

# 「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発」

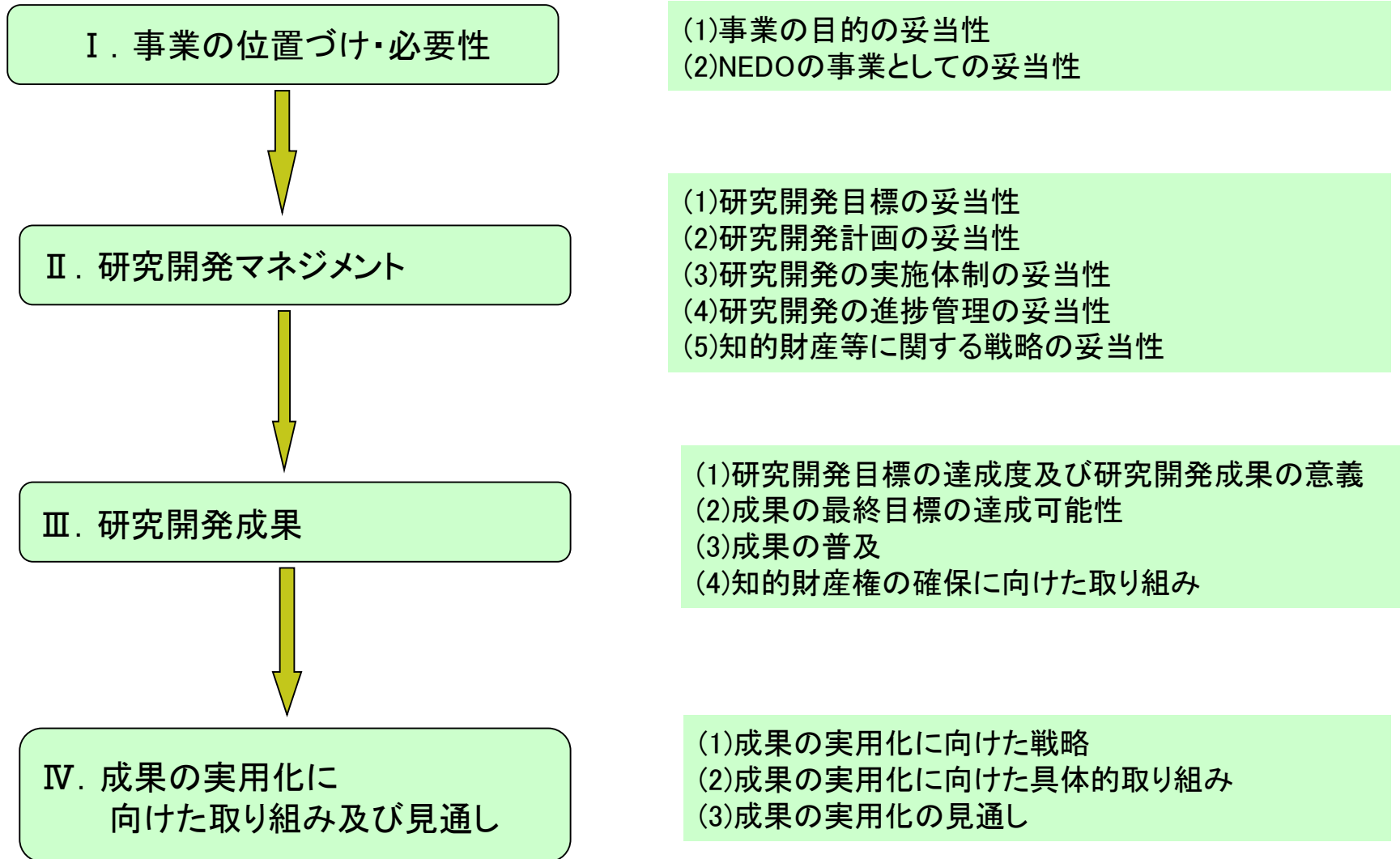
(中間評価)

(H27年度～H31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

H29年 10月 20日



## ◆事業実施の背景と事業の目的

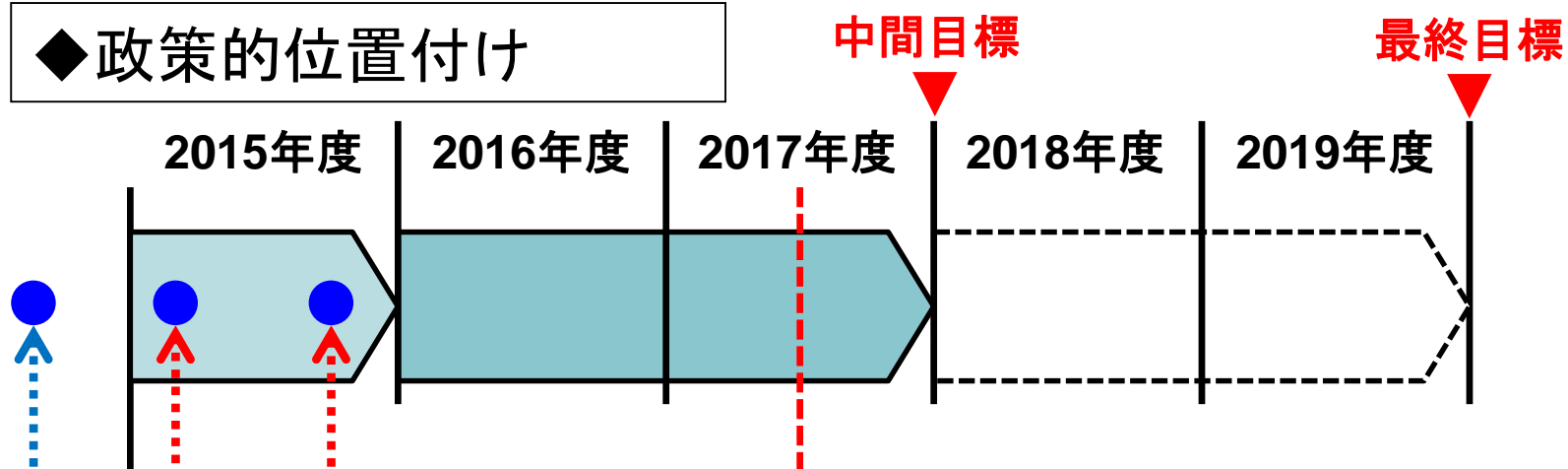
### 社会的背景

我が国におけるエネルギー供給の安定化、地球温暖化問題、産業競争力の強化といった課題の解決に向け、水素を日常生活や産業活動で利活用する「水素社会」の実現を目指すことが「エネルギー基本計画(2014年4月閣議決定)」において位置付けられた。「日本再興戦略」改訂2014(2014年6月閣議決定)において、水素社会の実現に向け、「水素・燃料電池戦略ロードマップ(2014年6月、2016年3月改訂)」に基づき、水素の製造から輸送・貯蔵、そして家庭用燃料電池(エネファーム)や燃料電池自動車等の利用に至る必要な措置を着実に進めることとされている。

### 事業の目的

燃料電池自動車生産の律速要因となっている燃料電池スタックの生産性を2020年以降の普及拡大期に向け大幅に向上し、初期市場需要拡大への着実な対応を図る。2025年頃に投入される燃料電池自動車用への技術導入に資する燃料電池技術開発として、性能を現行の10倍程度に向上させる技術や触媒の貴金属使用量を1台あたり数g程度まで低減させる技術、さらに商用車への適用拡大を見据えて燃料電池スタックの耐久性を現行の10倍程度に向上させる技術開発を行う。これら取り組みを通じて、燃料電池の市場拡大を図るとともに、我が国における燃料電池分野の技術競争力を強化することを目的とする。

