

**研究評価委員会**  
**第1回「環境調和型製鉄プロセス技術開発」(事後評価)分科会**  
**議事録**

日 時：平成24年12月3日(月) 10:15~18:00

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A (世界貿易センタービル 3階)

**出席者(敬称略、順不同)**

＜分科会委員＞

分科会長	日野 光兀	東北大学	名誉教授
分科会長代理	永田 和宏	東京藝術大学	大学院美術研究科 教授
委員	青木 秀之	東北大学	大学院工学研究科 化学工学専攻 教授
委員	阿部 高之	一般財団法人	日本プラント協会 技術室付 部長
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	前 一廣	京都大学	工学研究科化学工学専攻 教授
委員	牧野 尚夫	一般財団法人	電力中央研究所 首席研究員

＜推進者＞

相樂 希美	NEDO 環境部	部長
鈴木 富雄	NEDO 環境部	プログラムマネージャー
高取 静雄	NEDO 環境部	統括主幹
在間 信之	NEDO 環境部	主幹
山口 亮祐	NEDO 環境部	主査
岡島 重伸	NEDO 環境部	主査

＜実施者＞

齋藤 公児 (PL)	新日鐵住金(株)	製鉄技術部	部長
納 雅夫 (副PL)	JFE スチール(株)	技術企画部	企画グループリーダー
殿村 重彰	新日鐵住金(株)	技術開発企画部	上席主幹
渡壁 史朗	JFE スチール(株)	スチール研究所製鉄研究部	主任研究員
藤本 健一郎	新日鐵住金(株)	先端技術研究所 環境基盤研究部	部長
村上 英樹	新日鐵住金(株)	プロセス研究開発センタープロセス技術部	部長
松野 英寿	JFE スチール(株)	スチール研究所環境プロセス研究部	部長
小松 信行	(株)神戸製鋼所	開発企画部	担当部長
小野 透	新日鐵住金(株)	技術総括部	上席主幹
浜鍛 剛	新日鐵住金(株)	技術総括部	主幹
小野田 正巳	新日鐵住金(株)	技術開発企画部	主幹
宇治澤 優	新日鐵住金(株)	プロセス研究所部	部長
松崎 眞六	新日鐵住金(株)	製鉄研究開発部	主幹研究員
樋口 謙一	新日鐵住金(株)	製鉄研究開発部	主幹研究員
鈴木 公仁	新日鐵住金(株)	環境基盤研究部	主幹研究員
伊藤 信明	新日鐵住金(株)	環境基盤研究部	上席主幹研究員
齋間 等	JFE スチール(株)	スチール研究所環境プロセス研究部	主任研究員

當房 博幸	JFE スチール(株) スチール研究所スラグ・耐火物研究部 主任研究員
西川 由隆	JFE スチール(株) 技術企画部 主任部員
拜司 裕久	JFE スチール(株) 技術企画部 企画グループ 主任部員
奥山 憲幸	(株)神戸製鋼所 石炭エネルギー技術開発部 主任研究員
富田 幸雄	日新製鋼(株) 技術総括部 主任部員
林 幹洋	新日鉄住金エンジニアリング(株) 事業開発企画部 シニアマネージャー

<オブザーバー>

村田 博頭	経済産業省製造産業局 鉄鋼課製鉄企画室 課長補佐
福井 克樹	経済産業省製造産業局 鉄鋼課製鉄企画室 技術係長

<企画調整>

増山 和晃	NEDO 総務企画部課長補佐
-------	----------------

<事務局>

竹下 満	NEDO 評価部 部長
三上 強	NEDO 評価部 主幹
内田 裕	NEDO 評価部 主査
中村 茉央	NEDO 評価部 職員

一般傍聴者 1名

## 議事次第

### (公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法
4. 評価報告書の構成について
5. プロジェクトの概要説明

### 【非公開セッション】

#### 非公開資料取扱の説明

6. プロジェクトの詳細説明
  - (1) 製鉄プロセス全体の評価・検討 (新日鐵住金(株))
  - (2) 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発 (JFE スチール(株))
  - (3) COG のドライ化・増幅技術開発 (新日鐵住金(株))
  - (4) 水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発 ((株)神戸製鋼所)
  - (5) 未利用排熱回収技術の開発 (新日鐵住金(株))
  - (6) CO<sub>2</sub> 分離・回収技術の開発 (JFE スチール(株))
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、分科会の設置、資料の確認

- ・開会宣言（事務局）
- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1-1、1-2に基づき事務局より説明。
- ・田中分科会長挨拶
- ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
- ・配布資料確認（事務局）

#### 2. 分科会の公開について

事務局より資料2-1及び2-2に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」を非公開とすることが了承された。

#### 3. 評価の実施方法

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5に基づき説明し、了承された。

#### 4. 評価報告書の構成について

評価報告書の構成を事務局より資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

#### 5. プロジェクトの概要説明

資料6-1によるNEDO山口主査および新日鉄住金齋藤PLによるプロジェクト（以下PJ）の概要説明の後、審議質問に入った。質疑記録は下記の通り。

**【日野分科会長】** どうもありがとうございました。ただいまのご説明に対してご意見、ご質問がありましたらお願いしたいのですが、ここでちょっと注意事項を再度申し上げます。技術の詳細につきましては、後ほど議題6で議論いたします。非公開のところですね。ですから、ここでは主に事業の位置づけ、あるいは必要性、マネジメントについてのご意見をお願いしたいと思います。何かありましたら、どうぞ。

**【永田分科会長代理】** 山口さんの説明の中であつたと思うのですが、ヨーロッパのULCOSとの比較をされていますけれども、アメリカとの比較を十分されていませんね。アメリカが電気炉を中心にやろうということは、いわゆるミニミルを多分念頭に置いていると思うのですが、世界的にはそういう方向に行っているのではないかと感じているのですけれども、この大高炉主義で今後も将来にわたってこれでいけるというお考えの根拠は何でしょうか。

