

平成21年度実施方針

燃料電池・水素技術開発部

1. 件名：プログラム名 エネルギーイノベーションプログラム
(大項目) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

2. 根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ハ

3. 背景及び目的・目標

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。

燃料電池は、従来の内燃機関等に比べて効率が高く、二酸化炭素の排出を大きく削減することが可能である。また、天然ガス、メタノール等の多様な燃料の使用が可能であり、石油代替の促進にも寄与する。さらに、静粛性に優れ、大気汚染の原因となる窒素酸化物や硫黄酸化物の排出量が少ないことから、環境保全上の効果も大きい。燃料電池の中でも固体高分子形燃料電池は、高出力密度、低温作動等の特徴を活かした家庭用、可搬型電源として、そして自動車用電源としての普及が期待されている。固体高分子形燃料電池の本格的普及のためには、現在商品化が進められているレベルよりも格段の性能の向上、長寿命化及び低コスト化が求められており、そのための基礎・基盤的な研究開発を積極的に推進する必要がある。

燃料電池を含む新エネルギー技術は、科学技術基本計画(2006年3月閣議決定)、エネルギー基本計画(2007年3月閣議決定)等における重点分野としても位置付けられている。さらに、燃料電池については、燃料電池実用化戦略研究会(経済産業省資源エネルギー庁長官の私的研究会、1999年12月設置)において「固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用技術開発戦略」が策定され、産学官が一体となって燃料電池実用化のための技術開発等に積極的に取り組むべきことが提言されている。また、2004年3月に開催された燃料電池実用化戦略研究会において、次世代高効率燃料電池に向けた材料開発及び反応機構の解明等の基礎研究、燃料電池の耐久性向上に向けた研究開発等基礎研究からスタック・システムレベルまでの研究開発が必要であるとの意見も出されている。この点については、燃料電池実用化推進協議会(燃料電池実用化を推進するための産業団体)も同様の要望を行っているところである。また、米国、欧州、アジアにおいても、固体高分子形燃料電池の実用化及び次世代高効率燃料電池に向けた研究開発が国家レベルでの支援を得て活発化している。

本事業では、これらの国内外の動向も踏まえつつ、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、固体高分子形燃料電池の初期導入段階のための実用化技術開発、本格的導入期のための要素技術開発から本格的普及期のための次世代技術開発までを一体的、総合的に推進するとともに、これらの技術・研究開発における一層のブレイクスルーを促すため、産学連携又はシステム、材料・部品等の垂直型連携体制によって燃料電池セルスタックの反応・劣化メカニズムの解明、計測評価技術及びそれらに基づく基礎的材料研究等の基礎的・共通的研究を推進し、本格的な固体高分子形燃料電池実用化のための要素技術を確立することを目的とする。また、必要に応じ国内外の技術開発動向や市場調査等を実施し、技術開発レベルを把握すると共にブレイクスルー技術を促進するための技術課題を明確にすることにより、平成22年度以降に取り組むべき研究テーマの選定に資することを目的とする。

これらの目的のために、平成21年(2009年)年度において以下の技術目標を定め、基礎的・共通的研究に関する技術開発、要素技術開発、実用化技術開発、次世代技術開発を実施する。なお、技術目標は、本格普及期[2020年～2030年頃]における期待技術レベルを念頭に置き、設定した。また、技術課題明確化のための調査研究等を実施する。

技術目標

自動車用燃料電池システム	高性能化:車両効率60%程度(LHV) 耐久性:3,000時間 低コスト化:10,000円/kW程度(スタックコスト)
定置用燃料電池システム	高性能化:発電効率40%程度(HHV) 耐久性:4万時間 低コスト化:25万円/kW程度

(参考)本格普及期[2020年から2030年頃]における期待技術レベル

自動車用燃料電池システム	高性能化:車両効率60%以上(LHV) 耐久性:5,000時間 低コスト化:4,000円/kW(スタックコスト)
定置用燃料電池システム	高性能化:発電効率40%以上(HHV) 耐久性:9万時間 低コスト化:20万円/kW

4. 実施状況及び進捗(達成)状況

4.1 平成20年度(委託・共同研究)事業内容

研究開発項目①「基礎的・共通的研究に関する技術開発」[委託]

固体高分子形燃料電池の耐久性・経済性・性能の向上に資する基礎的・共通的研究の解決を図るため、(1)～(4)のコンソーシアム型テーマ4件をそれぞれ実施した。なお、(3)のテーマについては、追加公募を実施し研究の進展を図ったテーマであり、(4)のテーマについては平成20年度に新たに発足したテーマである。

(1) 水管理によるセル劣化対策の研究

本テーマは、自動車用固体高分子形燃料電池に焦点を当て、電解質膜、電極触媒及び樹脂・金属セパレータの水管理に係わる劣化メカニズムを明らかにすると共に、耐久性目標を満足する劣化対策を提示することを目的としたコンソーシアム型テーマである。大同工業大学 教授 堀 美知郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

