

## 第32回メタンハイドレート開発実施検討会 議事録

平成29年2月20日

【事務局（溝田）】 それでは、時間になりましたので、始めさせていただきたいと思います。本日はお忙しいところ、お集まりいただきまして、まことにありがとうございます。ただいまから第32回メタンハイドレート開発実施検討会を開催させていただきます。

初めに、石油・天然ガス課の課長、定光より最初のご挨拶を申し上げます。

【定光課長】 皆様おはようございます。お忙しい中お集まりいただきまして、どうもありがとうございました。本日は、今年の4月からいよいよやることになっております海洋産出試験の詳細の実施方法、それから、日程等についてご審議をいただくということが大きな議題でございます。

ご案内のとおり、このメタンハイドレートに関しましては、国民各層からの強い期待が寄せられているところであります。メタンハイドレートを我が国として、他国に先駆けて実用化できるかどうかということは、まさにこの次の海洋産出試験がどのような形で成果を上げるかということに大きくかかっていると考えても過言ではないと思っております。

どうかこの海洋産出試験がうまくいくような形を目指していきたいと。成功するように我々としても最大限努力していきたいと思っておりますので、本日は皆様からぜひとも、とにかくうまくいくためにはどうしたらいいんだろうかということについて、忌憚のないご意見をいただければと思っております。

それから、単に試験をやったということで終わるわけではございませんで、今年は特に、来年度にかけましてはメタンハイドレートのこれからの中長期のロードマップをもう一回作り直すという作業を行わなければならない年でございます。海洋基本計画が平成30年から新しくなると。それから、エネルギー基本計画のほうも3年に一度の見直しの時期に当たっておりますので、この海洋産出試験の成果を踏まえまして、30年後半に商業化に向けたプロジェクトをスタートさせるという大きな目標に向けて、具体的に研究開発上の課題がどういふのがあるのか。それから、商業化に向けてどういふ課題をさらに乗り越える必要があるのかというようなことを総点検しまして、新しいロードマップに落とし込んでいくということその海洋産出試験と前後しながら議論していく必要があるという、そういう意味でも今年は大変重要な節目になる年だなと思っております。

長時間に及びますけれども、皆さんにおかれましては、ぜひとも率直なご助言、ご指摘をいただければと思っております。

冒頭、私からの挨拶は以上です。どうぞよろしくお願いたします。

【事務局（溝田）】 それでは、議事に入る前に、今回、第32回から新たにご就任いただきます新任の委員の方を簡単にご紹介させていただきたいと思います。

今回より国立研究開発法人海洋研究開発機構の地球深部探査センター、センター長でいらっしやいます倉本真一様に新たにご就任をいただいております。

それから、五十音順で、大阪ガス株式会社資源・海外事業部計画部長の竹森啓司様。

それから、公益財団法人深田地質研究所理事長の松岡俊文様。

それから、一般財団法人日本エネルギー経済研究所化石エネルギー・電力ユニット担当理事、森田浩仁様にそれぞれ新たにご就任をいただいております。

それでは、五十音順に、今新たにご就任いただきました委員の方々に一言ご挨拶をいただければと思います。

まず倉本様より一言お願いいたします。

**【倉本委員】** 初めまして。おはようございます。地球深部探査センターのセンター長をしております倉本と申します。その上の組織はJAMSTECというところで、国立研究開発法人海洋研究開発機構、長い名前がついておりますけれども、その機関で、私自身はこのセンターで「ちきゅう」という科学掘削船を運用している責任者しております。

私自身はJAMSTECに移る前に筑波のほうで研究者をしておりましたけれども、約10年ぐらいやっておりました。その中でちょこっとだけメタンハイドレートもかじった経験もありますので、何かのお役に立てればというふうに思っております。どうぞよろしくお願いいたします。

**【事務局（溝田）】** それでは、竹森様、よろしく申し上げます。

**【竹森委員】** おはようございます。大阪ガスの竹森でございます。

メタンハイドレートにつきましては、弊社の株主総会でも毎年のように質問が出る項目でございます。先ほど課長からありましたように、大きな期待を寄せられているということは間違いのないというふうに思っております。

私ども大阪ガスはLNGの買い主としてこの開発の動向に非常に注目もしております。私自身は技術屋でありませんで、技術のポイントについてはついていけないかもしれませんが、お役に立てるよう頑張ります。どうぞよろしくお願いいたします。

**【事務局（溝田）】** それでは、松岡様、お願いいたします。

**【松岡委員】** 深田地質研究所の松岡でございます。よろしく申し上げます。長い間、資源工学をやっていたんですけども、一昨年、京大を退職しまして、今現在はここに所属しております。

メタンハイドレートに関しましては、ほんとうに初期、もう今から大分前、もちろんもう10年以上前、少しだけお手伝いさせていただいたことがあったんですけども、それ以来あんまり関与してなかったんですけど、今回こういう機会委員ということになりましたので、できるだけご意見を申し上げることができればというふうに思っております。よろしく申し上げます。

**【事務局（溝田）】** ありがとうございます。それでは、森田様、よろしく申し上げます。

**【森田委員】** 日本エネルギー経済研究所というところの森田と申します。どうぞよろしく申し上げます。

メタンハイドレートにつきましては、2001年からだと記憶しておりますが、そこから10年間ぐらいこの検討会の委員をやらせていただいたことがございます。またいろいろ意見を言わせていただきたいと思いますので、どうぞよろしく申し上げます。

**【事務局（溝田）】** 本日でございますけれども、このメタンハイドレート開発実施検討会の佐藤座長でございますが、所用のためご欠席となっております。したがって、本日、先ほどご紹介させていただきました新任の4名の委員を含めまして、10名中、合計9名の委員にご出席をいただいております。

なお、本日の議事進行及び議事録は、ともに公開とさせていただきますので、よろしく申し上げます。

それでは、配付資料の確認に移らせていただきます。本日の配付資料は、資料1から資料7となっております。お配りした紙の中に配付資料一覧がございますけれども、資料4、5、6はそ

れぞれ枝番号がございますので、量が多くなりますけれども、ご確認をいただきまして、不足等ございましたら事務局のほうにお知らせをいただきたいと思います。

それから、次に、本日の議事進行でございますけれども、本来ですと佐藤座長に議事進行をお願いするところでございますが、今申し上げましたとおり、佐藤座長、所用によりご欠席ということで、今回に限りまして、松永委員を座長代理ということで、本日の議事をお願いしたいと思っておりますけれども、よろしいでしょうか。

ありがとうございます。皆様方ご了承いただいたということでございますので、それでは、これより松永様に座長代理ということで、議事進行をお願いしたいと思います。

**【松永座長代理】** それでは、今までは平の委員として、いろんなことを思ったことを言っていたんですけど、今日は座長代理ということで、佐藤先生にかわってこちらのほうで議事を進行させていただきます。よろしくご協力のほうをお願いいたします。

それでは、まず最初に、議題1として、前回の議事録の確認でございますが、昨年3月23日ということで、ほぼ、もう1年近く前に行われました議事録についてですが、既に委員の先生方のほうからはいろんな意見をいただいて、修正かかっておりますので、もしそれ以上に、この中を見て何かございましたら事務局のほうに後ほどお知らせいただければ、修正、そちらのほうでやるということにしたいと思います。よろしいでしょうか。

(「異議なし」の声あり)

**【松永座長代理】** それでは、次に、議題2として、第2回海洋産出試験についてということで、今日のメインテーマですね。先ほど課長のほうから言われましたように、これからの重要な課題ということで理解しておりますが、こちらのほうについて、MH21のほうから順にご説明いただければと思います。お願いいたします。

**【増田プロジェクトリーダー】** どうもありがとうございます。プロジェクトリーダーを務めております増田です。よろしくお願いたします。

マイクがありますので、着席して説明させていただきます。

まず初めに、詳細な議論に入る前に、私のほうから、フェーズ3の達成目標、それから、海洋産出試験の目標についておさらいさせていただきたいと思っております。

資料5-1をごらんください。1枚めくりまして、2ページ目の工程表ですが、これが「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（平成25年12月閣議決定）工程表」でして、最終目標としては、平成30年代後半に民間が主導する商業化プロジェクトが開始されるように、国際情勢をにらみつつ、技術開発を進めるということになっています。

「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」ですけれども、下にフェーズ2、フェーズ3と書いてありますが、現在、フェーズ3に入っております、ここで総合的検証を平成30年度に実施して、次にどのようなプロジェクトに行くのかというところを判断する重要なフェーズになっております。

1枚めくりまして、3ページです。現在までの成果、それから、平成30年代後半に民間が主導するプロジェクトが立ち上がるということを考えますと、ここに進捗の展望を示した図がありますが、平成30年代後半以降の最終目標、メタンハイドレート商業開発に向かって研究開発を進めなくてはならないということがあります。

一方で、研究開発の課題として今までどんなものが解決されてきたのかを考えますと、フェーズ1では、東部南海トラフ海域の砂層型のハイドレート濃集帯を確認したということ。それから、

技術の実証試験としては、フェーズ1で、カナダにおける2回の陸上産出試験を実施して、第2回の試験、ここで減圧法による生産に成功しまして、メタンハイドレートからガスを生産するには減圧法がよいということが実証されました。

それを受けまして、フェーズ2では、第1回海洋産出試験を平成24年度に実施しました。全体では6日間の連続生産ができて、累計で11万9,000立方メートル、日産にして、約2万立方メートルのガスを生産することができました。

ただ、出砂が生じまして、この問題をどういうふうに解決するのかというのがフェーズ3の大きな課題として残りました。

それを受けまして、同時に長期陸上産出試験の実現に向けた作業に着手しております。これは現在、試掘の準備中で、実際の試掘作業・生産実験等の実施は29年度以降という予定になっています。

以上の成果を受けまして、フェーズ3では何をやるのかということですが、今年、第2回の1カ月程度の連続生産試験を行います。当然その重要なポイントは、出砂対策等の技術の検証になります。

フェーズ3の最終目標に対して、フェーズ3で何をすればいいのかということになりますと、商業化に向けた技術を整備するということになります。その目標は、右側の黄色の四角に示しましたように、簡単に言いますと、技術の総合的検証を行って、次の商業化の実現に向けたさらなる展開が妥当か否かを適正に判断する。そういうふうな材料を得るということが、判断するということに達成目標になっています。そのためにこの第2回海洋産出試験の結果は非常に重要なデータとして利用されることになります。

では、次の3ページ目をごらんください。後ほど詳細は説明しますので、ざっと説明していきたいと思えます。フェーズ3の達成目標（Ⅰ）は、これは一定期間の生産実験が行えて、実際に判断、技術基盤を構築したかどうかを判断できる知見・データが蓄積されるということ。これが目標です。

課題としましては、約1カ月のガス生産試験を実施して、未固結の海洋の堆積物中での減圧法ができるということを確認するということになります。減圧の制御、それから、出砂対策、坑井の健全性を保つための技術を実証するということがポイントです。

次は、1枚めぐりまして、達成目標（Ⅱ）です。同時に、一定期間の生産試験が実施できましたら、そこでガスの生産挙動のデータが入手できます。そこで、これらのデータを使って、長期のガス生産挙動についても一定の精度で予測可能な技術レベルに達しているということを判断するということが達成目標（Ⅱ）になっています。

ポイントは、課題のところに書きましたように、第1回海洋産出試験では6日間の生産しかできませんでした。したがって、生産のシミュレータのガスの生産挙動の予測がほんとうに正しいのかどうかというのを確実に証明できていません。したがって、これらを証明すべく、ガスが増えていく、そういうふうな状態まで生産ができればいいというふうに思っております。

それから、達成目標（Ⅲ）ですけれども、これは将来の開発システムの基本案を提示するということになっています。

以上を踏まえまして、フェーズ3では、フィールド開発技術グループ、生産手法開発グループ、資源量評価グループ、推進グループの中に環境チーム、このそれぞれのグループ・チームで研究開発を行っておりますが、フェーズ3の目標（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）に対しまして、各グループ・チ

ームで協力しながら作業を進めていくというような体制にしています。

第1回と第2回の海洋産出試験の違いについて、ポイントだけ説明いたします。

初めに8枚目のスライドですけれども、第1回海洋産出試験では、生産井を1つ、そして、モニタリング井をその両側に2つ置きました。その生産井では、グラベルパックを実施しまして、そこでメタンハイドレートが分解したときに砂が坑井の中に入らないように仕組みをセットしました。6日間は効いたんですけれども、その後、出砂という問題が起こったというのが第1回海洋産出試験のことになります。

したがいまして、次に、最後から2枚目ですけれども、第2回海洋産出試験では、生産井を2つ用意します。生産井の間にモニタリング井を2つ掘りました。これはもう事前掘削で行われています。生産井には、グラベルパックではなくて、将来、より経済的に、かつ安全に砂をとめる対策として、形状記憶ポリマーを用いました出砂対策装置、これをセットします。

それから、ガス・水の分離をうまく行うために、井戸の口径を、ケーシングの径を大きくして、そして、デュアルのストリングスにしてガスと水を分離して生産するというようなことにしています。ここが大きな違いになります。

そして、海洋産出試験で目標とするものですが、最後のページをごらんください。その下に減圧法によるガス生産レートの変化の予測というグラフがあります。メタンハイドレートを減圧法で生産した場合、初めは擾乱、短期の時期、圧力を下げてから分解して、安定に達するまで擾乱期間がありますが、その後、中期の時期を経まして、その後だんだんハイドレートが、分解面積が増えるに従ってガスの生産レートが増えてくるということが予想されます。

