

メタンハイドレートフォーラム 2018

MH21総括成果報告：資源量評価グループ

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21)

MH21資源量評価グループ 佐藤大地 (JOGMEC)

2019年1月23日 (水)

東京大学 伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール

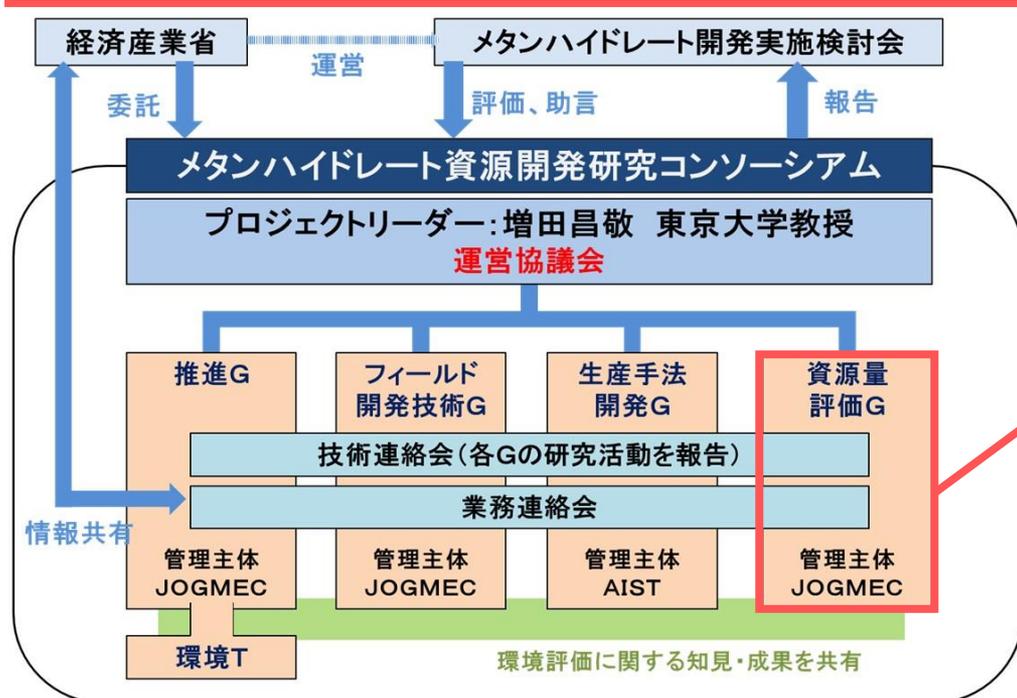
本日の内容

1. 資源量評価グループの取り組み
2. メタンハイドレートを探す
3. 地震探査断面におけるBSR
4. メタンハイドレート濃集帯
5. メタンハイドレート濃集帯の4つの指標
6. 東部南海トラフ海域における資源量評価
7. 砂層型メタンハイドレート
と原始資源量評価結果（東部南海トラフ）
8. フェーズ2及びフェーズ3の取り組み
9. 日本周辺海域のメタンハイドレート賦存量調査(1)
10. 日本周辺海域のメタンハイドレート賦存量調査(2)
11. メタンハイドレートシステム評価(1)
12. メタンハイドレートシステム評価(2)
13. メタンハイドレートシステム評価(3)
14. メタンハイドレートシステム評価(4)
15. 資源量評価の紹介(1)物理検層でわかること
16. 資源量評価の紹介(2)地質モデルの作成
17. 資源量評価の紹介(3)坑井がない濃集帯における評価
18. まとめと今後の課題

1. 資源量評価グループについて

資源量評価グループ

- ・ 資源量評価グループは、**資源量評価**に関する研究に取り組んできており、
- ・ フェーズ2~3では、砂質層孔隙充填型のメタンハイドレート(MH)について、主に
 - ・ 日本周辺海域のメタンハイドレート賦存状況の評価
 - ・ メタンハイドレートシステムの検討を実施している。

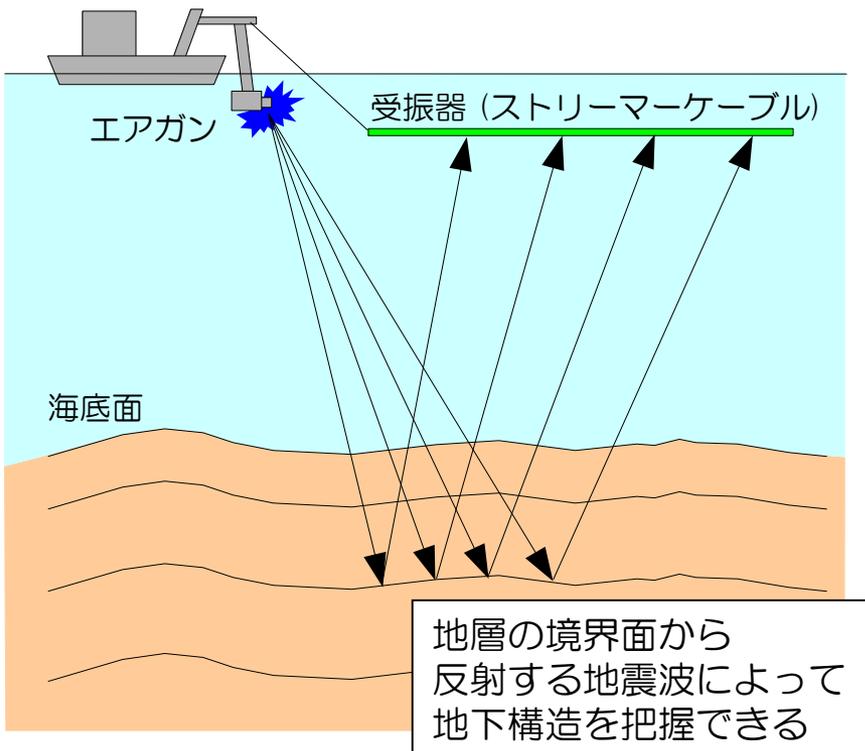


2. メタンハイドレートを探す (地震探査とBSR)

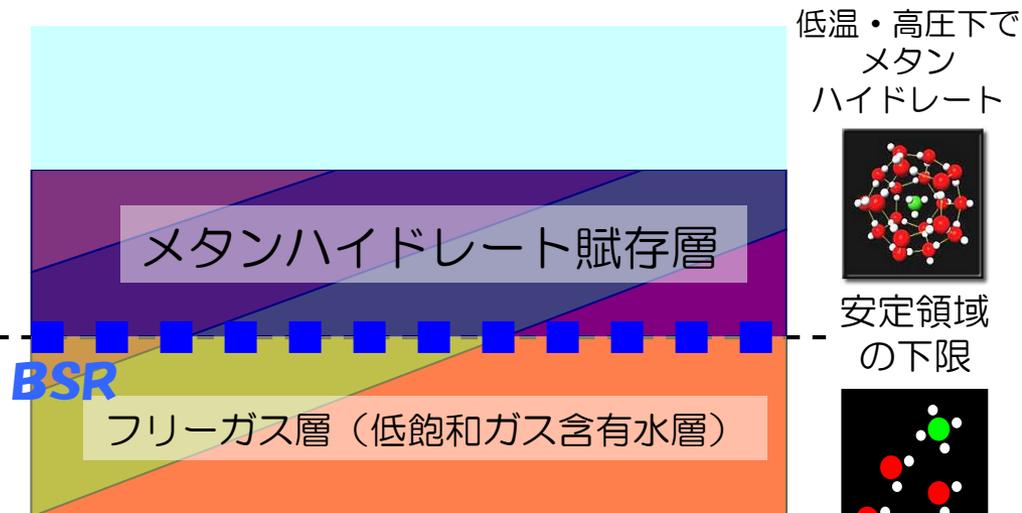
MHが安定して存在する場所は、陸上では永久凍土が発達している地域、海洋では、水深500m以深の海底面下、数百mの地層中。

