

「固体酸化物形燃料電池実証研究」

事業評価(事後評価)報告書

平成24年3月

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

固体酸化物形燃料電池実証研究事後評価委員会

目次

はじめに	2
固体酸化物形燃料電池実証研究事後評価委員会 委員名簿	3
審議経過	4
評価	5
(参考) 評価対象プロジェクト	15

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(以下、「NEDO」という。)においては、固体酸化物形燃料電池実証研究に係る事後評価について審議を行うために、当該研究の外部の専門家、有識者等によって構成される固体酸化物形燃料電池実証研究事後評価委員会を設置した。

本報告書は、「固体酸化物形燃料電池実証研究」の事業評価(事後評価)報告書であり、同事後評価委員会に諮り、確定されたものである。

平成24年3月
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
固体酸化物形燃料電池実証研究事後評価委員会

固体酸化物形燃料電池実証研究事後評価委員会 委員名簿

(平成24年3月現在、敬称略)

	氏名	所属
評価委員長	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
評価委員	あだち はるひこ 足立 晴彦	東京工業大学 大学院理工学研究科 特任教授
評価委員	たばた たけし 田畑 健	日本ガス協会 技術開発部 部長

審議経過

平成23年12月に「固体酸化物形燃料電池実証研究事後評価委員会」を開催し、審議を行った。

評 価

事業評価書（事後評価）

作成日 平成 24 年 3 月 28 日

制度・施策名称	エネルギーイノベーションプログラム	
事業名称	固体酸化物形燃料電池実証研究	コード番号：P07003
担当推進部	新エネルギー部	

0. 事業概要

固体酸化物形燃料電池（以下、SOFCと略す。）システムの実用化を促進することを目的として、平成19年度から平成22年度の4年間で、定格出力0.7～8kW級のSOFCシステム233台を全国各地の一般住宅等に設置し、性能、安全性、耐久性、環境性、メンテナンス性、地域・季節の影響等を確認した。また、実負荷環境下の運転で収集した発電・熱回収効率、性能経時変化、故障・トラブル頻度、一次エネルギー削減率、CO₂削減率等の各種データを評価分析し、実用化に向けた技術課題を抽出した。

1. 必要性（社会・経済的意義、目的の妥当性）

【NEDO自己評価】

1. 1 NEDOプロジェクトとしての妥当性について

- (1) 「エネルギー基本計画」（2010年閣議決定）では、エネルギー源のベストミックス確保のため、燃料電池の技術開発の促進と内外への普及拡大を図るとしている。また、「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」（2008年経済産業省策定）では、民生部門の家庭用燃料電池を重要技術と位置付けている。さらに、「技術戦略マップ2010」（2010年経済産業省策定）の「エネルギー分野」の「総合エネルギー効率の向上」及び「化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用」において、燃料電池は寄与が大きい技術と位置付けられている。
- (2) SOFCは各種燃料電池の中でも最も発電効率が高く、省エネルギー、化石燃料の有効利用、CO₂排出量削減等に大きく寄与するものであり、その実用化の促進を図った本事業の取組みは、我が国の施策、技術戦略マップと整合するものである。
- (3) 海外においても様々な燃料電池の技術開発・実証プログラムが進められており、我が国の国際競争力の強化の観点からも本事業の実施は妥当であった。なお、イギリス、ドイツ、デンマーク等においてもSOFCシステムの実証試験が進められているが、詳細な実績値の公表には至っておらず、本事業は世界最先端の取組みである。

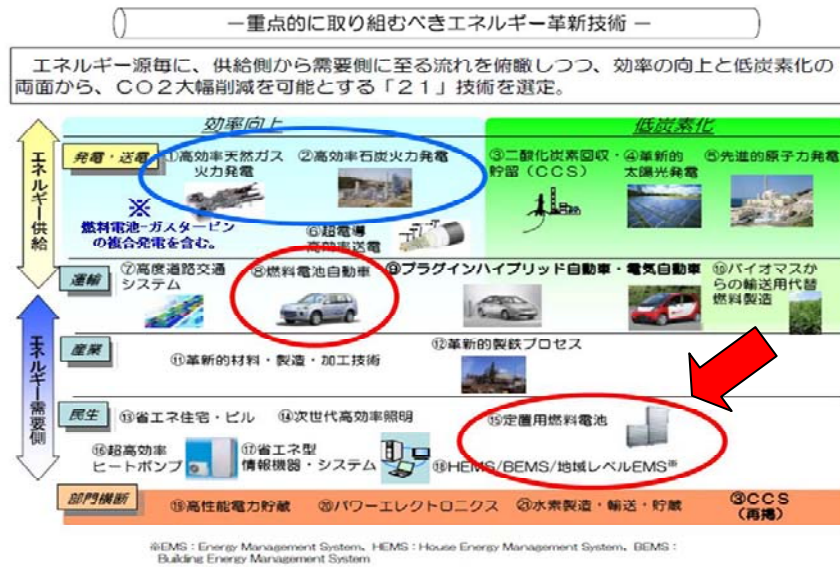


図-1 Cool Earth エネルギー革新技術計画

1. 2 社会・経済的意義について

- (1) 2011年に(株)富士経済が実施した国内市場予測では、家庭用SOFCシステムの市場は2015年頃から立ち上がり、2020～2025年に普及が拡大するとされており、2025年の市場規模として2,340億円（導入台数60万台）と試算されている。
- (2) 本事業で取得した運転データに基づく、平均的な電力需要約500kWh/月前後の一般住宅にSOFCシステムを設置した際のCO₂削減量は約1.3トン/年となる。これに上記した2025年の市場規模（導入台数60万台）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。

