

# 水素化社会における 燃料電池と技術の現状

## 内容

1. 地球温暖化の現状
2. 燃料電池の現状と将来
3. 新規燃料電池の開発

東京大学大学院工学系研究科  
化学システム工学専攻  
山口 猛央

# 機能材料システム研究戦略

システム化

目的性能  
電池材料  
医療材料

最適化

ナノ構造制御

燃料電池

未来の  
生体医療材料

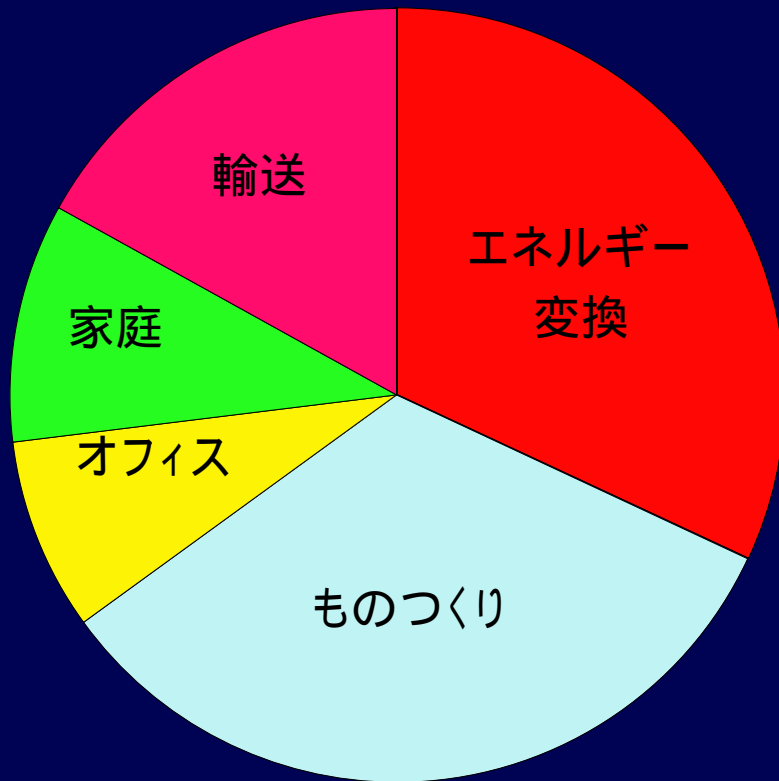
機能材料設計

化学 + システム思考



# 地球温暖化 エネルギー問題

二酸化炭素の放出源



12億1400万トン(2001年日本)

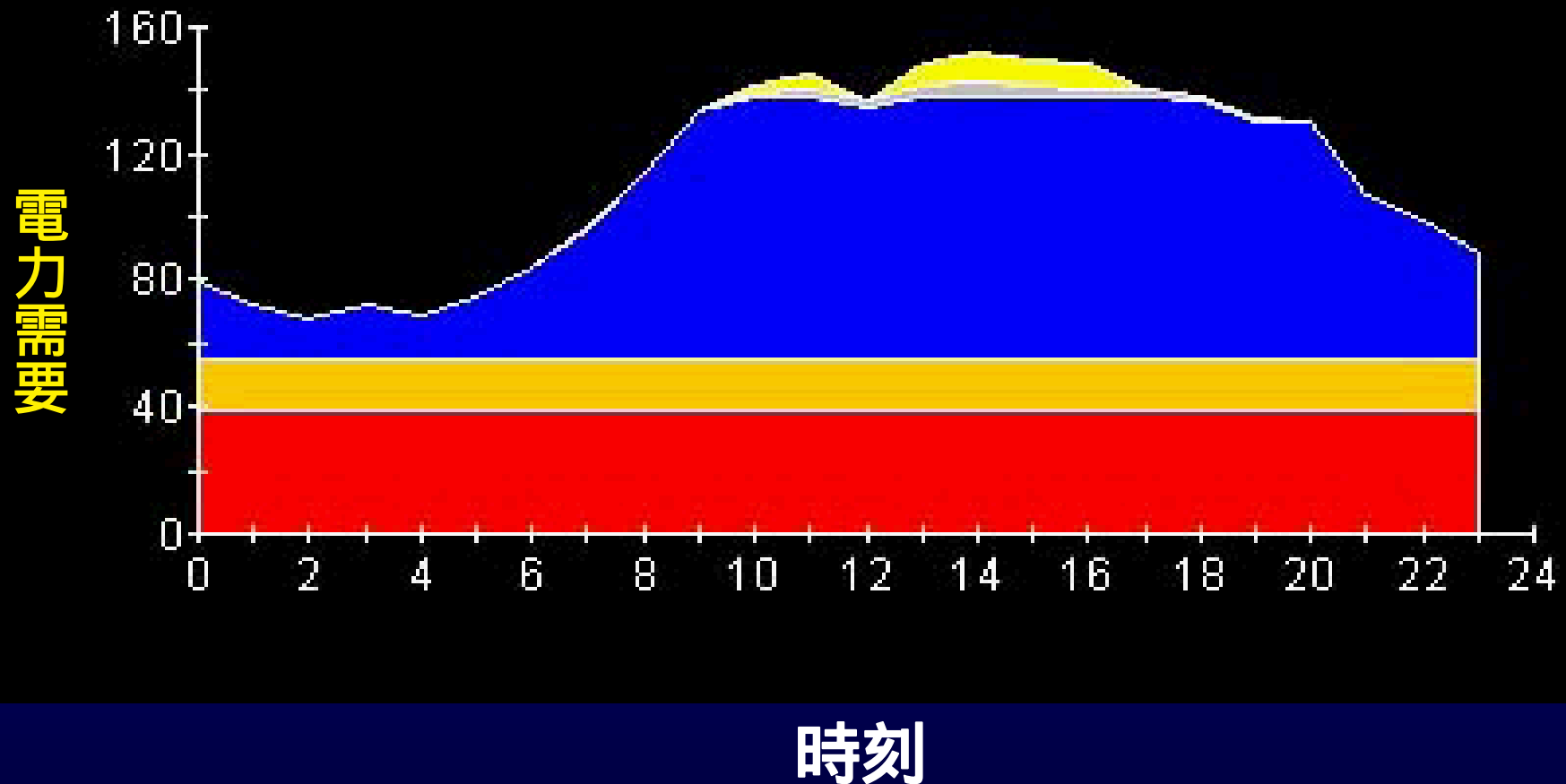
未利用エネルギーの利用  
太陽エネルギー  
バイオマスエネルギー  
風力エネルギーなど

