

「水素社会構築技術開発事業」
Ⅱ 「大規模水素エネルギー利用技術開発」
中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「水素社会構築技術開発事業／Ⅱ「大規模水素エネルギー利用技術開発」」（中間評価）の研究評価委員会分科会（平成28年10月27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33条の規定に基づき、第50回研究評価委員会（平成29年3月13日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成29年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「水素社会構築技術開発事業／
Ⅱ「大規模水素エネルギー利用技術開発」」分科会
（中間評価）

分科会長 塩路 昌宏

「水素社会構築技術開発事業／Ⅱ「大規模水素エネルギー利用技術開発」

(中間評価)

分科会委員名簿

(平成28年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	しおじ まさひろ 塩路 昌宏	京都大学大学院 エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻 教授
分科 会長 代理	あかい まこと 赤井 誠	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
委員	かわつき まさあき 川付 正明	一般財団法人 石油エネルギー技術センター 自動車・新燃料部 部長
	さかた こう 坂田 興	一般財団法人 エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 部長
	たけだ みのる 武田 実	神戸大学先端融合研究環 大学院海事科学研究科／海事科学部 教授
	のだ ひでとも 野田 英智	中部電力株式会社 技術開発本部 研究企画グループ 部長
	もりた てつじ 森田 哲司	一般財団法人 日本ガス協会 技術開発部 技術開発部長

敬称略、五十音順

「水素社会構築技術開発事業／Ⅱ「大規模水素エネルギー利用技術開発」

(中間評価)

評価概要 (案)

1. 総合評価

本事業の目的は我が国のエネルギー政策に沿ったものとして明確であり、水素社会の実現に向けて世界初となる水素の大量貯蔵・輸送・利用技術の研究開発を実施することは、意義深いものである。諸外国に対して優位性の有る技術の確立を目指している点、自国におけるエネルギーセキュリティの観点、国際連携が含まれる点等からも、有益な事業と評価できる。本事業で実施した4テーマ全てについて、中間目標を概ね達成しており、今後の水素調達コストの低減と水素利用システムの実証試験実施の成果が期待される。

本事業の対象とする4テーマは技術的には独立しており、各個の目標達成に向けて技術開発を実施することは当然ではあるが、事業全体を推進する立場からはテーマ間で成果の共有を図ることが望まれる。また、水素エネルギーキャリアーを1つの形態に限定せず、多様性を持たせながら事業を進めることは有意義と思われ、水素を大量に利用できる技術を確立することが水素サプライチェーンの開発を牽引するという観点からすると、「水素エネルギー利用システム開発」の項目における実施課題をさらに強化して欲しい。

水素エネルギーシステムの導入が国内だけに留まってしまうと、コスト低減やシステムの普及・拡大が大きく制限されるので、必然的にグローバル展開が求められる。そのため、水素社会構築の要件を明確にして、基礎となる要素技術の標準化をできる限り早期に推進するとともに、規制の見直しを行い世界標準との基準調和に努めることが肝要であろう。本事業により得られた様々な知見・ノウハウ及び関連成果を蓄積し、それらに基づいて標準化と規制見直しに係る合理的な提案を行うことにも注力いただきたい。さらに、システムの成否に直接関与する水素供給コストについては、試算の前提条件を改めて精査するとともに、各段階での試算値の目標に対する達成状況が見える化する工夫が効果的であり、併せて実用化評価の際には想定外の事象も含めたリスクマネジメント手法を取り入れることも必要と思われる。

2. 各論

2.1 事業の位置付け・必要性について

大規模水素エネルギーを利用して、水素社会を構築するために必要となる本事業は、将来に向けて推進すべき国の政策に則ったものである。世界に先駆けて大規模水素供給システムを確立するための技術開発を目指すという、本事業の目的は妥当かつ適切なものと認められる。本事業で開発対象とする技術は、世界的に見てもこれまで事業化された例が無いものが多く、多分に挑戦的でありかつリスクも大きい。加えてサプライチェーン構築については、

液化水素による方法と有機ハイドライドによる方法が行われているが、いずれも今後の水素社会において大量輸送・貯蔵を実現するためには欠くべからざる技術である。最終的な目標は、様々な要因の影響を含め長期的な視野で考えて設定する必要があるため、民間のみでの実施は困難であり、NEDO の関与は妥当と考えられる。ただし、水素関連技術については、NEDO に限っても様々な枠組みを活用した技術開発が行われており、それらを俯瞰した上で本事業の位置づけを評価することも必要であろう。

