

「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	3 6
評点結果	4 3

はじめに

本書は、第32回研究評価委員会において設置された「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」（事後評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成24年11月20日））において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第35回研究評価委員会（平成25年3月26日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成25年3月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」分科会
（事後評価）

分科会長 亀山 秀雄

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」（事後評価）

分科会委員名簿

(平成24年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	かめやま ひでお 亀山 秀雄	東京農工大学大学院 工学府産業技術専攻 教授
分科 会長 代理	よしかわ くにお 吉川 邦夫	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 環境理工創造専攻 教授
委員	いまむら はやお 今村 速夫	山口大学 大学院理工学研究科 物質工学系専攻 教授
	うえの まこと 上野 真	燃料電池実用化推進協議会 企画部 部長
	おおたに ひでお 大谷 英雄*	横浜国立大学 大学院環境情報研究院 人工環境と情報部門 教授
	さとかわ しげお 里川 重夫	成蹊大学 理工学部 物質生命理工学科 教授
	もりや たかし 守谷 隆史	株式会社本田技術研究所 上席研究員

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため（実施者：横浜国立大学大学院工学研究院）「NEDO 技術委員・技術評価委員規程（平成23年7月7日改正）」第34条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

プロジェクト概要

		最終更新日	平成 24 年 10 月 21 日
プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム		
プロジェクト名	水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発	プロジェクト番号	P08003
担当推進部/担当者	<p>新エネルギー部 担当者氏名 山本主研、森主査、伊藤主査、主藤主査、藤井主査、橋本主査、畠山主査、柏木主査（24年度）</p> <p>新エネルギー部 担当者氏名 細井主研、中山主査、曾根主査、森主査、伊藤主査、主藤主査、藤井主査、橋本主査（23年度）</p> <p>新エネルギー部 担当者氏名 橋本主研、青塚主査、中山主査、大河原主査、曾根主査、深江主査、伊藤主査（22年度）</p> <p>燃料電池・水素技術開発部 担当者氏名 橋本主研、青塚主査、山下主査、中山主査、大河原主査、山本主査、高橋主査、伊藤主査（21年度）</p> <p>燃料電池・水素技術開発部 担当者氏名 檜山主研、橋本主研、石原主研、川村主査、青塚主査、中山主査、大河原主査、山本主査、高橋主査、山下主査（20年度）</p>		
0. 事業の概要	<p>来るべき水素エネルギー普及のための水素供給インフラ市場立上げ（2015年頃を想定）に向け、水素製造・輸送・貯蔵・充填に関する低コストかつ耐久性に優れた機器及びシステムの技術開発、要素技術開発、次世代技術開発及びシナリオ策定、フェージビリティスタディ等を実施する。それにより水素エネルギーの導入・普及に必要な一連の機器及びシステムに関する技術を確立する。具体的には、</p> <p>（1）システム技術開発：水素ステーション機器や車載等水素貯蔵/輸送容器について、低コスト化・コンパクト化開発及びそれら機器を組み合わせたシステムとして耐久性検証</p> <p>（2）要素技術開発：水素製造・輸送・貯蔵・充填機器及びシステムに関する高性能化、軽量化、低コスト化及び長寿命化のための要素技術の開発・検証</p> <p>（3）次世代技術開発・フェージビリティスタディ等：新規概念に基づく革新的な技術（例えば、化石燃料以外からの水素製造等）の開発及び水素社会実現に向けた技術開発シナリオの検討等</p> <p>を実施する。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>資源の乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、将来の不確実性に対する懸念が緩和され、官民において長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となることを目指し「エネルギーイノベーションプログラム」が制定された。本事業は、その「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。</p> <p>燃料電池及び水素技術は、上記の目的達成に向けたキーテクノロジーとして、その実用化への期待が高い。第3期科学技術基本計画（2006年3月）においては「先進燃料電池</p>		

システムと安全な革新的水素貯蔵・輸送技術」が戦略重点科学技術として選定され、エネルギー基本計画（2007年3月）、次世代自動車・燃料イニシアティブ（2007年5月）においても燃料電池及び燃料電池普及のために必要となる水素技術開発の重要性が述べられ、さらには、Cool Earth 50－エネルギー革新技術に定置用燃料電池、燃料電池自動車及び水素製造・輸送・貯蔵が位置付けられている。従って、本事業は上記エネルギー施策・制度の目標達成に適合するものである。

また、本分野における産業界の健全な育成については、産業界各社が自ら活動・対応するだけでなく産業界共有・共通の知的財産と成り得るものに対し、国費を元に研究開発・産業界支援を行い各社活動の重複を避け、短期集中的に仕上げることにより産業界全体として効率的な技術開発が可能となる。さらに、世界に先駆けて水素関連技術の実用化に先立ちシステム技術検証や要素技術開発を行うことは国際市場においても我が国産業界が先導的役割を果たすこととなり、さらに我が国経済力を向上させることに繋がる点で非常に有効である。

II. 研究開発マネジメントについて								
事業の目標	<p>「水素安全利用等基盤技術開発事業」（平成15年度～19年度）において、水素の安全性に係るデータの取得に基づく安全技術の確立、水素の製造・輸送・貯蔵・充填等に係わる技術開発を行い、関連する各機器について基本仕様を固め、性能において世界をリードできるレベルにまで到達させた。このような関連事業成果を踏まえながら、平成22年度末を目途に水素エネルギーの導入・普及に必要な低コスト、耐久性に優れた機器及びシステムを試作開発し、その試作開発結果を基に平成24年度までに耐久性評価等を行うことが事業の目標である。</p>							
事業の計画内容	主な実施事項	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy		
	システム技術開発	低コスト化・コンパクト化・耐久性に繋がる開発・検証						
	要素技術開発	低コスト化・耐久性等のための開発・検証						
	次世代技術開発等	脱化石燃料による水素製造技術、シナリオ、FS等						
開発予算 (単位： 百万円)	会計・勘定	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	総額	
	一般会計	0	0	0	0	0	0	
	特別会計 (需給)	1730	1350	1300	1540	1560	7480	

	補正予算	180	0	0	0	0	180
	総予算額	1910	1350	1300	1540	1560	7660
開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課・燃料電池推進室					
	プロジェクトリーダー	国立大学法人九州大学 水素エネルギー国際研究センター 教授 尾上清明					
	委託先	<p>【委託先】(財)石油エネルギー技術センター、東邦ガス(株)、トキコテクノ(株)、日立オートモティブシステムズ(株)、大陽日酸(株)、横浜ゴム(株)、(国)佐賀大学、日本重化学工業(株)(H20-H22)、サムテック(株)、(独)産業技術総合研究所(H20-H22)、東京ガス(株)、日本特殊陶業(株)、三菱化工機(株)(H20-H22)、(株)ルネッサンス・エナジー・リサーチ、(国)神戸大学(H20-H22)、(国)京都大学(H20-H22)、(株)ミクニ、(株)豊田中央研究所(H20-H22)、(国)東北大学(H20-H22)、(株)タツノ、J×日鉱日石エネルギー(株)、(株)キッツ、アズビル(株)、(財)金属系材料研究開発センター、(株)日本製鋼所、清水建設(株)、岩谷産業(株)、(株)神戸製鋼所(H22-H24)、新日鐵住金(株)(H22-H24)、愛知製鋼(株)(H22-H24)、(独)物質・材料研究機構、(国)茨城大学(H22-H24)、古河スカイ(株)(H22-H24)、日本軽金属(株)(H22-H24)、(株)テクノバ、(財)エンジニアリング振興協会(H20-H21)、(国)横浜国立大学(H20-H21)、(国)金沢大学(H20-H22)、(国)東京大学、(学)東海大学(H20-H21)、(財)日本自動車研究所(H22-H24)、(財)エネルギー総合工学研究所(H20)、川崎重工業(株)(H20)、関西電力(株)(H20)、三菱重工業(株)(H20)、千代田化工建設(株)(H20)、高压ガス保安協会(H22-H24)、水素供給・利用技術研究組合(H23-H24)</p> <p>【再委託先】(国)佐賀大学、東京ガスケミカル(株)(H20-H22)、(国)大阪大学(H20-H22)、岩谷産業株式会社(H20)、サムテック株式会社(H20-H21)、(国)九州大学(H20-H23)、九州産業大学(H23-H24)、(国)東京工業大学(H21)、ノルウェー産業科学技術研究所(H20-H21)、(株)ジャパンエナジー(H20)</p> <p>【共同実施先】新日鐵住金ステンレス(株)(H22-H24)、日産自動車(株)(H20-H21)</p> <p>【分担先】(財)石油エネルギー技術センター(H23-H24)、川崎重工業(株)(H23-H24)、J×日鉱日石エネルギー(株)(H23-H24)</p>					
情勢変化への対応	<p>本事業開始後、平成22年3月、燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)が「2015年、一般ユーザーへの普及開始を目指す」とする『FCVと水素ステーションの普及に向けたシナリオ』を発表し、平成23年1月、自動車メーカー及び水素供給事業者13社がFCVの国内市場導入に向けて共同で取り組むことに合意し、共同声明を公表。声明においては、2015年に自動車会社がFCV量産車を販売すること、エネルギー事業者が4大都市圏を中心としてFCV量産車の販売台数の見通しに応じて必要な規模(100箇所程度)の水素ステーションを先行的に整備することを目指すことが示された。このような情勢変化に対して下記の通り対応している。</p>						

	<p>(1) 鋼種拡大に係る規制の再点検に対する対応</p> <p>平成22年6月に閣議決定された「規制・制度改革に係る対処方針（グリーンイノベーション分野）」を受け、平成22年末に水素ステーションの鋼種拡大に係る規制の再点検及びその結果を踏まえた対応について今後の具体的な工程表が作成され、「例示基準に記載された使用可能鋼材の拡大」が項目の一つに位置付けられた。</p> <p>⇒「水素先端科学基礎研究事業」と関係して、鋼種拡大に資するデータ・安全性のデータ取りの加速に役立てた。</p> <p>⇒工程表の進捗に貢献。平成24年度末に技術基準(案)完成見込み。</p> <p>(2) 水素ステーション100箇所の先行整備に向けた対応</p> <p>平成23年1月、2015年のFCV普及開始に先駆け、100箇所程度の商用水素ステーション設置・実証を行う共同声明が発表された。</p> <p>⇒2015年の商用水素ステーションの目標コスト達成に資する低コスト水素ステーション実証が可能となる見込み。</p>												
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>平成19年度実施</p>	<p>担当部 燃料電池・水素技術開発部</p>										
	<p>中間評価</p>	<p>平成22年度実施</p>	<p>担当部 研究評価部</p>										
	<p>事後評価</p>	<p>平成24年度実施</p>	<p>担当部 研究評価部</p>										
<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>水素の製造・輸送・貯蔵・充填等に係わる技術に関して、性能向上、経済性、信頼性・耐久性向上、コンパクト化など研究開発を行った。これまでの関連事業成果を踏まえながら、平成22年度末を目標に水素エネルギーの導入・普及に必要な低コスト機器及びシステムを試作開発し、その試作開発結果を基に平成24年度までに耐久性評価等を行った。</p> <p>【研究開発目標と成果】</p> <p>●研究開発項目Ⅰ：システム技術開発</p> <p>(Ⅰ-1) 70MPa級水素ガス充填対応ステーション機器システム技術に関する研究開発</p> <table border="1" data-bbox="437 1373 1350 1874"> <thead> <tr> <th data-bbox="437 1373 667 1442">実施項目</th> <th data-bbox="667 1373 940 1442">中間目標 (H22年度)</th> <th data-bbox="940 1373 1350 1442">最終目標 (H24年度)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="437 1442 667 1556">ステーション建設 コスト低減検討</td> <td data-bbox="667 1442 940 1556">検討前提仕様作成、 設計費50%減</td> <td data-bbox="940 1442 1350 1671" rowspan="3">設備コスト2億円以下、 各機器メンテナンス回数1回以下/年 に繋がる技術を開発・評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 1556 667 1671">ステーションシステム運転技術 開発検討</td> <td data-bbox="667 1556 940 1671">水素ステーション完成、 1年以上の耐久性確認</td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 1671 667 1874">ディスペンサー機器 コスト低減検討 機器耐久性検証 故障予知技術検討</td> <td data-bbox="667 1671 940 1874">機器に関し50%減 1年以上耐久性確認 故障予知技術確立</td> </tr> </tbody> </table>			実施項目	中間目標 (H22年度)	最終目標 (H24年度)	ステーション建設 コスト低減検討	検討前提仕様作成、 設計費50%減	設備コスト2億円以下、 各機器メンテナンス回数1回以下/年 に繋がる技術を開発・評価	ステーションシステム運転技術 開発検討	水素ステーション完成、 1年以上の耐久性確認	ディスペンサー機器 コスト低減検討 機器耐久性検証 故障予知技術検討	機器に関し50%減 1年以上耐久性確認 故障予知技術確立
実施項目	中間目標 (H22年度)	最終目標 (H24年度)											
ステーション建設 コスト低減検討	検討前提仕様作成、 設計費50%減	設備コスト2億円以下、 各機器メンテナンス回数1回以下/年 に繋がる技術を開発・評価											
ステーションシステム運転技術 開発検討	水素ステーション完成、 1年以上の耐久性確認												
ディスペンサー機器 コスト低減検討 機器耐久性検証 故障予知技術検討	機器に関し50%減 1年以上耐久性確認 故障予知技術確立												

