

資源量評価と開発技術 「東部南海トラフの資源量と カナダ陸上産出試験」

平成19年5月31日
資源量評価グループリーダー
大野 健二

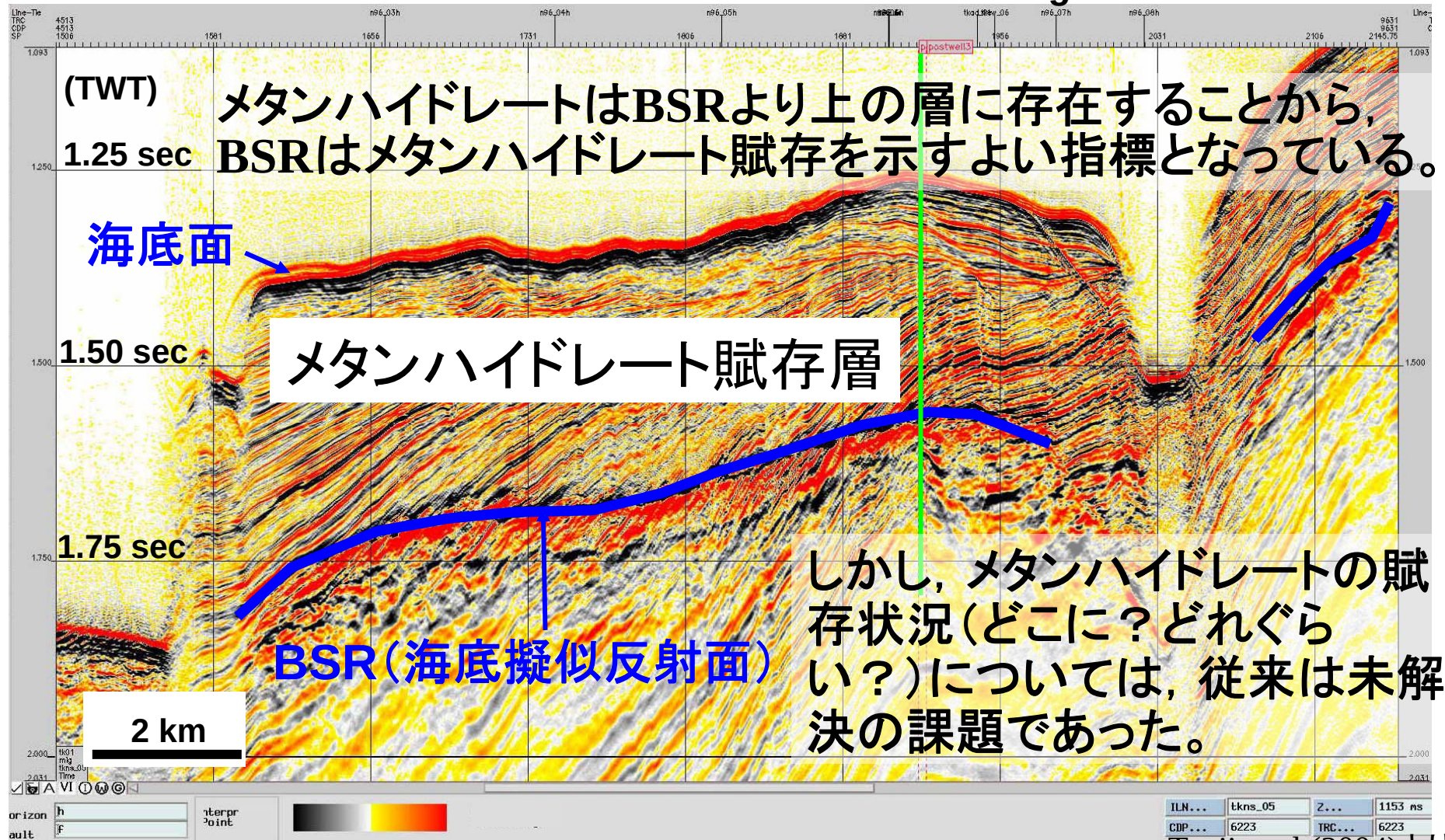
資源量評価グループ：平成18年度作業

	～2005年度(17FY)	2006年度 (18FY)	2007年度 (19FY)	2008年度 (20FY)	最終目標	
資源量 評価 グループ	①-1南海トラフのMH資源量評価 ・基礎物理探査「東海沖～熊野灘」、基礎試錐「東海沖～熊野灘」を実施。 ・南海トラフの主要なMH賦存層はタービダイト成砂泥互層であることを認識。 ・探査手法の検討を行うとともに坑井・震探データを用いた統合的な詳細地質解釈による資源量評価を開始。		・南海トラフ海域におけるMH資源量の算定		・有望MH賦存海域の資源量評価	
	①-2日本周辺海域におけるMH賦存状況の検討					・日本周辺海域におけるMH賦存状況の把握と特性の明確化
		・日本周辺海域におけるMH分布域の推定	・MH賦存状況の検討		・有望賦存海域からのMH資源フィールドの選択	
	②海洋産出試験候補地選定		・海洋産出試験候補海域の選定と候補海域のMH層性状の詳細検討			
	第1回陸上産出試験	③第2回陸上産出試験		解析・評価		・生産手法の有効性検証、長期連続生産データの取得、並びに生産シミュレータの有効性検証及び精度向上
	・砂泥互層を反映した産出方法を検討し、減圧法を用いた陸上産出試験の計画を策定。	・第2回陸上産出試験の第1期試験の実施	・第2回陸上産出試験の第2期試験の実施	・第2回陸上産出試験の結果解析、評価		
	④海洋産出試験の検討					・海洋産出試験の坑井計画の指針提示
	・海洋産出試験に必要な坑井技術等の調査	・海洋産出試験に必要な坑井技術等の調査	・海洋産出試験の坑井設計に係る指針提示			
⑤経済性の検討						
	・南海トラフでのMH生産に係る経済性の検討を実施。	・第2回陸上産出試験の結果を反映することにより、経済性評価の更なる精度向上を図る。			・第2回陸上産出試験を踏まえた経済性評価	

