

「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣
化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セ
ルのための基礎的材料研究」

中間評価報告書

平成22年2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

平成22年2月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 村田 成二 殿

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 委員長 西村 吉雄

NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、別紙のとおり
評価結果について報告します。

目 次

はじめに	1
分科会委員名簿	2
審議経過	3
評価概要	4
研究評価委員会におけるコメント	8
研究評価委員会委員名簿	9
第1章 評価	
1. プロジェクト全体に関する評価結果	1-1
1. 1 総論	
1. 2 各論	
2. 個別テーマに関する評価結果	1-31
2. 1 劣化機構解析	
2. 2 高活性・高耐久性の触媒開発	
2. 3 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発	
2. 4 自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究	
3. 評点結果	1-59
第2章 評価対象プロジェクト	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会における説明資料	2-2
参考資料1 評価の実施方法	参考資料 1-1

はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究」の中間評価報告書であり、第18回研究評価委員会において設置された「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究」（中間評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第24回研究評価委員会（平成22年2月5日）に諮り、確定されたものである。

平成22年2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

「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究」

中間評価分科会委員名簿

(平成21年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	やまざき ようたろう 山崎 陽太郎	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 物質科学創成専攻 教授
分科会長 代理	わたなべ まさよし 渡邊 正義	横浜国立大学 大学院工学研究院 機能の創生部門分子の機能分野 教授
委員	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 機能分子・生命化学科 教授
	かわつ しげゆき 河津 成之	トヨタ自動車株式会社 F C開発本部 F C技術部 企画総括室 主査
	さとみ ともひで 里見 知英	燃料電池実用化推進協議会 企画第2部 部長
	しのはら かずひこ 篠原 和彦	日産自動車株式会社 総合研究所 燃料電池研究所 主管研究員
	たにもと かずみ 谷本 一美	独立行政法人産業技術総合研究所 ユビキタスエネルギー研究部門 副部門長
	りくかわ まさひろ 陸川 政弘	上智大学 理工学部 物質生命理工学科 教授

敬称略、五十音順

審議経過

● 第1回 分科会（平成21年11月2日）

公開セッション

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法及び評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明

非公開セッション

5. プロジェクトの詳細説明

公開セッション

6. まとめ・講評
7. 今後の予定、その他、閉会

● 第24回研究評価委員会（平成22年2月5日）

評価概要

1. 総論

1) 総合評価

燃料電池自動車の大量普及に向けては、低コストで高性能・耐久性を兼ね備えた実用的な燃料電池用膜・電極接合体 (MEA) の開発が必要であるが、民間企業の努力では目標達成は困難であり、産学が連携して複合的な取り組みを進めることは、短期間に研究開発の成果をあげる上で有効である。また、燃料電池開発における厳しい国際競争の中で、世界をリードする研究開発拠点を日本国内に整備することは、公益性が高く、本事業を実施する意義は大きい。本事業においては、低コストで高耐久・高性能な MEA 技術の開発に必要な要件と目標が整理され、推進計画も適切に立案されている。また、設備導入や稼働が当初計画に基づいて進められ、性能向上に関する成果も着実に上がっている。こうしたことから、平成21年度の目標もほぼ達成されると見込まれる。これに加え、多数の論文等の発表や知的財産権の確保に向けた積極的な取り組みや、一般に向けた成果の普及や人材育成に対する積極的な取り組みについても評価することができる。

一方で、研究開発の対象となる材料が多岐にわたり、また反応解析から材料開発まで広範囲な研究開発を対象としていることから、守備範囲があまりに広過ぎる点が懸念される。こうしたことから、本事業の狙いである自動車用 MEA の課題、進捗を改めて整理し、全体像を示した上で、目標達成の困難さ、限られた原資と他プロジェクトとの重複等も考慮し、より本題に集約した効率的な研究開発の推進が望まれる。また、事業化に向けた見通しがやや不十分であり、開発の各段階でのマイルストーンをもっと明確にすべきである。さらに、燃料電池自動車の実用化を取り巻く昨今の情勢の変化を考えれば、「低コスト化」を事業の全体目標として、もっと明確に打ち出すことが望まれる。

2) 今後に対する提言

現状では本事業 (HiPer-FC) の中に、燃料電池自動車用を出口と想定した研究開発項目と、定置用燃料電池を出口と想定した研究開発項目が混在しているが、それぞれについて、実施事項と目標値を設定することが必要である。また、本事業を通じて最先端の研究機器が整備されているが、研究機器を他大学の研究者に開放するなど、HiPer-FC を共同利用研究施設として位置付け、有効活用することも検討すべきである。外部との情報交換に関しては、自動車業界との意見交換会をより頻繁に開くことに加え、定置用燃料電池の業界関係者とも意

見交換することで、業界のニーズをタイムリーに本事業に反映させていただきたい。さらに、特許を含めた研究成果の民間への移転、活用についても積極的に進めていただきたい。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

日本の環境適合自動車開発の優位性を保つことは、日本の今後の産業の生命線であり、燃料電池自動車に係る開発は、エネルギーイノベーションプログラムに寄与している。燃料電池自動車の実用化には、耐久性の向上と飛躍的なコスト削減が必要で、民間企業のみでの独自研究では達成不可能であり、NEDOの関与が必要であり、本事業は妥当である。燃料電池分野における国際間での厳しい研究開発競争の中で、世界をリードする研究開発拠点を日本国内に整備し、基礎的・基盤的課題に集中的に取り組み、革新的な材料開発を進めることは、NEDO事業として妥当である。

一方で、固体高分子形燃料電池関係のNEDOプロジェクトは、本プロジェクト(HiPer-FC)のような研究開発拠点整備を伴う大型事業と、大学ごとの個別テーマを採択するプロジェクトの2本立てのスキームで進められているが、研究テーマを適切に仕分け、役割と相互の補完関係を明確にした上で、それらを連携して推進することで、国際競争力の強化を図る必要がある。研究成果の公開や技術移転についても、方法論を確立して行く必要がある。国際標準化との連携については、NEDOとHiPer-FCプロジェクトの実施者との間でよく相談し、認識を共有した上で、推進計画の中に盛り込むことが望まれる。

2) 研究開発マネジメントについて

いずれの項目についても概ね良好である。強力なプロジェクトリーダーのもとに大学と参加企業から人材が結集し、世界的に見ても最先端の研究開発拠点が整備されている。実用化を推進する民間企業との連携や方向性の認識共有化なども進められており、外部の意見の取り込みや環境の変化にも対応できている。

一方で、2015年以降の燃料電池自動車の普及に向けて前倒しの目標達成が望まれる。本事業の成果の燃料電池・水素メーカーへの技術移転のシナリオも考えておくことが必要である。また、昨今の情勢変化を考えれば、「低コスト化」への支援を事業の目標として一層明確に打ち出すべきである。さらに、プロジェクト全体の目標設定に関して、定置用燃料電池に係わる目標も具体的に設定することが望ましい。研究開発拠点の整備については、プロジェクトの中立性について配慮し、本プロジェクト外での重要な燃料電池研究開発への活用を検

討すると共に、適切な時期に費用対効果の面からの検証が必要である。

3) 研究開発成果について

第一ステップとして設定した劣化解析、加速試験法等の確立と研究開発環境整備の基本的目標については、新しい知見や解析手法が見出され、新たな触媒、電解質膜材料の展望が示され、また今後威力を発揮できる研究開発環境が整備されつつあり、年度末までにほぼ達成されると期待できる。炭化水素系電解質膜開発において、明確な分子設計指針に基づき戦略的に新規な電解質膜を開発するという進め方は、高く評価することができる。特許出願など知的財産権の確保について、積極的な取り組みが行われており評価でき、成果の対外発表など情報発信も十分に評価できる。

一方で、あと 5 年間で最終目標を達成するためには、触媒開発、電解質膜開発、MEA 開発ともに、もう少し明確かつ具体的な開発のシナリオが必要であり、最終目標に向けた課題と解決の方法の整理が望まれる。世界最先端の研究開発拠点を整備した本事業においては、研究開発成果も世界最高水準であることが期待され、海外の最新技術とのベンチマーキングが必要である。次回の中間評価時には、海外の最新技術とのベンチマーキングを実施して欲しい。知財戦略も重要であり、国内特許のみでなく国際特許の取得を前提として対応することが望まれる。また、公開特許情報を積極的にオープンにして、知的財産の採用を促すようなことも考えて欲しい。実用化に向けては、NEDO として知的財産権の活用の方針を示し、関連企業への技術導入の仕組みを早期に確立する必要がある。より積極的な成果の普及として、例えば、HiPer-FC レターを定期的に発行するなどして、幅広い関係者に成果を普及することも望まれる。

4) 実用化の見通しについて

プロジェクト開始 2 年目の中間評価の段階で実用化の見通しを判定するのは難しいが、特に、自動車用 FC への応用を狙った高性能化、高信頼化、低コスト化のための基礎研究の成果は着実に上がっており、ナノカプセル法での PEFC 触媒、改質触媒への展開等の出口イメージはある。成果の出口である自動車メーカーの意見交換会と本プロジェクトへ適切にフィードバックされる仕組みが設けられている。開発された技術は自動車用だけでなく、定置用やその他の燃料電池開発に応用が期待できる。多くの研究者や学生に向けての人材育成プログラムが整備され、企業技術者の人材育成も進めており、わが国の電気化学分野でのポテンシャルを高めることが期待できる。

一方で、実用化に向けた見通しが弱く、開発の各段階でのマイルストーンをもっと明確にすべきである。連携以外の関連企業、特に自動車メーカー、他の

プロジェクト、学官との連携を強化して、実用化までのシナリオ、戦略を考える必要がある。本事業の成果の一部を 2015 年に普及開始を目指す燃料電池自動車に反映させるためには、事業の途中時点で成果を提供するタイミングについて、自動車メーカーのニーズを把握しておく必要がある。また、実用化までのシナリオ、マイルストーンを具体化する際には、国内外の競合技術との比較、ベンチマーキングも必要である。

研究評価委員会におけるコメント

第24回研究評価委員会（平成22年2月5日開催）に諮り、了承された。
研究評価委員会からのコメントは特になし。

研究評価委員会

委員名簿（敬称略、五十音順）

職 位	氏 名	所 属、役 職
委員長	西村 吉雄	学校法人早稲田大学大学院 政治学研究科 (科学技術ジャーナリスト養成プログラム) 客員教授
委員長 代理	吉原 一紘	オミクロンナノテクノロジージャパン株式会社 最高顧問
委員	安宅 龍明	オリンパス株式会社 新規中核事業企画本部 ヘルスケア事業開発部 企画グループ コーディネーター
	伊東 弘一	学校法人早稲田大学 理工学術院総合研究所 客員教授（専任）
	稲葉 陽二	日本大学 法学部 教授
	大西 優	株式会社カネカ 顧問
	尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング株式会社 取締役社長
	小林 直人	学校法人早稲田大学 研究戦略センター 教授
	小柳 光正	国立大学法人東北大学大学院 工学研究科 バイオリボティクス専攻 教授
	佐久間一郎	国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学 精密機械工学専攻 教授
	菅野 純夫	国立大学法人東京大学大学院 新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授
	富田 房男	放送大学 北海道学習センター 所長
	架谷 昌信	愛知工業大学 工学機械学科 教授・総合技術研究所所長
宮島 篤	国立大学法人東京大学 分子細胞生物学研究所 教授	

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の「○」「●」「●」が付された箇条書きは、評価委員のコメントを原文のまま、参考として掲載したものである。

1. プロジェクト全体に関する評価

1. 1 総論

1) 総合評価

燃料電池自動車の大量普及に向けては、低コストで高性能・耐久性を兼ね備えた実用的な燃料電池用膜・電極接合体 (MEA) の開発が必要であるが、民間企業の努力では目標達成は困難であり、産学が連携して複合的な取り組みを進めることは、短期間に研究開発の成果をあげる上で有効である。また、燃料電池開発における厳しい国際競争の中で、世界をリードする研究開発拠点を日本国内に整備することは、公益性が高く、本事業を実施する意義は大きい。本事業においては、低コストで高耐久・高性能な MEA 技術の開発に必要な要件と目標が整理され、推進計画も適切に立案されている。また、設備導入や稼働が当初計画に基づいて進められ、性能向上に関する成果も着実に上がっている。こうしたことから、平成 21 年度の目標もほぼ達成されると見込まれる。これに加え、多数の論文等の発表や知的財産権の確保に向けた積極的な取り組みや、一般に向けた成果の普及や人材育成に対する積極的な取り組みについても評価することができる。

一方で、研究開発の対象となる材料が多岐にわたり、また反応解析から材料開発まで広範囲な研究開発を対象としていることから、守備範囲があまりに広過ぎる点が懸念される。こうしたことから、本事業の狙いである自動車用 MEA の課題、進捗を改めて整理し、全体像を示した上で、目標達成の困難さ、限られた原資と他プロジェクトとの重複等も考慮し、より本題に集約した効率的な研究開発の推進が望まれる。また、事業化に向けた見通しがやや不十分であり、開発の各段階でのマイルストーンをもっと明確にすべきである。さらに、燃料電池自動車の実用化を取り巻く昨今の情勢の変化を考えれば、「低コスト化」を事業の全体目標として、もっと明確に打ち出すことが望まれる。

<肯定的意見>

- 燃料電池自動車の大量普及のためには、低白金化を含めたコスト低減、耐久性向上、更なる高性能化が不可欠であるが、その技術ハードルは高く、さらに MEA を構成する材料は多岐にわたり、1 企業の努力では目標達成は困難であり、サイエンスに基礎をおいた産学連携による複合的取り組みが必要である。以上の目的に沿った、集中的な研究体制のための準備が整い、既に結果が出始めている。
- 燃料電池の自動車応用という喫緊の課題に対して、NEDO 予算という公的予算を投じて研究成果を公開して行くことは、我が国全体の研究活性を高めるためにも、さらに共通技術プラットフォームのレベル向上のためにも有用と考える。

- 高性能、高信頼性、低コストを同時に実現可能な高性能セル開発のための基礎的技術の確立を目的として、集中的なセンターという研究体制を構築して研究を進めることは効率的な研究開発を可能とし、短期間に成果をあげるためには有効であると思われる。高性能セル開発に必要な触媒、電解質膜、MEA の開発目標も高く、センターの人材、設備等のポテンシャルも十分に高い。
- 本事業は、燃料電池自動車の実用化に向けた基盤的な研究開発事業であり、成果が着実に上がっていること、また長期的に腰を据えて取り組むべきテーマでもあることから、次年度以降も継続して力強く推進していただきたい。なお、その際には、この中間評価で出された提言、コメントを十分に勘案し、さらに有用な成果が得られるように積極的に見直しを行っていただきたい。
- 低コストで高性能・耐久性を兼ね備えた実用的な MEA を開発するためには、産学の密接な連携のもとに集中的に推進する必要がある。また、燃料電池分野における国際間での厳しい研究開発競争の中で、世界をリードする研究開発拠点を日本国内に整備することは、公益性が高く国でなければできない。本事業を NEDO 事業として実施する意義は大きい。
- 研究成果を踏まえ多数の論文発表、講演発表が行われており、また特許出願など知的財産権の確保について、積極的な取り組みが行われている。さらに、一般に向けた成果の普及についても配慮されていて評価することができる。
- 性能向上に関しては、着実に成果が上がっており、事業化に向けた課題も概ね明確になっている。一方で、コストダウンに関しては着実に進んでいるものの、事業化に向けた見通しが若干弱いように感じられた。
- 研究開発を通じた人材育成が熱心かつ積極的な取り組みが行われており、高く評価することができる。本事業を通じて優れた研究者が育成され、産業界で活躍することを期待したい。
- 燃料電池自動車の実用化に資する低コストで高耐久・高性能(広作動度範囲・無過失)な MEA 技術の研究開発に必要な要件と目標を整理、適切な開発計画を立案し、必要な施設の準備を進め、平成 21 年度の初期研究目標もほぼ達成されると見込まれる。
- 高い研究目標達成のために有効な独自のアイデアを組み込んだ最新鋭の高度な観察・計測設備も準備され、世界をリードできる燃料電池研究施設が設置されると見込まれる。
- 設備導入、稼働と当初計画に基づいて進められてきている。また導入されつつある装置・設備も最先端のものであり、今後の技術発展が期待できるレベルのものである。

- 劣化解析での基礎研究から、炭化水素系新規電解質膜の適用、新規触媒の開発、スタック化まで広範な研究を、山梨大学をはじめ分担となる他大学、メーカーとの連携を図りながら集中的に進めており、所定目標のみでなく企業への人材育成などの幅広い成果が期待できる。
- 基礎的材料研究として、触媒、電解質、MEA、劣化機構解析と総合的に研究を展開している。適切な人材を各分野の研究に配置しており、関連企業との連携が図られている。

<問題点・改善すべき点>

- 最終的な目的が燃料電池自動車の大量普及である以上、本プロジェクトが十分な成果を上げるためには、自動車産業との更なる連携が必要と思われる。
- 材料も多岐にわたり、また反応解析から材料開発まで広範囲な研究開発を対象としており、一つのセンターとしては守備範囲があまりに広過ぎることが懸念される。NEDOで行っている他のプロジェクトと仕分けができていない研究テーマもいくつか見受けられる。
- 燃料電池自動車の実用化を取り巻く昨今の情勢の変化を考えれば、「低コスト化」を事業の全体目標として、もっと明確に打ち出すべきである。
- プロジェクトの内部は頑強な推進体制が出来ているが、プロジェクトの外の声を聞く仕掛けが不十分であると感じられた。他の NEDO プロジェクトと同様、推進助言委員会を設置し、外部の有識者のアドバイスに耳を傾けながら、フレキシブルに事業をステアリングするようなプロジェクトのマネジメントが期待される。
- プロジェクト全体の目標の中に、定置用燃料電池に係わる目標が設定されていない。本プロジェクトには定置用燃料電池に関する研究開発項目も含まれているので、プロジェクト全体の目標の中に、定置用燃料電池に係わる目標も具体的に設定すべきである。
- 本事業において世界最先端の研究開発拠点を整備していることを考えれば、研究開発成果も世界最高水準であることが期待されるが、海外の最新技術とのベンチマークが示されていないために的確に評価することが出来なかった。次回の中間評価時には、海外の最新技術とのベンチマークを実施して欲しい。
- 燃料電池の研究開発に有効な優れた広範な視点での取り組みが開始されているものの、本プロジェクトの目的に照らしてみると必ずしも必要性が高くなく、関連性も薄い研究課題が見受けられ、目標達成の困難さ、限られた原資と他プロジェクトとの重複等も考慮し、より本題に集約した効率的な取り組みが肝要ではないか。

- 総額 40 億円/2 年の成果としては、設備等の導入および立ち上げ期の現時点では十分かどうか疑問。これだけの予算を使うのであれば、評価系のコンタミ除去を言うにしても、何がどの程度影響するからその必要レベルとしてこのぐらいのクリーンな環境が必要と言うような整理が必要（つまり各設備の課題を解いていく上での整理された論理が必要）と考える。
- メカニズム解明に際しては、対象とする全ての解明すべきメカニズムを定義し、優先順位付けして、それぞれに適切な方法は何で、どのように取り組んでいくのか（手法開発も含めて）、さらには、解析手法にしてもどの様な技術開発が上記のメカニズム解明に必要なのかを整理して示すべきではないか。今後、新たな装置による計測が進むことにより、新たな課題抽出が進むと考えられ、これらの新規課題も含めた「自動車用 MEA」の課題全体をわかる範囲でよいので全体像を示してもらいたい。
- 固体高分子形燃料電池研究に特化した研究設備、高度な分析・計測機器を整備できつつある。他大学では整備の困難な設備であるので、他大学などへオープン化した利用の可能性も探って頂きたい。劣化機構解析についてはオープンな議論で更に成果が期待でき、結果として実りある成果に繋がると感じます。
- 研究拠点として重要な位置にあるグループであることは認識できるが、研究設備がオーバースペックとならないように研究を推進すべきである。総合研究ではあるが限られた研究テーマであるので、使用頻度等を考慮して導入装置を選定すべきである。

<その他の意見>

- 本事業は、2008 年度と 2009 年度の 2 年間で既に約 41 億円の予算が投じられている。本事業は 7 年間の事業期間での予算総額が 70 億円を予定する高額な事業であるから、費用対効果については十分に検討していただきたい。
- 本事業を通じて、燃料電池に係わる材料作成、評価試験及び解析を一体的に実施できる世界最先端の研究開発環境が整うことになる。本事業において有効に活用されることはもちろんのこと、このように優れた施設が、本事業終了後においても継続的に維持され、世界的な研究開発拠点として引き続き有効に活用されるように今から十分な配慮が期待される。
- 本事業終了時（2014 年度）の成果を 2015 年に普及開始を目指す燃料電池自動車に反映させるためには、事業終了時点でまとめて成果を出すのではなく、事業の途中時点での成果の出し方についても予め工夫しておく必要がある。本事業による成果の実用化の見通しをより確実にできるように、どのようなタイミングで、どのような成果を出すのか、本事業による成果の受け取り手

である自動車会社と事前に話し合っておくことが望ましい。

- 非常に多岐にわたる領域をカバーしており、全体像を俯瞰しにくい状態となっている。表等の形式で詳細に課題、進捗がわかる状態に出来ないか。
- 研究組織として企業との連携は取られているが、この一年半の研究成果を見る限り、比較的企業の貢献度が低いように思える。もう少し、企業での研究に独自性を持たせ、MEA や劣化解析は企業に主担当を任せの方が良いように思える。

2) 今後の提言

現状では本事業（HiPer-FC）の中に、燃料電池自動車用を出口と想定した研究開発項目と、定置用燃料電池を出口と想定した研究開発項目が混在しているが、それぞれについて、実施事項と目標値を設定することが必要である。また、本事業を通じて最先端の研究機器が整備されているが、研究機器を他大学の研究者に開放するなど、HiPer-FC を共同利用研究施設として位置付け、有効活用することも検討すべきである。外部との情報交換に関しては、自動車業界との意見交換会をより頻繁に開くことに加え、定置用燃料電池の業界関係者とも意見交換することで、業界のニーズをタイムリーに本事業に反映させていきたい。さらに、特許を含めた研究成果の民間への移転、活用についても積極的に進めていきたい。

<今後に対する提言>

- 例えば、FCCJ 自動車ワーキングとの意見交換会をより頻繁に開くなど、自動車メーカーとの情報交換を活性化する取り組みが必要と思われる。
- 現在は、劣化機構解析、触媒開発、電解質膜開発、MEA 開発と幅広く研究計画を立てているが、今後の研究の進捗によっては、目的を絞る必要も出て来るであろう。
- 山梨大学でこれまで行ってきた研究の単なる延長でなく、真に重要な開発項目に人材を集中して研究開発を行うことにより、効率的な研究を進めるべきである。
- 他のプロジェクトとも協力関係を強め、他で得られた成果も活用して効率的に研究開発を進めて欲しい。
- 今後も欧米における類似の研究開発事業の動きを定常的にベンチマークしていくことで、日本がこの分野において、将来に渡って国際的なリーダーシップを取れるよう心がけていきたい。
- 本事業の中には多くの研究項目が含まれているが、研究項目ごとに開発のフェーズが異なることから、一律に国の 100%補助で実施するのではなく、それぞれの研究項目の開発フェーズに応じて、参加企業側にも一定割合の研究費用負担を求めるなど、事業の費用対効果をさらに高める方法について検討していただきたい。
- 本事業によって最先端の研究機器が整備されているが、他の大学ではとてもこれだけの研究機器を取り揃えることは出来ない。HiPer-FC の研究機器を他大学の研究者に開放するなど、HiPer-FC を共同利用研究施設として位置付けることも考慮していただきたい。
- FCCJ 自動車ワーキングとの意見交換会は、自動車業界のニーズをタイムリ

一に本プロジェクトに反映させる取り組みとして評価できる。今後もこうした交流の機会を継続的に実施していただきたい。また、本プロジェクトは家庭用燃料電池も研究開発の対象としていることから、家庭用燃料電池の業界関係者とも意見交換会を開催し、業界のニーズをタイムリーに本プロジェクトに反映させていただきたい。

- 現状の推進体制では、触媒の田中貴金属工業、電解質膜のカネカ、燃料電池スタックのパナソニックのように、特定の企業との結びつきが強いために、これ以外の企業が参画するのが難しい雰囲気が感じられる。企業との密接な連携により研究開発を加速させることは重要であるが、本事業のように、世界的に見ても最先端の研究開発拠点を整備するという大きな狙いを考えれば、プロジェクトの中立性についてさらなる配慮が必要であろう。
- 現状では燃料電池自動車を出口と想定した研究開発項目と、定置用燃料電池を出口と想定した研究開発項目が混在した形で推進されている。この中間評価を良い機会にして、①燃料電池自動車に係わる研究開発項目、②定置用燃料電池に係わる研究開発項目、③燃料電池自動車と定置用燃料電池に共通して係わる研究開発項目、の3つに分けた上で、それぞれについて、実施事項と目標値を設定していただきたい。
- プロジェクトの名称にナノテクノロジーを掲げているが、ナノテクノロジーならではの成果としてはまだ弱いように感じられた。充実した研究機器を活用してナノテクノロジーならではの成果を出すように注力していただきたい。
- 目標とする仕様の MEA の研究開発に集約して、且つ触媒やイオノマーについては多方面のシーズ技術からのより広範なアプローチによる取り組み強化を期待したい。
- 目標達成に必要な研究内容については他プロジェクトと重複する課題も多く、本プロジェクト内での完結的な取り組みを試行することなく、これらとの緊密な連携を図って、効率的・効果的なアプローチにより、最終目標を必ず達成させていただきたい。
- 上記のようなテーマ全体の課題設定と進捗が俯瞰し、それぞれの技術進捗に応じた変更にも柔軟に対応できていることを簡単に示せるような運営をお願いしたい。
- 先生方ではなれない部分も多いと思うので、管理面で NEDO のこれまで以上の積極関与が必要ではないか。
- NEDO プロジェクトで実施中の高度分析・計測を行っている東工大、FC-Cubic との連携の可能性も探って頂ければと思います。
- 現状の設備を見ると装置のメンテナンス等に多くの費用と人材が必要になる

ことが予想される。研究拠点に重点的に配置された最先端の設備を有効に活用する仕組みが必要に思える。

<その他の意見>

- プロジェクトの成果である知的財産を、どのように国民に還元して行くかの方法論の確立が必要な時期ではないか？
- 巨額の研究費を用いるプロジェクトであるので、特許を含めた成果の民間への移転、活用に関しても積極的に進めて欲しい。
- 本事業全体の基本計画の中では、低コスト化を謳っているものの、個別実施テーマの目標設定は高性能・高信頼性に偏りがちで、低コスト化の目標設定は十分とは言えない。次年度以降は、さらに意識的にコストダウンに関する目標設定をお願いしたい。
- 本事業を通じて山梨大学燃料電池ナノ材料研究センターには世界に誇れるような素晴らしい試験装置が次々に導入されているが、同じ山梨大学のクリーンエネルギー研究センターに導入済みの試験装置と重複するものも多い。本事業によって最新の試験装置を導入した場合には、既設のクリーンエネルギー研究センターの試験装置を他の大学・研究機関に譲渡するなど、日本全体を見渡して燃料電池に係わる研究環境が整備、底上げされるような視点で考えていただきたい。
- 7年間の事業の2年目と5年目に中間評価を予定しており、計画見直しの方針は一貫している。来年度までに今回の中間評価で出された評価コメントと、これに対する対応方針を一覧表として示して欲しい。NEDO 研究評価部においては、中間評価で出された評価コメントが、来年度の事業実施方針の中にどのように反映されたかフォローアップしていただきたい。
- 商用化を目指したFCV開発においてMEA開発は自動車スタックメーカーの競争領域であり、それぞれのコンセプトに基づくセル・スタック運用条件に適したMEAが開発されている。こうした状況下において、実際のメーカー自身が直接参画されていない本プロジェクトでの研究開発の取組み対象は、自動車スタックメーカーに実際採用されるMEAそのものを開発することではなく、各民間企業での開発を支援できる実用的なMEA設計指針・知見、材料を提供していくことと捉えたほうが適切と思われる。
- 先生方に技術に注力してもらうため、NEDOの常駐者により、サブPLによる技術開発の自主的な推進管理(PLの負担を減らす)を促進してはどうか。
- PL渡辺先生の指導の下での堅実なかつ柔軟なプロジェクト推進を望みます。ブレークスルーに繋がる新たな研究成果を期待します。
- 7年間の長期テーマであり、かつかなり地域性が強いメンバー構成になって

いる。個別テーマに関してはメンバーを入れ替えるなど、人材の流動化を検討する必要はないだろうか。

1. 2 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

日本の環境適合自動車開発の優位性を保つことは、日本の今後の産業の生命線であり、燃料電池自動車に係る開発は、エネルギーイノベーションプログラムに寄与している。燃料電池自動車の実用化には、耐久性の向上と飛躍的なコスト削減が必要で、民間企業のみでの独自研究では達成不可能であり、NEDOの関与が必要であり、本事業は妥当である。燃料電池分野における国際間での厳しい研究開発競争の中で、世界をリードする研究開発拠点を日本国内に整備し、基礎的・基盤的課題に集中的に取り組み、革新的な材料開発を進めることは、NEDO 事業として妥当である。

一方で、固体高分子形燃料電池関係の NEDO プロジェクトは、本プロジェクト (HiPer-FC) のような研究開発拠点整備を伴う大型事業と、大学ごとの個別テーマを採択するプロジェクトの2本立てのスキームで進められているが、研究テーマを適切に仕分け、役割と相互の補完関係を明確にした上で、それらを連携して推進することで、国際競争力の強化を図る必要がある。研究成果の公開や技術移転についても、方法論を確立して行く必要がある。国際標準化との連携については、NEDO と HiPer-FC プロジェクトの実施者との間でよく相談し、認識を共有した上で、推進計画の中に盛り込むことが望まれる。

<肯定的意見>

- エネルギーイノベーションプログラムに寄与している。
- NEDO の関与が必要とされる事業である。
- 本事業の目的は妥当である。
- エネルギーイノベーションプログラムの目標達成に即したプロジェクトである。日本の環境適合自動車開発の優位性を保つことは、日本の今後の産業の生命線であり、事業目的は妥当と判断する。
- 燃料電池自動車の実用化には、耐久性の向上と飛躍的なコスト削減が必要であり、民間企業のみでの独自研究では達成不可能である。特に、劣化機構解析、高活性触媒開発、炭化水素膜開発などの耐久性向上とコスト削減にとって共通基盤的な開発項目に関しては、集約的な産官学の共同研究によって進めるべきであり、この点で本センター設立の意義は高い。
- 政府の上位のエネルギー政策において、燃料電池自動車は重点的に取り組むべき技術として位置付けられている。この燃料電池自動車を本格的に普及させるためには、民間企業による商品化を前提とした技術開発に加え、本事業のような産学連携による基礎・基盤研究を並行して実施することが重要である。こうしたことから、本事業を国のプロジェクトとして実施することは評

価できる。

- 低コストで高性能・耐久性を兼ね備えた実用的な MEA の開発には、産学の密接な連携のもとに集中的に推進する必要がある、本事業を NEDO が実施することの意義は大きい。
- 燃料電池分野における国際間での厳しい研究開発競争の中で、世界をリードする研究開発拠点を日本国内に整備することは、公益性が高く、国でなければ出来ない取り組みとして評価できる。
- NEDO 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発事業を通じて明らかになった基礎的・基盤的課題に集中的に取り組み、革新的な材料開発を進めることは、NEDO 事業の目的として適切である。
- 固体高分子形燃料電池関係の NEDO 事業全体の中で、本事業をどのように位置付けるか、相互の連携関係も含めて明確になっている。さらに、固体高分子形燃料電池関係の NEDO 事業は、2010 年度以降、固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発事業に統合、集約される予定であるが、この次期事業の中での位置付けも明確になっている。
- 輸送部門からの CO₂ 排出削減に大きく貢献できる燃料電池自動車の実用化・本格普及のための最重要課題であるコスト低減において、低コストで高性能・高耐久の MEA 技術はいまだ未解明の部分が多く、基礎的・基盤的研究開発に負うところが大きい。民間企業における競争的開発の枠をこえ産学連携して叡智を結集した体系的な取り組みが必要であり、こうした観点から NEDO 事業として取り組む意義はきわめて大きい。
- 企業一社では出来ない領域をカバーした研究を集中研方式で進めており、内部での加速的な技術開発が進められる体制と言える。
- 燃料電池の普及に向けた取り組みとして、自動車用を柱としての技術開発であり、位置付けは良い。
- 自動車用途及び家庭用途の燃料電池の実用化を目指す上で高性能化、長寿命化の課題は公共性の高いものであり、公的な支援の下で進めることは妥当と思われる。
- 燃料電池の本格的普及には、実用化の観点から求められる総合的な基礎研究が必要である。本事業によって、企業における実用化研究で得られにくい基盤技術が補完されることが期待できる。

<問題点・改善すべき点>

- 白金使用料が現状の 1/10 などの研究開発目標が達成され、人材育成、燃料電池利用に関する啓発活動などが成果を上げるならば、効果は、投じた予算との比較において十分と思われる。

- 民間活動のみでは改善できないものであること、または公共性が高いことにより NEDO の関与が必要とされる事業か否かは、研究成果の公開と、プロジェクトで得た知的財産をどのように技術移転してゆくかの方法論に依存する。このあたりをプロジェクト遂行しながら確立して行く必要がある。
- NEDO で進められている他のプロジェクト、センターと協力関係が明確でない。また、他のプロジェクト、センターとの明確な研究テーマの仕分けが必要なテーマも見受けられる。
- 現在の NEDO プロジェクトは、HiPer-FC のような研究開発拠点整備を伴う大型事業と、大学ごとの個別テーマを採択するプロジェクトの 2 本立てのスキームで進められている。大型の拠点整備事業と個別採択プロジェクトとの互いの役割と相互の補完関係について、NEDO が明確な方針を示して推進すべきである。
- エネルギーイノベーションプログラム基本計画の中に、本事業：固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究が記載されておらず、エネルギーイノベーションプログラム基本計画の目標達成のために本事業がどのように貢献するのか、読みとることが出来ない。エネルギーイノベーションプログラム基本計画の記述内容を、本事業を反映した内容に見直していただきたい。(エネルギーイノベーションプログラム基本計画の 26 ページ参照)
- 研究者を集結させた集中的な研究開発体制の構築という” ヒト ”の部分については明確に示されているが、拠点整備の考え方、即ち山梨大学に世界的な研究拠点を整備するという”モノ”の部分についての考え方が示されていない。国内の研究者が利用できる共同利用拠点としての位置付けについてもぜひ検討していただきたい。
- 本事業の研究開発項目は、燃料電池自動車用の電極触媒、電解質膜、MEA から始まって、定置用燃料電池のメタン化反応触媒、さらには燃料電池セルの可視化技術まで、まるでデパートのような品揃えになっている。本事業は政府の上位政策方針との位置付けは明確になっているが、その一方で、事業の中身としての実施項目は、やりたい項目、やれそうな項目が雑然と並んでいる印象も受ける。事業の位置付けと事業の中身の間にギャップの大きさを感ずる。
- 集中研で進められているため、その方向性がどのように定まっていくのかわかりにくい面がある。よって、これまで以上に頻繁に、他の NEDO プロや外部企業との方向性について課題認識を摺り合わせ、さらには、PJ 内部での技術課題論議等のコミュニケーションを可視化して充実させていくべきではないか。

- 人材育成面での課題とそれに対する取り組みに関して具体例はあるものの、体系だった考え方や進め方があると良い。
- これまでの他のコンソーシアムでの PEFC 劣化研究、基礎的計測技術などを反映させると共に、今後の並行する次期事業の中で HiPer-FC を始め、次期事業の成果がどのフェーズ（5年先 or 10年先の材料、セル、スタック、システムのどこか）を目指した材料開発を狙うのかを明確にしておく必要がある。ただし、Rigid な区分けのような目標でなく、目指すところを明示することが必要と考える。
- 国際競争力の観点では、米国に遅れているところも多々あり、本事業単独ではなく、他の事業との連携による国際競争力の強化を図る必要がある。それぞれの材料、技術における真の競争力を把握する必要がある。

<その他の意見>

- 本事業は 2008 年度と 2009 年度の 2 年間で既に約 41 億円が投じられている。7 年間の事業期間での予算総額が 70 億円を予定する高額な事業であるから、費用対効果については十分に検討していただきたい。
- 固体高分子形燃料電池の実用化は本事業だけで達成できるものではなく、固体高分子形燃料電池関係の NEDO 事業全体として考える必要がある。従って、実施の効果（費用対効果）の評価に当たっても、固体高分子形燃料電池関係の NEDO 事業全体の予算額を前提にして評価を行うべきである。
- 本プロジェクトには NEDO の固体高分子形燃料電池関係のプロジェクトの中でも突出して多額の事業予算が投入されている。NEDO の固体高分子形燃料電池関係のプロジェクト全体から見た予算配分の妥当性について、NEDO が積極的に説明していくことが望ましい。
- 事業の実施効果として、2030 年における燃料電池自動車の市場規模が 3 兆円以上になることを示しているが、このような経済波及効果に加えて、最近の政府の上位政策方針を考えれば、燃料電池自動車が普及することによる二酸化炭素排出量の削減効果に注目すべきである。2030 年時点で国内に普及した燃料電池自動車が、既存のガソリン自動車に対してどれだけの二酸化炭素排出量の削減効果をもたらすのかを定量的に示すことができれば、本事業の実施効果をより明確にアピールすることができるだろう。
- 日米欧による燃料電池用 MEA の研究開発を比較すると、米、欧では MEA メーカーが商品開発を狙って前面に立って研究開発に取り組んでいる。一方、日本には触媒メーカーも電解質膜メーカーもあるが、MEA メーカーが存在しない。燃料電池の研究開発や実用化を狙うならば、日本国内にどのようにして MEA メーカーを育成していくのかという産業育成の側面からも考える

必要がある。

- NEDO から説明のあった固体高分子燃料電池の次期事業のコンセプトでは、MEA の開発、触媒開発、高度計測・解析技術開発を一体的に実施するとともに、さらに、これらを国際標準化（IEC/TC105）と連携させることがわかりやすく示されていた。しかしながら HiPer-FC プロジェクトの実施計画の中には国際標準化を踏まえた項目は含まれていない。国際標準化との連携については、NEDO と HiPer-FC プロジェクトの実施者との間でよく相談し、認識を共有した上で、推進計画の中に盛り込んでいただくことを希望する。
- NEDO 内でも、最も大きな PJ であり、この成果を有益なものとするため、上記のサポートを NEDO が関与して進めてほしい。
- 一般の大学で整備できない高度な設備が整いつつある。研究の多様な展開、人材育成のためにも共通的な利用の可能性を制度、あるいは運用面で探って頂ければ幸いです。
- 予算は十分に投じられているので、あとはそれに見合った成果を期待したい。特に、現時点であげられている数値目標は前倒しで達成して、2015 年以前に自動車業界に成果を移管することが望まれる。

2) 研究開発マネジメントについて

いずれの項目についても概ね良好である。強力なプロジェクトリーダーのもとに大学と参加企業から人材が結集し、世界的に見ても最先端の研究開発拠点が整備されている。実用化を推進する民間企業との連携や方向性の認識共有化なども進められており、外部の意見の取り込みや環境の変化にも対応できている。

一方で、2015年以降の燃料電池自動車の普及に向けて前倒しの目標達成が望まれる。本事業の成果の燃料電池・水素メーカーへの技術移転のシナリオも考えておくことが必要である。また、昨今の情勢変化を考えれば、「低コスト化」への支援を事業の目標として一層明確に打ち出すべきである。さらに、プロジェクト全体の目標設定に関して、定置用燃料電池に係わる目標も具体的に設定することが望ましい。研究開発拠点の整備については、プロジェクトの中立性について配慮し、本プロジェクト外での重要な燃料電池研究開発への活用を検討すると共に、適切な時期に費用対効果の面からの検証が必要である。

<肯定的意見>

- いずれの項目についても概ね良好である。
- 研究開発マネジメントは概ね妥当と判断する。配置されている研究管理要員の役割（目標設定、テーマの取捨選択、成果の公開、技術移転の方法論の確立）が研究の進展とともに重要になると考えられ、これまで日本の研究プロジェクトではおざなりにされて来た点であるので、活躍を期待したい。
- 強力なプロジェクトリーダーのもとに研究が進められている。
- 将来的な自動車用途として明確、かつ定量的な最終目標が設定されている。
- 研究開発を推進する上で十分な人材を有し、また設備を備えている。
- 国内の技術動向や市場動向等を踏まえた、適切かつ妥当な目標設定が行われている。一方、海外の技術動向や市場動向等を踏まえた目標設定になっているかについては明確な説明がされていない。
- 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しようとする努力が行われている。ただし、定量的な目標値の設定に拘るために、例えば、白金の使用量を現状の 1/10 と設定しているが、現状の値をどのように規定するかで目標値が変わってしまう。今回の中間評価を良い機会にして、定量的な目標値の設定について見直しを行うことが望ましい。
- 目標達成度を委託先実施者が測定・判断するための適切な指標が設定されている。しかしながら、本事業の成果実用化として、実際に燃料電池自動車に採用されるところまでを目指していることから、目標達成度を第三者によって客観的に確認できるところまで踏み込んだ指標の設定とすることが望ま

しい。

- 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されている。
- プロジェクトリーダーである渡辺先生の下に山梨大学と参加企業が結集した研究実施体制が出来ていて評価できる。
- FCCJ 自動車ワーキングとの意見交換会は、自動車業界のニーズをタイムリーに本プロジェクトに反映させる取り組みとして評価できる。今後もこうした交流の機会を継続的に実施していただきたい。また、本プロジェクトは家庭用燃料電池も研究開発の対象としていることから、家庭用燃料電池の業界関係者とも意見交換会を開催し、業界のニーズをタイムリーに本プロジェクトに反映させていただきたい。
- カネカの炭化水素系電解質膜については、固体高分子形燃料電池システム技術開発事業の中でカネカが単独で進めてきた成果をベースにして、本事業で研究、評価、実用化をスルーで検討できる推進体制に発展させたやり方は評価できる。
- 新規炭化水素系電解質膜の研究において、FC-Cubic との共同研究テーマが設定されていることは評価できる。FC-Cubic の成果が国内の燃料電池開発にどのように貢献できるのか心配していたが、このような形で FC-Cubic の成果が本プロジェクトに反映されるのは好ましいことである。このような共同研究がさらに幅広く行われることに期待したい。
- 電池高性能化、低コスト化のための本質的な課題を抽出し、実用化を視野にした的確な課題解決に向けた方策での取り組みを開始しており、第一期としては研究内容として適切なマネジメントがなされている。また、実用化を推進する民間企業との連携、方向性の認識共有化なども進められている。
- 燃料電池開発で課題とされている技術領域全般をカバーする開発が進められている。最終目標についても FCCJ の提言に基づいたものとなっている。
- 外部とのコミュニケーションも行なわれており、且つ学会発表等も適切に進められていると考えられる。
- 全体としては、高名な渡辺先生の下で強いリーダーシップのもと研究が進められている。
- FCCJ とのコミュニケーションなどにより、外部の意見の取り込みや環境の変化にも対応できている。
- チャレンジングな研究目標に対して、PL 渡辺先生の下に研究者が集結した取り組みが進められている。自動車メーカーとの意見交換で、メーカーからの意向も踏まえた研究対応も考慮され、柔軟に進めている点は評価できる。
- 具体的な数値目標が示されており、その値も適切な内容になっている。目標

達成に必要な4つの要素技術から、事業全体が成立しているので研究体制も整っている。

<問題点・改善すべき点>

- 項目3の最終項：「実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手に対して、関与を求める体制を整えているか」については、研究の効率化の観点から、体制を整える必要がある。
- 予算の妥当性は、成果に依存する。今後の成果を期待する。
- 現状のスケジュールでは、2015年の燃料電池自動車の普及初期に開発したMEAを搭載することは期待できない。前倒しの目標達成が望まれる。
- 自動車用途が中心の研究開発なので、自動車メーカーとさらに密接な情報交換を進めるべきである。
- 燃料電池自動車の実用化をとりまく昨今の情勢の変化を考えれば、「低コスト化」を事業の全体目標として、もっと明確に打ち出すべきである。
- 現状の推進体制では、触媒の田中貴金属工業、電解質膜のカネカ、燃料電池スタックのパナソニックのように、特定の企業との結びつきが強いために、これ以外の企業が参画するのが難しい雰囲気が感じられる。企業との密接な連携により研究開発を加速させることは重要であるが、本事業のように、世界的に見ても最先端の研究開発拠点を整備するという大きな狙いを考えれば、プロジェクトの中立性についてさらなる配慮が必要であろう。
- プロジェクトの内部は頑強な推進体制が出来ているが、プロジェクトの外の声を聞く仕掛けが不十分であると感じられた。他のNEDOプロジェクトと同様、推進助言委員会を設置し、外部の有識者のアドバイスを聞きながら、フレキシブルに事業をステアリングするようなマネジメントが期待される。
- 本事業の正式名称は「劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究」で、ナノテクノロジーの活用を標榜しているが、実際にナノテクノロジーが関係しているのは、ナノカプセル法による電極用触媒の調製法くらいである。もっとナノテクノロジーを活用したテーマに積極的にチャレンジすべきである。
- 事業全体の目標と4つの研究テーマそれぞれの目標との間に十分な整合が取れていない。4つの研究テーマの目標を集約した形で事業全体の目標が設定されるように見直していただきたい。
- プロジェクト全体の目標の中に、定置用燃料電池に係わる目標が設定されていない。本プロジェクトで定置用燃料電池も取り上げるのであれば、プロジェクト全体の目標の中に、定置用燃料電池に係わる目標も具体的に設定すべきである。

- このプロジェクトの中では定置用燃料電池関連の研究開発が占める割合も大きいことから、定置用燃料電池メーカーとの意見交換会を開催し、定置用燃料電池メーカーの要望や期待を吸い上げて実施計画に反映させてほしい。
- 研究開発項目ごとの研究内容として、山梨大学の実施分には燃料電池自動車を対象とすることが明記されている。一方、パナソニックや富士電機アドバンステクノロジーの実施分については、燃料電池自動車を対象とすることが明記されていない。本プロジェクトでは成果の実用化の出口を燃料電池自動車としているのであるから、パナソニックや富士電機アドバンステクノロジーの実施分についても燃料電池自動車を研究対象とすることを明記した上で、研究開発を実施してほしい。
- プロジェクトの第一ステップとして、世界をリードできる研究機関を目指して最高の観察・分析・計測機器を有する新たな最先端研究施設を建設してきているが、同大学にはこれまでも文部科学省のリーディングプロジェクトで整備してきた先進の研究施設も存在していること、また新たに設置された研究設備はかなり高級仕様のもので散見されることなどから、研究目標と燃料電池全体の厳しい予算状況を加味すると、費用対効果の面で必ずしもこれだけの仕様と規模の設備を整備する必要性について、研究開発マネジメントの観点からの検証が必要と思われる。
- 施設整備の進め方にも現れているが、目的達成のための全ての研究と解決策を本プロジェクト内で遂行しようとする傾向が強いと感じられる。他機関、他プロジェクトの成果、取組みとのより緊密な連携・分担・協力等を通して、より効果的で効率的な研究開発が推進できるのではないと思われる。
- 整備された最先端の先進設備は、本プロジェクト外での重要な燃料電池研究開発にも活用していくことが、日本全体での燃料電池研究水準を押し上げることに繋がると期待され、そうしたマネジメントを心がけていただきたい。
- 最終目標に掲げる定格 25%で 64%効率の見通しにおいて、定格の条件(電流密度等)を明確に設定する必要があると思われる。
- 高性能・高耐久の触媒開発テーマの内容として燃料改質触媒の開発評価が設定されているが、この内容は目標とする高性能・高耐久な MEA の開発に必要とされるものではなく、取り組み計画として適切ではない。
- 対象としている課題の重みがわかりにくい。そのため、何時の時点でどの課題にどのぐらい投資すべきかの考えが見えない。結果として、全てに重点投資する形となっていないか？
- 触媒層および物質輸送に対する取り組みが明確になっていない。どのように課題を抽出して解決していくのかのプロセスが見えない。
- PJ 全体を見渡せる、課題リストや課題の相関図などの整備により、よりわ

かりやすい課題定義が出来るのではないか。

- サブプロジェクト（とはいってもかなりの投資をしている）個々のリーダーの考えや、技術の進歩に基づく設定課題の修正、追加などが内部論議で行なわれているのか不明。
- 本事業の最終年度（2014年）に取りまとめた成果が、2015年にどのように燃料電池・水素メーカーへ技術トランスファーされるのか。そのシナリオを考えておくことが必要である。
- 数値目標にリアリティーはあるものの、最終的にどのように達成度を判断するかは意外に難しく思う。研究室レベルの達成は部分ごとに可能と思われるが、その達成は必ずしも実用化レベルを意味するものではない。

<その他の意見>

- 予算については各個別研究テーマ毎の配分を含めて評価することが求められているが、事業全体の予算額しか示されておらず、各個別研究テーマ毎の配分について評価することが出来なかった。本事業は2年間で約41億円もの予算が投じられていることから、各個別研究テーマ毎の配分についても、費用対効果に十分配慮していただきたい。
- 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が行われる体制になっているが、実施者間での競争が十分に行われる体制にはなっていない。
- 7年間の事業の2年目と5年目に中間評価を予定しており、計画見直しの方針は一貫している。来年度までに今回の中間評価で出された評価コメントと、これに対する対応方針を一覧表として示してほしい。NEDO 研究評価部においては、中間評価で出された評価コメントが、来年度の事業実施方針の中にどのように反映されたかフォローアップしていただきたい。
- 本事業を通じて、燃料電池に係わる材料作成、評価試験及び解析を一体的に実施できる世界最先端の研究開発環境が整うことになる。本事業において有効に活用されることはもちろんのこと、このように優れた施設が、本事業終了後においても継続的に維持され、世界的な研究開発拠点として引き続き有効に活用されるように今から十分な配慮が期待される。
- 現状では燃料電池自動車を出口と想定した研究開発項目と、定置用燃料電池を出口と想定した研究開発項目が混在した形で推進されている。この中間評価を良い機会にして、①燃料電池自動車に係わる研究開発項目、②定置用燃料電池に係わる研究開発項目、③燃料電池自動車と定置用燃料電池に共通して係わる研究開発項目、の3つに分けた上で、それぞれについて、実施事項と目標値を設定していただきたい。
- NEDO の他のプロジェクトとの連携についてさらに踏み込んで考えてほし

い。FC-Cubic との連携は既に始まっているが、これ以外の NEDO プロジェクトとの連携や情報発信についても積極的に取り組んでほしい。

- 燃料電池ナノ材料研究センターの中で、材料作成、性能評価及び分析・解析など全ての研究活動ができる環境が整いつつある。しかし、全てを燃料電池ナノ材料研究センターの中に抱え込むのではなく、外部の研究機関と役割分担し、山梨大学は得意とする部分に特化して連携推進するような共同研究テーマも取り上げてはいかがか。
- NEDO の関連するプロジェクトと連携してプロジェクトリーダー会議を開催しているのは評価できる。今後も継続して開催してほしい。事業原簿にはプロジェクトリーダー会議を開催したことが研究開発マネジメントの成果であると書かれているが、プロジェクトリーダー会議を通じて具体的にどのような連携の成果や相乗効果が得られたかが重要である。次回の中間評価の際にはこの点を示していただきたい。
- HiPer-FC プロジェクト運営会議が半年に一度開催されているが、せっかくこのように全ての委託先が参加する運営会議を開催するのであれば、第三者委員にも加わってもらい、HiPer-FC のプロジェクト運営に対してアドバイスが得られるようにすれば、さらに役立つ運営会議になるだろう。
- これまでの NEDO の固体高分子形燃料電池関係のプロジェクトでは、アイオノマーの研究が必要であることが知られていたものの、実際に体系的な研究は十分に行われてこなかった。この事業ではアイオノマーについても積極的に取り組もうとしており、今後の成果に期待したい。
- 事業の最終目標として、燃料電池の効率を定格 25% で 64%LHV に設定しているのは好ましいが、燃料電池の発電性能はガスの圧力に大きく依存することから、NEDO 技術開発ロードマップに掲げた、燃料電池セルのガス出口での圧力 120kPa 以下も同時に目標として設定してほしい。
- 本プロジェクトの実用化として燃料電池自動車用 MEA を開発することを考えるのであれば、山梨大学という既存の研究機関の枠組みで進めるのではなく、山梨大学と参加企業によって技術研究組合を新たに設置し、この技術研究組合により燃料電池自動車用 MEA の研究開発から商品化までを一貫的に取り組むやり方も一考に値するのではないだろうか。
- 評価委員会のような場では難しいと思われるが、何らかの技術課題に関する外部とのコミュニケーションの場をより充実させて、内部で全て解くのではなく外部に課題提示して、それを基により建設的な論議を発展させていき技術の進化を進めていくアプローチを充実させてほしい。具体的には、触媒の有効性の話しなどは、課題提起としてはよい素材だと言える。
- 電解質膜に関して FC-Cubic と連携を進めていることは、新規な電解質膜開

発の面で基礎的なアプローチを含めて進めており期待できる。さらに密な連携の下にこの電解質膜の適用性について十分に検討を進めて欲しい。

- 今までにない大規模な事業で構成メンバーは揃っている。しかし、自動車用燃料電池の材料研究としては、企業側の参画と担当業務が少ないように思える。また、企業の研究における独自性が明確に示されていない。

3) 研究開発成果について

第一ステップとして設定した劣化解析、加速試験法等の確立と研究開発環境整備の基本的目標については、新しい知見や解析手法が見出され、新たな触媒、電解質膜材料の展望が示され、また今後威力を発揮できる研究開発環境が整備されつつあり、年度末までにほぼ達成されると期待できる。炭化水素系電解質膜開発において、明確な分子設計指針に基づき戦略的に新規な電解質膜を開発するという進め方は、高く評価することができる。特許出願など知的財産権の確保について、積極的な取り組みが行われており評価でき、成果の対外発表など情報発信も十分に評価できる。

一方で、あと5年間で最終目標を達成するためには、触媒開発、電解質膜開発、MEA 開発ともに、もう少し明確かつ具体的な開発のシナリオが必要であり、最終目標に向けた課題と解決の方法の整理が望まれる。世界最先端の研究開発拠点を整備した本事業においては、研究開発成果も世界最高水準であることが期待され、海外の最新技術とのベンチマーキングが必要である。次回の中間評価時には、海外の最新技術とのベンチマーキングを実施して欲しい。知財戦略も重要であり、国内特許のみでなく国際特許の取得を前提として対応することが望まれる。また、公開特許情報を積極的にオープンにして、知的財産の採用を促すようなことも考えて欲しい。実用化に向けては、NEDO として知的財産権の活用の方針を示し、関連企業への技術導入の仕組みを早期に確立する必要がある。より積極的な成果の普及として、例えば、HiPer-FC レターを定期的に発行するなどして、幅広い関係者に成果を普及することも望まれる。

<肯定的意見>

- 中間目標は概ね達成されている。
- 建物の建設、装置の導入が順次行なわれている段階である。見学させて頂いたが、一般の大学ではあり得ない予算、組織、設備である。今後の成果を期待する。
- 平成 21 年度末目標はいずれも具体的な数値目標が掲げられていないが、概ね目標は達成している。
- 劣化機構解析、反応機構解析などの解析テーマおよび炭化水素膜開発のレベルは、世界的に見ても極めて高い。
- 成果の対外発表も十分に行われ、情報発信が行われている。
- 2 年間の成果は中間目標の目標値をクリアしていると認められる。4 つの研究テーマ共に着実に成果が得られているが、4 つの研究テーマの中では自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究が若干弱いように感じられた。
- 研究成果を踏まえ多数の論文発表、講演発表が行われており、研究成果の普

及に向けた取り組みは高く評価できる。一般に向けた成果の普及についても配慮されていて評価することが出来る。

- 特許出願など知的財産権の確保について、積極的な取り組みが行われており評価することが出来る。
- これまでに得られた成果並びに今後予想される成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるものである。ただし、本事業のように世界的に見ても最先端の研究開発拠点を整備するという大きな狙いを考えれば、成果の汎用性については、さらなる配慮が必要であろう。
- 広温度範囲・低加湿対応の炭化水素系電解質膜開発において、SPE 電解質膜、SPE 電解質膜の高性能化が着実に進んでいる。これは、明確な分子設計指針に基づいて戦略的に新規な電解質膜を開発するという進め方が秀逸であり、特に高く評価することができる。
- ナノカプセル法により電極触媒を合成する際に、金属塩と界面活性剤のモル比を調整することで、電極触媒の粒経を任意に制御できることを見いだしたのは、今後の新規触媒の開発に大いに役立つ有用な成果である。
- 第一ステップとして設定した劣化解析、加速試験法等の確立と研究開発環境整備の基本的目標については、新しい有効な知見や解析手法が見出され、新たな触媒、電解質膜材料の展望が示され、また今後威力を発揮できる研究開発環境が整備されつつあり、年度末までにほぼ達成されると思われる。
- 成果の権利化・普及の面でも、施設が整う前段階の研究開発としては、着実な取り組み結果が得られていると判断される。
- 全体を通して考えると、装置やインフラおよび人材を整えていく上で初期の目標は達してきていると考える。また、PJ 以前の資産もあり、研究活動の垂直立ち上げができていると言える。
- 現時点では、最終目標の外部の意見（FCCJ の提言など）により設定されており、これが出来れば燃料電池自動車の実現に大きく近づくものと考えられる。
- 特許取得も進められつつあり、新たなアイデアも出てきている。
- 成果の普及は、今後が期待できる。
- 最終目標は、数値上、多くは達成できることが期待される。
- 白金をグラファイト上に高分散したナノカプセル法の開発は、高性能化、高耐久化の観点からも将来への展開に期待できる成果であり評価できる。それらのプロセッシングでの改良を図ることも考慮されおり、材料開発からその実用化までを見据えた展開を進めることの意識も高い。
- 煩雑な研究施設の立ち上げの中、それぞれの分野とも研究に着手し、初期的な結果が得られている。まだ、成果の意義を見定める段階ではないが、研究

の波及効果等の可能性も見出されている。

<問題点・改善すべき点>

- あと5年間という短期間で最終目標を達成するためには、触媒開発、電解質膜開発、MEA 開発ともに、もう少し明確かつ具体的な開発のシナリオが必要なように思われる。
- 特許出願などの知的財産権については、HiPer-FC としての有効活用はもちろんであるが、これに加えて NEDO として知的財産権をどのように活用していくのか、NEDO としての方針を示すべきである。
- 本事業において世界最先端の研究開発拠点を整備していることを考えれば、研究開発成果も世界最高水準であることが期待されるが、海外の最新技術のベンチマークが示されていないために的確に評価することが出来なかった。次回の中間評価時には、海外の最新技術とのベンチマークを実施してほしい。
- 成果の中には、田中貴金属の電極触媒、カネカの電解質膜を前提にして初めて説明できる事項も多いように感じられた。HiPer-FC が基礎基盤に立ち返った研究開発を指向するのであれば、このような特定解だけでなく、さらに一般解、汎用解になるような踏み込んだ検討を行い。それを外部に向けて発信することで、日本国内全体の研究開発のレベルアップをはかるくらいの高い志で進めていただきたい。
- 燃料電池自動車用の電極触媒及び MEA の性能評価において、定置用燃料電池を前提とした改質ガスで性能評価を実施している例が散見される。燃料電池自動車を成果の出口として考えるのであれば、まずは純水素で性能評価を実施すべきである。
- 現状では成果の受け取り手である自動車メーカーとして、トヨタ、日産、ホンダの3社を想定している。一方、政府の上位のエネルギー政策において期待されるような燃料電池自動車の本格的な普及のためには、3社だけではなく、もっと多くの自動車メーカーから大量の燃料電池自動車が量産され、市場に供給されることが必要となる。こうしたことを考えれば、3社以外の国内自動車メーカーも潜在的な成果の受け取り手と認識し、本事業の成果を積極的にアピールすべきである。
- プロジェクトの名称にナノテクノロジーを掲げているが、ナノテクノロジーならではの成果としてはまだ弱いように感じられた。充実した研究機器を活用してナノテクノロジーならではの成果を出すように注力していただきたい。
- 今後の評価等では、出来たことだけでなく、新たに発見した課題についても積極的に公表してほしい。単に目標値を達成したかではなく、その背後にあ