1. 3 目的の妥当性について

平成17年度～平成20年度において、NEDOは「定置用燃料電池大規模実証研究」を実施し、固体高分子形燃料電池（PEFC）を用いた家庭用システム3,307台の実証運転を行った。その実績と成果が活用されることで、平成21年5月から「エネファーム」の商品名で一般販売が開始された。一方、SOFCシステムは、上記したPEFCシステムを追いかける形で開発が進められていたが、本事業の開始時点においては実験室レベルで高い発電効率が報告されていたものの、実負荷環境下における運転実績は殆ど皆無であり、実用化に向けた技術課題として未知数の部分が数多く残されていた。そのため、本事業は、SOFCシステムを全国各地に設置し、実負荷環境下での運転を行い、性能、安全性、耐久性、環境性等を検証するとともに、各種実証データの評価分析によって技術課題を抽出して、SOFCシステムの実用化の促進を図ることを目的として実施した。

実施の結果得られた知見・データは、商品仕様の確立に加えて、システム制御シーケンスやSOFCセルスタック、貯湯ユニット、電力変換装置等の個別部品の改良にも活用されており、SOFCの実用化の促進に大きく貢献しており、本事業の目的は妥当であった。


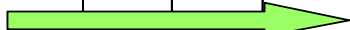


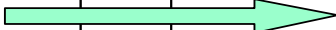
年度	2002 (H14)	2003 (H15)	2004 (H16)	2005 (H17)	2006 (H18)	2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	
PEFC	 定置用燃料電池 実証研究 第1ステージ:12台 第2ステージ:33台 計45台			 定置用燃料電池大規模 実証事業 480台 777台 930台 1120台 計3307台				 本格販売 (統一名称:エネファーム)  民生用燃料電池 導入支援補助金			
SOFC								 固体酸化物形燃料電池 実証研究 29台 36台 67台 101台 計233台			

図-2 本実証研究の位置付け

【事後評価委員会評価】

- (1) SOFCシステムは発電効率が高いため、熱需要の少ない家庭においても省エネルギー効果及びCO₂削減効果が期待でき、またシステム構成が簡素で且つ部品点数が少ないため、小型化・低コスト化が実現可能であることから、我が国における家庭用コージェネレーションシステムとして最も適していると考えられる。
- (2) SOFCシステムの商品仕様を確定しなければならないタイミングにおいて、本事業で様々な電力・給湯需要パターン的一般家庭にSOFCシステムを設置し、システムの制御シ

一ケンス、貯湯槽容量といった仕様検討に必要なデータを収集するとともに、一次エネルギー削減効果やCO₂低減効果を統計的に評価できたことは、極めて意義深いものである。

(3) セルスタックの信頼性・耐久性は、システムの起動停止等を含めた運転条件に大きく左右され、セルスタックが劣化・損傷して停止したとしても、それが物性的な必然によるものなのか、偶然に悪条件が重なったことによるものなのかを、一企業の社内試験等の少ないデータで判別することは困難である。そのため、本事業においてある程度まとまった台数のシステムを運転してデータを収集し、信頼性・耐久性低下の現象を洗い出して技術課題を抽出したことは、SOFCシステムの実用化にとって必要不可欠なプロセスであり、本事業は時機を得た重要度の高いものであったと評価できる。

(4) 一企業で本実証研究を実施することは資金的に難しく、NEDOの関与は不可欠であった。

2. 効率性（事業計画、実施体制、費用対効果）

【NEDO 自己評価】

2. 1 事業計画

各年度における事業費、SOFCシステムの設置台数、SOFCシステム1台当たりの助成金額を表-1に示す。

表-1 年度別の事業費、システム設置台数等

		平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
事業費（百万円）		357	680	761	662
システム設置台数（台）		29	36	67	101
システム1台当たりの助成金額（千円）		1,600	1,600	800	600
燃料種毎の台数内訳	都市ガス	27	33	52	73
	LPG	1	2	14	27
	灯油	1	1	1	1

(1) 初年度と2年目はシステムの生産体制が整備されていなかったこと、耐久性・信頼性が未知であったこと等を勘案の上、少ない設置台数で課題の抽出に注力して、次の改良・改善にフィードバックすることとした。3年目と最終年度においては、主要課題の解決が進んだ機種について設置台数を増やし、数%オーダーでの故障率が把握できるようにした。また、3年目からは新規で3機種を追加し、合計9機種について運転評価を行った。

(2) 3種類（都市ガス、LPG、灯油）の燃料について適用性を実証した。また、実証サイトは関東圏と近畿圏を中心としたが、北海道、四国、九州にも設置し、地域・気候（内陸/海岸、温暖/寒冷）等の影響も把握した。さらに、貯湯槽サイズの影響も把握した。

