

第1回 平成27年度二酸化炭素回収・貯留分野評価検討会（2）
議事録

1. 日 時 平成27年12月10日（木） 9：30～12：00

2. 場 所 経済産業省別館6階 626・628会議室

3. 出席者

（検討会委員）〔敬称略・五十音順、※は座長〕

※ 宝田 恭之 群馬大学大学院 理工学府環境創生部門 教授
梅田 健司 電気事業連合会 技術開発部長
（代理：山田 望 電気事業連合会 技術開発部 副部長）
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
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）〔敬称略〕

中尾 真一 公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）
化学研究グループリーダー
佐藤 謙宣 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
後藤 和也 RITE 化学研究グループ 主任研究員
甲斐 照彦 次世代型膜モジュール技術研究組合（MGM） 技術部長
田中 豊 日本 CCS 調査株式会社（JCCS） 技術企画部長
澤田 嘉弘 JCCS 苫小牧建設部長

（事務局）

産業技術環境局環境調和産業・技術室

課長補佐 川端 尚志

(評価推進課)

産業技術環境局技術評価室

技術評価専門職員 江間 祥三

4. 配付資料

資料1 平成27年度二酸化炭素回収・貯留分野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

資料4 評価方法(案)

資料5-1 「二酸化炭素回収技術高度化事業(二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業)」の概要

資料5-2 「二酸化炭素回収技術高度化事業(二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業)」の概要

資料5-3 「二酸化炭素削減技術実証試験事業」の概要

資料6-1 「二酸化炭素回収技術高度化事業(二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業)」終了時評価用資料

資料6-2 「二酸化炭素回収技術高度化事業(二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業)」終了時評価用資料

資料6-3 「二酸化炭素削減技術実証試験事業」中間評価用資料

資料7 技術評価書の構成について

資料8-1 評価コメント票(二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業)

資料8-2 評価コメント票(二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業)

資料8-3 評価コメント票(二酸化炭素削減技術実証試験事業)

資料9 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3-1 平成24年度 二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業 中間評価報告書

参考資料3-2 平成24年度 二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業 中間

評価報告書

参考資料 3-3 平成23年度 CO₂固定化・有効利用分野技術に関する施策・事業評価報告書

5. 議事

(1) 開会

事務局から、事務局・研究開発実施者等の紹介が行われた。

宝田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、配付資料、議事要旨を原則公開とするが、知的財産や企業戦略等に係る内容のものが生じた場合は、座長の判断で該当部分を非公開とすることが了承された。

(3) 評価の方法等について

事務局等から、資料3、4、7、8、9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) -1 プロジェクトの概要について（二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業）

事務局（川端補佐）及び実施者から、資料5-1により、二酸化炭素回収技術高度化事業（二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業）の概要について説明があり、以下の質疑応答がなされた。

○芝尾委員　今ラボレベルでかなり非常にいい成績を出しているということで、多分これからスケールアップしていくわけですね。そのときに現段階でスケールアップするときなど、その辺のリスクとか何ある程度想定される場所がありますか。多分いろいろな難しさがあると思うのですけれども。

○実施者（RITE 余語）　現状、実際、実用化研究フェーズというのに移らせていただいております、民間企業さん、具体的には川崎重工さんと一緒にやっておるの

ですけれども、それはもうこの基盤技術研究フェーズの最終年度からいきなり実用化研究フェーズに入って、役に立たないというのでは困るので、19 ページにございますような評価試験装置、これは実際に民間企業さんで保有の試験装置ですけれども、ベンチ試験に投入する前にどういうことを把握しておかなければいけないかというのを一通り検討しております、それに対しての課題も出ております。我々は評価試験装置、12 ページの連続回収試験装置というので、ちょっとみにくいのですけれども、我々が独自につくった固体吸収材の造粒体です。これはいわゆる粉をバインダーでペレット成型したものですけれども、これの共同試験をやっていただきまして、アルカリ強度試験とか、磨耗試験とかいうのをやっていただいたのですけれども、固定床として使うには十分な強度をもっているのですけれども、今度実用化研究で想定しております移動床に使うとすると、ちょっと強度を上げたい。移動床の場合は磨耗とかでだめになる可能性がありますので、そこを何とかしなければいけないということで、今その単体の改良を実は実用化研究フェーズで行っております。

アミンの自体の性能に関しては極めていいということがわかっておりまして、これはむしろ大量に、こういう材を大量に安価に合成するところを今どこにつくっていただくかという、その調整をしております。

さらにその想定しているコストがある一定レベルのコストがあるのですけれども、そこよりも下がらなかったときはいろんなチョイスがありまして、ここには書き写しておりませんが、市販のアミンのブレンドで非常に効果が上がるという、そういう試算も出ておりまして、コストとスケジュールと、いただいた予算とのすべてを総合勘案いたしまして、一番いいものを使おうということで今は進めております。

○芝尾委員　ありがとうございます。

かなり先にいろいろ手を打たれてやられているのですね、非常にいいことだと思います。

○実施者（RITE 余語）　中間評価のときに、プロセスとコストをもうちょっと実用化試験のことを考えてやりなさいというご指摘をいただきまして、それに沿ってプランを修正させていただきました。