る課題を理解していないと、新たな技術の事業展開が滞る。

- 知的財産権等については、今後の技術開発に期待する。
- 今後の技術開発次第ではあるが、新たな知見や、特許出願時点での関係者への情報開示等の仕組みがあると、技術の早期の事業展開が可能となると考えられる。
- 単なる数値目標ではなく、その数値が必要な理由を考えた進め方、つまり、燃料電池自動車の実現に向け新たな課題が出てきた場合や、今後の研究開発において新たな発見があった場合への柔軟な対応（課題の追加や目標値の追加修正等）を積極的に行なってほしい。
- 委員会でも議論があったが、MEA 化した電池特性で評価する際に JARI セルでの判断妥当性についても検証頂ければと思う。例えば、二次電池ではコインセルでの新規材料評価を行っている。他の大学・研究機関で相互に成果検証できることが将来的に必要と思う。
- 実用化に貢献するには、早期の知的財産化と関連企業への技術導入の新たな道筋が必要である。自動車業界への技術導入は、少なくとも設定年限の 2 年前に行う必要があるため、何らかの技術導入の仕組みを早期に確立する必要がある。

<その他の意見>

- 成果の最終目標の達成可能性については、7 年間事業の 2 年目の途中時点で論じることは難しいが、達成の可能性は高いという印象を受けた。目標達成を確実にするためにも、この中間評価をきっかけにして、最終目標に向けた課題と解決の方法を再度整理していただきたい。
- 4 つのテーマの中で、劣化機構解析については実施する項目を整理し、新規の研究開発要素を他の 3 つのテーマに振り分けることで、基礎・基盤側を担う位置付けにすることを提案したい。劣化機構解析をこのような位置付けにすれば、外部に対して完全にオープンなテーマとして取り扱うことが出来る。これにより外部からの情報も入りやすくなり、研究がさらに加速されるメリットも期待される。
- 現時点での成果は本事業の活動の中での成果に止まっているが、次の中間評価の際には、国内外の研究機関との共同研究による成果や、本事業の成果が国内外の研究機関の新たな研究テーマのシーズに繋がった事例など、相乗効果による成果が披露されることに期待したい。
- より積極的な成果の普及として、HiPer-FC レターを定期的に発行することを勧めたい。ほかの NEDO プロジェクトでも定期的に成果の紹介レターを発行し好評を得ていることから、本プロジェクトでも幅広い関係者に成果を

普及する方法としてご活用いただきたい。

- 目標として、炭化水素系電解質膜、高性能触媒での自動車用燃料電池のセルの高耐久、高性能化を目指すものと理解している。家庭用スタックは 1kW 程度であるが、自動車用途では数十 kW 程度となる。このプロジェクトの進捗で明らかになると予想されるが、材料面のアプローチで目標達成が可能な成果、システムとして取組むことが適切な課題が徐々に分かってくると思う。最終的に、そのような点も提言として盛り込むように進めて頂ければと思う。
- 期待も半分入るが、研究室レベルでは最終目標にかなり近づくと推察する。しかしながら、研究室レベルの成果は、実用化レベルと大きな隔たりがあることが多いので、このようなところを連携企業が担う必要がある。

4) 実用化の見通しについて

プロジェクト開始2年目の中間評価の段階で実用化の見通しを判定するのは難しいが、特に、自動車用FCへの応用を狙った高性能化、高信頼化、低コスト化のための基礎研究の成果は着実に上がっており、ナノカプセル法でのPEFC触媒、改質触媒への展開等の出口イメージはある。成果の出口である自動車メーカーの意見交換会と本プロジェクトへ適切にフィードバックされる仕組みが設けられている。開発された技術は自動車用だけでなく、定置用やその他の燃料電池開発に応用が期待できる。多くの研究者や学生に向けての人材育成プログラムが整備され、企業技術者の人材育成も進めており、わが国の電気化学分野でのポテンシャルを高めることが期待できる。

一方で、実用化に向けた見通しが弱く、開発の各段階でのマイルストーンをもっと明確にすべきである。連携以外の関連企業、特に自動車メーカー、他のプロジェクト、学官との連携を強化して、実用化までのシナリオ、戦略を考える必要がある。本事業の成果の一部を2015年に普及開始を目指す燃料電池自動車に反映させるためには、事業の途中時点で成果を提供するタイミングについて、自動車メーカーのニーズを把握しておく必要がある。また、実用化までのシナリオ、マイルストーンを具体化する際には、国内外の競合技術との比較、ベンチマーキングも必要である。

<肯定的意見>

- 中間評価の段階で実用化の見通しを判定するのは難しいが、一部の成果については実用化の可能性はある。
- 今後に期待する。
- 特に、自動車用FCへの応用を狙った高性能化、高信頼化、低コスト化のための基礎研究を行うものであり、実用化イメージ、マイルストーンともに明確である。
- 開発された技術は自動車用だけでなく、定置用やその他の燃料電池開発に応用が期待される。
- 多くの研究者や学生に向けての人材育成プログラムが整備されており、今後の燃料電池の基礎、基盤技術の促進にとって有意義なプロジェクトである。
- 性能向上に関しては、着実に成果が上がっており、事業化に向けた課題も概ね明確になっている。一方で、コストダウンに関しては着実に進んでいるものの、事業化に向けた見通しが若干弱いように感じられた。
- 研究開発を通じた人材育成が、熱心かつ積極的に取り組まれており、高く評価することが出来る。本事業を通じて優れた研究者が育成され、産業界で活躍することを期待したい。

- プロジェクト開始2年目の段階では実用化の見通しについて判断しづらいが、成果の出口である自動車メーカーとの意見交換の場が設けられ、本プロジェクトへ適切にフィードバックされる仕組みが設けられていることから、実用化の見通しについても期待できそうである。
- 7年計画の第一ステップの成果としては、実用化に向けた今後の取り組み課題とその方向性、可能性が見出され確認された。
- 現時点は、FCCJの提言に基づく目標設定となっているが、今後は自主的に目標を変えることも（燃料電池自動車を実現するために必要と考えることに対して）必要であり、このための装置や人材も整いつつあると考えられる。
- ナノカプセル法でのPEFC触媒、改質触媒への展開へ繋がり、出口イメージは明確である。また、大学での企業技術者、研究者への教育・育成の取組みについては、若い学生、院生が多数参画しており、柔軟な発想での成果の期待が高い。さらに、企業技術者の人材育成も進めており、わが国の電気化学分野でのポテンシャルを高めることと期待したい。
- 目標は具体的で実用化のイメージを捉えており、研究設備も充実しているので、研究の継続性を見通しは十分に立っている。CO選択メタン化触媒の開発による波及効果も生じている。

<問題点・改善すべき点>

- 実用化に向けては、自動車メーカーとより密接な協力体制が必要なように思われる。
- 開発の各段階でのマイルストーンをもっと明確にすべきである。今のままでは、本事業としては燃料電池自動車用の新しいMEAが開発出来たにも関わらず、結局自動車メーカーには採用してもらえなかったという結果になってしまう心配がある。
- 波及効果として燃料電池関連の研究開発を通じて山梨県における地域産業の振興を掲げているが、波及効果はもっと大きな視点で捉えていただきたい。全国各地に燃料電池関連の企業が立地していることを考えれば、たまたま本事業の研究活動が山梨県で行われた程度の理解とすべきである。本事業の成果の反映先として最初から山梨県ありきとならないように注意していただきたい。
- 燃料電池自動車への実用化を対象としたシナリオ、マイルストーンの中に定置用燃料電池が含まれた形になっている。しかしながら、燃料電池自動車と定置用燃料電池では、開発及び商品化の大日程が異なること、また、普及に向けた技術課題やニーズも異なることから、燃料電池自動車への実用化を対象としたシナリオ、マイルストーンの中に定置用燃料電池を含めることは実

態に即していない。定置用燃料電池の実用化を対象としたシナリオ、マイルストーンを別に設定すべきである。

- 事業化までのシナリオでは、いつの時点で成果を提供すればいいのか、成果を提供するタイミングについて、自動車メーカーのニーズをしっかりと把握しておく必要がある。現状では成果の出口の部分については、自動車メーカーからのニーズの把握がまだ不十分のように思われる。
- 家庭用燃料電池についての実用化イメージ、出口イメージを明確にするためにも、定期的に FCCJ 定置用燃料電池グループとの意見交換会を開催してほしい。
- 困難な課題の 7 年計画の出口、実用化イメージを評価することはより困難であるが、当初計画と第一ステップの取組み成果、今後の展開計画だけでは、本格実用化を想定した目標を達成させることの確信は得られていない。より広範なアプローチが必要と考えられる。
- 実用化に向けての課題の困難さや重要性を明確には示せていない。開発技術のよい面は見せているものの、課題およびその解決に向けての困難度についても明らかにしていくことが実用化の早道。各技術のよい面だけでなく、課題も整理されて理解されていると波及効果は大きくなると考えられる。
- 今後このプロジェクトから多数の成果、そして特許が出ると期待できる。PEFC でのパテント戦略として、国内特許のみでなく国際特許の取得を前提として、対応して頂きたい。
- 目標設定は問題がないが、研究成果をいかに産業に結び付けるかのイメージは希薄に思える。連携以外の関連企業、特に自動車メーカー、他のプロジェクト、学官との連携を強化して、産業化の戦略を考える必要がある。

<その他の意見>

- 今後、事業化までのシナリオ、マイルストーンを具体化する際には、国内外の競合技術との比較、ベンチマークをお願いしたい。
- 本事業を通じて、燃料電池に係わる材料作成、耐久試験及び解析を一体的に実施できる世界最先端の研究開発環境が整うことになる。個別の大学、企業が単独ではこのような研究開発環境を整えることは不可能であるから、他の NEDO 事業に参加している研究者にも、施設を利用できるような配慮が望ましい。
- 本事業終了時（2014 年度）の成果を 2015 年に普及開始を目指す燃料電池自動車に反映させるためには、事業終了時にまとめて成果を出すのではなく、事業の途中時点での成果の出し方を工夫しておく必要がある。本事業による実用化の見通しをより確実にできるように、どのようなタイミングで、どの

ような成果を出すのか、成果の受け取り手である自動車会社と事前に話し合っておくことが望ましい。

- 波及効果として国際共同研究の拠点を掲げているが、これだけの設備が整っているのだから、海外からの研究者を受け入れるだけでなく、もっと積極的に国際共同研究テーマを設定して実施していただきたい。
- 人材育成に向けた熱心な取り組みは高く評価できるが、山梨大学での燃料電池教育に止まらず、さらに高いレベルでの貢献に期待したい。例えば、他大学での燃料電池教育に活用できる教科書、教材作りや、中学、高校レベルでの分かりやすい燃料電池教育のためのカリキュラム作りなどについても検討していただきたい。
- 本事業での実用化のイメージの一つとして、本事業の知的財産が燃料電池自動車に採用されることを想定しているのであれば、本事業を通じて出願した特許が、出願して1年半後に公開された以降は、公開特許番号や公開特許抄録を積極的にオープンにして、これらの知的財産の採用を促すようにうまくアピールして欲しい。
- 人材育成は大変重要である。現在、各大学ごとに行われている燃料電池関係の人材育成の取り組み事例を **NEDO** が集約し、それらを各大学にフィードバックすることで、各大学での人材育成活動を側面からサポートするような取り組みを行っては如何か。
- 車載用途の燃料電池では、製品が出来るまでに、その規格化・標準化の戦略を立てておく必要がある。自動車用途では、自動車用のデバイスとして国際的規格・標準化を踏まえることも市場化の際に必要なと考える。
- 今の段階であまり波及効果的な分野に注力する必要はないと思われる。結果として良いものが得られているが、波及的に発生したものとは思えない。

2. 個別テーマに関する評価

2. 1 劣化機構解析

1) 研究開発成果について

触媒耐久性、炭化水素系膜劣化、反応分布可視化など幅広い劣化解析を進めており、成果が期待される。電極触媒劣化時の経時変化を定量的に評価できる方法を確立するところまで進捗しており、中間目標をクリアしていると認められる。電極触媒の耐久性加速評価法を開発し、今後の開発評価に有効な手段を提供できた。炭化水素系電解質膜の劣化に関しては、水素／空気混合ガス暴露法によって、加速試験が行える目処を付け、ギ酸、酢酸など劣化の指標や劣化機構の解析が進んでいる。燃料電池内反応分布の可視化は、起動停止試験中の二酸化炭素生成分布の可視化などカーボン酸化の分布を実証する成果が得られている。

一方で、劣化機構解析については、他のプロジェクトでも掘り下げた解析が行われており、既に現象としては理解されているものもある。本プロジェクトでは、MEA を構成したときに特に問題となる劣化、具体的には MEA での物質輸送面での劣化現象など、まだ劣化機構がわかっていない問題点の解析にチャレンジし、現象が発現するメカニズムや定量的な劣化制御因子を抽出することを期待する。

<肯定的意見>

- 起動停止試験中の二酸化炭素生成分布の可視化などカーボン酸化の分布を実証する成果が得られている。
- FC の駆動停止を模擬した条件下での触媒活性の評価法を確立、グラファイト化カーボンを担体に用いることで寿命の向上を見出した。また、電解質膜の劣化試験に関しては、水素／空気混合ガス暴露法によって、加速試験が行える目処を付けている。酸素分圧可視化測定によるセル内の酸素濃度の可視化にも進展が見られる。
- 触媒耐久性、炭化水素系膜劣化、反応分布可視化など幅広い劣化解析を進めており、成果が期待される。
- 特に、炭化水素膜の劣化に関しては、ギ酸、酢酸など劣化の指標や劣化機構の解析が進んでおり、評価できる。
- 電極触媒の活性面積、酸素還元活性、過酸化水素生成率など、電極触媒劣化時の経時変化を定量的に評価できる評価方法を確立するところまで進捗しており、中間目標をクリアしていると認められる。
- 燃料電池内反応分布の可視化は、MEA の劣化機構解明に大いに役立つ成果である。温度、水蒸気、酸素、二酸化炭素を一つの燃料電池セルで同時に可

視化できるところまで開発を進めてほしい。

- マルチチャンネルフロー電極法によって電極触媒の酸素還元反応活性を自動測定できる計測システムを開発したことは目標をクリアしており、このシステムを活用して、今後多くの有用な知見が得られることが期待できる。
- 電極触媒の耐久性加速評価法を開発し、担体及び触媒製法により耐久性を高めた開発触媒の耐久性向上を検証でき、今後の開発評価に有効な手段を提供できた。また、想定劣化モードによる評価試験と観察による劣化要因の解明に着手し、高耐久の開発に向けた知見の収集が進められた。
- 劣化については、要素レベルの現象解析はしっかりと進められている。今後、さらに新たな現象が見出されていくことも新しい装置により期待される。
- これまで困難であったグラファイトカーボン上への白金触媒の分散手法については、今後も MEA 化して進めて頂きたい。また、これまで電池内可視化についても更に CO₂ での可視化への発展も見られ、評価できる。
- 触媒の劣化解析から可視化まで幅広く研究を推進している。特に、触媒に関しては、M-CFDE の有用性も期待できるため、劣化機構の解析のみならず、解決策の提案にも繋がる。

<問題点・改善すべき点>

- 劣化機構解析については、他のプロジェクトでも掘り下げた解析が行われている。今回の発表内容は、劣化機構解析として当初何を明らかにしようとして、どのような計画が立てられ、出てきた結果なのか、了解できない。本プロジェクトでは、MEA を構成したときに特に問題となる劣化に特化して解析を行うべきである。
- ガス流路に沿った可視化が行われているが、実験に使われている流路が、実機の流路形状を代表しているのか、確認する必要がある。
- 開発したナノカプセル法 Pt/GC 触媒が高い耐久性を有することを見いだしている点は評価できるが、耐久性評価法自身（FCCJ 提案）や得られた劣化機構に関しては特に新規性は無いように思われる。また、白金触媒の劣化解析には、自動車用としては担体の耐久性だけでなく、低電位の耐溶解性の評価も必要であり、総合的な耐久性の評価が必要である。
- 反応分布の可視化に関しては、すでに劣化機構の明確になっている問題を取り扱っており、新しい知見が得られていない。まだ劣化機構がわかっていない問題、特に炭化水素系膜を用いた場合の問題点の解析にチャレンジし、その利点を明確にすることが必要である。
- パナソニックによる触媒及び MEA の性能評価が、定置用燃料電池を前提とした評価条件で実施されている。燃料電池自動車为前提とした評価条件でも

触媒及び MEA の性能評価を実施すべきである。

- 劣化機構解析の中でパナソニックの実施分として、SPI-8 膜を用いた MEA の製法について検討が進められている。これとは別に、自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究の中で山梨大学の実施分として、SPI-8 膜を用いた MEA の製法について検討が進められている。これらは明らかに重複した実施事項であるから、どちらかのテーマに集約した上で、両者が連携して実施すべきである。
- シンクロトロン放射光分光法のための XAFS 測定用セルとして、X 線貫通用の窓を 5ヶ所設けたことは、一般的なアプローチであり、あえて掲げるほどの成果ではないであろう。むしろ、来年度以降にこの XAFS 測定用セルを使って、実際に運転中の、燃料電池セル内部の電極触媒の構造解析データが得られることに期待したい。
- 既に現象としては理解されているものもあり、現象が発現するメカニズムや定量的な劣化制御因子の抽出をやってもらいたい。具体的には、MEA での物質輸送面での劣化現象やその制御因子の抽出。また、ナノカプセル触媒において、分散性が重要との表現でまとめられているが、そのパラメータとしての規定がなされていない。例えば、何 nm の間隔で Pt が分散していると、近傍の酸素の輸送障害や酸素の奪い合い等が起こらないとか。また、Pt 使用量が 1/10 以下になった場合の課題抽出が出来ているのか不明。
- 評価条件については、高温に関しても、そこでの課題抽出がまだあまり明らかにされていない。また、電流密度なども自動車用を想定したものとなっていない。
- 基礎的研究での劣化機構解析では、変化を的確に捉えるために極端な条件での検討から始めることは妥当であるが、その様な条件下でも影響する、影響を受けないなどの意味づけを意識し、それらの条件が実電池下でどのレベルで適合するのかを確認して進めて欲しい。例えば、電解質膜の暴露試験での適用性は、スクリーニング的な意味であろうと思われる。
- 電解質の劣化解析に関しては、アイオノマーの問題等もあるため全体的に遅れているように思える。劣化解析手法もあまり新規的ではなく、新たな工夫や加速試験方法の確立に期待したい。

2) 実用化の見通しについて

劣化機構の解析は、信頼性と耐久性の向上に不可欠な技術であり、実用化への貢献を期待する。燃料電池セル内でのアノード酸素分圧の可視化、カソード温度分布の可視化は、燃料電池の研究開発に携わる研究者にとって有用なツールと期待されるので、国内の研究者にも幅広く活用されるべく、ニーズの吸い上げや試用の機会の提供などを積極的に行って欲しい。

一方で、今回提示された劣化現象については、これまでの NEDO プロ等や学会等で公表されたものが多く、新規な内容ばかりとは言えない。本技術とその展開が、今後の本プロジェクト目標達成に向けた取組みの中で、MEA の劣化機構解明や高性能化に必須の手法で大きな役割になっていくかに若干疑問の余地もあり、注視して行きたい。可視化については、前プロジェクトの結果を整理した上で、新しい切り口の計画が必要であり、将来想定される運転環境下での劣化解明への活用が望まれる。

<肯定的意見>

- 今後の進捗に期待する。
- 劣化機構解析は直接実用化に結びつくものではないが、高耐久性化にとって実用的に重要である。
- 燃料電池セル内でのアノード酸素分圧の可視化、カソード温度分布の可視化は、燃料電池の研究開発に携わる研究者にとって有用なツールとなろう。本事業の中で使用するだけでなく、国内の研究者に幅広く活用してもらえるように、ニーズの吸い上げを積極的に行うと共に、試用の機会を提供するなど、実用化に向けた取り組みを加速して欲しい。
- 劣化のメカニズムが理解されることは、今後の FCV 開発に対して有益と考えられる。
- これまでの電池内可視化の開発を経て、それらの計測から電池内での酸素分圧の影響等を明らかにしたことは、アイデア通りの成果に結びついており、評価できる。
- 劣化機構の解析は、信頼性と耐久性の向上に不可欠な技術であるので、実用化には大きく貢献すると思われる。早期にナノカプセル法による触媒の評価ができれば、大きな成果に繋がるものと期待している。

<問題点・改善すべき点>

- 反応分布の可視化に関しては、新たな用途開発も必要と思われる。
- 島津製作所による劣化解析可視化装置の改良は、商品開発の側面が強いように感じられる。本事業の実用化に向けた取り組みとしては大変重要なステッ

プであるが、このステップを国の 100%補助対象として実施すべきかどうかについては、よく考えていただきたい。

- 燃料電池内反応分布の可視化はセル設計の確認や起動停止サイクルによる劣化機構の検証には繋がっているが、起動停止サイクルの劣化機構は、既に提唱されている機構の検証に留まり、新たな劣化機構の解明とは言いがたい。また、本技術とその展開が、今後の本プロジェクト目標達成に向けた取組みの中で、MEA の劣化機構解明や高性能化に必須の手法で大きな役割になっていくものとは考えにくい。
- 今回提示された劣化現象については、これまでの NEDO プロ等や学会等で公表された以上のものはなく、新規性は認められない。劣化に対し、材料のどのようなパラメータが定量的に影響しているのかを分離抽出していけるとさらに有益となる。特に、将来想定される運転環境下での劣化を見ていくべきと考える。
- 可視化の検討は、過去の研究プロジェクトからの継続的なイメージが強く、また、本プロジェクトの本筋との関連から少々ずれているようにも思える。前プロジェクトの結果を整理した上で、新しい切り口の計画が必要に思える。

3) 今後に対する提言

劣化現象は既に多くの研究が進められてきており、今後何に注目していくのが重要である。自動車の運転条件を考慮した触媒、電解質膜、MEA の劣化機構解析を行うことが望まれ、貴金属量が低減され、かつ補機等の部品が排除された環境下で想定されるような厳しい運転条件下での現象やその支配因子を明確にしていくことが求められる。劣化の基礎基盤に関しては、ある程度他のプロジェクトに任せ、材料開発に重点を置くことも検討してはどうか。

<今後に対する提言>

- 実機で問題となっている MEA の劣化に対して、その対策に資する劣化機構解析を行うことが望まれる。
- 自動車の運転条件を考慮した触媒や電解質膜の劣化機構解析も取り入れて行って欲しい。
- 劣化機構解析で実施する項目を再整理し、新規の研究開発要素は他の 3 つのテーマに振り分けることで、このテーマは基礎基盤側を担う位置付けにすることを提案したい。劣化機構解析をこのような位置付けにすれば、外部に対して完全にオープンなテーマとして取り扱うことが出来る。これにより外部からの情報も入りやすくなり、結果として本テーマの研究がさらに加速されるメリットも期待される。
- 電解質膜の過酸化水素水曝露試験と混合ガス曝露試験については、SPI 膜の劣化加速試験法を開発する目的で進められているが、フッ素系電解質膜と炭化水素系電解質膜を対象とした比較試験の結果をわかりやすく示してほしい。このようにすれば、SPI 膜に限らず、広く電解質膜に関する汎用的な知見として、幅広い研究者に活用してもらうことができる。
- マルチチャンネルフロー電極法による計測法は、電極触媒の酸化還元反応活性を評価する優れたツールであり、ほかの NEDO プロジェクトの研究者にも使ってもらえるように成果の普及に努めてほしい。
- 劣化現象は、既に多くの研究が進められてきており、今後何に注目していくのが重要と考える。ひとつの視点としては、自動車で想定される、貴金属量が低減され、かつ補機等の部品が排除された環境下で想定されるような厳しい運転条件下での現象やその支配因子を明確にしていくことが求められていくのではないか。
- セル内の温度、酸素濃度、CO₂濃度の面内分布可視化など既にわかった現象を見るためでは、やる意義は見出せない。実際、これらは外乱となる可能性がある。劣化にかかわらず、今度想定される厳しい運転環境下で、何らかの現象を想定し、それを定量的に理解するために使えるツールとするようなア

アプローチを考えてほしい。

- 開始から時間経過も短いので、各分担研究の連携については今後のことと思われる。それぞれの補完的に成果を導くだけでなく、合理的でない結果となる場合もある。基礎研究では、その場で無理に併せるので無く、対立点も成果として欲しいと感じる。
- 劣化機構の解析だけでは実用化に十分に寄与しないので、機構解析から考えられる対策を種々考案する必要がある。劣化に関しては、ある程度他のプロジェクトに任せ、材料開発に重点を置いても良いように思える。

2. 2 高活性・高耐久性の触媒開発

1) 研究開発成果について

ナノカプセル法による粒径が制御された触媒を作成する技術を開発し、十分な活性を有し耐久性が高いことを実証している。白金量を低減し、かつ安定な電極触媒の可能性が示され、今後の高性能化への見通しを明確にした点は評価できる。酸素還元活性の理論的解析は、高活性触媒開発には不可欠であり、単に本プロジェクトの触媒開発のみならず、他の触媒関連のプロジェクトにも寄与する。酸素還元触媒の触媒支配因子検討は、今後の新規触媒の設計にあたって有用な設計指針を提供するものと期待できる。

一方で、高活性、高耐久性白金触媒の工業プロセス検討において、10g オーダーでの触媒作製手法の確立という目標に対して、5g での検討しか行われておらず、目標が達成されたとは必ずしも言えない。白金使用量 1/10 を目指した検討で、活性で 3 倍、利用率で 2 倍、温度で 2 倍という考えのようであるが、達成に向けた課題が明確でない。

<肯定的意見>

- 従来開発したナノカプセル法を用いて粒度分布が狭い触媒微粒子を調製し、グラファイト化したカーボン粒子へ均一に担持する技術を開発している。十分な活性を有し耐久性が高いことを実証している。
- ナノカプセル法による粒径が制御された触媒の作成法を見出した。また、酸素還元反応の分子・原子レベルでの解析にも進展が見られる。また、改質ガスの CO 濃度を低減させる高性能 CO 選択メタン化触媒を開発した。
- 酸素還元活性の理論的解析は、高活性触媒開発には不可欠であり、単に本プロジェクトの触媒開発のみならず、他の触媒関連のプロジェクトでも非常に参考になる。是非とも精力的に進めて欲しい。
- カソード還元触媒の触媒支配因子検討は、今後の新規触媒の設計にあたって有用な設計指針を提供するものと期待できる。本プロジェクトで導入した in-situ の分析機器を駆使することで得られるこのような基盤的な知見こそが本事業に期待される成果であり、是非このような成果を外部に向けて積極的に発信していただきたい。
- ナノカプセル法により電極触媒を合成する際に、金属塩と界面活性剤のモル比を調整することで、電極触媒の粒径を任意に制御できることを見出したのは有用な成果であり、今後の新規触媒の開発にあたって大いに役立つことが期待できる。
- 電極触媒の高活性化による白金使用量削減をめざし、作動状況下の触媒表面での酸素結合種の計測技術の開発と解析を通じた機構解明を進め、高活性化

の開発のための新たな知見が集積されてきた。

- ナノカプセル法による高分散で均一粒子の触媒合成法や高電位で安定な高耐久性が見込まれる触媒担体が開発され、白金量を低減し、かつ安定な電極触媒の可能性が示された。
- ナノカプセルに注力し、その粒径制御技術に関しては着実に進展している。また、ラフな Pt1/10 のシナリオも出来ている。
- 触媒のナノカプセル化の手法を開発し、併せて酸素吸着挙動を基礎的に解明し、燃料電池への検討を進めて、今後の高性能化への見通しを明確にした点は評価できる。
- 劣化機構の解明と並行して、ナノカプセル法の有用性の検証を行っており、確実な成果が得られようとしている。また、解析のためのツールも充実しており、今後の展開に期待が持てる。

<問題点・改善すべき点>

- 24 年度末までに触媒使用量を 1/10 とする目標を考えると、現時点で 1/3 程度の実績、あるいはその見通しが報告されても良いのではないか？
- 高耐久性担体開発や改質触媒開発などは、他のプロジェクトでも進められており、協力あるいは仕分けが必要と思われる。
- 開発した触媒のスタック評価に関しては、自動車用の条件でも評価を進めて欲しい。
- 改質器用触媒についても研究開発を行っているのだから、改質器用触媒について独立した目標を設定すべきである。
- 白金使用量 1/10 を目指した検討が行われているが、まず白金使用量 1/10 を達成するための戦略を示すべきである。現状は手持ちの幾つかの新技术を積み上げて、結果として 1/10 を達成するような印象を受けてしまう。
- 電極触媒の活性向上と電極触媒の利用率向上が一緒に論じられているが、両者には別々のアプローチが求められるはず。電極触媒の活性向上と電極触媒の利用率向上のそれぞれについて、何をどこまでやるのか、戦略を立てて推進することが望ましい。
- 富士電機で行われている新触媒のセル・スタック性能評価において、ガス組成が定置用燃料電池を想定した水素と二酸化炭素の混合ガスで行われている。本テーマは燃料電池自動車用の高活性・高耐久性触媒の開発であるから、性能評価に使うガスも燃料電池自動車を想定した 100%水素で実施してほしい。
- 触媒の製造方法が、ナノカプセル法ありきになっている。他の触媒製造方法とのベンチマークを客観的に行うことが望ましい。

- 事業原簿やプレゼン資料で”高活性・高耐久性の触媒開発”という表現と”高性能・高耐久性の触媒開発”が入り混じって使われている。どちらか一方に統一されたい。
- 触媒使用量の目標は現状の 1/10 ではなく、単位発電量当たりの総白金使用量として、0.1g-Pt/kW 以下とすべきである。
- 高活性、高耐久性白金触媒の工業プロセス検討では、10g～20g ロットでの触媒作製手法を確立するという平成 20 年度の目標に対して、1g ロットと 5g ロットでの検討しか行われていない。5g ロットによる検討によって、10g～20g ロットでの触媒作製手法を確立する目処が得られたのかどうか、明確にしてほしい。
- 高活性・高耐久性・低 S/C 燃料改質触媒の開発は、改質触媒の開発という看板を掲げながら、実際にはメタン化反応触媒の開発しか行われておらず、違和感を持った。まずは改質器触媒の開発ロードマップを明確にすべきである。
- 家庭用燃料電池において一酸化炭素濃度を低減する方法として、メタン化反応と CO 選択酸化反応をバランス良く組み合わせる手法は既に知られている。このような公知の手法と、メタン化反応のみを考える本プロジェクトの手法とのメリット、デメリットをあらかじめよく比較検討することが望ましい。
- 研究室レベルで開発された高性能・高耐久性を有する触媒について、工業的製法としての技術の確立が見通されていない。
- Pt1/10 に向けての課題抽出が不明。ナノカプセルを使っただけのシナリオはあるものの活性で 3 倍、利用率で 2 倍、温度で 2 倍という考えのようであるが、それぞれどのように達成していくのかの課題を整理してほしい。
- 活性と電極電解質の関係を定性的に捉えられてきていることはよいが、何処までいけそうかなどの定量性ある予測なども必要ではないか？
- 高電位安定担体の研究では、耐久性については評価が進んでいるようであるが、活性についての記載がない。提示された C-V 特性を見る限り、Pt の酸化・還元領域の特性が、従来の Pt/C と大きく異なっており、酸素還元活性への悪影響を与える懸念はないのかなどの検討も要する。
- 実電池での高性能化、耐久性向上を狙う場合に必要となる課題に対しての解析的アプローチでの基礎研究は評価できるが、改質触媒の検討の位置づけが明確とは言いがたい。現時点でエネファームに適用されている改質器の課題及びそれに対するアドバンテージを明確化することが必要ではないか。
- 研究設備の準備にあまり影響がなかったと思われるセル・スタック評価はかなり遅れているように思える。ナノスコピックだけの検証では不十分であるので、セル・スタックの評価を促進して欲しい。

2) 実用化の見通しについて

メーカーにおいてナノカプセル法の量産プロセスを試行するなど、実用化を目指した取り組みが進められている点は評価できる。酸素還元触媒の触媒支配因子の検討成果は、国内外の研究者による新規触媒の設計において有用な設計指針としての活用が期待できる。改質ガスの高性能 CO 選択メタン化触媒は、定置用 FC の小型、低コスト化に寄与する可能性がある。

一方で、ナノカプセル法の工業的な利用には、まだまだ課題があり、また、信頼性を含め多くの検証が必要である。白金使用量を低減し、高耐久な触媒製法が開発されたが、生産コストや廃棄物等の視点で、コストダウンに対する見通しも示す必要がある。改質器用触媒の成果の出口として、定置用燃料電池に加えて、水素ステーション用水素製造装置を想定しているが、両者では、装置の規模も運転条件も大きく異なることから、研究開発のニーズも同一ではない筈である。本テーマにおいて改質器用触媒をどこまでのスコープで実施するかについては、慎重な検討が求められる。

<肯定的意見>

- メーカーにおいてナノカプセル法の量産プロセスを試行するなど、実用化を目指した取り組みが進められている。
- 改質ガスの CO 濃度を低減させる高性能 CO 選択メタン化触媒は、エネファームなど定置用 FC の小型、低コスト化に寄与する可能性がある。
- 触媒メーカーがプロジェクトに参画しており、量産化等の研究を同時に進めている点は評価できる。
- カソード還元触媒の触媒支配因子の検討成果は、国内外の研究者による新規触媒の設計において有用な設計指針として活用してもらえることになろう。この部分の研究、考察をさらに深めていただきたい。
- ナノカプセル、担体とも技術的に、特徴ある特性が出てきている。
- ナノカプセル法による触媒に関して **TKK** での量産化、富士電機でのストック化と言う連携での取り組みの体制は、実用化への見通しを適切に示している。
- 本研究事業の中では、ナノカプセル法に関する研究が最も進んでいるように思える。白金触媒に限らず、多くの触媒系にも利用できるもので、この分野に注力して研究を促進して欲しい。

<問題点・改善すべき点>

- ナノカプセル法のコストダウンに対する見通しを示す必要がある。
- 白金使用量を 1/10 に低減するためのシナリオは出されているが、高活性化

が3倍という目標は世界的な標準から見て低過ぎるように思われる。

- 改質器用触媒の成果の出口として、定置用燃料電池に加えて、水素ステーション用水素製造装置を想定しているが、慎重な検討が必要である。定置用燃料電池と水素ステーション用水素製造装置では、装置の規模も運転条件も大きく異なることから、研究開発のニーズも同一ではない筈である。さらに、水素ステーション用水素製造装置については、NEDOの他事業である水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発事業で実施されている。本テーマにおいて改質器用触媒をどこまでのスコープで実施するかについては、慎重に検討していただきたい。
- 田中貴金属工業による電極触媒の工業プロセスの検討は、量産を目指した商品開発の側面が強いように感じられる。本事業の実用化に向けた取り組みとしては、大変重要なステップであるが、このステップを国の100%補助対象として実施すべきかどうかについては、よく考えていただきたい。
- 白金使用量を低減し、高耐久な触媒製法が開発されたが、生産コストや廃棄物等の視点で低コスト化にどこまで貢献できるか明確に示されていない。
- 貴金属触媒の溶解性低減に対するアプローチが見えていない。
- スケールアップに伴い触媒の特性、表面構造などに変化も見られる。強力な分析・計測装置を整備されているので、それらを活用してスケールアップでの課題解決のアプローチも可能ではないか。
- ナノカプセル法の工業的な利用には、まだまだ課題があると思われる。また、信頼性を含め多くの検証が必要であるので、このグループの強化が必要ではないだろうか。

3) 今後に対する提言

ナノカプセル法については、実用化へ向けて更なる試行が必要であり、量産プロセスコストの検討も行って欲しい。触媒使用量 1/10 の目標達成に対しては、活性向上と耐久性向上に向けた現在の実力と限界を明らかにした上で、マイルストーンを立てて進める必要がある。さらに、触媒使用量の目標は現状の 1/10 ではなく、単位発電量当たりの総白金使用量として、0.1g-Pt/kW 以下とすべきではないか。高耐久性担体開発や改質触媒開発などは、NEDO の他プロジェクトでも進められており、それらとの違いを明らかにし、本プロジェクトで検討する位置づけをより明確にする必要がある。今後は、電極用触媒と改質器用触媒を別のテーマに分けた上で、それぞれについて目標を掲げ、全体として一体化して進めることが効率的・効果的である。開発触媒のセル・スタックでの評価は、MEA 化と評価セルの設計によって大きく影響されることから、自動車の実使用条件を十分加味した評価手法を確立して進めることが重要であり、MEA の高性能化・高信頼化研究ともリンクした取組みが必要である。

<今後に対する提言>

- ナノカプセル法については、実用化へ向けて更なる試行が必要である。
- 触媒使用量 1/10 の目標達成をめざして、マイルストーンを立てて進める必要があると思われる。
- 酸素還元 Pt 系触媒の劣化機構解析と高活性・高耐久性触媒の開発は表裏一体のテーマであり、触媒活性の定量的評価法の確立、何故劣化が起こるのか、高活性・高耐久性触媒の開発を一丸となって進めて頂きたい。
- 開発した触媒を炭化水素膜と組み合わせた特性評価も進めて欲しい。
- 電極用触媒と改質器用触媒を別のテーマに分けた上で、それぞれについて目標を掲げて実施すべき。
- 電極触媒の工業プロセスの検討では、ナノカプセル法での電極触媒量産プロセスコストの検討も行っていただきたい。触媒使用量 1/10 にすれば、触媒コストが 1/10 になるように思われているが、新規な触媒製造プロセスコストが高くなれば、例え触媒使用量を 1/10 に出来たとしても、触媒コストは 1/10 には到達できない。
- 本プロジェクトで開発した新規電極触媒を実際に燃料電池自動車に採用する際には、アノードガス中の不純物、カソードガス中の不純物による触媒性能への影響の大きさについても検討が必要である。もう少し開発のステップが進んだ段階で、不純物による影響の評価を実施することが望ましい。
- 改質器用触媒の開発に当たっては、家庭用燃料電池を開発、商品化している全ての家庭用燃料電池メーカーからヒアリングを行い、改質触媒に対するニ

ーズを十分に吸い上げ、優先度をつけた上で、開発項目と開発目標を設定して欲しい。

- 改質器触媒の実用化のイメージとして水素スタンド用水素製造装置を考えるのであれば、水素スタンドが将来日本国内に本格的に普及した時点での水素スタンドの設計仕様について詳しい検討を進めている JHFC プロジェクトとよく連携するのが望ましい。
- 電極触媒の工業的製造プロセス検討では、10g~20g ロットでの試作が予定されている。10g~20g の電極触媒は 100kW~200kW クラスの燃料電池スタック相当の触媒量である。このように多量の触媒を本プロジェクトの参加企業の中に抱え込むのではなく、秘密保持などの所定の手続きをした上で国内の研究者に広く配布して、この電極触媒の性能評価をしてもらうべきである。このようにすることで電極触媒の開発がスピードアップするし、本プロジェクトと他の研究者との良い共同研究テーマにもなるだろう。
- NEDO の他のプロジェクトでガス中の不純物が MEA の発電性能に与える影響について詳細な検討が行われている。開発した新しい電極触媒のガス中の不純物による影響評価は、これらのプロジェクトと連携して推進することが望ましい。
- 改質器触媒の開発でハニカム担体を使用しているが、ハニカム触媒では、ハニカム担体のハニカム径や金属の厚みなどに触媒性能が大きく依存することが知られている。メタン化触媒と CO 選択酸化触媒の触媒性能の比較に当たっては、使用するハニカム担体の条件を同一にして、ハニカム担体の影響のない条件下で比較評価して欲しい。
- 高性能・高耐久触媒開発における燃料改質触媒の開発は、定置用燃料電池要素技術としては重要な課題であるが、セルの高性能化とは直接リンクするものではなく本プロジェクトの目的に合致しない。一方、同部の別プロジェクトで定置用燃料電池の改質系触媒の開発が進められており、2年間の成果をもとに、今後はそちらの取組みと一体化して進めることが効率的・効果的と考えられ、本プロジェクトの目的も明確となる。
- 開発触媒のセル・スタックでの評価は、MEA 化と評価セルの設計によって大きく影響されることから、自動車の実使用条件を十分加味した評価手法を確立して進めることが重要であり、MEA の高性能化・高信頼化研究ともリンクした取組みが必要ではないか。
- 活性向上、耐久性向上とも現在取り組んでいる技術の実力と、その限界を明らかにし、さらにどうやって目標を達成するのかのシナリオを作って取り組んで欲しい。
- In-situ XAFS での合金化カソードでの表面計測の計画と思える。合金触媒

については、経時での変化をトレースすることでの劣化状態の解析も必要と思える。

- 解析は劣化のグループに、セル・スタックの評価は **MEA** のグループに研究を仕分けすることで効率化し、このグループは材料開発に注力した方が良いように思える。

2. 3 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発

1) 研究開発成果について

低コスト化にとって重要である炭化水素系膜に取り組んでおり、スルホン化ポリイミド (SPI) 系に続いて、スルホン化ポリエーテル (SPE) 系の電解質膜材料の改良を進めて、基礎的な知見が得られている。スルホン酸基を高密度にブロック型に導入することにより、低加湿条件でナフィオンなみの高いプロトン伝導性が発現することを見出し、中間目標等を達成見込みである。また、プロトン導電率を上げるための指針を示すとともに、エーテル系電解質膜では、高温低加湿での性能向上を図る取り組みを進めており、順当に成果を挙げていると評価できる。

一方で、電解質膜をフッ素系から非フッ素系とすることでフッ素系膜では顕在しなかった膜劣化の挙動での顕在化も考えられるので、MEA 化の評価を早期に取り組み、課題の抽出を進めて欲しい。また、炭化水素系の電解質膜を新規に開発するのであれば、フッ素を含まない完全な炭化水素系電解質膜の実現を目指して欲しい。その他、機械特性等の課題があまり明らかにされていない。

<肯定的意見>

- SPI 系に続いて、SPE 系の電解質膜材料の改良を進めている。基礎的な知見が得られている。
- スルホン化ポリエーテル膜で、スルホン酸基を高密度にブロック型に導入することにより、低加湿条件でナフィオンなみの高いプロトン伝導性が発現することを見出した。また、触媒層中の触媒担体の細孔にも導入し得るデンドリマー型イオノマーの設計も進めた。
- 低コスト化にとって重要である炭化水素系膜に取り組んでおり、低加湿条件で高いプロトン伝導率を有する膜を開発するなど、今後の進展が期待される。
- SPI 電解質膜、SPE 電解質膜の高性能化が着実に進んでいる。明確な分子設計指針に基づいて戦略的に新規な電解質膜を開発している点は特に高く評価できる。
- SPI、SPE 炭化水素系電解質膜による高性能膜合成の設計指針、開発の方向性を明らかにし、低加湿での膜抗等の平成 21 年度目標等を達成見込みの SPE 膜を開発した。
- 低加湿特性が向上してきており、今後に期待が持てる。
- 炭化水素系膜について、プロトン導電率を上げるための指針を示すとともに、エーテル系電解質膜では、高温低加湿での性能向上を図る取り組みを進めており、順当に成果を挙げていると評価できる。
- ポリイミド系とポリエーテルスルホン系に関する検討、さらにアイオノマー

の検討と幅広く研究を行っている。地道ではあるが系統的に化学構造と物性の関係を調べており、多くの成果が期待できる。

<問題点・改善すべき点>

- SPI と SPE の位置づけ、開発優先順位などを示して開発を進めた方が良いのでは？
- 低温作動化へのシナリオが見受けられない。
- 高温低加湿領域での導電性向上を目指してパーフルオロスルホン酸基の導入が検討されているが、せつかく炭化水素系の電解質膜を新規に開発するのであれば、フッ素系の官能基を有しない完全な炭化水素系電解質膜の実現を目指して欲しい。
- 100℃を超える高温・低加湿運転時の特性向上の鍵を握るパラメータの抽出に取り組むべきと考える。
- 実際の運転時に要求される機械特性に関する評価指標と現在の実力値が不明。
- 機械特性等の課題があまり明らかにされていないが、これは問題ないということなのか不明。
- 電解質膜をフッ素系から非フッ素系とすることでフッ素系膜では顕在しなかった膜劣化の挙動での顕在化も考えられる。小型 MEA 化の評価を早期に取り組み、課題の抽出を進めて頂きたい。
- アイオノマーの検討に着手しているが、合成面でやや遅れがあるように思う。分岐型の合成は、既に東工大のグループ等で検討されているので、より精密な合成技術の確立が必要である。

2) 実用化の見通しについて

電解質膜の探索のみならず、企業と連携し、製造法の検討も進められている。炭化水素系電解質の共通認識となっている親水-疎水のブロック共重合体について検討しており、評価できる。明確な開発戦略に基づいて、炭化水素系膜のスケールアップに取り組み、着実に課題解決が進められているので、本プロジェクト終了時点までの実用化も大いに期待できる。

一方で、低加湿下の性能がフッ素系電解質膜レベルに達しておらず、フッ素系の材料に対する炭化水素系材料の課題が整理できていない状況にある。多量の水分保持による膜の劣化なども重要な課題である。既存膜の評価としてナフィオンとの比較は行われているが、他のフッ素系電解質膜、他の炭化水素系電解質膜とのベンチマーキングを積極的に行い、SPI 電解質膜、SPE 電解質膜の強みと弱みをもっと客観的に示すことも必要である。

<肯定的意見>

- 企業と連携し、膜作りのスケールアップを進めている。
- 電解質膜の探索のみならず、化学メーカーによる製造法検討も進められており、効率的に開発が進められている。
- 実用化を念頭に置いた研究開発日程に基づき、着実に課題解決が進められている。
- 明確な開発戦略に基づいて、炭化水素系電解質膜の開発が着々と進捗しており、本プロジェクト終了時点までの実用化も大いに期待できる。
- 材料合成面、企業との連携、外部との連携等が進んできていると考えられる。また、新たに導入された装置の活用により、今後の進展が期待できる。
- カネカとの連携で炭化水素系膜のスケールアップに取り組んでおり、必要となるアイオノマーの合成にも取り組んでおり、実用化を見据えている点は評価できる。
- 炭化水素系電解質の共通認識となっている親水-疎水のブロック共重合体について検討しているので、基本的な部分での実用化は可能と思われる。劣化解析の検討と解決による、大きな飛躍を期待したい。

<問題点・改善すべき点>

- コストに関する検討も課題である。
- 炭化水素膜で、低加湿条件下ナフィオン並みのプロトン伝導性を出すためには多くの水分子を必要としている。この点を炭化水素系膜で克服（少なくともナフィオン並みに）することができるのか見極めて欲しい。また多くの水分子が過度の膨潤収縮をもたらすなど、膜劣化（触媒層も含め）に繋がらな

いかどうかも重要な課題と考えられる。

- 既存膜の評価としてナフィオンとの比較は行われているが、他のフッ素系電解質膜、他の炭化水素系電解質膜とのベンチマークを積極的に行ってほしい。実用化の見通しを明確にするためにも、SPI 電解質膜、SPE 電解質膜の強みと弱みをもっと客観的に示して欲しい。
- 燃料電池自動車用スタックへの実用化を期待しているのであれば、低温時の発電特性だけでなく、常温での運転終了後電解質膜中に多量の水分を保持したままでの凍結時や、この凍結状態からの発電開始時の膜の機械的強度についても目標を設定することが望ましい。現段階で具体的な目標値がなければ、Nafion と同等以上とした上で評価を進めるのがよい。
- 膜の性能、耐久性の目標は示されているが、合成・製造コストに関する目標と開発技術におけるコスト展望が明確に示されていない。フッ素膜と比較して、低コスト化の優位性が見込まれる膜の開発が重要である。
- フッ素系の材料に対する炭化水素系材料の課題がまだ整理できていない状況にあると考えられる。是非 FCCJ から提示されている指標だけでなく、独自に考えた指標を持つことも含め、実用に向けて必要となる技術課題を整理してほしい。
- 開発目標の数値化は、目標設定上必要であるが、炭化水素膜の合成法の最適化を検討して、7年計画でこれらの数値を達成するほど難しさが、エーテル電解質でもあるのであれば、本プロジェクトで進めている合成法最適化の適用性も留意しつつ展開を図って欲しい。
- 低加湿下の性能がフッ素系電解質レベルに達していないので、ブロック構造や親水・疎水の各部位の構造検討が必要に思える。スケールアップ実験も行っているが、企業が扱う項目としては、スケールが一桁から二桁不足している。

3) 今後に対する提言

炭化水素系材料と言っても多岐にわたり、種々の特徴を有する。SPE、SPIと競合する、他の膜・イオノマー材料についても、開発の進捗状況をチェックしながら研究を進めることが必要である。高性能膜の探索だけでなく、有力な候補について膜の化学的構造を絞り、実用化に向けた開発に繋げて行って欲しい。フッ素系膜と比較して、低コスト化の優位性が見込まれる膜の開発が重要であり、具体的な電解質膜のコスト目標を設定しての検討が必要である。FCCJの提案と比較・整合できる目標設定(1000万 m²/年、1000円/m²)が望ましい。炭化水素系電解質膜の機械的強度についても注意が必要であり、静的な環境下に加え、動的な環境下での機械的強度についても注目して欲しい。炭化水素系膜の耐久性評価は未解明の部分が多く、今後は膜及びMEAとしての耐久性評価法の開発と併せて、実作動条件下での耐久性を有する膜の開発を進めることが望まれる。炭化水素膜を早期にMEA化して、これまでのフッ素系膜に無かった課題の存在も含めて検討して欲しい。現在の提案では100℃以上の中温無加湿運転の実現が示す計画にはなっていないが、現状の目標達成の見通しが得られた時点においては、100℃を超える高温・低加湿運転時の特性向上の鍵を握るパラメータの抽出にも取り組むことを期待する。

<今後に対する提言>

- SPE、SPIと競合する、他の膜・イオノマー材料についても、開発の進捗状況をチェックしながら研究を進めることが必要。
- 今後の進捗に期待する。
- 高性能膜の探索だけでなく、有力な候補が見つかったならば、ある時点で膜の化学的構造を絞り、実用化に向けた開発に繋げて行って欲しい。
- 電解質膜のコスト目標を設定すべきである。具体的な電解質膜のコスト目標として、“1000万 m²/年の生産規模を想定したときに、1000円/m²の目処付けが出来ること”を設定して欲しい。これによりFCCJが出した“固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案”と整合が取れることになる。
- 炭化水素系電解質膜ありきで進んでいるが、フッ素系電解質との比較データを積極的に蓄積することで、より幅広い知見が外部に提供できるように配慮して欲しい。
- 炭化水素系の電極用バインダーの開発も今後計画されていて大変心強い。オール炭化水素系MEAのメリットは大きいので、実現を目指して積極的に取り組んでいただきたい。
- 炭化水素系電解質膜の機械的強度についても是非注意を払っていただきたい

い。電解質膜の亀裂、破れは、単に燃料電池スタックの性能低下に止まらず、安全上のリスクを生じさせることになる。静的な環境下での機械的強度に加え、膨潤～乾燥サイクル、高温～低温サイクルのような動的な環境下での機械的強度についても注目していただきたい。

- 低温時の特性評価は平成 24 年度までの目標になっているが、凍結時の電解質膜の特性については早めに簡単なスクリーニングを行い、開発品に大きな問題点がないか早い段階で確認しておくことを奨めたい。
- 燃料電池自動車や定置用燃料電池として実用化することを考えれば、製品回収後のリサイクルのし易さ、特に、MEA からの電極触媒の回収のし易さについて、フッ素系電解質膜との比較評価を行っておくのが良い。
- 炭化水素系膜の耐久性評価は未解明の部分が多く、今後は膜及び MEA としての耐久性評価法の開発と併せて、実作動条件下での耐久性を有する最終目標を達成可能な膜の開発を進めることが望まれる。
- 炭化水素系材料と言っても多岐にわたり、種々の特徴を有する。これらを俯瞰して、それぞれの得失を整理したうえで現在の研究開発を位置づけてほしい。
- 炭化水素膜を早期に MEA 化して、これまでのフッ素系膜に無かった課題の存在も含めて検討して欲しい。

現在の提案では 100℃以上の中温無加湿運転の実現を明確に示せてはいない。また、目標値を達成しても十分に炭化水素系電解質膜の特長を示し切れていない。さらなる工夫により大きな成果が期待できるのではないかな。

2. 4 自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究

1) 研究開発成果について

電極触媒の有効性を評価する触媒有効性指標 (Effectiveness) という、より有効な概念と評価方法を開発し、MEA の高性能化を触媒の開発と電極設計に分割して取り組む方向を提案していることは評価できる。炭化水素系膜、イオノマーを用いた MEA 評価解析は例が少なく、有益である。

一方で、Effectiveness というひとつの評価方法は提案されたが、その要因が十分解明できているとは言い難い。高性能化した触媒を基に MEA としてどのように高性能化を測っていくのかの指針が欲しい。触媒層の課題は、現在世界中で論議が進んできているが、特に、触媒層における物質輸送現象に関する解析に、一層重要性が増してくると考えられるので、イオン、ガス、水等の物質移動に切り分けて、評価する手法を開発して欲しい。自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究というテーマにもかかわらず、燃料電池自動車での運転条件とは異なる評価条件で評価が行われている。今後は、燃料電池自動車での運転条件を十分に反映した評価が必要である。

<肯定的意見>

- 触媒有効性を評価する新しい指標を提案している。
- 電極触媒の有効性を評価する新しい手法を考案し、現状の MEA では触媒利用率が 10%程度であり、大きな改善の余地があることを提言した。
- 触媒層中の白金利用率の評価は難しいが重要なポイントであり、この点に関して取り組んでいただいていることは高く評価できる。
- 炭化水素系膜、イオノマーを用いた MEA 評価解析は他に例が少なく、問題点が明確になりつつある。今後も精力的に進めていただきたい。
- 新規設備の導入及び調整・精度確認に並行して、さっそく研究成果が得られていて評価することが出来る。直近の研究成果を披露していただくことは好ましいことではあるが、結果の考察が追いついていないという印象も受けた。是非時間をかけて、しっかりと考察した上で、学術論文にまとめ上げていただくことを期待している。
- MEA の評価手法として、従来の ECA による利用率評価に替わる Effectiveness という、より有効な概念と評価方法を開発し、MEA の高活性化を触媒の開発と電極設計に分割して取り組む方向を提案している。
- 電極触媒だけでなく、GDL や電極用炭化水素系電解質(イオノマー)における高性能化の課題等についても検討に着手している。
- セル評価等、設備導入の最中であり、今後に期待できる体制が作られつつあると考える。

- 触媒有効性という指標を設定し、学会はじめ多くの論議に発展させることが出来たことは、本領域の研究開発を促進していく上で有益である。
- 新規材料の MEA を見通して、触媒層だけでなくガス拡散層の挙動から総合的に発電状態での挙動を明らかにする試みは評価できる。
- 最終的には、MEA での評価結果で目標の達成が判断されるので、MEA における現象把握、限界値の推定、MEA 作製法の検討は重要な課題である。現時点で、既に独自材料を用いて評価が可能になっている。

<問題点・改善すべき点>

- 炭化水素系バインダーは課題が多いことが伺われるので、「基礎に立ち返って」その原因を明らかにする必要がある。
- 現在提案されている Effectiveness は単なる利用率評価となっており、性能向上のための指標として用いにくい。その奥にあるイオン、ガス、水等の物質移動に切り分けが可能な評価法を開発して欲しい。
- 自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究というテーマにもかかわらず、明らかに燃料電池自動車での運転条件とは異なる評価条件で評価が行われている。自動車メーカーとの意見交換を通じて、燃料電池自動車での運転条件を反映した評価条件に見直していただきたい。
- 既存の GDL を使ったフラッディング現象の限界状況把握については、この分野の研究者に既に知られている現象を山梨大学においても確認することが出来たという程度。フラッディング現象はセルの構造や運転条件に大きく依存することから、もっと普遍的な現象として把握し、説明できるように検討をさらに深めてほしい。
- 触媒有効性指標 (Effectiveness) については、中間評価分科会の場で様々な意見が出されたように、まずは、触媒有効性指標という新しい考え方が、どのような場面で活用できるのかを含めて、燃料電池分野の幅広い関係者に説明し、理解してもらう活動が必要である。こうした点では、現状の事業原簿での触媒有効性指標に関連する記述内容は説明不足であり、聞く側・読む側の視点に立った平易な説明を心がける必要がある。
- 自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究の中で山梨大学の実施分として、SPI-8 膜を用いた MEA の製法について検討が進められている。これとは別に、劣化機構解析の中でパナソニックの実施分として、SPI-8 膜を用いた MEA の製法について検討が進められている。これらは明らかに重複した実施事項であるから、どちらかのテーマに集約した上で、両者が連携して実施すべきである。
- Effectiveness というひとつの評価方法は提案されたが、この要因が十分には

解明できていず、触媒の有効活用のための取り組みの方向性までは示せていない。

- 高性能化した触媒を基に **MEA** としてどのように高性能化を測っていくのかの指針が明確に示されていない。
- 触媒層の課題は、現在世界中で論議が進んできており、触媒活性との関係も含め、今後燃料電池の分野の検討対象として最も大きな課題となると予想される。これに対し、柔軟に外部の研究にも目を開いた検討を進めてほしい。
特に、触媒層における物質輸送現象に関する解析に重要性は、一層重みが増してくると考えられ、それに対する取り組みに重みをつけてもらいたい。
- 今回の説明は不十分であったため進捗状況を十分に把握できなかった。研究者として重要視している箇所があるのは理解できるが、もう少し内容を重視した説明をお願いしたい。

2) 実用化の見通しについて

これまでの成果に基づいて、現時点で成果の実用化について評価を下すのは難しいが、最終目標値は極めてレベルが高いものであり、これらが達成できれば、炭化水素膜を用いた MEA の自動車用途での実用化が現実的なものになると期待できる。触媒の有効性を見通す指標及び、ガス拡散層の構造も含めた実用化の観点の検討を進めていることは評価できる。

一方で、新規開発の触媒・膜を使用して今後どのように自動車用 MEA として構成して目標達成して行くかの指針・方向性が示されていない。苛酷な運転環境になると予想される自動車用燃料電池の運転条件を想定した実験条件設定のもと、新たな開発材料を用いて、課題抽出を早急に進めて欲しい。そこから抽出される課題が今後の研究方向を定めていく上で極めて重要である。そのような燃料電池自動車メーカーのニーズにあわせた目標を明確にした上で研究開発を推進すれば、実用化の見通しがもっと明確になると期待できる。

<肯定的意見>

- 最終目標値は極めてレベルが高いものであり、これらが達成できれば、炭化水素膜を用いた MEA の自動車用途での実用化が現実的なものになる。
- これまでの成果に基づいて、現時点で成果の実用化について評価を下すのは難しいが、計画に沿ってこのテーマの研究が着実に進捗することを期待したい。
- 現状、評価解析が十分に機能していない環境下であり、今後、設備導入が進んだ段階では適切な技術開発が進むものと考えられ、必要な装置類も導入されつつあると考える。
- 自動車メーカーからの要請など意見交換を進め、それらとの連携を積極的に図り、触媒の有効性を見通す指標及び、ガス拡散層の構造も含めた実用化の観点の検討を進めていることは評価できる。
- 触媒有効性に関する議論は興味のあるところである。触媒の研究グループと共同して、現象を詳細に解明し、効率の向上を検討して欲しい。

<問題点・改善すべき点>

- 全炭化水素系の MEA の実用化見通しはまだ得られていない。
- このテーマは他のテーマの成果の集大成となるテーマと思われるが、残念ながらスタックメーカーの参画がない。今後はスタックメーカーの協力も必要と思われる。
- 低白金化に向けた問題点の早期洗い出しと、その対策を進めることも必要である。

- 本テーマにおける開発のマイルストーンが明確に示されていないため、7年間の事業のどの段階でどのようなアウトプットが出てくるのか分かりづらい。本テーマでは、開発した MEA が燃料電池自動車に実際に採用されることを成果の出口として考えているのであるから、自動車会社にとって分かりやすいマイルストーンを示す必要がある。
- 成果の出口である自動車メーカーのニーズをもっと積極的に吸い上げて欲しい。例えば、温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系 MEA の開発では、燃料電池自動車メーカーが具体的にどのような負荷変動に対する安定を期待しているのかを把握し、そのようなニーズにあわせた目標を明確にした上で研究開発を推進すれば、実用化の見通しをもっと明確になるだろう。
- 既存膜系 MEA の限界把握として GDL のフラッディング影響の検討をしているが、成果として新しい知見をもたらすにはいたっていない。
- 第一ステップの開発成果として、新規開発の触媒・膜を使用して今後どのように自動車用 MEA として構成して目標達成して行くかの指針・方向性が示されていない。
- 苛酷な運転環境になると予想される自動車用燃料電池の運転条件を想定した実験条件設定のもと、課題抽出を新たな開発材料を用いて早急に評価解析を進めて欲しい。そこから抽出される課題が今後の研究方向を定めていく上で極めて重要と考えられる。
- ガス拡散層は、現在のフッ素膜、アイオノマー、触媒層で最適化されたもので、新しい電解質膜で最適とは言えない。その点も留意して MEA の特性を評価したほうが良いと思う。
- 炭化水素系電解質膜、炭化水素系アイオノマー、新規触媒と材料の絞り込みがなされているので、それらの材料に求められる MEA の設計と作成方法に関して、検討する必要がある。

