

研究評価委員会

「環境調和型プロセス技術の開発／①水素還元等プロセス技術の開発（フェーズⅡ－STEP1）」 （中間評価）分科会 議事録

日 時：2020年8月21日（金）9：00～13：20

場 所：NEDO川崎 2301～2303 会議室（オンラインあり）

出席者（敬称略、順不同） ※リモート参加

<分科会委員>

分科会長	鷹背 利公	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	イノベーション推進本部 イノベーションコーディネータ
分科会長代理	小林 敬幸	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センター	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	野口 嘉一	電源開発株式会社 火力エネルギー部	部長（技術企画担当）
委員	村岡 元司	株式会社NTTデータ経営研究所	社会基盤事業本部 本部長 エグゼクティブコンサルタント
委員	村上 太一	東北大学 大学院環境科学研究科	先端環境創成学専攻 准教授

<推進部署>

田中 秀明	NEDO	環境部	部長
春山 博司 (PM)	NEDO	環境部	主査
在間 信之	NEDO	環境部	統括調査員
園山 希	NEDO	環境部	主査 ※

<実施者>

野村 誠治 (PL)	日本製鉄株式会社	技術開発本部	フェロー（執行役員待遇）
渡辺 隆志 (副PL)	JFE スチール株式会社	技術企画部	企画グループリーダー（理事）
宇治澤 優 (PL 補佐)	日本製鉄株式会社	技術開発本部	技術開発企画部 上席主幹
山本 啓司 (PL 補佐)	日本製鉄株式会社	製鉄技術部	上席主幹（高炉技術統括） ※
石渡 夏生 (PL 副補佐)	JFE スチール株式会社	技術企画部	主任部員
柿内 一元	日本製鉄株式会社	技術開発本部	プロセス研究所 試験高炉プロジェクト推進部 部長 ※
村上 英樹 (技術アドバイザー)	日本製鉄株式会社	技術開発本部	フェロー（常務執行役員待遇） ※
中野 薫	日本製鉄株式会社	技術開発本部	プロセス研究所 製鉄研究部 上席主幹研究員
松崎 洋市	日本製鉄株式会社	技術開発本部	先端技術研究所数理科学研究部 主幹研究員
小林 一暁	日本製鉄株式会社	技術開発本部	プロセス研究所プロセス技術部 熱プロセス技術応用開発室 主幹研究員
上城 親司	日本製鉄株式会社	技術開発本部	プロセス研究所 試験高炉プロジェクト推進部 主幹
菊池 直樹	株式会社神戸製鋼所	技術開発本部	機械研究所 資源プロセス研究室 室長

酒井 博	日本製鉄株式会社	技術開発本部	プロセス研究所製鉄研究部	主任研究員	※
西藤 将之	日本製鉄株式会社	技術開発本部	先端技術研究所 環境基盤研究部	部長	※
鈴木 公仁	日本製鉄株式会社	技術開発本部	先端技術研究所 環境基盤研究部		
				主幹研究員	※
中尾 憲治	日本製鉄株式会社	技術開発本部	先端技術研究所 環境基盤研究部		
				主幹研究員	※
西岡 浩樹	日本製鉄株式会社	技術開発本部	先端技術研究所 数理科学研究部	部長	※
小水流 広行	日本製鉄株式会社	技術開発本部	プロセス研究所 プロセス技術部		
			熱プロセス技術応用開発室	主幹研究員	※
風間 伸吾	日本製鉄株式会社	技術開発本部	技術開発企画部 技術企画室		※
磯原 豊司雄	日本製鉄株式会社	技術総括部	上席主幹		※
富崎 真	日鉄エンジニアリング株式会社	製鉄プラントエンジニアリング第一部			
				シニアマネージャー	※
拜司 裕久	JFE スチール株式会社	技術企画部	主任部員		※
村井 亮太	JFE スチール株式会社	環境プロセス研究部	主任研究員		※
柏原 佑介	JFE スチール株式会社	製鉄研究部	主任研究員		※
白石 恒司	株式会社神戸製鋼所	鉄鋼アルミ事業部門	技術企画部 企画グループ		
				主任部員	※
奥山 憲幸	株式会社神戸製鋼所	技術開発本部	機械研究所 資源プロセス研究室		
				上席研究員	
堺 康爾	株式会社神戸製鋼所	技術開発本部	機械研究所 資源プロセス研究室		
				主任研究員	※
安室 元晴	株式会社神戸製鋼所	開発企画部	次長		※

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO	評価部	部長
塩入 さやか	NEDO	評価部	主査
後藤 功一	NEDO	評価部	主査
川井 佳子	NEDO	評価部	主査

