C. 高効率水素製造等技術開発

1－C. 高効率水素製造等技術開発事業の概要

概　　要	製油所で製造される水素を効率的に高純度化する技術開発及び高圧出荷のための技術開発を行い、燃料電池自動車普及のための安定的な水素供給を図る
実施期間	平成２３年度～平成２５年度　（３年間）
予算総額	8．2億円 （平成23年度： 0．8億円　平成24年度： 5．3億円　平成25年度： 2．2億円）
実 施 者	(1)高効率水素製造等技術開発 一般財団法人石油エネルギー技術センター (2)高圧出荷装置技術開発 JX日鉱日石エネルギー株式会社
プロジェクトリーダー	石油エネルギー技術センター 三屋　淳一　（技術企画部　部長）　平成23年度 田中　祐二　（自動車・新燃料部　部長）平成24年度、平成25年度 JX日鉱日石エネルギー 吉田　正寛　（執行役員　研究開発企画部長）平成23年度、平成24年度 斉藤健一郎（執行役員　研究開発企画部長）平成25年度

2－C. 事業の目的・政策的位置付け（１／９）

【事業の目的】

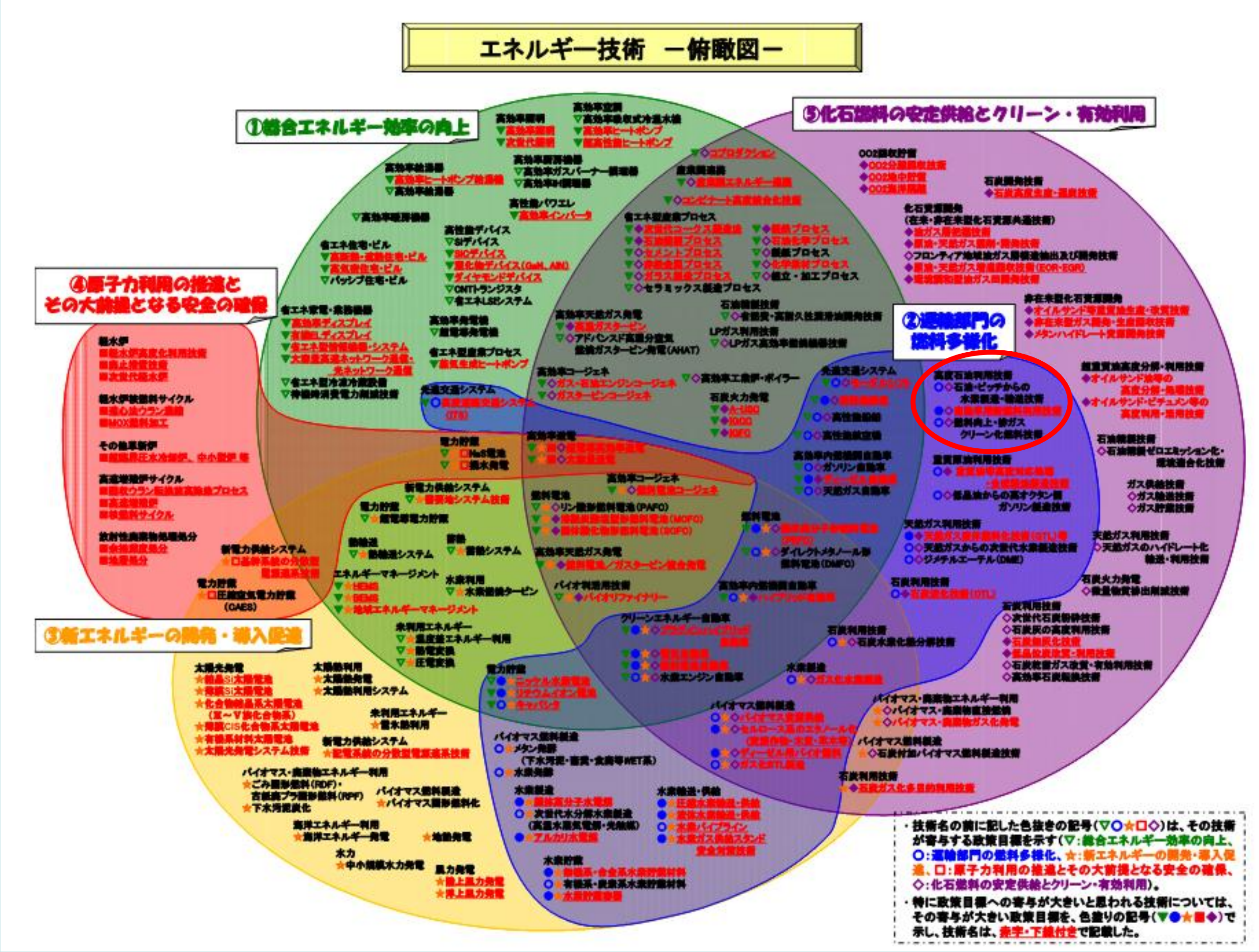
2015年に燃料電池自動車の普及開始を行うためには、水素需要を賄う水素供給が必要であるが、製油所は大規模な水素製造装置を有しており、それらの余力の活用により安定的な水素供給が可能となる。しかし、製油所内の水素製造装置からの水素を燃料電池自動車に用いるためには、純度を現状の98%前後から99.99%まで高純度化し、かつ製油所から効率的に出荷できる状態にする必要がある。

本事業では、製油所で製造される水素を効率的に高純度化する技術開発及び高圧出荷のための技術開発を行い、燃料電池自動車普及のための安定的な水素供給を図ることを目的としている。

2ーC. 事業の目的・政策的位置付け（2／9）

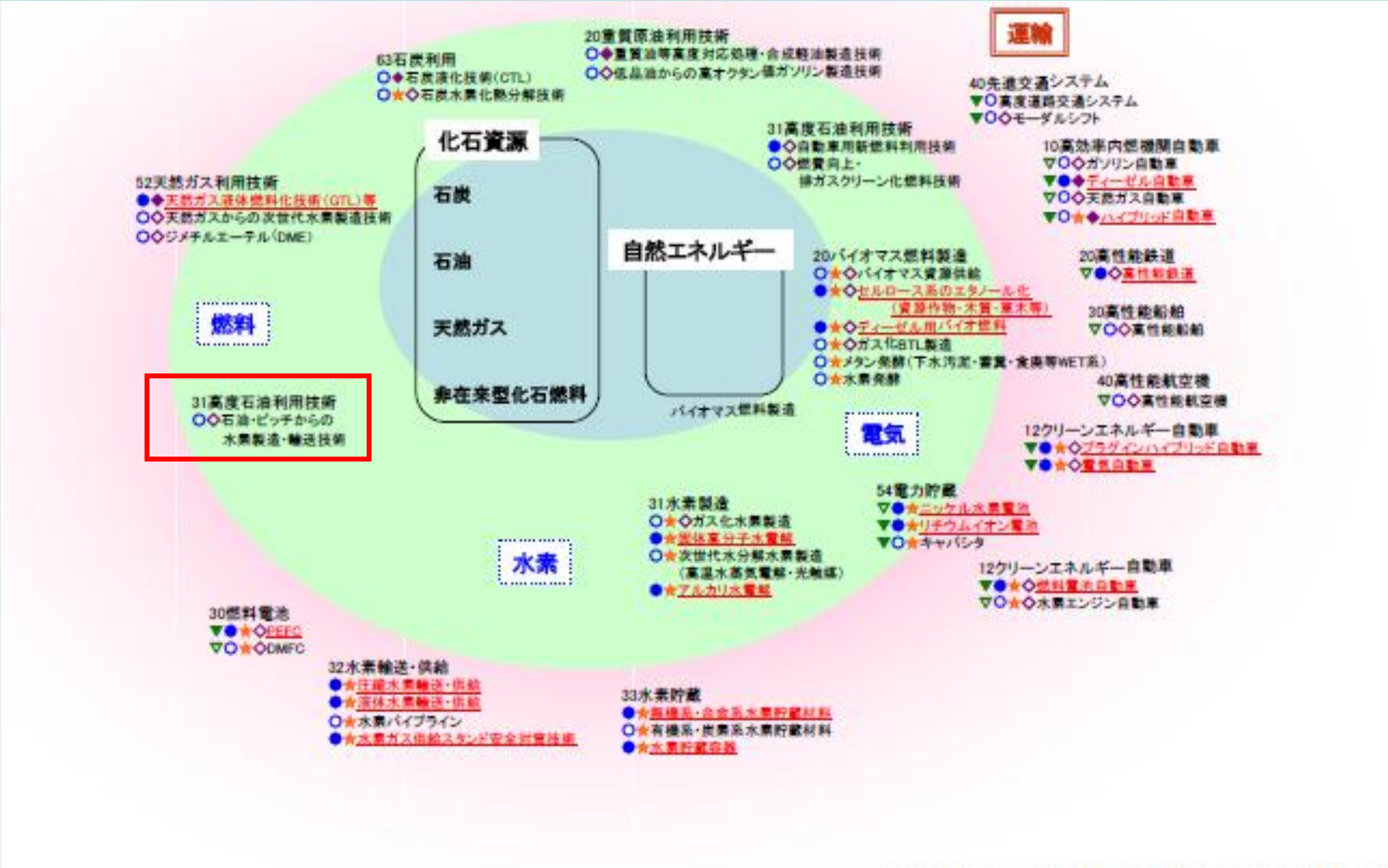
【政策的位置付け】（1／7）

平成22年6月に経済産業省が取り纏めた「技術戦略マップ2010」において本事業は「高度石油利用技術　石油・ピッチからの水素製造・輸送技術」として「運輸部門の燃料多様化」および「化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用」に寄与する技術に位置づけられている。



