

第127回定例研究会 資料Ⅲ

分散型水素製造システムにおけるCO₂固定の検討

東京ガス(株)
基盤技術部 技術研究所
白崎義則

TOKYO GAS

2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会

1

水素ステーションにおける課題

水素ステーション実証試験



千住水素ステーション
 ・運営: 東京ガス/太陽日輪
 ・タイプ: オンサイト改質型, 13A都市ガスから水素製造
 ・期間: 2003-
 ・水素製造方法: 水蒸気改質 + PSA (圧カスイング吸着)
 ・水素製造量: 50 Nm³/h
 ・累計充填量: 22948 Nm³
 ・累計充填台数: 1473 台
 ・累計見学者数: 17111人 (2008/12月現在)

水素製造システムの実用化に向けた課題

- 水素製造効率率は将来40%以上のWell to Wheel効率を実現するために少なくとも80%は必要である。しかし従来型の改質システム+PSAでは効率は60~70%までしか上がらず、十分ではない。
- 都市部のほとんどの給油ステーションには広い敷地が無いいため、水素製造システムの大幅な小型化が必要である。

_____と_____は実用化に向けてクリアすべき課題
 ↓
水素分離型リフォーマの開発

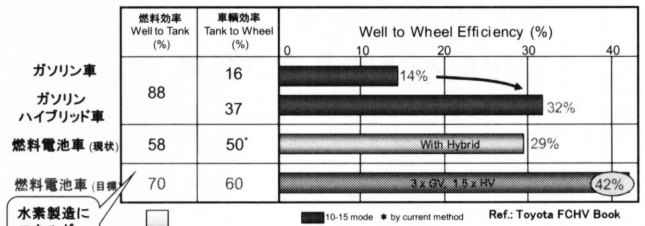
TOKYO GAS

2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会

3

燃料効率及び車輦効率

燃料効率 × 車輦効率 = 自動車の総合効率 (WtW効率)



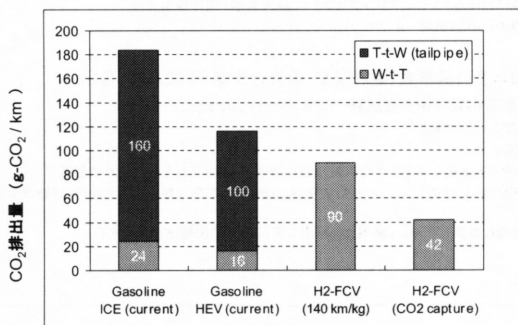
TOKYO GAS

2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会

4

水素・燃料電池自動車の実現による環境への貢献 ガソリン車とFCVのCO₂排出量比較

WHEC17: 東京地区における集中/分散水素製造FS (東京ガス/Shell Hydrogen)



