

平成 1 9 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 新エネルギー技術開発プログラム
 (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 1 5 条第 1 項第 1 号ハ

3. 背景及び目的・目標

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（ CO_2 ）・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。本技術開発事業は、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（ CO_2 ）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。

燃料電池は、従来の内燃機関等に比べて効率が大きく、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（2001年3月閣議決定）、エネルギー基本計画（2003年10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、最近では、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

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。

この目的のために、2009年（平成21年）において以下の技術目標を達成するため、基礎的・共通の課題に関する技術開発、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。技術目標は、本格普及期〔2020年～2030年頃〕における技術レベルを念頭に置き、以下の技術レベルを実現し得る要素技術を確立することとする。なお、各研究項目の開発目標及び実施内容の詳細については、提案書に記載されたものを踏まえ、採択が決定した後、NEDO技術開発機構と提案者との間で協議の上、実施計画上で定めるものとする。

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18年度（委託）事業内容

研究開発項目①「基礎的・共通の課題に関する技術開発」（継続、100%委託）

「基礎的・共通の課題に関する技術開発」では、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・共通の課題の解決を図るため、（1）～（5）のコンソーシアム型プロジェクト5件を実施した。各プロジェクトの進捗状況は以下の通り。

(1) 水管理によるセル劣化対策の研究

(委託先：大同工業大学、東京電機大学、東レリサーチセンター(株)、信州大学、立命館大学、(株)K R I、三重県科学技術振興センター、三重大学、大同特殊鋼(株))

平成18年度は、自動車用PEFCの課題である低加湿化の観点から高温・常圧運転の可能性を評価。また、劣化メカニズムの解明に向け、各種部材(電解質膜、電極触媒及びセパレータ)の劣化要因の特定・絞込みのための評価解析を実施。(継続中)

(2) 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

(委託先：山梨大学、早稲田大学、(株)島津製作所、富士電機アドバンステクノロジー(株)、(株)日立製作所、東京エレクトロン(株))

平成18年度は、酸素濃度検出試薬の改良・最適化を行うとともに、酸素・水分・温度の可視化のための基礎技術を確立。また、定置用可視化セル及び携帯用可視化セルを試作し酸素濃度の可視化を実証。

(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

(委託先：(財)日本自動車研究所、(財)電力中央研究所)

平成18年度は大気中に含まれる様々な微量成分の濃度測定と硫黄&窒素化合物の影響調査を実施。硫黄化合物による劣化は総量に依存し不可逆的ものと判った。また、性能低下要因毎の数式化を実施中であり、余寿命評価に繋げる。微量成分による劣化現象解明では、微量成分の白金溶出に対する影響調査を実施。塩素イオンや硫黄系は白金溶出を加速させる傾向にある事が確認された。

(4) 固体高分子形燃料電池スタックの劣化解析基盤研究

(委託先：大阪ガス(株)、東京ガス(株)、新日本石油(株)、三洋電機(株)、松下電器産業(株)、東芝燃料電池システム(株)、(独)産業技術総合研究所、京都大学、同志社大学、横浜国立大学)

平成18年度は、主要劣化要因の検証とその劣化機構、および劣化加速手法の提示を目標として、アノード側では耐CO被毒性の低下、カソード側では濡れの進行によるガス拡散性低下を加速的に発生させる条件にて1kWスタック単体、1kWシステムで運転評価試験を実施。その結果、起動停止条件、および高電流密度条件にて、定常運転時の劣化を加速できることが判明した。

(5) セル劣化要因の基礎研究とMEA耐久性の解析

(委託先：(財)大阪科学技術センター、京都大学、京都工芸繊維大学、長岡技術科学大学)

平成18年度は、XAFS/電気化学測定によりPt触媒の粒径効果を解析し、直径2~3μmに最適値があること、またモデルセルにより、Pt触媒の劣化要因と電位との相関があることを確認した。電解質材料については、パーフルオロスルホン酸主鎖の一部をH化した4種類のモデル化合物を合成した。さらに、素性の分かったMEAを作成し、フル加湿及び低加湿(ΔT=10℃)での耐久試験を実施した。