氷点下環境に置かれた自動車用PEFCスタックのセル内部で発生する水の凍結挙動を高分子膜、触媒層、その他要素別に解析した。また、セル内及びセル外の凍結・解凍試験とポスト解析を組み合わせることによって、凍結・解凍の繰り返しによって生じるセル部材の破壊やそれら界面の破壊のメカニズムを分析した。

(実施体制:大同工業大学、信州大学、立命館大学、三重県工業研究所)

(2) セル劣化要因の基礎研究とMEA耐久性の解析

本テーマは、電極の劣化要因を解明し、その成果を基に高耐久性を実現するための提言を行うことを目的としたコンソーシアム型テーマである。国立大学法人京都大学 教授 内本喜晴氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

ペルフルオロスルホン酸系イオノマーモデル分子の合成とMEA条件での劣化挙動解析、第一原理計算による劣化予測を用いて、カルボン酸や水素などの欠陥からの劣化機構、エーテル酸素を介する劣化挙動について明らかにした。また、劣化反応の反応生成種を時間分解ESR (電子スピン共鳴:Electron Spin Resonance) および低温凍結ESR法により計測する手法を確立するとともに、炭素触媒担体の劣化が、面欠陥から進行することを確認し、表面欠陥を種々の酸化物で保護することで酸化を抑制可能であることを示した。さらに、追加公募により平成20年度から実施した三次元電子顕微鏡法による電極触媒層の評価(次世代技術開発テーマから移行)、導入ガスの切り替を主とする劣化手法(平成19年度終了の基礎的・共通的課題テーマの活用)およびインピーダンス非破壊解析をそれぞれMEA劣化解析に適用し、研究の進展を図った。

(実施体制:京都大学、京都工芸繊維大学、長岡技術科学大学、東北大学、九州大学、(株)東レリサーチセンター、(独)産業技術総合研究所、早稲田大学)

(3) 固体高分子形燃料電池セルの劣化メカニズム解析と余寿命評価手法の開発

本テーマは、固体高分子形燃料電池セルの性能劣化機構を解明し、耐久性評価のための加速試験法を開発するとともに余寿命予測技術を開発し、燃料電池の早期実用化・普及促進を目的としたコンソーシアム型テーマである。国立大学法人横浜国立大学 教授 太田 健一郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

空気中の微量成分である窒素化合物や海塩粒子の電池性能劣化メカニズムを解析すると同時に、硫黄化合物添加時に検出されたフッ化物イオンの生成要因について精査した。また、加圧条件における白金溶出および析出メカニズムについて詳細に検討し、加圧による加速試験法の基礎を固めた。5000時間程度の定常運転データを用いて性能表示式の係数の経時変化を解析し、係数への時間項の導入による寿命予測式実現の可能性を得た。

(実施体制:(財)日本自動車研究所、(財)電力中央研究所一再委託(横浜国立大学、
芝浦工業大学))

(4)物質輸送現象可視化技術

本テーマは、燃料電池内部の水分布可視化ツールを開発し、燃料電池内部の水移動現象を計測する手法を確立することを目的とし、平成20年度から開始した新規コンソーシアム型テーマである。独立行政法人日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門 部門長 藤井保彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

中性子を利用した可視化技術開発に関しては、熱中性子ラジオグラフィ装置専用の燃料電池発電用ガス供給システムを整備するとともに、J-PARC(大強度陽子加速器施設)のパルス中性子を利用したイメージングシステムを開発した。また、中性子の散乱の影響を除去できるMCPコリメータの製作に成功し、高空間分解能での定量計測システムを構築したことに加え、2秒/CTの高速CT計測システムを開発し、3セルスタック内の水分布を計測した。さらに、中性子小角散乱/中性子ラジオグラフィの同時計測システムにより、単セル内の電解質膜、電極、ガス拡散槽、セパレータ流路内の各水分布を選択的にその場観察することに成功した。MRIに関しては、厚さ250 μ mのPEM単体において、膜厚方向の分解能 5 μ mの計測に成功し、更なる薄いPEMにおける可視化に目途を立てた。

(実施体制:(独)日本原子力研究開発機構、神戸大学一再委託武蔵工業大学、
東京工業大学)

研究開発項目②「要素技術開発」[委託]

格段の経済性・耐久性・効率の向上を可能とする固体高分子形燃料電池における各要素技術の開発を行うため、(1)から(7)のコンソーシアム型テーマ7件、(8)から(11)の単独実施テーマ4件をそれぞれ実施した。なお、(1)から(3)のテーマについては、追加公募を実施し研究の進展を図ったテーマであり、(4)から(7)のテーマについては平成20年度に新たに発足したテーマである。

