

研究評価委員会
「燃料アンモニア利用・生産技術開発」(中間評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2023年6月28日(水) 13:00~17:10

場 所 : NEDO川崎本部 2301, 2302, 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 黒瀬 良一 京都大学 大学院 工学研究科 機械理工学専攻 教授
分科会長代理 原 三郎 一般財団法人 電力中央研究所 エネルギートランスフォーメーション研究本部
副本部長
委員 柴田 善朗 一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 電力・新エネルギーユニット
担任補佐・研究理事
委員 則永 行庸 名古屋大学 未来社会創造機構 脱炭素社会創造センター 教授
委員 波多江 徹 東京ガス株式会社 基盤技術部 次世代技術研究所 副所長
委員 宮岡 裕樹 広島大学 自然科学研究支援開発センター 准教授
委員 山崎 勇英 株式会社 日本触媒 事業企画本部 マーケティング戦略部 部長

<推進部署>

今田 俊也 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 部長
青山 勝博(PM) NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主任研究員
半沢 弘毅 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主査
鈴木 慶太郎 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主査
佐々木 雄一 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主査
和田 祐子 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 職員
大滝 美里 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 事務職員
山本 真一 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主任
藤田 睦美 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主幹
村上 真一 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主任
島村 亜咲子 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 職員
小岩 雅和 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主査

<実施者>

萩原 義之(PL) 大陽日酸株式会社 技術開発ユニット 開発企画統括部 開発企画統括部長
阿部 圭佑 大陽日酸株式会社 技術開発ユニット 開発企画統括部 主事
小林 秀昭 東北大学 流体科学研究所 教授
壹岐 典彦 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
再生可能エネルギー研究センター 水素キャリア利用チーム 招聘研究員
白井 正信 AGC 株式会社 技術本部 先端基盤研究所 CN 技術・戦略室 マネージャー
上堀 徹 AGC 株式会社 技術本部 先端基盤研究所 CN 技術・戦略室 室長

高木 英行(PL) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター
水素製造・貯蔵基盤研究チーム 研究チーム長

古座野 洋志 株式会社 INPEX 水素・CCUS 事業開発本部 技術開発ユニット 副ジェネラルマネージャー

埴原 昭信 株式会社 INPEX 国内E&P 事業本部 建設ユニット プロジェクトマネージャー

大島 義史 株式会社 INPEX 水素・CCUS 事業開発本部 事業推進ユニットプロジェクト推進グループ
アドミニストレーションリード

金子 創太 株式会社 INPEX 国内E&P 事業本部 建設ユニット プロジェクトエンジニア

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長

山本 佳子 NEDO 評価部 主幹

佐倉 浩平 NEDO 評価部 専門調査員

板倉 裕之 NEDO 評価部 専門調査員

須永 竜也 NEDO 評価部 専門調査員

<オブザーバー>

遠藤 直人 経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部政策課 係員

銭 祥富 経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部石油・天然ガス課 課長補佐

亀山 孝広 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 課長補佐

浅野 常一 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 技術評価係長

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 意義・社会実装までの道筋
 - 5.2 目標及び達成状況
 - 5.3 マネジメント
 - 5.4 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 工業炉における燃料アンモニアの燃焼技術開発
 - 6.2 ブルーアンモニア製造に係る技術開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
 - ・開会宣言 (評価事務局)
 - ・配布資料確認 (評価事務局)
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
 - ・出席者の紹介 (評価委員、評価事務局、推進部署)

【黒瀬分科会長】 本日の分科会長を仰せつかりました京都大学の黒瀬です。専門は燃焼工学、熱流体工学であり、主に数値シミュレーションを用いた解析等々を行っております。不慣れではありますが、どうぞよろしくお願いいたします。

【原分科会長代理】 電力中央研究所の原です。私は、発電分野におけるカーボンニュートラルに向けた取組に携わっており、その中ではアンモニアを使った微粉炭火力での混焼といった分野も含めて取り組っております。本日はよろしくお願いいたします。

【柴田委員】 日本エネルギー経済研究所の柴田です。私は、再生可能エネルギーや水素等のクリーンエネルギーであるとか、カーボンリサイクルの政策・技術評価、経済性の評価といったところに携わっております。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【則永委員】 名古屋大学の則永です。専門は化学工学です。その中でも、特に反応工学や分離工学をベースとした固体資源の有効利用技術開発、CO₂の分離回収、CO₂の有効利用技術、特に、メタネーション等の研究に関わっております。本日はよろしくお願いたします。

【波多江委員】 東京ガスの波多江です。私の専門分野は燃料電池のシステム開発やCO₂分離回収であり、最近は燃焼などにも携わっております。不慣れではありますが、本日はよろしくお願いたします。

【宮岡委員】 広島大学の宮岡です。専門は材料科学になりますが、主な研究テーマとしては、水素やエネルギーの製造、貯蔵といったところを取り組んでいます。本日はよろしくお願いたします。

【山崎委員】 日本触媒の山崎です。私の専門は、触媒と触媒を使ったプロセスといったところになります。本日はどうぞよろしくお願いたします。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1から4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 意義・社会実装までの道筋

5.2 目標及び達成状況

5.3 マネジメント

推進部部長より挨拶の後、PMによる資料5に基づく説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.4 質疑応答

【黒瀬分科会長】 ご説明ありがとうございました。これから質疑応答に入りますが、技術の詳細については次の議題6での取扱いとなりますので、ここでは主に事業の位置づけ、アウトカム達成の道筋、マネジメントについて議論を行います。

