

研究評価委員会
「ゼロカーボンスチール」の実現に向けた技術開発」(事後評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2022 年 12 月 23 日 (金) 15 : 15 ~ 17 : 05

場 所 : NEDO 川崎本部 1601 ~ 1602 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	鷹觜 利公	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 臨海副都心センター 所長代理
分科会長代理	小林 敬幸	東海国立大学機構 名古屋大学 大学院工学研究科 化学システム工学専攻 准教授
委員	池上 康之	佐賀大学 海洋エネルギー研究所 所長・教授
委員	小野 英樹	富山大学 学術研究部都市デザイン学系 教授
委員	熊谷 章太郎	株式会社日本総合研究所 調査部 主任研究員
委員	小澤 純夫	一般社団法人 日本鉄鋼協会 専務理事
委員	成田 暢彦	愛知学院大学 総合政策学部 非常勤講師

< 推進部署 >

上原 英司	NEDO 環境部 部長
在間 信之	NEDO 環境部 統括調査員
阿部 正道	NEDO 環境部 主任研究員
今井 涉	NEDO 環境部 専門調査員
下村 誠	NEDO 環境部 主査
中村 潤	NEDO 環境部 主査
皆川 江理科	NEDO 環境部 主任

< 実施者 >

村上 英樹	日本製鉄(株) フェロー (常務執行役員待遇)
宇治澤 優	日本製鉄(株) 技術開発本部 技術開発企画部 CN 開発推進室 部長代理
中尾 憲治	日本製鉄(株) 先端技術研究所 環境基盤研究部 課長
柏原 佑介	JFE スチール(株) スチール研究所 製鉄研究部 主任研究員
小澤 純仁	JFE スチール(株) 新還元プロセス開発部 主任部員
石渡 夏生	JFE スチール(株) 技術企画部 主任部員
堤 康一	JFE スチール(株) 製鋼研究部 主任研究員
安室 元晴	神戸製鋼所 事業開発部 企画担当次長
加藤 徹	一般財団法人 金属系材料研究開発センター カーボンニュートラル統括部長 環境・プロセス研究部長

< オブザーバー >

伊藤 隆庸	経済産業省 製造産業局 金属課金属技術室 室長
富永 和也	経済産業省 製造産業局 金属課金属技術室 課長補佐

伊藤 香奈子 経済産業省 製造産業局 金属課金属技術室

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長

佐倉 浩平 NEDO 評価部 専門調査員

森泉 清和 NEDO 評価部 専門調査員

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 a)事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
b)研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
 - 5.2 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 「ゼロカーボンスチール」の実現に向けた技術開発

(公開セッション)

7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 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(評価事務局、推進部署)
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より行われた事前説明及び質問票のとおりとし、議事録に関する公開・非公開部分について説明を行った。
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行われた事前説明のとおりとした。
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 a)事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 推進部署より資料5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。
 - b)研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
 - 実施者より資料5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。
 - 5.2 質疑応答

【鷹嘴分科会長】 ご説明いただきありがとうございます。これから質疑応答に入りますが、技術の詳細には次の議題 6 での取扱いとなるため、ここでは、主に事業の位置づけ、必要性、マネジメントについて議論を行います。それでは、事前に行った質問票の内容も踏まえまして、何かご意見、ご質問等がございますか。

では、産総研の鷹嘴から伺います。「先進高炉」という名前と「Super COURSE50」がございますが、これはイコールと考えてよろしいのでしょうか。

【日本製鉄_村上フェロー】 その理解で合っております。先進高炉の一つが Super COURSE50 となります。

【鷹嘴分科会長】 分かりました。その中の説明で、2050 年頃におけるグリーンスチールマーケットのお話しがありましたが、これはこの先進高炉で、そうしたグリーンスチールのマーケットを獲得していくという意味の認識で合っているのでしょうか。

【日本製鉄_村上フェロー】 部分的にはその理解となりますが、まだグリーンスチールの定義も世の中では決まっておりません。我々としては、今回示したのもそうですが、先進高炉だけではなく、数々のそういったカーボンニュートラルに資する技術として、実はスクラップなどを利用する技術も含めてグリーンスチールにアプライしていく方針を考えております。

【鷹嘴分科会長】 分かりました。私の認識で言えば、グリーンスチールマーケットというのは、CO₂、カーボンニュートラルの状態で作ったスチールのこととなりますが。そうすると、以前から議論をしているように、どういう水素を使うかによって、なかなかマーケットを取りにいけなくなる可能性もあるのではないかとこの点を危惧しています。