2－C. 事業の目的・政策的位置付け（3／9）

【政策的位置付け】（2／7）

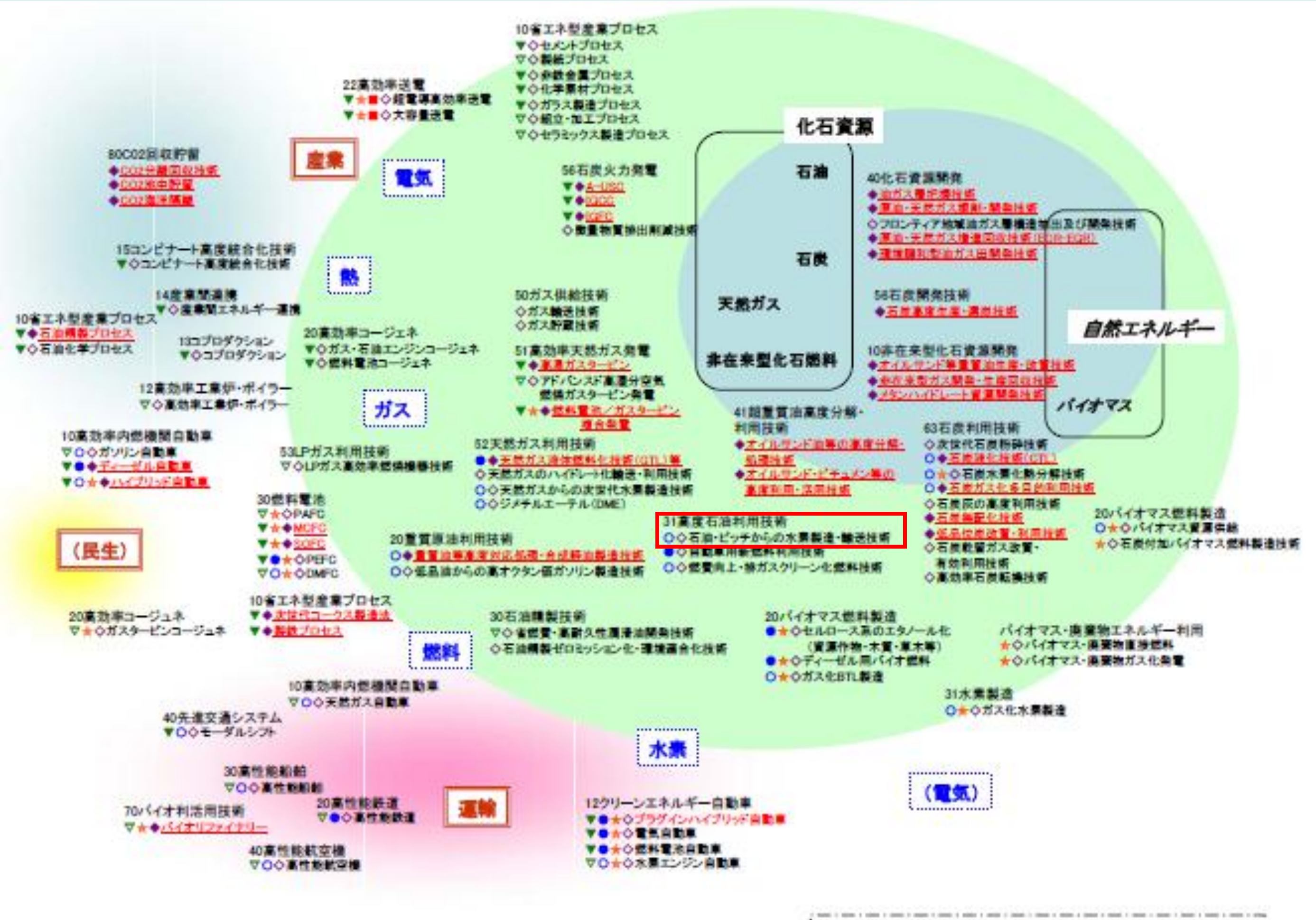


②「運輸部門の燃料多様化」に寄与する技術の技術マップ（整理図）

- 技術名の前に記した色抜きの記号（▽○☆□◇）は、その技術が寄与する政策目標を示す（▽：総合エネルギー効率の向上、○：運輸部門の燃料多様化、☆：新エネルギーの開発・導入促進、□：原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保、◇：化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用）。
- 「運輸部門の燃料多様化」への寄与が大きいと思われる技術名を、色塗りの記号（●）、赤字・下線付きで記載した。

２－C. 事業の目的・政策的位置付け（４／９）

【政策的位置付け】（３／７）



⑤「化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用」
に寄与する技術の技術マップ（整理図）

2―C. 事業の目的・政策的位置付け（5／9）

【政策的位置付け】（4／7）

平成22年6月に閣議決定された「エネルギー基本計画」においては、2030年に目指すべき姿と政策の方向性の中で、水素エネルギーは、

あらゆる化石燃料から製造可能で、利用段階では高効率かつゼロ・エミッションのエネルギーであり、民生・産業部門の分散型電源システムや輸送用途の有力なエネルギー源の一つとしての役割が期待される。将来的には、原子力や再生可能エネルギーを利用した水素製造及び、CCSを組み合わせた化石燃料からの水素製造により、製造段階から利用段階までのゼロ・エミッション化の実現が見込まれる。家庭用燃料電池のさらなる普及や2015年からの燃料電池自動車の市場投入が期待されており、中長期的な観点から開発・利用に向けた取組を進めていく。その際、技術・コスト・インフラ等に関する課題を克服する必要がある。

とされ、また、「資源確保・安定供給強化への総合的取組」の中で、「国内における石油製品サプライチェーンの維持」が重要課題とされ、その実現に向けた基本戦略の一つとして、

石油産業の設備等を活用した水素の供給インフラ整備

- 製油所の水素製造装置（装置余力だけでFCV500万台分の水素生産が可能）を活かし、安定・安価な水素製造を可能とするため、高効率・高品質の水素製造技術の開発や、CCSと組み合わせてCO_2をほぼゼロにするための検討を促進する。
- また、2015年の燃料電池自動車の普及開始に向けた水素ステーション等の供給インフラのコスト低減のため、高圧ガス保安法等の規制への対応が課題である。このための安全性の検証、技術開発を積極的に進める。さらに、将来的には石油燃料に加え、水素、電気も供給するマルチステーションを整備する。

が掲げられているように、本事業は、エネルギー基本計画においても重要な課題と位置づけられている。

2―C. 事業の目的・政策的位置付け（6／9）

【政策的位置付け】（5／7）

平成23年1月13日、自動車メーカー3社及び水素供給事業者10社は、「燃料電池自動車の国内市場導入と水素供給インフラ整備に関する共同声明」として以下の発表を行った。

1. 自動車メーカーは、技術開発の進展により燃料電池システムの大幅なコストダウンを進めつつあり、FCV量産車を2015年に4大都市圏を中心とした国内市場への導入と一般ユーザーへの販売開始を目指し、開発を進めている。導入以降、エネルギー・環境問題に対応するため更なる普及拡大を目指す。
2. 水素供給事業者は、FCV量産車の初期市場創出のため、2015年までにFCV量産車の販売台数の見通しに応じて100箇所程度の水素供給インフラの先行整備を目指す。
3. 自動車メーカーと水素供給事業者は、運輸部門の大幅なCO2排出量削減に資するため、全国的なFCVの導入拡大と水素供給インフラ網の整備に共同で取組む。これら実現に向け、普及支援策や社会受容性向上策等を含む普及戦略について官民共同で構築することを、政府に対し要望する。

2―C. 事業の目的・政策的位置付け（7／9）

【政策的位置付け】（6／7）

日本再興戦略（H25.6）

産業部門や運輸部門において、革新的な技術開発と省エネ基準の整備などにより、一層の省エネ化を進める。次世代自動車については、2030年までに新車販売に占める割合を5割から7割とすることを目指し、初期需要の創出、性能向上のための研究開発支援、効率的なインフラ整備等を進める。
〇次世代自動車の普及・性能向上支援
〇電池・充電制御等の国際標準化
〇水素供給インフラ導入支援、燃料電池自動車・水素供給インフラに係る規制の見直し
・2015年の燃料電池自動車の市場投入に向けて、燃料電池自動車や水素インフラに係る規制を見直すとともに、水素ステーションの整備を支援することにより、世界最速の普及を目指す。

総合資源エネルギー調査会基本政策分科会（H25.12）

将来の二次エネルギーでは、電気、熱に加え、水素が中心的役割を担うことが期待され、水素を本格的に利活用する社会である“水素社会”の実現について言及され、このため、水素の製造から貯蔵・輸送、利用に関わる様々な要素を包含している全体を俯瞰したロードマップの策定とその策定を担う産学官からなる協議会を早期に立ち上げることが指摘された。

