

I. 実証試験

I - 1 実証研究の概要

(1) 実証研究

1) 研究名称

下水バイオガス原料による水素創エネ技術実証研究

2) 実施者

三菱化工機(株)・福岡市・国立大学法人九州大学・豊田通商(株) 共同研究体

3) 実証期間

平成 26 年 6 月 28 日～平成 27 年 3 月 31 日 (平成 26 年度委託研究期間)

平成 27 年 7 月 10 日～平成 28 年 3 月 31 日 (平成 27 年度委託研究期間)

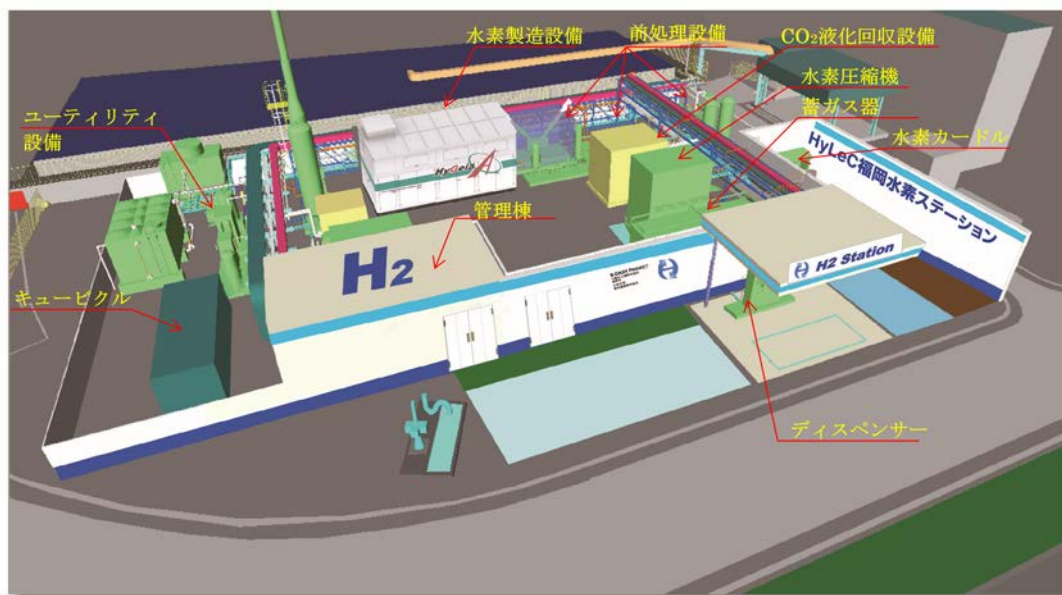
4) 実施場所

福岡市中部水処理センター

実証フィールドの概要を表資 1.1 - 1、施設配置図を図資 1.1 - 1 に示す。

表資 1.1 - 1 実証フィールドの概要

下水道事業者	福岡県福岡市
所在地	福岡県福岡市中央区荒津 2 丁目 2 - 1
処理場名	福岡市中部水処理センター
処理方式	嫌気好気活性汚泥法
処理人口	平成 25 年度：357,901 人 (計画：277,000 人)
晴天時 1 日最大処理水量(現有施設能力)	平成 25 年度：300,000m ³ /日 (計画：300,000m ³ /日)
下水汚泥処理方式	機械濃縮－消化－脱水
消化設備運転実績 (平成 25 年度平均)	消化槽投入濃縮汚泥量：648m ³ /日 投入汚泥濃度：3.29% 投入汚泥有機分：82% 消化率：58% 消化ガス発生量：3,506,283Nm ³ /年 (9,606Nm ³ /日) 消化ガス CH ₄ 濃度：56vol% 消化ガス CO ₂ 濃度：43vol%



図資 1.1 - 1 施設配置図

5) 処理対象

福岡市中心部水処理センターの消化槽から発生する消化ガスを対象とした。

6) 処理能力

消化ガス使用量：2,400Nm³/日

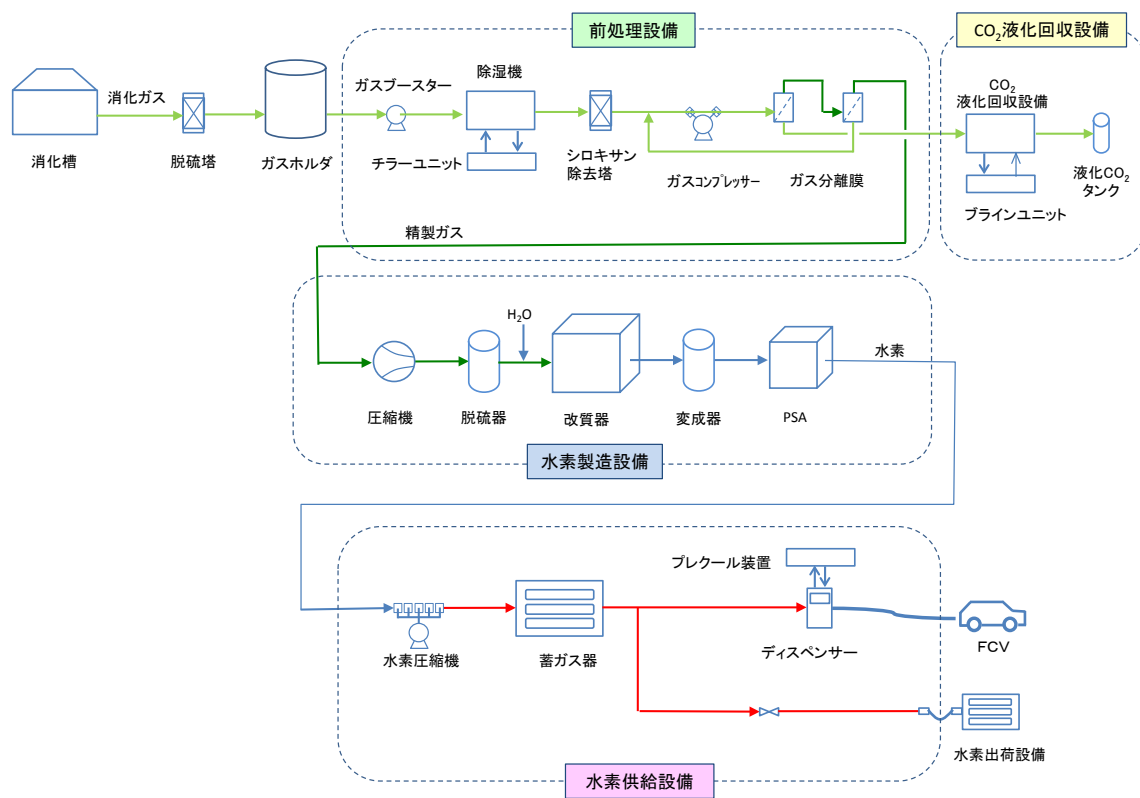
水素製造量：3,302 Nm³/日以上

回収 CO₂ 量：700kg/日以上*

*CO₂ 液化回収設備は、最大回収量の 50%を回収できる設備規模とした。

7) 実証設備フロー

実証設備の概要フローを図資 1.1 - 2 に示す。



図資 1.1 - 2 実証設備概要フロー

(2) 実証試験結果まとめ

実証試験結果を表資 1.1 - 2 に示す。

表資 1.1 - 2 実証試験結果

実証項目	目標値	実証試験結果
1. 前処理設備		
1) 消化ガス処理量	2,400 Nm ³ /日	2,400 Nm ³ /日
2) シロキサン除去	0.265 mg/Nm ³ 以下	0.06~0.24 mg/Nm ³
3) 精製ガスメタン濃度	92 vol%以上	93.7~98.7 vol%
4) メタン回収率	90 %以上	90.5~93.9 %
2. 水素製造設備		
1) 水素製造量	3,302 Nm ³ /日以上	3,311~3,333 Nm ³ /日
2) 水素製造品質	ISO規格に準拠 (微粒子を除く)	ISO規格に準拠 (水素純度>99.997 vol%)
3. 水素供給設備		
1) 圧縮圧力	82 MPaG	82 MPaG
2) 充填速度	水素 5 kgを 3分以内	水素 5.34 kgを 3分で充填
4. CO ₂ 液化回収設備		
1) CO ₂ 回収量	700 kg/日以上	765.6~767.0 kg/日
2) 回収CO ₂ 品質	JIS 2 種に相当	JIS 2 種に相当
5. 電力原単位	1.089 kWh/Nm ³ -H ₂ 以下	1.080~1.081 kWh/Nm ³ -H ₂

I - 2 実証試験結果

I-2-1 前処理設備・シロキサン除去塔

(1) シロキサン除去塔の性能評価

1) 性能評価方法

シロキサン除去塔廻りのガスサンプリング及びシロキサン成分の定量分析を行い、その結果より性能の評価を行った。また、本設備にて使用している活性炭はシロキサン除去用として選定しているが、高沸点炭化水素の除去も期待できることから、高沸点炭化水素の定量分析も実施した。シロキサン除去塔の模式図を図資 1.2.1 - 1 に示す

