

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)」(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) 9 : 00 ~ 15 : 00

場 所 : NEDO 川崎 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 (PM)	NEDO 環境部 主任研究員
下村 誠	NEDO 環境部 主査
今井 涉	NEDO 環境部 専門調査員
中村 潤	NEDO 環境部 主査
皆川 江理科	NEDO 環境部 主任

<実施者>

野村 誠治 (PL)	日本製鉄(株) フェロー (執行役員待遇) 先端技術研究所長
渡辺 隆志 (SPL)	JFE スチール(株) 技術企画部 技術企画部長
宇治澤 優 (PL 補佐)	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
杉山 慎 (PL 補佐)	日本製鉄(株) 製鉄技術部 部長代理
石渡 夏生 (SPL 補佐)	JFE スチール(株) 技術企画部 CN 推進 Gr. 主任部員
村上 英樹	日本製鉄(株) フェロー (常務執行役員待遇)
中野 薫	日本製鉄(株) 技術開発本部 プロセス研究所 製鉄研究部 室長
柏原 祐介	JFE スチール(株) スチール研究所 製鉄研究部 主任研究員
上城 親司	日本製鉄(株) 技術開発本部 プロセス研究所 試験高炉 PJ 推進部 技術室長
中尾 憲治	日本製鉄(株) 技術開発本部 先端技術研究所 環境基盤研究部 CCUS 技術研究室 研究第一課長
堺 康爾	(株) 神戸製鋼所 技術開発本部 主任研究員

松崎 洋市 日本製鉄(株) 技術開発本部 先端技術研究所 数理科学研究部 上席主幹研
小林 一暁 日本製鉄(株) 技術開発本部 プロセス研究所 プロセス技術部 主幹研究員

安室 元晴 (株) 神戸製鋼所 事業開発部 主任部員
富崎 真 日鉄エンジニアリング (株) 製鉄プラントセクター 製鉄脱炭素推進室長

<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
日野 武久 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 コークス炉ガス(COG)改質技術の開発
 - 6.4 高性能粘結材製造技術の開発
 - 6.5 CO₂分離回収技術開発
 - 6.6 未利用排熱活用技術の開発
 - 6.7 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。
 - ・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・事業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、技術の詳細については議題 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、マネジメント等について議論をしていきます。それでは、事前にやり取りをした質問票の内容も踏まえまして、何かご意見、ご質問等はございますか。

では、産総研の鷹嘴より伺います。まず前半のNEDO様のマネジメントについて、資料21 ページのところロードマップを一部改訂されたという説明がありました。変更後というところで、2年前の中間評価の際にもいろいろとコメントを委員の皆様からいただいたと思うのですが、下の米印の箇所を書いてある「CO₂貯留に関するインフラ整備と実機化に経済合理性が確保されることが前提」ということで、これは非常に重い前提だと思います。まず1つは、「CCSの状況について、METIからも情報を入れて共有をしながら」という意見が委員から上げられていたと思いますが、そのあたりについては今回全く触れられていなかったように思います。やはり、今後事業を継続していくべきかどうかという非常に大きな問題になると考えますので、そのあたりに関して情報があれば教えていただきたいです。もし、ここでの開示が難しいということであれば、後ほどの非公開セッションの中で情報をいただく形でも構いません。

それからもう一つ、経済合理性の確保の観点です。これも非常に大きな課題の一つだと理解していますが、こちらについても中間評価のほうで「費用対効果をもう少し精査するように」というコメントがございました。それについて、資料28 ページの説明で「精査を行い」と書いてありますが、費用対効果の説明のところの資料13 ページを見ると前回とほぼ同じ記載になっています。それから、この費用対効果の費用のほうも2022年度までの費用しか記載されていませんが、これからさらに費用が必要となってくる中で、その辺の費用対効果の説明として少し物足りない印象を受けた次第です。これら2点について、ご見解を伺えたらと思います。

【NEDO 環境部_阿部 PM】 NEDO 環境部の阿部から回答をいたします。まず1つ目のCO₂貯留、CCSの実用化に関するご質問ですが、そちらに関しては資料13 ページの米印のところに記載が少しございます。経産省において「CCS 長期ロードマップ検討会」といったものがありまして、現在は中間の取りまとめの段階ですが、今のところは2030年にCCS事業を立ち上げることを想定しながら、そのロードマップを検討しているという情報が入っているところです。その検討会にはNEDOからも委員として参加しており、こちらの情報もいろいろと注視をしながら進めていくものとして考えています。

【鷹嘴分科会長】 2030年に事業が開始ということで、皆さまの共通の思いとして、まずCCSはかなり先だという見通しになると思います。その中で、このCOURSE50の30%削減中の3分の2、20%がCCSであると、やはり、そこで貯留されないと実際にCO₂の削減にはつながらないので、いつ頃からCO₂削減が見込まれるのかというのが国民皆さまの共通の思いではないでしょうか。ですので、そこをしっかりといつ頃なのかというところを記載いただくようにしないと、結局埋めるところがなかった、経済性が成り立たなかったということで、膨大な費用を使って、結局商用化にいけなかったとはならないようにしたい。これが私の願いであり、経済性のほうについてもご見解を伺いたく思います。

【NEDO 環境部_阿部 PM】 資料 13 ページにおいて、アウトカムとして CO₂ 排出削減の部分しか記載しておらず申し訳ございません。経済性の中で重要なのは、まず 1 つは水素の価格であり、そこが非常に大きな部分であると考えています。この価格において、今、例えば NEDO の中でもいろいろと水素に関するプロジェクトを並行して進めている状況ですので、そちらの進捗等も踏まえながら情報を共有して進めていく所存です。もちろん、このぐらいの価格でないとできないといったところもございしますが、現状それを絶対にここまでできるといった確証までは得られておらず、並行的、複線的に進めているという形の中で、それをどこかの時点で統合をする。そういった進め方になるのではないかと考えている次第です。

