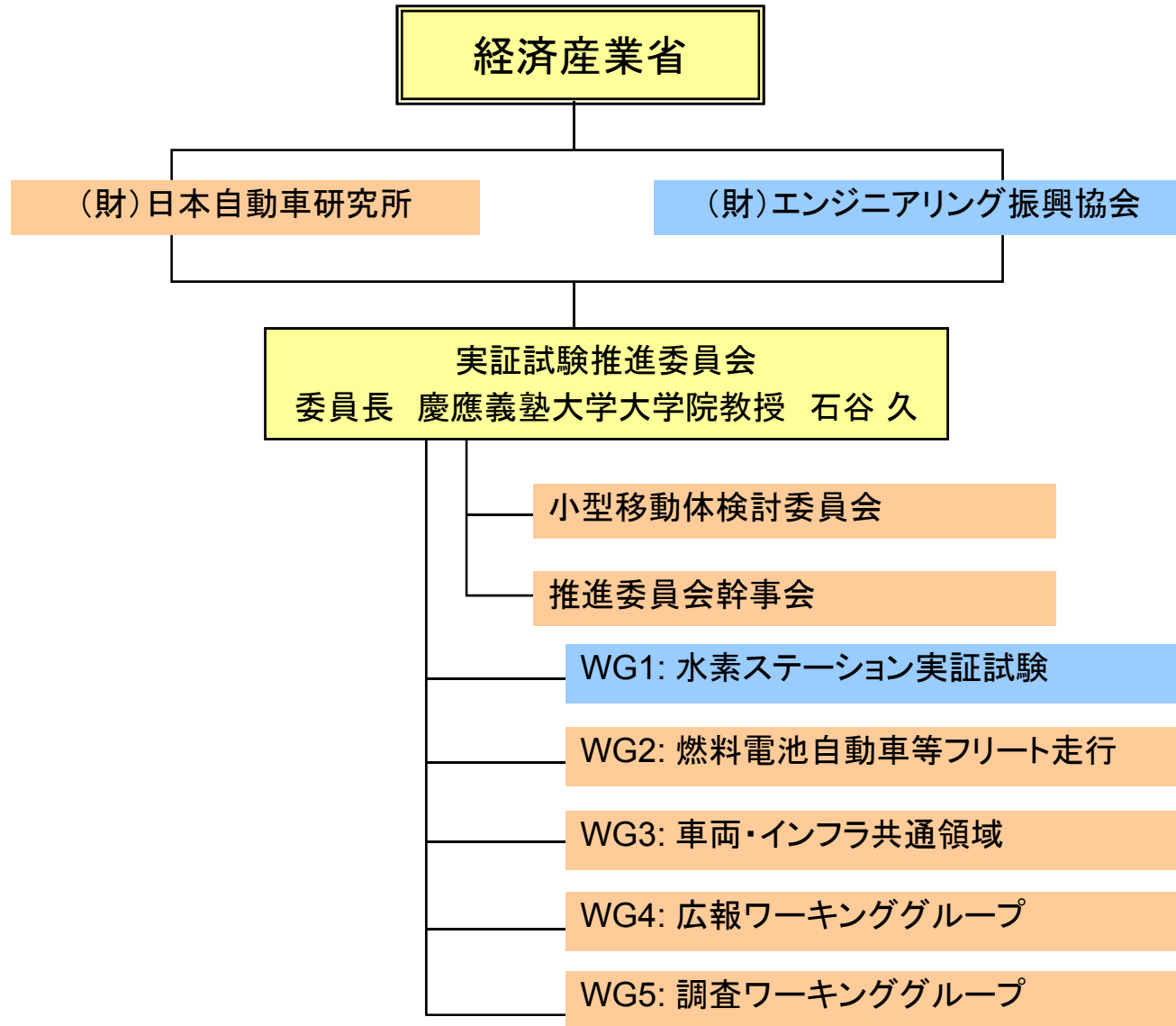


# 水素ステーション実証試験

(財)エンジニアリング振興協会  
技術部 水素プロジェクト室 室長代理  
戸室 仁一




















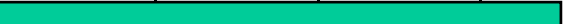













- 実証試験推進体制
- 水素ステーションの建設・運用
- 70MPa化検討
- 効率・コスト検討
- 水素性状検討
- ステーションの安全

# 実証推進体制(委員会)



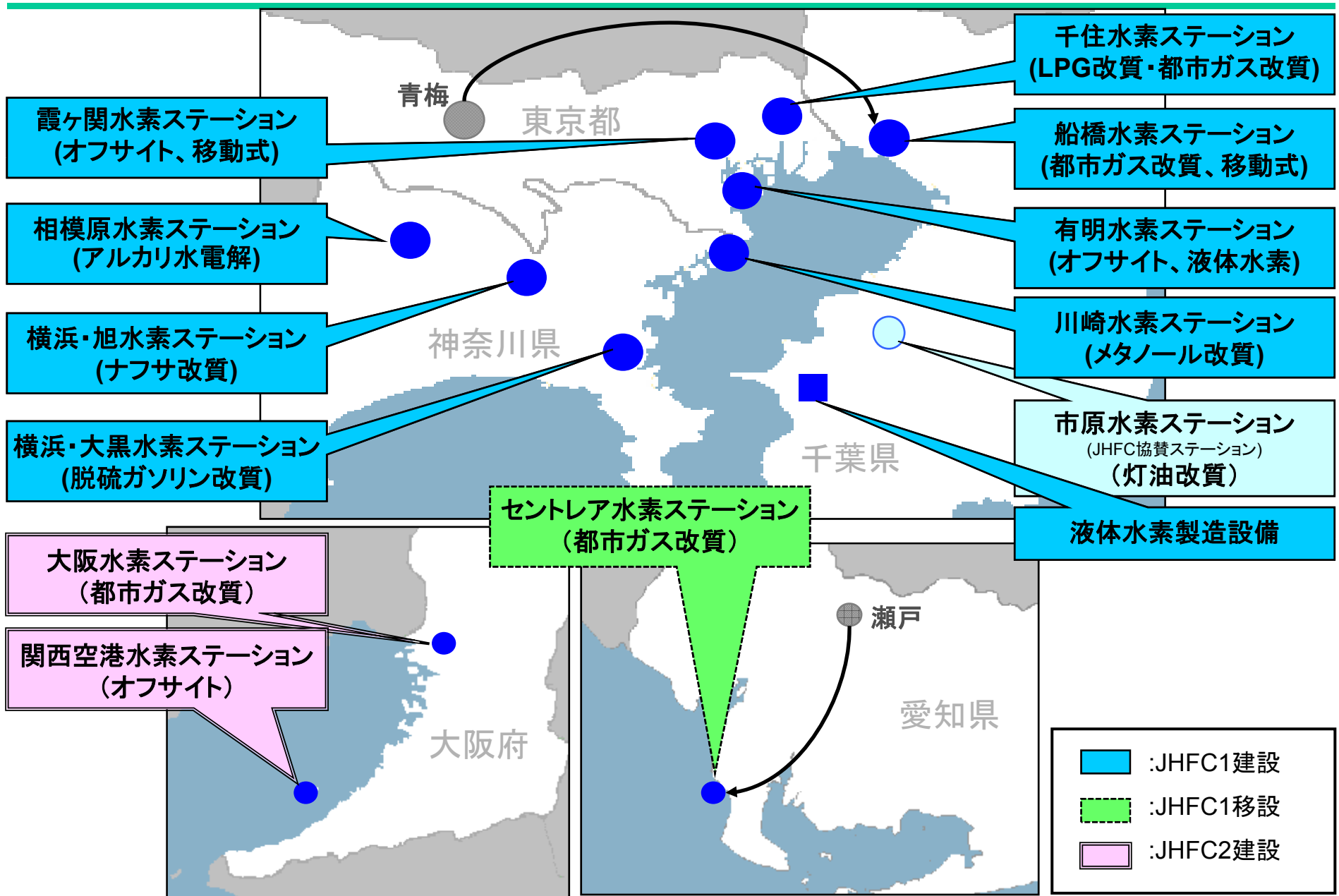
# 水素ステーションの建設・運用

# 水素ステーションの建設・運用状況

ステーション	設備方式	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度
霞ヶ関	オフサイト						
横浜・大黒	脱硫ガソリン改質						
横浜・旭	ナフサ改質						
千住	LPG改質、都市ガス改質						
有明	オフサイト・液体水素						
川崎	メタノール改質						
横浜・鶴見	オフサイト	(NEDO WE-NETから移管)			(運用終了)		
秦野	灯油改質					(NEDO事業で移設、市原にて運用中)	
相模原	アルカリ水電解						
青梅 船橋	都市ガス改質						基地を移転
瀬戸北	オフサイト						
瀬戸南 セントレア	都市ガス改質						
大阪	都市ガス改質						
関西空港	オフサイト						
液体水素 製造設備							

 : 設計/建設     : 運用/評価

# 水素ステーションの所在地



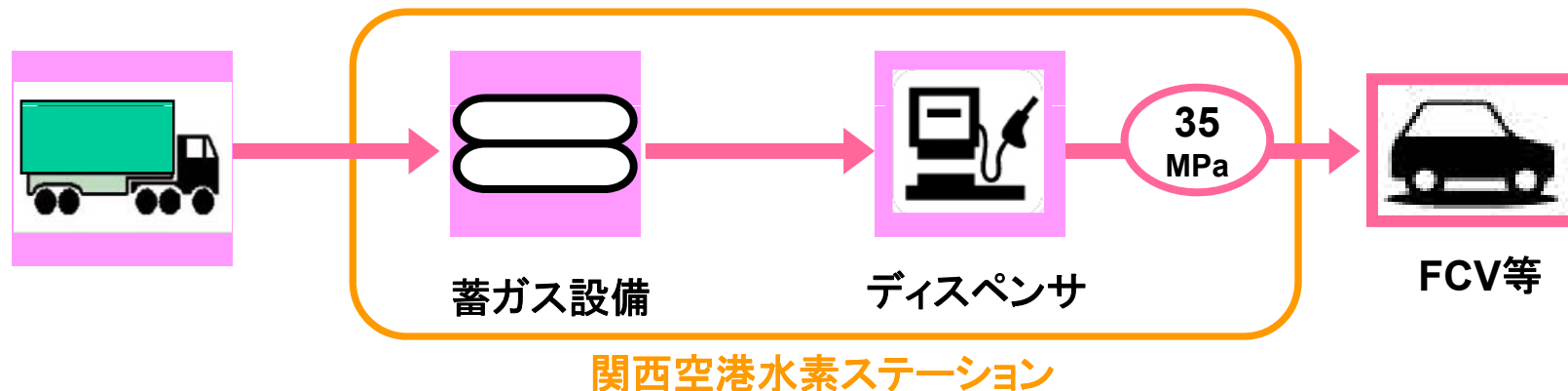
# 関西空港水素ステーション (1)