水素

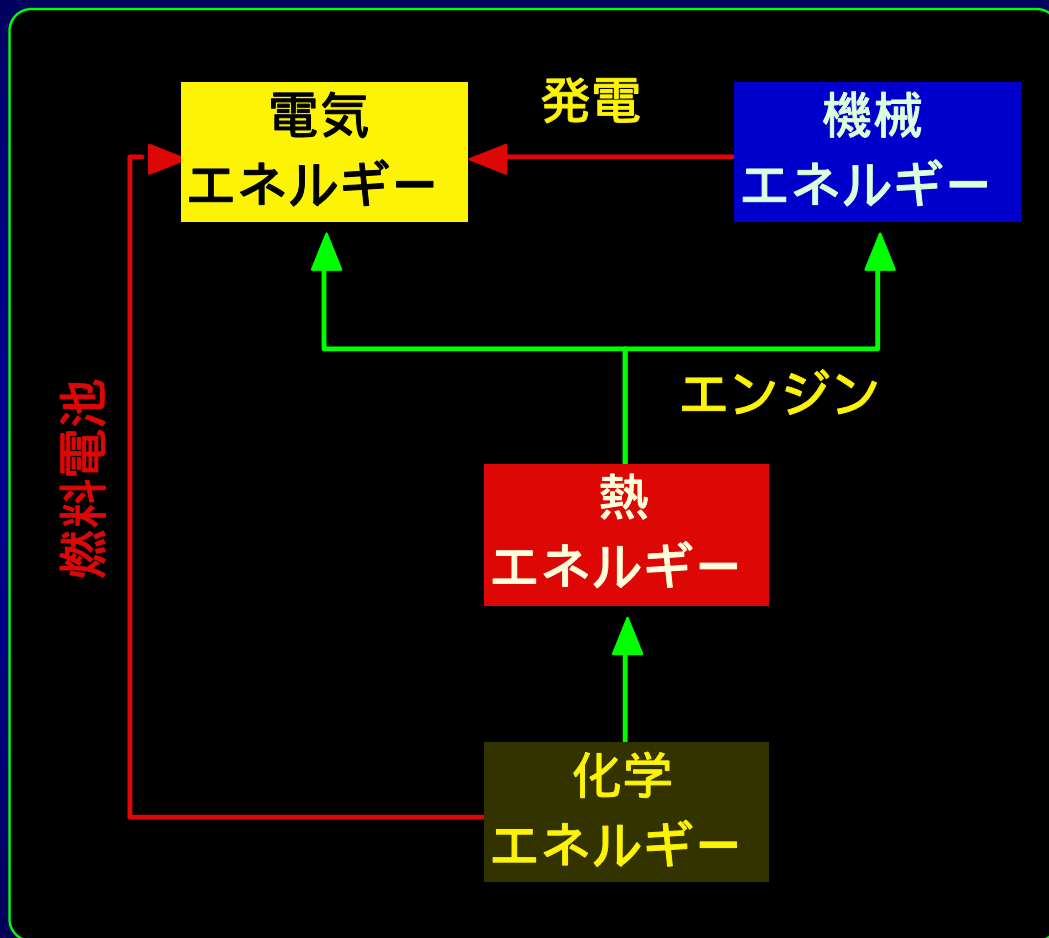
エネルギー利用の効率化

水素化社会の実現  
キーは燃料電池

# エネルギー問題 電力需要への対応

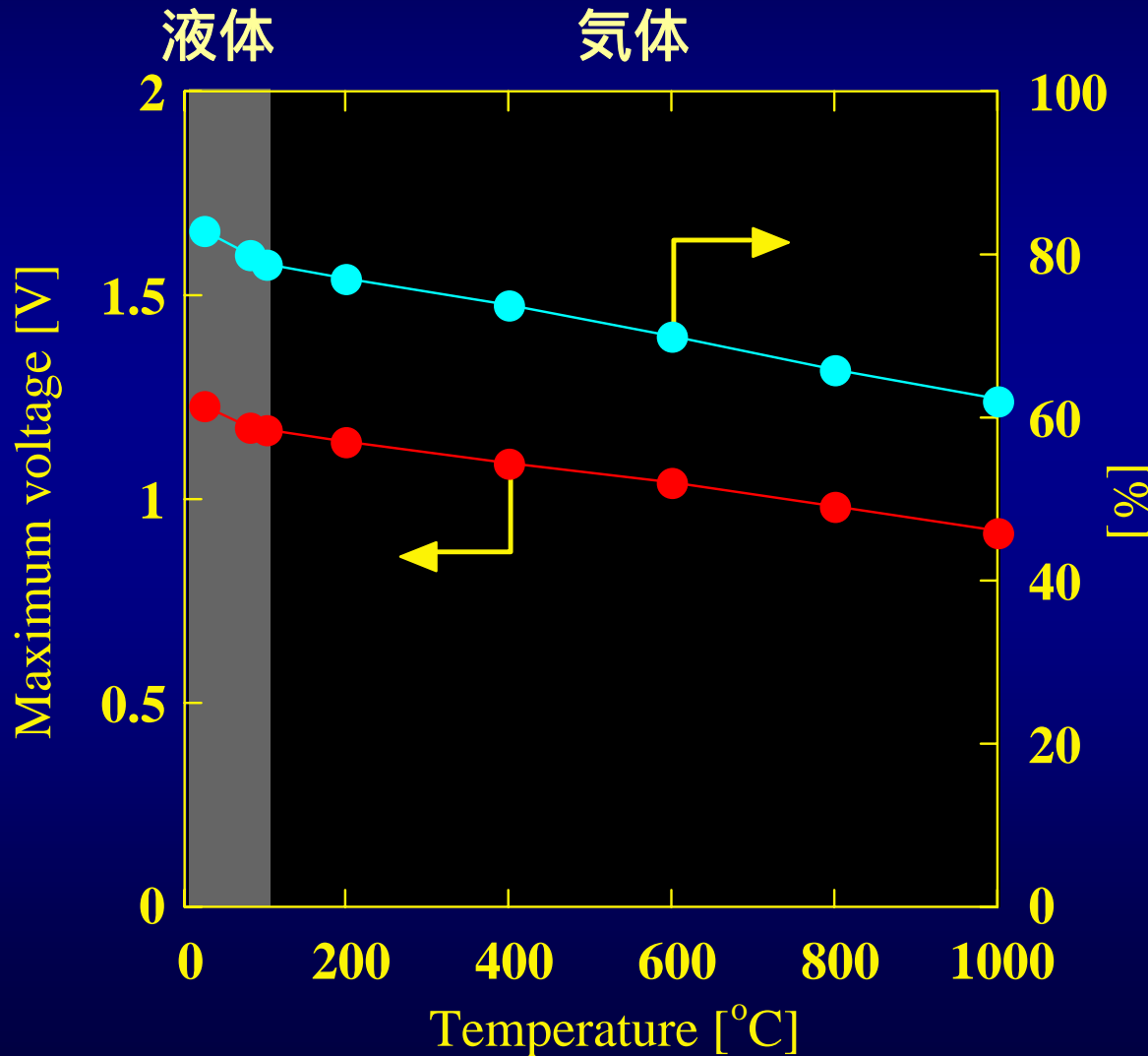


# 燃料電池の利点



1. 化学エネルギー → 電気エネルギー 直接変換
2. 小型・分散型発電可能

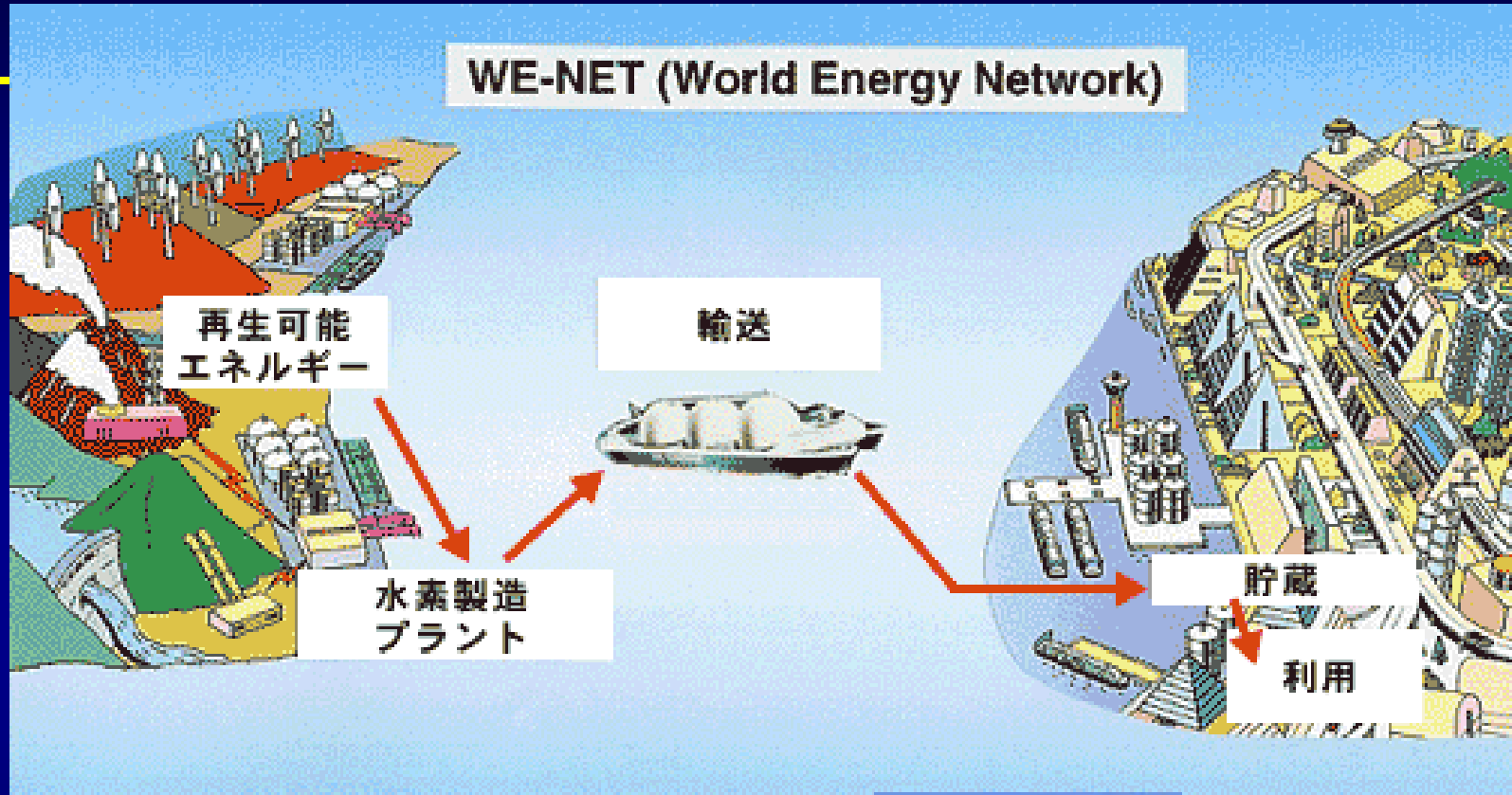
