

第1回「製油所の脱炭素化研究開発事業」

中間評価検討会

議事録

1. 日 時 2023年7月19日(水) 13:00～14:30

2. 場 所 オンライン

3. 出席者

(評価検討会委員) [敬称略・五十音順、※は座長]

鎌田 博之 株式会社 IHI 技術開発本部 技術企画部企画推進グループ 主幹
酒井 奨 一般財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部
炭素循環エネルギーグループ 副主席研究員

※増田 隆夫 北海道大学 理事・副学長

(研究開発実施者)

中村 博幸 JPEC製造プロセス技術部 上席主任研究員
加藤 洋 JPEC石油基盤技術研究所ペトロリオミクス技術研究室 室長
松本 幸太郎 JPEC主任研究員

(事務局)

資源エネルギー庁資源・燃料部燃料要求基盤整備課

課長 永井 岳彦

課長補佐 信末 直人

係長 林 賢利

(評価推進部署)

産業技術環境局研究開発課

技術評価係長 浅野 常一

技術評価専門職員 渡辺 智

4. 配布資料

資料1 評価検討会委員名簿

資料2 研究開発評価に係る委員会等の公開について

資料3 評価の方法について(案)

資料4 評価コメント票

資料5 評価用資料

別紙 質問票

参考資料1 経済産業省における研究開発評価について

5. 議事

(1) 開会

事務局から、出席委員・事務局・オブザーバーの紹介が行われた。関根委員は本日欠席のため事前に事業内容をご説明していること、後日、本日の議論の内容を共有し情報対称性を確保することの説明があった。その後、委員の互選によって、増田委員が本検討会の座長に選出された。

(2) 研究開発評価に係る委員会等の公開について

事務局から、評価検討会の公開について説明がなされた後、本評価検討会について、会議は公開、配布資料、議事録及び議事要旨を公表とすることが了承された。

(3) 評価の方法について

評価推進部署から、「資料3 評価の方法について」、「資料4 評価コメント票」により、評価の方法について説明がなされ、了承された。

(4) 事業の概要について

事務局及び研究開発実施者から、「資料5 評価用資料」により、製油所の脱炭素化研究開発事業の概要について説明があったのち、以下のとおり、関根委員のコメントの紹介及び質疑応答がなされた。

○信末課長補佐 事前に関根委員とやり取りさせていただいたときに、幾つかコメントをいただいておりますので、次の質疑応答や講評につながっていく部分であると思いますが、このタイミングで紹介させていただきたいと思います。

ペトロリオミクス技術は重要な技術であり、低炭素原料であるリグニンなどの分析にも活用することで、製油所の脱炭素化に大きく寄与できるものと考えています。当該技術を一刻も早く全国の製油所に適用させ、国内製油所の国際競争力向上とCO₂排出削減に寄与させることが重要であると考えています。そのためは、ここの中にもAIを活用するというものが出てきたと思いますが、ICC分野の取組強化が必要不可欠です。より強力でスピード感がある体制とすべく、AIに強みのあるスタートアップ企業の参画や技術活用を検討すべきといったコメントをいただいております。

○増田座長 ありがとうございます。それでは、御説明いただきました各内容について順に質疑させていただきたいと思います。まず、評価項目1「意義・アウトカム達成までの道筋」についてでございます。本件につきまして、評価委員の方から御意見等がございましたら御発言をお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。どうぞ。

○酒井委員 詳細な御説明ありがとうございます。私、ここまで詳細にこの御説明を受けたのは初めてでございますので、ちょっと基本的な質問になるのかもしれませんが、よろしくお願いします。確認事項も含めて御質問したいと思うのですが、まず、製油所の脱炭素という大きな目標に対しまして、今回のこの事業に

については2点の研究開発を進めていらっしゃると理解しています。1つ目がプロセスの最適化と、もう一つは Co-Processing です。これは原料の低炭素化に資するものなのではないかと思っているのですが、全体の製油所で発生しているCO₂の排出量が3,000万トンであって、この省エネプロセスの最適化と原料の低炭素化で400万トン削減できるというインパクト、規模感というのが示されていると理解しましたが、この理解は正しいでしょうか。まず全体の3,000万トンのうちの、今400万トンのところを狙っているという意味でよろしいでしょうか。

