

貯留層評価と分解挙動の把握

2014年11月25日

海洋産出試験結果解析WG1 世話人
藤井哲哉(JOGMEC)・今野義浩(AIST)

報告内容

貯留層の地質とモニタリング(JOGMEC 藤井)

1. WG1の目的と検討課題
2. 事前掘削で確認したMH貯留層の地質
3. 貯留層モニタリング項目と試験前後の応答

貯留層シミュレーションによる検討(AIST 今野)

1. シミュレーションモデルと解析流れ
2. ヒストリーマッチング
3. 長期挙動予測
4. まとめと今後の課題

WG1の目的・検討課題

①現象把握

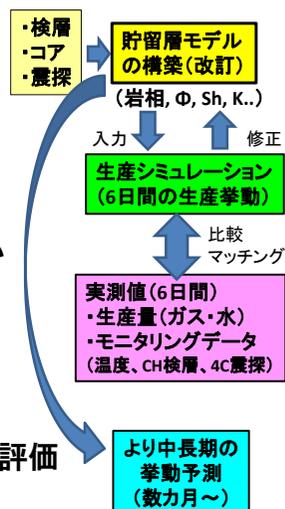
= 第1回海産試験への回答

(減圧法の有効性の確認)

- ハイドレートはどこまで分解したのか
- なぜ予測より生産レートは高かったのか
- なぜ生産レートは増加しなかったのか
- 出砂はどこ層で起きたか、なぜ起きたか

②未来予測 = 次期海産試験へ向けた提言

- 減圧法適用時の中長期挙動予測
(出砂がなければ生産を継続できるのか)
- + α の手法(増進回収法)のポテンシャル評価
- 試験適地の選定



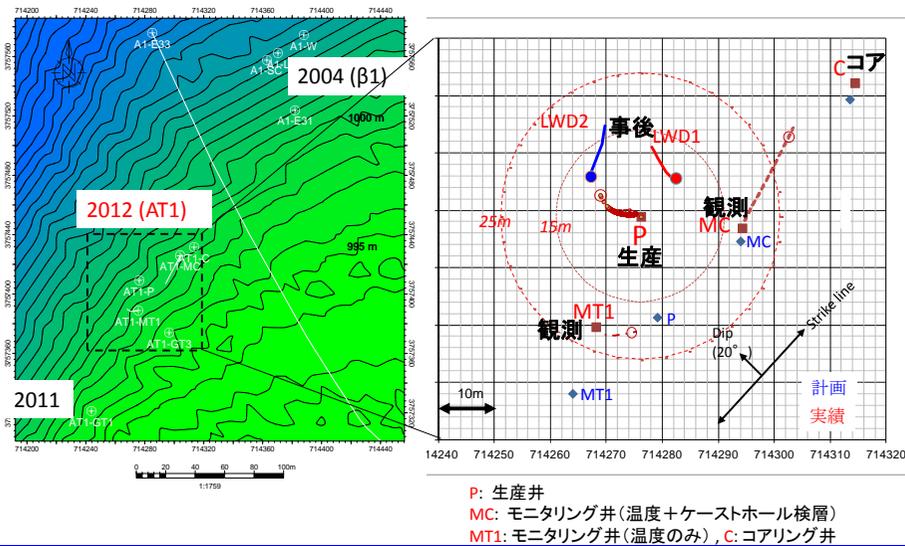
WG1の目的・体制

●目的・役割: 出砂直前までのヒストリーマッチング作業および各種モニタリングデータ(ケーストホール検層、温度、4C震探)の解析を通じ、今回の産出試験でMHが分解した層と分解範囲を特定する。また、6日間のガス・水生産挙動を説明し得る最適な貯留層パラメータの抽出および貯留層モデルの構築を行い、今後の長期生産挙動予測の基礎を構築する。