# 水素燃料による最大起電力 とエネルギー変換効率の温度依存性



## 注意点

1. 実際の電池では高温作動の方が起電力が高い
2. 高温運転からの排熱は利用しやすい
3. 高温でのE変換効率はカルノーサイクルと逆転する

# 水素エネルギー社会へ

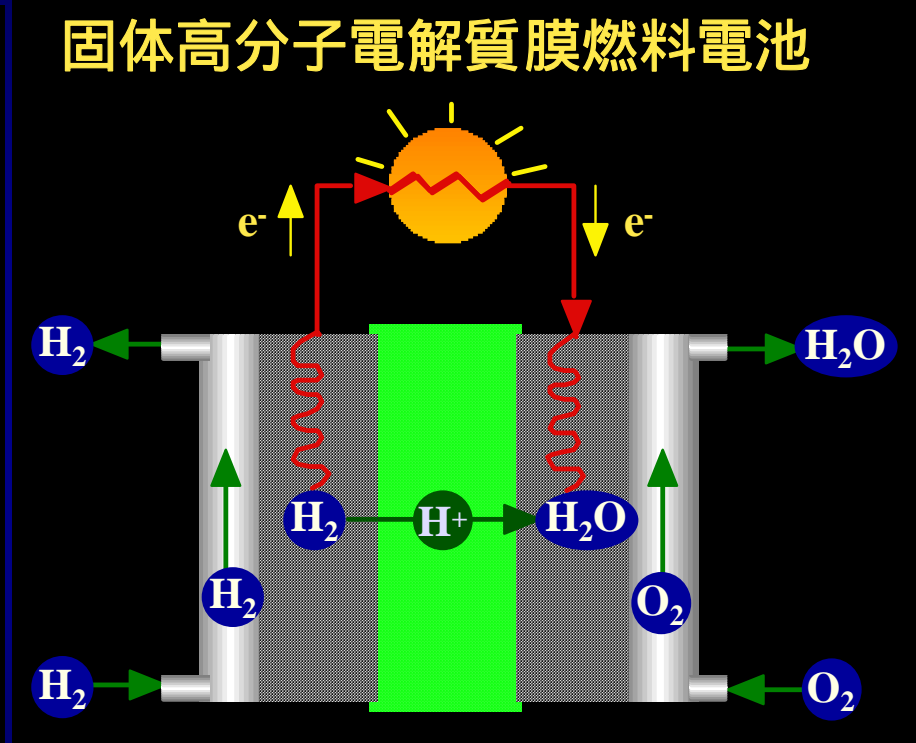
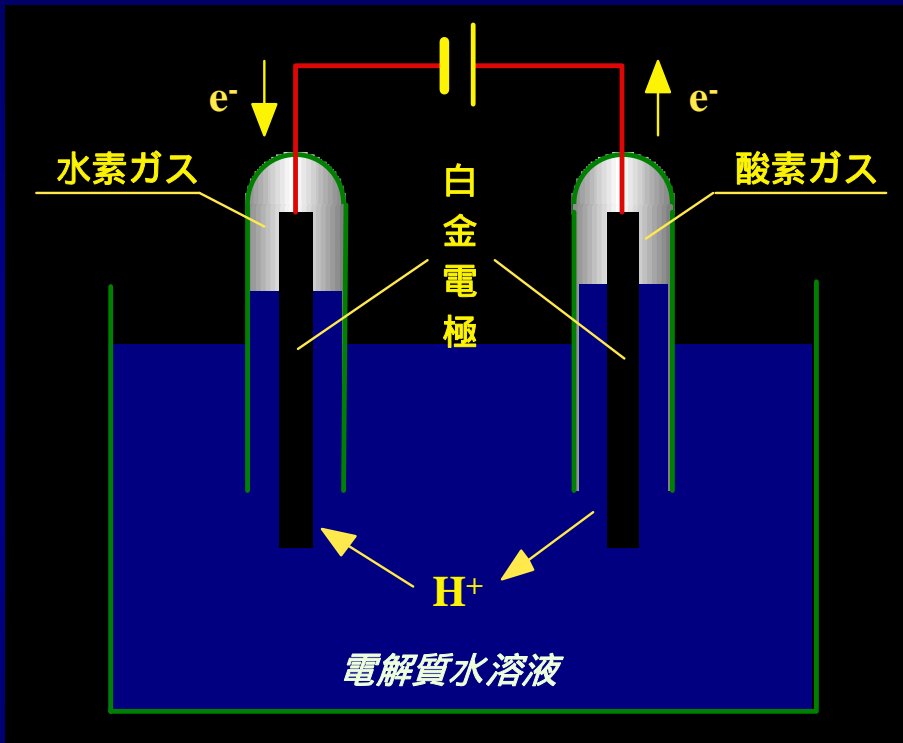