東部南海トラフの資源量評価

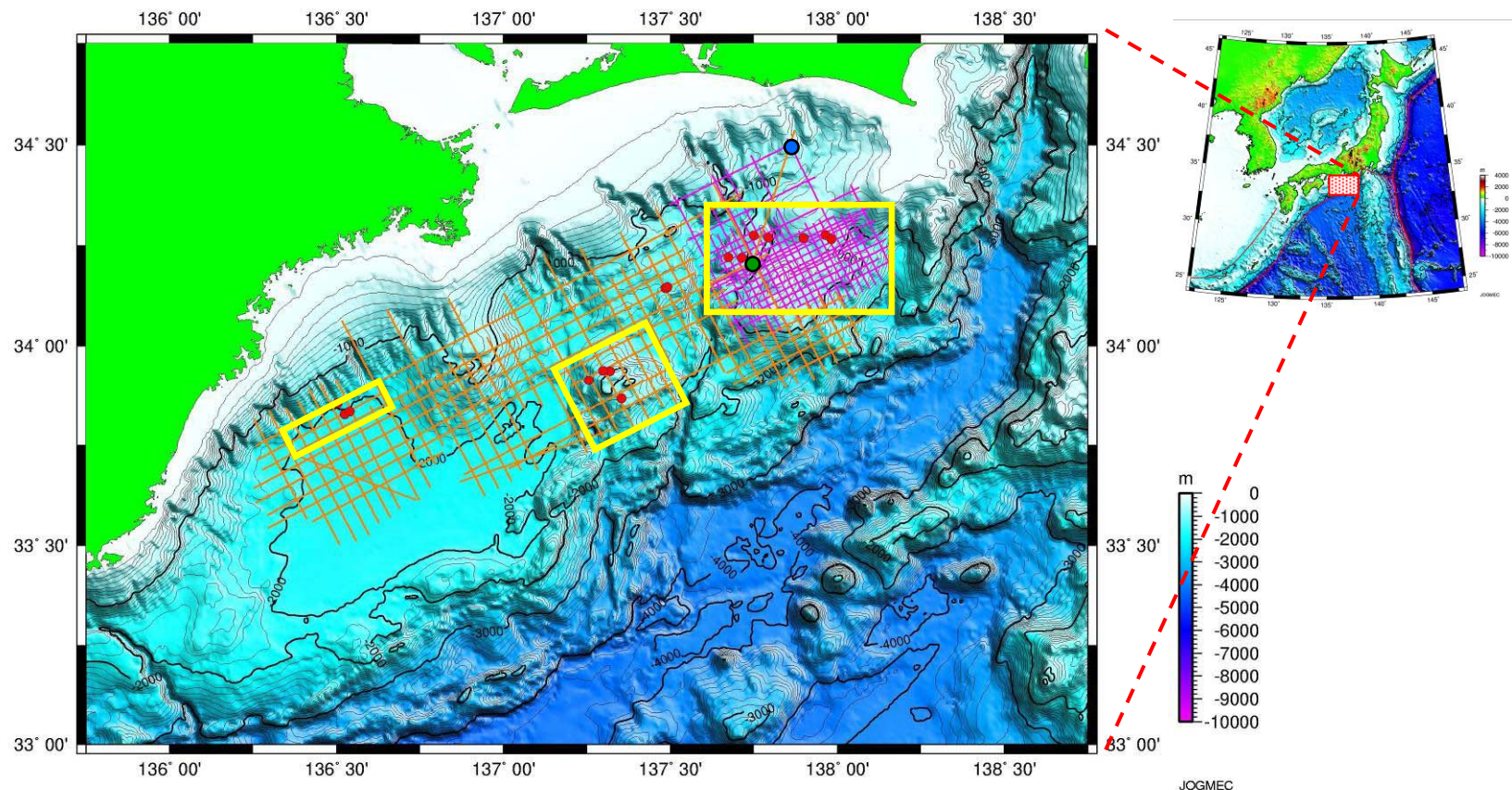
BSRが分布する地震探査断面の例

MITI Nankai Trough



Tsuji, et.al.(2004)より

東部南海トラフの調査マップ

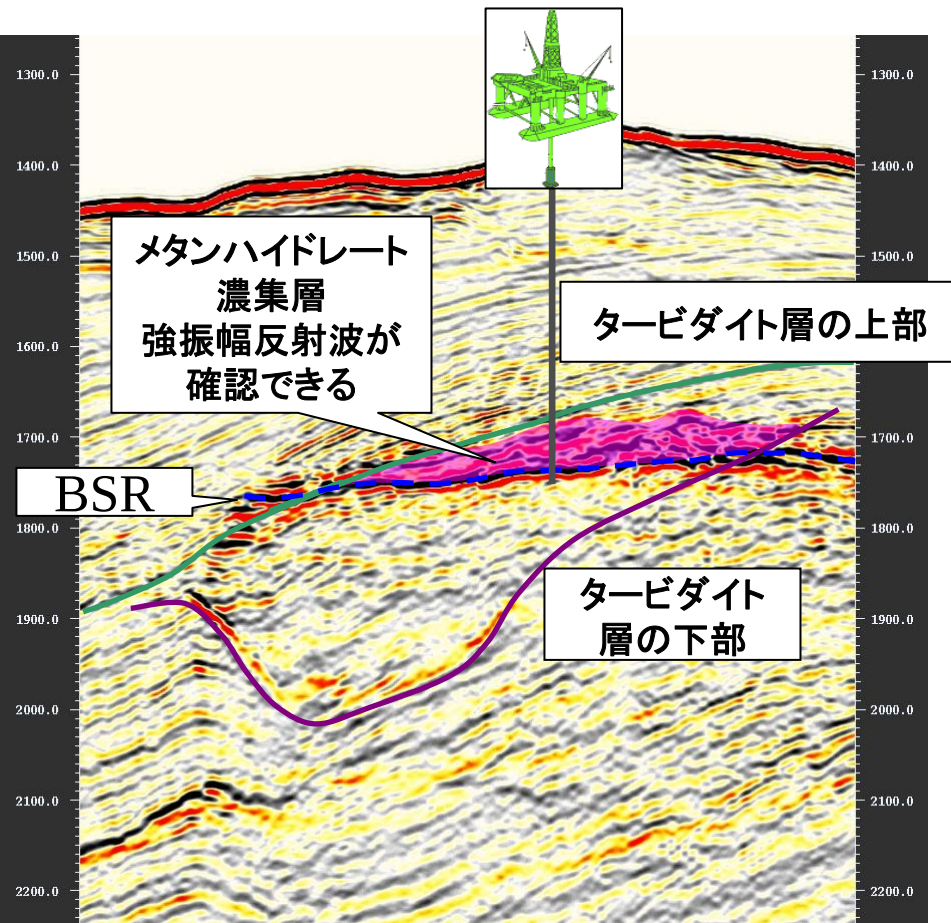


- 基礎物探・2D通常仕様('96): 1,000Km
- 基礎物探・2D高分解能('96): 530Km
- 基礎物探・2D高分解能('01): 2,800Km
- 基礎物探・3D高分解能('02): 1,960Km²