一方、サプライチェーン構築については、最終目標達成に向けた水素の供給源・地域・賦存量の見積りと製造・輸送方法、及びその特徴に見合ったキャリア形態の選択とその適合性について検討し、事業全体としての妥当性をより明確に提示することが望ましい。水素ガス発電に関しても、将来の水素利用全体に対しての効果を明確化するために、本事業で取り組む技術の及ぶ規模と範囲を示すことが望まれる。

2. 2 研究開発マネジメントについて

本事業に含まれる 4 テーマ毎に設定された研究開発目標や計画は、現時点での社会情勢などを踏まえて適切なものであると判断される。実施者も課題に係る技術力や事業化能力を有していると判断され、かつ水素社会の実現に向けた熱意を有しており、将来展開の点でも期待できる。特に液化水素輸送に関して、グローバルエネルギー企業を加えた技術研究組合を結成し、国際的な規制への対応を構築している点は評価できる。

一方、水素サプライチェーンの構築と水素エネルギー利用システム開発に係る各テーマ間の関連性が明確でなく、連携体制が機能して実質的な技術開発が効率的に進められているとは言い難い。各テーマの成果を共有しつつ、事業全体として効果的な技術開発を進める必要がある。また、水素コストを目標達成指標の 1 つとしているが、エネルギーコストは国際情勢や特定の国の資源戦略に左右されるという根本的な不確定性を有しており、水素ならではの特徴もあるため、他の技術による発電コストと比較することだけで水素の技術的可能性を狭める必要はないと考える。

水素エネルギー利用については、一時的なブームが形成され、それが比較的短期に終わるといったことが繰り返されてきた。将来の必須技術であるとの認識を持ち、一時的な雰囲気左右されないロバストな長期的戦略・ロードマップを描いた上での推進を希望する。そのためにも、既存のエネルギーシステムを含め、将来的な燃料コストや競合技術などを考え併せ、GHG（温室効果ガス）削減とエネルギーセキュリティ確保のためのポートフォリオの中において、本事業の対象とする技術の位置づけをもっと明確にすべきであろう。また、エネルギー貯蔵という観点で競合する可能性が高い電池技術は日々進化してきており、世界的に進展が予想される。水素によるエネルギー貯蔵に関して技術のガラパゴス化が起こらないように、世界各国と連携した基準作り、知財の開放などを検討すべきと考える。なお、世界初の技術であるだけに、知財戦略をどのように進めるかについても検討が必要である。

2. 3 研究開発成果について

中間評価までの実施期間が約 1 年半と短いため成果の評価は難しい面はあるが、事業全体を通じて計画通り進捗しており、中間目標は概ね達成しているとみなせる。また、幾つかの技術課題においては世界をリードできる成果が得られており、競合技術に対する優位性も認められる。さらに、最終目標に向けた見通しが示されており、大きな課題が発生せずに計画が進めば、事業終了までに水素調達コストの低減と水素利用システムの実証試験実施の成果が得られると期待される。

一方、実施期間が短いこともあり、これまで実施してきた段階では、特に期待以上の顕著な成果は認められない。一部のプロジェクトでは、説明資料に定量的な記述が少なく、進捗の判断が容易でない例が散見された。また有機ハイドライドによる方法においては、水素純度向上策の検討等が不十分であると思われる。水素コジェネレーションシステム活用スマートコミュニティー技術開発及び水素・天然ガス混焼ガスタービン発電設備の研究開発において、分科会においても新技術は何なのか明確に提示すべきであった。

今後、個別技術開発からシステム開発のフェーズに移行することになり、今まで以上に成果の普及に向けた取組の強化が必要となる。本事業では世界に先駆けて取り組んでいる技術要素も多く、それらを整理して明示するとともに、得られた成果をアピールすることに努めるべきである。それにより、本事業における研究開発の意義をより明確にすることができよう。

