

汚染水処理対策委員会
トリチウム水タスクフォース（第9回）

日時 平成26年7月9日（水）09：59～12：04

場所 経済産業省 別館3階 312各省庁共用会議室

○江口対策官

それでは、時間になりましたので、これより第9回トリチウム水タスクフォースを開催いたします。

プレスの方などによりカメラの撮影は、冒頭、着座風景までということにさせていただいておりますので、これ以降につきましてはおやめいただきますようお願いいたします。

傍聴されております皆様への注意事項といたしまして、席上に資料を配付させていただいております。事前にご一読いただきますようお願いいたします。円滑な会議運営にご協力いただきますようお願いを申し上げます。

それでは早速ですが、資料の確認をさせていただきます。

資料につきましては、座席表、配付資料一覧、議事次第、名簿、資料1、資料2、資料3がございます。不備などありましたら、事務局のほうまでお申しつけいただければというふうに思います。

それでは早速ですが、議事に入らせていただきます。

これよりは、山本主査に議事進行をお願いいたします。山本主査、よろしく願いいたします。

○山本（一）主査

それでは、議事を進めさせていただきます。

本日は、まず、前回までの議論の整理を踏まえて、今後のタスクフォースの検討の進め方について討議を行うことにいたします。

今後のタスクフォースの検討の進め方の案につきまして、事務局から説明をお願いします。

○豊口企画官

それではよろしく願いいたします。資料の1という2枚紙がございますので、今までのおさらいも含めて、ご説明させていただければと思います。

まず最初の1ページ目に、これまでの議論の整理というふうにかかせていただいておりますが、昨年12月からことしの4月にかけて、計8回のタスクフォースを開催させていただきました。

その結果を取りまとめたものが2枚目の裏表になりますけれども、2枚目の表を見ていただき

ますと、トリチウム以外の核種が除去できたトリチウム水の状態を前提に、一番上のライン、前処理というののパス下、前処理を行えないパターンと、前処理として希釈を行うパターン、あるいは、前処理として同位体分離をするパターンと、それぞれ3パターンございますけれども、それぞれごとに地層への注入、海洋への放出、水蒸気や水素としての大気放出、あるいは固化した上での地下埋設、それからトリチウム水を廃棄というような形の整理をさせていただいているところでございます。

これらは選択肢としては整理をさせていただいたわけですが、今後の課題もあるということで、1ページ目に戻っていただきますと、今後の検討事項と課題と書いてありまして、12回の汚染水処理対策委員会資料より抜粋と書いてございますけれども、第8回のタスクフォースにおいて提示させていただいた資料をもとに幾つか議論をして、委員会後、若干修正したものを委員会に提出させていただいておりますので、この委員会の資料から抜粋させていただいた今後の検討課題でございます。

今後これまでに抽出した選択肢ごとに、評価項目についてさらに詳細に検討していくことが必要と。このためには具体的に以下の事項を検討していくことが必要ということで、例示でございますけれども、技術的な可能性ということで、分離技術について可能性を検証していこうということが一つ。

それから、環境・人体等への影響・リスク、あるいは、工期・コストというようなものにつきまして、選択肢ごとに簡易なコンセプトを設定した上で、それぞれ試算していこうというような課題。

それから、その他といたしまして、ステークホルダーとのコミュニケーションのあり方等々があるというような状況になっています。

これらを踏まえまして、裏面に行っていただきますけれども、今後の進め方の案でございます。環境や人体への影響・リスク・コスト・工期についてでございますけれども、まずトリチウム水の処分方法として、これまでに海外も含めて余り前例のないものについては、そもそもそれらが選択肢として、技術的、あるいは安全上の観点から成り立ち得るのかということで、まずは他の分野の技術を参考に、検討させていただこうというふうに考えています。

例えば、地層中に注入という方法については、トリチウムという分野ではないのですが、二酸化炭素の地下注入というような事例、CCSというような事例がございますので、選択肢として成立し得るのかという可能性について検討していこうと。可能性が確認できれば、簡易なコンセプトを設定していこうというような考えでございます。本日は、この地層注入のCCSの事例について、後ほどご紹介をいただくという予定としております。

そのほか、固化、あるいはゲル化して地下に埋設するというようなことについても、こちらについても同様のアプローチが必要かと考えておりますので、これは次回以降にまた進めさせていただければと思います。

こういったものもございますが、他の分野での実施事例を参考に、成立の可能性が確認できた選択肢と、加えて、既に評価方法がある程度確立されているもの、海洋への放出だとか、大気放出といったものを加えまして、影響やリスク、工期やコストということを検討するに当たってのコンセプトをまとめて、そのコンセプトに従ってそれぞれ試算をしていくという流れとしてはいかがかというふうに考えているところです。

加えて、技術的な可能性の検証ということで実証実験を進めさせていただいております。後ほどまたご紹介いたしますけれども、技術公募ということで、今月の17日までで、今、補助事業者の公募をしてございますので、これは後ほど紹介をさせていただければと思います。トリチウムの分離技術についてでございます。

それから、その他というところでございますけれども、ステークホルダーとのコミュニケーションという、今まで主として客観的、科学的な事実に基づいた整理ということをさせていただいておりますが、将来的にはステークホルダーとのコミュニケーションということが必要になってきますので、そのあり方についてまではこの場で議論しようということでございますので、これも一つの課題とさせていただいているところでございます。

事務局からの説明は以上でございます。

○山本（一） 主査

ありがとうございました。

ただいまのご説明につきまして、ご意見とか、ご質問等ございましたら、ご発言をお願いいたします。

はい、お願いいたします。

○柿内委員

いろいろ可能性を検討する上で、そういうことも含めて、法律的に、例えばCCSのようなものを入れるという場合と、そういう放射性廃棄物の中のトリチウム、そういったものを入れるというのを、やる前から、法律的にだめとなっているものを、こういう影響だからといって新たに法律的なことを整備するのか。それとも法律としてだめであるから、この可能性については、あらかじめ……そういう整理というんですか、そういったことは、これから考えていく上でどういうふうに理解すればいいのか。

○豊口企画官

後ほどCCSにつきましてご説明をしていただくという予定になってはいますが、単に技術的にこういうものをつくり出すというだけではなくて、幾つかそういった法的な観点も含めたご説明をいただけるかと思えます。

ですから、きょうも、物理的な成立性だけではなくて、法的な規制、あるいは安全上の観点等も含めて、きょう、オブザーバーで規制庁からもご参加いただいておりますので、そういった視点でのコメントもいただけるとありがたいなということで、そういった形で進めていければと事務局としては考えているところでございます。

○山本（一） 主査

そのほかにご意見とか、ご質問とか。

はい、高倉委員、お願いいたします。

○高倉委員

ちょっと的外れな質問で申しわけないかもしれませんが、トリチウムのものを見ても、例えば法的な規制はわかるんですけども、感情的な規制といえますか、例えば1,500を運用目標にするとか、そういったことがまかり通るのであれば、幾ら科学的な根拠で分析しても意味がないような感じがするんですけどね。

○豊口企画官

はい、ご指摘のとおりでございまして、この技術的な成立性だけで案として成り立ち得るわけではなくて、感情的な部分も含めて、ステークホルダーとのコミュニケーションということが最終的には必要になってくると思えますが。

まず、そのコミュニケーションの前提として、例えば地下に注入したもの、あるいは埋設したものなどが敷地の境界に行ったときに、あるいは海に流れ出たときに、どのぐらいになるのかという科学的な事実を押さえた上でないと、単にわからないままの感情の議論になってしまうので、まずはその辺が、影響なりリスクといったことも含めて試算ができるようなコンセプトをまとめたいと。

このコンセプトをまとめるに当たって、案として成立し得るのかというところを、まず入り口で議論させていただければなと思っているところでございます。

○山本（一） 主査

はい、田内委員、お願いします。

○田内委員

先ほど、裏側の（2）で説明がありました技術的な実証試験のことなんですが、これは公募要領を拝見いたしますと、2年間という、今年度と来年度ということになってはいますが、そうする

と、その結果を待つということになるのでしょうか。

○豊口企画官

今、公募をさせていただいておりますが、これも後ほど説明いたしますが、今、公募をしている最中なので、事業者が決まってから1年半ぐらいの工期を最大見えていますけれども、早くやっただけの方がいれば、スピードの点も加点要素にしていますので、早く成果を出していただける方がいるとありがたいとは思っていますけれども。最大、来年末までということで、今、実施を進めさせていただこうと思っているところでございます。

○糟谷事務局長補佐

結果を待つということじゃなくて、並行して議論はどんどん進めたいと思いますので。

○山本（一）主査

そのほかいかがでしょうか。

特にないようであれば、今後、この資料1にあるタスクフォースの検討の進め方に、本日いただいたご意見を勘案して検討を進めていきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

それでは次に、トリチウム水の分離技術に係る実証試験に関しまして、汚染水処理対策技術検証事業（トリチウム分離技術検証試験事業）の公募が5月15日から開始されております。その公募の状況につきまして事務局からご説明をいただきます。

○豊口企画官

引き続きまして、資料2の説明に移らせていただきたいと思います。

昨年度の補正予算で基金を確保いたしまして、基金を活用した技術検証事業ということになります。補助事業を実施していただける方を、今、公募しているところでございますが、この公募要領のご説明をおくればせながらさせていただければと思います。

この資料1に目的というところを書いてございますけれども、昨年9月から10月にかけて、IRIDに委託をさせていただきまして、技術提案の募集という、Request for informationという手続をさせていただいたところです。

この際には6つの分野、汚染水の貯蔵とか、あるいは処理も含めた6つの分野について、技術情報を国内外から募集させていただいたということでございます。

非常に多様なご提案をいただきまして、この6つの分野の一つであります汚染水の処理ということにつきましても、182件の情報をお寄せいただいたということでございます。

これら、お寄せいただいた情報につきましては、IRIDの中に専門家のレビュー会議なども設置させていただいて、幾つかコメントをいただいているところでございますが、下に書いておりでございますけれども、なかなか分離技術については、産業規模で実用可能な技術がないとい

うような結論がなされている等々、いろんなコメントがございましたが、ちょっと裏のほうに行かせていただきまして、総合的な評価を進めていくべきだというようなコメントもいただいているところです。

また、あわせて、この2ページ目の中ほどに書いてございますけれども、IAEAの調査団のほうからも、あらゆる選択肢を検証すべきというような助言があったことも踏まえて、今まさにこのトリチウム水タスクフォースというものを実施しているところでございますが、このトリチウム水タスクフォースにおいて、あらゆる選択肢について評価をするという取り組みと並行しまして、技術の検証をしていこうと、こういう流れになってきているわけでございます。

事業の内容でございますけれども、3ページ目の2ポツというところに、事業内容ということで、トリチウム分離技術検証試験事業と書いてございますが、繰り返し議論をしてきたことなので言わずもがなですけど、62核種を取り除けるもののトリチウムが分離できずに残ってしまうという問題があつて、具体的には、 6.3×10^5 から、 4.2×10^6 と書いてございますけれども、この程度の濃度のものが大量に発生しているというようなことを踏まえて、分離が可能かどうかというような技術検証をしようということでございます。

