

資源量評価グループ

メタンハイドレート生産挙動予測技術

平成14年度研究成果報告会
平成15年5月19日

日下浩二(JNOC TRC)

 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



内容

- ◆ MH生産挙動予測技術開発の意義・目的
- ◆ MH生産挙動シミュレータ開発の歴史
- ◆ 現行シミュレータの基本機能と開発予定の機能
- ◆ 平成14年度成果
 - シミュレータの改良
 - 第一回産出試験検証と結果分析
 - 第二回産出試験事前評価
- ◆ 問題点・今後の課題
- ◆ 平成15年度のシミュレータ開発計画

 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



MH生産挙動予測技術開発の意義・目的

- ◆ フィールドスケールで;
 - 堆積層内のメタンハイドレート(MH)分解挙動
 - それに伴うガス生産挙動
- ◆ 生産試験井掘削地の決定
- ◆ 坑井本数・坑井形状の決定
- ◆ 分解・生産方法の決定
- ◆ MH貯留層の評価
- ◆ 資源としての開発可能性の検討
- ◆ MHフィールドの開発と経営(フィールドマネジメント)

生産挙動予測技術

- ◆ 類似の油田・ガス田での前例(アナロジー)
 - MH生産例は世界中でも稀有
- ◆ 実験室でのコア試料の分析
 - 原状態での天然コア試料採取は容易ではない
 - 天然コアの性状をそなえた模擬コア試料の製造技術は確立していない(圧密法・浸透法)
 - コア実験をそのままフィールドスケールに拡張することが適当であるとは限らない
- ◆ 産出試験
 - 莫大な費用がかかる
- ◆ 数値解析シミュレータの利用
 - コストパフォーマンス的に優れている
 - MHに係る各種物性値はまだ良く分かっていない

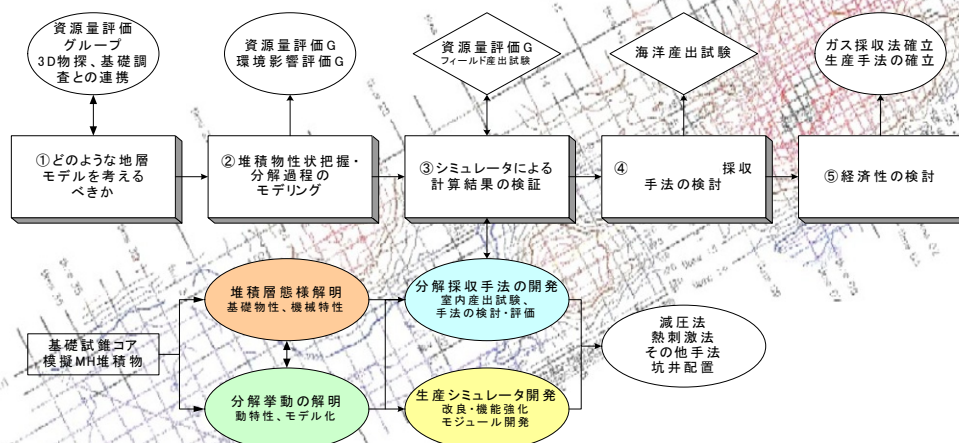
MH生産挙動シミュレータ開発の歴史

- ◆ 東京大学が開発・東大と日本オイルエンジニアリング(JOE)が改良
- ◆ ガスハイドレート資源化技術先導研究(H9-11年度:NEDO、エン振協)
- ◆ 特別研究「MH開発技術」開発可能性調査(H9-11年度:石油公団)
- ◆ MH分解挙動予測モデルの開発(H12・13年度:石油公団)
- ◆ MH資源開發生産手法開発に関する研究「分解採収手法の開発に関する研究-第一回陸上産出試験の事前評価スタディ(H13年度:産総研)
- ◆ MH分解挙動予測モデルの改良(H14年度:産総研、石油公団)
- ◆ 第一回陸上産出試験の評価、第二回陸上産出試験計画検討に関する予備的シミュレーション(H14年度:石油公団)

MH21 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



生産手法開発分野のアプローチ



MH21 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



現行MH生産挙動シミュレータの基本機能・特徴

- ◆ 二次元円筒・三次元直交座標
- ◆ メタン・水・メタノールの3成分系のモデル
- ◆ ガス・水・MHの3相
- ◆ ガス・水相の流動はDarcyの式に従う
- ◆ 岩石粒子とハイドレートは流動しない
- ◆ ハイドレートの分解はKim-Bishnoi(分解速度論)の式に従う
- ◆ ハイドレートの分解による吸熱反応、対流や熱伝導による熱の移動を考慮

