

事前評価書

	作成日	平成25年2月6日
1. プロジェクト名	固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発	
2. 推進部署名	新エネルギー部	
3. プロジェクト概要 (予定)		
(1) 概要		
1) 背景		
<p>我が国におけるエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題等の解決のためには、新エネルギー技術の開発・コスト削減及び利便性や性能の向上への取り組みが極めて重要である。固体酸化物形燃料電池（以下、SOFC）は、発電効率が高く、多様な燃料にも対応が可能であり、小型分散型から大規模火力代替システムまで広い適応性を持つことから、その実用化が強く望まれている。SOFC型エネファームは2011年に実用化されたが、2016年以降を見込む本格普及に向けては大幅なコストダウンと耐久性の両立が必須である。また、業務用、発電事業用のSOFCシステムは研究開発段階である。</p>		
2) 目的		
<p>SOFCシステム等の本格普及へ向け、低コスト・高耐久性を両立したセルスタック開発に寄与する耐久性迅速評価技術を確立する。また、業務用中容量（数～数100kW）から発電事業用大型システムの実用化へ向けた技術実証と要素技術開発を実施するとともに、SOFCの用途拡大を目指す。</p>		
3) 実施内容		
<p>本事業では、以下（a）～（d）の4項目を実施する。</p>		
（a）固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究		
<p>エネファームの本格普及期を想定し、その実現に必要な低コストと高耐久性を両立したSOFCの開発を加速するために、耐久性迅速評価方法の確立を行う。前プロジェクトで開発した、熱力学的解析、化学的解析、機械的解析、三相界面微細構造解析、耐久性評価方法等を高度化し、さらに劣化要因に応じて有効な場合には、加速劣化試験やシミュレーション技術等と複合させることにより、比較的短時間の耐久試験におけるSOFCの微小な劣化現象を的確に評価・解析し、実用レベルの耐久性を迅速かつ高精度に検証する。</p>		
[中間目標（平成27年度（2015年度））]		
9万時間以上の耐久性を見通すことができる固体酸化物形セルスタック		

クの耐久性迅速評価方法を開発する。また、この評価方法を耐久試験後の実セルスタックに適用し、その妥当性の検証及び課題抽出を行う。

[最終目標（平成29年度（2017年度））]

9万時間以上の耐久性を見通すことができる固体酸化物形セルスタックの耐久性迅速評価方法を確立する。

(b) 固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの実用化技術実証

燃料電池の用途・市場拡大を目的として、業務用の燃料電池システムの実証試験を実施し、その導入効果の検証及び実用化へ向けた課題抽出を行う。数～数100kW級中容量SOFCシステム（コジェネレーションシステムを含む）の実負荷条件下での実証試験を主要な対象とする。

本項目は前半3年間（平成25～27年度（2013～2015年度））、後半2年間（平成28～29年度（2016～2017年度））に分けて段階的に実施する。前半の成果を踏まえて中間評価を行い、後半で継続するか否かを判断する。

[最終目標（平成29年度（2017年度））]

中容量（数～数100kW）SOFCシステムの導入効果検証及び課題抽出を行う。

(c) 固体酸化物形燃料電池を用いた事業用発電システムの要素技術開発

トリプルコンバインドサイクル発電システムは、SOFCにガスタービン及び蒸気タービンを組み合わせた、超高効率事業用発電システムである。平成25年度（2013年度）末において、以下に示すトリプルコンバインドサイクル発電システムのSOFCセルスタック及びSOFCとガスタービンの連携技術を開発する。なお、燃料は天然ガスとする。

○トリプルコンバインドサイクル発電システム

発電規模（送電端）：数10MW以上（100MW未満）
発電効率（送電端）：60%LHV以上
建設コスト：25万円/kW以下

○上記のうち、SOFC：
発電規模：10～20MW
運転圧力範囲：大気圧～約3MPa
耐久性：9万時間
(電圧低下率0.1%/1,000時間以下)
製造コスト：30万円/kW以下