【日本製鉄_村上フェロー】 おっしゃるとおりです。これはルールの問題で、ヨーロッパの鉄鋼会社もまだ最初の段階は Scope1 といって、水素自身は郊外から持ってくると全部フリーCO₂ になってカウントがされます。ただ、最終的にはそういう話ではなく、LCA 的にどうつくったかというのは当然出てくると思いますし、今いろいろ検討されているマスバランス法のようなものだと、減らした分をある鋼材に寄せるといったグリーンスチールの定義もありますし、ここがまだきちんと定まっていないといえますか、皆の意見が一致していないというところです。いずれにしても、CO₂ を減らすプロセスは高めていかなければいけないと考えます。

【鷹嘴分科会長】 その際に、ルールづくりのときにヨーロッパの声がどうしても高くなってきて、向こうでルールをつくられてしまうということが非常に多く見られるかと思しますので、そのあたりは十分ウォッチしていただきたいというのが私の思いです。

【日本製鉄_村上フェロー】 ぜひ一緒に戦っていきたいと思います。

【鷹嘴分科会長】 あともう一つ、カーボンニュートラルの製鉄を目指すということで、高炉法を残すということですから、どうしてもコークスは使うのだと思います。そうした場合に、炭素源として石炭をどれくらい使っていくかについて、まだ分かっていないかもしれませんが、IEA でも 2050 年度において、高炉法から鉄を 50%程度つくる必要があるという試算を出しているのです、これは間違いないと思うところです。そうすると、炭素を使うので、CCUS がどの程度使えるかにもよるのですが、やはり炭素を減らす技術も何か入れないとカーボンニュートラルにならないわけです。ここに書いてあるように、バイオマスの利用などといった場合には BECCS (Bio-energy with Carbon Capture and Storage) を使えてマイナスにカウントができるということになり、そうした視点も入れなければ、なかなか高炉法を使いながらカーボンニュートラルというのは難しいのではないのでしょうか。

【日本製鉄_村上フェロー】 おっしゃるとおりです。高炉というのは一定量カーボンを使うプロセスですから、その量によって、残る高炉の本数も変わってくると思います。スクラップは徐々に世の中に増えていき、蓄積の 1%や 2%出ていきます。直線で引いてみると、2400 年ぐらいだと大体スクラップの量が必要量に到達すると思うのですが、それまでの間にどういう高炉を残すのか。その高炉は、カーボンニ

ユートラルを 2050 年に達成するのであれば、排出される炭素分を CCUS、あるいはバイオマスといったネガティブエミッションみたいなものでチャラにしていく。それが、より CO₂ の少ない高炉であること、もともと日本が最も力のある高炉技術をどれだけ残せるのかということにかかってくるものと考えます。

【鷹鷲分科会長】 ありがとうございます。それでは、他にございますか。小林様よろしくお願ひします。

【小林分科会長代理】 名古屋大学の小林です。カーボンリサイクル技術について伺います。こちらにイラストで示されていますが、概念としては大変よく理解できたものの、一方でメタネーションについては、ガス会社が予算をもって 2030 年に都市ガスの 1% を供給するように進められています。そちらの国としてのプロジェクトと今回のメタネーションを含めた技術とを分けて、ガスをつくる事業者と使う事業者、今回の製鉄関係といったところを分けずに、あえて製鉄事業の中で一緒にするといったことを考えられたのはどうしてなのか。それから、その中でどういったことをメリットと考えられた上で、こういう中に取り込んだプロセスをイメージされたのか。以上 2 点について教えてください。

【日本製鉄_村上フェロー】 カーボンリサイクル炉の絵自体は非公開資料の中にあるので、また後ほど説明を差し上げたく思います。柏原様の方から説明お願ひいたします。

【JFE スチール_柏原主任研究員】 JFE スチールの柏原です。カーボンリサイクルに関して、今仰られたように、今回は高炉を中心とし、その高炉のガスをリサイクルするような一つのイメージとして検討を進めてきたわけですが、最終的にはどういったところに、今回はメタンということにしておりますが、そういった CCU としてつくる炭化水素系のガス等といったものを高炉単体でやるのか、その他を含めてやるのかというのは、将来的にまだ議論の余地があるかと思ひます。今回はあくまでも一つの例としてこういった高炉で、単体でそういったことをやる検討をいたしました。