# 燃料電池の種類

	固体酸化物型 SOFC	溶融炭酸塩型 MCFC	リン酸型 PAFC	固体高分子型 PEMFC
作動温度[ ]	800~1000	600~700	170~200	常温~100
電解質	安定化ZrO <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> / K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	リン酸	イオン交換膜
伝導イオン	O <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>
燃料	H <sub>2</sub> , CO, CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> , CO	H <sub>2</sub>	高純度H <sub>2</sub> MeOH
発電効率	50~60%	45~60%	36~45%	40~50%
用途	分散発電 ビル用コージェネ	中央発電 分散発電 ビル用コージェネ	分散発電 ビル用コージェネ	ポータブル電源 家庭用コージェネ 自動車用電源 ビル用コージェネ



# 燃料電池の原理



燃料

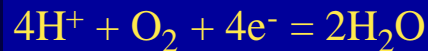
水素  
メタノール

水素型

燃料極:

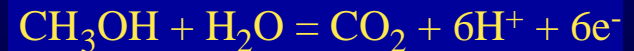


空気極:



メタノール型

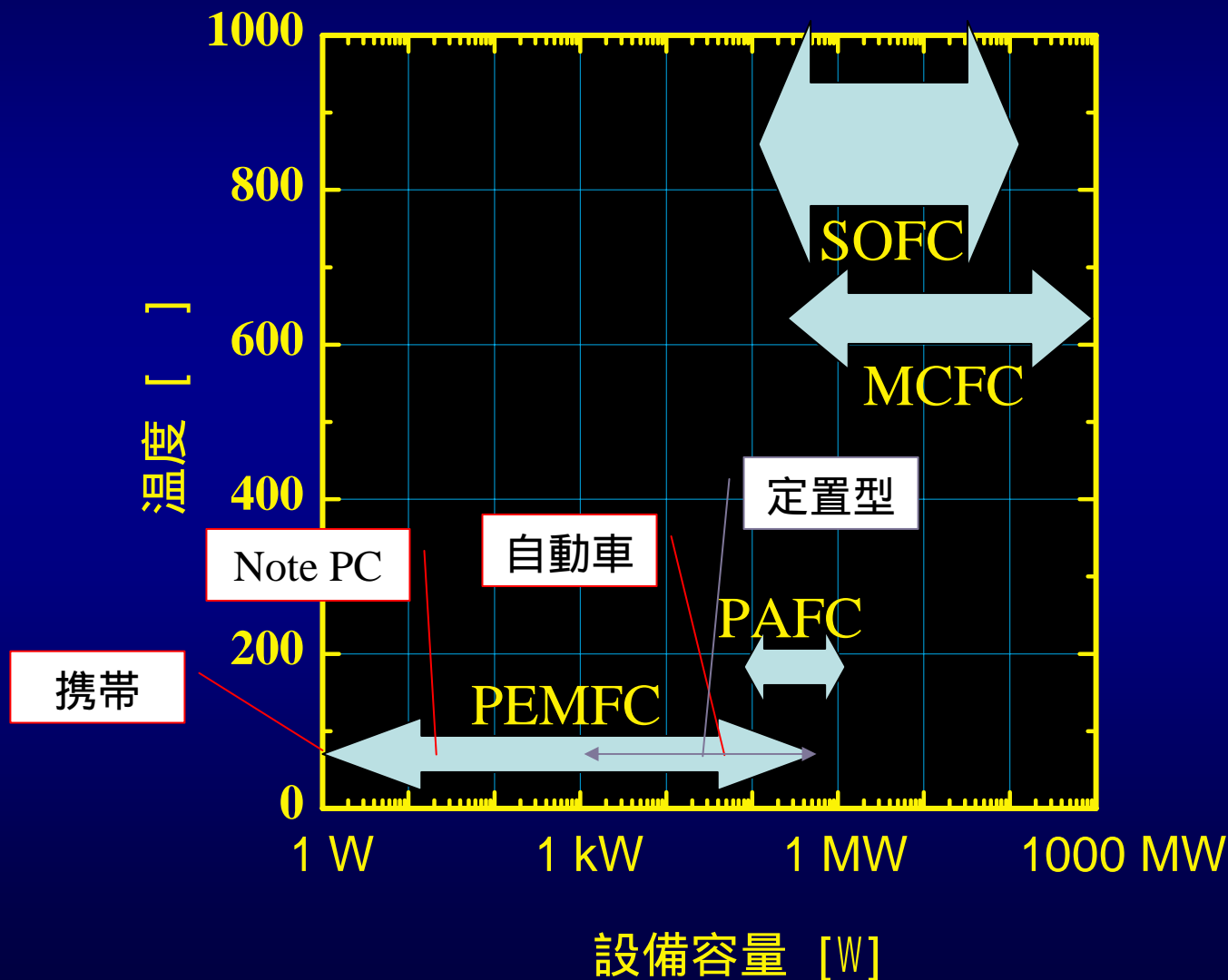
燃料極:



空気極:



# 各種燃料電池の特徴と応用



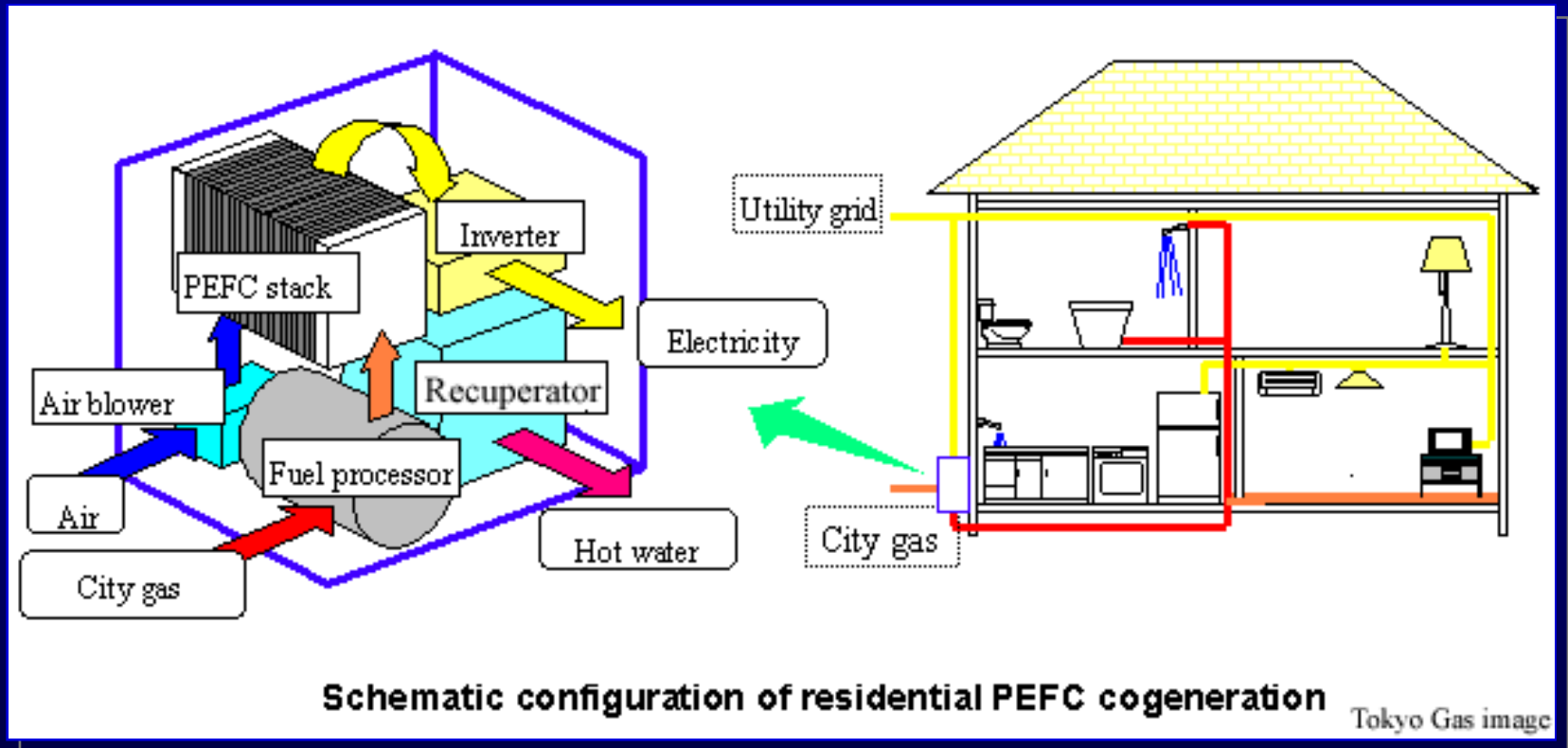
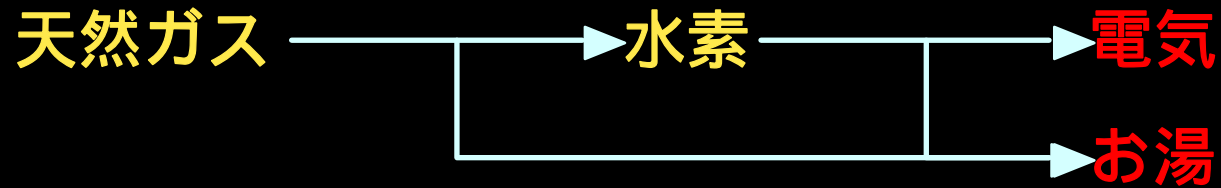
# 水素をどこから作るか

