

第1回「二酸化炭素回収技術実用化研究開発事業」  
研究開発プロジェクト 中間評価検討会

議 事 録 (案)

1. 日 時 平成29年10月4日(水) 14:30~17:00

2. 場 所 経済産業省別館2階227会議室

3. 出席者

(検討会委員) [敬称略・五十音順、※は座長]

梅田 健司 電気事業連合会 技術開発部長

金子 憲治 株式会社日経BP クリーンテック研究所 主任研究員

加納 博文 国立大学法人千葉大学 大学院理学研究科 理学部 教授

※川上 浩良 首都大学東京 都市環境学部 教授

芝尾 芳昭 イノベーションマネジメント株式会社 代表取締役

(研究開発実施者)

都筑 秀明 公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE) 理事

中尾 真一 RITE 化学研究グループリーダー

杉田 啓介 RITE 化学研究グループ サブリーダー

余語 克則 RITE 化学研究グループ 副主席研究員

山田 秀尚 RITE 化学研究グループ 主任研究員

吉澤 克浩 川崎重工業株式会社 基幹職

甲斐 照彦 次世代型膜モジュール技術研究組合 (MGM) 前技術部長

首藤 淳 MGM 大阪研究室室長

(事務局)

産業技術環境局環境政策課地球環境連携室

課長補佐 立松 博樹

調査員 菊地 正直

係員 田中 美妃

(評価推進課)

産業技術環境局技術評価室

室長補佐 齋藤 充

技術評価専門職員 江間 祥三

4. 配布資料

資料1 「二酸化炭素回収技術実用化研究事業」研究開発プロジェクト 中間評価検討会 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 経済産業省における研究開発評価について資料4 評価方法(案)

資料5-1 「二酸化炭素回収技術実用化研究事業(先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発事業)」研究開発プロジェクトの概要

- 資料5-2 「二酸化炭素回収技術実用化研究事業（二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業）」研究開発プロジェクトの概要
- 資料6-1 評価用資料「二酸化炭素回収技術実用化研究事業（先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発事業）」
- 資料6-2 評価用資料「二酸化炭素回収技術実用化研究事業（二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業）」
- 資料7 「二酸化炭素回収技術実用化研究事業」技術評価結果報告書の構成（案）
- 資料8-1 評価コメント票（先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発事業）
- 資料8-2 評価コメント票（二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業）
- 質問票

- 参考資料1 経済産業省技術評価指針
- 参考資料2 経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準
- 参考資料3 平成26年度事前評価時 技術評価書

## 5. 議事概要

### (1) 座長選出

委員の互選によって、川上委員が本検討会の座長に選出された。

### (2) 評価検討会の公開について

事務局から、資料2により、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、配付資料、議事録及び議事要旨を公開とすることが了承された。

### (3) 評価の方法等について

事務局から、資料3、4、7、8-1、8-2により、評価の方法等について説明がなされ、了承された。

### (4) 研究開発プロジェクトの概要について

事務局及び実施者から、資料5-1、5-2、6-1、6-2により、「二酸化炭素回収技術実用化研究事業」研究開発プロジェクトの概要について説明がなされた。

また以下の質疑が行われた。

#### ①先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究事業

○加納委員 幾つか基礎的なところで教えていただきたいのですが、ちょうど今41ページのところに固体吸収材の吸着等温線が出ていますが、回収率を90%にするという形での指標といたしますか、例えばエネルギーとかコストにすごく効いてくると思うのですけれどもその化学プロセスの中ではこのようにいわゆるラングミュア型の等温線みたいなところでは90%やろうと思うとちょっと時間がかかり、上のところを使うような形になるので必ずしも90%でなくても別の最適値というのがあり得る場合もあるのですけれども、これは無理して90%を取るということではないわけですか。そのあたりのところはどうか。

○説明者（余語） 90%でならねばならぬという決まりは特にはないと思いますが、分

離回収エネルギーを計算するとき、90%ぐらいと何となく暗黙の了解みたいところがございまして、これは最終的にCCSをやっていく規模を考えるとそれぐらいのところを目指しておかないといけないということなのかと思いますが、最初に導入する段階で90%回収もしなくてもよいという前提に立てばもっと分離回収エネルギーは下げられますので、まずはコストを下げて導入を図って、回収率が多少、少なくともいいからエネルギーを下げようという考え方も個人的にはあってもいいのかと思っております。

