

産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会

二酸化炭素貯留事業等安全小委員会（第3回）

議事録

日時：令和7年2月27日（木曜日）13時00分～15時15分

場所：経済産業省別館 2階 227会議室

議題

1. 貯留事業に関する保安規制について
2. 導管輸送事業に関する保安規制について

議事内容

1. 貯留事業に関する保安規制について

○大川鉦山・火薬類監理官 定刻になりましたので、第3回の二酸化炭素貯留事業等安全小委員会を開催させていただきたいと思います。

委員の皆様におかれましては、御多忙の中、御出席いただきまして、ありがとうございます。

本日の会議は、対面もしくはオンラインでのハイブリッド形式で開催させていただきます。

議事の公開についてですが、本日の会議は、YouTubeの経済産業省チャンネルで生放送させていただきます。

それでは、以降の議事進行は山田委員長にお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

○山田委員長 委員長を拝命しております山田です。どうぞよろしくお願いいたします。

CCS事業法では、公布後2年以内に「貯留」と「導管」に関する規定が施行予定であります。今回の小委員会は、「貯留」に関する保安の在り方についての第1回目の議論と、「導管」に関する保安の在り方についての第2回目の議論になります。

今日の議事では、前半を貯留パート、後半を導管パートとして議論をさせていただきます。

前半の貯留パートでは、貯留の保安の在り方についての議論の基礎とするために、苫小牧で行われた実証試験の概要やCCSガイドラインなどについて、関連事業者の皆様、事務局から説明をお願いしております。

後半の導管パートでは、導管の技術基準の検討の参考として、CCS事業法の適用範囲

や規制・規格等の国際比較等について、事務局から説明をお願いしております。

委員の皆様方におかれましては、各パートの説明の後に、挙手にて御意見を頂きたく考えておりますので、よろしくお願いいたします。

それでは、まず、貯留パートの資料1から4について、順番に御説明をお願いしたいと思います。それでは、まず、資料1について、事務局からお願いします。

○山中課長補佐　それでは、事務局から、資料1について御説明をさせていただきたいと思います。

今回、貯留事業に関する記載の審議を頂くのは初めてということになりますので、まず、CCS事業法における貯留事業に関する保安規制に関して、簡単に御説明をさせていただきたいと思います。

資料1はスライド2とスライド3がございます。スライド2は、実際に貯留事業を行うとき、事業者の方が行うプロセス、申請等の御説明をさせていただき、スライド3におきましては、CCS事業法は100条近くございますが、そのうちの保安規制に関する内容について御説明をさせていただきたいと思います。

それでは、スライド2から御説明をいたします。

こちらは図の形式になってございまして、細かいところを書いてございます。左は行政という形で白色の枠、真ん中は事業者となっておりまして、こちらはグレーの枠になってございます。右側が法律内容となっておりまして、事業者が貯留事業を開始するに当たって、プロセスは上から下のほうに流れていくという形で記載させていただいております。

簡単に御説明させていただきますと、一番上の試掘は既に昨年の11月に施行させていただいております。今後、事業者が試掘を開始すると考えてございます。

試掘の後に当たりますが、事業者が貯留事業を実際にしようと思えば、貯留事業の許可の申請ということで、一番上の欄になりますが、こちらの申請をして、左側の行政に申請の許可を願うという形になります。

その許可が下りましたら、続いて、貯留事業の実施計画という、具体的な計画内容を記載したものを事業者が作成して、これも実施計画の認可を行政側から得ることになってございます。

それが終わりましたら、続いて、事業者側で保安規程——個々の貯留事業場において、どのような保安に取り組むかということに記載したものを作成し、それを行政側が確認いたします。

その次に、貯留事業ということで、地下にCO₂を入れるに当たって、様々な工作物等を設置することになりますが、その工事を行うための工事計画の確認という形で、これも行政側に届け出て、確認いただくという形になっております。

一番下の黄色の枠でございますが、これらが終わりますと、貯留事業を事業者が開始するという形になります。

このようなプロセスで、事業者が手続を踏んで、貯留事業の実際の事業を進めるということで、そうしたものを図にまとめたものでございます。

スライド3に移ります。

CCS事業法は100条以上の条文がございますが、このうち第66条から第77条まで、保安規制に関するものが規定されてございます。

これらの保安規制に関するものを大きく3つに分類させていただいております。

一番上の「貯留事業者等の義務等」は、貯留事業者に義務を課しているものでございますが、公共安全の維持及び災害の発生の防止のために必要な措置を講じなければならない（第66条）。

2つ目のところは、先ほど申し上げました実際の工作物、例えば、CO₂を地下に入れるときの圧縮機や坑井などの工作物を、経済産業省令で定める技術上の基準に適合するように維持しなければならないと、第67条で規定させていただいております。

2つ目の大きな丸として「自主的な保安」と記載させていただいておりますが、先ほどもございました保安規程を定め、貯留事業の開始前に、経済産業大臣に届け出なければならない。

2つ目につきましては、従業者に保安教育を施さなければならない等々、自主的な保安のことをまとめたものがここに記載されてございます。

3つ目、一番下の大きな丸になりますが、「工事計画及び検査」ということで、先ほども工事計画の話がございましたが、貯留等工作物の設置または変更の工事であって経済産業省令で定めるものをしようとするときは、その工事の計画を経済産業大臣に届け出なければならない。先ほど御説明した工事計画の届けに当たります。

下2つ目は、先ほどの貯留の工作物、圧縮機や坑井を設置する場合に当たっては、使用前に自主検査をしなければならない。

3つ目に記載されているところでございますが、実際の操業に当たっては、定期的に自主検査を行い、その記録を作成して保存しなければならないといった規定にさせていただ

きます。

保安規程第 66 条から第 77 条に記載されておりますが、この具体的な内容を省令で定める事項等ございますので、そうしたものをこちらの委員会で今後審議させていただければと考えてございます。

資料 1 につきましては以上になります。

○山田委員長 ありがとうございました。

それでは、次に、資料 2 について、日本 C C S 調査株式会社・萩原様より、御説明をお願いいたします。

○萩原オブザーバー・プレゼンター 日本 C C S 調査株式会社の萩原でございます。

今日は、「苫小牧実証試験における貯留にかかる安全措置」について御紹介させていただきます。

次のスライドをお願いします。

苫小牧実証試験は、弊社で 2012 年から準備作業が始まりまして、2016、17、18、19、圧入期間を経て現在モニタリング中ですが、この期間、苫小牧実証試験の委託を受けております。

本日お話ししますのは、それに先立ちまして、2008 年から 2011 年にかけて、候補地絞り込み作業と並行して行われました事前評価——経産省さんの「C C S 実証試験実施に向けた専門検討会」で実施されました検討内容について御紹介させていただきます。

次のスライドをお願いします。

まず、候補地絞り込みに当たっても、評価は非常に広域に行われていることを最初にお示ししたいと思います。

左上の図で、ピンクで表しているところが貯留候補地であったのですが、地下の地質層序や地質構造を評価するに際しては、このように、それを覆う形で広域的に評価をいたしております。

次のスライドをお願いします。

使用されたデータですが、弾性波探査データで面的なものを評価いたしまして、それから、表の中 4 つですが、コア分析、坑井速度測定、物理検層、温度・圧力ということで、これは坑井データによる点のデータでございます。

これ以降のスライドで、これらの取得されたデータがどのように利用されたかを、今日はイメージで概念をつかんでいただきたいと思いますと思って御紹介いたします。

次のスライドをお願いします。

まず、弾性波探査です。

左のほうに、貯留地点と、それを覆う形で弾性波探査が行われた調査範囲を示しております。

弾性波探査の評価結果ですが、右上は断面図で鉛直方向です。真ん中の下のほうは構造図で、水平方向の面的な評価です。これらの評価をいたしまして、右下のほうで苫小牧地点の層序を評価しまして、貯留層、遮蔽層などを特定して、計画を策定いたしております。

次のスライドをお願いします。

今度は坑井ですが、お示ししたのは、調査井、苫小牧C C S - 1号井の掘削例です。こちらは2010年から2011年にかけて掘削されました。

調査井を掘削いたしまして、カッティングスや、地下の岩石試料、いわゆるコア試料を採取いたしまして、各種分析をするほか、テストが行われています。

右上にお示ししていますのが物理検層、いわゆる「ロギング」と呼ばれるものでして、井戸を掘った後、このように物理検層を行い、鉛直方向の物理的な性質を評価します。

右下ですが、前のスライドで、弾性波探査で面的なものをお示しましたが、坑井を掘った後に、この坑井で地震探査を行うことで、深度も分かっている地層で行いますので、さきの弾性波探査がより高精度で、地層ごとで、より確かさが検証されることになります。

次のスライドをお願いします。

これらの評価に基づきまして、様々なデータを設定いたしまして、CO₂の挙動予測シミュレーションを行います。

左上がシミュレーションモデルを概念的に示したもので、i方向、j方向、k方向、それぞれグリッドを設定しまして、それぞれのグリッドに、評価によって推定されましたパラメータ、流動計算に必要な孔隙率や浸透率などを入れ、流動計算をいたします。

流動計算のアウトプットとして例でお示しましたのが、左下、赤いものが圧力で、CO₂を圧入したときに、その圧入のレートに応じて圧力がどう上がるか。その右が、貯留層は圧力が上がるのですが、その上部の遮蔽層には圧力がどう伝播するかを計算したものです。右のほうは、CO₂の飽和率、地下でのCO₂の入っている割合の推移です。

上が3年後、真ん中が20年後、下が1000年後となっていて、このような計算を行って、CO₂の地下での広がり进行评估いたします。

次のスライドをお願いします。

シミュレーションモデルにつきましては、このような事前の評価によって値が入っているものですから、その後の追加データ、特に、実際に圧入が始まりますと、圧入レートと圧力、温度の観測値が得られますので、それらの結果が、先ほどのシミュレーションモデルでも計算結果として得られるように、観測値と計算値が一致するように修正をいたします。これを「ヒストリーマッチング」と申しますが、このような更新を繰り返して、シミュレーションモデルによる計算値の確かさを確認してまいります。

次のスライドをお願いします。

続いて、遮蔽層の評価です。

遮蔽層につきましても、非常に広域にわたって評価することが重要とされておりまして、左の上にありますのは、貯留地点を広く覆うように、断面A、B、C、Dと非常に広い地域にわたって右のような構造を評価いたしまして、遮蔽層が十分厚さを持っていることを確認いたします。

それから、遮蔽層部分もコアを採取したり、物理的な性質を評価いたしまして、左の下の表にお示ししますように、孔隙率、浸透率などを評価するとともに、スレショルド圧力——CO₂が毛細管圧力に勝って、貯留層から遮蔽層にしみていく圧力を確認したり、リークオフ圧力テストと申しまして、地層の強度をテストするものを確認したりいたします。苫小牧で、実際、リークオフテストで確認されました地層の強度に安全率 10%を見まして、90%を最大坑底圧力と設定いたしました。

以上のような様々な地質評価に基づきまして、適切な圧入圧力やレートを決定いたしました。

次のスライドをお願いします。

続いて、活断層分布と地震活動です。

過去の地震活動の調査をいたしました。右上に「苫小牧周辺の最近の地震活動」ということで、過去の地震活動を調査しまして、この貯留地点は、ほかの地域と比べて、特別に活動的であるわけではないという評価をいたしています。

