

＜砂層型メタンハイドレートの研究開発＞

# 次フェーズ海洋産出試験候補地点の 抽出に向けた濃集帯選定のプロセス

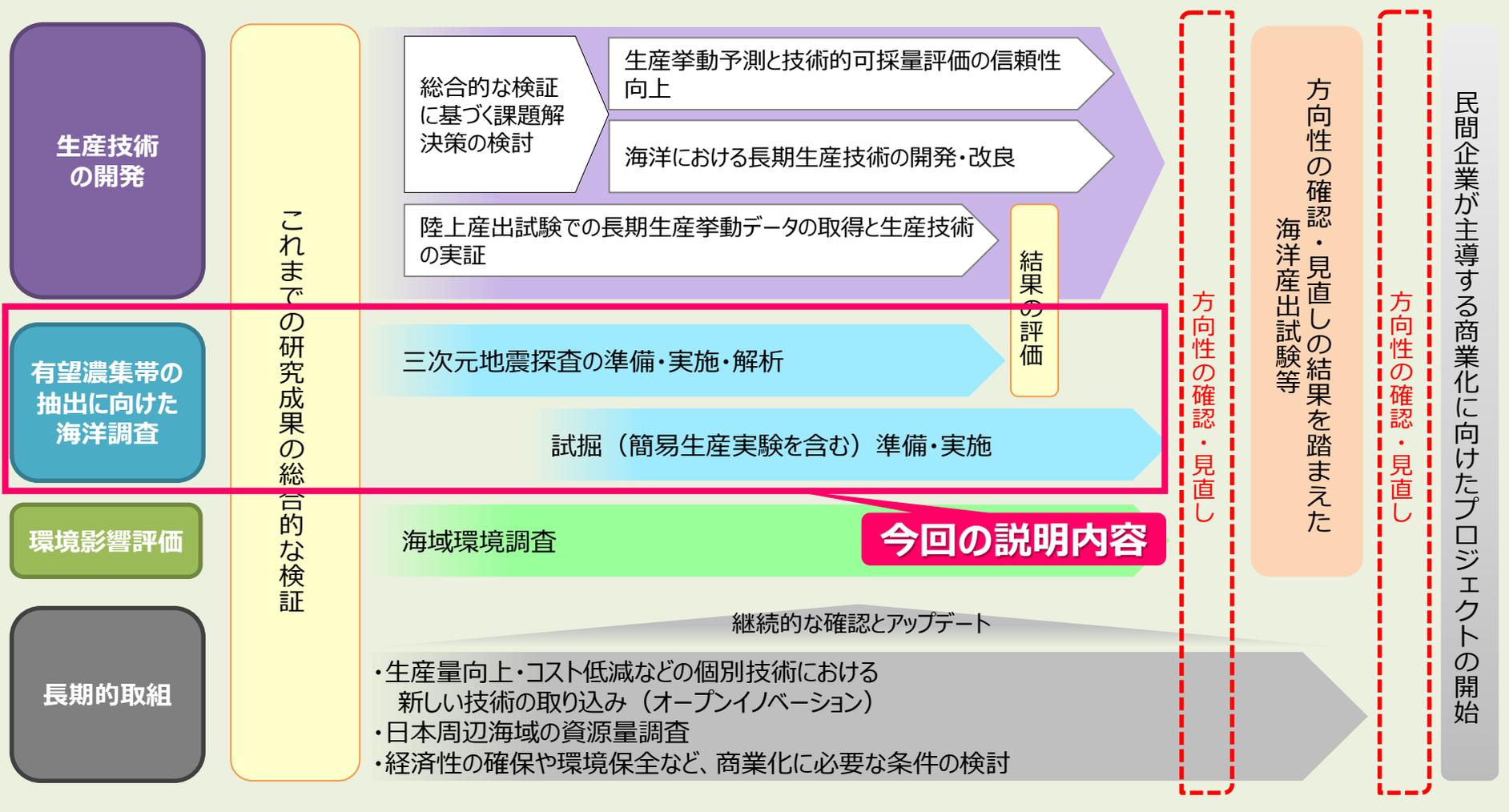
2020年12月8日

MH21-S 研究開発コンソーシアム

# 砂層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

2018～2022FY頃

2023～2027FY頃



# 砂層型メタンハイドレートの研究開発 フェーズ4 実行計画



方向性の確認・見直し

# 有望濃集帯の抽出に関する目標

- ◆ 開発計画、実行計画において、有望濃集帯の抽出に向け、三次元地震探査・解析を踏まえ、候補から選定し、より詳細な地質データ取得のため試掘（簡易生産試験等）を実施するとされている。
- ◆ なお、フェーズ4 実行計画の目標の1つとして、**当該候補地点の存在する濃集帯は経済性の基準（100億 $m^3$ 以上）を満たすことと評価されていること**、としている。

## 「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」（平成31年2月15日経済産業省改訂）

- 有望濃集帯の抽出に向けて、三次元地震探査及び解析を実施する。
- これまでの評価を三次元地震探査の解析調査を踏まえて、有望濃集帯の候補から対象を選定し、より詳細な地質データを取得するため、簡易生産試験を含む試掘作業に取り組む。