○加納委員　うまく回すことによって、全体としての回収する量というのはそれほど下げずにもっと更に下げられるのであればそういったところの最適値というのも何か考えてもいいのかというようなどころがあると思いますので、そのあたりもシミュレーションもできるかと思っておりますので考察いただければいいのではないかと思います。

○説明者（余語）　ありがとうございます。シミュレーターの開発も同時に進めておりますので、検討させていただきたいと思っております。

○加納委員　あともう一つの点なのですが、固体にすることによって比熱が水溶液よりも小さくなるということが一つあるのですが、これは吸収の場合に熱が出ますが、今度は逆にそれによって温度が上がりやすいと思うのですが、それが吸収に対して邪魔をしてしまうとか、そのような問題点というのはございませんでしょうか。

○説明者（余語）　ご指摘の問題点がございまして、我々はまずは吸収熱がそれほど大きくないもので、そのほうが脱離もしやすいのでそういったものの開発をしています。また、この材料は水が共存すると特異な挙動を示しまして、水がつきにくいものですから、今年度のベンチ材料は水が共存するとCO<sub>2</sub>が吸着して水が飛んで、その分反応熱をキャンセルしているような挙動がラボ試験で見られています。

○加納委員　わかりました。非常におもしろい現象で、うまくキャンセルされているということですね。

○実施者（山田）　ちょっと補足させていただきますと、この材料は細孔にアミンを含浸しておりますので、多少ガスの拡散を抑制するようなどころがございまして、温度が上がっても必ずしも吸収量が落ちるということはないのです。今稼働しているところは非常にそれがうまくいっているところでそういった特徴もございまして。

○加納委員　わかりました。ありがとうございます。

○芝尾委員　結構いい成績で行われているようですが、これから実ガスで10倍の規模にスケールアップされるということですが、そのとき、現段階で実際にスケールアッ

プしたときのリスクとか課題とか、成果を維持するとか、それ以上にするための取り組みとかそのあたりのところの見当はもう付いていて、それに対しても取り組みができていてと理解してよろしいのですか。

○実施者（吉澤） スケールアップするにあたって、吸収材を大量に作るというところもあるのですが、設計側からすると液吸収とは違いましてユニット化するということが一つ課題としてあります。いきなり20m、30mのものを置くわけにはいきませんので供給器の開発を行い、それをできるだけ大きくすることでユニット数を減らすことができ将来的にはコストダウンができるということで、供給器の開発がスケールアップに向けては一つ大きなキーであると考えております。

○芝尾委員 供給器のところはいろいろ評価されているところだと思うのですが、費用的なところを含めて検討されているというところですか。

○実施者（吉澤） まずは定量的に供給できるということ、吸収塔の中の粒子が均一に落ちていくということ、それから破碎しないということ、そういったことに注目しましてまずは候補を選んでおります。大型化というところもメーカーと今協力しまして対応しているところですが、なかなか実績のないものですので、新たに大きくできるか、定量的に供給ができるかなど今メーカーと一緒に開発しているところでございます。コストについても我々は常に念頭に置いて開発を行っております。

○梅田委員 今回のスケールアップの倍数のところがちよっと気になっておりまして、一般的に私ども電気事業者で火力プラントにおいて新しい技術を開発するときのスケールアップというのは、経験則で10倍を超えないというのが今までの過去の歴史としてあって、段階的に規模を上げていく中でどこかに書き物があるわけではないのですけれど、我々の経験則として、基本的には7とか8とかという数字は安心感をもつのですが、2桁いかないということに結構こだわりがありまして、ここで10というのを聞くと若干の不安を覚えるところがあります。この10倍にとられた何かしらの根拠があれば教えていただきたいのと、最終的に今設計されているのが40t/dayですよね。この今のベンチスケールは今、規模でいうと何t/dayなのですか。

○実施者（吉澤） まず規模としてはベンチスケールで3～5 t/dayぐらい、約4 t/dayです。3～5 t/dayで我々は設計して実際そういう数字が出ておりますので狙いどおりの性能が出ているところでございます。

次に10倍というところで、先ほどの供給器にもちょっと関連するのですけれども、液体

と違いまして固体のハンドリングを慎重にやっけていかないといきなり大規模スケールにもって行くのは大変で、我々もこのように大規模にするのは初めてですのでまずは10倍という指標を出させていただきました。ご経験されている7倍、8倍というところは参考になりましたのでそこを含めてまた考えたいとは思いますが、我々としては10倍という切りのいい数字を出させていだいたところでご理解いただけますでしょうか。