○J P E C 省エネにつきましては御理解のとおりで、400万トン削減というところを目標としております。Co-Processing のほうにつきましては、製油所での製造工程においては、例えば水素を少し余計に使うとかで、少し増エネになるところはあると思うのですが、下流まで全体を含めると3千~4千万トンの削減効果があると思います。この削減量をどこにどう割り振るかということはありませんが、インパクトとして現在の製油所のCo₂排出量に匹敵するくらいの削減効果があるのではないかと考えています。

○酒井委員 なるほど、ありがとうございました。多分こうしたプロセス、化学製品であったり、そういったその他の合成プロセスもそうなのだと思いますが、CO₂の排出源は化石燃料の燃焼が原因であるというのはもう皆さん御周知のとおりです。そもそもCO₂の排出源というのは、原料と電力と熱の3つだと思うのです。今回お示しいただいた省エネというのは電力と熱の分野であって、もう一つが原料にフォーカスされていたということです。理に適っており、今御説明いただいたことで大体の内容は理解させていただきました。ありがとうございます。あともう一点、いよいよ2025年が目に見えてきたというところもあって、この技術を実用化するに当たってのちょっとしたイメージ図といいますか、そういったものがこれから必要になってくるのではないかと思います。例えば原料のCo-Processingであれば、原料としての廃プラであったり、バイオマスはどこから収集してこようとか、(実施する)製油所はどこか、実証するターゲットとして、この製油所をモデルとして動かそうとか、そういったイメージがだんだん思い浮かぶ時期になってくるのではないかと私は思っているのですが、何かその辺の見解を教えていただければと思うのです。

○J P E C 原料のほうにつきましては、多分皆様御承知かと思いますが、量を確保することが難しいというところがございます。ただ、そうは言っても、どこにどれだけのものがありそうなのかや、いますぐ入手出来るものなのか将来的に利用可能となるものかという観点で入手可能性を調べる必要があると思っていますので、そういった調査を進めながら、J P E Cとして入手できるものは積極的に入手してその性状を評価しているところです。

それから、製油所の展開につきましては、石油会社と協議を始めたところなので、まだ具体的にいつ、どこで、ということをお願いすることはできないのですが、少しずつそういう話も始めているところでございます。○酒井委員

楽しみにしておりますので、ぜひ頑張ってくださいと思います。ありがとうございます。

○増田座長 鎌田委員、ございますでしょうか。

○鎌田委員 詳細な御説明、どうもありがとうございました。私も今日お話を聞いていて、実際今、稼働中の製油所の脱炭素化というのは非常に重要なテーマで、まさに国が挙げて取り組んでいくような技術開発かなと思って聞いておりました。

テーマが2つあるということで、製油所の操業最適化と Co-Processing です。それぞれについて少しお伺いしたいのですけれども、製油所の最適化を見たときに、2026 年度以降に各製油所様のほうで適用検討というようなロードマップを見せていただいたのですが、製油所様によって適合しやすい製油所としにくい製油所というのがあると思うのです。その辺りが先ほどの御質問にもかぶるかと思うのですけれども、モデル製油所みたいなものをつくって、そこから徐々に適用範囲を広げていくとか、そういった道筋があればというイメージでイメージしていただければと思いました。もう一点は、Co-Processing のほうなのですけれども、こちらは 40%と非常に高い目標を掲げられて検討を進められて、すばらしいなと思ったのですが、ここの 40%に引き上げるときのボトルネックがどこにあるのかというのを伺いたくて、技術的な課題で 40%に引き上げるというのが非常に難しいのか、先ほどおっしゃいましたけれども、調達とか原料の集荷のところで難しいのか、それによって実装するときにロードマップとか道筋というのは少し変わってくるのかなと思いましたので、その点についても教えていただければと思います。よろしくお願いします。

○J P E C 前半の適用の道筋のところですが、例えば C D U の最適化制御技術開発、これは A I 技術と組み合わせて C D U の運転を高度化していこうというものです。このテーマは石油会社と一緒に検討しているものなので、技術開発がうまく進んでいけば、その石油会社の製油所に展開して頂ける可能性はあるのではないかと考えています。その他の石油会社に対しても、開発中の A I 技術を紹介して、具体的に何か出来ないかという話は始めています。どの製油所なら適用しやすいかというところまで踏み込んだ話はまだ出来ていないですが、今後石油会社と協議させていただきながら、成果の展開の仕方を考えていくことにしたいと思っております。