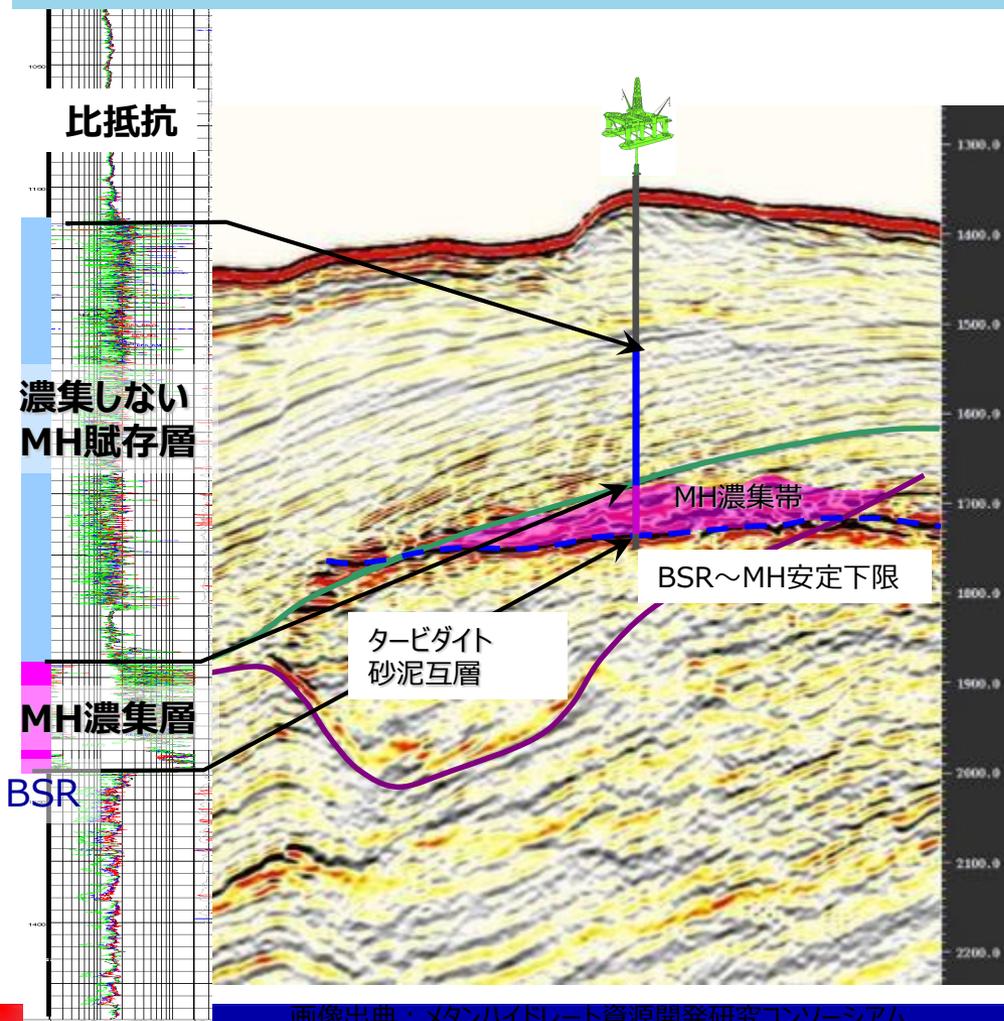
## 「砂層型メタンハイドレート研究開発フェーズ4 実行計画」（令和元年12月6日MH21-S研究開発コンソーシアム）

- フェーズ4の目標は、次フェーズ海洋産出試験の実施候補地点が抽出されていること。
- 具体的には、三次元地震探査等による有望濃集帯候補の抽出と試掘によるデータ取得により原始資源量・貯留層性状等が把握されていること。**候補地点の存在する濃集帯は、経済性の基準（100億 $m^3$ 以上※）を満たすことと評価されること**

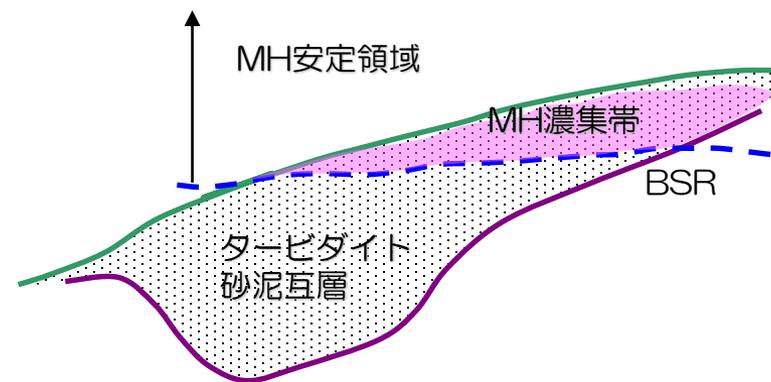
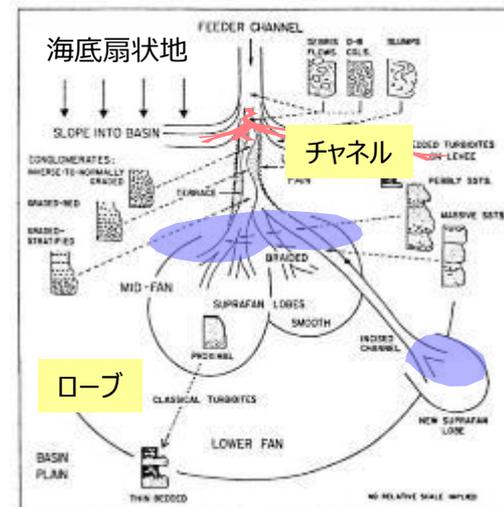
※日本の天然ガス消費量の約1ヶ月分に相当（原始資源量ベースの計算であり全てのメタンハイドレートが可採でないことに留意）。

# メタンハイドレート濃集帯とは？

- ◆ 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（混濁流）、**海底扇状地と呼ばれる地形**を形成し、当該堆積物を「**タービダイト**」という。通常は、細粒の泥しか堆積しない冲合いで、**砂泥互層**を形成する。
- ◆ タービダイト砂層で、**高いメタンハイドレートの飽和率、厚さと広がり**で形成された構造を**濃集帯**と言う。



(産総研地質調査総合センター)

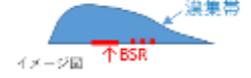
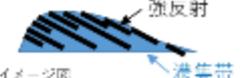
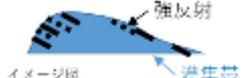
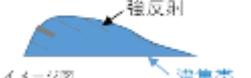
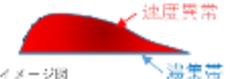
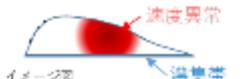
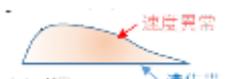


画像出典：メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム

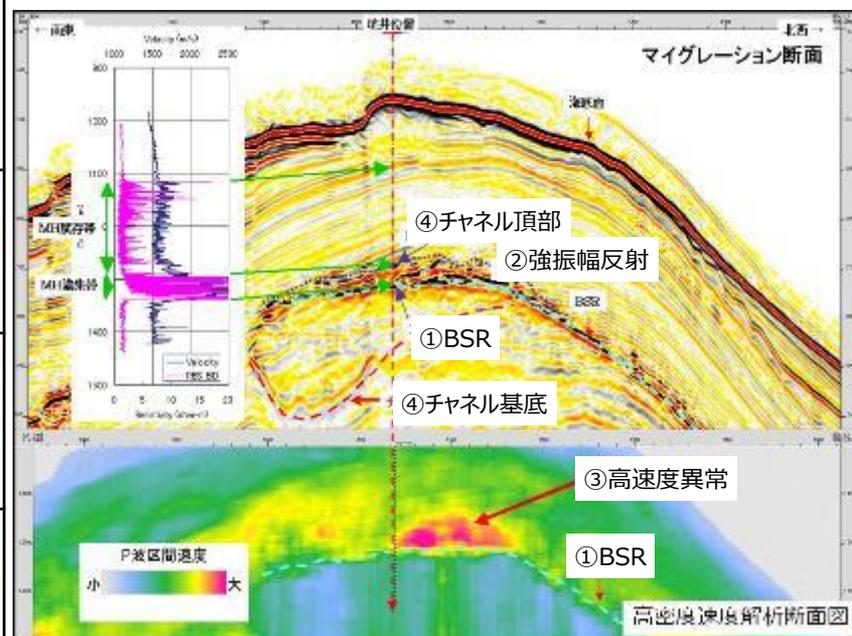
# 地震探査によるハイドレート濃集帯候補の抽出

- ◆ メタンハイドレート濃集帯の評価には、①**海底疑似反射面（BSR）**の存在、②**強振幅反射面**の存在、速度解析結果からの地震波速度の③**高速度異常**、という地震探査から得られる3つの指標と、④**タービダイト砂層の発達**が期待できることという地質学的な指標の4つの指標を使用する。
- ◆ それぞれの指標に関し、**評価基準を設け、濃集帯候補の優先順位付け**に使用。

## 濃集帯の4つの指標の評価基準について

	A	B	C
<b>BSRの連続性</b> (Bottom Simulating Reflector) (海底疑似反射面)	<ul style="list-style-type: none"> <li>BSRが濃集帯の全域（約8割以上）に、</li> <li>連続的に推定される</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>BSRが濃集帯の一部（約1割以上）であるが、</li> <li>連続的に認められる</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>BSRが濃集帯の一部（約1割以上）に、</li> <li>不連続だが認められる</li> </ul> 
<b>強振幅反射面の明瞭さ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>強振幅が明瞭であり、</li> <li>連続的に認識できる</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>強振幅が明瞭であり、</li> <li>不連続に認められる</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>強振幅で不明瞭で、</li> <li>認識しづらい</li> </ul> 
<b>速度異常の認識度合</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>速度以上が強く、</li> <li>全体に認識できる</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>速度以上が強く、</li> <li>部分的に認識できる</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>速度異常が弱く、</li> <li>相対的に認識しづらい</li> </ul> 
<b>砂の発達</b> (タービダイト層の広がり)	震探上で、Channelと解釈されるなど、砂の発達を示す特徴もしくは、文献情報などで砂の発達が期待できる。	A、C以外で、砂があるかないかを直接示す震探上の特徴や文献等情報がないが、堆積環境的に砂が発達はあり得る。	Mass Transport Deposit と解釈されるなど震探上の特徴や推定される堆積環境などで砂の発達が期待出来ない情報がある。

## 地震探査結果によるメタハイ濃集帯について



# 砂層型メタンハイドレートと原始資源量評価について

- ◆ 資源量の定量評価や生産挙動予測に必要な貯留層のパラメータ（飽和率や浸透率等）は地震探査のデータでは信頼性が低く、掘削による物理検層、コアサンプリング等が必要となる。