2―C. 事業の目的・政策的位置付け（8／9）

【政策的位置付け】（7／7）

水素・燃料電池戦略協議会

◆総合資源エネルギー調査会基本政策分科会の意見を踏まえ、平成25年12月に設置。
◆産学官23名にて構成。オブザーバーとして国土交通省、文部科学省も出席。
（座長：柏木孝夫　東京工業大学　特命教授）
◆協議会の下にワーキンググループを設置。協議会2回、ワーキンググループ会合5回程度開催し、取りまとめ。

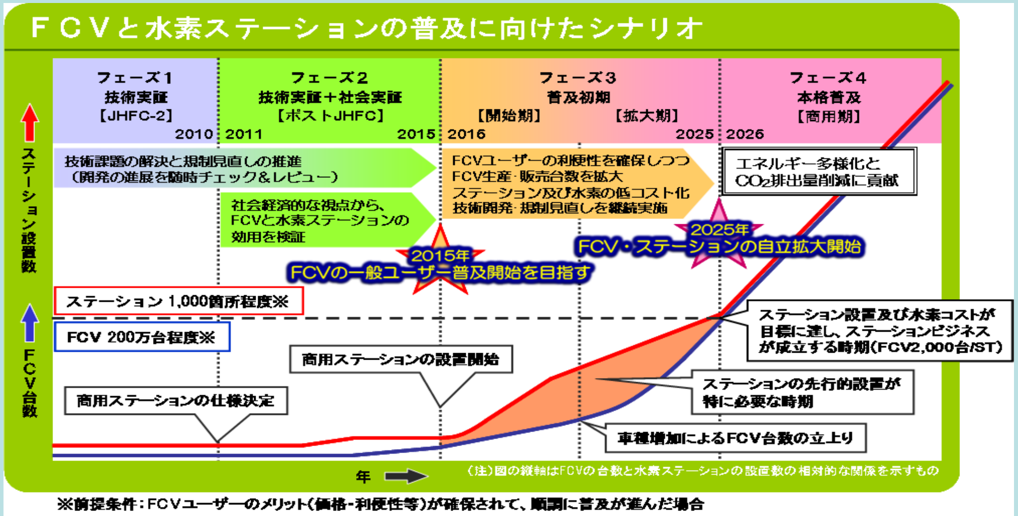
主要議題
①水素エネルギーの意義に関する共通理解の醸成
②水素需給の見通しに関する共通理解の醸成
③水素の「製造」「輸送・貯蔵」「利用」に関するロードマップの策定

2—C. 事業の目的・政策的位置付け（９／９）

【国の関与の必要性】

国として燃料電池・水素関連の研究開発等を推進することは重要である旨位置づけられているところであり、その早期実現のためには、まず、水素の有力な供給源であり、かつ既存の供給インフラが活用できる石油系水素に関する技術開発を行うことが必要である。現状において、燃料電池自動車用の高純度水素（99.99%）の製造は可能であるが、製造コストが高く、製造時に発生する二酸化炭素削減の観点から製造効率向上も課題である。このため、高純度水素を安価に高効率で製造し供給する新たな技術開発が必要である。

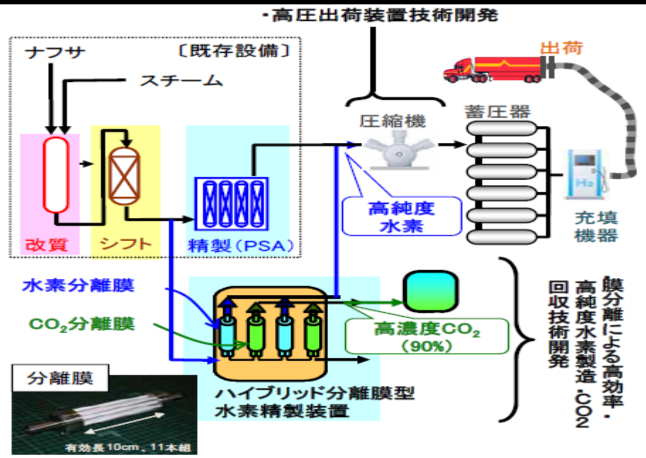
石油業界の既存インフラを利用した高純度水素の供給を行うことは、国が掲げる水素社会の早期実現という目標に沿ったものであり、国のエネルギー政策に合致するものである。しかしながら、この技術開発は、収益への貢献を早期に求める民間企業の通常概念からすれば、リスクが大きく、技術開発の対象とはなりにくいと思われる。従って、これら事業の取り組みにおいては、国の適切な関与を行い進めることが必要である。



3—C. 目標（1／3）

【全体目標】

目標・指標	設定理由・根拠等
（１）高効率水素製造技術開発 ①実環境試験下でもボンベガスによる評価時と同等の水素回収率(90%)を有し、純度99.99%以上の水素を製造する膜分離プロセスの開発 ②1m長のエレメントを多管化した大型分離膜モジュールの量産技術確立 ③超低圧から高圧への高純度水素ガス圧縮システムの開発 ④CO2ガス中の低濃度水素を回収するシステムの開発	水素回収率90%以上の膜分離プロセスを開発することにより、既存技術であるPSA(Pressure Swing Adsorption)装置に比べ、高純度水素の製造効率を70%程度から80%以上に高めることができる。 本事業ではパイロット装置を製作し、実環境下での評価を行うとともに、膜エレメントの量産技術の確立と後段プロセスである圧縮システムと低濃度水素の回収システムを開発することにより、プロセスの実用化に繋げる。
（２）高圧出荷装置技術開発 ①高純度水素圧縮機実証設備の詳細仕様の検討、同設備の建設 ②開発圧縮機の単独負荷運転による設備信頼性の実証および圧縮後水素の高純度維持システムに必要な油分除去技術の開発 ③実用設備に必要な圧縮機の耐摩耗部材選定による耐久性の評価 ④水素トレーラー充填への適用システムの開発	燃料電池自動車普及のため、製油所で製造される水素を高圧で出荷するための技術開発を行い、安定的な水素供給の実現に貢献する。燃料電池自動車用に高純度（99.99%）化された水素を高圧（45MPa）で効率的に出荷するために必要な大型の圧縮装置の開発・実証を行う。 本事業では高純度水素用油潤滑式レシプロ圧縮機設備を製作し、圧縮機単独運転により水素品質の確認、信頼性の実証を行う。その後、既存の水素出荷実証設備に接続し、水素トレーラへの水素充填に適用できることを実証することで実用化に繋げる。



3－C. 目標（2／3）

【個別目標】

要素技術	目標・指標	設定理由・根拠等
(1)高効率水素製造等技術開発 ①膜分離プロセスの開発	・実環境試験下（硫黄分1ppm未満を含む）でもボンベガスによる評価時と同等の水素回収率(90%)を有し、純度99.99%以上の水素を製造する膜分離プロセスを開発する。	本プロセスの開発により、製造効率を従来のPSA（Pressure Swing Adsorption）法の70%程度から80%以上に高めることができる。
②大型分離膜モジュールの量産技術の確立	・1m長のエレメントを多管化した大型分離膜モジュールの量産技術を確立する。	分離膜及び分離膜モジュールの不良品（リーク発生）発生を抑える。
③超低圧から高圧への高純度水素ガス圧縮システムの開発	・高純度水素ガス圧縮システムを開発し、高純度水素回収率を現状90%から95%以上に向上する。	水素回収率を向上させることにより、製造コストを低減（製造効率を向上）させる。
④CO2ガス中の低濃度水素を回収するシステムの開発	・CO2ガス中の低濃度水素を回収するシステムを開発し、水素利用率を現状97%から99%に向上する。	水素利用率を向上させることにより、製造コストを低減（製造効率を向上）させる。

