

# メタンハイドレートフォーラム 2015

## メタンハイドレート開発技術の現状と 今後の展望

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21)

プロジェクトリーダー 増田 昌敬 (東京大学)

2015年10月1日

東京大学 伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール

# 我が国におけるMH開発計画(経済産業省)

## 【基本方針】

我が国周辺に相当量の賦存が期待されているメタンハイドレート、その利用に向け、経済的に掘削・生産回収する技術を開発し、投資する。

地層内に固体として存在するMHから、どのようにしてメタンを取り出すのか？

## 【目標】

1. 日本周辺海域にメタンハイドレートが賦存していることを確認する
2. 有望な海域を特定する
3. 有望な海域のメタンハイドレートの賦存量を推定する
4. 選抜した海域でメタンハイドレートの掘削・生産回収試験を実施する
5. 商業的産出のための技術開発を実施する
6. 環境保全に配慮したメタンハイドレート資源開発システムの確立を目指す

日本周辺海域の何処にどのくらいの量のMHがあるのか？

掘削・生産回収試験にその経済性の検討を実施

## 【研究開発期間(3段階のアプローチを設定)】

- フェーズ1 (2001～2008年度)  
目標1, 2, 3の達成
- フェーズ2 (2009～2015年度)  
目標4の達成[我が国近海での海洋産出試験の実施]
- フェーズ3 (2016～2018年度)  
目標5, 6の達成[最終目標:メタンハイドレート商業的産出のための技術の整備]

実際のフィールドでMHからガスを生産する実験を実施！

# 現在までのMH開発研究(フェーズ1～フェーズ2)

## Phase 1

FY2001-FY2008 (H13-H20年度)

## Phase 2

FY2009-FY2015 (H21-H27年度)

### 生産手法(ガス生産手法の評価・選定)

MHコアの採取・分析技術の確立  
生産シミュレータ(MH21-HYDRES)の開発

### MH資源フィールド(モデルフィールド)の選択・評価

東部南海  
トラフ海域  
2次元・3次元  
地震探査

2004年:基礎試錐  
「東海沖～熊野灘」  
・掘削調査(コア採取・検層データ)

東部南海トラフ海域  
のMH資源量評価  
・約1.1兆m<sup>3</sup>のメタン  
原始資源量

MH濃集帯検知～資源量評価技術の確立

### 技術の実証試験(フィールド開発技術)

2002年:  
第1回陸上産出試験の実施  
・カナダ永久凍土下のMH層  
・温水循環法による5日間のガス生産  
(累計ガス生産量約470m<sup>3</sup>)

2008年:  
第2回陸上産出試験の実施  
・カナダ永久凍土下のMH層  
・減圧法による約5.5日間の連続ガス生産(累計ガス生産量約13,000m<sup>3</sup>)

