

「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	10
評点結果	15

はじめに

本書は、第32回研究評価委員会において設置された「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」（事後評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成24年10月19日））において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第34回研究評価委員会（平成25年1月15日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成25年1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「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」分科会
（事後評価）

分科会長 松永 守央

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
「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」（事後評価）

分科会委員名簿

(平成24年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	まつなが もりお 松永 守央	九州工業大学 学長
分科会長 代理	しもつ まさてる 下津 正輝	前 徳島文理大学 理工学部 機械創造工学科 教授
委員	いずみ まさあき 泉 政明	北九州市立大学 国際環境工学部 機械システム工学科 教授
	ひびの たかし 日比野 高士*	名古屋大学 大学院環境学研究科 都市環境学専攻 教授
	ひらた よしひろ 平田 好洋	鹿児島大学 大学院理工学研究科 化学生命・化学工学専攻 教授
	もり としゆき 森 利之	独立行政法人 物質・材料研究機構 環境エネルギー材料部門 電池材料ユニット 燃料電池材料グループ グループリーダー
	よしたけ まさる 吉武 優	燃料電池開発情報センター 常任理事

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一大学であるが、所属部署が異なるため（実施者：名古屋大学大学院工学研究科機械理工学専攻）「NEDO 技術委員・技術評価委員規程(平成23年7月7日改正)」第34条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

プロジェクト概要

		最終更新日	2012年10月11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	固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発	プロジェクト番号	P08004
担当推進部/担当者	新エネルギー部 担当者氏名 山本将道、町井謙二、堀内賢治（2012年9月現在） （過去の担当者） 細井敬、中原貢、伊藤正紀、深江守、高橋（康）、小林（晋）、横本		
0. 事業の概要	固体酸化物形燃料電池（SOFC）は、他の発電システムに比べて発電効率が高く、また天然ガス・石炭ガス化ガス等多様な燃料に対応が可能であり、小規模分散型から大規模火力代替システムまで広い適応性を有している。本事業は、SOFCシステムを早期に市場導入するために必要な基礎研究と要素技術開発を実施して、その基盤技術を確立することを目的とする。そのため、実用化・普及に必要な耐久性・信頼性向上、低コスト化等の課題を解決するための基礎的・課題に関する研究開発、およびSOFCシステムの実用性を向上させる要素技術（運用性向上のための起動停止技術、超高効率発電のための高圧運転技術）の開発を行う。		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>(1) 政策上の位置付け</p> <p>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。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、官民双方が方向性を共有することで、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旨とし、「エネルギーイノベーションプログラム」が制定されている。本事業は、この「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> <p>(2) NEDOが関与する意義</p> <p>SOFCシステムの実用化のためには、セルスタックの劣化機構の解明と信頼性・耐久性の向上が不可欠であるが、高温下での物質拡散・反応、構造変化、セラミックスの機械的特性、不純物の影響などを総合的に把握する必要がある。その技術的難易度は極めて高いため、実用化へ向けた課題抽出・試作改善を行う産業界と、劣化機構に関する集学的な解明を行う学術界の緊密な連携が不可欠である。</p> <p>さらに、NEDOが本事業と並行実施している「固体酸化物形燃料電池実証研究」（2007～2010年度）ではSOFCシステムを一般家庭等の実負荷環境下に設置し、普及に向けた技術課題を抽出したが、ここで得られた知見をセルスタック改良に活用する必要がある。また、SOFCシステムの商用化のためには、関連法令などの整備、規格制定、標準化が必要であるが、関連法規の規制緩和（2010年度完了）、SOFCの安全試験法および性能試験法のJIS化及び国際標準化（2010年第1版制定、現在第2版改訂検討中）は、NEDOの関与の元に行われている。</p> <p>上述のように、SOFCシステムの普及には、産学の緊密な連携体制の元に技術的難易度の高い劣化機構解明を行うことが必要なこと、技術開発・実証・制度整備・標準化を一体的に実施する必要があることから、民間企業の活動のみでは十分な成果は見込まれず、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。</p> <p>(3) 実施の効果</p> <p>2009年に（株）富士経済が実施した国内市場規模の予測によると、2025年の市場規模は家庭用SOFCが2,340億円（導入台数60万台）、業務・産業用SOFCが123億円（導入台数2,100台）となっている。</p> <p>平均的な電力需要の一般家庭にSOFCシステムを設置した際のCO₂削減量は約1.3トン/月となる。これに上記した2025年の家庭用SOFCの市場規模を当てはめると、年間78万トンのCO₂削減効果が期待できる。また、電力事業用SOFCであれば、高効率天然ガス火力発電としてのFC/GTハイブリッド発電および高効率石炭火力発電としてのIGFCで約30%のCO₂削減効果が期待できる。</p>		

