

メタンハイドレート資源の開発

成田英夫

産業技術総合研究所 メタンハイドレート研究センター

1. はじめに

天然ガスの消費は世界的に増加しており、特に東日本大震災以降急激な需要増加が進んでいる日本にとって、その長期的な安定供給の確保は喫緊の課題である。メタンハイドレート資源からの経済的な天然ガス生産技術の確立は、本資源が排他的経済水域に賦存することから、有効な資源外交カードとなることが期待されており、経済産業省「メタンハイドレート開発促進事業」によってその開発が進められている。

2. メタンハイドレート資源の分布

メタンハイドレートは大陸縁辺部の海域などに賦存しており、地震探査によって得られる海底疑似反射面（BSR）によってその存在を推定できる。日本周辺海域にも広く認められており、その総面積は北海道と九州の合計面積に匹敵する約 12 万 km² 余である。東海沖から熊野灘にいたる東部南海トラフ海域の原始資源量は 1 兆 1400 億 m³ と見積もられており、日本の天然ガス年間消費量の約 10 年分に相当する。

3. メタンハイドレート資源開発の特徴

在来の油ガス田では、地中深部に高圧で天然ガスが存在するため、掘削によって容易に自噴するのに対し、メタンハイドレートは固体として存在しているため、何らかの方法で分解してガスとする必要がある。そのほか、開発対象が大水深の浅層に存在する、開発対象が未固結堆積層である、生産時の貯留層特性の変化が大きいなどの在来の油ガス田開発にはない特徴が多くあり、このため、メタンハイドレート層の特性とその生産過程における挙動や変化を把握しながら生産する手法を開発する必要がある。

4. 生産手法の開発と実証試験

メタンハイドレート層から天然ガスを生産するためには、まず地層内においてメタンハイドレートを分解させる必要がある。生産シミュレータ（MH21・HYDRES）によって各種分解法の評価が実施され、減圧法が商業生産の中心となる生産手法として判断された。減圧法は、生産井内の水を汲み出すことによって坑底圧を下げ、坑井に穿孔した孔を通じて地層圧を低下させて地層内のメタンハイドレートを分解し採取する方法である。減圧法の有効性は、2008 年 3 月のカナダ極域での陸上産出試験および今年 3 月に第二渥美海丘において行われた海洋産出試験によって連続的に生産可能なことなどを確認した。

5. メタンハイドレート資源開発の産業への効果

大規模ではなくてもメタンハイドレート資源からの天然ガス商業生産が開始されれば、日本は国内に生産現場を持つことになる。海洋産業、特に大水深開発に後れをとっているわが国にとって、生産現場は海洋技術の発展の機会を創出するイノベーション拠点となり得る。世界 6 位の排他的経済水域を有するわが国が、熱水鉱床など他の海洋資源開発分野でも世界をリードする可能性も大きいものと考えられる。