### 第1回海洋産出試験の計画策定・設計・実施

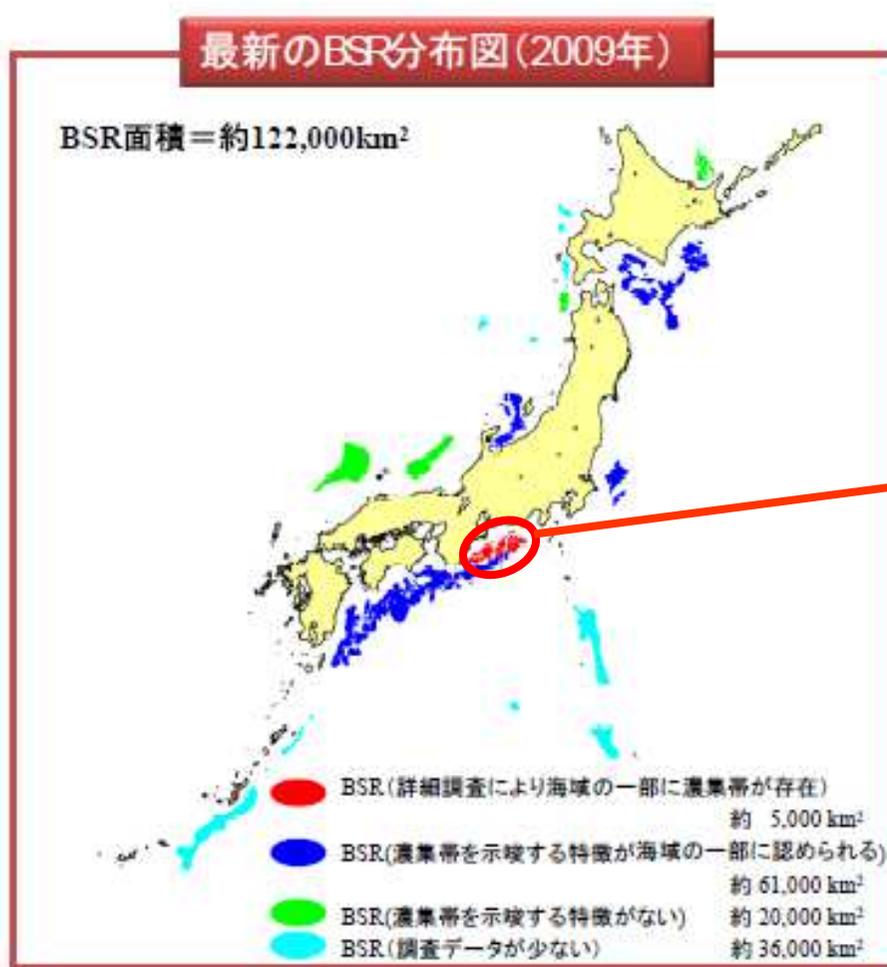
室内実験  
シミュレーション  
・減圧法の生産挙動の評価  
・生産に伴う出砂・地層変形

海洋産出試験の計画・設計  
・試験対象の濃集帯の選定  
・コア・検層・地震探査データ解析による貯留層モデルの作成  
・生産予測シミュレーション  
・力学挙動解析シミュレーション  
・生産機器, 生産・観測用坑井の設計, フローテスト計画  
・環境影響評価(海域環境モニタリング), etc.

### 2013年3月:第1回海洋産出試験の実施

・渥美半島から志摩半島沖合, 海底下のMH層から減圧法によるガス生産実験  
・日量平均20,000m<sup>3</sup>で, 約6日間の連続ガス生産  
(累計ガス生産量 約120,000m<sup>3</sup>)

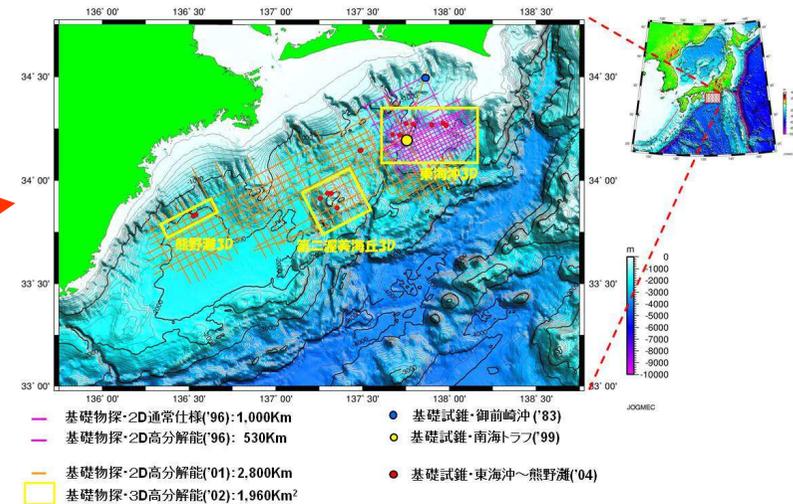
# 日本周辺海域に眠るMH資源(砂層型MH)