3) 今後に対する提言

他の3つのテーマと比較すると、本テーマの研究開発戦略がまだ十分煮詰められていない。目標をスタック、セルまたは MEA の評価について明確にするのが重要なのではないか。低加湿運転条件での特性は、温度勾配などスタックの設計に大きく影響を受ける部分が多く、スタックでの評価も進めて欲しい。

そのためには、今後はスタックメーカーを含む関連業界の一層の協力が必要である。JARI 標準セルを使って既存膜系 MEA の限界把握を実施しているが、JARI 標準セルは限界把握のような厳しい条件での使用を想定した設計になっていない。むしろ HiPer-FC セルを使って限界把握をする方が望ましい。

<今後に対する提言>

- 炭化水素系バインダーの開発に集中すべきである。
- 提案した触媒有効性を評価する指標については、MEA 評価指標の一つとして確立されることを目指して、横断的に議論を深めるべきである。
- Pt 触媒量を現状の 1/10 から、具体的数値で示した方が分かり易い。
- 低加湿運転条件での特性は、温度勾配などスタックの設計に大きく影響を受ける部分が多く、スタックでの評価も進めて欲しい。
- JARI 標準セルを使って既存膜系 MEA の限界把握を実施しているが、JARI 標準セルは限界把握のような厳しい条件での使用を想定した設計になっていない。むしろ HiPer-FC セルを使って限界把握をする方が望ましいと感じた。
- セルでの性能評価試験時のガス利用率が燃料極 70%、空気極 40%で実施されているが、FCCJ が出した”固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案”では、水素ストイキ 1.1 (ガス利用率換算で 91%)、空気ストイキ 1.3 (ガス利用率換算で 77%) を設定していることから、この条件での性能評価試験も実施していただきたい。
- 温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系 MEA の開発と評価は、研究テーマとしては面白そうだが、具体的に何をやろうとしているのか良くわからない。研究開発の狙い、研究開発方針、目標値を明確にした上で研究開発を推進して欲しい。
- 負荷変動に対する安定性は、単に MEA の構造だけでなく、セルの流路の構造やスタックの冷却水路の構造などとも密接に関係している。こうしたことを考えると、基礎的・基盤的研究を担う本プロジェクトでは、製品開発と密接にかかわるようなエンジニアリングの領域にまで踏み込むことは避けたほうが良いのではないか。
- MEA の耐フラッシング性能は、動作条件に大きく依存し、たとえば測定

セルを水平方向に置くか、垂直方向に置くかによっても結果が大きく異なってくる。得られたデータをまとめる際には、できる限り普遍的な知見となるように結果を考察して欲しい。

- 他の3つのテーマと比較すると、本テーマの研究開発戦略がまだ十分煮詰められていないとの印象を受けた。いろいろな実験を手広く始める前に、まずは、じっくりと研究開発の戦略を練ることも必要であると感じた。
- 今後の課題として、家庭用燃料電池へのフィードバックも掲げているが、成果の派生として推進する意義は十分認められるが、本テーマの主要目的には含まれない対象であり、まずは自動車用 MEA としての適用・開発に注力することが肝要ではないか。
- 説明を聞いた範囲では、本グループの役割が明確でなく、研究体制スキーム、目標、スケジュールに説得力がない。評価手法の確立が重要ではなく、目標達成をセルまたは MEA の評価として明確にするのが重要なのではないか。

3. 評点結果

3. 1 プロジェクト全体

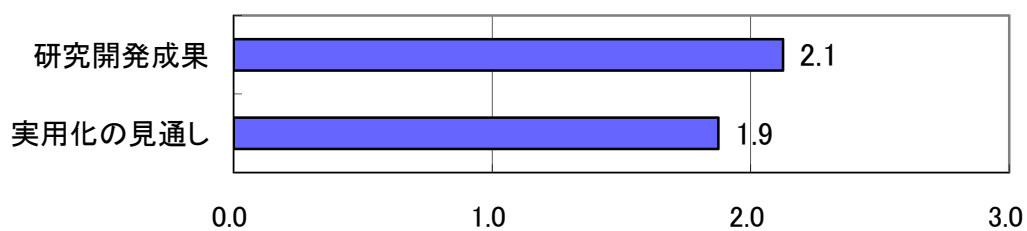
評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け、必要性	2.9	A	A	A	A	B	A	A	A
2. 研究開発マネジメント	2.0	B	A	B	B	B	B	C	B
3. 研究開発成果	2.0	A	B	B	B	B	B	B	C
4. 実用化の見通し	1.6	B	B	B	B	B	C	C	C

(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。

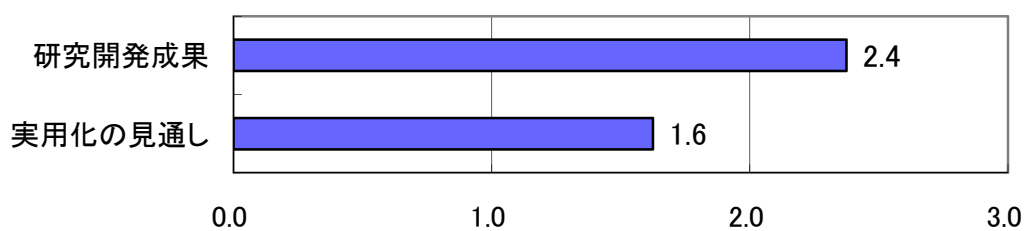
〈判定基準〉

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

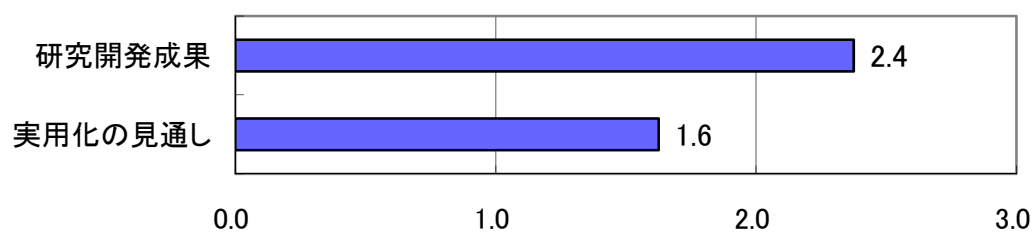
3. 2 個別テーマ



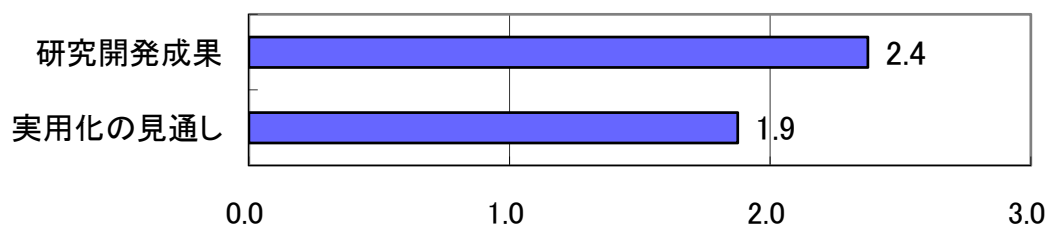
3. 2. 1 劣化機構解析



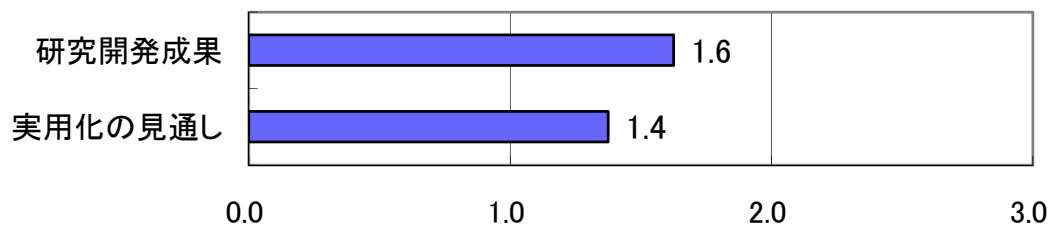
3. 2. 2 高活性・高耐久性の触媒開発



3. 2. 3 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発



3. 2. 4 自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)										
(1) 劣化機構解析												
1. 研究開発成果	2.1	A	A	B	B	B	C	B	B			
2. 実用化の見通し	1.9	A	B	B	B	B	C	B	C			
(2) 高活性・高耐久性の触媒開発												
1. 研究開発成果	2.4	A	A	A	B	B	A	B	C			
2. 実用化の見通し	1.6	B	B	B	C	B	B	C	C			
(3) 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発												
1. 研究開発成果	2.4	A	B	B	A	A	B	B	B			
2. 実用化の見通し	1.9	B	B	A	B	B	B	C	C			
(4) 自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究												
1. 研究開発成果	1.6	A	B	C	B	C	B	C	C			
2. 実用化の見通し	1.4	B	B	B	C	C	C	C	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. 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. 実用化の見通しについて

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

第2章 評価対象プロジェクト

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣
化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セル
のための基礎的材料研究」

事業原簿

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 燃料電池・水素技術開発部
-----	-----------------------------------------

—目次—

概要

プロジェクト用語集

I. 事業の位置付け・必要性について

1. エネルギー政策上の位置付け	I- 1
2. 研究開発政策上の位置付け	I- 2
3. NEDO 事業としての妥当性	I- 3
4. 事業の背景	I- 4
5. 事業の必要性	I- 5
6. 海外の情勢について	I- 8
7. 実施の効果	I-11
8. 事業の目的	I-12
9. NEDO PEFC 技術開発プログラム上の位置付け	I-13
10. 本事業開始にむけた NEDO の準備	I-15
11. NEDO 事業としての意義	I-16

II. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標	II- 1
2. 事業の計画内容	II- 3
3. 研究の実施体制	II- 5
4. 研究内容	II- 9
5. 研究開発の運営管理	II-15
6. 情報の発信	II-21
7. 人材育成	II-23
8. 情勢変化への対応	II-24
9. 評価に関する事項	II-24

III. 研究開発成果について

1. 研究の概要	III- 1
2. 研究開発項目毎の成果	III- 4
①劣化機構解析	III- 4
②高活性・高耐久性の触媒開発	III- 5

③広温度範囲・低加湿対応の電解質膜の開発	III- 6
④自動車用MEAの高性能・高信頼性化研究	III- 7
3. 事業全体の成果	III- 8
4. 今後の課題	III-11
5. 知的財産権、成果の普及	III-11
6. 事業全体の達成度	III-11

IV. 実用化の見通しについて

1. 成果実用化の可能性について	IV- 1
2. 波及効果	IV- 2

(添付資料)

- ・別添1:イノベーションプログラム基本計画
- ・別添2:プロジェクト基本計画
- ・別添3:技術戦略マップ(分野別技術ロードマップ)
- ・別添4:事前評価関連資料(事前評価書、NEDOPOST3、パブリックコメント募集の結果)
- ・別添5:特許論文リスト

概要

最終更新日

2009年11月2日

プログラム（又は施策）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	固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究	プロジェクト番号			P08002			
担当推進部/担当者	燃料電池・水素技術開発部 細井 敬、吉澤 幸大（2009年10月現在） 桜井 輝浩、坂本 滋（2008年4月～2009年3月）							
0. 事業の概要	<p>本事業では、反応・劣化メカニズムに係る知見並びにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の新材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現な高性能セルのための基礎的技術を確立することで固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的とする。2014年度（平成26年度）末に、-30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH（相対湿度）で可能なMEAを開発し、自動車用を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通すことを目標とする。これらの目標達成のために、渡辺プロジェクトリーダーの下に優秀な研究者を結集し、集中的な研究体制で、以下の4項目の研究開発を総合的・一体的に推進する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 劣化機構解析 ② 高活性・高耐久性の触媒開発 ③ 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発 ④ 自動車用MEAの高性能・高信頼化研究 							
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>資源に乏しい我が国が、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>							
II. 研究開発マネジメントについて								
事業の目標	-30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH（相対湿度）で可能なMEAを開発する。なお、自動車用を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。							
事業の計画内容	主な実施事項	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	①劣化機構解析		劣化機構解析手法開発	劣化機構解析手法開発の改良			耐久性向上へのFB	
				触媒・電解質膜・MEA開発にFB				
②高活性・高耐久性の触媒開発		新規触媒・担体材料開発	新規触媒の開発			耐久性を有する触媒開発		
			Pt量1/10で発電確認					
③広温度範囲・低加湿対応の電解質		有望な電解質膜候補探索	新規電解質膜の開発					
			低温下、高温低加湿下での作動確認			目標MEA性能・耐久性を有する膜開発		

	④自動車用MEAの高性能・高信頼化研究	MEA評価方法検討 触媒・膜特性とMEA特性の相関把握	触媒・膜特性を活かす MEA開発 Pt量1/10で発電確認				最終目標を達成する MEA開発		
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	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	総額
	一般会計	0	0						0
	特別会計 (一般・電源・電給の別)	2,258	1,840						4,098
	加速予算 (成果普及費を含む)	0	0						0
	総予算額	2,258	1,840						4,098
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	渡辺 政廣 (山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センター長・教授)							
	委託先	国立大学法人 山梨大学 株式会社カネカ 株式会社東レリサーチセンター 富士電機ホールディングス株式会社 田中貴金属工業株式会社 株式会社島津製作所 パナソニック株式会社							
情勢変化への対応	特になし								
中間評価結果への対応									
評価に関する事項	事前評価	2008年度実施 担当部 燃料電池・水素技術開発部							
	中間評価	2009年度 中間評価実施、2012年度 中間評価実施予定							
	事後評価	2015年度 事後評価実施予定							
Ⅲ. 研究開発成果について	①劣化機構解析	<ul style="list-style-type: none"> 高耐久性担体に担持した触媒と市販の標準触媒において、電解液中での起動停止サイクルを模擬した FCCJ のプロトコルによる評価で、活性面積、酸素還元活性、H_2O_2 生成率の経時変化の定量的評価法を確立した。 市販 Pt/GC (Pt を高分散したグラファイト化カーボン) の 30 倍以上もサイクル寿命が長い Pt/GC をナノカプセル法によって合成できた。 電解質膜の劣化試験に関しては、まず、山梨大学で市販フッ素樹脂系電解質膜を種々の条件で混合ガス曝露試験し、東レリサーチセンターにおいて分解生成物を精密分析することに成功した。また、炭化水素系膜の劣化生成物分析も実施した 							
	②高活性・高耐久性の触媒開発	<ul style="list-style-type: none"> ナノカプセル法電極触媒合成時の金属塩/界面活性剤モル比を変えるのみで、触媒粒径を自在に制御することに初めて成功した。 エネファーム低コスト、コンパクト化に直結する現行の CO 選択酸化触媒に替わり得る高性能 CO 選択メタン化触媒を開発した。 							

	③ 広温度範囲・低加湿対応の電解質	・スルホン酸化ポリエーテル電解質膜で、低加圧で高いプロトン導電率を発現できる構造を提案し、顕著な性能向上効果を発見した。
	④ 自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究	・電極触媒の有効性を評価する新しい手法を開発した。この新評価法により種動的条件での特性差を指標化できることがわかり、今後の触媒低減の重要指針となることを明らかにした。現状実用条件での触媒の利用率は約 10%程度で、大きな改善余地を残すことを示せた。
	投稿論文	「査読付き」13件、「その他」94件
	特許	「出願済」18件、「登録」0件、「実施」0件（うち国際出願0件）
	その他外部発表（プレス発表等）	プレス発表 ・エネファーム向け燃料処理装置用の高性能触媒を開発高性能触媒開発 ・山梨大学燃料電池ナノ材料研究センターの本格稼働及び開所式
IV. 実用化、事業化の見通しについて	<p>本事業の実用化は、プロジェクトで開発された MEA 構成材料あるいはそのベースとなる基盤技術（知財）が燃料電池自動車あるいは定置用等燃料電池関連製品に採用されるところまでを目指す。</p> <p>2020年頃の想定される燃料電池自動車に本事業で開発した材料あるいはそのベースとなる特許等の知財が活用されることを目指す。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	2008年1月 作成
	変更履歴	<p>2008年7月 改訂（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）</p> <p>2009年3月 改訂（人材育成活動に関する事項を明記）</p>

プロジェクト用語集

	用語	定義
い	イオノマー	高分子において、その疎水性の主鎖の一部に少量の親水性のイオン基(カルボン酸、スルホン酸などの塩)が置換されたもの。
	イオン交換容量	単位樹脂量あたりのイオン交換に関わる全てのイオン交換基数で、単位は meq/g、略称はIEC(Ion Exchange Capacity)。一般的にはより高いIECを有する電解質膜のほうがより高いプロトン導電率を示す傾向がある。現在のフッ素系電解質膜は 1 程度、炭化水素系電解質膜は 1-2.5 程度を有する。
	イオンチャンネル	イオンが透過する経路。高分子電解質においては、イオンチャンネルの連結性が導電率向上に大きく影響すると考えられている。
	易動性水素	分子内及び分子間での移動度の高い水素。分子間イオンコンプレックスや水素結合が、プロトン伝導や膜の安定性に寄与することが期待できる。
か	化学炎法	揮発性金属化合物または金属蒸気と他の気体とを反応させ、その後凝縮・核成長させ、粒子を形成する手法の一つ。
	ガス拡散層	単電池の電極を構成する部材であり、触媒層のある面と、セパレータと直接接する面があり、電気を通ず機能や化学反応に必要な空気と水素を効率よく導く機能を持つ。
	ガス透過率	単位体積・時間あたりに膜中を透過するガス(酸素や水素)の体積量。電解質膜においては、ガス透過(クロスリーク)に伴う副反応により触媒劣化が予想されるため、より低いガス透過率が望まれる。
	カソード質量比活性	カソードの触媒単位重量あたりの活性。本件では、単セル電圧 0.9V における白金 1g あたりのセル電流量とした。
	活性化エネルギー	何らかの化学現象を生じるのに必要なエネルギー。プロトン伝導において導電率の温度に対する傾きが見かけの活性化エネルギーにあたり、導電機構を解析する重要な指針となる。
	カップリング反応	二つの化合物を選択的に結合させる方法。銅やパラジウムなどの遷移金属触媒を用いて炭素と炭素を結合させるカップリング反応法が多く知られている。HiPer-FC 研究項目③3)においてヨウ化パーフルオロスルホン酸基をハロゲン置換フルオレンに導入する反応は、銅触媒を用いた Ullmann カップリング反応と呼ばれる。
	ガラス転移温度	非晶質(アモルファス)固体へのガラス転移が始まる温度。高分子電解質膜は一般に剛直な非晶質ガラス状態であり、ガラス転移温度以上で流動性を有するゴム状態へと変化する。電解質膜のガラス転移温度が燃料電池の運転作動温度付近あるいは以下の場合、電解質膜が形状維持が困難であり、重大な問題となる。フッ素系電解

		質膜が一般に 100℃以下であるのに対し、炭化水素系電解質膜の多くは 150℃以上であり、高温作動が期待される。
き	求核置換重合法	反応の中心となる求電子剤に対して求核剤が求核攻撃し、脱離基が脱離する反応を利用した重合法。ポリエーテルの場合、塩基性条件においてフェノールートイオンが求核剤となり、ベンゼン環上にあるフッ素と置き換わりエーテル結合を形成、その反応の繰り返しにより重合体、ポリマーが得られる。
く	クラスタ構造	同種の原子及び分子がファンデルワールス力や静電的相互作用、水素結合、金属結合、共有結合などによって数個～数十個、もしくはそれ以上集合した構造。高分子電解質膜においては、効率良いイオン伝導を実現するため、親水部がイオンクラスタ構造を形成し、かつ有効なイオンチャンネルを形成することが重要である。
	グラフト共重合	2 種類以上のモノマーを用いる共重合のうち、幹となる高分子主鎖にところどころに枝のように他の重合体(側鎖)が配列している櫛状高分子を合成する方法。
	クリーンディーゼル車	ポスト新長期規制(2010年(平成 22 年)排出ガス規制。欧米の規制レベルと同等の世界最高水準の規制)に適応する PM や NO _x の排出量が少ないディーゼル車。
こ	高酸化・高加水分解耐性	燃料電池作動中に発生する酸化剤(ヒドロキシラジカルなど)や、加湿ガスやカソード反応により生じる水による高分子電解質の構造劣化・分解が起こりにくい特性。
	高次構造	高分子において高分子鎖を構成する単位の種類とその配列順序を一次構造と呼ぶのに対する、個々の高分子鎖の立体配置(二次構造)や折り畳み構造(三次構造)などの空間配置構造。
	固体高分子形燃料電池	電解質に固体のプロトン交換膜を用いる燃料電池。【電解質として、パーフルオロエチレンスルホン酸系膜などを用いる。電池作動温度は、常温～80℃である。】
し	質量活性	触媒 Pt 1g あたりの活性支配電流値。
	触媒利用率(U_{Pt})	幾何学的な Pt 表面積($TEM-S_{Pt}$)に対する、電気化学的に活性な Pt 表面積($ECA-S_{Pt}$)の割合のこと。幾何学的な Pt 表面積は透過電子顕微鏡像などから、電気化学的に活性な Pt 表面積はサイクリックボルタムメトリから算出される($U_{Pt} = ECA-S_{Pt} / TEM-S_{Pt} \times 100$)
	触媒有効性	Effectiveness:触媒有効性指標のこと($E_{f_{Pt}}$)。 MA/MA_{max} として定義される。
	シンクロトロン放射光	X 線光源として他の光源より 3~4 桁強く、その他の特徴も蛍光 X 線分析に有利に働く。偏光特性は SN 比向上に用いられている。連続スペクトルである光を単色化することにより、特定の微量元素を検出することができる。
	親水部・疎水部	水分子と親和性の良い部たとえばスルホン酸基などを親水部、一方水との親和性が悪い(一般には油との親和性が良い)部を疎水部と呼ぶ。
す	スクリーニング	様々な状況や条件の中から必要なものを選出すること。

そ	相分離構造	物質の状態や性質の異なる領域(相)が分離している構造。親水部及び疎水部はそれぞれ集合し合い相を形成、お互いが分離した構造を形成する。
	ソフトテンプレート法	規則性メソ構造体を形成する手法の一つ。界面活性剤分子の自己集合組織などを鋳型(テンプレート)として用いる。鋳型を構成する分子が互いに結合を持たないことから「ソフトテンプレート」と呼ばれる。
た	炭化水素系電解質膜	デュポン社の Nafion に代表される含フッ素系電解質と対照的に、フッ素をほとんど(または全く)含まず、炭素、水素、酸素、窒素、硫黄などを主な構成元素とする電解質膜。一般的には優れた耐熱性及び機械特性を有する芳香族炭化水素高分子、例えばポリイミド、ポリエーテル、ポリフェニレンなどが用いられる。
ち	超強酸性基	100%硫酸より高い酸性度を示す酸性基が、超強酸性基と定義される。アルキルの水素がフッ素で置換されたパーフルオロアルキルに置換したスルホン酸基(パーフルオロスルホン酸基)は、フッ素の電子吸引性により、硫酸の 1000 倍以上の非常に強い酸性度を示す。
て	電極触媒	電極の電気化学反応の速度を促進させる触媒。
	電極触媒用電解質	PEFCの触媒層において、触媒(担体)を結着するための電解質。バインダー、イオンマーと表現されることが多い。電解質膜とは異なる特性も求められる。
	電解質	空気極、燃料極間のイオン伝導を行う物質。
	テンプレート法	規則的メソ構造体を形成する手法の分類で、相分離法や結晶化法とは異なり、鋳型(テンプレート)の形状を目的物質に転写することによって構造を制御する手法。
と	特異吸着	ここでは、白金触媒の高分子電解質による被毒を示す。詳細なメカニズムは検閲中。
な	ナノカプセル法	山梨大学で開発した触媒の合成方法。金属塩及び/又は金属錯体の中から選ばれた活性金属の前駆体、親水基を有する溶媒及び非水溶性溶媒を混合してナノカプセル溶液を調製し、還元性を有する非水溶性液を加え加熱してナノカプセル内部にて金属粒子を形成すると同時に担体に担持する手法。
ね	熱水耐性	高分子電解質膜の、耐加水分解性を評価するための試験。FCCJの“固体高分子形燃料電池の目標・研究課題と評価方法の提案”に示されている。
は	灰化法	焼成後の残留物の重量を量り、金属含有量を求める方法。
	ハードテンプレート法	規則的メソ構造体を形成する手法の一つ。メソポーラスシリカなどの合成が容易で強靱な規則的メソ多孔体を鋳型とすることにより、高温下でも鋳型の安定構造が保たれ、幅広い組成の複合材料に適用できる。
ふ	フラディング	カソードでの生成水がガス拡散層(Gas Diffusion Layer, GDL)の細孔内部で凝縮して、反応に必要な酸素の供給が阻害される現象
	ブロック共重合	2種類以上のモノマーを用いる共重合のうち、同一種の繰り返し構造が長く連続的に繰り返されている高分子を合成する方法。ポリエーテルのブロック共重合において

		は、それぞれ組成(親水性・疎水性など)の異なるブロックオリゴマー(中分子量体)を合成後、ブロックとブロックを組み合わせるマルチブロック化反応によりブロック共重合体を得る。
	噴霧熱分解法	原料を溶液で混合し噴霧熱分解する。ことで組成の均一な多元系粒子を連続で合成できる。
	噴霧プラズマ法	山梨大学で開発した触媒の合成方法。常圧プラズマ中に各種金属塩水溶液の微細液滴を短時間滞留させることで、均質組成の金属複合酸化物の中空微粒子を簡単に合成できる。
ほ	ホワイトピーク	XANESスペクトルの吸収端ピーク: 金属・酸素結合(酸化物形成)の度合の指針となる。
ま	膜抵抗	膜中のプロトン伝導における抵抗。一般的には、単位面積当たりの抵抗値を指す膜厚を考慮したプロトン導電率の逆数。
	マルチチャンネルフロー電極法	山梨大学で開発した触媒活性評価方法。0.5mm の薄い電解液フローチャンネルに層流で電解液を流し、酸素の供給量を制御して、試験極の活性を測定。流れ方向に垂直に試験極を4つ配列し、同じ雰囲気条件で同時に4つの触媒活性評価が可能。
も	モルフォロジー	形態のこと。高分子膜においては、その親水部・疎水部等によりミクロな相分離構造が形成され、その形態のことを指す。
り	律速段階	逐次反応において最も遅い素反応(過程)。
A	AFM	原子力間顕微鏡。先端の鋭いカンチレバー(探針)を用いて、試料表面をなぞる、または試料表面と一定の間隔を保ってトレースし、その時のカンチレバーの上下方向への変位を計測することで試料表面形状の評価を行う測定装置。
C	CL	キャタリストレイヤー(触媒層)の略称
	CO選択メタン化触媒	燃料処理装置においてメタン等の原燃料から水素を製造する際に副生する一酸化炭素(CO)をメタン(CH ₄)に変換する触媒のこと。二酸化炭素(CO ₂)からのメタン化は抑制し、COのみの反応を選択的に促進することから「CO選択」と付けて呼ぶ。
	CNG自動車	Compressed Natural Gas の略で圧縮天然ガスのこと。天然ガス自動車は、CNGを気体のまま高圧で燃料容器に貯蔵する圧縮天然ガス自動車です。
D	DSS	Daily Start-up and Shut-down の略、毎日起動停止を繰り返す装置運転形態。
E	ECA	Electrochemically active surface area:電気化学的反応エリアのこと。PEFC では電気化学的に活性な Pt 表面積として定義される。
	Ef _{Pt}	Effectiveness:触媒有効性指標のこと。MA/MA _{max} として定義される。
E	EPMA	電子線プローブ X 線マイクロアナライザ (Electron Probe Micro Analysis) 電子線を物質の表面に照射し、そこから発生する特性 X 線を検出して元素を分析する方法。μm オーダーの微小領域から分析が可能。

F	FCCJ	燃料電池実用化推進協議会。我が国における燃料電池の実用化と普及に向けた課題解決のための具体的な検討を行い、政策提言としてとりまとめ、国の施策へ反映させること目的に設立された団体。自動車メーカー、家庭用燃料電池メーカー、ガス会社、石油メーカー等からなる。
	FT-IR	フーリエ変換赤外分光法 (Fourier Transformed Infrared Spectroscopy) 物質を透過した赤外線強度を縦軸に波数(1cm あたりの波の数)を横軸にして分子の赤外線吸収を調べ、そのパターンから化合物の定性、強度から定量を行う方法。特に化合物が有する官能基の判別に利用される。
G	GDL	Gas diffusion layer:ガス拡散層のこと。
	GPC	ゲル浸透クロマトグラフィー (Gel Permeation Chromatography)。ポリマーなどの試料を溶解して移動相とともに多孔質ゲルを充填したカラムに導入し、分子サイズの大きいものから溶出させて分離し定量する方法。高分子材料の各種平均分子量を調べるのに用いられる。
H	HHV	高位発熱量。燃料を完全燃焼させたときの水蒸気の凝縮潜熱を含めた発熱量。【通常は単位量当たりの発熱量で示す。】
I	IC	イオンクロマトグラフィー (Ion Chromatography)。希薄な電解質溶液を移動相、低交換容量のイオン交換樹脂を固定相に用いたクロマトグラフィーで電気伝導度により検出を行う。無機イオン、低分子量の有機イオンの定性・定量が可能。
	IC/MS	イオンクロマトグラフィー / 質量分析法 (Ion Chromatography / Mass Spectrometry)。ICと質量分析計をオンライン接続した分析方法で、ICで分離された各イオンの質量を調べることが可能。
	ICP-MS	ICP-MS (高周波誘導結合プラズマ発光-質量分析):プラズマ(ICP)をイオン源として使用し、発生したイオンを質量分析部(MS)で検出します
	IEC	Ion exchange capacity:イオン交換容量のこと。プロトン伝導性を担うスルホン酸基の密度として定義され、IEC (meq/g) = 1000 / EW で算出される。なお「EW(equivalent weight, 等価質量)」は乾燥したナフィオン(プロトン型)1 グラム当たりのスルホン酸基のモル数である。
	In-situ TEM	本プロジェクトで導入した高分解能の透過型電子顕微鏡。触媒等の新規合成材料を各種反応性ガス雰囲気や温度に晒した際の反応過程を 0.1nm の高分解能で観察できる。
	In-situ XPS	X線光電子分光 (X-ray photoelectron spectroscopy): サンプル表面にX線を照射し、生じる光電子のエネルギーを測定することで、サンプルの構成元素とその電子状態を分析することができる。
J	JHFC	水素・燃料電池実証プロジェクト (Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project)。経済産業省が実施する燃料電池システム等実証試験研究補助事業に含

		まれる「燃料電池自動車等実証研究」と「水素インフラ等実証研究」から構成されるプロジェクトです。JHFCプロジェクトでは、各種原料からの水素製造方法、現実の使用条件下でのFCV(燃料電池自動車)の性能、環境特性、エネルギー総合効率や安全性などに関する基礎データを収集・共有化し、本格的量産と普及の道筋を整える。
L	LC/MS/MS	液体クロマトグラフィー／タンデム質量分析法(Liquid Chromatography / Mass Spectrometry / Mass Spectrometry)。LCの分離物に対して1段目のMSで分子イオンなどの特定イオンを選択しArなどの衝突により分解させて2段目のMSにより特定イオンの分解物のマススペクトルを得る方法。このマススペクトルから特定イオンの化学構造を推定可能。
	LHV	低位発熱量。燃料を完全燃焼させたときの水蒸気の凝縮潜熱を差し引いた発熱量。 【通常は単位量当たりの発熱量で示す。】
M	MA	Mass activity:質量活性のこと。Pt1g 当たりの電流密度として定義される。
	MA _{max}	Maximum mass activity:最大質量活性のこと。1atm の酸素雰囲気下における、Pt1g 当たりの活性支配電流密度(チャンネルフロー二重電極法(CFDE)にて測定)として定義される。
	MEA	Membrane Electrode Assembly:膜電極接合体のこと。燃料極(負極)、固体高分子膜(電解質)、空気極(正極)を貼り合わせて一体化した燃料電池システムの最少構成単位である。
	MPL	拡散層の一部として用いられるマイクロポーラスレイヤーの略称
N	NMR	核磁気共鳴法(Nuclear Magnetic Resonance)。外部静磁場に置かれた原子核は固有の周波数の電磁波と相互作用(核磁気共鳴)するが、この周波数が分子内での原子の環境によってわずかに変化することを利用し、化合物の化学構造を分析する方法。
	NO _x	窒素酸化物。一酸化窒素(NO)、二酸化窒素(NO ₂)、亜酸化窒素(一酸化二窒素)(N ₂ O)、など。化学式のNO _x から「ノックス」ともいう。物質が燃焼するときにも一酸化窒素や二酸化窒素などが発生する。炭化水素(HC)と反応して、光化学スモッグを発生させたり、酸性雨の原因となる大気汚染原因物質である。
P	PEFC	固体高分子形燃料電池。
	PM	パーティキュレートマター。浮遊粒子状物質のことで、主成分は、黒煙(すす)である。NO _x と同様に大気汚染の原因である。
	pKa	酸解離定数を示す記号で、その数が小さいほど強い酸を意味する。アルキルスルホン酸において pKa は-1 程度、パーフルオロスルホン酸は-4 程度を示す。(pKa Database からの計算値, ACS/Lab Co.)
	PROX	選択酸化(Preferential Oxidation)の略称。燃料処理装置において、製造した水素ガス中に残存する一酸化炭素を外部から混合した空気により酸化し二酸化炭素として除去する触媒を指す。
S	S/C	steam/carbon モル比。燃料処理装置の運転条件の一つで原燃料に含まれるカーボ

		ンに対して添加する水蒸気の比を示したもの。原燃料が都市ガスの場合、S/C は 3 程度が普通。
S	SEM	走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope)。真空中に置かれた試料の表面を 1~100nm 程度に絞った電子線で 2 次元走査を行い、試料表面から発生する二次電子や反射電子を検出して試料表面の顕微鏡像を得る手法。 光学顕微鏡に比べて焦点深度が 2 桁以上深く、nm スケールの分解能が得られる。
	SPE	スルホン化ポリエーテルの略称
	SPI	スルホン化ポリイミドの略称
	STEM	Scanning transmission electron microscopy (走査透過電子顕微鏡): 試料位置で電子ビームを集光し、試料の各部位毎にその散乱強度を計測してイメージ化。ナノ粒子等の微細構造解析・観察ができる。
	STM	STM(走査トンネル顕微鏡): 非常に鋭く尖った探針を導電性の物質の表面または表面上の吸着分子に近づけ、流れるトンネル電流から表面の原子レベルの電子状態、構造など観測できる。
X	XAFS	XAFS(X線吸収端微細構造)は、特定原子付近の構造状態を知ることができ、材料分析等に用いる。
	XANES	XANES(X-ray Absorption Near Edge Structure): 原子の配置の対称性や電子状態等を解析。

I. 事業の位置付け・必要性について

1. エネルギー政策上の位置付け

資源に乏しい我が国が、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。

我が国におけるエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題（CO₂）・交通量の多い都市部等における地域環境問題（NO_x、PM等）の解決のためには、国全体として省エネルギーを推進するとともに、新エネルギー技術の開発、コスト削減及び利便性・性能の向上に積極的に取り組むことが極めて重要である。燃料電池は、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た。

「新・国家エネルギー戦略」（2006年5月）では、2030年に向け運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指し必要な環境整備を行うことを目標として、燃費改善、燃料多様化とともに、電気・燃料電池自動車等の開発・普及促進が掲げられている。この中で、水素・燃料電池技術は新エネルギーイノベーション計画のうち、革新的なエネルギー高度利用の促進等として位置づけられ、その中で、燃料電池の重要なアプリケーションの一つである燃料電池自動車が、クリーンエネルギーである水素を使い、走行することから、「次世代自動車」と位置づけられ、燃料電池の抜本的低コスト化や耐久性・効率の更なる向上といった課題解決に向けた技術開発・実証研究を引き続き推進することが記載されている。

「経済成長戦略大綱」（2006年7月）においては、燃料電池車は運輸エネルギーの次世代技術開発の重点分野として位置付けられている。

「エネルギー基本計画」（2007年3月）では、多様なエネルギーの開発、導入及び利用の施策の一つとして、燃料電池自動車に関する技術開発の推進が挙げられている。燃料電池本体の抜本的低コスト化や耐久性・効率の更なる向上、安全・簡便・効率的かつ低コストな水素製造・貯蔵・輸送技術の確立が不可欠であり、こうした課題解決に向けた技術開発・実証研究を引き続き推進すること、と定められている。

「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技術開発の重要性が述べられている。

「Cool Earth - エネルギー革新技術計画」（2008年3月）では、世界全体の温室効果ガスの排出量を現状に比して2050年までに半減するという長期目標を達成するために選定された、エネル

ギー分野における21の革新的技術開発に、燃料電池自動車、定置用燃料電池が含まれている（図I-1）。

「環境エネルギー技術革新計画」（2008年5月）では、低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略において、需要側技術として燃料電池自動車を、また、水素利用については効率的な水素貯蔵・輸送技術、化石燃料に依存しない水素製造の低コスト化等を、開発の必要な技術として位置付けている。

「低炭素社会づくり行動計画」（2008年7月）では、排出量のうち約2割を占める運輸部門からの二酸化炭素削減を行うため、次世代自動車（ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル車、CNG自動車等）について、2020年までに新車販売のうち2台に1台の割合で導入するという目標の実現を目指すとしている。

「Cool Earth—エネルギー革新技術 技術開発ロードマップ」
【出典：経済産業省】



出典：経済産業省『Cool Earth—エネルギー革新技術計画』

図I-1 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術

このように、「燃料電池・燃料電池自動車」は継続して、政策上の、重要な技術分野となっている。

2. 研究開発政策上の位置付け

経済産業省は、政策を踏まえて、全ての研究開発プロジェクトを7つの「イノベーションプログラム

ラム」の下で体系的に推進している。そのうちの一つ「エネルギーイノベーションプログラム」に、「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究」（以下、本事業という）は含まれている。

我が国が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・普及により世界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むことが不可欠であるが、エネルギー技術開発には長期期間と大規模投資を必要とするとともに将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的に取り組むことは容易ではない。「エネルギーイノベーションプログラム」は、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方が方向性を共有し、長期にわたり軸のぶれない取組の実施を可能にすることを目指して、制定されている。

「エネルギーイノベーションプログラム」は、5つの柱、総合エネルギー効率の向上、運輸部門の燃料多様化、新エネルギー等の開発・導入促進、原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保、並びに、化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用、から構成されている。本事業は、運輸部門の石油依存度を2030年度までに80%程度とすることを目指す、運輸部門の燃料多様化のための研究開発施策として位置付けられているとともに、他の3つの柱、総合エネルギー効率の向上、新エネルギー等の開発・導入促進、化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用にも寄与する研究開発施策として位置付けられている。

3. NEDO事業としての妥当性

燃料電池自動車及び定置用燃料電池の普及には、技術進展だけでなく、制度の整備、インフラストラクチャの建設、社会的な理解推進・受容が必要である。そのために、上述したように重要な政策として位置付けられるとともに、技術開発と制度があわせて検討されている。そのため、新エネルギー・省エネルギーに係る国家プロジェクトをマネジメントするNEDOの関与が不可欠である。具体的には、燃料電池自動車の普及には、安全性の確認、規制の見直し、水素供給ステーションとのインターフェース等が不可欠である。このため、本事業の推進とあわせて、例えば、「水素社会構築共通基盤整備事業」では安全の確認、規制の再点検に必要な技術開発、データ収集・提供等を行うとともに、国際標準化、国際基準調和の活動を支援している。

燃料電池の技術開発は、複数の研究事業を連携・整合して進めることが必要であることから、NEDOの関与は不可欠である。具体的には、後述するような高度な計測・解析手法を開発している独立行政法人産業技術総合研究所 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター（F C - C u b i c）との連携が求められる。また、燃料電池自動車で要求される燃料品質は、「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」、「水素先端科学基礎研究事業」等に対するリクワイメントとなる。

燃料電池自動車の普及、水素供給インフラストラクチャの確立は、我が国一国だけで成し遂げられるものではなく、また、世界的な広がりがあるからこそエネルギー・環境に大きな効果をもたらすものである。国際的な関係の構築においても、NEDOの関与は有効である。例えば、本事業

業においては、NEDO燃料電池水素技術開発部、産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門、米国ロスアラモス国立研究所水素燃料電池研究所の間で情報交換等に係る覚書を締結しているが、NEDOは米国エネルギー省担当部署との折衝を経産省と連携して担っている。

4. 事業の背景

燃料電池技術は、地球環境・エネルギーセキュリティ・経済の持続的成長という「3つのE」を同時に達成する上で最も期待がかかる重要技術であり、我が国のみならず、世界各国が熱心に国際競争を展開している。我が国における燃料電池・水素関連の技術開発については、2001年1月の「燃料電池実用化戦略研究会報告書」（以下「戦略報告書という。」）を出発点として官民協力による様々な取り組みが始まった。2002年2月には、第154回国会における内閣総理大臣施政方針演説で、「燃料電池は、水素をエネルギーとして利用する時代の扉を開く鍵です。自動車の動力や家庭の電源として、3年以内の実用化を目指します。」と言及され、政府が一丸となって燃料電池の開発を進めることが宣言された。総理の施政方針演説を受け、燃料電池の技術開発は加速化され、あわせて燃料電池自動車と水素ステーションに関する実証実験である。「燃料電池システム等実証研究（JHFC）」もスタートした。2002年の総理の施政方針演説は、我が国における水素・燃料電池技術に関する取り組みを大幅に加速させ、我が国が燃料電池の分野でのリーダーシップを担う結果となった。現在、日本の大手自動車メーカー3社であるトヨタ自動車、日産自動車、本田技研のすべてが独自開発の燃料電池自動車を実用化しており、その技術レベルも世界最高水準を達成している。また、近年、燃料電池自動車（FCV）は、セルスタックのコンパクト化や耐久性向上が進んでいる。加えて、JHFCプロジェクト等で大規模な実証走行が行われており、その有効性・実用性が検証されてきている。

このように我が国では燃料電池の研究開発が大きく進展したが、その一方で顕在化してきたのが、完成度の高い既存の自動車との本質的な壁であり、コストの大幅な削減の必要性である。図I-2には燃料電池自動車（FCV）のロードマップ（2008）を示す。

固体高分子形燃料電池(PEFC)ロードマップ (燃料電池自動車(FCV))

～究極の次世代クリーン自動車である、FCVを将来的に普及し、CO2削減へ貢献～



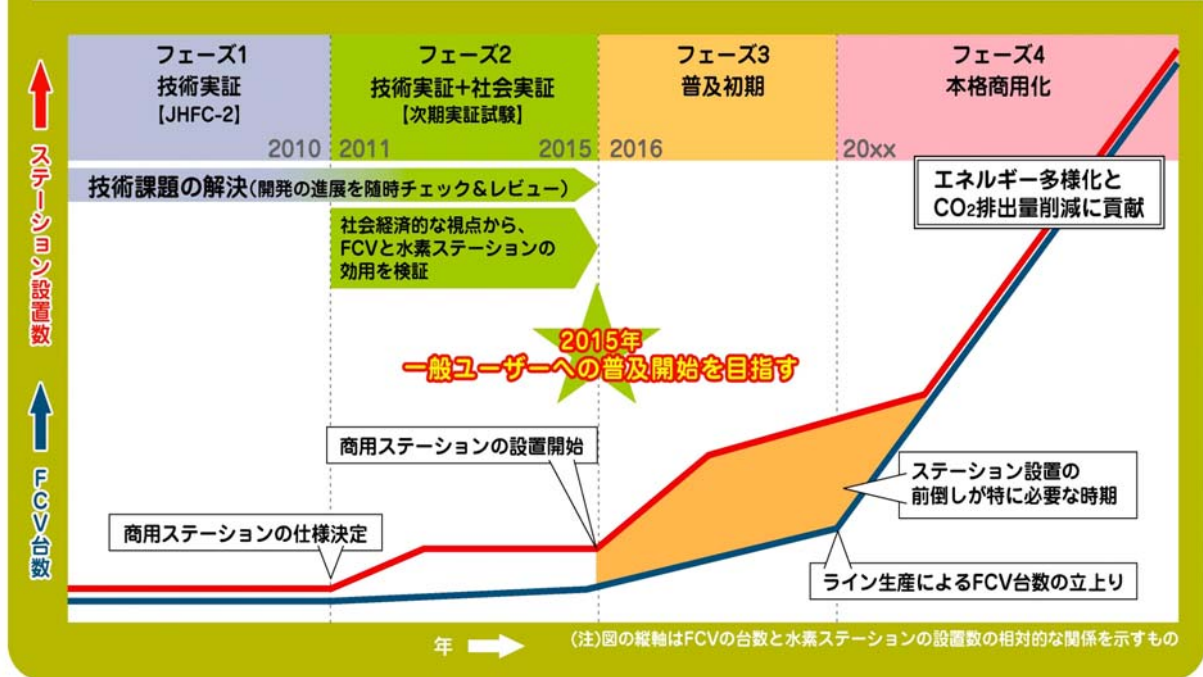
図I-2 燃料電池自動車(FCV)のロードマップ(2008)

現状(2007年末時点)において、1kW当たり数10万円するコストを2015年時点で1万円/kWに、本格商用化が期待される2020～30年頃には4000円/kWと現状の100分の1までに低減させなければならないという大きな課題がある。耐久性については既存の自動車同様10年以上を担保する燃料電池の確立が必要である。これらの課題を克服するためには、単純な量産効果やこれまでのエンジニアリング手法とは異なり、「原点回帰」によるサイエンスの基本に立ち返った研究が不可欠であることが明らかとなった。

5. 事業の必要性

NEDOは図I-2に示したように、燃料電池自動車の普及初期を2015年と想定した技術ロードマップ2008を作成している。本ロードマップに添う形で、2008年7月に燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)は、FCVの市場化のマイルストーンを2015年とするとシナリオを発表した(図I-3)。

FCVと水素ステーションの普及に向けたシナリオ (FCCJ作成)



出典: NEDO シンポジウム『本格普及のための低コスト化技術課題開発について』

図I-3 燃料電池自動車導入普及のシナリオ

FCVの市場化に向けて、産業界、学术界の有識者の意見を基にまとめた燃料電池自動車実用化の課題を図I-4に示す。

FCV実用化の課題整理

	従来車	現状FCHV	課題
コスト	◎	1/100程度の低減が必要 (水素コスト低減も必要)	<ul style="list-style-type: none"> ・材料コスト低減 ・電池スタックの高出力・高性能化 ・電池スタックシステム簡素化 ・水素系システムの低コスト化 ・製造技術、量産効果
耐久性	◎	数倍向上が必要 (実使用条件)	<ul style="list-style-type: none"> ・電解質膜・電極触媒の高耐久化 ・劣化機構解析／劣化現象の解明
航続距離	○	水素搭載量に依存	<ul style="list-style-type: none"> ・電池スタック高性能化 ・水素搭載量向上 ・燃料電池システム全体の軽量化
車内空間	○	荷物スペース等の制約	・電池スタック・水素容器のコンパクト化
走行環境	△	車システムとして対応 (-40℃～)	・低温始動性/作動温度高温化
WtoW効率	△	ICEVの2倍程度	・電池スタックの高効率化、車両の軽量化
環境特性	△	Zero Emission	

出典:NEDO シンポジウム『本格普及のための低コスト化技術課題開発について』

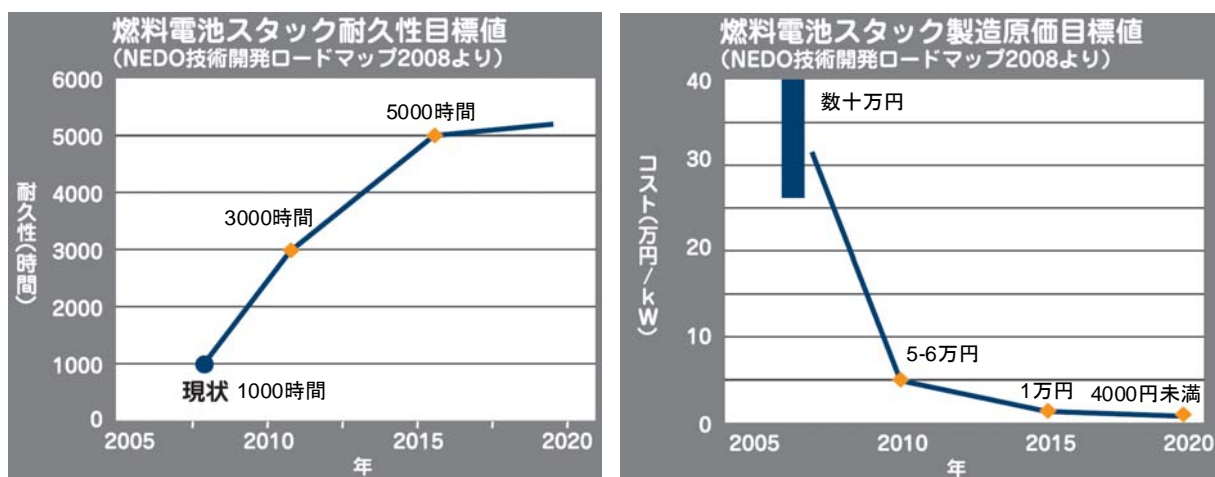
図I-4 FCV実用化の課題整理

従来車と比較した際に、**更なる改善が必要な課題はコストと耐久性**であることがわかる。したがって、これらの課題を解決するためには、**耐久性を支配している劣化機構を解明**するとともに、その対策として、高性能化・高耐久性化を実現する**電解質膜、電極触媒及びその接合体(MEA)の新材料開発**が強く求められている。

図I-5には、燃料電池スタックの耐久性とコストに関する現状のレベルと2010年以降に目標値を示す。

現状の課題

耐久性向上、燃料電池スタックコスト低減が大きな課題。
小型化、効率向上、低温始動性、そして耐久性とコストをバランスさせた総合的な技術開発が必要。



出典:NEDO シンポジウム『本格普及のための低コスト化技術課題開発について』

図I-5 燃料電池スタックの耐久性、コスト目標

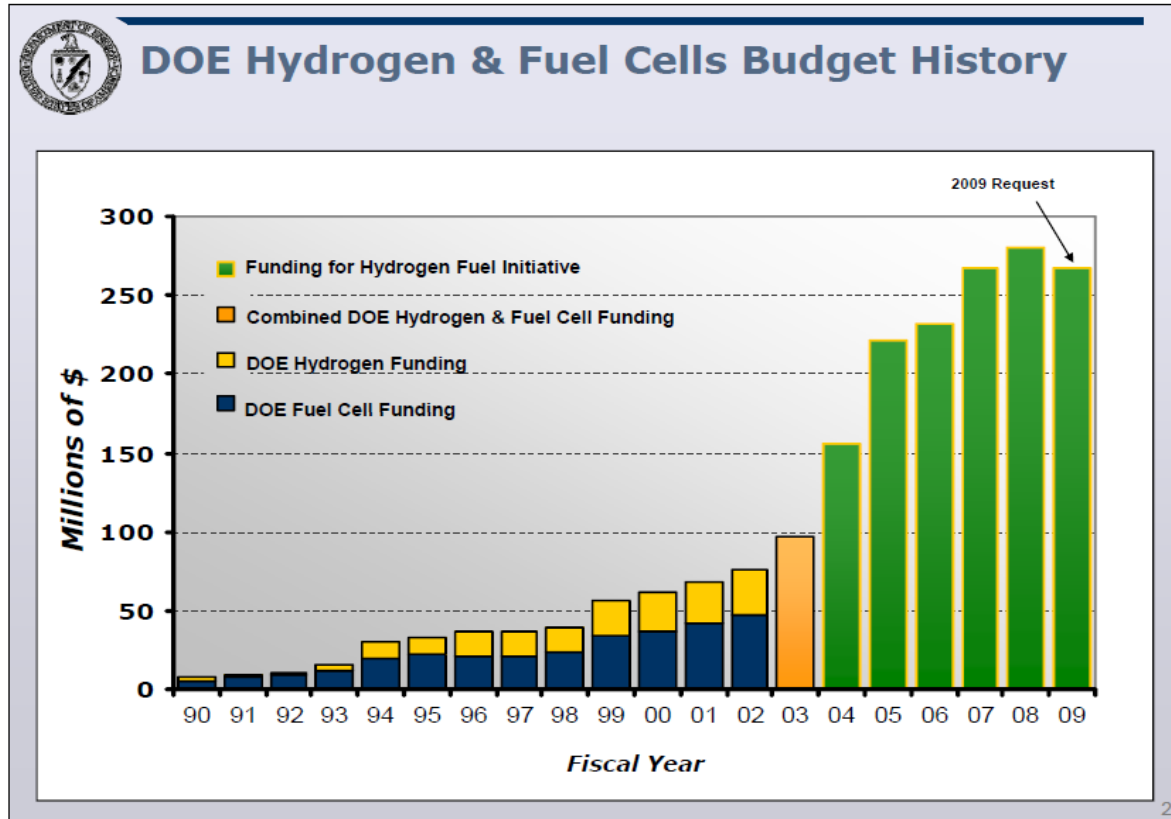
図からわかるように、耐久性、コストともに、大幅な改善が必要であり、そのためにはサイエンスの基礎に立ち返った取り組みが求められる。

このように、サイエンスの基礎に立ち返って劣化機構を解明するような長期に渡る研究を実施することは、民間企業だけの努力では困難である。また、**最終目標である革新的なMEA材料開発を効率良く実施するためには、サイエンスに立ち返って基礎研究を行う学术界と電解質材料メーカ、電極触媒材料メーカ、MEA開発メーカ等の産業界が一体となった産学連携による集中的な取り組みが必須である。**

6. 海外の情勢について

米や欧州、アジアで基礎研究や新材料の研究開発が活発に行われている。特に米国ではDOEの水素プログラムを中心に燃料電池業界のニーズを強く反映した電極触媒、電解質膜や物質移動等に関する研究が多く実施されている。DOE水素プログラムは、DOEが実施している燃料電池及び水素に

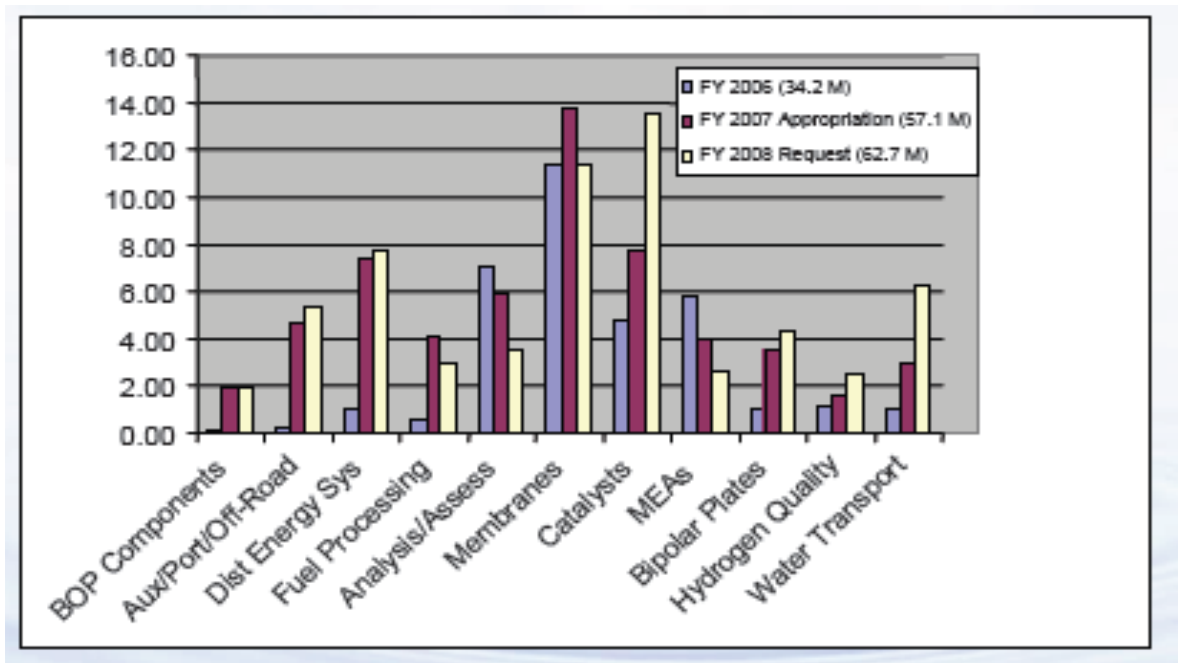
関する研究開発の総称である。DOE水素プログラムは2003年1月にブッシュ大統領が発表した水素燃料電池自動車や基盤技術の開発促進を行う5ヵ年計画である水素イニシアティブ（Hydrogen Fuel Initiatives）に基づいて実施されてきている。図I-6には、水素・燃料電池に関する予算の推移を示している。



出典：2008 DOE Annual Merit Review Meeting

図I-6 DOEの水素・燃料電池関連予算の推移

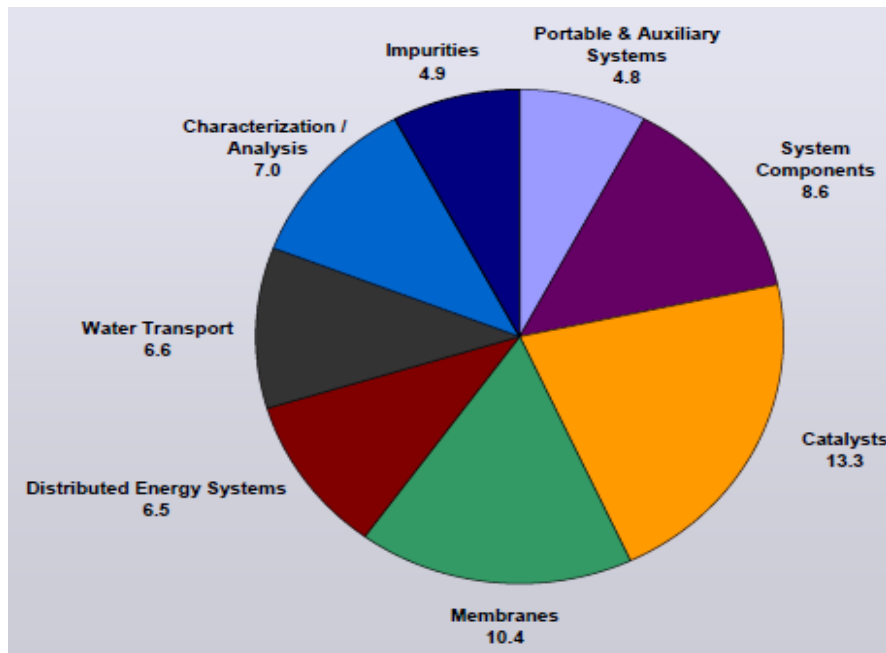
ブッシュ前大統領の水素イニシアティブ声明後、予算の増強が行われ、ここ数年は、年間300億円規模で推移しており、水素・燃料電池の研究開発国がバックアップしていることがわかる。DOE水素プログラムは、産業界、学会、国立研究機関、連邦政府及び国際機関とのパートナーシップのもとで取り組まれている。対象とする範囲は、水素の製造・輸送・貯蔵技術、輸送用及び分散型定置式発電、携帯用機器の電源のための燃料電池技術の開発である。また、安全性や標準化、実使用環境下での水素や燃料電池技術の実証、重要なステイクホルダーへの教育にも取り組んでいる。2008年のDOE水素プログラムの燃料電池研究開発に関する事業予算は\$62.1M（約65億円）であった。図I-7に2006年から2008年までのテーマ別の予算の推移を示す。



出典:2008 DOE Annual Merit Review Meeting

図I-7 燃料電池関連のテーマ別予算

2007年度までは、電解質膜 (Membrane) に関する予算が\$14Mで一番多かったが、2008年度には、触媒 (Catalyst) に関する予算が大幅に増額されており、触媒研究が強化されていることがわかる。図I-8には、2008年度のテーマ別の予算配分を示す。



出典:2008 DOE Annual Merit Review Meeting

図I-8 2008年度の燃料電池関連テーマ別予算配分

電解質膜 (Membrane)、電極触媒 (Catalysts)、解析 (Characterization/Analysis) で、燃料電池関連予算の約半分を占めている。劣化等の現象メカニズム解明と材料開発に多くの予算が割り当てられており、米国政府が新材料開発の支援に積極的であることがわかる。

欧州では、DOEの水素プログラムに相当するものとして、燃料電池・水素ジョイント・テクノロジーイニシアティブ (FCH JTI) プログラムが実施されている。FCH JTIプログラムには、2008年から2013年の間に、4億5000万ユーロが投入される予定である。このため、実際の実行組織である燃料電池・水素ジョイントアンダーテイキング (FCH JU) が2008年10月に設置された (設置期間は2017年12月まで)。FCH JUでは、燃料電池自動車に関して、以下の目標を掲げている。

