

研究評価委員会
「環境調和型製鉄プロセス技術開発 (STEP2)」(中間評価) 分科会
議事録

日 時 : 平成27年11月16日 (月) 10:00~18:35

場 所 : WTC コンファレンスセンター RoomA

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	日野 光元	東北大学 名誉教授
分科会長代理	前 一廣	京都大学大学院 工学研究科 化学工学専攻教授
委員	一田 守政	秋田工業高等専門学校 元教授
委員	小林 敬幸	名古屋大学大学院 工学研究科化学・生物工学専攻 准教授
委員	清水 忠明	新潟大学 工学部化学システム工学科 教授
委員	中垣 隆雄	早稲田大学 創造理工学部 総合機械工学科 教授
委員	中村 崇	東北大学 多元物質科学研究所 教授

<推進部署>

安居 徹	NEDO 環境部 部長
鈴木 晴光	NEDO 環境部 統括主幹
在間 信之	NEDO 環境部 統括研究員
谷山 教幸	NEDO 環境部 主査
中田 博之	NEDO 環境部 主査

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

上野 浩光 (PL)	新日鐵住金株式会社 製鉄技術部 部長
遠藤 茂 (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
殿村 重彰 (PL 補佐)	新日鐵住金株式会社 技術開発企画部 技術企画室 上席主幹
石渡 夏生 (副 PL 補佐)	JFE スチール株式会社 スチール研究所 製鉄研究部 主任研究員
西岡 浩樹	新日鐵住金株式会社 製鉄研究部 主幹研究員
鷺見 郁宏	JFE スチール株式会社 スチール研究所 環境プロセス研究部 部長
菊池 直樹	株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 石炭エネルギー技術開発部 部長
富崎 真	新日鐵住金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 第一部グループ長

<評価事務局等>

加藤 知彦	NEDO 技術戦略研究センター 研究員
徳岡 麻比古	NEDO 評価部 部長
内田 裕	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
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 - 5.2 「研究開発成果」及び「実用化に向けての見通し及び取り組み」
 - 5.3 質疑

【非公開セッション】

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 全体プロセスの評価・検討
 - 6.2 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発
 - 6.3 試験高炉によるプロセス評価技術開発
 - 6.4 コークス炉ガス(COG)改質技術の開発
 - 6.5 コークス改良技術開発
 - 6.6 CO₂分離回収技術開発
 - 6.7 未利用排熱活用技術の開発
 - 6.8 全体プロセスの評価検討・報告
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、その他
10. 閉会

議事内容

【公開セッション】

1. 開会、資料の確認
 - ・日野分科会長挨拶
 - ・出席者の紹介（評価事務局、推進者）
 - ・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に基づき評価事務局より説明。
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」、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

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」

5.2 「研究開発成果」及び「実用化に向けての見通し及び取り組み」

推進者より資料6-1（プロジェクトの概要説明資料（公開））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。

5.3 質疑

【日野分科会長】 ただいまの説明に対してご意見、ご質問等お願いします。技術の詳細は後ほど議題6で議論します。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お願いします。

【中村委員】 2050年に5,000万tという目標についてNEDOにお伺いします。ことし、安倍政権のCO₂削減目標が発表されました。あれは確か2030年の目標になっていませんか。

【谷山主査】 そうです。2030年に26%削減です。

【中村委員】 あのような目標が後で出てきます。それらと、このプロジェクトの関連性。このプロジェクトは2050年が目標です。その目標が出てきたときに、このプロジェクトの位置づけは変わりませんか。それとも、そうした目標にも積極的にコントリビューションしているのですか。

【谷山主査】 今回の技術開発は2030年度に実用化開始になっています。安倍首相の約束と時期はずれていますが、2050年度までにCO₂の排出量を半減するという目的があるので、その目的に向けて、この技術開発は役に立つと認識しています。

【中村委員】 最近出てきたものとの整合性は十分あるということですね。

【谷山主査】 そうです。

【殿村 PL 補佐】 補足します。26%の内訳のうち、この1号機の部分がカウントされています。ただし、1号機は何度もご説明しているように前提条件つきです。そういう意味でのカウントが行われており、整合性はとれています。

【前分科会長代理】 3割削減という目標ですが、今、高炉は全部で幾つありますか。

【谷山主査】 27基です。

【前分科会長代理】 27基全て達成して3割削減ですね。

【谷山主査】 そうです。

【前分科会長代理】 27基の設備投資を考えたときに、本当に2050年までに27基全部変えて3割削減するというシナリオは考えられるのですか。例えば27基の1/3ならば10%削減という話になります。順次かもしれませんが、鉄鋼生産量がその後どうなるのか。鉄鋼生産量が落ちてCO₂が削減されるという奇妙な現象が起こるかもしれません。それは置いておいて、現状のまま進めたときに2050年にはどういった枠組みになるのか、そろそろ考えておかないと、うたい文句だけになる気がします。考えるのは鉄鋼協会か、NEDOかわかりませんが、その点は何か考えていますか。

