

第26回メタンハイドレート開発実施検討会 議事録

(案)

日 時：平成25年12月16日(月) 14:00～16:00

場 所：経済産業省本館2階東3共用会議室

出席者(委員)：佐藤座長、東委員、小野崎委員、鴨井委員、木村委員、浜田委員、藤田委員、松永委員、森田委員、伊藤氏(栃川委員代理)

出席者(事業実施者)：増田PL、佐伯SPL、成田SPL、各GL他

議 題：

1. 前々回検討会での指摘事項について (資料4)
2. 第1回海洋産出試験の結果報告について (資料5)
3. 今後の方向性について (資料6)
4. その他

議事録：

【事務局(上條)】 本日はお忙しいところ、お集まりいただきましてありがとうございます。ただいまから第26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・天然ガス課長の南より挨拶を申し上げます。

【南課長】 南です。本日はお忙しい中、お集まりいただき、どうもありがとうございます。

本日の開発実施検討会ですが、非常に重要な会合だと思っております。というのも、本年1月から4月まで世界で初めて海洋産出試験を実施し、3月には6日間のガス生産を行い、多くのデータを収集することができました。

これも本日までご参加いただいている皆様も含め、非常に長い期間をかけ、少しずつ重要な取り組みを積み重ねてきた、多くの関係者の努力のたまものであったと考えております。本当にありがとうございます。

結果ですが、4月にも簡単なものをご報告したわけですが、本日は詳細な結果の取りまとめができましたので、ここでご報告させていただきたいと思っております。メタンハイドレートの開発、商業化でありますと、まだ多くの解決すべき課題があると思いますが、

こういった課題も一つ一つ乗り越えまして、平成30年代後半には、商業化を目指したプロジェクトが開始されるよう、しっかり取り組みを進めていきたいと思っております。

また、今年度は政府として、表層型のメタンハイドレートの調査を行わせていただきました。こちらについては、まだ最初の段階ですが、しっかり対応していきたいと思っております。これから3年間、まずは資源量の把握に集中的に取り組んでいきたいと考えているところでございます。

さらに本年4月には、新しい海洋基本計画が閣議決定され、メタンハイドレートについても、海洋基本計画の重要な1分野として位置づけがされております。後ほど今後必要となる具体的なアクションプランに向けてご議論いただければと思っております。

本日はご専門の立場から本当に率直な、忌憚のないご意見を皆様からいただければと考えております。

【事務局（上條）】 議事に入ります前に、本日の出席委員及び議事の公開等についてご報告いたします。

本日は10名中9名の委員の方々にご出席いただいております。

国際石油開発帝石の栃川委員につきましては、所用によりご欠席となりまして、代理といたしまして、同社技術本部技術企画ユニット・ジェネラルマネージャーの伊藤様にご出席いただいております。よろしくお願いいたします。

それでは、配付資料の確認でございます。お手元に資料がございますので、ご確認をお願いしたいと思います。1枚目は配付資料一覧、次が資料1、議事次第、資料2、委員名簿、資料3、座席表、資料4が前々回検討会における主な指摘事項に対する回答、資料5、第1回海洋産出試験の結果報告について、資料6、海洋エネルギー鉱物資源開発計画改定案及び第1回海洋産出試験の結果を踏まえた今後の報告性についてという資料でございます。資料の不足等がございましたら、事務局へお申しつけください。

それでは、佐藤座長に議事進行をお願いしたいと存じます。

【佐藤座長】 佐藤でございます。本日もよろしくお願いいたします。

では、早速議題に入りたいと思います。

議題の1番目、前々回検討会での指摘事項について、これは本年4月5日に開催されました第24回検討会の際の指摘事項についてです。なお、議事録、議事概要につきましては、既に皆様にご確認いただき、公開もされております。

それでは、MH21からご説明をよろしくお願いいたします。

【山本グループリーダー】 MH21フィールド開発技術グループのグループリーダーをしております山本と申します。

4月に行われた第24回のメタンハイドレート開発実施検討会で委員の先生方から寄せられた疑問のうち、主要なものについて回答させていただきます。

まず、大きな問題ですけれども、第1回海洋産出試験では、短期間の急激な減圧による出砂が発生したのか、また長期間の緩やかな減圧であれば、出砂の危険性は少なくなるのか、要するに、非常に速い勢いの減圧を進めてしまったことによって、出砂が発生したのではないかというご指摘です。

これに関しましては、その可能性はもちろんありますので、私どもは研究を進めておりますけれども、基本的な考え方としましては、同じ圧力まで減圧されれば、地層に加わる有効応力は減圧の速さにかかわらず同じになります。それから、土粒子にかかる流体の影響は、流速が同じであれば等しくなりますので、基本的にかかる力という観点では、大きな違いはないと思います。

ただ、地層の3次元空間内で応力の変化が徐々に伝わっていきますけれども、応力の再配分が行われていく過程の中で、徐々に減圧と分解が進んでいけば、地層がより安定した状態が自然につくられていくのではないかという可能性については我々も考えています。

現在のところ、地層の力学特性の時間依存性に関する検討とか、3次元の時間応答シミュレーションによる検討等を進めておりまして、今後適切な減圧の速さがあるのかどうかという検討をしたいと思っています。

下のほうには、COTHMAという産業技術総合研究所で開発しているシミュレーターを使用しまして、坑井周りの応力を評価しまして、坑井周りの応力の評価によって、出砂したと思われる地層付近で、確かに応力集中が起きているということを確認したこと、ただ、実際には減圧速度を変えても、応力の変化の度合いというのは、別々の減圧速度で、最大主応力、最小主応力、せん断応力がどう発展していくのかというところですが、確かに応力が変化していくスピードは変わりますけれども、最終的なポイントは変わっていないというシミュレーションの結果を示しています。

実際には、今回の出砂というのは6日目に発生して、大量の砂が出ました。このことを考えると、減圧中は、砂はほとんど乱れておりません。それから、減圧後数日の間は、ほとんど砂が見られておりませんので、ある程度地層の中で分解が進んで、動き得るマスの量がある、ボリューム、臨界点みたいなものに達して出砂が起きたのではないかという仮

定を我々は主として考えておりますので、減圧速度の問題というのはそれほど重要視していないというのが現状での感想に近いものです。ただ、これに関しましては、今後もさらに検討を続けていきます。

2つ目ですけれども、第1回海洋産出試験のガス生産量について、3月16日ごろに生産量の急激な変化が見られる、操業の工程における変化があったのかという質問がありました。

確かに3月16日ごろ、減圧をさらに進めるために、ポンプの回転数を変えています。そのときご報告しましたグラフはこちらのグラフです。1日の生産量として、12時間ごとの生産量を、そのとき得られた数少ないデータから、1日分でこれぐらいだろうと補完して出した数字になっています。確かに3月6日に一旦生産量がぐっと落ちて、急に増えて、また落ちるといった現象があったように見られました。

ただ、この後また詳細にご報告いたしますけれども、データを精査しまして、ガスの生産レートを30分平均値に変えたものがこちらのグラフになっています。30分平均値ですので、もっと細かいデータですと、ばらつきがもっと大きくなりますけれども、それをグラフで見ますと、こちらにあった特異な現象というのは、ほぼ平均化されて消えています。前回の指摘事項というのは、基本的にはデータの扱いの問題であって、実際のガスの生産レートの挙動の変化ではないと考えているところでございます。

3つ目です。これは本質的な問題で、今ここで回答という形でお示しすることは難しいですが、第1回海洋産出試験について、生産量や流量と分解範囲の関係についてどのように考えているのか。

実際我々が得られるデータは、まず実測データとして、生産井の温度データ、観測井の温度データ、それから、検層のデータ等があります。それからもう一つ道具として、モデルがあります。モデルを回して、モデルで実際にシミュレーションしてみて、どういうふうになれば実測データと合っていくのかということを検討して、評価しています。

基本的な事実としてお示しできるのは、まず生産井から25から30メートル離れた観測井で、温度計のデータと検層のデータにメタンハイドレートの分解を示すと見られる変化が観測されています。したがって、特定の地層においては、分解の観測井まで届いた可能性は非常に高いと考えています。

それから、温度データの分析、それから貯留層シミュレーションの結果から、特定の地層、特に上部濃集帯の砂泥互層、その中でも特に特定の地層において卓越的に分解が遠く

まで広がったと考えています。メタンハイドレート、今回38メートルぐらいの区間を仕上げていますが、全体が分解したのではなくて、分解しやすい層としにくい層があったということがあり得ます。

今回もう一つ、水の生産とガスの生産が必ずしも同じ地層ではないということもわかってきました。これは生産井の中にある温度のデータ等を評価して見っていますが、実際に水が出ている深度とガスが出ている深度というのは必ずしも一致していないということもわかってきました。この辺のメカニズムについては、まだよくわかっていないところがありまして、データ自体に関しても議論を続けておりますので、私どもが本日お示しできる情報としましては、観測井付近までメタンハイドレートの分解が続きつつ、1日に大体平均2万m³という生産を得られたという事実をお示しできると思います。