活断層については、この貯留地点の東側に石狩低地断層があるのですが、こちらから20～30キロ離れていることを確認いたしました。

もう一つ、ポツの最後ですが、上の図の貯留地点の西側に断層が確認されているのですが、こちらは活断層ではないし、圧入に対して影響はないという評価をしています。

活断層につきましては、あるからCCSは絶対できないというわけではなくて、あるの

に対してCCSがどのような影響を与えるのかが大事だと認識しております。

次のスライドをお願いします。

地震誘発の可能性も検討しておりまして、左の上がリークオフテストの概念図です。井戸を掘った後に圧力を加えていって、地層に亀裂が入る。圧力が下がって、この場合は、エクステンデッドといいまして、遮断した後にもう一回圧力をかけて、もう一回亀裂を開いてあげるようなテストをしております。この概念図が左上に示してあります。

このようなテストで何が分かるかといいますと、水平方向や鉛直方向の応力が評価できます。これらの値と、コアサンプルを用いました剪断試験を行いまして、すべり傾向係数、いわゆるすべりが生じやすいかどうかの評価をいたします。

苫小牧実証試験の場合には、すべり傾向係数からして、地震が発生する可能性はないものとされました。

ただし、実証試験ですので、それを確認しようということで、右下のような赤い地域をモニタリングしようということにいたしました。

それから、先ほど、活断層は東部の離れたところにあると申し上げましたが、そちらの影響がないことを確認するために、青い部分の微小地震の観測が提言されました。

それから、最初ですので、安心・安全を証明するために、既存観測網、Hi-netを用いて、周辺の自然地震を観測したほうがいいという提言を受けましたので、緑の広域の地震観測も行っております。

以上でございます。

○山田委員長 ありがとうございました。

それでは、次に、資料3につきまして、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の赤井様、お願いいたします。

○赤井プレゼンター JOGMECの赤井と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

私からは、CCS事業実施のための推奨作業指針、通称JOGMECのCCSガイドラインについて紹介させていただきたいと思います。

次のページをよろしくお願いします。

本日の御説明内容をまとめておりますが、まず1. で、ガイドラインはどういうものか、2. でサイトスクリーニング・選定のところをお話しして、キャラクターゼーション、圧入シミュレーション、リスクマネジメント、坑井設備とあります。

今回、適切な圧入方法、注入方法を検討するに当たっては、3. のキャラクターゼーシ

ョンや4. のシミュレーションが非常に重要になってきますので、ここを少し厚く説明させていただきます。

なお、ガイドラインは、右下に掲げているWEBリンクから、どなたでも入手可能となっております。

次、よろしくお願いします。

次のページは、我々が2022年5月に出したガイドラインは何なのかというところで、まず、上の1ポツですが、CO₂の地中貯留に係る国際標準であるISO27914というのがあります。これは国際規格でして、2017年に発表されております。これを尊重しつつ、JOGMECとして、このように進めていくのがよろしいのではないのでしょうかといった考え方をまとめたものになっております。

2ポツ目ですが、ガイドラインに何が書かれているかといいますと、CCS事業の適切な実施の方法、また、その貯留層にCO₂をどれぐらい貯留することができるのか、貯留可能量の評価、あと、これはそもそもGHG削減のためにやっているわけですから、圧入によってGHGがどれだけ削減できたかを算定する方法について、ガイダンスを与えるものとなっております。

3ポツ目、特に後段の「個別の国際規格や業界標準を概ね満足するように留意されている。」といったところなのですが、このドキュメントをつくるに当たって、様々なガイドライン、例えば、米国DOEが発行している「Best Practice Manual」や国際規格などを見てきました。それら全て、おおむね同じような考え方を示しているわけですが、特に、国際規格であるISO27914は、CO₂地中貯留全体を網羅的に捉えているということで、これを尊重する形で作成しております。

下書いている「第3回二酸化炭素貯留事業等安全小委員会における報告では、」というところは、JOGMECのCCSガイドラインの全体概要に触れつつ、特に安定的な貯蔵の確保、公共の安全の維持及び災害の発生の防止、漏えい防止、環境保全の観点から、重要となるモデリングやシミュレーションを中心に説明させていただきたいと思っております。

最後、注意書きですが、ISO27914自体は今、改訂が行われております。この改訂の進捗に応じて、記載の内容も見直しを行う可能性があることに御留意ください。

次、よろしくお願いします。

まずは、全体を御理解いただくために、ワークフローを説明させていただきたいと思っております。

1 ポツに掲げておりますように、貯留事業は、一般に、時間の流れに沿って、6つの段階に区分できると考えております。

左側にある①から⑥で、①貯留サイトスクリーニング・選定の段階。広域な地質情報から、いい場所はどこかを選んでいく段階。

②選ばれた場所に対して、貯留層を評価する段階。

③選ばれた場所を評価した後に、そこで実際に実施するに当たって、設備を建てていく設備段階。

④設備を建てた後、圧入を開始する操業段階。

⑤圧入停止後の段階。

⑥管理責任が移管等して、長期貯留の段階。

こういった6つの段階に分かれます。

重要なことは、上の青色ハイライトしているところで書いていますが、事業段階において入手可能なデータ量が異なりますので、これに応じて貯留層評価を継続的に実施して、最適化を継続的に行う。これが重要になってきます。

それを行うためのワークフローは、右下に図面で示しておりまして、まずはサイトスクリーニング・選定してきて、下へ下りまして、キャラクターゼーション、貯留層を評価して、モデリングして、モデリング結果に基づいてリスクマネジメントを立てて、リスクのある箇所についてはモニタリングを行うといったことを絶えず行って、事業計画の最適化を目指していくということになっております。

次、お願いします。

まずは貯留サイトのスクリーニング・選定です。

貯留サイトのスクリーニング段階は、地域や堆積盆地規模の非常に広域なところから、候補となる貯留サイトを特定、評価、比較し、適さないサイトを除外する段階です。

それが終われば、貯留サイトの選定の段階に移行します。ここでは、先ほどのスクリーニングで選ばれた候補地のリストから、次のステップの、より詳細な貯留サイトのキャラクターゼーションを行う候補地を選定する。

こういったスクリーニング・選定というプロセスを経ることで、明らかに不適切なエリアを除外しながら、安全な事業を設計できるということになっております。

例えば、ISOの中では、どういうことに注意してスクリーニングして、選定していけばいいのかというのが左下に列記されております。貯留の容量や圧入性、CO₂をちゃん

と地下の中に封じ込められているかという保持能力、先ほど J C C S 様のプレゼンテーションにありましたが、遮蔽能力や地下の応力状態、断層があつて、それらがリスクとなり得るかとか、耐震性、表層水系への近接性、モニタリングができるかどうかといったことから適した場所を選んでいきます。

次、お願いします。

広域なところから対象となる貯留地が選ばれば、そこに対して、より詳細な貯留層の評価を行っていきます。これを貯留層のキャラクタリゼーションと呼びます。対象の貯留サイトに対して、地下地層内の岩石性状の分布や、CO₂ 圧入性を分析・解釈することです。サイトに関する地下のデータの入手及び整理を継続して、データ分析・解釈を随時更新していくことが大事になっていきます。

これを行うに当たっては、複数のデータを用いて地下の状態を評価していきます。先ほどの J C C S 様のプレゼンテーションにもありましたが、坑井を掘れば、坑井に沿って物理検層をかけて、坑井に沿って地層の状態がどうなっているかという線的なデータが入手できます。かつ、坑井を掘れば、その坑井から岩石サンプルを採取してきて、地下 1,000 メートル、2,000 メートルという対象層の岩石がどうなっているかというのを評価することができます。これは点的なデータとなるでしょう。その点のデータと、物理検層で取った線のデータをキャリブレートすることによって、坑井に沿って、非常に正確に地質性状が分かってくる。

ただ、これはあくまで線ですので、例えば、右下の図面ではシマシマと面で描かれているようなものですが、地震探査を行うと面的なデータが取れます。三次元地震探査であれば立体的なデータが取れます。あとは、三次元的なデータを使って、坑井に沿った一次元的な情報を展開して行って、地下の状態を把握するというのが貯留サイトのキャラクタリゼーションになります。

把握すべき対象は何かといいますと、下にありますように、I S O 27914 では、例えば貯留層の水理地質学的な特性で、岩石の中を流体がどれだけ流れやすいか。その流体は水やCO₂であるわけですが、そういったものがどれだけ流れやすいか。あと、キャップロック、遮蔽層はどれだけ遮蔽能力があるか、CO₂を通さないか。あと、地化学変化、化学的な反応。CO₂が溶解した水が岩石を溶かしたり、析出させたりするプロセスが起こるか起こらないかといったものを評価していく。あと、ジオメカニカルな特性、岩石力学的な特性、坑井の健全性などの評価を行うことができます。

こうやって地下の状態をキャラクターゼーション、評価することによって、次に示すシミュレーションが可能となります。

次、よろしくお願いします。

次がCO₂圧入シミュレーションの段階で、まずは、先ほどの岩石物性の空間分布が把握できました。地下がモデル化できました。そしたら地下のモデルを使って、圧入CO₂が地下構造に及ぼす影響を評価することができます。

影響とは何かといいますと、圧入したCO₂が坑井からどの程度広がっていくかということで、CO₂プルームの広がりと呼んだりします。あとは、圧力が上昇したエリアがどれだけ伝搬するか、坑井からどれだけの距離、圧力が上昇したエリアが出てくるか、地下の応力状態がどれだけ変化するかといったものが、圧入に伴う経時変化としてシミュレーションすることができます。

こういったシミュレーション結果と、今後、実際に圧入して行うモニタリング等の結果を比較しまして、先ほどの観測結果と計算結果の比較、ヒストリーマッチングといったプロセスを通じて、モデルをより精緻なものにしていきます。そうした精緻なモデルを使って、圧入停止後、1000年後どうなるかといった長期的な安定性評価に使うことも可能となります。

モデルとするべき対象は、ISOであれば、左下のようには与えられておりますが、ここでは割愛させていただきます。

次のページをよろしくお願いします。

もう一つ大事なのがリスクマネジメントとなっております。地下の地質はどうしても不確実ですので、不確実性の範囲の中で起こり得るリスクを考えて洗い出して、それに対する対処を行っておかないといけない。したがって、CCSにおいては、リスクマネジメントも大事になってきます。

上に書いておりますように、シミュレーションを通じて得られた地下地質に関する理解に基づき、貯留事業の実証を通じて想定されるリスクを洗い出して、評価・分析を行います。

評価・分析の結果、必要と判断されるリスクに対しては、モニタリング計画を立てて、そのリスクが危ない方向、顕在化するような方向に行っていないかといったモニタリングを行って、安全性を確保していきます。

次、お願いします。

最後、坑井設備やCO₂圧入操業に関することですが、ここで重要なのは、1ポツ目に書いているように、地下に対してアクセスして行って、CO₂を入れる作業というので、石油・天然ガス開発事業で用いられている各種スタンダードや手順書の大部分が準用可能だと考えております。

ただし、それに加えて、CO₂地中貯留に特化しては、CO₂の漏えいリスクや、CO₂は腐食性ですので腐食性、あとは、モニタリング検証の一環としての操業データの取得、温度・圧力の取得等ということで、こういったものの観点から、追加的な検討が必要となります。

