

「水素利用等先導研究開発事業」(中間評価)

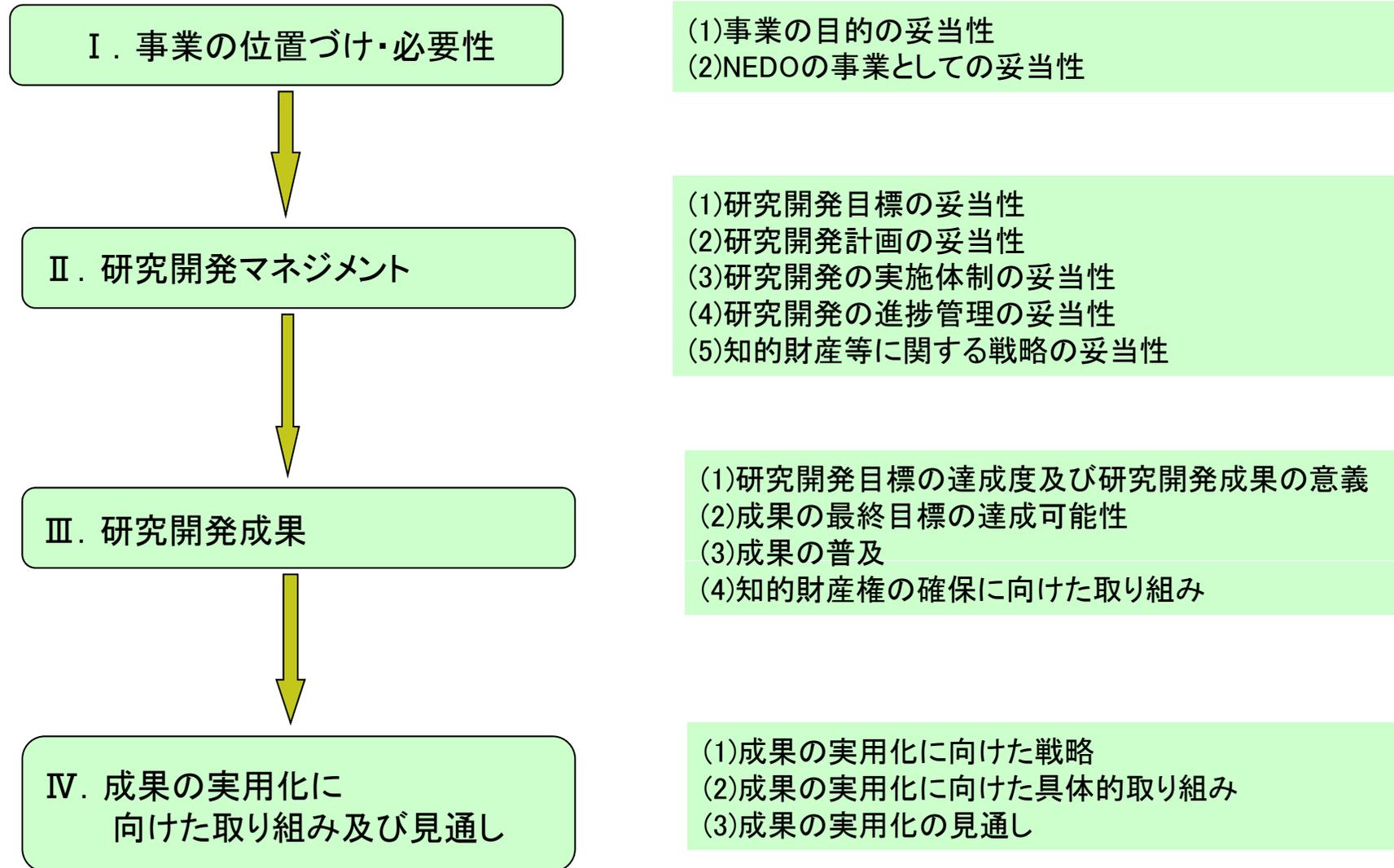
(2013年度～2017年度 5年間)

プロジェクトの概要説明資料 (公開)

NEDO 新エネルギー部

2015年 8月 11日

発表内容



◆社会的背景と事業の目的

社会的背景

地球温暖化、化石燃料の枯渇等の課題に対し、省エネルギー・節電対策の抜本的強化、再生可能エネルギー導入・普及の最大限の加速、環境負荷に最大限配慮した化石燃料の有効活用等が求められている。

また、将来の二次エネルギーとして、電気、熱に加え、水素が中心的役割を担うことが期待されており、このような水素を本格的に利活用する水素社会を実現していくことが求められている。

