

メタンハイドレート：第1回海洋産出試験

何を調べようとしたのか？
どうやって作業したのか？
何が起きて何がわかったか？
これからしなければならないことは？

MH21フィールド開発技術G：山本晃司（JOGMEC）
MH21資源量評価G：藤井哲哉（JOGMEC）
MH21生産手法開発G：長尾二郎（産総研）
MH21環境チーム：中塚善博（JOGMEC）

今日の話

- 0:00-0:20 (elapsed time): プログラム全体の紹介
(事前調査からP井掘削まで) - 山本
- 0:20-0:50: 貯留層の評価(検層、コア、生産挙動
の予想) - 藤井・長尾
- 0:50-1:20: 坑内機器降下からガス生産実験 - 山
本
- 1:20-1:50: 試験後のデータ解析と環境影響、そし
て次に目指すもの - 山本・中塚
- 1:50-2:20: 小パネルディスカッションと質疑・応
答: 何がわかったか・何が今後の課題か(全員)

第1回海洋産出試験

プログラム全体の紹介(事前調査から 生産井掘削まで)

- 海洋産出試験の目的は何か、なぜ試験を行わなければならなかったのか

なんのために海洋産出試験？

- 通常の(在来型)石油・天然ガスの場合
 - 地下で流体(液体・気体)として存在する
 - 坑井を掘削して、そこから自噴する分をエネルギー資源として使っている。
 - 通常の石油・天然ガスでも地下にある資源をすべて生産できるわけではない。
 - 元々地下にある量＝原始資源量
 - 経済的に生産できる量＝可採埋蔵量
 - 回収率＝可採埋蔵量／原始資源量
 - 石油は、周囲の水との比重差や溶け込んでいるガスの影響で圧力がかかった状態なので自噴する。まだ石油が残っていても圧力が落ちるなどで生産ができなくなる。
 - 人の力で生産をアシストする技術があり、回収率の向上に寄与しているが、その分コストが増加する。

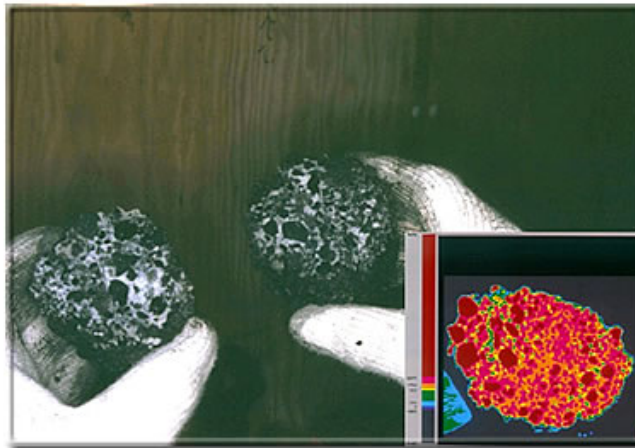


掘削リグによる海洋坑井の生産試験。石油が海底に掘削された坑井から自噴してきたのを燃焼させている。在来型の石油でも、実際にその油田で経済的に生産できるか、試掘して試験する。

陸上の油田の坑口装置(クリスマスツリーと言われるバルブの集合体)。通常、石油はポンプでくみ上げるわけではなくて、バルブを開くと自然に流れ出るので、³経済的に生産できる。

なんのために海洋産出試験？

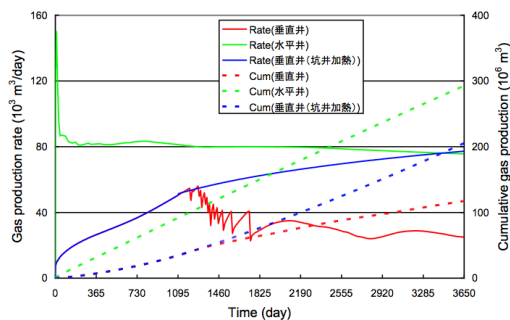
- 一方でメタンハイドレートは
 - 地下に**固体**として存在
 - 海底面下から固体のまま採掘するのは費用がかかり現実的ではない
 - 1立方メートル(約1トン)のハイドレートから取り出せるエネルギーは原油ドラム缶1本分程度: 大きなコストはかけられない。
 - 海底を大きくかき乱すような生産手法は環境・漁業への影響などの問題がある。
 - **経済的になりたつ生産手法**を見つける必要がある
 - 一方で、**なんらかの方法で水とメタンガスに分離できれば**、坑井に集めて通常の石油・天然ガス同様に生産できる可能性が出てくる。(分解採収法)
 - 圧力を下げる(減圧法)、熱を加える(熱刺激法)、なんらかの物質で安定条件を変えるなど
 - シェールガスの場合は、地層に人工的に割れ目を作ることでガスが流れるようにすることで生産できるようになった。砂層にあるメタンハイドレートは、ガスと水に分かれれば流れることができる。



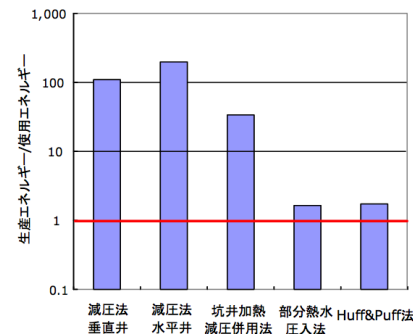
←MHを含む砂層の写真。
左は東部南海トラフ、右は
カナダ・マリックスサイトのも
の。左の写真で白く見える
のはMH分解による温度低
下で生じた氷。

なんのために海洋産出試験？

- 実験室や、コンピュータシミュレーションで有効と思われる方法を研究している。
- しかし、**地下で起きることを我々が完全に理解しているわけではない。**
- 現在の知識では、実際に何が起こるか、確かに経済的な生産法があるのか予想がつかない部分がある。**実際にうまくいくか、試してみる必要がある。**
 - 2002年及び2007-2008に陸上(カナダ極地の永久凍土層の下のメタンハイドレート)で熱刺激法及び減圧法の実験を行い、減圧法で継続的なハイドレート分解に成功した。
 - しかし、日本近海の海底面下のハイドレートで同じ方法がうまくいくか、確認する必要がある。

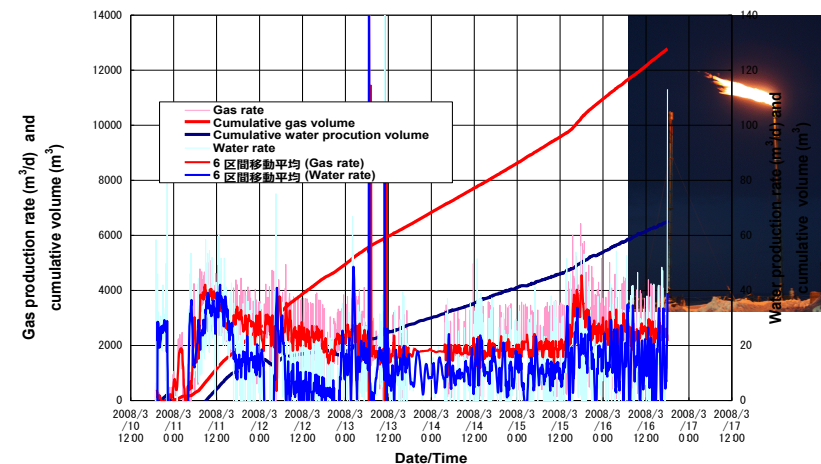


(a) 減圧法によるガス生産挙動予測結果例



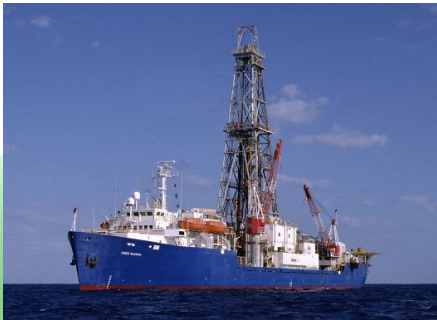
(b) エネルギー産出比計算例

コンピュータシミュレーションによる各手法のガス生産レートの変化とエネルギー産出比の違い。(MH21総括成果報告所)



カナダで行われた陸上産出試験(2008年)のガス・水生産量。約6日間で13000立方メートルのガスが生産された。

メタンハイドレート商業化にむけた研究の道筋



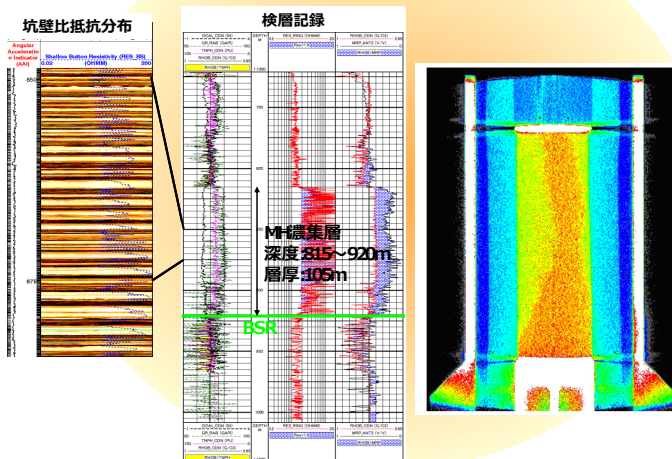
日本近海にメタンハイドレートがあるか**探査**する



陸上(永久凍土層)のハイドレートで**実験**する。



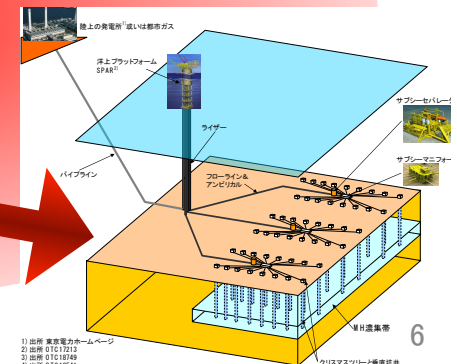
データやサンプルを**分析**し、**室内実験**や**コンピュータシミュレーション**で検討する。



日本近海の海洋で**実験**する
(**海洋産出試験**)

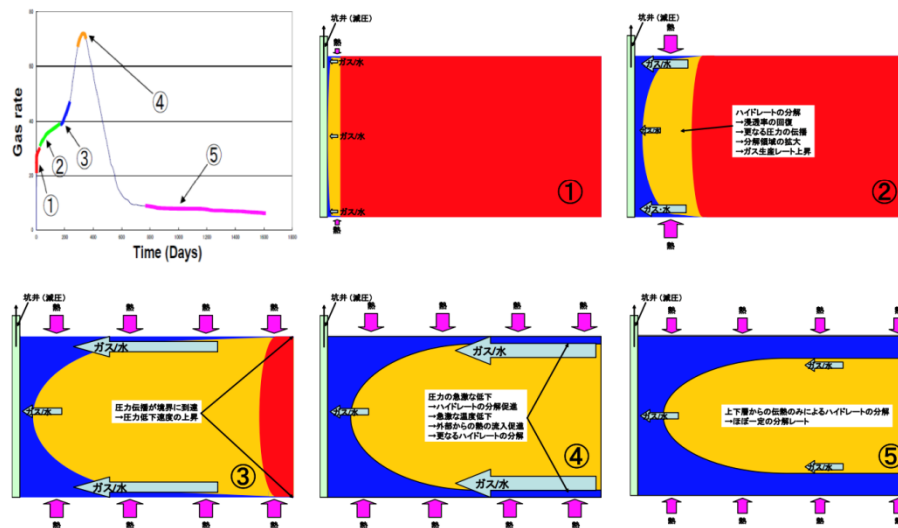


これらで得られた知見をもとに、**商業化のための技術を開発**する。

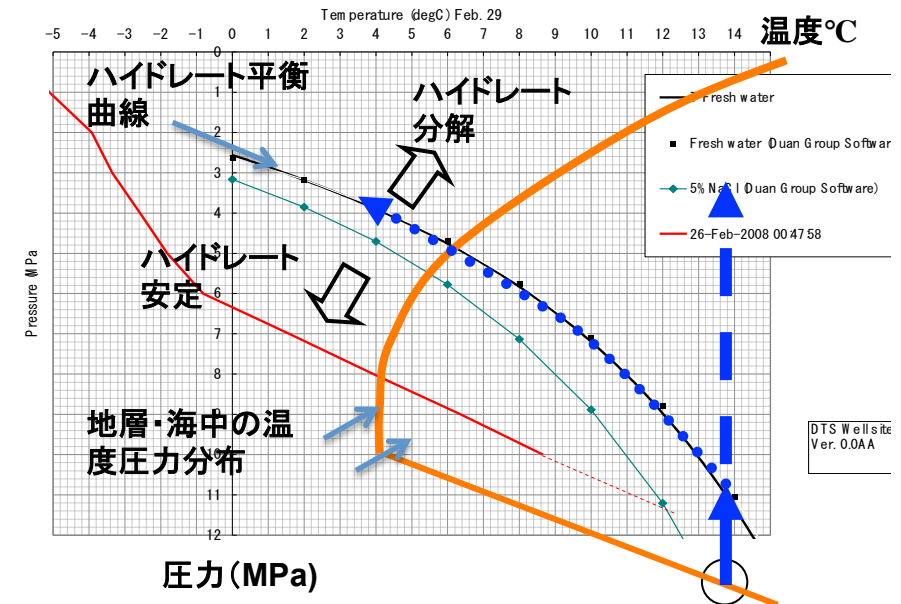


メタハイは何か難しいのか？

- メタンハイドレート分解は吸熱反応なので、エネルギーを与え続けなければ継続的に分解が進まない。
- 減圧法＝人工的に熱エネルギーを投入せず、平衡温度と地層の温度の差の分の熱でハイドレートを分解させる。
- メタンハイドレート層の圧力を下げ続けることができるか？
- 分解に必要な熱が効果的に地層から集められるか？
- つまり、地層の中で、熱と流体の動きがうまくコントロールできるのか？
がポイント(それにしては、我々はまだ地下のことを良く知らない)



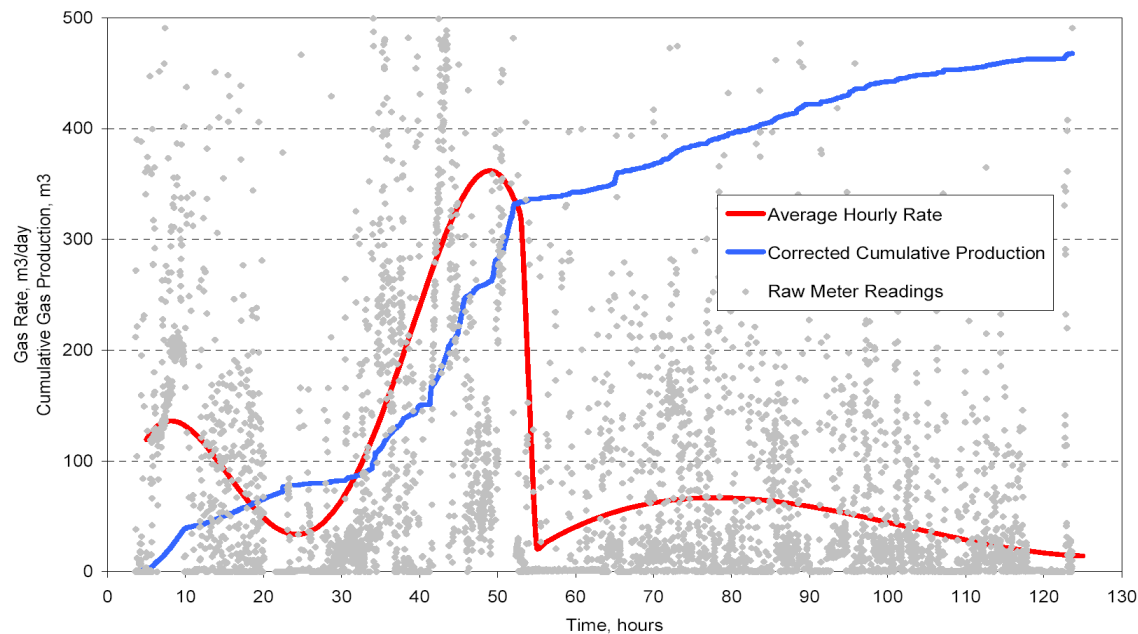
減圧法の模式図：坑井から水をくみ上げ井戸の底の圧力を下げると、地層の中の流体が移動して地層の圧力も下がりハイドレートの分解が始まる。始めは地層そのもの、ついで周辺の地層から熱が供給されて、分解が継続する。(栗原他、2011)



ハイドレート平衡曲線と減圧法の過程：初期の温度・圧力(○)から圧力を下げると(青破線)メタンハイドレートの分解が始まるが、実際は吸熱反応ため、外部からの熱供給がなければ温度圧力は青点線上を移動して、分解が停止してしまう。

なぜ減圧法で試験したのか？

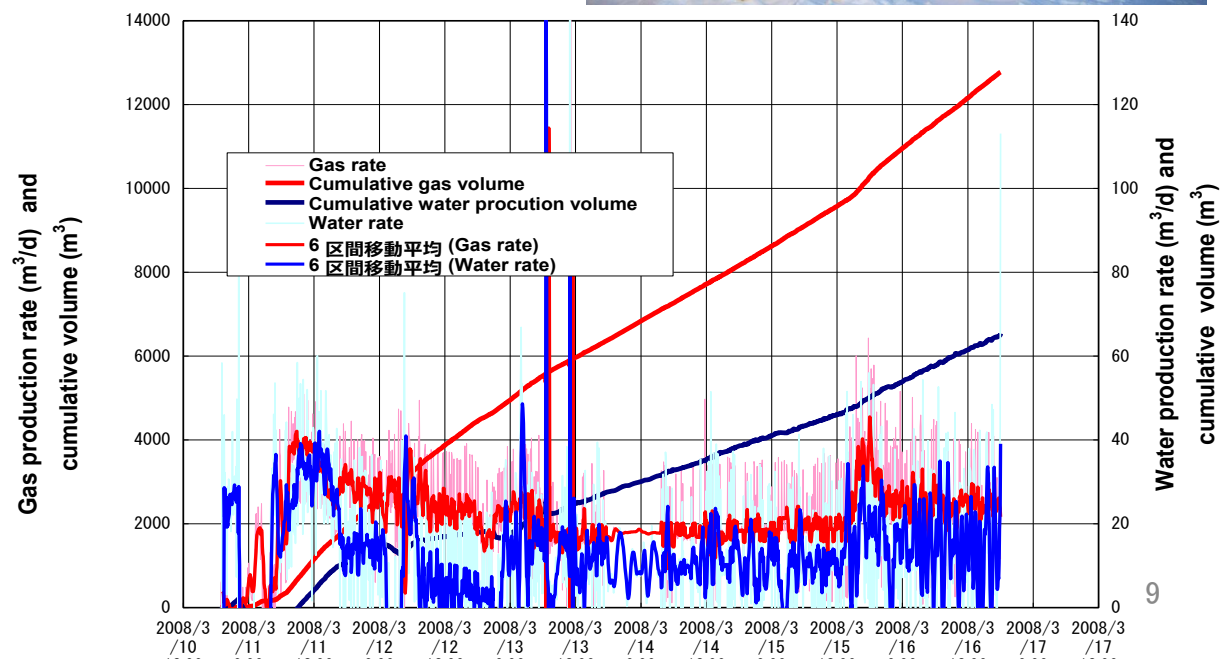
- 人工的に熱を投入しない「減圧法」でガスの生産ができるのであれば、経済性のある生産に近づけることができる：石油における一次回収に相当
 - 以前は、メタンハイドレート層は浸透率（流体の通しやすさ）が大変低いので、減圧法の適用は難しいと考えられていた。
 - そのため2002年にカナダで行われた第1回陸上産出試験では温水循環による熱刺激法が試みられたが、ガスの生産量はわずか（5.5日間で約460立方メートル）で、また生産レートはすぐに低下してしまった。
 - 一方、同じ時に行われた小規模な減圧実験で地層に浸透率があることがわかり、「減圧法」が適用できるかもしれないという期待が高まった。
 - 2007年の第2回陸上産出試験第1冬（カナダ）では、出砂ですぐ生産が止まったが、それでも半日で800立方メートルのガスが生産できた。
 - 2008年の第2回陸上産出試験第2冬（カナダ）では、6日間ポンプを動かし続けて13000立方メートルのガスを継続的に生産した。（予算と作業期間の制約で6日で作業終了した）
- 一方、単純な減圧に対する地層の応答を調べることで（条件設定を単純にすることで）、我々が一番知りたい、「地層の中を熱と流体がどのように移動するのか」についての情報を得ることができる。
- この情報は、より生産性を高めるための検討に利用できる。
 - 経済性を高めるために生産性を維持・向上させる手法の検討も必要



2002年：第1回陸上産出試験のガス生産量（赤線：日産の生産レート、青線：累積生産量）



2008年：第2回陸上産出試験のガス・水生産量（赤線：ガスの日産の生産レートと累積生産量、青線：水の日産の生産レートと累積生産量）



どんな技術課題があったのか(1)

- 試験海域で安全に操業すること
 - 使用する船の選定: 動復員費がかからないのでトータルのコストが安く済む、研究用設備や水処理機材が使用できるなどから「ちきゅう」を使用することにした
 - ダイナミックポジショニング(DP; 錨を下ろすのではなくて、常にスラスター(プロペラ)をまわし続けることで、船を一カ所に保持する方式)船
 - DP船で石油・天然ガスを生産するのは日本で初めて
 - ガス生産実験は、ライザーパイプ(船と坑井をつなぐ太い鋼管)で船と井戸が結ばれた状態で作業する。緊急時にはただちに離脱できる準備が必要
 - 台風が来ず、季節風が強いものの比較的天候が安定している冬場を試験実施時期に選んだ
 - 第2渥美海丘は関ヶ原を越えて流れ込む強風の通り道だった
 - 3月になると移動性高気圧・南岸低気圧の影響が強くなる
 - 事前に海域の潮流や海底地盤を調査した
 - 安全に関わるリスク解析(Hazard Identification)を実施した
 - 環境影響評価を実施した

どんな技術課題があったのか(2)

- 確実に坑井の中を減圧し、それを維持できること
 - 坑井の周囲で圧力が海底などと導通しないようなしっかりした坑井の掘削・仕上げ
 - コンダクターパイプのジェッティング設置
 - 特殊な軽量・低発熱(ハイドレート分解防止)セメントの使用
 - ケーシングパッカーの使用など
 - セメント評価技術
 - 確実に減圧が行え、ガス・水量の変動に対応できる坑内機器
 - ポンプ、ガスセパレータ、ヒーター、パッカー、温度・圧力センサー、電源・計装系のケーブルなどの組み合わせ—信頼性を第一に選定
 - 緊急離脱に対応できる仕組み
 - 極めて複雑なシステムを船上で扱う上での作業の安全性、確実性
 - 信頼性の高い出砂対策
 - 地層の砂をなるべく動かさず、かつ目詰まりを起こしにくい出砂対策装置
 - ガス・水の分離とハイドレート再生成防止
 - 事前の実験等による再生過程の検討

どんな技術課題があったのか(3)

- 今後の研究に**必要なデータを確実に取得すること**
 - **貯留層評価のための地質・物性データの取得**
 - **物理検層**種目の検討(坑井のデザインにも影響)
 - **コアの取得**作業と船上での分析
 - コア取得装置の検討・開発・試験
 - 船上と陸上での分析機器と計画
 - **生産井と船上でのデータ取得**
 - 坑内機器と船上に設置するセンサー類と伝送系
 - データを表示し、即時分析できるシステム
 - **モニタリング坑井でのハイドレート分解モニタリング**
 - モニタリング井のデザインと配置
 - モニタリング装置(地層温度計)の設計・製造・設置

どんな技術課題があったのか(4)

- 関係先との調整

- 法的課題

- 鉱山保安法に基づく作業
 - 法に適合した環境対策(特に生産水の処理)

- 既存の経済活動(漁業活動・海底ケーブル・航路等)との調整

- マスコミ取材を含めた安全対策

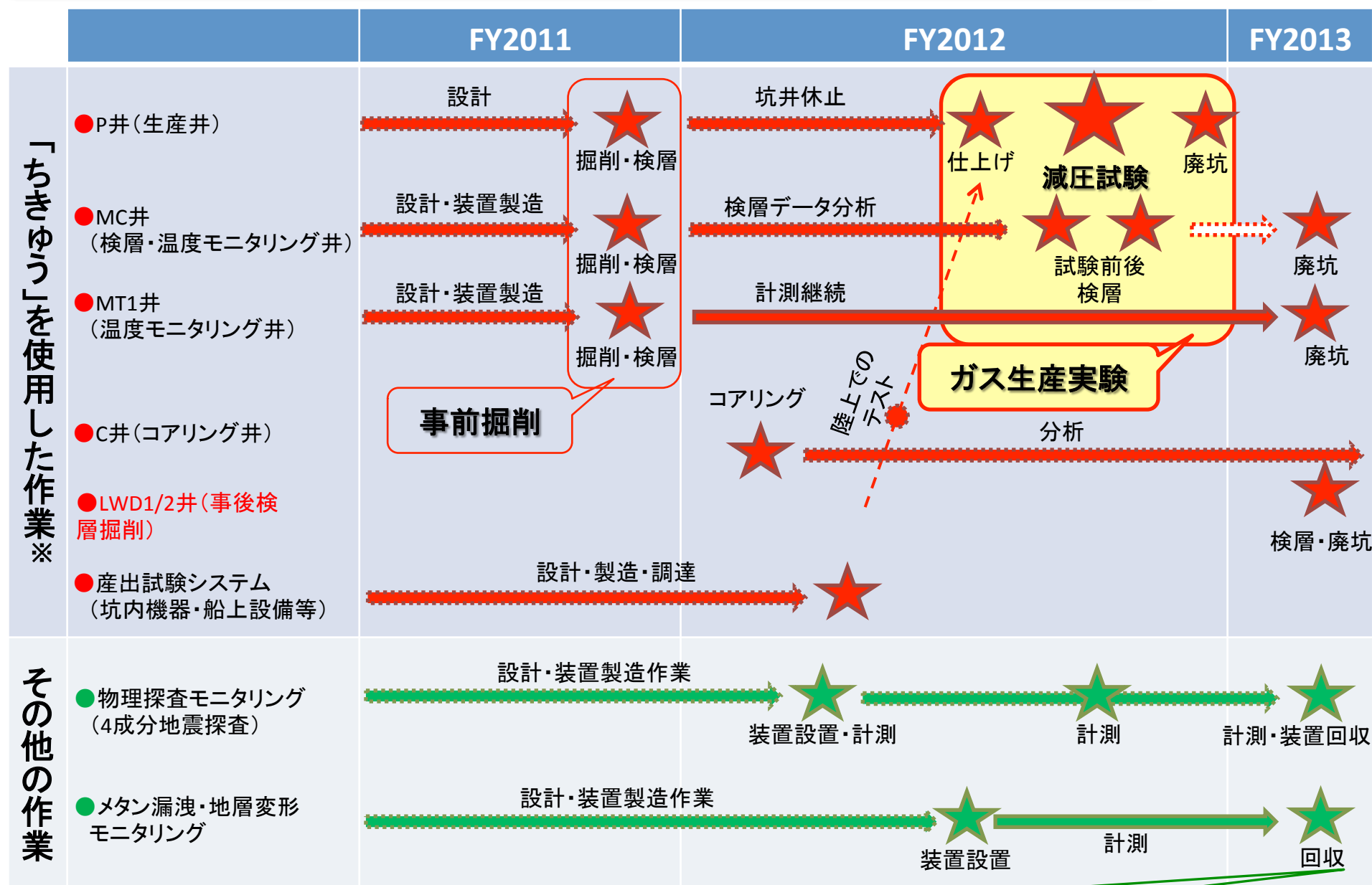
- ガスが燃焼されずに大気中に放散される場合があるので、ヘリの接近を制限した

準備と実行のスケジュール

5年がかりの作業:これらすべての作業をあわせて、「第1回海洋産出試験」

- 2009(平成21)年度:
 - MH21のフェーズ2研究に着手
 - 海洋産出試験の**基本計画**を検討
 - セメント・出砂対策・水処理などの技術課題の検討を開始
 - 取得データを利用した貯留層評価を開始:地層の性質を調べ、減圧に帯する応答を予想する
- 2010(平成22)年度:
 - **産出試験実施地点を絞り込み、基本計画を策定**
 - 減圧のための坑内機器やモニタリング装置の開発に着手
 - **事前調査(海底地盤ボーリング調査、詳細海底地形・地質調査)実施**
- 2011(平成23)年度
 - **試験実施地点を第二渥美海丘の一地点に決定**
 - **坑内機器やモニタリング装置の製造**
 - **事前掘削作業**(モニタリング坑井2坑と生産井の浅い部分掘削)、物理検層、モニタリング装置を設置
- 2012(平成24)年度
 - **コア(地質サンプル)取得**
 - 坑内機器、船上設備の開発・**製造・試験**
 - モニタリング装置(4成分物理探査、環境モニタリング)設置
 - **生産井の残り区間を掘削**
 - **出砂対策装置設置**
 - **ガス生産実験**(坑内に機器を下ろして実際に減圧させてガスを出す作業)を実施
- 2013(平成25)年度
 - 原状復帰(廃坑、モニタリング装置等の回収)
 - **取得データの分析**

