

富士電機100kW燃料電池コージェネレーションシステムの導入事例

2014年10月8日

富士電機株式会社
発電・社会インフラ事業本部
発電プラント事業部
新エネルギー技術部
吉岡 浩



1. はじめに

- (1) 背景
- (2) 燃料電池の原理と種類

2. 富士電機の燃料電池

- (1) 富士電機の燃料電池の開発経緯と納入実績
- (2) 新型(FP-100i)の特徴と導入事例

3. 今後の展開

- (1) 災害対応施設への適用
- (2) 下水消化ガス発電



2011年3月11日に発生した東日本大震災以降の課題と対策

1. 課題

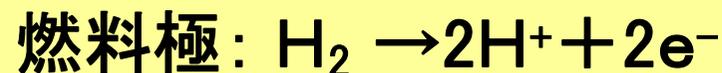
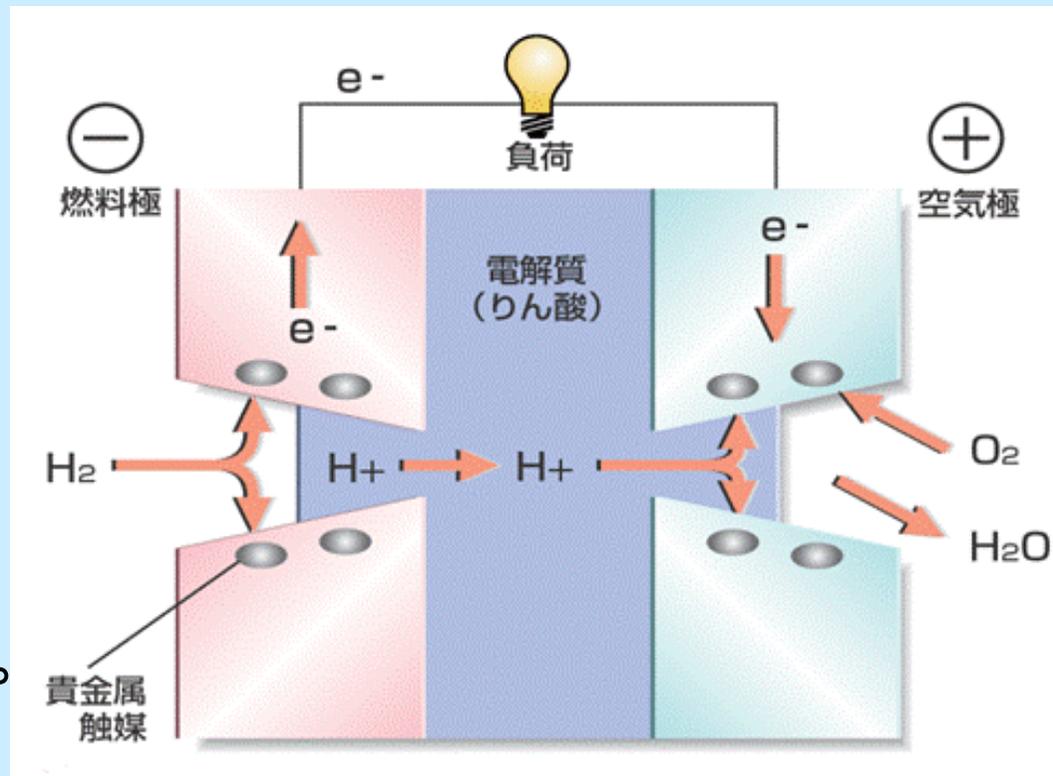
- ① 電力供給不足
- ② 原子力発電代替の火力発電の燃料費による電力料金の値上げ
- ③ 電源セキュリティの改善

2. 対策

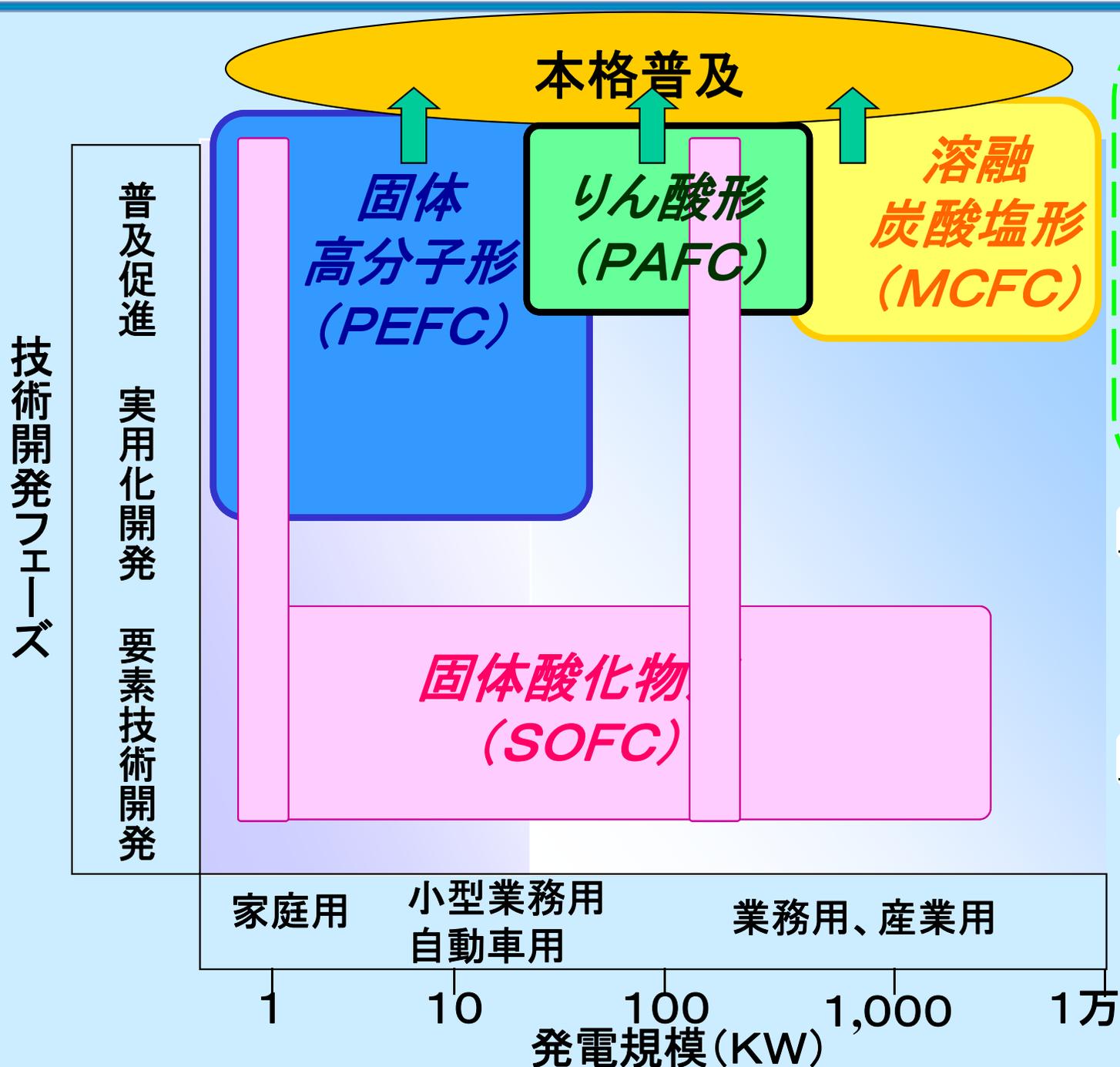
- ① 自家発電・分散型電源・コージェネレーションの普及
 - ・資源庁にコジェネ推進室が2012年8月に設置
 - ・「革新的エネルギー・環境戦略」で2030年までに電源構成比率の15%をコージェネレーションとすることが目標として設定された。
(2012年9月)
 - ・大型コージェネレーション補助の新設（10MW以上）
- ② 再生可能エネルギーの普及
 - ・再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）が2012年7月開始
- ③ 電力システム改革

発電の過程で熱エネルギーや機械エネルギーなどに変換されないためエネルギーのロスが少なく効率の高い発電装置。

- ◆ 燃料電池は、水の電気分解の逆反応を利用した発電システム。
- ◆ 原燃料ガス(都市ガス, 消化ガス等)中の炭化水素(CH₄等)から、触媒反応により水素(H₂)を発生させ、改質ガスとして燃料電池の燃料極に、空気を空気極に供給し、改質ガス中の水素(H₂)と空気中の酸素(O₂)とを電気化学的に反応させて、外部に電力を取り出す発電装置。
- ◆ 内部に反応物質を保持している一次電池や二次電池とは異なる。