①測定条件

ガス採取時における運転条件は、計画流量に対し 100%負荷相当とし、以下に示す通りとした。

- ・シロキサン除去塔出口のガス流量：200Nm³/h

②測定期間及び回数

平成 27 年 3 月に 2 回、平成 27 年 8 月～平成 28 年 2 月にかけて 7 回、計 9 回の定量分析を実施した。

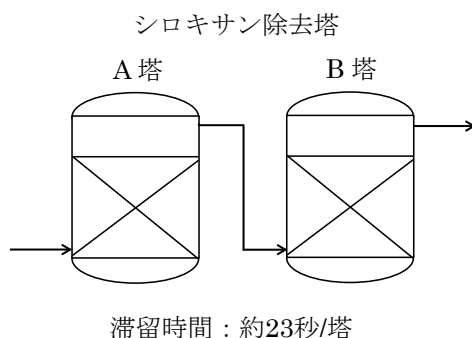
③測定方法

各項目の定量分析方法を表資 1.2.1 - 1 に、ガスサンプリング対象箇所を表資 1.2.1 - 2、図資 1.2.1 - 2 に示す。サンプリング箇所は、消化ガス (S1)、シロキサン除去塔 A 出口 (S2)、シロキサン除去塔 B 出口 (S3) とした。

ガス採取時間は、

- ・成分濃度：定常運転時の瞬時値
- ・シロキサン：定常運転時のサンプリング 60 分での平均値
- ・高沸点炭化水素：定常運転時のサンプリング 30 分での平均値

とした。



図資 1.2.1 - 1 シロキサン除去塔の模式図

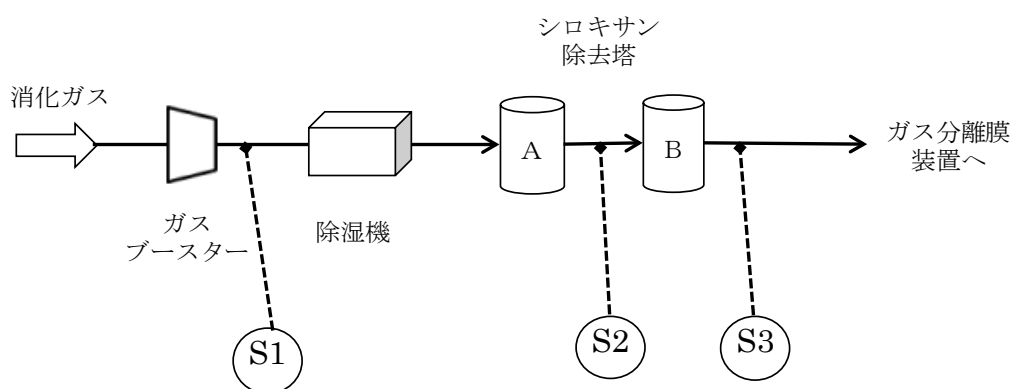
表資 1.2.1 - 1 定量分析方法

分析項目	単位	定量下限値	分析の方法
成分組成			
メタン(CH ₄)	vol %	0.1	バッグ採取-ガスクロマトグラフ(TCD)法
二酸化炭素(CO ₂)	vol %	0.1	バッグ採取-ガスクロマトグラフ(TCD)法
酸素(O ₂)	vol %	0.1	バッグ採取-ガスクロマトグラフ(TCD)法
窒素(N ₂)	vol %	0.1	バッグ採取-ガスクロマトグラフ(TCD)法
水素(H ₂)	vol %	0.1	バッグ採取-ガスクロマトグラフ(TCD)法
アンモニア(NH ₃)	ppm	0.1	S47.環告第9号 別表第1 吸光光度法
硫化水素(H ₂ S)	ppm	0.2	バッグ採取-ガスクロマトグラフ(TCD)法
水分(H ₂ O)	vol %	0.1	JIS Z 8808 7.1 吸湿管による方法
シロキサン			
シロキサン	mg/Nm ³	0.04	液体補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
シロキサン(D3)	mg/Nm ³	0.01	液体補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
シロキサン(D4)	mg/Nm ³	0.01	液体補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
シロキサン(D5)	mg/Nm ³	0.01	液体補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
シロキサン(D6)	mg/Nm ³	0.01	液体補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
高沸点炭化水素			
オクタン	mg/Nm ³	0.02	固相補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
ノナン	mg/Nm ³	0.02	固相補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
デカン	mg/Nm ³	0.02	固相補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
テトラデカン	mg/Nm ³	0.02	固相補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
エチルベンゼン	mg/Nm ³	0.02	固相補集-ガスクロマトグラフ質量分析法
リモネン	mg/Nm ³	0.02	固相補集-ガスクロマトグラフ質量分析法

なお、測定結果について、シロキサンの合計値は、D3 から D6 までの測定結果の単純合計値とし、定量下限値未満の場合はゼロとして扱う。高沸点炭化水素の合計値についても同様に、オクタン、ノナン、デカン、テトラデカン、エチルベンゼン、リモネンの測定結果の単純合計値とし、定量下限値未満の場合はゼロとして扱う。

表資 1.2.1 - 2 ガスサンプリング対象箇所と分析項目

分析項目	S1	S2	S3
	消化ガス	シロキサン 除去塔A出口	シロキサン 除去塔B出口
成分組成			
メタン(CH ₄)	○		
二酸化炭素(CO ₂)	○		
酸素(O ₂)	○		
窒素(N ₂)	○		
水素(H ₂)	○		
アンモニア(NH ₃)	○		
硫化水素(H ₂ S)	○		
水分(H ₂ O)	○		
シロキサン			
シロキサン	○	○	○
シロキサン(D3)	○	○	○
シロキサン(D4)	○	○	○
シロキサン(D5)	○	○	○
シロキサン(D6)	○	○	○
高沸点炭化水素			
オクタン	○	○	○
ノナン	○	○	○
デカン	○	○	○
テトラデカン	○	○	○
エチルベンゼン	○	○	○
リモネン	○	○	○