(3) 初年度と最終年度の比較において、事業費の1.8倍増に対して、設置台数は3.5倍に増え、システム1台当たりの助成金額も約1/3に削減している。

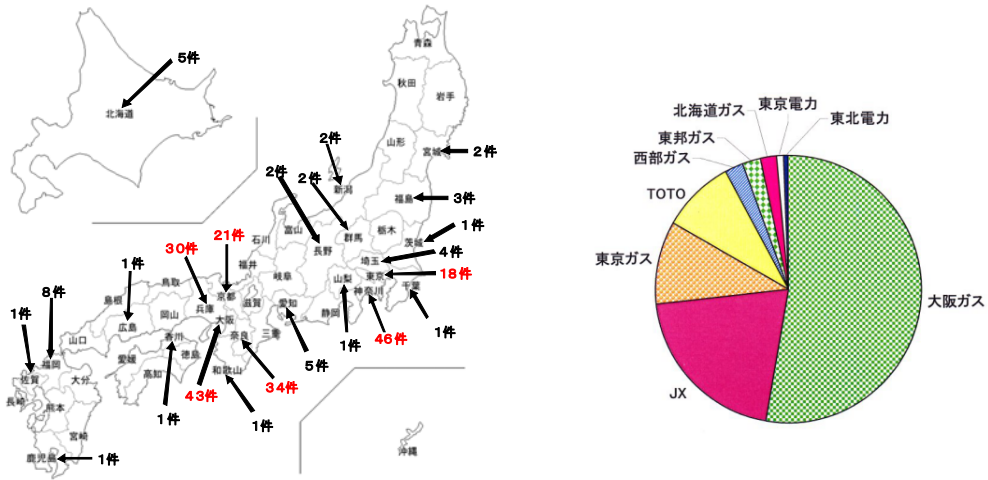


図-3 SOFCシステムの設置県と事業者別内訳

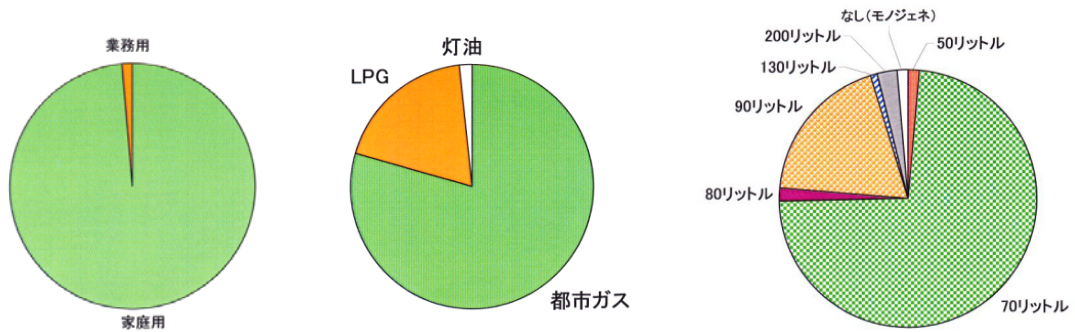


図-4 SOFCシステムの各種内訳

表-2 SOFCシステム内訳詳細

設置・運転事業者	燃料種	メーカー	貯湯槽容量	定格出力	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	合計
大阪ガス	都市ガス	京セラ	70 L	0.7kW	20	22	12		54
			50 L			3		3	
		トヨタ・アイシン	70 L				23	12	35
			90 L				29	29	
		TOTO	70 L				2	2	
東京ガス	都市ガス	京セラ	70 L	0.7kW		1			1
			200 L		3	1		4	
		トヨタ・アイシン	70 L				4	2	6
			90 L				9	9	
		ガスター・リンナイ	80 L				2		2
TOTO	70 L				1	1			
北海道ガス	都市ガス	京セラ	200 L	0.7kW	1				1
			70 L			1		1	
		トヨタ・アイシン	70 L				1		1
			90 L				2		2
西部ガス	都市ガス	京セラ	70 L	0.7kW	1	1			2
			70 L				1		1
		トヨタ・アイシン	90 L					2	2
東邦ガス	都市ガス	トヨタ・アイシン	70 L	0.7kW			1		1
			90 L				2		2
		日本特殊陶業	80 L					2	2
東京電力	都市ガス	京セラ	70 L	0.7kW		1	1		2
東北電力	都市ガス	京セラ	70 L	0.7kW			1		1
JX日鉱日石エネルギー	LPG	JX日鉱日石エネルギー	70 L	0.7kW	1	1	14	27	43
			200 L			1		1	
	灯油		70 L		1	1	1	1	4
TOTO	都市ガス	TOTO	70 L	0.7kW			6	10	16
			130 L			2		2	
			なし		2kW	2			2
			なし		8kW		1		1
9社	3種	6社9機種			29	36	67	101	233