[最終目標（平成25年度（2013年度））]

以下に示すトリプルコンバインドサイクル発電システムのSOFCセルスタック及びSOFCとガスタービン連携技術を開発する。

(d) 次世代技術開発

固体高分子形燃料電池、固体酸化物形燃料電池等の従来型燃料電池と異なる次世代燃料電池に関する技術開発を行う。ただし研究項目（a）（b）（c）とは重複しない内容とする。

本項目は提案公募として実施するため、目標はテーマごとに、NEDOロードマップ等と照らし合わせて適宜決定する。

なお、本項目は前半3年間（平成25～27年度（2013～2015年度））、後半2年間（平成28～29年度（2016～2017年度））に分けて段階的に実施する。前半の成果を踏まえて中間評価を行い、後半で継続するか否かを判断する。

(2) 規模 事業費 12.35億円（平成25年度想定）

(a) 委託事業または1/2共同研究

(b) 1/2助成

(c) 1/2共同研究

(d) 委託事業または1/2共同研究

(3) 期間 平成25～29年度（5年間）

4. 評価内容

(1) プロジェクトの位置付け・必要性について

1) NEDOプロジェクトとしての妥当性

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（CO₂）・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や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。燃料電池は、上記の目的達成に向けたキーテクノロジーとして、その実用化が強く期待されている。

家庭用燃料電池の更なる普及拡大、業務用・発電事業用燃料電池の実用化、燃料電池自動車の2015年の普及開始とその後の拡大に貢献するためには、技術開発、実証研究、基準・標準化の取り組みを長期展望の下、総合的に推進することが必要であるが、このような長期展望に基づいた総合的な取組は企業単独では実施困難なため、NEDOの関与が必要不可欠である。

SOF₂C型エネファームにより、日本は世界に先駆けてSOF₂Cシステムの商品化に成功したが、その本格普及のためには更なる低コスト化・高耐久化が必要不可欠である。一方、中～大容量システムの実用化、あるいは次世代燃料電池の開発には、極めて高い技術レベルと多大な開発ソースが必要とな

る。本プロジェクトによるSOFCや次世代燃料電池の研究開発に対する支援を継続しない場合、その実用化・本格普及が大幅に遅れるリスクが大きい。)

2) 目的の妥当性

2011年3月の東日本大震災の影響により、今後の電力供給体制が見直されることが予測される中で、分散電源の有用性、新設及び既設の発電機器の高効率化、燃料多様化等に資するSOFCの早期実用化と本格普及が強く望まれている。

SOFCエネファームは2011年に実用化されたが、2016年以降の本格普及に向けては大幅なコストダウンと耐久性の両立が必須であり、業務用から発電事業用のSOFCシステムやSOECは研究開発段階である。本プロジェクトの目標は世界最先端レベルであると同時に、「NEDO燃料電池技術開発ロードマップ2010」における2020年目標とも整合しており、適正である。

(2) プロジェクトの位置付け・必要性についての総合的評価

本事業は国の政策等を踏まえた世界最先端の取り組みであり、本技術が実用化されれば、我が国のエネルギーセキュリティ向上、CO₂排出量削減、国際競争力の強化等に大きく寄与することになり、位置付け・必要性は妥当である。

(3) プロジェクトの運営マネジメントについて

1) 成果目標の妥当性

(a) 固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究

「9万時間以上の耐久性見通すことができる固体酸化物形セルスタックの耐久性迅速評価方法を確立する」という最終目標値は、ユーザー企業ヒアリング、意見交換会等を通じ、SOFCエネファーム等が商品として要求される10年以上の耐久性を実現するために必要な手法として、産業界と合意している。

また、前プロジェクトで達成された世界最高水準の「4万時間耐久見通し(劣化率0.25%/1000時間)」を上回り、「NEDO燃料電池技術開発ロードマップ2010」における2020年度以降(普及～本格普及段階)の目標値と合致しており、戦略的な目標設定と判断している。