【鷹嘴分科会長】 水素の価格が非常に大きいというのは確かにおっしゃるとおりです。今、国の目標として 2050 年で 20 円/Nm³ という値が出されており、一方試算では 10 円/Nm³ 以下という値が出ていますが、現実的には難しいといえますか、非常に大きな課題として理解している次第です。それから、10%水素還元によって削減するということですが、この水素がグリーン水素なのか、グレー水素なのかによっても非常に CO₂ 排出削減の扱いが違ってくることは皆様ご存じだと思います。そのあたりについても、中間評価の際に、委員の方から「もう少し LCA 評価をしっかりと入れたらどうか」というコメントをいただいておりますが、そこが今回あまり反映されていないような印象ですので、少しご見解を伺えたらと思います。

【NEDO 環境部_阿部 PM】 水素のグリーン、グレーといったところや、それに関連した LCA 評価について今回の発表の中でなかなか触れられていなかったというところで大変申し訳ございません。この事業は、今後 GI 基金事業に移行しますが、この基金事業において社会実装という観点が非常に大きな目標となっておりますので、それに向けた検討の中で進めていくことができると考えている次第です。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは、ほかにご意見、ご質問等ございますか。
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。詳細なご説明をありがとうございました。今回のプロジェクトの目標設定について少し伺います。政府のカーボンニュートラル宣言を受けて、プロジェクト開始当初と比べて鉄鋼業の脱炭素の達成時期も大幅に前倒しされました。それに対し、各テーマの最終目標の改定状況はマイルドなものにとどまっている印象を受けました。例えば、CO₂ の削減目標が「10%」から「10%以上」に引き上げられるなど、マイルドな修正にとどまっています。SG5 の未利用低温排熱活用技術の平均温度効率や耐久性の目標の引き上げなどを含め、他にも目標を引き上げることができた分野があったかと推察いたします。どの部分にどのような課題があり、目標を大幅に引き上げるのは難しかったのかについて教えて下さい。

【NEDO 環境部_阿部 PM】 環境部の阿部から回答いたします。まず、今回目標を更新した部分として、高炉における CO₂ 排出削減量を、それまで「10%」としていたところを「10%以上」と変えたということで、「以上」という文言が入っただけで一見マイルドには見えてしまうのですが、これまで 10%程度までやるといったところに対し、限界まで追及するという意味を持った「以上」と考えております。水素を多く使って高炉でどれだけ CO₂ 排出削減ができるのかといったところを追求するものとして変わったところが一番大きなところであり、言葉の上ではマイルドに見えるものの、目標としてはかなり大きく更新されたものとして理解しています。また、そのほかの試験高炉ではないところの目標設定に関しては、この事業全体の目標として、まず 30%削減するといったものがございしますので、それを踏まえた目標設定として維持をしたという形です。さらにもう少し先のことを申せば、この 30%がクリアできればカーボンニュートラルが達成できるのかということ、そういうわけではございません。この事業が引き継がれる GI 基金において、30%という目標をさらに高め、50%以上の削減を目指すような Super COURSE50 の目標値も設定していますので、30%というのは、第一段階というような意味合いで

考えていただければと思います。

【熊谷委員】 ありがとうございます。

【鷹嘴分科会長】 そのほかいかがでしょうか。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。この試験高炉規模で CO₂ 排出量 10%以上削減の目標を大きく上回って達成したということは、専門家の立場から非常に高い評価ができるところであります。その上で少し教えていただきたいのですが、資料 43 ページにおいて、今回上限を見極めるという新たな目標設定になっているかと思えます。こちらの図で 16%の部分で限界点が引かれており、操業結果に直線性があるように思うのですが、ここが限界となる点について少しご説明いただけないでしょうか。

【日本製鉄_宇治澤 PL 補佐】 COURSE50 の PL 補佐をしております日本製鉄 宇治澤より回答いたします。限界についての議論として、おっしゃるとおり水素導入量を増やしていくと直線的に上がっている状況になりますが、これ以上に上げるとなるとサチュレートしていきます。すなわち、それ以上、直接還元はなかなか下がらないという状況になってくると同時に、水素還元は吸熱反応のため、このままいくとどんどん炉内の温度が下がっていく。その結果、排ガス温度が 100℃を切って露点に到達し、そうすると高炉からダストも排出できないという状況となり、操業が成立しなくなります。15%台が常温の水素系ガス吹込みの操業限界ということを高炉数学モデルにより事前に把握した上で、実際にテストをしたところ、試験高炉でもやはり炉頂温度が限界に近いところまで来ました。そういう意味で、ここが限界だという見極めに至った次第です。それ以上に水素還元を拡大して更に CO₂ を削減するためには、その大きな吸熱をいかに熱補償するかという観点で取り組まなくてはなりません。そういったことから、今 GI 基金事業の中で、熱補償技術の開発、具体的には吹き込む水素の温度を上げる等の操作により、さらに水素還元を高め、さらに CO₂ を削減するというところを取り組もうとしている状況です。

【小野委員】 要は、炉頂温度等からほぼ限界であると見極めているという理解でしょうか。

【日本製鉄_宇治澤 PL 補佐】 そういうことです。

【小野委員】 分かりました。

【鷹嘴分科会長】 そのほかございますか。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。資料 3 ページのところでも少し伺います。ほかの委員の方々からのご質問ともリンクいたしますが、CO₂ 排出量削減の技術開発における 10%以上というのは、今までの議論をお聞きしまして、幾ら外部から水素を持ってきても一定レベルの熱補償であるとか、あるいは、さらにコークスが高炉内での通気・通液性を維持しているスパーサーとしての役割の問題等が出てくるため、技術的に限界が出てくるものと理解をいたしました。その一方で、CO₂ 分離回収技術 20%というのは、経済性が非常に重要、かつ実用化ということで分科会長からもお話しがありましたが、仮にその部分を全く無視して、グリーン水素、グリーン電力、グリーン熱源が低価格で十分な量を得られたという前提であった場合には、もう 20%にこだわらず 100%でも分離回収できるという理解で合っているでしょうか。

【日本製鉄_宇治澤 PL 補佐】 PL 補佐の宇治澤より回答いたします。今のご質問の件ですが、まず、なぜ 20%に設定をしているかというところで、先ほども説明があったように、未利用排熱を活用する。要は、省エネルギー型の CO₂ 分離回収技術を確立するというのが大前提としてありました。先ほど野村から話があったように、未利用排熱で実質的に回収できる量を考えた場合に 20%であるということから、この 20%の設定に至っています。小澤委員がおっしゃるとおり、そういうことを考えずに、もし自由に CO₂ フリーのエネルギーを使えるのであれば、当然 CO₂ 分離技術を我々手のうちに入れていきますから、さらに分離回収をすることは可能です。

【小澤委員】 ありがとうございます。そういう意味では、実用化ということを考えて場合にこういう目標設定が悪いということではありませんが、CO₂ 排出削減の技術開発では技術的な目標設定であり、CO₂ 分離回収技術開発のほうも技術的と言えそうですが、経済性を克服するための目標設定といったところ

で、少し種類が違うような印象を持ちました。

また、もう一つ私が気になった点として、高炉メーカーの若手の方と話をしている時に、経済性ではなく技術的なものとして「高炉から CCS では30%還元が限界でカーボンニュートラルは実現できない」というようなお話を伺うことができました。ですので、そういう問題ではないというところをきちんと説明していき、次世代高炉プラス CCUS というものも、いろいろな課題はあるものの、カーボンニュートラルの実現は可能だということをもう少し打ち出していかれるとよいのではないかと思った次第です。

【日本製鉄_宇治澤 PL 補佐】 ありがとうございます。決して30%が限界ということではありません。我々、水素還元拡大技術ということで今後 GI 基金の中で Super COURSE50 で開発を進めますが、水素還元における熱補償技術や他の要素技術と組み合わせて、GI 基金事業の CO₂ 削減目標「50%」を目指して開発に取り組みます。但し、高炉にはどうしても必要最低限のカーボンが必要ですから、最大限水素還元で CO₂ を削減できる操業技術を確立した上に、プラス CCUS 技術でカーボンニュートラルを目指したいと思っております。

【鷹嘴分科会長】 ただいまの議論の中で、今30%を目標にしている、Super COURSE50 では50%にというお話でしたが、それよりは、水素の価格を考えると、CCUS のほうでもう少し賄ってもらい、高炉法を維持するためにはコークスが絶対に必要ですから、例えばコークスをバイオマスからつくるような技術開発を進められて、それでネガティブエミッションを獲得するなどといった方向性のほうがよいのではないかと感じた次第です。

【日本製鉄_野村 PL】 PL の日本製鉄 野村です。今、GI 基金にていろいろと複線的なアプローチを取りながら進めている中には、鷹嘴分科会長がおっしゃいましたようなバイオマスも入っております。また、経済性や効率も含めた中で、日本の置かれた状況として、エネルギー源、資源価格、出来た製品の売り方も含めまして、最終的な鉄鋼業においてどの方法が最もよいのかを継続的に進めていくという立てつけになっております。今回、その一つのステップとして COURSE50 事業の成果を活用できることについて、プロジェクトとして非常にうれしく思うとともに期待をしているところです。

【鷹嘴分科会長】 分かりました。単に水素還元の割合を50%にするといった話になると、技術的なハードルは非常に高いという話にもなるかと思うので、そちらの検討も引き続きお願いできればと思います。それでは、ほかにございますか。池上様、お願いします。

【池上委員】 佐賀大学の池上です。この事業自体が、日本のものづくりの非常に重要な位置づけである鉄鋼の CO₂ を削減するという点で大変大切だと思います。ただ、やはり国際的な視点で常に事業の成果がどのあたりにいるのかということ意識しなければ、ドメスティック的には評価されるものの、実際に海外との競争の中では勝てないともなるでしょうし、そうなると、せっかくの成果がもったいないです。資料9ページに、海外の動向をある程度サーベイされていますが、何か視覚的に分かるように、この事業が今国際的にはどの位置にあるのかというところを、なかなかオープンになってこないのが難しいとは思いますが、むしろ今目指している位置が低ければ、もっと加速化していく必要があるでしょうし、そういった視点を分かりやすい形で常に公開をしていただきたいです。

質問としましては、今回のものがどれだけ競争力があるものとして認識されているのかといったところで見解を伺いたく思います。

【JFE スチール_石渡 SPL 補佐】 SPL 補佐の石渡から回答をいたします。現実には今の時点で100%競争力のあるカーボンニュートラルな鉄の製造法というものはありませんので、複線的にいろいろなことをやらせていただいている次第です。高炉というものも大事なポイントですし、次に行う GI 基金においては水素直接還元も全部視野に入れているという中で、それらを比べながら進めていくという観点になります。特に今回の COURSE50 は高炉を中心にやらせていただきましたが、高炉に関して、ヨーロッパ