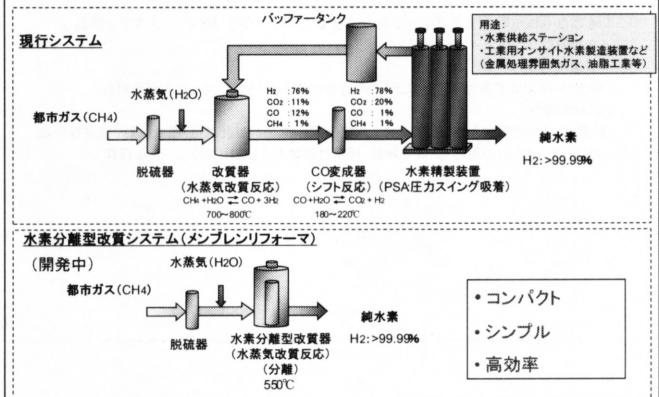
※ JHFC10.15 モード燃費データを参考

TOKYO GAS

2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会

5

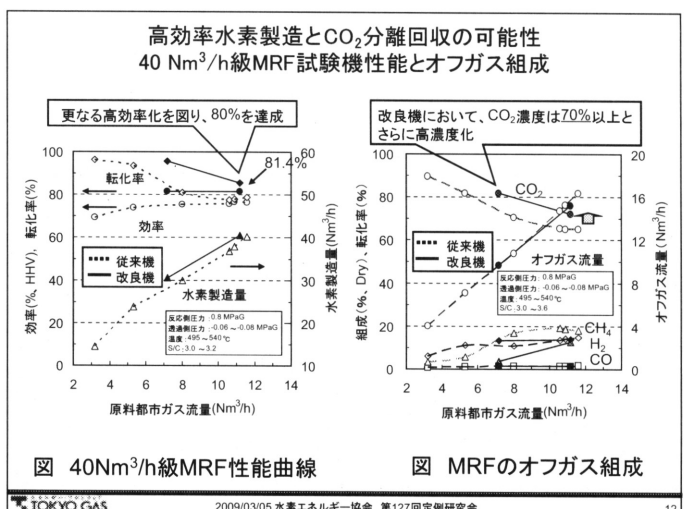
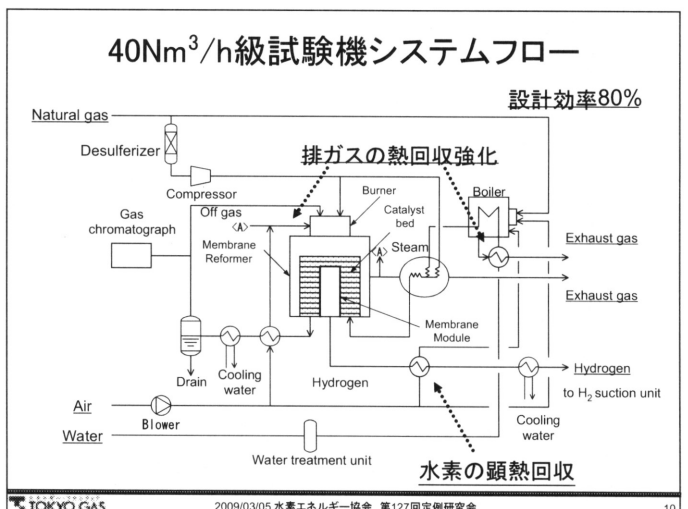
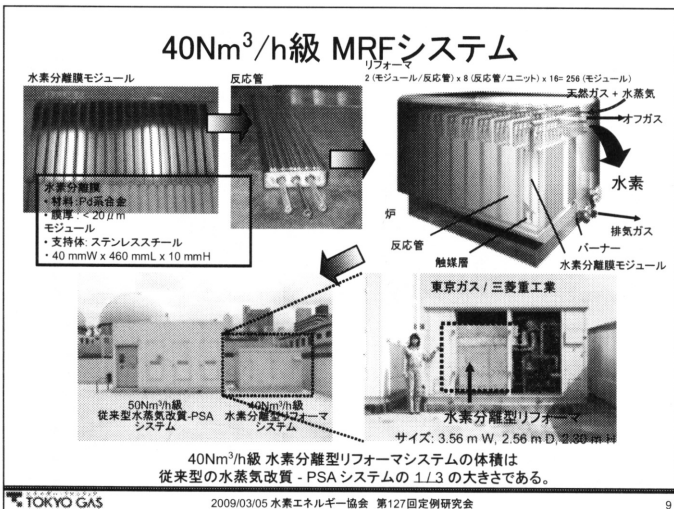
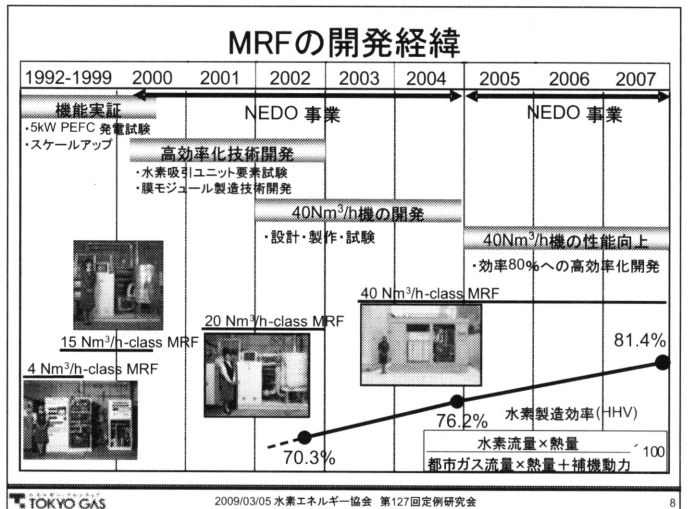
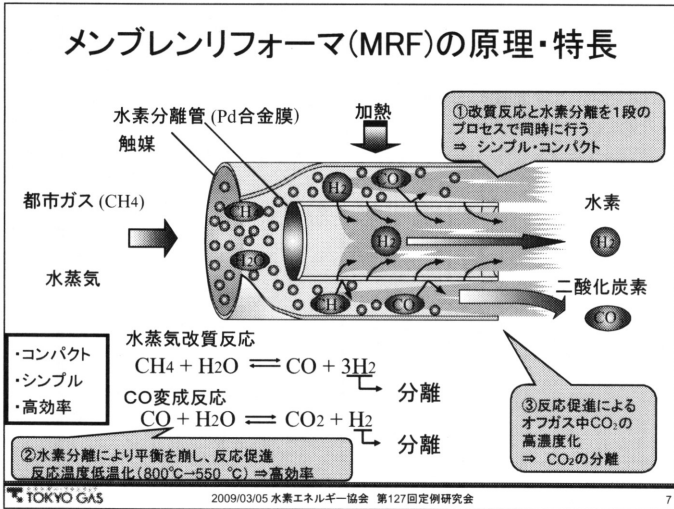
都市ガスからの水素製造技術