事業の目的

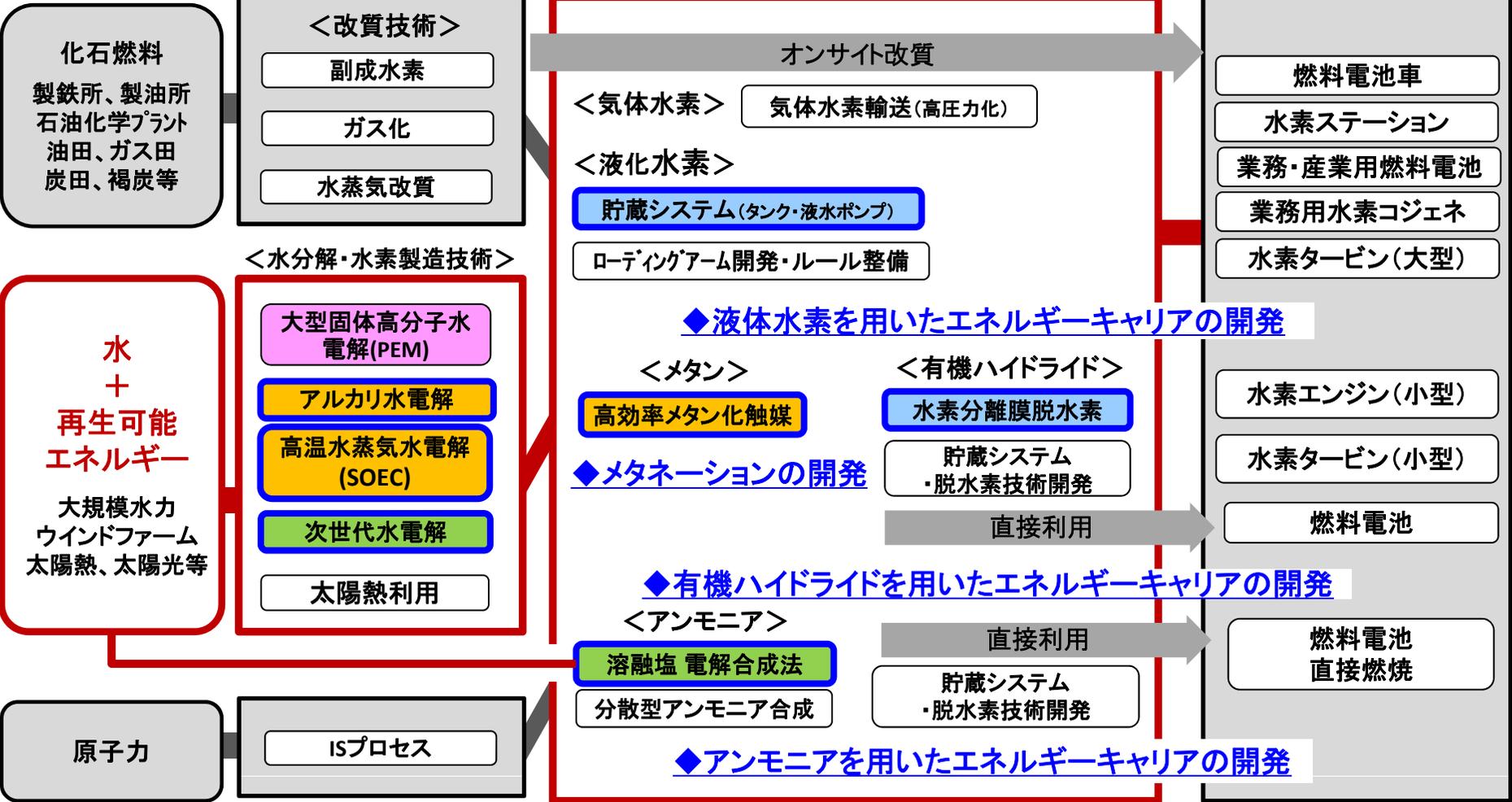
二次エネルギーとしての水素等を最大限に活用するため、2030年といった長期的視点を睨み、水素等のエネルギーキャリアについて各種化石燃料等と競合できる価格の実現を目指す。このため、4年間の期間で再生可能エネルギーからの高効率低コスト水素製造技術ならびに水素の長距離輸送、長時間貯蔵を容易にするためのエネルギーキャリア技術の先導的な研究開発に取り組む。