3—C. 目標（3／3）

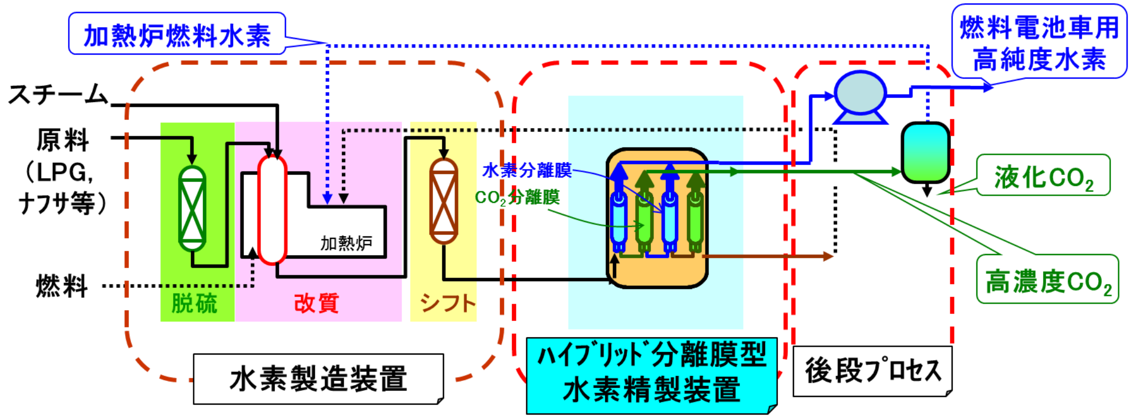
【個別目標】

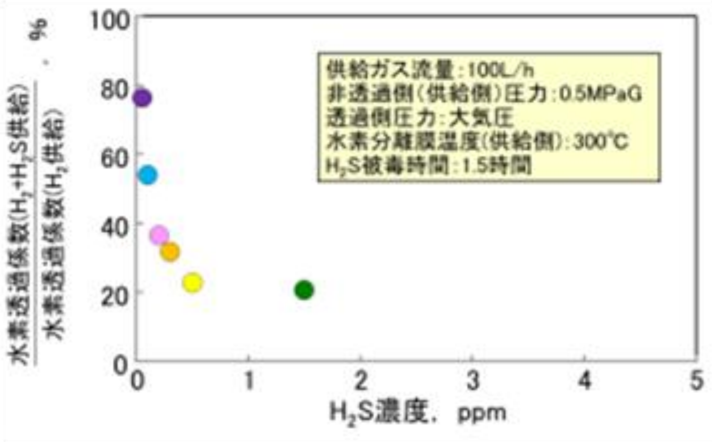
要素技術	目標・指標	設定理由・根拠等
(2)高圧出荷装置技術開発 ①高純度水素圧縮機の設計・建設	・水素用油潤滑レシプロ式の高純度水素圧縮機実証設備の詳細仕様の検討、同設備の建設	連続運転に対応する大型高圧水素圧縮機には摺動部材の摩耗量を抑制可能な油潤滑レシプロ式が適しており、商用機にスケールアップ可能な設備規模とする。
②設備高信頼性システム技術の開発	・開発圧縮機の単独負荷運転による設備信頼性の実証および圧縮後水素の高純度維持システムに必要な油分除去技術の開発	実運転条件で安定した圧縮性能が発揮でき、圧縮後の水素品質が燃料電池自動車用として問題ないことが必要。
③圧縮機の高耐久システム技術	・単独負荷運転終了後の部材健全性評価、摩耗量測定による実用設備に必要な圧縮機の耐摩耗部材選定による耐久性の評価	一定運転時間後の金属部材の健全性と摺動部材の摩耗量測定による耐久性の検証が必要。
④トレーラー充填適用システム技術	・既存の出荷実証設備に移設し、水素の昇圧・蓄ガス・トレーラー充填までの連結運用を行うに充分な性能を有することを確認する	実用化に向け、水素出荷設備での稼働に対応する圧縮機設備であることが必須であり、この実証により商用水素出荷設備の仕様検討に寄与する。

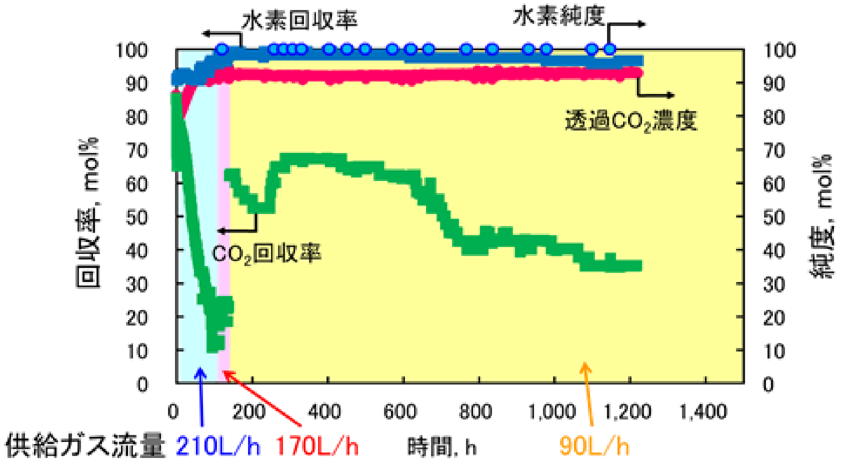
4—C. 成果、目標の達成度（1／9）

【 (1)高効率水素製造等技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
①膜分離プロセスの開発	・実環境試験下（硫黄分1ppm未満を含む）でもボンベガスによる評価時と同等の水素回収率(90%)を有し、純度99.99%以上の水素を製造する膜分離プロセスを開発する。	・分離性能と不純物(H2S等)の濃度の関係を明らかにし、ベンチ装置により運転条件を確立し、パイロット装置での長期耐久試験を実施予定。	未達成(達成見込み)



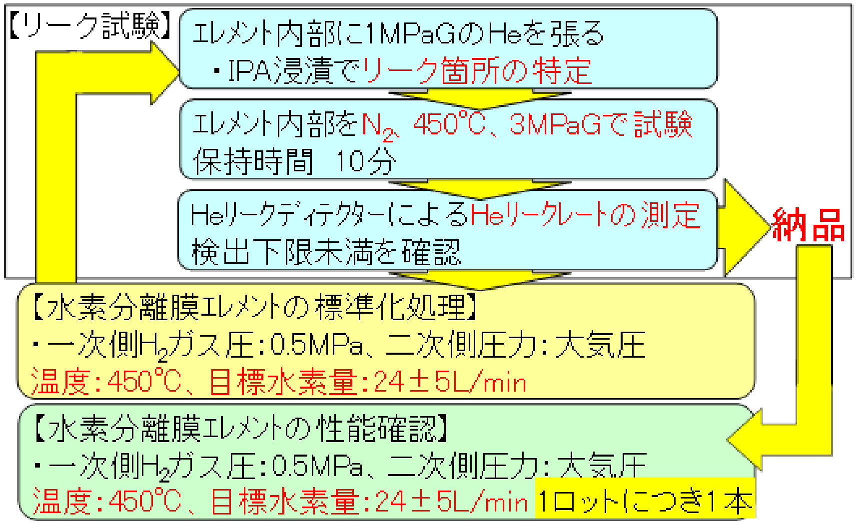


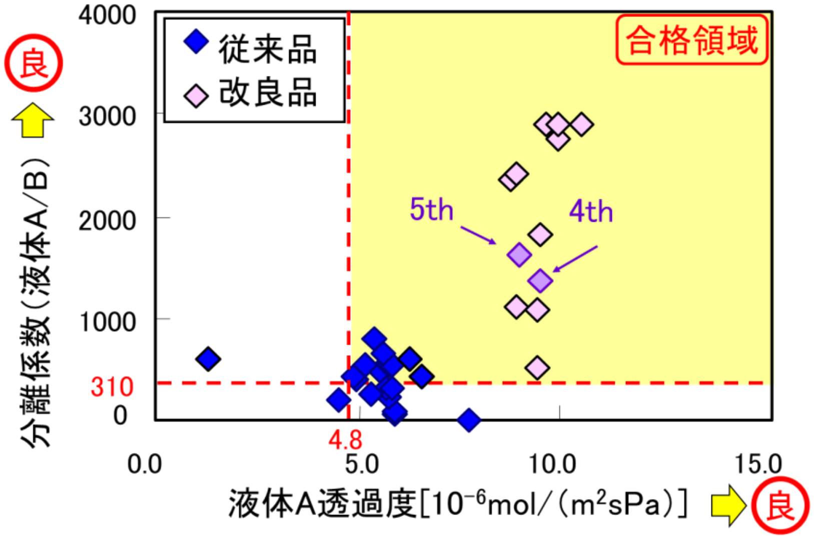


4－C. 成果、目標の達成度（2／9）

【(1)高効率水素製造等技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
②大型分離膜モジュールの量産技術の確立	・1m長のエレメントを多管化した大型分離膜モジュールの量産技術を確立する	・水素分離膜、CO2分離膜の量産時の品質管理指標を確立した。	達成