【小林分科会長代理】 分かりました。ありがとうございます。

【鷹鷲分科会長】 それでは、他にございますか。熊谷様お願ひします。

【熊谷委員】 日本総合研究所の熊谷です。ご説明をありがとうございました。他の委員の方の質問票の内容と一部重なりますが、今回のロードマップの中に数値目標が設定されていないことについて質問させていただきます。実現可能性を無視すれば、2050 年に脱炭素の実現に必要な各時点の到達目標の目安を数字で示すことは可能なのではないのでしょうか。

逆に言えば、数値目標がないと、ロードマップにある技術を開発することで、本当に 2050 年に脱炭素を実現できるのだろうかという疑問が浮かびます。COURSE50 のように、「水素活用還元技術により CO₂ 排出量を 10% 以上削減」、「CO₂ 分離回収技術に CO₂ 排出量を 20% 削減」などのような具体的な目標を設定することは可能でしょうか。また、本事業とは別に、コスト面のロードマップの作成や開発された技術の事業化の可能性を検証するフィージビリティスタディなどを実施する予定があるかについても教えてください。

【日本製鉄_村上フェロー】 ありがとうございます。ご指摘の部分は非公開のところでも触れようと思ひしていたところでもあります。このプロジェクトは技術の頭出しが目的でして、例えば今おっしゃられたような目標を立てて進むというのは、GI 基金の中でそれぞれ行っておりますが、中には採択されないものもございます。先ほどのコストの話も、とても実証には向かないであるとか、そういうものもあるでしょう。それは、ある意味個社の戦略にも少し関わってくるので、そこはそれぞれの GI 基金でお任せをしておりますが、現在 GI 基金の中でオープンになっている数字だけを申せば、例えば先進高炉 1 の Super COURSE50 というものは、「高炉で 40% CO₂ を削減し、さらにバイオマスや廃プラ、冷鉄源を利用し、トータルで 50%」ということで、要するに今より半減させるという目標を立てているところです。また、カーボンリサイクル炉も同じように「製鉄全体で 50%」というように、こういった目標は GI 基金の中で立てております。そういったことから、我々の成果というよりは、次に採択をする方

がそれを目標にして行うこととして進んでいる状況です。

【熊谷委員】 ありがとうございます。

【鷹嘴分科会長】 それでは、他にございますか。小野様お願いします。

【小野委員】 富山大学の小野です。これからの鉄源として、先ほども話に出ていたように、スクラップの量が増えてくるという点があります。今回、原料を鉄鉱石に限ってゼロカーボンスチールの研究開発をまとめられたと思いますが、結局スクラップはどうやって使われていくのか、スクラップの利用法についても検討をしていかないと、最終的にはつくる鋼種と原料との対応が合っていない。つまり、スクラップが余ってきて使えなくなるといったこともあり得るのではないかと思うのですが、ここの中にスクラップを入れた方法を考えるなど、そのあたりの検討というのは入ってこないのでしょうか。

【日本製鉄 村上フェロー】 ありがとうございます。全くおっしゃるとおりで、スクラップは非常に大きなボリュームを占めるのですが、この先導研究の中では、技術開発要素がどれだけあるかということを検討しております。現在もスクラップ電炉というのは実際に使われており、いろいろな動きがありますし、それぞれ既に個社の戦略の中でスクラップの回収の仕方や利用の仕方というのが実はございます。この先導研究の中では、これまであまり手をつけておらず、次に開発を大規模的に行っていくとはいけないものを抽出したというものです。スクラップ電炉に全く開発要素がないとは思いますが、実際にトランプエレメント対策研究やいろいろなスクラップ回収がもう走っているところで、新たにカーボンニュートラルといったら、もう少し違う手を考えなくてはならないといったところで抽出をいたしました。ここでは触れていませんが、先生が言われますように、当然、スクラップの利用はカーボンニュートラル全体の戦略としては必要ですが、技術開発としては、やや今の路線の中で進めていくタイプのものということで、今回のリストの中には入っておりません。