**【山口主査】** アメリカに関しても、さっきのCO<sub>2</sub>のブレイクスループログラムの中の調査の一環で調べておりまして、おっしゃるように、電気炉を中心ということで、シェールガス等を用いた発電によって電気炉を動かすということで、CO<sub>2</sub>削減に寄与させる方向では動いておりますけれども、日本としては、やはり今の段階では高炉法による生産性が最もすぐれている。大量につくるところで、生産性にすぐれているというところをベースにして考えております。

**【永田分科会長代理】** 私の質問は、2050年の話をしているのです。2030年にこのプロジェクトが一応動き出すという話が前提ですから、これから20年、30年後の鉄鋼業のあり方も含めて、この話ができていくのかどうかと。

**【齋藤PL】** 私のほうからお答えさせていただきたいと思います。まず先生ご指摘のように、北米のプログラムがございまして、まだ大学のラボ、研究室の中で小さな還元炉を使って電気分解等々をやるといったところで、まだ研究が緒についたばかりでございます。また、企業側が参画してやっているという状態ではなくて、企業側がオブザーバーのような形で入っているというのが今の北米の状況でございます。

それから、2030年にほんとうに高炉なのかといったご指摘があるかと思いますが、まず日本の中の状況を考えますと、やはり高炉法の優位性というのはまだ変わらないのではないかと考えています。特に生産性の問題が非常にあるかと思いますが、また、2030年ごろに日本のエネルギー構造がどのようになっているかにつきましては、まだまだいろいろな議論があるかと思いますが、日本の中で電気を使ってやっていくには非常に難しい状況になっているのではないかと考えておまして、例えばコークス炉、それから焼結プロセス等々、既に我々が持っているプロセスを活用しながら、高炉にプラスアルファを加えてCO<sub>2</sub>を削減するアプローチが今の段階ではいちばん現実的ではないかと捉えております。

**【殿村上席主幹】** 一点だけ補足させてください。スクラップも含めて全世界の鉄鋼のバランスがどうなっていくのかという予測もかなり諸説ございます。そういった中で、実は平成19年にこのプロジェクトをスタートするとき、総合科学技術会議の中で同じような議論がありました。例えば一番重要な話が、CO<sub>2</sub>対策をするのにどうして高炉なのだ、もっと抜本的な革新的なプロセスがあるだろうという質問も出ました。そのときの我々の答えはこうです。これはCool Earth 50、つまり、2050年に間に合わず技術です。高炉が間に合うためには技術開発は2030年に終わって、20年の開始を経なければなりません。そうすると、2030年に、生産性がこれだけ高く日本が国際社会で生きている技術を、高炉を全廃して別のプロセスに全部とって替えてやれますかという命題に対して我々は不可能と判断しました。2100年を目指すなら可能かもしれません。だけど、2030年に技術開発を完了しろということでは、高炉を捨て去るわけにはいきませんというふうに総合科学技術会議の中ではっきり申させていただきまして、ただし、高炉を使う中で最大の革新的なことであり、今コークス炉で使っているエネルギーは電気も生産するコプロダクションをさせていただいているが、(この)電気をつくるエネルギーも鉄を還元(することに利用)させてくれということで、10%は水素還元。でも、それは残念ながら10%でしかない。30%にするために残り20%は、どうしても高炉を使ってCO<sub>2</sub>は出てしまうけれども、それを分離・回収するという手立てをとらざるを得ない。永田先生からご指摘ありましたように、貯留がポシャったらポシャる覚悟もありながらも、どうしても高炉を使って出てしまうものは除去して貯留しかないという、2つの選択肢。ただし、10%はもともと減らすというアプローチをしておりますから、貯留がなくなってもゼロにはならない。総合科学技術会議でもそのような位置づけであることをご説明してスタートさせていただいた経緯はございます。

**【日野分科会長】** よろしいですか。

**【永田分科会長代理】** まずは。

**【日野分科会長】** そのほか、委員の方。

**【阿部委員】** 今回の資料でいいますと、目標が大きく分けて2つあって、水素還元の部分で10%、それから、CO<sub>2</sub>分離・回収のところ20%というふうに掲げられてありまして、それについては妥当だと思いますが、今日いろいろご説明があった中で、ちょっとそうかなと思ったのは、2番目の分離・回収は、水素還元と直接結びつくものではないだろうと思っておまして、例えば現状の既設の高炉からの高炉ガスに対しても当然CO<sub>2</sub>分離・回収というのは適用できるのではないかと。Step 1までの状況を見ると、水素還元に対してCO<sub>2</sub>分離はかなり良好な結論も出ているということと、あわせて、もちろんCO<sub>2</sub>固定化、貯留の技術開発は別途にやっていますから、その進みぐあいのマッチング問題も当然あると思いますけれども、そちらが進めば当然、これが終わらなくても既設の高炉に対してもCO<sub>2</sub>分離・回収は適用できるのではないかとと思うのですけれども、その辺はいかがでしょうか。先ほど、この分離・回収は、化学工業には適用できると。それは多分、固定化とは直接結びつかないからすぐにも適用で

きる。それはよくわかるのですけれども、固定化が進めば、プロジェクトがもし遅れても、例えば、2020年代の半ばでも固定化ができればすぐにでも高炉で適用できるのではないかと、いう視線がちょっと見えないなと思ったのですけれど。

【山口主査】 おっしゃるとおり、水素還元と高炉ガスからのCO<sub>2</sub>の分離・回収とは関連性はあるわけではないので、技術的にはCO<sub>2</sub>分離・回収のみの適用も可能となります。ただし、今のほんの30t/d規模の設備の試験結果が出たところで、このスケールアップに対する検討が今後必要になりますけれども、場合によれば、化学吸収、あるいは物理吸着の早期適用ということも視野に入れることができると考えております。

