

**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
エネルギー構造転換分野ワーキンググループ（第3回） 議事概要**

- 日時：令和3年6月22日（火）9時00分～11時00分
- 場所：オンライン開催（Webex）
- 出席者：（委員）平野座長、伊井委員、馬田委員、佐々木委員、塩野委員、関根委員、高島委員、林委員
（オブザーバー）早稲田大学 基幹理工学部応用数理学科 伊藤教授、JOGMEC CCS推進グループ 末廣総括・国際連携チームリーダー、NEDO 小林理事
- 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
 - ① 製鉄プロセスにおける水素活用
 - ② 燃料アンモニアサプライチェーンの構築
- 議事概要：
事務局等より、資料2～6に基づき説明があり、議論が行われた。委員等からの主な意見は以下のとおり。

1. 製鉄プロセスにおける水素活用について

- 海外勢よりも先に開発を進めることが日本の鉄鋼業の長期的競争力に直結。安価な水素の供給確保、製鉄コストの上昇に伴う鋼材価格への上乗せ等の課題があり、クオリティー認証など、グリーンスチールの価値向上に向けた取組や制度構築などが必要。加えて、研究開発・社会実装計画案で示されたR&Dの時間軸が実施企業の時間軸にあっているのかも留意が必要な事項。
- 水素のデマンドを引き出し、サプライチェーンを構築するためにもこのPJは必要。グリーンスチールの市場をどう設計するかが社会実装に当たって大事なポイント。懸念点は、鉄鋼業界は売上高に対するR&D費用が他の業界に比べると小さく、それを反映してなのか、例えば東大工学部ではマテリアル系の人気落ちている感じがする。長い研究開発の中で人材育成をする上でも、基金により予算をつけた企業にはR&D費用を増やすことを宣言して欲しいと思う。将来へのメッセージングが人材を引きつけイノベーションを牽引するのではないか。
- 産業部門におけるCO₂排出の4割を占める製鉄での水素利用は、カーボンニュートラル実現に避けて通れない課題。その本丸のR&Dに政府が投資することは重要。日本の強みは、超ハイテン・電磁鋼板などの高付加価値の鉄鋼材料が作れるところにあるので、高炉技術を中心に発展させるのは是非進めるべき。他方、水素に期待するのは良いが、石炭から一気に移行するのはコスト面でもハードルが高い。そのため、CO₂回収とカーボンニュ

一トラルメタン利用を含めた開発には賛成で、メタンを水素キャリアと考えて、天然ガスを一部使いながら、メタンを少しずつCO₂フリー水素に置き替えていくことが現実的。水素サプライチェーンプロジェクトなど、基金のプロジェクト間で横連携して実現していくべき。併せて、国際的にグリーンスチールの環境価値が認められていくことも大事で、環境価値が認められないと単に従来品より値段が高くなるだけ。METIが中心になって、日本の技術が国際ルールの中に位置づけられて、サプライチェーンの中から外されないようにすることが大事。

- グリーンスチール実現に向けては、サプライチェーン上に多くの企業に関わるので、整理としてどこがリードするかのコミットメントについて（応募企業等に対して）詳細な説明を求めることが必要。一社でどうこうというより、全体の中で、本プロジェクトではどこに資金供与することになるのかを精査していく必要がある。直接水素還元技術はチャレンジングな技術で、国内での実績がないため、基礎技術から実装、サプライチェーン構築までいくつものハードルを超えることが必要となる。ステージゲートやマイルストーンを設けて、どのハードルがクリアされれば次の段階に進み、資金の供与などにつながるかを明確にしていく必要があるのではないかと。
- 水素還元製鉄が特出しされているが、水素ありきとなると2050年に向けて安い水素を取り合うことになる。水素が20円を切って8円や6円になればやらないとなると、日本で何もやらないことになる。水素の価格ありきで事業性を判断するのではなく、他の委員からもご指摘のあった環境価値やプライシングなどの制度によって後押しすることが必要。また、酸素吹きや上げデマンドレスポンスなど、セクター間で連携していくことも必要。技術的にはただの還元なので吸熱を除けば化学的には簡単だが、水素価格がOPEXに直接影響することは要考慮。電炉では、例えば、九州電力と東京製鉄が北九州の若松で実施しているデマンドレスポンスによる余剰再エネの活用や、酸素吹きで余った窒素に水素を合わせてアンモニアを製造することなどにより、全体としてOPEXを下げて価格を下げることを考えても良い。他の基金プロジェクトと連携する事が大事で、WG1-3に屋根をかける部会で議論することも必要ではないかと。
- 社会実装まで持っていく話と理解。社会実装のイメージで、鉄鋼業は重要な産業で雇用も多いが、プロジェクトの成果が実装された場合に、今まで通り重要な産業であり続けられるかという間がある。グリーンだからといって品質が上がるわけではなく、エネルギーコストが安い海外の方が、水素価格が安くなるので、日本が何を国際競争力にしていくのかを考えて進めるべき。水素価格や、グリーンスチールの需要創出は事業者だけでコントロールできない。コンビナートとも関わりがあって、全体のシステムの中で熱や副産物がコントロールされている部分もあるので、鉄鋼だけ変え