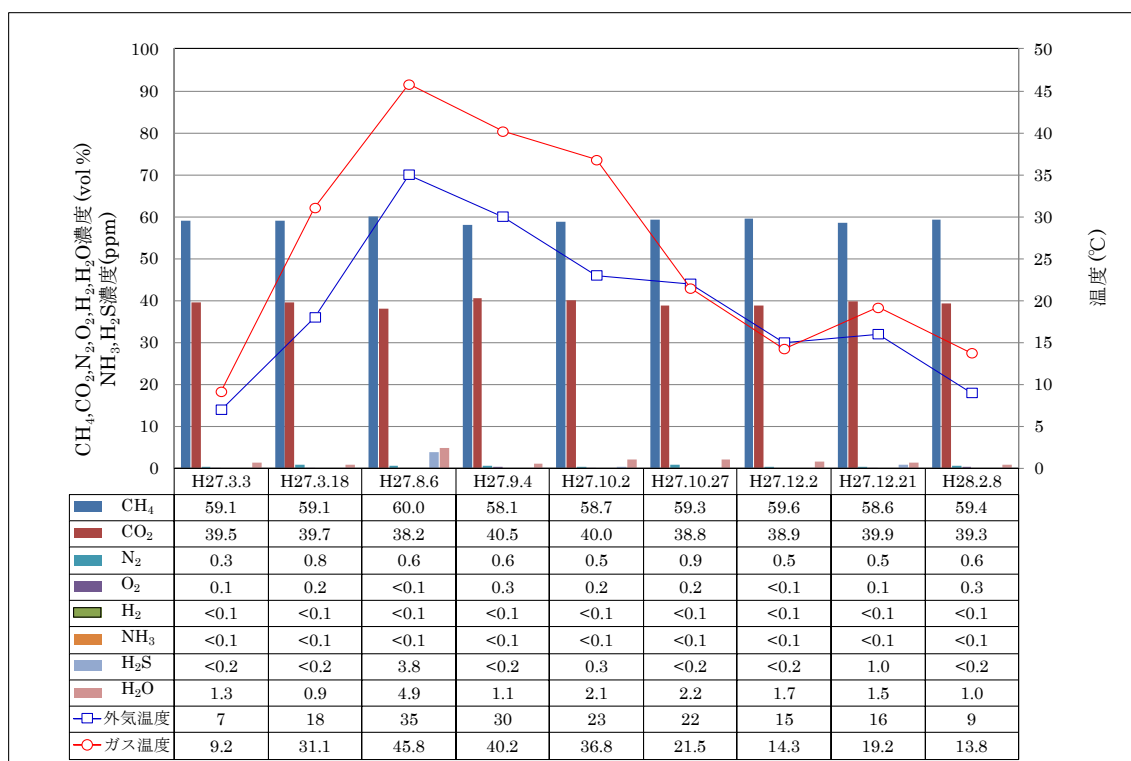
図資 1.2.1 - 2 ガスサンプリング対象箇所

2) 性能評価結果

①消化ガスの性状

消化ガス中の成分とガス温度の推移を図資 1.2.1-3 に示す。

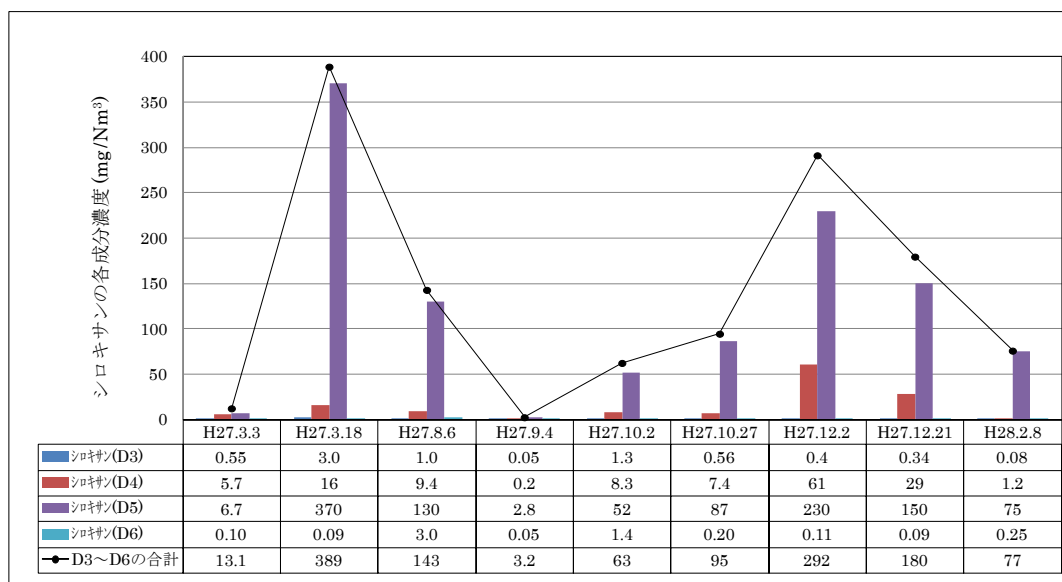
実証研究期間(平成 26~27 年度)における消化ガス温度は季節により変動し 9.2~45.8℃であった。各成分の濃度について、メタン濃度は 58.1~60.0vol% (平均 59.1vol%)、二酸化炭素濃度は 38.2~40.5vol% (平均 39.4vol%) であり、季節によらず概ね安定した傾向が確認された。



図資 1.2.1-3 消化ガスの成分と温度の推移

消化ガス中のシロキサン各成分濃度の推移を図資 1.2.1 - 4 に示す。

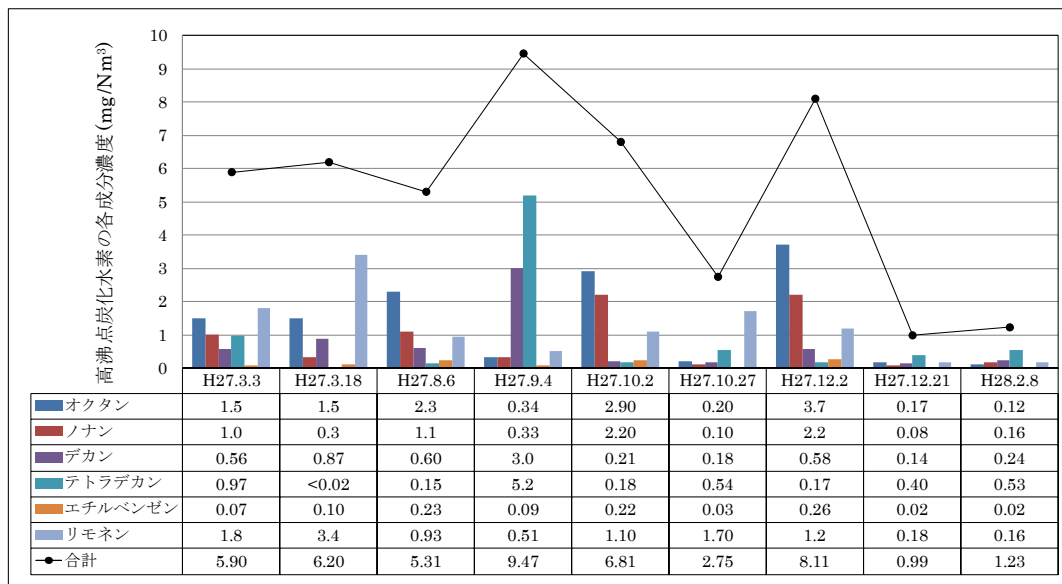
実証研究期間（平成 26～27 年度）におけるシロキサン濃度（D3～D6 の合計）は、3.2～389mg/Nm³（平均 139.5mg/Nm³）と変動が大きく、D5 濃度に依存する傾向も確認された。



図資 1.2.1 - 4 消化ガス中のシロキサン濃度の推移

消化ガス中の高沸点炭化水素濃度の推移を図資 1.2.1 - 5 に示す。

実証研究期間（平成 26～27 年度）における高沸点炭化水素濃度（各成分の合計値）は、0.99～9.47mg/Nm³（平均 5.2mg/Nm³）であった。季節による傾向は特に無く、各成分の濃度変動も大きかった。

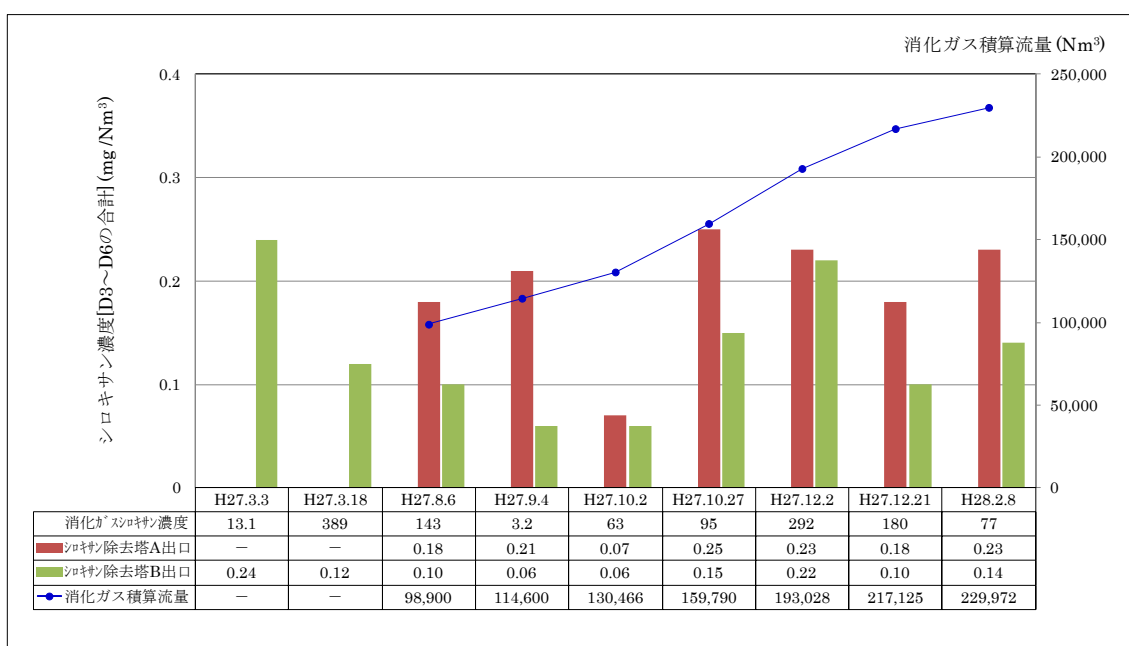


図資 1.2.1 - 5 消化ガス中の高沸点炭化水素濃度の推移

②シロキサン除去性能

シロキサン除去塔 A 及び B の各出口におけるシロキサン濃度 (D3~D6 の合計) と消化ガス流量積算値の推移を図資 1.2.1 - 6 に示す。

実証研究期間 (平成 26~27 年度) における全てのサンプリングにおいて、シロキサン除去塔 B 出口でのシロキサン濃度 (D3~D6 の合計) が目標値 0.265mg/Nm³ 以下まで除去されたことを確認した (平均 0.132mg/Nm³)。また、2 塔直列の前段である除去塔 A 出口においてもシロキサン濃度 (D3~D6 の合計) が目標値 0.265mg/Nm³ 以下まで除去されていることを確認した。