燃料	密度 [Kg/L]	燃料60Lから生成する水素量 [Kg]
軽油	0.84	22
ガソリン	0.75	20
LPG	0.5	13
LNG	0.45	14
メタノール	0.79	9
液体水素	0.071	4
圧縮水素 (200気圧)	0.018	1

LPG: 液化炭化水素(プロパンガス)、LNG: 液化天然ガス

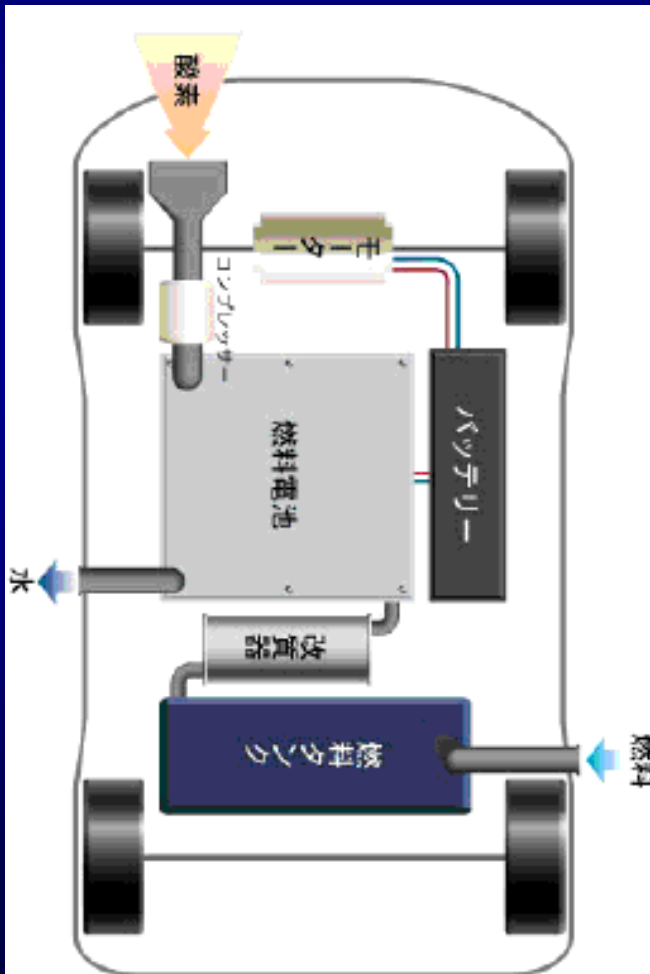
その他: 風力、太陽、バイオマスエネルギー

# 家庭用コジェネシステム



# 燃料電池自動車

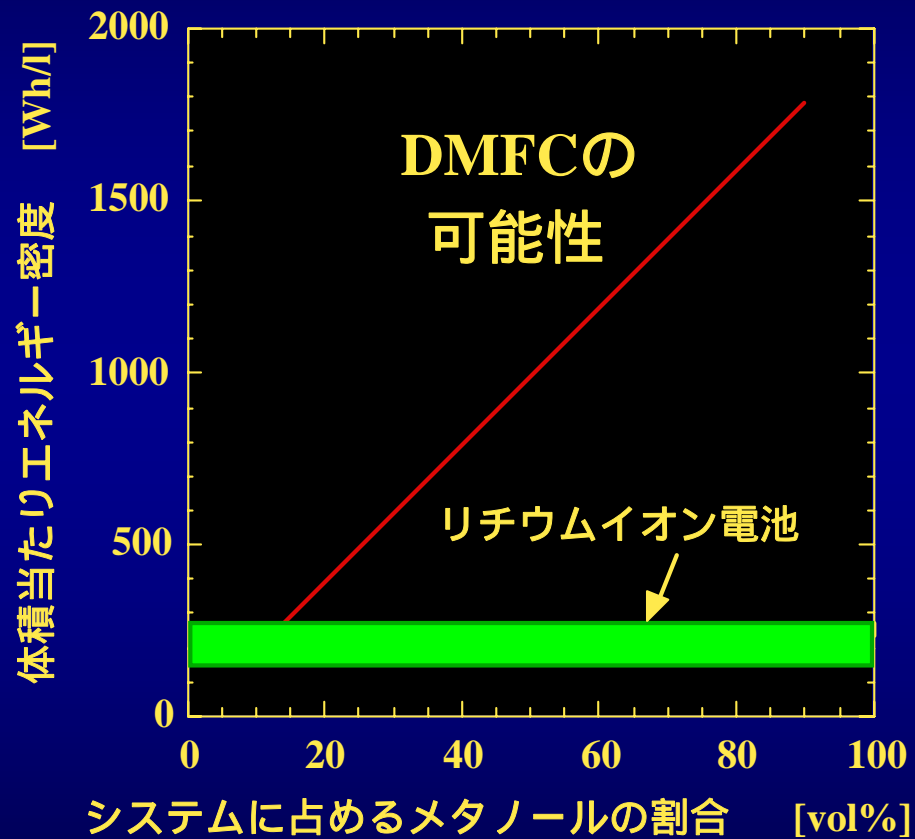