I. 事業の位置付け・必要性について (1)事業の目的の妥当性

◆世界との比較

本研究テーマ 本テーマ以外 世界的劣勢 世界的優位 優位(未検証) 独自技術

水素源 → 水素製造 → キャリア転換・大規模輸送・貯蔵システム → 水素利用

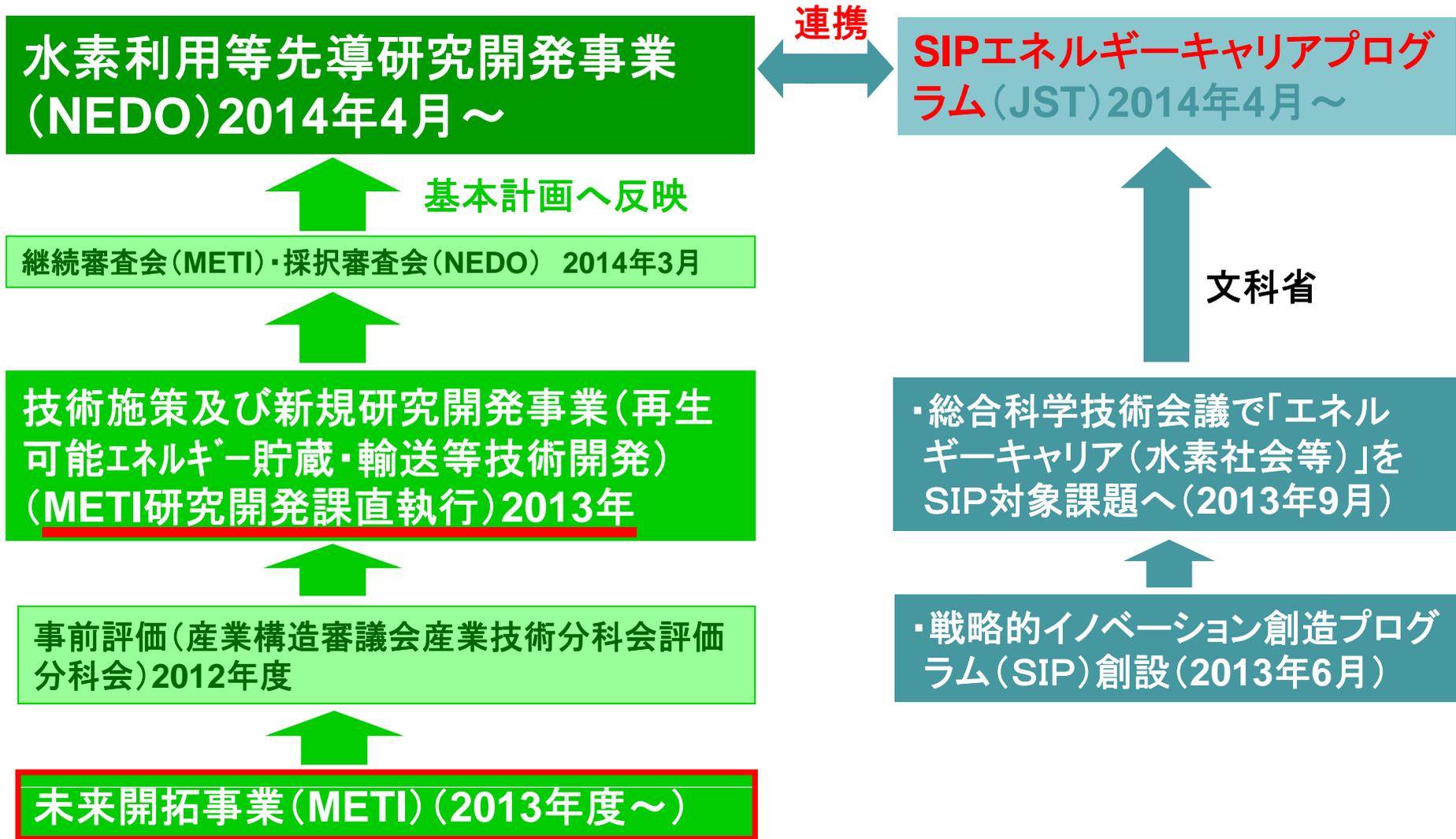


I. 事業の位置付け・必要性について (1) 事業の目的の妥当性

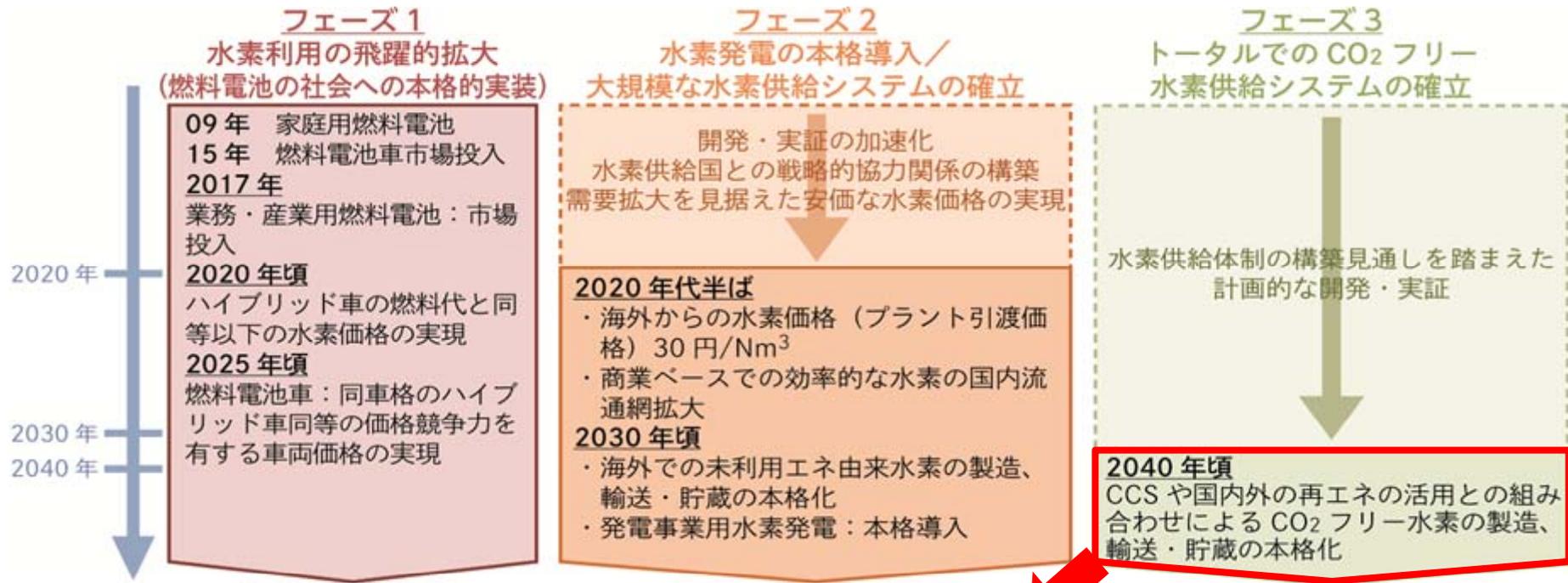
◆ 国内外の研究開発の動向

研究分野	海外の動向	国内の動向
水素源 (再エネ)	欧州を中心に再エネ導入率を向上させていく政策に伴い重要性が増す 余剰電力対策 として、水素電力貯蔵(Power to Gas)実証が拡大中。米国が世界規模で風力適地の精査を推進中。	未利用エネ(褐炭等)から水素を製造し 海上輸送するサプライチェーン構築 を目指すプロジェクトを実施中。
水素製造	Power to Gas適用を目的に大型化※・高効率化開発において、欧州を中心に、アルカリ型及び 高圧型のPEM型水電解装置 を適用中。SOECは欧米で高電流密度条件($\geq 1A/cm^2$)で高耐久セルスタックの開発が進行中。 ※大型: MW級(水素製造能力 $\geq 250Nm^3/h$)	大型化・低コスト化開発は、本研究で旭化成・日立造船が アルカリ型水電解装置の早期実用化 を目指し開発中。SOECは、本研究で東芝が10kW級での早期実証を目指して開発中。PEM型国内メーカーは300kW級が現状最大。
輸送貯蔵	欧州では水素のまま 天然ガス網へ封入 (2%未満)、CO2と水素をメタン化合成後に天然ガス網へ封入、高圧タンク貯蔵等を実証。米国は農業地域に既設のアンモニア配管の活用を検討中。	液化水素、メチルシクロヘキサン を活用し、 大量輸送の実用化 を目指した開発を実施中。
水素利用	水素を既存エネルギーネットワーク(電力、ガス、熱)の間の 互換媒体 として捉える傾向にある(例: Power to X)。電力変換手段は燃料電池が主流で、伊の水素タービン開発は休止中。 X: Power, Gas, Fuel, Feedstock	FCV等移動体、家庭用・業務用燃料電池や水素エンジン・タービンによる電熱併給、発電用水素タービン及び電力系統安定化(再エネ余剰電力対策)等の研究開発を推進中。