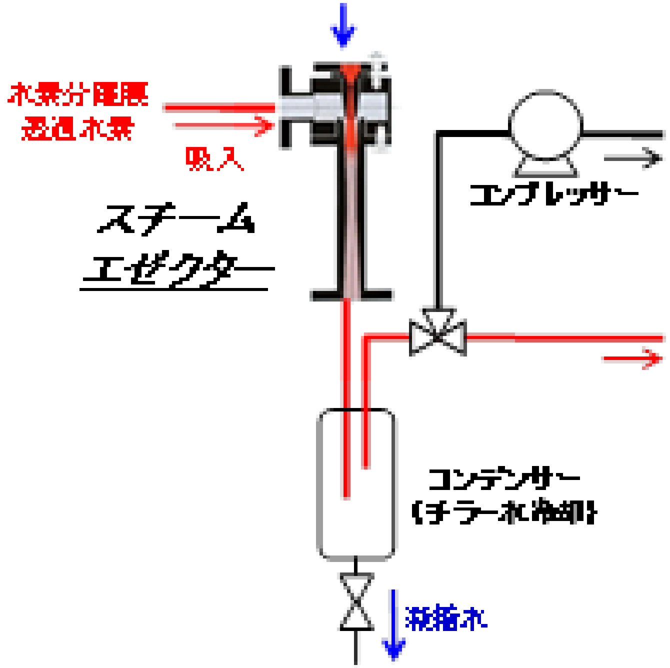


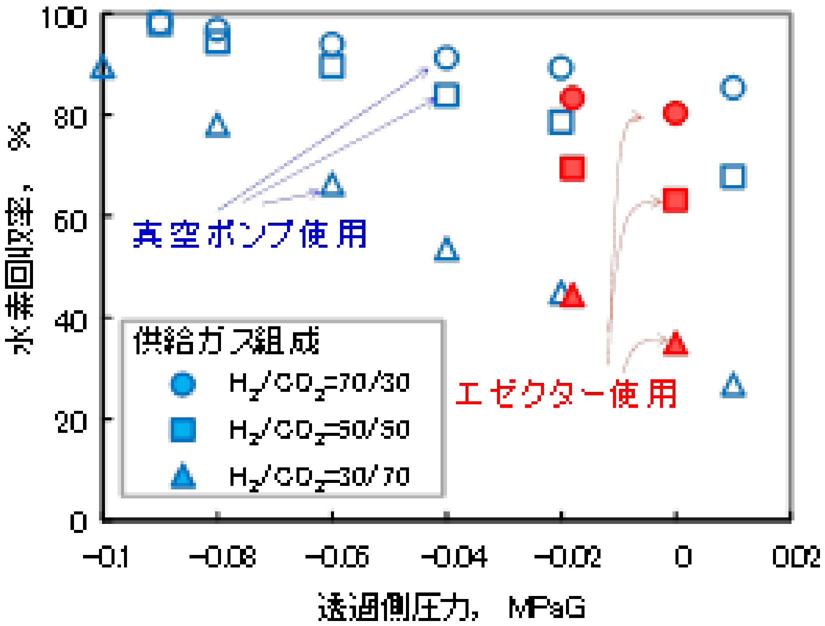


４－C. 成果、目標の達成度（３／９）

【 (1)高効率水素製造等技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
③超低圧から高圧への高純度水素ガス圧縮システムの開発	・高純度水素ガス圧縮システムを開発し、高純度水素回収率を現状90%から95%以上に向上する。	・スチームエゼクターによる透過側減圧による水素回収率の向上を実験により確認した。	達成

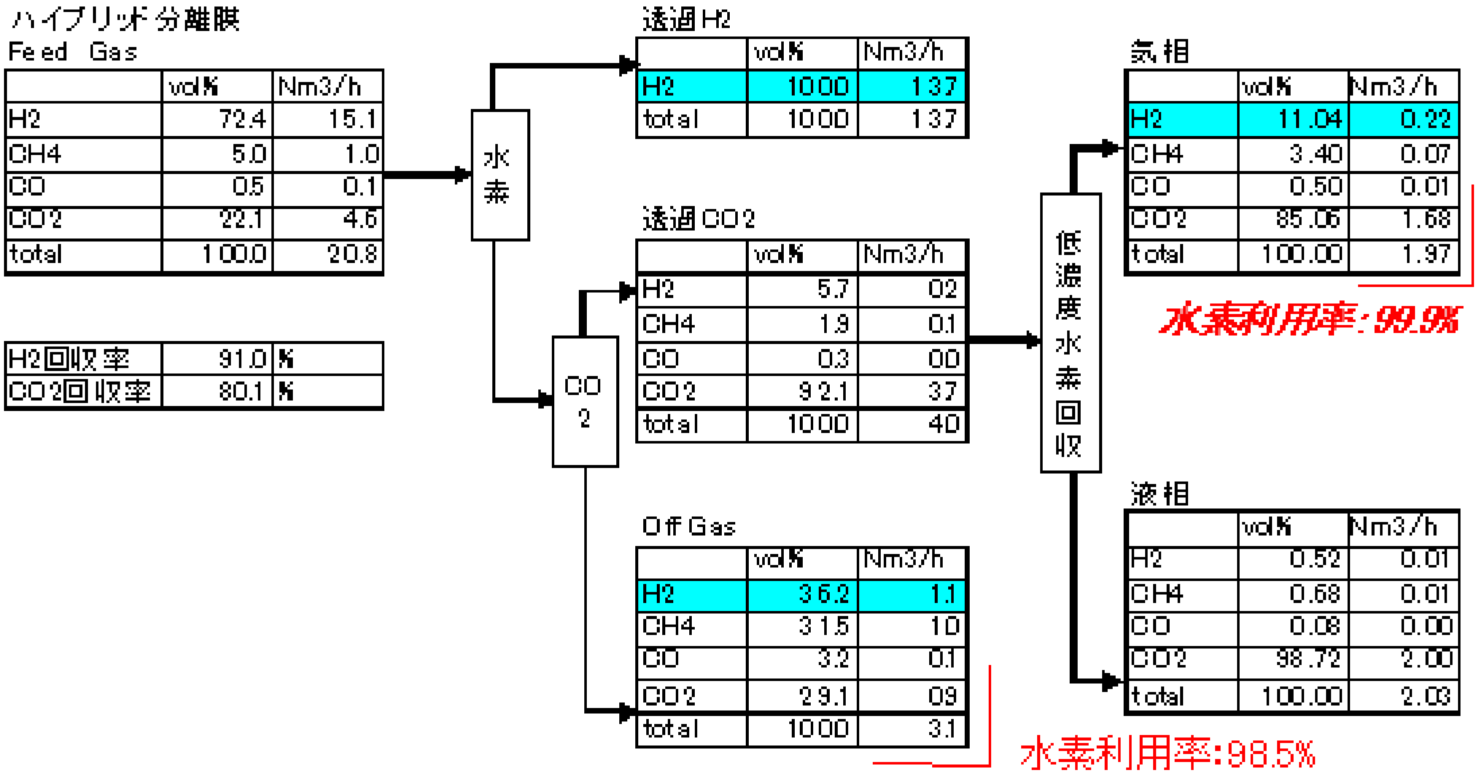




4－C. 成果、目標の達成度（4／9）

【 (1)高効率水素製造等技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
④CO2ガス中の低濃度水素を回収するシステムの開発	・CO2ガス中の低濃度水素を回収するシステムを開発し、水素利用率を現状97%から99%に向上する。	・低濃度水素の回収システムを設置することにより、水素利用率が99.9%に向上した。	達成



ハイブリッド分離膜
Feed Gas

	vol%	Nm3/h
H2	72.4	15.1
CH4	5.0	1.0
CO	0.5	0.1
CO2	22.1	4.6
total	100.0	20.8

H2回収率	91.0	%
CO2回収率	80.1	%

透過H2

	vol%	Nm3/h
H2	1000	137
total	1000	137

透過CO2

	vol%	Nm3/h
H2	5.7	02
CH4	1.9	0.1
CO	0.3	00
CO2	92.1	37
total	1000	40

Off Gas

	vol%	Nm3/h
H2	36.2	1.1
CH4	31.5	10
CO	3.2	0.1
CO2	29.1	09
total	1000	3.1

気相

	vol%	Nm3/h
H2	11.04	0.22
CH4	3.40	0.07
CO	0.50	0.01
CO2	85.06	1.68
total	100.00	1.97

液相

	vol%	Nm3/h
H2	0.52	0.01
CH4	0.68	0.01
CO	0.08	0.00
CO2	98.72	2.00
total	100.00	2.03

4－C. 成果、目標の達成度（5／9）

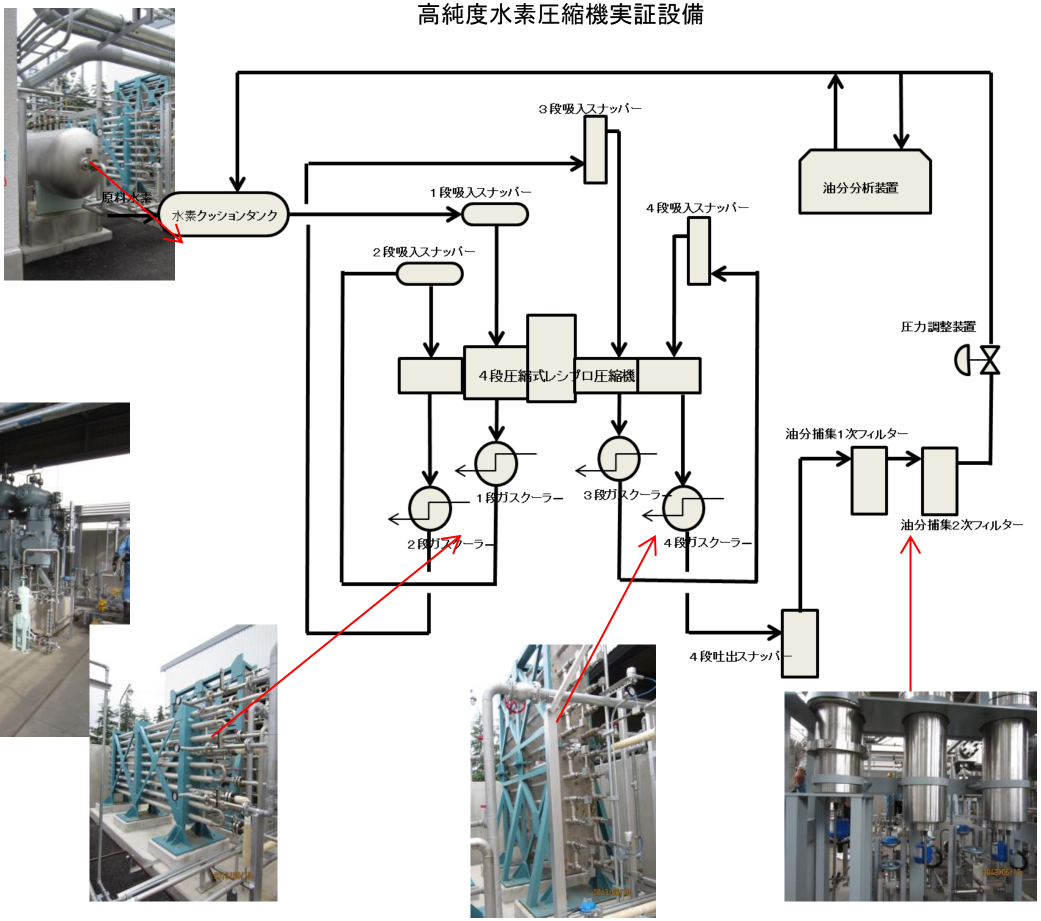
【(2)高圧出荷装置技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
①高純度水素圧縮機の設計・建設	・水素用油潤滑レシプロ式の高純度水素圧縮機実証設備の詳細仕様の検討、同設備の建設	高純度水素圧縮機実証設備の詳細仕様の検討、同設備の建設を実施し、 今後の高純度水素の圧縮実証運転が可能となった	達成