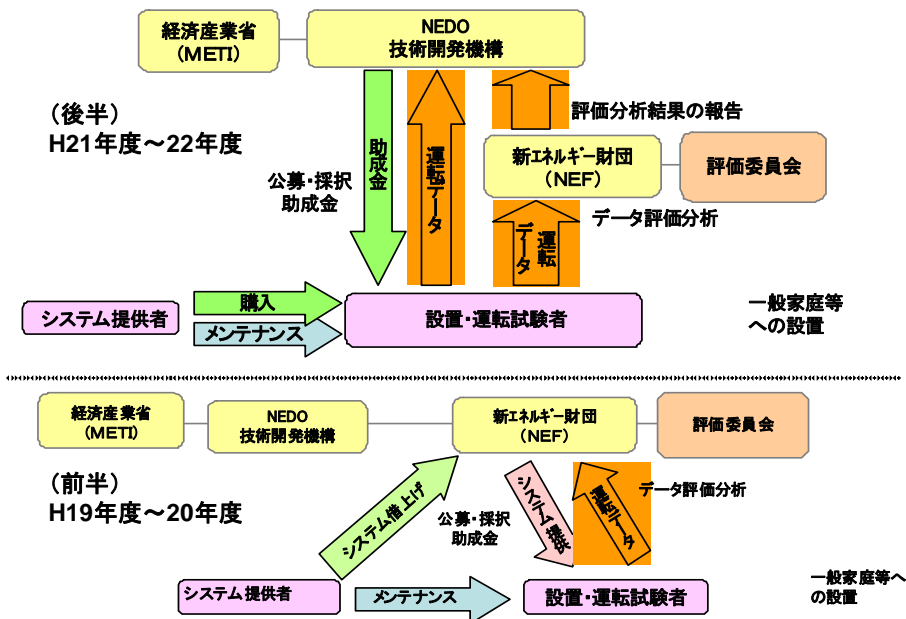
2. 2 実施体制

本事業では、「設置運転事業者」と「評価分析事業者」を公募により採択した。実施体制を図－5に示す。

「設置運転事業者」はSOFCシステムを購入又は製作し、実証サイトに設置して実負荷環境下におけるデータ取得を行った。「評価分析事業者」は「設置運転事業者」毎に報告されるデータを総合的に評価・分析した。

「設置運転事業者」として参画した9社のうち、8社がエネルギー事業者（内訳：ガス会社5社、石油会社1社、電力会社2社）、残り1社がSOFCシステムメーカーである。これらエネルギー事業者が地域の気候、住宅の規模、家族構成、生活様式等を考慮して実証サイトを選定することにより、様々なエネルギー需要形態に対する実証データの取得が可能となり、商品機仕様の確立及び技術改良に有効活用されることとなった。

また、「評価分析事業者」として参画した新エネルギー財団は、「定置用燃料電池大規模実証研究」に参画してPEFCシステム3,307台の実証データの評価・分析を行った経験を活用し、効率的に事業を推進した。



図－5 実施体制

2. 3 事業の運営管理

事業開始の初年度より、「評価委員会」及び「実施者連絡会」を設置した（どちらも新エネルギー財団が運営）。

「評価委員会」は外部有識者の委員により構成され、実証研究により得られた運転データ、抽出した技術課題、事業の進め方等に関する全体的評価を行なった。評価委員会の下部組織として、「設置運転事業者」とSOFCシステムメーカーが参加する「性能検討部会」を設け、個別技術課題のより具体的な検討を行なった。なお、事業期間中、「性能検討部会」及び「評価委員会」は合計で11回開催した。

SOFCセルスタックの性能低下に係る技術課題については、「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」（平成20年度～平成24年度）と連携し、その解決に取り組んだ。具体的には、実証運転に供されたセルスタックについて、「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」に参画している大学・研究機関が分析評価を行い、セルスタックの構造・製造法と劣化現象との相関関係を明らかにし、この知見に基づいてSOFCメーカーはセルスタックの改良・改善を行った。

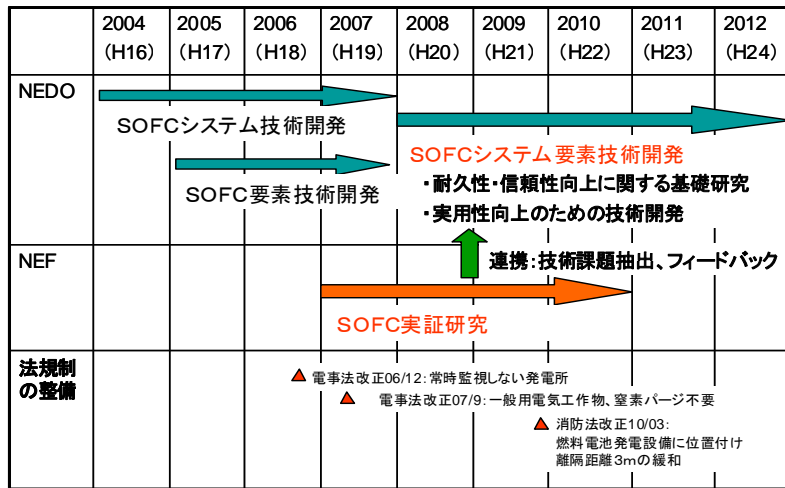


図-6 「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」との連携

2. 4 費用対効果

1. 2で述べたように、SOFCシステムの普及拡大による経済効果及びCO₂排出量削減効果への期待は大きく、本事業においてその性能、安全性、耐久性、環境性等を実証するとともに、実用化に向けた技術課題の抽出とその解決を進め、その結果、事業終了の翌年度に一般販売が開始されたシステムも出現していることから、費用対効果は十分であったと考える。

