

産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会

第11回産業構造転換分野ワーキンググループ

議事録

- 日時：令和5年2月15日（水）17時00分～18時00分
- 場所：オンライン開催（Webex）
- 出席者：（委員）白坂座長、稲葉委員、内山委員、大菌委員、片田江委員、高木委員、長島委員、林委員  
（オブザーバ）東京工業大学工学院 店橋教授、NEDO 西村理事

- 議題：個別プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（案）について  
「製造分野における熱プロセスの脱炭素化」

■ 議事録：

○白坂座長 それでは、定刻になりましたので、ただいまより産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会産業構造転換分野ワーキンググループの第11回会合を開会いたします。委員の皆様におかれましては、お忙しいところ、御参集いただき、ありがとうございます。

本日はオンラインでの開催となります。委員の出欠ですが、8名の委員が御出席となります。関根委員は所要のため御欠席となっております。

それでは、本日の議事に入る前に、オンライン会議の注意点について、事務局から説明をお願いいたします。

○笠井室長 事務局でございます。本日は、プレス関係者を含めまして、会議終了までYouTubeによる同時公開としております。また、会議資料や会議終了後の議事概要につきましては経済産業省ホームページに掲載いたします。

以上です。

○白坂座長 本日は、東京工業大学工学院・店橋教授、及び国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構・西村理事の2名の方にオブザーバーとして御出席いただいております。

では、早速ですが、本日の議事に入りたいと思います。議事に先立ちまして、本日の議

論の進め方について、事務局から説明をお願いいたします。

○笠井室長　事務局でございます。お手元の資料の中に資料2という資料が入っていると思います。こちらを御覧いただければと思います。今回はプロジェクトを新たに組成するに当たって議論いただく会合になります。そういう意味で、以前御覧いただいている資料になりますけれども、この研究開発・社会実装計画を御議論いただく際に、こういった事項について御質問、御議論いただきたいということで整理したものでございます。この資料はあくまで御参考にとということになりますので、もちろんこれにとらわれることなく、広い観点から御指摘、御議論を頂戴できればと考えてございます。

中身につきましては、以前御説明をさせていただいている内容でもございますので、この場で詳細については御説明を割愛させていただきたいと考えてございます。いずれにしましても、この資料も参照いただきながら、御議論を頂戴できれば幸いです。

以上です。

○白坂座長　それでは、「製造分野における熱プロセスの脱炭素化」プロジェクトの研究開発・社会実装計画案について、プロジェクト担当課から資料3及び資料4に基づいて説明をお願いいたします。

○沼舘室長　経済産業省製造産業局素形材産業室長の沼舘と申します。本日はよろしくをお願いいたします。

それでは、資料3に基づきまして、製造分野における熱プロセスの脱炭素化プロジェクトについて御説明をさせていただきます。

まず2ページ目でございますけれども、我が国のCO<sub>2</sub>排出量の概観でございます。CO<sub>2</sub>排出量全体のうち、産業部門からのCO<sub>2</sub>排出は35%を占めてございます。産業分野のCO<sub>2</sub>排出量のうち、多くを占める鉄鋼などの分野では、グリーンイノベーション基金事業などによる製鉄プロセスにおける水素活用など、脱炭素化に向けた取組が進められております。

残りの多くのCO<sub>2</sub>排出量を占める製造分野における熱プロセスの脱炭素化は喫緊の課題となつてございまして、赤枠でお示したところが本プロジェクトの主なターゲットでございます。

右のグラフでございますが、国内工業炉3万7,000基からのCO<sub>2</sub>排出量は1.5億トン、我が国全体の13%強を占める状況にありまして、早急に対策を講じていくことが必要と

考えてございます。

3 ページを御覧ください。工業炉が主なユーザーである金属部品関連産業の状況でございます。工業炉は、川上から川下まで幅広く用いられておりまして、川中の金属部品関連産業は、自動車産業などに重要部品を供給、その製造を担う鋳造、鍛造、金属熱処理などを行う事業所では、工業炉を用いた加熱プロセスは不可欠でございます。

金属部品関連産業の国内総出荷額は16兆円規模であり、その大きさは中小企業になってございます。

こちらは金属部品関連産業のカーボンニュートラルの対応の必要性でございます。EU では、製品当たりの炭素排出量に基づく輸入課金を求める炭素国境調整措置、CBAMの導入を決め、実際の課金は2026年から段階的に導入されていくこと。また、自動車分野では、ライフサイクルを通じた炭素排出量を評価する仕組み、ルールの導入が欧州等において検討されておりまして、こうした動きを背景に、自動車メーカー各社では具体方針が打ち出されるなどの動きがございます。

こちらは、我が国の工業炉の状況でございます。工業炉でございますけれども、主に金属材料など、加工、仕上げなどの工程で用いられておりまして、炉の種類としましては、天然ガスなど燃料を燃焼させて加熱する方式の燃焼炉、抵抗加熱など幾つかの方法がございますけれども、電気で加熱する方式の電気炉がございまして、燃焼炉、電気炉の構成は大体6対4となっております。

