

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発

／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」（中間評価）の研究評価委員会分科会（2020年7月14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33条の規定に基づき、第63回研究評価委員会（2021年1月8日）にて、その評価結果について報告するものである。

2021年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発
／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」分科会
（中間評価）

分科会長 清水 忠明

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発

／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」

(中間評価)

分科会委員名簿

(2020年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	しみず ただあき 清水 忠明	新潟大学 工学部 工学科 化学システム工学プログラム ム 教授
分科 会長 代理	なかざわ はるひさ 中澤 治久	一般社団法人 火力原子力発電技術協会 専務理事
委員	くらもと こうじ 倉本 浩司	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エネルギープ ロセス研究部門 エネルギー変換プロセスグループ グ ループ長
	さきま しゅうへい 咲間 修平	E N E O S株式会社 中央技術研究所 ソリューション センター 解析グループ グループマネージャー
	せきね やすし 関根 泰	早稲田大学 理工学術院 先進理工学部 応用化学 教 授
	にしむら くにゆき 西村 邦幸	株式会社三菱総合研究所 環境・エネルギー事業本部 主 席研究部長
	よしいえ りょう 義家 亮	名古屋大学 大学院工学研究科 機械システム工学専攻 准教授

敬称略、五十音順

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／石炭ガス化燃料電池

複合発電実証事業」(中間評価)

評価概要 (案)

1. 総合評価

本事業は、石炭を燃料とする IGCC (石炭ガス化複合発電) 及び IGFC (石炭ガス化燃料電池複合発電) といった高効率発電技術と CO₂ 分離により、日本のエネルギー安定供給と CO₂ 排出低減を同時に達成しようとする公共性の高いものと考えられ、NEDO 事業として妥当である。技術目標が適切に定められており、さらに状況の変化に応じて試験項目を加えるなどマネジメントも適切に行われている。現段階での成果(達成状況)を見る限りでは、今後の最終目標の達成が十分に期待されるレベルにある。IGCC については、高度な負荷追従、さらには送電停止などを想定した試験が行われ運転トラブルも解決されており、ガス化炉の実用化・事業化と今後の CO₂ 分離、燃料電池への展開に期待が持てる。シフト触媒については、基礎的な試験結果に基づき長期実証に向けて進行しており、さらに海外の展開についても視野に入れていることは高く評価できる。

一方、研究成果の評価軸も定格熱効率の向上から CO₂ 削減効果 (量とコスト) に移ってきているため、今後の目標値設定に当たっては、情勢の変化に合わせて弾力的に対応し、客観的かつ定量的な評価を受けることができるよう意識して情報発信を行ってほしい。

本事業は、発電の高効率化及び CO₂ 分離を行うことで、環境に対してインパクトが少なく、なおかつ従来の微粉炭燃焼で使用できなかった石炭を使えるシステムとして、日本のエネルギー供給に対して重要と考えられる。この意義を社会に対してアピールすべきと思われる。今後の社会実装に向けて、プロセスの運用性あるいは経済性をクリアするだけでなく、新たな CO₂ フローの創出もパッケージとして示せると良い。日本のカーボンリサイクル政策の中核をなす事業であり、今後は他事業との連携も含め、さらなる進展を期待したい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

世界的な気候変動への関心の高まりや、ESG (Environment、Social、Governance) 投資の流れからも、ダイベストメントも含めて脱石炭火力が大きな潮流となっているが、本事業の成果は、CO₂ の排出を抑制しつつ石炭の有効利用に道を開くものである。また、本事業は、資源小国である日本にとってエネルギーセキュリティ確保に必要な電源の開発、かつ CO₂ 分離・回収も考慮すれば低炭素電源の開発に資する事業であり、事業目的は妥当である。

石炭の高効率ガス化とそのガスを用いた高効率発電システムの開発は、日本のエネルギー源の安定的確保につながる公共性があり、一方で巨大な技術開発に伴うリスクがあることを考えると、NEDO による助成は適切と考えられる。カーボンリサイクル・資源の有効利用

という観点においても IGCC 技術は応用できる裾野の広い技術と考えられ、NEDO 事業として実施する意義は大きい。

本事業が高効率発電と CO₂ 分離回収を両立させ、さらに日本のエネルギー供給の安定に寄与することができる技術であることについて、社会の理解を得るための努力を従前にもまして行うと共に、専門家だけではなく、国民全体からも理解と信頼を得られるよう努めていただくことを期待したい。

2. 2 研究開発マネジメントについて

国内外において競合する可能性のある技術の調査が行われており、必要な達成目標が明確かつ定量的に定められている。最終的な商用機の構成のプロセス概念設計を行って想定される効率を試算し、そこから遡って現在の実証機の目標を定めるという手法が使われており、目標設定方法は妥当と思われる。

研究開発実施体制については、大型のプラントのオペレーションにおいて多くの経験を有する実施者がおり、技術が継承されていると考えられ、商用化の際にユーザーとなる電力会社からの参画もあり、適切な体制といえる。

第 1 段階の実証試験中に生じた問題に対して、その都度解決を図りながら進められており、外部環境の変化に応じて計画変更を行っている点からも、マネジメント体制は十分機能しているものと考えられる。

知的財産についても、管理手法・実施者間の共有手法のスキームが明確に定められており、適切と考えられる。

一方、CO₂ の液化及び高純度化の技術開発を行う必要性について、既存の CO₂ 分離プロセスと本ガス化炉へ適用した場合の違いについて、わかりやすい説明を国民に対して行う必要があると考えられる。また、社会からのニーズが日々変化しており、今後の目標値設定に当たっては、情勢の変化に合わせた弾力的な対応をお願いしたい。

今後、社会実装への期待がますます高まっていることを鑑みれば、定格運転時の目標値を達成するだけでなく、実証試験を通して実運用における性能向上を図るとともに、運用上のノウハウを少しでも多く積み上げていくことが期待される。

2. 3 研究開発成果について

研究開発はほぼスケジュールに従って進んでいると思われ、第 1 段階（酸素吹 IGCC）、第 2 段階（CO₂ 分離・回収型酸素吹 IGCC）、第 3 段階（CO₂ 分離・回収型 IGFC）のいずれも中間目標を達成したか、あるいは達成の見込みが十分あると考えられる。また、多くのトラブルシューティングを確実に実行しており、知見・ノウハウを着実に蓄積している点は、高く評価できる。更に、負荷変化率向上など運用面での性能向上にも取り組んでおり、これらの点も含め実用化に向けた大きな成果と言える。

成果の普及については、国内外の学会誌論文・口頭発表などを通じて適宜対外的発表が行われており、将来の担い手・ユーザーとなる可能性のある相手に向けて情報発信が行われている。更に、一般に向けても新聞・テレビなど各種媒体を通じてプロジェクト紹介等の情報

発信が行われている。日本エネルギー学会から学会賞という権威ある賞を受けたことは高く評価できる。

一方で、競合技術や既存の IGCC と比較して優位性があるかどうかの検討を行うことが望まれる。また、外部の動向や情勢は今後めまぐるしく変わることが予想されるため、常に最新情報を把握するとともに、それに合わせて研究成果の価値・経済性評価を複数実施し、見える化することを期待したい。

今後の成果の普及については、本事業では定まらないパラメータは明示しつつ、CO₂削減可能量とコストについても客観的かつ定量的な評価を受けることができるよう意識して情報発信を行うと共に、本技術の有望展開対象と考えられる海外に対しても積極的に情報発信していくことは効果的と考えられる。

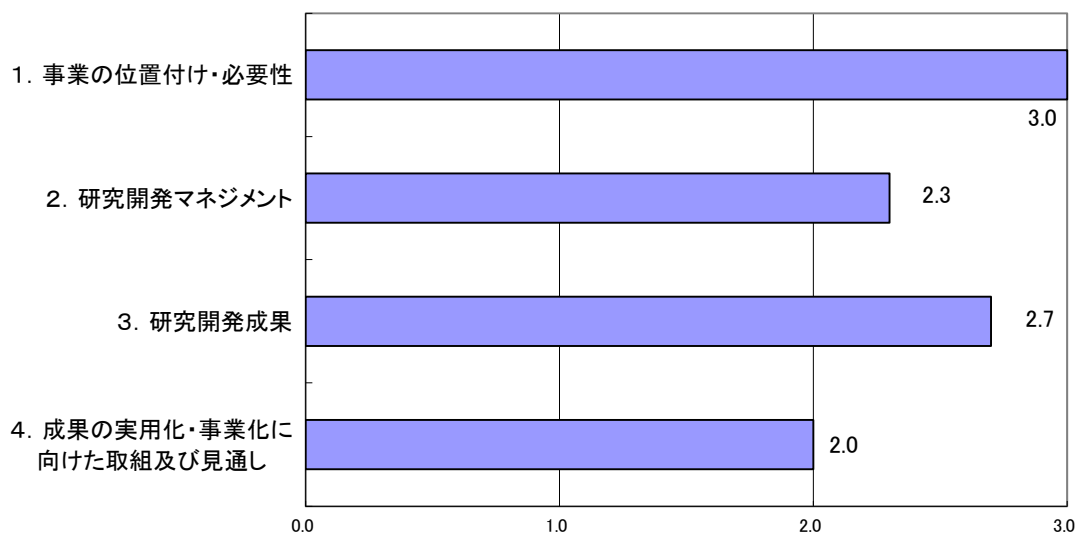
2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

