

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」
⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」
終了時評価報告書

2026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

2026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
理事長 斎藤 保 殿

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 委員長 木野 邦器

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」
⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」
終了時評価報告書

2026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

目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
研究評価委員会委員名簿	4
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）分科会委員の評価コメント	1-4
2. 評点結果	1-13
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」の終了時評価報告書であり、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／⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」（終了時評価）分科会において評価報告書案を策定し、第 81 回研究評価委員会（2026 年 1 月 28 日）に諮り、確定されたものである。

2026 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

審議経過

- 分科会（2025年11月13日）

- 公開セッション

- 1. 開会
 - 2. プロジェクトの説明

- 非公開セッション

- 3. プロジェクトの補足説明
 - 4. 全体を通しての質疑

- 公開セッション

- 5. まとめ・講評
 - 6. 閉会

- 現地調査会（2025年11月6日）

- 株式会社 JERA 碧南火力発電所（愛知県碧南市）

- 第81回研究評価委員会（2026年1月28日）

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」

⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業（終了時評価）

分科会委員名簿

(2025年11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 教授
分科会長 代理	ますかわ ひろゆき 増川 浩章	一般社団法人火力原子力発電技術協会 専務理事
委員	くろせ りょういち 黒瀬 良一	京都大学 大学院 工学研究科 教授
	くわはた みなみ 桑畑 みなみ	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 社会・環境システム戦略コンサルティングユニット マネージャー
	こばやし ひであき 小林 秀昭	東北大学 流体科学研究所 教授
	にしもと ひでひこ 西本 英彦	電気事業連合会 技術開発部長
	はぎた たつや 萩田 達哉	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 クリーンエネルギーユニット 次世代エネルギーシステムグループ 主任研究員

敬称略、五十音順

研究評価委員会委員名簿

(2026年1月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	きの くにき 木野 邦器	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	東海国立大学機構 岐阜大学 特任教授
	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 教授
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	すずき じゅん 鈴木 潤	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
	はらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
	まつい としひろ 松井 俊浩	東京情報デザイン専門職大学 情報デザイン学部 教授
	まつもと まゆみ 松本 真由美	東京大学教養学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
	よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 産業創発部 主席研究員

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

本事業では、経済合理性を担保しながら 2050 年の CO₂ 削減約 6,000 万トン/年を実現するために、将来像として石炭火力において脱炭素燃料であるアンモニアへの燃料転換率向上を掲げている。設備費の高騰が課題であること、新規技術による大規模発電を大量に社会実装するためには長期間を要することから、既存ボイラーの部分的改造で早期にアンモニアを導入する本事業の方向性は妥当である。また、アンモニアの導入には、バーナーの開発だけでなく、調達・輸送・貯留方式や漏出事故のリスク評価、さらにはコストなどを考慮することが必要であり、本事業ではこれらに加え、安全対策や対外発信を含めた網羅的な取組となっており、将来の脱炭素化を見据えて本事業終了後の事業化や他発電所への展開、その後のアンモニアの高混焼化への適切な道筋が、合理的な時間軸を設定したうえで明確に示されている。

オープン・クローズ戦略については、安全な取扱いという社会全体に共通するものと実用化・事業化の際の競争力確保を見据え、「公開/非公開」×「非競争域/競争域」のマトリックスで整理しながら、適切に設定されており、アンモニア混焼技術の発展と社会実装に向けて寄与することが期待できる。

一方、研究開発②^{*1}において、汎用性がある工業炉用バーナーの技術をベースにしていることから、知財の取得がないことは、技術保護の面から懸念される。バーナーのような形状によって他者による侵害を立証しやすいものについては積極的な特許化を考慮した方がよいと思われる。

今後、需給状況により調整電源という位置づけの石炭火力の稼働率が低減することも想定されるため、2030 年、2050 年のアンモニア導入目標への影響有無を見据えて、混焼率の向上や混焼可能なユニットの拡大、あるいは CCUS^{*2} 導入による稼働率維持向上といった動向をウォッチすることが望ましい。また、アンモニア専焼化に向けては燃料確保や設備投資の面でのハードルがあるため、水素などの他の脱炭素技術との比較が必要である。

加えて、アウトカム達成には、アンモニアの利用側である本技術開発の継続的展開と、クリーンアンモニアサプライチェーン構築の両輪が必要である。そのためにも、本事業の成果を国内外に発信し、サプライチェーン構築に関与するステークホルダーの関心を喚起し、国際的協力の促進に大いに貢献していただきたい。

^{*1} 研究開発②：火力発電所での CO₂ フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

^{*2} CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)

CO₂ 回収・有効利用・貯留

1. 2 目標及び達成状況

石炭火力発電におけるアンモニア混焼技術の必要性・社会受容性が高まっており、アウトカム目標の設定根拠については妥当なものと言える。アウトカム達成に必要なアンモニアの大量かつ安価な供給については、GI 基金^{*1} 事業などで研究開発が進められており、

研究開発①^{*2}において、アンモニア 20%混焼の大規模な実証を成功させたことは、サプライチェーンや市場形成を進める一つの起点になるという側面もあり、アウトカム目標達成に向けて大きく前進したと思われる。

アウトプットについて、研究開発①においては、負荷変化時の排ガス特性や運用性能等が石炭専焼と遜色無いことを確認しているなど、電源の役割を踏まえた実証試験を完了しており、アンモニア 20%混焼による CO₂ 排出削減技術は確立の目途が立ったと言ってよい。また、安全管理等含めて、さらなる高混焼化に向けた技術/知見/ノウハウも得られており、目標以上の成果が得られたと評価する。さらに、本事業による実証成果が、ISO^{*3} 技術仕様書発行を後押しするなど、戦略的取組が波及効果を与えたことは高く評価できる。

研究開発②においてはアンモニア専焼、微粉炭専焼バーナーの組み合わせ、既存発電所への適用可能性やコスト検討、リスクマネジメントなど多くの要素テーマが盛り込まれているが、計画に上げた項目は達成できており、個々の要素テーマにおいて一定の成果が得られていると判断される。また、査読付き論文などでの発表がなされていることは、成果の社会還元の方策として評価できる。

一方、研究開発②において、アンモニア専焼バーナーのスケールアップ技術開発箇所の成果をより詳細に評価するためには、より詳細なデータが必要である。また、コスト評価については、比較対象が本事業の提案する方法に競合するものであれば、よりアンモニア混焼をする意義が明確になったと思われる。さらに、サプライチェーンの調査検討についても、報告資料として調査された内容をより分かりやすく整理できているとより有用と思われる。

今後は、研究開発①については、本事業成果をベースとした更なる取組に期待したい。また、研究開発②については、調査検討は概略検討と思慮されるため、条件設定を変えてみるなどして、今後の施策や事業者の投資判断に資する実効的なものとなるよう期待したい。

*1 GI (Green Innovation) 基金：グリーンイノベーション基金

*2 研究開発①：100 万 kW 級石炭火力におけるアンモニア 20%混焼の実証研究

*3 ISO (International Organization for Standardization)：国際標準化機構

1. 3 マネジメント

研究開発①は、社会実装、アウトカムを見据えた事業者構成となっており、成果を鑑みると実施者は十分な実用化能力を発揮したと考えられる。また、研究開発②は、全 5 機関プラス再委託 1 機関による共同実施体制をとっているが、個々の機関のこれまでの実績は十分であり、実施体制は評価できる。今後の実用化、事業化を進める上での基盤的知見が得られたことから、実施者は適切な技術力があつたものと思われる。

研究開発計画については、要素技術の漏れや重複はなく、NEDO 主催で各事業の進捗状況やその後の方針を定期的に確認した点は評価できる。研究開発①において、アンモニアの発電実証という世界初のチャレンジを成功させたこと、前倒しで実施したことは、事

業者の技術力、NEDO のリーダーシップが発揮され、優れた連携があったものと考えられる。また、研究開発②については、参加機関の個々の強みを生かした技術開発目標が設定されたと考えられる。

一方、研究開発①と研究開発②との成果の統一性、協調性が一部欠けているように思われる。「商用化を見据えた助成事業」と「基礎研究としての委託事業」という違いもあり難しいことは理解するが、それぞれの研究開発状況を適切に共有することで共通課題としての NO_x 処理など、より効率的な研究開発に繋がる可能性があった。全体会合を定期的で開催して成果を共有するプロセスや、意見交換をできる体制を作っておくことも考えられる。また、研究開発②は、各機関は十分な実績を有するものの、個々の成果を互いに評価し統合する取組が十分であったとは言えない。専門知識を有する有識者を含む委員による提言の機会を生かすことが望まれる。

今後、研究開発結果は本事業の参加機関全体で適切に共有されることを期待したい。また、本事業を発展させて次の技術開発に展開するためにも、研究開発②のような共同実施体制で並列的なテーマ設定・計画を参加機関が個別に実施する場合には参加機関による相互チェックを提言したい。

(参考) 分科会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

- ・ アンモニアは液体水素に比べて取扱いが容易であり、有望なエネルギー輸送技術となるので、アンモニア利用技術の開発は社会的ニーズが高い。一方、新規技術による大規模発電を大量に社会実装するためには長時間が必要であるので、既存ボイラーの部分的改造で早期にアンモニアを導入する方向性は妥当である。天然ガスは世界情勢の影響を受けやすいので、一次エネルギー安定供給源として石炭を使うことは、日本だけでなくアジア・インド地域なども含めた広い地域での共通課題であり、諸外国への展開も視野に入れてあり適切である。技術開発過程においては、周辺住民も含めて幅広く理解を得る努力がなされていることは高く評価できる。
- ・ アンモニアの導入には、バーナーの開発だけでなく、調達・輸送・貯留方式や漏出事故のリスク評価、さらにはコストなどを幅広く考慮することが必要であり、これらの基礎的な知見を得るといふ取組が事業の中に盛り込まれている。
- ・ アンモニア利用技術に関しては、安全な取扱いという社会全体にとっての共通課題である非競争領域の成果と、具体的な装置の設計や運転に関する競争領域の成果がある。また、競争領域の成果でも、機械類の構造のように特許化することで類似製品による侵害から保護できるものと、ノウハウのように特許侵害が明確に立証できないものがあり、これらを区別したオープン・クローズ戦略が適切に立てられている。
- ・ 従前はベースロード電源という位置づけであった石炭火力が、第6次エネルギー基本計画では調整電源とされた。この状況変化においても、定格出力以外の出力帯でのアンモニア混焼への対応が的確になされたことは評価できる。本実証事業だけでなく商用となる社会実装を見据え、地域住民や消防への説明・連携を綿密に進めたことは評価できる。保安面においても、電気事業法の技術基準への適合を確認しながら、場合によっては貯蔵タンクの指針を策定するなどの確に対応しながら事業を進めたことは評価できる。
- ・ オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据え、「公開/非公開」×「非競争域/競争域」のマトリックスで整理しながら、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域を適切に設定している。これは、石炭火力の位置づけがベースロード電源から調整電源に変化してもなお妥当であった。
- ・ 極めて重要な課題であり、その実施意義は明確である。
- ・ クローズ領域とオープン領域が適切に設定されている。
- ・ 今回のアンモニア 20%混焼は商用化に向けて大きく前進する取組であり、特に NO_x 除去について見通しが立ったことなど混焼比率の向上にも寄与する取組であること、また安全対策や対外発信含めて網羅的な取組となっており、アウトカム達成までの道筋は適切に設定されていたと言える。
- ・ バーナー材料選定をとっても特許化することでライセンス事業化する部分と、ノウハウとして秘匿することで国内外での競争力を保持する部分を明確化し、適切な配慮がなさ

れている。業界にとっても注目度の高い取組であり、引き続き積極的な対外発信を期待したい。

- 本プロジェクトは、2020年10月に政府が発出した2050年カーボンニュートラル宣言において、発電セクターの脱炭素化における中核的取組みと言ってよい。なかでも、経済合理性を担保しながら2030年から2050年への段階的CO₂排出削減を達成するため、石炭火力において脱炭素燃料であるアンモニアへの燃料転換を進めることを目指している。既存の100万kW石炭火力発電所での大規模発電実証に加え、異なる方式を有する微粉炭火力にも実装可能な基盤技術開発を行う目的は高く評価できる。2050年に向けた燃料転換率向上を事業の将来像として掲げ、合理的な時間軸を設定している。自律的事業化に向けては、クリーンアンモニア導入価格を低下させる課題はあるが、アウトカム達成への道筋は的確に示されている。
- 研究開発①については、本プロジェクトに先立つNEDO先導研究においてアンモニア混焼微粉炭バーナー開発が成果を挙げている。100万kW石炭火力発電所といった大型設備では、リバースエンジニアリングが困難であることから、バーナー技術等の詳細はクローズとし、技術の先進性を示す実証成果は積極的に発信すべきであり、71件の研究発表・講演が行われ、適切な対応がなされている。その成果は、日本燃焼学会、日本機械学会、エンジニアリング協会における受賞にも表れている。国際標準化の取組も行われ、本プロジェクトによる実証成果が、発電用アンモニア燃焼ボイラーの性能評価法に関するISO技術仕様書発行を後押しするなど、戦略的取組が波及効果を与えたことは高く評価できる。
- 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略を踏まえ、2050年のCO₂削減約6,000万トン/年を実現するために、本実証終了後の事業化や他発電所への展開、その後のアンモニア混焼率向上の道筋が時間軸として明確に示されている。
- 非競争域における成果については全てを公開し、競争域の成果についてもノウハウを除いては権利化したうえで公開しており、アンモニア混焼技術の発展と社会実装に向けて寄与することが期待できる。
- 本事業より前は、大規模な量のアンモニアを燃料とした発電事例が世界にない状況であり、商業的な導入のためには実証が行われる必要があった。そういった状況の中で本事業は世界に先駆けて実績を作ったものであり、計画内容、時期いずれも高く評価する。
- 20%混焼実証の実績や技術力が国内外によくアピールされ、アンモニア発電の社会実装に向けて効果的な役割を果たしている。適切な情報開示がされた結果と理解する。

<問題点・改善点・今後への提言>

- 研究開発②では新たなバーナーの開発が行われているが、その意義についての説明をもう少し丁寧にした方がよいと思われる。アンモニアであるから窒素酸化物と亜酸化窒素の問題が主眼になることはわかるが、既往のガス状炭化水素(天然ガス等)との比較で発熱量が異なることなどから燃焼特性の違いもあると考えられる。

- ・ 単機での混焼技術が確立されても、需給状況により石炭火力の稼働率が低減することも想定される。2030年、2050年のアンモニア導入目標への影響有無を見据えて、混焼率の向上や混焼可能なユニットの拡大、あるいはCCUS導入による稼働率維持向上といった動向をウォッチすることを今後への提言としたい。
- ・ 研究開発②において、特許出願まで至るとなお良かった。
- ・ 知的財産に関する戦略については、事前準備が不足していたと思われる。例えば申請できそうな内容や担当者を決めておくなど、事前に戦略をより明確にしておくべきであった。
- ・ 水素と比較して早期導入が期待される技術である一方、アンモニア専焼化に向けては燃料確保や設備投資の面でのハードルがあるため、混焼率を引き上げた上で専焼化をどのように目指していくかは他の脱炭素技術との優位性の整理が必要となると思慮。
- ・ アウトカム達成には、アンモニアの利用側である本技術開発の継続的展開と、クリーンアンモニアサプライチェーン構築の両輪が必要である。後者は本事業のスコップではないものの、本プロジェクトの成果を国内外に発信し、サプライチェーン構築に関与するステークホルダーの関心を喚起し、国際的協力の促進に大いに貢献していただきたい。
- ・ 研究開発①については、大型アンモニア発電バーナーの詳細技術はクローズのまま、概念や数値データは可能な限り発信していただきたい。それによって、国内外のステークホルダーの関心が一層高まり、クリーンアンモニアサプライチェーン構築に関与する企業、団体数が拡大し、特に東アジア、東南アジア地域の発電セクターの脱炭素化に日本が貢献できることをよりアピールするエビデンスとなる。研究開発②については、工業炉用に開発されたアンモニア専焼バーナーを大型化し、従来の微粉炭専焼バーナーと組み合わせることを目指しており、目的は理解できる。ただし、汎用性がある工業炉用バーナーの技術をベースにしていることから、知財の取得がないことは、技術保護の面から懸念される。また、本技術の導入が期待される既存の発電所を特定したものの、FSに繋げようとした取組はなく、事業化の道筋が見えない。
- ・ アンモニア専焼の断面では、ボイラーと蒸気タービンの設備構成よりガスタービンコンバインドサイクルの方が熱効率がよいと考えられるため、設備構成の入れ替えを含めた検討が必要になる。今後も石炭火力発電所(ボイラーと蒸気タービン)のアンモニア混焼率向上のための技術開発が進められることになっているが、当該構成で専焼まで必要か(どういう条件なら当該構成の専焼に優位性があるか)、そうでないなら混焼率の目標をどこに置くべきか、将来検討が必要である。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・ 将来の脱炭素を見据えて既存ボイラーの活用による燃料アンモニア導入の易化とアンモニアの高混焼化への道筋を立てたことは、適切である。石炭火力においてはベースロード電源の位置づけから再生可能エネルギーの負荷変化に対応できる電源への位置づけの変更はあったものの、火力発電を続ける意義があり、その上で二酸化炭素排出を減らす

方策としてのアンモニア混焼が目標とされたことは適切である。アウトカム達成にはアンモニアの大量かつ安価な供給が必要であるが、わが国でも GI 基金などでこの研究開発が進められていることから、このアウトカム目標には合理性があると考えられる。

- 研究開発①については短い時間で極めて大型の装置で混焼を実証するという困難な目標を達成でき、十分な成果を上げたと考えられる。また、副次的成果として標準化の元となる成果を上げたことは高く評価できる。研究開発②についても、計画に上げた項目は達成できており、査読付き論文などでの発表がなされていることは、成果の社会還元の方策として評価できる。研究開発②については、技術開発と並んで安全対策、サプライチェーン構築などの今後の実用化、事業化を進める上での基盤的知見が得られたことは高く評価できる。
- 大型石炭火力実機において、定格負荷のみならず各運用負荷帯で安定した混焼を達成したことは大いに評価できる。
- 副次的成果であるが、ISO/TS21343 の発行は評価できる。
- 世界初の試みということもありチャレンジングではあったが、非常に魅力的かつ実現可能性の高いテーマであり、アウトカム指標・目標値は適切であったと判断する。
- 概して目標を達成しており、その点では高く評価できる。
- 石炭火力発電のアンモニア混焼技術の必要性・社会受容性は高まっており、アウトカム目標の設定根拠も妥当なものと言える。また、前身の別事業の成果とも連携が図られており、効率的な目標達成の見込みとなっている。
- 本事業においてアンモニア混焼における安全対策が実運用レベルで整理されており、先進的な取組であると評価できる。火力発電に留まらず工業炉や船舶においても研究が行われているため、是非他分野への横展開を期待したい。
- 火力発電の脱炭素化は、天然ガスをはじめとする従来燃料の供給量や価格を決定する国際政治状況の影響を受け、クリーンアンモニア国際サプライチェーン構築に向けた企業活動にも影響する。そのような中で、研究開発①において、100 万 kW 級石炭火力におけるアンモニア 20%混焼の実証を成功させたことは、脱炭素火力の実現可能性を示し、クリーンアンモニア需要の確実さを国際的に発信する意義をもつ。実証試験開始を前倒ししたことの意義も大きく、2050 年におけるカーボンニュートラルならびに想定アンモニア導入量 3000 万トンに向けた重要な一歩になったことは間違いない。研究開発②においては、2050 年までのクリーンアンモニア調達や電力価格の検討結果が、2050 年までのクリーンアンモニア調達を促す根拠データとなると想定されることが評価される。
- 本プロジェクトは実施期間が 3 年から 4 年であることから、期間内に目標値を見直す必要はなかったといえる。研究開発①の 100 万 kW 級石炭火力におけるアンモニア 20%混焼の実証といった目標に変更を加えることなく、むしろ実証試験を前倒ししたことは高く評価できる。中国、韓国が、日本が先導するアンモニアによる燃料転換の技術開発に乗り出したことから、日本の技術の優位性を示すためにも有意義であった。実証試験の成果は、CO₂ 排出ならびに硫酸化物排出量を低減し、NO_x 排出や灰中未燃分の増大もなく、未燃アンモニアや亜酸化窒素排出も検出限界以下となど、完璧と言ってよい成

果が得られた。このことは、アンモニア 20%混焼発電の商用化に目途がついたと判断してもよく、高混焼化により CO₂ 排出原単位をさらに削減する技術開発をスタートする根拠となった。以上のことから、アウトプット目標設定は適切であり、数値的にも 100%の達成状況と判断される。研究開発②には、バーナーの大型化、アンモニア専焼、微粉炭専焼バーナーの組み合わせ、既存発電所への適用可能性やコスト検討、リスクマネジメントなど多くの要素が盛り込まれており、個々の要素テーマにおいて一定の成果が得られていると判断される。

- 100 万 kW の石炭火力発電所において、20%アンモニア混焼の実証試験を予定通り完了しており、排ガス特性や運用性能等が石炭専焼と同等であることを確認できたことは、今後の社会実装に向けて非常に大きな成果であり、アウトカム目標の達成に向けて大きく前進したと思われる。
- 今後の需給運用において、石炭火力発電所は需給調整電源として期待されているところ、アンモニア混焼時における負荷変化試験も実施され、石炭専焼と遜色無いことを確認されているなど、電源の役割を踏まえた実証試験を完了されたことは高く評価できる。
- アンモニア国内導入量約 3000 万トンの達成は、国際的なアンモニアのサプライチェーンや市場が形成され、安価なアンモニアが入手できるようになるといった、直接コントロールできない部分によるところがある。一方で技術的に大規模なアンモニア発電が実証されることが、サプライチェーンや市場形成を進める一つの起点になるという側面もある。本事業は後者を進めたものであり、上記導入量の達成に"貢献する"というアウトカム目標は達成したものと理解する。アウトカム目標の設定も妥当と考える。
- 20%混焼を目標に設定し、世界で初めてアンモニアを大規模に発電利用した本実証によって、燃焼のみならず、大規模なアンモニアのハンドリング、安全対策等が技術的に実現可能であることが証明された。この実績はアンモニア発電に限らず、大規模なアンモニア利用、サプライチェーン構築にもつながるものである。アウトカム目標に対して適切な目標設定であったと評価する。本実証の目標は 20%混焼技術の確立であったが、燃焼器の技術や、供給設備を含む発電所でのアンモニアの取扱い、安全管理等において、さらなる高混焼化に向けた技術/知見/ノウハウも得られており、目標以上の成果が得られたと評価する。本実証に用いる燃焼技術については、過去の事業で開発を進めたことが今回の実証につながったとみることができ、ステップを踏んで進めてきたプロセスも評価できる。

<問題点・改善点・今後への提言>

- 研究開発②の成果の中でコスト評価をしていたが、比較対象が本プロジェクトの提案する方法に競合するものであれば、よりこのプロジェクトの意味(アンモニア混焼をする意義)が明確になったと思われる。また、研究開発②では新たなバーナーの開発が行われているが、特許については申請がない。バーナーのような形状によって他者による侵害を立証しやすいものについては積極的な特許化を考慮した方がよいと思われる。
- 課題として、安定したサプライチェーン構築と、アンモニアが化石燃料に対し十分な競

争力を有する水準になることを挙げているが、全くその通りであり今後の検討課題とすべきであると提言したい。

- 費用対効果として、アンモニアの市場規模が 4,500 億円/年に比べ、NEDO 負担額が 108.2 億円であったことは評価できるとあるが、本事業の成果が、社会実装を加速・拡大することによる経済性への貢献などの評価があっても良かった。
- 研究課題①と研究課題②、また産業チームとアカデミアチームから得られた成果の統一性、協調性が一部かけているように思われる。少なくとも、本事業を終える前に、実施者間での議論を行っておいて欲しかった。特許申請件数が少ないため、新規性を明確に証明しづらい。
- 大規模混焼に向けては設備費・アンモニア価格の高騰が課題になっており、既存設備の流用や廃熱利用、運用方法を含めてできる限りレトロフィットの観点での開発が期待される。
- 成果として挙げられているものの中で一部、本事業の成果が実用化に近づく研究であったかが不明瞭に見える記載が見受けられたが、実際には課題への対応策を検討されていることが多い。例え明文化が難しいものであっても、目標設定の段階においては課題の抽出で終わらずに課題の解決方針の作成もセットで設定されることが望ましい。
- 国際政治状況は見通せないが、2050 年カーボンニュートラル達成に向けて、調整電力としての火力発電の重要性は明白である。順次改訂されるエネルギー基本計画において、アンモニア火力発電の目標値も変化するが、大規模脱炭素化に向けた代表技術であるアンモニア火力発電のビジョンを引き続き示し、正しい根拠情報を提供し続けていただきたい。そのためにも、研究開発②で評価した石炭・アンモニア混焼発電の発電コスト、クリーンアンモニア調達量の見通しなどは、本プロジェクトの成果として発信していただきたい。ただ、見通しは仮定条件で異なるため、他機関や他プロジェクトによる見直し数値と異なることが通例である。そのため、それらの予測法と何が異なっているかも明記しながら、比較値として公表されることが望ましい。
- 研究開発①については、今後長期耐久試験を実施するにせよ、アンモニア 20%燃料転換による CO₂ 排出削減技術は確立の目途が立ったと言ってよい。さらに、天然ガス GTCC の CO₂ 排出原単位に近づけるため、アンモニア混焼率の増大が期待される。燃料供給系の拡充は必須であるが、本実証試験の数値データによれば、燃焼および制御面の技術的課題は十分に乗り越えられると予想される。本事業成果をベースとした更なる取組に期待したい。研究開発②については、アンモニア専焼バーナーのスケールアップに成功したとしているが、火炎安定性や NO_x 排出濃度を評価できる数値が提供されていない。アンモニア専焼バーナーと微粉炭専焼バーナーの上下位置の影響についても、比較の形で数値が示されていない。対向流バーナーによる化学種分布計測結果は、火炎構造における濃度分布の関係を示しているだけで、バーナーを適切に配置することでアンモニア混焼時の NO_x 低減が可能になるという結論には繋がらない。炉内燃焼数値解析の総括反応がどのようなモデルなのかも具体的に示されていない。総じて、技術開発箇所の成果の信憑性、信頼性を評価することが困難であると言わざるを得ない。評点を与える上で、

研究開発①と②の評点は異なっており、総合点はその影響を受けている。

- ・ アンモニア初期導入に向けたサプライチェーンの調査検討について、製造、輸送、貯蔵、利用の複数面から調査されていることは評価できる。一方、報告資料として調査された内容をより分かりやすく整理できているとより有用と思われる。
- ・ 総合資源エネルギー調査会における発電コスト検証 WG では、商業ベースで運転中のプラントが存在しないことを背景にアンモニア発電プラントの資本費、建設費の一部が未考慮となっている。概算数値が明らかになれば、今後アンモニア発電導入に対しより適切に戦略を立てられるようになると考えられる。本事業の経済性評価で得られた知見や、実証で得られた知見が可能な範囲で上記 WG のような議論に貢献することを期待する。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 研究開発①については大型ボイラーへのアンモニア混焼という目的に対して、これまでの石炭火力発電で培ってきた技術に加えて、新たにアンモニア利用をする要素技術を開発し、それらを適切に組み合わせて大型の装置で燃焼を行ったことから、十分な実用化能力を発揮したと考えられる。研究開発②については、技術開発と並んで安全対策、サプライチェーン構築などのテーマが並列で進行しており、今後の実用化、事業化を進める上での基盤的知見が得られたことから、適切な技術力があつたものと思われる。
- ・ 研究開発①については大型ボイラーへのアンモニア混焼という目的に対して、要素技術を適切に組み合わせて、短い開発時間で極めて大型の装置で燃焼ができることを実証した。この過程でのマネジメントは適切であったと判定できる。研究開発②については、今後の実用化、事業化を進める上での基盤的知見を安全対策、サプライチェーン構築も含む幅広い観点から得るということで、並列的なテーマ設定・計画になっていたことは妥当である。
- ・ 実施体制は明確で、漏れや重複はなく、関係者が連携を図りアウトプット目標達成に努めた点、並びに NEDO 主催による進捗確認を定期的実施した点は評価できる。碧南火力 4 号機における大規模混焼（20%）の開始時期を約 1 年前倒しした点は、早期の社会実装実現の観点から評価できる。
- ・ 実証運転前に、微粉炭バーナーを構成するアンモニアノズルの材料選定のため、部分的に混焼バーナーを改造するなどして、アウトプット目標達成に向けて計画的に進めており評価できる。
- ・ 産業界とアカデミアが協力して進める体制になっているのは高く評価できる。
- ・ アウトプット目標達成に向けた合理的な計画になっていると判断できる。
- ・ 市場価格の高騰を含め不安定な調達環境の中、一部工期を前倒しするなど臨機応変な対応をしながら安全に実証試験を実施し終えたことは、商用化に向けて極めて重要な前進であると評価できる。
- ・ 研究開発①の実施者である IHI は技術力を生かしてバーナー開発と実証試験を実施し、JERA はアンモニア供給系の設計、建設とアンモニア供給体制確立、さらに発電所周辺

を含む安全対策まで、その実力を発揮した。JERA 碧南 100 万 kW 火力発電所での商用実機での実証試験はインパクトが大きい。事業化に繋がる波及効果が大きい取組であり、採択から進行状況の確認まで適切なプロセスと判断が行われたといえる。研究開発②は、全 5 機関プラス再委託 1 機関による共同実施体制をとっているが、個々の機関のこれまでの実績は十分であり、実施体制は評価できる。

- 研究開発①については、先行した NEDO 先導研究の成果を踏まえ、達成目標とスケジュール管理が適切に行われたと評価できる。事業者である IHI と JERA の緊密な連携無くしては完遂できないプロジェクトであり、実証試験を前倒しすることが可能になるなど、アウトプット目標達成に向けて進捗状況の把握と管理が適切に行われたことを示している。研究開発②については、参加機関の個々の強みを生かした技術開発目標ならびに評価技術目標が設定されたと考えられる。
- 社会実装、アウトカムを見据えた事業者構成となっており、メーカーと発電事業者とが適切な役割分担のもと連携して 20%アンモニア混焼技術を確立したことは高く評価できる。
- 目標達成に必要な要素技術をスケジュールに沿って開発、実証されており評価できる。また、事業の中間段階で有識者を交えた技術検討委員会を開催し、各事業の進捗状況やその後の方針を確認しており、適切な進捗管理を行っていることも評価できる。
- アンモニアの発電実証という世界初のチャレンジを成功させたこと、さらには前倒しで実施したことを高く評価する。事業者(JERA、IHI)と NEDO の技術力、リーダーシップが発揮され、優れた連携があったものと考ええる。
- 複雑かつ統合的なオペレーションが求められる発電所の運転/実証において、目標を達成し、かつ安全に完遂できた、という点から、必要な技術が網羅され、要素技術間でも十分連携がとれていたことが示されたと考える。

<問題点・改善点・今後への提言>

- 研究開発②では新たなバーナーの開発が行われたが、全体的にアンモニアの燃焼に伴う通常の炭化水素燃料の燃焼とは異なる点(問題点＝開発課題)の説明が窒素化合物の問題の他はあまり明確ではなく、技術開発でどんな問題を乗り越えたか(＝技術開発の成果)がややわかりにくかった。テーマが並列的であったこと自体は妥当であるが、できれば個別テーマ間の関連・連携についての十分な説明があればなお良かったと考えられる。
- CO₂ フリーアンモニア燃料の火力発電所への初期導入に向けた調査検討は、概略検討と思慮されるため、今後は条件設定を変えてみるなどして、今後の施策や事業者の投資判断に資する実効的なものとなるよう期待したい。
- 研究開発①と研究開発②、また産業チームとアカデミアチームから得られた成果の統一性、協調性が一部かけているように思われる。全体会合を定期的に開催して成果を共有するプロセスや、そのような意見交換をできる体制が作れておけばよかった。
- アカデミアから出てきた要素技術の成果そのものは極めて価値が高いと評価するが、それらがアウトプット目標達成に如何に貢献したかが不明慮である。連携と説明をよりし

っかり行うべきであった。

- 「商用化を見据えた助成事業」と「基礎研究としての委託事業」という違いもあり難しいことは理解するが、それぞれの研究開発状況を適切に共有することで共通課題としてのNOx処理など、より効率的な研究開発に繋がる可能性があった。今後研究開発結果は適切に共有されることを期待したい。
- 研究開発①は、大規模実証研究であることから、事業者間の緊密な協力が必要とされたはずである。大規模実証が成功したことは、マネジメントが正常に機能していたことを意味している。この経験を生かし、次なる高混焼化技術開発に繋げていただきたい。研究開発②は、各機関は十分な実績を有するものの、個々の成果を互いに評価し統合する取組が十分であったとは言えない。特にバーナーや燃焼技術開発の成果については、評価できる根拠を見出しにくい。本プロジェクトを発展させて次の技術開発に展開するためにも、参加機関による相互チェックを提言したい。
- 研究開発①は、適切に計画され、計画通り進められており、特段の問題はない。研究開発②は、参加機関が個別に実施しており、相互チェックが十分機能していないように見える。専門知識を有する有識者を含む委員による確認が適切に行われて来たかにも疑問が残る。評点を与える上で、研究開発①と②の評点は異なっており、総合点はその影響を受けている。
- アウトプット目標を達成していることから、指揮命令系統や責任体制も適切であったと思われるが、評価委員会として直接的に評価するためには、指揮命令系統や責任範囲をより明示的にした方が望ましい。
- 今回の研究開発②においては実機設計と基礎研究の連携は分かりにくかった。実機設計と基礎研究はどちらも大切であるが、燃焼器の設計に基礎研究の成果をすぐに取り入れられるケースは一般に多くない。どちらも推進すべきではあるため、より丁寧に互いの連携について説明するか、たてつけを分けるといった工夫が必要と考える。

2. 評点結果

評価項目・評価基準	各委員の評価							評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋								
(1) アウトカム達成までの道筋	A	A	A	A	A	A	A	3.0
(2) 知的財産・標準化戦略	A	B	B	A	B	A	A	2.6
2. 目標及び達成状況								
(1) アウトカム目標及び達成見込み	A	A	A	A	A	A	A	3.0
(2) アウトプット目標及び達成状況	B	A	B	B	B	B	A	2.3
3. マネジメント								
(1) 実施体制	A	A	B	B	A	A	A	2.7
(2) 研究開発計画	B	B	B	A	B	A	B	2.3

《判定基準》

- A：評価基準に適合し、非常に優れている。
 B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。
 C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。
 D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

(注) 評点はA=3、B=2、C=1、D=0として事務局が数値に換算・平均して算出。

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／
⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」

事業原簿
(公開版)

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 サーキュラーエコノミー部
-----	---

更新履歴

更新日	更新内容
2025年11月13日	初版発行

目次

1. 事業全体概要	1
1.1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋.....	1
1.2. 目標及び達成状況.....	2
1.3. マネジメント.....	5
1.4. その他.....	6
2. 事業全体説明資料	8
3. 目標及び達成状況の詳細	65
3.1. 研究開発①：100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究.....	65
3.2. 研究開発②：火力発電所でのCO ₂ フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発.....	67
添付資料	69
●基本計画.....	69
●各種委員会開催リスト.....	84
●特許論文等リスト.....	85

1. 事業全体概要

プロジェクト名	NEDO 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／①アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業 (経済産業省予算要求名称：カーボンリサイクル・次世代火力発電の技術開発等事業)	プロジェクト番号	P16002
担当推進部/ プロジェクトマネージャー (PMgr) または担当者 及び経済産業省担当課	担当推進部： サークュラーエコノミー部 阿部 正道 (2025年9月現在) サークュラーエコノミー部 河原 勇人 (2024年7月～2025年6月) 環境部 櫻井 靖紘 (2022年4月～2024年6月) 環境部 園山 希 (2021年4月～2022年3月) 経済産業省担当課：資源エネルギー庁 資源・燃料部 燃料環境適合利用推進課		
0. 事業の概要	<p>第5次エネルギー基本計画(2018年7月)では、石炭は経済性・供給安定性に優れた重要なエネルギー資源であり重要なベースロード電源と位置付けている。また、既存インフラを有効利用した脱炭素化の技術開発として、アンモニアを燃料として直接利用する技術開発をあげている。(※第6次、第7次エネルギー基本計画においてもアンモニア燃料利用の方針は継続)</p> <p>CO₂フリーアンモニアは、水素を輸送・貯蔵できるエネルギーキャリアとして、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時にはCO₂を排出しない燃料として、温室効果ガスの排出量削減に大きな利点がある。また、火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用は、2030年以降、中長期的に火力発電から排出されるCO₂を一層削減し、アンモニアをはじめとする水素エネルギーの社会実装に繋がる技術開発である。</p> <p>本PJでは、下記の研究開発により、火力発電所におけるアンモニアの供給・利用に関する検討及び混焼に向けた技術開発を実施した。</p> <p>① <u>100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究</u> ・100万kW級商用石炭火力(碧南火力)において、アンモニア20%混焼の実証運転を行う。</p> <p>② <u>火力発電所でのCO₂フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発</u> ・既設石炭ボイラでのCO₂フリー燃料アンモニアの初期導入を効率的に行うため、アンモニアの利用側と供給側を一体的に検討する。</p>		

1.1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1.1.1 本事業の位置付け・意義	アンモニアは燃焼してもCO ₂ を排出しないゼロエミッション燃料であり、2050年のカーボンニュートラル達成において有効な手段の1つとして期待されている。火力発電へのアンモニア利用は、専焼によってCO ₂ 排出抑制に大きな効果が期待できるが、混焼率の向上とアンモニア専焼の技術開発が課題であり、早期実現が求められる。本PJでは、石炭火力への20%混焼技術の確立及び石炭火力での事業用発電ボイラへの適用拡大の技術開発、燃料調達・輸送・貯蔵・利用等を考慮した経済性評価・技術検討を実施した。
1.1.2 アウトカム達成までの道筋	事業化に向けた実用化研究を各事業者にて進める。短期的（～2030年）には、石炭火力への20%アンモニア混焼の既設発電所への導入や普及を目指し、長期的（～

	2050年)には、混焼率の向上(50%~)や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存の火力発電のリプレースによる社会実装を目指す。
1.1.3 知的財産・標準化戦略	知的財産権については、委託契約においてバイドール条約遵守の場合は委託先に帰属するものとし、助成事業においてはすべて発明等をなした機関に帰属することとした。 標準化戦略は実用化・事業化を見据えた上でクローズ領域とオープン領域を設定した。

1.2. 目標及び達成状況

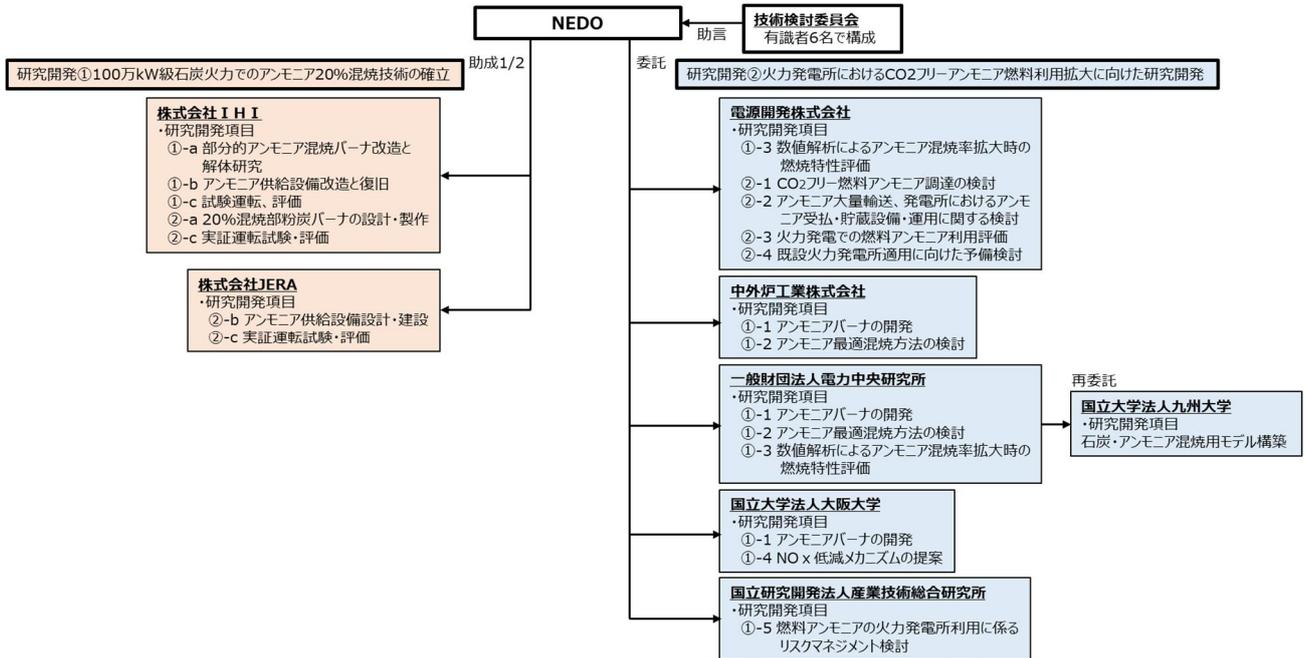
1.2.1 アウトカム目標及び達成見込み	<p>■アウトカム目標</p> <p>2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン(CO₂排出削減約6000万トン/年に相当)の達成及び2050年カーボンニュートラル達成に貢献する。</p> <p>■達成見込み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・20%混焼の商用運転開始を機に、短期的(~2030年)には、石炭火力への20%アンモニア混焼の既設発電所への導入や普及を見込む。 ・高混焼の研究開発を実施しているグリーンイノベーション基金事業(燃料アンモニアサプライチェーンの構築)の成果を活用し、長期的(~2050年)には、混焼率の向上(50%~)や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存の火力発電のリプレースによる社会実装を見込む。 ・長期脱炭素電源オークション制度では、物価高騰やアンモニア価格高騰に対応するため、2025年度以降、価格差に着目した支援制度や上限価格の引上げ等も検討・導入されている。 <p>⇒以上により、アウトカム目標の達成を見込むが、一方、以下の課題がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・石炭火力発電分野での自律的なアンモニア普及拡大は、安定したサプライチェーンが構築され、アンモニアが化石燃料に十分な競争力を有する水準となることが必要であり、そこに至るまでの電源の脱炭素化政策等により、アウトカム目標の達成見込みは変化する。 ・足下の状況として、アウトカム目標達成への課題としては、設備費・アンモニア価格の高騰が挙げられる。
1.2.2 アウトプット目標及び達成状況	<p>研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究</p> <p>【研究開発項目① アンモニア混焼バーナ材料選定試験】</p> <p>①-a: 部分的アンモニア混焼バーナ改造と解体研究 ①-b: アンモニア供給設備改造と復旧 ①-c: 試験運転、評価</p> <p>【研究開発項目② 実証運転試験】</p> <p>②-a: 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作 ②-b: アンモニア供給設備設計・建設 ②-c: 実証運転試験・評価</p> <p>(アウトプット目標)</p> <p>100万kW級商用石炭火力(JERA碧南火力)において、アンモニア20%混焼の実証運転試験を行い、2024年度までに商用石炭火力でのアンモニア20%混焼技術の確立及び商用運転の実施可否を判断する。</p> <p>実証運転試験実施にあたっては、下記の各項目を達成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・微粉炭バーナを構成するアンモニアノズルの材料選定のため、部分的にアンモニア混焼バーナに改造し、試験運転にて各材料の窒化特性を把握し減肉予想を立てる。 ・上記結果をもとにアンモニアノズルの材料選定を行い、本ノズルを採用したアンモニア20%混焼バーナを設計のうえ、全バーナ換装する。 ・上記達成後、燃焼・収熱特性を把握するための実証運転試験を行い、石炭専焼と同等のプラント運用性能および環境性能であることを確認する。(安定した火炎の形成、燃焼時のNOx発生抑制の達成等)

<p>・実証運転試験の結果をもとに、アンモニア 20%混焼運転における各特性（燃焼特性、取熱特性、排ガス特性、運転特性、運用特性など）、制約条件などアンモニア混焼社会実装に向けた課題を抽出する。上記各特性を踏まえ、アンモニア混焼制御方法を確立する。</p>		
成果(実績)(2025年3月)	達成度(見込み)	達成の根拠/解決方針
<p>研究開発項目①</p> <p>①-a：○（各材料の窒化特性を把握し減肉予想を立てることができるようになった）</p> <p>①-b：○（各機器使用について仕様決定根拠を策定し、この仕様にて機器製作、設置改造を行いバーナ材料選定試験に供することができた。アンモニアバーナ点消化および当該設備の解体までを安全かつ確実に遂行できる系統構成として妥当かつ明確と判断された）</p> <p>①-c：○（アンモニア 20%混焼に向けた課題を抽出し、NOx 排出挙動、ボイラ及び後流機器への影響などにおいて要件を満たしていると判断された。また、試運転、設備復旧、結果評価について一式完了した）</p>	<p>総合判定</p> <p>○</p>	<p>計画通りの成果をあげたため達成とした。</p>
<p>研究開発項目②</p> <p>②-a：○（材料選定試験の結果に基づきアンモニア 20%混焼に必要な設備を構築し、実証試験を完了することができた）</p> <p>②-b：○（20%混焼運転において、排ガス特性や運用性能などが石炭専焼と同等であることを確認できた。安定した火炎の形成、燃焼時の NOx 発生抑制についても課題を解決していることが確認された）</p> <p>②-c：○（実証試験を通じてアンモニア混焼運転で制御することができた）</p>	<p>総合判定</p> <p>○</p>	<p>計画通りの成果をあげたため達成とした。</p>
<p>研究開発② 火力発電所での CO2 フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発</p> <p>【研究開発項目① 既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】</p> <p>①-1：アンモニアバーナの開発</p> <p>①-2：アンモニア最適混焼方法の検討</p> <p>①-3：数値解析によるアンモニア混焼時の燃焼性特性評価</p> <p>①-4：Nox 低減メカニズムの提案</p> <p>①-5：燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討</p> <p>【研究開発項目② CO₂フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査研究】</p> <p>②-1：CO₂フリー燃料アンモニア調達の見直し</p> <p>②-2：アンモニア大量輸送、発電所におけるアンモニア受払・貯蔵設備・運用に関する検討</p> <p>②-3：火力発電での燃料アンモニア利用評価</p> <p>②-4：既設火力発電所適用に向けた予備検討</p> <p>(アウトプット目標)</p> <p>2023年度までに、火力発電における既存ボイラへの適用可能性拡大・効率的な初期導入方策を確立する。</p> <p>方策の確立にあたっては、下記の各項目を達成する。</p> <p>・工業炉向けに開発されたアンモニア専焼バーナへの大容量化を図り、発電事業用ボイラ形式への適用の可能性を評価する。</p>		

	<p>・燃料としてのアンモニアを安定的かつ安価に調達する可能性について、燃料調達・輸送・貯蔵・利用を考慮したトータルシステムとしての経済性評価、技術検討を完了する。</p>		
	成果(実績)(2024年3月)	達成度(見込み)	達成の根拠/解決方針
	<p>研究開発項目①</p> <p>①-1：○（100kWから760kWへのスケールアップ手法を取得し、アンモニア専焼バーナの設計コンセプトを確認することができた）</p> <p>①-2：○（燃焼試験を通じて、NO_x低減および灰中未燃分の観点から、最適な混焼方法に関する知見を得た）</p> <p>①-3：○（ボイラ出口のNO_x濃度やアンモニア濃度の数値解析を行うことで、燃焼特性を評価した）</p> <p>①-4：○（燃焼領域においてアンモニアから生成されるNHラジカルによるNO_x発生に関する知見を得た）</p> <p>①-5：○（拡散モデルによる数値解析を行うことで、アンモニア漏洩時のリスクを評価した）</p>	<p>総合判定</p> <p>○</p>	<p>計画通りの成果をあげたため達成とした。</p>
	<p>研究開発項目②</p> <p>②-1：○（天然ガス由来のCO₂フリーアンモニア調達の経済性を評価し、課題を整理した）</p> <p>②-2：○（2030年初期導入に向けた輸送コストの経済性を評価した。アンモニア貯蔵設備の適用政権党では、プレストレスとコンクリートタンクと金属二重殻タンクの比較を実施した）</p> <p>②-3：○（石炭火力発電所へのアンモニア混焼における課題抽出や対策について検討した。また、発電コストの経済性評価を実施した）</p> <p>②-4：○（利用側・供給側の成果を基に、実機ボイラ適用に向けた予備検討を実施した）</p>	<p>総合判定</p> <p>○</p>	<p>計画通りの成果をあげたため達成とした。</p>

1.3. マネジメント

1.3.1 実施体制



1.3.2 受益者負担の考え方

1.3.2 受益者負担の考え方	<p>■研究開発①：100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究 研究開発①は実証研究であり、事業化リスクが低く、実施者自身の裨益が非実施者に比して大きいと見込まれるため、1/2負担の助成事業とした。</p> <p>■研究開発②：火力発電所でのCO₂フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発 研究開発②は要素研究であり、これまで取組まれていなかったアンモニアバーナの基本開発であること、さらにCO₂フリーアンモニア燃料を火力発電所で利用拡大を検討する際に必要な方策を中立的な立場から取りまとめるものであり、1/1負担の委託事業とした。</p>				
	主な実施事項	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究	助成率 1/2	助成率 1/2	助成率 1/2	助成率 1/2
研究開発② 火力発電所でのCO ₂ フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発	委託	委託	委託	-	

1.3.3 研究開発計画

事業費推移 [単位:百万円] (NEDO 負担額)	主な実施事項	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	総額
	研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究	377	2,966	5,060	1,597	10,000
	研究開発② 火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発	253	391	174	-	818
	事業費	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	総額
	会計(特別)	630	3,357	5,234	1,597	10,818
	追加予算	-	-	-	-	-
	総NEDO負担額	630	3,357	5,234	1,597	10,818
情勢変化への対応	<p>■新型コロナウイルス感染症による影響【研究開発①、②】 研究開発の進捗に若干の影響があったものの、対面の打ち合わせをオンライン会議にするなどの工夫を実施したことにより、大幅な遅れは発生していない。</p> <p>■第6次エネルギー基本計画(2021年10月)【研究開発①】 早期の技術確立を目指し、バーナ・タンク・配管等の設置工事の工期短縮が順調に進捗していることと、政府の水素・アンモニア施策の推進強化を踏まえ、碧南火力発電所4号機におけるアンモニアの大規模混焼(20%)の開始時期を約1年間前倒し、2023年度とした。2024年度2月に実証アンモニア発受入、実証運転試験を2024年4~6月で実施。</p> <p>■経済安全保障上の重要技術に関する技術流出防止策についての提言を踏まえた対応(2024年8月)【研究開発①、②】 実施者が研究開発成果を学会や講演会等で発表・講演する場合、日本が優位である低NOx・N₂O対応などのアンモニア燃焼技術に関する記述・表現に留意するようにした。</p> <p>■エネルギー基本計画における石炭火力の位置づけの変化【研究開発①、②】 石炭火力については、エネルギー安全保障の観点も含めて、役割は変化しつつも一定の維持がされていくことになると思料。それ故に、我が国における2050年カーボンニュートラル達成に向けては、石炭火力における脱炭素化が急務であるとともに、既存設備を活用しつつ脱炭素化を進める手段としても、脱炭素燃料であるアンモニアの適用を検討する重要性は、事業開始当初から変わっていない。</p>					
中間評価結果への対応	中間評価は実施していない。					
評価に関する事項	事前評価	事前評価は実施していない。				
	中間評価	中間評価は実施していない。				
	終了時評価	2025年度 終了時評価実施 担当部：サーキュラーエコノミー部				

1.4. その他

投稿論文	「査読付き」4件、「その他」9件
特許	「出願済」1件 特記事項：アンモニア使用設備に関する特許

その他の外部発表 (プレス発表等)	「受賞実績」3件 「研究発表・講演」111件 「新聞・雑誌等への掲載」8件 「展示会などへの出展」11件	
基本計画に関する 事項	作成時期	2016年1月 作成
	変更履歴	2016年4月 改訂 (PMgrの変更等) 2016年9月 改訂 (評価時期の変更等) 2017年2月 改訂 (研究開発項目の追加等) 2017年5月 改訂 (PMgrの変更等) 2017年6月 改訂 (評価時期の変更等) 2018年2月 改訂 (研究開発項目の追加等) 2018年7月 改訂 (PMgr、PLの変更等) 2018年9月 改訂 (評価時期の変更等) 2019年1月 改訂 (評価時期の変更等) 2019年7月 改訂 (PMgrの変更等) 2020年2月 改訂 (基本計画の名称変更等) 2020年3月 改訂 (資産の処分方法追記等) 2020年7月 改訂 (PMgrの変更等) 2020年9月 改訂 (PMgr、PLの変更等) 2020年10月 改訂 (PMgrの変更等) 2021年1月 改訂 (研究開発項目の追加等) 2021年5月 改訂 (PMgrの変更等) 2021年6月 改訂 (研究開発項目名の変更等) 2021年7月 改訂 (データマネジメントに関する記載の変更等) 2022年3月 改訂 (研究開発項目の追加等) 2022年8月 改訂 (部署名の変更等) 2022年11月 改訂 (PMgr、PLの変更等) 2023年1月 改訂 (研究開発項目の延長等) 2023年11月 改訂 (PMgrの変更等) 2023年12月 改訂 (評価時期の変更等) 2024年3月 改訂 (研究開発期間の変更等) 2024年7月 改訂 (部署名の変更) 2024年12月 改訂 (研究開発期間の変更等)