- ・これらの数字は、地震探査から推定できるが、井戸を掘らないと確かとはいえない。
- ・生産挙動に影響する貯留層パラメータ（水理・熱・力学等）は地震探査データではわからない。  
→掘削同時検層（LWD）、試掘（簡易生産実験を含む）の実施。

$$V_{MH} = GRV \times N / G \times \phi \times S_h \times VR \times CO$$

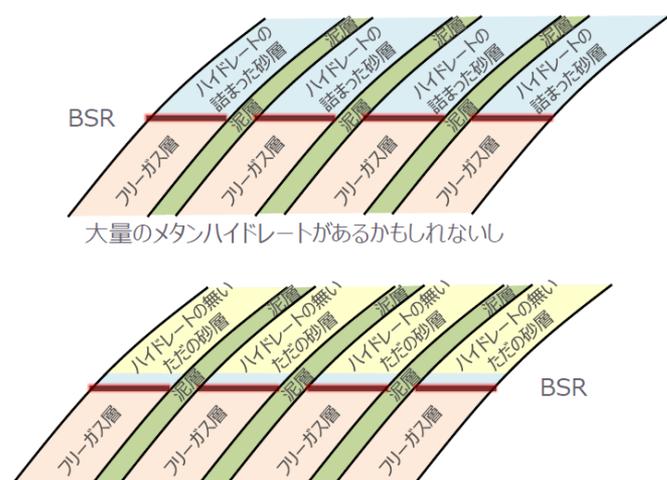
地層の体積  
(地震探査より)