質問に関しましては、この3つで終わりです。

こちらに温度計のデータがありますけれども、実際に温度が下がっているという情報が、わかりやすいように、温度のデータが上下逆にしてありますが、ある特定の地層で温度が急激に下がっていくというデータが実際に捉えられています。これはMT1という観測井でとったんですけれども、それとシミュレーションの結果がよく一致しているということから、我々は先ほど申しました特定の地層で卓越的に分解が進んでいるということを示せると思っています。

以上です。

【佐藤座長】 ただいまの説明に関しまして、何かご意見がございましたら、頂戴したいと思います。いかがでしょうか。もちろん一部は、まだ今後も引き続き検討ということですが、現在のデータでわかるところはご回答いただいたと思います。よろしいですか。

【南課長】 30分平均のデータを見ると、非常に平均して生産されているわけですが、大体これぐらいだというのは、実験をやる前から見込まれていた量なのですか。それともやってみたら、こうだったということなのですか。

【山本グループリーダー】 この量はやってみたらこうだったの量です。それが見込まれていた量に比べてどうかといいますと、予想よりもかなり多かったです。

【南課長】 そのずれというのはどうしてあったのですか。

【山本グループリーダー】 メタンハイドレートの分解に影響する要因は主に3つあります。1つは、地層の温度、それから、地層の浸透率、メタンハイドレートを分解する前

の浸透率と後の浸透率、3つの情報が関係してきます。

メタンハイドレートの分解は、分解させるために熱が必要なので、熱がどう伝わってくるか、流体の圧力分布がこの地層の中でどう変わっていくのか、こちらがまさに事前に見込むために行ったシミュレーションの例ですけれども、このシミュレーターの中には何が入っているかという、流体の流れやすさという情報が入っています。それから、メタンハイドレートの量がどれくらいあるのかという情報が入っています。我々は人工的な条件として、圧力をこれくらいまで下げますという条件を与えて計算しております。

ここの中に不確実性がたくさんあります。一番大きな不確実性は、貯留層そのものの不確実性、我々が検層をとったり、コアをとったりさまざまなデータをとって、地層の中にどれくらい水の通しやすさ、ガスの通しやすさがあるか、あるいは、熱の伝えやすさがあるかという情報を評価して、それを事前に組み込んでシミュレーションをしました。しかし、地下の中の状況なので、どれだけデータをとっても、3次元的な状況、広がり、そういったパラメータの広がりを完全に捉えることはできません。

それからもう一つ、今回の試験の場合には、井戸の周りで起きる現象というのは、試験の前も後も、メタンハイドレートの分解ということ以外には大きな変化がないとモデル化しています。今回実際には砂が動いたり、細かい砂がどこか遠くから流れてきたり、地層が圧密沈下したり、さまざまな現象が起きます。そういった現象を全てモデルの中に取り込むことはできません。

我々は現在の物理学と地質工学の知識から得られる情報を駆使して、このモデルを組み上げましたけれども、私どものこのモデルが自然界の真実だと申しているわけではありません。自然界の真実は、こうやってとられた情報です。こうやってとられた自然界の真実の情報と我々人間が頭の中で持っている情報、この2つのギャップが我々にとっては未知なもの、それが科学の探求すべき対象ということになります。我々は今その探求をしている段階で、何が違うかが今回の試験でわかった。そのギャップを埋めるための研究をこれから進めていくということになります。これは科学の全く通常のコースですが、このことはよく理解していただきたいと思います。

【佐藤座長】 よろしいですか。

【増田プロジェクトリーダー】 プロジェクトリーダーの増田です。ちょっと平たく説明しますと、例えば、右下の温度低下領域6日後というのがありますね。それで、色が緑とか、黄色になっている部分が、メタンハイドレートが分解したところで、温度が下がっ

ているところになります。

そうすると、傾向としては、砂泥のデータを入れてシミュレーションしているのに、浸透率のいいところだけ温度が下がっているというのが見えると思うんですけども、結局これが全体として一致しなかった部分があります。

それは、おそらくまだ井戸近傍のデータとして入っている、入れたデータで落ちてとして計算結果というのは出てきてしまうので、実際には地下の中のシミュレーションというのは、こういう実験をやって、そのデータをとって、ヒストリーマッチングというのをやりまして、パラメータをできるだけ最適化していくということと、あとモデルに入っていない現象としてモデル化できなかった部分があるものについては、シミュレーターの精度を上げていくという作業になります。

一般的な油田開発の場合も、在来型の油ガス井の場合もシミュレーションをやって、1年間ぐらいデータをとるとシミュレーションと違うものが出てくるので、そのときにはいろいろパラメータのマッチングをやっていくのが通常の調査のやり方です。

【佐藤座長】 ほかに何かございますでしょうか。議題（1）に関してよろしければ、報告は了承いただいたということで、次の議題に進みたいと思います。

それでは、議題（2）、第1回海洋産出試験の結果報告についてです。第1回海洋産出試験につきましては、前々回の検討会、2回前に作業経過の報告がありました。データが出そろっていなかったこと、並びに資源量評価に関する個別企業データを確認する必要がありましたので、皆様からの評価につきましては、データ分析がまとまった後、11月14日に、非公開でありましたけれども、検討会の場を設けました。その場では詳細データを見ながらの検証をしてきたところです。本日はそれを踏まえまして、お見せしていいデータを中心に、公開の場でのご意見をいただきたいということです。

それでは、またMH21からご報告をいただいて、本音でご質問、ご意見を頂戴したいと思います。よろしく願いいたします。

【山本グループリーダー】 山本です。引き続き説明いたします。

まず第1回海洋産出試験の目的のおさらいをしておこうと思います。ご存じのように、2001年、平成13年に経済産業省から「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」が発表されまして、私どもの研究は、その開発計画を実施するということで、作業の委託を受けて作業しております。ですので、この開発計画に書かれていることを基本的にはなぞってやっていくわけです。この開発計画の中には、フェーズ2の研究期間の間に、2回

の海洋産出試験をやると提示されております。そのうち第1回を今回行ったわけです。

第1回の海洋産出試験の目的としては、メタンガスの生産挙動の確認、それから、坑井安定化技術の有効性評価を行うと記載されています。

平成22年10月に開催されました第18回のこの委員会におきまして、第1回メタンハイドレート海洋産出試験の3つの目的を設定しました。

目的1は、日本周辺海域の実資源フィールドの条件、地質、温度等における生産挙動の確認ということです。これが何を意味するかといいますと、既にその前にカナダに行きまして、陸上産出試験で減圧法においてある程度の有効性が確認されていた。カナダでできたけれども、日本の近海の海の条件でできるかどうかはわからない、条件が違います。では、日本の近海でできるのかどうか。

それから、それをベースにしまして、海洋坑井の生産性、減圧法における短期的なガスの生産量、そのときに、1から数週間のガスフローを実現すると申し上げました。本当のメタンハイドレートの分解は、どんどん生産量が増えていくということになりますので、数カ月とか、数年とかといったフローテストをすることが望ましいわけですがけれども、今回いろいろな技術的な制約、お金の制約、それから、そもそもどんな挙動を示すのかわからないので、装置がつかれないといったことがありましたので、まずは短期的なガス生産量を確認しましょうということでした。

それから、2番目の目的は、坑井安定化技術の確認、セメントによるゾーンアイソレーション等、及び海底の生産システムの実証ということでした。カナダはもちろん陸でやりましたので、海の特異な条件というのがあります。その1つが、海底面から200メートル、300メートルの浅いところにメタンハイドレートがあるという陸との大きな違いがあります。

そこで特に重要な問題とされるのは、カナダでも全く同じ問題があったわけですがけれども、坑井の安定化技術、つまり、海底面から水を引いてしまうようなことにならないかとか、井戸がつぶれてしまわないかといった問題です。ですので、それを実証しましょうということで、さまざまな工夫を凝らしました。それから、海洋におけるメタンハイドレートの分解挙動及び環境影響評価に情報、知見を与えるモニタリング技術の適用実証等ということです。

今後とも実際にフィールドを開発していく段階、あるいはさらに長期の試験を行う段階で、地下の中で何が起きているのかをちゃんとわかるようにする、そのための技術もこの

場を用いて開発していこうということになりました。

ということで、実際にやった作業内容はこのようなものです。まず、生産用の井戸とモニタリング用の井戸2本、もともとの計画では3本でしたけれども、実際には2本掘削しました。

我々が今回減圧法を行った理由は2つあります。1つは、減圧法以外の方法では、新たなエネルギーの投入、あるいは新たな物質の投入という新しいコスト増になるパラメータがあります。減圧するだけ、つまり、外部からエネルギーを投入しない方法でどれだけ生産できるのかというベースラインをきちんとわかること、それが第一の目的である。それで足りない分を補うために、コストをかけてもこれだけはもっととろうということの研究しようと考えているので、まずは減圧法を試すということです。