◆事業設立の経緯



◆水素・燃料電池戦略ロードマップ上の位置付け



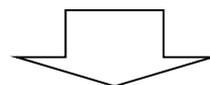
2040年頃
CCSや国内外の再エネの活用との組み合わせによる
CO₂フリー水素の製造、輸送・貯蔵の本格化

新たな論点：系統制約問題を起点としたPower to Gas技術の活用

◆NEDOが関与する意義

2030年頃の実用化を視野に取り組む水素利用等先導研究開発は、

- 我が国の課題:エネルギーセキュリティ、環境対策への貢献
- 世界をリードする水素エネルギー産業の競争力強化に貢献
- その他、再生可能エネルギー最適地等の経済発展にも貢献
- 研究開発の難易度:高
- 投資規模:大=開発リスク:大



NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

◆ 研究開発目標(アウトカム目標)

再生可能エネルギー等からの低コスト水素製造技術開発、水素の長距離輸送が容易となるエネルギーキャリアへの高効率転換・輸送技術開発に取り組む。水素については、**原料価格20~40円/Nm³を目標(2030年代)**とし、化石燃料等の他のエネルギー源と競合できる価格の実現を目指す。

また、我が国の**エネルギーセキュリティの確保、再生可能エネルギーの適地等の経済発展**に貢献する。

◆ 研究開発の目標(2015年度 中間目標)

- ・各個別研究開発テーマの目標(平成27年度末)の達成。
- ・研究戦略を策定し、新規テーマとの入れ替えも含め、各研究開発**テーマを再編する。**

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール

◆ : 継続/採択審査会

▲ : 中間評価

● : 基本技術確立

	2013	2014	2015	2016	2017	最終目標値(2017年度末)
低コスト水素製造システムの研究開発						<ul style="list-style-type: none"> ・MW級電解槽試作検証(電極2-3m²/セル) ・電解電圧 ≤ 1.8V@0.6A/cm² ・実用化水素製造装置コスト ≤ 20万円/Nm³ 確認 ・実用化電力変換コスト ≤ 6万円/Nm³/h の確認
高効率水素製造技術の研究						<ul style="list-style-type: none"> ・入力2kW電解スタックでセル平均電圧1.3V以下、平均電解電流密度0.5A/cm²の初期条件で2kh以上運転時、V上昇率/1kh ≤ 0.5%の技術確立 ・DC-水素-DC変換効率 ≥ 70% の確認 ・実用化水素製造装置コスト ≤ 20万円/Nm³ の確認
周辺技術(水素液化貯蔵システム)の研究開発						<ul style="list-style-type: none"> ・液化システム: 容量5-10t/d、効率 ≥ 25% ・タンク: B/O発生率 ≤ 0.1%/d@3,000m³ ・液水ポンプ: 効率 ≥ 50%、揚程260m ・圧縮機: 容量3,000m³/h、効率 ≥ 60%
エネルギーキャリアシステム調査研究						<p>中間評価時点で研究成果を評価した上で、必要性が認められるテーマについては、本格研究へ移行する。最終目標は、本格研究へ移行する段階で、現時点で委託先が設定している最終目標を再検討した上で決定する。</p> <p>【補足】個別テーマの説明(非公開版)ではこの仮設定された最終目標を前提に実施される。</p>
トータルシステム導入シナリオ調査研究						<p>前半2年で一通りのシナリオを完成させる。後半2年は、中間評価等も踏まえ、策定したシナリオの精緻化や新たなシナリオの設定、分析を行う。</p>