実用化に向けては、再生可能エネルギーの大量導入に向けた負荷追従性、起動・停止を繰り返す能力、耐久性も求められるが、こういった運用方法についても実証の対象とされており、実用化・事業化に向けた取組みがなされていると判断される。第1段階の酸素吹き IGCC については、発電量規模・発電時間・多様な運転条件・多炭種対応性など実用化・事業化に向けた課題をクリアしており、負荷変動への追従性も高い石炭火力として、すぐにでも商用機となる実力を備えている。本技術は海外へのインパクトも少なからずあると思われ、長期的に見ると、本事業での完成度の高いプロセスは、日本のエネルギー技術における国際競争力を高めることにもつながると考える。シフト触媒については、石炭ガス化以外の化学プロセスへの適用も視野に入れた戦略が立てられていることは評価できる。

一方、成果の実用化及び事業化については事前の経済性評価が重要であるため、経済性評価の際に用いる事前条件・前提条件も含め、わかりやすく提示することが必要である。既存の IGCC と比較し、メリット、デメリットを示すことも重要と考える。また、経済性は習熟効果によって改善することができ、国内のみならず海外への輸出も習熟効果を得る重要な手段となるため、CCUS（二酸化炭素回収・有効利用・貯留）の海外促進も併せた幅広い検討を期待する。

本プロセスが社会実装されるためには、発電事業として成立するだけでなく、ここで回収された CO₂ に関し、実行可能で合理的な取り扱いができることが求められるため、他事業で取り組んでいる CCUS との連携を加速していくことも重要である。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)							
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	2.3	B	A	B	A	C	A	B	
3. 研究開発成果について	2.7	A	A	B	A	B	A	A	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	2.0	B	B	B	B	C	A	B	

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 とし事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・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 | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

◆事業実施の背景と事業の目的 1 / 2

社会的背景

地球温暖化対策は世界的課題

石炭 : エネルギー自給率の低い日本にとって重要なエネルギー源
ただし、他の化石燃料と比べ、CO₂排出量が多い



高効率発電技術開発によるCO₂排出量削減、及びCO₂分離・回収技術の実証
を目的として実証事業を開始

近年の状況

地球温暖化対策は全世界で取り組むべき課題

「COP25」ではさらなる温室効果ガスの削減目標の引き上げが求められる
欧州を中心に石炭火力発電の廃止が広がる
世界の金融界で石炭火力発電への融資をやめる「ダイベストメント」が加速

◆事業実施の背景と事業の目的 2 / 2

日本においては、

「エネルギー基本計画」

石炭火力は「重要なベースロード電源」と位置付け
2030年時点で電源構成の26%を占める

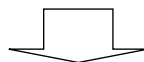
「カーボンリサイクル」

CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、素材や燃料への再利用等とともに、
大気中へのCO₂排出を抑制していく

「革新的環境イノベーション戦略」

我が国の強みを有するエネルギー・環境分野において革新的なイノベーションを
創出し、社会実装可能なコストを実現、これを世界に広めていく

事業の目的



高効率発電技術とCO₂分離・回収技術の組み合わせにより、石炭火力からのCO₂
排出量をゼロに近づけるとともに、回収したCO₂の液化プロセスの最適化を行う

石炭を使用しつつCO₂排出を大幅に削減できる本事業の重要性が高まっている

◆政策的位置付け 1 / 3

次世代火力発電に係るロードマップ*1 (2016年6月) から抜粋**5. 2030年度に向けた取組の中心となる石炭、LNG火力に関する方針**

- 石炭、LNG火力のいずれも第1世代、第2世代技術の性能向上を追求しつつ、究極的な発展段階の第3世代技術の早期確立を目指す

火力発電技術については、石炭火力、LNG火力とも、下図のとおり、単一タービンのシングルサイクル（第1世代）からガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクル（第2世代）、さらに燃料電池を組み合わせたトリプルコンバインドサイクル（第3世代）へと高効率化に向けた技術開発の段階が進展する。

8. 個別技術の開発方針 -2030年度に向けた取組の中心となる技術-**②石炭火力発電技術**

- **IGFC 2025年度頃技術確立、発電効率55%、量産後従来機並の発電単価を実現**
酸素吹IGCCと一体的に開発を実施。／2021年度の小型IGFC実証事業終了後、追加の技術開発、GTFCの技術開発成果を活用して、大型IGFCの技術を確立。

③CO₂分離回収技術

- **物理吸収法 2020年度頃技術確立、回収コスト2000円台/t-CO₂を実現**
比較的早い段階で回収コストの低減が期待される技術として、酸素吹IGCCと一体的に早期に技術実証に着手。酸素吹IGCCとの組み合わせで現行機並40%以上の発電効率を目指す（発電効率の低下6%（CO₂90%回収の場合））。

*1: 経済産業省の主導で設置された産学官の有識者からなる「次世代火力発電の早期実現に向けた協議会」にて策定

◆政策的位置付け 2 / 3

エネルギー基本計画

2018年7月に閣議決定された第5次「エネルギー基本計画」では、2030年と2050年に向けた方針が示された。

- ・ 2030年に向けた方針
エネルギーミックスの確実な実現に向けた取組みの更なる強化とされ、2030年度の電源構成として石炭火力が26%程度維持されることから、石炭火力の高効率化・次世代化の推進と共に、よりクリーンなガス利用へのシフトと非効率石炭のフェードアウトに取り組むとしている。
- ・ 2050年に向けた方針
パリ協定発効に見られる脱炭素化への世界的なモメンタムを踏まえ、エネルギー転換・脱炭素化に向けた挑戦を揚げ、あらゆる選択肢の可能性を追求していくとしている。

カーボンリサイクル

2019年6月7日に経済産業省で策定された「カーボンリサイクル技術ロードマップ」において、CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への再利用等とともに、大気中へのCO₂排出を抑制していく取組みが進められている。

◆政策的位置付け 3 / 3

革新的環境イノベーション戦略

2020年1月、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」及び「総合イノベーション戦略2019」に基づき、我が国の強みを有するエネルギー・環境分野において革新的なイノベーションを創出し、社会実装可能なコストを実現、これを世界に広めていくために策定された。温室効果ガスの国内での大幅削減とともに、世界全体での排出削減に最大限貢献する。

アクセラレーションプランではカーボンリサイクル実証研究拠点の新設として、広島県大崎上島町を、CO2を資源として有効利用するカーボンリサイクル研究のための実証環境を整備し、様々なカーボンリサイクル技術の「ショーケース」として、万博などの機会も活用しつつ、世界中にアピールする。