ハイドレート層  
の割合

空隙とハイドレート  
の割合

ガス体積への換算  
係数（定数）

東部南海トラフ海域の原始資源量評価結果



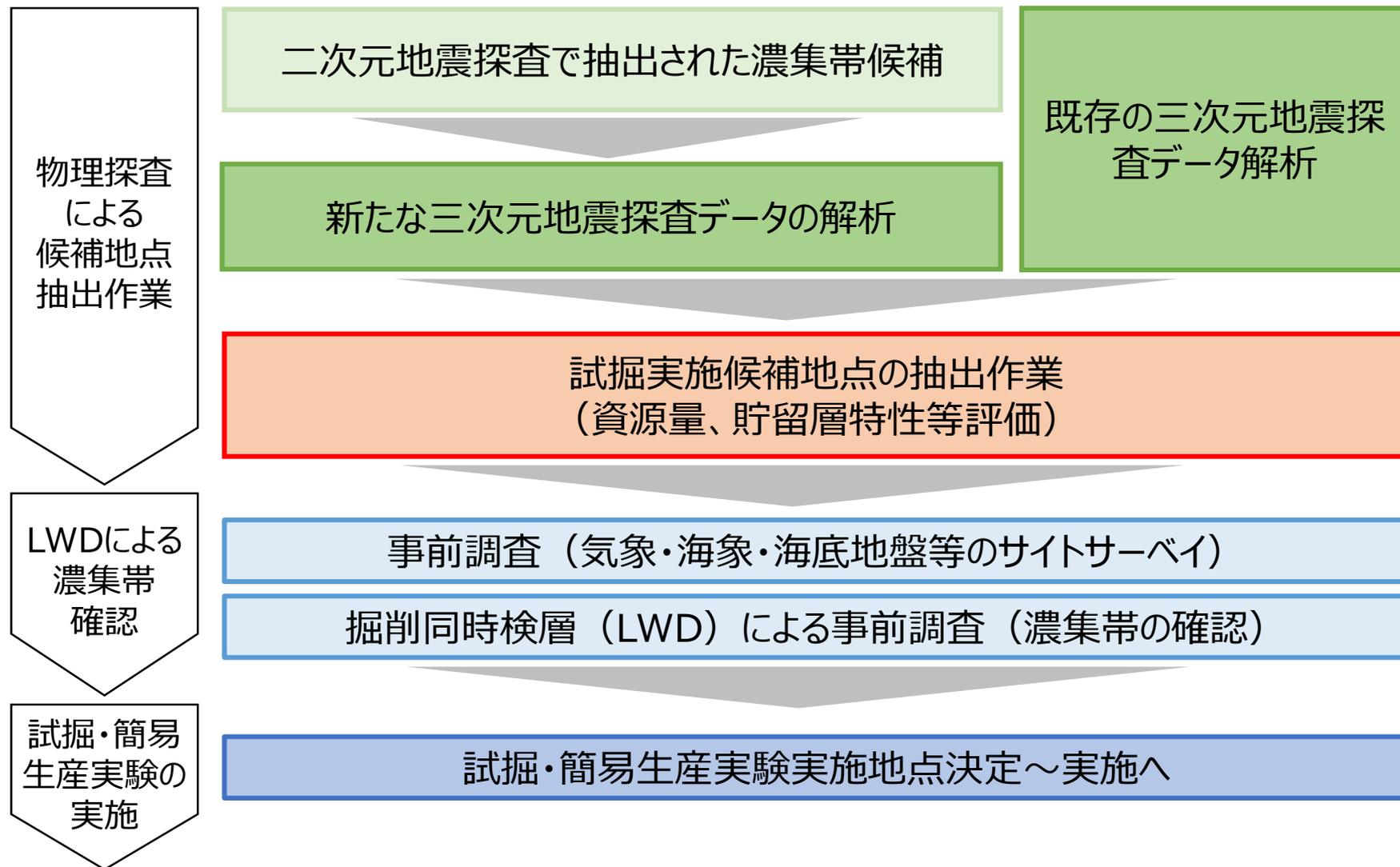
大量のメタンハイドレートがあるかもしれない

ほんのちよつとのメタンハイドレートしかないかもしれない

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	$\phi$	$S_{MH}$	VR	CO	P90	P10	$P_{mean}$	
東部南海トラフのMH濃集帯(767km <sup>2</sup> )	坑井有	44.55億m <sup>3</sup>	0.38	0.43	0.52	172	0.95	402億m <sup>3</sup>	1369億m <sup>3</sup>	838億m <sup>3</sup>
	未掘削	349.31億m <sup>3</sup>	0.37	0.45	0.51	172	0.95	1367億m <sup>3</sup>	9779億m <sup>3</sup>	4901億m <sup>3</sup>
	合計	393.86億m <sup>3</sup>	0.37	0.44	0.51	172	0.95	1769億m <sup>3</sup> (6Tcf)	1兆1148億m <sup>3</sup> (39Tcf)	5739億m <sup>3</sup> (20Tcf)
MH濃集帯以外の東部南海トラフのMH賦存層(3920km <sup>2</sup> )	面積 3920Km <sup>2</sup>	Net 厚厚 6.4m	0.48	0.29	172	0.95	1067億m <sup>3</sup> (4Tcf)	1兆2208億m <sup>3</sup> (43Tcf)	5676億m <sup>3</sup> (20Tcf)	
	(1兆2544億m <sup>3</sup> )	(0.02)								
合計							2835億m <sup>3</sup> (10Tcf)	2兆3356億m <sup>3</sup> (83Tcf)	1兆1415億m <sup>3</sup> (40Tcf)	

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

# 有望濃集帯選定の一般的プロセス



# 有望濃集帯選定に向けた作業イメージ

## 地震探査

二次元／三次元  
地震探査  
濃集帯候補の存在と  
規模の把握

海底地盤等のサイト  
サーベイ  
・掘削上の安全性の  
確認など

## 事前調査

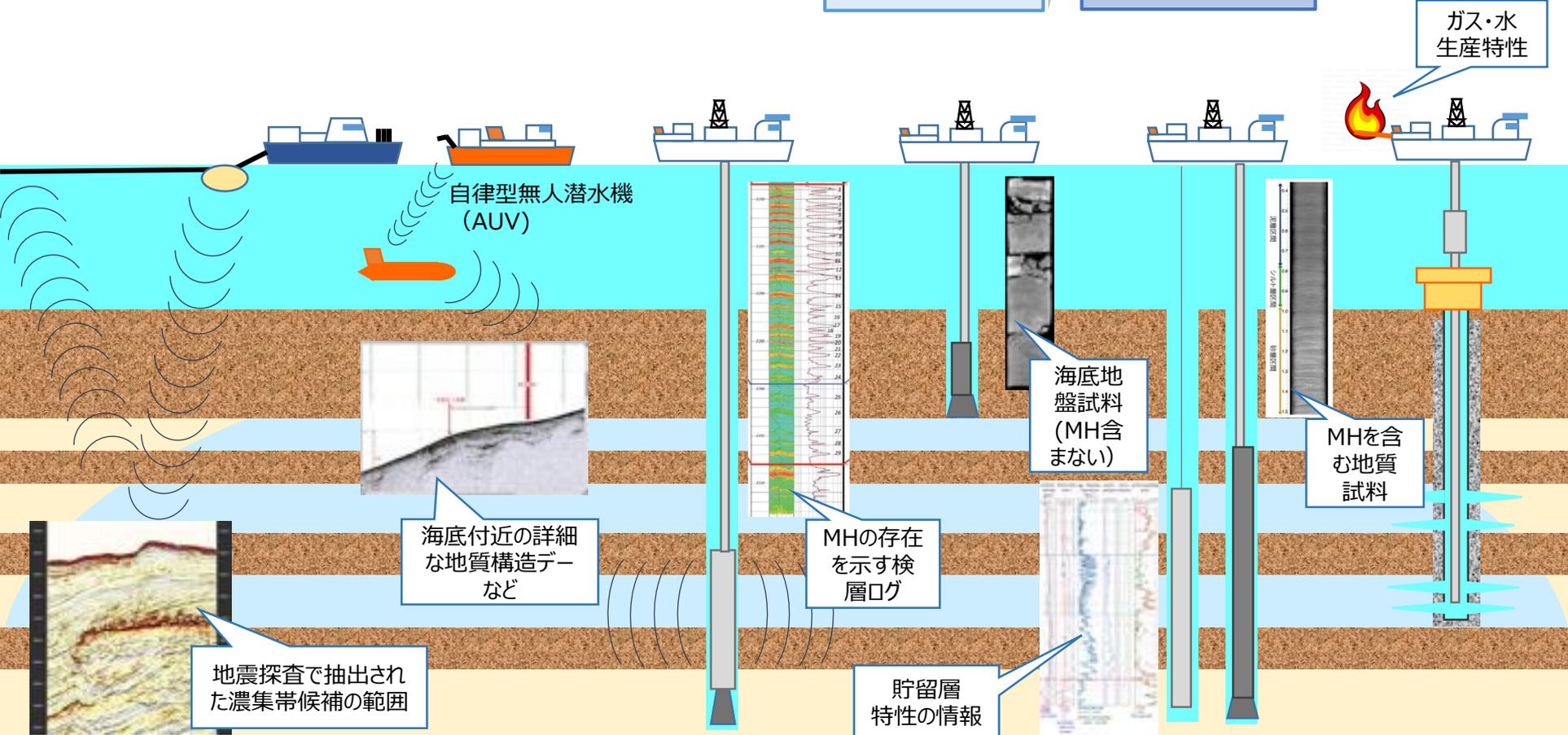
掘削同時検層  
(LWD) による事前  
調査  
・濃集帯の存在の確認  
・貯留層特性の概査