研究開発項目②「要素技術開発」(継続、100%委託)

「要素技術開発」では、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、3件のコンソーシアム型プロジェクト、6件の単独実施テーマ、1件の共同実施テーマを実施した。

コンソーシアム型プロジェクト3件についての進捗は以下の通り。

(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

(委託先：(社)日本エネルギー学会、旭化成ケミカルズ(株)、旭硝子(株)、松下電器産業(株)、三洋電機(株)、新日本石油(株)、東京瓦斯(株)、東京工業大学)

平成18年度は電解質膜・MEAの高信頼化・高ロバスト化のため、運転条件変動の耐久試験を開始し、MEA仕様・変動要因の影響を検討し、劣化解析を実施。さらに改良膜を試作し、ロバスト性の実証を開始。

(2) 家庭用燃料電池システムの周辺機器の技術開発

(委託先：松下電器産業(株)、荏原バロード(株)、三洋電機(株)、東芝燃料電池システム(株)、富士電機アドバンステクノロジー(株))

平成18年度は、回転機を中心に、各補機メーカーが共通仕様要求(流量、揚程、温度などの条件)を満足し得る周辺機器を開発し、補機消費動力の低減も確実に進展した。耐久性に関しては、回転系の機器で、空気軸受、キャンド型+樹脂系軸受など新たな要素技術が適用され4万時間以上の見通しを得ることができた。更に、当初コスト見込み値(41万円@1万台/年)に対して、顕著なコストダウン効果(12万円@1万台/年)が見えてきた。

(3) 定置用燃料電池改質系触媒の基盤要素技術開発

(委託先：三菱重工業(株)、広島大学、新日本石油(株)、富士電機アドバンステクノロジー(株)、出光興産(株)、東芝燃料電池システム(株)、松下電器産業(株)、東京ガス(株)、三洋電機(株))

平成18年度は、均一沈殿法、共沈最適調製法などによるCO変性用卑金属系触媒を新たに提案し、その初期特性データを取得した。更に貴金属低減のため、超臨界乾燥法、メカノケミカル法などを新たに試行した。運用面では、標準Cu触媒で各種DSSパージによる劣化度合いを把握し、停止時の水蒸気凝縮が劣化を加速することを明らかにした上で、劣化抑制に有効なドライガス(都市ガス)パージを提案し、その効果を確認した。

6件の単独実施テーマ、1件の共同実施テーマについての進捗は以下の通り。

(委託先：旭化成ケミカルズ(株)、三菱電機(株)、三菱重工業(株)(再委託：広島大学)、(株)カネカ、日立製作所(株)、東レ(株)、東芝燃料電池システム(株)－NOK(株))

①平成18年度は、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材料を開発するため、ペーパポリマー材料に添加物を加えて過酸化水素ラジカル耐性を改良した複合膜を開発。この複合膜を用いたMEAで、100℃/50%RH耐久性試験にて、5000時間(6万回起動停止：1200回/100時間)の耐久性を確認。100℃/20%RH耐久性も並行して確認する予定。

②高温・低加湿対応の炭化水素系電解質膜を開発するために電解質膜と触媒層の界面接合状態を改善し、DMFCにおける出力100mW/cm²以上と4,000hの耐久性。更に、結晶性を有するポ

リマ高次構造制御を行い、良好なプロトン伝導性、機械特性、発電性能、耐久性を実現。

③高温（80℃）・高耐久MEAを開発するために、触媒層の保水性向上とさらなる電極構造の適正化、運転条件の最適化ならびに流量均一化による H_2 反応分布の平準化等により、 H_2 電圧低下率（4 mV/1000hrs）および H_2 初期性能（0.72V@0.25A/cm²）とも達成の見込み。

④オール炭化水素系MEAを開発するために、高耐酸化性・高耐メタノール溶解性を有するDMFC用炭化水素系バインダを開発し、触媒ペーストの微分散化を検討した。DMFC用は高出力化が今後の課題。バインダの仕様変更および電極形成プロセス改良により性能向上を図る。PEFC用は耐久性評価中。連続発電試験および劣化メカニズムの分析とその対策を図る。

⑤DSS対応長寿命MEAを開発するため、炭化水素系膜を用いた触媒層形成条件の最適化を検討するとともにラジカル捕捉層形成MEAの最適化構造を検討した。

⑥さらに、燃料電池スタックのシールの耐久性向上を目的に、ガスケット及び固体高分子膜のクロスリーク量低減に向けた開発を進めており、要求仕様まとめ・劣化因子の抽出・電流密度分布測定による負荷条件基礎データ取得・加速試験方法の検討・劣化模擬電池におけるCO被毒を想定したフッ素搬出量の測定などを実施した。

研究開発項目③「実用化技術開発」（継続、50%共同研究）

（委託先：東レ(株)、ジャパングアテックス(株)、三菱重工業(株)、(株)ジーエス・ユアサコーポレーション、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)、長野計器(株)）

「実用化技術開発」では、定置用燃料電池の市場形成を確実にするための燃料電池スタック、膜・電極接合体やセパレータ等の部材、周辺機器等の基礎的な部材の生産技術等の実用化技術開発9テーマを実施した。

平成18年度は、燃料電池システムの実用化を促進するために必要な、電極触媒、膜・電極接合体、セパレータ、周辺機器について、生産技術に関する開発を実施。具体的には、超少量白金系触媒担持カーボン粉末を用いた電極適用基礎技術の確立、セパレータについては、組成の選定および好適化、成形方法・成形条件の確立、膜・電極接合体については、構造の好適化および生産プロセスの検討を行った。また周辺機器として、ダイアフラムポンプの長寿命化の検討を行った。

研究開発項目④「次世代技術開発」（継続、100%委託）

（委託先：北海道大学、東北大学、筑波大学、東京大学、東京工業大学、東京農工大学、慶応義塾大学、東京理科大学、上智大学、武蔵工業大学、千葉大学、群馬大学、横浜国立大学、信州大学、長岡技術科学大学、豊橋技術科学大学、北陸先端科学技術大学院大学、名古屋大学、京都工芸繊維大学、京都大学、大阪大学、大阪府立大学、神戸大学、兵庫県立大学、山口大学、九州大学、九州工業大学、（独）産業技術総合研究所、早稲田大学、(株)東レリサーチセンター、みずほ情報総研(株)、三菱重工業(株)）

平成18年度は前年度に引き続き、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・低コストな次世代燃料電池のための新規材料の開発等を実施した。また、公募を実施し、新規研究テーマ9件を採択

した。

新材料の開発においては、脱白金触媒の開発について、新規なカーボン系触媒、酸化物触媒等の開発を、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等の開発を行った。計測評価技術においては、中性子ラジオグラフィを用いたカソード面内結露水の動的挙動のその場観察や、超音波による水分計測、三次元TEMによる電極触媒の立体的観察、ERSや陽電子消滅法による電解質劣化メカニズム等を検討した。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などを解析した。

なお、平成16年度開始の15テーマ及び平成17年度開始の32テーマについては中間進捗状況を評価し、研究期間を延長することでさらなる進展が期待される研究テーマについては来年度も「次世代技術開発」として研究継続することとした。

4. 2 事業推移

	平成17年度	平成18年度	平成19年度
実績額 石特会計（百万円）	5,612	5,668 （見込）	—
特許出願件数	65	96	—
論文発表件数	152	361	—
フォーラム等（件）	4	4	—

5. 事業内容

（1）平成19年度事業内容

本研究開発は、基礎的・共通的課題・次世代技術開発については宮田シニアプログラムマネージャーが中心となって研究開発マネジメントを行いながら推進する。研究開発の実施にあたっては、以下の研究開発項目について研究開発を実施する。また、各研究主体は、それぞれの研究テーマの達成目標を実現すべく、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で、要素技術開発・実用化技術開発は競争的環境下で研究開発を実施する。