2. 事業全体説明資料

以降に事業概要説明を示す。

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／ ⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」 (終了時評価)

2021年度～2024年度 4年間

プロジェクトの説明 (公開版)

2025年11月13日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

サーキュラーエコノミー部

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／ ⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業

【PMgr】環境部／サーキュラーエコノミー部
主査：園山 希 (2021年4月～2022年3月)
主査：櫻井 靖紘(2022年4月～2024年6月)
主査：河原 勇人(2024年7月～2025年6月)

事業の概要

- 第5次エネルギー基本計画(2018年7月)では、石炭は経済性・供給安定性に優れた重要なエネルギー資源であり重要なベースロード電源との位置付け。また、既存インフラを有効利用した脱炭素化の技術開発として、アンモニアを燃料として直接利用する技術開発をあげている。
(※第6次、第7次エネルギー基本計画においてもアンモニア燃料利用の方針は継続)
 - CO₂フリーアンモニアは、水素を輸送・貯蔵できるエネルギーキャリアとして、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時にはCO₂を排出しない燃料として、温室効果ガスの排出量削減に大きな利点がある。
 - 火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用は、2030年以降、中長期的に火力発電から排出されるCO₂を一層削減し、アンモニアをはじめとする水素エネルギーの社会実装に繋がる技術開発である。
- ①実証研究／100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究
・100万kW級商用石炭火力(碧南火力)において、アンモニア20%混焼の実証運転を行う。
- ②要素研究／火力発電所でのCO₂フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発
・既設石炭ボイラでのCO₂フリー燃料アンモニアの初期導入を効率的に行うため、アンモニアの利用側と供給側を一体的に検討する。

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	①2024年度までに商用石炭火力でのアンモニア20%混焼技術の確立。 ②2023年度までに火力発電における既存ボイラへの適用可能性拡大・効率的な初期導入方策の確立。
アウトカム目標	2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン(CO ₂ 排出削減約6000万トン/年に相当)の達成及び2050年カーボンニュートラル達成に貢献する。
出口戦略(実用化見込み)	本事業で開発した技術・ノウハウ等を基に、2020年後半に商用石炭火力でのアンモニア20%混焼の事業化を実現し、燃料アンモニアの石炭火力での導入拡大を目指す。 ・国際標準化活動予定：無 ・委託者提供データ：無
グローバルポジション	プロジェクト開始時：LD (Leading) →プロジェクト終了時：LD (Leading) 既存研究実績を踏まえ、PJ開始時はLDとした。PJ開始後、韓国・中国でもアンモニア混焼への取組みは始まりつつあるものの、世界初の100万kW級商用石炭火力での20%混焼実証試験を実現させることにより、PJ終了時にはLDになる。

関連する技術戦略：エネルギー基本計画、2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

プロジェクト類型：標準的研究開発

既存事業との関係

- 内閣府SIP「石炭火力発電における微粉炭/アンモニア混合燃焼技術の開発と社会実証に向けた課題の抽出」(2014～2018年度)において、アンモニア20%混焼の基礎技術の確立と、石炭焚きボイラやアンモニア貯蔵設備を対象としたFSなどを行ってきた。
- NEDO委託「アンモニア混焼火力発電技術の先導研究/微粉炭焚きボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発」(2019～2020年度)において、バーナの開発とともに、技術的にはアンモニア20%混焼が商用機を用いた実証試験は可能などの検討を行ってきた。

事業計画

期間：2021年度～2024年度(4年間)
総事業費(NEDO負担額)：108.2億円(①助成1/2：100億円、②委託：8.2億円)

<研究開発スケジュール・評価時期・予算規模>

年度	2021	2022	2023	2024	2025
研究開発① (アンモニア20%混焼)	アンモニア混焼バーナ材料選定試験				
	ボイラ改造工事、実証運転試験				計 100.0
	3.8	29.7	50.6	16.0	
研究開発② (CO ₂ フリーアンモニア)	アンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発				
	火力発電所への初期導入に向けた調査検討				計 8.2
	2.5	3.9	1.7		
評価時期					終了時評価
予算(億円) NEDO負担額	6.3	33.6	52.3	16.0	108.2

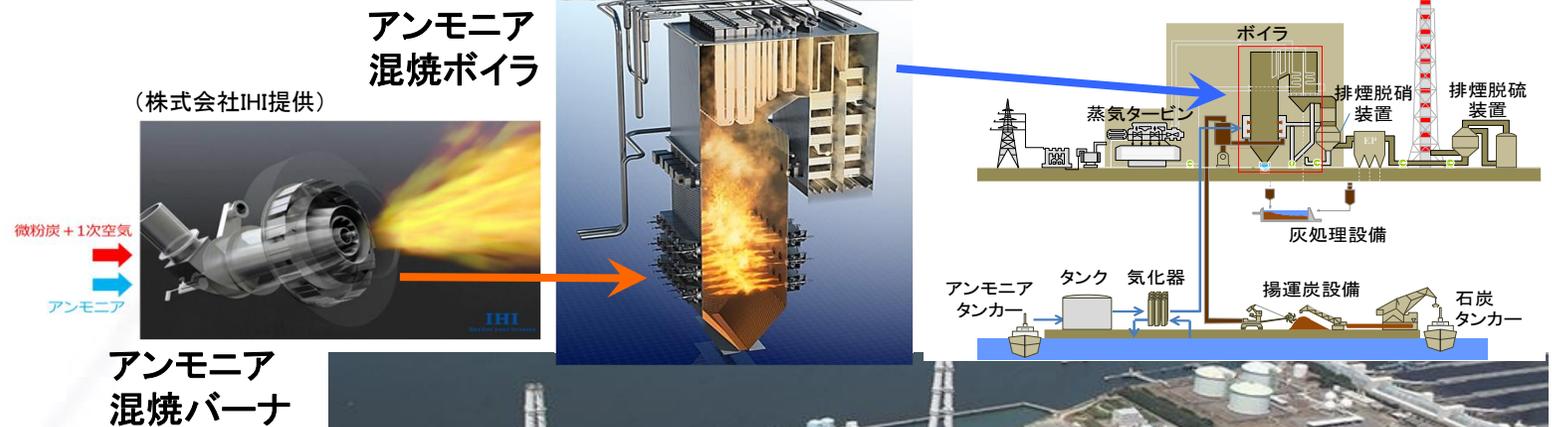
- 100万kW級商用石炭火力（JERA碧南火力）において、アンモニア20%混焼の実証運転を行なう。
 - ・ 実証運転前に、微粉炭バーナを構成するアンモニアノズルの材料選定のため、部分的にアンモニア混焼バーナに改造し、試験運転にて窒化特性を把握する。
 - ・ 上記結果をもとにアンモニアノズルの材料選定を行ない、本ノズルを採用したアンモニア20%混焼バーナを全バーナ換装し、燃烧・収熱特性を把握するための実証運転を行う。
- 最終的にアンモニア20%混焼技術の確立・商用運転の実施可否を判断する。

<実施期間> 2021年7月～2025年3月

<事業総額> 200億円

(助成1/2 ; NEDO負担額 : 100億円)

【助成先】 JERA、IHI



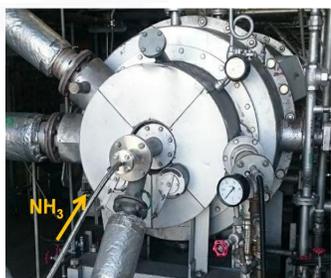
碧南火力発電所外観

(株式会社JERA提供)

- 既設石炭火力発電所燃料でのアンモニア利用拡大に向けた研究開発
 - ・ 工業炉向けに開発された小規模アンモニアバーナの大容量化を図り、既設石炭ボイラでの燃料アンモニア燃焼に向けた技術開発を行う。
- CO₂フリー燃料アンモニア火力発電所への初期導入に向けた調査検討
 - ・ 燃料アンモニアの調達・輸送・受払・貯蔵・運用に関する検討、燃料アンモニアの利用評価、既設火力発電所適用に向けた予備検討を行う。

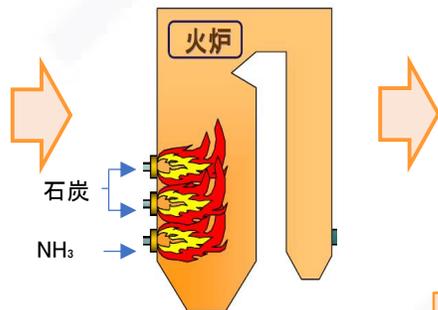
① 既設石炭火力発電所でのアンモニア利用拡大に向けた研究開発

燃料アンモニア利用に向けた研究開発

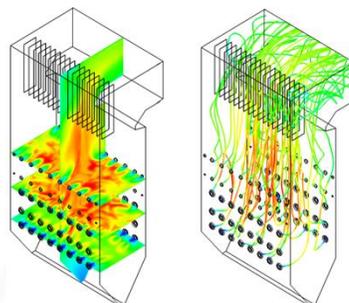


(中外炉工業株式会社提供)

アンモニアバーナ大型化



アンモニア最適混焼方法検討

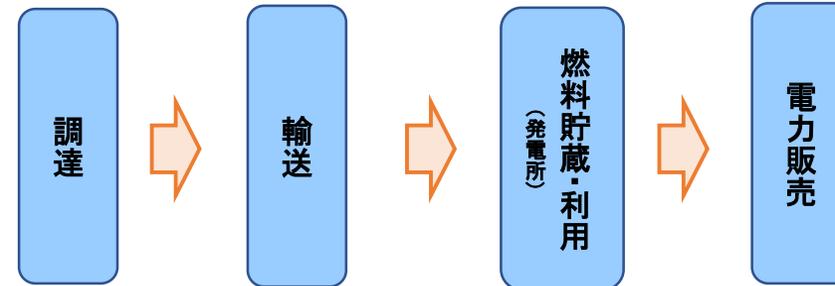


実機ボイラ燃焼シミュレーション
実機ボイラ実証予備検討

様々なボイラ形式に適用可能な、汎用性があるアンモニアバーナの開発

② CO₂フリー燃料アンモニア火力発電所への初期導入に向けた調査検討

燃料アンモニア導入に伴う各サプライチェーンの検討課題



- 調達
- ・ 安定性
 - ・ 多様性
 - ・ コスト
 - ・ CO₂フリー化

- 輸送
- ・ コスト
 - ・ 船舶大型化
 - ・ 船舶用燃料

- 燃料貯蔵・利用
(発電所)
- ・ 大量貯蔵
 - ・ ハンドリング
 - ・ 既設火力への大量混焼

- 電力販売
- ・ CO₂規制、制度
 - ・ 水素発電の価値、市場競争力

<実施期間> 2021年5月～2024年3月

<事業総額> 8.2億円 (委託)

【委託先】 電源開発、中外炉工業、電中研、大阪大学、産総研

ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略

- ・ 事業の背景・目的・将来像
- ・ 政策・施策・技術戦略上の位置づけ
- ・ 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- ・ 他事業との関係
- ・ アウトカム達成までの道筋
- ・ 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- ・ 知的財産管理

2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

- ・ 実用化・事業化の考え方と
アウトカム目標の設定及び根拠
- ・ アウトカム目標の達成見込み
- ・ 費用対効果
- ・ 過去の事業との関連性
- ・ 本事業における研究開発項目の位置づけ
- ・ アウトプット目標の設定及び根拠
- ・ アウトプット目標の達成状況
- ・ 研究開発成果の副次的成果等
- ・ 特許出願及び論文発表

3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

- ・ NEDOが実施する意義
- ・ 実施体制
- ・ 個別事業の採択プロセス
- ・ 研究データの管理・利活用
- ・ 予算及び受益者負担
- ・ 目標達成に必要な要素技術
- ・ 研究開発のスケジュール
- ・ 進捗管理
- ・ 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- ・ 進捗管理：成果普及への取り組み

<評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※ 本事業の位置づけ・意義
- （1）アウトカム達成までの道筋
- （2）知的財産・標準化戦略

ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策・技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

事業の背景・目的・将来像

事業の背景

- **2020年10月、我が国は2050年にカーボンニュートラルを目指すことを宣言、その実現に向けた方策の具体化が政府全体で進められている。**
- **アンモニアは燃焼してもCO₂を排出しないゼロエミッション燃料、地球温暖化対策において有効な手段の1つであり期待されている。**
- アンモニアは燃料用途での利用はまだ無いが、肥料用の原料として国際的な貿易インフラが整っており、**燃料用途のための技術的な課題も少ない。**
- 火力発電へのアンモニア利用は、専焼によってCO₂排出抑制に大きな効果が期待できるが、**まずは混焼率の向上とアンモニア専焼の技術開発が課題で早期実現が求められる。アンモニアと石炭は混焼が容易であることから石炭火力発電への利用が見込まれている。**

事業の目的

- **将来的な火力発電の脱炭素を実現するアンモニア専焼を目指すため、石炭火力への20%混焼の技術を確立させる。**
- **CO₂フリー燃料アンモニアの利用拡大を図るため、既設石炭火力での事業用発電ボイラへの適用拡大の技術開発、燃料調達・輸送・貯蔵・利用等を考慮した経済性評価・技術検討を実施する。**

事業の将来像

- **短期的（～2030年）には、石炭火力への20%アンモニア混焼の既設発電所への導入や普及を目指し、長期的（～2050年）には、混焼率の向上（50%～）や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存の火力発電のリプレイスによる社会実装を目指す。**

政策・施策・技術戦略上の位置づけ(1/3)

地球温暖化対策の推進

- 「**COP21 パリ協定**」(2015年12月)／日本は2030年度までに温室効果ガスを2013年度比26%削減。
- 「**2050年までにカーボンニュートラル**」を菅首相が宣言(2020年10月)。
- 「総合資源エネルギー調査会(基本政策分科会)」(2020年11月)／アンモニア発電は、アンモニア混焼率の向上と専焼火力の技術開発が課題。
- 「**燃料アンモニアの導入・活用拡大に向けての官民協議会(中間取りまとめ)**」(2021年2月)／
 - ・石炭火力のアンモニア20%混焼については2020年代後半には実用化を目指す。アンモニア専焼は長期的(~2050年)に実用化を目指す。
 - ・2030年には国内で年間300万トン、2050年には国内で年間約3000万トンのアンモニア需要(火力・船舶)を想定する。
- 「**米国主催気候サミット**(2021年4月)」／
 - ・日本は、**2030年度に温室効果ガス46%削減(2013年度比)を目指す**こと、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けることを表明。
- 「**2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略**」(2021年6月)／
 - ・経済と環境の好循環を作っていく産業政策をグリーン成長戦略として取り纏め。
 - ・重要なプロジェクトは、目標達成をコミットした企業に対し技術開発から実証・社会実装まで継続して支援→**NEDOに10年間で2兆円のGI基金**
 - ・**成長が期待される14分野に「水素・燃料アンモニア産業」が含まれる。**
- 「**第6次エネルギー基本計画**」(2021年10月)／
 - ・2030年までに、**石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術の確立。**
 - ・2030年度の電源構成において、水素・アンモニアで1%程度を賄うことを想定。

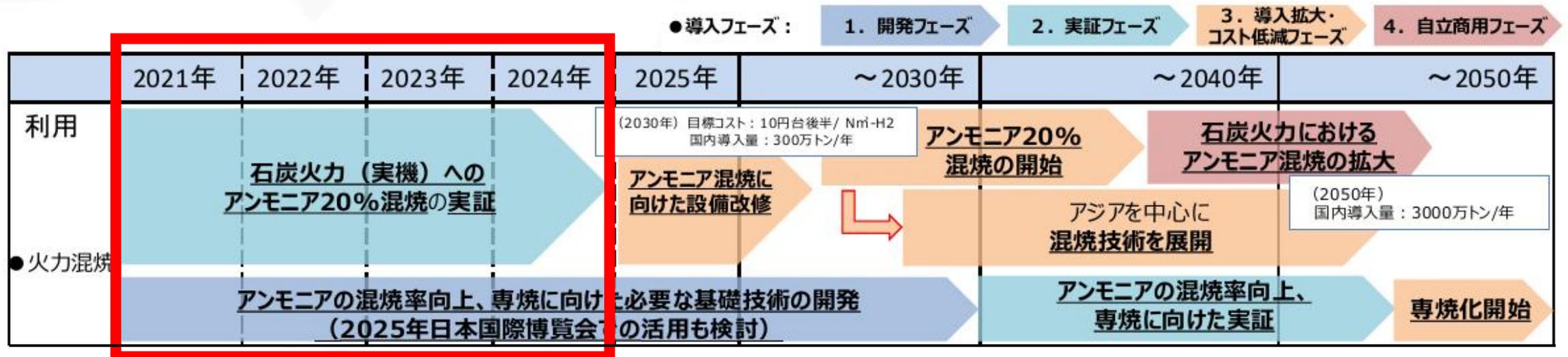
目的達成にどのように寄与するか

- 研究開発① **100万kW級実機でのアンモニア20%混焼を実証することで混焼技術を確立し、2020年代後半での事業化に寄与する。更にその先の混焼率向上・専焼の実用化・事業化に寄与する。**
- 研究開発② **既設石炭火力での燃料アンモニアの混焼率拡大や燃焼方式への適用可能性の拡大に資する。また、燃料調達・輸送・貯蔵・利用等全体を考慮したコスト低減・経済性評価等、効率的に初期導入検討をすることで、CO₂フリーアンモニアの利用拡大に寄与する。**

政策・施策・技術戦略上の位置づけ(2/3)

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略／燃料アンモニア(2021年6月)

- 燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアは、石炭火力での混焼等、水素社会への移行期では主力となる脱炭素燃料。
- 「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)：内閣府」(2014～2018年度)、「アンモニア混焼火力発電技術の先導研究：NEDO」(2019～2020年度)にて、燃焼を安定化させNO_x発生を抑制する技術は、20%混焼では既に完成。
今後、実機においても同技術でNO_x発生が抑制可能か等の検証が必要。
- **短期的（～2030年）には、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入や普及を目標とする。**
- そのため、技術面では、**2021年度から4年間、実機を活用した20%混焼の実証を行うことで20%混焼の技術を確立させる。**
- その後、**電力会社を通じて、NO_xを抑制した混焼バーナの既設発電所への実装・燃料アンモニアの導入を目指す。**
- **長期的（～2050年）には、混焼率の向上や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存火力発電のリプレイスによる社会実装を目指す。**



(出典：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2021年6月）／水素・燃料アンモニア産業（燃料アンモニア）の成長戦略「工程表」に基づきNEDO作成）

政策・施策・技術戦略上の位置づけ(3/3)

- 第4次までは発電でのアンモニア利用の記載はなく、第5次から技術開発の推進が明記されるようになった。
- 第6次でアンモニア混焼・専焼の実証推進・技術確立や、具体的な導入目標が明記され、政策推進の強化が明記された。
- 第7次では社会実装を目指した記述となり、アンモニア導入目標はそのまま。インフレによる厳しい状況も明記された。

エネルギー基本計画の推移

エネルギー基本計画	石炭火力の位置づけ	発電でのアンモニア利用	アンモニア導入目標
第4次 (2014年4月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 安定性と経済性に優れているベースロード電源。 ● 環境負荷の一層の低減に配慮した石炭火力発電の導入を進める。 	無し	無し
第5次 (2018年7月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 安定性と経済性に優れているベースロード電源。 ● 非効率石炭のフェードアウト。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のインフラを有効利用した脱炭素化のための技術開発としてアンモニアを直接使用する技術開発を推進。 	無し
第6次 (2021年10月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 再エネを最大限導入する中で調整電源としての役割を期待。 ● 電源構成における比率は安定供給の確保を大前提に低減。 ● 非効率石炭のフェードアウトを着実に推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素・アンモニア発電については、2050年には電力システムの中的主要な供給力・調整力として機能すべく技術的課題を克服。 ● 2030年までに石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術を確立。 ● 石炭火力利用が見込まれる東南アジア等への混焼技術の展開を行いつつ、燃料アンモニアの仕様や燃焼設備におけるNOx排出基準の国際標準化も図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2030年で年間300万トンの需要を想定。 ● 2050年で年間約3000万トンの需要を想定。 ● 2030年度の電源構成で水素・アンモニアで約1%程度を賅う。
第7次 (2025年2月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 温室効果ガスの排出量が多いため、カーボンニュートラル実現に向けて、電力の安定供給の確保を大前提としつつ非効率な石炭火力のフェードアウトを着実に推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ● アンモニアやCCUS等を活用した脱炭素化を、長期脱炭素電源オークション等を通じて促進。 ● アンモニアを活用した発電について、燃焼器の技術開発や発電実証をG I 基金も活用しながら進めており、国内外の市場獲得も睨みながら社会実装を目指す。 ● 諸外国において、金銭的支援策が講じられているものの、インフレによる開発費の増大等により厳しい状況にあるが、化学分野や発電分野における燃料転換に向けた動きは着実に進展。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2030年で年間300万トンの需要を想定。 ● 2050年で年間約3000万トンの需要を想定。

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）(1/2)

各国の発電用アンモニア混焼に関する技術動向

- 石炭火力発電所における**アンモニア混焼試験は、中国・韓国で実施**されている。
- 中国は、100万kW級発電所での50%以上の混焼発電を目指すことを明言している。
- 韓国は、2027年までに20%混焼の実証を、2030年までに一部発電所での実用化を計画している。
- **日本は、燃焼の安定性・未燃アンモニア対応・低NOx・N₂O対応などの燃焼技術でリード**しており、20%混焼の**実機実証も中国・韓国より進んでいる。**

	中国		韓国	日本
	2022年(発表)	2023年	~2027年	~2024年度
実施時期	2022年(発表)	2023年	~2027年	~2024年度
関連企業	国家能源集団	国家能源集団	KEPCO等	IHI、JERA (碧南火力発電所)
規模	4万kW	60万kW	実機規模(推定)	100万kW
混焼率	35%	不明	20%	20%
備考			2027年までに実機実証。2030年までに、一部発電所で実用化。	20%混焼は2024年度に実機実証、2020年代後半に商用化。

(出典：資源エネルギー庁「我が国の燃料アンモニア導入・拡大に向けた取組について(2024年2月)」と実施者提供情報を基にNEDO作成)

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）(2/2)

石炭火力発電の市場

- 国内
 - ・大手電力会社の石炭火力発電所：63基(約37GW)。
 - ・**高効率で新しく、将来にわたって活用が期待されるUSC(超々臨界圧)を中心にアンモニア混焼・専焼が導入されると想定。**
- 海外
 - ・**アジア・インド地域における大型石炭火力発電所は850基以上**あり、将来においても電源構成の相当程度を石炭火力発電が占める可能性が高い。
 - ・日本のグリーン産業の成長促進のため、国内での混焼・専焼技術の確立・普及と並行して、海外への燃料アンモニアに係る技術やノウハウの展開を図る（燃料アンモニア導入官民協議会、中間とりまとめ）。
- 東南アジア等の海外市場への展開
 - ・石炭火力発電所へのアンモニア混焼導入に関するMoU締結の動きが活発化。**日本・韓国企業が参入**しており海外展開を狙っている。

制度、政策動向など

- 国内
 - ・**長期脱炭素電源オークション**：募集量／2023年度400万kW(うち既設火力改修(アンモニア・水素混焼等)は100万kW)、2024年度は500万kW。
 - ・物価高騰やアンモニア価格高騰に対応するため、2025年度以降、価格差に着目した支援制度や上限価格の引上げ等も検討されている。
 - ・脱炭素電源**オークション落札事業者は、専焼に向けたロードマップをコミットしており、20%混焼導入後、高比率燃焼転換**を明記。
- 海外
 - ・**韓国：2024年よりクリーン水素認証制度を導入。世界初のクリーン水素発電入札市場(CHPS ; Clean Hydrogen Energy Portfolio Standard)を開いた。**クリーン水素認証に基づいたものであれば、アンモニアも対象。
 - ・**中国：石炭発電の低炭素化改造建設の行動方案(2024-2027)**を策定・公表。アンモニアについてはグリーンアンモニア混焼を推進。

他事業との関係

資源(化石燃料)が豊富な国：製造

天然ガス
石油
石炭

改質/ガス化



海上輸送
(液体：エネルギーキャリア)



アンモニア NH₃
(液化：常圧-33℃もしくは8.5気圧(20℃))

日本：利用

直接利用

工業炉
NEDO
(GI基金/交付金)

石炭火力発電
混焼・専焼
NEDO(交付金/GI基金)

ガスタービン発電
専焼
NEDO(GI基金)

アンモニア燃料船
NEDO(GI基金)

ガスエンジン
環境省

情報共有

再生可能エネルギー



合成
NEDO
(GI基金)

再生可能エネルギーが豊富な国：製造

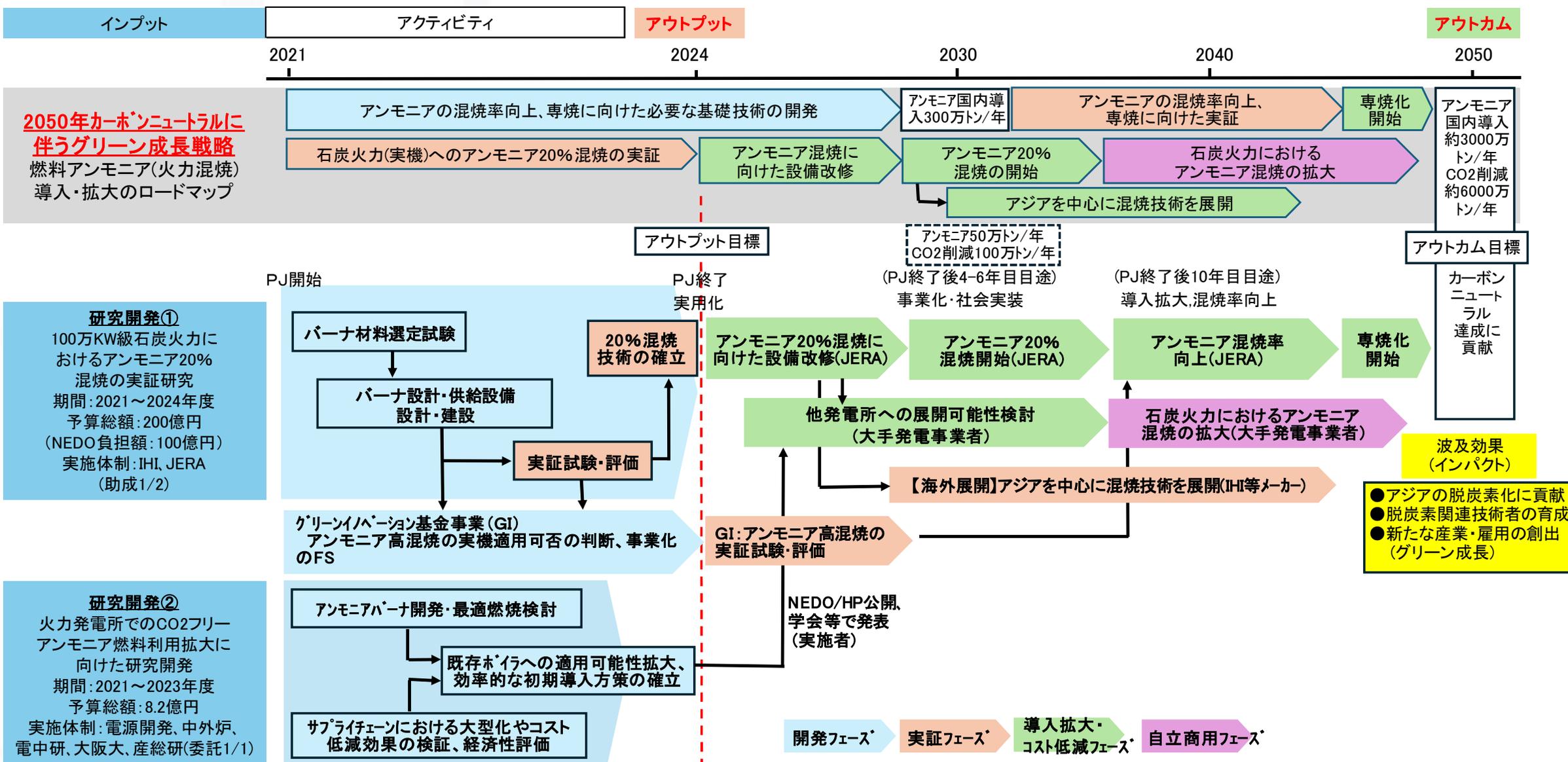
NEDOでは、燃料アンモニアの製造技術、利用技術の両面で技術開発を推進

「燃料アンモニア利用、生産技術開発」
ブルーアンモニア製造に係る技術開発
「G I 基金事業/燃料アンモニアサプライチェーンの構築プロジェクト」
アンモニア供給コストの低減
「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」
再エネ電力からの高効率NH ₃ 電解合成技術

「燃料アンモニア利用、生産技術開発」
工業炉における燃料アンモニア燃焼技術開発
「G I 基金事業/燃料アンモニアサプライチェーンの構築プロジェクト」
アンモニア発電利用における高混焼・専焼化
「G I 基金事業/次世代船舶の開発」
アンモニア燃料船の開発
「G I 基金事業/CO ₂ 等を用いたプラスチック原料製造技術開発」
ナフサ分解炉の高度化技術の開発
「G I 基金事業/製造分野における熱プロセスの脱炭素化」
金属製品を取り扱うアンモニア燃焼工業炉の技術確立



アウトカム達成までの道筋



オープン・クローズ戦略

	非競争域	競争域
公開	<p>研究開発①「アンモニア20%混焼の実証研究」 (アンモニア混焼バーナ材料選定試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニア供給設備改造(設備概要など) <p>(実証運転試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニア供給設備設計・建設(設備概要など) ●実証運転試験・評価(試験結果概要(石炭専焼時との比較結果など) ・混焼による排ガス性状など) <p>研究開発②「CO2フリーアンモニア燃料利用拡大」 (火力発電所への初期導入に向けた調査検討)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●CO₂フリー燃料アンモニア調達の検討 ●アンモニア大量輸送、発電所における受払・貯蔵設備・運用に関する検討 ●火力発電での燃料アンモニア利用評価 ●既設火力発電所適用に向けた予備検討 <p>成果はNEDOのHPや研究発表・講演等で公開</p>	<p>研究開発①「アンモニア20%混焼の実証研究」 (実証運転試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニア20%混焼微粉炭バーナ的设计・製作 ※アンモニアを使用する設備 特願2024-088310 <p>研究開発②「CO2フリーアンモニア燃料利用拡大」 (アンモニア利用拡大に向けた研究開発)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニアバーナ開発 ●アンモニア最適燃焼方法の検討 ●数値解析によるアンモニア混焼率拡大時の燃焼特性評価 ●NOx低減メカニズムの提案 ●燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討 <p>ノウハウを除く成果は研究発表・講演等で公開、特許化</p>
	非公開	

積極的に権利化、ライセンス事業として国内外に展開

ノウハウとして秘匿、ビジネスモデルやエンジニアリング会社の競争力として国内外に展開

知的財産管理（委託事業）

知的財産権の帰属

委託事業と補助・助成事業



項目	委託(共同研究含む)	補助・助成
事業の主体	NEDO	事業者
事業の実施者	委託先	事業者
取得資産の帰属	NEDO (約款20条1項該当)	事業者
事業成果 (知的財産権)の帰属	NEDO バイ・ドール条項遵守の 場合は委託先帰属 (注)	事業者
収益納付	なし	あり

(注) 実証事業及び調査事業の委託では、約款上バイ・ドール条項に関する規定はない。

【委託】研究開発②

火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

- 知的財産権の帰属
産業技術力強化法第17条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査：日本版バイドール制度）に対する回答を条件として、知的財産権はすべて発明等をなした全実施機関に帰属する。
- 知財マネジメント基本方針（「NEDO知財方針」）に関する事項
N E D O知財方針に記載された「知財運営委員会(又は同機能)」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成する。
- データマネジメントに係る基本方針（NEDOデータ方針）に関する事項
NEDOデータ方針に記載された「知財運営委員会(又は同機能)」を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成する。

<評価項目 2> 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

ページ構成

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 費用対効果
- 過去の事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の副次的成果等
- 特許出願及び論文発表

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

- 実用化
研究開発した20%混焼技術が、事業用石炭火力発電所における**実証試験が成功し、事業化への技術の確立**まで至った段階。
- 事業化
実用化までの技術を活用し、石炭火力発電所において、長期脱炭素電源オークション等を通じて**商用運転が行われる状態**までに至った段階。

アウトカム目標

- **2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン（CO₂排出削減約6000万トン/年に相当※）の達成に貢献**する。
- **2050年カーボンニュートラル達成に貢献**する。

設定根拠

- アウトカム目標はグリーン成長戦略（2021年6月）で示された目標。
- 石炭火力発電所において、専焼の場合10～20基程度、高混焼(50%～) の場合20～40基程度導入の試算。
(※参考：日本の電力部門のCO₂排出量は年間約4億トンであり、約6000万トンの削減は1.5割削減に相当。)

アウトカム目標の達成見込み

石炭火力におけるアンモニア低混焼の実用化、今後の事業化

- 2024年度までに**技術開発と100万kW級の実機での実証試験(実用化)まで予定通り完了**した。
- 2025年度以降、商用化に向けての設備改修が行われ、**2020年代後半には長期脱炭素電源オークションによる国の支援を活用した20%混焼の商用運転(事業化)が始まる見込み**。

アウトカム目標の達成見込み

- **20%混焼の商用運転開始を機に、短期的（～2030年）には、石炭火力への20%アンモニア混焼の既設発電所への導入や普及を見込む。**
- **高混焼の研究開発を実施しているグリーンイノベーション基金事業（燃料アンモニアサプライチェーンの構築）の成果を活用し、長期的（～2050年）には、混焼率の向上（50%～）や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存の火力発電のリプレイスによる社会実装を見込む。**
- **長期脱炭素電源オークション制度では、物価高騰やアンモニア価格高騰に対応するため、2025年度以降、価格差に着目した支援制度や上限価格の引上げ等も検討・導入されている。**
⇒以上により、**アウトカム目標の達成を見込む**が、一方、以下の課題がある。
- 石炭火力発電分野での自律的なアンモニア普及拡大は、安定したサプライチェーンが構築され、アンモニアが化石燃料に十分な競争力を有する水準となることが必要であり、そこに至るまでの電源の脱炭素化政策等により、アウトカム目標の達成見込みは変化する。
- 足下の状況として、アウトカム目標達成への課題としては、設備費・アンモニア価格の高騰が挙げられる。

費用対効果

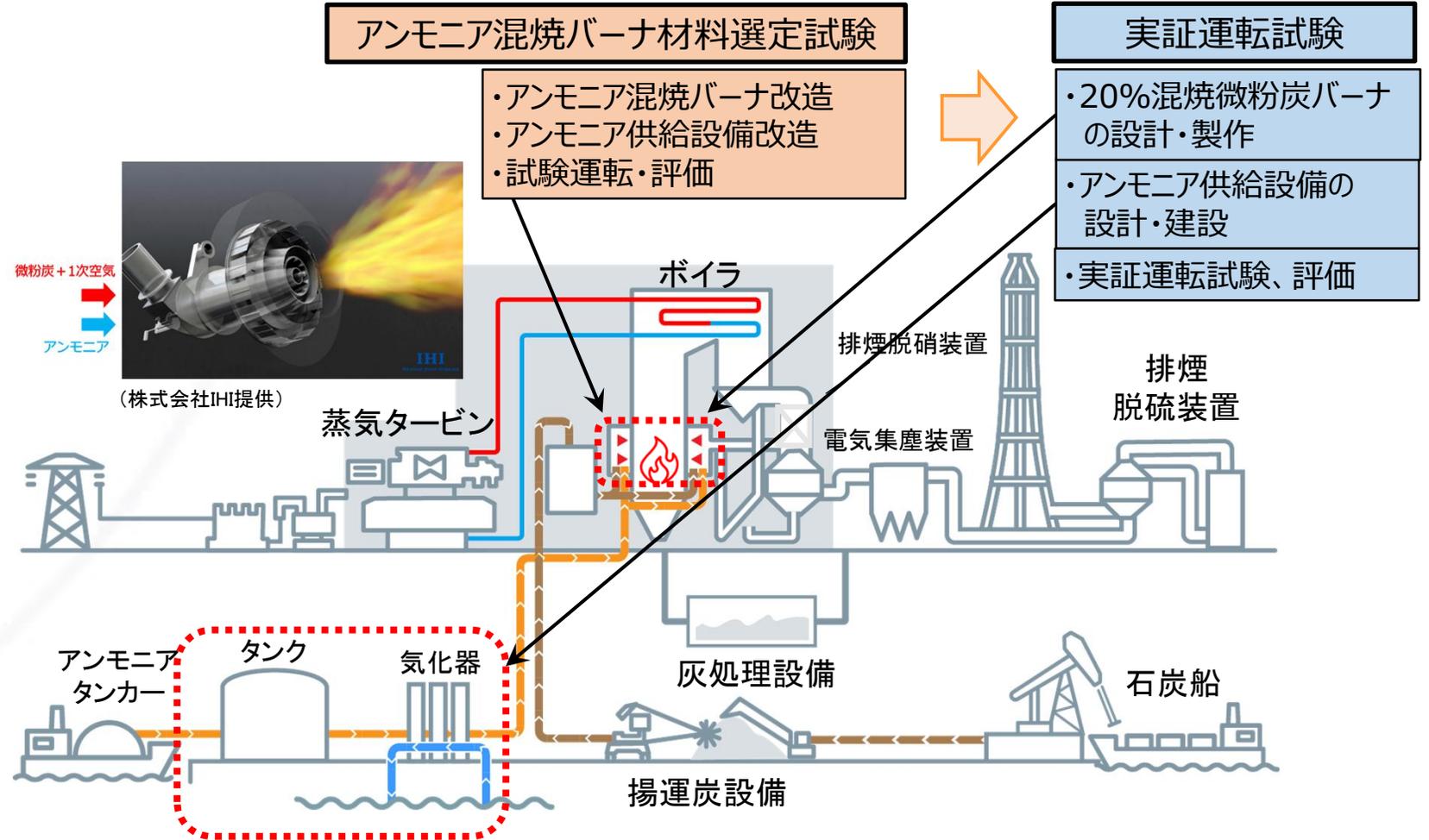
<p>インプット ＜事業費用総額＞</p>	<p>208.2億円（4年間） （NEDO負担額：108.2億円）</p>	
<p>効果</p> <p>＜アンモニア国内需要＞ （発電分野）</p> <p>＜アンモニア市場規模＞ （発電分野）</p> <p>＜CO₂排出削減＞</p> <p>＜CN達成貢献度＞</p>	<p>550万トン／年 （現需要の約5.5倍）</p> <p>4500億円／年</p> <p>1100万トン／年</p> <p>0.8%削減（2013年度比）</p>	<p>算定根拠 （アンモニア混焼は、アウトカム達成の2050年までに高混焼や専焼になっていくため、20%混焼が続くわけではない。段階的に20%混焼が最大限導入された場合を仮定して算定。）</p> <p>国内IHI製USCボイラに20%混焼を導入と仮定⇒11GW 100万kWでアンモニア50万トン/年の需要、11GWで550万トン/年</p> <p>550\$/t×149.59円/\$×550万トン/年÷4500億円/年 （アンモニア燃料単価根拠） 第102回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会（2025年4月23日）資料より、ブルーアンモニアの燃料単価550\$/tを参照 （為替根拠） NEDO外貨換算レート表2025年5月：149.59円/\$</p> <p>アンモニア需要3000万トン/年がCO₂排出削減約6000万トン/年相当（アウトカム目標）であることから、アンモニア需要550万トン/年でCO₂排出削減約1100万トン/年</p> <p>2013年度の温室効果ガス排出量14.08億トンに対して、0.11億トンのCO₂排出削減は0.8%相当</p>
<p>アウトカム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン/年（CO₂排出削減約6000万トン/年に相当）の達成に貢献 ● 2050年カーボンニュートラル達成に貢献 	

過去の事業との関連性

	テーマ	年度									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	~2028
石炭火力	SIP 石炭火力発電における微粉炭／アンモニア混合燃焼技術の開発と社会実装に向けた課題の抽出 (IHI) など		2014年~								
	アンモニア混焼火力発電技術の先導研究 微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発 (IHI, JERA)				アンモニア混焼微粉炭バーナ						
	研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究 (JERA, IHI)								気体アンモニア, アンモニア混焼微粉炭バーナ		
	研究開発② 火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発 (電源開発, 中外炉工業, 電中研, 大阪大, 産総研)								気体アンモニア, アンモニアバーナ		

本事業における研究開発項目の位置づけ(1/3)

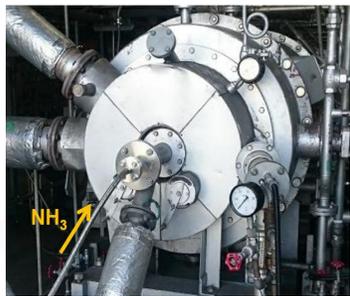
研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究



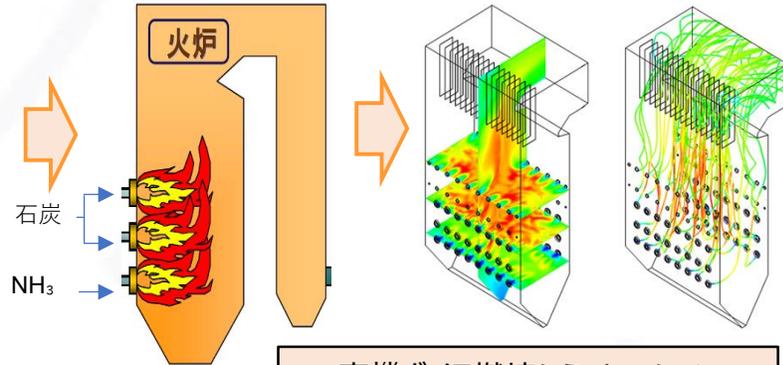
本事業における研究開発項目の位置づけ(2/3)

研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

① 既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発



(中外炉工業株式会社提供)



大型化

実機ボイラ燃焼シミュレーション

アンモニアバーナ開発

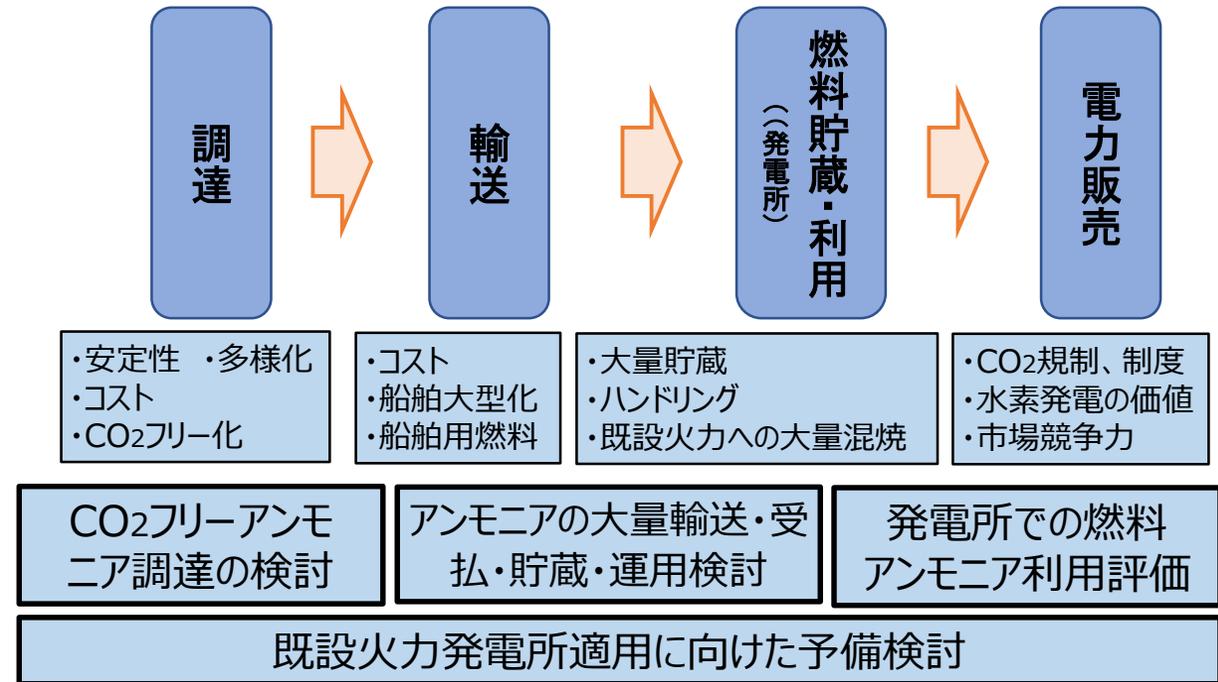
最適燃焼方法の検討、バーナ改良

混焼率拡大時の燃焼特性評価

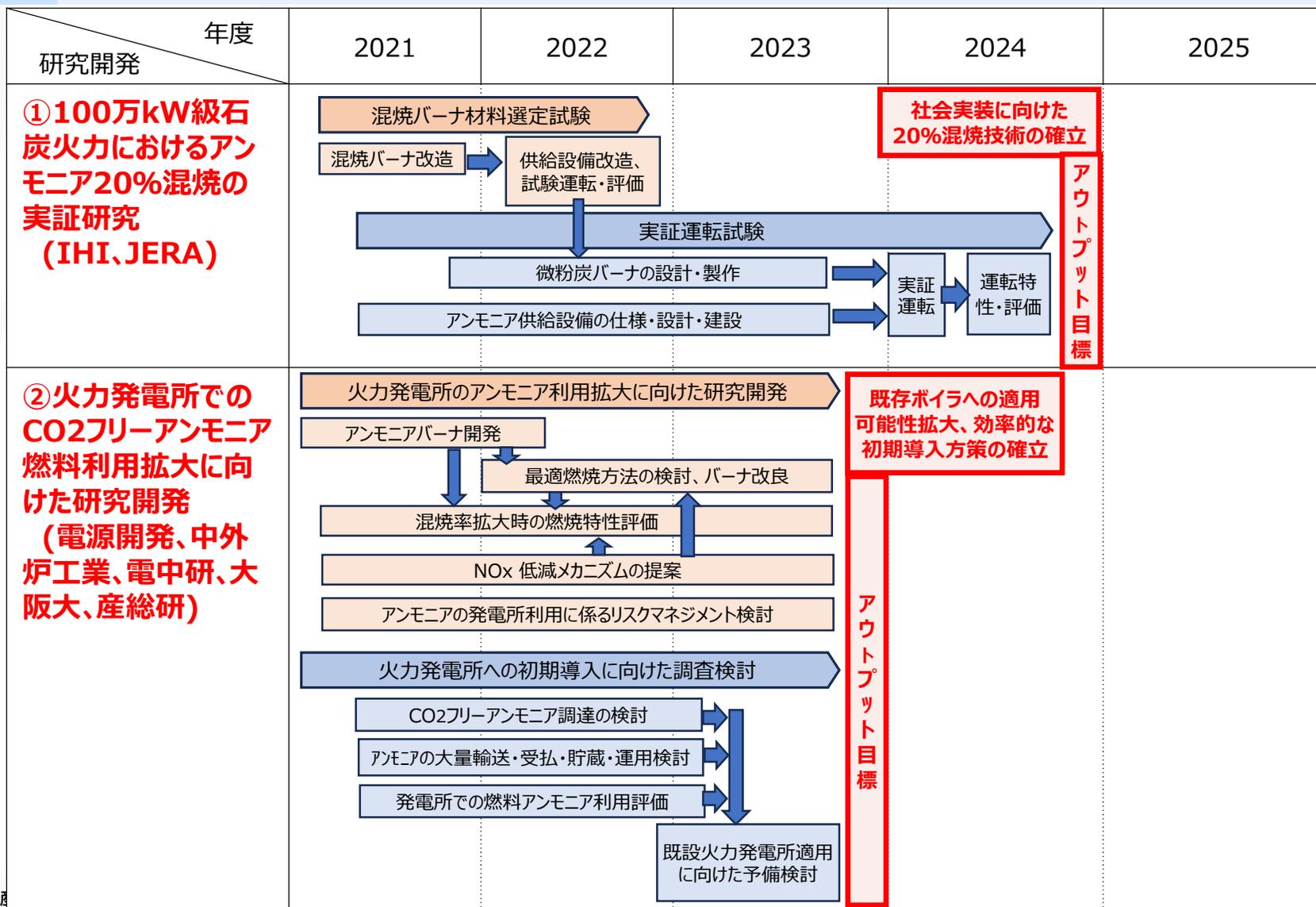
NOx低減メカニズムの提案

アンモニアの発電所利用に係るリスクマネジメント検討

② CO2フリー燃料アンモニア 火力発電所への初期導入に向けた調査検討



本事業における研究開発項目の位置づけ(3/3)



アウトプット(終了時)目標の設定及び根拠(研究開発①)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

研究開発項目	最終目標(2025年3月)	根拠	
研究開発項目① 【アンモニア混焼バーナ材料選定試験】	①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造と解体研究	● 各材料の窒化特性を把握し減肉予想を立てることができるようになる。これにより適切な材質選定ができるようになる。	● 実証試験用バーナ設計に向けて、適切な材料選定のためのデータを得ることが必要であるため。
	①-b アンモニア供給設備改造と復旧	● 各機器仕様について仕様決定根拠が妥当かつ明確になっている。また、20%混焼に向けた課題が抽出できている。	● 材料選定試験では実際に実機でアンモニア燃焼を行なうため、その後に控えている20%混焼を意識しての仕様決定を行なうことで20%混焼に必要な対策を講じることができるため。
	①-c 試験運転、評価	● 各特性、制約条件などアンモニア20%混焼に向けた課題を抽出できている。	● 材料選定試験では実際に実機でアンモニア燃焼を行なうため、その後に控えている20%混焼を意識して特性把握や制約条件を把握することで20%混焼に必要な対策を講じることができるため。
研究開発項目② 【実証運転試験】	②-a 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作	● 各機器仕様について社会実装に向けた課題を抽出できている。	● アンモニア20%混焼に必要な設備仕様を特定し、実証試験実施により課題を抽出することで、社会実装に必要な対策を講じることができるため。
	②-b アンモニア供給設備設計・建設	● アンモニア20%混焼運転における各特性（燃焼特性、収熱特性、排ガス特性、運転特性、運用特性など）、制約条件などアンモニア混焼社会実装に向けた課題を抽出できている。	● 実証試験実施により、アンモニア20%混焼運転における各特性、制約条件を把握し、課題を抽出することで、社会実装に必要な対策を講じることができるため。
	②-c 実証運転試験・評価	● 上記各特性を踏まえ、アンモニア混焼制御方法を確立できている。	● 社会実装にあたり、問題なく制御できる必要があるため。

アウトプット目標の達成状況(研究開発①)(1/3)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

研究開発項目	最終目標(2025年3月)	成果(2025年3月)	達成度	達成の根拠 / 解決方針
研究開発項目① 【アンモニア混焼バーナ材料選定試験】	①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造と解体研究	●各材料の窒化特性を把握し減肉予想を立てることができるようになる。これにより適切な材質選定ができるようになる。	●総合判定：○ ●2025年3月までに達成	●計画通りの成果をあげたため達成とした。
	①-b アンモニア供給設備改造と復旧	●各機器仕様について仕様決定根拠が妥当かつ明確になっている。また、20%混焼に向けた課題が抽出できている。		
	①-c 試験運転、評価	●各特性、制約条件などアンモニア20%混焼に向けた課題を抽出できている。		
研究開発項目② 【実証運転試験】	②-a 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作	●各機器仕様について社会実装に向けた課題を抽出できている。	●総合判定：○ ●2025年3月までに達成	●計画通りの成果をあげたため達成とした。
	②-b アンモニア供給設備設計・建設	●アンモニア20%混焼運転における各特性（燃焼特性、収熱特性、排ガス特性、運転特性、運用特性など）、制約条件などアンモニア混焼社会実装に向けた課題を抽出できている。		
	②-c 実証運転試験・評価	●上記各特性を踏まえ、アンモニア混焼制御方法を確立できている。		

アウトプット目標の達成状況(研究開発①)(2/3)

研究開発①成果イメージ (研究開発項目②【実証運転試験】)

社会実装評価に向けた試験項目の設定

- 助成事業の目的である「社会実装に向けた課題の抽出」および「アンモニアの発電用燃料としての燃焼・利用技術の確立」に係る評価に向け、評価対象データを選定し試験項目を設定
- 需給想定観点と石炭在庫確保のために日曜日およびGWは試験を実施しないことで計画

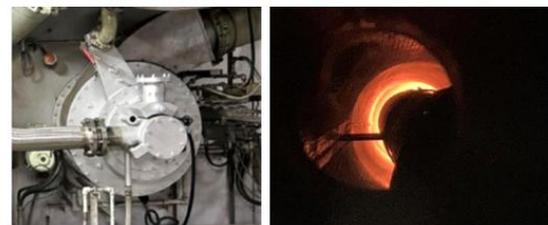


2.(1) 試験結果全体総括

実証試験の進捗および試験終了について以下HP公開している。

公表 2024年05月16日

4月1日に開始したJERA碧南火力発電所(愛知県碧南市)における燃料アンモニア転換実証試験は計画どおり進捗しており、4月10日には、定格100万kW運転においてアンモニア20%燃料転換を達成しました。
 なお、この時の二酸化炭素(CO₂)排出量は約20%削減、窒素酸化物(NOx)排出量はアンモニアへの燃料転換前と同等以下であり、硫黄酸化物(SOx)排出量は約20%減少していることを確認しています。また、温室効果が高い亜酸化窒素(N₂O)も検出限界値以下と、環境性能の面でも良好な結果を得ています。



出典: https://www.ihj.co.jp/all_news/2024/resources_energy_environment/1200813_13676.html

公表 2024年06月26日

実証試験終了のお知らせ

本実証試験では、2024年4月10日に、定格出力100万kW運転において燃料アンモニアの20%転換を達成するとともに、燃料アンモニア転換前(従来燃料専焼)と比較して、窒素酸化物(NOx)は同等以下、硫黄酸化物(SOx)は約20%減少したことを確認しております。温室効果の強いN₂Oは検出限界値以下で発生が確認されておらず、良好な結果が得られております。なお、負荷変化試験等を通じて、運用性においても燃料アンモニア転換前(従来燃料専焼)と同等であることを確認いたしました。

出典: http://inetms.ty.ihj.co.jp/all_news/2024/resources_energy_environment/1200907_13676.html
 Copyright © 2024 IHI Corporation All Rights Reserved.