→日本周辺では海洋にのみ。

地下の情報を調べる手法の一つである地震探査で、MHの存在を推定する指標にBSR*がある。



地震探査とBSR

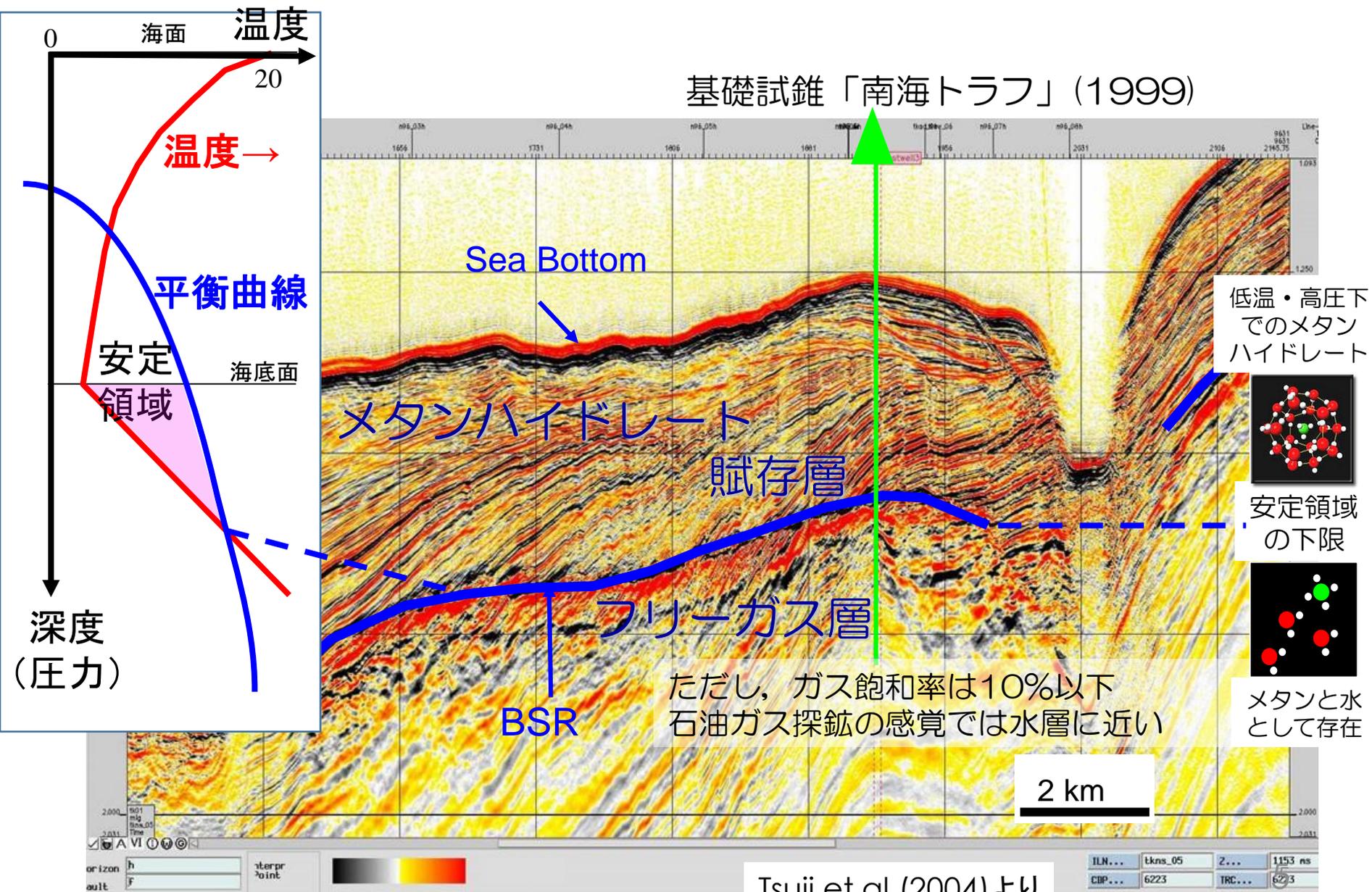


*BSR : Bottom Simulating Reflector=海底擬似反射面

画像出典 : メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム

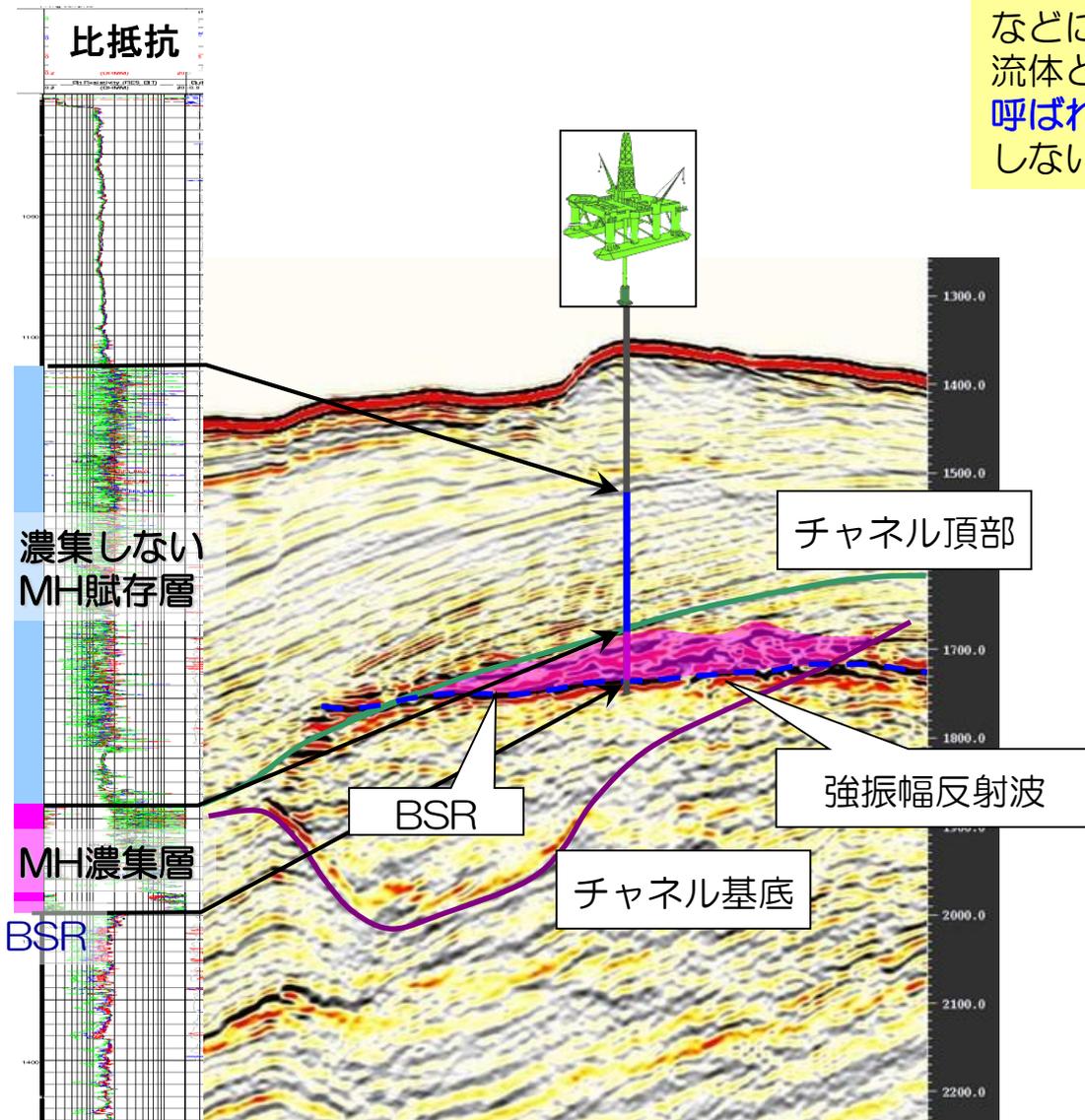
MH21総括成果報告 : 資源量評価グループ

3. 地震探査断面における B S R の例

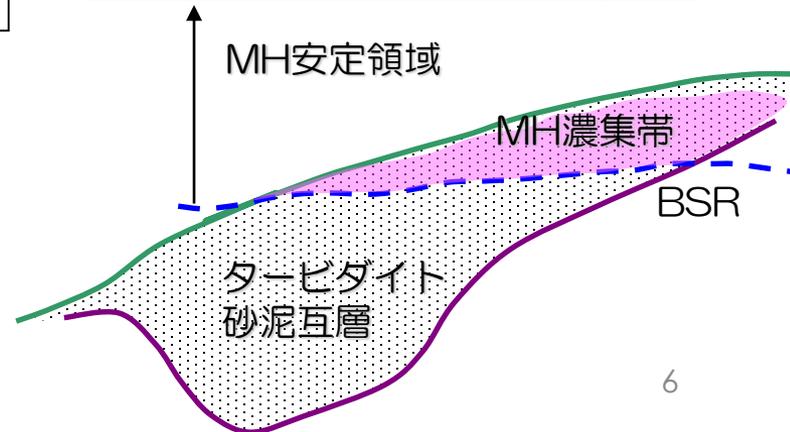
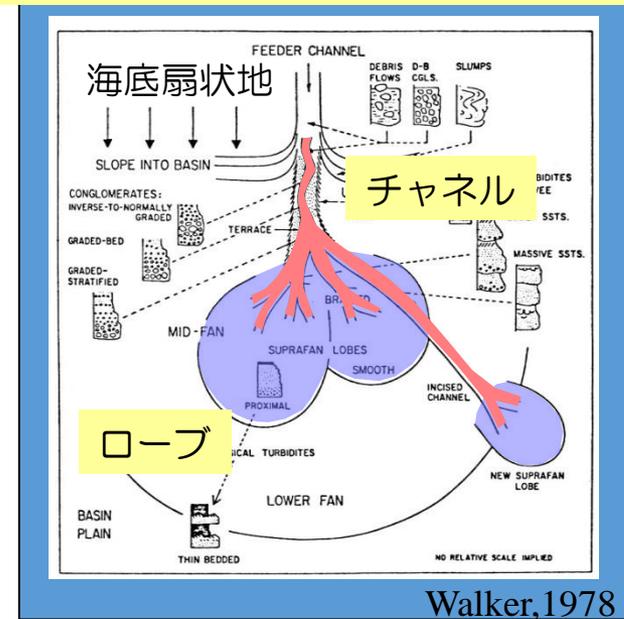