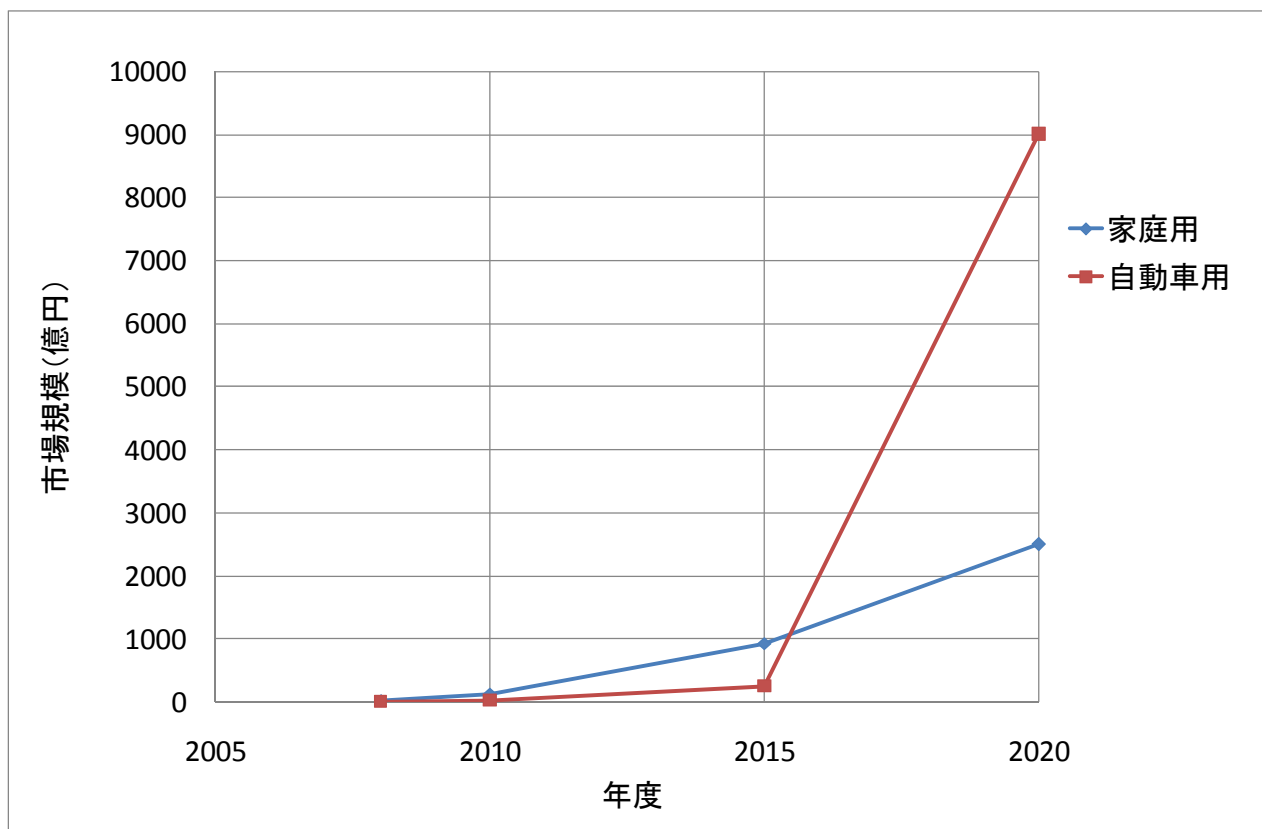
- ・システムコスト：約100ユーロ/kW
- ・自動車用システムの耐久性 (駆動用)：5000時間

燃料電池の研究開発において、現状では、日本の技術は世界トップレベルと言われている。しかしながら、上述したように米国は国を挙げた支援策による研究開発の強化を進めている。このように国際競争が激化するなか、日本が引き続き、世界トップの技術レベルを維持していくためには、国プロによる継続的な支援が必要である。

7. 実施の効果

「環境エネルギー技術革新計画」(2008年5月)では、2030年における世界市場規模を、燃料電池自動車では3兆円以上と予測している。予測根拠が明示されていないが、2030年時点で、例えば、燃料電池自動車の生産台数を約100万台と仮定し、一台の価格が300万円 (現状では数千万円) とすると3兆円となる。

図I-9には、株式会社富士経済が予測した燃料電池市場の推移を示す。



ベースデータ出典:株式会社富士経済『燃料電池関連関連技術・市場の将来展望(2008年度版)』

図I-9 燃料電池の市場規模

図からわかるように、燃料電池自動車の市場規模は年々拡大し、2020年度では約9000億円と予測されている。一台の価格を300万円として、年間の生産台数を30万台とした予測結果である。2009年度から市場導入が開始された家庭用燃料電池の2020年の市場規模予測2500億円に比べても、燃料電池自動車の市場規模は大きく、その経済効果への期待は大きい。

8. 事業の目的

燃料電池の本格的普及には、コストの低減並びに性能、耐久性及び信頼性の向上という多様な要素を満たす革新的なブレークスルーが産業界より待望されており、そのためには、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。本事業では、反応・劣化メカニズムに係わる知見ならびにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することで、固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的とする。

9. NEDO PEFC技術開発プログラム上の位置付け

図 I-10 には、NEDO が実施している固体高分子形燃料電池（PEFC）のプログラムの概要を示す。

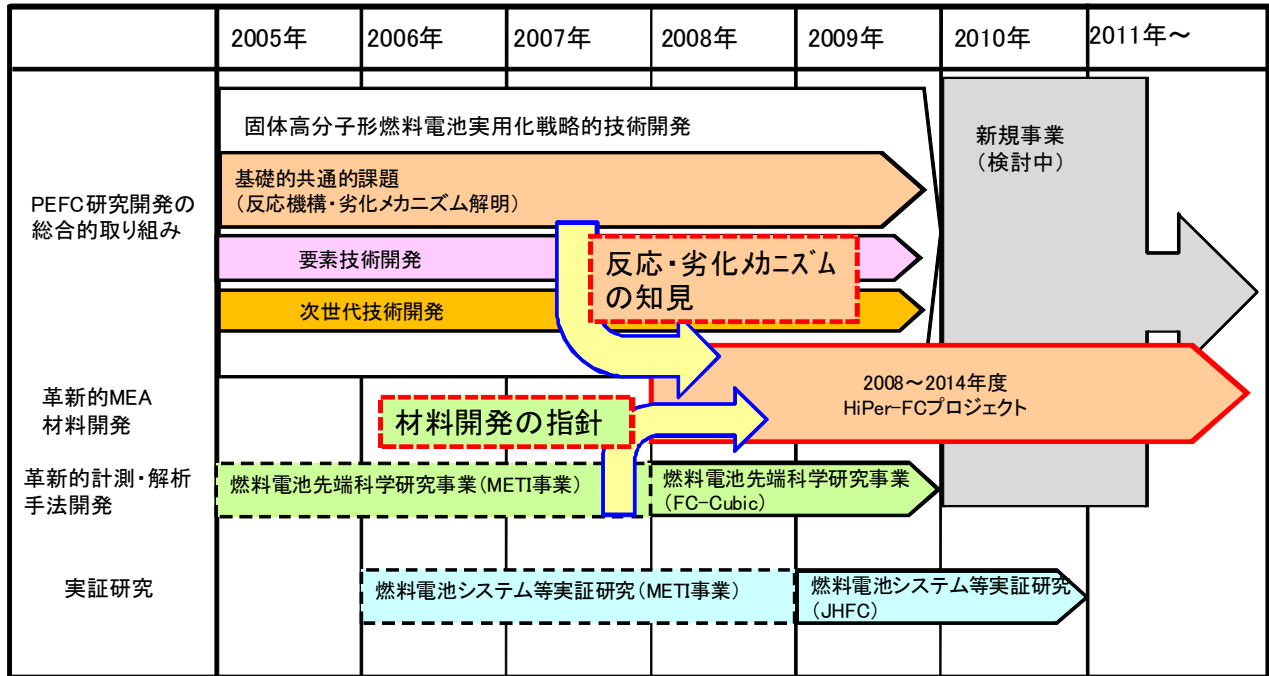


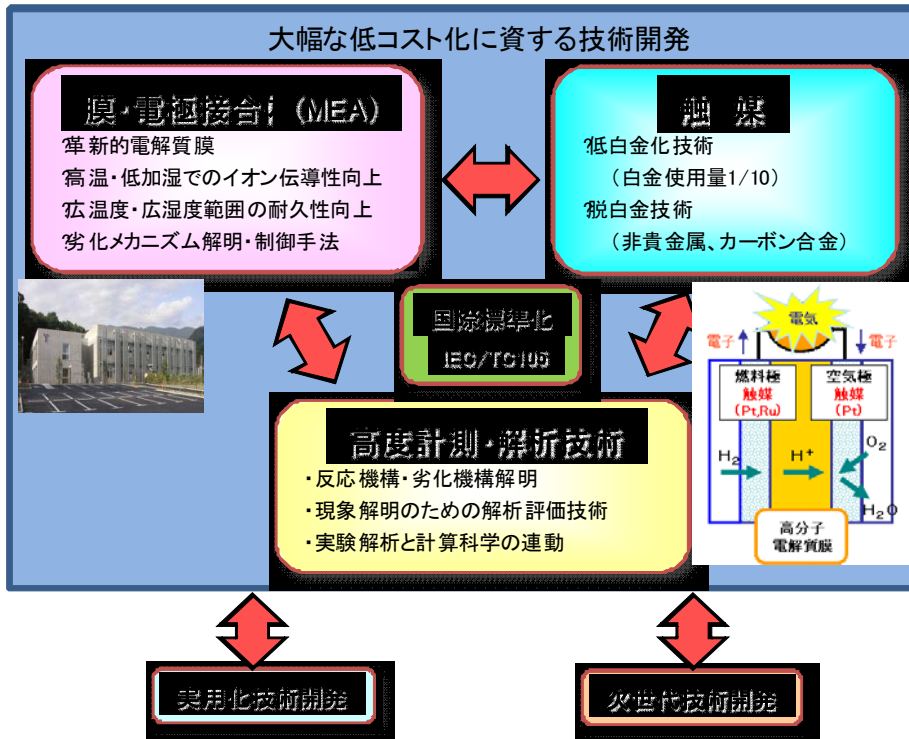
図 I-10 NEDO PEFCプログラム

前述した燃料電池の政策を受けて、NEDOでは、PEFCに関する種々のプログラムを実施している。燃料電池自動車の実証研究としては、「燃料電池システム等実証研究」において、水素燃料電池実証プロジェクト（JHFC）が行われており、燃料電池自動車の有用性が検証されてきている。「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発」では、PEFCの研究開発が総合的に行われている。基礎的・共通の課題（反応機構・劣化メカニズム解明）では、産学連携によるコンソーシアムを組成し、耐久性向上・低コスト化のブレークスルーを図るための基礎的共通の課題の研究開発を実施している。要素技術開発では、大幅な耐久性向上、低コスト化及び効率向上を実現する電解質膜・電極触媒、MEA、周辺機器、改質器等の先端的な要素技術開発を実施している。次世代技術開発では、燃料電池自動車等の本格普及期に求められる技術レベルに到達するために取り組むべき技術課題に対する革新的なアプローチの基礎的・革新的研究開発及び燃料電池セル・スタック内の様々な反応メカニズムや物質移動現象を科学的に明らかにするための基礎的な研究開発を実施している。「燃料電池先端科学研究事業」においては、反応・物質移動に関する現象を解明し、材料開発の指針を提示するための、革新的な計測・解析手法の開発を実施している。

基礎的・共通の課題（反応機構・劣化メカニズム解明）の取り組みの結果、反応・劣化メカニズムに関する多くの知見が得られてきている。また、燃料電池先端科学研究事業による反応・物質移動に関する現象解明の取り組みによって、材料開発の指針が提示され始めた。

以上のような背景に基づいて、本事業では、これまで得られた“反応・劣化メカニズムの知見”と“材料開発の指針”を活用し、革新的な材料の開発を実施する。

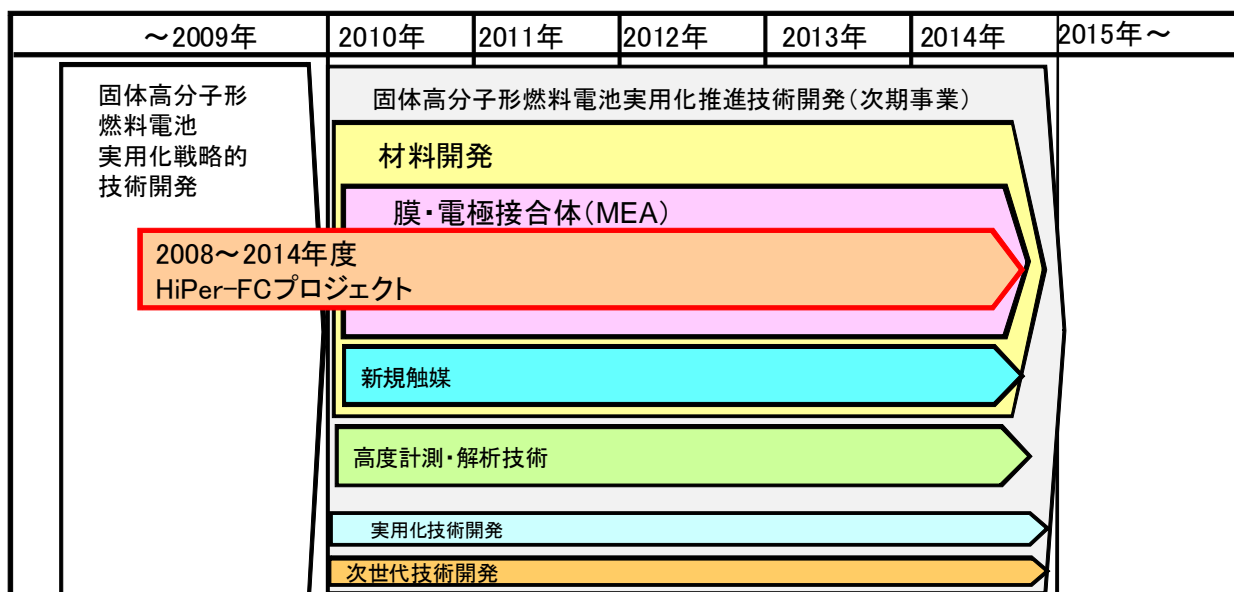
図 I-11 には、PEFCの次期事業のコンセプトを示す。



図I-11 PEFC次期事業のコンセプト

PEFCの次期事業では、燃料電池の実用化を推進するため、大幅なコスト化に資する材料開発を目的としている。このため、MEAの開発、触媒開発、高度計測・解析技術開発を一体的に実施する。

図 I-12 には、PEFC次期事業の概要を示す。



図I-12 PEFC次期事業の概要

材料開発には、MEA開発と新規触媒開発が予定されているが、**本事業は材料開発の中核を似合う予定となっている。**

10. 本事業開始に向けたNEDOの準備

NEDOは、「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発」(2005～2009年度)においても、燃料電池に係る技術開発を総合的に進めてきている。その中で、反応・劣化メカニズムに関する多くの知見が得られてきた。また、燃料電池先端科学研究事業による反応・物質移動に関する現象解明の取り組みによって、材料開発の指針が提示され始めてきた。一方、燃料電池自動車の実用化の主たる課題としては、燃料電池のコスト低減と耐久性の向上であるが明らかになり、その解決にはMEA材料開発がキーであることがわかってきた。このため、革新的なMEA材料の開発が産業界より要望された。

そこでMEA材料開発に関する取組を検討するために、NEDOは2007年1月に、「固体高分子形燃料電池の高耐久化への展望」と題したシンポジウム等を開催し、MEAの高耐久化のための課題を整理してきた。また、NEDOは2007年4月に燃料電池・水素技術開発ロードマップ2006を作成し、燃料電池自動車の大量普及に向けた研究開発の目標値を明らかにしてきた。

これらの検討結果に基づいて、本事業の基本計画を2007年12月に提示したうえで、研究内容、技術課題等に対する意見を当該分野に関連する専門家の方を中心として幅広く求めることを目的としたワークショップを、2008年1月に開催した。その場において、本事業のプロジェクトリーダーとして、NEDOが山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センターの渡辺教授を指名した。

これらの検討過程を通じて、NEDOは次の3点に留意して、本事業の計画・体制の構築に努めた。

- ・ ME A材料開発にブレークスルーをもたらすためには基礎に立ち返った研究が必要であること
- ・ 強力なプロジェクトリーダーの存在が有効であること
- ・ 可能な限り研究者を結集し、情報交換・研究交流を密に実施するための集中的な研究体制を構築すること

11. NEDO事業としての意義

これまで説明してきたように、自動車用燃料電池のME A材料は、燃料電池自動車の大量普及を実現するためのキーとなる技術である。「燃料電池・燃料電池自動車」はエネルギー革新技術として、社会的な必要性が高く、政策的な位置付けも明確となっている。また燃料電池自動車の予測市場規模は大きく、対投資効果としても大変大きい。また燃料電池自動車の普及には、水素ステーション等のインフラ整備も不可欠である。燃料電池の開発と水素インフラ整備のための技術開発は密接な連携が求められ、一体で運営することが求められる。

米国では、DOE傘下において、国を挙げて研究を支援しており、国際競争が激化している。NEDOはこれまで継続して、燃料電池の研究開発を支援しており、本事業によってこれまで実施してきたPEFC事業の研究成果の活用が期待される。

一方、燃料電池自動車を大量に普及されるための課題であるコスト低減、耐久性向上の技術ハードルは高い。また、ME A材料は多岐に渡り、1企業の努力では目標達成は困難である。したがって、サイエンスに立ち返った研究が必要であり、産学連携による取り込みが有効である。

このような背景から、本事業はNEDOがこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業と考える。

II. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

燃料電池自動車の本格的普及には、コストの低減並びに性能、耐久性及び信頼性の向上という多様な要素を満たす革新的なブレークスルーが産業界より待望されており、そのためには、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。2005年度から実施している「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発」では、固体高分子形燃料電池の高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けて燃料電池セル・スタックの反応・劣化メカニズムの解明を実施してきたところである。今後はこれらの知見を革新的材料の開発へと発展させていく必要があり、これまでに得られた知見に基づいて固体高分子形燃料電池の最も重要な要素である触媒、電解質膜及びMEA（膜・電極接合体）の材料研究を実施して高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することが喫緊の課題である。

そこで、本事業では、反応・劣化メカニズムに係る知見並びにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の新材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することで固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的とする。また、本事業の実施により、今後の研究開発及び利用を支える優秀な人材の養成・確保等に大きく貢献することが期待される。

具体的には、以下の目標の達成を目指す。

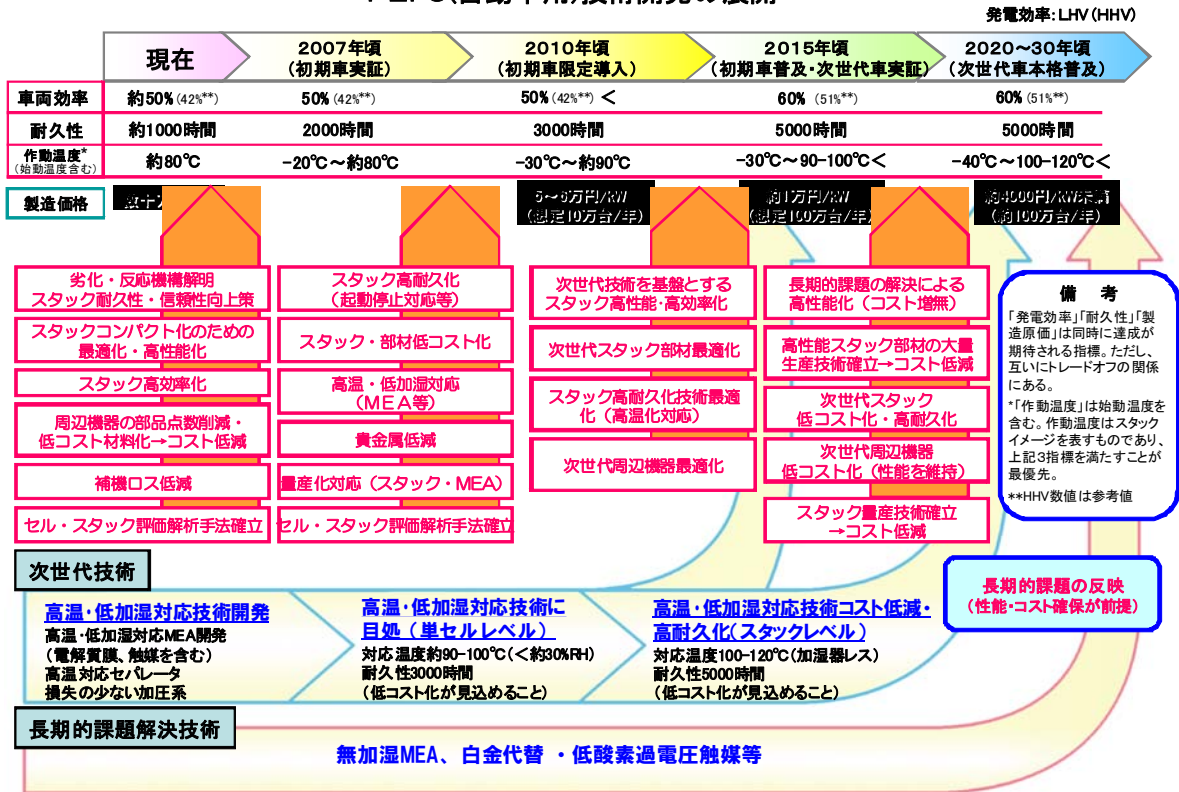
<最終目標2014年度（平成26年度）末>

－30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH（相対湿度）で可能なMEAを開発する。
なお、自動車用を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。

プロジェクトの最終目標値は図II-1に示す燃料電池自動車（FCV）のロードマップ2006に準拠している。

燃料電池技術開発ロードマップ概要版

PEFC(自動車用)技術開発の展開



図II-1 PEFC(自動車用)技術開発の展開(2006)

また、本事業が7年間と長期に渡ることから、以下に示す中間目標を設定した。

<中間目標①2009年度(平成21年度)末>

広温度領域(室温~100℃)での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確立するとともに、材料作製、耐久試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備し、各試験機器の精度を確認する。

本研究開発で目標とするMEA性能を実現するためには、MEAの性能悪化、品質低下等の要因であるコンタミ(不純物質)等の影響を十分に排除した研究環境が求められる。このため、本事業の実施に当たっては、クリーンルーム、クリーンリフトによる防塵環境を整備する。また、本研究開発においては、世界最高性能の計測装置を活用したメカニズム解明を行う。このために必要とされる防振及び磁気漏洩シールドを実施した実験環境を整備する。したがって、研究開始からの2年間は、研究環境を整える必要があるため、<中間目標①2009年度(平成21年度末)>には、材料作製、耐久試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境の整備と各試験機器の精度確認を目標値に設定した。また、MEAの開発に当たっては、先ず、材料開発の方向性を明らかにするために劣

化説明が求められる。そこで、劣化説明を精度良く効率的に実施するため、劣化試験方法の確立を目標値として設定した。

<中間目標② 2012年度（平成24年度）末>

開発した試験法及び整備した研究開発環境を活用し、電解質膜の開発については低温下（-30℃）及び高温低加湿下（100℃、30%RH）での作動確認、MEAの開発については電極触媒の白金使用量が1/10での発電確認を行う。

本事業の最終目標では5000時間作動及び6万回の起動停止の耐久性が求められる。加速試験方法を活用するものの、耐久性評価には時間を要する。そこで、研究5年目に当たる2012年度（平成24年度）の<中間目標②>では、初期性能として、目標性能達成することを念頭に、電解質膜の開発については低温下（-30℃）及び高温低加湿下（100℃、30%RH）での作動確認、MEAの開発については電極触媒の白金使用量が1/10での発電確認を目標値として設定した。

2. 事業の計画内容

本事業の最終目標で設定したMEA性能を達成するためには、耐久性を改善し、コスト低減を図るために白金使用量を低減する必要がある。このため、劣化メカニズムを解明し、MEAを構成している主要な要素である電極触媒及び電解質膜の革新的な材料を開発する必要がある。このような背景のもと、上記の目標を達成するため、以下の4つの研究開発項目を実施する。また、各研究項目は相互のフィードバックを必要とし、それぞれの開発成果を適用する必要がある関係しているため、図I I - 2に示すように総合的に一体的に推進する。

【研究開発項目① 劣化機構解析】

各種劣化モードにおける加速試験法を開発するとともに、劣化機構解析結果を新材料開発にフィードバックするために、電極触媒の負荷変動及び不純物による劣化速度と機構の解析、炭化水素系電解質膜の高温・低加湿下における劣化速度・機構の解析並びに電池内反応分布と劣化機構の解明等を実施する。

【研究開発項目② 高活性・高耐久性の触媒開発】

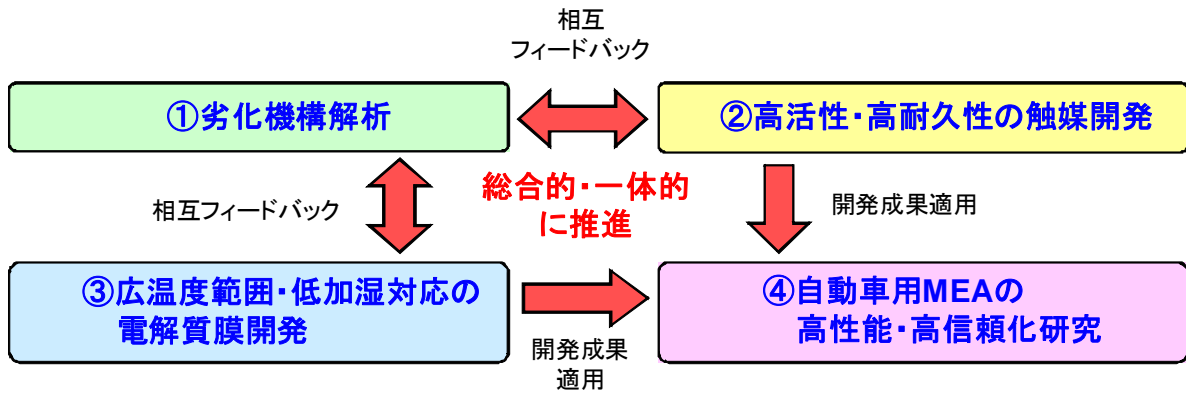
高活性と高負荷変動耐性を両立させるために、劣化機構解析等で得られた知見に基づき、高活性・低溶解性白金合金触媒及び高電位安定性担体・担持触媒並びに高活性・高耐久性・低S/C（水蒸気/炭素比）燃料改質系触媒等の開発と評価を実施する。

【研究開発項目③ 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発】

自動車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するために、高プロトン導電率・高形状安定性炭化水素系電解質膜及び高酸化・高加水分解耐性炭化水素系電解質膜の開発と評価並びに高温低加湿及び低温での特性改善等を実施する。

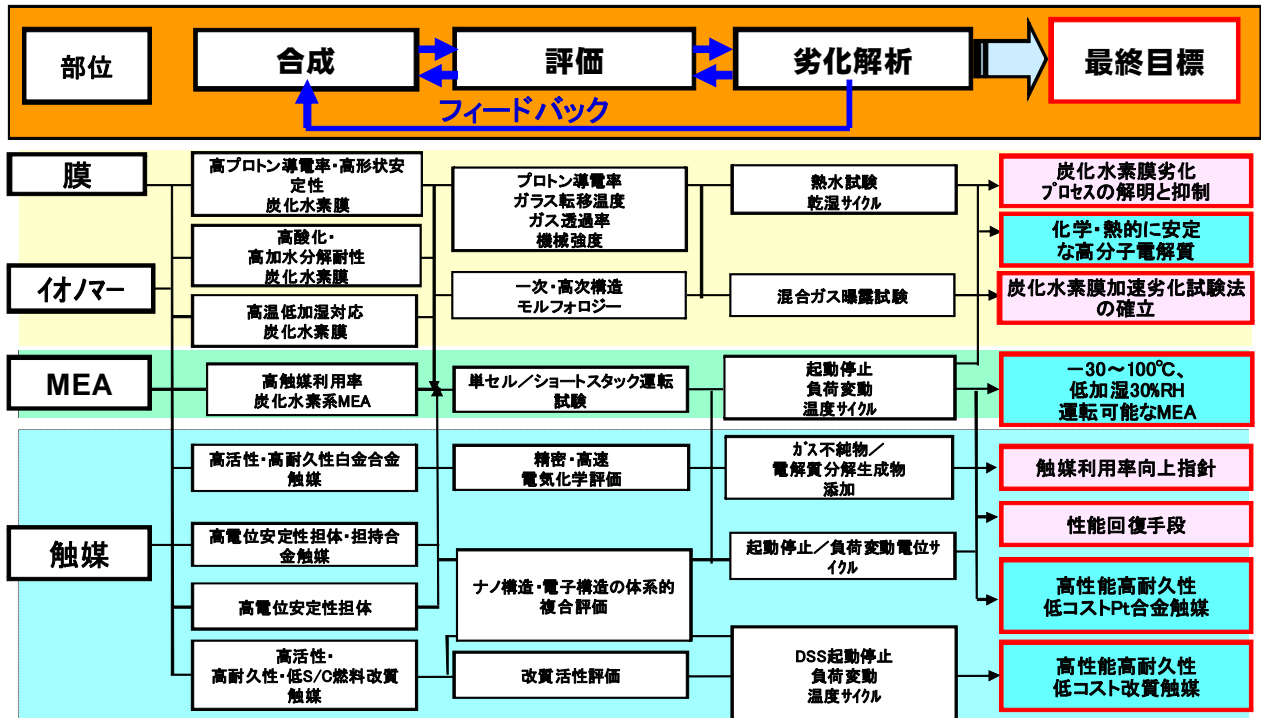
【研究開発項目④ 自動車用MEAの高性能・高信頼化研究】

自動車用燃料電池において想定される作動条件に対応した、高触媒利用率炭化水素系MEA並びに温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系MEA等の開発と評価を行う。



図II-2 研究開発項目の推進体制

研究の推進に当たり、研究マップとして、触媒・膜材料・MEA材料と最終目標の関係を図II-3に示す。



図II-3 研究マップ

本研究マップに示すように、劣化メカニズム解析の結果を適宜フィードバックし、触媒・膜材料・

MEA材料開発を相互に連携して実施する。

研究開発のスケジュールを図II-4に示す。

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
目標		・劣化試験法 ・研究環境 整備			MEA性能 ・温度,RH ・コスト(Pt1/10)		MEA性能 ・温度,RH ・効率 ・耐久性 ・コスト(Pt1/10)
劣化機構 解析	劣化機構解析手法開発		劣化機構解析手法の改良			耐久性向上へのFB	
			触媒・電解質膜・MEA開発にFB				
高活性・ 高耐久性の 触媒開発	新規触媒・担体材料開発		新規触媒の開発			耐久性を有する触媒開発	
			Pt量1/10で発電確認				
広温度範囲・ 低加湿対応の 電解質膜開発	有望な電解質膜候補探索		新規電解質膜の開発			目標MEA性能・耐久性を 有する膜開発	
			低温下、高温低湿度下での作動確認				
自動車用MEA の高性能・ 高信頼性化 研究	MEA評価方法検討		触媒・膜特性を活かすMEA開発			最終目標を達成するMEA 開発	
	触媒・膜特性とMEA特性 の相関把握		Pt量1/10で発電確認				

図II-4 研究開発スケジュール

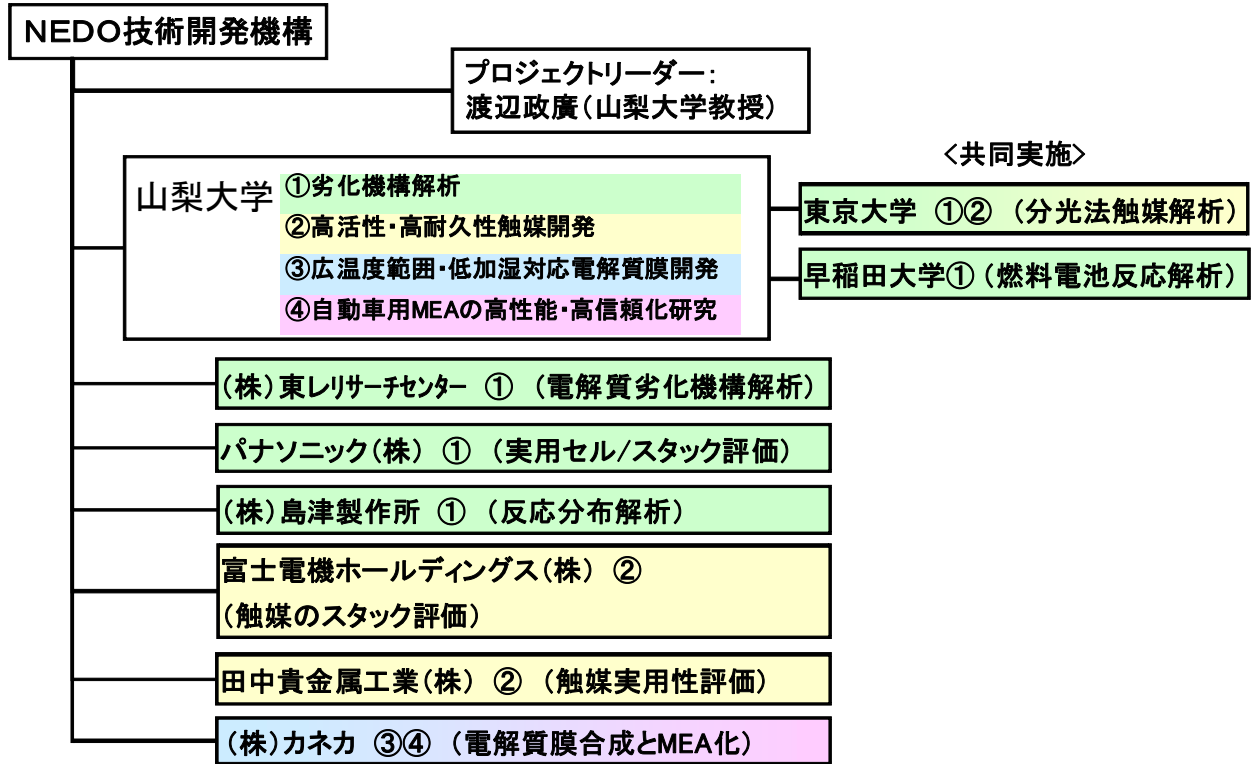
7年間の事業期間において、2年目と5年目に中間評価を実施し、必要に応じて研究の方向性を見直す予定である。

3. 研究の実施体制

本事業はNEDO技術開発機構がプロジェクトリーダーとして委嘱する、国立大学法人山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター センター長の渡辺政廣教授の下で実施する。渡辺教授は、燃料電池研究の黎明期から現在までの永年にわたり、触媒機構研究から新材料開発、性能実証までの幅広い範囲で、最先端の研究を行い、世界の燃料電池研究をリードしてきた第一人者である。最近では2007年に、水素経済のための国際パートナーシップ研究開発に関し「2007 IPHE Technical Achievement Award」を受賞するなど、その研究成果や功績は世界的に広く認められている。また、2005年度からNEDOで実施している「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／基礎的・共通的課題に関する技術開発／固体高分子形燃料電池内の物質・反応分布の分析・可視化システム開発とMEA・セル設計への応用」のプロジェクトリーダーとして高い知見と指導力を発揮し、優れた成果を挙げてきた。さらに2003年から実施された文科省リーディングプロジェクト「次世代型燃料電池」においてプロジェクトリーダーを務め、優れた成果を挙げてきている。したがって本事業の

PLとして最もふさわしい者と判断している。また、研究開発の効率的推進及び技術情報の管理等の観点から、プロジェクトリーダーの下に研究者を可能な限り結集して研究開発を実施する。

図II-5には研究実施体制を示す。



* 共同実施先である東京大学はH20年度のみの実施。

図II-5 研究実施体制

表 I I - 1 には各実施先の予算を示す。

表II-1 研究予算一覧表

	研究予算(百万円)								
	2008		2009	2010	2011	2012	2013	2011	総額
	通常 予算	補正 予算	通常 予算						
山梨大学	1,400	748	1716						3,864
カネカ	48	0	54						101
東レRC	24	0	30						54
富士電機	33	0	32						65
田中貴金属	2	0	2						4
島津	1	0	1						2
パナソニック	2		6						7
総額	1,510	748	1840						4098

図 I I - 2 に示したように、主要な 4 つの研究開発項目は密接に繋がっており、設備等も共用しているため、テーマ毎の予算を明示するのは困難である。そこで開発予算については、実施者毎に年度毎の予算を示した。

2008年度は補正予算が活用できたため、当初計画していたよりも主要な実験装置を早めに導入することができた。その結果、2009年8月に実施した本事業の研究拠点となる山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センターの開所式（図 I I - 6）に合わせて、主要な実験装置（表 I I - 2）の導入を完了することができ、研究センターを本格稼働することができた。



図II-6 山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センター

表II-2 代表的な実験装置

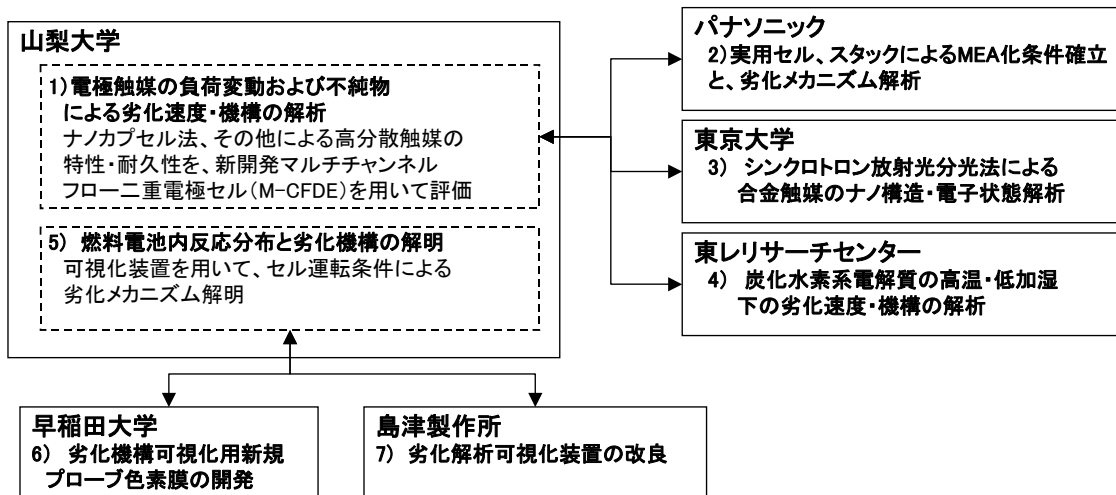
	設備名	特徴
1.	In-situ 反応観察 透過電子顕微鏡	実条件に近い温度や雰囲気条件下で、試料に起る反応を、原子レベルの分解能でリアルタイムに観察することができる。
2.	XPS (高温前処理装置付き)	最高 1100℃で雰囲気制御可能な特殊セル中で試料を処理し、大気暴露せずに触媒の電子構造解析を行うことができる。
3.	in-situ XRD	様々な温度 (室温～1000℃)、雰囲気条件下で、触媒を構成する金属や担体の結晶構造や結晶子径をナノレベルで解析できる。
4.	NMR	高分子電解質膜の分子構造、電子状態を精密に解析することができる。また、高分子電解質膜中のプロトン拡散係数を測定することができる。
5.	ラマン顕微鏡	電解質膜中の分子構造の局所的な分光測定を行い、発電中の電解質膜の水の状態や劣化過程を解析することができる。
6.	E-SEM	様々な温度 (-30℃～1200℃)、雰囲気条件下で、材料の構造変化をサブミクロンレベルで観察できる。
7.	イオンクロマト-MS	高分子電解質の分解化合物をイオンクロマトグラフで定量し、同時に高分解能な飛行時間型質量分析計で定性分析を行うことができる。
8.	低温電解質膜評価装置	高分子電解質膜のプロトン導電率を、-30～80℃の範囲で正確に測定することができる。

4. 研究内容

次に、研究開発項目毎の研究内容を説明する。

①劣化機構解析

「①劣化機構解析」の実施体制を図II-7に示す。



* 共同実施先である東京大学はH20年度のみの実施。

図II-7 「①劣化機構解析」の実施体制

「①劣化機構解析」は1)～7)の7テーマで構成される。各テーマの研究内容を以下に示す。

1) 電極触媒の負荷変動及び不純物による劣化速度・機構の解析（山梨大学）

各種劣化モードにおける加速試験法を開発するとともに、劣化機構解析結果を材料開発にフィードバックするために、電極触媒の負荷変動及び不純物による劣化速度と機構の解析、炭化水素系電解質膜の高温・低加湿下における劣化速度・機構の解析ならびに電池内反応分布測定に基づく劣化機構の解析を行う。

2) 実用セル、スタックによるMEA化条件確立と、劣化メカニズム解析（パナソニック）

実MEAにおける電圧低下に対する過電圧の分離と、その過電圧変化が、触媒のもつ本質的な活性に対して、材料、触媒層構造等どの変化によるものかを解析し、劣化メカニズムを明らかにする。その情報をフィードバックすることにより、より高性能、高耐久な材料開発に資する。

3) シンクロトロン放射光分光法による合金触媒のナノ構造解析（東京大学）

実用燃料電池内部をその場で観察できる新たなセルを開発し、シンクロトロン放射光分析により合金触媒のナノ構造解析を行う。

4) 炭化水素系電解質の高温・低加湿下の劣化速度・機構の解析 (東レリサーチセンター)

炭化水素系膜においては各種の化学構造を有するポリマーが開発されているが、実機を用いた耐久性試験では長時間が必要なため簡便に耐久性を評価する劣化加速試験が強く望まれている。また、炭化水素系電解質膜の劣化機構は未だ明確にされておらず劣化の指標となる化合物も見出されていない。本テーマでは電解質膜の劣化評価法を含めた劣化加速試験法を確立するとともに、炭化水素系電解質膜の高温・低加湿下を含めた条件下での劣化機構解析と劣化速度の評価を行う。

5) 燃料電池内反応分布と劣化機構の解明 (山梨大学)

本テーマでは、「NEDO 燃料電池可視化プロジェクト」で得られた成果である燃料電池内の酸素分圧可視化技術を発展させて、燃料電池内の反応分布と劣化挙動の解明を行うことを目的としている。燃料電池内の酸素分圧可視化技術は新しい技術であり、この技術を燃料電池開発に結びつけるためには、位置・時間分解能および測定精度を向上させる必要がある。それに加えて温度及び水蒸気分圧可視化を実現し、酸素・温度・水蒸気分圧の可視化を一つのセル内で行うことが可能になれば、反応分布と劣化機構の解明は加速される。また、触媒カーボン担体が劣化するときには、カーボンが酸化されて二酸化炭素が発生する。この二酸化炭素の発生を検出するための、新しい装置設計も目指す。

6) 劣化機構可視化用新規プローブ色素膜の開発 (早稲田大学)

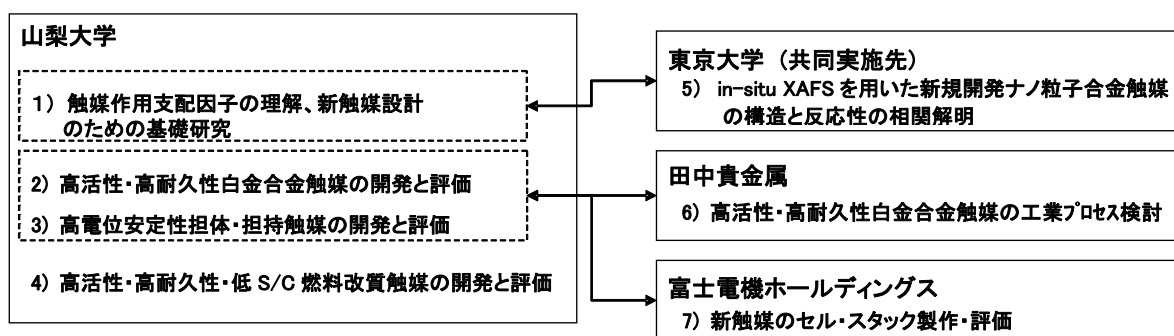
燃料電池内の反応分布の可視化を行うためには、酸素分圧の可視化精度を向上させるとともに、セル内の反応によって変化する温度の分布や触媒担体の劣化によって生じる二酸化炭素の分布を測定する新たな手段が必要とされる。そのために、新たな酸素分圧測定用の色素膜を開発するとともに、温度および二酸化炭素を検出できる新規色素膜の開発を目的とする。

7) 劣化解析可視化装置の改良 (島津製作所)

燃料電池内の反応分布の可視化を行うためには、酸素分圧の可視化精度を向上させるとともに、セル内の反応によって変化する温度の分布や触媒担体の劣化によって生じる二酸化炭素の分布を測定する新たな手段が必要とされる。そのために、テーマ6) 劣化機構可視化用新規プローブ色素膜の開発で早稲田大学から供給された新たな温度測定および二酸化炭素色素を用いて、可視化装置の改良や新たなシステムの設計を行う。

② 高活性・高耐久性の触媒開発

「②高活性・高耐久性の触媒開発」の実施体制を図 I I - 8 に示す。



* 共同実施先である東京大学はH20年度のみの実施。

図II-8 「②高活性・高耐久性の触媒研究・開発」の実施体制

「②高活性・高耐久性の触媒開発」は1)～7)の7テーマで構成される。各テーマの研究内容を以下に示す。

1) 触媒作用支配因子の理解、新触媒設計のための基礎研究 (山梨大学)

本テーマでは、劣化機構解析等で得られた知見に基づき、高活性・低溶解性白金合金触媒及び高電位安定性担体・担持触媒を開発するに際して、基本となる触媒作用支配因子の理解、新触媒設計のための基礎研究を行う。

2) 高活性・高耐久性白金合金触媒の開発と評価 (山梨大学)

本テーマでは、高活性と高負荷変動耐性を両立させるために、劣化機構解析等で得られた知見に基づき、高活性・低溶解性白金合金触媒及び高電位安定性担体・担持触媒を開発し、性能を評価する。

3) 高電位安定性担体・担持触媒の開発と評価 (山梨大学)

PEFCでは、起動停止や燃料欠乏時にカソード電位が急激に1.3V以上に上昇し、炭素担体の腐食やPt触媒の活性表面積の減少等の劣化が起こる。そこで本テーマでは、固体高分子形燃料電池の耐久性及び信頼性の向上のため、酸性環境下の高電位において耐久性が高く、ナノサイズのPt系触媒を高分散担持できる担体材料を開発する。

4) 高活性・高耐久性・低 S/C 燃料改質触媒の開発と評価 (山梨大学)

家庭用燃料電池システムあるいはFCVの水素供給ステーションに応用可能な高効率かつコンパクトな天然ガス等の燃料改質装置の開発が重要課題である。例えば、家庭用システムでは水蒸気改質、CO変性、CO選択酸化の3工程を経て都市ガスから水素の製造・精製を行っている。これらに用いられる触媒は、性能向上とともに、家庭用システムに特有な日々の起動停止や運転条件変動への耐久性向上、更にはコストの削減が望まれている。そこで本テーマでは、新規な触媒調製法を

用いてこれらを満足する触媒を開発する。

5) in-situXAFSを用いた新規ナノ粒子合金触媒の構造と反応性の相関説明（東京大学）

稼動中の燃料電池内部の触媒の構造・電子状態や触媒表面の吸着種の解析を行ううえで、シンクロトロン放射光分光法は強力な手段となりうる。本テーマでは、実用燃料電池内部をその場で観察できる新たなセルを開発し、シンクロトロン放射光分析により新規ナノ粒子合金触媒の構造と反応性の相関説明を行う。

6) 高活性・高耐久性白金触媒の工業プロセス検討（田中貴金属工業）

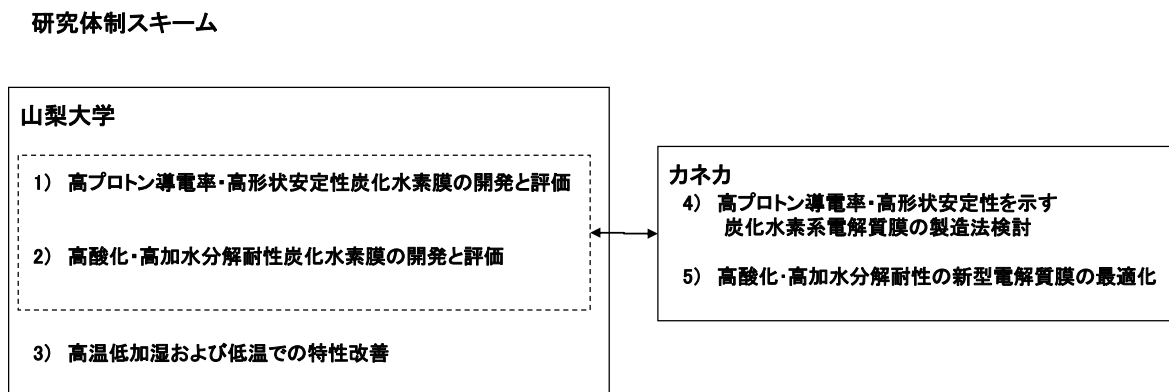
本テーマでは、物性評価およびチャンネルフロー電極法による活性評価によって、有望と絞り込まれた電極触媒材料に関して、作製プロセスを確立するとともに、その触媒の単セルの発電結果をプロジェクトにフィードバックし、さらに高性能な触媒開発の方向性を見出す。

7) 新触媒のセル・スタック製作・評価（富士電機ホールディング）

実際のシステム、スタックに高活性・高耐久性のカソード触媒を適用するには、実用セル面積を有するセル・スタックでの特性、および耐久性の検証が必要である。本テーマでは、実機相当の電極面積を有するセル・スタックを製作し、初期特性、耐久性を評価するとともに、運転後の触媒を分析評価し、触媒開発にフィードバックすることにより、実際のシステムで使用可能な触媒開発に寄与する。

③ 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発

「③広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発」の実施体制を図II-9に示す。



図II-9 「③広温度範囲・低加湿対応電解質膜開発」の実施体制

「③広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発」は1)～5)の5テーマで構成される。各テーマの研究内容を以下に示す。

1) 高プロトン導電率・高形状安定性炭化水素膜の開発と評価 (山梨大学)

本テーマでは、固体高分子形燃料電池の本格普及に向けた炭化水素系電解質膜の開発を目的とし、特に、自動車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するため、高プロトン導電率・高形状安定性な炭化水素系電解質膜を開発する。

2) 高酸化・高加水分解耐性炭化水素膜の開発と評価 (山梨大学)

本テーマでは、固体高分子形燃料電池の本格普及に向けた炭化水素系電解質膜の開発を目的とし、特に、自動車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するため、高酸化・高加水分解耐性な炭化水素系電解質膜を開発する。

3) 高温低加湿及び低温での特性改善 (山梨大学)

本テーマでは、固体高分子形燃料電池の本格普及に向けた炭化水素系電解質膜の開発を目的とし、特に、自動車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するため、高温低加湿及び低温での特性改善などを実施する。

4) 高プロトン導電率・高形状安定性を示す炭化水素電解質膜の製造法検討 (カネカ)

本テーマでは、高プロトン導電率・高形状安定性を示す炭化水素電解質膜について、再現性ある合成方法の確立、製膜条件の確立など主に製造方法の検討を行うことにより、実使用を視野に入れた検討を行う。

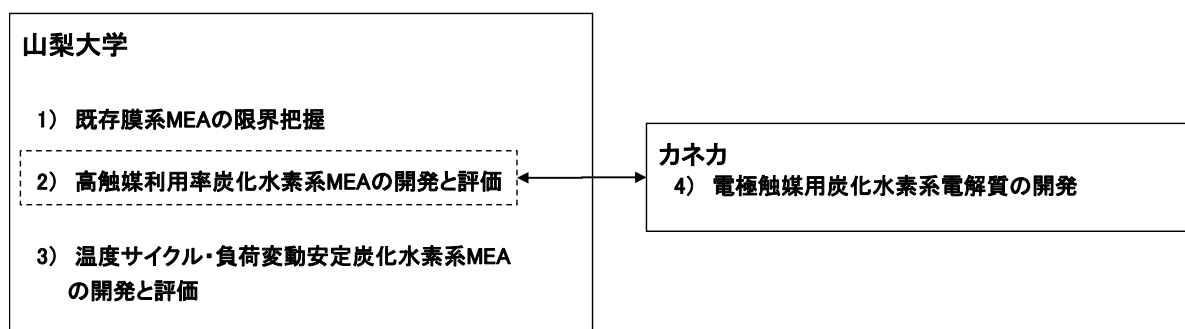
5) 高酸化・高加水分解耐性の新型電解質膜の最適化 (カネカ)

本テーマでは、高酸化・高加水分解耐性の新型電解質膜について、再現性ある合成・製膜技術の確立、一次構造・高次構造の影響確認など、主に最適化を行うことにより、実使用を視野に入れた検討を行う。

④自動車用MEAの高性能・高信頼化研究

「④自動車用MEAの高性能・高信頼化研究」の実施体制を図II-10に示す。

研究体制スキーム



図II-10 「④自動車用MEAの高性能高信頼性化研究」の実施体制

「④自動車用MEAの高性能・高信頼化研究」は1)～4)の4テーマで構成される。各テーマの研究内容を以下に示す。

1) 既存膜系MEAの限界把握 (山梨大学)

自動車用MEAの高性能・高信頼化研究において、共同研究参画企業や自動車業界各社との連携会議をもとに、また定置用燃料電池への波及効果も踏まえて自動車用PEFCの発電環境条件の把握と試験項目の抽出する行くと共に、性能レベルへの触媒の寄与率を評価する新規手法の開発を行い、既存膜系MEAの限界性能を把握する。

2) 高触媒利用率炭化水素系MEAの開発と評価 (山梨大学)

自動車用MEAの高性能・高信頼化研究において、独自開発した炭化水素系電解質膜およびイオノマーを用いたMEAの基本製法、評価手法を開発することにより、高触媒利用率炭化水素系MEAの開発と評価を行う。

3) 温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系MEAの開発と評価 (山梨大学)

自動車用MEAの高性能・高信頼化研究において、自動車用燃料電池において想定される作動条件を考慮し、現状技術の電解質膜、イオノマーを用いたJAR I標準セル等の実用サイズのMEAの製法を検討し、起動停止、負荷変動、氷点下起動等の特性評価を行う。

4) 電極触媒用炭化水素電解質の開発 (カネカ)

自動車用燃料電池において想定される作動条件に対応した、高性能MEAの開発においては重要となる電極触媒層用炭化水素系電解質を開発する。

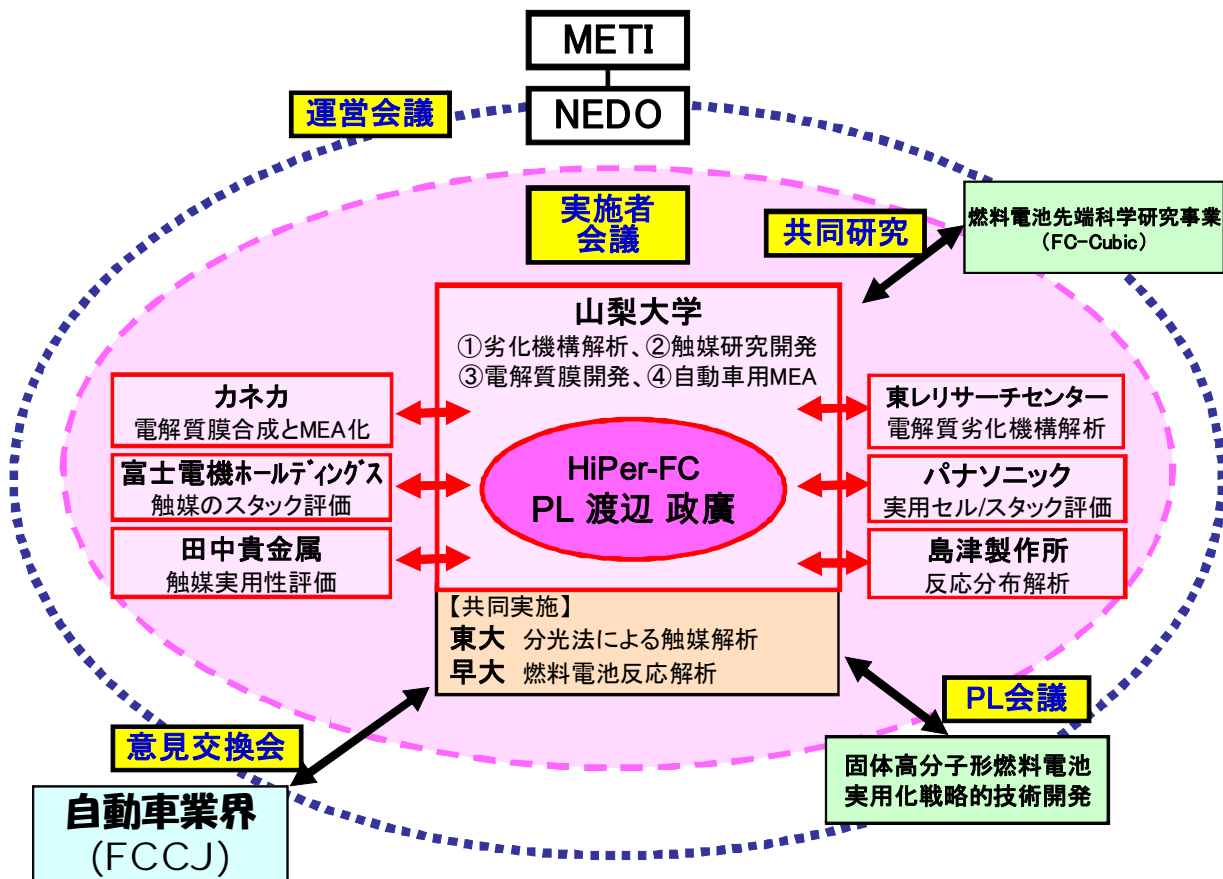
上述してきた研究内容をまとめ、燃料電池自動車の課題と本事業が取り組む主な課題を表 I I - 3 に示す。

表II-3 燃料電池自動車の課題と本事業が取り組む主な課題

実用化に向けた課題	現 状	本格普及時 2020年～	本事業が取り組む 主な研究課題
燃料電池スタックの製造コスト	数十万円/kW	約4千円/kW	・安価な電解質膜の開発 ・白金電極触媒量の低減
耐久時間	3千時間程度	5千時間以上	・電解質膜の高耐久化 ・白金電極触媒の高耐久化
作動温度	約90℃(最高温度) -30℃環境での始動	約100-120℃(最高温度) -40℃環境での始動	・セルの高性能化

5. 研究開発の運営管理

これまで説明してきたような本事業で取り組む4つの研究項目は密接に関係しており、相互にフィードバックを掛けたり、開発成果を適用するように、総合的・一体的に運営する必要がある。このため各研究開発項目間あるいは実施先間の情報交換及び連携が求められる。図 I I - 1 1 には運営管理体制を、表 I I - 4 に開催実績を示す。



図II-11 運営管理体制

表II-4 開催実績

年度	2008											2009						
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
運営会議	○						○						○					
実施者会議		←	○	→		←	○	→			←	○	→		←	○	→	
FC-Cubic 連携会議						○			○		○							
PL会議										○								
FCCJとの意見交換会				○								○						

5.1 HiPer-FCプロジェクト運営会議

委託先間の連携強化を図ると共に、NEDOマネジメントの一貫として、NEDOの意向をダイレクトに研究内容の反映させることを目的に、半年に一度程度の頻度で、全委託先が参加する運営会議を実施している。本プロジェクト運営会議には、政策上の意向を反映されるため、経済産業省（ME

T I) にも出席いただいている。表 I I - 5 に開催日程を示す。

表II-5 HiPer-FCプロジェクト運営会議開催日程

開催日	場所		参加者
2008年 6月27日	川崎日航ホテル	第1回運営会議(キックオフ式)	約30名
2008年12月 9日	山梨大学	第2回運営会議	約30名
2009年 6月 3日	山梨大学	第3回運営会議	約30名
2010年 2月(予定)		第4回運営会議	

5.2 HiPer-FC実施者会議

運営会議に加えて、実施者間の情報交換、連携を強化する目的で、実施者のみによる会議「HiPer-FC実施会議」を開催している。本会議は、各研究テーマ毎に開催され、山梨大学とテーマ実施者の間で技術打合せを行っている。会議は四半期毎に1度の割合で開催されている。