## 関西空港水素ステーション (2)

方式	オフサイト方式 (水素は液体水素型移動式水素ステーションにより40 MPaで供給)
蓄ガス設備	107 L (40 MPa) × 7本
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素製造装置がないため、設置スペースと建設コストが小さい</li> <li>・システムの立ち上げ時間が不要</li> <li>・設備の追加により、水素需要増にあわせた段階的な拡張が可能</li> <li>・バルブユニットを別置きとした小型ディペンサを採用</li> </ul>

### オフサイト型水素ステーション





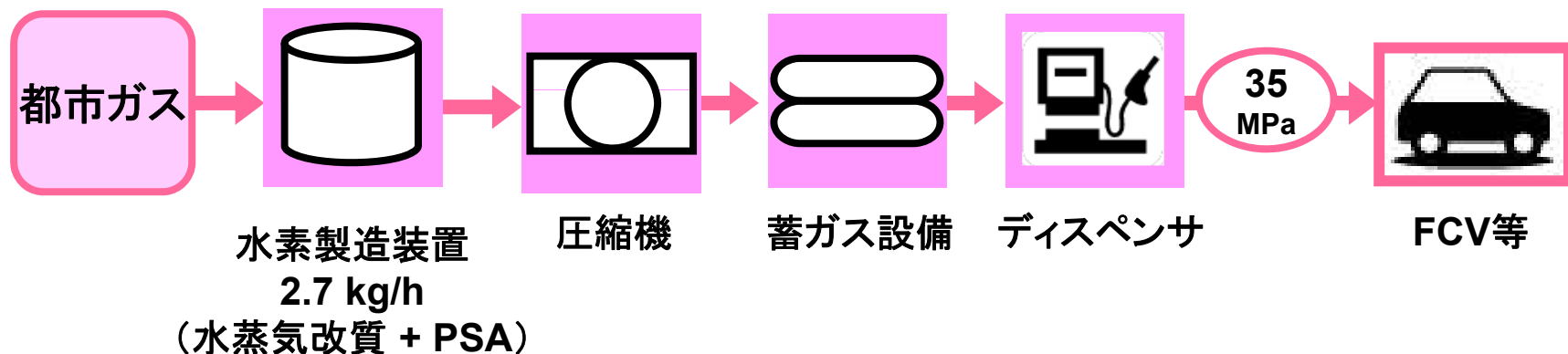
# 大阪水素ステーション (1)



# 大阪水素ステーション (2)

原料	都市ガス
水素製造方式	水蒸気改質 + PSA
水素製造能力	2.7 kg/h(30 m <sup>3</sup> (nor)/h)
蓄ガス設備	300 L × 7 本 (40 MPa)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素ステーションの多目的利用を実証</li> <li>・都市ガスインフラを利用した天然ガス改質型水素ステーション</li> <li>・日本で初めて商業地域に設置された定置式水素ステーションにより、水素エネルギーの認知度を向上</li> </ul>

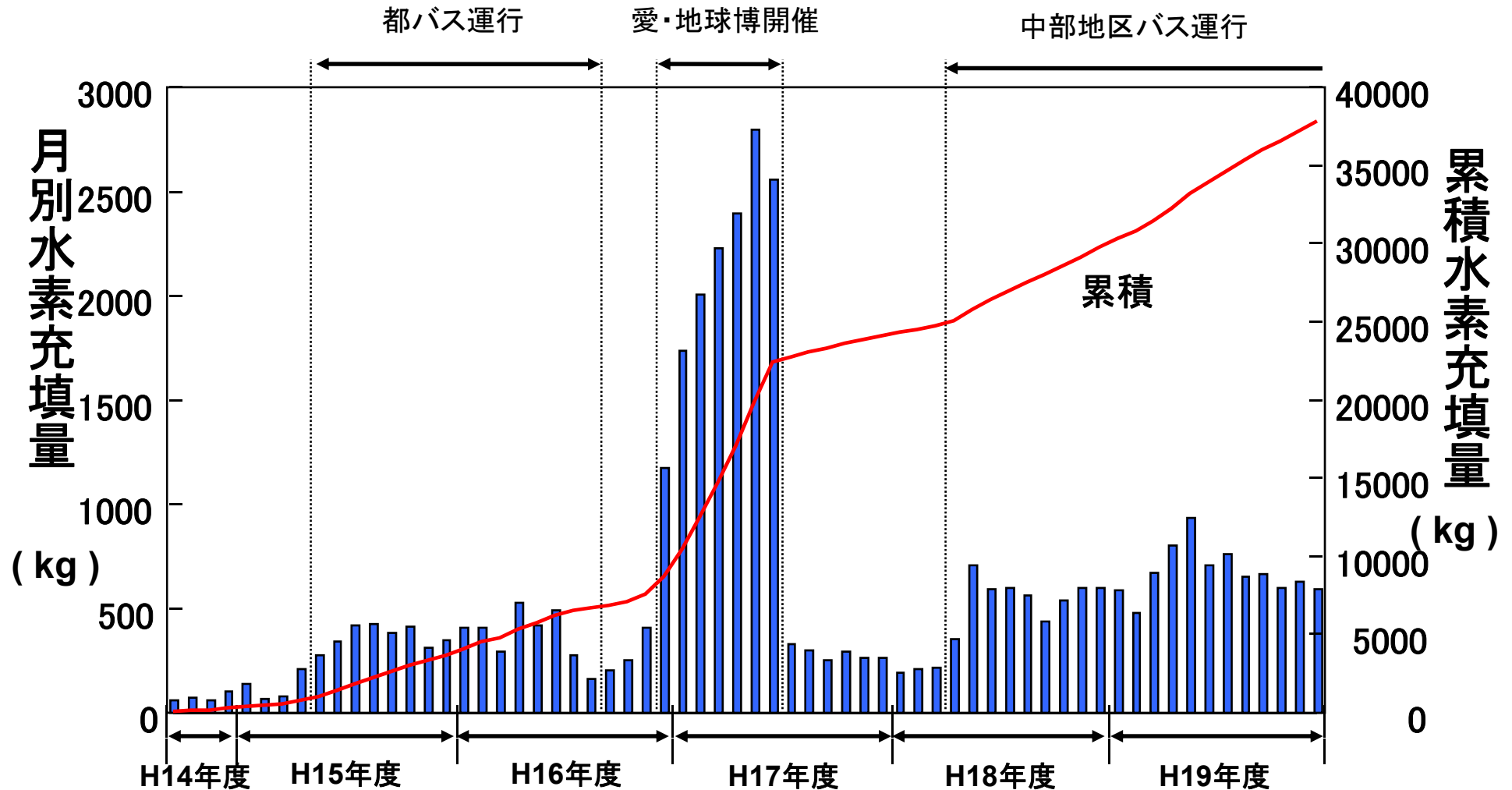
## 都市ガス改質型水素ステーション



# 運用実績(充填量) (1)

水素充填実績: 延べ37715kg\* (平成14年12月~20年3月)

\* 協賛水素ステーションを含む



# 運用実績(充填量) (2)

水素充填量: kg

ステーション	運用開始	H14年度 (~H15/3)	H15年度 (H15/4~H16/3)	H16年度 (H16/4~H17/3)	H17年度 (H17/4~H18/3)	H18年度 (H18/4~H19/3)	H19年度 (H19/4~H20/3)	合計**
霞ヶ関	H14/12	234	758	1007	883	694	886	4461
横浜・大黒	H15/3	65	354	597	511	409	406	2342
横浜旭	H15/4	—	171	184	253	236	176	1021
千住	H15/5	—	279	376	424	383	308	1769
有明	H15/5	—	1670	1540	734	515	1050	5510
川崎	H15/8	—	50	104	98	116	156	524
横浜・鶴見	H15/12	—	14	21	15	4	—	53
秦野	H16/4	—	—	160	145	—	—	304
相模原	H16/4	—	—	20	36	16	51	123
青梅&船橋	H16/6	—	—	19	271	88	220	598
瀬戸北	H17/2	—	—	445	5866	—	—	6312
瀬戸南	H17/2	—	—	547	6183	—	—	6730
セントレア	H18/7	—	—	—	—	3075	4387	7463
関西空港	H19/3	—	—	—	—	2	62	64
大阪	H19/8	—	—	—	—	—	214	214
市原*	H18/12	—	—	—	—	70	159	229
合計**		299	3294	5019	15419	5607	8076	37715

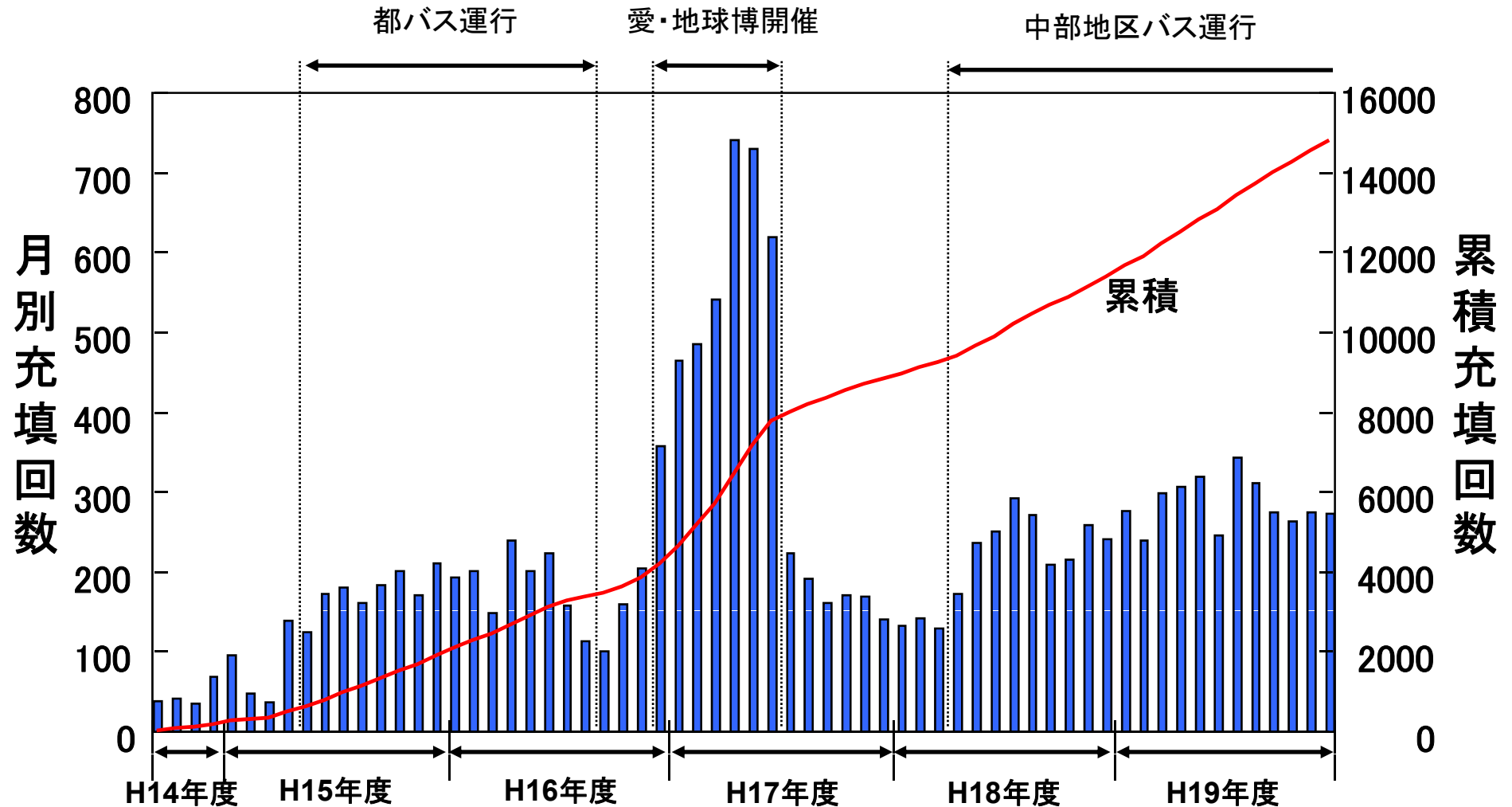
\* JHFC協賛水素ステーション

\*\* 合計は有効数字の関係で、各ステーションの数値の単純合計と若干の差がある  
上記のほか、水素ボンベストッカーにより小型移動体等へ合計13.5kgの水素を供給した。