それでは、事前質問の内容も踏まえまして、委員の皆様、何かご意見、ご質問等がございますか。原分科会長代理、お願いたします。

【原分科会長代理】 電中研の原です。ご説明ありがとうございました。資料12ページあたりの燃料アンモニアの製造のところを伺います。アウトプット目標でCO₂回収率90%以上と設定されておりますが、昨今、アンモニアにしる、水素にしる、ブルーやグリーンといった色ではなく炭素集約度的な区分で見ているといった動きが出ているものと理解しております。さらに、水素基本戦略では、「Gate-to-Gate」でアンモニアについては、1キログラムのアンモニア製造時のCO₂排出量は0.84キログラム以下という数字も出てきています。そういったところで、今回の90%以上回収というレベルは、この0.84という数字に対してどれぐらいのところにあるのかと。もちろん、0.84という数字自体がその算定範囲や算定手法がなかなか分からないというところもあるかもしれませんが、正確には言えないかもしれませんが、90%以上であれば、この0.84というのはほぼ大丈夫だろうというものなのかどうか。そのあたりについて、もし現状で知見をお持ちであれば教えてください。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山PM】 ご質問ありがとうございます。まず、通常のハーバー・ボッシュ法でのアンモニアを製造するときというのが、大体アンモニア1トン製造することに対し、古いプラントではその2倍の2トンといったところになるのですが、今は1.7トンぐらいのCO₂が発生するといった状態になっております。そして、ハーバー・ボッシュ法でのアンモ

ニア合成のプロセスをブルー化していく上では、いわゆる天然ガスを改質して出てきたところのCO₂を回収する、こちらの天然ガスを改質して水素をつくるところで出てくるCO₂を、先ほど言った1.7トンぐらい出てくる場所の3分の2をその改質のための熱として使うところとなりますので、それをCO₂で回収するといった形になるでしょうか。今回のこの方法は、そこを外部加熱ではなくATR法といった天然ガスを内部加熱で、さらに空気ではなく酸素を吹いてあげることになりますので、恐らく今、原分科会長代理のおっしゃられたCO₂量よりも、もっと低い量が期待できるのではないかと考えている次第です。

【原分科会長代理】 ありがとうございます。

【黒瀬分科会長】 それでは、ほかのいかがでしょうか。柴田委員、お願いします。

【柴田委員】 日本エネルギー経済研究所の柴田です。非常に分かりやすいご説明をありがとうございました。18ページ、19ページのあたりのアンモニアの燃焼について伺います。その説明において、確か今回やられているプロジェクトがほかのアンモニアの燃焼プロセス解明にも役立つといった内容があったのでしょうか。そうしたところで、例えばそのデマケに関して、これは11ページの下の方になりますが、ほかのところでも同じようなことをやられているような気がするのですが、今回やられていることがほかにも役立つということは、ほかにもやられていることと完全にデマケされており重複がないように行われているのかといった点をもう一度教えていただけないでしょうか。よろしく願いいたします。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 承知いたしました。ご質問ありがとうございます。まず、例えば特に工業炉という観点からいくと、このナフサ分解炉も一つの工業炉分野になるかと思えます。ガラス溶融炉の場合は、ガラスの原料が炉の中に入っていく、上にあるバーナーであることにより実際のガラスと炎が接する可能性がある。一方、ナフサ分解炉等は、いわゆる管の中を原料が流れていて、その管を外側から温めるというような炉の違いがありまして、例えばそういった炉の構造上の違いであるとか、あるいは金属炉の場合は温度が違うといったところがあるのでしょうか。そうしたところで、我々が今回ガラスをターゲットにしているのは、まず温度が1,400度から1,600度と非常に高温な温度の燃焼であることをはじめ、ガラスと接する可能性がありますので、そこで発生するものが直接被加熱物質に影響を与えるような燃焼をさせてはいけない、すなわち低NO_x燃焼もしなければいけない、さらに被加熱物質に対する影響をしっかりと調べながら技術開発をやっていかなければいけないといったところの違いがございます。そういった点では、どちらかというハードルが高いテーマを選んでおきまして、それぞれの燃焼の中で特徴がある、違いは微妙にあると考えております。社会実装に向けては、やはりそのあたりまでが必要となっていきますので、そういったところをそれぞれのテーマにおいて行っているという状況になります。

【柴田委員】 ありがとうございます。

【黒瀬分科会長】 それでは、ほかのいかがでしょうか。波多江委員、お願いします。

【波多江委員】 東京ガスの波多江です。分かりやすい説明をありがとうございました。冒頭のところで、このアウトカムを実現するために、製造の技術開発と需要拡大の両面で達成を目指すというお話がありましたが、そういったところで、それぞれの何か寄与度のようなものをもし検討されていたら教えてください。

質問の意図としましては、需要拡大のほうに期待をされると、この燃焼工業炉がどの程度入っていくかによって、発電分野のアンモニア量に対してどのぐらいの増加分があるかによっても変わってくるのではないかと考えるためです。よろしく願いいたします。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 ご質問ありがとうございます。ただいまのご質問は非常に重要な観点だと理解しているところで、恐らくほかの委員の皆様も、その工業炉

分野でということではご意見があるのではないかと考える次第です。まず、波多江委員のおっしゃるとおり、日本で排出されているCO₂削減効果という意味では、発電分野のところに積極的に入れていくところが先決であり、そのほうがいわゆるMassとしては大きく、効果も高いものと思います。では、なぜ我々が工業炉をやっているかという、やはり発電の分野での脱炭素というのは、例えば燃焼以外では電化とかいろいろなやり方があり、再生可能エネルギー電力をそのまま使うであるとか、水素を使うであるとか様々な方法があるかと思うところですが、やはり工業炉は、この熱というところで、先ほど言いましたように、特に熱需要の中でも高温の1,000度を超えるような高温の熱需要を脱炭素する方法というのが、例えば電化をするといっても、それぐらいの高温になってくると非常に大変ですし、ほかに技術がないため、「2050年カーボンニュートラル」ということをうたっている限りでは、非常に難しいところをやっていかなければいけないと考え、そこに至っております。もちろんMass的な観点から言えば、発電分野等の話が先に来るかと思うのですが、逆に言うと、NEDOの中で既に発電分野でのアンモニア利用というのは、別な部署、環境部のほうで具体的にやっておりますので、我々はそこと違うところで、特にカーボンニュートラルの難しいところをテーマとしてやっているという位置づけになっております。