それからもう一つは、できるだけ単純な条件設定で、減圧だけをする。水の流れ、熱の流れ、一方向、井戸に向かう一次元的な方向だけを考えることによって、地下の中の、先ほど申しました流体の流れやすさ、熱の動きやすさといったことをきちんと評価できるためのデータをとろうという目的を挙げました。

ですので、私どもは、この井戸、生産井にポンプを設置して、二相をくみ上げることで、単純な減圧法を実現してデータをとろう。ただ、そのとれるデータをマキシマイズしようということで、お金はかかりましたけれども、モニタリング井を2つ掘りました。

その中で、2種類の温度センサーを設置しまして、温度のデータをとりました。それから、1つの井戸に関しましては、物理検層の検層機をおろせるように設定しまして、試験前後での物性の変化も見られるようにしています。それから、この図の中にはありませんけれども、海底には4成分地震探査の海底地震計、環境モニタリングのためのメタンセンサー、それから、地層変形のセンサーも設置しています。こういった準備を行い、このポンプを作動させて、メタンハイドレートの分解をさせようとしたわけです。

作業の経緯については、既に前回、4月の回に報告されていると思いますけれども、平成25年、今年1月27日にちきゅうが清水港を出港いたしました。試験海域で作業を開始したのが1月28日、生産井の作業に着手しましたのが2月17日、この前に準備作業をさまざまやりました。それから、生産井においてメタンハイドレート層の掘削を開始したのが2月24日、それから、3月3日にグラベルバック作業、出砂対策の装置を設置する作業を受けまして、最終的に坑内編成を降下し終わりました。坑内編成というのは、先ほど申しましたポンプといったものです。井戸の中におろす装置です。パッカーをセット

して、減圧ができるようになったのが3月12日の朝で、3月12日の午前5時40分ごろからガス生産実験に着手しました。

ガスと水が地下から上がってくるわけですが、水のライン、ガスのラインそれぞれでガス・水を分離して、計量して、ガスは放散し、火を焼却する。それから、水に関しては、適切な処理を行いまして、環境基準に適したものは海洋に放流しています。

3月12日以降の作業ですが、5時40分ごろからガス生産実験を開始しまして、ポンプの回転数を上げ、減圧を開始しています。それから、船上のガストレインのセパレーターの圧力が上がって、フレアラインへのフローを開始して、火がついたのが10時ぐらいでした。この前から水トレインから出ている微量のガスに関しては、焼却処分をしています。

それから6日間、ほぼ安定的なフローが継続して、3月18日の午前4時ごろ、ポンプの負荷が急に上昇しました。地表で捉えられた情報として最初に見られたのは、ポンプの負荷の情報でした。回転数を保つために必要な電力量が増加しますので、ポンプに発熱の可能性が生じて、ポンプ自体の安全装置が作動します。ポンプの回転数が減少して、坑底付近の圧力は、このとき保たれていた約4.5 MPaから10 MPa以上まで上昇しています。この後、ガス生産量は急激に減少していますが、まだガスは出ています。

その後15分ぐらいたってから、水トレインのサンドフィルターの砂が出てきますので、その砂をとめるためのフィルターがついていますが、このフィルターの一部に集まった出砂が確認されました。ポンプの回転数は正常な状態に復帰していきまされたけれども、水も一緒にたくさん出てきましたので、再度減圧することができない状態になりました。水とともに砂も継続的に産出され続けまして、サンドフィルターが閉塞しています。

船上の生産水タンクにも砂が混入しまして、バイパス処理を行って、生産水処理の装置に直接送付しました。その後、水処理装置周辺で可燃性ガスが検出されまして、ポンプ、BOP等でもう内部が砂で埋まった状態になってしまう可能性が出てきましたので、ポンプの運転自体は継続し続けました。

実際に砂はこんな形で、浜辺の砂の細かいみたいなもの、先ほどのフィルターの部分がこうやって詰まってしまうということで、ガス生産が正常に行われぬ。それから、早期のガス生産の再開はこのままでは困難であろうと。天候の悪化が見込まれましたので、予定を繰り上げて、6日間での生産実験を終了しました。

午前9時20分、ポンプの上部より砂を除去する作業を行いました。ポンプの下はもう

砂で埋まってしまうので諦めるしかなかったのですが、ポンプで水をくみ続けることによって、ポンプよりも上、例えば、BOPの中が砂だらけになってしまわないようにできるので、ポンプを運転し続けまして、徐々に地層の中のものを取り除き、海面から圧入した海水に置きかえていって、砂とガスを取り除いて、最終的に作業が終了したのが午後3時ごろです。

ということで、ガス生産実験が終了しまして、その後、先ほど申しましたように、1つのモニタリング井で前後の検層作業を行っていますので、検層作業を行いまして、各坑井の仮廃坑作業を行いました。それから、P井、生産井に関しましては、完全に廃坑としました。4月1日に清水港に戻りました。

それから、その後の作業ですが、4月17日から4月30日まで、ガス生産実験後の物理探査モニタリング、これは4成分地震探査のことです、こちらを実施しています。

それから、7月31日から8月14日まで再び現場に戻りまして、このときもちきゅうを用いましたけれども、残ったモニタリング坑井の廃坑作業を行っています。この際に、地層温度計のデータ収録装置も回収して、1年半分の温度のデータを取得しました。

それから、今回もともとのプログラムになかった作業ですけれども、P坑井、生産井周辺に新たに2つ井戸を掘りまして、そのときには、LWD2と申しまして、ドリルビットの上にセンサーがついたタイプのビットをおろしまして、生産後地層がどうなったのか、分解範囲や出砂したところはどこなのかというデータをとるための作業となりました。

8月24日から9月2日は、ガス生産実験後の物理探査モニタリングの2回目を行いました。

10月末、環境モニタリング装置の回収を行いまして、そのデータを解析しています。この10月末の環境モニタリング装置の回収をもちまして、第二渥美海丘の試験実施地点には、今現在何も残っていない状態です。完全に現状復帰された状態です。

どんなデータがとれたかですけれども、生産された水・ガスの生産レートは船上で計測したもの、それから、ガス・水のサンプルがあります。そのガス組成とか、炭素同位体比、水中の塩素濃度等を分析しています。

それから、生産井そのものの中で温度や圧力のデータがとれています。一部リアルタイムセンサーの断線などで、欠測があります。

それから、モニタリング坑井での温度データがあります。これはP井から20から30メートル離れていましたけれども、ここでの温度で、先ほど申しましたように、0.5度程

度の温度低下が確認されています。

それから、モニタリング坑井で、試験全部の検層を行いまして、中性子捕獲断面積などに、試験前後で変化を確認しております。

それから、先ほど申しました8月に掘りました追加坑井のデータ、こちらのLW2モデルとなります。

それから、4成分地震探査のデータと環境モニタリングのデータもとられていまして、これらは現在も解析を続けています。

ガス・水生産量ですけれども、この緑の線が、ポンプの吸引口における圧力を示しています。1,184メートル、実際生産しているところから約100メートル上に見られる層です。こちらの圧力を示しています。

それから、ガス生産量が赤線、水生産量が青線で示されています。水生産量の中には、もともと坑内にあった水の量も含めての水生産量ですが、ガスの生産量は、基本的に地層から出てきたガスの生産量です。初期に13.5MPaありました。こちらが圧力の軸で、こちらがガス及び水の生産レートの軸ですけれども、ガスの圧力を下げていく過程で、もともと13.5MPaあった圧力を徐々に下げていきまして、その日の夜には大体5MPaぐらいまで下がっています。その間にガスは徐々に始まっています。まだ圧力が8MPaぐらいまでしか下げていないところで、結構な量のガスが出るようになりました。

通常の石油の坑井の応答は、ドローダウンに対してほぼ線形の応答をします。つまり、比例関係になります。メタンハイドレートの場合は、まずメタンハイドレートの平衡圧力よりも低い圧力にしない限り分解が始まりません。ですので、少しだけ圧力を下げてもだめです。

さらに、圧力を下げて、その平衡圧力のときの、使える圧力差分の、実際の地層のもともとの圧力とメタンハイドレートの平衡圧力の差分と、そこの平衡温度の関係で、使える熱の量が決まります。圧力を下げていくと、使える熱も増えていくので、先ほどの水の流れの過程と熱の流れの過程の2つが非線形に反応します。ですので、少しだけ圧力を下げてもガスは出てきません。圧力を下げていくことによって、ガスはどんどん増えていくという状況になります。

我々も、もともとこの計画でこうやって圧力を下げる計画だったわけではなくて、途中の圧力の段階を2段階ぐらい踏んで下げていこうと思っていました。7MPaぐらいで1回とめようという作業を行いましたが、この段階で水の水生産量が急激に増え、ガスの生産