2013.7.31

産業技術総合研究所
九州シンクロtron光研究センター
合同シンポジウム 15:50-16:20

メタンハイドレート資源の開発

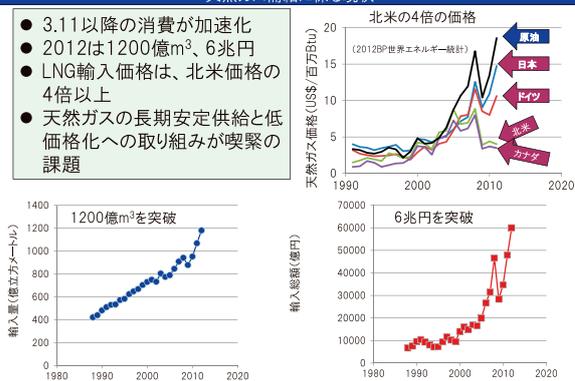


(独)産業技術総合研究所
メタンハイドレート研究センター
成田英夫

AIST Methane Hydrate Research Center MHRC

天然ガス需給に係る現状

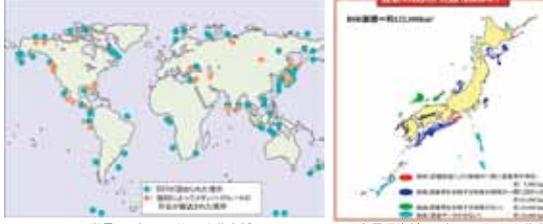
- 3.11以降の消費が加速化
- 2012は1200億m³、6兆円
- LNG輸入価格は、北米価格の4倍以上
- 天然ガスの長期安定供給と低価格化への取り組みが喫緊の課題



AIST Methane Hydrate Research Center MHRC

メタンハイドレート資源の分布

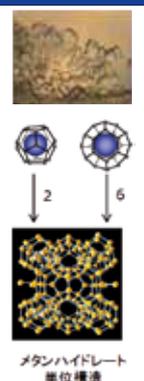
- 世界では、永久凍土地帯、大陸縁辺部の海域、深い湖底に賦存
- 日本周辺海域でも多くの濃集帯が認められている。(約12万km²)
- 静岡県沖から和歌山県沖に至る東部南海トラフには、1兆1400億m³の原始資源量があると評価されている。(わが国の天然ガス年間消費量の約111年分)



AIST Methane Hydrate Research Center MHRC

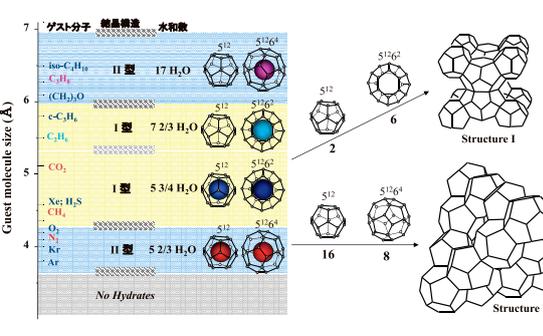
メタンハイドレートとは

- 見た目は、氷
 - 水の分子からなる結晶
 - 水分子からできたカゴの中にメタンが入っている
- 氷とは、大きく性質が異なる
- 低温・高圧で安定
 - 0°Cでは26気圧以上、1気圧では-80°C以下
 - 自然界でも発見されている。
 - 常温・常圧では、分解してメタンを放出し、火をつけると燃える。



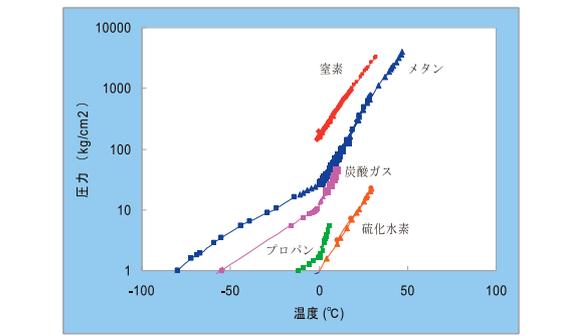
AIST Methane Hydrate Research Center MHRC