【小野委員】 ありがとうございます。

【鷹嘴分科会長】 それでは、他にございますか。池上様お願いします。

【池上委員】 ご説明どうもありがとうございました。今回の事業は、結局グリーンスチールの市場を日本がある程度獲得をしていくため、主導するための技術開発のロードマップだと思います。資料11ページで2050年に約40兆円の市場を期待されているということですが、これは、いろいろな過程の中での一つのイメージとして私は非常に重要だと考えます。結局、いろいろな過程の中である程度数値を出さなくてはなりませんから、非常に不確定要素がありながらも、このうちのどの程度を日本が取りに行くといえますか、ロードマップの中に、これが実現できればこのぐらいは可能であるとか、こういうときにはこのぐらいしか駄目だといったところで、何かある程度示していただけると、なお良いのではないのでしょうか。そうすると、この事業自体、実証においても何百億円と非常に使うのですが、最終的にこれだけの市場を日本が取れば、決して大き過ぎる事業ではないという理解ができます。簡単ではないというのはよく分かりますし、不確定要素もあって非常に難しいことは分かるのですが、2050年に市場規模をうたっている割には、ロードマップのところはまだ実機レベルでとどまっているということで、やはり、もう2050年には市場規模に出られるぐらいのロードマップとして、そういう視点も可能な限り必要ではないかと思った次第です。

【日本製鉄 村上フェロー】 全くもっておっしゃるとおりでございます。一応技術的なハードルとして幾つかボトルネックを調べて抽出を行い、このようなロードマップを引いております。物によっては、例えば電炉のところに、もう少し早めに実機化をするべきものであるとか、また、実機化として10年ぐらい一気に引いていますが、その1機目が出始めれば、それは当然カーボンフリーの、ゼロカーボンの材料としてグリーンスチール市場に出されていくのだと考えます。先生のおっしゃられたように、定量的にそのうちの幾らを取れるのかといった検討は現状できておりませんが、ちょうど2050年に出来るぐらいでは間に合わないというのはそのとおりですので、物によってはもっと早く前倒しを行

っていく。要するに、繰返しになりますが、1機立ち上がれば、その分でグリーンスチールを出していくという戦略になるのではないかという考えになります。

【池上委員】 ありがとうございます。

【鷹嘴分科会長】 皆様ありがとうございました。ほかにもご質問等がまだあるかとは思いますが、時間がまわりましたので、以上で議題5を終了といたします。ありがとうございました。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

(公開セッション)

7. まとめ・講評

【鷹嘴分科会長】 ここから議題7に移ります。これから、まとめとして講評を行います。冒頭に行った各々の挨拶と逆の順番として、最初に成田委員から始まりまして、最後に私、鷹嘴ということで進めてまいります。

それでは、成田様よろしく申し上げます。

【成田委員】 愛知学院大学の成田です。鉄の製造方法というのはバラエティーがたくさんありますので、それぞれ開発を進めていただきたい。もちろん電源構成がカーボンフリー電源であれば、それは何でも有利な点になるのは間違いありませんが、それは進めていただければよいと思います。

一方で、CCUの方は2030年、2040年、2050年と将来のことを考えて設定されているわけですが、例えば「2030年、2040年に廃プラスチックなんてあるのだろうか」という前提条件が変わるかもしれません。ですので、将来シナリオをどう設定されたのかということを確認にされ、CCUのほうも検討をしていくべきなのではないかと思った次第です。その点だけ気をつけていただけたらという要望を申しまして、私からの講評といたします。ありがとうございました。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは、小澤様よろしく申し上げます。

【小澤委員】 小澤です。本日はありがとうございました。先ほど開催された COURSE50 の分科会でも申し上げましたが、日本のものづくり産業を発展させるためには、国内での鉄鋼生産の継続・発展が必要だと考えますし、日本でものづくりをする限りは、鉄鋼材料に含まれる様々な成分の管理、介在物制御等を行う製鋼 (Steelmaking)、これ以降のプロセスは日本で継続されると私は確信しています。ただ一方で、還元プロセス (Iron-making) についてはカーボンニュートラルを実現するとなると、誰も確たる将来像を見通せていない現状にあると思います。今までは鉄鋼のより上流の資源、鉄鉱石であるとか石炭など、あるいは非鉄の方がより明確だと思いますが、鉱山ごとの生産コストが山ごとに大きな差があり、生産コストの高い山は価格次第で鉱山開発・操業されるか否かが変わる一方、Iron-making の生産コストは日本が比較的競争優位にあるとはいえ、世界的にみて鉱山ほどは異なっていないと思います。そういう意味で、世界中のどこでも Iron-making は行われ、過剰能力というのは続いているわけですが、カーボンニュートラルとなると、Iron-making のコストが場所とプロセスにより異なってくる可能性もあると思います。あるいは、電力会社が石炭火力、LNG 火力、原子力、風力、太陽光などと