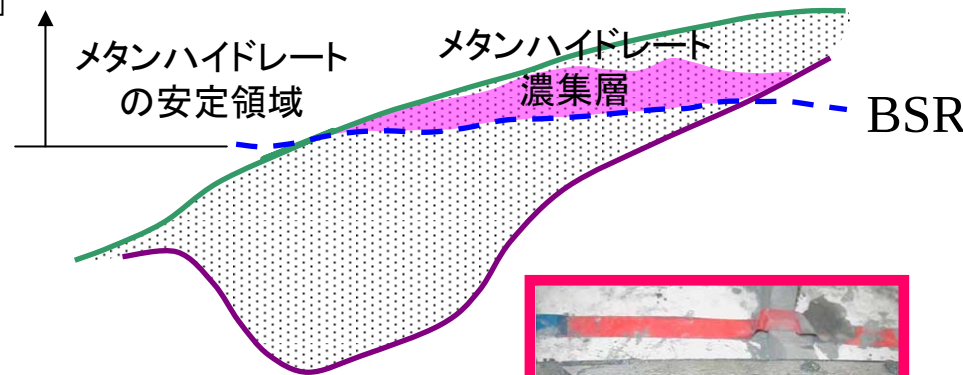
- 基礎試錐・御前崎沖 ('83)
- 基礎試錐・南海トラフ ('99)
- 基礎試錐・東海沖～熊野灘 ('04)

メタンハイドレート濃集帯の確認

メタンハイドレート濃集帯の例



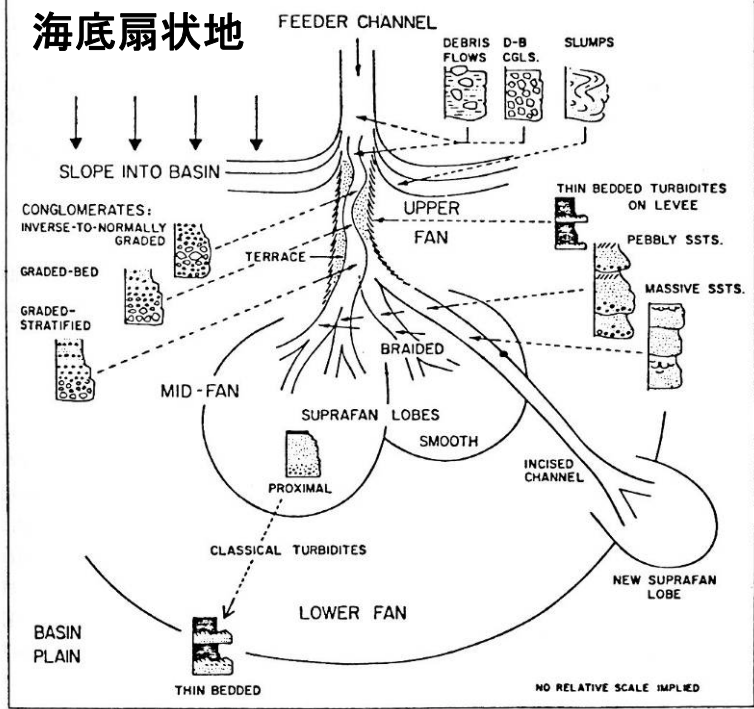
タービダイト砂泥互層は、孔隙率に富むという特徴がある。左の例では、タービダイト砂泥互層の内、BSRより上位の部分に、メタンハイドレートが濃集したと解釈されている。



回収された
メタンハイドレート
濃集帯のコアサンプル



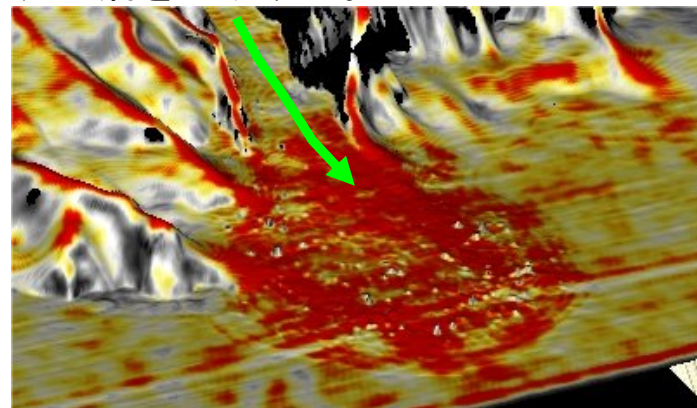
海底扇状地



Walker, 1979

タービダイト層

浅い水深に堆積した粗粒堆積物が、地震・暴風・津波などによって数十年や数百年に一度の割合で、周りの流体と混合し流動化して深海へ運搬され、海底扇状地と呼ばれる地形を形成する。通常は、細粒の泥しか堆積しない沖合いにおいて、砂泥互層を形成する。