JOGMECのガイドラインでは、下に掲げるような項目を立てて、検討すべき対象についてのガイダンスを与えております。

私からは以上です。ありがとうございました。

○山田委員長 ありがとうございました。

それでは、引き続きまして、資料4につきまして、事務局から説明をお願いいたします。

○大川鉦山・火薬類監理官 事務局でございます。「貯留事業に係る保安の確保の検討の方向性」という資料4に基づきまして、御説明をさせていただきます。

これから貯留事業に関する保安の在り方について御検討いただくわけですが、この対象としましては、冒頭、事務局から御説明させていただいたように、貯留段階以降の段階だと思っております。この段階は、先ほどのJOGMECの説明に当てはめれば、貯留事業評価、貯留層評価の段階以降のところに当たると思っています。この段階では、これも冒頭の事務局の説明にあったように、保安の措置義務はどうすべきか、工事の技術基準はどうあるべきかといったことが議論の対象になってまいります。

これにつきまして、資料4の2ページ目でございますが、保安の措置義務についてです。

貯留事業者が実施計画や保安規程に記載する保安措置の内容につきましては、保安措置義務として省令で定めることになっております。法律では四角の中のように書かれておりまして、第六十六条の一、二、三とございます。1つ目、貯留事業のための土地の掘削、2つ目、赤字のところでございますが、貯留層における二酸化炭素の貯蔵、3つ目、貯留等工作物の工事、維持及び運用並びに火薬類及び火気の取扱い、この3つがございます。

この四角の下の部分へ行ってくださいまして、「このうち、」から始まるところでございますが、今申し上げた3つのものについて、それぞれ保安はどうあるべきかということを検討していくわけですが、貯留事業に関する保安措置のうち、1つ目の「土地の

掘削」と3つ目の「工事、維持及び運用」の項目につきましては、実は試掘の段階でも御議論いただいております。8月5日に御議論いただきましたが、試掘の段階と貯留の段階で、掘削作業もしくは手順で求められる保安は類似のものと思っておりますので、これは試掘に関する保安措置をベースとして定めていくこととしてはどうかと思っております。

2つ目、「本小委員会では、」から始まるところでございますが、貯留事業段階特有の保安措置義務でございます第2号の「貯留層における二酸化炭素の貯蔵」の内容について、ここの委員会で主に検討していくことではどうかと思っております。

次のページをお願いします。

保安措置義務についてです。

「貯留層における二酸化炭素の貯蔵」に関しまして、貯留事業者に求めるべき保安措置としては、リスクマネジメントの観点から、以下のような事項に関して、措置の内容を検討してはどうかというのが事務局の案でございます。

1つ目、二酸化炭素の注入を適切な方法で行うこと、2つ目、二酸化炭素の注入時や注入後のモニタリングを適切な方法で行うこと、3つ目、緊急時には適切な措置を講ずることということでございます。

検討に当たっては、個々の貯留事業場ごとに、二酸化炭素を貯蔵しようとする場所やその周辺の状況、対応すべきリスクなどがそれぞれ異なっております。こういったところで適切な方法で貯留する。適切な方法としては、例えば、注入する際の圧力や速度などが考えられるわけですが、その適切な方法も個々の貯留事業場ごとに異なることに留意する必要があると考えてございます。

個別の貯留事業場において、適切なリスクアセスメントの在り方について、あらかじめ検討を深めておくことが必要だと考えてございます。

具体的には、先ほどJOGMECから御紹介いただきましたISO27914や苫小牧での実証の経験といった国内外の事例を参考にしながら、適切なリスクアセスメントの手法について、別途、専門家による検討を踏まえまして、本年夏頃までに議論を進めることとしたいと考えてございます。

次のページをお願いします。

作業監督者につきましては、試掘の段階でも定めていただきましたが、貯留の段階で、どのような作業監督者が必要か、その業務の範囲や選任の要件はどうあるべきかということとはここで検討してまいります。

技術基準につきましては、本日の委員会の後半、導管に関する議論がございますが、貯留において対象となる貯留等工作物を定めて、導管輸送工作物に関する技術基準と併せて検討していきたいと思っております。共通的なところが多々あると思っております。

事務局からの説明は以上でございます。

○山田委員長 ありがとうございました。

ただいま貯留パートに関する御説明を頂きました。これにつきまして、委員及びオブザーバーの皆様から御意見を頂ければと存じます。

大変恐縮ですが、時間に限りがありますので、1人3分ずつでお願いできればと存じます。

御意見がございます方は挙手でお願いできればと存じます。

どなたか御発言される方いらっしゃいますでしょうか。

○大川鉦山・火薬類監理官 会場におられる委員の方で御発言のある方は、ネームプレートを立てていただくという形でお願いいたしたいと思います。オンラインの方は、会議ソフトの手挙げ機能で発言の御意思を示していただければと思います。

○山田委員長 久本委員、お願いします。

○久本委員 特別民間法人高压ガス保安協会の久本でございます。

貯留事業者に対する保安規制に関しまして1点申し上げたいと思います。資料4の「貯留事業に係る保安の確保の基本的な考え方について」に関する意見です。

まず、本小委員会において、貯留事業段階特有の保安措置義務である貯留層における二酸化炭素の貯蔵の内容について主に検討するという事務局の方針には賛同いたします。

その上で、貯留層にCO₂を圧入し、貯蔵するために必要となる昇圧設備などの地上施設においては、超臨界状態を含め、高温・高压のCO₂を取り扱うことになり、設備の破裂や破損、高濃度のCO₂による中毒や窒息といった危険への対応が必要になります。高压のCO₂を含めた高压ガスに関する保安措置は高压ガス保安法に定めてありますので、これを参考にすべきと考えております。

また、KHKでは、LPガス岩盤貯槽について、建設時から運用開始を経て現在に至るまで、その保安に関わってまいりました経験があります。この岩盤貯槽は、岡山県の倉敷と愛媛県の波方にそれぞれ40万トンと45万トンのLPガスの国家備蓄を行うもので、2016年頃より貯蔵を開始しております。地下の空洞にLPガスを貯蔵する岩盤貯槽は、ガスを地下に貯蔵する仕組みにおいて、貯留層にCO₂を圧入し、貯留するCCSとは異

なりますが、例えば、ＣＣＳにおける地上と貯留層を結ぶ圧入井のチュービングやケーシングにおける耐圧性・耐震性などは、ＬＰガス岩盤貯槽における配管立坑や金属の場合と同様に考えるものであり、地下にガスを封じ込めておくという共通の目的のための保安措置におきましては、ＫＨＫがこれまで知見を得たり、経験をしておりますので、これからも貢献できるものと考えております。

以上でございます。

○山田委員長 ありがとうございます。

オンラインで御参加の澁谷委員から御発言があります。澁谷委員、お願いします。

○澁谷委員 横浜国立大学の澁谷でございます。今回、オンラインから発言させていただきます。

私からは簡単に３点、発言させてください。

まず１点目は、リスクマネジメントは、今回のＣＣＳの安全の確保で大変重要な役割だと考えております。リスクマネジメントは、ＣＣＳ事業自体をするかどうかという意思決定にも重要な指標になりますので、リスクマネジメントについては、実施計画の認可の段階でも、安全性を確認するという観点で、しっかりしていただきたいというのが１点目でございます。

２点目は、今、画面に書かれている保安措置義務についてですが、貯留に対して一番重要な要素は、実際、地下にどれだけの二酸化炭素をためることができるのかということになります。先ほどの御説明でも、実際に岩盤の調査を行って、容量が算定されているわけですが、事業者としては、算定された容量のうち、実際、どれぐらいの容量を二酸化炭素貯留に使うつもりなのか。目一杯パンパンに入れたときと、非常に余裕のある容量の中で同じ量を入れたときとは、考えるべき安全対策も当然変わってきますので、この委員会の中では、このインベントリーという考え方のベースをきっちり決めていただきたいと考えております。これは、貯留事業の中では最も重要ではないかと考えてございます。

最後、３つ目は、リスクマネジメントの、特にリスク評価のところの観点なのですが、資料３のところでリスクマネジメントの説明がございました。スライド７の２ポツ目のところに「発生確率を低減する」と書いてあるのですが、リスクの場合は、漏れたときの影響評価が非常に大きな要素になります。特に、これぐらいの規模の容量が漏れいしたときの評価は、発生確率の有無よりも影響度の大小のほうが大きくなってきますので、その観点で見たときには、発生確率だけではなく、その影響もちゃんと考慮したリスク評価をし

ていただきたい。この資料を見る限り、影響はあまり考えていないのかなという印象を受けますので、それはこちらの認識ミスであれば、それで結構なのですが、そのあたりはちゃんと考えていただきたいということでございます。

私からは以上です。

○山田委員長 ありがとうございます。

オンラインで御参加の山口オブザーバーから御発言がございました。山口様、お願いいたします。

○山口オブザーバー 連合の山口です。発言の機会を頂き、ありがとうございます。

私からは、「貯留事業に係る保安の確保の検討の方向性」に関して1点申し上げます。

前回の小委員会において、高圧ガス保安協会様から、2020年2月に米国ミシシッピ州で発生したCO₂パイプライン破断事故について御説明を頂きました。その資料の中で、運営会社から地元の緊急対応者に、破断とCO₂噴出・漏えいの連絡がなかったという記載がありました。本日、御説明いただいた資料4の3ページの「保安措置義務について」の③に「緊急時には適切な措置を講ずること」と記載がございました。事業が行われる地域の住民の安全や安心、あるいは事業場で働く労働者の安全を確保するためにも、事故発生時には速やかに、事故情報が運営会社から地元の緊急対応者に連絡されるよう、具体的な検討が行われるべきと考えます。この点については、貯留や導管輸送、いずれの事業においても必須のものと考えます。

以上です。

○山田委員長 ありがとうございます。

オンラインで御参加の辻委員から御発言がございました。辻委員、お願いします。

○辻委員 ありがとうございます。CO₂地中貯留の安全措置やガイドラインについて、本日、JCCS様とJOGMEC様から報告があったと思います。なかなか難しい質問というか、明確な回答はできないかもしれませんが、誘発地震やジオメカニカルシミュレーションを行うときに、応力状態を決めないと駄目ということで、坑井に沿っては、応力状態をある程度決めることはできると思うのですが、決まらないような応力のファクターがある。具体的には、最大水平応力を決めるのはなかなか難しく、それを決めることができない際の対応についてガイドラインに載せるのはなかなか難しいと思います。しかし、その場合にどのように対処すべきかが課題になると思います。もう一つは、井戸に沿ってはいろいろな物性値が出てくると思いますし、応力状態も得られると思います。例

例えば浸透率などの物性値は井戸の周辺などの値を代表させればよいと思うのですけれども、ジオメカニカルモデリングのときは、井戸より深いところや井戸から離れたところの応力状態をどのように推定するのか。井戸から離れた場所では、井戸の情報と物理探査の情報、反射法地震探査の情報を統合して、井戸から離れたところの情報もある程度分かると思うのですが、そんなに簡単ではない。そこをどのように考えていくのかという議論が必要かなと思います。

以上、コメントだけさせていただきました。

○山田委員長 ありがとうございます。

オンラインで御参加のチヴァース委員から御発言がございます。チヴァース委員、お願いします。

○チヴァース委員 ありがとうございます。三井住友フィナンシャルグループのチヴァースでございます。

保安措置モニタリングについては、事業者様や周辺住民の安全を確保するためにも重要であると理解しておりますので、資料でお示しいただきました方向性には異論はございません。

科学的な根拠に基づいた方法で必要なモニタリングを実施していただければと思いますが、円滑な事業実施に当たっては、必要以上の過剰な義務を課してしまって、事業者に過度な負担がかかることがないように御配慮いただければと考えております。