それから、2つ目の 40%のボトルネックにつきましては、途中で御説明しましたが、例えばスライド 14 番で黄色く網かけした塩素分や酸価が高いような原料を用いようとした場合、装置の腐食がネックになる可能性があります。そのため、前処理によって腐食成分を除去する技術が必要になると思っており、このような技術の開発がどう進むかということが、実際に使える原料がどれくらいあるかという話とリンクしてくるのではないかと思います。原料は、最初は入手しやすく使いやすいところからスタートしていった、徐々に量はあるけど使いにくいというものも利用していくことになると思います。40%混合と考えると、リグニンのようなものを使っていけないと必要な量が確保出来ないと思いますが、これを使いこなすには技術開発が必要なので、こういったものが使え

るようになるには時間が必要と見ているところです。

○鎌田委員 ありがとうございます。既に製油所様も協議を始められているということで承知しました。あと、Co-Processing も前処理技術の必要性であったり、あとはどういった原料をこれから選んで実装していくかというところで、検討はまだ必要だということで承知しました。ありがとうございます。

○増田座長 ありがとうございます。私もお聞きしていて、提案プロセスには2つのテーマがあって、1つがカーボンニュートラルであり、現在のものをうまくやろうという形であり、これは大賛成です。2つめの、Co-Processing になると、いろいろな雑多なものが入ってくるので、プロセスの安定性とか、その辺になると製油所自身が結構嫌がるのかなという部分もちょっと思ったりするのです。現在の製油所に Co-Processing を積極的に入れるのか、それとも別の予算があれば、別のプロセスとして共処理専用のものをつくるのかとなります。後者はなかなか難しいと思うので、そうした場合に、バイオマスとか、そういういろいろなものが廃プラで出たときに、それを前もって熱分解も含めて一回安定した状態にそろえる前処理が必要と思われます。熱分解などのプロセスを入れると、炭素分布を持ったものが定常的に、安定的に出てくるのだと思います。そのような前処理工程というのは、今回あまり触れておられないのですが、その辺りは検討されているのでしょうか。

○J P E C 前処理自体は、この事業開発の中では現状あまり取り組めていないのですが、途中で水素化分解装置を使った Co-Processing のところでお話したように、吸着剤を使って塩素を除去しようということはやっています。ただ、吸着剤そのものを開発するのではなく、市販の吸着剤を買ってきて、どの原料なら吸着処理で実際の装置にかけられるようなレベルまで濃度を下げられるか確認しているというのが現在の状況でございます。海外の調査で塩素除去技術も調べていますので、事業の後半にそういうものをどう取り込むかということが1つ課題だとは思っていますが、まだ具体的なテーマアップまではできていないというのが現状です。

○増田座長 ありがとうございます。以前、廃プラいろいろやった際に、温度とか、滞留時間とか、その加熱条件によって出てくるオイルの炭素数分布とかがどんどん変化しますが、条件を選ぶと、同じような分布になるかなと思ったので発言しました。そのため、Co-Processing をするときには、一回ある状態にそろえてやるという前もってのプロセス、ユニットがあると面白いかなと思いました。以上でございます。ありがとうございます。楽しみにしております。

○J P E C ありがとうございます。御指摘のとおりと思っています。実際に廃プラ油等を分析しますと、同じメーカーに同じ原料で作らせても、ロットによって塩素濃度がかなり変わったりしていますので、物が安定していないというのは御指摘のとおりと思っています。そういう意味で、水素化分解装置ですと、前段に前処理触媒があって、そこである程度不純物が除去できて、性状が揃ってくるという期待はあります。また、途中でも御説明させていただきましたが、標準化戦略として、製油所で処理するにはどういう品質の低炭素原料がいいのかと

いうところを検討して、そういうものをつくってもらうような形にしていくということが必要ではないかと思っています。ただ、現状、低炭素原料を専門で作るような会社はあまりないのが実情だと思うので、こちらが欲しいスペックを決めた上で、低炭素原料を製造する装置メーカーと協議しながらスペックに合うものを作って貰うような形にしていくというような連携をしていくことが必要なのではないかと個人的には思っております。○増田座長　ありがとうございます。期待しております。それでは、続きまして、評価項目2でございます。目標及び達成見込みについて、皆さんの御意見をいただければと思っております。名簿順で申し訳ございませんが、鎌田委員、ございますでしょうか。