水素圧縮機の主たる仕様、性能

型式　　：水冷式レシプロ型（4段圧縮式）
　　　　　強制給油潤滑方式
取扱流体：水素（100%）
性能　　：吸込圧力　0．9MPa、吐出圧力　45MPa
　　　　　流量　1500Nm3／hr
防爆仕様：本質安全防爆もしくは水素防爆
特記事項：圧縮水素中の油分濃度が0．5ppm以下を達成できること

高純度水素圧縮機実証設備



4－C. 成果、目標の達成度（6／9）

【 (2)高圧出荷装置技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
②設備高信頼性システム技術の開発	・開発圧縮機の単独負荷運転による設備信頼性の実証および圧縮後水素の高純度維持システムに必要な油分除去技術の開発	水素昇圧運転を延べ521時間、最終部品仕様における連続運転はサイクル疲労評価が可能な340時間以上実施し、設計仕様を満足し、安定鵜運転可能なことを実証した。また、油分除去フィルターシステムの有効性が確認された。	達成

設計仕様と最終仕様の比較

	設計仕様点	最終仕様の運転ﾃﾞｰﾀ	設計仕様点に換算
1段吸入圧力 (MPaG)	0.9	0.84	0.9
2段吸入圧力 (MPaG)	2.99	2.90	－
3段吸入圧力 (MPaG)	7.74	7.8	－
4段吸入圧力 (MPaG)	19.2	21.6	－
4段吐出圧力 (MPaG)	45.0	45.0	－
1段吸入温度 (℃)	40	19	40
1段吐出温度 (℃)	149(断熱)	144	－
2段吸入温度 (℃)	40	24	－
2段吐出温度 (℃)	140(断熱)	123	－
3段吸入温度 (℃)	40	21	－
3段吐出温度 (℃)	137(断熱)	151	－
4段吸入温度 (℃)	40	22	－
4段吐出温度(AC前)(℃)	126(断熱)	116	－
4段吐出温度(AC後)(℃)	40	22	－
質量流量 (kg/h)	134	158	－
体積流量 (Nm3/h) (実測圧力・温度換算ﾍﾞｰｽ)	1500	1593 (実測圧力、温度ﾍﾞｰｽ)	1580 ※1 → 1500 (+5.3%)
軸動力　(kW)	287	336	355 ※2 → 337 ※3 (<350)

油分（潤滑油）分析結果

	結果	判定
1回目 (実施日9/27)	ﾐｽﾄ成分 <0.01ppm	OK
2回目 (実施日10/16)	ﾐｽﾄ成分 <0.01ppm	OK

(1)サンプリング容器内にガスを捕集
(2)活性炭によりミスト成分を捕集し、ミスト状で存在するC13以上を定量

装置　:ガスクロマトグラフ
検出器:水素炎イオン化検出器

4－C. 成果、目標の達成度（7／9）

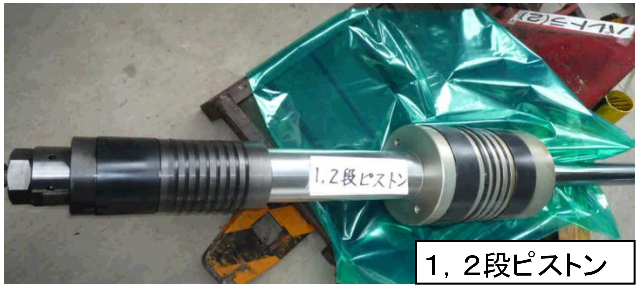
【 (2)高圧出荷装置技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
③圧縮機の高耐久システム技術	・単独負荷運転終了後の部材健全性評価、摩耗量測定による実用設備に必要な圧縮機の耐摩耗部材選定による耐久性の評価	最終仕様部品の摩耗量測定及び寸法変化測定によりシール部品、バルブ部品、ベアリング類の寿命評価を実施し、いずれも9500時間以上の寿命想定であった。また、水素環境下の高圧機器金属材料の非破壊検査を実施し健全性を確認した。	達成

(例) シール部品の寿命評価
ピストンリング及びライダーリングの摩耗量(平均値)を確認し、9500時間運転に対応可能であることを確認した。

No.	部品名	材質	摩耗率 (mm/h)	運転時間	推定寿命 (時間)
1	1段ピストンリング	PTFE	0	521	9500 以上
	2段ピストンリング	PTFE	0	521	9500 以上
	3段ピストンリング	PEEK	0.000110	408	9500 以上
	4段ピストンリング	PEEK	0.000111	360	9500 以上
2	1段ライダーリング	PTFE	0	521	9500 以上
	2段ライダーリング	PTFE	0.000077	521	9500 以上
	3段ライダーリング	PTFE	0.000058	521	9500 以上
	4段ライダーリング	PTFE	0	521	9500 以上
3	1段ロッドパッキン	PTFE	0.000058	521	9500 以上
4	4段ロッドパッキン	LBC	0	521	9500 以上
		PTFE	0	408	9500 以上

4段吐出バルブ



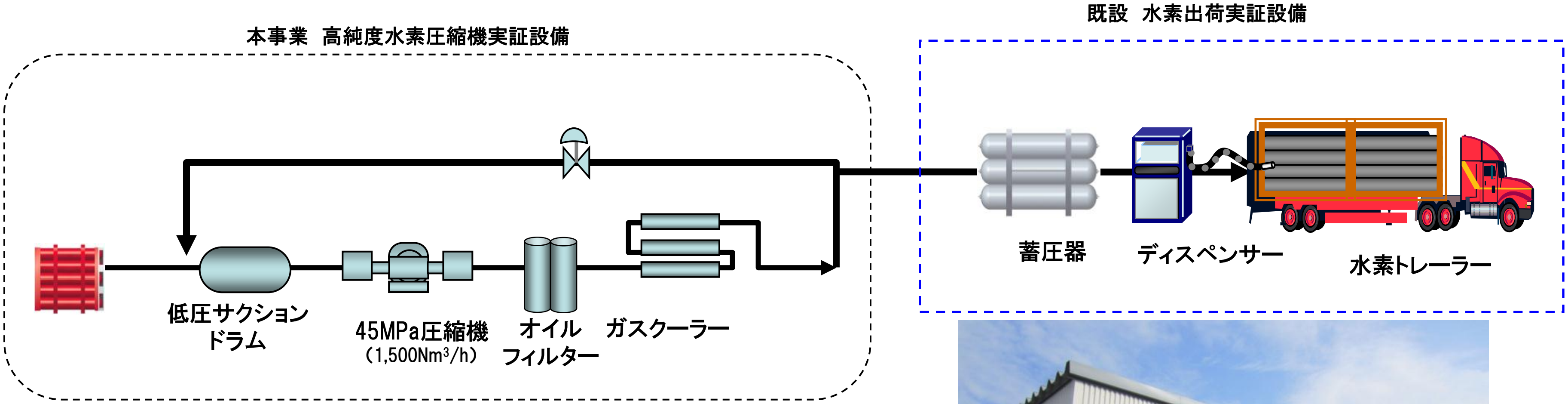
1，2段ピストン

3，4段ピストン

4－C. 成果、目標の達成度（8／9）

【 (2)高圧出荷装置技術開発】

要素技術	目標・指標	成　果	達成度
④トレーラー充填適用システム技術	・既存の出荷実証設備に移設し、水素の昇圧・蓄ガス・トレーラー充填までの連結運用を行うに充分な性能を有することを確認する	大型蓄圧器、水素ディスペンサーを備えた既設の水素出荷実証設備に本開発大型圧縮機を移設・接合させ、高純度水素源から蓄圧器へ充填し、水素トレーラへの水素供給が問題なく実施できることを確認（予定）	未達成（達成予定）



４－C. 成果、目標の達成度（９／９）

【対外発表、特許出願等の成果】

	論文・発表	特許
（1）高効率水素製造等技術開発	15	1
（2）高圧出荷装置技術開発	0	0
計	15	1

５－C. 事業化、波及効果

【事業化の見通し】

2015年に100箇所の水素ステーションが先行整備され、燃料電池自動車の普及が開始されるが、当面の間は、水素ステーションの稼働は極めて低い状態になると想定される。暫くは（新規の大規模な）水素製造出荷設備の設置はせず、産業ガスメーカーからの購入やオンサイト水素ステーションからの融通などにより水素を手当てするような状態が続くと考えられる。