ればいいものではなく、周辺も含めた巨額投資が必要となる。官民協力して実証から実装まで取り組むことが必要。

- 鉄鋼は自動車や橋梁の基盤材料・構造材料であり、国家政策的にも日本で製造されるべきもの。そのため、製鉄における水素活用は日本には必須のPJ。カーボンニュートラル製鉄は世界で確立されていないため、このプロセスが確立すればゲームチェンジャーになる。高級鋼の製造技術が世界トップレベルであることを活かして世界初のカーボンニュートラル技術を確立すべき。既存の高炉法に対し、所内の水素だけでなく、新たに外部の水素を投入するとともに、カーボンニュートラル達成に直接資する直接還元法も重要。高炉や転炉は高級鋼に向いており、CO₂回収やカーボンリサイクルと組み合わせるとカーボンニュートラルが可能になる。直接還元の電炉の方がカーボンニュートラルを達成しやすいと考えられるが、それで高級鋼を得るには多くの課題がある。固体の鉄を1700℃程度まで加熱して溶融精錬する場合は、熱補償が課題かと思うがチャレンジすべき。
- P10のスケジュール感は、外部環境変化を考えると少し長い印象。どこにどのくらいのリソースをはるか、最初の計画ありきではなく、外部環境変化を踏まえて見直しをかけていくことが重要。コース50は2008年度からやってきているという認識だが、今どのような評価になっているのか。関係企業は提示された数字も含めて状況を把握しているはず。コース50の熟度が高いのであれば、サプライチェーン上の課題抽出を目的に一号プロジェクトとして早期にサプライチェーン実証をやってはどうか。
- 製鉄のプロジェクトにはNEDOとしてもずっと取り組んできており、更なる発展に向けてしっかり取り組みたい。これまでは、製鉄場の中でのリソースをどう効率的に活用してCO₂を減らしていくかという技術開発だったが、今後はそれでは間に合わないので、外部水素も活用しながらどこまでCO₂を減らせるかという課題になる。NEDOとしても企業をしっかりサポートしていきたい。
- チャレンジングなテーマ。100%水素を使うという究極の目的に達すると、不純物（コークス由来の硫黄やリン）も鉄の中に入らないことになり、炭素がいらないのでそもそも脱炭素工程や介在物除去工程がいらなくなる。一方で、日本がアドバンテージをもつ高度な製錬技術の出番もなくなる。そのためそれぞれのステップで発生する鉄の不純物を予測して、それに対応する製錬技術を同時に開発することが重要ではないか。電炉での高級鋼の製造は意外と早く実現するように思う。高級鋼は電炉で製造するというトレンドができるかもしれず、結果的に米国に近い電炉の割合になることもあるので、開発状況を見ながらプランニングしていけば良い。

- オブザーバーの発言から、コークスが少なくなると、原料の鉄鉱石の品位が重要になってくると考える。他方、高品位な鉄鉱石の供給が少なくなっているため、そうした前提の下日豪で一緒に(今後利用する)鉄鉱石の品位を想定した上で研究していく必要があるのではないか。
- 産業としての鉄鋼分野は大きく、自動車、建築などの需要側が何のために買うかという点、レイヤーを上げて考えると、脱炭素製品として認定されているから買うということにもなる。この脱炭素の承認されている状況を作り続けたいといけないうので、政府側からモニタリングして示唆すべき。METI の意見を聞きたい。
- 論点は委員の意見で出揃っている。WG での議論は特定分野の技術開発に焦点を当てているが、サプライチェーンの上流側にある水素調達やコスト、川下の需要創造、それらを支える制度やルールメイキング、全体的に見て広い意味の資源外交や国際協調、人材育成やファイナンスに関する指摘があった。俯瞰的な視点で、どこに隘路や課題があるかを認識して、突破するためには、複雑なプロジェクトマネジメントが必要。技術分野にフォーカスしつつも、俯瞰性を担保しながら全体感をもって議論することを事務局にお願いしたい。当然、他国や他者も技術開発を進めているので、ステージゲートによる見直しを柔軟に行うことが重要。そのような立て付けがあることを事務局でも担保して、日本として望む方向に進めていけるように機動性、戦略性を担保して欲しい。