(1)定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤技術開発

本テーマは、定置用燃料電池システムの低コスト化と高性能化を両立させるため、電池スタック主要部材(電解質膜・MEA等)を高信頼化・高ロバスト化する基盤技術の開発を目的としたコンソーシアム型テーマである。社団法人日本エネルギー学会 足立 晴彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

電解質膜・MEA材料の改良・評価を推進し、「高温低加湿条件下(80 $^{\circ}$ C以上、露点65 $^{\circ}$ C以下)において、750mV以上のセル電圧を維持し、かつセル電圧の経時的低下を1.5 μ V/hr以下に抑制する」という最終目標を達成できる見通しを得るとともに、実規模セルでの評価を通じ水分管理に係わる課題を明確化した。また、産学間の連携の下、微量不純物・水分の挙動に関する研究、各種不純物影響度のデータベース化、高耐久カソード触媒の研究を進め、セル設計・運転条件の最適化、システムの低コスト化に貢献できる知見を蓄積した。

(実施体制:(社)日本エネルギー学会、旭化成ケミカルズ(株)、旭硝子(株)、住友化学(株)、パナソニック(株)、(株)ENEOSセルテック、東芝燃料電池システム(株)、新日本石油(株)、東京瓦斯(株)、東京工業大学、大同工業大学、(独)産業技術総合研究所)

(2) 家庭用燃料電池システムの周辺機器の技術開発

本テーマは、家庭用燃料電池システムの抜本コストダウンに貢献する周辺機器の技術開発を目的としたコンソーシアム型テーマである。東芝燃料電池システム株式会社 永田 裕二氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

水処理装置、熱交換器、電力変換装置を新たな開発対象として、燃料電池システムメーカーと各対象機器のトップ技術を有する専門メーカー(再委託先)とが密接に連携した体制での技術開発に取り組んだ。まず、システムメーカーが協調して各対象機器に共通の開発目標(共通仕様)を設定し、各機器の専門メーカーに提示した。これを受けて、専門メーカーでは共通仕様達成のための要素技術の目処付けと一次試作機の開発を行った。さらに、システムメーカーによる一次試作機の評価を開始した。

(実施体制:東芝燃料電池システム(株)-再委託((株)リガルジョイント、田淵電機(株))、荏原バラード(株)-再委託((株)ティラド、(株)ウインズ)、パナソニック(株)、(株)ENEOSセルテック-再委託((株)アタゴ製作所、東京精(株))、富士電機アドバンステクノロジー(株)-再委託(オルガノ(株)、オリジン電気(株))、アイシン精機(株)-再委託((株)三五、三社電機製作所(株))

(3) 定置用燃料電池改質系触媒の基盤要素技術開発

本テーマは、革新的低コスト改質器を実現するための触媒とプロセスの開発を目的としたコンソーシアム型テーマである。出光興産株式会社 松本 寛人氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

改質およびCO変成開発触媒について実用性向上および量産化のための技術開発を実施した。改質触媒は、成型体化法を検討し、ほぼ目標強度の触媒成型体製造の目処を得た。CO変成触媒は、製造条件適正化を進め、3kg/バッチ規模までは目標仕様の触媒を得ることに成功した。また、コストダウンを目指し、新たなCO除去技術としてCO選択メタン化触媒開発に着手した。活性金属種をRuに固定し、開発を進めた結果、酸性質を有する担体を用いた場合に活性やCO選択性が向上するとの知見を得た。

(実施体制:出光興産(株)-再委託(工学院大学、名古屋大学)、三菱重工業(株)、広島大学、富士電機アドバンステクノロジー(株)、東芝燃料電池システム(株)、パナソニック(株)、日揮ユニバーサル(株)-再委託(京都大学、神奈川大学)、荏原バラード(株)、アイシン精機(株)、成蹊学園、東京大学)

(4) 高濃度CO耐性アノード触媒

本テーマは、燃料改質器のCO選択酸化触媒を省略した場合に想定されるCO濃度500ppmの改質ガスでも運転可能なアノード触媒の開発を目的とし、平成20年度から開始した新規コンソーシアム型テーマである。国立大学法人山梨大学 教授 内田 裕之氏をプロジェクト

リーダーとし、以下の研究開発を実施した。

組成・構造の最適化、担体との相互作用の活用等による白金合金系触媒のCO耐性の向上に取り組み、性能を大幅に向上させる指針を得た。また、低過電圧でCOを酸化できるRh-ポルフィリン系触媒の開発を実施した。さらに、触媒開発に際しては、CO被毒による電圧低下メカニズムを多角的に解析し、特性向上の指針を明確にした。

(実施体制:山梨大学、筑波大学、北海道大学、アイシン精機(株)、(株)ENEOSセルテック、東芝燃料電池システム(株)、パナソニック(株)、富士電機アドバンステクノロジー(株)、(独)産業技術総合研究所)