○鎌田委員　先ほどの1点目のアウトカムの質問とも少し関連するのですが、例えば研究項目の2つ目の Co-Processing のほうで、様々な低炭素原料を検討されていると伺ったのですが、これ、それぞれの原料によってカーボンフットプリントは異なると思うのです。原料の由来ですとか、輸送するとかしないとかで結構変わってくると思うのですが、その辺りの評価というのは、目標とかの設定のときに何か考慮されているものがあるかないか、もしあれば、どういった考え方かというのを教えていただければと思います。よろしくお願いします。

○J P E C　そこまではまだ考えていません。評価する低炭素原料を決める際、原料とか製造方法を見ながら選定しているというくらいです。

○鎌田委員　航空燃料とかですと、A S T Mの規格とC O R S I Aの認証というのか、環境にどのくらい eligible かというのが評価されていると理解しているのですが、まだそこまで行っていないのですが、どういった由来の原料かとかというのはある程度意識されて選定とかを進められているということですか。

○J P E C　そうですね。同じようなものばかり評価してもしょうがないので、ある程度バリエーションに富んだものということで、原料とか製造法とかという観点で20種類選ぶようにしました。今後もそういうところを考慮しながら油を選んで評価していくという形にしたいと思っています。

○鎌田委員　分かりました。ありがとうございます。

○増田座長　ありがとうございます。続いては、酒井委員、ございますでしょうか。

○酒井委員　目標に対して進捗が順調に進んでいるということで、たのもしい限りでございます。この事業をPRするという点で1点あるのですが、今40%を低炭素原料に代替するという話をされていましたが、1つの製油所で原料がどのくらい使われていて、40%というと、この低炭素原料は結局何トン必要ですかという数字があると分かりやすいなと思いました。あと、プロセスの最適化の中でも、蒸留装置のところを最適化制御されるという話でしたが、製油所全体でどのぐらいのエネルギーが消費されていて、そのうちの蒸留装置というのはこのくらい使っているのか、最適化が必要なのですよというストーリーが前半にあると、最後のアウトカムの目標達成見込みについても頭にすっと入ってくるのかなと今思いましたので、もし（そういう数値が）ありましたら御検討いただきたい。

鎌田委員からあった標準化で、今ぱっと思いついたのですが、スライドの 14 ページ、この標準化戦略は面白いなと思っていて、この事業でぜひとも標準化のルールをつくっていただいて、ISO か JIS か分かりませんが、こういったもの（原料）を入れても大丈夫ですよ、というような標準化戦略を進めていくと、我々が世界も含めて牽引できるのではないかなと思って、今ちょっとそういう感想を持ちました。その 2 点です。

○JPEC ありがとうございます。量的なところについてはなかなか難しいのですが、例えば水素化分解装置ですと、製油所に 1 万 b/d ぐらいの装置があるというイメージはございます。ですので、1 万 BD の装置に 40% 混ぜるとなると、1 日当たり 600 キロリッター程度必要になると思います。

一方、混合する低炭素原料ですが、例えば廃食油ですと、日本での資源量が 38 万トン/年、そのうち輸出に回されているものを国内で利用していけば一定量は確保できると思うのですが、Co-Processing を行うことが出来る製油所の二次装置全てに対して 40% となると、資源の確保を進めていかないとなかなか実現は大変というイメージはございます。

○酒井委員 規模感が分かるというのとちょっと思いました。

○JPEC それから、CO₂ につきましては、製油所全体ですと、途中で申し上げましたが年間 3,000 万トン程度排出されていますけれども、一番多いのが接触分解装置、その次常圧蒸留装置、その次水素製造装置となっていて、常圧蒸留装置は全体の 2 割ぐらいを占めています。ですので、常圧蒸留装置の省エネができれば、製油所の CO₂ 排出量削減に対してインパクトがあるのではないかなということで、今回の技術開発の中では常圧蒸留装置を対象としたテーマを設定したというところでございます。