また、モニタリングについてですが、どのような項目を実施するべきかというところはこれから御検討されるのかと思うのですけれども、経産省様のどの部署が所管されて、どのような手続で進めるのかとか、ほかの省庁様、例えば環境省様の関与があるのかどうか、どのような手続になるのかといったところの整理も明確にいただけると、事業者側で確認に時間を要したり、後で対応漏れが生じるといった事態を避けられると思いますので、整理・検討いただけますと幸いです。

最後に、リスクアセスメントについては、先ほどございましたが、海外事例なども参考にさせていただきつつ、適切な方法で実施いただければと存じますけれども、こちらについても過度な内容にならないよう御配慮いただければ幸いです。

以上になります。

○山田委員長 ありがとうございます。

川畑委員、お願いします。

○川畑委員 東京大学の川畑です。

今、事務局からお示しいただいた大方針について、私も特に異存はありません。どちらかというと、技術的なことについて質問があり、発言させていただいております。

2つあります。

まず1つ目は、JOGMECさんがお話しされましたガイドラインについて、非常に興味深く聞かせていただいたのですが、エミッターが排出するCO₂のガス組成についての規定はこのガイドラインにございますでしょうかという質問です。今の御説明では、様々なリスクアセスメント、あるいは圧入シミュレーションを行うときなど、気体の組成は非常に大きく関与するのではないかと考えた次第で、お聞きします。これは導管に対しても非常に大きな影響を及ぼす因子だと思っております。

2つ目は、事務局からお示しいただきました資料4とも関係いたしますが、こういった省令、法律ができた後、技術基準を定められるということを御記載いただいて、非常に重要なと思っております。技術基準、あるいは技術基準の解釈例ということかなと思いますが、これとJOGMECさんのガイドラインはどういった関係にあるかということ、また、どういったスケジュールでこの技術基準を定められていくのかということについての見通しをお示しいただければと思います。

以上です。

○山田委員長 ありがとうございます。

ほかにございますでしょうか。

本庄様、お願いいたします。

○本庄オブザーバー ありがとうございます。地球環境産業技術研究機構（RITE）の本庄でございます。

事務局からお示しがありました「保安の確保の検討の方向性」の基本的な考え方について、全く異存はございません。具体的に、圧入を適切な方法で行う。モニタリングも適切な方法で行う。緊急時に適切な措置を講ずる。これは全くそのとおりでございます。

さはさりながら、1点、ちょっと気になる点がございます。20年ぐらい前にRITEが行いました二酸化炭素貯留のポテンシャル調査、また、JCCSさんが国の委託に基づいて行いましたポテンシャル調査の結果、日本では海域貯留のポテンシャルがかなり高いと私は理解しておりますし、また、先進的CCS事業も、幾つかのプロジェクトで海域貯留を念頭に置いておられます。そういった観点からしますと、事務局がつくられました資

料4の3ページの3つ目のボツの「具体的には、」というところで、ISO27914は結構なのですが、「苫小牧での実証の経験」と書かれているのがちょっと気になりまして、私の記憶では、2016年、苫小牧での実証が始まった直後に、海の中のCO2の濃度が高くなったということで、環境省からの指導で、かなりの期間、CO2の貯留が止められたと理解しておりますが、そのような事態がまた生ずるような保安規程がつくられるのかどうかというところが心配でございます。

具体的には、今後、省令をつくって対応されることになると思うのですが、そういった場合、海域貯留については海洋汚染防止法が外れましたけれども、引き続き、貯留の許可や実施計画の認可については環境省さんも関与されるということで、この辺の段取りというのですか、進捗がどのようになるかというのは、多分多くの事業者さんも気にされているところだと思いますので、まだ1年半ぐらいありますので、その辺は経済産業省でしっかり御検討いただければと思います。

以上でございます。

○山田委員長 ありがとうございます。

同じくオブザーバーさんから、野中様、お願いいたします。

○野中オブザーバー 天然ガス鉱業会の野中です。ありがとうございます。

事務局のお示ししている検討の方向性については、異論はございません。

その上で1点なのですが、法律の第66条第1項第1号と第3号の作業については、試掘の作業監督者と同様の選任義務が規定されるのだらうと思っておりますが、第2号については、これから業務の範囲や選任要件の検討を進めるということで、それについては、JOGMECさんの資料にもありますけれども、石油・ガスの開発事業者の技術者と親和性が非常に高いのではないかと考えておりますので、そういった点も考慮して検討いただければと思います。

以上です。

○山田委員長 ありがとうございます。

同じくオブザーバーさんから、山本様、お願いいたします。

○山本オブザーバー オブザーバーの山本です。

ただいまの様々な御意見等に関しまして、私から2点お話ししたいと思います。

1つは、CCSの保安に関しては、鉱山保安の考え方が大きく取り入れられると思いますが、大きく異なると思われるのはその範囲です。鉱山保安、主に石油坑井の鉱山保安の

場合は、坑井基地の敷地内を鉱山として保安管理していると思いますが、ＣＣＳの場合、特に漏えいリスク等まで想定すると、関係する範囲が鉱山の敷地から大きく離れると思います。また、外にモニタリングの装置が置かれるといったことも考えられます。また、ほかの法令との関係、ほかの省庁の規制との関係、先ほど話がありました海洋汚染の問題等もごさいますが、それらとの整合性や、範囲を明確にすることが必要かと思います。そうでないと、また二重の規制の問題や混乱の問題があるのではないかと考えます。

それから、先ほど辻先生のお話にありましたストレスの問題など、実際には地下ではよく分からないことがある。これは赤井から何度も話が出ていますが、基本的にしなければいけないことは、不断のアップデートであり、リスクは、まずリスクの気づきがなければいけない。その気づきのためには、ずっと情報を手に入れ続けなければいけない。継続的なリスクマネジメントをし続けなければいけない。それによって新しいデータが入っていくという過程があると思います。また、技術もどんどん進歩していきますので、例えば、ＩＳＯの 9000 や 14000 みたいなものに慣れている者にとっては比較的普段の活動かもしれませんが、こういったものをどうやって保安の基準に盛り込んでいくかというのは、比較的、これまでされたことがないのではないかと感じますので、どのように明文化していくのか、どのように取り入れていくのかというのは今後の検討課題かと思います。

以上です。

○山田委員長 ありがとうございます。

古井委員、お願いします。

○古井委員 早稲田大学の古井です。

今、山本さんからご指摘がありました点について、私も関連したコメントがありますので、意見を述べさせていただきます。

まず、本日、御説明いただきました内容や貯留事業の保安に関する検討の進め方に関して、私も異論ございません。

先ほど山本さんから、既存の石油・天然ガス開発に比べて、ＣＣＳ事業は事業場の範囲が広いというお話がありました。私もこの部分が少し気になっております。今後、具体的な保安の議論やリスクアセスの方法を決めていくというお話ですが、特に、保安措置義務の③番の緊急時の措置に関するものは、環境省での議論とも関連する部分があると思います。二酸化炭素を貯留層へ圧入し、貯留層から漏れ出す二酸化炭素に関しては、「漏えい」という言葉を使い、海底下や地下水層、地表など周辺環境へ漏れ出す現象は「漏出」

という言葉を使い、明確に区別する必要があります。漏洩と漏出ではリスクの頻度や生態系・環境への影響も大きくことなりますので、それぞれ個別に議論、リスクアセスを行う必要があると考えています。このあたりも踏まえて、今後、リスクアセスの具体的な方法を検討いただければと思います。

○山田委員長 ありがとうございます。

ほかによろしいでしょうか。

それでは、事務局からコメントいただければと存じます。どうぞよろしくお願いいたします。

○大川鉦山・火薬類監理官 事務局でございます。

委員、オブザーバーから御発言のありました内容について、お答えさせていただきたいと思います。

久本委員の御発言ですが、まず、高温・高圧のものもあるので、そういうところをちゃんと考慮すべきだというのはそのとおりだと思っております。

澁谷委員からございました、リスクアセスメントについて、実施計画の中でもちゃんと確認すべきではないかということは、実施計画の中でも、保安について確認することになっておりますので、そのようにさせていただきたいと思っております。

2つ目ですが、どの程度貯留できるのか、インベントリーの考え方にはどう取り組むのかというところにつきましては、まさに今後検討する課題だと思っております。リスクマネジメントの考え方を検討するに当たって考えさせていただきたいと思います。

3つ目、リスクマネジメントの中で、発生確率だけではなくて、発生の影響度についてというところでございます。これは今日のJOGMECの資料にはなかったということですが、これも含めまして、専門家の方から御意見を頂きたいと思っております。

山口オブザーバーからでございます。事故発生時の連絡について、どうするのかという話がございました。これは、今後、何ができるのかということについて検討していきたいと思います。

辻委員からありました、応力状態が決まっていない、どうやって決めていくのか、どうやって取り込んでいくのかというところも、ある意味、リスクマネジメントのプロセスの中で、どのように取り組んでいくのかということだと思います。今、ここではお答えできませんが、どのようなことができるのか、リスクマネジメントの考え方を整理する中で検討したいと思っております。

チヴァース委員から、モニタリングは非常に重要であるが、ただ、科学的に合理的なという話がありました。本庄委員からもモニタリングの合理性の話がありましたし、山本委員からもあったように思います。我々としても、モニタリングは重要でございますし、やるべきことはやると。ただ、必要十分なラインを見極めていくことが重要だと思いますので、今後の検討ということにさせていただきたいと思います。

チヴァース委員からはほかにもございまして、環境省とか、この法律に関わっているほかの役所との担当の分け方をしっかりするべきだ、明確にしていくべきだということは、今もそのように努力しているつもりでございますが、引き続き、誰が担当だということがしっかり分かるようにしていきたいと思っております。

川畑委員からありました、JOGMECのガイドラインで、CO₂の組成の規定があるかというのは、すみませんが、後ほどJOGMECからお答えいただきたいと思います。

あと、技術基準とJOGMECのガイドラインとの関係ということですが、JOGMECのガイドラインは、どちらかという、リスクマネジメントという手段のプロセスを書いておりまして、技術基準は、そこで使う工作物、いろいろな機械などでございます。そういう意味では、一部ではございますが、明確な関連があるというよりは、少し違う論点かもしれません。

本庄オブザーバーからありましたのは、先ほどのモニタリングなどの規制の内容を合理的にしてほしいという御意見だと理解しております。そこは、先ほど申し上げましたように、必要十分な規制を目指して議論していきたいと思っております。

野中オブザーバーからは、作業監督者の選任について御意見がありました。今後の検討とさせていただきたいと思っております。

山本オブザーバーから、鉱山保安法を参考にしているのであろうが、CCS事業法のほうが、対象としている範囲が広いのではないかといった話があったのですが、これもある意味、モニタリングの範囲が広がるのではないかという御示唆だと思います。これは、繰り返し申し上げますが、我々の立場からすると、保安を守るために必要で、かつ十分な対応ということを目指して対応していきたいと思っております。

古井委員から、漏えい時の緊急時の措置について、リスクアセスメントの検討をしていくべきだという話がありました。これは、先ほどから出ておりますリスクアセスメントとか、今後の検討のところで考えていきたいと思っております。

私から以上でございます。

○山田委員長 ありがとうございます。

J O G M E C ・ 赤井様、お願いします。

○赤井プレゼンター J O G M E C の赤井から、川畑先生の御質問に対して御回答させていただきます。

2点あったと思います。1点目は、ガイドラインの中で、C O 2 組成について書かれているか。2点目は、そもそもガイドラインは何であって、今ここで議論している技術指針とはどういう関係にあるのか。