サイドはかなり昔にやった活動で止めている状況であり、中国が結構やってきているという議論をそこにも記載しておりますが、そういうものも含めまして、高炉に関しては我々長年やってきた蓄積がありますので、世界トップレベルの事業をさせていただいているという理解です。また、部分的に羽口に吹き込んだという報告はいろいろとありますが、水素をきちんと高炉に吹き込んでCO₂削減の実証を行ったのは我々だけです。そういう意味では、開発として一番トップにいるものとして自負しております。

また、先ほどから出ている経済性の議論のところ、水素価格に加えて、実は今、カーボンプライスやエシカル消費等もありまして、鋼材の価格がこのプレミアムでどうなっていくのかなど非常に読みづらく、現在最も読めない時期として捉えています。その経済合理性に関して、高炉でしかできない鋼材をきちんとカーボン落としてつくるということの価値がどのように認められてくるかといったところに非常に興味を持っており、それが認められる状況においては、きちんとした経済合理性は成り立つと。逆に言えば、きちんとCNの規制がかかった世界においては、その鉄材、鋼材を使っていくことが価値を持ちますから、そこで経済合理性を稼ぎながら、カーボンニュートラルな社会に対し、我々がコミットメントをしていくということを行っていきたいと思っています。回答になっていないかもしれませんが、そういう現状として、経済合理性に関しても議論を行いながら進めていく所存です。

【池上委員】 ありがとうございます。

【鷹觜分科会長】 皆様ありがとうございます。まだご質問等があるかとも思いますが、予定の時間がまいりましたので、以上で議題5を終了といたします。

(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】 ここから議題8に移ります。これから、まとめとして講評を行いますが、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、鷹觜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。今日は、丁寧な説明や資料の作成をいただきましてありがとうございました。ほかの委員からも「LCA的な発想が重要である」といった話がありましたが、LCAをやるにあたって重要なのは前提条件として、具体的には水素をどのように調達するのかということにポイントがかかっているのではないかと考えます。今回は、そういう環境負荷のない水素を想定されていますが、ほかの水素だとしたら実は結果がまた大きく変わっていきますので、実際の調達体制も整備、検討が重要だと思います。また、水素はご存じのように貯蔵と輸送でどれだけ負荷がかかるのかと

いうところがまだあまり見えていない部分がありますから、海外から輸入されるとなればどれぐらいのプラスアルファのCO₂になるのかという検討も必要になりますし、そういったことから、まだまだ実は検討課題は多くあるものと考えております。いずれにしろ、このような手法を使い、鉄のCO₂排出量を削減できる可能性があることを見いだしていただいたのはありがたいことです。どうもありがとうございました。以上です。

【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。先日の現地見学会及び本日のご丁寧な説明、質疑応答をありがとうございました。

これを皆様に申し上げるのは釈迦に説法になりますが、鉄鋼はものづくりの基盤であり、競争力の源泉でございます。特に高級鋼は、多品種でユーザーと共同開発をするなどのすり合わせをした上での受注生産となっていますので、日本のものづくりを発展させるためには国内での鉄鋼生産の継続、発展が必須だと考えている次第です。一方で、気候変動は言うまでもなく各国の首脳会議で必ずと言えるほど議論になっており、重要性はますます増しています。そういった中で、高炉からの大幅なCO₂排出量の削減を実現する本事業は大変重要なプロジェクトと言えますし、今回達成された2022年最終目標を上回るなど世界トップクラスの大きな成果は非常に意義があると思います。

次世代の環境も大事ですし、現世の暮らし・経済も大切であり、これの両立を図るためには、私個人の意見ではありますが、本プロジェクトが進めている「次世代高炉プラスCCUS」、これが今後中心的な役割を果たしていつてもらえることに期待をいたします。欧州では既存の高炉が寿命を迎えるタイミングで水素直接還元製鉄と電炉、あるいは、鉄スクラップと電炉に置き換えていくという報道も目に見えますが、欧州鉄鋼連盟(EUROFER)も、「我々の60以上のグリーンスチールプロジェクトについて今投資決定を行う必要があるが、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」とプレスリリースを出しています。グローバルに見れば、世界の需要を満たす鉄鋼を水素直接還元製鉄だけで生産することは、そのために必要なグリーン水素、グリーン電力を確保することが当面、将来的にも容易ではなく難しいと思うところです。IEAや世界鉄鋼協会、さらにはEUの「ERA産業技術ロードマップ」でもニア・ゼロエミッションスチール、ローカーボンスチールのシナリオとして水素直接還元製鉄プラス電炉とともに高炉プラスCCUSというシナリオを提示しています。本プロジェクトが実用化され、世界の鉄鋼生産を環境と経済の両立させる方向にリードされていくことを期待しています。ありがとうございました。以上です。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。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。現地見学会でのご説明に加え、本日も丁寧なご説明をしていただき、大変ありがとうございました。多くのことを学ぶ大変よい機会となりました。私は、環境配慮型の新しい生産プロセスへの移行に伴い、基本的に生産コストは増加すると認識していました。しかし、SG3で生産コストが削減される可能性があるとのことの説明を伺い、非常に驚きました。また、SG5で非常に細かな試算やコスト面の分析をされていたことにも感銘を受けました。一般の方に説明される際には、こういったコスト面へのプラス効果や経済的な合理性をもっと強調しながら発表をされるとよいのではないかと感じました。その一方、多くの方からご指摘があったように、今後の水素とCCUSの導入状況については大きな不確実性が残されています。そのため、これらが計画通りに進まなかった場合にどうやって脱炭素を実現するかというバックアッププランを検討する必要があると感じ