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標	<p>S O F Cシステムを早期に市場導入するために必要な基礎研究と要素技術開発を実施して、その基盤技術を確立することを目標とする。</p> <p>研究開発項目・テーマとその最終目標（2012年度末）を以下に示す。</p> <p>研究開発項目①「基礎的・共通的課題のための研究開発」</p> <p>(a) 耐久性・信頼性向上のための基礎研究 4万時間および起動停止250回の耐久性の見通し。加速劣化試験法の確立。</p> <p>(b) 原料・部材の低コスト化及び低コストセルスタック・モジュールの技術開発 普及期のセルスタック製造コストとして5万円/kW程度の見通し。</p> <p>研究開発項目②「実用性向上のための技術の確立」</p> <p>(a) 運用性向上のための起動停止技術 4万時間および起動停止250回の耐久性の見通し。</p> <p>(b) 超高効率運転のための高圧運転技術 4万時間の耐久性の見通し。超高効率運転のための高圧運転技術の確立。</p>						
事業の計画内容	主な実施事項	2008fy	2009fy	2010fy	2011fy	2012fy	総額(百万円)
	耐久性・信頼性向上のための基礎研究	1,014	960	496	265	265	3,000
	原料・部材の低コスト化及び低コストセルスタック・モジュールの技術開発	181	171	122	-	-	474
	運用性向上のための起動停止技術	59	69	21	-	-	149
	超高効率運転のための高圧運転技術開発	114	125	274	337	394	1,244
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) 契約種類： ○をつける (委託() 助成() 共同研究(負担率()))	会計・勘定	2008fy	2009fy	2010fy	2011fy	2012fy	総額
	一般会計	-	-	-	-	-	
	特別会計(需給)	1,293	1,140	760	602	605	4,400
	加速予算(加速(補正))	75	185	153	0	54	467
	総予算額	1,368	1,325	913	602	659	4,867
	(委託)	1,195	1,131	618	265	265	3,474
	(助成) : 助成率△/□ (共同研究) : 負担率1/2	173	194	295	337	394	1,393
開発体制	経産省担当原課	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	(独) 産業技術総合研究所 横川晴美 招聘研究員					
	委託先	独立行政法人産業技術総合研究所 (共同実施：京セラ、東京ガス) 財団法人電力中央研究所 T O T O株式会社 三菱マテリアル株式会社 関西電力株式会社 三菱重工業株式会社 国立大学法人 東北大学 国立大学法人 東京大学 国立大学法人 名古屋大学 国立大学法人 岐阜大学 国立大学法人 京都大学 国立大学法人 九州大学 日立金属株式会社 共立マテリアル株式会社 AGC セイメケミカル株式会社					
情勢変化への対応	特になし						

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	2010年度 中間評価実施
	事後評価	2012年度 前倒し事後評価実施予定