(b) 固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの実用化技術実証

産業界との合意の基に策定された「NEDO燃料電池技術開発ロードマップ2010」における中容量(数～数100kW)定置用SOFCの目標は、2020年頃(初期導入)において「発電効率45%LHV以上、

4万時間の耐久性見通し、発電システム価格100万円/kW」となっている。本項目では、家庭用システムで発電効率45%LHVが実現されていることから、これを上回る戦略的な目標「発電効率50%LHV以上、4万時間の耐久性見通し、発電システム価格100万円/kW」の実現に資するべく、「中容量（数～数100kW）SOFCシステムの導入効果検証及び課題抽出を行う」ことを最終目標（2017年度）としている。

これまでに国内外で行われた数～数100kW級SOFCシステムの実証試験は、数1000時間レベルの耐久性に留まっている。項目（a）で述べたように本格普及には9万時間の耐久性が必要とされるが、そこに至るマイルストーンとして4万時間耐久性見通しという目標は十分な意義を有する。

なお、本項目は前半3年間（平成25～27年度（2013～2015年度））、後半2年間（平成28～29年度（2016～2017年度））に分けて段階的に実施する。前半の成果を踏まえて中間評価を行い、後半で継続するか否かを判断する。

（c）固体酸化物形燃料電池を用いた事業用発電システムの要素技術開発

トリプルコンバインドサイクル発電システムに関して掲げた性能、耐久性、コストの設定値は、ガスタービン－蒸気タービン複合発電等、既に実用化されている競合技術に対して優位性を確保できる値となっている。

システムの発電効率の設定値（60%LHV以上）は、最新鋭の1500℃級ガスタービンと蒸気タービンの複合発電システムで得られている効率（58%LHV）を超えることを目標としている。また、SOFCの耐久性（9万時間）及び製造コスト（30万円/kW以下）についても、「NEDO燃料電池技術開発ロードマップ2010」に記載されている2020年頃（初期導入）の開発目標は「耐久性で4万時間見通し、コストで数10万～約100万円/kW」と比較して、戦略的な設定がなされている。

項目（c）ではこのシステムの実用化に資する要素技術としてSOFCセルスタック及びSOFCとガスタービン連携技術を開発する。

（d）次世代技術開発

提案公募として実施するため、目標はテーマごとに、NEDOロードマップ等と照らし合わせて適宜決定する。

なお、本項目は前半3年間（平成25～27年度（2013～2015年度））、後半2年間（平成28～29年度（2016～2017年度））に分けて段階的に実施する。前半の成果を踏まえて中間評価を行い、後半で継続するか否かを判断する。

2) 実施計画の想定と妥当性

(a) 固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究

前半3年間でSOFCセルスタックの主要劣化要因内訳を解明し、9万時間以上の耐久性を見通すことができる耐久性迅速評価方法を開発し、この評価方法を耐久試験後の実セルスタックに適用し、その妥当性の検証及び課題抽出を行う。後半2年間で、この耐久性迅速評価方法を確立する。

SOFCの耐久性迅速評価技術は、前プロジェクトで開発した各種解析評価方法を高度化し、さらに劣化要因に応じて有効な場合には加速劣化試験やシミュレーション技術等と複合させて確立を目指すものである。同種の試みはEUプロジェクト（SOFC-LIFE）等で始まっているが、その耐久性レベルは1%/1,000時間程度であるのに対し、本項目ではその1/10という高い目標値であり、単なる改良や外部調達では達成し得ない世界最先端の取り組みである。また、本項目で要素技術として想定している熱力学的解析、化学的解析、機械的解析、三相界面微細構造解析、耐久性評価方法は、前プロジェクトにおいてその有効性が実証され、かつ継続して重要と判断できる項目を網羅している。これらを並行的に検討し、総合的に開発を進めることは、本項目の目標達成に不可欠である。