いった発電コストの異なるいろいろな発電設備をもって電力を供給していることと類似したような状況に Iron-making もなるかもしれません。そういった中で、カーボンニュートラルに向けた複線的な有望技術を抽出し、技術ロードマップを作成した本プロジェクトは非常に意義があると思います。

また、水素還元が有望技術であることには間違いありませんが、水素については欧州ですら十分かつ安価なグリーン水素を入手することができないという状況にある上、日本は量・価格とも国際的に劣位な状況になる可能性があると思います。最近公表された IEA の 2050 年シナリオでも、G7 以外のその他全世界では高炉プラス CCUS が大半となっています。電力で FIT 制度が導入され、太陽光発電への偏重や国民負担の急増、電力系統制約問題や違法・脱法行為が発生するなど様々な問題が発生したことも教訓とし、鉄鋼の安定供給及び日本のものづくりの競争力確保に向けて、より幅広く国際的な視野で複線的なアプローチを考えていただけたらよいと思います。ありがとうございました。

【鷹觜分科会長】 ありがとうございました。それでは、熊谷様よろしく申し上げます。

【熊谷委員】 日本総合研究所の熊谷です。本日は、丁寧なご説明を頂き大変ありがとうございました。今後、このロードマップを専門家以外の多くの方に理解してもらうためには、本事業の報告書とは別にシャフト炉や流動層などに関する入門者向けの説明文書があるとよいと感じました。技術の専門家でない者にとっては、シャフト炉や流動層がどういうもので、何故今まで日本に存在しなかったのか、そして何故今後必要な技術になりつつあるのかを理解することがやや難しかったです。

また、国際協調について、先ほど G7 などの場を活用して議論を進めているとお話がありましたが、世界の鉄鋼の生産量の大半占めているのは中国であり、次いで生産量が多いのはインドです。そのため、世界全体の CO₂ 排出量を削減するためには、主要先進国だけでなく中国やインドとの協調に向けた議論も必要と考えられます。ぜひそちらの議論も深めていって頂きたいと思います。本日はありがとうございました。

【鷹觜分科会長】 ありがとうございました。それでは、小野様よろしく申し上げます。

【小野委員】 富山大学の小野です。本日は、ご説明ありがとうございました。高炉において CO₂ の削減に限界が見える中で、根本的にカーボンニュートラルを実現しようということになれば、全く別のプロセスが必要となる。それで今回、水素直接還元プロセスを新たに開発することは、カーボンニュートラルの観点からは必要になる技術だと考えます。また、この水素還元をやるにあたって、高炉の場合は高生産性のためにカーボンで還元をしているので、還元条件としては非常に酸素分圧が低く、リンなどの不純物も非常にたくさん溶銑に入るため、製鋼でいろいろな不純物除去を行う必要がある一方、水素還元では、酸素分圧のコントロールも可能で、温度も低くなることから不純物を極力鉄に入れずに酸化鉄の還元をするという、そのあたりの技術に日本が今後開発するべき一ツカ点を置くところと思いました。それにより、精錬のほうで有利になる可能性があるのではないかと考えるところです。また、今回の検討では劣質鉱石を使うということで、不純物が入るので、少し加炭が必要とのことでしたが、結果的にそうなるかもしれませんけれども、やはり加炭してまたすぐに脱炭するというのは、プロセスを考えたときにあまり筋がよろしくないと思いますので、そこは日本のもつ不純物除去に関する製精錬技術を駆使し、上手に高級鋼を造れる技術開発の検討を進めていただければと思います。

あともう一つ、やはり今後スクラップの発生量が増えるという観点がございます。スクラップが発生するのであれば、できるだけ使うべきであって、足りない分はもちろん鉄鉱石を還元する必要があるわけですが、そういった観点の中で製鉄全体を考えていく必要があると思います。今回、鉄鉱石を原料と

した製鉄という前提で考えておられますが、スクラップと鉄鉱石を上手に使い、必要な製品をつくり分けていく。そういったところまでの研究開発を考えていただけたらよいのではないかと感じた次第です。以上になります。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは、池上様よろしく申し上げます。