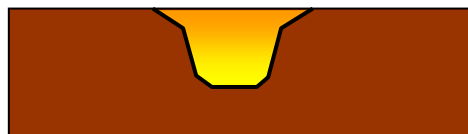


現在の海底面における海底扇状地の例

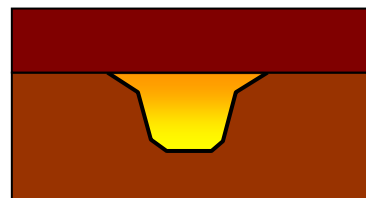
1. 深海成の泥層が堆積



2. 泥層を削剥しながら、タービダイト層が堆積

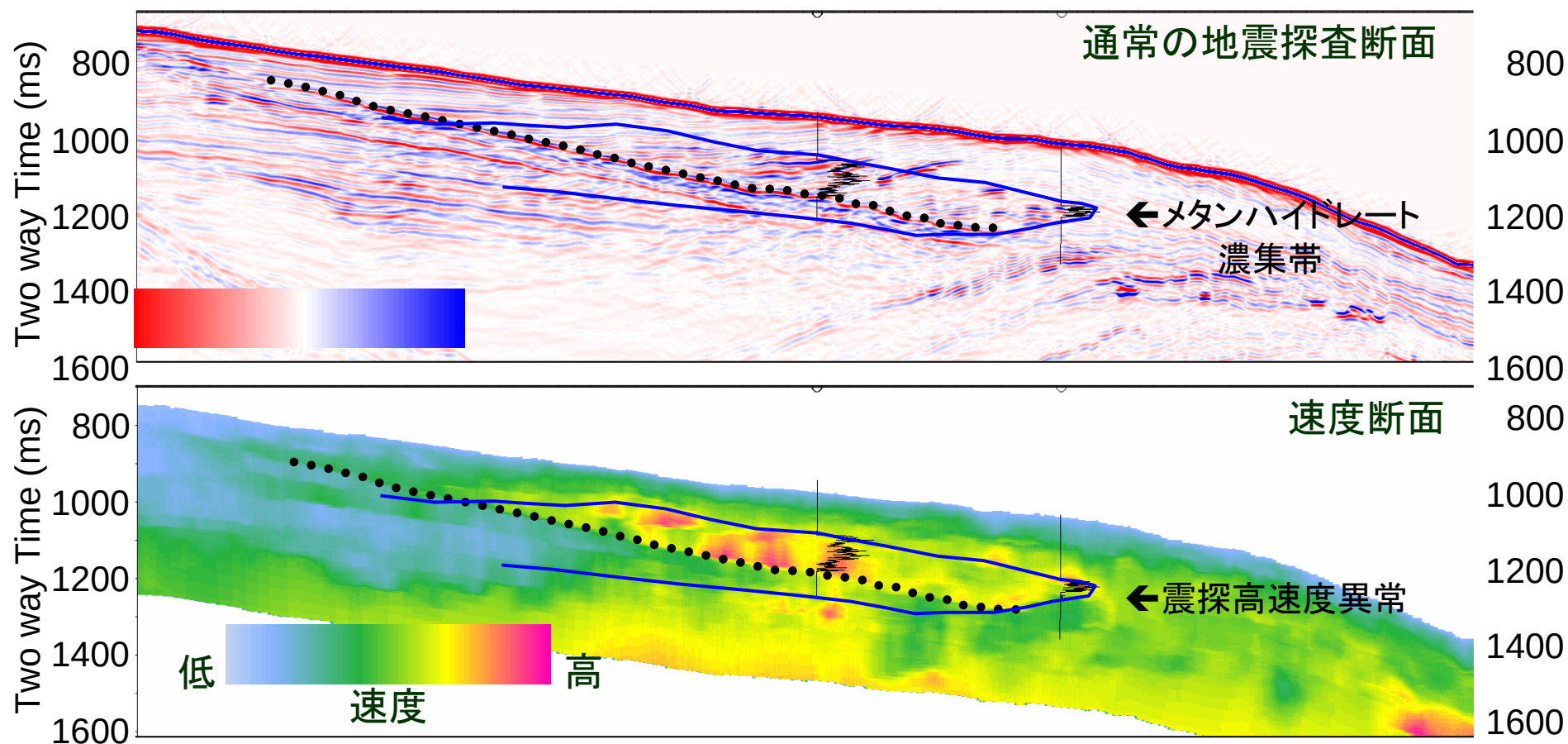


3. 新たに深海成の泥層が堆積



周囲の泥層に対して、孔隙率の高いタービダイト砂泥互層が形成され、メタンハイドレートが濃集する。

メタンハイドレート濃集帯と地震波速度



地震波速度の情報を用いて、メタンハイドレート濃集帯の確認が可能。

メタンハイドレート濃集帯を抽出するための四種の神器

1. BSR.....メタンハイドレートの存在を示唆
2. タービダイト砂層...メタンハイドレート濃集帯の候補
3. 強振幅反射波.....メタンハイドレート濃集帯の特性
4. 震探高速度異常...メタンハイドレート濃集帯の特性

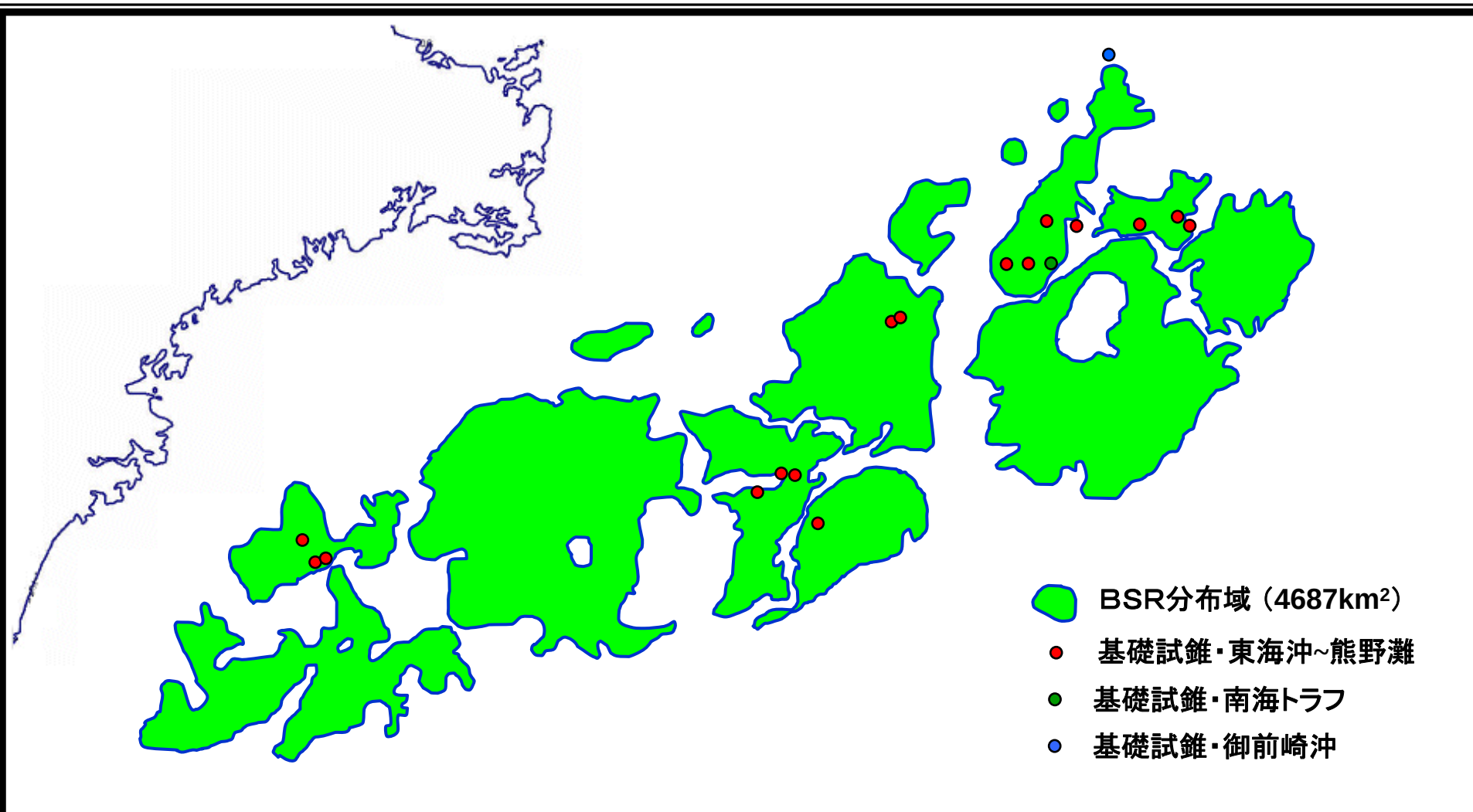
地震探査データから、メタンハイドレート濃集帯が

- ・ どこに(場所・深度),
- ・ どの程度(面積・厚さ)