後者については、大川さんから回答がありましたが、違う言葉で言いますと、ガイドラインは 2022 年に出版しておりまして、この当時の関係する事業者で、共通の言語で議論するために文書化したといったところが趣旨でございました。したがって、事業者さんに、規制や、こうしなさいといった類いの文書ではなく、あくまで作業指針という形でつくらせていただきました。

そんな中で、ガス組成に関する記載はといったところで、J O G M E C ガイドラインの中に、明確な規定は一切書かれておりません。これは今後考えていかないといけない内容だと十二分に理解していて、考えるに当たっては、パイプラインの事故や、不純物がパイプラインに及ぼす影響という、どちらかという、保安の観点のみならず、環境に与える影響や、純度を上げ過ぎると、エネルギー効率が悪くなったりするという経済性の観点からも検討が必要なので、複合的な観点から今後検討していかないといけないといったところは認識しております。

○山田委員長 ありがとうございました。

以上で、貯留パートを終了いたしまして、続きまして、導管パートに移ります。

資料5から7につきまして、順番に御説明をお願いしたいと存じます。

では、資料5から、事務局、御説明をお願いいたします。

○橋森課長補佐 それでは、事務局から説明いたします。

まず、資料5でございます。「C O 2 導管に関する規制・規格の国際比較について」ということで御紹介します。

次のページでございます。

今回比較したものをこちらに書かせていただいております。規制に関しまして、米国の規格、規格に関しまして、国際標準規格の I S O、民間規格の D N V、英国規格の B S I ということで、英国規格は、英国の規格協会がつくっている規格でございます。この3つ

の規格、合わせて4つの制度をそれぞれ比較させていただいております。

そのうちISOに関しましては、前回、第2回の小委員会の際に御紹介いただいております内容と重複する部分もございますが、併せて御紹介いたします。

これらのうち、特に米国の規制でございますが、49CFR Part192.195 と記載してございます。Part195 の中にCO₂の規制が入っているのですが、Part195 に関しては、現在は気体が除かれているということで、同じパイプラインセーフティーの部分のサブチャプターの中で、気体に関する規制として Part192 がございますので、これも併せて御紹介をさせていただこうと思っています。今後の規制の比較の中では、Part195 の記載を中心に御紹介していくということにしております。

それでは、次のページをお願いいたします。

まず、材料でございます。

特に使われる材料としては、金属で言えば、炭素鋼、合金鋼と言われているもの、合金鋼の中でも低合金と呼ばれているもの、また、高合金や耐食合金と呼ばれている比較的耐食性を持つような合金が知られています。

また、金属以外の非金属の材料としては、ここには（塩ビ管等）と書いておりますが、塩化ビニールやポリエチレンなどを使ったようなパイプが知られているということでございます。

アメリカの基準、ISOをはじめとする規格は、炭素鋼、合金鋼はそれぞれ可とさせていただきます。

ただ、1つ目のポツに書いてございますが、専門用語で「サワー環境」と呼ばせていただいている、硫化水素により酸性化した環境下においては、若干の留保条件があるのですが、それ以外であれば、炭素鋼であっても、使用に制限はないということになっていきます。

一方で、それぞれの規格で扱いが少し変わってくるのが非金属の材料のところでございます。下のISOとDNVの規格においては、非金属材料は不可とされてはいないのですが、隣の留意点の2つ目に書いてございますけれども、非金属材料を使う場合には、急速なガス減圧に対する耐性、CO₂に対する化学的特性、設計温度範囲に対する耐性を要求しております。

このうち、英国規格のほうは不可なのですが、米国規制の中では、気体以外のCO₂パイプラインに限って、先ほどの195の中では、非金属材料は使用できないとなっております。

ます。

続きまして、構造でございます。構造に関しては、いろいろなパラメータがあるのですが、今回は、特に耐震性、地震に対して、どのような考慮をしているのかというところ、もう一つ、延性破壊に関して、それぞれの規制・規格はどのようにしているのかという視点から御紹介したいと思っております。

まず、耐震性考慮でございます。

ここに関しては、D N Vに具体的記載はなかったのですが、アメリカで言えば、周辺の地震活動の状況を考慮するといった記載がございます。

延性破壊に関しては、I S Oに関しては前回御紹介があったと思いますが、グラフの中で例示するような形で、しっかりと明記されている。

D N Vも同様でございます、そういった形でございます。

米国に関しては、亀裂進展を緩和するような措置を要求となっております。具体的には、規制の中で、二酸化炭素のパイプラインシステムに関してですが、破断伝播の影響を軽減するような設計がされなければならないということが一言書いてあるだけで、具体的にどうするのかというところまでは、195の中には書いていないとなっております。先ほど、192という気体の天然ガス、その他の気体ガスに関する規制の中では少し触れておまして、特にクラックアレスタと呼ばれているものは、設計的に対応できない場合に、管の周りに延性破壊の伝播を防ぐための措置を講ずるようなもの、簡単に言えば、輪っかのようなものなのですが、そういったもので措置するというものがございます。これは、米国の規制、先ほどの192の中では、例示として設けられているところでございます。

ここまでの構造の御紹介になります。

続きまして、過圧防止の観点でございます。

こちらは、下の表にありますとおり、いずれの規制・規格におきましても上限値を設定してございます。こちらは内圧の最高使用圧力に対する上限ということで、一つの目安として110%というものを置いて、110%を超過しないとなっております。これは、アメリカで言えば、実際には、その肉厚や管の太さなどで計算して、実際の圧力を設定していくわけですが、それに対して110%というところを目安として、それを超えないような措置を講じることとなっております。具体的には、過圧防止措置ということで、アメリカで言えば、そういった措置を求めていく。

また、規格においては、「必要がある場合」と書かせていただいておりますが、いずれ

の場合も、過圧をする場合には、その過圧を自動的に防止できるような措置を求めていくといった制度設計になってございます。

続きまして、腐食防止の観点でございます。

まず、1つ目の視点でございます。これは、先ほどの貯留の中でも、川畑先生等々からお話があったかと思いますが、水分量に関して、どのような規制になっているかというところでございます。

米国の規制の中では、具体的な水分量に関して、特に記述はございません。

I S Oの場合は、先ほど J O G M E C 様からも御紹介がありましたが、導管のほうには、あくまでも業界慣行という形で一つの数字が示されているということになってございます。

D N V の場合は、こちらに書かせていただいておりますが、表現がちょっと変わっておりまして、結露が起り得る含水量の2分の1以下を設定値として定めているといった形でございます。

含水量に関して、特に規制はしてないのですが、その対策として、いずれの規制・規格も内面腐食対策を求めているということになっています。

米国においては、基本的な規正方法は、適切な措置ということで、具体的にこれをしなさいといった形になっていないのですが、抑制剤と呼ばれているものの使用は禁止されていないということになってございます。

英国規格も同様でございます。

外面腐食対策としては、大きく電気防食とコーティングが知られているわけですが、各国とも、そこに関しては記述があるということでございます。

アメリカに関しては、「可」と書いてございますが、ある一定条件においては義務化されている部分もございます。特に、先ほどの195の中で、ある一定時期以降につくられた管に関しては、電気防食及び塗装に関しても義務づけられていることが分かってございます。

ここまでの腐食防止の点でございます。

最後、漏えいの観点でございます。

これは、まず、漏えいを検知・警報するものはどのような扱いをしているかということで、この規制・規格を比較させていただいております。

D N V においては、それに関連することは直接書かれていないのですが、アメリカで言えば、漏えいを検知するような措置を義務づけてございます。

具体的には、ここの四角の中に書いてございますが、アメリカでは、C P M漏れ検出システムというシステムを内容の中に書いてございまして、実際にリアルタイムで圧力などのシミュレーションを行いまして、実際に計測したデータと、リアルタイムでシミュレーションした結果に乖離が生じた場合には、この乖離の度合いは事業者のほうで設定できるものでございまして、規制があるというわけではないのですけれども、警報するというシステムがつくられているということでございます。これはアメリカだけではなくて、いろいろな国でも同じようなシステムを導入してございますので、I S Oや英国規格の中でも記載があるということになってございます。

また、そういった漏えいを検知した場合、遮断というものが一つポイントになってくると思ってございますが、ここは、アメリカで言えば必須でございますし、I S Oでは推奨という形になってございますけれども、そういったことの記載があるということです。

この遮断措置を具体的に、例えば何キロおきに置くのかというところがポイントになってくると思ってございますが、ここの考え方は、アメリカの場合は、国が具体的に何マイルと提示しているのに対して、I S O、D N V、英国規格においては、事業者がリスク評価で実際に求めましょうといった形になっているところに違いがあるということでございます。

簡単でございますが、各国の導管に関する規制動向の比較でございます。

○山田委員長 ありがとうございました。

続きまして、資料6につきまして、事務局より御説明をお願いいたします。

○川原課長補佐 「C C S事業法の適用範囲について」ということで、資料6に基づいて、事務局より説明を差し上げます。

めくっていただいて、図を記しておりますが、これは、前回、12月の小委員会で、事業者3者から、計画しているC C S事業の概要について御紹介いただいたところですが、一部の委員の方から、そもそもC C S事業法の適用範囲はどうなっているのかとか、どこにどういう設備があるのかといったコメントを頂戴していたかと思います。それを踏まえて、一般的なフロー図をここに示してございます。

左側が分離回収事業者の構内で、右側が貯留事業者の構内となります。

一番上の段が、その間を導管のみでつないだシンプルなケースとなります。米印にも記載しておりますが、安全弁、放散塔、計測機器といった必要な設備を、導管の附帯設備として含めることとしております。

下の３段については、船舶輸送を行うケースでございます。船舶の左側、上流側になりますが、出荷基地と記載しております。この手前に導管が敷設される場合、また、されない場合、あるいは、右側の受入基地の後に、輸送用の圧送機や導管が敷設される場合などが想定される基本的なケースになろうかと考えております。

色づけしていますが、導管輸送事業を黄色としておりまして、右側の貯留事業をオレンジで示しておりまして、この色づけした部分がＣＣＳ事業法の適用範囲になるものと考えております。

分離回収、船舶、その前後の出荷、受入れといったグレーの部分については、ＣＣＳ事業法の適用範囲外となりまして、これらは他法令の適用範囲になるものと考えています。

また、ここで図示したケース以外にも、昇圧設備の位置が異なるケースなどもあるでしょうし、海底下に貯留するケースなど、いろいろなパターンが想定されるかと思うので、これはあくまで基本形を示したものと見ていただければと思います。

個別の事案に応じて、どの設備がどの事業に分類されるかということについては、個別に検討させていただきたいと考えております。

次のスライドからは、今、御説明しました導管輸送事業の範囲における導管、圧送機について、簡単な設備の紹介としてつけております。

まず、導管ですが、先ほどのフロー図のとおり、分離回収事業者の構内から貯留事業場までの構外に輸送するためのものでして、構内の配管とは区別してございます。

また、海底下を含めた地中埋設や地盤面上に敷設される弁や放散塔など、附帯設備を含むというのは先ほどの御説明のとおりです。

右側に、前回、１２月の小委員会で事務局から提示しました、導管輸送において想定されるハザードと発生要因を改めて記載しております。

ハザード１ですが、高圧のＣＯ２の噴出等による人の負傷、物の損傷の発生要因として、以下の５点を記載しております。

まず、自動車等の衝突、他工事に伴う損傷といった外的事象による導管の損傷、地震や土砂災害といった自然災害による導管の損傷、過圧・圧力や温度低下、二相流といった運転管理に関連するもの、水分や不純物による腐食と劣化、延性破壊による損傷の拡大といったものが発生要因として考えられるかと思います。