<p>III. 研究開発成果について</p>	<p>研究開発項目①「基礎的・共通課題のための研究開発」</p> <p>(1) 耐久性・信頼性向上のための基礎研究</p> <p>各S O F Cスタックについて、数千時間程度の長期間運転並びに起動停止実験を行い、発電特性和共に試験後のセルスタックについて、熱力学的解析、化学的解析及び機械的解析により劣化機構の解明とその対策立案に必要なデータの蓄積と評価を進めた。特に電気化学的性能に大きな影響を与える三相界面については、劣化現象と微細構造変化の相関付けを定量的に行うなど、貴重なデータを取得した。</p> <p>具体的には、不純物蓄積濃度、界面元素移動量などを2次イオン質量分析計(SIMS)で測定して、反応速度論データの取得と相平衡計算、実験により劣化基礎データを集積した。また、SO₂被毒、CrO₃被毒を空気極に対して劣化機構解明を行い、劣化を左右する要因として供給量の他にも発電条件（セリア中間層使用の有無、電流密度、過電圧等）に依存することを見いだした。</p> <p>固体酸化物形燃料電池の耐久性・信頼性向上のために、熱力学的解析、化学的解析及び機械的解析により、劣化機構の解明、対策立案と効果検証、加速試験方法の確立を目指す。特に電気化学的性能に大きな影響を与える三相界面については、劣化現象と微細構造変化の相関付けを行う。</p> <p>集束イオン・電子ビーム加工観察装置(FIB-SEM)による三相界面電極構造の変化と劣化との相関検討、透過電子顕微鏡(STEM)による微小領域における化学変化・構造変化の解析、種々の機械的性質の測定と解析を実機セルに適用し、共通的特徴を明らかにする伴に個別スタック毎の特徴を明らかにした。</p> <p>また、各セルスタックの電圧低下とその劣化因子のパラメータとの関係を明らかにしながら、余寿命評価のための基礎式の構築を図った。</p> <p>スタックの劣化挙動についての共通的特徴を製造工程との関連で見いだした。最終工程で製膜される電極に劣化が現れることが多いことを明らかにすることによって、これら電極の劣化を大幅に改善することに成功した。抵抗成分の増大効果については個別寄与毎に検討しその寄与を見積もった。特にセリア中間層中に生じるSrZrO₃の3次元的配置をFIB-SEM、STEMで観測することにより伝導度低下を定量的に評価する手段を得た。またYSZ電解質中で生じる立方晶から正方晶に伴う相変態をラマン分光で詳細に検討し、稼働温度、電極過電圧による酸素ポテンシャル分布のシフトがわかれば、伝導度がどの程度低下するかを評価する手段を得た。また機械的信頼性確保のため、稼働状態ならびに起動停止状態におけるセルスタック内での応力分布の解析あるいは変形挙動解析を行い、健全性を確認した。</p> <p>実機セルで最も懸念される劣化として空気極のクロム被毒があるが、実証研究に供した筒状平板形のセルならびにマイクロガスタービンとのハイブリッド運転を3000時間行った円筒縦筒形セルでは、空気極・電解質界面にクロムは到達していないことを確認し、実機環境下ではクロム被毒による寿命低下は極めて小さいことが確認された。</p> <p>(2) 原料・部材の低コスト化及び低コストセルスタック・モジュールの技術開発</p> <p>(a) 金属インターコネクター材料の開発</p> <p>インターコネクターの薄膜化及び耐久性向上に関する研究開発を行い、これまでに以下の成果が得られた。</p> <p>1) 合金組成の改良（耐酸化性の向上）</p> <p>1次改良材のMn量を増加させることにより、Cr蒸発を低減できるとともに、現状材(ZMG232L)より良好な耐酸化性、接触抵抗(1/2以下)を得ることができた。</p> <p>2) 表面処理適用による改良（Cr蒸発の抑制）</p> <p>2次改良材にMnCoスピネルコーティングを適用し、Cr蒸発の大幅な抑制ができた。但し、コーティング膜中へのCrの拡散が観察された。</p> <p>3) 発電試験評価</p> <p>コーティングを実施した現状材および2次改良材を用いて、3タイプのセルスタック（平板形、円筒平板形、マイクロチューブ形）にて発電試験を実施し、合金組成の影響の把握。た、Cr蒸発に及ぼす酸化膜の影響を確認し、改良の方向性に関する知見を得た。</p> <p>4) 通電効果メカニズム</p> <p>現状材ZMG232Lは、Fe-22Crモデル合金より酸化速度が遅かったが、モデル合金と同様、高電位側より低電位側の酸化膜成長が促進される傾向が見られた。</p> <p>(b) セルスタック材料の低コスト化技術開発</p> <p>スタックメーカーと材料メーカーが協力し、スタックコスト5万円/kWの可能性に関する検討及び各種試験を行い、これまでに以下の成果及び見通しを得た。</p> <p>1) 低コスト化への取組方針の決定</p> <p>目標コスト(5万円/kW)のスタックを実現するには、材料メーカーでは低価格出発原料の使用と製造工程改善が、スタックメーカーではセル高出力化、歩留向上、工数低減が挙げられた。また、仕様共通化や製造工程の共有化によるコストダウン効果も必要である。</p> <p>2) 低コスト化材料の開発</p> <p>固相法と液相法のそれぞれで低コスト化に取組み、材料を試作した。固相法では、主に低価</p>
------------------------	---

格出発原料と媒体攪拌ミルの使用を検討し、液相法では、主に低価格出発原料と粉碎溶媒の低コスト化を検討した結果、両製法ともに目標コスト達成の見通し、及び各製法で製造工程共通化の見通しが得られた。

課題として、低価格原料に含まれる微量成分の影響を評価して許容値を把握すること、粒度調整粉の高密度化、粉碎工程の改善、仮焼条件の調整（低温度化、時間短縮）が抽出された。

3) スタックメーカによる材料評価、材料共通仕様化の検討

空気極材料のLSMとLSGMは基礎物性が良好であり、組成及び出発原料の共通化の可能性が示された。SSCはセル評価で初期性能、耐久性ともに良好な結果が得られ、LSM、LSGMとの製造工程共通化を検討している。LSCFでは組成ずれや微細粒子が焼結特性に与える影響が課題として抽出された。

燃料極材料のNi-セリア系は初期性能が良好であり、出発原料の共通仕様化の可能性が見出された。Ni-YSZでは異常粒成長が観察され、微量成分の影響の調査が必要であり、出発原料の見直しを含めた詳細検討が必要である。

研究開発項目②「実用性向上のための技術開発」

(1) 運用性向上のための起動停止技術

(a) 高温円筒縦縞形燃料電池システムの起動停止技術

10kW級のSOFCシステムの性能及び運用性を確保するために、システムへの熱サイクル負荷が大きい起動停止の発電試験及び実証試験を通じて以下の成果が得られた。

1) 運転要因

起動停止条件でのシミュレーションを行い、起動停止時の部材間温度差によるスタック集電部材の剥離現象の可能性を確認した。また、CSSスタック試験により、起動停止時の加熱冷却量とスタックの性能低下の相関を検証するとともに、起動時および停止時のガス温度・流量を段階的に増減させることで、集電部材の剥離応力低減の可能を見出した。

2) 構造要因

フレームで固定したスタック構造により、スタック集電部材の密着が向上し、熱サイクルによる性能低下を大幅に低減することができた。また、モジュールの構成要素である燃料分散構造・空気分散構造・ロッド気密構造・ロッド絶縁構造の要素試験からは、熱サイクルによる性能への劣化影響は少ないことを確認した。