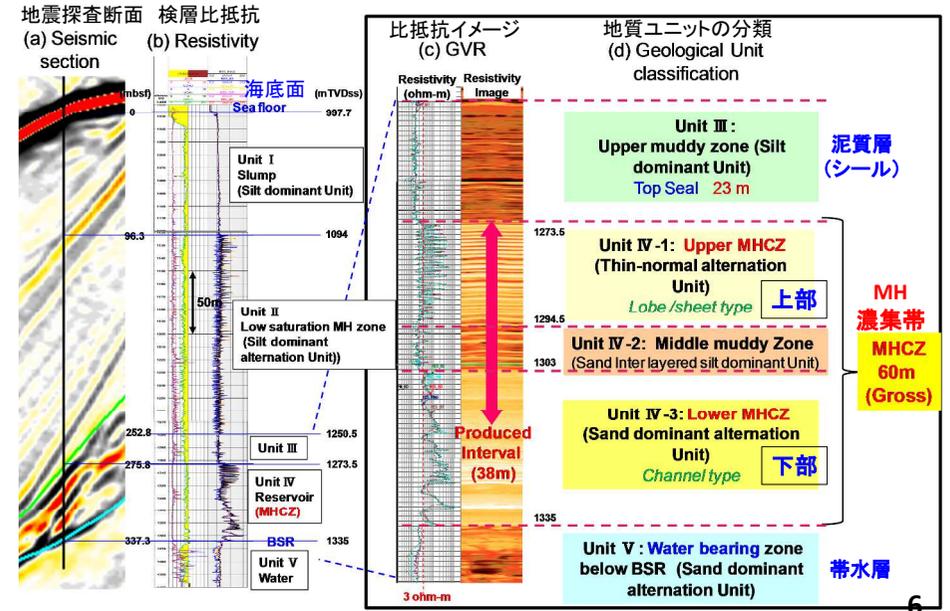
●体制: 以下の4つのチームを置いて、タスクを明確にして作業を実施。

- 1: **レザキャラチーム(取り纏め:藤井)**
レザバーシミュレーションに必要な貯留層地質モデルを構築・提供。
- 2: **モニタリングデータ解析チーム(取り纏め:高山)**
各種モニタリングデータ(CH検層、温度、4C震探)の解析を行い、MHが分解した層と分解範囲を定性的かつ定量的に評価。他のWGへのデータ提供。
- 3: **初期状態解明チーム(取り纏め:鈴木清)**
逸水データやグラベルパッキング作業時の情報を基に、生産試験開始直前の地層の状態(初期状態)を明らかにする。
- 4: **レザバーシミュレーション実行チーム(取り纏め:今野)**
チーム01~03の検討結果を取り込み、MH21-HYDRESを用いたレザバーシミュレーション(ヒストリーマッチング作業)を実施し、生産挙動を評価する。

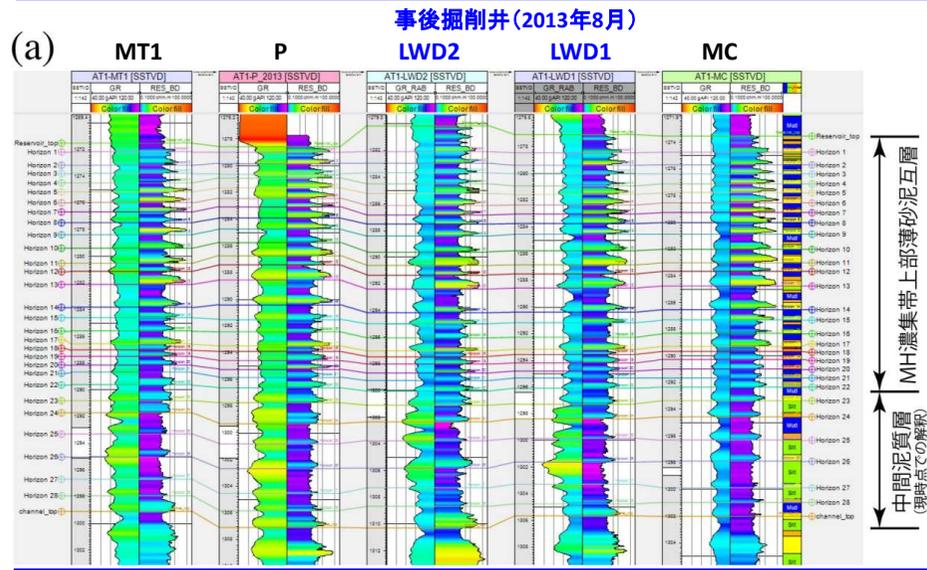
坑井の配置 (2012-2013)