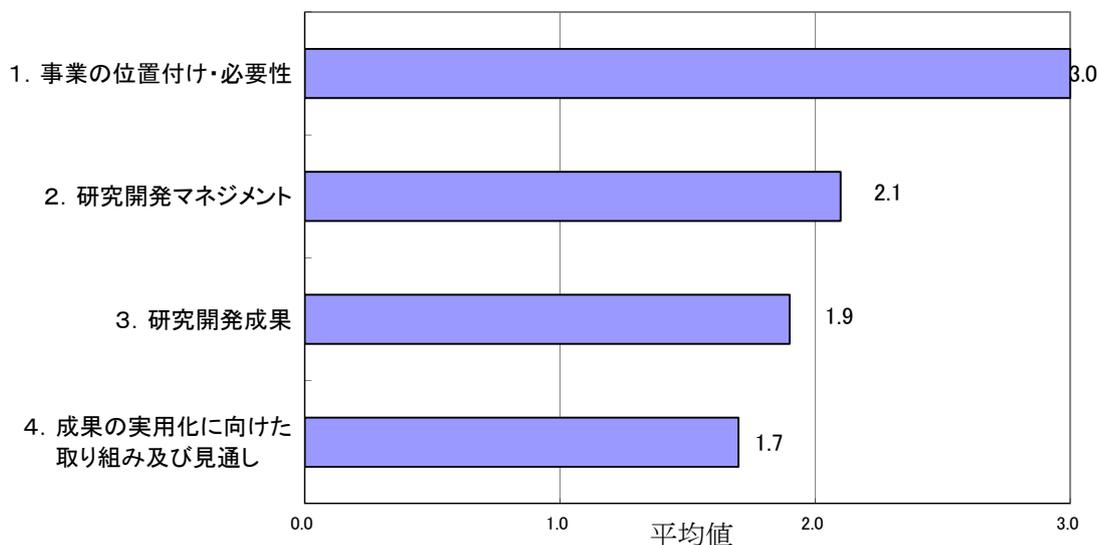
2. 4 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて

明確な実用化戦略を設定して、実用化に向けた課題を明示しつつ戦略的に研究開発を進めている点は評価できる。本事業の対象とした 4 テーマ何れに対しても最終目標をクリアできれば、相応の経済効果が期待できる。特に液化水素による方法に関しては関係者と幅広く協議し、それぞれの役割に応じて出口戦略が練られており、本事業終了後についてもマイルストーンを設定し、実用化に向けて検討が進んでいる。有機ハイドライドによる方法についても、将来形態及び第 2 期計画の具現化について検討が行われている。

一方、大規模水素利用を目指す事業は、研究開発の実施者だけでは事業化が完結しない。そのため潜在的な需要家（大規模発電事業者等）や水素ユーザーが将来的に参入してもらえるような成果やメリットを顕在化するような取組が必要であろう。

本技術開発の成果を事業者にも利用してもらうために、水素の供給コストが安価であることはもちろん、安全性、安定供給性の確保が重要である。検討課題が本事業の枠を超えることになるが、今後この点に関する検討を進めることが望まれる。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.1	B	A	C	A	B	B	B	B
3. 研究開発成果について	1.9	C	B	B	B	B	B	B	B
4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて	1.7	B	B	B	C	C	B	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--|--|
| <p>1. 事業の位置付け・必要性について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常に重要 →A ・重要 →B ・概ね妥当 →C ・妥当性がない、又は失われた →D | <p>3. 研究開発成果について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常によい →A ・よい →B ・概ね妥当 →C ・妥当とはいえない →D |
| <p>2. 研究開発マネジメントについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常によい →A ・よい →B ・概ね適切 →C ・適切とはいえない →D | <p>4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・明確 →A ・妥当 →B ・概ね妥当 →C ・見通しが不明 →D |

7.2 研究開発成果、実用化に向けての見通し及び取り組み	15:10～15:25	(15分)
7.3 質疑応答	15:25～15:45	(20分)
	休憩	
(非公開セッション)	15:45～15:55	(10分)
8. 全体を通しての質疑	15:55～16:10	(15分)
(公開セッション)		
9. まとめ・講評	16:10～16:25	(15分)
10. 今後の予定	16:25～16:30	(5分)
11. 閉会		