○梅田委員　今のベンチスケールの規模を幾つの数字で考えるかというところなので、5 ton/dayとってしまえば8倍にしたと言える話なのでそこは設計上の考え方であり、無理に10倍にする必要はないとは思いますが、設計上、先ほどいわれたように課題とかがあればそのリスクを排除することを考慮された上で最終的にこの40ton/dayというのを選択したという考え方がしっかりしていれば問題ないかと思っております。

○実施者（吉澤）　はい。承知しました。そこは整理させていただきます。

○金子委員　スライドの21ページで順調に進んでいて2.1GJまで来ているということですが、逆にも、1.5GJにいくまでの今後の取り組み事項が書いてありますが、逆にまだ1.5GJまでいっていないのにはどういう背景があるかを確認したいのですが。

○説明者（余語）　まず、先ほどお示ししましたとおり、ラボ試験装置では1.5GJを達成しておりますので、1.5GJはできることは間違いなしですけれども、最初にお示ししましたとおり固定層で切替え式の装置で実験をしております、この固定層を移動層にしてスケールアップするということでも我々が運転していた固定層の運転条件や切替え時間、運転方法が川崎重工業さんの移動層とは全然違いますので、そこを今一生懸命やっています。我々が小規模で固定層でやった状況が移動層のベンチ試験で実現できるようにするためにはどういう条件にしたらいいか、その最適条件を探っているという感じです。

○金子委員　わかりました。ありがとうございます。

○川上座長　実際に再生できるのは必ずしも100%ではなくて、それは当然エネルギーのような問題がありますからあるところとめると思うのですが、そのときに残ってしまった、例えばCO<sub>2</sub>のようなものが長期ランしているときに何か問題になってくることはないのですか。

○説明者（余語）　実ガス試験でどういう影響があるかは実ガスで長期試験をしてみないとわからないところはあるのですが、我々のシステムでも、ある程度げたを履いたところで運転しているのですが、条件を変えながら、1ヵ月、2ヵ月ぐらい運転した範囲内で

は影響はみられませんでした。もっと長期的な面では、長期に試験をしてみないと分からないところはございます。

○川上座長 材料としては確定で今後改善していくことはないのか、それともまだ材料自体を変えていって更にもっと低い分離回収エネルギーを目指すのか、どのような考えなのでしょうか。

○説明者（余語） 材料開発は常に継続していくつもりです。アミン自体は我々は非常にいいものであると思っておりますが、今後ベンチで何か問題が出たら変えなければいけない可能性はあります。一の課題観点としては、担体のコストダウンが必要だと思っております。メーカーとよりコストを下げるため、大量に製造が可能な方法はどんなものがあるかとかの打ち合わせもしております。どちらかというとなんか調整していく可能性は高いです。アミンについても、例えば劣化抑制剤のようなものを少し添加するなどはあり得ると思います。

○川上座長 最終的にもっとコストを下げていくといったときにはアミンと担体、どちらのほうが重要な因子になるのですか。それとも実際、最適化とかいろいろなファクターが入ってきますがそちらのほうで改善できるのですか。

○説明者（余語） 両方必要と考えています。

○金子委員 特許を取られたということですが、今後こういう技術というのはマネされやすいのでどんな形や材料でとっているのか、それともプラント全体のプロセスで取られているのでしょうか。

○説明者（余語） 我々は材料で出願しております。それとは別に川崎重工業さんがシステムでも出願されています。我々の材料と川崎重工業さんのシステムとを合わせたものはこれからの予定です。

○芝尾委員 1点質問というか今後の進め方にも絡むのですけれどもこれから技術的な課題もあると思うのですが、今はメーカーさんとかが入っているのでしょうかけれども、これから何かあったときに皆さん関係者の方以外の知見とか技術とか、そういったものがあれば技術的なところをオープンに聞くなど、オープンイノベーション的な情報をとって来るとか、協力するとかそんなことまで考えていますか。

○説明者（余語） もちろん、そういった必要性が生じれば、当然取り込んでいくつもりでございます。

○芝尾委員 なるほど。そういう姿勢でやられている。

○説明者（余語） はい。本事業の研究推進委員会で外部有識者の方にご助言をいただいておりますが、この中にはCOURSE50のプロジェクトでPSAをやられていた方もおられまして、そういった視点でコメントをいただいたりもしております。