4ページ目の頭に3ポツで、事業の実施期間ということで書いてございますが、今、田内委員からもご指摘のあつたとおり、来年度末までという期間になってはいますが、期間が短い提案が望ましいというような記載もあわせてさせていただいているところでございます。

5ページ目の下のほうに6ポツというのがございますけれども、採択、1件に限らず、よい提案があれば1件以上、複数の採択も考えてございます。また、10億円を限度でというようなことで考えているところでございます。

実際の実施規模になりますと、かなり大規模な施設、大規模な予算が必要になるかもしれませんが、実証ということで、ある程度スモールサイズで実証していただくということでございます。

それから6ページ目の7ポツということで、募集期間が書いてございますが、既に開始をしておりまして、5月15日から今月17日までということで、応募をさせていただいているところでございます。

別紙というのが、あわせてあるんですけど、資料2（別紙）というものをさせていただきますと、この分離技術の詳細について書いています。

やや繰り返しのところがありますけれども、1ページの中ほどに、検証実施内容ということで、福島第一原発内で発生している処理水、 6.3×10^5 から、 4.2×10^6 ということで、これは採取の時期によって濃度が異なるわけですが、こういった濃度のものを対象に任意の規模の施設を使っ

ていただいて、将来的な拡張の可能性はあるんだけど、実証事業そのものは任意の規模でということで、分離性能、建設コストやランニングコストなどが評価できるような実証実験を実施していただくという内容としているものでございます。

その次のページに基本条件というのが書いてございますけれども、トリチウムの分離性能や仕組みについて記載をいただいていること。また、処理能力がどの程度あるか記載していただいていること。あるいは拡張した場合に、どの程度の建設コスト、ランニングコストがかかるのかというようなことを記載していただいていること。

あるいは、処理に必要な面積や高さといったものを記載していることというようなことを基本要件とさせていただきます。こういった基本要件、きちんと要件を記載していただいているものについて、加点項目というのがその下にありますが、分離性能のよいものについては加点をし、あるいは廃棄物を抑制するという観点で、廃液が少ないものについては加点し、あるいは単位処理量当たりに必要な面積が少ないもの、狭いエリアでできるものについては加点し、あるいは大量の処理水を処理するのに要する時間が短いものについては加点をします。

あるいは、実験のデータがきちんと提示されているもの、あるいは技術の拡張に必要な体制が確保されている等々のことを確認させていただいて、それぞれ加点をし、評価し、補助事業者を決定していくというプロセスで進めさせていただきたいと思っています。

事業の実施期間は、これも繰り返しになりますけれども、来年度末までですが、期間については短いものが望まれるということで、加点項目としても実施期間ということが入っていると、こういうような状況になってございます。

やや、はしょりながらでございましたが、概要は以上でございます。

○山本（一）主査

ありがとうございます。

ただいまのご説明につきまして、ご意見、ご質問等ございましたらお願いいたします。

山西委員、お願いします。

○山西委員

トリチウム水の処理をするということになりますと、少なくとも濃度を減損したほうは放出するという前提がないと処理する意味がないんですけども、それは、そういう見通しが立つという前提に立ってこういう公募が行われるのでしょうか。

○豊口企画官

補助事業者は、あくまで分離技術ということだけで提案をしてくるので、その技術限定の補助事業になるわけですが、それをどう処理していくかという施策的な判断というか、選択肢として

どうしていくかということは、このトリチウム水タスクフォースの中での議論を踏まえ、検討していくということになるかと思しますので、そういう意味で、両方並行してやっていく必要があるかというふうに考えているところでございます。

○糟谷事務局長補佐

別紙の最初のパラに、トリチウムの分離処理を行うことを決定したものではありませんと明記をしております。分離処理を行うということは、今、山西委員おっしゃったように、薄いほう、大量に出てくるほうを何らかの形でそれが処理できると。つまり分離をすることによって処分が容易になる。その分離のためのコストとか、時間とか、その辺が割に合うということが前提になるものだと考えておりました。

だからそのためにも、分離処理を技術的に行うのにどれぐらいのことが必要なのか。どれぐらいのコストなり、時間なり、負荷がかかるのかということをちゃんと明らかにした上じゃないと、その辺のトレードオフの議論というのはできないだろうということから、これを行うものであります。

○山西委員

わかりました。

○山本（一）主査

はい、お願いします。

○立崎委員

すみません、2点、質問とコメントですが、資料2の2ページ目で、真ん中のパラグラフの「トリチウム分離技術については、国内外からの技術提案でも、即効性があると認められる技術が見受けられなかったため、対策について評価等を行っていく必要がある」と。ちょっとこのロジックがよくわからないのですが、本文はどうなっているのかにもよりますけれども、認められなかったけれども、技術提案について評価を行っていくというのは、どういうふうに解釈をすればよろしいのでしょうか。

○豊口企画官

汚染水処理対策委員会の中で、技術提案のあったものを幾つか分類をしております。直ちに使える技術というものについては、東京電力のほうで直ちに実施に移していただくというカテゴリーがあつて。

その次に、若干コスト比較とか具体的な手法の比較は必要だけでも、それらを踏まえれば実施できるものであろうというのが第2分類。第3の分類は、直ちにすぐ使ってくださいと技術提案があつたので、これらの技術を使ってくださいと東京電力にお薦めするに当たっては一定の確

認が必要であろうという分類になされたものがございます。この第3目の分類に当たるものが、このトリチウム分離技術初め、この補助事業者を募集している分野にあります。

4つ目が、委員会等で引き続き検討していこうというカテゴリーになっていまして、その一つが、トリチウムのあらゆる選択肢の評価というような、このトリチウムタスクフォースで議論しているようなことというような分類はなされていて、直ちにすぐ使えるわけじゃなくて検証が必要ですよというカテゴリーになったと、こういうものでございますので、ここで検証させていただくということでございます。

○立崎委員

ありがとうございます。わかりました。

第2点は、趣旨は先ほどの山西委員と同じなのですが、この最終形を考慮した選択肢と課題等の流れ図で、直列的に処理していくものですから、後ろの処理が絶対に不可能とか、そこでとまってしまうと前の処理自体が無意味になるわけですね。

その意味で、先ほど、分離した低濃度のほうのお話を山西委員されていましたが、同様に、高濃度に濃縮したものの処理をどうするかというのも、時間がない中ですから並行して考えていかないと、ある意味でリスクが高まったものを持ってしまうことになりますので、その地下廃棄が可能かどうか。

それから、貯蔵は技術的にはもちろん可能でしょうけれども、それが現実的に保管場所があるのかとか。そこが同時にクリアされなければ、前の技術提案というのは全て意味自体がなくなってしまうと思いますので、同時に検討が必要かと思えます。

○豊口企画官

ありがとうございます。ちょっと先ほどの資料1に戻っていただくと、資料1の2枚目に選択肢、今まで皆さんにご議論いただいてまとめていただいた選択肢がございますが、一番上の前処理をスルーするパスと、希釈というパスの下に、同位体分離というパスがあって、カラーでお配りされている方は緑になっていますけれども、同位体分離の緑のラインが減損側と濃縮側に出ると。

今のご議論ないし先ほどの山西委員のご意見にもあるように、薄まった側と濃くなる側が出てくると。薄まった側についても何らかの処分をしなければいけないし、濃くなった側についても何らかの処分しなければいけないということで、この緑の下の濃い側に行ったものについては、何らかの方法で廃棄ができるのか。できないのであれば貯留するのかと。

こういう選択肢がありますと書いてあるだけで、どちらかということは決めていませんので、今後この辺のあらゆる可能性について評価していく必要があるというふうに考えているところ

でございますので、また引き続きよろしくお願ひいたします。

○山本（一）主査

はい、柿内さん、お願ひします。

○柿内委員

最終的に議論が全部、結果も出そろったときに、最終的に、じゃ、どういう形で進めようという判断はどこのところでやられるのか。アメリカ、NRCとかで、スコアリングをした結果、最終的な実施をする事業者が経済的なことも含めて判断するという形があったと思うんですけども、今回この形が出そろったときに、最終的に、濃縮したものをこう処理して、希釈されたものはこういうふうにしよとか、いろいろな判断というのは、結構多様なものもありますので、そういったものをどういう形で、どこのレベルで判断するのかというのは、今の段階でお伺ひするのはまだ早いような気もするんですけど、イメージをつかみたいという意味でちょっと。

○豊口企画官

正直申しまして、今ご指摘のとおり、どのようなプロセスでどう決定していく、判断していくかということは、まだ今時点では未定でございますが、判断者が誰か一人という意味か、複数か、わかりませんが、判断をするに当たっての材料を整理していくというのがこのタスクフォースの使命ということでご議論をいただいているところでございますので、材料が出そろった段階でどうなるかということについては、我々も並行して検討していかなければなりません、このトリチウムのタスクフォースの議論といたしましては、材料をきちんとそろえるということかと理解してございます。

○山本（一）主査

はい、山本委員、お願ひします。

○山本（徳）委員

ちょっと細かい質問で恐縮なんですけれども、別紙、資料の2で2ページ目に基本条件のところ、トリチウムの分離性能・仕組み等のところの1行目に「分離係数100」という数字が出てまいります。その考え方といますか、根拠をどのように考えておられるのかということとをちょっとご質問したいなど。

○豊口企画官

これは、100であると目標達成できるとか、我々が目標レベルを設定しているというわけではございませんが、昨年度の技術提案の募集をした中で、100ぐらいであれば達成できるというような提案をしていただいた方がいるので、それを下回るものであれば、わざわざ今回、新たに公募する価値もなからうということで、既にできますよと言っているもの以上のものを、それなり

のレベル以上のものをご提案いただける方に検証に進んでいただければありがたいという考えで
ございます。

○山本（徳）委員

前回だったかと思えますけれども、福島のあるそのサイトから新たに放射性物質を放出する
ときの規制の考え方をご紹介いただきました。年間1mSvを基本的には守っていくんだと。南側の
敷地境界が現在高いのはROの濃縮塩水ですか、それを近くに貯蔵しているからで、それを今後
ALPSで処理をしていくと、その部分は恐らくなくなるだろうと。

その結果、想定されるのが0.8mSvぐらいというようなお話だったと思うんですけれども、そう
いうふうと考えていくと、仮に、処理をした後、環境放出をするとして、そこに認められる枠が
0.2mSvぐらい。従来、大体1mSvぐらい、1mSv、60Bq/ccですか、それを一つのガイドラインと
いうか、頭の中に置きながら議論してきたと思うんですけれども、規制側の考え方が、前回ある
程度ご紹介いただいていますので、そういうことも考慮しながら、このDFというか、分離係数
ですか、を考えていく必要があるのかなと。

この前のページにトリチウムの濃度が書かれていて、 10^5 から 10^6 ということですから、100だ
と、 10^6 だと確かに60Bq/ccは切るけれども、その2割分というのかな、12Bq/ccはちょっと上回
ってしまうと。

いろんな扱いの仕方はあろうかと思えます。まぜてやるとか、そんなこともあろうかと思いま
すので、100が一概に低いとは思ってはいませんが、一応そういう規制側の考え方も頭の中
に置きながら、今後いろんな数字を見ていくのがよろしいのかなということでコメントさせて
いただきます。