ハザード２ですが、ＣＯ２の吸引による人体への影響ということで、導管から排出されたＣＯ２が地上に滞留して、高濃度化するといったことが要因として考えられます。

最後のスライドですが、圧送機です。圧送機の概要については、導管で輸送するためにCO₂を圧縮して、圧力を上げるためのものになります。機能や使い方によっては、コンプレッサやポンプという言われ方をしますが、そういったものを含めたものとなっております。

同じようにハザードの発生要因を記載しておりますが、導管とほぼ同じようなことを記載してございます。

他工事による外的損傷、自然災害による損傷、作業員のミス、ドライアイス等による閉塞に伴う過圧が原因となつて、機器が損傷するケース、水分・不純物による腐食といったことを要因として整理してございます。

米印に書いてございますが、事業所内の労働者の安全対策、例えば、CO₂の吸引による人体への影響とか、回転体が当たるとか、高温になった設備に触れて、やけどするといったことへの対策は、労働安全衛生法で対応するものと考えております。

資料6の説明は以上となります。

○山田委員長 ありがとうございました。

引き続きまして、資料7に関して、事務局から御説明をお願いいたします。

○大川鉦山・火薬類監理官 事務局でございまして。「導管の技術基準の方向性（案）について」という資料7で御説明をさせていただきます。

先ほどの事務局からの資料6の説明の中にもありましたが、前回、導管全体というよりは、導管の管の部分のハザードについて御提示させていただきました。前回御提示させていただきましたハザードもしくはその発生要因を踏まえまして、ガス事業法や高圧ガス保安法などを参考にしながら、対応の方向性について検討したところを御紹介させていただきますと思います。

まず、材料でございまして、導管輸送工作物の材料は、導管内の二酸化炭素流の性状等に依じて、化学的及び物理的に安全な性質であること。

これは、ハザードの中で、腐食のような経年劣化のものがございましたので、こういったものにも対応し得るもの。

2つ目、構造等でございまして、導管輸送工作物の構造は、供用中の荷重及び常用の圧力等に耐える構造であること。

これは、前回の話でありましたが、地中に埋めるものでございまして、そういったものも含めて、また、地震や土砂災害といった自然災害にも耐え得るようなものといったもの

も含めてございます。

3つ目、防護措置でございます。導管は、車両の接触等の衝撃による損傷を防止する措置を講ずることということでございます。

これは、前回のハザードの発生要因の中では、他工事、自動車や船舶の衝突など、外的事象による導管の損傷がありましたので、これに対応していく。

4つ目でございますが、計測装置等でございます。導管系には、使用の状態を計測できる適切な装置を設けること。

これにつきましては、前回、御提示しましたハザードの中では、オペレーションの不備による損傷がございましたので、こういったものに対応していく。

その次、警報装置でございます。導管系には、損傷に至るおそれのある状態を検知し警報する適切な装置を設けること。

こちらでもオペレーションなどを検知していくというところでございます。

下から3つ目、水分除去措置は、脱水されていない二酸化炭素を輸送する場合には、水分を除去するための措置を講ずること。

これも、腐食といった経年の対応がございましたので、設けさせていただいております。

下から2つ目、防食措置は、導管には、腐食を防止するための適切な措置を講ずること。

これも腐食といった経年に対する措置でございます。

一番下でございますが、高濃度化防止措置は、漏えい・排出されたCO₂が地上で高濃度化することを防止する措置を講ずることというものでございます。

これは、前回お示したハザードの中で、高濃度のCO₂の吸引による人体への影響に対して、このような措置を取ってはどうかということでございます。

御議論いただきたいと思います。よろしくお願いします。

○山田委員長 ありがとうございました。

ただいま導管パートの御説明を頂きました。この部分につきまして、あるいは本日の会議全体につきまして、委員及びオブザーバーの皆様から御意見を頂ければと存じます。

恐縮ですが、1人3分程度でお願いできればと思います。

御意見がございます方は、挙手、あるいはネームプレートを立てるという形でお願いします。オンラインの方は、挙手機能を使って意思表示をなさっていただけますと幸いです。

それでは、最初に、久本委員、お願いします。

○久本委員 特別民間法人高圧ガス保安協会の久本でございます。

導管輸送事業に対する保安規制に関して2点申し上げます。

1点目は、資料6の「CCS事業法の適用範囲について」です。

CCS事業法の適用範囲として、分離回収事業者の構内と貯留事業場との間の図が示されておりますが、導管や船舶による輸送のほかに、例えば、CCS事業の普及初期などに、タンクローリーなど、高圧ガス容器による輸送もあるのであれば、これも含めた保安の在り方を考える必要があると考えております。

その上で、CCS事業においては、分離回収・輸送・貯留の各段階における事業形態に応じて適用法規が変わることになりますので、保安という基盤を一体的に捉えて、事故情報の収集・分析・活用や安全確保のための技術的情報の共有など、一元的に取組を進めていくことが重要と考えます。

2点目は、「導管の技術基準の方向性（案）について」です。

技術基準の方向性としては、一定の網羅性を持って挙げられていると思いますが、今後、技術基準のより具体的な内容について議論を深めていくことが重要と考えます。

その際、高圧ガス保安法やガス事業法をはじめとする国内の関連する基準類のほか、資料5で概要を御紹介いただいております、海外の規格や事故の教訓等を参考にしながら、検討を進めることが重要と考えます。

例えば「構造等」に関しては、具体的な技術基準として、耐圧性能、耐震性能、高速延性破壊、耐圧試験や溶接に関する内容などを規定することが考えられます。

また、資料の「防護措置」から「高濃度化防止措置」までの項目に関しては、パイプラインが設置される環境、例えば地下に埋設する場合、地上に敷設する場合、海中に敷設する場合などに応じて、腐食の防止措置、地盤面からの埋設深さ、山崩れなどのおそれがある場所への設置制限、道路や鉄道の下に敷設する場合の防護措置、万一漏えいした場合の拡散防止措置などを規定していくことが必要となります。

さらに、資料に挙げられております項目は、主にハード対策の内容になっているように思いますが、保安規程で定める内容などのソフト対策についても検討する必要があります。

なお、前回の本小委員会でも意見がありましたように、このような安全確保のための規定の具体化を図る上では、例えば、超臨界やガス状といった輸送されるCO₂の状態やパイプラインの設置環境を踏まえた実証実験などにより、保安の確保に必要な科学的データの取得と基準化が必要かと考えております。

水素分野になりますが、水素社会の実現に向け、大量の液化水素の利用が想定される中、KHKでは、大型貯槽から液化水素が大量漏えいした場合の影響評価手法を確立するための実証実験をNEDO事業として実施しているところです。特にCCSパイプラインは事業者外に敷設されるものですので、このような漏えいを想定した影響評価手法を確立するためのデータ取得を進めていくことが重要と考えます。

技術基準の詳細な具体的内容は、例示基準や措置事例等のレベルで規定していくことになるかもしれませんが、これらの内容は、省令を検討する段階から視野に入れつつ、議論を進めていくことが肝要と考えます。

なお、前回の小委員会でも御報告いたしましたが、KHKでは、学識経験者やCCS事業の担い手となり得る事業者の方、関係団体等の方々の参加を得まして、CCSパイプラインの民間規格、KHKスタンダード（KHK S）の策定作業を進めております。今月19日には、この規格原案を検討する分科会を開催いたしまして、ただいま申し上げました諸点についても議論を進めているところですので、この小委員会でも、また機会を捉えて御紹介できればと考えております。

最後に、前回の小委員会で、KHKより御説明しました、2020年にアメリカのミシシッピ州で起きましたCO₂パイプラインの破断事故に関しまして、本年の11月15日（後に訂正あり。正しくは2025年1月15日）に、アメリカの規制当局である運輸省（DOT）が、この事故を踏まえた保安規制の強化の方向性を公表しておりますので、情報を共有させていただきます。

ちょっと時間が長くなりますので、簡単に言いますと、公表内容によりますと、先ほどの海外の規格の中で、アメリカでPart195というのが出ておりました。そこでは、ガス状のCO₂のパイプライン輸送を規制しておりませんでした。これを加えるということや、より具体的な緊急時のCO₂漏えい対策を設けることなど、もうちょっと詳細に方針が示されております。今後、パブリックコメントが行われる予定とのことですので、本件に関する今後の動きについては、引き続き情報提供をさせていただきたいと思っております。

本委員会においては、このような動向を注視しながら、導管の技術基準の検討を進めることが必要だと考えております。

ちょっと長くなりましたが、以上でございます。

○山田委員長 ありがとうございます。

続きまして、森廣委員、お願いいたします。

○森廣委員　　日本ガス機器検査協会の森廣でございます。

詳細な資料説明、また、発言の機会を頂戴し、ありがとうございます。

私からは、資料6及び7について、ガス事業法に定める導管の法令や技術基準等を踏まえて、幾つか意見と確認をさせていただきたいと思います。

最初に、輸送対象物でございますが、輸送導管により輸送する二酸化炭素の性状は、気体、液体、臨界状態の3つの種類を前提に検討を進めるということで、このことは、資料7の導管の技術基準の方向性の具体的検討に大きく影響があると考えております。

次に、資料6についてですが、黄色の部分が導管輸送事業の適用範囲としておられますけれども、附帯設備も含め工事計画届出対象設備と位置づけられ、技術基準を策定するという形で考えているか、そういう理解でよいかというところを確認させていただきたいと思います。

また、導管の附帯設備として、弁、安全弁という記載がございますが、ガス導管には、ガス遮断装置について、路線上の適切な場所への設置が規定されています。CO₂輸送導管の技術基準の検討において、この弁とは、資料5の海外の規制・規格からも、遮断装置と過圧防止装置、この2つの設置について検討するという理解でよろしいかというところを確認させていただきたいと思います。

次に、モデル図でございますが、導管に分離回収事業者が制御する圧送機により昇圧したCO₂を注入するわけですが、その注入する圧力が、輸送導管事業者が操業する導管の最高使用圧力を超えないことはどのように担保されるのかというところで、輸送導管の区分圧力をどのように考えられているかというところも確認させていただきたいと思います。

続きまして、資料7について、何点か意見と確認でございます。

まず、CCS事業法第86条では、導管輸送工作物を技術基準に適合するように維持することが規定されております。今回の導管の技術基準の方向性として、維持管理・運用に関する検討は含まれると考えてよろしいでしょうか。

材料・構造については、第2回の安全小委員会でも意見がありましたが、不安定延性破壊の防止に加えて、資料5の海外の耐震設計で考慮されているか不明ですが、液化現象を含む耐震設計に留意すべきであると考えております。

次に、液体や二相流体の輸送も対象とした場合、非圧縮性流体で単位質量も大きいために、水道設備のように耐撃圧や管内部の摩耗への対応の検討が必要となると思われますが、

その辺の方向性についてはいかがでしょうか。

次に、計測装置等でございますが、「使用の状態を計測できる適切な装置」と記されています。これは腐食や損傷などを感知する装置を考慮しておられるのか、その原因となる輸送物の成分、水分や不純物の計測も含んで考慮しておられるのか、また、導管の流量や圧力、温度は、導管輸送事業の運営・操業の上で基本的なデータですが、これもこの計測器の役割に含まれているのか、どれぐらいの範囲のものを、計測装置という中でお考えになっているかといったところも確認させていただければと考えております。