【殿村 PL 補佐】 これは非公開の最後の部分でお話しさせてください。

【前分科会長代理】 わかりました。もう一点は、CO₂の問題もさることながら、いわゆる理論値、目標設定値に関して、水素還元で10%削減となっています。これはそこが限界なのですか。前回は質問した気がしますが、例えばこのステップを踏めば2割行くといったものなのか、やはり10%が限界なのか、そのあたりが素人にはわかりません。

【谷山主査】 水素還元自体が吸熱反応であるため、上限は10%ということで設定しています。

【前分科会長代理】 ありがとうございます。

【小林委員】 CO₂を分離回収した後のシナリオはどうなっているかが一点。もう一つは、水素による直接

還元を 10%導入して効率を上げて CO₂を下げることについて、吸熱源を水素に求めると、今までそれを使っていたどこか外の部分、今までどこかほかで使っていた熱量はどうなるのですか。つまり、プロセス全体として C バランスは、中で減っても外で増えることはありませんか。

【谷山主査】 まず 1 点目の分離回収シナリオは本プロジェクトが行う研究開発の対象になっていません。今回のプロジェクトでは、CO₂貯留技術の確立を前提条件に CO₂を 30%削減する技術開発を行っています。

【小林委員】 それはよいと思います。そこで、今想定される CCS (Carbon Capture and Storage、二酸化炭素回収貯留) で必要なエネルギーがあると思いますが、それはここにカウントしない、考慮しないということまで前提として入っているのですか。つまり、CCS を行うためには、輸送はわかりませんが、現場に必要なエネルギーが当然あります。それも今回は考慮しないということですか。

【谷山主査】 このプロジェクトの中で、ですか。

【小林委員】 はい。

【谷山主査】 そうです。

【小林委員】 その妥当性はどの程度ありますか。量的なバランスがあるため、難しいかもしれませんが。

【殿村 PL 補佐】 誤解があるといけませんので、補足します。我々は CO₂分離回収のコスト目標を 2,000 円/t・CO₂としています。未利用エネルギーといってもお金がかかります。そのエネルギーコストも入れて、設備投資を行い、その償却も全て入れて、トータルが 2,000 円/t・CO₂という目標を目指しています。先生がご質問された CCS の分離回収の部分のコストは我々が責任を持って開発しています。

一方、貯留に関しては、ここに書いてあるように、我々の研究開発の対象外です。貯留に関するエネルギーやコストをどう考えているかという質問に対しては、残念ながら我々の対象外であるため、検討していません。ではトータルではどうなるかという議論は非公開の場でさせていただきます。

もう一点、コークス炉ガス (COG)を使ったときの影響はどうなるのかというご質問は、要するにエネルギーバランスです。高炉で使った分、所内のエネルギーバランスが壊れてどうなるか。これについても当然検討しており、非公開の場で説明します。

それから、水素で直接還元という表現ですが、これは水素を使いカーボンの直接還元を減らすという意味です。水素で直接還元という言葉も世の中にはありますが、COURSE50 の中では、水素反応が起きたために、水素反応は吸熱反応ですけれども、それを補償する意味でカーボンの直接還元を減らしますという言葉を使っています。もし誤解があるのならば、そこはそういう意味合いだということでご理解いただければと思います。

【谷山主査】 それがこのあたりですね。カーボンの吸熱反応の部分も水素の吸熱反応で置きかえるので、この熱量自体は余り影響がないということです。

【一田委員】 先ほどの 10 ページのスライドも一般的にわかりにくいと思うので、もう少しわかりやすい説明をお願いします。水素還元について、フェーズ I で試験高炉部分確性、フェーズ II で試験高炉確性、実炉部分確性と書いてあります。高炉の専門家は分かると思いますが、部分確性、試験高炉確性、あるいは実炉部分確性、この辺りはもう少しわかりやすく書いたほうがよいと思います。感想です。

【日野分科会長】 「確性」の意味を説明して下さい。

【殿村 PL 補佐】 「確性」とは、冶金特性も含めたプロセスの特性がいかなるもので、それが目標に達しているかどうかを検証するという意味です。ご質問のあった試験高炉の「部分確性」と、次のフェーズの「確性」という言葉の使い分けについては、これも資料の一部に不手際があります。さほど明確に使い分けているのではなく、フェーズが進んだというイメージで書いている部分もあります。申し訳ありませんが、ここは修正させてください。実炉の部分確性とは、実炉で全て行うわけではなく、部分的な確性を行うという意味です。