【齋藤PL】 ちょっと補足させていただきたいのですけれども、先生のご指摘はごもっともでございますが、全く無関係かと言われるとそうではなくて、実際の高炉から出てくるコークス、水素還元を入れますと、実際の高炉そのもののガスの組成そのものも変化をいたします。そうすると、またそういった状態の中でCO<sub>2</sub>の分離・回収をどんなふうにやっていくのかにつきましては、まだまだ多分検討が必要なだろうと思っています。もちろん、今先生のご指摘のように、これだけで単独走ったらどうかというご意見はありますけれども、これだけを見た場合でも、例えばこの未利用顕熱の廃熱部分というのは、一応机上ではある程度20%レベルに対しての必要な熱そのものは集められそうだということはわかってまいりましたが、実行に当たっては一つ一つの製鉄所のローカル条件がかなり違いますので、そういったことを緻密に積み上げていかなければなりません。そのため、実行につきましては、スケールアップの問題を含めまして、少し時間がかかるのではないかと我々は考えております。

【日野分科会長】 そのほかございませんか。それでは、牧野委員、どうぞ。

【牧野委員】 電力中央研究所の牧野です。今少し話題になりましたCO<sub>2</sub>の分離・回収に関して、若干ロジックを整理しておきたいと思ひ質問させていただきます。今回、化学吸収と物理吸着という2つの方法を開発するわけですけれども、そのそれぞれの位置づけについて確認させて下さい。2方法を検討することで、勢力が分散することを懸念しています。それぞれの方法の適否を評価した上で、絞り切れなくて2方法を残しているというところもあるかと思うのですけれども、2つとも検討する必要があるというロジックがどうなっているのかというのが1点です。もう一点は、2030年に実用化ということを考えたときに、この2つの方法で良いのかという点です。まさに先ほども別件で指摘があったのですけれども、20年近く先を考えたときに、今、主に考えられている化学吸収と物理吸着だけ検討していくことで良いのかどうかについてご見解を伺いたいと思います。

【山口主査】 物理吸着と化学吸収という2種類やっていますが、方法として化学吸収では熱が中心に必要で、物理吸着は真空ポンプ等の電力として電源が必要になる位置づけになります。これに対して、化学吸収で低温の廃熱としてかなりの熱量を集約することが可能となれば、化学吸収がかなりエネルギー源として確保されるという方向になりますけど、そうではなくて、低い温度の廃熱をとるのにかなり苦勞するところがございますので、高い温度の蒸気を使った発電が中心となるようなプラントにおいては、電力として供給できる物理吸着のほうがやりやすいというような面もございますので、いろんな組み合わせ、製鉄所ごとにパターンが違うと思うので、2つを選択肢として開発を進めるのは必要と考えております。

【齋藤PL】 牧野先生のご指摘はごもっともでございますけれども、これは一般的な鉄鋼のプロセスを、製鉄所を模擬した流れでございますが、実際に日本の製鉄所は、例えば高炉の数が1本の製鉄所もあれば、3本持っているところもあります。イコール、それを持っているコークスの工場とか焼結の工場等々のキャパシティもみんな違います。そう考えますと、我々が今使おうと思っている廃熱そのものが製鉄所によってかなりローカル条件が異なると考えています。今山

口様からご指摘ありましたように、化学吸収と物理吸着というおのおの違うエネルギー源を使って進めようと思っておりますので、そういった面では、2つのアイテムをいかに組み合わせ、効率よくCCSを行うかが一番大きなターゲットでございまして、我々は今この2つを、決して勢力を分散さすのではなく最初から必要だという観点のもと検討しているのが1点目でございます。

あと、先生のご指摘のように、2030年のころにはもっと新しい技術が出ているかもしれない。それはごもっともでございまして、我々はいろんな調査会社等々を使いまして、常に世の中の技術開発をチェックしています。世の中には他の方法を使うということもありますし、例えば世界によってはアンモニアを使うとか、いろんなアプローチは既にやられています。ただし、最終的にどれが一番エネルギーミニマムで実行できるのかといった観点が必要なのではないかと考えていまして、そういった観点到立ちますと、まだ今の段階では我々が進めている化学吸収と物理吸着が一番正しい方向なのではないかと思っておりますが、先生のご指摘のように、これについては常に世の中をウォッチしていきたいと考えます。何かつけ加えることありますか。

**【松野部長】** JFEの松野と申します。これをスタートしましたときに、先生のご指摘のとおり、物理と化学以外にも膜ですとかいろいろ評価しましたが、高炉ガス中のCO<sub>2</sub>濃度が22%前後でございますので、5年前にスタートしたときにおきましては、化学吸収法と物理吸着法の2つが鉄鋼業に関しましてはすぐれているのではなかろうかということで、2つ並行して進めました。今、プロジェクトリーダーからありましたように、製鉄所によりエネルギーバランスが個々に違いますので、あと、スケールも違いますので、それを最適化していくのが今後の課題だと思っております。以上です。

**【日野分科会長】** よろしいでしょうか。それでは、ほかにもございますか。清水先生、どうぞ。

**【清水委員】** HPC添加によるコークスの製造の件で伺いたいのですが、この場合、HPCをつくる上での原料の制約ですね、今のコークスの場合は粘結炭が必要ということで、いろいろ原料に制約があると思います。それに対して、HPCを使うことによって、原料調達の幅が広がる、あるいは、このHPCもある程度特殊な石炭でないといけないのかどうか。資源セキュリティーの面からはいかがなものでしょうか。

**【齋藤PL】** 現在我々はこのHPCをつくるのに、どちらかというと言歴青炭みたいなかなり通常鉄鋼業の中で使えない石炭をターゲットにしながらつくり込もうと思っております。もちろん先生のご指摘のように、いろんな炭種からHPCはできていますので、その炭種の違いによって得られるものがどのくらい違って、効果がどのように違うかも含めて検討を進めていますが、結果、今の段階では、HPCをつくることに石炭の制約は非常に少ないと考えておきまして、資源戦略的にも非常に効果が高いと考えています。あと、小松さん、何かつけ加えることありますか。