量が急激に増えました。そのため、結果的に我々は一旦この7MPaぐらいのところで圧力をとめるという作業が残念ながらできませんで、結局最終的に5MPaまで下がってしまったという状態になりました。

ポンプのコントロールの難しさの問題と、ガスと水の生産挙動が我々の予想と違った。同じ圧力のときでも、非常に不安定といいますか、予想と違う水の出方をしたということが主な原因です。

結果的に5MPaまで圧力が下がって、その状態が3日間半ほど継続しました。その間のガスの生産レートは、2万m³を少し超える程度が生産量が出ています。水の出産量は2000m³を少し下回る量の水が出ています。

先ほど藤田先生がおっしゃったとおり、メタンハイドレートで分解したときのガスと水の量の比は200対1です。実際に観測されたガスと水の量の比はそれよりも少し小さいガスの量になっています。

これは何を意味しているかというところ、ここで出てきている水は、メタンハイドレートの分解水だけではなく、もともと地層にあった地層の中の地下水も生産しているということです。

ただ、この地下水の出産量に関しましては、我々は今、シミュレーションをいろいろ繰り返して、この生産量を説明できるかどうかを評価していますけれども、我々がもともと想定していた、あるいはシミュレーションの結果として出ていた水の量よりも少ない量の水しか出てきていません。これは我々にとっては一番大きな課題であり、解決しなければならない課題です。技術的には、水の量が少ないほうが助かります。なので、これはいいデータですが、それが説明できないと、我々は今後ともこのようになるかどうかというのを証明できませんので、これをちゃんと説明するための物理的な仮定として何かあるのかというのを今研究しているところです。

この状態がしばらく続きまして、3月16日、このころさらに減圧を上げようと考えまして、徐々にポンプの回転数を上げています。そのため圧力が徐々に下がっています。ポンプの回転数につれて、水がもっと出てくるだろうと思っていましたが、水の出産量はあまり増えていかず、ガスの生産量は大体2万m³に張りついた状態でとまってしまいました。この状態が続いている間に出砂の現象が発生したことになります。

最後、この3月18日の午前4時過ぎ、ここで青線がきゅっと上がっているのは、まず水の出産量が急に増えるという現象が見られて、ポンプが全部の水を処理し切れなくなっ

て、圧力はすっと上がってしまっています。この後、さらに圧力を下げるための努力は続けていますけれども、圧力が10MPa程度でほぼ一定の状態になっていますけれども、その生産量はそれによってぐんと落ちてしまったという状態で、この時点で我々は試験の継続を諦めました。

本日お示しする具体的なデータはこれが全てですけれども、既に前回非公開の会では、各委員の先生方にまだ非公式の情報としてお見せしていますけれども、先ほどお見せしたようなさまざまなデータは分析が続いていて、解釈が終わったとは申しません、まだ継続して研究しなければいけませんけれども、少なくとも我々が直接担当している研究者レベルでは、地下で何が起きたかという現象について理解したと感じています。それをさらに定量化していくという過程はさらに続けていきますけれども、今後はそれらのデータをちゃんと公表し、このような場ではなくて、ちゃんとピアレビューされた論文として発表して、外部の評価、批判を受けつつ、正しい情報として、自信を持って外に発表できるようにしたいと考えています。

これは我々の認識です。委員の先生方、あるいはほかの方々から当然批判もあると考えていますけれども、最初の目的の1、日本周辺海域の実資源フィールドの条件における生産挙動が確認できたかどうか。我々は実際に減圧を達成いたしました。メタンハイドレートを分解させ、ガスを生産することもできました。

もう一つ可能性のある批判としては、このガスが本当にメタンハイドレートを分解させたものであるのかどうか、もともとそこにあったガスとか、溶存のガスではないかという批判もあり得ると思いますけれども、量の問題、まず、溶存ガスだけ、あるいはもともとそこにあると思われるフリーガスの量だけでは、今回生産した2万m³という数字は説明できない。それから、実際にモニタリング坑井で温度低下等が見られているということを考えまして、我々はメタンハイドレートを分解させた、これは確信を持っております。

それで、海洋坑井の生産性についてはどうか。今回約6日間にわたって、大気圧下の値で1日に約2万m³のガスを生産しています。このガスの量というのは、ほぼ定常的に生産することができました。

先ほど申しましたように、事前に実施したシミュレーションの比と比較しますと、ガスの生産量が多く、水の生産量は少ないという結果になっています。なぜこうなったのかということに関して、地層のパラメータそのものの問題、それから、地下の流動の物理の問題、2つの観点から取り組みを続けています。

今回把握した技術データを踏まえまして、問題は、今回は短期の情報しか得ていないというところですが。実際には今後分解フロントがだんだん広がって、生産量が増えていくはずだというシミュレーションの結果、それから、長期・安定的に本当に生産できるのかという技術課題、この2つをちゃんと検証するための取り組みをしていくことが必要です。

それから、目的の2、坑井安定化技術の確認です。坑井安定化技術の中で特に重要と思っていたのは、1つは、そもそもガスが出るかどうかは別にしても、ちゃんと減圧ができるかどうかです。

我々が最初に懸念していたのは、セメント等による地層隔離の問題です。どういうことかということ、メタンハイドレート層に大きな減圧をかけます。海底には高い圧力がかかっていたままです。ここに小さな水の流れでもあれば、海水をどんどん引き込んでしまうという現象が起き得ます。そのために、井戸は地層とメタンハイドレートの存在する層と海底の間をきっちりシールしなければいけない。この問題を我々は解決できたと思っています。実際に減圧されたということがそれを証明しています。

装置に関しましては、一部電源や計測計のケーブルから動作しない装置もありました。ヒーターとかリアルタイムセンサーが一時途中で切れてしまったといったことがありましたけれども、最低限減圧の実施に必要な機器は有効に動作しました。これもやはり長期的に本当に有効かという課題はまだ残っています。

一番大きな課題は、先ほどから出ている出砂の問題です。今回設置しましたグラベルパックという装置は、軟弱な地層における出砂対策として最も望ましいと、これはフェーズ1の間から検討を進めていますが、この方法は実施の初期の数字は極めて有効に作動しました。最初の6日間、我々は全く砂を見ていません。ところが、6日目、あるとき突然機能を喪失しています。ですので、6日間しか使えなかったとすることができるわけですので、長期の減圧に耐え得る技術の改善や開発も必要になります。

出砂がどこで起きたのかということに関しましては、地層温度計のデータ等からかなりの精度で特定されています。

それから、スクリーンが破壊されたという可能性は低いですので、流速の速さとか、堆積物の応力の変化等によりまして、グラベルサンドが徐々に動かされてしまって、砂が直接スクリーンに接触した状態になったと考えています。ただ、これに関しましてはまだ確定的な情報がないので、さらに分析を進めています。

それから、装置関係に関しましては、今回設置した装置は基本的に有効に動作しました

けれども、リスクが高いシステムだったということは言えるかと思います。坑内機器の編成があまりにも複雑で、オペレーション上のリスクが高く、今回運よくと言ったら無責任な話になりますけれども、最終的にはうまくいきましたけれども、かなり高いリスクを抱えていたということは、より簡素な設計が必要だという1つの反省材料です。

それから、坑井内におきまして、ガスと水の分離が想定内に行えないという問題がありました。先ほどお示ししたガスの生産量、水の実生産量は、水ライン、ガスライン合計の量になっていますけれども、実際にはガスがガスラインから、水は水ラインからきれいに出てほしかったのですが、一時期両方がまじってしまうということもありました。

今回の試験におきましては、これは試験の継続に関して決定的な問題にはなりませんでしたが、長期生産挙動を追いかけようと、長期的にちゃんと機能するシステムをつくろうとすると、大きな課題になり得ますので、これに関しましても継続的な検討が必要です。

それから、今回の試験は減圧法の適用が可能か否かを技術検証ということが書いてありますけれども、我々は生産コストを飛躍的に低減し、また生産量を増やすための技術開発も必要だと思っています。

インヒビターの圧入に関しまして、我々は例えば、昨年2012年、アラスカで実際にコノコ・フィリップスと一緒に試験をしています。熱を使う方法に関しましては、熱を持っていくうまい方法を我々はまだ見つけていません。地層の中に熱を送るうまい方法を見つけていないので、どういうテストをしたらいいのかまだわかりません。2002年のマリックで、我々はカナダで熱を送る方法を試して、実際にあまりうまくいかないという結果も得ています。そういう方法を今後ちゃんと研究して、検証した上で、海に適用できる、あるいは海の上で実証試験ができるのではないかとということも検討していくつもりです。