○豊口企画官

ありがとうございます。

○山本（一）主査

そのほかコメント、ご質問等ございますでしょうか。

はい、お願いします。

○中津オブザーバー

資料2の別紙のところにも前提条件でありまして、トリチウム濃度は先ほどご説明あったとおり
ですけれども、このほかにコバルトを初め、いろんな核種が含まれるということが前提というこ
とは、これはもう入っていても全然問題、無視していいので、そこは含めた議論で進めていける
ということのご判断なんですか。

○豊口企画官

これは、実態的にある、今現在、福島第一原発の中にある処理水というものの条件を示しているもので、これをすなわちそのまま対応していただけるということであれば、それはそれで結構なんです。このトリチウム水タスクフォースの議論は、あくまでトリチウム水限定ですよというお話をさせていただいたのと、この点については若干乖離があるかもしれませんが、今、補助事業をお願いしているのは、実態的にある水を使ってということですので、使う水のレベルはこういうものですよということを提示させていただいているということでございます。

○中津オブザーバー

くどいようで、確認ですけれども、ですからこういう水の状態があるので、この前提条件でできる技術は何ですかと募集をされていると。その議論と、ここでやっているトリチウムだけ残った水をどうするかというのは、それは若干違うということですね。わかりました。

○糟谷事務局長補佐

春の段階でこの4核種が除去はされているんですけども、まだこの程度検出されているという状況です。東京電力において、さらにこれを検出限界値以下にする努力をずっとやられています。この4つのうち、今インプラント試験というのをA系統でやっていますけれども、大分これよりも下げられそうだという見通しも出てきていると聞いています。

ただ、一番保守的に考えると、これまでは確実にとれると。これぐらいまでは下げられるということのめどはついている状態だという前提で、それでもトリチウムがどれだけ除去できますかと。場合によっては、この4核種が何か悪さをするということも考えた上で、どれぐらい除去できるかということをちょっと考えてみてくださいと。

特に福島の実際の汚染水を使って実証するというのも可能な公募にしているものですから、その含まれる水の中にこういうものがあるということはきちりと情報として提供しておかないといけないだろうということで、こういうふう書いてあるものです。本当は、これが検出限界値以下になった上で、トリチウムについて対応するということになることを目指しています。

○山本（一）主査

ありがとうございます。

そのほかにご質問、コメント。

特になければ、次の議題に進みたいと思います。

議題の3は、CCSについてでございます。1つ目の議題の中でもご議論いただきましたけれども、これまで前例のない選択肢につきましては、ほかの分野の技術を参考にして、技術的に成立する可能性があるかどうかを確認していく必要がございます。

本日は、地層中に注入廃棄という選択肢に関連する技術ということで、CCSの専門家をお招き

しております。CCSの専門家にご説明をいただいて、CO2を地下へ貯留する技術について理解して、今後の検討の材料にしたいと思っております。

本日お招きしたのは、日本CCS調査株式会社の阿部正憲様でございます。よろしくお願いいたします。

○阿部氏

ご丁寧にご紹介いただきましてありがとうございます。

それでは私のほうから、お手元の資料3に従いまして、CCSの実証プロジェクト、今、苫小牧のほうで経済産業省様が進めておられますCCS実証プロジェクトについて、ご紹介をしたいと思っております。

1枚めくっていただきまして、1枚目の裏側、2枚目のスライドのところに、ご紹介内容ということで書かせていただいておりますけれども、一番最初にCO2貯留の仕組みということで、簡単にそのメカニズムのご紹介と、それから日本ではどういう場所で可能性があるのかということのご紹介。

それから2番目といたしまして、苫小牧での実証試験の概要と、3番目、ちょっと1番とダブりますけれども、適する地層の調査方法と、調査するための期間等についてご紹介して、4番目といたしまして、圧入して貯留するという言い方をしますけれども、そのためのどういう機械を使って圧入するのかということのご紹介。

最後に、法規制と、それから環境影響評価について、現状こういうことになっていますということのご紹介をしたいと思います。

早速ですけれども、3番飛ばせていただきまして、4枚目のスライドのほうに、CCSの仕組みということでご紹介させていただきます。

四角の中に書いてあるとおりですけれども、火力発電所や大規模な工場、製鉄所ですとか、製油所、あるいは化学プラントなどで排出されますCO2を大気中に放散する前に捕らえてとといいますか、分離いたしまして、地中に貯留する技術でございます。

その下にポンチ絵が描いてございますけれども、特に日本の場合、発電所や工場等は海岸部に立地することが多いということと、それから適する地層が特に海底下のほうに広がっていることが多いということで、そこにありますとおり、陸上のほうから斜めに海底下に向かって井戸を掘りまして、そこにあります貯留層といわれるような地層のところに圧入、それから貯留を行って、大気への拡散を防止するというようなものが、CCSの仕組みでございます。

それから5枚目のスライドのほうが、これは弊社ではなくて、地球環境産業技術研究機構という、京都にあります財団法人のほうで実施されました貯留可能量と帯水層の分布でございます。

その地図のところ、特に沿岸部のほうの、色分けで塗ってございますけれども、赤っぽいところが非常に厚い帯水層といわれる、地層水を含んだ地層が分布しているところになりまして、そういったところが非常にポテンシャルとして高いというような評価になっております。

左上の表の中に、いろいろカテゴリーA、Bとか書いてありますけれども、日本全体で、今、1,461億トンのCO₂の貯留ポテンシャルがあるというふうな評価がなされております。今現在おおよそ二酸化炭素の年間排出量は十二、三億トンですので、100年分ぐらいのCO₂を貯留できるということでございます。

それから、色分けはされておられませんけれども、黒の丸の中で、東京湾、伊勢湾、大阪湾、あるいは北部九州地域というところがございますけれども、こういったところもこの1,461億トンのところには入っていない、東京湾以外は入っていないんですけれども、貯留可能であるような帯水層があるというような評価がなされております。

続きまして、次の話題として、苫小牧実証試験の概要ということですが、7枚目のスライドのほうで書いてございますが、この実証試験は経済産業省さんが弊社のほうに委託して、今現在、実施しているものです。

商業運転中の出光興産さんの北海道製油所にごございます水素製造装置のほうから、CO₂を含んだオフガスといったものを供給いただきまして、CO₂だけを分離・回収して、今、年間10万トン以上という表現をさせていただいておりますけれども、年間10万トン以上のCO₂を苫小牧の沖合にあります2つの貯留層に圧入するというような実証試験でございます。

平成24年度から本格的な実証試験が開始されておまして、27年度までの4年間で地上設備の設計建設と、それから圧入井の掘削、それから地上設備の試運転を行うというような予定になってございます。

そこに絵が描いてございますけれども、一番左側のほうから、CO₂の含有ガスを供給していただく基地を設けまして、PSA、水素製造装置の下流ガスを送出すると。その送出配管、1キロ以上の送出配管を設けて、隣にあります敷地をお借りして、CO₂の分離・回収設備といったものを新設いたします。

ここでCO₂を分離いたしまして、さらに昇圧して、右側にありますCO₂圧入設備のところ、最終的な圧力に調整した上で、右下のほうにありますけど、2本の圧入井で2枚の貯留層に圧入をすると。それぞれ深度が、浅いところでも1,100m~1,200mの深度、深いほうでは2,400m~3,000mの深度に圧入するというような実証試験の全体概要でございます。

8枚目のスライドのほうですけれども、何のためにやるかということで、目的と課題ということで、一番上に経産省さんの目標として、2020年ごろの実用化を目指すというのが大きな目標で

ございます。

その次として、CO2の分離・回収から貯留までのCCSの全体を、一貫システムとして実証するというのが一番大きな課題でございます。

それから、CCSをやるための技術というのは、実は既存のそれぞれの技術を、既存のものがありますのでそれを持ってきて、それらが適切かつ有効にこのシステムの中で機能することを確認するというのが、一段、落とした課題になります。

それから、CCSが安全かつ安心にできるシステムであるということを実証できる。特に、日本でもそれができるんだということを実証する必要が目標でございます。

それから、貯留サイトの選定指針、これは経済産業省様のほうで指針をつくっておられますので、その妥当性を検証するわけですけれども、具体的には漏出が起きていないということによって確認をするということでございます。

あとそれから日本の場合、地震国ですので、地震と関連する不安がございますので、収集したデータをもとに、それを払拭するというのが目標になってございます。

さらに細かいことですが、地震との関連というのは、一つは自然地震が起きても、昨日も苫小牧近郊で割と規模の大きな地震が起きましたけれども、そういった地震が起きた場合に、貯留したCO2に影響が及ばないのかということをしちっと示す必要があると。

それから時々議論されるんですが、CO2の圧入によって地震が起こるのではないかというご質問もよく受けますけれども、そういったご質問に対して、不安に対して、丁寧にデータに基づいて答えていくというのが目標でございます。

それから地点を選定して、CO2を入れるに当たって、CO2を入れたらどういうふうになるのかということについては、地質モデルをつくって予測していく必要がありますので、その地質モデルの構築、あるいは改良に対する指針がこれも経産省さんのほうから出されておりますので、それが妥当であるということを確認するというのが目標になってございます。

それから、プロジェクトの操業及び安全に関する技術基準を作成していくということと、プロジェクト情報及びデータを開示いたしまして、市民と書いてございますが、市民並びに国民の皆様はCCSを理解していただくという必要があるということが目標になってございます。

それから実用化に向けて、何分これまで大規模なCO2を扱った経験というのがないものですから、実用化に向けて改善すべき課題ですとか、解決すべき課題等を明らかにして、その解決策を提示していくというようなことが課題として挙げられております。

次の、適する地層の調査方法と期間ということで、10枚目のスライドから順番にご説明させていただきますと思います。

CO2ということで、今回、水と何が違うかということで、一番大きな違いは密度の差がござい
ます。図の中で、横軸に流体、水ですとかCO2の密度をとってありまして、縦軸が深さ、地層の
深さ、地表面からの地層の深さをとってあります。一番右側に赤印で水というふうに書かせてい
ただいておりますけれども、水は……その前に、地下にだんだん深くなっていきますと、大体、
日本の場合、深度100mで3℃ぐらいずつ温度が上がっていくというような特性と、それから圧力
も深度に伴って上昇していくという特徴がございまして。

そういう特徴の中で、水というのは、地表にある水を地下にだんだん持っていったらどうなる
かということなんですけれども、密度としては、これちょっと極端に書いてありますので、太く
書いてありますので、表現できていませんけれども、ほとんど密度としては変わらない。多少は
当然、変化しますけれども、ほとんど変わらないで、大体1,000kg/m³ぐらいの密度を保ちますが。

一方、CO2のほうはどうかというと、これ実は地表0mのところの四角が書いていないんですけ
れども、地表0mぐらいでは、ゼロとは言いますが、非常に密度が小さいんですけれども、深度
だんだん深く持っていくに従いまして、大体800mぐらいのところまでに向かってぐっと急激に密
度が高まって行って、あとそれから1.5kmよりも深いところについては、大体700kg/m³ぐらいの
密度になると、こういう特徴がございまして。