ジオテックホール掘削  
・表層付近の地盤  
調査のための試料  
取得  
・地盤安定性等の  
評価

## 試掘

ワイヤーライン検層・  
圧カコアサンプリング  
・貯留層特性の詳細  
調査  
・ハイドレート 試料  
取得

簡易生産実験  
・短期間の簡易的な  
実験により、メタンハ  
イドレート分解・ガス  
生産特性の確認



# 海洋産出試験候補となる濃集帯候補の条件

- **原始資源量 > 100億 $m^3$**

- 濃集帯体積 (GRV)
- ハイドレート層の割合 (N/G)
- 空隙とハイドレートの割合 ( $\phi, S_h$ )

- **貯留層特性**

- 水平方向連続性
- 均質性
- 断層
- 地層傾斜
- MH飽和率
- シール能力
- 地層 (MH層) 温度・圧力
- 帯水層との導通性、通水経路
- 出砂
- 貯留層障害
- 海底付近の低速度帯

- **掘削上の観点**

- 海底面からの深度
- MH層と直下の帯水層の深度差
- 気象・海象

- **商業化の観点**

- 離岸距離、需要地との関係等

(現状では評価項目に含めていない)

# BSR分布図と濃集帯候補が抽出された海域

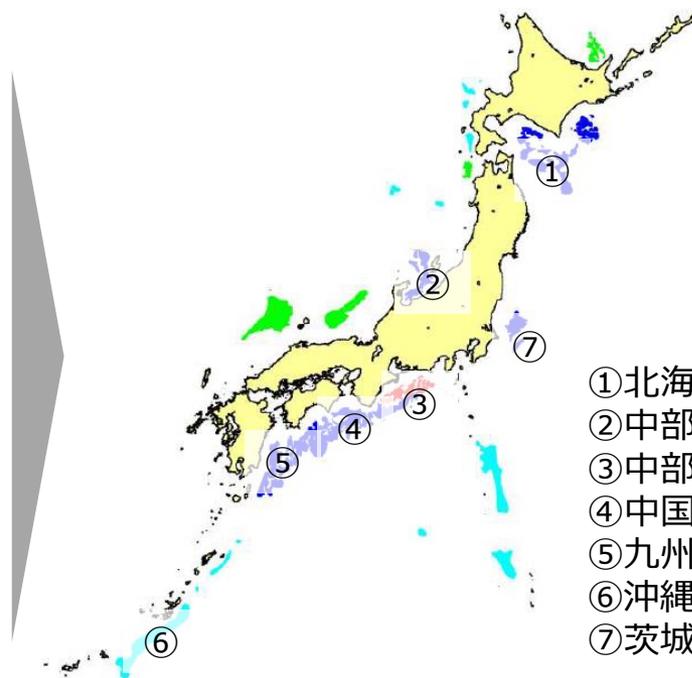
- ◆ フェーズ1～3で、2Dは110,000 km、3Dは26,000 km<sup>2</sup>のデータを分析。
- ◆ フェーズ4での追加を含めて7海域で濃集帯候補を抽出。
- ◆ 一次スクリーニングで、有望濃集帯を評価。

## <フェーズ1～3の分析データ>

※2001-2018年度の評価対象データ  
 2Dデータは110,000 km  
 3Dデータは26,000 km<sup>2</sup>

## <フェーズ4での分析データ>

※2019-2020年度の評価対象データ  
 H3年度基礎物探「常磐沖」  
 H21年度基礎物探「阿武隈リッジ南部3D」  
 H28年度～29年度基礎物探「西津軽沖北部3D」  
 H28年度～H29年度基礎物探「鳥取～兵庫沖3D」  
 H29年度～H30年度基礎物探「鳥取～兵庫沖3D」  
 H28年度基礎物探「茨城沖南部3D」  
 H30年度基礎物探「茨城沖南部3D」  
 H30年度基礎物探「新潟沖3D」  
 H30年度基礎物探「佐渡海盆3D」