実証試験の結果、アンモニア20%燃焼において、石炭専焼と比べて以下であることが確認された。

- 【燃焼性能】
 - ・NOx: 石炭専焼同等
 - ・SOx: 約20%減
 - ・N₂O: 定量下限値以下
- 【運用性】
 - ・石炭専焼同等

(出典: JERA・IHI発表資料)

アウトプット目標の達成状況(研究開発①)(3/3)

研究開発①成果イメージ (研究開発項目②【実証運転試験】)

2.(3) 試験結果 (燃焼特性)



①大気汚染防止法に関するもの【NO_x, SO_x】, ボイラ効率に影響あるもの【灰中未燃分】
アンモニア20%燃焼時のボイラ燃焼特性/静特性は石炭専焼時と概ね同等レベルであり、
既設設備の制御範囲内で運用できることを確認した。
アンモニア20%燃焼時のボイラ効率は当初の想定どおりであり、未燃分の大きな変化は
みられなかった。

NO _x			SO _x		
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%	アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	脱硝入口	脱硝入口	計測場所	脱硫入口	脱硫入口
計測結果	134 ppm [Dry, 6%O ₂ 換算]	106 ppm [Dry, 6%O ₂ 換算]	計測結果	502 ppm [Wet]	397 ppm [Wet]

灰中未燃分		
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	脱硝入口	脱硝入口
計測結果	1.6%	1.8%

※上記値は定格負荷1000MW静定時の計測値である。

2.(3) 試験結果 (燃焼特性)



②GHG【CO₂, N₂O】, 微量成分【未燃NH₃】
CO₂排出量はアンモニア20%燃焼によって約20%削減された事を確認し、排ガス性状は
いずれも良好な結果であることを確認した。

CO ₂			N ₂ O		
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%	アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	GAH入口	GAH入口	計測場所	脱硝入口	脱硝入口
計測結果	13.4 % [Dry, 6%O ₂ 換算]	10.8 % [Dry, 6%O ₂ 換算]	計測結果	定量下限値 (1 ppm) 以下	定量下限値 (1 ppm) 以下
未燃NH ₃					
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%	アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	脱硝入口	脱硝入口	計測場所	脱硝入口	脱硝入口
計測結果	定量下限値 (0.3 ppm)以下	定量下限値 (0.3 ppm)以下	計測結果	定量下限値 (0.3 ppm)以下	定量下限値 (0.3 ppm)以下

※上記値は定格負荷1000MW静定時の計測値である。

アウトプット(終了時)目標の設定及び根拠(研究開発②)

研究開発②火力発電所でのCO₂フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

研究開発項目	最終目標(2025年3月)	根拠
研究開発項目① 【既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】	<ul style="list-style-type: none"> ● 工業炉向けに開発されたアンモニア専焼バーナの大容量化を図り、発電事業用ボイラ形式への適用の可能性を評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● アンモニア専焼バーナの既設石炭火力発電所への混焼利用拡大に寄与することが期待できるため。
研究開発項目② 【CO ₂ フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討】	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料としてのアンモニアを安定的かつ安価に調達する可能性について、燃料調達・輸送・貯蔵・利用を考慮したトータルシステムとしての経済性評価、技術検討を完了する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用側と供給側を一体的に検討することで、燃料アンモニアの火力発電所への初期導入を効率的に図ることが期待できるため。

アウトプット目標の達成状況(研究開発②)(1/3)

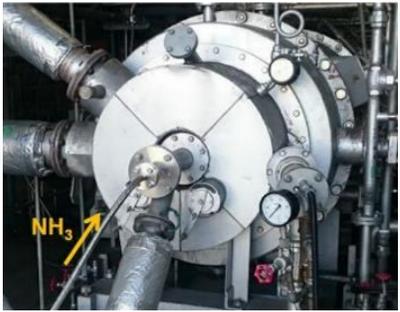
研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

研究開発項目		最終目標(2024年3月)	成果(2024年3月)	達成度	達成の根拠 /解決方針
研究開発項目① 【既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】	①-1 アンモニアバーナの開発	● 工業炉向けに開発されたアンモニア専焼バーナの大容量化を図り、発電事業用ボイラ形式への適用の可能性を評価する。	● 100kW級から760kW級へのスケールアップ手法を取得し、アンモニア専焼バーナの設計コンセプトを確認することができた。	● 総合判定：○ ● 2024年3月までに達成	● 計画通りの成果をあげたため達成とした。
	①-2 アンモニア最適混焼方法の検討		● 燃焼試験を通じて、NOx低減および灰中未燃分の観点から、最適な混焼方法に関する知見を得た。		
	①-3 数値解析によるアンモニア混焼時の燃焼特性評価		● ボイラ出口のNOx濃度やNH3濃度の数値解析を行うことで、燃焼特性を評価した。		
	①-4 NOx低減メカニズムの提案		● 燃焼領域においてアンモニアから生成されるNHラジカルによるNOx発生に関する知見を得た。		
	①-5 燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討		● 拡散モデルによる数値解析を行うことで、アンモニア漏洩時のリスクを評価した。		
研究開発項目② 【CO2フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討】	②-1 CO2フリー燃料アンモニア調達の検討	● 燃料としてのアンモニアを安定的かつ安価に調達する可能性について、燃料調達・輸送・貯蔵・利用を考慮したトータルシステムとしての経済性評価、技術検討を完了する。	● 天然ガス由来のCO2フリーアンモニア調達の経済性を評価し、課題を整理した。	● 総合判定：○ ● 2024年3月までに達成	● 計画通りの成果をあげたため達成とした。
	②-2 アンモニア大量輸送、発電所におけるアンモニア受払・貯蔵設備・運用に関する検討		● 2030年初期導入に向けた輸送コストの経済性を評価した。アンモニア貯蔵設備の適用性検討では、プレストレストコンクリートタンクと金属二重殻タンクの比較を実施した。		
	②-3 火力発電での燃料アンモニア利用評価		● 石炭火力発電所へのアンモニア混焼における課題抽出や対策について検討した。また、発電コストの経済性評価を実施した。		
	②-4 既設火力発電所適用に向けた予備検討		● 利用側・供給側の成果を基に、実機ボイラ適用に向けた予備検討を実施した。		

アウトプット目標の達成状況(研究開発②)(2/3)

研究開発②成果イメージ (研究開発項目①【既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】)

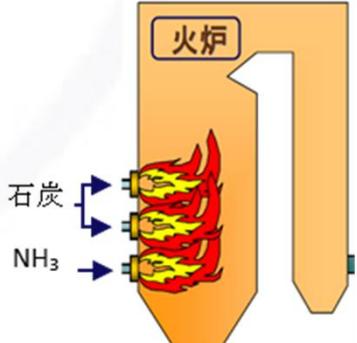
アンモニア専焼バーナ
大型化



シングルバーナ炉
(760kW級バーナ×1本)

- ◆大容量アンモニア専焼バーナの開発
100kW級⇒760kW級
 - ◆NO_x排出メカニズムの解明
- (担当：中外炉工業、大阪大学)

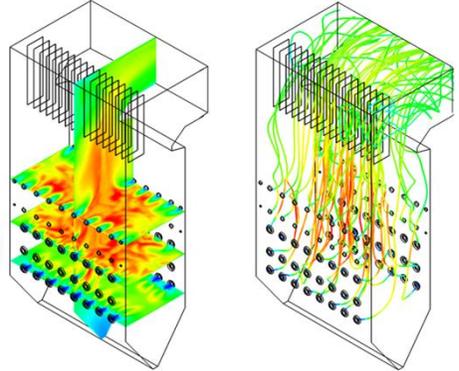
アンモニア最適燃焼
方法の検討



マルチバーナ炉
(760kW級バーナ×3本)

- ◆アンモニア最適混焼方法の検討
- (担当：中外炉工業、電力中央研究所)

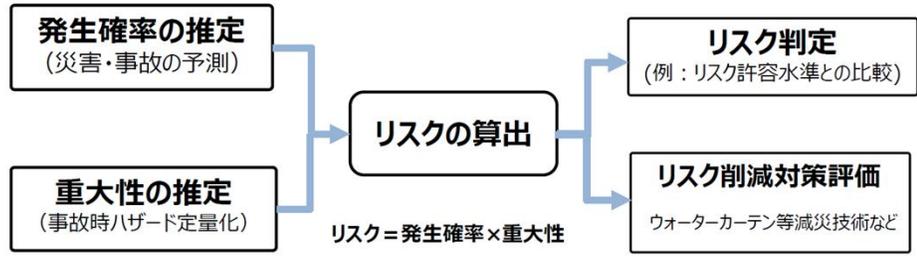
実機ボイラ燃焼シミュレーション
実機ボイラ実証予備検討



実機モデル

- ◆実機ボイラを想定したアンモニア混焼シミュレーション
 - ◆実機ボイラ混焼予備検討
- (担当：電力中央研究所、電源開発)

リスクマネジメント検討



- ◆アンモニア大気拡散、海域漏洩による影響評価
- (担当：産業技術総合研究所)

アウトプット目標の達成状況(研究開発②)(3/3)

研究開発②成果イメージ (研究開発項目②【CO₂フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討】)

サプライチェーン	CO ₂ フリー-NH ₃	輸送	発電所 (燃料貯蔵・利用)	電力販売
検討課題	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調達安定性 ✓ 調達多様性 ✓ 調達コスト ✓ CO₂フリー化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 輸送コスト ✓ 船舶大型化 ✓ 船舶用燃料 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 大量貯蔵・ハンドリング ✓ 既設火力の大量混焼 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CO₂規制・制度 ✓ 水素発電の価値 および市場競争力
プレイヤー	燃料供給者 (資源会社・商社・電力等)	海運会社	電力会社	電力会社

◆ CO₂フリー燃料アンモニア初期導入に向けたサプライチェーン（製造、輸送、貯蔵、利用）の調査検討

(担当：電源開発)

研究開発成果の副次的成果等(1/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

意義	副次的成果
<p>● アウトプット目標達成により、アンモニア20%混焼発電の社会実装目処が立ち、アンモニア発電の導入が促進されることで、燃料アンモニア市場の拡大につながる。</p>	<p>● ISO化</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 燃料アンモニアに関する国際標準化活動の中で、アンモニア燃焼時の性能評価方法に関して技術仕様書※（ISO/TS 21343）が発行された（2025年1月14日）。 （https://www.iso.org/standard/86727.html?browse=tc） ● 碧南火力発電所での実証試験の成功がTS発行の後押しをした。 （経済産業省ニュースリリース、2025年2月7日、https://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun-kijun/is/20250207.html） <p>※技術仕様書（TS：Technical Specifications）： 国際規格としての合意が直ちには難しい場合に、すぐに使用できるように発行する文書。将来、変更プロセスを経て、国際規格として発行することも可能。発行後3年で見直しが行われる。</p> <p>● 安全対策の横展開（NEDOの取組）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● NEDOにおける燃料アンモニア利用プロジェクトにおいては、発電以外にも、工業炉や船舶においてもプロジェクトが同時並行で推進中。 ● 燃料アンモニア利用に関するパブリックアクセプタンスや安全対策は、各プロジェクト共通課題であるため、プロジェクト間の連携を図ると共に、事業者へのフィードバックを通じて、早期社会実装の推進を後押し。

研究開発成果の副次的成果等(2/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

METIプレスリリース／アンモニア燃料利用に関するISO発行 (2025/2/7)

アンモニアを燃料利用するための発電用ボイラに関する技術仕様書が発行されました
～日本発 環境性能に配慮したアンモニアの燃料利用によるカーボンニュートラル社会実現を目指して (ISO/TS 21343)

標準化・認証

国内・国際標準化

基準認証政策課の方向性

主な支援施策等

2025年2月7日

カーボンニュートラル社会の実現に向け、燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアを、燃料として利用するための技術が世界的に注目されており、日本においてもアンモニア燃焼技術の実用化に向けた開発が進められています。

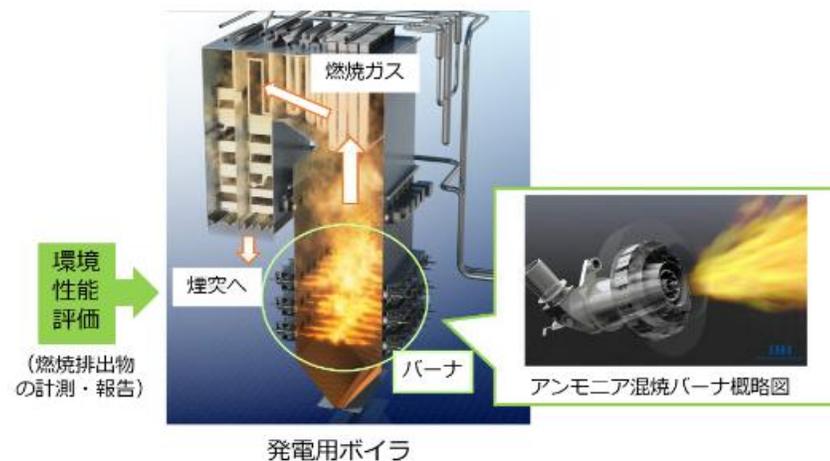
今般、アンモニアを燃料として利用する発電用ボイラについて、排ガス性能評価試験の実施手順など、環境性能を評価するための試験方法を定める技術仕様書^{*1} (ISO/TS 21343^{*2}) が日本主導で開発され、正式に発行されました。

この技術仕様書により、発電用ボイラの環境性能を適切に評価することが可能となり、日本発の発電用ボイラの高い環境性能が認められることで、世界におけるカーボンニュートラル社会の実現に向けた歩みを着実に前進させることが期待されます。

2. 技術仕様書の概要

今回発行された技術仕様書ISO/TS 21343は、**日本企業の実証試験の結果を参考に** 燃料アンモニアを利用する発電用大型ボイラについて、排ガス性能評価試験の実施手順や報告プロセスを規定しています。

具体的には、発電設備において運用開始前に実施する試験方法（窒素酸化物、一酸化二窒素、未燃アンモニアの濃度の測定方法等）を規定するとともに、発電設備の購入者及び使用者に対する試験結果の報告事項等を規定しています。



ISO/TS 21343の内容の概念図
(アンモニアを燃焼する発電用ボイラの環境性能評価)

(出典: 経済産業省ニュースリリース、2025年2月7日)

<https://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun-kijun/is/20250207.html>

3. 期待される効果

今回発行された技術仕様書により、日本の燃料アンモニアを利用する発電用ボイラについて、高い環境性能が客観的に評価され、これにより日本発の発電用ボイラが世界中で利用されることに大きく貢献するだけでなく、カーボンニュートラル社会の実現に向けた歩みを着実に前進させることが期待されます。

特許出願及び論文発表(1/3)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	計	備考
特許出願	国内	-	-	-	1	-	1	●アンモニアを使用する設備 特願2024-088310
	海外	-	-	-	-	-	0	
	PCT出願	-	-	-	-	-	0	
論文	査読付き	-	-	-	-	-	0	
	その他	-	1	-	3	1	5	
その他	受賞実績	-	-	-	2	1	3	●2024/11 日本燃焼学会技術賞 ●2025/3 日本機械学会賞(技術) ●2025/6 エンジニアリング協会 エンジニアリング 奨励特別賞
	研究発表・講演	14	20	13	17	7	71	
	新聞・雑誌等への掲載	-	-	-	1	1	2	
	展示会などへの出展	1	6	4	-	-	11	
研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	計	備考
特許出願	国内	-	-	-	-	-	0	
	海外	-	-	-	-	-	0	
	PCT出願	-	-	-	-	-	0	
論文	査読付き	-	-	2	2	-	4	
	その他	-	3	1	-	-	4	
その他	受賞実績	-	-	-	-	-	0	
	研究発表・講演	9	8	15	8	-	40	
	新聞・雑誌等への掲載	3	1	-	2	-	6	
	展示会などへの出展	-	-	-	-	-	0	

※2025年10月時点

特許出願及び論文発表(2/3)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

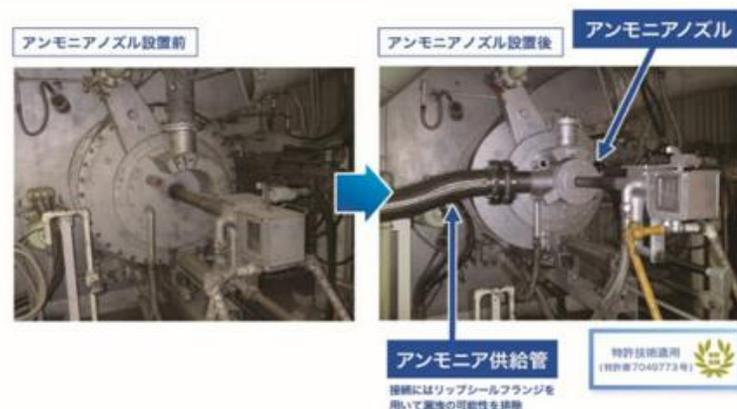
実施者のプレスリリース／日本燃焼学会技術賞、日本機械学会(技術)受賞 (2025/4/22)

碧南火力発電所4号機におけるアンモニア燃焼実証が、日本燃焼学会2024年度日本燃焼学会技術賞および、日本機械学会2024年度日本機械学会賞(技術)受賞

[English page >](#)



IHIは、一般社団法人日本燃焼学会2024年度日本燃焼学会技術賞において、技術賞を受賞しました。日本燃焼学会技術賞は、燃焼応用技術の研究・開発に顕著な功績を表彰する賞です。また、一般社団法人日本機械学会2024年度日本機械学会賞(技術)をJERAとともに受賞しました。日本機械学会賞は、日本の機械工学・工業の発展を奨励することを目的として、技術の相対的優秀性、生産性の向上を通じた経済・社会への貢献などの評価項目において優秀と認められた技術を表彰する賞です。



今回の受賞は、2024年度にJERA碧南火力発電所4号機において実施した燃料アンモニアの大規模転換実証試験(熱量比20%)の成果に対するものです。評価項目であった燃焼性(安定性、NOx排出濃度など)、プラント運用性、安全性などについていずれも良好な結果が得られたことで、火力発電設備の脱炭素化手段として期待されている燃料アンモニアの20%転換の社会実装が可能であることを示した点が評価されました。

IHIでは、2010年代半ばからアンモニアの燃料利用に着目し、燃焼技術の開発を進めてきました。2017から2018年度にかけては、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムにて、既存石炭火力発電用ボイラでアンモニア燃焼実現の可能性を調査研究しました。2019年度からは、NEDOの支援を受け、その中で実証試験のための事前検討を行ないました⁽¹⁾。その結果を踏まえて2021年度からJERAとともに、碧南火力発電所でのアンモニア20%燃焼実証の助成事業を進めてきました⁽²⁾。JERA碧南火力発電所4号機における実証試験では、入念に開発を進めてきたことから、燃焼性能は良好な結果でした。実証試験は2024年度に完了しております。この結果を受けて、JERAではアンモニア20%燃焼の社会実装に向け準備を進めており、IHIも最大限協力していきます。

IHIは、これまで燃料として扱うことがなかったアンモニアを使用していくための規格や規程の整備にも取り組んでいます。アンモニアを燃料として安全に扱うことができる社会の体制構築に貢献することで、燃料アンモニアの早期普及を目指していきます。

⁽¹⁾ 微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発 (NEDO委託業務)

⁽²⁾ 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究 (NEDO助成業務)

(出典: 株式会社IHIプレスリリース、2025年4月22日)

https://www.ihico.jp/all_news/2025/resources_energy_environment/1201398_13752.html

特許出願及び論文発表(3/3)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

実施者のプレスリリース/エンジニアリング協会 エンジニアリング奨励特別賞 (2025/7/23)

碧南火力発電所4号機におけるアンモニア燃焼実証が、エンジニアリング協会 エンジニアリング奨励特別賞を受賞

[English page >](#)



IHIは、一般社団法人エンジニアリング協会が主催する2025年度エンジニアリング功労者賞・奨励特別賞において、株式会社JERA 碧南火力発電所4号機でのアンモニア燃焼実証への取り組みが高く評価され、エンジニアリング奨励特別賞を受賞しました。この賞は、エンジニアリング産業に関わり、その活動を通じて産業の発展に大きく貢献した、または今後の活躍が期待される企業、個人、グループに贈られるものです。



表彰式の様子

今回の受賞は、2024年度にJERA碧南火力発電所4号機において実施した燃料アンモニアの大規模転換実証試験（熱量比20%）の成果が、先進的な技術で、商用利用が可能であり、エンジニアリング産業の発展に多大な貢献が期待されたため受賞に至りました。特に実証試験の評価項目であった燃焼性（安定性、NOx排出濃度など）、プラント運用性、安全性などについていずれも良好な結果が得られたことで、火力発電設備の脱炭素化手段として期待されている燃料アンモニアの20%転換の社会実装が可能であることを示した点が評価されました。

IHIでは、2010年代半ばからアンモニアの燃料利用に着目し、燃焼技術の開発を進めてきました。2017から2018年度にかけては、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムにて、既存石炭火力発電用ボイラでアンモニア燃焼実現の可能性を調査研究しました。2019年度からは、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の支援を受け、その中で実証試験のための事前検討を行いました⁽¹⁾。これらの成果を踏まえ、2021年度からJERAとともに、碧南火力発電所でのアンモニア20%燃焼実証（NEDO助成事業）を進めてきました⁽²⁾。2024年度に実施したJERA碧南火力発電所4号機における実証試験では、入念に開発を進めてきたことから、燃焼性能が良好であることを確認できました。この結果、本実証の取り組みは、火力発電所における脱炭素化の有効なモデルケースと位置づけ、この成果を他の発電所へ展開し、火力発電所の脱炭素化の実現に向けた取組みを加速させていきます。

IHIは、実証試験への取り組みと並行し、アンモニアを新たな燃料として安全に利用するため、国際標準のルール策定にも取り組んできました。そして実証試験の結果が技術仕様書⁽³⁾（ISO/TS 21343⁽⁴⁾）の発行の後押しとなりました。今後も、アンモニアを燃料として安全に取り扱うことができる社会体制の構築に貢献し、燃料アンモニアの早期普及を目指してまいります。

⁽¹⁾ 微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発（NEDO委託業務）

⁽²⁾ 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究（NEDO助成事業）

⁽³⁾ 技術仕様書（TS：Technical Specifications）とは、国際規格としての合意が直ちには難しい場合に、すぐに使用できるように発行する文書。将来、変更プロセスを経て、国際規格として発行することも可能。発行後3年で見直しが行われる。

⁽⁴⁾ 正式名称：ISO/TS 21343 Oil and gas industries including lower carbon energy- Fuel ammonia - Requirements and guidance for boilers for power generation

（出典：株式会社IHIプレスリリース、2025年7月23日

https://www.ihico.jp/all_news/2025/resources_energy_environment/1201566_13752.html）

<評価項目 3> マネジメント

(1) 実施体制

※ 受益者負担の考え方

(2) 研究開発計画

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

ページ構成

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- 予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み

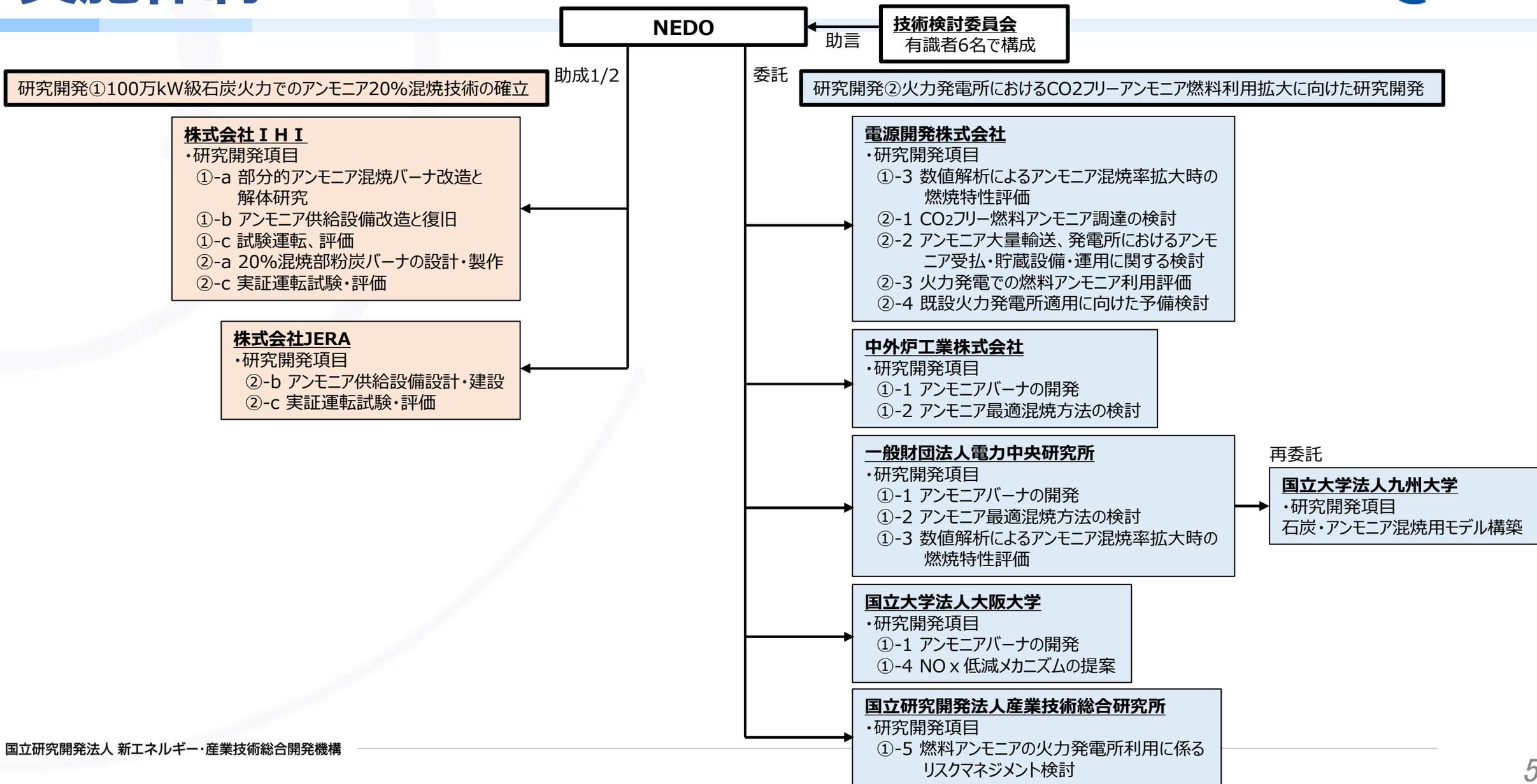
NEDOが実施する意義

- 石炭火力発電は、再生可能エネルギー等による出力変動や周波数変動を補う調整力として、重要な役割を今後も期待される一方、温室効果ガスの排出量が多い。
- 既存インフラを有効活用したアンモニア混焼による石炭火力発電は、脱炭素化のため社会的必要性・公共性が高い。
- 社会実装に向けた実機による実証試験は、投資規模が大きい上、アンモニア混焼による経済的インセンティブが少ない。
民間企業単独では事業成立が難しく扱えない。
- NEDOでは、「アンモニア混焼火力発電技術の先導研究／微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発」をマネジメントした経験がある。
- 燃料アンモニアの製造技術・利用技術の両面でNEDOは技術開発を推進しており、これまで培ってきた知見・成果・ネットワーク等を活用し、技術開発を行うことができる。



NEDOが持つこれまでの知識・実績を活かして推進すべき事業

実施体制



個別事業の採択プロセス

【公募】

- 公募内容 「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」を研究開発課題として設定。
- 公募予告 2021年1月26日 ⇒公募 2月26日 ⇒公募〆切 3月29日

【採択】

- 採択審査委員会 2021年4月27日
- 採択審査項目 NEDOの標準的採択審査項目（申請・提案内容の評価、申請者・提案者の評価、成果の実用化）とした。
- 採択条件 採択委員会では、「100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究」において、以下の内容を条件に採択が行われた。
「JERA碧南火力発電設備5号機による先行試験の必要性を精査し、本事業への計上可否を検討するとともに、JERA碧南火力発電設備4号機の実証試験にかかる費用を精査すること」。
- 留意事項 研究の健全性・公正性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した（参考：公募要領マニュアル（委託）の留意事項(18)）。

研究データの管理・利活用

研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

- プロジェクト開始に際し、NEDOの方針に沿って、実施者間で「知的財産の取扱いに関する合意書」及び、「研究開発データの取扱いに関する合意書」、「知財運営委員会運営規則」を定めて管理。
- 前述したオープン・クローズ戦略に沿って適切に研究開発データを管理。
- 実施者が、研究発表・講演等を実施するにあたり、知財に該当する内容がないか等、全実施者の知財担当間で協議した上で、NEDO担当者にも報告して対応。

予算及び受益者負担

◆予算（実績、億円）

研究開発		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
研究開発① 100万kW級石炭火力における アンモニア20%混焼の実証研究【助成】	事業費	7.6	59.3	101.2	31.9	200.0
	助成率1/2	3.8	29.7	50.6	16.0	100.0
研究開発② 火力発電所でのCO ₂ フリーアンモニア燃料 利用拡大に向けた研究開発【委託】	事業費	2.5	3.9	1.7	-	8.2
	委託1/1	2.5	3.9	1.7	-	8.2
合 計	総事業費	10.1	63.2	102.9	31.9	208.2
	NEDO負担額	6.3	33.6	52.3	16.0	108.2

◆委託及び助成事業の理由

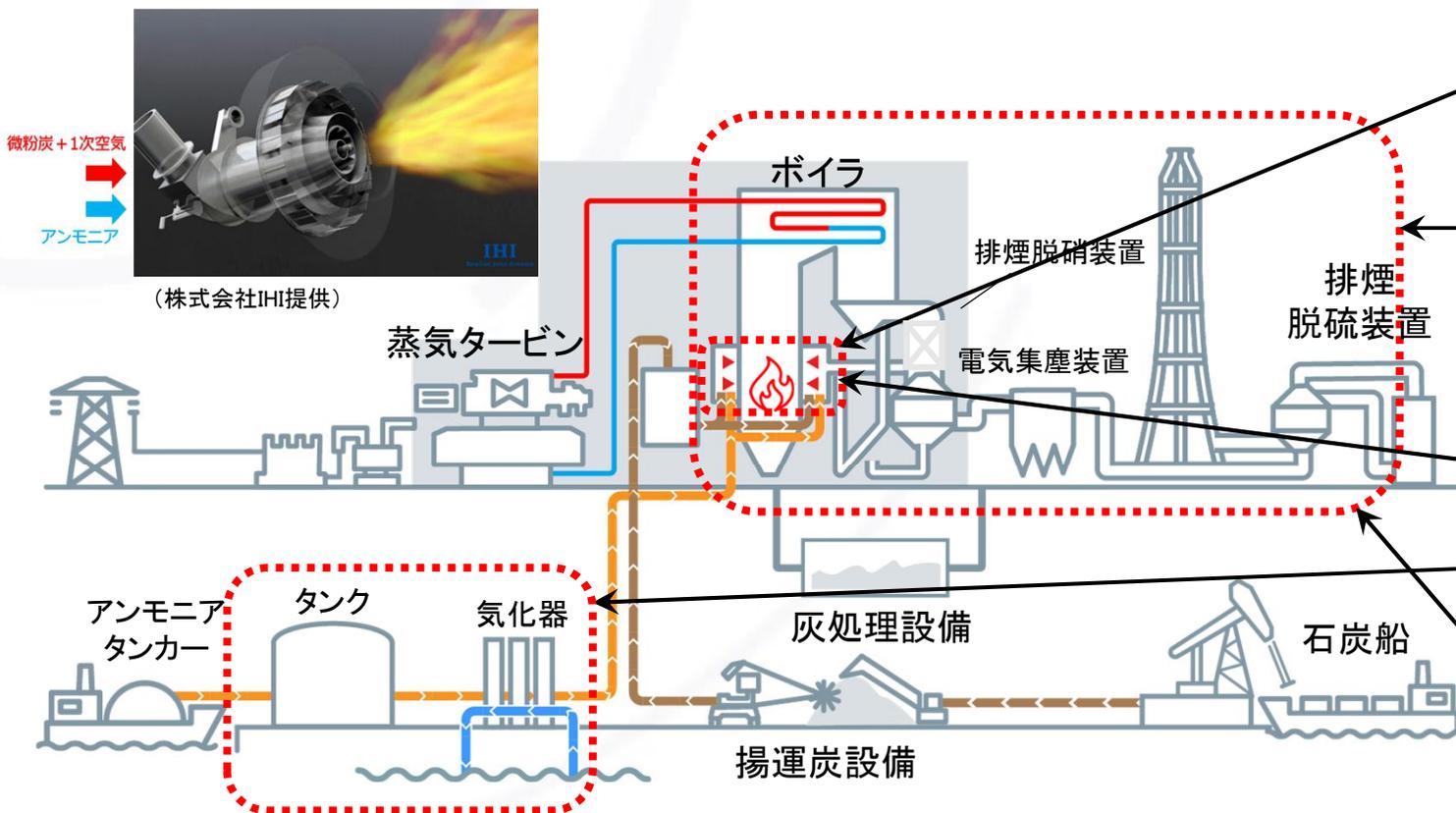
（1）助成
研究開発①は実証研究であり、事業化リスクが低く、実施者自身の裨益が非実施者に比して大きいと見込まれるため、1/2負担の助成事業とする。

（2）委託
研究開発②は要素研究であり、CO₂フリーアンモニア燃料の火力発電所での利用拡大を検討する際に必要な方策を中立的な立場から取りまとめるものであり、1/1負担の委託事業とする。

※四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

目標達成に必要な要素技術(1/2)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究



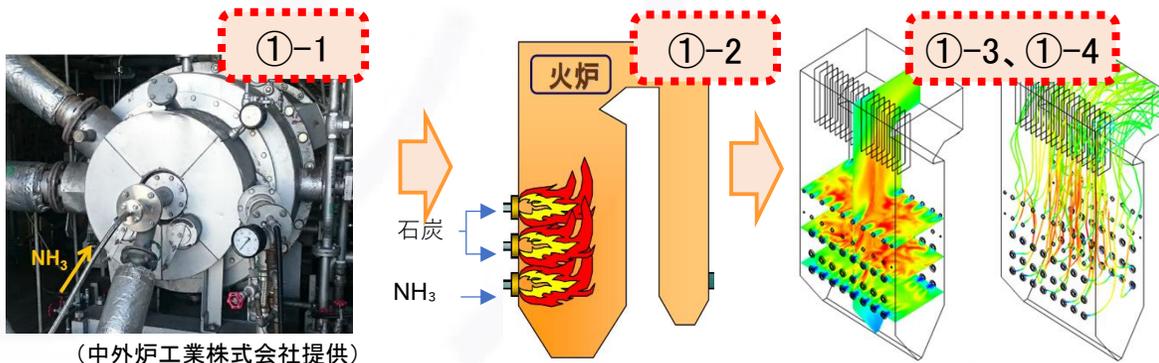
- ① アンモニア混焼バーナ材料選定試験**
- ①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造
ノズルに窒化が生じるか、許容可能範囲化等耐久性を評価
 - ①-b アンモニア供給設備改造
アンモニア供給の機器・仕様を決定し材料試験用に製作・改造
 - ①-c 試験運転・評価
運転データを取得・評価しNOx排出等の各特性を把握・評価

- ② 実証運転試験**
- ②-a 微粉炭バーナの設計・製作
概略仕様の詳細検討をし、各機器の仕様・材料・数量等を確定
 - ②-b アンモニア供給設備設計・建設
概略仕様の詳細検討をし、各機器の仕様・材料・数量等を確定
 - ②-c 実証運転試験・評価
運転データを取得・評価し、プラント全体の各特性と運用特性を把握・評価。運転特性と運用特性を踏まえ制御方法を見直す

目標達成に必要な要素技術(2/2)

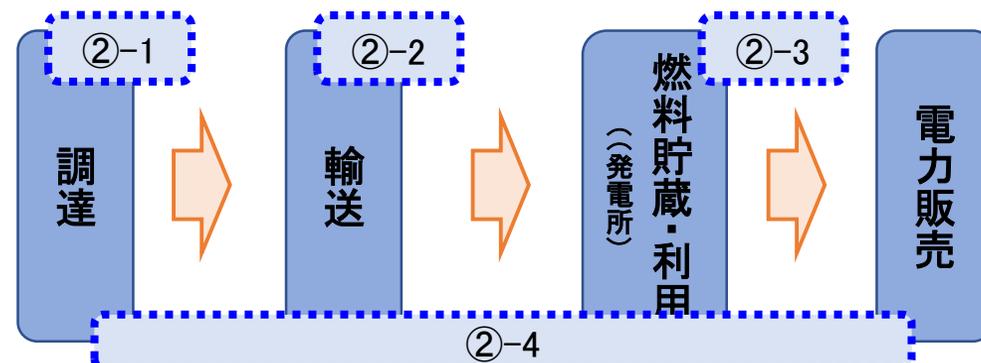
研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

①既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発



- ①-1 アンモニアバーナ開発
バーナ設計、アンモニア供給設備製作、バーナの燃焼特性評価
- ①-2 最適燃焼方法の検討
アンモニアバーナの適用方法、投入位置による比較等
- ①-3 混焼率拡大時の燃焼特性評価
数値解析による混焼率拡大時の燃焼特性評価ができるモデルを構築し評価
- ①-4 NOx低減メカニズムの提案
アンモニア燃焼時の炉内脱硝メカニズムを検証
- ①-5 アンモニアの発電所利用に係るリスクマネジメント検討
漏洩による事業所内・周辺への影響、海洋への影響、大量貯蔵・使用によるリスクマネジメント・非常時の対策等検討

②CO2フリー燃料アンモニア 火力発電所への初期導入に向けた調査検討



- ②-1 CO2フリーアンモニア調達の検討
アンモニア調達に係る経済性を評価し、課題を整理
- ②-2 アンモニアの大量輸送・受払・貯蔵・運用検討
アンモニア輸送のコスト低減方策の提案と経済性評価、発電所での貯蔵設備の適用性検討、アンモニア貯蔵設備レイアウトの提案
- ②-3 発電所での燃料アンモニア利用評価
基本諸元・制約条件等の課題抽出とその対策を検討、初期導入方策を検討
- ②-4 既設火力発電所適用に向けた予備検討
燃料アンモニアのトータルチェーン調査検討、発電所での利用検討・評価等をもとに、実機ボイラ適用に向けた予備検討を実施

研究開発のスケジュール(1/2)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】					
研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
①アンモニア混焼バーナ材料選定試験					
①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造	混焼バーナ改造		混焼バーナ解体研究		
①-b アンモニア供給設備改造	供給設備改造		供給設備復旧		
①-c 試験運転、評価		試験運転、評価			
②実証運転試験					
②-a 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作	バーナの設計・製作		ボイラ改造工事		
②-b アンモニア供給設備設計・建設	供給設備設計・建設				
②-c 実証運転試験・評価				実証運転試験・評価	
予算（億円）【NEDO負担 助成率：1/2】	7.6【3.8】	59.3【29.7】	101.2【50.6】	31.9【16.0】	計:200.0【100.0】

終了時評価

研究開発のスケジュール(2/2)

研究開発② 火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】							
研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度		
①既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発							
①-1 アンモニアバーナの開発	バーナ開発、燃焼試験					終了 時 評 価	
①-2 アンモニア最適燃焼方法の検討		設備改造、炉内燃焼試験					
①-3 数値解析によるアンモニア混焼率 拡大時の燃焼特性評価	解析モデル作成検討、燃焼モデルの構築、数値解析、モデルの精度向上						
①-4 NOx低減メカニズムの提案	単体燃焼特性試験、燃焼試験炉に対する数値シミュレーションの構築、低減メカニズム提案						
①-5 燃料アンモニアの火力発電所利用に 係るリスクマネジメント検討	リスク予備的検討、シミュレーション条件検討、急性影響評価、リスク評価						
②CO2フリー燃料アンモニア火力発電所への初期導入に向けた調査検討							
②-1 CO2フリー燃料アンモニア調達の検討	コスト構造調査、コスト減等の検討、経済性評価課題の整理、調達先・原料種の多様化調査						
②-2 アンモニア大量輸送、発電所におけるアンモニア受払・貯蔵設備・運用に関する検討	貯蔵方式の調査・検討、貯蔵設備適用性検討						
②-3 火力発電での燃料アンモニア利用評価	検討対象発電所の選定、諸元・制約条件等の課題抽出と対策検討						
②-4 既設火力発電所での燃料アンモニア利用評価			経済性・適用性評価を踏まえた予備検討				
予算（億円）【NEDO負担 委託：1/1】	2.5【2.5】	3.9【3.9】	1.7【1.7】			計:8.2 【8.2】	

進捗管理(1/2)

会議名	主なメンバー	研究開発	対象・目的	頻度	主催
アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業 技術検討委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・有識者（6名） ・経産省資源エネルギー庁原課 ・実施者 ・NEDO 部長・PMgr等関係者 	①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】 ②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】	研究期間の中間点で技術検討委員会を自主的に開催し、各事業の進捗・成果を確認するとともに、2023年度以降の方針を確認。 外部委員から研究開発の方向性に対して提言・意見を頂く。 ・採択時の「採択条件・改善要望」を汲んだ研究開発を進めているか。 ・現在の進捗状況から、（2023年度以降の内容も含めて）事業計画通りに進められるか。 ・研究開発方法や課題への取り組み方に問題がないか。 ※当初契約（交付）を2年間とし、上記を踏まえて契約（交付）を延長。	2022年 12月15日	NEDO
実施計画月間工程（予定及び実績）の共有	<ul style="list-style-type: none"> ・実施者 ・NEDO PMgr等関係者 		・先月分実績、当月分計画、来月分予定について、実施者間で確認・共有を行いNEDOへ報告。NEDOとも共有し毎月進捗確認。	月に1回	NEDO
実績報告書、中間年報・成果報告書の提出	<ul style="list-style-type: none"> ・実施者 ・NEDO PMgr等関係者 		・1年間の研究実績を翌年度5月末に提出。実施計画書通り進捗しているか、研究内容が実行されているかを確認。 ・最終年度は全期間の研究成果のまとめを提出。	年に1回	NEDO
アンモニア混焼発電有識者会議	<ul style="list-style-type: none"> ・有識者（2名） ・経産省資源エネルギー庁原課 ・実施者 ・NEDO PMgr等関係者 	②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】	各事業者から進捗・成果を報告し、外部委員やNEDO関係者から提言・意見を頂く。	1年に2回	実施者
定例ミーティング	<ul style="list-style-type: none"> ・実施者 		研究開発の進捗報告、実施者間で調整。	月に1回	実施者

進捗管理(2/2)

採択条件等への対応（技術検討委員会(2022/12/25)で報告）

研究開発	採択条件	対応状況
研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究	JERA碧南火力発電設備5号機による先行試験の必要性を精査し、本事業への計上可否を検討するとともに、JERA碧南火力発電設備4号機の実証試験にかかる費用を精査すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・実機環境でかつ長期間暴露試験のデータは存在しておらず、知見を得るためにはJERA碧南火力発電設備5号機による先行試験の必要ありと判断し、本事業へ計上し実施した。 ・JERA碧南火力発電設備4号機の実証設備構築費等のコストダウンを図るとともに、超過分は事業者負担にて進めることとしている。

研究開発	改善要望（採択審査委員会）	対応状況
研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究	本事業の位置付けを明確にするために、事業計画作成に当たり、ブルーアンモニアの切り替わりのタイミングなどを想定して、記載すること。なお、ブルーアンモニアの切り替わりタイミングなど情勢変化があった場合は、ロードマップなどを見直し、報告すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・実施計画書のJERA企業化計画書に以下の通り記載した。「ブルーアンモニアの調達に関しては、2030年までの開始を目標としている本格運用時に導入できるよう検討を進めている。将来的なグリーンアンモニア導入についても併行して検討を進めている。」

進捗管理：動向・情勢変化への対応(1/2)

動向・情勢変化	対応
<p>・新型コロナウイルス感染症による影響 【研究開発①、②】</p>	<p>研究開発の進捗に若干の影響があったものの、対面の打合せをオンライン会議にすることなどの工夫を実施した。大幅な遅れは発生していない。</p>
<p>・第6次エネルギー基本計画(2021年10月) 「2030年までに石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術を確認」 【研究開発①】</p>	<p>早期の技術確立を目指し、バーナ・タンク・配管等の設置工事の工期短縮が順調に進捗していること、政府の水素・アンモニア施策の推進強化を踏まえ、碧南火力発電所4号機におけるアンモニアの大規模混焼(20%)の開始時期を約1年前倒して、2023年度とした。2024年2月に実証アンモニア初受入、実証運転試験を2024年4～6月で実施。</p>
<p>・経済安全保障上の重要技術に関する技術流出防止策についての提言を踏まえた対応(2024年8月) 「コア重要技術の実現に直接寄与する技術の流出防止策」 【研究開発①、②】</p>	<p>実施者が研究開発成果を学会や講演会等で発表・寄稿する場合、日本が優位である低NOx・N₂O対応などのアンモニア燃焼技術に関する記述・表現に留意するようにした。</p>
<p>・エネルギー基本計画における石炭火力の位置づけの変化 事業開始時の第5次エネルギー基本計画における「ベースロード電源」から、事業終了時の第7次エネルギー基本計画における「調整電源（非効率石炭火力はフェードアウト）」へと変化 【研究開発①、②】</p>	<p>石炭火力については、エネルギー安全保障の観点も含めて、役割は変化しつつも一定の維持がされていくことになると思料。それ故に、我が国における2050年カーボンニュートラル達成に向けては、石炭火力における脱炭素化が急務であるとともに、既存設備を活用しつつ脱炭素化を進める手段としても、脱炭素燃料であるアンモニアの適用を検討する重要性は、事業開始当初から変わっていない。</p>

進捗管理：動向・情勢変化への対応(2/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究 実施者のプレスリリース／大規模混焼開始時期前倒し（2022/5/31）

碧南火力発電所のアンモニア混焼実証事業における大規模混焼開始時期の前倒しについて

2022/05/31

株式会社JERA（以下「JERA」）および株式会社IHI（以下「IHI」）は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成を受け、碧南火力発電所において、2021年度から、燃料アンモニアの大規模な混焼技術の確立に向けた実証事業に取り組んでいます。

本実証事業は、日本を始めとした火力発電を必要とする国々にとって、低コストかつスピーディーに脱炭素化を進める第一歩となりうる重要なプロジェクトです。そのため、JERAおよびIHIは、早期の技術確立を目指し、燃料アンモニアの大規模混焼実証に必要な設備である、バーナー、タンク、配管等の設置工事の工程短縮を調整してきました。

それらの調整が整ったこと、また、これまでの実証事業の順調な進捗を踏まえ、両社は、本実証で計画する同発電所4号機における燃料アンモニアの大規模混焼（熱量比20%）の開始時期を約1年前倒し、2023年度とすることにしました。

JERAおよびIHIは、引き続き安全を最優先に、火力発電所におけるCO₂削減技術の確立を目指し、実証事業のステップを確実に進めてまいります。

JERAは「JERAゼロエミッション2050」を掲げ、2050年時点で国内外の事業から排出されるCO₂の実質ゼロに挑戦しています。火力発電についてはよりクリーンな燃料の導入を進め、発電時にCO₂を排出しないゼロエミッション火力を追求しています。今後とも、主体的に脱炭素技術の開発に取り組むとともに、経済合理性を確保すべく努力を重ねていくことで、エネルギーの脱炭素化に貢献してまいります。

IHIは、水素・アンモニアの利用技術開発やサプライチェーン構築を積極的に推進しています。また、CO₂有効利用のためのカーボンリサイクル技術など、カーボンニュートラルを実現する多様なソリューションを提供することで、脱CO₂・循環型社会の実現に貢献してまいります。

参考1：実証事業を行う碧南火力発電所（愛知県碧南市）



参考2：実証事業のスケジュール

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
実証事業のマイルストーン		5号機でのアンモニア小規模混焼	実証アンモニア初受入	4号機でのアンモニア大規模混焼
改造バーナー据付工事	基本設計	詳細設計	据付工事	
タンク設置工事	詳細設計	地盤改良	土木・機械工事	
配管等付属設備設置工事	詳細設計	地盤改良	土木建築・機械工事	

進捗管理：成果普及への取り組み(1/2)

NEDOによる普及活動	実施時期	研究開発	対象	概要
電気事業者向けNEDO火力発電技術開発 成果発表会【対面/WEB併用】	2022/11/17	①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】 ②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】	・火力原子力発電技術協会 法人会員の発電事業者 ・電気事業連合会に属する 電気事業者 ・電中研	NEDOサーキュラーエコミー部が実施している火力発電分野の技術開発について、その成果を社会実装の主体となる電気事業者へ紹介・意見交換することにより、技術開発の活発化を図り、早期の社会実装を促進させる。
	2023/12/13			・発表テーマ「100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究」 ・発表テーマ「CO2フリーアンモニア燃料火力発電所での利用拡大に向けた研究開発」
	2024/12/17			・発表テーマ「100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究」 ・発表テーマ「CO2フリーアンモニア燃料火力発電所での利用拡大に向けた研究開発」
NEDO成果報告会【@パシフィコ横浜】	2025/7/15-17		・一般	NEDOが実施している毎年実施している成果報告会。水素・燃料電池・アンモニア関連（製造・利用・混焼）分野で発表し、広く一般に周知して社会実装につなげる。 ・口頭発表「碧南火力発電所におけるアンモニア20%／高比率燃焼技術確立のための実機実証研究」 ・ポスター展示「碧南火力発電所4号機アンモニア20%転換実証試験の概要」
ICSC・GHG共催「Carbon Management workshop」での成果発表【@ヒルトン広島】	2025/3/12-13		・一般	ICSCはNEDOに係るIEA関連の国際団体。IEAスコープの各エネルギーの技術課題について、有志国がコントラクトベースで加盟して情報交換や共同研究開発などの活動を行う技術協カプログラム。 ・発表テーマ「JERA's decarbonization initiatives ? ammonia power generation demonstration test result at Hekinan thermal power plant」
「NEDO・欧州グリーン水素パートナーシップ 合同ワークショップ」での成果発表（@神戸ポートピア）	2025/3/26	①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】	・日EUの産官学有識者	「Hydrogen/Ammonia Combustion Technologies」をテーマにしたNEDOと欧州グリーン水素パートナーシップとの合同ワークショップ ・発表テーマ「Burners for alternative fuels in thermal power plants/ industrial furnaces」
第34回グリーン・コール・デー国際会議(2025)での成果発表（@虎ノ門ヒルズ；JCOAL主催／METI・NEDO・JOGMEC共催）	2025/9/4		・一般	テーマ：「脱炭素化と現実的なエネルギー移行」 世界がカーボンニュートラルに向かう中で、急激に増加が見込まれる電力需要に対し、どのように石炭の利用を進めるべきかを議論 ・発表テーマ「カーボンニュートラルを目指すアンモニア利用発電設備」
NEDOと実施者共同のプレスリリース	2024/4/1		・一般	プレスリリース「JERA碧南火力発電所における燃料アンモニア転換実証試験を開始—世界初となる大型の商用石炭火力発電機でのアンモニア20%転換の実証—」
NEDO X(旧ツイッター)への投稿	2025/4/22等		・一般	記事掲載「2024年度日本燃焼学会技術賞をIHIが受賞、日本機械学会賞(技術)をIHI・JERAが受賞」等、複数投稿

進捗管理：成果普及への取り組み(2/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

NEDO・実施者共同プレスリリース／燃料アンモニア転換実証試験開始（2024/4/1）

JERA碧南火力発電所における燃料アンモニア転換実証試験を開始

—世界初となる大型の商用石炭火力発電機でのアンモニア20%転換の実証—

2024年4月1日

NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

株式会社JERA

株式会社IHI

NEDOと株式会社JERA、株式会社IHIは、「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」（以下、本事業）に取り組んでいます。本事業にて、JERAとIHIは、本日、世界初となる大型商用石炭火力発電機における燃料アンモニア転換の大規模実証試験（熱量比20%）を、JERA碧南火力発電所（愛知県碧南市）で開始しました。本実証試験は、2024年6月まで実施する予定です。