海洋産出試験の現場作業スケジュールについて

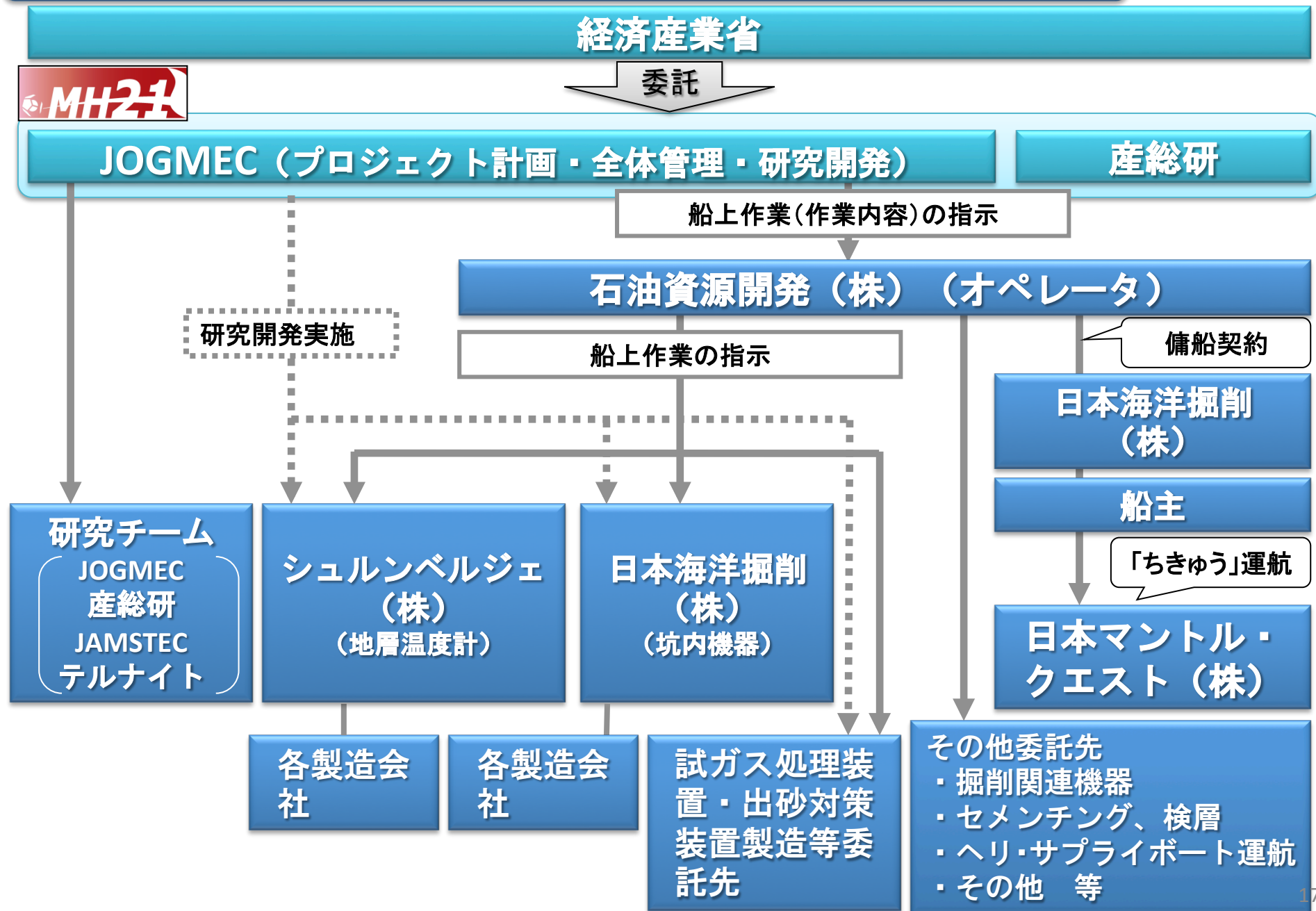


すべて完了: 現在試験地点の海底には何も残されていない

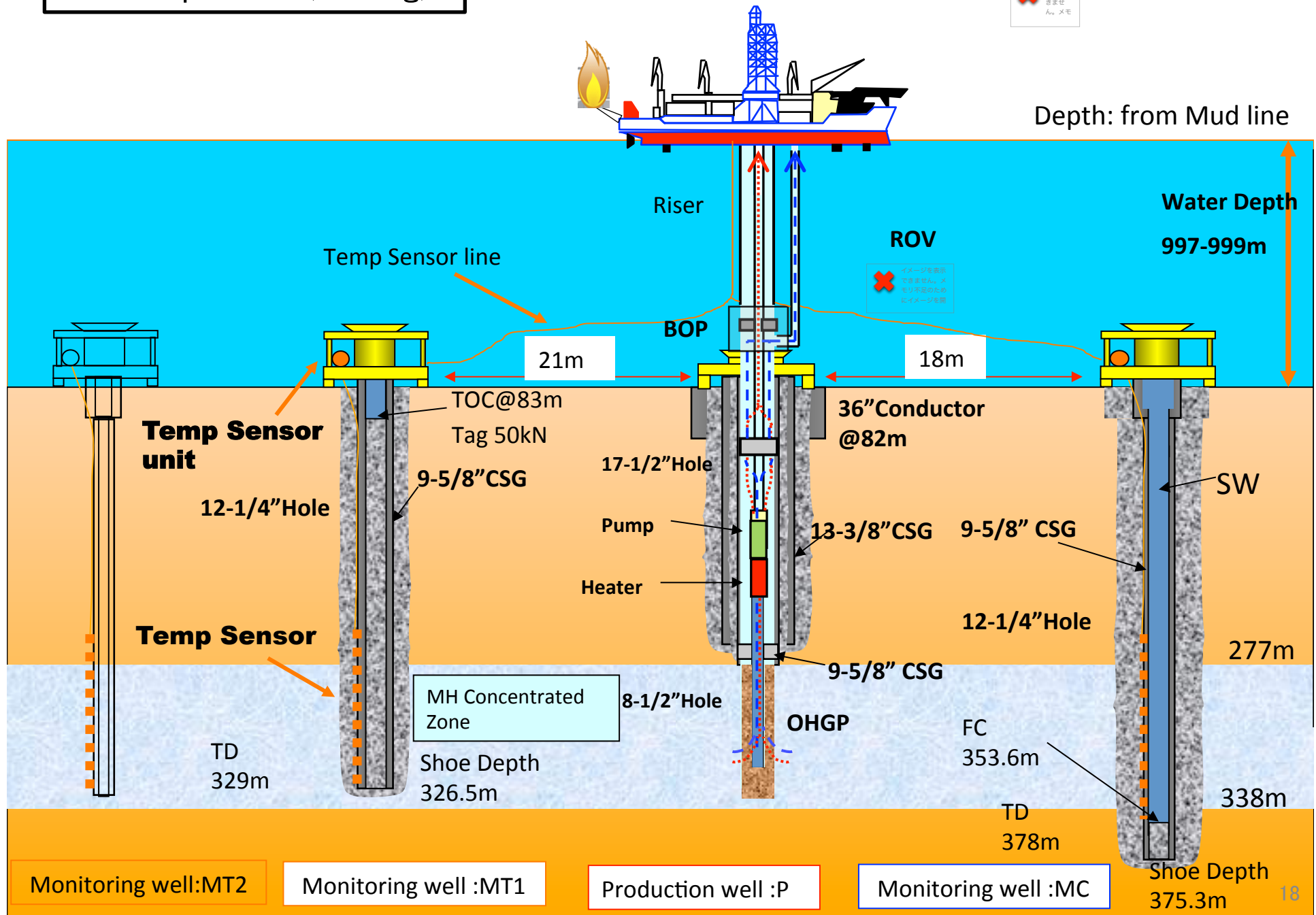
チームワーク: 関わった人たち

- 船を運航する人たち
 - 船長以下、MQJの運航クルー
 - ROV(水中ロボット)他のサブコントラクター
 - 掘削作業を行う人たち
 - 場長以下JAPEX掘削チーム、OIM以下MQJ掘削クルー
 - セメンチング、坑口装置、ケーシングハンドリング他のサブコントラクター
 - グラベルパックの作業クルー
 - データを取得し分析する人たち
 - JOGMEC G&Gグループ(管理・解析)
 - 検層クルー
 - 坑内モニタリングチーム(SKK)
 - コア取得分析関係サブコントラクター
 - MWJラボスタッフ
 - MH21研究チーム(JOGMEC-AIST)
 - ガス生産実験を行う人たち
 - JOGMECガス生産実験チーム
 - JAPEX生産スーパーバイザー
 - 坑内機器設計・製造・設置・作業の管理・監督(JDC)
 - 生産データの取得・表示・管理システム
 - 坑内機器・船上試ガス装置のコントラクター
 - 水処理・分析関係スタッフ(テルナイト他)
 - 陸や周辺でサポートする人たち
 - 予算・資機材の調達・管理
 - 人員と移動の管理
 - 広報・情報発信
 - サプライボートのクルー
 - 環境モニタリング等の関係者
- 船上では、基本12時間交代で24時間作業
 - クルーは4週間で交代、他のスタッフは必要に応じて、ヘリで蒲郡(H23は南伊勢)から移動
 - 世界中から集めたスタッフと機材をJOGMEC/JAPEX/JDC/SKK/MQJが管理して試験を実現
 - 資機材の多くは蒲郡港からサプライボートで輸送

2. フローテストの作業計画③ ～実施体制～



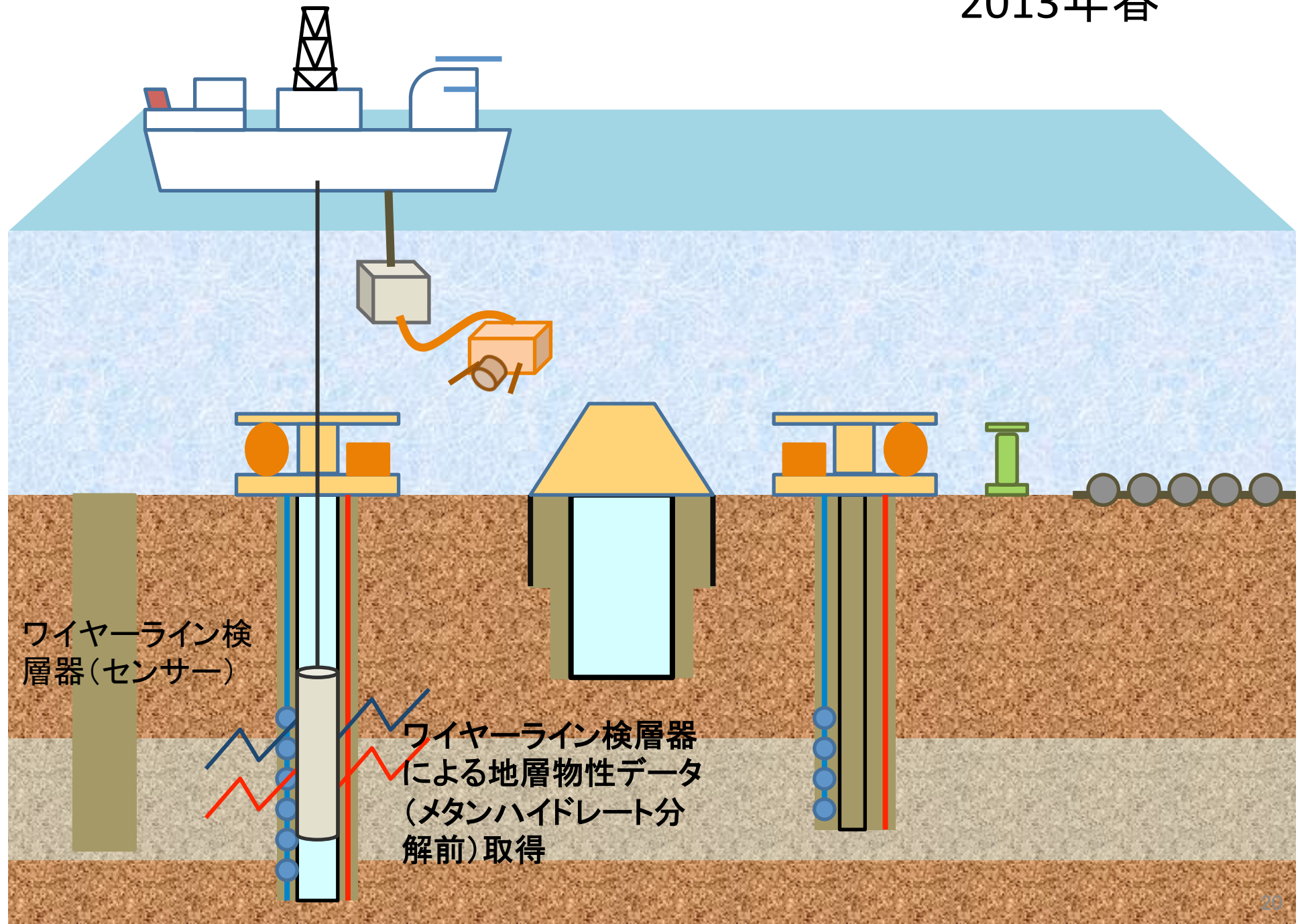
2013 operation(flowing)



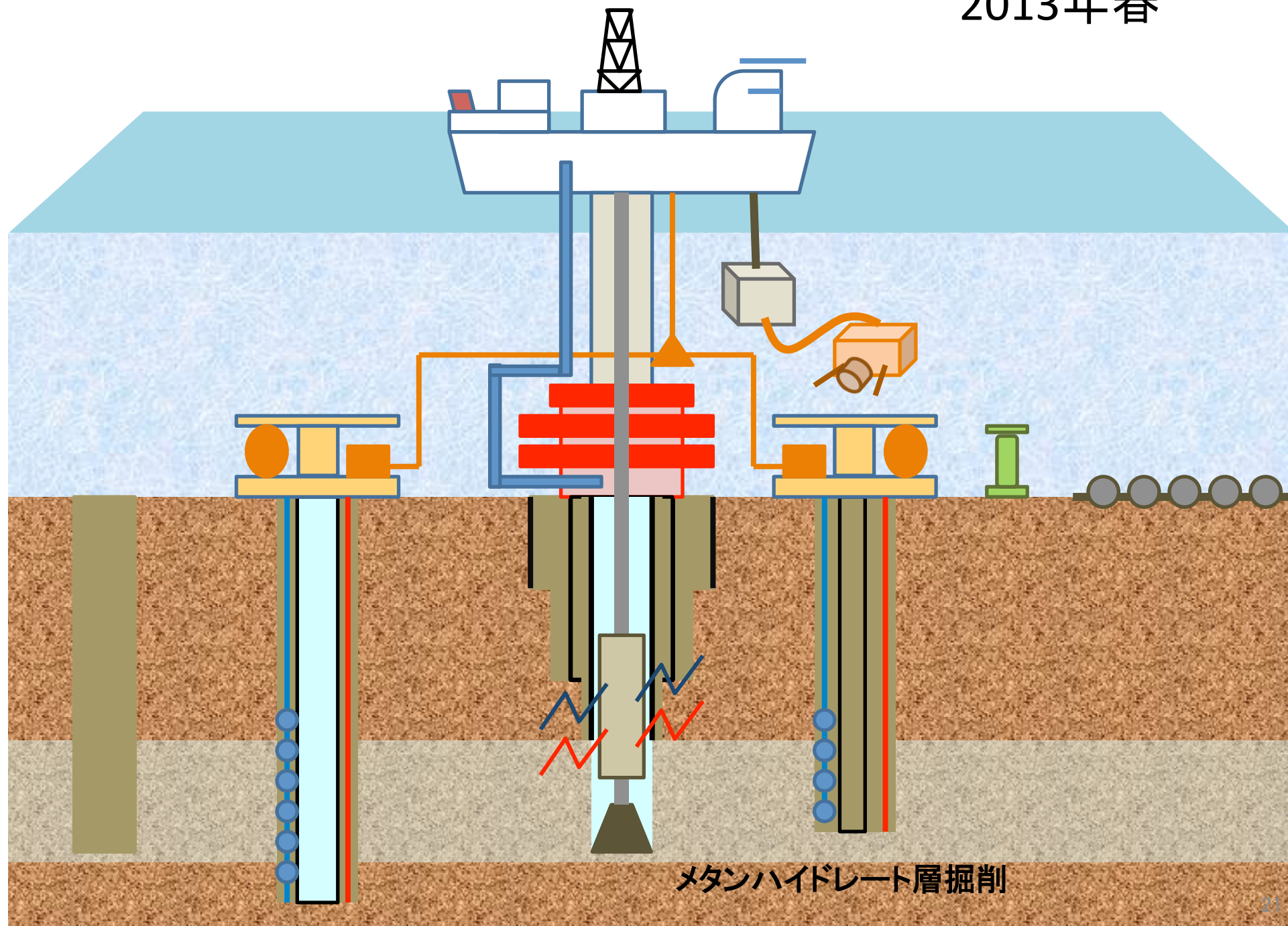
主要イベント(1/15-3/3)

- 1/27 ちきゅう清水港出港-テスト、傭船開始
- 1/28 試験実施地点到着
- 同日 トランスポンダー設置開始(海洋産出試験H24作業着手)
- 1/29 モニタリング井作業開始
- 1/31 モニタリング井で事前の検層作業
- 2/1 生産井作業開始
- 2/3 BOP(海底に置く暴噴防止装置)設置準備、SKKモニタリングケーブル設置
- 2/14 BOP設置完了
- 2/17 生産井作業開始
- 2/21 ハイドレート層の直上まで掘削してケーシング・セメンチング作業
- 2/24 ハイドレート層の掘削開始
- 2/25 ハイドレート層掘削完了→グラベルパックオペレーションへ
- 3/3 グラベルパック準備完了、グラベルパック作業

2013年春



2013年春



第1回海洋産出試験

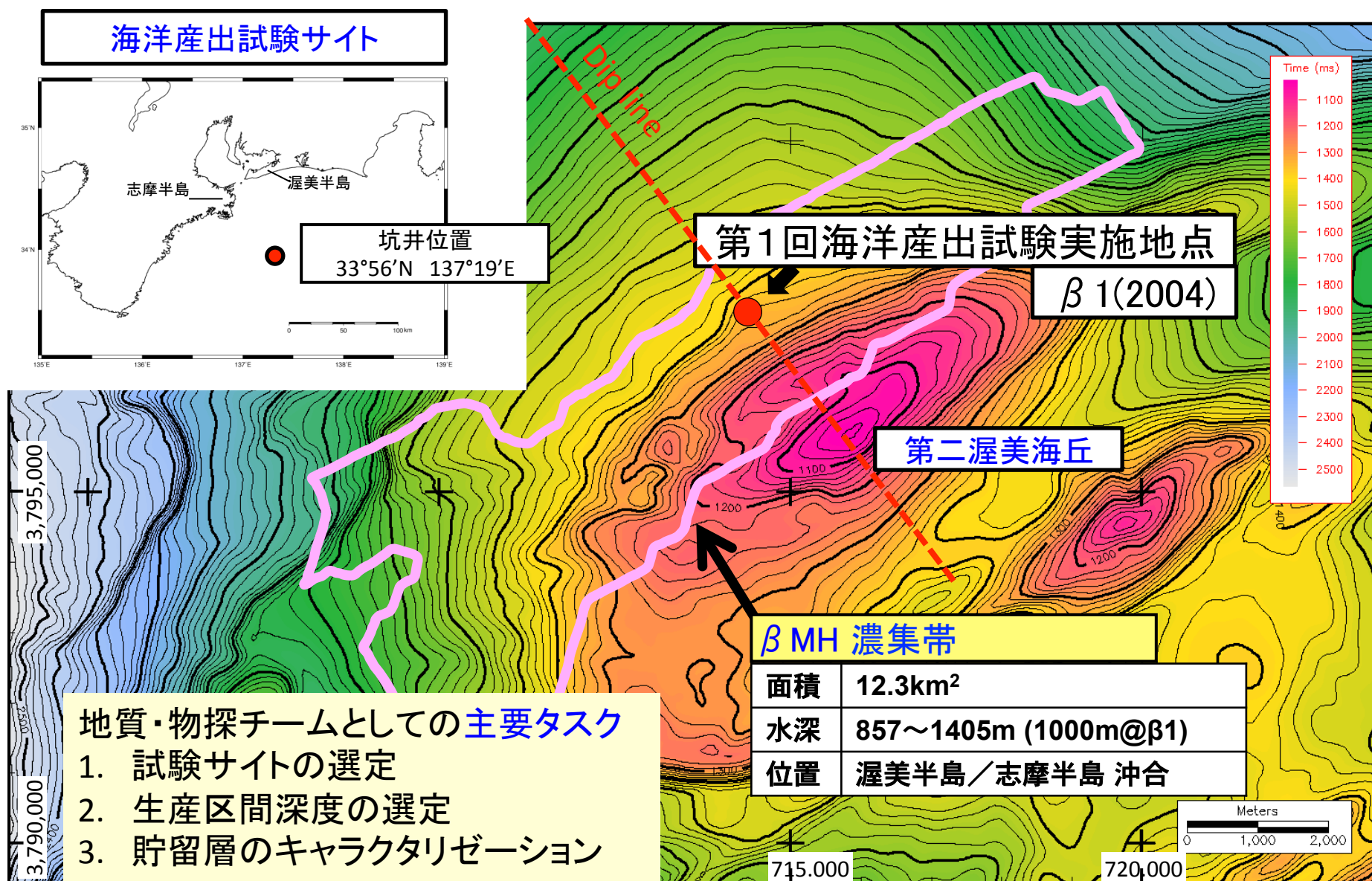
貯留層の評価(検層、コア、生産挙動の予想)

- まずしなければならないこと＝地層の地質的・物理的状況を知ること
- それに基づいて、メタンハイドレート分解の状況をコンピュータシミュレーションで予測すること(その結果を後で実際の挙動と比較する)

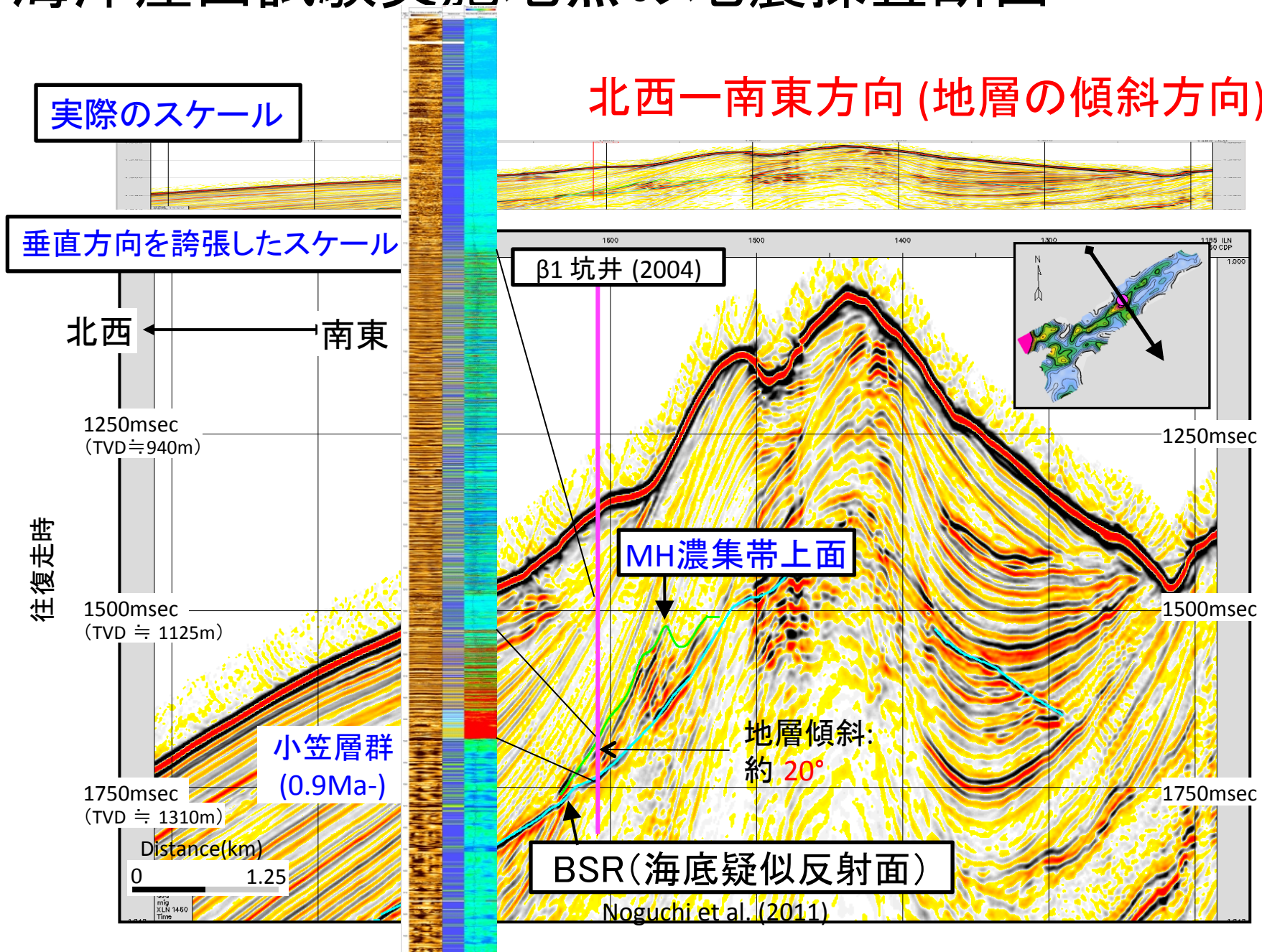
貯留層の評価(1)