工業炉の平均的な耐用年数は30年と長く、更新、入替のタイミングを踏まえますと、脱炭素化は早期の対応が必要と考えてございます。

こちらは、工業炉の世界市場を御説明したものでございます。まず国内市場につきましては、約2,000億円規模でございます。世界市場では2019年で1兆円強、2028年には約2兆円にまで、燃焼炉、電気炉とも市場規模が拡大していくと見込まれてございます。

右の地図ですけれども、工業炉メーカーの売上げの規模をプロットしておりまして、我が国の工業炉メーカーは専業が中心である一方、海外勢はエンジニアリングなども手がける総合メーカーでございまして、単純比較をするにはちょっと留意しなければいけません。日本の工業炉メーカーの売上高は海外メーカーに比べて小さいものの、日本勢が開発したCO<sub>2</sub>削減効果の高いリジェネバーナーなどを中心に輸出を展開しておりまして、工業炉の世界輸出総額に対しましては、日本は4%～7%程度でございます。

こちらは、工業炉の加熱プロセスの目指すべき方向性について書かせていただいております。

ます。まず、工業炉の利用時にCO<sub>2</sub>排出がなく、金属製品を急速に、コンパクトに加熱し、熱効率も高めることが可能な電気炉は、脱炭素化の有力な選択肢の1つでございます。他方で、大型の鍛造品の製造などでは、炉内の雰囲気制御など技術的な観点から電化が困難であり、将来的にも燃焼炉の活用が不可欠な側面もございます。

大型の炉を中心に、アンモニアや水素などゼロエミッション燃料の活用が期待される一方で、小型炉を中心にしましてゼロエミッション電力の供給を前提とした電気炉への転換も進む可能性もございます。

水素、アンモニア供給の政府目標はございますが、将来的な供給の制約、コスト面の不確実性がある中で、技術的制約を克服し、複数の選択肢を確立しておくことが重要と考えてございます。

11ページは、御参考としてでございますが、燃焼炉に関するユーザー企業のニーズを書かせていただいております。燃焼炉のユーザー企業は、コスト面、効率性、技術的制約の観点から、アンモニア燃料などのゼロエミッション燃料に対応した燃焼炉への期待がございます。詳細は割愛させていただきます。

13ページは、既存の事業、類似の事業を書かせていただいております。アンモニア燃焼技術は、SIPと呼ばれる戦略的イノベーション創造プログラムのエネルギーキャリアの中で、アンモニア直接燃焼におきましては、実証炉で都市ガス、アンモニア30%混焼の試験で、都市ガスのみの場合と同等の加熱効率を達成するなど、工業炉への展開の可能性が証明されたものと承知してございます。

また、ほかにはNEDO事業、グリーンイノベーション基金におきまして、ガラス溶融炉やナフサ分解炉での取組が進められておりまして、金属加熱プロセスの工業炉につきましては、現在、NEDO先導研究におきまして、アンモニア燃料の活用の実現性の確認が進められていることから、NEDOとも連携をさせていただき、こうした知見を最大限お借りして進めていきたいと考えてございます。

こちらは御参考でございますが、1993年から、NEDOプロジェクトにおきまして、従来方式の炉に比べまして30%以上の省エネ効果、CO<sub>2</sub>削減効果、そして50%以上のNO<sub>x</sub>低減効果を両立する高性能工業炉の開発に成功した事例でございます。

ここで得られた特許全てが13社によるコンソーシアムで共有されたことで、社会実装が急速に進みまして、工業炉に採用されてございます。こちらでは、ISOの規格化も実現されてございます。

次に、研究開発計画の中身について、こちらは工業炉の脱炭素化に向けた課題と方向性を書かせていただいております。アンモニアや水素など新たな燃料の活用には、何よりも金属製品の品質への影響が重要でございます。長期間の運転による耐火材などの影響を解明し、最適な設計、構造に資する技術の確立が必要でございます。

また、敷地の制約のある企業への導入には、電気炉の受電設備容量を下げる技術も重要でございます。過去の高性能工業炉のプロジェクトも参考にしつつ、工業炉メーカー、ユーザー企業が連携した取組にするるとともに、デジタルツインなどの開発におきましては、スタートアップなども参画した研究開発体制とすることが必要と考えてございます。

アンモニア燃料の工業炉への適用に関する海外の動向でございます。S I Pのアンモニア直接燃焼技術の取組など、現状は、アンモニア燃料技術は我が国が先行してございます。2018年のS I Pの成果が公表されて以降、中国勢などの各国のアンモニアの燃焼に関する論文、特許は急増している状況でございます。

こちらは、研究開発項目の1つ目、アンモニア燃料工業炉の技術確立でございます。アンモニア燃料の活用には、金属製品の品質の維持、燃焼安定性、NO<sub>x</sub>抑制などの技術的な課題がございます。燃焼ガスや未燃アンモニアによる金属製品への窒化の品質影響、そのメカニズムは未解明なものもありまして、従来の燃料で加熱した製品と同等以上の品質を維持するため、右下の四角囲いでお示した、製品・炉体への窒化の影響の解明、抑制技術の開発、アンモニアの特性である難燃性への対応、燃焼時の低NO<sub>x</sub>化、未燃アンモニアの低減など、最適なアンモニアの燃焼の方法、その制御の技術、オーダーメイドで炉の構造など多様な工業炉の改造を容易にしていくために、シミュレーション、デジタルツインの技術の開発、そして、右の四角に少し囲んでありますが、アンモニアの人体へのリスクの抑制ということで、安全性確保を含めた運用の基準策定、そういったものもこの事業の中で備えていきたいと考えております。

2032年までに天然ガスなど既存燃料とアンモニアとの50%混焼技術の確立、そして、既存工業炉との比較において、金属製品の品質、NO<sub>x</sub>排出量など、同一水準以上となる専焼炉の実証を目指していきたいと考えてございます。

次に、2つ目、水素燃焼工業炉の技術確立でございます。水素の燃料の活用につきましては、アンモニアと異なる特性、高い燃焼性、金属への脆化の影響があり、これも金属製品の品質の維持、燃焼の安定性、NO<sub>x</sub>抑制など、技術的な課題がございます。水素燃焼による金属製品の水素脆化、燃焼時に生ずる高温水蒸気による品質の影響など、そのメカ

ニズムは未解明な部分がございます、従来の燃料で加熱した製品と同等以上の品質を維持するための影響解明、制御技術の開発、水素の特性である燃焼性、燃焼速度の高さ、サーマルNO<sub>x</sub>の発生、アンモニア改質水素での燃焼技術の最適な燃焼方法、その制御技術の開発、そういったもので2032年までに50%混焼技術の確立、専焼炉の実証を目指していきたいと考えてございます。

22ページは、電気炉の受電容量の低減、高効率化に関する技術の確立でございます。電気加熱は、利用時にCO<sub>2</sub>を排出しないことから、脱炭素化の有力な選択肢の1つでありますけれども、グリーン電力の観点ですとか、小型燃焼炉の電気炉への転換では、新たに受電設備の設置、受電容量の確保の課題がございます。

ピーク電力容量の低減のため、大きな雰囲気熱量を要する炉におきましては、炉の立ち上げ時や昇温時にアンモニアの燃料、水素燃焼を行うゼロエミッション燃料と電気炉のハイブリッド炉の開発、実機実証。電気炉の廃熱の利用、そしてヒーターの高出力化などによる高効率化の技術開発・実証。受電容量を最小化する加熱プロセスシミュレーション技術の確立、実証により、2028年度までに高効率化技術とシミュレーション技術の社会実装、2032年までにアンモニア燃焼、水素燃焼などと電気加熱を組み合わせたハイブリッド炉の社会実装を目指していきたいと考えてございます。

こちらは社会実装に向けた取組を書いております。工業炉の設計から設置まで、複数年の投資計画に切れ目なく対応する新たな仕組みを創設しました省エネ補助金によりまして、省エネ型工業炉への転換を促進する、また、工業炉分野では、国際標準化の実績を有する日本工業炉協会との取組、こういったものを連携していきながら、本プロジェクトで開発、実証した技術につきましては、新たな工業炉の導入支援、標準化を図っていきたいと考えてございます。

ここでは、カーボンニュートラル対応炉の中小企業への普及に向けた主な課題を書かせていただいております。主な課題としては、投資リスク、敷地などの制約、取引先との調整がございます。こうした対応につきまして、これから具体的な内容も検討してまいります。今後の対応の方向性について書かせていただいております。

そして、想定スケジュールでございます。具体的なスケジュールは、提案者の創意工夫に委ねることを原則としておりますが、私どもで想定しておりますスケジュールは以下のとおりでございます。

燃焼炉の上2つのアンモニア燃料炉、水素燃焼炉につきましては、2032年までの実機

による実証評価、それに向けて要素技術の開発、中規模実証・評価というスケジュールで  
ございます。

電気炉につきましては、一番下でございますが、上段のゼロエミッション燃料とのハイ  
ブリッド化につきましては、上のアンモニア燃焼、水素燃焼と開発を連携して取り組むも  
のでありますことから、同様のスケジュールと考えてございます。下段の電気炉の高効率  
化につきましては、早期の社会実装を目指す観点から、6年の期間を想定して、2028年  
度までの実機レベルでの実証・評価、それに向けて要素技術、小規模実証を行うスケジ  
ュールでございます。

最後のページは、今回の計画によります効果をまとめさせていただいております、詳  
細は実行計画の本文に記載しておりますけれども、2040年段階のアウトカムとして、年  
間約0.2億トン、2050年の見込みで年間約0.7億トンのCO<sub>2</sub>排出量削減効果合計を見込ん  
でございます。

2050年の経済波及効果として、世界市場規模において約9.6兆円の経済波及効果を見込  
んでございます。

私どもからの説明は以上でございます。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、自由討議に入りたいと思います。今  
度も委員名簿順にお1人ずつ御意見、御質問などを頂戴したいと思います。

それでは、一巡目の発言を稲葉委員より名簿順に、その後に店橋オブザーバーより御質  
問いただくという形で、各1人につき3分程度でお願いしたいと思います。皆様の御発言  
を踏まえ、改めて御意見があれば、全ての委員から御発言いただいた後に、挙手でお願い  
するという形で進めていきたいと思っております。

それでは、まず、稲葉委員より御発言をお願いいたします。

○稲葉委員 同志社大学の稲葉です。よく私は地方公共団体の会議に出るのですがけれど  
も、やはりそこで議論されるのは、カーボンニュートラルを目指すに当たって、熱需要の  
部分はどうしたらいいか途方に暮れているという話をよく伺いますので、今回御提案いた  
だきました熱プロセスの開発というのは、地方の中小企業などからも非常に求められてい  
る開発であって、推進すべきテーマだと感じています。

ちょっと気になっている点が1点ありまして、それは電気炉のことなのですが、  
電気炉は非常に手軽で小さいものには適していると思っておりますが、日本ではコストの高  
い電気を使って熱を得る方法は効率が非常に悪くて、単純に電気炉からCO<sub>2</sub>が出ないか

らといって、電気炉が本当にカーボンニュートラルに向いているのかというのは、ちょっと判断できないのではないかと感じています。特に最近の電気代の高騰という背景もあって、一般的には受け入れにくいのではないかと思います。

御提案のありました省エネ化とかハイブリッド化によって、電力使用量を削減するということはもちろん大事なことだと思いますけれども、将来的には、できるだけ小型のものにも水素・アンモニア燃焼炉を使って、電力への依存度を下げるということも必要ではないかなと考えているのですけれども、その辺りはどのようにお考えでしょうか。ちょっとお伺いしたいと思います。

以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。沼舘室長、いかがでしょうか。

○沼舘室長 電気料金の高騰に直接貢献できるか分かりませんが、電気炉も受電容量の最小化の方向の取組も今検討しております、受電容量の必要な電気容量のダウンサイジングを図る、そういった変更も考えております。

○稲葉委員 ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、続きまして、内山委員、お願いいたします

○内山委員 内山でございます。今回の事業は、工業炉の脱炭素化に向けた非常に重要な事業だと思って期待しております。その中で2点ほどございます。

1点目は、脱炭素化に向けた非常に重要な技術開発、どんどん進めていただければと思うのですが、この事業によって海外市場をどのように取りに行くかというような戦略も必要ではないかと考えております。プレゼンの中で、現状4～7%ぐらいというような数字もあったかと思うのですが、それをさらに上げるための戦略、どこの海外市場を狙っていくかとか、それを狙うための標準化戦略も含めて、どのようなことを考えておられるのかということをお聞きしたい。

2点目は、水素、アンモニアのところで、両方ともシミュレーション、デジタルツイン技術というような基盤技術も非常に重要で、そこも注力してやられますよというようにおっしゃっていたかと思うのですが、この基盤技術は複数のプロジェクトで、かなり連携しながらやったほうが効率が上がるのではないかと気もしますので、そこら辺の仕組みをどのようにお考えになっておられるのかなど。

この2点をお伺いしたいと思っております。以上でございます。

○白坂座長 では、沼舘室長、お願いいたします。

○沼舘室長 現在、4%～7%のお話をしましたけれども、欧米も一部ありますが、アジアを中心に展開をしているところで、脱炭素化の新しい工業炉でありますので、そういったところをアジア向けにも先んじて展開していけるようなことを、ビジネス戦略も含めて検討していきたいと思います。

それと、デジタルツインのところは、共通基盤で使えるところは連携してできるように、仕組みを少し考えていきたいと思っています。

○内山委員 ありがとうございます。多分、かなり早い段階から海外ユーザーを取り込むようなことも必要だと思いますので、ぜひ積極的にお願いできればと思います。

○沼舘室長 ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。では、続きまして、大菌委員、お願いいたします。

○大菌委員 一橋大学、大菌です。発表ありがとうございました。ものづくりの足腰を支える部分ということで、大変重要なプロジェクトだと理解をいたしました。私の視点からは、技術的な課題というよりは、実際、社会で使われるかというところのハードルに注目して、幾つか御質問させていただきたいと思います。

1点目が、ユーザーの実際のニーズの聞き取り等、12ページですか、アンモニア燃焼に向けて期待がというようなところを押さえていただいている、大変よいと思ったのですが、多分、このユーザーの何がチャレンジかというところを、例えば23、24ページ辺りに資料があったかと思いますが、技術別という今整理になっておりますけれども、ひょっとして、技術別と顧客別で同じドメインなのかもしれないのですけれども、やはりユーザーの方の企業規模とか業種、あるいはお客様の種類によってハードルが違うように思いますので、そういった視点からも、実際に使われるためのハードルがどんなものであるのかということ、改めてまた見ていただけるといいのかなと思います。

その際に、既に上げられている標準化とか補助金、あるいはオペレーティングコストになるところのエネルギー費などは既にもう視野に入っておりますので、さらにできれば、短期的なサービスみたいなものがあって、導入、特に置き換えがより容易に行われるようなことが絵として見えてくると、心強いかなと思っています。

もう一点は、ユーザーのユーザーに選ばれるような、川上からもアプローチしやすいような仕組みがあると、よりいいかなと思いました。

3点目は、アンモニア、水素、それから電力、電炉ということで、3つのプロジェクト

を走らせて、オプションを揃えましょうということであるのですけれども、やはり工業炉そのものの競争力、それから工業炉がユーザーさんの競争力に貢献する度合い、この2つの視点でそれぞれ、これは国際的に比較して競争力があるないということはそのうち、より明らかになってきたりすると思いますので、これはどのプロジェクトでもそうなのですから、また追加のアクセラレーションのアクションが可能になるような立てつけになっていると心強いと思いました。

すみません、長くなりましたが、以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。沼舘室長、いかがでしょうか。

○沼舘室長 全てに適切な答えがちょっと用意できないかもしれませんが、技術項目のみならず、ユーザーニーズに対応した対応、これも技術開発とともに進めてまいりたい、備えてまいりたいと思っています。

あと、短期サービス、置き換え、ユーザーのユーザーということで、そういったものも実際に使われるというところを念頭に置きながら、検討していきたいと思います。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。では、引き続きまして、片田江委員、お願いいたします。

○片田江委員 御説明ありがとうございました。製造分野における熱プロセスの脱炭素化というのは非常に重要なプロジェクトだと認識しております。

大きく2つ教えていただきたいのですけれども、15ページのところで参考として示していただいていますとおり、日本以外の各国も開発や国策としてこの分野は支援されていると思いますが、実際に国策として支援されているプロジェクトがあれば、その支援金額の規模ですとか、実用化に向けた時間軸、スケジュール感がどのようになっているかというところを教えていただきたいのと併せて、本プロジェクトでは10年後、2023年に実用化を目指すというスケジュールになっていますけれども、この時間軸が各国の時間軸と比べて妥当性がどうなのかという点が1つ目の質問です。

もう一つが、同じくこのページのところで、海外ではアンモニアを工業炉に適用するようなプロジェクトは確認されていないということなのですから、恐らくそこには何らかの技術的ハードルがあるのではないかと想像するのですが、その技術的ハードルというのが、今回17ページに示されているような本プロジェクトの開発課題と合致している、つまりは、これらが克服できれば、各国が今苦戦しているアンモニアの炉への活用という

ものの技術的な大きなイノベーションを生むと理解しているのかという点を教えてください。よろしくお願いいたします。

○白坂座長　　では、沼館室長、お願いいたします。

○沼館室長　　ありがとうございます。今ここでお示ししているのは、既存の燃料などの燃焼炉と電気炉でございまして、アンモニアの工業炉のところは、まだ確認ができていないということでございます。

他方で、船のエンジン分野とか、ほかでアンモニア燃焼が進んでおりますということも承知してございます。そして、論文などの件数も今急増しているということなので、具体的な取組はまだ見えないのですけれども、例えば船の次は工業炉だということも想定できますので、そういったところは少し深掘りをしていけるように、お答えができるようにしていきたいと思います。どこまでできるかちょっと分かりませんが。

あと、そういった意味で、そういったものがまだ見えていない中で、研究開発期間の妥当性、そういったものがしっかり比較対応できるように、少し精査していきたいと思ってございます。ありがとうございます。

○片田江委員　　ありがとうございます。よろしくお願いいたします。

○白坂座長　　ありがとうございます。では、続きまして、高木委員、お願いいたします。

○高木委員　　東大の高木でございます。どうもありがとうございます。これは、地方の企業城下町を支える中規模の企業を支える非常に重要な技術だと認識していますので、ぜひ進めていただきたいと思っております。

2点ほどございます。ちょっと前の内山委員、あるいは大藪委員とかぶるところがございしますが、まず1つは、シミュレーション技術、デジタルツイン、これも各分野で私は非常に期待していて、重要な技術アイテムになると思います。今日お示ししていただいたパワーポイントの図では、恐らく燃焼の具合のところまではシミュレーションできるというような形で書かれているのだと思うのですけれども、その先のところ、NO<sub>x</sub>の発生であるとか水素脆化がこういう燃焼の仕方だと、この程度に収まるというところまでできると、大変すばらしいというか強力な武器になると思っておりますが、ちょっと私は専門ではないので、これは最終的にどの辺りを狙いにして、どんな使い方になるのかというところを少し御説明いただければと思います。それがまず第1点。

第2点目は、大藪委員の御質問とかぶるのですが、多分、ユーザーのそのさらに先のユーザーというのが結構重要な役割をしているのではないかと考えています。例えば、自動

車産業みたいなのがユーザーの先のユーザーになっている場合には、恐らく、いろいろなコラボレーションをして、一緒に製品開発をしていくというようなこともあるのかなと思いましたが、その辺りの整理について教えていただきたい。分野で違うのかというところですね。ユーザーの先のユーザーの分野によって進み方、あるいはいろいろな整理の仕方が違うのかというところがあれば教えていただきたい。

以上2点、よろしくお願いいたします。

○沼館室長 ありがとうございます。今、シミュレーション、デジタルツインのところは、非常に多種多様な炉の設計を効率化していくための最適設計というようなところを念頭に置いてございましたけれども、今御指摘の燃焼の分野にも適用の範囲を広げるということ、その効果も含めて少し検討していきたいと思っております。

あと、ユーザーの重要性ということで、自動車とのコラボ、すり合わせというところがございますけれども、これは燃焼炉で熱処理を加えて、どの程度の強度になるかということも含めまして、さらにそれをお使いになる自動車、あるいは船舶、様々なお客様とのすり合わせということも必要だと思っておりますので、そういったことも検討してまいりたいと思います。ありがとうございます。

○高木委員 どうもありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。では、続きまして、長島委員、よろしくお願いいたします。

○長島委員 長島でございます。ぜひこのテーマは進めていただきたい内容だと、皆さんもおっしゃっている通りかと思えます。

19ページ、先ほども話がありましたけれども、デジタルツイン、シミュレーション、これを導入して、検証して、いろいろなバーナーの位置だ、加工品の影響みたいなのところをしっかりと見ていって、必要なカスタマイズとか、多様な炉の設計を行っていくという話があったと思います。

中小企業の匠の技がやはり日本のものづくりを支えていて、一番大事なことは、匠がこれまで培ってきた技術で生み出した数々の製品を、炉が変わってもつくれる、それがとても大事なのかなと思います。もちろん現在の炉でやっていた、そのままのやり方ができるなら、それもあるかもしれませんが、別のやり方でやってもいいと思うのですが、最低でも同様の競争力だったり、できればこれまで以上の競争力を、炉の転換を機につけていってもらいたいなと思います。

これを現実のものとするためには、匠の技のデジタル化、中小の方々が持たれている技

をデジタル化する必要があるのかなど。でも、多くの中小企業ではできていないので、今回、アンモニアとか水素の炉、電気炉、ハイブリッド炉をつくるのと並行して、事前に、匠の技のメカニズムの見える化とかデジタル化をぜひ進めていってほしいなと思いました。新しい炉をつくるに当たっては、そうした見える化で出てきた要件なのか条件なのか、そういったものを事前に織り込んでいくことがとても大事なのかなど。

金銭的な部分での支援、工夫というのももちろんありましたけれども、それに加えて、デジタルツイン、シミュレーションを中小の企業の匠の方が使える、駆使できるように教育をしていくみたいな、人材育成のところも、ぜひ並行して行っていただければなと思いました。

以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、沼舘室長、お願いいたします。

○沼舘室長 大変重要な御指摘、ありがとうございます。まさに匠の技、私ども素形材産業室は原課でございまして、素形材業界を担当している部署でございまして、そういったものづくりの基盤のところの業界のまさに強みの部分を、新しい燃焼技術、新しい方式になっても伝承して、さらによりよいものになるように、まさにデジタル化でメカニズムの見える化、今御示唆いただきましたので、そういったところも考慮しながら進めていきたいと思っております。ありがとうございます。

○長島委員 ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。では、続きまして、林委員、お願いいたします。

○林委員 ありがとうございます。本日、既に御質問いただいたメンバーの方々と大いにかぶるのですけれども、今回の資料を拝見していて、とても面白いと思う反面、何名かの方々がおっしゃっていらっしゃいましたが、15ページの表と7ページの世界地図を見比べておきますと、アンモニアとかこれからやろうとしていることが、本当に適切なのかということについて若干腹落ちしなくて、日本は4%にすぎなくて、もちろん形態が違うのでしょうけれども、各国がなぜ、アンモニアは中国が論文が増えてきたということですが、では、ほかの既にもっと規模の大きい工業炉メーカーの方々がどうやって脱炭素化していくつもりなのか、その技術ということについてをちゃんと理解しつつも、では何でアンモニアなのかというところが、日本が優れているからアンモニアなのか、何なのか、海外にこれから展開していくのだといったときに、既に他の地域がほかの技術で前に進んでいるのだと仮にして、本当に世界展開していけるのかとか、その部分がやはり気になる

なというのが正直なところでした。

片や、ほかの技術でもアンモニアとか水素の混焼という話は、日本においてもとても大事だと思いますので、そこの共同もしながら、本当にこの分野において相応のコストをかけてやっていくことが競争力のあるものになるのかというのは、既に今日何回も御説明をいただいておりますけれども、しっかりと確認をして進めていただければと思っております。

質問というより、もはや感想なのですけれども、今回についてのコメントでございます。以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。しかしながら、すごく重要な指摘だと思いますので、もし沼館室長、何かありましたら、お願いいたします。

○沼館室長 明確に回答ができないかもしれませんが、アンモニア分野は日本が少しリードしているということとともに、工業炉以外のところでは、先ほども申しましたけれども、船舶とかで既に技術が進んでいるというところもありまして、燃焼の分野の国際学会、燃焼学会とかに出た方からも聞くと、船舶のほうでも取り組んでいますけれども、次も考えているというようなことで、少し関心を示しているという声もちょっと聞いておりますので、今日の御指摘を少しクリアにできるように皆様方の情報を収集していきたいと考えます。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、引き続きまして、店橋オブザーバーから何かありましたら、お願いいたします。

○店橋オブザーバー 店橋です。熱プロセス、特に工業炉、電気炉にこのようなプロジェクトを御提案されていて、私としては、燃焼研究者ですけれども、非常にうれしいといえますか、本当に必要性があるところにこういうプロジェクトを設置していただいて、非常にいいなと思っております。

今日お話を聞かせていただいて、非常にいいのですけれども、過度な期待、過度な期待というのは技術的な期待です。プロジェクトとしては絶対に多分達成できるのだらうと思いますけれども、例えば先ほど、アンモニア関係の論文がすごく増えてきて、これは実際、私も国際学会に出ると感じておりまして、このS I Pが終わった後にこの成果が出た瞬間に、中国だけではないのです。ヨーロッパもです。皆さん、アンモニアで研究を始めているというところがあって、そういう意味では、今この段階でこのプロジェクトでやって、追い越される前に、今の優位性を伸ばしていくのがいいかなと思っております。

今、アンモニア燃焼の議論が中心ですけれども、今までのいろいろな国内のプロジェクトとうまく連携されて、このプロジェクトを進められるというような御発言もあったので、非常に心強いのですが、その部分で、水素系はどのようなだろうなというちょっと疑問が。水素系も当然、国内でいろいろなプロジェクトが今までもなっていて、そことやはりうまく連携すると、今の優位性を持ったまま、前に進めるというような気がしますので、ぜひそのところも考えていただけるといいなと。きっと考えられているのだろうとは思いますが。

もう一点は、水素のところのパワーポイントがあったと思いますけれども、過度な期待と言ったのは、不可能ではないのですけれども、難しい。アンモニアで50%混焼を2032年というのはいいのですが、水素はちょっと特殊な燃え方をするものですから、もしかすると50%が一番難しい技術になるかもしれないと思いますので、この数値を完全に数値目標とされると、やられる事業者さんが逆に苦しんでしまうかもしれない。これは物理的にです。なので、数値だけをやるのは危険かなと思いますので、そこはお考えいただければいいかなと思います。

○白坂座長　ありがとうございます。沼館室長、いかがでしょうか。

○沼館室長　まず1点目の、水素についてもほかの例えばプロジェクトと連携ということは、共通基盤的なところで共有させていただけるようなところというものは、まさにそうした取組をしていきたいと考えてございます。御指摘ありがとうございます。

2点目の50%混焼のところは、50%が一番難しい割合だということもございましたので、今の御指摘を踏まえまして、ちょっと検討させていただきたいと思います。ありがとうございます。

○白坂座長　ありがとうございます。各委員からの御意見をいただいたところですが、もう少しだけ時間があるかと思っておりますので、さらに発言を希望される方がいらっしゃいましたら、挙手ボタンを押して意思表示をお願いしたいと思います。こちらのほうで指名させていただければと思います。どなたか追加で御質問、コメントしたい方はいらっしゃいますでしょうか。よろしいですか。では、NEDOの西村オブザーバー、お願いいたします。

○西村オブザーバー　本日は皆様、貴重な御意見をいただきまして、本当にありがとうございます。私もNEDOとしましても、このプロジェクトは非常に重要だと思っております。アンモニア、水素のゼロ燃料に対応であるとか、電気炉のところの受電容量の最

小化のようなところは、ぜひ皆さんと一緒にやっていきたいと思っています。

特に途中で言及もいただきましたけれども、私どもは従来、先端研究という形で2021年から2022年、アンモニア燃焼に関わるプロジェクトをやってきておりますので、この成果がこのグリーンイノベーション基金の中にうまく盛り込んでいただけたというところは、非常にありがたいなと思っています、さらに深く研究を進めていく必要があると思っています。

コメントというよりは単なる決意表明なのですけれども、2050年のカーボンニュートラルに向けて、今日いただいたいろいろなコメント、御意見、御指摘を、経済産業省の皆様と深く連携しながら、うまくプロジェクトのほうを進めていきたいと思っていますので、引き続き皆様の御協力をいただければと思っています。よろしくお願いします。

以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。ほかに追加で御質問、コメントある方はいらっしゃいますでしょうか。

ないようですので、では、最後に私からも少しだけ意見を述べさせていただければと思います。

まず、やはり皆さんおっしゃっていましたが、この熱プロセスの脱炭素化はすごく重要なテーマだと思っています。日本の製造業のかなりの部分を支えているというところもございまして、あとは、この熱プロセスは、これまでどうしても脱炭素化の難しいところであるという認識の下、なかなか進めづらいというのがあったところなのですが、ここにしっかりとお金をつぎ込みながら、こういった研究開発をしていただけるというのは、すごく重要だと思っています。

コメントとしては、大きくいうと3点あるのですが、1つは、やはり先ほどもコメントありましたが、全体の話、これはほかのプロジェクトもいつもそうなのですけれども、G I 基金に関するものは、G I 基金だけでクローズしないものがほとんどでして、関連するものがほかにあたりする。なので、ここだけで成立しない場合もあつたりしますし、ほかとの影響がある。例えばG I 基金の中でもほかと影響したりする。例えばアンモニアだったらインフラの影響が出てくるとか、そういったのもありますので、自分たちだけでなかなかコントロールし切れないところもあるかもしれませんが、うまく連携をしながら、ちゃんとした効果が生まれてくるようにしていただきたいというのが、これは部署を超えてしまうところもあるかもしれませんが、ぜひ連絡を密に取りながら進めて