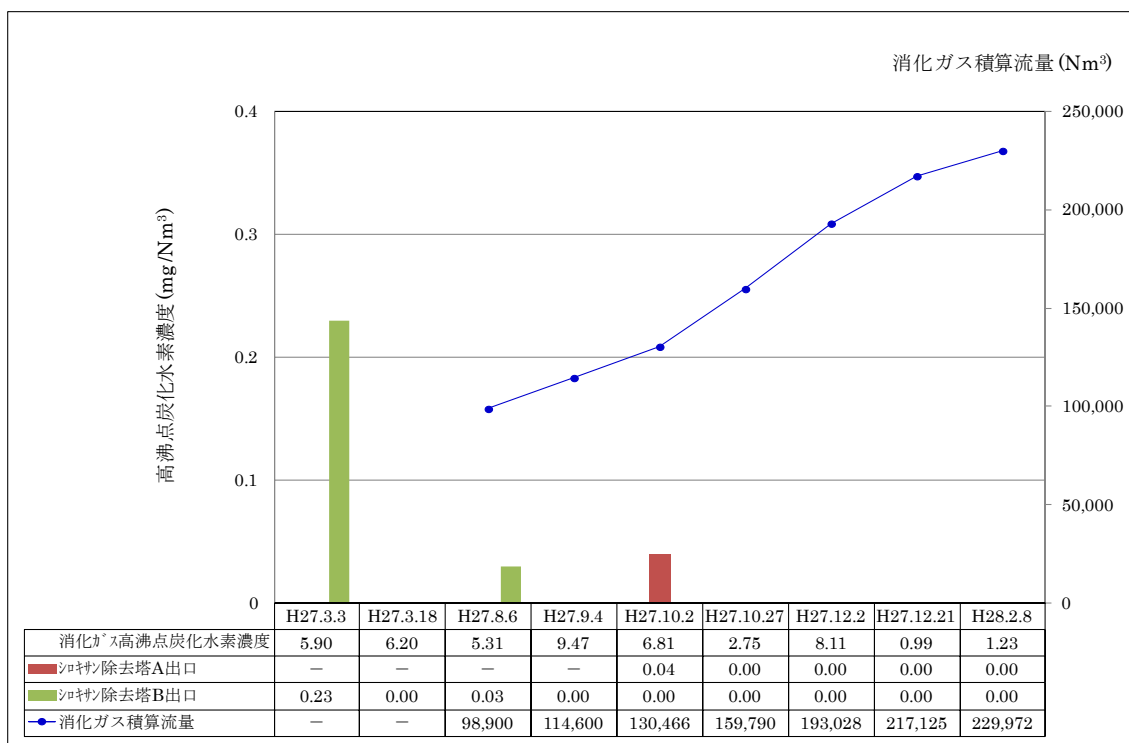


図資 1.2.1 - 6 シロキサン除去塔出口シロキサン濃度と消化ガス流量積算値の推移

③高沸点炭化水素の除去性能

シロキサン除去塔 A 及び B の各出口における高沸点炭化水素と消化ガス流量積算値の推移を図資 1.2.1-7 に示す。

実証研究期間（平成 26～27 年度）において、消化ガスの高沸点炭化水素濃度は 0.99～9.47mg/Nm³（図資 1.2.1-5）であったが、シロキサン除去塔 B 出口においてほぼ全量吸着除去されていることを確認した。（シロキサン除去塔 A 出口の分析は、平成 27 年 10 月以降より実施）



図資 1.2.1-7 シロキサン除去塔出口高沸点炭化水素濃度と消化ガス流量積算値の推移

(2) 活性炭吸着量の妥当性評価

1) 評価方法

活性炭吸着量の妥当性を評価するためには、

- ・ 流入するシロキサン量の同定
- ・ 吸着破過までの時間測定
- ・ 活性炭層中の吸着量の同定（塔内吸着量分布）

が必要であり、吸着破過までの経過分析を実施した。

①シロキサン除去塔の設計値

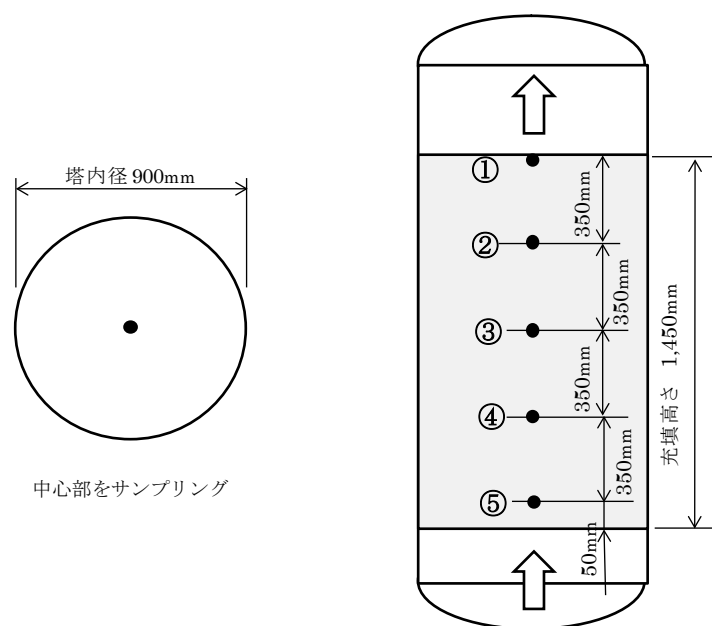
シロキサン除去塔は、2塔直列式となっており、活性炭充填量の設計値は、

$$230\text{mg/Nm}^3 \times 240\text{Nm}^3/\text{h} \times 12\text{h} \times 90\text{日} (3\text{ヶ月}) / 1,000 = 59,616\text{ g/塔}$$

を吸着除去できる活性炭量で決定しており、90日連続運転相当後は吸着剤の交換を実施する計画であった（1塔のみ）。この時の通気量は、259,200Nm³となる。

②サンプリング箇所

吸着量分布の定量化を行うため、活性炭交換時にシロキサン除去塔上部から下部に向けた各充填層のサンプリング（5点）を行い、分析を実施した。サンプリング箇所を図資 1.2.1 - 8 に示す。



- ・ サンプルング No.① : 充填層の最上部表面
- ・ サンプルング No.② : No.①から約 350mm 下
- ・ サンプルング No.③ : No.②から約 350mm 下
- ・ サンプルング No.④ : No.③から約 350mm 下
- ・ サンプルング No.⑤ : No.④から約 350mm 下 (最下層から約 50mm 高さ)

図資 1.2.1 - 8 活性炭のサンプルング箇所

④分析項目

活性炭劣化評価を行うための主な分析項目を以下に示す。

- ・ Si 質量濃度 : エネルギー分散型 X 線分析装置
- ・ 揮発分 : JIS M 8812 石炭類及びコークス類試験方法に準拠
(試料をふた付きのつぼに入れ、空気との接触を避けるようにして 900℃で7分間加熱し、その加熱減量から計算する。)

2) 評価結果

①活性炭使用状況

活性炭の使用状況を以下に示す。

- ・ 充填日 : 平成 27 年 2 月 10 日
- ・ 消化ガス投入開始日 : 平成 27 年 3 月 1 日
- ・ 活性炭サンプルング日 : 平成 28 年 1 月 22 日
- ・ 消化ガス投入積算量 : 224,006Nm³ (平成 28 年 1 月 21 日時点)

※実証期間の関係により、設計通気量には至っていない。

②活性炭分析結果

サンプリングした活性炭の分析結果を表資 1.2.1 - 3 に示す。

No.5 において D4 換算量が 18.6%であり、設計時のシロキサン平衡吸着量（18.7%）と同等であることから、設計通りの性能であったことがわかった。

表資 1.2.1 - 3 活性炭分析結果

項目	シロキサン除去塔A活性炭 サンプルング箇所No.					未使用炭
	No.①	No.②	No.③	No.④	No.⑤	
Si質量濃度 ※1 %	1.01	0.95	1.42	1.94	7.92	0.89
Si増量 %	0.12	0.06	0.53	1.05	7.03	
D4換算量 ※2 %	0.3	0.2	1.4	2.8	18.6	
揮発分測定値 ※3 %	2.7	2.1	2.4	8.4	25.5	1.8
正味揮発分吸着量 %	0.9	0.3	0.6	6.6	23.7	
炭化水素類 %	0.6	0.1	-0.8	3.8	5.1	