(図の出所) MH21研究コンソーシアム  
HP: <http://www.mh21japan.gr.jp/>

## 東部南海トラフ海域のメタンハイドレート

- メタンガス原始資源量(※): 約1.1兆m<sup>3</sup>  
(LNG換算で約8億4千万トン)
- BSR分布面積: 約5,000km<sup>2</sup>



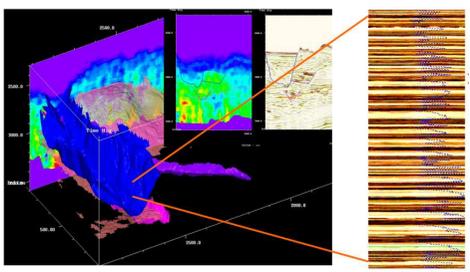
### <<参考>>

- ・ 2013年の我が国のLNG輸入量は約8,700万トン  
(天然ガス換算で約1,150億m<sup>3</sup>)

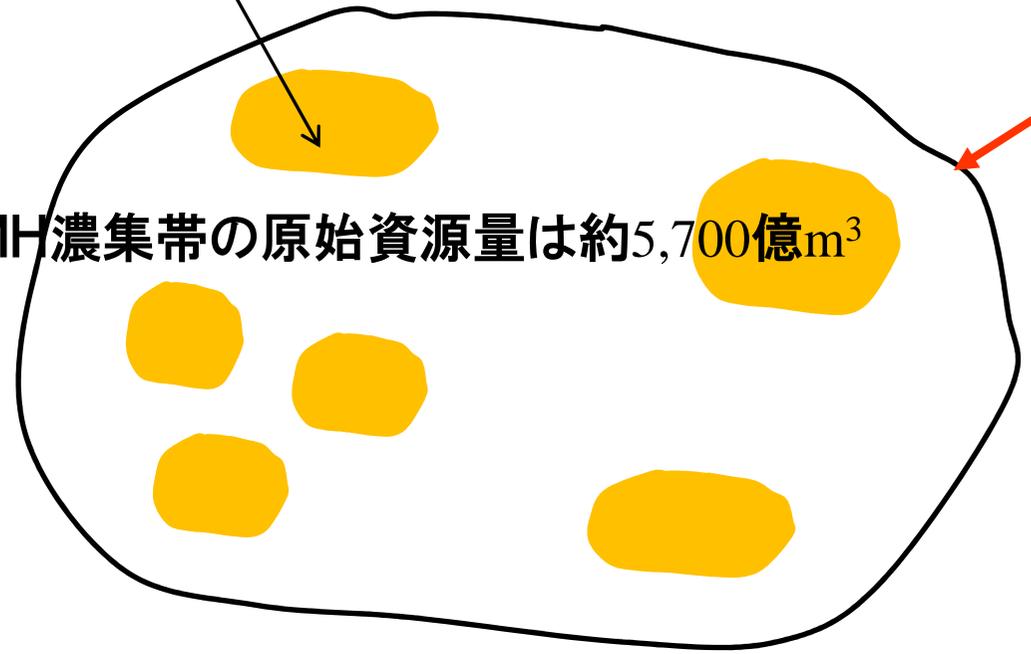
(※) 原始資源量は、地下に集積が見込まれる資源の単純な総量であり、技術的に採掘可能な可採埋蔵量ではない点に留意が必要