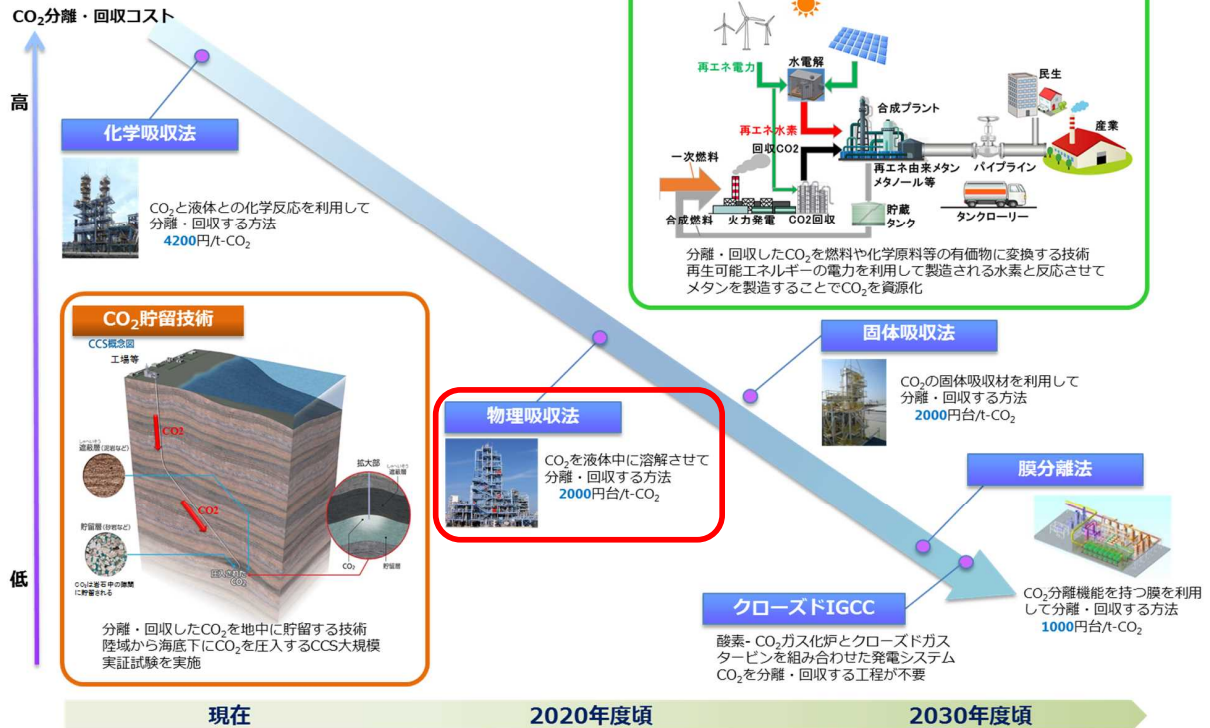
◆技術戦略上の位置付け 1 / 2



※ 図中の発電効率、排出原単位の見直しは、現時点で様々な仮定に基づき試算したもの。 写真：三菱重工業(株)、常陸共同火力(株)、三菱日立パワーシステムズ(株)、大崎クールジェン(株)

◆技術戦略上の位置付け 2 / 2

次世代のCO₂回収関連技術の開発の見通し



◆他事業との関係

「EAGLEプロジェクト」(2002～2013年度)
酸素吹きIGCCパイロット試験(150t/d)

2012～2015年度 METI事業期間
2016～2022年度 NEDO事業期間

IGCCの設計に
反映
IGFCの設計・運
転条件に反映

「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」(2012～2022年度)
・酸素吹IGCC実証
・CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証
・CO₂分離・回収型IGFC実証

次世代火力発電基盤技術開発

・ガスタービン燃料電池複合発電技術開発(2016～2021年度)
燃料電池とガスタービンと蒸気タービンで発電するトリプル
複合発電技術
燃料電池の大容量化、高圧化を検討

・燃料電池向け石炭ガススクリーンアップ技術要素研究
(2015～2017年度)
石炭ガス化ガス中の燃料電池被毒成分を高度に除去する
方法を検討

・燃料電池石炭ガス適用性研究(2016～2021年度)
・250kW級モジュールと石炭ガス化ガスの適用性、石炭ガス
化ガスと燃料電池の連係運転を検討
・IGFCシステムを検討し、実証機IGFCシステムの試設計を実施

分離・回収したCO₂を利用

CO₂有効利用拠点における技術開発
(2020～2024年度)※2020年度開始予定
①CO₂有効利用拠点化推進事業
(拠点の整備、運用、研究支援など)
②研究拠点におけるCO₂有効利用技術開
発・実証事業
(拠点での技術開発・実証)

IGCC実ガスの利用を検討

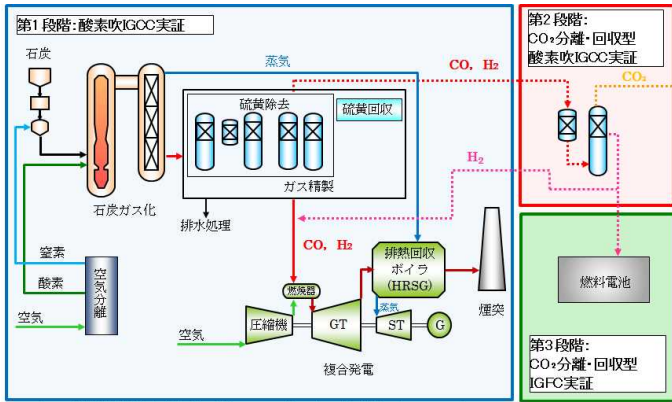
二酸化炭素分離膜モジュール実用化
研究開発(2018～2020年度)
(石炭ガス化複合発電等で発生する実ガス
からCO₂を分離・回収する分離膜技術の研究)

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

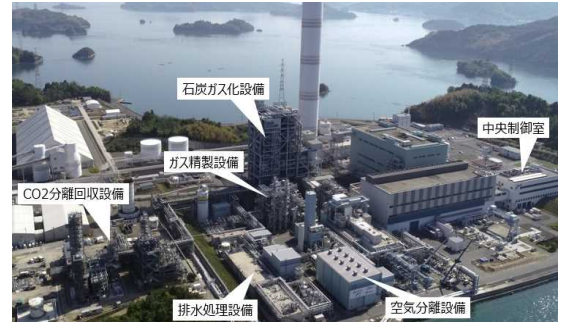
◆事業の概要 1 / 2

- 石炭ガス化複合発電(IGCC)に燃料電池を組み合わせたIGFCは、究極の高効率石炭火力発電技術と位置づけられている。
- NEDOは、**世界初の試み**となる商用規模の燃料電池とCO₂分離・回収型酸素吹IGCCを組み合わせたIGFC実証事業を**大崎クールジェン株式会社**(*)と実施している。
- 酸素吹IGCC実証試験を2018年度に終了。CO₂分離・回収を組み合わせたCO₂分離・回収型IGCC実証事業を実施中。IGFC実証試験は2022年度に実施予定。

* 中国電力(株)と電源開発(株)の共同出資会社



技術確立時期: 2025年度頃
CO₂排出原単位: 590g-CO₂/kWh程度
送電端効率: 55%程度



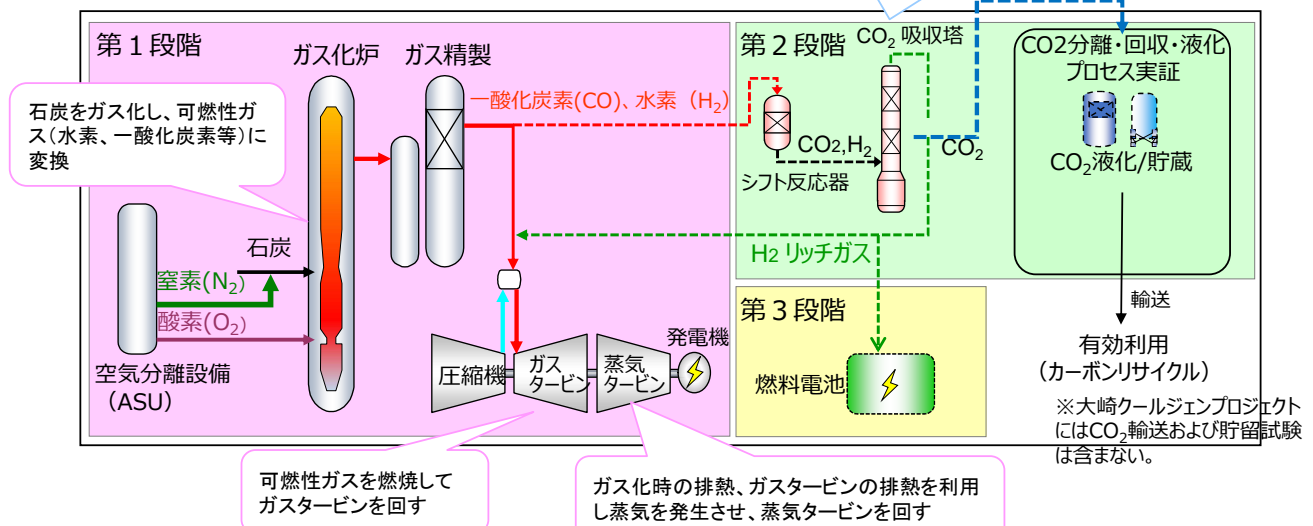
出典: 大崎クールジェン株式会社

年度	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
第1段階 酸素吹IGCC実証	[Progress bar]											
第2段階 CO ₂ 分離・回収型 酸素吹IGCC実証					[Progress bar]							
第3段階 CO ₂ 分離・回収型 IGFC実証										[Progress bar]		

IGCC: Integrated Coal Gasification Combined Cycle
IGFC: Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆事業の概要 2 / 2



第1段階: 酸素吹IGCC実証
(2012年度~2018年度)
IGFCの基幹技術である酸素吹石炭ガス化複合発電(酸素吹きIGCC)の実証試験

第2段階: CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証
(2016年度~2022年度)
・酸素吹IGCC実証試験設備とCO₂分離・回収設備を組み合わせた実証試験
・CO₂分離・回収と組み合わせたCO₂液化プロセスの構築
・CO₂分離・回収設備を追設した場合のIGCC運用性の実証

第3段階: CO₂分離・回収型IGFC実証
(2018年度~2022年度)
石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性を踏まえた最適な石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)システムの実証試験