◆ 開発予算

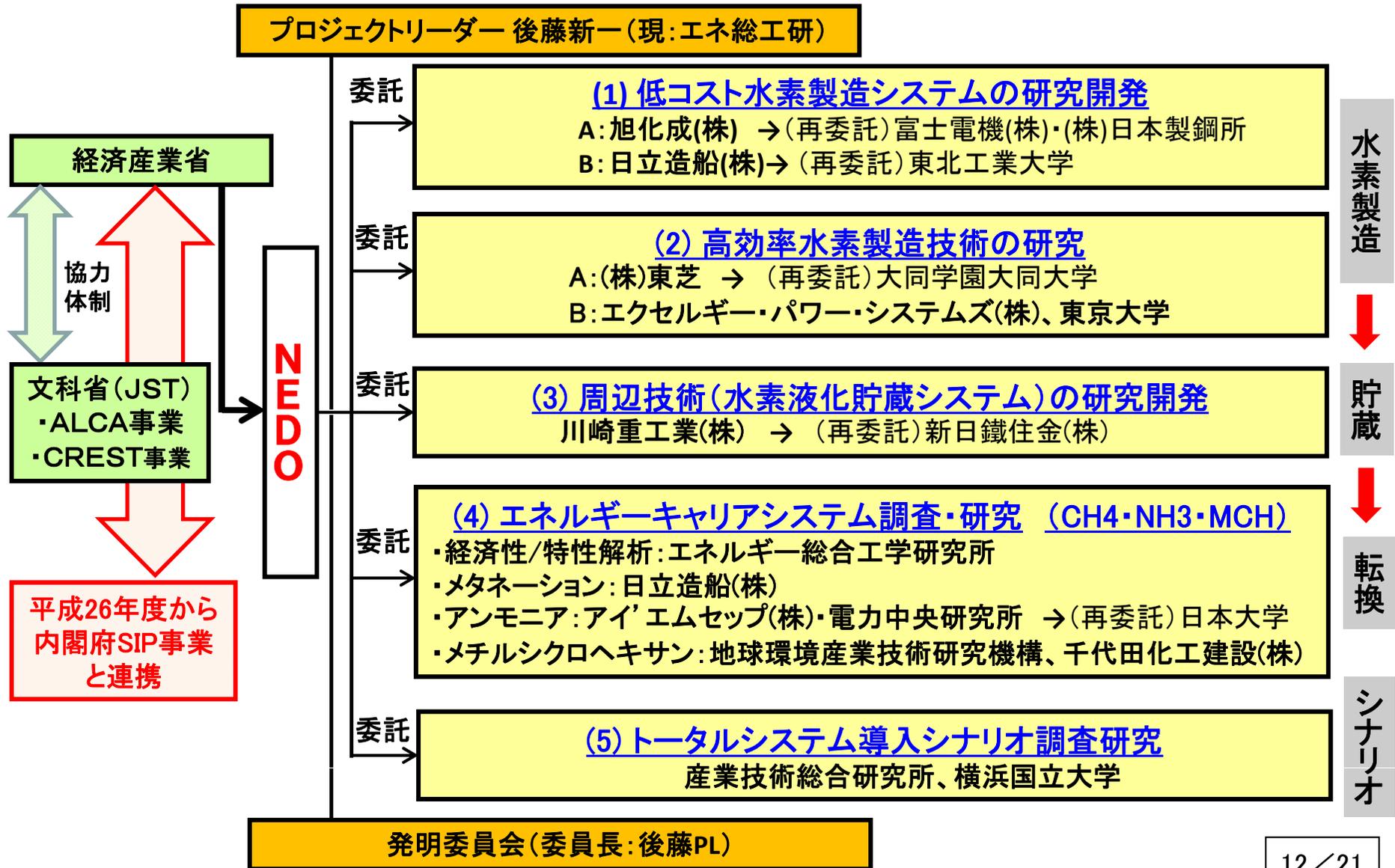
(単位: 百万円)

年度	2013	2014	2015	2016	2017	合計
1) 低コスト水素製造システムの研究開発	206	348	463			1,017
2) 高効率水素製造技術の研究	276	308	321			905
3) 周辺技術(水素液化貯蔵システム)の研究開発	299	318	313			930
4) エネルギーキャリアシステム調査・研究	183	213	242			638
5) トータルシステム導入シナリオ調査研究	115	90	79			284
合計	1,079	1,277	1,418			3,774