(5)低白金化技術

本テーマは、白金触媒使用量を現状の1/10レベルに低減する革新的な要素技術開発の開発を目的とし、平成20年度から開始した新規コンソーシアム型テーマである。同志社大学 教授 稲葉 稔氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

コアシェル化技術および結晶面、粒子サイズ制御技術の開発を進め、質量活性の向上と高耐久性の両立について見通しを得た。また、白金触媒の劣化機構を考察しながら、触媒微粒子の安定化のための材料開発および評価技術の開発を進めた。さらに、電極触媒内のイオン移動およびガス移動の抵抗、触媒層内の膜厚方向反応分布等の知見を得ながら、触媒層内の分極を低減する技術を検討した。

(実施体制:同志社大学、京都大学、千葉大学、大阪府立大学、大分大学、信州大学、横浜国立大学、東芝燃料電池システム(株)-再委託(東京大学)、パナソニック(株)、日産自動車(株)、(株)豊田中央研究所、アイシン精機(株)、新日本石油株式会社、(独)産業技術総合研究所)

(6)酸化物系非貴金属触媒

本テーマは、白金代替触媒の開発を目的とし、平成20年から開始した新規コンソーシアム型テーマである。国立大学法人横浜国立大学 教授 太田 健一郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

従来研究開発を行ってきたTa及びZr酸化物をベースとする触媒機能の向上を図るとともに、工業規模での生産の目途がついた。また、活性点に関する解析を進展させC及びNが触媒能と相関があることを示唆する結果を得た。Nb及びTiをベースとした化合物に関しては酸素還元開始電位が高い酸素還元触媒能を持つ可能性のあることが判った。さらに、開発中の触媒を用いたMEA作成、燃料電池スタック製造のための検討を進めた。

(実施体制:横浜国立大学、東京大学、アライドマテリアル(株)、昭和電工(株)、住友化学(株)、パナソニック(株)、日産自動車(株)、日本電気(株)、新日本石油(株)、太陽化学(株)-再委託(三重県工業研究所、北海道大学)、凸版印刷(株))

(7)カーボンアロイ触媒

本テーマは、白金代替触媒の開発を目的とし、平成20年から開始した新規コンソーシアム型テーマである。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。)シニアプログラママネージャー 宮田 清藏氏をプロジェクトリーダーとし、以下の実施体制で、以下の研究開発を実施した。

オーダーメイドポリマの合成手法とその炭素化方法の確立を行い、得られた炭素化物の酸素還元活性測定との比較より、高性能触媒の原料として有望なポリマ構造を見出した。また、カーボンアロイ触媒を高輝度放射光分析により解析し、活性に関わると考えられる有望な化学構造を特定することに成功した。この結果は量子力学計算により裏付けられた。さらに、第一原理量子力学計算より、このような化学構造の導入がフェルミ準位直下に状態を作り、これが活性に関わる可能性を示す結果を得ている。

(実施体制:東京工業大学、東京大学、群馬大学、日清紡績(株)、帝人(株))

北陸先端科学技術大学院大学一再委託((独)日本原子力研究開発機構))

(8)新規高温高耐久膜の研究開発

高温低加湿運転に適用可能で幅広い運転環境で高性能を示すフッ素系電解質膜を開発するため、1.5meq/g以上のイオン交換容量を有する電解質(EW値666以下)を試作すると同時に、セル温度120°C/20~40%RHで5,000時間以上(ON/OFF回数3万回)の耐久性を有する膜デザインを確立した。

(実施体制:旭化成ケミカルズ(株)一再委託先(ダイキン工業(株)))

(9)高性能炭化水素系電解質膜の研究開発

炭化水素系電解質膜において、OCVで1500h、連続発電2,000h、起動停止5,000回の耐久性を確認し、評価後MEAの断面解析から膜ポリマに劣化の無いこと、膜中に白金析出も無いことを確認した。さらに、最大の課題であった30%RH低加湿発電性能を格段に向上する可能性を見出すことができた。

(実施体制:東レ(株))

(10)高温熱利用型MEAの研究開発

カソード側アイオノマーの保水性、ガス拡散層の排水性、セパレータの面内温度分布の改善に取り組み、1kW級スタック試験で初期性能0.72V、電圧低下率4mV/1,000hrを達成した。また、高温での耐久性向上に向け、耐酸化性の強い酸化スズ担体触媒を試作し、MEAに組み込んで性能評価を行うとともに、今後の課題を抽出した。

(実施体制:三菱電機(株))

(11)高出力高耐久炭化水素系MEA

高プロトン伝導性新規バインダを開発するとともに、電極構造の改良やセル抵抗低減を進め、発電電圧750mV@250mA/cm²、連続発電2,000時間、起動停止19,400回を達成した。

(実施体制:(株)日立製作所)