# メタンハイドレートの資源量評価

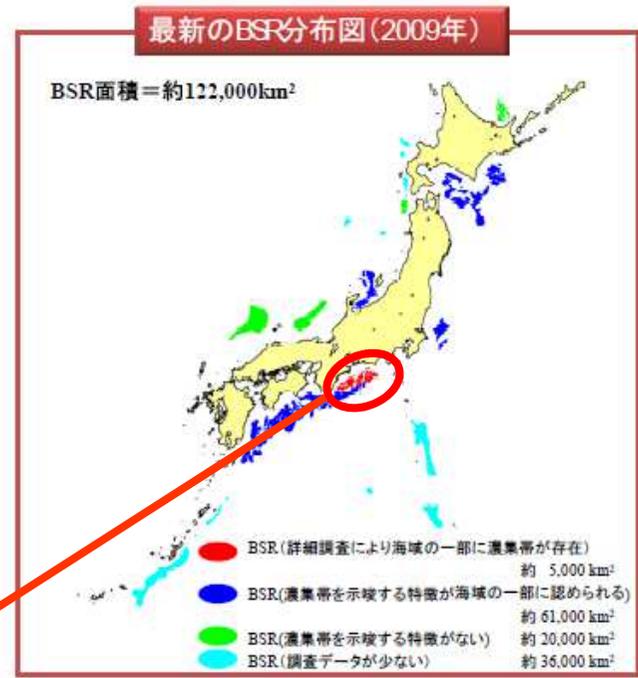
メタンハイドレート(MH)は、日本周辺海域の地層中にどのような形態で、どのくらいの量が存在しているのか？



海底下で砂泥互層が堆積している地層(タービダイト)中で、砂層の砂粒子孔隙にMH(固体)が水と共存



MH濃集帯の原始資源量は約5,700億 $m^3$



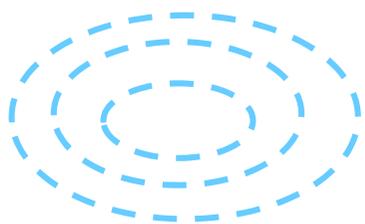
(図の出所) MH21研究コンソーシアム  
HP: <http://www.mh21japan.gr.jp/>

東部南海トラフ海域には、MH濃集帯が16個存在

宮崎沖、四国沖等のMH濃集帯の評価を実施  
→ 日本周辺海域の濃集帯分布図のプロトタイプを作成

# MH開発研究: 資源量 (Volume) を経済価値に変える

原始資源量 (In-Place Resources)



資源量 (ポテンシャル)

**Volume**

将来的に生産可能な資源

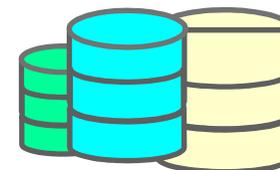


- 環境に調和した経済性のある開発技術
- ガスの生産技術

科学技術の挑戦

推定究極可採量

Estimated Ultimate Recoverable



埋蔵量 (Reserves)



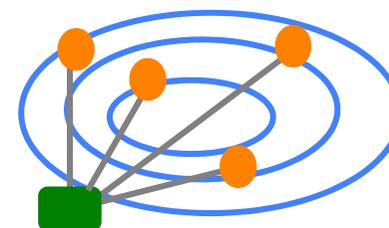
Net Present Value

プロジェクトの収益 (現在価値)