<p>プレール設備開発検討</p>	<p>初期改良型プレール設備製作、コスト低減方法立案</p>	
<p><成果></p> <p><標準仕様検討></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「圧縮機併用差圧充填」と「機器パッケージ化等の現地工事低減策」を採用した水素ステーションは、設備費が2億円以下となることを確認した。 ・設備費2億円以下となった水素ステーション設備仕様は、標準仕様として図面整備を行った。 <p><運転技術開発></p> <ul style="list-style-type: none"> ・70MPa級水素ステーションを建設し、普及前ならびに普及初期の1年相当の充填回数（270回、945回）の繰返し充填試験を行うことで、構成機器の耐久性を確認し、技術課題を明らかにした。 <p><ディスペンサー機器開発></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ディスペンサーの主要構成機器（流量計、バルブ類）において、普及初期の1年相当の充填回数に対する耐久性を有していることを確認した。 ・実ステーションの繰返し充填試験で技術課題の明らかになった緊急離脱カブラ、充填ホースについては、改良品を開発し、普及前の1年相当の充填回数（270回）の耐久性を確認した。 ・ディスペンサーの故障予知技術としてディスペンサー配管に設置したフィルタでの異物捕集・監視技術を検証し、捕集異物と不具合の関係を明らかにした。 <p><プレール設備開発></p> <ul style="list-style-type: none"> ・プレール熱交換器（熱交出口温度-20℃）の小型化と低コスト化を行い、実ステーションにおいて普及前の1年相当の充填回数（270回）の耐久性を確認した。 ・水素ステーション設計や運転解析に活用できるシミュレーション技術として、充填タンク解析プログラム、プレール熱交解析プログラムを開発した。 <p>（I-2）車載等水素貯蔵/輸送容器システム技術に関する研究開発</p> <p>『中間目標』</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水素容積貯蔵密度は、28g/L以上（中間目標）、34.5g/L以上（最終目標） ・水素吸蔵合金の吸蔵量:2.7mass%（中間目標）、3.0mass%（最終目標） ・水素充填時間は、90%/10min.以内（中間目標）、90%/5min.以内（最終目標） <p><成果></p> <ul style="list-style-type: none"> ・中間目標である28g/Lを上回る31g/Lの体積貯蔵密度を有するハイブリッド貯蔵タンクの 		

設計・製作を実施した。また、中間目標である 2.7 質量%を超える水素吸蔵量 3.2 質量%を有する Ti-V-Mn 系 BCC 合金を合成した。

- ・ 中間目標値 (28 g/L) を上回る体積貯蔵密度を有するハイブリッド貯蔵タンクの設計・製作を実施した。
- ・ 中間目標である 2.7 質量%を超える水素吸蔵量 (3.2 質量%) を有する Ti-V-Mn 系 BCC 合金を合成した。
- ・ 低コスト化を目的として、V系合金の量産性のトライをした。その結果、量産炉での溶解が可能であることを確認し、製造コストの点からは、中間目標値の¥10,000 以下の目処が立った。しかし、原料も含めたトータルのコストとして、安価な原料の使用について検討が必要。
- ・ 2015 年の実用化に間に合うのか再評価し、研究目標の達成は困難と評価を得て、中間評価後、基礎研究の段階であると判断し、「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」に移管した。

●研究開発項目Ⅱ：要素技術開発

水素製造・輸送・貯蔵・充填機器及びシステムに関する高性能化、軽量化、低コスト化及び長寿命化のための要素技術を開発し、検証する。

(Ⅱ-1) 水素分離型リフォーマーの高耐久性・低コスト化研究開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
耐久性	モジュールレベルで 8000 時間以上	リフォーマーレベルで 8000 時間以上
起動時間	モジュールレベルで 3 時間未満	リフォーマーレベルで 3 時間未満
リフォーマー耐久性	リフォーマーレベルで 耐久性検証・課題抽出	日常的なメンテナンスを除いて、8000 時間の運転
概念設計	—	水素製造効率 \geq 80% 設備サイズ \leq 10m ³ 設備コスト \leq 30 万円/Nm ³ -h

<成果>

①ステーション運用者の視点から水素製造装置の仕様を明確化した。

- ・ 装置能力： 300Nm³/h
- ・ 装置コスト： 9000 万円以下
- ・ 設置スペース： 5.5m×10m (周辺スペース含む)

- ・ 起動時間：1時間（DSS 運用）
 - ②改質器、バーナ構造の概念設計を行い改質器の小型化を図り、改質器サイズを従来比 1/5 とする見通しを得た。
 - ・ 改質器、バーナ構造を模擬改質器燃焼試験で検証し、バーナ設計に反映した。
 - ・ 触媒試験により改質触媒の初期性能を確認し、比較的安価な Ni 系改質触媒にて S/C2.5 以下の適用可能性を見出した。
 - ・ 水素製造装置のプロセス検討により改質効率 85%の見込みを得た。
 - ③吸着シミュレーション検討により真空再生の採用と再生サイクルの最適化により、水素回収率 90%の見通しを得た。
 - ・ パイロット規模試験装置で操作パラメータが水素回収率、水素純度に及ぼす影響の傾向を把握した。
 - ・ 実規模システムの検討によりシステムサイズを従来比 1/2 とする見通しを得た。
 - ④水素製造装置試作機の設計、製作を行い、検証試験により目標以上の改質効率 84.4%を得た。ただし起動時間は3時間と目標を超過した。
⇒継続研究にて2時間まで短縮した。
 - ⑤ステーション運用者の視点から試作機設計図書の検討、評価を行い設計に反映し、試作機運転結果を評価し、商用化に向けた改善点を挙げた。
- さらに、300Nm³/h 商用機設計を行い、目標設置スペースに設置可能との見込みを得たが、コストは1億円を超過する結果となった。

(II-2) 水素製造装置の高性能化・低コスト化・コンパクト化に関する研究開発

実施項目	最終目標（H22 年度）
水素製造装置要求仕様の調査、検討	装置仕様の確定
高性能反応器の開発	改質効率：HHV85%以上 スチームカーボン比：2.5 以下
高性能水素 PSA の開発	水素回収率：85% システムサイズ：現状比 1/3
50Nm ³ /h 試作機の設計、製作、 検証運転	改質効率：HHV82.5%以上 起動時間：1時間
50Nm ³ /h 試作機の設計、 検証運転のユーザ評価	試作機設計、運転結果に対しユーザ視点で評価を行う。

<成果>

- ・ステーション運用者の視点から水素製造装置の仕様を明確化した。
 - 1) 装置能力：300Nm³/h, 2) 装置コスト：9000 万円以下, 3) 設置スペース：5.5m×10m (周辺スペース含む), 4) 起動時間：1 時間 (DSS 運用)
- ・改質器、バーナ構造の概念設計を行い改質器の小型化を図り、改質器サイズを従来比 1/5 とする見通しを得た。
- ・改質器、バーナ構造を模擬改質器燃焼試験で検証し、バーナ設計に反映した。
- ・触媒試験により改質触媒の初期性能を確認し、比較的安価な Ni 系改質触媒にて S/C2.5 以下の適用可能性を見出した。
- ・水素製造装置のプロセス検討により改質効率 85%の見込みを得た。
- ・吸着シミュレーション検討により真空再生の採用と再生サイクルの最適化により、水素回収率 90%の見通しを得た。
- ・パイロット規模試験装置で操作パラメータが水素回収率、水素純度に及ぼす影響の傾向を把握した。
- ・実規模システムの検討によりシステムサイズを従来比 1/2 とする見通しを得た。
- ・水素製造装置試作機の設計、製作を行い、検証試験により目標以上の改質効率 84.4%を得た。ただし起動時間は 3 時間と目標を超過した。
 - ⇒継続研究にて 2 時間まで短縮した。
- ・ステーション運用者の視点から試作機設計図書の検討、評価を行い設計に反映し、試作機運転結果を評価し、商用化に向けた改善点を挙げた。さらに、300Nm³/h 商用機試設計を行い、目標設置スペースに設置可能との見込みを得たが、コストは 1 億円を超過する結果となった。

(II-3) CO₂ 膜分離法を用いた水素製造装置改質システムの開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
CO ₂ 選択透過膜の開発	170℃以上にて：1×10 ⁻⁴ mol/(m ² s kPa) の CO ₂ 透過速度にて、CO ₂ /H ₂ 選択性が 200	
マンブ レリアクター用 CO 変成触媒の開発	160℃以下、SV2000 h ⁻¹ にてメタン生成が 1%以下、10%程度含まれる CO 0.1%以下に低減(メンブレンの効果を含む)	
マンブ レリアクターの開発	1m ³ /h 原理検証機での性能実証	10m ³ /h 用プラントでの性能実証

水素ステーショントータルシステムの最適化	次世代 H ₂ ステーションコンセプト確立。PSA 1/4, 圧力スタック不要化, S/G = 2, 効率 80%以上	改質系、PSA を含む 10m ³ /h の能力を持つトータルシステムを、実証するとともに、300m ³ /h トータルシステムの F/S 完了
----------------------	--	--

<成果>

①CO₂選択透過膜の開発

耐熱性の向上については、180°Cにおいて CO₂/H₂ 選択性 \geq 200 (mol 比)、CO₂透過速度 \geq 1×10⁻⁴ mol/(m² s kPa)の性能を安定して示す膜を開発した。さらに、モジュール化が容易な円筒型メンブレンの開発に成功した。

②CO₂変性触媒の開発

Cu系触媒、貴金属触媒共に高性能化に成功し、目標の性能を達成した。さらに、入り口用触媒（高濃度COで高活性）、と出口用触媒（低濃度COで高活性）を開発。リアクター各部分で有効に機能する2種類の触媒の組合せの効果を確認。触媒だけでCO転化率、99%以上、CO濃度0.1%以下が実現できることを見出した。

③メンブレンリアクターの設計

平板型、円筒型などのリアクターの形状や加工性の検討を行った。また、円筒型メンブレンによるリアクター設計を検討している

(II-4) ホウ素系水素貯蔵材料の開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
複合化によるホウ素系水素化合物開発 (H20-H22)	反応パスの理論説明と実験検証と、最適組み合わせ選定	—
中間相を用いたホウ素系水素化合物開発 (H20-H22)	中間相の組成・構造の解明と、中間相の絞り込み	—
添加物・微細構造制御による反応速度支配因子の解明 (H21-H22)	添加物の選定、微細構造の評価および、反応速度の支配因子の解明	—
ホウ素系水素貯蔵材料としての最適化 (H22)	150°C以下の水素放出温度、6wt.%級の再吸蔵量を見極め	—