研究開発項目③「実用化技術開発」[共同研究(負担率50%)]

定置用燃料電池の市場形成を確実にするため、セパレータ部材の生産技術等の実用化技

術開発として、4テーマをそれぞれ実施した。中間評価結果を踏まえて、カーボン系セパレータ(2テーマ)および金属系セパレータ(2テーマ)において、コスト見通しを得るための基礎的生産技術等の実用化技術開発を実施した。なお、カーボン系セパレータについては、成形時間短縮等の基礎検討も実施した。

(実施体制: 日立電線(株)、(株)日立製作所、住友金属工業(株)、日清紡績(株)、昭和電工(株))

研究開発項目④「次世代技術開発」[委託]

平成20年度に引き続き、固体高分子形燃料電池の本格普及期に必要と考えられる要素技術を支える革新的基礎・基盤技術の充実、高性能・低コストの次世代燃料電池のための新規材料の開発等の次世代技術開発テーマ43件をそれぞれ実施した。なお、平成20年度は公募により新規研究テーマ15件を採択した。一方、電極触媒開発の4分野(新規カーボン系触媒、酸化物系触媒、高耐CO濃度触媒、低白金化技術)、およびスタック内物質輸送現象可視化(中性子イメージング技術)に関連する研究テーマについては、平成20年度上期に公募したコンソーシアム型テーマに応募し、「要素技術開発」または「基礎的・共通の課題に関する技術開発」へ移行して継続実施することになった。また、平成18年度または平成19年度に採択の10テーマについて継続審査を実施し、更なる進展が期待される6テーマについては平成21年度まで研究を継続することとした。

なお、平成16年度採択テーマの9テーマについては、平成20年度を以て終了した。

実施状況及び進捗概要に関し、電極触媒の開発については、新規なカーボン系触媒、酸化物触媒系、高CO耐性触媒等の開発を行った。電解質材料については、新規なイオン液体、炭化水素系電解質材料、アニオン透過形電解質材料等の開発を行った。計測評価技術については、中性子ラジオグラフィを用いたカソード面内結露水のin-situ観察、三次元TEM(透過型電子顕微鏡)による電極触媒の立体的観察、陽電子消滅法による電解質劣化メカニズム、セル内物質移動の高精度測定、時間分解XAFSによる電極触媒電子状態のin-situ観察等を行った。計算科学による電極反応機構の解析では、第一原理計算を用いた電解質劣化メカニズム解析、燃料極の耐CO被毒性の検討、酸素極での酸素還元活性向上機構の検討、水素分子の解離吸着反応、マルチスケールシミュレーションによるMEA内物質輸送挙動などを解析した。

(実施体制: 上智大学、(独)産業技術総合研究所、名古屋大学、武蔵工業大学、千葉大学

神戸大学、横浜国立大学、東京大学、群馬大学、東京工業大学、神戸大学—再委託先
武蔵工大、山口大学、大阪大学、京都大学、九州大学、信州大学、三菱重工業(株)、
北海道大学、みずほ情報総研(株)—再委託先(千葉工業大学 東京大学)、(独)日本
原子力研究開発機構、北陸先端科学技術大学院大学、
筑波大学、東北大学、慶應義塾大学、(株)日本総研ソリューション、大阪府立大学
大分大学、早稲田大学、日産自動車、鶴岡高専、静岡大学、首都大学東京
(株)カネカ、(財)高輝度光科学研究センター、電気通信大学、名古屋工業大学)

4. 2 事業推移

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
実績額 エネルギー対策特別会計 (需給勘定)(百万円)	5,612	5,737	4,772	5,300
特許出願件数	65	96	79	71
論文発表件数	152	361	459	809
フォーラム等(件)	4	4	5	4

5. 事業内容

基礎的・共通的課題については産学連携コンソーシアム形式を中心に、要素技術開発・実用化技術開発はコンソーシアム形式または競争的環境下で、次世代技術開発については大学を主体に、研究開発をそれぞれ実施する。特に、基礎的・共通的課題、次世代技術開発についてはNEDO技術開発機構の宮田シニアプログラムマネージャーを中心とした研究開発マネジメントを行いながら推進する。実施体制については、別紙を参照のこと。また、研究開発成果の最大化を図ることを目的に、本事業で実施している研究テーマ間や別途実施している「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発/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」および「燃料電池先端科学研究事業」と必要に応じて連携を行う。

5. 1 平成21年度(委託・共同研究)事業内容

研究開発項目①「基礎的・共通的課題に関する技術開発」[委託]

自動車用燃料電池を始めとする固体高分子形燃料電池システム、スタック、セルそれぞれのレベルでの耐久性・経済性・性能の向上に資する基礎的・共通的課題の解決を図る。また、燃料電池の研究開発に資する解析評価技術等の開発を行う。