**Value**

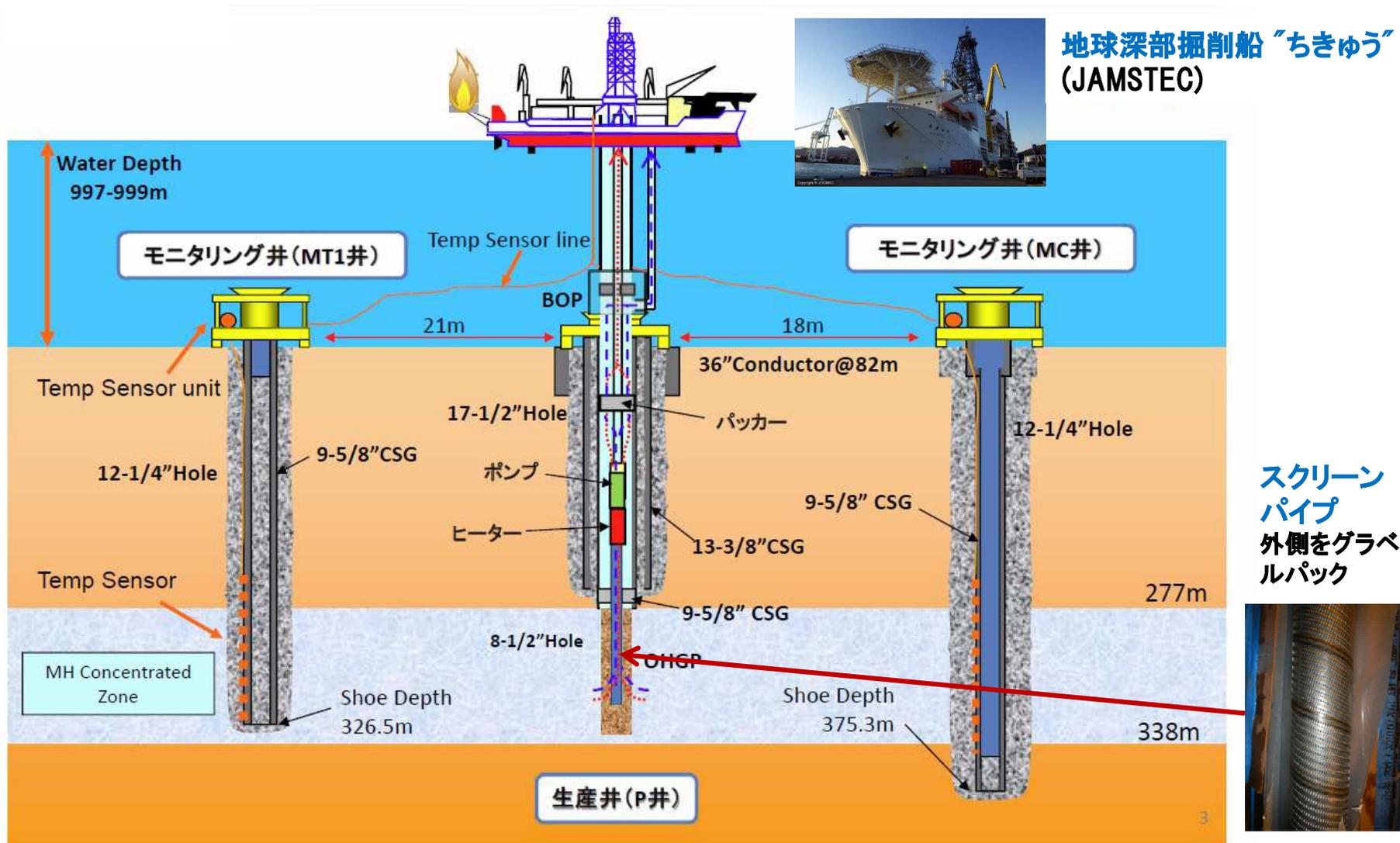


将来の商業生産



開発プロジェクト

# 第1回海洋産出試験(ガス生産実験, 2013年3月)



(図の出所) 経済産業省 第26回メタンハイドレート開発実施検討会(平成25年12月16日)

資料5: 第1回海洋産出試験の結果報告について([http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004108/026\\_haifu.html](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004108/026_haifu.html))

# 第1回海洋産出試験の成果と課題



石油天然ガス・金属鉱物資源機構  
JOGMECchannel - YouTube

<http://www.youtube.com/watch?v=jfdGC3GIKPE>

## ● 大きな成果 (世界初の海洋MHからのガス生産)

### 2013年3月: 第1回海洋産出試験の実施

- ・ 渥美半島から志摩半島沖合, 海底下のMH層から減圧法によるガス生産実験
- ・ 日量平均20,000m<sup>3</sup>で, 約6日間の連続ガス生産(累計ガス生産量約120,000m<sup>3</sup>)

## ● 技術課題

### 1. 長期・安定的なガス生産

- ・ 坑井内に砂が流入する出砂が予想以上に発生したことや気象条件の悪化等により, 当初2週間を予定していたガス生産実験が約6日間で終了

→出砂など長期安定生産を行う上で障害となる課題を克服する技術開発

### 2. 生産量の増加

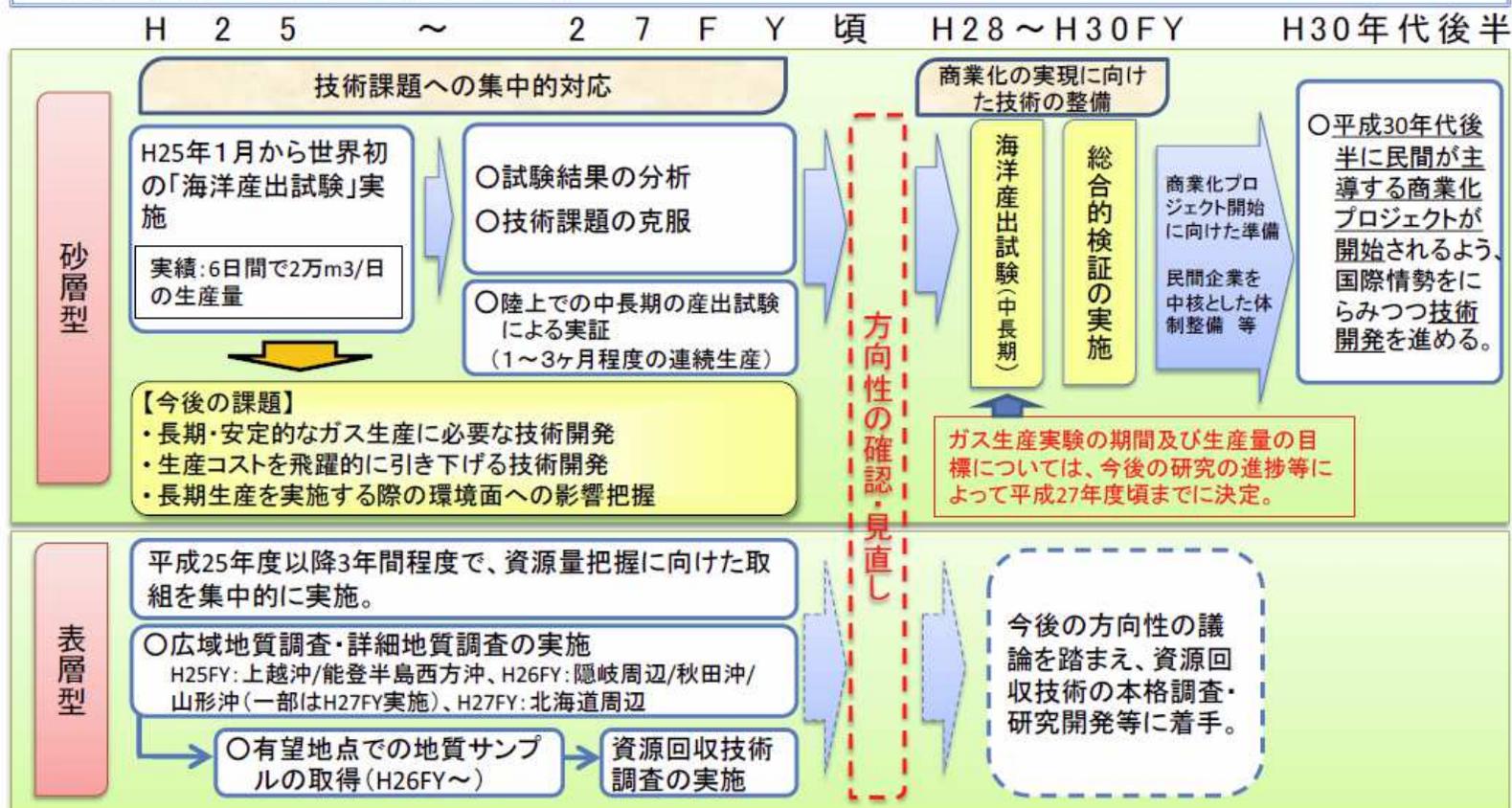
- ・ ガス生産量はカナダでの陸上産出試験時の生産量より大幅に増加したが, 将来の商業化のためには, 一つの坑井からの生産量をさらに増大させる必要がある