4. メタンハイドレート濃集帯(フェーズ1 研究で分かったこと)

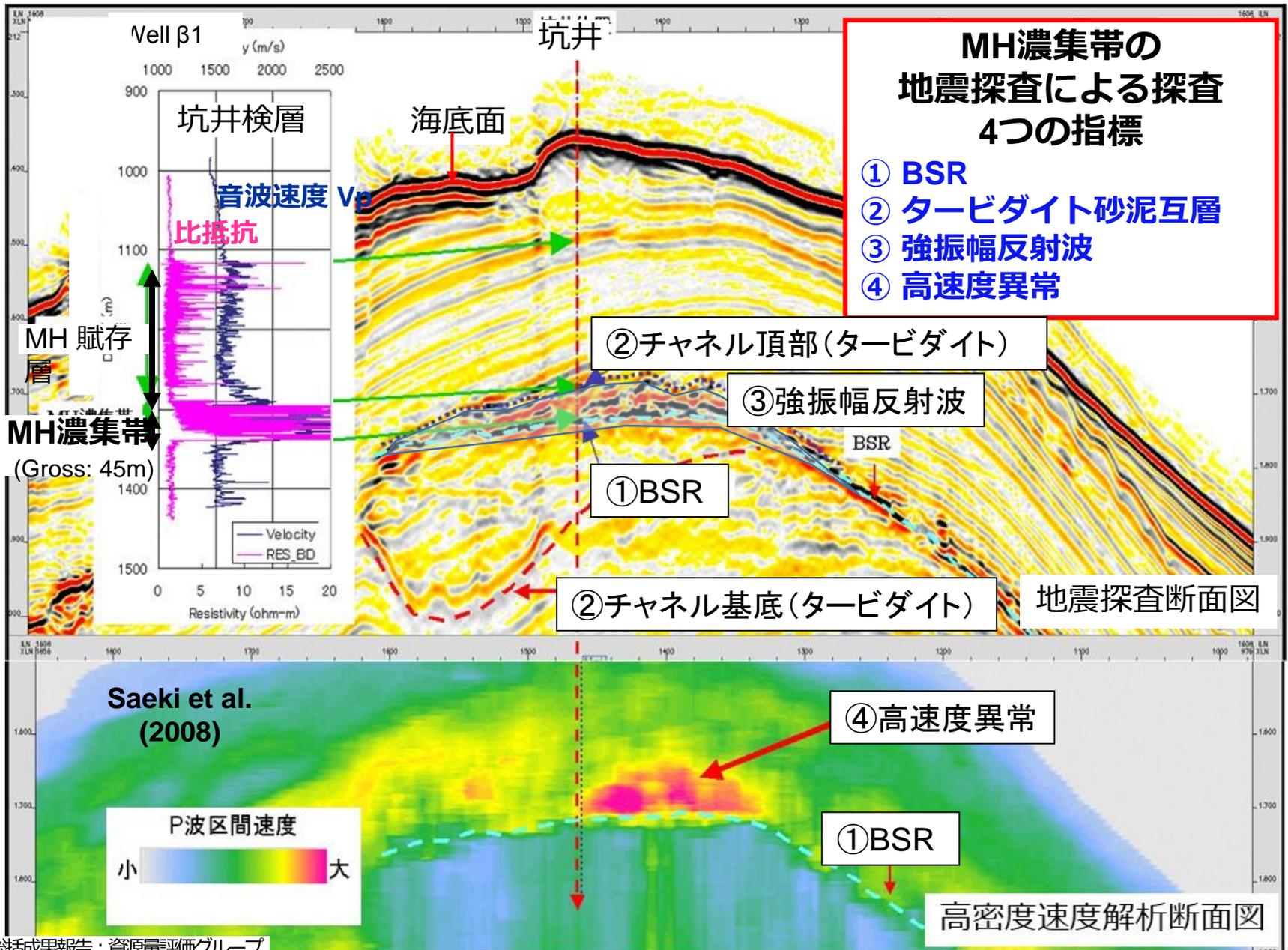
浅い水深に堆積した粗粒堆積物が、地震・暴風・津波などによって数十年や数百年に一度の割合で、周りの流体と混合し流動化して深海へ運搬し、**海底扇状地**と呼ばれる地形を形成する。通常は、細粒の泥しか堆積しない沖合いにおいて、**砂泥互層**を形成する。



画像出典：メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム



5. メタンハイドレート濃集帯の4つの指標



6. 東部南海トラフ海域における資源量評価(2001~2006年度)

過去の研究で
BSRの分布やハイドレートの賦存が確認されていた
東部南海トラフ海域において
二次元/三次元地震探査と試掘調査を
2001年度から開始し、
メタンハイドレートの賦存状況を詳細に調査