反応サイクル時の劣化要因の 解明 (H23-)	—	劣化要因の解明とその対処 法の確立
実用化技術開発 (H23-)	—	材料系の最適化、大量合成 技術の開発、低コスト化の 指針
実用性評価 (H23-)	—	耐久性評価、小型タンク 評価、実用化の課題抽出

<成果>

理論計算に基づく材料設計、合成、評価・解析を三位一体で展開することにより、新たなホウ素系水素貯蔵材料を開発した。

- ・複合化に関しては、水素貯蔵に有利な反応経路を理論計算により予測し、複合水素化物の貯蔵特性における複合比の効果なども検討し、それらの最適化を進めた。
- ・中間相に関しては、水素放出・再吸蔵過程で生成した中間相を解明し、水素貯蔵特性における中間相の役割を検討した。
- ・水素放出・再吸蔵反応ともに促進できる添加物を選定し、その促進機構を解明した。また、微細構造を調査することによって、反応速度の支配因子を抽出した。

これらの研究を通して、低温での水素放出ならびに再吸蔵が可能な新たなホウ素系水素貯蔵材料の開発指針を明確化することができた。

- ・2015年に普及開始のインフラ技術確立を目指す本事業の目的と乖離が出てきているとの評価を得て、中間評価後、基礎研究の段階であると判断し、「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」に移管した。

(II-5) ラーベス構造を有した高容量水素吸蔵合金の開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
MgNi ₂ 系 C15 型 ラーベス合金	水素化物の構造を調べ、 合金組成改良による吸蔵 量の向上	3 質量%, 150°C, 1000 サイクルを 満たした合金の開発
RENi ₂ 系 C15 型 ラーベス合金	不均化の進行過程を各種 手法にて調査して挙動を 把握する	水素吸蔵による不均化反応のメカニズ ムの解明

CaMg ₂ 系 C14 型 ラーベス合金	水素化物の構造を調べ、 合金組成改良による放出 温度の低下	150℃以下でも 6 質量%を放出する合金 の開発
CaLi ₂ 系 C14 型 ラーベス合金	格子定数および原子半径 比を変えた合金の作製・ 評価	不均化等を抑制し、室温で 6 質量%を 吸蔵する合金の開発

<成果>

- ・ 2 段のプラトーが出現することで水素吸蔵量がそれまでの 1.0 質量%から 1.7 質量%に増加した、MgPrNi₄ 組成の C15b 型のラーベス構造を有した合金を開発した。
- ・ 313K で 300 サイクルの水素吸蔵・放出を繰り返した後も、95%以上の水素吸蔵・放出量を維持することができる Mg1.4Pr0.6Ni₄ 組成の合金を開発した。
- ・ C14 型のラーベス構造を有した CaLi₂ 組成合金および第 3 元素置換を行った合金を正確に作製することができる、ヘリウム雰囲気での浮遊溶解による手法を開発した。
- ・ 2015 年に普及開始のインフラ技術確立を目指す本事業の目的と乖離が出てきているとの評価を得て、中間評価後、基礎研究の段階であると判断し、「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」に移管した。

(Ⅱ-6) 低コスト型 7 OMP a 級水素ガス充填対応ディスペンサーの開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
ディスペンサー 全体	基礎制御評価 防爆申請・コスト検証	低価格・高耐久性ディスペンサーの開発 コスト： 従来比 50% 耐久性： メンテ 1 回以下/年
コリオリ流量計 の開発	大流量用検出部、計測部の簡素化試作 基礎評価・防爆申請	
ディスペンサー 制御部開発	簡素化試作 基礎評価・ 防爆申請	

<成果>

①ディスペンサー開発

- ・ 他の NEDO 事業で開発した新素材のボールバルブ、流量調節弁を組み込み、ディスペンサーを開発した。
- ・ 機能を集約化した制御基板による基本的な充填制御方法が確立できた。
- ・ 水素対応の防爆を申請しほぼ取得完了した。

- ・構成機器の信頼性データを調査取得し耐久性を確認した。
- ②コリオリ流量計開発
- ・SUH660を使用したフローチューブで器差測定、圧力損失測定等の性能試験を行い、良好な結果が得られた。
 - ・改良したコアプロセッサ用の制御基板を開発し、この基板上で動作する流量計測プログラムの動作検証をおこなった。
 - ・水素対応の防爆申請のために評価試験をおこない、必要となるデータを取得した。申請図面、計算書を作成し防爆申請をおこなった。
- ③プレクール装置
- ・社内ヘリウムガス設備に設置した基礎評価装置で性能試験から課題を抽出した。
 - ・試験結果、検討課題から水素ステーションにおけるプレクール装置の最適化検討を行った。

(Ⅱ-7) 低コスト型70MPa級水素ガス充填対応大型複合容器の開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
常用圧力	80MPa	充填圧対応圧力
容量	200L	300L
重量	1000kg以下	1500kg以下
コスト	1000万円以下	1000万円以下

<成果>

- ①FW成形技術の開発
- ・大型複合蓄圧器の製作：TPPを利用したDRY法を用い、200LのCFRP蓄圧器において破裂圧力345MPaを達成した。
 - ・大型複合蓄圧器の製造および評価技術の開発：大型FW装置を設計開発し、6m、1600kgまでの大型蓄圧器の作製及び評価（破裂試験、サイクル試験、他）が可能となり、300L蓄圧器の試作を行い、長尺化による問題点のないことを確認した。
- ②内部加熱法の開発
- ・外部加熱装置の併用検討：内部加熱に外部加熱を加えることで、CFRP層を均一に、効率よく加熱することが可能となった。
 - ・小型容器での効果確認：外部加熱を併用により、これまで以上に高温での加熱が可能となるため、小型容器で樹脂をゲル化させる温度としFWし破裂強度を評価した。結果、容器の破裂強度が向上することを確認した。

③炭素繊維（CF）・TPPの開発

・TPP用樹脂の開発：TPPが収束しにくい樹脂を開発し、蓄圧器の破裂強度を向上させることができた。

④開発蓄圧器の検証

・200LのCFRP蓄圧器で水素ステーション実証に提供しうる蓄圧器の設計を完了し、使用認可を取得した。今後、実証テスト用CFRP蓄圧器の製造を行い、実証テストにおいて安全性等の検証を行う。

(II-8) 低コスト型 70MPa 級充填対応ステーション機器に係わる研究開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
全体	435 百万円/システムの技術的見通し確認	2 億円/システムに向けコスト低減策提示
総合的エンジニアリング	ステーション主要機器の最適構成提示	2 億円/システム達成可能性提示
鋼製蓄圧器開発	材料評価、施工法、検査技術開発	本体価格、検査・更新費用低減
水素用高圧バルブ開発	ボールバルブ開発の技術的見通し確認	バルブ単価低減 圧力損失低減
高強度金属材料開発	金属材料候補絞込	高強度耐水素性 金属材料開発
制御システム開発	制御システム機器費用低減	制御システム設計費低減
流量調節弁開発	シール技術開発	動作保証回数達成 調節弁価格低減

<成果>

①ステーション全体のコスト低減策候補の提案と総合的エンジニアリング技術の開発（JPEC/九州産業大学）

・連名委託先とともにステーション全体のコスト構造分析と課題抽出を行い、開発計画立案、効果検証を進めた。

・ダイナミックシミュレーションにより充填時間を検討し、圧縮機併用を含めた差圧充填での最適機器構成を検討した。

- ・平成23年度より、水素ステーション充填解析プログラム開発に着手した。
- ②鋼製蓄圧器開発（日本製鋼所）
 - ・高容量化による蓄圧器設備コスト低減と高耐久化を目的とし、材料、施工法、検査法の技術を開発した。
 - ・開発技術を適用して蓄圧器を試作、高圧水素中データ等に基づく特認取得を通じ、蓄圧器の高耐久化を実現した。
- ③水素用高圧バルブ開発（キッツ）
 - ・バルブ単価の低減と圧力損失の低減を目的とし、高圧水素用ボールバルブの開発に取り組み、高圧水素下でのラボ試験等に基づき、ボールバルブのシートおよびパッキンのシール技術を開発した。
 - ・高圧水素下での開閉作動耐久試験により、開発バルブの耐久性を確認した。
- ④低コスト・高強度材料開発（JRCM）
 - ・JIS SUS316L 材と耐水素性が同等で、強度が30～50%向上する材料を開発した。
 - ・量産化を目指し溶製規模のスケールアップを実施した。
 - ・バルブ、調節弁メーカー等への開発材料を提供し、加工性評価で良好な結果を得た。
- ⑤コントロールシステム開発（アズビル）
 - ・ステーション制御集中化による制御機器費用低減、標準化によるソフト設計費低減を目的とし、制御システムのコンセプトを構築、ソフトウェア仕様を確定させ、制御機器費用の低減を確認した。
 - ・制御システムソフトウェア、ハードウェアを試作し、数値モデルを用いた制御検証を行った。
- ⑥流量調節弁開発（アズビル）
 - ・シール部の長寿命化および、JRCMと連携した調節弁本体小型化によるコスト低減を検討した。
 - ・温度サイクル下における摩擦磨耗試験等を通じ、高圧水素中における表面処理技術、パッキン材の選定を完了した。

（Ⅱ-9）都市型コンパクト水素ステーションの研究開発

実施項目	中間目標（H22年度）	最終目標（H24年度）
試設計	コンパクトした場合の課題抽出	課題解決（案）の提示
安全要素技術開発	安全性を担保する技術開発	開発技術の検証
水素ステーションの	安全要素適用検討	標準設計に対する安全の検

安全性評価		証
水素ステーションの 経済性評価	建築試設計、コスト比較	建設合理化検討
モックアップ実験	実験計画策定	実験実施および評価
標準設計	—	標準設計（案）の提示

<成果>

①試設計

- ・ステーションの試設計を実施し、キャノピー上機器設置化や地下化することで配置計画、コンパクト化（敷地面積 517m² 及び 390m²）を実現できることを確認した。
- ・地上式（631m²）、高架式（517m²）、および地下式（517, 390m²）のレイアウト完成した。

②安全要素技術の開発

- ・反射圧低減壁の開発において、数値解析により反射波のピーク圧力を低減することが可能な壁（反射波低減壁）の開発を行い、検証実験によりその性能を確認した。
- ・反射圧低減壁、水素燃焼制御システム、水素の不活性化の各技術を確立した。

③安全性評価

- ・水素燃焼制御システムの開発にて、燃焼伝播の防止に必要な条件を確認した。また、水素の不活性化に関する研究では、着火に至らせない「安全濃度」を決定した。
- ・安全要素技術適用検討および安全性の検証、リスク評価を実施した。

④経済性評価

- ・建築および各システム導入コスト比較した。

⑤検知システム

- ・既存検知器の仕様を調査した。

（Ⅱ-10）直接充填方式水素ステーション用圧縮機の研究開発

実施項目	中間目標（H22年度）	最終目標（H24年度）
1	—	設計吐出圧力 95 MPa、 運転吐出圧力 87.5 MPa、 流量 1200 Nm ³ /h の圧縮機の 試作機を開発・設計・製作 する。

2	—	インバーター制御による可変速度運転に対応する。
3	—	直接充填方式ステーションにおける高圧圧縮機の運転の特徴である高頻度起動停止運転に対する耐久性の見通しをつける。
4	—	圧縮機運転方法の検討のため、圧縮機水素流量と、車載タンクの圧力・温度の時間変化の関係を、圧縮機特性（下流圧力の変化に伴う流量変化など）を含めてシミュレーションするプログラムを開発する。
5	—	試作機的设计・製作・試験結果、および HySUT などユーザーと連携により、実証水素ステーション用の設計吐出圧力 100MPa 超級圧縮機的设计を完了し、試験計画を策定する。