ちょっとここで申し上げておきたいのは、深度1.5km、あるいは2kmまで持っていったとして
も、水との間で密度差がCO2というのはあるということを確認させていただきたいというふうに
思います。

それから11番のスライドのところ、CO2貯留に適した地層とはどういうものかということの
ご紹介ですけれども、今ほど申し上げましたとおり、深度1,000m、あるいは2,000mになりまし
ても、CO2と、周囲にあります貯留層の中には必ず水が入っておりますので、それとの密度差があ
って、CO2に浮力が働くということがございまして。

ちょっとすみません、先走ってしまいました。写真にございまして、まず最初に貯留する
地層としては、砂岩や火山岩などのすき間が多い地層が必要になってきます。

すき間があると同時に、浸透しやすい、透水性を持った地層が必要になってくるということで、
左側の写真は、岩石の顕微鏡の写真になりますけれども、そこにありますのはスケールが1ミリ
ですので、1ミリ以下の細かい砂粒の間の10ミクロンぐらいのすき間の中に、もともと地層水と
呼ばれるような堆積時の海水が入っておりますけれども、その間にCO2をしみ込ませるとい
うのがCO2のメカニズムになります。

ただ、CO2をしみ込ませますと、先ほど申し上げましたとおり、水との間に密度差があ
って、上のほうへ移動しようとするので、ふたの役目を果たす遮蔽層と言われるようなものが必要に

なっておりまして、ここでは泥岩、日本の場合、特に泥岩が考えられます。すき間が非常に少なく、厳密にはすき間あるんですけども、それは地層水で満たされています。それがためにCO₂が浸透しにくい、あるいはCO₂を通さないような、そういった貯留層と遮蔽層のセットになっているものが必要になってきます。

それから図としては用意してきておりませんが、こういう特性がありますので、相当な広がりを持って貯留層、遮蔽層があって、しかも地質構造の形として、急傾斜になって地表に出てくるようなところでは意味ございませんので、割と水平に近いような地質構造の形のところを探すと。そういったところが貯留に適した地層であり、地質構造であるということでございます。

それから、12番のスライドのほうですけれども、実は2008年、平成20年度から調査を進めてきております。この二酸化炭素削減技術実証試験というプロジェクトそのものは平成20年度から開始されておりまして、21年、22年、23年度、この3年半にわたって調査を進めてきておりました。

後ほどちょっとご紹介しますが、24年度から準備作業が開始されまして、今現在はプラントの建設ですとか、それから圧入するための井戸を掘削するという準備作業を行っているという状況で、平成28年度から3年間の圧入を行って、実は今年度末からモニタリングを開始いたしますけれども、モニタリングも圧入の前、圧入中、圧入後も行って、2020年度の完了というようなことが全体のスケジュールでございます。

13番のスライドのほうに、調査段階で何をやってきたのかということを書かせていただいております。最初に、石油・天然ガス開発等の既存データがあるかないかの調査から始めまして、苫小牧地点は幸い既存のデータがありましたので、その評価を行っておりました。

それでは不足しているデータということで、三次元の弾性波探査を行ったり、調査井を掘削したりいたしまして、そういったものをもとに、右側のほうで数値シミュレーションと、実質モデルを構築いたしまして、CO₂挙動予測シミュレーションといったシミュレーションをやって、それらを総合いたしまして貯留層総合評価ということを報告書としてまとめました。

それから設備の検討ということで、実証試験をやるためにはCO₂をどこからどういう設備で分離・回収したらいいのかと。あるいは輸送はどういうふうにしたらいいのか。それから圧入はどのようなふうにしたらいいのかというような設計の検討を行いまして、さらには先ほどのモニタリングの計画を検討いたしまして、実証試験計画案として取りまとめて、経済産業省さんのほうに提出して、第三者の評価を受けまして、実証試験として決まったという経緯がございます。

それから14番のスライドに書いてございますのは、じゃ、どういう調査を行ったのかと。既存データは企業さんのデータ等ございますので書いてございませんけれども、新規に調査井といた

しまして、黄色の実線で書いてありますのが苫小牧CCS 1 という調査井を掘ったり、同じ場所でCCS2 というような調査井を掘ったりと。緑の四角で書いてありますのは三次元弾性波探査の範囲で、これらをもとにオレンジと赤の範囲で地質モデルをつくって、CO₂の挙動予測のシミュレーションを行っております。

15番目のスライドが、これは簡単に弾性波探査の風景ですけれども、そこにありますように、発振船の後ろのほうにエアガンといわれるような、音波を発生するような装置を海面下6mぐらいに沈めまして、そこでエアガンを発生させて、海底下の1,000m、1,500m、2,000mといった深いところからはね返ってくるデータを取得して解析を行いました。

それから16番のスライドは、これは調査井を掘削するんですけれども、非常に深度が、大深度になりまして、このとき右側の掘削リグといったもので掘削したときには垂直深度3,000mまでのデータをとりましたので、そこにありますように、高さ50mに近いような掘削リグを用いて調査を行っております。

その調査を行った結果が、17枚目のスライドになりますけれども、これが地質の断面図になります。左側が陸側で、右側が海のほうになりまして、今そこで仮に、圧入するための井戸はまだ掘ってありませんけれども、投影でお示ししてございます。

深度1,000mから1,200mぐらいにかけて、萌別層といわれる、黄色で示してありますのが砂岩で、貯留層です。その上にはオレンジで書いてありますけれども、萌別層の泥岩が積み重なっていて、地質構造的に非常に緩やかな、ほぼ水平の地質構造になっているということを確認しております。

それから、深いほうで深度2,400mぐらいから3,000mぐらいにかけて、赤で示してありますけれども、滝ノ上層の火山岩類、T1部層と言われる火山岩類を確認しております。その上には、振老層の厚い泥岩が重なっているというようなものが確認されておまして、貯留層も確認して、それから地質構造としても問題ないと。貯蔵できるということを確認しております。

これらをもとに地質モデルを構築いたしまして、圧入中、それから圧入後の挙動というものを評価しております。

18枚目のスライドは、ほんの1例ですけれども、浅いほうの、深度1,200mぐらいにあります萌別層でのシミュレーションで、下のグラフがゼロのところから圧入開始で、今これは年間25万トンのCO₂を3年間圧入したときの圧力がどういうふうになるかということをお示ししてございます。

赤でお示したのが、ゼロのところから25万トンの圧入を開始いたしまして、圧入開始するとこれは井戸の高低の一番底の圧力になりますけれども、当然、圧入開始直後というのは高低の圧力が13MPaぐらいまで上昇します。3年間圧入して、圧入を停止しますと、急速に圧力が下がっ

ていきまして、5年後ぐらいにはほぼもともとの初期の圧力ぐらいまでは戻って、あと、ゆっくりゆっくりもとに戻っていくというシミュレーション結果が得られております。

それから19枚目のスライドのほうが、CO₂はどんなふうに広がるのかということで、ちょっと図面が小さくて見にくいんですけども、左上の図面が上から見た図面になります。萌別層の貯留層付近で上から見た図面で、液体状態のCO₂がどういったところに広がるかというのを示したもので、1 kmまでは広がらないというものが予測されております。

それから右側がその断面図、東西断面になりますけれども、貯留層の中に500mちょっとあるんですけども、それぐらいにとどまるというようなことの予測を行っております。ちなみにこれは、25万トン、3年間、要するに75万トンを圧入した直後の図面になります。

それから下の2枚ですけれども、貯留層には地層水がございますので、CO₂を圧入すると、ご承知のとおり、そのCO₂は地層水に溶解しますので、溶解した地層水がどういったところに広がるのかというのをも予測しております。

同様に、気相のCO₂の周辺に、溶解CO₂が広がっているというようなものが予測されておまして、これで、今現在のところ1,000年ぐらいまで予測を行って、萌別層の場合は20年間ゆっくりゆっくり形を変えていきますけれども、それ以降1,000年間にわたっては、ほぼ形を変えないでそこにとどまるというようなことの予測ができておりますし、滝ノ上層のほうにつきましては、ちょっとこれはきょうご紹介しておりませんが、200年ぐらいまでには形を変えますけれども、それ以降1,000年間にわたって、ほぼ形を変えないでそこにとどまるというようなものの予測結果が得られております。

それから次の話題として、圧入するための装置ですけれども、どういうもので圧入するのかということのご紹介を、21番のスライドのほうからさせていただきます。

最初に、すみません、全体位置持ってきませんでしたけれども、苫小牧にございます西港というのがございまして、西港のほうの南側に出光興産さんの製油所がございまして、その中にあります、ガス供給基地とありますが、そこでガスを供給していただきます。

赤の点線で、ガスパイプラインと書いてありますけれども、これでCO₂を含んだガスを輸送いたしまして、水色の四角で書いてありますが、CO₂分離・回収基地というところに新しく分離・回収装置を設けまして、CO₂を99%以上の濃度で回収して、そこで昇圧いたしまして、左側にありますCO₂の圧入基地というところから、2枚の貯留層に対して2本の圧入井を掘って、そこから2枚の貯留層へ圧入するというような、これは全体の位置関係になります。

22枚目のスライドのほうで、圧入するというのはどういう設備を使うのかということで、左側のほうから、CO₂と書いてありますけれども、濃度が99%以上のCO₂が0.1MPa、40°Cの状態で来ま

す。これをそこに書いてあります低圧圧縮機というものをを用いて、最高ですけど10MPa、温度は40℃まで調整した上で、萌別層の圧入井のほうに圧入いたします。

途中で分岐いたしまして、今度、高圧圧縮機を設けまして、地上での圧力ですけど、最大23MPa、40℃に調整をした上で、地下2,400mまで圧入するというような設備になってございます。これが地上設備関係です。

ご参考までに点線で書きましたけれども、CO₂なのでこういう多段階のコンプレッサーが必要になりますけれども、液体の場合は非圧縮性流体ですので、単純にポンプ一つで問題なく圧入できるというふうには考えております。

それから、圧入する意図というのはどういうものかということなんですけれども、23番目のスライドに絵でお示ししてありますけれども、左側のほうが陸上の地表になりまして、右側のほうは海底面になります。ずっと掘っていく一番先端までの井戸に沿った長さは5,800mになります。表の中に書いてありますが、水平偏距と書いてありますが……すみません、順番に行きます。

KOP深度というのは、井戸を曲げる深度925mで井戸を曲げまして、最終的には2,754mの垂直深度で、水平距離が4,347mまでのところの井戸を掘ります。

最大の、垂直からの傾斜角になりますから72度になります。垂直が0度でそこから72度曲げます。最長の距離が5,800mということで、井戸は、その左側にお示ししてあるんですけども、最初、大きな穴から少しずつ掘って行って、そこに大きな鉄のパイプを入れて崩れないようにして、次に今度もうちょっと小さな穴を掘って行って、そこにもう少し小さな鉄パイプを入れてということで、タケノコ状に、順番、順番に井戸を掘って行って、最終的には5,800mまで掘削して、井戸の一番先端のところは、そこに図で書いてありますとおり、穴があいた鉄のパイプを最終的に入れまして、そこから薄く緑になっておりますが、それが貯留層ですけども、貯留層の中に、もともと貯留層は圧力がありますけれども、その貯留層の圧力にも1から2MPa、あるいは3MPaぐらまで高い圧力で地層を破壊しないようにゆっくりとCO₂を圧入するというのがこの圧入の設備になります。萌別層も同じような、もうちょっと短い距離になりますが、同じような圧入の設備を、井戸を掘削して圧入します。