前事業「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」（平成20～24年度）で開発した、熱力学的解析、化学的解析、機械的解析、三相界面微細構造解析、耐久性評価方法等を高度化し、さらに加速劣化試験やシミュレーション技術等と複合させることにより、耐久性迅速評価方法の確立を目指す。開発セルスタックの耐久性向上のためには、これら評価分析技術を総合的に適用することが極めて有効であるため、最大限の活用を図る。

(b) 固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの実用化技術実証

採択テーマごとに、前半3年間では中容量システムの試作品を作製し、実負荷環境下での実証試験を行う。ここで有望な結果を得たテーマを絞り込んで後半2年間も継続し、さらに実用化への段階を進めたシステム実証試験（実証システム数増、または発電容量増等）を行う。

これまで中容量SOFCシステムの性能や耐久性は十分に検証されていないため、その実証試験評価は重要である。実負荷環境下における技術的課題を抽出し、改善策を検討することは実用化のために不可欠だが、その技術的難易度は高い。従って本事業での取り組みが必須である。

(c) 固体酸化物形燃料電池を用いた事業用発電システムの要素技術開発

トリプルコンバインドサイクル発電システムの要素技術開発を前事業

(平成24年度(2012年度)開始)から継続し、本事業の初年度である平成25年度(2013年度)に加速的に開発を実施して完了する。トリプルコンバインドサイクル発電システムのうち、ガスタービン及び蒸気タービンの技術は既存のものが適用可能である。当該システムの実用化に向けた課題は大容量SOFCの開発であり、そのうち最も重要度の高い要素技術であるSOFCセルスタックとSOFC-ガスタービン連携技術の開発を本事業で行うこととしている。

また、平成24年度(2012年度)にラボ試験で高圧条件下におけるSOFCセルスタックの特性を的確に把握した上で、平成25年度(2013年度)よりSOFC-ガスタービン連携模擬試験を行うこととしており、開発の進め方は妥当である。

(d) 次世代技術開発

有望な次世代技術を継続的に支援し、シーズの発掘に努めるために一定額を確保している。提案公募であり、実施計画は提案ごとに適切に判断する。

なお、家庭用SOFCシステムの法規制等の問題に関しては、2010年度に一通り対応が完了している。中・大容量システムに関しては、対処の必要性が明確になった時点で実施者と協議する予定である。

3) 評価実施の想定と妥当性

(a) 固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究

研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、実用化の可能性、産業への波及効果等について随時確認を行い、必要に応じて研究開発内容の見直し等を行う。また、外部有識者による中間評価を平成27年度(2015年度)に、事後評価を平成30年度(2018年度)に実施する。

(b) 固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの実用化技術実証

前半3年間(平成25~27年度(2013~2015年度))、後半2年間(平成28~29年度(2016~2017年度))に分けて段階的に実施する。平成27年度(2015年度)に採用テーマごとの中間評価をスクリーニング的に行い、後半も継続するか否かを判断する。後半に進んだテーマに関しては、外部有識者による事後評価を平成30年度(2018年度)に実施する。

(c) 固体酸化物形燃料電池を用いた事業用発電システムの要素技術開発

研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、実用化の可能性、産

業への波及効果等について随時確認を行い、必要に応じて研究開発内容の見直し等を行う。また、外部有識者による事後評価を平成26年度（2014年度）に実施する。

(d) 次世代技術開発

前半3年間（平成25～27年度（2013～2015年度））、後半2年間（平成28～29年度（2016～2017年度））に分けて段階的に実施する。平成27年度（2015年度）に採用テーマごとの中間評価をスクリーニング的に行い、後半も継続するか否かを判断する。後半に進んだテーマに関しては、外部有識者による事後評価を平成30年度（2018年度）に実施する。