MC井で確認したメタンハイドレート濃集層



坑井間対比結果



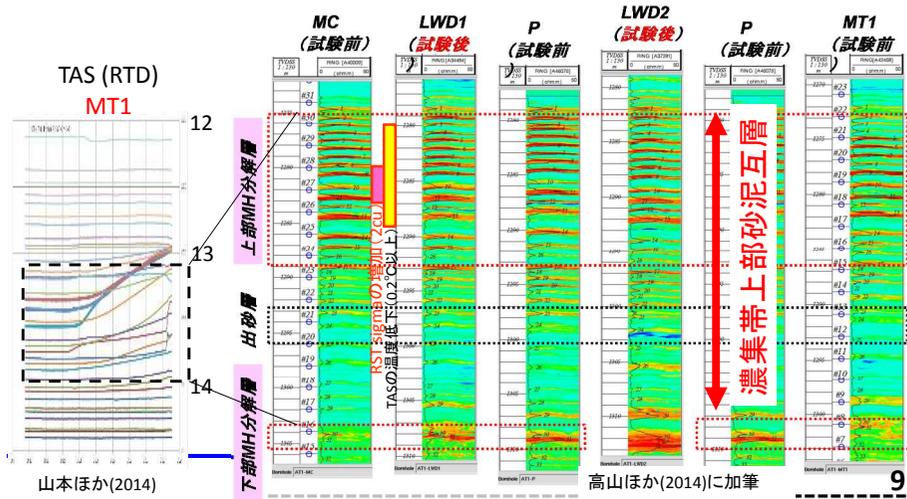
貯留層のモニタリングに係る作業 (2012-2013)

1. ケストホールの物理検層 (MC井) - 生産試験前後の経時変化の解析 (中性子孔隙率、音波検層、貯留層飽和率、比抵抗)
2. 地層温度分布の連続測定 DTS, TAS (RTD) (MC, MT1 井)
3. 生産試験後 (廃坑時) の検層 (LWD1, 2) - 比抵抗、核磁気共鳴、音波検層
4. 海底ケーブルを使用した4成分地震探査



貯留層のモニタリング (2013)

温度分布(TAS, DTS)、ケーストホール検層(特にRSTのsigma値)、廃坑時の検層(比抵抗、核磁気共鳴検層)、レザバシミュレーション結果から、**上部砂泥互層**の選択的な分解を示唆。分解範囲は概ね**30~40m程度**と見込まれる。



貯留層シミュレーションによる検討

解析の概要

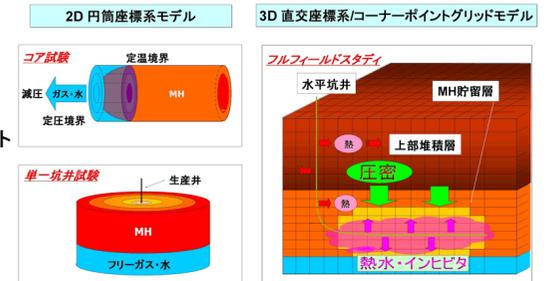
- コア・検層データをもとに構築した坑井地質モデルを使い、ガス・水生産レート、モニタリング井の温度変化をシミュレーションで再現
- シミュレーションには、MH21コンソーシアムが独自開発したシミュレータ:MH21-HYDRESを使用
- 実測値とシミュレーション結果をマッチングさせることで、貯留層の初期特性や応答を推定
- 得られた知見は、次回海産試験の計画に応用

生産挙動予測シミュレータMH21-HYDRES

- 東京大学・日本オイルエンジニアリング・産総研が開発した我が国独自のハイドレート生産挙動予測シミュレータ
- 各種生産手法(減圧法、加熱法、インヒビター圧入法、異種ガス圧入法)に対応
- ガス・水生産挙動、地層内の飽和率・圧力・温度の変化を計算

これまでの実績

- 第1回陸上産出試験の解析
- 第2回陸上産出試験の解析
- 室内実験との比較によるハイドレート分解・ガス生産メカニズムの解明
- 各種生産手法の生産性評価
- 海洋産出試験の計画・解析