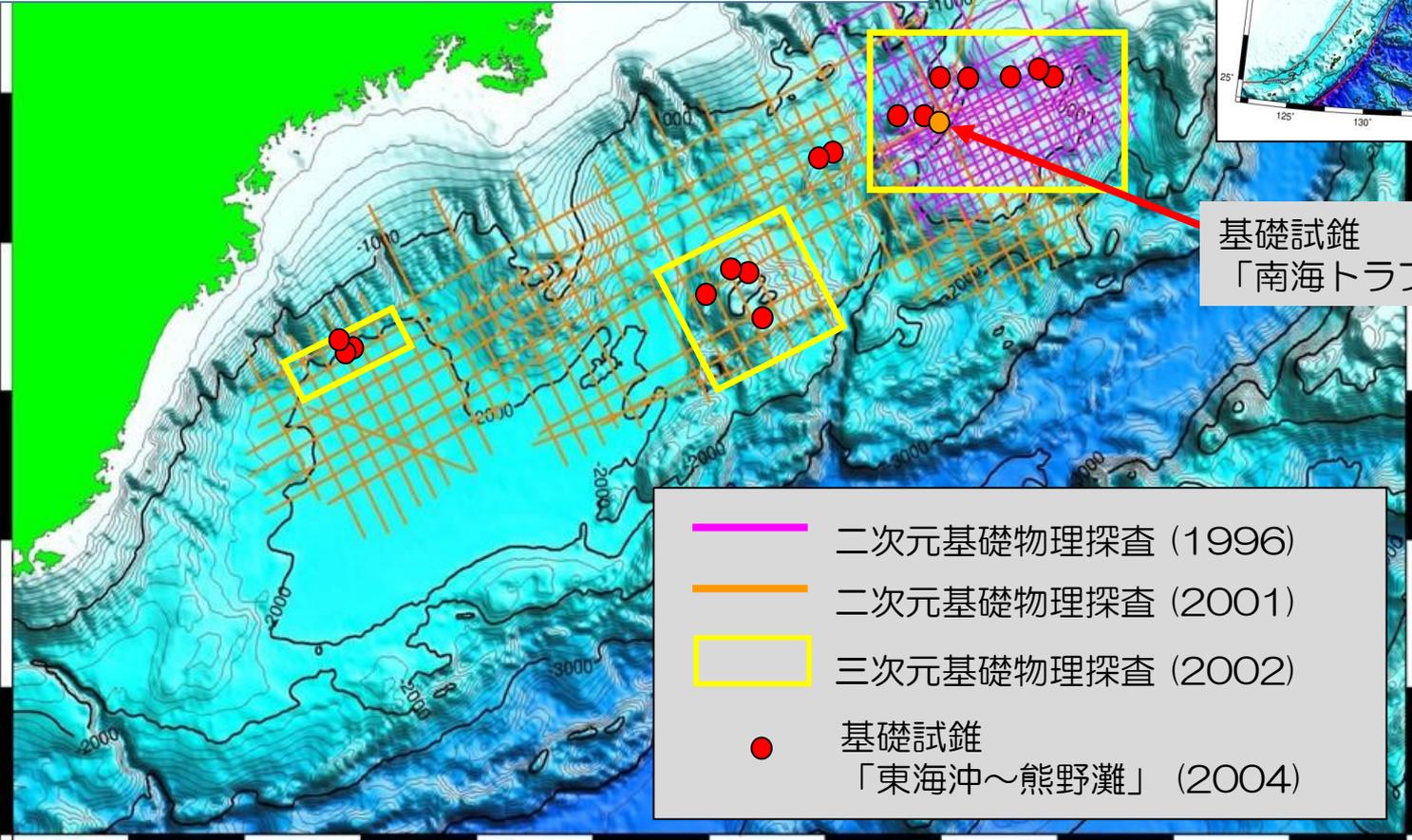
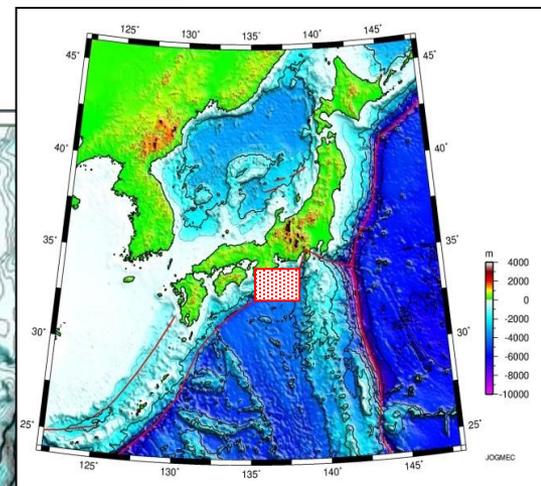
34°

34° 00'

33° 30'

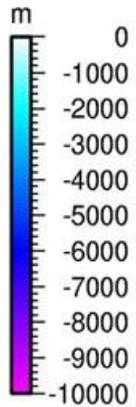
33° 00'

138° 00'



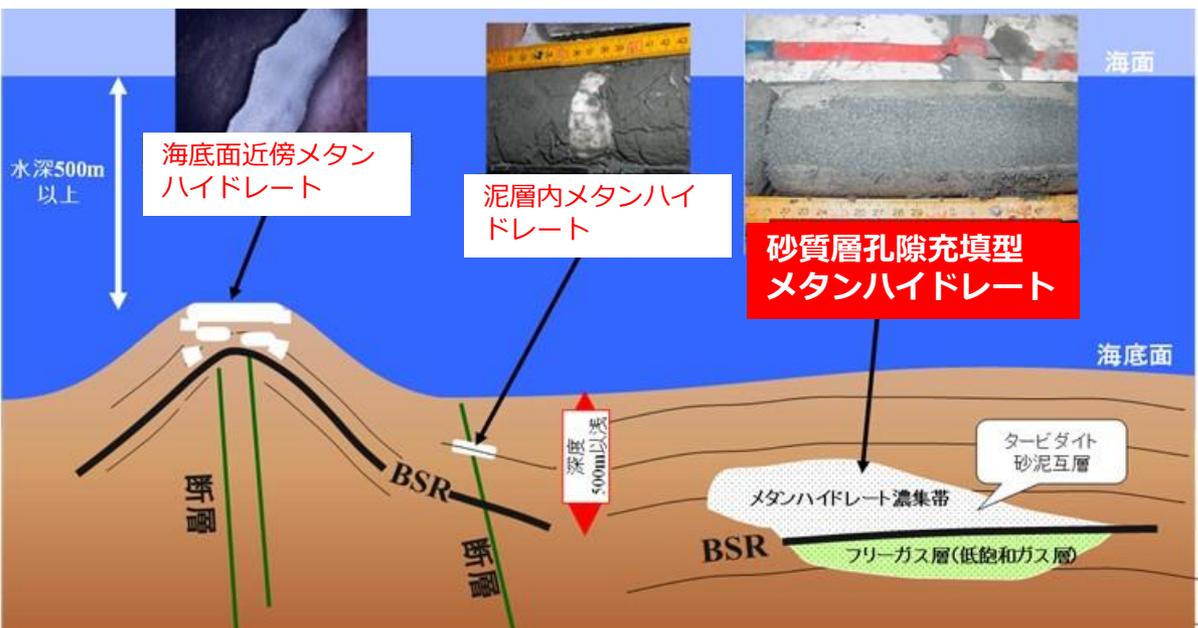
基礎試錐
「南海トラフ」(1999)

- 二次元基礎物理探査 (1996)
- 二次元基礎物理探査 (2001)
- 三次元基礎物理探査 (2002)
- 基礎試錐
「東海沖～熊野灘」(2004)



33° 00'

7. 砂層型メタンハイドレートと原始資源量評価 (東部南海トラフ)



砂質層孔隙充填型のメタンハイドレート濃集帯の存在を確認 (砂層型メタンハイドレート)

- ・東部南海トラフ海域で16箇所
- ・タービダイト砂泥互層が貯留層
→大水深の在来型ガス田と共通
- ・一定の厚さと面積を有し、ある程度の原始資源量を保有
→経済性における利点
- ・浸透性を有し、かつ海水と接しておらず、減圧法の適用が可能
→生産手法における利点
- ・海中へのメタン漏洩等のリスク少
→環境面での利点

東部南海トラフ海域の原始資源量評価結果

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)	坑井有	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
	未掘削	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)	