今後開発・追加予定の機能

- ◆ MH再生成ルーチン
- ◆ 氷生成ルーチン
- ◆ 塩成分
- ◆ 坑井内挙動計算
- ◆ 地層変形モデル(フェーズ2)
- ◆ 異種ガス(CO_2)置換法(フェーズ2にて要検討)

平成14年度成果

- ◆ シミュレータの改良
- ◆ 第一回陸上産出試験結果解析
- ◆ 第二回陸上産出試験事前評価

平成14年度シミュレータの改良

- ◆ 3成分モデルへ変更(メタノール成分の追加)
- ◆ 要素モジュールの改良
 - 相特性(特に水相)
 - 浸透率モデル
 - 熱伝導率モデル
- ◆ 境界条件の経時変化機能の付加
- ◆ 計算速度の向上
- ◆ プログラムの実践的使用に向けた改良

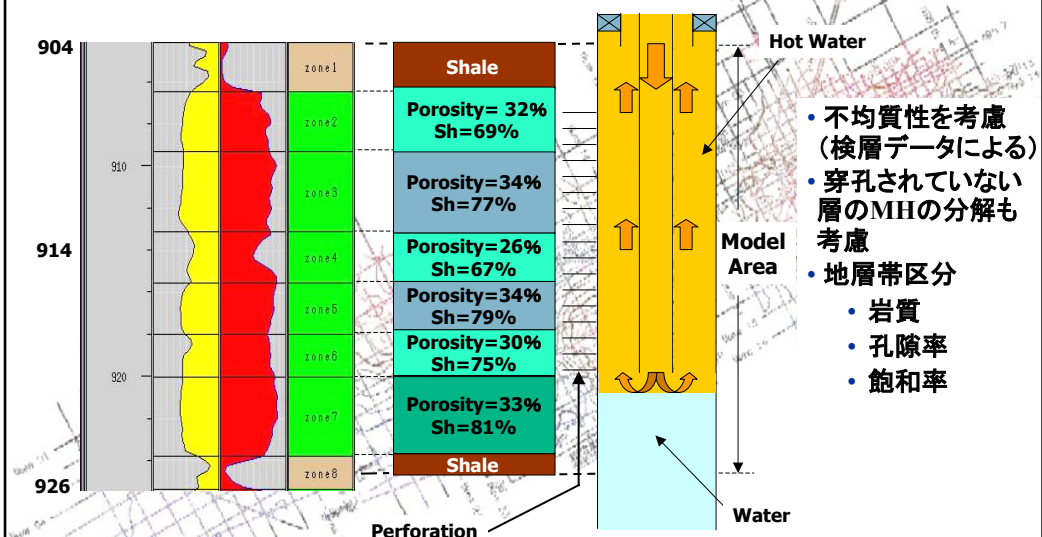
第一回陸上産出試験の目的・テーマ

- ◆ 生産技術の課題抽出
- ◆ ガス生産能力の把握とシミュレータ検証のための短期産出データの取得
- ◆ MDTツールによる小規模減圧試験
- ◆ 坑井内温水循環法による産出試験

MPER The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



第一回産出試験模式図(坑井内温水循環法)

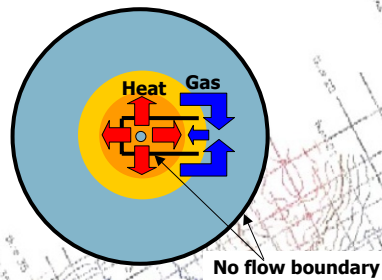


MPER The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



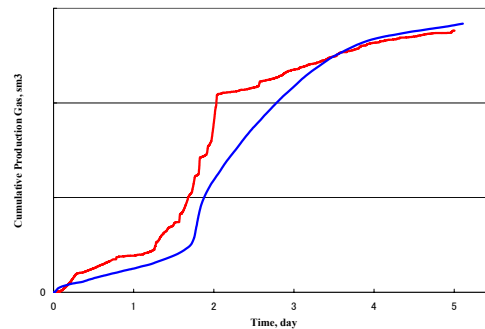
第一回産出試験結果との比較(例)

◆ 非対称不均質モデル



- $N = 5$
- 坑井熱伝導係数 $\times 4$
- 地層は不均質 (浸透バリア等の存在)