<成果>

①直接充填用大容量高圧水素圧縮機の仕様

- ・ 運転吸込圧力 40MPa / 設計吸込圧力 45MPa
- ・ 運転吐出圧力 87.5MPa / 設計吐出圧力 96MPa
- ・ 流量 1200Nm³/h シリンダ 2本

・ 運転中にベントを大気放出しない

・ 上記仕様の試作機を開発・設計し、製作が進行中である。圧縮機ユニットの小型化のために別途開発した超高圧用熱交換器をアフタークーラーとして採用

②インバーター制御可能な仕様の試作機を開発・設計し、製作が進行中であり、検証方法を検討中。

- ③高頻度起動停止運転に対し耐久性の見直し
 摺動部の劣化評価が必要なため運転により検証する。
- ④圧縮機運転方法の検討のため、圧縮機水素流量と、車載タンクの圧力・温度の時間変化の関係を、圧縮機の特性を含めてシミュレーションするプログラムを開発した。この成果を利用して千住・海老名ステーションなどの HySUT 実証事業と連携した対応を進めた。
- ⑤試作機の運転評価による試設計
 運転結果を反映して実施する。
- (II-11) 水素製造・輸送・貯蔵システム等に使用する金属材料開発、および国際標準化・規制見直しに資する評価試験法の開発、材料データの取得に係る研究開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
高圧水素および液体水素関連機器に用いるステンレス鋼および関連評価試験法の開発	—	新規水素用高機能ステンレス鋼を開発し、高圧水素環境下におけるその材料データを取得し、基準・標準化に必要な安全検証・裏付けデータとして提示する。
高圧水素配管・容器材料の研究開発	—	高強度ステンレス鋼・高強度低合金鋼を開発し、新規水素用材料として提案する。
高圧水素バルブ・継手用ステンレス鋼に係る研究開発	—	高圧水素環境下で使用できるオーステナイト系ステンレス鋼を開発し、材料種類の拡大を提案する。
低温及び高温ガス環境下での材料特性に関する研究	—	低温および高温における高圧水素環境下で引張及び疲労試験を行い、材料特性を評価する。

<成果>

- ①高圧水素および液体水素関連機器に用いるステンレス鋼および関連評価試験法の開発：
 新規開発低 Ni, 省 Mo 系高強度鋼 STH2 の固溶化熱処理材について、高圧水素中での強度、

疲労、疲労亀裂伝播などの諸特性を評価し SUS316L と変わらない特性を示すことを確認した。SUS316L ほか γ 系ステンレス鋼の評価結果から、水素脆化が合金元素の偏析部に生じやすいこと、及びその機構を明らかにした。

②高圧水素配管・容器材料の研究開発：高窒素高強度 SUS を開発し、固溶化熱処理材が N 量の増加と共に強度が増加することを確認し、高圧水素中下の SSRT 試験(室温、85MPa)、疲労試験においても良好な特性を確認した。

低合金鋼において高 Mo-V 添加による組織改良鋼を開発し、高圧水素下 SSRT 試験(室温、45MPa)、疲労試験において既存鋼と比較して水素の影響が大幅に改善されたことを確認した。

③高圧水素バルブ・継手用ステンレス鋼に係る研究開発：Mo を含有しないオーステナイト系 SUS を開発し、冷間引抜加工材が高い 0.2%耐力、引張強さを示すことを確認し、高圧水素下の SSRT 試験(-40℃、70MPa)において良好な相対絞り示すことを確認した。

SUS316L 固溶化熱処理材は水素チャージしても室温でのクリープ特性に明瞭な影響が見られないことを確認した。

④低温及び高温ガス環境下での材料特性に関する研究：簡易試験法を用いて-200~120℃の温度範囲における 316 系 SUS を中心とする材料の特性を測定し、水素の影響が少ない良好な材料特性を示すことを確認した。

以上の開発を加速するため、高圧水素中小型疲労試験装置を共通して持つことにより、簡易かつ迅速に新規材料の高圧水素中の疲労特性の測定を可能とし、開発の加速を図った。

また、有明、霞ヶ関、千住、セントレア各水素ステーションにおける長期使用設備の解体調査に協力し、材料特性にも問題はないものの、製作・施工時に注意、改善点があることを示した。

加えて、これら成果を国際標準化、規制見直しの作業に資するため、関係団体等に対して情報を提供し、議論・検討に参画した。

(II-12) 水素用アルミニウム材料の評価・開発

実施項目	中間目標 (H22 年度)	最終目標 (H24 年度)
Al-Mg 系合金の耐水素脆性評価	—	Al-Mg-(Cu) 合金の水素脆化感受性に及ぼす Mg 量、熱処理の影響を明らかにする
水素脆性に対する抑制元素および有害元素の特定	—	添加元素の影響を把握し、脆化感受性指数<0.2、耐力≥400MPa の合金系を見出す

高強度で切削性に優れるバルブハウジング用合金を開発する	—	耐力 \geq 380MPa で、切削性が6061 合金よりも優れ、水素用として使用可能な 6000 系合金を開発する
VH4 容器の口金等の部材用の鍛造合金を開発する	—	耐力 \geq 360MPa で、鍛造可能で、水素用として使用可能な 6000 系合金を開発する
水素の侵入サイトを可視化法により明らかにする	—	外部環境が、水蒸気の場合と水素の場合の侵入サイトの異同を明らかにする
開発材の耐水素脆性を評価する	—	開発材の耐水素脆性を、湿潤大気中での SSRT 引張・疲労試験などにより評価する

<成果>

- ① Mg 量 5%で鋭敏化処理を行わない限り Al-Mg 系合金は水素脆化を示さないことを確認した。添加元素の影響は、組合せや熱処理条件によっても変化することを見出した。開発目標（水素脆化感受性指数：0.2 未満、耐力値：400MPa）を満たす合金系として Al-Cu-Mg 系合金を見出した。
- ② 試作合金の耐力は、380MPa 以上で、切削性は標準の 6061 押出棒より優れていること、耐水素脆性、その他水素用材料として満たすべき基準を満たしていることを確認した。
- ③ 6069 規格組成内の中で、Cu 下限・Si 過剰組成とした試作材で開発目標を達成した。6066 規格組成の中で、主要組成 Mg、Si、Cu、Mn の添加量を規格下限域とした試作材で目標達成の可能性が高いことを示した。
- ④ 6061、7075 合金において、外部環境が水蒸気の場合と水素の場合の侵入サイトが同じ(第二相粒子)であることを明らかにした。
- ⑤ 開発材の耐水素脆性評価を行い、問題のないことを確認しつつある。

●研究開発項目Ⅲ：次世代技術開発・フィージビリティスタディ等

(Ⅲ-1) 水素燃料電池に係る国際関連機関等研究・政策動向の調査検討

NO	目標
1	IEA/HIA の最新動向・活動を入手し、我が国の政策や技術開発への影響を分析

	する
2	IEA/AFCIA の最新動向・活動を入手し、我が国の政策や技術開発への影響を分析する
3	IPHE の最新動向・活動を入手し、我が国の政策や技術開発への影響を分析する
4	IPHE、HIA、AFCIA メンバー国やその主要関連研究機関の政策・技術開発動向の調査・検討
5	1～4 で把握した技術開発動向及び分析活動ならびに関連国際会議やウェブサイトから得られた水素関連活動等を、国内関係者に定期的に発信し、情報共有を図る
6	再生可能エネルギー由来水素の技術動向のとりまとめ

<成果>

- ・ IEA/HIA の各作業部会に専門家を派遣し、情報を得た。また平成 24 年度は関係者との連携の下で Annex 28(大規模水素インフラ) 会合を日本でホストし(平成 24 年 10 月、東京)、情報収集とその内容の発信を行った。
- ・ IEA/HIA の執行委員会に参加し(専門委員: エンジニアリング協会)、各作業部会の半期毎の活動報告、年次報告書概要等の報告(事務局)、各国の水素関連研究開発動向(各国代表)などの情報を入手した。
- ・ IEA/AFCIA の各作業部会に専門家を派遣し、情報を得た。また平成 24 年度は関係者との連携の下で Annex 25(定置用 FC) 会合を日本でホストし(平成 24 年 10 月、福岡)、情報収集を行った。
- ・ 平成 24 年度より、IEA/AFICA の執行委員会(平成 24 年春季、カナダ、トロント)に参加、各国の燃料電池関連研究開発動向(各国代表)などの情報を入手した。
- ・ IPHE の各委員会に出席し、最新動向、活動内容を入手、わが国からの情報を発信した。また IPHE の議論を分析、わが国の政策や技術開発への影響を分析した。対応が必要な議論や動きに関しては、国内関係者と連携し、その対応を行った。
- ・ IPHE 対応の一環として、平成 23 年 3 月に定置用 FC 国際ワークショップを運営・開催した。
- ・ IPHE が隔年で実施してきた IPHE アワード(IPHE によって、FC/水素分野でのリーダーシップと技術功績をたたえるもの。2 年毎に実施)に関して、経済産業省および関係機関と連携し、日本からの推薦の支援と IPHE 会議での紹介を行なった(優秀リーダーシップ賞に福岡水素エネルギー戦略会議、技術功績賞に秋葉悦男産業技術総合研究所副研究部門長)。この推薦 2 件は、IPHE アワードの受賞を得ることができた。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ JHFC プロジェクト（平成 14～22 年度に実施された FCV・水素ステーションの実証研究プロジェクト。平成 21 年度より NEDO 事業）と連携し、IPHE が企画した IPHE スチューデントコンペティション（IPHE が企画した、FCV・水素の研究に秀でた各国の高校生を表彰するもの。IPHE メンバー国が自主的に優秀校を推薦）にわが国から秋田工業高校を推薦し、IPHE スチューデントコンペティション授賞式およびスチューデントプログラム（各国学生との国際交流）に派遣することができた。 ・ IPHE、AFCIA における情報をもとに、政策情報をとりまとめ、関係者に提供した（内容は、米国、ドイツ、欧州連合に加え、カナダ、ノルウェー、アイスランド、韓国、中国、オーストラリア）。 ・ 欧州連合およびドイツが実施したマッキンゼー「パワートレインのポートフォリオレポート」を翻訳して関係者に配布した。 ・ 我が国の水素ステーション規制見直しのために水素規制見直しリーダー会議にオブザーバーとして参画、IPHE などのネットワークを用いて DOE、Air Products、Shell、CaFCP、Linde、TUV 等にヒヤリングを実施、米国・ドイツの水素ステーション規制を日本との対比でとりまとめ、関係者に提供した。 ・ 平成 22 年度（平成 23 年 2 月）は IEA/HIA に関して、また平成 23 年度（平成 24 年 2 月）は IEA/HIA と IEA/AFCIA の両方に関して、年度末に活動報告会を開催している。活動報告会では、各作業部会を担当する専門家が部会の活動を報告し、質疑応答を行っている。活動報告会参加者は、産学官における水素関連の研究開発・実証試験などに携わる研究者・技術者（約 40 数名が参加）。 ・ 平成 23 年度 10 月より、FC/水素政策関係者、NEDO、NEDO プロの委託先等を中心に国際情報ネットワークを構築、登録者は現在約 100 名。発信している内容は、作業部会や国際会議の報告、海外政策情報、マンスリーニュースなど。これにより従来は IEA/HIA や IEA/AFCIA の活動報告は年間 1 回（毎年 2 月の活動報告会）のみであったが、タイムリーに国際情報を関係者に提供できるようになった。 ・ IEA/HIA、IEA/AFCIA、IPHE などで得られた情報、また各国の動きがある場合に、その情報（レポート翻訳、概要解説、会議参加報告書）を前述の国際情報共有ネットワークを活用して発信（平成 23 年度はほぼ隔月～3 ヶ月に 1 回程度、平成 24 年度月上旬は隔月で発信）。平成 24 年 7 月からはマンスリーレポートも配信。 ・ IEA/HIA、IEA/AFCIA の作業部会のうちでも、そのテーマを担当する専門家だけでは対応が難しい場合、他の企業や研究機関にも関わりがある場合、また戦略的な情報発信が必要な場合は、その作業部会に出席する専門家のサポートチームを構築した。 ・ 経済産業省燃料電池分科会（平成 23 年 6 月 3 日）に海外情報を提供した。また FCCJ や関係機関・組織と連携し、2015 年～2030 年に向けての FCV 普及予測を行い、あわせて提供し
--	--