○芝尾委員 とにかくオープンになるべく、いろいろな技術を知っている方のコネクションを使いながら協力してもらおうとか、そういった体制を整えながらやっていただきたいと思っています。是非、そのあたりを検討いただければと思います。

○説明者（余語） ありがとうございます。

○梅田委員 先ほど知財の関係の話が出たと思いますが、スライドの40ページに事前評価の意見がありますけれども、この4番目の「プロジェクトを非独占実施とすることは参加企業のインセンティブを損なう恐れがあるため」ということが事前評価の意見が出ているということで、これ自体は確かにそうだなと思うのですが、逆に捉えるとそのプロジェクト内で共有できないがゆえにプロジェクト全体を前に進めるのに制約になるという側面もあったりしてはいけなかなというところもあって、そこら辺りがどうなのかということと、対応として「管理・運用を適切に実施」というところが何か具体的な知財の管理方法とか考えがあればお聞かせ願えますか。

○説明者（余語） 知財に関しては、特許審議会というものに、特許を出願する際、今は川崎重工業さんとRITEの2者でそれぞれ代表者が出まして、知財の取り扱いをどうするかをその都度決めていくという方式にしており、そこで異議が出ないよう、全会一致で決めることにしております。

## ②二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業

○加納委員 分離膜の性能についての基本的な話を聞きたいのですが、6ページのところでこれは以前のフェーズのデータなのでしょうか。中圧条件のデータなのですか。

○説明者（甲斐） そうです。前事業の高度化事業のデータです。

○加納委員 その現在の分子ゲート膜の性能が過去の分子ゲート膜の性能からかなり飛躍的に大きくなったと。このあたりはどういう改良をなさったのですか。

○説明者（甲斐） 公開できない内容もございますが、このフェーズではまだ基盤技術ということで材料を選んでいくという作業をしております、よりCO<sub>2</sub>が透過しやすく、ヘリウムが透過しにくい材料をと半分はもちろん理屈を考えていますが、いろいろ試行錯誤

誤的に行っております。

○加納委員 スクリーニングされているということですね。

○説明者（甲斐） そうです。スクリーニングをして性能を上げてきたということです。

○加納委員 先ほどの2.4MPaAの実験のところではヘリウムとCO<sub>2</sub>の組成が今の中圧条件のものと違うのですが、何かこれは理由があるのでしょうか。

○説明者（甲斐） これはこの時点の検討でも、CO<sub>2</sub>の透過性能がCO<sub>2</sub>の分圧依存性で評価できるらしいということがもうわかりつつあった時期で想定しているCO<sub>2</sub>濃度40%で、2.4MPaAのときのCO<sub>2</sub>の分圧が大体960kPaぐらいに一番分圧の高いところがあると。それになるべく合わせようと思ますと、大体中圧でなるべくCO<sub>2</sub>分圧の高いところでやろうということでここを80%にしました。これ以上というか、例えば100%にするともう分離性能がわからなくなりますので、なるべく高いところでCO<sub>2</sub>/He組成比を80/20としています。

○加納委員 高圧ではそれが低くなったというか、CO<sub>2</sub>の濃度が40%になっていますが。

○説明者（甲斐） そうですね。もともと40%を考えていたので40%に変更したということです。

○加納委員 あと、 $\alpha$ の値が20弱ぐらいですか。

○説明者（甲斐） そうですね、CO<sub>2</sub>の分圧が一番高いところではその程度です。

○加納委員 先ほどのデータだとまだ水素が通ってしまうというという結果なのですか。そのあたりの値というのはどういったものなのでしょうか。

○説明者（甲斐） この分離係数、透過ガスのCO<sub>2</sub>濃度といたらよかったです、透過ガスのCO<sub>2</sub>濃度としては高いのですけれども、分離係数というのは別の式で書くと供給ガスの濃度比分の透過ガスの濃度比となるので、分離係数というパラメーターで表記すると、ちょっと小さい数字になるので。目標としている透過ガスのCO<sub>2</sub>濃度は、 $\alpha$ が20~30であれば超えてきます。低い分圧のところはその分 $\alpha$ が上がらないといけないのですけれども、それは実験データのほうも上がっていますので全体として透過ガスのCO<sub>2</sub>濃度のほうも目標達成することができているということです。