【谷山主査】 資料を修正します。

【日野分科会長】 ほかにありますか。

【清水委員】 知財について、特許を出願する技術とノウハウとすべき技術の切り分けについて質問します。特許を出願するのは、ほかの国や会社が同じようなものを真似してつくった場合、すぐにわかるような形でつくるものは特許を出願するということはわかります。ノウハウの場合、これは特許を出願せずに秘匿しておく。そのときに、ほかの国や会社が同じようなことを行ったときに、向こうが先に特許を出願できない内容のものを選ぶということになるのですか。

【殿村 PL 補佐】 基本的に権利化するものと防衛特許で出すものを特許の対象と考えています。防衛特許は、今ご指摘があったように、ほかが出願しないように防衛の意味で出しておくものです。

【清水委員】 ノウハウとして切り分けるのはよいのですが、それは、他の国や会社が先に特許として何らかの形で書いて出すという可能性がないものを選んでいいのですか。

【殿村 PL 補佐】 可能性の低いものを選んでいいつもりです。ただ、ノウハウも 2 種類用意しています。特許の形に近い、明細を書いておくことのできるものは書いておく。そこまでいかないけれど技術情報として整理できるものは整理しておこうと考えています。その 2 つの情報をもとに、どこかの国が特許化してきたときに先行となり得る可能性を追求する。ただ、そこは専門的に難しいところもあるため議論中です。

【谷山主査】 説明は省きましたが、そのための区分けを簡単に書いています。

【前分科会長代理】 8 ページのプロセス選択理由で、H/D と生産性のプロットについて教えて下さい。聞き逃したのですが、Solid Reduction とは具体的にどのようなプロセスですか。

【谷山主査】 直接還元法です。

【前分科会長代理】 図には生産性が低いものが 2 つあります。これは基本的に H/D で決まるのですか。パラメータを H/D で決めているのは、容量に対しての生産性がどうかというイメージで捉えているのですか。このグラフの見方、どうして横軸は H/D で決まるのか教えて下さい。

【谷山主査】 これも、あくまで概念的なグラフです。縦横比が 1 に近いプラントはなかなかつくりにくいので。

【前分科会長代理】 容積当たりの生産性と見てよいのですか。

【殿村 PL 補佐】 容積当たりというより、H/D1.7 や 2 で見たときに赤の高炉のほうが同じ H/D でありながら、大きいものをつくることができるという意味です。Solid Reduction というのはミドレックスです。高炉のほうが径と高さを同時に大きくできると言っているだけで、非常に粗っぽいグラフです。

【前分科会長代理】 その 2 つの使い方は、本当は違う可能性もあるのではないですか。一応倍ぐらいの効率性を持っているが、シナリオによってはどちらも、ハイブリッドもあり得ると考えてよいのですか。

【殿村 PL 補佐】 おっしゃるとおりです。COURSE50 では 2030 年までの技術開発という命題があります。2030 年までに 30%の CO₂削減という革新的なことをやりながら、高炉法と同じだけの生産性を持つものを同時に開発することは不可能だと判断し、高炉法を前提に 30%の CO₂削減を行う技術を開発しています。

【前分科会長代理】 今、シェールガスが安くなっており、基本的に水素が安くなる方向に行きます。

【殿村 PL 補佐】 それも非公開セッションでの議論とさせていただきます。データも用意しています。

【前分科会長代理】 わかりました。

【日野分科会長】 そのほかにありますか。

【小林委員】 CO₂分離に関してトン当たり 2,000 円というコスト目標があることは承知しています。この 2,000 円のコスト目標をはじめ、全体のプロセスを具現化するに当たってどれぐらいのコストでこのプロセスを構築するという全体の構想はありますか。部分、部分ではあるのかもしれませんが、これ

を全部つなぐとどうなるかということについて構想がありますか。

【殿村 PL 補佐】 プロジェクトの中に2つの大きな項目があり、片方だけにコスト目標があるのは非常に不自然だと思うのが一般的な話です。我々も両方にコスト目標を設けたいところですが、実際にはそうになっていません。これが実態です。

【小林委員】 当初は曖昧でもよいかもしれませんが、しかし、このプロジェクトは8年目です。次のフェーズⅡに行く際には議論するということがよいですか。

【殿村 PL 補佐】 それも夕方に議論させてください。

【清水委員】 コスト目標 2,000 円/t・CO₂は、将来の炭素税の導入などと比べて、2,000 円であれば対応できるという見通しで行っているのですか。CO₂を分離しても、必ずしもビジネスになるわけではありません。本当はないほうがよい出費です。環境保全のために必要ということで取り組んでいると思うため、将来の炭素税導入などによるコスト増加、それに対抗して分離によるコストのほうが安いという見通しで取り組んでいるのか、お聞かせ下さい。