○川端補佐　その点に関して、中間評価を 28 ページから先に記載をしてありますので、もしよろしかったらこちらもごらんください。

○宝田座長　よろしいでしょうか。

ほかに何か。

○金子委員 1点だけ確認です。

今後移動層型にいつているということで、現在固定層ということで、この写真のものがそうですね。12ページの写真、これは固定層でやっている。

○実施者 (RITE 余語) 12ページです。これは単に筒の中に材料が詰めてあるだけです。

○金子委員 それではバッチ式のようなイメージ。

○実施者 (RITE 余語) バッチ式です。

○金子委員 バッチ式で吸収して、これを今後スケールアップすると同時に移動層でやっていこうということなんですね。

○実施者 (RITE 余語) はい。

○金子委員 そこへ、ちょっと飛躍がありますけれども、循環、先ほどもありましたけれども、そこはもうクリアできるということですか。

○実施者 (RITE 余語) その移動層に関しましては、実用化研究フェーズでは川崎重工さんと一緒に組んで移動層システムというのをつくりあげていく予定で、今実際に動いております。川崎重工さんは、いろいろこういう固体のハンドリングの技術をたくさん保有しておられまして、実際に20ページのベンチ試験装置、KCC移動層ベンチ試験装置と書いてございますけれども、川崎重工さんも独自にこれまで固体吸収材で移動層方式というのを検討されておられまして、移動層に関してはかなりのノウハウをもっておられまして、国際会議でもこのCO₂の回収でこのシステムに関して報告をされておられます。それで川崎重工さんのもっていらっしゃる今までの技術と、この試験装置と、我々の材をうまいこと融合させれば、もっといいものになるのではないかと期待しております。

○金子委員 わかりました。

要するにもう川崎重工さんのほうである程度移動層の技術をもっていらっしゃる。

○実施者 (RITE 余語) ご経験があるので、それでアドバイスをいただいて今、材の改良に取り組んでいるということです。

○金子委員 実際、固体、どれぐらいの大きさのボールみたいにするとか、それは今後最適化していくということになりますね。

○実施者 (RITE 余語) そうです。

○金子委員　もう1点、発電効率の問題がありましたね。17ページで4%台まで下がる可能性が出てきたということですが、このレベルまで下がれば、いわゆる発電事業者さんはかなり受け入れられる。

○実施者 (RITE 余語)　いや、1%でも下がったら受け入れてくれないと思います。それは全く発電事業者さんにとってインセンティブの働かないことなので、それは極端な話、0でも嫌というのが発電事業者さんのご意見です。それはトラブルの原因になる余分なものをつけたくない、安定的に電力を供給する義務があるので、その妨げになるようなものをつけたくないというのが発電事業者さんからの本音レベルのコメントです。

ですので、これは本当に導入するためには、できる限り技術的にここまで下げられるというところをやはり国主導で研究開発をさせていただいて、下げられるところの限界ぐらいを見据えて、その上で、やはりそれに対して何らかの政策的な導入をしていただかないと、こういうものを導入していくためのインセンティブは働かないと私は個人的には思っております。

○金子委員　わかりました。

○宝田座長　よろしいでしょうか。

ほかにございますか。

○芝尾委員　非常に重要なポイントのところだと思うのですが、その辺のところの発電効率については。今ここはかなり成績がよくなっているというのですが、実際、感覚としてですが、ポテンシャルとしてどのぐらいまで可能性というのが今の読みとしてあるのでしょうか。多分それが達成できるかどうかを別にして。

○実施者 (RITE 余語)　実際、固体吸収材の吸収液も今大分大規模の実証が海外、どちらかというと海外でたくさんやられておるのですが、一昔前は3. 何G jとか、4 G jに近いようなものだったのですが、2 G j 台という報告が大分出てまいりました。ですので、それとこういう小さいラボレベルですと2 G j を切ったとか、2 G j ぐらいが出たという話が出ておりますので、やはり2 G j ぐらいのところは、大規模にやったとしても、そこぐらいまでは落とせるのではないかと思います。我々は1.5 G j を目標として掲げており、この辺が限界かなとは思っておるのですが、それ以上上げようとする、やはりどこからか余っているとか、未利用の活用できない廃熱を使うしかない、そのためには、それをすると1 G j 切ることは可

能だと考えているのですけれども、そのためには再生の温度が 120℃の蒸気では使えないので、やはり 100℃以下というか、今回、我々が提案しているのは 60℃ということですが、それくらいのものであれば、ひょっとするとさらに下げられる可能性があるのではないかな、そういう追求でございます。

発電所で余っている廃熱があるからそれを使ったらどうではないか、発電所にはいろいろあるのではないかとということで、我々もいろいろ調査しているのですけれども、発電所で余っている熱というのはほとんどなくて、あと使える発電所で余っている熱があるとすると、復水器のところでロスがあって、そこに手を入れないと、だから発電所の構造を変えてもらわないと有効利用できないのではないかと考えております。

○芝尾委員 ありがとうございます。

○宝田座長 いかがでしょうか。他には、よろしいでしょうか。

私からちょっと細かいことかもしれないのですけれども、教えていただきたいのは、今のこの固体吸収材というのはサイズがどのぐらいで、担体の大きさは。この写真で見るとミリ単位ぐらいなのですが、そのぐらいのサイズでやられているのでしょうか。

○実施者 (RITE 余語) 我々が評価に使っているのは、いわゆる俵型の造粒体のサイズですので、長さがせいぜい 1 cm 以内ぐらいの径が 2 mm ぐらいのものです。

○宝田座長 そこにこのアミンの化合物というのはどのぐらいの割合で、例えば容積当たりとか、重量当たりだと。

○実施者 (RITE 余語) 重量当たりですと 60%ぐらいか、もうちょっと少ないくらいです。バインダーも含めると 50 数%ぐらい入っております。

○宝田座長 普通の吸収法に比べて吸収塔の大きさというのはどうなのですか、余り大きくはならない。

○実施者 (RITE 余語) 大きくなると想定をしております。想定したサイズがあって、具体的な数字は今覚えてないのですけれども。

○宝田座長 アミンのインベントリーで決まると思うのですけれども、どのぐらいかなと思ったのです。

○実施者 (RITE 余語) 大きくはならない。思ったほど小さくはならないのですけれども、大きくはならないというレベルです。

○宝田座長 なるほど、あとはこれは再生を繰り返したときに、担持してある化

合物がだんだんなくなるとか、そういうことはどうですか。

○実施者 (RITE 余語) それも重要な指摘だと思っておりますけれども、それを避けるためにポリアミンで沸点が高いもので飛んでいかないものを担持しております。それにすることによって、しかも低温で再生しますので、吸収液等でいわれているようなアミンの蒸散とか、そういうリスクも下げられるのではないかと期待しております。