ガス種と結晶型

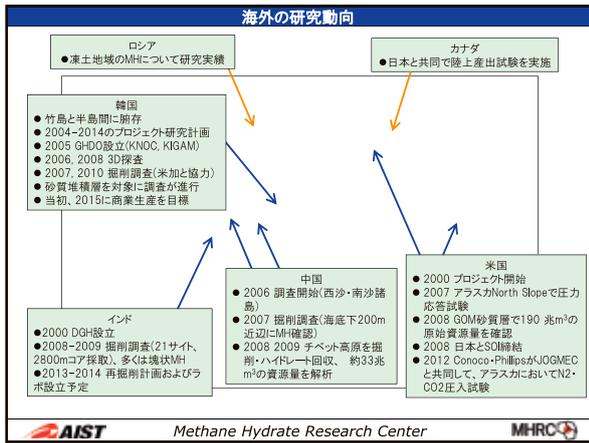
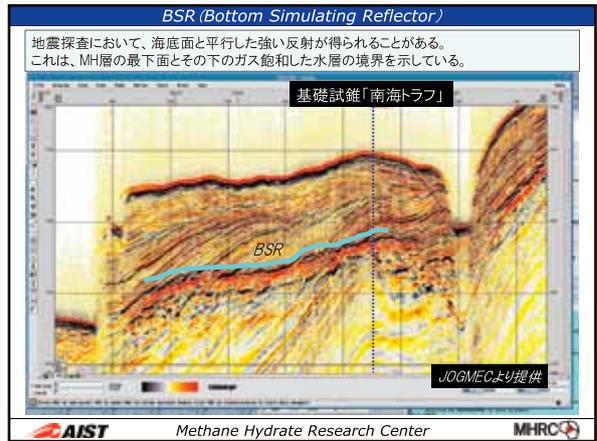
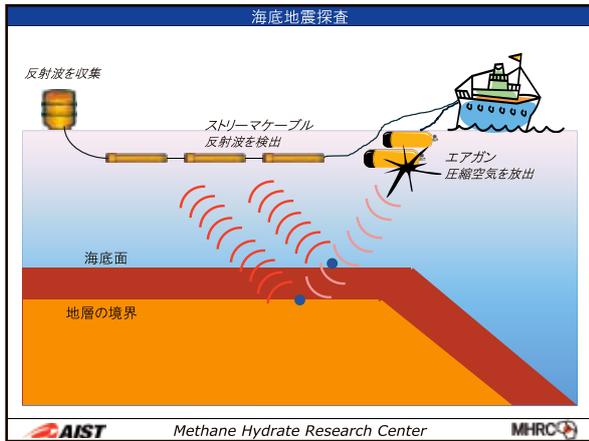


AIST Methane Hydrate Research Center MHRC

相平衡条件



AIST Methane Hydrate Research Center MHRC



メタンハイドレート資源開発の持つ意味

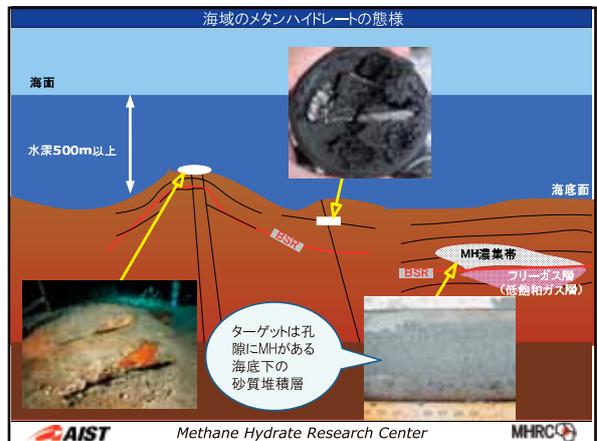
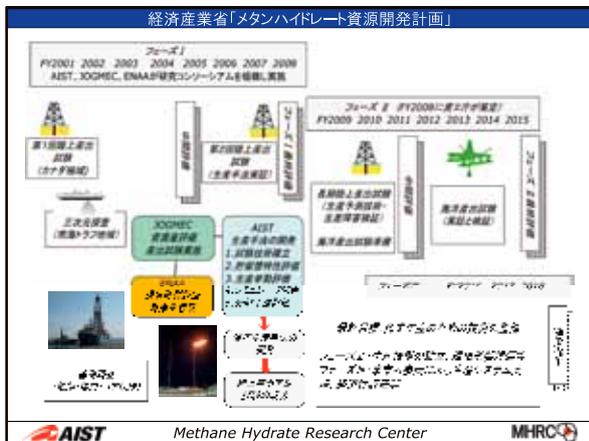
●わが国のEEZ内に賦存していることが重要