**【小松部長】** SG3を担当しています小松ですけれども、今、PLからございましたように、資源対応力としての技術として我々はこれを位置づけておきまして、HPC用の原料の石炭は、現在火力用の一般炭を使うことで、非常にアベイラブルなものを使うことを想定してございます。今ご指摘のございましたように、言歴青炭とか、少し炭種の拡大を図ることも想定しており、強粘炭にかわる代替の技術として確立を目指しているところでございます。以上です。

**【清水委員】** ありがとうございます。

**【日野分科会長】** そのほかございませんでしょうか。じゃあ、青木先生、どうぞ。

**【青木委員】** 公開資料の29ページのところで、人材の確保というところがございましたけれども、最初に日野分科会長のご挨拶で、鉄をやっているところが非常に少ないという話をされましたけ

れども、企業は実施している企業内で育てられるというのにはありますが、鉄鋼、特に上工程に関しての大学の研究実施者というのが次第に年々減っているという傾向がございまして、非常に人材育成に関しては危惧しているところでありまして、このような状況につきまして、プロジェクトとしてはどのようなアプローチをお考えでしょうか。

【山口主査】 各企業から共同研究という形で大学等に委託、共同実施している部分がたくさんございまして、このCOURSE 50についても高炉関係では東北大はじめかなりのところを共同実施先として出すことによって、継続的にこういう研究をやることによって大学の活性化を図りたいと考えております。

【齋藤PL】 ちょっとつけ加えさせていただきますが、青木先生のご指摘のように、それで十分なのかと言われると、まだまだ不十分な点が多々あるのではないかと考えています。今のStep 1ではできていなかった部分につきまして、大学とのさらにコラボレーションの加速化、それから強化はStep 2でぜひやらせていただきたいと考えていまして、そのような施策を今検討中でございます。さらに、大学側の先生方のもっといろんなお知恵をこのCOURSE 50の中に導入する。その中で一緒に産学連携を強化しながら、一緒に共同研究を加速化し、結果、人材育成のほうにも展開できる、このようなことを考えていきたいと思っています。ありがとうございました。

【日野分科会長】 前先生、どうぞ。

【前委員】 幾つか質問があるのです。永田先生等のご指摘あったので、再度確認させていただきたいのですが、お話では、2050年に28基、国内立地で28基と言われていましたが、その頃には日本は今の3分の2ぐらいの人口になっているわけですね。それで、基本的に巨額な設備投資になると思うのですが、ほんとうに本気で国内立地で鉄鋼28基入れかえるのが、各社トップ以下、鉄鋼協会全体の総意としてあるわけですか。次に2050年のシナリオとして、海外立地も視野に入れて考えると特許戦略も変わってきますし、まだ先のことなので、今明確な答えはないかもしれませんが、この点いかがですか。

【齋藤PL】 ご指摘のように、2030年の段階で高炉が28基あるかどうかについては、これから多分議論が深まっていくのだと思いますが、少なくとも我々が予測しているのは、2030年ころでも大体粗鋼1億トンに近いレベルのものは日本で生産していきたくと思っています。ただ、そのときの多分輸出が、現状でも既に4割を超えているような状況でございますので、もっと輸出が増えていく状況が継続していくのではないかと考えています。というのは、日本で鉄をつくるのが一番エネルギー的にも今の段階では世界で一番ですし、効率的にも世界で一番。こういうふうにと考えると、全世界的な見地から見ても、日本で鉄をつくり続ける意義はやっぱり高いのだろーと思っています。そういった中で、我々がここに設定させていただいていますこの前提条件につきまして議論をしております。

先ほど山口様から体制のところの説明がございましたけれども、このCOURSE 50そのものには、会社の幹部も議論の場に入らせていただいております。こちらを見ていただきますと、我々としましては、プロジェクトとしてこういったことを実行していますが、実際にこの進捗につきましては、年に2回このCOURSE 50委員会の中におきまして、弊社の副社長、それから各社の役員の方から全部入っていただいた形で全体を進めさせていただいています。もちろんその場でほんとうに全部やりますねという確認をとっているわけではございませんが、少なくともこういったものが進んでいるというのが1つと、それとともに、こういった方々のご指導の中で進めさせていただいているということは、先ほどの前提条件等々につきましても、十分にオーソライズいただいております。そのため、日本としては、本気であるということだけは事実でございます。



【前委員】 まあ、これぐらいのスケールでないと、逆に国プロの意義がないので、そこは十分に認めていますので、今後そういう戦略をしっかりと立てるかどうかポイントだと思います。

もう1点は、COURSE 50の大きなポイントはCO<sub>2</sub>を削減するところに集約されると思うのですが、CO<sub>2</sub>は積分値なわけですね。例えば殿村さんが今言われたように、2100年までを考えたときに、2050年からこれをスタートして、30%削減で50年間行うということは、今から18%削減で100年行うのと同じです。そうしますと、先ほどご指摘ありましたように、今実際に排出されているCO<sub>2</sub>ガスを10%でもいいから除去回収いくことも正解なわけです。難しい技術開発をそんなに詰めなくても、ある程度の技術レベルでCO<sub>2</sub>を取っていくことも1つのオプションだと思いますね。

さらにもう1点は、貯留の問題があります。貯留地がないというのは絶対顕在化してくると思うのですが、これに対しては、例えば今、トータルで30%CO<sub>2</sub>を取りますよとの目標なら、倍の期間になると15(%)でいいですよという話になりますから、15(%)分のCO<sub>2</sub>に関しては、エネルギーをインプットして、CO<sub>2</sub>を例えばドライリフォーミングで水素に還元するかというオプションも出てくる可能性はあるわけですね。

よって、どのようなシナリオが一番良いかというのは、Step 2を実施された後、いろんな情報から見直し、次のステップで2100年までにこれだけのCO<sub>2</sub>絶対量を抑えるのだとかというシナリオ展開を考えていかれてはいかかかと思えます。現在のStep 1に関しては、予想以上のペースで成果が出ていますから、いろんな計算できるわけで、広い視点に立った考察が必要と思えます。