○宝田座長 これは何回か繰り返しテストはやられているのですか。

○実施者 (RITE 余語) 12 ページのところでも少しスキップしてしまいますけれども、この連続回収試験装置では、条件を変えて、3塔に詰めて、例えば入り口の温度を変えたりとか、再生の条件を変えたりとか、サイクル単位も変えたりとかして、3カ月いろんな条件で動かしました。PSAをやったり、VSAをやったりとか、いろいろ動かして3カ月後に取り出して再度性能確認をしたところ、ほとんど劣化はしていないということを確認しております。

○宝田座長 わかりました。

○実施者 (RITE 余語) ただこれは模擬ガスですので、実際実ガスですと、一番懸念されるのはSO_xでございます、そのSO_xの影響も、我々のアミンは、末端が、いわゆる1級のアミンですとSO_xの影響を非常に受けやすいのですけれども、2級のアミンを使っておりますので、非常に影響を受けにくいということと、前段でSO_xを何ppmまでにすれば寿命に対して影響がないのかというのも、これもこれから精査していこう、ベンチ試験に向けてそこを精査していこうとしているところです。

○宝田座長 なるほど。

もう1つ、最終的には移動層か流動層ということなのですが、そのための担体はまた別途開発をこれからされていくような、それとも今までのものでも十分できそうかというような。

○実施者 (RITE 余語) 今、これだったら使えるのではないかというものが幾つか候補がございます、その最適化をやっているところですので、全くこれからゼロから開発するというものではございません。

○宝田座長 これはあんまり小さいとやはり問題なのですか。ですから、FCCなんかだともっと細かいのを循環利用ずっと石油会社さんやられていますけれども、やはりある程度大きさは大きいほうがいいのですか。

○実施者 (RITE 余語) 余りにも小さいと、どこかに目詰まりというか、つなぎ目のところで詰まったりとかして動かすのに不具合が生じると聞いておりますが、その具体的なサイズまでは私は把握しておりませんが、ある程度の大きさであればいいのかなと。

○宝田座長 ある程度のこのくらいのサイズであれば、いわゆる吸収しているときの固体内への拡散というのはそれほど意識しなくても大丈夫なぐらい。

○実施者 (RITE 余語) 大丈夫です。

移動層にしたときに十分な速度があるということは確認しております。

○宝田座長 固定層で多分破壊曲線をとればすぐわかると思うのですけれども。

あともう1つ、コスト、やはり最終的にはどうしてもコストになると思うのです。この回収コスト、固定費と変動費の足し算になっているのですけれども、この割合というのはどのくらいのことを想定したら、こういうのは吸収材が高いから固定費は高いのかなと思うのですけれども、その分、再生のエネルギーが少なくなって、普通の関係種のほうとバランスが変わるのかなと思うのですけれども、いかがでしょうか。

○実施者 (RITE 余語) 詳細覚えておりませんが、固定費と活動費の割合は、おおよそ半々ぐらいだったと思います。

○宝田座長 こういうのは、なかなか私は経験がないので難しいと思うのですけれども、プラントだと利益が上がってきて、何年でそれは回収するとできるのですけれども、これははっきりいえないのですね。プラントの年数というのはどのくらいに想定してやられるのですか。例えば固定費の設備を。

○実施者 (RITE 余語) 12年でしょうか。

○宝田座長 10年でもう1回つくり直すようなことなのですね。

減価償却はいかない。

○実施者 (RITE 余語) 減価償却が12年でコスト試算をしているということなので、12年以上使えば、20年使えるのならばもっとコストは下がる。

○宝田座長 利益を生み出さないでしょう。だからどうやって償却していくのかな。

○川端補佐 そういう意味では、温暖化対策として。

○宝田座長 インセンティブとすればそれで償却していく。これはこのプロセスだけに限らずCCSはみんなそうなのです。

○川端補佐 多分CCSをどうやらなければいけないかということだと思うのです

けれども、大きな話としては、日本としてどのぐらいCO₂を減らさないといけないかというのがある、その中で、ではCCSがどのぐらいの寄与をしなければいけないかというところで、多分CO₂の削減のコストの安いものから順に入れていったときに、CCSがこのぐらいのコストで入るというのがあるということで想定をされていくのだと思いますので、単純に今の利益がどう出るのかということでの計算がなかなか現段階ではしづらと思います。

○宝田座長　　ちょっと難しい感じがして、わかりました。

でも非常に性能がよくて期待できそうですね。

○実施者（RITE 余語）　　ありがとうございます。

（４）－２ プロジェクトの概要について（二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業）

次に、事務局（川端補佐）及び実施者から、資料５－２により、二酸化炭素回収技術高度化事業（二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業）の概要について説明があり、以下の質疑応答がなされた。

○芝尾委員　　読み方も含めて教えてほしいのですが、19ページの目標達成領域のところ、単膜のカーブと、しかも1.2cm²と58と、あとモジュールがありますね、ここの読み方なんですけれども、単膜の例えば1.2とか、モジュールのほうが下のほうにきてということは、それは目標達成が難しくなった傾向にあるとみえるのですけれども、そういうふうに。

○実施者（MGM 甲斐）　　ここは昨年度、実際の2.4MPaという高圧条件ではやはりかなり苦労いたしまして、それでモジュールに関してはここに書いてあるとおりで、達成からはずれていますので、そこはモジュールに関するところは今の実用化の現プロジェクトのほうで仕上げていきたいと考えております。