【殿村 PL 補佐】 長期スケジュールにあります1号機が経済合理性云々の話は、ご指摘のとおり、炭素税だけかどうかは別にして、そういうものとの比較でどうかという議論になると考えています。

【清水委員】 波及効果の例として炭酸ガス回収設備の商用化1号機が例として載っています。これはこのプロジェクトで開発した吸収液を使ったと理解してよいですか。

【谷山主査】 そうです。

【中垣委員】 今後の粗鋼生産はどちらかということスクラップが増えて操業形態が変わってくるのではないかと予想されています。いろいろな報告書が出ています。スクラップが増えると鉍石の還元の必要性は基本的に減ってきます。5,000m³規模の高炉は本当に必要かという話が出てくる可能性もあります。もし小さい容積の炉を建設していくことになると、スケールメリットとして今言っている30%の削減はどんどん小さくなる可能性があります。その点について何かコメントをお願いします。

【殿村 PL 補佐】 まず前半に対しては、我々も COURSE50 をスタートするときに将来の高炉法と電炉スクラップ法の量的バランスの予測を勉強しました。その予測に基づいて考えて、電炉法が100%になるわけではなく、残っている高炉からそれなりのCO₂が出てくるため、CO₂対策は必要であるという結論を得ています。

それから、後半のご質問の意味を十分理解できていないのですが、高炉法での生産量が減って、高炉の規模を5,000m³から少し落とす環境変化が起こるかというご質問ですか。

【中垣委員】 中国が台頭してきていることから、全体的に日本の鉄鋼業では一部に余剰が出ている。将来の見通しも含めると、先ほど27基と言われた規模を維持できなくなると思うのですが。

【殿村 PL 補佐】 全体規模はそうだと思います。ただ、その量を調整するときは何で調整するか。例えば、5,000m³規模の効率のよい高炉は残したいということもあります。したがって、5,000m³が直ちに幾らに下がるということではありません。ただ、COURSE50 で研究している水素還元や送風操作など、いろいろな知見が出てきたときに、5,000m³、6,000m³ と上げていくのが正しいのかといった冶金的な検討は出てくると思います。冶金的な検討は余り変わらずに、特性は今の高炉のままで大きさだけがどこがよいかという議論になれば、量が減ったときは大きいところを残す対応になると思います。

【中垣委員】 中国の話をししましたが、知財の説明を見ると、対外的に出している特許は1件です。日本は13億tぐらいの排出量でそれを将来半減したところで0.6ギガトン程度の寄与しかなく、今の5,000万トンという数値は、そのうち1/10ぐらいの規模感になります。それもいっぱいやってということですね。それよりも、このすばらしい技術を海外に輸出していくという考えや、そのための戦略は議論しているのですか。

【殿村 PL 補佐】 まず国内といますか、技術を確立することを優先しています。中国をどう考えている

かということで、1件と言われましたが、高炉の基本特許を1件出願しているの中国にも有効だと考えています。そういう意味で、ご指摘されたことは視野に入れていきます。

【小林委員】 今のコメントに関係することです。水素還元を積極的に活用することによって、例えばコークスの原料炭、あるいは原料の鉄鉱石、これは海外展開の上ではいろいろ変わってきます。それらに柔軟に対応できる可能性はあるのですか。それが可能ならば、国内に限らず、海外戦略にも非常に有効だと主張できると思いますが、いかがでしょうか。

【殿村 PL 補佐】 COURSE50 の開発を行っており、単に送風操作だけではなく、原料に求められる諸条件の解明が進んでいます。その知見を生かすケースが増えてありがたいことだと思っています。ただ、それとは別に、世界全体のマクロトレンド、メガトレンドとして、原料の劣質化という話があります。それにはいろいろなファクターが入ってきますので、この段階でお答えできない状況です。

【日野分科会長】 ほかにありませんか。

【一田委員】 スライドの 16 に HSI-CO₂ ブレークスループログラムが載っています。先ほどの説明で、ULCOS は現在中断していると説明されました。日本だけが官民一体になって進めている状況だと思っています。そういう意味で、ほかのブレークスループログラムがうまくいかない、ULCOS もそうだと思いますが、その辺はどういう見解をお持ちか、教えて下さい。

【谷山主査】 ULCOS に関しては、リーマンショック以来、欧州の経済状況が悪いといったことがあって、研究開発に資金を投じられないと聞いています。

【殿村 PL 補佐】 補足します。少なくとも技術開発的ないしは技術的なバリアがあって止まっているということはありません。谷山主査がコメントされたような別の判断です。

【日野分科会長】 そのほかにありますか。

【清水委員】 コークス改良技術について、コークスを改良するには、原料炭比率を下げ原料炭の資源制約をなるべく減らすという方向性もあります。今回のプロジェクトではそういった方向性の成果は上がったのですか。つまり、原料炭の量を変えなければ、先ほど資源の劣化という話もありましたし、原料炭の値段も様々な条件で変わるので、なるべく一般炭を使いたいと思うのですが。