【齋藤PL】 ご指摘ありがとうございます。まさに先生のご指摘のとおりだと我々も思っておりまして、特にStep 2につきましては、CO<sub>2</sub>そのものをどんなふうに使って使いこなしていく方向も研究課題として入れ込んでいきたいと思っていますし、こういったご指摘を、アドバイザーボードとか、NEDO様の技術開発委員会等々でもいただいておりますので、これは並行して検討を進めていきたいと考えています。

また、CO<sub>2</sub>貯留のタイミング等々につきましても、先生のご指摘のとおりでございます。我々のターゲットとしましては、一応2030年と置いているので、今こんな状況をやっておりますが、そこにつきましては常に検討を進めていきたいと思っております。どうもありがとうございました。

【日野分科会長】 もう1点、先生、3つとおっしゃった。

【前委員】 もう1点だけ。これはマネジメントの話なので、NEDOさんにお聞きしたいのですが、全体を仕上げる中でどこまでNEDOさんが関与される予定ですか。

【山口主査】 少なくともPhase Iにつきましては、NEDOが関与してやるべき範囲と認識しております。

【前委員】 事によっては、実用化のStep、2030年以降も関与する可能性はあると。

【山口主査】 次は100立米規模になると、予算的にはかなり大きな額になってくるので、直接NEDOがタッチできない範囲のレベルになってくると考えられます。

【前委員】 そうですか。わかりました。

【齋藤PL】 100立米を超えると、これはある意味試験高炉という位置づけではなくてかなり実証の生産設備に近いと考えていますので、鉄鋼業の中でも十分に議論するべきだと考えています。

【日野分科会長】 それでは、永田先生、どうぞ。

【永田分科会長代理】 アウトプットのところなのですけれども、炭酸ガスの分離に2,000円という話ですが、鉄鋼会社の中で出てきた炭酸ガスはガスのボンベに入れておくのですか。ガス状で貯めておくのですか、それとも液化までして貯めておくのですか、このプロジェクトでは、どこま

で想定していますか。

【齋藤P L】 最初に説明があったかと思いますが、このCO<sub>2</sub>を分離・回収して、ここから先は貯留技術が今いろんなところで、NEDOさんも含めて進んでおりますので、そういったものと技術を組み合わせて、最後はどこかに埋める何なり（することを考えています）。

【永田分科会長代理】 それはわかりますけれども、鉄鋼会社の中で、1日2万4,000トンの炭酸ガスが出てくるわけですから、1つの高炉からね、それをためておくタンクだけでもすごい量になるわけですよ。ですから、当然液化までして貯留して、それを埋め立てのところまで持っていくとしないと、ものすごい量を持つていくことになりますからね、体積として。そうすると、さっきの2,000円は、鉄鋼会社の敷地の中で貯めておく分まで含めたお金なのかどうか。

【松野部長】 すいません。貯めている分までは入っておりません。

【永田分科会長代理】 そうすると、電気代がかかりますね。その分も入れると一体幾らになるのですか。

【松野部長】 今のところはまだ試算しておりませんが、今後詳細は詰めていきたいと考えています。

【永田分科会長代理】 多分そこまでが炭酸ガスの値段になると思うのです。

それから、もう一つは、これはマネジメントのほうですけども、先ほど2050年までと、高炉だと言われますけれども、これはバスケットに入れた卵じゃないですか。落としたり全部割れる。つまり、危機分散のマネジメントがないのではないかと思うのです。例えばどれか1つが成立しなかったときに、どういうふうにもこの問題を解決していくかというね、その道筋がちよつと見えなかったと思いますけど。

【山口主査】 CO<sub>2</sub>の分離・回収については、ほかの製鉄法に対しても使える部分ではないかと考えております。

【永田分科会長代理】 鉄鋼業からの炭酸ガス削減という問題について、今のお話だと、ワンルートしかない、1つの方法しかないことを言っているのですよ。ですから、例えば炭酸ガス貯留の問題にしる、いろんな問題で頓挫したときに、そのときに、この炭酸ガス削減という大プロジェクトに対して、ほかの方法を考えているのかどうかということ。

【齋藤P L】 これを見ていただきますと、まず先ほど殿村のほうから申し上げましたが、もちろん先生のご指摘のように、この部分がバツになってしまったときにどうするのかは、こちら側サイドのほうの、我々が今検討している水素還元等々を助長することによる、ここからの発生は、さっきの10%の削減ができる。これはもう先生もご理解されていらっしゃると思います。同時に、ほかの方法、例えばシャフト炉等々を組み合わせるといったことにつきましても、この水素を使って還元するといった技術の転用は十分可能でございますので、こういったところも今の段階では視野に入れて進めております。

【永田分科会長代理】 期待したいと思いますが、ちょっと弱いような気がしますね。

【齋藤P L】 もちろん組み合わせの問題もございますので、先生の言われる弱いというのが、何をもちって弱いと言われているかがちょっとわかりにくいのですけれども、我々として、今の段階での製鉄所ベースのものを考えたときのデザインはやっぱりこういったものをベースに考えていくのだろう。ただし、研究開発として基礎研究として何をやっていくかにつきましては、先生のご指摘のとおりで、幅広くこれにつきましては検討を進めておりますし、さらに、COガス、CO還元と水素還元との組み合わせをもっとどこまで最適化できるかとか、それに必要な原料条件は何なのかといったものは研究としては取り組んでおります。

【永田分科会長代理】 ぜひ期待したいと思います。

【相楽部長】 多分マネジメントの点で、1つのバスケットに卵を全部入れて、落っこちたらどうする

のかということで、多分我々が考えているのは、これが現状ではモストポッシブルな研究開発の構成であるということで、先ほど来話がありましたように、各要素技術の現状については、そこは把握をしながら、どれが一番いいのかという検討は不断に行っておりますので、多分永田先生がおっしゃっているのは、これだけお金かけてやっても、最後どこか一部が欠けたので、結局何も達成できなかったということをご心配いただいご発言いただいているのだと思うのですけれども、そこは、我々としまして、非常に気を使いながらやりたいと思っておりますので、引き続きご指導いただければと思っております。ありがとうございます。