ですので、ラボレベルというのは、単膜という意味が含まれているのですが。

○芝尾委員　　ラボレベルのほうでは一応目標達成というか、実用化のほうでまだ改善が必要だということなんですか。

○実施者（MGM 甲斐）　　そうですね、モジュールとして性能をコスト目標を達成

するものを仕上げていくのは持ち越して今やっているところでございます。

○芝尾委員 30 ページのほうの図を見ると、モジュールは実際、8 インチモジュールでつくられるということですか。

○実施者 (MGM 甲斐) ここは実際に最終的なイメージということで8 インチ、だから直径 20cm のものでつくったときに、どのぐらいのサイズになるかということをつくっております。

実際は実用化研究の中でも実際のモジュールはどうしていくかというのは、まだ検討もしておりますので、実際このモジュールの形でいくかどうかというのは、最終的には現プロジェクトの中で決まってくると思っています。

○芝尾委員 スケールアップの中での技術的課題が出てきているということと認識していいのですか、その辺のところを今回実際、実証のほうで改善していかなくてはいけないというのは、そういうふうを受け取っていいのですか、一応ラボではクリアしたけれども、実証スケールアップのところでの技術的な課題が少し出てきている。その辺が今後の多分対応をやるべきこととして認識されて、アクションプランが多分つくられるわけですね。

○実施者 (MGM 甲斐) おっしゃるとおりでございます。

○芝尾委員 終わります。

○金子委員 基本的なことなんですけれども、膜というのと、よく塩水から水をつくるときのあの膜を使った起潮力というイメージがあるのですけれども、要するに高圧をかけてこすということになるわけですね。2.4MP a というのが出てくるのは、その圧力をかけるということなわけですね。

○実施者 (MGM 甲斐) そうですね、2.4MP a という加圧で通すという意味では、海水の逆浸透と似た話になります。

○川端補佐 そもそもこの技術開発のターゲットは、もともと圧があるガスから二酸化炭素をとろうという発想でして、ですので、勢いターゲットが I G C C とか、もともと石炭ガス化してガスをつくる、圧があるガスのところに使うということを想定しているものです。だからわざわざエネルギーをかけて圧をかけるという想定ではないです。

○金子委員 ということは、もともともっているガスの圧力を使いながら 2.4MP a まで耐えられれば実用に耐えるだろう、そういう組成値としてということですね。

○実施者 (MGM 甲斐) そうですね、このプロセスがもともと膜を入れようと思
っているところで 2.4MP a が想定されておりますので、それで 2.4MP a というのが
1 つの大きな圧力の指標となっております。

○金子委員 わかりました。

○宝田座長 よろしいですか。

ほかいかがでしょうか。

○山田委員代理 19 ページ目のところで、単膜の 1.2cm²、単膜の 58cm²の 2 つや
られているかと思うのですけれども、左側をみると、比較的圧力の高いところで 1.2cm²
のものがある程度性能がよくて、実際のところ、右側の選択性能というところで見ると、
モジュールの部分が比較的よくなっているのですけれども、単膜の大きさによっ
て何か性能が大きく変わるというようなことはあるのでしょうか。

○実施者 (MGM 甲斐) 理想的には変わらないはずなのですが、実際は膜
の面積が大きくなってくると、モジュールというのは大きな面積がありまして、ガス
が 1 カ所から入って 1 カ所から出る、そのときに膜全体で同じようにガスが広がって、
均一に分布するかしないかといったところで、一般的にはモジュール化すると、少し
小さい膜よりは性能が下がってくる傾向にはなってきます。

ただ、それでモジュールの性能、左側の透過速度についてみますと、少し単膜より
も低いところにきてはいるのですが、ただ、傾向として CO₂ の分圧を上げていったと
きに少し下がるというような傾向というところは膜の面積によらず同じでございまし
て、なので基本的に同じ特性が発現していると考えています。

ここはまだ高度化事業の中ではできないというか、改良の余地が残ったのですが、
今のプロジェクトの中でモジュールにしたときに、そういう性能が下がるようにとい
うのをなくして行って、もう少し完成度の高いモジュールをつくっていくことが現在
の大きな課題となっているところです。

○山田委員代理 31 ページ目のところにもものすごく具体的なイメージが出ていた
ものですから、何か膜の性能をより引き出すために、何かしら形状であったりとか、
膜の大きさをこういうふうにそろえればとか、さっき 5 cm でとりあえずというのが
22 ページ目にあたりはしたのですけれども、何かそこでもし性能が大きく変わるよ
うなことがあるのであれば、その大きさの最適化も合わせてモジュールの設計をされ
たほうがいいのかなどと思ったのですけれども、何かその辺のところは関連というのは

あるのでしょうか。

○実施者 (MGM 甲斐) おっしゃるとおりでして、そこは知財の関係がありまして詳細は申し上げられないところがありますが、やはりモジュールといっても、その内部構造をどうするかいろいろございます。そのあたりはこのプロジェクトの中でも検討を進めておりましたし、現在もそこをさらに改良するにはどうしたらいいかというようなところはこのシステムの検討の中では実際進めております。

ここのプラントのイメージというのは、今の膜性能で、こういうある形のモジュールを使った場合に、1つのどのぐらいの敷地面積になるのかという試算とか、そういうところも計算しておきたかったということで、だから1つのここはこれが最終形というよりは、現在の状況でものをつくったときに、吸収液に比べてコンパクトになっているということが現時点でもわかる。そういうことを検証したというわけでご理解いただければと思います。