【菊池部長】 原料炭に関しては、午後の報告で説明しますが、高性能粘結剤を使った検討をしています。この中で、品位の低い石炭も使って強度を出す配合を検討しています。

【清水委員】 例えば原料炭の価格急騰に対するブレーキとなる。日本経済にも貢献し得ると考えてよいですね。要するに、値段が上がってきたら、原料炭を減らして安い非粘結炭を使うから、価格の急騰に対するブレーキはかけられるということですね。

【菊池部長】 それにはなと思います。

【清水委員】 そういう意味での国に対する貢献はあるということですね。

【菊池部長】 はい。

【日野分科会長】 私は Step1 の分科会長も務めました。今回の公開資料を読んで、たいへん違っていると思ったのが、経済性を重んじるとたくさん書かれていることです。本当に 27 基全部取りかえるのか、経済的に成り立つか見極めながら、次の段階、要するにフェーズ II に行くか判断すると書いてあります。その辺の見極めは、あと 2 年ですか、その期間中にフェーズ II に行く、行かないという判断も今回のプロジェクトの中身に含まれていると判断してよいですか。全体像として。

【殿村 PL 補佐】 意思決定の必要十分条件という考え方で見ますと、まず必要条件、つまり技術がきちんとできているのかということに対しては先生のご質問のとおりです。今から試験高炉を動かしますので、そこで評価を行い、我々の思っていたとおりか判断できると思います。

一方、十分条件として、技術開発が予定どおりいったときに、実機になるのかは、先ほどから何度も言っておりますように、いわゆる外的条件です。その予測が難しく、この 2 年間でどこまでいける

のかを我々だけに問われても答え切れないところがあります。それらは午後に議論させてください。

【日野分科会長】 特許数、あるいは発表数について私も気になりました。例えば、査読なし論文は 23 件あるけれど、査読つき論文発表数は 1 件しかない、その辺の戦略的なことは何かあるのですか。

それから、世界展開を考えたときに、一田先生からも指摘があったのですが、ULCOS や北米のプログラムは中断しています。南米プログラムのバイオマスは実現する方向にあると思いますが、世界各国と共同研究に進む場合、それに向けて特許、あるいは審査つきの論文は 1 個しか出していない。特許にしる、論文にしる、数が少ないのは、その辺との関連あるいはこれからの将来感を見越して、今のところこうなっているということですか。

【殿村 PL 補佐】 全世界的に見て CO₂ 対策が置かれている状況が厳しい。例えば欧州でも炉頂ガス還元がとまり、なかなか難しい状況になっています。それと、我々のアウトプットが少し劣っているという先生のご指摘だと思うのですが、我々は技術開発を全力で行っているつもりですが、全体感の中で影響を受けているところは反省点としてあります。

【日野分科会長】 Step2 で経済性を強調していますので、また午後に議論させていただきます。

【中村委員】 私は逆に特許と論文数は意識しているのではないかと思います。通常、大学の人間はすぐ論文を書きたがる。このプロジェクトには大学の先生も結構入っています。多分それを全体でコントロールして、特許や論文として出せるものと出せないものを峻別しているからこうなったと思っています。全体としてそういうことを行った結果ではないのですか。

【殿村 PL 補佐】 もちろん管理、コントロールはしています。日野分科会長のご指摘は、そういうこともしているかもしれないけれど、その根底に世界トップを担ってどンドン前に行こうという情熱に欠けているのではないかということだと思います。そのような意識がなければだめと言われるのは重々承知しています。それでも我々が置かれている環境というか、条件が余り簡単ではないのは言いわけにはなりません、そういう日々忸怩たる思いで仕事を進めています。

【中村委員】 全体を引っ張るのは当然として、この問題は海外に簡単に展開できる話でもありません。NEDO は評価は慣れていると思いますが、先端技術の分野では論文を出しもしません。そういうところも含めてなかなか難しいコントロールをしているのではないかと思います。

【殿村 PL 補佐】 CO₂ 分離回収もいろいろ論文はありますが、水素還元論文がメインになると思います。それに関して、ラボでいろいろ行うよりも、パイロットプラントで行うほうが説得力があります。そのチャンスが Step1 の 4 年目に行った LKAB の試験 1 回と、今度の試験高炉で来年以降動くものです。大物がそこのので、査読つき論文に出せるチャンスもそこにあるという頻度の問題はあります。

【清水委員】 論文数ですが、事業原簿公開版の添付 3 に論文リストが掲載されています。これをみると査読あり論文が結構出ているのではないですか。これは、ことし 1 年、2015 年になってからの話ですか。これは Step1 の成果も入っていると思いますが、「化学工学論文集」や「Industrial Engineering Chemistry Research」など、定評のある論文誌に何報か出ています。査読あり論文が 1 というのは、この論文リストと合わないと思いますがいかがでしょうか。