- ① 長期安定供給の確保
- ② 地政学的な優位性の確保
→ 資源外交カード
- ④ LNG契約の低価格化
- ⑤ 貿易収支の改善

メタンハイドレート資源からの天然ガス生産への期待

現場を持つことによって日本の産業が発展

AIST Methane Hydrate Research Center MHRC



メタンハイドレート天然コア試料(東部南海トラフ)

- 孔隙率:40%、MH飽和率:60%
- MH層の1/4程度がメタンハイドレート
- MH層の体積の40倍のガス

Methane Hydrate Research Center

砂層中のメタンハイドレートを開発する主な理由

- 信頼性が高い地震探査法、資源量評価法が使える
- 堆積層のため貯留層の連続性がある
- 浸透性があるため在来の油ガス田開発技術が使える
- 砂層の骨格構造が保たれており変形しにくい
- 水圏、気圏と直接接していない

■ 商業化のためには安定生産可能な枯れた技術が必要

Methane Hydrate Research Center

メタンハイドレート資源開発の特徴

在来型天然ガス資源

MH資源開発用の新たな生産手法の開発が必要

掘削すると容易に自噴

掘削では自噴しない

他の主な特徴

1. 大水深であるが海底から浅いところ存在、開発事例がない。
2. 在来型油ガス田とは異なり、堆積層は固結していない(サラサラの砂)
3. 生産につれて、ガスの流れやすさ、熱の伝わり方、強度など地層の性質が大きく変わる。
4. メタンハイドレートが分解すると地層の温度が低下し、生産量が下がる。

1000m

2-300m

BSR

Methane Hydrate Research Center

基礎試験「東海沖～熊野灘」

- 平成16年に東部南海トラフ海域の掘削航海を行い、メタンハイドレート層からの基礎試験コア(天然コア)を取得。
- 原位置条件におけるコア試験によって、物性(貯留層特性)や分解特性を解析。

- コア層分析(孔隙率、MH飽和率、鉱物組成、粒径分布、密度、ガス組成、断層撮影等)
- 熱特性(熱伝導率、比熱、分解熱)
- 力学特性(圧縮強度、剪断強度、弾性係数、圧密度、毛管圧)
- 弾性波特性・比抵抗
- 絶対浸透率・有効浸透率
- 結晶型、孔隙観測、孔隙内MH産状
- 分解試験による生産性解析

水深 100 m ~ 200 m

掘削長 海底深下 250 m ~ 300 m

Methane Hydrate Research Center

コア試験解析・評価用設備群(原位置条件での試験が可能)