それから、モニタリング装置です。これはかなり成功とっていいと思っています。海底面と坑内に設置したモニタリング装置、特に坑内に設置したモニタリング装置に関しましては、かなり有効に動作したと思っています。先ほどちらっと見ていただきましたけれども、実際地層温度計のデータは、かなり小さな温度変化もきちんと捉えられています。地層の中の温度変化を捉えることで、どの地層が実際に分解しているかということを中心に特定することができました。

検層に関しましては、もう少し不確実な要因がありますけれども、これもメタンハイドレートの分解を捉えているとっていいデータがとられています。

4成分地震探査と環境モニタリング装置に関しましては、まだデータがとれたばかりで、装置自体も新しいものですので、これらに関しましては、まだ分析に時間がかかると思っています。

今後より長期の試験を行おうというところで、事前・事後も含めまして、環境への影響評価に取り組むことも必要だと考えています。

まとめですけれども、減圧法によるガス生産を確認することができました。それから、技術開発に必要なデータがとれた、というところが今回我々の一番の成果だと思っています。ですので、初期に設定されたメタンハイドレートの海洋産出試験の目的という観点では、おおむね達成できたと思っています。

ただ、我々が実際にこれで満足しているかという、もちろんそうではありません。例えば、出砂対策が一番の問題、キーポイントでしたけれども、我々はかなり十分調査し、研究し、設計したと思っていましたけれども、実際にはうまくいかなかった。

ただ、正直申しまして、自分たちの無知のレベルがどれくらい大きいかということ、我々は今回も思い知らされた。ここにいる皆さんもよくご存じの方が多いと思います、よく認識されている方が多いと思いますけれども、自然相手の研究であり、自分たちの無知のレベルをちゃんと認識していない限り、次には進めないということがよくわかりました。

今後、現在我々にとって一番わからないことは、長期・安定的なガス生産に必要な技術があるのか、それから、そもそも長期・安定的にガスを生産して、ガス生産挙動がどうなるのかというところです。これが言えない限り、経済性に関して、断定的なことを申し上げることはできないので、我々がまずしなければいけないのは、長期・安定的にガスを生産できる条件をつくってやろうと。それを適用することによって、ガス生産の長期的な挙動をきちんと捉えようと思っています。

その中にはもちろん出砂対策の装置等もありますけれども、それだけではありません。それから、シミュレーションの問題、先ほど課長のご質問にありました。非常に素朴なご質問ですけれども、それは多くの方が抱いている質問だと思います。要するに、我々は知っているはずでしょう、何が起こるかわかっているからやっているんだよねと言われるわけです。しかし、残念ながら我々にはまだわからないことがたくさんあります。それに予算を出していただいているという立場では、責任を非常に重く感じているわけですけれども、我々がまず自分たちの無知のレベルをきちんと知った上で、それを解決する方法を一步一步進めていって、それに大きなお金を使っていいかどうかというご判断をお願いした

いと思います。

さらに今度商業化、実際に我々がガスを受益者側に売ることができるかどうかというところになりますと、生産コストを飛躍的に下げる技術開発も必要になります。それから、環境への影響ということもちゃんと理解されないと、自分たちも理解しないと、また外部の方々にも理解していただかないと、実際の商業化には結びつかないということで、こういった3つの課題がまだありますので、今後集中的に対応していきたいと思っています。

私からは以上です。

【佐藤座長】 ただいまのご説明に関しまして、何かご意見、ご質問がありましたら、頂戴したい。お願いいたします。

【藤田委員】 確認の質問をさせていただきたいのですが、データのところで、初期のメタンハイドレート層の圧力が13.5MPaからずっと落として、7MPaも超えて、5MPaまで減圧したということで、その落としたところで、下からのガスが、非常に調子よく出て、その後は安定しているとおっしゃいました。つまり、5MPaとは坑井テストというドローダウンが63%というわけです。

お示しいただいた生産挙動データは、これはだれが見ても非常に安定して、低圧力効果のところでも出ているというのがよくわかるわけです。あと終わりのほうで、出砂が起こったということもよくわかりました。大変貴重なデータを得たと私は認識します。

そこで私が確認したい質問は、水のレートが出てきまして、ちょうど7MPa、ドローダウンが48%ぐらいなんですけど、そののところに来たら、水が急にトップになって、すっとんと落ちこちて、あと安定したような形の低いレートの水になっていますが、これは何がしかの影響があるのかどうかという質問です。

それから、終わりのほうで出砂が起こったとご説明がありました。その前は、砂は一切検知していなかったと理解するのですが、起こった後は、赤いガスレート、ポンプの圧力が非常に安定して、バランスしているんですけど、この辺に対してのオブザベーション、当事者から何か聞かせていただければと思います。

【山本グループリーダー】 どうもありがとうございます。

まず1つ先に確認ですが、ここで示されている緑の線の圧力というのは、ポンプのインテークの圧力ですので、実際の坑底の圧力は、これプラス、約100MPa分の流体の圧力、流体の持っている重さの重量分を引いたものになります。ですので、実際の圧力はこれより少し高い。約500kPaほど高い圧力が地下ではございます。

初期の圧力13.5MPaというのは井戸の中の圧力で、地球は平均の高さが30メートルぐらいありますので、それだけで300kPa圧力が足されてしまいますので、その分を考えなければいけません。それは数字の細かいことです。

ここで、水が最初にたくさん出てきました。これが我々にとっては1つ問題だったのですが、この水量に合わせてポンプを調整していくと、結構高い回転数を与えなければいけなくて、それがクッと下がってしまって、減圧はどんどん進んでしまったということで、先ほどの7MPaを維持できず、オーバーシュートしてしまったという原因です。この段階で既に坑井の中にあつた水はほとんど排除されていますので、最初のうちは地層にあり、結構たくさん吸っているのですが、途中から地層から水が出てこなくなったという現象があつたようです。

1つ考えられる可能性としては、これは可能性ですけれども、この前に行ったグラベルパックの作業中、それから、作業の後にかかなりの量の水が溢水しています。その中で逃げています。地層の井戸の周辺に水が比較的たくさんある領域ができていたのではないかと我々は1つ考えています。

それから、そのときフラクチャーをつくつたという可能性もありまして、減圧が進んでいくことによって、フラクチャーが閉じて、水の流動経路が閉じたという可能性もあると思っています。ただ、これはまだスペキュレーションで、証明できる事実ではありません。

それから、出砂の後ですけれども、我々はこの段階ではもうちょっと頑張れるかもしれないとポンプを一生懸命回していたわけです。ポンプを回して、もともとの圧力まで戻ってしまうわけではなくて、実際にはこのとき400m³/日ぐらいの水を出している状況ですけれども、何とかこの辺の圧力で維持できる状態は続いていました。

そのときに出ていたガスというのは、これぐらいの量のガスですが、このガスはほとんどガストレインのほうではなくて、水トレイン、水ラインのほうから出ていたガスです。つまり、水の中に溶けていた分のガスです。ですので、水をたくさん出して行って、その水にガスが含まれているので、ガスが生産されているという状態がしばらく続いて、最終的には諦めて、抑圧作業に移つたということになりました。

【藤田委員】 私が先ほど指摘したのが、3月16日のちょっと入つたぐらいのところから、圧力とガス生産レートが両方ともいたく安定して、その時点から砂が顔を出したと聞き及んだんですけれども、そうじゃないのですか。

【山本グループリーダー】 そうではないです。実際に砂が出てきたのは、本当にこの

瞬間です。

【藤田委員】 そうすると、現象が非常に安定してきた、ガス量と圧力というものが、それは別に何のオブザベーションもない。

【山本グループリーダー】 はい。もう一つ、これはスペキュレーションかもしれませんが、ここより前は、実はガスラインからたくさん水が出ていて、スラグフローのようになっている状態です。これはサーフェスでの計量であって、地下で分解したメタンハイドレートの量ではないので、この前の段階では、坑内の水の流れの影響によって、ガスの生産量がかなりふらついているということがあると思います。この辺にスパイクするようところが立ちますよね。この辺は実はサーフェスで、船を旋回させるためにラインのつなぎかえをしていて、サーフェスでの作業に応答して、こういうガスの変動、圧力の変動が起きているということもありますので、これは先ほど自然現象と申しましたが、自然現象以外のファクターというのがここに入ってきています。

【藤田委員】 どうも大変ありがとうございました。

【佐藤座長】 ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

【松永委員】 それで、先ほどの下のほう、ダウンホールでのガス分離の辺がちょっと長期のオペレーションで問題になると話したときに、ガス量のほうを、できれば水ラインとガスラインで分けた形の表示はできますが、そのところはやっておいたほうがいいかなという気はしました。

【山本グループリーダー】 圧力側の軸は消えていますけれども、ガスの生産量と水の水生産量それぞれが、ガストレインからどう出たか、水トレインからどう出たかということです。ガスの生産量に関しましては、最初水がたくさん出ているときは、ガスは大部分水トレインのほうから出ているということがあります。その後、ガスはほぼずっとガストレインのほうから出ていますのは、減圧をさらに高めようとして、ポンプの回転数を上げてから、また水トレインのほうにガスが入り込むようになる。その後、ガス・水分離の問題が起きています。