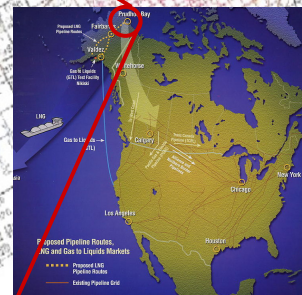
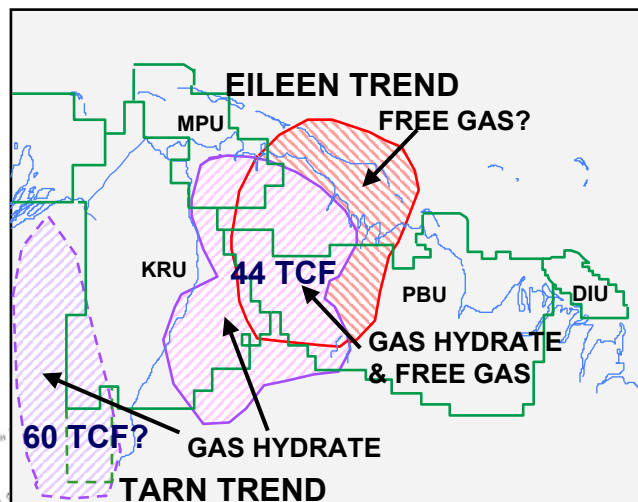
◆ ガス生産量 実際値と予想値



第二回陸上産出試験の目的・テーマ

- ◆ 経済的なガス採取法の検証
- ◆ シミュレータ実証のための長期産出データの取得とMH層のモニタリング
- ◆ Mallikで実施できなかった生産手法を複数試みる
- ◆ 海洋産出試験実施の実現可能性及び産出試験手法の方向性と課題を提示する
- ◆ 研究を継続することができるような産出能力を示す

アラスカ・ノーススロープ地図



MP21 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



第二回陸上産出試験概要

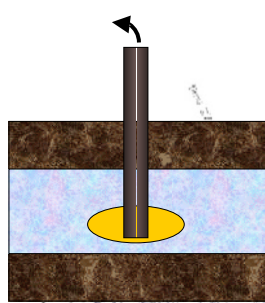
- ◆ 既存データの解析
- ◆ 新たなデータ・試料の収集・解析
- ◆ MDT・DSTなどによる小規模産出試験
- ◆ 産出試験井の掘削
- ◆ 長期産出試験
 - 複数坑井
 - 水平坑井・マルチラテラル坑井などの複雑坑井
 - 複数の生産手法