(1) 水管理によるセル劣化対策の研究

大同工業大学 教授 堀 美知郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

クラスター、細孔等の内部における水の凍結挙動の把握、また、凍結挙動に及ぼす環境因子及び材料因子の影響、凍結状態が発電性能に及ぼす影響を環境条件及び材料物性ごとに明らかにするとともに、細孔径の違いによる凍結温度の変化がセル劣化・破壊に及ぼす影響を明らかにし、破壊進行現象を解明する。

(実施体制:大同工業大学、立命館大学、三重県工業研究所)

(2) セル劣化要因の基礎研究とMEA耐久性の解析

国立大学法人京都大学 教授 内本喜晴氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

厳密なモデル化による「劣化要因の演繹的説明」と「劣化要因を強調した単セルによる検証」によって、主に三相界面に着目した触媒および電解質の劣化要因の緻密な基礎的解析研究をすすめる、高耐久性に向けた提言を行う。これまで得られた知見を基に、劣化プロトコルによるMEA劣化挙動の説明と試料合成、インピーダンス等の電気化学測定・三次元電子顕微鏡測定・X線吸収測定を用いた触媒／触媒担体劣化機構解析、モデル化合物の合成と劣化試験と計算化学を用いたイオノマー劣化機構説明を行う。

(実施体制:京都大学、京都工芸繊維大学、長岡技術科学大学、東北大学、九州大学、
(株)東レリサーチセンター、(独)産業技術総合研究所、早稲田大学)

(3) 固体高分子形燃料電池セルの劣化メカニズム解析と余寿命評価手法の開発

国立大学法人横浜国立大学 教授 太田 健一郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

燃料電池性能へ重大な影響を及ぼす空气中微量成分について、発電試験を実施して白金電極触媒や電解質膜成分の劣化に及ぼす影響を評価し、性能低下メカニズムの解明を目指す。電池劣化要因と加圧条件との関係精査による加圧下での電池劣化メカニズム解明や、電池劣化加速条件と電池部材の劣化加速割合の関係解析による劣化加速試験法開発を目指す。微量成分の影響を性能表示式に組み込むために必要なデータの取得や時間項を導入した性能表示式の妥当性検証を行う。

(実施体制:(財)日本自動車研究所、(財)電力中央研究所一再委託(横浜国立大学、
芝浦工業大学))

(4) 物質輸送現象可視化技術

独立行政法人日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門 部門長 藤井保彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

中性子イメージング技術の高空間分解能化に関して、中性子イメージング用検出器やマイクロCT技術の開発等を実施し、燃料電池内部の高精細画像を取得する。また、MRIにおいて、更なる薄いPEMにおける高空間分解能画像を取得できる計測法を構築する。この他、パルス中性子及び軟X線を利用した可視化法の燃料電池内部可視化への有効性を検証する。これら複数の可視化法で得られたデータを比較・検討し、相互補完的な利用も含めた燃料電池内の水移動現象の可視化・計測技術の確立を図る。

(実施体制:(独)日本原子力研究開発機構、神戸大学一再委託武蔵工業大学、
東京工業大学)

研究開発項目②「要素技術開発」[委託]

格段の経済性・耐久性・効率の向上を可能とする固体高分子形燃料電池の電極、電解質(MEAを含む。)、セパレータ、周辺機器、改質器等における高リスクな要素技術の開発を行う。

(1) 「定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤研究開発」

社団法人日本エネルギー学会 足立 晴彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

高温低加湿条件下においても高セル電圧保持と経時的低下抑制を同時に達成できる電解質膜・MEA材料、電池スタック設計・運転技術、ならびに不純物影響メカニズムと高耐久カソード触媒の研究成果を結集し、商用システムの低コスト化・高性能化に速やかに展開できる高口バースト・高信頼電池スタック技術を確立する。

(実施体制:(社)日本エネルギー学会、旭化成ケミカルズ(株)、旭硝子(株)、住友化学(株)、パナソニック(株)、(株)ENEOSセルテック、東芝燃料電池システム(株)、新日本石油(株)、東京瓦斯(株)、東京工業大学、大同工業大学、(独)産業技術総合研究所)

(2)「家庭用燃料電池システムの周辺機器の技術開発」

東芝燃料電池システム株式会社 永田 裕二氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

一次試作機のシステムメーカーによる評価を完了させ、評価結果を専門メーカーにフィードバックする。専門メーカーでは、一次試作機の耐久性評価および改良内容の検討を行い、それら評価・検討結果を包含した量産向け二次試作機の開発を行なう。さらに、二次試作機のシステムメーカーによる評価を行なう。

(実施体制:東芝燃料電池システム(株)-再委託(株)リガルジョイント、田淵電機(株)、(株)ウインズ)、パナソニック(株)-再委託(株)ティラド)、(株)ENEOSセルテック-再委託(株)アタゴ製作所、東京精(株)、富士電機アドバンステクノロジー(株)-再委託(オルガノ(株)、オリジン電気(株)、アイシン精機(株)-再委託(株)三五、三社電機製作所(株))