ました。高炉によるCO₂の削減に限界があるのであれば、電炉の抱えている課題克服に向けた技術開発を進める、もしくは、そもそも鉄ではなく代替金属の開発・利用を進めるなど、別のアプローチを検討する必要があります、それらを含めてGI基金の予算を有効に活用することが求められています。鉄鋼業だけでなく、日本全体、世界全体でカーボンニュートラルを実現することが重要ですので、他のプロジェクトへの含意などがあると、多くの人にとって大変役に立つのではないかと感じました。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。現地見学会及び本日丁寧なご説明をいただきましてありがとうございました。もともとこのCOURSE50が始まる時に、これらのいわゆる乾式プロセス、高炉は、鉄から見たら酸化鉄の還元炉ですが、乾式の反応炉という意味では燃焼炉でありまして、そのような高温燃焼炉に水素を入れて冷やしてしまうといったことは技術的にも困難で、エネルギー効率や生産性を損なうといった面で非常に難しい技術課題に取り組まれているという認識の専門家が多くおられたと思っています。そのような中、今回一定量の水素にはなりますが、それにより直接還元を減らすことができ、特に問題なく約10%ぐらいであれば水素を入れて実際に製鉄が可能だという、そういった技術的なところを明らかにしていただきました。また、上限として16%ぐらいまでが可能といったところまで示していただいたところは、技術的に非常に苦勞をされたのではないかと推察いたしますし、大きな成果として評価ができるものとして理解しております。

一方、10%と言いますと一般の方から見れば、全体の100%から見たときの10%ということでは、必ずしも大きく思われない面もあるかと思えます。ですが、削減量としてはかなり大きなものになりますし、高炉というのはベースメタルである鉄を最低限必要な分確保する反応器として、生産性とエネルギー効率の面で欠かせない反応装置でありますので、それらを考えれば10%の削減というのは非常に大きな意味のある数字になると捉えます。ですので、ぜひ今後この技術の実機適用の実現をしていただき、製鉄業から出るCO₂排出削減が目に見える形となって社会に示されるように進めていただくことを期待します。以上です。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございました。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。長時間にわたり丁寧な説明をいただきましてありがとうございました。日本は最近ものづくりを非常に軽視する傾向がありますが、ほかの委員の方もおっしゃられているように、鉄鋼産業は非常に日本のものづくりの基幹であり重要な国力の一つであると思えます。CO₂を多く出していることでその削減を狙った大変重要なプロジェクトでありますし、そういう点で非常に期待をしている次第です。

ただ一方で、こういう重要な産業は、これまでも話があったように国際競争力なしでは、せっかく開発をしたが使えなかったと、多量な税金を使ったものの結局使い物にならなかったということにならないように、常に国際的な競争力の視点で、なかなか情報収集は難しいと思いますが、その視点での位置づけを明確にしながら国際競争力の維持をしていただきたく思います。日本が、非常にすばらしいアイデアとして世界に先駆けて提案をして進めているということですが、最終的に商用化したところが重要になったり評価をされたりしますので、果敢にどんどん加速度的に遅れることなく進めていただければとも思っております。また、その評価として、ほかの委員もおっしゃられたようにLCA的に

いろいろパターンによって難しさはありますが、これからは「安い鉄」というよりも「環境に優しい鉄」のほうが利用しやすく売やすいといった環境づくりの観点も含めて契機にさせていただくと、このプロジェクトが非常に活かされていくものと考えます。以上です。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございます。それでは、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。大変分かりやすい資料かつ、しっかりとしたご説明をいただきましてありがとうございました。このプロジェクトは2008年から始まりまして、当初から水素導入の重要性をしっかりと先見性を持って位置づけられ、これまで経験及び実績を積み重ねてこられたことを本当によかったと思うとともに、この成果こそが水素を導入する高炉法が日本の専売特許になりつつあるものとして理解しています。また、水素のコストについて先ほど来ご指摘がありますが、世界どこも同じ条件であり水素は奪い合いになるという予測、その不確実性に対して柔軟に対応できる技術はやはり高炉法だと私は思います。また、水素のほか、今回は対象にしなかった天然ガスを導入する際にも基本的には同じような考えの下で設計できると思われまし、不確実性に対応する柔軟性のある高い方法を開発しつつあると理解しております。これからGI基金でさらに加速をされていくという中で、そういった柔軟性のあるプロセスとして位置づけて、最後にはカーボンフリーにするという解もあると思いますが、日本の産業を支える技術に育て上げていっていただきたいと思っています。

それからもう一つ、低品質な鉄鋼資源やカーボン資源を活用できることこのプロジェクトの特徴といいますか、成果としてあるのではないのでしょうか。これから、そういった資源の制約の確保も非常に厳しくなっていくと予測される中で、今回の知見、技術の蓄積というのは大変高い評価ができると思います。ぜひこれから日本独自の、さらに品質も兼ね備えた新しい技術としてより高い成果を積み重ねていっていただきたいです。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。11月2日に行われた現地調査会、そして本日の分科会において COURSE50 の成果を非常に分かりやすくご説明いただき、ありがとうございます。個々の開発項目としては全て目標値をクリアできているものと理解しています。特に数学モデルを使ったシミュレーション技術、分離回収技術、排熱回収システム、これらの技術はほかでも使えるので、この事業で使われることはもちろんのこと、途中の段階でどんどん活用できたらよいのではないかと改めて感じた次第です。

一方で課題は何かということですが、既に委員の皆様からもご指摘があるように、COURSE50 事業の目的としてはCO₂排出削減でありますから、いつ頃にどれだけ下げられるのかという部分が重要だという認識です。技術開発はもちろん必要ですが、やはりそれを明示していくといった目線もずっと持っていくべきであり、そのために必要なものがLCA評価であると考えます。これは非常に大事な技術で、何となくCO₂が下がったような感覚でいると思っても、ほかで実はCO₂を出しているといったことも多くございます。昔、内閣府の調査でも、ナフサから化学原料をつくるのとCO₂を使って水素でつくるものでCO₂削減につながっているかどうかを調査した結果がありますが、残念ながらCO₂は下がらなかったという報告でした。ですので、そのあたりは評価軸に、次のGI基金事業の中でもよいので入れていただきたいと強く思います。

それと、やはりコストの部分です。コスト分析ということで、ある時期になったらやればよいということではなく、今の段階から、いつ頃にどういう技術が使えるようになって、水素がどれだけ入ってくるかということを含めて全体のコスト感覚といったものを常に持つておく必要があるのではないのでしょうか。CO₂排出削減効果と一緒にコスト分析の視点も重要だという中で、水素を安くどこからいつ

持ってくるのかと。もしかするとGI基金事業の中に含まれているかもしれませんが、水素で一番早いものは海外からのアンモニアだと思います。日本でもアンモニアの分解を使って水素で高炉に入れるというようなことが、大学でも触媒を使った研究がされていますから、そういったところもどんどんシナリオの中に入れていく必要があります。アンモニアの場合には天然ガスから主につくるのですが、外国ですとEORでCO₂を使えますので、そういった視点も常に入れながらCO₂、LCA、コストを3セットとしてGI基金事業のほうにしっかりと含めて進めていただけたらと思います。このCOURSE50の成果については、最初に申しましたように非常によい成果を出していただいたという理解です。ありがとうございました。

【日野主査】 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コメントをいただきたく思います。

それでは最初に、伊藤様よろしく願いいたします。

【経済産業省_伊藤 室長】 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。まずは委員の皆様方、本日、長時間にわたりまして非常に中身の濃いご審議をいただきましてありがとうございました。また、事業者の皆様方におかれまして、非常に丁寧なご説明をいただきまして誠にありがとうございます。議論の中でも、海外の欧州や韓国、中国の話も出てきていましたが、製鉄プロセスには、ご存じのように高炉や電炉など様々な種類があるものと認識しており、産業構造や鋼材製品の内容など様々な要因によって、それぞれの国ごとに異なるものと考えている次第です。そうしたそれぞれの製鉄プロセスにおいて、可能な限りの低炭素化、脱炭素化を進めていくことが非常に重要であると考えます。こうした中で、これまで日本の鉄鋼業界様が従来から積極的に対応を進めてきてくださっておりまして、高炉も電炉も世界的に最高水準であると考えているところです。また、国際的に認められたISOの評価尺度、こうした比較を見ても日本の鉄鋼製品が総合的に見ても炭素強度が非常に低いところを認識しております。そうした中で、さらにCO₂を削減するという取組として、このCOURSE50というものを事業者の皆様がこのような予算を通じて行っていただいているところになります。本日、様々な成果をご紹介いただき、着実に成果を出していただいているものと我々としては認識していますので、これを実用化に向けてさらに加速をして進めていただきたいと思いますと考えております。本日、委員の皆様方からその他いろいろと貴重なご意見を頂戴いたしましたので、それらを踏まえて、この事業の最終的な目標の達成に向けて、ぜひ事業者の皆様には、さらにご尽力をお願いいたしたく存じます。簡単ではありますが、私からの挨拶とさせていただきます。どうもありがとうございました。

【日野主査】 ありがとうございました。それでは、上原部長よろしく願いいたします。

【NEDO 環境部_上原部長】 環境部の上原です。本日は、ご審議をいただきまして誠にありがとうございました。まずは総論的な話になりますが、お話を伺いながら改めて考えさせられたこととして、あるプロジェクトで開発をしたいと思っている技術とそれを取り巻く技術、制度、事業環境といったものがタイミングよくみんな一緒に立ち上がるのが理想だという話が多分あるように思うのですが、こういう点に、技術サイドを担当するNEDOとしてどのように応えていけるのだろうか、これはこのプロジェクトだけにかかわらず、ほかのプロジェクトでも同様の指摘をいただきますので日頃から難しい問いかけとして受け止めながら考えている次第です。また、CO₂の貯留について申し上げますと、国内の

政策動向ということで、2030年に事業化、圧入を開始するという目標の下、経済産業省のほうで必要な法制度の確立が今進められているものと思います。そういった制度設計を踏まえ、貯留事業を担う事業者様たちの検討が近く具体的に始まるものとも思っているところです。環境部では、この高炉プロジェクトでもそうですが、そのほかに火力発電プロジェクトやセメントプロセスのプロジェクトなどCO₂を大量に排出する産業の脱炭素化に向けた取組、技術開発のプロジェクトを複数やっております。そういった中に、国内外のCO₂貯留の事業動向であるとか、こういったものは必要な情報としてしっかりと集めていかなければなりません。技術開発の実施にあたっては、周辺にある政策動向といったところにもきちんと目を配りながら、NEDOとしてプロジェクトマネジメントを行っていく所存です。

そして、本 COURSE50 事業についての話ですが、既に開始している GI 基金のほうで成果を引き継ぎまして、複線的に水素還元製鉄技術の取組を行ってまいります。実機のスケールアップといったところも継続的に取り組んでいく予定です。GI 基金は、通常の NEDO プロジェクトとは少し異なりまして、参加企業の経営層によって、その技術の社会実装へのコミットメントをいただいている制度ですので、事業化が力強く進められていくものと考えます。国際的な技術開発動向、グリーンスチールを取り巻く事業環境といったものも考慮しながら、将来の日本のグリーン成長につながるよう、GI 基金事業を実施事業者の皆様とともに進めてまいりたいと思います。以上です。