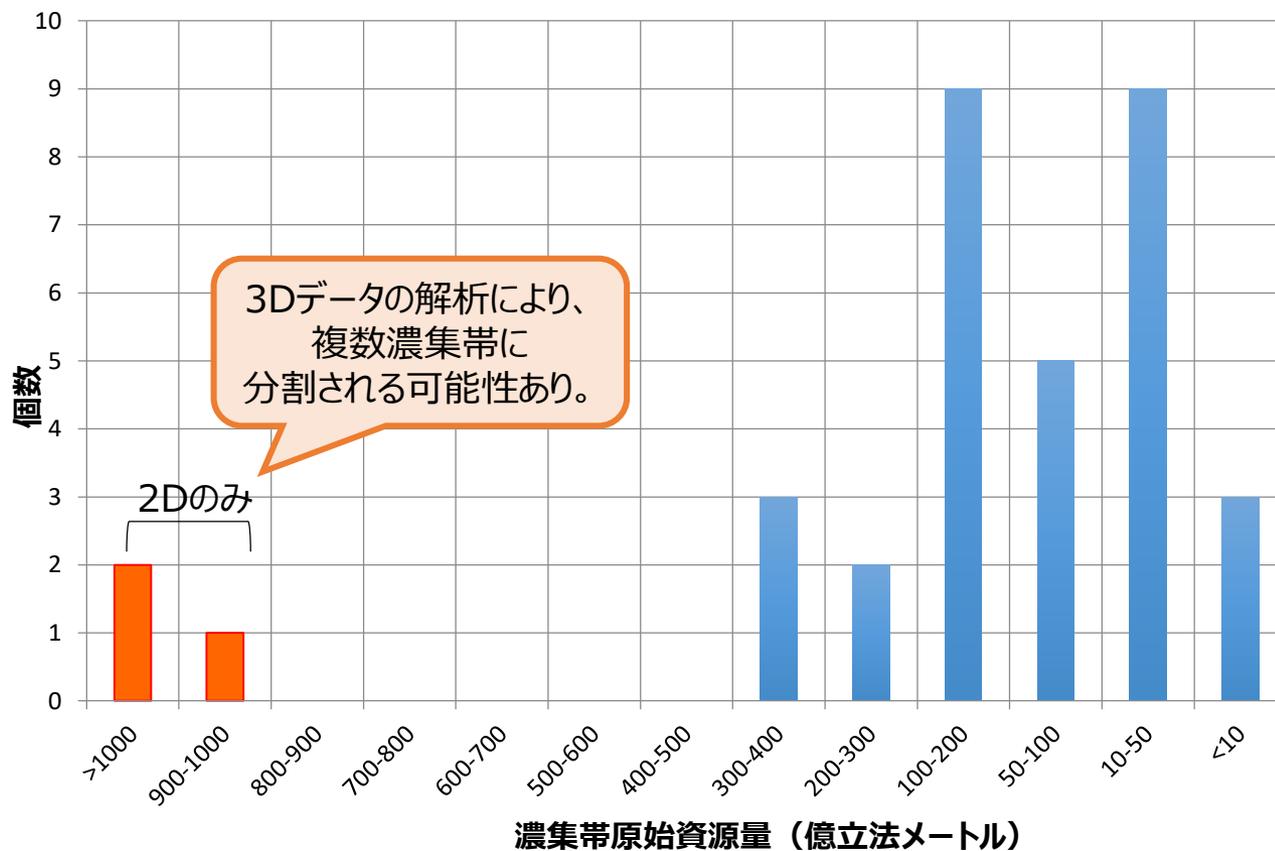


- ① 北海道太平洋側
- ② 中部地方日本海側
- ③ 中部地方太平洋側
- ④ 中国・四国太平洋側
- ⑤ 九州地方太平洋側
- ⑥ 沖縄
- ⑦ 茨城沖

# 抽出された濃集帯の規模（参考値）

- ◆ 原始資源量は、LWD・試掘を実施する前の参考値であるが、100億 $m^3$ 以上の濃集帯は17箇所抽出。
- ◆ 規模の大きい濃集帯は2Dデータのみから抽出。