分布しているかを推定することが可能となった。

平成18年度は、上記の知見と、これまで蓄積したデータを用いて、東部南海トラフのメタンハイドレート濃集帯を推定し、それを基に、同海域の原始資源量を算定した。

東部南海トラフのBSR分布域



BSR分布域(=MH賦存域)の中から、さらにMH濃集帯を抽出し、資源量を算定

資源量算定手法

容積法(グロスロックボリュームモデル)による評価—確率論的手法を適用

$$\text{MH原始資源量} = \text{GRV} \times \text{N/G} \times \phi \times S_{\text{MH}} \times \text{VR} \times \text{CO}$$

↳(*)MMH濃集帯以外のMH賦存層については面積×ネット層厚を使用

パラメータ		単位	評価の元データ	
			坑井データあり	坑井データなし
GRV	総岩石容積	m ³	震探強振幅反射波(上面+(下面:BSR)) 震探高速度異常 砂の分布(堆積学的解釈)	
N/G	ネット/ グロス比	分数	震探強振幅反射波 +LWD 比抵抗	震探ファシスマップ +岩相柱状図
φ	孔隙率	分数	LWDの密度検層 (コア分析結果で較正)	周辺坑井の密度検層 +コア分析値
S _{MH}	MH飽和率	分数	LWDのNMR検層 密度検層 (PTCSを用いた分解ガス量実 測値で較正)	既存坑井における 震探速度とMH飽和率の 関係
VR	容積倍率	分数	172(理論値)	
CO	ケージ占有率	分数	0.96 (近年の天然試料の観測値)	
			283億m ³ =1Tcf(兆立方フィート)	

東部南海トラフの資源量評価結果

種類		算定パラメータ(合計／平均値)						MH原始資源量算定結果		
		GRV	N/G	ϕ	S_{MH}	VR	CO	P90	P10	P_{mean}
東部南海トラフのMH濃集帯 (767km ²)	既確認	44.55億m ³	0.38	0.43	0.52	172	0.95	402億m ³	1369億m ³	838億m ³
	未確認	349.31億m ³	0.37	0.45	0.51	172	0.95	1367億m ³	9779億m ³	4901億m ³
	合計	393.86億m ³	0.37	0.44	0.51	172	0.95	1769億m ³ (6Tcf)	1兆1148億m ³ (39Tcf)	5739億m ³ (20Tcf)
MH濃集帯以外の東部南海トラフのMH賦存層 (3920km ²)		面積 3920Km ²	Net 層厚 6.4m	0.48	0.29	172	0.95	1067億m ³ (4Tcf)	1兆2208億m ³ (43Tcf)	5676億m ³ (20Tcf)
		(1兆2544億m ³)	(0.02)							
合計								2835億m ³ (10Tcf)	2兆3356億m ³ (83Tcf)	1兆1415億m ³ (40Tcf)

GRV:総岩石容積, N/G:ネット/グロス比, ϕ :孔隙率, S_{MH} :MH飽和率, VR:容積倍率, CO:ケージ占有率

既確認:基礎試錐「東海沖～熊野灘(04)」で確認されたMH濃集帯。

未確認:基礎物探「東海沖～熊野灘(02)」から存在が推定されるMH濃集帯。

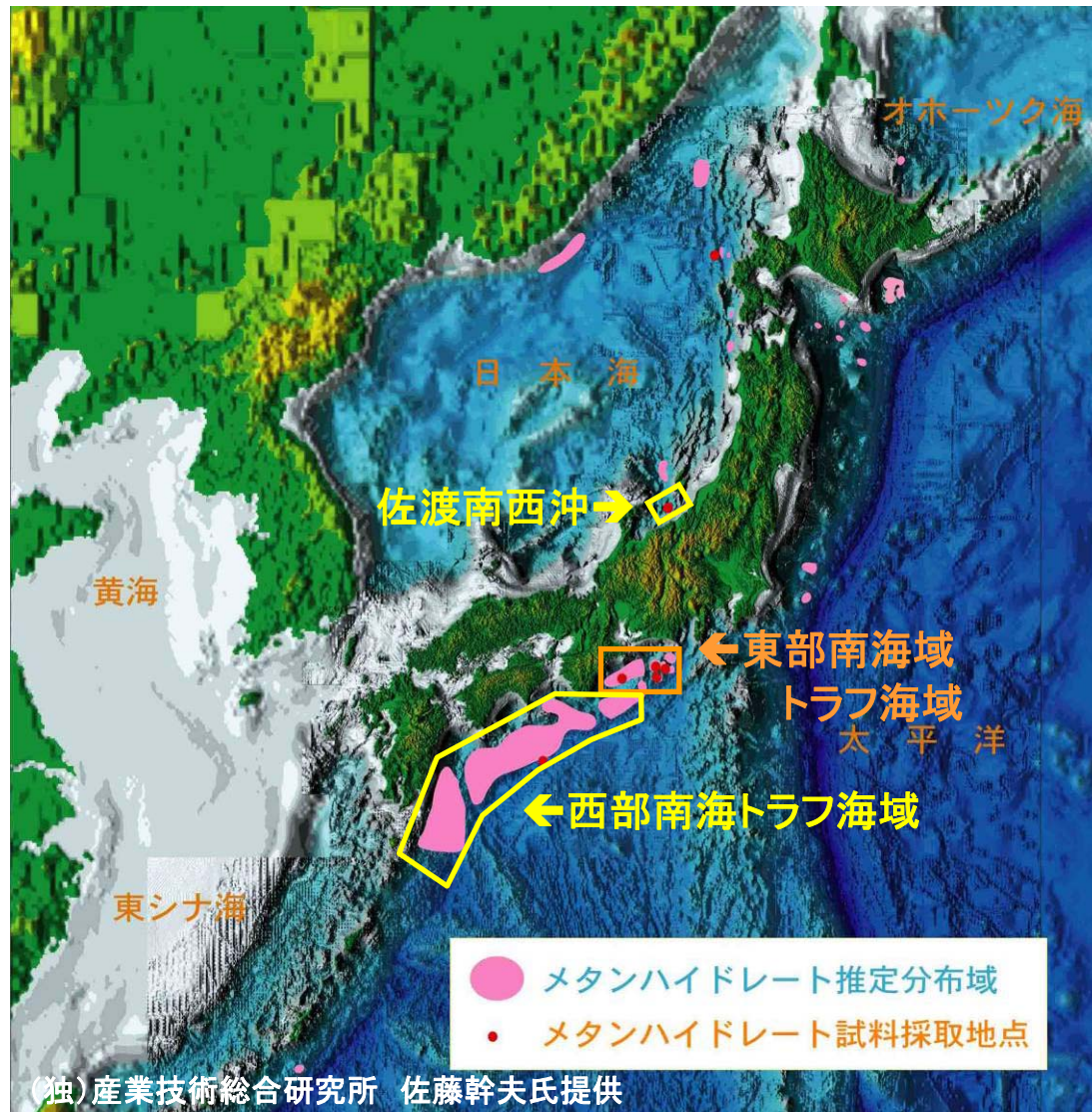
東部南海トラフの

2005年の日本の年間天然ガス消費量:820億m³(BP統計) → MH濃集帯のみで7年分に相当
2005年の日本の年間天然ガス生産量:31億m³(資源エネルギー庁資源統計)