水に関しましては、もっと劇的な、予想との違いがあって、青線が水トレインからの水、オレンジ線がガストレインから水ですけれども、実は初期の段階では、大部分の水はガストレインのほうから、ガスリフトみたいな形でガスに押し上げられて地表に上がってきました。ポンプは減圧を保つために必死に働いていますけれども、ほとんど水は動かしていないで、ほとんどの水はガストレインのほうに入っているという状態があって、3月16

日以降、今度ガストレインのほうから水トレインのほうにだんだん流れが変わって行って、その後は水トレインからのガス生産量が徐々に落ちていっています。

こういうことを見ますと、坑内でのガス・水分離はうまく働いていないところがあって、ガストレインのほうに両方行ってしまう時間帯と水トレインのほうに両方行ってしまう時間帯があって、特にこちらの現象は、ある意味興味深いところで、ポンプをとめてしまったままメタンハイドレートを生産し続けられたかもしれないぐらいですが、それは実際試してはいないのでわかりませんが、この辺の流動の状態をちゃんと押さえないで、今回何もなかったため、ガスと水を混ぜてしまったら、それを上げるとまたメタンハイドレートができてしまうというリスクが高くなります。今回は起きなかったのでラッキーでしたが、そのリスクを我々は発見しましたので、それをちゃんと解決していかなければいけません。

【佐藤座長】 ほかにいかがでしょうか。お願いいたします。

【小野崎委員】 小野崎です。山本さんは、非常に研究者として謙虚にご説明して下さい、内容が非常によくわかりました。その中で特に今回問題になっているのが、水とガスとの分離がなかなか難しい、逆に言うと水とガスとの分離がどのように行われているかという現象の把握がどこまでできているのかな、とちょっと感じたところです。

私自身の経験からいくと、石油精製や石炭液化のプロセスでは、100kg/cm²、200kg/cm²の高圧条件の世界で、水とガスの分離、広く言えば、水だけではなくて、油の場合もそうですけれども、常圧時とは異なり、気泡が小さくなり全く違う挙動を示すということとはよく知られていることで、その辺がなかなかまだシミュレーションの中では反映されていないのかなという感じがしています。

ですから、今回の高圧系でも石油精製や石炭液化の知見をうまく入れ込むことが設計をする上ではぜひ必要になってくるのではないのでしょうか。これは単にデータを解析するというよりも、将来的にはエンジニアリングを行う、どういうふうに物を設計するかというときに必要になってきます。その辺の現象の把握の努力はされているとは思いますが、同時にそれをいかに使って設計していくかという面でもぜひ考えていただきたいと思っています。コメントです。

【山本グループリーダー】 1点だけ解説いたしますと、ガス・水分離は、どちらからガスと水が一緒に上がってきますけれども、ここがポンプのインテークでU字になっていますけれども、一旦上がってきた水とガスは、ここの入り口のところで、ガスは浮力で

上がっていき、水はポンプに引き込まれて、流れの向きを変えています。それから、ポンプの中には、遠心式のガスセパレーターが入っていました。

このシステムは、2008年、第一冬のマリックでつくったものとよく似たシステムで、2008年だとこの問題は全くなかったんですが、同じような圧力温度条件だったんですが、やはり一括分離がうまくいかなかったと。これはガス量、水量ともマリックの10倍ぐらいになっていますので、それを考えると、これだけのガスはさばけなかったんだろうと思います。

今後我々は研究を続けていくつもりですけれども、そのときに使えるデータとしましては、パイプに沿わせて、DTS温度計のデータがあります。今度温度計のデータを最大限に利用しまして、中の坑内、管内の流動様式等について研究していくつもりです。

【佐藤座長】 ほかにいかがでしょうか。よろしいですか。では、お願いいたします。

【東委員】 いただいた資料の中で10ページにありますけれども、主な課題ということで、僕もちょっと気にしているんですけれども、理学的に見たときに、水の挙動というのは非常に不可思議なところがまだ少しあります。ここにもご指摘がありますが、正確な理解が必要だということで、今後どのような方向でこういうことを検討されるのかということだけ、指針だけお教えいただければありがたいと思います。

【山本グループリーダー】 そうですね。それは東先生とも相談させていただいて、よく考えたいと思いますけれども、2つに分類できると思います。

1つは、地層のパラメータそのもので、我々はこうだと思っているそのパラメータが正しいのかどうかということが1つです。浸透率が一番大きなパラメータですけれども、それに関しても、我々が持っている情報が正しいのかどうかを確認していくということが必要になってくると思います。

それからもう一つは、ガスと水のポーラスメディアの中の流動様式の問題、二相流の流動様式の問題を完全に把握し切っているのかどうかということにもともと疑問を持っています。

今回起きた現象というのは、マリックで2008年に起きた現象と非常によく似ていて、あのときも水が少なく、ガスが多い、それをうまく説明するということが、物理的に完全に説明することがなかなかできていないところがありますので、同じ問題が再び起きたんだなと思っています。

どうすればいいのかというのは、もちろん実験はしなければいけないし、出てデータの

分析も必要だし、それをシミュレーションと比較していくという基本的な流れは変わらないと思いますが、劇的にこういうことをやればいいんだというアイデアが今のところないので、意見、コメント等がございましたら、ぜひお寄せいただきたいと思います。

【佐藤座長】 今の件、いかがでしょうか。お答えの中で2つ、パラメータのことで、そもそも考え方がどうなのかということでいうと、前回の非公開のところで申しましたけれども、今ヒストリーマッチをやられている作業、かなりのことをやられていて、それでも合わせるのはかなり難しいというご報告を受けたりすると、2番目のそもそもというところを本気で疑い始めて、多分そこを何とかしなければいけないんじゃないかと思います。

例えば、ゴルフをやっていて、アドレスで左を向いていて、なかなかフェアウエーに乗らないから、必死でスイングを変えて、フェアウエーに乗るようになりましたと。そのときはもうスライスのデータになっています、次のホールに行ってまた同じことをやると、今度はたまたまアドレスが真っすぐ向いていたら、スライスでOBでというのが本番になるということはあるわけで、もしかしたら、今アドレスが間違っているかもしれないということですね。やっているのは、データをスイングで矯正しようとしているのかもしれないので、それはとても危険なことなので、データに関しても、もちろんバックとなっているのが何か、このデータが間違っているはずがないという見方もできるでしょうし、作業としてはちょっと大変になるかと思いますがけれども、2番目の考え方をちょっと真剣にやられたほうがいいかなと思います。

ほかには何かございますでしょうか。

【東委員】 根本的なところを見直す場合に我々もよくやるんですけども、やはりサードパーティーではないですけども、第三者の意見を少し聞いてみるということは必要になるかと思います。今まで直接このプロジェクトに参加している方以外に、それを少し客観的に見る人を加えて、もう一度その点について検討されたら、意外に展開があるのかなと思いますので、その辺ちょっとご検討いただければありがたいなと思います。

【浜田委員】 東京ガスの浜田です。ガスの利用側という立場で申しますと、質問なんですけれども、公開の場ということがありまして、確認ですね。出てきたガスの組成という意味でいうと、溶存していた何かが出てくるとか、そういう特徴的な何かがあったのか。それとも今までコアサンプリングしたものから得られる、メタンと同じような組成だったのか、ちょっと確認させてください。

【山本グループリーダー】 残念ながら、とったサンプルの一部が空気でコンタミネー

ションしてしまったので、出てきたデータを見ると、酸素や窒素が入っていたりしますけれども、炭化水素に関しては、ほぼ100%メタンです。メタン以外のものは全く出ていません。メタンに関しましては、動態分析の結果から、生物起源のメタンであるということがまず確実に言えるというものです。ですので、コンタミの部分を除けば、まずメタンとお考えいただいてもいいと思います。

それから、先ほどの東委員のサードパーティーに関しましては、我々も真剣に考えていまして、今回の解析作業に関しましては、ワーキンググループというものを組織しまして、その中では、MH21以外の研究者の方にもアドバイザーとして入っていただくということをしていますけれども、今後情報を公開していったら、その輪を広げていくことは必要だろうと思います。

【佐藤座長】 何かございますでしょうか。よろしいでしょうか。それではどうもありがとうございました。

本日のご説明で、環境影響モニタリングに関するデータが未精査とのことではありましたが、事務局並びにMH21において、本日の議論を踏まえ、次回検討会ではそのあたりに関する報告もできるよう、取りまとめをよろしくお願いいたしますということで、本日ご報告いただきました第1回海洋産出試験の結果報告については、ご承認いただいたということにさせていただきたいと思います。ありがとうございました。