◆研究開発目標と根拠 1/4

第1段階:酸素吹IGCC実証 2018年度最終目標

研究開発項目	目標	根拠
プラント制御性運用性	事業用火力設備として必要な運転特性及び制御性を確認する (出力変化速度:1~3%/分)	我が国における微粉炭火力と同等の制御性, 運用性が求められる。
設備信頼性	商用機において年間利用率70%以上の見通しを得る (長時間耐久性試験:5,000時間)	我が国における微粉炭火力の多くは70%以上の稼働率で運用されており、酸素吹IGCC商用機においても同等の信頼性が求められる。
多炭種適用性	灰融点の異なる数種類の炭種で適合性を確認する	酸素吹IGCC商用機には、微粉炭火力に適合しがたい灰融点の低い亜瀝青炭から灰融点の高い瀝青炭までの適用炭種の広さが求められる。
経済性	商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となる見通しを得る 海外普及を目的としたマイルストーンを検討する	国内外において酸素吹IGCC商用機を普及するためには、発電原価を微粉炭火力と同等以下とすることが求められる。

◆研究開発目標と根拠 2/4

第2段階:CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証 2020年度中間目標(1/2)

研究開発項目	研究開発目標	根拠
a. 基本性能 (発電効率)	新設商用機において、CO ₂ を90%回収しつつ、送電効率40%(送電端効率、高位発熱量基準)程度の見通しを得る。 これを実現するために、実証機プラントにおいて、CO ₂ 分離・回収にかかるエネルギー原単位「0.90 GJ/t-CO ₂ (電気エネルギー換算)」を発電効率に係る性能として確認する。	CO ₂ 分離・回収時のエネルギーロスによる発電効率の低下に対し、CO ₂ を90%回収しつつ現状の微粉炭火力と同等レベルの発電効率40%程度の見通しを得ることがCO ₂ 分離・回収型IGCCの普及につながる。
b. 基本性能 (回収効率・純度)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ CO₂分離・回収装置におけるCO₂回収効率:90%以上 ➢ 回収CO₂純度:99%以上 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 革新的低炭素火力実現のためにCO₂回収効率90%以上を目標とする。 ➢ CO₂地中貯留に求められる可能性があるCO₂純度99%以上を目標とする。
c. プラント運用性 ・信頼性	CO ₂ 分離・回収型IGCCシステムの運用手法を確立し、信頼性について検証する。 生成ガスの全量をCO ₂ 分離した場合のIGCC運転との相互影響やガスタービン性能についても検証する。	商用化のためには、プラントの起動停止や、発電所特有の負荷変動に対し、IGCC本体に追従した運用手法を確立し信頼性を検証する必要がある。
d. 経済性	商用機におけるCO ₂ 分離・回収の費用原単位を評価する。 実用化・事業化に向けたマイルストーンを検討する。	CO ₂ 分離・回収型IGCCを普及するためには費用原単位の評価が必要である。

◆研究開発目標と根拠 3/4

第2段階:CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証 2020年度中間目標(2/2)

研究開発項目	研究開発目標	根拠
e. IGCCプラント運用性	CO ₂ 分離・回収装置を追設した場合のIGCC運転への影響を確認し、運用性を検証する。	商用機において、CO ₂ 分離・回収型酸素吹IGCCシステムを構築するにあたり、CO ₂ 分離・回収設備とIGCC運転との相互作用やガスタービン性能を検証する。
f. 低温作動型サワーシフト触媒実証研究	低温作動型サワーシフト触媒を対象として、従来触媒比0.8ptの効率改善(発電端効率40%)が達成可能な条件にて1年程度の性能維持を確認する。	過去に実施した実証試験では、シフト反応器単段かつ1,000時間の短期運転により、初期性能の維持を確認した。本事業では、商用プロセスを想定し、シフト反応器を多段構成とし1年程度の長期試験を行うことで実用化に耐えうる安定性、耐久性を評価する。

第2段階:CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証 2022年度最終目標

研究開発項目	研究開発目標	根拠
CO ₂ 液化プロセス開発	CO ₂ 分離・回収型IGCCとCO ₂ 液化を組み合わせた場合の最適プロセスを構築する。	カーボンリサイクルの普及拡大を目指し、石炭火力から回収されたCO ₂ を有効利用するための基盤技術として、CO ₂ 分離・回収設備で回収したCO ₂ を原料とする液化CO ₂ の製造・貯蔵・輸送に要するエネルギー原単位を最小化するための最適条件や運用性を検証すること、並びに、当面の利用先として国内CO ₂ 市場への適用可能性について検証する。

◆研究開発目標と根拠 4/4

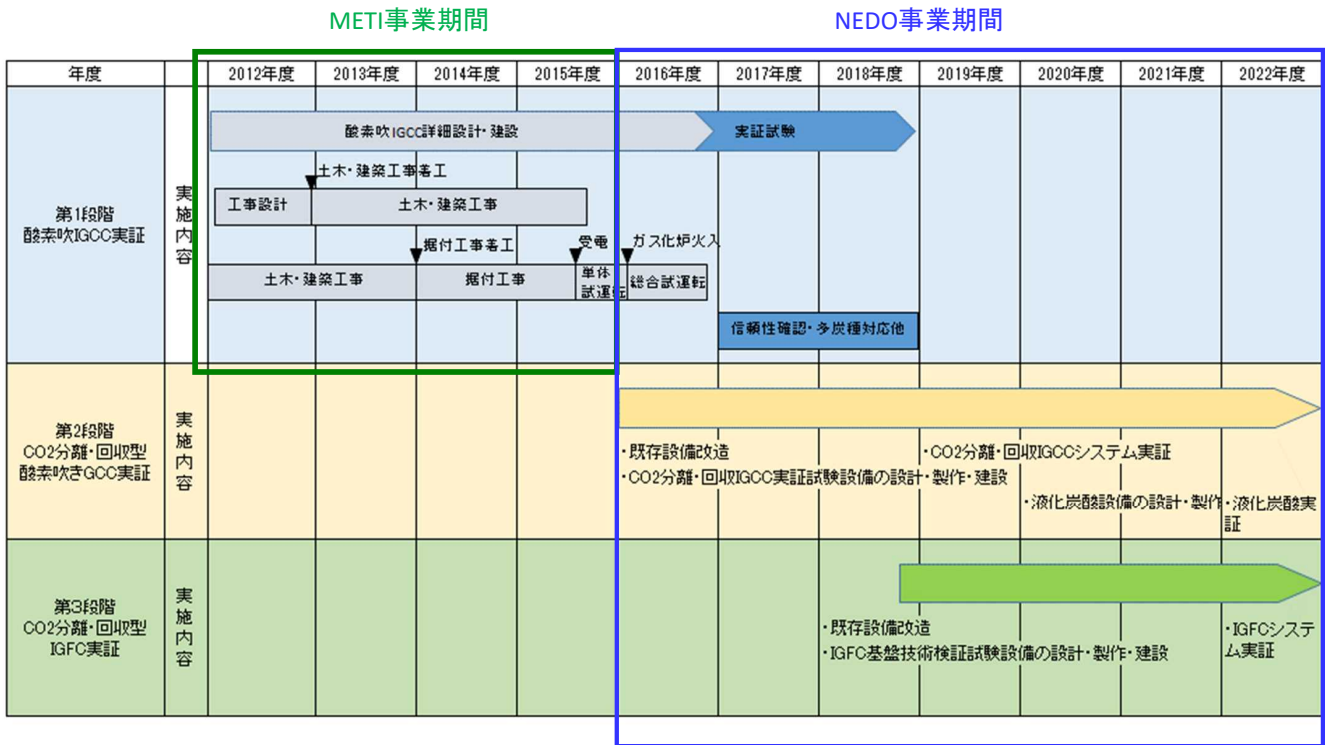
第3段階:CO₂分離・回収型IGFC実証 2020年度中間目標

研究開発項目	研究開発目標	根拠
CO ₂ 分離・回収型IGFC実証研究	CO ₂ 分離・回収型IGFC実証設備の詳細設計を完了する。 機器製作に着手する。	NEDO次世代火力発電基盤技術開発で進められている燃料電池関連研究[IGFCシステム検討、燃料電池モジュール石炭ガス適用性研究、GTFC技術開発(委託事業)]の成果を適宜反映し、燃料電池設備、付帯設備等の仕様検討を行う。

第3段階:CO₂分離・回収型IGFC実証 2022年度最終目標

研究開発項目	研究開発目標	根拠
CO ₂ 分離・回収型IGFC実証研究	500MW級の商業機に適用した場合に、CO ₂ 回収率90%の条件で、47%程度の発電効率(送電端効率、高位発熱量基準)達成の見通しを得る。	新設商用IGFC(500MW級)において、CO ₂ を90%回収しつつ、送電端効率47%程度の見通しを得ることで、低炭素排出かつCO ₂ 分離・回収型IGCCから更に高効率の石炭火力発電技術を確立することができる。

◆研究開発のスケジュール



◆プロジェクト費用

(単位：百万円)

研究開発テーマ	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	総額
【第1段階】 酸素吹きIGCC実証 (助成率1/3)	1,370 4,120	7,000 21,000	6,240 18,710	5,770 17,300	3,740 11,210	1,360 4,090	1,890 5,670	—	—	—	—	27,370 82,100
【第2段階】 CO ₂ 分離・回収型 IGCC実証 (助成率2/3)	—	—	—	—	300 450	3,110 4,660	3,790 5,690	3,860 5,790	650 980	650 970	90 140	12,450 18,680
【第2段階】 IGCC運用性実証 (助成率1/3)							10 30	1,630 4,900	1,750 5,250	—	—	3,390 10,180
【第3段階】 CO ₂ 分離・回収型 IGFC実証 (助成率1/2)							0.6 1	30 60	1,460 2,920	1,860 3,730	310 610	3,660 7,320
合計	1,370 4,120	7,000 21,000	6,240 18,710	5,770 17,300	4,040 11,660	4,470 8,750	5,690 11,390	5,520 10,750	3,860 9,150	2,510 4,700	400 750	46,870 118,280

<参考：NEDO事業期間のみ助成額>

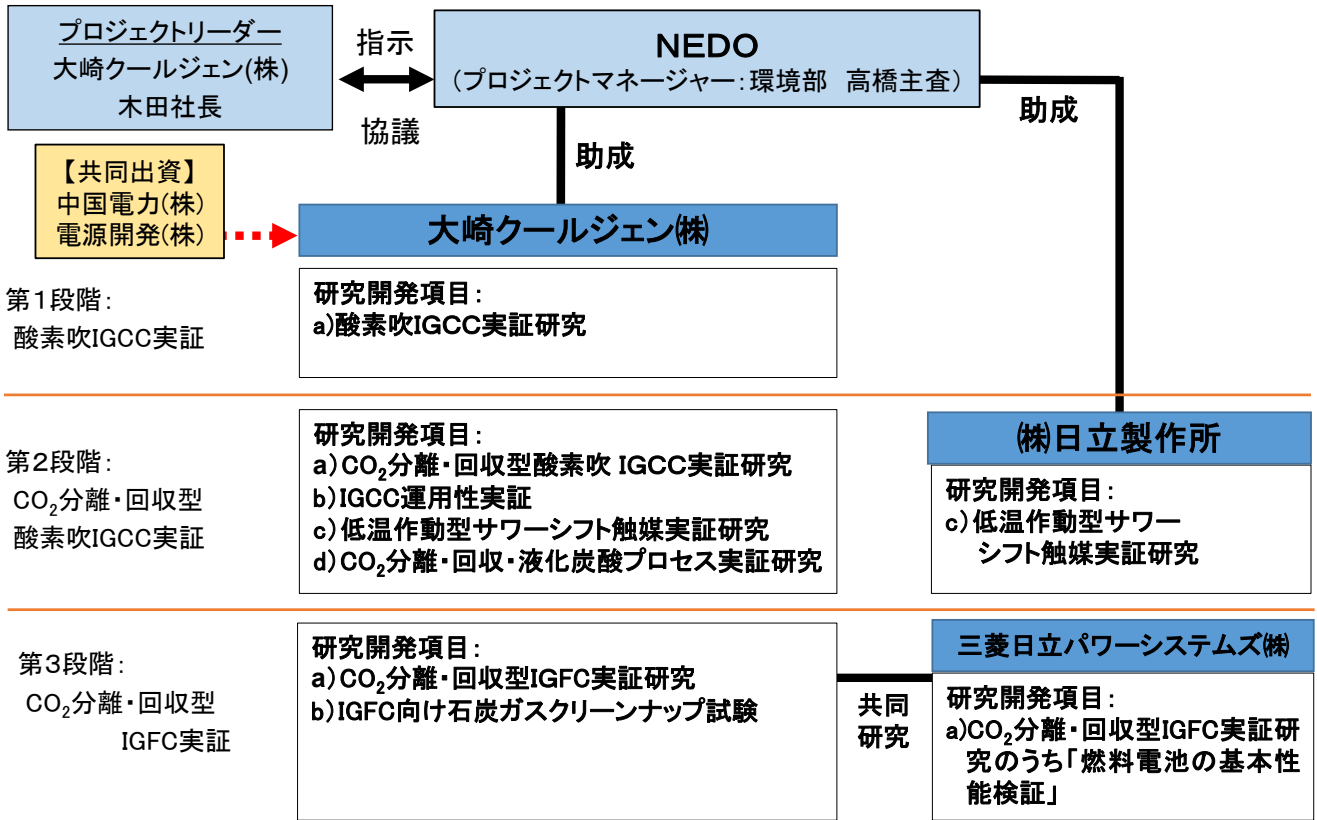
- 第1段階 69.9億円
- 第2段階 158.4億円
- 第3段階 36.6億円
- 合計 264.9億円

2021年度以降は見込額

 : METI事業期間 上段 : NEDO助成額
 : NEDO事業期間 下段 : 総事業費

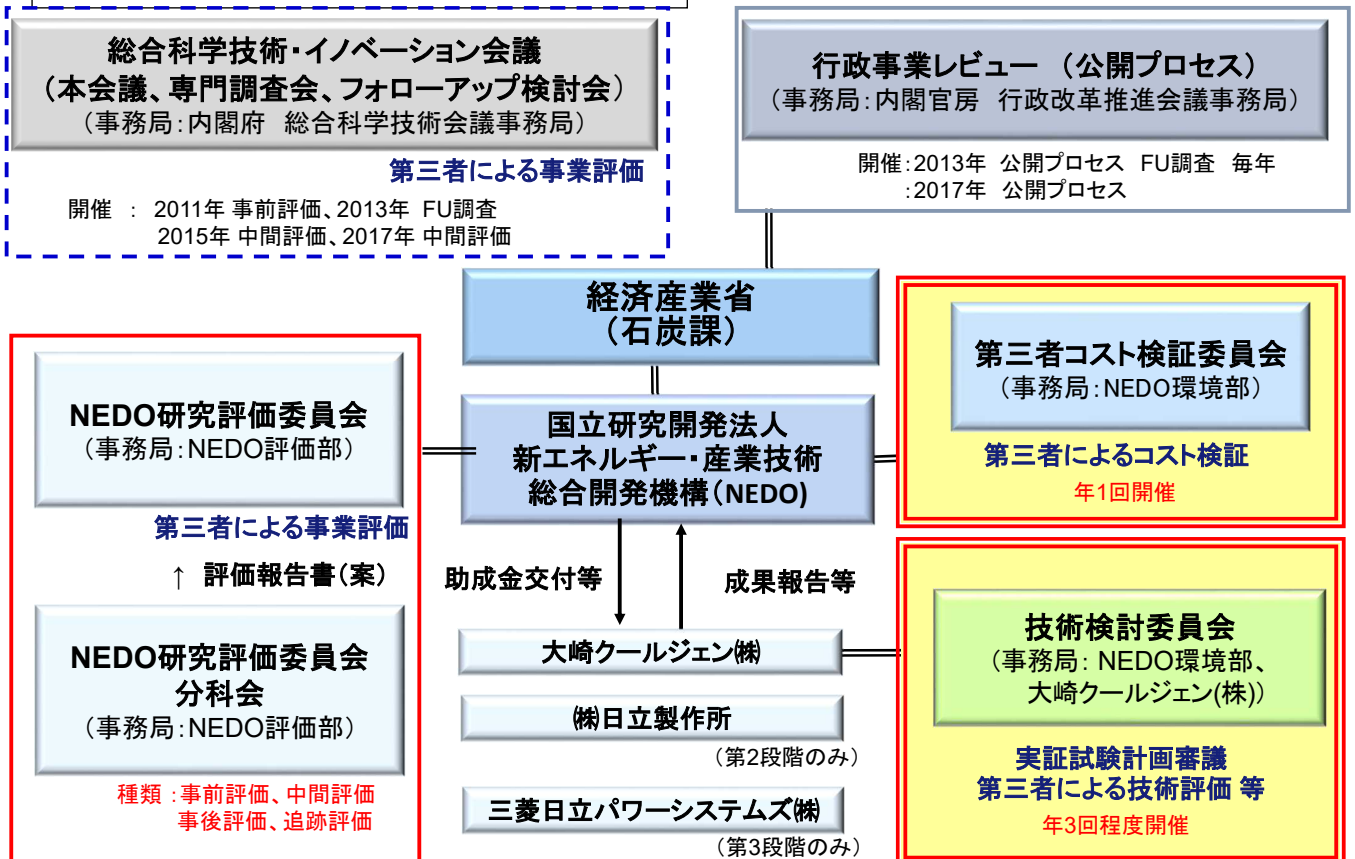
2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆研究開発の実施体制 1 / 2



2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆研究開発の実施体制 2 / 2



3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目毎の目標と達成状況、最終目標の達成可能性 (1/4)

第1段階:酸素吹IGCC実証 2018年度最終目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度
プラント制御性 運用性	事業用火力設備として必要な運転特性及び制御性を確認する (出力変化速度:1~3%/分)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 負荷変化率:16%/分 ▶ 送電端出力0MWで安定運転を確認 ▶ 送電端出力制御で良好運用性を確認 ▶ コールド起動時間(GT起動~定格負荷)7時間以内の見通しを得た 	○
設備信頼性	商用機において年間利用率70%以上の見通しを得る (長時間耐久性試験:5,000時間)	▶ 長時間耐久試験:5,119時間	○
多炭種適用性	灰融点の異なる数種類の炭種で適合性を確認する	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 4炭種にて良好な適合性を確認 ▶ 運転を継続しながら炭種切替を行い、安定したプラント状態を確認 	○
経済性	商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となる見通しを得る 海外普及を目的としたマイルストーンを検討する	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 商用機レベルで発電原価が微粉炭火力と同等になる見通しを得た ▶ アジア大洋州での需要が見込まれ、国内商用化実績を踏まえ海外展開を実施していく 	○

○達成、△達成見込み(中間)、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目毎の目標と達成状況、最終目標の達成可能性 (2/4)

第2段階:CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証 2020年度中間目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	達成見通し
基本性能 (発電効率)	・新設商用機でCO ₂ を90%回収の条件で、発電効率40%程度 ・CO ₂ 分離・回収にかかるエネルギー原単位「0.90GJ/t-CO ₂ (電気エネルギー換算)」を確認	実証試験で基本特性確認と運転パラメータの最適化を実施中	△	実証運転にて目標効率を達成の見込み
基本性能 (回収効率・純度)	・CO ₂ 回収効率90%以上 ・回収CO ₂ 純度99%以上	試運転調整の設備性能確認でCO ₂ 回収効率・回収純度の設備能力を確認 実証試験でパラメータの最適化	○	設備能力としてCO ₂ 回収効率・純度を確認 実証運転で最終評価
プラント運用性 ・信頼性	・運用手法の確立・信頼性の検証 ・生成ガスの全量をCO ₂ 分離した場合のIGCC運転との相互影響やガスタービン性能についての検証	実証試験でプラント運用性・信頼性に係るデータを採取	△	実証運転にて、運用手法を確立し、信頼性を検証
経済性	・商用機のCO ₂ 分離・回収の費用原単位を評価 ・実用化・事業化に向けたマイルストーンを検討	実証試験で商用規模のCO ₂ 分離・回収費用(円/ton-CO ₂)の評価のデータを採取	△	実証運転にて、費用原単位の評価

○達成、△達成見込み(中間)、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目毎の目標と達成状況、最終目標の達成可能性 (3 / 4)

第2段階:CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証 2020年度中間目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	達成見通し
IGCCプラントの運用性実証	CO ₂ 分離・回収設備を追設した場合のIGCC設備運転への影響を確認し、その運用性を検証する	CO ₂ 分離・回収によるガスタービン等の追従性やガスタービン燃焼器への影響、およびIGCC設備の安定運転を確認中	△	2020年度の実証運転にて、IGCC設備運用性の評価を行う
低温作動型サワーシフト触媒実証	1年程度の性能維持を確認	実証試験でデータ採取	△	実証運転にて、目標を達成の見込み

○達成、△達成見込み(中間)、×未達

第2段階:CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証 2022年度最終目標の達成可能性

研究開発項目	最終目標	現状	達成見通し
CO ₂ 分離・回収・液化プロセス実証研究	液化炭酸の最適プロセスの構築	目標達成に向けて、機器仕様を決定し、購入手続きを実施中	2022年度の実証運転にて、目標を達成の見込み

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目毎の目標と達成状況、最終目標の達成可能性 (4 / 4)

第3段階:CO₂分離・回収型IGFC実証 2020年度中間目標と達成状況

研究開発項目	目標	現状	達成度	達成見通し
CO ₂ 分離・回収型IGFC実証研究	燃料電池設備の詳細設計を完了する。また、機器製作に着手する。	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計のための基本設計・契約手続き完了 ・現在、設備の詳細設計中 ・事前検証試験装置の設置完了 	△	2020年度中に詳細設計を完了し、機器製作に着手する必要がある。事前検証試験を実施し、機器詳細設計に必要なデータを採取する。

○達成、△達成見込み(中間)、×未達

第3段階:CO₂分離・回収型IGFC実証 2022年度最終目標の達成可能性

研究開発項目	最終目標	現状	達成見通し
システム基本性能(発電効率)	新設商用機(500MW級)においてCO ₂ 回収効率90%の条件で、発電効率47%程度(送電端効率、HHV)の見通しを得る。	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計のための基本設計・契約手続き完了 ・現在、設備の詳細設計中 	2021～2022年度の実証運転にて目標効率を達成の見込み

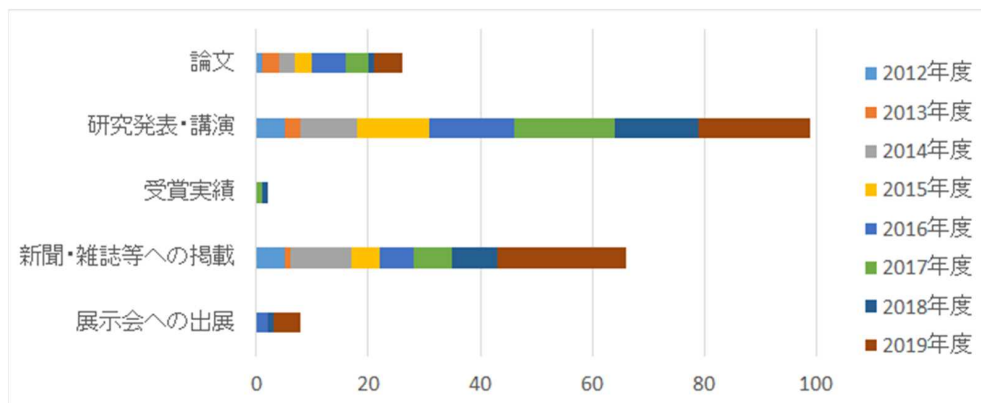
3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆成果の普及

(1 / 3)

	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	計
論文	1	3	3	3	6	4	1	5	26
研究発表・講演	5	3	10	13	15	18	15	20	99
受賞実績	-	-	-	-	-	1	1	-	2
新聞・雑誌等への掲載	5	1	11	5	6	7	8	23	66
展示会への出展	-	-	-	-	2	-	1	5	8

※2020年3月31日現在



3. 研究開発成果 (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

◆知的財産権の確保に向けた取組

(1 / 2)

大崎クールジェン株式会社

- 本事業の実施に必要な知財は、前身のEAGLEプロジェクト等において出願している(40件)。
- 本事業の建設フェーズでは新たな知財は出願しなかったが、実証試験内容について知財案件の抽出、内容検討、絞り込みを行い、現時点において、3件の特許出願を実施している。
- なお、知財化にあたっては、他社が特許を取得し使用許諾が必要となるリスクがある事項であれば特許化を図り、ノウハウのパッケージ化を行い秘匿化することで競合他社への優位性の確保していく取組みを総合的に判断して実施している。

EAGLE特許出願	大崎クールジェン特許出願	計
2003～2013年度	2012～2019年度	43件
40件	3件	

◆知的財産権の確保に向けた取組

(2 / 2)

株式会社日立製作所

- 本事業で導入しているサーシフト触媒の基本特許ならびに適用プロセスに関する特許は前身のEAGLEプロジェクト参画前に出願している。
- 実証試験を通じて新たな知財が創生された場合は、共研パートナーである大崎クールジェンと相談し、事業性、秘匿性等を考慮して権利化を判断する。

