

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いいたします。

【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。よろしくお願いいたします。

【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いいたします。

【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いました。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。よろしくお願いいたします。

【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。よろしくお願いいたします。

【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、よろしくお願いいたします。

【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いいたします。

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、萩田委員お願いします。

【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。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ページに入れている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思えます。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きます。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つな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す。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なのは、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います。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いますけれども、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います。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考え次第です。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いますので、そのあたりの表現について留意いただければと思います。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、海外展開のところが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、ここと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いるのですが、インプットが「億円」で表記されており、効果のところが「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がどちらかというと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と、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、その旨を言っていいただければと思います。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NOx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ってい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いますか、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を確立された、それから、それに伴う安全の技術を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と、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けれども、やはり日本が大量に使用するということが、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ことに、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関し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性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した。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まれ、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、最後にもうお願いですけれども、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ましたし、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した。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。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、こういった方向性、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した。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

公開可

「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）

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可 /非公開
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（火力発電）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。	公開可
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、専門家と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。	公開可
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がある弁グラ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、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。	公開可
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の、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。（探採時の位置づけから変わっているが、その後で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」に反映いたします。	公開可
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。	公開可
資料3 P2, P29	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発に行われている。 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しても他の要素（CO2以外の環境影響、負荷変化する、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。	増川 分科会長 代理	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。 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。 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、商用化に際しては継続して研究を実施していくこととしています。	公開可
資料3 P4, P20, P34	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が、条件をどのように考えたか。例えば、調達は国内か海外か、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（発電設備の利用効率）、ユニット数などをどのように設定したか。（国内での使用量は、2030年で3000万トン、2050年で3000万トンと理解している。）	増川 分科会長 代理	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、発電設備の利用効率については、発電コスト検証ワーキンググループの「長期エネルギー供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。	公開可
資料3 P12, P14, P15	「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。	増川 分科会長 代理	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。 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。 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。	公開可
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イ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％を超えるとすくといふ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。	公開可
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。	公開可
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。	公開可
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年度の水準・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	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。 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、 20万kW×24×365×0.7＝12.2億kWh×2U＝24.5億kWh 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。 24.5億kWh／93.4億kWh＝26.2％	公開可
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。	公開可

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。	公開可
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。	公開可
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。	公開可
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必要があります。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。	公開可
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。	公開可
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。	公開可
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	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。 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。 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は、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。 ウォーターカーテンが下向きの場合は、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。 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。	公開可
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排出濃度などの程度の精度で予測できたのでしょうか。	小林委員	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。	公開可
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ものでしょうか。	小林委員	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。	公開可
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災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	単一火災(基礎火災)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。 この単一火災で明らかにしたNH3・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災にも共通するため、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、単一火災は「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。	公開可
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（IH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。	公開可
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。	公開可
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。 80t/h × 24h/日 × 365日 × 0.7 = 490,560トン／年	公開可
資料3 P26	研究開発②のアウトプット目標の①と②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	CO2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、方策として噴水、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。	公開可
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しょうか、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となります。	公開可
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。	公開可
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は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。	公開可
資料4-2 P14	発電所①（噴水制限なし、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、噴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MG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、発電所側の噴水条件および航海日数の異なりによる差異となります。	公開可
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（貯蔵と噴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。	公開可

資料3 P15など	<p>(質問の背景)</p> <p>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、従来設備を多く使う一方熱効率は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)</p> <p>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。</p> <p>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す。</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>	公開可
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>	公開可
資料3 P28 研究開発項目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>	公開可