上記の運転要因および構造要因の評価結果からCSS条件での目標達成の見通しを得た。

(b) 中温円形平板形燃料電池システムの起動停止技術

起動停止に伴う電圧低下の要因を抽出し、それらの対策を実施した。各対策の効果は確認できたものの、起動停止試験ではセルの劣化・破損が発生するなど解決すべき課題がある。

1) 電圧低下の要因を抽出

- ・放熱板等の電気抵抗の増加
- ・放熱板上下セルの電圧低下
- ・スタック内温度差拡大等

2) 電圧低下対策を実施し、効果を確認

- ・空気供給系の不具合があり、起動停止による電圧低下率は8.5%/25回
(目標値：1.0%/25回)

3) 緊急停止方法として、都市ガスや水素窒素などを用いずに、電圧低下を抑えて、装置を停止する方法を確立。

(2) 超高効率運転のための高圧運転技術

1) セルスタック要素技術開発

燃料極高酸素分圧暴露時のセルスタック損傷防止のため、インターコネクタ高密度化等の改良を行ったセルスタックを試作、発電試験を実施した。燃料側還元性ガスが停止しても900°Cで6時間以上は亀裂発生に至らず、実運用条件ではそれまでに冷却すればよい。改良セルを実証機セルスタックとして製造した。

2) モジュール要素技術開発

高圧運転対応・コンパクト化のために密充填構造のモジュールを計画し、最小単位のカートリッジ発電試験を実施した。発電特性・伝熱特性とも計画通りで、発電室温度を850~950°Cとしたとき、端部の金属製燃料ヘッダの温度を600°C以下にできることを確認した。密充填構造のモジュールを制作した。

3) 複合発電システム要素技術開発

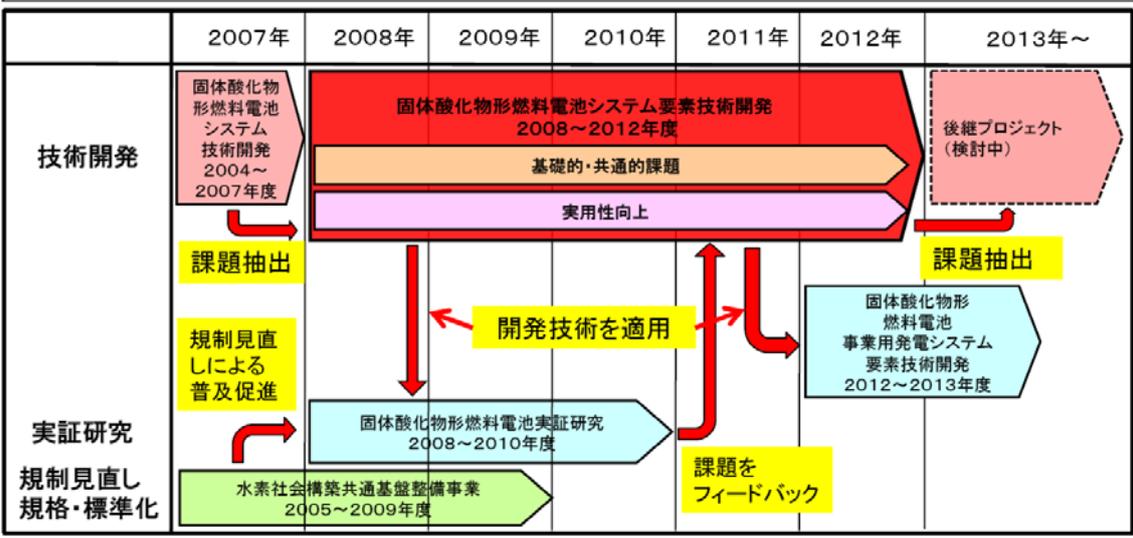
継続研究で使用したSOFCモジュールとトヨタ自動車製マイクロガスタービン(MGT)を連携したシステム試験として、起動・定常運転・緊急停止を実施した。保護動作は正常に働き、SOFC・MGTを損傷することなく安全に運転停止可能であることを確認した。実証機システムの設計・製作を終え、運転試験を行う予定である。

	投稿論文	216件
	特許	「出願済」52件 (うち国際出願0件)
	その他の外部発表	「研究発表、講演」736件、「展示会への出展」14件
IV. 実用化、事業化の見通しについて	<p>本事業及び「固体酸化物形燃料電池実証研究」の研究成果により、SOFCシステムの技術的信頼性が向上し、2011年10月にJX日鉱日石エネルギー㈱が、2012年4月に大阪ガス(株)が、家庭用SOFCコージェネレーションシステムの一般発売を開始した。但し、本格普及には、さらなる信頼性の向上及び低コスト化が必要である。</p> <p>SOFC-MGTハイブリッドシステムについては、本事業での実証機検証を経て、2013年度からの実用化を見込んでいる。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	2008年3月 作成
	変更履歴	2009年3月 改訂 (研究項目名称の変更) 2011年3月 改定 (研究項目の一部前倒し終了及び中止)

技術分野全体での位置づけ
(分科会資料6より抜粋)