第1回海洋産出試験ではこの6日間しかできませんでしたので、第2回海洋産出試験ではここが、ちょうどガス量が増えてくるあたり、このあたりまでテストができるのではないかとというふうに考えておまして、それができたら、シミュレーションとのマッチングをして、そして、経済性の評価、エネルギー収支の評価に役立てようというのが、これが海洋産出試験の大きな目標になります。

簡単ですが、以上で概要説明を終わります。

**【松永座長代理】** それでは、質疑は最後にして、続いて、その後のところの資料5-2のほうからですか。

**【増田プロジェクトリーダー】** そうしましたら、これからコンソーシアムのほうで、フィールド開発技術グループの山本グループリーダーのほうから資料5-2を使いまして、海洋産出試験の具体的な内容について説明してもらいます。よろしくお願ひします。

**【山本フィールド開発技術グループリーダー】** それでは、フィールド開発技術グループのリーダー、JOGMECの山本より第2回海洋産出試験の実施についてご報告させていただきます。

既に増田プロジェクトリーダーからお話がありましたように、このプロジェクトは、過去3年ぐらい準備期間を経て、ここまで来ていますけれども、昨年5月から6月に、既に坑井の掘削に取り組んでおります。

済みません。こちらに「本年」と書いてありますが、これは「本年度」の間違いで、去年ですね。5月から6月に第二渥美海丘におきまして事前掘削を実施して、予定どおり完成しております。

プロセスとしましては、まず最初にここが、これから試験しようとしている場所は2013年に試験した場所とちょっと離れた場所ですので、そこが試験適地であるかどうかを確認するため

の坑井を掘削しまして、そのとき試験候補地点が2つあったんですけれども、2'という場所に決定いたしました。それから、モニタリング井を2本、それから、生産井を2本、掘削いたしました。

モニタリング井の掘削の時点で、集中的に検層データを取得し、それから、生産井、こちらは浅い区間しか掘削しておりませんが、そちらを掘削しました。それから、それらの坑井に関しましては、仮廃坑処置を実施しておりますけれども、モニタリング井に関しましては、温度センサー、それから、圧力センサーを設置済みです。

この作業におきましては、大きなLost time incident、人がけがをするような大きな事故というのはございませんでした。ただ、一部、装置の不具合等が発生しましたので、そちらに関しましては、今後、第2回試験の本番のときに問題が起きないように対策を検討しております。

それから、いろいろなモニタリングデータを取得したいということで、その一環としまして、こちら「本年」と書いてありますが、「昨年」ですけれども、8月に物理探査モニタリングのための海底地震計を組み込んだ海底ケーブルを既に設置済みです。

こちらでとられました検層データ等に関しましては、後で藤井の発表の中で詳しく申し上げさせていただきたいと思っておりますけれども、一つの大きな発見といいますか、前回との違いについては、前回やはり井戸を3本掘って、それぞれで検層データを取得しておりますけれども、その3本の井戸に関して非常によく坑井の対比がとれました。3つの井戸の検層データは非常によく似ていました。今回の試験場所に関して、結局、今のところ3カ所で詳細な検層データがとられていますけれども、結構その中にばらつきがあり、地質の堆積物に関しては比較的均質なんだけれども、ハイドレートの濃集状況に関しては、非均質性が見られるということがわかっております。このことが試験の実施に関してかなり大きな影響を与えるのではないかとというふうに考えております。

それで、今後行います海洋産出試験の本番、ガス生産実験と申しているフェーズですけれども、こちらをどうやって進めるかというお話をさせていただきます。

作業に関しましては、JAMSTECの地球深部探査船「ちきゅう」を使用することが決定しております。先ほど倉本委員からご紹介がありましたJAMSTECの船です。清水港から出港しまして、清水港に戻る予定で、サプライベースは愛知県の蒲郡に設置する予定になっています。

実施期間は、本年の4月から6月の予定です。こちらは機器の調達と装置の試験の都合で、機器の調達に関しましては非常に慎重に装置のテストを繰り返しております。こちらに関しまして最終的に終了して、物が届くのが3月末という予定になっております。物は既に日本に続々と届き始めておまして、製造者のほうで試験を行って、それも全て当機構の職員や、それから、オペレーターとなりますJMHの職員等が立ち会いまして、装置の試験を行って、日本に届いてからもこの試験を繰り返しています。

それから、もう一つは天候の都合です。ちょうど4月から6月。これは去年の事前掘削の時期でもありますけれども、非常に天気のよい時期で、緊急離脱を行わなければいけないようなシチュエーションになる可能性は低いと。昨年の4月から6月は天候待機の時間かほぼゼロでした。その前の1月から3月、2013年の試験は1月から3月の時期に行いました。ちょうど今の時期なんですけれども、今日も天気予報がこの後大荒れになる予報ですけれども、同じような状況で、低気圧が接近すると大荒れになる時期ですので、緊急離脱の可能性が高いということで、この時期は外しています。

それからこの後、試験をどのように行うか。具体的にどうやってデータをとっていくのか。それから、どうやって減圧を進めていくのか。それから、坑井が2本ありますので、それをどうやって使っていくのかという検討を進めております。

それから、出砂対策装置等、それから、もう一つ、フローアシュアランスと書いてありますけれども、坑内でガスと水が正常に分離されること、それから、坑内でガスハイドレートが再生成して、坑内が、坑井が閉塞してしまわないようなこと。そのためのいろいろなシミュレーションを行ったり、室内実験を行ったり、この部分は当フィールド開発技術グループだけではなくて、生産手法開発グループとも協力して行っています。

最終的に2坑井で合計して1カ月程度のガス生産を実現したいというふうに思っています。井戸は2本ありますけれども、2つの出砂対策装置、ちょっとバージョンの異なる出砂対策装置がありまして、これは後で詳しくご説明しますが、その片方、これが将来的な切り札となり得ると考えておりますほうから最初に行います。ただ、こちらのほうに問題がある可能性があるもので、問題があった場合には切りかえるという考え方です。

それから、減圧の手順としましては、初期の工程圧力、およそ13.5 MPaと考えておりますけれども、これを7 MPa、5 MPa、3 MPaと段階的に減圧するという計画になっています。前回の試験の後、委員の先生方からもいろいろご指摘を承りましたが、急激に減圧を行うことが試験上、問題があるのではないかという指摘がありまして、それから、試験のデータの取得という観点でも異なったデータセットが複数あったほうがいだろうというふうに考えております。これは実は前回の試験もこのようなプログラムだったんですけれども、ガス・水分離の問題で実現できなかったんですが、今回はガス・水分離のシステムを改良いたしておりますので、段階的な減圧が可能ではないかというふうに考えています。

物の準備を進めておりますけれども、こちらは書いてあるとおりです。あんまり詳しく申しませんけれども、掘削船、それから、船上の設備、それから、海底と船を結ぶライザー・アナラスホース。それから、海底にあります緊急時に切り離しを行うためのEDP/WCP。それから、坑内におきますポンプ等の坑内試験設備。それから、とられたデータを全て統合して陸に送るためのシステム、こういったものの準備を進めております。先ほども申しましたように、装置に関しましては日本でのテストを今続けているところです。

それから、このプロジェクトの最も重要な部分は、正常にデータがとられ、それが解析されることというふうに考えております。どんなデータをとろうとしているかということでお話し申し上げますと、まず生産井に関しましては、リアルタイムの温度・圧力センサーを貯留層区間7深度。それから、メモリー式の温度・圧力センサーを貯留層区間2深度に設置しております。これで合計9深度で圧力と温度のデータがとられます。前回の試験の場合には、圧力データが1件、それから、温度データは、DTS、光ファイバーの温度計で連続的なデータがとられていましたけれども、今度は圧力のプロファイルも必要だということで、圧力のデータもアレイ式のセンサーで取得することにしています。これを用いますと、ガスと水データの深度ごとの定量的な評価が可能になります。

それから、メモリー式のセンサーに関しましては、この試験は今年の6月ごろに最終的に作業を終わらせる予定ですが、その後、廃坑作業は今年の終わり、後半以降に実施する予定になっておりまして、その際にメモリー式のセンサーを回収することによりまして、生産井の坑内の温度上昇、温度の回復をモニタリングできるのではないかと考えています。これは

前回の試験とは違うところです。

それから、リアルタイム式の温度・圧力センサーは、試験区間、貯留層区間よりも上の区間にも3点設置されております。これが何のためにあるかといいますと、上がってくるガスと水が例えばどれくらいの密度であるか、温度であるかということを確認することによって、ガス・水の分離が正常に行われているのかどうか。それから、液面が今どの辺にあるのかということがわかるのではないかというふうに考えています。

それから、モニタリング井に関しましては、前回同様にアレイ式の温度センサーと、それから、光ファイバーの温度センサーを設置して、ほかに圧力センサーも設置いたしました。これらを貯留層区間に設置しまして、温度・圧力の低下、変動をモニタリングする予定になっております。

これらのセンサーに関しましては、去年の事前掘削のときに既に設置済みで、正常にデータがとられ、連続的にデータがとられ続けていることを確認済みです。

それから、もう一つは、4C地震探査を実施する計画になっておりまして、既にケーブルを設置して、1回目の発震作業は終わっています。したがって、試験が終わった後に2回目の発震作業を実施する予定になっています。

作業のスケジュールですけれども、傭船を開始して、艀装を行う。これは清水港で行いますけれども、これが4月の上旬予定です。それから、掘削・検層・出砂対策の設置等を4月の中旬ぐらいに行き、4月の下旬ぐらいに坑内におろす装置をおろし始めるということで、その後、ガス生産実験を約1カ月継続したいというふうに思っています。

全ての作業が終わりまして、この場合、坑井はあとに残されますけれども、今回ガス生産実験で行う作業が終わりまして、撤収・艀装解除が行われるのは6月の中旬から下旬になる予定です。

作業を簡単に申し上げます。こちらのスライドは、先ほど増田先生がお話になったスライドと同じですが、作業の全体像が示されております。生産井が2本とモニタリング井が2本あるという状況で、作業を漫画でお示しします。これは現在の状況です。海底にはモニタリング井が2本、既にセンサーが設置されて、モニタリングを続けています。それから、生産井が2本。これはここが薄く青くなっているところがメタンハイドレートの濃集帯で、これよりも上の区間まで掘削しています。13-3/8 “のケーシング、一番下が9-5/8”にとどまっているケーシングが設置されているという状況です。

この後、今年の4月以降ですけれども、こちらのP3と書いてあるのがメインの坑井になりますけれども、こちらのメインの坑井に行きまして作業を開始します。現在ついている坑井保護装置を撤去いたしまして、その後、掘削作業に入ります。P3坑井に関しまして、P2も一緒ですけれども、LWD、掘削同時検層の装置をつけまして、掘削作業を行って、その後、前回行っていませんでしたけれども、ワイヤーライン検層も行います。ワイヤーライン用のライザーをおろしまして、ワイヤーラインツールをおろします。これでセメントボンドログ、セメントがちゃんと効いているかの検層と、それから、詳細な地層のデータをとるためのワイヤーラインログをここで取得します。

その後、出砂対策装置をおろします。これが形状記憶ポリマーの装置ですけれども、この形状記憶ポリマーの装置は2種類ありまして、これは既に膨らんだ状態の装置です。形状記憶ポリマーに関しましては、第30回の開発実施検討会で詳細に申し上げておりまして、新任の先生方にはなじみがないかもしれませんが、人工的な軽石みたいなもので、これが膨らみ出す性質を持っていて、もともとこれは坑内におろしてから膨らませるのが正常な使い方なんですけ

れども、この場合は既に膨らんだ状態の形状記憶ポリマーをおろします。したがって、この場合は形状記憶ポリマーと地層の間に若干1センチ程度のすき間が残るということになります。これはただ設置するだけです。グラベルパックの作業は大変時間がかかる作業でしたけれども、この作業はただ設置するだけです、非常に早く終わる予定になっています。

その後、P2に移ります。P2というのは2番目の坑井という位置づけになっております。先ほどと同じように、掘削同時検層を行い、ワイヤーラインログをとります。それで出砂対策装置をおろします。P3とP2の違いは、P2ではこちらの装置をおろしてから、この中にある化学物質を送り込みます。この化学物質と、それから、この形状記憶ポリマーが接しますと、この形状記憶ポリマーが膨らんで、地層と、それから、形状記憶ポリマーの間のすき間を埋めるという形になっています。一作業こちらのほうは多いということになります。それから、こちらの化学物質は、海洋に漏れいさせることはできませんので、ここはバルブがついていまして、ちゃんと止めるというふうになっています。

P3とP2の大きな違い。地質的な違いは別にしまして、大きな違いはこの出砂対策装置の違いです。その後、坑内機器を降下させます。坑内機器はWCP、ウェル・コントロール・パッケージという一番上にある部分。ここの井戸の上に乗っかっている部分。これはBOPに対応する部分です。それから、その上のEDPと書いてあるエマージェンシー・ディスコネクト・パッケージという、これは緊急切り離しを行うための装置で、これはBOPのローマリンライザーパッケージに相当します。こういった装置を下に、ポンプをつり下げた状態で降下させます。一番下には先ほど申し上げたように、センサーがついています。