TOKYO GAS

2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会

6



新規構成水素分離膜モジュール開発の取り組み 触媒一体化モジュールの開発

従来型モジュール

触媒一体化モジュール

触媒一体化モジュールの特徴

- 多孔質支持体に改質触媒機能を付与させることにより、別途触媒を設置する必要がなくなり、小型化が可能。
- 多孔質支持体表面上への薄膜形成技術により、水素透過性能を向上させる。
- 膜が触媒と繰り返し接触することにより生じる膜の損傷を防止する。
- 支持体の大量生産が容易なため、モジュールの低コスト化が期待できる。

改質触媒 支持体 改質触媒機能付多孔質支持体

- 膜の近傍に別途触媒を配置
- 支持体に触媒の機能を付与
- 透過水素が支持体中を流通
- 原料ガスが支持体中を流通

触媒一体化モジュールの外観サイズ: 10mmφ O.D. × 320mm L

TOKYO GAS 2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会 NGK INTX 13

MRFによる高効率水素製造とCO₂分離回収の可能性

MRFでは、水素製造時に排出されるオフガス中のCO₂が90%と高濃度であり、CO₂の液化が容易。

図 40 Nm³/h級MRFのCO₂回収効果

表 オフガス、燃焼ガスの組成

組成 (Dry, %)	MRFオフガス		13A 燃焼ガス	PSA オフガス
	負荷 100%	負荷 30%	λ: 1.0	計算値 (η: 70%)
H ₂	15	6.0	0	51.5
CO	1.7	0.9	0	2.2
CO ₂	65.2	89.7	12.2	44.1
CH ₄	18.1	3.4	0	2.2
N ₂	0	0	87.8	0
O ₂	0	0	0	0
計	100	100	100	100

TOKYO GAS 2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会 14

試験装置フロー図とCO₂回収量の試算

CO₂回収試験フロー図

CO₂回収量の試算結果

原料都市ガス流量 (Nm³/h)

- CO₂排出量 CO₂回収 (kg/h)
- CO₂排出量 圧縮機 (kg/h)
- CO₂排出量 パーナー、ボイラー (kg/h)
- CO₂排出量 オフガス (kg/h)
- 水素製造量 (Nm³/h)
- CO₂削減率 (%)

TOKYO GAS 2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会 15

CO₂液化試験装置外観

MRFとCO₂液化回収装置

MRF: 3.56 m W, 2.56 m D, 2.30 m H
CO₂回収装置: 2.1 m W, 1.45 m D, 2.26 m H

2008/11/13より
千住水素ステーション内で試験を開始

オンサイト水素製造でのCO₂分離回収を世界で初めて実証

気液分離槽内のCO₂液化の様子

TOKYO GAS 2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会 16

CO₂回収型MRFによる低炭素水素供給

水素分離膜を活用し、オフガスに含まれる高濃度のCO₂を圧縮液化することで、超高効率のCO₂分離回収とローカル水素ネットワークへ低炭素水素を供給

水素ステーションや水素FC集合住宅など (水素コミュニティにおけるCO₂回収型水素製造装置)

◆改質効率80%超のメンブレンリフォーマー

水素分離膜 (Pt合金膜)

触媒

都市ガス (CH₄)

水蒸気

加熱

水素

低炭素水素

純水素FC集合住宅

低炭素水素

燃料電池自動車

CO₂貯留場またはCO₂処理場

都市ガス

高効率CO₂分離回収

CO₂圧縮液化

液化CO₂ローリー等

高効率水素製造装置 (参考: LNG火力3~4%, 石炭火力12~14%)

オフガス: CO₂濃度70~90%

TOKYO GAS 2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会 17

まとめ ~開発成果と今後の目標~

開発成果:

- (1)水素分離型リフォーマーの開発
 - ? 水素製造量: 40.5 Nm³/h ※MRFとして、世界最大級容量
 - ? 水素純度: 99.999% (5N)
 - ? 効率: 81.4% (HHV) @0.03 MPa (75.0% @0.74 MPa) ※世界最高効率
 - ? 膜の耐久性: 7000時間の健全性を確認
- (2) MRFからのCO₂分離回収について
 - ? オンサイト水素製造でのCO₂分離回収を世界で初めて実証
 - ? 水素製造時の総CO₂排出量を約1/2削減できることを確認

今後の課題・取り組み:

- ? 耐久性と信頼性の向上 (少なくとも1年(8000時間)以上)
- ? 低コスト化 モジュール製造コスト: < ? 50,000 / (Nm³/h-H₂)
- 水素価格? 40/Nm³-H₂
- ? 分散型水素製造におけるCO₂回収技術の経済性評価

TOKYO GAS 2009/03/05 水素エネルギー協会 第127回定例研究会 18