概 要

		最終更新日	平成 28 年 10 月 20 日	
プロジェクト名	水素社会構築技術開発事業		プロジェクト番号	P14026
担当推進部/PM または担当者	新エネルギー部 吉積潔 (研究開発項目Ⅱ：平成 26 年 6 月～)			
0. 事業の概要	<p>・将来、水素発電等の形で水素を本格的に利活用するためには、安価で安定的な水素の調達が必要。</p> <p>・液化水素、有機ハイドライド等の水素の輸送・貯蔵技術の基礎が確立されつつある中、褐炭や副生水素等の海外の未利用エネルギーを活用する水素調達が検討されている。</p> <p>・このような状況の中で、以下の実証により将来の大規模な水素サプライチェーンの構築を目指す。</p> <p>① 液化水素輸送、脱水素化等をはじめとする要素技術実証。</p> <p>② 海外の未利用エネルギーや余剰再生可能エネルギーからの水素製造、輸送、貯蔵、利用に至るサプライチェーン実証。</p> <p>③ 水素発電等に関する技術実証</p>			
1. 事業の位置 付け・必要 性について	<p>水素は使用時に大気汚染物質や温室効果ガスを排出しないクリーンなエネルギーであり、多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造することが出来る。また、気体、液体又は固体（合金に吸蔵）というあらゆる形態で輸送・貯蔵が可能であり、利用方法次第では高いエネルギー効率、非常時対応等の効果が期待され、将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される。</p>			
2. 研究開発マネジメントについて				
事業の目標	<p>研究開発項目Ⅱ：「大規模水素エネルギー利用技術開発」（助成事業〔NEDO 負担率：2/3〕）の目標は下記の通り。</p> <p>① アウトプット目標</p> <p>(イ) 未利用水素エネルギー由来水素サプライチェーン構築</p> <p>『最終目標』（平成 32 年度）</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030 年頃の安定的かつ大量な水素供給体制確立をめざし、2020 年において商用レベルの 1/100 程度のプロトタイプ規模（数千万 Nm³ 規模）のサプライチェーンを構築しシステムとして技術確立する。システムを構成する技術目標（水素製造効率、輸送効率等）に関しては、水素製造方法や水素キャリア毎の特性に応じ、個別に設定する。 <p>『中間目標』（平成 28 年度）</p> <ul style="list-style-type: none"> 最終目標となる水素サプライチェーン構築のための要素技術を検証し、システムの全体設計を明確にする。 <p>(ロ) 水素エネルギー利用システム開発</p> <p>『最終目標』（平成 32 年度）</p> <ul style="list-style-type: none"> 水素を混焼あるいは専焼で発電する技術に関して既存の燃料と同等の発電効率、耐久性及び環境性を満たす技術確立する。あわせて、水素発電等を組み込んだエネルギーシステムについて、市場化に必要な技術確立する。 			

	<p>② アウトカム目標 発電分野等における水素の利活用が抜本的に拡大。2030年頃には世界に先駆け本格的な水素サプライチェーンを構築するとともに、エネルギー供給システムの柔軟性を確立し、エネルギーセキュリティの確保に貢献する。</p> <p>③アウトカム目標達成に向けての取り組み 水素製造・利活用拡大技術等の研究成果を活かし、水素利活用装置の技術開発に反映して実証事業等を実施することにより、着実な水素利活用社会の拡大を図る。</p>						
事業の計画内容	主な実施事項	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度
	研究開発項目Ⅱ 大規模水素エネルギー利用	(イ)要素試験・仕様検討			設計・製作・試運転等		実証運転
	(イ)未利用エネルギー由来水素サプライチェーン	(ロ)水素CGS	製作・設置	実証運転			
	(ロ)水素エネルギー利用システム開発	(ロ)混焼GT	要素試験・燃焼試験		プラント設計		
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位:百万円)	会計・勘定	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度
	一般会計						
	特別会計(需給)	270	3597				
	開発成果促進財源						
	総予算額	270	3597				
	(委託)						
	(共同研究)						
(助成): 助成率 2/3	270	3597					
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 新エネルギーシステム課 水素・燃料電池戦略室					
	プロジェクトリーダー	-					
	委託先(委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載)	技術研究組合 CO2フリー水素サプライチェーン推進機構/千代田化工建設株式会社/株式会社大林組/川崎重工業株式会社/三菱日立パワーシステムズ株式会社/三菱重工業株式会社					
情勢変化への対応	・世界初となる液化水素の国際海上輸送のための規制対応に、液化天然ガスの経験を持つ事業者を含めるという実施体制の変更・強化を行った。						
中間評価結果への対応	-						
評価に関する事項	事前評価	平成27年度実施 担当部 新エネルギー部					
	中間評価	平成28年度 研究開発項目Ⅱ 中間評価実施					
	事後評価	平成33年度 事後評価実施予定					