○酒井委員 ありがとうございます。

○増田座長 ありがとうございます。それでは、少しお聞きしたいのが、ファウリングの速度でセンシティブなファクターとか硫化水素等々を見つけられたというのは素晴らしいと思っております。その際何をモニタリングしたらいいのかという形で、知見を得ていただければと思います。また、廃プラ利用として Co-Processing を使う場合には、別に何らかの新しい指標とかインデックスが要るのではないかなと思っているのです。そうしたときに、当然ながら廃プラは都市部で結構いろいろまとまって手に入ります。そうしたことを考えると、ある会社だと自然資源という観点でインデックスをつくって、これを使うと、自然資源の観点から非常にいいと結論できる新しい指標が出てくると、廃プラを使う意義が別のファクターで出てくると思っています。その様な取扱いは、廃食油からトール油までにも適用できると思います。あえて今回はカーボンニュートラルという形ではあまり固執せずに、何か新しい、自然に優しいとか、地球と共生するのだというような観点での価値観を持つようなインデックスも検討されたいかなと思いました。以上です。

○JPEC JPEC の中村です。コメントありがとうございます。廃プラスチックのほうに関しましては、マテリアルリサイクルできるようなものをケミカルリサイ

クルというか、こちらの Co-Processing に使うということは恐らくよくないと思っています。ヨーロッパでは、プラスチックを今燃焼しているようなものをケミカルリサイクルに回そうとしていることが考えられておりまして、先ほど御紹介した標準化戦略のところの 13 ページ、BASF が提唱しているような指標に関しまして、ケミカルリサイクル、化学品にリサイクルすること、マテリアルリサイクルできないものを石化原料に変換していくということを考えられて、このような取組を始められているということがありますので、いろいろなリサイクルをして、これ以上分別できないような、燃やすだけしかできないようなプラスチックをケミカルリサイクルに回すことによって石化原料化する。CO₂ として排出しないということを指標として考えていけばいいかなと考えております。ヨーロッパでは、既にこういった取組がされているので、こういったものを参考にしながら、日本においても同様なことを考えていきたいなと考えております。

○増田座長 ありがとうございます。ケミカルリサイクルでエネルギーフューエル化というのはそれでいいと思うのですが、別のインデックスというのは、要するに廃プラをうまく活用すると自然環境に優しいですよという観点があるので、何か別のインデックスがあったら、もっとインパクトがあるのかなと思ったのです。勝手に妄想ですけども、すみません。

○J P E C いえいえ、おっしゃることは十分に理解しています。ですので、インプットのプラスチックに関して、それを石化原料に回ったものが何%か。あとは結果的に燃料にも一部回ってしまうと思うのですが、今回のプロジェクトの中でも、石化原料化を最大化するということを 1 つテーマにしておりますので、入りの廃プラスチックをなるべく石化原料に回すための条件みたいなものを今探索しておりますので、そういったものをうまく指標化して、脱炭素に寄与しているというようなことを何かしら示せばよいかなと考えております。

○増田座長 ありがとうございます。着実にやられておりますので、欲張ったことをちょっとってしまった次第です。どうもすみません。ありがとうございます。よろしくをお願いします。

それでは、最後に評価項目 3 のマネジメントについてでございます。本件につきましては、評価委員の方からいろいろ御意見いただきたいと思っておりますけれども、鎌田委員、ございますでしょうか。

○鎌田委員 マネジメントのところにつきましては、技術専門委員会も設けられて、着実に評価されながら実施されているということで、特に私からはコメント等はございません。

○増田座長 ありがとうございます。それでは、酒井委員、ございますでしょうか。

○酒井委員 私もマネジメントということで、結構細かく取り決められていて、しっかりとマネジメントされているなという印象があったものですから、特にコメントございません。

○増田座長 ありがとうございます。小生もお二人の委員と全く同じでございますので、評価や検討を含むプロジェクトを運営されてございますので、その他についてコ

メントは私自身もございません。では、全体の説明と個別の質疑応答が終わりましたので、最後に委員の皆様より一言ずつ、本日の講評をいただきたいと思います。時間の都合がございますので、恐縮ながらお一人3分以内でお願いしたいと思っております。申し訳ございませんが、鎌田委員に最初お願いしたいと思います。よろしくお願いします。