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・事業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 鉄鉱石還元への水素活用技術開発
 6. 2 試験高炉によるプロセス評価技術開発
 6. 3 高性能粘結材製造技術の開発
 6. 4 CO₂分離回収技術開発
 6. 5 未利用排熱活用技術の開発
 6. 6 実高炉部分検証によるプロセス技術開発
全体プロセス評価・検討
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があった。
- ・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、既に資料2及び3に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。議題6.「プロジェクトの詳細説明」、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

評価事務局より、既に資料4-1～4-5に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。

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

5.1 b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

評価事務局より、既に資料5に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。実施済みの質疑応答も踏まえて、その内容について質疑応答が行われた。

【後藤主査】 5.1 a)、5.1 b) のプレゼンテーション資料は事前郵送し、スライドショーもメール送付させていただいております。また、事前に質疑応答もさせていただいておりますが、さらに当分科会にて質疑応答をいただければと思います。

【鷹嘴分科会長】 分かりました。それでは、事前にやりとりをした質疑応答も踏まえて、委員の皆さま、ご意見、ご質問等お願いいたします。事前のご質問がなかった皆さまについても、何かございましたらご発言いただければと思いますがいかがでしょうか。

では私から一つ確認したいのですが、資料5の1、11ページ、アウトカムの試算方法について、現在のところはコークス削減量について800億円という試算で掲示されています。その他、例えば吸収コストはこの事業でも目標値を掲げており、また貯留のコストについては未定の部分がありますが、現時点での試算コストを含めておかないと、アウトカムとしての位置付けが少し緩い気がしています。

CO₂削減効果については、どのような水素を使用するかによって、実際のCO₂削減、要するに化石資源をどれくらい減らせるかという意味でのCO₂削減は、もう少し厳密に試算を行う必要があると思います。ご意見をお願いします。

【春山PM】 NEDO 環境部の春山です。ご指摘のとおり、外部からの水素についても、これから

検討していかなければいけないところです。CO₂に特化した削減としては、粗鋼生産量1トン当たりのCO₂の排出量を2トンとして、その20パーセント、高炉からの70パーセントを掛けると、大体、年間CO₂が2,750トン程度可能となります。今のところ4,000円程度であるCO₂分離回収のコストは、本研究の目標である2,000円程度に下がることによって、年間523億円程度の削減も、ここに書かれている以外に考えられます。

貯留のコストについては、平成17年のRITEの資料を参考にしたところ、1トンCO₂当たり、大体、新設で7,300円から、既設で1万2,400円と報告されており、今のところ、そのうちの4,000円程度はCO₂分離回収となっています。そこでのCO₂の削減効果が、先ほどの523億円程度と推定されます。外部からの水素についても、今後、検討していきたいと思えます。

【鷹嘴分科会長】 分かりました。その他の委員の皆さま、いかがでしょうか。

【村上委員】 東北大学の村上です。2点あります。まず、1点目が資料5の1の22ページ、大学や研究機関といる共同研究をされていますが、その使い方について、回答では予定となっています。フェーズIでもいろいろな共同研究をされていて、それをどのように本プロジェクトに生かしているのか、何かあれば教えてください。

もう1点が、私の専門が製鉄原料に関するものであるため気になってしまうのですが、試験高炉で評価される時、原料のパフォーマンスが水素還元へのどの程度生かされているのかという評価はされているでしょうか。

【中野上席主幹研究員】 SG1中野です。共同研究の話ですが、基本、フェーズIの中でもいろいろ行っていました。それをモデル解析や全体評価の中で反映して、操業設計を行いました。原料については、各社、焼結の被還元性の向上などは技術開発しているのですが、われわれが試験高炉で活用している中身としては、当社で作成した高被還元性焼結鉱を使った試験を行っています。

【村上委員】 共同研究のほうは、もし成果として非常に活きた例があれば教えてください。後者の原料については、試験高炉に入れた原料が、水素還元に対してどのくらい余力があるか、逆に言うと、ガス側にはもう少し水素還元を進められるはずのポテンシャルがあるのに進んでいないのか、それとも十分活かされ切っているのか、そういう解析をされているのかをお教えてください。

【中野上席主幹研究員】 フェーズIの段階での水素供給量に対して、フェーズIIではかなり増加してきます。フェーズIは従来の知見からすると、あまり大きな差は出ていません。逆にフェーズIで現在、技術開発をしようとしている領域になると、今までの知見で延長すると多少誤差が出ているところも見えてきています。その辺は九州大学と共同研究から知見の中で、今後、修正をかけていこうと考えています。

【上城主幹】 SG6の上城です。原料の評価についてですが、高炉に入れる原料の還元前の性状は評価をしていて、被還元性を高めた焼結鉱と普通の焼結鉱の、還元前の性状を評価しています。還元後の評価までは手が出ていません。これは炉内から出てくるサンプル量が少なく、どうしても成分分析の分量しか確保できないという欠点がありますので、細かい分析ができていませんが、今、解体調査で回収されたサンプルすなわち還元前で焼結鉱がどのよう