それでは、議題の3番目、今後の方向性の案について、事務局からご説明をお願いいたします。

【事務局（上條）】 ありがとうございます。

お手元の資料6をお開きいただきたいと思います。1枚おめくりいただきまして、これは皆様、既に読んでいることかと思いますが、再度確認と思ひまして、説明をさせていただきたいと思います。

冒頭、南からも話がありましたけれども、今年4月に新たな海洋基本計画が閣議決定されております。ただいまご審議いただきました砂層型のメタンハイドレートにつきましても、これまでの目標を堅持しつつ、商業化プロジェクトに向けた目標が初めて設定されております。さらに、表層型のメタンハイドレートにつきましても、資源量調査の目標がこの海洋基本計画の中で定められてございます。

その下にそれぞれの目標の記述を簡単にご紹介させていただいております。この海洋基本計画の中では、砂層型のメタンハイドレートにつきましても、日本周辺海域に相当量の

賦存が期待されるメタンハイドレートを将来のエネルギー資源として利用可能とするため、海洋産出試験の結果等を踏まえ、平成30年度を目途に商業化の実現に向けた技術の整備を行う。ここまでは、従来も同じ目標でございます。その際、平成30年代後半に民間企業が主導する商業化のためのプロジェクトが開始されるよう、国際情勢をにらみつつ、技術開発を進めるという記載になってございます。

さらに、今まで期待されていませんでしたが、表層型のメタンハイドレートについては、日本海側を中心に存在が確認された表層型のメタンハイドレートの資源量を把握するため、平成25年度以降、3年程度で必要となる広域的な分布調査等に取り組むという記述になってございます。

これらを受けまして、現在資源エネルギー庁の中で、総合資源エネルギー調査会資源燃料分科会という場におきまして、この海洋基本計画に基づいて決められております海洋エネルギー鉱物資源開発計画というのがございますが、この見直しを実施しているところでございまして、この中でメタンハイドレートにつきましても、新たな工程表を記載しているところでございます。

それにつきましては、次の2ページに工程表を抜粋してございます。先週までパブリックコメントがあったところでございますけれども、この工程表につきましては、上の段は、先ほど申しましたとおりでございますが、今ご報告のありました第1回海洋産出試験の結果を受けまして、今後、試験結果の分析と技術課題の克服をやっていかなければならない。また、陸上での中長期の産出試験の実証も、平成27年度までの間にさまざまな課題とともに解決していく。

それらを踏まえた上で、平成27年度末ごろに方向性の確認・見直しを行った上で、将来の商業化の実現に向けた技術の整備を行い、さらに平成30年代後半には、民間が主導する商業化プロジェクトが開始されるような技術開発を進めていくという工程表にしているところでございます。

これらの詳細につきましては、次の3ページ、4ページに海洋エネルギー鉱物資源開発計画の本文の抜粋を載せさせていただいております。主に、平成27年度までの3年間にやるべきことをここに記載してございます。

①のa) としましては、技術課題の集中的対応段階ということで、イ)、ロ)、ハ)、ニ)、ホ) まででございます、これらの課題がある。

1つは、イ) としまして、海洋産出試験結果の分析と技術課題の克服ということで、海

洋産出試験の結果を踏まえて、先ほどもございました出砂の問題とか、長期・安定生産を行う上での障害となる課題を克服する技術開発、また生産量をさらに増大させるための減圧法の改良、またその他生産技術との組み合わせを含めて、この技術開発を進めていくというのが1つでございます。

もう一つは、生産コスト低減に貢献する技術開発としまして、先ほどのお話もございましたけれども、今回の試験では、坑井の中にポンプを設置するというやり方で行いましたけれども、将来生産コストを下げるに当たり、どういう方法がいいのか、また連続生産を効率的に実施する坑井設計、生産設備の簡素化、生産したガスの処理、輸送方法を含めた生産システムの検討も行っていかなければならない。

また、ハ) としまして、陸上における中長期の産出試験の実施ということで、これも現在、平成27年度までの間に陸上の産出試験を計画してございますが、さらに中長期で実施できるように検討していくということでございます。

それと今後こうした技術課題等を克服して、次の試験を行うためにはどうしたらいいのか、またそれをするための準備もやっていかなければならないと認識しているところでございます。

また、先ほども第三者のご意見もというお話もございましたけれども、ホ) としまして、民間企業間における技術に関する知見の共有ということで、このことは非常に重要だと認識しております。石油開発企業のみならず、さまざまな分野での先端技術を有している民間企業の皆様の参画、もしくは知見を有するということが非常に重要と思っておりますので、それらにどう入っていただくことができるのかということを検討、また実行していかなければならないと認識しております。それらを踏まえまして、平成27年ごろに方向性を見直しを行うという大まかな方向性を示させていただいております。

加えて、表層型のメタンハイドレートにつきましては、時間もございませんので、読み上げませんが、記載されているとおりでございます。調査を行って、有望なところで可能性がある部分に関しましては、サンプリング調査等も検討していきたいと考えているところでございます。

最後の5ページを見ていただきます。第1回海洋産出試験を踏まえまして、今後3年間で技術課題の集中的な対応が重要となります。特に平成27年度まで、こうした大きな方向性を踏まえて、具体的にどう取り組んでいくのかというアクションプランについては、次回検討会までに検討して、お示ししていきたいと考えているところでございます。

また、平成27年度末にこれら技術課題の進捗状況を検証し、砂層型、表層型を含めて、方向性の確認、見直しを実施してまいります。その結果を踏まえて、平成28年度以降の具体的な目標、スケジュール等を決定していきたいと考えているところでございまして、次回にアクションプランをお示ししたいと考えているところでございますが、今の方向性、また開発計画に記載されている文章を踏まえて、皆様からさまざまなご指摘、ご意見を頂戴して、より実行可能性の高いアクションプランをつくり上げていきたいと考えているところでございますので、どうかよろしくお願ひしたいと思います。

私からは以上でございます。

【佐藤座長】 ありがとうございます。

事務局としては、特に資料3ページから4ページにかけてのそれぞれの項目についてご意見をいただきたいという要望があるようです。今、急に見られて大変ですが、何かございましたらどうぞ。

【藤田委員】 ここで今ご説明いただいて、非常に重要な局面が、書いております。これはインナージャパンで地道にやるべきなのかもしれないけれども、やっぱりこの問題は国際的に、ガス開発にせよ、メタンハイドレートにせよ、ガス開発の経験豊富な米国と共同で物事を進めるという話を、平成25年7月に日米間で声明を發したというニュースがございます。

私どもは世界に先駆けて、非常に問題の多い海の上で、あえてやっており、世界の注目を集めました。最初の実験からわかったことは、メタンハイドレートの生産テストは数カ月以上というオーダーの長期テストが必要であるように思えます。しかも出砂がなく、できれば高レートでということならば、海で生産テストをやる人はいないので、陸上でやるべきでしょう。アラスカを考えていると思うのですがけれども、ぜひこれを国際的な関係国アメリカ、あるいはメタンハイドレートに関しては早々のときから非常にやられていたので、ロシアとも共同研究を思考すれば如何でしょう。

昨今はアメリカとのこういう話が進んでいると思いますが、次のステップの3年というのはそういう共同研究でいけるのではないのかと私は思います。今、話が進んでいる進捗状況はいかがかというのをこの場でお話しできますか。

【南課長】 ありがとうございます。

合同でやろうという話を米国エネルギー省とやっていますが、アメリカ全体の感じを申し上げますと、シェールガスが出てきまして、企業のメタンハイドレートへの関心が少し下

がっているようにも見えます。10年単位の時間を要するメタンハイドレートを進めるのであれば、少しでもシェールガスを効率よく取り出す方法を考えようということかと思えます。したがって、5年前と比べてどうかというと、海外の関心は下がっているのではないということかと思えます。ただ、米国政府はもう少し長い目でメタンハイドレートを考えているようですので、米国政府と日本政府で一緒にやろうということになっています。

ただ、米国政府はメタンハイドレートにかけられる予算というのはかなり限られているようです。日本の場合、今非常に重要プロジェクトということで、それなりの予算がついているわけですが、我々も少しアメリカ政府などを引っ張っていくつもりでやっていきたいと思っています。ロシアとはあまり話したことがないのですが、少し情報交換などをしてみたいと思います。

【藤田委員】 課長、どうもありがとうございます。

ぜひアメリカとの話をとありますが、アメリカは150年の石油・ガス開発の歴史があり、今の米国のシェール開発ブームを見てもそうですが、知見はものすごくお持ちということなので、この形が次のステップかなと思うのです。

今日見させてもらったこのスケジュールで、平成30年には企業が商業化を実現できると思いがちですが、今の段階では、着実に地道に長期生産テストの実行に向かうことで、先が見えるのか見えないのかということだと思うのです。

要するに、一般の方には、この計画表を見ると、もう既にメタンハイドレートは資源として物になりそうだと思いますので、いかなものかなと。そろそろ商業化を目指した計画が具体化していきますので、あまりエンドがはっきりした計画書は一般の誤解を呼ばないように配慮すべきと感じました。