上記会議の具体的な成果として、以下の示すような事例が挙げられる。

(1) 東レリサーチセンター

混合ガス曝露法による炭化水素系電解質膜（スルホン酸化ポリイミド）の加速劣化試験での分解生成物の初期的分析において、ギ酸が検出された。その揮発性が高いことから、2段目のトラップにアルカリ溶液を使用して逃がさないように議論された。これにより、以後の混合ガス曝露法の分析と、実機での排水分析が正確に行えるようになった。

また、実施者会議での議論の結果、実機試験後の残存膜と排水の分析値との比較を行い劣化加速因子を検証することが有効であることが確認され、今後の課題に明記できた。

(2) 田中貴金属

山梨大学で開発されたナノカプセル法による Pt-Co/C 触媒のスケールアップ合成（1～5 g）を行った。山梨大学で調製した0.1 g バッチの分析結果を共同で比較検討し、実施者会議を実施した。その結果、バッチサイズを大きくすると、触媒中にコロイド保護剤に起因する成分が残留していることが示唆され、ろ過後の触媒を十分に洗浄すれば、この問題は改善できるとの見通しを得た。

(3) カネカ

本プロジェクトで山梨大学が開発した新型ブロックポリエーテル系電解質膜の製造・生成方法について、カネカが工業的な観点から検討を重ねた結果に関して、実施者会議で論議した。その結果、以下の見解に至った。

1) スルホン酸基を導入する反応は、これまで前駆体ポリマーを溶媒に溶解してスルホン酸化剤と反応させる方法をとっていたが、前駆体ポリマーを成膜してスルホン酸化を行うことによっても同等の

結果が得られることが分かってきた。これにより、目的とする電解質膜の製造時間・工程が大幅に削減できる見通しがついてきた。

2) 前駆体ポリマーや電解質膜の精製にはこれまで過剰の水、希塩酸、メタノールで繰り返し洗浄を行ってきたが、1/10程度の溶媒量でも十分に精製できることが分かり、簡単な精製方法を見出すことが出来た。

3) 親水部、疎水部のブロック長最適化に関して、以前からカネカで進めてきた知見を生かして、最適構造の絞り込みを短期間で行うことが出来てきている。

5.3 山梨大学を拠点とした集中的な研究体制

研究開発の効率的推進及び技術情報の管理等の観点から、プロジェクトリーダーの下に研究者を可能な限り結集される研究体制としている。プロジェクトリーダー山梨大学の渡辺政廣教授の下に、国内外から第一線の研究者を集めた研究体制を整えつついる。現在、米国、ドイツ、フランス、韓国、中国の5カ国から9名の海外からの研究者を含めた30名の研究者が結集しており、世界の国際共同研究拠点として、世界に先駆けた研究を実施している。

5.4 FCCJ自動車ワーキングとの意見交換会

本事業の目的は燃料電池自動車用のMEAを開発することである。そこで、自動車メーカーの意向を事業に適切に反映させるため、FCCJステアリングコミティー 自動車用膜・触媒・MEAワーキングとの意見交換会を半年に一度の割合で実施している。表II-6に開催日程、表II-7に参加者リストを示す。

表II-6 FCCJ自動車用ワーキングとの意見交換会開催日程

開催日	場所		参加者
2008年 9月 26日	NEDO川崎	第1回意見交換会	16名
2009年 5月 27日	NEDO白金台	第2回意見交換会	14名
2010年 1月(予定)		第3回意見交換会	

表II-7 参加者リスト

氏名	所属、役職
飯山 明裕	日産自動車(株) 総合研究所 燃料電池研究室 室長
大丸 明正	本田技術研究所 第1技術開発室 主任研究員
里見 知英	燃料電池実用化推進協議会 企画第2部 部長
篠原 和彦	日産自動車(株) 総合研究所 燃料電池研究室 主管研究員
高橋 剛	トヨタ自動車 FC 開発本部 企画総括室 室長
広瀬 雄彦	トヨタ自動車 FC 開発本部 FC技術部 開発企画グループ 主査

表 I I - 8 には、意見交換会で FCCJ から提示されて要望とプロジェクトで対応予定の内容を示す。

表II-8 FCCJ要望とプロジェクト側の対応

	提案(依頼事項)	プロジェクト側の対応
第1回	<ul style="list-style-type: none"> ・白金利用率の定量的な評価及び利用率向上 ・F系膜とHC系膜の違いの再評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・白金利用率の定量的な指標検討を研究内容に追加
第2回	<ul style="list-style-type: none"> ・白金使用量 1/10 のシナリオ提示 ・白金触媒のMEA内での3次元的な有効性検討 ・革新的材料開発に必要な計測・解析ニーズ提示 	<ul style="list-style-type: none"> ・白金 1/10 のシナリオ検討を実施

表に示すように、工数・予算等の制約もあり、現状ではすべての項目に対応できてはいないが、優先順位を付け、適宜対応していく予定である。昨年度実施した第1回の意見交換会で要望のあった「白金利用率の定量的な指標」については、検討が進んでおり、研究成果の項で結果を記載している。
このように産業界との意見交換会を通して、業界のニーズを適切にプロジェクトに反映している。

5.5 燃料電池先端科学研究事業(FC-Cubic)との連携

NEDOでは、図 I I - 1 1 に示すように、別途実施している「燃料電池先端科学研究事業」との連携を促進し、相乗効果が得られるような運営を行なっている。

研究開発において、材料開発と計測・解析は車の両輪に例えられ、その密接な連携が求められる。このため、PEFCの事業において、革新的な計測・解析手法を開発している『燃料電池先端科学研究事業』と革新的な材料開発を実施している本事業『固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究』は連携が求められる。そこで、後述するようなイブニングセミナーを共同開催する等、情報共有を進めてきた。更に、2009年度からは、図 I I - 1 2 に示すような広温度範囲・低加湿対応の電解質膜に関する共同研究を開始した。

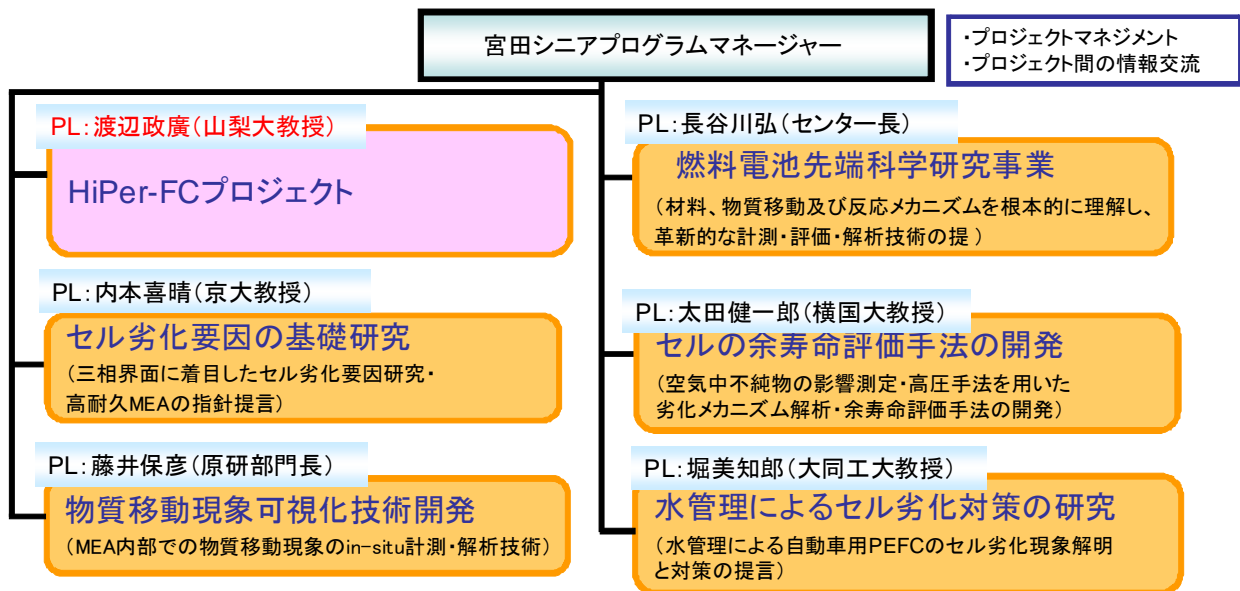


図II-12 山梨大学とFC-Cubicの共同研究

HiPer-FCプロジェクトで開発した新規炭化水素系電解質膜のモルフォロジーやプロトン移動機構などを解析することを目的として、膜試料を産業技術総合研究所 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター（FC-Cubic）へ提供した。現在、FC-Cubicにおいて、電気化学AFM及び磁場勾配核磁気共鳴スペクトルの測定を行っている。

5.6 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発内で連携

NEDOでは、図II-11に示すように、「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発」の他プロジェクトとの連携を促進し、相乗効果が得られるような運営を行なっている。具体的な例として、図II-13に示すようなプロジェクトリーダー会議を適宜、開催している。



図II-13 PL会議

2008年度は「電極触媒劣化メカニズムについて」というトピックを取り上げ、2008年3月に表II-9に示す参加者でPL会議を開催した。

表II-9 PL会議参加者リスト

所属、氏名	担当プロジェクト
同志社大学 稲葉 教授	低白金化技術
京都大学 内本 教授	セル劣化要因の基礎研究
横浜国大 太田 教授	セルの余寿命評価手法の開発
産総研 FC-Cubic 長谷川 センター長	燃料電池先端科学研究事業
日本原子力機構 藤井 部門長	物質移動現象可視化技術開発
大同工大 堀 教授	水管理によるセル劣化対策の研究
山梨大学 渡辺 教授	HiPer-FCプロジェクト
NEDO 宮田シニアアドバイザー	オーガナイザー(カーボンアロイ触媒)

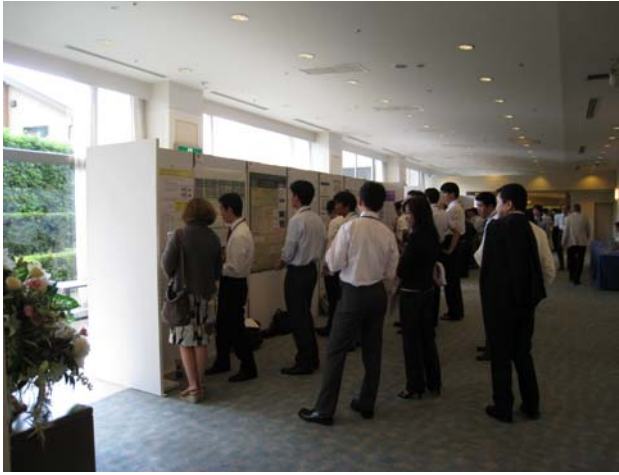
電極触媒の劣化はさまざまなプロジェクトの共通の課題であり、活発な議論を交された。今後も重要度の高いトピックを取り上げ、適宜、PL会議を開催していく予定である。

6. 情報の発信

委託先間の情報共有化、さらには、外部への情報発信を図るため、イブニングセミナー、ワークショップ等を積極的に開催してきた。

(1) 山梨国際ワークショップ

燃料電池に関わる国内外の第一線の研究者・技術者が一堂に会して、最新の研究成果の紹介、議論を行うことにより、固体高分子形燃料電池の研究開発を加速することを目的として、第5回国際燃料電池ワークショップ2009を、山梨大学の主催で、2009年8月23日、24日の2日間、甲府富士屋ホテル(山梨県甲府市)において開催した。海外からの多数の出席者を含む約200名が参加し、燃料電池の最新の研究成果についての活発な口頭発表(14件)、ポスター発表(68件)が繰り広げられた。トヨタ、日産、ホンダの3社の燃料電池自動車の試乗会も併せて実施され、また、家庭用燃料電池や、モバイル用の燃料電池の展示8件なども行われた。参加者の間では活発な議論が行われ、今後の燃料電池の研究開発にあたり、有益な情報交換の場となった(図II-13)



ポスターセッション



FCV試乗会

図II-14 山梨国際ワークショップ2009

(2) FC-Cubicとの合同イブニングセミナー

FC-Cubicと山梨大学との合同のイブニングセミナーを2008年11月17日に、FC-Cubicにおいて開催した。約80名が出席し、燃料電池用の電解質膜の研究を主テーマとして、双方から研究状況についてプレゼンを行い、情報の共有化を図った。

(3) LANL-AIST-NEDOワークショップ

NEDOは、産総研 FC-Cubicとともに、2008年9月8日から9月11日にかけて、第3回「日米燃料電池・水素技術ワークショップ」を米国カリフォルニア州・サンディエゴで開催した。本ワークショップは、燃料電池・水素技術開発分野における基礎研究レベルの底上げを図り、早期の実用化に向けた技術を確立することを目的としたものであり、第1回 米国ニューメキシコ州・サンタフェ（2006年8月）及び第2回 都内会議場（2007年10月）に引き続いて開催したものである。NEDO、産総研（AIST）、LANL関係者及び日米の大学・国立研究所の研究者合わせて約60名が出席し、終日活発な議論を交わした。燃料電池技術開発における重要な基礎研究のテーマである「燃料電池基幹技術（触媒、電解質、物質移動）の特性向上」について、現状技術レベルの把握と今後の研究開発について議論を交わした。本ワークショップには山梨大学からも多くの先生方が参加しており、日米における燃料電池の基礎研究レベルの底上げに大きく貢献している。



講演会



グループディスカッション

図II-15 2008LANL-AIST-NEDOワークショップ(米国加州・サンディエゴ)

7. 人材育成

本事業では、得られた成果を普及・定着させるとともに、燃料電池技術分野を今後確実に大きな産業に発展させるため、近い将来を担う若手研究者等の人材育成活動を行うことにより、当該分野の基礎・基盤技術の底上げを図ることも目的の一つとしており、以下の示すような人材育成の活動を実施している。

(1) 山梨大学における燃料電池教育

大学院の学生に対して、以下のような、電気化学、固体表面、燃料電池材料、燃料電池反応、燃料電池設計等に関する講義を行っている。また、学部4年生、大学院の学生に対しては、個別の研究指導、研究分野単位のミーティング等を毎日実施している。この他、外部講師による集中講義、国際燃料電池ワークショップへの参加や来年から開催を検討しているサマーセミナーの企画、開催なども行っている。企業や県などからの社会人の大学院への入学を受け入れたり、また、県との連携等で広く人材の育成を図っている。これらを通じて、近い将来を担う若手研究者等の人材育成を行うことにより、本事業により得られた成果を普及・定着させるとともに、燃料電池技術分野を今後確実に大きな産業に発展させることをため、基礎基盤技術の底上げを図っている。

<大学院学生を対象とした講義例>

- ・応用電気化学特論第一
- ・電気化学材料特論
- ・固体表面化学特論
- ・燃料電池ナノ材料特論
- ・燃料電池反応解析特論
- ・燃料電池設計科学特論第一

- ・燃料電池設計科学特論第二
- ・燃料電池科学技術英語特論
- ・クリーンエネルギー変換工学特論
- ・燃料電池システム工学特論

(2) 山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センターを活用した人材育成

山梨県、山梨大学と協力の下、実験棟に併設するオフィス棟において、将来の燃料電池の技術開発を担う、産業界、大学等の若手研究者の育成を図る場として、各種セミナー、講演、研修等を開催する予定である。

7. 情勢変化への対応

特になし。

8. 評価に関する事項

事前評価については、2007年度に実施された。「固体高分子形燃料電池の基礎的研究開発に関するワークショップ」(2008年1月9日開催)により、研究の内容や技術課題等に対する意見を、燃料電池分野に関連する専門家等から聴取して、基本計画の策定等に反映した。事前評価書は、別添のとおり。

Ⅲ. 研究開発成果

1. 研究の概要

Ⅱ. 2に述べたように、事業の目的は、

「反応・劣化メカニズムに係わる知見ならびにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することで、固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的とする。」

であり、最終目標（26年度末）、中間目標（21年度末）、中間目標（24年度末）は、以下の通り定められている。

<最終目標2014年度（平成26年度）末>

−30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH（相対湿度）で可能なMEAを開発する。なお、自動車を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。

<中間目標①2009年度（平成21年度）末>

広温度領域（室温～100℃）での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確立するとともに、材料作製、耐久性試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備し、各試験機器の精度を確認する。

<中間目標②2012年度（平成24年度）末>

開発した試験法及び整備した研究開発環境を活用し、電解質膜の開発については低温化（−30℃）及び高温低加湿下（100℃、30%RH）での作動確認、MEAの開発については電極触媒の白金使用量が1/10での発電確認を行う。

これらの目標を達成するため、以下の4項目の研究開発を行う。

① 劣化機構解析

各種劣化モードにおける加速試験法を開発するとともに、劣化機構解析結果を材料開発にフィードバックするために、電極触媒の負荷変動及び不純物による劣化速度と機構の解析、炭化水素系電解質膜の高温・低加湿下における劣化速度・機構の解析ならびに電池内反応分布測定に基づく劣化機構の解析などを行う。

② 高活性・高耐久性の触媒研究・開発

高活性と高負荷変動耐性を両立させるために、劣化機構解析等で得られた知見に基づき、高活性・低溶解性白金合金触媒及び高電位安定性担体・担持触媒並びに高活性・高耐久性・

低 S/C（水蒸気/炭素比）燃料改質触媒などの開発と評価を行う。

③ 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発

車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するために、高プロトン導電率・高形状安定性炭化水素系電解質膜及び高酸化・高加水分解耐性炭化水素系電解質膜の開発と評価並びに高温低加湿及び低温での特性改善などを実施する。

④ 自動車用 MEA の高性能高信頼化研究

自動車用燃料電池において想定される作動条件に対応した、高触媒利用率炭化水素系 MEA 並びに温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系 MEA 等の開発と評価を行う。

以上の4項目の研究項目の実施内容、目標とスケジュールを記したのが、表Ⅲ-1である。21年度末までの研究開発成果について、研究の背景、目標等を含め、P. Ⅲ-4以降に示す。

表Ⅲ-1 研究開発目標

研究項目	第1期 (21年度末)	第2期 (24年度末)	第3期 (26年度末)
劣化機構解析	<ul style="list-style-type: none"> ◆耐久性のある触媒、電解質膜、MEAの研究開発を行うため、劣化機構解析手法を開発する。 ◆劣化に関わる因子の探求を行う。 ◆劣化機構解析のための試験・研究環境を整備し、試験機器の精度を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆劣化機構解析手法の改善を図る。 ◆新規開発した触媒、電解質膜、MEAの劣化機構を解析し、これら開発にフィードバックする。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆劣化機構解析手法を確立し、MEAの項に記した耐久性を有する触媒開発、電解質膜開発に反映する。
高性能・高耐久の触媒開発	<ul style="list-style-type: none"> ◆新規触媒・担体の材料開発と製作手法のスクリーニングを行う。 ◆触媒の製作・試験・研究環境を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆新規触媒の開発を進める。 ◆MEAとした時に、白金使用量が1/10で発電確認できる触媒の開発を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆新規触媒の開発を進め、MEAの項に記した性能、耐久性を有する触媒を開発する。
広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発	<ul style="list-style-type: none"> ◆電解質膜の有望な候補を探索する。 ◆電解質膜の製作、試験・研究環境を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆新規電解質膜の開発を進める。 ◆低温下（-30℃）及び高温低湿度下（100℃、30%RH）での作動確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆新規電解質膜の開発を進め、MEAの項に記した性能、耐久性を有する電解質膜を開発する。
自動車用MEAの高性能・高信頼化研究	<ul style="list-style-type: none"> ◆MEAの評価方法を検討する。 ◆触媒、電解質膜の特性がどうMEAの特性に反映されているのか把握する。 ◆MEAの製作、試験・研究環境を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆触媒、電解質膜の特性を生かすMEAの開発を行う。 ◆電極触媒の使用量が1/10で発電確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆-30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RHで可能なMEAを開発する。 なお、自動車を想定した燃料電池セルとして ◆電極触媒の使用量は、現状の1/10とする。 ◆効率は定格25%で、64%LHV。 ◆耐久性は5000時間作動、6万回の起動停止が見通せる。

2. 研究開発項目毎の成果

①劣化機構解析

1) 背景

固体高分子形燃料電池の本格普及には、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立する必要がある。そのためには、触媒・電解質膜・MEA等の反応・劣化機構を解析し、新規ナノ材料を開発するための設計指針を得ることが重要である。そこで、各種劣化モードにおける加速試験法を開発するとともに、劣化機構解析結果を材料開発にフィードバックするために、電極触媒の負荷変動及び不純物による劣化速度と機構の解析、炭化水素系電解質膜の高温・低加湿下における劣化速度・機構の解析ならびに電池内反応分布測定に基づく劣化機構の解析などを行う。

2) 目標（21年度末）

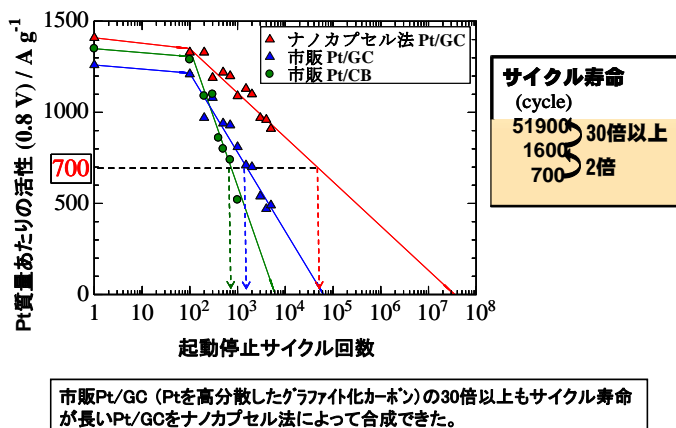
- ・ 耐久性のある触媒、電解質膜、MEAの研究開発を行うため、劣化機構解析手法を開発する。
- ・ 触媒、電解質膜の劣化に関わる因子の探求を行う。
- ・ 劣化機構解析のための試験・研究環境を整備する。

3) 主な研究開発内容

- ・ 高耐久性担体に担持した触媒と市販の標準触媒において、電解液中での起動停止サイクルを模擬した FCCJ のプロトコルによる評価で、活性面積、酸素還元活性、 H_2O_2 生成率の経時変化の定量的評価法を確立した。
- ・ 市販 Pt/GC（Pt を高分散したグラファイト化カーボン）の 30 倍以上もサイクル寿命が長い Pt/GC をナノカプセル法によって合成できた。（図Ⅲ-1）
- ・ 電解質膜の劣化試験に関しては、まず、山梨大学で市販フッ素樹脂系電解質膜を種々の条件で混合ガス曝露試験し、東レリサーチセンターにおいて分解生成物を精密分析することに成功した。また、炭化水素系膜の劣化生成物分析も実施し、混合ガス曝露法により劣化の程度を定量的に評価するための分析手順、分析条件を確立した。
- ・ 新研究センターを建設し、劣化機構解析のための試験、研究環境を整備した。

4) 達成度

- ・ 当初の目標を達成した。



[図Ⅲ-1]

②高性能・高耐久の触媒開発

1) 背景

固体高分子形燃料電池には高価なPt系電極触媒が用いられている。燃料電池自動車FCVのように燃料として純水素を供給した場合には、Ptアノード触媒での水素酸化反応速度は十分速く、0.1 mg/cm²程度のPt量でも十分な性能が得られる。他方、Ptカソード触媒の酸素還元活性は不十分であり、起動停止や負荷変動の繰り返しにより著しく劣化する。そこで、本課題では、高活性と高負荷変動耐性を両立させるために、劣化機構解析等で得られた知見に基づき、高活性・低溶解性白金合金触媒及び高電位安定性担体・担持触媒を開発し、性能を評価する。

定置用燃料電池あるいはFCVへの水素供給ステーションに応用可能な高効率かつコンパクトな天然ガス等の炭化水素燃料の改質・精製器の開発が重要課題である。そこで、高活性・高耐久性・低S/C（水蒸気/炭素比）燃料改質・精製触媒の開発と評価を行う。

2) 目標（21年度末）

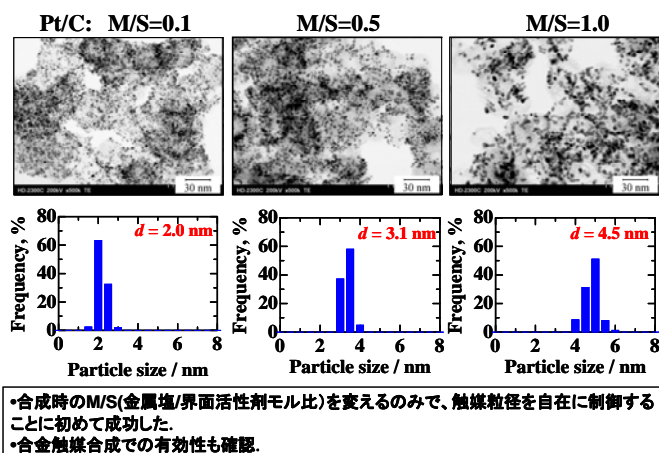
- ・ 新規触媒・担体の材料開発と製作手法のスクリーニングを行う。
- ・ 触媒の製作・試験・研究環境を整備する。

3) 主な研究開発内容

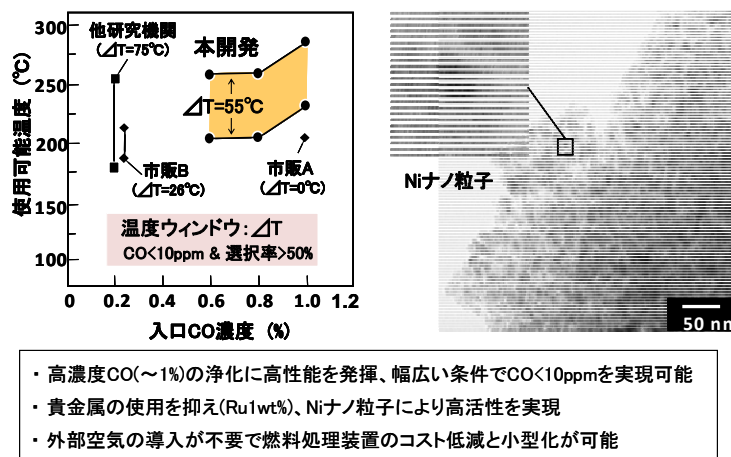
- ・ ナノカプセル法電極触媒合成時の金属塩/界面活性剤モル比を変えるのみで、触媒粒径を自在に制御することに初めて成功した。（図Ⅲ-2）
- ・ エネファーム低コスト、コンパクト化に直結する現行のCO選択酸化触媒に替わり得る高性能CO選択メタン化触媒を開発した。（図Ⅲ-3）
- ・ 新研究センターを建設し、触媒の製作・試験・研究環境を整備した。

4) 達成度

- ・ 当初の目標を達成した。



[図Ⅲ-2]



[図Ⅲ-3]

③ 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発

1) 背景

現在の固体高分子形燃料電池で用いられている電解質膜はフッ素系電解質膜が中心であるが、環境適合性・低コスト化の観点から非フッ素系電解質材料の開発が必須である。本研究では、固体高分子形燃料電池の本格普及に向けた炭化水素系電解質膜の開発を目的とする。特に、自動車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するため、高プロトン導電率・高形状安定性炭化水素系電解質膜及び高酸化・高加水分解耐性炭化水素系電解質膜の開発と評価並びに高温低加湿及び低温での特性改善などを実施する。

2) 目標 (21年度末)

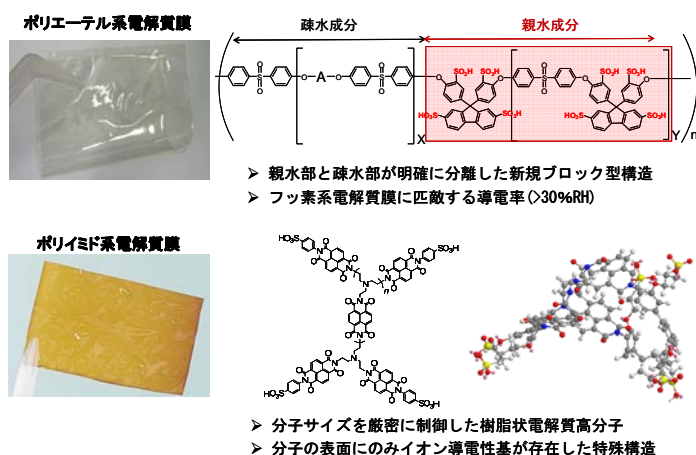
- ・ 電解質膜の有望な候補を探索する。
- ・ 電解質膜の製作、試験・研究環境を整備する。

3) 主な研究開発内容

- ・ スルホン酸化ポリエーテル電解質膜で、低加湿条件で高いプロトン導電率を発現できる構造を提案し、顕著な性能向上効果を発見した。(図Ⅲ-4)
- ・ 新研究センターを建設し、電解質膜の製作・試験・研究環境を整備した。

4) 達成度

- ・ 当初の目標を達成した。



[図Ⅲ-4]

④自動車用 MEA の高性能・高信頼化研究

1) 背景

本事業では、反応・劣化メカニズムに係わる知見ならびにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確認することで、固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的としており、MEAにおいては自動車用燃料電池において想定される作動条件に対応した、高触媒利用率炭化水素系 MEA 並びに温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系 MEA 等の開発と評価を行うことを2008年度から2014年度までの全期間に渡る目的としている。

1) 目標（21年度末）

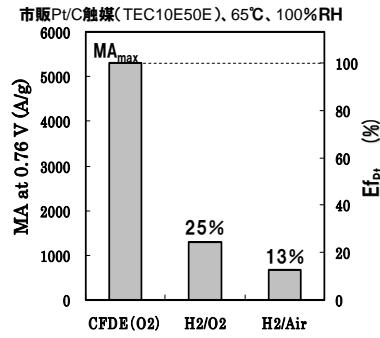
- ・ MEAの評価方法を検討する。
- ・ 触媒、電解質膜の特性がどうMEAの特性に反映されているのか把握する。
- ・ MEAの製作、試験・研究環境を整備する。

2) 主な研究開発内容

- ・ MEAの開発において、電極触媒の有効性を評価する新しい手法を開発した。この新評価法により各種動的条件での特性差を指標化できることがわかり、今後の触媒低減の重要指針となることを明らかにした。現状実用条件での触媒の利用率は約10%程度で、大きな改善余地を残すことを示せた。(図Ⅲ-5)
- ・ 新研究センターを建設し、MEAの製作・試験・研究環境を整備した。

3) 達成度

- ・ 当初の目標を達成した。



市販Pt/C触媒をもちいた小型セルでの実用動作条件での
 現状の触媒有効性: $E_{f_{Pt}}$ は H₂/O₂ 25%、H₂/Air 13%
 高活性触媒開発と触媒層構造設計により有効性を高めれば、白金使用量を
 飛躍的に低減できる可能性がある

[図 III-5]

3. 事業全体の成果

[研究拠点の整備]

燃料電池ナノ材料研究センターの建設により、材料製作、耐久性試験及び解析を一体的に実施しうるクリーンな研究開発環境を整備し、表III-2に示すように各試験機器の精度の確認等を行い、研究拠点を整備した、当初の目標を達成した。

表Ⅲ-2 代表的な試験機器の精度等の確認

	設備名	特徴	確認状況
1.	In-situ 反応観察 透過電子顕微鏡	実条件に近い温度や雰囲気条件下で、試料に起る反応を、原子レベルの分解能でリアルタイムに観察することができる。	600°Cに加熱した試料(Si/Graphite)に対し圧力1Paで酸素→Ar→水素の順にガスを切り替え、試料に生じる酸化還元反応を TEM 像格子分解能 0.2nm で観察できた。この時の酸素から水素へのガス切替速度は最速 1min を達成した。また、ガスを供給しない真空状態での格子分解能は 0.1nm を達成した。
2.	XPS (高温前処理装置付き)	最高 1100°Cで雰囲気制御可能な特殊セル中で試料を処理し、大気暴露せずに触媒の電子構造解析を行うことができる。	設置した前処理室中でアルゴンガス流通下、1100°Cまで試料を加熱できることを確認した。また実際の Ni 系複合酸化物触媒粉末を水素気流中 500°Cで還元処理を行った後に、超高真空排気して XPS に移送・測定した結果、金属 Ni と酸化 Ni の存在比と結合状態を正確に測定することに初めて成功した。
3.	in-situ XRD	様々な温度(室温~1000°C)、雰囲気条件下で、触媒を構成する金属や担体の結晶構造や結晶子径をナノレベルで解析できる。	室温~1000°Cにおける試料(Sn _{0.96} Sb _{0.04} O _{2-δ})の結晶構造を酸素、窒素、4%水素雰囲気中で測定し、解析することができた。また、PEFC 電極触媒中の Pt ナノ粒子(平均粒子径 3.0nm)について、シェラー式及び小角散乱測定を用いてその結晶子径を確認し、TEM での観察結果と一致することを確認した。
4.	NMR	高分子電解質膜の分子構造、電子状態を精密に解析することができる。また、高分子電解質膜中のプロトン拡散係数を測定することができる。	高分子電解質やその原料となるモノマー化合物の分子構造、電子状態を精密に解析することができること(特に、水素、炭素、フッ素の原子核に関する)、また、高分子電解質膜中のプロトン拡散係数を 5mmTH/FGプローブにおいて、最大発生勾配磁場強度が 30A 電源使用時に 0.9T/m 以上で測定することができることを確認した。
5.	ラマン顕微鏡	電解質膜中の分子構造の局所的な分光測定を行い、発電中の電解質膜の水の状態や	面内の分解能 1 μm, 深さ方向の分解能 1 μm, 時間分解能 0.5 秒、波数分解能 1 cm ⁻¹ を達成している。現在は、反応条件下で、電解質膜内

		劣化過程を解析することができる。	の化学状態測定に着手している。
6.	E-SEM	様々な温度 (-30°C~1200°C)、雰囲気条件下で、材料の構造変化をサブミクロンレベルで観察できる。	ペルチェ素子を用いて-30°C~室温において MEA の変化を加湿雰囲気下で 1000~10000 倍にて観察できた。また、加熱ホルダを用いて、Pt 担持 Ti ₄ O ₇ 触媒における Pt 及び Ti ₄ O ₇ の形状変化を室温~1200°C、300Pa の N ₂ 雰囲気下で 5000~10000 倍にて観察できた。柿沼先生
7.	イオンクロマト-M S	高分子電解質の分解化合物をイオンクロマトグラフで定量し、同時に高分解能な飛行時間型質量分析計で定性分析を行うことができる。	高分子電解質膜の分解化合物 (特に、アニオン性化合物) を高速イオンクロマトグラフで定量し、同時に高分解能な飛行時間型質量分析計(ダイナミックレンジが 10 ⁴ 以上)で定性分析(同位体の同定も可能)を行うことができることを確認した。
8.	低温電解質膜評価装置	高分子電解質膜のプロトン導電率を、-30~80°Cの範囲で正確に測定することができる。	高分子電解質膜のプロトン導電率を、-30~80°C (温度制御精度は±0.1°C以内)、5~95%RH (>20°C、精度±3%RH 以内)の範囲で正確に測定することができることを確認した。また、同時に 4 検体の試料の測定を再現性よく迅速に行えることを確認した。

4. 今後の課題

今後の課題について、テーマ別に以下に示す。

①劣化機構解析

- ・ 広温度範囲における電極触媒の劣化を解析する。
- ・ 混合ガス曝露法により、炭化水素系電解質膜の分解生成物を同定し、劣化機構を解明する。

②触媒開発

- ・ カソード質量活性が標準触媒の3倍高い合金触媒を高耐久性担体上に合成し、負荷変動や起動停止に対する耐久性を検証する。
- ・ 高電位で安定な新規触媒担体を選定し、特性を評価する。
- ・ in situ XAFSにより、触媒の局所構造の変化を解析する。

③電解質膜開発

- ・ 広温度範囲・低加湿条件で、高いプロトン導電率と安定性を両立できる炭化水素系電解質膜の設計、合成を行う。

④MEA開発

- ・ 新開発の触媒、炭化水素系電解質を用いたMEAの高性能化を図ると共に、新評価法により、材料構造・作動条件などの実用条件の触媒有効性への寄与率とその性能レベルの把握を目指す。

5. 知的財産権、成果の普及

知的財産、成果の普及について、以下に示す。

	H20	H21	計
研究発表・講演（論文発表、査読付き）	6	7	13件
研究発表・講演（海外講演）	16	30	46件
研究発表・講演（国内講演）	28	20	48件
特許等	11	7	18件
受賞実績	1	—	1件
成果普及の努力（プレス発表等）	—	2	2件
新聞・雑誌等への掲載	—	25	25件

6. 事業全体の達成度

以上述べてきたように、各研究項目に亘り、世界的にも初めての多くの成果を上げるとともに、研究拠点を整備し、本事業の中間目標（2009年度（平成21年度）末）を達成することができた。

IV. 実用化の見通しについて

1. 成果実用化の可能性について

燃料電池の本格的普及には、コストの低減並びに性能、耐久性及び信頼性の向上という多様な要素を満たす革新的なブレークスルーが産業界より待望されており、そのためには、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。本事業では、反応・劣化メカニズムに係わる知見ならびにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することで、固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的としている。このため、以下を目標としている。

<最終目標 2014年度（平成26年度）末>

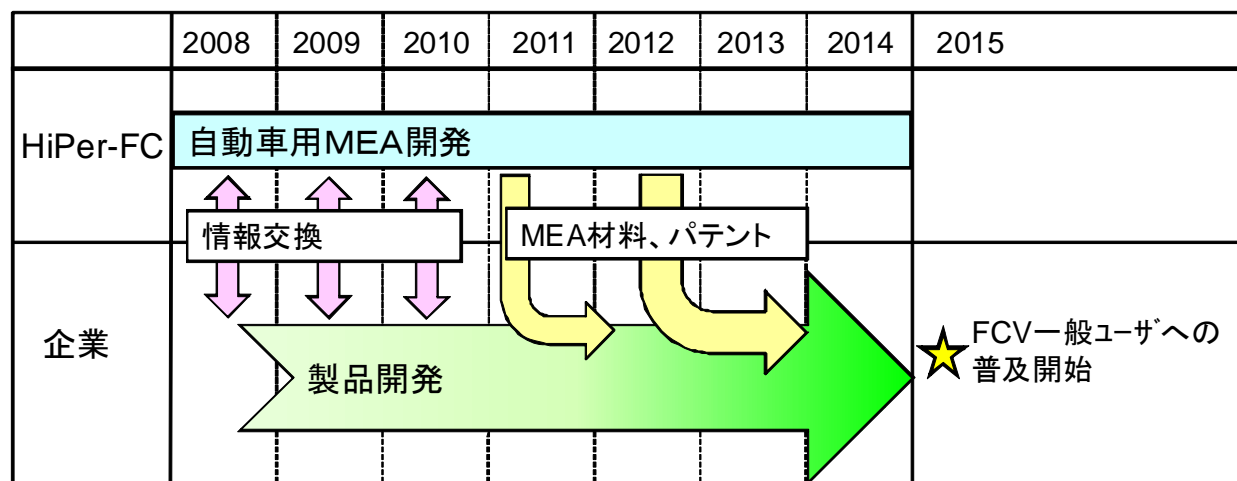
－30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH（相対湿度）で可能なMEAを開発する。なお、自動車用を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。

したがって、本事業が目指す実用化は以下となる。

<実用化のイメージ>

本事業の実用化は、プロジェクトで開発されたMEA構成材料あるいはそのベースとなる基盤技術（知財）が燃料電池自動車あるいは定置用等燃料電池関連製品に採用されるところまでを指す。

図IV-1には、事業化までのシナリオを示す。



図IV-1 事業化までのシナリオ

上述したように、FCCJは2015年をFCVの一般ユーザへの普及開始の年と位置付けている。したがって、自動車メーカーを始めとした各企業は2015年の商品化に向けた製品開発を準備している。HiPer-FCの成果としては、プロジェクトの初期段階では、情報交換が中心となる。すな

わち、劣化機構解析等から明らかとなったメカニズムを提供し、製品開発に貢献する。プロジェクトの後半には、本事業で開発したMEA材料や材料開発の基になっている特許等の知財を直接提供し、製品開発に貢献していくことを目指す。

2. 波及効果

本事業における研究開発は、反応・劣化メカニズムに係わる知見ならびにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することを通して、燃料電池、電気化学、材料科学・技術の進歩に大きく貢献するものである。とりわけ、その波及効果としては、以下の3点が上げられる。

- (1) 人材育成による産業界の支援
- (2) 国際共同研究の拠点
- (3) 燃料電池関連産業による地域産業の振興

(1) 人材育成による産業界の支援

本事業においては、基本計画に示すように人材育成活動を事業目的に掲げており、II. 研究開発マネージメントで説明したような以下の活動を通して、燃料電池技術分野を始めとした電池関連分野を若手研究者の育成を実施する。

- ・山梨大学における燃料電池教育
- ・山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センターを活用した人材育成
- ・山梨国際ワークショップ等、各種ワークショップ、セミナーの開催

本事業で経験を積んだ優秀な研究者を産業界に提供していくことにより、産業界の底上げを図ることができる。

(2) 国際共同研究の拠点

本事業の拠点となる山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センターには、国内外から第一線の研究者を集めた研究体制を整える。現在、米国、ドイツ、フランス、韓国、中国の5カ国から9名の海外からの研究者が集結しており、今後もその数は増える予定である。したがって、燃料電池ナノ材料研究センターは燃料電池の国際共同研究の拠点としての役割を担う。したがって、地球温暖化対策等、グローバルな課題の解決に際して国際連携が求められる中、国際共同研究の推進に貢献できる。

(3) 燃料電池関連産業による地域産業の振興

燃料電池の研究開発、製品開発には、計測装置メーカー、材料メーカー、スタックメーカー、自動車メーカー等の多くのメーカーが関わっている。燃料電池自動車となると、更に、水素ステーションを含めたインフラの整備に携わるメーカーが加わり、その裾野は広い。したがって、研究の進展に伴って、山梨県

の地元メーカーの活用あるいは、上記関係メーカーの投資を呼び込むことができれば、地域産業の振興に大きく貢献できると考える。山梨県では、横内知事を議長とし「山梨燃料電池実用化推進会議」を開催し、燃料電池あるいは水素社会の実現に向けて、山梨県がリーダーシップを取るビジョンを明らかにしている。その中で、燃料電池産業による地域活性化をうたっており、本事業は燃料電池の研究開発を通して、地域産業の振興に貢献できるものと考えている。

平成 20・03・25 産局第 5 号
平成 20 年 4 月 1 日

エネルギーイノベーションプログラム基本計画

1. 目的

資源に乏しい我が国が、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。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。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。以下に 5 つの政策の柱毎に目的を示す。

1-I. 総合エネルギー効率の向上

1970年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030年までにGDPあたりのエネルギー利用効率を約30%向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

1-II. 運輸部門の燃料多様化

ほぼ100%を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030年に向け、運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

1-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

1-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

1-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

2. 政策的位置付け

○ エネルギー基本計画（２００７年３月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

1. 総合エネルギー効率の向上に資する技術
2. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
3. 運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
4. 新エネルギーに関する技術
5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。

○ 新・国家エネルギー戦略（２００６年５月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 運輸エネルギーの次世代化計画
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

○ 第３期科学技術基本計画（２００６年３月閣議決定）

国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進４分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（２００６年３月総合科学技術会議）における「推進４分野」であるエネルギー分野に位置付けられている。

○ 経済成長戦略大綱（２００６年７月財政・経済一体改革会議）

資源・エネルギー政策の戦略的展開として

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 次世代自動車・燃料イニシアティブ等による運輸エネルギー次世代化
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画
5. 資源外交、環境・エネルギー協力等の総合的な強化

以上が位置づけられている。

○ 京都議定書目標達成計画（２００５年４月閣議決定）

「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

3. 達成目標

3-I. 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、エネルギー消費効率を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

3-II. 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ100%の運輸部門の石油依存度を2030年までに80%程度とすることを目指す。

3-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

3-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

2030年以降においても、発電電力量に占める比率を30～40%程度以上とすることを目指すため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

3-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先端的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

4. 研究開発内容

4-I. 総合エネルギー効率の向上

4-I-i. 共通

(1) エネルギー使用合理化技術戦略的開発（運営費交付金）

①概要

省エネルギー技術開発の実効性を高めるために、シーズ技術の発掘から実用化に至るまで、民間団体等から幅広く公募を行い、需要側の課題を克服し得る省エネルギー技術開発を戦略的に行う。

②技術目標及び達成時期

中長期的視点に立った省エネルギー技術戦略を構築し、技術開発の相互連携によりシナジー効果が発揮され技術開発が促進されるよう、超燃焼システム技術、時空を超えたエネルギー利用技術、省エネ型情報生活空間創生技術、先進交通社会確立技術、次世代省エネデバイス技術の技術群に重点化して、省エネルギー技術戦略に沿った技術開発を戦略的に推進する。

③研究開発時期

2003年度～2010年度

(2) エネルギー使用合理化産業技術研究助成事業（運営費交付金）

①概要

産業界や社会のニーズに応える省エネルギー技術のシーズの発掘とその育成、並びに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって省エネルギー効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

②技術的目標及び達成時期

独創性のある研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的省エネルギー技術の研究開発を促進する。本事業では革新的省エネルギー技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

③研究開発期間

2000年度～

(3) 研究開発型中小企業挑戦支援事業（スタートアップ支援事業）

①概要

省エネルギー対策に資する中小企業の優れた技術シーズ、ビジネスアイデアの事業化による創業・新事業展開を促進するため、実用化研究開発に要する経費（原材料費、直接人件費、機械装置費、知的財産取得費等）の一部を補助するとともに、補助事業を行う中小・ベンチャー企業等に対して中小企業基盤整備機構によるビジネスプランの具体化・実用化に向けたコンサルティング等を一体的に実施

する。

②技術的目標及び達成時期

中小企業の技術開発を推進し、産業におけるエネルギー使用合理化技術の利用を図り、もって、中小企業の振興と経営の安定を促進する。

補助事業期間終了後2年後の採択企業の研究開発成果の事業化率50%を目標とするとともに、省エネルギー技術開発の高度化を戦略的に推進する。

③研究開発期間

2004年度～

(4) 地域イノベーション創出エネルギー研究開発

①概要

地域において新産業の創出に貢献し得るような最先端の技術シーズを基に、企業、公設試、大学等の研究開発資源を最適に組み合わせて形成された共同研究体が行うエネルギー使用の合理化並びに非化石エネルギーの開発及び利用に寄与する実用化研究開発の実施。

②技術的目標及び達成時期

研究開発終了後3年後における成果の事業化達成率30%以上を目標とする。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(5) イノベーション実用化補助事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）

(6) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）

4-I-ii. 超燃焼システム技術

(1) 環境調和型製鉄プロセス技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

高炉ガスからの効率的な二酸化炭素分離と中低温排熱の有効活用及び水素を炭素（コークス）の一部代替として鉄鉱石を還元する革新的製鉄プロセスの開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

最終的な技術開発目標として製鉄プロセスにおけるCO₂排出量を30%削減することを目指し、2050年までに実用化する。

③研究開発期間

2008年度～2017年度

(2) 革新的ガラス溶融プロセス技術開発（運営費交付金）

①概要

プラズマ等による高温を利用し瞬時にガラス原料をガラス化することにより、極めて効率的にガラスを気中で溶融（インフライトメルティング法）し省エネに資する革新的ガラス溶融プロセス技術を開発する。

②技術的目標及び達成時期

2012年度までに、インフライトメルティング法により原料を溶解する技術、

カレットをガラス原料として利用するため高効率で加熱する技術、カレット融液とインフライトメルティング法による原料融液とを高速で混合する技術を開発する。

③研究開発期間

２００８年度～２０１２年度

(3) 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、マイクロリアクター、ナノ空孔などの精密反応場を利用し、反応分子の自由な運動を活性種レベルで制御した革新的な化学反応プロセスと新機能材料創成技術の確立を目指す。さらに、マイクロリアクターとナノ空孔反応場の組み合わせ、各反応場とマイクロ波等のエネルギー供給手段との組み合わせにより協奏的反応場を構成し、さらなる高効率生産等を可能にする基盤技術を開発する。これらの技術の確立により、反応システムの小型化、多段プロセスの簡略化等を通じた化学産業の製造工程等の省エネルギー化を図る。

②技術的目標及び達成時期

２０１０年度までに、マイクロリアクター技術、ナノ空孔技術を軸とし、これらに更にマイクロ波、超臨界流体等のエネルギー供給手段を組み合わせた協奏的反応場を構成することにより、これまでにない革新的な化学反応プロセスを確立し、新機能材料創成技術を実現する。さらに、これらの技術を用いて高性能・高機能電子材料、医薬中間体などの部材を開発する。

③研究開発期間

２００６年度～２０１０年度

(4) 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発

i) 植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、現在の化学工業プロセスに代わる、植物の有する有用物質生産能を活用した省エネルギー・低環境負荷型の工業原料生産プロセスへの変換を促進する。具体的には、工業原料の生産に関わる重要な物質生産プロセスに関する代謝系をゲノム情報に基づき解析するとともに、有用物質生産制御に必要な一連の代謝遺伝子群の発現を統一的に制御する技術の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

２００９年度までに、工業原料として有望なバイオマスとしてイソプレノイド、油脂などの有用物質生産に関わる代謝経路とその調節メカニズム及び生産物質の蓄積・移動に係るメカニズムの解析を行い、関連遺伝子情報を整備するとともに、統括的発現制御技術を開発する。

③研究開発期間

２００２年度～２００９年度

(5) 鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発（運営費交付金）

①概要

プラント、構造物や自動車等の革新的な高効率化、省エネルギー化、長寿命化、安全・安心化を図るため、最新の科学的知見を導入し、鉄鋼材料及び鋼構造体を超高機能化する基盤的研究開発を行う。具体的には、高強度鋼、高機能鋼の実用化拡大の基盤となる（1）高級鋼厚板（高強度鋼、極低温用鋼、耐熱鋼）溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接施工技術（高密度・清浄熱源溶接技術）、及びクリープ破壊、金属組織制御技術を基本とする溶接材料技術（クリープ破壊及び水素破壊の機構解明等を踏まえた）の開発、（2）部材の軽量化を図るために強度、加工性等の最適機能傾斜を付与する機械部品鍛造技術（駆動部材の信頼性確保のための耐疲労破壊特性の向上を踏まえた）の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、高級鋼厚板（高強度鋼・極低温用鋼・耐熱鋼）の溶接を予熱・後熱なしに可能とする溶接技術と材料技術を開発するとともに、傾斜機能部材の鍛造技術を開発する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) 高機能チタン合金創製プロセス技術開発プロジェクト

①概要

大量の電力を必要とする従来のバッチ処理方式のチタン製錬法（クロール法）を、エネルギー効率の高い連続処理方式へ転換する抜本的なプロセス改善のための技術を開発する。また、併せて、成形性の高いチタン合金設計技術及び成形プロセス技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2008年度までに省エネ型チタン新製錬プロセスの基盤技術を開発し、2010年までに実用化を目指す。また、本製錬技術により得られるチタンをベースとして、加工性、強度等をさらに向上させた合金設計・成形プロセス技術を確立する。

③研究開発期間

2005年度～2008年度

(7) 革新的分離膜技術の開発

①概要

河川水等の浄水工程における、微量の有害物質、微生物等の除去に係る水処理技術のうち、分離膜方式による高効率（省エネ）な分離技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2013年度末までに、現行の分離膜に比較して単位処理水量当たり50%のエネルギー削減を図る技術を確立する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(8) 微生物機能を活用した環境調和型製造基盤技術開発

i) 微生物機能を活用した高度製造基盤技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、省エネルギーかつ環境負荷が少ないといった特徴を有する微生物機能を活用した有用物質の革新的な生産プロセス（モノ作り）の技術を構築するため、産業用途に必要な機能既知遺伝子で構成されたゲノムを持ち、物質生産性向上につながる性能を備えた高性能宿主細胞の創製や、微生物反応の多様化・高機能化技術を開発するとともに、バイオマスを原料として有用物質を体系的かつ効率的に生産する（バイオリファイナリー）ための基盤技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、物質生産性向上につながる性能を備えた高性能宿主細胞を創製するとともに、バイオプロセスの実用化適用範囲の拡大のための微生物反応の多様化・高機能化技術の開発を行う。バイオリファイナリー技術については、バイオマスを高効率で糖化し、糖から高効率で各種化成品の基幹物質を生産するバイオプロセス体系を構築する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

ii) 微生物群のデザイン化による高効率型環境バイオ処理技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、従来エネルギー多消費・廃棄物多排出型であった廃水・廃棄物処理において、微生物群の構成及び配置等を人為的に制御（デザイン化）することで、その処理効率を大幅に向上させ、省エネルギーで廃棄物も少ない高効率型廃水、廃棄物処理の基盤技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、特定有用微生物群を人為的に安定導入・維持もしくは人為的に空間配置・優先化させる等のデザイン化技術を開発し、従来の廃水、廃棄物処理に比べより高効率で省エネルギーな処理技術を開発するとともに、実用化に資するための実証可能なテストプラント規模にて評価する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(9) 省エネルギー型化学技術創成研究開発補助事業

①概要

化学産業はそれ自身が裾野の広い産業というだけでなく、自動車、IT機器等の川下製品の部材として産業界・国民生活の様々な分野に深く関連している。従って化学業界において、省エネポテンシャルの大きい有望な技術シーズがありながら民間だけでは十分な研究開発投資が行われていない技術について、戦略的な研究開発支援を実施することにより、化学産業のみならず、各種最終製品、他産業においてエネルギー効率の改善を促進する。

②技術的目標及び達成時期

２００７年度までに、化学分野の生産プロセスや、製品等に関する環境に配慮した省エネルギー技術の革新に向けて、国内・国際市場の創出・拡大も見据えつつ、将来の発展が有望な技術に関する研究開発を行うことにより、化学産業のみならず、我が国の省エネルギー対策に一層寄与する。

③研究開発期間

２００４年度～２０１０年度

(１０) 高効率酸化触媒を用いた環境調和型化学プロセス技術開発プロジェクト

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、N-オキシ系触媒等の炭素ラジカル創生触媒を化学反応プロセスに適用し、製造工程の短縮や製造効率の向上を図ることで、温暖化効果ガスの排出抑制や省エネルギー効果など総合的なプロセスコストを低減させるため要素技術の開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

２００８年度までにカルボン酸、アルコール、ケトンなどの含酸素化合物製造プロセスに対し、N-オキシ系触媒を適用していくため、現状の触媒活性・選択性の向上、触媒の安定性・寿命の改善、触媒分離プロセスの効率化等を開発する。

③研究開発期間

２００５年度～２００８年度

(１１) エネルギー使用合理化繊維関連次世代技術開発

①概要

製造エネルギーの低減を図ることができる革新的な繊維製品製造技術の開発や、使用することでエネルギー消費の低減が可能となる新たな繊維製品を開発。

②技術的目標及び達成時期

２００９年度までに、以下の開発を行う。

- ①炭素繊維製造エネルギー低減技術の研究開発
- ②廃棄衣料のリサイクル技術及び高付加価値商品の開発
- ③排水処理における余剰汚泥の減容化技術開発
- ④次世代資材用繊維の開発
- ⑤ポリエチレンテレフタレート製造エネルギー低減技術の開発
- ⑥VOC含有廃棄物の溶剤回収及び再利用処理技術の開発

③研究開発期間

２００５年度～２００９年度

(１２) 無曝気・省エネルギー型次世代水資源循環技術の開発（運営費交付金）

①概要

所用動力が少なく、汚泥発生も少ない嫌気性処理の利点と、良好な水質が得られる好気性処理の利点の双方の特長を生かし、かつ双方の欠点を克服した、省エネルギー性に優れた廃水処理技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2008年度までに、既存技術で廃水処理を行った際に発生する汚泥量の70%削減を実現し、廃水処理に要するエネルギーの70%削減を実現する廃水処理システムを開発する。

③研究開発期間

2006年度～2008年度

(13) 高効率ガスタービン実用化技術開発

①概要

省エネルギー及びCO₂削減の観点から電力産業用高効率ガスタービンの実用化を目指し、大容量機(25万kW程度(コンバインド出力40万kW))の高効率化(52%→56%)のために1700℃級ガスタービンの実用化に必要な先端要素技術を適用した各要素モジュールの検証等を実施する。また、小中容量機(10万kW程度)の高効率化(45%→51%)のために有望とされている高湿分空気利用ガスタービンの実用化に必要な多段軸流圧縮機、多缶燃焼器等の開発を行うとともにシステムの信頼性等の検証を行う。

②技術的目標及び達成時期

1700℃級ガスタービン実用化技術開発：先端要素技術を活用した燃焼器、タービン、圧縮機等各モジュールの検証等を行い、送電端熱効率56%以上の達成が可能なことを確認する。

高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発：2011年までに軸流圧縮機の3.5%(空気重量比)吸気噴霧冷却技術、低NO_x燃焼技術(運用負荷帯で10ppm以下)等を開発すると共に、実機に近い条件での要素機器の信頼性・耐久性を確認する。

③研究開発期間

2008年度～2011年度

(14) エネルギー使用合理化高効率パルプ工程技術開発(運営費交付金)

①概要

紙パルプ産業では、環境に関する自主行動計画に基づき、2010年度までに製品当たり化石エネルギー原単位を1990年度比13%削減し、CO₂排出原単位を10%削減することを目指し、紙パルプ工程における省エネルギー対策を着実に進めているものの、より一層の省エネルギー対策を進めるためには、技術開発によるブレークスルーが必要となっている。紙パルプ産業は、エネルギー多消費型産業のひとつであり、紙パルプ工程での省エネルギー対策は波及効果が大きいことから、紙パルプ工程におけるエネルギー使用合理化に資する技術開発を提案公募により実施する。

②技術的目標及び達成時期

京都議定書の第1約束期間中、又は、第2約束期間中を目途として実用化に至るような技術開発を行うことで、京都議定書の第1約束期間の目標を着実に達成するとともに、現在、検討が行われている第2約束期間に向けた省エネルギー対策の更なる深化を進めていく。

③研究開発期間

2005年度～2010年度

- (15) 発電プラント用超高純度金属材料開発（運営費交付金）（4-IV-v 参照）
- (16) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発（4-V-iv 参照）
- (17) 噴流床石炭ガス化発電プラント開発（4-V-iv 参照）
- (18) 石油精製高度機能融合技術開発（4-V-ii 参照）

4-I-iii. 時空を超えたエネルギー利用技術

- (1) カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト（運営費交付金）

①概要

従来の活性炭電極では不可能な高出力かつ高エネルギー密度の電気二重層キャパシタを実現するため、高度に配向した長尺の単層カーボンナノチューブの大量合成技術を開発するとともに、これを用いたキャパシタ電極の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、単層カーボンナノチューブの高度配向技術及び大量生産技術を確立するとともに、キャパシタ製造技術を確立することで、20Wh/Kgの高エネルギー密度と耐久性を有する電気二重層キャパシタを開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

- (2) イットリウム系超電導電力機器技術開発（運営費交付金）（4-IV-iv 参照）
- (3) 高温超電導電力ケーブル実証プロジェクト（運営費交付金）（4-IV-iv 参照）
- (4) 固体酸化物形燃料電池実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (5) 燃料電池先端科学研究（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (6) 新利用形態燃料電池技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (7) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (9) 水素貯蔵材料先端基礎研究事業（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (8) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (10) 固体酸化物形燃料電池実証研究（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (11) 風力発電電力系統安定化等技術開発（運営費交付金）（4-IV-v 参照）
- (12) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証事業（運営費交付金）（4-IV-v 参照）
- (13) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-IV-v 参照）

4-I-iv. 省エネ型情報生活空間創生技術

- (1) グリーンITプロジェクト（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、IT化の進展により、ネットワークを流れるデータ量が大幅に増加する中で、IT機器による消費電力量の大幅な増大に対応し、環境調和型IT社会の構築を図るため、個別のデバイスや機器に加え、ネットワーク全体での革新的な省エネルギー技術の開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

2012年度までに、IT機器・システムのエネルギー消費効率を2倍に向上させる基盤技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(2) 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、ネットワークで伝送されるデータ量の爆発的増加に伴い、関連機器の消費エネルギーが増大している中で、ネットワーク全体の消費電力量を抑制することが喫緊の課題であり、消費エネルギーの低減に大きく貢献するルータ・スイッチの高速化のための研究開発を実施するとともに、機器そのものの消費エネルギーを低減するための研究開発を実施する。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、1チャンネルあたり40Gbps超の通信速度に対応するトラフィック計測・分析・管理技術や40Gbpsのインターフェース、さらなる通信速度向上（100Gbps超）を実現するハードウェア技術、SFQ（単一磁束量子）スイッチに関する実現を可能とするための基盤技術を開発する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) 次世代大型低消費電力ディスプレイ基盤技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、次世代の大型液晶及び大型プラズマディスプレイに関する低消費電力ディスプレイを実現するための研究開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、液晶に関しては、高効率バックライト、革新的なTFTアレイプロセス技術・製造装置及び低消費電力型の画像処理エンジン等に係る技術を確立する。また、プラズマディスプレイに関しては、超低電圧駆動等に係る技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 有機発光機構を用いた高効率照明の開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、蛍光灯に代わる高効率照明として有機EL発光機構を用いるための技術開発課題（発光効率、演色性、面均一性、生産コスト）等を明らかにし、それをブレークスルーしうる技術シーズを抽出する。