前回の試験との違いに関しては、こちらも第30回の開発実施検討会で申し上げておりますけれども、ここがデュアルのチューニングになっていまして、ESPと、それから、生産用のバイパスのラインと、2つのラインが平行に並んだような形になっていまして、ここで十分な流動横断面積を確保することによって、流速を落とし、ガスと水の分離を確実にしようというのが我々の考えです。

それで、水をこのポンプでくみ上げます。貯留層の側からの水がくみ上げられるようになって、壁面が低下していきます。そうしますと、メタンハイドレートの分解が始まって、ガスが出てきます。出てきたガスは2本のパイプのうち1本のパイプを通じまして、船の上にくみ上げられます。今回行った工夫の一つは、このガスをくみ上げるパイプに関しましては、前は「ちきゅう」が持っていますライザーパイプの内側にドリルパイプをおろしまして、それで作業を行っていましたが、今回は「ちきゅう」のライザーは一切使いませんで、9-5/8”のケーシングをライザーのかわりに使っています。そのライザーを直接ガスの導管に使っております。水の導管に関しましては、2本のホースを用いまして、水をくみ上げるようになっています。そのため「ちきゅう」のライザーを降下させる作業が入らないので、非常に簡易に、また、緊急時、簡単に離脱、また、再接続できるような装置になっております。

こちらの装置、作業が単純、先ほど言ったように、出砂対策装置の設置作業が単純で、あと、活性化剤が生産井に混入しませんので、この生産井は環境基準を満たしていれば海洋に放出することが可能な可能性があります。ですので、大変経済的に行えるという可能性がある、これは有望な方法だというふうに思っていますが、一つの問題は、ここのすき間の問題です。形状記憶ポリマーと、それから、地層の間のすき間の中に細かい泥が入り込んだような場合に、この形状記憶ポリマーは簡単に閉塞してしまうということが実験によって確かめられています。ですの

で、うまいぐあいに砂が崩れてきて、ここを埋めてくれればうまくいくのですけれども、もしかしたらここでこの形状記憶ポリマーが閉塞してくる区間が出てくるかもしれないということを危惧しています。

この後、P 2 坑井に移ります。こちらのWCP以下は海底に存置されます。このままこのメモリー式のセンサーは、温度のデータ、圧力のデータをとり続けます。船はP 2 坑井、2 番目の坑井のほうに行きまして、先ほどと同じように坑内機器、WCP、EDPを海底に設置します。

この先の作業に関しましては、基本的に一緒です。大きな違いは、こちらはよりトラブルの少ない出砂対策が期待できるということです。ただ、この場合は、出てくる水の中に、最初に行いました活性化剤というものが混ざりますので、これは海洋に放出するまでに十分薄まるのに大分時間がかかるというふうに考えております。ですので、もしも放出できず、これを陸に送ったり、船のタンクにとどめておくことができなければ、その水の問題で作業を終了させなければいけないという可能性があるのが一つのネックになっています。今言ったことをまとめて書いてあるのがこの部分です。

それから、先ほど7MPa、5MPa、3MPaと段階的に減圧すると申しました。何で7MPaなのか、10MPaじゃないのか、9MPaじゃないのかというご質問があるかもしれませんが。まずメタンハイドレートが分解を始めるためには、その分解圧力も低い圧力、平衡圧力よりも低い圧力にしなければいけませんけれども、平衡圧力より低い圧力になって、圧力がまだ、例えば9MPaとか10MPa、高い状態だとこのポンプの上のガスを流す導管の中にハイドレートが再生成してしまう可能性があります。7MPaでも若干リスクはあるんですけれども、あまり高い圧力だと、再生成のリスクがあるので、それを回避するために7MPaを最初の圧力というふうにしていますが、7MPaでもまだ依然リスクがありますので、この部分は慎重に作業を行って、7MPaでうまく維持することができないようであれば、5MPaに移行するというふうに考えております。

それから、出砂対策装置に関しては、こちらは以前お話ししたとおり、3段階の防護措置をとっています。まず形状記憶ポリマーがございまして、それが砂をとめる。それから、その内側にメッシュのスクリーンがありまして、砂をとめる。そのさらに一番内側に、鋼管、ベースパイプと言っている鉄のパイプがありますけれども、それに穴がたくさんあいているんですけれども、その穴をステンレスのビーズで埋めてあります。このビーズは細かい砂が流れ込んだときにエロージョン、磨耗されにくいという性質がありまして、最終的なとりでとして、ステンレスのビーズが砂をとめるという、3段階の防御措置をとっておりますけれども、その防御措置が全て効かなかった場合には、ということも当然考えられるわけです。そのとき砂を早めに検知するということがポイントになりまして、砂を検知するために船上にはサンドディテクターを設置し、また、坑内の圧力を常時モニターし続けて、砂や、それから、大量の水が入り込んだら直ちに作業を停止、ポンプを停止したいというふうに思っています。

といいますのは、ちょっと見ていただくと、このEDPの部分、それから、このホースの部分、こちらは一個ずつしかありませんで、予備がないという状態です。こちらがダメージを受けると、その後作業は一切できなくなりますので、作業上はこれらの装置、あと、船上にあります機器がダメージを受けないと。砂によってダメージを受けないことを最優先に考えております。

この2つの坑井は、P 2は予備という位置づけではなくて、P 3とP 2の生産パフォーマンスをきっちり見たいというふうに考えています。こちらでうまくいけば、こちらはやらなくてもいい

いのではないかという考えもあるというふうに思います。非常にうまくいった場合はそうかもしれませんが、自分としては、この2つの井戸のパフォーマンスの違いというのはぜひ見てみたいというふうに思っています。

このまま2つの井戸に関しましては、ポンプやセンサーは存置いたしまして、来年、廃坑作業を行うという予定になっています。

第1回試験がどんな結果に終わって、それで、第2回試験でどういう解決策を考えたのかということについて少しお話しさせていただきます。第1回試験では、先ほど増田プロジェクトリーダーからお話がありましたように、6日間減圧を維持しまして、当該作業の生産挙動を確認することができました。今回、約1カ月という期間を想定しているのは、もちろん予算の問題というのもございますけれども、この海域で安定的に操業を続けられるのはせいぜい1カ月、それを多少延ばすことは可能だというふうに思いますけれども、それ以上になりますと、台風の問題とか緊急離脱のリスクというのが高くなっていくということで可能性がありますので、今回は約1カ月という期間を設定いたしました。その中で、計量や計測をきっちり行いまして、減圧スケジュールと坑井の切りかえを判断したというふうに思っております。

前回は出砂対策装置の問題がありまして、グラベルパックというのは、前回の試験の前に十分検討を行いまして、これが未固結の堆積物では一番適切な方法というふうに考えましたけれども、それがうまくいかなかったということで、今回は異なる出砂対策装置を施しまして、2つの坑井で試験しようと思います。

それから前回は、ガス・水の分離の問題がございまして、目標の圧力、3MPaまで減圧できないということがありまして、これは先ほど申したように、ケーシングの径を広げるとか機器の配置を工夫することで、気液の分離を確実に行えたと考えております。

それから、前回実際には、ちょうど6日の試験の翌日に一番リスクが高かったんですけども、気象・海象の悪化によりまして、緊急切り離しのリスクがかなり高いものでした。それからもう一つは、緊急切り離しをした後は回復する、もとに戻って試験を再開するということはほぼ不可能なシステムでした。今回はそれを防ぐために先ほどのワークショップオーバーライザーを使用して、WCPとEDPを使用したシステムに切りかえることによりまして、緊急離脱のリスクを下げしております。

具体的に言いますと、海底がありまして、「ちきゅう」がここにいまして、設定された位置よりも船がある距離まで離れると、船体への損傷を防ぐためにこれは緊急に切り離さなければいけません。この緊急に切り離すためのこの距離のクライテリアが今回の試験だと、今回のシステムだと大分大きく広げることができます。つまり、船が大きく設定位置よりも外れても緊急切り離しをしなくてもいいというのが利点になっています。

それから、もしも緊急切り離しをした後も前回は例えばケーブルを全部切ってしまうと切り離しができなかったんですけども、今回の場合は切ったケーブルを再接続できるものになっていますので、再び現場に戻って作業を継続することができるというふうに考えております。

それから、装置に関しましては、先ほどガス・水の分離の問題はお話ししましたが、前回のシステムはかなり複雑なシステムでしたが、今回はなるべく簡易化、簡素化できるように工夫しています。

前回の試験で、AT1-P、MC、MT1という3つの井戸がありました。生産井とモニタリング井、2つですけども、こちらで温度のデータと生産データがとられています。それらを包

括的に検討いたしました。一つのアプローチとしましては、逆問題のアプローチ。つまり、とられたデータから海底、地下の中でどんなことが起きているのかを分析していこうというアプローチ。もう一つは順問題、演繹的なアプローチということで、こちらは産総研が開発しましたシミュレータを用いまして、また、我々の資源量評価グループが作りました貯留層モデルをつくりまして、こういう生産挙動になるはずだろうというのを理論に基づいて検討していったという形で、この2つの作業を組み合わせ、海底で何が起きていたのかということ进行分析しています。

こちらは先ほど増田プロジェクトリーダーからお話があったのと同じスタイルです。海底に、こういうところにセンサーがありましたというお話で、生産井がありまして、生産井には温度計があります。それから、モニタリング井には温度計が設置されています。前回の試験のときには圧力計は設置されていませんでした。メタンハイドレートが分解しますと、温度・圧力はほぼ平衡曲線に沿って移動するはずなんですけれども、実際には地層の中はメタンハイドレートだけでできているわけではなくて、もともとある堆積物があって、それが熱を持っていますので、もともとの堆積物が熱を供給し続けて、平均的な温度が温度計で計測されるということになります。

それで前回は、生産井から30メートル離れたところにMC坑井、20メートル離れたところにMT1坑井という井戸がありまして、それぞれで分解を温度計でディテクトしようという考えであります。

こちらは既に開発試験特会でもご報告させていただいておりますけれども、もともと13.5 MPaぐらいあった圧力をだんだん落としていって、約1日で5 MPaぐらいまで落とすことができまして、ほぼこの5 MPaから4.5 MPaの圧力で6日間、試験を継続することができまして、2万立方メートルのガスと、それから、約200立方メートルの水を毎日生産していました。

その間、温度の低下というのが生産井の中で検出され、それから、モニタリング井でも温度の低下が検出されました。ただ、ごらんになっていただくとわかるように、2万立方メートルといいますが、多少の変動がございまして、また、だんだんガス量が遡増していくといったような傾向は見られていません。

こちらがその3つの井戸でとられました温度計のデータを横並びにしたものです。生産井とモニタリング井の2つ。温度の低下度合いを色で示しています。青いところが温度が下がったところ。そのモニタリング井の青くなっているところはちょうど試験期間中で、その後の温度の回復傾向というのもこちらで見られています。左側に示しているのが深度のデータで、比抵抗イメージログが示されていますけれども、白く見えるところがハイドレートが動いているところ、黒く見られているところはハイドレートが比較的少ないために比抵抗が小さくなっているところを示しています。

ちょうどこの比抵抗が小さくなっているあたり、つまり、ハイドレートがあまりないところでは温度の低下はあまり見られない。上のほうのハイドレートがたくさん入っているところは温度の低下がモニタリング井でも検出されています。生産井では下のほうでも温度の低下が検出されていますが、モニタリング井では下の比較的厚い砂層のところでは温度の低下が見られなかったというのが、前回のモニタリング井のデータです。

これが生産井の温度データで、こちら、横軸が温度で、縦軸が圧力になっていますけれども、初期の温度圧力データ、初期は多少井戸の中に冷たい水が入っていましたけれども、減圧を始めると回りから温かい水が入ってきて、一旦温度は上がっていきませんが、ちょうどハイドレート、平衡曲線に交わるところで、これは塩分濃度ごとにハイドレートの平衡曲線が書いてありますけ

れども、温度の低下というのが始まります。ただ、始まったタイミングはみんな一緒なんですけれども、その後の温度の低下は、深度によってばらばらだということがわかるというふうに思います。あまり下がらないところもあれば、うんと下がっていくところもある。最大4度ぐらい。4度から5度ぐらい温度の低下というのが見られました。ただ、これはまだ平衡曲線には達していません。これがここまで平衡曲線に乗ってしまっていると、それは熱を使い切ったという状況ですので、ハイドレート分解はとまるはずです。まだそこまでは行っていないというのが前回の状況です。

それから、これはMT 1、モニタリング坑井の温度の低下度合い。これは上のほうが温度が下がっているのでもっとわかりにくいんですけども、温度が徐々に下がっていく様子を示しているのがこのグラフで、これは7つの代表的な深度のデータを示していますけれども、温度の低下というのが幾つかの深度でこうやって見られまして、それが大体平行な線に乗っているのがわかります。時間はログにとっています。時間をログにとると、平行な線に乗っているのがわかります。

ただ、一つだけちょっと特異的な挙動、別の挙動を示している深度というのがあると思います。この右側のグラフは、試験が終わった後の温度の回復の状況を示しています。これは時間で示していますけれども、1,000時間、1万時間、数カ月、数日から数週間、数カ月継続しても温度は完全には回復しきっていない。ですので、温度の回復が非常に遅いプロセスだということがわかります。だから、やはりこの赤い線で示されている特異的な温度挙動を示した深度に関しましては、温度の回復状況も特異的であるというふうに見えます。