3. 研究開発成果について	<ul style="list-style-type: none"> 2030年頃の海外からの未利用エネルギー由来の水素の製造、輸送・貯蔵を伴う水素供給のサプライチェーン構築に向けて、水素キャリア（液化水素、有機ハイドライド）の各開発項目において目標を設定し、それぞれ達成の見通しを得た。 開発にかかるコストや技術開発の効率性を考慮しつつ、水素キャリア毎に2020年頃のファーストチェーンの構築計画を策定した。 	
	投稿論文	0件(平成28年7月末現在)
	特許	「出願済」5件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願0件)(同上) 特記事項：
	その他の外部発表 (プレス発表等)	研究発表・講演(36件)／新聞・雑誌等への掲載(4件)／ 展示会へ出展(16件)(同上)
4. 実用化の見通しについて	<ul style="list-style-type: none"> 水素キャリアとしての液化水素、有機ハイドライドそれぞれについて、大規模水素サプライチェーンを構築する上で必要な要素技術の開発に目途がついている。 水素を国際的に大規模大量輸送するための制度・規制に対応可能な見通しがある。 水素を海外から輸送する事業の立上げ当初における国による運営下支えを前提に、2020年代後半に水素のプラント引渡しコストで30円/Nm³程度、つまり発電コストで17円/kWh程度を実現するための基盤技術が確立しつつある。 	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	平成26年9月作成
	変更履歴	<ul style="list-style-type: none"> 平成27年3月改訂（研究開発項目Ⅱを追加し、実施期間を平成32年度までに延長） 平成28年3月改訂（研究開発項目Ⅱの中間評価時期を平成29年度から平成28年度に変更）

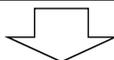
1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆事業実施の背景と事業の目的

社会的背景

水素は、使用時に大気汚染物質や温室効果ガスを排出しないクリーンなエネルギーであり、高いエネルギー効率、非常時対応等の効果が期待され、**将来の二次エネルギーの中心的役割**を担うことが期待される。

今後本格的な水素社会の構築に向け水素エネルギー利用を大きく拡大することが求められるが、燃料電池に続く水素利用のためのアプリケーションや、サプライチェーンについては、現在研究開発または実証段階である。



事業の目的

水素の利活用を抜本的に拡大し、**2020年頃に自家発電用水素発電の本格導入を、2030年頃に発電事業用水素発電の本格導入を世界に先駆けて開始することを目指す**。このため、エネルギー供給システムの柔軟性を確立し、エネルギーセキュリティの確保に貢献する。また、水素発電の本格的な導入と大規模な水素サプライチェーンを世界に先駆けて構築することで、**産業競争力の強化とエネルギーセキュリティの向上**に貢献する。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆事業の目標