た。その後も業界（FCGJ など）の意見を参考に、FCV 普及予測を修正・アップデートした。FCV 普及予測は、大手自動車 3 社の意見を元に、4 つのパラメータ（車両の魅力、燃料経済性、強力な政策支援、車両価格低減）で分析を行った。その結果、普及台数は、2025 年における FCV の普及予測は、36 万台から 240 万台の間となった。

- ・再生可能エネルギー由来水素の可能性に関して、世界の政策動向と最新の技術動向をとりまとめ、「非化石資源および低炭素資源による水素製造の可能性」（120 ページ）として報告した。

（Ⅲ-2）IEA/HIA 水素実施協定における国際技術開発動向の調査検討

NO	目標
1	国際技術開発動向の把握
2	各 Annex（作業部会）の分析活動動向の把握
3	得られた情報の展開・普及及び共有化活動

<成果>

水素経済社会の実現に向けて国際協同研究開発を目的とする IEA/HIA（国際エネルギー機関/水素実施協定）に積極的に参加した。各作業部会にて、収集・交換した水素に関する技術開発動向・情報を国内に展開し、共有化を図った。

（Ⅲ-3）可視光応答性半導体を用いた光触媒および多孔質光電極による水分解水素製造の研究開発

実施項目	目標
多孔質半導体光電極の高性能化	既存半導体光電極の改良で WO_3 光電極の性能を超える。
光触媒-電解ハイブリッドシステムによる水素製造	レドックス媒体を用いた効率的な酸素発生用光触媒の高性能化により太陽エネルギー変換効率の最高値を目指す。
新規可視光応答性半導体探索	高速自動半導体探索システムを用いてできるだけ多くの可視光応答性の新規半導体を探索する。

理論効率や将来性の試算

太陽電池と水電解を単に組み合わせたシステムより
低コスト水素製造できるか検証する。

<成果>

- ・ W03 光触媒の量子収率をセシウム表面処理で既報の 48 倍に向上できた。太陽エネルギー変換効率 (0.3%) は陸上植物並で、人工光合成実現可能レベルに達した。
- ・ BiVO4 光電極の光電流を炭酸塩電解液を利用することで従来の電解液より 6 倍向上できた。高速自動半導体探索システムを活用し、新規半導体の特許を 5 件出願した。
- ・ 光触媒-電解ハイブリッドシステムの小型実証試験を行った。太陽電池と水電解を単に組み合わせたシステムより将来低コスト水素製造が可能、という結論を得た。

(Ⅲ-4) 非貴金属化合物を用いた水電解用高機能酸素発生アノード触媒の設計および開発

実施項目	目標
触媒能評価	現行材料(貴金属系)に近い性能を有する非貴金属系酸素発生触媒の開発
電解試験	非貴金属系材料をアノード触媒に用いて、現行のアルカリ形水電解に匹敵する新規固体高分子形水電解セルの開発

<成果>

- ・ 評価法の確立し、比活性が IrO_2 を上回る Zr 及び Ta 系材料の触媒の作製に成功した。
- ・ Zr 及び Ta 系化合物は表面が酸化物であると酸素発生反応の活性が向上した。
- ・ Zr 系化合物を電極触媒として電解試験を行い、水電解効率は 60% であった。

(Ⅲ-5) 高効率水素液化磁気冷凍の研究開発

NO	目標
1	実用磁気冷凍磁性材料の開発
2	高効率水素液化機構の開発
3	蓄冷型磁気冷凍機の開発
4	測定技術要素研究
5	水素液化磁気冷凍システムの調査と解析

<成果>

- ・ AMR サイクルに適合した希土類ガーネットと金属間化合物磁性材料の開発を進め、粒状化の実用材料製造技術を確立した。
- ・ 2つの駆動機構をもつ AMR 磁気冷凍サイクル試験装置を設計・作製し、AMR サイクルを実証した。
- ・ 水素液化サイクルの効率改善と高感度水素液量の計測技術を開発した。

(Ⅲ-6) 水素ガス輸送用パイプラインの信頼性評価技術の研究開発

実施項目	目標
水素脆性評価試験	水素濃度；2ppm 以下、負荷速度；準静的～5m/s
実大破壊強度試験	圧力；15MPa 程度、パイプ；X65 高強度鋼管、500mm 径、40m 長
高速き裂伝播計算モデル構築	き裂伝播限界圧力とき裂伝播停止長さを+/-20%で予測
外部からの指導及び協力	大学・企業の研究者・技術者からなる研究会を組織し、指導と協力を得る。

<成果>

- ・ 水素ガスパイプラインで想定される現実的な圧力・温度条件下では鋼中に拡散侵入する水素濃度は低く、準静的・動的条件下ともに水素脆化は顕著ではない。
- ・ 水素ガスパイプラインの実大強度試験を実施し、き裂は長距離伝播することはないことを実証した。
- ・ 開発した高速き裂伝播数値計算モデルを用いて、天然ガスと同程度の靱性を有していれば、水素ガスパイプラインでき裂の伝播を防止できることを確認した。

(Ⅲ-7) 超高压水素合成法による新規水素吸蔵合金の研究開発

実施項目	目標
超高压合成法による新規 Mg 合金系水素貯蔵材料の開発	「質量貯蔵密度 6 質量%以上、放出温度 100 °C以下、耐久性 1,000 回以上」を可能とする材料を探索する。
超高压合成法による新規 Li 合金系水素貯蔵材料の開発	「質量貯蔵密度 6 質量%以上、放出温度 100 °C以下、耐久性 1,000 回以上」を可能とする材料を探索する。

超高压合成法による新規 Al 合金系水素貯蔵材料の開発	「質量貯蔵密度 6 質量%以上、放出温度 100 °C以下、耐久性 1,000 回以上」を可能とする材料を探索する。
-----------------------------	--

<成果>

- ・ Mg-(V, Zr)-(Li, Na)-H 系水素化物において、可逆的に水素を吸蔵・放出する新規水素化物を見出すとともに、水素放出温度と結晶構造との相関を示し得た。
- ・ 7 種の Li-M-H 系新規水素化物 (M: 遷移金属元素) を見出し、Li-Y 系水素化物において、可逆的に水素を吸蔵・放出することを確認した。
- ・ Al 系共晶合金、アラネート、AlH₃ を原料として試みたが、適用条件下では新規水素化物相は得られなかった。

(Ⅲ-8) ゼオライト鑄型炭素をベースとしたスピルオーバー水素貯蔵に関する研究開発

実施項目	目標
細孔制御技術によるゼオライト鑄型炭素 (ZTC) の構造最適化	ZTC 表面積の増大 (目標 5000m ² /g) と細孔径の最適化 (範囲 0.65 nm~1.2 nm)
金属担持技術による「新たな相互作用」の導入とその最適化	Å、更には原子レベルの金属担持、及び貴金属以外 (Ni、Ti) の担持
ZTC の水素吸蔵性能評価	上記で得られた ZTC の水素貯蔵性能を評価する。

<成果>

- ・ スピルオーバー水素の貯蔵サイトを、炭素担体のエッジ、曲率をもつ部位、含酸素官能基、含窒素官能基に同定できた。
- ・ 炭素担体に担持する Pt の粒径が小さいほどスピルオーバー貯蔵量が増加することを見出した。また、安価な遷移金属 (Ni) による貯蔵にも成功した。
- ・ スピルオーバー水素貯蔵サイト候補である、含窒素官能基の大量ドーブ法の開発に成功した。

(Ⅲ-9) Mg および Ti 系相分離型高容量水素吸蔵合金の設計と実証に係る技術開発

実施項目	目標
Mg 基合金の開発	Mg 基合金に関する作製ノウハウを蓄積
Mg 基合金に関する熱力学的平衡反応特性の研究	Mg 基相分離型水素吸蔵合金の実証 6.0 質量%, 繰り返し 1000 回, 水素放出温度 100°C

Ti 基合金の開発	Ti 基合金に関する作製ノウハウを蓄積
Ti 基合金に関する熱力学的平衡反応特性の研究	Ti 基水素吸蔵合金の実証 6.0 質量%, 繰り返し 1000 回, 水素放出温度 100°C
Al 水素化合物の合成技術の開発	Al 水素化合物の物理的合成法を設計・開発

<成果>

- ・水素吸収・放出に伴う合金の「相分離」によって、MgH₂ が熱力学的に著しく不安定化することが実証された（合金構成元素間の結合性に依存）。
- ・Ti 基を有する非固溶系 b. c. c. 合金の合成に成功し、室温で 3.5 mass % 以上の水素吸収・放出反応が実証された。
- ・Al 水素化合物の物理合成装置の設計・開発を行った。AlH₂.5 組成を得ており、物理的合成の可能性が実証された。

(Ⅲ-10) 燃料電池自動車等に係る国際標準化および規制見直しのための研究開発

実施項目	目標
圧縮水素を燃料とする FCV の事故後の安全作業の標準化	適正な基準策定のための妥当性検証、事故処理に関わる早期の標準化に向けたデータ取得のための事故処理手法を開発
車載用高圧水素容器／容器附属品の基準適正化活動	適正な基準策定のための妥当性検証および新規構造附属品の国内導入に資するデータ取得
水素充填プロトコルの標準化 水素充填コネクタの標準化	水素ステーションの安全性検証データを提供するとともに、インターフェースの試験法策定に向けたデータを取得、および関連する国際標準化活動の推進
その他国際標準化に関わる技術検討	上記の国際標準化に加え、水素燃料仕様、性能・用語等の国際標準化の審議と推進

<成果>

- ・FCV の事故後の乗員救助等、安全作業のための漏洩水素の送風拡散効果の検証、高圧水素容器内の残圧確認手法の開発し、警防マニュアル等の策定に資するデータを取得。
- ・FCV 車両運搬船での火災リスク課題を調査。安全上、問題ないことを確認。
- ・HFCV-gtr に新規提案された車室内水素濃度計測方法の妥当性を調査し、試験方法等の問題点

を指摘。

- ・ HFCV-gtr の局所火炎暴露試験法策定に必要な車両火災データを提供し、世界に先駆けて当該試験に使用できるバーナーを開発し、国内での試験実施体制を構築。
- ・ HFCV-gtr に日本から液圧での使用環境負荷試験を提案するにあたり、必要な根拠データを提供し、試験法の検証を実施し、国際基準に反映。
- ・ 急速充填試験による充填プロトコル等の検証を行い、安全性を確認し、その結果が国内基準に採用。
- ・ FCV 燃料仕様の国際規格の H2 4 年度内発行段階に目処。

(Ⅲ-11) 水素エネルギーシステムの社会的便益に関する研究開発

実施項目	目 標
水素燃料電池自動車の導入に係る社会的便益に関する研究 (H20-21)	種々の FCV 導入シナリオの下で、既存の市場で経済価値として評価されていない、FCV 特有の便益を経済価値として評価すると共に、導入普及による経済的波及効果を評価する。
水素燃料電池自動車の社会的便益評価システムの構築 (H20-21)	FCV や水素インフラの導入施策は、エネルギー・環境を巡る情勢の変化や、技術開発の進捗などを反映して、ダイナミックに変化する可能性があるため、これらの情勢変化に対応したシナリオに対する便益評価を柔軟にするためのシステムを構築する。

<成果>

- ・ FCV の導入普及初期の 5 年間 (H20 年度)、及び COCN の新導入シナリオ (H21 年度) をベースとし、環境便益の外部便益 (外部費用の削減)、および経済的波及効果を評価し、導入普及施策に対する示唆を得た。
- ・ 複数のシナリオに対する便益評価を柔軟に実施するため、これまでに開発してきた方法論に従った評価システムを構築した。