※1：Si 増量＝使用炭 Si 質量濃度－未使用炭 Si 質量濃度

※2：D4 換算量＝Si 増量×D4 分子量（296.68）/（Si 分子量（28.09）×4）

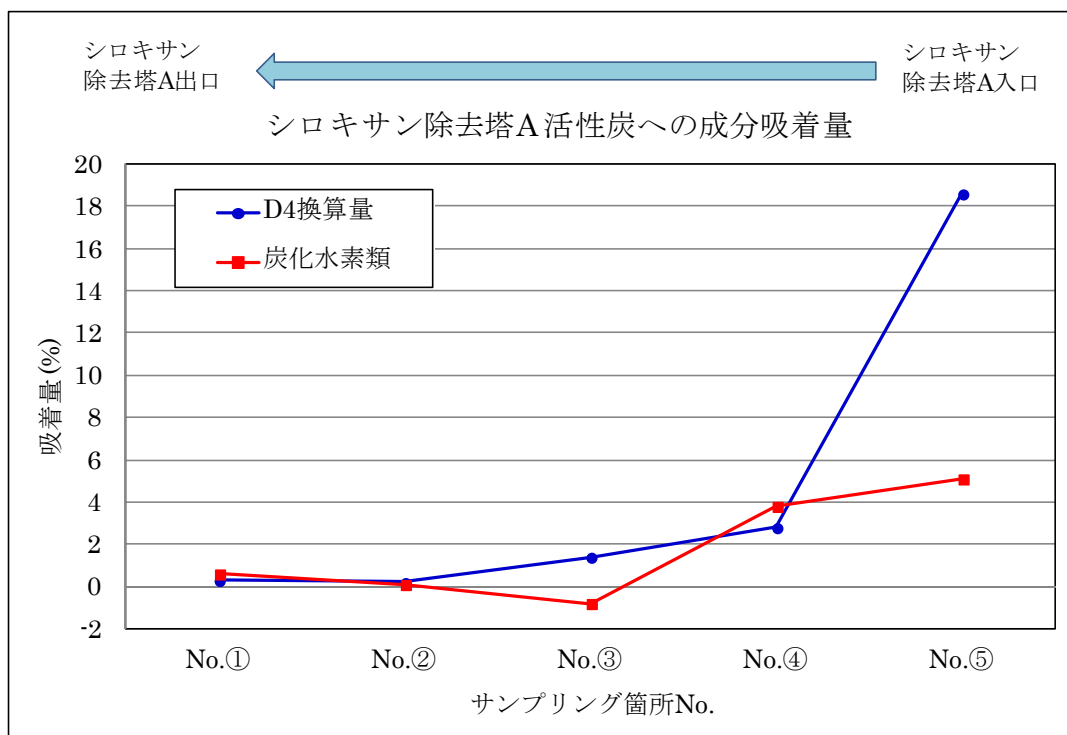
※3：揮発分は、900℃で7分間加熱した加熱減量を測定しているため、炭化水素類の他にシロキサンの量も含まれる。

なお、No.③の炭化水素類は-0.8%という値になっているが、これは Si 質量濃度と揮発分の分析における測定誤差から生じたものと推測される。

各サンプリング箇所 No.のシロキサン吸着量（D4 換算量）と炭化水素類吸着量の推移を
図資 1.2.1 - 9 に示す。

シロキサンは、処理ガス入口付近（入口から 50mm～400mm）にて、吸着除去が完了して
いた。また、吸着帯（主に吸着が行われるゾーン）の幅が狭く、吸着剤を有効に使用で
きる吸着塔設計であることが分かった。

炭化水素類は、シロキサンと比べ若干ではあるが、やや出口に近い（入口から 50mm～
750mm）部分にて吸着除去されていることが分かった。



図資 1.2.1 - 9 各サンプリング箇所 No. の D4 換算量及び炭化水素類の推移

③シロキサン吸着量の推定

隣接するサンプリングポイントの半分のエリアについてシロキサン吸着量が分析値と同等と仮定して、シロキサンの吸着量を算出し、シロキサン濃度を試算した結果を表資 1.2.1-4 に示す。シロキサン濃度の推定値は、72mg/Nm³であった。

表資 1.2.1-4 シロキサン吸着量の試算結果

項目		シロキサン除去塔A活性炭 サンプリング箇所No.					
		No.①	No.②	No.③	No.④	No.⑤	
充填高さ	mm	175	350	350	350	225	
活性炭充填量	kg	49	98	98	98	63	
D4換算量	%	0.3	0.2	1.4	2.8	18.6	
シロキサン吸着量	kg	0.1	0.2	1.4	2.7	11.7	
合計シロキサン吸着量	kg						16.1
消化ガス量	Nm ³						224,006
シロキサン濃度(推定値)	mg/Nm ³						71.9

④高沸点炭化水素に係る留意点

高沸点炭化水素については、シロキサンと同様にシロキサン除去塔（活性炭）で吸着除去できるが、平衡吸着量の把握には至っていない。そのため、運転管理において、消化ガスとシロキサン除去塔出口の高沸点炭化水素濃度を定期的に測定し、高沸点炭化水素が破過していないかどうかを把握しておくことが望ましい。

I-2-2 前処理設備・ガス分離膜装置

(1) ガス分離膜の性能評価

1) 性能評価方法

ガス分離膜装置廻りのガス定量分析及び各所運転データ収集（流量、圧力、温度）を行い、その結果より性能評価を行った。

①測定条件

ガス採取時における運転条件は、計画流量に対し 100%負荷相当とし、以下に示す通りとした。

- ・ガス分離膜装置へのガス流量：200Nm³/h
- ・精製ガス流量：100～120Nm³/h
- ・ガスコンプレッサー吐出圧：0.90MPaG

②測定期間及び回数

平成 27 年 3 月に 2 回、平成 27 年 8 月～平成 28 年 2 月にかけて 7 回、計 9 回の定量分析を実施した。

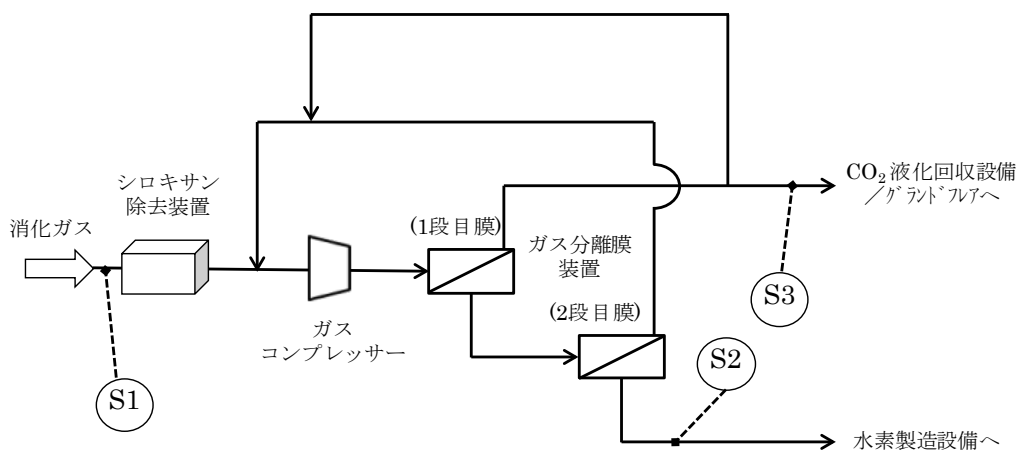
③測定方法

ガスサンプリング対象箇所を表資 1.2.2 - 1、図資 1.2.2 - 1 に示す。

ガスサンプリング箇所は、消化ガス (S1)、精製ガス (S2)、オフガス (S3) とした。また、各項目の定量分析方法、ガス採取時間は、シロキサン除去塔の性能評価時と同様とした。

表資 1.2.2 - 1 ガスサンプリング対象箇所

分析項目	S1	S2	S3
	消化ガス	精製ガス	オフガス
成分組成			
メタン(CH ₄)	○	○	○
二酸化炭素(CO ₂)	○	○	○



図資 1.2.2 - 1 ガスサンプリング箇所

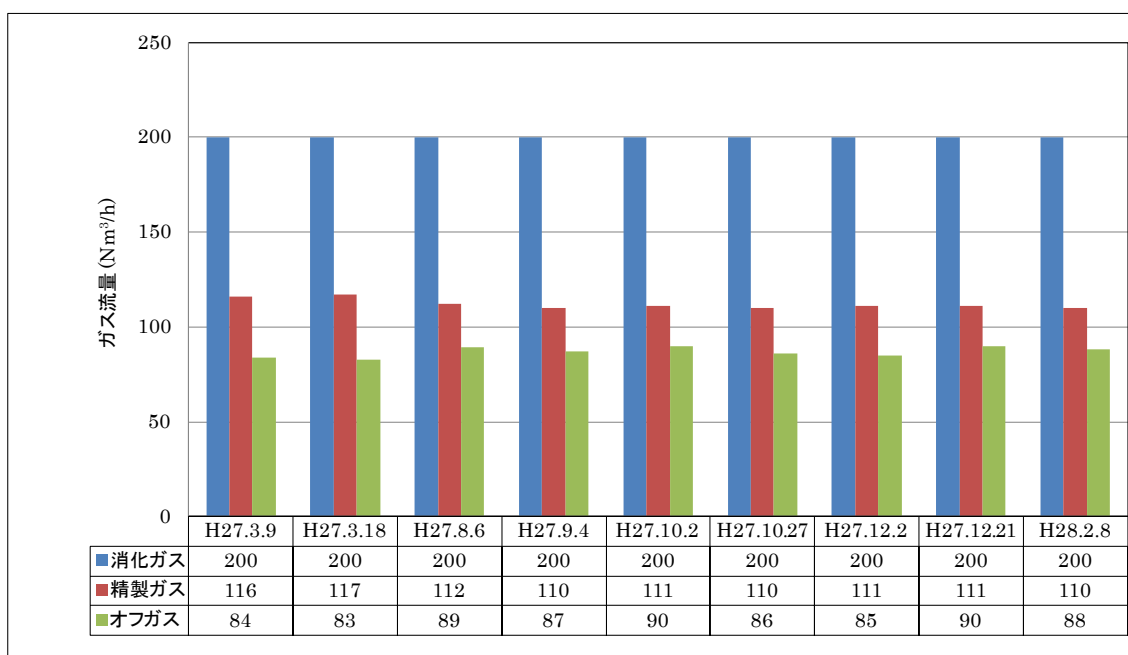
2) 性能評価結果

① 運転状況

ガス分離膜廻りの各所ガス流量を図資 1.2.2 - 2 に示す。

実証研究期間（平成 26～27 年度）における全サンプリングにおいて、消化ガス流量は概ね 200Nm³/h、精製ガス流量は 110～117Nm³/h、オフガス流量は 83～90Nm³/h であった。