【池上委員】 佐賀大学の池上です。今日は、丁寧なご説明をしていただきまして誠にありがとうございました。事業が成功するかどうかはロードマップにかかっているということで、非常に丁寧にいろいろな技術の課題等を盛り込まれており、大変よくできているという印象です。ただ、やはり数値目標がないのが若干残念に感じるのですが、それについてはGI 基金という次のステージにて検討をされるということですから、ぜひそちらにきちんと引き継いでいただければと思います。また、資料にもあるように、グリーンスチールの市場規模が2050年に40兆円/年と非常に大きな市場の可能性もあるということで、ぜひここで日本の企業が多くを占められるように、また国際経路が維持できるように、このロードマップも柔軟に加速度を持ちながら対応いただけるような形となればよいと思います。その中で重要なのは、これまで何回か話がありましたように、出来た商品がLCA的にどれだけ環境に優しいのかというのが価格以上に今後重要になってくるのではないかとと思うところです。そういう国際的な評価等でも今は日本がリードをしていますので、リーダーシップを発揮できるようなロードマップや施策等への反映ができるようにしていただければ幸いです。どうもありがとうございました。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは、小林様よろしく申し上げます。

【小林分科会長代理】 名古屋大学の小林です。本日は、丁寧なご説明をしていただきましてありがとうございました。短い期間の中で、新たな科学的知見も含めながら、当初の技術案に対しておおむね的確に将来的な判断をされたものと理解しております。なお、例えば今考えられている計画の中で、先ほども申し上げましたように、熱的な設計の中では温度の制御と熱量の制御は分離をして開発していくという配慮が必要ではないでしょうか。また、CO₂リサイクルなど全体システムとして取り組むプロジェクトも多いように見受けられますので、それに対して効果的かつ早期に技術を実用化するために、推進体制の調整を適時されていかれるとよいのではないかと思います。以上です。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは最後に、本日の分科会長を務めました産総研の鷹嘴より講評をいたします。最初にこの事業名を見たときに、ゼロカーボンスチールの実現に向けた技術開発の中で、ロードマップの作成が目的ということで、私も数値の記載をある程度期待していたところがあります。ご説明の中で、その詳細については次のGI 基金事業のほうでということで納得はしつつも、やはり全体を見ると、ゼロカーボンスチールに向けたシナリオというのが全く見えてきていないところが少し残念でありました。そういった中で、私としては技術開発項目を整理したという捉え方をしていたのですが、ボトルネックがどこになるかという部分が、一部整理されておりながらも不足しているところがまだあるように感じた次第です。また、バイオマス利用については、議論にも出ていたように、グリーン水素といったものが安い価格でいつ入ってくるのかと。それを待っているよりは、バイオマスをどんどん入れる方向性で進めた方が下げられるのではないかと。もちろんバイオマス利用についても課題はたくさんありますが、植林や海洋バイオマスの利用というのも今進められている状況ですから、そちらのほうが多いのではないかと若干思うところもありました。

それから、排熱利用についてです。COURSE50の方でも立派な成果を出されていますが、そういう

部分をもう少し入れた方が、日本らしさといえますか、非常に得意とする省エネ、効率化といった部分でじわりじわりとCO₂を削減していくところを世の中に見せていく。そういうところがまた大事なのではないかと思った次第です。そうした技術ではなかなか何十パーセントと一気に下げるのは難しいと、そう思われるかもしれませんが、そういう積み重ねで外部に対して示していくといったことも大事なのではないでしょうか。本日は、ご説明いただきましてありがとうございました。

【森泉専門調査員】 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。次に、経済産業省 製造産業局 金属課金属技術室の伊藤室長及び環境部の上原部長より、一言ずついただきたいと思えます。それでは最初に、伊藤様からよろしくお願いたします。

【経済産業省_伊藤】 経済産業省 製造産業局 金属課金属技術室の伊藤と申します。本日は、非常に中身の濃いご審議をしていただきまして、委員の皆様、誠にありがとうございました。また、事業者の方々におかれましても、内容を詳細にご説明いただきましてありがとうございました。

委員の皆様方から少しコメントがありましたが、GI 基金とこちらの事業との関係性について少し分かりづらい点もあったかと思えますが、既に同時並行的にGI 基金プロジェクトが進んでいる状況ですから、ぜひ今回出たご意見を踏まえた上で進めていただきたいと考えます。それから、国際的な話もございましたが、国際的には製鉄プロセス自体は、高炉、電炉とそれぞれ様々な種類がございます、その産業構造であるとか、鋼材の製品の内容であるといった要因により国ごとに異なるものであります。それぞれの製品のプロセスにおいて、可能な限り低炭素化、脱炭素化を目指していくことが重要になってくるという考えの下、例えばG7においては、来年、我々日本が主催国となりますが、一方でインドはG20を来年主催国として開催するところですので。そういったところといろいろな協調をしながら、加えて、それ以外にも国際的にはいろいろな鉄鋼の脱炭素化に関する枠組みがありますので、そういったところでのメンバーの方々とも協調をしながら、鉄鋼業の脱炭素化に向けて様々な協議を進めていきたい。政策的にはそのような考えを持っております。改めまして、本日はいろいろと貴重なご意見を賜りましたこと誠にありがとうございました。以上です。