ちょっとすみません、長くなりましたけれども、最後、法的な規制関係ですけども、CO₂は圧入したら安全に貯留層の中にとどまってい、もれてきていないんだということの確認と、それから先ほど申し上げましたが、自然地震、あるいは地震を起こさないのかというのを検証するために、その25枚目の図でお示したような観測を行います。

最初に、CO₂がとどまっていることの観測ということで、オレンジの四角で書いてあるところに対して、三次元弾性波探査を行いまして、調査段階で行いました弾性波探査との引き算をする

ことによって、CO2がどこにあるのかということを知ることができます。

さらに温度圧力を測定する目的で、観測井を周辺に、左側のほうからCCS1、それから萌別層観測井ということで、あとは一番右のほうに滝ノ上観測井というのを、3本の観測井を設けて、それから地震との関係ということで、OBC、これはOcean Bottom Cableというんですけれども、微小振動ですとか、自然地震観測を目的に、OBCというケーブルを海底下に埋めておりますし、あとそれからOBS、これは海底地震計ですけれども、これを圧入想定地点を取り囲むように設置いたしまして、振動、地震を観測するというようなことのモニタリングシステムになっております。

さらに左上のほうにあるんですけれども、高感度陸上地震計、文科省さんのほうで設置しておられる全国ネットのHi-netといわれるネットワークで、たまたま苫小牧地点でのネットワークがございませんでしたので、そのHi-netと同じ仕様の地震計を陸上のほうに設けて、万全な観測体制になっております。

あと26番目のスライド、これは今ほどと繰り返しになりますけれども、ちょっと見方を変えて、横から見たらこういう位置関係になっているということでご紹介しております。

最後に、法律なんですけれども、27枚目のスライド、海洋環境調査と書いてありますが、CCSの実証試験の実施に当たりましては、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律、通称、海洋汚染防止法というふうに言われておりますが、それで環境大臣の許可を受けて海底下へのCO2地中貯留が実施できるということになっております。

ただ、許可の申請に当たっては、海洋への影響がないということを事前に調査をやった上で、影響評価を行って、実施中、CO2圧入中、圧入後についても、漏えい、漏出等ないんだということを観測する必要があるということで、そこに書いてあるような調査方法での調査を行っております。

それから28枚目のスライドは、今ほどの海洋汚染防止法の、これは平成19年に改正されて、海底下でのCO2地中貯留ができるようになっているんですけれども、もともとは、国際海洋法でありますロンドン条約の96年議定書が改正されまして、廃棄物の海底下への廃棄が原則禁止になったと。ただし、海底下へのCO2貯留については認められるということになりまして、急遽、海洋汚染防止法も改正されたという経緯がございます。

29枚目のスライドのところには、ロンドン条約のほうの概要ということで、環境省さんの資料を拝借してきておりますけれども、ここで申し上げたいのは、左下のほうにリバースリストというふうに書きましたけれども、従来は海洋に廃棄できない物質だけが書いてあったんですけれども、今回の改正によって、今度は廃棄してもいいものだけがリストアップされていて、これ以外については廃棄できないということになって、この中で8番で海底下地層に貯留するCO2流とい

うような表現になっておりますけれども、海底下へのCO₂地中貯留が認められたというようなことで、これに伴って海洋汚染防止法が改正されたということでございます。

それから30番のスライドで、こういったCO₂地中貯留といったような新しい事業になりますので、当然、地元のご理解が非常に重要になってまいります。それからまた、今後、国民への理解というものも必要になってまいりますけれども、特に地元を中心に、苫小牧市、あるいは札幌市を中心に、そこに書いてありますパネル展ですとか、あるいは、特に子ども向けの実験教室、CO₂地中貯留は非常に長期間になりますので若い世代への理解が必要だということで、子ども向けの科学実験教室を開催したり、あるいは年1回のCCS講演会を開催したりというようなことで、現場での見学会を開催したりですとか、ホームページのほうにいろいろ情報提供を行うというようなことで、理解を促進するような活動を積極的にやっておるというような状況でございます。

というようなことを踏まえまして、今現在のところ経済産業省さんの委託を受けて、2020年ごろの実用化を目指してCCSの地中貯留をやっているということでございます。

きょう持ってきたデータで不十分な点等あるかと思っておりますので、水を地下に注入するという観点で、いろいろご質問、可能な範囲でお答えさせていただければと思います。

以上でございます。

○山本（一） 主査

阿部様、どうもありがとうございました。

それでは、ただいまのご説明につきまして、ご意見とか、ご質問とかございましたら、ご発言をお願いします。

はい、柿内委員。

○柿内委員

どうもありがとうございました。質問なんですけれども、泥岩の下に貯留したときに、そこにシミュレーションとして1,000年たってもとか、動かないのはあるんですけれども、もともとその滞留時間という、そのものというか、それ自体のCO₂というか、炭素の滞留時間というのは、ある程度情報があつて、それをシミュレーションに生かすという計算でよろしいのでしょうか。

○阿部氏

このシミュレーションの技術そのものは、石油・天然ガス開発のほうで、普通は地下にある流体を取り出すというシミュレーションがベースになっているものなんですけれども、それを今度、逆に流体を地下に圧入するというようなメカニズムでもいろいろ改良を加えられて、今できるよ

うになっております。

それで、地下に流体を入れたときにどのぐらいとどまるかというようなことの理論的な裏づけは、一応、今わかっているんですけども、それをやる限りにおいては、一回こういう遮蔽できるような地層があつて、しかも貯留できるような地層があるというような場所になりまして、地表への通路がないような場所が選定されれば、原理的にはなんですけども、もう永遠にそこにとどまるというような、そういう考え方もとのシミュレーションの結果になっております。

じゃ、何年間シミュレーションをやればいいのかというのは、これは必ずしも世界的にコンセンサスが得られているわけじゃないんですけども、今までは大体1,000年ぐらいやってみればいいんじゃないかと。温暖化対策としてのCO₂の貯留ですので、1,000年ぐらいを見ればいいんじゃないかということでやられておりますけれども。

それで、地下にCO₂を入れると、1,000年ぐらいであれば、気体状態、厳密には臨界点を超えている超臨界状態のCO₂がとどまる。そういう超臨界状態でとどまるCO₂と、先ほど申し上げた地層水に溶けるCO₂とありまして、今度、地層水にCO₂が溶けると、条件によっては化学反応を起こして、鉱物として沈殿する部分も出てきたりということで、この3つの要素がございまして、1,000年ぐらいですと、その3つともあつて。

それが最近、化学反応をもうちょっときちっと評価すべきじゃないかという指摘も時々ございまして、評価する場合には1万年ぐらいかけて評価するという例もございまして。1万年ぐらいやると、海外の事例では全部周りの地層水に溶解してしまうと。

今度、地層水に溶解すると、水の密度、先ほど1,000kgというふうに申し上げましたけど、1,000kgより若干大きくなって、周りの、今度逆に沈降するような威力が働いて、ますます地表には出てこないというような、そういうシミュレーション結果になっているということでございます。

○柿内委員

同じスライドの中で、帯水層、ここで帯水層の水としての横の動きというんですか、動きがあると思うんですけども、そういったところの情報というのは、このところでは得られているのでしょうか。

○阿部氏

科学的にどこまで解明されているのかと言われると、ちょっと私もお返事できないんですけども、特に石油開発の経験から、深度1,000mぐらいを超えますと、一般的にですけど、一般的には、地下の地層水といわれるものの流動速度が年間数センチぐらい、あつても数センチぐらいだというようなことが言われていて。

そうしますと、今ほど申し上げました1,000年間のシミュレーションでも10m、20mというぐらいの、もうちょっとかもしれませんが、そのぐらいのオーダーで考えればいいということで、実際にCO2入れて広がるのは数百メートルに比べて十分に小さいということで、今現在のところ地層水が移動するという点については、必ずしもシミュレーションの中では想定はされておられません。

この辺、実証試験の中で、できるだけデータを、どういうデータがとれるか課題はあるんですけども、できるだけデータをとって、その点についても検証していく必要があるというふうに考えております。

○山本（一）主査

そのほかにご質問とか、コメントとか。

はい、高倉委員

○高倉委員

ご説明ありがとうございました。ちょっと私、素人で申しわけないんですけど、変な質問して申しわけないんですけど、一つは、水の場合とガスの場合とでのメリット、デメリットと伺いますか。わかる範囲でよろしいんですけども、どのようにお考えでしょうか。

○阿部氏

単なる水であれば、大規模な流体圧入という意味では、CO2を圧入するというのは、今回、苫小牧のプロジェクトが、大規模で圧入するのは初めてになるんですけども、それ以外の例で、例えば、石油・天然ガス開発ですとか、地熱なんかでも、実はもう古くから大規模な流体圧入というのは行われております。実績としてはあるというふうに私は聞いております。

それで、今ほどのご質問で、いろんな観点から考えなければいけないと思うんですけど、特にCO2の場合、何で入れるかという、大気中のCO2濃度をできるだけ下げるために、地球温暖化対策として下げるために入れなきゃいけないということで、CO2が地表に出てこない、ある一定期間、仮に1,000年間、CO2が地表に出てこないような場所を選ばなきゃいけないということで、先ほど申し上げたキャップロック、遮蔽層がある場所をちゃんと選んでいく必要があるということなんですけれども。

それについては、まだまだ大量にやったことがないので、実証をきちっとやっていかなきゃいけないということはあるんですけども、一方、水については、圧入実績としては、日本に限らず、世界各国でも古くからありますので、そういう意味では、水圧入というのは、ある意味確立されている技術と。適した場所さえあれば、問題なくできるんじゃないかというふうに考えております。

すみません、ちょっとご質問のお答えになっているかどうかわからないんですけども、個人的には、普通のといいますか、水であればそんな難しくなく圧入できると。簡単に圧入できるんじゃないかというふうに思っております。

○高倉委員

先ほどの実験で、海のほうでばかりやっているんですけど、陸地としても遮蔽層と帯水層ですか、それが適切なものというものは存在するわけですか。

○阿部氏

特に日本の場合ですけれども、帯水層で、平野の地下では通常、帯水層が一般的にはあるというふうに考えられておりますので、あると思います。ただ、日本の場合山が多いですので、山岳に行ったときにはなかなか難しいかもしれないというふうには感じております。

○高倉委員

それから、ここはトリチウム委員会なので、トリチウムに関して別なことで申しわけないんですけど、一つは、先ほど、22ページかな、圧入システムございましたけど、数値が書いてありますけど、現実的に、今、炭酸ガスがたくさん出るといって石炭火力、それからLNGでもトータル的には結構出るんですけども、実際は100万kWが大体主体ですね。その場合に、この数値というのはどのぐらいになるものなのでしょうか。