○実施者 (RITE 中尾) ちょっと補足させていただくと、この膜モジュールの構造はスパイラルですが、28ページにあるように、リーフと書いてありますが、膜の1つの単位が1m・1mぐらいです。両面が膜になっているのですが、太いモジュールというのは、このリーフ数がふえているだけです。平膜、単膜と比べてうまくいかないうのは、端っこの部分がよどむとか、そういうものがありまして、必ずモジュールにすると性能は少し落ちるのです。それをどの程度落ちないようにするかというのは、中の流れをなるべく均一にする。その技術が必要で、そこを今やっているのですが、それがある程度できますと、大面積化というのは、8インチにしてもリーフ数がふえるだけなので、基本的に1個ができていって、太くしていても余り性能的には変わらない。きょうはちょっと図がついてないですが、2インチと4インチは同じ性能のところへ出るのです。ただ、単膜よりはまだちょっと悪いというところが課題で残っているということなので、8インチにするというのも海淡の膜なんかでは全然問題なくできていますし、そういう意味で、リーフ数をふやすだけなので基本的には余り問題ない。

長さを長くするというのは、基本的にこういう分野でやらないので、大体1m、ハウジングとして長くとっているのは、たくさん入れているというだけなので、1個ができれば、このリーフ1個の設計がきちんとできれば、太くするのは大体大丈夫、スペンサーとかいろいろ入りまして、その辺の構造でいろいろ変えられるのですが、圧

損が出ないで均一にうまく流す、均一にするにはスペンサーを入れて乱流促進してやればいいのですが、あんまりやると圧損が出てしまうので、これもまたまずい、この辺がモジュールメーカーの腕のみせどころというところで、大分単膜に近づくようになってきていますので、もう少しかな、そういう段階です。

○宝田座長　　よろしいですか。

非常におもしろい膜みたいで期待できると思うのですが、不純物についてはどうでしょうか。今、模擬ガス、きれいなガスでやっているのですが、

○実施者 (MGM 甲斐)　　そこはある程度模擬ガスとか、暴露という形で試験をして、その性能は報告書のほうには入っているのですが、若干下がるとかいうのはあるのですが、当初心配したような大きな低下量ではないので、基本的には大丈夫ではないかということではほぼ達成と考えているのですが、ただ、やはり実際のガスになるといろいろなものが含まれておりますので、そこはこのプロジェクトの中でできませんでした。なので、今の実用化のプロジェクトの中で実際の実ガスを用いて分離試験をしながら、どのような課題が出てくるかということを見て解決していきたいと考えております。

○宝田座長　　ガス精製のあともまだ結構いろんなものが少しずつ入ってきて。

○実施者 (RITE 中尾)　　硫化水素だけみているという、硫化水素だけはCO₂とヘリウムに加えて、一番心配だったので、硫化水素には意外にやられない、まだ期間がそんなに長くはないのですが、ただ、実際のガス化のあれにはもっといろいろ入っていますので、それは今の機能を実ガス試験でやろうという。

○宝田座長　　わかりました。

あとこれは酸素吹きで考えられるのですが、これは空気吹きで窒素が入ったらどうということになるのですか。

○実施者 (MGM 甲斐)　　そこはごくわずかな試験しかしてないのですが、基本的にはCO₂の透過速度については全く変わりませんで、窒素は水素よりも分子サイズが大きいのでということもあるのですが、実際実験結果としても水素よりもさらに通らないということで、選択性はもっと高くなります。したがって、水素に窒素が含まれていても透過速度は影響を受けませんし、分離濃度としても問題ないと考えております。

○宝田座長　　なるほど、では空気吹きでもやれるということですか。面積は大きく

なってしまいますかね。

○実施者 (RITE 中尾) 空気吹きですとCO₂と窒素が残りますので、分圧的には下がるのですね。このラインをみておわかりのように、いいほうにきますので、多分空気吹きのほうがいいのではないかなと思っているのですが、今は一応酸素吹きでしているのです、そういうことです。

○宝田座長 なるほどわかりました。

○芝尾委員 先ほどの固体吸収材で国際特許を出されたということですが、この分離膜のほうはそういった動きはされているのですか、かなりラボではいい成績が出ているということですね。

○実施者 (MGM 甲斐) 特許は今、技術研究組合として戦略特許でもう出願をすんだものもありますし、これからもというところで、そこは組合として出しているところですね。

○芝尾委員 なるほど、モジュールの特許なんかも出せるのですね、多分そうすると。

○実施者 (MGM 甲斐) 出したものも一部ございますが。

○実施者 (RITE 中尾) 膜メーカーさんの考え方もあるのですが、特許を出すのほうがいいかどうかというところも微妙にあるのです。ノウハウで押さえてやっておいたほうがいいか、やはり特許を書くとある程度わかってしまうというところがありますので、思いつくようなことは皆さん大体同じようなことを思いつきますので、モジュール構造ですと。そうすると余り詳細公表して特許を取るほうがいいか、ノウハウでやる、要するにモジュールを買ってきてばらせばわかってしまいますので、モジュール構造というのは。かつて水処理の膜もみんなそうやったので、余り意味がないかなというような気もするので、そこら辺は膜メーカーそれぞれいろいろ考えがあると思うのですが、組合としては、一応特許はもちろん出していますが、国際特許までいって全部押さえるのほうがいいかどうか微妙なところかな、モジュールをばらしてあれしはいけないというのは、それは倫理的にはいいですが、みんなやりますので、そうすると大体わかってしまいますから、あとはそれがつくれるかどうかというあれだけになるので、とってもしよがないなという感じもあります。

○金子委員 もし情報があればですが、膜モジュールの国際的な競合というか、開発状況というのは調べられているのでしょうか。どのくらいの性能のものが既に世界

であるのかという比較はされたりしているのでしょうか。

○実施者（RITE 中尾） ガス分離でCO₂を選択的に通すというような膜については、開発しているのは我々のこの組合のもの、この圧力に耐えるということで、データが出ているのは我々の分だけです。ある会社がやっているというのがありますが、それはどちらかというCO₂メタン、ですから、多分同じようなCO₂水素もそれなりにいくとは思いますが、それはデータが全く公表されてないので、どのぐらいの性能かがわからない。やはり性能を出しているというところでは、これ以外には我々調べてもないのです。