分解の様子を調べる

分解特性解析装置

通電加熱法開発装置

分解過程画像装置

管内温度・圧力・流量計測装置

出力画像解析装置

性質を調べる

孔隙内相観察装置

孔隙構造解析装置

熱伝導率解析装置

圧縮実験装置

力学・弾性試験装置

断層画像解析装置

断層侵入試験機

層間特性解析装置

孔隙径分布解析装置

砂層浸透率測定装置

その他

高圧貯蔵装置

再コア作製装置

防漏キャベツ

大断層内圧力試験装置

高圧コア貯蔵装置

Methane Hydrate Research Center

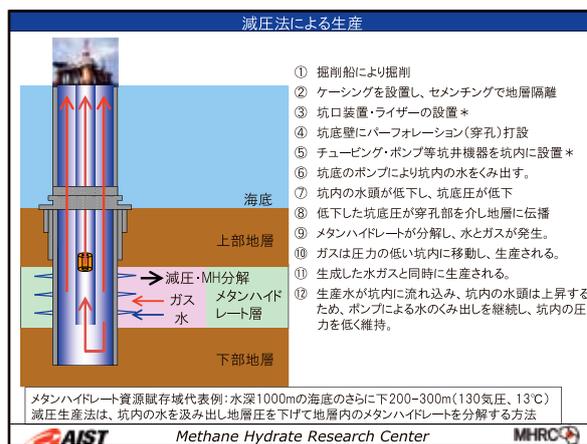
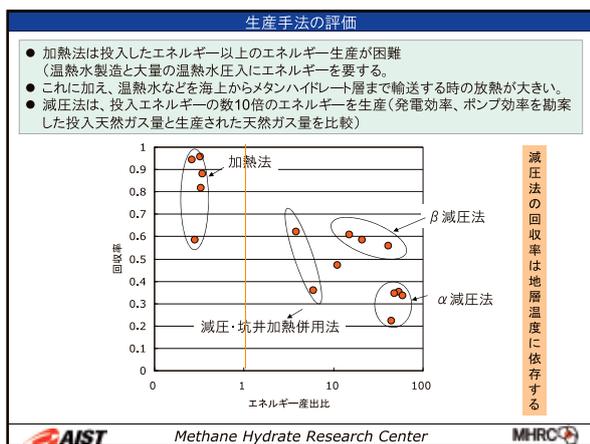
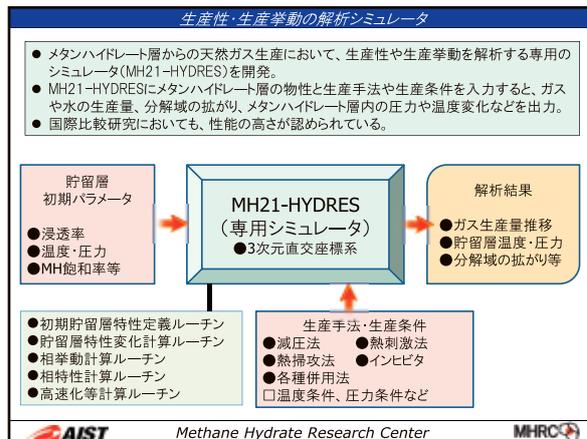
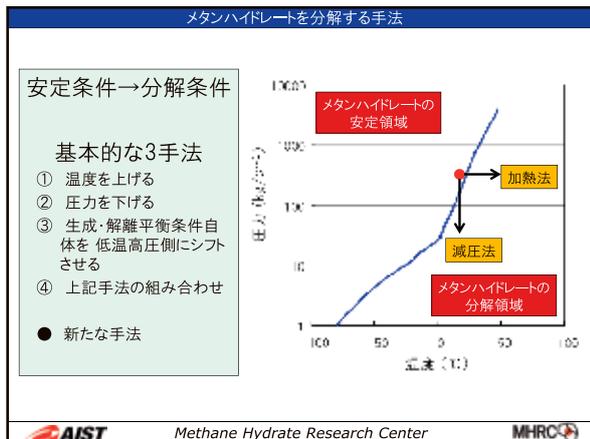
メタンハイドレート層物性の大きな特徴

- メタンハイドレートがあるのとないのでは貯留層特性(物性)が大きく異なる。
- メタンハイドレート飽和率(砂層の間隙を占めるメタンハイドレートの比率)によって浸透率(圧力の伝わり方や生産したガスの流れやすさ)は3倍以上も変わる。
- 力学特性もメタンハイドレート飽和率によって変わり、飽和率が増すほど強度は高い。逆を言えば、分解すると砂の強度に戻る。
- その他、熱伝導率などもメタンハイドレート飽和率によって大きく変わる。

MH飽和率と有効浸透率の関係

弾性率のMH飽和率依存性

Methane Hydrate Research Center



陸上産出試験(カナダ・マッケンジーデルタ、2008.3)