概要

		最終更新日		2020年6月16日
プロジェクト名	カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発 ／石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業		プロジェクト番号	P16002 P16003 P10016 P92003
担当推進部/ PMまたは担当者	推進部 環境部/PM 高橋主査 (2016年10月～2020年6月現在) 山本主査 (2016年4月～2016年9月)			
0. 事業の概要	<p>石炭火力発電から排出される二酸化炭素 (CO₂) を大幅に削減するため、究極の高効率石炭火力発電技術である石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) と CO₂ 分離・回収を組み合わせた革新的な低炭素石炭火力発電の実現を目指して「石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) 実証事業」を実施する。本事業は以下の3段階に分けて実施する。</p> <p>(1) 第1段階 (2012～2018年度) : IGFCのベースとなる酸素吹石炭ガス化複合発電技術 (酸素吹 IGCC) の実証事業を行う。本事業は2012年より経済産業省の補助事業として実証が開始され、2016年度からNEDOが助成事業として事業を承継した。2016年3月～2019年2月まで実証試験を行い、全ての開発目標を達成し本事業を成功裏に終了した。</p> <p>(2) 第2段階 (2016～2022年度) : 酸素吹 IGCC 実証試験設備と CO₂ 分離・回収設備を組み合わせた CO₂ 分離・回収型酸素吹 IGCC のシステムとしての CO₂ 分離・回収設備の性能や運用性、信頼性、経済性を評価する。また、CO₂ 分離・回収設備を追設した場合の IGCC 運転への影響を確認し、運用性を検証する。更に、第2段階の追加研究 (2020～2022年度) として、CO₂ 分離・回収設備と液化炭酸設備を組み合わせ液化炭酸プロセスの最適化システムを構築する。</p> <p>(3) 第3段階 (2018～2022年度) : CO₂ 分離・回収型酸素吹 IGCC 実証試験設備に燃料電池を付設した CO₂ 分離・回収型 IGFC の実証事業を実施する。</p>			
1. 事業の位置 付け・必要性 について	<p>経済産業省は、次世代火力発電技術を早期に技術確立、実用化するための方策に関するこれまでの議論を踏まえ、2016年6月30日に「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」をとりまとめた。本ロードマップに記載の「2030年度に向けた取組の中心となる石炭、LNG 火力に関する方針」においては、石炭火力発電はガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクルに燃料電池を組み合わせたトリプルコンバインドサイクルへと技術開発の段階が進展するとされている。また、「個別技術の開発方針」において、高効率石炭火力発電技術では、酸素吹 IGCC が 2018 年度頃の技術確立 (発電効率 46-50%) に、IGFC は 2025 年頃の技術確立 (発電効率 55%) に取り組むことが示されている。更に、CO₂ 分離・回収技術のうち物理吸収法では、2020 年頃の技術確立 (回収コスト 2000 円台/t-CO₂) の実現に取り組むことが示されている。</p> <p>国は、2019 年度から CO₂ 削減による気候変動問題の解決と新たな資源の安定的な確保につながるため、CO₂ を資源と捉えたカーボンリサイクル技術を推進している。石炭火力の CO₂ の排出量は多く、カーボンリサイクルとして活用するためには、多くの発電所が沿岸地域に立地していることから、液化し大量に利用地点迄輸送する必要がある。カーボンリサイクルの普及には液化炭酸の製造コストや液化炭酸の輸送コスト削減が重要である。また、国内 CO₂ 市場はマーケットの規模は小さいものの近年の化学プラントの統廃合により、生産能力が減少し、需要の多い夏場はドライアイスを海外からの輸入に頼っている。国内需要の一助として石炭火力由来の CO₂ を国内市場に導入する意義がある。</p>			

2. 研究開発マネジメントについて

IGFC の早期技術確立に向け、各段階の目標を以下の通り設定する。

(1) 第 1 段階：酸素吹 IGCC 実証

- (a) 基本性能：送電端効率 40.5%程度を達成することで、商用機における送電端効率約 46%達成の目処を得る。また、最新の微粉炭火力と同等の環境目標値を達成する（O₂ 濃度 16%換算で、SO_x：8ppm, NO_x：5ppm, ばいじん：3mg/m³N）。
- (b) 多炭種適合性：瀝青炭及び灰融点の低い亜瀝青炭を用いて炭種適合範囲を把握する。
- (c) 設備信頼性：5,000 時間の長時間耐久性試験を行い、商用機における年利用率 70%以上の見通しを得る。
- (d) プラント制御性・運用性：事業用火力設備として必要な運用特性・制御性を確認する（不可変動率 1~3%/分）
- (e) 経済性：商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下になる見通しを得る。

(2) 第 2 段階：CO₂ 分離・回収型酸素吹 IGCC 実証

①CO₂ 分離・回収試験

- (a) 基本性能（発電効率）：新設商用機（1,500℃級 IGCC）において、CO₂ を 90%回収しつつ、現状の微粉炭火力と同等レベルの発電効率 40%程度の見通しを得る。
- (b) 基本性能（回収効率・純度）：CO₂ 分離・回収設備における CO₂ 回収効率 90%以上、及び回収 CO₂ 純度 99%以上を得る。
- (c) プラント運用性・信頼性：CO₂ 分離・回収型 IGCC システムの運用手法を確立し、信頼性を検証する。
- (d) 経済性：商用機における CO₂ 分離・回収の費用原単位を評価する。
- (e) 低温作動型サワーシフト触媒実証研究：低温作動型サワーシフト触媒を対象とし、従来触媒比 0.8pt の効率改善（発電効率 40%程度）が可能な条件にて 1 年程度の性能維持を確認する。
- (f) CO₂ 分離・回収・液化炭酸プロセス実証研究：CO₂ 分離・回収型 IGCC と CO₂ 液化を組み合わせた場合の最適プロセスを構築する。

②IGCC 運用性実証

CO₂ 分離・回収設備を追設した場合の IGCC 運転への影響を確認し、運用性を検証する。

(3) 第 3 段階：CO₂ 分離・回収型 IGFC 実証

- (a) CO₂ 分離・回収型 IGFC 商用機（500MW 級）に適合した場合に、CO₂ 回収率 90%の条件で、発電効率 47%程度の達成見通しを得る。

事業の目標

事業の計画内容

主な実施事項	2012-2015fy	2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy
(1) 第 1 段階								
(a) 実証試験設備建設	←→							
(b) 実証試験運転			←→					
(2) 第 2 段階								
①CO ₂ 分離・回収試験								
(a) 実証試験設備建設		←→						
(b) 実証試験運転						←→		
(c) 液化炭酸設備建設・試験運転							←→	
②IGCC 運用性実証								
(a) 実証試験運転						←→		
(3) 第 3 段階								
(a) 実証試験設備建設					←→			
(b) 実証試験運転							←→	

	会計・勘定	2012-2015fy	2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	総額	備考
事業費推移 (会計・勘定別に NEDO が負担した実績額 (評価実施年度については予算額) を記載) (単位: 百万円) (委託)・(助成)・(共同研究)のうち使用しない行は削除 ※ 2012-2015fy は METI 事業として実施	一般会計								
	特別会計 (電源・需給の別)	20,370	4,032	4,467	5,693	5,526	3,809	43,897	
	開発成果促進財源								
	総 NEDO 負担額 *2012-2015fy は METI 負担	20,370	4,032	4,467	5,693	5,526	3,809	43,897	
	(助成) 第 1 段階 : 助成率 1/3	20,370	3,738	1,364	1,892			27,363	
	(助成) 第 2 段階 CO ₂ : 助成率 2/3		301	3,107	3,792	3,863	595	11,658	
	(助成) 第 2 段階 液炭 : 助成率 2/3						59	59	
	(助成) 第 2 段階 IGCC : 助成率 1/3				9	1,634	1,750	3,393	
	(助成) 第 3 段階 : 助成率 1/2				1	32	1,461	1,494	
開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課							
	プロジェクトリーダー	大崎クールジェン(株) 社長 木田 一哉 (2019年10月~2020年6月現在) 大崎クールジェン(株) 副社長 木田 一哉 (2018年7月~2019年9月) 大崎クールジェン(株) 副社長 木田 淳志 (2016年4月~2018年6月)							
	プロジェクトマネージャー	NEDO 環境部 主査 高橋 洋一							
	委託先 (助成事業の場合「助成先」とするなど適宜変更) (組合が委託先に含まれる場合は、その参加企業数及び参加企業名も記載)	大崎クールジェン(株) (株)日立製作所 (第2段階: 低温作動型サワーシフト触媒実証研究)							
情勢変化への対応	<p>2014年4月11日に閣議決定された「エネルギー基本計画」の中で、石炭は安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として再評価されている。また、2015年7月に決定された「長期エネルギー需給見通し」において、石炭火力の高効率化を進め、環境負荷の低減と両立しながら活用することで、2030年の石炭火力の比率を26%程度とする方向性が示された。更に、2015年12月にパリ協定が採択され、日本の目標としては、2030年度に2013年度比26%の温室効果ガスを削減することが提出されている中、達成に向けては石炭火力の高効率化が前提となっている。</p> <p>また、2018年7月3日に閣議決定された「エネルギー基本計画」では、2030年と2050年に向けた方針が示された。2030年に向けた方針としてはエネルギーミックスの確実な実現に向けた取組みの更なる強化とされ、2030年度の電源構成として石炭火力が26%程度維持されることから、石炭火力の高効率化・次世代化の推進と共に、よりクリーンなガス利用へのシフトと非効率石炭のフェードアウトに取り組むとしている。2050年に向けては、パリ協定発効に見られる脱炭素化への世界的なモメンタムを踏まえ、エネルギー転換・脱炭素化に向けた挑戦を掲げ、あらゆる選択肢の可能性を追求していくとしている。</p> <p>更に、近年 CO₂ を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への再利用等とともに、大気中への CO₂ 排出を抑制していく取組みが進められている。</p> <p>これらの情勢変化により、本事業の中核の技術である石炭ガス化をベースとした高効率発電並びに CO₂ 分離・回収技術の早期実用化が一層重要になっている。</p>								