## ◆政策的位置付け



■水素・燃料電池ロードマップ 改訂  
(2016年3月公表) 目標台数の明確化

■総合資源エネルギー調査会  
長期エネルギー需給見通し小委員会  
2015年5月「電源構成・温室効果ガス排出目標政府案」

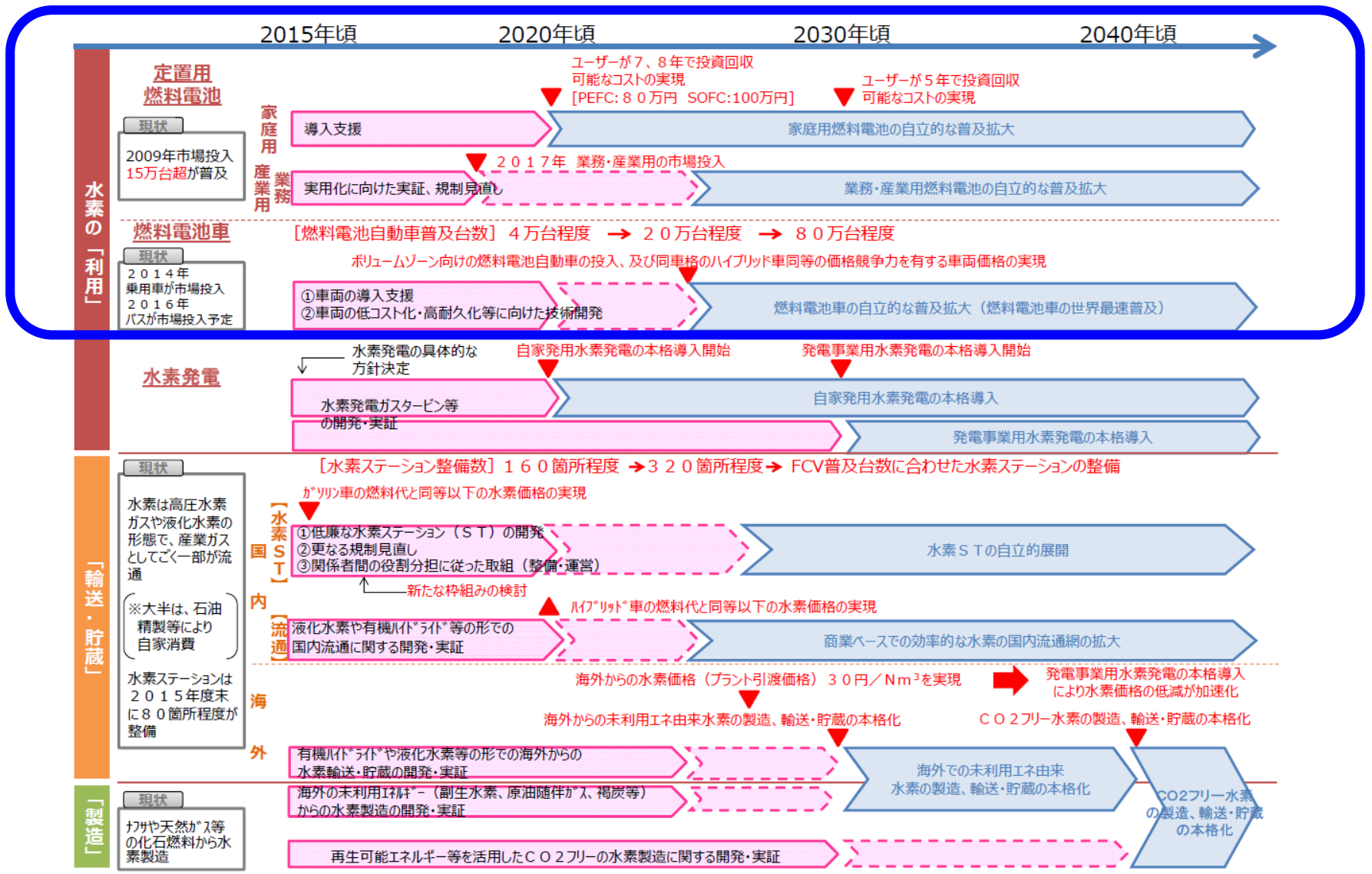
■水素・燃料電池ロードマップ 策定  
(2014年6月公表) Phase 1 - Phase 2 - Phase 3の戦略提示

■エネルギー基本計画  
(2014年4月11日閣議決定)「水素が将来の二次エネルギーの中核」

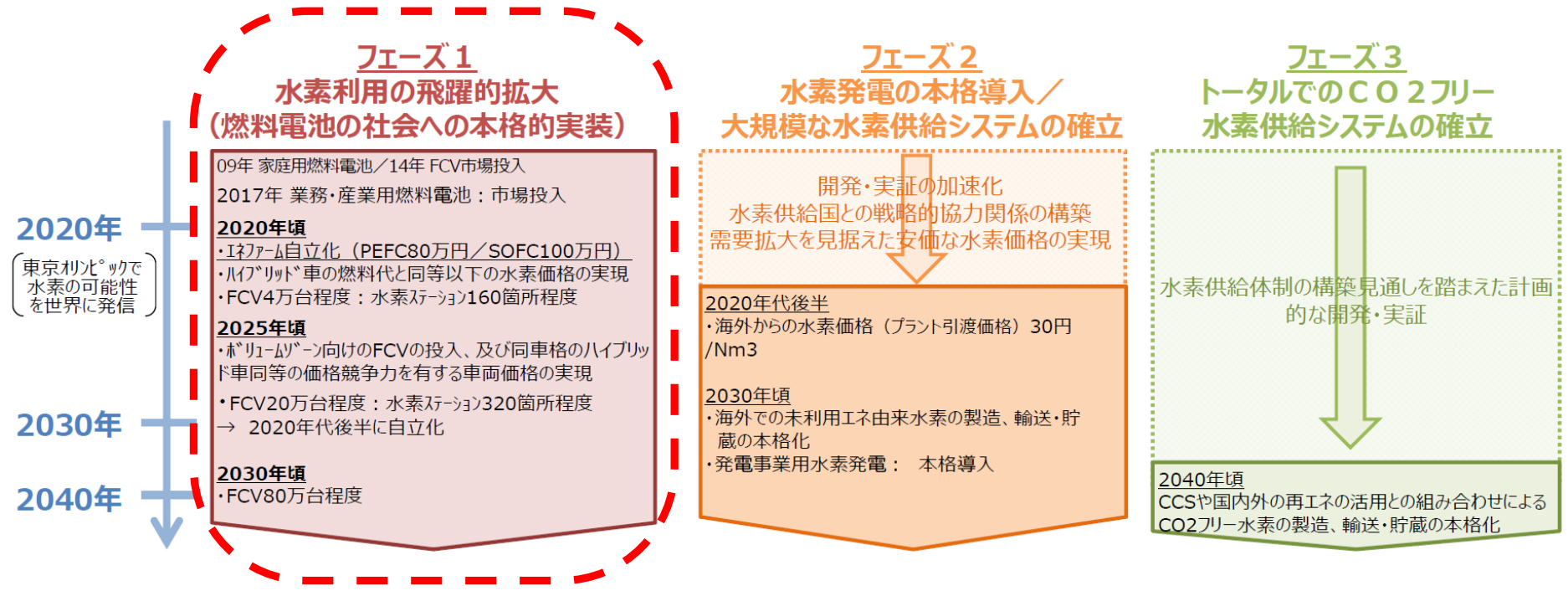
■「水素・燃料電池戦略協議会」発足  
(経済産業省(METI)、2013年12月設置)

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

◆水素・燃料電池戦略ロードマップ上の位置付け



# 1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性



**フェーズ1(水素利用の飛躍的拡大):**

- **定置用燃料電池：経済性向上、ユーザー拡大、国際展開など**

**平成28年3月改訂ポイント**

- ・エネファームの将来的な目標価格を明確化
- ・普及台数目標を明示

◆事業立ち上げの経緯

~2011年度 2012年度 2013年度 2014年度 2015年度 2016年度 2017年度 2018年度 2019年度  
 ~H23年度 H24年度 H25年度 H26年度 H27年度 H28年度 H29年度 H30年度 H31年度



固体高分子形燃料電池  
 実用化推進技術開発



固体高分子形燃料電池  
 利用高度化技術開発事業

2009年  
 家庭用固体高分子形燃料電池  
 コージェネレーションシステム  
 (エネファーム)発売



2005年  
 定置用燃料電池(PEFC)大規模実証  
 開始(3,307台のPEFC型システム)

1992年  
 固体高分子形燃料電池(PEFC)開発  
 開始

2016年3月  
 燃料電池自動車(CLARITY FUEL  
 CELL)発売



2014年12月  
 燃料電池自動車(MIRAI)発売



2014年6月  
 水素・燃料電池戦略ロードマップ策定

2014年4月  
 エネルギー基本計画 閣議決定  
 「水素社会」の明記

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆事業立ち上げの経緯

- 乗用車の**本格普及(2025~2030年頃)**や**商用車への展開**に向けた技術課題が対象。(更なる低コスト化(触媒中白金量低減等)、製造プロセスの開発による大量生産化、高耐久化など)
- 一方、自動車に搭載されるFCスタック(材料、構造など)については**競争領域**として、NEDOプロジェクトでは官民役割分担の下、**協調領域**での民間における開発が加速されるような取り組みを進める。事業としては「**材料開発**」の実施ではなく、**材料開発に資する設計指針(新規コンセプトやその解析評価に貢献し得る新規技術)**の提示を目的とする。