2. 5 その他

平成21年9月、外部有識者で構成される委員会を開催し、中間評価を実施した。

中間評価における主な指摘事項は以下の通りであり、平成22年度の実施計画に可能な限り反映している。

- (1) 技術的に未知数な部分も多いので、選択と集中を考慮した計画を進めると同時に、実用化を目指して臨機応変に事業を進めること。
- (2) 実証運転によって得られた成果は技術開発に活かされているが、今後は、設置運転事業者、システムの開発者、研究者間でのより効果的な情報の共有と技術へのフィードバックのために、実施体制の整備が望まれる。
- (3) 今後集約されるデータを利用し易い形で蓄積し、技術開発及び実用化促進に繋げることを期待する。
- (4) 提案されるシステムの方式や規模、技術レベルに対応して、柔軟で効果的な支援を行い、本事業を通して、最も効果的な運用や技術展開を模索することが必要である。
- (5) 地域・利用者の異なる実証サイト（例えば寒冷地と温暖地、内陸と海岸、高齢家族と子育て中の家族など）を選択し、広い領域にわたって実証データの蓄積を図るべきである。

【事後評価委員会評価】

- (1) システム生産体制も整備されておらず、実環境下での耐久性も十分に把握できていなかった事業初年度から4年間、年度事業費を圧縮させながらも設置台数を3倍以上に拡大し、かつ耐久性・効率を大きく向上させた。事業計画が合理的であったことが、このように製造コストの低減と技術レベルの向上を同時に成し得た要因である。
- (2) 複数のシステムメーカーが製作したシステムを、一般家庭への熱源機器等の導入実績の豊富なエネルギー事業者が全国に広がる試験サイトを選定して設置工事を行い、運転データの収集やトラブルの一次対応を担務する。そして新エネルギー財団と外部有識者が実証データの統括的評価・解析を行い、その知見を踏まえセルスタックメーカーが段階的に改良を加えるという連携体制が極めて効果的に機能した。
- (3) 平成22年度まで、本事業で実証運転されたSOFCシステムに搭載のセルスタックが、「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」において取り扱われておらず、一方、本事業においても助成対象は主にエネルギー事業者であることから、SOFC技術開発全体

として一体的な事業運営が図れる体制になっていたとは言い難かった。しかし、前述の通り運用面でのマネージメントにより「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」と連携することを図り、現実にはセルスタックメーカーを介して本事業の知見が要素技術開発にフィードバックされ、セルスタックの信頼性・耐久性の確立に大いに貢献することができた。

- (4) CO₂排出量を年間1.3トン削減できる家庭用SOFCを2025年から年間60万台導入し、2035年に600万台が稼働していると想定すれば、この10年間のCO₂削減量だけでも約4,000万トンとなる。従って、本事業費総額の約30億円は、CO₂1トンに割り返せば70円程度となり、高い費用対効果が得られた。また、233台のシステムの実証は実用化に向けた最小限の実施規模であり、家庭用SOFCの市場規模を考えても費用対効果が十分に高い。

【事後評価委員会評価に対するNEDO見解】

上記(3)の指摘事項に関するNEDOの見解を以下に示す。

「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」では、事業開始の平成20年度より京セラ機及びびガスター・リンナイ機のセルスタックを対象とした耐久性・信頼性向上の研究を行っており、平成22年度以前も連携は取れていた。この指摘は、実施体制図において研究で取り扱っているセルスタックの形式が明記されていなかったため、その連携が判り難いとの指摘であると認識している。今後、同様の実証研究を実施する場合には改善していきたい。

3. 有効性（目標達成度、社会・経済への貢献度）

【NEDO自己評価】

実証運転に供された設置年度別SOFCシステムの運転実績と性能を表-3に示す。

表-3 設置年度別SOFCシステムの運転実績と性能

	平成19年度 設置機	平成20年度 設置機	平成21年度 設置機	平成22年度 設置機
運転時間合計 *1	216,898	516,219	820,825	687,542
最長運転時間 *1	25,843	28,111	19,462	10,292
平均運転時間 *1	7,479	15,120	12,251	6,807
現在稼働中の台数 *2	0	11	35	80
発電効率 (%HHV) *3	33.7	35.4	36.4	37.1
熱回収効率 (%HHV) *3	36.9	36.0	37.9	37.2
一次エネルギー削減率 (%) *3	14.8	14.7	16.4	20.0
CO ₂ 削減率 (%) *3	34.1	34.8	34.1	35.8

*1:平成23年12月末時点、*2:平成24年1月末時点、*3:平成22年12月末時点

(参考)

「定置用燃料電池大規模実証研究」において最終の平成20年度の実証運転に供された固体高分子形燃料電池(PEFC)の1kW級システムの実績は、発電効率が31.5%HHV、一次エネルギー削減率が17.1%、CO₂削減率が28.9%となっている。

- (1) 本事業で設置したSOFCシステムの総運転時間は220万時間を超えており、その中で火災等の重要トラブルは1件も発生しておらず、実用化に必須の安全性を実証した。
- (2) これまで実験室レベルでは高い発電効率が報告されていたものの、一般住宅等での運転実績がほぼ皆無であったSOFCシステムについて、実負荷環境下においてもSOFCの長所である高い発電効率が得られることを実証した。
- (3) SOFCシステムは高いCO₂削減効果(約1.3トン/年)が得られ、低炭素社会実現に貢献できる技術であることを実証した。さらに、年々、発電効率や一次エネルギー削減率は向上し、機器性能及び運転モードの改善効果を確認した。なお、表-3に示した各データは、電力需要の少ない時の部分負荷運転時のデータも含めて算定したものであり、定格運転