燃料電池の開発状況



リン酸形



富士電機
100kW
UTC(米国)
400kW

- ・耐久性・・・4～5万時間確認済
(現状4～6万時間設計)
- ・信頼性・・・稼働率97%以上
- ・全国規模のメンテナンス体制
- ・各種法整備済み

固体高分子形

パナソニック
東芝、
ENEOS
0.7kWほか



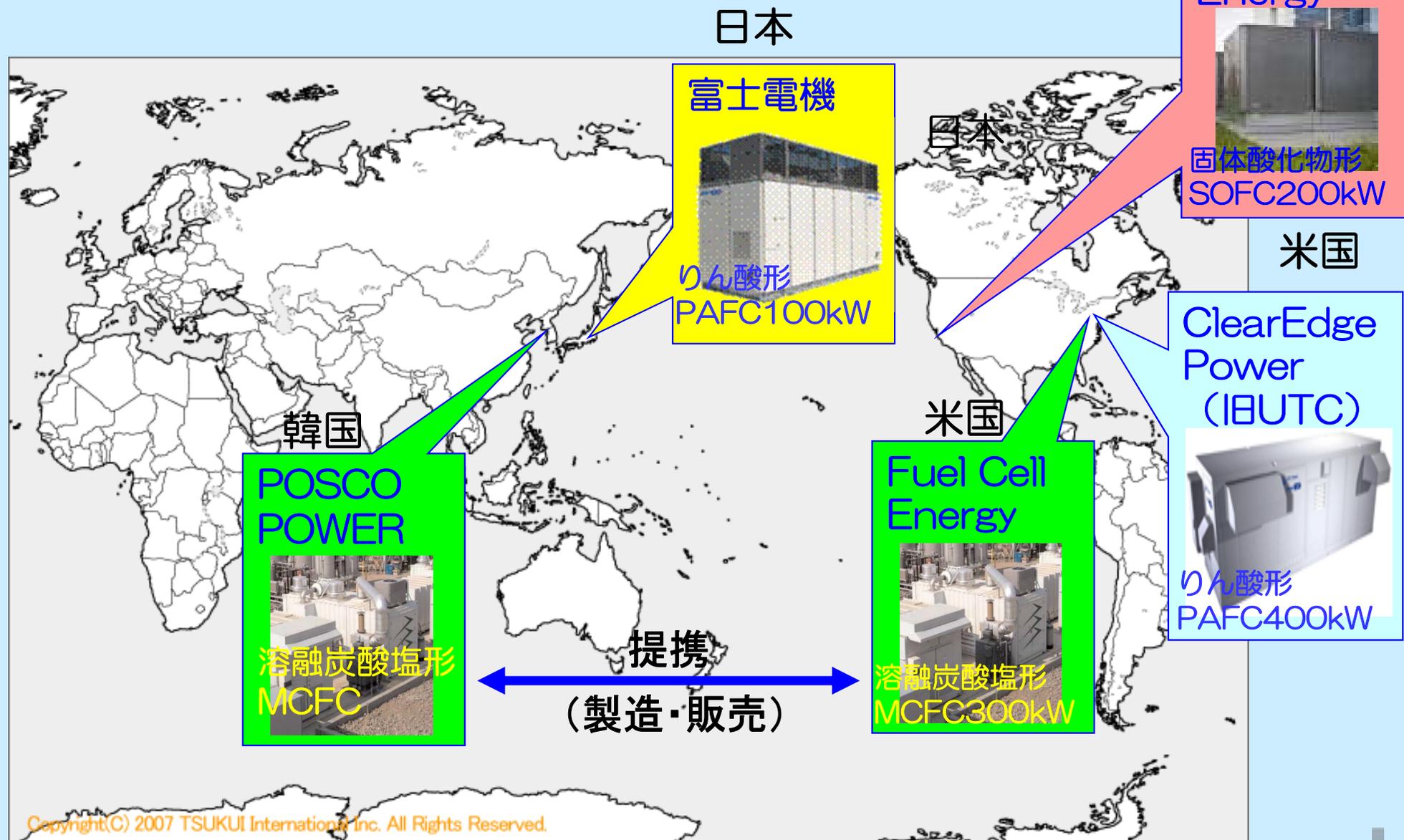
熔融炭酸塩形



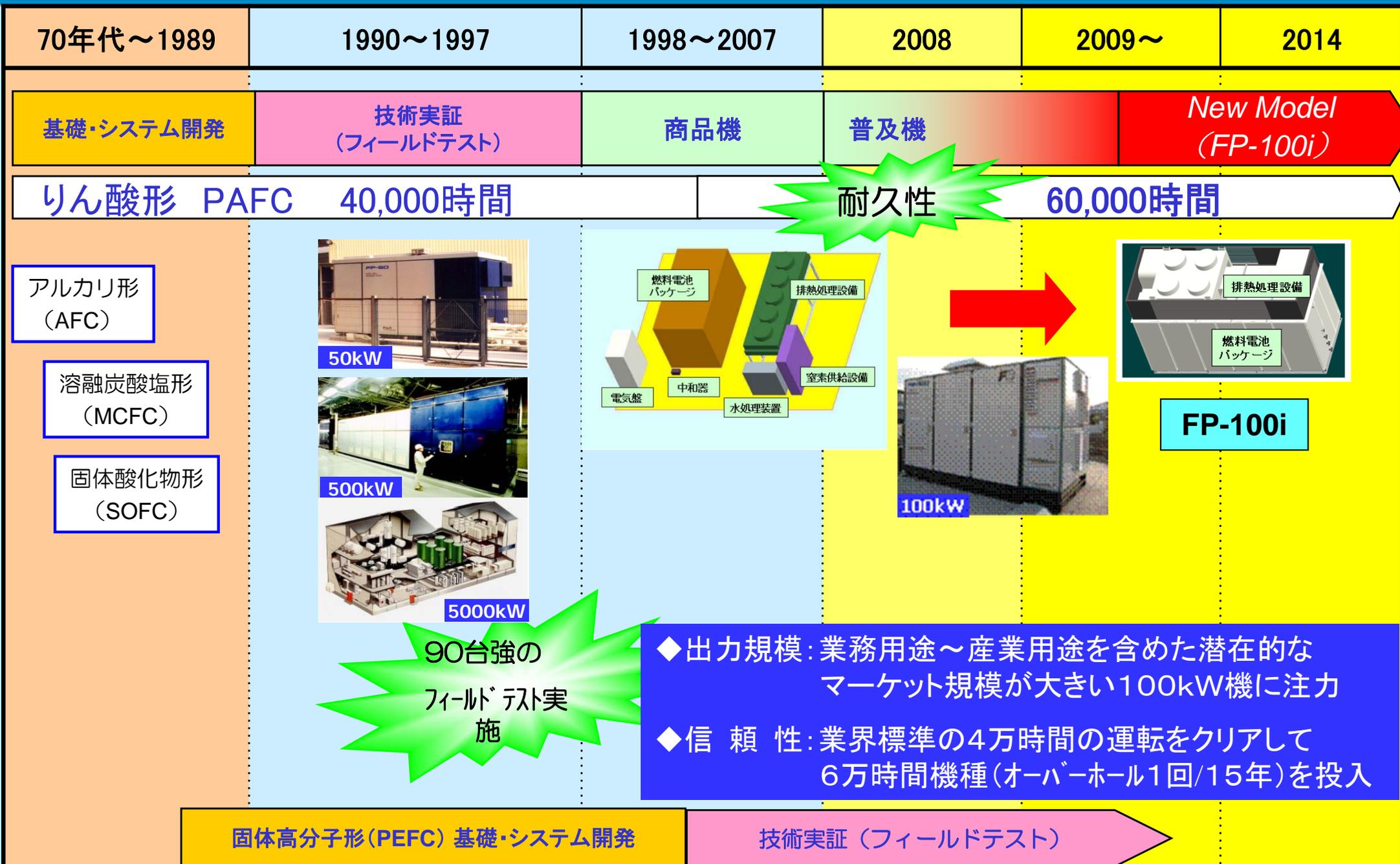
FCE
300kW、1.2MW、
2.4MW

経済産業省資料に追記

業務用燃料電池メーカーは世界で4社のみ



富士電機の燃料電池開発経緯



燃料電池の納入・稼動状況 (2014年8月28日 現在)

累積運転時間10万時間の実績!

	納入先	燃料	納入時期	累積運転時間 (h)		
1	病院	都市ガス (13A)	1998年08月	44,265	●	
2	ホテル		1999年03月	91,568	●	
3	大学		2000年04月	41,735	●	
4	オフィスビル		2001年03月	42,666	●	
5	オフィスビル		2001年03月	48,734	●	
6	オフィスビル		2000年07月	101,738	◎	
7	オフィスビル		2000年07月	48,269	○	
8	実証	消化ガス	2001年07月	10,952	●	
9	研修施設	都市ガス(13A)	2001年12月	103,733	◎	
10	下水処理場	消化ガス	2002年03月	106,042	◎	
11			2002年03月	105,907	◎	
12	病院	都市ガス (13A)	2003年07月	96,425	◎	
13	大学		2003年10月	87,765	◎	
14	展示施設		2003年11月	87,572	●	
15	オフィスビル		2004年01月	85,272	●	
16	病院		2004年03月	52,777	●	
17	展示施設		2006年03月	72,620	◆	
18	病院		2006年03月	67,431	●	
19	病院		2006年03月	62,572	◆	
20	下水処理場		消化ガス	2006年12月	65,914	◎
21				2006年12月	63,776	◎
22		2006年12月		66,170	◎	
23		2006年12月		65,578	◎	
24	庁舎	都市ガス(13A)	2007年09月	57,958	◆	
25	オフィスビル	都市ガス(13A)	2009年01月	31,560	●	

新型機の納入実績 (No.26以降)

	納入先	燃料	納入時期	累積運転時間 (h)	
26	オフィスビル(ドイツ)	天然ガス	2010年05月	35,554	◆
27	下水処理場(実証)	消化ガス	2010年12月	6,430	●
28	展示施設	水素	2010年12月	30,610	◆
29	大学	都市ガス(13A)	2011年08月	26,401	◆
30	工場	都市ガス(13A)	2011年12月	15,121	◆
31	工場	都市ガス(13A)	2012年02月	22,482	◆
32	大学	都市ガス(13A)	2012年02月	21,761	◆
33	下水処理場(実証)	消化ガス	2012年02月	17,069	◆
34	商業ビル(実証アメリカ)	天然ガス	2012年02月	20,380	◆
35	商業ビル(ドイツ)	天然ガス	2012年05月	13,303	◆
36	工場	天然ガス	2013年02月	9,315	◆
37			2013年02月	9,227	◆
38			2013年02月	9,562	◆
39			2013年02月	9,212	◆
40	下水処理場	消化ガス	2013年03月	12,887	◆
41			2013年03月	12,747	◆
42	病院	都市ガス(13A)	2013年03月	12,236	◆
43	IDC(ドイツ)	天然ガス	2013年07月	5,309	◆
44	倉庫(ドイツ)	天然ガス	2013年09月	7,213	◆
45	未定(ドイツ)	天然ガス	-		◆
46	工場	都市ガス	2013年12月	6,289	◆
47	研修所	都市ガス	2014年03月	4,013	◆
48	商業ビル(韓国)	天然ガス	2014年03月	1,218	◆
49	病院	天然ガス	2014年06月	1,652	◆

● 運転終了 / 4万時間の設計寿命達成 ◎ オバーホール実施、運転継続中 ○ 4万時間の設計寿命達成 ◆ オバーホール6万時間設計

世界で49台の納入実績(37台運転中)

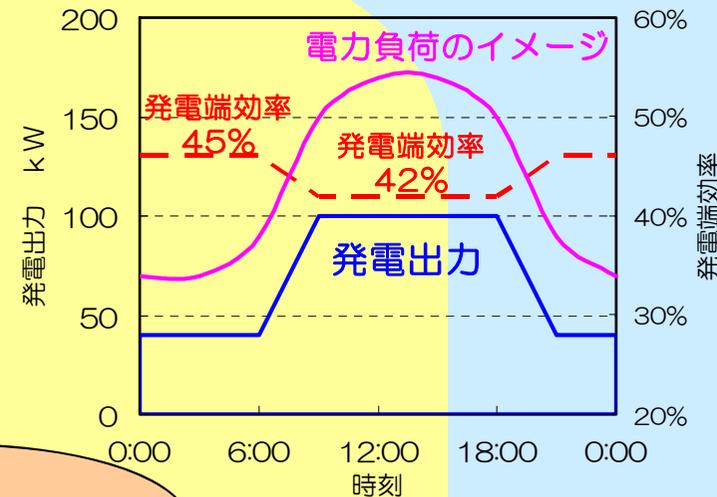


新型燃料電池(100i)の特徴

都市ガス:42%
純水素:48%
消化ガス:40%

低負荷でも高効率

高効率
(CO2削減効果大)



燃料の多様化

- ・LPガス切替機能
- ・消化ガス用途
- ・純水素用途

用途拡大

低酸素供給機能

高い耐久性

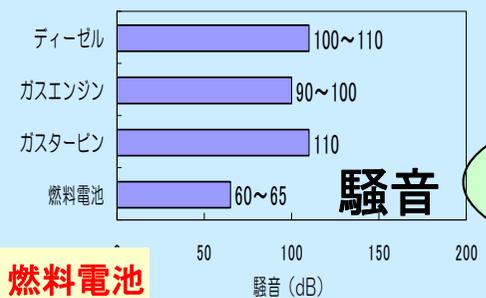
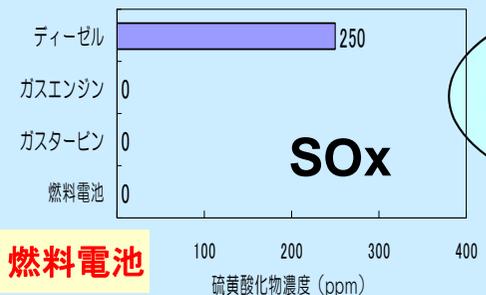
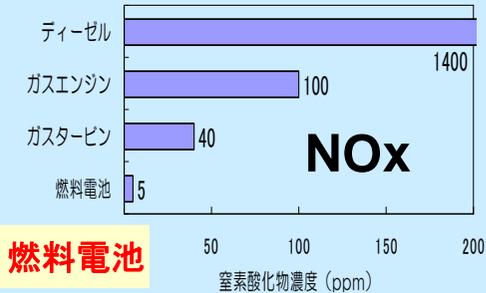
(年間8600時間の連続運転可能)
(7.5年に1回のオーバーホール)

メンテコストの低減

低騒音・低振動
クリーンな排気ガス

オールインワンパッケージ

建設費の削減



燃料電池 (FP-100i) の仕様



FP-100 i 外観

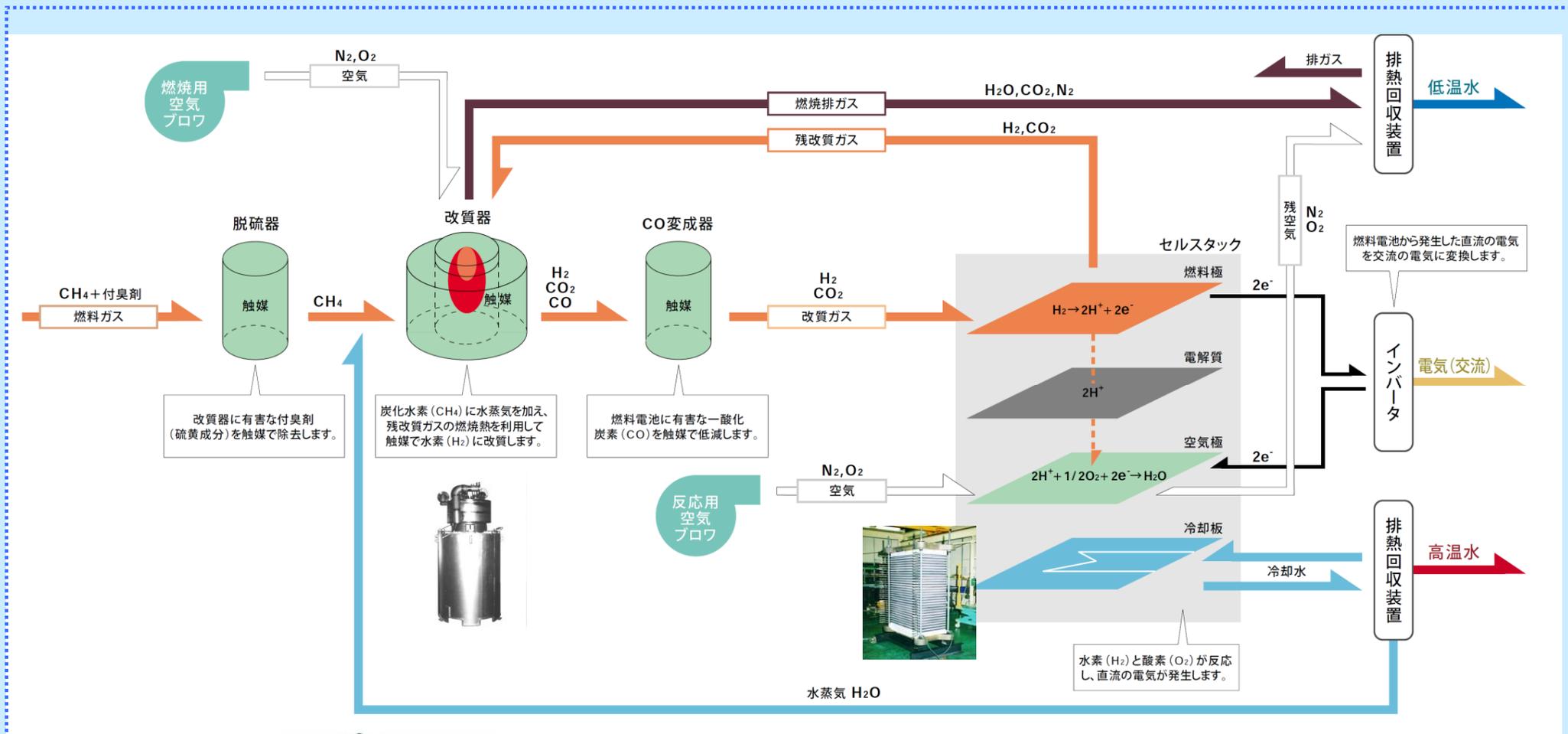


上部に排熱処理設備を設置

主な仕様(都市ガス用途)

定格出力	AC 105kW(発電端)
出力電圧	3Φ3W, 210V / 220V
周波数	50Hz / 60Hz
発電効率	42% [LHV] 発電端
熱出力	1) 高温排熱回収タイプ 50kW (90 °C) 総合効率: 62% [LHV]
	2) 中温排熱回収タイプ 123kW (60 °C) 総合効率: 91% [LHV]
	1) あるいは 2) のどちらかを選択
排気ガス	Nox : 5ppm以下 [O ₂ 0%] SOx,dust: 検出下限界
燃料消費量	都市ガス : 22m ³ /h (Normal)
運転方法	全自動運転, 系統連系, 自立運転※ ¹
寸法	2.2m (W) x 5.6m (L) x 3.4m (H)
重量	15ton

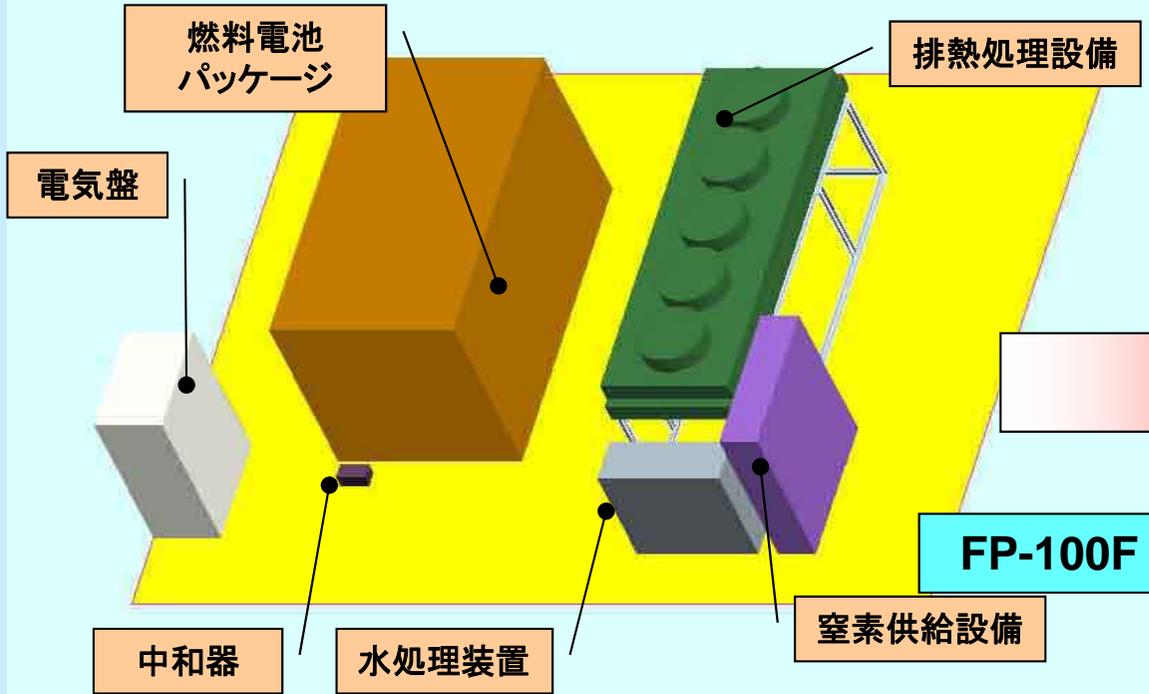
100 kW燃料電池システムフロー例



100kW燃料電池発電装置

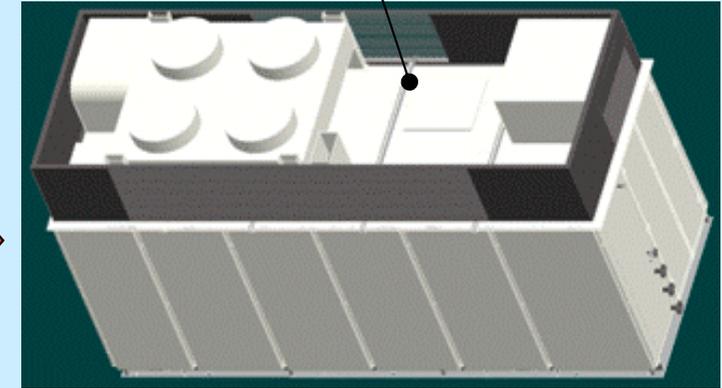
燃料電池発電装置の構成

設置面積: 90m²(メンテナンス込み)



設置面積: 47m²(メンテナンス込み)

《一体化》
燃料電池パッケージ



FP-100i

- ◎設置面積削減
- ◎工事簡素化
- ◎低温対応 $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$
(積雪・寒冷地への屋外設置)
- ◎防水性向上 保護等級IP54W

燃料電池発電装置の構造

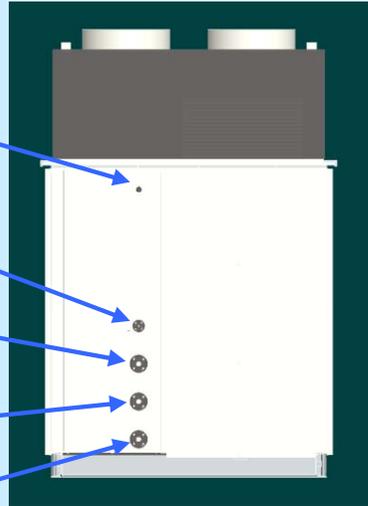
窒素ガスベント
Nitrogen gas ven

補給水
Make-up water

冷却水(出口)
Cooling water(Outlet)

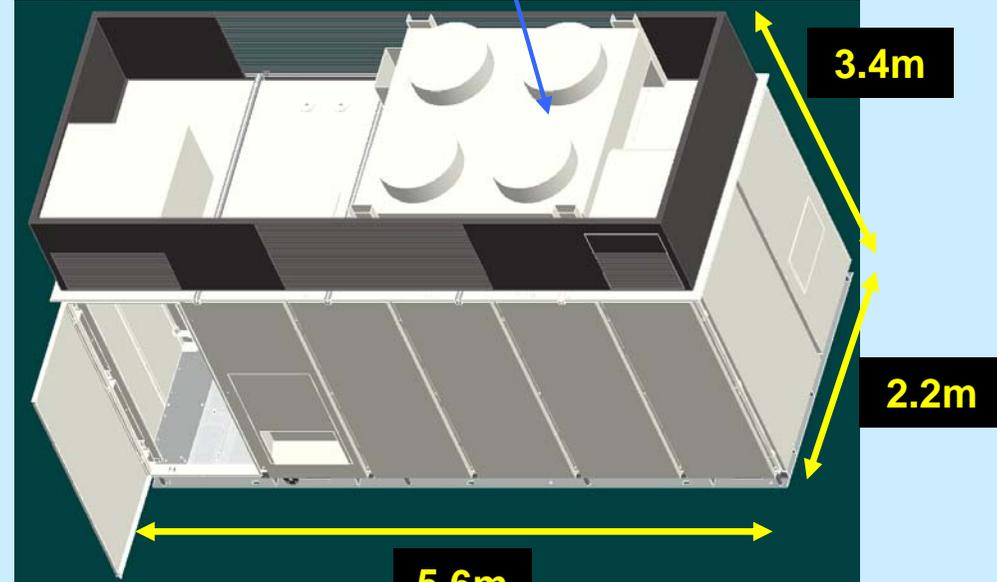
冷却水(入口)
Cooling water(Inlet)

排水
Waste water



ユーティリティー側
Utility side

排熱処理装置
Waste-heat treatment equipment



3.4m

2.2m

5.6m

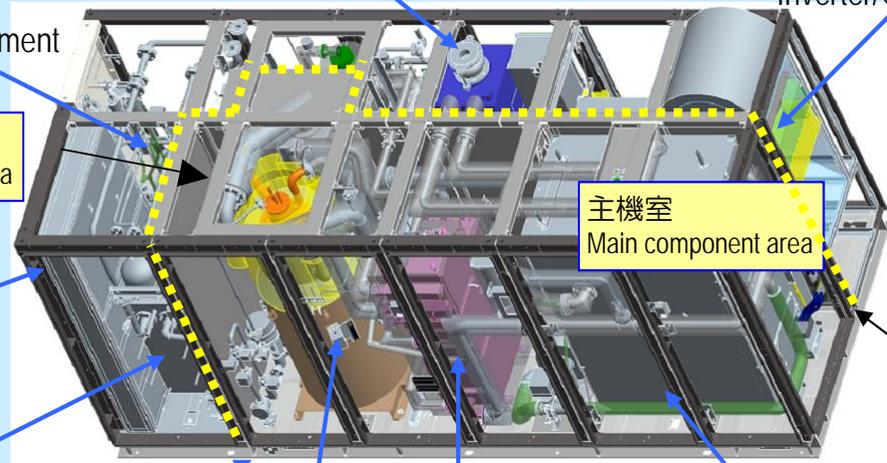
接続配管は5本のみ

水処理装置
Water treatment equipment

補機室
Sub-component area

排気
Exhaust

インバータ/制御装置
Inverter/Controller



主機室
Main component area

隔壁
Partition

窒素ボンベ
Nitrogen cylinder

熱交換器/ポンプ
Heat exchanger/Pump

燃料
Fuel line

改質器
Reformer

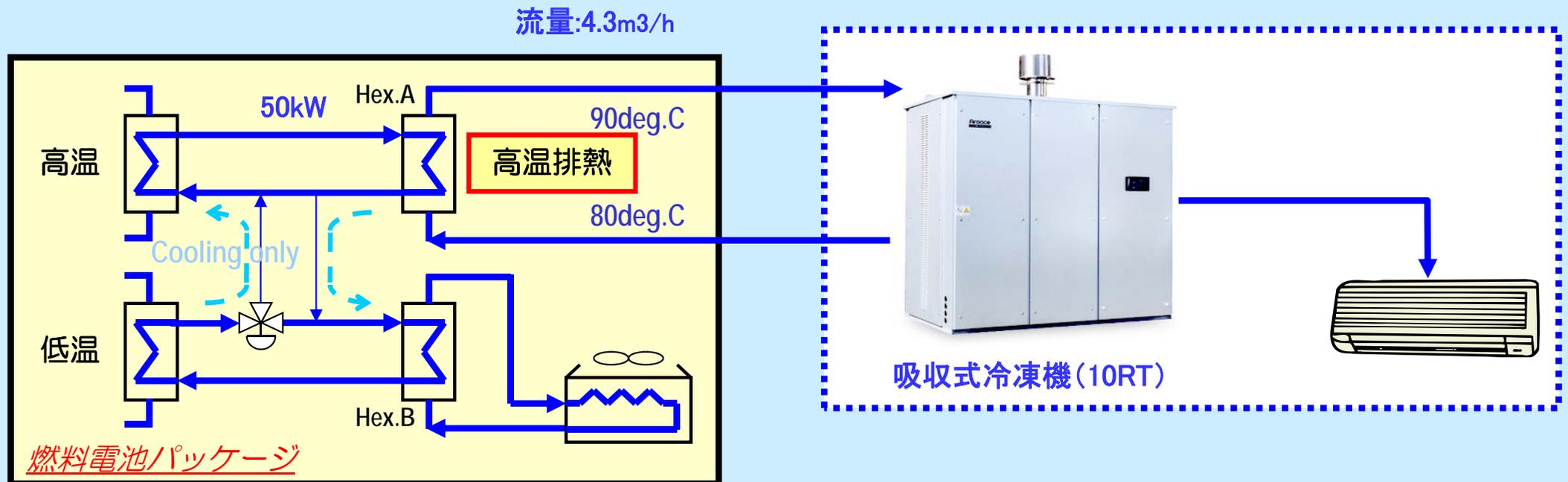
脱硫器/CO変成器
Desulfurizer/Shift converter

セルスタック
Fuel cell stack

Copyright © 2014 FUJIELECTRIC Co., Ltd. All rights reserved.

熱利用例 (パターン①) : 高温排熱回収)