**ユーザー(自動車メーカー等)と議論、以下の方向でNEDOプロジェクトを進めることに合意。**

【目指すべき燃料電池スペック:基本計画上に記載】

燃料電池スタック出力密度 : >4kW/L

動作圧力 : <1.2気圧

動作最高温度 : >100℃

起動最低温度 : -30℃

出力設定 定格電流: >3A/cm<sup>2</sup> 定格電圧: >0.65V

Pt使用量: <0.1~0.03g/kW (耐久性能とのトレードオフ)

材料のコストとして、スタック製造原価: <1000円/kW (<10万円/100kW)を見通せる技術であること。

耐久性 :

>【商用車向】100万km走行後(50,000時間、起動回数 600,000回)

>【乗用車向】10万km走行後(5,000時間、起動回数 60,000回)

所定の性能を満たすこと

## All Japanの体制で実現

【企業研究開発(自動車メーカー)】

独自の材料、独自の技術に基づく製品開発  
・上記スペックを実現する材料、スタック開発

【NEDOプロジェクト】

企業独自技術創出に繋がる共通基盤技術開発  
・触媒層(触媒、担体、アイオノマー)の反応現象解明  
・水、プロトン、ガスの移動現象解明  
・性能や耐久性評価手法開発(材料、セル(MEA))  
・新規材料(触媒、膜)、MEAのコンセプト  
(新規構造や設計指針、その理論)

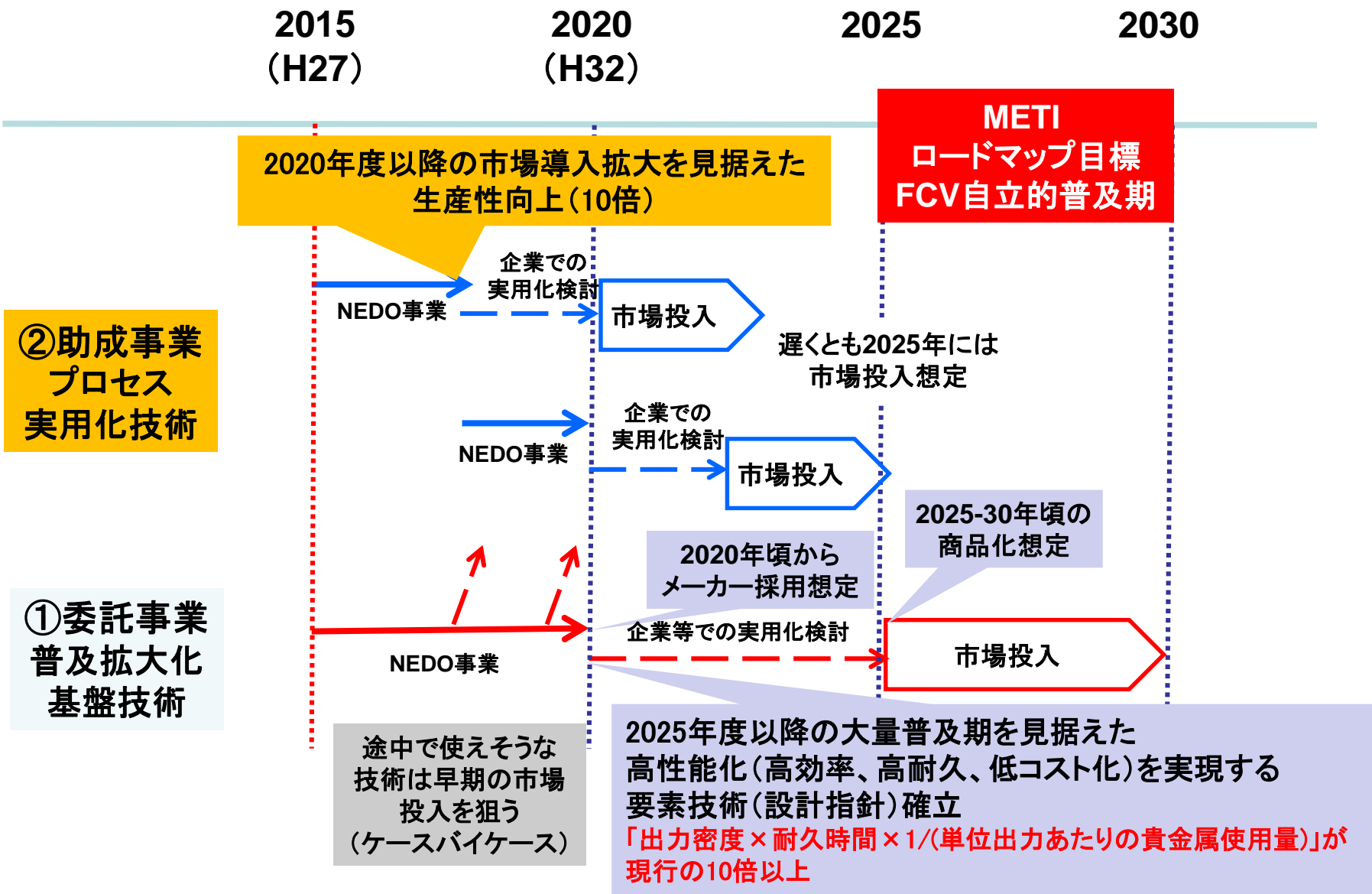
【企業研究開発(素材・装置メーカー):助成事業】

低コスト化、生産性向上に資するプロセス開発  
・構成材料やMEA製造のための新規プロセス開発



1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業(H27~H31)



## ◆NEDOが関与する意義

- 「水素社会」の実現を目指すことが「エネルギー基本計画(2014年4月閣議決定)」において位置付けられた(「水素・燃料電池戦略ロードマップ(2014年6月、2016年3月改訂)」)。
- ロードマップに基づき、水素の製造から輸送・貯蔵、そして家庭用燃料電池や燃料電池自動車等の利用に至る必要な措置を着実に進めることとされている。
- 米国・欧州において、家庭用から発電事業用まで様々な用途・規模の燃料電池について技術開発及び実証研究が進められている。
- 我が国の国際競争力強化等の観点から、引き続き戦略的・重点的な取り組みが不可欠である。
- 基礎研究・実用化開発を一体化して推進することが必要で、総合的な取組は企業単独では実施困難なため、NEDOの関与が必要不可欠である。



- 研究開発の難易度:高

**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**

◆実施の効果（費用対効果）

- ・産業競争力強化と新規産業・雇用の創出
- ・温室効果ガスの削減

3年間のプロジェクト総費用 約 100 億円 (H27~H29)  
NEDO負担分 約 86 億円



日本国内売上予測

①燃料電池自動車

2025年	67,000台	2,700億円
2030年	220,000台	7,520億円

②家庭用\*

2025年	300,000台	1,350億円
2030年	300,000台	1,260億円

\* : 家庭用についてはkW容量の市場規模から台数を算出

## ◆事業の目標(アウトカム)

### 研究開発項目①「普及拡大化基盤技術開発」

2019年度末において、出力密度×耐久時間×1/(単位出力あたりの貴金属使用量)が現行の10倍以上を実現するため、要素技術(評価・解析技術、加速耐久評価法)を確立すると共に材料コンセプト(メカニズムに基づく材料設計の考え方)を確立する。

### 研究開発項目②「プロセス実用化技術開発」

2020年度(平成32年度)以降の市場導入拡大を見据え、燃料電池スタックの製造に必要な工程時間として現行の1/10以下を見通す技術を確立する。

### アウトカム目標達成に向けての取り組み

燃料電池の高度化については、構造や反応機構解析、評価等の基盤技術のユーザー企業側へのフィードバックを図る。プロセス実用化技術開発については、基盤技術開発と連携し、早期の実用化を図る。