【鷹嘴分科会長】 ありがとうございました。それでは、以上で議題8を終了といたします。

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 プロジェクト研究開発成果詳細（非公開）
- 資料7-1 事業原簿（公開）
- 資料7-2 事業原簿（非公開）
- 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。
「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）」
（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 p.8 政策的位置づけ	<p>日本政府の 2020 年のカーボンニュートラル宣言を受けて鉄鋼業のカーボンニュートラル達成目標も前倒しされましたが、それに伴い本プロジェクトの達成目標がどのように引き上げられ、実施プロセスがどのように前倒しされたのかについて教えてください。</p> <p>資料 7 概要 3／II-19 に見直しの一部について記載がありますが、2020 年以降、開発テーマ SG1-SG8 の最終目標（資料 5 p.18-19）がそれぞれどのように見直されたのかについて教えてください。</p> <p>*GI 基金への事業移行など、実施体制の枠組みの変化が中心であり、SG1-SG8 の目標自体は当初から変化はないのでしょうか。</p>	公開可	<p>2020 年 10 月のカーボンニュートラル宣言以前の段階で、同年 8 月に実施した中間評価における指摘により、高炉からの CO₂ 排出削減の目標値を更新（約 10%→10%以上）し、外部水素の追加導入により水素利用上限を見極めることとしました。これはその後の鉄鋼業におけるカーボンニュートラル目標前倒しに沿う形となっていました。SG1、SG6 では、上記目標更新を踏まえ、テーマ目標を変更しました。</p>	熊谷委員

資料 5 p.47-48 SG4 について	<p>CO₂の分離・回収技術について、以下の点について、教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現在の回収コスト：最終的な目標が 2,000 円/t とのことですが、現在のコスト（概算）について教えてください。 	公開可	<p>化学吸収プロセスに係るコストが概ね 1,000 円/t-CO₂，熱エネルギー供給（排熱回収による蒸気製造）コストが概ね 1,000 円/t-CO₂と試算されています。内訳等の詳細については SG5 の非公開版資料に記載しております。</p>	熊谷委員
資料 5 の 18 頁	<p>・「高炉数学モデルに組み込まれる水素還元反応モデル」に関し、「高炉数学モデル」と「水素還元モデル」との関係？ 「水素還元反応モデルの推定精度向上」と「高精度の高炉数学モデル」の関係？</p>	公開可	<p>高炉数学モデルは高炉内のものの流れ、伝熱と反応速度を計算しています。鉍石の水素還元反応速度を計算するため鉍石粒子一個の水素還元反応をモデル化し高炉内全体の水素還元量を計算していますが、その推定精度向上のためラボ実験を実施しております。ラボ実験で得られた反応速度を精度よく再現し得る水素還元反応モデルとその速度パラメータを本高炉数学モデルに組み込むことで高精度の高炉数学モデルを開発できたと考えています。</p>	小澤委員

資料 5 の 18 頁	<ul style="list-style-type: none"> ・「羽口内燃焼計算モデルによる」「還元ガス吹き込み温度」影響の評価で、計算モデルのみで実験的測定が含まれていないのは何故か（根拠の欄に「数学的推定、また実験的に測定し」と記載ある点との関係は）？ 	公開可	<p>本プロジェクトにおいては、2020年度までに高炉羽口への還元ガス吹込みのラボ実験と数値解析を実施しており、数学的推定と実験的測定の両面から燃焼挙動評価を行っております。そして2020年度までに構築してきた数値解析モデルを用いて、最終年度の2021年度にラボ実験が困難な還元ガス吹込み温度を変えた条件の数値解析評価を実施しました。最終目標には最終年度に実施した数値解析のみが記載される形となっております。</p>	小澤委員
資料 5 の 25 頁	<ul style="list-style-type: none"> ・共同実施と再委託の違い？ 	公開可	<p>共同実施は、受託した複数の開発テーマの内の一つの開発テーマを大学等と共同で実施したものです。再委託は、受託した複数の開発テーマの内の一つを研究機関に再委託して、同一テーマの開発は実施しないものです。</p>	小澤委員
資料 5 の 25 頁	<ul style="list-style-type: none"> ・共同実施先の「国立大学法人九州大学（2020年度まで）」と記載されているが、この共同実施先および開発テーマに限って2020年度までとした理由？ 	公開可	<p>九州大学のテーマは高炉数学モデルに組み込む還元反応モデルを作成することを目的としていました。よって、2020年まで還元モデルを作成して開発は完了とし、その成果は引き続き、高炉数学モデルに適用されています。</p>	小澤委員

資料 5 の 32 頁	<ul style="list-style-type: none"> ・「CO₂の直接回収」の「直接」の意味？ ・「所内排熱利用による CO₂直接回収の必要エネルギー低減」について、所内排熱利用に限定している理由（CO₂回収は増エネでエネルギー効率は悪くなり経済合理性は期待できないと思うが、製鉄所外から購入する外部エネルギー量を増やさない（あるいは外販エネルギーを減らさない）範囲での CO₂回収といった前提が必要なのか）？ 	公開可	<ul style="list-style-type: none"> ・高炉の排ガス中に含まれる CO₂を CO₂分離法より、直接抽出するという意味です。 ・新たな外部エネルギーを導入すると、それによる新たな CO₂排出が発生すること、および経済合理性の観点で大きく不利となるため、所内排熱利用を開発概念に置きました。 	小澤委員
資料 5 の 49 頁	<ul style="list-style-type: none"> ・「排熱回収コスト」と「CO₂回収コスト」の関係？ 	公開可	化学吸収による CO ₂ 回収には熱エネルギーが必要となりますが、その熱エネルギー供給を排熱回収により賄おうとしております。したがって、化学吸収による「CO ₂ 回収コスト」を構成する一部として「排熱回収コスト」があります。	小澤委員
資料 7-1 の 10 頁及び 16 頁	<ul style="list-style-type: none"> ・「改質」について、10 頁では、「一般的には、価値に乏しい化合物を付加価値の高い化合物に変換することを意味」とあり、16 頁では、「化学物質の組成・性質を改良すること」と記載されているが、16 頁の記載の方が一般的な意味ではないか？ 	公開可	ご指摘の通り「化学物質の組成・性質を改良すること」の方が一般的でした。触媒の分野では、付加価値の高い物質に変換する際に用いられる言葉であるため、一般的と記載しておりました。	小澤委員