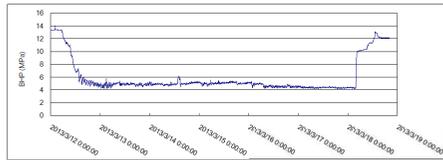


Copyright © MH21Research Consortium

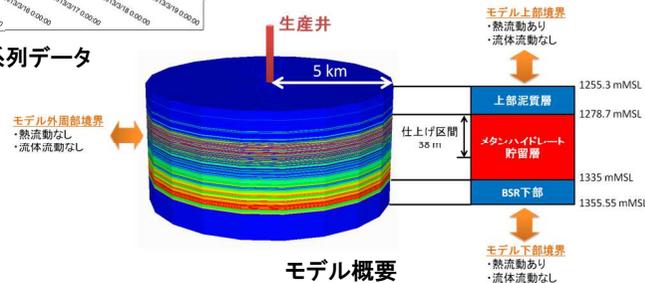
出典:MH21 Research Consortium

シミュレーションの設定

- グリッドシステム: RZ 2次元円筒座標系
- 排ガス半径5 km(120等分割)、層厚100.25 m(レイヤー数202)
- 坑底圧は実際の時系列データを使用



坑底圧の時系列データ



モデル概要

13

主要な貯留層特性

生産挙動に与える影響が大きく、不確実性が大きいパラメータ
(コア・検層データの解釈、生産挙動解析による推定が必要)

- ハイドレート飽和率
 - 孔隙を占めるハイドレートの体積割合
 - 数%~80%程度の幅を持つ
- 初期の水有効浸透率
 - 産出試験前の地層が有する水の流れやすさ
 - 岩相やハイドレート飽和率によって変化
 - 泥層では低く、砂層では高い
 - ハイドレート飽和率が高い砂層では低い
 - 10^{-2} ~数10 md程度の幅を持つ

14

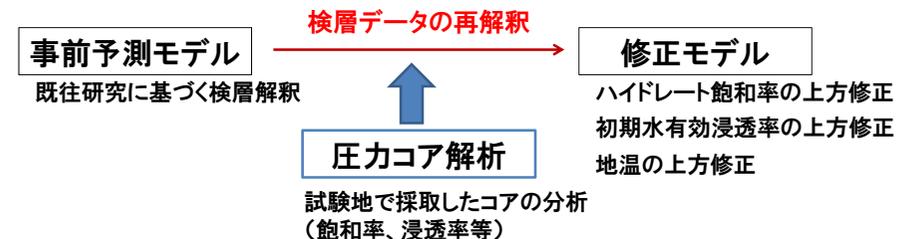
解析の流れ

1. 船上即時解析
 - 事前予測モデルを用いて試験海域の船上でリアルタイムの解析を実施
2. ヒストリーマッチング
 - 圧力コアのデータをもとに検層データを再解釈し、事前予測モデルを更新
 - 実測値とシミュレーション結果のマッチングを通して、貯留層の初期特性と応答を推定
3. 長期挙動予測
 - 更新したモデルを用いて年単位の挙動を予測
 - 次回海産試験の計画に応用

15

モデルの修正

- ハイドレート飽和率の見直し
 - 上方修正 → 生産流体のガス水比が増加
 - ハイドレート胚胎砂層の初期水有効浸透率の見直し
 - 上方修正 → 生産レートが増加
- *この他、地温を事前予測値から実測値へ変更(約1 °C増)



16

まとめ

- 事前予測モデルによるシミュレーションは、実測値の約半分のガス生産レート、約1.5倍の水生産レートを予測
 - 圧コア解析に基づく検層データの再解釈の結果、ハイドレート飽和率とハイドレート胚胎砂層の初期水有効浸透率が事前予測より高いことが判明
 - 修正モデルによるシミュレーションによって、ガス・水生産レート、ハイドレート分解域の広がり方(観測井の温度変化)を再現することに成功
 - シミュレーションによる長期挙動予測では、ガス生産レートは1年後に約4倍まで増加
- より長期の産出試験による検証が必要