いただければなと思っています。これが全体感の話になります。

2つ目が、中小とかスタートアップの活用というところもあるかなと思っています、特に今回でいうと、シミュレーションですとかデジタルツインの辺りは、デジタルのテクノロジーなので、スタートアップみたいなのところも入ってこられる可能性があると思っていますので、ぜひそういったところに門戸を開いて、新しい力にこういうところに参画していただいて、彼ら自身も育っていくということも重要だと思っていますので、そういったところもちょっと意識をしておいてもらえればなと思います。

また、燃焼のシミュレーション、自動車分野、こちらはアンモニアではないですが、マツダのスカイアクティブは燃焼のシミュレーションができることになって、まさにできたエンジンですし、あるいはロケット分野ですと昔から水素の燃焼みたいなのもやっていますし、直接アンモニアではないかもしれませんが、いろいろな分野で燃焼のシミュレーションというのは研究されていますので、ぜひそういったところともうまく連携をしながら、このデジタルの技術を活用してもらえればなと思っています。

3点目が、やはり標準化の辺りですかね。先ほどのお話でもありましたように、店橋オプザーバーもおっしゃっていましたが、S I Pの論文が出た後、急に、中国に限らずヨーロッパも、やはりそういったものが増えてきているというところがあると思います。

せっかく日本がこれまでS I Pで頑張ってきたところを、先をさらに勝ち続けていくというのは、単に進むだけではなくて、やはり標準化もセットにしながら進めていくことが重要だと思っています、社会に実装していくためにはどうしても必須な活動になってくるとしますので、ぜひこの辺りもうまく連携をしていただければと思います。

それに関連しまして、ベンチマーキングをやはり継続的にぜひやっていただければと思います。先ほど林委員からもありましたが、世界がやっていることと日本がやっていることが、あまりにおかしい方向になってくると、日本だけがまた特殊な地域になってしまうと、これをやる人たちが今度は世界に打って出られないという形になる。そうなると、コスト面とかいろいろな競争力の面でもきつくなるとしますので、世界の動き、これはベンチマークセットできちんと押さえながら進めていただくということが必ず必要になってくるとしますので、この辺り。

全体の話が1点目、2つ目がスタートアップの活用、3点目が標準化、ベンチマークを含めた海外の動き。こういったところを意識しながら進めていただければと思います。

私からのコメントは以上になります。

○沼館室長 ありがとうございます。プロジェクトにとどまらずに、関係するところの連携は非常に大事だと思っておりますし、スタートアップのところも、デジタルのところ、門戸を開く、さらには燃焼シミュレーションなどのことも念頭に置きながら、連携を含めて考えていきたいと思っております。

標準化も、お示ししておりますけれども、ここで得られた成果を工業炉の協会での標準化活動の実績もございますので、こうしたところとも連携しながら、しっかりと社会実装につなげるようにしていきたいと思っております。

あと、ベンチマーキングのところは、世界と方向が違うということにならないように、そういったところも注視、注力しながら進めてまいりたいと思っております。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。ほかに委員の方々から追加でございますか。大丈夫ですか。

ありがとうございます。それでは、これにて自由討議を終了させていただきたいと思っております。本日も活発に御議論いただき、ありがとうございました。

事務局におかれましては、委員の皆様からいただいた意見を踏まえ、研究開発・社会実装計画案への反映の検討をお願いいたします。

最後に、事務局より連絡事項をお願いいたします。

○笠井室長 本日も様々に御意見、御議論を頂戴しまして、ありがとうございました。

今後のスケジュールについてですが、この製造分野における熱プロセスの脱炭素化プロジェクトに関しまして、もう一度議論させていただきたいと思っております。2回目のワーキンググループの議論を3月中旬頃に開催することを予定しております。

本日いただきました御意見を踏まえまして、研究開発・社会実装計画の案について再度御審議をいただきたいと考えてございます。詳細は別途、事務局より御連絡させていただきますので、よろしくをお願いいたします。

なお、この研究開発・社会実装計画の案につきましては、本ワーキンググループでの議論にとどまらない幅広い御意見をいただくという観点で、少し先行しておりますけれども、2月10日から3月12日まで30日間でパブリックコメントを実施しているところでございます。パブリックコメントの終了後に、提出された意見につきましても考慮しまして、担当課のほうにて研究開発・社会実装計画の案について見直す可能性がございます。その点につきましても、次回のワーキンググループにおいて御審議をいただきたいと考えており

ます。

今後は、既に組成されているプロジェクトのモニタリングも並行して進めさせていただきたいと考えてございます。この点につきましてもまた別途我々事務局より御連絡をさせていただきますので、どうぞよろしくお願ひいたします。

以上です。

○白坂座長　それでは、以上で産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会産業構造転換分野ワーキンググループの第11回を閉会いたします。皆さん、どうもありがとうございました。

——了——

(お問い合わせ先)

産業技術環境局 環境政策課 カーボンニュートラルプロジェクト推進室

電話：03-3501-1733

FAX：03-3501-7697