<p>資料5</p> <p>p5 事業の位置付け・必要性</p> <p>p15 研究開発目標の妥当性</p> <p>p17 目標</p> <p>p17 変更後の目標</p>	<p>目的で、「製鉄所における現状の全排出レベルに比較して総合的に30%のCO₂排出削減可能な技術を確立する。」と記載されている。</p> <p>(Q)高炉工程のみではなく、製鉄所全体のGHG排出削減が目標なのか？ 銑鉄だけでなく、鉄鋼製品のGHG排出量を削減するとの意味か？</p> <p>また、CO₂排出量とは、他の温室効果ガスの排出を含むGHG排出量と理解してよいのか？</p> <p>一方、p15の研究開発方針の変更で、「目標を高炉からのCO₂削減10%以上に更新し、外部水素を追加導入して水素利用上限を見極める試験操業」と記載されており、目的がわかりにくい。</p> <p><質問の背景></p> <p>p17の目標には、削減の内訳として、1)高炉からのCO₂削減：10% 2)BFGからのCO₂排出削減：20% が示されている。</p> <p>一方、p17の変更後目標が、「1)高炉からのCO₂排出10%以上削減の実現性を技術的に最大化する技術の見通しを得る 2)BFGからのCO₂排出削減：約20%」に変更されており、現時点での目的や目標を明確にしたい。</p>	<p>公開可</p>	<p>仰る通り、製鉄所全体のGHG排出削減が目標です。具体的には、高炉本体のCO₂排出で10%以上削減、高炉ガスからのCO₂排出で20%削減で、合計製鉄所から30%以上削減が目標です。また、銑鉄ト、当たりの削減ではなく、粗鋼ト、当たりの削減を基準にしています。</p> <p>尚、他の温室効果ガスの排出を含むGHG排出量ではなく、CO₂排出量で評価しています。</p>	<p>成田委員</p>
--	---	------------	---	-------------

<p>資料5 p35 研究開発成果 SG1</p> <p>p43 SG6 プロセス評価技術</p>	<p>「数学モデルのシミュレーション技術により、CO₂削減効果を精度よく予測することにより、高炉からのCO₂排出削減10%以上減の見通しを得た。」と記載されているが、公開資料からはその要因が示されておらず理解できないので、シミュレーションの要因分析結果を簡単に説明してほしい。</p> <p>上記と同様に、「高炉からのCO₂排出削減10%以上を達成した。」と記載され、炭素消費原単位削減率と水素投入量の関係が定性的に図示されているが、水素と炭素（コークス+PC）との置換率などを示したうえで、要因分析結果を説明してほしい。</p>	<p>公開可</p>	<p>高炉からのCO₂排出削減10%以上を削減した要因は、コンセプトでご説明した直接還元と水素還元の置換ができた、という事です。その結果、還元に必要な熱量が低下しその分C消費量が削減できました。(参考文献：ISIJ Int., 62(2022), 2433)</p>	<p>成田委員</p>
---	--	------------	--	-------------

<p>資料5 p48 CO₂分離回収技術 SG4:CO₂分離回収技術開発</p>	<p>「新吸収液により、事業目標の分離回収エネルギー1.60GJ/t-CO₂に到達した。」と記載されているが、このエネルギー消費に伴うCO₂排出量はエネルギー源によって変動する。石炭系のエネルギーなので、 「0.1～0.2kg-CO₂e/kg-CO₂」でしょうか？ (Q) 回収CO₂当たりのエネルギー消費量に加えCO₂排出量を示していただければ、高炉工程や製鉄所全体のCO₂削減効果が理解しやすい。 また、「吸収液の再生」に係るエネルギー消費量も含まれていると理解してよいか？ <質問の背景> 吸収液の製造工程でもCO₂が排出されるので、再生が必要条件であると考え。吸収液は蒸気により加熱されCO₂を放出し吸収液は再生されると文献等で報告されているが、この工程での蒸気消費量ひいてはCO₂排出量が大きくては、対象システムのCO₂排出量が削減されない。開発された吸収液の再生エネルギー（可能ならCO₂排出量）と再生歩留、耐用性（寿命）等、開発吸収液を採用されることの妥当性をご教示いただきたい。</p>	<p>公開可</p>	<p>化学吸収液再生のための熱エネルギーには排熱を利用し、新たな化石燃料の投入をしない方針の開発としております。したがって熱エネルギー供給に関しては0kg-CO₂e/kg-回収CO₂となります。 また、1.6GJ/t-CO₂は吸収液の再生に係る熱エネルギー消費量となっております。</p> <p>「吸収液の再生」とは、劣化した吸収液を再生するという意味ではなく、再生塔で加熱しCO₂を放散させる（=CO₂吸収能力が回復）ことを意味します。ご指摘の通り、その工程での蒸気消費量（熱エネルギー消費量）を下げるのが化学吸収法の課題であり、本プロジェクトでは吸収液の改良と未利用排熱の回収を検討し、それぞれに成果を得ています。 なお、吸収液の寿命は長く、本プロジェクトで開発した吸収液の場合、液の全交換は基本的に行う必要が無く、年間当たり全液量の10%程度を補充するだけで済みます。</p>	<p>成田委員</p>
--	---	------------	--	-------------