

## 平成18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15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（ $\text{CO}_2$ ）・交通量の多い都市部等における地域環境問題（ $\text{NO}_x$ 、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（ $\text{CO}_2$ ）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（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

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件を採択した。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)KRI、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17年度はセルの各種部材(電解質膜、電極触媒及びセパレータ)の劣化メカニズムの解明に向け、定常負荷運転下での劣化メカニズム探索のためのデータ取得を開始した。

(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17年度は可視化システムの基本設計における概念を確立し、計測システムの具体的な設計指針を示した。酸素濃度検出試薬の設計・合成を行い、定置用及び携帯用燃料電池のプロトタイプ単セルの仕様を決定した。

(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、(再委託：横浜国立大学))

平成17年度は、発電性能に及ぼす大気中微量ガス成分の影響調査を開始した。また、単セルによる性能評価データ取得を開始した。更に、白金溶出速度の因子(電極電位変化、温度、微量添加物量)について、モデルで検討した。

(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17年度は、昨年度から実施しているスタックの定格連続運転を継続するとともに、起動停止・負荷変動・低負荷試験用スタックを試作した。システム連続運転時間は5千時間を越え、今後スタックの劣化状態を確認する。

(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17年度は、メニスカス電極、触媒、膜の研究を開始。モデル電極でメニスカスの生成を確認。高硫酸濃度で白金の溶解と思われる現象を確認。単セル評価装置でのセル仕様、運転モードを検討した。

研究開発項目②「要素技術開発」(継続、100%委託)

(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)(再委託：信州大学)、東芝燃料電池システム(株)－NOK(株))

「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、6件の単独実施テーマ、1件の共同実施テーマ、3件のコンソーシアム型プロジェクトを採択した。

上記のうち、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。

平成17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、様々な運転条件における膜・MEA劣化要因を抽出し劣化メカニズムを推定した。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、高温および低加湿雰囲気下でのプロトン伝導性の発現に適した電解質材料の主鎖骨格構造、プロトン伝導性官能基の構造、導入量および導入形態の設計指針を取得し、プロトン伝導体の合成を検討した。炭化水素系電解質膜の耐久性を向上させるため、応力集中抑制とスクラッチ低減を検討し、さらに新たな電解質ポリマ構造を設計した。

また、高温・高耐久MEAを開発するために、MEA構造、ガスシール/MEA一体型構造、高排水性MEA構造、ガス供給均一化ガス拡散層の多孔構造、セパレータ流路構成を検討した。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。DSS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。

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。

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)

電解質膜・MEAの高信頼化・高ロバスト化を達成するため、電解質膜では性能向上・品質改良膜を試作した。また不純物の影響検証、触媒層改良検討、GDL改良検討、突発劣化加速試験、初期発電特性の温度変化や湿度変化等を開始した。

(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)、荏原パワード(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))

周辺機器の目標スペックを統一仕様として細部まで検討してまとめた。また燃料電池スタックおよび燃料処理器以外の周辺機器において、高性能で格段の耐久性向上・低コスト化を可能にするため、それぞれの機器等の方式に応じて材質、形状、検出方式、構造等の要素技術開発及び試作後の耐久性試験などを開始した。

(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))

改質系触媒の低コスト化、長寿命化のため、今年度は、改質系触媒の先行知見の課題整理、触媒仕様の明確化、標準運転条件の選定を行うとともに、卑金属系を主体とした有望な各種触媒の一次選定を行った。

#### 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テーマを採択した。

平成17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開始した。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、組成の選定および最適化、成形方法・条件の確立、膜・電極接合体については、構造の最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、群馬大学、横浜国立大学、信州大学、豊橋技術科学大学、京都工芸繊維大学、京都大学、大阪大学、山口大学、九州大学、九州工業大学、大阪府立大学、兵庫県立大学、（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)（再委託：東京大学、千葉工業大学）、三菱重工業(株)（再委託：東京大学））

平成17年度は、公募を実施し、研究テーマ31件を採択した。具体的な研究内容は、酸化物や炭化物などを用いた白金代替触媒の開発（低コスト化）、イオン性液体や無機固体酸塩による新規電解質膜の開発（高性能化）、GDL中の水分挙動等の物質移動メカニズム解析（高性能化）、金属セパレータの新規被覆技術開発（耐久性向上）、陽電子消滅法や三次元電子顕微鏡等を利用した新たな評価技術開発（高性能化）などであり、予備実験や事前検討実験を実施し、研究開発方向の確認や研究開発プロセスの検討を行った。

#### 「先導的基礎技術研究開発」（一部継続、100%委託）

（委託先：北海道大学、東北大学、千葉大学、群馬大学、東京工業大学、東京農工大学、静岡大学、信州大学、豊橋技術科学大学、長岡技術科学大学、北陸先端科学技術大学院大学、神戸大学、京都大学、京都工芸繊維大学、大阪大学、奈良女子大学、山口大学、九州大学、北九州市立大学、慶応義塾大学、東京理科大学）

本研究開発項目は、昨年度終了した固体高分子形燃料電池システム技術開発事業の一つの研究開発項目として平成16年度に立ち上げたものであるが、今年度から本事業におけ

る次世代技術開発の一環として位置付けて研究を継続実施している。平成17年度は前年度に引き続き、固体高分子形燃料電池の実用化に向けた技術開発を支える基礎・基盤の充実、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。

電池セル内の水分等の物質移動現象の計測技術においては、中性子ラジオグラフィを用いたカソード内結露水の動的挙動のその場観察や、微小コイルNMRによる水分分布測定、超音波による水分計測等を検討した。また電流密度分布の非接触評価手法として微小磁場法を試みた。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て燃料極の耐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。触媒基礎研究として規則配列された白金単原子層での触媒能を探索した。劣化機構解明のための測定技術として、白金触媒の腐食による微量白金溶出の計測手法を確立した。また、電解質膜中に発生するラジカルを電子スピン共鳴法にて、劣化による膜構造変化を核磁気共鳴法にて検出し、劣化機構を考察した。

研究開始後約1年で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。

## 5. 事業内容

### (1) 平成18年度事業内容

本研究開発は、燃料電池・水素技術開発部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、競争的環境下で研究開発を実施する。17年度に構築した計画・体制についても不断の見直し、最適化を図りながら研究開発を推進する。

#### 研究開発項目①「基礎的・共通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。

#### 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。研究終了前に技術評価を実施し、研究を継続することによりさらに進展が期待されるテーマについては研究を継続する。

#### (2) 平成18年度事業規模

石特会計（エネ高） 5,635百万円

#### 6. その他重要事項

##### (1) 委託先の決定について

本研究開発は委託により行う。必要に応じて公募により委託先を募集し、NEDO技術開

発機構の契約・助成審査委員会にて委託先を決定する。

(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) 年間スケジュール

2006年2月23日	部長会
2006年2月28日	運営会議

なお、次世代技術開発については、平成18年度中に新規テーマの公募を実施する予定。