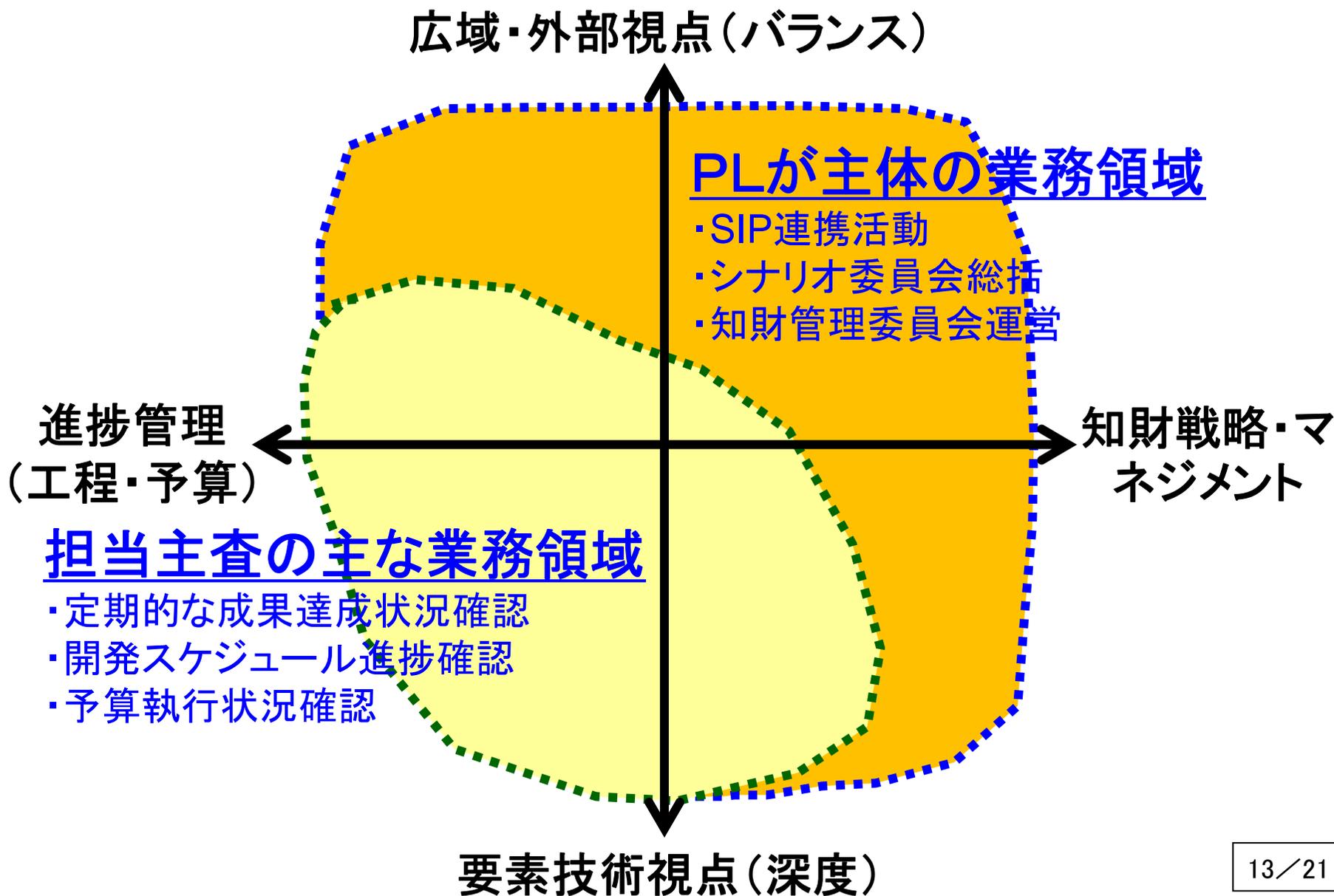
【注】2013年度は経済産業省直執行予算

II. 研究開発マネジメントについて (3) 研究開発実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制#2(2014年度以降)



開発テーマが多岐に亘る為、PLと担当主査とがマネジメントを補完する手法を採用



◆ 知財マネジメント戦略

■ 目的

「研究開発の成功と成果の事業化による国益の実現」の達成

⇒ 発明委員会を通じた成果知財の戦略的取扱い

■ オープン／クローズ戦略の考え方

	非競争域	競争域
オープン 公開	<p>他社に自己技術の使用を許す</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネキャリ経済性評価解析フレームワーク ・再エネ変動負荷に対する水電解装置の耐久性評価技術 <p>* 論文・学会発表</p>	<p>技術の普及【製品市場の拡充】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水素製造、輸送貯蔵 ・高効率化技術 <p>* 積極的に権利化</p>
クローズ 非公開	<ul style="list-style-type: none"> ・設計手法の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・低コスト化技術 ・高耐久性化技術 <p>* ノウハウとして秘匿</p> <p>他社に自己技術の使用を許さない 技術の独占【競争力強化】</p>

◆各研究開発目標の達成度

(1) 低コスト水電解水素製造システムの研究開発

旭化成・日立造船共に、中間目標(電流密度等)を達成、低コスト化に繋がる大型装置試作へ向けた技術的見通しを得た。

(2) 高効率水素製造技術の研究

東芝、エクセルギー共に、ラボスケールで中間目標達成を確認、平成27年度末までに両者共試作機を完成させ、中間目標(性能)確認できれば、実用化装置開発目処づけが可能となる。

(3) 周辺技術(水素液化貯蔵システム)の研究開発

5t/d級水素液化システムおよび3,000m³級液体水素タンクシステムの開発を実施し、再生可能エネルギー由来水素液化システム実現に必要な重要基盤技術の見通しを得た。

(4) エネルギーキャリアシステム調査・研究

3種のエネルギーキャリアの経済性評価と特性解析ツール(フレームワーク)の開発を完了、また各エネルギーキャリアの対比システム想定と各種エネルギーキャリアの特性を踏まえ、それぞれの強みを活かせる市場の想定まで検討が進んだ。

(5) トータルシステム導入シナリオ調査研究

水素エネルギーキャリア技術の導入・普及拡大の実現に必要な技術課題を見出す為のシナリオ作成の枠組みの構築及び評価法の開発を完了。H27年度末迄に電源構成比率などの前提条件の見直しで再評価を実施できれば、本テーマの目標を達成可能。

◆ 成果の最終目標の達成可能性

● 本プロジェクトの最終目標(アウトカム目標)は、2030-2040年時点の水素原料価格(20-40円/Nm³)の達成であり、現時点の成果はその達成に直結するものではないが、その達成へ向け確実な一歩を遂げたものと考えられる。

● 各開発テーマの現時点までの成果及び最終目標が達成できたという前提で、2030年時点の水素原料価格試算結果は、上記の最終目標額を達成可能なレベルにあることを確認した。

◆ 知的財産権、成果の普及

	H25	H26	H27	H28	H29	計
特許出願(うち外国出願)	0	11(1)	3	-	-	14(1)
論文(査読付き)	0	0	5	-	-	5
研究発表・講演	6	31	15	-	-	52
受賞実績	0	0	0	-	-	0
新聞・雑誌等への掲載	4	15	6	-	-	25
展示会への出展	2	8	1	-	-	11