に還元されているのか評価を進めようとしています。

また、後で垂直ゾンデの結果も出てきますが、その結果を平衡線上にプロットして、何が起きているのかという推定も実施しました。その結果をSG1が行っているモデルと比較して、高炉の中でどんなことが起こるのか、今使っている焼結鉱が高水素の雰囲気下でどのように還元されて、どう改良していけば良いのかという考察まで踏み込もうとしている最中です。

【石渡副 PL 補佐】 JFE スチールの石渡です。大学等との共同研究は高炉だけではなく、他の分野でも実施しています。今、公開セッションにおいてお答えできるかどうか分かりませんが、SG3での適応状況もお答えできると思います。

【菊池室長】 神戸製鋼所の菊池です。フェーズ I では強度と反応性の制御をしてきましたが、その中で、特に強度に関係していたのが気孔構造でした。われわれは実験の結果だけしか分かりませんが、共同研究において、画像処理等を使って気孔構造が変化することによって強度が向上するメカニズムを説明できたことが一番大きいと考えています。

【鷹嘴分科会長】 その他、委員の皆さまいかがでしょうか。

【小林分科会長代理】 小林でございます。資料5の1の7にあるように、今回は製鉄所からのCO₂排出量を30パーセント削減するという前提です。高炉から10パーセント、分離回収から20パーセント、製鉄所から30という数字を出しています。10+20で30という単純な足し算で、製鉄所から30パーセントの削減が成立するのでしょうか。つまり、最初に、他にどれぐらいCO₂が出てきているかを把握しているはずで、この目標を達成すると、製鉄所から30パーセント削減できるか、単純な話ですがいかがでしょうか。

【石渡副 PL 補佐】 JFE スチールの石渡です。その点に関しては、SG8の非公開の部分で、数字をお示しして詳しく説明させていただきます。基本的な考え方としては高炉の削減がそのまま製鉄所の削減となるということはありません。エネルギー効率の問題もありますし、高炉自身が下工程に対してエネルギーを供給しているため、不足するエネルギーの供給方法でも異なります。概して、そんなに差があるわけではありませんが、基本的に、高炉での削減量と比べて製鉄所の削減量は減少する傾向にあります。この後、SG6や1で説明がありますが、高炉からのCO₂排出量の10パーセント削減を目指していると言いながら、少し高めの目標や結果を出しています。これにCCUを含めて30パーセントということ、トータルで検討しています。

【小林分科会長代理】 もちろん、それはよく理解します。もともとの設定の方法が、10+20=30で果たしてよかったのかという点について質問しています。

【石渡副 PL 補佐】 分かりやすく、製鉄所全体ではなく高炉で10パーセントという言い方をしていますので、そこはあまりいい表現ではなかったと思います。

【小林分科会長代理】 二つ目の質問です。資料5の2の28ページに未利用排熱回収技術のマップが出ていますが、これを作るには大変なご苦労があったと思います。この中で200℃から400℃程度の排熱を回収するということですが、このマップではなかなか理解しづらくなっています。多分、大きさが量、円の中心が温度、幅まで示しているのかと思うのですが、この量で、おおよそCO₂分離、化学吸収に必要な熱量をカバーできると判断できるということ

でよろしいでしょうか。

【石渡副 PL 補佐】 SG5 で最終的に回答いたします。この円形の面積を足したものが排熱エネルギーの総量に当たります。CO2 回収に必要な熱量は算出しており、排熱の総量は必要な熱量を超えていませんので、ある効率で熱回収することで成立することがわかります。成立しやすくするためには、CO₂の吸収の熱量を下げることで、逆に回収する熱量を上げるために熱交換器の効率を上げることは必要になります。それに向かって、今回テーマを設定して実施しています。

【小林分科会長代理】 分かりました。あと、熱を回収するためのコストの目標値が 1.6 ギガジュール/トンとなっていますが、このコストはどのように算出したのか、大体で良いのでご説明いただけますでしょうか。

【小林主幹研究員】 SG5 の日本製鉄小林です。特に排熱回収部分のコストに関してですが、熱交換器で回収していますので、熱交換器や熱を持ってくるパイプラインの工事費、施設費、熱媒体の循環に必要なポンプ動力費といったものを全て積み上げて、設備の償却年数と仮定を置いて、最終的に年間回収量で割って、計算しています。

【小林分科会長代理】 ありがとうございます。初期コストとランニングコストと両方入っているということですね。

【鷹嘴分科会長】 その他、いかがでしょうか。

【小野委員】 富山大学の小野です。公開資料の 5 の 2 の 30 ページ、今後の課題と解決方針のところを読むと、試験高炉を継続活用した実機適合化開発ということで、水素使用量低減技術を継続するとあります。後で非公開資料も読ませていただくと内容がある程度理解できますが、この公開資料だけ見た人は、ここで急に低減技術という話が出てきて、使用量拡大を狙う中で、どういう意図か伝わりにくいと思いました。その辺の説明をしていただけますでしょうか。