## 液体燃料改質型



## 圧縮水素搭載型



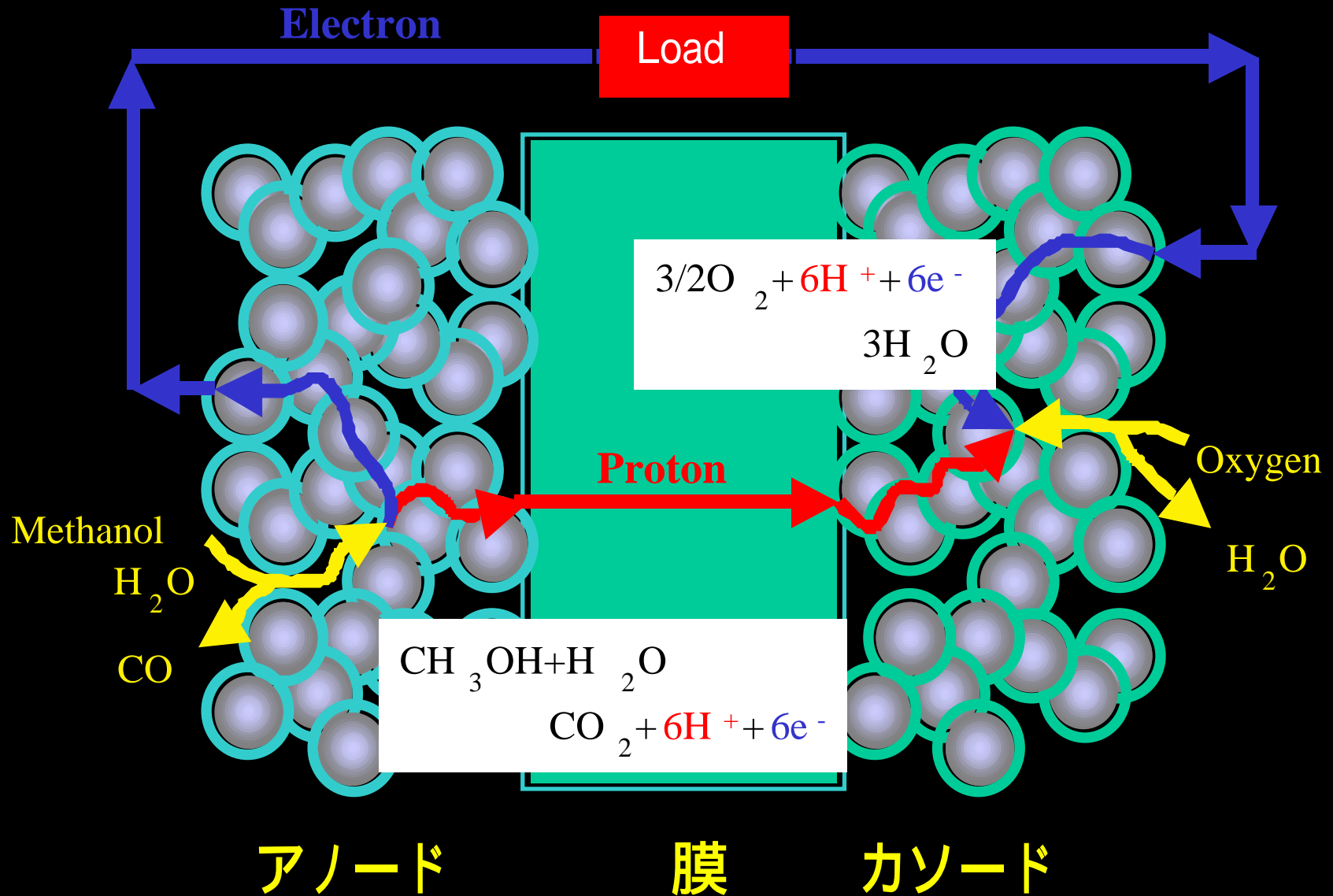
# ポータブル燃料電池 (DMFC)



軽量・コンパクト・単純なシステム

移動用・ポータブル電源など

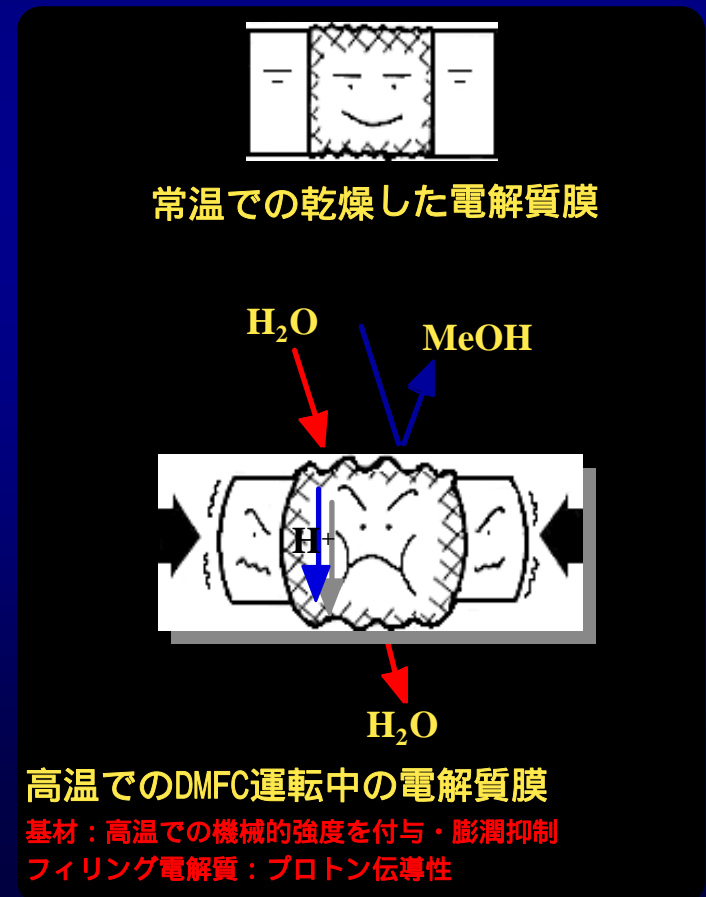
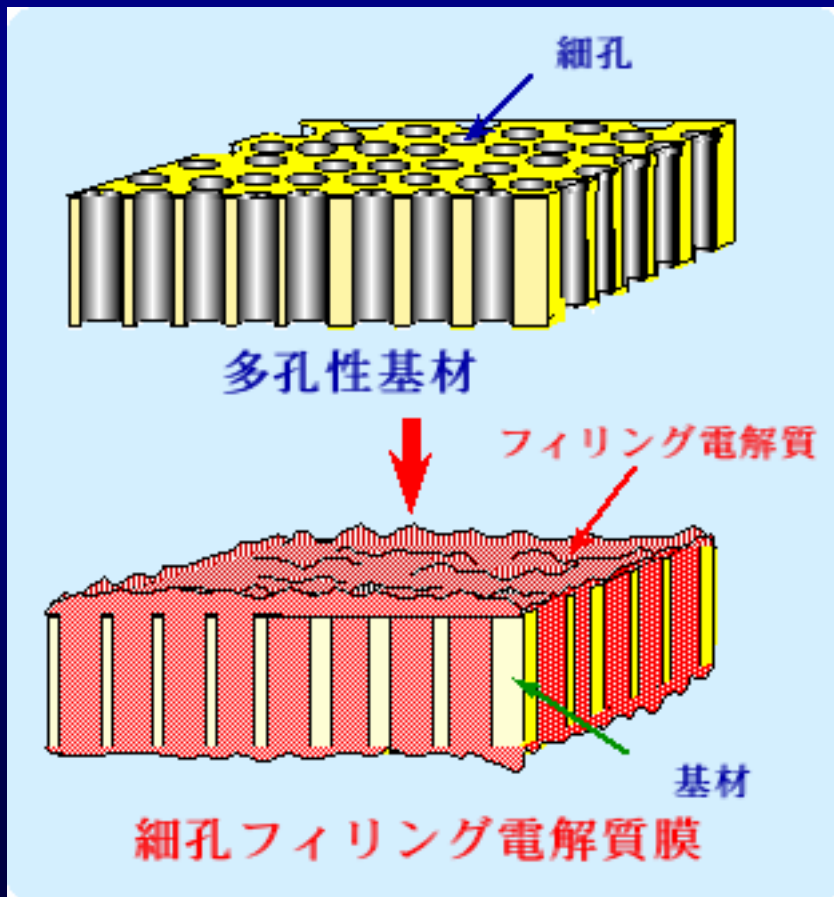
# 燃料電池内部の反応および物質移動