資源量評価における技術の進展

- ◆ 従来は、BSR(メタンハイドレート層の安定領域下限に相当)から、メタンハイドレートの賦存域を推定する手法が一般的。
- ◆ メタンハイドレートの賦存状況を、坑井データ、地震探査データ、地質データから総合的に評価。
- ◆ メタンハイドレート濃集帯の存在を明示的に検証。さらに、地震探査データに基づくメタンハイドレート濃集帯の抽出技術を、本研究によって構築。
- ◆ 坑井データ・地震探査データを基つき、メタンハイドレート原始資源量を統計的手法を用いて算定。
- ◆ メタンハイドレート探査が実用的な資源探査のレベルに。
→ 原始資源量: 約40Tcf(うち、濃集帯については、約20Tcf)

日本周辺海域におけるMH賦存状況の検討



・佐渡南西沖の評価

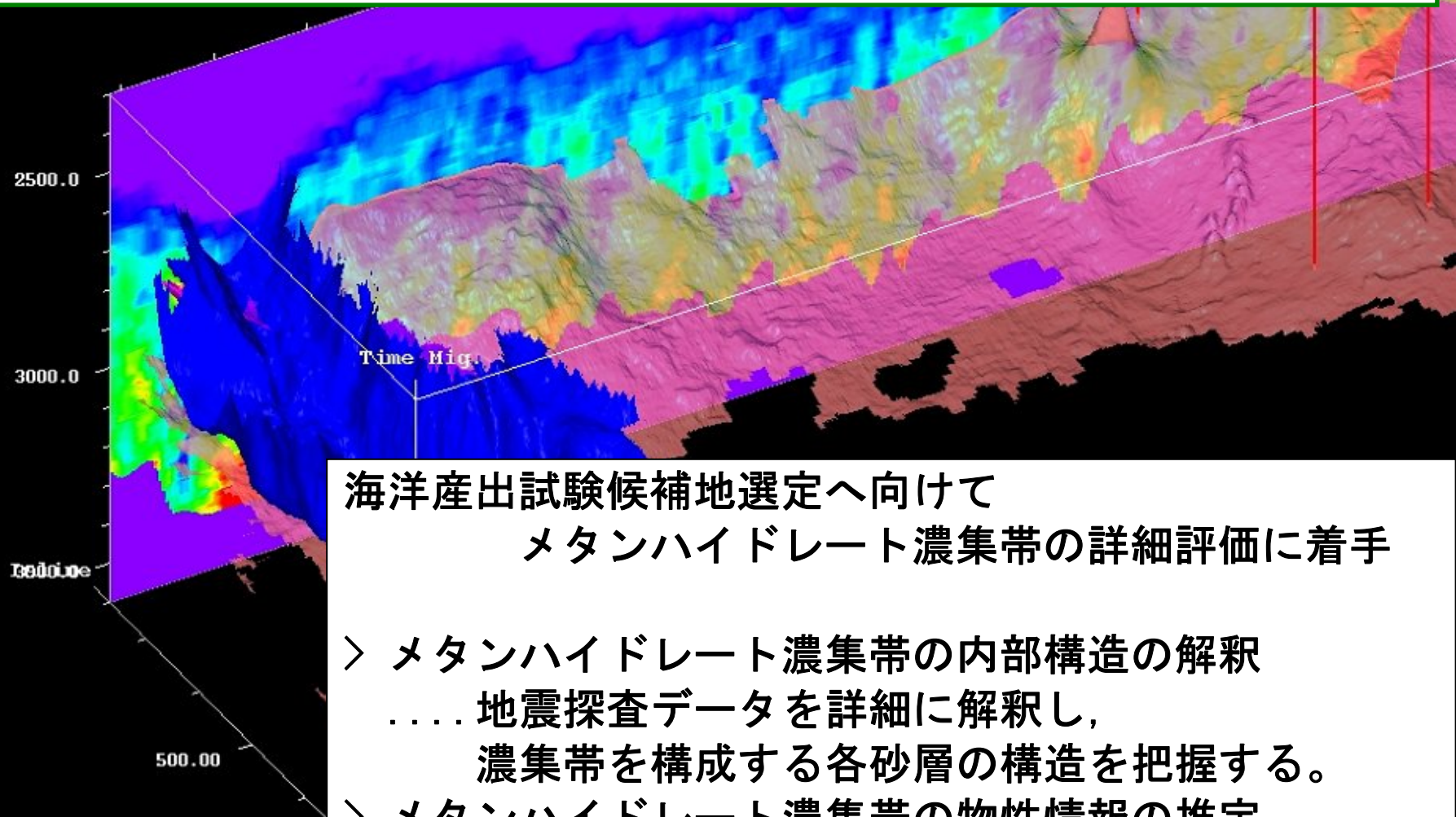
海底面付近でMHの存在を確認済
→周辺海域の地化学データの分析
3D震探データ解析から
MH濃集帯を示唆する海域を抽出

・西部南海トラフ海域の検討

BSRが広域で確認されている
西部南海トラフ海域を
既存調査(2D震探)データを
用いて評価
本海域にもMH濃集帯が分布する
可能性を確認

→西部海域には東部海域の8～10倍
の面積にBSRが分布

海洋産出試験候補地選定へ向けて



海洋産出試験候補地選定へ向けて

メタンハイドレート濃集帯の詳細評価に着手

> メタンハイドレート濃集帯の内部構造の解釈

.... 地震探査データを詳細に解釈し、
濃集帯を構成する各砂層の構造を把握する。

> メタンハイドレート濃集帯の物性情報の推定

.... 地震探査属性解析技術を用いて、
孔隙率・メタンハイドレート飽和率等を推定する。

カナダ陸上産出試験

マッケンジーデルタでの挑戦

— 第2回陸上産出試験 第1冬試験について —

アイスロード: 試験サイトに通じる厚さ1mの氷の道
構築には12月から開始して約1ヶ月かかる

第1冬試験のロケーション



2002年にも同じ場所にて
主として温水循環による第1回
陸上産出試験を実施した。

第2回産出試験のポイント...