研究開発項目①「基礎的・共通的課題に関する技術開発」

自動車用燃料電池をはじ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基盤技術開発を行う。

なお、「セル劣化要因の基礎研究とMEA耐久性の解析」については、高分子膜の分解過程解明を加速するために、平成18年度まで次世代技術開発の委託先として膜分解挙動解明等の基礎研究を実施してきた長岡技術科学大学（野坂教授）及び東北大学（古山助手）を新たに実施機関として追加し、研究体制を強化する。

研究開発項目②「要素技術開発」

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、電解質膜（膜・電極接合体を含む。）、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。

a. 電極

- ・触媒活性向上（特にカソード側）、CO被毒・高温作動を含めた各種条件における耐久性向上等の課題解決に資する触媒開発、触媒担体開発、触媒層及びガス拡散層の高性能化等の研究開発を行う。
- ・白金使用による高コスト化、資源制約を解消するための白金使用量低減、白金代替触媒の開発等の研究開発を行う。

b. 電解質膜（膜・電極接合体を含む。）

- ・イオン導電性向上、高温作動、低加湿作動、耐久性向上、低コスト化等の課題解決に資する新規材料等の研究開発を行う。
- ・膜・電極接合体に使用される触媒被覆用樹脂等について、電解質との適合性、性能向上等についての研究開発を行う。

c. セパレータ

- ・電気抵抗低減、耐久性向上、低コスト化等の課題解決に資する新規材料等の研究開発を行う。

d. 周辺機器類

- ・消費電力低減、耐久性向上、低コスト化等の課題解決に資する新規材料等の研究開発を行う。

e. 改質器

- ・脱硫、改質、CO変成、CO除去の各工程における、高効率化、低コスト化、耐久性向上等の開発項目について、その課題解決に資する触媒開発、新プロセス開発等の研究開発を行う。
- ・システムの小型・軽量化等の課題解決のため、必要に応じて改質器の構造開発等に取り組む。

f. システム化技術開発

- ・上記a. からe. の要素技術の最適化、高度な制御技術、これまでの概念にとらわれない革新的な概念設計等の研究開発により、格段の低コスト化、高効率化、商品性の向上等を図るためのシステム化技術開発を行う。

研究開発項目③「実用化技術開発」

定置用燃料電池の市場形成を確実にするための燃料電池スタック、膜・電極接合体やセパレータ等の部材、周辺機器等の基礎的な部材生産技術等の実用化技術開発を行う。

研究開発項目④「次世代技術開発」

将来の燃料電池自動車の普及期における燃料電池の格段の高効率化・低コスト化・信

頼性向上に資する新規電解質膜・白金代替触媒等の先導的・基礎的研究開発、従来の燃料電池の概念にとらわれない高性能燃料電池の研究開発及び燃料電池の研究開発に資する先進的な解析評価技術等基盤的研究を行う。

(2) 平成19年度事業規模

石特会計（エネ高） 5,027百万円（継続）

6. その他重要事項

(1) 評価について

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19年10月頃実施する。

また、研究開発項目④「次世代技術開発」については、平成17年度及び18年度開始の研究テーマについて外部有識者による技術評価を実施する。また、次世代技術開発については、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、制度評価を制度評価指針に基づき、内部評価により平成19年9月頃までに実施する。評価の時期については、本制度に係る技術動向、政策動向や本制度の進捗状況等に応じて、設定するものとする。また、評価結果を踏まえ、必要に応じて制度の拡充・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

(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) 複数年度契約の実施

次世代技術開発については、平成19年度において新規テーマの公募を実施し、平成19～20年度の複数年度契約を行う。

(4) 年間スケジュール

平成19年3月8日

部長会

4月下旬

平成19年度次世代技術開発について公募を予定