MP21 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan

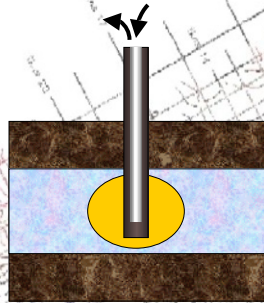


第二回陸上産出試験概念図

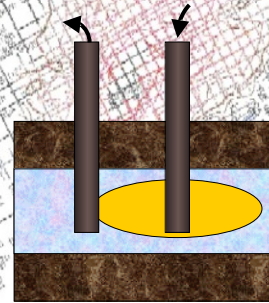
垂直坑井



減圧法



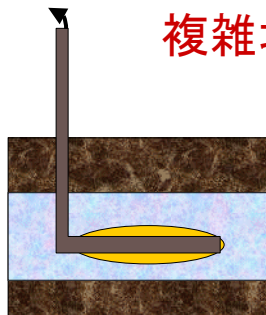
温水循環法



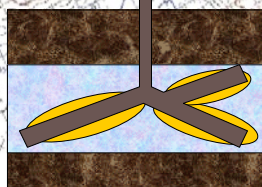
温水・インヒビタ圧入法

第二回陸上産出試験概念図

複雑坑井



水平坑井
+ 減圧法

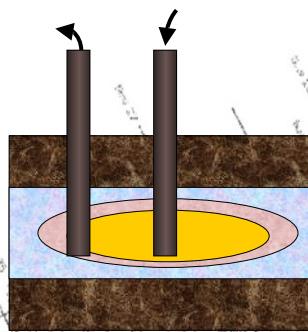


水平坑井(SAGD)
+ 温水・インヒビタ圧入法

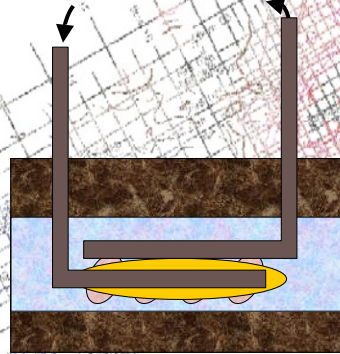
マルチラテラル坑井
+ 減圧法

第二回陸上産出試験概念図

フラクチャリングとの複合

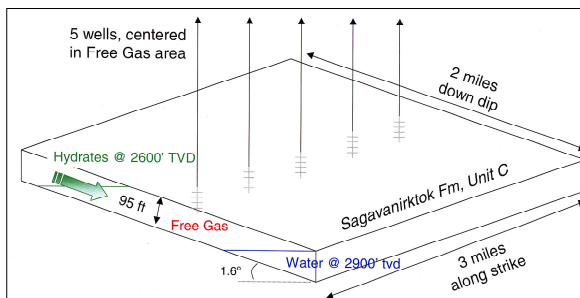


垂直坑井
+フラクチャリング
+温水・インヒビタ圧入法

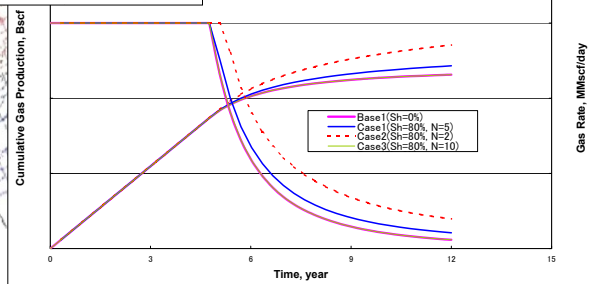


水平坑井
+フラクチャリング
+温水・インヒビタ圧入法

ANS貯留層モデルとシミュレーション(例)



ANS貯留層モデル



N値が累積生産量に及ぼす影響

シミュレーションの結果わかったこと

- ◆ 多くのパラメタが不確定
 - 井戸の生産性 (skin・D)
 - 浸透率低下次数 (N)
 - MH飽和率
 - 氷点下での水の挙動
 - ガス・水相対浸透率
 - ガス・水毛細管圧力
- ◆ データ収集・実験・研究計画立案のための指針
- ◆ シミュレータの更なる改良・機能追加

問題点・今後の課題

- ◆ 計算速度・計算精度の更なる向上
- ◆ 不確定要素の解明 (ハイドレート生成過程、氷の生成過程、等)
- ◆ 岩石特性モデルの確立 (絶対・相対浸透率、熱伝導率、等)
- ◆ 相特性モデルの確立 (密度、粘度、エンタルピー、内部エネルギー、等)
- ◆ 坑井内流動機能の導入 (圧力、温度)
- ◆ 地層変形計算機能の導入 (フェーズ2)

平成15年度のシミュレータ開発関連作業

- ◆ Mallikで得られたデータの総合的解析
- ◆ 産出試験に伴うMH分解領域の確定
 - Mallik及びANS
- ◆ ANS地質・貯留層モデルの検証
 - 既存・新たなデータの収集・解析
- ◆ 第二回陸上産出試験計画の立案
- ◆ 産出試験解析方法の検討
- ◆ シミュレータ機能の改良



MH21 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



生産シミュレータの開発スケジュール

年度	専用シミュレータの開発		フィールド産出試験への対応
	シミュレータコードの開発・機能強化 主担当機関: JOE	計算理論とサブプログラムの改良 主担当機関: 東大	
H13年度	3次元化 (xyz座標系) と計算効率の改善 減圧法・温水循環計算への対応 インヒビター注入・水平坑井計算への対応検討	EOS計算理論の見直しと改善 * インヒビター効果	第1回陸上産出試験の事前評価スタディ
H14年度	成分の追加 (インヒビター成分・完全3成分モデルへの拡張) 坑井を含めた境界条件の改良 熱水圧入等の各種分解採取手法への対応 計算効率の改善	EOSプログラムの改良 * 相変化潜熱 * エンタルピーなどの熱物性計算 * 相 (水・蒸気相) の追加	第1回陸上産出試験による検証と結果分析
H15年度	MHの再生成ルーチンの追加 相の追加 (水・蒸気相の追加) 成分の追加 (塩成分・塩の拡散) 感度分析・適切なアップスケーリング法の検討	EOSプログラムの改良 * 計算効率の改善 坑井内流動プログラムの検討	
中間評価			
H16年度	坑井内流動計算機能の追加 坑井仕上げモデルの機能追加	坑井内流動プログラムの整備 * シミュレータ入出力IFの作成 * 坑井内MH分解・再生成の検討	第2回陸上産出試験の事前評価スタディ
H17年度	計算モジュールの組み込み・改良 Graphic I/Oの整備	計算モジュールの組みこみとシミュレータ統合化に関する検討	第2回陸上産出試験による検証と結果分析
H18年度	生産シミュレータの課題抽出 専用シミュレータの総合評価 フェーズ II 以降の実用化シミュレータの概念設計 (グループ全体での検討)	専用シミュレータによるケーススタディ 専用シミュレータの総合評価	フェーズ II の海洋産出試験方法の検討

参考資料

MH21 The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan