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標(中間)	研究開発目標(最終)	根拠
<p>① 普及拡大化 基盤技術開発</p>	<p><b>テーマA 解析技術開発</b> 最終目標を満たすためのセル、MEAにおける性能設計因子が把握できており、燃料電池性能、耐久性能の設計を可能とする技術確立の方向性が示せること、及び必要な評価、解析手法開発に着手できている。</p>	<p>自動車用燃料電池として2025年度(平成37年度)以降の大量普及期の実用化を見据え、2019年度(平成31年度)末において、出力密度×耐久時間×1/(単位出力あたりの貴金属使用量)が現行の10倍以上を実現するための要素技術を確立する。</p>	<p>ヒアリング、意見交換会などを通じ、2025年以降のFCV大量普及期に必要な燃料電池スペックを設定し、その実現のために必要な手法・要素技術として目標設定した。また、官民役割分担の下、協調領域において民間における開発が加速されるような取り組みとする。</p>
	<p><b>テーマB 材料コンセプト創出</b> 最終目標の一部を満たすための個別の新規材料コンセプト案をユーザー企業に提示するとともに、最終目標を満たすコンセプト創出のための技術的方向性が示せていることを目標とする。</p>	<p>自動車用燃料電池として2025年度(平成37年度)以降の大量普及期の実用化を見据え、2019年度(平成31年度)末において、出力密度×耐久時間×1/(単位出力あたりの貴金属使用量)が現行の10倍以上を実現するための材料コンセプト(メカニズムに基づく材料設計の考え方)を確立する。</p>	

## ◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発達成目標	根拠
<p>②プロセス実用化技術開発</p>	<p>2020年度(平成32年度)以降の市場導入拡大を見据え、燃料電池スタックの製造に必要な工程時間として現行の1/10以下を見通す技術を確立する(現行と比較して10倍以上の生産性向上)</p>	<p>燃料電池には特有の材料や構造等があり、従来短タクトの製造プロセスはとられていないそれらの材料や構造等の特性、特徴を十分に考慮したプロセス化技術開発が必要。さらに、これらに対応した生産技術、検査技術、品質管理等の実用化技術開発を行うことが必要であると考え。現行の工程時間として、現行技術での年間数百台(約400セル/台)の燃料電池スタックの生産台数から1セルあたりのプロセス時間を求めると、数十秒/セルとなる。工程時間を1/10以下とすると十秒以下/セルを目標とする。</p>

# ◆ 研究開発のスケジュール

	H27 2015	H28 2016	H29 2017	H30 2018	H31 2019	
<b>①普及拡大化 基盤技術開発</b>  (テーマA) PEFC解析技術開発  (テーマB) セルスタックに関わる 材料コンセプト創出	出力密度×耐久時間 / (単位出力あたりの貴金属使用量) として 現行の10倍以上を実現するための要素技術の確立					
	評価解析法の構築			セル、MEA設計指針 の確立		
	材料コンセプト案の提示					
	中間評価 ▲					
<b>②プロセス実用化 技術開発</b>	燃料電池スタックの製造に必要な工程時間として現行の1 / 10以下を見通す技術の確立 (現行と比較して10倍以上の生産性向)					
	プロセス設計	設備設計・ 製作	実証・検証	有望テーマ継続		
	事後評価 ▲					
	事後評価 ▲					

## ◆プロジェクト費用

## 事業費(NEDO負担分)

(単位:百万円)

研究開発項目	平成27 年度	平成28 年度	平成29 年度	平成30 年度	平成31 年度	合計
①普及拡大化 基盤技術開発	3,016	2,723	2,115			7,854
②プロセス実用化 技術開発	149	371	193			713
合 計	3,165	3,094	2,308			8,567



◆ 研究開発の実施体制(全体)

普及拡大化基盤技術開発

委託事業

- ・「出力密度×耐久時間×1/(単位出力あたりの貴金属使用量)」が現行の10倍以上を実現する要素技術の確立。
- ・耐久性：50000h (商用車を想定) (従来目標5000h)
- ・白金使用量：0.1g/kW以下 (従来：約1g/kW)

(A) PEFC解析技術開発

触媒・電解質・MEA内部現象の高度に連成した解析、セル評価  
 FC-Cubic [再委託先：静大、茨城大]、東工大、上智大、京大、北大  
 [再委託先：理化学研]、東大、東北大、NIMS、電通大、名大、分子研、日産アーク、JARI [再委託先：山梨県]

酸化物系触媒の革新的高機能化のためのメカニズム解析  
 横国大、東大、昭和電工

(B) セルスタックに関する材料コンセプト創出

先進低白金化技術開発  
 同志社大、東北大、千葉大、豊田中研、産総研

セルスタックに関わる材料コンセプト創出  
 山梨大、岩手大、信州大、東北大、田中貴金属、カネカ、パナソニック、日産アーク

金属原子直接担持による触媒高性能化コンセプトの提案  
 東京理科大 [再委託先：東京大、東工大]

カソード高機能化に資する相界面設計  
 同志社大、信州大、九州大

プロセス実用化技術開発

助成事業  
(助成率1/2)

- ・2020年度以降の市場導入拡大を見据えた生産性向上 (10倍)
- ・遅くとも2025年に市場投入をめざす。

コアシェル触媒の大量生産技術開発  
 石福金属

高信頼性炭化水素系電解質膜のプロセス実用化技術開発  
 東レ

フッ素系高分子電解質原料の低コスト合成プロセス開発  
 旭化成 [再委託先：ダイキン工業]

高生産性、信頼性を有するCCM量産製造装置開発  
 SCREENホールディングス

カーボンセパレータの製造プロセス及び当該品質管理プロセスに関する実用化要素技術開発  
 日清紡ホールディングス

高性能で低価格な炭素被覆金属セパレータ製造方法の確立  
 ユメックス

## ◆ 研究開発の進捗管理

### ● 研究開発項目 ① 「普及拡大化基盤技術開発」

- ・NEDO内に技術委員会を設置、進捗確認

平成28年1月、平成29年1月、平成29年9月 3回実施

基礎研究参画機関により以下WGを設置

「NEDOプロジェクトBL36XU(NEDO専用ビームライン)利用委員会」の設置

BL36XU支援グループ(電通大、名大、分子研、FC-Cubic、日産アーク)

**課題選定委員会**(電通大、名大、分子研、FC-Cubic、NEDO)

- ・各事業者の連絡会・進捗報告会にNEDOがオブザーバーとして参加。  
進捗状況把握、**他の研究項目との適切な連携を実施。**

### ● 研究開発項目 ② 「プロセス実用化技術開発」

- ・年3回の事業者訪問により、進捗状況の把握と**事業者との連携を実施。**

### ● その他

- ・年1回成果報告会を開催、全事業者がポスターセッションに参加し、「委託事業と助成事業」と「事業者間」の技術情報の共有を図り、より早い成果の普及と創出を図る。

◆ 動向・情勢の把握と対応

PEFC利用高度化技術開発事業を開始(平成27年5月委託、平成27年7、8月助成)

情勢	対応
最先端分析技術の高度利用 (平成27年10月)。	Spring-8の有効活用のため利用委員会を設置し、課題選定委員会を開催。その成果を活用できるよう体制を構築。
METIロードマップの改訂(平成28年3月)。	左記改訂を受けて、各事業者にアウトカム等の明確化を改めて確認。

## ◆ 知的財産権等に関する戦略

- 基盤技術開発事業内で得られた成果において、実用化・事業化につながる共通的な部分については事業内で共有できる体制とした。
- 基本特許は参加企業が取得しているが、その内容により戦略的に特許を出さないケースもある。

### ➤ オープンクローズ戦略の考え方

	非競争域	競争域
公開	評価・解析等の要素技術 共通的基础基盤技術 など	—
非公開	—	製造プロセス技術 品質管理技術 など

## ◆ 知的財産管理

- 基礎研究については、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に基づき参画機関にて「知財の取扱いに関する合意書」を策定。
- 合意書では、知財運営委員会や知財の帰属、秘密の保持等、プロジェクトの出口戦略において重要となる知財ルールを整備。
- 助成事業、委託事業については、個々の事業者の知財戦略を尊重し、アウトカムの最大化を図る。

## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
<b>① 普及拡大化基盤技術開発</b>			
<p>(テーマA) PEFC解析技術開発 最終目標を満たすためのセル、MEAにおける性能設計因子が把握できており、燃料電池性能、耐久性能の設計を可能とする技術確立の方向性が示せること、及び必要な評価、解析手法開発に着手できている。</p>	<p>触媒、電解質等の材料や触媒層構造の解析評価技術とともに、MEAの性能、耐久性を支配する因子解明を可能とする、解析評価手法の開発が進展し、それら技術のモデル材料への適用や多面的な現象解析により、性能因子の把握や設計指針の方向性提示が進んでいる。開発した解析技術の一部は既に企業での活用が開始されている。</p>	<p>△ (H29年度内達成見込み)</p>	<p>解析評価技術、およびそこから得られた知見を産業界やテーマBの材料コンセプトへ展開していくとともに、個々の解析技術をMEAの解析技術・設計指針へとまとめ上げていく必要がある。材料コンセプトについては、コンセプト間の融合による更なる高性能化や、MEAでの実証を進め、実際の燃料電池に適用可能なコンセプトとして確立する。</p>
<p>(テーマB) 材料コンセプト創出 最終目標の一部を満たすための個別の新規材料コンセプト案をユーザー企業に提示するとともに、最終目標を満たすコンセプト創出のための技術的方向性が示せていることを目標とする。</p>	<p>低貴金属量化、高性能・高耐久化につながる材料コンセプトの提案がなされている。いくつかの材料については、ユーザー企業への提案がなされるとともに、材料メーカーでのスケールアップ検討が進行している。</p>	<p>○</p>	