# 運用実績(充填回数) (1)

水素充填実績: 延べ14830回\* (平成14年12月~20年3月)

\* 協賛水素ステーションを含む



# 運用実績（充填回数）（2）

## 水素充填回数

ステーション、	運用開始	H14年度 (~H15/3)	H15年度 (H15/4~H16/3)	H16年度 (H16/4~H17/3)	H17年度 (H17/4~H18/3)	H18年度 (H18/4~H19/3)	H19年度 (H19/4~H20/3)	合計
霞ヶ関	H14/12	136	379	466	462	486	640	2569
横浜・大黒	H15/3	48	316	466	388	275	316	1809
横浜旭	H15/4	—	141	106	167	146	121	681
千住	H15/5	—	246	298	313	263	210	1330
有明	H15/5	—	569	557	549	435	559	2669
川崎	H15/8	—	60	66	72	74	114	386
横浜・鶴見	H15/12	—	15	16	12	3	—	46
秦野	H16/4	—	—	107	106	—	—	213
相模原	H16/4	—	—	17	32	17	41	107
青梅&船橋	H16/6	—	—	11	158	75	152	396
瀬戸北	H17/2	—	—	88	1136	—	—	1224
瀬戸南	H17/2	—	—	105	1244	—	—	1349
セントレア	H18/7	—	—	—	—	727	1020	1747
関西空港	H19/3	—	—	—	—	1	40	41
大阪	H19/8	—	—	—	—	—	114	114
市原*	H18/12	—	—	—	—	48	101	149
合計		184	1726	2303	4639	2550	3428	14830

\* JHFC協賛水素ステーション

上記のほか、水素ボンベストッカーにより小型移動体等へ合計110回水素を供給した。

# トピックス (1)

## イベント出動(船橋)



福岡モーターショー(H19年12月)



JHFC in 北海道 2008  
札幌(H20年2月)

## トピックス (2)

### WG3昇圧率一定水素充填試験実施 (H18年度～、千住)



### 荒川消防署による消防訓練実施 (H19年6月、千住)





# トピックス (3)

相模原市民祭り パレード参加  
(H19年5月、相模原)



空港内ランプバスへの水素充填  
(H18年度～、セントレア)

# トピックス (4)

世界陸上にてバスに水素充填  
(H19年8月、大阪)



ボンベストッカーの設置  
(H20年1月、大阪)

「次世代エネルギー体験学習」開催 (H19年9月、横浜・旭)  
3回の実施で、地元の小学生約150名が参加  
内容 講義「燃料電池自動車と水素エネルギー」  
水素ステーション見学  
燃料電池自動車試乗

# 見学案内者数

ステーション	運用開始	見学者数
霞ヶ関	H14/12	292
横浜・大黒	H15/3	9754
横浜・旭	H15/4	1185
千住	H15/5	14506
有明	H15/5	9792
川崎	H15/8	1074
相模原	H16/4	343
青梅、船橋	H16/6	1243
セントレア	H18/7	2834
関西空港	H19/3	421
大阪	H19/8	438
市原*	H18/12	1128

平成20年3月末現在

\* JHFC協賛ステーション

web site (<http://www.jhfc.jp/>)にて見学申し込み受付中

ステーションの通常運用に影響のない範囲で見学対応をします。

# 70MPa化検討

# 70MPa増設の目的と仕様

航続距離の伸長を目的として、車載できる水素量の増加を図るため70MPaタンクを搭載したFCVの実証試験が日米欧で進められている。

このため70MPaの水素が充填できるステーションが必要となり、既存の4箇所のJHFCステーションに70MPa充填設備を増設することにした。

増設した70MPa充填設備は、JHFC2終了時(H22年度末)に一旦解体し、材料等の健全性を評価する。

70MPa充填設備増設にあたっての自動車側からの要望仕様は以下の通り。

最高充填圧力	87.5 MPa
連続充填台数	2 台
充填流量	0.1~3.6 kg/分
流量・昇圧制御	5種類の制御に対応できること
制御方式(通信・非通信)	通信充填ができること
充填する水素の冷却(プレクール)	必要

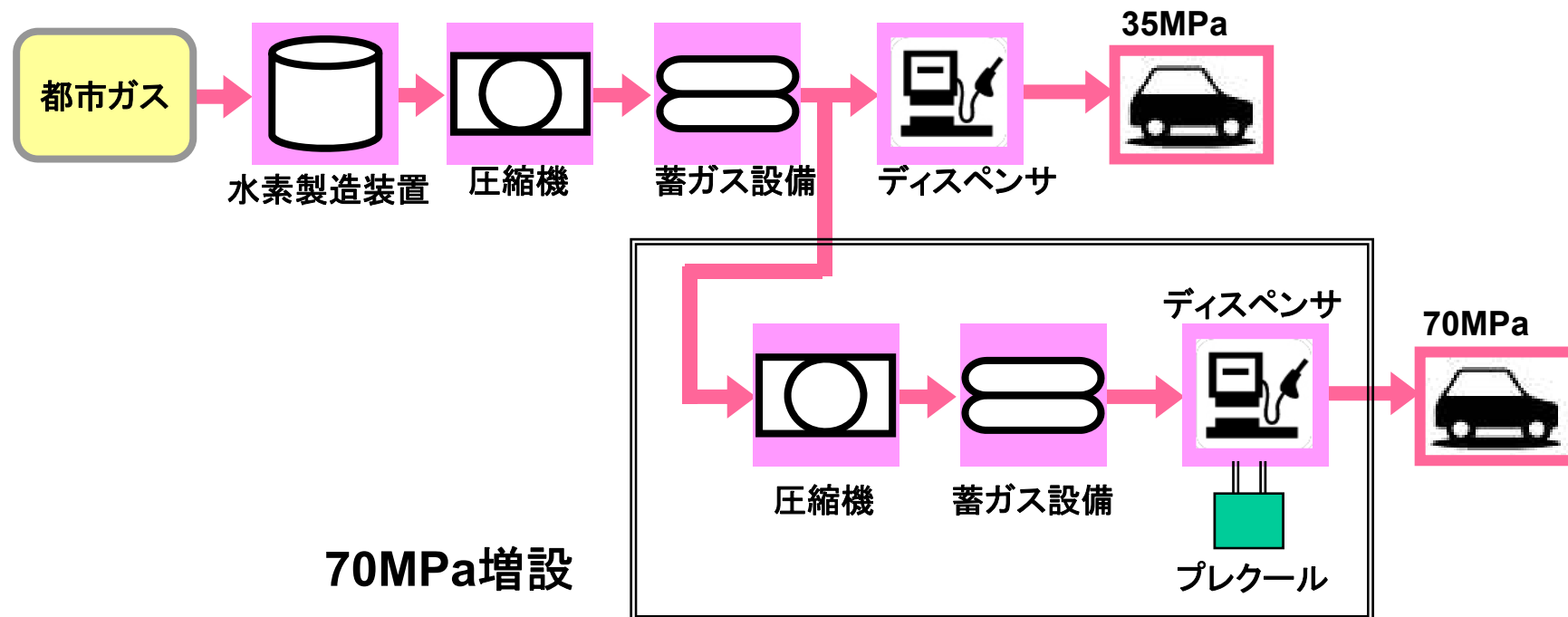
# 70MPaステーションの仕様

自動車側からの要望仕様について、自動車・ステーションで検討を行い、以下の仕様とした。

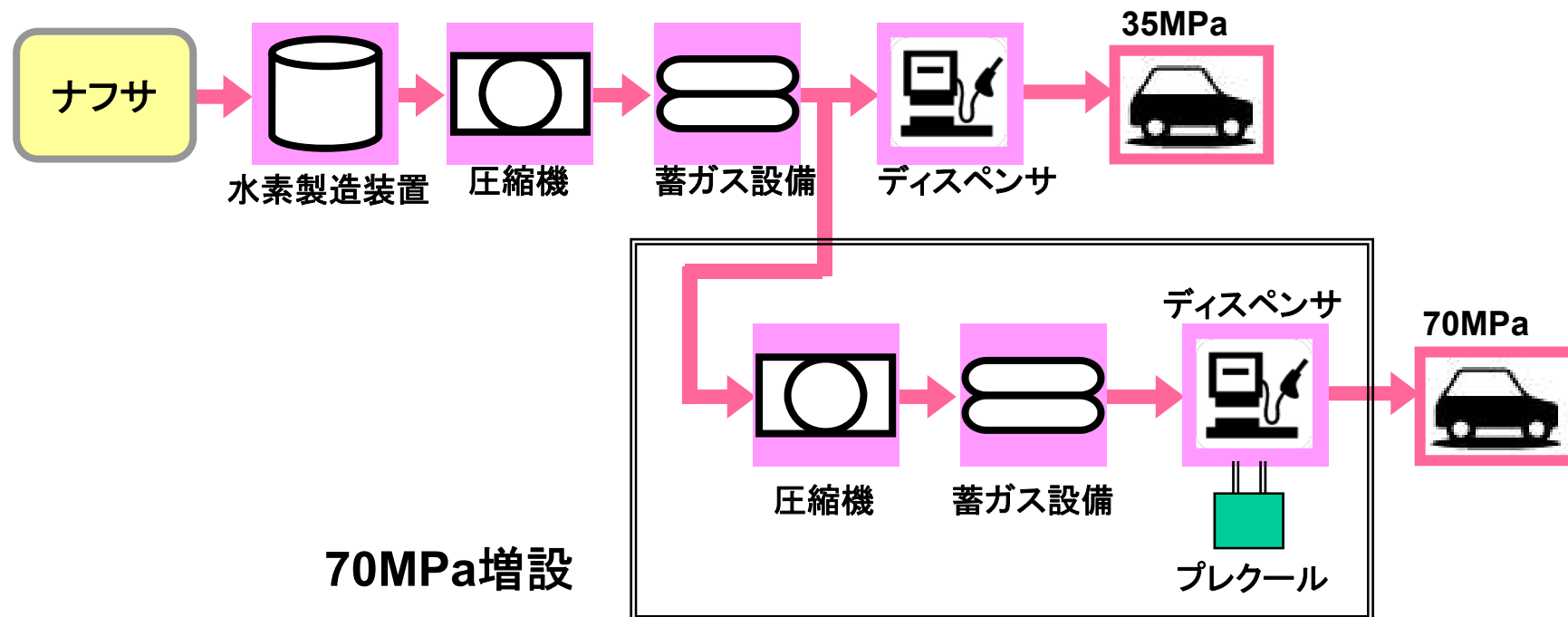
全ての項目の70MPa実証試験が行えるステーションは千住ステーションとし、他の3ステーションでは限定された試験を行うこととした。

ステーション	千住	横浜・旭	横浜・大黒	船橋(移動式)
最高充填圧力	70MPa	70MPa	70MPa	70MPa
連続充填台数	1台	1台	1台	1台
蓄ガス設備	あり	あり	なし	あり
充填流量	0.1-2.0kg/分	0.1-0.85kg/分	0.1-0.3kg/分	0.1-0.85kg/分
流量・昇圧制御	5種類の制御に対応できること	5種類の制御に対応できること	5種類の制御に対応できること	5種類の制御に対応できること
制御方式 (通信・非通信)	通信充填を考慮	通信充填を考慮	通信充填を考慮	通信充填を考慮
プレクール	あり	あり	なし	あり

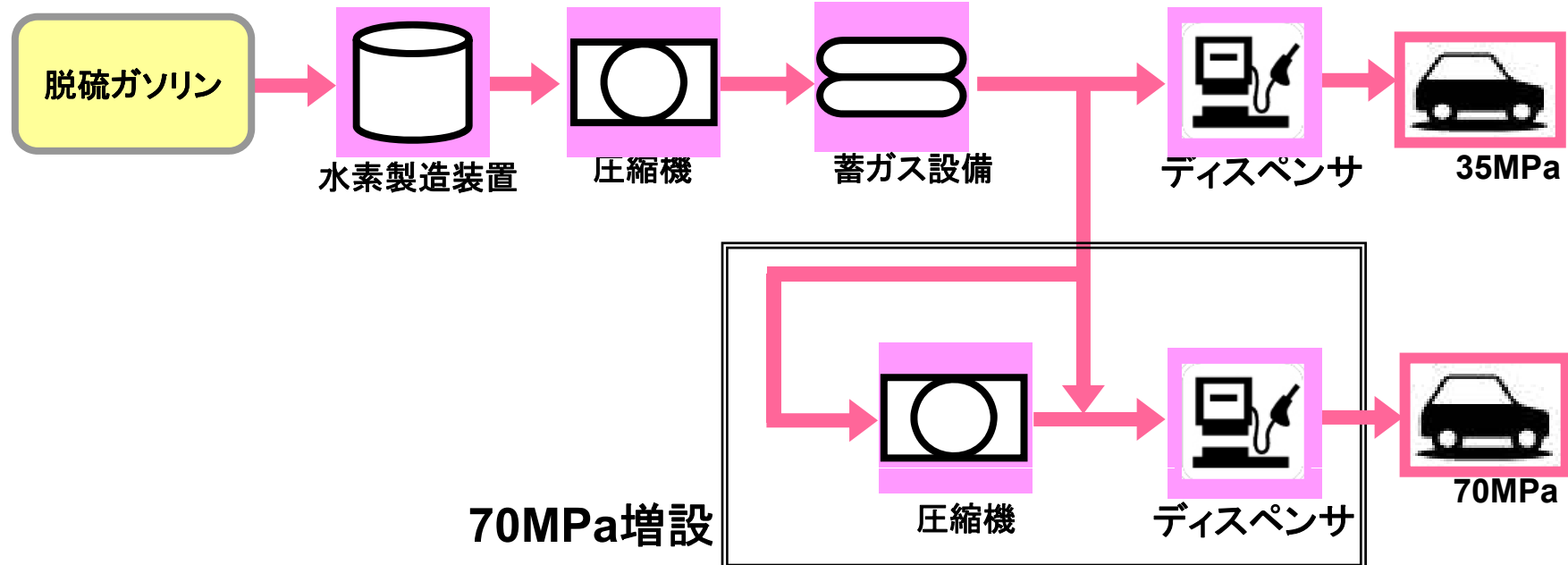
# 千住水素ステーション 70MPa化



# 横浜・旭水素ステーション 70MPa化

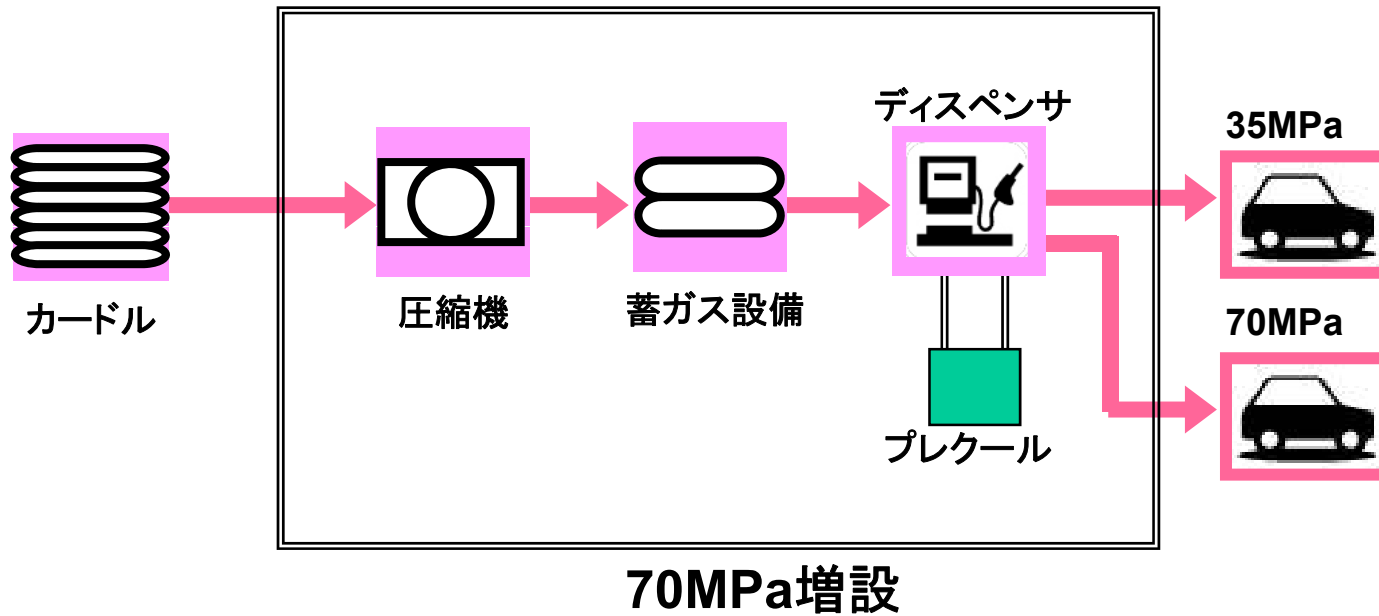








# 船橋水素ステーション(移動式)70MPa化



70MPa化を行うにあたって、  
海外の70MPa水素ステーション  
の設備や運用状況を調査。



Washington, D.C. (Shell's Benning Road Station)



Irvine, California (UC Irvine Station)

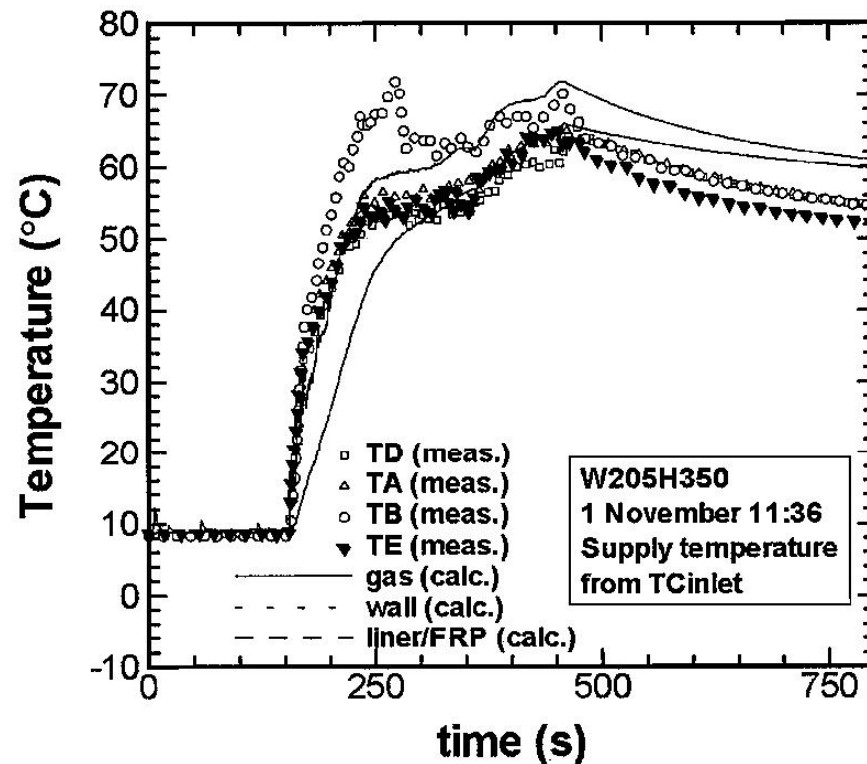


Frankfurt, Germany (MultiEnergy Station)

70MPaでは、水素充填時のタンクのガス温度の上昇が課題であり、門出教授が開発された温度シミュレーションソフトの説明会を実施。  
(6月開催)

出席者  
ステーション関係者 25名  
自動車関係者 13名

本シミュレーションソフトの使用により、充填時間やプレクール能力の評価が可能になる。



(b) actual supply temperature

タンクの水素ガス温度変化の一例

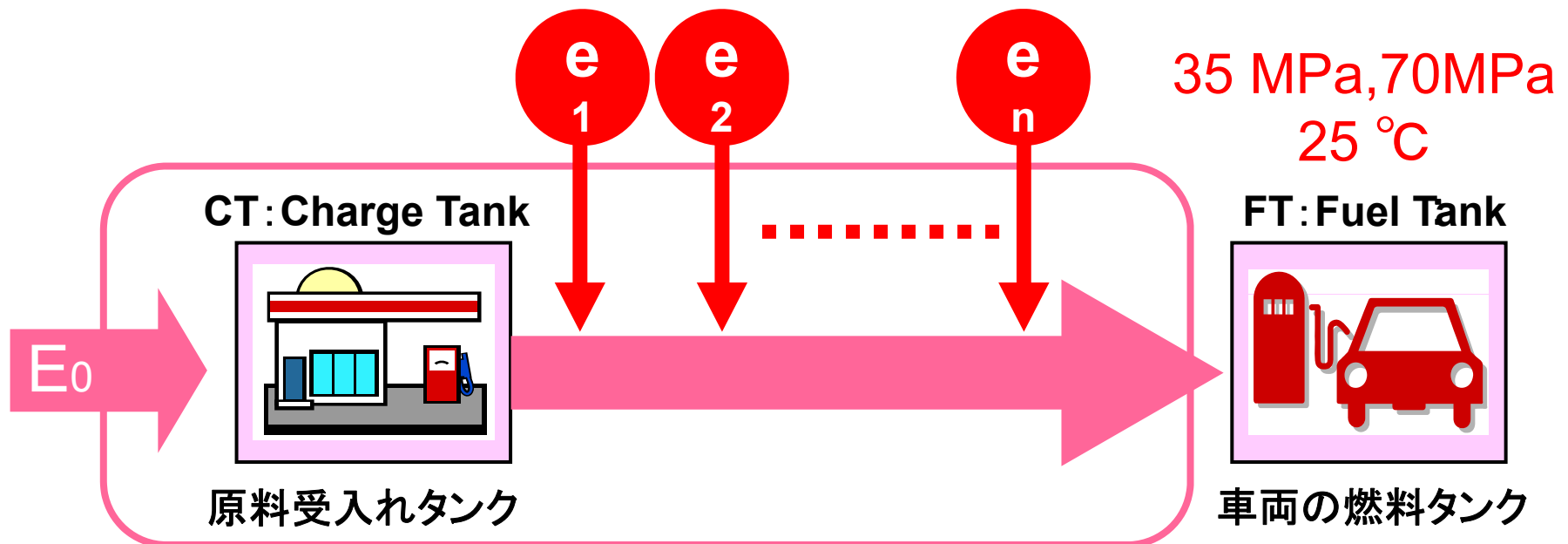
圧力技術Vol.45 No.6 2007 P338より

# 効率・コスト検討

# CT to FT エネルギー効率の定義

Fuel Tankへ投入した  
水素ガスの保有エネルギー

$$\eta = \frac{\text{Fuel Tankへ投入した水素ガスの保有エネルギー}}{\text{水素ステーションへの全投入エネルギー}(E_0 + \sum e_n)}$$



電力のエネルギー: 3.6 MJ/kWh

原料のエネルギー: 高圧ガスの場合、  
水素ガスの発熱量と圧力エネルギーの和で評価

## ■水素ガスの圧力エネルギー ( $E_{pf}$ )

$$E_{pf} = R \times t_f \times \ln(p_f/p_0)$$

R 気体定数 (8.31510 Jmol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>)

$t_f$  水素ガスの温度 (K)

$p_0$  標準大気圧 (101.325 kPa)

$p_f$  水素ガスの圧力 (kPa)

# 水素ガスの保有エネルギー

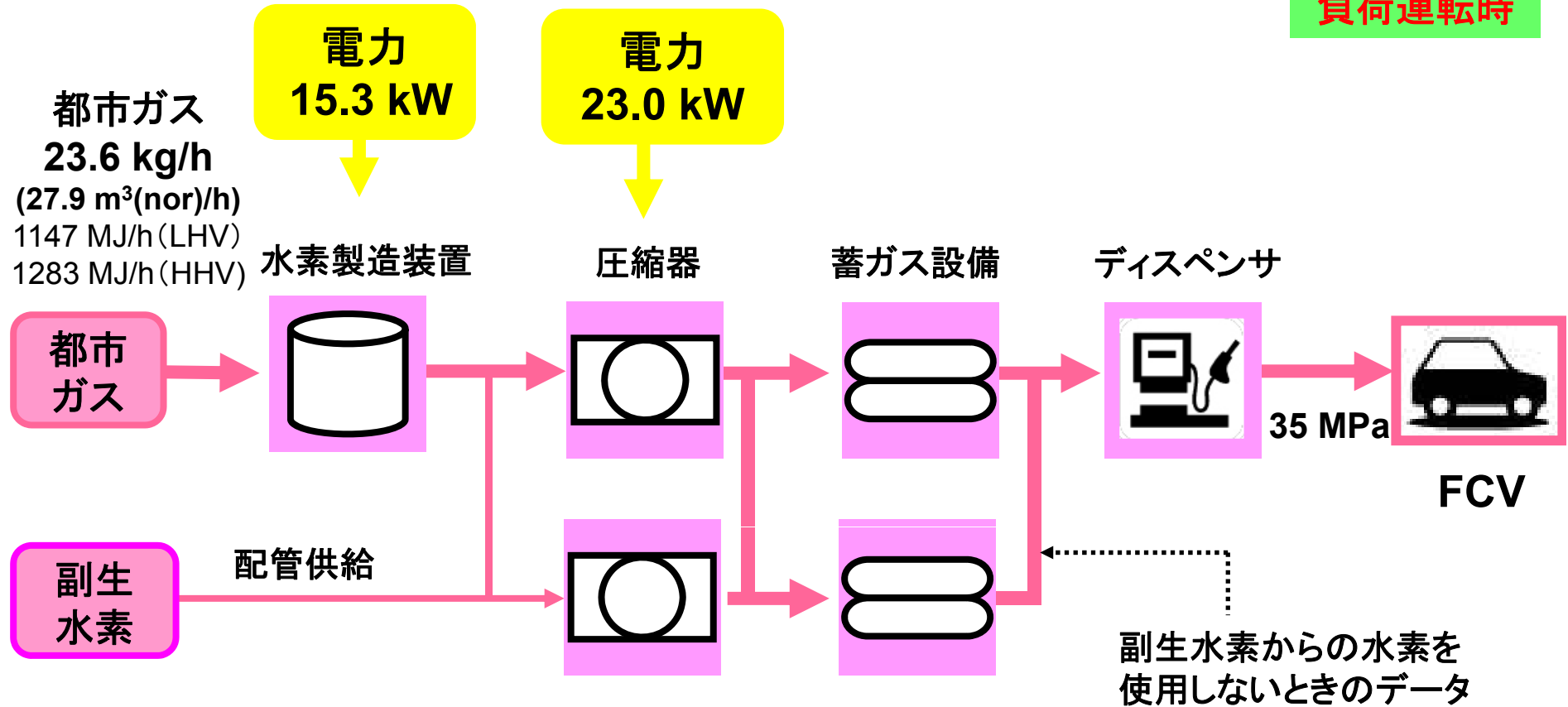
## 水素ガスの保有エネルギー(25°C)

	単位	水素ガス1 kg当たりの保有エネルギー	
		低位発熱量ベース (LHV)	高位発熱量ベース (HHV)
70 MPa (ゲージ圧)	MJ/kg	<b>128</b>	<b>150</b>
	MJ/m <sup>3</sup> (nor)	<b>11.5</b>	<b>13.5</b>
35 MPa (ゲージ圧)	MJ/kg	<b>127</b>	<b>149</b>
	MJ/m <sup>3</sup> (nor)	<b>11.4</b>	<b>13.4</b>
大気圧	MJ/kg	<b>120</b>	<b>142</b>
	MJ/m <sup>3</sup> (nor)	<b>10.8</b>	<b>12.8</b>



## ■都市ガス改質方式

70%  
負荷運転時



- 主要電力消費機器 ※ユーティリティ電力は水素製造装置に含む
- ・原料ポンプ
  - ・純水製造ユニット
  - ・燃焼空気ブロー
  - ・計装空気ユニット
  - ・冷却水ポンプ

水素供給量: 6.27 kg/h [ 70.5 m<sup>3</sup>(nor)/h ]

## 都市ガス改質方式

水素1 kg (Fuel Tank)あたりのステーション投入エネルギー

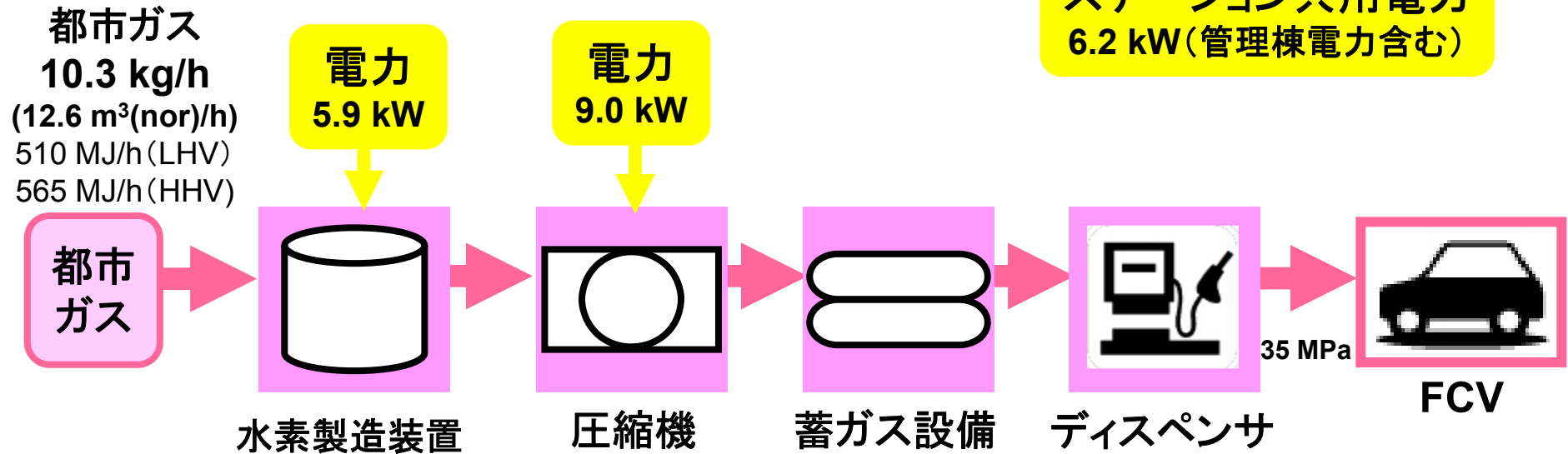
投入エネルギーの種類	投入エネルギー別原単位	投入エネルギー原単位	
		LHV	HHV
都市ガス	3.76 kg 4.45 m <sup>3</sup> (nor)	183 MJ	205 MJ
電気	6.11 kWh	22.0 MJ	

水素ガスが保有するエネルギー : 127 MJ/kg (LHV)、149 MJ/kg (HHV)

(水素ガスの条件 : 温度 25 °C、圧力 35 MPa)

エネルギー効率 $\eta$  = 62.0 % (LHV)  
65.6 % (HHV)

## 都市ガス改質方式



### ■水素製造装置主要電力消費機器

- ・原料圧縮機、燃焼空気ブロワ、
- ・純水ポンプ
- ・純水装置

### ■ステーション共用電力消費機器

- ・制御電源
- ・計装空気ユニット
- ・冷却水ポンプ
- ・冷却塔ファン
- ・換気扇

水素供給量: 2.78 kg/h [ 31.1 m<sup>3</sup>(nor)/h ]

## 都市ガス改質方式

水素1 kg (Fuel Tank) あたりのステーション投入エネルギー

投入エネルギーの種類	投入エネルギー別原単位	投入エネルギー原単位	
		LHV	HHV
都市ガス	3.71 kg 4.52 m <sup>3</sup> (nor)	183 MJ	203 MJ
電気	7.61 kWh	27.4 MJ	

水素ガスが保有するエネルギー : 127MJ/kg (LHV)、149MJ/kg (HHV)  
 (水素ガスの条件 : 温度25°C、圧力35MPa)

エネルギー効率 $\eta$  = 60.4 % (LHV)  
 64.7 % (HHV)

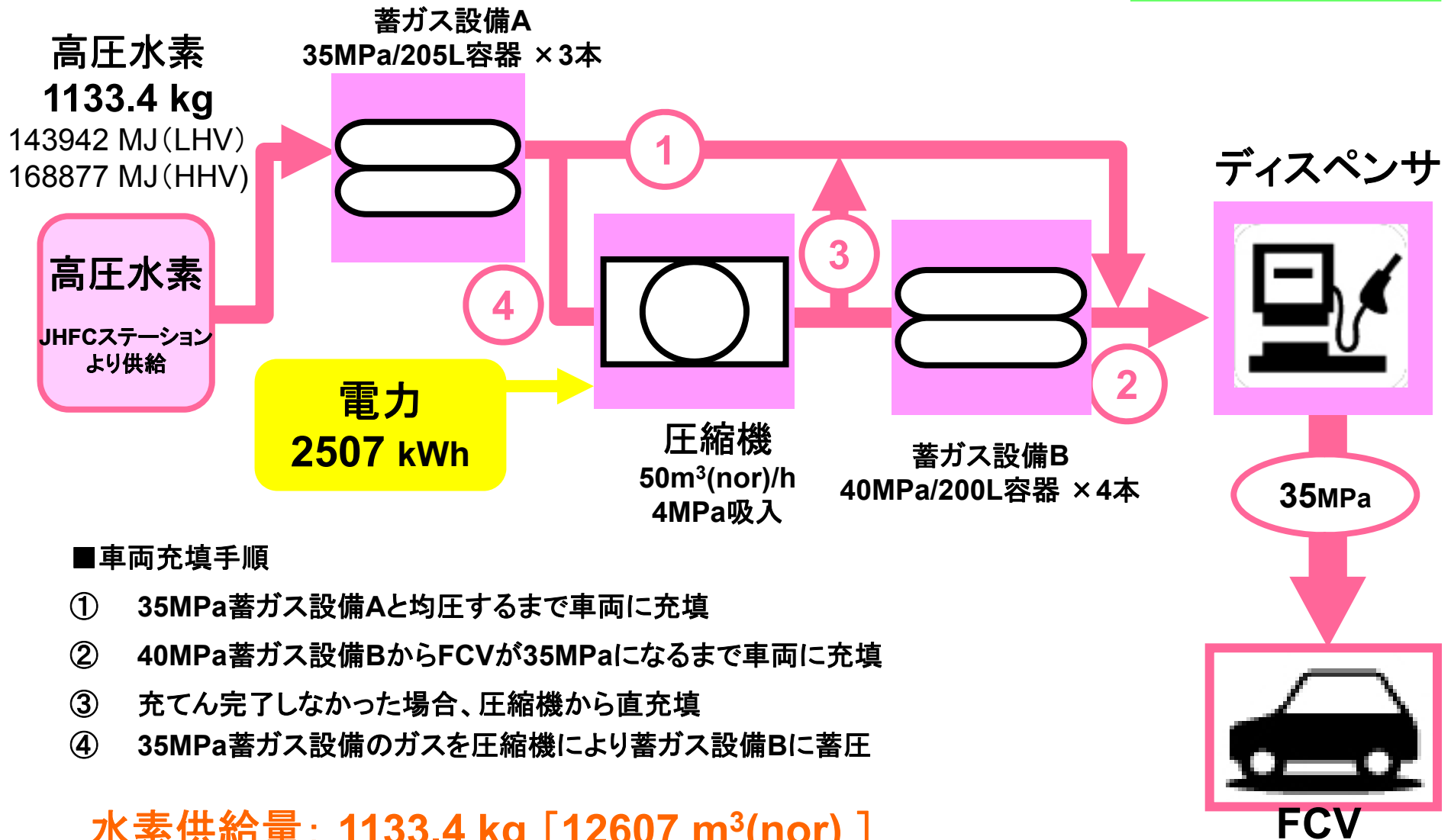
## ■ オンサイト改質方式

ステーション名	設備方式	エネルギー効率% LHV (HHV)
横浜・大黒	脱硫ガソリン改質	58.7 (64.1)
横浜・旭	ナフサ改質	60.4 (66.2)
川崎	メタノール改質	65.0 (68.8)
秦野	灯油改質	54.6 (61.1)
千住	LPG改質	58.7 (63.8)
	都市ガス改質	60.7 (65.2)
瀬戸南	都市ガス改質	62.5 (66.7)
セントレア	都市ガス改質	62.0 (65.6)
大阪	都市ガス改質	60.4 (64.7)

- Charge Tank to Fuel Tankで定義した実証水素ステーションのエネルギー効率
- 電力のエネルギー: 3.6 MJ/kWh
- 原料のエネルギー: 発熱量および圧力エネルギー(高圧ガスの場合)

## 高圧水素貯蔵方式

H18年7月～  
H19年12月累計



水素供給量: 1133.4 kg [12607 m<sup>3</sup>(nor) ]

## 高圧水素貯蔵方式

水素1 kg (Fuel Tank)あたりのステーション投入エネルギー

投入エネルギーの種類	投入エネルギー別原単位	投入エネルギー原単位	
		LHV	HHV
35 MPa 水素	1.0 kg	127 MJ	149 MJ
電気	2.21 kWh	7.96 MJ	

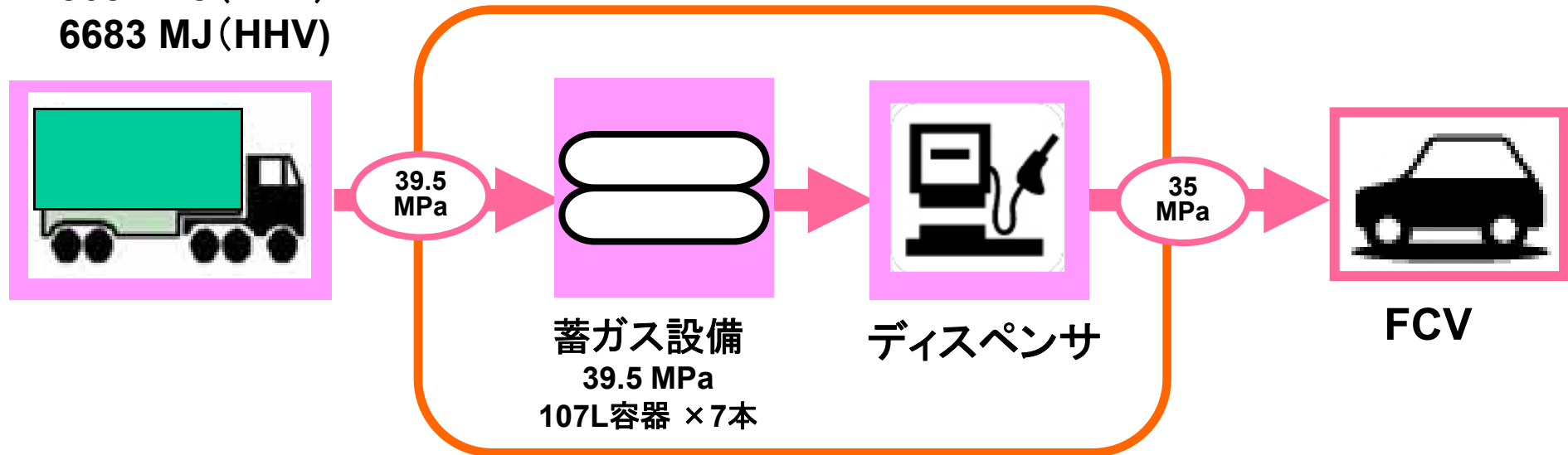
水素ガスが保有するエネルギー : 127MJ/kg (LHV)、149MJ/kg (HHV)  
(水素ガスの条件 : 温度25°C、圧力35MPa)

エネルギー効率 $\eta$  = 94.1 % (LHV)  
94.9 % (HHV)

## 高圧水素貯蔵方式

H19年4月～  
H19年12月  
累計

高圧水素  
44.7 kg  
5681 MJ (LHV)  
6683 MJ (HHV)



関西空港水素ステーション

制御電力量  
2.0 kWh

水素供給量: 44.7 kg [497 m<sup>3</sup>(nor) ]



## 高圧水素貯蔵方式

水素1 kg (Fuel Tank)あたりのステーション投入エネルギー

投入エネルギーの種類	投入エネルギー別原単位	投入エネルギー原単位	
		LHV	HHV
39.5 MPa 水素	1.0 kg	127 MJ	149 MJ
電気	0.045 kWh	0.16 MJ	

水素ガスが保有するエネルギー : 127 MJ/kg (LHV)、149 MJ/kg (HHV)

(水素ガスの条件 : 温度25 °C、圧力35 MPa)

エネルギー効率 $\eta$  = 99.8 % (LHV)

99.8 % (HHV)

高圧水素ガスを貯蔵し、差圧充填する設備なので、  
ここで消費するエネルギーはほとんどなく、エネルギー効率が高い

## ■オフサイト方式

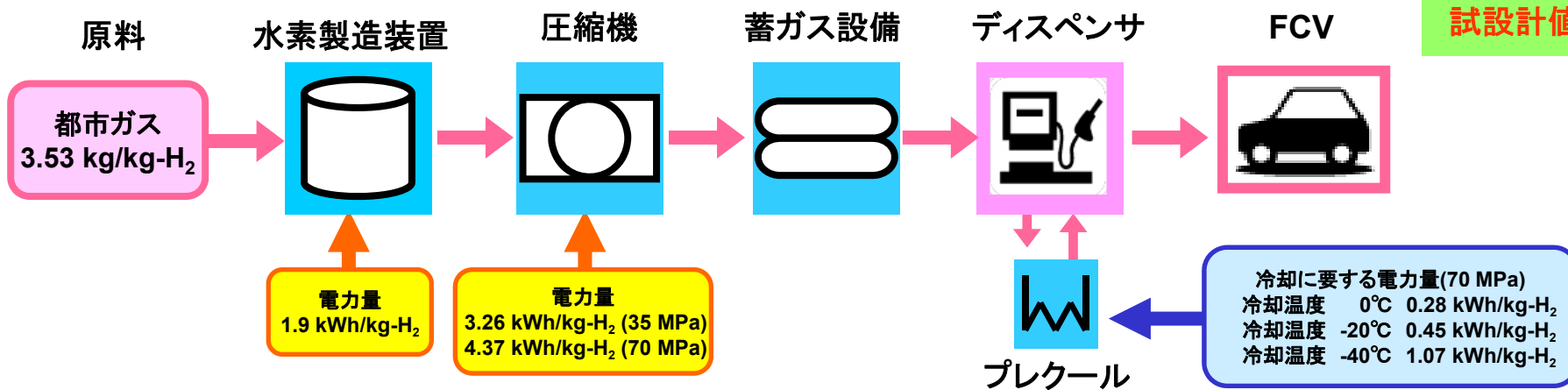
ステーション名	設備方式	エネルギー効率% LHV(HHV)
横浜・鶴見	高圧水素貯蔵	98.3 (98.6)
瀬戸北	高圧水素(製鉄COG精製) 貯蔵	89.8 (91.2)
霞ヶ関(改造前)	高圧水素貯蔵	95.8 (96.4)
霞ヶ関(改造後)	高圧水素貯蔵	94.1 (94.9)
関西空港	高圧水素貯蔵	99.8 (99.8)

- Charge Tank to Fuel Tankで定義した実証水素ステーションのエネルギー効率
- 電力のエネルギー: 3.6 MJ/kWh
- 原料のエネルギー: 発熱量および圧力エネルギー(高圧ガスの場合)

# 実用化段階モデル(H19年度版)

## 都市ガス改質方式水素ステーション

定格運転  
試設計値



水素1 kg (Fuel Tank)あたりのステーション投入エネルギー及びエネルギー効率 (LHV)

	プレクール		原料(MJ)	製造に要する電力(MJ)	圧縮動力(MJ)	水素の冷却(MJ)	製品水素保有エネルギー(MJ)	エネルギー効率 (CT to FT) (%)	エネルギー効率 (Well to FT) (%)
	有無	冷却温度(°C)							
35MPa	無	-	168	6.8	11.7	0	127	68.2	58.5
70MPa	無	-				0		67.3	57.7
	有	0			1.0	66.9	57.4		
		-20			1.6	66.7	57.2		
		-40	3.9	65.9	56.6				

Well to Charge Tank の効率を 0.858 とする。  
(JHFC「総合効率検討結果」報告書H18/3、JARI)

$$\text{ステーションのエネルギー効率 (プレクール有のケース)} = \frac{128}{168+6.8+15.7+(\text{冷却に要するエネルギー})}$$

都市ガス改質ステーション実用化段階モデルのエネルギー効率(LHV)を試算した。

1. 70MPaステーションのエネルギー効率(CT to FT)は、35MPaの場合と比較して、最大2.3ポイント低下。  
(68.2% → 65.9%)
2. 70MPaステーションのエネルギー効率(Well to FT)は、35MPaの場合と比較して、最大1.9ポイント低下。  
(58.5% → 56.6%)  
(Well to Charge Tankは文献値を使用)

# 水素供給原価試算

## 都市ガス改質ステーション実用化段階モデルの水素供給原価試算

300 m<sup>3</sup>(nor)/h規模の場合

		35 MPa	70 MPa (プレクール無)	70 MPa (プレクール: -40°C)
建設費	(億円)	6.0	6.8	7.2
水素供給 原価	(円/kg)	1190～1600	1300～1800	1360～1850
	(円/m <sup>3</sup> (nor))	110～150	117～160	122～170

建設費： 土地代を含まない。

設備： 償却年数:5～10年

原料： 都市ガス価格 (A社契約平均単価) : 54.3円/m<sup>3</sup> (nor)

$$\text{水素供給原価} = (\Sigma \text{固定費} + \Sigma \text{変動費}) / (\text{水素製造量})$$

(水素ステーション[300 m<sup>3</sup>(nor)/h]: 原燃料受け入れチャージタンクからFCV車載タンク)

固定費 ; 人件費 + 資本費 + 一般管理費  
変動費 ; 原燃料費 + 用役費 + 薬品・触媒

## 水素供給原価試算例(35MPa、10年償却)

水素供給原価(円/m<sup>3</sup>(nor)-H<sub>2</sub>)

= (Σ固定費(人件費、資本費、一般管理費等) + Σ変動費(原燃料費、用役費等)) / (水素製造量)

$$\begin{aligned} &= ((7 \times 10^6 \times 2 + 6.0 \times 10^8 \times 0.115 + 6.0 \times 10^8 \times 0.55 \times (0.014 + 0.0077) + 6.0 \times 10^8 \times 0.03 \\ &\quad + 7 \times 10^6 \times 2 \times 0.2 + 6.0 \times 10^8 \times 0.018) \\ &\quad + (50.3 \times 1555 \times 350 + 12 \times 2452 \times 350 + 300 \times 9.8 \times 350 + 200 \times 4.9 \times 350)) / (4175 \times 350) \end{aligned}$$

= **110.0 (円/m<sup>3</sup>(nor)-H<sub>2</sub>)**

# 水素供給原価算定条件

## 1. 固定費

### 1) 人件費など

項目	設定値	備考
人件費	7,000千円/(人・年)	早出/遅出勤務を考慮し、2人必要
年間営業日数	350日/年	
ステーション営業時間	13時間/日	起動・停止時を考慮した水素製造量で評価 4175m <sup>3</sup> (nor)/日

### 2) 資本費・一般管理費など

項目	設定値	備考
原価償却費	建設費の20.6%または11.5%	20.6%は5年償却、11.5%は10年償却の場合
簿価	建設費の55%	
固定資産税	簿価の1.4%/年	
保険料	簿価の0.77%/年	
修繕費	建設費の3%/年	
一般管理費	労務費の20%	
諸経費	建設費の1.8%	事業報酬

・土地代(敷地面積1200m<sup>2</sup>)は、水素ステーション建設費に含まない。

・減価償却費率の考え方(年額原価法)

項目	設定値	備考
設備取得費(P)	100	ベース
残存簿価(L)	10	ベースの10%
金利(i)	4%	
償却年数(n)	5年または10年	5年は目標償却年数、10年は法定償却年数
減価償却費率(R)	20.6%(5年)または11.5%(10年)	$R = i(P-L)(1+i)^n / ((1+i)^n - 1) + iL$

## 2. 変動費

### 1) 原燃料費・用役費

項目	単価	備考
都市ガス	50.3円/kg	A社平均契約単価、1555kg/日
用役費	12円/kWh	電力、B社高圧電力A、2452kWh/日
	300円/トン	上水、9.8トン/日
	200円/トン	廃水、4.9トン/日
触媒、薬品	0円	

実用化段階都市ガス改質ステーションの水素供給原価を試算した。

1. 都市ガス改質方式ステーション(300 m<sup>3</sup>(nor)/h規模)  
(35MPa,70MPa)のコスト試算結果

建設コスト	約6~7億円(土地代は含まない)
水素供給原価	約110~170 円/m <sup>3</sup> (nor)
2. 経済産業省の2020年目標価格の40 円/m<sup>3</sup>(nor)に対し、  
推算結果は2倍以上。  
コスト低減技術の更なる積み上げが必要。



## 水素供給原価低減方策検討

- ・水素ステーション向け水素集中製造の条件設定と効率試算、コスト試算
- ・固定費の低減による、水素供給原価低減の検討と試算

# 水素性状検討

・ISO/TC197/WG12では自動車用燃料水素仕様のTS(技術仕様書)が採択されている。現在IS化(国際標準化)に向けて作業中。

水素純度： 99.99 %以上

不純物成分	ISO/TC197 TS	JHFC仕様
CO	0.2 ppm	1 ppm
CO <sub>2</sub>	2 ppm	1 ppm
O <sub>2</sub>	5 ppm	2 ppm
N <sub>2</sub>	100 ppm	50 ppm
He, Ar		---
全炭化水素	2 ppm	1 ppm
H <sub>2</sub> O	5 ppm	---
全イオウ化合物	0.004 ppm	---
HCHO	0.01 ppm	---
HCOOH	0.2 ppm	---
NH <sub>3</sub>	0.1 ppm	---
全ハロゲン化合物	0.05 ppm	---

出典 ISO/TC197/SC/WG12、ISO/PDTS 14687-2 (2006. 8.30)

## 主な検討項目

- (1) 水素純度とコストのトレードオフ分析
- (2) 不純物濃度の実績調査
- (3) 品質管理上クリティカルな不純物成分の特定

検討項目	H19年度検討内容および成果
(1)	純度(99.99%、99%)の違いによるコスト試算、大差なし。
(2)	ISO/TC197 TS仕様を満足する水素品質管理方法を調査。 分析装置コストを試算。
(3)	PSA精製時の不純物成分としてCOに着目。 品質管理コスト低減検討。

本成果は、ISO/TC197(水素技術委員会)/WG12(FCV用水素燃料仕様)に情報提供し、国際標準化活動に反映。

# 製品水素分析

JHFCの各ステーションで実際に供給している水素中に含まれる不純物を分析

実施時期	公表時期
H16年 3月	H17年度JHFCセミナーにて発表済み
H17年 3月	
H17年 9月	
H19年 2月	今回発表
H19年12月	

いずれの分析においても  
ISO/TC197/WG12のTS仕様をほぼ満足している。

# 製品水素分析結果(H19年2月)

分析対象物質	分析値 <sup>1)</sup> (単位:ppm)								検出下限	分析方法
	横浜大黒 脱硫ガソリン 改質	千住 都市ガス 改質	川崎 メタノール 改質	青梅 都市ガス 改質	セントレア 都市ガス 改質	有明 液体水素 貯蔵	相模原 アルカリ 水電解	市原 灯油 改質		
一酸化炭素	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	GC-FID
二酸化炭素	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.02	Trace	<0.01	Trace	<0.01	GC-MS
全炭化水素 <sup>2)</sup>	:メタン	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.42	<0.05	GC-FID
	:非メタン	Trace	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	GC-FID
ベンゼン	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	GC-FID
硫黄化合物 <sup>3)</sup>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	IC
メタノール	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	GC-MS
ホルムアルデヒド	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	DNPH/HPLC
アセトアルデヒド	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	DNPH/HPLC
ギ酸	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	IC
アセトン	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	GC-MS
アンモニア	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	IC
水分	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	20.5	<0.5	露点計
酸素	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	微量酸素計
アルゴン	1.29	7.08	<0.03	0.19	0.07	0.1	2.07	0.12	<0.03	GC-MS
窒素	20.0 <sup>4)</sup>	0.64	0.53	8.26 <sup>4)</sup>	0.82	0.13	73.2 <sup>4)</sup>	1.1	<0.03	GC-MS
ヘリウム	7	<3	<3	9	Trace	Trace	<3	<3	<3	GC-TCD
ハロゲン化合物 <sup>5)</sup>	:F <sup>-</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	IC
	:Cl <sup>-</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	IC
	:Br <sup>-</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	IC