②技術目標及び達成時期

2009年までに現在一般に普及している蛍光灯照明に代わる高効率照明としての必要スペックを達成するとともに、次世代照明として同じく期待されているLEDとの差別化要素を技術的に達成し、大面積／高スルー／低コストで量産するプロセス技術を開発する。また、現在蛍光灯の間接・拡散照明が用いられている照明機器を代替する有機EL照明を実用的なコストで製造できる技術確立する。

③研究開発期間

2007年度～2009年度

(5) マルチセラミックス膜新断熱材料の開発（運営費交付金）

①概要

住宅やビルなどの冷暖房における大幅な省エネを実現する画期的な断熱性能を示す壁および窓材料を、セラミックスのナノ多孔体構造やナノ羽毛状構造およびセラミックス・ポリマー複合化構造などからなるマルチセラミックス膜アセンブリ技術によって開発する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、熱貫流率（熱の伝わりやすさ）が $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、壁厚さ10mm程度の超断熱壁材料および熱貫流率が $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、光（可視光）透過率が65%以上（Low-Eガラス使用）、ヘイズ率が1%以下の超断熱窓材料を実現する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から、製造工程等の省エネルギー化を実現するために行う。従来、表示デバイスの製造には、真空蒸着と高温下での焼成と、それに伴う排ガス排水処理が必須であった。これを、ロールtoロール方式に代替することで常圧、常温下での製造を実現し、フレキシブルな薄型ディスプレイを効率よく製造する。そのために、有機TFT材料およびコンタクトプリント技術等を開発する。

②技術的目標及び達成時期

2009年度までに、実用化に向けた実証のための巻き取り方式ディスプレイのプロトタイプを試作する。またフレキシブルデバイス材料開発に貢献する部材ならびに薄膜複合化技術を開発し、これらをパネル化するための実用化技術確立する。

③研究開発期間

2006年度～2009年度

(7) 低損失オプティカル新機能部材技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、近接場光の原

理・効果を応用した低損失オプティカル新機能部材技術を開発し、実用化の目処を得ることを目的とする。動作原理に近接場光を用いるオプティカル新機能部材は、従来の材料特性のみに依存した光学部品では不可能な機能・性能を発揮し、液晶プロジェクター・液晶ディスプレイなど情報家電の省エネルギー、高性能・高信頼化を図る上でのキーデバイスとなることが期待できる。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、共通基盤技術として、ナノ構造部材の設計・作製・評価技術を開発するとともに、ナノ構造部材に発現する近接場光の機能を動作原理とする低損失オプティカル新機能部材を検討し機能を確認する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(8) 高環境創造高効率住宅用VOCセンサ等技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、住宅における換気負荷を最小化することによって省エネルギーを達成するため、VOCセンサ及びモニタリング併用型換気システム等を開発する。

②技術目標及び達成時期

2008年度までに、VOCに対して高選択性・高感度性・即応性を有するVOCセンサ及びVOCセンサを用いたモニタリング併用型換気システム等を開発する。

③研究開発期間

2005年度～2008年度

(9) 革新的構造材料を用いた新構造システム建築物研究開発

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、我が国鉄鋼業の約50%を占める建設市場において、建築物のメインフレームに高強度鋼を用いることで、①鉄鋼部材の軽量化（リデュース）とそれに伴う輸送効率の向上、②高強度化、非溶接化に伴う部材のリユース促進、③製造・施工の省エネ・省力化等を図る。

同時に、柔剛混合構造（高強度鋼とダンパーの組み合わせ）技術の確立、関連法規への対応等により、震度7にも耐えうる新構造システム建築物の建設が可能となり、我が国で大きなリスクである大規模地震災害から国民を守り、安心安全社会の実現に寄与する。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、最大規模の地震（震度7）に対しても倒壊・損壊しない建築物を高強度鋼（800N/mm²級鋼材）とダンパーの組み合わせによる柔剛混合構造により実現を図るものであり、国土交通省や民間企業と連携してこの建築物のメインフレームに必要な高強度鋼部材、接合法等の開発を行う。主な研究開発目標は以下の通りである。

・震度7弾性新構造システム開発

- ・ 高強度部材の製造技術開発
- ・ 超高強度接合部品開発
- ・ 高強度部材の接合技術開発

③研究開発期間

２００６年度～２００８年度

(１０) 次世代光波制御材料・素子化技術（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、ガラス材料に関する精密モールド技術を確立し、機能性の高い光波制御素子を低コストで生産できるプロセス技術を開発することで部材の小型化・高機能化を図りつつ、省エネを実現する。

②技術目標及び達成時期

２０１０年度までにサブ波長レベルの微細構造をガラス表面にモールド成形する技術を実現し、実装可能な具体的なデバイスを作製する。

③研究開発期間

２００６年度～２０１０年度

４－Ⅰ－Ⅴ. 先進交通社会確立技術

(１) エネルギー I T S（運営費交付金）

①概要

平成１９年５月の「次世代自動車・燃料イニシアティブ」に基づき、運輸部門のエネルギー消費効率改善のため、自動運転・隊列走行技術、高度交通流制御技術等の省エネルギーに資する I T S 技術の開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

２０１２年度までにプローブ情報を利用した信号制御機能の実用化を図るとともに、２０２０年代に実用化が見通せる運転制御、隊列走行の基盤技術の確立を目指す。

③研究開発期間

２００８年度～２０１２年度

(２) 革新的次世代低公害車総合技術開発（運営費交付金）

①概要

大気環境・地球温暖化・エネルギー問題の同時解決に向けて、次世代の低公害車の技術開発を実施する。

特に、都市間の輸送に用いられる「都市間トラック・バス」を中心とした分野における要素技術の開発を自動車技術・燃料技術の両面から実施していく。

②技術目標及び達成時期

平成２０年度において、都市間の輸送に用いられる「都市間バス・トラック」を中心とした分野における次世代低公害車の要素技術を確立する。具体的には、以下のとおり。

- ・ 燃費向上率

貨物車 現行基準値に対して10%

乗用車 2015年基準値に対して20%

・排出ガス

貨物車 NO_x : ディーゼル重量車のポスト新長期(挑戦目標)規制値

PM : ディーゼル重量車のポスト新長期規制値

乗用車 NO_x : ガソリン車のポスト新長期規制値

PM : ガソリン車のポスト新長期規制値

③研究開発時期

2004年度～2008年度

(3) サステナブルハイパーコンポジット技術の開発(運営費交付金)

①概要

炭素繊維複合材料は、軽量、高強度等の優れた特性を有している。従来の熱硬化性樹脂を用いた炭素繊維複合材料では成形性・加工性に乏しくリサイクルが困難であったため、熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料(CFRP)の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、炭素繊維と熱可塑性樹脂との中間基材を開発し、熱可塑性CFRP加工技術を開発する。

③研究開発時期

2008年度～2012年度

(4) 次世代構造部材創製・加工技術開発(次世代航空機用)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、航空機、高速車両等の輸送機器への先進材料の本格導入を加速させるため、先進複合材料及び先進金属材料について部材開発、設計試作及び評価を実施することで、軽量化によりエネルギー使用効率を大幅に向上させる革新的な構造部材の創製・加工技術の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、複合材の構造健全性診断技術、チタン合金の創製・加工技術を確立するとともに、航空機用エンジンへの適用を目指し、耐熱・耐衝撃性に優れた複合材料を開発する。

③研究開発期間

2003年度～2012年度

(5) 環境適応型小型航空機用エンジン研究開発(運営費交付金)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、エネルギー使用効率を大幅に向上し、環境対策にも優れた次世代の小型航空機用エンジンの開発にとって重要な要素技術の研究開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、エネルギー使用効率を大幅に向上する構造設計技術、騒音、NO_x等の環境負荷対応に優れた環境対策技術、インテグレーション技術、高バイパス比化等の高性能化技術といった要素技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2003年度～2010年度

(6) 省エネ用炭素繊維複合材技術開発

①概要

航空機、自動車、鉄道、船舶等の輸送機械等における炭素繊維複合材の適用範囲を拡大し、省エネルギーの促進を図るため、先進的な炭素繊維複合材成形技術や、耐雷対策の低コスト化技術等の研究開発・実証を行う。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、従来の方法に比べ低コストであり、曲率の大きな部位の成形も行うことができるVaRTM（バータム）法等の炭素繊維複合材成形技術や、炭素繊維複合材を用いた製品の耐雷性能を低コストで確保する技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2008年度～2013年度

(7) 燃料電池システム等実証研究（4-III-v参照）

4-I-vi. 次世代省エネデバイス技術

(1) パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、省エネルギーを進めるために、シリコンよりも材料特性に優れたワイドギャップ半導体デバイスを用いた高効率インバータ等の実用パワーエレクトロニクス機器システムの基盤技術の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2008年度までに、ワイドギャップ半導体デバイスを用いた高効率インバータ等の実用パワーエレクトロニクス技術を開発する。

③研究開発期間

2006年度～2008年度

(2) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発 ーうち窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発（運営費交付金）

①概要

窒化物系化合物半導体は日本が強みを有し、パワーデバイス、高周波デバイス、発光デバイス等、今後のIT社会を支えとなることを期待されている分野である。しかし、既存のバルク単結晶基板成長技術やエピタキシャル成長技術では、従来の半導体では実現できない領域で動作可能なハイパワー、超高効率デバイス性能を十分に引き出すには至っていない。

これを突破するため、大学あるいは研究所を拠点に材料メーカー、デバイスメーカー、装置メーカー等が相互連携して、窒化物半導体の結晶欠陥低減技術やナノ構造作製技術等の革新を図り、これらデバイスの飛躍的な性能向上と消費電力削減の実現を図る。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、次世代窒化物系半導体デバイスを実現する以下結晶作製技術を開発する。

- ・ 基板技術（GaN、AlNバルク結晶作製技術）
 - 口径2～4インチで高品質エピ成膜を可能とする低コストの単結晶基板作製技術の確立。
- ・ エピ技術（エピタキシャル成膜及び計測評価技術）
 - 低欠陥高品質エピ層を実現する成膜技術及び膜成長過程を計測評価する技術の確立。
 - 高出力かつ高安定動作可能なエピ層の実現
 - 高耐圧超高速な新しいデバイス構造の開発

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) 次世代低消費電力半導体基盤技術開発（MIRAI）（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、IT化の進展、IT利活用の高度化を支え、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード（微細化レベル）45nm以細の次世代低消費電力半導体を実現するため、微細加工の基盤技術やマスク（半導体素子製造過程で用いる原板）の低コスト化・製造時間短縮に必要な基盤技術の開発等を行う。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、マスク設計・描画・検査の各工程に共通的なマスクデータ処理技術、繰り返しパターンやパターン重要度を利用した描画・検査高速化技術等の基本的な開発及びEUVLマスク基盤技術として、許容欠陥の指標明確化、ブランクスの位相欠陥検査技術の確立等を完了する。

③研究開発期間

2001年度～2010年度

(4) 半導体アプリケーションチッププロジェクト（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、IT化の進展、IT利活用の高度化を支え、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、情報通信機器、特に、情報家電の低消費電力化を実現できる半導体アプリケーションチップ技術の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、情報家電の低消費電力化を実現できるアプリケーション

チップ技術を開発する。

③研究開発期間

2003年度～2009年度

(5) 次世代高度部材開発評価基盤の開発 (CASMAT2) (運営費交付金)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。半導体産業分野で、集積回路の消費電力低減に必要な配線形成用各種材料等の開発のネックとなっているナノレベルでの材料間の相互影響を評価可能な統合部材開発支援ツールを開発する。これにより、集積回路の種類やデザインルールに応じて、配線形成用各種材料とプロセスの最適な組み合わせの提案技術(統合的材料ソリューション提案技術)を確立する。

②技術的目標及び達成時期

2008年度までに、半導体材料開発に貢献する材料評価基盤を構築するとともに、上記の統合的材料ソリューション提案技術を確立する。また、本プロジェクトを通して得られた基礎データ等については、プロジェクト実施期間中にデータを体系的に整理し、幅広く社会に提供を図る。

③研究開発期間

2006年度～2008年度

(6) 次世代プロセスフレンドリー設計技術開発 (運営費交付金)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、IT化の進展、IT利活用の高度化を支え、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード45nm以降の半導体に対応するSoC(System on Chip)設計技術を開発する。具体的には、テクノロジーノード45nm以細の半導体の共通設計基盤技術開発として、DFM(Design For Manufacturing)基盤技術を中核とした設計及び製造の全体最適を確保する全く新しいSoC製造フローを開発する。

②技術目標及び達成時期

テクノロジーノード45nm以細のSoC開発において製造性を考慮した共通設計基盤技術を確立し、システムLSIデバイスの省エネルギーを実現するとともに、設計生産性を従来予想に比べ2倍にすることを目標とする。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

4-I-vii. その他

(1) 希少金属等高効率回収システム開発

①概要

小型電子・電気機器にはベースメタルや、金、銀等の貴金属の他、インジウム、ニッケル等の希少金属等を含有している。現状では、これらの機器が廃棄された後は、非常に高温で処理する乾式製錬技術を用いてリサイクル・処理されている

ため、多大なエネルギーを消費するばかりか、回収可能な金属が銅、金、銀等に限定されており、その他の希少金属等は回収できずに廃棄処分されている。このため、湿式製錬技術を活用した高効率な最適技術の開発等を通じて、回収工程の省エネルギー及び希少金属等の回収率向上を図る。

②技術目標及び達成時期

- ・ 従来方法（乾式製錬）で処理する場合に比べて、大幅な省エネルギーの実現（省エネルギー効果：原油換算で約78万k l /年削減）
- ・ 廃小型電子・電気機器、廃超硬工具等中に含まれる希少金属等の回収率の向上（インジウム0%→90%、ニッケル50%→95%、コバルト0%→95%、タンタル0%→80%、タングステン90%→95%、レアアース 0%→80%）

③研究開発期間

2007年度～2010年度

(2) 次世代構造部材創製・加工技術開発（次世代衛星基盤）

①概要

国際商業市場における我が国衛星メーカーの競争力を強化するべく、次世代の衛星技術として期待されている、準天頂衛星システム※（移動中の利用者等に対し、米国が運用するGPSとの補完による高精度な位置情報等の提供を可能にする新システム）の構築に不可欠な基盤技術（産業競争力強化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等）の開発を行う。本プロジェクトの一部については、他部門と比較して需要増加の割合が高い運輸部門のエネルギー消費を抑制すべく、航空機、自動車、高速車両等の輸送機器の軽量化・効率化にも資する複合材料製造設計のための基盤技術を確立するためのものであり、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

※ 静止軌道と一定の角度をなす傾斜軌道に複数の衛星を配置し、見かけ上、常に天頂付近に最低1つの衛星を位置させるシステム。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、準天頂衛星システムの構築に不可欠な基盤技術（産業競争力強化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等）の開発を行う。

③研究開発期間

2003年度～2010年度

(3) 高効率重金属処理剤研究開発

①概要

重金属等によって汚染された土壌、飛灰、ばいじん、排水・廃液等を安全かつ経済的に処理する技術開発として、少量の使用で重金属等を安定的かつ効率的に捕捉できる複合金属汚染土壌のオンサイト処理に適した高性能の無機系重金属等処理剤及び自然環境への負荷が少ない新規有機系処理剤を開発する。

②技術的目標及び達成時期

2008年度までに、飛灰における金属選択性が高く安価な重金属等処理・回収剤及び排水中における亜鉛や6価セレンなどを処理できる重金属等処理剤を開発する。

③研究開発期間

2003年度～2008年度

4-II. 運輸部門の燃料多様化

4-II-i. 共通

- (1) イノベーション実用化補助事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）
- (2) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）

4-II-ii. バイオマス由来燃料

- (1) 新エネルギー技術研究開発（運営費交付金）（4-III-iv 参照）
- (2) E3地域流通スタンダードモデル（運営費交付金）（4-III-iv 参照）
- (3) バイオマス等未活用エネルギー実証事業（運営費交付金）（4-III-iv 参照）
- (4) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業（運営費交付金）（4-III-iv 参照）

4-II-iii. GTL等の合成液体燃料

- (1) 革新的次世代低公害車総合技術開発（運営費交付金）（4-I-iv 参照）
- (2) 天然ガス未普及地域供給基盤確立実証試験（運営費交付金）（4-V-ii 参照）
- (3) 天然ガスの液体燃料化（GTL）技術実証研究（運営費交付金）（4-V-ii 参照）

4-II-iv. 燃料電池自動車および水素関連技術

- (1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (2) 燃料電池先端科学研究（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (3) 新利用形態燃料電池技術開発（運営費交付金）（4-III参照）
- (4) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (5) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (6) 水素社会構築共通基盤整備事業（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (7) 燃料電池システム等実証研究（4-III-v 参照）

4-II-v. 電気自動車

- (1) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-IV-v 参照）

4-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

4-III-i. 共通

- (1) 新エネルギー技術研究開発（運営費交付金）

① 概要

新エネルギーの自立的普及に向けて、太陽光、風力、バイオマスなど新エネルギー分野でのイノベーションを促進すべく、高効率かつ低コストを目指した先進的技術開発を実施する。具体的には以下の研究開発を実施する。

- A. 革新的な太陽電池の開発を実施する研究拠点を形成し、海外との研究協力等を行いながら、超長期の視野に立って、飛躍的な性能向上を目指した太陽光発電技術の開発を推進する。（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）
- B. 中長期的に、より一層の高効率化と低コスト化を目指して、革新的な材料、構造等を採用した太陽光発電技術の開発を推進する。（太陽光発電システム未来技術研究開発）

- C. 2020年の目標発電コスト14円/kWhおよび太陽光発電システムの大幅な効率向上を実現すべく、未来技術研究開発などで得られた要素技術開発の成果の内、実用化が期待できる太陽電池作製に係る技術について課題を設定し早期実用化を助成する。(太陽光発電システム実用化促進技術開発)
- D. 電力供給源としての太陽光発電の信頼性を確立し、今後の太陽光発電システムの円滑な普及促進を図るため、太陽光発電システムの大量普及時に不可欠な性能評価技術やリサイクル・リユース技術等システムの共通基盤技術に係る研究等を実施する。(太陽光発電システム共通基盤技術研究開発)
- E. PVシステムの普及拡大のため、「集中連系型太陽光発電システム実証研究」の設備を有効利用しながら、認証制度にも資する複数台連系に係わる試験方法を確立する。(単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究)
- F. 風力発電技術の国際的な動向を把握しつつ、我が国の複雑地形における風力発電利用上の各種課題を克服するための基礎から応用までの技術について研究開発を行う。具体的には我が国の厳しい風特性を反映した風特性モデルの確立及び高々度風況観測を簡便に行うためのリモートセンシング技術の精度検証・評価を行う。
また、全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測による雷特性の把握、落雷特性・落雷保護対策と被害実態との相関把握、上記を踏まえた効果的な落雷保護対策の検討及び実機規模での実雷による保護対策検証等を実施し、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。(次世代風力発電技術研究開発事業)
- G. 我が国特有の海上特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適した洋上風況観測法や風力発電システムに関する技術開発とその実証を行なうと共に、環境影響評価システム手法を確立する。(洋上風力発電技術研究開発)
- H. バイオマスのエネルギー利用の促進を図るためには、発生地域が分散し、形状・性状が多種多様にわたるバイオマス資源を利用しやすい形態の有用エネルギーへ効率的に転換できる技術を開発する。(バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発)
- I. 世界的にもベンチャー企業による太陽光発電、新型風力発電、燃料電池、バイオ燃料分野におけるイノベーション活動が活発化していることを踏まえ、詳細目標設定・多段階選抜形の米国SBIR制度を参考に特定のキーテクノロジーに対するベンチャーのチャレンジを強力に支援する。(新エネルギーベンチャー技術革新事業)

② 技術目標及び達成時期

- A. 2050年までに「変換効率が40%超」かつ「発電コストが汎用電力料金並み(7円/kWh)」の太陽電池を実用化することを目指した研究開発の中で、変換効率40%超の実現に向けた技術の基礎・探索研究段階と位置づけて研究開発を実施する。
- B. 2020年頃に業務用電力料金並の発電コスト(14円/kWh、モジュール製造原価として75円/W程度)、2030年頃に火力発電の発電コスト(7円/kWh、モジュール製造原価として50円/W程度)の実現に向けた中・長期的な技術開発を行う。

- C. 2015年に向けて市場競争力を備えた本格生産・商用化を目指す。
- D. 2020年度の技術開発目標である発電コスト14円/kWhを目指し、中期的な視点での太陽光発電の普及拡大に資する。
- E. 2009年度末までに、電力系統側が受け入れ可能な、導入台数の制限のない能動型単独運転検出装置の試験方法を確立する。
- F. 2012年度までに、風力発電の基礎から応用までの技術について、国際的な動向を把握しつつ、我が国特有の気象・地形に起因する各種問題（風車耐久性等）を克服するための研究開発を行って、我が国の風車産業の振興に資するとともに、IEA RD&D WINDなどの最先端の国際的風力発電共同研究に研究成果を反映させる。
また、2012年度までに、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。
- G. 2013年度までに、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システム及び環境影響評価の手法等の技術を確立する。
- H. 2004年度より、バイオマスエネルギー転換プロセスにおける各工程のボトルネックを抽出し、2008年度までに開発が完了するよう、それぞれのボトルネックをブレークスルーする要素技術開発を提案公募方式により実施する。更に、2005年度より2009年度まで、バイオマスのエネルギー転換・利用技術等の分野において2030年の普及を目指した新規な革新的技術を開発するための先導技術研究開発を提案公募方式により実施する。
- I. 潜在的なオプションの顕在化や関連産業分野の技術開発による技術革新により、新エネルギー導入促進技術オプションの多様化と経済性の向上に寄与する。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) 新エネルギー技術フィールドテスト事業（運営費交付金）

① 概要

2010年度の新エネルギー導入目標達成に向け、新技術を活用した太陽光発電及び太陽熱利用システムの有効性の検証、バイオマス熱利用システムの性能・経済性等の検証、風車立地に必要な高所の風況データの収集・解析など総合的な新エネルギーフィールドテストを実施する。具体的には以下のフィールドテストを実施する。

- A. 新技術を活用した太陽光発電システム等を設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。（太陽光発電新技術等フィールドテスト事業）
- B. 新利用形態の太陽熱利用システムや未利用分野においてシステムを設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。（太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業）
- C. 広く薄く賦存するバイオマスを、民間企業や研究機関等において研究開発が終了段階をむかえた高効率に熱利用できるシステムを設置し、設置場所の熱需要に合わせたフィールドテストを実施することにより、実運転におけるバイオマス熱

利用転換システムとしての課題抽出、解決を行い、早期実用化を図り、バイオマスエネルギーの導入促進を行う。(地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業)

- D. 風力発電の導入目標(2010年度300万kW)を達成するため、共同研究事業者と大型風車の導入普及に必要な高所の風況データの収集・解析・評価を行い、公開する。(風力発電フィールドテスト事業)

② 技術目標及び達成時期

- A. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- B. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度に改訂する。また、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- C. 一定レベルまで確立されたバイオマス熱利用技術について、性能や経済性等の状況・データを収集・分析し、熱利用システムの有効性を実証するとともに、これらの結果を公表することで汎用性の高い熱利用システムの確立し、2010年度のバイオマス熱利用の導入目標(308万KL)達成を目指す
- D. 2010年度までに、高所の風況データの解析・評価を行い、導入普及に有用な資料の取りまとめを行い、これらの結果を風力発電事業者、研究機関や風力発電事業を計画している各種団体等に公開することにより、風力発電導入の素地を形成し、風力発電の導入を拡大する。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) イノベーション実用化補助金(運営費交付金)

① 概要

科学技術基本計画における戦略的技術領域・課題にかかる技術課題等で石油代替エネルギーの製造・生成・利用に資する実用化開発を行う民間企業に対し助成支援する。

② 技術目標及び達成時期

助成事業終了後3年以上を経過した時点で25%の実用化達成率。加えて、知的資産経営の方針に対する審査時の評価を通じて、「技術等の知的資産を活かす経営の下で収益拡大を図る(技術を経営、収益につなげる)」意識を普及させる。

③ 研究開発期間

2000年度～

(4) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業(運営費交付金)

① 概要

産業界や社会のニーズに応える石油代替技術のシーズの発掘とその育成、並びに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の若手研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって石油代替効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

② 技術目標及び達成時期

独創性のある若手研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的石油代替技術の研究開発を促進する。本事業では革新的石油代替技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

③ 研究開発期間

2000年度～

4-III-ii. 太陽・風力

(1) 太陽光発電無線送受電技術の研究開発

① 概要

新たな電力供給方式として地上において様々な用途への応用が見込まれ、また、長期的には将来の新エネルギーシステムとして期待される宇宙太陽光発電システムの中核的技術として応用可能な太陽光発電無線送受電技術を確立するため、安全性等を確保しつつ、太陽エネルギーを効率良く伝送するための要素技術等について研究開発を行う。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに高効率半導体増幅回路の開発、複数フェーズドアレイパネルの統合による精密ビーム制御技術の開発、高効率受電整流回路の開発を目指すことにより、無線送受電技術の高効率化を図る。

③ 研究開発期間

2008年度～2010年度

4-III-iii. 電力系統制御・電力貯蔵

(1) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-IV-v参照）

(2) 風力発電電力系統安定化等技術開発（運営費交付金）（4-IV-v参照）

(3) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証事業（運営費交付金）（4-IV-v参照）

4-III-iv. バイオマス・廃棄物・地熱等

(1) E3地域流通スタンダードモデル創成事業（運営費交付金）

① 概要

離島(全域)におけるエタノール3%混合ガソリン(E3)の製造から給油までの大規模なフィールドテストを通じ、E3利用に関する社会システムモデルの構築と一般社会へ適用する際の技術課題の抽出を行う。

② 技術目標及び達成時期

2010年の「京都議定書目標達成計画」の導入目標(50万kl)に資するため、2009年度にE3利用の社会モデルを構築し、2011年度までにその検証を行う。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) バイオマス等未活用エネルギー実証事業（運営費交付金）

① 概要

地域に賦存する未活用の資源であるバイオマスをエネルギーとして有効活用するため、溶融ガス化等熱化学的変換技術による燃料化システムやメタンガス等生物化学的変換技術による燃料化システム等の実証試験事業、事業可能性調査等を実施し、利用ノウハウ等を蓄積、本格的なバイオマス等エネルギーの導入を推進する。

② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、バイオマス等の種別やエネルギー変換手法、更には地域特性を加味した一連のエネルギー転換システム毎のフィージビリティスタディや試験設備の設置により、バイオマス等の運搬・収集、エネルギー転換及びエネルギー利用に係るデータの収集、分析、評価を実施し、その結果をフィードバックすることによって本格的なバイオマス等エネルギーの導入を目指す。

③ 研究開発期間

2001年度～2009年度

(3) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業（運営費交付金）

① 概要

バイオマスエネルギーの資源収集・運搬、転換、残渣処理、利用までの一連の利活用システムについての、各要素の連携の最適化を図るための実証を実施することによって、地域特性に適合した地域主導によるバイオマスの地産地消・地域循環型の先導的モデルシステムを構築することによりバイオマスエネルギーの導入を促進する。

② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、国内バイオマス資源の安定的かつ経済的な供給システム、最適なエネルギー転換技術、エネルギー転換後に発生する残渣の処理等の一連の地産地消型エネルギー転換システムについて、ノウハウ蓄積、課題抽出及びその対策方法の策定、技術確立を行う。また、ここで確立されたバイオマスエネルギーシステムは他地域への波及を先導する事例となることを目標とする。

③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

4-III-v. 燃料電池

(1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発（運営費交付金）

① 概要

自動車用、家庭・業務用等に利用される固体高分子形燃料電池（PEFC）の実用化・普及に向け、要素技術、システム化技術及び次世代技術等の開発を行うとともに、共通的な課題解決に向けた研究開発の体制の構築を図る。

② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、固体高分子形燃料電池の経済性・耐久性の向上や高性能

化のための技術開発を行い、燃料電池の普及段階へ向けて必要な基本的技術を確立する。

③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

(2) 燃料電池先端科学研究（運営費交付金）

① 概要

燃料電池の基本的反応メカニズムについての根本的な理解を深めるために、高度な科学的知見を要する現象解析及びそのための研究体制の整備を行い、現状の技術開発における壁を打破するための知見を蓄積する。

② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、燃料電池内における反応機構を電気化学（電極触媒反応、イオン移動、分子移動等）及び材料化学（溶解・腐食反応、錯形成反応、ラジカル反応、固相内拡散等）の観点から解明する。また、燃料電池新技術の性能を適切に評価・実証するための基本システムを構築する。

③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

(3) 新利用形態燃料電池技術開発（運営費交付金）

① 概要

ユビキタス社会に対応する燃料電池の実用化・普及拡大を図るため、小型可搬電源となり得る小出力燃料電池等の安全性確保等を目的とする基準・標準化研究開発及び燃料電池の用途開拓のための技術開発を行う。

② 技術目標及び達成時期

2010年までに、燃料電池の新利用形態、使用環境の拡がり等を考慮した高出力特性等の性能特性向上によって必要となる燃料容器等の周辺機器を含めたシステムの安全・環境基準の設定・標準化、規制緩和に資する試験データの取得、試験方法の開発及びこれらの規格・標準化に準じた新利用携帯用燃料電池技術を開発する。

③ 研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 高耐久性メンブレン型LPガス改質装置の開発（運営費交付金）

① 概要

高耐久性の水素透過型メンブレン（膜）を開発し、家庭用LPガス供給システムから高純度の水素を供給可能な高効率LPガス改質装置を開発する。

② 技術目標及び達成時期

2008年度までに、家庭用LPガス供給システムから燃料電池へ高純度の水素を供給する高効率かつ低コストでコンパクトなメンブレン型LPガス改質装置を開発する。

③ 研究開発期間

2006年度～2008年度

(5) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発（運営費交付金）

① 概要

固体酸化物形燃料電池(SOFC)は発電効率が高く、分散型電源として期待されるが、実用化・普及のためには耐久性・信頼性向上、低コスト化等の課題を解決することが必要であり、材料開発や劣化要因解明など基盤的な要素技術の研究を行う。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、①耐久性・信頼性の向上のための劣化要因解明等の基礎研究、②低コスト化のための材料等や高出力セルスタックの開発、③起動停止対応等の実用性向上のための技術開発を実施する。

③ 研究開発期間

2008年度～2012年度

(6) セラミックリアクター開発（運営費交付金）

① 概要

電気化学的に物質やエネルギーを高効率で変換する次世代型セラミックリアクターの実現のため、低温作動と急速作動停止を可能とする材料の開発とマイクロセルの集積構造化技術等の開発を行う。

② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、新電解質材料の適用や電極反応の高効率化等による、低温作動時(650℃以下)での出力性能を向上させる材料技術と共に、マイクロセルの集積構造化や精緻なインターフェース構築のための製造プロセス技術を開発。そして、これらの技術を統合することにより、次世代型セラミックリアクターとしてのプロトタイプモジュール実証(出力性能2kW/セル等)を行う。

③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

(7) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）

① 概要

水素の製造・輸送・貯蔵等に係る機器やシステムについて、性能・信頼性・耐久性の向上や低コスト化を目指す水素利用技術の研究開発を行い、水素社会の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素製造・貯蔵・輸送・充填に関する機器やシステムの信頼性・耐久性向上、低コスト化、性能向上等実用化検証や要素技術開発、及び当該技術を飛躍的に進展させることができる革新的技術開発や調査研究などを行い、その成果を産業界に提供することにより、水素エネルギー初期導入間近の関連機器製造・普及技術として完成させ、水素社会の真の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

③ 研究開発期間

2008年度～2012年度

(8) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業（運営費交付金）

① 概要

世界トップ水準の優れた研究者を中核に、国内外の研究機関・企業のバーチャルな連携の下、高圧水素貯蔵に比べよりコンパクトかつ効率的な水素貯蔵を可能とする水素貯蔵材料の性能向上に必要な条件等を明らかにすることにより、燃料電池自動車の航続距離の飛躍的向上を図る。

② 技術目標及び達成時期

2011年度までに、水素貯蔵材料の基本原則、さらには水素貯蔵能力の革新的向上に必要な条件を明らかにすることにより、水素をより安全・簡便・効率的かつ低コストに輸送・貯蔵するための技術基盤を確立する。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(9) 水素先端科学基礎研究事業（運営費交付金）

① 概要

水素の輸送や貯蔵に必須な材料に関し、水素脆化等の基本原則の解明及び対策の検討を中心とした高度な科学的知見を要する先端的研究を、国内外の研究者を結集し行うことにより、水素をより安全・簡便に利用するための技術基盤を確立する。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素脆化、水素トライボロジーの基本原則の解明及び対策の検討等を行い、水素をより安全・簡便に利用するための技術指針を産業界に提供する。

③ 研究開発期間

2006年度～2012年度

(10) 水素社会構築共通基盤整備事業（運営費交付金）

① 概要

燃料電池の導入・普及に資する基盤整備のため、製品性能の試験・評価手法及び国内外の基準・標準の確立を図る。

② 技術目標及び達成時期

2009年度を目途に、安全性等に係るデータを取得し、そのデータを基に試験・評価手法の確立、国際標準の確立、規制の再点検を三位一体で進める。

③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

(11) 固体酸化物形燃料電池実証研究（運営費交付金）

① 概要

発電効率が高く、分散型電源として期待される固体酸化物形燃料電池（SOFC）の研究開発・実用化の促進のため、耐久性を始めとしたデータの取得・課題

抽出等のための実証を実施する。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、SOFCシステムの実証試験を数十～数百台規模で実施し、蓄積が不足している耐久性を始めとした実証データの取得・課題抽出等を行い、SOFC技術開発等へのフィードバックを行う。

③ 研究開発期間

2007年度～2010年度

(12) 定置用燃料電池大規模実証事業（運営費交付金）

① 概要

定置用燃料電池コージェネレーションシステムの実用化開発を支援するため、量産技術の確立と実用段階に必要なデータ収集を行う大規模実証を実施する。

② 技術目標及び達成時期

2008年度までに、定置用燃料電池を大規模かつ広域的に設置し、実使用条件下における耐久性等の運転データを取得・分析、コストダウンに向けた課題抽出を行い、製品改良へのフィードバックを行う。

③ 研究開発期間

2005年度～2008年度

(13) 燃料電池システム等実証研究

① 概要

実条件に近い中での燃料電池自動車等の実証走行や、高圧水素貯蔵システム、多角的な燃料供給システムの検証を進め、水素エネルギー社会における水素利用の課題等を抽出するとともに、燃料電池・水素に対する国民的理解の醸成を図る。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、実使用条件下における技術的課題を抽出するとともに、環境特性、エネルギー総合効率、安全性、耐久性等に関する基準・標準に資するデータを取得し、燃料電池自動車、水素ステーションの研究開発等へのフィードバックを行う。

③ 研究開発期間

2006年度～2010年度

4-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

4-IV-i. 軽水炉・軽水炉核燃料サイクル

<新型軽水炉>

(1) 次世代軽水炉等技術開発

① 概要

2030年前後に見込まれる大規模な代替炉建設需要に対応するため、安全性・経済性、信頼性等に優れ、世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の技術開発を行う

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、次世代軽水炉の実現に必要な要素技術開発等及びプ

ラント概念の成立性について見通しを得るための概念設計検討を行う。

③研究開発期間

2008年度～2010年度（見直し）

<プルサーマルの推進>

(2) 全炉心混合酸化物燃料原子炉施設技術開発

①概要

プルサーマルが当面のプルトニウム利用策として期待されていることを踏まえ、既存の軽水炉に比べ約3倍のプルトニウムを装荷することができる全炉心混合酸化物燃料原子炉に必要な技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、原子炉の開発に必要な設計、解析、試験等を行い、全炉心混合酸化物燃料原子炉技術を確立する。

③研究開発期間

1996年度～2011年度

<軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの円滑な移行のための技術開発>

(3) 高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発

①概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。そのなかで、次世代再処理工場から発生する高線量回収ウラン等を既存軽水炉燃料製造施設で取扱可能とする、次世代再処理工場と調和可能な回収ウラン等の除染技術について、調査・基礎試験等を行い、商業的に利用可能な除染技術候補の検討等を実施する。選定された技術については、プロセス試験等を実施する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、回収ウラン等の除染プロセスの候補技術の洗い出し及び候補プロセス技術の基礎試験を終了し、次世代再処理技術との適合性の検証を行い、プロセス試験を実施すべき除染プロセス技術を選定する。

また、2015年までに、選定した除染プロセス技術について工学化規模でのプロセス試験を行い、商業的に利用可能な転換前高除染技術としての実効性を検証する。

③研究開発期間

2007年度～2015年度

<ウラン濃縮技術の高度化>

(4) 遠心法ウラン濃縮技術開発

①概要

我が国におけるウラン濃縮技術や生産能力の維持・向上のため、世界最高水準の性能を有するなど国際的に比肩し得る経済性と性能を有する新型遠心分離機を開発する。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、国際役務価格\$100/kg SWU相当を目指して、現在実用化している金属胴遠心分離機の約5倍という高い分離性能や同遠心分離器を上回る寿命など国際的に比肩し得る技術レベルを有する新型遠心分離機の開発を目指すとともに、最終仕様の新型遠心分離機を多数台用いたカスケード試験の実施により商用プラントとしての信頼性を確立し、運転要領の策定を行う。

③研究開発期間

2002年度～2009年度

<回収ウラン>

(5) 回収ウラン利用技術開発

①概要

六ヶ所再処理工場で回収される回収ウランを再濃縮し、再び軽水炉で利用するため、濃縮施設等既存施設への影響等を把握し、転換プロセスを中心とした回収ウラン利用技術を開発する。併せて劣化ウラン酸化固形化についても検討を行う。

②技術目標及び達成時期

2012年頃までに、劣化ウランの取扱・管理の容易さや貯蔵効率を向上させるための劣化ウラン酸化固形化（再転換を含む）技術の研究開発を行い、同技術に係る基礎プロセスを確立する。2015年度頃までに、再処理により回収される回収ウランの濃縮が可能な商用遠心分離機の設計を確定する。

③研究開発期間

2008年度～2015年度

<共通基盤技術開発>

(6) 革新的実用原子力技術開発費

①概要

原子力発電及び核燃料サイクルに関する革新的かつ基盤的技術であって実用化につながる研究開発テーマを競争的環境の下で広く提案公募方式により募集し、将来の原子力技術の発展及び技術の多様化につながる研究開発を行う。

なお、実施に当たっては、研究開発の特性に応じて既存技術分野、基盤技術分野、国際協力技術分野の3分野を設け事業を実施する。

②技術目標及び達成時期

2012年まで、既存技術分野、基盤技術分野、国際協力技術分野において個別テーマ毎に研究開発を実施する。

なお、既存技術分野は2008年度で終了となる。

③研究開発期間

2000年～2010年（見直し）

4-IV-ii. 高速増殖炉（FBR）サイクル

(1) 発電用新型炉等技術開発

①概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。具体的には、実証炉に必

要な要素技術のうち、設計・建設段階において必要となる実プラント技術として、格納容器設計技術、耐震性評価技術、高温材料設計技術、保守技術の試験等を実施する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、実証炉の概念設計へ反映しうる設計基準データ等の技術的根拠を得る。

③研究開発期間

2007年度～2010年度

(2) 高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発 (4-IV-i 参照)

4-IV-iii. 放射性廃棄物処理処分

(1) 地層処分技術開発

①概要

i) 地層処分共通技術開発

高レベル放射性廃棄物等の地層処分における共通技術として、今後段階的に進められる処分地選定の際に重要となる地質等調査技術の高度化開発を行う。

ii) 高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

高レベル放射性廃棄物処分に係る基盤技術として、人工バリア等の長期性能評価技術、処分場操業の際のオーバーパック溶接や搬送・定置等の遠隔操作技術の開発を行う。

iii) TRU廃棄物処分関連技術開発

TRU廃棄物の地層処分に係る基盤技術として、高レベル放射性廃棄物との併置処分の可能性も念頭に、TRU廃棄物に固有に含まれる核種の閉じ込め技術や人工バリア等の長期性能評価技術の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

i) 地層処分共通技術開発

2011年度までに、処分地選定の初期段階で必要となる地上からの調査技術のうち、特に沿岸域の環境や高精度での地下水評価等に係る調査評価技術の高度化・確証を行う。

ii) 高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

2011年度までに、人工バリア等の長期性能評価技術や遠隔操作等の工学技術について高度化を図り、幅広い地質環境に対応可能な技術選択肢と成立性を提示する。

iii) TRU廃棄物処分関連技術開発

2011年度までに、TRU廃棄物に固有に含まれるヨウ素129や炭素14の閉じ込め、高アルカリ環境下での人工バリアの性能評価等に関し、幅広い地質環境に対応可能なデータ・モデルの整備と技術選択肢の提示を行う。

③研究開発期間

1998年度～2011年度

(2) 管理型処分技術開発

i) 地下空洞型処分施設性能確認試験

①概要

T R U廃棄物や発電所廃棄物等の余裕深度処分において検討されている「地下空洞型処分施設」の成立性確認のため、実規模大の空洞を利用した総合的な確認試験を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、実規模大の空洞内にコンクリートピット等からなる地下空洞型処分施設を構築し、施工性や初期性能の総合的な確認を行う。

③研究開発期間

2006年度～2011年

(3) 放射性廃棄物共通技術開発

①概要

i) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

放射性廃棄物処分に係る国内外の最新知見の収集・分析、重要かつ基礎的な課題の抽出並びに研究を実施し、長期に及ぶ処分事業等を支える技術基盤の拡充を図る。

ii) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

放射性廃棄物処分の安全評価に共通的な基盤情報として、生物圏における核種移行プロセスを評価するため、日本の風土を反映した核種移行パラメータ・モデルを整備する。

②技術目標及び達成時期

i) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

2011年度までに、放射性廃棄物処分に共通的な重要基礎技術として、地質環境の長期安定性評価、人工バリアや岩盤の長期挙動評価等に係る知見を整備する。

ii) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

2011年度までに、沿岸域の環境も含めたわが国表層環境への適用とT R U廃棄物に固有の核種等を考慮した、生物圏核種移行のモデルとデータベースを構築する。

③研究開発期間

2001年度～2011年度

4-IV-iv. 原子力利用推進に資する電力系統技術

(1) イットリウム系超電導電力機器技術開発(運営費交付金)

①概要

世界的にも我が国が最先端の技術力を有する次世代高温超電導線材を活用し、経済社会の基盤となる電力の安定的かつ効率的な供給システムを実現するため、系統を適正に制御し、電力供給を安定化させるための技術及び発電電力を無駄なく輸送するための高効率な送電技術の確立を目指す。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、イットリウム系超電導線材を用いたS M E S、電力ケー

ブル、変圧器実現のための重要な技術開発を行い、各機器の成立性を実証する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(2) 高温超電導ケーブル実証プロジェクト(運営費交付金)

①概要

革新的な超電導送電技術を確立するため、工業生産プロセスで実用化レベルに達している高温超電導線材を活用し、実用化のための実証試験及び評価を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、200MVA級の中間接続部を有した三心一括型高温超電導ケーブルを、冷却装置や保護装置などの付帯設備とともに66KV実系統に接続して、12ヶ月以上の長期連系試験を行うことによって総合的な安全性や信頼性を実証する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

4-IV-v. その他電力供給安定化技術

(1) 風力発電電力系統安定化等技術開発(運営費交付金)

①概要

大規模風力発電所等の普及拡大時において懸念される周波数変動等系統上の問題対策として、蓄電システムの併設による出力安定化技術を開発し、実態に応じたシステム稼働データの抽出や当該システムの有効性の検証を行う。

②技術目標及び達成時期

長期実証運転を強いられた大容量システムの耐久性や信頼性を評価するため解体分析調査を行うことにより、当該技術の有効性を検証するとともに、そのシステムを確立する。

③研究開発期間

2003年度～2008年度

(2) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証事業(運営費交付金)

①概要

大規模太陽光発電を電力系統に連系した場合に課題となる系統安定化対策やピーク対策のための技術等を開発するとともに、その有効性を実証する。

また、国内外の先進的な次世代技術の価格性能を比較することを通じて技術開発を加速する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、下記の実証研究を行い、その有効性を確認する。

(イ) 蓄電池等を組み合わせた出力変動抑制システムの有効性。

(ロ) 発電出力のピーク制御(午後のピーク帯へのシフト)の有効性。

(ハ) 大型インバータによる高調波抑制システムの有効性。

(ニ) 国内外メーカーの太陽電池モジュールの特性比較を行い、性能、経済性等を比較・検証。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発（運営費交付金）

①概要

蓄電池技術は、新エネルギーの出力安定化や燃料電池自動車（FCV）・ハイブリッド自動車（HEV）・電気自動車（EV）等の高効率次世代自動車に共通する重要なコア技術である。そこで、高性能蓄電システムに係る要素技術開発、新材料開発及び基盤技術の開発を行う。

A. 系統連系円滑化蓄電システム技術開発

B. 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

②技術目標及び達成時期

A. 2010年度末において、寿命10年、コスト4万円/kWh、1MW規模のシステムおよび要素技術の確立と2030年において寿命20年、コスト1.5万円/kWh、20～30MW規模の蓄電システムを見通せる技術開発。また、新エネルギー対応の充放電パターン等、基礎データの整備、大型化に伴う安全性や寿命等の評価手法の確立。

B. 2011年度末において、電池開発では、0.3kWhモジュールを作製し、重量エネルギー密度100Wh/kg、出力密度2000W/kg、寿命10年、コスト4万円/kWhを達成すること（条件：3kWhの組電池、100万台生産ベース）。電池構成材料及び電池反応制御技術の開発では重量エネルギー密度200Wh/kg、出力密度2500W/kg、コスト3万円/kWhを小型単電池で達成すること（上記と同条件）。たま、電池周辺機器開発では、格段の高性能化、コンパクト化、低コスト化を達成すること。さらに、重量エネルギー密度500Wh/kgを見通せる新規概念・構造の蓄電池基礎開発の他、劣化・寿命診断法、安全性評価などの各種試験法等の開発およびそれら共通基盤技術の基準・標準化。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 発電プラント用超高純度金属材料の開発（運営費交付金）

①概要

従来の金属材料と比べ耐食性、耐久性、加工性などの飛躍的な向上が期待できる超高純度金属材料の発電プラント部材としての実用化を目指し、低コスト・量産化製造プロセス、及び加工・溶接技術等の開発を行い、部材としての実用特性の評価・検証を行う。

また、実用化に向けたフィージビリティ調査を行い経済性の評価等を実施するとともに、材料特性に関するデータベースの整備及びそれに必要な試験研究を行う。

②技術目標及び達成時

2009年までに、不純物総量100ppm未満、溶解量数100kg以上の低コスト・量産化技術製造技術を開発するとともに、製造された超高純度材料が発電プラントの各種機器に適用でき、本材料の持つ優れた特性を長期に亘って

発揮できることを確認する。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

4-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

4-V-i. 石油・天然ガス・石炭の探鉱・開発・生産技術

(1) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型／特別研究（運営費交付金）

①概要

石油及び可燃性天然ガス資源の開発に係る技術の振興を図る観点から、大水深、複雑な地層といった悪条件化が進む石油・天然ガスの探鉱・開発技術、利用拡大が見込まれる天然ガス田の開発促進に資する天然ガス有効利用技術等について、短期間で実用化が期待され、民間ニーズに直結した研究開発を提案公募により実施する。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、我が国の石油・天然ガスの探鉱・開発技術力の向上、及び天然ガスの利用の促進に向けた天然ガスの有効利用技術の開発を行う。

③研究開発期間

2001年度～2012年度

(2) 石炭生産技術開発（クリーン・コール・テクノロジーの研究開発の一部）

①概要

石油代替エネルギーである石炭の安定供給を図るため、低品位炭の有効利用、石炭生産性の向上のための研究開発等を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、インドネシアにおいて低品位炭の有効利用を図ることを目標に、低品位炭の発熱量を高め、自然発火性を抑制する低品位炭改質技術を確立する。

③研究開発期間

2001年度～2009年度

(3) 石油精製物質等簡易有害性評価手法開発（運営費交付金）

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から、石油製品等に含まれる化学物質によるリスクを把握し、必要な対策を適切に行うことを可能とするため、*in vitro*培養系技術等の活用により遺伝子組換え細胞等を用いた*in vitro*系簡易有害性予測手法、また、トキシコゲノミクスを活用した短期動物試験結果と相関する遺伝子発現データセットを開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、遺伝子導入技術、幹細胞分化誘導技術、生物発光技術等を適用した培養細胞を用いて、試験期間1ヶ月程度、発がん性、催奇形性及び免疫毒性を予測評価できる試験手法を開発し、また、遺伝子発現解析技術を短期動物試験に適用し、28日間反復投与試験結果と相関する遺伝子発現データセット

を完成させる。また、標準的な試験プロトコルを策定する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 石油資源遠隔探知技術の研究開発

①概要

我が国が開発・運用する多様な地球観測センサ（ASTER、PALSAR等）の地球観測データを用いて、石油・天然ガス等の安定供給確保のため、資源開発・探査、環境観測等に有効なデータの処理解析手法の研究開発を行う。また、地球観測データのような大容量のデータを容易に扱えるシステムの研究開発を実施することで資源開発・探査、環境観測を含む多様な分野でのリモートセンシングの利用拡大を図る。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、資源開発・探査、環境観測等の分野における地球観測データ処理・解析技術の向上及び地球観測データの利用の拡大を図る。

③研究開発期間

1981年度～2010年度

(5) ハイパースペクトルセンサ等の研究開発（運営費交付金）

①概要

資源開発に有効な岩石・鉱物や地質構造解析の高次元解析を可能とするハイパースペクトルセンサの開発を行うとともに、軌道上におけるデータ取得の実証を行い、センサ技術の確立を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までにスペクトル分解能200バンド前後のハイパースペクトルセンサを開発し、地表面のスペクトル情報を取得して資源開発に有効なセンサ技術の実証を行う。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) 次世代合成開口レーダ等の研究開発

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した合成開口レーダである次世代合成開口レーダ（PALSAR）の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

PALSARの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、レーダ技術の高度化（アンテナ指向の電子制御化、分解能の向上、多偏波観測等）を図る。

③研究開発期間

1993年度～2010年度

(7) 極軌道プラットフォーム搭載用資源探査観測システムの研究開発

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した光学センサである資源探査用将来型センサ（ASTER）の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

ASTERの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、センサ技術の高度化（ポインティング機能の追加、分解能の向上、熱センサの搭載等）を図る。

③研究開発期間

1987年度～2010年度

4-V-ii. 石油・天然ガスの有効利用技術

(1) 石油燃料次世代環境対策技術開発

①概要

バイオマス燃料から製造した石油製品が自動車排出ガスに及ぼす影響、新たな自動車燃焼技術（自着火燃焼（着火までに燃料と空気を十分に混合し、その混合気体を点火プラグの使用なしで圧縮することにより着火させる燃焼法でNO_x排出低減、熱効率が高等の利点がある））に適応した燃料に関する技術開発を実施する。

また、建設機械、発電機等のオフロードエンジンの排ガスによる環境負荷低減や石油燃焼機器の効率的な利用を進めるための技術開発を実施する。

②技術目標及び達成時期

バイオマス燃料の利用時における、燃料と自動車エンジン技術の両面の影響評価を進め、技術的課題を解決し、運輸部門における燃料多様化を目指す。

また、オフロードエンジンの規制は欧米が先行していることから、2012年頃、欧米において規制強化が予定されている排ガス規制に対応した技術を確立し、我が国における規制強化に対応可能な燃焼技術を実現することを目指す。

③研究開発期間

2002年度～2011年度

(2) 石油精製高度機能融合技術開発

①概要

石油精製業を中心とする石油コンビナート全体の横断的かつ高度な運営機能の融合を図り、単独企業のみでは達成困難なコンビナート域内の省資源、省エネルギーの向上を進めるため、異業種異企業間における限りある貴重なエネルギー資源の利用効率の高い生産技術に関し技術の開発・実証を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、我が国における他のコンビナートへの波及効果を含め、CO₂排出量を63万トン／年削減可能とする技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2009年度

(3) 将来型燃料高度利用技術開発

①概要

省エネ、二酸化炭素削減効果が見込まれる燃料電池自動車の燃料である高純度(99.99%以上)水素を安定的かつ経済的に供給することは重要である。石油は、その長所として豊富な水素供給余力と安価な水素製造技術及び全国に展開した災害に強いガソリンスタンドを保有している。これら石油の長所を活かした水素供給システムの確立により、水素社会の早期実現に貢献するものである。本事業では、製油所からの高純度水素供給技術開発とガソリンスタンドを拠点とする高純度水素製造技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

コスト低減のため製油所におけるナフサから高効率(80%以上)な高純度水素製造を可能とする新たな技術を開発する。また、供給地のガソリンスタンドにおいて有機ハイドライドから高純度の水素を高効率(80%)に取り出すための水素発生装置を開発する。また、脱硫後の灯油硫黄分を検出限界以下の10ppb以下とする脱硫剤の開発を行うとともに、貴金属使用量を2-3wt%から0.5wt%以下まで低減しても、従来と同等の高い性能が維持できる改質触媒を開発する。さらに、膜分離型反応器を用いた99.99%高純度水素の製造効率を80%、4万時間の耐久性が期待できる水素製造システムを開発する。

③研究開発期間

2008年度～2010年度

(4) 革新的次世代石油精製等技術開発

①概要

原油価格の高騰・高止まりや原油の重質化と製品需要構造変化等の石油を巡る大きな環境変化のなか、連産品である石油製品を今後とも長期的に安定化かつ効率的に供給するためには、製油所の更なる高度化に向けた技術の開発実用化が必要である。このため、非在来型原油を含めた重質油を原料として、製油所におけるボトムレス化、余剰となる分解留分の高付加価値等のためのプロセスや触媒技術等の開発を行う。また、次世代の技術シーズ創出のため、これまでの技術とは異なる発想により我が国唯一の革新的な新規触媒研究、新規膜分技術研究、新規製造プロセス研究等を産官学の連携等により実施する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに重質油対応型高過酷度接触流動分解技術(HS-FCC)については、3千BD規模(商業レベルの1/10規模)の実証研究を通じ、プロピレン収率20%以上(既存技術4%程度)、将来不足が予想される高オクタン価ガソリン基材(RON98(既存技術92程度))の製造を可能とする技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(5) 次世代高信頼性ガスセンサー技術開発

①概要

一酸化炭素中毒やガス漏れなどのガス事故を限りなくゼロに近づけるため、センサ素子のナノレベルでのメカニズム解析及び開発設計を行い、コードレスで高信頼性を有する次世代高信頼性ガスセンサー（COセンサー・メタンセンサー）を開発する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、最先端のナノテクノロジーおよびMEMS技術を導入し、電池駆動で5年以上の長寿命、高信頼性（数百PPM以下の故障率）、低コストなCOとメタンのセンサを開発する。

③研究開発期間

2008年度～2011年度

(6) 天然ガス未普及地域供給基盤確立実証試験（運営費交付金）

①概要

天然ガスの供給手段が存在せず（パイプラインはもとよりサテライト供給でも採算が合わないため）石油等の燃料に依存している地方都市部の中小規模の天然ガス需要に対し、天然ガスハイドレートを利用した、新たな輸送技術を確認する。

②技術目標及び達成時期

従来のLNGチェーンによる供給に係る投資コストに対し、そのコストを約1/4に低減する事が可能な天然ガスハイドレート（NGH）供給システムを2008年度までに確立する。

③研究開発期間

2006年度～2008年度

(7) 天然ガスの液体燃料化（GTL）技術実証研究（運営費交付金）

①概要

硫黄等を含まず排出ガスがクリーン、着火性が高いという特徴を有することから石油系燃料代替として期待されるGTLについて、天然ガス中に含まれるCO₂を除去せず、原料として積極的に活用することから、従来利用が困難であったCO₂を多く含むガス田からの天然ガスが利用可能、CO₂除去装置が不要であることによる生産設備コストの低減が可能、といった強みを有する我が国独自のGTL製造技術の確立を図る。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、実証プラントによる運転研究（500バレル/日）を行い、商業規模でのGTL製造技術を確認する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

- (8) 高耐久性メンブレン型LPガス改質装置の開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (9) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型／特別研究（運営費交付金）（4-V-i 参照）
- (10) 高効率ガスタービン実用化技術開発（4-I-ii 参照）

4-V-iii. オイルサンド等非在来化石資源の利用技術

(1) メタンハイドレート開発促進委託費

①概要

日本周辺海域に相当量の賦存が見込まれ、国産のクリーンなエネルギー資源として有望なメタンハイドレートを利用可能とするため、資源量評価手法、生産手法及び環境影響評価手法等の確立のための技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2016年度までに、商業的産出のための技術を整備することを目指し、日本周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存状況と特性の明確化、有望賦存海域からのメタンハイドレート資源フィールドの選択及び現場産出試験等による生産手法の確立等を推進する。

③研究開発期間

2001年度～2016年度

(2) 革新的次世代石油精製等技術開発（4-V-ii 参照）

4-V-iv. 石炭クリーン利用技術

(1) 革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト

①概要

石炭の高効率な利用を図るために、

- i. 酸素吹きによる石炭ガス化発電（IGFC）の開発実証
- ii. 化学吸収法によるCO₂の分離・回収技術の実証
- iii. CO₂を輸送するための船舶の設計
- iv. CO₂を貯留するための発生源近傍における貯留ポテンシャルやコストの評価
- v. 石炭ガス化からCCSまで一貫したトータルシステムの設計等を行う。

②技術目標及び達成時期

石炭ガス化については、2009年度までに、パイロットプラントにおいて、高圧の石炭ガスからCO₂の分離・回収技術の確立及びガス化炉の信頼性向上へ向けて、3炭種以上の適応炭種拡大試験を実施する。また、CCSについては、2016年度頃からCO₂地中貯留の実証試験に着手する。

③研究開発期間

2007年度～2012年度

(2) 国際革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト補助金

①概要

石炭火力発電から排出されるCO₂の削減技術について諸外国との実証普及事業等を実施し、当該技術の普及基盤を整備することにより、エネルギー供給に対する環境上の制約を取り除き、もって我が国エネルギー需給構造の安定化を図る。

②技術目標及び達成時期

石炭ガス化技術等実証普及事業では、ゼロエミッション型石炭火力発電の実証プロジェクト（Future Genプロジェクト）への参画を通じた石炭ガス化・発電技術、CO₂分離回収技術、CO₂輸送貯留技術等に関する情報収集や関連する技術調査の実施等により、我が国におけるゼロエミッション型石炭火力発電の実用化開発に資する技術・知見を得る。また、将来のCO₂の地中貯留に際しては、国民の正しい理解が不可欠であり、これを念頭においたゼロエミッション型石炭火力発電に係る普及啓蒙活動を積極的に実施する。

酸素燃焼国際共同実証事業では、既存の微粉炭火力発電の改造による酸素燃焼方式のゼロエミッション型石炭火力発電プラントの実用化を目標とするものであり、既存のプラントの改造により対応可能であること、酸素燃焼を行うことにより、燃焼ガスからCO₂を分離する装置が不要であることから、比較的低コストで極めて大きなCO₂削減効果が期待できる。

③研究開発期間

2007年度～2016年度

(3) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金

①概要

従来の超々臨界圧火力発電（USC）は、蒸気温度の最高温度は630℃程度が限界で、送電端熱効率も42～43%が原理的限界といわれてきた。しかしながら、近年の材料技術の進歩により、700℃以上の蒸気温度を達成できる可能性が見えてきたことから、これらの材料を活用した先進超々臨界圧火力発電技術（A-USC）の開発を行うものである。A-USCは、蒸気温度700℃級で46%、750℃級で48%の高い送電端熱効率の達成が可能な技術であり、2020年以降増大する経年石炭火力発電のリプレース需要に対応するため、早急に技術開発を進める必要がある。そのため、ボイラーメーカー、タービンメーカー及び材料メーカーが共同でA-USCの技術開発に取り組む。

②技術目標及び達成時期

平成22年度までにシステム基本設計を完了し、シミュレーションにより送電端熱効率46%～48%の達成が可能なことを確認する。平成24年度までにボイラー、タービン部材等が700℃以上の蒸気温度に耐えられるかどうかを試作、評価し、経済性を含めたシステム成立性への見通しを得る。平成27年～平成28年度に実缶試験、回転試験を実施し、蒸気温度700℃以上の条件下でボイラー、タービンの信頼性を確認する。また、ボイラー、タービン部材について3万～7万時間の長期信頼性試験を実施し材料特性を検証する。