1. 背景

水を低コストで効率良く輸送・貯蔵できるアンモニアは、エネルギーキャリアとしての役割に加え、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時に二酸化炭素（CO₂）を排出しない燃料として、温室効果ガスの排出削減に大きな利点があると期待されています。本事業^{*1}は、日本をはじめエネルギー安定供給の観点から調整電源として火力発電が必要な国にとって、低コストかつスピーディーに脱炭素化を進める第一歩となりうる重要なプロジェクトです。

2. 実証試験の概要

本事業は、今後の環境負荷の低減に向け、大型の商用石炭火力発電機においてアンモニアへの燃料転換を行い、ボイラの収熱特性や排ガスなどの環境負荷特性を評価し、アンモニアの転換技術を確立することを目的としており、事業期間は2021年7月から2025年3月までの約4年間で、

JERAとIHIは、2022年10月から、JERA碧南火力発電所において、燃料アンモニア転換実証に必要な設備であるバーナ、タンク、気化器、配管などの設置工事を進めてきました。

IHIは同発電所5号機における燃料アンモニアの小規模利用試験を踏まえ、実証用バーナを開発^{*2}し、JERAは同発電所における燃料アンモニアの安全対策や運用体制など^{*3}を整備してきました。

このたび実証試験の準備が整ったため、本日、同発電所4号機において燃料アンモニアの大規模転換実証試験を開始しました。

本実証試験では、プラント全体の特性として窒素酸化物（NOx）排出量の調査やボイラおよび周辺機器への影響、運用性などを確認します。



図1 実証試験のスケジュール



図2 実証用試験設備
(左：実証用バーナ 右：燃料アンモニアタンク)

3. 今後の予定

NEDO、JERAおよびIHIは、実証試験における課題の解決を図ることで、2025年3月までに、社会実装に向けた火力発電における燃料としてのアンモニア利用技術の確立を目指します。

JERAは、今回の実証試験を踏まえて、JERA碧南火力発電所4号機において、アンモニア大規模転換（熱量比20%）の商用運転を開始することとしています。アンモニア転換技術の確立などを通じて、再生可能エネルギーと低炭素火力を組み合わせたクリーンエネルギー供給基盤を提供し、アジアを中心とした世界の健全な成長と発展に貢献します。

IHIは、今回の実証試験を善実に実施するとともに、本事業で得られた情報を反映し、火力発電所におけるアンモニア50%以上の高比率燃焼技術の確立や100%燃焼バーナの開発に取り組みます。また、本実証の結果を、国内外の火力発電所に展開していくことで、燃料アンモニアによるグローバルな脱炭素化に貢献します。

(出典：NEDOプレスリリース、2024年4月1日、https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101733.html)

3. 目標及び達成状況の詳細

3.1. 研究開発①：100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

テーマ名	100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究	達成状況	○
実施者名	株式会社 IHI、株式会社 JERA		
達成状況の根拠	アンモニア混焼バーナ材料選定試験、実証運転試験の各項目において計画通りの成果をあげたため。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

〈背景〉

2021年10月「第6次エネルギー基本計画」では、アンモニアを燃料とした発電は燃焼時にCO₂を排出せず、カーボンニュートラル実現に向けた電源の脱炭素化を進める上で有力な選択肢の一つと位置付けられている。

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用は、2030年以降、中長期的に火力発電から排出されるCO₂を一層削減し、アンモニアをはじめとする水素エネルギーの社会実装に繋がる技術であるとして期待されている。

〈目的〉

本研究開発では、事業用で用いられている微粉炭焚ボイラを対象として、アンモニアを燃料として石炭と混焼させることによりCO₂排出量の削減を可能とする技術の確立を目指す。

〈プロジェクトアウトカム目標との関係〉

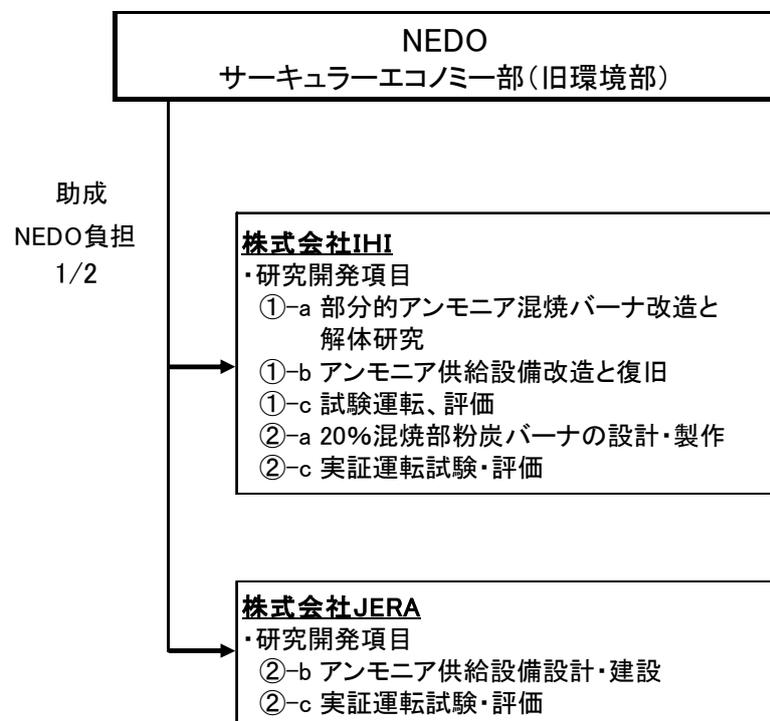
プロジェクトアウトカム目標は、2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン（CO₂排出削減約6000万トン/年に相当）の達成及び2050年カーボンニュートラル達成に貢献することである。プロジェクトアウトカム目標に資する取り組みとして、100万kW級実機でのアンモニア20%混焼を実証することで混焼技術を確立し、2020年代後半での事業化に寄与する。更にその先の混焼率向上・専焼の実用化・事業化に寄与する。

●アウトプット目標

研究開発項目	最終目標(2025年3月)	根拠	
研究開発項目① 【アンモニア混焼バーナ材料選定試験】	①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造と解体研究	●各材料の窒化特性を把握し減肉予想を立てることができるようになる。これにより適切な材質選定ができるようになる。	●実証試験用バーナ設計に向けて、適切な材料選定のためのデータを得ることが必要であるため。
	①-b アンモニア供給設備改造と復旧	●各機器仕様について仕様決定根拠が妥当かつ明確になっている。また、20%混焼に向けた課題が抽出できている。	●材料選定試験では実際に実機でアンモニア燃焼を行なうため、その後に控えている20%混焼を意識しての仕様決定を行なうことで20%混焼に必要な対策を講じることができるため。
	①-c 試験運転、評価	●各特性、制約条件などアンモニア20%混焼に向けた課題を抽出できている。	●材料選定試験では実際に実機でアンモニア燃焼を行なうため、その後に控えている20%混焼を意識して特性把握や制約条件を把握することで20%混焼に必要な対策を講じることができるため。
研究開発項目② 【実証運転試験】	②-a 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作	●各機器仕様について社会実装に向けた課題を抽出できている。	●アンモニア20%混焼に必要な設備仕様を特定し、実証試験実施により課題を抽出することで、社会実装に必要な対策を講じることができるため。
	②-b アンモニア供給設備設計・建設	●アンモニア20%混焼運転における各特性（燃焼特性、取熱特性、排ガス特性、運転特性、運用特性など）、制約条件な	●実証試験実施により、アンモニア20%混焼運転における各特性、制約条件を把握し、課題を抽出することで、社会実装に

		どアンモニア混焼社会実装に向けた課題を抽出できている。	必要な対策を講じることができるため。
	②-c 実証運転試験・評価	●上記各特性を踏まえ、アンモニア混焼制御方法を確立できている。	●社会実装にあたり、問題なく制御できる必要があるため。

●実施体制



●成果とその意義

燃料アンモニア燃焼の課題は、安定した火炎の形成や、燃焼時の NOx 発生の抑制であったが、これらに対しては、過去の研究開発により解決する可能性を見出していた。そこで本研究開発では、世界初となる大型商用石炭火力発電機における燃料アンモニア転換実証試験（熱量比 20%）にて検証を行った。その結果、安定した液化アンモニアの気液状態変化制御とボイラへの燃料アンモニアガス供給制御が可能であることが確認された。さらに、CO₂ 排出量は約 20% の削減、SO_x は約 20% の減少、NO_x はアンモニアへの燃料転換前と同等以下、N₂O は検出限界値以下であることが確認された。石炭専焼と同等のプラント運用性能および環境性能が確認でき、社会実装に向けてアンモニアへの燃料転換は利用可能な技術であると評価できた。本実証により、日本は燃焼の安定性・未燃アンモニア対応・低 NO_x・N₂O 対応などの燃焼技術でリードしており、20%混焼の実機実証も中国・韓国より進んでいることが示された。

●実用化・事業化への道筋と課題

20%混焼技術の 2020 年代後半における社会実装・事業化に向けて、自社設備を 20%混焼用に改修するとともに、他発電所への技術展開可能性の検討を進める。併せて、アンモニア製造技術と受入・貯蔵技術の開発にも取り組む。その後、JERA にて 20%混焼を本格開始しつつ、IHI にてアジアを中心とした海外に技術展開の範囲を広げ、国内外ともに広く検討する。2030 年代後半を目途に、石炭火力の大手発電事業者へのアンモニア混焼の拡大、自社におけるアンモニア混焼率の向上・専焼を開始し、導入拡大と自立商用化を図る。予想される課題としては、経済的に成立する燃料アンモニアの供給不可・供給量不足等が挙げられる。

●期間・予算 (単位:百万円) (NEDO 負担額)	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	377	2,966	5,060	1,597

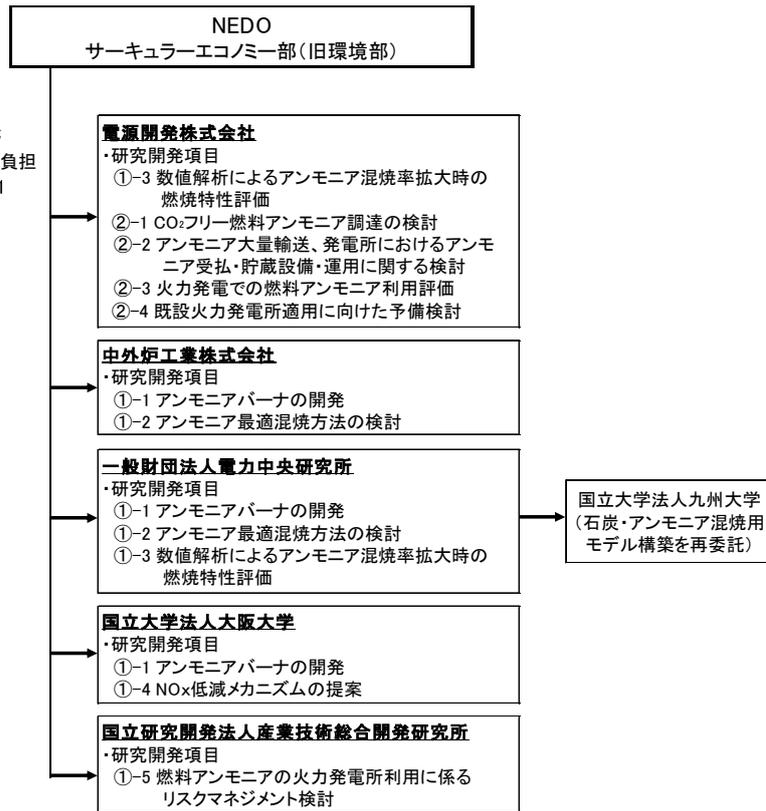
●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
1 件	5 件	71 件	2 件	受賞実績 3 件

3.2. 研究開発②：火力発電所でのCO₂フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

テーマ名	火力発電所でのCO ₂ フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発	達成状況	○
実施者名	電源開発株式会社、中外炉工業株式会社、一般財団法人電力中央研究所（再委託先：国立大学法人九州大学）、国立大学法人大阪大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発、CO ₂ フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討の各項目において計画通りの成果をあげたため。		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 〈背景〉 2021年10月「第6次エネルギー基本計画」では、アンモニアを燃料とした発電は燃焼時にCO₂を排出せず、カーボンニュートラル実現に向けた電源の脱炭素化を進める上で有力な選択肢の一つと位置付けられている。CO₂フリーアンモニアは、水素を輸送・貯蔵できるエネルギーキャリアとして、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時にはCO₂を排出しないため、温室効果ガスの排出量削減効果の大きい燃料として期待されている。</p> <p>〈目的〉 本研究開発では、CO₂フリー燃料アンモニアの火力発電所における利用拡大のために、利用側での技術開発及び供給側での安定供給体制の構築と更なるコスト低減という課題を解決することを目的とする。</p> <p>〈プロジェクトアウトカム目標との関係〉 プロジェクトアウトカム目標は、2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン（CO₂排出削減約6000万トン/年に相当）の達成及び2050年カーボンニュートラル達成に貢献することである。プロジェクトアウトカム目標に資する取り組みとして、既設石炭火力での燃料アンモニアの混焼率拡大や燃焼方式への適用可能性の拡大に資する。また、燃料調達・輸送・貯蔵・利用等全体を考慮したコスト低減・経済性評価等、効率的に初期導入検討をすることで、CO₂フリーアンモニアの利用拡大に寄与する</p> <p>●アウトプット目標</p>			
研究開発項目		最終目標(2025年3月)	根拠
研究開発項目① 【既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】	①-1 アンモニアバーナの開発 ①-2 アンモニア最適混焼方法の検討 ①-3 数値解析によるアンモニア混焼時の燃焼特性評価 ①-4 NO _x 低減メカニズムの提案 ①-5 燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討	●工業炉向けに開発されたアンモニア専焼バーナの大容量化を図り、発電事業用ボイラ形式への適用の可能性を評価する。	●アンモニア専焼バーナの既設石炭火力発電所への混焼利用拡大に寄与することが期待できるため。
研究開発項目② 【CO ₂ フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討】	②-1 CO ₂ フリー燃料アンモニア調達の検討 ②-2 アンモニア大量輸送、発電所におけるアンモニア受払・貯蔵設備・運用に関する検討 ②-3 火力発電での燃料アンモニア利用評価 ②-4 既設火力発電所適用に向けた予備検討	●燃料としてのアンモニアを安定的かつ安価に調達する可能性について、燃料調達・輸送・貯蔵・利用を考慮したトータルシステムとしての経済性評価、技術検討を完了する。	●利用側と供給側を一体的に検討することで、燃料アンモニアの火力発電所への初期導入を効率的に図ることが期待できるため。

●実施体制



●成果とその意義

バーナ開発では、工業炉向けに開発されたガスアンモニア専焼バーナの大容量化を図り、発電事業用ボイラでの石炭アンモニア混焼に向けた技術開発を行うことで、発電事業用ボイラへの適用可能性があることが確認された。実機への導入に向けては、バーナ単体のみでなく、ボイラ全体の設計が必要となることから、今後はボイラメーカーの協力を得るうえで、実証試験を行うことなどが重要ということが分かった。リスクアセスメント検討では、発電所敷地外のヒトへの健康影響ならびに海洋生物への急性影響評価を行った。実機への導入に向けては、事業者として安全対策を講じていくことが重要ということが明らかとなった。

CO₂フリー燃料アンモニア火力発電所への初期導入に向けた調査検討では、石炭・アンモニア混焼による実現可能性を確認するとともに、発電コストの経済性評価を行った。その結果、CO₂フリー燃料アンモニアを導入する際は、CO₂フリー燃料アンモニアの種類（ブルーアンモニア／グリーンアンモニア）にこだわらず価格競争力と信頼性のある調達先を選定し、発電所の地点条件を踏まえた輸送・貯蔵方法の最適化によるコスト低減の可能性追求を行っていくことが重要であることが明らかとなった。

●実用化・事業化への道筋と課題

本研究開発により検討した大容量アンモニア専焼バーナ及びアンモニア導入方法に関して、学会等で成果を積極的に発表し、他発電所への技術展開可能性の検討を進め、アンモニア混焼技術の社会実装に寄与する。

予想される課題としては、経済的に成立する燃料アンモニアの供給不可・供給量不足等が挙げられる。

●期間・予算 (単位:百万円) (NEDO負担額)	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	253	391	174	-
●特許出願及び論文発表				
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0件	8件	40件	6件	-

添付資料

●基本計画

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」基本計画

サーキュラーエコノミー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

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は、3E+S（安全性、安定供給、経済効率性、環境適合）を同時達成しつつ、バランスの取れた電源構成を実現していくこととしており、火力発電分野においては、石炭火力発電及びLNG火力発電の高効率化を図り、環境負荷の低減と両立しながら、有効活用を推進することとしている。火力発電の高効率化は、再生可能エネルギーの最大限の導入促進、安全性の確認された原子力発電の活用と合わせ、温室効果ガス削減目標積み上げの基礎となった対策・施策として位置づけられている。これを踏まえ、2016年6月に官民協議会で策定した「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」においては、火力発電の高効率化、CO₂削減を実現するため、次世代の火力発電技術の早期確立を目指すこととしている。また、2021年10月に策定された「第6次エネルギー基本計画」においては、火力発電は再生可能エネルギーの変動性を補う調整力・供給力として柔軟な運転（幅広い負荷変動への対応）が求められることから、負荷変動対応や機動性に優れた火力技術開発等の取組を推進することとしている。

2050年に向けて化石燃料の利用に伴うCO₂の排出を大幅に削減していくためには、あらゆる技術的な選択肢を追求していく必要があることから、CO₂を炭素資源（カーボン）と捉え、これを回収し、多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルを推進することとしており、「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（2019年6月策定、2021年7月改訂）において、カーボンリサイクル技術を確立する方針が示された。また、2021年6月に策定された「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、カーボンニュートラル社会を実現するための重要分野の1つにカーボンリサイクル技術が位置づけられた。加えて、社会実装に向けた課題を整理した「カーボンリサイクルロードマップ」が2023年6月に策定され、低コスト化、普及を目指していくこととしている。

2020年3月に策定された「新国際資源戦略」では、CO₂排出削減に向け、液体アンモニアの混焼を含めて着実に技術開発等を進めることが必要とされている。

石炭利用に伴って発生するCO₂、SO_x、NO_x、ばいじん等への対応や、石炭灰及びスラグの有効利用方策を確立することが大きな課題である。そのため、今後とも石炭を活用し、エネルギー需給安定化に貢献していくためにも、より高度なクリーンコールテクノロジーの開発が必要である。

②我が国の状況

我が国の火力発電の熱効率の世界最高水準を保っている。世界で初めて超々臨界圧火力発電（USC）を商用化し、さらには高効率な空気吹石炭ガス化複合発電（IGCC）が既に実用

化段階であり、酸素吹IGCCにおいても実証フェーズにある。また、効率向上に大きく寄与するガスタービンにおいて、1600℃級という高温化を世界に先駆けて実現する等、熾烈な国際競争の中においても、我が国の高効率火力発電システムは、トップレベルを維持しており、世界をリードしている。しかしながら、燃料資源を他国に大きく依存する我が国にとっては、限られた資源の有効利用を図ることは至上命題であり、今後とも、更なる効率化を図っていく必要がある。また、中長期的な視点では、大幅なCO₂削減を実現しうるCO₂の回収・貯留・利用（CCUS）やCO₂フリー燃料の利用技術の開発・推進も重要なテーマであり、国内でのCCS（二酸化炭素の回収・貯留）大規模実証事業や貯留ポテンシャル調査等に加え、CO₂を炭素資源と捉え、これを回収し、多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルを推進する取組や石炭火力発電におけるアンモニア混焼試験が進められている。

また、我が国においては、石炭の排ガスに関して、世界的に見ても非常に厳しい環境基準（環境保全協定値）が定められ、その基準が遵守されている。そのような背景から、脱硫、脱硝、ばいじん処理技術等、高度な環境保全技術が過去から培われており、日本の強みが発揮できる分野のひとつである。一方、石炭利用に伴い排出する石炭灰については、主にセメントの原料として、これまでは有効利用されてきたが、近年セメント生産量は減少傾向にあり、セメント原料に代わる石炭灰の利用方法の確立が喫緊の課題である。

③世界の取組状況

気候変動対策のため、2021年11月時点では世界の150ヶ国以上で年限付きのカーボンニュートラル目標が掲げられており、各国でCO₂排出量を大幅に削減するための基礎研究から技術開発、実証研究等の様々な取組が行われている。

火力発電のCO₂排出の削減に向けた高効率化、ゼロエミッション火力発電、再エネ導入時の負荷変動対応に向けた開発等が海外でも進められている。また、火力発電とCCUSの組み合わせによるカーボンニュートラルにも注力する方向であり、火力発電や各種産業等の排ガスからのCO₂を分離・回収する技術として、高性能の材料等を用いて省エネルギー・低コストを目指す化学吸収法や物理吸着法、膜分離法等の研究開発と実証等が世界各地で進められている。さらに、回収したCO₂を様々な物質に変換させて有効利用する技術についても、先進的な取組が行われており、CO₂と水素から基礎化学品や機能性化学品、液体燃料や気体燃料を合成する技術、コンクリート等にCO₂を効率的に固定化させる技術の開発や実証等が進められている。

④本事業のねらい

長期エネルギー需給見通しの実現に向けて、火力発電の高効率化に関しては、石炭火力の発電効率を大幅に引き上げる石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）の実証事業をはじめ、石炭火力、LNG火力の双方につき、新たな火力発電技術の開発等を実施する。また、火力発電から発生するCO₂排出量をゼロに近づける切り札となる技術として、CO₂フリー燃料の利用及び火力発電所等から発生する大量のCO₂を効率的に分離・回収・有効利用するための技術開発等を実施する。これまでの火力発電に係る技術開発は、個別の技術ごとに進められていたが、石炭火力、LNG火力は共通する要素技術が多く、火力発電全体の技術開発を加速するためには、個別技術開発を統合し、包括的かつ一体的に推進することが有効である。そこで、次世代火力発電技術に係る事業を本事業において統合し、関連事業を一元管理し、一体的に進めることで、開発成果を共有しつつ、技術開発に係るリソースを最適化する。これにより、次世

代火力発電技術の開発を加速し、早期の技術確立及び実用化を狙う。また、LCA的な観点も含めたCO₂の利用に係るカーボンリサイクル技術開発を一元的に進めることで、火力発電プロセスの更なる効率化を図るとともに、CO₂排出削減に向けた取り組みの効率化を図る。

石炭の効率的利用、環境対応等を目的として、石炭利用の環境対策に関する調査・技術開発を実施する。これらの取組により、石炭の安定調達性が増し、石炭を安価で安定的に使用することが可能となり、我が国におけるエネルギーセキュリティの向上に資する。

(2) 研究開発の目標

①アウトプット目標

本事業を通じて、発電効率の大幅な向上技術、調整力確保に寄与する負荷変動対応発電技術、CO₂分離・回収後においても高効率を維持する技術、CO₂フリー燃料の利用技術、低コストなCO₂分離・回収技術及びCO₂有効利用技術（カーボンリサイクル等）により、CO₂排出の削減に寄与する革新的なカーボンリサイクル技術及び次世代火力発電技術の見通しを得る。また、石炭灰の有効利用率を100%まで向上させるなど、石炭の有効利用技術を確立する。

研究開発項目ごとの目標については、別紙にて定める。

②アウトカム目標

本事業の開発成果により、2030年頃にLNG火力においては、将来のガスタービン燃料電池複合発電（GTFC）商用機として送電端効率63%（高位発熱量基準）を達成し、さらには、IGFC商用機へと繋げることで、石炭火力として送電端効率55%（高位発熱量基準）を達成する。2040年頃に燃料としての年間アンモニア利用量1,000万トンを達成し、アンモニア35,000円/tを想定した場合において、3,500億円相当の燃料アンモニア市場を創出する。CCUSの実現に向け、CO₂分離・回収コスト1,000円台/t-CO₂という大幅な低減を達成する。また、CO₂有効利用の一例として、CO₂由来のメタンで天然ガスパイプラインの許容圧力変動幅の1割を活用して負荷変動対応に供する場合として、1,300億円相当の天然ガス代替を獲得する。また、負荷変動対応技術を確立することで、電力市場整備の一つとして進められてきた調整力公募市場（短期間での電力需給調整能力（ΔkW 価値）を取引する市場公募）での電力供給機会の更なる創出に寄与し、電力市場の活発化に貢献する。

また、カーボンリサイクルの観点からは、2030年頃に短期的に実現可能な技術（ポリカーボネートなどの化学品、バイオジェットなどの液体燃料、道路ブロックなどのコンクリート製品など）を既存のエネルギー・製品と同等のコスト実現を目指すとともに、2040年以降に実現をめざした需要の多い汎用品（オレフィンやBTXなどの化学品、ガス、液体などの燃料、汎用コンクリート製品など）へ拡大する。

③アウトカム目標達成に向けての取組

市場ニーズを見極めつつ、各技術開発プロセスの進捗管理を行い、開発優先度の調整、開発スケジュールの最適化、技術開発の相互連携を図り、中長期の火力発電技術開発の全体プロセスの最適化・効率化を図る。そして、技術開発のプロセスにおけるコスト低減の取組と信頼性の確保により、商用機導入を早期に拡大する。

(3) 研究開発の内容

火力発電の効率化及びCO₂フリー燃料の利用、CO₂分離・回収・有効利用等に関する調査、開発及び実証、石炭灰や溶融スラグの有効利用及び削減に関する調査及び技術開発並びに排煙処理技術等の環境対策に関する調査等を実施する。実施に当たっては、各事業の性質に合わせ、委託事業又は助成事業（NEDO負担1/3、2/3、1/2）により実施するとともに、必要に応じてステージゲート審査を用いる。

なお、個別研究開発項目の研究開発内容の詳細については、別紙にて記載する。

研究開発項目① 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業 [委託・助成事業]

- 1) 酸素吹IGCC実証（1/3助成）
- 2) CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証（1/3、2/3助成）
- 3) CO₂分離・回収型IGFC実証（1/2助成）
- 4) 信頼性向上、低コスト化（1/3助成）
- 5) CO₂分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発（1/2助成）
- 6) CO₂分離・回収型IGCCにおけるバイオマス混合ガス化技術開発（委託、1/2助成）
- 7) CO₂分離・回収型IGCCの調整能力の向上に資する技術開発（1/3、2/3助成）

研究開発項目② 高効率ガスタービン技術実証事業 [助成事業]

- 1) 1700℃級ガスタービン
（2016～2018年度：2/3助成、2019～2020年度：1/2助成）
- 2) 高温湿空気利用ガスタービン（AHAT）（2/3助成）

研究開発項目③ 先進超々臨界圧火力発電技術開発 [助成事業（2/3助成）]

研究開発項目④ 次世代火力発電基盤技術開発 [委託事業]

- 1) 次世代ガス化システム技術開発
- 2) 燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術要素研究
- 3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発
- 4) 燃料電池石炭ガス適用性研究
- 5) CO₂分離型化学燃焼石炭利用技術開発
- 6) 石炭火力の負荷変動対応技術開発
- 7) CO₂有効利用技術開発
- 8) CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発
- 9) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究

研究開発項目⑤ CO₂回収型次世代IGCC技術開発 [委託事業]

研究開発項目⑥ カーボンリサイクル・次世代火力推進事業 [委託事業]

研究開発項目⑦ 次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発 [助成事業（1/2助成）]

研究開発項目⑧ CO₂有効利用拠点における技術開発 [委託・助成事業]

- 1) CO₂有効利用拠点化推進事業 [委託・助成事業]
- 2) 研究拠点におけるCO₂有効利用技術開発・実証事業 [委託・助成事業]

研究開発項目⑨ CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発 [委託・助成事業]

- 1) 化学品へのCO₂利用技術開発 [委託・助成事業]
- 2) 液体燃料へのCO₂利用技術開発 [委託・助成事業]

3) コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO₂利用技術開発 [委託・助成事業]

4) 気体燃料へのCO₂利用技術開発 [委託・助成事業]

研究開発項目⑩ 石炭利用環境対策事業 [委託・助成事業]

1) 石炭利用環境対策推進事業 [委託事業]

2) 石炭利用技術開発 [助成事業 (2/3 助成)]

研究開発項目⑪ アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業 [委託・助成事業]

1) 要素研究 [委託事業]

2) 実証研究 [助成事業 (1/2 助成)]

※1) の実施者を公募した後の、1) から2) への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査 (ステージゲート審査) を経て決定する。

研究開発項目⑫ CO₂分離・回収技術の研究開発 [委託・助成事業]

(2021年度までは「CCUS研究開発・実証関連事業」において実施)

1) 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発 [委託事業]

2) 先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究 [委託・助成事業 (1/2)]

3) 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発 [委託事業]

4) 二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発 [委託事業・助成事業 (2/3)]

研究開発項目⑬ 火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業 [委託・助成事業]

1) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究 [委託・助成事業]

2) 石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究 [委託・助成事業]

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本事業は、NEDOが単独又は複数の企業、大学等の研究機関 (原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別の研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業との連携が必要な部分はこの限りではない。) から、原則公募によって実施者を選定し実施する。ただし、移管事業に関してはこの限りではない。

NEDOは、プロジェクトの進行全体の企画・管理やプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させるため、必要に応じてプロジェクトマネージャー (以下「PMgr」という。) を任命する。また、各実施者の研究開発ポテンシャルを最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、必要に応じて研究開発責任者 (プロジェクトリーダー、以下「PL」という。) を指名する。

なお、研究開発項目ごとのPMgr、PLは以下のとおり。また、研究開発項目④2)、3)、4) は、推進にあたって、燃料電池に関する情報共有と開発戦略の整合性を図るため、プロジェクトチーム (PT) にNEDOスマートコミュニティ・エネルギーシステム部を加える。

研究開発項目① 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業

PMgr : NEDO 高橋和雄、PL : 大崎クールジェン株式会社 菊池哲夫

研究開発項目② 高効率ガスタービン技術実証事業

1) 1700℃級ガスタービン

- PMgr : NEDO 園山希、PL : 三菱重工業株式会社 石坂浩一
- 2) 高温分空気利用ガスタービン (AHAT)
- PMgr : NEDO 山中康朗、PL : 三菱日立パワーシステムズ株式会社 吉田正平
- 研究開発項目③ 先進超々臨界圧実用化要素火力発電技術開発
- PMgr : NEDO 足立啓、PL : 一般社団法人高効率発電システム研究所 福田雅文
- 研究開発項目④ 次世代火力発電基盤技術開発
- 1) 次世代ガス化システム技術開発
- PMgr : NEDO 中田博之、PL : 一般財団法人電力中央研究所 牧野尚夫
- 2) 燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ要素研究
- PMgr : NEDO 春山博司、PL : 電源開発株式会社 早川宏
- 3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発
- PMgr : NEDO 福原敦、PL : 三菱日立パワーシステムズ株式会社 北川雄一郎
- 4) 燃料電池石炭ガス適用性研究
- PMgr : NEDO 福原敦、PL : 電源開発株式会社 大畑博資
- 5) CO₂分離型化学燃焼石炭利用技術開発
- PMgr : NEDO 中田博之、PL : 一般財団法人石炭エネルギーセンター 原田道昭
- 6) 石炭火力の負荷変動対応技術開発
- PMgr : NEDO 野原正寛、PL : 契約毎に設置
- 7) CO₂有効利用技術開発
- PMgr : NEDO 天野五輪磨、PL : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 坂西欣也
- 8) CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発
- PMgr : NEDO 野川直翔
- 9) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究
- PMgr : NEDO 新郷正志、PL : 一般財団法人電力中央研究所 渡辺 和徳
- 研究開発項目⑤ CO₂回収型次世代IGCC技術開発
- PMgr : NEDO 青戸冬樹、PL : 一般財団法人電力中央研究所 牧野尚夫
- 研究開発項目⑦ 次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発
- PMgr : NEDO 西里友志、PL : 一般社団法人高効率発電システム研究所 福田雅文
- 研究開発項目⑧ CO₂有効利用拠点における技術開発
- PMgr : NEDO 吉田准一
- 研究開発項目⑨ CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発
- PMgr : NEDO 森伸浩
- 研究開発項目⑩ 石炭利用環境対策事業
- PMgr : NEDO 齊藤英治
- 研究開発項目⑪ アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業
- PMgr : NEDO 河原勇人
- 研究開発項目⑫ CO₂分離・回収技術の研究開発
- PMgr : NEDO 布川信
- 研究開発項目⑬ 火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業
- PMgr : NEDO 及川信一

(2) 研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理及び執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適切に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①進捗把握・管理

PMgrは、PLや研究開発実施者と密接に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

②技術分野における動向の把握・分析

PMgrは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策の分析及び検討を行う。

3. 研究開発の実施期間

本事業の実施期間は、2016年度から2029年度までの14年間とする。なお、研究開発項目①及び②は2012年度から2015年度、研究開発項目③は2008年度から2015年度まで経済産業省により実施したが、2016年度からNEDOが実施している。研究開発項目⑫は2018年度から2021年度まで「CCUS研究開発・実証関連事業」により実施したが、2022年度より本事業で実施する。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、事業の意義及び目標達成度や成果に係る技術的意義及び将来の産業への波及効果等について、評価を実施する。研究開発項目①～⑤、⑦～⑬については、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を行う。

評価の時期については、研究開発項目①は、中間評価を2017年度、2020年度、2023年度及び2026年度に、終了時評価を2028年度に実施する。研究開発項目②は、中間評価を2018年度、終了時評価を2021年度に実施する。研究開発項目④1)は、研究開発項目⑤と統合の上、評価を行う。研究開発項目④2)は、終了時評価を2019年度に実施する。研究開発項目④3)、4)は、中間評価を2019年度に、終了時評価を2022年度に実施する。研究開発項目④5)は中間評価を2017年度に実施し、研究開発項目④6)は、中間評価を2020年度に、前倒し終了時評価を2023年度に実施し、研究開発項目④7)は前倒し終了時評価を2021年度に実施し、研究開発項目④8)は中間評価を2022年度、2026年度に実施し、終了時評価を2028年度に実施する。研究開発項目④9)は前倒し終了時評価を2021年度に実施する。研究開発項目⑤は、中間評価を2017年度、前倒し終了時評価を2020年度に実施する。研究開発項目⑥は、調査事業については内容に応じて研究開発項目①から⑤、⑦～⑪の中間評価、終了時評価の際に合わせて評価を実施し、共通基盤技術開発については研究開発項目⑨の中間評価、終了時評価の際に合わせて評価を実施、先導研究については内容に応じて研究開発項目⑨、⑪の中間評価、終了時評価の際に合わせて評価を実施する。研究開発項目⑦は、中間評価を2019年度、終了時評価を2022年度に実施する。研究開発項目⑧は、中間評価を2022年度及び2026年度、終了時評価を2028年度に実施する。研究開発項目⑨1)、3)は、中間評価を2022年度及び2026年度、終了時評価を2030年度に実施する。研究開発項目⑨2)は中間評価を2022年度、2025年度、2027年度、終了時評価を2030年度に実施する。研究開発項目⑨4)は中間評価を2023年度、前倒し終了時

評価を2026年度に実施する。研究開発項目⑩は、中間評価を2019年度、2022年度、前倒し終了時評価を2025年度に実施する。研究開発項目⑪は、終了時評価を2025年度に実施する。研究開発項目⑫は、中間評価を2022年度及び2026年度、終了時評価を2030年度に実施する。研究開発項目⑬は、終了時評価を2027年度に実施する。

5. その他の重要事項

(1) 委託事業成果の取扱い

①成果の普及

得られた事業成果については、NEDO、実施者とも普及に努める。

②標準化等との連携

得られた事業成果については、標準化等との連携を図り、我が国の優れたカーボンリサイクル・次世代火力発電等技術を普及させるために、標準化への提案等を積極的に行う。

③知的財産権の帰属

事業成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

なお、海外動向や国際展開を見据えた知財管理を行うとともに、海外における知財の確保を積極的に推進する。

④知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目①石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業6)、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発及び研究開発項目⑥カーボンリサイクル・次世代火力推進事業、研究開発項目⑧CO₂有効利用拠点における技術開発、研究開発項目⑨CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発、研究開発項目⑩石炭利用環境対策事業及び研究開発項目⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業、研究開発項目⑫CO₂分離・回収技術の研究開発、研究開発項目⑬火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業は、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

⑤データマネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目①石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業6)、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発8)、研究開発項目⑥カーボンリサイクル・次世代火力推進事業、研究開発項目⑧CO₂有効利用拠点における技術開発、研究開発項目⑨CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発、研究開発項目⑩石炭利用環境対策事業及び研究開発項目⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業、研究開発項目⑫CO₂分離・回収技術の研究開発、研究開発項目⑬火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業のうち2018年度以降に公募を行う事業は、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。また、2024年度以降に公募を行う事業については、すべての研究開発項目において「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。

(2) 基本計画の変更

PMgrは、当該事業の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、事業内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、基本計画を見直す等の対応を行う。

(3) 根拠法

本事業は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第一号ハ、第三号及び第六号イに基づき実施する。

(4) 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

研究開発項目⑧においては委託先等以外の第三者の土地に拠点整備インフラを設置する予定である。第三者の土地に設置した資産であっても、委託先は、委託事業終了後、有償により、NEDOに帰属する資産をNEDOから譲り受けることとなっている（約款第20条の2①）。ただし、以下の要件を満たすものに限り、委託事業内における当該資産の解体撤去を実施できる。

・事業目的達成後に、取得資産を設置した第三者の敷地等の速やかな原状回復を必要とし、かつ、その時点で利活用できない資産（機能が著しく低下している、移設するとその機能を失う等、物理的に使用できない資産）である場合

(5) その他

最新の技術動向や政策上の必要性に鑑み、必要に応じた研究開発項目の追加や見直しを行うことがある。本事業の実施を通じて、イノベーションの担い手として重要な若手研究員及び女性研究員の育成や中堅・中小・ベンチャー企業等を支援することとする。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2016年1月、基本計画制定。

(2) 2016年4月、3. 研究開発の実施方式（1）研究開発実施体制 研究開発項目③、④ 1）と2）、⑤のPMの変更。

5. 評価に関する事項、研究開発項目④ 5）中間評価、事後評価の年度を1年後ろ倒し。
別紙 研究開発項目④ 5）の3. 達成目標、中間目標年度と最終目標年度を1年後ろ倒し。
研究開発スケジュールは研究期間を1年延長し、中間評価と事後評価を1年後ろ倒し。

(3) 2016年9月、5. 評価に関する事項、研究開発項目④ 5）中間評価、事後評価の年度を1年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

別紙 研究開発項目④ 5）の3. 達成目標、中間目標年度と最終目標年度を1年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

研究開発スケジュールは研究期間を1年延長し、中間評価と事後評価を1年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

(4) 2017年2月

1. 研究開発の目的・目標・内容の（2）研究開発の目標並びに（3）研究開発の内容に、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発6）石炭火力の競争力強化技術開発、7）CO₂有効利用技術開発及び研究開発項目⑦次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発の内容を追加した。

3. 研究開発の実施方式のPM及びPLを追記・修正した。

5. 評価に関する事項の①及び⑥の実施時期を修正し、並びに④1)、5)の前倒しの区分を明確化し、④6)、7)、⑦を追加した。
6. その他の重要事項の(1)委託事業成果の取扱い③知的財産権の帰属に知財マネジメント適用プロジェクト名を追記した。
- (5) 2017年5月
3. 研究開発の実施体制(1)研究開発実施体制 研究開発項目②の1)と2)及び④の6)のPMの変更。
- (6) 2017年6月
- 研究開発項目④の1) 3. 達成目標に中間目標を設定し、2017年度に中間評価を実施する。
- (7) 2018年2月
1. 研究開発の目的・目標・内容の(3)研究開発の内容のうち、研究開発項目①の2)、3)の助成率を変更した。また、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発8)流動床ガス化燃焼を応用した石炭利用技術開発、9)機動性に優れた広付加帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究の内容を追加した。また、研究開発項目④次世代火力基盤技術開発1)次世代ガス化システム技術開発を、研究開発項目⑤に統合し、研究開発項目⑤の名称を変更した。
3. 研究開発の実施方式のPM及びPLを追記・修正した。
5. 評価に関する事項の④1)、6)、8)、9)の評価時期を追記・修正した。
6. その他の重要事項の(1)委託事業成果の取扱い③知的財産権の帰属に注釈を追記した。
- (8) 2018年7月
3. 研究開発の実施方式(1)研究開発実施体制 研究開発項目④2)、8)のPMの変更、及び、研究開発項目④5)のPLの変更、研究開発項目④6)のPLの記載変更。別紙 研究開発項目⑥ 1. 研究開発の必要性、2. 具体的研究内容にかかる記載を一部変更した(バイオマスに係る記載の追記)。
- (9) 2018年9月
3. 研究開発の実施方式において、研究開発項目①及び研究開発項目④7)、9)のPLの変更、4. 研究開発の実施期間の変更、5. 評価に関する事項の研究開発項目①の中間評価時期及び事後評価時期の変更、研究開発項目④2)の評価時期変更、研究開発項目④5)の事後評価を削除。6. その他の重要事項のデータマネジメントに係る運用に研究開発項目①3)を追記。また、別紙 研究開発項目①について、期間の延長及び、2)CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証の最終目標を詳細な記載に変更。別紙 研究開発項目④9)について、目標値を補足。研究開発スケジュール表の修正。
- (10) 2019年1月
1. 研究開発の目的・目標・内容の(3)研究開発の内容において、研究開発項目②1)の助成率の変更。5. 評価に係る事項において、研究開発項目⑦の中間評価の追加及び事後評価時期の変更、研究開発項目④8)の前倒し事後評価時期の変更。別紙 研究開発項目④8)の実施期間の変更。別紙 研究開発項目④9)の最終目標を詳細な記載に変更。別紙 研究開発項目⑥の2. 具体的研究内容に燃料多様化に係る記載を追記。別紙 研究開発項目⑦の実施期間の変更及び中間目標の策定、最終目標年度の変更。研究開発スケジュール表の修正。
- (11) 2019年7月
- 和暦から西暦へ表記修正。3. 研究開発の実施方式において、研究開発項目④6)、7)、9)、⑤及び⑦のPMの変更。5. 評価に関する事項において、研究開発項目④3)、4)の

中間評価の追加及び研究開発項目④2)、3)、4)の事後評価時期の変更。別紙 研究開発項目④3)、4)について、実施期間の延長、中間目標の策定及び最終目標の修正。研究開発項目⑥の文言修正。研究開発スケジュール表の修正。その他誤記修正。

(12) 2020年2月

改訂： 基本計画の名称変更、基本計画「クリーンコール技術開発」の統合による記載内容の移管、1. 研究開発の目的・目標・内容(1)(2)において内容の追加、1. 研究開発の目的・目標・内容(3) 研究開発の内容及び2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制において名称変更と項目の追加、3. 研究開発の実施期間において期間変更及び追加、4. 評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、5(1)④知財マネジメントに係る運用⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加、研究開発項目④3)4)において中間評価結果反映のため最終目標を追記。研究開発項目⑧⑨の追加、研究開発項目⑩の移管。

(13) 2020年3月

5. その他重要事項(4) 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、(5)その他において追記。

(14) 2020年7月

2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制 研究開発項目②2) ④3)、4)、8) ⑧、⑨のPMと研究開発項目④8)の名称を変更。別紙 研究開発項目④8) 1. 研究開発の必要性、2. 具体的研究内容、3. 達成目標の記載から噴流床ガス化技術に係る記載を追加 別紙 研究開発項目⑤ 2. 具体的研究内容の記載から噴流床ガス化技術(ポリジェネレーション)に係る記載を削除。研究開発スケジュール表の修正。その他誤記修正。

(15) 2020年9月

2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制 研究開発項目①、④6)、⑧のPMを変更、④4)のPLを変更、⑧と⑨のPLに関する記載を削除。

(16) 2020年10月

2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制 研究開発項目①、⑧のPMを変更。

(17) 2021年1月

1. 研究開発の目的・目標・内容(1)(2)において内容の追加、1. 研究開発の目的・目標・内容(3) 研究開発の内容及び2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制において項目の追加、3. 研究開発の実施期間において期間変更、4. 評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、5(1)④知財マネジメントに係る運用⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加、研究開発項目①2)の内容拡充、研究開発項目①4)5)、⑨4)の追加。研究開発項目⑩の追加。

(18) 2021年5月、2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発実施体制 研究開発項目④3)、4)、6)、7)及び8)、研究開発項目⑦、研究開発項目⑩のPMの変更。

(19) 2021年6月

1. 研究開発の目的・目標・内容(3) 研究開発項目⑨3)における項目名の変更。別紙 研究開発項目⑨3)の項目名の変更及び内容の拡充。

(20) 2021年7月

5. その他の重要事項(1) 委託事業成果の取扱い④知財マネジメントに係る運用及び⑤データマネジメントに係る運用における対象研究開発項目の変更。

(21) 2022年3月

1. 研究開発の目的・目標・内容(1)(2)において内容の追加、1. 研究開発の目的・目

- 標・内容（3）研究開発の内容及び2．研究開発の実施方式（1）研究開発の実施体制において項目の追加、3．研究開発の実施期間において期間変更及び記載の追加、4．評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、5（1）④知財マネジメントに係る運用、⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加。別紙において、研究開発項目⑦、研究開発項目⑧、研究開発項目⑨、研究開発項目⑩において期間変更及び研究開発項目⑫、研究開発項目⑬の追加。
- （22）2022年8月
2．研究開発の実施方式（1）研究開発の実施体制における部署名の変更。別紙研究開発項目⑥2．の組織名の修正。
- （23）2022年11月
2．研究開発の実施方式（1）研究開発の実施体制における研究開発項目①、⑧、⑨、⑩、⑪、⑬のPMの変更、研究開発項目①のPLの変更。
- （24）2023年1月
1．研究開発の目的・目標・内容（2）②において内容の見直し、（3）において項目の追加及び助成フェーズの追加、4．評価に関する事項において評価時期の変更、5（1）④知財マネジメントに係る運用及び⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加。別紙において、研究開発項目①の追加、研究開発項目④6）及び⑬において期間変更、研究開発項目⑥において文言修正、研究開発項目⑫において助成フェーズの追加。
- （25）2023年11月
2．研究開発の実施方式（1）研究開発の実施体制における研究開発項目①、④8）、⑫のPMgrの変更。4．評価に関する事項において評価時期の修正。研究開発項目⑥の期間の修正。
- （26）2023年12月
1．研究開発の目的・目標・内容（1）①において内容の見直し。4．評価に関する事項において研究開発項目①、⑫の評価時期の修正、研究開発項目⑩を事業評価からプロジェクト評価に変更。研究開発項目⑫、⑬2）の期間の修正。
- （27）2024年3月
研究開発項目④6）の期間の修正。
- （28）2024年7月
組織改編に伴う部署名の変更。
- （29）2024年12月
1．研究開発の目的・目標・内容（3）研究開発の内容において研究開発項目①に7）を追記。研究開発項目⑩、⑫、⑬のPMgrを変更。3．研究開発の実施期間を見直し。4．評価に関する事項において研究開発項目①、④8）、⑧、⑨1）3）、⑫の評価時期を修正。別紙において、研究開発項目①に7）の内容を追加。研究開発項目④8）においてフェーズ2の内容を追加。研究開発項目⑨2）の内容を追加。別紙において、研究開発項目④8）、研究開発項目⑧、研究開発項目⑨1）2）3）、研究開発項目⑫において期間変更及び研究開発項目①7）の追加。

(別紙1) 研究開発計画

<中略>

研究開発項目⑪「アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」 [委託・助成事業]

[実施期間] 2021年度～2024年度

1. 研究開発の必要性

2018年7月「第5次エネルギー基本計画」では、石炭は、経済性、供給安定性に優れた重要なエネルギー資源であり、重要なベースロード電源と位置付けられている。また、既存のインフラを有効利用した脱炭素化のための技術開発として、アンモニアを燃料として直接利用する技術開発が挙げられている。また、2021年10月「第6次エネルギー基本計画」では、アンモニアを燃料とした発電は燃焼時にCO₂を排出せず、カーボンニュートラル実現に向けた電源の脱炭素化を進める上で有力な選択肢の一つと位置付けられている。

2020年3月に策定された「新国際資源戦略」では、CO₂排出削減に向け、液体アンモニアの混焼を含めて着実に技術開発等を進めることが必要とされている。

CO₂フリーアンモニアは、水素を輸送・貯蔵できるエネルギーキャリアとして、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時にはCO₂を排出しない燃料として、温室効果ガスの排出量削減に大きな利点がある。

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用は、2030年以降、中長期的に火力発電から排出されるCO₂を一層削減し、アンモニアをはじめとする水素エネルギーの社会実装に繋がる技術開発である。

2. 具体的研究内容

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術を実証すべく、設備費、運転費並びにアンモニアの製造・輸送コストを考慮した経済性検討、実証試験に必要な技術検討などを実施する。

1) 要素研究 [委託事業]

2) 実証研究 [助成事業 (1/2助成)]

※1)の実施者を公募した後の、1)から2)への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査(ステージゲート審査)を経て決定する。

3. 達成目標

[中間目標 (2023年)]

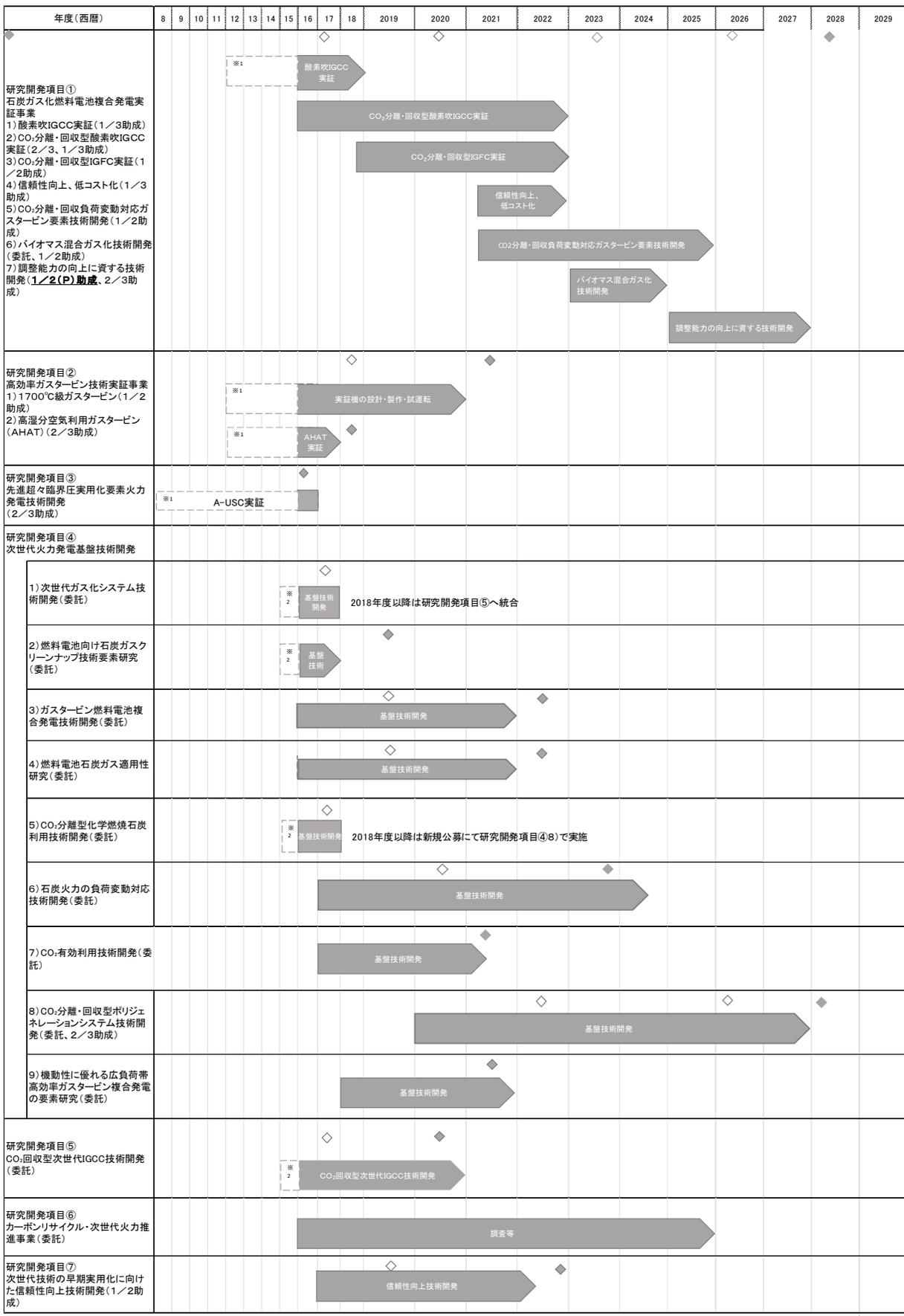
火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術の見通しを得る。

[最終目標 (2024年度)]