4) 実施体制の想定と妥当性

(a) 固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究

前プロジェクトから継続して強固な産学連携による実施体制を構築する。セルスタック開発メーカー、システムメーカー、ユーザー企業、研究機関等の参画を見込んでいる。

(b) 固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの実用化技術実証

提案公募による。業務用ボイラー、発電システム等の有力企業がインフラ企業、スタックメーカー等と連携して参画すると予測している。

(c) 固体酸化物形燃料電池を用いた事業用発電システムの要素技術開発

継続プロジェクトであり、三菱重工業（株）、（株）日立製作所、東北電力（株）、九州大学が引き続き参画する。三菱重工業（株）におけるセルスタック開発は、項目（a）と密接な連携の下に推進する。

(d) 次世代技術開発

提案公募による。

5) 実用化・事業化戦略の想定と妥当性

(1) 2)、(2) 1) に記載の通り、マーケット規模、ユーザーニーズを的確に把握した上で、ユーザー企業も含めた体制を構築し、実用化・事業化につなげる戦略を想定している。

6) 知財戦略の想定と妥当性

項目（a）（b）（c）はいずれも事業化を企図する企業が主体で進める事

業であるため、S O F Cセルスタック及びシステム設計技術を中心に適切な知財化を促進する。全体として、将来の海外展開を見据え、大市場が見込まれる北米、欧州等の先進国での海外出願を促進するとともに、必要に応じてB R I C S等の振興国への海外出願を検討する。

なお、項目（a）は耐久性迅速評価方法の確立及びそのためのセルスタック耐久試験が本事業範囲であり、その知見に基づいた各企業でのセルスタック改良・開発は範囲外としている。従ってセルスタックの材料・構造・製法等に関する出願は本事業の枠外だが、その技術的な重要性に鑑みて、各企業からの国際出願を積極的に促進する。

7) 標準化戦略の想定と妥当性

S O F Cを含む定置用燃料電池の国際標準化は、一般社団法人 日本電機工業会が主体となって進めている。N E D Oはその各WGにオブザーバとして参加してデータ取得等のニーズに対応するとともに、水素技術を含めた全体マネジメントを行う戦略会議での事務局を務めている。本事業では、その期間中に得られた成果の国際標準化の可能性に関して改めて検討を行う予定である。

(4) プロジェクトの運営マネジメントについての総合的評価

本事業の目的、実施計画、予算等は、S O F Cシステムの早期本格普及または実用化を図る取り組みとして適切である。

(5) 成果の実用化・事業化の見通しについて

1) プロジェクト終了後における成果の実用化・事業化可能性

下記のように項目ごとに具体的な製品想定があり、成果の実用化・事業化可能性は明確である。

- (a) 固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究
主として家庭用S O F Cシステム（エネファーム）
- (b) 固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの実用化技術実証
業務用S O F Cシステム（数～数100kW）（設置先としては、工場、コンビニエンスストア、病院、ビル、集合住宅等）
- (c) 固体酸化物形燃料電池を用いた事業用発電システムの要素技術開発
トリプルコンバインドサイクル発電システム

(d) 次世代技術開発
提案公募であり、提案ごとに異なる

2) 成果の波及効果

S O F Cセルスタック及びシステム関連の技術は、セラミクス材料、金属材料、電気化学、空力学、熱力学、燃焼、電機等の広範囲で高度な科学技術の裾野を必要とし、かつ高度な設計・製造技術も必要となることから、本事業を通じて当該分野の研究開発、並びに若手研究者・工学技術者の育成を促進できる。

S O F Cシステムの普及が進めば、市場創出効果と温室効果ガス排出削減効果は大きい。セラミクス、金属、電子、発電等と当該分野に関連する業種は多岐にわたり、新たな産業・雇用を創出できる。世界に先駆けて実用化を進めることで、当該分野の国際競争力を強化できる。

(6) 成果の実用化・事業化の見通しについての総合的評価

アウトプット（製品等）想定は具体的であり、具体的な技術課題とその解決方針、事業化へのマイルストーン等も明確なことから、本事業成果の実用化・事業化の見通しは十分高い