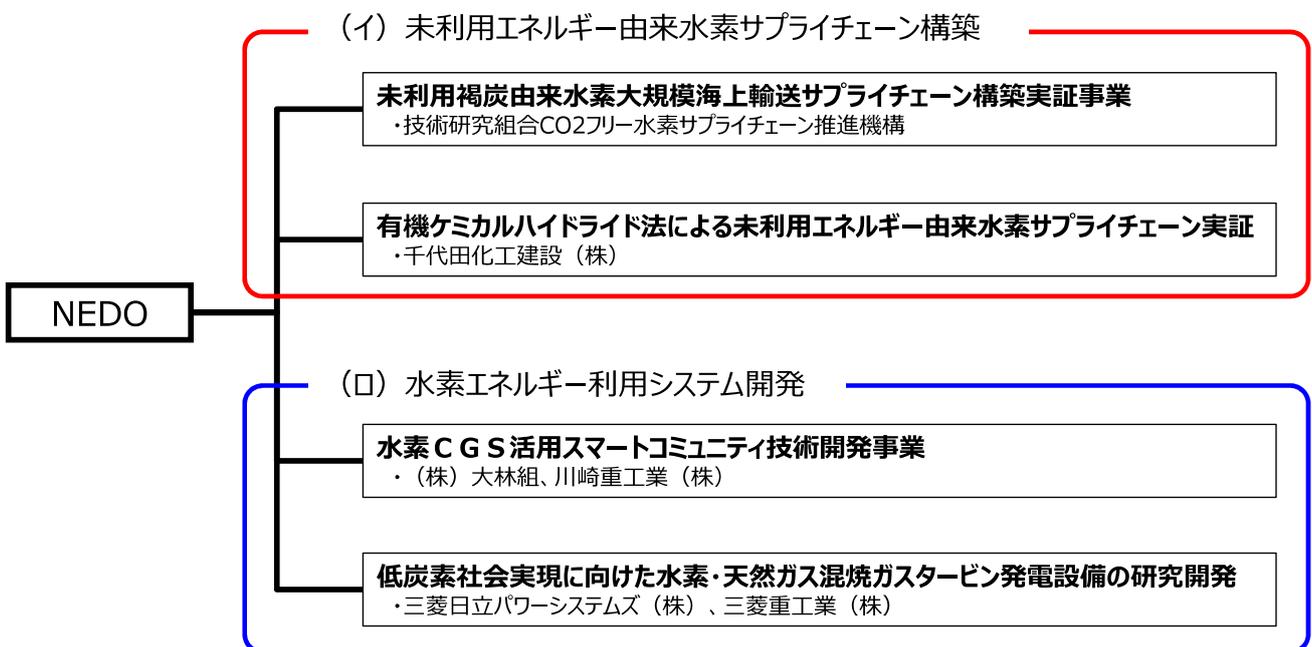
研究開発項目	中間目標	最終目標
研究開発項目Ⅱ：「大規模水素エネルギー利用技術開発」	(イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築 最終目標となる水素サプライチェーン構築のための 要素技術を検証し、システムの全体設計を明確にする。	(イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築 2030年頃の安定的かつ大量な水素供給体制確立を目指し、2020年において商用レベルの1/100程度のプロトタイプ規模（数千万Nm ³ 換算）のサプライチェーンを構築しシステムとして 技術 を確立する。システムを構成する技術目標（水素製造効率、輸送効率等）に関しては、水素製造方法や水素キャリア毎の特性に応じ、個別に設定する。
	(ロ) 水素エネルギー利用システム開発 (各プロジェクトで最終目標としている新技術・システムの確立・技術実証、並びにプラントの基本設計の実施に向けて、 基本計画を策定し、基本設計および基礎データの取得に着手する。)	(ロ) 水素エネルギー利用システム開発 水素を混焼あるいは専焼で発電する技術に関して既存の燃料と同等の発電効率、耐久性及び環境性を満たす 技術 を確立する。あわせて、水素発電等を組み込んだエネルギーシステムについて、市場化に必要な 技術 を確立する。

水素社会構築技術開発事業
研究開発スケジュール 概要

研究開発項目	H27Fy	H28Fy	H29Fy	H30Fy	H31Fy	H32Fy
Ⅱ. (イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン	要素試験・仕様検討		設計・製作・試運転等			実証運転
Ⅱ. (ロ) 水素エネルギー利用システム開発	水素CGS活用スマコミ	製作・設置	中間評価	実証		
	混焼ガスタービン	要素試験・燃焼試験		プラント設計		

◆ 研究開発の実施体制

研究開発項目Ⅱ 「大規模水素エネルギー利用技術開発」



2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆プロジェクト費用

(単位:百万円、NEDO負担額)

研究開発項目		平成27年度	平成28年度	平成27,28年度小計	参考(計画中)				通期合計
					平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度	
研究開発項目Ⅱ 大規模水素エネルギー 利用技術開発	(イ) 未利用エネルギー由来水素 サプライチェーン構築	208	2,341	2,549	3,023	5,811	3,396	3,437	18,216
	(ロ) 水素エネルギー利用 システム開発	62	1,256	1,318	343	100	-	-	1,761
合計		270	3,597	3,867	3,366	5,911	3,396	3,437	19,977