また、これは私見ではございますが、今後の議論次第になるかと思うのですけれども、導管輸送事業者が分離回収事業者から二酸化炭素を受け入れる際の条件として、水分を含んでいないことを前提にすることも考えられるのではないかと思います。例えば、法令で輸送物を、水分を含んでいない二酸化炭素と定義することで、分離回収事業者の負担は増えるかもしれませんが、導管輸送事業者側の水分除去措置は不要となるので、将来のほかからのCO₂受入れを考えると、導管ライン上に脱水装置を設置するより、受入れ地点で脱水されているほうが合理的ではないかと考えております。

防食措置につきましても、ドライガスを輸送するという場合であれば、内面腐食については適用されずに、外面腐食のみになるといった考え方もあるのではないかと考えております。

最後に、資料5の海外調査結果から、海外と日本では、導管の埋設環境をはじめとした諸条件が異なりますので、他のインフラとの密集度や他工事の多さに起因する維持管理なども踏まえて、安全性と経済性のバランスを考慮した、国内のパイプラインに適した技術基準等を検討・策定することが重要であると考えております。

長くなりましたが、以上でございます。

○山田委員長 ありがとうございました。

オブザーバーさんから、本庄様、お願いいたします。

○本庄オブザーバー ありがとうございます。地球環境産業技術研究機構（RITE）の本庄でございます。

私からは、資料6にありますCCS事業法の適用範囲について、2つほど質問させていただきます。

私どもRITEは、4月から大阪で開催されます大阪・関西万博において、ダイレクト・エア・キャプチャー、大気からのCO₂の直接回収、DAC装置の実証プラントを設

置いて、まさにCO₂の分離回収を博覧会の会場の中でやろうとしております。

その関係で、回収したCO₂をどう使うかということで、1つは、万博会場の中でストレージはできないので、他府県に運んで、ストレージをしていただくということを計画しております。具体的には、DAC装置から導管で、会場の中の隣にありますドライアイス製造装置でドライアイスにして、ドライアイスの状態で輸送しようと思っております。そのサイトで地中貯留を将来していただく。貯留するのは、CCS事業法が施行になってからということなので、多分ドライアイスの状態でためておくことになろうかと思うのですが、そういう計画がございます。

もう一つは、回収したCO₂を、私どものサイトの隣にあります大阪ガスさんのバイオガスメタネーション装置でメタネーションしていただくということで、導管でそこまで運びます。大阪ガスさんはそこでメタンガスをつくって、迎賓館に運んで、厨房で料理をつくられるとかで、それは後のことなのであれなのですが。

私の質問は、まず1つ、ドライアイスを製造して、その後、ドライアイスを気化して地中に貯留するというので、CCSになるわけですが、ドライアイス製造装置へ運ぶための導管もCCS事業法の適用範囲になるのかどうかということと、2つ目の事例で、回収したCO₂を導管でCCU、ユーテライゼーションのところに運ぶのもCCS事業法の適用になるのかどうかということでございます。

法律の適用から言いますと、我々が万博会場で実際に動かしますのは4月から10月なので、CCS事業法の施行前ですから、我々の事業については対象にならないと認識しておりますが、万博が終わった後、DAC装置をよそに移転して、実証試験を続けようと思っておりますので、そういう問題は将来も出てくると思います。そういう意味で、適用範囲について御示唆いただければありがたいと思います。よろしくお願いします。

○山田委員長 ありがとうございます。

続きまして、千代延委員、お願いいたします。

○千代延委員 ありがとうございます。秋田大学の千代延と申します。

1点、資料6の2ページ目、「CCS事業法の適用範囲」のところで御質問させていただきます。

本保安に関しては、導管輸送事業者に対する保安規程と認識しておりますが、オレンジで示された貯留事業者の構内の坑口装置の中までの配管とされているところですが、貯留事業者によっては、海底下に圧入する計画を持っている事業者の方々もおられると思

います。地上の設備で昇圧したものを海底のサブシーの坑口装置まで運ぶ。そのときのパイプラインは数十キロに及ぶような計画をされている事業者もおられると認識しています。そのパイプラインに対して、この導管の保安規程はどう適用されるのか、貯留事業者に対して、この導管保安はどう適用されていくのかというところを御質問させてください。

○山田委員長　ありがとうございます。

続きまして、川畑委員、お願いします。

○川畑委員　東京大学の川畑です。

1 点、質問させてください。

先進的 C C S のプロジェクトの開始も結構目前に迫っているということでございますが、今お示しいただいた技術基準の方向性については、非常に網羅的に書かれておられて、何かが漏れているといったことは、私は思い当たらなかったということなのですが、ただ、一方で、全てが性能規定にとどまっていて、具体的にどうしたらいいのか、事業者さんはどのようにそれをつくればいいのかということについての具体的な基準がないということは否定できないかなと感じております。貯留のほうでもそういったことを申し上げたかと思うのですが、詳細な運用基準、技術基準に対する例示的なもの、さらに規則的なものを策定されるのかということをもぜひ伺いしたいと思います。

もしそういったことを決めていくとお考えの場合には、そのスケジュールも教えていただきたいと考えています。第 1 回のこの委員会のときに、この貯留、あるいは導管輸送事業の施行時期は 2026 年の 5 月 23 日と教えていただきましたが、そういったタイムラインを意識されて、その詳細の規定を考えられているかといったことをお聞きしたいと思います。

以上です。

○山田委員長　ありがとうございました。

続きまして、オンラインで参加のチヴァース委員から御発言がございます。お願いします。

○チヴァース委員　ありがとうございます。先ほど、ほかの委員の先生からもコメントが出ておりますが、C C S 事業法の適用範囲について図にいただきまして、誠にありがとうございます。C C S 事業法の対象範囲については、こちらの図で理解できたのですが、C C S 事業法の適用範囲外となっているグレーの部分について、どの法令が適用されるのかというところが分かりにくいケースもあるのかなと思っておりまして、併せて、可

能な範囲で明確にさせていただく必要があるかなと思っております。

その場合に、適用される法令について、CCS事業については、新しい事業ということで、様々なセクターの企業の皆様が参加される可能性がありますので、例えば、排出事業者や船舶輸送事業者側で、これまで、そのような法令で管理を経験したことがないといったケースも想定されます。また、法令の種類によっては、その法令の内容全てに準拠するのは負担が大きいというケースもあるかと思えます。

したがって、例えば、既存法令が適用される場合、その法令の趣旨や、CCS事業を実施する上で必要とされる法案水準を比較の上、もし緩和できる部分があれば、緩和するなどの配慮を御検討いただけると幸いです。

また、船舶輸送のケースでは、国土交通省様との調整が必要となる部分や、分離回収部分においては、大気汚染防止法など、環境省様が所管する法令との調整など、省庁間での調整も生じるケースがあるかと思いますが、そのような調整も含めて、ぜひ検討いただきまして、事業者側にお示しいただけますと幸いです。

私からは以上になります。

○山田委員長 ありがとうございます。

ほかにございますでしょうか。

大島委員、お願いします。

○大島委員 日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会の大島と申します。

私からは2つの意見と1つの質問をさせていただければと思います。

最初の2つは、貯留事業と導管事業、両方に関してなのですが、1点目は、ぜひ安全で有効なものをつくっていただきたいということです。その際、海外の指針を参考にされるのはとてもよいことだと思いますが、日本は世界有数の地震国なので、耐震性のところは特に安全なものにさせていただければと思っております。

2点目は、地下のシミュレーションなどをお示しいただいたのですが、あれは今、どれくらい確かなもの担っているのでしょうか。確かなものといいますのは、実際のものと合ったものになっているのかというところがよく分かりません。多分専門でやられている方も、多少の不安もありつつ、されているのではないかなと思っております。実証試験なので、100%のものを今すぐ求めたいということではないのですが、そういったデータが蓄積されていて、誰もがそこから学べるようなシステムをつくっていただければなと思い

ます。したがって、情報はできるだけ公開していただければと思っているところです。

3点目は、先ほど、ほかの委員の方がおっしゃった点で、事故があったときには、周辺の地域の救急対応者にもきちんと連絡が行くようにということは私も全く同感なのですが、それに関連して、まだイメージがつきにくいところがあるので、こういう導管のルートはどのようになっているのかということをお教えいただければと思います。今、高圧ガスの導管などが存在していると思うのですが、そういったルートは地元の方々に公開されているのでしょうか。公開しないほうが攻撃されないのが安心だということで、言わないでいるということもあり得るのかなとも思いながら、現状、そういったものは公開されているのでしょうか。そのルートが通っている土地の所有関係はどうなっているのでしょうか。事業者の土地なのか、それともそうではないのかというあたりをお教えいただけると、もう少しイメージがつくかなと思いますので、よろしくお願いいたします。

以上です。

○山田委員長 ありがとうございます。

ほかに何かございますでしょうか。

○久本委員 1点、訂正させてください。

○山田委員長 どうぞ。

○久本委員 先ほどの発言で、アメリカの運輸省が、ミシシッピの事故を受けて、規制を見直したということで、私、11月と申し上げたのですが、1月15日でございますので、訂正させてください。

○山田委員長 ありがとうございます。

ほかに何か、全体を通したコメント、意見でも構いませんが、ございますでしょうか。

では、私からも1つだけ、貯留に関するほうでコメントさせていただきます。

地下に関する不確実性のコメントがございました。これに留意したリスクマネジメントを行う必要性も御指摘されたとおりだと存じます。

その中で、地下の不確実性と申しましたときに、地下の地層地質、岩石に関する物理的な性質は、このCCS事業の時間スケールの中では、そんな大きな変化はないのかもしれませんが、応力や圧力といった環境に由来するものについては、揺らぎ、あるいは変動があり得る。特に、先ほど大島委員からも御指摘がございました地震に伴う圧力の変動もある。応力の変動もちろんあるということは、これまでの知見で分かっているところでもあります。ですので、こういった観測・計測できていない揺らぎ、あるいは変動も含めた形

で、安全性を担保することが必要なのかなという印象であります。具体的には、安全率で読むということになると思うのですが、そういった観点からも、安全を担保するという方向の設定が必要かなと感じたところでございます。

これまで頂きました御意見、御質問に関しまして、事務局からコメントいただけますでしょうか。

○大川鉦山・火薬類監理官　事務局でございます。

委員、オブザーバーから頂きました御意見・御指摘に対してお答えしたいと思います。

いつもは御発言いただいた順番にお答えしているのですが、今日、本庄委員から、万博でDACを御展示されるという話がありまして、これから個人的な思いも込めて、お話をさせていただこうと思います。私も非常に楽しみにしておりまして、個人的にも見に行きたいなと思いますので、ぜひ取組を進めていただきたいなと思います。

本庄委員から御質問のありました、CCUの導管がCCS事業法の適用になるかどうかということにつきましては、いろいろなパターンがあり得ると思います。ですので、パターンに分けてということになろうと思います。

戻りまして、久本委員からございました御意見でございますが、まず、CO₂を運ぶものについて、タンクローリーもしくは船、また、法令の違いがあるということ。事故情報などを集めて、しっかりと生かしていくべきだということは御指摘のとおりだと思いますので、事故情報をどうやって集めるかというのはアンテナ高くやっていきたいと思っております。

他法令について、どの法律が適用されるのかにつきましては、チヴァース委員からも船などについて御質問があったと思いますが、できるだけ分かりやすくお示ししていけるようにしたいと思います。

チヴァース委員からは、他法令の話があったところで規制の強度の話がございました。これは、おっしゃるように、できるだけその水準をそろえていくといったことをしていきたいと思っております。