2. 燃料アンモニアサプライチェーンの構築について

- アンモニアは水素と同様に脱炭素化をはかることができ、石炭火力の混焼に使えるのが非常にいいところ。石炭火力は東南アジアで広く使われているので、その地域での脱炭素にも貢献できる技術。日本の優れた技術を開発したときに、海外の安価で粗悪な製品に対抗して販売していくために、NOx 抑制の標準化との一体で技術開発・実装して広く使われるようにしてほしい。
- アンモニアは、水素と同じでまだ見ぬ燃料・サプライチェーン・発電技術であり、白紙から“造る・運ぶ・使う”の市場を作っていくことになる。適切なバランスで投資をするには、見直し前提で“海図”のような、いつどこで何機導入して、どの程度のCO2の削減するのかという全体のビジョンを持って、明確に目標をたてることが重要。p8の目標で、2030年は数機の混焼となっているが、2050年の3000万トンというのはどの程度の混焼を国内・アジアでどれくらい導入して、リプレースも行われているのかという点が明確になっている必要がある。既存の石炭火力の脱炭素化に使える点は良いものの、それらが退役する時代にアンモニアインフラをどう捉えるかが難しく、その頃には水素も平行して走っているため、いくつか

のシナリオが考えられる。今の石炭火力と同規模の出力が出せて、石炭火力の代替になるという想定でいいのか。適切な段階で適切に投資の見直ししていく必要がある。

- アンモニアの大規模利用はまだ見ぬ世界で、いくつかの論点がある。LNGを導入する際には、メタノールでいれるか LNG でいれるかの議論があったが、災害等のリスクを想定し、ケーススタディーをやった上で、安全性を担保して LNG に決まったと記憶している。アンモニアを船や発電で使う場合に、各工程でのリスクにどのようなものがあり、どう対応するのかを考える必要がある。外部に漏れた場合に甚大な被害を及ぼすことを認識して進めるべき。「キンカン」は非常に薄めたアンモニアが含まれており肌に塗ってもスツとするだけだが、純アンモニアを直接被爆すると人は即死する。住宅街での災害時のリスクを考える必要もある。NOx の話が出ていたが、微粉炭火力は脱硝プロセスで大規模にアンモニアを使っている。NOx とアンモニアで反応させてつぶしている。低 NOx は妄言で、アンモニアをスリップさせて脱硝に利用し、NOx をとれる技術がある。アンモニア電解合成技術は TRL が低く、耳かき一杯分を製造する水準の技術とタンカーを一杯にしてもって来る話とを同じ土台でごっちゃにして議論している。企業が背負うなら止めないが、どこかでステージゲートを設けて、耳かきがたらいになり、タンカーになっていくシナリオを考えていかないと予算を投じて何も出てこないのではないかと。
- アンモニアは水素キャリアとして使えて、混焼・専焼もできるので、全体でとらえるべきエネルギー政策そのもの。需要者である電力会社が鍵であり、大きなインパクトを持っている。どういうバランスでアンモニアを使っていくかという観点で、供給面で海外での「グリーンアンモニア」や「ブルーアンモニア」の製造、国内でのアンモニア製造技術の開発といった要素が全体でバランスして、グリーン化が起これないといけない。そのためには、海外からの供給割合のコントロールと国内での技術開発のコントロール、需要者である電力会社がどのように使ってグリーン化していくかのコントロールなど、全体の政策としてどう動かしていくのが重要。
- アンモニアも水素キャリアといえる。既に石炭火力発電の脱硝に使われており、今後は使う量が桁違いに増えるので、サプライチェーン構築に向けた技術開発をしっかりと進めるべき。p 39 はわかりやすい。アジアは日本と同様にエネルギーでは苦勞しているの、同じ目線でエネルギーソリューションのパッケージを提供して、技術・ファイナンス・外交で拡げてほしい。石炭火力には燃料アンモニア、ガス火力には水素の相性が良いので、どちらがいかではなくて中長期的に役割分担できると良い。日本のエネルギーセキュリティ上も重要。短期的にはアンモニアの利用を早期に実現し、中長期的には水素を安く供給しなければならないが、アンモニアでの輸送に加え水素としてそのまま使えるように平行して基金で開