【殿村 PL 補佐】 確かに添付 3 に載っているとおりです。資料に不備があり申し訳ありませんでした。

【日野分科会長】 後でチェックしてください。公開資料として、数が合っていないとまずいので。

【谷山主査】 まことに申しわけございません。

【日野分科会長】 公開資料の 14/23 のコークス改良技術について、横軸は HPC 配合、縦軸は強度。これは反応性と強度をあらわす図だと説明されたのですが、反応性はどの軸にとってあるのですか。

【殿村 PL 補佐】 反応性はあらわしておりません。

【日野分科会長】 そうすると、奥行きは何になっているのですか。x、y、z と軸が 3 つある。

【殿村 PL 補佐】 これは非公開セッションで報告させていただきます。強度に及ぼす要因の展開です。こ

の要因は午後報告しますが、反応性は入っていません。

【日野分科会長】 そのほか何か質問がありますか。

【小林委員】 CO₂分離の件に関して、化学吸収と物理吸着の両方があります。これを連携して効率を上げるといふ説明がありました。これはどういうことですか。

【殿村 PL 補佐】 製鉄所のローカリティに応じて、例えば排熱が十分にある、電気の供給が可能であるなど、いろいろなケースがあります。与えられた条件の中で化学吸収と物理吸着の最適組み合わせが存在するので、それをどう組み合わせるか。例えば 300℃ぐらいの未利用エネルギーがあったときに、それを何度まで持って行って、どういふ変換をして、どういふ使い方をするか、いろいろなバリエーションがあります。その組み合わせのことを言っています。

【日野分科会長】 詳細は午後に説明があると思います。そのほか何かありますか。

それでは、ありがとうございました。ほかにも細かいことでご意見、ご質問があろうかと思いますが、予定の時間が参りましたので、議題 5 を終了します。

【非公開セッション】

6. プロジェクトの詳細説明

- 6.1 全体プロセスの評価・検討
- 6.2 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発
- 6.3 試験高炉によるプロセス評価技術開発
- 6.4 コークス炉ガス(COG)改質技術の開発
- 6.5 コークス改良技術開発
- 6.6 CO₂分離回収技術開発
- 6.7 未利用排熱活用技術の開発
- 6.8 全体プロセスの評価検討・報告

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

【日野分科会長】 議題 8「まとめ・講評」のセッションに移ります。中村委員から始めて、最後に私という順序で講評いたします。まず中村先生からお願いします。

【中村委員】 本プロジェクトが行っている研究は、それほど自分の専門性が強いところではないのですが、全体として皆さんよくやっていたと思います。私は COG の水素を使うのでは余り意味がないと誤解していました。現実的な対応をしていることがきょうの説明を聞いてよくわかりました。

次のステップに行くにはまだ大変な問題をクリアしなければいけません。それは技術だけではなく可能性も高いと理解できました。企業だけでなく、政府も含めてきちんとした方針を出さないと次のステップに行くのは簡単ではないという気がします。その辺りをぜひ取り組んでほしいと思います。個々の技術はいろいろなところで使うことができそうなものがたくさんあるというのが実感です。

【中垣委員】 概要説明の質疑の際に、小林委員からストラテジーの話がよくわからないという指摘がありました。私も Step2 から参画させてもらった経緯もあって、公開資料ではないのですが、製鉄所全体評価システムの概要でシミュレーションロジックというページのケース 1~5 のケーススタディや、どこを目指して試験高炉は動こうとしているのかという説明が最初にあると理解が進んだと思います。

一方、各サブグループの説明を聞いて、いずれも成果は十分上がっていると感じました。特に SG3 は正攻法であり、コストという面はあるかもしれませんが、この COURSE50 の成果として、ばら売りというわけではありませんが、強調して他に転用することも可能ではないかと感じました。

熱回収は、全体として 20% の CCS を目標として、10% は高炉内で削減することで 30% というターゲットを設定しています。もし炉内で 10% 削減が難しくなり、CCS 側に 25% を振っていくということになると、どうしても熱が足りなくなります。そういう意味では、この 30% というバランスの中で CCS の 20%、炉内の 10% という設定は崩せないという印象を持ちました。

全体として見ると、非常によく考えられているという印象を持ちました。

【清水委員】 全体としてよくやっている。特に CO₂ の分離に関しては大きな進歩が見られる。実用化の事例も出たということで、非常によいと思います。

ただ、コークス炉ガスの改質技術はまだこれから努力を必要とするところもあると思います。これも今のプロジェクトだけではなく、バイオマスのガス化などでも同じようなターレットラブルがあり、改質の需要は非常に高い。だから、信頼性のあるシステムをここでつくれば、他の用途への転用も可能である。CO₂ と同様にほかにも展開できるのではないか。ここでの成果の別の用途開発も考えてほしいと思います。