【南課長】 そうですね。私たちも基本的には、先生がおっしゃるように、あまりお尻を切っても仕方がないと思っています。しかし、何もないというのも難しい部分があり、平成30年代後半ということで、一応はめているんですね。

ただ、スケジュール driven で進めるということはよくないと思っていますので、最終的に企業が商業化するということになると、多分いろいろなことがわからないと、実際のプロジェクトを始めるわけにはいかないの、佐藤座長もおっしゃいましたけれども、いろいろなことを疑いながらいかなければいけないのかなと思っています。こうじゃないかという仮説で進むのは、そういうときも必要だとは思いますが、しっかり基本を固

めていくことなんだろうと思います。

【藤田委員】 どうもありがとうございます。

【佐藤座長】 今のご議論で、私もちょっと意見を言いたいんですが、2つあって、1つは、アメリカがシェールガスがいいということで、ご説明ではちょっと引き気味だということでした。ほかの国が引いていて、日本だけそれを続けているというのは、幾つかやられているみたいですがけれども、メタンハイドレートがそれに値する対象であるということとちゃんと確認してやっているのかなというところは常に発信しなければいけないことだと思います。

事務局には私は何回か要望を伝えていますけれども、今ここの検討会でやっていることというのは、産出試験もありましたので、今、平均レートが2万 m^3 というベースが一応あって、それをどうやったら増やしていけるかというような、どちらかという積み上げの、考え方という、演繹的に何かをやっているようにとされていて、それはそれで一つの真っ当なやり方だと思います。

だけれども、一方で結局どこまでそれをやり続けると、このメタンハイドレートがエネルギーとして我々が使えるレベルになるのかということとを事前に押さえておかないと、例えば、出口を30年という年月で切るのではなく、それも一つのやり方であるかもしれませんが、海洋のメタンハイドレートを産出するには、コスト的にはこうだし、エネルギー収支的に見ても、これぐらいのレートが出なければいけないというのは、検討されているMH21の方々はもちろん思っているんじゃないかなと思います。

これまでこういう検討会でその数字を出してこられなかったのは、数字がひとり歩きをするのが怖いからというのをよく聞きます。だけれども、今はもう産出試験をやって、試ガスの映像が出て、映像がひとり歩きをしていたり、見出しとして、日本が海洋メタンハイドレート開発成功までは言っていないでしょうか、ある見出しがありますよね。見出しがひとり歩きをしていたりして、先ほど藤田先生もおっしゃいましたように、メタンハイドレートはもう開発できるんだと信じ込んでいるという方もいらっしゃると思います。

今日の資料の表現とかでも、例えば、計算値よりガスが多く出たということをおられて、それを見た方は、予想よりも出るらしいと言われるかもしれない。だけれども、本当はもっと長く出るという予想をしていたけれども、6日でとまっているというところは、情報としては切れてしまうわけです。

今、見出し的な、映像的なひとり歩きをしているのは、大変怖いことだと思いますので、

この検討会ではもちろんそういう演繹的なやり方もやっているし、帰納的に、このレベルが達成できないのであれば、メタンハイドレートを開発対象として見てはいけないんだという数字もあわせて我々は検討しているということを示していかないと、情報発信していかないとまずいのかなと思います。私の意見としては、今後の方向性を考えて、次回検討会で出されるときには、そのあたりの検討を含めるということ強くお願いしたいと思います。

どうぞ。

【佐伯サブプロジェクトリーダー】 JOGMECの佐伯でございます。佐藤先生のご意見、ありがとうございます。

先ほど佐藤先生のご指摘があった数字のひとり歩きが怖いとかというのは、多分私から流れて出てきた話だとは思いますが、実際に経済性の検討等については、既に経済産業省もご指導いただきまして、ちょうどフェーズ1の取りまとめの時期に、2008年ときも一旦行いましたし、今も既にいろいろなところで行ってはいるんですが、まだまとまった形でいろいろとご報告させていただく機会がなかったというのが実情になりますので、また何かの機会にこういった場で、現状の仮定でこういったことが考えられるとかという話をぜひ我々としてもさせていただければと思っています。

ただ、その場合にも、佐藤先生がおっしゃったように、例えば、今回ちょっと予想よりも出たというのが、例えば、それがちょっと一方的にとられてしまうと、誤解を招くことになると思いますので、そのあたりの表現についても気をつけながら、ぜひ議論をさせていただければと思っていますので、ぜひよろしくお願いたします。

【佐藤座長】 ほかに今後の方向性ということでございましたら、ご意見をお伺いしたいと思います。よろしいでしょうか。

【松永委員】 今日の説明で、データの変容がわりあいよくとれているという話でしたが、この辺とのマッチングもということなんですけれども、先ほどからありました地層の変形とか、その辺を含めて、確かに坑井の中のデータは、最後のころから相当欠測したりしているんですけれども、わりあいちゃんととれたもののデータのマッチングの辺、相当努力されているのはよくわかるんですけれども、最終的に生産すべきの話としては、やはり坑井、井戸元よりか、どう外のほうに広がっているかという辺のシミュレーションのマッチングというのが非常に重要になると思います。しかし、今のところはほとんど何もデータとの対比が本当にいつているかというのと、うまくいつているかどうかはわからな

い。その辺について、将来的にどういうものが本当に重要になるかと、少し生産のほうに合わせた形で議論していったほうがいいんじゃないかと思います。

【長尾グループリーダー】 シミュレーションを担当している生産手法開発グループの長尾です。松永委員からご指摘のあった点ですが、先ほど山本グループリーダーからご説明させていただいた生産挙動のグラフにおいて、MT 1 井にて6日後に温度が低下した層と、シミュレーションにて温度低下した層、およびそれぞれの温度低下の量が、おおむね一致するような結果が得られています。つまり、シミュレーションによる分解挙動評価と、モニタリング井で得られたデータの対比については、おおむね一致するような結果が得られつつあるというのが現状です。

【松永委員】 その辺で、坑井のポイントとしてではなくて、今度はそれ以外のところの、貯留層としての最終的には広がりとか、その辺に今度はきいてくるのでという、そのときに、今度はどういうデータが必要になるかとか、地層の変形とかその辺はどの程度出るかとか、今度はそういう話も絡んできますということです。

【佐伯サブプロジェクトリーダー】 全般的なところまでお話しできるかどうかは断言できませんが、例えば、1例としては、先ほど山本からも、4Cの地震探査をやったという話はしておりましたけれども、そのデータはまだ解析中ですが、これからいろいろな細かい違いとかが見えてくる可能性もありますし、そういった実際の井戸のデータだけではなくて、地震探査のデータとか、場合によっては、この後、もう一回地震探査をやり直して、あと前後の比較を見るとかという手もあるかもしれませんし、そういった多元的な方向性で、できる限りのいろいろな変化を捉えていきたいとは思っております。

ただ、まだこの場で結果までお知らせできる段階ではありませんので、それについては、またいろいろな結果が出てきたところをご紹介させていただきたいと思っております。

【佐藤座長】 ありがとうございます。

ほかはいかがでしょうか。よろしいでしょうか。今日は頭出しで、次回検討会で具体的なアクションプランの案を提示していただけるそうです。ですから、まだ次回何かご意見がございましたら、頂戴できるということです。今日のところはよろしいでしょうか。それでは、どうもありがとうございました。

それでは、議題(4)、議事は以上ですけれども、その他につきまして、事務局から何かございましたら、お願いいたします。

【事務局(上條)】 本日はありがとうございました。先ほど来、皆様からいただいたご

意見を踏まえまして、次回のこの会、第27回でさまざまな検討をさせていただきたいと考えております。時期につきましては、また日程は調整させていただきますけれども、3月末をめどに開催したいと考えているところでございます。よろしくお願いいたします。

【南課長】 佐藤座長からもありましたけれども、実際に実験の熟度というんですか、今の状況と世の中のプリパーセクションとあんまり差があり過ぎるというのも、よくないと思っております。世の中で期待している方々が非常に多いので、我々の情報発信自体はかなりニュートラルにやっているのですが、どうしても前に前という形はあると思いますので、我々もできるだけ気をつけてやっていきたいと思っております。

我々もJOGMEC、産業技術総合研究所でやっていただいていることは、非常に感謝しています。非常に大変な話だと思うのです。だから、我々も別に批判しようと思っているわけではないのですが、これからの進め方については、いろいろな知恵を出し合いながらやっていくことが必要だと思っております。それほど大きなコミュニティーではないと思いますが、みんなでいろいろ知恵を出し合って進めていきたいと思っておりますので、引き続きJOGMECや産業技術総合研究所に大きな期待を寄せているということは、この場で申し上げたいと思っております。

【佐藤座長】 どうもありがとうございました。

それでは、本日はこれにて閉会したいと思います。長時間、どうもありがとうございました。

— 了 —