○加納委員 では、水素自身は、その2.4MPaAのところであったとしてもそれほど透過してしまうということはないのですか。

○説明者（甲斐） そうですね。こちらでの透過ガスのCO<sub>2</sub>濃度の目標は95%としておりまして、5%は水素が出てよいという目標になっております。それでこのぐらいの $\alpha$

のときはプロジェクトの目標は達成できております。

○加納委員 わかりました。ありがとうございました。

○芝尾委員 ちょっと教えてほしいのですけれども、赤い丸の58cm<sup>3</sup>ですか、その左側の部分ですけれども、その1,500円、このCO<sub>2</sub>分圧の高い範囲の中に赤のほうでばらつきとか、その下のほうの点が幾つかあるのですけれども、その差というのは何でしょうか。

○説明者（甲斐） 実はこれ、この58cm<sup>3</sup>のもので3回の試験を行ってございまして、（グラフを指しながら）こういうデータセットと、こういうデータセットと、こういうデータセットがございまして。それで、先ほどベストデータという申し上げ方をしたのは、そういう意味で膜によるばらつきがあったのですが、その中で最もよい性能のものが、この一番上のこのラインになります。そこでターゲットが達成できたということになります。

○芝尾委員 そのばらつきについて、原因は何か、そのあたりは大分わかってきているのでしょうか。多分、安定的に作っていくと課題になってくる部分ではないかと思うのです。

○説明者（甲斐） そうですね。これは前事業の高度化事業で、もう3年前ぐらいの成果ですけれども、一つは膜厚なども関係しているらしいということは最近の検討でわかってきてまして、そのあたりをコントロールすると、大体性能としては近いところに来ます。今は連続製膜でより大面積を同じように作ろうとしていますが、例えば膜厚をよりきっちりと同じようにするということが重要になると考えられます。

○芝尾委員 あと、一つ、耐圧、耐久性のところ、Q<sub>CO<sub>2</sub></sub>の低下率25%/2年ということで、これは一応目標設定しているのですけれども、この根拠は何なのかなど。要するに25%でいいのか、逆に実際に使用していくときは当然2年以上使っていくわけでしょうから、どういった観点で目標設定をされているのかという点をお聞きしたかったのです。

○説明者（甲斐） コストを計算するときには4年はもたせたいと思っていまして、それでここはどういう数字を入れるかというのは非常に技術組合の中でも議論がありました。この目標値を決めた時点ではその4年の半分の2年間で25%というのは結構大変な目標だという認識だったので、まずこれがクリアできないとその次には行けないだろうとそういう考え方で決めています。

○芝尾委員 4年間という前提では費用対効果も多分変わってくるでしょうし、その性能比というのが変わってくれば当然全体のCO<sub>2</sub>に対する見地も変わってくるので、そのあたりを今後どのようにやろうとされているのか、プランでもいいのですけれどもいろいろ

検討していただければと思います。

○説明者（甲斐）　そうですね。それはおっしゃるとおりです。まずこれはもう達成しないといけないということで、その後、下がった性能一期待しているのは一定の値に落ち着くのを期待しているのですけれども一、その数字でコスト目標が達成できるようにもっていきたいと考えております。

○金子委員　非常に順調に進んでいるという感じがします。そもそもこういう数字があればちょっとお聞きしたいのですが、最後の費用対効果のところでは50万kWをIGCCにという想定があります。これをkWhに直したような数字というのがありますか。これは発電効率をどういう前提に置くかで変わってくると思うのですが、要するに1,500円の目標を達成した場合に1kWh当たりどれぐらいのプラスで済むのかというような数字があるのでしょうか。

○説明者（甲斐）　すみません。計算したら出ると思うのですが今そういう数字はもっておりません。

○金子委員　なければいいです。今、ここで再生可能エネルギーが非常に下がっているので脱炭素電源としての競争力がどれぐらいあるのかが気になっていて、要するにカーボンコストとの競争に加え、脱炭素電源として、石炭火力のコストにどれぐらい上乗せされるイメージかというのを、もしあれば聞きたかったのですが。

○説明者（甲斐）　そこについてはこれからの検討課題とさせていただきます。現時点では再生可能エネルギーとの比較とか、そういうところはまだしておりません。

○金子委員　わかりました。ではいいです。

○梅田委員　ちょっと確認ですがスライド20で不純物の関係のご説明をいただいたのですけれども、今H<sub>2</sub>Sの確認だけされていらっしゃいますが、それ以外にその上と下にあるCH<sub>4</sub>とCOSですか、これについてはするのもしないのか、必要がないというふうに思っているのかそこをまず確認させてください。