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

項目	中間目標	成果	達成度	今の課題と解決方針
触媒・高度に達成した解析・MEA内部現象の	最終目標を満たすためのセル、MEAにおける性能設計因子を把握	・未知の電気化学パラメータの定量化による活性の数式化、電解質配向性定量・数式化、電解質材料特性シミュレータ、劣化に伴う触媒材料、触媒層構造の特徴的変化などの性能設計因子を把握	△ (H29年度末達成見込み)	各種開発材料に適用しNEDO目標達成に向けた課題抽出を進める
	燃料電池性能、耐久性能の向上を可能とする技術確立の方向性の明示	・技術確立の方向性提示として、触媒の局所構造、触媒電子構造、触媒周辺環境と吸着構造(アニオン、酸素種、水)、酸化物被覆率、アイオノマー配向性、電解質配向性、水チャンネル構造、MEA内水分分布、触媒層要素構造の詳細な情報を提案し技術確立の方向性を明示  ・耐久性評価プロトコル改良に向けての提案、他NEDO事業への貢献を開始し、技術改善のための方向性を提示	○  △ (H29年度末達成見込み)	各種開発材料に適用しNEDO目標達成に向けた課題抽出を進める
	必要な評価、解析手法開発への着手	・MEAの損失の要素分解、性能(損失)、耐久性を支配するMEA構造・材料構造等の因子解明を可能とする、新たな評価・解析手法開発およびそれらの制御技術開発をモデル材料および多面的現象解析により進め、性能発現機構・劣化機構の解明を進める準備が整った。さらに一部はすでに他のNEDO事業や産業界への貢献を開始  ・RDE-MEAの活性値の差異要因解析は、技術的困難度が高く遅れが発生	○  △ (H29年度末達成見込み)	各種開発材料に適用しNEDO目標達成に向けた課題抽出を進める

## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
酸化物系触媒の革新的高機能化のためのメカニズム解析	主に活性に焦点を当て、実験と理論の両面から活性発現メカニズムを解明する。その成果に基づき、活性の制御を可能とする。	酸素空孔(酸化ジルコニウム)あるいは歪んだアナターゼ相(酸化チタン)が活性点であり、酸化ジルコニウムについては、反応経路と酸素空孔の役割を示した。	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活性点密度評価法の確立と耐久性評価への適用</li> <li>・実用化を見据えた高活性・高耐久触媒の設計指針の提示と実証</li> </ul>
先進低白金化技術開発	自動車用燃料電池として、出力密度×耐久時間×1/(単位出力あたりの貴金属使用量)が10倍以上を見通し可能な先進低白金化電極触媒コンセプトの提示。	Pt/Pd/Cコアシェル触媒で新たなコアシェル合成法(直接置換法)、化学的高活性化法(Cu-O <sub>2</sub> 法、H <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> 法)、高耐久化法(SiO <sub>2</sub> 被覆、ポリドーパミン被覆)を開発し、活性×耐久性=7倍を達成しコンセプトを提示し、MEA評価でも高活性(約2倍)を実証。開発した手法を最終的なコアシェル製造プロセスとして選定。実用化プロジェクト(石福金属興業)に技術移転中。	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コアシェルPt/Pd/C触媒のMEA評価による活性と耐久性の確認。</li> <li>・化合物をコア(中間層)としたコアシェル触媒に開発したドライプロセス合成手法を拡張し、活性・耐久性を検討。</li> </ul>



## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(高出力・高耐久・高効率燃料電池材料のコンセプト創出)	カソード触媒材料の新規コンセプト創出	安定化Ptスキン-PtM合金/C触媒による高活性・高耐久を両立、合金触媒高分散による連珠状セラミック担体の高活性化および低白金量触媒層のコンセプトを明確にした。	○	超微細構造および電子状態と、担体/電解質バインダーとの相互作用の知見をもとに確立した設計コンセプトをMEAで検証し、TKKとともに、量合成に繋がるコンセプトを創出する。
	電解質材料の新規コンセプト創出	幅広い温度、湿度条件下で優れたプロトン導電性、気体バリア性を示し、化学的に安定な炭化水素系電解質膜のコンセプトを見出した。	○	高導電性、高機械強度を併せ持つ分子構造およびモルフロジーのコンセプトを確立し、自動車会社と協力して新型電解質材料の評価を行い、高耐久性と高性能が両立するコンセプトを確立する。
	不純物高耐性次世代アノード触媒のコンセプト創出	酸化劣化に対する影響・現象解明を行うとともに低白金での各種不純物による被毒/劣化現象解明を行い、低白金で高ロバスタ化・高耐久化の指針を得る。	○	触媒メーカーと協力して開発触媒を量合成し、まず小型MEAにおいて性能を検証し、システム会社の実機サイズ試験に移行する。

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
金属原子直接担持による触媒高性能化コンセプトの提案	金属と担体との相互作用に係る因子の抽出と性能との相関検討	APD法によりCNTに担持したPt粒子が特異的な結晶格子を持ち、高い活性と耐熱性を持つこと示した。	△	結晶状態と活性および耐久性の関係を詳細に検討する。また、酸化物ナノシート/金属/カーボン系触媒の調製、および複合状態に関する制御因子の系統化によりコンセプト提案につなげる。
カソード高機能化に資する相界面設計	多孔性・疎水性シリカ層-Pt-高耐久性金属酸化物担体、およびアイオノマ-Pt系ナノシートから構成される新規相界面を有するカソード触媒のコンセプトを提案する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期活性を維持し、かつ高耐久なシリカ層の設計指針を得た。</li> <li>・導電性酸化物担体Ti<sub>4</sub>O<sub>7</sub>の合成に成功した。</li> <li>・Ptナノシート触媒の調製法を開発した。</li> <li>・シミュレーションによるシリカ層中の物質輸送の定量的評価やアイオノマ極低量触媒層の作製プロセスを開発した。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シリカ層、担体やバインダーの親・疎水制御を行い、MEAでの最適化を行う。</li> <li>・ナノシート触媒の大量調製法確立とMEAでの物質輸送評価・解析を行い、最適構造のMEAを構築する。</li> </ul>

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

成果目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
②プロセス実用化技術開発			
<p>2020年度(平成32年度)以降の市場導入拡大を見据え、燃料電池スタックの製造に必要な工程時間として現行の1/10以下を見通す技術確立する(現行と比較して10倍以上の生産性向上)。</p>	<p>以下の6項目のプロセス開発実証事業を実施。それぞれ各事業の当初目標をおおむね達成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コアシェル触媒…製造工程の短縮化、量産性の向上等により目標達成の目途付。</li> <li>・炭化水素系電解質膜…電解質ポリマー溶液の大量供給、製膜プロセス条件、広幅製膜プロセスの開発により課題達成。また、工程内での欠点検査手法を実機で確認する。(10月設置、確認予定)</li> <li>・フッ素系高分子電解質膜…新規合成法、並びにび環化反応抑止原料の開発に取り組む。新規合成法は原理的に困難と判断し断念。環化反応抑止原料による一貫合成プロセスにより工程数の半減を達成。</li> <li>・CCM…対面塗工装置の乾燥方式見直し・大型化、搬送技術の低張力化開発により目標達成。</li> <li>・カーボンセパレータ…成形サイクル短縮のために適切な材料及び成形プロセスの開発を実施。合わせて全数検査手法の確立を図った。</li> <li>・炭素被覆金属セパレータ…目標を満たす薄板プレス品に対する電着塗装・炭素化による被膜形成を開発。</li> </ul>	<p style="text-align: center;">△ (H29年度内達成見込み)</p>	<p>製造プロセスの手法については概ね目途付が進んだ。今後、さらなる大量生産手法、並びに工程内での品質管理、検査手法の確立が求められる。</p> <p>検査項目、検査手法の確立に合わせて検出手法のさらなる検討及び合否判定の精度向上検討が必要。</p>