【宇治澤 PL 補佐】 日本製鉄の宇治澤です。これについては、公開版ではノウハウも含めているお話しできないので、SG8 の非公開のほうで説明させていただきます。

【小野委員】 そういうことだと思いますが、一応、公開資料に書かれているので、それなら答えられない技術を書いておかないほうが良いと思ったのですがいかがでしょうか。

【春山 PM】 NEDO 環境部の春山です。この部分については公開では出せないのですが、後ほど説明させていただきますということでご了承いただきたいと思います。

【小野委員】 分かりました。

【野口委員】 野口です。8 ページに国内外の研究開発動向の比較がありますが、ここにはヨーロッパしか書かれていません。特に中国は、日本のようにステップ・バイ・ステップで研究開発を進める方法ではなく、まずはやってみるという研究開発スタイルですので、あまり悠長に研究を進めていると、いつの間にか中国に抜かれているということになりかねません。中国の研究開発動向を含め、絶えず国内外の動向を見ながら研究を進めていただきたいと思います。ヨーロッパ以外の動向を簡単にご紹介いただければと思います。

【石渡副 PL 補佐】 JFE スチールの石渡です。ヨーロッパは CO₂の削減に対する圧力が非常に高いので、先進的なことを実施しており、やはりわれわれにもヨーロッパが進んでいるという

感覚がありますが、ヨーロッパは比較的電気炉比率が高く事情が異なります。日本も含めてアジアの高炉の比率が非常に高い国々の中では、当然われわれは現状トップランナーだと思っており、開発を行っています。

中国の一例を挙げますと、中国最大のメーカー宝武鉄鋼集団が開発のための試験高炉を建てようという計画をプレスリリースしています。ただ実態が分かりませんので、その辺はわれわれもきちんとウオッチングして、負けないようにしようと思っています。

【鷹嘴分科会長】 村岡委員、お願いします。

【村岡委員】 5の1の7ページと、11ページに関連する質問です。水素還元の10パーセント削減について、どのタイプの水素を使うかが気になっています。基本的には全てコークス炉ガスからの水素で、11ページにある2050年までに国内27基に適用した場合も、全て、外部からわざわざ化石燃料から製造して製造段階でCO₂を排出していない水素と理解してよろしいでしょうか。

【宇治澤 PL 補佐】 日本製鉄の宇治澤です。基本的には所内発生水素ということで、コークス炉ガスをベースに考えて進めていますが、現状では、外部水素も含めてトータルで確実にCO₂を10パーセント削減できる手段、設備構成、プロセス構成も含めて総合的に判断していきたいと考えています。

【村岡委員】 水素は製造段階でCO₂を排出しないグリーン水素など幾つかのタイプがありますが、今回は化石燃料由来で製造段階でCO₂を排出したか否かを問わず使用段階でCO₂を排出しない点だけに注目した水素と理解してよろしいですか。

【石渡副 PL 補佐】 現時点でのわれわれの開発としては、外部の水素も来て、水素のポテンシャルとしてどれだけCO₂を下げられるかということを検討しています。その水素の背負ってくるカーボンに関しては、現状は問うていません。最終的にグリーン水素が来れば全部取れるわけですし、その辺に関しては、これから先50年までの動向は、まだ誰も言えないと思います。ただ、手段としての水素の活用に関してはきちんと開発するというスタンスです。

【村岡委員】 分かりました。それから他国の動向について、これは偽情報かもしれませんが、アメリカで技術開発が進んでいるという噂を耳にしたことがあります。実際にはあまり進んでいないのでしょうか。

【宇治澤 PL 補佐】 アメリカについては、高炉法によるCO₂削減よりも、シェールガスのような天然資源、水素系のガスがふんだんにありますので、どちらかという直接還元法を進めていく方針のようです。ミドレックス法等でCO₂を削減していったって、まずは還元鉄を作って電炉で溶かすというやり方です。それはヨーロッパも同じですが、そういう方法が主流になっています。

先ほど評価委員の先生もおっしゃったとおり、高炉法に関しては日本と韓国と中国で年間12億トンぐらい作っていますので、それをいかに下げるかというのがまずわれわれのターゲットです。高炉法でいかに下げていくかをまずターゲットにして、最終的にはゼロエミッションまで持っていくプロセス開発も同時に進めていかなければいけないと考えています。