→減圧法の改良等の技術開発

# 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画(平成25年12月24日)

## メタンハイドレートの商業化に向けた工程表

- 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。



(図の出所) 経済産業省「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」の改定について

[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen\\_nenryo/report\\_01.html](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/report_01.html)

# MH開発の商業化実現に向けた技術の整備

商業生産に向けての技術課題	次回の海洋産出試験	総合検証
<b>1. 減圧法による継続生産の確認(坑井仕上げ)</b>		
出砂対策技術	✓	
坑井での生産制御技術	✓	
<b>2. 総合的検証のためのデータ取得</b>		
より長期のMH層のガス生産性・分解挙動の把握(1カ月程度の生産を目標)	✓	
<b>3. 総合的検証の実施</b>		
環境に調和した開発システムの提示		✓
環境影響評価		✓
経済性評価(開発コスト)		✓
MH開発のエネルギー収支分析		✓
今後の技術開発項目の明確化		✓

# メタンハイドレート開発技術の整備に向けての課題

ステップ2: 総合的検証(開発の経済性・環境影響・エネルギー収支)

- ・長期のガス生産挙動シミュレーション
- ・海底下から地上までを結ぶ開発システムの検討

MH分解のモニタリング  
環境対策, 生産最適化

海底機器・施設  
水処理, 昇圧など

生産エネルギーの輸送・利用  
海底パイプラインなど

ステップ1: 生産技術の実証(海底下の技術)

坑井

MH分解の制御(圧力制御)  
ガス・水の分離

MH層の挙動把握(自然の条件)

仕上げ区間(坑底)  
出砂防止対策

温度が高い(MHを分解する熱が十分にある)  
浸透率が高い(分解ガス・水が坑井まで流動する)  
境界が閉じている(海水を引き込まない)

# 新技術の確立までの流れ



## TRL (技術熟成度: Technology Readiness Level) by Statoil – WR1622

TRL	Development Stage	Description
0	Unproven Idea	Paper Concept. No analysis or testing has been performed
1	Analytically Proven Concept	Functionality proven by analysis, reference to common features of existing technology or testing in individual subcomponents/subsystems. The concept may not meet all of the technical requirements at this level, but demonstrates the basic functionality with promise to meet all the requirements with additional testing.
2	Physically Proven Concept	Concept design or novel features of design validated by model or small scale testing in laboratory environment. The system validates that it can function in a "realistic" environment with the key environmental parameters simulated.
3	Prototype Tested	Full scale prototype build and put through product qualification test program. The prototype is tested in a robust designed development test program over a limited range of operating conditions to demonstrate functionality.
4	Environment Tested	Full scale prototype (or production unit) build and put through a qualification test program in (simulated or actual) intended environment
5	System Integration Tested	Full scale prototype (or production unit) build and integrated into intended operating system with full interface and functionality tests
6	System Installed	Full scale prototype (or production unit) build and integrated into intended operating system with full interface and functionality test program in intended environment. The technology has successfully operated < 10% of its expected life.
7	Proven Technology	Production unit integrated into intended operating system. The technology has successfully operated with acceptable performance and reliability for > 10% of its expected life.

# メタンハイドレート開発技術の現状

メタンハイドレート開発の商業化において要求される技術



段階	TRL	Development Stage	探査	掘削	貯留層評価	生産	開発システム	輸送	利用
概念	0	Unproven Idea							
基本設計   エンジニアリング	1	Analytically Proven Concept			↓	↓	↓	↓	↑
	2	Physically Proven Concept							
機能試験   システム化	3	Prototype Tested			↓	↓			
	4	Environment Tested							
	5	System Integration Tested	↑	↑					
	6	System Installed							
フィールドで実証	7	Proven Technology							

qualification (indicated by a red dashed line between TRL 3 and 4)