1. 日本近海で賦存状況を確認したMH層からのガス採取には減圧法が効果的ではないかと推測されたことから、

この**減圧法**で実際に固体のメタンハイドレート層から連続的にメタンガスを生産できるかを、

大水深海底下よりはアクセスし易い永久凍土下のメタンハイドレート層を対象として検証する。

2. MH層からのガス産出挙動予測技術を検証

試験サイト周辺の対北極クマ監視員

カナダ北極圏での操業の特徴：

・厳冬期に限られる操業期間

- ・ 試験サイトはボーフォート海沿岸の軟弱な土地の中にあり、夏季に掘削リグなど重機器の輸送は不能、
- ・ また環境保護の面からも地表が厚い氷に覆われる厳冬期(1月-3月)のみに現地作業は限定される、
- ・ このため極低温環境での作業となる(例年は -30°C 台。今冬は -40°C ～ -50°C を記録)

・最大級の環境保護対策に関わる許認可と実行

- ・ 13にわたる規制当局からの許認可取得と地元団体への説明責任、
- ・ 環境上の不測事態回避への事前の対応(保険や契約上の対応)、
- ・ 実操業では、産出水は地下深部に圧入処理し、また掘削に使用した泥水や掘削屑は2500km離れた州外に移送して廃棄物処理

試験サイトの夏季のようす

第2回産出試験は...

日本(MH21コンソーシアム)と
カナダ(NRCan:カナダ国天然
資源省)の2カ国の共同研究

MH21
コンソーシアム

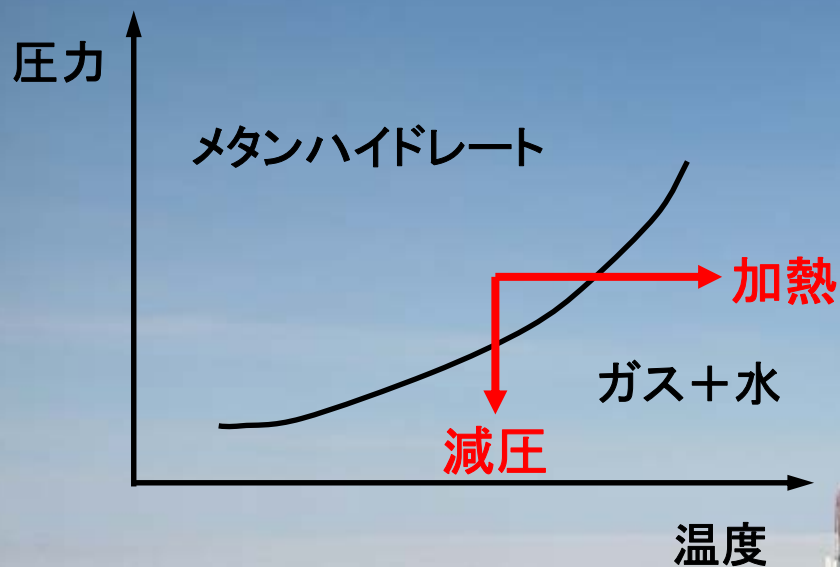
JOGMEC

NRCan

カナダ側
コラボレーター

Aurora College
(試験操業オペレーター)