【波多江委員】 理解いたしました。このテーマの中では、需要拡大をMassで追うというよりも、ほかの技術手段で実現できないところをしっかりと超えて、カーボンニュートラルを達成するといった位置づけがあるものと捉えます。ありがとうございました。

【黒瀬分科会長】 それでは、ほかにかかがでしょうか。山崎委員、お願いします。

【山崎委員】 丁寧なご説明をありがとうございました。私からは3点伺います。まず1点目として、今回の熱利用における工業炉において、特定の高温が必要な部分で必要になってくる技術であることは理解いたしましたが、今後これを広げていくという話があった際に、例えばほかの電気炉や水素といったものに対してハイブリッドが出てくるとか、そういうことも考えられると思うのですが、それはこの事業の中では考えなくてもよいところでしょうか。つまり、バーナーの開発をしていて、自然とそれが電気炉とのハイブリッドに結びつくのかどうか。そのあたりでのご見解を伺えたらと思います。

2点目としては、この分野に関しては標準化戦略といったところがあると思っております。どちらかというと、石炭混焼のところによく出てくる話だと思うのですが、今後は海外勢が出てきて技術のキャッチアップが進んでくるものと理解しています。その中で、例えば排ガス中のNO_xであるとかN₂Oであるとか、残存アンモニアが低いというような国際基準があつて、今後追従してくる他国の技術に対して、今回つくられた技術が、こういう分野に関して非常に差別化できて、それを技術秘匿にすることによって標準化戦略ができるのかどうか、その辺についてもコメントをいただけたらと思います。

3点目としては、ブルーアンモニアの製造に関するところになります。ご存じのとおり、アンモニアの製造技術というのは、日本においても、ほぼ海外のライセンスの技術に基づいてつくられているというのが現状です。何か、ややもすると単独でこの技術をつくり上げるというようにも聞こえるのですが、やはり海外のライセンスの技術との融合というか、そういうことがないと最終的にアンモニアの技術を海外で大量に生産するということは難しいのではないかと思うところで、こういう意味での海外のライセンスに対してどのように協業をしていくのか、その辺のところを国の政策でやっている部分に関してのご見解を伺いたく思います。以上3点について、よろしく願いいたします。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 ご質問ありがとうございます。まず1点目からお答えいたします。熱利用の特に広げるハイブリッドのところとして、技術的なところは後段のほうでお願いするところになりますが、今考えているのは、どちらかというと、今回の場合は非常にシンプルな炉と申しますか、先ほど見ていただいたように、かまぼこ形の絵をした炉の中にバーナー

が突き出ているということで、どちらかという汎用性が高いであろうと考えます。温度の高い難しい領域であって、被加熱物質もある状態で、ただ、炉の構造としては非常にシンプルなものでもありますので、むしろそういう一番ベーシックなケースでの今回技術実証をやっていると。そこでいろいろなデータを取りまして、山崎委員がおっしゃられた複雑なところ、そういうところと多分ハイブリッドをしていくというのも必要だと思いますが、まずは技術のシンプル化というのが最初の部分だと思いますので、そこから応用に展開していくというのが基本的な考え方となります。

2番目の標準化については、これはいろいろな解釈の仕方があるかと思うのですが、特に石炭火力発電については、むしろ日本はそもそもの石炭火力のボイラーとして、例えばNOxの排出値の環境基準値が非常に低く、中国や韓国のボイラーよりも低いレベルでの非常にチューンナップされた炉という中での発電を既にしております。その中で、さらに石炭から燃料をアンモニアに変えてというところでは非常にハードルが高いと。真の意味でのカーボンニュートラル、あるいはNOxの排出量が低いものといったところはあるものの、アジアの国に展開していくときには、どうしても安いボイラーなどが入ってきてしまうというところで、ここでやっている技術というのは、その脱炭素化を図る上ではこの技術が必要だということと差別化を図ろうという考えで行っております。

3番目のブルーの海外ライセンスとの融合としては、まさにご指摘のとおりだと考えます。ただ、一応このプロジェクトにおいては、むしろアンモニアのところというよりも、トータルのシステムとして、天然ガスから水素をつくること、その水素をつくることでもCO₂が発生しないようなもので出てきたCO₂をうまく省エネルギーで注入できるもの、そして、その上で冷熱を使うなどをしながら、その中でアンモニア合成を行うことから低温低圧でのアンモニア合成触媒を使っています。つまり、まずはトータルのシステムでの評価をするといった観点がメインなところであり、山崎委員のご指摘の現状の触媒に対する海外ライセンスがといったところとしては、我々の別な取組であるGI基金におけるミッションであるという意識を持っております。そこでは、燃料アンモニアサプライチェーンの構築の中で、アンモニアの新触媒の開発というのをやっていますので、対するこちらのプロジェクトとしては、そういったよい触媒が出てきたのなら、どんどん海外製のものも含めて実際の事業のときには取り込んでいきたい。いわゆる海外での低コストのアンモニアをつくり、それを日本に導入しながら、最初に申し上げた「2050年カーボンニュートラル」に向けた、例えば3,000万トン/yearというような巨大量のアンモニアを日本に持っていくための技術としてつくりたいという方針を持っている次第です。