(3)定置用燃料電池改質系触媒の基盤要素技術開発

出光興産株式会社 松本 寛人氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

平成20年度の開発結果をもとに、改質およびCO変成開発触媒の量産技術検討を行うとともに、耐久性の確認を行い、実改質器による評価を行う。CO選択メタン化触媒についてはRuに活性化金属成分を加えた触媒の開発を行うとともに、プロセスや反応器の設計を実施する。

(実施体制:出光興産(株)-再委託(工学院大学、名古屋大学)、三菱重工業(株)、富士電機アドバンステクノロジー(株)、東芝燃料電池システム(株)、パナソニック(株)、日揮ユニバーサル(株)-再委託(京都大学、神奈川大学)、アイシン精機(株)、成蹊学園、東京大学)

(4)高濃度CO耐性アノード触媒

国立大学法人山梨大学 教授 内田 裕之氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

開発触媒の更なる高性能化と耐久性評価に取り組む。また、開発触媒を用いた高CO耐性MEAを開発し、500ppmの高濃度COを含む改質燃料での最適運転条件を検討する。さらに、起動時や負荷変動時に2,000ppmのCOが一時的に混入し、性能低下が生じても、CO濃度が低下した際には性能が復旧できる運転方法を開発する。

(実施体制:山梨大学、筑波大学、北海道大学、アイシン精機(株)、(株)ENEOSセルテック、
東芝燃料電池システム(株)、パナソニック(株)、富士電機アドバンステクノロジー(株)、
(独)産業技術総合研究所)

(5)低白金化技術

同志社大学 教授 稲葉 稔氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

コアシェル化技術および結晶面、粒子サイズ制御技術の開発を進め、2015年までに質量活性10倍を見通し可能な高活性触媒技術を開発する。また、高活性触媒に適用可能な高耐久化技術を開発し、開発した高耐久化技術を2nm相当径の白金系触媒を用いて実証する。さらに、高活性触媒の有効利用のための触媒層設計および分極低減法に関する指針を得る。

(実施体制:同志社大学、京都大学、千葉大学、大阪府立大学、大分大学、信州大学、
横浜国立大学、東芝燃料電池システム(株)-再委託(東京大学)、パナソニック(株)、
日産自動車(株)、(株)豊田中央研究所、アイシン精機(株)、新日本石油株式会社、
(独)産業技術総合研究所)

(6)酸化物系非貴金属触媒

国立大学法人横浜国立大学 教授 太田 健一郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

触媒製造技術、理論解析を進展させ、素材として目標通りの酸素還元開始電位が高い高活性触媒を作製する。触媒の工業生産に関しても、製造方法、作製条件の最適化を行い、目標通りの活性の高い粉末触媒の製造を実証する。この試料を用いて、MEAを作製し、酸化物系カソードを用いた燃料電池単セルを作り、発電特性を調べ、電池としての機能を検証する。以上より、実験的に、また理論的に酸化物系非貴金属カソード触媒の実現可能性を明確にする。

(実施体制:横浜国立大学、東京大学、アライドマテリアル(株)、昭和電工(株)、住友化学(株)、
パナソニック(株)、日産自動車(株)、日本電気(株)、新日本石油(株)、
太陽化学(株)-再委託(三重県工業研究所、北海道大学)、凸版印刷(株))

(7)カーボンアロイ触媒

NEDO技術開発機構 シニアプログラムマネージャー 宮田清蔵氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

平成20年度の成果を利用することで、より高性能なオーダーメイドポリマの合成とそれに最適な炭素化技術の開発を行う。特に、炭素化過程の解析と、放射光分析そして量子化学計算の立体的な組み合わせにより、カーボンアロイ触媒の更なる高性能化を図る。同時に、表面化学的な観点より、グラフェンを用いたモデル的検討、そして耐久性に関する検討も同時展開で進める。

(実施体制:東京工業大学、東京大学、群馬大学、日清紡績(株)、帝人(株)
北陸先端科学技術大学院大学-再委託((独)日本原子力研究開発機構))

(8)新規高温高耐久膜の研究開発

フッ素系材料を用いた電解質膜については、セル温度120°C/20~40%RHにて0.6V以上@1A/cm²以上の出力特性を有し、セル温度80°C/20~40%RHで5,000時間以上(ON/OFF回数30万回)及びセル温度120°C/20~40%RHで500時間以上(ON/OFF回数30,000回)の耐久性を実証する。

(実施体制:旭化成ケミカルズ株)