【日野分科会長】 そのほか何かございますか、委員の方々から。じゃあ、清水先生、どうぞ。

【清水委員】 ただいまの話ですと、例えば水素をどこから持ってくるかという話で、今ではコークス炉ということでやっておられるのですが、日本ではそういうことになると思うのですけれども、例えば諸外国へ展開すると、例えば太陽熱を使った水素製造技術など、他に動いておるわけで、そういったところとの連携は今のところ考えておられないのでしょうか。

【齋藤P L】 水素をどうやってつくるかにつきましても、技術としては幅広く世の中を調査しております。ただ、いかんせん、我々の使うボリュームが圧倒的に多い、多量なものですから、それだけの多量なものを今この段階で集められるのはどこかという観点に立つと、今我々が検討しているこのCOGから1つの方法だと思っています。ただ、今後これは、まさに先生のご指摘のように、技術開発がいろんなところから出てまいりますので、これについては幅広くウォッチをしていきたいと思っています。ただ、今の段階で、どこかとやっているかにつきましては、まだやっておりません。調査段階でございます。

【清水委員】 わかりました。

【日野分科会長】 どうもありがとうございました。大部分、あるいは網羅的な意見はほとんど出尽くしたと思うのですけれども、中間評価をやらせていただいたときと比較して、新しく、今のマネジメントとか、それはもう一度見直しますと、先ほどのスライドの22、さっき出てきた技術検討委員会とか、あるいは、アドバイザリーボードが明らかに加わってまして、そこからどういう意見があったということでは、活用としてPhase IのStep 2に対する提言という形が大部分だったと思うのですが、もっと具体的に、例えば、意見を聞いてStep 1において、これを新たに成果として得られました、こういう点が明らかにこの2年間で加わりました、我々チームとしてはこういうことをやりました、という具体的な例があったら、ちょっとお話しただければと。要するに、新しく設定した組織が有効に働きましたよということをお話しただければと。

【齋藤P L】 その一番大きな成果はこれではないかと考えております。これは中間報告のときも、先生方はじめ、いろんなご指摘を受けていますし、やっぱり技術開発委員会や、それからアドバイザリーボード等々でもいろんなご指摘をいただきました。つまり、一つ一つのことをやっていること自体は、テーマは、まあ、それはいいと。ただし、全体としてどう変わるのだと。どこが出っ張って、どこが凹むのだと、こういった全体を見せるものがないとご指摘をいただいております、サブテーマ6で全体調整するとともに、ベース製鉄所の中でどのようなエネルギーバランスができるのかを検討するといったシミュレーションをつくりまして検討を進めさせていただいています。ここでは数字を先生にお見せできないので、ちょっとあれなのですけど、結果として、こういった取り組みが一番大きな、アドバイザリーボードや技術検討委員会の中からいただいたご指導の賜物と考えております。

【日野分科会長】 それから、同じように、追加して共同研究を増やしていった。要するに、スタート地点、中間評価のころはなかったのですが、これを新しく加えましたよというのは、具体的にはどういうことなのですか。

【齋藤PL】 LKABはまず1つ一番大きな、あのころは全く予定もなかったものです。これはここに入っていませんけれども1つ大きな成果だと思いますし、例えば日揮さんとか三機工業さんは当初はもともとなかった共同実施先でございまして、こういったところ、廃熱回収とか、そういったものの設計等々を進めるのにぜひ入っていただきたいということで、後から加えさせていただいたものでございます。大学も、1つぐらい新たに加わった大学でございますので、そういった面からもより体制を強化していると我々としては考えています。

【日野分科会長】 技術的な面は後から話あると思うのですが、例えば項目くらいでいいので、大学の、人材育成のさっきの話もありましたけれども、こういう点で新たに大学との共同研究入れましたよというような具体的な例はありますか。

【齋藤PL】 例えば水素還元シミュレーションの部分とかは大学に新たに入らせていただいて、進めさせていただきます。

【日野分科会長】 わかりました。大分、マネジメントあるいは事業の位置づけ、必要性についてはご意見が皆様から出たのではないかと思いますのですが、再度確認は、評価委員の意見をまとめる形になるかもわからないのですが、結局、今我々は、最終評価は、Phase IのStep 1の最終評価をすると。それに当たって、今の新しく加えた組織とか、あるいは、それを狙って、NEDOさんのほうからもお話ありましたけれども、Step 2までは確実にやりたいと。要するに、CO2固定化、削減は、民間で行うにはあまりにもハードルが高い研究であるので、ここまでははっきりやりたいということは、次、2020年までかな、Step 2は2015年から20年ぐらいですね、そこまではやりましょうと。そうすると、次、Step 2に進む、あるいは実機導入という、実用化、導入は2030年になっていますが、先ほどいちばん最初に永田先生からご意見ありましたように、果たして世界の情勢でほんとうにこのまま続きますかと。特にアメリカなどは、さっき図面では、電気を利用する話ありましたけれども、世界情勢から特にオイルシェールとか、ああいう生産がアメリカで本格化して、ナチュラルガスが半値くらいに使われる状態になったという、必ずしもさっきのマイルストーンに乗っかっていなくて、大分方向転換している部分もはっきり見え始まったので、ここのプロジェクトを、先ほど永田先生のご意見に対して、いや、アメリカはああいう方向だと言っていますが、各世界とも既に見直しつつあるようなところがありますので、今後、このプロジェクト、NEDOとしてはStep 2まではしっかりかかわりたいという話あったので、今度、会社側にバトンタッチになると思うのですが、Phase IIを我々、日本の企業としてずっと狙って実用化まではやりたい。先ほど製鉄業の見方というのも、こういう状況、見直しを持っていますというお話があったので、本気度のお話なのですが、NEDOの立場としてはStep 2まではぜひこのまま研究を進めて、基礎データを収集したいと。それから、会社としても、世界情勢を見ながらでも、Phase IIぐらいのところまでは実際に視野に入れてこのまま突き進んでいくという意味表明があったものと理解したのですが、それでよろしいでしょうか。一応最後に確認したいと、要するにマネジメントとして。