発すれば、水素も焔上にあがるのではないか。アンモニアを造る時にもグリーン水素を供給することが共通の根っこになるので、プロジェクト横断で考えるべき。非化石価値の点では、非化石電力のニーズが高まっており、サプライヤーには非化石電力で作った製品が求められる時代になってきた。水素やアンモニアの政策的な位置づけを明確にして欲しい。

- 需給両方をカバーしており、バランスの良い提案。発電利用の需要側として、電力会社に予算をつける形になっているが、研究開発投資が少ないというのが、世界的に見た電力関係業界に対する認識。国費を付けるからには、自前の R&D 費用も今後増やして、重電系にも研究人材が流れていくように企業側からコミットしてもらう必要がある。需要側で、ボイラー改造ではアンモニアは石炭からの移行は比較的簡単だが、荷揚げや貯蔵には新しい設備投資が必要になるので、開発後のトランジションファイナンスの仕組みが必要で、それが担保されることで開発も進むのではないか。全体のロードマップを作成することが必要。アンモニアの規制についても見直しが必要になり得るので、目を配るべき。供給側も、グリーンでいければいいが、技術開発がうまくいかず、ブルーを組み合わせる必要が出て来る可能性もあるため、どうアプローチしていくのかのシナリオがあった方が良くと思う。
- アンモニア混焼に対する政策的インセンティブが必要ではないか。金融機関としては、基金を呼び水として、プロジェクトの成果をスケールアップしていく過程で資金需要が発生した場合にはサポートしたいが、そのためには収益性が確保されるかが課題で、基金以外でも政策的なサポートをつけていくことが重要。例えば、再エネの FIT のような形で、発電に対して環境価値を認めるような制度も一案ではないか。p35 で、燃料アンモニアの導入拡大にあたって非化石価値の取引市場の説明があったが、事業者・投資家ともに関心があり、製造・利用のコスト回収に必要な非化石価値を担保するような制度を METI に準備してほしい。先行的にアンモニア需要の見込みとして発電を狙っているかと思うが、発電を起点として周辺の産業にも利用の裾野が広がっていくことが重要。
- NEDO としてはプロジェクト管理を担うが、ステージゲートをしっかり活用しながら、技術開発項目の不確実性と世の中の脱炭素に向けた動きを踏まえながらプロジェクトを管理していきたい。“海図”が必要ではないかと話があったが、TSC という、戦略を考える部署があるので、経産省とも協力していきたい。NEDO でのプロジェクト評価においては、若い研究者がどれだけプロジェクトに入っているかも 1 つの指標としており、人材育成の課題にも気を配っていきたい。また、プロジェクト間の連携も配慮していきたい。NEDO では、基金の他に年間約 1500 億円の交付金で事業を運営している。製鉄やアンモニア発電の既存事業もあるので、それらとも連携していく。

- 今まで経験したことのない大量の劇物をあつかうことになるが、輸送と貯蔵において十分な安全性を担保できる技術は未確立。その研究を同時に進めていくことが重要。
- アンモニアと水素の役割分担としては、短中期的にアンモニアで、長期的には水素という整理ではないか。アンモニアは既に出回っており、既存のインフラがあるのは優位。一方、水素はスペラPJや液水などもあるが、まだ輸送インフラでハードルがある。ブルーアンモニアについて、JOGMECはMETIと連携しているが、CCSサイトと天然ガスの供給力が確保できるところが有望。他方、グリーンアンモニアは、供給先があることが重要。SGはその砦であり、仮にグリーンアンモニアが耳かきレベルであるとすれば、技術的に達成しても世の中の変化が激しいと日の目をみない可能性もあるので、柔軟に評価していくべき。また、HB法にかわる低圧型の方法でも、Ruが使われていてコスト感や、触媒の工業化といった違う視点が必要になるので、柔軟にみていくべき。
- アンモニアは課題が色々あるが、全体のプロジェクトの見通しはよい方。SCについても、川下側が電力で、主に上流と中流に開発と商業化のテーマがあるという形で、複雑性がシンプル化されている。主体は電力会社になることが明確なので、民間主導で進んでいけるよう技術開発支援をしていくことが望ましい。ファイナンスにあたっては、ロードマップの打ち出しに始まり、商業化でプライシングを担保する環境価格、商業ベースでうごいていくインセンティブが重要。また、安全性の部分は改めて重要と思った次第で、改めて目配りしていくことが必要。

以上

(お問合せ先)

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