平成 28 年 2 月 8 日サンプリング時点においても安定した流量バランスを保持していた。



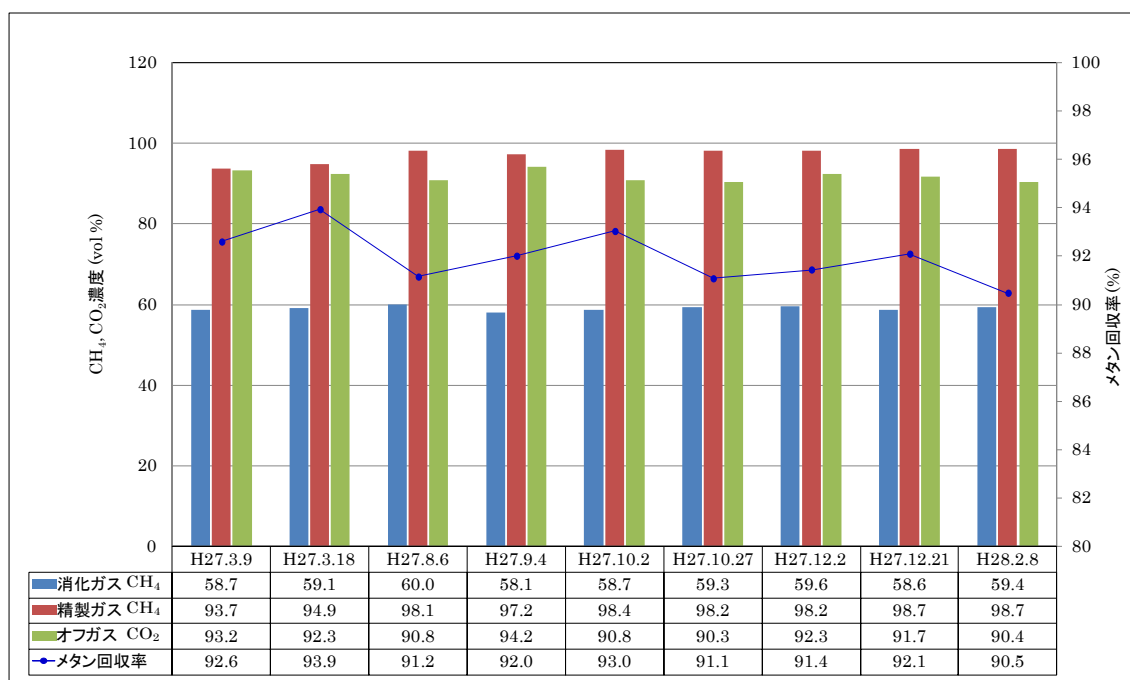
図資 1.2.2 - 2 ガス分離膜廻りの各所ガス流量の推移

②定量分析結果

ガス分離膜廻りの消化ガス及び精製ガスのメタン濃度及びオフガスの二酸化炭素の濃度の推移を図資 1.2.2 - 3 に示す。

実証研究期間（平成 26～27 年度）における全サンプリングにおいて、精製ガスのメタン濃度は 93.7～98.7vol%、メタン回収率は 90.5～93.9%であり、共に目標値（精製ガスのメタン濃度 92vol%以上、メタン回収率 90%以上）を満足した。

また、オフガスの CO₂ 濃度は 90.3～94.2vol%であった。



図資 1.2.2 - 3 消化ガス及び精製ガス CH₄ 濃度とオフガス CO₂ 濃度の推移

I-2-3 水素製造設備

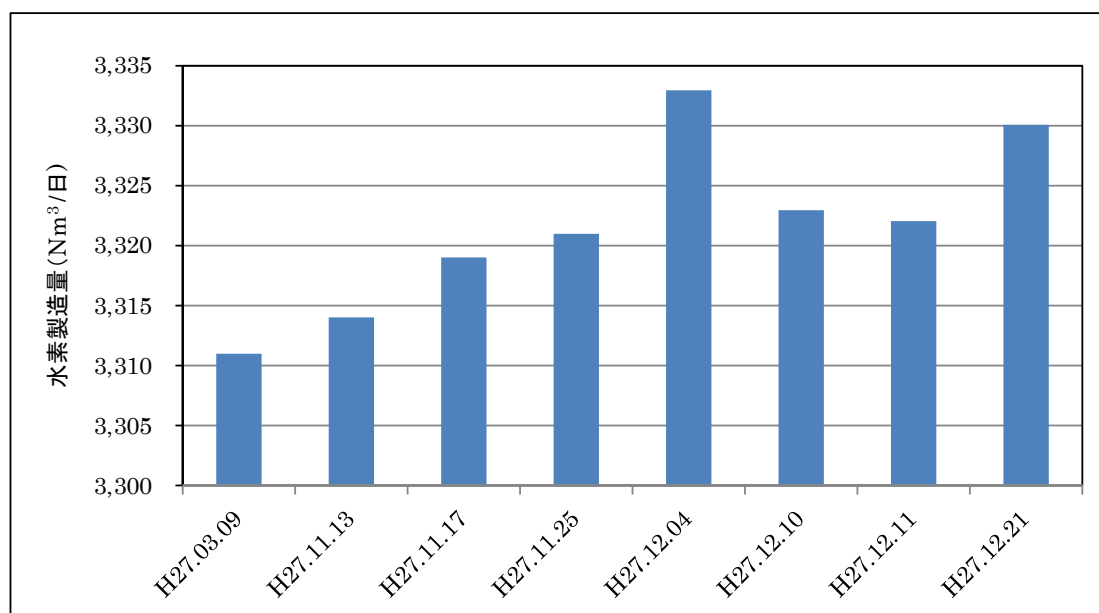
(1) 水素製造設備運転実績

平成 28 年 1 月末時点の運転実績を以下に示す。

- ・FCV 充填台数 : 100 台
- ・水素製造装置発停回数 : 38 回
- ・水素製造装置累積運転時間 : 1,618 時間
- ・水素充填量 : 249.97kg (約 2,800Nm³)

(2) 水素製造設備における性能評価

100%負荷運転での水素製造量の測定結果を 12 時間換算値として、**図資 1.2.3 - 1** に示す。水素製造量は 3,311~3,333Nm³/日であり、目標値 3,302Nm³/日以上であることを確認した。なお、水素製造量については、消化ガス中のメタン濃度により変動するため、メタン濃度 60vol%に換算した値を示している。