8. フェーズ2、フェーズ3の取り組み

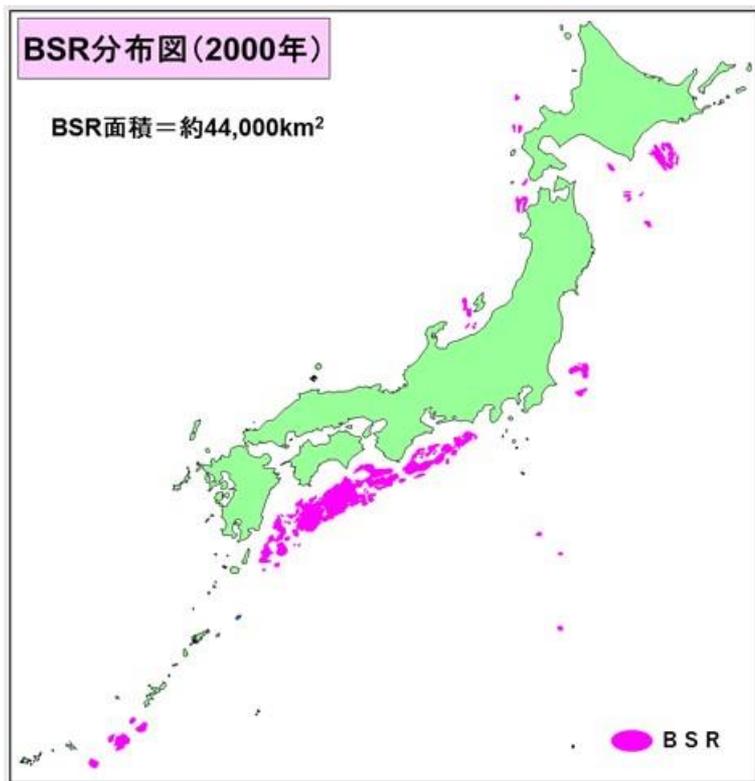
資源量評価におけるフェーズ1終了時の主な課題

- ・ フェーズ1の研究によりMHの資源量評価に関する多くの成果が得られた。
 - ・ 東部南海トラフ海域以外のMH濃集帯の分布、性状、賦存量については、依然として不明な点が多かった。
 - ・ また、BSRによってMHの存在が示唆されていたとしても、MH濃集帯が形成されるかどうかといった因果関係を検討するための評価が必要。
- ⇒メタンの生成・移動・集積・MHの形成といったメタンハイドレートシステムの中で定量的手法により評価する必要があった。

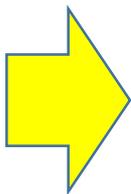
フェーズ2、フェーズ3の資源量評価の研究課題

- ・ 日本周辺海域のMH賦存状況の評価
- ・ メタンハイドレートシステムの検討

9. 日本周辺海域のメタンハイドレート賦存量調査（1）



日本周辺海域のBSR分布図（2000年）

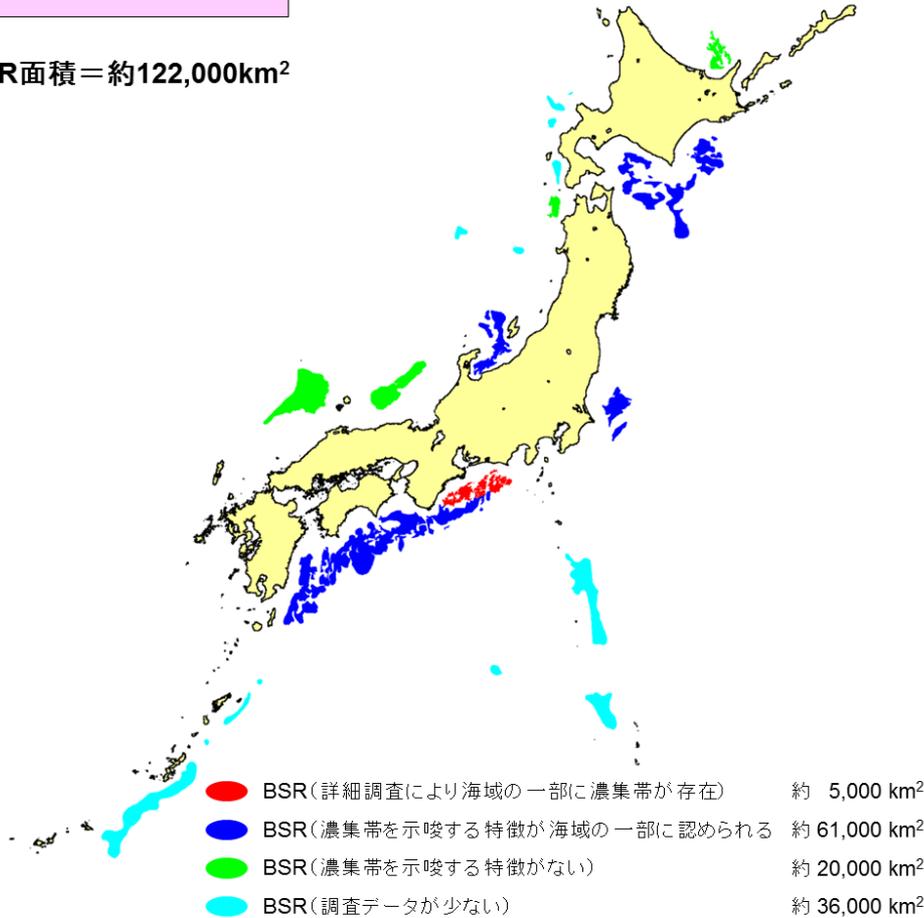


- ・フェーズ2~3では、日本周辺海域のメタンハイドレート賦存状況の把握の拡充に取り組んだ（東部南海トラフ海域以外にも）。
- ・フェーズ1で得られたBSRの特徴や濃集帯の指標に基づく解釈手法を用い評価した。
- ・データ：
それまでの古い二次元地震探査データのデジタル化、一部の再処理等を行うとともに、新たに取得された二次元・三次元の地震探査を用い、MHの存在可能性のある海域中心。
- ・BSR分布域の詳細評価と濃集帯分布状況に関する評価作業を実施した。

10. 日本周辺海域のメタンハイドレート賦存量調査（2）

BSR分布図(2009年)