—生産試験サイトと生産区間の選定—

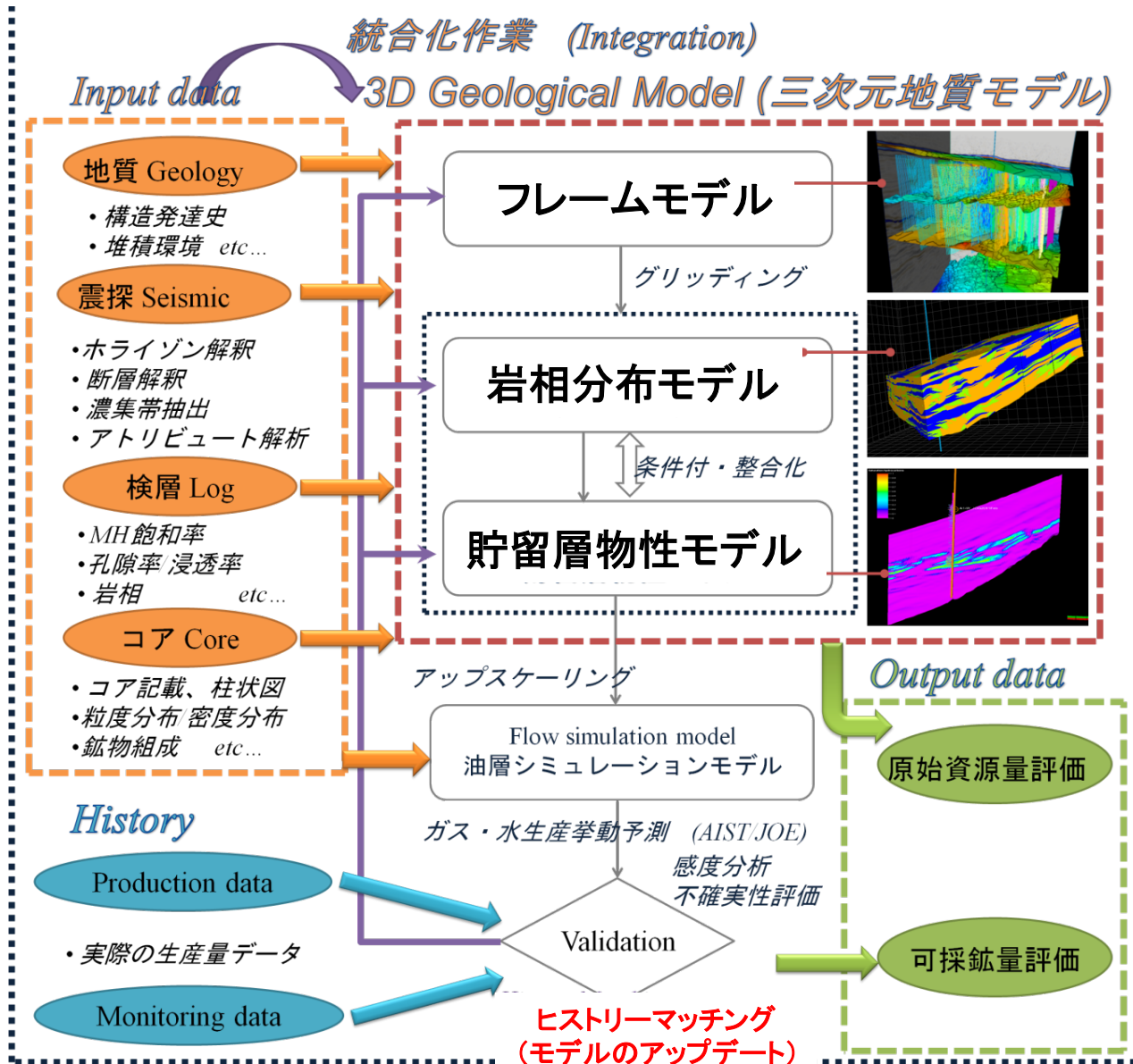
第1回海洋産出試験サイト



海洋産出試験実施地点の地震探査断面



貯留層評価作業のワークフロー

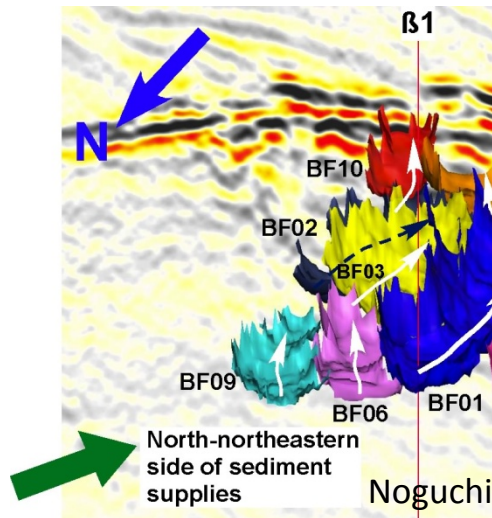


玉置ほか(2013)

試験サイトの選定プロセス

(1) チャネルファシスの解釈

チャネルのボトムフレーム



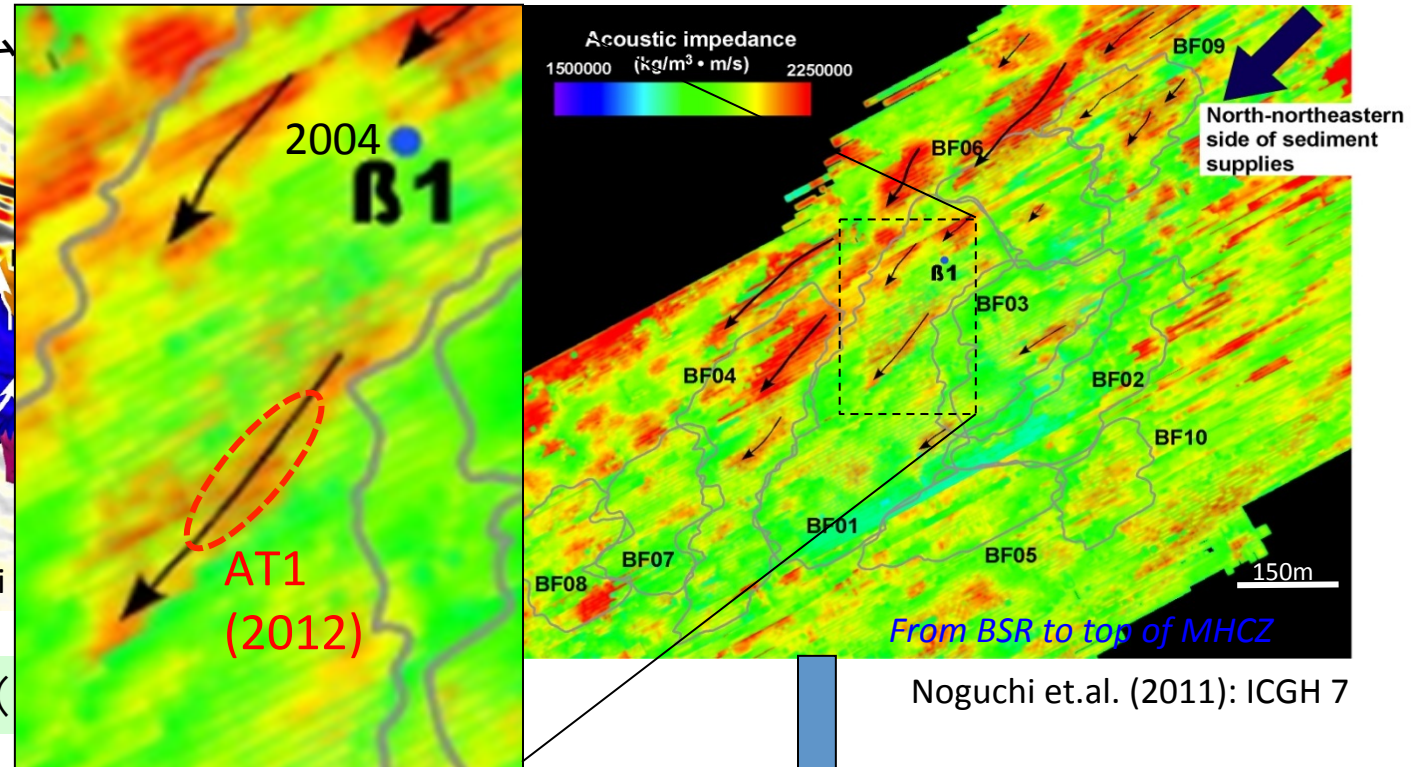
チャネルの発達方向 ()

2011年ジオテクホール(地盤調査)の結果

坑井間対比

海底地形

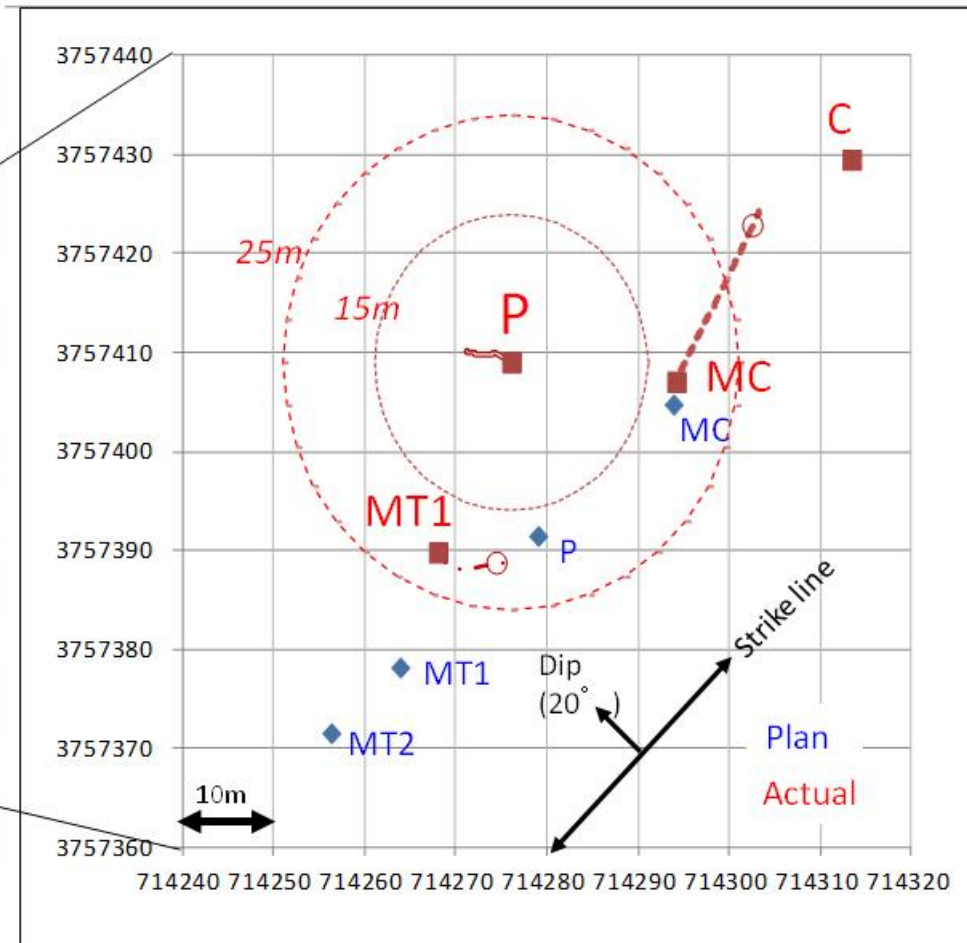
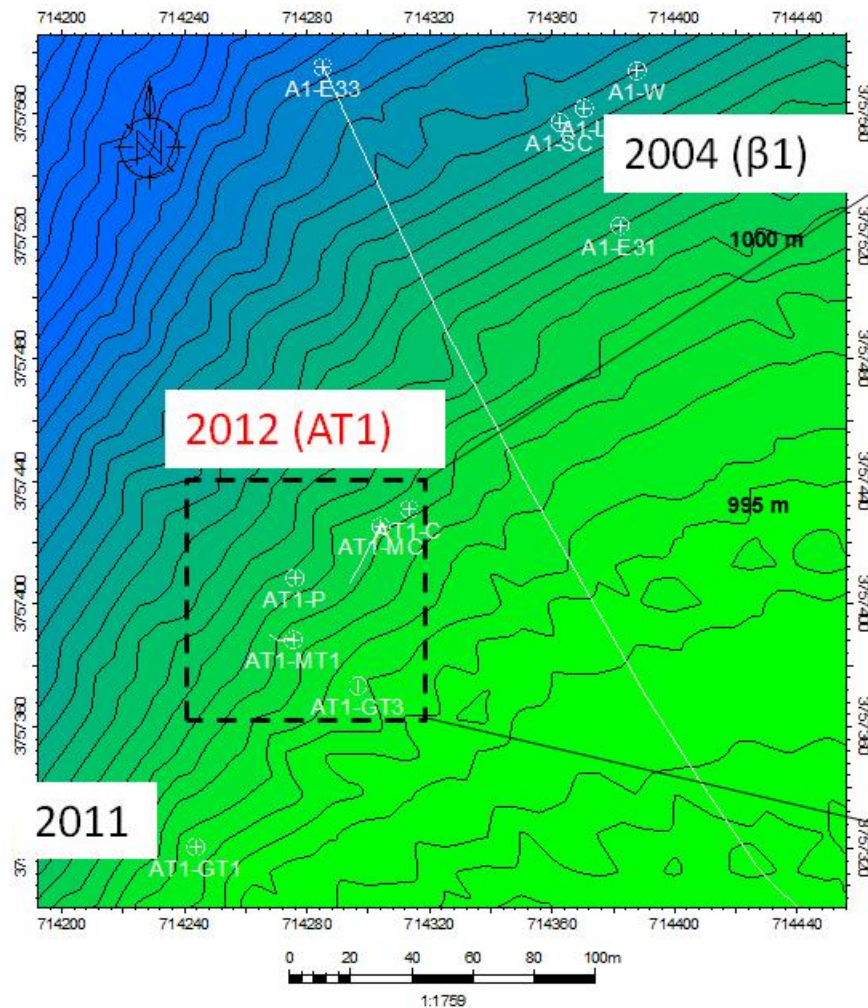
(2) 地震波インバージョンによるP波インピーダンス



生産試験実施地点

Fujii et al. (2013): EAGE

坑井配置(2012年)



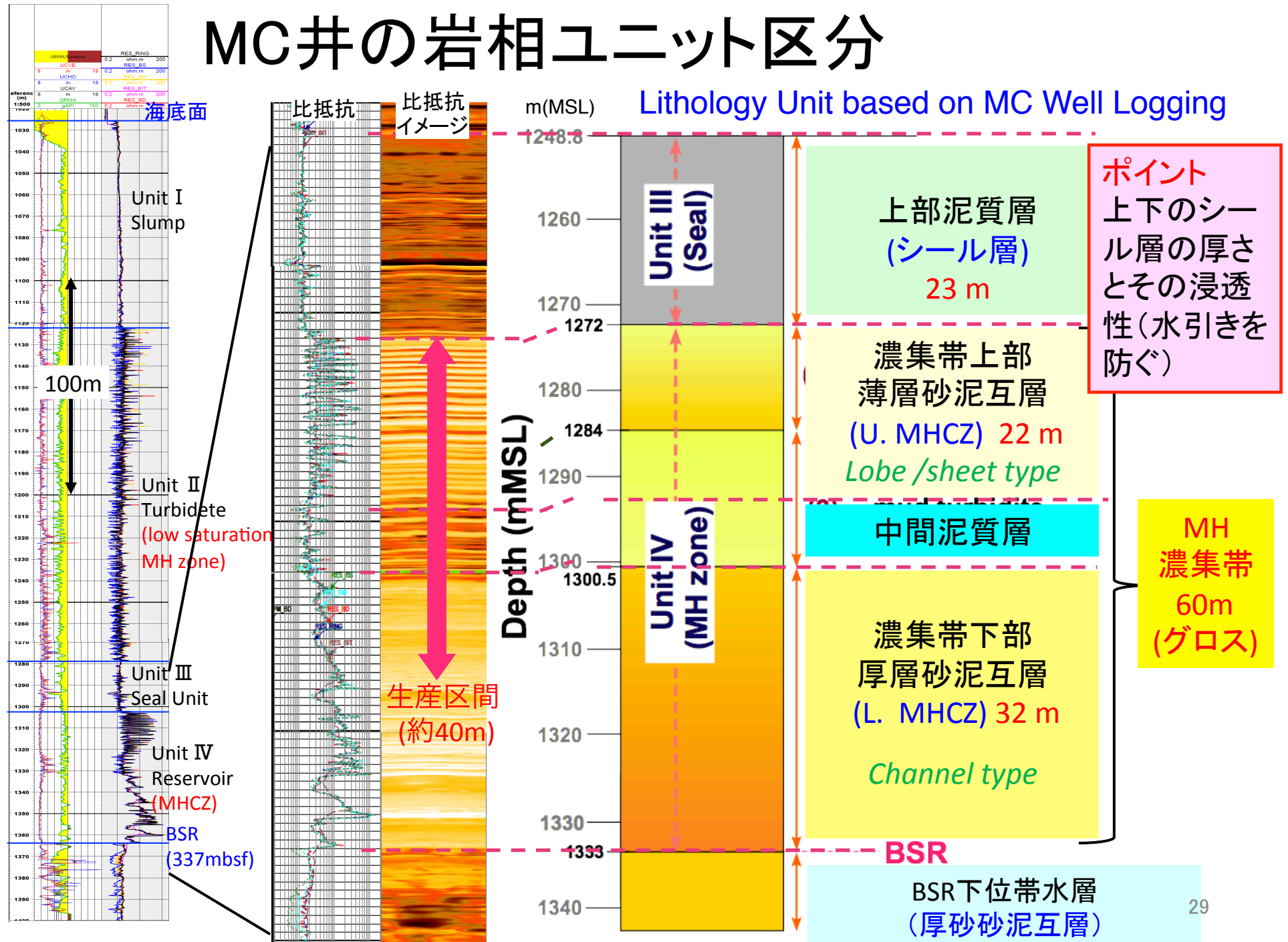
P: 生産井

MC: モニタリング井(温度測定、ケースドホール検層を実施)

MT1: モニタリング井(温度測定), C: コアリング井

MC井は最大で5° 傾斜

MC井の岩相ユニット区分



坑井間対比

2012年

2004年(β1)

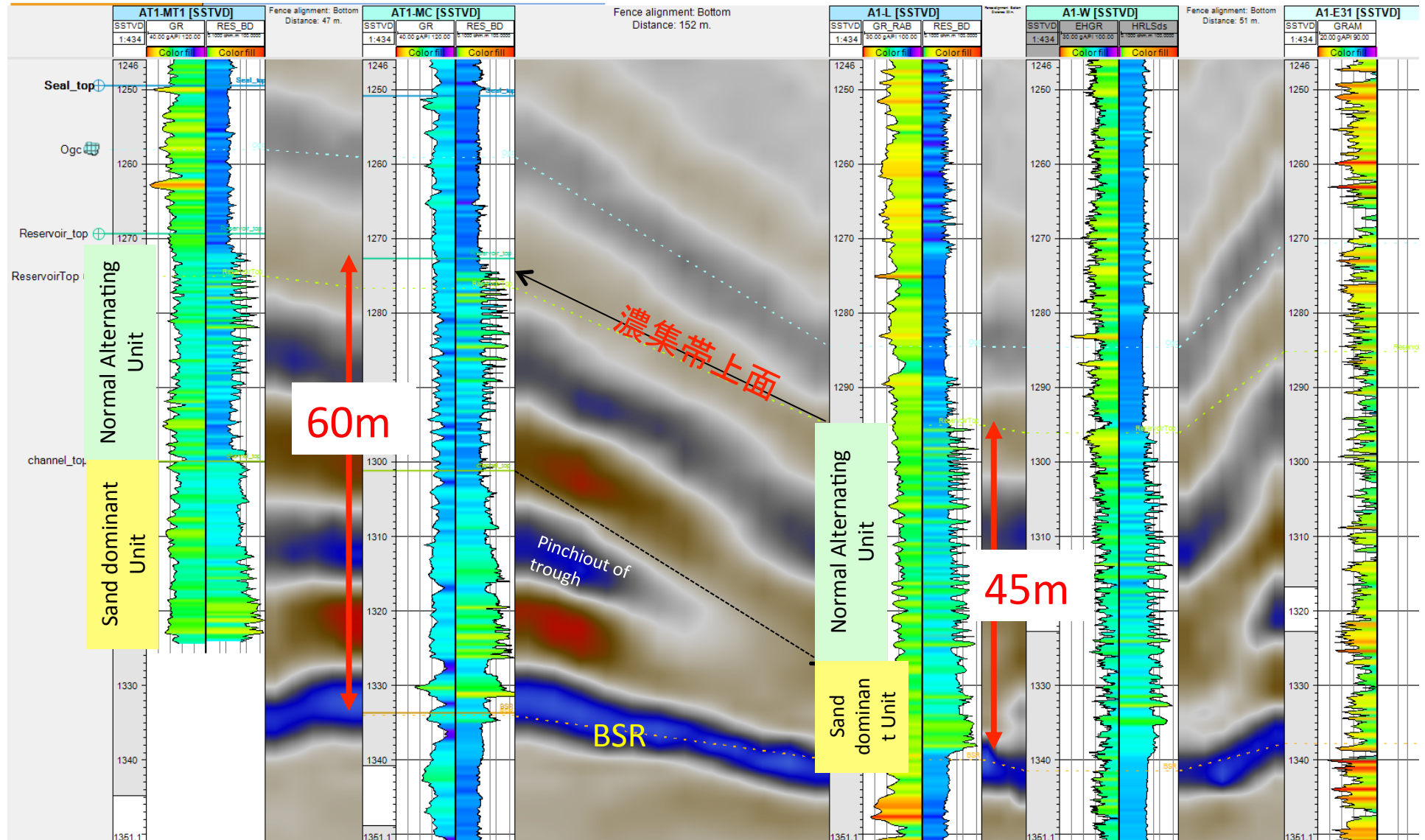
MT1

MC

← 150m →

A1-L

A1-W



MT1

MC 水平方向の連続性は？

坑井間対比 (MT1-MC)

Well-to-Well Correlation

MT1

MC

Resistivity (ohm-m)

1

10

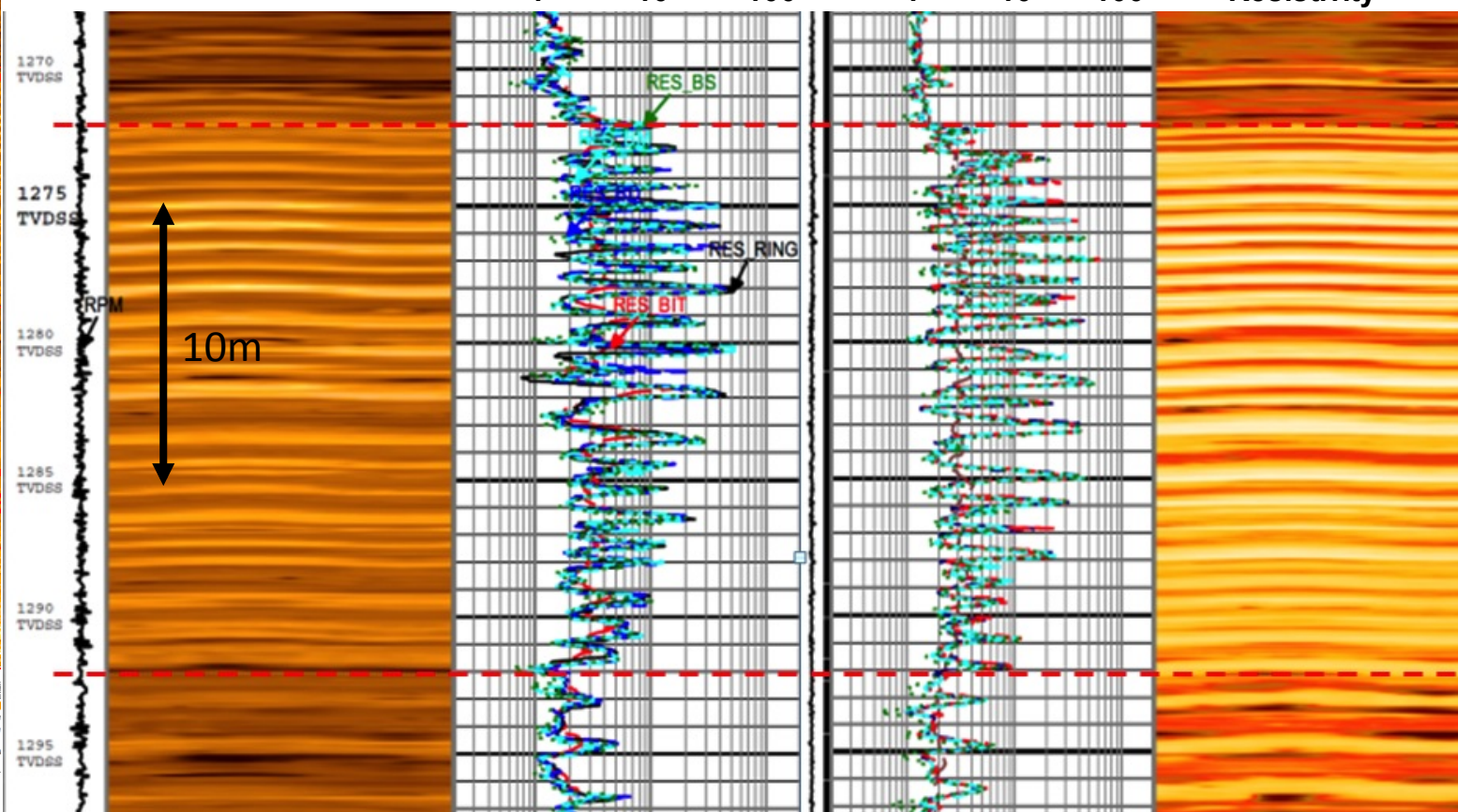
100

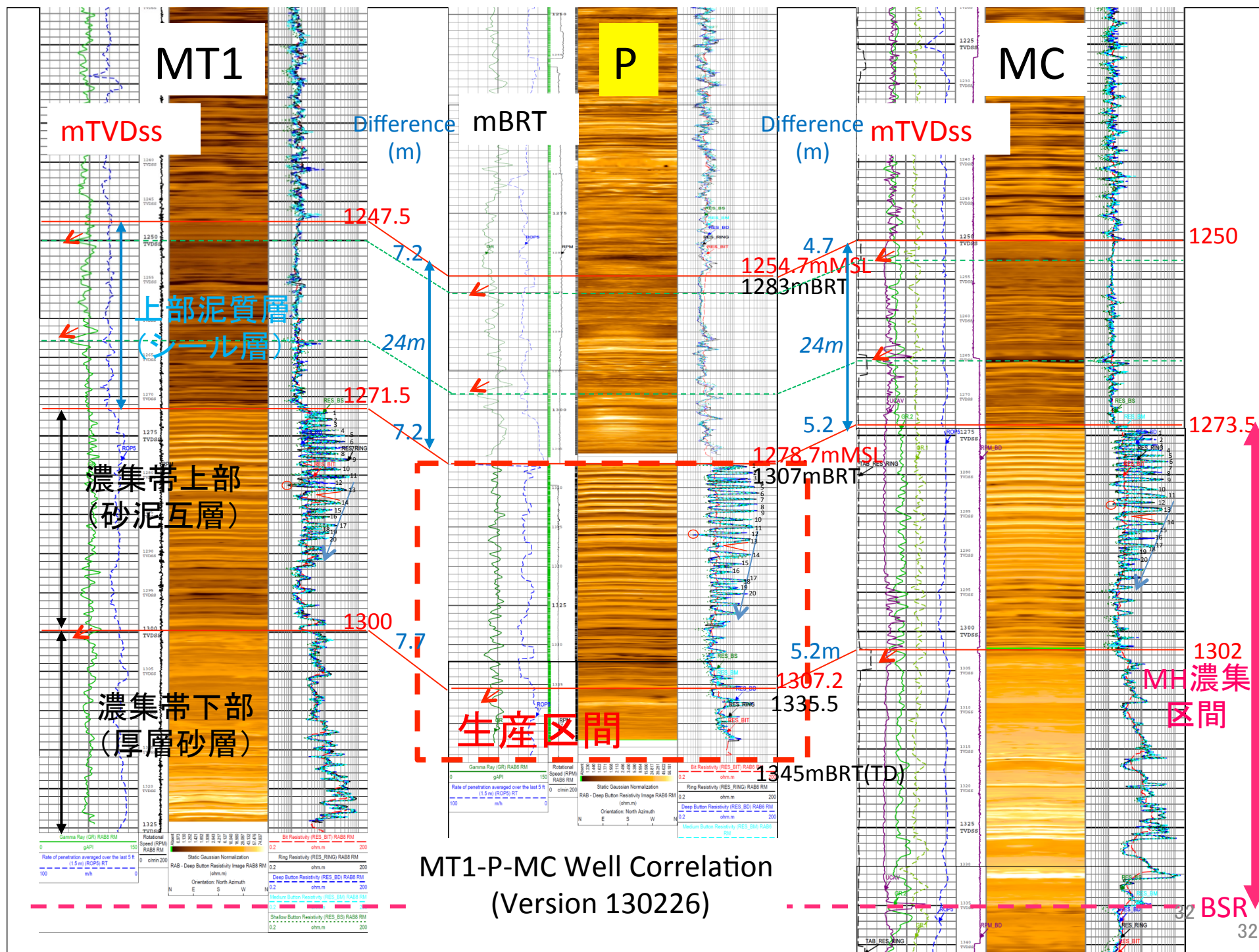
1

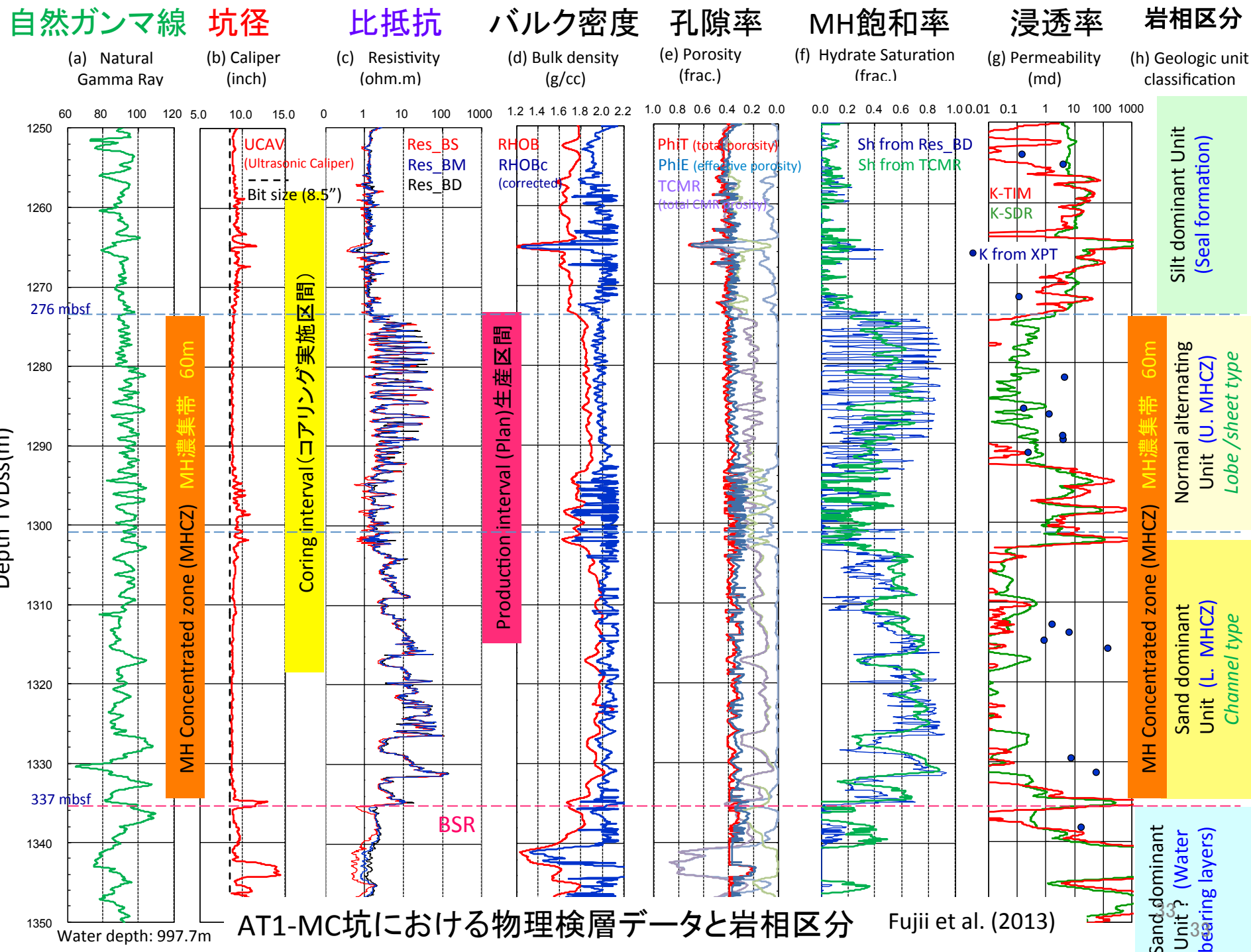
10

100

Resistivity







まとめと今後の課題

減圧法によるMH層からのガス生産性を確認するための第1回海洋産出試験の一環として、以下の地質関連作業を実施。

掘削同時検層／ワイヤーライン検層による 2012年事前掘削作業

1. グロス層厚で60mの MH濃集帯 を確認 (2004年のA1は45m)
- 地震波インバージョンによる予測はリーゾナブルであった
2. 良好な砂層の水平方向連続性 (> 40m)
- 生産試験に理想的な貯留層と認識
3. 生産区間の選定:
- MH濃集帯上面から約 40m(BSRの上位20mで掘止め)

今後(現在実施中)の課題

- (1) 貯留層キャラクタリゼーション および ヒストリーマッチング
- (2) 貯留層モニタリングデータの解析および解釈: ① ケースドホール検層 (MC), ② 温度分布 (MC, MT1), ③ 海底ケーブルによる4成分地震探査

貯留層の評価(2)

—圧力コアの分析と生産挙動の予測—

圧力コア分析の目的

検層結果ならびに、コア試験から得られた浸透率特性などの物性データを用いて、海洋産出試験地の貯留層モデルを構築。



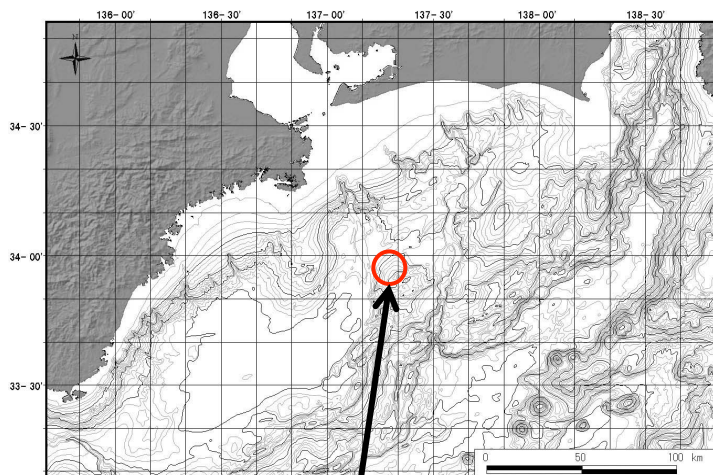
構築した貯留層モデルから、生産挙動予測シミュレータ(MH21-HYDRES)および地層変形シミュレータ(COTHMA)を用いて、海洋産出試験での生産挙動および地層変形などを予測。



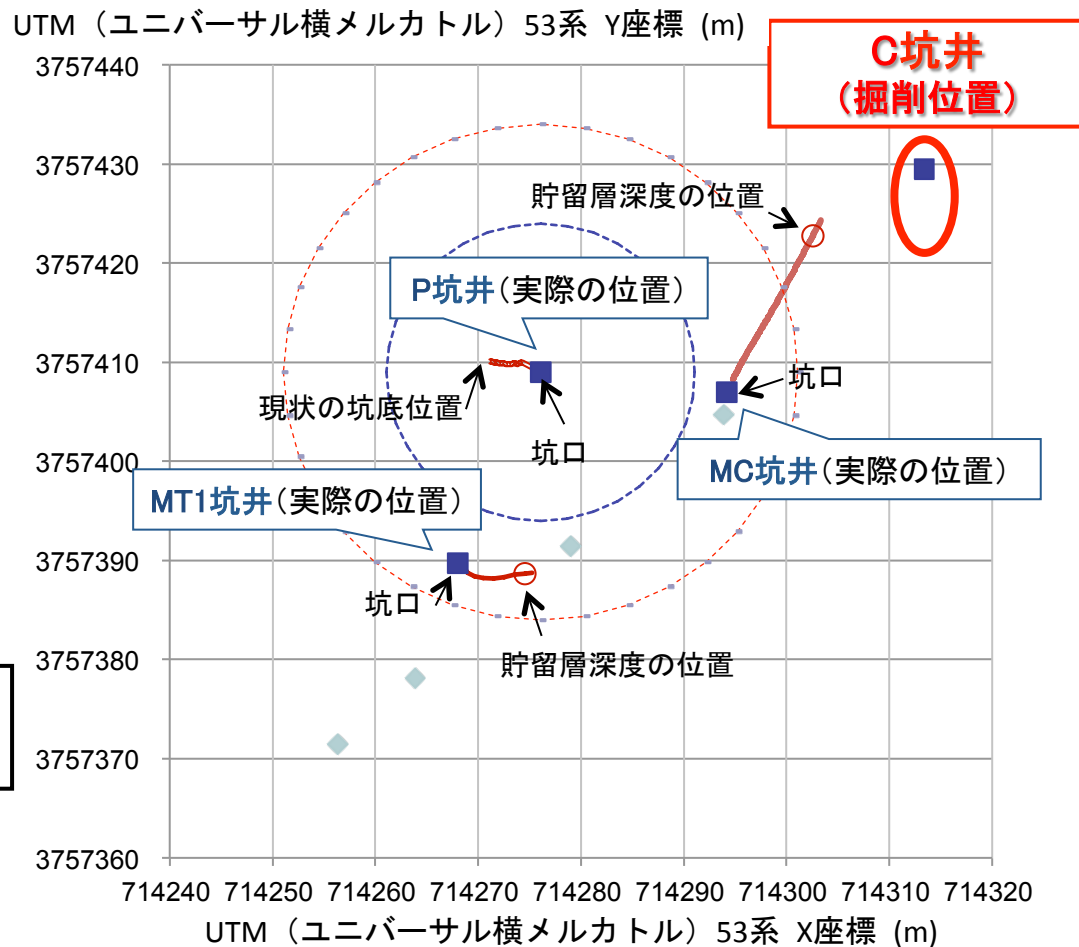
いろいろな条件のもと、どれくらいのガスが生産されるか、ハイドレート分解範囲、地層の変形や井戸の安定性などを解析し、試験操業条件およびモニタリング計画の策定に寄与。

圧力コア取得場所

- 既存坑井への影響を避け、得られた検層データと比較できるように、MC井坑口位置の北東約40m弱の場所にて掘削を実施。



第1回海洋産出試験実施地点
-北緯33度56分 東経137度19分



圧力コア取得ツール

●Hybrid Pressure Coring System (Hybrid PCS)について

JOGMECが開発したPTCS*の技術を利用して製作した圧力コア採取ツールで直径2インチ(約5cm)、長さ最大3.5mのコアを取得可能。

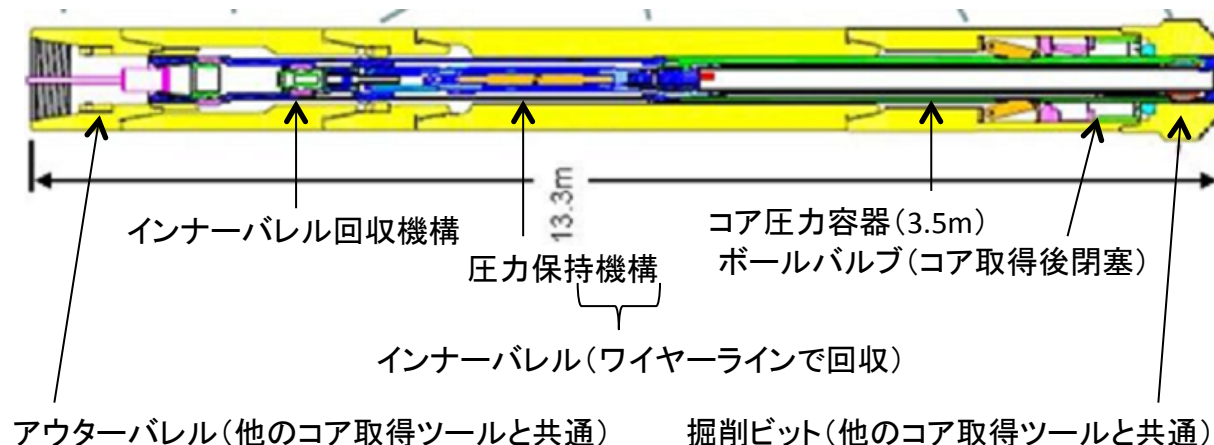
*PTCS:Pressure Temperature Coring System:2004年の基礎試錐東海沖～熊野灘で使用。

- ・地球深部探査船「ちきゅう」での科学掘削で用いられる従来型のコア取得ツールと互換性があり、**圧力コアと通常コアを連続で掘削できる**ことが特徴。
- ・**圧力を保持したまま***各種の分析装置、各機関／大学の実験装置、あるいは実験のための**試料処理装置に接続できる**フランジコネクターとボールバルブを備える。

*PTCSではハイドレート分解防止のためにコアを一旦減圧して液体窒素で冷却する必要があり、サンプルの質が低下するが、Hybrid PCSでは高圧下で常温(地層内と同じ程度の温度)にて試料を保存・分析することができる。

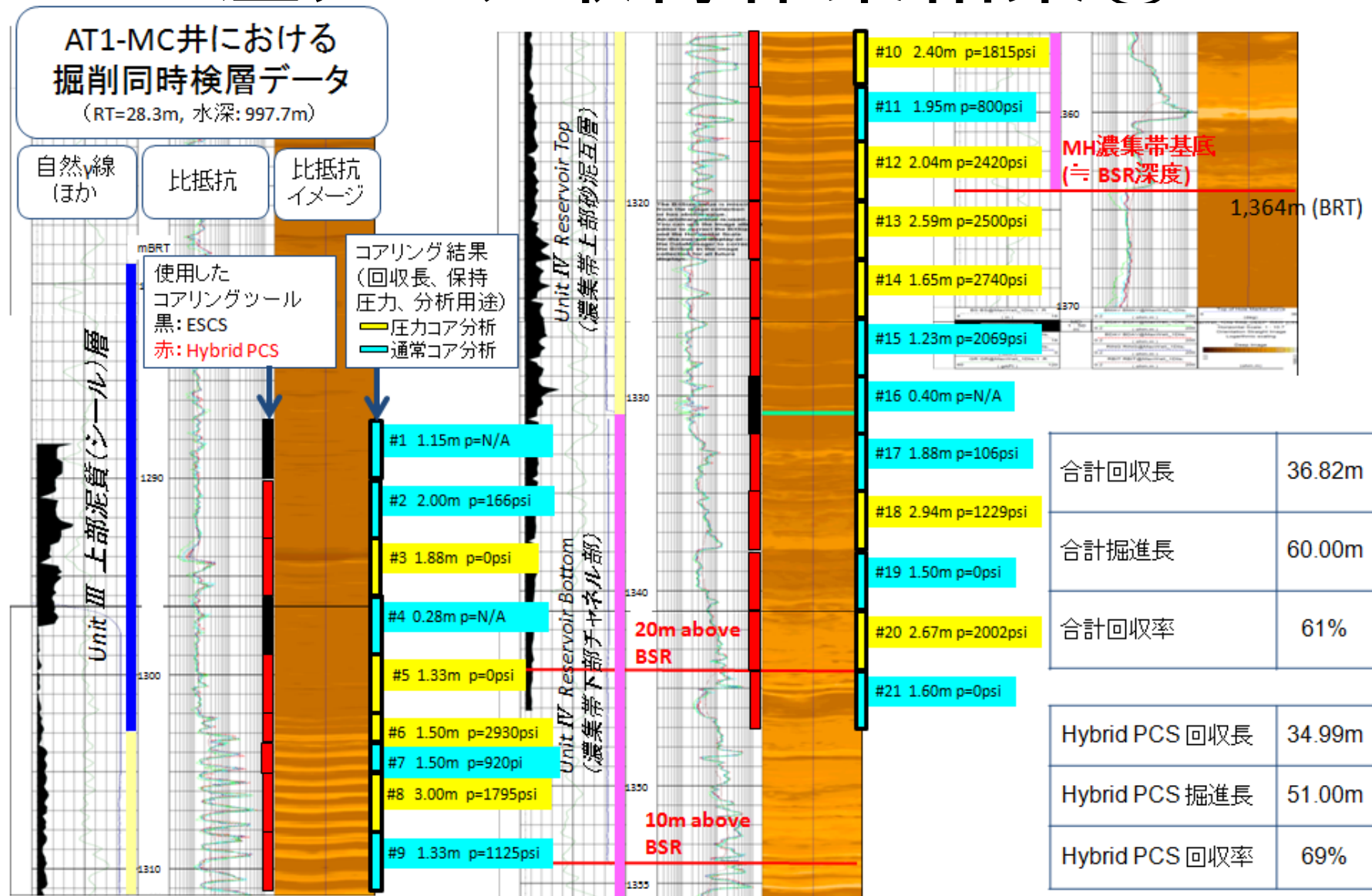


<作業風景>



<Hybrid PCSの全体図>

圧力コア取得作業結果①



ESCS: Extended Shoe Coring System (ちぎゅうに搭載してある従来型コア採取システムの一つ)

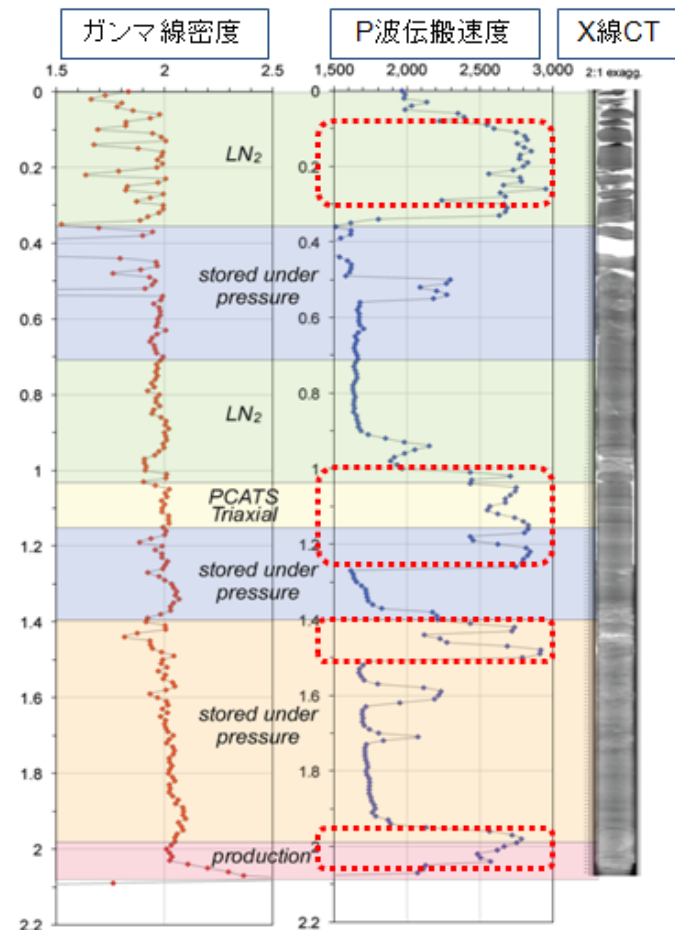
圧力コア取得作業結果②

●非破壊分析

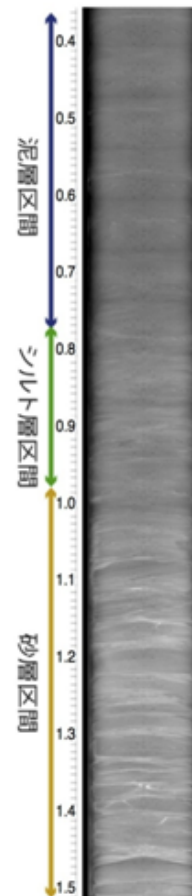
圧力をかけたまま、コアの外からガンマ線による密度測定と弾性波(P波)速度測定を実施。

●X線CTイメージ

医療用のCTと同様にコアの内部構造を観察し、微細な地質構造やコアの品質を確認することが可能。



＜#12コアの非破壊分析結果＞



＜#18コアのX線CT写真＞

(左図) Run no.12

＜非破壊分析結果と切断後のコアの分配＞

●左列から

- ・ガンマ線密度
- ・P波伝搬速度
- ・X線CTイメージ

- ハイドレートが賦存している砂質層区間ではP波速度の上昇が顕著になっていることがわかる。

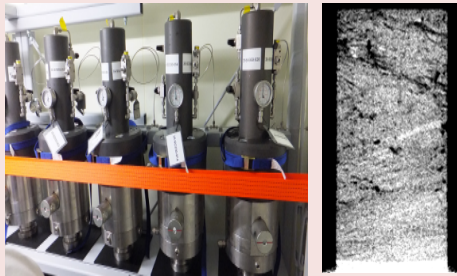
(右図) Run no.18

＜コアのCT写真＞

- メタンハイドレートを含む砂層内の微細な堆積構造が見られる。

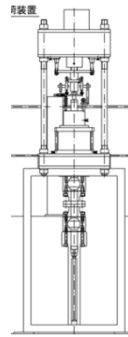
圧力コア処理の流れと主な分析項目

P-core (圧力コア)
5°C・20MPaで保管

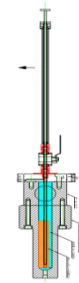


圧力
保持し
切断

MH分解の影響が無い状態で、生産実験や浸透率、力学特性、孔隙率などを解析



圧力コア解析装置



圧力コアサンプリング
装置

PCCTs分析装置
(米国USGS/GT)



分解コア試料



整形試料



整形残渣



分析後
試料



船上残渣

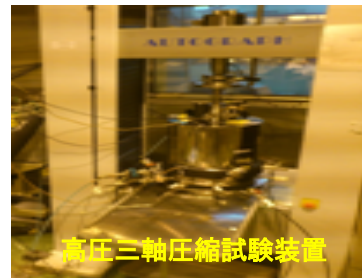
粒度分布
鉱物組成
を分析

LN2-core
液体窒素温度で保管

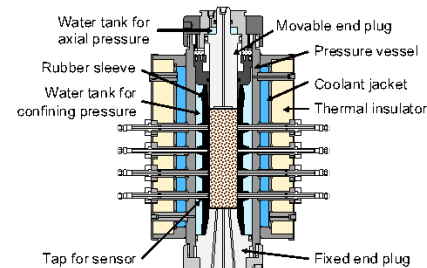


液体
窒素
温度で
切断
整形

原位置条件に戻した後、浸透率、力学特性、孔隙率などを解析



高圧三軸圧縮試験装置



MH分解実験装置

これまでの圧力コア等解析結果概要

①岩相モデル

- ・検層データと圧力コア分析（粒度分布、鉱物組成など）結果に基づき岩相モデルを構築。

②MH飽和率

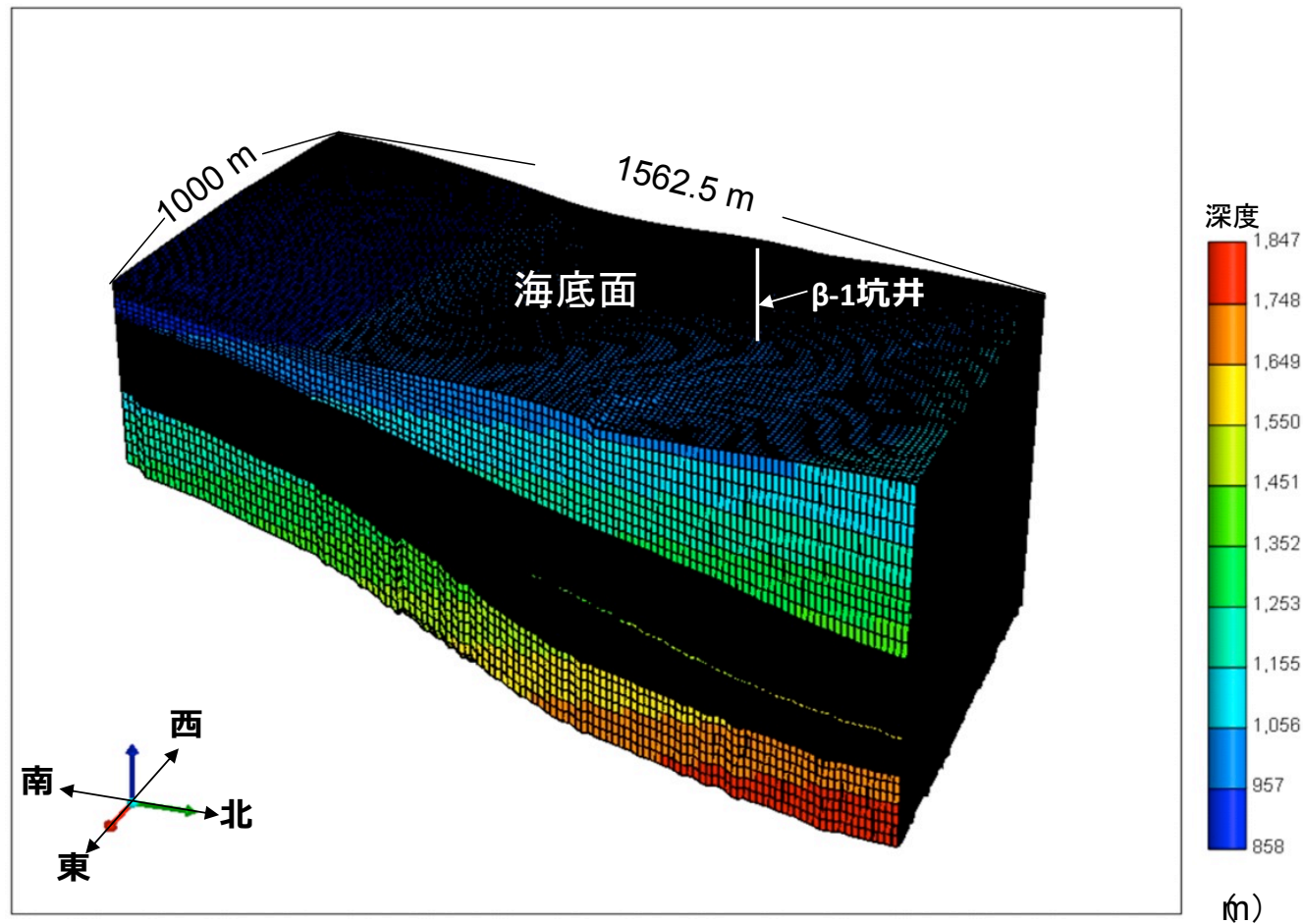
- ・圧力コアのMH飽和率と検層データ（比抵抗）から得られたMH飽和率の比較検討を実施。
- ・圧力コアについては、砂泥互層で約60%、下部砂層で約40%。
- ・検層データと比較したところ、砂層区間では概ね一致する。

③絶対浸透率

- ・圧力コア分析の結果、上部泥層で0.01～0.03mD、砂泥互層の砂層で～1.0D、下部砂層で～数100mD。

海産試験地の貯留層モデル構築

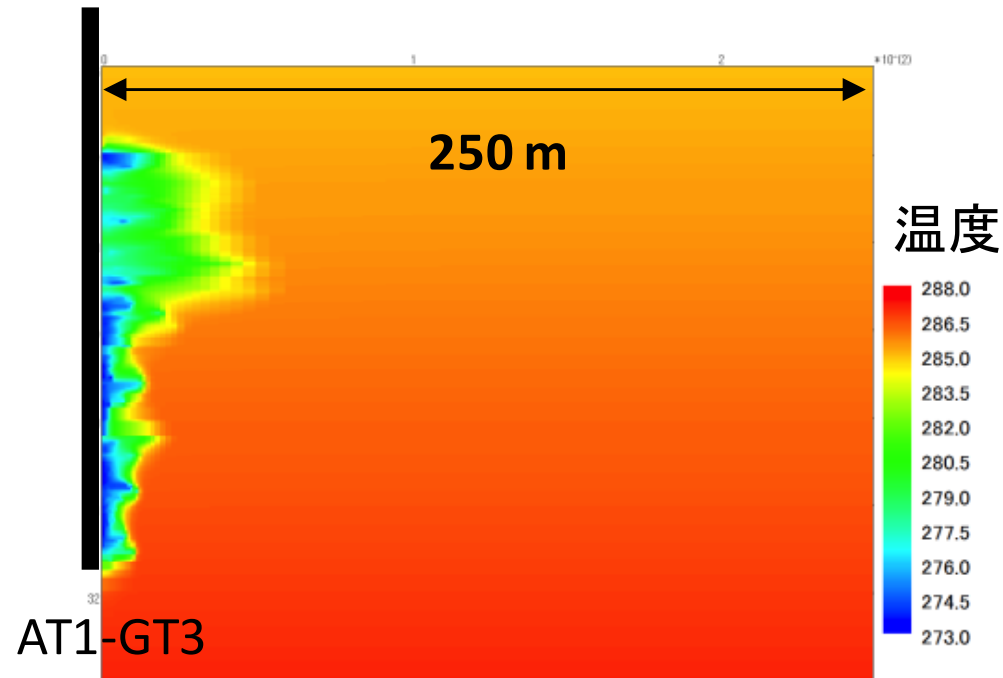
地層を細かなグリッドに分割し、グリッドに検層やコア解析の結果から得られたデータ(孔隙率、飽和率、浸透率、弾性係数など)を与えたモデル。



3次元貯留層モデルの一例

生産挙動予測

構築した海産試験地の貯留層モデルから、生産予測シミュレータ(MH21-HYDRES)および地層変形シミュレータ(COTHMA)を用い、減圧生産試験に伴う、ガス生産挙動や地層変形の予測を実施。



MH21-HYDRESを用いた生産挙動予測の一例

海洋産出試験におけるモニタリング坑井間隔や地層変形モニタリング装置の配置など海洋産出試験計画策定の反映。

今後の課題

海洋産出試験結果の評価。
生産挙動データ、生産井・モニタリング井データ、地層変形モニタリングデータなど。



生産挙動予測シミュレータ(MH21-HYDRES)および地層変形シミュレータ(COTHMA)を用いて、試験結果の検証(ヒストリーマッチング)を実施。→貯留層モデル(物性パラメータ)の更新



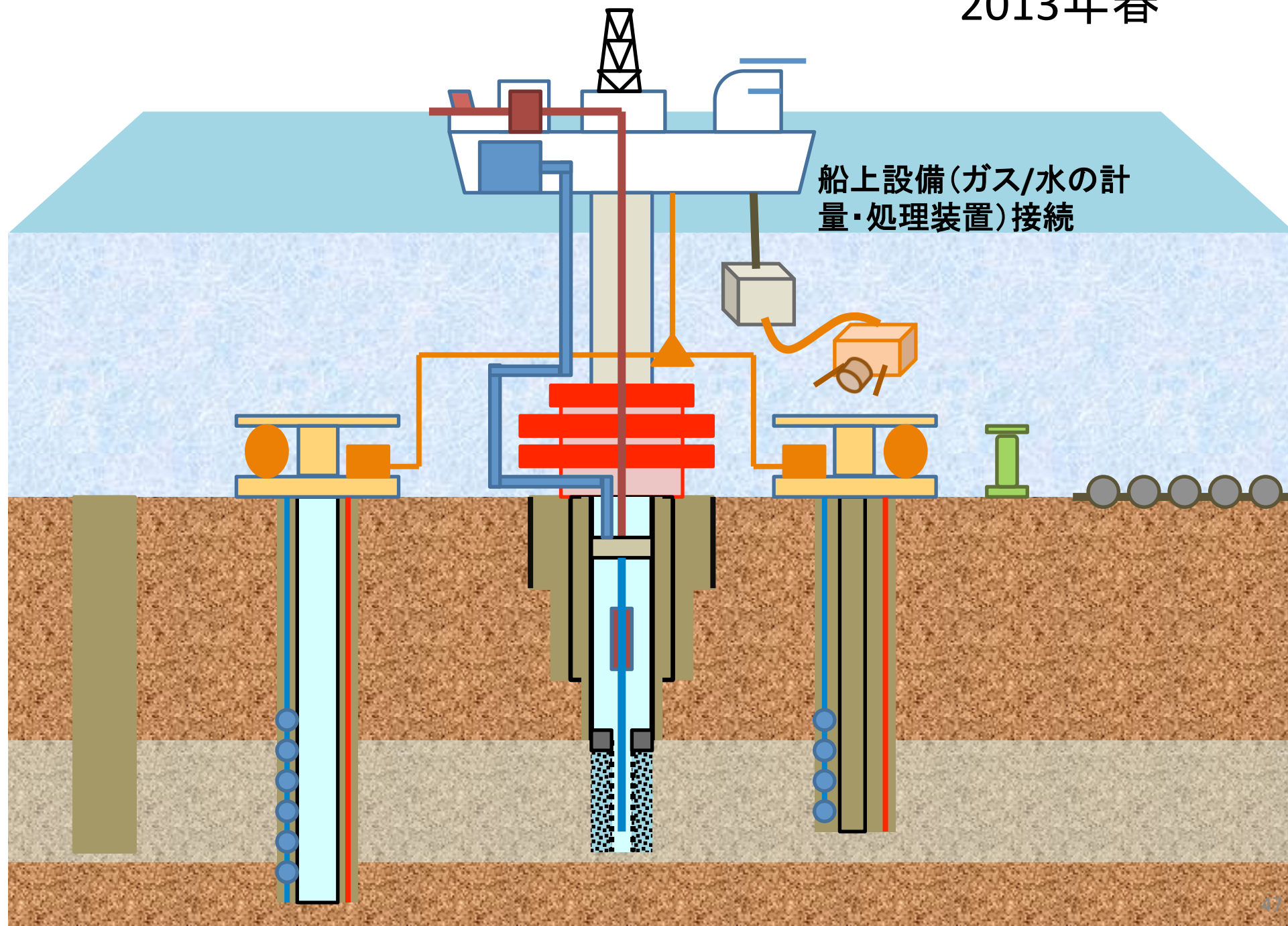
貯留層モデルの高精度化ならびに、生産挙動予測シミュレータ(MH21-HYDRES)および地層変形シミュレータ(COTHMA)の予測精度向上→次回産出試験計画の策定

第1回海洋産出試験

2013年：坑内機器降下からガス生産実験 まで

- 装置を準備して減圧を達成する
- メタンハイドレートを分解させて、水とガスを生産する
- 地下で何が起きたのか、物理探査の技術などを使ってモニタリングする

2013年春



フローテスト準備(3/3-3/12)

- 3/3以前
 - 坑内機器用電源設置作業、電力モニタリング装置準備作業
 - 陸上での試ガス処理装置組み立て
 - デリックにシーブ取り付け
 - 坑内試験編成、試ガス処理装置の一部機材のサプライボートによる積み込み、一部組み立て開始
- 3/3-3/4 資機材積み下ろし、準備等
- 3/4 試験編成降下のためのToolbox meeting(作業前安全確認ミーティング)
- 3/5 3-1/2" Tubing section(坑底センサー等)、ヒーター降下、試ガス処理装置機器積み込み
- 3/6 ESP(ポンプ)セクション降下、以後、同時並行に試ガス処理装置組み立て開始、フレアライン配管等実施(ヒーターの電源系統でトラブル。
 - 試験について致命的ではないと考え作業を継続。
- 3/8 パッカー一部組み立て、SSTT部(緊急切り離し用装置)組み立て
- 3/9 SSTT部組立、試験。試ガス処理装置圧力テスト開始。
- 同日 ROVによるMT1/MC坑井のDTS/TRDケーブル接続作業、OK
- 同日 Flow headと試ガス処理装置接続
- 3/11 船上ラインの圧力テスト
- 同日 ESP パッカーセット、OK
- 3/12 2:15 試験開始前のTool box meeting

フローテストの作業計画③-1 ～坑内機器準備作業～

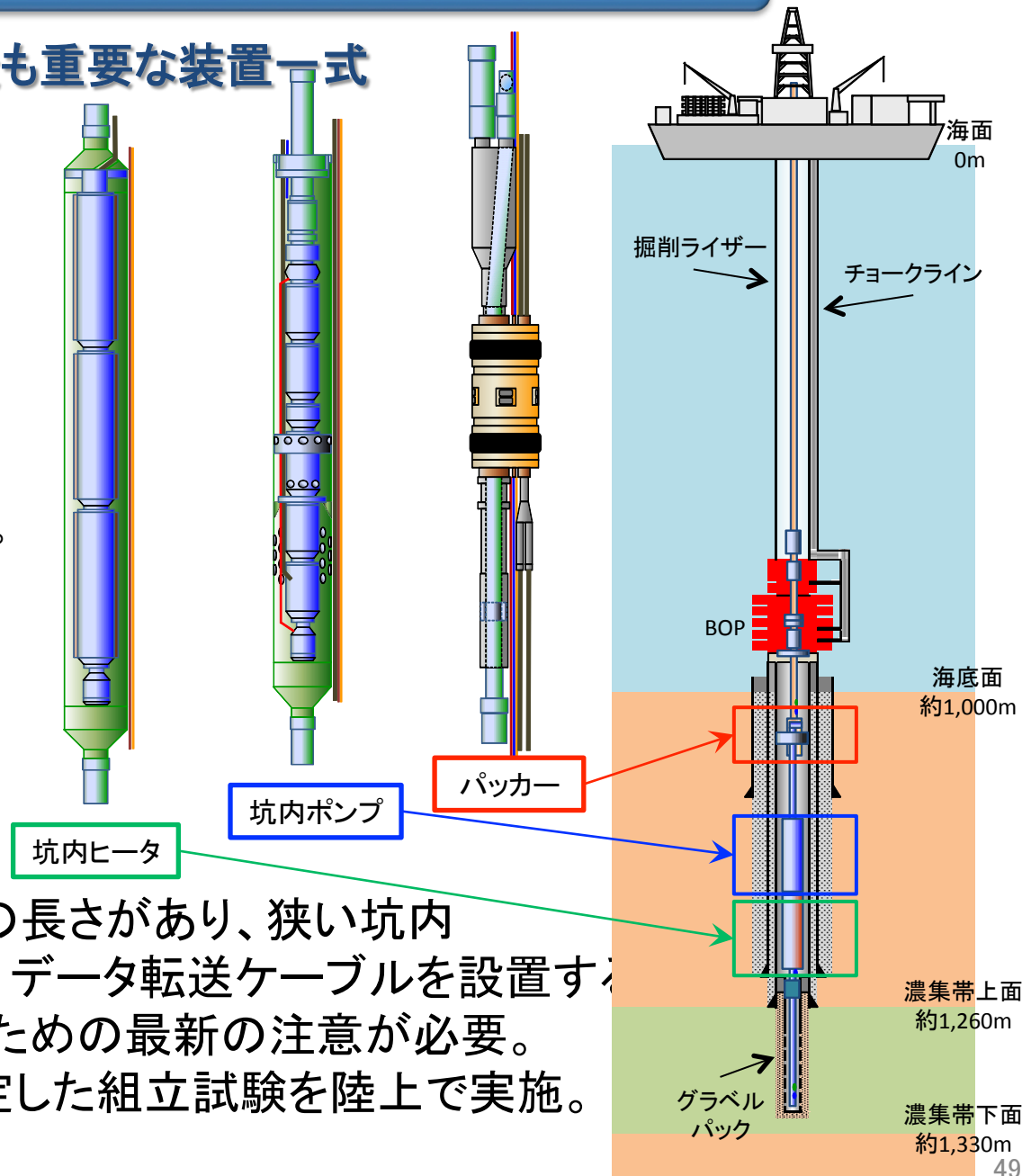
●坑内機器：減圧を行うための最も重要な装置一式

(1) 主要装備と主な役割

- ・坑内ヒータ：長さ約36m
 - ➔ 生産流体を加温することで、流体の温度圧力条件を、メタンハイドレート安定領域外に維持し、流路におけるハイドレートの再生成を防ぐ。
- ・坑内ポンプ：長さ約30m
 - ➔ 生産水を排出し、水頭の位置を調整することで、坑低圧の減圧を行う。
- ・パッカー：長さ約2m
 - ➔ パッカー上下のアニュラス部の圧カシールを確立させる。

(2) 留意点

- ・坑内機器は一式で300m以上の長さがあり、狭い坑内（内径約22cm）に多数の電源、データ転送ケーブルを設置することとなるため、損傷等を防ぐための最新の注意が必要。
- ・このため、船上での作業を想定した組立試験を陸上で実施。
 - ➔ 次ページ以降にて紹介



フローテストの作業計画③-1 ～坑内機器準備作業～

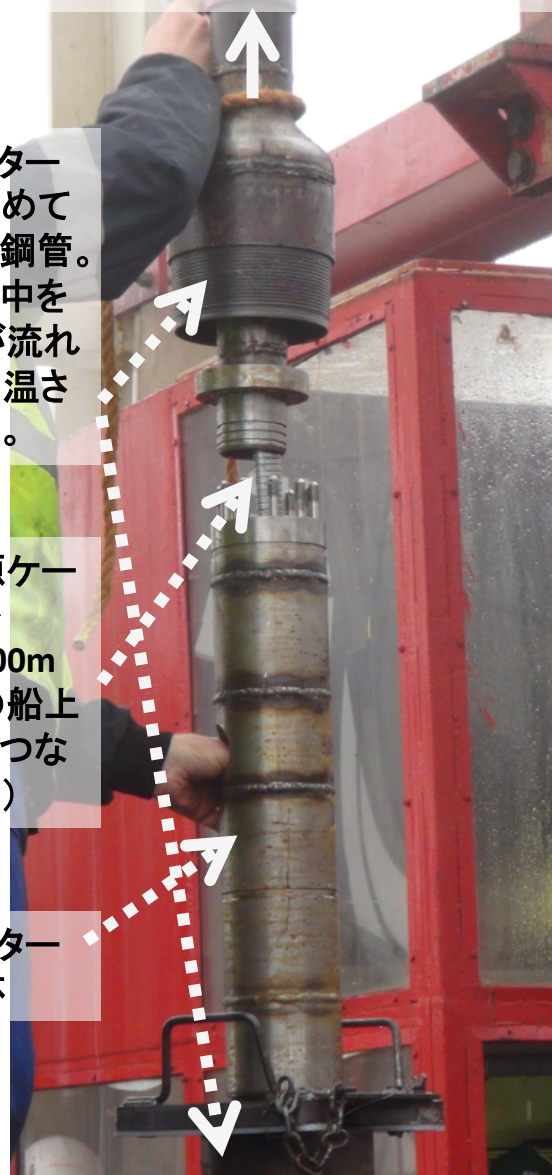
●陸上での坑内機器組立試験の様子(坑内ヒータ部分)

暖められた水は上の管を通じてポンプへ

ヒーターを収めている鋼管。この中を水が流れて加温される。

電源ケーブル
(1200m上の船上までつながる)

ヒーター本体



ヒーターの発熱体。このさらに内側にコイルがあり、それで発生した磁場による電磁誘導で熱を発生させ、流生産流体(水・ガス混合)を温める。

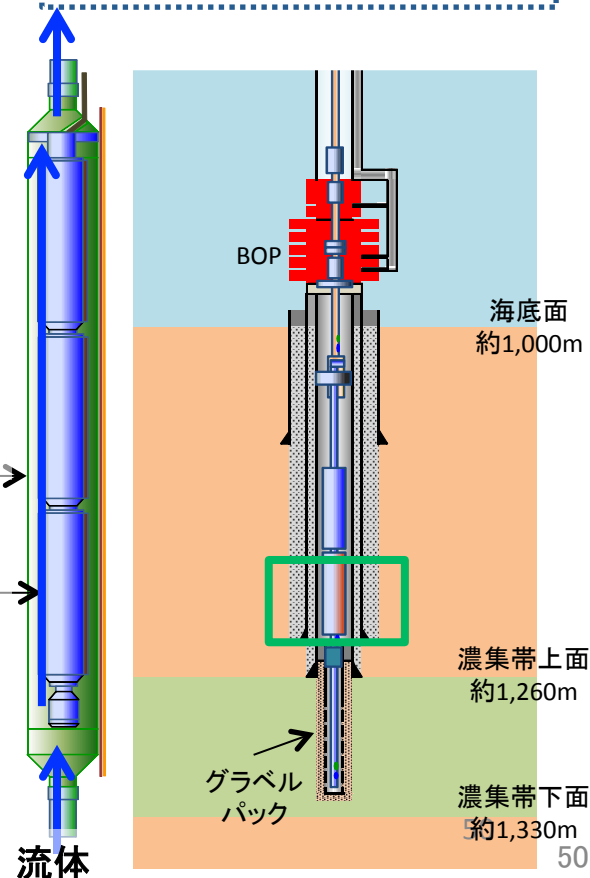
鋼管

発熱体

流体

坑内ヒーターは誘導加熱式で、直径約17cm、長さ約36mの鋼管中にセットされる。

左)ヒーター本体を鋼管の中にセットしているところ。
右)ヒーター本体を上側からみた様子。



2. フローテストの作業計画③-2 ～坑内機器準備作業～

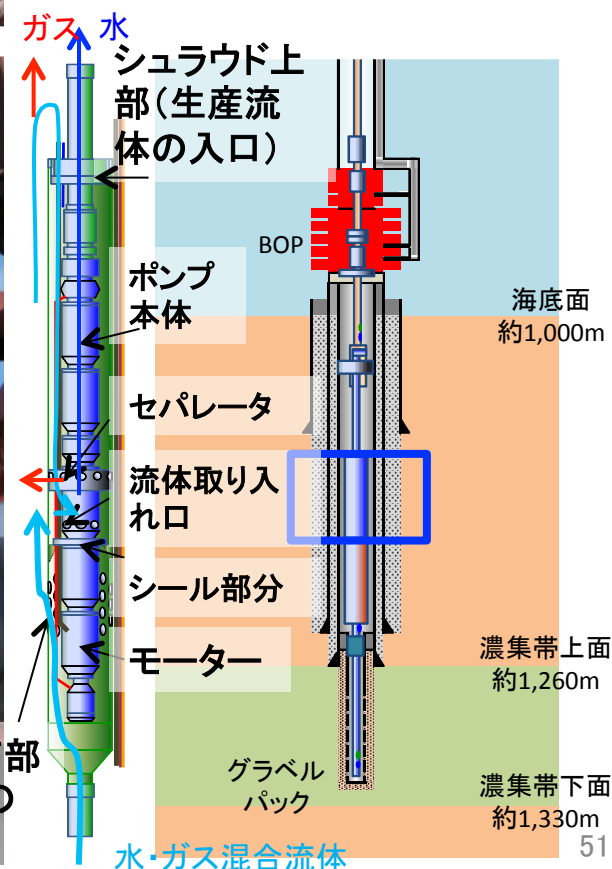
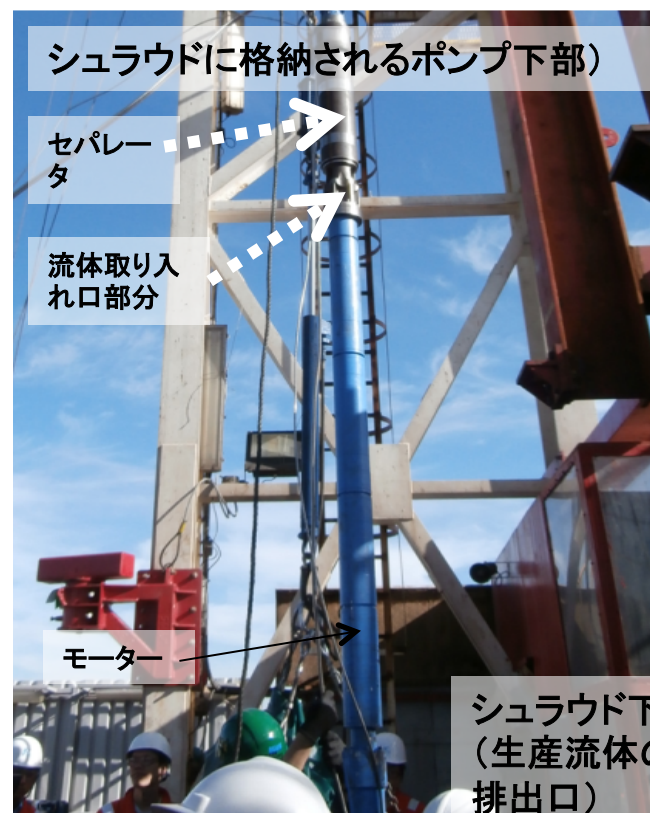
●陸上での坑内機器組立試験の様子(坑内ポンプ)



上)ポンプ部を覆う鋼管(シュラウド)の最上部(流体取り入れ口)とポンプ上端部

左)シュラウド下部の生産流体排出口(内側にモーターを格納)

右)水・ガスセパレータ、流体取り入れ口、モーターをシュラウドに格納しているところ。



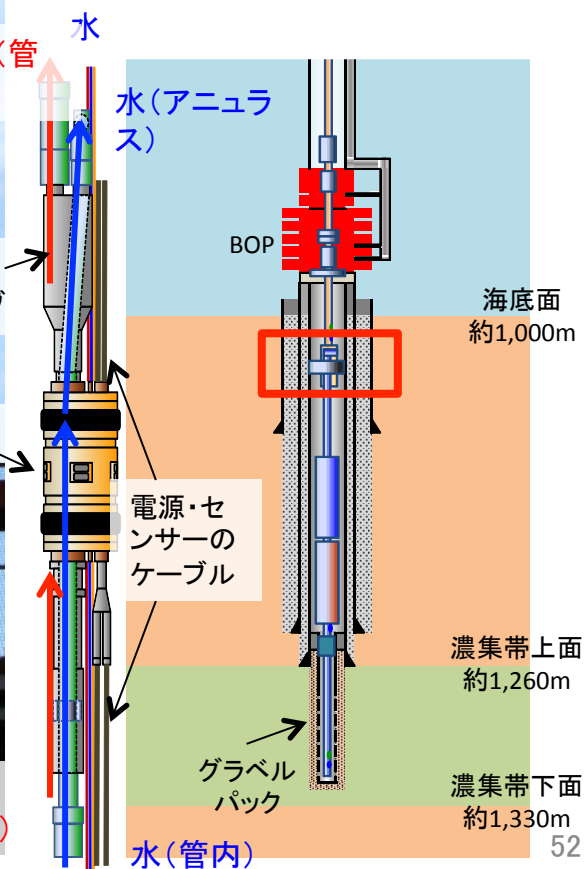
フローテストの作業計画③-3 ～坑内機器準備作業～

●陸上での坑内機器組立試験の様子(パッカー周辺)



上) 管内とアニュラス(管とケーシングパイプの間の隙間)の流体を入れ替えるデュアルフローヘッドと、パッカー

下) デュアルフローヘッドとパッカーをつなげて坑内に降下している様子



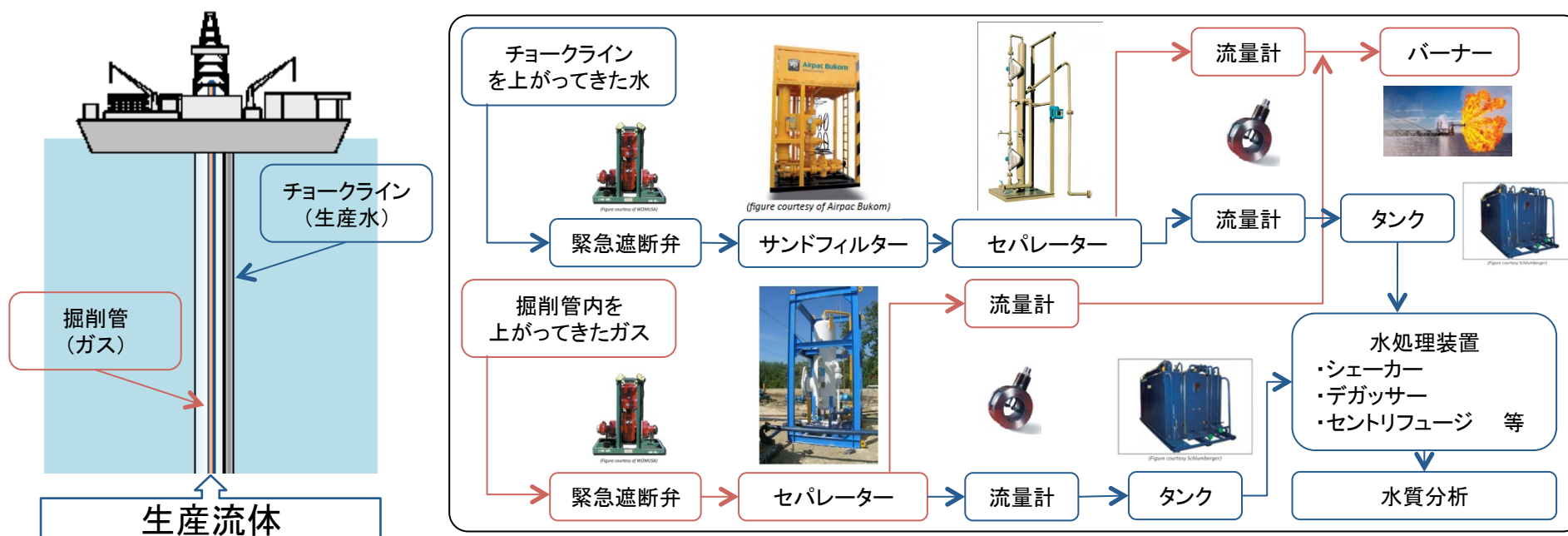
船上設備：試ガス設備と生産水処理設備

(1) 概要

- ・船上に導かれた生産水・ガスを計量・サンプリングし、安全に処理する。
- ・ガス処理トレインと生産水処理トレインを設置。
- ・それぞれに、緊急遮断弁、サンプリングポイント、流量計、圧力計、温度計、流量調整チョーク、水・ガスセパレータ等を設置。