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術を確立する。

(別紙2) 研究開発スケジュール

◇中間評価、◆終了時評価



年度(西暦)	1982	~	14	15	16	17	18	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
研究開発項目⑧ CO ₂ 有効利用拠点における技術開発(委託・助成)											◇				◇		◆	
研究開発項目⑨ CO ₂ 排出削減・有効利用実用化技術開発(委託・助成)																		
1) 化学品へのCO ₂ 利用技術開発(委託・助成)											◇							
2) 液体燃料へのCO ₂ 利用技術開発(委託・助成)											◇			◇		◇		
3) コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO ₂ 利用技術開発(委託・助成)											◇				◇			
4) 気体燃料へのCO ₂ 利用技術開発(委託・助成)												◇					◆	
研究開発項目⑩ 石炭利用環境対策事業(委託・助成)								◇			◇						◆	
1) 石炭利用環境対策推進事業(委託)																		
2) 石炭利用技術開発(2/3補助)																		
研究開発項目⑪ アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業(委託・補助)																		◆
研究開発項目⑫ CO ₂ 分離回収技術の研究開発(※3)									◇		◇				◇			
1) 先進的CO ₂ 分離回収技術実用化研究開発																		
2) 先進的CO ₂ 分離回収技術の石炭燃焼排ガス適用性研究																		
3) CO ₂ 分離回収技術実用化研究開発																		
4) CO ₂ 分離回収システム実用化研究開発																		
研究開発項目⑬ 火力発電変動対応技術開発・実証事業																		◆
1) 機動性に優れた広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究																		
2) 石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究																		

※1 経済産業省にて実施

※2 NEDOゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施

※3 2021年度までは「CCUS研究開発・実証関連事業」において実施

●各種委員会開催リスト

採択審査委員会		
件名	内容	実施日
「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」 採択審査委員会	提案事業者によるプレゼンテーション及び質疑応答	2021年4月13日

技術委員会		
件名	内容	実施日
「アンモニア混焼火力発電技術開発・実証事業」第1回技術検討委員会	開発チーム進捗報告	2022年12月15日

●特許論文等リスト

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内・国外・PCT	出願日	状態	名称
1	株式会社 IHI	特願 2024-088310	国内	2024/5/30	出願	アンモニアを使用する設備

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	高橋賢司、 河村剛、比 企健郎	株式会社 JERA	2050年ゼロエミッションに 向けた挑戦	火原協中部大会 10 月特集号	無	2024/10
2	野村弘	株式会社 IHI	カーボンニュートラルを目指 した火力発電へのアンモニア 燃料利用への取り組み	(一社)日本ボイラ協 会機関誌「ボイラ研 究」	無	2023/2
3	山田敏彦、 花岡亮	株式会社 IHI	石炭火力におけるアンモニア 混焼技術開発の状況	(株)シーエムシー出 版、『クリーン水 素・アンモニア利活 用最前線』	無	2024/11
4	花岡亮、石 井大樹他	株式会社 IHI	アンモニア燃焼技術開発の最 新状況と今後の動向	「エネルギーと動 力」第304号(2025 年春季号)	無	2025/3
5	株式会社 IHI	株式会社 IHI	Successful Demonstration Test of Ammonia Firing Conducted at Commercial Power Station	IHI ENGINEERING REVIEW Vol. 58 No. 1	無	2025/4
6	Yinan Yang , Tsukasa Hori , Shinya Sawada , Fumiteru Akamatsu	大阪大学	Numerical investigation on the effects of air-staged strategy and ammonia co- firing ratios on NO emission characteristics using the Conjugate heat transfer method	Fuel	有	2024/3
7	Sujeet Yadav	国立大学法 人九州大学	Multi-stream FPV-LES modeling of ammonia/coal co-firing on a semi- industrial scale complex burner with pre-heated secondary, tertiary, and staged combustion air	Combustion and Flame	有	2024/12
8	友澤健一、 服部成真	中外炉工業 株式会社	工業炉における脱炭素燃焼技 術の開発動向	工業加熱	無	2022/11
9	服部成真	中外炉工業 株式会社	工業炉の省エネ化・脱炭素化 技術開発の紹介	表面技術	無	2022/12
10	服部成真	中外炉工業 株式会社	工業炉の脱炭素化に向けたア ンモニア燃焼技術開発の紹介	ペトロテック	無	2022/8
11	服部成真	中外炉工業 株式会社	工業炉の脱炭素化に向けた水 素・アンモニア燃焼技術開発	日本マリンエンジニ アリング学会誌 第	無	2023/9

			の工業炉業界が取り組むべき課題と方向性	58巻 第5号 (2023)		
12	Sujeet Yadav	国立大学法人九州大学	Large eddy simulation of coal-ammonia flames with varied ammonia injection locations using a flamelet-based approach	Energy	有	2023/6
13	Sujeet Yadav	国立大学法人九州大学	Evaluation of coal ammonia flames using a non-adiabatic three mixture fraction flamelet progress variable approach	Energy	有	2023/12

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	小野田聡	株式会社 JERA	JERA' s Challenge for the Future of Ammonia Business	アンモニア国際会議	2021/10
2	小野田聡	株式会社 JERA	JERA' s Challenge for the Future of Hydrogen Business	水素閣僚会議	2021/10
3	高橋賢司	株式会社 JERA	The challenge of achieving "JERA Zero CO2 Emissions 2050"	Innovation for Cool Earth Forum (ICEF) 8th Annual Meeting	2021/10
4	高橋賢司	株式会社 JERA	2050年におけるゼロエミッションへの挑戦について	火力原子力発電技術協会 関東支部	2021/11
5	高橋賢司	株式会社 JERA	「JERA ゼロエミッション2050」への挑戦について	INCHEM TOKYO 2021	2021/11
6	一柳真規	株式会社 JERA	Ammonia Demonstration Project at Hekinan Thermal Power Plant	CFAA 国際シンポジウム	2021/11
7	高橋賢司	株式会社 JERA	2050年におけるゼロエミッションへの挑戦	日台政策交流会	2021/9
8	株式会社 JERA : 梅山智貴 株式会社 IHI : 辻前良輔、花岡亮	株式会社 JERA・株式会社 IHI	100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%発電の実証事業について	CFAA セミナー	2023/11
9	熊澤稔雄	株式会社 JERA	エネルギーセキュリティとゼロエミッション火力への挑戦	第7回 ゼロエミッション火力発電 EXPO	2023/3
10	一柳真規	株式会社 JERA	JERA の脱炭素に向けた取り組みについて	環境省 火力発電技術に係る講演会	2024/1
11	一柳真規	株式会社 JERA	Ammonia Power Generation Demonstration Test at Hekinan Thermal Power Plant	CFAA 国際シンポジウム	2024/2
12	一柳真規	株式会社 JERA	Ammonia Power Generation Demonstration Test at Hekinan Thermal Power Plant	SIGTTO 春季理事会	2024/5

13	水谷亮介	株式会社 JERA	碧南火力発電所4号機 アンモニア 20% 転換実証試験の概要	火原協中部大会	2024/10
14	高橋賢 司、河村 剛、比企 健郎	株式会社 JERA	ゼロエミッション火力の実現と脱炭素 化に向けた取り組み	火力原子力発電の カーボンニュート ラルの実現	2024/2
15	渡部哲也	株式会社 JERA	脱炭素社会実現に向けた JERA の挑戦	ゼロエミッション 火力発電 EXPO	2024/2
16	大滝雅人	株式会社 JERA	Realizing Ammonia fuel substitution and the building of the LCF value chain	Argus Clean Ammo nia Asia Confere nce	2024/5
17	久玉敏郎	JERA Asia	Ammonia and Hydrogen for Decarbonis ation	Sustainable Ener gy Technology As ia 2024	2024/8
18	中井浩之	株式会社 JERA	JERA ゼロエミッション 2050 に向けた取 り組み	ゼロエミッション 火力発電 EXPO	2025/2
19	梅山智貴	株式会社 JERA	JERA 's Decarbonization Initiatives ~Ammonia Power Generation Demonstr ation Test Result at Hekinan Thermo l Power Plant~	Workshop on Carb on Management (I CSC)	2025/3
20	奥田久栄 (代表取 締役社 長 CEO 兼 COO)	株式会社 JERA	脱炭素社会実現に向けた JERA の取り組 み	NIKKEI 脱炭素プ ロジェクトシンポ ジウム	2025/3
21	一柳真規	株式会社 JERA	JERA 's Decarbonization Initiatives ~Exploring Results from the Ammonia Power Generation Demonstration at Hekinan~	AMMONIA ENERGY APAC 2025	2025/6
22	野村弘	株式会社 IHI	CO2 フリー火力発電へ向けてのアンモニ ア混焼発電への取り組みについて	火原協九州支部に おける火原協講演 会	2021/10
23	平山功一	株式会社 IHI	IHI のアンモニア燃料利用技術について	2021 年度第 3 回 特殊材料溶接 研究委員会 本委 員会	2021/11
24	難波裕二	株式会社 IHI	IHI ' s Technology of Ammonia Co- Fi ring	中南米対象水素サ プライチェーン ワークショップ	2021/12
25	大熊喜朋	株式会社 IHI	IHI ' s Challenge to Achieve Carbon Neutral ity	The 13th VGB- TENPES Workshop	2021/9
26	平山功一	株式会社 IHI	IHI ' s Activity for Ammonia Co- firing and Supply Chain	JICA 途上国行政 官向けオンライン 研修	2022/1
27	大久保沙 耶	株式会社 IHI	火力発電設備におけるカーボンニュ ートラル実現への取り組み	火原協四国支部 調査研究発表会	2022/1
28	奥村知洋	株式会社 IHI	ボイラの機能改善	令和 4 年度下 期 火原協大学講 座	2022/10

29	中澤亮	株式会社 IHI	燃料アンモニアの社会実装に向けて	令和4年度火力原子力発電大会（広島大会）	2022/10
30	杉田俊哉	株式会社 IHI	発電用ボイラへのアンモニア・バイオマス混焼技術	TIC主催 発電用ボイラに関するセミナー	2022/10
31	尹スミン	株式会社 IHI	Technologies for Fuel Ammonia Value Chain	2022年度 NEDO 脱炭素化技術普及促進事業 インド技術交流・インド電力関係者招聘（オンライン）インド招聘技術交流	2022/11
32	野村弘	株式会社 IHI	カーボンニュートラルを目指した火力発電へのアンモニア燃料利用への取り組み	2022年度（第60回）全日本ボイラー大会	2022/11
33	小澤幸久	株式会社 IHI	カーボンニュートラル達成に向けた技術の実現	日本機械学会 第32回セミナー&サロン	2022/11
34	小西邦人	株式会社 IHI	脱CO ₂ ・循環型社会の実現にむけたIHIの取組紹介	火原協関東支部における火原協講演会	2022/11
35	藤森俊郎	株式会社 IHI	CN化に向けたアンモニア燃料によるコージェネレーション技術開発	一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター主催 エネルギー高度利用セミナー	2022/11
36	武田孝治	株式会社 IHI	カーボンニュートラル社会の実現に向けた取組み	ゼロエミッション火力 EXPO	2022/3
37	小澤幸久	株式会社 IHI	IHI's Solution to Achieve Carbon Neutrality	2022年度第31回 クリーン・コール・デー国際会議	2022/9
38	奈良泰斗	株式会社 IHI	IHI's Activities for Ammonia Co-Firing and Ammonia Supply Chain	Latin America-Japan Workshop on Hydrogen 2022	2022/9
39	尹スミン	株式会社 IHI	Technologies for Fuel Ammonia Value Chain	Enlit Asia2022	2022/9
40	中村勇樹	株式会社 IHI	石炭火力発電のアンモニア燃焼技術について	火力原子力発電技術協会第2回水質管理技術検討分科会	2022/9
41	中澤亮	株式会社 IHI	燃料アンモニアの社会実装に向けて	2022年度 火力原子力発電技術協会中部支部研究発表会	2023/1
42	中山大地	株式会社 IHI	Future vision of Ammonia supply chain	2023年度 北九州国際技術協力協会 研修会	2023/10
43	市原美樹	株式会社 IHI	Technologies for Fuel Ammonia Value Chain	Enlit Asia 2023	2023/11

44	イトゲル ウゲームル	株式会社 IHI	IHI's Solutions for Carbon Neutrality	2023年度 JICA 課題別研修	2023/12
45	尹スミン	株式会社 IHI	Technologies for Fuel Ammonia Value Chain	インド技術交流 CEA-JCOAL ワークショップ	2023/12
46	平山功一	株式会社 IHI	火力発電へのアンモニア燃料利用	2023年度 火力原子力発電技術協会 中部支部講演会	2023/12
47	小牧晃洋	株式会社 IHI	Future vision of Ammonia supply chain	2022年度 北九州国際技術協力協会 研修会	2023/2
48	尹スミン	株式会社 IHI	IHI's Activities for Ammonia Co-Firing and Ammonia Supply Chain	日印経済合同委員会	2023/2
49	尹スミン	株式会社 IHI	Technologies for Fuel Ammonia Value Chain	JCOAL インドネシア技術交流	2023/2
50	花谷篤宏	株式会社 IHI	IHI's Technology in Ammonia Cofiring	PLN Batam 水素セミナー	2023/3
51	武田孝治	株式会社 IHI	国内外へのアンモニア混焼技術の展開	ゼロエミ火力 EXPO	2023/3
52	須田俊之	株式会社 IHI	燃料アンモニアの利用による石炭火力・ガスタービンのゼロエミッション化	化学工学会	2023/3
53	難波裕二	株式会社 IHI	Introduction of Ammonia Supply Chain and R&D Trends	2023 Kospo-Hydrogen Technology Seminar	2023/9
54	難波裕二	株式会社 IHI	Technologies for Fuel Ammonia Value Chain	Vibrant Gujarat Global Trade Show 2024	2024/1
55	藤森俊郎	株式会社 IHI	アンモニアバリューチェーン構築の取り組みと発電技術開発の現状	公益社団法人 日本ガスタービン学会 第52回ガスタービンセミナー	2024/1
56	大熊喜朋	株式会社 IHI	Ammonia - fuel of the future - large-scale application at the 1,000 MW Hekinan coal-fired unit	Dresden 大学主催の火力関連の International Conference	2024/10
57	小崎貴弘	株式会社 IHI	Development Status and Challenges of 100% Ammonia Combustion Technology (Boilers, Gas Turbines)	CFAA 第五回国際シンポジウム	2024/2
58	藤森俊郎	株式会社 IHI	炭素資源の有効活用と脱炭素化の夢に向かって	第28回動力・エネルギー技術シンポジウム	2024/6
59	株式会社 IHI	株式会社 IHI	燃料アンモニア燃焼バーナー・ボイラの商用機実証	IHI 技報 2024年6月号	2024/6
60	尾崎直樹	株式会社 IHI	碧南アンモニア 20%混焼実証の試験設備と試験内容の紹介	第28回動力・エネルギー技術シンポジウム	2024/6
61	高野伸一	株式会社 IHI	IHI's Solution to Achieve Carbon Neutrality	第33回クリーン・コール・デー 国際会議(2024)	2024/9

62	小崎貴弘	株式会社 IHI	アンモニア 20%燃焼技術の商用機実証結果	日本機械学会 2024 年度年次大会	2024/9
63	山田敏彦	株式会社 IHI	カーボンニュートラル社会実現に向けた取り組み	野村證券主催 次世代エネルギーカンファレンス	2024/9
64	岡田卓哉	株式会社 IHI	アンモニア燃焼技術の開発	日本化学会 CSJ 化学フェスタ 2025	2025/10
65	花岡亮	株式会社 IHI	Results of 20% Ammonia Firing Demonstration Test at Hekinan Thermal Power Plant Unit 4	欧州 Clean Hydrogen Partnership (CHP) - NEDO 合同ワークショップ	2025/3
66	花岡亮	株式会社 IHI	アンモニア燃焼技術の最新の適用状況と今後の動向	JPI セミナー	2025/3
67	株式会社 IHI	株式会社 IHI	グリーン水素、アンモニアに関する国際シンポジウム	沼津高専グリーンアンモニア研究センター	2025/4
68	野村弘	株式会社 IHI	Development status of ammonia combustion technology for thermal power generation facilities	IERE-TPC Taipei Net-Zero Workshop	2025/5
69	久保田伸彦	株式会社 IHI	Creating clean ammonia society	Argus Clean Ammonia Asia Conference 2025 Platinum sponsor presentation	2025/6
70	中澤亮	株式会社 IHI	碧南火力発電所でのアンモニア 20%燃焼実証試験の結果総括	日本機械学会「第29回動力・エネルギー技術シンポジウム」	2025/6
71	田口貴哉	株式会社 IHI	火力発電におけるカーボンニュートラル化に向けての燃焼技術の現状と今後の動向	動力エネルギー技術セミナー2025	2025/8
72	野口 嘉一	電源開発 株式会社	水素・アンモニア発電技術の現況	公益財団法人 原総合知的通信システム基金主催特別セミナー「水素・燃料アンモニアの導入に係る最新の政策と動向」	2022
73	外村 健次郎	電源開発 株式会社	J-POWER Group's Strategy to Achieve a Carbon-Neutral	2022 年度 第4回 東南アジア・リージョナル HELE セミナー	2023
74	丹野 賢二	一般財団法人電力中央研究所	760kW 燃焼試験炉におけるアンモニア専焼の数値解析	第60回 燃焼シンポジウム	2022
75	S. Yadav, P. Yu, 渡邊裕章	国立大学法人九州大学	Influence of the third stream to a three-feed non-premixed combustion system	The 13th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing (2022.8.7-10)	2022

76	丹野 賢二	一般財団法人電力中央研究所	旋回バーナによるアンモニア燃焼の実験および数値シミュレーション	第 61 回 燃焼シンポジウム	2023
77	丹野 賢二	一般財団法人電力中央研究所	Numerical Simulation of Ammonia Combustion in a 760kW Combustion Furnace	14th Asia-Pacific Conference on Combustion	2023
78	丹野 賢二	一般財団法人電力中央研究所	760kW 燃焼試験炉におけるアンモニア燃焼場の実験的計測および数値解析	2023 年度火力原子力発電大会	2023
79	泰中 一樹	一般財団法人電力中央研究所	アンモニア専焼バーナを用いた微粉炭ボイラにおける微粉炭-アンモニア混焼技術の開発	2024 年度火力原子力発電大会	2024
80	Sujeet Yadav	国立大学法人九州大学	Multi-stream FPV-LES modeling of ammonia/coal co-firing on a semi-industrial scale complex burner with pre-heated secondary, tertiary, and staged combustion air	CI' s 40th International Symposium	2024
81	河本祐作	中外炉工業株式会社	工業炉における脱炭素燃焼技術と今後の展開	東京ガス株式会社主催 産エネ商材勉強会	2021
82	河本祐作	中外炉工業株式会社	工業炉における脱炭素燃焼技術と今後の展開	炭素協会ニューカーボン部会主催 企業講演会	2021
83	友澤健一	中外炉工業株式会社	工業炉の脱炭素化への取り組みについて	INCHEM TOKYO 2021 特別講演会	2021
84	服部成真	中外炉工業株式会社	工業炉における脱炭素燃焼技術	神戸水素クラスター勉強会 令和三年第一回講演会	2021
85	河本祐作	中外炉工業株式会社	工業炉における水素・アンモニア燃焼技術	株式会社情報機構主催 セミナー講演	2022
86	仲井和成	中外炉工業株式会社	当社における NEDO 研究開発事業を通じた脱炭素・省エネルギー技術への取り組みについて	中外炉サーモテックニュース	2022
87	河本祐作	中外炉工業株式会社	2050 年 CN 達成に向けて工業炉業界が取り組むべき課題と方向性	(一社) 日本鉄鋼協会	2022
88	河本祐作	中外炉工業株式会社	工業炉における水素・アンモニア燃焼技術	あいち産業科学技術総合センター主催 講習会	2022
89	河本祐作	中外炉工業株式会社	カーボンニュートラルに向けて工業炉業界が取り組むべき課題と方向性	あいちゼロカーボン推進協議会	2022
90	服部成真	中外炉工業株式会社	工業炉におけるアンモニア燃焼技術について	サーモテック 2022	2022

91	河本祐作	中外炉工業株式会社	工業炉における脱炭素化の現況と水素・アンモニアの燃焼技術による今後の展望	JPI（日本計画研究所）	2022
92	田口脩平	中外炉工業株式会社	工業炉における水素燃焼技術	株式会社技術情報センター主催 セミナー講演	2022
93	仲井和成	中外炉工業株式会社	Combustion Technology for Hydrogen and Ammonia	日 ASEAN 鉄鋼イニシアチブ主催 AJSI ウェビナー	2023
94	Yinan Yang, Tsukasa Hori, Shinya Sawada, Fumiteru Akamatsu	大阪大学	Numerical Analysis of NO Emission Characteristics in a 10-kW Lab-scale Combustion Furnace with Ammonia Co-Firing	第 61 回燃焼シンポジウム	2023
95	河本祐作	中外炉工業株式会社	2050年CN達成に向けて工業炉業界が取り組むべき課題と方向性	（一社）日本鉄鋼協会	2023
96	河本祐作	中外炉工業株式会社	2050年CN達成に向けて工業炉業界が取り組むべき課題と方向性	JPI（日本計画研究所）	2023
97	服部成真	中外炉工業株式会社	工業炉の脱炭素化に向けた水素・アンモニア燃焼技術の開発動向	第 57 回 日本芳香族工業会大会	2023
98	仲井和成	中外炉工業株式会社	2050年カーボンニュートラル達成に向けた工業炉業界が取り組み	あいち新エネルギーフォーラム	2023
99	田口脩平	中外炉工業株式会社	工業炉における水素燃焼技術	独立行政法人 日本学術振興会 R055 カーボンニュートラルのための先進セラミックス	2023
100	服部成真	中外炉工業株式会社	工業炉における脱炭素燃焼技術の開発動向	日本工業炉協会 いい炉の日記念講演	2023
101	服部成真	中外炉工業株式会社	工業炉の脱炭素化に向けた水素・アンモニア燃焼技術の開発動向	無機マテリアル学会 第 32 回講習会	2023
102	尾松大輔	中外炉工業株式会社	アンモニア利用に向けた工業炉業界の取り組み	技術情報セミナー・燃料アンモニアに関する事業と技術開発動向	2023
103	大倉莉奈	中外炉工業株式会社	石炭火力発電用アンモニアバーナの研究開発	日本工業炉協会 いい炉の日記念講演	2024
104	河本祐作	中外炉工業株式会社	工業炉の脱炭素に向けたアンモニア燃焼技術について	堀場製作所セミナー	2024
105	河本祐作	中外炉工業株式会社	工業炉の脱炭素化に向けた水素・アンモニア燃焼技術開発動向、社会実装に向けた課題と今後の展開	JPI（日本計画研究所）	2024

106	仲井和成	中外炉工業株式会社	工業炉に於けるカーボンニュートラル化への取り組みについて	日本アルミニウム協会 省エネルギー委員会講演会	2024
107	泰中一樹	一般財団法人電力中央研究所	アンモニアバーナを用いた微粉炭アンモニア混焼方式の燃焼特定 - 2.4MW 級微粉炭マルチバーナ炉での実験的研究 -	第 62 回燃焼シンポジウム	2024
108	丹野賢二	一般財団法人電力中央研究所	760kW 燃焼試験炉におけるアンモニア燃焼の実験および数値シミュレーション	日本機械学会 第 102 回流体工学部門講演会	2024
109	小野恭子	国立研究開発法人産業技術総合研究所	燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討	Safety & Sustainability 産業技術総合研究所安全科学研究部門 ニュースレター	2021
110	小島直也、小野恭子、加藤悦子、吉田愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	燃料アンモニアの事故流出確率の推計に向けたシナリオ作成	日本リスク学会第 36 回年次大会	2023
111	小島直也、小野恭子、加藤悦子、吉田愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	燃料アンモニア利用機器における漏洩確率の推計	産業技術総合研究所安全科学研究部門 研究成果紹介	2023

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	株式会社 IHI	Ammonia: the future fuel with sustainable potential	総合科学雑誌 Nature (2025 年 3 月 20 日号)	2025/3
2	株式会社 IHI	カーボンニュートラル・サーキュラーエコノミーに資する技術紹介	石油学会誌ペトロテック	2025/10
3	国立大学法人九州大学	多次元 flamelet モデリングとゼロエミッションシステムの燃焼数値シミュレーションへの適用	日本燃料学会誌	2022/8
4	中外炉工業株式会社	アンモニア混焼 66%挑戦	日経産業新聞	2021/6
5	中外炉工業株式会社	環境に配慮した工業炉製造	鉄鋼新聞	2021/6
6	中外炉工業株式会社	アンモニア混焼火力で脱炭素提供	日刊工業新聞	2021/7
7	一般財団法人電力中央研究所	石炭火力発電におけるアンモニア利用拡大に向けた混焼技術を開発	電気新聞	2024/10
8	中外炉工業株式会社	石炭火力発電用アンモニアバーナの研究開発	工業加熱(雑誌)	2024/9

(c)受賞実績

番号	受賞者	所属	受賞タイトル	主催者	受賞年月
1	花岡亮、小崎貴弘、石井大樹、前田春樹	株式会社 IHI	1000MW 級石炭焚火力でのアンモニア 20%燃焼技術の確立	2024 年度日本燃焼学会技術賞	2024/11
2	花岡亮（株式会社 IHI）、中澤亮（株式会社 IHI）、石井大樹（株式会社 IHI）、水谷亮介（株式会社 JERA）、大島弘義（株式会社 JERA）	株式会社 JERA・株式会社 IHI	ゼロエミ火力に向けた大型石炭火力でのアンモニア 20%転換	日本機械学会賞（技術）	2025/3
3	花岡亮 他 22 名	株式会社 IHI	第 17 回エンジニアリング奨励特別賞	一般財団法人エンジニアリング協会	2025/6

2. 分科会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／ ⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」 (終了時評価)

2021年度～2024年度 4年間

プロジェクトの説明 (公開版)

2025年11月13日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

サーキュラーエコノミー部

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／ ⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業

【PMgr】環境部／サーキュラーエコノミー部
主査：園山 希 (2021年4月～2022年3月)
主査：櫻井 靖紘(2022年4月～2024年6月)
主査：河原 勇人(2024年7月～2025年6月)

事業の概要

- 第5次エネルギー基本計画(2018年7月)では、石炭は経済性・供給安定性に優れた重要なエネルギー資源であり重要なベースロード電源との位置付け。また、既存インフラを有効利用した脱炭素化の技術開発として、アンモニアを燃料として直接利用する技術開発をあげている。
(※第6次、第7次エネルギー基本計画においてもアンモニア燃料利用の方針は継続)
 - CO₂フリーアンモニアは、水素を輸送・貯蔵できるエネルギーキャリアとして、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時にはCO₂を排出しない燃料として、温室効果ガスの排出量削減に大きな利点がある。
 - 火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用は、2030年以降、中長期的に火力発電から排出されるCO₂を一層削減し、アンモニアをはじめとする水素エネルギーの社会実装に繋がる技術開発である。
- ①実証研究／100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究
・100万kW級商用石炭火力(碧南火力)において、アンモニア20%混焼の実証運転を行う。
- ②要素研究／火力発電所でのCO₂フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発
・既設石炭ボイラでのCO₂フリー燃料アンモニアの初期導入を効率的に行うため、アンモニアの利用側と供給側を一体的に検討する。

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	①2024年度までに商用石炭火力でのアンモニア20%混焼技術の確立。 ②2023年度までに火力発電における既存ボイラへの適用可能性拡大・効率的な初期導入方策の確立。
アウトカム目標	2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン(CO ₂ 排出削減約6000万トン/年に相当)の達成及び2050年カーボンニュートラル達成に貢献する。
出口戦略(実用化見込み)	本事業で開発した技術・ノウハウ等を基に、2020年後半に商用石炭火力でのアンモニア20%混焼の事業化を実現し、燃料アンモニアの石炭火力での導入拡大を目指す。 ・国際標準化活動予定：無 ・委託者提供データ：無
グローバルポジション	プロジェクト開始時：LD (Leading) →プロジェクト終了時：LD (Leading) 既存研究実績を踏まえ、PJ開始時はLDとした。PJ開始後、韓国・中国でもアンモニア混焼への取組みは始まりつつあるものの、世界初の100万kW級商用石炭火力での20%混焼実証試験を実現させることにより、PJ終了時にはLDになる。

関連する技術戦略：エネルギー基本計画、2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

プロジェクト類型：標準的研究開発

既存事業との関係

- 内閣府SIP「石炭火力発電における微粉炭/アンモニア混合燃焼技術の開発と社会実証に向けた課題の抽出」(2014～2018年度)において、アンモニア20%混焼の基礎技術の確立と、石炭焚きボイラやアンモニア貯蔵設備を対象としたFSなどを行ってきた。
- NEDO委託「アンモニア混焼火力発電技術の先導研究/微粉炭焚きボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発」(2019～2020年度)において、バーナの開発とともに、技術的にはアンモニア20%混焼が商用機を用いた実証試験は可能などの検討を行ってきた。

事業計画

期間：2021年度～2024年度(4年間)
総事業費(NEDO負担額)：108.2億円(①助成1/2：100億円、②委託：8.2億円)

<研究開発スケジュール・評価時期・予算規模>

年度	2021	2022	2023	2024	2025
研究開発① (アンモニア20%混焼)	アンモニア混焼バーナ材料選定試験				
	ボイラ改造工事、実証運転試験				計 100.0
	3.8	29.7	50.6	16.0	
研究開発② (CO ₂ フリーアンモニア)	アンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発				
	火力発電所への初期導入に向けた調査検討				計 8.2
	2.5	3.9	1.7		
評価時期					終了時評価
予算(億円) NEDO負担額	6.3	33.6	52.3	16.0	108.2

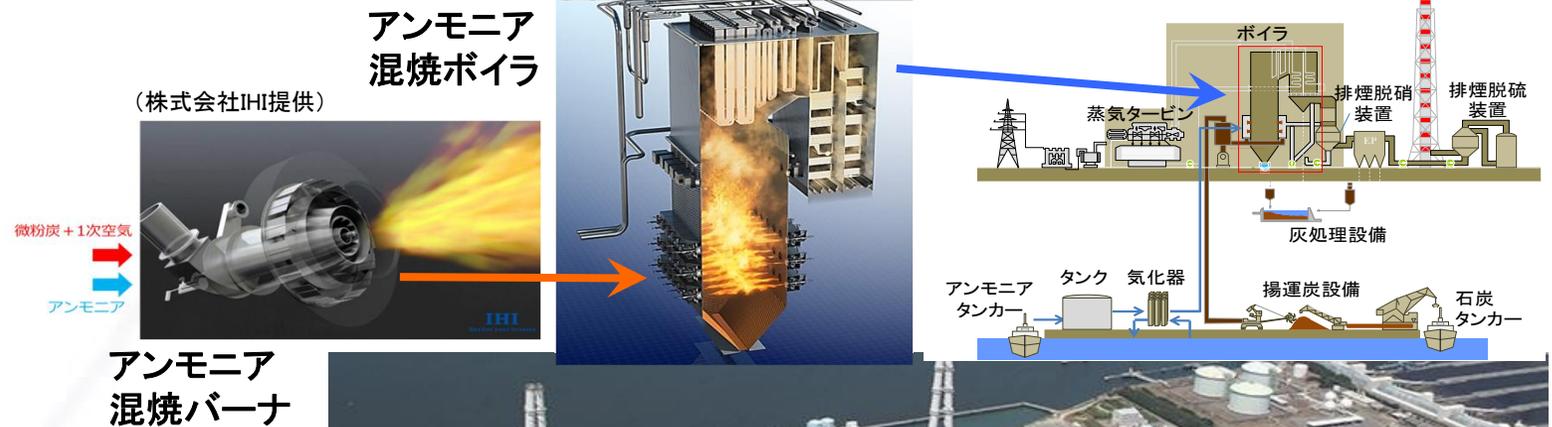
- 100万kW級商用石炭火力（JERA碧南火力）において、アンモニア20%混焼の実証運転を行なう。
 - ・ 実証運転前に、微粉炭バーナを構成するアンモニアノズルの材料選定のため、部分的にアンモニア混焼バーナに改造し、試験運転にて窒化特性を把握する。
 - ・ 上記結果をもとにアンモニアノズルの材料選定を行ない、本ノズルを採用したアンモニア20%混焼バーナを全バーナ換装し、燃烧・収熱特性を把握するための実証運転を行う。
- 最終的にアンモニア20%混焼技術の確立・商用運転の実施可否を判断する。

<実施期間> 2021年7月～2025年3月

<事業総額> 200億円

(助成1/2 ; NEDO負担額 : 100億円)

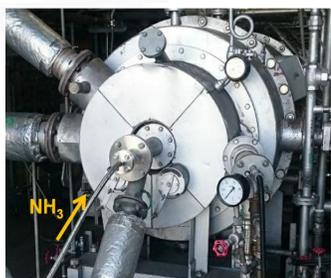
【助成先】 JERA、IHI



- 既設石炭火力発電所燃料でのアンモニア利用拡大に向けた研究開発
 - ・ 工業炉向けに開発された小規模アンモニアバーナの大容量化を図り、既設石炭ボイラでの燃料アンモニア燃焼に向けた技術開発を行う。
- CO₂フリー燃料アンモニア火力発電所への初期導入に向けた調査検討
 - ・ 燃料アンモニアの調達・輸送・受払・貯蔵・運用に関する検討、燃料アンモニアの利用評価、既設火力発電所適用に向けた予備検討を行う。

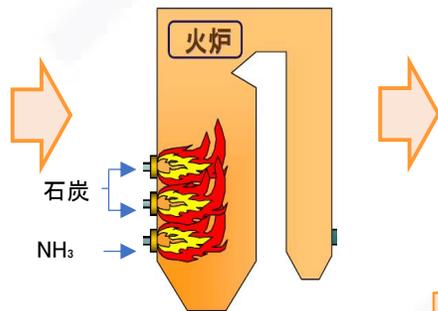
① 既設石炭火力発電所でのアンモニア利用拡大に向けた研究開発

燃料アンモニア利用に向けた研究開発

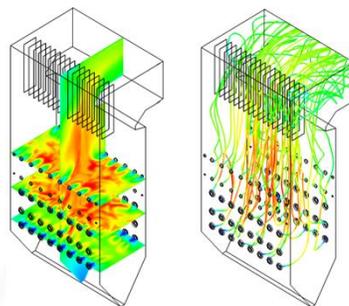


(中外炉工業株式会社提供)

アンモニアバーナ大型化



アンモニア最適混焼方法検討

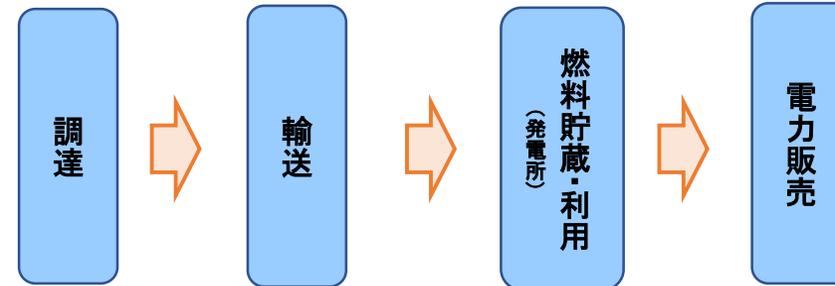


実機ボイラ燃焼シミュレーション
実機ボイラ実証予備検討

様々なボイラ形式に適用可能な、汎用性があるアンモニアバーナの開発

② CO₂フリー燃料アンモニア火力発電所への初期導入に向けた調査検討

燃料アンモニア導入に伴う各サプライチェーンの検討課題



- ・ 安定性
- ・ 多様性
- ・ コスト
- ・ CO₂フリー化

- ・ コスト
- ・ 船舶大型化
- ・ 船舶用燃料

- ・ 大量貯蔵
- ・ ハンドリング
- ・ 既設火力への大量混焼

- ・ CO₂規制、制度
- ・ 水素発電の価値、市場競争力

<実施期間> 2021年5月～2024年3月

<事業総額> 8.2億円 (委託)

【委託先】 電源開発、中外炉工業、電中研、大阪大学、産総研

ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策・技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

- 実用化・事業化の考え方と
アウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 費用対効果
- 過去の事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の副次的成果等
- 特許出願及び論文発表

3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- 予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み

<評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※ 本事業の位置づけ・意義
- （1）アウトカム達成までの道筋
- （2）知的財産・標準化戦略

ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策・技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

事業の背景・目的・将来像

事業の背景

- **2020年10月、我が国は2050年にカーボンニュートラルを目指すことを宣言、その実現に向けた方策の具体化が政府全体で進められている。**
- **アンモニアは燃焼してもCO₂を排出しないゼロエミッション燃料、地球温暖化対策において有効な手段の1つであり期待されている。**
- アンモニアは燃料用途での利用はまだ無いが、肥料用の原料として国際的な貿易インフラが整っており、**燃料用途のための技術的な課題も少ない。**
- 火力発電へのアンモニア利用は、専焼によってCO₂排出抑制に大きな効果が期待できるが、**まずは混焼率の向上とアンモニア専焼の技術開発が課題で早期実現が求められる。アンモニアと石炭は混焼が容易であることから石炭火力発電への利用が見込まれている。**

事業の目的

- **将来的な火力発電の脱炭素を実現するアンモニア専焼を目指すため、石炭火力への20%混焼の技術を確立させる。**
- **CO₂フリー燃料アンモニアの利用拡大を図るため、既設石炭火力での事業用発電ボイラへの適用拡大の技術開発、燃料調達・輸送・貯蔵・利用等を考慮した経済性評価・技術検討を実施する。**

事業の将来像

- **短期的（～2030年）には、石炭火力への20%アンモニア混焼の既設発電所への導入や普及を目指し、長期的（～2050年）には、混焼率の向上（50%～）や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存の火力発電のリプレイスによる社会実装を目指す。**

政策・施策・技術戦略上の位置づけ(1/3)

地球温暖化対策の推進

- 「**COP21 パリ協定**」(2015年12月)／日本は2030年度までに温室効果ガスを2013年度比26%削減。
- 「**2050年までにカーボンニュートラル**」を菅首相が宣言(2020年10月)。
- 「総合資源エネルギー調査会(基本政策分科会)」(2020年11月)／アンモニア発電は、アンモニア混焼率の向上と専焼火力の技術開発が課題。
- 「**燃料アンモニアの導入・活用拡大に向けての官民協議会(中間取りまとめ)**」(2021年2月)／
 - ・石炭火力のアンモニア20%混焼については2020年代後半には実用化を目指す。アンモニア専焼は長期的(~2050年)に実用化を目指す。
 - ・2030年には国内で年間300万トン、2050年には国内で年間約3000万トンのアンモニア需要(火力・船舶)を想定する。
- 「**米国主催気候サミット**(2021年4月)」／
 - ・日本は、**2030年度に温室効果ガス46%削減(2013年度比)を目指す**こと、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けることを表明。
- 「**2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略**」(2021年6月)／
 - ・経済と環境の好循環を作っていく産業政策をグリーン成長戦略として取り纏め。
 - ・重要なプロジェクトは、目標達成をコミットした企業に対し技術開発から実証・社会実装まで継続して支援→NEDOに10年間で2兆円のGI基金
 - ・**成長が期待される14分野に「水素・燃料アンモニア産業」が含まれる。**
- 「**第6次エネルギー基本計画**」(2021年10月)／
 - ・2030年までに、**石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術の確立。**
 - ・2030年度の電源構成において、水素・アンモニアで1%程度を賄うことを想定。

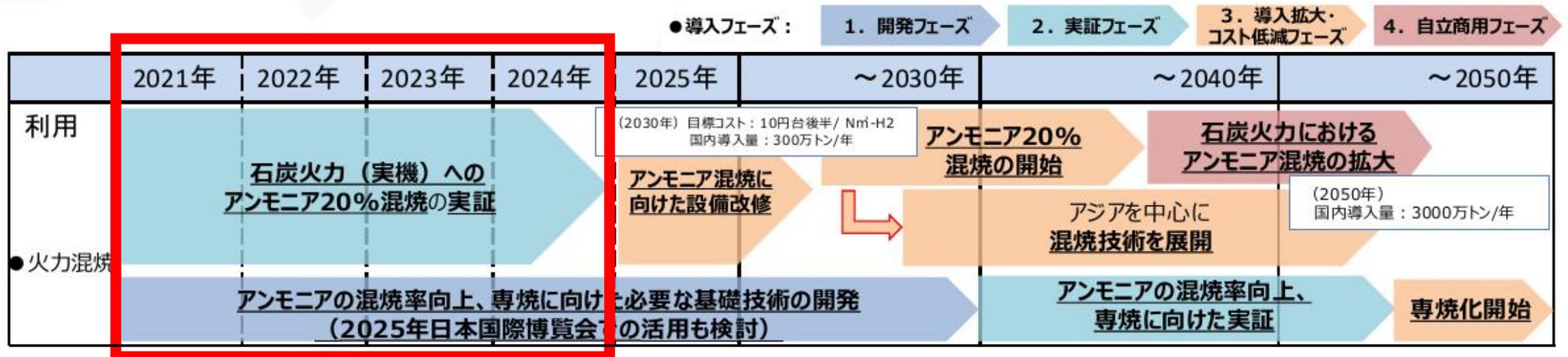
目的達成にどのように寄与するか

- 研究開発① **100万kW級実機でのアンモニア20%混焼を実証することで混焼技術を確立し、2020年代後半での事業化に寄与する。更にその先の混焼率向上・専焼の実用化・事業化に寄与する。**
- 研究開発② **既設石炭火力での燃料アンモニアの混焼率拡大や燃焼方式への適用可能性の拡大に資する。また、燃料調達・輸送・貯蔵・利用等全体を考慮したコスト低減・経済性評価等、効率的に初期導入検討をすることで、CO₂フリーアンモニアの利用拡大に寄与する。**

政策・施策・技術戦略上の位置づけ(2/3)

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略／燃料アンモニア(2021年6月)

- 燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアは、石炭火力での混焼等、水素社会への移行期では主力となる脱炭素燃料。
- 「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)：内閣府」(2014～2018年度)、「アンモニア混焼火力発電技術の先導研究：NEDO」(2019～2020年度)にて、燃焼を安定化させNO_x発生を抑制する技術は、20%混焼では既に完成。
今後、実機においても同技術でNO_x発生が抑制可能か等の検証が必要。
- **短期的（～2030年）には、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入や普及を目標とする。**
- そのため、技術面では、**2021年度から4年間、実機を活用した20%混焼の実証を行うことで20%混焼の技術を確立させる。**
- その後、**電力会社を通じて、NO_xを抑制した混焼バーナの既設発電所への実装・燃料アンモニアの導入を目指す。**
- **長期的（～2050年）には、混焼率の向上や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存火力発電のリプレースによる社会実装を目指す。**



(出典：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2021年6月）／水素・燃料アンモニア産業（燃料アンモニア）の成長戦略「工程表」に基づきNEDO作成）

政策・施策・技術戦略上の位置づけ(3/3)

- 第4次までは発電でのアンモニア利用の記載はなく、第5次から技術開発の推進が明記されるようになった。
- 第6次でアンモニア混焼・専焼の実証推進・技術確立や、具体的な導入目標が明記され、政策推進の強化が明記された。
- 第7次では社会実装を目指した記述となり、アンモニア導入目標はそのまま。インフレによる厳しい状況も明記された。

エネルギー基本計画の推移

エネルギー基本計画	石炭火力の位置づけ	発電でのアンモニア利用	アンモニア導入目標
第4次 (2014年4月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 安定性と経済性に優れているベースロード電源。 ● 環境負荷の一層の低減に配慮した石炭火力発電の導入を進める。 	無し	無し
第5次 (2018年7月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 安定性と経済性に優れているベースロード電源。 ● 非効率石炭のフェードアウト。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のインフラを有効利用した脱炭素化のための技術開発としてアンモニアを直接使用する技術開発を推進。 	無し
第6次 (2021年10月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 再エネを最大限導入する中で調整電源としての役割を期待。 ● 電源構成における比率は安定供給の確保を大前提に低減。 ● 非効率石炭のフェードアウトを着実に推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素・アンモニア発電については、2050年には電力システムの中的主要な供給力・調整力として機能すべく技術的課題を克服。 ● 2030年までに石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術を確立。 ● 石炭火力利用が見込まれる東南アジア等への混焼技術の展開を行いつつ、燃料アンモニアの仕様や燃焼設備におけるNOx排出基準の国際標準化も図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2030年で年間300万トンの需要を想定。 ● 2050年で年間約3000万トンの需要を想定。 ● 2030年度の電源構成で水素・アンモニアで約1%程度を賅う。
第7次 (2025年2月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 温室効果ガスの排出量が多いため、カーボンニュートラル実現に向けて、電力の安定供給の確保を大前提としつつ非効率な石炭火力のフェードアウトを着実に推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ● アンモニアやCCUS等を活用した脱炭素化を、長期脱炭素電源オークション等を通じて促進。 ● アンモニアを活用した発電について、燃焼器の技術開発や発電実証をG I 基金も活用しながら進めており、国内外の市場獲得も睨みながら社会実装を目指す。 ● 諸外国において、金銭的支援策が講じられているものの、インフレによる開発費の増大等により厳しい状況にあるが、化学分野や発電分野における燃料転換に向けた動きは着実に進展。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2030年で年間300万トンの需要を想定。 ● 2050年で年間約3000万トンの需要を想定。

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）(1/2)



各国の発電用アンモニア混焼に関する技術動向

- 石炭火力発電所における**アンモニア混焼試験は、中国・韓国で実施**されている。
- 中国は、100万kW級発電所での50%以上の混焼発電を目指すことを明言している。
- 韓国は、2027年までに20%混焼の実証を、2030年までに一部発電所での実用化を計画している。
- **日本は、燃焼の安定性・未燃アンモニア対応・低NOx・N₂O対応などの燃焼技術でリード**しており、20%混焼の**実機実証も中国・韓国より進んでいる**。

	中国		韓国	日本
	2022年(発表)	2023年	~2027年	~2024年度
実施時期	2022年(発表)	2023年	~2027年	~2024年度
関連企業	国家能源集団	国家能源集団	KEPCO等	IHI、JERA (碧南火力発電所)
規模	4万kW	60万kW	実機規模(推定)	100万kW
混焼率	35%	不明	20%	20%
備考			2027年までに実機実証。2030年までに、一部発電所で実用化。	20%混焼は2024年度に実機実証、2020年代後半に商用化。

(出典：資源エネルギー庁「我が国の燃料アンモニア導入・拡大に向けた取組について(2024年2月)」と実施者提供情報を基にNEDO作成)

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）(2/2)



石炭火力発電の市場

- 国内
 - ・大手電力会社の石炭火力発電所：63基(約37GW)。
 - ・**高効率で新しく、将来にわたって活用が期待されるUSC(超々臨界圧)を中心にアンモニア混焼・専焼が導入されると想定。**
- 海外
 - ・**アジア・インド地域における大型石炭火力発電所は850基以上**あり、将来においても電源構成の相当程度を石炭火力発電が占める可能性が高い。
 - ・日本のグリーン産業の成長促進のため、国内での混焼・専焼技術の確立・普及と並行して、海外への燃料アンモニアに係る技術やノウハウの展開を図る（燃料アンモニア導入官民協議会、中間とりまとめ）。
- 東南アジア等の海外市場への展開
 - ・石炭火力発電所へのアンモニア混焼導入に関するMoU締結の動きが活発化。**日本・韓国企業が参入**しており海外展開を狙っている。

制度、政策動向など

- 国内
 - ・**長期脱炭素電源オークション**：募集量／2023年度400万kW(うち既設火力改修(アンモニア・水素混焼等)は100万kW)、2024年度は500万kW。
 - ・物価高騰やアンモニア価格高騰に対応するため、2025年度以降、価格差に着目した支援制度や上限価格の引上げ等も検討されている。
 - ・脱炭素電源**オークション落札事業者は、専焼に向けたロードマップをコミットしており、20%混焼導入後、高比率燃焼転換**を明記。
- 海外
 - ・**韓国：2024年よりクリーン水素認証制度を導入。世界初のクリーン水素発電入札市場(CHPS ; Clean Hydrogen Energy Portfolio Standard)を開いた。**クリーン水素認証に基づいたものであれば、アンモニアも対象。
 - ・**中国：石炭発電の低炭素化改造建設の行動方案(2024-2027)**を策定・公表。アンモニアについてはグリーンアンモニア混焼を推進。

他事業との関係

資源(化石燃料)が豊富な国：製造

天然ガス
石油
石炭

改質/ガス化

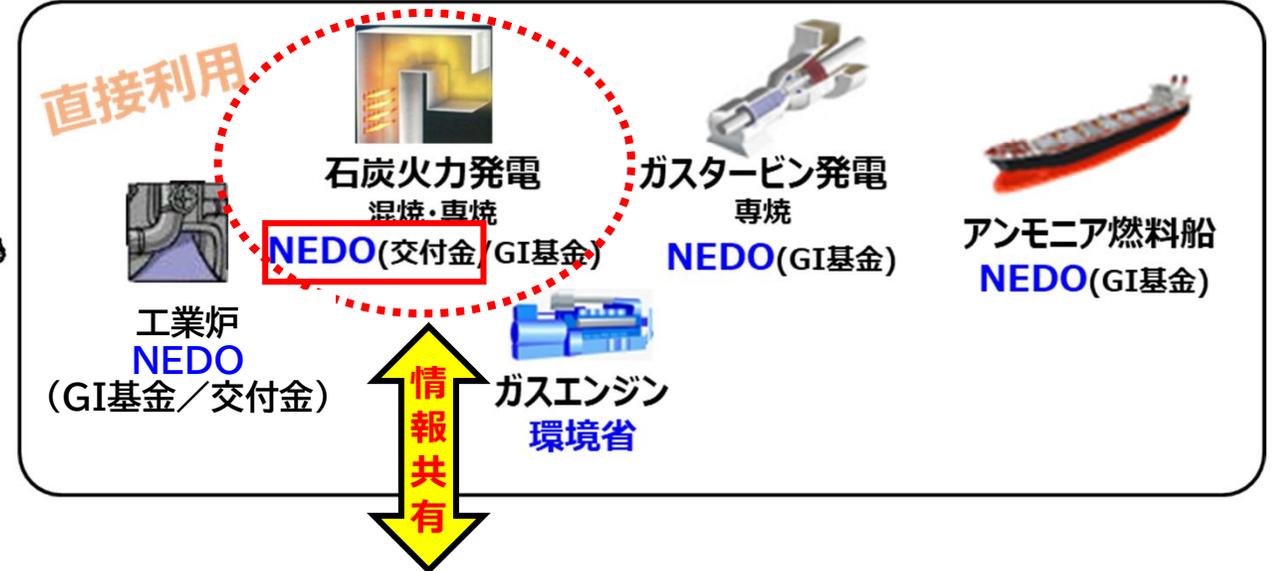


海上輸送
(液体：エネルギーキャリア)



アンモニア NH₃
(液化：常圧-33℃もしくは8.5気圧(20℃))

日本：利用



再生可能エネルギー



合成
NEDO
(GI基金)

再生可能エネルギーが豊富な国：製造

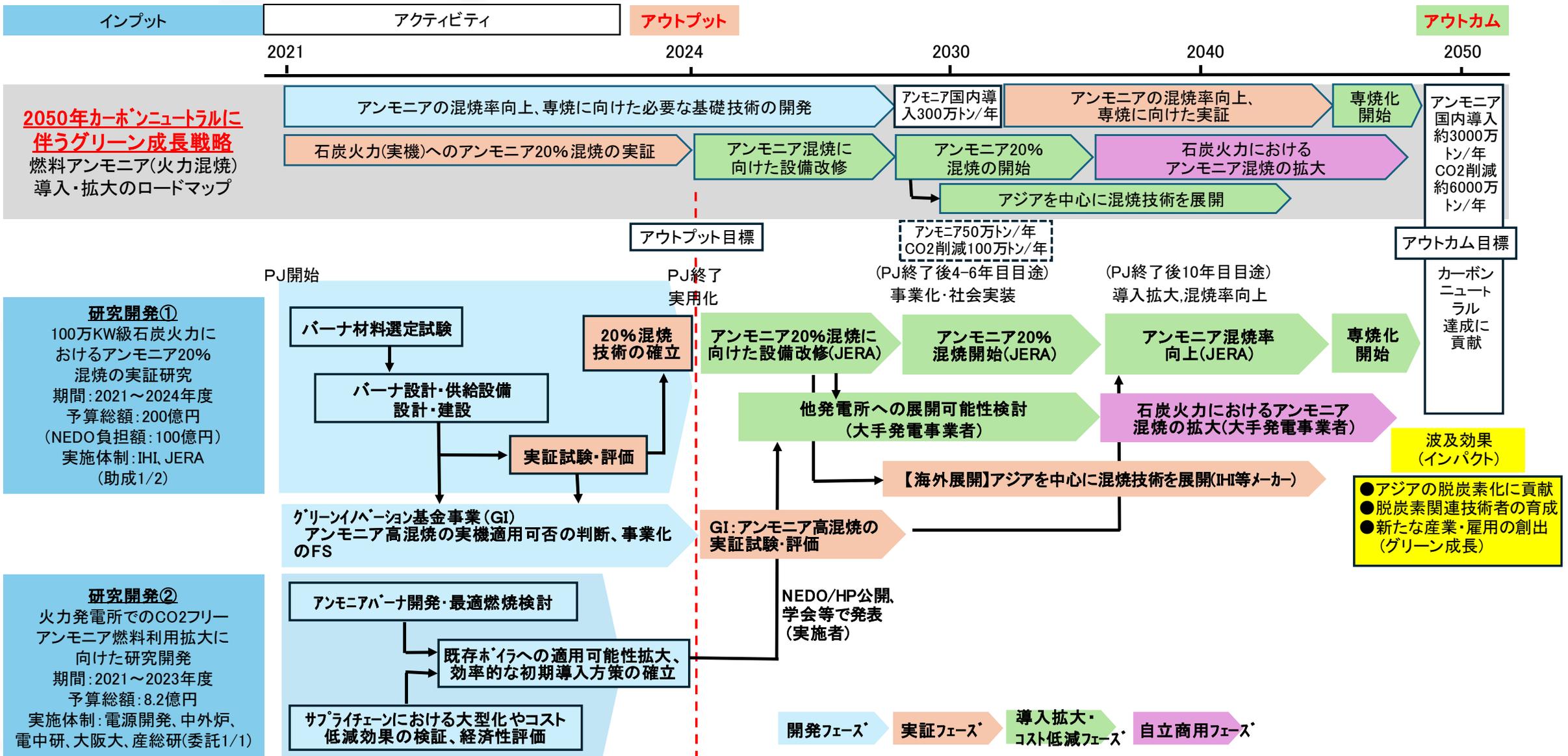
NEDOでは、燃料アンモニアの製造技術、利用技術の両面で技術開発を推進

「燃料アンモニア利用、生産技術開発」
ブルーアンモニア製造に係る技術開発
「GI基金事業/燃料アンモニアサプライチェーンの構築プロジェクト」
アンモニア供給コストの低減
「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」
再エネ電力からの高効率NH ₃ 電解合成技術

「燃料アンモニア利用、生産技術開発」
工業炉における燃料アンモニア燃焼技術開発
「GI基金事業/燃料アンモニアサプライチェーンの構築プロジェクト」
アンモニア発電利用における高混焼・専焼化
「GI基金事業/次世代船舶の開発」
アンモニア燃料船の開発
「GI基金事業/CO ₂ 等を用いたプラスチック原料製造技術開発」
ナフサ分解炉の高度化技術の開発
「GI基金事業/製造分野における熱プロセスの脱炭素化」
金属製品を取り扱うアンモニア燃焼工業炉の技術確立



アウトカム達成までの道筋



オープン・クローズ戦略

	非競争域	競争域
公開	<p>研究開発①「アンモニア20%混焼の実証研究」 (アンモニア混焼バーナ材料選定試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニア供給設備改造(設備概要など) <p>(実証運転試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニア供給設備設計・建設(設備概要など) ●実証運転試験・評価(試験結果概要(石炭専焼時との比較結果など) ・混焼による排ガス性状など) <p>研究開発②「CO2フリーアンモニア燃料利用拡大」 (火力発電所への初期導入に向けた調査検討)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●CO₂フリー燃料アンモニア調達の検討 ●アンモニア大量輸送、発電所における受払・貯蔵設備・運用に関する検討 ●火力発電での燃料アンモニア利用評価 ●既設火力発電所適用に向けた予備検討 <p>成果はNEDOのHPや研究発表・講演等で公開</p>	<p>研究開発①「アンモニア20%混焼の実証研究」 (実証運転試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニア20%混焼微粉炭バーナ的设计・製作 ※アンモニアを使用する設備 特願2024-088310 <p>研究開発②「CO2フリーアンモニア燃料利用拡大」 (アンモニア利用拡大に向けた研究開発)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アンモニアバーナ開発 ●アンモニア最適燃焼方法の検討 ●数値解析によるアンモニア混焼率拡大時の燃焼特性評価 ●NOx低減メカニズムの提案 ●燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討 <p>ノウハウを除く成果は研究発表・講演等で公開、特許化</p>
	非公開	<p>研究開発①「アンモニア20%混焼の実証研究」 (アンモニア混焼バーナ材料選定試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●部分的アンモニア混焼バーナ改造 ●アンモニア供給設備改造(具体的な設備仕様など) ●試験運転、評価 <p>(実証運転試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●20%混焼微粉炭バーナ的设计・製作(具体的な設備仕様など) ●アンモニア供給設備設計・建設(具体的な設備仕様など) ●実証運転試験・評価(プラント性能など非公開値等) <p>ノウハウとして秘匿</p>

積極的に権利化、ライセンス事業として国内外に展開

ノウハウとして秘匿、ビジネスモデルやエンジニアリング会社の競争力として国内外に展開

知的財産管理（委託事業）

知的財産権の帰属

委託事業と補助・助成事業



項目	委託(共同研究含む)	補助・助成
事業の主体	NEDO	事業者
事業の実施者	委託先	事業者
取得資産の帰属	NEDO (約款20条1項該当)	事業者
事業成果 (知的財産権)の帰属	NEDO バイ・ドール条項遵守の 場合は委託先帰属 (注)	事業者
収益納付	なし	あり

(注) 実証事業及び調査事業の委託では、約款上バイ・ドール条項に関する規定はない。

【委託】研究開発②

火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

- 知的財産権の帰属
産業技術力強化法第17条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査：日本版バイドール制度）に対する回答を条件として、知的財産権はすべて発明等をなした全実施機関に帰属する。
- 知財マネジメント基本方針（「NEDO知財方針」）に関する事項
N E D O知財方針に記載された「知財運営委員会(又は同機能)」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成する。
- データマネジメントに係る基本方針（NEDOデータ方針）に関する事項
NEDOデータ方針に記載された「知財運営委員会(又は同機能)」を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成する。

＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

ページ構成

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 費用対効果
- 過去の事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の副次的成果等
- 特許出願及び論文発表

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

- 実用化
研究開発した20%混焼技術が、事業用石炭火力発電所における**実証試験が成功し、事業化への技術の確立**まで至った段階。
- 事業化
実用化までの技術を活用し、石炭火力発電所において、長期脱炭素電源オークション等を通じて**商用運転が行われる状態**までに至った段階。

アウトカム目標

- **2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン（CO₂排出削減約6000万トン/年に相当※）の達成に貢献**する。
- **2050年カーボンニュートラル達成に貢献**する。

設定根拠

- アウトカム目標はグリーン成長戦略（2021年6月）で示された目標。
- 石炭火力発電所において、専焼の場合10～20基程度、高混焼(50%～) の場合20～40基程度導入の試算。
(※参考：日本の電力部門のCO₂排出量は年間約4億トンであり、約6000万トンの削減は1.5割削減に相当。)

アウトカム目標の達成見込み

石炭火力におけるアンモニア低混焼の実用化、今後の事業化

- 2024年度までに**技術開発と100万kW級の実機での実証試験(実用化)まで予定通り完了**した。
- 2025年度以降、商用化に向けての設備改修が行われ、**2020年代後半には長期脱炭素電源オークションによる国の支援を活用した20%混焼の商用運転(事業化)が始まる見込み**。

アウトカム目標の達成見込み

- **20%混焼の商用運転開始を機に、短期的（～2030年）には、石炭火力への20%アンモニア混焼の既設発電所への導入や普及を見込む。**
- **高混焼の研究開発を実施しているグリーンイノベーション基金事業（燃料アンモニアサプライチェーンの構築）の成果を活用し、長期的（～2050年）には、混焼率の向上（50%～）や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存の火力発電のリプレイスによる社会実装を見込む。**
- **長期脱炭素電源オークション制度では、物価高騰やアンモニア価格高騰に対応するため、2025年度以降、価格差に着目した支援制度や上限価格の引上げ等も検討・導入されている。**
⇒以上により、**アウトカム目標の達成を見込む**が、一方、以下の課題がある。
- 石炭火力発電分野での自律的なアンモニア普及拡大は、安定したサプライチェーンが構築され、アンモニアが化石燃料に十分な競争力を有する水準となる必要であり、そこに至るまでの電源の脱炭素化政策等により、アウトカム目標の達成見込みは変化する。
- 足下の状況として、アウトカム目標達成への課題としては、設備費・アンモニア価格の高騰が挙げられる。

費用対効果

<p>インプット ＜事業費用総額＞</p>	<p>208.2億円（4年間） （NEDO負担額：108.2億円）</p>	
<p>効果</p>		<p>算定根拠 （アンモニア混焼は、アウトカム達成の2050年までに高混焼や専焼になっていくため、20%混焼が続くわけではない。段階的に20%混焼が最大限導入された場合を仮定して算定。）</p>
<p>＜アンモニア国内需要＞ （発電分野）</p>	<p>550万トン／年 （現需要の約5.5倍）</p>	<p>国内IHI製USCボイラに20%混焼を導入と仮定⇒11GW 100万kWでアンモニア50万トン/年の需要、11GWで550万トン/年</p>
<p>＜アンモニア市場規模＞ （発電分野）</p>	<p>4500億円／年</p>	<p>550\$/t×149.59円/\$×550万トン/年÷4500億円/年 （アンモニア燃料単価根拠） 第102回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会（2025年4月23日）資料より、ブルーアンモニアの燃料単価550\$/tを参照 （為替根拠） NEDO外貨換算レート表2025年5月：149.59円/\$</p>
<p>＜CO₂排出削減＞</p>	<p>1100万トン／年</p>	<p>アンモニア需要3000万トン/年がCO₂排出削減約6000万トン/年相当（アウトカム目標）であることから、アンモニア需要550万トン/年でCO₂排出削減約1100万トン/年</p>
<p>＜CN達成貢献度＞</p>	<p>0.8%削減（2013年度比）</p>	<p>2013年度の温室効果ガス排出量14.08億トンに対して、0.11億トンのCO₂排出削減は0.8%相当</p>
<p>アウトカム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 2050年に国内のアンモニア需要年間約3000万トン/年（CO₂排出削減約6000万トン/年に相当）の達成に貢献 ● 2050年カーボンニュートラル達成に貢献 	

過去の事業との関連性

	テーマ	年度									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	~2028
石炭火力	SIP 石炭火力発電における微粉炭／アンモニア混合燃焼技術の開発と社会実装に向けた課題の抽出 (IHI) など										
	アンモニア混焼火力発電技術の先導研究 微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発 (IHI, JERA)										
	研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究 (JERA, IHI)										
	研究開発② 火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発 (電源開発, 中外炉工業, 電中研, 大阪大, 産総研)										

2014年～

NEDO交付金

NEDO交付金 (低混焼・20%混焼)

NEDO交付金 (低混焼)

本事業における研究開発項目の位置づけ(1/3)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

アンモニア混焼バーナ材料選定試験

- ・アンモニア混焼バーナ改造
- ・アンモニア供給設備改造
- ・試験運転・評価

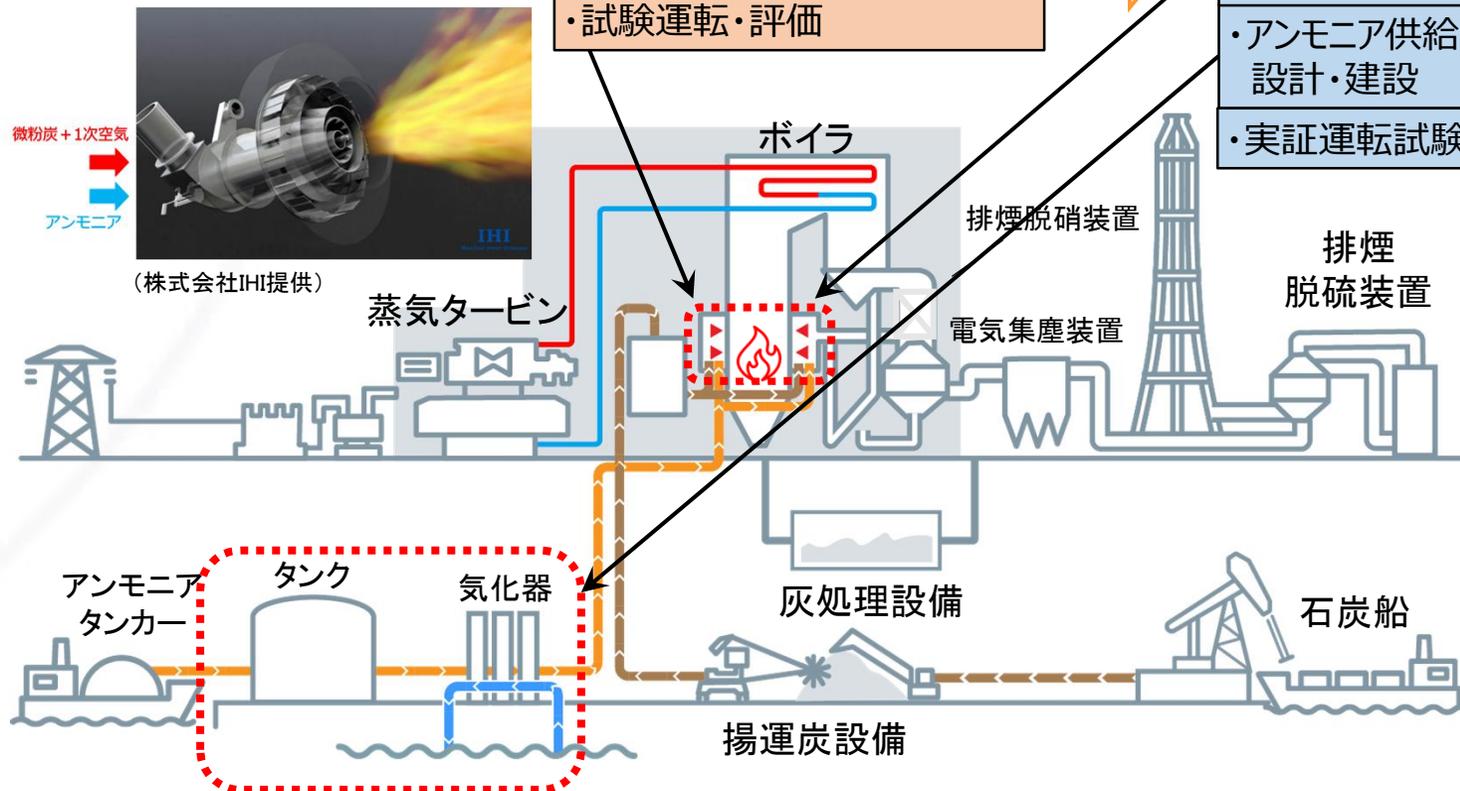
実証運転試験

- ・20%混焼微粉炭バーナの設計・製作
- ・アンモニア供給設備の設計・建設
- ・実証運転試験、評価

実証設備全体像 (JERA碧南火力)



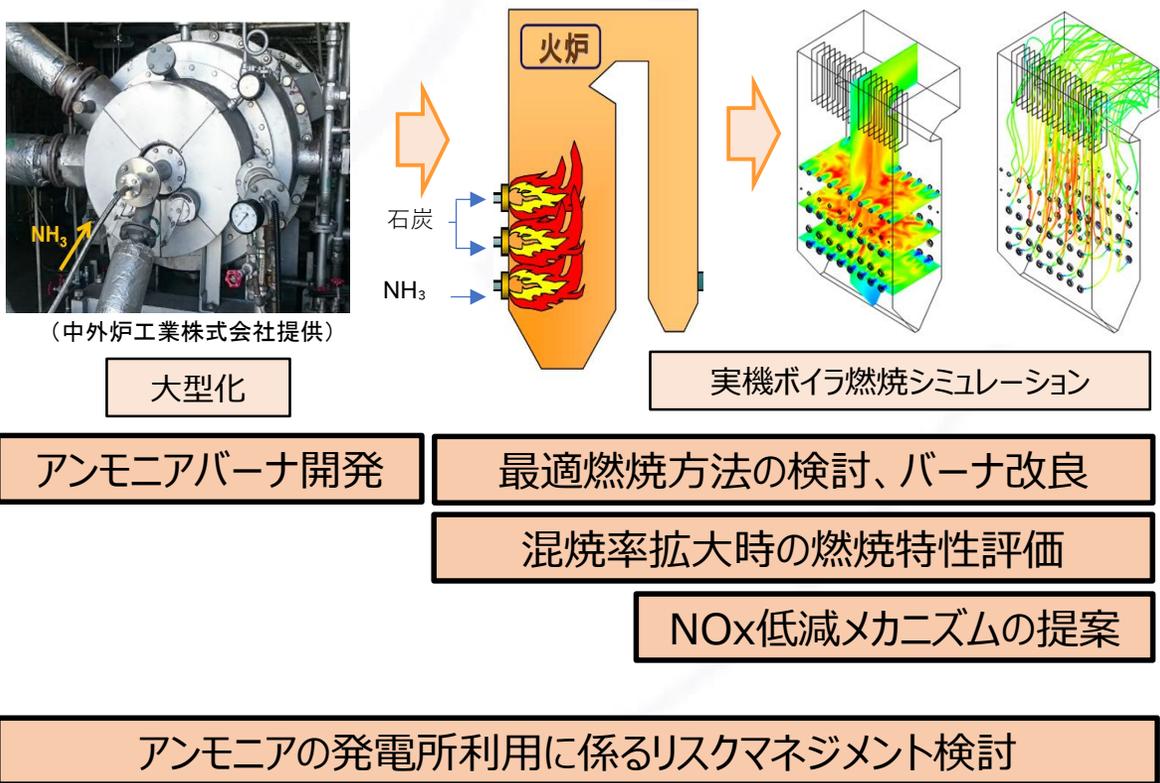
(株式会社JERA提供)



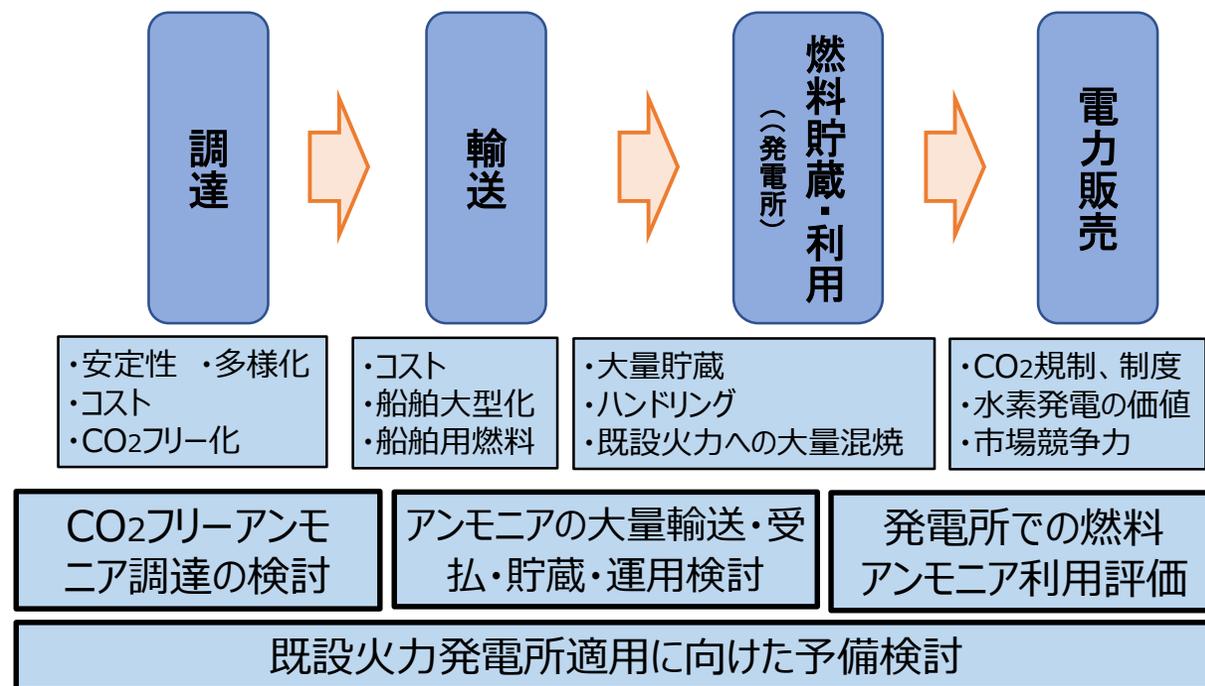
本事業における研究開発項目の位置づけ(2/3)

研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

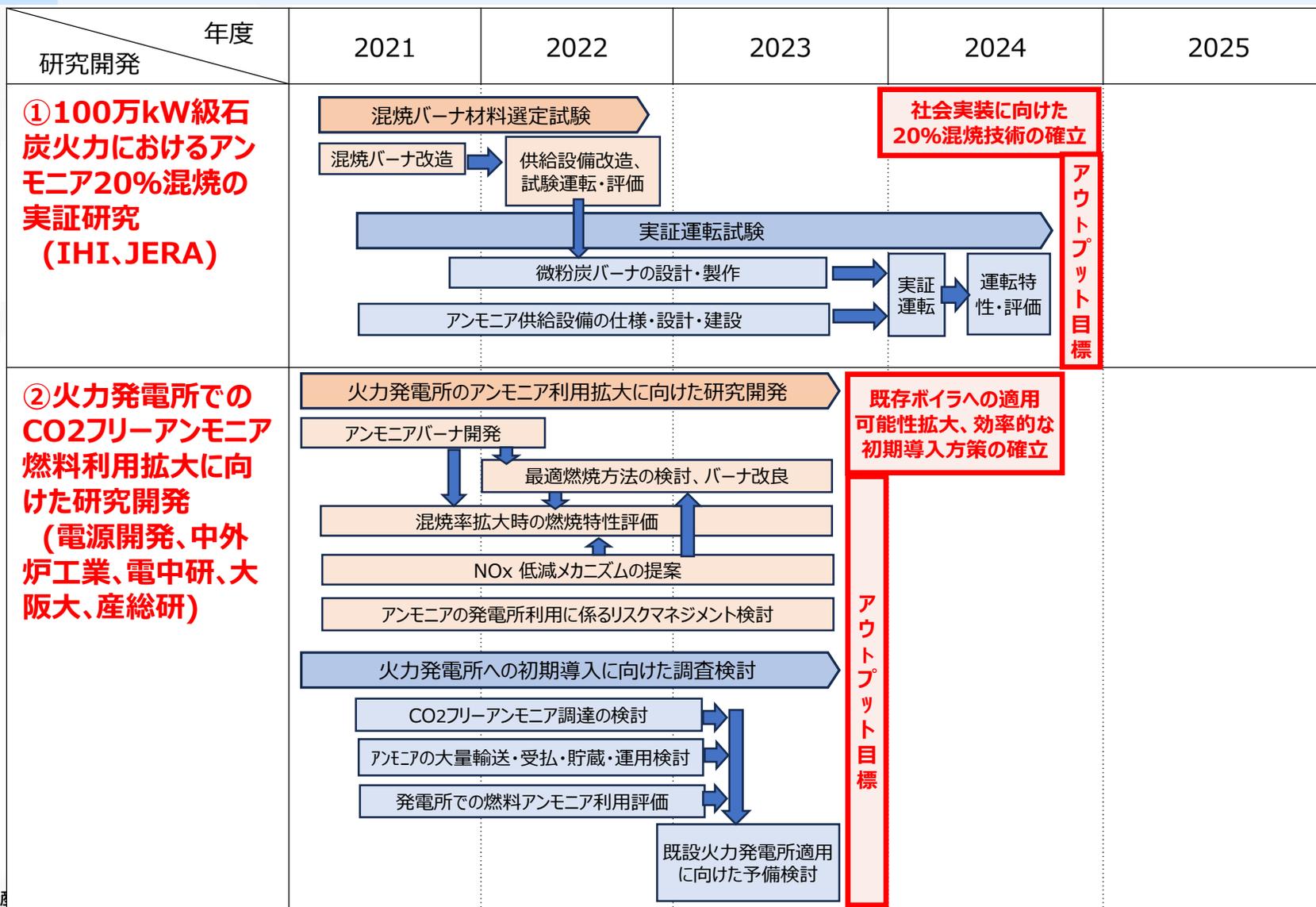
① 既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発



② CO2フリー燃料アンモニア 火力発電所への初期導入に向けた調査検討



本事業における研究開発項目の位置づけ(3/3)



アウトプット(終了時)目標の設定及び根拠(研究開発①)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

研究開発項目	最終目標(2025年3月)	根拠	
研究開発項目① 【アンモニア混焼バーナ材料選定試験】	①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造と解体研究	● 各材料の窒化特性を把握し減肉予想を立てることができるようになる。これにより適切な材質選定ができるようになる。	● 実証試験用バーナ設計に向けて、適切な材料選定のためのデータを得ることが必要であるため。
	①-b アンモニア供給設備改造と復旧	● 各機器仕様について仕様決定根拠が妥当かつ明確になっている。また、20%混焼に向けた課題が抽出できている。	● 材料選定試験では実際に実機でアンモニア燃焼を行なうため、その後に控えている20%混焼を意識しての仕様決定を行なうことで20%混焼に必要な対策を講じることができるため。
	①-c 試験運転、評価	● 各特性、制約条件などアンモニア20%混焼に向けた課題を抽出できている。	● 材料選定試験では実際に実機でアンモニア燃焼を行なうため、その後に控えている20%混焼を意識して特性把握や制約条件を把握することで20%混焼に必要な対策を講じることができるため。
研究開発項目② 【実証運転試験】	②-a 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作	● 各機器仕様について社会実装に向けた課題を抽出できている。	● アンモニア20%混焼に必要な設備仕様を特定し、実証試験実施により課題を抽出することで、社会実装に必要な対策を講じることができるため。
	②-b アンモニア供給設備設計・建設	● アンモニア20%混焼運転における各特性（燃焼特性、収熱特性、排ガス特性、運転特性、運用特性など）、制約条件などアンモニア混焼社会実装に向けた課題を抽出できている。	● 実証試験実施により、アンモニア20%混焼運転における各特性、制約条件を把握し、課題を抽出することで、社会実装に必要な対策を講じることができるため。
	②-c 実証運転試験・評価	● 上記各特性を踏まえ、アンモニア混焼制御方法を確立できている。	● 社会実装にあたり、問題なく制御できる必要があるため。

アウトプット目標の達成状況(研究開発①)(1/3)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

研究開発項目	最終目標(2025年3月)	成果(2025年3月)	達成度	達成の根拠 / 解決方針
研究開発項目① 【アンモニア混焼バーナ材料選定試験】	①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造と解体研究	●各材料の窒化特性を把握し減肉予想を立てることができるようになる。これにより適切な材質選定ができるようになる。	●総合判定：○ ●2025年3月までに達成	●計画通りの成果をあげたため達成とした。
	①-b アンモニア供給設備改造と復旧	●各機器仕様について仕様決定根拠が妥当かつ明確になっている。また、20%混焼に向けた課題が抽出できている。		
	①-c 試験運転、評価	●各特性、制約条件などアンモニア20%混焼に向けた課題を抽出できている。		
研究開発項目② 【実証運転試験】	②-a 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作	●各機器仕様について社会実装に向けた課題を抽出できている。	●総合判定：○ ●2025年3月までに達成	●計画通りの成果をあげたため達成とした。
	②-b アンモニア供給設備設計・建設	●アンモニア20%混焼運転における各特性（燃焼特性、収熱特性、排ガス特性、運転特性、運用特性など）、制約条件などアンモニア混焼社会実装に向けた課題を抽出できている。		
	②-c 実証運転試験・評価	●上記各特性を踏まえ、アンモニア混焼制御方法を確立できている。		

アウトプット目標の達成状況(研究開発①)(2/3)

研究開発①成果イメージ (研究開発項目②【実証運転試験】)

社会実装評価に向けた試験項目の設定

- 助成事業の目的である「社会実装に向けた課題の抽出」および「アンモニアの発電用燃料としての燃焼・利用技術の確立」に係る評価に向け、評価対象データを選定し試験項目を設定
- 需給想定観点と石炭在庫確保のために日曜日およびGWは試験を実施しないことで計画

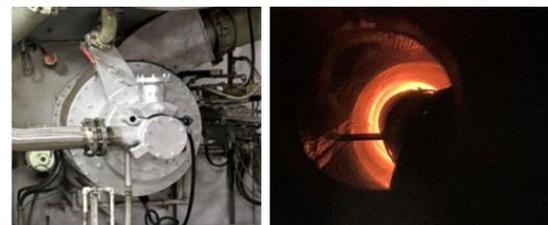


2.(1) 試験結果全体総括

実証試験の進捗および試験終了について以下HP公開している。

公表 2024年05月16日

4月1日に開始したJERA碧南火力発電所(愛知県碧南市)における燃料アンモニア転換実証試験は計画どおり進捗しており、4月10日には、定格100万kW運転においてアンモニア20%燃料転換を達成しました。
 なお、この時の二酸化炭素(CO₂)排出量は約20%削減、窒素酸化物(NOx)排出量はアンモニアへの燃料転換前と同等以下であり、硫黄酸化物(SOx)排出量は約20%減少していることを確認しています。また、温室効果が高い亜酸化窒素(N₂O)も検出限界値以下と、環境性能の面でも良好な結果を得ています。



出典: https://www.ihj.co.jp/all_news/2024/resources_energy_environment/1200813_13676.html

公表 2024年06月26日

実証試験終了のお知らせ

本実証試験では、2024年4月10日に、定格出力100万kW運転において燃料アンモニアの20%転換を達成するとともに、燃料アンモニア転換前(従来燃料専焼)と比較して、窒素酸化物(NOx)は同等以下、硫黄酸化物(SOx)は約20%減少したことを確認しております。温室効果の強いN₂Oは検出限界値以下で発生が確認されておらず、良好な結果が得られております。なお、負荷変化試験等を通じて、運用性においても燃料アンモニア転換前(従来燃料専焼)と同等であることを確認いたしました。

出典: http://inetms.ty.ihj.co.jp/all_news/2024/resources_energy_environment/1200907_13676.html
 Copyright © 2024 IHI Corporation All Rights Reserved.

実証試験の結果、アンモニア20%燃焼において、石炭専焼と比べて以下であることが確認された。

- 【燃焼性能】
- ・NOx: 石炭専焼同等
 - ・SOx: 約20%減
 - ・N₂O: 定量下限値以下

- 【運用性】
- ・石炭専焼同等

アウトプット目標の達成状況(研究開発①)(3/3)

研究開発①成果イメージ (研究開発項目②【実証運転試験】)

2.(3) 試験結果 (燃焼特性)



①大気汚染防止法に関するもの【NO_x, SO_x】, ボイラ効率に影響あるもの【灰中未燃分】
アンモニア20%燃焼時のボイラ燃焼特性/静特性は石炭専焼時と概ね同等レベルであり、
既設設備の制御範囲内で運用できることを確認した。
アンモニア20%燃焼時のボイラ効率は当初の想定どおりであり、未燃分の大きな変化は
みられなかった。

NO _x			SO _x		
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%	アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	脱硝入口	脱硝入口	計測場所	脱硫入口	脱硫入口
計測結果	134 ppm [Dry, 6%O ₂ 換算]	106 ppm [Dry, 6%O ₂ 換算]	計測結果	502 ppm [Wet]	397 ppm [Wet]

灰中未燃分		
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	脱硝入口	脱硝入口
計測結果	1.6%	1.8%

※上記値は定格負荷1000MW静定時の計測値である。

2.(3) 試験結果 (燃焼特性)



②GHG【CO₂, N₂O】, 微量成分【未燃NH₃】
CO₂排出量はアンモニア20%燃焼によって約20%削減された事を確認し、排ガス性状は
いずれも良好な結果であることを確認した。

CO ₂			N ₂ O		
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%	アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	GAH入口	GAH入口	計測場所	脱硝入口	脱硝入口
計測結果	13.4 % [Dry, 6%O ₂ 換算]	10.8 % [Dry, 6%O ₂ 換算]	計測結果	定量下限値 (1 ppm) 以下	定量下限値 (1 ppm) 以下
未燃NH ₃					
アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%	アンモニア 燃焼比率	石炭専焼	20%
計測場所	脱硝入口	脱硝入口	計測場所	脱硝入口	脱硝入口
計測結果	定量下限値 (0.3 ppm)以下	定量下限値 (0.3 ppm)以下	計測結果	定量下限値 (0.3 ppm)以下	定量下限値 (0.3 ppm)以下

※上記値は定格負荷1000MW静定時の計測値である。

アウトプット(終了時)目標の設定及び根拠(研究開発②)

研究開発②火力発電所でのCO₂フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

研究開発項目	最終目標(2025年3月)	根拠
研究開発項目① 【既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】	<ul style="list-style-type: none"> ● 工業炉向けに開発されたアンモニア専焼バーナの大容量化を図り、発電事業用ボイラ形式への適用の可能性を評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● アンモニア専焼バーナの既設石炭火力発電所への混焼利用拡大に寄与することが期待できるため。
①-1 アンモニアバーナの開発		
①-2 アンモニア最適混焼方法の検討		
①-3 数値解析によるアンモニア混焼時の燃焼性特性評価		
①-4 NO _x 低減メカニズムの提案		
①-5 燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討		
研究開発項目② 【CO ₂ フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討】	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料としてのアンモニアを安定的かつ安価に調達する可能性について、燃料調達・輸送・貯蔵・利用を考慮したトータルシステムとしての経済性評価、技術検討を完了する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用側と供給側を一体的に検討することで、燃料アンモニアの火力発電所への初期導入を効率的に図ることが期待できるため。
②-1 CO ₂ フリー燃料アンモニア調達の検討		
②-2 アンモニア大量輸送、発電所におけるアンモニア受払・貯蔵設備・運用に関する検討		
②-3 火力発電での燃料アンモニア利用評価		
②-4 既設火力発電所適用に向けた予備検討		

アウトプット目標の達成状況(研究開発②)(1/3)

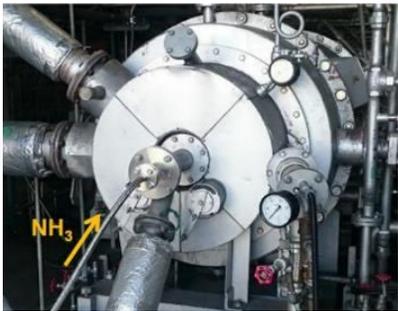
研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

研究開発項目		最終目標(2024年3月)	成果(2024年3月)	達成度	達成の根拠 /解決方針
研究開発項目① 【既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】	①-1 アンモニアバーナの開発	● 工業炉向けに開発されたアンモニア専焼バーナの大容量化を図り、発電事業用ボイラ形式への適用の可能性を評価する。	● 100kW級から760kW級へのスケールアップ手法を取得し、アンモニア専焼バーナの設計コンセプトを確認することができた。	● 総合判定：○ ● 2024年3月までに達成	● 計画通りの成果をあげたため達成とした。
	①-2 アンモニア最適混焼方法の検討		● 燃焼試験を通じて、NOx低減および灰中未燃分の観点から、最適な混焼方法に関する知見を得た。		
	①-3 数値解析によるアンモニア混焼時の燃焼特性評価		● ボイラ出口のNOx濃度やNH3濃度の数値解析を行うことで、燃焼特性を評価した。		
	①-4 NOx低減メカニズムの提案		● 燃焼領域においてアンモニアから生成されるNHラジカルによるNOx発生に関する知見を得た。		
	①-5 燃料アンモニアの火力発電利用に係るリスクマネジメント検討		● 拡散モデルによる数値解析を行うことで、アンモニア漏洩時のリスクを評価した。		
研究開発項目② 【CO2フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討】	②-1 CO2フリー燃料アンモニア調達の検討	● 燃料としてのアンモニアを安定的かつ安価に調達する可能性について、燃料調達・輸送・貯蔵・利用を考慮したトータルシステムとしての経済性評価、技術検討を完了する。	● 天然ガス由来のCO2フリーアンモニア調達の経済性を評価し、課題を整理した。	● 総合判定：○ ● 2024年3月までに達成	● 計画通りの成果をあげたため達成とした。
	②-2 アンモニア大量輸送、発電所におけるアンモニア受払・貯蔵設備・運用に関する検討		● 2030年初期導入に向けた輸送コストの経済性を評価した。アンモニア貯蔵設備の適用性検討では、プレストレストコンクリートタンクと金属二重殻タンクの比較を実施した。		
	②-3 火力発電での燃料アンモニア利用評価		● 石炭火力発電所へのアンモニア混焼における課題抽出や対策について検討した。また、発電コストの経済性評価を実施した。		
	②-4 既設火力発電所適用に向けた予備検討		● 利用側・供給側の成果を基に、実機ボイラ適用に向けた予備検討を実施した。		

アウトプット目標の達成状況(研究開発②)(2/3)

研究開発②成果イメージ (研究開発項目①【既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発】)

アンモニア専焼バーナ
大型化

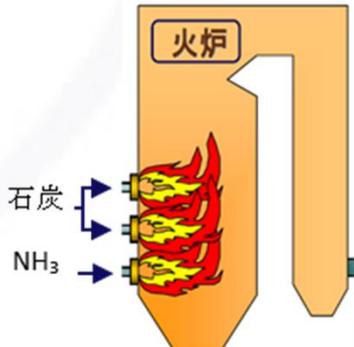


シングルバーナ炉
(760kW級バーナ×1本)

- ◆ 大容量アンモニア専焼バーナの開発
100kW級⇒760kW級
- ◆ NOx排出メカニズムの解明
(担当：中外炉工業、大阪大学)



アンモニア最適燃焼
方法の検討

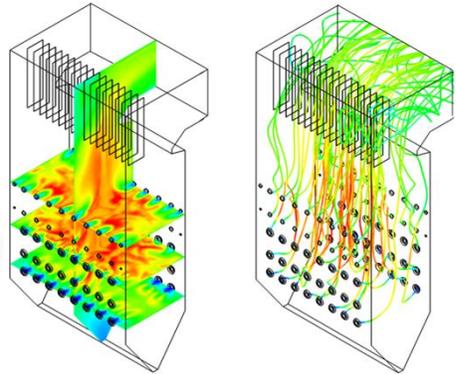


マルチバーナ炉
(760kW級バーナ×3本)

- ◆ アンモニア最適混焼方法の検討
(担当：中外炉工業、電力中央研究所)

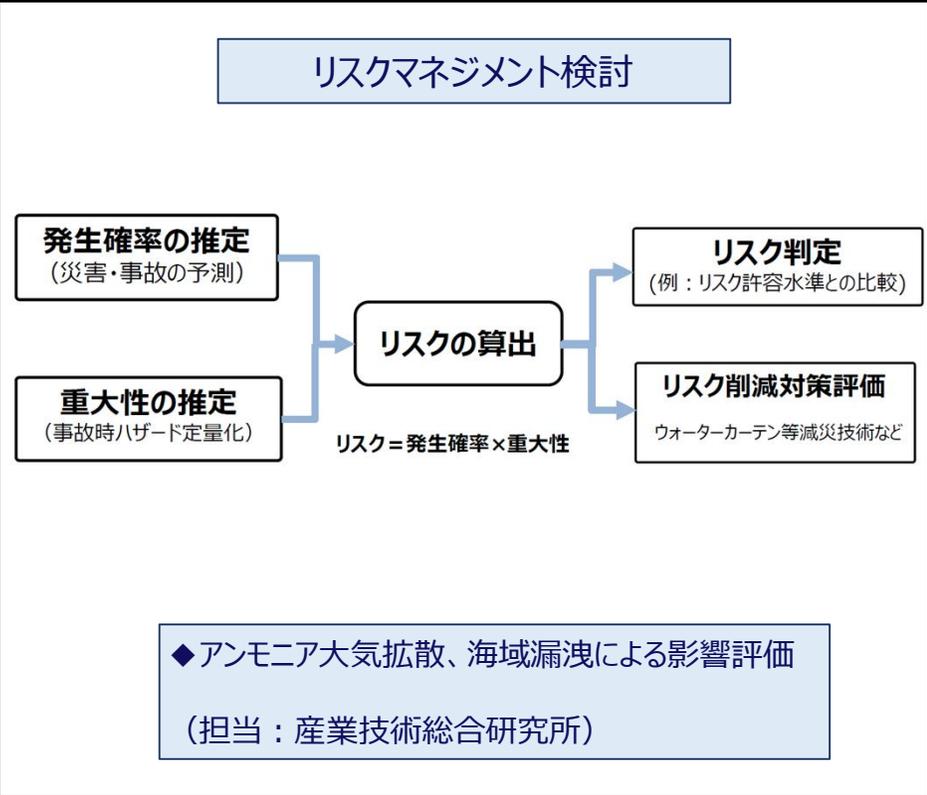


実機ボイラ燃焼シミュレーション
実機ボイラ実証予備検討



実機モデル

- ◆ 実機ボイラを想定したアンモニア混焼シミュレーション
- ◆ 実機ボイラ混焼予備検討
(担当：電力中央研究所、電源開発)



アウトプット目標の達成状況(研究開発②)(3/3)

研究開発②成果イメージ (研究開発項目②【CO₂フリー燃料アンモニアの火力発電所への初期導入に向けた調査検討】)

サプライチェーン	CO ₂ フリー-NH ₃	輸送	発電所 (燃料貯蔵・利用)	電力販売
検討課題	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調達安定性 ✓ 調達多様性 ✓ 調達コスト ✓ CO₂フリー化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 輸送コスト ✓ 船舶大型化 ✓ 船舶用燃料 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 大量貯蔵・ハンドリング ✓ 既設火力の大量混焼 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CO₂規制・制度 ✓ 水素発電の価値 および市場競争力
プレイヤー	燃料供給者 (資源会社・商社・電力等)	海運会社	電力会社	電力会社

◆ CO₂フリー燃料アンモニア初期導入に向けたサプライチェーン（製造、輸送、貯蔵、利用）の調査検討

(担当：電源開発)

研究開発成果の副次的成果等(1/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

意義	副次的成果
<p>● アウトプット目標達成により、アンモニア20%混焼発電の社会実装目処が立ち、アンモニア発電の導入が促進されることで、燃料アンモニア市場の拡大につながる。</p>	<p>● ISO化</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 燃料アンモニアに関する国際標準化活動の中で、アンモニア燃焼時の性能評価方法に関して技術仕様書※（ISO/TS 21343）が発行された（2025年1月14日）。 https://www.iso.org/standard/86727.html?browse=tc ● 碧南火力発電所での実証試験の成功がTS発行の後押しをした。 （経済産業省ニュースリリース、2025年2月7日、 https://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun-kijun/is/20250207.html） <p>※技術仕様書（TS：Technical Specifications）：国際規格としての合意が直ちには難しい場合に、すぐに使用できるように発行する文書。将来、変更プロセスを経て、国際規格として発行することも可能。発行後3年で見直しが行われる。</p> <p>● 安全対策の横展開（NEDOの取組）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● NEDOにおける燃料アンモニア利用プロジェクトにおいては、発電以外にも、工業炉や船舶においてもプロジェクトが同時並行で推進中。 ● 燃料アンモニア利用に関するパブリックアクセプタンスや安全対策は、各プロジェクト共通課題であるため、プロジェクト間の連携を図ると共に、事業者へのフィードバックを通じて、早期社会実装の推進を後押し。

研究開発成果の副次的成果等(2/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

METIプレスリリース／アンモニア燃料利用に関するISO発行 (2025/2/7)

アンモニアを燃料利用するための発電用ボイラに関する技術仕様書が発行されました
 ～日本発 環境性能に配慮したアンモニアの燃料利用によるカーボンニュートラル社会実現を目指して (ISO/TS 21343)

標準化・認証 国内・国際標準化 基準認証政策課の方向性 主な支援施策等

2025年2月7日

カーボンニュートラル社会の実現に向け、燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアを、燃料として利用するための技術が世界的に注目されており、日本においてもアンモニア燃焼技術の実用化に向けた開発が進められています。

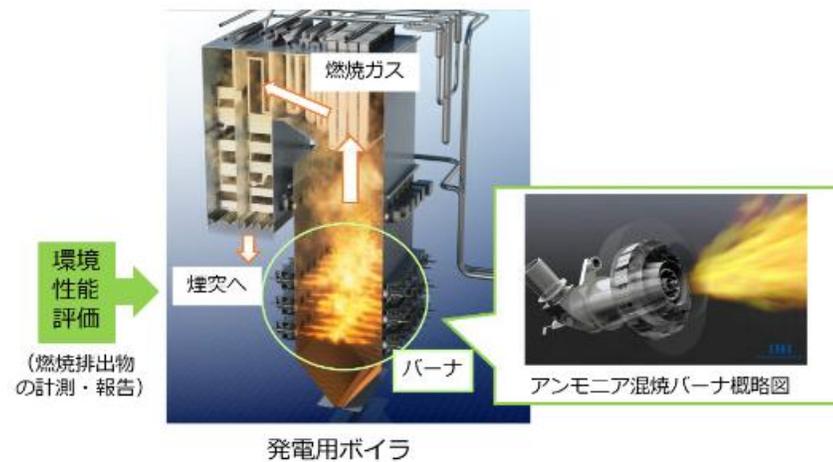
今般、アンモニアを燃料として利用する発電用ボイラについて、排ガス性能評価試験の実施手順など、環境性能を評価するための試験方法を定める技術仕様書^{*1} (ISO/TS 21343^{*2}) が日本主導で開発され、正式に発行されました。

この技術仕様書により、発電用ボイラの環境性能を適切に評価することが可能となり、日本発の発電用ボイラの高い環境性能が認められることで、世界におけるカーボンニュートラル社会の実現に向けた歩みを着実に前進させることが期待されます。

2. 技術仕様書の概要

今回発行された技術仕様書ISO/TS 21343は、**日本企業の実証試験の結果を参考に** 燃料アンモニアを利用する発電用大型ボイラについて、排ガス性能評価試験の実施手順や報告プロセスを規定しています。

具体的には、発電設備において運用開始前に実施する試験方法(窒素酸化物、一酸化二窒素、未燃アンモニアの濃度の測定方法等)を規定するとともに、発電設備の購入者及び使用者に対する試験結果の報告事項等を規定しています。



ISO/TS 21343の内容の概念図
 (アンモニアを燃焼する発電用ボイラの環境性能評価)

(出典: 経済産業省ニュースリリース、2025年2月7日)

<https://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun-kijun/is/20250207.html>

3. 期待される効果

今回発行された技術仕様書により、日本の燃料アンモニアを利用する発電用ボイラについて、高い環境性能が客観的に評価され、これにより日本発の発電用ボイラが世界中で利用されることに大きく貢献するだけでなく、カーボンニュートラル社会の実現に向けた歩みを着実に前進させることが期待されます。

特許出願及び論文発表(1/3)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	計	備考
特許出願	国内	-	-	-	1	-	1	●アンモニアを使用する設備 特願2024-088310
	海外	-	-	-	-	-	0	
	PCT出願	-	-	-	-	-	0	
論文	査読付き	-	-	-	-	-	0	
	その他	-	1	-	3	1	5	
その他	受賞実績	-	-	-	2	1	3	●2024/11 日本燃焼学会技術賞 ●2025/3 日本機械学会賞(技術) ●2025/6 エンジニアリング協会 エンジニアリング 奨励特別賞
	研究発表・講演	14	20	13	17	7	71	
	新聞・雑誌等への掲載	-	-	-	1	1	2	
	展示会などへの出展	1	6	4	-	-	11	
研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	計	備考
特許出願	国内	-	-	-	-	-	0	
	海外	-	-	-	-	-	0	
	PCT出願	-	-	-	-	-	0	
論文	査読付き	-	-	2	2	-	4	
	その他	-	3	1	-	-	4	
その他	受賞実績	-	-	-	-	-	0	
	研究発表・講演	9	8	15	8	-	40	
	新聞・雑誌等への掲載	3	1	-	2	-	6	
	展示会などへの出展	-	-	-	-	-	0	

※2025年10月時点

特許出願及び論文発表(2/3)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

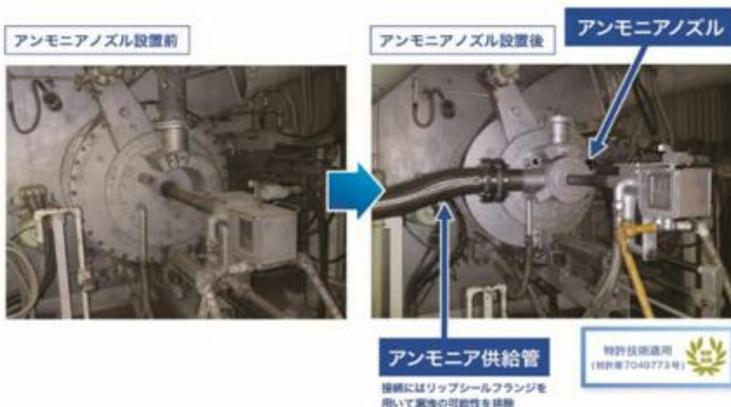
実施者のプレスリリース／日本燃焼学会技術賞、日本機械学会(技術)受賞 (2025/4/22)

碧南火力発電所4号機におけるアンモニア燃焼実証が、日本燃焼学会2024年度日本燃焼学会技術賞および、日本機械学会2024年度日本機械学会賞(技術)受賞

[English page >](#)



IHIは、一般社団法人日本燃焼学会2024年度日本燃焼学会技術賞において、技術賞を受賞しました。日本燃焼学会技術賞は、燃焼応用技術の研究・開発に顕著な功績を表彰する賞です。また、一般社団法人日本機械学会2024年度日本機械学会賞(技術)をJERAとともに受賞しました。日本機械学会賞は、日本の機械工学・工業の発展を奨励することを目的として、技術の相対的優秀性、生産性の向上を通じた経済・社会への貢献などの評価項目において優秀と認められた技術を表彰する賞です。



今回の受賞は、2024年度にJERA碧南火力発電所4号機において実施した燃料アンモニアの大規模転換実証試験(熱量比20%)の成果に対するものです。評価項目であった燃焼性(安定性、NOx排出濃度など)、プラント運用性、安全性などについていずれも良好な結果が得られたことで、火力発電設備の脱炭素化手段として期待されている燃料アンモニアの20%転換の社会実装が可能であることを示した点が評価されました。

IHIでは、2010年代半ばからアンモニアの燃料利用に着目し、燃焼技術の開発を進めてきました。2017から2018年度にかけては、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムにて、既存石炭火力発電用ボイラでアンモニア燃焼実現の可能性を調査研究しました。2019年度からは、NEDOの支援を受け、その中で実証試験のための事前検討を行ないました⁽¹⁾。その結果を踏まえて2021年度からJERAとともに、碧南火力発電所でのアンモニア20%燃焼実証の助成事業を進めてきました⁽²⁾。JERA碧南火力発電所4号機における実証試験では、入念に開発を進めてきたことから、燃焼性能は良好な結果でした。実証試験は2024年度に完了しております。この結果を受けて、JERAではアンモニア20%燃焼の社会実装に向け準備を進めており、IHIも最大限協力していきます。

IHIは、これまで燃料として扱うことがなかったアンモニアを使用していくための規格や規程の整備にも取り組んでいます。アンモニアを燃料として安全に扱うことができる社会の体制構築に貢献することで、燃料アンモニアの早期普及を目指していきます。

⁽¹⁾ 微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発 (NEDO委託業務)

⁽²⁾ 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究 (NEDO助成業務)

(出典: 株式会社IHIプレスリリース、2025年4月22日)

https://www.ihico.jp/all_news/2025/resources_energy_environment/1201398_13752.html

特許出願及び論文発表(3/3)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

実施者のプレスリリース/エンジニアリング協会 エンジニアリング奨励特別賞 (2025/7/23)

碧南火力発電所4号機におけるアンモニア燃焼実証が、エンジニアリング協会 エンジニアリング奨励特別賞を受賞

[English page >](#)



IHIは、一般社団法人エンジニアリング協会が主催する2025年度エンジニアリング功労者賞・奨励特別賞において、株式会社JERA 碧南火力発電所4号機でのアンモニア燃焼実証への取り組みが高く評価され、エンジニアリング奨励特別賞を受賞しました。この賞は、エンジニアリング産業に関わり、その活動を通じて産業の発展に大きく貢献した、または今後の活躍が期待される企業、個人、グループに贈られるものです。



表彰式の様子

今回の受賞は、2024年度にJERA碧南火力発電所4号機において実施した燃料アンモニアの大規模転換実証試験（熱量比20%）の成果が、先進的な技術で、商用利用が可能であり、エンジニアリング産業の発展に多大な貢献が期待されたため受賞に至りました。特に実証試験の評価項目であった燃焼性（安定性、NOx排出濃度など）、プラント運用性、安全性などについていずれも良好な結果が得られたことで、火力発電設備の脱炭素化手段として期待されている燃料アンモニアの20%転換の社会実装が可能であることを示した点が評価されました。

IHIでは、2010年代半ばからアンモニアの燃料利用に着目し、燃焼技術の開発を進めてきました。2017から2018年度にかけては、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムにて、既存石炭火力発電用ボイラでアンモニア燃焼実現の可能性を調査研究しました。2019年度からは、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の支援を受け、その中で実証試験のための事前検討を行いました⁽¹⁾。これらの成果を踏まえ、2021年度からJERAとともに、碧南火力発電所でのアンモニア20%燃焼実証（NEDO助成事業）を進めてきました⁽²⁾。2024年度に実施したJERA碧南火力発電所4号機における実証試験では、入念に開発を進めてきたことから、燃焼性能が良好であることを確認できました。この結果、本実証の取り組みは、火力発電所における脱炭素化の有効なモデルケースと位置づけ、この成果を他の発電所へ展開し、火力発電所の脱炭素化の実現に向けた取組みを加速させていきます。

IHIは、実証試験への取り組みと並行し、アンモニアを新たな燃料として安全に利用するため、国際標準のルール策定にも取り組んできました。そして実証試験の結果が技術仕様書⁽³⁾（ISO/TS 21343⁽⁴⁾）の発行の後押しとなりました。今後も、アンモニアを燃料として安全に取り扱うことができる社会体制の構築に貢献し、燃料アンモニアの早期普及を目指してまいります。