【山崎委員】 ありがとうございます。よく理解できました。

【黒瀬分科会長】 それでは、ほかはいかがでしょう。宮岡委員、お願いします。

【宮岡委員】 広島大学の宮岡です。最初の位置づけのところ少し伺います。特に工業炉の話において、海外ではあまりアンモニアを使った検討がされていないということで、現状について既に調査をされているとは思いますが、こういう燃料を変えていく取組というのはこの国も考えられるところだと思いますが、なぜアンモニアの取組が行われないのか。例えば何か問題があったことなのか、そういったところでの見解がありましたら教えてください。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 ご質問ありがとうございます。まず、燃焼分野としては、3年に1回「国際燃焼シンポジウム」というものが開かれており、本日ご出席の小林先生におかれましては、そこでも非常に著名な方なのですが、まさにSIPのエネルギーキャリア、ここに書いている当時にアンモニアの燃焼が始まったと考えられるかと思います。そういったところで、これより以前は、アンモニアはNOxジェネレーターであると。すなわち、これはよく言われるのですが、CO₂削減に貢献してもNOxであるとか、最悪N₂Oなんかが出てしまったのなら、温暖化係数がはるかにそちらのほうが高いわけで、いかに低NOx燃焼ができるかどうかというところが、今までなかなか

かなされてこなかったところでございます。それを、まさにここに掲げられているメンバーで低NOx 燃焼をやったことにより、この分野の技術としては非常に日本が進んでいるという状況で、先ほど説明を失念しておりましたが、アンモニア燃焼に関しては国際燃焼シンポジウムのほか、既に中国においても学会発表の論文数も増えてきているというのが現状です。やはり彼らも日本の技術の後追いをしていますので、そういう意味でも、まさにこの分野を、せつかく日本がまず基礎分野で先行しているわけですから、うまく社会実装をし、早く社会導入を行う必要があると考えます。それにおいては、ノウハウなのか、もちろん知財が効果的なのですが、それを取っていかなければ、せつかくいろいろと日本でやってきたことに対し、後から来た人たちに追い抜かれてしまうという状況になりかねませんので、それを避けるべく今、我々一生懸命このテーマに取り組んでいる次第です。

【宮岡委員】 ありがとうございます。

【黒瀬分科会長】 それでは、ほかのいかがでしょうか。則永委員、お願いします。

【則永委員】 則永です。資料 6 ページ目のところで伺います。国の導入目標に対し、この工業炉がどれくらいの需要を見込めるのかという点で、ある程度その見通しが見えてくると、先ほどの質疑にも通じる「Hard-to-Abate」のところで、こういった技術開発をしていくことの意義が非常によく理解できるのではないかと考えます。そうした観点から、この量的なインパクトというのはマネジメントの中でどのような試算を立てられているのか、もしご知見がありましたら教えてください。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 ご質問ありがとうございます。少し古い資料になるのですが、そういった意味では、例えば 2015 年度の段階での日本の CO₂ 排出量として 12 億トンぐらい出ているところで、例えば電力分野が 40%、運輸が 17%、産業分野というところで、工業炉などが入っているのが 28%という比率になっております。これは資源エネルギー庁が出されている資料になるのですが、そうすると、12 億トンの 28%というので、多分 3.5 億トンぐらいが産業分野のセクターとなり、さらにこの中で 3.5 億トンの 50%がいわゆる鉄鋼であると。やはり、どうしても鉄鋼の鋼炉から出る CO₂ というのは圧倒的に多く、いわゆる工業炉分野で、もし鉄鋼を入れてしまうと、そこを攻めないと難しいかとも思うのですが、その次に多いのが化学で 20%、その次が窯業となっております。ただ、窯業といっても、どちらかという多分セメントのほうが多いかと思っております。ガラスは、それよりもさらに少ないかと思うところで、ボリューム的には今このようなところとなるでしょうか。多分 2020 年のデータとかがあると、またもう少し状況は変わってくると思うのですが、占める位置で考えると、全体の「28%×11%×セメントとガラスの割合」といった形で、そこで掛けていくとそういった割合になるかと思えます。ただ、申し上げたように、この技術というのが、もちろん実生産炉の何の炉に入ってくるかというのがありますけれども、今、太陽日酸様でやっているのはバーナーの部分の開発ですので、このバーナーというのは、ほかのいろいろなもの、極端な言い方をすると、一応全ての炉で使えるのではないかと考えており、ここの燃焼技術を広めることが、先ほど言った産業分野のところの全体 3 割近くに寄与するものだと考えている次第です。

【則永委員】 分かりました。今のところは、導入目標に対するどれぐらいの寄与度かといったところでの根拠があるわけではないという理解で合っているでしょうか。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 おっしゃるとおりです。タイムリーに変わっていくところですので、先ほど言いましたのは 2015 年のデータとなりますが、本当に評価をする時点では、そういったことを常にウォッチしながらやっていく必要があると我々も認識しております。コメントをいただきまして、ありがとうございました。

【則永委員】 ありがとうございます。

【黒瀬分科会長】 それでは、ほかのいかがでしょうか。

では、私からも一つだけ質問をいたします。このプロジェクト自体は 2025 年までというところであ

りながらも、全体としては2050年の先までを見ているということで、これ自体はすばらしくいいことだと思いますが、2025年が終わってから2050年までにおいては、何かケアをされるというか、ウォッチされていくといったお考えはあるのでしょうか。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 ご質問ありがとうございます。まさに2050年というのは、いわゆる例のカーボンニュートラルでございまして、2025年がプロジェクト終了とはなりますが、そこについては常に次のステップで何をやっていかなければいけないか、特にブルーにおいては、まだもう少し実用化をやりながらといったところもございます。そうしたところで結論から申し上げますと、まさにそういったところを、いわゆる我々の原課である経済産業省様とも協力をしながら、国として2050年カーボンニュートラルにどう向かっていけばよいのかというところでの相談をしながら、必要に応じては新たなプロジェクトをつくることも考えていかなければならないと考えている次第です。