③研究開発期間

2008年度～2016年度

(4) 石炭利用技術開発（一部、運営費交付金）（クリーン・コール・テクノロジーの

研究開発の一部)

①概要

環境適合的な石炭利用の拡大を図るため、石炭ガス化、無灰化技術による転換効率向上に資する技術や石炭からの水素製造技術等、クリーン・コール・テクノロジーの開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2008年度までに、

- ・ 石炭から合成ガスや軽質オイルを併産する高効率な石炭部分水素化プロセス技術を20t/日のパイロットプラント規模で確立する(石炭部分水素化熱分解技術の開発)。

2009年度までに、

- ・ 化学原料等に利用可能な合成用ガスを石炭乾留ガスから無触媒で製造する技術をパイロットプラントで確立する(無触媒石炭乾留ガス改質技術開発)。

2011年度までに、

- ・ 石炭利用プロセスにおいて、環境分析技術の高精度化、環境影響成分の挙動解析のためのモデルの構築等により、環境への影響低減手法を開発する(戦略的の石炭ガス化・燃焼技術開発)。

③研究開発期間

1995年度～2008年度(2008年度見直し)

- ・ 戦略的の石炭ガス化・燃焼技術開発 2007年度～2011年度
- ・ 無触媒石炭乾留ガス改質技術開発 2006年度～2009年度
- ・ 石炭部分水素化熱分解技術 2003年度～2008年度

(5) 噴流床石炭ガス化発電プラント開発費補助金

①概要

供給安定性に優れた石炭の高効率かつ低環境負荷での利用を図るため、石炭をガス化して燃料とし、コンバインドサイクル(ガスタービンと蒸気タービンの組合せ)を駆動する高効率発電技術(石炭ガス化複合発電技術(Integrated coal Gasification Combined Cycle)の実証試験を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、25万kWの実証機を用いた実証試験により、熱効率40.5%(送電端、高位発熱量ベース)を目指す。この目標は50万kWの商用機における熱効率46～48%に相当する。本技術は実証試験終了後の2010年度より商用化が可能である。

③研究開発期間

1999年度～2009年度

(6) 環境調和型製鉄プロセス技術開発(運営費交付金)(4-I-ii参照)

4-V-v. その他共通

(1) イノベーション実用化補助事業(運営費交付金)(4-III-i参照)

- (2) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-i 参照）
- (3) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (4) 燃料電池先端科学研究（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (5) 新利用形態燃料電池技術開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (6) 高耐久メンブレン型LPガス改質装置の開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (7) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (8) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (9) 水素貯蔵材料先端基礎研究事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (10) 水素社会構築共通基盤整備事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (11) 水素先端科学基礎研究事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (12) 固体酸化物形燃料電池実証研究（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (13) 定置用燃料電池大規模実証事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）
- (14) 燃料電池システム等実証研究（4-Ⅲ-v 参照）

5. 政策目標の実現に向けた環境整備（成果の実用化、導入普及に向けた取組）

5-I. 総合エネルギー効率の向上

- 事業者単位の規制体系の導入
- 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化
- セクター別ベンチマークアプローチの導入と初期需要創出（高効率機器の導入補助等）
- トップランナー基準の対象機器の拡充等
- アジアにおける省エネルギー対策の推進を通じた我が国の国際競争力の向上
- 国民の省エネルギー意識の高まりに向けた取組

5-II. 運輸部門の燃料多様化

- 公共的車両への積極的導入
- 燃費基準の策定・改定
- アジアにおける新エネルギー協力
- 国際標準化による国際競争力向上

5-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

- 事業者支援補助金等による初期需要創出
- 新エネルギーベンチャービジネスに対する支援の拡大
- 新エネルギー産業構造の形成
- 電気事業制度・ガス事業制度の在り方の検討

5-IV. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保

- 電力自由化環境下での原子力発電の新・増設の実現
- 資源確保戦略の展開
- 次世代を支える人材育成
- 中小型炉の海外市場への展開、我が国原子力産業の国際展開支援
- 原子力発電拡大と核不拡散の両立に向けた国際的枠組み作りへの積極的関与
- 国と地域の信頼強化

5-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

- 資源国等との総合的な関係強化（研究開発の推進・協力、人材育成・技術移転、経済関係強化など）
- 化石燃料のクリーンな利用の開拓

6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金による実施されるもの（事業名に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

また、事業名に（採択テーマ）と記載された事業は、提案公募事業により採択されたテーマを記載したものであり、その採択や評価等は、提案公募事業の実施機関の責任の下、実施されるものである。

7. 改訂履歴

- (1) 平成16年7月7日付け、省エネルギー技術開発プログラム基本計画、新エネルギー技術開発プログラム基本計画、燃料技術開発プログラム基本計画、電力技術開発プログラム基本計画、原子力技術開発プログラム基本計画制定。固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム基本計画（平成16・02・03産局第6号）は、新エネルギー技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (2) 平成17年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第8号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第10号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第12号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第11号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第13号）は、廃止。
- (3) 平成18年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第14号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第9号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第17号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第12号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第13号）は、廃止。また、次世代低公害車技術開発プログラム基本計画（平成17・03・29産局第2号）は、省エネルギー技術開発プログラム基本計画及び燃料技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (4) 平成19年4月2日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・31産局第19号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第15号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第18号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第17号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第16号）は、廃止。
- (5) 平成20年4月1日付け、エネルギーイノベーションプログラム基本計画制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・26産局第1号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・20産局第4号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成19・03・19産局第7号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・16産局第3号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・23産局第2号）は、本プログラム基本計画に統合することとし、廃止。

(エネルギーイノベーションプログラム)

「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／
劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究」
基本計画

燃料電池・水素技術開発部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

資源に乏しい我が国が、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。

燃料電池の本格的普及には、コストの低減並びに性能、耐久性及び信頼性の向上という多様な要素を満たす革新的なブレークスルーが産業界より待望されており、そのためには、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。平成17年度から実施している「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発」では、固体高分子形燃料電池の高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けて燃料電池セル・スタックの反応・劣化メカニズムの解明を実施してきたところである。

昨今、国内ではCool Earth—エネルギー革新技術計画において、定置用燃料電池及び燃料電池自動車为重点的に取り組むべきエネルギー革新技術として選定されるなど、政策的重要性が平成17年度時点より一段と増している。一方、欧米において当該分野の研究開発予算増大等があり、国際的な研究開発の競争が激化している。

従って、これまでに得られた知見に基づいて固体高分子形燃料電池の最も重要な要素である触媒、電解質膜及びMEA(膜・電極接合体)の材料研究を実施して高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することが喫緊の課題である。

本事業では、反応・劣化メカニズムに係る知見並びにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の新材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することで固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的とする。

(2) 研究開発の目標

<最終目標(平成26年度末)>

-30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH(相対湿度)で可能なMEAを開発する。

なお、自動車用を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。

<中間目標①(平成21年度末)>

広温度領域(室温~100℃)での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確立するとともに、材料作製、耐久試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備し、各試験機器の精度を確認する。

<中間目標②(平成24年度末)>

開発した試験法及び整備した研究開発環境を活用し、電解質膜の開発については低温下(-30℃)及び高温低加湿下(100℃、30%RH)での作動確認、MEAの開発については電極触媒の白金使用量が1/10での発電確認を行う。

なお、研究開発項目毎の詳細な開発目標については、採択が決定した後、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO技術開発機構」という。)、プロジェクトリーダー及び委託先との間で協議の上、定めるものとする。

(3) 研究開発の内容

上記の目標を達成するため、以下の研究開発項目について、研究開発を実施する。

[委託事業]

研究開発項目① 劣化機構解析

各種劣化モードにおける加速試験法を開発するとともに、劣化機構解析結果を新材料開発にフィードバックするために、電極触媒の負荷変動及び不純物による劣化速度と機構の解析、炭化水素系電解質膜の高温・低加湿下における劣化速度・機構の解析並びに電池内反応分布と劣化機構の解明等を実施する。

研究開発項目② 高活性・高耐久性の触媒開発

高活性と高負荷変動耐性を両立させるために、劣化機構解析等で得られた知見に基づき、高活性・低溶解性白金合金触媒及び高電位安定性担体・担持触媒並びに高活性・高耐久性・低S/C(水蒸気/炭素比)燃料改質系触媒等の開発と評価を実施する。

研究開発項目③ 広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発

自動車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するために、高プロトン導電率・高形状安定性炭化水素系電解質膜及び高酸化・高加水分解耐性炭化水素系電解質膜の開発と評価並びに高温低加湿及び低温での特性改善等を実施する。

研究開発項目④ 自動車用MEAの高性能・高信頼化研究

自動車用燃料電池において想定される作動条件に対応した、高触媒利用率炭化水素系MEA並びに温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系MEA等の開発と評価を行う。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDO技術開発機構が、公募によって選定する本邦の企業、研究組合、公益法人、大学、公益研究機関等の研究機関(原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、研究機関の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点か

らの国外研究機関との連携が必要な場合はこの限りではない。)が、NEDO技術開発機構がプロジェクトリーダーとして委嘱する、国立大学法人山梨大学 教授 渡辺政廣氏の下で、委託により実施する。また、研究開発の効率的推進及び技術情報の管理等の観点から、プロジェクトリーダーの下に研究者を可能な限り結集して研究開発を実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及びプロジェクトリーダーと密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて、NEDO技術開発機構に設置する技術検討委員会等において、外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度、プロジェクトの進捗について報告を受けるなどを行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成20年度から平成26年度までの7年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成21年度末及び平成24年度に、事後評価を平成27年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じてプロジェクトの加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係わる国内外の技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 成果の普及

得られた研究開発の成果については、NEDO技術開発機構、実施者とも普及に努めるものとする。

② 知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備事業または標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準情報(TR)制度への提案等を行う。

③ 知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内

外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3)根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第一項第一号ハ及び第七号に基づき実施する。

(4)その他

本事業により得られた成果を普及・定着させるとともに、燃料電池技術分野を今後確実に大きな産業に発展させるため、近い将来を担う若手研究者等の人材育成活動を行うことにより、当該分野の基礎・基盤技術の底上げを図る。

6. 基本計画の改訂履歴

(1)平成20年1月、制定。

(2)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。

(3)平成21年3月、人材育成活動に関する事項を明記して改訂。

燃料電池技術開発ロードマップ概要版(2006)

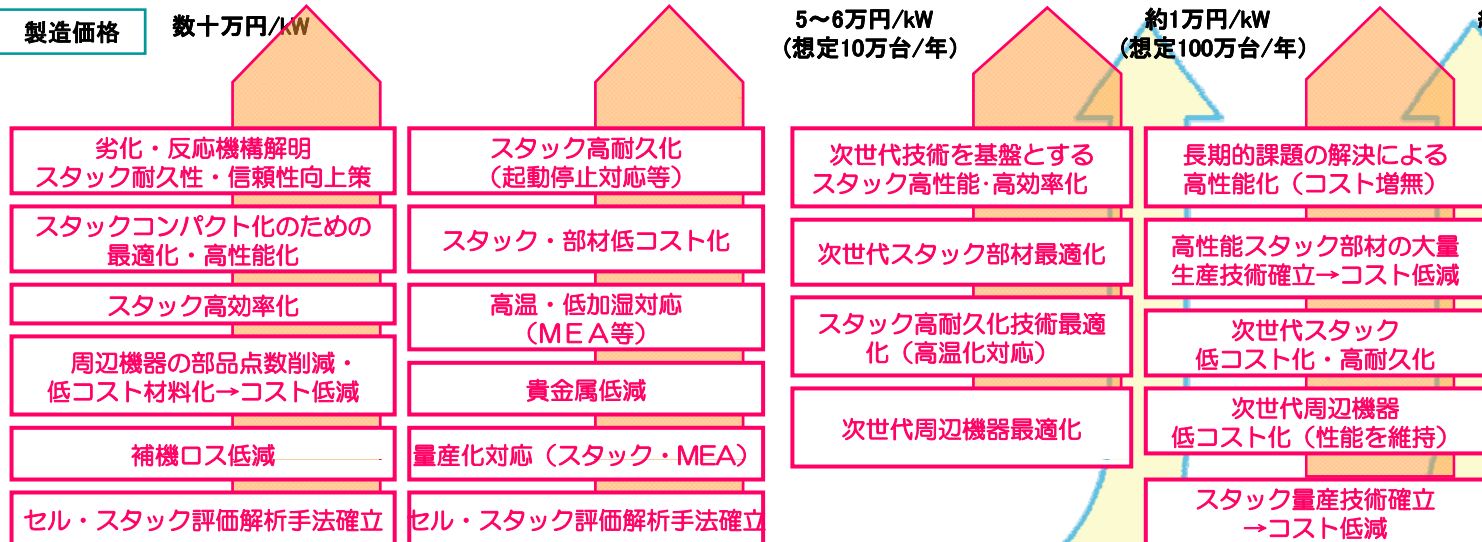
別添3

PEFC(自動車用)技術開発の展開

発電効率:LHV (HHV)

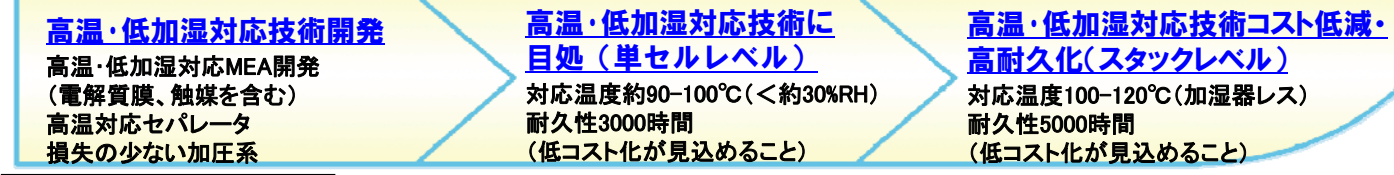
	現在	2007年頃 (初期車実証)	2010年頃 (初期車限定導入)	2015年頃 (初期車普及・次世代車実証)	2020~30年頃 (次世代車本格普及)
車両効率	約50% (42% ^{**})	50% (42% ^{**})	50% (42% ^{**}) <	60% (51% ^{**})	60% (51% ^{**})
耐久性	約1000時間	2000時間	3000時間	5000時間	5000時間
作動温度* (始動温度含む)	約80℃	-20℃~約80℃	-30℃~約90℃	-30℃~90-100℃<	-40℃~100-120℃<

製造価格	数十万円/kW		5~6万円/kW (想定10万台/年)	約1万円/kW (想定100万台/年)	約4000円/kW未滿 (約100万台/年)
------	---------	--	------------------------	------------------------	---------------------------



備考
 「発電効率」「耐久性」「製造原価」は同時に達成が期待される指標。ただし、互いにトレードオフの関係にある。
 *「作動温度」は始動温度を含む。作動温度はスタックイメージを表すものであり、上記3指標を満たすことが最優先。
 **HHV数値は参考値

次世代技術



長期的課題の反映
(性能・コスト確保が前提)

長期的課題解決技術

無加湿MEA、白金代替・低酸素過電圧触媒等



固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究

研究目的

背景: 我が国におけるエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題(CO₂)・交通量の多い都市部等における地域環境問題(NO_x、PM等)の解決のためには、国全体として省エネルギーを推進するとともに、新エネルギー技術の開発、コスト削減及び利便性・性能の向上に積極的に取り組むことが極めて重要である。本事業は、このような背景のもと、新エネルギー技術の開発等によってエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題(CO₂)等地球環境問題の解決、新規産業・雇用の創出、水素エネルギー社会の実現等を図ることを目的とする「新エネルギー技術開発プログラム」の一環として実施する。

燃料電池の本格的普及には、コストの低減並びに性能、耐久性及び信頼性の向上という多様な要素を満たす革新的なブレークスルーが産業界より待望されており、そのためには、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。平成17年度から実施している「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発」では、固体高分子形燃料電池の高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けて燃料電池セル・スタックの反応・劣化メカニズムの解明を実施してきたところであるが、Cool Earth-エネルギー革新技術計画において定置用燃料電池及び燃料電池自動車为重点的に取り組むべきエネルギー革新技術として選定されるなど政策的重要性が平成17年度時点より一段と増していること並びに欧米での当該分野の研究開発予算増大など国際的な研究開発の競争が激化していることから、これまでに得られた知見に基づいて固体高分子形燃料電池の最も重要な要素である触媒、電解質膜及びMEA(膜・電極接合体)の材料研究を実施して高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立することが喫緊の課題である。

目的: 本事業では、反応・劣化メカニズムに係る知見並びにナノテクノロジーの融合により、触媒・電解質膜・MEA等の新材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現な高性能セルのための基礎的技術を確立することで固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的とする。

市場ニーズ: 燃料電池自動車においては、2020年には500万台、2030年には1,500万台、定置用燃料電池においては、2020年には1,000万kW、2030年には1,250万kWという将来的な導入普及が期待されている。

事業の規模

○事業費と研究期間(目安として)

事業費総額 約70億円, 研究期間 7年

研究内容

○研究開発課題

反応・劣化メカニズムに係る知見並びにナノテクノロジーの融合により、触媒・電解質膜・MEA等の新材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現な高性能セルのための基礎的技術を確立する。

- ①劣化機構解析
- ②高活性・高耐久性の触媒開発
- ③広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発
- ④自動車用MEAの高性能・高信頼化研究

○目標値(技術水準)

<最終目標(平成26年度末)>

-30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RHで可能なMEAを開発する。なお、自動車用を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。

<中間目標①(平成21年度末)>

広温度領域(室温~100℃)での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確立するとともに、材料作製、耐久試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備し、各試験機器の精度を確認する。

<中間目標②(平成24年度末)>

開発した試験法及び整備した研究開発環境を活用し、電解質膜の開発については低温下(-30℃)及び高温低加湿下(100℃、30%RH)での作動確認、MEAの開発については電極触媒の白金使用量が1/10での発電確認を行う。

特許論文リスト

	H20	H21	計
研究発表・講演（論文発表、査読付き）	6	7	13 件
研究発表・講演（海外講演）	16	30	46 件
研究発表・講演（国内講演）	28	20	48 件
特許等	11	7	18 件
受賞実績	1	—	1 件
成果普及の努力（プレス発表等）	—	2	2 件
新聞・雑誌等への掲載	—	25	25 件

1. 研究発表・講演

(論文発表)

発表 年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者
H20.10	Electrochem. Solid-State Lett., 11 (No. 10), B190-B192	Influence of Decomposition Products from Perfluorosulfonic Acid Membrane on Fuel Cell Performance	A. Kabasawa, H. Uchida, M. Watanabe
H20.12	Eur. Polym. J., 44 (No.12), 4054-4062	Poly(arylene ether) Ionomers Containing Sulfofluorenyl Groups: Effect of Electron-withdrawing Groups on the Properties	T. Shimura, K. Miyatake, M. Watanabe
H21.1	Electrochim. Acta, 54 (No.3), 1076-1082	Durability of a Novel Sulfonated Polyimide Membrane in Polymer Electrolyte Fuel Cell Operation	A. Kabasawa, J. Saito, H. Yano, K. Miyatake, H. Uchida, M. Watanabe
H21.1	Langmuir, 25 (No.4) ,1897-1900	Identification and Quantification of Oxygen Species Adsorbed on Pt(111) Single Crystal and Polycrystalline Pt Electrodes	M. Wakisaka, H. Suzuki, S. Mitsui, H. Uchida, M. Watanabe

		by Photoelectron Spectroscopy	
H21.2	Macromolecules, 42 (No.6), 1873-1880 2)	Effect of the Hydrophobic Component on the Properties of Sulfonated Poly(arylene ether sulfone)s	B. Bae, K. Miyatake, M. Watanabe
H21.3	Electrochim. Acta, 54 (No.18), 4328-4333	Gas Diffusion Electrodes Containing Sulfonated poly (arylene ether) Ionomer for PEFCs Part 1. Effect of Humidity on the Cathode Performance	T. Yoda, T. Shimura, B. Bae, K. Miyatake, M. Uchida, H. Uchida, M. Watanabe
H21.4	Electrochim. Acta, 54 (No. 10), 2754-2760	Effects of the Decomposition Products of Sulfonated Polyimide and Nafion Membranes on the Degradation and Recovery of Electrode Performance in PEFCs	A. Kabasawa, J. Saito, K. Miyatake, H. Uchida, M. Watanabe
H21.4	J. Phys. Chem. C, 113, (No.18), 7772-7778	Oxygen Reduction at the Pt/Carbon Black-Polyimide Ionomer Interface	K. Miyatake, T. Omata, D. A. Tryk, H. Uchida, M. Watanabe
H21.6	ACS Appl. Mater. Interfaces, 1, (No.6), 1279-1286	Synthesis and Properties of Sulfonated Block Copolymers Having Fluorenyl Groups for Fuel-Cell Applications	B. Bae, K. Miyatake, M. Watanabe
H21.7	Macromol. Chem. Phys., 210, (No.15), 1230-1234	Luminescent Multi-Layered Polymer Coating for the Simultaneous Detection of Oxygen Pressure and Temperature	T. Hyakutake, H. Taguchi, J. Kato, H. Nishide, M. Watanabe
H21.8	Catalysis Communications, 1 0, 1952-1955	High Temperature Water-Gas Shift Reaction over Hollow Ni-Fe-Al Oxide nano-composite catalysts Prepared by the Solution-Spray Plasma	K. Watanabe, T. Miyao, K. Higashiyama, H. Yamashita, M. Watanabe

		Technique	
H21.9	Applied Catalysis A: General, accepted	H ₂ O-Tolerant Monolithic Catalysts for Preferential Ooxidation of Carbon Monoxide in the Presence of Hydrogen	N.Maeda, T.Matsushima, M.Kotobuki, T.Miyao, H.Uchida, H.Yamashita, M.Watanabe
H21.8	Imaging and Microscopy, 11 (No. 3), 34-38	STEM Imaging Analysis Using LAT Imaging Processing: Study on Pt ₃ Co/C catalyst Prepared by nanocapsule Method	P. Bele, U. Stimming, H. Yano, H. Uchida, M. Watanabe

(海外講演)

発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者
H20.5.13	ACE2008 6 th Asian Conference on Electrochemistry in Taipei(I0260)	Polyimide Ionomer Membranes for Fuel Cell Applications (招待講演)	K. Miyatake, M. Watanabe
H20.5.13	ACE2008 6 th Asian Conference on Electrochemistry in Taipei(I0619)	Space & Time Resolved Visualization of O ₂ Distribution in PEFCs & DMFCs (招待講演)	M. Watanabe
H20.7.8-12	Kyoto 2008 ICC14Pre-Symposium 50 th Anniversary of the Catalysis Society of Japan (OA301)	Analysis of Oxygen Reduction Reaction at Pt-Based Electrocatalysts by Using EC-XPS	M. Watanabe, M. Wakisaka, H. Uchida
H20.9.7-12	The 59 th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	Activity & Stability of PtXCo/CB Prepared by Nanocapsule Methodfor Oxygen Reduction (招待講演)	M. Watanabe, H. Uchida, H. Yano
H20.9.9-11	LANL-AIST/NEDO 3rd Workshop	Multi-Analyses of CO Adsorption and Oxidation at	H. Uchida, M. Watanabe,

		Pt-Alloy Electrodes	
H20.9.21-24	Progress First CARISMA International Conference 2008 MEA (p.3)	Space & Time Resolved Visualization of O ₂ Distribution in PEFCs & DMFCs Used for the Improvement of their Performance and Durability (招待講演)	M. Watanabe
H20.10.12-17	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008, 214th Meeting of The Electrochemical Society, (778)	Analysis of Oxygen Reduction Reaction at Pt-Based Electrocatalysts (基調講演)	M. Watanabe , M. Wakisaka, H. Yano, H. Uchida
H20.10.12-17	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008, 214th Meeting of The Electrochemical Society, (894)	Temperature Dependence of Oxygen Reduction Activity at Carbon-Supported Pt Alloy Catalysts Prepared by the Nanocapsule Method	H. Yano,J. Sakamoto, K. Okaya, M. Uchida H. Uchida, M. Watanabe
H20.10.12-17	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008, 214th Meeting of The Electrochemical Society, (2859)	Analyses of Oxygen Species Relating to Oxygen Reduction Reaction at Pt(111) and Polycrystalline Pt Electrodes by EC-XPS	M. Wakisaka, H. Suzuki, H. Uchida, M. Watanabe
H20.10.12-17	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008,	Time/Space Distributions of O ₂ in Running Fuel Cells	K. Takada, Y. Ishigami, K. Miyatake, J. Inukai, H. Nishide (Waseda

	214th Meeting of The Electrochemical Society, (61)		University), Y. Nagumo (Shimadzu), M. Aoki (Fuji Electric Advanced Technology Co., Ltd.), A. Tanaka (Hitachi) , M. Watanabe
H20.10.12-17	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008, 214th Meeting of The Electrochemical Society, (181)	Gas Diffusion Electrodes Using Sulfonated Poly(arylene ether) (SPE) Binder for PEFCs	T. Yoda, T. Shimura, K. Miyatake, H. Uchida, M. Watanabe
H20.10.12-17	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008, 214th Meeting of The Electrochemical Society, (940)	Visualization of Oxygen Partial Pressure in Operating PEFC and DMFC	J. Inukai, K. Miyatake, K. Takada, Y. Ishigami, H. Nishide (Waseda University), Y. Nagumo (Shimadzu), M. Aoki (Fuji Electric Advanced Technology Co., Ltd.), A. Tanaka (Hitachi), M. Watanabe
H20.10.12-17	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008, 214th Meeting of The	Durability of Novel Sulfonated Polyimide Membrane in Polymer Electrolyte Fuel Cell Operation	A. Kabasawa (Fuji Electric Advanced Technology Co., Ltd.), J. Saito, K. Miyatake, H. Uchida,

	Electrochemical Society, (1059)		M. Watanabe
H20.11.10-14	3 rd Asian Conference on Electrochemical Power Sources (IF-01)	Development of Electrocatalysts for PEFCs and the Electrocatalyses (招待講演)	M. Watanabe
H20.11.10-14	3 rd Asian Conference on Electrochemical Power Sources (OF-01)	Effect of Hydrophobic Components on the Properties of Sulfonated Polyether Ionomers	B. Bae, K. Miyatake, M. Watanabe
H21.3.18-19	International Symposium for Environmental Innovation Driven by Chemistry and Catalytic Science	Development of Pt-Based Electrocatalysts for the Practical Applications to Fuel Cells and the Discussion on the Catalytic Mechanisms by using EC-XPS etc. (招待講演)	M. Watanabe
H21.7.12-16	Workshop on Modeling of Fuel Cell Electrocatalysts	Design of Highly Active Electroatalysts for PEFCs and the Mechanisms (基調講演)	M. Watanabe
H21.7.12-16	Workshop on Modeling of Fuel Cell Electrocatalysts(P P-03)	Degradation of the Cathode of PEMFCs Studied by Visualization of Oxygen Partial Pressures at the Anode	Y. Ishigami
H21.7.12-16	Workshop on Modeling of Fuel Cell Electrocatalysts (PP-09)	Analyses of Oxygen Species Adsorbed on Pt(111) Single Crystal Electrode by Xray Photoelectron Spectroscopy and Scanning Tunneling Microscopy	M. Wakisaka
H21.8.3-6	4 th International Conference on Polymer Batteries and Fuel Cells	Design of Highly Active and Stable Electrocatalysts for ORR in PEFCs (キーノート講演)	M. Watanabe

H21.8.16-21	The 60 th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	Nanoscopic Processes in Fuel Cells (チュートリアル特別講演)	M. Watanabe
H21.8.16-21	The 60 th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	Challenge to the Development of new Materials for the next Generation Pefcs (キーノート講演)	M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(374)	Research and Development on Nanomaterials for High Performance Fuel Cells : ~ Hiper-FC Project ~ (招待講演)	University of Yamanashi, Kaneka Corp., Toray Research Center, Inc., Fuji Electric Advanced Technology Co., Ltd., Tanaka Kikinzoku Kogyo K. K., Shimazu Corp., Panasonic Co., Ltd., University of Tokyo, Waseda University
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(376)	High Durability of Pt/Graphitized Carbon Catalysts Prepared by the Nanocapsule Method	T. Akiyama, H. Yano, H. Uchida, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(378)	Degradation of Carbon Supports in the Cathode of PEFC Cathodes Studied by Visualization of Oxygen	Y. Ishigami, K. Takada, J. Inukai, Y. Nagumo, H. Nishide, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(384)	EC-XPS Analysis of Oxygen Species Adsorbed on Pt Single Crystal Electrodes During the Oxygen Reduction Reaction	Y. Udagawa, M. Wakisaka, H. Uchida, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop	In-Situ ATR-FTIRAS Study of Oxygen Reduction Reaction at Pt/Nafion Interface	K. Kunimatsu, T. Yoda, H. Uchida, M. Watanabe

	(IFCW2009)(387)		
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(389)	Control of Particle Size of Pt and Pt Alloy Catalysts Supported on Carbon by the Nanocapsule Method	K. Okaya, H. Yano, H. Uchida, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(391)	High Temperature Water-Gas Shift Reaction over Ni-Fe-Ce Nano-Composites Prepared by Solution-Spray Plasma Technique	K. Watanabe, T. Miyao, K. Higashiyama, H. Yamashita, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(393)	Selective CO Methanation In Hydrogen-Rich Gases over Ru/NiAl ₂ O ₄ Catalyst Prepared by the Solution-Spray Plasma Technique	T. Miyao, M. Kimura, A. Chen, K. Higashiyama, H. Yamashita, H. Uchida, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(395)	Compact Fuel Processor Employing Monolithic Type Catalysts For Hydrogen Production and Purification	S. Komori, M. Kimura, K. Watanabe, T. Takazoe, T. Naoi, H. Yamashita, H. Uchida, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(397)	Synthesis and Characterization of Sulfonated Block Copolymer Membranes Containing Fluorenyl Groups	B. Bae, K. Miyatake, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(399)	Poly(Arylene Ether)s Containing Superacid Groups	T. Mikami, T. Shimura, K. Miyatake, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(401)	Synthesis and Properties of Novel Polyimide Ionomers Containing Mobile Hydrogen	J. Saito, M. Tanaka, K. Miyatake, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(404)	Analysis of Degradation Mechanism of Sulfonated Polyimide Membrane in the Mixed-Gas Exposure Method	N. Sato, Y. Sakiyama, H. Hasegawa, K. Tanabe, M. Takasaki, K. Ookubo, H. Furuya, T. Ida, K. Miyatake, H. Uchida,

			M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009)(405)	New Quantitative Treatment of the Oxygen Reduction Reaction on Ionomer Film-Covered Platinum-Carbon Catalysts on a Rotating Disk Electrode	D. A. Tryk, K. Miyatake, T. Omata, H. Uchida, M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009) Poster Presentation	New Evaluation Method for the Effectiveness of Electrocatalysts under PEFC Operating Conditions	M. S. Lee, M. Uchida, H. Yano, T. Yoda, H. Uchida, and M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009) Poster Presentation	Improvement of Performance of Cathode Catalyst Layer Containing Sulfonated Poly (Arylene Ether) Binder for PEFC	T. Yoda, T. Shimura, B. Bae, K. Miyatake, M. Uchida, H. Uchida, and M. Watanabe
H21.8.23-24	5th International Fuel Cell Workshop (IFCW2009) Poster Presentation	Preparation and Evaluation of the Electrocatalyst Layer Using Polyimide Ionomer	T.Omata, M. Tanaka, K. Miyatake, M. Uchida, H. Uchida and M. Watanabe
H21.9.22-23	International Workshop on Energy, Environment, Water and Sustainability (EEWS) 2009 (Teijun, Korea)	Overcoming Cost and Durability Problem in Polymer Electrolyte Fuel Cell (基調講演)	M. Watanabe
H21.9.24-25	2009 International Fuel Cell Symposium (Taipei, Taiwan)	Research and Development of Electrocatalysts for PEFCs: Multi-Analyses of FC-Catalysis and Preparation of Monodispersed Nanocatalysts (招待講演)	H. Uchida

H21.9.28-29	f-cell 2009 The fuel cell 9th Forum for Producers and Users (Stuttgart Germany)	R&D activities on fuel cells (招待講演)	M. Uchida
H21.10.4-9	216th Meeting of The Electrochemical Society Vienna, Austria	New Evaluation Method for Effectiveness of Electrocatalysts under PEFC Operation Conditions	M. Uchida, M. S. Lee, H. Yano, T. Yoda, H. Uchida, M. Watanabe
H21.10.4-9	216th Meeting of The Electrochemical Society Vienna, Austria	Poly(arylene ether) Block Copolymer Membranes: Synthesis, Properties and Durability (招待講演)	<u>Kenji Miyatake</u> , Byungchan Bae, Takeshi Yoda, Hiroyuki Uchida, M. Watanabe
H21.10.19-22	5 th IUPAC International Symposium on Novel Materials and Synthesis (NMS-V) & 19 th International Symposium on Fine Chemistry and Functional Polymers (FCFP-XIX) (Shanghai)	Mechanism of the Enhanced Oxygen Reduction Reaction at Pt-Based Electrocatalysts (キーノート講演)	M. Watanabe , M. Wakisaka, H. Uchida
H21.11.30-12. 5	2009 MRS Fall meeting	High Methanation Activation of Carbon Monoxide on Mesoporous Nickel-Alumina	A. Chen, T. Miyao, K. Higashiyama, H. Yamashita, M. Watanabe

発表 年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者
(国内講演)			
H20.9.2	第43回応用物理学 会スクール 省エ ネルギー・低環境負 荷技術の最前線と 将来展望 (p27-39)	燃料電池開発の現状と課題	内田裕之
H20.9.23-26	第102回触媒討論会 (3G27)	プラズマ法による Ni/Al ₂ O ₃ ハニ カム触媒のメタン水蒸気改質反 応における耐久性	木村正枝、宮尾敏広、 東山和寿、山下寿生、 内田裕之、渡辺政廣
H20.9.23-26	第102回触媒討論会 (3G26)	噴霧プラズマ合成法による Ni-Fe/CeO ₂ 触媒の構造と CO シ フト反応に対する触媒活性	渡辺圭太、宮尾敏広、 東山和寿、山下寿生、 内田裕之、渡辺政廣
H20.11.5-7	第49回電池討論会 (3A04)	スルホン酸化ポリエーテル電解 質を用いたガス拡散電極の特性 評価	依田丈志、志村拓哉、 宮武健治、内田誠、 内田裕之、渡辺政廣
H20.11.5-7	第49回電池討論会 (1G10)	Effect of Hydrophobic Components on the Properties of Sulfonated Polyether Ionomer Membranes	B. Bae、宮武健治、 渡辺政廣
H20.11.5-7	第49回電池討論会 (1A28)	混合ガス曝露試験法を用いたフ ッ素系電解質膜・触媒層の劣化機 構解析	佐藤信之、依田丈志、 大久保賢治、高崎万 里、崎山庸子、田邊健 二、青木靖仁、上野義 弘、増田昭博、中川善 嗣、宮武健治、内田裕 之、渡辺政廣
H20.11.5-7	第49回電池討論会 (2A14)	色素試薬を用いた固体高分子形 燃料電池内の酸素分布可視化研 究	石上隆太、高田健司、 宮武健治、犬飼潤治、 百武壮、西出裕之、渡 辺正幸、南雲雄三、高 野洋、青木信、田中明、 渡辺政廣
H20.11.5-7	第49回電池討論会 (1D08)	トリアゾール基を含むスルホン 酸化ポリイミド膜の電解質特性	齊藤隼平、宮武健治、 渡辺政廣

H20.12.8	日本化学会関東支部山梨地区講演会	固体高分子形燃料電池の開発と実用化の現状	内田誠
H21.3.16-18	第 119 回講演大会 (p. 390-395)	燃料電池と表面	渡辺政廣
H21.3.27-30	日本化学会第 8 9 春季年会 2009 (4C2-35 A)	ポリ (ジフェニルアセチレン) / ポリ (塩化ビニリデン) 膜の作製と温度分布可視化への応用	樋口雄也, 加藤潤二, 西出宏之, 犬飼潤治, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会(3Q07)	Catalyst utilization of various MEAs under PEFC operation conditions	李明錫, 内田誠, 内田裕之, 矢野啓, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会(3Q08)	PFEC 実作動条件での電極触媒の利用率評価法の提案	内田誠, 李明錫, 内田裕之, 矢野啓, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会	スルホン酸化ポリエーテルバインダーを用いたガス拡散電極の高性能化	依田丈志, 志村拓哉, 宮武健治, 内田誠, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会(3Q17)	気孔率の異なるガス拡散層を用いた PEFC カソードの耐フラクディング特性	平方聡樹, 内田裕之, 内田誠, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会(3Q26)	起動停止サイクルによる劣化機構解明のためのアノード酸素分圧可視化	石上雄太, 高田健司, 宮武健治, 犬飼潤治, 西出宏之, 南雲雄三, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会(PFC01)	低加湿作動 PEFC 用 SiO ₂ 担持フッ素系電解質膜の性能と微細構造	井上直樹, 内田裕之, 内田誠, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (1J04)	高分散 Pt/C 触媒上でのメタノール及び溶存 CO 酸化過程の ATR-FTIR 解析	花輪洋宇, 國松敬二, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (1J05)	粒子サイズの異なる高分散 Pt/C 触媒上の CO 吸着・酸化過程の ATR-FTIR 解析	原正則, 國松敬二, 矢野啓, 岡谷一輝, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (1J10)	電気化学-光電子分光複合装置による Pt (111) 単結晶電極上における酸素還元反応中間体の解析	宇田川悠, 鈴木宏和, 脇坂暢, 内田裕之, 渡辺政廣

H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (1Q02)	ナノカプセル法による高分散電極触媒の合成と粒径制御	岡谷一輝, 矢野啓, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (1Q06)	白金-Nafion 界面における酸素還元反応の in-situ ATR-FTIR 解析	國松敬二, 依田丈志, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (1Q26)	ナノカプセル法によって合成した Pt/黒鉛化カーボンブラック高分散触媒の耐久性評価	秋山朋弘, 矢野啓, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (2Q03)	部分フッ素化ポリエーテル電解質膜の合成と物性	志村拓哉, 三神武文, 宮武健治, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (2Q04)	フルオレニル基を有するスルホン酸化ポリエーテルブロック共重合体膜の合成と物性	斐柄贊, 依田丈志, 宮武健治, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (3Q05)	Evaluation of the Quantitative Accuracy of Digital vs. Analog Sweep Voltammetry for the Measurement of Pt Electrochemical Surface Areas	D. A. Tryk, T. Yoda, H. Uchida, M. Watanabe
H21.3.29-31	電気化学会第 76 回大会 (3Q06)	PEFC 実作動条件での電極触媒の利用率評価法の提案	内田誠, 李明錫, 内田裕之, 矢野啓, 渡辺政廣
H21.3.31	第 103 回触媒討論会 (触媒討論会 B)	噴霧プラズマ法による新規な高活性高選択性水素製造・精製触媒の開発	宮尾敏広, 渡辺圭太, 木村正枝, 東山和寿, 山下壽生, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.5.12-13	第 16 回燃料電池シンポジウム(A22)	PEFC 用ハニカム型水素製造・精製触媒	東山和寿, 渡辺圭太, 小森信吾, 陳愛華, 宮尾敏広, 山下壽生, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.5.12-13	第 16 回燃料電池シンポジウム(A21)	ナノカプセル法による高分散触媒の粒径制御と耐久性評価	矢野啓, 岡谷一輝, 秋山朋弘, 内田誠, 内田裕之, 渡辺政廣
H21.5.12-13	第 16 回燃料電池シンポジウム (A23)	高温低加湿運転を目指した炭化水素系電解質膜の開発	宮武健治, Bae Byungchan, 志村拓哉, 三神武文, 渡辺政廣
H21.5.27	(社) 発明協会山梨県支部題 58 回通常総会	燃料電池における産学官連系とこれからの山梨	内田 誠
H21.8.28	札幌第 262 回触媒化	燃料電池用電極触媒の開発と機	内田裕之

	学研究センター談話会	能評価	
H21.9.1	第105回燃料電池研究会セミナー（電気化学会）	HiPer-FCプロジェクト「劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究」での電極触媒とMEA開発	内田 誠
H21.9.10-11	第48回電気化学秋季大会（2G02）	混合ガス曝露法を用いたスルホン酸化ポリイミド電解質膜の劣化機構解析	崎山康子，田辺健二，高崎万理，大久保賢治，青木靖仁，佐藤信之，古屋宏，依田丈志，宮武健治，内田裕之，渡辺政廣
H21.9.10-11	第48回電気化学秋季大会（1I06）	電気化学 - 光電子分光複合装置を用いたPt(110)単結晶電極上における吸着酸素種の解析	宇田川悠，脇坂暢，内田裕之，渡辺政廣
H21.9.10-11	第48回電気化学秋季大会（特1I09）	白金系電極上の酸素還元反応の複合解析	内田裕之，宇田川悠，脇坂暢，國松敬二，渡辺政廣
H21.9.10-11	第48回電気化学秋季大会（1I24）	重水置換法によるPt電極/Nafion界面の水の状態観測	國松敬二，内田裕之，渡辺政廣
H21.9.10-11	第48回電気化学秋季大会（2I10）	電気化学 - 走査型トンネル顕微鏡を用いたPt(111)単結晶電極の表面酸化過程の解析	脇坂暢，芦澤修一，内田裕之，渡辺政廣
H21.9.10-11	第48回電気化学秋季大会（2I27）	高分散Pt/C触媒上でのメタノール吸着・酸化過程のATR-FTIR解析	花輪洋宇，國松敬二，八木清，内田裕之，渡辺政廣
H21.9.27-30	104回触媒討論会	CO選択メタン化触媒の開発（その1）—Ru添加Ni-Al酸化物系触媒上における反応機構—	宮尾敏弘，木村正枝，陳愛華，東山和寿，山下壽生，渡辺政廣
H21.9.27-30	104回触媒討論会	CO選択メタン化触媒の開発（その2）—メソポーラス体の適用による高活性化—	陳愛華，宮尾敏広，東山和寿，山下壽生，渡辺政廣
H21.9.27-30	104回触媒討論会	CO選択メタン化触媒の開発（その3）—メタルハニカム触媒の実機適用性—	小森信吾，陳愛華，宮尾敏広，東山和寿，山下壽生，渡辺政廣
H21.9.27-30	104回触媒討論会	ハードテンプレート法によるメソポーラスNi-Fe/CeO ₂ -ZrO ₂ 触	渡辺圭太，宮尾敏広，東山和寿，山下壽生，

		媒の CO シフト反応活性	渡辺政廣
H21.10.2	日本材料学会第 159 回 X 線材料強度部 会講演	固体高分子形燃料電池向け水素 製造・精製触媒の開発	東山和寿、宮尾敏弘、 陳愛華、山下壽生、渡 辺政廣
H21.10.14-16	12 th Japan-Korea Symposium on Catalysis	Ni-Fe-Ce Nano-Composites for Water Gas Shift Reaction Prepared by the Solution-Spray Plasma Technique	K. Watanabe, T. Miyao, K. Higashiyama, H. Yamashita, M. Watanabe
H21.10.16	2009年度燃料電池 材料研究会講座（高 分子学会）	炭化水素系電解質の電極バイン ダーへの適応と MEA の新しい評 価方法	内田 誠
H21.10.16	日本高分子学会・燃 料電池材料研究会 講座	カナカにおける燃料電池用炭化 水素系電解質膜の開発	黒松秀寿(株式会社カ ネカ・先端材料開発研 究所)

2. 特許等

出願日	受付番号	出願に係る特許等の標題	出願人
平成20年6月3日	特願 2008-145881	高分子電解質	株式会社カナカ
平成20年6月9日	特願 2008-150671	高分子電解質、高分子電解質膜、 高分子電解質バインダー、および その利用	株式会社カナカ
平成20年6月11日	特願 2008-157952	高分子電解質、高分子電解質膜、 およびその利用	株式会社カナカ
平成20年6月20日	特願 2008-162178	低分子量ポリエーテルの製造方 法	株式会社カナカ
平成20年6月20日	特願 2008-162169	高分子電解質	株式会社カナカ
平成20年7月1日	PCT/JP2008/0 61895	高分子電解質、高分子電解質膜、 燃料電池用触媒層バインダーお よびその利用	株式会社カナカ
平成20年8月21日	特願 2009-192116	燃料電池セルおよび燃料電池反 応計測装置	山梨大学 早稲田大学
平成20年9月19日	特願 2008-240112	燃料電池用触媒層、燃料電池用触 媒層転写シート、燃料電池用ガス 拡散電極、燃料電池用膜電極接合	株式会社カナカ

		体、および燃料電池	
平成20年11月28日	特願 2008-301175	高分子電解質、高分子電解質膜、およびその利用	株式会社カネカ
平成21年3月27日	特願 2009-80158	ブロック共重合体、およびその利用	山梨大学 株式会社カネカ
平成21年3月27日	特願 2009-80159	超強酸基を有する芳香族高分子電解質、及びその利用	山梨大学 株式会社カネカ
平成21年4月24日	特願 2009-106938	一酸化炭素の選択的メタン化触媒とその製造方法及びそれを用いた装置	山梨大学
平成21年5月19日	特願 2009-121269	固体高分子形燃料電池用安定担体および電極触媒	山梨大学
平成21年9月17日	特願 2009-216279	高分子電解質およびその利用	株式会社カネカ
平成21年9月17日	特願 2009-216280	高分子電解質、高分子電解質膜、およびその利用	株式会社カネカ
平成21年11月中旬	出願予定	高分子電解質、および該電解質を含む燃料電池用電解質(予)	山梨大学 株式会社カネカ
平成21年11月中旬	出願予定	高分子電解質、および該電解質を用いた触媒層形成材料(予)	山梨大学 株式会社カネカ
平成21年12月末日	(出願予定)	一酸化炭素の選択的メタン化触媒	山梨大学

3. 受賞実績

受賞日	受賞	タイトル	受賞者
H20. 10. 14	2008年電気化学日米合同大会 電気化学科学・技術分野 栄誉賞	稼動中燃料電池内部の O ₂ の時間/空間分布」	高田健司

4. 成果普及

(プレス発表)

日時	成果普及	タイトル	発表者
H21. 6. 26	プレス発表	家庭用燃料電池システムのコストダウンと小型化に貢献 燃料処理装置用の高性能触媒を開発	山梨大学、 NEDO
H21. 8. 19	プレス発表	山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター(8/25)および第五回国際燃料電池ワークショップ2009(8/2	山梨大学、 NEDO

	3, 8 / 24) の開催について	
--	--------------------	--

(新聞への記事掲載)

<触媒開発>

掲載内容	掲載新聞・掲載日
山梨大 「エネファーム」向け高性能触媒 小型化、製造コスト減に貢献	平成 21 年 6 月 27 日 フジサンケイビジネスアイ・8 面
山梨大 家庭用燃料電池向け触媒 使用量 5 分の 1 に	平成 21 年 6 月 29 日 日刊工業新聞 ・ 21 面
山梨大 家庭用燃料電池 処理装置 2 割安く 山梨大が新触媒開発	平成 21 年 6 月 29 日 日経産業新聞 ・ 11 面
山梨大 家庭用燃料電池 ニッケル系新触媒 残留 CO を完全除去	平成 21 年 6 月 29 日 化学工業日報 ・ 1 面
山梨大 家庭用燃料電池向け新触媒 コスト 20%削減	平成 21 年 6 月 30 日 電気新聞 ・ 3 面
山梨大 家庭用燃料電池向システムを低コストで小型に	平成 21 年 7 月 1 日 環境新聞 ・ 2 面

<研究拠点の整備>

山梨大 山梨大と燃料電池研究 NEDO 25 日から拠点運用	平成 21 年 8 月 20 日 日経産業新聞 ・ 12 面
山梨大 研究拠点が稼動 燃料電池普及めざす	平成 21 年 8 月 20 日 日刊産業 ・ 11 面
山梨大 燃料電池 低コスト化へ材料研究 NEDO と山梨大など センター本格稼動	平成 21 年 8 月 20 日 日刊工業新聞
山梨大 山梨に国際研究拠点 車載向け PEFC NEDO 主導で開設	平成 21 年 8 月 20 日 化学工業日報 ・ 8 面
山梨大 燃料電池車の拠点開設 NEDO25 日に 2015 年開始目指す	平成 21 年 8 月 20 日 東京新聞 ・ 6 面
山梨大 山梨に国際研究拠点 25 日開所 コスト低減技術開発	平成 21 年 8 月 20 日 電気新聞 ・ 3 面
山梨大 NEDO など 材料研究センター 燃料電池コスト 100 分の 1 目標	平成 21 年 8 月 20 日 FujiSankeiBusinessi ・ 7 面
山梨大 燃料電池の国際セミナー 甲府で 23～24 日 搭載車の試乗も *	平成 21 年 8 月 20 日 日本経済新聞 ・ 35 面
山梨大 山梨大の施設開業 燃料電池研究、世界有数に	平成 21 年 8 月 26 日 日本経済新聞 ・ 35 面
山梨大	平成 21 年 8 月 26 日

「燃料電池研究センター」開所 甲府で山梨大	毎日新聞 ・ 27 面
山梨大 燃料電池開発拠点が開所 山梨大・研究センター	平成 21 年 8 月 26 日 読売新聞 ・ 34 面
山梨大 燃料電池普及へ拠点	平成 21 年 8 月 26 日 山梨日日新聞 ・ 1 面
山梨大 山梨を「燃料電池バレー」に 渡辺政広センター長に聞く	平成 21 年 8 月 26 日 山梨日日新聞 ・ 24 面
山梨大 山梨大燃料電池センターが完成 耐久性、低コスト化探る	平成 21 年 8 月 26 日 山梨日日新聞 ・ 24 面
山梨大 大燃料電池研究センター完成	平成 21 年 8 月 26 日 朝日新聞 ・ 35 面
山梨大 燃料電池開発拠点が完成 耐久性や低コスト化研究	平成 21 年 8 月 28 日 山梨日日新聞 ・ 11 面
山梨大 NEDO国際共同研究拠点 山梨大の研究センターが本格稼働	平成 21 年 8 月 28 日 科学新聞
山梨大 「燃料電池ナノ材料研究センター」の開所式を挙る	平成 21 年 8 月 31 日 文教ニュース ・ 27 面
山梨大 燃料電池の一大拠点に 知事が率先して推進会議／世界レベルの山梨大学を核に 山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター／高性能セルを開発	平成 21 年 8 月 1 日 ガソエネルギー新聞 ・ 4 面

* 「第 5 回国際燃料電池ワークショップ 2009」を含む

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

エネルギーイノベーションプログラム

「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／
劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した
高性能セルのための基礎的材料研究」
(中間評価:2008-2009年度 2年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO技術開発機構
燃料電池・水素技術開発部

2009年 11月 2日

1/41

発表内容

公開

I. 事業の位置付け・必要性について	<ul style="list-style-type: none">・政策上の位置付け・PEFC技術開発プログラム上の位置付け・実施の効果・国内外の研究開発の動向・NEDOが関与する意義	NEDO吉澤
II. 研究開発マネジメントについて	<ul style="list-style-type: none">・事業の目標・研究開発計画・研究開発実施の事業体制の妥当性・研究開発の運営管理	NEDO吉澤
III. 研究開発成果について	<ul style="list-style-type: none">・目標の達成度・成果の意義・知財および成果の普及・成果の最終目標の達成可能性	渡辺PL
VI. 実用化の見通しについて	<ul style="list-style-type: none">・成果実用化の可能性・波及効果	NEDO吉澤

「燃料電池・燃料電池自動車」の政策上の位置付け

- ・エネルギー供給の安定化・効率化
- ・地球温暖化問題(CO₂)
- ・都市部等における地域環境問題(NO_x、PM)

第3期科学技術基本計画	2006年3月	「先進燃料電池システム」を戦略重点科学技術に選定
新国家エネルギー戦略	2006年5月	「燃料電池自動車」を次世代自動車に位置付け
経済成長戦略大綱	2006年7月	「燃料電池自動車」を運輸エネルギーの次世代技術開発の重点分野に位置付け
次世代自動車・燃料イニシアチブ	2007年3月	燃料電池技術開発の重要性を明示
環境エネルギー技術革新計画	2008年5月	燃料電池自動車を低炭素社会実現に必要な技術と位置付け
低炭素社会づくり行動計画	2008年7月	燃料電池自動車を含めた次世代自動車を2020年までに新車販売の50%で導入

「燃料電池・燃料電池自動車」は継続して、政策上、重要な技術分野となっている。

「燃料電池・燃料電池自動車」の政策上の位置付け

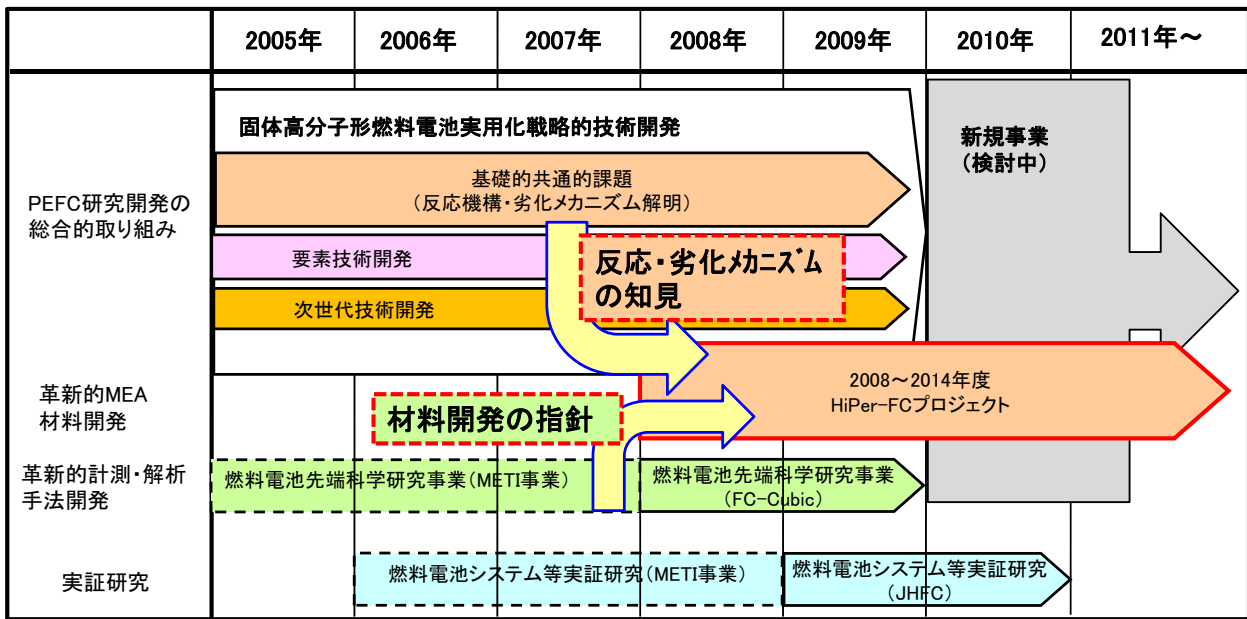
「Cool Earth—エネルギー革新技術 技術開発ロードマップ」
【出典:経済産業省】

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO₂大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



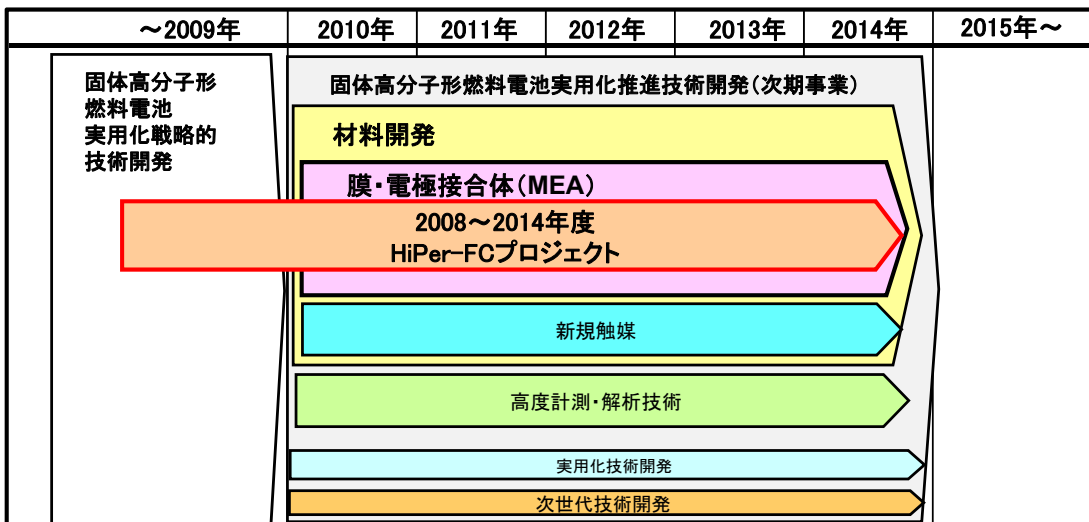
Cool Earth—エネルギー革新技術計画において、燃料電池自動車、家庭用燃料電池が重点的に取り組むべきエネルギー革新技術に選定されている。

NEDO PEFC技術開発プログラム上の位置付け

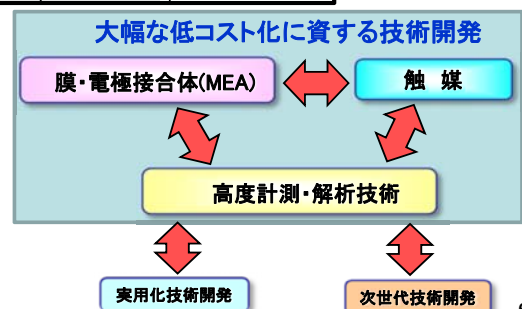


これまで得られた“反応・劣化メカニズムに関する知見”と“材料開発の指針”を活用し、本PJで、革新的材料の開発を実施

NEDO PEFC技術開発プログラム上の位置付け



HiPer-FCは次期事業においても、
材料開発の中核を担う計画



実施の効果（費用対効果）

費用の総額 当初予算 70億円(7年間)

実施の効果

燃料電池の市場規模

①『燃料電池関連期技術・市場の将来展望』((株)富士経済)

2020年 自動車用 約9,000億円 (300万円/台×30万台/年)

定置用 約2,500億円 (60万台/年)

②『環境エネルギー技術革新計画(2008年(平成20年)5月)』

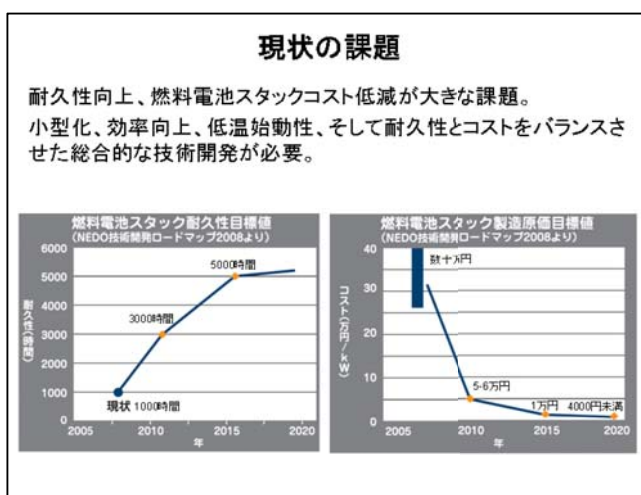
2030年 自動車用 3兆円以上 (300万円/台×100万台/年)