1):濃度は全て体積換算とした。

2):全ての炭化水素濃度を炭素数1の化合物換算で合計して定量した。

3):全ての硫黄化合物をSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>換算で合計して定量した。

4):高濃度のため、GC-MSでの定量が困難であり、GC-TCDにて定量した。

5):それぞれF<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>濃度として定量した。

# 製品水素分析結果(H19年12月)

分析対象物質	分析値 <sup>1)</sup> (単位:ppm)									分析方法
	横浜大黒 脱硫ガソリン 改質	横浜旭 ナフサ 改質	千住 都市ガス 改質	川崎 メタノール 改質	セントレア 都市ガス 改質	大阪 都市ガス 改質	相模原 アルカリ 水電解	市原 灯油 改質	検出下限	
一酸化炭素	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	0.04	0.07	-	<0.01	<0.01	GC-FID
二酸化炭素	<0.01	0.33	<0.01	<0.01	<0.01	0.38	-	1.03	<0.01	GC-MS
全炭化水素 <sup>2)</sup>	:メタン	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	-	0.3	<0.05	GC-FID
	:非メタン	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	GC-FID
ベンゼン	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	<0.005	<0.005	GC-MS
硫黄化合物 <sup>3)</sup>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	<0.0001	<0.0001	IC
メタノール	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	GC-MS
ホルムアルデヒド	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	DNPH/HPLC
アセトアルデヒド	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	DNPH/HPLC
ギ酸	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	IC
アセトン	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	DNPH/HPLC
アンモニア	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001	<0.001	IC
水分	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-	5.3	<0.5	露点計
酸素	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	微量酸素計
アルゴン	<0.03	<0.03	1.50	<0.03	0.18	0.19	-	0.069	<0.03	GC-MS
窒素	0.11	0.51	10.4	0.56	8.2	1.92	19.2 <sup>4)</sup>	2.4	<0.03	GC-MS
ヘリウム	<3	<3	<3	<3	<3	<3	-	<3	<3	GC-TCD
ハロゲン化合物 <sup>5)</sup>	:F <sup>-</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	IC
	:Cl <sup>-</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	IC
	:Br <sup>-</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	IC

1):濃度は全て体積換算とした。

2):全ての炭化水素濃度を炭素数1の化合物換算で合計して定量した。

3):全ての硫黄化合物をSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>換算で合計して定量した。

4):高濃度のため、GC-MSでの定量が困難であり、GC-TCDにて定量した。

5):それぞれF<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>濃度として定量した。

# ステーションの安全



# JHFC2 トラブル事例一覧

発生年月	トラブル内容	水素漏洩の有無
H18/3,4	充填ノズルからの水素漏洩	微量漏洩
H18/6	蓄ガス設備圧力計取付け部からの水素漏洩	漏洩
H18/9	水素中の窒素濃度基準オーバー	なし
H18/10	FCVへの水素充填中断	なし
H18/10	圧縮機配管継手部からの水素漏洩	微量漏洩
H18/11	(隣接オートガススタンドでの事故により、約1ヶ月間休業)	なし
H18/12	改質炉の熱交換器の損傷	なし
H19/1	充填ノズル着脱操作不良	なし
H19/2	圧力伝送器の指示値不良	なし
H19/5,12	流量調節弁のグランド部からの水素漏洩	微量漏洩
H19/7	充填ホースからの水素ガスの透過	なし
H19/7	緊急離脱カプラからの水素漏洩	微量漏洩
H19/9	充填作業中の微小水素漏洩	微量漏洩
H19/10	水素圧縮機のダイヤフラムの破損	なし
H19/10	蓄ガス設備用出口バルブのグランド部からの水素漏洩	微量漏洩
H20/1	改質設備の熱交換器の配管損傷	なし

第1期JHFCにおけるトラブル事例は、平成17年度JHFCセミナーにて発表済み

(ホームページ <http://www.jhfc.jp> にセミナー資料掲載)

## 充填ノズル着脱操作不良

### 1. 状況

(1) A社製のFCVに充填後、ノズルを外そうとしたが簡単に外れず、何度か試みてやっと外れた。

(2) B社製FCV、C社製FCVに充填後、ノズルのソケットカバーが元に戻らず外れにくい状況となった。

### 2. 調査結果と対応

ノズルに関しては異常はなかったが、取り外す時に、レセプタクルに対して充填ノズルが真っ直ぐになっていないと外れない、微妙に角度がついていると外れない、しかし角度をあわせて引くと簡単に外れる、ホースが接続されているためその部分が曲がらないように引けばほとんど力は必要ないこと等が判明。

ディスペンサーメーカーによりノズルグリップ形状が異なるため、ステーションごとの着脱操作手順を作成・配付し、手順に従って運用することにした。



ノズルの確認状況

## 流量調節弁のグランド部からの水素漏洩

### 1. 状況

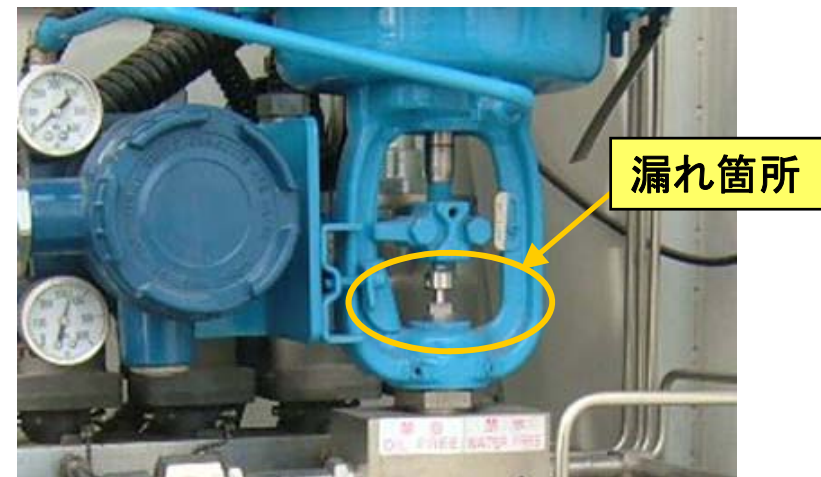
水素を充填中、ハンディガス検知器による漏洩検査で流量調節弁のグランド部より微量の水素漏れを検知。充填を中止して点検を実施し、グランド部の増し締めを行うことにより漏れは止まったが、1週間後、充填中に同じ場所で水素漏れを検知。

### 2. 原因

流量調節弁を分解して整備を実施。グランド部に埃が付着しており、パッキンが変形していた。このため漏れは埃の付着と増し締めの繰り返しによるパッキンの変形によるものと推定される。このパッキンの使用期間は4年2ヶ月。

### 3. 対策

- ・定期的にパッキンの交換を行う。
- (交換頻度を今後の実証試験の中で決めていく)



流量調節弁

今後の水素ステーションの材料・技術評価に資するため  
JHFC水素ステーションで使用した蓄圧器の調査が  
HYDROGENIUS・九州大学で行われている。

(1) 霞ヶ関水素ステーションの35MPa蓄圧器

(2) 横浜・鶴見水素ステーションの35MPa蓄圧器



霞ヶ関：蓄ガス設備



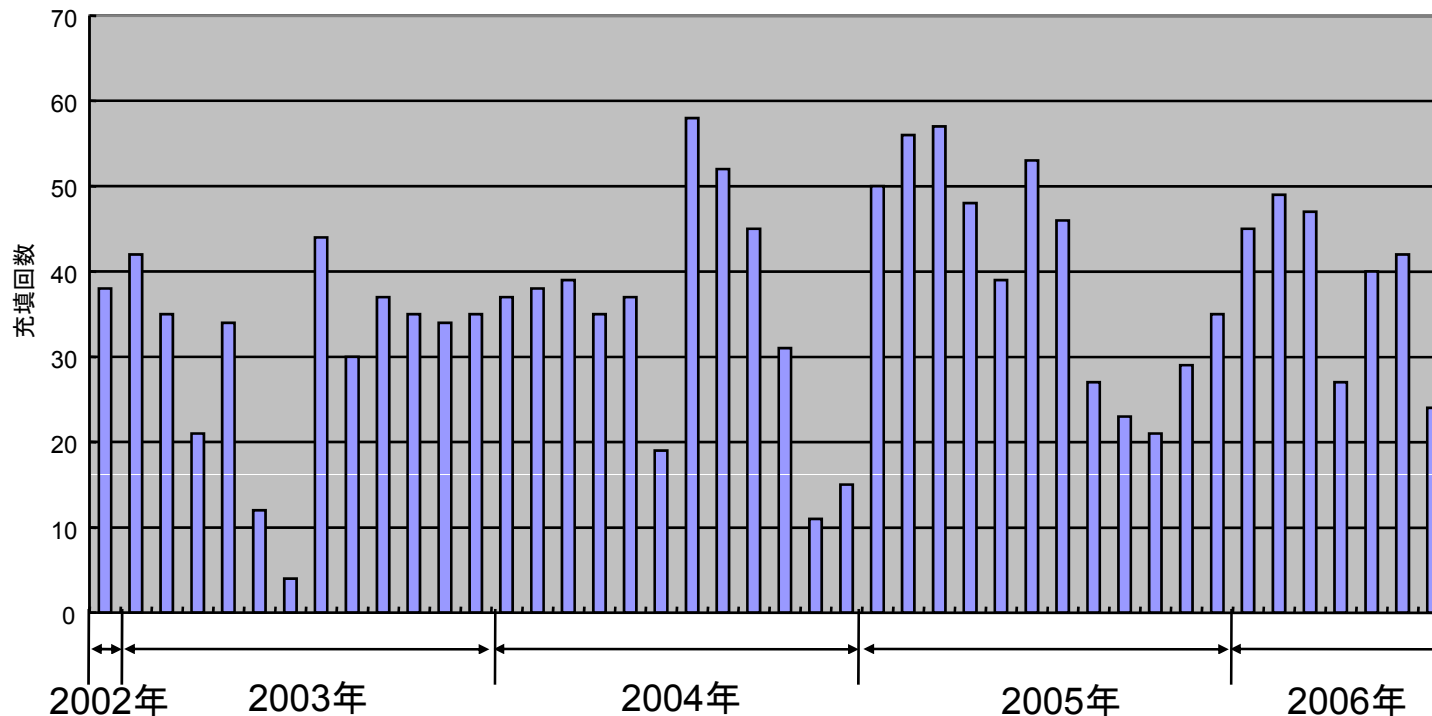
横浜・鶴見：蓄ガス設備

# 霞ヶ関の蓄圧器の調査

霞ヶ関水素ステーションは設備能力の向上と作業安全性の改善を目的とした改造が行われ平成18年7月から新しい設備で運用されている。

旧設備は3年8カ月間使用され、このように長期間にわたって高圧の水素の充填が行われた設備は国内では初めてであり調査が行われている。

月別充填回数 (02/12月-06/7月)



## まとめ

---

- 新たに大阪地区のステーション2箇所<sup>1</sup>の運用を開始し、既設のステーション9箇所と関連設備の運用を継続することにより、平成20年3月までに14830回の充填を行い、37715kgの水素をFCV等に供給。
- 70MPa化の仕様を決定し、千住、横浜・旭、横浜・大黒、船橋の4ステーションを選定し、改造準備を進行。  
(平成22年度に一旦解体し、材料等の健全性評価を予定)
- 実用化段階ステーションモデルのエネルギー効率(プレクール有および無の場合)試算と水素製造コスト検討を実施、さらなるコスト低減が必要。
- 燃料電池自動車用水素仕様および不純物分析方法に関する検討を実施。
- 運用に伴い発生したトラブルの原因調査・対策実施と情報の共有化により、ステーションを安全に運用。

# 今後の計画