それで、我々がやった作業は、まずどの地層からどうやってガスと水が生産されているのかということを検討いたしました。前回、ガスの流量計があったわけではないので、温度のデータしかありませんので、ただ、我々が仮定していいと思っているのは、ガスは冷たい。まずガスの起源はメタンハイドレートの分解だけですので、平衡温度に近いガスが出ているはずなのと、それから Joule-Thomson 効果もあるので、比較的冷たいガスが入ってきます。水は、やや冷たいけれども、もともとの地層の温度も加わっているので、やや温かいはずなんです。その条件のもとで方程式を解きまして、実際には方程式を解くにはデータが足りないので、今回の場合はある程度の仮定を置きまして、また、かつ最適化計算を行いまして、こういったプロファイルであれば、生産挙動が説明できるというデータを考えました。

ガス生産量と水生産量のプロファイルというのをとっています。これは仮定した温度のデータ、この水色の線が仮定した水の温度。それから、赤線が仮定したガスの温度で、それから、緑線が実際に計測された温度を示していますけれども、この仮定した水の温度と、それから、ガスの温度のもとで、ガスと水がこんなプロファイルで生産されたはずだということを示しているのがこちらの絵になります。赤い線が、ガスはこうやって生産されたはずだ、水はこうやって生産されたはずだというものです。

こちらを見ていただくと、これは仮定によって多少ばらつきはあるんですけども、ガスに関しては、まず主にこの上のほう、浅いほう。左が浅いんですけども、浅いほうの深度からたくさん生産されているようであると。水に関してはかなり中間の層から集中的に水が生産されているということ。別の仮定においても同じような結果が出ています。この水の生産というのがおそらく出砂に関しても、それから、次の試験に関してもポイントになるというふうに我々は考えております。

それから、もう一つですね。モニタリング井のデータの分析としまして、じゃ、どれくらいモニタリング井で分解が進んだのか。MH 2 1 ハイドレスは非常に高度な計算を行っていますけれども、非常に単純な一次元の計算をしております、ガスを生産させる。メタンハイドレートを分解させるのに必要な熱源は、貯留層、堆積物が持っている堆積物の顕熱が断熱的に、つまり、回りから伝熱や移流がなく、そこが持っている熱だけで分解されると仮定したシミュレーションを行いまして、それが黒線で示されたものです。それと実際の生産のデータを比べますと、おおむねうまいぐあいに傾向が一致するということがわかりました。この線は別々の浸透率ごとに示されています。

これでわかることは、メタンハイドレートは分解している。モニタリング井の回りで分解しているんだけど、まだ熱はそこで持っている熱だけで分解しているということがわかります。どれくらいの熱が使われたのかというのを考えますと、一番多いところで、メタンハイドレートのほうは5%の低下ぐらい。ですから、メタンハイドレートはごくわずかしはまだ分解していないという、その温度低下を捉えているんだということがわかりました。

一方、この18メートルと書いてあるこのデータに関しましては、この仮定とうまく合いません。温度が非常に早い段階で一旦ぐっと下がり、それがそのまま維持するような形になり、あと、ここでは省略していますけれども、出砂の後で急激な温度の低下というのがあったというのがこの数字です。

計測とシミュレーションのガス水生産量の垂直プロファイルと比較してみました。こちら左側が仮定した浸透率。2番目がシミュレーション、MH 2 1 ハイドレスによるシミュレーションによる水とガスの生産プロファイルです。それから、一番右側は、先ほど示しましたあるケースですけれども、温度計のデータだけからガス水の生産プロファイルを計算してみたものです。ガスの生産プロファイルに関しては大体同じようなものかもしれませんが、水の生産プロファイルに関しては、この中心付近の特異的な水生産層というのは、シミュレーションでは十分再現できていないということがわかります。

ちなみに、データを今日、皆さんに紙で配ったものには入っていないんですけれども、温度のシミュレータが再現できているかということ、それはちょっとうまくいっていません、こちらはMT 1、MC、それから、生産井。緑線はシミュレータが出した温度の低下度合いです。それから、オレンジ線が計測された温度です。これを比較して見ていただきますと、シミュレータは比較的温度の低下は遅く起きるんですけども、急激に進むということが示されています。しかし、実際の計測は早い段階、点線が3日目、それから、実線が6日目になっていますけれども、早い段階から温度の低下が始まって、それがだらだらと温度が下がっていくというような傾向になっていまして、この部分は実際の地下の現象がシミュレータが再現していないというよりも、シミュレータに組み込まれている貯留層モデルと、それから、支配方程式が十分再現できていないんだというふうに考えています。これらのことを考えますと、次の試験のときにどんなふうなデータがとれるのかということを考えたいというふうに思います。

それともう一つ、出砂のときの現象というのがありまして、出砂のとき、こちらはモニタリング井の温度、それから、これは生産井の温度を示しています。モニタリング井に関しましては、ちょっと色が薄くなってしまっていてわかりにくくなってしまったんですけども、先ほど特定の深度の温度データが出砂が起きたときに急に上がっているということが起きました。先ほどの18メートルと書いてあるところですね。ああ、上がっているじゃない、下がっているところですね。

上が温度が低いので。それから、これは青い線で示されているのが出砂が始まる前で、それから、オレンジ線が出砂の後の温度データになっていますけれども、温度が急激に回復している。これは温かい水が一気に入ってきたからです。それからここにギャップがありまして、このギャップは、ここまでは比較的温かい。ここから急に温度が下がっていますね。やや冷たい水がここに大量に流れ込んでいるということがわかります。これがちょうど先ほど示しました水が大量に生産されていたという層に一致しておりまして、これが出砂の原因であり、また、出砂の深度を示しているというふうに考えています。

知見に関しましては、今、口で言ったようなことが示されておりますけれども、大体わかるのは、実際の貯留層の状態というのは、後ほど生産手法開発グループから示されるシミュレータに入っている貯留層モデルよりも多分はるかに非均質性が大きいんだろうというふうに考えています。しかも、前は3つの坑井に関しまして、水平方向の非均質性はそれほど大きくないというふうに言ってよかったんですが、今回は水平方向の非均質性がかなり大きいことが予想されます。これは後ほど藤井のほうからお話があると思います。

これらを考えますと、今回の試験ではかなり複雑なデータと複雑な生産挙動が予想されまして、それはそのデータを即時で解析しつつ、井戸をいつ切りかえるか。それから、圧力をどうやって低下させていくのか。それから、トラブルが起きたとき、その原因は何であるのかというのを突きとめなければいけないというふうに考えています。

漫画で描くとこんなもので、ガスはどの層でも分解していますけれども、主に上のほうに関しまして分解が早く遠くまで続いている。それから、水は中間の層で、大きな水の流れがあったというふうに考えています。ちょうどモニタリング井がややUp-dip方向、浅い方向にありましたので、水が流れてくれば温度が下がるということは矛盾がありません。

ということで、次回の試験では、各区間での分解の状況をモニタリングのデータを用いまして分析し、かつ、地層の浸透率といいますか、水の流動特性をよく知ろうと。あと、熱が十分供給されているのかどうか。今後も熱が供給され続けるのか。それから、生産の障害が起きたとき、出砂が起きたり、出水が起きたときの対策を考えたいというふうに思っています。

船の上で、温度や圧力のデータ、それから、ガス・水の生産レートが生データでとられます。特にガス生産レートに関しましては、これは生データですので、ある程度処理を行わないと、正確なデータになりませんので、ちょっと時間がかかるんですけども、ただ、このデータをうまく処理しまして、これは陸にも送りまして、油層技術者、それから、G&Gのチームが分析を行います。船の上の作業に生かしていこうと考えています。

考えられる圧力プロファイル、これは理想的な圧力プロファイルです。メタンハイドレートの分解が進み、分解フロントというものがあつたというふうにしますと、温度の圧力が低下した状態というのが分解したところに広がって行って、その後ろで分解が進んでいる領域があり、その後ろはまだ分解が進んでいない領域があると。こういった圧力プロファイルが想定されます。

ここでは2つ考えられるシナリオを示していますが、1つは先ほどの形状記憶ポリマーが詰まってしまったような状態。あるいは地層の、井戸の周辺で圧密が進んで、見かけの浸透率が下がってしまった状態というのが起きたら、その場合は、我々の言葉でスキンと言っていますけれども、あるいは $\Delta P$ とよく言いますが、圧力が、貯留層の圧力と坑内の圧力のギャップが生じます。このギャップがだんだん大きくなっていくと、一生懸命井戸の中は減圧しているんだけど、圧力が下がった状態が遠くまで伝わっていないという状態が起きる可能性があります。

ます。

それからもう一つは、水が大量に流れ込んできているような地層があった場合です。この場合は、圧力がこういうプロファイルになってしまうと、やはり減圧は遠くまで届きません。こういったところのメタンハイドレートは取り残すということになります。

生産挙動のシナリオとしては、ガス・水とも逡増していくような状態が見られればいいですが、実際には我々、カナダ、アメリカ、いろんなどころで試験してきて、こういった状態は見えていませんけれども、この後、水が大量に出てきて、減圧ができないということがひとつ考えられるシナリオで、これは貯留層に起因すると言っていいと思います。つまり、ここの貯留層は水を大量に生産する層で、メタンハイドレート、減圧等で生産することはあまり望ましくない貯留層だったということかもしれません。それは地層1層1層で言えると思います。それで、この場合は、くめるだけ水をくみ続けて、なるべく生産を維持しようと考えますけれども、これ以上継続しても無意味というふうに判断したら、次の井戸に移行するというのも考えられます。

それからもう一つは、圧力は下がっているんだけど、ガス量、水量ともだんだん減っていくということが考えられます。つまり、こちらは水が多くなるんですけども、こちらは水が減っていくという場合は、これは井戸の回りの見かけ浸透率が下がってしまったような状態を想定していいと思います。こういった場合には、2番目のP2のほうに移行するというのがよい判断だというふうに考えています。

あまり増えていかないという状況、これは我々、過去、2008年のマリックとか、それから、2012年のイグニックシクミとか、それから前回2013年の南海トラフで見てきたものにほぼ近いですが、このときは一つ一つの貯留層でどういったパフォーマンス、ガスと水を生産し続けていくのかということを知ることが生産の予測をするために重要な情報になりますので、なるべく予定どおり作業を続けて、しっかりデータをとることが重要になるというふうに思います。

それから、砂に関しましては、まず砂をきっちりディテクトすることが重要で、検出することが重要で、早く検出できれば、すぐくめることができます。砂が徐々にしか増えていかないような状態の場合は、先ほど言ったEDPですとか船上の設備へのダメージというのを考えて、ダメージが生じそうになったらやめる。それまでは継続するということになると思います。

それから、坑底の圧力をやや上げてみて、水の生産量を落としてみて、砂の量がコントロールできないかといったことも試したいと思います。ただ、もしも大量の砂が一気に入り込んでくるような、前回と同じような現象が起きた場合、これはESPが異常な挙動するとか、ESPはポンプですけども、それから、坑内の圧力が急激に回復するとか、あるいは船上で砂が見えるといったことが起きると思います。その場合にはESPをとめる、ポンプをとめるというのが重要なポイントで、その後、次の井戸に移行するということになります。ポイントはEDP等を保護することです。

それから、船上で大量に砂がもう予兆なくあらわれてしまった場合。この場合は出砂対策装置が完全に破壊されたということですので、このときはEDP等をなるべく保護して、砂を排除して、次の坑井に移行するということになるというふうに思います。

今回は、温度のデータだけではなくて、圧力のデータもありますので、これらのデータも用いまして、生産井の中のガス・水の生産挙動を調べたいと思います。ただ、方程式は書けるんです

けれども、実際には温度のデータというのはたくさんノイズが乗っています。圧力のデータもたくさんノイズが乗っていますので、それをうまく計算できるかどうかというのは、とりながらノイズを減らす処理をしていかなければいけません。温度のデータに関しては、分解していない領域から断熱の分解の領域になって、徐々にメタンハイドレートが分解している領域から、メタンハイドレートの分解フロントが近づいてくれば、一気に温度が下がっていくという状態が見られるというふうに思っています。

前ははこの断熱分解領域までしか行っていませんでしたけれども、今回、遷移分解領域、あるいはその辺、そこにある熱を使い切ってしまった後に、回りの伝熱分解が続き、徐々に温度が下がっていくという領域に移行していくところが見ればいいなというふうに考えています。

ということで、今回は温度のデータを見ながら、メタンハイドレート以外で分解して、温度の変化が起きているような場所。今回はDown-dip側、深度の深いほうにもモニタリング井がありますので、もしかしたら温度が上がるということが検出されるかもしれません。それから、減圧が進まなくなると温度が下がらなくなっていくとか、それから、分解が進んで、温度が急激に下がるとか、こういった現象がモニターされるのではないかと。それを地層1枚1枚に対して見ていくことによって、何が起きているのかを判断して、次の井戸に移行するかどうかといったことの判断に生かしたいというふうに思っています。

これらの試験が終わりました後、後でお話しします陸上産出試験も重要になると思います。今回の試験だけではわからなかった知見を陸上産出試験等のデータによりまして補完いたしまして、メタンハイドレートの長期的な生産挙動を予測したいというふうに思いますし、また新たな技術課題が見つかるかもしれません。これらに関しましても検討と、それから、解決策の検討を進めまして、その他のさまざまな技術開発も続けまして、資源としての価値を見極めていきたいというふうに考えています。