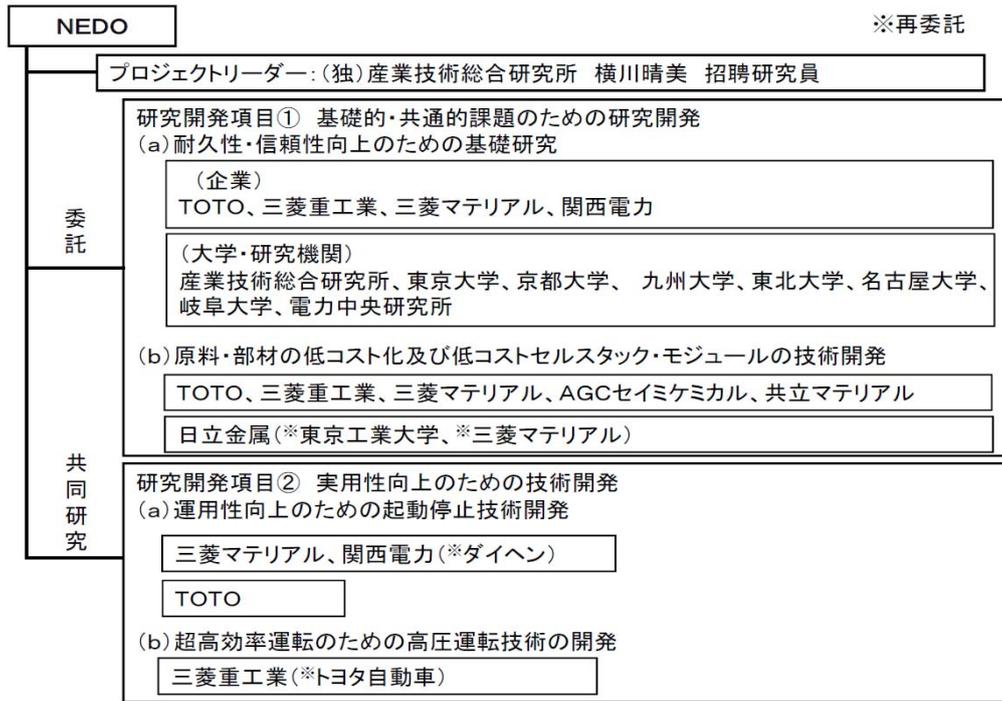
・SOFC普及には、技術開発、実証、規制緩和、規格標準化を連携・整合させて進める必要
 ・SOFC劣化機構解明は技術的難易度が非常に高く、産学の緊密な連携が必須
 ⇒ **NEDOによるプロジェクトマネジメントが適切かつ不可欠**



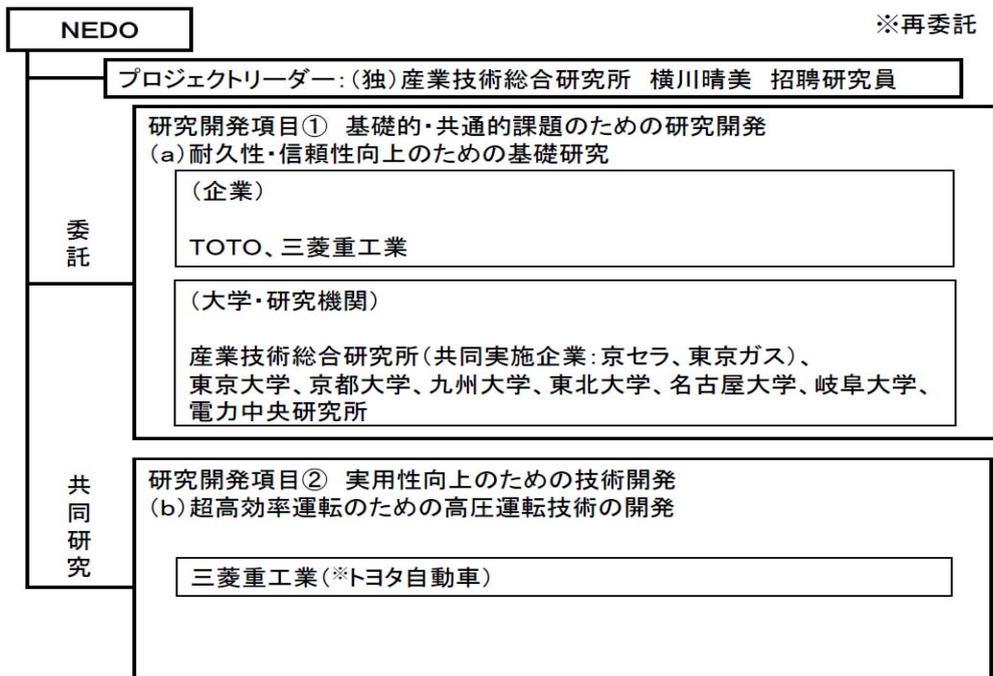
「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」

全体の研究開発実施体制

[H20年－H22年]



[H23年－H24年]