【村岡委員】 分かりました。ありがとうございます。

【鷹嘴分科会長】 オンライン出席の池上委員、いかがでしょうか。

【池上委員】 資料5の1の8の国際化の比較と、11のインプットとアウトカムのところですが、「国際的な立ち位置としてこの技術が目指すところはどこにあるのか?」。また、この技術によって、国際競争力がCO₂削減によって向上すると思うのですが、「国際市場の中でのこの競争力の高まりによって、この産業界がどのように活性化されるのか?」という点をより具体的にお伺いしたいと思います。

もともとの背景として、このプロジェクトの対象は日本の産業の中でCO₂をたくさん排出するが重要な産業なので、ナショプロとしてこのCO₂を減らしていくのは非常に重要な技術だと思っています。それが結局、この基幹産業の国際競争力を市場規模から見ていくというところは分かりますが、国際競争力はどの程度高まるのか。単にCO₂を下げることによって実用化に留まらず、どう事業化が高まるのかがよく分かりません。市場規模のアウトカムが示されていますが、プラントがどう売れるのかということなのか、それともCO₂を削減された鉄鋼業関係の取り組みが売れていくということなのか。まずこの市場規模の具体的な積み上げのところと、国際的な競争力としてどの程度達成されると期待できるのかという2点について質問させていただきたいと思います。

【宇治澤 PL 補佐】 日本製鉄の宇治澤です。国際競争力をどう担保するかということですが、CO₂問題については世界共通の課題で、先ほども言いましたように、高炉法によって年間12億トンも作られているわけで、いきなりそれが半減できるとかゼロにできるということはないので、われわれとしては、まずはできる限りCO₂の放出量を削減する技術を確立したいと思っています。その高炉法によるCO₂削減の技術の優位性を保つために、今このプロジェクトを進めております。かかるコストについては世界共通なので、コストをどのように負担していくかについては今後、業界、国を含めて考えていかなければならない問題だと考えています。

【池上委員】 ありがとうございます。

【小林分科会長代理】 小林でございます。資料5の2の25ページ、CO₂分離についてですが、大変優れた吸収材を開発されて、熱量原単位を大幅に削減できる見込みができたことは、大変、高い成果だと思います。一方で、この分離回収のシステム、あるいはプロセスそのものの改善によっても投入エネルギーの熱量が削減できる。あるいは投入する温度を下げることもできる。そうすると、全体の熱回収を含めたプロセスに大きな効果があると思います。例えば最近の蒸留塔のプロセスの省エネについては、VRC (Vapor Re-Compression)、蒸気の再圧縮という方法がどんどん取り入れられて全国に広まっています。そういったプロセスの見直し、あるいは改善によって分離回収の温度を変えたり、熱効率を改善するといった検討はどこまでされているのでしょうか。

【松崎主幹研究員】 日本製鉄の松崎です。プロセスの改善では、このプロジェクトのフェーズIステップ1において、吸収と再生とありますが吸収反応で発熱しますので、その熱量を再生塔のほうに持って行って活用するという熱移送システムを検討しています。それによって約0.3ギガジュール/トンCO₂のエネルギーの削減ができることを明らかにしています。

【小林分科会長代理】 それが最善の方法だということでしょうか。

【松崎主幹研究員】 それだけではなくて、設備の詳しいところは把握していないのですが、他に

も改善の余地として、吸収液の特性がどんどん変わってきていますので、シミュレーションを加えながら、それに最適な運転条件などを見つけていこうと考えています。

【小林分科会長代理】 それは並行して行っていかなければならないと思いますが、例えば現状のラボレベルやシミュレーションで構わないのですが、投入したエネルギー、未利用排熱を投入して、熱効率が何パーセント使われるかという熱効率そのもののデータを出しながら、それを向上していくために熱力学的な特性を改善するのも大事です。例えば再生温度を今の94℃から80℃まで下げるとシステムがどう変わるかといった、継続的な検討は大変重要だと思います。どのようにお考えでしょうか。

【松崎主幹研究員】 おっしゃるとおり、吸収液の再生温度を下げることによって利用できる排熱が広がりますので、もちろん効果があります。ですので、再生温度をいかに下げることについても検討しています。

【小林分科会長代理】 断片的におっしゃいますが、システムの見直しにより熱再生条件を緩和することは非常に有効です。プロセスの改善ポテンシャルと、例えば再生温度との関係は非常に大事だと思っています。回収できる熱交換そのものの原理、あるいは拾ってくるエネルギーが広がる、もちろんそうですが、プロセスの改善と再生温度との関わりは非常に重要だと思いますので、回収できるエネルギーが広がるという観点だけではなくて、もう少し全体を見て考えていただくと、より良い成果が得られると思います。

【宇治澤 PL 補佐】 ご指摘ありがとうございます。日本製鉄の宇治澤です。この化学吸収プロセスについては公開版にも載せましたが、既に実用化をしています。フェーズ I の段階で、液、それぞれの要素技術、トータルシステムとしてどうするかを検討した上で、最適なプロセス設計を組んで実用化しています。先生がおっしゃるとおり、今はさらに吸収液に特化して研究を進めていますが、最終的にはトータルシステム、そしてどうしていくかということは、引き続き検討していきたいと考えています。