以上です。

**【松永座長代理】** ありがとうございます。相当細かいというか、複雑な内容についてご説明いただきましたが、この件につきまして、最初の総括的な話と、あと山本さんのほうの説明について、ご質問、ご意見を受け付けたいと思いますが、どうぞ。

**【小野崎委員】** 小野崎です。昨年、前回の結果を非常にうまく解析して、今回その知見を生かした形でのやり方の工程がなされているということで、非常に全体としては期待できるのかなと思いますけれども、2点確認させてください。

1点目が、P2とP3の位置づけなんですけど、もちろん予備ではないということをおっしゃっていましたが、GeoFORMをもう成形した状態と、あと、中で活性化剤を入れて、新たにそこで固まった状態と、最終的には同じものになっていると考えてよろしいのかどうかというのが1点目。

それから、2点目がMT2とMT3なんですけど、これはP2、P3との関係が例えばP3からMT3までの距離と、今度、MT2までの距離、これは実際に減圧していった場合に圧力変動がどの辺まで及ぶと考えると位置を決められているのか。要は、P3を減圧するとMT3のほうに影響が及んで、それから何日か、あるいは1週間か2週間たつとMT2まで影響が及ぶぐらい、そんな位置関係につくられているのかどうか。この2点を教えてください。

**【山本フィールド開発技術グループリーダー】** 了解しました。まず形状記憶ポリマーの問題ですけれども、まずものをつくります。それから、それを温度を上げて、圧縮します。温度を下

げると圧縮された状態で固まるんですけども、温度を再び上げると、それがまた膨らんでもとの形に戻る。それで形状記憶というふうに言っています。温度を、glass transition temperature (ガラス相転移温度)よりも上げた状態で一旦固めるというところが、縮めるというところがポイントで、そのglass transition temperatureを変えるのが先ほどの活性化剤で、低い温度でもglass transition temperatureを下げるのが活性化剤ですので、それがうまく回っていれば、もとの状態に戻るというのがポイントです。

ただ、問題は、これを水の中で活性化剤と水とを置きかえている作業ですので、うまく置きかえられるのかという心配があります。過去、これは実際商業化されている装置でいろんなところで試されているものですので、うまくいっているというのがベンダー側の主張ですけども、我々、ほんとうにうまくいくのかということを実験等でも確かめようということで、今、実験も別のところでやったりしています。ただ、ほんとうに地下で何が起きるのかと予測できないところがあって、このP2というのがうまくいきそうに見えるんですけども、リスクもある。うまく膨らまないというリスクも存在しているというのがこのP2です。

それから、済みません。井戸の配置について申し上げなかったのはまずかったと思いますが、ちょっと字が小さくて申しわけありません。ここにあるのがP3、左下、資料を見ていただくと、字が小さくて申しわけないですが、左下がP3、もしかしたら藤井のスライドにあるかもしれませんが、P3、それから、P2というのがありまして、その間にMT3とMT2というのを互い違いになるように配置しています。

P3の分解はシーケンスで行いますので、最初にMT3で温度の計測がされるはずですが。大体距離、おおむねこの2つの井戸の距離が60メートルで、それから、MT2とP3の間、MT3とP3の間、MT2とP2の間は20メートルになっています。先にこのMT3で温度の低下が検出され、しばらくしてからMT2で温度と圧力の低下が検出されるというふうに考えていて、この距離はシミュレーション等を行って検討しましたし、それから、前回の実績でも30メートル離れたところで、6日以内に温度の低下が検出されていますので、先ほどちょっと示しましたような温度の低下というのは検出でき、さらに長期に及べばもっと温度が下がっていく状態が検出されると思います。

なぜ一直線上に配置しなかったかというのは、これも先ほどチラッと申し上げましたけれども、Down-dip側、深度の深いほう、Up-dip側、深度の浅いほうからの冷たい水、ないしは温かい水の入り込み状態をこれで検出できるのではないか。例えばもしもメタンハイドレートの分解によらない流体の移動による温度の変動というのがあるとすると、MT3では温度の上昇としてあらわれるはずですので、それを捉えることができる可能性があるということで、あえて一直線上に並べないという配置にしました。

【小野崎委員】 ありがとうございます。そうすると、P3からP2に変えた場合は、そのP3である程度圧力を下げた履歴が残った状態でP2を行うという、そんなイメージになるんですかね。そうすると、MT2のところも圧力がある程度下がっているような状態で、P2でスタートすると。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 はい。そのとおりです。したがって、解析はかなり複雑になりまして、特にP2の解析は三次元で解析しないと多分できないというふうに思います。

【小野崎委員】 わかりました。ありがとうございます。

【松永座長代理】 それじゃ、森田さんのほうで。

【森田委員】 今回の質疑応答とかぶってしまうんですけども、私が質問したかったのは2点ございまして、1点目は、ボーリング地点を決めるときにどのような判断でそこに打とうとされたのかというのが1点目で、2点目は、これもやっぱりP2とP3の関係なんですけれども、これは切りかえるというときのタイミングというのはものすごく微妙だと思うんですけども、それを判断される基準は何であるか。それは誰が判断されるのかということをお願いしたいと思ったと。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 はい。場所をどう選んだかという話は、後で藤井のほうからもあるかと思いますが、幾つかクライテリアがございました。1つは、前回試験を行った場所がこの場所です。それから、2004年に試験を行った場所がもう少し北側にあります。それから、南側でも試験を行った場所がありまして、こういった既存の井戸の、これは井戸の穴があいているだけ、ちゃんと廃坑されていない井戸もありますので、そういった井戸の影響を受けない。それから、多分これがそうだと思うんですけど、チラッと線が引いてありますが、断層ないし断熱系があるという可能性がありまして、それが解析を複雑にする可能性があるということで、その断熱系等からも遠いということを経験にしました。

それから、これは一つのチャンネルという大きな砂の流れの中にありまして、砂の流れはこちらの向きに流れています。それで、南のほうに行くほどハイドレートの濃集帯の区間は厚くなっていくんですけども、我々がUp-dip側と言っているほうについては、ハイドレートの浅いところに砂層ではなく、ハイドレート層ではなくて、ハイドレートの入っていない水層がある可能性があって、そこから水が入り込んでしまう可能性があります。なので、あまりこの南西側、南東側に寄せ過ぎると、浅いところで水が入り込んでくるリスクがある。今度、北西側に行き過ぎると、今度は深いほうがBSRが、ハイドレートの濃集帯がだんだん薄くなっていくので、生産できるガス量が小さくなっていくのと同時に、ここの地層はちょっと複雑なんですけれども、BSRを超えて斜向していますけれども、回転面に合わせて斜向していますが、地層はそれよりも深い角度で傾いていますので、1つの層は深いところに行くと、北西側に行くと、BSRよりも下、つまり、ハイドレート濃集帯よりも下に入ります。

分解がここまで進むと、同じ層の中で水が入ってくるリスクというのがありまして、あまりこちら側に寄せ過ぎたくないということがありまして、候補地点としては、この1番の候補地点と、それから、2番の候補地点という2'の候補地点というのを2つ考えていまして、2'の地点のほうがいいと思っていたんですけども、ほんとうにいいかどうかを確かめるためにUDという井戸を掘りました。この井戸を掘った結果、ここでも試験ができるというふうに判断しましたので、ここで試験をすることにしました。ちょっと具体的な意図は後で藤井のほうから話があると思います。

【森田委員】 今回の切りかえの。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 はい。切りかえのタイミングは、これは非常に難しい問題ですけども、誰が判断するのかというのは、船上におりますJOGMECの船上代表が陸におります油層技術者、それから、G&Gの関係者と相談をして判断するというようにしています。タイミング、先ほど長々と話しましたが、温度のデータ、それから、生産量のデータ、それから、砂のデータ、この3つのデータを総合的に評価して判断するというように

なります。

これはどういうデータが出るのか。先ほど自分が言ったのは予測ですけれども、予測どおりになるかどうかかわからないので、予測の判断というのはかなり厳しいものになるというふうに思います。

【森田委員】 どうもありがとうございました。

【松永座長代理】 時間のほうもありますので、できるだけ短く質問と回答、両方お願いします。

【松岡委員】 非常に単純な質問というか、41ページの水が出るゾーンとガスが出るゾーン。一言で言うと、水が出るゾーンのメタンの濃集率は低いという解釈でよろしいのでしょうか。そういうことですね。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 そのとおりです。この層は、以前は、シルト層というふうに解釈していましたが、そうではなくて、ハイドレート濃集度の低い砂層と解釈しています。

【松岡委員】 ということは、一つの仮定でいいますと、要するに、その濃集帯の中でいろいろな出入りがあると思うんですけれども、ある程度の方の高い濃集層のところだけ出す分にはいろいろないいんですけれども、その中に1枚でも低い濃集層があると大量の水と砂が出てくる可能性がありますよということを行っているわけですね。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 そのとおりです。

【松岡委員】 わかりました。

【木村委員】 2つ質問があるんですけれども、1つ目が気液分離の効率についてです。この資料でいいですかね。この資料の中で見ますとですけれども、まず上に赤いパイプがありますよね。この中に水とガスの二相流が起こる可能性があるかどうかということと、あと、ESP本体にガスセパレータを使えるかどうか。その辺の2点についてまずご説明お願いいたします。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 まず後ろのほうのガスセパレータに関しましては、今回はいろいろ検討しましたが、つけることを見送りました。前回、ガスセパレータはあったんですけれども、ガスセパレータから出てくるガスが再びこちらのポンプのほうに入り込むというようなことがありまして、あまりうまくいかないというのが我々の判断です。この仕上げで十分、重力分離でうまくいくというふうに考えています。

ここのパイプの中で二相流が起きるのかということに関しましてはイエスです。おそらく試験の大部分の期間中、気液界面はこのパイプの中にあります。ただ、前回のパイプは、6-5/8 “の比較的細いドリルパイプだったんですが、今回は9-5/8” のケーシングを使っていますので、断面積は倍以上に広がっていますので、二相流が起きても前回はガスリフトで大量の水がガスラインからくみ上げられてしまったんですが、今回そういうことになる可能性は、これもシミュレーションの結果等によりますけれども、低いというふうに考えています。

それから、最初のご質問は何でしたっけ。

【木村委員】 以上です。ありがとうございました。今お話を伺いまして、今回のデザインングですと、ESPを使いまして、水のコントロール、最終的に層のコントロールは十分できるんじゃないかなと私も思いました。

あともう一点、質問よろしいでしょうか。こちらのほうは、縦方向の不均質性、非均質性ですけれども、いろんなデータを見まして、明らかにここは浸透性の高いウォーターゾーンだなとい

うところを、最初からカットしていくとかそういったようなお考えはいかがでしょうか。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 はい。その考えでおります。こちらは最終的にはG&Gグループが判断いたしますけれども、この深度の中で、今回、P2、P3それぞれログをとりますので、ログをとって、リスクが非常に高いと思われるゾーンがあれば、そこをSwellable Packer、水と反応して膨らむパッカーで覆うことにしています。データはとってみないとわからないので。とってしまうと、掘ってしまうということですので、データをとるとするのは掘るということですので、掘ってしまうとその後どうしようもないところはありますけれども、そこはSwellable Packerで覆うということを考えています。

【木村委員】 どうもありがとうございます。私もその考え方が妥当ではないかなと思います。どうもありがとうございました。

【竹森委員】 よろしいですか。済みません。産出期間の質問をさせていただきます。前回、6日、今回は1カ月ということですが、ご説明の中に気象条件、海象条件の悪い時期を避けるであるとか、予算の絡みというのもあるというふうにご説明をいただいたんですけども、貯留層の非均質性とか、そもそもこの一本の井戸からどれぐらいの影響範囲をもって生産可能と見ていて、そういう中で1カ月というもので次のステージを検証するために十分なデータが得られるのかというところを少し補足していただければと思います。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 それは非常に重要ですけども、答えるのが難しい質問で、なぜ1カ月かということに関して、すごく明確な答えは持っていないんですけども、先ほどのP2とP3の配置、それから、モニタリング井の配置は、これらの範囲は試験期間中に十分影響が及び、データをとるのに必要な範囲はこの程度だというふうに考えて配置しています。

ただ、先ほど温度データをお見せしましたけれども、シミュレーションの予測と実際の温度低下の状況は大分違いますので、シミュレータの結果に完全に依存して、ものを決めるというわけにもいかないところがあって、現在の考えでは、おそらく例えば100メートルとかそのぐらいの範囲の中に、温度の低下といった影響は確実に及ぶだろうというふうに考えています。ただ、それが全ての層で同じように発生するわけではなく、ある層では遠くまで影響が及び、あるところではそれほど及ばない。前回もモニタリング井、20メートルのほうのモニタリング井で影響が及んでいないところもありましたが、例えばあそこの20メートル、深いところで何が起きていたのかというのがもしかしたら今回は期間を延ばすことで知られるかもしれないというふうに考えています。

世の中にあるメタンハイドレートの濃集帯は、厚いところもあれば、薄い砂泥互層もあり、いろんなバラエティがありますので、そのバラエティがどうであるのかというのを知るというのが一つの目的になるというふうに思います。