時におけるトップ機種の発電効率は40%HHVを超えている。

- (4) 平成19年度設置機の平均運転時間は約7,500時間と1年未満(1年=8,760時間)であったが、平成20年度設置機では2倍以上となっており、セルスタック及びシステムの耐久性・信頼性の改善効果が確認された。なお、現在も運転を継続しているシステムが124台あり、今後、取得されるデータは商品機の開発・改善に有効活用される予定である。
- (5) SOFCセルスタックの耐久性を向上させるため、「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」と連携し、セルスタックの改良・改善に取り組んだ。例えば、筒状平板形セルスタック(京セラ製)について、長期間の運転中に電解質と中間層間に空隙が発生することによって電圧低下が起きることを明らかにし、中間層の微細構造の改良と厚み均一化の対策を見出した。この対策を施したセルスタックを搭載した平成21年度設置機については、5万時間の耐久性が見込めるデータが得られた(発電効率低下の傾向に基づいた推定)。また、更に金属インターコネクタの接着方法を改善した平成22年度設置機については、9万時間(10年)の目標達成に向けて順調に運転が継続されている。さらに、現在も運転継続中のシステムに搭載されているセルスタックは、「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」において適宜、分析評価を行い、更なる耐久性・信頼性の向上に繋げていく予定である。
- (6) 事業期間中の毎年、NEDO主催の「燃料電池・水素分野の成果報告会」、及び実施者(新エネルギー財団)主催の「固体酸化物形燃料電池実証研究/成果報告会」において、本事業の成果に関する講演、ポスター展示を行った。また、本事業のホームページを開設し、一般向けの易しい解説、事業の概要、運転データ分析結果等を掲載し、情報発信に努めた。

【事後評価委員会評価】

- (1) 平成22年度に設置した0.7kWシステムで、定格運転時の発電効率が40%HHVを超え、50%負荷運転時であっても32%HHVを維持できたことは、SOFCシステムの高い発電能力を実証した。さらに実住宅では、電力負荷低下時に部分負荷運転を強いられるが、平均的電力需要が500kWh/月(17kWh/日)以上の住宅であれば、一次エネルギー削減率15%以上、CO₂削減率30%以上を確保できることを実証できたことは、家庭用コージェネレーションシステムとしてCO₂削減に十分な規模的貢献を果たせることを示唆している。
- (2) 最も懸念された耐久性についても、運転時間が25,000時間を超えるシステムが現れたこと、要素技術開発事業と連携したセル劣化原因分析と改良により電圧低下率を0.25%/1000時間程度まで抑制できたこと、補機等の不具合に関する情報共有により故障発生率が年度ごとに低下してきたこと等、大きな成果を得ている。
- (3) したがって、実証データの収集及び技術開発課題の抽出という本事業の目標は、別途、本事業と並行して進められた「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」におけるSOFCセルスタックの劣化メカニズム解析等への知見のフィードバックと言う意味において、十分に達成されたと思われる。また、家庭用コージェネレーションシステムとしてのSOFCシステムの優れた省エネ性の実証と、年度ごとの開発成果の実証としても、想定していた性能向上・耐久性向上が示され、SOFCシステムの実用化促進と言う本事業の目的に照らして、その目標は達成できていると判断される。

4. 優先度(事業に含まれる各テーマの中で、早い時期に、多く優先的に実施するか)

特になし。

5. その他の観点(公平性等事業の性格に応じ追加)

【NEDO自己評価】

システムメーカー及びセルスタックメーカーの技術開発進捗や想定する事業化の時期が異なっていたことから、機種毎の設置台数に偏りが生じたが、「新規メーカーや異なるコンセプトのシステムが参入する場合には、柔軟な体制で実用化に向けた助成(補助)を行うことが望まれる」との中間評価時の指摘も踏まえ、新規システムメーカー・新機種も事業に参画させた。

【事後評価委員会評価】

本事業は、様々な事業者が参画している形にはなっているものの、結果的には、事実上のトップメーカーが造るSOFCセルスタックが中心となった実証事業となっており、国の事業としての公平性について改善の余地を指摘される可能性がある。しかし、SOFCはPEFCと異なり、セル材料そのものに大きなヴァリエーションがあり、スタックの構造も様々であることから、複数のメーカー全体の技術を底上げするような技術開発事業を行うことは難しい。特に、NEDOとして20年に亘る技術開発を実施しながら実用化がなされてこなかったSOFCについて、実証研究においてトップランナー方式を採ることによって一気に実用化を加速することは、国の技術開発戦略として妥当であったと思われる。

【事後評価委員会評価に対するNEDO見解】

NEDO自己評価で述べたように、平成22年度には後発の新規システムメーカー・新機種（TOTO、日本特殊陶業）も参画し、商品化に向けた課題の抽出を行うとともに、「性能検討部会」に加わって他メーカーとの情報共有も行っており、公平性は確保されている。

6. 総合評価

【NEDO自己評価】

平成19年度から平成22年度の4年間で、SOFCシステム233台を全国各地の一般住宅等に設置し、性能、安全性、耐久性、環境性、メンテナンス性等を確認することにより、SOFCシステムが家庭用及び小規模業務用のコージェネレーションシステムとして実用化・事業化の可能性があることを実証した。また、実負荷環境下の運転で収集した発電・熱回収効率、性能経時変化、故障・トラブル頻度、一次エネルギー削減率、CO₂削減率等の各種データを評価分析し、実用化・事業化に向けた技術課題を抽出した。