(Ⅲ-12) 水素キャリアに応じたフィージビリティスタディ

NO	目 標
1	前提条件の設定及び全体の評価を行う
2	高圧水素供給フローの検討を行う
3	液体水素供給フローの検討を行う

4

有機ケミカルハイドライド法の検討を行う

<成果>

・平成 27 年（2015 年）を想定した水素供給インフラ市場立ち上げに向け、各水素キャリア（高圧水素、液体水素、有機ケミカルハイドライド）を用いた、オフサイト型水素製造から水素ステーションにおける燃料電池自動車への充填までの一連のフローにおける、経済的成立性や実現性及び普及に向けた今後の技術開発課題について抽出・検討を行なった。また、課題の解決策についての提言も行った。

(Ⅲ-13) 水素インフラ等に係る基準整備に関する研究開発

実施項目	目標
水素ステーション用金属材料の鋼種拡大に関する研究開発	新規使用可能材料の選定
圧縮水素運送自動車用複合容器に係る基準整備に関する研究開発	例示基準案※
水素ステーション用複合容器に係る基準整備に関する研究開発	KHK 特認ガイドライン※
圧力設備の設計基準における設計係数と水素適用に関する研究開発	KHK 事前評価ガイドライン※ KHK 特認ガイドライン※

※基準案及びガイドラインは石油エネルギー技術センターが作成

<成果>

A. 水素ステーション用金属材料の鋼種拡大に関する研究開発

・絞りが 75%以上の SUS316 及び SUS316L については、Ni 当量が 28.5%以上の場合には 70MPa において -40~85°C、Ni 当量が 26.3%以上の場合には 90MPa において 20~85°C で一般則例示基準に追加可能である。

B. 圧縮水素運送自動車用複合容器に係る基準整備に関する研究開発

・圧力、安全を確保するための設計確認試験及び組試験の方法等について検討を行い、JIGAT-S/12/04 をベースとした最高充填圧力 45MPa の圧縮水素運送自動車用容器の例示基準案

作成のための助言を行った。

C. 水素ステーション用複合容器に係る基準整備に関する研究開発

- ・ 特定設備として申請するためのガイドラインを ASME Sec. X Appendix 8 をベースとすることを提案した。CFRP 製複合容器の設計基準の基礎となる CFRP のストレスラプチャー試験及び疲労試験を行いデータの充実を図った。JPEC で行われた小型複合容器及び中型複合容器を設計製作、試験条件及び試験結果の評価に対して助言を行った。

D. 圧力設備の設計基準における設計係数と水素適用に関する研究開発

- ・ 国内に置いて実績があり設計係数の最も小さな KHKS0220 超高压ガス設備に関する基準の水素適用について検討した。水素の影響に応じて、従来通り大気中のデータを利用して KHKS0220 で設計する場合と、水素中のデータを使用して KHKS0220 で設計する場合とに分けることを提案した。

(Ⅲ-14) 水素ステーションの設置・運用等に係る規制合理化のための研究開発

実施項目	目標
圧縮天然ガス（CNG）スタンド併設時の設備間距離	技術基準案の作成
水素ステーションの保安検査基準	保安検査基準案、定期自主検査指針案の作成
圧縮水素運送自動車用複合容器の安全弁	技術基準案の作成
水素ステーションを併設する給油取扱所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 並列設置：安全対策の立案 ・ 無人暖機運転：安全対策、技術基準整備資料の作成
公道とディスペンサーの離隔距離	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術基準案の作成 ・ 海外基準の離隔距離設定方法等の調査
セルフ充填式水素ステーション	設備仕様等の資料、技術・運用指針案の作成
水素ディスペンサー周辺の防爆ゾーン基準の明確化	民間自主基準案の作成
公道でのガス欠対応のための水素充填法	充てん場所・使用設備など、公道充てん実施に必要な要件の取りまとめ

	フル充填に対応した水素ステーション	技術基準案（省令・例示基準の改正案）の作成
	水素ステーションでの水素保有量	・ 35MPa 級複合容器水素トレーラーの製作 ・ 水素貯蔵量規制値超えの許可事例を取得
	プレクール設備冷凍機の保安距離短縮に関する検討	技術基準案（省令・例示基準の改正案）の作成
	複合容器蓄圧器の設置等基準に関する検討	技術基準案（省令・例示基準の改正案）の作成
	<p><成果></p> <p>・「燃料電池自動車・水素ステーション普及開始に向けた規制の再点検に係る工程表」に基づく 12 項目の規制合理化項目に関する各種技術基準の検討案を作成した。</p>	
	投稿論文	「査読付き」64 件、「その他」66 件
	特 許	「特許出願」54 件、「PCT 出願」7 件
	その他の外部発表（プレス発表等）	「外部発表」313 件
IV. 実用化、事業化の見通しについて	<p>燃料電池実用化推進協会（FCCEJ）が平成 22 年 3 月に発表した「FCV と水素ステーションの普及に向けたシナリオ」において、2015 年が FCV の一般ユーザー普及開始を目指す年と位置づけられている。さらに、特出すべき内容は 2025 年が FCV ・ステーションの自立拡大開始の年として、前提条件として 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、FCV 累計 200 万台程度、水素ステーション 1000 箇所程度としている。これは、水素ステーション設置及び水素コストが目標に達し、水素ステーションビジネスが成立する時期として、1 水素ステーション当たり FCV 2000 台という目標数値である。このようなシナリオに基づき、本研究開発も 2015 年をターゲットとして実用化とその後の事業化を睨んでいる。</p> <p>本事業で得られた成果として、70MPa 級水素ステーション機器システム・要素技術の開発を行い、事業適用可能性の見通しが得られたこと、これにより設備コスト 2 億円以下を見通せる技術を確立できたことがあげられる。さらに、規制合理化に関する各種技術基準案、一般則例基準案等を作成し、使用可能鋼材拡充に関して、一般則例基準の改正の見込みが得られた。これらの成果より、70MPa 商用水素ステーションの建設が可能となる。</p> <p>今後 2025 年水素ステーション 1000 ヶ所への拡大に向けては、更なる低コスト化が必要となるため、低コスト材料の開発や広温度範囲の材料評価技術確立や、使用鋼種拡大に関する規格化や蓄圧器の非解体検査化に取り組むことが重要と考えられる。</p>	

V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成20年3月 制定
	変更履歴	平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。平成21年3月、中間目標等を追記して改訂。 平成22年2月、研究開発項目Ⅱ、Ⅲの拡充、関連事業との連携を追記して改訂。

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料5—1より抜粋)

公開

I. 事業の位置付け・必要性

【日本のエネルギー政策①】

「燃料電池」はエネルギー政策上、**重要な技術分野と位置付け**られている。

新・国家エネルギー戦略	2006年5月	燃料電池を基幹技術として位置付け。石炭ガス化燃料電池複合発電を総合資源戦略として位置付け。
Cool-Earth エネルギー革新技術計画	2008年3月	燃料電池をCO ₂ 排出量の大幅削減を可能とする革新技術として選定。
環境エネルギー技術革新計画	2008年5月	燃料電池を低炭素社会実現に必要な技術と位置づけ。
低炭素社会づくり行動計画	2008年7月	2020～2030年に定置用燃料電池を本格普及を目指す。
エネルギー基本計画	2010年6月	低コスト化を進めて、燃料電池普及による天然ガスシフトを推進。
新成長戦略	2010年6月	日本がイニシアティブを取り、国際標準化を推進。
日本再生戦略	2012年7月	燃料電池自動車などの次世代自動車について世界市場を獲得するため、他国を圧倒する性能・品質を実現し、世界的な潜在市場の掘り起こしを図る。

事業原簿 I-(1)～(6) 3

公開

I. 事業の位置付け・必要性

【研究開発政策上の位置づけ】

本事業は**エネルギーイノベーションプログラムの一環**として実施。

「エネルギーイノベーションプログラム」

- ・資源の乏しい我が国は、革新的なエネルギー技術の開発、導入普及により、次世代型のエネルギー利用社会の構築が不可欠。
- ・政府が長期を見据えた技術進展の方向性を示し、官民が共有することで長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能。

エネルギーイノベーションプログラムの5つの柱

- ①総合エネルギー効率の向上
- ②運輸部門の燃料多様化
- ③新エネルギー等の開発・導入促進
- ④原子力等利用の促進とその大前提となる安全の確保
- ⑤化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

本事業は、水素供給インフラ立ち上げに向けて、70MPa級水素ステーションのシステム及び機器の低コスト化・耐久性向上、並びに規制見直し・国際標準化を目標としており、上記エネルギーイノベーションプログラムの5つの柱の**①②③⑤の目標達成に寄与**する。

事業原簿 I-(1)～(6) 4

I. 事業の位置付け・必要性

【日本のエネルギー政策②】

燃料電池自動車(FCV)、定置用燃料電池、水素製造・輸送・貯蔵技術を、**長期的、重点的に取り組むべきエネルギー革新技術**に選定。

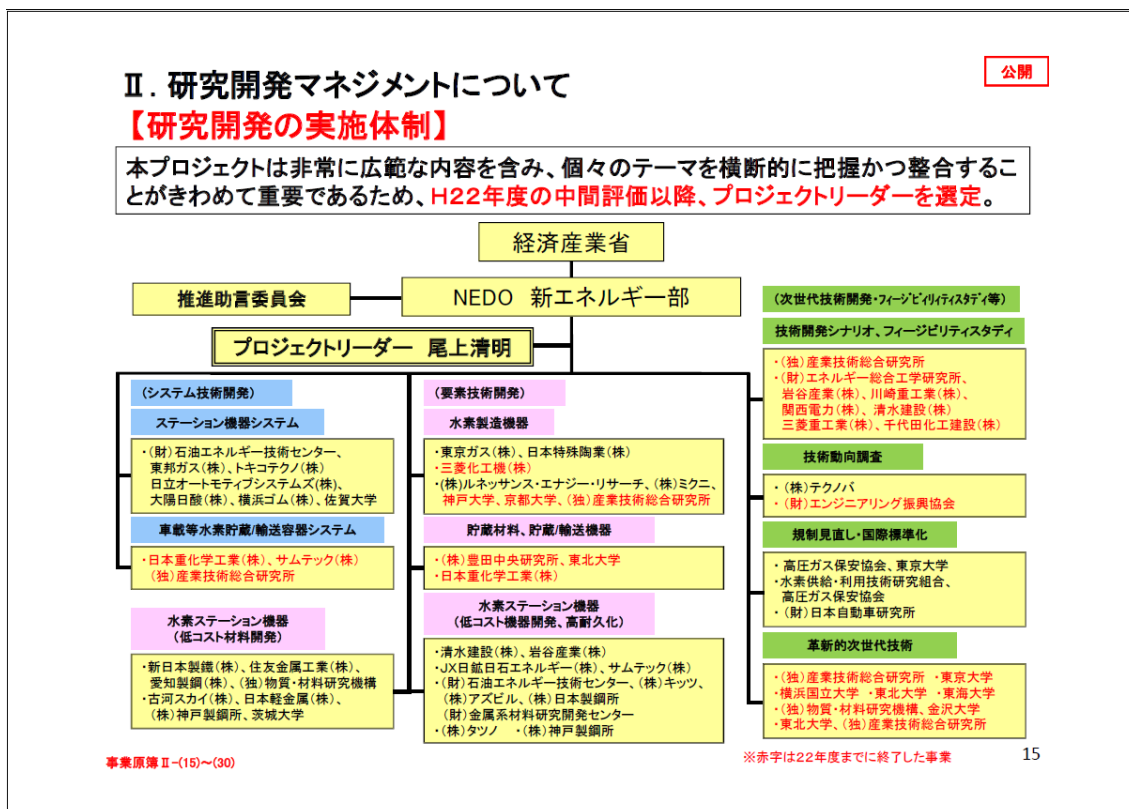
— 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術 —