【森泉専門調査員】 ありがとうございました。それでは次に、環境部の上原部長よろしくお願いたします。

【NEDO 環境部_上原部長】 環境部の部長をしております上原と申します。ただいま伊藤室長よりお話しいただいたとおり、委員の皆様から頂戴したご意見を踏まえながら、現在、足元で行っている基金プロジェクトのほうもしっかり取組を進めてまいりたいと思えます。簡単ではありますが、以上です。

【鷹觜分科会長】 ありがとうございました。それでは、以上で議題7を終了いたします。

8. 今後の予定

9. 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	N E D O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（公開）
資料8	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。

「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発」（事後評価）分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可 /非公開	説明	
資料 6 ①-2-1, 2-2	外部水素を活用して水素還元を実施するということであるが、大量で安価（10円/Nm ³ -H ₂ 以下）な水素をどこから調達できるのか。	公開可	グリーン水素の大量安価調達先については未定です。国の目標が、2030年30円/Nm ³ -H ₂ 、3Mt/Y、2050年20円/Nm ³ -H ₂ 、20Mt/Yであり、それ以上は今後の議論となります。	鷹觜 分科会長
資料 6 ③-1	各CCU技術でのLCA評価を行っているか。CCUについては厳密にLCA評価を実施しないと、純粋なCO ₂ 削減につながらないとの意見があるので。	公開可	必要性は認識していますが本事業では評価していません。ご指摘いただいた通り今後の課題と考えています。	鷹觜 分科会長
資料 6 ④-2	ゼロカーボン・スチールに向けたシナリオはないのか。	公開可	「ゼロカーボン・スチール」が日本鉄鋼業界のカーボンニュートラル化という意味であれば、正に今回示しましたロードマップを完遂していくことが最も近道だと考えますが、どのシーズを何%ずつ組み合わせればよいかという点については、各社の企業戦略に依存しており、回答できません。現在実行中のGI基金事業でさらに踏み込んだ議論がなされていくものと考えます。	鷹觜 分科会長
全体	水素の確保に加えて多額の設備導入費用が必要になるが、費用対効果は試算しているか。	公開可	本先導研究では、具体的コストに関しての検討はしていません。経済産業省:新・素材産業ビジョン（中間整理）でも述べられている通り、鉄鋼業界では高炉メーカーのみで 10 兆円規模が必要と理解しています。	鷹觜 分科会長
資料 5	各ロードにおいて、具体的な数値目標を可能な範囲で明確にして頂きたい。	公開可	本先導研究では、具体的な数値目標の設定は実施していません。具体的な数値目標については現在実行中のGI基金事業で設定されるものと考えます。	池上委員
資料 5	上記の数値目標を達成するための抽出された技術的な課題の寄与の度合いを明確にされ、現時点での、その重要性和実現性を説明頂きたい	公開可	抽出された技術的な課題の寄与の度合いを示すことは困難ですが、抽出された課題はいずれも技術の実装のためには欠かすことのできない内容であると同時に開発の難易度も非常に高いと考えています。	池上委員
資料 5	各最終目標において可能な限り具体的な数値目標を示して頂きたい。	公開可	本先導研究では、具体的な数値目標の設定は実施していません。具体的な数値目標については現在実行中のGI基金事業で設定されるものと考えます。	池上委員