図資 1.2.3 - 1 12 時間当たりの水素製造量測定結果

水素製造設備における性能評価指標を図資 1.2.3 - 2 に示す。

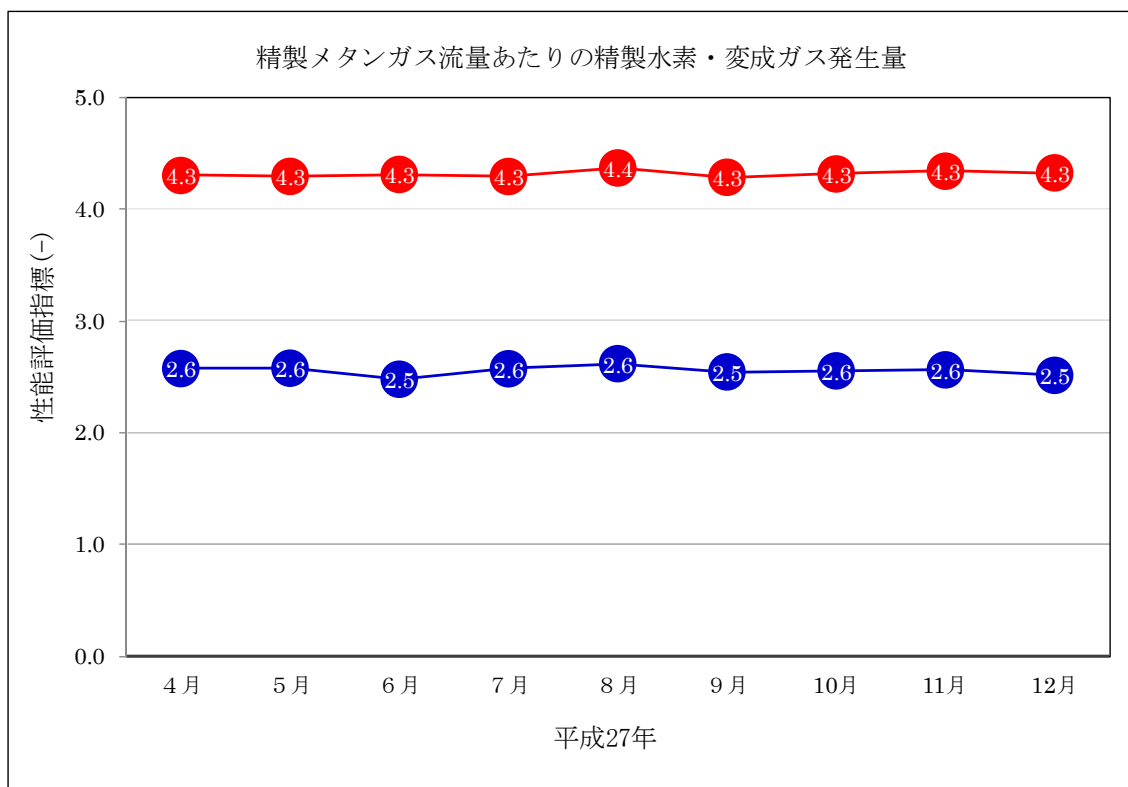
通年における水素製造能力の確認のため、

赤線：変成器出口ガス流量（変成ガス流量）÷ 精製メタンガス流量

青線：製品水素流量 ÷ 精製メタンガス流量

にて評価した。

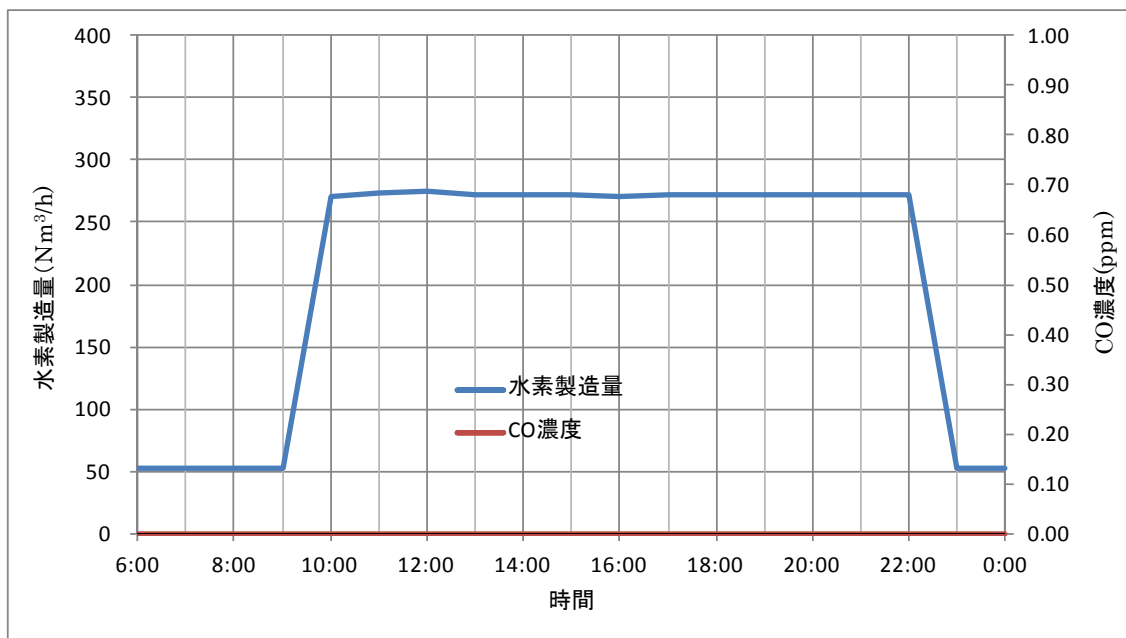
平成 27 年 12 月においても、改質器・変成器、水素製造設備全体ともに性能低下は観測されていないことを確認した。



図資 1.2.3 - 2 水素製造装置における性能評価指標

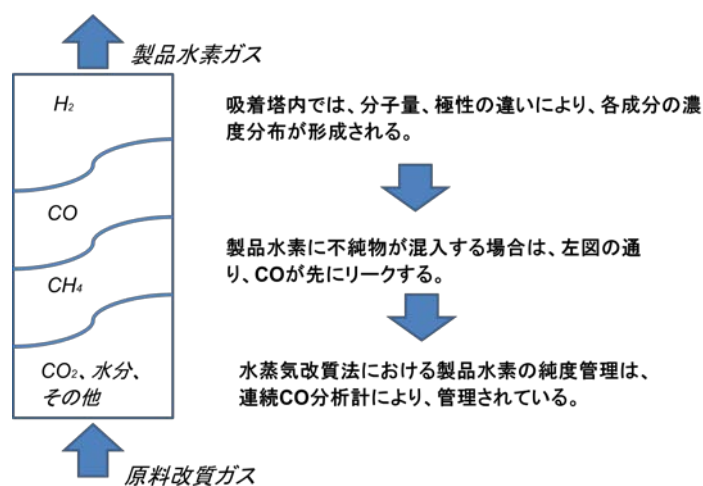
(3) 水素製造設備の安定性評価

平成 28 年 12 月 10 日、100%負荷にて 12 時間継続運転を実施した際の運転データを図資 1.2.3 - 3 に示す。水素製造量、CO 濃度共に問題なく安定運転していることを確認した。



図資 1.2.3 - 3 水素製造装置における定格運転時水素製造量と CO 濃度

なお、製品水素中の不純物純度管理については、図資 1.2.3 - 4 に示す PSA の吸着原理から、CO 濃度のみを常時監視項目としている。



図資 1.2.3 - 4 水素 PSA における不純物の吸着原理

(4) 製品水素ガスの性状

100%及び60%負荷運転時において、製品水素ガスのサンプリング及び成分分析を行った。製品水素ガスの成分分析結果を表資 1.2.3 - 1 に示す。全成分において、ISO 規格値（微粒子を除く）を満足していた。また、水素純度に関しては、水素純度を除いた各項目の分析値の合計を 100vol%から差し引きし算出する。なお、算出において分析結果が定量下限値未満の場合は、定量下限値を分析値として扱う。

表資 1.2.3 - 1 製品水素ガス分析結果

組成	単位	ISO規格値	分析値		
			H27.3.9	H27.3.20	H27.12.18
			60%負荷	100%負荷	100%負荷
水素純度	vol%	≥99.97	>99.997	>99.997	>99.997
全炭化水素	ppm	≤2	<0.2	<0.2	<0.2
H ₂ O	ppm	≤5	<0.5	<0.5	1.4
O ₂	ppm	≤5	<0.1	<0.1	<0.1
He	ppm	≤300	<20	<20	<20
Ar	ppm	≤100	<0.2	<0.2	1.4
N ₂	ppm		2.099	<0.1	0.3
CO ₂	ppm	≤2	0.107	<0.1	<0.1
CO	ppm	≤0.2	<0.1	<0.1	<0.1
硫黄化合物(S)	ppm	≤0.004	<0.004	<0.004	<0.004
HCHO	ppm	≤0.01	<0.01	<0.01	<0.01
HCOOH	ppm	≤0.2	<0.01	<0.01	<0.01
NH ₃	ppm	≤0.1	<0.01	<0.01	<0.01
ハロゲン化物	ppm	≤0.05	<0.05	<0.05	<0.05