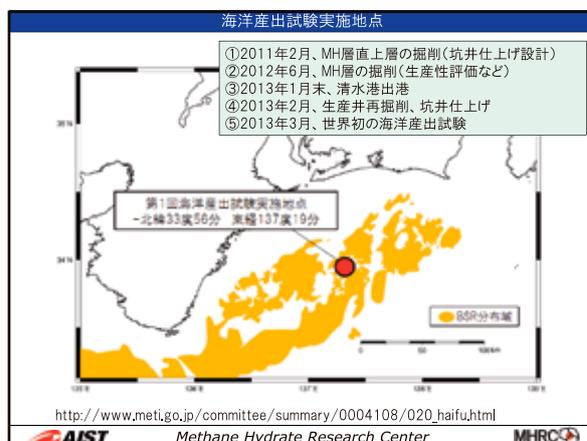
陸上産出試験結果

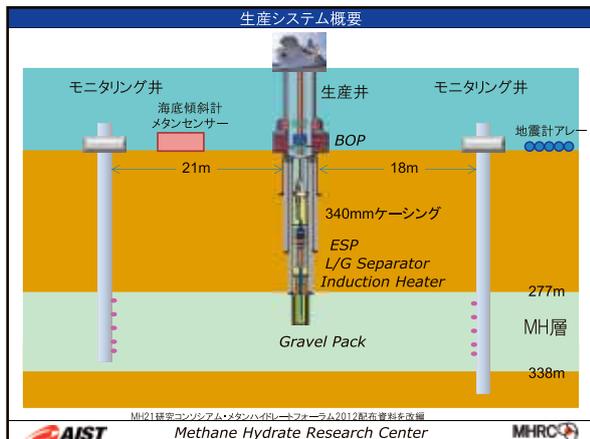
1. 井戸から水平方向に約12 m 分解。
2. 約6日間の試験中、連続的に生産。
3. 生産ガス量は約13,000 m³。
4. エネルギー産出比は約30を記録。

→ 減圧法の有効性を確認

減圧法によって、メタンハイドレート資源から天然ガスを連続的に生産できることを実証

Methane Hydrate Research Center



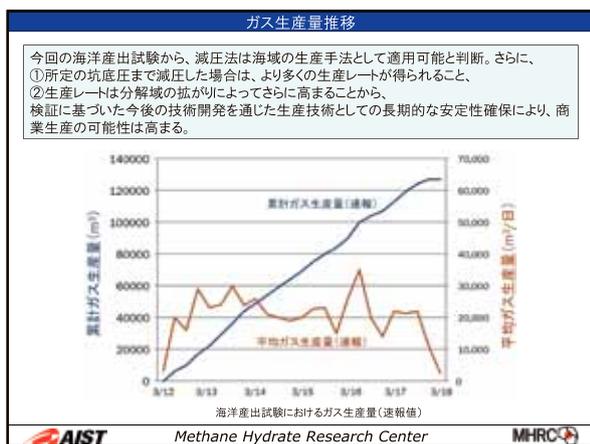


第1回海洋産出試験

- 2013年3月12日-3月18日の6日間にわたり海洋産出試験を実施。
- 6日間の生産ガス量は、約120,000m³、平均生産レートは20,000m³/dとなった。
- なお、カナダで実施された陸上産出試験(2008年)では、生産期間が約5.5日間、累計生産量が約13,000m³、平均生産レートは約2,400m³/dであった。

海洋産出試験での産出ガスのフレア
 6日間で120,000m³の産出量
 井戸あたり20,000m³/dayの生産レート

AIST Methane Hydrate Research Center **MHRC**



- ### 今後の取り組みの方向性(個人的見解)
1. 長期安定生産性の確保
 - MH資源開発の特徴を捉えた坑底部の開発・設計、坑井仕上げ法開発
 - 技術を枯らすための取り組み(海洋産出試験、実効的室内試験)
 2. 経済性の確保
 - 生産レートの向上(強減圧法、貯留層直接加熱、併用法最適化等)
 - MH資源開発の特徴を捉えた掘削法開発、海底設備設計最適化、坑井システム・生産計画のデザイン
- AIST** Methane Hydrate Research Center **MHRC**