【鷹觜分科会長】 それでは他にもご意見、ご質問等あると思われませんが、予定の時間が参りましたので、次の議題に移ります。

(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

【鷹觜分科会長】 以後の議題は再び公開となります。ここから先の方のご発言は、公開として議事録にも記載されますのでご注意ください。

【鷹觜分科会長】 それでは議題8「まとめ・講評」に移ります。村上委員からお願いいたします。

【村上委員】 村上です。本日の講評をさせていただきます。このプロジェクト、CO₂排出削減という、ある意味、世界的な問題に対してかなり大きな成果を出されていて、非常に重要なものだと理解しています。また、当初の目標である、高炉の効率化による10パーセント削減を達成されていますし、さらなるプラスアルファの実績も出しているということで、進捗もかなり良いものだろうと思っています。また試験高炉は、操業だけではなく、評価が非常に大変だということが、昨日、改めて分かりました。年2回取っているデータを有効に活かしていただきたいと思ひますし、そういう意味で原料の評価を継続的にされているということなので、今後、そのような結果が出てくることを、非常に楽しみに、期待しています。

一方で、大学人として、大学や研究機関との共同研究をしたときに、その成果がプロジェクトなどでどのように活かされているのかがオープンになると、非常に大きなモチベーションになりますので、ぜひその点も積極的にアピールしていただきたいと思ひます。この成果を、業界だけではなく、日本中の人たちに鉄鋼メーカーが頑張っているのだと積極的にアピールしていただくと、最終的により良い結果になると思ひます。本日はありがとうございました。

【鷹嘴分科会長】 村岡委員、お願いします。

【村岡委員】 村岡でございます。私も昨日、試験高炉を拝見して、大変な作業をしていらっしゃるのだと実感しました。その上で本日ご説明いただいたように、SGを分けてそれぞれ目標設定して成果を出されていらっしゃる点は、大変よくやっていると理解しています。中でも、CO₂吸収液の開発等かなり成果を上げているものがもういくつか出来上がっています。私自身、民間出身なので、公的資金を使っているからには、ぜひ最終的な事業化にまでつなげていただきたいと強く思っています。そういう意味で、COURSE50のプログラム自身のスケジュールに沿っての活動は、今の流れで進めていくのですが、この中には、実はもう少し早めに事業化できそうなものもいくつかあるのではないだろうかと思ひています。そこについては、ぜひ早期の事業化を目指していただくと良いと思ひています。

また、全体プログラムのスケジュールはかなり時間のかかるものとなっており、他国との競争の中に、早めることが可能なものはもっと早めるのもあり得ると思ひました。大変よくやっていると思ひます。ありがとうございました。

【鷹嘴分科会長】 野口委員、お願いします。

【野口委員】 野口でございます。日本の産業界にとって鉄は非常に重要な産業で、国際競争力を維持するためにも、引き続き革新的な技術開発を進めていただきたいと思ひています。1点は、試験高炉はあくまでも試験高炉なので、次の実機の試験に早く移れるようにしていただきたいと思ひます。実機に移せれば、実機炉がそのまま実用炉が変わっていきます。世界に先駆けて早く実機で試験を行っていただきたいと思ひます。

2点目はCO₂分離回収で、これも非常に優秀な吸収液を作られたということと、石炭火力への展開もされておりますので、他産業への展開を今まで以上に早く進めていただきたいと思ひます。今は日量150トンぐらいのスケールですが、先に商用化されているプロセスでは日量5,000トンという実績がありますので、より一層のスケールアップを、急いで図っていただくよう希望します。きょうはありがとうございました。

【鷹嘴分科会長】 オンラインの小野委員、お願いします。

【小野委員】 富山大学の小野です。昨日の見学から本日までありがとうございました。私自身も鉄鉱石の還元を研究していたこともあるので、そういった立場からコメントさせていただきます。水素で鉄鉱石などを還元するというのは非常に古い歴史があり、特殊な新しい製鉄法としては水素の活用がいろいろ考えられてきましたが、やはり生産性を考えたときに高炉に代わるものはありません。そういう中で高炉に水素を使うのは、このCOURSE50がスタートしたときは、必ずしも肯定的ではない意見を

お持ちの方も多かったと記憶しています。そんな中で、最近、試験高炉も立ち上げ、目標達成の見込みもできてきて、ここに至るまで非常に尽力されていることが身を結んできたと感じています。時代もSDGs (Sustainable Development Goals : 持続可能な開発目標) などが出てきていて、鉄鋼の材料としてのSDGsに占める役割は非常に大きく、地球温暖化、炭酸ガス問題の解決が、非常に大きな世界的課題として挙げられています。今回、この高生産性の高炉に少しでも水素を使ってCO₂を下げられると、まさにこれから2030年の実現化に向け、ちょうどいいタイミングで進んでいると思います。