BSR面積＝約122,000km²



日本周辺海域のBSR分布図（2009年）

2009年BSR分布図作成の使用データは、
二次元地震探査データ およそ 93,000km²
三次元地震探査データ およそ 2,000km²

更に拡充するために！

・フェーズ2~3では、2009年の評価時から、

新規の二次元地震探査データおおよそ18,000km²、

三次元地震探査データおおよそ24,000km²を加え、

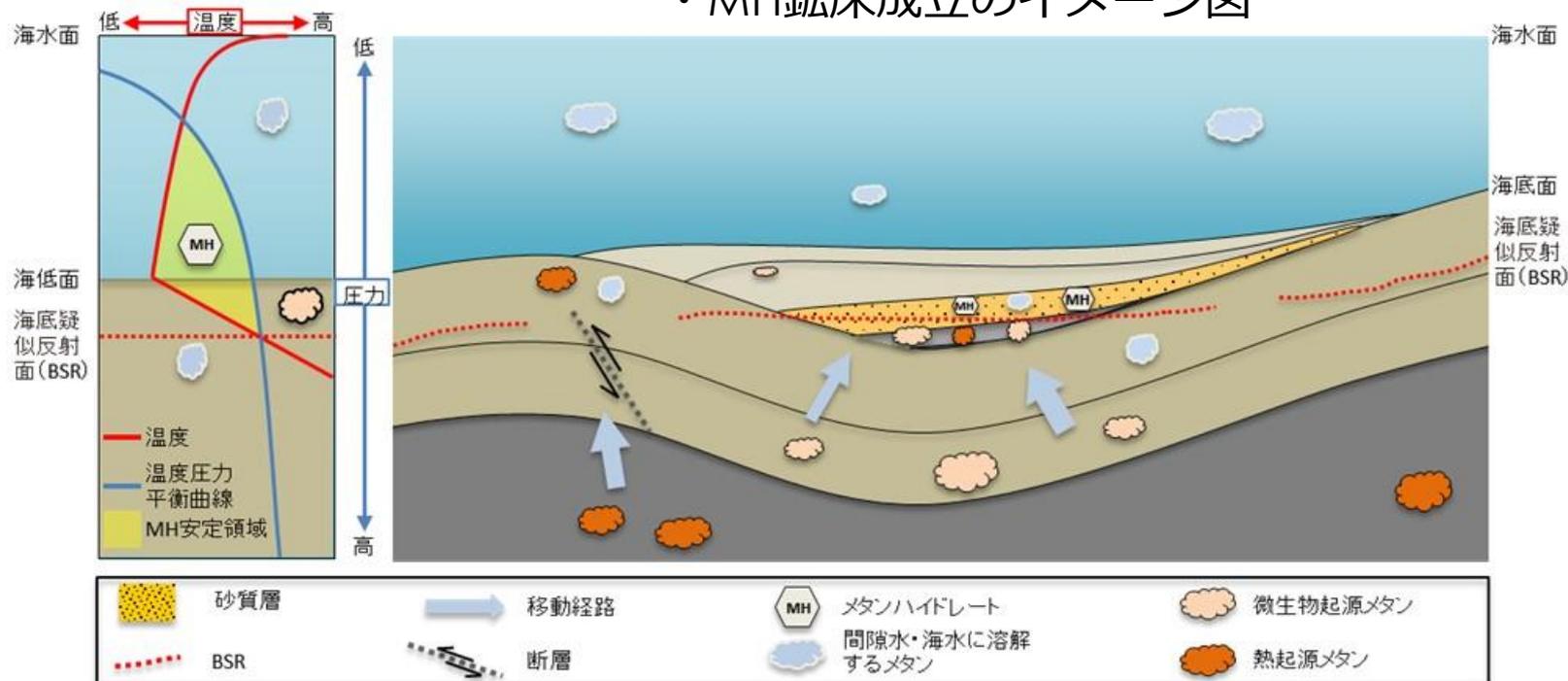
評価に取り組んでいる。

BSRの見直しや濃集帯の評価を実施

1.1. メタンハイドレートシステム評価（1）

- ・コンピュータを使った堆積盆シミュレータを用いて、MHが形成・集積されるかを評価する手法

・MH鉱床成立のイメージ図



左図はMH安定領域と温度、圧力、BSRの模式的な関係図

1 2. メタンハイドレートシステム評価 (2)

・MHが形成するためのメタン生成条件を実験により調査

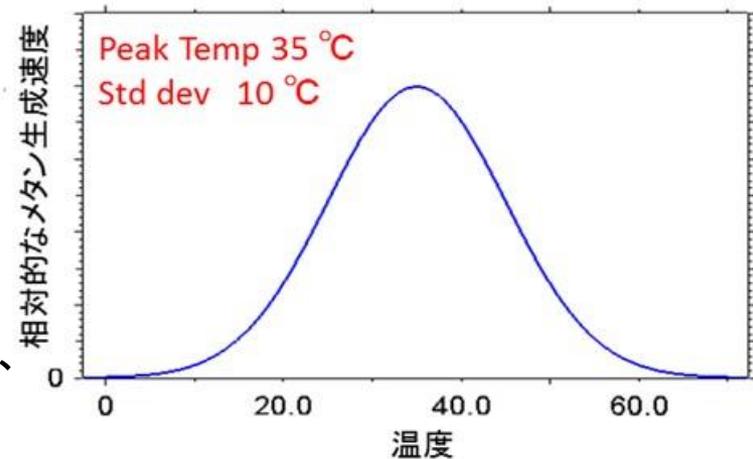
・メタンの生成モデル：微生物(メタン生成菌)からのメタン生成をモデル化

・基礎試錘「東海沖～熊野灘」や海洋産出試験の事前掘削で取得されたコア試料を用いて微生物・遺伝子分析を実施。

・MH層のメタンは微生物起源であること、

・メタン生成菌の活動は、堆積物表層付近よりもMH濃集帯およびその下の層付近で活発

・さらにメタン生成菌の培養試験などの結果、メタン生成速度の最大値となる温度(30°C~40°C)、並びに圧力(5~15MPa)がメタン生成速度に影響ないことがわかった。



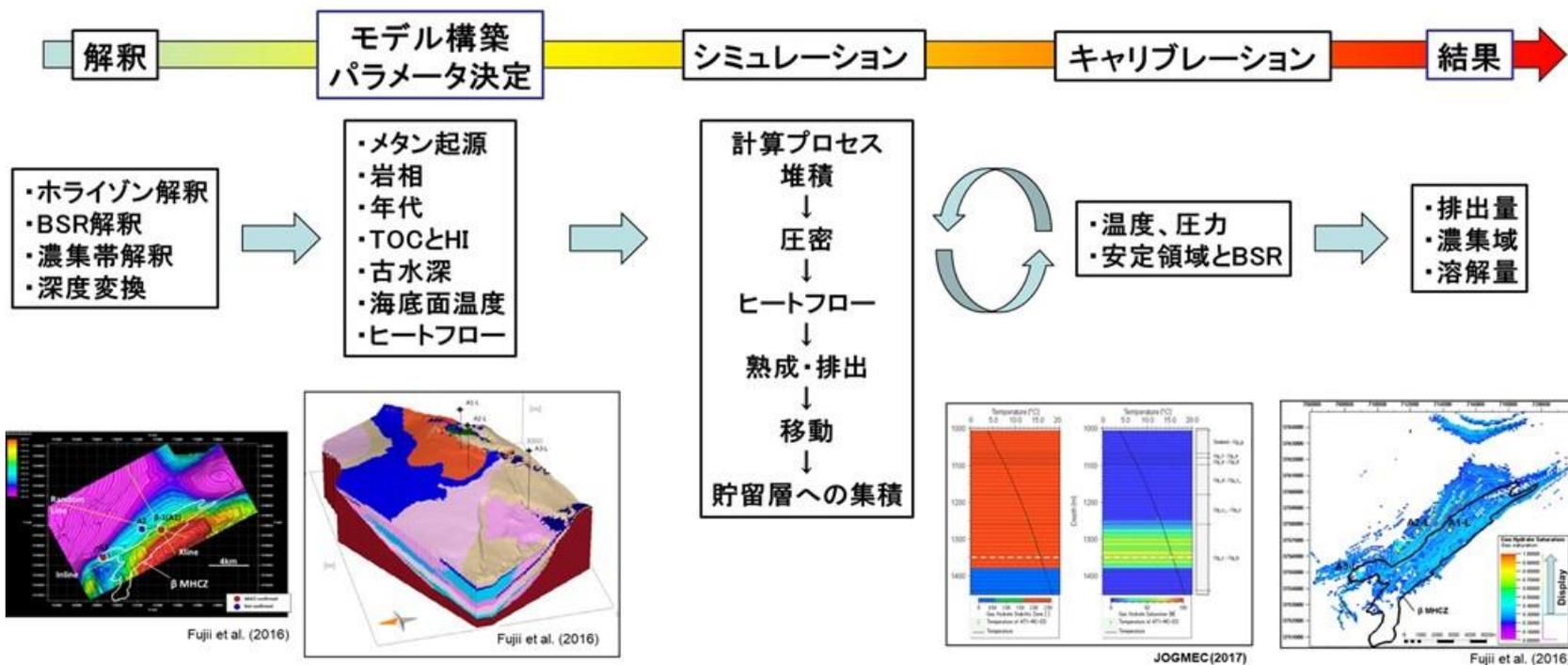
地化学分析結果にもとづくメタン生成速度モデル

結果をメタン生成速度モデルを作成し堆積盆シミュレータに組み込んだ。

1 3. メタンハイドレートシステム評価 (3)