⁽¹⁾ 微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発（NEDO委託業務）

⁽²⁾ 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究（NEDO助成事業）

⁽³⁾ 技術仕様書（TS：Technical Specifications）とは、国際規格としての合意が直ちには難しい場合に、すぐに使用できるように発行する文書。将来、変更プロセスを経て、国際規格として発行することも可能。発行後3年で見直しが行われる。

⁽⁴⁾ 正式名称：ISO/TS 21343 Oil and gas industries including lower carbon energy- Fuel ammonia - Requirements and guidance for boilers for power generation

（出典：株式会社IHIプレスリリース、2025年7月23日

https://www.ihico.jp/all_news/2025/resources_energy_environment/1201566_13752.html）

<評価項目 3> マネジメント

(1) 実施体制

※ 受益者負担の考え方

(2) 研究開発計画

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

ページ構成

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- 予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み

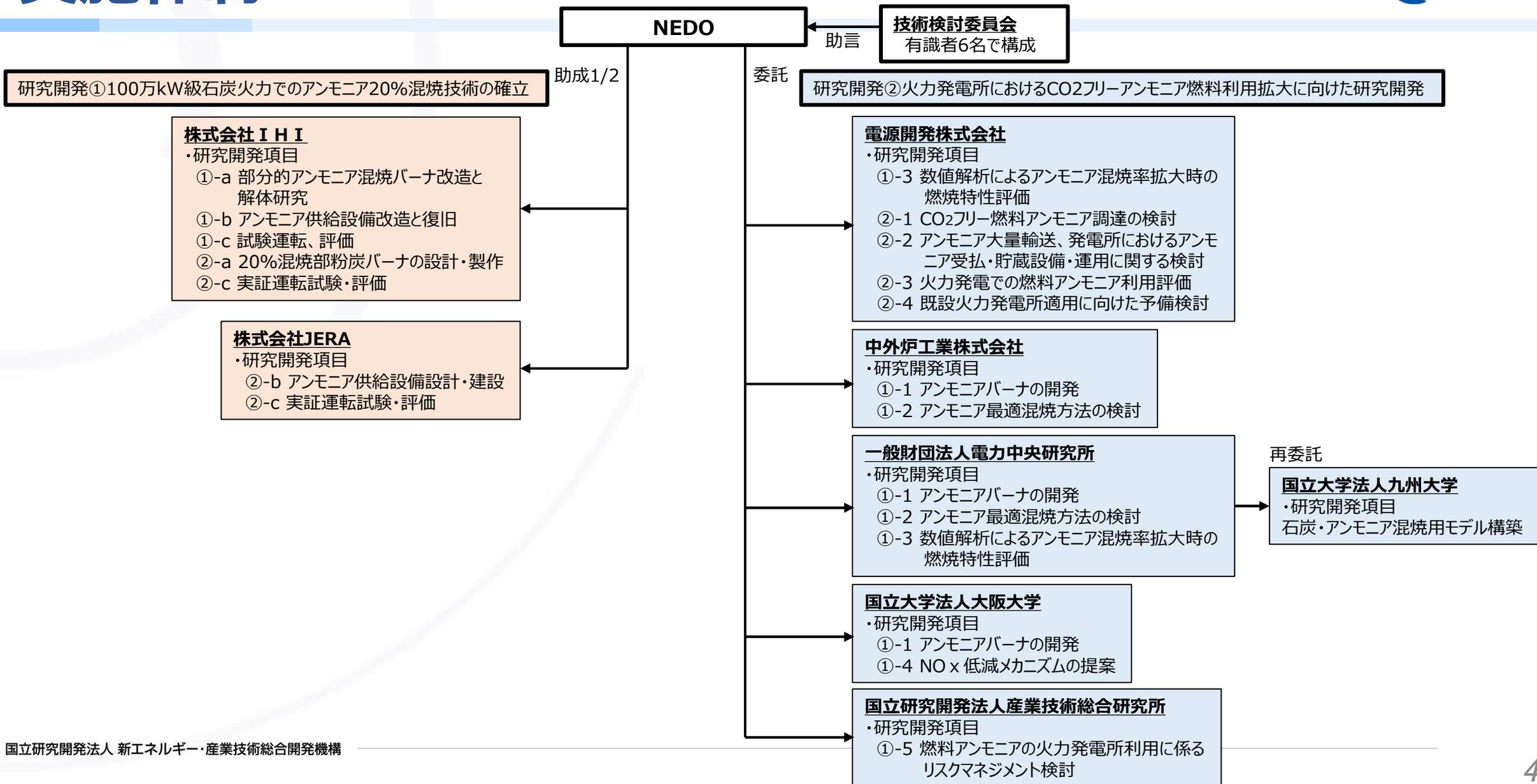
NEDOが実施する意義

- 石炭火力発電は、再生可能エネルギー等による出力変動や周波数変動を補う調整力として、重要な役割を今後も期待される一方、温室効果ガスの排出量が多い。
- 既存インフラを有効活用したアンモニア混焼による石炭火力発電は、脱炭素化のため社会的必要性・公共性が高い。
- 社会実装に向けた実機による実証試験は、投資規模が大きい上、アンモニア混焼による経済的インセンティブが少ない。
民間企業単独では事業成立が難しく扱えない。
- NEDOでは、「アンモニア混焼火力発電技術の先導研究／微粉炭焚ボイラにおけるマルチバーナ対応アンモニア混焼技術の研究開発」をマネジメントした経験がある。
- 燃料アンモニアの製造技術・利用技術の両面でNEDOは技術開発を推進しており、これまで培ってきた知見・成果・ネットワーク等を活用し、技術開発を行うことができる。



NEDOが持つこれまでの知識・実績を活かして推進すべき事業

実施体制



個別事業の採択プロセス

【公募】

- 公募内容 「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」を研究開発課題として設定。
- 公募予告 2021年1月26日 ⇒公募 2月26日 ⇒公募〆切 3月29日

【採択】

- 採択審査委員会 2021年4月27日
- 採択審査項目 NEDOの標準的採択審査項目（申請・提案内容の評価、申請者・提案者の評価、成果の実用化）とした。
- 採択条件 採択委員会では、「100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究」において、以下の内容を条件に採択が行われた。
「JERA碧南火力発電設備5号機による先行試験の必要性を精査し、本事業への計上可否を検討するとともに、JERA碧南火力発電設備4号機の実証試験にかかる費用を精査すること」。
- 留意事項 研究の健全性・公正性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した（参考：公募要領マニュアル（委託）の留意事項(18)）。

研究データの管理・利活用

研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

- プロジェクト開始に際し、NEDOの方針に沿って、実施者間で「知的財産の取扱いに関する合意書」及び、「研究開発データの取扱いに関する合意書」、「知財運営委員会運営規則」を定めて管理。
- 前述したオープン・クローズ戦略に沿って適切に研究開発データを管理。
- 実施者が、研究発表・講演等を実施するにあたり、知財に該当する内容がないか等、全実施者の知財担当間で協議した上で、NEDO担当者にも報告して対応。

予算及び受益者負担

◆予算（実績、億円）

研究開発		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
研究開発① 100万kW級石炭火力における アンモニア20%混焼の実証研究【助成】	事業費	7.6	59.3	101.2	31.9	200.0
	助成率1/2	3.8	29.7	50.6	16.0	100.0
研究開発② 火力発電所でのCO ₂ フリーアンモニア燃料 利用拡大に向けた研究開発【委託】	事業費	2.5	3.9	1.7	-	8.2
	委託1/1	2.5	3.9	1.7	-	8.2
合 計	総事業費	10.1	63.2	102.9	31.9	208.2
	NEDO負担額	6.3	33.6	52.3	16.0	108.2

◆委託及び助成事業の理由

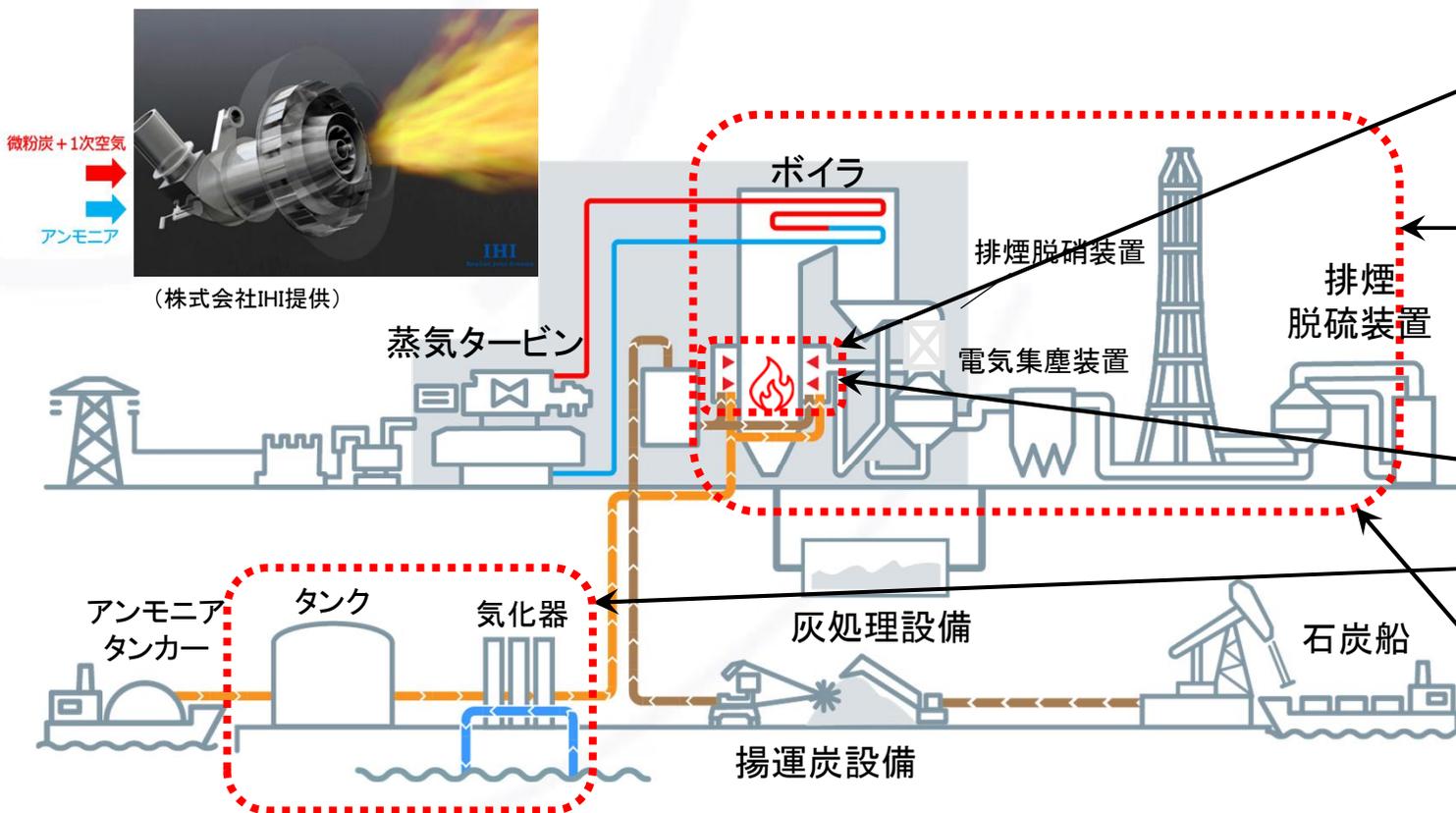
（1）助成
研究開発①は実証研究であり、事業化リスクが低く、実施者自身の裨益が非実施者に比して大きいと見込まれるため、1/2負担の助成事業とする。

（2）委託
研究開発②は要素研究であり、CO₂フリーアンモニア燃料の火力発電所での利用拡大を検討する際に必要な方策を中立的な立場から取りまとめるものであり、1/1負担の委託事業とする。

※四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

目標達成に必要な要素技術(1/2)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究



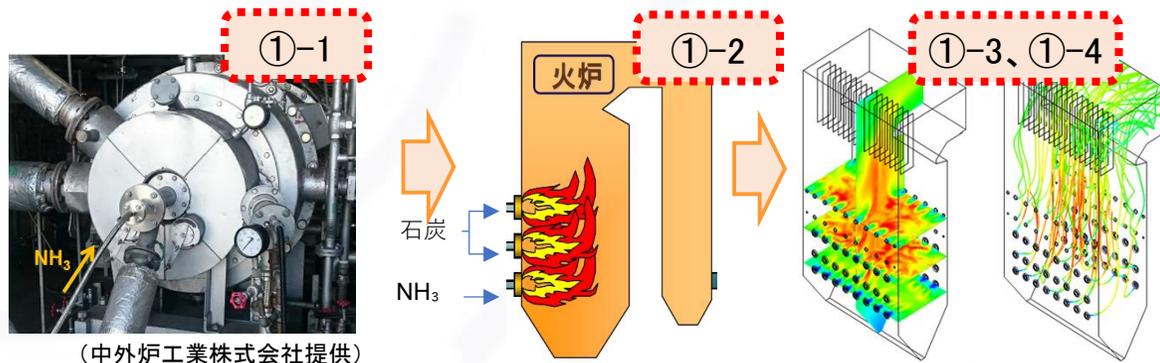
- ① アンモニア混焼バーナ材料選定試験**
- ①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造
ノズルに窒化が生じるか、許容可能範囲化等耐久性を評価
 - ①-b アンモニア供給設備改造
アンモニア供給の機器・仕様を決定し材料試験用に製作・改造
 - ①-c 試験運転・評価
運転データを取得・評価しNOx排出等の各特性を把握・評価

- ② 実証運転試験**
- ②-a 微粉炭バーナの設計・製作
概略仕様の詳細検討をし、各機器の仕様・材料・数量等を確定
 - ②-b アンモニア供給設備設計・建設
概略仕様の詳細検討をし、各機器の仕様・材料・数量等を確定
 - ②-c 実証運転試験・評価
運転データを取得・評価し、プラント全体の各特性と運用特性を把握・評価。運転特性と運用特性を踏まえ制御方法を見直す

目標達成に必要な要素技術(2/2)

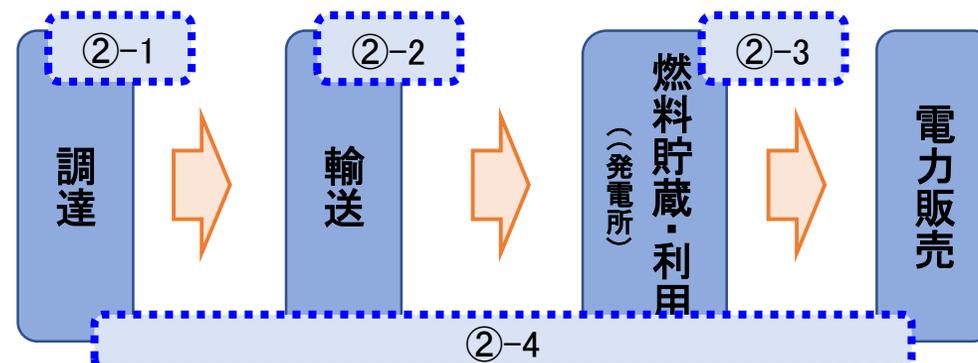
研究開発②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発

①既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発



- ①-1 アンモニアバーナ開発
バーナ設計、アンモニア供給設備製作、バーナの燃焼特性評価
- ①-2 最適燃焼方法の検討
アンモニアバーナの適用方法、投入位置による比較等
- ①-3 混焼率拡大時の燃焼特性評価
数値解析による混焼率拡大時の燃焼特性評価ができるモデルを構築し評価
- ①-4 NOx低減メカニズムの提案
アンモニア燃焼時の炉内脱硝メカニズムを検証
- ①-5 アンモニアの発電所利用に係るリスクマネジメント検討
漏洩による事業所内・周辺への影響、海洋への影響、大量貯蔵・使用によるリスクマネジメント・非常時の対策等検討

②CO2フリー燃料アンモニア 火力発電所への初期導入に向けた調査検討



- ②-1 CO2フリーアンモニア調達の検討
アンモニア調達に係る経済性を評価し、課題を整理
- ②-2 アンモニアの大量輸送・受払・貯蔵・運用検討
アンモニア輸送のコスト低減方策の提案と経済性評価、発電所での貯蔵設備の適用性検討、アンモニア貯蔵設備レイアウトの提案
- ②-3 発電所での燃料アンモニア利用評価
基本諸元・制約条件等の課題抽出とその対策を検討、初期導入方策を検討
- ②-4 既設火力発電所適用に向けた予備検討
燃料アンモニアのトータルチェーン調査検討、発電所での利用検討・評価等をもとに、実機ボイラ適用に向けた予備検討を実施

研究開発のスケジュール(1/2)

研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】					
研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
①アンモニア混焼バーナ材料選定試験					
①-a 部分的アンモニア混焼バーナ改造	混焼バーナ改造		混焼バーナ解体研究		
①-b アンモニア供給設備改造	供給設備改造		供給設備復旧		
①-c 試験運転、評価		試験運転、評価			
②実証運転試験					
②-a 20%混焼微粉炭バーナの設計・製作	バーナの設計・製作		ボイラ改造工事		
②-b アンモニア供給設備設計・建設	供給設備設計・建設				
②-c 実証運転試験・評価				実証運転試験・評価	
予算（億円）【NEDO負担 助成率：1/2】	7.6【3.8】	59.3【29.7】	101.2【50.6】	31.9【16.0】	計:200.0【100.0】

終了時評価

研究開発のスケジュール(2/2)

研究開発② 火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】							
研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	終了時評価	
①既設石炭火力発電所のアンモニア利用拡大に向けた研究開発							
①-1 アンモニアバーナの開発	バーナ開発、燃焼試験						
①-2 アンモニア最適燃焼方法の検討		設備改造、炉内燃焼試験					
①-3 数値解析によるアンモニア混焼率拡大時の燃焼特性評価	解析モデル作成検討、燃焼モデルの構築、数値解析、モデルの精度向上						
①-4 NOx低減メカニズムの提案	単体燃焼特性試験、燃焼試験炉に対する数値シミュレーションの構築、低減メカニズム提案						
①-5 燃料アンモニアの火力発電所利用に係るリスクマネジメント検討	リスク予備的検討、シミュレーション条件検討、急性影響評価、リスク評価						
②CO2フリー燃料アンモニア火力発電所への初期導入に向けた調査検討							
②-1 CO2フリー燃料アンモニア調達の検討	コスト構造調査、コスト減等の検討、経済性評価課題の整理、調達先・原料種の多様化調査						
②-2 アンモニア大量輸送、発電所におけるアンモニア受払・貯蔵設備・運用に関する検討	貯蔵方式の調査・検討、貯蔵設備適用性検討						
②-3 火力発電での燃料アンモニア利用評価	検討対象発電所の選定、諸元・制約条件等の課題抽出と対策検討						
②-4 既設火力発電所での燃料アンモニア利用評価			経済性・適用性評価を踏まえた予備検討				
予算(億円)【NEDO負担 委託:1/1】	2.5【2.5】	3.9【3.9】	1.7【1.7】			計:8.2【8.2】	

進捗管理(1/2)

会議名	主なメンバー	研究開発	対象・目的	頻度	主催
アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業 技術検討委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・有識者（6名） ・経産省資源エネルギー庁原課 ・実施者 ・NEDO 部長・PMgr等関係者 	①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】 ②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】	研究期間の中間点で技術検討委員会を自主的に開催し、各事業の進捗・成果を確認するとともに、2023年度以降の方針を確認。 外部委員から研究開発の方向性に対して提言・意見を頂く。 ・採択時の「採択条件・改善要望」を汲んだ研究開発を進めているか。 ・現在の進捗状況から、（2023年度以降の内容も含めて）事業計画通りに進められるか。 ・研究開発方法や課題への取り組み方に問題がないか。 ※当初契約（交付）を2年間とし、上記を踏まえて契約（交付）を延長。	2022年 12月15日	NEDO
実施計画月間工程（予定及び実績）の共有	<ul style="list-style-type: none"> ・実施者 ・NEDO PMgr等関係者 		・先月分実績、当月分計画、来月分予定について、実施者間で確認・共有を行いNEDOへ報告。NEDOとも共有し毎月進捗確認。	月に1回	NEDO
実績報告書、中間年報・成果報告書の提出	<ul style="list-style-type: none"> ・実施者 ・NEDO PMgr等関係者 		・1年間の研究実績を翌年度5月末に提出。実施計画書通り進捗しているか、研究内容が実行されているかを確認。 ・最終年度は全期間の研究成果のまとめを提出。	年に1回	NEDO
アンモニア混焼発電有識者会議	<ul style="list-style-type: none"> ・有識者（2名） ・経産省資源エネルギー庁原課 ・実施者 ・NEDO PMgr等関係者 	②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】	各事業者から進捗・成果を報告し、外部委員やNEDO関係者から提言・意見を頂く。	1年に2回	実施者
定例ミーティング	<ul style="list-style-type: none"> ・実施者 		研究開発の進捗報告、実施者間で調整。	月に1回	実施者

進捗管理(2/2)

採択条件等への対応（技術検討委員会(2022/12/25)で報告）

研究開発	採択条件	対応状況
研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究	JERA碧南火力発電設備5号機による先行試験の必要性を精査し、本事業への計上可否を検討するとともに、JERA碧南火力発電設備4号機の実証試験にかかる費用を精査すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・実機環境でかつ長期間暴露試験のデータは存在しておらず、知見を得るためにはJERA碧南火力発電設備5号機による先行試験の必要ありと判断し、本事業へ計上し実施した。 ・JERA碧南火力発電設備4号機の実証設備構築費等のコストダウンを図るとともに、超過分は事業者負担にて進めることとしている。

研究開発	改善要望（採択審査委員会）	対応状況
研究開発① 100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究	本事業の位置付けを明確にするために、事業計画作成に当たり、ブルーアンモニアの切り替わりのタイミングなどを想定して、記載すること。なお、ブルーアンモニアの切り替わりタイミングなど情勢変化があった場合は、ロードマップなどを見直し、報告すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・実施計画書のJERA企業化計画書に以下の通り記載した。「ブルーアンモニアの調達に関しては、2030年までの開始を目標としている本格運用時に導入できるよう検討を進めている。将来的なグリーンアンモニア導入についても併行して検討を進めている。」

進捗管理：動向・情勢変化への対応(1/2)

動向・情勢変化	対応
<p>・新型コロナウイルス感染症による影響 【研究開発①、②】</p>	<p>研究開発の進捗に若干の影響があったものの、対面の打合せをオンライン会議にすることなどの工夫を実施した。大幅な遅れは発生していない。</p>
<p>・第6次エネルギー基本計画(2021年10月) 「2030年までに石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術を確認」 【研究開発①】</p>	<p>早期の技術確立を目指し、バーナ・タンク・配管等の設置工事の工期短縮が順調に進捗していること、政府の水素・アンモニア施策の推進強化を踏まえ、碧南火力発電所4号機におけるアンモニアの大規模混焼(20%)の開始時期を約1年前倒して、2023年度とした。2024年2月に実証アンモニア初受入、実証運転試験を2024年4～6月で実施。</p>
<p>・経済安全保障上の重要技術に関する技術流出防止策についての提言を踏まえた対応(2024年8月) 「コア重要技術の実現に直接寄与する技術の流出防止策」 【研究開発①、②】</p>	<p>実施者が研究開発成果を学会や講演会等で発表・寄稿する場合、日本が優位である低NOx・N₂O対応などのアンモニア燃焼技術に関する記述・表現に留意するようにした。</p>
<p>・エネルギー基本計画における石炭火力の位置づけの変化 事業開始時の第5次エネルギー基本計画における「ベースロード電源」から、事業終了時の第7次エネルギー基本計画における「調整電源（非効率石炭火力はフェードアウト）」へと変化 【研究開発①、②】</p>	<p>石炭火力については、エネルギー安全保障の観点も含めて、役割は変化しつつも一定の維持がされていくことになると思料。それ故に、我が国における2050年カーボンニュートラル達成に向けては、石炭火力における脱炭素化が急務であるとともに、既存設備を活用しつつ脱炭素化を進める手段としても、脱炭素燃料であるアンモニアの適用を検討する重要性は、事業開始当初から変わっていない。</p>

進捗管理：動向・情勢変化への対応(2/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究 実施者のプレスリリース／大規模混焼開始時期前倒し（2022/5/31）

碧南火力発電所のアンモニア混焼実証事業における大規模混焼開始時期の前倒しについて

2022/05/31

株式会社JERA（以下「JERA」）および株式会社IHI（以下「IHI」）は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成を受け、碧南火力発電所において、2021年度から、燃料アンモニアの大規模な混焼技術の確立に向けた実証事業に取り組んでいます。

本実証事業は、日本を始めとした火力発電を必要とする国々にとって、低コストかつスピーディーに脱炭素化を進める第一歩となりうる重要なプロジェクトです。そのため、JERAおよびIHIは、早期の技術確立を目指し、燃料アンモニアの大規模混焼実証に必要な設備である、バーナー、タンク、配管等の設置工事の工程短縮を調整してきました。

それらの調整が整ったこと、また、これまでの実証事業の順調な進捗を踏まえ、両社は、本実証で計画する同発電所4号機における燃料アンモニアの大規模混焼（熱量比20%）の開始時期を約1年前倒し、2023年度とすることにしました。

JERAおよびIHIは、引き続き安全を最優先に、火力発電所におけるCO₂削減技術の確立を目指し、実証事業のステップを確実に進めてまいります。

JERAは「JERAゼロエミッション2050」を掲げ、2050年時点で国内外の事業から排出されるCO₂の実質ゼロに挑戦しています。火力発電についてはよりクリーンな燃料の導入を進め、発電時にCO₂を排出しないゼロエミッション火力を追求しています。今後とも、主体的に脱炭素技術の開発に取り組むとともに、経済合理性を確保すべく努力を重ねていくことで、エネルギーの脱炭素化に貢献してまいります。

IHIは、水素・アンモニアの利用技術開発やサプライチェーン構築を積極的に推進しています。また、CO₂有効利用のためのカーボンリサイクル技術など、カーボンニュートラルを実現する多様なソリューションを提供することで、脱CO₂・循環型社会の実現に貢献してまいります。

参考1：実証事業を行う碧南火力発電所（愛知県碧南市）



参考2：実証事業のスケジュール

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
実証事業のマイルストーン		5号機でのアンモニア小規模混焼	実証アンモニア初受入	4号機でのアンモニア大規模混焼
改造バーナー据付工事	基本設計	詳細設計	据付工事	
タンク設置工事	詳細設計	地盤改良	土木・機械工事	
配管等付属設備設置工事	詳細設計	地盤改良	土木建築・機械工事	

進捗管理：成果普及への取り組み(1/2)

NEDOによる普及活動	実施時期	研究開発	対象	概要
電気事業者向けNEDO火力発電技術開発 成果発表会【対面/WEB併用】	2022/11/17	①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】 ②火力発電所でのCO2フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発【委託】	・火力原子力発電技術協会 法人会員の発電事業者 ・電気事業連合会に属する 電気事業者 ・電中研	NEDOサーキュラーエコミー部が実施している火力発電分野の技術開発について、その成果を社会実装の主体となる電気事業者へ紹介・意見交換することにより、技術開発の活発化を図り、早期の社会実装を促進させる。
	2023/12/13			・発表テーマ「100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究」 ・発表テーマ「CO2フリーアンモニア燃料火力発電所での利用拡大に向けた研究開発」
	2024/12/17			・発表テーマ「100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究」 ・発表テーマ「CO2フリーアンモニア燃料火力発電所での利用拡大に向けた研究開発」
NEDO成果報告会【@パシフィコ横浜】	2025/7/15-17		・一般	NEDOが実施している毎年実施している成果報告会。水素・燃料電池・アンモニア関連（製造・利用・混焼）分野で発表し、広く一般に周知して社会実装につなげる。 ・口頭発表「碧南火力発電所におけるアンモニア20%／高比率燃焼技術確立のための実機実証研究」 ・ポスター展示「碧南火力発電所4号機アンモニア20%転換実証試験の概要」
ICSC・GHG共催「Carbon Management workshop」での成果発表【@ヒルトン広島】	2025/3/12-13		・一般	ICSCはNEDOに係るIEA関連の国際団体。IEAスコープの各エネルギーの技術課題について、有志国がコントラクトベースで加盟して情報交換や共同研究開発などの活動を行う技術協カプログラム。 ・発表テーマ「JERA's decarbonization initiatives ? ammonia power generation demonstration test result at Hekinan thermal power plant」
「NEDO・欧州グリーン水素パートナーシップ 合同ワークショップ」での成果発表（@神戸ポートピア）	2025/3/26	①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究【助成】	・日EUの産官学有識者	「Hydrogen/Ammonia Combustion Technologies」をテーマにしたNEDOと欧州グリーン水素パートナーシップとの合同ワークショップ ・発表テーマ「Burners for alternative fuels in thermal power plants/ industrial furnaces」
第34回グリーン・コール・デー国際会議(2025)での成果発表（@虎ノ門ヒルズ；JCOAL主催／METI・NEDO・JOGMEC共催）	2025/9/4		・一般	テーマ：「脱炭素化と現実的なエネルギー移行」 世界がカーボンニュートラルに向かう中で、急激に増加が見込まれる電力需要に対し、どのように石炭の利用を進めるべきかを議論 ・発表テーマ「カーボンニュートラルを目指すアンモニア利用発電設備」
NEDOと実施者共同のプレスリリース	2024/4/1		・一般	プレスリリース「JERA碧南火力発電所における燃料アンモニア転換実証試験を開始—世界初となる大型の商用石炭火力発電機でのアンモニア20%転換の実証—」
NEDO X(旧ツイッター)への投稿	2025/4/22等		・一般	記事掲載「2024年度日本燃焼学会技術賞をIHIが受賞、日本機械学会賞(技術)をIHI・JERAが受賞」等、複数投稿

進捗管理：成果普及への取り組み(2/2)

研究開発①100万kW級石炭火力におけるアンモニア20%混焼の実証研究

NEDO・実施者共同プレスリリース／燃料アンモニア転換実証試験開始（2024/4/1）

JERA碧南火力発電所における燃料アンモニア転換実証試験を開始

—世界初となる大型の商用石炭火力発電機でのアンモニア20%転換の実証—

2024年4月1日

NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

株式会社JERA

株式会社IHI

NEDOと株式会社JERA、株式会社IHIは、「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」（以下、本事業）に取り組んでいます。本事業にて、JERAとIHIは、本日、世界初となる大型商用石炭火力発電機における燃料アンモニア転換の大規模実証試験（熱量比20%）を、JERA碧南火力発電所（愛知県碧南市）で開始しました。本実証試験は、2024年6月まで実施する予定です。

1. 背景

水を低コストで効率良く輸送・貯蔵できるアンモニアは、エネルギーキャリアとしての役割に加え、火力発電の燃料として直接利用が可能であり、燃焼時に二酸化炭素（CO₂）を排出しない燃料として、温室効果ガスの排出削減に大きな利点があると期待されています。本事業^{*1}は、日本をはじめエネルギー安定供給の観点から調整電源として火力発電が必要な国にとって、低コストかつスピーディーに脱炭素化を進める第一歩となりうる重要なプロジェクトです。

2. 実証試験の概要

本事業は、今後の環境負荷の低減に向け、大型の商用石炭火力発電機においてアンモニアへの燃料転換を行い、ボイラの収熱特性や排ガスなどの環境負荷特性を評価し、アンモニアの転換技術を確立することを目的としており、事業期間は2021年7月から2025年3月までの約4年間で、

JERAとIHIは、2022年10月から、JERA碧南火力発電所において、燃料アンモニア転換実証に必要な設備であるバーナ、タンク、気化器、配管などの設置工事を進めてきました。

IHIは同発電所5号機における燃料アンモニアの小規模利用試験を踏まえ、実証用バーナを開発^{*2}し、JERAは同発電所における燃料アンモニアの安全対策や運用体制など^{*3}を整備してきました。

このたび実証試験の準備が整ったため、本日、同発電所4号機において燃料アンモニアの大規模転換実証試験を開始しました。

本実証試験では、プラント全体の特性として窒素酸化物（NOx）排出量の調査やボイラおよび周辺機器への影響、運用性などを確認します。



図1 実証試験のスケジュール



図2 実証用試験設備
(左：実証用バーナ 右：燃料アンモニアタンク)

3. 今後の予定

NEDO、JERAおよびIHIは、実証試験における課題の解決を図ることで、2025年3月までに、社会実装に向けた火力発電における燃料としてのアンモニア利用技術の確立を目指します。

JERAは、今回の実証試験を踏まえて、JERA碧南火力発電所4号機において、アンモニア大規模転換（熱量比20%）の商用運転を開始することとしています。アンモニア転換技術の確立などを通じて、再生可能エネルギーと低炭素火力を組み合わせたクリーンエネルギー供給基盤を提供し、アジアを中心とした世界の健全な成長と発展に貢献します。

IHIは、今回の実証試験を著実に実施するとともに、本事業で得られた情報を反映し、火力発電所におけるアンモニア50%以上の高比率燃焼技術の確立や100%燃焼バーナの開発に取り組みます。また、本実証の結果を、国内外の火力発電所に展開していくことで、燃料アンモニアによるグローバルな脱炭素化に貢献します。

参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

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／
⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」(終了時評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2025年11月13日(木) 13:00～17:10

場 所：NEDO 川崎本部 2301-2303 会議室 (オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	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 教授
分科会長代理	増川 浩章	一般社団法人 火力原子力発電技術協会 専務理事
委員	黒瀬 良一	京都大学 大学院 工学研究科 教授
委員	桑畑 みなみ	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 社会・環境システム戦略コンサルティングユニット マネージャー
委員	小林 秀昭	東北大学 流体科学研究所 教授
委員	西本 英彦	電気事業連合会 技術開発部長
委員	萩田 達哉	一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 クリーンエネルギーユニット 次世代エネルギーシステムグループ 主任研究員

<推進部署>

福永 茂和	NEDO サークュラーエコノミー部 部長
勝尾 嘉仁	NEDO サークュラーエコノミー部 チーム長
阿部 正道	NEDO サークュラーエコノミー部 主査(シニアエキスパート)
島 聡明	NEDO サークュラーエコノミー部 主事

<実施者>

一柳 真規	株式会社 JERA O&M・エンジニアリング戦略統括部 脱炭素技術部 部長
尾崎 亮一	株式会社 JERA O&M・エンジニアリング戦略統括部 技術経営戦略部 部長
秋野 岳司	株式会社 JERA 国内ゼロエミッション開発統括部 国内発電開発部 部長
昼間 克利	株式会社 JERA O&M・エンジニアリング戦略統括部 脱炭素技術部 脱炭素エンジニアリングユニット ユニット長
浅田 浩崇	株式会社 JERA 国内ゼロエミッション開発統括部 国内発電開発部 火力電源改造ユニット ユニット長
岡田 大輔	株式会社 JERA 国内ゼロエミッション開発統括部 国内発電開発部 火力電源改造ユニット 担当
辻前 良輔	株式会社 IHI カーボンソリューション SBU ライフサイクルマネジメント部 国内第一プロジェクトグループ グループ長
花岡 亮	株式会社 IHI カーボンソリューション SBU 営業部 国内営業グループ 主管
石津 宏樹	電源開発株式会社 火力エネルギー部 ガス化技術室 課長代理
荒木 泰三	電源開発株式会社 火力エネルギー部 カーボンニュートラル燃料推進室 室長

<オブザーバー>

丸山 弘貴	経済産業省	省エネルギー・新エネルギー部水素・アンモニア課	係長
作山 嵩弘	経済産業省	省エネルギー・新エネルギー部水素・アンモニア課	係長
堀 宏行	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課	課長補佐

<評価事務局>

薄井 由紀	NEDO 事業統括部	研究評価課	課長
須永 竜也	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員
對馬 敬生	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員
川原田 義幸	NEDO 事業統括部	研究評価課	主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. プロジェクトの説明
 - 2.1 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋
 - 2.2 目標及び達成状況
 - 2.3 マネジメント
 - 2.4 質疑応答

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明
 - 3.1 100 万 kW 級石炭火力におけるアンモニア 20%混焼の実証研究
 - 3.2 火力発電所での CO₂ フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発
4. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

5. まとめ・講評
6. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、出席者紹介

- ・開会宣言 (評価事務局)
- ・出席者の紹介 (評価委員、評価事務局、推進部署)

【清水分科会長】 新潟大学工学部の清水と申します。専攻は化学工学であり、特にエネルギー関係の化学工学をやっております。今日はよろしくお願ひいたします。

【増川分科会長代理】 所属の名称が長いので「火原協」と略しますが、そちらで専務理事をしている増川です。私は火力発電プラントの計画から建設、運転、保守と一通り経験しておりますので、本日は、その見地から発言したいと思っております。よろしくお願ひいたします。

【黒瀬委員】 京都大学の黒瀬と申します。専門は熱流体と燃焼になります。特に最近では、燃焼の数値シミュレーションに携わっております。どうぞよろしくお願ひします。

【桑畑委員】 エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所の桑畑と申します。前職は電力会社で火力発電所についても現場勤務をしておりました。現職では、再エネ、エネルギーを中心に事業戦略から事業化の支援まで行っております。よろしくお願ひいたします。

【小林委員】 東北大学の小林です。専門は熱工学、燃焼工学になります。アンモニアの燃焼については、SIPの第1期からずっと携わっております。よろしくお願ひいたします。

【西本委員】 電気事業連合会の西本です。電力事業の技術開発全般に携わっておりますが、その中でも電力システム、系統運用が専門になります。本日は事業者目線で参加したく存じますので、よろしくお願ひいたします。

【萩田委員】 日本エネルギー経済研究所の萩田と申します。私は、水素・アンモニアの分野に関する調査研究を行っております。過去には水素・アンモニアを燃料にした燃焼器の技術開発に携わっておりました。本日はよろしくお願ひいたします。

2. プロジェクトの説明

(1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【清水分科会長】 御説明ありがとうございました。

それでは、ここから事業全体について御意見、御質問をいただきます。評価項目に従い、まずは1.意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋に関して何かございますか。それでは、萩田委員お願ひします。

【萩田委員】 質問は15ページの将来像に向けたところ、最後のほうで専焼化と記載があるところです。事前質問では石炭ボイラと蒸気タービンの組合せを想定されていると伺いました。一方で、アンモニア専焼という段階になると、ガスタービンコンバインドサイクルのようなシステムを使ったほうが熱効率は高いと考えられ、従来のボイラと蒸気タービンで仮に例えば4割程度だったとして、ガスタービンコンバインドサイクルでもう少し熱効率が上がれば、同じアンモニアで大きな出力が取れる、あるいは、より少ないアンモニア量で同じ出力が取れる形になると考えます。そうしますと、専焼化をする段階では、システムをガスタービンコンバインドサイクルに切り替えるような検討をするか、あるいは、ボイラの専焼化で合理性が出る可能性がある、こういうケースであれば合理性が出る、というようなことを検討する必要があるのではないかと考えます。こういった検討をどこかの段階で行うような

御計画にあるとか、このロードマップ上にあるようなことがあれば教えてください。以上です。

【阿部主査】 御質問ありがとうございます。まず、事前質問への回答にありましたとおり、ここで書いてある専焼化というのは石炭ボイラを想定したのですが、ボイラでいくのか、それともガスタービンに切り替えるのか。そうしたどこか具体的に決めるプロセスを検討しているという状況では今のところございません。これは、今、グリーンイノベーション基金で高混焼化に関する技術開発を行っていますが、そういったところの成果を踏まえて、今後どちらの道に進んでいくのが最適か、検討されていくのではないかと理解しています。

【福永部長】 少し補足をいたします。現在、別途グリーンイノベーション基金で専焼ガスタービンというものの研究開発を行っています。併せて、こちらのプロジェクト成果を基にしたボイラでの高混焼化も行っていきますので、そうした成果を見比べながら、こういった形で商用化していくのかというのは判断されると承知しています。

【清水分科会長】 今の御回答でよろしいでしょうか。

【萩田委員】 ありがとうございます。そういう意味では、現状ではボイラの専焼化も選択肢の中には入っている。そうしたところで、いずれどこかの段階で判断することがあるという理解でよろしいでしょうか。

【阿部主査】 おっしゃるとおりです。

【萩田委員】 承知しました。ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、小林委員お願いします。

【小林委員】 御説明ありがとうございます。アウトカムと言っていいのか、副次的成果と言っていいのか、あるいは35ページに入れていいのかということもあると思いますが、今回の特に研究開発①の大きな成果というのは、日本のアンモニアのエネルギー利用が、実用に近いところまで日本の技術があると、国際的に認知度をまさに高めたということかと思えます。特に、これは国の戦略かと思えますが、東アジア、東南アジア地域の石炭火力、まだ作られてから10年程度のものに対して脱炭素化の支援をしていく。それは、日本がアジアでリーダーシップを取っていくにおいて非常に重要なことであり、それが可能であると碧南火力の実証試験で示されている。先週、視察を行った際に大変な数の見学者が来たというところで、その中には外国からの方も多くいらっしゃると思います。これは非常に大きなアウトカムというのか、当初そこは想定していなかったかもしれませんが、当然実証試験が成功しますと大変な見学者が来るわけです。そうしたところで、どこに書くのかは御議論があるかもしれませんが、副次的成果として、日本の先端技術、エネルギー技術の認知度を国際的に高めたというのはぜひ書いていただきたいと私は思います。それに関連した取組をNEDOで行われとして公表されているものでは、マレーシアの脱炭素に向けて微粉炭火力にこの技術が適用できるかどうかという調査などもされていることをホームページで見ることでもあります。それは今回の事業関係者は入っていなかったかもしれませんが、そういったところにも非常に繋がってくる大きな成果ではないでしょうか。そういったことをこの公表資料の中に付け加えることは可能かどうかというのが私の質問です。

【阿部主査】 ありがとうございます。今回の実証の成果が海外展開も期待できるというのは、おっしゃるとおりと考えます。実際に、説明において言及しましたが、NEDOの国際実証事業において、IHI様が、そういった国際実証のためのまずはFSからですが、実施している実績もあり、進むべきところに進んでいると考えております。したがって、どちらかという副次的というよりは、まさに社会実装に向けての次の段階、次のステージに進む成果がここで得られているということですので、書くとしたら副次的というよりは実用化への取組状況になるかと思えますが、それを今回書くかどうかというのは考えさせていただければと思います。

【小林委員】 ここは非常に大事なことで、例えば東アジア、東南アジアでは、天然ガスは産出するけれども

微粉炭火力を使っているという国もありますし、天然ガスを産出するところというのは、ブルーアンモニアを作ってくれて日本に運んでくれるわけです。要するに、サプライチェーン構築のためにも、こういった技術の認知を高めるということが非常に重要です。ですので、そういった国際的な部分を何か少し強調していただくようなことがあれば、よりよろしいのではないかと思います。

【阿部主査】 ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、黒瀬委員お願いします。

【黒瀬委員】 御説明ありがとうございました。小林委員の質問と少し重なるかもしれませんが、15ページのところに波及効果、インパクトというのがあって、ここに3つほど挙げてますけれども、もしよろしければ少し現状の具体例みたいなものを教えていただければと思いました。この図の意味ですが、これは2050年の波及効果という意味なのか、それとも全体を通しての波及効果という意味で書かれていますか。

【阿部主査】 必ずしも2050年にこれらが達成できるという意味合いではなく、アウトカムを達成していく段階で、こういった波及効果も得られる想定という意味合いになります。具体例という点では、何かNEDOとしての取組でここにつながりそうだというのは、先ほど少し申し上げたとおり、NEDOでは国際実証事業を行っており、その中で日本の技術であるところのアンモニア混焼を海外で実証する、将来的にはその普及を目指すといった取組を行っています。そういったNEDOの取組としての国際実証事業が、アジアの脱炭素化への貢献につながっていくものと考えています。

【黒瀬委員】 分かりました。国際的という話もありましたが、大学などで講義をしていると、今石炭を燃料として使っていることについてあまり知らない学生さんがすごく多いのです。そう考えると、日本が石炭の研究・技術を引っ張っていつている現状もあると思いますので、世界的な情勢等々もあるため言いにくいところもあるかもしれませんが、国内でももう少し広く宣伝していくというのも大事かと思えます。以上です。

【阿部主査】 ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、増川委員お願いします。

【増川分科会長代理】 外部環境の変化についてどう対応されていったかについて、御説明あったものを、要約しながら伺いたいと思っております。まず、11ページのエネルギー基本計画の変遷に書いてあるとおり、第5次で非効率の石炭火力のフェードアウトとあり、それ以降アンモニア20%混焼が出てきます。そして第6次以降、ベースロード電源であった石炭火力が、調整電源としての役割を期待、と変化しております。単機ユニットの20%混焼ということでは本事業で非常にクリアになりましたけれども、この調整電源となった状況変化を受け、アンモニア国内導入量のアウトカムが、規模の面では混焼率向上、範囲の面では横展開するユニット拡大があり得ますが、絶対量が減っていくのではないかと。評価軸が量なのかパーセントなのかなど様々あるかと思えますけれども、アウトカム達成に向けてどのように本事業の寄与を判断されたのかをお教えください。

【阿部主査】 ありがとうございます。ただいまの御質問は、今示しているエネルギー基本計画の変遷の中で石炭火力の位置づけが変わっていく状況において、アンモニアを適用する位置づけも何か変わっていくのか、という意味合いでしょうか。

【増川分科会長代理】 単機ユニットであれば20%混焼というのが、定格出力の20%という意味では明確であるかと思えます。ところが、出力が下がってくると、あるいは焚き口が減ってくるとなると当然絶対量は規模として減ります。あと範囲という意味では、ある日本国内のターゲットにおいて世界まで広げると考え方が変わってくるであるとか、どのようにアウトカムを考えられて対応されたのかを御説明ください。

【阿部主査】 説明で申し上げたとおり、20%混焼というのはファーストステップと考えており、将来的に

はより高混焼化していくことが必要であるとする次第です。したがって、例えば負荷変動でもって負荷を下げるときに、負荷を下げた出力での20%なのかであるとか、その辺は細かい運用になってくるところです。今回の技術開発の成果というのは、そういった細かい運用のところのもう少し手前、定格運転のところでのまず20%で混焼したときに問題なく操業ができる。そうしたところをまずは確認するというファーストステップであり、その後の負荷の上げ下げの際に運用をどうするか、最終的には混焼率を上げていったときに、そのときの負荷に応じて混焼率をどう変えていくかなどといった検討は、またこの次のステップになると考えております。

【増川分科会長代理】 どうもありがとうございます。私の考え方としては、これを基に日本全国のトータルアンモニアへの効果というのにも入っているのかと思いましたが、今のお話では、あくまで単機の定格での20%ということが理解できましたので、承知しました。ありがとうございます。

【阿部主査】 ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、桑畑委員お願いします。

【桑畑委員】 中長期、特に短期的にはアンモニアの早期混焼といったところのメリットを理解していますが、先ほど少しお話もありましたが、専焼になってきたときに、今、目標だと2050年までに専焼開始という話がありますけれども、ほかに水素の専焼の目標があるなど、ほかの技術との優位性みたいなところを少し確認させていただきたいです。混焼といったところでは、まだ様々メリットがあると理解していますが、実際に大型化設備も既存のものが使えないと優位性がどんどん薄れていくなど、水素の価格が下がってきたときの競争力であるとか、長期的に見るとどちらが優位性あるのかといったところはまた別の議論かと思っていますので、長期的なアンモニア専焼と水素専焼との目標に関する考え方があれば御紹介いただけないでしょうか。

【阿部主査】 ありがとうございます。それは当然いろいろな選択肢があり、そのどれを選ぶのが最適かといった検討はどこかで行う必要があると考えています。そういう観点で申し上げますと、現状で例えばアンモニアの価格であるとか水素の価格を鑑みまして、どちらが有利になるかというのは、なかなか見通せないところがあるのではないかと考えます。ですので、現時点では、どちらかという複線的といえますか、複数の技術を並行して技術開発をしていく。どこかの時点では、そういった経済的な評価などを行い、どれかを選択するといった流れになるのではないかと考える次第です。

【桑畑委員】 ありがとうございます。実際にはおっしゃっていただいたとおりに思うものの、資料の見せ方のところで、早期技術開発に優位性があるみたいな表現を見てしまうと、水素よりも早くこれが達成するところを目標にされているような誤解も与えかねないかと思っておりますので、そのあたりの表現について留意いただければと思いました。以上です。

【阿部主査】 ありがとうございます。早期実現性があるというのは、あくまでも既存の設備を活用し、今回のように改造はある程度限定的として混焼が適用できるといったところを念頭において記載しているものです。コメントありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、西本委員お願いします。

【西本委員】 ありがとうございます。少し細かいところですが、スライド15枚目のアウトカム達成までの道筋の絵について、事前質問においても少し触れさせていただきましたが、グリーン成長戦略のロードマップですと、海外展開については2030年頃から導入拡大、コスト低減フェーズというような線引きになっています。その下の、今回のプロジェクトの中では、海外展開のところはまだ実証フェーズのような色づけになっており、絵だけを見るとグリーン成長戦略の目指すところまでいっていないかのようにも見えてしまいます。もし、そういった意図でないのであれば、海外展開のところについて少し補足して御説明いただけますでしょうか。

【阿部主査】 ありがとうございます。NEDOの国際実証事業において、海外でのアンモニア混焼の適用に

ついて FS を実施しているという実績がありましたので、まずは実証からということでこの色にいたしました。ただし、実証のまま進んでいくのかということ、そういうわけではないと思いますので、実証から徐々に、ここで言えば緑色の導入拡大のフェーズに移っていくといったニュアンスになるのかと思いますが、この図を作った段階では、実証から開始するので実証フェーズという色づけにしたものとなります。

【西本委員】 承知しました。ありがとうございます。今の御説明を聞きまして、決して上のグリーン成長戦略に遅れているなどといった認識ではない旨を十分理解しました。ありがとうございます。

【阿部主査】 ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、時間もありますので、次の評価項目 2.目標及び達成状況に関する御意見、御質問をお受けします。増川委員お願いします。

【増川分科会長代理】 22 ページの費用対効果に関して伺います。ディメンションを確認したいと思っておりますが、インプットが「億円」で表記されており、効果のところは「万トン/年」であるとか、市場規模の「億円/年」であるとか、CO2 の排出削減の「万トン/年」であるといったところで、このあたりの費用に対して効果をどのように解釈し、結論をこうだとされたのか。もう少しその単位について意識された御説明をお願いいたします。

【阿部主査】 ありがとうございます。こちらのスライドは、趣旨としては、投入した税金であるところの NEDO の費用に対して、アウトカムとして想定される市場創出効果が妥当かどうかを説明するものです。逆の言い方をしますと、例えば市場規模 100 億円のところに 100 億円の予算をかけて技術開発をしているものではない、といった趣旨の説明をするスライドです。したがって、ここで見ていただきたいのは、先ほどの説明においても言及したとおり、アンモニア市場規模を見ていただきまして、これが年間 4,500 億円というところを試算していますので、それに対して NEDO の負担額が 108.2 億円ということで、これを比べて妥当性があつたか否かを見ていただければと思います。

【増川分科会長代理】 どうもありがとうございました。

【清水分科会長】 それでは、黒瀬委員お願いします。

【黒瀬委員】 今回の課題ですが、研究開発が 2 つありまして、研究開発①がどちらかという実用に近いところで、研究開発②が研究基盤（基礎研究）に近いところだと思います。これは、どのようにしてリンクしているのでしょうか？実際に私もいろいろとやったことがあるのですが、なかなか基礎研究で出てきたものが実用に反映されるには結構時間がかかると考えます。実際にここら辺のつながりというのはどういう感じで進めていったのか。もしくは、実際にどのように役に立っていったのかを少し教えてください。

【阿部主査】 ありがとうございます。2 つテーマを実施していますが、開始当初にこれら 2 つを連動させるという意図の下で 2 つのテーマを採択したということではありません。したがって、基本的には独立して進んでいるものです。ただし、研究開発②は委託研究ですので、成果は基本的には公表されます。そういった公表された成果が、この研究開発①に限らず、この分野において役に立っていただける成果となっていると考えます。

【黒瀬委員】 分かりました。個人的には、やはりこういう大きなプロジェクトも、大学と企業が一緒になって行っていくのが重要だと思いますので、非常にいい試みだと思います。ありがとうございました。

【清水分科会長】 それでは、小林委員お願いします。

【小林委員】 進捗管理の 1/2、51 ページ目ですが、このプロジェクトは、例えば GI 基金のように 3 か月ないしは 4 か月に 1 度、技術社会実装委員会を行われて進捗状況をチェックするというものではないと理解しています。先ほどの説明では、私の聞き違いでなければ、ステージゲートを 1 度やられたということ合っているでしょうか。

【阿部主査】 ありがとうございます。NEDO で実施した採択審査としては4年間なり、3年間なりの計画の提案を採択しているわけですが、それを当初から提案期間全体の契約締結又は交付決定をするのではなく、途中で、言わば1回立ち止まりをして進捗確認をするため、当初は2年間の契約締結又は交付決定をいたしました。その後、3年目以降に延長する際に、外部有識者の方の御意見をいろいろ伺った上で、このまま進むであるとか、少し修正するなどといった判断を行う意味合いでの技術検討委員会を開催いたしました。名称の問題かもしれませんが、一般的にステージゲートという、ゲートですから閉じるか開くかというニュアンスが含まれますが、そうした形とは少し違うものです。

【小林委員】 今の質問の趣旨ですが、主なメンバーを見ますと研究開発①のほうは有識者6名という多くのメンバーでこれを確認されており、研究開発②のほうは有識者が2名となっています。後ほど非公開のところでは少し質問いたしますが、この途中段階でしっかりと御意見を実施者の皆様にお伝えできているのだろうかと思った次第です。ここで2名と少ない理由に関して教えてください。