ですから、比較という意味では、そういう意味ではこれしかないというのはそういうことになるのですが、あとはもっとほかの膜、水素と酸素、窒素をすとか、そういうのはもう既に実用的に使われていますので、それは膜の材質も全然違いますし、モジュール構造は似たような構造になっていますけれども、あと水素分離膜、水素、窒素の分離なんかもありますが、それはまた耐圧性や何かが違うというところと、水素、窒素の市販されている膜は、CO₂だと全然分離できなくなりますので、水素がよく通る膜ですけれども、水素CO₂になってしまうと選択性が出なく、若干はありますけれども、だめなので、そういう意味では今、市販の水素分離膜は使えないという状況ですね。

○川端補佐 補足させていただくと、よく情報として出てくるのは、やはり中尾先生がおっしゃったとおり、メタンCO₂の分離膜が多くて、それは天然ガス生産の文脈で開発されているケースがすごく多いようです。我々が調べたところでも、やはり水素CO₂分離というのはほとんどなくて、ターゲットが水素CO₂というところがそもそもほとんどない。あってもまだラボレベル、本当に小さいラボレベルというところの情報しかなかなか拾えてないという状況ではあります。

○宝田座長 大体メタンCO₂系ですね。JFEのプラントなんてCO₂アブソーバが一番でかいですね。ばかでかいのです。

(4) - 3 プロジェクトの概要について（二酸化炭素削減技術実証試験事業）

次に、事務局（川端補佐）及び実施者から、資料5-3により、二酸化炭素削減技術実証試験事業の概要について説明があり、以下の質疑応答がなされた。

○山田委員代理 27 ページ目のところに、3つ目の・のところに、圧入井と観測井の掘削が終了し、圧入試験により年間 10 万トン以上の規模でCO₂を圧入できることを確認したというのは、具体的にはどんな試験をやられたのかということと、あと何かそのデータみたいなものというのは今回、ご提示はないのでしょうか。

○実施者（JCCS 田中） まず、最初の点でございますが、圧入井を掘削しまして貯留層を確認しました。貯留層にまだ二酸化炭素を入れることはできなかったのですが、地層水と同じような成分のブラインというものを圧入しまして、それでどのぐらいの量の液体がその地層に入るかということ进行测试しております。それで換算しますと、2本合わせてですけれども、年間 10 万トン以上は入るということを確認しております。

その試験データにつきましては取得しておりますが、まだ事業の途中ということで、事業が終わりましたら公開する方針になるかと思いますが、その辺は経済産業省様と検討して進めたいと思っております。

○川端補佐 今年度終了時に報告書の形で、何らかの形で公表させていただきたいと思えます。

○宝田座長 よろしいでしょうか。

○金子委員 マネジメント体制のところ、日本CCS調査という会社、位置づけ的にはわかりづらいのですが、これは具体的にどういう役割を負って、今後こういった形でこの会社が発展していくということですか。

○実施者（JCCS 田中） CCS 調査という名前のとおり、CCSの可能な地域をまず探すところから始めています。研究機関からは、2000年の半ばぐらいに、国内では 1461 億トンの二酸化炭素貯留が可能ではないかという報告がなされております。それに基づきまして 2008 年に日本CCS調査という会社が民間によって設立しまして、地下に二酸化炭素を貯留するための実証試験ですとか、技術的な問題について取り組んでおります。

会社設立後、経済産業省様から、どこに貯留をする、実証試験をする場所があるかということで 115 カ所の地点から 3 カ所ほど選びまして、さらに諸般の状況を検討いたしまして苫小牧というところにCCSの実証事業をやっているということが決まりました。その時点で日本CCS調査は、地中貯留の貯留層総合評価ですとか、実証

試験計画の原案に対するものを経済産業省様へ提出しまして、経済産業省様で苫小牧地点における貯留層総合評価及び実証試験計画案というものをつくられてまして、それに基づいて苫小牧事業が開始されております。

○宝田座長 よろしいですか。

○金子委員 ここに研究員を株主の会社が派遣されて、この制度が終わっても存続してCCSの事業性を探っていくというようなイメージでしょうか。

○実施者（JCCS 田中） 現在、苫小牧事業のあとどうなるかということは決めておりませんが、民間企業様から研究員を派遣しておりまして、その方々の協力のもとに事業を進めております。ですから、1つの可能性としては、事業が終われば、もとの派遣されている会社に戻るといったことも考えられるかと思えます。

○金子委員 わかりました。

○芝尾委員 ちょっと違った側面でお聞きしたいのですが、最初に冒頭、契約金額が450で、執行は340とおっしゃって、再検されているとおっしゃったのですが、これは未達というか、安くすることは非常にいいと思うのですが、かなり余っているということですか、それともまだ何かほかに使う予定があるのか。

○実施者（JCCS 田中） 余るという形になります。

○芝尾委員 そうすると、コスト削減は非常にいいと思うのですが、逆にやってないこととかならないのですか、ある程度目標設定があったら、逆に再検することによって何かやれなかったこととか、そういったことはないのですか。本来の当初の計画と比べて。

○実施者（JCCS 田中） 当初の計画にありましたことはすべて実施しておりますので、そのような問題はございません。

それでコスト削減につきましては、入札を行ってコスト競争をさせるとか、あとはさまざまな段階でよりコストを削減するような手法とか技術を適用するとかいうようなことで費用削減をさせていただいております。