## 濃集帯個数（原始資源量（参考値）ごと）

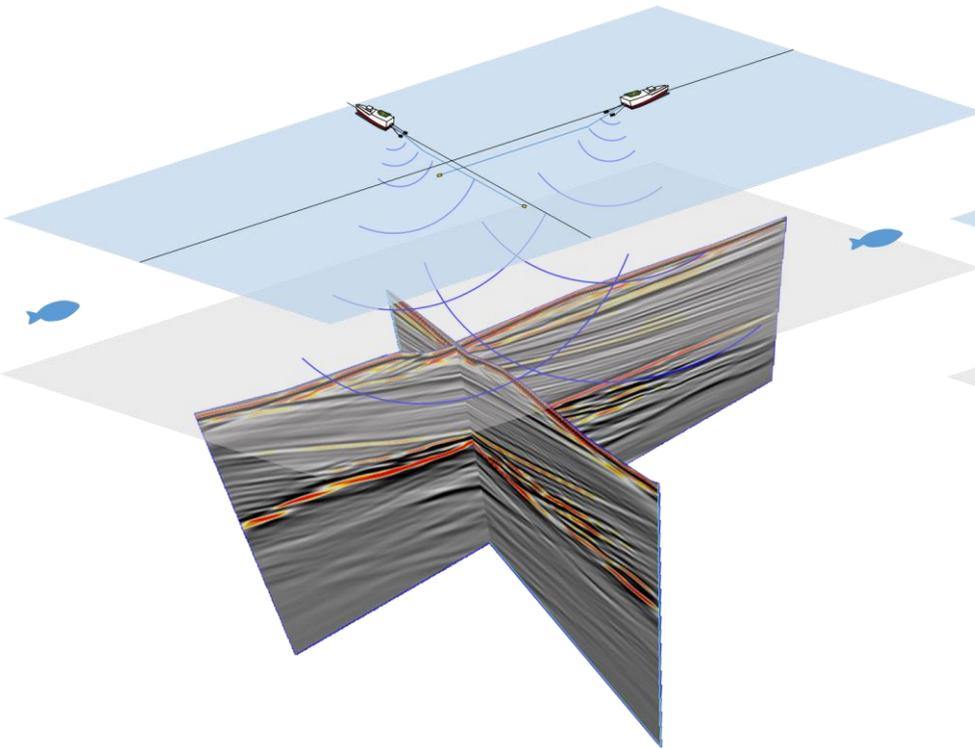


# スクリーニングの現状

- ◆ 詳細分析を進め、以下 4 濃集帯を、試掘候補地点（有望濃集帯）として絞り込み
- ◆ 2D地震探査データしかない2濃集帯については、2Dデータの詳細分析を継続、3Dデータの詳細解析をして、さらに試掘候補地点の絞り込みを行う

海域	濃集帯	特徴
A 海域	A 1	背斜構造、強振幅、高速度異常等明瞭
	A 2	貯留層条件（水平の連続性等）良好の可能性
B 海域	B	2D データのみ（複数濃集帯に分割される可能性あり）だが、濃集帯として有望。3Dデータ詳細解析が必要。
C 海域	C	濃集帯が確認された坑井位置と類似する地質環境にて、濃集帯の特徴が2D震探上で広域に認められ大きな原始資源量が期待。

# <参考> 二次元／三次元地震探査について

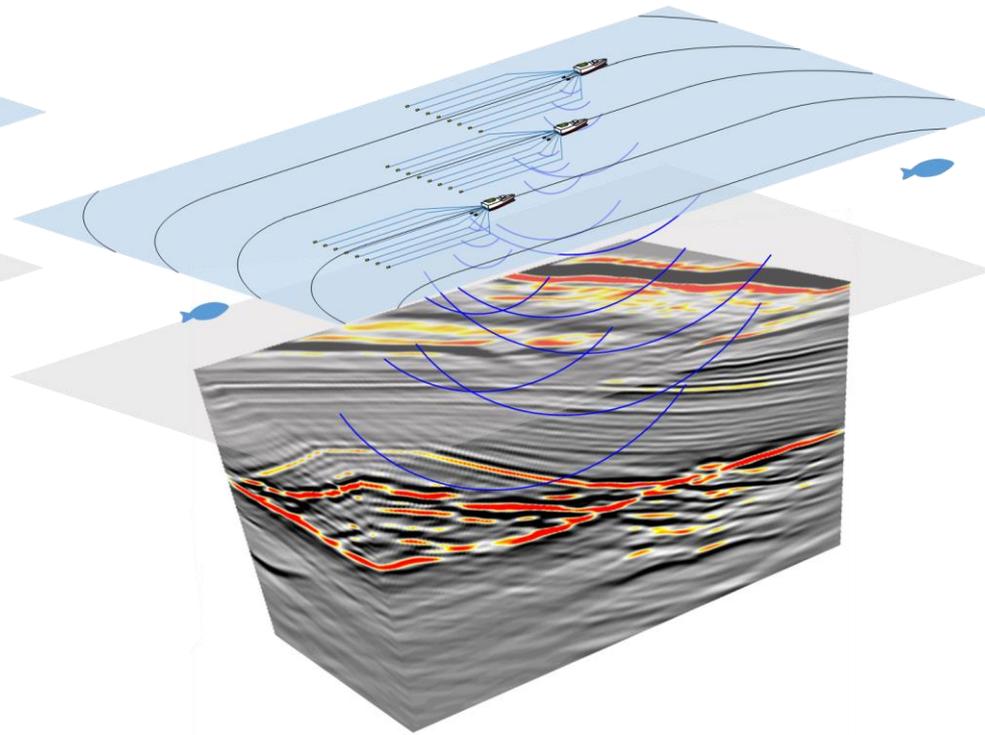


## 二次元地震探査

1本のストリーマーケーブルを曳航し、数kmの測線間隔でデータ取得することで二次元反射断面を得る。濃集帯の大まかな広がりには推定できるが、詳細な構造は分からない。

**B, C濃集帯は、この二次元地震探査の情報のみ**

**→そのため三次元地震探査が必要**



## 三次元地震探査

複数のストリーマーケーブルを曳航し、100m以下の測線間隔で密にデータ取得することで三次元反射ボリュームを得る。偽像

(側方からの反射波)・ミスタイが無く正確なイメージングが可能であることから、濃集帯の詳細な構造が把握できるほか、タイムスライス・ホライズンスライスを用いて正確な断層分布が得られる。さらに、坑井データと併せたインバージョン解析やアトリビュート解析により濃集帯内部の物性を推定可能である。

**A濃集帯は、この三次元地震探査の情報がある。**

# 今後の有望濃集帯選定に向けた海洋調査について

- ◆ 二次元地震探査データのみ海域で有望な2濃集帯候補については、三次元地震探査データを利用して解析を進める。その後、掘削同時検層（LWD）等の事前調査に着手する予定。
- ◆ 三次元地震探査データがある海域で有望な海域では、2濃集帯候補にて事前調査に着手しており、来年度掘削同時検層（LWD）を実施する予定。

＜今後の有望濃集帯選定予定と現状整理＞