【黒瀬分科会長】 分かりました。どうもありがとうございました。それでは、ご意見、ご質問等はまだまだあるかとも思うところですが、予定の時間となりましたので以上で議題5を終了といたします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【黒瀬分科会長】 議題8に移ります。これから講評を行います。その発言順序につきましては、冒頭に行った挨拶との逆の流れとなりまして、初めに山崎委員からお願いいたしまして、最後に私、黒瀬ということで進めてまいります。

それでは、山崎委員、よろしくお願いいたします。

【山崎委員】 山崎です。本日はどうもありがとうございました。今回のプロジェクトに関する2件の内容を拝聴し、まず燃焼においては、着実な進行により実証に向かっているものと捉えております。今後とも、特にAGC様でのガラスの燃焼に関してはぜひ成功していただけたらと思っております。また一方で、ブルーアンモニアに関しては、これから設計に入る段階と理解いたしました。ですが、土地や造成といったところで着実に進んでいることも把握いたしましたので、世界に発信できる技術ができるのではないかと考えております。ぜひ今後とも着実に進めていただければ幸いです。

【黒瀬分科会長】 ありがとうございます。続きまして、宮岡委員、よろしくお願いいたします。

【宮岡委員】 広島大学の宮岡です。今日はありがとうございました。研究の進捗や課題についていろいろと議論を行い、私なりに理解が深まった次第です。また、総じてプロジェクトとして順調に進捗しているものと理解いたしました。こういった実証プロセスというのは、アンモニア製造、アンモニア利用のい

ずれにおいても、社会実装であるとか、アンモニア大量導入において必ず重要になる技術です。こういった技術が先駆的な技術となって、アンモニア導入をはじめ、そういったところが進んでいくことに期待いたします。引き続き、研究開発のほうを進めていただければ幸いです。

【黒瀬分科会長】 ありがとうございます。続きまして、波多江委員、よろしく願いいたします。

【波多江委員】 東京ガスの波多江です。本日、利用と製造について両面における話を伺い、日本という国でカーボンニュートラルをやっていく上で、もちろん必要な手段がいろいろとあるわけですが、やはりここも一つ大事であると。ここも技術確立をし、社会実装を期待したい分野だと改めて思った次第です。個別としては、まず利用について、熱分野の脱炭素において、特に難しい高温のところを担われている中で、基礎から着実に積み上げて小規模実証もなされ、その成果を上げられていることを理解いたしました。今後としては、ノウハウとしての秘匿、あるいは特許として競争力を確保するといったことに加え、やはりアンモニアというところでの利用される方々の不安を払拭する上では、保安・安全に関する情報公開のところを特に期待いたします。そして、追加で意欲的に空気燃焼のところもやられるということですから、ますます活用の幅が広がっていくのではないかと、こちらにおいても非常に期待する次第です。それから製造については、ハーバー・ボッシュ法という既存技術がある中、日本の強みである様々な技術を統合して検討されていることを把握いたしました。今後の実証で得られる結果をフィードバックしながら、本当に20%省エネであるとか、キャパックス低減というところでの成果を得られることを期待するとともに、具体的な適地というのを探されているということでは、こういったところが後々明らかになると、成果の活用の期待感であるとか、実感が湧いてくると思いますので、そういった公表や今後の検討が進むことを楽しみにしております。ありがとうございました。

【黒瀬分科会長】 ありがとうございます。続きまして、則永委員、よろしく願いいたします。

【則永委員】 名古屋大学の則永です。本日はありがとうございました。まず、最初の工業炉のところですが、やはり工業炉というのは、いわゆる「Hard-to-Abate」なセクターであり、そこでの脱炭素燃料への転換、そしてガラス熔融炉におけるアンモニア利用技術の開発というのは、非常に意義が大きいものと考えます。また、後者のブルーアンモニアの製造技術として、競争力を持ったものをつくっていくということで、2050年に国内3,000万トンのアンモニア供給という目標達成をする上では、やらざるを得ないというか、必須なものであると思っております。そして、アンモニア利用の技術的なところとしては、最近、熔融炉での実証が行われていることや、基盤的な部分としても研究開発が非常に順調に進捗されているものと理解いたしました。基盤的なところと応用的なところの研究開発の皆様の連携も非常によく取られているとも感じました。こういった研究開発を通じ、基盤的なところも固めていただくことは非常に重要であると考えますし、工業炉というのは、ガラス溶解炉だけではなく様々なタイプのものでありますので、ここで得られた基礎的な知見を横展開しながら、いろいろなところに波及させ、様々な分野の工業炉において、こういったアンモニアの活用が進んでいくというように、今回のプロジェクトの成果の波及効果として期待を持っております。また、ブルーアンモニアのほうは、これは他国で事例のない新しい技術の開発ですので、やはり国内で小規模でも実証して展開していくというところでは、海外立地が前提となるかと思いますし、ブルーアンモニアの場合においては、新しい技術を含む様々な技術課題はありますが、実証の成功に向けた開発に対し大いに期待いたします。ATRで水素をつくり、それを低温低圧でブルーアンモニアをつくっていく。そしてCO₂も埋めるというところを含めたパッケージでの実証というのは、世界に与えるインパクトとして非常に大きいものに

なると思いますから、開発の進捗と今後の発信を楽しみにしております。

【黒瀬分科会長】 ありがとうございます。続きまして、柴田委員、よろしくお願いいたします。

【柴田委員】 柴田です。本日はありがとうございました。全体を通して、非常にきめ細かくマネジメントがされており、期待されるアンモニアの製造から利用までを非常にうまく組み合わせた技術提案を実施されているものと理解いたしました。特にアンモニアの利用のほうは、石炭とアンモニアの混焼ばかりが注目されがちですが、やはり産業部門の「Hard-to-Abate」、ここに注目して脱炭素化をしていかなくてはいけない、それにはアンモニアが必要だということで、非常に重要なプロジェクトだと思っています。それからもう一点、製造側のブルーアンモニアになりますが、ここも非常に重要ではありますが、どうしてもブルーアンモニアというのは CCS が必要ですし、かつ CCS は少し外部要因的なものがあるという認識を持っております。ですので、そこまでを全てプロジェクトに入れ込んで背負い込むということではなく、今回は、あくまで新しいアンモニアの製造方法というものを提案されていることから、そこを従来型と比較するとこれだけよいのですよということでアピールできるというのではないのでしょうか。もちろん公開できる範囲で構いませんが、簡単に何かアピールできるものがあれば、資料として作っていただくなどをするだけでも、もっと世に発信できるのではないかと考えます。また、結局、水素もアンモニアもそこにぽんと自然にあるわけではないので、やはりどこかでつくって、どうやって運んできて、何に使うかという一連のチェーンを全体として評価することが必要になっていくわけで、今回の取組がそうしたところの一つの要素となって、今後の全体的な発展につながっていただけたら幸いに思います。

【黒瀬分科会長】 ありがとうございます。続きまして、原分科会長代理、よろしくお願いいたします。

【原分科会長代理】 原です。本日は、いろいろとご説明いただきありがとうございました。全体としても、個別としても非常に理解が深まった次第です。まず、プロジェクトの意義としては、やはり 2050 年カーボンニュートラルに向けてということで、産業分野の中での工業炉、さらにその中で電気炉、電化での対応が難しい領域に対しては、アンモニアの利用というのが非常に重要であると考えます。また、ほかの分野も含めて、アンモニアをいかに安定的かつ安価に供給していくかという中では、ブルーアンモニアの製造についても様々な手法を開発していくべきであろうということで、非常に意義のあるプロジェクトだと感じております。そして、個別には、工業炉での利用については、既にほかの委員からもありましたように、基礎から実炉での実証まで段階を踏み、それぞれの役割を分担しながら各事業者様の連携が密に取られて、しっかり進まれていることを把握いたしました。ブルーアンモニア製造の方は、採択されてからまだ 6 か月ということで、実質これからかなり集中的に進められるものと理解しております。こういった技術は、小規模とはいえ、国内で実証することに大きな意義があると思いますから、ぜひ頑張ってやっていただければ幸いです。それから、これはマネジメント的なところにも絡みますが、ご説明にあったように、水素・アンモニア関係として非常に多くのプロジェクトが並行して走っている中、NEDO 様がそれをうまくデマケをしつつ、共有すべきところは共有していくというような体制を取っていただいていると思います。ぜひ基盤的なところで共通的に活用できる知見、あるいは、このプロジェクトからは外れてしまうかもしれませんが、複数のプロジェクトが走っていく中で、共通基盤的にこれはやっておくべきだろうといったように、何か新しい視点のものが見つかった場合などいろいろなことが考えられると思いますので、そういったところを俯瞰的に見てコントロールを取っていただければと思います。以上です。

【黒瀬分科会長】 どうもありがとうございました。それでは最後に、黒瀬より講評を行います。本日は長時間にわたりまして誠にありがとうございました。そして皆様、大変お疲れさまでございました。全体的に話を伺いまして、計画どおりに進捗していることを理解し、改めてこのプロジェクトの重要性というものを皆で共有できたのではないかと考えております。また、2つのプロジェクトについて、まず燃焼技術については、もともとアンモニア燃焼というのは日本が火をつけたといえますか、そういう状況としてずっとリーダーシップを取ってきたという経緯としても、ぜひ今後ともこの状況が続けられるように、さらに推進を頑張ってくださいたいですし、このプロジェクトは2025年までということですが、その次も、またその次もということで、ぜひNEDO様と共有をしながら世界を引っ張っていただけるようなプロジェクトをどんどん立ち上げていただくことに期待いたします。それから、ブルーアンモニアについては、個別技術はあるものの、それを組み合わせる一つのものにしていくという意味ではまだ始まったばかりということで、非常にチャレンジングなプロジェクトであると理解しております。しかしながら、それが成功したときのインパクトはかなり強いものだと思いますから、ぜひ迅速かつ注意深く進めていかれながら、成功に導いていただくことを願っております。

以上で、本分科会評価委員7名からの講評とさせていただきます。今までの講評に対して、実施者及び推進部署の皆様から、何かコメントがございましたらよろしくお願いいたします。

【板倉専門調査員】 委員の皆様、ご講評を賜りまして誠にありがとうございました。それでは、ただいまのご講評に対しまして、まずプロジェクトリーダーの萩原様、高木様、それから推進部の青山PM、最後に今田部長の順でコメントを賜りたく存じます。よろしくお願いいたします。

【大陽日酸株式会社_萩原PL】 大陽日酸の萩原です。本日は、長時間において、どうもありがとうございました。皆様からのご講評の中にもありましたように、工業炉のほうは、比較的、基礎研究の部分から実証までをよいメンバーでやらせていただけていると自負しております。また、幸いなことに今月、実証試験までたどり着くことができまして、その結果も非常にポジティブなものでありました。実は当初としては、今年度は1回だけ実証試験をやって終了するという計画を立てていたのですが、あまりにも結果がよかったもので、もう何回か行ってみようかというように、非常にプロジェクト内も盛り上がっている状況です。2024年、2025年に向けても加速を目指す意気込みを皆が持っておりますので、本日頂戴したご講評を踏まえ、世界のトップランナーとなれるような技術を仕上げられるように、今後とも頑張っていきたいと思います。改めまして、本日はどうもありがとうございました。