○芝尾委員 あとはプロモーションといいますか、実際住民への理解とか、その辺のところは、前回からいろいろ積極的にやられてきているように思うのですが、もっとこの辺を積極的にやるような場はないのですか、もっとメディアを使ってとか、どうせ予算が余るのだったら、逆にいえば、啓蒙とか、そちらに使うとかもっと柔軟に使ってもいいと思うのですね。今度全部予算がハードとかソフトとか関係なくて、

全体のプログラムとしての成果が上がれば一番いいわけですから、そちらにもっと予算をシフトするとか、そんなやり方もあると思うのですけれども。

○川端補佐 そのことは私からも補足させていただければと思いますけれども、今回4年間の国庫債務負担行為ということで、平成24年度に4年間の契約を結ぶという、国の事業としては極めて珍しいことをしています。一方で、財務省との関係では、毎年予算要求はして、24年度の予算は幾ら、25年度、26年度、27年度幾らという、その予算要求の段階でそもそも減らしていった部分というのがあります。

ですので、契約金額は450億円ですが、予算総額でいうと、もっと実は低い額になっています。かつ毎年決算をしなければならないので、24年度にとった予算の余りを例えば27年度に使うということとはできないという制度になっていまして、ですので、なかなかおっしゃることは大変よくわかるのですけれども、そこは国の予算の制約上でできない部分というのがあったということは申し上げたいと思います。

○芝尾委員 その制度を何とかしなければならないですね、非常に柔軟性を阻害しているのです。

○宝田座長 あとコスト削減も毎年求められているのですね。

○川端補佐 はい、ですので、予算要求の中では大分減らして、予算総額で390億円ぐらいに、その段階で既に40億ぐらい減っています。

○宝田座長 よろしいですか。

ほかには特になければ私のほうからちょっとだけ教えていただきたいのですけれども、この年間10万トンでずっとやられるのですけれども、これはトータルこの場所は何のくらい入るのですか。

○実施者（JCCS 田中） 現在暫定評価されているのは2600万トン以上ということ想定しております。

○宝田座長 ここ1か所で。

○実施者（JCCS 田中） はい、そう考えられております。

○川端補佐 これは3Dをやった範囲だけで考えるということですね。

○実施者（JCCS 田中） 苫小牧の沖合が3Dをかけた範囲内よりも少し広めのところを考えてというところです。

実際には仮に二酸化炭素を処理する能力が20万トン年間ありますので、3年間で最大60万トンぐらいになるのですけれども、それが地下の地中の貯留層に貯留した場合、

どのくらい広がるかということシミュレーションしておりますが、75万トンでもせいぜい600mぐらいまでしか広がりませんので、今調査している範囲内でまず十分だということです。

○宝田座長 今の2本のところの貯留層がありますね、あすこだけで二千何百万トン、また別のところですか。

○実施者（JCCS 田中） 浅いほうの地層で2600万トンという数字があります。

○宝田座長 そうですか。わかりました。ではまだ十分なのですね、容量としては。

○実施者（JCCS 田中） はい、十分な容量があると考えています。

○宝田座長 大体100万KWの石炭でどのくらいでしたか。

○川端補佐 年間500万トンぐらいです。

○宝田座長 では1基分ぐらいだったら5、6年は大丈夫ということですかね。

○実施者（JCCS 田中） 計算上はそうなります。今後は日本で初めて本格的なCCSの大量な二酸化炭素を貯留しますので、そういう挙動等を調べれば、どのぐらいのレートで入れて、どのぐらい入るかというのは逐次ご報告できるかと考えております。

○川端補佐 そういう意味では、今の範囲プラスアルファぐらいでしか評価していないので、実際に苫小牧地点にどのぐらい入るか、全体苫小牧として貯留層がどのぐらいのキャパがあるのかというのは実は調べていないというのが正解になると思います。ということでいいのですね。

だから今実証試験をやっている。

○実施者（JCCS 田中） 実証試験をやっているあの沖合でどのぐらいかということで、実証試験のところではジャストこのぐらいという貯留量のまだ正確な数字は出してない。

○川端補佐 実際苫小牧に本当に商用規模で入れようと思うとどのぐらい入るのかということ調べようと思ったら、もう1回調査が必要という整理です。

○宝田座長 圧入するときの圧力というのはどのぐらいでやるのですか。

○実施者（JCCS 田中） 浅いほうの地層は約1000mの深度になりますので、最大10メガパスカル、ですから、100気圧ぐらいです。深いほうの地層は2300mぐらいの地層ですから、最大23メガパスカル、230気圧という形になります。

○宝田座長 そうですか。そうすると加圧のガスだろうといっても、そっちの圧は

ほとんど関係なくて、大気圧まで戻そうが、途中でもそれほど大差ないわけですね。埋めるほうに関しては。

○実施者（JCCS 田中） はい。

○宝田座長 もう1点よろしいですか。ここでの質問に適しているかどうかわからないのですけれども、今の実証試験をされるというので順調にきているのですけれども、今までのCO₂の回収のほう、そこと濃度がちょっと違ってきていると思うのですね。これは海防法でCO₂の濃度が決められていたように思ったのですけれども、99%というのはそこからきているのですか。

○実施者（JCCS 田中） 2点ございまして、アミン溶液を用いた場合に非常に吸収性がよくて、通常の処理をしますと99%以上を回収できるということが1点あります。それから、アミン溶液を用いたCO₂分離をやって、海底下の貯留層に圧入するという海防法の規定では、アミン法を使った場合には濃度が99%以上という定義がございまして。

○宝田座長 そのほかは特にはないのですか。先ほどの固体吸収材とかあれも95%とかそのくらいですけれども。

○川端補佐 あれは回収率ですよ、95%は。濃度ですか。

○宝田座長 回収率が90%で、濃度が95ですね、そういうときにこの整合性がどうなるのかな、そちらへの質問でないのかもしれないのですけれども。

○川端補佐 そういう意味では、今技術的にどこまでできるかというところでやっていることだと承知をしております、あくまで田中部長がおっしゃっていたとおり、アミン法だと吸収性が非常にいいので、何もしなくても普通にやれば99%とれるというところだと思いますが、よりコストの安いCO₂の回収方法を模索するという観点からは、濃度99が95に多少犠牲になるというところがあっても、それはあり得るのではないかと考えています。