・国民の資産をエネルギー(化石燃料)の輸入に多量に投入。
 ⇒エネルギーを燃料電池由来にすることで、解決に近づく。
 (使用している炭化水素を30パーセント削減可能)
 ・燃料電池は日本の技術という資力を活用でき、国力向上に寄与。

「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」

全体の研究開発実施体制



「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」（事後評価）

評価概要（案）

1. 総論

1) 総合評価

地球環境問題に対する一つの解決手段として、水素を活用したエネルギーシステムが有効であることは周知の事実であり、NEDO 事業として水素製造・輸送・貯蔵システムの実用化と普及を推進することの意義は大きい。政府方針、民間のシナリオにも沿ったものであり、企業、業界の垣根を越えた取り組みが必要という点で NEDO のプロジェクトとして適切なものである。中間評価に基づき、プロジェクトリーダーが選任された結果、研究開発全体の整合性及び早期の実用化を見据えた研究資源の集中に顕著な改善が見られ、プロジェクトリーダーの果たした役割は高く評価できる。また、研究成果についても、技術的には早期の実用化が可能なレベルに達していると評価できる。

一方、実用化に向けて経済性の点で不安がある。水素ステーションの低コスト化（2 億円）の目標を達成する見込みが提示されているが、世界的に見るとまだまだ高いレベルであり、ガソリンステーションとの比較においても普及に向けた更なる低コスト化が望まれる。また、実用化に向けて、コスト面と耐久性の点で、検討が必要なテーマと、実用化がすぐに可能なテーマが混在しているためプロジェクトの管理が難しくなっている。複数のテーマをうまく関連付けるためには、時間軸を意識した枠組みで技術開発を管理すべきである。

2) 今後に対する提言

設計安全係数や使用可能材料の検討は勿論のこと、充填プロトコルや水素計量・課金、安全性向上など商用水素ステーションとして必要な機能において未だ多くの課題があり、今後、国内の規制・制度見直しと国際標準化、国際基準調和との関係がより密接に係ってくると考えられるため、それら全体を把握して研究開発をマネージする必要がある。2001 年に経産省支援により開発された **Project & Program Management for Enterprise Innovation** 手法（現在は P2M と呼ばれている）の導入も検討して欲しい。

水素ステーションの設備コスト引き下げのネックになっている諸規制の緩和を急ぐ必要があるが、万一事故が発生した場合、他の競合技術が多数ある中、水素利用に対する社会的な反発が強まる恐れがあり、慎重に進める必要がある。社会実装において事故の大部分はヒューマンエラー等に起因するものであるか

ら、実証プロジェクトでのソフト的な安全対策への対応も期待する。

2015年のFCV普及開始以降、技術開発や規制見直しの進捗に応じて水素ステーションの具体的な機器構成が変わっていくことから、時間軸で整理した実用水素ステーションの機器構成とコストのロードマップを提案できるようにして欲しい。

また、自動車は国際商品であるので、水素駆動自動車に対する国際的な動きを常に注視し、国際市場に通用しない技術開発とならないよう、各国の燃料事情の相違も考慮して、国際標準化や国内規制緩和への活動を強化し、国際競争力のある産業育成につながるような事業として進める必要がある。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

日本のエネルギー政策が混沌とする中で低炭素化の議論が置き去りにされている感があるが、温室効果ガスを低減し地球温暖化を食い止めることは極めて重要な責務である。この一つの手段として水素を利用するエネルギーシステムは有効であり、今回の、水素インフラに関する技術開発は、新しいエネルギーインフラ整備事業であるため、公共性が高く、民間企業主導では無理であり、NEDOのような組織がリーダーシップを執って取りまとめて、予算支援、研究開発マネジメント支援をする必要がある。これにより、国際社会に貢献すると同時に日本の国際競争力を高めることが期待される。日本の企業は高い技術力を有しており、国際標準を含め世界をリードできるレベルにあるが、日本特有の法規制と世界標準との間に違いがあることから、これらの整合性を取ることも含めて本事業で取り組んでいることは価値が高い。

一方、資源、エネルギーに関する国際情勢は時々刻々と動いている。エネルギー安全保障と国内産業育成に寄与できるような事業目標やスケジュール設定を意識し、水素社会の実現に必要な技術開発を推進すると同時に、水素をどのようにして製造するのか、運搬するのか、貯蔵するのか、長期ビジョンを示す必要がある。その時点、時点で実用化される技術を想定し、考えられる水素需要量をどのようにして賄うのかを示すロードマップがあれば、水素社会がより具体的に理解される。

2) 研究開発マネジメントについて

本事業は、水素ステーションを中心とした技術の研究開発と実証、規制見直しと国際標準化を幅広く取り扱うテーマで構成されており、それぞれのテーマが有機的に連携することが要求される。中間評価の結果を受けてプロジェクトリーダーが選任され、これにより、早期の実用化を目指した規制緩和に向けて

のアクションに着手している点、また、計画をスリム化し、実用化に必要な技術開発に絞り込まれた開発計画となっている点は評価できる。

一方、水素ステーションの開発は燃料電池自動車（FCV）の普及ともリンクしている。高コストのFCVと高コストの水素を前提として、どのような初期実用化体制が構築可能なのかを考慮した柔軟で長期的な展望を持って取り組む必要がある。2015年を間近に迎え、今後は商用的に実用かつ低コストの水素ステーションの機器システムを提案していかなければならないと考える。ステーション構成機器それぞれの技術開発を進めると同時に、それぞれの実用化時期を見据えた上でステーションの機器構成をイメージし、それに向けたマネージが必要になると考える。

3) 研究開発成果について

個々のテーマに違いはあるが、技術的にはほぼ目標を達成しつつあると評価でき、耐久性を含めて、早期の商用化に必要な技術及び規制緩和は実現の可能性が高まっていると判断できる。また、個別の技術では世界初、世界最高の技術が含まれており、部分的に世界標準となる可能性を秘めている。

一方、水素ステーションの建設費2億円以下という目標の達成見込みが得られたとのことであるが、いつ適用可能な技術なのかが不明確なところがある。特に規制との関係がある領域については、実際に適用されるために必要な緩和条件と、対応時期を明らかにして成果を実際のステーション設置に反映することが肝要である。

なお、標準化では、国内の規制緩和に集中してきたが、国際標準に対応可能な技術が多く含まれているので、国内対応の技術と国際標準可能な技術を分けて進める必要がある。

4) 実用化、事業化の見通しについて

研究成果が実用化に繋がる可能性がある研究課題も比較的多い。事業化にあたっての技術面以外での障害の排除に向けての動きも着実に、国内規制見直しでは例示基準案、技術基準案など、実用化に向けた課題解決が推進され、国際標準化活動でも予定通り国際規格化が進められ、グローバルスタンダードの確立と国内展開に貢献している。

一方、研究目標は達成しているが事業化の可能性は低いテーマも多く、水素ステーションの構成機器において実用化、事業化のイメージはまだ明確ではない。初期導入と言うことでは何とか達成できても、本当に実用化が可能なのかどうか疑問である。水素ステーションを多数建設しないとコストが下がらず、コストが高いために水素ステーションの建設が進まないという悪循環をどのよ

うに断ち切るかの明確なビジョンが欠如している。また、国際標準化、国際競争力という観点でも、2億円から更なる低コスト化が必要である。

個別テーマに関する評価

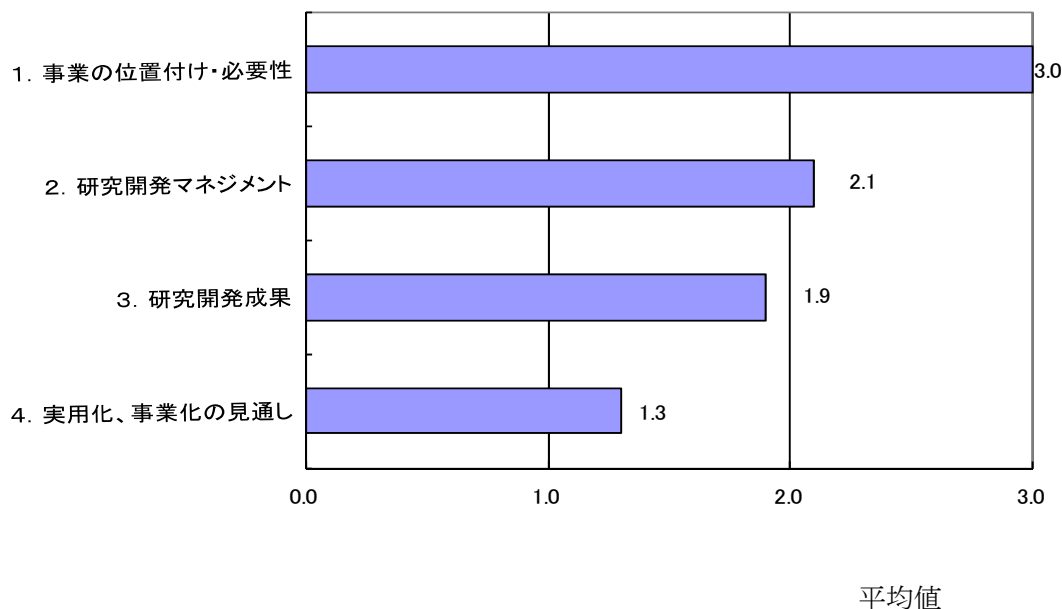
	成果に関する評価・実用化、事業化の見通しに関する評価・今後に対する提言
<p>システム技術開発</p> <p>①70MPa 級水素ガス充填対応ステーション機器システム技術に関する研究開発</p>	<p>これまで水素ステーション用に規定がない複合容器や、明確な選定基準が示されていない水素環境下での使用可能な鋼材について、安全を担保する設計条件、評価方法、また候補鋼材の使用条件に対応した特性データが蓄積され、適用基準が明確にされてきた。必要な要素機器の開発は順調に進展しており、要素機器を統合した水素ステーション全体の設計も妥当である。また、急速充填の目標も達成可能な技術レベルに達しつつあり、実用化が見えた成果を上げている。特に-40℃プレクール、緊急離脱カップリングを含めたディスペンサーの開発で、1年間とはいえノーメンテで対応可能となる仕様が提示できていることは評価に値する。</p> <p>一方、水素ステーション建設費 2 億円以下の見通しを得たことは評価できるが、建設費の積算根拠と前提条件が明示されておらず、どの時点で、建設費 2 億円以下が達成可能なのか不明である。また、コストには土地代は含まれておらず、今後、立地場所や立地規制の問題、それによる運転条件なども再検討する必要がある。</p> <p>また、水素インフラの普及拡大促進には、より広範な材料や具体的な容器としての基準化を進めることが重要であり、新規鋼種の材料評価には、多く時間がかかることから、早期に着手できるよう、準備体制を整えるとともに、長間保証が必要な部品も多くあるので、その実力の確認と共に、更なる改良技術の投入による長寿命化を継続的に図る必要がある。</p>
<p>要素技術開発</p> <p>①水素製造機器要素技術に関する研究開発</p>	<p>水素製造機器要素技術はオンサイトの水素ステーションのために必須の開発研究であり、水素分離型リフォーマーで水素分離膜の劣化機構を解明し、モジュールレベルであるが耐久性目標が達成できたこと、高効率改質システムの開発において新しい方式である CO₂分離膜法で実用化に繋がる成果があったことは評価できる。</p> <p>一方、耐久性、コストの面で実用化レベルになっていないため、目標設定を見直す必要がある。特に</p>