【産総研_高木PL】 産総研の高木です。委員の先生方、本日、貴重なご意見をいただきましたことに厚く御礼を申し上げます。先生方の意見を活かしながら着実に成果を上げていくということが重要だと受け止めております。私自身、今回、NEDO様からもご紹介がありました「SIP事業」の前、「ALCA」と呼ばれる頃からアンモニア製造事業に関わってきておりました。SIP事業のアンモニア製造での代表は日揮様で、アンモニア製造技術の開発というところで、弊所では福島に小型の実証プラントを導入するというところを担当し、私は産総研での代表を務めておりました。また、最近では、経産省 資源エネルギー庁のメタネーションの官民協議会やe-fuelの官民協議会の委員を務めるほか、水素基本戦略が最近改定になりましたが、この議論を行った水素・燃料電池戦略協議会のほうにも2013年の設立当初から関わってきたところです。そうしたところでも、よく申し上げているのですが、やはりこういった新しい技術というのは、システムとしてサプライチェーンとして導入していくこと、すなわち需要側、利用側、そして供給側、製造側ともに入れていくことが重要であると。かつ、新しい技術に関しては、

実証していく形にしていくことが非常に大切だと考えております。そういった意味では、やはり NEDO 様の事業、特にエネルギー分野でございますので、国民の皆様の理解が重要だという観点からも、今回、アンモニア製造で行う実証設備の導入というのは非常に重要な意味をなすものだと思っております。事業そのものを今懸命にといいますが、これからというところではあります、最終的な目標はブルーアンモニア製造技術を社会実装していく、商用化をしていくということになりますので、それに向けて必要となる技術開発を着実に進めていき、その成果を最大化させていけたらと思います。さらには、その後の 2030 年以降の商用化ということに向けても、その次の展開をどうしていくのかといったところで成果を活かしていけたらと。本事業では、技術を組合せていくことになりますので、そういったところも考えながら、PL として事業者の皆様と一緒に取り組んでまいり所存です。引き続き、先生方から貴重な意見をいただきながら、METI 様、NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部の皆様ともご相談をしながら、一緒にこの事業を推進し取り組んで、成果を上げていきたいと思っておりますので、今後ともご指導いただければ幸いです。何とぞよろしく願いいたします。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_青山 PM】 それでは、推進部の PM として青山より一言述べさせていただきます。委員の皆様、本日は本当に貴重なコメントを頂戴いたしまして、誠にありがとうございました。事業者の皆様とも共有しながら、このプロジェクトの成果の最大化に努めてまいり所存です。また、PM を務める上で考えるところとしては、やはりエネルギーの問題、特に脱炭素化をしていく上でのエネルギーの問題というところがございます。資源の少ない日本としては、例えば燃料アンモニアの分野というのは非常に今期待されているところでありますが、海外でどのようにこれを調達していくかという点としては、やはり知恵で勝負していくしかありません。そういった意味でも、我々 NEDO の置かれている立場というのは、日本の優れた技術を世界に持っていき、この技術で資源を獲得するといった戦略を取っていかなければいけないと考えている次第です。そういった面でも、今日こちらに来ていただいている委員の先生方は、それぞれの分野で日本を代表する専門の方々でありますし、皆様の貴重なお知恵をお借りしながら、それを活かし、非常に重要であるこのプロジェクトを推進していく事業者の皆様とともに、今後とも本プロジェクトを進めてまいりたく思います。引き続きご指導ご鞭撻のほど、何とぞよろしく願いいたします。

【NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部_今田部長】 NEDO の今田でございます。本日は、長時間にわたりまして、ありがとうございました。また、この分科会に至るまでも、資料にお目通しをいただくなど、貴重な時間を割いていただき感謝を申し上げる次第です。本日の分科会の中でいただいたコメントをはじめ、プレゼンテーション後の質疑応答においていただいた質問というものも、その一つ一つにおいて私どもの中で気づきになるような部分も多々ございました。そういったところを、先ほど青山からも申し上げたように、今後のマネジメントに活かしていきたいと思っております。あわせて、委員の先生方におかれましては、この中間評価というタイミングだけでなく、今後のプロジェクト推進に当たっても、また何かしら私どものほうからご協力をお願いする機会があるかとも思っておりますので、その際には、ぜひともご支援いただけますと幸いです。改めまして、本日はどうもありがとうございました。

【黒瀬分科会長】 ありがとうございました。それでは、以上で議題 8 を終了いたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料1	研究評価委員会分科会の設置について
資料2	研究評価委員会分科会の公開について
資料3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料4-1	NEDOにおける研究評価について
資料4-2	評価項目・評価基準
資料4-3	評点法の実施について
資料4-4	評価コメント及び評点票
資料4-5	評価報告書の構成について
資料5	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料6	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料7	事業原簿概略版（公開）
資料8	評価スケジュール
番号なし	質問・回答票（公開 及び 非公開）