したがって、2015年の時点で本成果が製油所に導入されることはないが、2015年以降、燃料電池自動車用の水素需要動向と製油所の定修の時期を考慮した上で、製油所への設備導入時期を決定することとなる。

水素ステーション当たりの燃料電池自動車の台数が2000台／ステーション と見込まれる2025年頃には、本成果が複数の製油所に導入され、低コストの水素供給が可能となり、ステーションビジネスが成立すると想定される。

プロジェクトのアウトカム（プロジェクトの成果が及ぼす効果等）

高効率水素製造等技術開発

プロジェクトの成果目標

高効率水素製造等技術開発 → 製油所の既存水素製造装置で製造される水素を燃料電池自動車用の高純度水素(純度99.99%以上)に精製するハイブリッド分離膜型水素精製装置の開発

高圧出荷装置技術開発 → 製油所で燃料電池自動車用に製造された高純度（99.99%）水素を高圧で効率的に安定出荷を実現するために必要な大型の圧縮装置の開発

目的達成までのシナリオ

直接アウトカム（直接カスタマー）

製油所 → 圧縮水素 → 水素ステーション（ガソリンスタンドを活用）

間接アウトカム

燃料電池自動車の普及

プロジェクトの目的

燃料電池自動車普及のための安定的な水素供給

将来像

・CCS／CCUと組み合わせてCO2排出をゼロにするための検討

[上位施策の目的]

○化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用
○運輸部門の燃料多様化
○燃料電池自動車の世界最速普及

波及効果

製油所の多目的エネルギー変換基地化

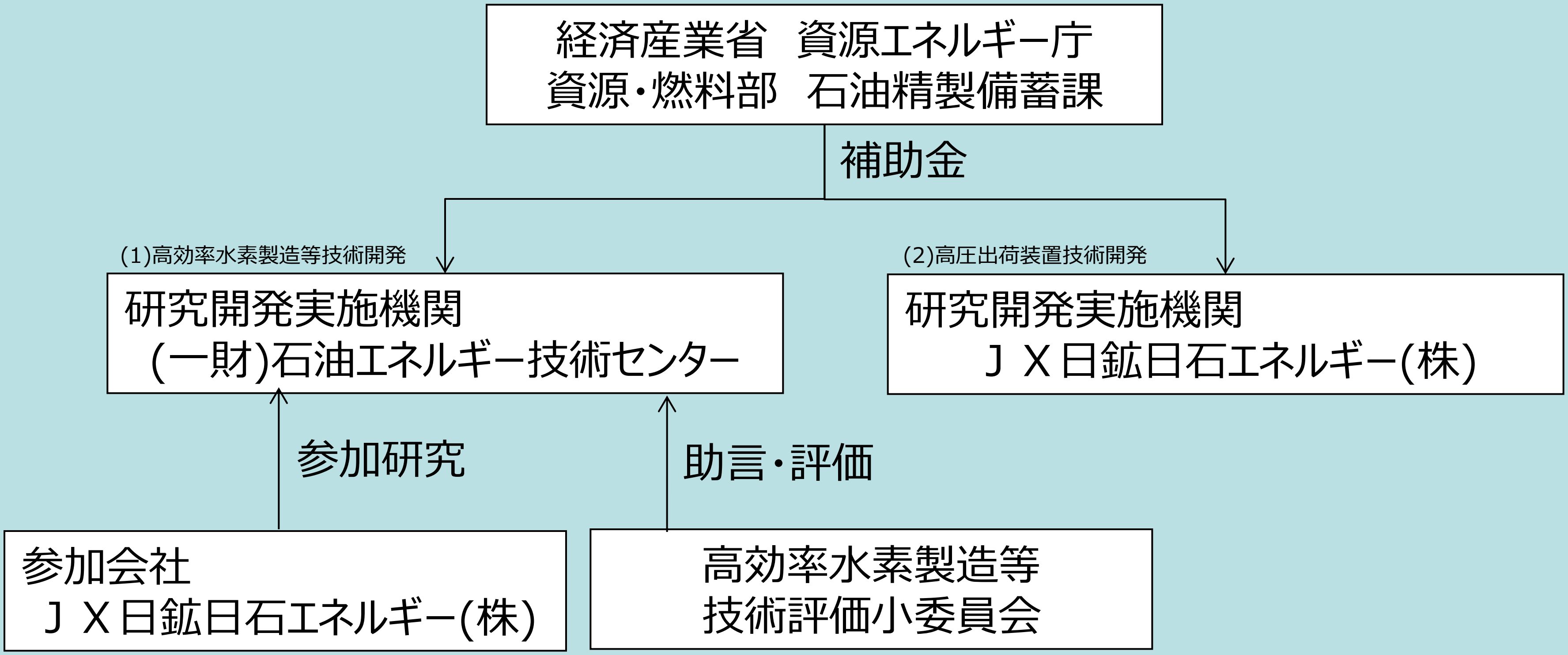
６－C. 研究開発マネジメント・体制等（１／３）

【研究開発計画】

	平成23年度	平成24年度	平成25年度
(1)高効率水素製造等技術開発	耐不純物性のある膜・膜分離プロセスの開発 →	→	→
	大型分離膜量産技術の確立 →	→	→
	高純度水素ガス圧縮システムの開発 →	→	→
	低濃度水素回収システムの開発 →	→	→
			実環境試験下での長期評価
(2)高圧出荷設備技術開発		高純度水素圧縮機の設計・建設	
			設備高信頼性システム技術の開発
			圧縮機の高耐久システム技術
			トレーラー充填適用システム技術

６ －C. 研究開発マネジメント・体制等（２／３）

【研究開発実施体制】



６ －C. 研究開発マネジメント・体制等（3／3）

【資金配分】

（単位：百万円）

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
将来型燃料高度利用技術開発				
（１）高効率水素製造等技術開発	80	225	80	385
（２）高圧出荷装置技術開発	0	301	138	439
合　　　計	80	526	218	824

【費用対効果】

本事業は、約8億円（平成23年度から平成25年度までの3年間の補助費）を投入　した事業であるが、全体的に見ると各テーマにおいて当初設定した目標がおおむね達成される 見込みであり、水素社会の早期実現に向け、本事業の費用対効果は大きいものと考えられる。

７ ーC. 事前評価の結果

【産業構造審議会 産業技術分科会 評価小委員会（第32回）の評価コメント　平成22年7月7日】

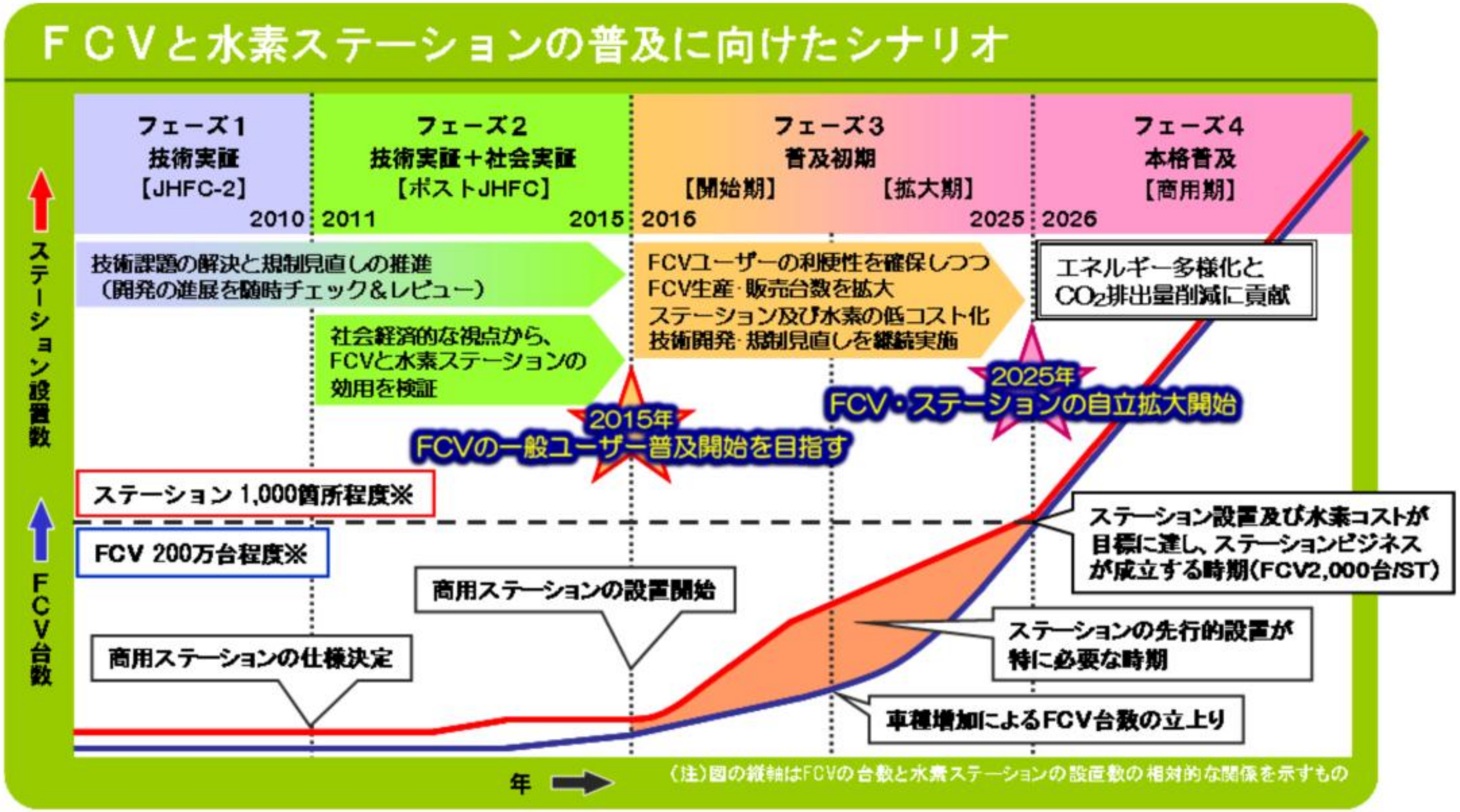
・石油精製設備では水素製造が必要であり、この拡大的利用は一つの選択肢になり得る。しかし CO_2 排出削減の観点からは、石油ベースの水素供給には限界があり、LCA 的な評価が必要と思われる。