戻りまして、久本委員からは、今回ハードの話があったのだけれども、ソフト的な対応も必要ではないかという話がございました。森廣委員からも同様の意見がございまして、輸送導管の維持管理も含めてという話がございました。このソフト的な対応は保安規程に書いてもらうといったことを想定しておりまして、維持管理につきましては、今回、資料7でお示ししました技術基準の方向性の中で、圧力に耐える構造であることということで、

これは一回つくったらそのままというわけではなく、もちろん維持していくことが大前提で、こちらに含んでいるつもりではございましたが、この維持管理もしくは点検のようなものも非常に重要なファクターだと思いますので、技術基準のほうにもしっかりと取り込んでいくといったことを考えたいと思います。

久本委員の話の中で、漏えいの影響を措置例で検討という話がありました。これは川畑委員の御指摘と近いものかと思います。川畑委員からは、省令は性能規定だということはあるのだが、もう少し具体的なものもつくってはどうか、もしくはそのスケジュールはどうなっているかという御質問だったと理解しております。

これにつきましては、御指摘のように、省令は、今回の導管の議論の最初に申し上げましたように、性能規定といったことで定めていくと思っております。それをどう満たしていくのかというのは、行政が具体的な数字を挙げてというものではないのかもしれませんが。そうすると、事業者の行動をある程度縛ってしまって、創意工夫の範囲がなくなってしまうかもしれないということがございますが、とはいえ、いろいろな御提案があった中で適切なものは、これは合格したものということで、ガス事業法などでは、措置事例、解釈例のようなものをお示ししておりますので、そういったものの中でお示しできるかどうかというのは今後検討していきたいと思います。

あと、久本委員からは、アメリカの規制の改革の動きについて御紹介がございました。我々もフォローしていきたいと思っております。

森廣委員からの、輸送の対象物は、気体、液体、超臨界の3つを前提にということは、この技術基準の中では書き分けておりませんが、対象物としては、CO₂がいろいろなものに変化するものですから、そういったものも念頭に、規定を決定していくといったことだと思っております。

附帯設備について、工事計画を提出するのかということについては、検討ではございますが、基本的には、附帯設備も含めて工事計画をお出しいただくのかなと思っております。

弁、過圧装置をこの技術基準の対象にするのかということにつきましては、お示ししているように、技術基準の対象かなと思っておりますが、まさに御議論いただきたいと思います。

過圧防止措置などにつきましては、過圧をどのように検知するのかと。まさに測定の対象として、その圧力なども測定しながら、超えないようにするのかなと思っております。

耐震のところにつきましては、大島委員も含めまして何人かの先生から、耐震性をしっ

かりといった御指摘がございました。今回お示ししました資料7の構造のところでも、耐震も含めまして、念頭に置きながら検討されるべきかと思っております。

あと、森廣委員からは、水分を含んでいないことを条件づけしてもいいのではないかといったことがございました。これは事業者によっていろいろなやり方があるのだと思います。これは、排出事業者と導管事業者の間で、輸送量は低くていいから、脱水はそちらでやってくれという取決めもあり得ると思いますし、逆もあり得ると思います。ですので、これは、我々のほうで、必ず脱水した上で導管事業者に渡せというのではなくて、両方のものが併存し得るといった形なのではないかと、保安の立場からは思っております。事業規制の立場からはそっちの考えがあるかもしれませんが、保安の立場からはこのように考えてございます。

あと、他工事、ほかのインフラとの密集度のような話がございました。他工事の話は、今回の資料にも書かせていただいたように、防護措置などがありますが、他工事のことをしっかり念頭に置きながら対応していきたいと思っております。

千代延先生からは、サブシーの対象の話、もしくは、それは導管として整理するのか、貯留の一部として整理するのかと。それはいろいろなやり方があると思います。貯留事業者に移った後は、基本的に貯留の対象物として整理いたしますが、どちらに整理しても扱っているものは同じでございますので、技術基準としては近いものが適用されていくのだらうと思っております。

大島委員からは、地下のシミュレーションの一定の不確実性は仕方がないのではないかとという御指摘がございました。これは御指摘のとおりだと思います。完璧なものはないわけございまして、予測をアップデートして、現状に対応していくといった考えで対応していくものと思っております。

JCCSさんからのお話の中でも、「キャリブレーション」というお言葉がございました。そういったリスクマネジメントをしながら、シミュレーションと実態を合わせていくというところがあるのかなと思います。

山田委員長からも、貯留不確実性について、もしくは、時間の経過とともに、地中の圧力の変化にどう対応していくのか、観測をどうしていくのかという話がございました。こちらは御指摘のとおりだと思っております。そこは、リスクマネジメントの中で、どのように対応していくのかというところの検討課題と思っております。

事務局から以上でございます。

シミュレーションの話で、もし JOGMEC もしくは JCCS から補足いただけたところがあればお願いします。無理にとは申しませんが。

○萩原オブザーバー・プレゼンター ありがとうございます。JCCS の萩原でございます。

今の地下の不確実性への対応ですが、今、大川様から説明いただいたキャリブレーションは、私は、実際の観測値と計算結果の整合性を取っていく「ヒストリーマッチング」という言い方をいたしました。

あと、説明で 1 個忘れたので申し上げますと、統計的な処理をいたしております。地下は不確実でして、地質評価におきましても、様々なパラメータを一つの値に決められないので、こういう範囲の値を取りますという評価の仕方をすることがあります。そのような場合は、モデルの中でパラメータの取る範囲を設定いたしまして、範囲として定めまして、その中でいろいろなパターンを計算した上で統計処理をいたします。

具体的には、苫小牧の場合には、地質評価によって、それぞれのパラメータの動く範囲を定めた後、統計的処理で組合せをコンピューター的に作りまして、モデルを 50 個作りました。それぞれ 50 個のモデルで計算いたしまして、10% の確率、50% の確率、90% の確率といった言い方をしていまして、必ずこれですという言い方はしませんで、ある程度不確実性も踏まえた上で、評価を表すようにしております。エンジニアといたしましては、自分たちの使っている値は、そういう統計処理によって、プラスもマイナスもあるということを認識しながら常に評価を行い、必要なモニタリングなども行うようにしております。

以上でございます。

○赤井プレゼンター JOGMEC の赤井です。

もう既に大川さん、山田先生、JCCS 様からありましたように、具体的なエンジニアリングとしてはそのようなことをしております。もう少し直感的に御説明いたしますと、最初、何も分からないときは、不確実性の幅が非常に広い状態です。そうすると、例えば、CO₂ がどこに行くかということも非常にいろいろな可能性があると思っています。そのあらゆる可能性に対応できるようなリスクマネジメント計画を立てます。その後、CO₂ 圧入が進むと、さらにデータが蓄積されて、先ほどありましたような不確実性の幅が狭まっています。どうやって狭められるかというと、先ほどありましたヒストリーマッチングのように、実績に合うようなパラメータは何だったのかと振り返ることで不確実性の幅が

狭まっていきます。こういった形で、事業が進むにつれて、その不確実性の幅を狭めるようにして、より精緻な将来予測ができるように努めているところでございます。

○山田委員長 ありがとうございます。

ほかに何かございますでしょうか。

○湯本技術総括・保安審議官 いろいろな御意見を頂きまして、ありがとうございます。グループ長をしております湯本と申します。

先ほどのコメントの中で、特に、本庄オブザーバーから、CCUの扱いやDACの件がありました。ここで御議論いただいている皆さんにはもう御案内のことかと思えますけれども、導管輸送事業はCCS事業法の本体の法律の中で定義されていまして、読み上げますと、「二酸化炭素を貯留槽に貯蔵することを目的として、導管により当該二酸化炭素を輸送する事業をいう」という定義になっていますので、これに該当するかどうかという議論かと思えます。目的として輸送なので、これは個別に詳細にお伺いしながら、適用を確認するということだと思います。直感的には、CCUのプラントの中で、A社からB社に導管輸送するようなケースは想定していないと私は解釈していますが、限界事例はいろいろあるかと思えますので、そのあたりは個別の御相談かなと思います。

それから、これはコメントになって恐縮ですが、今日の議論の中でも、いわゆる不確実性という話が幾つか出てきたと思います。導管と貯蔵で性格が大分違うと思うのですが、導管のほうは比較的エンジニアリングの話が中心だと思いますし、従来、いろいろな形で導管の保安規制をやってきていますから、そういったところの知見を活用しながら、整合性のある制度をどうやってつくっていくかということがポイントかなと理解しています。

他方、貯蔵のほうは、まさに人工物ではなくて、大島委員からもお話がありましたように、自然が相手なものですから、最初の実施計画のスタートの段階、あるいは最初にプラントをつくったときのスタートだけではなくて、経年変化をずっと追いながら、それをどのように管理運営していくのかというところが、この事業をしっかりと安全に進めていく上で大事なところではないかと私自身は思っています。

したがって、今日、御説明のありましたようなリスクアセスメントと、それに基づくマネジメントというところの枠組みを、時間軸をしっかりと概念しながら、どのように管理していくのか、規制当局としてもそこをしっかりと、どのように規制対応するのかといったところが、今回の貯留に関してのポイントになってくるかと思えますので、また議論が続きますが、そういった観点から、いろいろと御示唆いただけると幸いです。

以上です。

○本庄オブザーバー　　すみません。今のコメントに対して。

○山田委員長　　本庄オブザーバー、どうぞ。

○本庄オブザーバー　　時間を取らせてすみません。確かに御指摘のとおり、C C Uに運ぶための導管は対象にならないというのは分かるのですが、私が1点目で申し上げました、貯留サイトに運ぶためにドライアイスにする。ドライアイス製造装置まで運ぶ導管はC C S事業法の対象になるかどうかというのがメインの質問でして、適用範囲のこの資料ですと「液化設備」と書いてあって、これはドライアイスも入るという理解だったら結構なのですが、その辺を確認したかったのです。

○大川鉦山・火薬類監理官　　ありがとうございます。限界事例に近いと思いますので、いろいろなパターンがあり得ると思います。詳細にお伺いして、整理をする必要があると思いますので、資源エネルギー庁とも相談しながら、これから考えていきたいと思います。

○山田委員長　　よろしいですか。

○本庄オブザーバー　　はい。

○山田委員長　　ほかによろしいでしょうか。

大島委員、お願いします。

○大島委員　　すみません。大島です。

地下のことについて、シミュレーションした結果からずれていないかをモニタリングしながら合わせていくというお話があり、それは適切に進められていることと思います。ただ苦小牧も、当初想定したような形では注入できなかったというお話もありますし、完全に予測通りにはならないことも多いのではないかと思いますので、それをその事業者だけの学びにするのではなくて、ほかの方々もそこから学べるように、どこかにデータを蓄積して公開していただけると良いのではないかと思いますというのが私の意見でございます。

○大川鉦山・火薬類監理官　　ありがとうございます。それに関しましては、J C C Sが行いました苦小牧の実証につきましても、また、R I T Eが行いました以前の実証につきましても、その経験はいろいろ公表させていただいているところでございます。一つの経験をいろいろシェアできるように、どのようなことができるかというのは考えていきたいと思います。

○山田委員長　　ありがとうございます。

ほかには何かございますでしょうか。

よろしいですか。

それでは、本日は、長時間にわたり御議論いただきまして、誠にありがとうございました。

本日頂きました御指摘等を踏まえまして、事務局には、貯留・導管の保安制度のさらなる具体化の作業を進めていただきたいと存じます。

今回の日程や詳細につきましては、追って事務局から御連絡させていただきますので、本日は、これで散会させていただきます。どうもありがとうございました。

お問合せ先

産業保安・安全グループ 鉦山・火薬類監理官付

電話：03-3501-1511（4961）

FAX：03-3501-6565