○阿部氏

これもいろんな前提がありますけれども、大体100万kWの石炭火力発電所で、稼働率とかいろいろありますけれども、年間出ているCO₂って大体年間500万トンぐらい出ておりますので、正直この実証試験でやろうとしているのは、それに比べたら非常に小さな数字になります。

○高倉委、

あともう一つ、これは国際的な問題になるんですけど、現実的に実際、炭酸ガスを出しているのはアメリカとか中国が結構多いと思うんですよ。日本はもっと少ないんじゃないかと思うんですけども。そういったところはどういうふうに考えているわけですか。日本でだけやっているんじゃないくて、やっぱり外国、トータル的に考えて。

○阿部氏

すみません、ご説明いたしませんでしたが、一番最後のところで、参考資料で32枚目、33枚目に、今現在の世界の大規模プロジェクトということで一例を。これ、オーストラリアにあります、Global CCS Instituteという会社があるんですけども、そこが毎年公表している資料になりますけれども。

CCS/CO₂の地中貯留と、あとそれからEORというふうに、CO₂を油槽に入れることによって、

Enhanced Oil Recovery、石油増進回収できるというようなものも最近、CCSの仲間に入れられるようになってきておりまして、今現在、大規模プロジェクト、右上のほうにちょっと書いてございますが、発電所の場合は年間80万トン以上、それ以外の排出源の場合は年間40万トン以上を大規模というふうな定義がなされておりまして、それで抽出いたしまして、左側にありますように、世界各国で今60件のプロジェクトが、ほとんどが実証プロジェクトになりますけれども、実施中、あるいは建設中のプロジェクトはそのぐらいあるというふうなことでございます。

それから33枚目のスライドのほうに、その中で、特に今動いている、CO2を圧入中のプロジェクトはどこにあるかということで書いてございます。いろいろ書いてありますけれども、左のほうにプロジェクト名と国がそこに書いてありまして、年間のCO2の圧入量と、それから真ん中ぐらいに排出源として、どういうところからCO2をとっているかということと、一番右側に、どういう貯留タイプなのかということで、帯水層といわれるのが苫小牧と同じような帯水層への貯留で、EORが石油を増産して利益を得ながら、こういうCO2の処理もやっているというようなプロジェクトもあるということで。今、中国が最大で、次がアメリカになっておりますけれども、中国及びアメリカのほうでも、リストの中では中国ありませんけれども、中国としても実証試験に取り組んでおります。アメリカのほうでは大規模なものももう既に稼働中であるということでございます。

○山本（一） 主査

はい、森田委員。

○森田委員

この地層注入に関しては、化石燃料を使ってCO2を大気に出してしまっ、それを我々の経済活動で出してしまったものを地層に埋めるという一つの大義名分があるということが背景にあるので、やはり30ページにあるような情報活動提供とかでも、こういう地層に封入させてもらいますという話は、おおむね地元としても好意的に受け入れられるようなものなんでしょうかということと、あと先ほど、もしかしたらこれを封入することによって地震が起こってしまうんじゃないかという懸念もあったという話だったんですが、ほかにも何か、いわゆるステークホルダーが示す懸念というのが何かあったんでしょうか。

○阿部氏

一つ、CCSは、はっきり申し上げまして、その場所の二酸化炭素の排出を削減しても、地元には直接的なメリットはありませんので、地球全体というか、みんなで取り組まなきゃいけない課題だということなんですけど、その一方で、ご承知のように苫小牧市は北海道にありまして、室蘭と一、二を競う工業都市でございます。

バブル経済の崩壊以降ということになるんだと思うんですけども、やっぱり地元の産業をもう少し活性化させたいというような思いが、市長以下、市の皆様が持っておられて、実はこのCCSの実証試験を実施するに当たりまして、CCS促進協議会といったものを市のほうが設立されて、そこに地元の関係者の皆様、それから商工会議所、地元企業の皆様、その中には漁協の方も入って来られて、市として、あるいは地元の経済界として、苫小牧市にプラスになる事業であるならばできる範囲で協力したいというようなことで、いろいろ言っていたいております。そういう意味で地元の方々からは受け入れられつつあるというふうに認識しております。

あとそれから地震との関係で、地元の方々一番気にしておられるのは、特に3.11がございましたので、当社のほうでいろいろ想定してはおりますけれども、想定外のことというのは起きないのかということ、特に今いろいろおっしゃっておられますので、そういったことに対して、できるだけ情報発信を継続していくということで、特に圧入中については、苫小牧市を通じてになるかもしれませんが、いろいろな情報をできるだけ発信して、見学会についても丁寧に対応していきたいというふうに考えております。

ご質問の関係では、地震が起きて大丈夫なのかということ以外の中では、ごくまれにですけれども、温暖化というのはCO2が原因ではないんじゃないのかというようなことも、非常にまれにおっしゃる方もいらっしゃいますけれども、そういった方々に対しても丁寧に説明を繰り返しているというような状況でございます。

○山本（一） 主査

では立崎委員、お願いします。

○立崎委員

すみません、1点コメントと一つ質問ですが、以前、事務局にお送りしましたけれども、多分私の理解では、現在の法体系では、流体の埋設廃棄というのは想定されていないと思いますので、そこをクリアするというのはかなり低いハードルではなかろうなという気はします。

それから質問ですが、全く素人の質問で申しわけありませんが、遮蔽層というのに縦の割れ目というか、ひびのようなもの、ふたがひびが入っているようなことはないんでしょうかというのが1点で、そういうものは弾性波による探査でわかるものか。それから、もしそういう局所的な挙動、もれがあった場合に、それがどっぴかに動いていたら弾性波探査でわかってくるのか。このあたりを教えてください。

○阿部氏

今回の弾性波探査では、深度1,000mから3,000mぐらいを対象としておりまして、そのぐらいの深度での、割れ目といいますか、断層で、その断層面を境に両側で地層の深度にずれがあるよう

なときに、ずれの大きさが数メートルぐらい、五、六メートルであれば、弾性波探査で十分に検地できるというふうにされております。今回はそういうものはないことを確認しております。

ただ地質学的にいう、いわゆる割れ目、フラクチャーで、割れ目を境に変異がないものについては、正直なところ検知できないということではございますが、今回、CO2の地中注入で考えなければいけないのは、それを通路として、貯留層から出るのを漏えいというふうに定義していて、地表まで来るのは漏出というふうに定義しておりますけれども、漏えい、漏出が果たして起き得るかというところで、もし検知できないような細かいものがそこにあつたとしても、地表への漏出というのをもたらすような大規模なもの……ちょっとすみません、説明下手ですけども、大規模なものであれば、当然、弾性波探査検知できますし、弾性波探査で検知できないようなものというのは、漏出の経路というふうにはなり得ませんので、それは問題ないというふうに考えております。

それから深度的にも、深度1,000mぐらいまでですと、比較的まだ固結度が弱い、一般的に日本の場合、固結度が弱く、そこに応力が加わった場合でも組成変形を起こして、割れ目の間にすき間ができるというようなことは一般的にはないということで考えております。

それから深いほうの深度についても、弾性変形等起こすかもしれませんが、そういうのは、漏出の経路になるような大きなものというのは、十分弾性波探査で探知できるというふうに考えて評価を行っております。

○豊口企画官

すみません、最初にコメントされたことの関係で、海底に流体を廃棄するのはなかなか難しいんじゃないかという趣旨のコメントだったと思うんですけども、もしこれ陸上下であればどうかというような観点でコメントいただけると。

○阿部氏

海底下につきましては、先ほどの海洋汚染防止法でCO2の貯留が認められ、許可制になっておりますので、許可を得ればできるというような日本の法体系になっておりますけれども、陸上のほうについては、少なくともCO2については、それを許可するような制度にはなっておりません。規制法がございませんので、実施者の責任でできるという言い方もできるかもしれません。

○豊口企画官

また事務局からで申しわけないんですけど、規制の立場から、規制庁としては何かコメントございますですか。

○熊谷氏（規制庁金城室長代理）

本日、金城の代理で出席している熊谷と申します。

規制の立場といたしましては、今、法律的には原子炉等規制法という、原子力発電所一般に係る法律があるんですけども、今回この保管する形態をどのような、容器に入れて保管するのか、それともそのまま自然界に流出するかによって、またちょっと規制の考え方も変わってきますので、もうちょっと具体的な計画をいただければ、現行の規制に当てはまるのか、それとも当てはまらないのか、必要な措置が必要なのかというのを判断させていただきたいと思います。

○豊口企画官

基本的には、液体なり、気体なりというか、何かは、容器とかいうものではなくて、そのまま注入するというお考えでございますよね、CCSの場合。そのまま注入するということですよ。何かの容器とかそういうことではないかと思っております。

○阿部氏

ええ、先ほどご紹介させていただいたとおり、年間25万トンの3年間75万トンのCO2を貯留すると、数百メートル、1km近い、1kmまでいかないですね、800mぐらいの広がりになりますので、特に容器等を用いるわけじゃなくて、そこにあります貯留層の砂岩層の10ミクロンぐらいの非常に細かいすき間の中にゆっくりとCO2をしみ込ませて、そこに貯留するというような考えで、特に容器等はございません。

○豊口企画官

という前提で、何か規制庁からコメントいただけるとありがたいんですが。

もし後日というか、次の機会にというのであれば、次の機会にまとめてコメントいただくことができれば、それでも結構でございますが。

○熊谷氏（規制庁金城室長代理）

規制庁です。現在お答えできるのは、まず容器に封入しない場合のバウンダリーというのがない状態で、どこまでこの内容物の分散がシミュレーションできているかということと、過去の研究成果等でそれが実証できるかというのをご説明いただいた上で、具体的な評価に入りたいと思っていますので、もう少し具体的な中身をお伝えいただければと思います。

○山本（一）主査

はい、田内委員。

○田内委員

何で圧入井が海側に曲がっているかと気になっていたんですけど、今のでちょっとわかったんですけど、そうするとロンドン条約の議定書との関係で、結局、海底の地下に入れる場合にはロンドン条約にかかわるわけですけども、例えば海岸で真っすぐ地下に入れて、その地層は海底につながっているという場合には、これはやはりロンドン条約にひっかかるというふうに考えて

よろしいのでしょうか。

○阿部氏

すみません、私も海洋汚染防止法のほうでどういう対応になるかというところまで、そういうシミュレーションをしていないので、申しわけございませんがわかりません。

○西田オブザーバー

文部科学省の西田でございます。今ご指摘のロンドン条約との関係なんですけれども、ロンドン条約のほうで禁止をされておりますのは、海上の船舶、あるいは海上構造物からの海底下への投棄というのが禁止されているというふう聞いておまして、陸上を入り口とした海底下の処分については、ロンドン条約上はそこは明確に否定されているわけではない。ある意味ちょっとグレーゾーンだというふうには、以前、私、聞いたことがございます。

○田内委員

そうしますと、自国の陸上から地下にもものを入れるということに関しては、国内的にも国際的にも何ら基準が示されていないということになるわけでしょうか。個別に判断するしかないということではよろしいのでしょうか。