「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」（事後評価）

評価概要（案）

1. 総論

1) 総合評価

環境・エネルギー問題解決と安定したエネルギー供給のための技術の一つとして、SOFC（固体酸化物形燃料電池）の開発が国内外で精力的に進められているなかで、NEDO が本プロジェクトを実施した意義は大きい。

本プロジェクトにおける学と産のそれぞれの強みを発揮した実施体制は、学で得られた科学的知見を産での製品の性能改善に迅速に活用できるものである。その成果はセルスタックの劣化機構解明とその成果を活用したメーカーでの劣化改善に活かされ、家庭用 SOFC コージェネレーションの市販に結実したものと大きく評価できる。また、世界最高水準の SOFC-MGT（マイクロガスタービン）ハイブリッドシステムでも高圧運転での信頼性を検証できた成果は大きい。今後、後継プロジェクトにおいても、本プロジェクトで確立された体制を活用する仕組みを継続することを期待する。

しかしながら、国際競争力を確保するためには、技術開発の成果を参画機関より国際特許出願の形で主要先進国に発信するなど、知的財産戦略に改善の余地がある。また、2015 年前後から予定している SOFC の普及拡大において、中容量分散電源用としての SOFC の導入メリットが十分に明確化されておらず、想定する市場に SOFC が適するかの精査の必要性がある。

2) 今後に対する提言

今後、国際競争力を確立するためにはコストダウンが不可欠であり、本プロジェクトで目処が立った性能を維持しつつ、新規なアイデアによるコストダウンを目指す計画が必要である。

また、本プロジェクトでは複数の型式が研究されたが、用途に応じた性能比較により、型式を絞るプログラムを企画することが望ましい。

今後の普及拡大のためには、セルスタックの開発とシステムの開発を両立させていく必要がある。また、日本企業の総合力を挙げていくためには、本プロジェクトに参画していない企業にも共通的・基盤的課題のための研究開発で得られた成果を共有できる仕組みづくりも必要である。

さらに今後は、NEDO プロジェクトでは普遍性のある課題を絞り込む等、社内で行えることと国が関与すべきことをより明確に区別して進めることが重要

である。世界的に SOFC 開発の動きは活発であり、競争力の維持、確保、及び本格商業化に向けて、発電効率向上、低コスト化、耐久性向上は継続して進めることが必要であり、海外展開を踏まえた将来構想を明確にしておくべきである。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

高いエネルギー変換効率と総合エネルギー効率が期待できる SOFC は、エネルギー資源に乏しい我が国が今後のエネルギー分野での国際競争力に打ち勝って優位な立場を維持するために重要であり、エネルギーイノベーションプログラムの目標達成に大いに寄与するものである。SOFC のように開発期間が長期におよび、かつ多額の資金が必要なプロジェクトは、リスクが高く民間のみによる事業化が困難であることから NEDO 事業として実施することは適切である。

限られた国家予算の中で実施される大規模プロジェクトであるので、今後 PEFC（固体高分子形燃料電池）と SOFC の優位性の比較や、既存システムあるいは他の開発システムに対する SOFC の優位性の分析などを行い、用途を意識した事業目的をもう少し掘り下げる必要がある。

2) 研究開発マネジメントについて

国内外の SOFC の技術開発動向を踏まえた適切かつ挑戦的な目標設定がなされ、適格なプロジェクトリーダーの下、SOFC 開発のための高い技術力・知識・経験を保有する企業および大学・研究機関で構成されている。また、中間評価結果やプロジェクトの進捗状況を世界的動向と比較して適切に対応した点は高く評価できる。

特に、目標を達成するために、参画したすべての産学組織で情報が共有され、学での性能劣化の原因分析を企業での SOFC の長期安定性の改良に活かしており、事業遂行のマネジメントは非常に優れている。

一方、SOFC の市場導入のためセルスタックの劣化を最重要課題として取り組んでいることは理解できるが、今後、システムで販売していく以上、システム全体でのコスト、性能、劣化や信頼性を評価する必要がある。

3) 研究開発成果について

産学連携によりセルスタックの性能劣化原因の究明と改善への活用が非常に効果的に働き、科学的知見に基づく材料選択や対策等により、長期安定性等の性能が飛躍的に改善されており、世界最高水準の成果が得られている。また、

この成果を活用して本プロジェクトの途中で、家庭用コージェネレーションとしての SOFC システムの販売が開始されたことは高く評価できる。

しかしながら、特許申請は基本的に各企業に任せられ、プロジェクト規模や成果に比べて特許の国際出願数が少ない。知的財産権等の取扱いが戦略に沿ってなされているとは言い難く、国際競争力を確保するための戦略的な取組を急ぐ必要がある。

4) 実用化、事業化の見通しについて

家庭用コージェネレーションとしては、SOFC システムの販売が開始され、また、2015 年度頃からこのシステムを本格普及させるための要素技術課題の抽出ができていることから、事業化への大きな見通しが立ったと判断できる。