そのときに、では実際にCO₂をやるにあたって、海防法が障害になるということでしたら、そこは環境省との間で海防法のあり方がどうあるべきか議論をしていくということになると思います。

今の海防法もアミン法でやりなさいと書いてありますので、そもそも膜分離とか、固体吸収材を使った分離・回収は海防法で認められていないという形になりますので、当然彼らも新しい方法が出てくれば、新しい法律のあり方というのはちゃんと考えま

すということを行っていますので、その中での議論になると思います。

○宝田座長　なるほど。ぜひ私としてはそこをきちんとやってもらいたいですね。また環境省さんとのバトルが始まるような気もしますが、ぜひお願いしたいと思います。

それから、もう1点、回収のほうはどこもかなりいろんな技術が今まであって、コストが大体こうで、コスト低減というのですけれども、この貯留に関しては、今までほとんどそういった議論が出てこないのですが、今は中間評価ですね、このあとはそういった検討もされていくのでしょうか。例えば最終的に何トン入れるときの、今の掘削の何本掘ったら幾らかかるか、その前の調査に幾らかかるかで、実際のランニングといいますか、設備を使って貯留するのに幾らかかるかという、そういうコスト的な検討というのも今後されていくのでしょうか。

○川端補佐　それは私のほうから答えさせていただければと思いますけれども、まず今貯留適地調査もやっていますが、貯留適地を探索する技術とか、コストとか、井戸を掘削するコストで、相当マチュアな技術ですので、余り削減の余地がないと思っています。

一方で、大規模にCO₂を地中に貯留をしようと思うと、井戸1本でいいのかどうかという議論は当然あると思います。そういう意味では、苫小牧の成果を受けて、別事業の中でそういうことは検討しようとしていまして、ことしの春に終了時評価と事前評価をやっていた安全評価技術の中でそういったことは検討していくという方向にしております。

ただコストということまでいくと、井戸を掘る本数を最低限にするとか、そういうことでなかなか実現ができないかなと思っていまして、ここでのコストの削減予想というのはあんまりないのかなというところが今の我々の感触です。

田中部長もし地下の専門家として何か補足していただけることがあれば。

○実施者（JCCS 田中）　そのとおりです。海洋で井戸を掘るよりは、今回の苫小牧でやっているように、陸上からできるだけ海域に掘るという技術ができたほうが掘削の費用は抑えることができるということになります。

○宝田座長　ぜひ私としてはその辺もトータルで考えていただいて、日本でも酸素吹きでいいのですけれども、CO₂を本当に回収してちゃんと貯留できますよ、くらいのことを世界に示していただきたいと思っているものですから、ぜひその辺も視野に

入れて今後検討いただきたいと思います。

そのほか。

○金子委員 成果の概要の中で、社会的受容性にも関わるのですが、自然地震、微小震動の観測システムに関して、具体的に地震計なり、そういったシステムを設置されたということでしょうか。

○実施者（JCCS 田中） まず地震が国内で起こったときに観測するのは国の地震計のネットワークです。先ほど説明しましたように、苫小牧のところにたまたまネットワークの地点が1カ所抜けていましたので、そこを1点補強して、地震の震源や規模が正確に測定できるようにデータを補強しております。さらに圧入をする圧入井の周辺に観測井ですとか、圧入地点の直上の海底面のところに地震計を設置して、例えば本当の自然地震と、圧入に伴う何らかの現象というのは、適切に震源ですとか、規模とかを判定できるようなことをこのモニタリングシステムでやっっていこうと考えております。

○川端補佐 スライドの22ページをごらんいただくと、全体のモニタリングの計画が全部入ってしまって、このオレンジの丸がついているのが3成分の地震計、XYZ軸の方向を全部みられる地震計というものが入っています。そのほかに黄色い線で引かれていますOBC、Ocean Bottom Cableとか、それから、やはりこれも海底に埋めてありますOBS、こういう地震計もありますし、田中部長が最初に申し上げたとおり、陸上設置の地震計というのも1つ設置をしています。

こうしたもので、そもそも現段階から、今の段階で既に圧入する前の段階でどういう震動があるかというところのベースラインの観測は今やっているところです。

○金子委員 私は多分実際に始まったときに一番問題になるのは地震かなと思っていて、たまたま本当に地震が起きてしまうと非常に混乱するので、そのときにきちんと明快な解説ができないと、CCS全体の国民的なイメージに関わってしまうので、最初はちょっと過剰でもきちんと測定をしてデータがあったほうがいいなと思っています。これは私の意見です。

○実施者（JCCS 田中） ご意見ありがとうございます。その辺は十分注意して検討して進めていきたいと考えております。

○宝田座長 特に一般の人にはかなりセンシティブなところですから、ぜひお願いしたいと思います。

もう1点だけ、海洋モニタリングというのは何をやるのですか。

○実施者（JCCS 田中） 一般的な海洋環境調査になります。化学的・物理的な測定・分析も行っており、実際に海底にいる生物の状況ですとか、そういうものも四季を通じて調査しました。

○川端補佐 主には海底生物の状況と、それから海水のCO₂濃度、もしくはそれに類するものです。

○宝田座長 わかりました。

よろしいでしょうか。それでは、どうもありがとうございました。

（5）今後の評価の進め方について

事務局から、「資料8-1～3 評価コメント票（評点シート含む）」について説明があり、評価コメント票の提出期限を平成27年12月25日とすることを確認した。

また、次回の第2回評価検討会は平成28年2月を目処に開催することとした。