<p>中間評価結果への対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・炭種選定は炭種性状から適切な石炭を見出し性能と経済性を評価すべき。 ⇒今後の実用化時期や日本への供給可能性も考慮に入れつつ、性能と経済性を評価する ・水素リッチ燃料でのガスタービンの性能評価は NEDO 関連事業等との積極的な情報交換を行うべき。 ⇒水素専焼ガスタービン研究開発の情報を共有しつつ、必要に応じ先行事業の成果も活用する。 ・第 2 段階以降で目標としている発電システム全体の送電端効率を達成するため、個々の反応器・プロセスの要求性能を明らかにすること。 ⇒個々の反応器・プロセスの要求性能についてシミュレーション等で解析する。 ・実用化、事業化に向けた進捗確認、要素技術の確立の見通しについて、マイルストーンを明確化すべき。 ⇒CCS 事業の調査結果等を基に、第 2 段階終了(2020 年度)までにマイルストーンを明確化する。 ・海外競合ガス化炉との差別化を図り、海外展開の可能性検証に着手すべき。 ⇒海外ガス化炉の技術動向、運用実績、市場性の調査を行い、競合技術との差別化を図り、海外普及を目的としたマイルストーンを検討する。 ・生成ガスを全量 CO₂分離・回収する場合のガス化炉と CO₂分離・回収運転の相互影響についてシミュレーションにより課題抽出すべき。 ⇒シミュレーション等による課題抽出について第 2 段階の実証試験計画に反映する。 	
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>－(2016 年度に METI より NEDO に本事業が継承された。)</p>
	<p>中間評価</p>	<p>2017 年度(第 1, 第 2 段階)、2020 年度(第 2、液炭、第 3 段階)</p>
	<p>事後評価</p>	<p>2020 年度(第 1 段階)、2023 年度(第 2、液炭、第 3 段階)</p>
<p>3. 研究開発成果について</p>	<p>石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業の第 1 段階である酸素吹 IGCC 実証については、設備の建設、試運転を完了し、2016 年度末から 2018 年度末迄実証試験を実施し成功裏に終了した。また、第 2 段階である CO₂分離・回収型酸素吹 IGCC 実証(CO₂分離・回収試験、IGCC 運用性実証)については、2016 年度から開始し設備の設計・製作・据付が完了し、2019 年 12 月より実証試験を実施すると共に、2020 年度に液化炭酸プロジェクトを企画した。更に第 3 段階については、2018 年度末から開始し機器の契約手続きが完了し、詳細設計・一部製作に着手した。</p> <p>(1) 第 1 段階：酸素吹 IGCC 実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電効率については、送電端効率 40.8%を確認し、本事業での目標である 40.5%を達成した。 ・環境性能については、当初設定した目標値を達成した。 ・プラント制御性・運用性については、当初設定した目標値を大きく上回り、負荷変化率 16%/分を達成したほか、送電端出力 0MW、送電端出力制御、コールド起動時間(GT 起動～定格負荷)7 時間以内の見通しといった成果が得られた。 ・設備信頼性については、当初設定した目標値を達成した。 ・多炭種適用性については、4 炭種で試験を行い、目標を達成した。 ・経済性については、当初設定した目標を達成した。 <p>(2) 第 2 段階：CO₂分離・回収型酸素吹 IGCC 実証</p> <p>①CO₂分離・回収試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CO₂分離・回収型酸素吹 IGCC 実証研究については、設備の据付工事を完了し、実証試験を開始した。 ・低温サワーシフト触媒実証研究についても、設備の据付工事を完了し、実証試験を開始した。 ・基本性能の確認、プラント運用性・信頼性確認、経済性の検討については、2019～2020 年度に実証試験を行い検証する。 ・CO₂分離・回収・液化プロセス実証研究については、設備仕様を決定し、購入手続きを実施中である。 ・液化 CO₂製造システムの最適化、液化 CO₂運用条件・性状については、2022 年度に実証試験を行い検証する。 <p>②IGCC 運用性実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CO₂分離・回収型酸素吹 IGCC 実証運転に向けた設備改善工事を実施した。 ・IGCC 設備運用性については、2019～2020 年度に実証運転を行い評価する。 <p>(3) 第 3 段階：CO₂分離・回収型 IGFC 実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池設備の基本設計が完了し、契約手続きを実施した。 ・燃料電池設備の機器設計のための事前検証試験装置を設置し、2020 年度に必要なデータを採取する。 ・システムの検証については、2021～2022 年度に実証試験を行い検証する。 	

	投稿論文	「査読付き」7件、「その他」19件
	特許	<p>前身の EAGLE プロジェクト等において出願している特許 「出願済」40件、「登録」24件、「実施」0件（うち国際出願6件） 本研究 OCG プロジェクトにおいて出願している特許 「出願済」3件、「登録」0件、「実施」0件（国際出願なし）</p> <p>特記事項： ・他社が特許を取得し使用許諾が必要になる虞が想定される内容、ノウハウの パッケージ化による秘匿化による競合他社への優位性の確保のための取組みを 含め総合的に判断し特許の出願手続きを実施。</p>
	その他の外部発表 (プレス発表等)	<p>新聞・雑誌・TV等：74件 ・第1段階終了に伴い、記者会見を行い研究成果について公表している。以降、 本件研究成果については、毎年記者会見で公開している。</p>
4. 成果の実用 化・事業化に 向けた取組及 び見通しにつ いて		<p>①実用化・事業化の見通し</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第1段階である酸素吹 IGCC については、2020 年度頃技術確立し、その後速やかに商用規模（500MW 程度） の酸素吹 IGCC プラントの事業化検討を行い、事業性が見いだされれば実用化・事業化される。 ・第2段階である CO₂分離・回収型酸素吹 IGCC については、2020 年度頃技術確立し、国の温暖化対策に関 する政策動向や CO₂貯留技術の開発進展に応じて、送電端効率 40%程度の CO₂分離・回収型酸素吹 IGCC プラントが実用化・事業化される。 <p>また、カーボンリサイクル技術の普及や拡大に伴い、CO₂を液化し船舶輸送が本格化することから、CO₂ 分離・回収型酸素吹 IGCC に CO₂液化プロセスを組み合わせたプラントの実用化が見込める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第3段階である CO₂分離・回収型 IGFC については、2025 年度頃に商用規模で送電端効率 55%程度の IGFC に向けた中小型 IGFC 技術を確立し、燃料電池、GTFC の技術開発進展に応じて、大型 IGFC 実証を踏まえ CO₂分離・回収型 IGFC プラントが実用化・事業化される。 <p>②実用化・事業化に向けた戦略</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内については、事業実施者の親会社である中国電力(株)・電源開発(株)が本事業の成果を石炭火力の新設・ リプレースへの導入を目指す。その上で、他の電気事業者等に対しても導入を働きかける。 ・海外については、国内の商用機運転実績を積極的に発信し、海外市場において「高効率化、CO₂削減等」 の従来石炭火力に対する優位性をアピールする。特に低廉な低品位炭に適した発電方式として、今後、 電力需要が拡大し、石炭火力発電の普及拡大が見込まれるアジア・大洋州を中心に海外普及を図る。ま た、CO₂分離・回収型 IGCC/IGFC については、CO₂貯留技術のポテンシャルがある国（豪州等）において 普及を図る。
5. 基本計画に 関する事項	作成時期	2016 年 1 月 作成
	変更履歴	<p>2016 年 4 月改訂(実施体制, PM, 評価時期等の変更) 2016 年 9 月改訂(評価時期, 研究開発スケジュール等の変更) 2017 年 2 月改訂(研究開発項目の追加, PM・PL の修正, 評価実施時期の修正等) 2017 年 5 月改訂(実施体制, PM の変更) 2017 年 6 月改訂(中間目標, 中間評価設定) 2018 年 2 月改訂(助成率の変更, 研究開発項目の追加・変更, PM・PL の追記・ 修正) 2018 年 7 月改訂(PM・PL の変更, 研究の必要性及び具体的研究内容一部変更 2018 年 9 月改訂(PL の変更, 中間評価・事後評価の変更並びに削除, 期間延長 及び最終目標を詳細化、目標値補足、スケジュール表の修正) 2019 年 1 月改訂(助成率の変更, 中間評価追加及び事後評価時期の変更等, 最終目標詳細化, 具体的研究内容の追記, 実施時期の変更・ 中間目標策定・最終目標年度の変更, スケジュール表の修正) 2019 年 2 月改訂(基本計画の名称変更, 研究開発項目の追加、移管) 2019 年 3 月改訂(委託先等以外の第三者の土地に設置した資産の処分方法の追 記)</p>