### 3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(イ) コアシェル触媒の大量生産技術開発 (石福金属興業株式会社)				
(1) 製造工程の安定化・簡略化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ORR活性のばらつきの原因を明らかにする</li> <li>• Mass activityでPt/C比 <math>3.0 \pm 0.2</math> 倍(従来比)</li> <li>• 工程時間を1/7にする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低活性の原因が小粒径Pdであることを解明</li> <li>MAのばらつきを7%から5%に減少。</li> </ul>	◎	生産量のさらなるスケールアップ。 ロット間の検証。
(2) 製造工程・高活性化処理のスケールアップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1kg/バッチを見通せる技術開発</li> <li>• 工程時間を1/7にする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1kg/バッチ見通し、</li> <li>工程時間を1/3に短縮。</li> <li>MAでPt/C比4.2倍</li> </ul>	○	生産量のさらなるスケールアップ。
(3) 品質管理技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 品質管理技術を開発する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pt被覆率を測定できる術を開発</li> </ul>	△	製造工程を管理できる品質管理技術の開発

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
<b>(ロ) 高信頼性炭化水素系電解質膜のプロセス実用化技術開発 (東レ株式会社)</b>				
(1) 生産プロセス能力	・年間10万m <sup>2</sup> の生産性のため、製膜プロセス、後処理プロセスともに1.0m <sup>2</sup> /分の生産性を設定	・製膜プロセス: 電解質ポリマー溶液の大量供給、高速製膜プロセス条件、広幅製膜プロセスの課題に取り組み、目標を達成。 ・後処理プロセス: 広幅で連続処理が可能なクリーン後処理プロセス設備を導入し、目標を越える2.0m <sup>2</sup> /分を達成。	◎	・品質の安定性の確認と更なる製造速度向上を検討。長尺・連続運転流動確認による生産/検査能力を検証。  ・得られた電解質膜の耐久信頼性が発電性能と両立すること実証する。
(2) 欠点検査技術	・年間10万m <sup>2</sup> の生産性のため、欠点検出能力を、1.0m <sup>2</sup> /分の生産性に設定	実際の欠点を標品として欠点検出の事前評価を実施した上で方式を選定して検査機を設計した。(10月設置、確認予定)	△	
<b>(ハ) フッ素系高分子電解質原料の低コスト合成プロセス開発 (旭化成株式会社)</b>				
(1) 新規合成法開発	合成ルート選択	原理的に不可能と判断	○	
(2) 環化反応抑止原料開発/一貫合成プロセス開発	・低コスト合成プロセスの確立	工程数の半減によりコストとして約1/6の達成の見込み。	△	微量不純物の影響の有無の確認、後工程への適用確認。
(3) 検証検討	・ポリマー、電解質膜への影響評価	不純物の影響度を確認	○	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(二) 高生産性、信頼性を有するCCM量産製造装置開発 (株式会社SCREENホールディングス)				
(1) CCM生産性向上	① 15 $\mu$ m以下の電解質膜の安定搬送と1セル当たりの生産タクト2.5秒以下	・数100m/分シワなく安定搬送しながらロールtoロールでの連続生産が可能。 高効率乾燥手法の確立	○	H28年度で事業終了
(2) CCM生産における品質管理技術の確立	・ロールtoロールで連続生産されるCCMをインラインで品質管理する技術の確立	塗工状態管理、塗工直後の厚み・長さ管理、乾燥後の寸法・欠陥管理、Pt担持量管理を行う事でインラインでCCM品質管理する技術を確立	○	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

### 3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

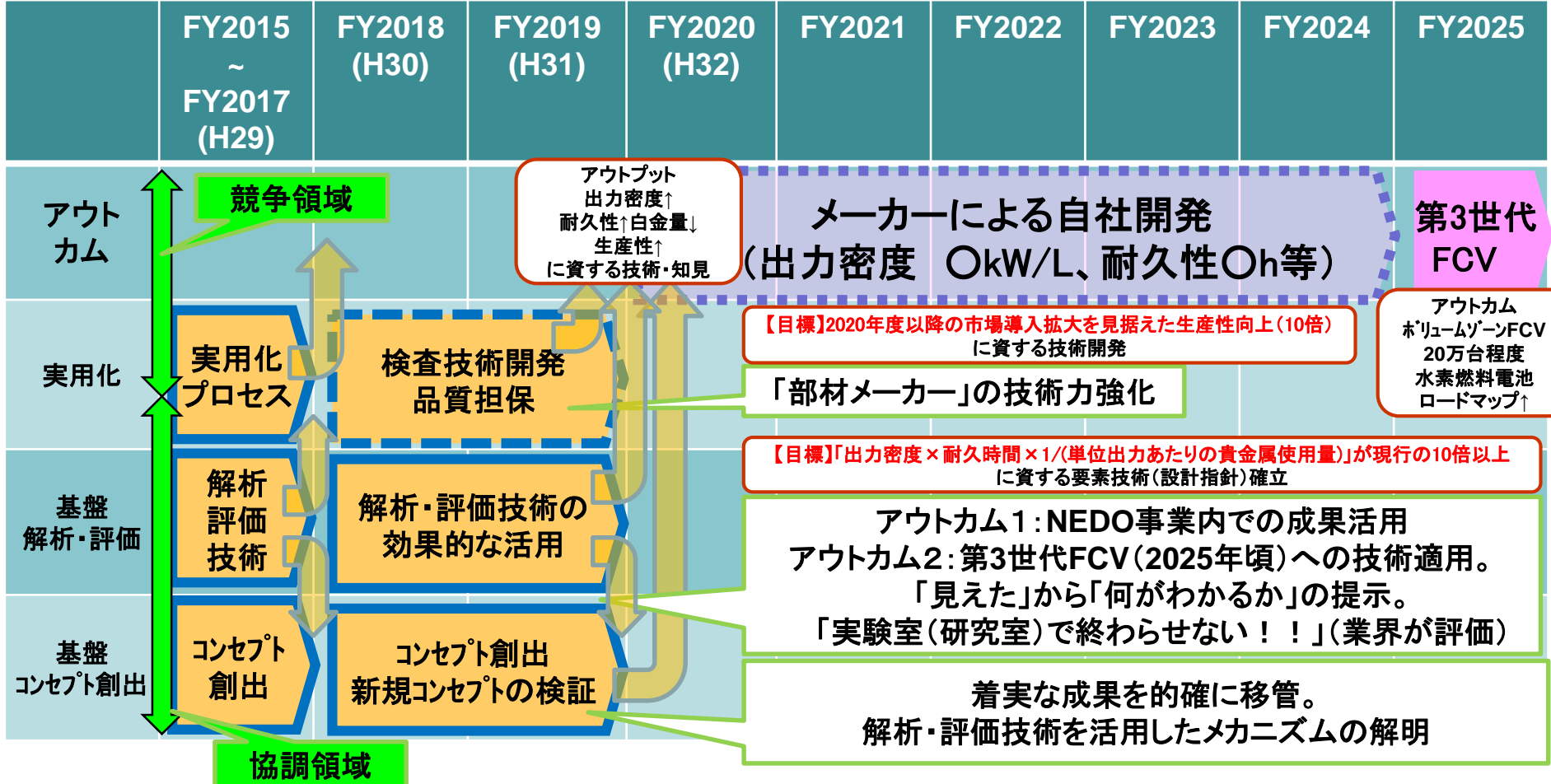
#### ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(ホ)カーボンセパレータの製造プロセス及び当該品質管理プロセスに関する実用化要素技術開発 (日清紡ホールディングス株式会社)				
(1)新材料システム開発	主成形時間9秒以下で成形可能な新材料システムの開発	カーボン材料のスプリングバックを調整し、主成形時間9秒で成形可能。	○	連続成形の検証
(2)成形プロセス開発	新材料による、材料投入から脱型まで可能な成形システムの開発	新成形プロセスの各設備が目標サイクルで動作可能。	○	成形体を用いた脱型工程の実現
(3)欠陥検出方法開発	赤外線サーモグラフィによる高速検出方法の確立	成形サイクルと同等程度で、セパレータ中の欠陥が検出可能なことを確認。	○	OK/NG自動判別が可能かを検証する。
(ヘ)高性能で低価格な炭素被覆金属セパレータ製造方法の確立 (株式会社ユメックス)				
(1)セパレータ:表面処理を含めて100円/枚以下	・安価なSUS基盤を用いた均一な膜厚の樹脂薄膜を形成させるための電着塗装条件の確立。 ・薄膜を炭素化し、欠陥がなく高い導電性被膜の焼成条件を確立。	目標達成の為 貫通抵抗:10mΩ以下 (9.8N、1cm <sup>2</sup> ) 耐食性:10uA/cm <sup>2</sup> 以下 (+1.0V vs. SHE) と設定。 貫通抵抗、耐食性を両立	○	・プロセス安定化 (抵抗ばらつき低減) ・SUS基板への密着性向上。
(2)セパレータ:肉厚を0.2 mm以下	JARI標準セルをもとにした薄板プレスセパレータへの炭素被覆化処理の確立	0.1tでのプレス加工を確認し、炭素被膜処理を実施。凸部の膜厚不均一性が顕在化。	△	膜厚の不均一性対応策を継続して実施する。
(3)燃料電池としての耐久性が5,000時間以上	燃料電池としての耐久性が5,000時間以上	加速試験、初期寿命試験(2000h)実施。	△	・5,000hまでの寿命評価を継続し、セパレータの腐食が無い事を確認する。