(9)高性能炭化水素系電解質膜の研究開発

炭化水素系材料を用いた電解質膜については、低加湿発電性能の向上した膜やMEAでの様々な耐久性評価および評価後のポリマ解析により、課題等の抽出を行う。

合わせて、実用条件下での発電評価も推進し、これらを踏まえた膜ポリマ構造改良指針により性能向上を図る。

(実施体制:東レ株)

(10)高温熱利用型MEAの研究開発

より高温での高性能・高耐久性MEAの実現に向け、新たな触媒担体の適用、加湿環境改善の検討による信頼性向上、高耐久・高性能化を図る。

(実施体制:三菱電機株)

(11)高出力高耐久炭化水素系MEA

高プロトン伝導性バインダと電極の改良により、炭化水素系MEAの高出力化と高耐久性化を推進する。

(実施体制:株日立製作所)

研究開発項目③「実用化技術開発」[共同研究]

定置用燃料電池の市場形成を確実にするため、固体高分子形燃料電池の高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けた燃料電池用セパレータの基礎的生産技術等の実用化技術開発を引き続き行う。カーボン系セパレータについては、基本性能を維持しつつコスト見通しを得るために、成形時間短縮等の検討を継続実施する。金属系セパレータに関しては、実用想定条件下での耐久性検証と、コスト見通しを得るためのプロセス改良等の検討を継続実施する。

(実施体制:日立電線株、株日立製作所、住友金属工業株、日清紡績株、昭和電工株)

研究開発項目④「次世代技術開発」[委託]

平成20年度に引き続き固体高分子形燃料電池の本格普及期に必要と考えられる要素技術を支える革新的基礎・基盤技術の充実、高性能・低コストの次世代燃料電池のための新規材料の開発等の次世代技術開発テーマ30件を実施する。

電極触媒の開発においては、コンソーシアム型テーマにて現在検討されていない新規なカーボン系触媒、酸化物触系媒、高CO耐性触媒等に関する開発をそれぞれ実施する。電解質材料については、新規なイオン液体、炭化水素系電解質材料、アニオン透過形電解質材料等の開発を行う。計測評価技術においては、陽電子消滅法による電解質劣化メカニズム、セル内物

質移動の高精度測定、時間分解XAFSによる電極触媒電子状態のin-situ観察等による触媒反応の素過程解析等を実施し、劣化メカニズム解明に資する。計算科学による電極反応機構の解析では、第一原理計算を用いた電解質劣化メカニズム解析、燃料極の耐CO被毒性の検討、酸素極での酸素還元活性向上機構の検討、水素分子の解離吸着反応、マルチスケールシミュレーションによるMEA内物質輸送挙動などの解析を実施し、メカニズム解明に資する。なお、テーマ間の連携・集約化を念頭に置き各テーマの研究開発を推進する。

(実施体制:上智大学、(独)産業技術総合研究所、名古屋大学、武蔵工業大学、東京工業大学、九州大学、横浜国立大学、信州大学、三菱重工業(株)、京都大学、北海道大学、みずほ情報総研(株)一再委託先(千葉工業大学 東京大学)、東北大学、大阪府立大学、早稲田大学、日産自動車、鶴岡高専、静岡大学、東京大学、首都大学東京、(株)カネカ、(財)高輝度光科学研究センター、電気通信大学、千葉大学、名古屋工業大学)

5.2 平成21年度事業規模

エネルギー対策特別会計(需給勘定) 4,176百万円(継続)

事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

(1) 評価について

NEDO技術開発機構は、政策的観点から見た制度の意義、目標達成度、将来の産業への波及効果、効果的な制度運営等の観点から、制度評価指針に基づき、外部有識者による事後評価を実施する。当該評価の実施時期については、平成22年度以降に実施予定の新事業に評価結果を適切に反映するため、本制度終了前の平成21年11月下旬頃までを目処に行う。

(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、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、プロジェクトの目的及び目標に照らして本研究開発の適切な運営管理を実施する。また必要に応じて、外部有識者の意見を運営管理に反映させる。

(3) 固体高分子形燃料電池関連の他事業との連携

NEDO技術開発機構は、別途実施している「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発/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」および「燃料電池先端科学研究事業」と必要に応じ相互連携を実施し、相乗効果が得られるような運営を行うものとする。

(4) 平成22年度の新事業立ち上げに関する準備

平成22年度に本事業の後継事業等を立ち上げるに当たり、様々なチャネルを駆使して現状の技術レベル等を把握するとともに解決すべき課題を明確にして、平成22年度以降の事業内容を構築する。

(5)複数年度契約の実施

複数年度契約による研究開発を実施することを基本とする。

7. スケジュール

平成21年3月上旬	部長会
5月下旬	公募予定(調査研究)
11月下旬	事後評価

8. 実施方針の改訂履歴

- (1)平成21年3月 制定
- (2)平成21年7月 荏原バラード(株)の解散による実施体制の変更

(別紙)事業実施体制の全体図

「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発」実施体制

