離が不要
SOFC : 水素と生成水の分離が必要

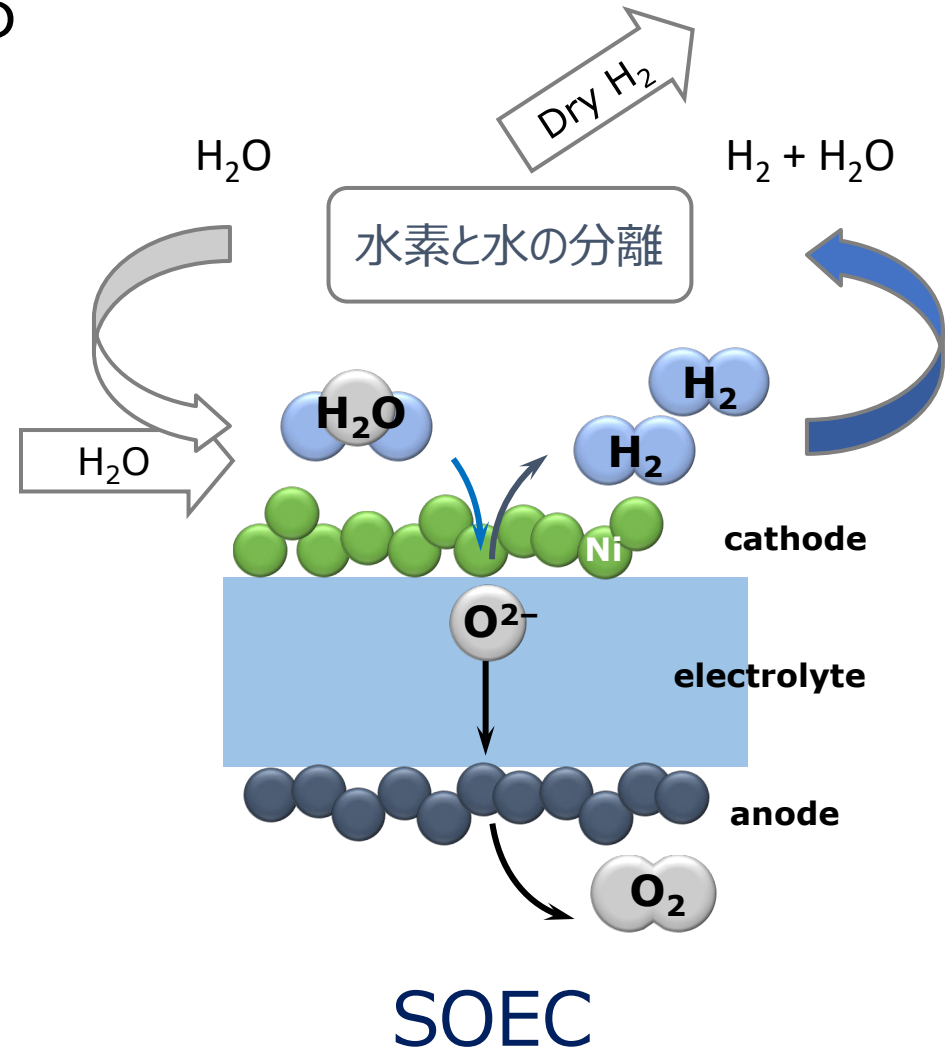
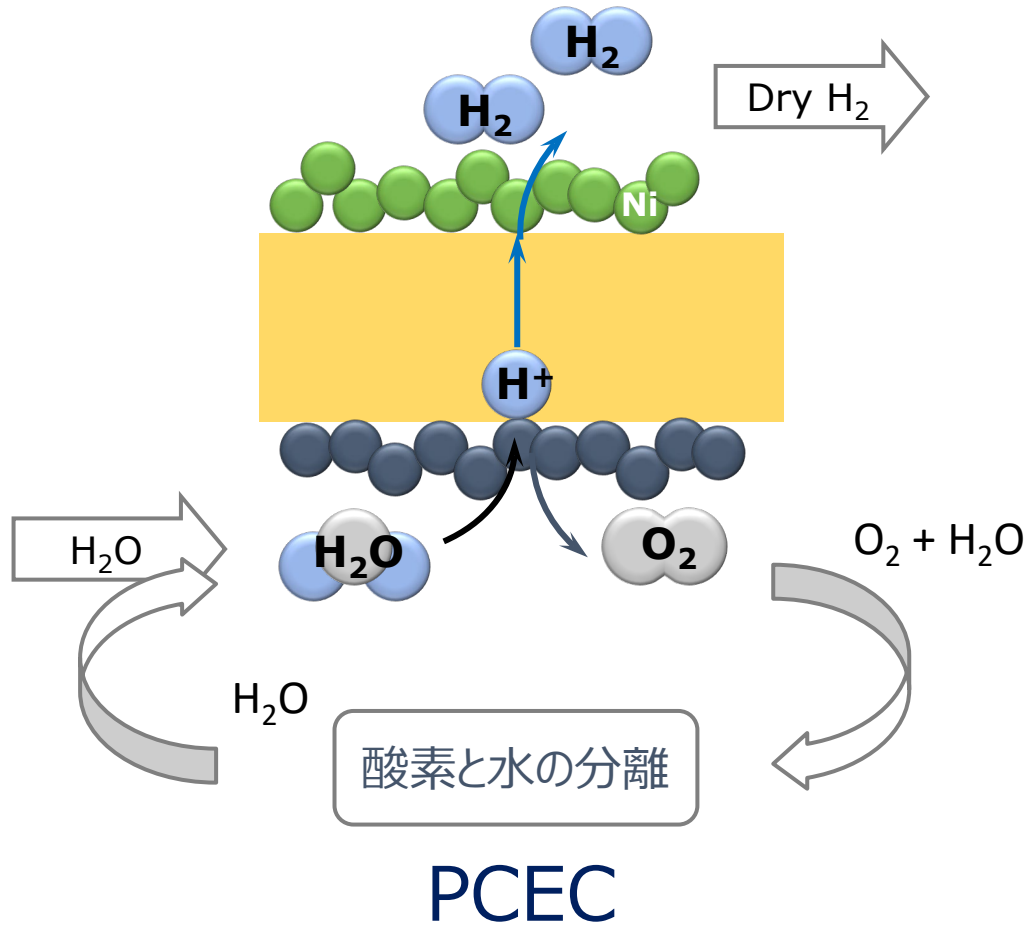