【阿部主査】 示し方として、こちらの表の記載方法がわかりにくかったかもしれません。NEDO で主催した6名の有識者で構成される技術検討委員会は、研究開発①のテーマ、②のテーマ両方を対象としています。表の下側に有識者2名と記載のある会議は、研究開発②のテーマにおいて、事業者が独自で主催された有識者会議となっています。

【小林委員】 つまり、研究開発①の有識者の方も研究開発②の途中成果確認に参加され、そこで御意見を述べられているということでしょうか。

【阿部主査】 研究開発①の有識者委員会というよりは、研究開発①、②の両方を対象とした技術検討委員会を、有識者6名でNEDO が開催しております。

【小林委員】 分かりました。ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、私、清水のほうから質問いたします。成果として37ページに特許出願及び論文発表があり、また16ページにはオープンクローズ戦略ということで、特許にするかオープンにするかということですが、その研究開発②のほう論文は結構出ていて学術的には非常によいのですが、特許があまり見当たりません。研究開発②の中でも、アンモニアバーナ開発であるとか、最適燃焼方式の検討などというのは、これは特許性もあるのではないかと思います。そのあたりはまだありますか、それは実施者の判断で出されていないのか、今準備中といったところでしょうか。

【阿部主査】 今の点について、電源開発株式会社様からお答えできますか。

【川原田主査】 もしこの公開の場でお答えしにくいようなことであれば非公開のほうでお答えすることもできます。

【石津課長代理】 回答については公開可という認識ですので、この場でも御説明させていただければと思います。申し上げます。研究開発②についての特許を出していない状況は、まず事業者側の判断によって出していないところです。その背景については、研究開発項目①の中のバーナ開発においては、工業炉用に開発されたものを発電事業用のアンモニア専焼バーナとして導入していくといった基礎検討を行っております。実証フェーズや事業化フェーズへの導入を考えますと、バーナ単体の開発のみならず、ボイラ全体での設計が必要になると考えられます。これらのフェーズにおいて、今あるバーナ開発に加え、さらに最適化が今後生じる可能性もあることから、現時点では、事業者側の判断で特許の申請を見送っている状況です。

【清水分科会長】 分かりました。ありがとうございます。それでは西本委員お願いします。

【西本委員】 ありがとうございます。研究開発②の研究成果、32スライドの内容について確認いたします。研究成果ということで、後ほどの非公開セッションということであれば、その旨を言っただけだと思います。研究開発項目の特に②、下の段のほうですが、こちらの最終目標として、アンモニアを安定的かつ安価に調達する可能性について経済性評価、技術検討を完了すると記載があります。その

横の成果の欄を見ていきますと、経済性の観点からの成果についてはいろいろ記載あると認識していますが、いわゆる安定的な調達という観点での記載がこの中ではあまり見受けられません。実際には、調査検討という観点では調達の安定性も含めて検討をされたのかどうか、補足して御説明いただけますでしょうか。

【石津課長代理】 御質問ありがとうございます。研究開発項目②については委託研究というところもありますので、回答についてこの場でも申し上げます。調達についての安定性に関しては、調査を実施した2023年1月時点での公開情報を基に、アンモニア官民協議会で協議されていた2030年の需要300万トンに対し、供給側のポテンシャルがどれほどあるかを調査いたしました。結果については、公表ベースのものが実現するところであれば、2030年度における供給については十分な見込みがあると確認している次第です。回答は以上となります。

【西本委員】 ありがとうございます。全体量として需要に対してどれほどの供給があるかを確認されたと理解してよろしいでしょうか。

【石津課長代理】 おっしゃるとおりです。

【西本委員】 ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、時間も少なくなってきましたので、次の評価項目3.マネジメントに関する御意見、御質問をお願いします。

では、清水のほうから伺います。先ほども質問したのですが、やはりオープンクローズ戦略で、3のほうでは知財委員会をつくれ、それでデータを特許化するか、公開するかという検討をなさったと思います。その方針について、16ページにあるような競争域と非競争域ですが、この中の競争域の公開のところを見ると、バーナ開発であるとか最適燃焼方式というのがありますし、あるいはNO_x低減メカニズムというのもあって学術的なものもあります。そこはどのような切り分けをしたのでしょうか。私がよく行うのは、ほかの人がまねをしたときに、まねをしたのがすぐ分かるようなものは特許化するなどといった形で行っています。このあたりの話は公開されたものであり、将来、何か自社の事業に対して、競争者に利益を与えるようなおそれのあるものは公開しない。そういう形での対応を取られているのでしょうか。次の非公開でも構いませんが、可能であればお願いします。

【阿部主査】 今の点は研究開発②でしょうか。

【清水分科会長】 ②になります。

【石津課長代理】 アンモニアバーナ開発については、こちら中外炉工業様に実施していただいたところになります。中外炉工業様の技術を活用していくことを踏まえると、将来、特許ないし社内の機密情報の技術として取り扱うことにつながっていく可能性があることから、競争域という区分にいたしました。

【清水分科会長】 分かりました。ありがとうございます。それでは、萩田委員をお願いします。

【萩田委員】 実施のところで、状況を踏まえて前倒しで実証されたというところがありました。今回のように非常に大規模な実証を前倒しで行うということは、ものすごいことだと感じます。NEDOから呼びかけを行い、こういうことが実現したのでしょうか。可能な範囲で教えていただければと思います。

【一柳部長】 御質問ありがとうございます。こちらの1年前倒しというのは、我々は当初2024年度の終わりをめどに行っておりました。ただ、いろいろと海外のニュースなどといったところから、例えば隣の韓国であるとか、そういったところもアンモニア混焼を前倒しで行うといったところで、我々としても、何としてもこれを世界で初めて成功させたいという思いの下、設備であるとか、そういったところの設計工夫を行い、1年前倒しをしたということになります。

【清水分科会長】 萩田委員どうぞ。

【萩田委員】 ありがとうございます。発電所のJERA様などから、皆様で前倒しを工夫されて進められたということで理解しました。

【清水分科会長】 3.のマネジメントに関して、そのほかいかがでしょうか。まだ少し時間がありますので、今までの評価項目 1.から 3.の全てに対して何かあればお受けいたします。

【阿部主査】 すみません、今の質疑に関して少し補足をさせていただきたいのですが、よろしいでしょうか。

【清水分科会長】 お願いします。

【阿部主査】 今の 1 年前倒しに関してですが、JERA 様から話があったとおり、いろいろな要素があつてそうした判断をしたわけですが、JERA 様だけの判断で遂行したわけではなく、NEDO と協議をしながら、実施計画の中でそれができる範囲であることを判断した上で前倒しを進めていったということです。

【清水分科会長】 それでは、桑畑委員お願いします。

【桑畑委員】 3.マネジメントではなく、2.目標及び達成状況に関するところを伺います。資料としては 27 ページ、28 ページ、研究開発①のほうですけれども、目標の書き方に関して課題抽出でとどまるところが幾つか見られます。実際には、質問でも確認させていただいたとおり、恐らく課題に対する対応策もいろいろ御検討いただいているように認識しています。この目標設定のときに、それ以上課題の対応策の検討といたしますか、もう少し踏み込んだ記載は難しかったのか、可能な範囲でお答えいただければと思います。

【阿部主査】 こちらはお答えできるものでしょうか。

【一柳部長】 こちらのほうは、非公開のセッションでお答えさせていただきます。

【桑畑委員】 承知しました。ありがとうございます。

【清水分科会長】 それでは、おおむね時間となりましたので、これでこの議題 2 における質疑を終了とします。どうもありがとうございました。

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明

省略

4. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

5. まとめ・講評

【萩田委員】 この事業の前は、これだけの大規模な量のアンモニアを使って発電できるかというのが分からなかった状況であったところから、今回の実機実証によって 20%混焼は技術的にできることが証明できたということで、ゼロから 1 を作り出したという意義深いものであったと理解しています。技術的な点としては、燃焼技術もそうですが、これまでなかったような大量のアンモニアを発電所で取り扱って発電用に供給する技術が確立された、それから、それに伴う安全の技術が確立されたということが大きな一歩であったと認識しています。一方で、今回の 20%混焼の実証は、さらなる高混焼化に向けたステップであったというような意義もあると考えています。質疑応答の中で、20%混焼の先に向けた知見も得られているところがあると理解しました。この点も、実施された方の技術力が高く評価されるべきものと考えています。今後、アンモニア発電を戦略的に導入するという点では、経済性、コストの観

点も重要です。今回、発電所を建設されたというようなことで、ある程度知見も得られたと考えますので、今後コストに関する評価結果が共有されていくところにも期待しています。私からは以上です。ありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございました。次に、西本委員をお願いします。

【西本委員】 本日は、貴重な研究の成果を御説明いただきましてありがとうございました。2050年カーボンニュートラルの達成に向けては、再エネ、原子力、水素なども含め、あらゆる選択肢に取り組んでいく必要があると認識しています。その中では、当然アンモニア発電も重要な技術開発だと認識しています。そういった観点では、本日御説明いただきましたアンモニア発電そのもの、発電技術の確立というもの、あとは調達、輸送といった上流も含め、安定的かつ低コストのサプライチェーン評価分析といったところ、そちらにつきましては、どちらも欠くことができない重要な研究実証であったと評価しています。今回の実証を通じて20%混焼の技術を確立されたということですので、アウトカム達成の道筋として示されているとおり、今後の商用化であるとか、他ユニットへの展開、その先には混焼率の向上、海外への展開といったところについても、ぜひともスケジュールに沿った形で社会実装されることに期待いたします。ここで社会実装というステージに進むためには、他の技術に比べて遜色ないような発電コストの実現もそうですが、やはり燃料供給の安定性といったところも求められてくるのではないかと認識しています。トータルで実務的にワークするかどうかといったところが重要だと思います。そういった意味では、今回最後に御紹介いただいたサプライチェーン全体の調査検討、今回は基礎検討かもしれませんが、そのアウトプットが関係者様における今後の検討に資することに期待しているところです。本日はありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございました。次に、小林委員をお願いします。

【小林委員】 本日はありがとうございました。確か2020年10月だと思いますが、JERA様が脱炭素化に向けたロードマップを宣言され、その直後に当時の菅首相が2050年カーボンニュートラルの宣言をされました。つまり、このJERA様の宣言が日本の脱炭素に向けて非常に大きな影響を与えていただいたと思っています。今回IHI様、JERA様の共同にて、碧南火力で100万キロワットの20%燃料転換実証に成功されたというのは、これは非常に大きな成果です。2020年の約束を見事に果たしてくれたと、その証拠を見せていただいたと私は認識しています。IHI様もJERA様もサプライチェーンの構築に向けて海外との協力をどんどん進めていらっしゃいます。燃料アンモニア、クリーンアンモニア、ブルー、グリーンの調達に関しても、海外の機関と協力して進めておられます。現在まだアンモニア、クリーンアンモニアは額が高いのですが、やはり日本が大量に使用するという、これは輸送コストを含め、一番コストを低くできる燃料がアンモニアだというように、脱炭素がアンモニアになってくることはもう明らかです。そのサプライチェーンの構築とこの利用技術の構築を並行して進めていただいて、日本、それから東アジア、東南アジアを中心にこの技術が大きく広がっていくことに期待いたします。それから2つ目の要素技術に関してですが、アンモニア専焼バーナと微粉炭バーナをミックスするというのは、比較的中規模よりも小さい微粉炭火力発電の燃料転換には非常に有効な方法だと思います。今後どのような展開をされていくかは存じ上げないものの、そういったユーザーを取り込みながらの技術開発、それから海外も含めてアピールを続けていただければと思います。以上です。本日はありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございました。次に、桑畑委員をお願いします。

【桑畑委員】 本日はありがとうございました。冒頭もありましたが、アンモニアの混焼技術というところは、火力発電において比較的短期に脱炭素社会のトランジション技術として非常に有効であると思っています。あとは、海外のマーケットの可能性もあると思っていますので期待している技術です。昨今、太陽光であるとか、風力に関しては海外に外資として外に出てしまうといったところが非常に問題にな

っていますけれども、今回のアンモニア混焼についての技術は日本の技術であると思っていますので、ぜひ期待したいと思っています。今回、商用運転を視野に入れて20%混焼といったところを確かにされたこと、そして石炭の専焼に関するオペレーションともおおむね影響がないことを確認し、業界全体にとっても大きな意義深いプロジェクトになったのではないかと感じています。具体的には、今後、混焼比率の向上に向けて炭種の特長であるとかバーナの窒化の影響であるとか、NOx除去技術の比較等いろいろ課題はあるかと思いますが、ぜひこのまま進めていただきたいということと、安全対策に関しては火力発電にとどまらず、他分野での応用も期待される場所かと思っていますので、ぜひ積極的にノウハウを共有いただければと思います。本日の御説明は非常に限られた時間であり、実際にはいろいろと他の項目も含めて御検討を進められているものだと思いますので、ぜひ、他のプロジェクトあるいは分野の方にとって参考になるようなまとめ方を期待したいと考えています。本日はありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございます。次に、黒瀬委員をお願いします。

【黒瀬委員】 今までの委員の皆様がおっしゃられたとおり、比較的短い期間で産業界とアカデミアが組み、このようなすばらしい成果を出され、石炭とアンモニアの混焼燃焼の道筋をつくったという意味では、私は今回のプロジェクトを非常に高く評価したいと思っています。しかし一方で、今日何度か話に出てきたように、研究開発①と②、それから産業界とアカデミア側の要素研究のほうで、必ずしも内容が一致していないところや、お互いに理解できていないところもあったようです。これは、あくまで1つのプロジェクトとして考えたときに、どこかでつじつまを合わせるという言い方は悪いですが、どこかで話し合っ理解を深める機会があってもよかったのではないかと思います。あと、最後にもお願いですが、やはり石炭燃焼というのは、研究テーマとしてなかなかアカデミアでは最近やりづらくなってきていますし、テーマも減ってきています。そういった意味では、ぜひNEDO様、それから企業の方々に継続して研究を行っていただき、アカデミアの研究を支援していただきたいと思います。以上です。ありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございます。次に、増川分科会長代理をお願いします。

【増川分科会長代理】 大型石炭火力においてアンモニア20%混焼、これは燃料転換と言ってもよろしいかと思いますが、エネルギー基本計画目標達成に寄与するリアルな成果を挙げられたものと思います。かつ本NEDO事業の途中、状況変化として、当初、石炭火力はベースロード電源という位置づけでしたが、それが再エネの導入に伴い、需給調整機能を求められたということで、これにも対応されたということは評価できるかと思っています。また、その過程において地域の方々への説明であるとか、説明の中で副次的という話もありましたが、ISOといった標準化戦略も行われています。そして、これはもう事業者様は当たり前なのでしょうけれども、電気事業法の技術基準適合性を適時確認され、そして保全を担保するという意味では、地上貯蔵タンクの指針をまとめられたというお話も聞かせていただきました。こういった確たる事実といいますかベースができましたので、今後政策面というのものもあるかもしれませんが、どういった方向性、例えば混焼率を向上させていくとか、あるいは20%混焼の石炭火力をどんどん横展開で増やしていく、どちらにおいてもサプライチェーンをどう構築していくかといったことを考える1つの投資判断していくベース、必要な基準、条件というのが備えられたのではないかと評価しました。以上です。ありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございます。最後に、清水分科会長をお願いいたします。

【清水分科会長】 これまで実施者の皆様が多大な努力を払われ、大いなる成果を挙げられたことに対し、私からも敬意を表したいと思っています。特に私が一番大きく評価しているのは、20%混焼を100万キロワットという大型のところに入れるのに対し、これだけ短い時間でできたということです。社会実装をする上でどれほど時間かかるかと、それを測るための非常に大きな成果であったと思います。もちろん燃焼

の特性であるとかエミッションといったものを従来並みに抑えることができたということで、その成果も大きいのですけれども、やはり一番大きいのは社会実装をどれだけ早くできるか、そのためにかかる時間どれほどかというのがこのプロジェクトで分かったということで、それが非常に大きな貢献だと思います。そのほかにも、基礎的な研究としてバーナの開発なども進められています。これも将来の社会実装に向け、大きな進歩であったと思います。これまでの皆様の御努力に対して、心から御礼を申し上げます。どうもありがとうございました。

【川原田主査】 委員の皆様、御講評をいただきありがとうございました。それでは、ただいまの御講評を受けまして、推進部の部長から一言お願いいたします。

【福永部長】 本日は長時間にわたり、委員の皆様には御審議をいただきまして誠にありがとうございました。最後のコメントを受けまして、おおむね20%の混焼を実現したということ自体は、委員の皆様からも評価をいただけたように思います。一方で、様々な議論の中で課題というのも浮き上がってきました。例えば今後の国際展開であるとか、サプライチェーンの構築であるとか、また、アカデミアの力をもう少し活かせないかといった話、安全対策など今後取り組むべき点が明らかになってきたのではないかと思います。私どもNEDOとしては、このプロジェクトを踏まえ、国際実証の枠組み、あるいはグリーンイノベーション基金での高混焼、または専焼の実現に向け、この成果を生かして進めていく所存です。安全性については、言うまでもなく一番重要だと考えています。他のプロジェクトとも連携し、例えばグリーンイノベーション基金の工業炉のプロジェクトがありますけれども、JERA様の協力をいただき、この関係者に碧南での安全対策を現地で視察いただくなどという取組を進めています。また先月ですが、アンモニアの貯蔵タンクやパイプラインからの漏えい、拡散のシミュレーション手法の開発や、ガイドラインの策定といった事業を高圧ガス保安協会に委託することも始めました。今後、この燃料アンモニアの利用が拡大していくために安全性の対策に非常に力を入れ、ぜひ我々としても支援をしていきたいと考えています。本日はありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございました。以上で、議題5を終了します。

6. 閉会、今後の予定

配布資料

資料1	分科会委員名簿
資料2	評価項目・評価基準
資料3	プロジェクトの説明資料（公開）
資料4	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料5	事業原簿（公開）
番号無し	評価コメント及び評点票
番号無し	評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

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／⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」（終了時評価）分科会

質問・回答票（公開）

参考資料1-16

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 意義・ アウトカム (社会実装) 達成までの道筋	石炭火力発電へのアンモニア混焼によるCO2削減に対する代替手段として、天然ガス火力発電への置き換えによるCO2削減方法もあるが、1) 日本の1次エネルギー供給に対する寄与、2)ロシア産天然ガス等ガス供給源に関する問題（欧州での天然ガス需給等）、3)既存ボイラーの寿命を生かした早期導入の可能性、4)再生可能エネルギーの変動に対応する部分負荷運転での効率(フル負荷に対するGT効率低下)等を考慮した、既存の石炭火力(汽力発電)を使うメリットについて公開セッションでは説明を加えられたい。	清水 分科会長	石炭火力へのアンモニア燃料適用については、以下の利点があると考えます。公開セッションにおいて説明いたします。 ・石炭はエネルギー安全保障の観点（エネルギー資源の海外依存の中、比較的安定して輸入でき価格も比較的安価であるとともに、LNGと比較すると供給国が多様なことから調達先の分散が可能であり地政学リスクが少ない）から、依然として重要な役割を果たしており、石炭火力の脱炭素化を進めることが重要である。 ・既存の石炭火力のボイラ等設備を活用することで、LNG火力新設に比べて初期投資を抑えつつ早期導入することが可能であり、早期にCO2排出削減に貢献できる。 ・火力発電における調整電源の役割として、フル負荷に対する部分負荷運転での効率について、LNG火力に比べ石炭火力は効率低下が小さくなる点においては、有利である。
資料3 P32-33	アンモニア利用に関するリスクマネジメントについて、貯留・輸送などの安全確保の上で石油など炭化水素系燃料とアンモニアで異なる留意点があれば、ご教示願いたい。また、安全上の留意点について社会への周知・情報共有についての方策について、ご教示願いたい。	清水 分科会長	石油などの炭化水素系燃料は可燃性を有することに対し、アンモニアは炭化水素燃料に比べ、強い毒性を有しております。高濃度のアンモニアガスは眼、鼻、気道などに重度の刺激を与えることから、日本産業衛生学会では、曝露許容濃度を設定しております。発電所での貯蔵・利用においては、アンモニアガスの漏洩対策（漏洩検知装置、除害設備）が必要となります。安全に関する社会への周知・情報共有については、専門家を交えた委員会等の報告書の公開、業界内の安全対策の連携、リスク情報の公開が考えられます。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P27-29	アンモニアを大量に利用する試験の際に得られた貯留・輸送などの安全確保の上で石油など炭化水素系燃料とアンモニアで異なる留意点があれば、ご教示願いたい。また、安全上の留意点について社会への周知・情報共有についての方策について、ご教示願いたい。	清水 分科会長	漏洩時の有毒性が最も留意すべき点と考え、配管は原則溶接構造とし漏洩の可能性のある弁グラウンド部等にはガス検知器を設置し早期発見できる設備構成としています。アンモニアを取り扱うにあたり当社が実証試験で実施した安全対策は、NEDO主催の研究成果報告会等（資料3_P55参照）を通じて発信しております。
資料3 P42	NEDOが実施する意義の中に「石炭・・・はベースロード電源」となっているが、プロジェクト開始後に位置づけが変わっているため、プロジェクト途中段階で「調整電源」に書き換える必要はないか。（採択時の位置づけから変わっているが、その後も本プロジェクトに意義が十分あることの説明が必要ではないか。）	清水 分科会長	石炭火力については、エネルギー基本計画における位置づけが、事業開始時の第5次エネルギー基本計画における「ベースロード電源」から、事業終了時の第7次エネルギー基本計画における「調整電源（非効率石炭火力はフェードアウト）」へと変化しているものの、エネルギー安全保障の観点も含めて、役割は変化しつつも一定の維持がされていくことになるかと理解しています。それ故に、我が国における2050年カーボンニュートラル達成に向けては、石炭火力における脱炭素化が急務であるとともに、既存設備を活用しつつ脱炭素化を進める手段としても、脱炭素燃料であるアンモニアの適用を検討する重要性は、事業開始当初から変わっていないと考えます。事業開始後の情勢変化となりますので、「NEDOが実施する意義」に加えて、「動向・情勢変化への対応」へ反映いたします。
資料4-2 P11	リスク評価は周囲環境(気温など)の影響を受けると考えられるので、当日の非公開セッションでは計算の条件などを明示されたい。	清水 分科会長	計算の条件などについては、現実的に起こりうる漏洩事象として、PCタンク出口の配管(150A)の配管から10分間漏洩が生じたシナリオに基づき、漏洩規模をRapture、Major、Mediumの3ケースで計算を実施しております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P2, P29	<p>冒頭「事業の概要」にある通り、本事業スタート時点では、石炭火力をベース電源と位置づけていた。しかしながら、現時点では石炭火力も調整力を期待されており、起動停止や負荷変化が頻繁に行われている。</p> <p>さて、定格出力でアンモニア混焼20%を実現出来ても、中間負荷帯での運転や負荷変化等により、20%の目標達成を阻害したり、あるいは達成出来たととしても他の要素（CO2以外の環境影響、負荷変化率、石炭の炭種選定幅、石炭灰の品質等）を犠牲にすることになっていないか。</p>	増川分科 会長代理	<p>実証試験では、碧南4号機の最低安定負荷である400MW～定格出力の全範囲における20%混焼性能および負荷変化試験を通じた運用性維持確認を実施しており、良好な結果を確認しました。また、CO2以外の排ガス性状変化も併せて確認しており、石炭専焼運用と同等であることを確認しております。</p> <p>石炭灰等石炭燃焼により生成される副資材については、実証試験において採取・分析しており、その品質はアンモニア20%混焼時においても石炭専焼と比較してその品質に影響がないことを確認しました。</p> <p>石炭の炭種選定幅については、実証試験にて得られた各種データより他炭種使用においてもアンモニア20%混焼は可能と評価しておりますが、現状の石炭ポートフォリオを維持するためのプラント運用性の変更案やプラント運用性を維持するための石炭性状制約を明確にする等の、実機での継続的なアンモニア混焼を想定した詳細評価が必要と考え、商用化に際して継続して研究を実施していくこととしています。</p>
資料3 P4, P20, P34	<p>サプライチェーン検討における条件設定によりコストの振れ幅が大きくなると考えるが、条件をどのように考えたか。例えば、調達是国内か海外か、あるいは「%」と「絶対量」を結びつける条件として発電所での使用量（発電設備の利用率）、ユニット数をどのように設定したか。（国内での使用量は、2030年で300万トン、2050年で3000万トンと理解している。）</p>	増川分科 会長代理	<p>調達については、CCUSのポテンシャルの大きい北米から天然ガス由来のCO2フリーアンモニアの調達を想定しております。また、石炭とアンモニアの混焼率については20cal%とし、発電設備の利用率については、発電コスト検証ワーキンググループの「長期エネルギー受給見通し小委員会に対する発電コストなどの検証に関する報告（令和3年9月）」での諸元に基づき、70%としております。</p>
資料3 P12, P14, P15	<p>「専焼」に向けてのアプローチとして、汽力（コンベンショナル）ではなくガスタービンでの燃焼とする動向は調査されたか。汽力は専焼ではなく、CCUSと組み合わせる道筋は検討外であるか。</p>	増川分科 会長代理	<p>本事業の実施テーマは石炭火力を対象としていることから、ガスタービンに関する検討は含まれておりません。</p> <p>また、アンモニア専焼ではなく混焼であれば、CO2は排出されますので、本事業の検討対象ではありませんが、CCUSとの組み合わせは考え得るものと思料します。</p> <p>一方、本事業とは別事業ですが、グリーンイノベーション基金事業の取り組みにおいて、石炭火力やガスタービンにおけるアンモニア高混焼化・専焼化を検討しています。</p>

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P27	「アウトカム目標の達成見込み」欄の記載では、混焼率の向上や専焼にはリプレースが必要と読めるが、本事業の改造範囲では20%が妥当であり、それを大きく超える場合は「非連続なジャンプ（大きな設計変更を要す）」となるとの理解か。	増川分科 会長代理	本事業における混焼率20%においては、既設設備を大幅に改造することなく20%混焼運転が可能であることを確認いたしました。混焼率が20%を超えるとすぐにといいことではございませんが、混焼率を上げていくにつれて改造が必要となる設備が拡大していくこととなります。
資料3 P37	研究開発②では、特許出願の可能性はなかったか。	増川分科 会長代理	本研究開発では、工業炉用に開発したアンモニア専焼バーナのスケールアップを図り、発電事業用石炭ボイラへの適用に向けたアンモニア専焼バーナ開発を実施しました。バーナ開発の成果については、スケールアップ手法や設計コンセプトを確立しました。今後、社会実装に向けては、バーナ単体のみではなく、ボイラ全体の設計が必要となり、ボイラ適用に向けたバーナの改良を要する可能性があることから、特許出願を見送っております。
資料3 P43	研究開発②の実施体制で、「アンモニアバーナの開発」が3機関に記載されているが、役割分担・連携はどのように行ったか。	増川分科 会長代理	アンモニア専焼バーナの開発は中外炉工業、100kW級アンモニア専焼バーナの燃焼試験は大阪大学、760kW級アンモニア専焼バーナの燃焼試験は電力中央研究所にて実施しております。
資料3 P9	アンモニア混焼目標の20%はどのようにして決定したのでしょうか？また、2030年度の水素・アンモニアの電源構成目標は1%ですが、この混焼20%はその何%ぐらいの寄与になるのでしょうか？	黒瀬委員	<p>戦略的イノベーションプログラム（SIP）において20%程度の混焼率であれば、既設設備への影響は小さいとの想定から設定しております。この妥当性をSIP内のFSおよびFY2019-2020のNEDO委託事業内のFSにおいて確認、評価しております。</p> <p>碧南4,5号で設備稼働率70%でアンモニア20%混焼で運転した場合、</p> $20\text{万kW} \times 24 \times 365 \times 0.7 = 12.2\text{億kWh} \times 2U = 24.5\text{億kWh}$ <p>2030年の電源構成における発電端電力量は9,340億kWhとすると、その1%では93.4億kWhであり、アンモニア20%混焼における寄与度は以下のとおりとなります。</p> $24.5\text{億kWh} / 93.4\text{億kWh} = 26.2\%$
資料4-2 P7	石炭およびアンモニアの燃焼にはどのような反応モデルを使っているのでしょうか？	黒瀬委員	実機ボイラへの数値解析については、計算領域が大きくなることから、乱流モデルはレイノルズ平均(RANS)モデルを使用し、既往研究で実績のあることから、燃焼モデルは総括反応モデルを使用しています。

資料番号・ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料4-2 P9	ここに記載の「成果および意義」の意味がよくわかりません。もう少し詳しい説明をお願いします。	黒瀬委員	NOx低減のメカニズムの解明については、アンモニアと微粉炭の混焼場において、揮発分燃焼時にNH3やNHが存在しない場合は、NO-LIF信号が発信されていることに対して、揮発分燃焼時にNH3やNHが存在する場合は、NO-LIF信号が弱い領域があることを確認した。このことから、バーナの配置や混焼方法を適切に行うことで、NOx低減が可能であることを示しました。
資料4-2 P13	アンモニア製造プロセスにおけるコスト構造について、CO2処理費用に加え、輸送費も大きな割合を占めていると推察します。記載の調達価格は輸送費を含む価格でしょうか。	桑畑委員	質問欄ご記載の通り、調達価格は輸送費を含む価格をお示しております。
資料4-2 P15	アンモニア混焼発電コストに輸送費はどの部分に含まれていますか。	桑畑委員	輸送費については、燃料費に含まれております。
資料4-2 P16	実機に導入に向けてはボイラ全体への設計が必要とありますが、既存ボイラを活用することは難しいという趣旨でしょうか。	桑畑委員	実機への導入については、既設ボイラでの石炭バーナからアンモニア専焼バーナに換装することとなります。既存ボイラにアンモニア専焼バーナを導入するためには、ボイラ全体での設計が必要となります。
資料3 P32 7行目の成果	NOx低減メカニズムの提案に関する成果として、アンモニアから生成されるNHラジカルに関する知見が記されていますが、具体的にどのようなメカニズムを指すのでしょうか。	小林委員	微粉炭揮発分燃焼時にNH3及びNH3を分解することで発生するNHラジカルが存在する領域でNO-LIF信号が弱くなることを確認しました。
資料3 P32 12行目の成果	拡散モデルの数値解析によるアンモニア漏洩時のリスク評価と記されていますが、漏洩量、漏洩環境（例えば海上、地上）などは、どのような根拠のもとに設定されたのでしょうか。	小林委員	計算の条件などについては、現実的に起こりうる漏洩事象として、PCタンク出口の配管(150A)の配管から10分間漏洩が生じたシナリオに基づき、漏洩規模をRapture、Major、Mediumの3ケースで計算を実施しております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P33 3行 目のリスクマ ネジメント検 討	漏洩リスク対策としてどのような方策を検討し、効果的な方策を提案できたのでしょうか。	小林委員	<p>漏洩リスク対策の検討として、火災の輻射熱や延焼を防ぐための防火設備として用いられるウォーターカーテンによる除害効果の検証を計算流体力学(CFD)シミュレーションモデルを用いて実施しております。</p> <p>計算ケースについては、アンモニア集液槽の周囲にウォーターカーテンが無い場合、ウォーターカーテンありで水滴が下から吹き上げる場合、ウォーターカーテンありで水滴が落下する場合の3ケースにおけるアンモニア濃度を計算しております。</p> <p>ウォーターカーテン無しの場合と比較し、ウォーターカーテンを上向きの場合、アンモニアが一定程度水に吸収されるものの、吸収されなかったアンモニアは下からの流れに巻き上げられ、周辺に拡散することが確認されました。</p> <p>ウォーターカーテンが下向きの場合、アンモニアが一定程度、水に吸収され濃度が低下し、漏洩範囲を低減できることが確認されました。</p> <p>アンモニアの除害のためのウォーターカーテンについては、下向きに噴射する設計が望ましいことが示唆されました。</p>
資料3 P33 3行 目の実機ボイ ラー燃焼シ ミュレーショ ン	燃焼シミュレーションによる実証予備検討では、NOx排出濃度などどの程度の精度で予測できたのでしょうか。	小林委員	<p>実機を対象とした数値解析については、石炭専焼時におけるNO濃度の解析結果がO2濃度6%換算値で151ppmであり、実機ボイラーでのプラントデータと同程度であることを確認しております。</p>
資料3 P37 13 行目の特許出 願数	研究開発②では、委託研究終了後を含む5年間の特許出願がありませんが、どのような事情によるのでしょうか。	小林委員	<p>本研究開発では、工業炉用に開発したアンモニア専焼バーナのスケールアップを図り、発電事業用石炭ボイラーへの適用に向けたアンモニア専焼バーナ開発を実施しました。バーナ開発の成果については、スケールアップ手法や設計コンセプトを確立しました。</p> <p>今後、社会実装に向けては、バーナ単体のみではなく、ボイラー全体の設計が必要となり、ボイラー適用に向けたバーナの改良を要する可能性があることから、特許出願を見送っております。</p>

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料4-2 P9の 図の説明	図と説明文の対応が明確と言えないことに加え、実炉バーナと単一火炎の現象の相似性はどのように説明できるのでしょうか。	小林委員	単一火炎(基礎火炎)は実機と形状や流動場は異なりますが、微粉炭とアンモニアが共存する燃焼場における反応機構や主要ラジカルの生成経路を再現できます。 この単一火炎で明らかにしたNH ₃ ・NHラジカルとNO生成の関係は、化学反応の支配的メカニズムとして実機火炎にも共通するため、NO生成挙動の理解やモデル化に応用可能です。 したがって、単一火炎は「化学反応過程の相似性」を通じて実炉パート現象の理解に貢献できると考えています。
資料3 P15	アウトカム達成までの道筋における混焼技術の海外展開について、2025年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略では、2030年代より導入拡大・コスト低減フェーズとされているのに対し、今回の実証事業の延長線においては、実証フェーズにとどまっています。この関係性について、補足して説明をお願いします。	西本委員	「アウトカム達成までの道筋」における、「【海外展開】アジアを中心に混焼技術を展開（IHI等メーカー）」については、NEDO国際実証事業において石炭火力におけるアンモニア混焼実証のFSを実施している実績があるため、「実証フェーズ」としました。一方、後年には実証後の導入拡大まで進む可能性も想定されます。
資料3 P16	アンモニア混焼バーナ材料選定試験の成果として得られた技術（競争域）について、特許として権利化するのではなく、実施事業者のノウハウとして非公開とすることについて、その判断は事業成果の帰属先である実施事業者に委ねられていると理解してよいのでしょうか。	西本委員	ご理解の通りです。助成事業において知的財産権は、すべて発明等をなした機関に帰属するので、実施者の判断に委ねられます。
資料3 P22	アンモニア国内需要550万トン／年の試算の前提として、100万kWでアンモニア50万トン／年を用いていますが、100万kWでアンモニア50万トン／年の消費は、発電所としての設備利用率として凡そ何%になるのでしょうか（年間の発電電力量は）。	西本委員	発電所出力100万kW、アンモニア混焼率20%でのアンモニア使用量80t/h、設備利用率70%として、以下のとおり概算しております。 $80\text{t/h} \times 24\text{h/日} \times 365\text{日} \times 0.7 = 490,560\text{トン} \approx 50\text{万トン/年}$
資料3 P26	研究開発②のアウトプット目標のひとつとして「効率的な初期導入方策の確立」を掲げられていますが、プロジェクトの成果として、「確立できた」と評価して問題ないレベルまで検討は進んだのか、目標に対する成果の達成状況が把握しづらいため、補足して説明をお願いします。	西本委員	CO ₂ フリーアンモニアサプライチェーンの構築については、安定供給およびコスト低減が課題となっています。安定供給については、2030年に向けては想定需要量に対して、十分な供給量を見込むことを確認しました。コスト低減については、方策として喫水、貯蔵制限のない発電所に大型船を導入すること等を見出しました。 これらを踏まえ、効率的な初期導入方策を確立できたと考えております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P32	アンモニアバーナーの開発について、その成果として、スケールアップ手法の取得や、設計コンセプトの確認ができたことが記載されているが、実機として760kWバーナー単体を開発されたことでよいか、念のため確認したい。	西本委員	実機での導入となると、バーナ単体では更に数十倍のスケールアップが必要になることに加え、ボイラ全体での設計が必要になります。
資料3 P34	「燃料調達・輸送・貯蔵・利用を考慮したトータルシステムとしての経済性評価、技術検討を完了する」とのアウトプット目標に対し、34スライドに記載の内容は各プロセスにおける検討課題の列記となっており、目標に対する成果の達成状況が把握しづらいため、補足して説明をお願いします。	西本委員	各プロセスの経済性評価、課題に対する方策などの検討結果を踏まえて、トータルシステムとしての経済性評価、初期導入に向けた方策を検討しております。結果として、CO2フリー燃料アンモニアの導入に向けては、価格競争力と信頼性のある調達先を選定、発電所の地点条件を踏まえた輸送・貯蔵方法の最適化によるコスト低減の追求に加えて、燃料費増加に対する公的支援制度の活用ならびに拡充が必要と考えております。
資料4-2 P13	アンモニア製造プラントにおけるコスト低減余地は無いとの判断であり、2050年のアンモニアの需給見通しは、2030年の見通しと比べると相対的に世界的に供給不足となる可能性もグラフから示されています。今回の研究結果の成果として得られた知見としては、2050年に向けてアンモニア価格は上昇する可能性が高いことを示唆されているのでしょうか。	西本委員	製造量の見込みについては、2023年1月時点でのブルー/グリーンアンモニア製造に関するプレスリリース等、公表されている情報を積み上げ、お示ししております。2050年における需給については、今後の需要増加に伴う更なる新設計画など、需給バランスを確認していく必要があり、現時点での予見は困難と判断しております。
資料4-2 P14	発電所①（喫水制限なし、貯蔵制限なし）における北米ルートと西豪ルートの輸送コスト差が3%（▲33%対▲30%）であるのに対し、喫水制限のある発電所②ではその差が6%に拡大する理由を教えてください。	西本委員	わかりにくい説明資料となっており、申し訳ございません。本スライドでは、削減幅は異なるものの、VLGC輸送により1輸送あたりの輸送量を大きくすることでMGCに比べコスト削減が可能であることを確認しました。発電所①、②における北米ルートと西豪ルートの輸送コスト差については、発電所側の喫水条件および航海日数の異なりによる差異となります。
資料4-2 P17	各石炭電源の方向性については、今回の研究成果である14スライドの知見（貯蔵と喫水に制限の無い発電所に大型船を導入することが最もコスト的に優位）が反映されていることでよいでしょうか。	西本委員	本研究委託事業の成果、当社各石炭火力発電所の地点特性等を踏まえて、トランジションのイメージをご提示しております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P15など	<p>(質問の背景) アンモニア専焼の段階では、火力発電の設備構成は a.石炭混焼時のようにボイラと蒸気タービンの組み合わせと、b.アンモニア専焼ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC)に発電設備を換装する案が考えられます。aの場合、従来設備を多く使える一方熱効率は4割程度と低い、bの場合、設備入れ替えで費用が生じる一方、熱効率は高くアンモニアをより無駄なく使えるといえます。アンモニア専焼に対してはGTCCへの換装も重要なテーマと考えます。(補足:総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会における発電コスト検証WGの令和7年2月の報告書 資料2 P28では、2040年のアンモニア専焼については「ガスタービンによる実現の方が現実的」という記述とともにガスタービン(GTCC)を想定してコストを算出している。)</p> <p>(質問) 1. 資料3 P15 ("アウトカム達成までの道すじ")において、アンモニアの「専焼化」で想定している設備は、ボイラと蒸気タービンの組み合わせのみですか。あるいはアンモニア専焼GTCCを含みますか。 2. アンモニア専焼GTCCを含むのであれば、アウトカム達成までの道筋に、機器の換装に関する技術・経済性評価、あるいはアンモニア専焼ガスタービンの技術開発そのものは記載しないのでしょうか。また、仮に本資料が現在の石炭火力発電所のボイラ混焼～専焼のみにフォーカスしている(アンモニアGTCCは含まない)としても、現状設備構成のまま専焼化することがどういった条件であれば有効であるか評価するステップを記載されるのはいかがでしょうか。</p>	萩田委員	<p>1.本事業の実施テーマは石炭火力対象なので、P15の本事業のロードマップは石炭火力を対象としたものであり、本事業のロードマップにある「専焼化開始」は石炭火力を対象としておりません。</p> <p>2.石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼化に関する技術開発については、グリーンイノベーション基金事業で実施中です (p15本事業のロードマップにも記載)。 アンモニア専焼GTについてもグリーンイノベーション基金事業で、別テーマとして実施中です。</p>

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P28 研 究開発項目②- b	<p>今回の実証においては、供給側設備を含め発電所では例のなかった大規模なアンモニアをハンドリングしたことも大きな成果・意義だったと考えられます。また、今回の20%混焼は、この点でもさらなる高混焼化に向けたステップの一つと見ることができると考えます。</p> <p>その視点で、今回20%混焼の規模の実証で確立した技術をもって、50%混焼(2.5倍)あるいは専焼(5倍)の規模の供給側設備の構築の見通しは立てられたといえますか。あるいは、数倍に拡大するには別の課題があるorその課題を今回抽出できたというような状況でしょうか。</p> <p>前者であれば、今回の研究で将来の大規模アンモニアハンドリングの見通しを立てられたという点も大きな成果であり、他国に先んじた技術としてアピールできるものと考えます。後者であれば、何が難しいかの知見を整理して、次の高混焼実証のステップではその確立をアウトプット目標の一つに設定するなどして、戦略的に技術開発を行う必要があると考えます(その場合は、今回の20%混焼の成果に、高混焼化に向けたハンドリングの課題を抽出したことも加えられると考えます)。</p>	萩田委員	<p>供給側設備から得た具体的な成果としては気化システムの運転ノウハウ・制御調整の会得であり、今回20%混焼の実績からアンモニアを発電用途ボイラと協調した運用を確立したことにあると考えます。</p> <p>実証試験にて当該気化システムの発電設備に利用することの有効性が確認できたため、今後アンモニア使用量規模の拡大(気化システムの台数を増やしていくこと)は可能であると考えます。</p> <p>ただし、複数の気化システムで協調した制御が必要になることから、今回の20%実証試験のデータを参考にすることでアンモニア使用量規模の拡大は可能と考えますが、最終的には実機特性を踏まえ制御調整することになることから実機での使用を通じた調整試験は必要と考えています。</p> <p>今後の高混焼化において、ボイラ側はアンモニア燃料系統が複雑化することになります。このため運転要領や制御についてこれらを考慮した検討が必要となります。また、石炭燃焼量が相対値で40%となることから石炭燃焼設備側にも工夫が必要となりますが、これは既存の技術の適用となり新規開発の必要はありません。</p>
資料3 P28 研 究開発項目の ②-b, ②-c (関連：資料3 P35)	<p>トリップ時など非常時の安全確保について、今回20%混焼において検討、確立した手法は、混焼率が増加した場合(すなわち最大で残留アンモニア5倍(@専焼時))でも、同様に適用できますか。あるいは根本的な機器構成等の変更が必要となりますか。</p> <p>アンモニアの利用に対して、毒性が懸念されるケースがあります。今回、発電所でのアンモニア運用に関する安全対策を確立し、安全に実証を終えたという成果は、こうした懸念に応える意味でも意義深いと考えております。さらに今回の20%実証で将来の専焼を含めた安全対策の見通しができた、あるいは専焼にも適用できる安全策を部分的に確立できた、ということであれば、より成果として大きいものと考えます。</p>	萩田委員	<p>混焼率が増加した場合については、ボイラでの石炭とアンモニア比率が今回実証試験とは異なるため、インターロック等については改めて検討が必要と考えます。</p>

参考資料 2 評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、プロジェクト/制度の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル (図 1) の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

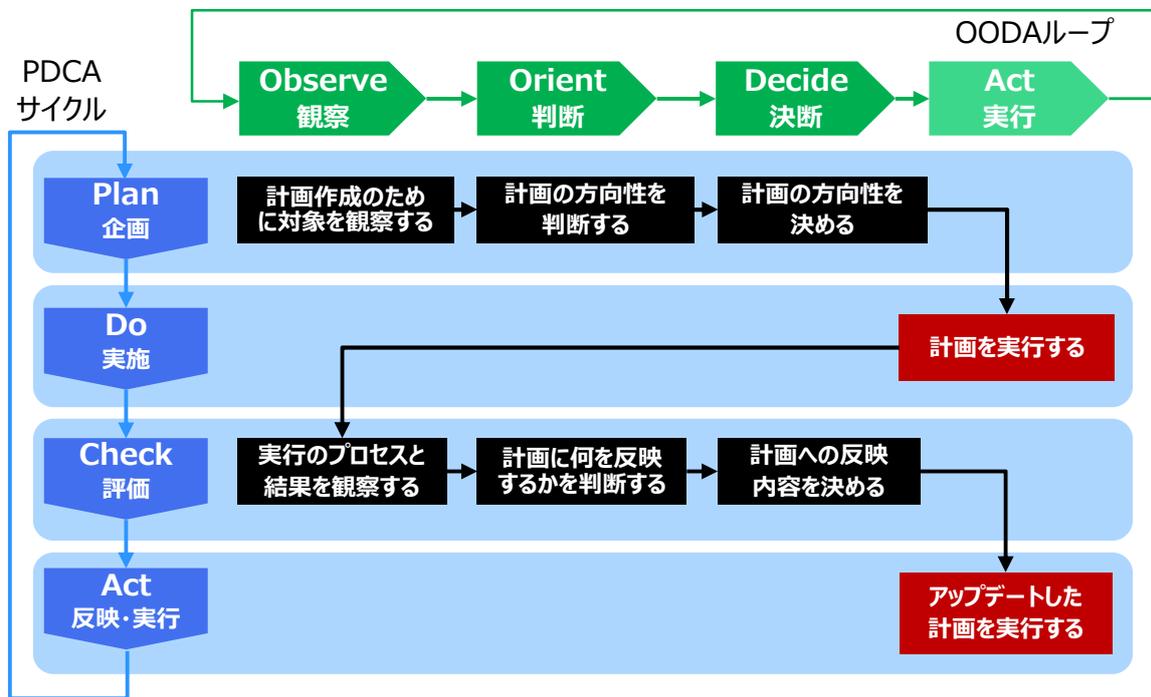


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 研究開発プロジェクト/制度の技術評価を統括する研究評価委員会を、NEDO内に設置。
- (2) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる分科会を研究評価委員会の下に設置。
- (3) 同分科会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価（案）を取りまとめる。
- (4) 研究評価委員会の了承を得て評価が確定され、理事長に報告。

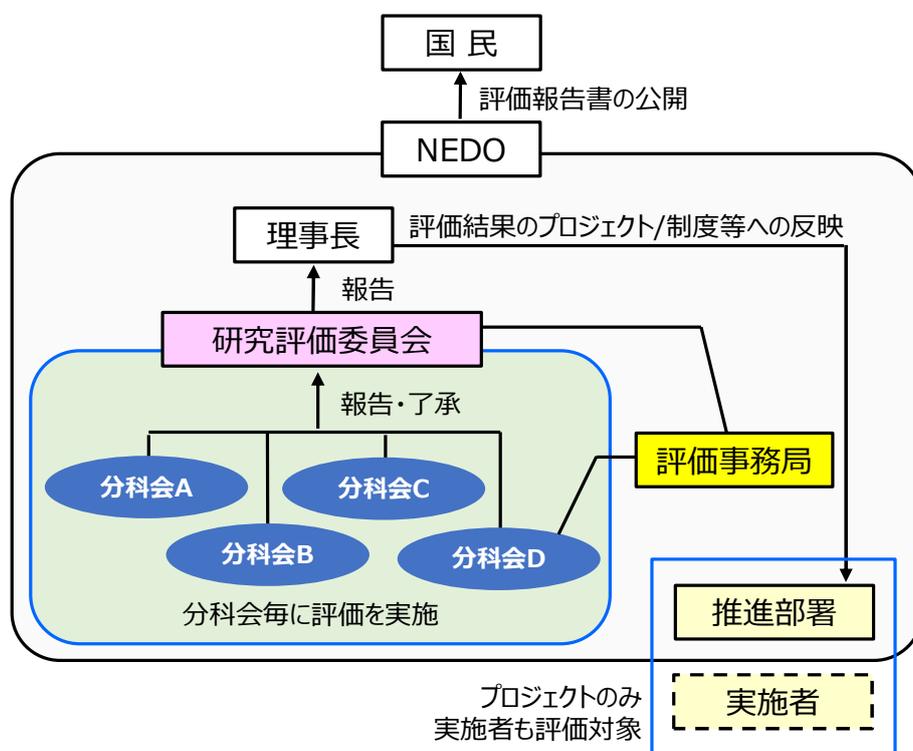


図2 評価の実施体制

5. 評価手順

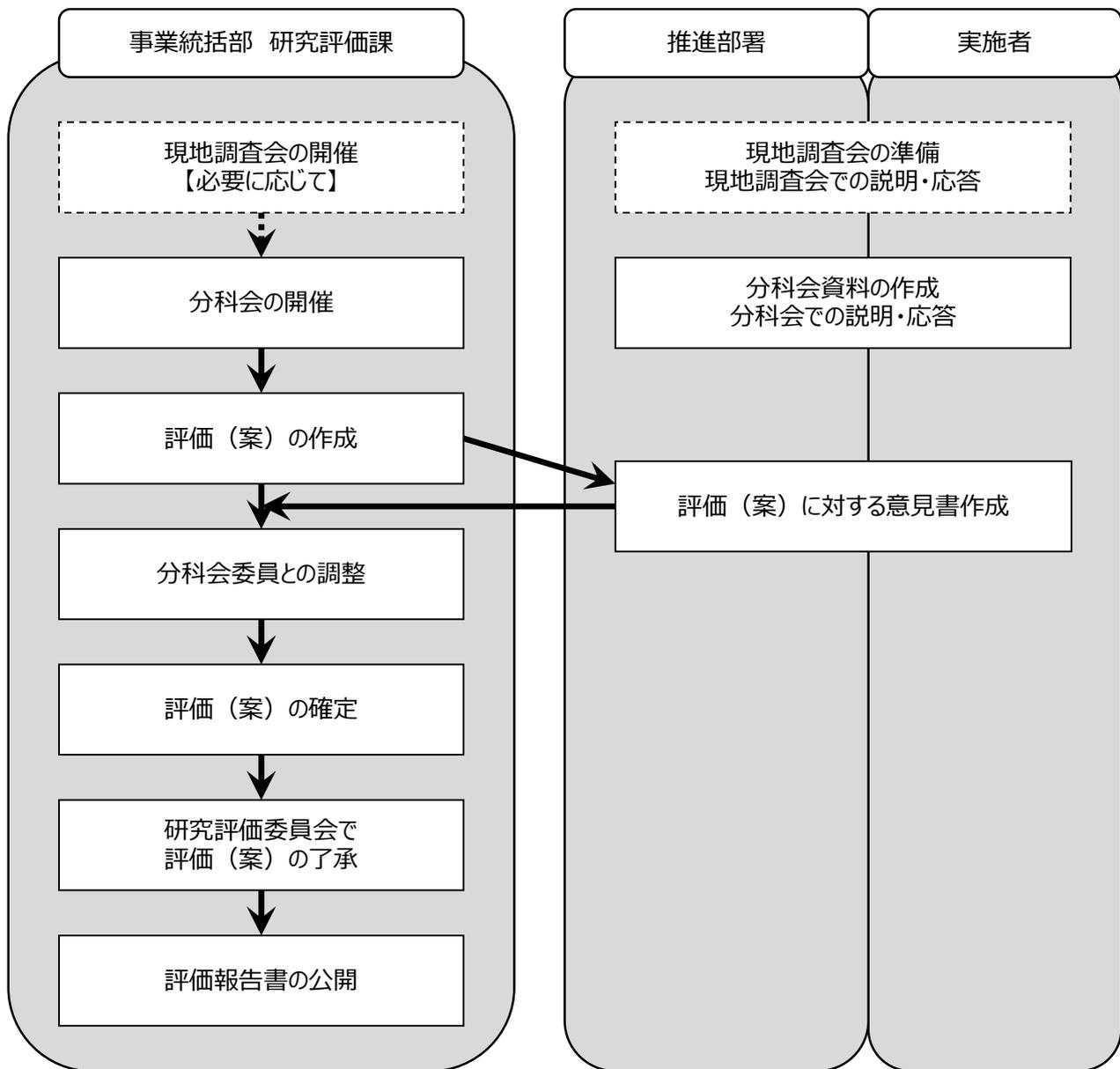


図3 評価作業フロー

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」

⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業（終了時評価）分科会に係る
評価項目・評価基準

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」*の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮したか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本事業終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(2) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当であったか。
- ・本事業の参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであったか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいたか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に*見直していたか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあったか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当であったか）。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に*見直していたか。
- ・最終目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切だったか。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあったか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていたか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL*の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を發揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していたか。
- ・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化・事業化を目指した体制となっていたか。
- ・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切であったか。
- ・本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものであったか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公正性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしたか。

(2) 研究開発計画

- ・アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールは適切に計画されていたか。
- ・研究開発の進捗を管理する手法は適切であったか（WBS^{※1}等）。進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じた場合、適切に対応していたか。

※1 WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。
(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミュージア川崎セントラルタワー
TEL 044-520-5160