* 但し、本事業のみで上記市場が実現されるわけではない。

燃料電池自動車の普及が実現できれば、大規模な市場形成が期待できる。

(3)技術開発動向

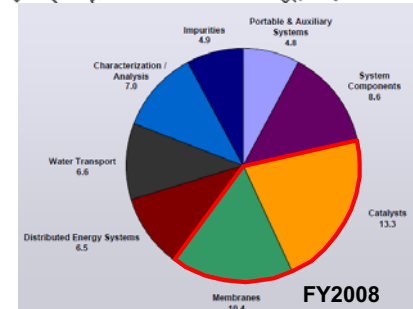
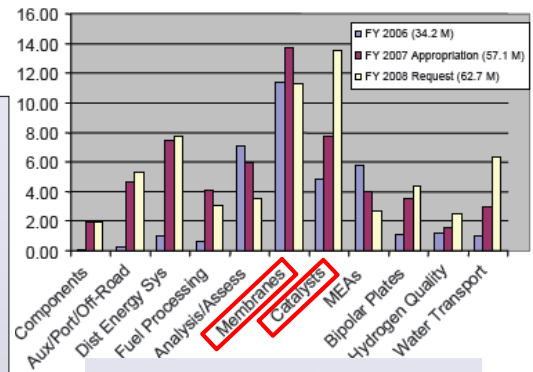
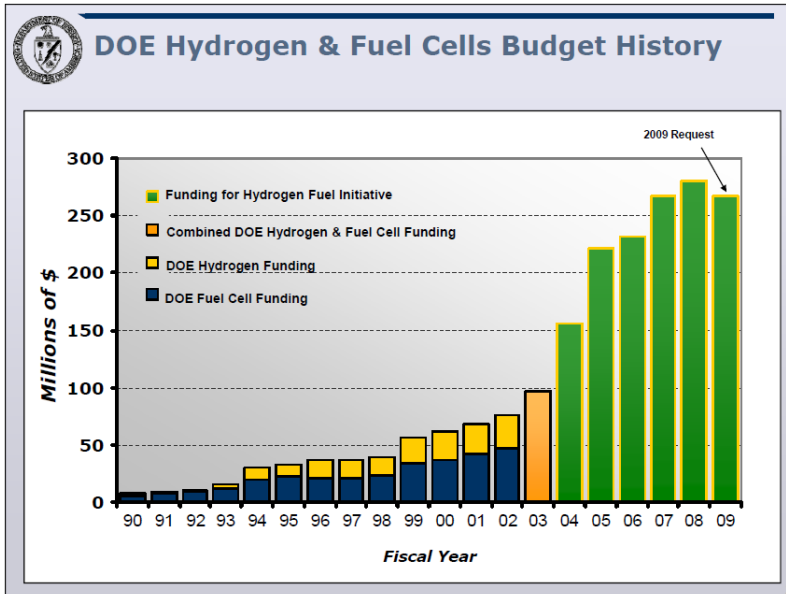
FCV実用化の課題整理			
	従来車	現状FCHV	課題
コスト	◎	1/100程度の低減が必要 (水素コスト低減も必要)	・材料コスト低減 ・電池スタックの高出力・高性能化 ・電池スタックシステム簡素化 ・水素系システムの低コスト化 ・製造技術、量産効果
耐久性	◎	数倍向上が必要 (実使用条件)	・電解質膜・電極触媒の高耐久化 ・劣化機構解析/劣化現象の解明
航続距離	○	水素搭載量に依存	・電池スタック高性能化 ・水素搭載量向上 ・燃料電池システム全体の軽量化
車内空間	○	荷物スペース等の制約	・電池スタック・水素容器のコンパクト化
走行環境	△	車システムとして対応 (-40℃~)	・低温始動性/作動温度高温化
WtW効率	△	ICEVの2倍程度	・電池スタックの高効率化、車両の軽量化
環境特性	△	Zero Emission	



出典: NEDOシボウム『本格普及のための低コスト化技術開発について』

・自動車用燃料電池の主要課題はコスト・耐久性
・課題解決には革新的なMEA材料が必要

(3) 欧米の研究開発の動向



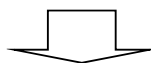
出典: DOE Annual Merit Review Meeting

・米国政府は、04年から継続して、水素・燃料電池に関する支援を強化している。近年、電解質膜・触媒等のMEA材料開発に力を入れている。
 ・欧州ではドイツを中心に、燃料電池・水素のEUプロジェクト(FCH JTI)が実施されており、4億5000万ユーロ(2008~2013)の予算が投入されている。

NEDOが関与する意義

自動車用燃料電池のMEA材料は、燃料電池自動車の大量普及を実現するためのキーとなる材料である。

- エネルギー革新技術として、社会的必要性が高く、政策的な位置付けも明確
- 燃料電池自動車の市場規模は大きく、対投資効果は大
- 米国では、DOEの下、国を挙げて研究を支援しており、国際競争が激化
- NEDOがこれまで実施してきたPEFC事業の研究成果の活用が期待される
- コスト低減、耐久性向上のハードルは高い
- MEA材料は多岐に渡り、1企業の努力では目標達成困難。
- サイエンスに立ち返った研究が必要であり、産学連携による取り組みが有効



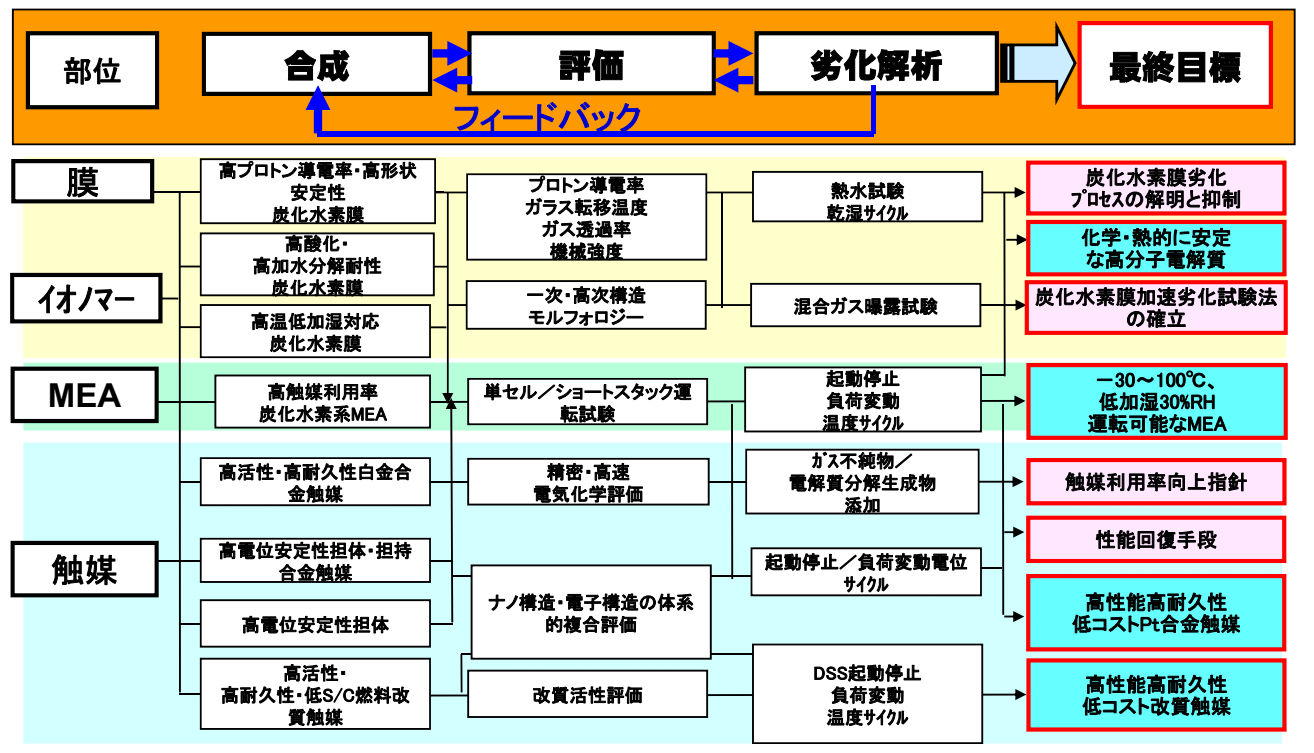
NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

事業の目標(2014年度最終目標)

—30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH(相対湿度)で可能なMEAを開発する。なお、自動車用を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。



研究開発マップ



劣化解析をフィードバックしつつ、触媒・膜材料・MEA開発が相互連携し、成果を創出。

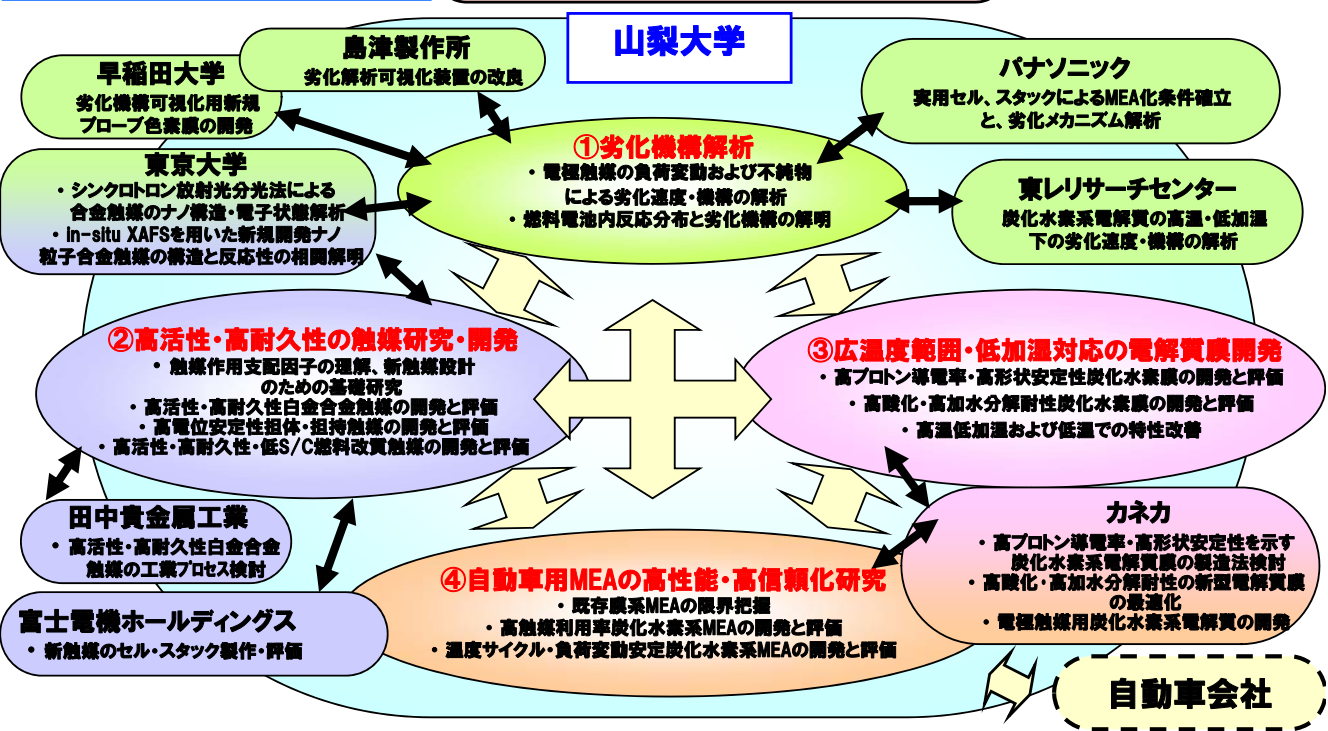
研究開発のスケジュール

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
目標		・劣化試験法 ・研究環境整備			MEA性能 ・温度,RH ・コスト(Pt1/10)		MEA性能 ・温度,RH ・効率 ・耐久性 ・コスト(Pt1/10)
劣化機構解析	劣化機構解析手法開発	劣化機構解析手法の改良		触媒・電解質膜・MEA開発にFB		耐久性向上へのFB	
高活性・高耐久性の触媒開発	新規触媒・担体材料開発	新規触媒の開発		Pt量1/10で発電確認		耐久性を有する触媒開発	
広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発	有望な電解質膜候補探索	新規電解質膜の開発		低温下、高温低湿度下での作動確認		目標MEA性能・耐久性を有する膜開発	
自動車用MEAの高性能・高信頼性化研究	MEA評価方法検討 触媒・膜特性とMEA特性の相関把握	触媒・膜特性を活かすMEA開発		Pt量1/10で発電確認		最終目標を達成するMEA開発	

13/41

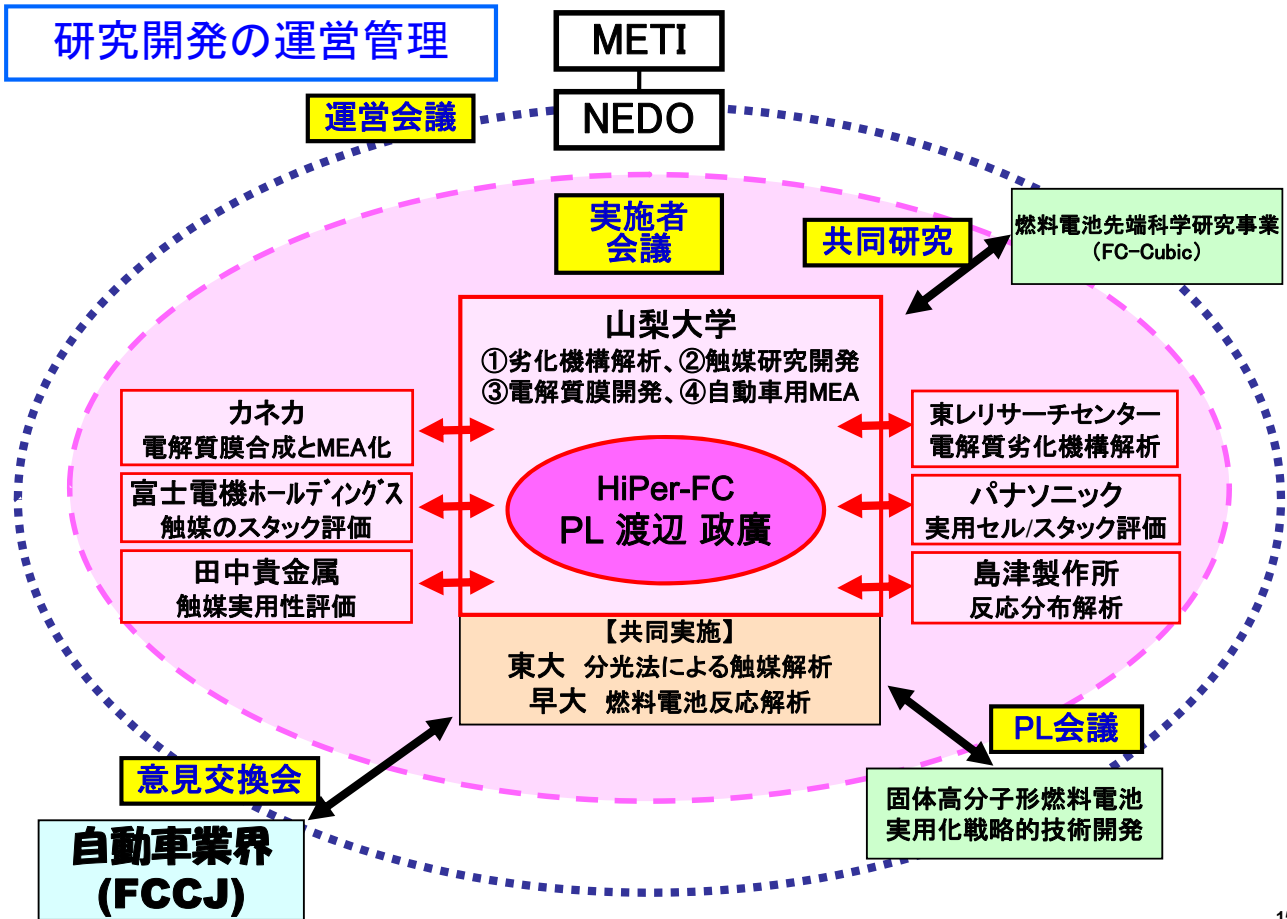
研究開発の実施体制

プロジェクトリーダー：渡辺政廣



最終目標に向けて山梨大学を中心に各研究機関が相互連携し、スパイラルに進化

14/41



開発予算

(単位:百万円)	2008		2009	合計
	通常 予算	補正 予算	通常 予算	
山梨大学	1,400	748	1,716	3,864
カネカ	48	0	54	101
東レRC	24	0	30	54
富士電機	33	0	32	65
田中貴金属	2	0	2	4
島津	1	0	1	2
パナソニック	2	0	6	7
合計	1,510	748	1840	4,098

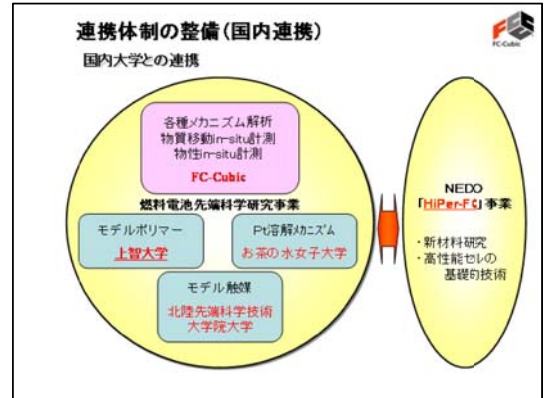


- ・2008年度は補正予算を活用し、装置導入を計画より前倒。
- ・2009年8月のセンター開所式に合わせ、主要な実験装置導入を完了し、センターの本格稼働を可能とした。

計測PJ(燃料電池先端科学研究事業:FC-Cubic)との連携

(1)情報共有化

・PJ間の情報共有化、更には、外部への情報発信を目的に2008年11月に、産総研 FC-Cubicと山梨大との合同のイブニングセミナーを開催。2団体および外部からの約80名が参加し、電解質膜に関する活発な技術論議を行われた。

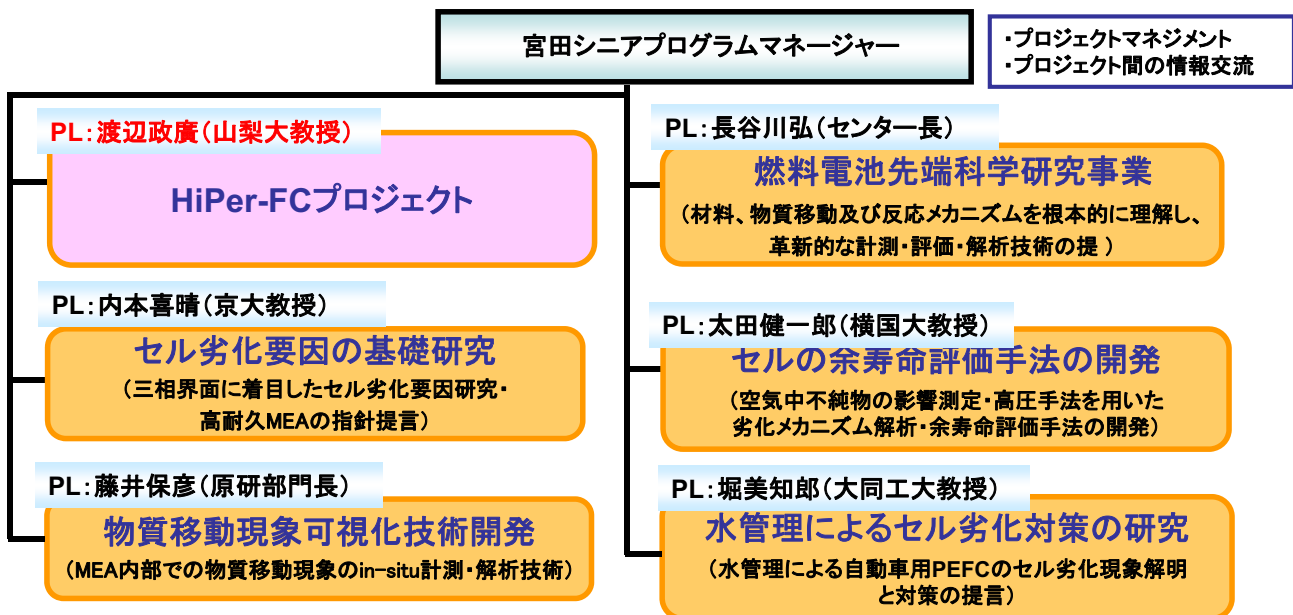


(2)山梨大とFC-Cubicの共同研究

HiPer-FCプロジェクトで開発した新規炭化水素系電解質のモルフォロジーやプロトン移動機構などの解析をFC-Cubicで実施する共同研究を開始。



固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発内の連携



宮田SPMのマネジメントの下、プロジェクトリーダー(PL)会議を適宜開催し、PJ間の情報交流、連携を強化。

自動車メーカーの意向の研究内容への反映

自動車メーカーの意向を研究内容に反映させるため、FCCJ自動車ワーキング*との意見交換を定期的(年2回程度)実施

	開催月	参加人数	提案(依頼)	プロジェクト側の対応
第1回	2008年9月	16名 (トヨタ・日産・ ホンダからトータル3名参加)	・白金利用率の定量的評価 および利用率向上 ・F系膜とHC系膜の違いを 再評価	・白金利用率の定量的な 指標検討を研究内容に 追加
第2回	2009年5月	14名 (トヨタ・日産・ ホンダからトータル4名参加)	・白金使用量1/10のシナリオ 提示 ・白金触媒のMEA内での3 次元的な有効性検討 ・革新的材料開発に必要な 計測・解析技術ニーズ提示	・白金1/10のシナリオ 明確化
第3回	2010年1月 (予定)			

* FCCJ自動車ワーキング・・・FCCJステアリングコミティー自動車用膜・触媒・MEAワーキング

19/41

燃料電池に係わる人材育成活動

(基本計画からの抜粋)

本事業により得られた成果を普及・定着させるとともに、燃料電池技術分野を今後確実に大きな産業に発展させるため、近い将来を担う若手研究者等の人材育成活動を行うことにより、当該分野の基礎・基盤技術の底上げを図る。

- ・山梨大学における燃料電池講座の開設
- ・2009山梨国際ワークショップ開催

2009年8月23-24日
場所: 甲府富士屋ホテル
参加者: 約200名
口頭発表: 14件
ポスター発表: 68件

- ・燃料電池ナノ材料研究センターを活用した各種セミナー、講演、研修等の開催。

- ・LANL-AIST-NEDOワークショップ支援

2008年9月8-11日
場所: サンディエゴ
参加者: 約60名



ポスターセッション

FCV試乗会

20/41

HiPer-FCプロジェクト 研究開発成果の概要

21/41

研究開発目標

公開

事業原簿 Ⅲ-1

〈最終目標〉(26年度末)

−30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RH(相対湿度)で可能案MEAを開発する。なお、自動車を想定した燃料電池セルとして、電極触媒の白金使用量は現状の1/10とするとともに、効率は定格25%で64%LHV、耐久性は5,000時間作動及び6万回の起動停止が見通せるものとする。

〈中間目標①〉(21年度末)

広温度領域(室温~100℃)での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確立するとともに、材料作製、耐久性試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備し、各試験機器の精度を確認する。

〈中間目標②〉(24年度末)

開発した試験法及び整備した研究開発環境を活用し、電解質膜の開発については低温化(-30℃)及び高温低加湿下(100℃、30%RH)での作動確認、MEAの開発については電極触媒の白金使用量が1/10での発電確認を行う。

22/41

研究開発内容(7カ年)

事業原簿 Ⅲ-1

全体	反応・劣化メカニズムに係わる知見ならびにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・MEA等の材料研究を実施し、高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確立する。
1)劣化機構解析	①各種劣化モードにおける加速試験法の開発 ②電極触媒の負荷変動及び不純物による劣化速度と機構の解析 ③炭化水素系電解質膜の高温・低加湿下における劣化速度・機構の解析 ④電池内反応分布測定に基づく劣化機構の解析
2)高性能・高耐久の触媒開発	①高活性・低溶解性白金合金触媒及び高電位安定性担体・担持触媒の開発と評価 ②高活性・高耐久性・低S/C(水蒸気/炭素比)燃料改質触媒などの開発と評価
3)広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発	①高プロトン導電率・高形状安定性炭化水素系電解質膜の開発と評価 ②高酸化・高加水分解耐性炭化水素系電解質膜の開発と評価 ③高温低加湿及び低温での特性改善などを実施
4)自動車用MEAの高性能・高信頼化研究	①高触媒利用率炭化水素系MEAの開発と評価 ②温度サイクル・負荷変動安定炭化水素系MEA等の開発と評価

23/41

研究開発目標、スケジュール

事業原簿 Ⅲ-3

研究項目	第1期(21年度末)	第2期(24年度末)	第3期(26年度末)
劣化機構解析	◆耐久性のある触媒、電解質膜、MEAの研究開発を行うため、劣化機構解析手法を開発する。 ◆劣化に関わる因子の探求を行う。 ◆劣化機構解析のための試験・研究環境を整備し、試験機器の精度を確認する。	◆劣化機構解析手法の改善を図る。 ◆新規開発した触媒、電解質膜、MEAの劣化機構を解析し、これら開発にフィードバックする。	◆劣化機構解析手法を確立し、MEAの項に記した耐久性を有する触媒開発、電解質膜開発に反映する。
高性能・高耐久の触媒開発	◆新規触媒・担体の材料開発と製作手法のスクリーニングを行う。 ◆触媒の製作・試験・研究環境を整備する。	◆新規触媒の開発を進める。 ◆MEAとした時に、白金使用量が1/10で発電確認できる触媒の開発を行う。	◆新規触媒の開発を進め、MEAの項に記した性能、耐久性を有する触媒を開発する
広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発	◆電解質膜の有望な候補を探索する。 ◆電解質膜の製作、試験・研究環境を整備する。	◆新規電解質膜の開発を進める。 ◆低温下(-30℃)及び高温低湿度下(100℃、30%RH)での作動確認を行う。	◆新規電解質膜の開発を進め、MEAの項に記した性能、耐久性を有する電解質膜を開発する。
自動車用MEAの高性能・高信頼化研究	◆MEAの評価方法を検討する。 ◆触媒、電解質膜の特性がどうMEAの特性に反映されているのか把握する。 ◆MEAの製作、試験・研究環境を整備する。	◆触媒、電解質膜の特性を生かすMEAの開発を行う。 ◆電極触媒の使用量が1/10で発電確認を行う。	◆-30℃で起動し、最高100℃での作動が30%RHで可能なMEAを開発する。 なお、自動車を想定した燃料電池セルとして ◆電極触媒の使用量は、現状の1/10とする。 ◆効率は定格25%で、64%LHV。 ◆耐久性は5000時間作動、6万回の起動停止が見通せる。

24/41

事業全体の成果

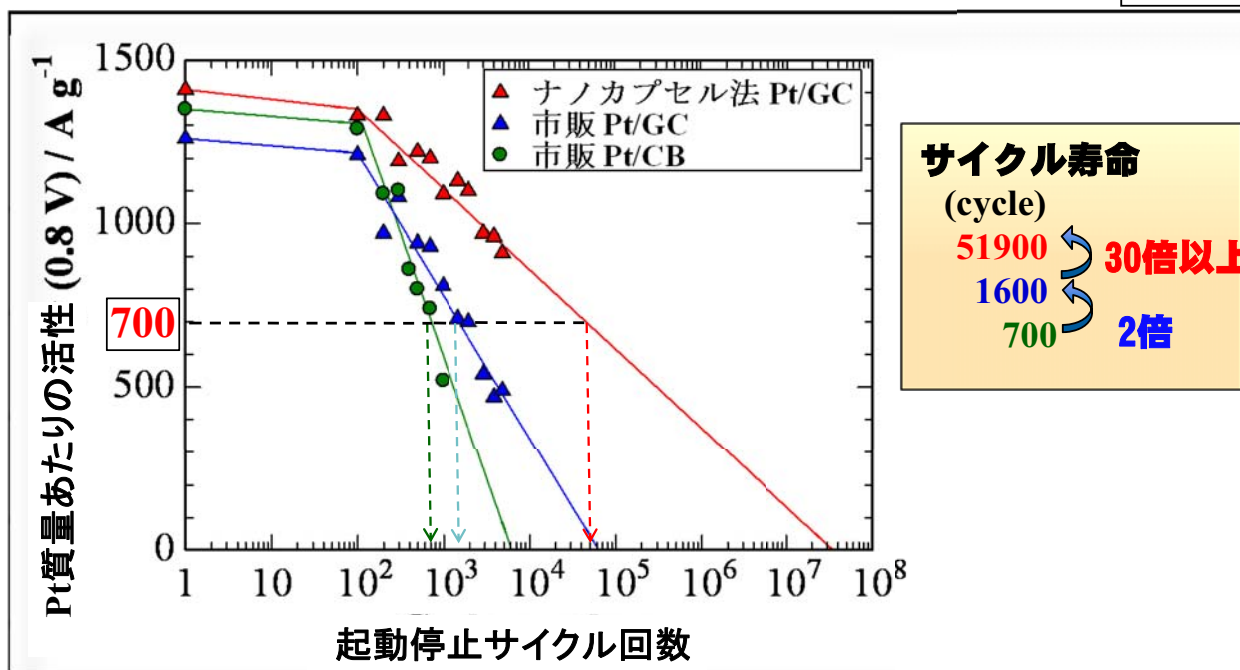
事業原簿 III-4

研究項目	目標(21年度末)	研究開発事項	達成度
劣化機構解析	<ul style="list-style-type: none"> ◆耐久性のある触媒、電解質膜、MEAの研究開発を行うため、劣化機構解析手法を開発する。 ◆触媒、電解質膜の劣化に関わる因子の探求を行う。 ◆劣化機構解析のための試験・研究環境を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆高耐久性担体に担持した触媒と市販の標準触媒において、電解液中での起動停止サイクルを模擬したFCCJのプロトコルによる評価で、活性面積、酸素還元活性、H_2O_2生成率の経時変化の定量的評価法を確立した。 ◆市販Pt/GC (Ptを高分散したグラファイト化カーボン)の30倍以上もサイクル寿命が長いPt/GCをナノカプセル法によって合成できた。 ◆電解質膜の劣化試験に関しては、まず、山梨大学で市販フッ素樹脂系電解質膜を種々の条件で混合ガス曝露試験し、東レリサーチセンターにおいて分解生成物を精密分析することに成功した。また、炭化水素系膜の劣化生成物分析も実施し、混合ガス曝露法により劣化の程度を定量的に評価するための分析手順、分析条件を確立した。 ◆新研究センターを建設し、劣化機構解析のための試験、研究環境を整備した。 	達成
高性能・高耐久の触媒開発	<ul style="list-style-type: none"> ◆新規触媒・担体の材料開発と製作手法のスクリーニングを行う。 ◆触媒の製作・試験・研究環境を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ナノカプセル法電極触媒合成時の金属塩/界面活性剤モル比を変えるのみで、触媒粒径を自在に制御することに初めて成功した。 ◆エネファーム低コスト、コンパクト化に直結する現行のCO選択酸化触媒に替わり得る高性能CO選択メタン化触媒を開発した。 ◆新研究センターを建設し、触媒の製作・試験・研究環境を整備した。 	達成
広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発	<ul style="list-style-type: none"> ◆電解質膜の有望な候補を探索する。 ◆電解質膜の製作、試験・研究環境を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆スルホン酸化ポリエーテル電解質膜で、低加湿条件で高いプロトン導電率を発現できる構造を提案し、顕著な性能向上効果を発見した。 ◆新研究センターを建設し、電解質膜の製作・試験・研究環境を整備した。 	達成
自動車用MEAの高性能・高信頼化研究	<ul style="list-style-type: none"> ◆MEAの評価方法を検討する。 ◆触媒、電解質膜の特性がどうMEAの特性に反映されているのか把握する。 ◆MEAの製作、試験・研究環境を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆MEAの開発において、電極触媒の有効性を評価する新しい手法を開発した。この新評価法により各種動的条件下での特性差を指標化できることがわかり、今後の触媒低減の重要指針となることを明らかにした。現状実用条件下での触媒の利用率は約10%程度で、大きな改善余地を残すことを示せた。 ◆新研究センターを建設し、MEAの製作・試験・研究環境を整備した。 	達成

25/41

1. 劣化機構解析： 質量活性(0.8V) の起動停止回数依存性

事業原簿 III-4



市販Pt/GC (Ptを高分散したグラファイト化カーボン)の30倍以上もサイクル寿命が長いPt/GCをナノカプセル法によって合成できた。

26/41

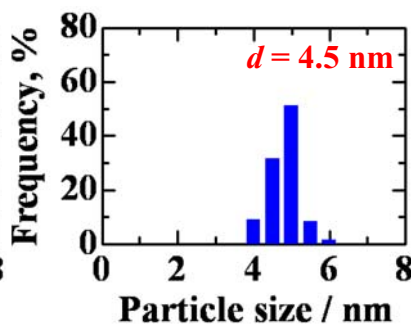
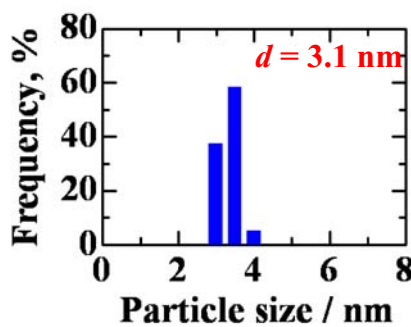
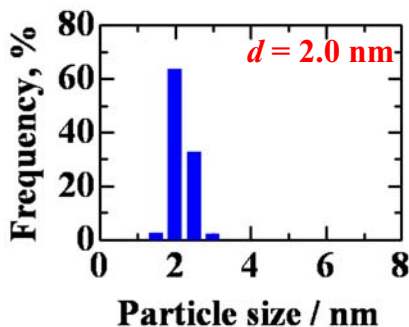
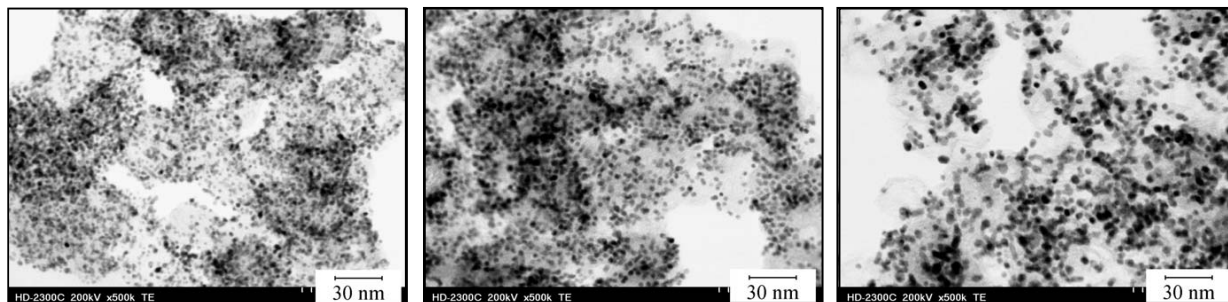
2. 高活性・高耐久性の触媒研究・開発 (1)

事業原簿 III-5

Pt/C: M/S=0.1

M/S=0.5

M/S=1.0

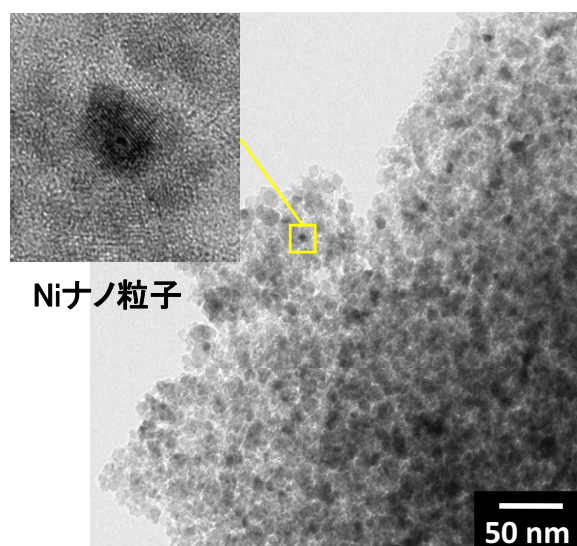
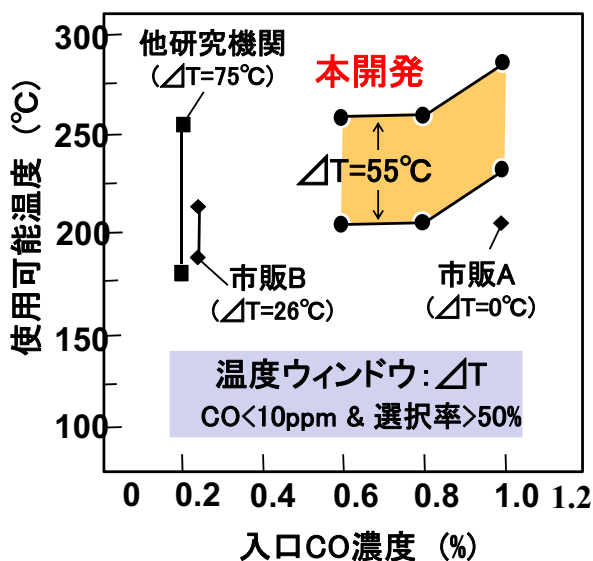


・合成時のM/S(金属塩/界面活性剤モル比)を変えるのみで、触媒粒径を自在に制御することに初めて成功した。
 ・合金触媒合成での有効性も確認。

高活性・高耐久性の触媒開発 (2)

事業原簿 III-5

—燃料処理装置用の新規「CO選択メタン化触媒」を開発—

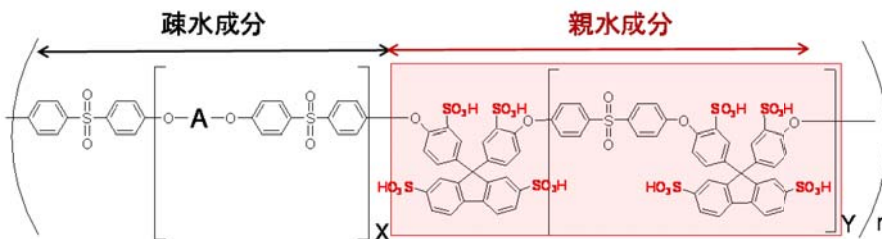


- ・高濃度CO(~1%)の浄化に高性能を発揮、幅広い条件でCO<10ppmを実現可能
- ・貴金属の使用を抑え(Ru1wt%), Niナノ粒子により高活性を実現
- ・外部空気の導入が不要で燃料処理装置のコスト低減と小型化が可能

3. 新型電解質の開発例

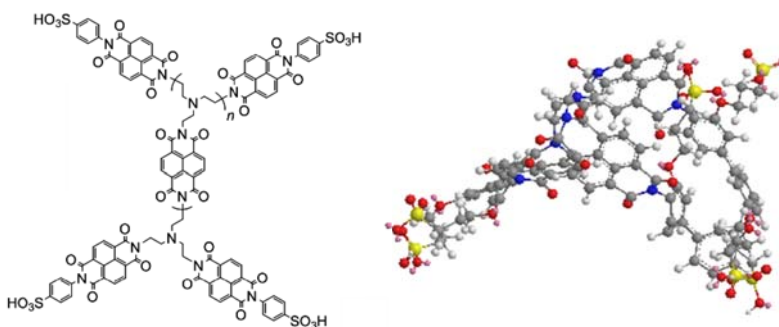
事業原簿 III-6

ポリエーテル系電解質膜



- 親水部と疎水部が明確に分離した新規ブロック型構造
- フッ素系電解質膜に匹敵する導電率 (>30%RH)

ポリイミド系電解質膜



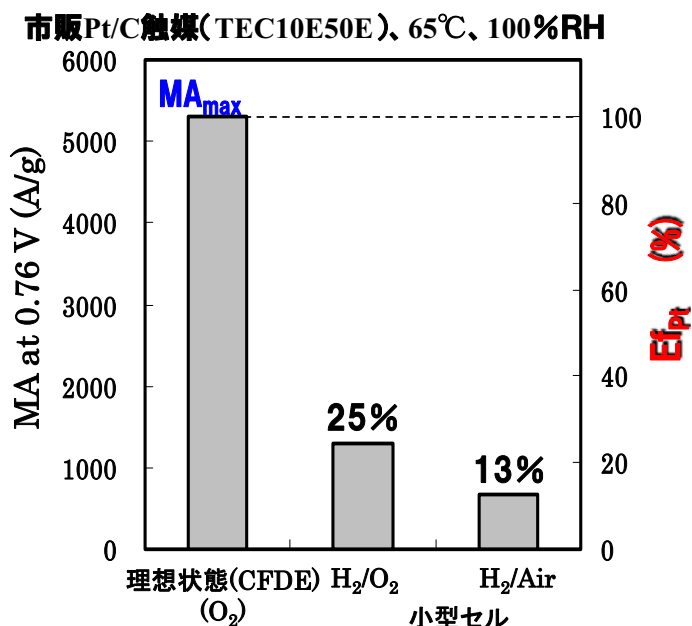
- 分子サイズを厳密に制御した樹脂状電解質高分子
- 分子の表面にのみイオン導電性基が存在した特殊構造

29/41

4. 自動車用MEAの高性能高信頼化研究

—実作動条件下での触媒の有効性(Ef_{Pt})を初めて定義・提案し、実測—

事業原簿 III-7



市販Pt/C触媒をもちいた小型セルでの実用作動条件下での
 現状の触媒有効性: Ef_{Pt} は H₂/O₂ 25%、H₂/Air 13%
 高活性触媒開発と触媒層構造設計により有効性を高めれば、白金使用量を飛躍的に低減できる可能性がある

30/41

研究拠点の整備 燃料電池ナノ材料研究センター竣工

事業原簿 Ⅲ-8

高度・特殊な計測を行うための高度な防振設計、磁気漏洩シールド設計が施されており、クリーンルーム、クリーンリフトによる材料試験片の運搬等、クリーン環境が完備されるなど、世界最高水準の実験環境を整え、世界最先端の研究を行うため、世界最高性能の電子顕微鏡、X線光電子分光装置、核磁気共鳴等の最新装置を設置。



センター外観

代表的な実験装置

設備名	特徴
In-situ反応観察透過電子顕微鏡	実条件に近い温度や雰囲気条件下で、試料に起る反応を、原子レベルの分解能でリアルタイムに観察することができる。
XPS(高温前処理装置付き)	最高1100°Cで雰囲気制御可能な特殊セル中で試料を処理し、大気暴露せずに触媒の電子構造解析を行うことができる。
in-situ XRD	様々な温度(室温~1000°C)、雰囲気条件下で、触媒を構成する金属や担体の結晶構造や結晶子径をナノレベルで解析できる。
NMR	高分子電解質膜の分子構造、電子状態を精密に解析することができる。また、高分子電解質膜中のプロトン拡散係数を測定することができる。
ラマン顕微鏡	電解質膜中の分子構造の局所的な分光測定を行い、発電中の電解質膜の水の状態や劣化過程を解析することができる。
E-SEM	様々な温度(-30°C~1200°C)、雰囲気条件下で、材料の構造変化をサブミクロンレベルで観察できる。
イオンクロマトMS	分子電解質の分解化合物をイオンクロマトグラフで定量し、同時に高分解能な飛行時間型質量分析計で定性分析を行うことができる。
低温電解質膜評価装置	高分子電解質膜のプロトン導電率を、-30~80°Cの範囲で正確に測定することができる。

31/41

試験機器の精度等の確認状況

事業原簿 Ⅲ-9.10

・各試験機器の精度等を確認し、これらを活用し研究開発を進めつつある。

	設備名	確認状況
1	In-situ反応観察透過電子顕微鏡	600°Cに加熱した試料(Si/Graphite)に対し圧力1Paで酸素→Ar→水素の順にガスを切り替え、試料に生じる酸化還元反応をTEM像格子分解能0.2nmで観察できた。この時の酸素から水素へのガス切替速度は最速1minを達成した。また、ガスを供給しない真空状態での格子分解能は0.1nmを達成した。
2	XPS(高温前処理装置付き)	設置した前処理室中でアルゴンガス流通下、1100°Cまで試料を加熱できることを確認した。また実際のNi系複合酸化物触媒粉末を水素気流中500°Cで還元処理を行った後に、超高真空排気してXPSに移送・測定した結果、金属Niと酸化Niの存在比と結合状態を正確に測定することに初めて成功した。
3	in-situ XRD	室温~1000°Cにおける試料(Sn _{0.96} Sb _{0.04} O _{2.8})の結晶構造を酸素、窒素、4%水素雰囲気中で測定し、解析することができた。また、PEFC電極触媒中のPtナノ粒子(平均粒子径3.0nm)について、シェラー式及び小角散乱測定を用いてその結晶子径を確認し、TEMでの観察結果と一致することを確認した。
4	NMR	高分子電解質やその原料となるモノマー化合物の分子構造、電子状態を精密に解析することができること(特に、水素、炭素、フッ素の原子核に関する)、また、高分子電解質膜中のプロトン拡散係数を5mmTH/FGプローブにおいて、最大発生勾配磁場強度が30A電源使用時に0.9T/m以上で測定することができることを確認した。
5	ラマン顕微鏡	面内の分解能1 μm, 深さ方向の分解能 1 μm, 時間分解能 0.5 秒、波数分解能 1 cm ⁻¹ を達成している。現在は、反応条件下で、電解質膜内の化学状態測定に着手している。
6	E-SEM	ペルチェ素子を用いて-30°C~室温においてMEAの変化を加湿雰囲気下で1000~10000倍にて観察できた。また、加熱ホルダを用いて、Pt担持Ti ₄ O ₇ 触媒におけるPt及びTi ₄ O ₇ の形状変化を室温~1200°C、300PaのN ₂ 雰囲気下で5000~10000倍にて観察できた。
7	イオンクロマトMS	高分子電解質膜の分解化合物(特に、アニオン性化合物)を高速イオンクロマトグラフで定量し、同時に高分解能な飛行時間型質量分析計(ダイナミックレンジが10 ⁴ 以上)で定性分析(同位体の同定も可能)を行うことができることを確認した。
8	低温電解質膜評価装置	高分子電解質膜のプロトン導電率を、-30~80°C(温度制御精度は±0.1°C以内)、5~95%RH(>20°C、精度±3%RH以内)の範囲で正確に測定することができることを確認した。また、同時に4検体の試料の測定を再現性よく迅速に行えることを確認した。

32/41

第5回国際燃料電池ワークショップの開催

公開

事業原簿 II-21

- 最新の研究情報の交換、人材育成 -

2009年8月23日(日)、24日(月)に、甲府富士屋ホテルにて開催。

国内外から研究者ら約200名が参加した。参加者の間では活発な議論が行われ、今後の燃料電池の研究開発にあたり、有益な情報交換と人材育成の場となった。

[主な内容]

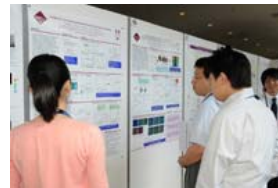
- ・燃料電池の最新の研究成果についての口頭発表14件、ポスター発表68件
- ・トヨタ、日産、ホンダの3社の燃料電池自動車の試乗会
- ・家庭用燃料電池や、モバイル用の燃料電池等の展示



開会挨拶



口頭発表



ポスター発表



FCV試乗会

33/41

今後の課題

公開

事業原簿 III-11

研究項目	今後の課題
1)劣化機構解析	<ul style="list-style-type: none"> ・広温度範囲における電極触媒の劣化を解析する。 ・混合ガス曝露法により、炭化水素系電解質膜の分解生成物を同定し、劣化機構を解明する。
2)触媒開発	<ul style="list-style-type: none"> ・カソード質量活性が標準触媒の3倍高い合金触媒を高耐久性担体上に合成し、負荷変動や起動停止に対する耐久性を検証する。 ・高電位で安定な新規触媒担体を選定し、特性を評価する。 ・in situ XAFSにより、触媒の局所構造の変化を解析する。
3)電解質膜開発	<ul style="list-style-type: none"> ・広温度範囲・低加湿条件で、高いプロトン導電率と安定性を両立できる炭化水素系電解質膜の設計、合成を行う。
4)MEA開発	<ul style="list-style-type: none"> ・新開発の触媒、炭化水素系電解質を用いたMEAの高性能化を図ると共に、新評価法により、材料構造・作動条件などの実用条件の触媒有効性への寄与率とその性能レベルの把握を目指す。

34/41

知的財産権、成果の普及

事業原簿 Ⅲ-11

	2008	2009	計
研究発表・講演(論文発表、査読付き)	6	7	13件
研究発表・講演(海外講演)	16	30	46件
研究発表・講演(国内講演)	28	20	48件
特許等	11	7	18件
受賞実績	1	—	1件
成果普及の努力(プレス発表等)	—	2	2件
新聞・雑誌等への掲載	—	25	25件

※ : 2009年10月13日現在

35/41

成果の普及

■ プレス発表 :

事業原簿 Ⅲ-11

山梨大 家庭用燃料電池システムのコストダウンと小型化に貢献 燃料処理装置用の高性能触媒を開発	2009年6月26日
山梨大 山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター開所式(8/25)および第5回国際 燃料電池ワークショップ2009(8/23, 24)の開催について	2009年8月19日

■ 新聞などへの記事掲載: 「触媒開発」

山梨大 「エネファーム」向け高性能触媒 小型化、製造コスト減に貢献	2009年6月27日 フジサンケイビジネスアイ・8面
山梨大 家庭用燃料電池向け触媒 使用量5分の1に	2009年6月29日 日刊工業新聞・21面
山梨大 家庭用燃料電池 処理装置2割安く 山梨大が新触媒開発	2009年6月29日 日経産業新聞・11面
山梨大 家庭用燃料電池 ニッケル系新触媒 残留COを完全除去	2009年6月29日 化学工業日報・1面
山梨大 家庭用燃料電池向け新触媒 コスト20%削減	2009年6月30日 電気新聞・3面
山梨大 家庭用燃料電池向システムを低コストで小型に	2009年7月1日 環境新聞・2面

36/41

成果の普及

公開

事業原簿 Ⅲ-11

■ 新聞などへの記事掲載：「研究拠点の整備」

山梨大 山梨大と燃料電池研究 NEDO 25日から拠点運用	2009年8月20日 日経産業新聞 ・ 12面
山梨大 研究拠点が稼動 燃料電池普及めざす	2009年8月20日 日刊産業 ・ 11面
山梨大 燃料電池 低コスト化へ材料研究 NEDOと山梨大など センター本格稼動	2009年8月20日 日刊工業新聞
山梨大 山梨に国際研究拠点 車載向けPEFC NEDO主導で開設	2009年8月20日 化学工業日報 ・ 8面
山梨大 燃料電池車の拠点開設 NEDO25日に 2015年開始目指す	2009年8月20日 東京新聞 ・ 6面
山梨大 山梨に国際研究拠点 25日開所 コスト低減技術開発	2009年8月20日 電気新聞 ・ 3面
山梨大 NEDOなど 材料研究センター 燃料電池コスト100分の1目標	2009年8月20日 FujiSankeiBusinessi ・ 7面
山梨大 燃料電池の国際セミナー 甲府で23～24日 搭載車の試乗も *	2009年8月20日 日本経済新聞 ・ 35面
山梨大 山梨大の施設開業 燃料電池研究、世界有数に	2009年8月26日 日本経済新聞 ・ 35面
山梨大 「燃料電池研究センター」開所 甲府で山梨大	2009年8月26日 毎日新聞 ・ 27面

* 「第5回国際燃料電池ワークショップ2009」を含む
37/41

成果の普及

公開

事業原簿 Ⅲ-11

■ 新聞などへの記事掲載：「研究拠点の整備」

山梨大 燃料電池開発拠点が開所 山梨大・研究センター	2009年8月26日 読売新聞 ・ 34面
山梨大 燃料電池普及へ拠点	2009年8月26日 山梨日日新聞 ・ 1面
山梨大 山梨を「燃料電池バレー」に 渡辺政広センター長に聞く	2009年8月26日 山梨日日新聞 ・ 24面
山梨大 山梨大燃料電池センターが完成 耐久性、低コスト化探る	2009年8月26日 山梨日日新聞 ・ 24面
山梨大 大燃料電池研究センター完成	2009年8月26日 朝日新聞 ・ 35面
山梨大 燃料電池開発拠点が完成 耐久性や低コスト化研究	2009年8月28日 山梨日日新聞 ・ 11面
山梨大 NEDO国際共同研究拠点 山梨大の研究センターが本格稼動	2009年8月28日 科学新聞
山梨大 「燃料電池ナノ材料研究センター」の開所式を挙げる	2009年8月31日 文教ニュース ・ 27面
山梨大 燃料電池の一大拠点に 知事が率先して推進会議／世界レベルの山梨大学を核に 山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター／高性能セルを開発	2009年8月1日 ガスエネルギー新聞 ・ 4面

研究開発目標の全体としての達成度

事業原簿 III-11

・中間目標①(2009年度(21年度末))の達成度

- 1) 広温度領域(室温~100°C)での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確立した。
- 2) 材料作製、耐久性試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備した。
- 3) 各試験機器の精度を確認した。

21年度末の当初の中間目標である上記3点を達成したことに加えて、高性能・高耐久の触媒開発、広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発、自動車用MEAの高性能・高信頼化研究において、世界的にも顕著な多くの成果を上げることができ、全体の目標を大幅に達成した。 ◎

・今後の計画

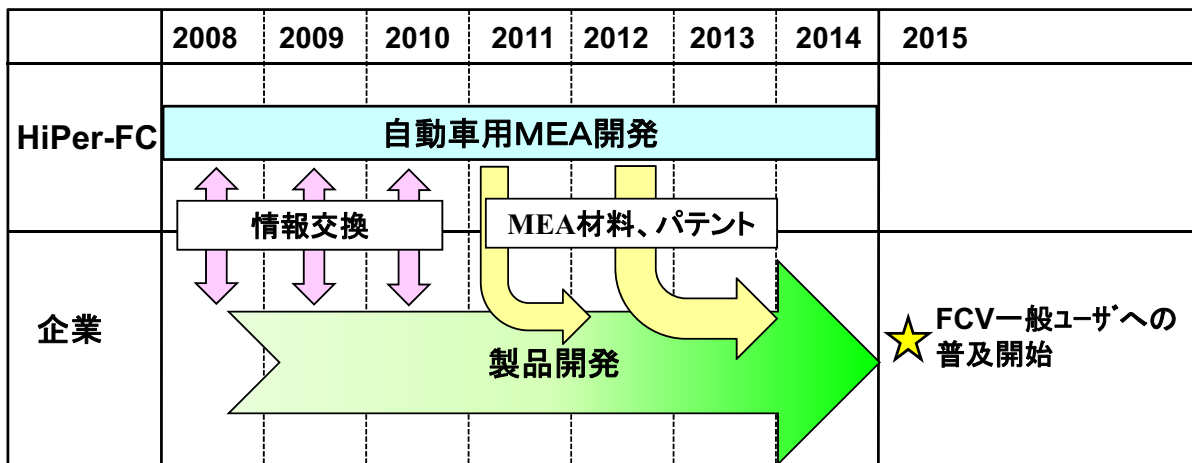
当初の計画通り研究開発を進め、最終目標の達成を目指す。

4. 実用化の見通しについて (1) 成果の実用化可能性

事業原簿 IV-1

実用化の可能性

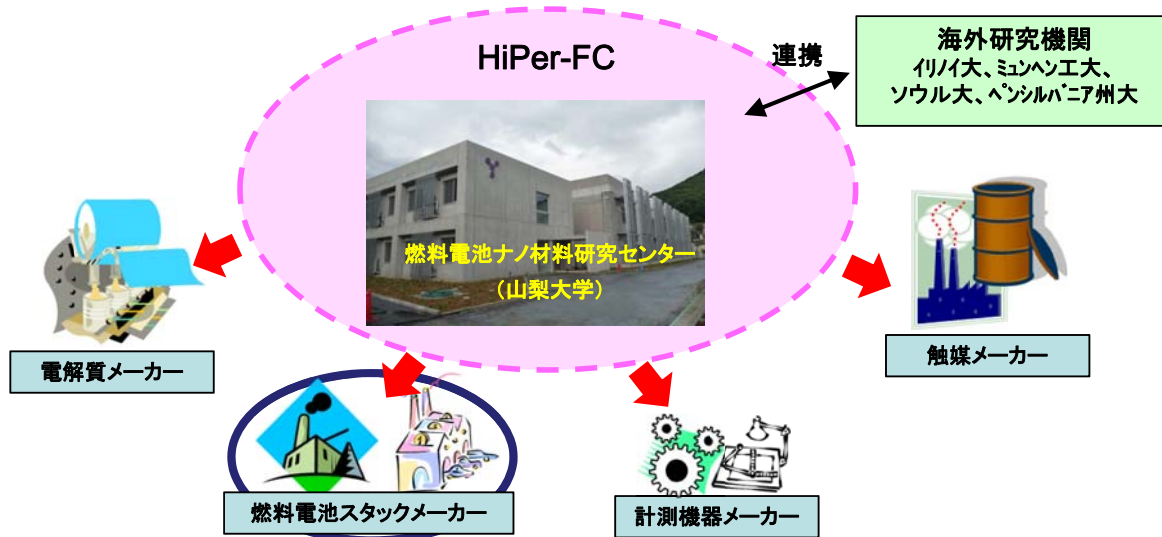
本事業の実用化は、プロジェクトで開発されたMEA構成材料あるいはそのベースとなる基盤技術(知財)が燃料電池自動車あるいは定置用等燃料電池関連製品に採用されるところまでを目指す。



・燃料改質器用触媒については、次世代ENE-FARMへの搭載を目指す。

波及効果

- ・人材育成による産業界の支援
- ・国際共同研究の拠点として、国際連携を推進
- ・燃料電池関連産業による地域産業の振興

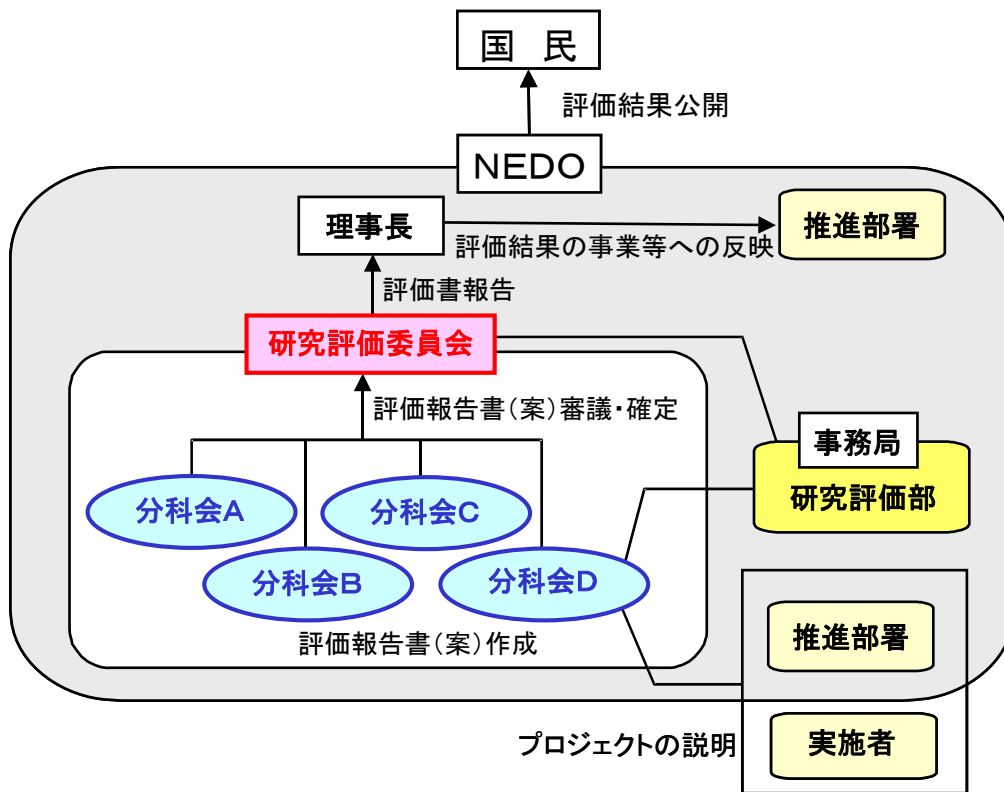


参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、
経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を
促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題その他社会的ニーズ
関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある7名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、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広報部が担当した。

3. 評価対象

平成16年度に開始された「革新的次世代低公害車総合技術開発」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべき者である。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-1 頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

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

- ・ エネルギーイノベーションプログラムの目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、或いは先行する関連プロジェクトがある場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。

- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

* 総合評価及び個別テーマ[1]新燃料方式の研究開発及び燃料の最適化及びバイオマス燃料利用に関する動向及び技術課題の調査、[2] GTL を用いたエンジン技術の開発、及び[3] 革新的後処理システムの研究開発については、以下の「3. 研究開発成果について」と「4. 実用化、事業化の見通しについて」の評価基準を用いる。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ N E D O後継プロジェクト、N E D O実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

*[4]次世代自動車の総合評価技術開発については、以下の「3. 研究開発成果について」と「4. 実用化の見通しについて」の評価基準を用いる。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、

その見込みはあるか。

- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

標準的評価項目・評価基準（事後評価）

2008. 3. 27

【事後評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第17回研究評価委員会（平成20年3月27日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1…、2…、3…、4…が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)…、(2)…が標準的評価基準、それぞれの基準中の…が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの事後評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

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

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。

- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ NEDO後継プロジェクト、NEDO実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※ 基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

* 基礎的・基盤的研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1) 目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2) 成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3) 知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4) 成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。

- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S 化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）研究評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成22年2月

NEDO 技術開発機構

研究評価部

統括主幹 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 八登 唯夫

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO 技術開発機構のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー16F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162