(2) ガスと生産水の扱い

- ・ガスは、温度・圧力・流量のデータを取得、分析用にサンプリングした後、船尾にて焼却処理を実施（フレア）。
- ・生産水は、船上で固体分（懸濁粒子等）の除去、メタンなどの揮発成分の除去等の処理を実施。その後、水質汚濁防止法の排水基準に従って水質分析を実施し、基準に適合すれば海洋に放流する。

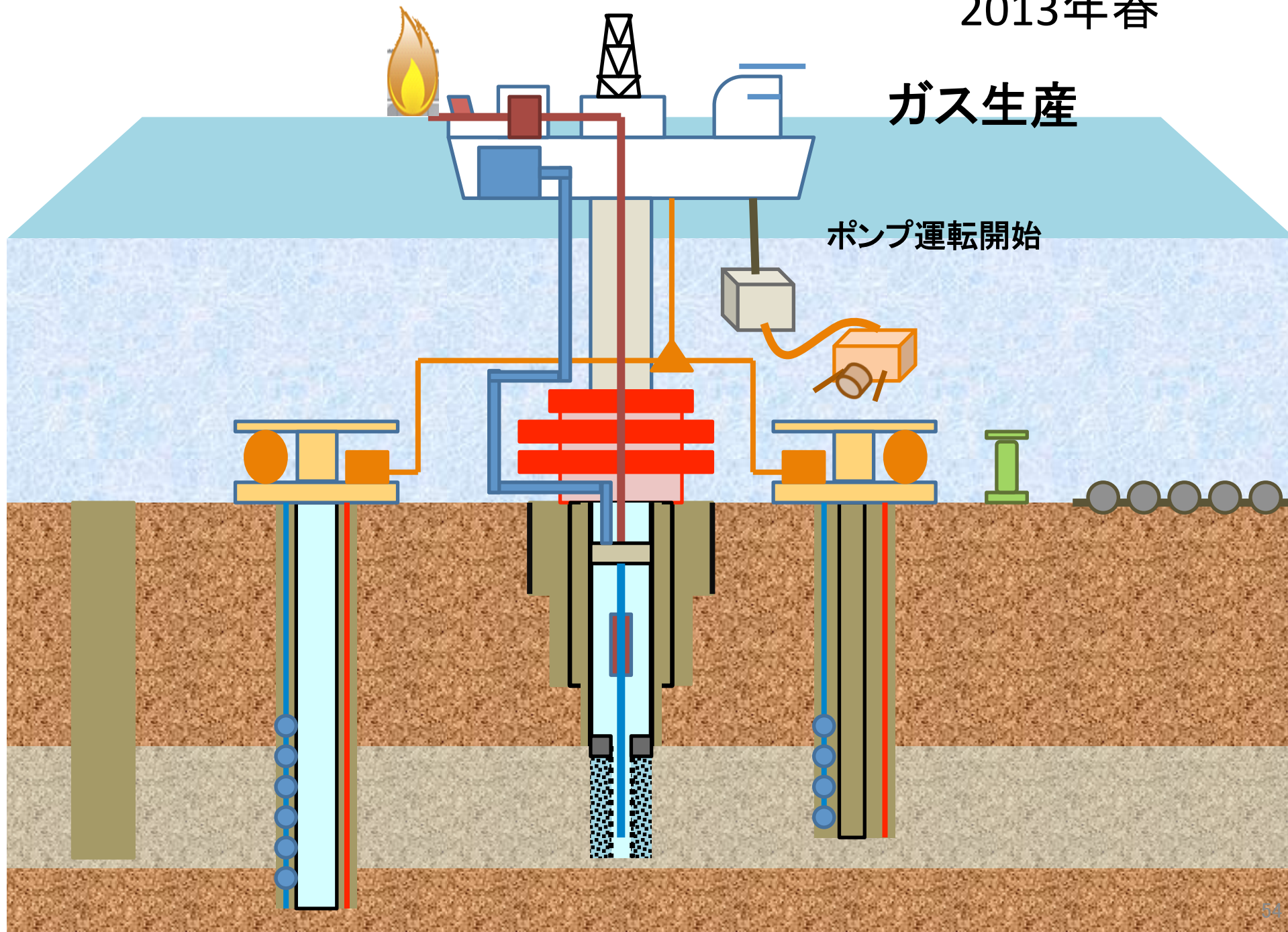


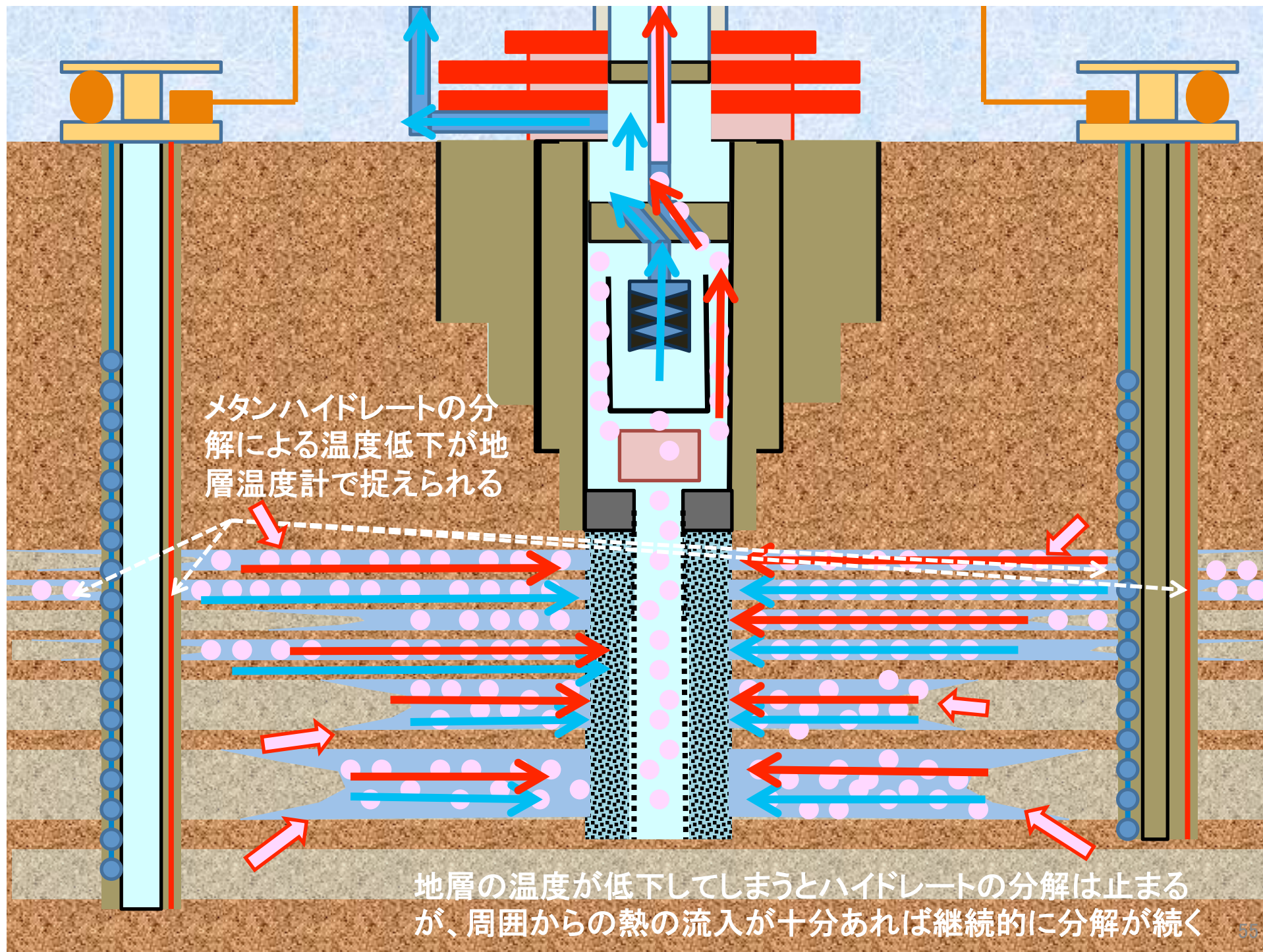
＜船上における処理のイメージ＞

2013年春

ガス生産

ポンプ運転開始





フローテスト(3/12-18)

- 船上での操作項目
 - ESP周波数(ポンプ回転数)、Water-tarinのChokeの開閉
 - ガスフレアラインとベントラインのつながりかえ
- 3/12 5:20 ESP Function test(3相交流のフェーズをチェック)
- 同日 5:40 減圧開始(周波数上げる)
- 同日 7:51 最初のガス徴(W/T)～W/Tフレア着火(時刻不明)
- 同日 9:40 G/Tセパレータ圧力が高まり、フレアラインにフロー開始
- 同日 10:00 G/Tフレア着火
- 以後、18日までデータを取得しながらガスと水を生産し続ける。

出砂-ガス生産実験終了(3/18)

- 3/18 4:05 急にポンプの負荷が増えたことから安全装置が働き、ESPの周波数が落ちる
- 同日 4:15 船上で出砂を確認、その後ポンプは正常に復帰したが、減圧は維持できず、船上の機器が砂をさばききれなくなる。
- 当日は夜から大荒れの予報であり、安全も考慮して試験を終了させることとして、抑圧作業（ガスが出てこないように、坑内のガスと砂を浚って、圧力を回復させる作業）を開始。
- 同日 15:00 Kill well作業完了



3月18日午前4時、突然
ポンプの電流値が急増し
て安全装置が動作し、回
転数が低下。坑底圧力
が11MPa程度まで上昇。

ポンプの動作は正常に
戻るが、約15分後船上で
出砂を確認。





砂と水を処理しきれなくなる。
ゲージタンクから水を送るポンプが故障。

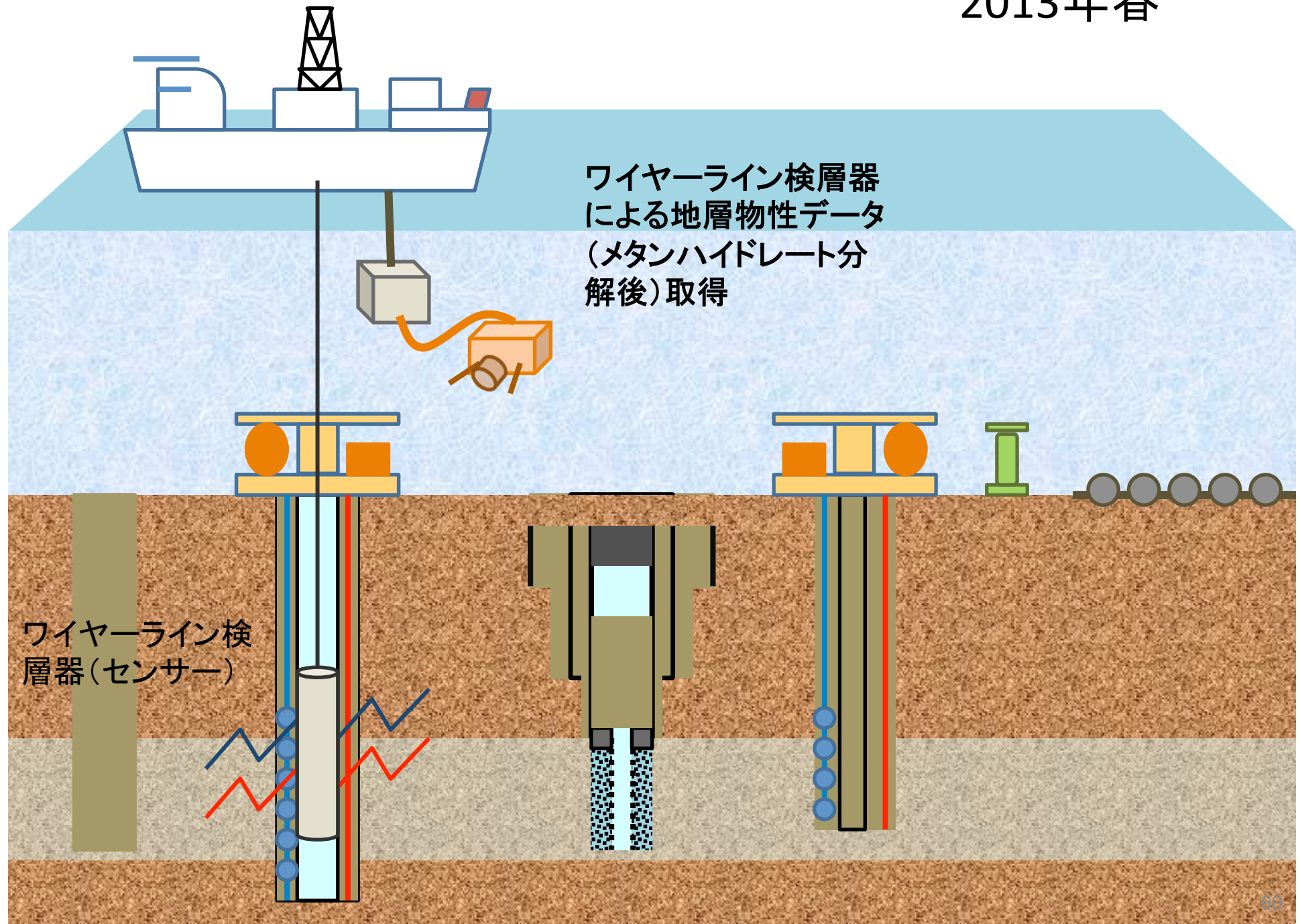
ゲージタンクをバイパスして
ガンボーセパレータに水を送ったので、シェーカールームでガス検知。

砂はカッティングススキッド
二つを満杯にし、タンクとセパレータを埋めた。

ESPは動いているが、キル
ウェルして試験終了へ。

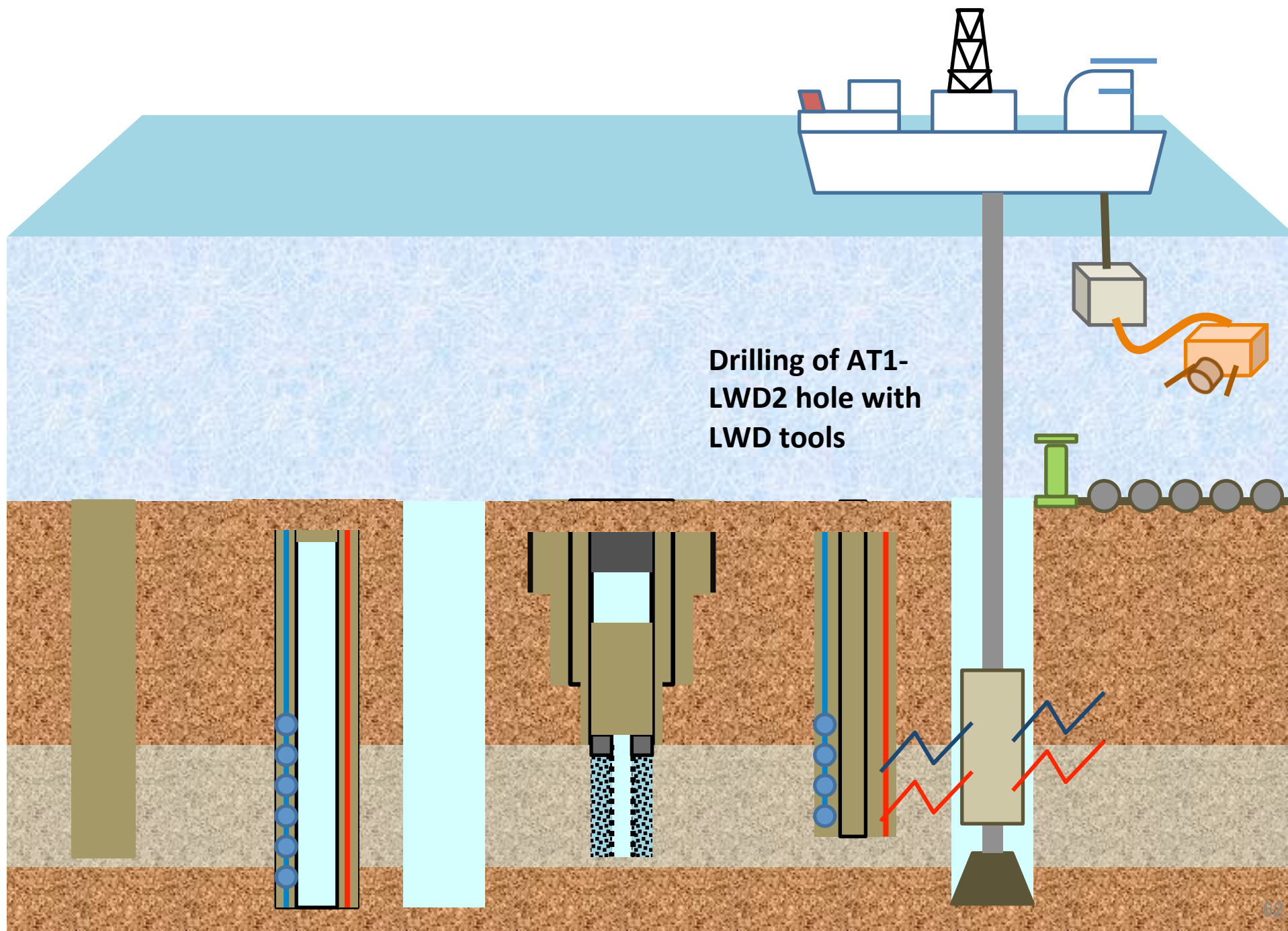


2013年春



廃坑・検層作業(7/31-8/14)

- モニタリング坑井の廃坑作業
- 地層温度計データ収録装置の回収(2012年3月に設置以来、1年5カ月分のデータを回収)
- MC坑井でのCased-hole log取得
- 分解範囲・出砂等の検討のため、P井近傍に新たに2坑井(AT1-LWD1/2)掘削、LWD及びWireline検層実施
- 全坑井の廃坑・原状復帰作業



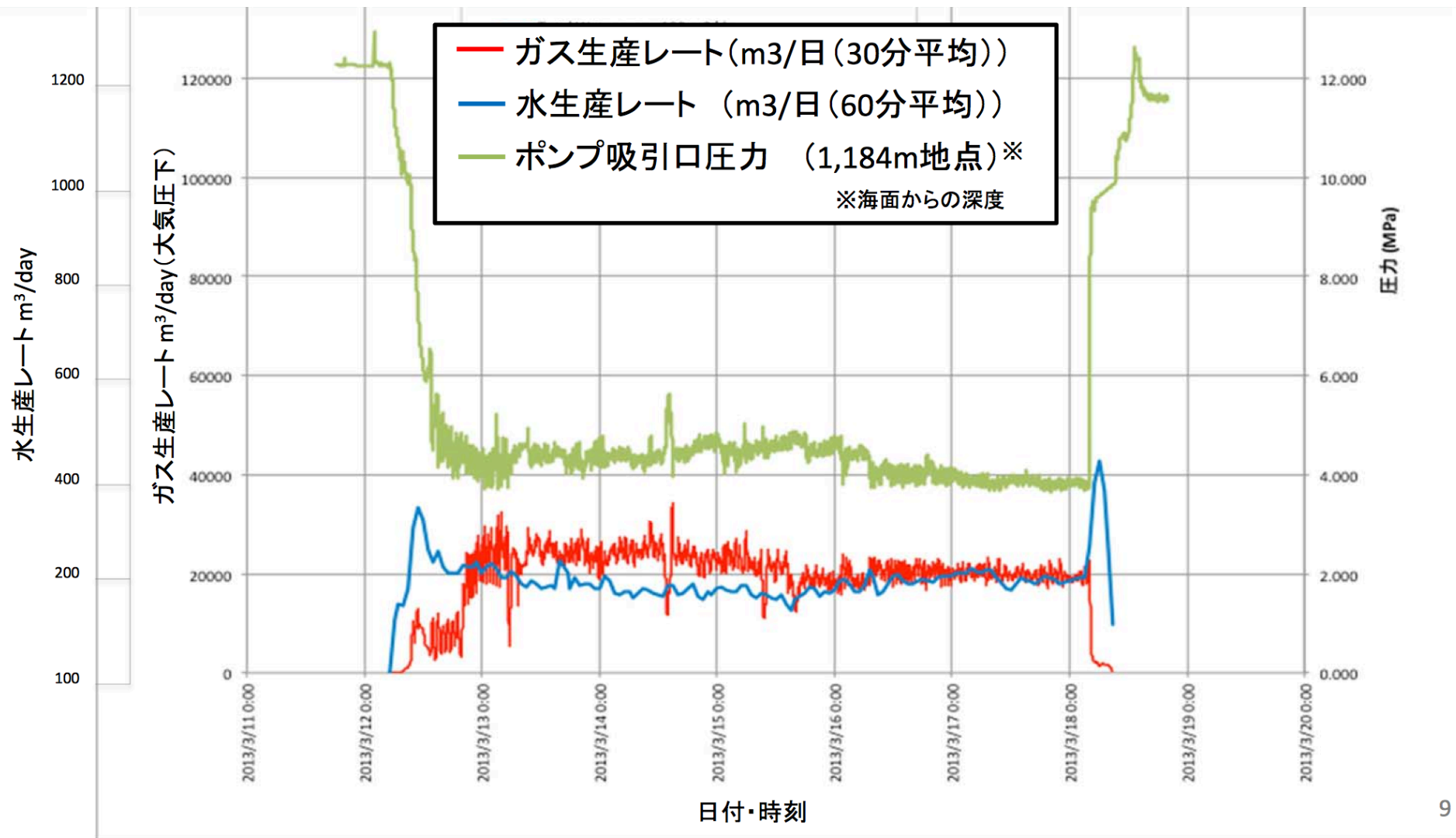
第1回海洋産出試験

試験後のデータ解析と環境影響、そして次に目指すもの

- どんなデータが取れて、何がわかったか？
- どんな課題が残されたのか？
- 商業化にむけてやらなければいけないことは？

取得された代表的なデータ

- 生産された水・ガスの生産レート(船上で計測)
- 生産された水・ガスのサンプル
 - ガス組成・炭素同位体比・水中の塩素濃度他の成分の分析
- 生産井坑内の温度・圧力データ
 - リアルタイムセンサーの断線などで一部欠測あり
- モニタリング坑井での温度データ
 - 生産井から25-30m離れたモニタリング井の特定深度で、最大0.5°C程度の温度低下を確認→メタンハイドレート分解の広がり分解した深度を確認
- モニタリング坑井での検層データ
 - 中性子捕獲断面積などに、試験前後で変化を確認(さらに解析中)
- 追加検層坑井(8月)
 - 解析中
- 4成分地震探査データ
 - 試験の前後及び今年7月にデータ取得、解析中
- 環境モニタリングデータ
 - 先月末にセンサーを海底から回収、データ解析中
- 各データと解析結果の詳細は、今後学術論文として順次報告する



得られた成果(1): 日本周辺海域の条件(地質, 温度等) においてどのような生産挙動が得られるか知ること

日本周辺海域において、(カナダの陸上で有効性が確かめられた)
減圧法によりハイドレートからガスを生産できるかどうか確認する

- 海洋坑井の生産性(減圧法による短期的なガス生産量)を確認する

→●減圧を達成し、ガスの生産を見た。

→●一部、さらに評価が必要なデータもあるが(塩分濃度など)、ガス量、地層温度計のデータ、物理検層のデータなどは、生産されたガスがメタンハイドレートの分解によるものであることを示している。

→●6日間にわたって、日産約20,000立方メートル(大気圧下)のほぼ定常的なガスの生産が計測された。

→●ガス量は事前のシミュレーションよりも多く、水量は少なかった。
このため、地層中で起きている現象のより良い理解が必要となっている。

→●出砂によりガスの生産が6日間に限られたので、経済性評価に必要な長期挙動を予想するのに十分なデータとは言えない。

得られた成果(2):減圧法を海底下の比較的浅い深度に適用させるための技術を実証する

- 一部、電源・計装系ケーブルの問題から動作しない機器(ヒーター・リアルタイムセンサーなど)があったものの、減圧の実現に必要な機器は有効に機能した。
- 懸念されたセメント・地層間隔離の問題は生じず、有効に減圧が実現できた。
- ガス水分離の問題など、長期の生産では問題となりうる課題が明らかになった。
- 出砂対策装置(グラベルパック)は最初の数日有効に機能したが、6日目に機能を発揮しなくなり、試験の継続が不可能になった。

得られた成果(3):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

- 坑内及び海底面に設置したモニタリング装置による
メタンハイドレート分解と環境影響のモニタリング
- 坑内設置の地層温度計、検層によるモニタリング
などはメタンハイドレート分解のモニタリング手法
として有効に機能した。
- 4成分地震探査・環境モニタリングについては、
データの分析・解釈の途上である。

その他、今回の試験で明らかになった成果と課題

- 貯留層評価と生産挙動予測
 - 検層データ、圧力コアの取得により、貯留層の特性についてこれまでなかった良好なデータが取得できた。
- 東部南海トラフ海域の気象・海象条件における船体の位置保持
 - ちきゅうのDPSシステムによってライザー掘削を及び産出試験を、緊急離脱の状況に追い込まれることなく実現できた
 - しかしながら、リスクの無視できない状況もあったため、緊急離脱のリスクを低下させるための処置(船体の位置保持技術、大きなドリフトを許す海底・海中の設備等)の検討が必要
- 船上機器・坑内機器を安全に設置して運用できた。

第1回海洋産出試験の成果と課題：今のところの結論

- 少なくとも短期的には、海洋坑井においても減圧を実現することができて、メタンハイドレートを分解させてガスを生産することができることが実証できた。
- 一方で、出砂の問題など、長期・安定的な減圧とガス生産の阻害要因も明らかになった。

→経済性を評価するには、長期的なガス生産挙動を確かめることが必要であり、今回の試験結果とモデリング技術を組み合わせて、予測の精度を高めて行くが、最終的にはフィールドで実証することが必要になる。

以上から

- 技術課題を克服した上で、安定的で経済的に有効な技術と長期的な生産挙動のフィールド実証を行う必要がある。
- そのため、必要な技術開発と、中長期をターゲットにした陸上・海上それぞれの産出試験の準備に着手したい。