○説明者（甲斐）　COSに関してはH<sub>2</sub>Sよりも低い濃度域で、実ガスの中に入っている範囲では影響が小さいと考えております。

それからメタンと窒素に関しては分離性能としてどの程度出るのかという観点で確認したことがありまして、窒素に関しては、今のもので検討を行っており、CO<sub>2</sub>、ヘリウムに比べて、窒素を使うと選択性は10倍高くなること、つまり窒素はヘリウムよりも分子サイズが大きいので分離係数は非常に大きくなること、また、窒素はCO<sub>2</sub>の透過速度には

全く悪影響を及ぼさないということがわかっています。メタンに関しては前事業のときに少し検討したことがあるのですが、そのときもCO<sub>2</sub>の透過速度には全く影響がなく、メタンは窒素よりは透過するのですがヘリウムよりは透過しにくいという結果があるので、多分今やっても同じような結果になると思っています。

したがって、この中で残っているのは一酸化炭素で、文献ベースでみる限りそんなに影響はないのではないかと考えているのですが、このあたりは実際に実ガス試験をやることで確認したいと考えております。

○梅田委員 わかりました。それで、このH<sub>2</sub>Sの曝露試験の期間が7日間となっているのですけれども、ここらあたりの数字の相場観がよくわからないのですが7日間というのは十分な期間となるのでしょうか。

○説明者（甲斐） 7日間だと長期という意味ではわからないのですが、アミノ基などと反応があって、悪い影響はすぐに出るのではないかなと考えていまして、そういう短期的な悪影響という意味では7日間は十分長いだろうということと、硫化水素の濃度をこの時点ではあえて高目の500ppmにして7日間で影響が出るかというのを検討したということです。実際は実ガス試験をどのくらいの長さでできるかというのがありますが、実際の30ppmぐらいで、なるべく長期間、透過させながらみられたらよいと考えているところです。

○梅田委員 わかりました。それから、スライド26で経済性評価をされていますけれども、シミュレーションソフトを用いてコスト試算ということで、実際に膜モジュールを直列多段というふうに書かれているのですけれども、具体的にどれくらいの数なのか、その程度感というのはあるのでしょうか。

○説明者（甲斐） 数は何千で、数としてはかなり多い。だから、エレメントとして何千とか、そういう数のエレメントを準備するということになります。それはこの処理する量に関係があるのですけれども、処理する量が増えればそれに比例する形で必要となる膜エレメントの数が増えるイメージになります。

○梅田委員 最後に確認なのですが、体制のところのご説明をいただきましたけれども、27年度と28年度の体制があって、29年度は28年度と同じという意味でしょうか。

○説明者（甲斐） はい。同じでございます。

○梅田委員 わかりました。

○加納委員 コスト試算の関係なのですが、先ほど24ページで2.4MPaのガスが供給されることで試算をされているというところで、ここに圧縮機というのが入っているのですが、

そこについてはエネルギーとかコストに入っていないということでしょうか。

○説明者（甲斐） 実際には、想定している実機の I G C C は 2.4MPa の圧力になるのでそこでは圧縮機は不要となります。ただし、実ガス試験が可能なサイトをみますと小さなガス化炉はあまり圧が高くないことがございまして、必要に応じて圧縮機を入れる場合があります。

○加納委員 そのときに、この場合にはそのエネルギーも考慮して評価することになるわけですか。

○説明者（甲斐） 実ガス試験の場合は実際は膜エレメントが 1 本、2 本のレベルになりますので、実ガス試験そのものは最終的にはエレメントとして性能がどうなるのかという話で、不純物に対してどう影響が出るのかをみるのが一番大な目的です。実ガス試験では、圧縮機のコストは考えずに、ここで得られた分離性能や経時変化の状況を見て、それを実際の大きな規模に当てはめたときのコスト試算を考えております。

○加納委員 膜のコストというのか、製造費というのか、先ほどの大きな規模で生産したときのコストという形で計算されるということなのですか。

○説明者（甲斐） そのとおりです。このアウトカムの目標なども実用化段階においてということになっておりますので、コストの前提も大量に生産できるフェーズでとなっております。