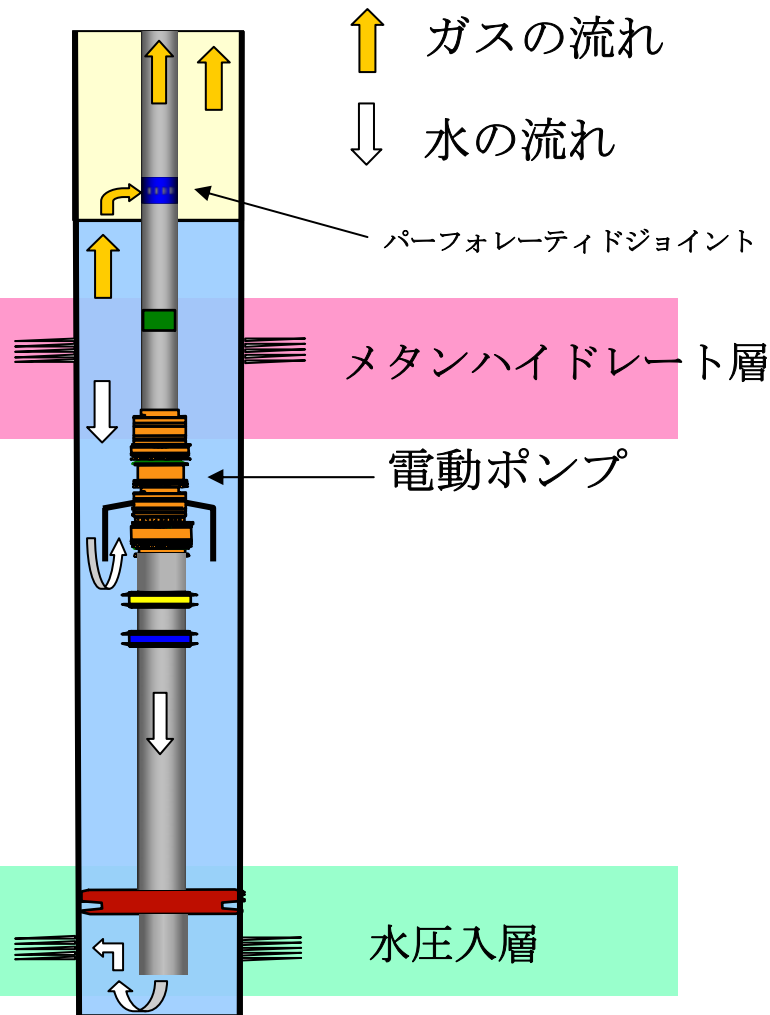
試験作業用リグ



メタンハイドレートは加熱または減圧により水とガスに分解する。



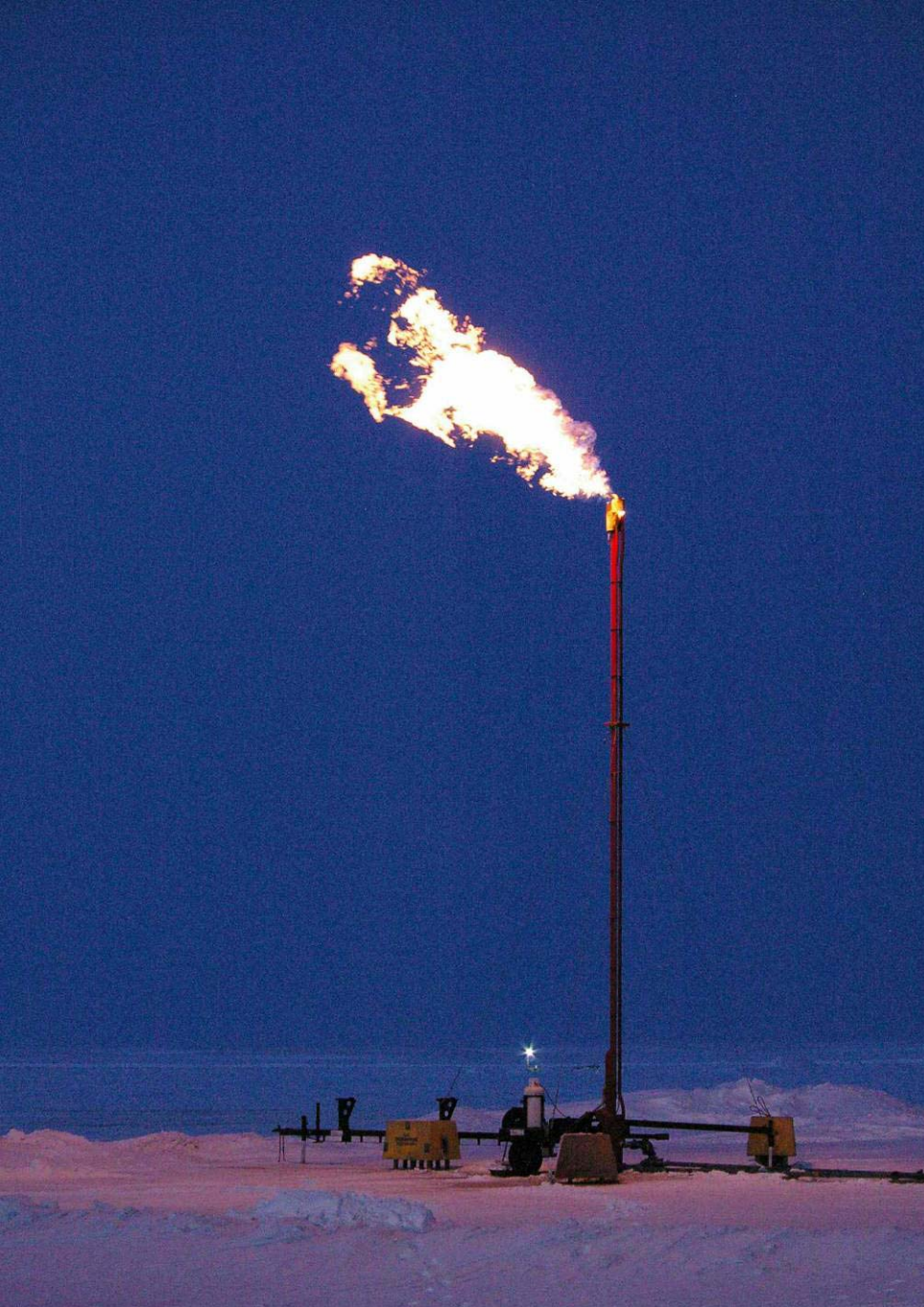
第1冬試験の坑内減圧の仕組み



電動ポンプにより坑内を減圧

減圧の効果により発生したMHの分解ガスは、坑内を上昇して地表に産出

坑内の流体およびMH分解に伴って坑内に流入する産出水は水圧入層に圧入して所定の水頭を維持（水の産出レートに従いポンプレートを調整）



世界で初めて減圧法による
ガスの産出を確認

第1冬試験作業は
2007年1月～4月に実施

カナダ側との協定により試験結果の
詳細は2回目の冬季試験後に発表さ
れる予定

第1冬試験のガス産出のフレアの様子

平成18年度成果のまとめ

東部南海トラフ海域のMH資源量評価

- ◆ MH賦存状況を、坑井データ、地震探査データ、地質データから総合的に評価。
- ◆ メタンハイドレート濃集帯の存在を明示的に検証し、地震探査データに基づくMH濃集帯の抽出技術を構築。
 - ➔BSRを主体とする従来のMH研究から、実用的な資源探査手法を確立
- ◆ 上記技術を用いて、東部南海トラフ海域のMH原始資源量を統計的に算出。
 - ➔原始資源量: 約40Tcf(うち、濃集帯については、約20Tcf)

日本周辺海域におけるMH賦存状況の検討(東部南海トラフ海域以外の海域)

- ◆ 佐渡南西沖の評価を実施するとともに西部南海トラフ 海域の検討を開始。

陸上産出試験

- ◆ 2年半以上にわたる粘り強い交渉と技術的検討、準備作業を経て、カナダ陸上極地のマッケンジーデルタにおいて、脆弱な極地環境に最大級の配慮を行いながら陸上産出試験第1冬試験を実施した。
- ◆ 世界で初めて減圧法によって固体メタンハイドレート層からメタンガスを産出し、産出手法として減圧法が有効である事を実証した。

平成19年度の計画

	～2005年度(17FY)	2006年度 (18FY)	2007年度 (19FY)	2008年度 (20FY)	最終目標
資源量 評価 グループ	①-1 南海トラフのMH資源量評価 ・基礎物理探査「東海沖～熊野灘」、基礎試錐「東海沖～熊野灘」を実施。 ・南海トラフの主要なMH賦存層はタービダイト成砂泥互層であることを認識。 ・探査手法の検討を行うとともに坑井・震探データを用いた統合的な詳細地質解釈による資源量評価を開始。				・有望MH賦存海域の資源量評価 ・日本周辺海域におけるMH賦存状況の把握と特性の明確化 ・有望賦存海域からのMH資源フィールドの選択
	①-2 日本周辺海域におけるMH賦存状況の検討 ・日本周辺海域におけるMH分布域の推定		・MH賦存状況の検討 ② 海洋産出試験候補地選定 ・海洋産出試験候補海域の選定と候補海域のMH層性状の詳細検討		
	第1回陸上産出試験 ・砂泥互層を反映した産出方法を検討し、減圧法を用いた陸上産出試験の計画を策定。	③ 第2回陸上産出試験 ・第2回陸上産出試験の第1期試験の実施		解析・評価 ・第2回陸上産出試験の結果解析、評価	・生産手法の有効性検証、長期連続生産データの取得、並びに生産シミュレータの有効性検証及び精度向上
	④ 海洋産出試験の検討 ・海洋産出試験に必要な坑井技術等の調査		・海洋産出試験に必要な坑井技術等の調査	・海洋産出試験の坑井設計に係る指針提示	・海洋産出試験の坑井計画の指針提示
	⑤ 経済性の検討 ・南海トラフでのMH生産に係る経済性の検討を実施。		・第2回陸上産出試験の結果を反映することにより、経済性評価の更なる精度向上を図る。		・第2回陸上産出試験を踏まえた経済性評価

A large offshore drilling rig is positioned on a snow-covered ice field. The rig's derrick is tall and metallic, with various platforms and ladders. In the foreground, a yellow CAT wheel loader is parked on the left, and several long, dark pipes or drill rods are laid out on the snow. The background shows a sunset over the ocean, with a bright sun low on the horizon and a few other smaller structures visible in the distance.

ご清聴ありがとうございました。

試験サイト夕景