	<p>CO₂ 膜分離法を用いた水素製造装置改質システムの開発については、基礎的な原理実証の段階に留まっている。この先、実用化を見据えた次の開発段階に移行すべきかどうかは、慎重に判断する必要がある。</p>
<p>要素技術開発 ②水素ステーション機器要素技術に関する研究開発(低コスト機器開発、高耐久化)</p>	<p>70MPa 級水素ステーションを構成する各種機器及び充填制御において、低コスト化及び実用化の見通しが得られたことは大変評価され、目標を達成し、実用化レベルにあると判断できる。2015 年の FCV 普及開始に向け、スタンダードとして期待される。水素関連の各種デバイス開発力は、日本は非常に高い技術を有しており、同時にその評価技術も世界の最先端であり、ビジネス化や国際標準化も含め世界的に優位に立てる領域である。</p> <p>一方、個々の機器としては達成度を満たしていてもシステムトータルでの運転効率、経済性、耐久性、安全性等についてさらなる検証が望まれる。建設コストをもっと安くしないと普及が進まないため、技術実証が行われる段階での経済性の評価が必要である。</p> <p>都市型コンパクト水素ステーションの研究開発で検討されている地下式は、規制関連及び近隣の水素安全への考えから実現するまでには極めてハードルが高く、都市部での水素供給の在り方そのもの、例えば水素供給の拠点数や位置、公的な用地の活用などの検討から進めるべきではないだろうか。</p>
<p>要素技術開発 ③水素ステーション機器要素技術に関する研究開発(低コスト材料開発)</p>	<p>水素エネルギーシステムの利用には、使用できる材料種の拡大は必要不可欠であり、高圧水素関連機器のための金属材料、水素用アルミニウム材料系が探索され、耐水素脆性の材料開発や評価に関する成果は目標を達成している。また、国際標準化及び国内規制の見直しに貢献する評価試験法、材料データが提供されたことも成果として認められる。</p> <p>一方、開発はまだ材料試験の段階であり、有望と評価された材料を用いた機器のコスト面と耐久性面で実用化に向けた検討が今後必要である。また、いずれも低コスト化に向けては必要な材料変更であるが、適用可否には認可が必要であることから、開発された各種金属材料の認可・市場提供までのスケジュールと課題を整理して実用化の道筋を明確にすることが肝要である。</p>

次世代技術開発・フュージビリティスタディ等 ①革新的な次世代技術の探索・有効性検証に関する研究開発、水素エネルギー導入・普及のための技術開発シナリオに関するフュージビリティスタディ等研究開発	<p>関係する省庁へのヒアリング結果に基づく基準整備・規制合理化の戦略が明確に描かれており、水素ステーションの早期の商用化に向けたソフト面での準備が着実に進展している。水素ステーション技術はFCV開発と連携すべき課題であり、国際標準化の動きに関与し、リードしていく努力は重要であり、日本の活動がテスト手法も含め高く評価され、gtr*等で議論されていることは、高く評価できる。</p> <p>一方、国際機関との連携、海外の研究及び政策動向の調査検討の内容及び目的は十分理解できるが、水素・燃料電池事業の中でどのように活用されているか、どのように影響を与え、研究開発の方向づけに貢献しているかが明らかでない。また、イノベーションを興すためには、ビジネスモデルを想定して、要素技術を開発する必要があるが、次世代技術を用いた水素社会のビジネスモデルの調査が十分でない。</p>
--	--

gtr* : 自動車の安全・環境に関する世界統一基準 (global technical regulation) の略称。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)						
		A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.1	A	B	B	B	B	B	B
3. 研究開発成果について	1.9	B	B	B	B	B	B	C
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.3	A	B	C	C	C	D	C

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

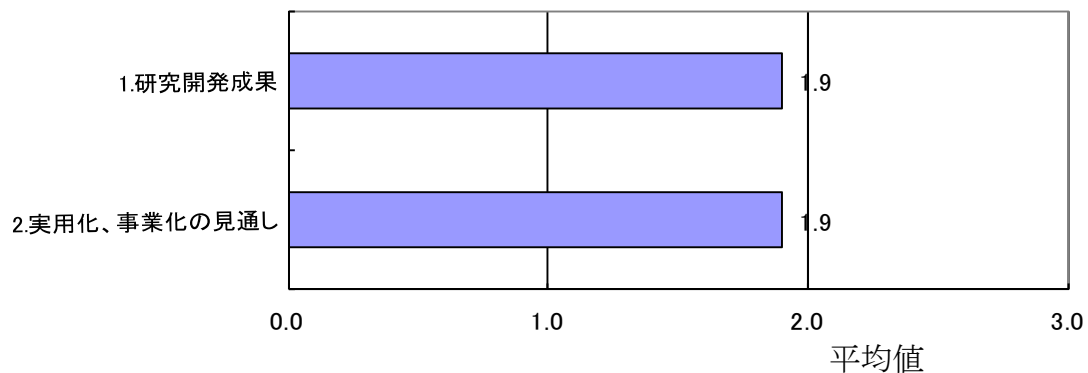
〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

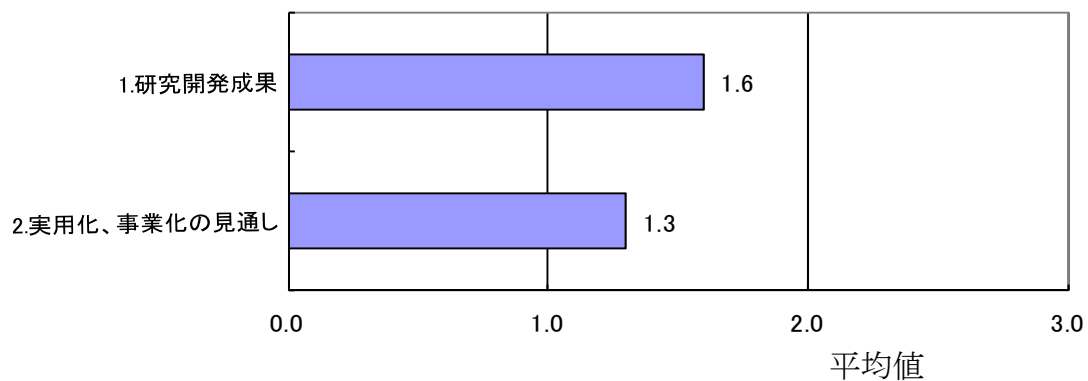
システム技術開発

①70MPa級水素ガス充填対応ステーション機器システム技術に関する研究開発



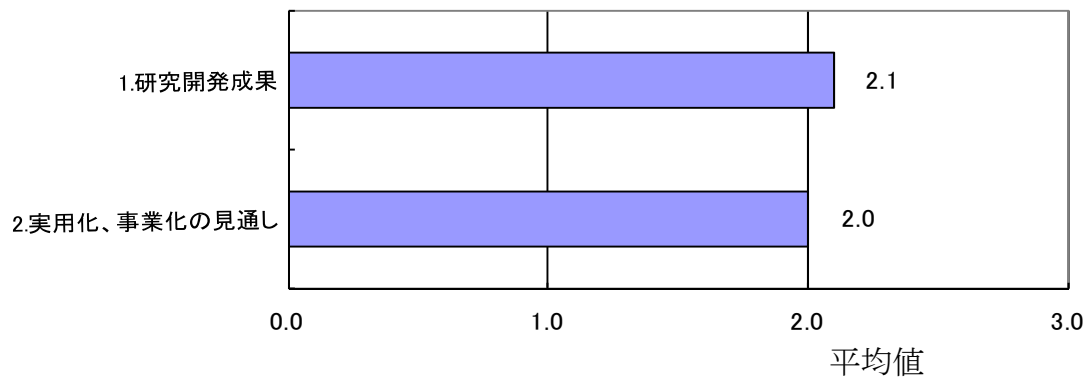
要素技術開発

①水素製造機器要素技術に関する研究開発



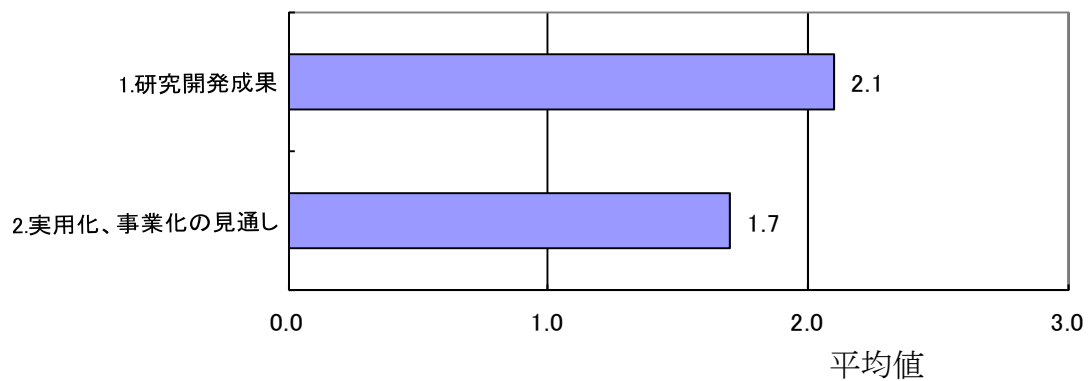
要素技術開発

②水素ステーション機器要素技術に関する研究開発（低コスト機器開発、高耐久化）



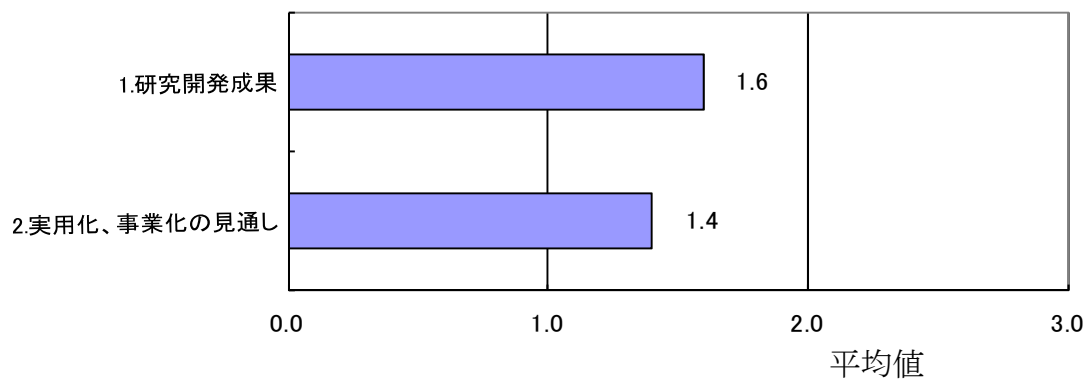
要素技術開発

③水素ステーション機器要素技術に関する研究開発（低コスト材料開発）



次世代技術開発・フイージビリティスタディ等

①革新的な次世代技術の探索・有効性検証に関する研究開発、水素エネルギー導入・普及のための技術開発シナリオに関するフイージビリティスタディ等研究開発



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
システム技術開発									
①70MPa 級水素ガス充填対応ステーション機器システム技術に関する研究開発									
1. 研究開発成果について	1.9	B	B	B	B	C	B	B	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.9	A	B	A	A	C	D	C	
要素技術開発									
①水素製造機器要素技術に関する研究開発									
1. 研究開発成果について	1.6	B	B	C	B	B	B	D	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.3	B	B	C	C	B	D	C	
要素技術開発									
②水素ステーション機器要素技術に関する研究開発 (低コスト機器開発、高耐久化)									
1. 研究開発成果について	2.1	A	C	A	B	B	B	B	
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.0	A	B	A	B	B	D	B	
要素技術開発									
③水素ステーション機器要素技術に関する研究開発 (低コスト材料開発)									
1. 研究開発成果について	2.1	B	B	B	A	B	B	B	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.7	B	B	B	B	C	C	B	
次世代技術開発・フイージビリティスタディ等									
①革新的な次世代技術の探索・有効性検証に関する研究開発、水素エネルギー導入・普及のための技術開発シナリオに関するフイージビリティスタディ等研究開発									
1. 研究開発成果について	1.6	B	C	C	B	C	B	B	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.4	B	C	C	B	B	D	B	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化、事業化の見通しについて

- A ・明確
- B ・妥当
- C ・概ね妥当であるが、課題あり
- D ・見通しが不明