高温排熱の代表的な適用事例を下記に示します。

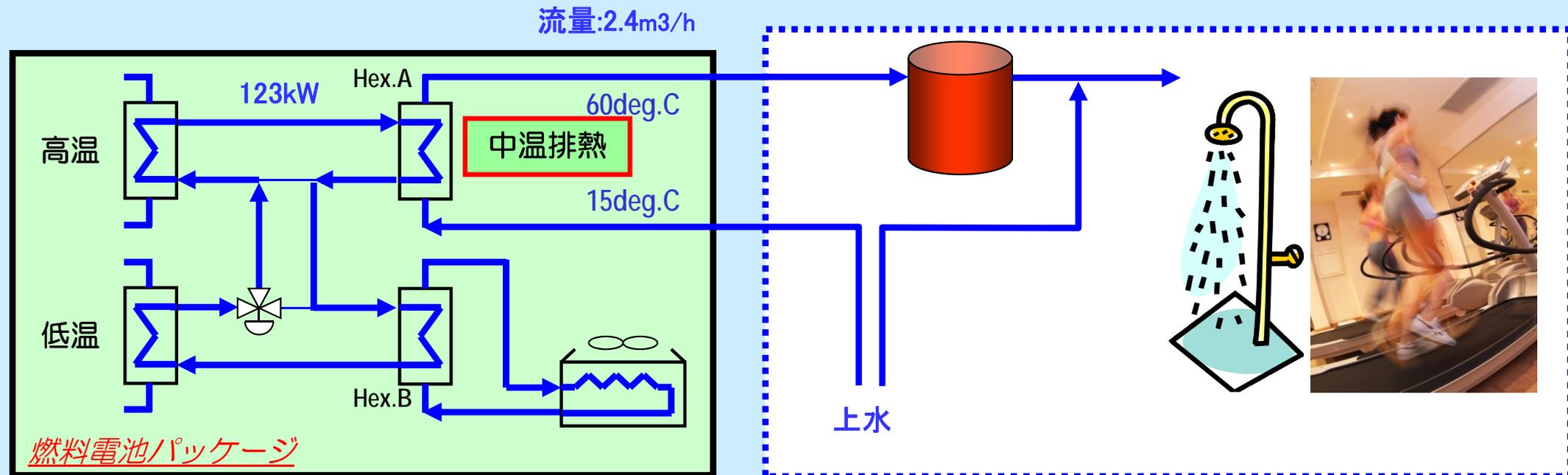


熱利用例（パターン②）：中温排熱回収）

中温排熱の代表的な適用事例を下記に示します。

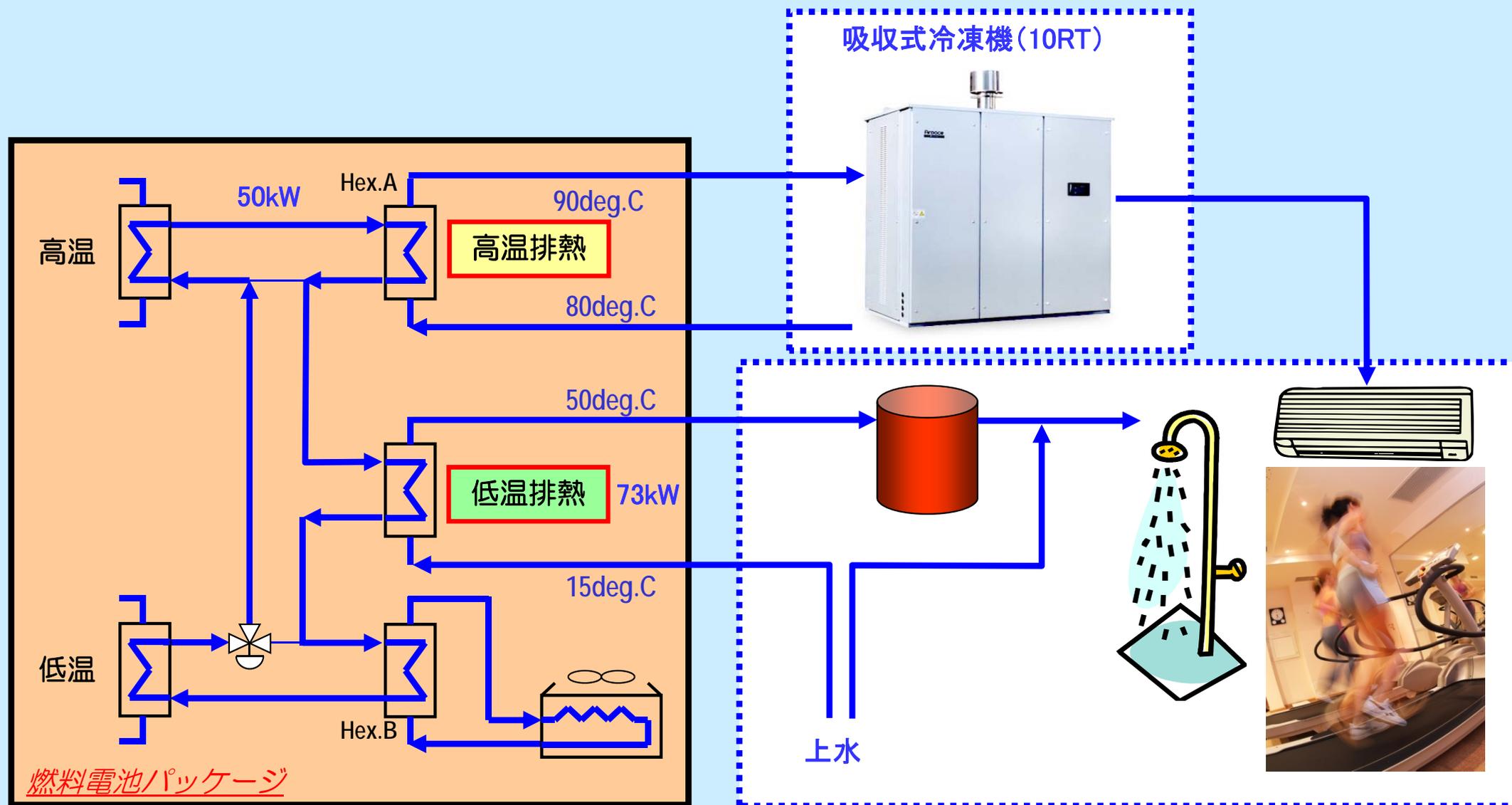
適用事例

- ・シャワー，浴槽への給水
- ・貯湯槽設備への給湯

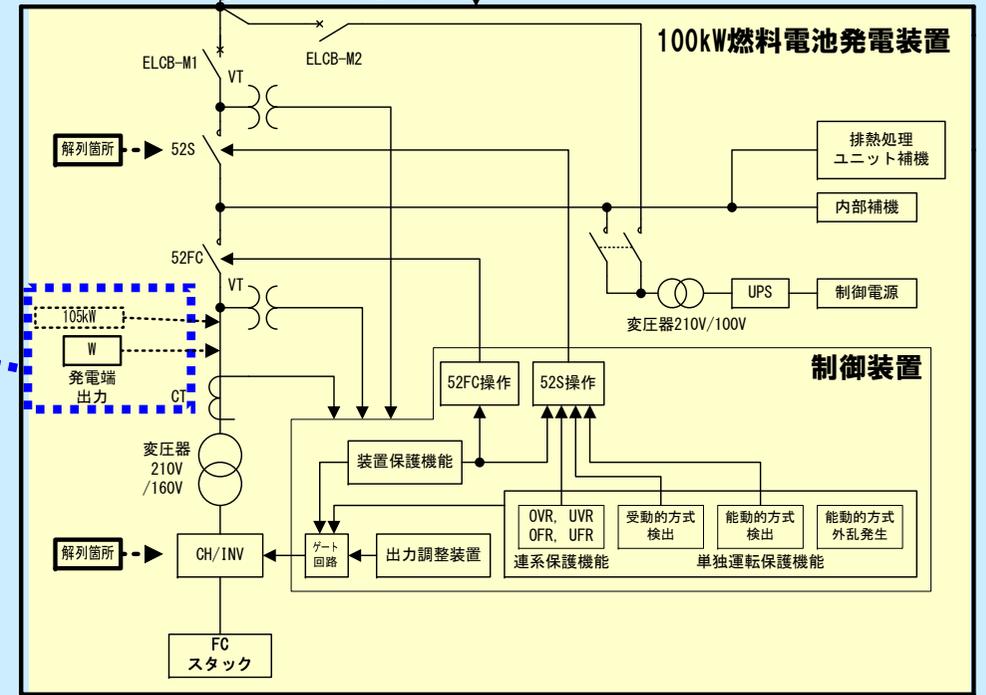
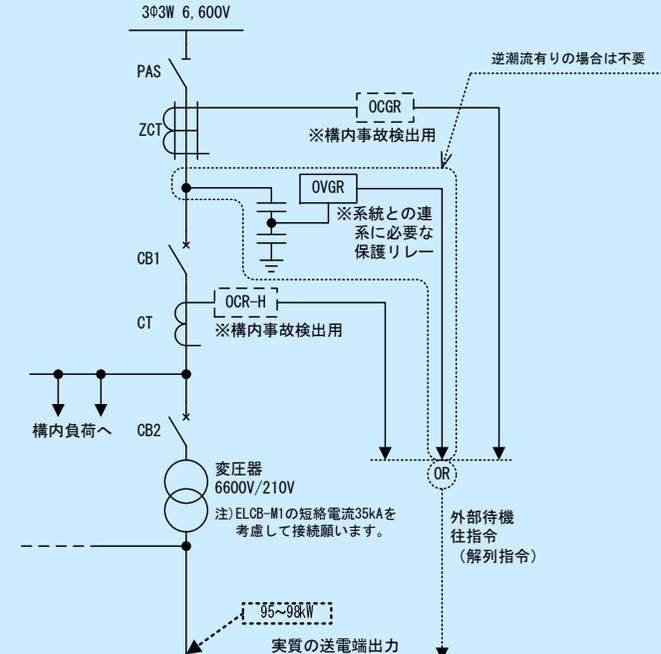


熱利用例（パターン③）：高温+低温回収

高温(50kW)と低温(73kW)を独立して回収することも可能です(オプション)
冷凍機と給湯を個別に運転することが可能です。



燃料電池 (FP-100i) の電源系統構成



燃料電池導入に使える補助金

	2012年度			2013年度						2014年度								
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
導入検討		●	●															
予算化					●	●												
申請資料							●	●	△申請 △交付決定									
機器製作							●											
現地工事・試験													●	●	▽現地搬入			
電力会社				●	●	事前協議				●	●	連系協議・契約						
ガス会社				●	●	事前協議				●	●	負担金・契約						
消防署										●	●	設置届け						
その他										●	●	保安規定・主任技術者選任						

『ガスコージェネレーション推進事業費補助金』
におけるスケジュール例

事業者	補助制度名称	対象	所轄省庁	補助率	予算額 2013年度
自治体	ガスコージェネレーション推進事業費補助金	家庭用需要を除く全業種（公益法人含む）	都市ガス振興センター	1/2	65億円
	ガスコージェネレーション推進事業費補助金	家庭用需要を除く全業種	都市ガス振興センター	1/3	
民間	低炭素価値向上に向けた二酸化炭素排出抑制事業補助金（病院コージェネ緊急整備事業）	医療施設又は福祉関係施設	低炭素社会創出促進協会（環境省）	1/2	76億円 （他補助と合算）
	住宅・建築物省CO2先導事業	住宅以外のオフィスビル等の建築物の新築・改修	建築研究所（国土交通省）	1/2	171億円 （他補助と合算）
	建築物省エネ改修推進事業	既存のオフィスビル等の建築物の改修	建築研究所（国土交通省）	1/3	

特長：製鉄所の副生ガスを精製した純水素をパイプラインで市街地に布設し、燃料電池で高効率発電。

- ・純水素を燃料とした高効率発電。(発電効率:48%)
- ・博物館に電力を供給。排熱は冷暖房に利用。
- ・2010年12月に設置。2011年1月より運転実証開始。



本装置は、水素供給・利用技術研究組合(HySUT)が経済産業省の補助事業である「水素利用社会システム構築実証事業」の一環として設置したものです。

災害復興支援で100kW 1台を宮城県に寄贈



東北福祉大学国見ヶ丘第1キャンパス

2011年7月中旬設置 8月上旬引き渡し完了

特長: 常時は都市ガスで熱電併給、災害発生時もバックアップ燃料
(プロパンガス)で重要負荷に給電を継続

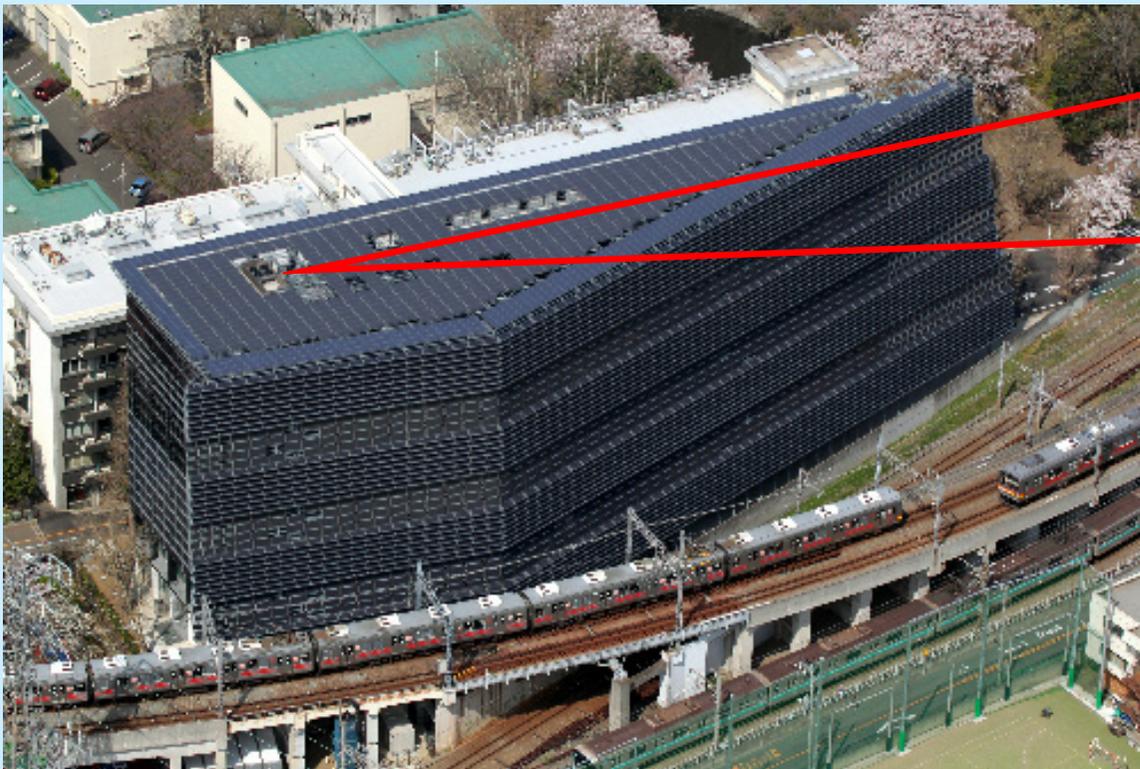
- 系統停電時に重要負荷に電源供給可能な電源セキュリティシステム
- 都市ガス供給断時でも、プロパンガスに切り替えて発電継続が可能
- 2012年2月に富士電機川崎工場で運転開始。
- 電力供給の他、排熱はE・Eセンターの冷暖房と工場蒸気ボイラ給水予熱に利用



E・Eセンター



100kW燃料電池発電装置



環境エネルギーイノベーション棟

朝日新聞より引用

東京工業大学 大岡山キャンパス

都市ガスを燃料として、100kWの電力を系統連系するとともに、発電時に発生する熱は高温水(90℃)は空調に、低温水(50℃)は給湯に利用しています。太陽電池パネルですっぽり覆われた「環境エネルギーイノベーション棟」に納入。2012年2月より運転開始。

特長: 常時は都市ガスで熱電併給、災害発生時もバックアップ燃料
(プロパンガス)で重要負荷に給電を継続

- 系統停電時に重要負荷に電源供給可能な電源セキュリティシステム
- 都市ガス供給断時でも、プロパンガスに切り替えて発電継続が可能
- 2013年4月より運転開始。
- 電力供給の他、排熱の中温水 (60℃) は病院内の給湯予熱に利用。



病院屋上より

医療法人順正会 横浜鶴ヶ峰病院



100kW燃料電池発電装置×4台

富士電機(株) 山梨製作所
(南アルプス市)

富士電機のエネルギーテクノロジー

山梨製作所のスマートファクトリ化の一環として、

◆エネルギーリスクの回避

(安全・環境保護、操業の確保)

◆エネルギー消費量の削減

(エネルギーの見える化と省エネルギー)

を図るため、LNG燃料による100kW燃料電池を4台導入しています。温水は高温水(90°C)と低温水(50°C)で利用しています。

2013年2月より運転開始。



- 系統停電時に重要負荷に電源供給可能な電源セキュリティシステム
- 都市ガス供給断時でも、プロパンガスに切り替えて発電継続が可能
- 2013年12月に富士電機三重事業所で運転開始。
- 電力供給の他、排熱はサーバー室の冷房に利用



100kW燃料電池発電装置

富士電機(株) 三重事業所
(三重県四日市市)

- 系統停電時に特定負荷に電源供給可能
- 都市ガス供給断時でも、プロパンガスに切り替えて発電継続が可能
- 2014年4月より運転開始。
- 電力供給の他、排熱の中温水（60℃）は宿泊施設の給湯予熱に利用。

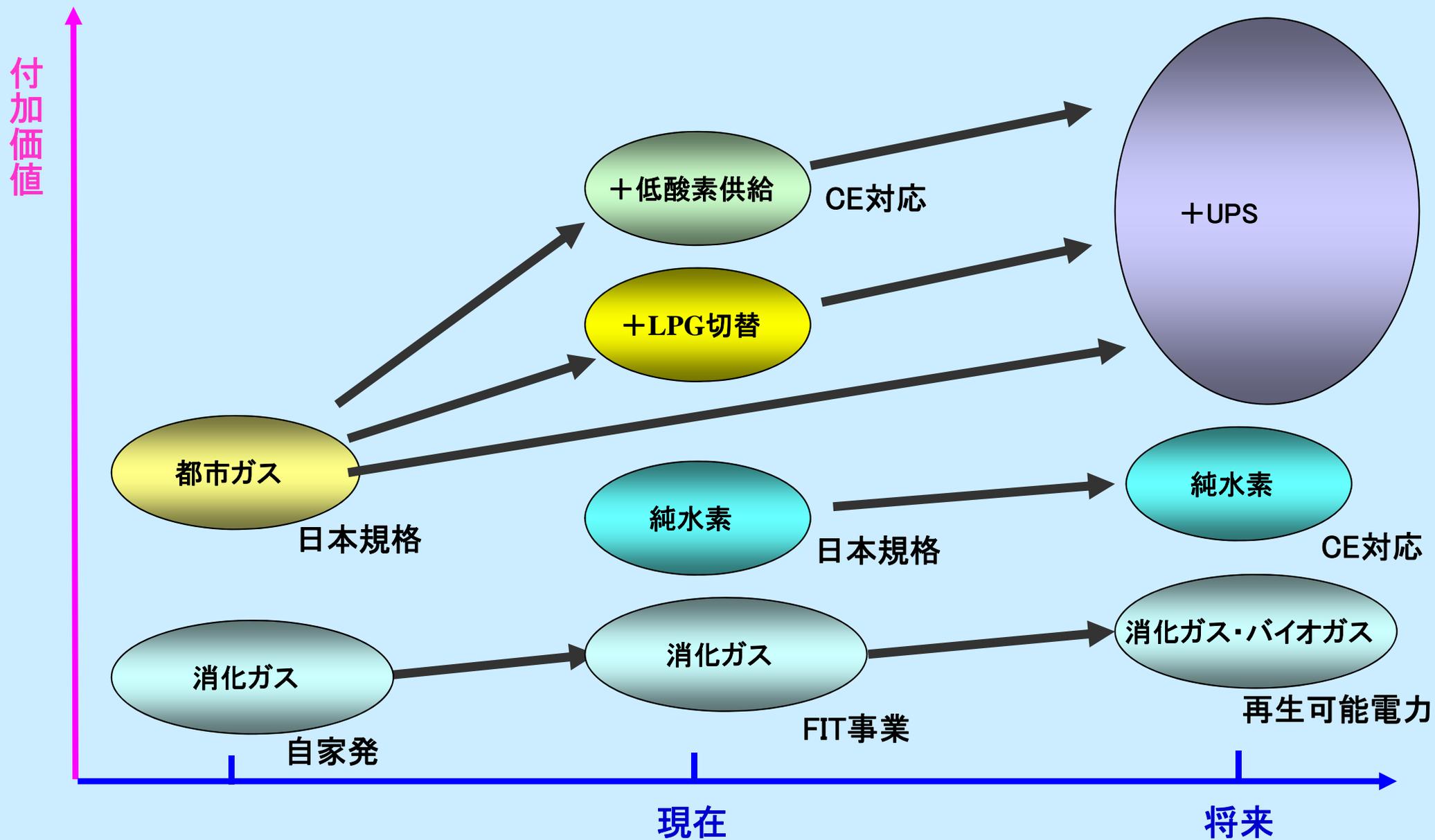
施設概要

用途	研修・宿泊施設(131室)
建物	延床面積: 10,905m ²
	管理研修棟(3F) 宿泊棟(6F)

JICA九州国際センター殿
(北九州市)