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業(H27~H31)



- ・2025年に市場投入予定の燃料電池自動車に採用され得る技術を優先実施。
- ・目標出力密度の向上は各社「設計開発」(競争領域)の範疇。NEDOはその達成に貢献可能な協調領域の基盤技術開発・実用化開発に特化。

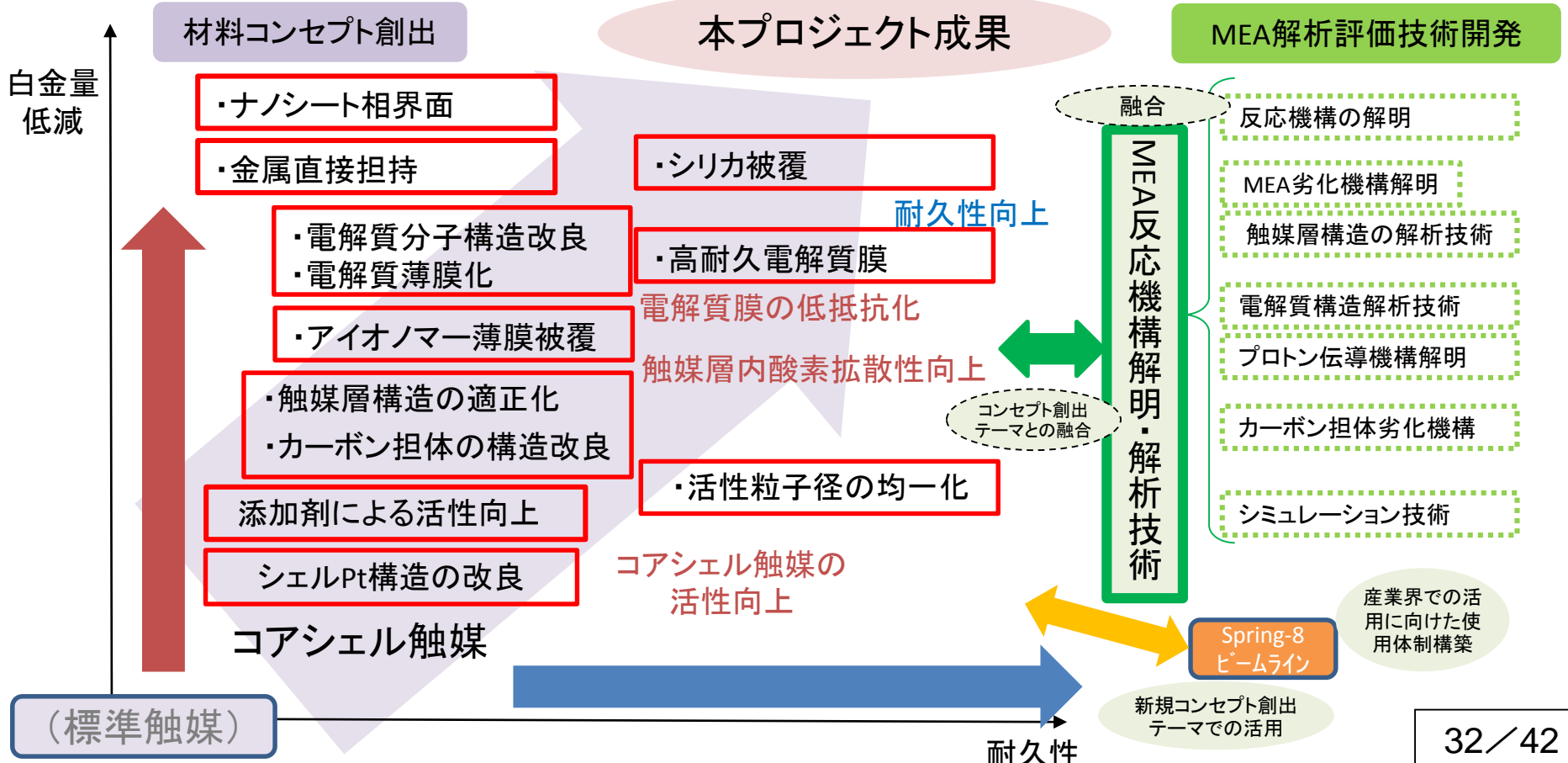
★NEDO事業を継続したことで得られた多くの知見。⇒棚卸しの実施



# ◆各個別テーマの成果と意義

- ・白金量低減や耐久性向上に資する新規コンセプトが創出され、これらの組合せによって、当初目標の達成を見込む。
- ・解析評価技術分野においても、新規解析手法の有効性を見出し、今後、実触媒に適用し検証を実施する。
- ・新規コンセプト材料をMEA評価・解析技術を用いて、コンセプトの効果を検証する。
- ・事業参画者の技術交流を図ることによって、成果の相乗効果を図る。

「出力密度 × 耐久時間 × 1/(単位出力あたりの貴金属使用量)」が現行の10倍以上



◆ 成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	現状	最終目標 (平成31度末)	達成見通し
<p>①普及拡大化 基盤技術開発</p>	<p><b>【解析技術開発】</b> 触媒活性発現のメカニズム解析、触媒構造解析、電解質材料特性の支配因子の評価、解析手法、MEAの主要設計因子、性能発現要因の解析手法を確立し、適用可能となった。</p>	<p><b>【解析技術開発】</b> 出力密度×耐久時間×1／(単位出力あたりの貴金属使用量)が現行の10倍以上を実現するための要素技術を確立する。</p>	<p>白金量低減や耐久性向上に資する新規コンセプトが提案され、これらの組合せによって、当初目標の達成を見込む。新規解析手法の個々の有効性を見出し、MEAの評価解析技術と連携させることで総合的な評価・解析手法の確立を目指す。開発した解析評価技術を新規コンセプト材料の検証に適用し、開発を加速する。</p>
	<p><b>【コンセプト創出】</b> MEA構成部材であるカソード触媒、アノード触媒、電解質材料について、高性能・高耐久・低コストに資する新規コンセプトを見出している。</p>	<p><b>【コンセプト創出】</b> 出力密度×耐久時間×1／(単位出力あたりの貴金属使用量)が現行の10倍以上を実現するための材料コンセプト(メカニズムに基づく材料設計の考え方)を確立する。</p>	

## ◆ 成果の普及

	平成27 年度	平成28 年度	平成29 年度	平成30 年度	平成31 年度	計
論文	69	92	50			211
研究発表・講演	285	418	154			857
受賞実績	14	26	4			44
新聞・雑誌等への掲載	16	23	7			46
展示会への出展	1	3	3			7

※平成29年度9月27日現在(予定含む)

## ◆ 成果の普及

### 学協会での発信

電気化学会

電池討論会

燃料電池シンポジウム(FDIC主催)

米国電気化学会(ECS)大会

### 受賞

- 1) 内田 裕之「燃料電池反応の複合解析に基づく高活性・高耐久性電極触媒の研究開発」平成29年度電気化学会学会賞(武井賞)、平成29年3月26日
- 2) 難波江裕太「Non-Precious-Metal Cathode Catalysts Prepared from Polyimide Fine Particles」第25回日本MRS年次大会奨励賞 平成28年1月

## ◆ 知的財産権の確保に向けた取り組み

	平成27 年度	平成28 年度	平成29 年度	平成30 年度	平成31 年度	計
特許出願(うち外国出願)	21 (2)	29 (5)	7 (0)	-	-	57 件