- ・コンピュータを使った堆積盆シミュレータを用いて、MH濃集帯が形成されるかを評価する手法

堆積盆シミュレータを用いたメタンハイドレートシステム評価手順

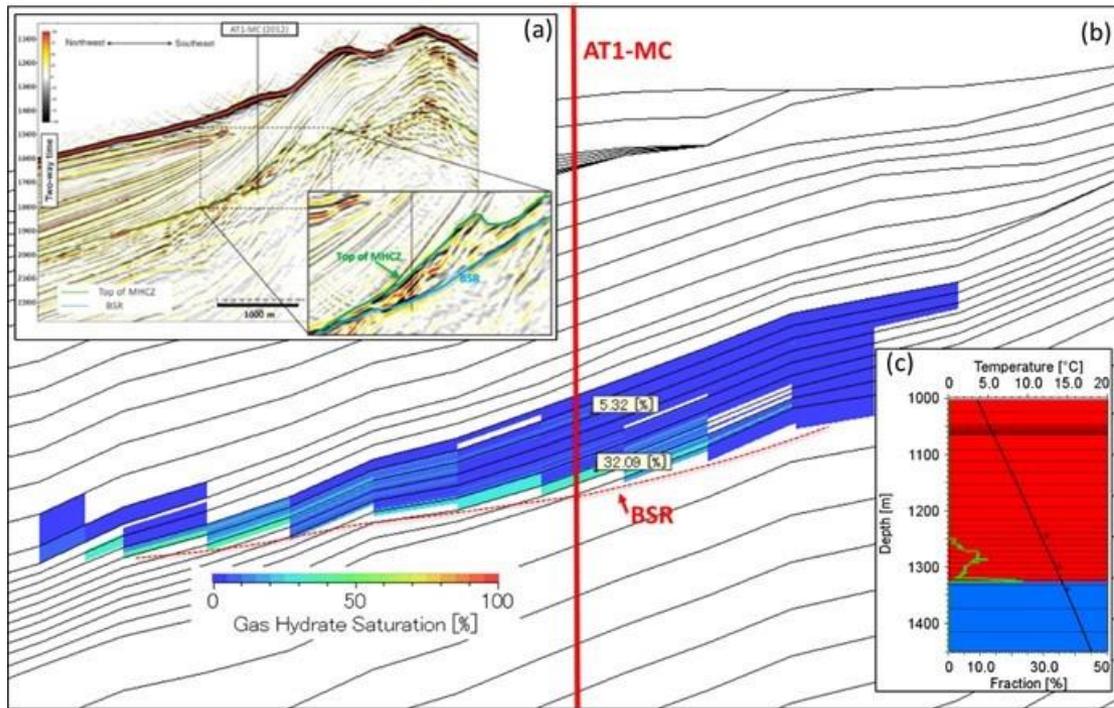


堆積盆の地質形成史を復元して、現在までの埋没の経過、温度圧力変化、それに伴うメタン生成、排出、断層・地層中の移動とハイドレートの生成の過程をシミュレーションする。

- ・地震探査データ解釈/地質構造図の作成 → ・地層、岩相、物性等を入れた地質モデルを作成。
- ・堆積盆シミュレータでシミュレーション □ 他のデータを用いてキャリブレーション → 評価

14. メタンハイドレートシステム評価 (4)

メタンハイドレートシステムのシミュレーション結果



(a) 地震探査データから解釈されたMH濃集帯分布 (図中のMHCZとBSRの間) (Fujii et al. 2016) 、

(b) AT1-MC坑井を通る断面におけるMH飽和率分布(図の青色部)のシミュレーション結果、

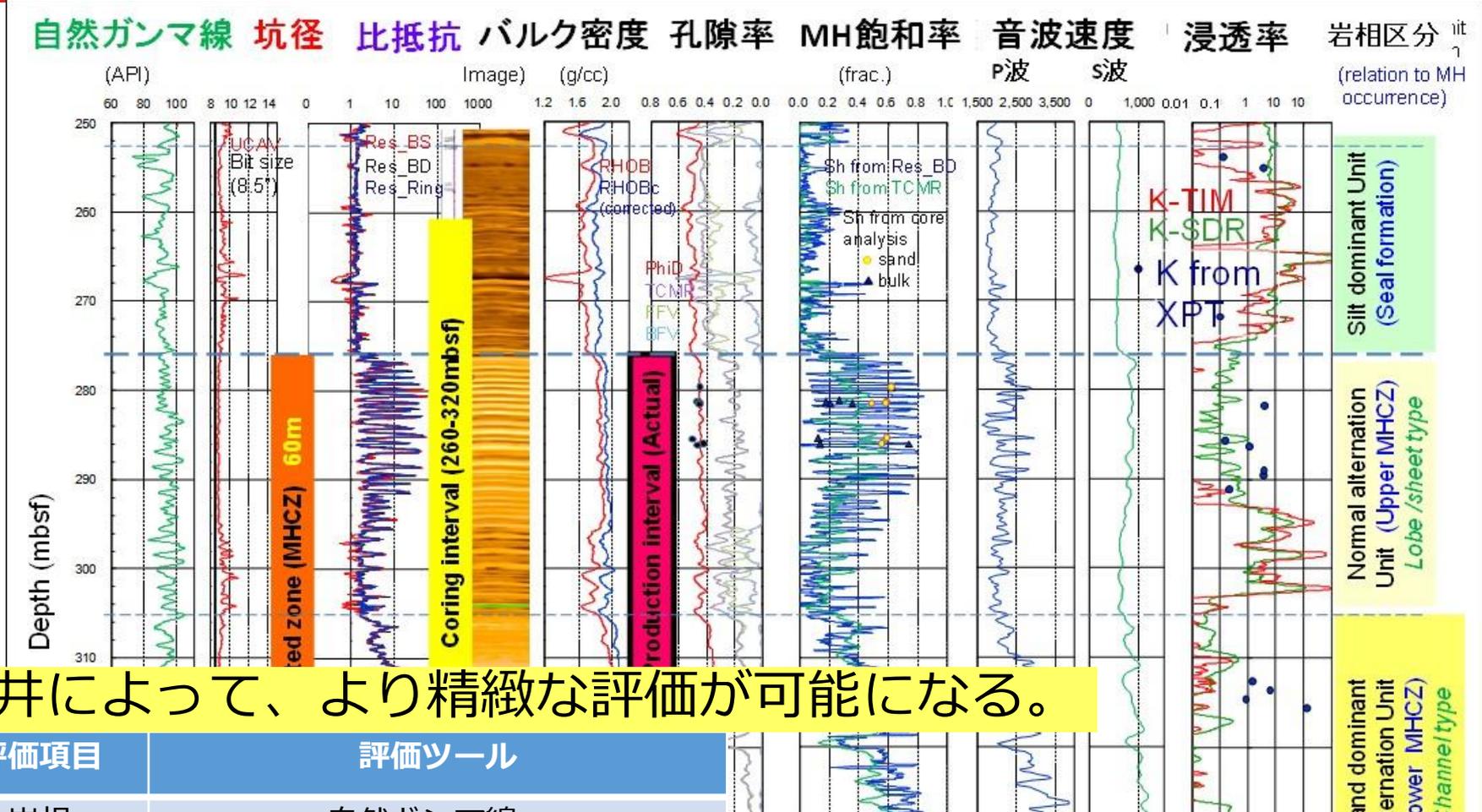
(c) AT1-MC坑井位置の海底面下でのシミュレーション結果の温度分布(黒線)と温度観測データ(図中の+)、MH飽和率(緑線)のシミュレーション結果 (赤色はMH安定領域で青色は不安定領域) 。

・ 地震探査データから解釈したMH濃集帯分布とシミュレーション結果を比較したところ、MHの集積箇所は大局的に一致。

・ シミュレーションによりMHの濃集過程を再現することによって、第二渥美海丘エリアにおいて地震探査データから抽出されたMH濃集帯の存在が、地質学・地化学的観点からも確認。