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。

「燃料アンモニア利用・生産技術開発」（中間評価）分科会

質問・回答票（公開）

資料番号・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員名
		公開可 / 非公開	説明	
資料5のP19	工業炉の様々な用途（セメント、ガラス、金属処理、セラミックス、化学）によって、供給熱温度や製品に及ぼす影響が多様で用途ごとにバーナー等の開発が求められる前提で、技術開発、政策、法整備、標準化戦略等をどのように整理してすすめていく方針でしょうか。	公開	本PJでは、アンモニア-酸素燃焼における輻射伝熱強化や低NOx技術の開発を進めます。アンモニア-酸素バーナーに関する基本技術が確立されれば、この技術を工業炉向けの技術標準する事で、従来の化石燃料バーナー同様に、他の工業炉への展開は比較的容易であると考えています。一方で、アンモニア-酸素燃焼時のNOx評価に関しては、酸素燃焼による排ガス量削減効果に対する評価等を盛り込んだ大気汚染防止法の見直しが必要であると考えており、今後情報発信を行いながら、関係機関との調整を行っていきます。	山崎委員
資料5のP19 資料7のP4	アウトカム目標として、ブルーアンモニアの製造コストとして、\$440/ton-NH3程度が、本事業のブルーアンモニア製造技術による成果によりコストダウンと想定していることは理解できるが、なぜ、工業炉等における燃料アンモニア需要を創出することで、コストダウンにつながると考えているのでしょうか。需要拡大による低価格は、ブルーアンモニア市場への参入企業が増えることによる低価格化でしょうか。	公開	工業炉で使用するアンモニアは、火力発電所が輸入する燃料アンモニアの一部を利用する事を想定しています。その結果、アンモニアの需要が拡大しコストダウンにつながると考えます。特に沿岸部のコンビナートに設けられた工業炉は、比較的エネルギー消費量が大きく、前述した輸入アンモニアを活用する上で立地面で有利であると考えます。	山崎委員
資料5のP6	海外や国内で、電気炉や電気溶融炉を利用したガラス製品の製造プロセスが開発、実用化されています。この電気炉技術に対する優位性は何でしょうか。	公開	再エネ電力を想定した電気溶融炉は、カーボンニュートラルを達成する上で有効な手段の一つであると認識しています。しかし、大型の溶解炉等再エネ電力での運用が困難な溶解炉に対してはカーボンフリー燃焼である、アンモニア燃焼が有効であると考えています。一方で、炉内の温度制御の難しさ等課題も見受けられ、海外では燃焼を一部残したハイブリッド溶解が主流です。従って、そのようなケースにおいても燃焼部においてはアンモニア燃焼が必要になると考えます。	山崎委員

資料5の P6	本プロジェクトでの成果やノウハウを活用し、ガラス溶解炉以外の工業炉分野での活用を図ることにより、電化による脱炭素化の難しい産業分野の熱利用に対する脱炭素化技術に寄与するとありますが、電化による脱炭素化の難しい産業分野とは具体的にどのような分野でしょうか。	公開	化石燃料を熱エネルギーに転換して利用している工業炉を対象としております。工業炉では燃料を燃焼させる事で熱を取り出しています。小型の工業炉であれば電化の可能性もありますが、ガラス溶解炉や鉄鋼分野の加熱炉等、エネルギー消費量の大きな溶解炉では、電化は難しい為、燃料アンモニアの需要が見込まれると考えております。	山崎 委員
資料5の P19	アンモニア燃焼への変換において、工業炉の新設を想定されているのでしょうか。あるいは、改造等のレトロフィットを想定されているのでしょうか。	公開	両方を想定しております。既存の工業炉が空気燃焼で運用されている場合、ガラス溶解炉等では、選定する耐火物が異なる為、酸素燃焼においては、炉を新規設計する場合があります。一方で、運転温度の比較的低い非鉄金属の溶解炉等では、既存のバーナを酸素バーナに転換するだけで運用が可能な場合もあります。	山崎 委員
資料7の P19	炭化水素系燃料を燃焼するバーナーと比較して同等の輻射性能を検証する場合、バーナーだけでなく工業炉の構造等の全体の温度分布や気体の流れを検証する必要があり、シミュレーションを含め検討する予定になっていると理解していますが、実際の評価炉でも評価される予定でしょうか。	公開	200kW モデル炉では、メタン燃焼とアンモニア燃焼の温度分布、伝熱量分布の比較を行います。実証試験では、既存バーナーの一部をアンモニア燃焼に置換しますので、周囲の温度変化から、全体をアンモニア燃焼に置換した場合の状態を想定していく予定です。	山崎 委員
資料7の P16	炉内温度がガラス溶解炉で要求される温度より低いとのことであるが、温度をあげることで想定 NOx 濃度やその他の影響はどのように見積もっているのでしょうか。	公開	炉内温度が高くなると、NOx 濃度は高くなる事が想定されます。その為に、ステージング比率や酸素比等の運転条件に加え、バーナ構造の最適化が必要であると考えております。	山崎 委員
資料5の P36	アウトカム目標であるアンモニア製造コストは、どこまでを含めたコストの想定でしょうか。当然 CO2 の回収に係わる費用は含まれると思うのですが、回収した CO2 の輸送や貯留に係わる費用、海外製造プラントから国内までの NH3 輸送費用等はどのような扱いでしょうか。	公開	このアンモニア製造コストには、製造プラントから発生する CO2 の分離・回収コストは含まれますが、CO2 の輸送や貯蔵コストは含まれません。また、アンモニアの海外から日本までの輸送費用も含まれておりません。	原分 科会 長代 理
資料5の P13 資料7の 1-9	工業炉における燃料アンモニアの利用拡大には保安・安全対策面は重要である。非競争域と位置づけて認知度向上に貢献とは、具体的なアウトプットはどのような内容を想定しているのでしょうか。	公開	AGCでの実証試験を通じて、その成果を対外的に発信し、工業炉における燃料アンモニア利用の可能性を広く認識させていきます。	波多 江委 員

資料5の P34	資料中右下の囲みの中の「既存法に比べて 20%を超えるエネルギー消費効率の削減」は、左下の図に示されている”本事業範囲”のみを対象としたものでしょうか。実際には、空気分離に係るエネルギー消費量も含めた評価であるべきかと思います。	公 開	20%のエネルギー消費削減に空気分離に係るエネルギー消費量も含まれており、提案法における消費エネルギーの中で大きな割合を示しております。空気分離能力は酸素供給量依存のため、ATRの反応条件最適化を通して、最適な酸素供給量を検討したいと考えております。	柴田 委員
-------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------