「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発」（事後評価）分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可 /非公開	説明	
資料6 参考資料 p. 65 図①-2- 1.6	H ₂ 吹込み量とH ₂ 燃焼後のO ₂ 残量の関係が示されているが、高温水素吹込みの場合に、O ₂ 残量が低下するのはなぜか。	公開可	同じ水素吹込量において、水素昇温の効果はレースウェイ内の燃焼炭素量が減少することで炭素原単位減少となります。レースウェイ内の燃焼炭素量が減少するためO ₂ 供給量は減少させる結果、O ₂ 残量は低下します。	小野委員
資料5 p.43-44 全体ロードマップについて	本プロジェクトで策定されたロードマップに沿って研究開発を進める上で直面しうる問題・課題について教えてください。 実用化に向けた研究開発や商用化に向けた新規設備の導入を進めるのに際して必要となる資金の規模の目安・生産コストへの影響などについて教えてください。 1 各プロジェクトの実施にどの程度資金が必要となるかについて教えてください(資金面の制約がどの程度大きいのかについて教えてください。 1 エネルギー簡易モデルのように各素材や工程・設備などの費用に一定の仮定を置き、ゼロカーボン・スチールの生産コストを試算することは可能でしょうか。	公開可	直面しうる問題・課題としては、技術課題を解決できず開発目標を達成できないケースや開発技術を凌駕する新技術が出現するケースが想定されます。また、社会実装における問題・課題としては、安価でクリーンな水素の入手が困難なケースや、CCS（地層処分）の社会実装が困難なケースなどが想定されます。 ●各プロジェクトに必要な試験規模、生産コストへの影響につきましては本事業では検討しておりません。 ●一般論ですが、エネルギー簡易モデルだけで鉄鋼製品の生産コストの試算は難しいです。エネルギーに加えて原料や副生成物などの物質フローモデルとそれらのコスト前提なども必要です。	熊谷委員
資料5 p.36-37	カーボンニュートラル実現に必要な高炉と電炉による生産割合の目安を教えてください。 資料7 III-114の推計では2050年の粗鋼生産に占める高炉プロセスの割合を60%とするとの仮定が記載されていますが、同比率が一つの目安でしょうか	公開可	高炉と電炉の割合は、その時点での水素直接還元法やカーボンニュートラル関連技術の開発進捗状況、グリーン電力や水素の供給可能量及び価格、スクラップの供給量、経済性評価、事業会社各社の経営方針などの状況により大きく変化するため、現時点で具体的な割合を予想することは困難です。ご指摘の推計はCCUSのロードマップ作成のため前提として、現時点で得られる情報から設定したものであり、今後大きく変化する可能性もあります。	熊谷委員
資料5. p.3	鉄鋼業全体のCO ₂ の排出削減量に対する、①高炉における水素還元技術などの導入、②電炉による生産比率の引き上げ、③CCU技術の活用、④その他の取り組み、の寄与度の目安について教えてください。 1 エネルギー簡易モデルでは先進高炉によるCO ₂ 排出量の削減可能比率は2-3割と目安が示されています。一方、CCUによる削減割合は地域により異なるとの記載があり、全体への寄与度がつかみにくくなっています。	公開可	①～④のいずれの項目もその時点での関連技術の開発進捗状況、グリーン電力や水素の供給可能量及び価格、スクラップの供給量、経済性評価などの状況により大きく変化するため、現時点で予想される寄与度をプロジェクトとして提示することは困難です。	熊谷委員

「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発」（事後評価）分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可 /非公開	説明	
資料5の33頁及び44頁	<p>・「シャフト炉プロセス開発ロードマップの概略」において、2「ラボ・ベンチスケール」、「パイロットスケール」、「実機スケール」と進める予定（「ベンチ・パイロット試験」（2026～））としているが前倒しはできないのか（株式会社神戸製鋼所2022年10月12日付けプレスリリース資料では、「スウェーデンの製鉄会社H2グリーンスチール社（正式社名H2GS AB）向けに、MIDREX H2TM直接還元鉄プラントを受注しました。今回受注したプラントは世界初の100%水素直接還元鉄プラント商業機となり、年産能力は210万トンで2025年の稼働開始を目指しています」とある）？</p>	公開可	<p>実際の実行については、GI基金事業の中で進められるものであり、前倒しできる項目や内容については、進められると考えます。</p>	熊谷委員
資料5 p11 NEDOの事業としての妥当性	<p>「世界のグリーンスチール市場規模（2050年時点見込み）：約5億トン/年（約40兆円/年）」と引用されているが、市場規模の5億トンの具体的な用途などが明確であれば、教えていただきたい。また、グリーンスチール以外の用途と具備特性を明確にされ、現状の電炉製鉄等に対応できる分野の拡大を教えていただきたい。</p>	公開可	<p>約5億トン/年はIEAが公表した「Energy Technology Perspectives 2020」における、2050年時点のグリーンスチール（水素還元技術、CCUS技術による製鉄）の最大生産量から引用していますが、具体的な用途などを明確に提示されているわけではありません。 またグリーンスチールとそれ以外で鋼材の用途が異なるわけではなく、主にユーザーの選択によります。</p>	成田委員