# DMFC用細孔フィリング電解質膜

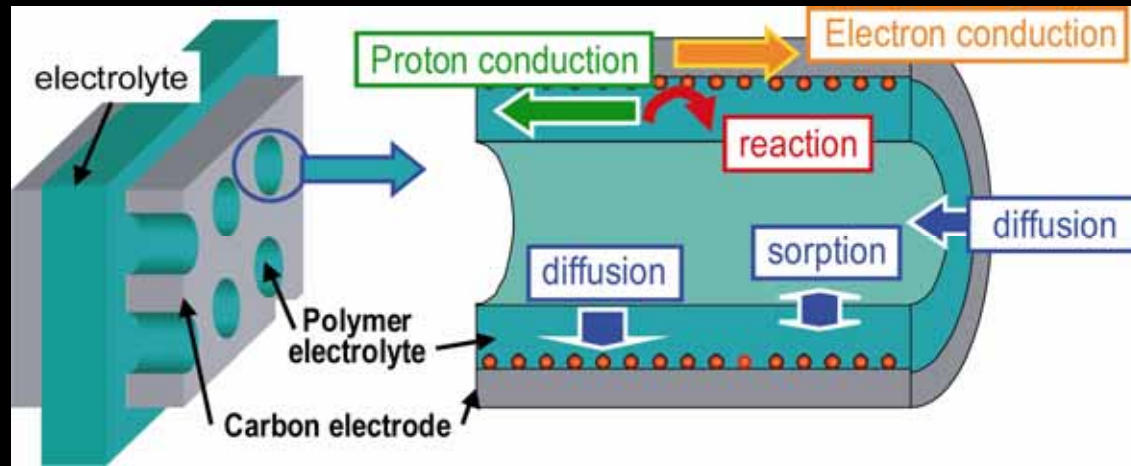
## 電解質膜必要性能

- 1) メタノールの透過阻止、
- 2) 高プロトン伝導性・薄膜化、
- 3) 寸法安定性、
- 4) 130 °C までの耐熱性、
- 5) 化学的耐性、
- 6) 低コスト生産性