※平成27年度7月31日現在

◆ 知財権の確保に向けた取り組み

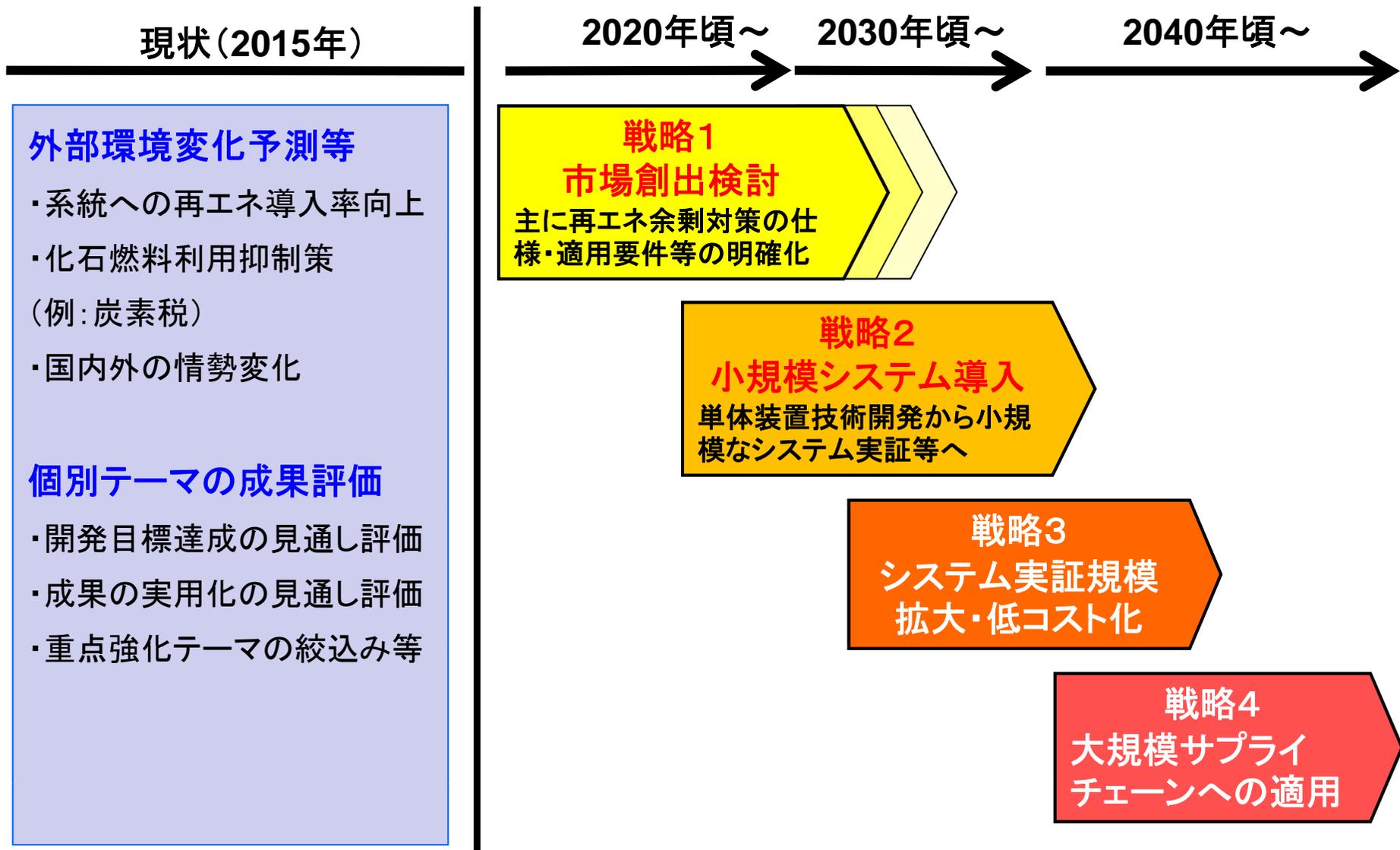
発明委員会の概要

- 論文・講演・出願等はすべて発明委員会で審議
- 最少人数(当事者、PL、知財PD*、METI/NEDO)で審議
- 審議基準は明文化されていないが運用実態は以下の通り
 - ✓ プロジェクト成果か否か
 - ✓ 特許性(新規性、進歩性)の有無判断、向上助言
 - ✓ 権利化疎外性、「自己の権利化を阻害する記載」は削除
 - ✓ 秘密性、ノウハウ性
 - ✓ 事業性(PL、METI/NEDO主体)

*知財PD: 専門家をINPIT(工業所有権情報・研修館)より2名派遣

IV. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通し (1) 成果の実用化に向けた戦略

◆ 成果の実用化に向けた戦略



◆ 実用化に向けた具体的な取り組み

テーマ	実用化に向けた具体的な取り組み
① 低コスト水素製造システムの研究開発	<p><u>秘匿情報が含まれることから、非公開セッションにて、個別テーマ毎に詳しく説明</u></p>
② 高効率水素製造技術の研究	
③ 周辺技術(水素液化貯蔵システム)の研究開発	
④ エネルギーキャリアシステム調査・研究	
⑤ トータルシステム導入シナリオ調査研究	

◆ 成果の実用化の見通し

テーマ	成果の実用化の見通し
① 低コスト水素製造システムの研究開発	最終目標(H29年度)を達成できれば、 <u>実用化の見通しあり</u>
② 高効率水素製造技術の研究	実用化検討を進めつつ、基礎技術の確立に集中
③ 周辺技術(水素液化貯蔵システム)の研究開発	最終目標(H29年度)を達成できれば、 <u>実用化の見通しあり</u>
④ エネルギーキャリアシステム調査・研究	実用化検討をすすめつつ、基礎技術の確立に集中
⑤ トータルシステム導入シナリオ調査研究	各研究開発テーマの事業化検討に要する <u>ベースデータ提供の役割</u>

別添資料

2. 研究開発マネジメントについて (2) 研究開発計画の妥当性

◆METI継続審査(兼NEDO採択審査会)結果への対応(1/3)

研究項目	事業者	指摘	対応
低コスト水素製造システムの研究開発	旭化成株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・電解装置の性能向上については一定の成果が得られている。今後、低コスト化、大面積化、耐久性などを向上させて、最終目標を目指していきたい。 ・風力等の変動電源について、どのような発電容量(**MW、何機)、変動パターン(しわ取りの程度等)を想定しているのかの前提条件を明確にし、電解装置との関係を実施していただきたい。境界条件を明確化し、電解装置のスケールアップシナリオも想定して研究開発を推進する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平成27年度中旬に大面積セルの電解装置が完成するので、耐久性を含めた評価を加速し、低コスト化の目途をつけたい。 ・(株)日本製鋼所が風力発電データ取得を鋭意進めている。これをもとにご指摘いただいている、発電容量(風車台数)に応じた変動幅/周期の解析を詳細に行い、前提条件を明確にして、開発を進める。
	日立造船株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・離島に再生可能エネルギーを導入するにあたり、何を目標としているのかの境界条件を明確にしてから、開発する内容・技術的進展を示す必要がある。 ・最適容量に見合った水素貯蔵設備容量などの全体システムを考慮すべき。全体コスト試算などを最適化する必要がある。 	電力・貯蔵容量の規模別に、水素を代表とするガスによる貯蔵・発電システムのFSで、全体コストの規模別の比較を実施、最適なシステムを検討する。また、それと並行して従来のエネルギー貯蔵の代表でもある 蓄電池との比較 も実施する。
高効率水素製造技術の研究	株式会社東芝	<ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーの変動を想定しているのであれば、熱・エネルギーバランスを明確にし、どのような容量を前提としているのかを明確にして欲しい。本開発における高温水蒸気電解技術をどのようなシステムに適用するかというシナリオ案、スコープを明確にし、エネルギーバランスと効率を考慮して示す必要がある。 	容量は 150kW級(50Nm³/h級) を最初の段階とし、MW級へ大型化していく。水素製造システムと水素電力貯蔵システムへ適用する。水素製造システムは高効率(水素原単位:<4kWh/Nm ³)を提供し、水素電力貯蔵システムは高充放電効率(>70%)を提供する。
	エクセルギー・パワーシステムズ株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・MnO₂によるメッキは特徴的であるが、具体的システム構築と大量水素製造の可能性を明確にしてほしい。 ・再生可能エネルギーを指定した研究開発の推進を実施するために十分な研究体制を構築し、事業化に結びつく計画策定を実施していただきたい。 	MnO ₂ 電極はシステム中で中間電極として用いる。中間電極の過電圧を抑制すれば水素製造効率を向上できる。 両者合計7名体制で対応 。某電力会社とバイオマスガス化発電電力を用いた水素製造を共同で検討中。