現場技術 (indicated by blue double-headed arrows between TRL 4 and 7)

# 次回の海洋産出試験の位置付け

メタンハイドレート開発の商業化において要求される技術



段階	TRL	Development Stage	探査	掘削	貯留層評価	生産	開発システム	輸送	利用
概念	0	Unproven Idea							
基本設計   エンジニアリング	1	Analytically Proven Concept							
	2	Physically Proven Concept							
機能試験   システム化	3	Prototype Tested							
	4	Environment Tested							
フィールドで実証	5	System Integration Tested							
	6	System Installed							
	7	Proven Technology							

qualification (indicated by a red dashed line across rows 3 and 4)  
現場技術 (indicated by blue double-headed arrows between rows 4 and 5)  
次の海洋産出試験の目的・課題 (indicated by a green dashed oval around rows 3 and 4)

# まとめ（１）砂層型MH開発研究の現状

1. MH開発研究：日本周辺海域の海底地層中にあるMHは大きな資源量を有しており，それを経済価値に変える研究
2. 現在までの研究の進捗（ガス生産実験の実績）
  - 2008年3月：カナダでの生産試験で，永久凍土下のMH層から減圧法によるガス生産を実施
    - ✓ 6日間の連続ガス生産（累計ガス生産量：約13,000m<sup>3</sup>）
  - 2013年3月：渥美半島～志摩半島沖合で実施した第1回海洋産出試験で，世界で初めて海底下のMH層から減圧法によるガスを生産
    - ✓ 日量平均 約20,000m<sup>3</sup>で，6日間の連続ガス生産（累計ガス生産量 約120,000m<sup>3</sup>）
3. ガス・水生産挙動，出砂現象の分析から，次の海洋産出試験の仕様を決定し，使用機器の開発を進めている

## (2) MH開発の今後の展望

1. **国の長期目標**:平成30年代の後半に民間主導による開発プロジェクトを立ち上げる
2. **次回の海洋産出試験(平成29年を予定)**で, 出砂・減圧を制御した1箇月程度のガス生産を実証
  - 出砂対策技術, 坑井での生産制御技術の検証
  - より長期のMH層のガス生産性・分解挙動の把握
  - 長期のガス生産シミュレーションを実施
3. 試験結果をもとに, **総合的検証を実施(平成30年度を予定)**
  - 環境に調和した開発システムの提示
  - 環境影響評価
  - 経済性評価(開発コスト)
  - MH開発のエネルギー収支分析
  - 今後の技術開発項目の明確化

# MHフォーラム2015(本日)の内容

## 【午前】

- メタンハイドレート生産回収増進法の開発

## 【午後13:30～】

- メタンハイドレート商業化の道筋におけるフィールド産出試験  
(海洋産出試験と陸上産出試験)
- メタンハイドレート資源量の評価(砂層型, 表層型)
- メタンハイドレート開発における環境

## 【15:30～17:00】

ポスターセッション: 各グループの研究内容紹介

# 最後に:MH21の研究体制

MH21研究コンソーシアムは、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)と産業技術総合研究所で構成され、経産省からの委託事業を実施しています。研究には国内外大学、民間企業が参加し、Grリーダー、Teamリーダーが担当分野の研究を取り纏めています。

- ・ 経済産業省 資源エネルギー庁
- ・ メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)
  - プロジェクトリーダー  
増田 昌敬 (東京大学)
  - サブプロジェクトリーダー  
天満 則夫 (AIST:産業技術総合研究所)  
佐伯 龍男 (JOGMEC:石油天然ガス・金属鉱物資源機構)
  - 推進Grリーダー  
磯部 人志 (JOGMEC)
  - 資源量評価Grリーダー  
藤井 哲哉 (JOGMEC)
  - フィールド技術開発Grリーダー  
山本 晃司 (JOGMEC)
  - 生産手法開発Grリーダー  
長尾 二郎 (AIST)
  - 環境チームリーダー  
中塚 善博 (JOGMEC)