# 燃料電池のシステム設計



## 燃料電池のモデル化

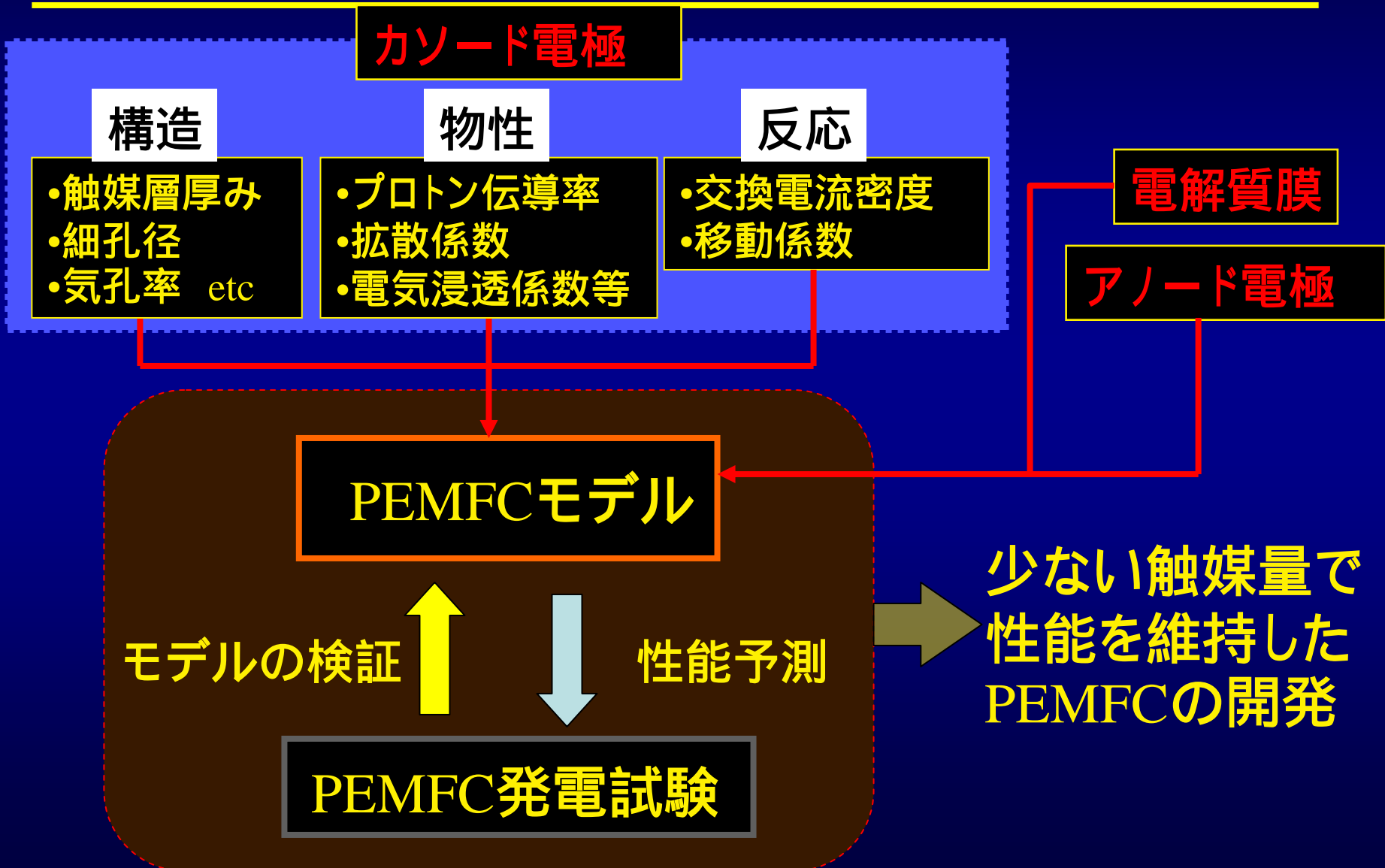
複雑な電気化学反応・拡散現象

構造

電解質物性

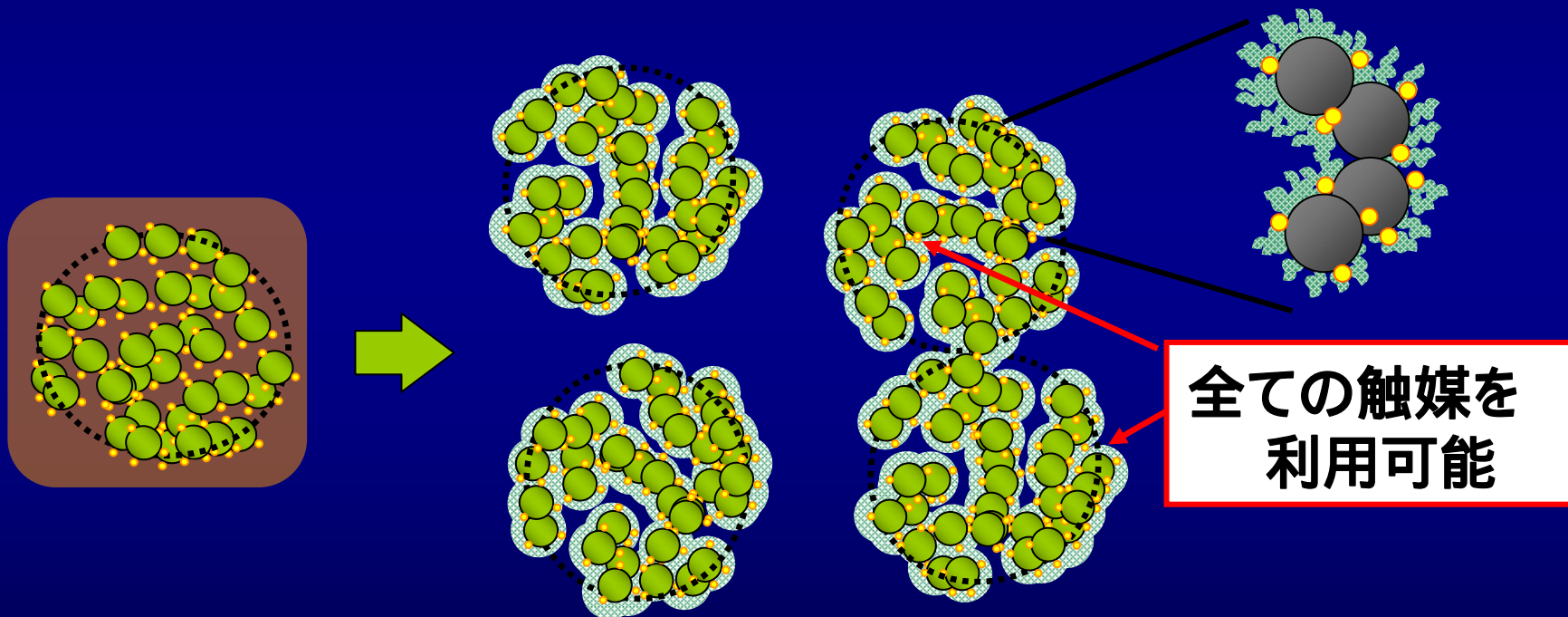
触媒反応

# PEMFCのシステム設計



# 新規電極層ミクロ構造制御法

## 電解質ポリマーのグラフト重合



高性能を実現する電極構造の作製

# バイオ Fuel Cell

< 生体 >

< バイオ燃料電池 >

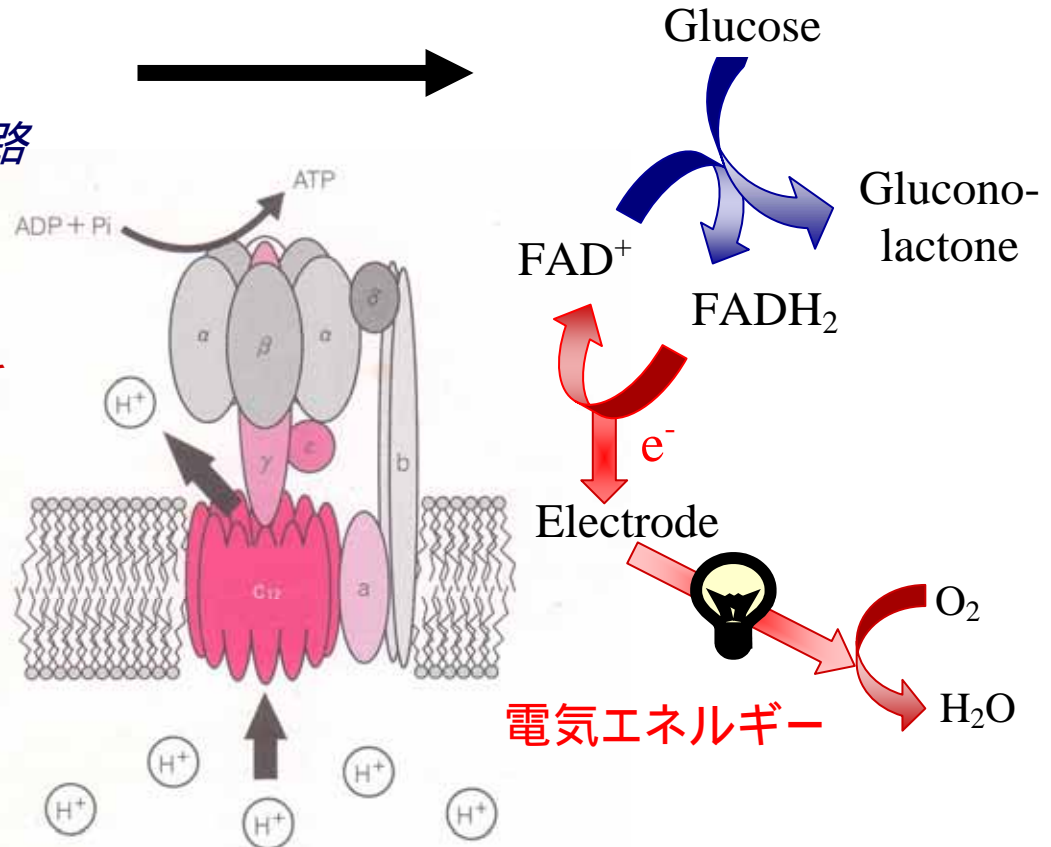
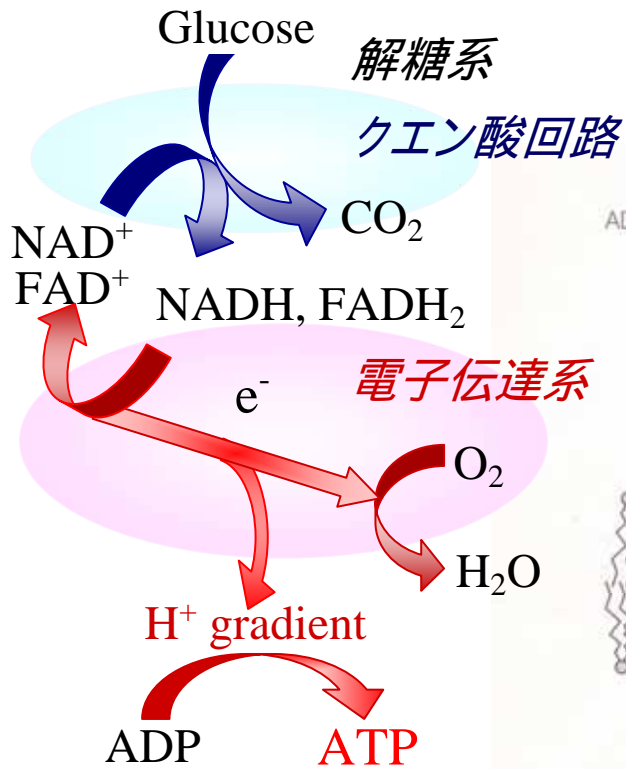


図1 ATP合成酵素 ( $\text{F}_0\text{F}_1$ ) の構造模式図

ATP合成酵素は、膜タンパク質である  $\text{F}_0$  部分と膜表面タンパク質である  $\text{F}_1$  部分からなる。 $\text{F}_0$  部分はプロトン輸送路であり、 $\text{F}_1$  部分はATP合成/加水分解の触媒部分である。

# 材料システム研究戦略

---

階層化された  
新FC材料システム

目的

高性能燃料電池

コンピュータ  
による最適化

ナノ構造制御