これら本事業の成果は企業における商品機仕様の確立及び技術改良に有効活用されており、平成23年10月、本事業に参画したJX日鉱日石エネルギー(株)は、SOFC型では世界初となる家庭用燃料電池（エネファーム）の一般販売を開始した。また、大阪ガス(株)も平成24年4月から一般販売を開始すると発表している。

現在も運転を継続しているシステムが124台あり、今後、取得されるデータは商品機の開発・改善に有効活用される予定である。また、運転継続中のシステムに搭載されているセルスタックは、「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」において適宜、分析評価を行い、更なる耐久性・信頼性の向上に繋げていく予定である。

【事後評価委員会評価】

本事業開始当初、SOFCは高温で作動するがゆえに、高い発電効率が得られ、燃料処理プロセスの負担が小さく小型化・低廉化が期待できるという大きなメリットがある一方、部分負荷運転に起因するエネルギー効率の低下、熱履歴によるセル部材の劣化等が懸念されていた。本実証研究では、SOFCシステム233台を全国の実住宅に設置した結果、平成22年度設置機平均で一次エネルギー削減率20%、CO₂削減率35.8%を確保し、運転時間が25,000時間を超えるシステムも現れた。平成23年10月、JX日鉱日石エネルギー(株)が世界で初めてSOFC型エネファームの販売を開始できたのも、この実証研究の成果に負うところが大きい。今後に残された最大の課題は、先行するPAFC（リン酸形）、MCFC（熔融炭酸塩形）、PEFCですら未だにクリアできていないコスト目標の達成であるが、量産化技術の確立、システムの簡素化を推進し、ぜひともコスト低減を成し遂げてもらいたい。また、更に耐久性・信頼性を向上させるとともに、災害時にも有用なシステムとすることで、自立的に普及が進むことを期待する。

本事業は終了したが、運転を継続しているシステムが多数あるので「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」において耐久性・信頼性向上に役に立てることが望まれる。

(参考) 評価対象プロジェクト

(エネルギーイノベーションプログラム)
「固体酸化物形燃料電池実証研究」基本計画

新エネルギー部

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。他方、長期間・大規模投資を要し、将来の不確実性が大きいエネルギー技術開発においては、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。本事業は、このような観点から制定された「エネルギーイノベーションプログラム」(以下、「プログラム」という。)のうち、「新エネルギー等の開発・導入促進」の一環として実施するものである。

燃料電池を含む新エネルギー技術は、エネルギー基本計画(2007年3月)における重点分野に位置づけられているほか、第3期科学技術基本計画(2006年3月閣議決定)では、「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ているところである。

加えて、燃料電池分野は新産業創造戦略2005(2005年6月経済財政諮問会議報告)において戦略7分野の一つに位置づけられ、経済成長戦略大綱(2006年7月財政・経済一体改革会議)においても、世界をリードする新産業を創出する戦略分野として位置づけられているなど、政府においても燃料電池の導入・普及に向けて積極的に取り組んでいるところである。

このような状況の中で、固体酸化物形燃料電池(以下、「SOFC」という。)においては、発電効率が高い、高価な白金触媒を必要としない、日本が蓄積してきたセラミックス技術を活用できるなどの特長を有しており、特に分散型電源として高い期待が寄せられている一方で、耐久性を始めとした実証データの蓄積が乏しく未知数の部分も多く残されているのが現状である。

このため、SOFCシステムの技術開発課題を明らかにし、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。)で実施するSOFC技術開発事業等に反映させて、SOFCの実用化の促進を図るために、SOFCシステムの実負荷環境下における実証データの収集及び評価分析を実施し、今後のSOFC技術開発の開発課題を抽出することを目的とする。

本実証研究によりSOFCシステムの実用化が促進されることが期待できるとともに、将来的に市場へ広く普及すれば大きな省エネルギー効果及びCO₂削減効果が期待できる。

(2) 研究開発の目標

SOFCシステムの実証研究を実施し、実証データの収集及び評価分析を実施し、今後のSOFC技術開発の開発課題を抽出する。

(3) 研究開発の内容

上記の目標を達成するために、別紙の研究開発計画に基づき実証研究を助成により実施する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本実証研究は、NEDO技術開発機構が、企業、公益法人等から、当該実証研究を的確に実施できる助成事業者を公募によって選定し、助成(定額助成)により実施する。

(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、経済産業省及び助成事業者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本実証研究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、必要に応じて設置される委員会等における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こと等を行う。

3. 研究開発の実施期間

本実証研究の期間は、平成19年度から平成22年度の4年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、事業評価実施規程に基づき事業評価を毎年度実施するとともに、技術的及び政策的観点から、実証研究の意義、目標達成度等について、外部有識者による事後評価を平成23年度に実施する。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

得られた実証研究の成果は、NEDO技術開発機構で実施するSOFC技術開発事業に活用するとともに、可能な範囲で一般に公開し、産業界におけるSOFC技術開発への取り組みに貢献するため、NEDO技術開発機構及び助成事業者がともにその普及に努めるものとする。

(2) 基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、実証研究内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、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、当該実証研究の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、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15条第1項第三号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1)平成19年3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1月、改訂