○鎌田委員　　よろしくお願いします。今日は大変ありがとうございました。非常に詳しく御説明していただいたので、私もよく理解できました。製油所の脱炭素化ということで、既存の設備をいかに有効活用するかという非常に重要なテーマだと改めて認識しました。社会実装までの道筋もかなりきれいに書かれていて、このまま進んでいただければいいかなと思いました。その中で、既に各製油所様とお話を進められているということだったのですけれども、2026年以降に適用ということで、ぜひ実装が早く進むように、より詳細に議論を進めていただければいいなと思いました。

あと、もう一つ、Co-Processingのほうですけれども、やはりどういう原料をどこから調達するのかというのが非常に重要かと思っておりますので、2035年の40%Co-Processingするのに向けて、多分低い導入量から始めて、最終的に40%ということになると思うのですが、それぞれのステージで、どのような低炭素原料をどういう地域からどのように調達していくかという道筋も一緒に描いていただけると非常に分かりやすいかなと思った次第でございます。

以上でございます。ありがとうございます。

○増田座長　　ありがとうございます。それでは、酒井委員、お願いします。

○酒井委員　　私も詳細な御説明をいただきまして、理解が進んだということで感謝申し上げます。ありがとうございます。

製油所の脱炭素化も非常に難しい分野だと私も熟知しておりますし、製油所という言葉だけで風当たりが非常に強い分野であるということも重々承知でありますので、非常に精力的にCO₂削減に向けてここまで努力してやっていらっしゃるものですから、そのPRの仕方をうまくやって世間に周知する、社会共用性を高めるような活動もぜひ並行してやっていただきたいというのが1点。

あと、これから2025年が見えてきて、実装化ということになると、今日のお話の中にもありましたけれども、異業種の連携、企業さんとの連携の話が多分いっぱい入ってくると思います。この辺の難しさ、それからデータの共有の難しさ、こういったものも出てくるのではないかなとか、あとは法令とか規則とか、先ほどの基準、標準化といったものも出てくるのではないかなと思って、課題はいろいろあるのですけれども、ぜひモデル1つでも製油所で動かして、こんなに効果があるのだと社会的にPRしていただいて、いいものをつくっているのだというように認知されるような、そういう事業の成果、アウトプットになってくれればなと思っています。以上でございます。ありがとうございます。

○増田座長　　ありがとうございます。私、増田からも、全体的には非常に真っ正面に、か

なり歴史があって、信頼度の高いプロセスがずっと動いていた、それをさらに改良して、逆のカーボンニュートラルという面も含めてやられるということは、すごい尊敬に値するといえますか、ぜひ応援したいと思っております。

ただ、お2人の委員の先生方が言われましたように、どうも化石資源、石油というのは風当たりが強くて、皆さんほとんどの方がそういう恩恵にあずかっていながら、そういう形で言われるというのは、やはりアピールの仕方として余りに正直過ぎて、環境とかこんなにいいのですよと。例えば、石油がなかったら、今の状態を維持しようとしたら、どういう状況になって、自然というか、まきも含めて、どれだけ皆さん、前の環境とか自然環境が破壊されるのですよと。

例えば、今の石油量を使うとアマゾンの森林がほとんどなくなるのですよとか、極端なことはあまり好まれないのですけれども、結構いろいろ環境面でうまく対応しているのだという部分も必要なかなと思います。もう一つは、今後進めていかれる場合に、自治体ごとで廃棄物かどうかを判断しているのはいろいろあるかもしれませんが、廃棄物だと自治体の間を越えられないので、廃プラスチックという名前でやると、自治体の間、トラックで運べずに、結局、集まりやすいのです。困ったことになる。そうしたときには、各自治体ごとでラフに熱分解とか、ある程度メルティングした後、それを製品として集めて一括でやるとか、いろいろな施策も含めて今後いろいろ考えていかなければいけないのかな、そういうことが必要になってくるのかなと思いました。

ぜひとも、これは実用化に向けてさらに検討を進めていただければと思っております。非常に応援できればと思っておりますので、よろしく願いいたします。

私からは以上でございます。

(6) 閉会

事務局から、評価コメント票の提出期限を2023年7月25日（火）12時とすることを確認した。また、次回の第2回評価検討会の開催方法について説明した。

以上

お問合せ先

資源エネルギー庁資源・燃料部燃料要求基盤整備課

電話：03-3501-1993