○西田オブザーバー

そこは多分、外務省の条約局がどう判断するか。あるいは国際的にそこをどう判断するかというところで、協議という形にはなるんだろうというふうには考えております。

○山本（徳）委員

物量のイメージを少し描きたいんですけれども、18ページにCO₂の圧入挙動というところがあって、ベースのケースとして25万t/yearで圧入をしていくということなんですけれども、この25万トンのCO₂ガスというのは、圧入された状態で、体積としてどのぐらいになるものなのでしょうか。地下で広がるとかということじゃなくて。岩石の間に入っていきから全体的に体積が大きくなりますとか、そういうことじゃなくて、理想的に入れたときに体積としてどのぐらいの量になっているのかというのを教えていただければと思います。

○阿部氏

このシミュレーションは萌別層のケースで、深度1,100mぐらいにございますので、圧力が11MPaで、温度は、ちょっと説明しませんでした、22ページ目のところに実はちょっと書いてあったんですけれども。すみません、お答えはこれからなんです、地下での、右側のほうに萌別層圧入井と四角がございまして、その下に1,100m、これ深度1,100mのところでの圧力が11MPaで温度が45°Cです。このときのCO₂の密度が……すみません、昔の言い方で、0.65g/ccぐらいです、25万トン0.65で割っていただくと、トンを立て米にいただければ。

以上でございます。

○山本（一） 主査

そのほかにご質問とかコメントとかございませんでしょうか。

はい。

○中澤オブザーバー

ちょっと理解が遅くて申しわけないんですけども、今のお話であれば、今、検討していますのは、放射能を含んだ水というものを入れるというのは、水なので、圧入する技術は問題ないと。ロンドン条約では、陸上ではオーケーだけれども、陸上を入り口とした場合は確認が必要だと。そういった場合、技術的には入れることは可能であって、残りは原子力規制的な観点からの問題があるか、ないかと。あとはコストもありますけれども。という理解でよろしゅうございますか。誰に聞いていいのかわかりませんが、事務局ですね。

○豊口企画官

そうですね。物理的にはそういうことですし、あとは規制の観点からどうかということになってくるかと思えますので。それで案としての成立の可能性があれば、次のコンセプトを立てて、コストなりを試算するという事かなと思えますので、そういった視点からも規制上どんな問題があるかというのをコメントいただければありがたいなと思えますので、コンセプトづくりに当たって、ぜひ見解等いただけるとありがたいなというふうに思えますので、ぜひよろしくお願いたします。

○西田オブザーバー

文部科学省の西田でございます。放射性廃棄物の地層処分をする際の安全評価の一般的な考え方といたしまして、我々もJAEAなんかといろいろ研究させていただいているんですけども、一般的な考え方としましては、地層に貯蔵した放射性物質が地上にどのように影響を及ぼすかというのを安全評価をするんですけども、そのときに基本的に物質的なものが地上に出てくるというのは、地層が変動して出てくる以外はありませんので、基本的にそこは非常に長期間かかると。

あともう一つ、非常に重要なポイントは、地下水にまざった放射性物質が、地下水に乗って地上に出てくるというあたりが実は重要な評価ポイントでございます。地層処分の場合にはそういったことを勘案して、地上に何年後にどれぐらいの影響があるということで、線量評価をしながら安全を確認していくというのが一般的なやり方でございます。

したがって、今、規制庁のほうから話もございましたように、今回トリチウムを地層の中に入れるということであるのであれば、水をそのまま入れるということであれば、そのまま地下水にまざってしまいますので、それか地表に出てくるという形での評価が必要になってくる。

逆に貯蔵、容器の中に入れるのであれば、その容器が破れて水にまぎって出てくるということで、若干バリア性能というのが考えられて、それによる評価が考えられるということが恐らく一般的な評価の仕方であると思いますので、規制庁さんはそういったほかの仕方、貯蔵の仕方というのを踏まえて、それを聞かないとなかなか安全に評価ができないという趣旨かというふうに思います。

○中澤オブザーバー

それちょっと話がずれちゃうところもあるんですけども、今、議論をしていますのは、トリチウムだけ残った水ということなんです。これは我々、漁業者の関係であると風評被害につながるおそれはあるんですけども、科学的には余り人体・水産物に影響少ないものと言われておりまして。それでいうと、言い方変ですけども、安全だと思われているものを地下に入れて、どういうリスクなのかという、極論すると、出て問題あるのかという話にもなるんですけども。ただ地下に入れていただけると、それはそれで風評の防止にはつながるかなと思いますけれども。

ですから、ちょっとほかの放射性核種とは違うんですが、そこら辺についてはどういう考えで進められますか。

○豊口企画官

今のような話で、検討する価値ありと、これが確実に成立するとか、選ぶという意味ではなくて、選択肢として成立し得るということであれば、試算させていただくこととなりますが、相当深い帯水層があって、その上に遮蔽層といわれている難透水層があれば、そこをじわじわと伝わってくるには相当な時間がかかると思います。

相当な時間がかかってくる中で、どういった濃度で上のほうに伝わってくるのかということもあるでしょうし、CO2の場合は、いつまでたってもCO2ですけども、放射性物質の場合には、半減期等でどんどん薄くなっていくという時間的な余裕もあるので、相当、地層の深くに入れて、それが地上なり、海水なりのところまで上がってまでかなり長時間たつと、それまた現象として相当薄くなるということもあろうかと思いますが、そういったこともあわせ試算していく必要があるかなとは思っていますが、まずはコンセプトというんですか、案として成立し得るものなのかということかなと思って、きょうはご議論いただいているところでございます。

○山本（一）主査

はい、柿内委員、お願いします。

○柿内委員

私も地層処分のことが、ずっとお話し合いながらずっと頭にひっかかかっていて、地層処分の場合は、先ほど話が出たように、いわゆる地質年代的に非常に長い期間をもって判断している。それ

に対して二酸化炭素というのは、それ自体はなくなるわけではないんですけれども、1,000年ぐらいいでも国際的にはコンセンサスを得ているというのがあって、そのところが、国際的なところで、1,000年の間に例えばCO2の濃度が下がる、上がる、そういった予測、どういう前提をもとに1,000年というコンセンサスが得られているのかというのが非常に興味というか、どういう議論があってそこに落ち着いているのかという疑問がありまして。

また、先ほど地層処分の場合ですと、いわゆる超半減期の核種がありますので、数万年とか、何億年とかというものまで含めてある中での地質年代なんですけれども、トリチウムの場合ですと半減期12年ですので、このところは大分短い。何がどう想定するかという交通整理をして、こういうのは議論をしなきゃいけないと思うんですけれども、とりあえず、CCS、このカーボンのやつで1,000年ぐらいというところの国際的なコンセンサスを得る過程の話が、わかる範囲で教えていただければと思います。

○阿部氏

必ずしもコンセンサスとして1,000年評価しましょうという合意ができているわけではなくて、研究者の方々、いろんなプロジェクトの検討に当たって、大体皆さん1,000年ぐらいのシミュレーションを一つのターゲットとしているというのが現状でございます。

地球温暖化対策、私はちょっと地球温暖化について専門ではないので、きちっとご説明できませんけれども、少なくともCCSの担当者の間では、今、理解しているのは、2100年までの地球の大気中のCO2濃度の予測がなされておりますけれども、それ以降どうなるかというところの予測までは、少なくとも私は余り目にしていないので、私も大体2100年ぐらいまでの大気濃度を考えたときに、CO2が問題であればCO2を地中貯留しなければいけないという前提で。

ですから、100年ぐらい少なくともやればいいんじゃないかというような議論と、あとそれから化石燃料もいつまでも続くわけじゃないという議論があるのと、それから、すみません、お答えになっていませんが、要するに世界的に必ずしもコンセンサスは得られておりませんが、背景として地球温暖化についてのそういう100年ぐらいで、今、皆さんが議論しているというものと関係で、大体1,000年ぐらいというのが出てきているのかなというふうには思います。

○山本（一）主査

ありがとうございます。

そのほかにご質問とかコメントとかございませんでしょうか。

○吉田事務局長補佐

私も質問よろしいでしょうか。

○山本（一）主査

はい、どうぞ。

○吉田事務局長補佐

お話ありがとうございました。地層処分に当たってのボリュームと、それからその影響という点でちょっと質問したいんですが、まずボリュームという意味でいうと、この資料の5ページに、貯留可能量というのがお示しをいただいているわけですが、この地層であればこれぐらいの量が入るとするのは、これはやり方というか、手法みたいなものは確立されているのかというのが一つの質問。

2つ目の質問として、影響の話、先ほど地上に出てくる云々の話でしたが、もう1点、先ほど出ました地震の発生の可能性がふえると、そういう話でしたが、それでも、それも地層に何か入れることによって地震のメカニズム云々について、何かこれも検討の手法とか、そういうものが確立されているのかどうか。この2点について教えていただきたいんですが。

○糟谷事務局長補佐

関連で2点目について、8ページに地震に関連する不安を収集したデータに基づいて払拭するとありますね。これ具体的にどんなデータを収集して、どういうロジックで払拭しようとしているのかと、そのあたりもちょっと触れていただけるとありがたいです。

○阿部氏

1点目の貯留可能性評価の評価手法なんですけれども、世界的に、もともと10年ぐらい前は皆さんバラバラで、各国、国によっていろんな評価のやり方をやってきたんですけれども、最近になって割と落ち着きつつあります。

ただし、ここに今お示したのは、最近になってまとまった評価手法の前の評価手法でございます。ここで前提条件になっておりますのは、深度がまず、先ほど密度のお話させていただきましたけれども、深度1,000mぐらい超えますと密度が高くなりますので、地下のすき間を有効に使うという観点で、できるだけ密度が高いほうがいいだろうということで、今これ深度800mよりも深いところにあって、しかもすき間の多い貯留層があって、その上に遮蔽層があるというような場所、それを考慮してこの1,461億トンというような計算がなされております。

○吉田事務局長補佐

その広がりみたいなものから計算されるんですか。

○阿部氏

そうですね。容積法とっておりますけれども、地層全体の容積を計算して、貯留層全体のまず容積を計算して、そこですき間、孔隙率といいますけど、孔隙率を掛け算して、その孔隙の中で50%をCO₂が占めるという前提で計算するんですけれども、ただ、広がっている地層の中、

100%、CO2を入れることはできないだろうということで、この中のほとんどのものについては、そこにある地層の25%にCO2を入れることができたとしたら、どのぐらいになるかという前提の計算になっております。

それから2点目のご質問に関連してなんですけれども、地震との関係でということ、苫小牧プロジェクトでは経産省さんのほうで最初にCCS実証事業の安全な実施に当たってという指針を出しておられますので、これにのっとった形で、貯留層の評価を行って、その中でも圧入中についてもモニタリングをしなければいけないというようなことも書いてございますので、それでモニタリングをやるという予定になってございます。