・水素の膜分離は重要な技術である。これまでも多くの試みがなされてきており、これらの成果の十分な活用を期待したい。

・この技術開発の成果を導入することによって、水素製造の生産性がどの程度改善すると期待できるかの検討が必要である。

・将来の燃料電池車実用化を睨んで水素供給のインフラを整備しておくことは国の施策として重要である。今後の燃料電池車の普及の状況は電気自動車等他の選択肢も含めて現時点では予断を許さない。技術の水準、コスト、社会ニーズなどを踏まえてプロジェクトとして柔軟な対応が出来ることが望ましい。

（参考資料）2025年における水素需要量



※前提条件：FCVユーザーのメリット（価格･利便性等）が確保されて、順調に普及が進んだ場合

本技術開発により、水素製造コストは従来技術であるPSAに比べて3円/Nm3低減することができる。

2025年（FCV200万台、1000ST）で水素需要20億Nm3/年として、その内製油所からの出荷を５割とすると、10億Nm3/年。

10億nm3/年×3円＝30億円/年のコスト削減となる。

（参考資料）PSAによる水素製造コスト

水素製造／純度向上装置
石油業界が保有する既存の水素製造装置にPSAプロセスを追加装備して
99.999%の高純度水素を生産するコスト試算

原価計算表（**ナフサ価格：2010年5月**）

前提

装置能力	1,000,000 Nm3／day	41,667 Nm3／hr
水素純度	99.999 %	
年間稼働時間	8,280 hr/y	
水素プラント総建設費	4,741 百万円	
残存評価率	26.5 %	
残存取得価格	1,256 百万円	
PSA追加改修費	1,021 百万円	
総改修費	2,277 百万円	

回収率70%
⇒製造量：1,428,571Nm3/day
⇒428,571nm3/day燃料へリサイクル

加熱炉燃料は
未回収水素（45.9MMkcal/h）＋燃料（90.2MMkcal/h）

未回収水素熱量

428,571	Nm3/D
17857.125	Nm3/h
2570	kcal/Nm3
45.892811	MMkcal/h

製造原価

		原単価	価	円/hr	円/Nm3	百万円/年	原価構成割合
原材料及び用役							
原料ナフサ	注1）	9,784 kg/hr	**73.1 円/kg**	714,819	**17.16**	5,919	54.9 %
燃料	注2）	90.2 MMkcal/hr	5,224 円/MMkal	471,205	**11.31**	3,902	36.2 %
電力	電力量料金	1,779 kWh/ hr	9.2 円/kWh	16,349	**0.39**	135	1.3 %
	基本料	1	4,304 円/hr	4,304	**0.10**	36	0.3 %
発生蒸気(中圧)		8.76 t/ hr	992 円/t	-8,690	**-0.21**	-72	-0.7 %
冷却水損失		2.05 t/ hr	40 円/t	82	**0.00**	1	0.0 %
B.F.W		59.8 t/ hr	200 円/t	11,960	**0.29**	99	0.9 %
触媒		1	5,415 円/hr	5,415	**0.13**	45	0.4 %
薬品等		1	1,308 円/hr	1,308	**0.03**	11	0.1 %
計				1,216,752	**29.20**	10,075	93.5 %
運転要員		1 名／直	3,600 円/hr	3,600	**0.09**	30	0.3 %
保険料		1	2,004 円/hr	2,004	**0.05**	17	0.2 %
		0.35 %／総建設費					
保守費		1	14,315 円/hr	14,315	**0.34**	119	1.1 %
		2.5 %／総建設費					
間接費		1	15,533 円/hr	15,533	**0.37**	129	1.2 %
		2.0					
基本費		1	48,683 円/hr	48,683	**1.17**	403	3.7 %
	対建設比率	17.7 %／総改修費					
	期待利益率	12 %					
	償還年数	10 年					
	資本回収年数	0.177					
製品水素		99.999 %		1,300,887	**31.2**	10,771	100.0
純水素換算		100 %					

注1）ナフサ価格：51,142円/kL=2010年5月石化用ナフサCIF価格（確報）49,142円/kL＋諸掛2,000円/kL
注2)燃料単価は、2010年5月L／S C重油CIF価格（確報）49,181円／KL+緒掛(石油石炭税2,040円＋石油関税824円)2,864円／KL、C重油発熱量：9,962kcal／ﾘｯﾄﾙより発熱量単価を算出：5,224円／MMkcal
PEC-2002P-04　「P42　表3.4-2　製油所における高純度水素製造コスト計算表」参照

（参考資料）ハイブリッド膜分離による水素製造コスト

原価計算表（ナフサ価格：2010年5月）

前提

装置能力	1,000,000	Nm3／day	41,667	Nm3／hr
水素純度	99.999	%		
年間稼働時間	8,280	hr/y		
水素プラント総建設費	4,741	百万円		
残存評価率	26.5	%		
残存取得価格	1,256	百万円		
ﾊｲﾌﾞﾘｯﾄﾞ分離膜追加改修費	1,174	百万円		
総改修費	2,430	百万円		

未回収水素熱量

111111	Nm3/D
4629.625	Nm3/h
2570	kcal/Nm3
11.89814	MMkcal/h

回収率90%
⇒製造量：1,111,111Nm3/day
⇒111,111Nm3/day燃料へリサイクル

水素回収率アップ70%⇒90%のため
用役費も70/90に削減

原料ナフサ70/90に削減
⇒必要熱量減少（136.1MMkcal/h⇒105.9MMkcal/h）
⇒未回収水素熱量（11.9MMkcal/h）不足分燃料増

水素回収率アップ70%⇒90%のため
原料ナフサも70/90に削減

昨年度試算でPSAの1.15倍

製造原価

		原単価		単　価		円/hr	円/Nm3	百万円/年	原価構成割合	
原材料及び用役										
原料ナフサ	注1）	7,610	kg/hr	**73.1**	**円/kg**	555,970	**13.34**	4,603	48.0	%
燃料	注2）	94.0	MMkcal/hr	5,224	円/MMkal	490,804	**11.78**	4,064	42.3	%
電力	電力量料金	1,384	kWh/ hr	9.2	円/kWh	12,716	**0.31**	105	1.1	%
	基本料	1		4,304	円/hr	4,304	**0.10**	36	0.4	%
発生蒸気（中圧）		6.81	t/ hr	992	円/t	-6,759	**-0.16**	-56	-0.6	%
冷却水損失		1.59	t/ hr	40	円/t	64	**0.00**	1	0.0	%
B.F.W		46.5	t/ hr	200	円/t	9,302	**0.22**	77	0.8	%
触媒		1		4,212	円/hr	4,212	**0.10**	35	0.4	%
薬品等		1		1,017	円/hr	1,017	**0.02**	8	0.1	%
計						1,071,631	**25.72**	8,873	92.5	%
運転要員		1	名／直	3,600	円/hr	3,600	**0.09**	30	0.3	%
保険料		1		2,004	円/hr	2,004	**0.05**	17	0.2	%
		0.35	%／総建設費							
保守費		1		14,315	円/hr	14,315	**0.34**	119	1.2	%
		2.5	%／総建設費							
間接費		1		15,533	円/hr	15,533	**0.37**	129	1.3	%
		2.0								
基本費		1		51,949	円/hr	51,949	**1.25**	430	4.5	%
	対建設比率	17.7	%／総改修費							
	期待利益率	12	%							
	償還年数	10	年							
	資本回収年数	0.177								
製品水素		99.999	%			1,159,031	**27.8**	9,597	100.0	
純水素換算		100	%							

注1）ナフサ価格：51,142円/kL=2010年5月石化用ナフサCIF価格49,142円/kL＋諸掛2,000円/kL
注2）燃料単価は、2010年5月L／S C重油CIF価格（確報）49,181円／KL+緒掛（石油石炭税2,040円＋石油関税824円）2,864円／KL、C重油発熱量：9,962kcal／ﾘｯﾄﾙより発熱量単価を算出：5,224円／MMkcal
PEC-2002P-04　「P42　表3.4-2　製油所における高純度水素製造コスト計算表」参照