特に金属の生産に炭素が必要なことは宿命で、アルミとかチタンなど、鉄に代わるものとして新しい金属も出てきていますが、これらも全て炭素の還元が必ず必要になります。もし高炉で水素が使えれば、他の金属に対する鉄の優位性も新たに主張できるのではないかと考えています。基本的に当初の目標は達成していると判断していますが、今後、コストなど、実用化に向けていろいろ難しい問題が出てくると思います。ぜひ実現するように細かく設計をしていただいて、このプロセスが実現することを一緒に考えつつ見守っていきたいと思います。

私は今、大学にいますが、こういう鉄鋼材料などについて学生が関知して興味をもつのが非常に厳しい状況の中、いろいろと試行しています。このCOURSE50に関しては、若い人も大変注目しています。炭酸ガス問題は若い学生たちも非常に注目していますので、材料を学んでいる学生たちに向けても、良い成果を出して前向きにアピールしていただきたいと思います。よろしく願いいたします。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは池上委員、お願いします。

【池上委員】 池上でございます。日本にとって非常に重要な産業の一つである、鉄鋼産業関連で実施されていることは、素晴らしいと思います。これまで世界トップレベルのCO₂削減の努力をしてきた上に、さらにCO₂を削減しようという取り組みなので、非常に難しい技術にチャレンジされているのですが、その目標の技術について着実に進められているとは、高く評価しています。やはり日本にとって非常に重要な産業ですので、国際競争力にもってこの成果が生かしていくということと、技術者だけではなく、広く国民も知るような形で伝える工夫をしていただけるとありがたいと思います。こういうことは技術者だけではなく、やはり政策的な支援や国民の理解が非常に重要です。単にCO₂を削減しているだけではなく、これが産業的、また雇用面など、いろいろなところでどんな可能性を持っているのかを、短期的だけにこだわらず、ぜひ長期的により具体的に見える形で示していただければと思います。せっかく魅力的なことをされているので、もっと工夫していただけると、より事業化が推進されると思います。どうもありがとうございました。

【鷹嘴分科会長】 小林委員、お願いします。

【小林分科会長代理】 小林でございます。私もこのCOURSE50のスタート時点で関わっていた立場からすると、非常に短期間でこれだけ高い成果を得られたのは、正直、驚いています。特に短期間でエンジニアリングと学術的な知見を両方で積み上げて、融合していることに関しては、非常に高く評価できると思います。高炉の中のモデル化と実験が、これほど精緻に一致することに非常に驚いています。今後、数値でもこのような巨大なプロセスの設計ができるということになりますので、経験と、これまであったプロセスのスケールアップの方法が一気に転換していく一つの象徴的な成果になるだろうと思っています。要素課題の設計についても、シミュレーション、新しい設計、手法を、ぜひどんどん取り入れていって、例えば熱交換器の設計についても、もちろん計算コストがかかるかもしれませんが、ぜひこの中で設計ができる方向にシフトしていって、日本全体の規範になるような成果を積み上げていただくといいと思います。

また、先ほども指摘しましたが、全体プロセスの成立性の観点から、もう一度、目標値の再設定を積極的に考えてほしいと思っています。フェーズIでいったん得られた成果ももう一度見直して、プロ

セス全体のPDCAを回して、より良い成果を得るような方向を、もう一度考えていただきたいと思っています。

それから、水素の時代がやってくる前に中間的な姿をと申し上げました。これはもちろん机上で検討できるわけですが、COURSE50の中の一つの姿として、ぜひ絵を描いて、今は水素の導入を図っていきます、その中に天然ガスもありますと言わないと、世界は注目してくれません。そういう絵もぜひ中に入れていただくと、良い技術があるという積極的なPRにもなるので、考えていただくと良いと思います。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは私からいくつか意見を述べさせていただきます。まず、昨日の現地調査会では、試験高炉を用いたデータを非常にたくさん取られていて、きょうの発表の中でも経時変化を見ると非常にきれいにデータが取れていて、水素を入れると確かに水素還元のところが増えてきていて、いろいろなデータ解析も進んでいると感じました。きょうの報告の中でも、未利用排熱回収技術、CO₂分離回収技術、高性能粘結材の技術開発ということで、個々の技術開発が非常に進んでいるという印象を持ちました。委員の皆さまからもありましたが、使える技術についてはこのプロジェクト内にとどまらず、世界に向けて発信して、どんどん使ってもらうような方向で費用対効果を上げていくのが良いのではないかと思います。