15. 資源量評価の紹介 (1) : 物理検層解析でわかること

Fujii et al. (2015)を編集



坑井によって、より精緻な評価が可能になる。

評価項目	評価ツール
岩相	自然ガンマ線、比抵抗 (イメージ)
孔隙率	密度、中性子など
MH飽和率	比抵抗、核磁気共鳴、音波
浸透率	核磁気共鳴、地層圧力

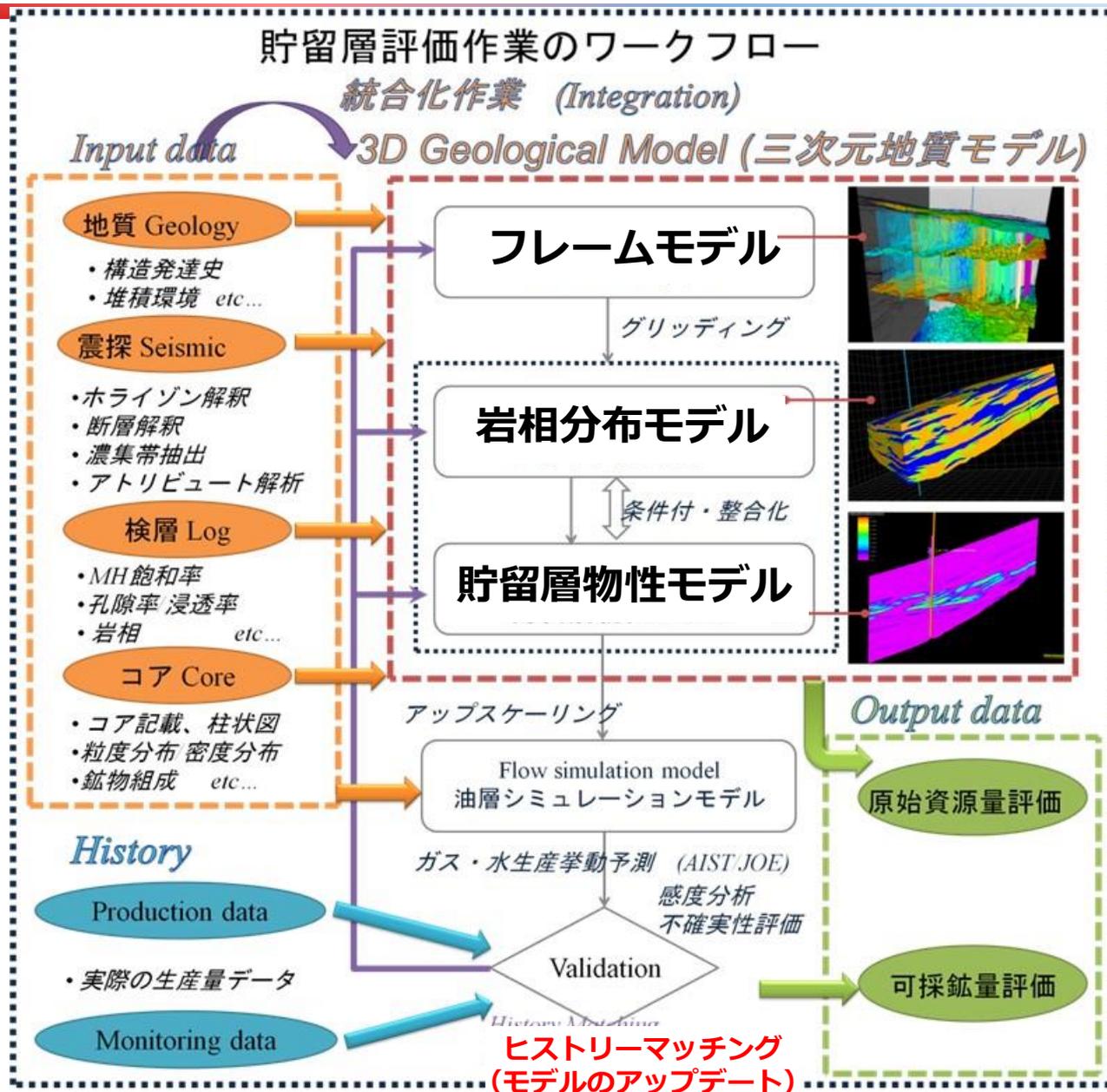
評価の課題

- 孔径拡大の影響
- 密度・孔隙率の補正
- 飽和率・浸透率の評価値の信頼性 (保圧コア分析による補正が不可欠)

未固結層

bearing layers

16. 資源量評価の紹介（2）：地質モデルの作成



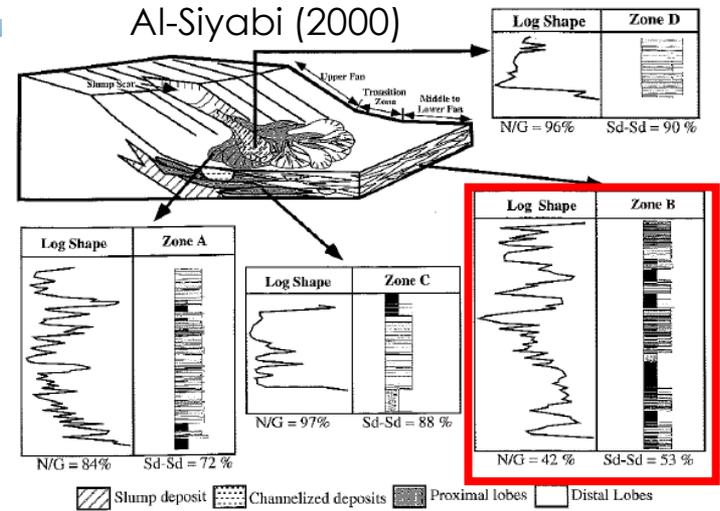
基本的な流れは
在来型と同じ

玉置ほか (2013)

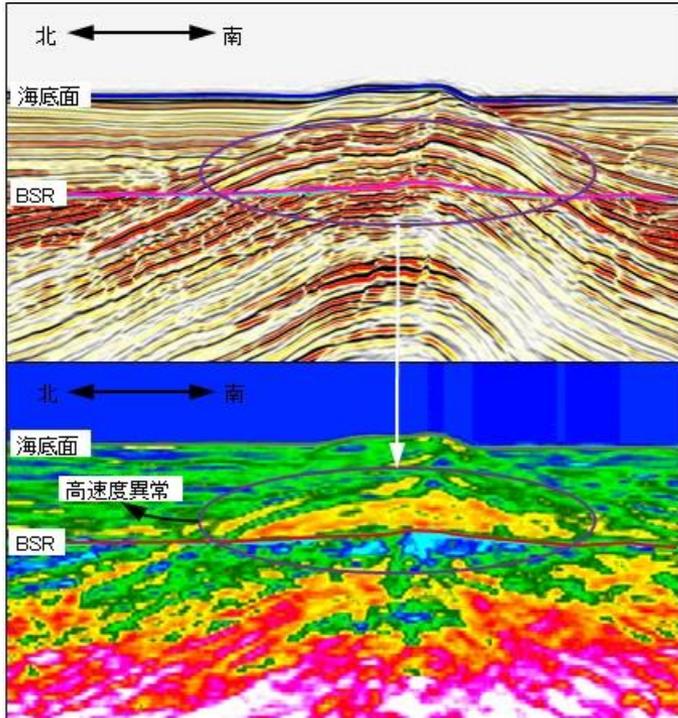
17. 資源量評価の紹介 (3) : 坑井がない濃集帯における評価

井戸が掘られていない濃集帯における岩相推定の一例： 地震探査データを用いた震探相の分類・堆積学的な解釈

→ アナログ (類似・相似) となる情報の有無、
 解釈者の経験・技量にも依存し、
 不確実性が大きい



濃集帯推定作業の例



サイスミックファシス(震探相)区分

Seismic facies	Reflector amplitude	Reflector configuration	Areal extent	Depositional environment	Interpretation of seismic configuration
Submarine canyon complexes (facies A)	High	Discontinuous to sinuous reflectors and above continuous reflectors.	4.5 km wide, 12 km long	Channel fill deposits and sheet deposits.	
Leveed channel complexes (facies B)	High and low. Internal part of levee typically low.	Single or stacked multi-cycle with a distinctive gull wing shape in cross-section.	11 km wide, 5.8 km long	Channel fill deposits and levee deposits with sediment wave.	
Submarine fan complexes (facies C)	Variable	Continuous parallel high frequency reflectors.	> 2 km	Mid to lower fan sheet turbidite.	
Mass transport complexes (facies D)	Low	Chaotic, hummocky and mounded seismic facies with poor to fair continuity.	> 20 km	Mud-prone debris flows deposited in slope or base of slope.	

小松ほか(2015):JOGMEC-TRC 年報

18. まとめと今後の課題

資源量評価におけるこれまでの成果

- ・ 東部南海トラフ海域以外のメタンハイドレートの賦存状況について、調査を進めた。今までより、詳細にBSRの分布などメタンハイドレートの賦存を示唆する情報がわかってきている。
- ・ メタンハイドレートシステム検討によって、メタンハイドレートの生成、集積を評価する手段ができつつある。

今後の研究課題

- ・ 日本周辺海域のMH賦存状況の評価の継続
(詳細検討には三次元地震探査が有用)
国内石油・天然ガス調査による新規の地震探査データは今後も入手される見込みであり、日本周辺海域のメタンハイドレート賦存状況の評価していく必要がある。
- ・ メタンハイドレートシステムの検討で、メタン生成条件は一部がわかってきたが、さらに実験や検討を進め、メタン生成・集積評価の適用範囲や精度を高める必要がある。

本資料は、経済産業省の委託により実施しているメタンハイドレート研究開発事業において得られた成果に基づいています。以下の関係先に謝意を表します。

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油・天然ガス課

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21）の
委託業務先各社