【松永座長代理】 ありがとうございました。

時間のほうもあれなので。

【森田委員】 1点だけよろしいですか。

【松永座長代理】 はい。

【森田委員】 ご説明の最後のほうに、陸産試験、陸上産出試験の知見をとというお話がございましたけれども、これは過去にやった陸産試験の知見を取り入れるということでしょうか。それともまた将来的にそういう陸産試験をやられるというようなご計画とかはある。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 はい。あります。その話は後でさせていただきます。私のこの次の発表でさせていただきますと思います。

【森田委員】 はい。

【松永座長代理】 この関係のほうは4月からというか、もう実際に作業のほうは進んでいる中での話なんですけど、本案、提案されたものについてこの全体的な流れ、スケジュールとしてこういう形で進めるということでご了承いただけるかどうかということなんですけど、よろしいでしょうか。

ありがとうございます。相当細かい話とか相当ありますので、その辺については適宜、事務局を通してなり、質問されたらよかろうというふうに思います。

それでは、山本さん、どうもありがとうございました。

続きまして、議題の3のほうに行きたいと思います。平成28年度の事業報告と29年度の事業計画について、2つのグループからですか。説明をお願いいたします。

【事務局（溝田）】 済みません。ちょっと時間が押しているのですが、いずれも少し早めに、7分前後ぐらいということをお願いしたいと思います。恐縮でございます。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 山本です。私は今、十分しゃべりましたので、余計なことはしゃべりません。事業報告に関しましては、海洋産出試験に関しましては既にご報告いたしましたとおりです。準備をしたということです。

それから、もう一つ、海洋開発システムの検討というのを行いまして、この中で経済性とエネルギー収支の評価というのを行ってきました。こちらに関しましては、発表するにはまだ早いかなというふうに考えていますけれども、特にエネルギー収支の評価に関しましては、かなり詰めた検討を行いました。回収エネルギーがどれぐらいになるのかというのは、これは生産シミュレータの結果等を用いまして、ガスがどれだけ出るのか。この部分が一番大きな不確実性があるということです。

我々は、集中的にどれぐらいのエネルギーを投入しなければいけないのかというのを検討いたしました。この検討の中では、幾つかの貯留層にメタンハイドレート濃集帯を仮定いたしまして、そこにおきます生産システムを仮定し、それでどれぐらいのエネルギーが必要になるのかということを引きつり積み上げるということを行いました。

これらの検討の結果、エネルギー収支に関しましては、大体10から20ぐらい、輸入LNGに遜色ないような数字が出る。ただし、これはシミュレータどおりガスが出てくればと、こういう結果になっております。どうして輸入LNGに比べて遜色がないのかといいますと、輸入LNG化するときには大量のエネルギーを消費するからです。その分、メタンハイドレートの場合は当然、生産をするときに余分なエネルギーもありますし、生産量も少ないんですけれども、LNG化によるエネルギー分ぐらいを回収、吸収してしまうぐらいで済んでいるというのが結果です。

それから、陸上産出試験の話の詳細をご説明いたします。海洋で、先ほど言ったように1カ月、それを数カ月に延ばすことは可能かもしれませんが、それ以上にしようとすると、ほぼ恒久的なプラットフォームを立てるとか、大規模な投資を行わなければいけなくて、これはもうもはや、研究あるいは試験ではなくなってしまうというふうに考えています。それは台風が来るからです。ですので、我々は長期の挙動のデータというのは陸でとらなければいけないということで、過去にカナダのマリックで2回、それから、アラスカで1回試験を行っています。それらの試験の結果をもちろん用いるんですけれども、それらの試験もまだ期間としては短いものです。

これは横軸が時間で、縦軸がガスの生産量を示しています。一番上のグラフをご覧ください。お配りした資料にないです。申しわけないです。予備の資料で見えていますけれども、一番長く試験を行ったのがこのイグニックスミという2012年、アラスカで行った試験です。このときはCO<sub>2</sub>とメタンの置換を行ったあとに減圧を行っていますけれども、これを見ていただくと、若干ガスが増えているように見えますが、ガス量としては、日産1,000立米程度で、増えているように見えるのは、実はこの間に圧力も徐々に下がっているからという影響が大きいというふうに考えています。南海トラフでとられたデータ、マリックでとられたデータ、ガス量、水量、ほぼ同じようなデータで推移しているというところまでしかデータがとれていなくて、これを一気に、これは1桁以上延ばしたいというふうに考えています。1年ぐらいの試験をしたいというふうに考えています。

試験を行うときの問題は、1年間、これは陸でできるのは極地だけですので、極地で、陸で試験をできる場所があるかということで、これをまずカナダでできないことははっきりしました。環境規制等の問題があり、回りにインフラが何もないところなので、1年間、ツンドラの中で作業することができないということがわかりまして、この後、アメリカで試験ができないかということで、アメリカのエネルギー省・エネルギー技術研究所と協議を行ってきました。それから、USGS、アメリカ地質調査所とも協議を行ってきました、これらの協議の結果、アラスカ州の協力もありまして、データが得られまして、ハイドレートの存在が確かめられていて、しかも陸にインフラがあり、温度も高い。つまり、たくさんガスも出そうだという場所を見つけることができました。ただ、その場所というのは既に石油会社が操業を行っている鉱区の中です、その石油会社の協力が得られないと作業ができないということで、その石油会社との協議をずっと継続して続けているところです。

実は先週もその石油会社と直接協議を行う場というのを持たせて、比較的良好な関係を築けておりますので、できれば今後、これを試掘まで持っていきたいというふうに思います。メタハイはあるというふうに言ったんですが、それが1970年代にとられたログのデータだけです、これだけで試験を行うというのはなかなか難しいかなと思っていますので、早期に試掘の実施を目指して、できれば来年度中ですね。平成29年度中に試掘を行い、試験の実施に向けて進みたいというふうに思っています。これらの検討は日米の共同で行っています。

ということで、事業計画に関しましても、海に関しては既に申し上げたとおりです。それから、海洋開発システムの検討に関しましては、一番最初に石天課長様からお話があったとおり、海洋基本計画に生かすようなそういった必要な検討を進めていくことが必要になるというふうに思っております、その作業を進めました。

それから、陸に関しましては、今申しましたとおりですけれども、我々の研究に生かせるように、研究的な部分、技術開発の部分は日本側がリードを行っています。

以上です。

【松永座長代理】 それでは、続いて6-2のほうを。

【天満サブプロジェクトリーダー】 生産手法開発グループリーダーの長尾が別件で急遽参加できなくなりましたので、私が代理でご説明させていただきたいと思います。産総研の天満です。よろしくをお願いします。

生産手法開発グループの研究ですが、メタンハイドレート層からガスを大量に安定的に生産するための手法を研究開発させていただいております。その中で、生産性増進化技術の開発、生産

性・生産挙動評価技術の高度化、地層特性評価技術の高度化という三本柱で研究を進めさせていただいております。

それぞれの課題について、実施した内容をここに列記させていただいております。例えば生産性増進技術の開発に関しましては、回収率向上のための生産増進法の検討を実施しておりますし、坑井内流動障害対策技術開発も実施しております。

この増進技術の開発ですが、例えば通常の減圧法でやったときにどうしても地層温度が低下する過程で、取り残し等々が発生してしまいます。そこで石油で言うところのEORのような形の増進法といったものを検討しようということで、例えば強減圧とか通電加熱法、CO<sub>2</sub>エマルジョン法などを考えております。後ほどこの強減圧法の検討事例ということでご紹介させていただければと思います。また、通電加熱は地層に電気を流して、その抵抗で地温を上げるとか、CO<sub>2</sub>の場合であれば、CO<sub>2</sub>ハイドレートの生成で温度を上げるというようなことを考えて研究を進めています。

また、減圧法を適用した場合に、細粒分が移流・蓄積しスキニングが形成され透水性の低下考えられます。そういった貯留層障害の対策技術として、例えば超音波を用いて加振する方法や、水圧破砕法を考えています。

減圧法はどうしても坑内の圧力を一定的に保つ必要がありますので、坑底圧の制御に関する検討も実施しています。高圧下での混相流の場において、塩分濃度や気泡径とかの影響による流れ場に関する検討や、メタンハイドレートの再生成についても検討を行っています。

生産性・生産挙動評価技術の高度化では、シミュレータの開発、高度化を進めております。その中で、例えば生産増進法の技術の評価するための機能の追加や、資源量評価グループやフィールド開発グループと協力しながら貯留層モデルをつくり、それを用いて次回の海洋産出試験の事前評価を実施しています。

あと、経済性評価の数値シミュレータを実施し、協力しているところです。

地層特性評価技術の高度化ですが、地層が長期的にどのような挙動をするか、断層等による挙動の違い等を取り扱えるようにシミュレータの高度化を進めるとともに、この地層変形シミュレータを用いて、第2回海産試験に関する地層の変形挙動とか坑井の健全性評価を実施しています。また、出砂に関する評価用の実験装置を導入して、実験的解析も実施しています。

時間の関係もありますので、今回は、強減圧法の内容と、第2回海洋産出試験の事前検証に関する報告、あと、地層変形シミュレータを用いた事前検証をご紹介させていただきます。

まずこちらが強減圧法を用いた結果です。減圧法を適用する場合に、ハイドレート分解による吸熱反応により、貯留層内の熱が奪われ、地層内に氷が生成される可能性があります。そこで通常の減圧法では、地層内に氷が生成しないところまで圧力を下げるのですが、強減圧法では、あえて氷を生成して、その氷の生成潜熱を用いた生産増進法になります。フィールド開発グループと共同で、陸上産出試験の際に、強減圧法が適用できないかということを検討させていただいているところです。

この図面が計算結果です。見にくくて恐縮ですが、一番下のこの青いラインが通常の減圧法によるガスレートで、1年間の計算になります。

例えばそれが2MPaまで減圧した場合とか、1MPaまで強減圧を行った場合のガスレートになります。この緑のラインが、強減圧ですけれども、ここを見ていただくと、この300日を超えたぐらいからちょっと流動生産が落ちているというところになりまして、この部分が、これ

はコンター図になりまして、減圧区間になるんですけども、そこを拡大した図面がこのようになります。この赤くなっているところが、いわゆる氷が生成したことによって、貯留層障害が起こって、ガス量が落ちているというところを示している結果になります。

それに対して、例えば通常の減圧法を適用して、途中から、300日を超えたぐらいのところから強減圧法を実施するというをやると、ここのラインで見たときに、ここの強減圧した緑のラインがより生産量が増えるという結果がシミュレーション上では出てきているということがあります。残り3カ月時点で、例えば強減圧を適用すれば、氷生成が期待できた上で、さらにガス生産性も増加が期待できるのではないかということで、こういったところを今、事前に検討して、例えば陸上産出試験で適用できないかということをいろいろと検討させていただいているというところです。

次に、生産性・生産挙動評価技術の高度化に関してご紹介させていただきます。

資源量評価グループと協力して貯留層モデルを準備しまして、今はP3のニューモデル、1122モデルを構築したところです。そのモデルを用いて、約30日間のガス・水生産量、分解範囲などの検討を行っております。

減圧スケジュールは、今考えられている、7MPa、5MPa、3MPaを考え、3日目に5MPa、5日目に3MPaと減圧し、3MPaを継続するとしました。減圧区間は、約51メートルで、モデルは二次元円筒座標で計算をさせていただいております。

こちらはその事前検討の一例でございます。先ほど委員の先生のほうからも実際にどういったことが地下で観測されそうかというご質問等々もありましたけれども、今こういった形で事前検討の中の一例としてこういうことが起こるのかなということを検討させていただいております。

図面はガス生産量で、横軸が日にちで、上図がガス生産量。下図が水生産量、こちらがコンター図で圧力と温度の結果になります。この図にあるように、ガス生産量で、数万 $m^3/d$ 、水生産量で数百 $m^3/d$ 程度と予測しています。また、コンター図より、層毎で透水性等々が異なっているので、メタンハイドレート分解による温度変化や圧力変化が広がっているところと、そうでないところが見られる結果になっています。

観測井がこの25メートルと50メートルのところでありまして、P2井が60メートルの位置にあるのですが、今のこのシミュレーション等々で検討した結果として、幾つかの深度によって変化を捉えることができるのではないかと考えております。

さらに、フィールド開発技術グループとか資源量評価グループと協力しまして、幾つかの事象に関しても事前評価、検討を実施しています。こういった特異な層のところの物性をいろいろ変化させて、幾つかの感度分析を実施したりとか、例えば天候の変化等々によって、緊急離脱等が実施される可能性もありますので、シャットイン等をした場合にどのようなことが起こるかということも、シミュレーションによる検討を実施しています。

また、今回の出砂対策技術に関して、細粒分等の目詰まりによって透水性が落ちる可能性もあるので、透水性を変えた場合にどういった挙動が起こるかということも検討を始めているところです。

幾つかの事前検討に関して、フィールド開発技術グループ、資源量評価グループと共有しながらいろいろ進めていきたいと思っております。

次に、地層変形シミュレータの解析に関してご報告します。先ほどの事前解析の結果とは減圧のスケジュールが異なりますが、3MPaまで減圧した後、約1カ月継続するという計算で、二次

元円筒座標モデルを使っております。

こちらはその解析結果の一例です。地層モデルが弾性モデルと弾塑性モデルの場合を計算したのですが、いずれの場合も、数センチほどの沈下になりそうだという結果が得られ、また、影響範囲が約300メートル程度ということになっております。この辺の結果に関しましては、環境チームと共有して、モニタリング計画にも反映させていただきました。