【小林委員】 まず全体の印象ですけれども、個々の SG に関しては高い達成度がある。全体に関しても、着実にステージ II の目標を達成するために進捗していると思います。

2020 年以降の CO₂ の排出削減をこれからどうするかは、来月（2015 年 12 月）の COP21 の中で決めていくこととなりますが、その備えとして日本として強いツールを持つ、そのように思います。製鉄がどうなるかわかりませんが、少なくともここで培った個別技術を横展開することは確実に思いますので、ぜひこのまま進めてほしいと思います。

水素の活用ということが高炉の効率を高めると説明していますが、ここはもう少し上手に表現するとわかりやすいと思います。

シミュレーション技術は 10 年前、20 年前と全く違うレベルに達しているのは間違いありません。これをもっと前面に出して次の展開、スケールアップ等につなげていくことを強調してもよい、これをさらにブラッシュアップしていくと強く言ってもよいと思いました。

それから、個別の SG に関しては、目標設定がゴールへ向かってどうかかわっているかという説明、どれがどれにかかわって、最後、最初に掲げたゴールに対してどのような道筋にあり、今後どうしていくかをもう少し上手に説明してもらえるとよくわかるというのが印象です。

【一田委員】 きょう話を聞き、研究開発の目的、目標、内容、進捗、結果、非常にまじめに実行している。しかもよく問題を整理し、課題も明確だと思いました。

ただ、今後必要なのは成果です。高炉からの CO₂ の削減技術と CO₂ 分離回収技術が大きな柱ですが、何といても高炉の試験操業を成功させないと次の展開はないと思います。立派な試験高炉の設備をつくっているのだから、ぜひ成功させてほしいと思います。

きょうの説明の中でも書かれており、お気づきになったと思いますが、幾何学的縮尺比とコークスの原料の縮尺比が違います。これが、レースウェイができるかできないかというところにかかわってくると本質的な問題になります。そういう意味で、来年、平成 28 年から始まる 10m³ 規模の試験高炉の試験操業に大いに期待したいと思います。

【前分科会長代理】 私はこのプロジェクトの開始当初から勉強させていただいています。2 年前は本当に雲をつかむような話と思っていたのですが、きょうの中間評価に際していろいろ資料を読み、要素技術はかなりのレベルに達していると判断しています。この中間目標に対しての成果、取り組み方、課題を明確にしているかなど、それらは重要ですが、100 点満点だと思います。

問題はここからです。1つ目は先行投資を行い、試験設備を先づけてつくり、来年4月から試験操業を行う。その試験操業で最低限、見えなかった課題を明確にする。まずここからです。データや問題点をきちんと収集して、小林先生が言われたように確実にシミュレーションにフィードバックする。

そして、今後の日本の産業形態、外貨の稼ぎ方の1つとして、設備投資を行い利潤を回収するという方法から、多少シミュレーション・オリエンテッドに、エンジニアリングで利潤を稼いでいくパターンも必要です。こういう巨額な投資に関して世界展開する場合、10年後か20年後かわかりませんが、シミュレーション技術は重要なファクターになります。ここまで来ているのですから、ぜひブラッシュアップしてほしいと思います。

最後に、人材の問題です。前日も言ったのですが、ロングランなので、殿村 PL 補佐をはじめ、実施者はみんなリタイアしています。私もリタイアしています。どうトランスファーするか。そういう意味で、シミュレーションは1つのパターンです。それ以外に、現場のノウハウ、勘、そういうものが必要なので、試験で採用された方がきちんと次へトランスファーできる経験、その仕組みをしっかりと考えてほしい。

これは NEDO へのお願いです。今まではプロジェクト設備はつくっては潰してしまっていました。プロジェクトで作った設備はプロジェクト終了後に壊すことが原則でした。そうではない新しいプラスアルファの仕組み。2年後に実機へ行く場合は実機に行けばよい。それは別のフェーズとして、新しいものを投入するのですが、今君津にある試験炉とシミュレーション技術、人、これらを拠点化していくメニューを考えてほしい。せっかく世界に先んじて次の CO₂ 低エミッション型の製鉄をここで研究しているのですから、それを世界の拠点にするための新しいファンディング、世界の研究者が君津へ来るといったことも別途考えて、人材を担保してほしいと思います。

【日野分科会長】 それでは、最後に私の感想を述べます。清水先生、前先生と私は Step1、Step2 の両方を評価しています。前先生も言われたように、Step1 と比べるとかなり実機化に近づいていると実感し、心強く思いました。これを世界の類似の技術と融合させていくというところで、今の経済状態、あるいは原料価格が変動していることから、日本以外の類似の目標を持った研究が必ずしもこのプロジェクトのレベルまで来ていない、あるいは途中で頓挫している。その中で、この研究の位置付けをどうするかしっかりと意識を持ってほしい。