第1回海洋産出試験：残された疑問点

- ガスは出た。どこから、どのように？
 - どうしてあれだけ早く、たくさんガスが出たのか？
 - 掘削とGP作業、逸水などがどう影響したか
- 水とガスは地層内・管内をどのように流れたのか？
 - ハイドレート再生成のリスクはなかったのか？
- 砂と水はどこから来たのか？地層にどんな力がかかって
 - なぜグラベルパックは働かなくなったのか？
 - 砂を止められればフローは継続できたのか？
 - 他にも安定的なフローを止める要因はないのか？
- 現状の認識：
 - 減圧法でガスが出せることは証明できたが、安定的・経済的に生産できる方法であることはまではまだ証明できていない
 - まずは、地下で流体と熱がどう移動したのかを確認すること←モニタリングデータとコンピュータシミュレーションで評価
 - 海底の浅いところで、本当に安定的に生産できるのか？

外部の研究者を交えたワーキンググループを構成

- 今後のメタンハイドレート開発の方向を定める上で重要な点として次の3つカテゴリーの疑問に答えることが必要として、問題点を整理して、具体的な検討を行う。

- 実際の生産挙動は事前の予測とは異なっていたのはなぜか。モデルのどこが違っていたのか。
- ハイドレートはどこで分解したか。水とガスはどこから来たのか。
- ハイドレート分解挙動は貯留層の地質・物理・力学条件とどのように関係したか。

→WG1: 貯留層評価・生産ヒストリーマッチング

- ❖ 出砂は、どの地層でなぜ、どのように起こったのか。
- ❖ どこで地層(と坑井?)が破壊され、砂と水が供給されて、出砂に至ったのか?
- ❖ なぜ出砂対策装置は機能しなくなったのか。

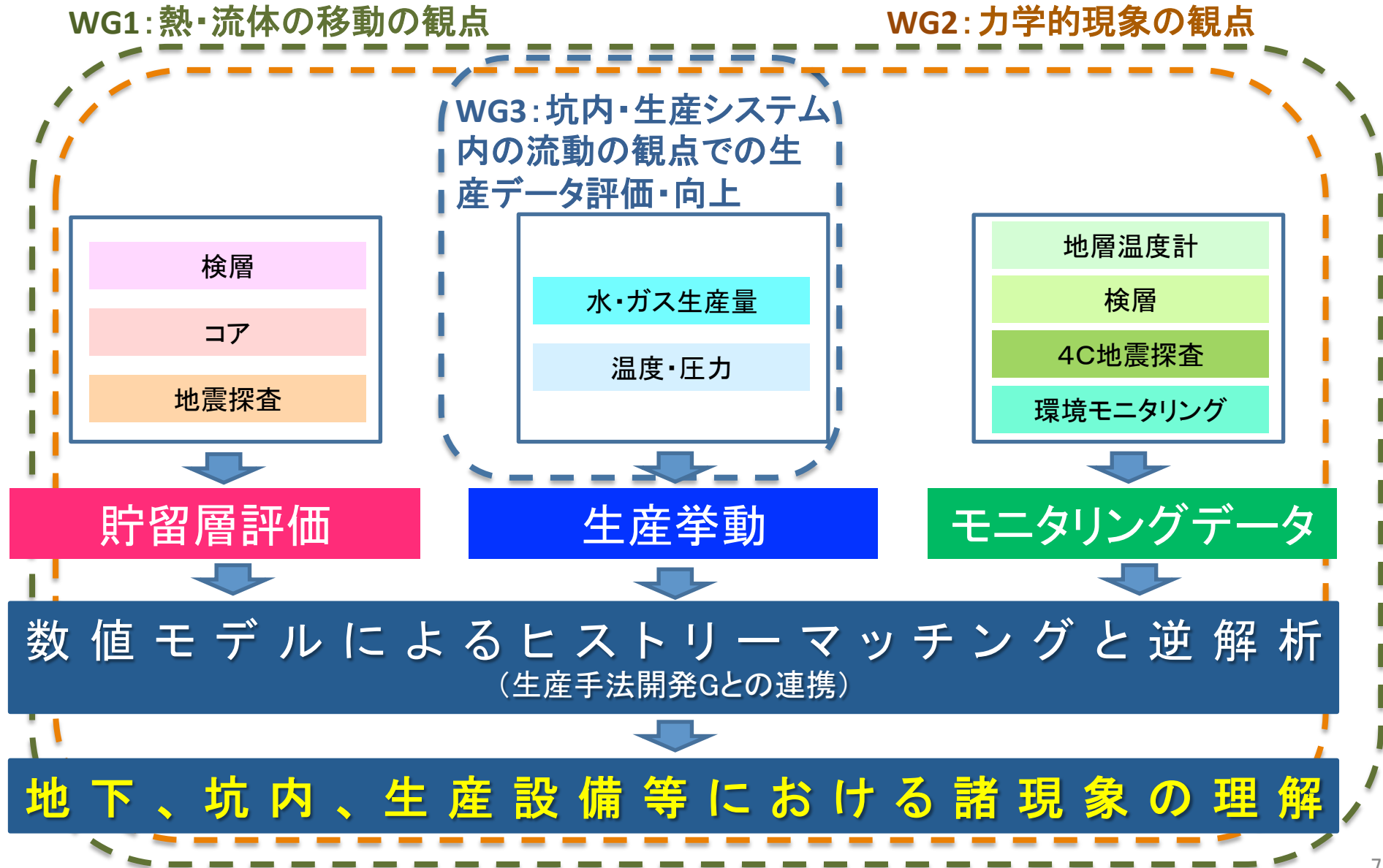
→WG2: 出砂・ジオメカクス

- 仕上げ区間40mのところからガス・水が来ていたのか。
- 管内をどのようにガスと水が流れたのか。生産機器(ポンプ・セパレータ)はどのように機能したのか。
- 生産されたガスと水は坑井及び管路中をどのような流動様式で流れたのか

→WG3: 管内流動

- お互いは相互に関係し合うので、それぞれタスクを定めて独自に検討を行う他に、密接に情報交換を行う。

基本的な検討の流れとWGの役割



1. 新たな「海洋基本計画」

- 平成25年4月に、新たな海洋基本計画を閣議決定。
- 砂層型メタンハイドレートについては、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を初めて設定。
- また、表層型メタンハイドレートについて、資源量調査の目標を初めて設定。

＜新たな海洋基本計画におけるメタンハイドレートに関する記載＞

砂層型メタンハイドレート

- ・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。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。

表層型メタンハイドレート

- ・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年間程度で、必要となる広域的な分布調査等に取り組む。

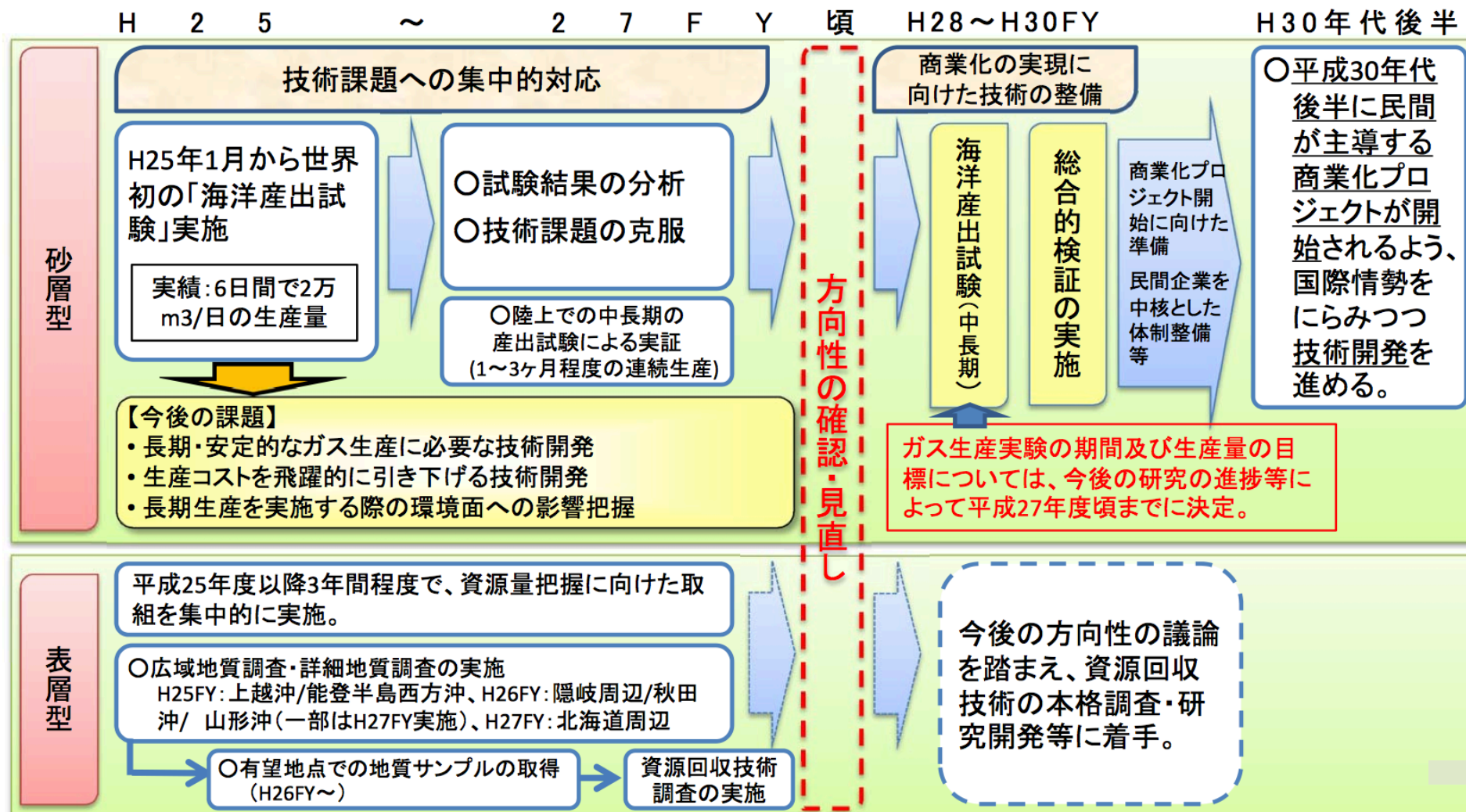


この目標を達成するため、総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会にて
「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」の見直しを実施中。
メタンハイドレートについても新たな工程表(案)を発表。

○新たな「海洋基本計画」(平成25年4月閣議決定)では、

(1) 砂層型メタンハイドレートについては、①「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」目標を確実に実施する。また、②商業化プロジェクトに向けた目標を初めて設定。

(2) 表層型メタンハイドレートについては、表層型の資源量調査目標を初めて設定。資源量を把握するため、平成25年度以降3年間程度で広域的な分布調査等を実施する。(※)これを受けて「我が国のメタンハイドレート開発計画」も見直す予定



- 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。**
- 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。

では、具体的にはH30までに何をしなければならないか？

- 現状適用しうる生産手法で、メタンハイドレートからのガスが経済性を持って生産しうることを示す。→そのためには、メタンハイドレートの長期的な生産挙動を示すことが不可欠である。
- 海洋のMH資源に対して、安定的な生産を可能とする技術を示す。
- ガスの輸送・需要家への供給、環境への影響と対策を含めて、将来の商業開発システムの展望を示す。

当面の目標として、中長期海洋産出試験に向けた、技術課題の抽出／解決と、準備作業を始める

合わせて、シミュレーションや実験による検討、陸上産出試験等を進める。

海洋エネルギー・鉱物資源計画のスケジュール

平成25～27年度：技術課題への集中的対応

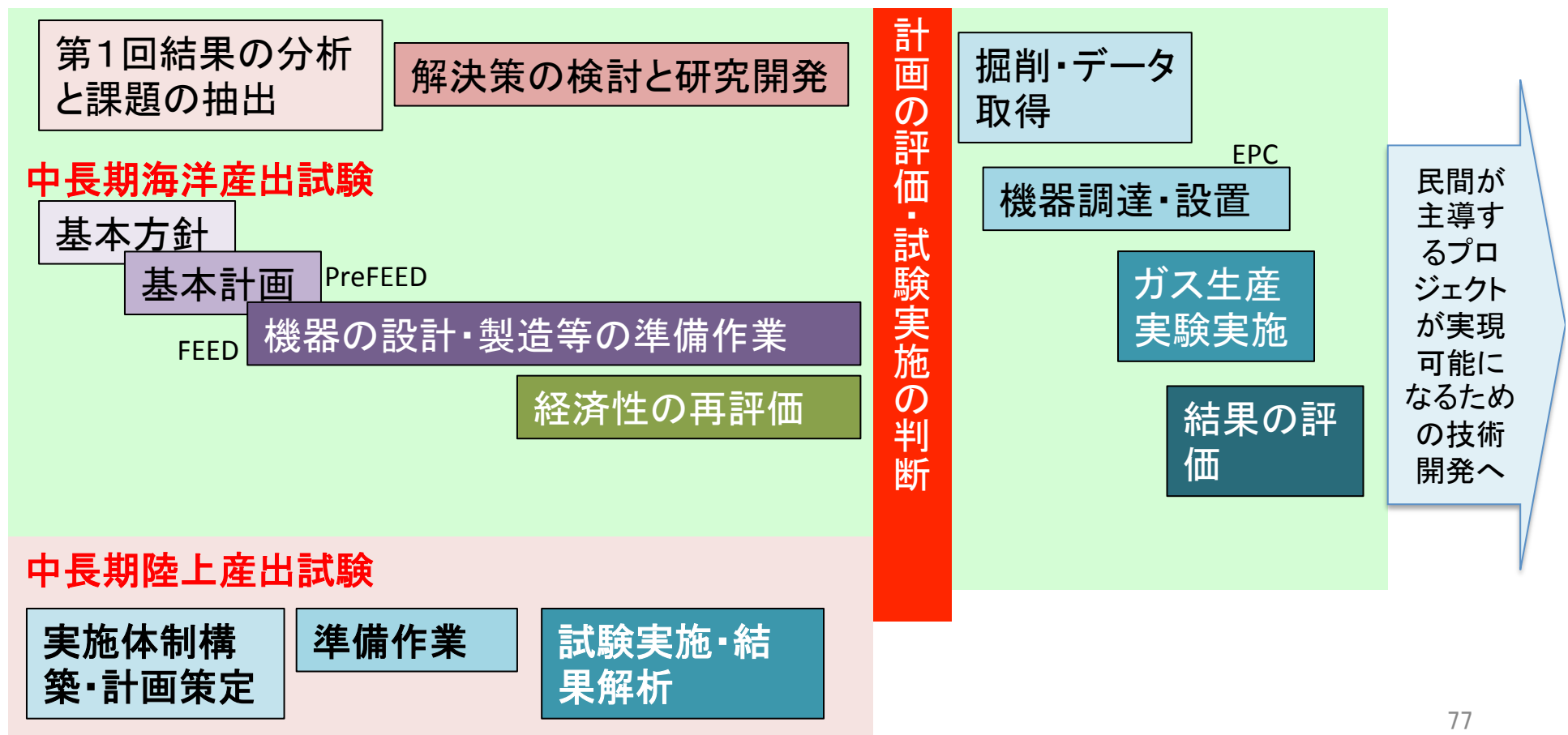


方向性の確認・見直し



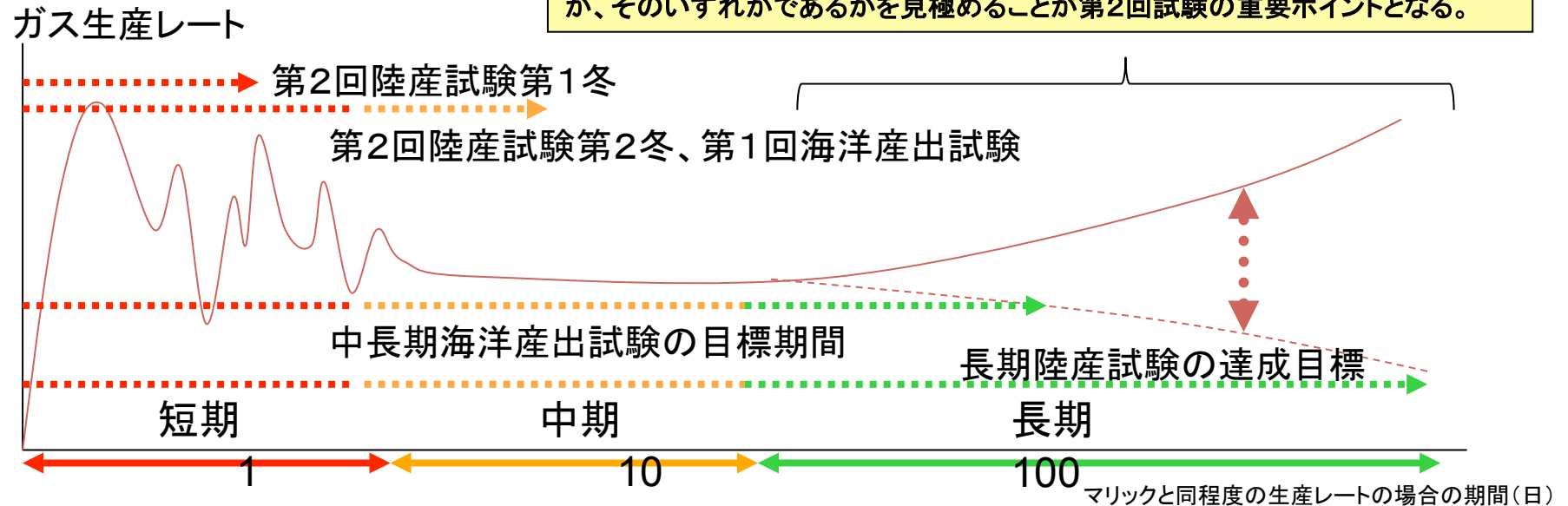
平成28～30年度：商業化の実現に向けた技術の整備

MH21として考えている実施スケジュール

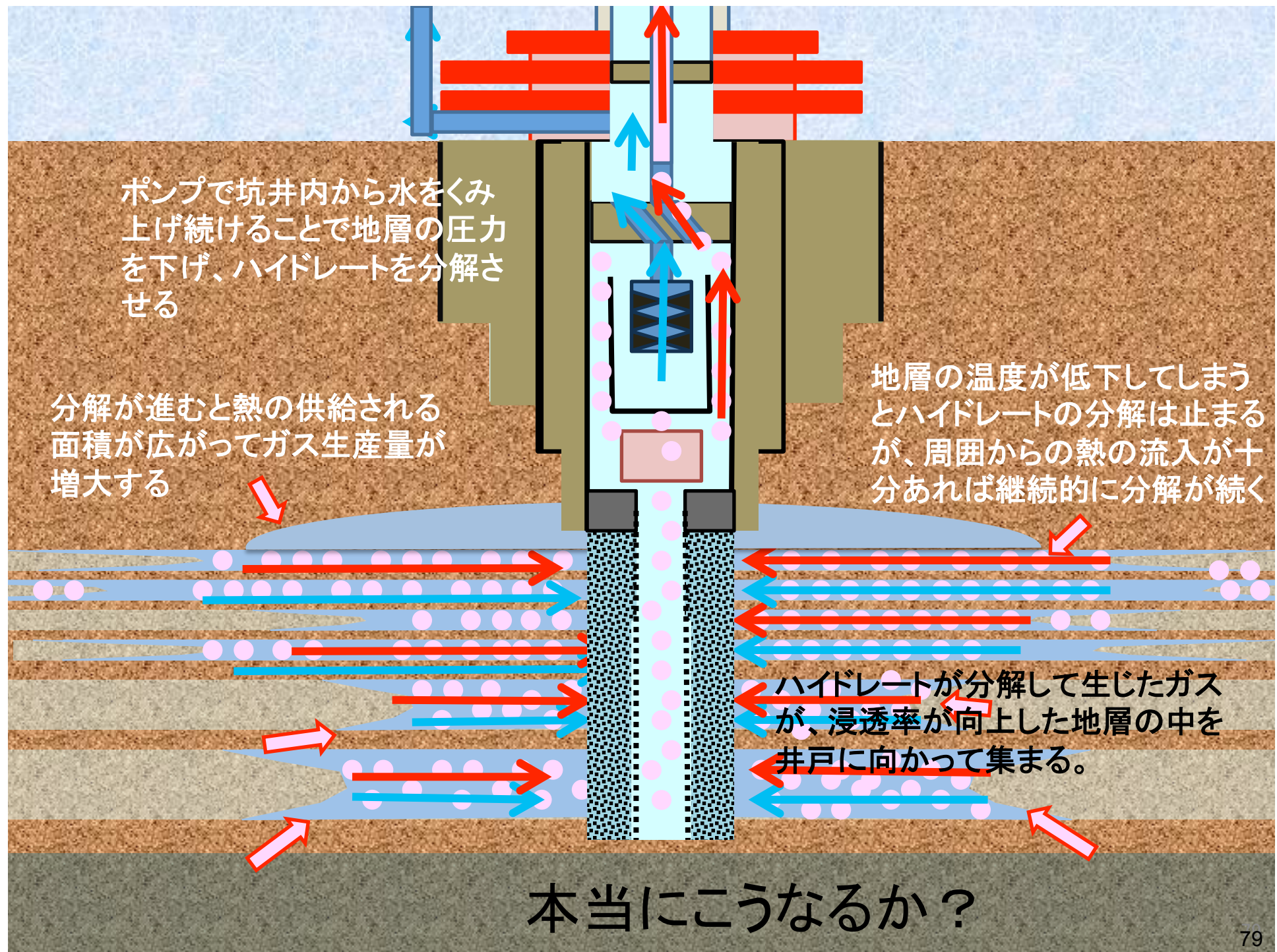


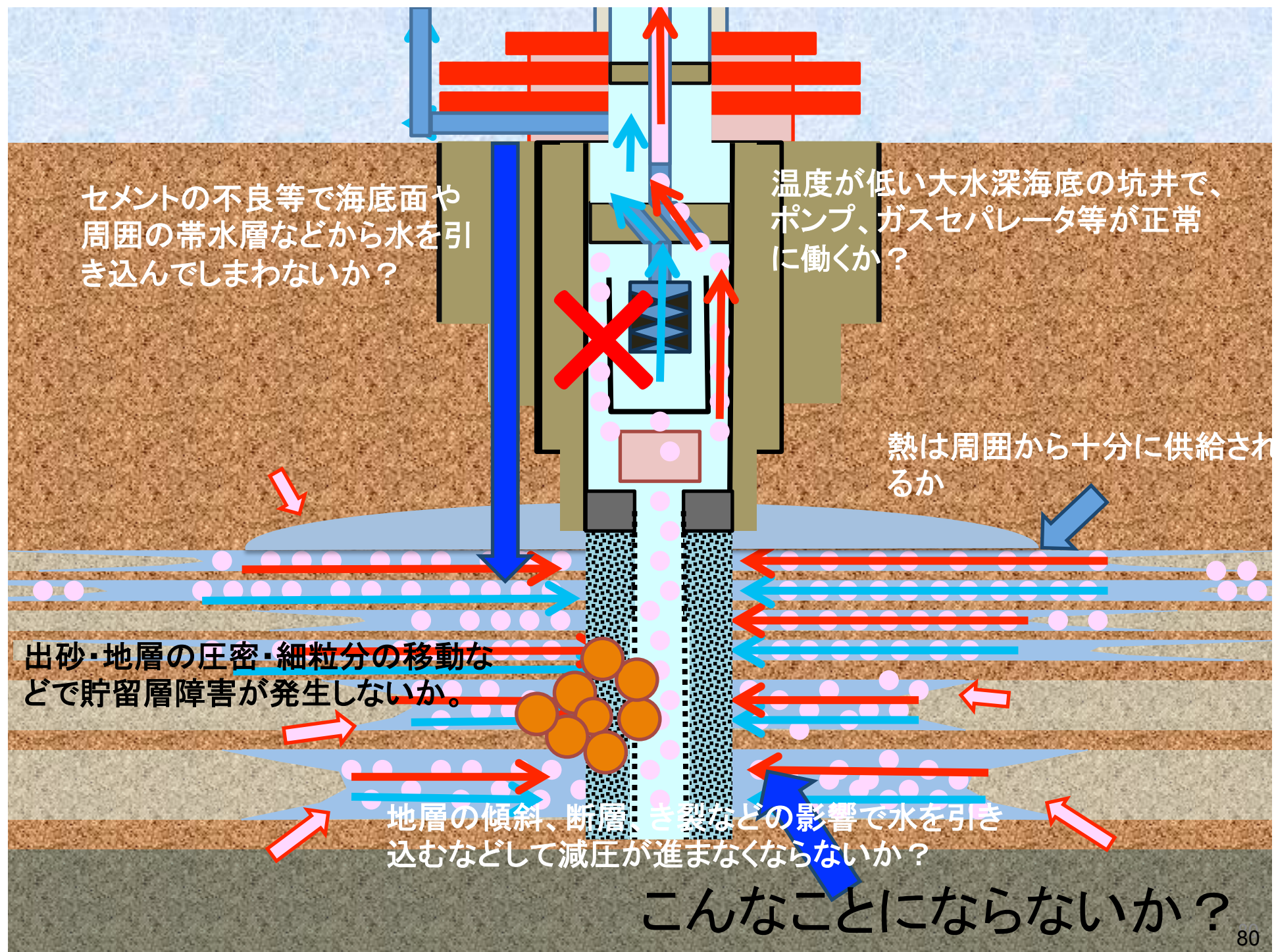
産出試験の試験期間とガス生産量の挙動の予測

減圧法でのMH生産の場合、分解フロントが拡大することによる生産量の増大が見込まれている。実際にこの現象が生じるのか、あるいは熱の供給が十分でなかったり、貯留層障害が起きたり、水生産量が増大したりして生産量が増えないのか、そのいずれかであるかを見極めることが第2回試験の重要ポイントとなる。



時期の特徴	減圧作業の不安定さや坑井周辺の局所的な現象により生産レートが変動する時期	坑内圧力が一定に保たれ、準定常的なガス・水の流れが確立する時期	分解範囲拡大による熱の供給増加による分解レート向上、あるいは生産障害による低下等、ゆっくりとした長期的変化が生じる時期
分解挙動	平均分解半径が坑井から数十cmにとどまり、地層の熱の他、坑井やセメントの影響を受けている	平均分解範囲が1mを超えて、坑井の影響は小さくなる。地層の元もとの熱と周囲からの熱供給がハイドレートの分解熱とバランスする	平均分解範囲が数m以上に達し、分解領域の広がりによる熱供給状況の変化が見え始める。一方でスキニング形成、圧密などの生産障害、機器の磨耗等のトラブルが生じる
達成課題	装置が機能し、減圧によりガスが生産できることは確認できるが、その後の推移は予想できない。	減圧法における熱収支が評価できて生産挙動の将来予測に役立つが、分解範囲拡大による影響や生産障害はわからない。	長期挙動予測や機器の長期信頼性など将来の商業生産に直接用いることができる情報が得られる。