次に、29年度事業計画についてご紹介させていただきます。29年度も、先ほどの三本柱、生産性増進化技術の開発、生産性・生産挙動評価技術の高度化、地層特性評価技術の高度化で進めさせていただきたいと思っております。

この中で、特に生産性の中では一つ新しいところで、礫層等非砂層メタンハイドレート貯留層に対する生産手法の検討ということで、表層メタンハイドレートの回収技術をご説明したいと思います。こちらは後ほど産総研の森田からご説明があるかと思えますけれども、表層型メタンハイドレートに関する回収技術の検討も我々、生産手法開発グループで実施することになりました。

また、29年度は、第2回海洋産出試験が実施されますので、そういった結果を用いた検証等を実施したいと思っておりますし、地層変形に関しても検証等を実施したいと思っております。

以上になります。

**【松岡委員】** よろしいですか。非常に単純な質問なんですけれども、シミュレータですが、6ページに今度の事前検討をされていますけれども、先ほど山本さんのところで議論があったんですけれども、高濃度帯と、それから、濃集が非常に低いところで生産挙動が全く違うんですけれども、この第2回目の事前検討の場合は、検層のデータからその濃集度において各層を分けてシミュレーションされたのでしょうか。

**【藤井資源量評価グループリーダー】** 資源量評価グループの藤井です。物理検層データからハイドレート濃集度について飽和率を評価しまして、モデルを構築して、こちらのシミュレータで……。

**【松岡委員】** 具体的に高濃度、濃集しているところ、ほとんど濃集していないところは、数値的にはどれぐらいの数値として地層表現をされて。

**【藤井資源量評価グループリーダー】** 濃集しているところはハイドレート飽和率が最大80%ほどありますが、濃集していないところはほとんど比抵抗が上がらないようなところもございます。

**【松岡委員】** そういうモデルをつくられて、生産挙動は全く違うんですけれども、それをあわせて全体的にシミュレーションされたという理解でいいですか。

**【藤井資源量評価グループリーダー】** そういったモデルを使って、こちらのシミュレーションをしております。

**【松岡委員】** そうですね。わかりました。

**【増田プロジェクトリーダー】** そのモデルは後で資源量評価グループのほうから。

**【松岡委員】** わかりました。

**【松永座長代理】** ほかはよろしいでしょうか。

それでは、次のほうもありますので、こちらについてご承認をいただくということで、次のところに移りたいと思えます。

それから、次、表層型メタンハイドレート資源調査と回収ですか。その前か。資源量評価ですね。済みません。資源量のほうですね。

【藤井資源量評価グループリーダー】 資源量評価グループにつきましては、こちらに書いてあるような3つの柱について取り組んでおりますが、特に3番目につきまして少し詳しくご説明いたします。

日本周辺海域のメタンハイドレート賦存状況の評価につきましては、こちらに書いてあるような海域に対しまして、特に物理探査船資源のデータを使って、ハイドレートの濃集帯、砂層型の濃集帯について評価をしております。

それから、メタンの生成につきましても、特にコアデータを使って、メタン生成について実験的に分析を実施しておりますが、特にメタン生成の温度圧力依存性について昨年度来評価しておりますが、圧力が高い側でどういった生成するかといったことを特に詳しく見ております。

それから、堆積盆のシミュレーションを使ったアプローチということも行っておりまして、これまで東部南海トラフ、第二渥美海丘のほうを中心的にやってきたんですが、新たに宮崎沖についても評価を進めております。

それから、海洋産出試験における貯留層評価としまして、先ほどお話ありましたが、こちらの左上に書いてありますような2つの候補地が抽出されまして、5月に実際、UDと書いてある場所で井戸を掘削して、ハイドレートの濃集度を確認しまして、最終的にこのロケーション2'と書いてあるところで生産試験を行うことを決定しております。

このときにとられた物理検層データが右上に出ておりますが、このMC、MT1と書いてあるところが2013年に海洋産出試験を行ったところでありまして、この比抵抗が下がっているところが比較的泥質というふうに考えられておりました。今回新たにこのUDという井戸を掘りまして、この泥質と考えていたところにもハイドレートが入っているということがわかってきました。つまりこの自然ガンマ線で示されるように砂自体は比較的よく対比できるのですが、このハイドレートの入り方にむらがあるということがわかってきております。また、このLow Resと書いてあるこの低比抵抗の区間、こういったところも新たに認識されまして、ハイドレートの賦存状況に結構不均質性があるということが認識されてきました。

こういったことも踏まえまして、生産区間においてどういった深度で仕上げるか、あるいはどういったところをパッカーで隠すかということを検討しまして、まずP3、メインの生産井につきましては、ハイドレート濃集帯最上部に比較的low比抵抗の区間が予想されていますので、ここは約5メートル、パッカーで隠す計画としました。さらに顕著なlow比抵抗区間、水層と思われるものが認識された場合にはパッカーで覆うということを予定しております。

もう一つの生産井、P2につきましては、GeoFORMを下で膨らますということもございまして、基本的にはパッカーで覆わない予定にしております。ただし、顕著なlow比抵抗の水層と思われるものが出てきた場合はパッカーで覆えるように準備をしておくことを予定しております。生産区間としては約50メートルから60メートルといった予定にしております。

それから、事前掘削で新たに取得した検層データ、MT3、MT2、UD、こういったものを使いまして、検層の坑井間対比を行って、新たな貯留層のモデルを構築しました。先ほど天満サブプロジェクトリーダーからお話のありました生産シミュレーションは、こちらで坑井対比、あと検層解析結果を使って作成した新たなモデルから構築したものでございます。

さらに三次元的にこういったlow比抵抗ゾーンなどがどのように広がっているか、こういったことを認識していく必要がありますので、この右側に書いてありますような、縦軸が比抵抗、横軸がRMS amplitude、地震探査の振幅でございまして、こういったものの関連づけなど

も行いながら、三次元貯留層モデルを今、構築しているところでございます。

陸上産出試験につきましては、特に資源量評価グループとしては、G&G、地質物探関連の作業について各坑井、つまり3本予定している坑井でこういった地質物探データを取得するかということについて現在検討を進めているところでございます。

今後の予定につきましては、こちらに書いてあるとおりですが、特に海洋産出試験の実施に関連しまして、船上において、これから取得する生産井の物理検層データからパッカーの設置深度などを最終的に決定して、生産試験結果からヒストリーマッチングなどを行うということで予定しております。

以上です。

【松永座長代理】 ありがとうございます。

最後に環境ですね。

【荒田環境チームリーダー】 それでは、私のほうから引き続き環境の説明をしたいと思えます。環境チームでは、ここに掲げた3つ、予測、データ取得、評価にかかわる研究の3項目を柱として研究を進めています。

シミュレーションのほうに関してですけれども、一つは、第2回海洋産出試験でのガス生産を想定したシミュレーションを実施して、左下に生産水を排出した場合のケースということで、排出率を2種類定めて、流速の平均流、最大流を定めてシミュレーションしているところになりまして、左下の結果が一番水が拡散するケースになりますけれども、基本的には、「ちきゅう」のムーンプールから排出した場合、ほとんど広がらないと。100メートル以内におさまるということで、極めてごく近傍の拡散ということがわかっています。

また、将来に向けて生態系モデルのシミュレーション、右の図にあります、行っておりますけれども、こちらのほう、冬、春と昨年度までやりまして、今年度は夏の現況再現を行っております。これは実際、炭素のフローがどういうふうに動いているかということで、植物プランクトンと動物プランクトンを強調して示したのになりますけれども、季節に応じてフローに違いがあるということがわかってきて、今後整理を進めていこうとしています。

環境モニタリングになります。こちらのほうは図のほうでお示ししますが、昨年度、プロトタイプ機を作成しまして、これによって地層変形と、あとメタンの濃度変化をはかるということになります。プロトタイプ機に関しましては、1回、動作確認試験を行って、もろもろの課題抽出を行っております。データとしては、基本的に良好なデータがとれているということで、設置回収方法に関して少しリスクが抽出されましたので、そちらのほうの対策として、回収用部位の追加ですとか、回収方法のシンプル化というのを進めています。

あと、実際の配置、左下に書いてありますけれども、これは先ほどの生産手法開発グループの予測に基づいて、大体300メートルの間にシステムを設置しているということになります。ただ、今はまだ一部のシステム、6台のシステムを設置して、設置作業中に不具合が生じたというところもありまして、メタンセンサーのほうだけ切りかえるということになっております。新規の精度の比較的良好のほうを使おうと思っていたんですが、そちらがちょっと適用できないということになりましたので、第1回で使ったセンサーを用いてやるということで、大きな遜色のない計画にできていると考えています。

あとは評価のほうということで、ほかの関連するデータもとって、本年度は事前掘削後のということになりますので、その掘削作業の影響ということも見ています。

左、押しなべてしまうと、関連する物質の濃度をはかったり、あとはROVで海底面を観察を行って、掘りくずの堆積の状況ですとか、あとはそれに伴う生物の増減。底生動物の増減を見ているということになります。

あと、評価です。先ほどの生産水のシミュレーションもありますけれども、そういったシミュレーションを行うことによって評価をしているというところで、これは万が一の事故時ということ。ちょっと関心が高いというところもありますので、想定してシミュレーションした結果になります。

管内に残っているガスを2時間かけて出したシミュレーションになりますが、左のほうはガスとハイドレートのプロファイル、右が溶存体のプロファイルということですが、ガスとハイドレートは大気には到達しないと。溶存体の濃度に関しても、右に過去で実施した生態毒性試験の結果がありますけれども、基本的には影響が出るような濃度ではないということがわかっています、そうしたことを踏まえて、環境影響検討書というのを作成しています。

これらの研究に関しましては、環境有識者会議というものを開催しまして、いろいろご意見いただいて、適宜フィードバックしているということになります。

29年度ですけれども、ガス生産試験の前後にかけて水のデータですとか環境モニタリングを行う予定としていますので、そちらのデータを踏まえて、シミュレーション技術ですとか評価をブラッシュアップしていくという計画としています。

以上です。

**【松永座長代理】** ありがとうございます。資源量評価と環境、2つのご説明いただきました。これらについてご質問等ございますでしょうか。あるいはその前と関係づけてでも結構でございます。どうぞ。

**【倉本委員】** 個別というよりも、多分すごい難しい実験とかされるし、その準備をされているというのはよくわかったんですけども、うまくやるためにリアルタイムでいろんなデータが出てくると思うんですけども、リアルタイムのデータをどういうふうに使っていくかというか、あるいはモニタリング井もありますけれども、モニタリング井というのはオフラインですよ。ああいうのをリアルタイムで使っていく必要がやや広域の挙動だとか、それから、今、紹介していただいた環境にしても、事が起こってからじゃなくて、何が起こりつつあるのかというのが重要なので、カメラであるとか、音響であるとか、いろんなものでモニタリングをリアルタイムでできると思うんですけども、そういう検討というのはされているのでしょうか。

**【山本フィールド開発技術グループリーダー】** 自分のわかる範囲で話します。まずモニタリング井のデータに関しましては、倉本さんおっしゃったとおり、オフラインですけれども、音響通信が可能になっていまして、最低1日1回程度は音響通信でデータを取得して分析しようと思っています。ほんとうに急激な変化が起これば問題ですけれども、通常の温度の低下の度合いを考えていくと、オフラインのデータ、音響通信で1日のデータでも十分解析に耐えると思います。

問題は、解析するのに時間がかかるというところで、時間のかかる理由は、かなりノイズの乗ったデータが上がってくるので、生データをパッと見ただけではなかなか判断がつかないので、これは我々の問題でもある。十分努力が足りなかったところでもあるんですけども、前回得られたデータを解析して、今日お話したような内容にするのに、やっぱり2年、3年かかっています。その場でわからなかったことというのは大分今になってきてわかっているの、なるべくリアルタイムで判断していきたいと思っていますし、データの大部分はリアルタイムで陸に送れる

ように、そのために「ちきゅう」は今回、専用の通信装置も置かせていただくことにしていますが、ただ、それを使うのはかなりの努力を傾注しなければいけない。言い方が役所っぽいですけど、それしかできないかなというところです。

【倉本委員】 当然されていると思いますけれども、ケーススタディでそのノイズを除去して云々というところが時間かかるのかもしれないんですけれども、予兆、兆候が見えた程度でこのストーリーに入る可能性があるとか、そういうのはもうされているんですよね。

【山本フィールド開発技術グループリーダー】 はい。そうですね。それが多分前回と違うところで、前回は何が起きるのがわからなくて、ほんとうにシミュレータのデータ、シミュレータでこんなふうになる。それしか判断材料がなかったんですけれども、今回は前回こんなことが起きればこんなデータがあるというのが大分見えてきましたので、それはかなり頭の中では整理できているというふうに思います。

あと、環境のほうは、環境チームのほうで話があると思いますけれども、船のほうではROVを使って海底面の監視をしていくというのを基本にしています。

【倉本委員】 ありがとうございます。

【荒田環境チームリーダー】 環境のほうですけれども、生産手法開発グループで行われているシミュレーションのほうでは、水深1,000メートルのところで数センチのオーダーの沈下ですので、基本的に何か影響があるというような結果にはなっておりません。極めて軽微なものと考えています。ただ、環境モニタリングの趣旨としましては、データ自体が今のところないというところで、海洋産出試験を通じて段階的に知見を得てから、ということを考えています。