※平成29年度8月25日現在

◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

**【普及拡大化基盤技術開発】 委託事業**

本研究開発事業の成果である解析、評価技術及び各種材料コンセプトが2025年以降の大量普及期に向けた自動車用燃料電池の研究開発に資することとする。

**【プロセス実用化技術開発】 助成事業**

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動に貢献することを言う。

## ◆ 実用化に向けた戦略

- ・ NEDOが研究開発の実施方式を規定
- ・ 材料開発は実施せず、機構・指針を提示
- ・ 協調領域の研究開発

## 3つの基本方針

### (1) 研究開発の実施体制

- ・ NEDOが研究開発実施者を選定  
    専門家をテーマリーダーとして選定
- ・ 資源・知見の有効利用のため連携した運営体制を構築
- ・ 共通した評価機関における性能評価を実施  
    相対的な位置関係・関連性の明確化
- ・ 実用化技術開発は、普及拡大化基盤技術開発と連携
- ・ ユーザから構成される技術検討委員会の設置 ⇒ 技術移転の促進

### (2) 研究運営管理

- ・ 研究開発の進捗把握・管理
- ・ 技術分野における動向の把握・分析
- ・ 成果報告会による事業者間の技術交流と成果の普及

上記により、「成果の普及」と「成果の実用化」を目指す。

## ◆ 実用化に向けた具体的取り組み

### (1) 研究開発実施体制

- ・各テーマ毎にテーマリーダーを選定
- ・Spring-8のNEDOビームラインを有効活用するため、**課題選定委員会**設定(電通大、名大、分子研、FC-Cubic、NEDO)分析技術有効利用のため連携した運営体制を構築
- ・【普及拡大化基盤技術開発】PEFC解析技術開発の中にセルの共通評価を可能とするため、**性能評価体制**を構築
- ・実用化技術開発では、セルスツタクに関する材料コンセプト創出の中で低白金プロジェクトを企業と**連携**させ開発の効率化を図る
- ・技術委員会を3回開催し、**技術移転**の促進を図る

### (2) 研究運営管理

- ・メーカーが興味のある技術についてはNDAを締結し技術交流を実施。
- ・成果報告会を開催し、「委託事業と助成事業」と「事業者間」の技術情報の共有化を図り、より早い成果の普及と創出を図る。
- ・技術情報の共有化を図りつつ、「見えた」から「使える技術」への転換を支援。



## ◆ 成果の実用化の見通し

2025～2030年頃の市場導入が想定される第3世代燃料電池自動車への技術導入を行うためには、2020年までに自動車メーカーに開発された技術が採用される必要がある。事業終了を待たず、ケース・バイ・ケースで随時メーカーに情報を提供。

【実用化に向けた具体的取り組み】を通じて、

- ・基盤・解析技術においては、随時自動車メーカー、定置用メーカーと情報交換がなされており、採用に向けて技術交流を図っている。
- ・基盤・コンセプト抽出分野においては、新たなコンセプトが提案され、着実な成果が見られている。
- ・実用化分野においては、生産量を10倍にすることが可能な技術が見出され、品質確立のための検査技術の構築にシフトする。

実用化するわちメーカーへの採用には、さらなる課題が残されているが、残り2年間での最終目標が達成されることで、実用化・普及に向け大きく前進するものとする。

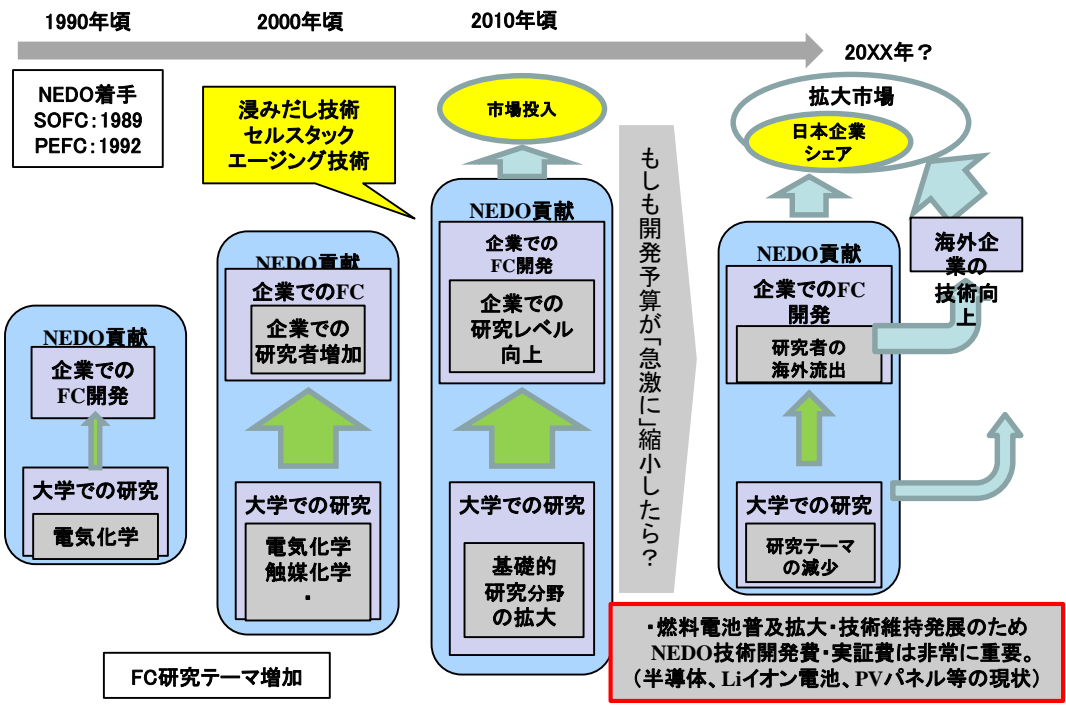
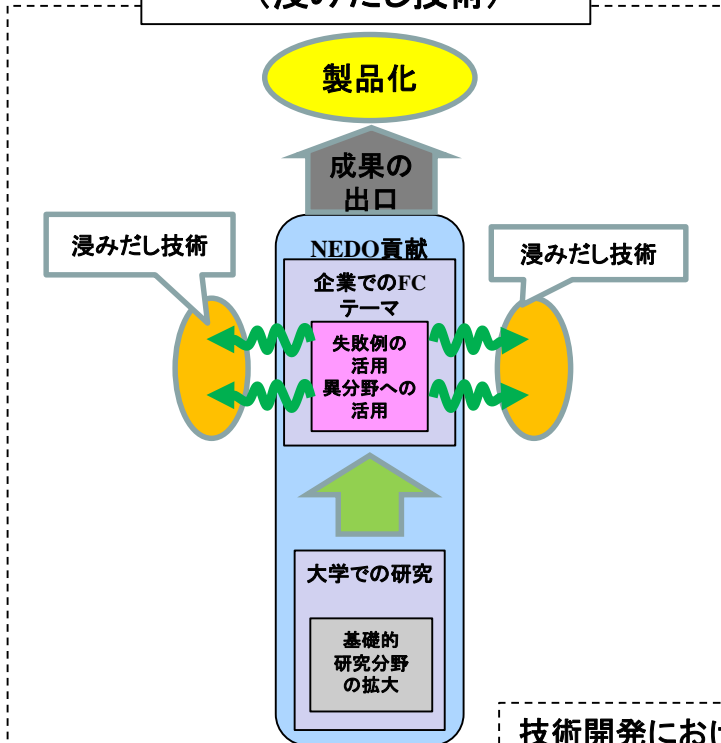
4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通し (3) 成果の実用化の見通し

◆波及効果

- \* 研究者(企業、大学、研究機関)のスキルアップ
- \* 産学連携の強化推進
- \* 得られた基礎基盤技術の共有化により国内の技術・競争力向上

モノづくりにおいて、継続によって得られた技術・知見は貴重な「財産」。

技術開発継続の重要性 (浸みだし技術)



技術開発における浸みだし技術:  
当初掲げていた目標(出口)に直接的には貢献しないが、その技術領域では、開発に大きく貢献し得る技術・知見など。

## その他注意事項:

引用、転載等がある場合には、著作権について十分にご留意願います。

- ・インターネット等に掲載されている図表、写真等においても、転載する場合には著作権者の承諾が必要です。
- ・新聞、技術誌の切り抜きは、発表のスライド映写のみ(紙資料にしない)とし、出典の記載をお願いいたします。  
(例:〇〇新聞 平成〇〇年〇月〇日 朝刊3面)
- ・著作権、引用ルールに関しては、「成果報告書・中間年報電子ファイル提出の手引き:添付資料B.著作権に関するQ&A」を参照して下さい。ご一読ください。

<http://www.nedo.go.jp/content/100103882.pdf>