【相樂部長】 NEDOの関与につきましては、現状、来年度の予算要求等を踏まえまして、Phase Iの中、Step 2については、NEDOで実施をするということで、経済産業省も合意をしているという意味では確実だと思っております。その後、Phase IIに進むときに、どういった体制でやるのがいいかということは、これはまた多分経済産業省と、あと、鉄鋼業界とNEDOとの間で協議をして、最善の方策で進めていくことになるかと考えております。NEDOからは以上です。

【齋藤PL】 まず鉄鋼業でございますが、こちらにありますように、IISI、WSAの中にCO2ブレイクスループログラムがございまして、全ての世界のそこに参画しているいろんな会社との情報交換をきちっとやっております。これは定期的に年に1回から2回ぐらいやらせていただい

ていますので、世界の動向がどんなふうになっているのか、それはまさに先生のご指摘のアメリカはどんなふうになるのかにおきまして、情報収集を怠りなくやっています。

また、特に進んでいる欧州につきましては、ULCOSという大きなプロジェクトにつきましては、COURSE 50とULCOSでちょっとした守秘契約を交わしまして、これも定期的にULCOSと単独で情報交換をすることをやっています。世界の動向をきちっと我々として把握して、その中で何をしなきゃいけないか、こんなふうなマネジメントをやらせていただいています。

あと、日本鉄鋼としては、先生のご指摘のように、我々とする、本気で頑張っていきたいと考えています。

**【日野分科会長】** ありがとうございます。実は中間評価のときの本委員会で、日本の鉄鋼業は世界一の技術だと。そういうリーダーとしての自覚を持った上で、今後こういうCO<sub>2</sub>削減などの技術をリーダーとして積極的にやってほしいという意見がありましたので、皆さんの覚悟をぜひもう一度確認したいなと思ひまして、今あえて話させていただきました。どうもありがとうございました。

〔まとめと講評〕

最後に、評価分科会委員から以下の講評がなされた（発言順）。

**【日野分科会長】** この後は再び公開になるのですが、どなたかいらっしゃいますか。それでは、ここから先、皆様の発言は公開として議事録にも記載させていただきますので、ご留意ください。では、今1名の方が入場されました。

それでは、審議も終了しましたので、各委員の皆様から講評をいただきたいと思ひます。それでは、牧野委員から始めて、最後私という順番でしたいと思ひますので、よろしくお願ひします。

**【牧野委員】** はい、わかりました。講評というような高尚なことは言えないかと思ひののですけれども。今日お話を伺っていて、特にCO<sub>2</sub>の回収技術に関して、これまでかなり動力を下るのに苦勞していた化学吸収法の吸収液、および物理吸着法にしましても、非常に革新的な成果が得られているということに対して、敬服いたしました。

話の途中でも何回かいろいろな委員の方からも指摘されたのですけれども、最後に少し議論になった件です。無駄なエネルギー、すなわち今のシステムで無駄になっている部分を上手い具合にCO<sub>2</sub>の回収に使うとここまで減らせるという考え方、非常にそれはそれで正しい考え方だと思ひののですけれども、これだけいいものができたら、もっと大量のCO<sub>2</sub>を取る方向に使うことを考えるのも良いのではないかと思ひます。ですから、波及効果のところ、この技術をもっと有効に使うとこれだけのことができるのだというような表現方法の見直しがあってもいいのかなと感じました。以上です。

**【前委員】** 僕は中間評価もさせていただいたのですが、そのときわりと辛口コメントもさせていただきました。中間評価でのコメントに対応して、戦略的にきちんと課題をクリアされているように感じました。特に最後のアミン吸収は、中間評価のときは少し心配していたのですが、見事にクリアされている。当然新たに次のステップへいくためのステップ1でしょうから、新たに課題も見つかってきていまして、特にスケールアップにまつわるいろいろな課題も、皆さん把握されているのだと思ひますが、ここで今度ステップ2を行った場合に、これはまだ仮定ですけれどもね、行った場合に、その次はもう実用化という話になりますので、そこで方針を変えることは絶対不可能なわけです。

ですから、ステップ1の現時点での課題を見て、先生方から出てきたいろいろな意見も踏まえ

ていただきまして、シナリオをもう一度しっかり組み直して頂ければと思います。そこでステップ1とステップ2の間に部分的に不連続な点があっても個人的には良いと思っていますから、実用化に結びつけるためのステップ2のシナリオは何なのかというあたりを、再度3月までに整理していただければいいのではないかなと思います。

【日野分科会長】 それでは、清水先生、お願いします。

【清水委員】 CO<sub>2</sub>に関しては非常に革新的で、特に火力発電などにも適用可能と思われるような非常にすばらしい成果が出ていると思います。ぜひこの成果を社会にPRしていただいて、今後のこの技術開発から得た知識として、世の中に広く出していただきたいと思います。それから、コークスにつきましても、資源戦略上非常に重要な成果が得られたと思いますので、やはりこれも世界に広くアピールして、日本の成果ということでアピールしていただきたいと思います。以上です。

【日野分科会長】 阿部委員、お願いします。

【阿部委員】 いろいろなところでお話を聞いていると、例えばヨーロッパでは、火力発電所を建設する条件としてCO<sub>2</sub>の分離固定化がレディである、要するに準備ができているような条件で建設を許可する流れに既になっているわけです。日本はまだそこまでいっていませんけれども。そういう意味では、やはり分離固定化を含めてCO<sub>2</sub>対策は急いでやる必要があるかなと思います。このプロジェクトの中でも、CO<sub>2</sub>分離、吸収液とか、かなりの成果が出ていると私も思いますので、ぜひそれを、現状の鉄鋼の設備に適用することはもちろん、発電設備その他にもできるだけ早く適用できるような条件をつくっていただきたいと思っています。