リアルタイムのモニタリングに関しても今回はないということになります。

【倉本委員】 拡散の問題とかで、水の流れとかはリアルタイムまではいきませんが、毎日の予報みたいなのが例えば少しずつ出つつあるし、そういうものを使って、モデルをアップデートしていくことができるんじゃないかなと思って、ぜひそんな感じで取り込んでいただければと思います。

【荒田環境チームリーダー】 データとしては取得します。

【松永座長代理】 ほかにございますか。

1つだけ。地層変形のシミュレーションで坑井のところ、地表面で5センチぐらいという話なんですけど、生産ゾーンの上のところの辺ではどうなっていますか。

【天満サブプロジェクトリーダー】 減圧区間の上のほうということでしょうか。はい。そちらのほうはもうちょっと沈下量としては大きなものになっておりますけれども、そちらのほうもやはり先ほどお示しした地層のモデル、弾性モデル、弾塑性モデルでやっぱり若干沈下量が違っております。ただ、いずれにしろ、先ほどの地表面では数センチですけども、その減圧区間の上のほうでいくと、それが数十センチぐらいで上がっていくというような形になっております。

【松永座長代理】 ありがとうございます。

ほかに。質問のほうございませんでしたら、こちらの2つのグループの計画についてご承認をいただくということよろしいでしょうか。

(「異議なし」の声あり)

【松永座長代理】 それでは、最後になりますかね。表層型メタンハイドレートの資源調査と回収技術の調査研究、続けてお願いします。

【森田資源量評価グループメンバー】 表層型につきましてご説明申し上げます。資源量評価

グループ、産総研の森田でございます。

表層型につきましては、今年度、このタイトルにも挙げておりますとおり、資源量調査及び回収技術開発調査研究となっております。まずは資源量評価としての表層型の資源量の調査、そしてその後、生産手法開発グループの回収技術開発へちょうど引き継ぎを行った年度に相当いたします。

次のスライドは、これは増田プロジェクトリーダーが最初にお示したものと同じですが、表層型というのは、この下半分のところに挙げられております。現在の工程表、25年の末に挙げられた工程表ではこのように書かれておまして、これに従って動いておりますけれども、基本的には平成25年に閣議決定されました海洋基本計画、これにのっとりします。表層型につきましては、平成25年から27年度の3年間、集中的な資源量把握に向けた調査を行いました。そして、その3年の調査を行った後に、ここでも砂層と同様に方向性の確認・見直しとしてございます。その後、表層型につきましては3年間の調査について評価し、さらにその後、回収技術の開発研究に進めるという引き継ぎを行ったこととなります。

続きまして、まずは資源量の調査についてどのようなことを行ってきたか、簡単に申し上げます。

3ページ目のスライドに、ここにこの3年間行ってまいりました調査について、その種目を簡単に並べてございます。右上に挙げました、主にはこの7種類の調査を行っております。①、②番というのは、基本的には音響調査によるマッピングなどを行ったもの。そして、③、④番というのは、曳航式の物理探査を行ったもの。⑤番、⑥番というのは、掘削技術を用いたLWDやコアリングを実施しております。⑦番として、ROVを使った環境調査を行っております。

これを受けまして、次のスライドに行きますけれども、調査した範囲の全体におきましては、この表層型のメタンハイドレートが存在する可能性があるとするガスチムニー構造と呼んでいる音響のブランキングの構造が1,700を超えるような数に認定されました。しかしながら、ここで挙げました右上の図のように、その表層型のハイドレートの分布というのは非常に不連続性であり、連続性を持って評価するというのは非常に困難であるという認識のもと、上越沖の海鷹海脚中西部マウンドというところに集中して評価を行うことにいたしました。

そこでは、3種類の資源量の推定法を用いまして、LWDを使ったもの。地質コア、コアリングのコア解析を行って実施したもの。そして、電磁探査の結果を用いたもの。これらを用いまして、この範囲内で評価をしましたところ、右下に書いてありますが、メタンガス換算で約6億立米という、いずれにつきましてもほぼ同じオーダーの数字に落ちつくことがわかりましたので、これをもって、このエリアのメタンガス換算での資源量の評価とし、その結果を発表いたしました。

これらの調査の手法やデータの精度、そして、資源量の推定方法やその結果に関しましては、今年度の前半、8月までの期間を使って、3回にわたって第三者による委員会を開催しまして、その妥当性について承認をいただきました。

それが昨年8月の時点です。その翌月、9月の時点で経済産業省からこの表層型ハイドレートの回収するための技術コンセプトの調査研究を提案公募するということが決定されまして、それを受けて、私たちは生産手法開発グループに引き継ぎをしたという形になります。

次のスライドからは、その回収技術について現在行っている公募研究についてご説明いたします。

7番目のスライドでご紹介しますが、表層型の回収技術開発にかかわる調査研究の内容としては、(1) 表層型ハイドレートの回収する原理等、(2) 回収に伴って想定される事象への対応、これらの調査、検討を行う公募研究を進めているところであります。

次のスライドに行きますが、まずはその回収する原理と申しますのは、先ほども絵でも示しましたけれども、ハイドレートの分布というのはさまざまございまして、塊状に存在するもの、板状に存在するもの、粒状に存在するもの、これらさまざまな例を示しておりますけれども、これらに限定しない様々なアイデアを募集して、その検討をするということになっております。

また、(2)の回収に伴って想定される事象への対応というのは、これは回収するときに、泥や水が大量に発生する場合や、大量のガスが噴出する場合、こういった現象、その他の事象に対しての対応に関する研究、調査を行うということになっております。

最後のスライドで示しましたのは、現在この回収する原理についての検討を進めていただいている5つの研究グループでございます。現在、これらのグループに進めていただいております。

これらの研究につきましては、現在、回収技術評価委員会を設置しておりまして、今後その進捗を見守っていく体制を整えているところであります。

以上です。

**【松永座長代理】** ありがとうございます。ただいま説明のございました表層型メタンハイドレートの資源量の調査とその回収技術の調査研究になりますけど、それについてご質問等ございますか。

**【松岡委員】** 1点よろしいですか。済みません。4ページのコンセプトの絵ですけれども、表層型の50メートルから150メートル、2つほど聞きたいんですけど、1点目は、この厚さを決めている要因で何かアイデアがあれば聞きたいということと、厚さを決定しているのは何で。

**【森田資源量評価グループメンバー】** 4つ目のスライド、これですか。

**【松岡委員】** それです。4枚目のスライド。これは厚さが、50から150の厚さを決定している形質的な要因というか。

**【森田資源量評価グループメンバー】** これは基本的には安定領域の厚さで見えています。

**【松岡委員】** ということは、50メートルのところでもフェーズが安定しないということですか。あのフェーズダイアグラムで溶けちゃうということ？ そうじゃない？

**【森田資源量評価グループメンバー】** はい。場所によってはBSRが上位に盛り上がっているところがありますので。

**【増田プロジェクトリーダー】** 温度勾配が高いんです。

**【松岡委員】** 温度勾配がそんなに高いということ。

**【森田資源量評価グループメンバー】** 地温勾配が高いのだと思われます。きちんと正確に測定されているわけではありませんが、地震探査の観測でもBSRが局所的に上がっているところがございます。

**【松岡委員】** じゃ、底面は一応例のフェーズダイアグラムのあの領域から外れるんだというような解釈をされているということですか。

**【森田資源量評価グループメンバー】** いいえ。地温勾配が高いため安定領域の下限が浅くなりますが、フェーズダイアグラムから外れるわけではございません。

**【松岡委員】** わかりました。もうそれで結構です。

【松永座長代理】 森田さん。

【森田委員】 じゃ、1点だけ。今、5つの研究機関が調査検討なさってらっしゃる。これは単年度の研究なんですか。それとも何か予算的には30年度までついている。

【森田資源量評価グループメンバー】 はい。回収技術のところの最初のスライドで30年度までと書いております。今現在進めているのは、この半年間、まずアイデア公募をしております。そのアイデア、まずは絵で描くようなアイデアをいただいているところです。予算措置があることを前提といたしますが、来年度、さらに30年度もそれに関する技術的な調査研究を進めていくことになります。

【森田委員】 これはステップアップしていくということですか。

【森田資源量評価グループメンバー】 はい。その絵に描いたものが現実に使えるものになっていくか。それは室内なり、必要になればフィールドでの調査ということもあるのかもしれないと考えております。

【森田委員】 まで考えていると。はい。わかりました。

【天満サブプロジェクトリーダー】 補足させていただきます。スライドの7枚目のところに、来年度以降の予定について、下のほうに記載させていただいています。予算措置の前提になりますが、今回の28年度の結果をさらに内容の補充や深掘りを図りたいと考えています。エネルギー収支とか経済性の検討を29年、さらに30年度には影響評価等への展開ということをいろいろ考えているところで、基本的には30年度まで、机上での検討が中心になると思います。

【森田委員】 わかりました。どうもありがとうございました。

【松永座長代理】 倉本さん。

【倉本委員】 まだ検討される途中だと思えますけれども、一番懸念するところは、やはり表層型なので、どういうとり方をしようとも、環境影響評価が一番ネックになってくると。とれる方法はあったとしても、環境にどのぐらいダメージを与えるのかというところが一番これから実際にやるときにネックになると思えますけれども、この技術評価委員会とか回収する原理を検討する方々の中に、そういった方、ご専門の方はいらっしゃるんだと思えますけれども、どういうふうに配置されているのかというのを教えてください。

【天満サブプロジェクトリーダー】 委員会の委員委嘱はさせていただいているのですが、回収技術の原理が知財的などころもございまして、委員の先生方もこの場では公表をしない対応をとらせてもらいました。ただ、メタハイ開発の環境ということで少し詳しい先生にもご参加いただいておりますし、そういう海での開発という視点でのいろいろと知見を広く持っておられる方を考えて委員委嘱はさせていただいております。

ご懸念の環境に関してのほうも、実際スライド資料の8ページの(2)のほうで「回収に伴い想定される以下の事象への対応等に係る」ということで、項目は挙げてあり、内容を実施機関にいろいろと検討いただいています。

設置をして動き始めているところで、その辺で、まだ足りないところがあれば適宜そこは検討させていただければと思っております。

【倉本委員】 当面は多分、国内の技術を高めたりしているんだと思えますけれども、将来的にこういう技術が使えるとなったときに、海外も視野に入れてとなると、かなり海外のことも念頭に最初から入れて、どういう環境影響評価があつて、どういうレギュレーションがあつてと。ほんとうにそういう技術がもし日本から輸出することができるのかどうかといったところも初め

からやっておいたほうが将来的な展開が広がるかなというふうに思いますので、よろしく願いいたします。

【天満サブプロジェクトリーダー】 ご指摘ありがとうございます。この辺に関しても、別件で、技術調査という形での海外特許等含めた公募を行い検討もさせていただいております。

【事務局（溝田）】 事務局から追加で補足的にご説明させていただきますと、今、産総研でやっている表層型の回収技術の調査検討委員会のほうには、海底熱水鉱床などの開発にも携わられている方、環境影響などの観点からのチェックができるような方をメンバーとして入れておりますので、メタンハイドレート以上に非常に環境に対してセンシティブな部分の知見をお持ちであるということで活用できるように努めているところでございます。

【倉本委員】 ありがとうございます。

【松永座長代理】 はい。

【石井委員】 スライドの4ページのところで、1,742カ所の存在を確認されていると。その中でこの下の図の調査が最も進んでいるということで、約6億立方メートルのプロスペクトと言うんでしょうか。これが抽出されてご紹介されているわけですが、その1,742個の規模感といますかね。こいつが一番大きいのか、ご紹介いただいているのが一番大きいのか、それともこれはミドルサイズなのかと、その辺の感覚はこれからなんでしょうけど、現時点でどれぐらいになるんですか。

【森田資源量評価グループメンバー】 サイズですか。大きさですか。

【石井委員】 ええ。サイズ、大きさ的んです。

【森田資源量評価グループメンバー】 大きさ的には評価したところが中程度になります。

【石井委員】 これが中程度ということ。

【森田資源量評価グループメンバー】 はい。数百メートルぐらいのサイズです。

【松永座長代理】 よろしいでしょうか。時間のほうも相当延びているので、これで表層型のメタンハイドレートの資源量調査と回収技術について、研究について承認いただきたいということですけど、よろしいでしょうか。

（「異議なし」の声あり）

【松永座長代理】 ありがとうございます。

私のほうが依頼されている本日の審議のほうは以上でございますけど、一つあれだったですね。砂層のところの29年度の事業計画（案）を承認するのを忘れておりましたけど、そちらのほうについてもご承認いただけますか。

（「異議なし」の声あり）

【松永座長代理】 はい。ご承認いただいたということで、それでは、事務局のほうに。

【事務局（溝田）】 長時間にわたりありがとうございます。

次回の開発実施検討会、第33回になります。先ほどもご承認いただいた内容のとおり、4月以降、第2回の海洋産出試験の作業を本格化いたします。また、その作業、実際の実験の進捗度合いを見計らいながら、また改めて調整をさせていただきたいと思っておりますので、その際にはよろしく願いいたします。

【松永座長代理】 それでは、本日、ちょっと時間が延びましたが、これで閉会にしたいと思います。どうもありがとうございました。

— 了 —