(別紙)研究開発計画

研究開発項目「固体酸化物形燃料電池実証研究」

1. 研究開発の必要性

SOFCは、発電効率が非常に高い、高価な白金触媒を必要としない、日本が蓄積してきたセラミックス技術を活用できるなどの長を有しており、特に分散型電源として高い期待が寄せられている。一方で、耐久性を始めとした実証データの蓄積が乏しく未知数の部分も多く残されており、SOFCの技術開発課題を明らかにして、SOFCの研究開発、実用化の促進を図ることが必要である。

2. 研究開発の具体的内容

SOFCシステムを各年度の実施方針で定める事項にあわせて設置し、多様な実負荷環境下での実証データを取得する。運転データ、故障データ及び効率データの評価分析を行い、最新技術レベル及び技術的問題点を把握し、SOFCシステムの技術開発課題を抽出する。

3. 達成目標

(1) SOFCシステムの実証データの着実な収集及び当該収集データの評価分析

(参考)実証データ項目

- ・運転データ(起動回数、運転時間、発電回数、発電時間)
- ・故障データ(信頼性・耐久性に係るデータ)
- ・効率データ(発電効率、熱回収効率)

(2) SOFCシステムの技術開発課題の抽出

(参考)技術開発課題項目

- ・特性向上に関する課題
(運転方法も含めた省エネルギー性向上に関する課題)
- ・信頼性・耐久性向上に関する課題
(スタックまたはモジュールの寿命向上に関する課題)
- ・適用性拡大に関する課題
(種々の燃料利用、起動性向上に関する課題)

事業原簿（ファクトシート）

平成22年 4月 1日作成
平成23年 5月 現在

制度・施策名称	エネルギーイノベーションプログラム				
事業名称	固体酸化物形燃料電池実証研究	コード番号：P07003			
推進部署	新エネルギー部				
事業概要	固体酸化物形燃料電池（以下、SOFCという）システムの実用化を促進するため、SOFCシステムを実負荷環境下に設置して、実証データの収集及び評価分析を実施し、今後のSOFC技術開発の開発課題を抽出する。				
	①SOFCシステムの設置				
	②実証データの取得、評価分析及び今後の開発課題の抽出				
事業規模	事業期間：平成19～22年度 [百万円]				
		H19～20年度 (実績)	H21年度 (実績)	H22年度 (実績)	合計
	予算額	1,565	761	662	2,988
	執行額	1,037	755	662	2,454
1. 事業の必要性					
<p>SOFCは内燃機関や他の燃料電池と比較して発電効率が高く、天然ガスから石炭ガス等多様な燃料に対応が可能である。また、小規模分散型から大規模火力発電所への適用も可能であるため、エネルギー多様化の重要性が叫ばれている昨今ではますます実用化への期待が大きくなっている。</p> <p>現在のSOFCの開発は、家庭用の小型コージェネレーションシステムが最も進んでいるが、耐久性や信頼性を始めとした実証データの蓄積が乏しく、実用化に向けて未知数の部分も多く残されている。</p> <p>この実証研究では、小型SOFCシステムを一般家庭等の実負荷環境下に設置して、実証データの収集及び評価分析を行い、省エネルギー性やCO₂削減効果を検証する。また、運転を通じて実用化の課題を明らかにするとともに、その課題を別途、NEDOが実施する「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」において解決を図る。このため、SOFCシステムを開発する上で極めて重要な取組みであり、SOFCシステムの実用化促進に大きく寄与できることから、実施の意義が高い。</p>					
2. 事業の目標、指標、達成時期、情勢変化への対応					
①目標					
SOFCシステムを実負荷環境下に設置して、実証データの収集、評価分析、及び開発課題の抽出を行う。また、得られた開発課題をNEDOのSOFCシステム要素技術開発プロジェクトに反映するとともに、得られたSOFCシステムに係わるデータ等を可能な範囲で公開する。					
②指標					
(1)実証データ項目					
運転データ（発電回数、運転時間、燃料供給量、発電電力量、熱回収量）					
故障データ（信頼性、耐久性に係るデータ）					
効率データ（機器発電効率、熱回収効率、一次エネルギー削減量、CO ₂ 削減量）					
(2)技術開発課題項目					
性能特性に関する課題					
耐久性、信頼性に関する課題					
(3)研究開発プロジェクトへのフィードバック状況					
③達成時期					
平成22年度末					

④情勢変化への対応

平成20年度までは(財)新エネルギー財団を実証データ等の取りまとめ機関とし、当該財団から各エネルギー供給事業者等へ助成することによってSOFCシステムの設置、運転を行っていた。平成21年度からは、SOFCシステムの一層速やかな設置及び技術開発プロジェクトとの連携を一層強化することを目的に、NEDOからの助成事業者を評価分析事業者((財)新エネルギー財団)と設置運転事業者(エネルギー供給事業者等)に分けて実施することにした。

3. 評価に関する事項

①評価時期

年度評価：平成23年5月

中間評価：平成21年度

事後評価：平成23年度

②評価方法

年度評価：助成事業者が毎年度NEDOに提出する成果報告書(助成先に設置した外部有識者から成る評価委員会及び性能検討部会にて審議・検討されたもの)から研究結果を分析し、内部評価を実施する。

中間評価及び事後評価：外部有識者からなる評価委員会における審議により行う。