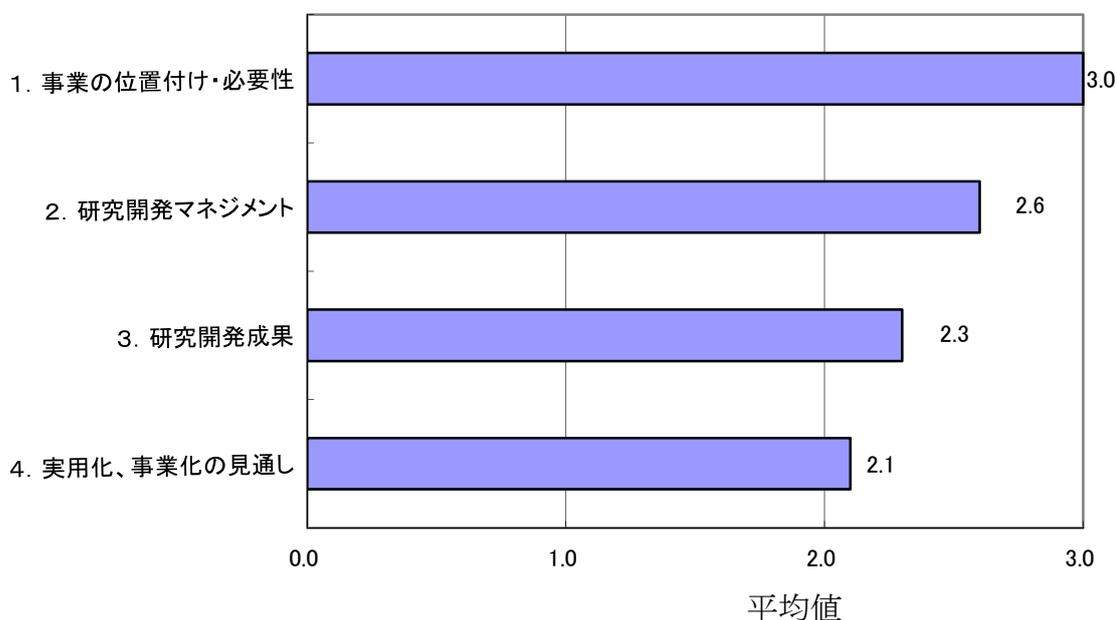
一方、SOFC としては世界最高水準の性能が達成されているものの、コストダウンの方策については、更なる検討が必要と考えられる。また、家庭用コージェネレーションに関しては市場規模や成長性がある程度期待できるが、中容量分散電源としての市場性は不明瞭で、既存システムに対する優位性をしっかり示すところまで至っているとは言い難い。

個別テーマに関する評価

	研究開発成果について	実用化、事業化の見通しについての評価及び今後の提言
<p>基礎的・共通的課題のための研究開発</p>	<p>参画したすべての機関が情報を共有して個々の開発に活用したことにより、高温における性能劣化の原因を、空気極、燃料極、抵抗分に分離して解析する手法が確立されており、従来は困難とされていた課題を解決したことは特筆すべき成果である。更にその成果をメーカー側へフィードバックすることにより劣化改善に役立てることができたことは、高く評価できる。また、電圧低下率では目標値を越える成果を実証したセルスタックもあり、世界最高水準の SOFC が実証された。</p> <p>一方、論文数はかなりの数があるが、知的財産の取り組みが事業主体により異なり、全体的に特許出願件数は少ない。特に海外への出願数はゼロであるなど、国際競争力を確保するために知的財産戦略に改善の余地がある。</p>	<p>産業技術として実用化が期待できる型式の SOFC が複数あり、性能面では世界をリードできる成果が得られている。すでにエネファームなどが市販に導入されているものがある。SOFC も実用化のステージに入ってきた。</p> <p>また、本プロジェクトで確立されたセルスタックの性能劣化機構解明の手法は、今後の SOFC の普及拡大に向けたコスト低減とセルスタック開発の両立にとって有益な手段の一つになる。</p> <p>一方、事業化に必要な課題はコスト面に集約されるが、現状の技術では SOFC の普及を図る上で十分な水準ではない。本プロジェクトで得られた成果を維持しつつ、コストダウンを検討すれば事業化の可能性がさらに高まることから、今後さらに製造法や材料の見直しなどを進めてほしい。</p> <p>また、SOFC 普及拡大段階では 9 万時間以上の寿命が求められている。この 9 万時間の耐久性評価に本プロジェクトで確立された手法が適用できる確かな見通しが得られていない。今後の SOFC 事業への企業参入のマイナス面にならないことを希望する。</p>