熱交換器、分離機構などによる
システムのロスや簡略化

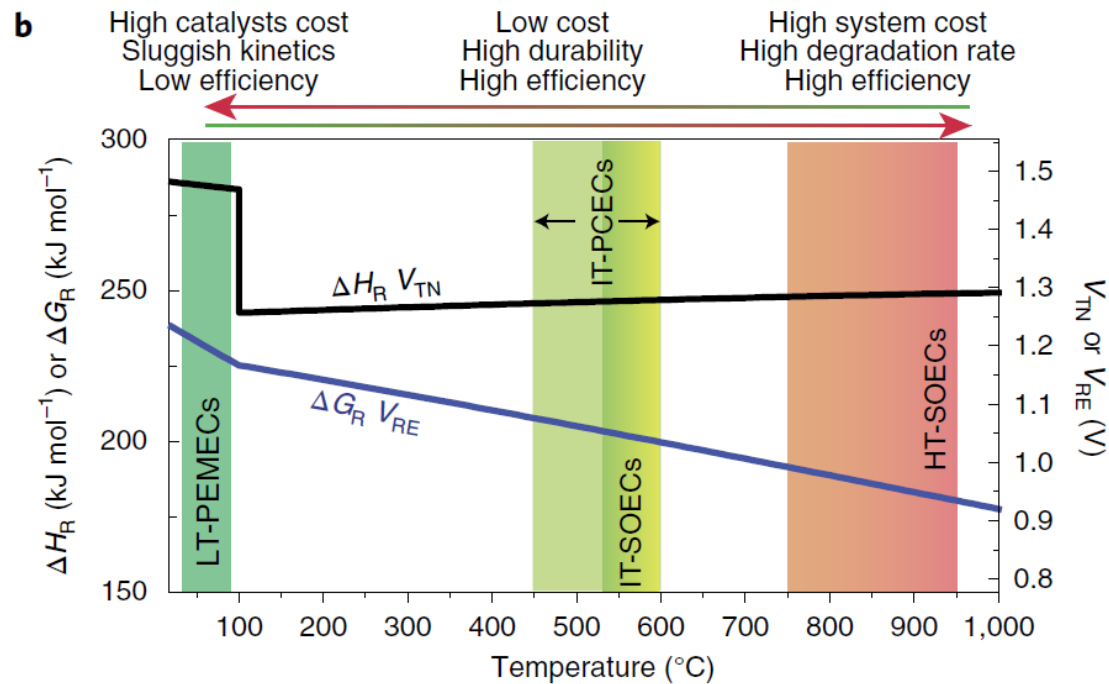


水電解への期待

水素の精製にかかるシステムを簡素化できる



研究例からみたPCECの利点



Nature Energy | VOL 4 | MARCH 2019 | 230–240
 Colorado School of Mines
 Chuancheng Duan, Ryan O’Hayre

表4 水蒸気利用率80%時のPCEC及びSOEC水素製造システムの各要素のエネルギー

Table 4 Energies of each element in the H₂ production system with PCEC (500 °C) or SOEC (750 °C) at 80 % steam utilization.

	PCEC	SOEC
Combustion heat of H ₂ [kW]	1062.8	1062.8
Latent heat of H ₂ O at cathode [kW]	0.0	1.4
Heat Loss at anode [kW]	10.1	1.5
Heat Loss at Drain [kW]	0.9	17.3
Heat Loss at Chiller [kW]	2.2	23.5
Heat Loss of water from Drain [kW]	0.0	0.5
Electrolysis electricity [kW]	915.7	922.4
Electricity of Preheater [kW]	159.1	170.3
Electricity of chiller [kW]	0.0	11.8
Heat energy taken from environment *1 [kW]	0.0	2.5
System efficiency [%]	98.8	96.5

*1 Heat energy taken from environment (環境寄与熱) : チラー出口から5 °Cのガスを25 °Cまでに加熱のエネルギーは25 °Cの環境から自然に受けるものである。

燃料電池 Vol.20 No.1 2020 李 荒木 森

- PCFCは純水素燃料電池として高効率期待される
- PCFCの高効率化にはセル電圧の向上が必要
- ホール電流の抑制と電極抵抗低減に向けた新材料・コンセプトの創出に向け、産官学の協力体制が必要不可欠

引続き、研究開発支援をお願いします