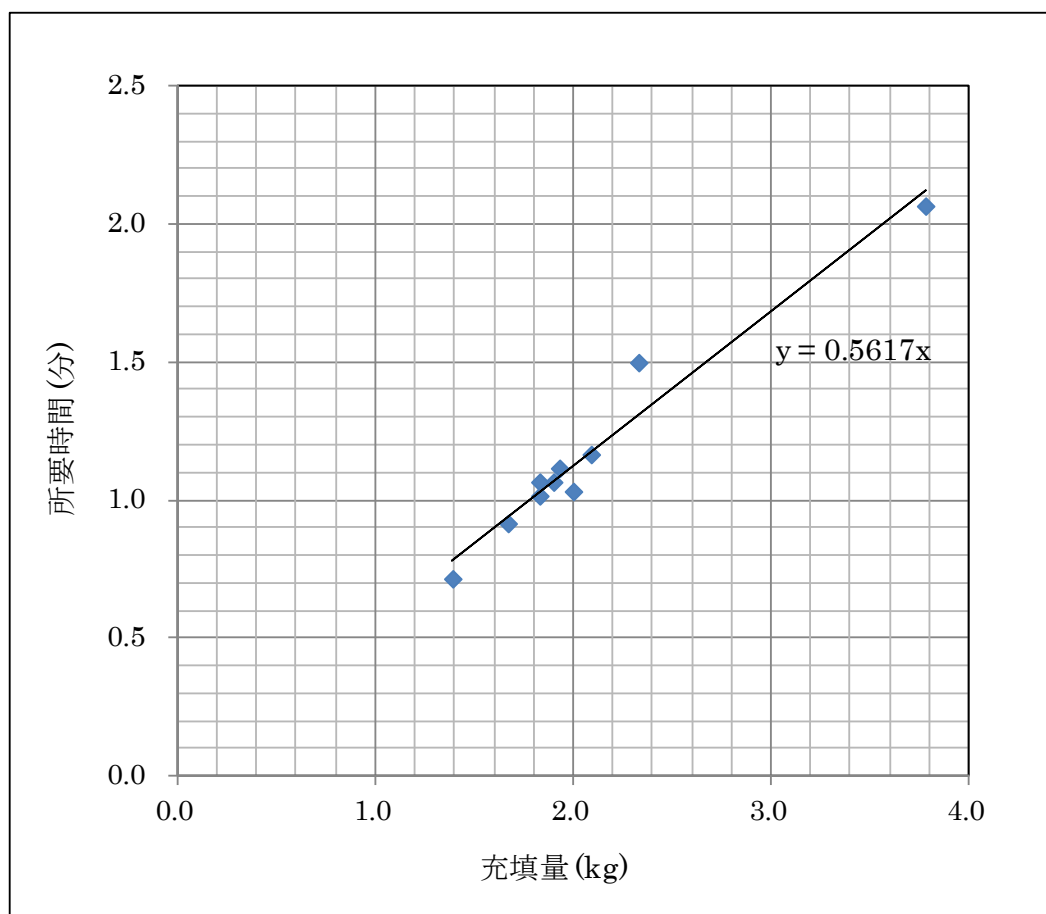
I-2-4 水素供給設備

(1) ディスペンサーにおける燃料電池自動車への水素充填速度の検証

燃料電池自動車に製品水素を充填した結果(平成27年9月15日の10台分)について、充填量及び充填時間を表資1.2.4-1、図資1.2.4-1に示す。図資1.2.4-1より、充填速度は1.78kg/分(=1/0.5617)となり、3分で5.34kgの水素を充填できることを確認した。

表資1.2.4-1 FCVへの水素充填速度データ(10台分)

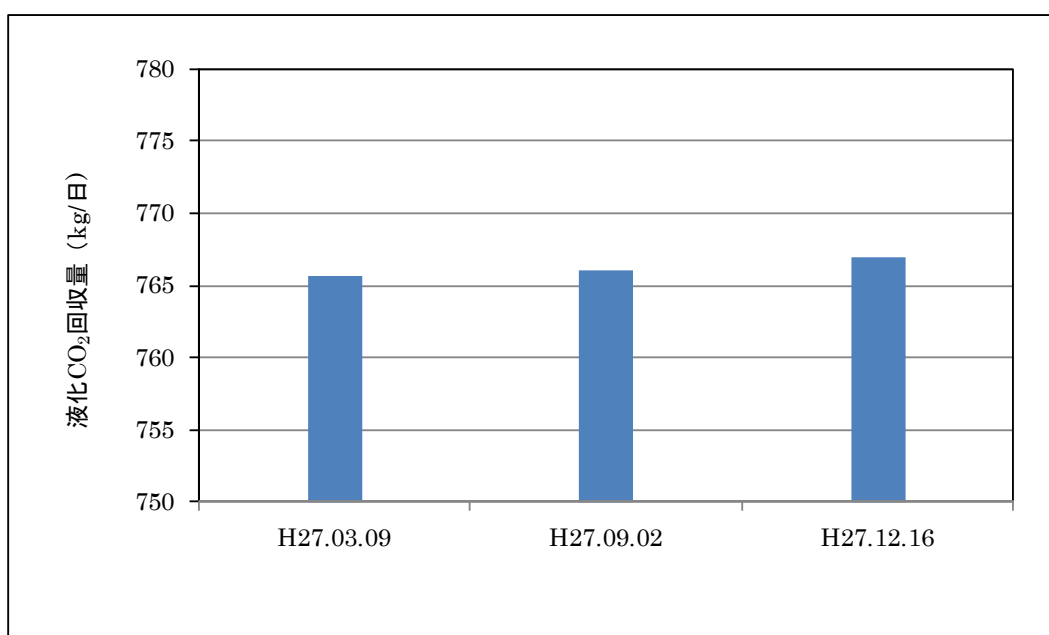
		実測値(平成27年9月15日データ)									
項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
充填量	kg	2.33	1.90	1.93	2.09	3.78	1.83	1.39	2.00	1.67	1.83
充填時間	分	1.499	1.066	1.116	1.166	2.066	1.016	0.716	1.032	0.916	1.066

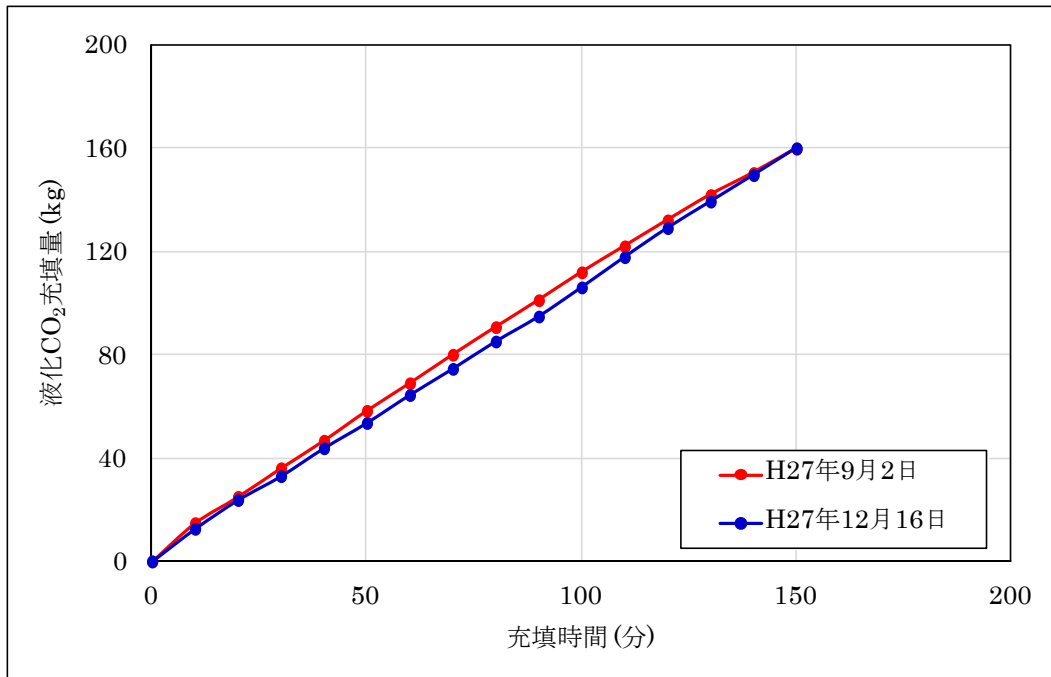


図資1.2.4-1 充填量と所要時間の関係

I-2-5 CO₂ 液化回収設備(1) 液化 CO₂ 充填性能の評価

1日当たりの液化 CO₂ 回収量の結果を図資 1.2.5 - 1 に示す。液化 CO₂ 回収量は 765.6 ~ 767.0kg/日と、目標値 700kg/日以上であることを確認した。また、充填時間と充填量の関係を図資 1.2.5 - 2 に示す。平成 27 年 9 月 2 日と平成 27 年 12 月 16 日での充填速度はほぼ同じであり、液化 CO₂ の充填性能に関しては、経年劣化等の影響は見られなかった。品質に関しては、ともに CO₂ 純度 99.52~99.53vol%と JIS 2 種相当の純度であることを確認した。

図資 1.2.5 - 1 液化 CO₂ 回収量の測定結果



図資 1.2.5 - 2 液化 CO₂ の充填時間と充填量の関係

I-2-6 電力原単位

100%負荷運転時及び夜間待機運転時（消化ガス使用）において、使用電力量を測定し、電力原単位の算出を行った。電力原単位の算出結果を表資 1.2.6-1 に示す。100%負荷運転時の電力原単位は 1.080~1.081kWh/Nm³-H₂ であり、目標値 1.089 kWh/Nm³-H₂ 以下であることを確認した。

表資 1.2.6-1 電力原単位測定結果

項 目	測定日 H27.3.11	測定日 H27.12.10	測定日 H27.12.10
	100%負荷 運転	100%負荷 運転	夜間待機 運転
水素製造量 (Nm ³ /日)	3,311	3,311	0
運転時間 (h/日)	12	12	12
電力量 (kWh)			
前処理設備	86.4	86.2	3.2
水素製造設備	27.9	27.5	23.0
水素供給設備	127.2	126.9	0.0
CO ₂ 液化回収設備	14.3	14.2	0.0
共用分電力	42.2	43.2	25.8
計	298.0	298.0	52.0
電力原単位 (kWh/Nm ³ -H ₂)			
前処理設備	0.313	0.312	
水素製造設備	0.101	0.100	
水素供給設備	0.461	0.460	
CO ₂ 液化回収設備	0.052	0.051	
共用分電力	0.153	0.157	
計	1.081	1.080	