実用性向上のための技術開発	<p>セルスタックでは、7000 時間の運転で電圧低下がほぼ無い実証データが得られ、4 万時間運転での目標値を達成できる見通しを得た。また、高圧運転技術では、信頼性を得るための要素技術を確認して充填カートリッジまでの発電性能検証実験を終了し、起動停止技術開発では、効率的な運転方法や水素窒素レスでの起動停止技術などを確立した点は評価できる。</p> <p>一方、本プロジェクトの中でも重要なテーマである 250 kW 級 SOFC - MGT の実証運転が予定より少し遅れ評価分科会開催日時点では開始されていないが、今後、発電試験を早期に開始し、可能な限り長期で実施してほしい。</p> <p>また、世界的にも事例の少ないシステムの開発に成功しつつあるが、特許出願は国内に限定され、知的財産の世界戦略の指針が弱い。</p>	<p>本プロジェクト終了後の平成 25 年度から SOFC-MGT ハイブリッドシステムがユーザーに提供され、更には産業用・事業用 SOFC システムとして発展させていくシナリオが描かれている。高温作動の SOFC のコンバインドシステムは世界的にも成功事例が皆無であるが、本システムの実用化の目処が立てば、エネルギーシステムのプランニングに影響を及ぼす可能性があり、社会的な波及効果が期待される。</p> <p>しかし、事業化には 250 kW 級の現在の実証機よりも、さらにコンパクト化を図る必要があり、コストダウンに向けても本格的な検討が求められる。また、中容量分散電源市場に SOFC が参入していくためには、発電効率だけでは魅力に欠け、設備コスト、メンテナンスコスト、設置面積、利便性なども含めて、市場導入性の精査が必要である。</p>
---------------	---	---

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	B	A	A	B	A	B	A	A
3. 研究開発成果について	2.3	B	B	B	B	A	A	A	B
4. 実用化、事業化の見通しについて	2.1	A	A	B	B	B	B	B	C

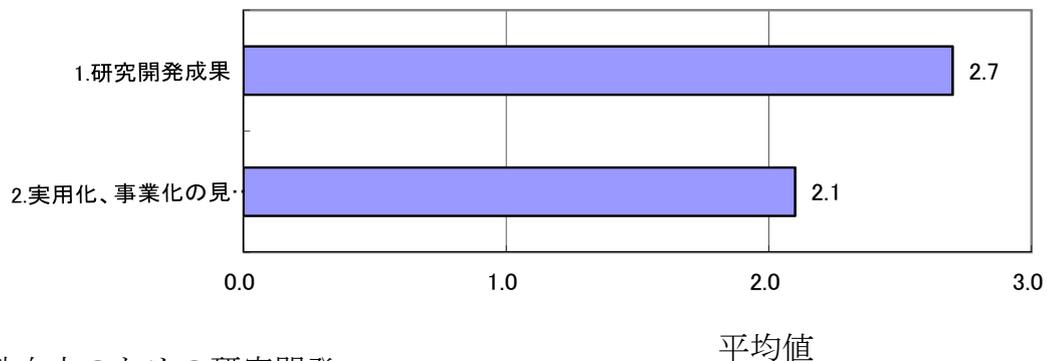
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

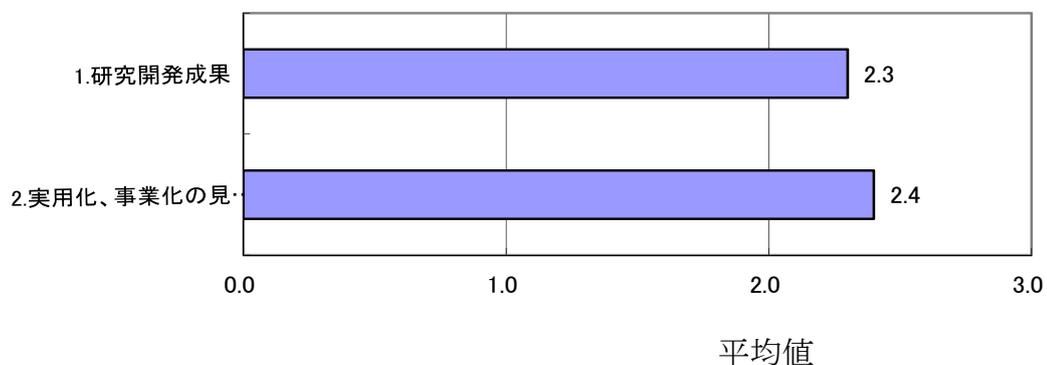
1. 事業の位置付け・必要性について	→A	・非常に重要	→A	3. 研究開発成果について	→A
・非常に重要	→A	・重要	→B	・非常によい	→A
・重要	→B	・概ね妥当	→C	・よい	→B
・概ね妥当	→C	・妥当性がない、又は失われた	→D	・概ね妥当	→C
・妥当性がない、又は失われた	→D			・妥当とはいえない	→D
2. 研究開発マネジメントについて	→A			4. 実用化、事業化の見通しについて	→A
・非常によい	→A			・明確	→A
・よい	→B			・妥当	→B
・概ね適切	→C			・概ね妥当であるが、課題あり	→C
・適切とはいえない	→D			・見通しが不明	→D

評点結果〔個別テーマ〕

基盤的・共通的課題のための研究開発



実用性向上のための研究開発



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点（注）							
基盤的・共通的課題のための研究開発									
1. 研究開発成果について	2.7	B	A	A	A	A	A	A	B
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.1	A	A	B	B	B	B	B	C
実用性向上のための研究開発									
1. 研究開発成果について	2.3	B	B	A	B	A	B	B	B
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.4	A	B	A	A	B	B	B	B

（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、事業化の見通しについて

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