○加納委員 わかりました。ありがとうございます。

○川上座長 多分これから細かい設定をされるのだと思うのですが、例えば 16、17、18、19（ページ）と実験をされていて、それぞれの膜性能がみんな違いますよね。多分評価系もみんな違ってくるので。具体的に、例えば透過流量としてはどれくらいで選択性がどれくらいかというのはもう決まっているのですか。

○説明者（甲斐） 途中で申し上げましたように 90% 回収では、分離性能の濃度依存性の考慮が必要なのですが、一応我々の指標として考えていますのはこういうデータに出てきているのは基本的に 2.4MPa で、CO<sub>2</sub> 濃度は 40% という、入口の濃度で、分離性能が一番低目になってしまうところを基準にしているのですが、そこで CO<sub>2</sub> パーミアンスが  $1 \times 10^{-10}$  という数字が出るということが指標になっています。連続成膜によって少し膜厚が厚くなったとこともあり、一旦ちょっと低目の CO<sub>2</sub> パーミアンスになりましたが、（グラフを指しながら）例えばここでも  $6 \times 10^{-11}$  ですが、今年度に入りまして膜厚をコントロールしまして、 $9 \times 10^{-11}$  で、かつ 600 時間という結果が出ております。最近では膜圧に留意

することにより  $1 \times 10^{-10}$  という指標が繰り返し出るようになってきています。

○川上座長　そこを指標にしてやるということですね。それから、当然さらにもっと性能を上げようとするので薄くするとか、いろいろなことが必要になってくると思うのですけれども、流量を上げるとかですね。16ページのところだと、必ずしも薄くしたのに対してその性能は出ていなくて、多分高分子膜の場合、圧密化が起きてくるので、なかなか膜厚を薄くした分だけ透過流量が上がるということは結構ないのですね。選択性が上がっているから、多分これは圧密化が起きているのかと思うのですけれども、そのあたりはトライアンドエラーで、実際にどれぐらいの膜厚に設定するかを決めていくということになるのですか。

○説明者（甲斐）　そうですね。公開の場ではお話しできない内容もありますが、方針としてはある程度、膜厚も含めて決まってきたところで、性能を上げようとしているところです。それで、追加資料で、今年になってからの性能で、今は選択性のほうも28年度の成果、あと高度化事業と比べても上がってきていますし、透過速度に関しても、高度化事業のベストデータに近いものが大分出てきていることを確認しております。方針どおりに性能が—（グラフを指しながら）こちらがCO<sub>2</sub>のパーミアンスで、こっちが分離係数で、連続製膜した当初は透過速度が結構落ちてしまったということがあったのですが、大分上がってきていて、どう上げればいいのかもわかってきているというところですので、引き続きそういった知見を使って最終的にはコストの目標に到達できるように進めたいと考えております。

○金子委員　全体を通して、これは経産省さんのほうにというか、何回かこのCCSの評価委員をやらせてもらっているのですけれども、一方、ここに来て、再生可能エネルギーのコストがすごく下がっているから、これまではコストは、割と炭素コスト、炭素税とかとの見合いで私はイメージをしていたのですけれども、最後に質問させていただいたのですけれども、割と再エネのほう大量に安くできそうな雰囲気海外ではあるので、kWhあたりの発電コストが実際このCCSを乗つけた場合に幾らになるのかというところが、炭素税とは別に、要するに脱炭素燃料としての長期戦略を考えるときにイメージしたいなという感じがしてまして、一定の条件を置いて、そういう数字は多分できるのだらうと思うので、もし経産省さんのほうでそういう数字をつくれるのならぜひ見てみたいなど。要するに、1,500円でCO<sub>2</sub>の分離を達成した場合に、あと地中に埋めるコストを大ざっぱに置いて、IGCC-CCSの1kWhあたりの発電コストが、どれぐらいの競争力になるの

かをみたい気がしまして、もしそういう数字が大ざっぱでもあれば、ご用意いただけるといいなと思いました。

○菊地調査員　今いただきましたご質問の資料については、内部で確認しまして、もし、提供できるような情報としてあれば、ご連絡させていただければと思います。

○川上座長　次回もありますから、そこまでにそろえていただければと思います。

(5) 今後の予定について

評価コメント票の提出期限を平成29年10月18日とすることを確認した。また、第2回評価検討会を平成29年11月29日14時30分から開催することとした。