一方で、CO₂を削減するためには水素を入れていかなければいけない方向にある中で、水素がいつ頃にいくらで導入できるかという他の課題もあります。やはり経済合理性という観点もうたっていますので、その辺は常にウオッチしながら、計画に入れてほしいと思います。そのときに、LCA的なCO₂削減での評価ということで整理していただければ良いと思っています。

それからもう一つ、ここの実施者の課題ではありませんが、CO₂貯留をどうするのかということが課題になります。それは別のプロジェクトで行っているという回答をいただいているのですが、そこでの情報交換をもっと深めて、CO₂の貯留をいつ頃にどれぐらい考えているのか。その辺りも入れながら、全体のプロジェクトのタイムスケジュールを立てていただければ良いと感じました。技術開発が非常に進んでいることが分かりましたので、引き続きよろしくお願ひしたいと思っています。

【後藤主査】 ありがとうございます。推進部部长および野村プロジェクトリーダーから一言ございますか。

【田中部長】 委員の先生がたにおかれましてはCOURSE50プロジェクトの中間評価ということで、本日もおよび昨日の現地調査会も含め、この2日間、いろいろな点からご指摘いただきまして誠にありがとうございます。われわれとしては、この機会にこれまでの成果をしっかりとご説明させていただき、講評でも一定の評価をいただいたものと感じています。講評の中でもいろいろなご指摘をいただきまして、本当にありがとうございます。昨日も最後に申し上げましたが、われわれとしてはこのプロジェクトが大事なものであると考えていますので、いかにこれを前に進めていくかということが本当に大事な課題だと思っています。その中でいろいろなご指摘をいただきまして、それを今後しっかりと活かしていきたいと考えています。

講評の中で、個々の要所技術はいろいろな成果も出ているので、先に進められるものについては個別に早期の実用化も検討したらどうかというご指摘をいただきました。まさにそのとおりでと思っています。このCOURSE50プロジェクトの中では、常にスケールアップという形で一部実用化していますが、今後もこういった成果をもっと出していけるように、事業者とともに取り組んでいきたいと考えています。このプロジェクト全体という意味でも、社会に実用化するという形でしっかりと行ってほしいという、期待も込めたご指摘もいただきました。われわれとしても、このプロジェクトは制度全体のCO₂削減の、パリ協定に基づく目標というNDC (Nationally Determined Contribution : 自国が決定する貢献) の中でも位置付けられております。さらに言うと、長期的なパリ協定の2050年、それ

以後は、昨年閣議決定された長期戦力の中にも入っていますので、技術開発だけで終わらせず、その実現につながるようしっかりと取り組んでいきたいと考えています。

あと、学生も含めてもう少しアピールをしたら良いのではないかとのご指摘もいただきました。NEDO だけのセッションでも申し上げましたが、われわれとしてはいろいろな記者会見等も行っていて、これまでも PR に努めてきました。ただ、さらにもっと行ったほうが良いというご指摘だと思いますので、どうすればうまく PR できるかを、事業者の皆さま方と一緒にさらに検討していきたいと考えています。

あと水素の値段、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage : 二酸化炭素の回収・貯蔵) など、このプロジェクトの外的問題も、プロジェクトの実用化を考えていくと、当然関係してくる重要なファクターです。その点についてはよく状況を把握するとともに、情報交換も含めて検討していきたいと考えています。全部に答えられていないかもしれませんが、きょうはご指摘いただきまして本当にありがとうございました。いただいたご指摘を踏まえて、このプロジェクトがさらに良い成果が出て、なるべく早めに実用化してほしいというご期待に沿えるように、しっかりと取り組んでいきたいと考えています。本日、昨日も含め、どうもありがとうございました。

【野村 PL】 2 日間にわたり、どうもありがとうございました。このプロジェクト、いろいろありましたけれども、日本の国にとって非常に大事な産業だと考えられている鉄鋼業と、それに関連するところも含めてインパクトのある事業だと思っています。マイルストーンをしっかりと設定して、それを達成してきましたが、その中でもいろいろな方々から貴重なご意見をいただいて、常に修正しながら進めています。きょう先生がたからいただいた非常に貴重な意見を参考にしながら、ますますこのプロジェクトを発展させて、良い方向に持っていきたいと考えています。特に世界に対してどうか、若い方々や、技術者以外の国民の方を含めてどうかということ。あとは水素、CCS の流れなど、今後は鉄鋼の中だけでは収まらない話を含めて考えていかなければなりませんので、その辺も含めて整理をして進めていきたいと考えています。

非常に難しいプロジェクトですが、ご支援をいただいておりますし、力強いサポートもいただいておりますので、今後も引き続きご支援のほど、よろしく願いいたします。どうもありがとうございました。

【鷹嘴分科会長】 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（公開）
- 資料8 評価スケジュール

分科会前に実施した書面による質疑応答は、全ての質問について質問または回答が非公開情報を含んでいるため、記載を割愛する。

以上