【日野分科会長】 それでは、青木先生。

【青木委員】 CCSに対する技術面での開発は、ほんとうにここまで来たかというふうに、非常にすばらしい。ただ、最初に決めた目標は、いろいろ困難な中で決めた値であって、我が国がもっと独自性を発揮して、世界をリードすることを考えますと、そのシステムの運用トータルで、もっとやれるところはありそうだと今日思いました。そういうところをさらに煮詰めていただきたいと思っています。

あと、一番最初はじめの方でお話のありました、試験高炉での話。やはりああいった手間暇かかる実験は、海外でやるべきものではなくて、我が国の中で、大勢の技術者、あるいは研究者が一緒にいる中で、ああでもないこうでもないという試行錯誤でいろいろ実験的に解明していくものであって、予算措置的に難しかったというのはあるかもしれないけれども、やはり目の前で現象を観察するのが実験の趣旨であるので、海外じゃなくて、我が国で一刻も早く立ち上げるべきテーマだと感じました。以上です。

【永田分科会長代理】 確かに個別の技術は非常によく進んでいると今日感じました。ただ、最初に申しましたように、これから20年、30年というスパンの中で、やはり世界の情勢がどう変わっていくのかというのも横目でにらみながらやらなきゃいけないので、そういう意味では、やはりバスケットに卵は全部入れておくのではなくて、ほかの方法も視野に入れながら、今までこのプロジェクトで、ステップ1で培ってきた技術も、もしなかなかCCSのほうが進まない場合に、オルタネイティブにどういう方法があるのか、別の道も同時に考えていくようなことが必要じゃないかと思っています。

【日野分科会長】 それでは、最後に私から感想を述べさせていただきます。実は私、今年6月と10月にドイツとアメリカに行って、世界会議、製鉄の会議に行ってきたのですが、世界中から、これから製鉄の中心は、前のアメリカ、そしてヨーロッパ、そしてアジアが中心になるのは全員共通の認識でした。そこにおいて、じゃあ皆さん、今実施された方々も含めて、製鉄は世界一の技術である。ましてや日本は中国や韓国に比べてもはるかに技術が高いと自負されていると思うので

すが、残念ながら2つの国際会議で、日本の発表が中国とか韓国に比べて圧倒的に少なく、ヨーロッパあるいはアメリカの人たちから、日本が本当にリーダーかというような厳しい意見すら出てきております。

ということで、今回いろいろ開発されたすばらしい技術が、残念ながら世界に全然伝わっていないという感触を、私はその2つの国際会議で感じてきたのですが、やはりこんなすばらしい技術開発をされたもとの、お金をかけても製鉄技術を上げて、生産コストが上がっても鉄を生産するという意識が必ずしも強いとは私には見えませんでした。これから世界の中心がアジア、そしてその中心の一角を日本が担うのだ、あるいは皆さんの意識から言えば、我々はリーダーであって中国や韓国よりはるかに上をいっているのだ、という意識がもしものすごく強いのであるならば、この技術を世界スタンダードにするということをぜひやっていただきたい。そして、製鉄をやるためにはCO<sub>2</sub>（削減）というような、環境も含めた上での生産をやるべきであるというリーダーを、日本がぜひ担っていただきたいとこの1年間で強く感じてきましたので、ぜひよろしくお願ひしたいと思ひます。

それに当たっては、このCO<sub>2</sub>回収に関してはすごい技術が出ていますので、製鉄にだけ適用するのではなくて他の産業にも適用できるということを早速やっていただきたいと感じましたので、これからステップ2にいくに当たって、フェーズ2まで待つのではなくて派生的なものはどんどん出していって、コストも下げていくと。そして、これからの製鉄業のスタンダードはこれであるというぐあいに、その意味でもコスト削減もできますので、ぜひ今後皆さんに頑張ってもらいたいと思ひますので、よろしくお願ひ申し上げます。以上でございます。

各評価委員からの講評は以上でございますが、推進部長、あるいはPLから何か最後にありましたら、一言お願ひしたいと思ひます。

**【齋藤PL】** プロジェクトリーダーとして、まずは今日1日、先生方からいろいろとご意見を賜りましてほんとうにありがとうございました。また最後に、各先生方から非常に温かいお言葉をいただいたと思ひていますし、やるべきことはもっともっと明確になってきたと考えております。ステップ2に向けまして、我々として、これからの数カ月を、先生方のご指導のように、もう1回先のビジョンを見た組み直し等々を考えながら、ぜひ議論を進めてまいりたいと思ひております。今日はほんとうにありがとうございました。今後もよろしくお願ひいたします。

**【相楽部長】** 今日は長い時間、先生方にはご議論いただきまして、まことにありがとうございました。今日ステップ1の評価をしていただいたことで、来年度から始まるステップ2で取り組むべき課題であるとかが非常に明確になったのではないかとと思ひております。大変感謝しております。

また今回、通常ですと事後評価はプロジェクトが終了した翌年度に開催することになっておりますが、ステップ2が来年度から始まるということで本日前倒しで年度内に評価を実施させていただきました。その関係で、まだ必ずしも終了していない試験項目もございましたので、議論いただきましたものにつきましては、この後しっかり先生方にフィードバックをしていきたいと思ひております。

最後に、日野分科会長からもございましたけれども、日本にとりまして製鉄は非常に重要な分野だということは、今後とも変わらないと私たちは認識しております、ここで開発した技術がしっかり国民に還元できるように、この後もしっかり頑張っていきたいと思ひておりますので、引き続きどうぞよろしくお願ひいたします。どうもありがとうございました。

9. 今後の予定、その他

省略

10. 閉会

## 配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について (案)
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDO における研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について (案)
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票 (案)
- 資料 4 評価報告書の構成について (案)
- 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 6-2-1 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
- 資料 6-2-2 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
- 資料 6-2-3 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
- 資料 6-2-4 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
- 資料 6-2-5 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
- 資料 6-2-6 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
- 資料 7 今後の予定

## ○その他

なし。

以上