先ほど、Step1 に比べて Step2 は実機化が目前にあると言いました。具体的には、例えば CO₂ の分離回収は既にトランスファーが始まっています。このプロジェクトのサブテーマ5つ、計算プログラミングなども含めると6ないしは7つは世界のトップレベルまで来ています。これらが世界標準になるにはどうしたらよいかを、NEDO にもバックアップしてもらい、COURSE50 委員会と連帯して、実現化といいますか、世界標準にする努力をぜひ行ってほしい。

予算の使い方も、前先生が指摘されたように、君津の試験高炉、あのように立派なものができる。私も NEDO の評価委員を何件か務めたことがあります。前先生が言われたように、クラッシュするのはもったいない。このプロジェクトはトータルで約250億円を使う計画になっています。その予算を使って作った設備をどのように利用していくか。もう実用化もはっきり見えているので、今後の展開も公開の資料に書いてありますが、その辺りも視野に入れて、これを日本が率先して、世界に売り込む技術、あるいは派生させる基礎研究を行ったという立場に立って、ぜひ成果を上げてほしい。それができるプロジェクトではないかと思しますので、今後とも NEDO にしっかりとバックアップしてほしい。日本の鉄鋼業の技術は世界一です。そこからこういう技術が現実展開している、そしてそれが実際にできたという夢に近づくように今後も皆さんで頑張してほしいと思います。

以上が私の感想です。どうもありがとうございました。

それでは、委員の講評が終わりました。推進部長及びプロジェクトリーダーから何か一言ございませ

したら、発言をお願いします。

【安居部長】 推進部の環境部の安居です。きょうは、長い時間、どうもありがとうございました。

ご指摘いただきました点、さらにはアドバイスをいただいた点を含め、まずはフェーズⅠの Step2 の最終目標の達成に向けてしっかり取り組んでいきたいと考えています。

本日議論のありました、最終目標とは少し離れますが、実用化というよりも商用化の見通しはどうか、さらには、海外展開はどうかという議論。標準化というアイデアをいただいています。プラント売りをするのか、海外で生産するのか。これは商品売りとは違った側面があります。海外展開の仕方にはいろいろ難しい議論がありますが、多分、フェーズⅡに行くときに再度、政策当局等も含めて議論があると思います。

議論の中で、CO₂の輸送と貯留はどうかという話がありました。鉄鋼だけではなく、火力発電やいろいろな CO₂ 排出源をまとめて輸送して埋めるとなると、日本では輸送と貯留だけでさらに CO₂ トン当たり数千円かかるという試算があります。アメリカですと場所がよければ CO₂ パイプラインがあり、つけば EOR をやるということで、輸送と貯留は必要ありません。逆に CO₂ トン当たり数千円で売ることができるので、本日説明した CO₂ トン当たり 2,000 円ぐらいのものは、アメリカにおいては、EOR を行っているところでは回収できる可能性もあります。しかし、日本でうまくいく見通しはありません。ご案内のとおり、環境省と協力して、日本近海の帯水層でよい埋め場所はないかといっただ探しているところです。その辺を含め、今後、フェーズⅡに進む際には、そういった議論も政策当局とともに詰めていく必要があると認識しています。

いずれにしても、技術で先行することが日本の国力の源泉ですので、実施者の皆様と協力して、NEDO としてもしっかりと目標達成に向けて頑張っていきたいと考えています。引き続きご支援、ご指導をお願いします。

【上野 PL】 プロジェクトの実施者を代表してご挨拶します。本日は、大変貴重なご意見をいただき、ありがとうございます。

フェーズⅡの議論もありますが、先ほどからのたくさんのご講評を激励の言葉として受けとめました。まずは試験高炉のいろいろな試験をきちんと実行していくこと、また、その中で今回ここまで進めてきた技術の確性を図ることが最も重要な任務だと思っています。これまでのいろいろな経緯、検討結果も踏まえて、まずは試験高炉の立ち上げ、それから確性試験に向けて努力します。

あわせて、これからの鉄鋼業に資する技術がたくさん含まれています。鉄鋼以外にも我々の検討してきたことが少しでも役に立つように、一つ一つ課題に対して真摯に向かい合って進めていきたいと思っています。今後ともいろいろご指導をよろしくお願いします。

【日野分科会長】 どうもありがとうございました。

9. 今後の予定、その他

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 5-1	事業原簿（公開）
資料 5-2	事業原簿（非公開）
資料 6-1	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料 6-2	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料 7	今後の予定
参考資料 1	NEDO 技術委員・技術委員会等規程
参考資料 2	技術評価実施規程