それで、基本的には、これも自然地震と、こういう流体圧入に伴う非常に微小な、当社のほうでは微小振動ということ、学術的ではないんですけど微小振動という言い方をさせていただいてはございますけれども、微小振動は全く違って、大規模地震というのは深度10km、15kmのところ非常に大きなものとして発生するわけですけども、流体圧入に伴うものは非常に小さいものだというふうなことが言われておりますので、そういうものを、先ほど25番のスライドでお示しいたしましたけれども、基本的にはここで何をするかというと、CO2を圧入中に微小振動といったものが起きるのか、起きないのかというものを海底地震計等できちっと把握して、もし起きていけば、それがどの深度で、震動がどこにあるのかというのを、深度と場所をきちっと把握して、それがCO2の圧入に伴う圧力変化によって応じているものなのか、どうなのかというのを把握して、微小な振動についての震源をきちっと求めるという作業を行っていきます。

あとそれから、昨日あったような自然地震というのは、やっぱり実証試験期間中に起きれば、それがどこで起きたのかといったものも、このプロジェクトの中で得られたデータと、既に、Hi-netと言われるような地震観測網でございますので、そのデータとあわせて、きちっと、自然地震はここで起きていると。一方こういう流体圧入に伴うかもしれない微小な振動がここで起きているというようなことも、その関係の有無というのを、場所の相関関係あるかないかというのを求めていきたいというふうに考えております。

あと、先ほど吉田審議官のほうからおっしゃられたメカニズムについては、流体が圧入することに伴う岩石強度がどういふふうに変化するのかというようなことの基本的なメカニズムの整理はできております。

ただし今現在のところ、残念ながら、地層のほうもいろいろ不均一性等もありますので、それに伴って具体的に、どこでいつどのぐらいの規模の微小振動なりが起きるのかというところの予測まではできていないという状況でございますので、その辺も含めて、できるだけデータをたくさんとって、そういうふうなところの技術開発なり研究が進めば、役立つようなデータをとりた

いというふうには考えております。

○山本（一）主査

ありがとうございます。

そのほか。

はい、柿内さん。

○柿内委員

12ページに関連するんですけれども、先ほど来、事務局からこういう手法をとる、とらないという話ではないんですけれども、実際もしこれが採用されたときに、例えばこれが調査から入って、準備含めて実際始まるまで約7年ぐらいかかるわけなんですけれども、実際にこの工程というのは、これだけ時間がかかる、こういうものだというふうな理解でよろしいのでしょうか。

○阿部氏

その場所にデータがもともとどのぐらいあるかというのかかわってくるんですけれども。単に水の圧入であれば、トリチウムとかではなくて単に水の圧入であれば、そんなに私は時間かからないのかなとは思いますが。弾性波探査を行って、ボーリング調査を行って、ボーリング調査も場合によったら垂直の井戸でいいかもしれませんし、それで評価を行って、シミュレーションをやると。調査段階も何年かわかりませんが、2～3年あればできるかもしれませんし。

あとそれからプラントの建設のほうは、分離・回収設備で、CO₂、腐食性があったりしますので、それで長納期品等があつて時間かかるんですけれども、普通、水の圧入であれば、ただポンプですので、それはもう発注して、できて、納品して、建設してというのに、設計段階からあれば1年半とか2年ぐらいあればできてしまうような気がいたします。

その辺、私も正直必ずしも水圧入のほうの専門家で考えたことがありませんので、そういうことは別途専門家の方といろいろご相談いただければと思いますが、私の個人的な印象では、ここまでは時間はかからないんじゃないかとは思いますが。ただ、地元説明等のほうは非常に大変かなという気はしております。

○山本（一）主査

そのほかにご質問、

はい。

○舟木オブザーバー

海底のガス田の中で、ガスを採掘した後に、圧力を調整する観点から水を圧入した例がある、あるいは研究をされているというのを伺ったことがあるんですが、そうしたスペースをこのCCSにおいて有効活用しようということを考えられたご経験はあるか。あるいは、全くそれとは別に、

CCSの場所というのは別途考えられて、このような体系ができているのかというのを、もしご存じであればお伺いできればと思います。

○阿部氏

まず当社のほうでは、苫小牧のほかにも考えていたことがございます。調査段階では考えていたことがありまして、福島沖の沖合に海底下のガス田ございましたので、そこで貯留したらどうなるかというようなことの検討も行ったことがございます。

それから、日本のポテンシャル評価の図の中でも、私どもがやったことじゃないのでご紹介きちっといたしませんでしたが、カテゴリーがAとかBとかあって、カテゴリーAの、実はA1に35億トンというふうに書いておりますけれども、これは既存油・ガス田というふうに書いてございまして、現在、生産中の油田、ガス田が空になったときに、そこを使ったら35億トンというふうな評価も行われております。

あとそれから、海外のほうでも、場所によっては、枯渇したガス田で貯留するというようなことも念頭に置かれているかと思えます。特に北海なんかでは油田等が既に減退している時期になってきておりますが、そこを有効に使ったらどうかというふうに言われておりますので、枯渇したガス田を対象に考えておられるかとは思います。

○舟木オブザーバー

ありがとうございました。

○山本（一）主査

ほかにご質問とかコメントとか。

ございませんか。

はい、どうぞ。

○土井氏（中西審議官代理）

Enhanced Oil Recoveryは海外で相当進んでいると思うんですけども、地層中でのCO₂を溶かした場合のビヘイビアと、水を圧入した場合のビヘイビアと、かなり地層シミュレーションできていると思うんですけど、その辺の水とCO₂の場合の決定的な違いがあるのかどうかを、もしおわかりになれば。

○阿部氏

EORにつきましては、今現在ほとんどがアメリカで100個ぐらいのプロジェクトがあるというふう言われていて、年間4,000万トンぐらいのCO₂が圧入されているというふうに、これも最新じゃないかもしれませんが、そういうデータを見たことがございます。

一番のCO₂/EORをやることによる増産効果というのが、すみません、日本語ど忘れしてし

まいりましたが、ミッシブル状態になるといって、入れたCO2と油との間で界面がなくなる、境界がなくなって、混和状態になるというふうに言われていて、混和状態になることによって、原油の燃性が下がる効果と、あとそれからCO2を入れることによって圧力が上昇するという、この両方で、石油を増産するというふうに言われております。

一方、水のほうは、ご承知のとおり水と油ですので、明らかな界面が存在するというので、ちょっとお答えになっているかどうかわかりませんが、石油を増産するためのメカニズムとして水を圧入するのは押し出す効果で石油を増産しますし、CO2の場合は押し出す効果のほか、それもありますけれども、今ほど申し上げたとおり混和状態をつくって圧力を高めてやって、取り出しやすくして取り出すという効果があるということが言われております。

○山本（一） 主査

ありがとうございます。

そのほか。

はい。

○豊口企画官

最後に事務局から確認をさせていただければと思うんですけども、最初の検討の進め方でも申し上げたとおり、案としての成立の可能性があればコンセプトを設定して、コストなり可能性なり、いろいろなものを試算していきたいということですけども、可能性のあるものという皆さんの認識なのか。

やや規制の観点がわからないところもあるので、先ほどの流体の場合は気体と比べて工事期間は短くなるんじゃないかというお話もありましたが、調査期間について、やっぱりある程度の期間が必要になって、いざ選択肢として選んで、調査を何年もしてから規制上だめよということになると手戻りが大きいので、必ずしも調査が万全にできていない段階でも選べる何らかのアドバイスをいただくとありがたいなと思っているんですが。

今は、それは可でもなく、不可でもなくと言えないという状況ではございましたが、今のこの議論を経て、次の可能性あるものとして議論を進めたほうがよろしいかどうか。ご意見というか、お考えをお聞かせいただければありがたいなと思いますけれども。

○山本（徳） 委員

いろいろお話を聞かせていただいて、私自身は可能性のあるものとして、もう少し議論を深めていく必要があるんじゃないかなというふうに感じています。

○山西委員

私も山本委員と同じで、可能性あるという判断でよかろうと思います。今後、検討していくべ

きと思います。

○森田委員

私も検討すべき技術であると考えております。

○野中委員

技術的な部分で検討されるのはいいと思いますが、前回だかその前だか、規制庁の金城さんが、いわゆるこの表で、地層中に注入するというのは固化、ゲル化してという地下埋設、下のこのものことでなければだめなんですよというようなご説明をされたように、私、覚えているんですが。勘違いでなければ。

ですから、今お話いただいたのは、この表でいえば一番上のマスの中のことだと思うんですけど、そのあたりやっぱり整理されて検討されないと。深く埋めればいいんじゃないかみたいなレベルで、技術的にどうだという議論で単純にやってしまうと、ちょっと配慮が足りないかなという気はします。

○田内委員

私も技術的には検討の余地十分あると思うんですけども、やはり規制側でそれは可能かどうか判断をしていただかないと、ここで幾ら議論をしても全く前に進まないの、やはりそちらをまず先にぜひ検討いただいて、その上で議題に挙げていくかというのを判断をするべきかと思えます。

○立崎委員

私も先ほど申しましたように、規制の問題というのはちょっとひっかかる場所がありまして、データが出れば可能なのか、それとも可能性が全くないのかとか、そのあたりの感触が少しあったほうがよろしいかなと思います。

○高倉委員

私も興味はあるんですけど、2点ほどありまして、1つは放射性物質、例えば半減期が短くて、それで放射性物質であれば地下に埋めちゃえばいいんだというようなことがまかり通るかどうかな、まずは。

それからもう一つは、先ほども言いましたけど、結構、感情的な問題が大きいものですから、場所を決めるときどうするんだと。高レベル放射性廃棄物もそうですけど。それがなかなかめぐるんじゃないかと思えます。そう簡単に決められる問題じゃないんじゃないかという感じはするんですよね。

○柿内委員

私も規制のことを考える上でも、ある程度のフレームを考える上で、そのところは幾つかの

シナリオをつくって、やはりそこでどのぐらいの濃度であるとか、総量としてこれぐらいのものを考えなければいけないということは、まず整理をした上で議論をする。

なので、私も技術の可能性という意味で、帯水層のいわゆる移動時間どのぐらいですかとお伺いしたのも、技術的には多分そういうことを考えると、拡散とか考えると、かなりそこに置いていても、地上にいる人間というか、そこに生活する人に対して影響は小さいだろうということは想像できるんですけども、実際それを進めていく上で、規制というのがどういったところで問題になってくるのかということはまだありますので。

繰り返しになりますけれども、どういうふうなシナリオというか、そういうのをまず議論の俎上に上げるためにも、そのところはある程度進めておいたほうがいいのではないかと思います。

○山本（一）主査

はい、どうもありがとうございます。

本日は、この地層中に注入廃棄という選択肢につきまして、CCSの技術をご説明いただいて、技術的可能性、並びにいろいろ規制等で生じてくる問題について、皆様から貴重なご意見をいただいたと思います。

今後、この技術的成立可能性、それからフレームというようなことも検討しつつ、この選択肢についての検討も深めていきたいと思っております。

どうも阿部様、ありがとうございます。

本日の議題は以上でございますが、何か全体を通じてございますでしょうか。

それでは連絡事項等、事務局からお願いしたいと思っております。

○江口対策官

長時間ありがとうございました。次回、第10回につきましては、改めまして日程調整をさせていただきたいというふうに思っています。日程調整が済み次第、またご連絡をさせていただきますので、よろしく願いをいたします。

本日はありがとうございました。

—了—