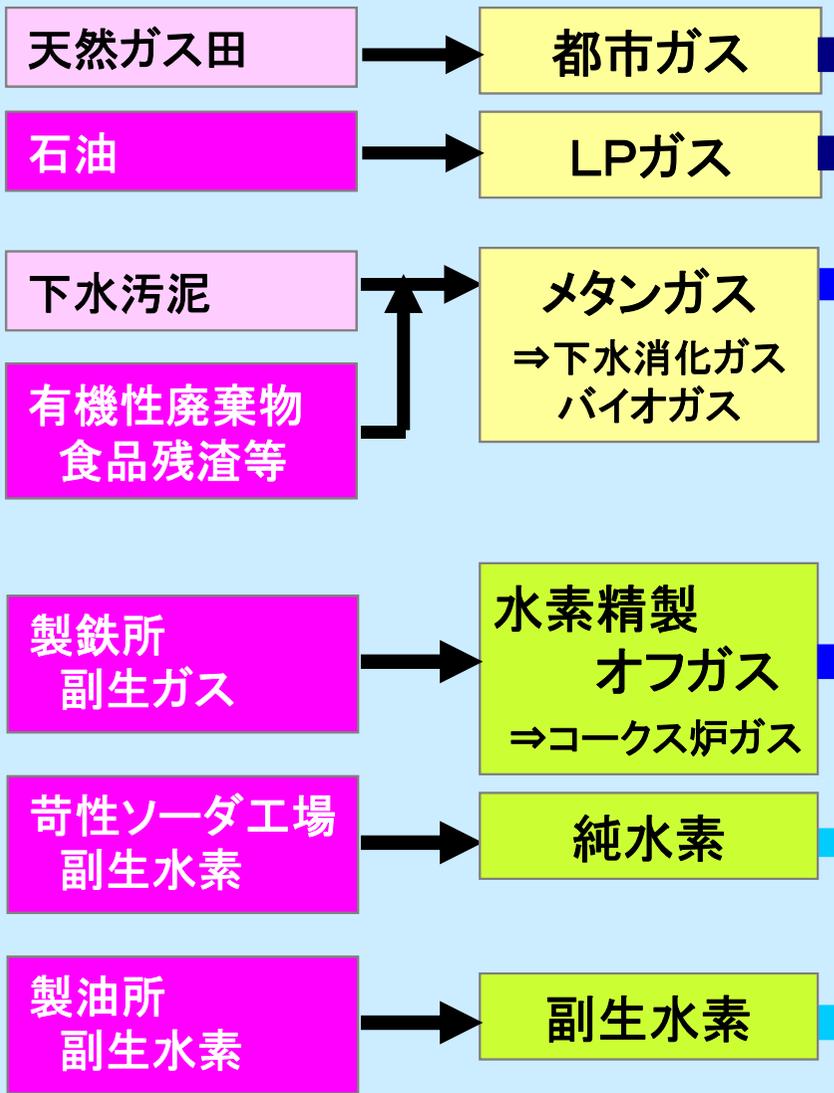


今後の取り組み



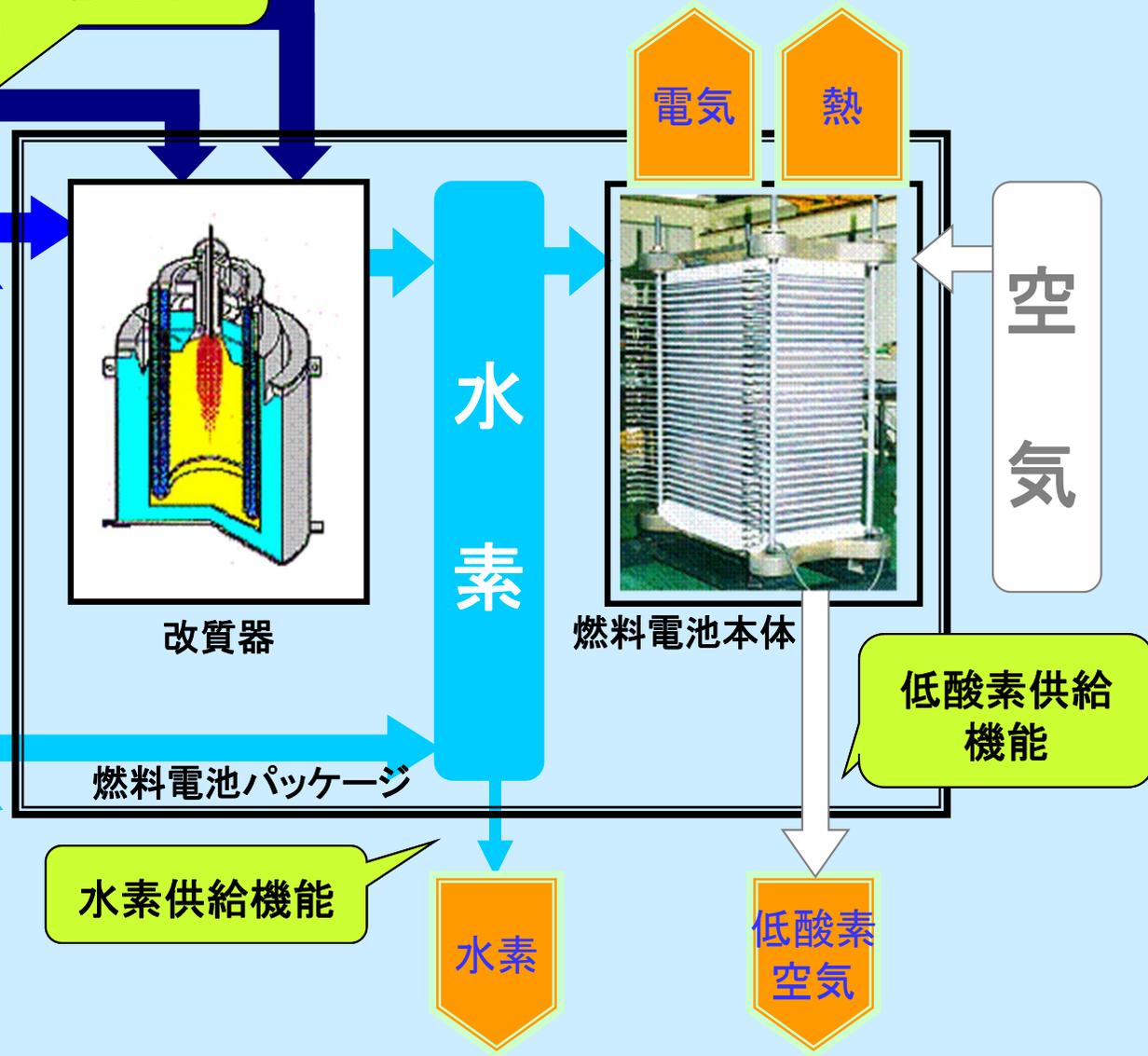
燃料電池の用途拡大

《原燃料の供給元》《原燃料の種類》



燃料切替機能
(災害対応)

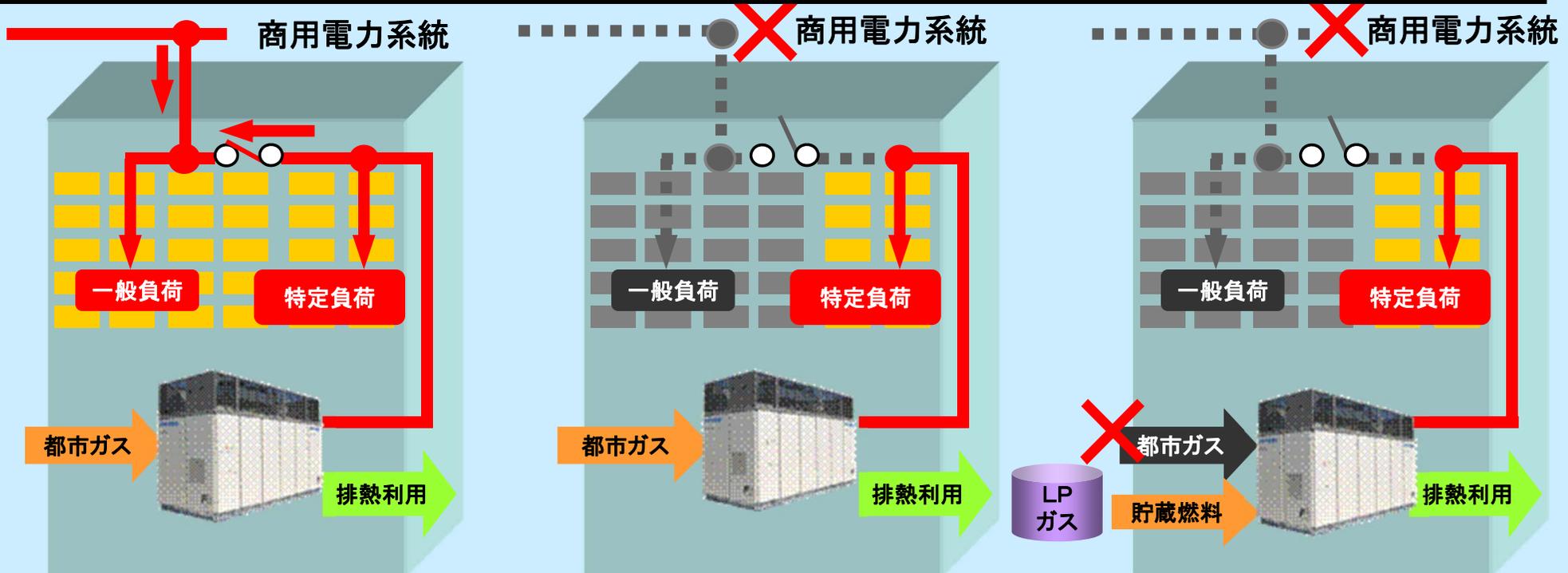
《燃料電池システム》



災害対応施設への適用

- ・常時はクリーンなコージェネで省エネ、CO₂削減
- ・災害などで停電した場合には、備蓄LPガスに切替え重要負荷に電源供給

状態	常用時	停電時	停電+都市ガス断
	高効率で省エネ ・42%の発電端効率 ・クリーン発電	停電時に一度待機になり(停電)、 その後特定負荷へ給電	停電かつ都市ガス断時でも待機状態 を経て給電
出力	100kW	100kVA	70kVA
燃料	都市ガス	都市ガス	LPガス(50kgボンベで3h)
運転	系統連系	自立運転	自立運転



導入目的

余剰消化ガスの有効利用

CO₂削減



燃料電池棟



- ◆ 2002年2月より100kW × 2台で運用開始
- ◆ 2013年3月より新規100kW × 2台(計4台)で運用開始



山形市浄化センターの概要	
流入下水量(計画)	52,000m ³ /日
処理人口	56,000人
消化ガス発生量	約139万m ³ /年
全電力量	約500万kWh/年



Innovating Energy Technology

ご清聴ありがとうございました。