2. 研究開発マネジメントについて (2) 研究開発計画の妥当性

◆METI継続審査(兼NEDO採択審査会)結果への対応(2/3)

研究テーマ	事業者	指摘	対応
周辺技術(水素液化貯蔵システム)の研究開発	川崎重工業株式会社	開発項目が多岐に亘るため、 それぞれの課題・インパクト到達点などを整理 して研究開発を推進する必要がある。	実施計画では現状技術の改善の延長上ではないブレークスルーとなる 重要基盤技術に開発項目を整理 し、実証・実用化、商用化を念頭に置いて順次その開発項目を新たなものに設定している。
エネルギーキャリアシステム研究	一般財団法人エネルギー総合工学研究所(CH4) 日立造船株式会社(NH3) アイ・エムセップ株式会社・一般財団法人電力中央研究所(MCH) 地球環境産業技術研究機構、千代田化工建設株式会社	①キャリアの特性によって変わると思うが、 規模(量)によるコスト変化等を明確化 する必要がある。	・エネキャリアの用途によって、機器の規模が定まり、競合する対比システムも変わるため、キャリアプロセスのフレームワーク毎に 競合しえるコスト等の目標提示 をしている。
		②水素との明確な切り分けをして欲しい。経済性評価における規模を検討してほしい。	・用途におけるエネキャリアの貯蔵性、可搬性を考慮し、フレームワークの中で適するキャリアを選定している。
		③大型化した時のコスト比較、収率等について、精査が必要である。	大型化規模で使用される用途での対比システムでの機器の初期コスト・収率を、最低目標として提示している。
		④ 離島事業と全体シナリオと早期関連性の構築 を望む。(メタン)	事業化は大型システムから参入することは難しく、 離島のような小規模システムから参入 する。、そこで得られた経験を基にして順次中型、大型システムへと段階的に事業拡大を進めていく。最終的には2030年ごろの海外からの大量燃料輸送への対応を実施したいと考えている。
		⑤ 二方式の見極め は早期に判断する必要がある。(アンモニア)	一室型または二室結合型の二方式からの何れかの選択は、電解電圧と収率の実験データの値に基づく設計および実機イメージにより判断する必要がある。一室型に関しては、ほぼ完了している。二室結合型に関しては当初の 計画通り27年度の開発期間が必要 である。
		⑥目標達成するうえで 水素分離膜開発の位置付けの明確化 が必要である。(MCH)	MCH技術の中小規模への応用 に際して、水素精製用機器コストの調査を実施し、膜分離は、高純度水素が必要な用途において、運転コスト・機器コスト共に大きな優位性が得られる可能性を確認した。

2. 研究開発マネジメントについて (2) 研究開発計画の妥当性

◆METI継続審査(兼NEDO採択審査会)結果への対応(3/3)

研究テーマ	事業者	指摘	対応
トータルシステム導入シナリオ調査研究	独立行政法人産業技術総合研究所※ 国立大学法人横浜国立大学	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーススタディとしてトータルシナリオを指定し、成立するための要件を早期に明確化して欲しい。 ・研究開発をしている事業者へのデータのフィードバックを早期にすべき。 ・本事業全体の目標、意義を明確化する上で、本テーマが必須であるが、シナリオの精査も必要であるが、素案としてのシナリオを早期に示して実施者と意見交換を実施する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トータルシナリオを作成し、水素導入が進むための要件を明確化した。 ・研究開発をしている事業者も参画するWGにおいてデータを示し、議論を行うとともに、事業者への個別のヒアリング等も行いながら、適切に意見交換およびフィードバックを実施した。 ・素案としてのシナリオを作成し、シナリオ検討・分析委員会および各WG等で実施者との意見交換を行い、それらの成果を適切にシナリオに反映させた。
総合コメント		<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト間で個別の役割分担、目的、意識統一を早急に実施し、研究開発の方向性を合わせる必要がある。 ・時間、スケジュールも考慮して、研究開発を進めてほしい。 ・産総研にて実施しているトータルシステムシナリオ検討との連動を図り、調査外注について情報共有やトータルシステムシナリオにて主体的に実施し、全体シナリオ策定のために尽力が必要。 ・WE-NETから進展している点を明確化し着実な研究開発を推進する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平成26年度の産総研の調査研究成果を全委託先へ情報共有し連携強化を推進する。 ・WE-NET等過去の事業の成果や教訓を反映し、水素に関する国の政策と連携しながら、長期的な視点からシナリオを策定し、技術課題を見出す手法を採用している。