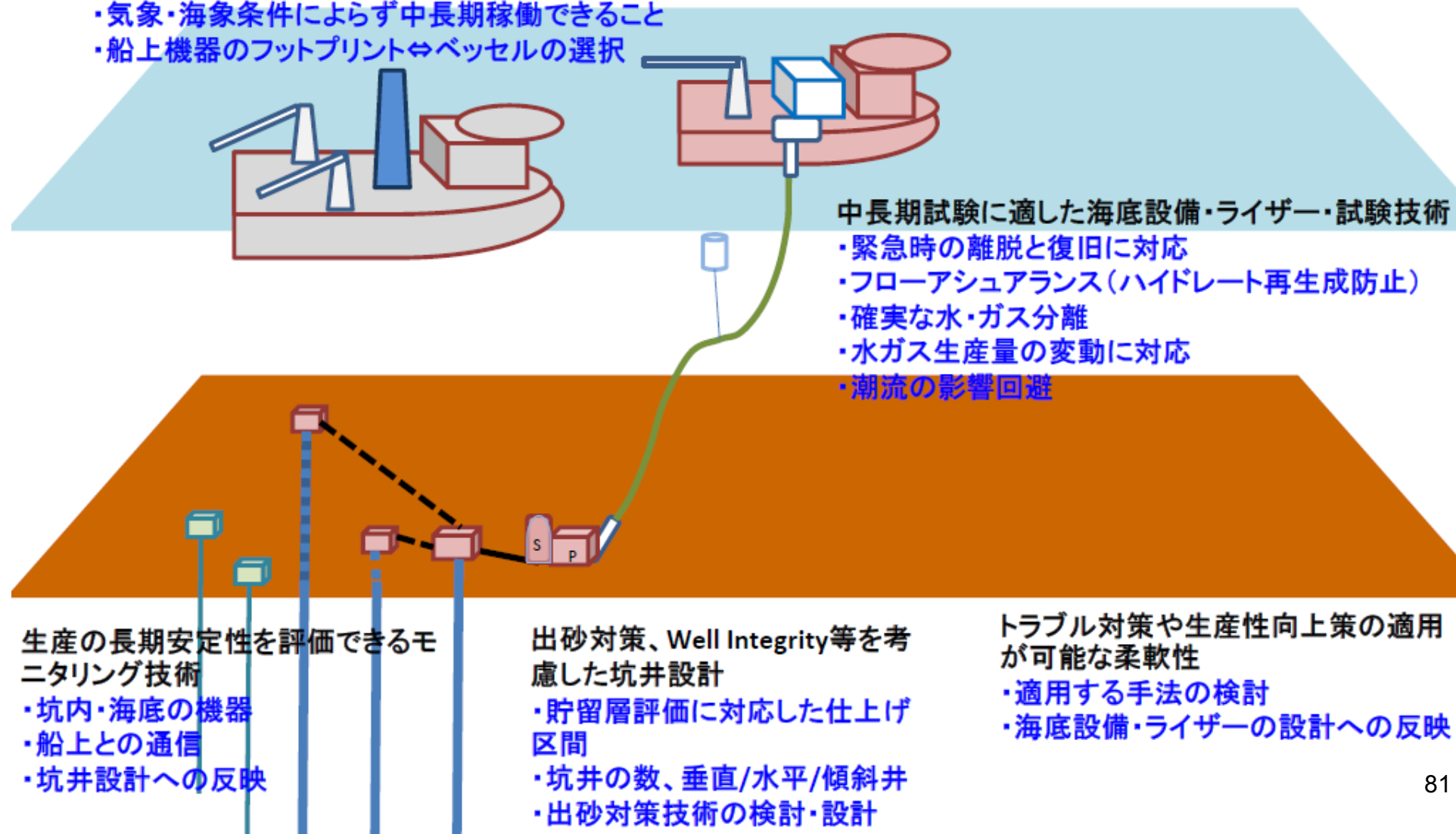
中長期海洋産出試験の基本的な考え方と課題

経済的で、気象・海象条件に適合し、一定期間安定的に稼働させられるフリートと船上設備

- ・掘削用及び試験用ベッセル、サポートベッセルの構成と選択
- ・気象・海象条件によらず中長期稼働できること
- ・船上機器のフットプリント⇄ベッセルの選択

HSE、法・環境基準等への適合

- ・ライザーレスでどこまで作業できるか
- ・生産水・ガスの処理
- ・環境モニタリング等



商業化にむけて！立ちはだかる課題：(1) 大水深の海洋で長期・安定に生産するための技術

- 水深1000m、陸から数十キロ、日本周辺の気象・海象（台風、潮の流れ）
 - － 安全かつ経済的に掘削、生産するための船・洋上設備等
- 海底の軟弱な地層
 - － 坑井の設計
 - － 生産を阻害する要因（出砂・圧密/細粒分移動による浸透率低下）など
 - － 海底に置く機器の安定性
- 経済的に生産でき、ガスを輸送できる機器・装置
 - － 海底生産設備の技術は急速に進歩しており、水深1000mはすでに石油開発のターゲットになっている。
 - － ハイドレートの生産の条件（低圧・低温・低レート等）に適合させるためのカスタマイズとコスト削減がキー
 - － ハイドレート再生成によるパイプラインの閉塞など考慮しなければならない要因も多い

商業化にむけて！立ちはだかる課題(2)：生産量を上げ、コストを下げて経済性を高めること

- 天然ガス資源の特徴
 - 軽いがかさばる、貯めておきにくい、運びにくい
 - 運ぶための投資が大きい(パイプライン、)：小規模な開発には不向き
 - 需要と供給をマッチさせる必要(LNGにすれば貯めておけるが...)
 - どうやって陸まで運ぶ、需要家に供給する？
 - 特にメタハイの場合は、大水深＋手をかけ続けなければ生産できない(CAPEX+OPEXも高い)
- 20000m³/day：だいたい2万世帯にガスを供給できる量... もっと増やさないと投資に見合わない
 - 1m³のメタハイの結晶から生産できるエネルギーは原油1バレルとほぼ同等
 - 今回は一日に130m³くらいの固体のハイドレートを分解させた計算
 - 20000m³=LNG輸入価格で言えば120万円くらい
 - 自然に生産レートが増えて行く予想であるが、コストダウンと生産レートの向上を図って行かないとならない

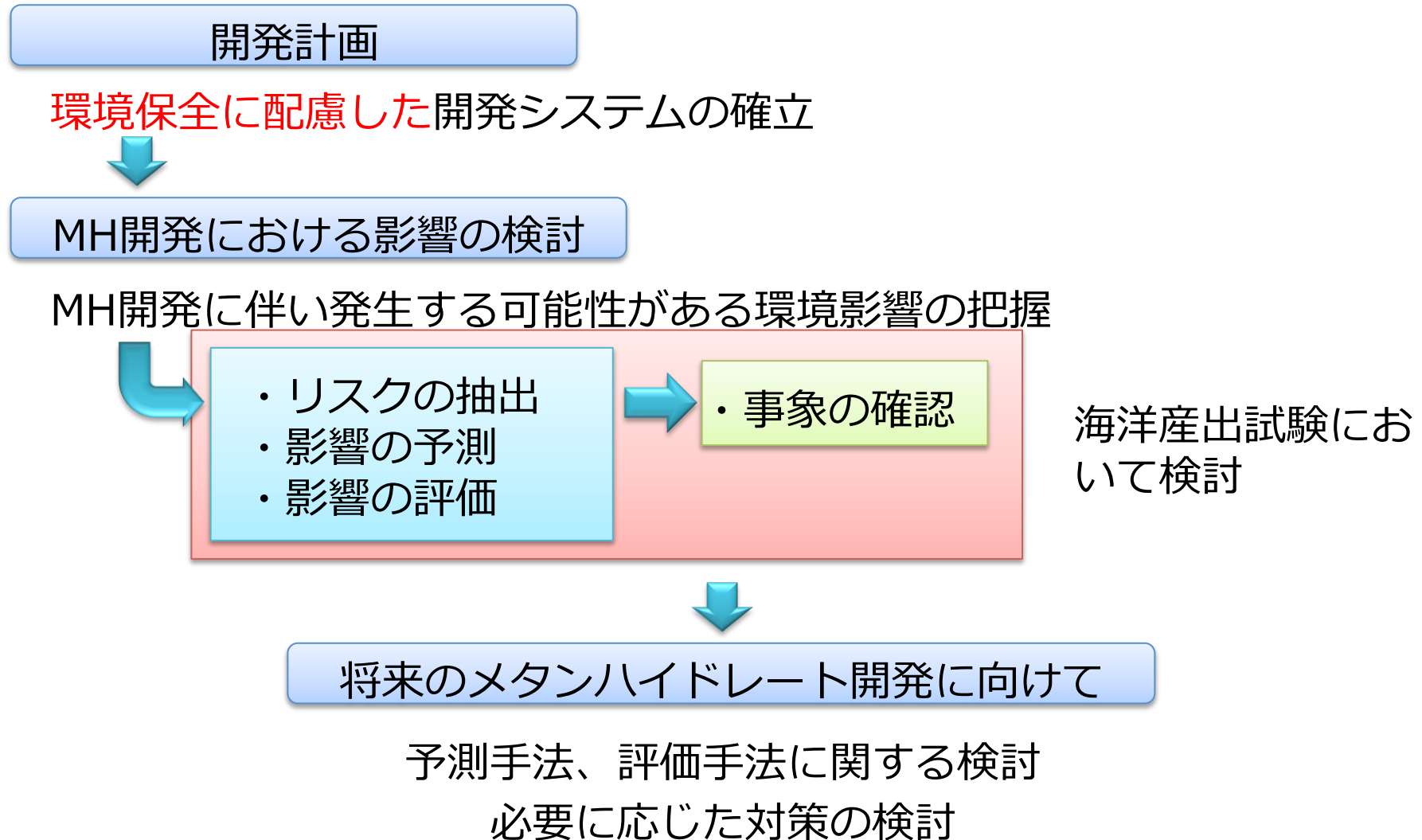
商業化にむけて！立ちはだかる課題(3): 社会に受け入れられる資源として

- 環境への影響と防災
 - － 環境影響の事前予測と対策
 - － 基本的に影響は小さいと考えられるが(南海トラフの条件では暴噴事故の危険がない、メタンのみで油分を含まない)、人々の生活圏に近い
 - － 新しい資源: 未知の部分が存在する
 - － 台風の来る地域、地震・津波・海底地滑り等への備え
 - SFに出て来るような破局的な事象でなく、規模の小さい事象でも、安全性・経済性に大きく影響する
- 地域社会から理解を得る努力
 - － 地域の暮らしと経済にどんな影響が生じるか

第1回海洋産出試験

環境への課題と取り組み

メタンハイドレート開発に伴う環境影響の評価に関する検討



環境影響検討に対する取り組み

予測

:シミュレーションによる環境影響の検討

- ・漏洩メタンの拡散
- ・カッティングス(掘くず)の拡散
- ・生態系
- ・生産水の拡散

調査・モニタリング

- ・海域環境の調査(底質、水質、プランクトンなど)
- ・地層(海底面)の変形
- ・海水中のメタン濃度の変化

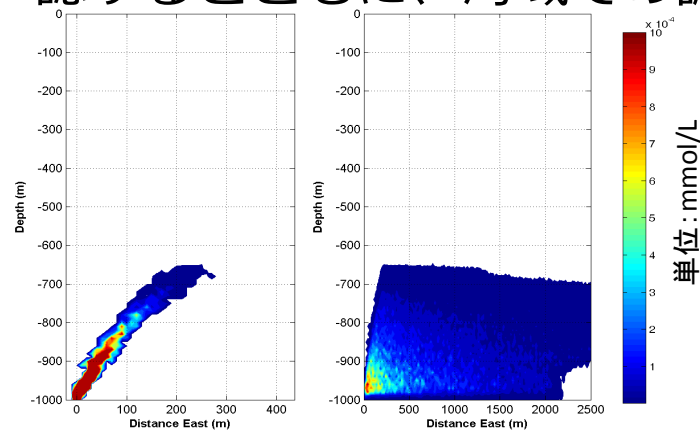
評価

- ・上記の検討をもとに、環境の影響を評価
- ・実現象との比較検討など

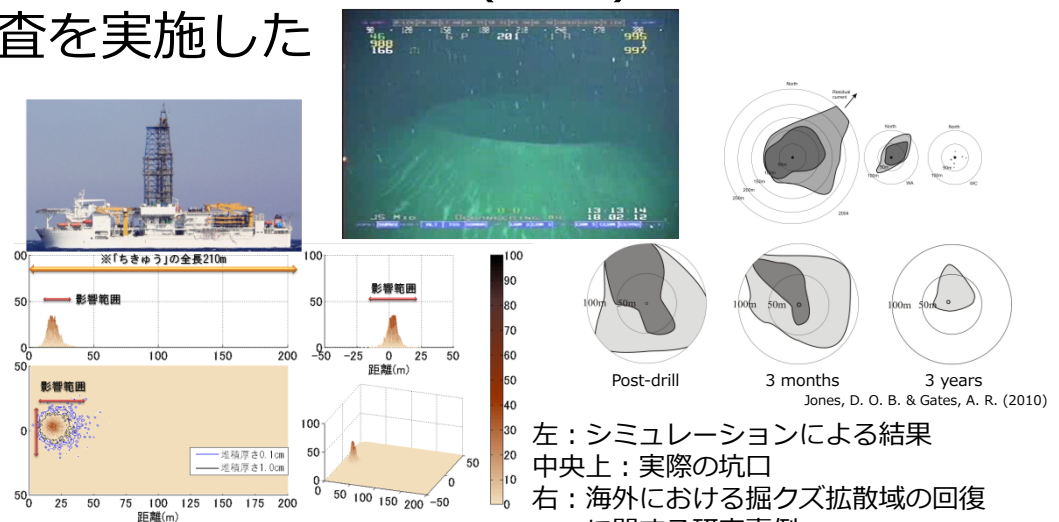
シミュレーション等による影響の予測 (メタン、カッティングス、生産水の拡散)

開発に伴う環境影響の程度を事前に予測する為の手法を開発するとともに、
第1回海洋産出試験における環境影響の程度の予測を実施

- ・ 海洋産出試験を実施した際に想定される環境影響の程度について、実海域の調査データ等を用いた数値計算による予測を行った
- ・ 実際の準備、試験などによる状況を水中ロボット(ROV)などにより確認するとともに、海域での調査を実施した



上：漏洩メタンの拡散予測(0.01Nm³/s、5時間後)



左：シミュレーションによる結果

中央上：実際の坑口

右：海外における掘削スラット拡散域の回復に関する研究事例

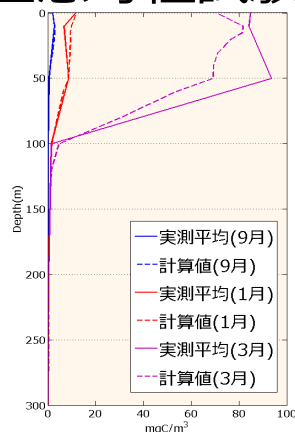
結果

メタン漏洩、カッティングスの拡散、生産水の拡散などについて第1回海洋産出試験をモデルとしたシミュレーションを実施したが、流れ等の影響により、早期に拡散し環境に大きく影響するような結果は得られていない。

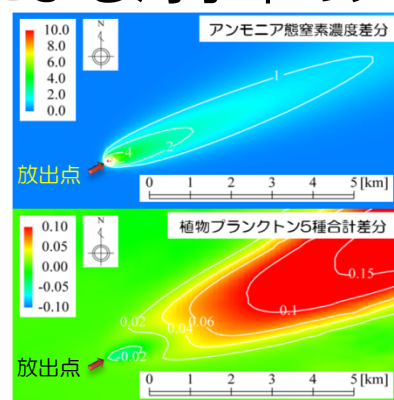
シミュレーション等による影響の予測 (生態系への影響)

開発に伴う環境影響の程度の予測をもとに、生態系に対する影響の程度を予測する手法を開発するとともに、環境影響の程度の予測を実施

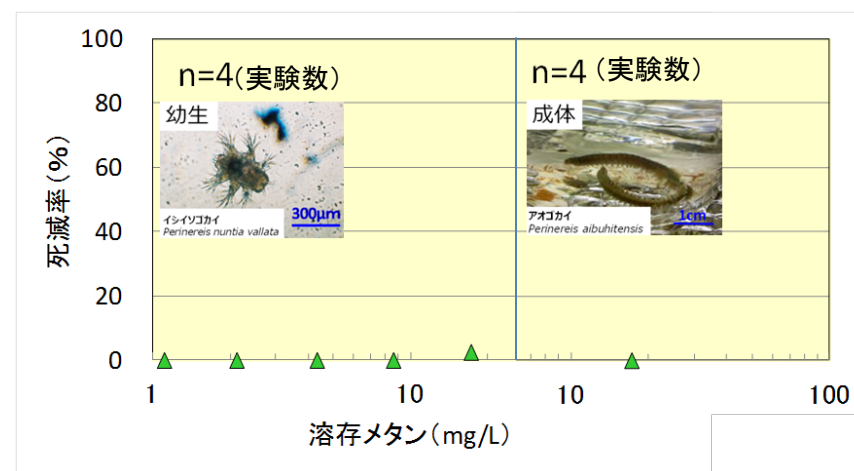
- ・ 生産水の排出による影響、カッティングス拡散による影響などを数値計算により検討
- ・ 生態毒性試験による海水中のメタンの生物への影響の確認



植物プランクトンの炭素
現存量の再現計算結果



生産水放出に伴う影響予測 (例)
(上: 放流水の拡散予測)
(下: 上図拡散予測による植物プラン
クトンへの影響予測)



＜餌料となり得る生物の暴露試験の結果の例＞

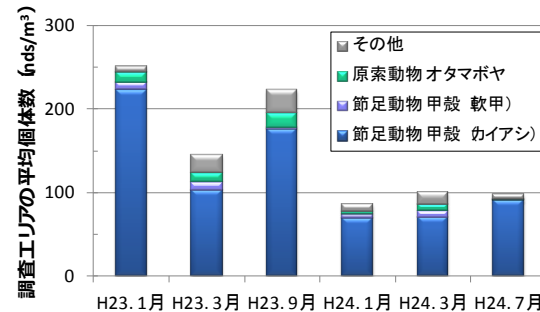
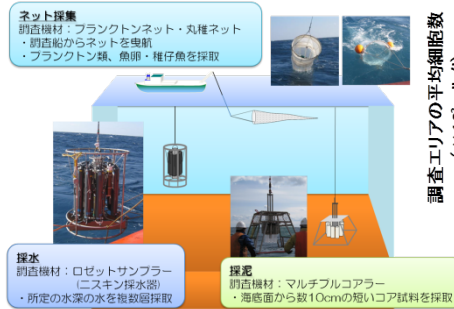
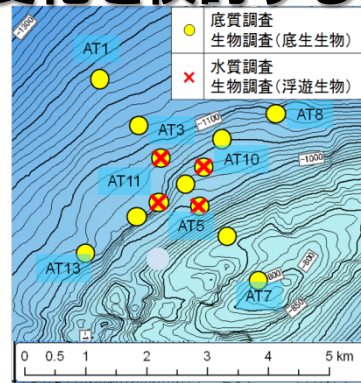
※上記計算では、実際よりも大きな値を入れ計算しています。

結果

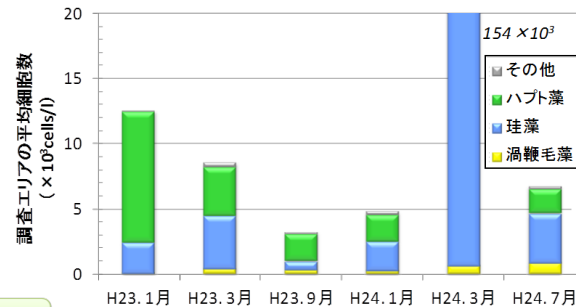
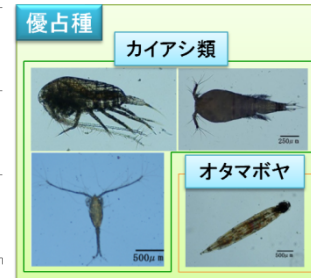
排出した水の拡散予測結果をもとにプランクトンへの影響などを検討するとともに、生物へのメタンの影響なども検討。生態毒性試験の結果からは、メタンそのものの毒性は低く漏洩による影響は低いことを示唆する結果を得ている。

海域の環境調査

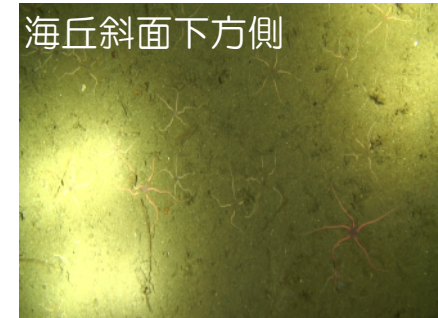
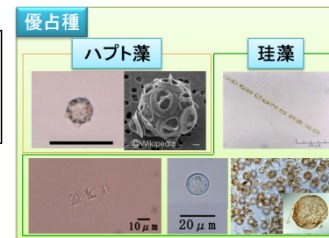
水、泥、プランクトンなど海域の環境を把握するとともに、開発に伴う変化を検討する為の調査を実施



動物プランクトンの調査結果



植物プランクトンの調査結果



海底の状況

結果

底質、水質等の調査を実施したが、季節変動の幅を超える大きな変化は調査地点、範囲の中では確認できなかった。今回実施した規模での実験では、周辺環境の影響はあまり大きく無いと考えられる。

環境に関するモニタリング(地層(海底面)の変形)

生産により生じる可能性がある海底面の変形を計測することを目的とし設置、計測を行った

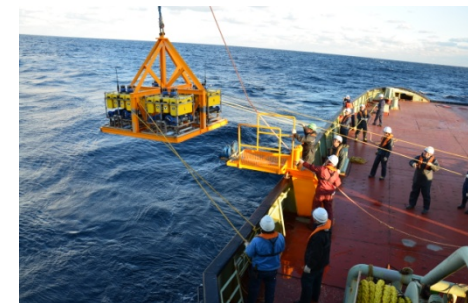


海底面に設置した機器の状況



搭載センサー

- ・ 圧力計×1or2
 - ・ 傾斜計×1
 - ・ 方位計×1
(磁気方位)
 - ・ 温湿度計×1
 - ・ 高度計×1
- ※一部機器のみ搭載



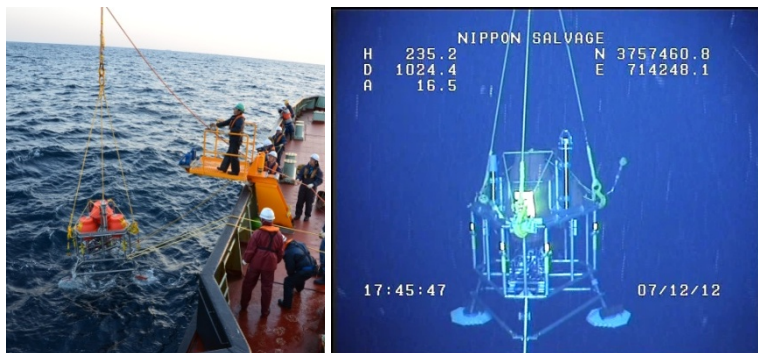
機器設置作業の様子

結果

結果については、現在結果の解析を実施しているが、今回実施した試験の規模においては、水中ロボット(ROV)による調査では、目視で確認できるような大きな変化は確認できていない。

環境に関するモニタリング(メタンの漏洩)

生産試験に伴い漏洩する可能性のあるメタンの拡散の状況をモニタリングすることを目的とし、機器を設置し計測を行った



機器設置の様子



搭載センサー

- METS×2
(改良型/周波数型)
- CTセンサー×1
(温度・塩分)
- DOセンサー×1
(溶存酸素)
- 単層DCM×1
(流向・流速)

※ガス生産試験終了後、生産井近傍に移動させる一基のみ搭載

METS測定レンジ

- 10~400nmol/l (nM)

結果

結果については、現在結果の解析を実施しているが、試験の期間中生産井付近では水中ロボットが作業の監視にあたっていたが、メタンが漏洩する現象は目視では確認できていない。

環境影響の評価

生産試験を一つの事例とし、国内における環境影響評価手法を参考とし、第1回海洋産出試験における環境影響の評価を試験的に実施した

- ・予測、調査、文献、海外事例などを参考とした評価を試験的に行った

環境影響の判断基準

発生頻度、影響のある期間、
影響の及ぶ範囲から、影響
の程度を推定

【発生頻度】
高:ほとんどいつも発生
中:発生しやすい(時々発生)
低:ほとんど発生しない

【影響期間】
長期:1年以上、継続的
中期:数ヶ月～1年
短期:～数ヶ月

【影響範囲】
広範囲:全国規模(50km以内)
地域:地域規模(10km～50km)
近傍:近傍地域(～10km)
直近:～1km

		影響範囲			
		広範囲	地域	近傍	直近
期間	長期間	5	4	3	2
	中期間	5	3	2	1
	短期間	4	2	1	1

区分ランク
5:影響は甚大 4:影響は大きい 3:影響がある 2:影響は小さい 1:影響は軽微

発生頻度	影響の大きさ				
	甚大	大きい	影響あり	小さい	軽微
高	高	高	中	中	低
中	高	高	中	低	低
低	高	中	中	低	低

リスクランク

高:受け入れ不可能なリスク(費用にかかわらずリスクの低減が必要)
中:合理的に実行可能な限りリスクを低くすることにより受け入れ可能
低:受け入れ可能

		評価内容	発生 頻度	影響の程度			リスク レベル	
				重要種	期間	範囲		
水環境	水質	・BOPの設置・回収時の海底面での濁りの発生	高		短期	直近	軽微	低
		・MH生産水の排出による水質変化	高		短期	直近	軽微	低
		・メタンの漏出による水質変化	高		短期	近傍	軽微	低
		・廃坑時の埋め戻し等に伴う海底面での濁りの	高		短期	近傍	軽微	低
地質・ 土壌環境	底質	・BOP設置・回収による海底攪乱	高		短期	直近	軽微	低
		・廃坑作業による海底攪乱	高		短期	直近	軽微	低
	地形・地質	・BOP等の存在による地形変化	高		短期	直近	軽微	低
		・メタンガスの生産に伴う地盤変化			※	直近	軽微	低
その他の環境	流況	・BOP等機器の存在による流況変化	高		短期	直近	軽微	低
	光環境	・フレアによる周辺環境への影響	高		短期	直近	軽微	低
海洋生物	植物	・水質変化による植物プランクトンへの影響	高	－	短期	直近	軽微	低
	動物	・水質変化による動物プランクトン、魚類等	高	－	短期	近傍	軽微	低
		・騒音による海産哺乳類等への影響	高	－	短期	近傍	軽微	低
		・海底環境の変化による底生生物への影響	高	－	短期	直近	軽微	低
		・フレアによる海洋生物への影響	高	－	短期	直近	軽微	低
生態系	・底質・海底地形・地質の変化による化学合成		中	○	短期	近傍	軽微	低

評価結果の一例

結果

各種検討をもとに、他の分野において実施されている環境影響評価を参考として、試験的に評価を実施。試験の規模、時間では環境影響のリスクは低いといった結果となった。

第1回海洋産出試験

小パネルディスカッションと質疑・応答：
何がわかったか・何が今後の課題か

参加者

- 経済産業省資源エネルギー庁 上條
- MH21 プロジェクトリーダー 増田
- MH21 サブプロジェクトリーダー 佐伯
- MH21 フィールド開発技術グループ 山本
- MH21 資源量評価グループ 藤井
- MH21 生産手法開発グループ 長尾
- MH21 環境影響評価チーム 中塚

議論のポイント

- 第1回海洋産出試験結果の達成事項と評価
- 明らかになった課題
- これからしなければいけないこと
- 質疑・応答