

表層型メタンハイドレートの研究開発  
2020年度 一般成果報告会

「高分解能三次元反射法地震探査の結果  
—山形県庄内沖 最上トラフ海域—」

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
地圏資源環境研究部門  
横田 俊之

本研究は、経済産業省「国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業（メタンハイドレートの研究開発）」の一環として実施されました。関係各位に対し、謝意を表します。

## 本日の内容

表層型メタンハイドレート賦存域での反射法物理探査

目的：精密地下構造探査

→MH賦存状況の把握

高分解能3次元反射法（HR3D、浅部詳細）

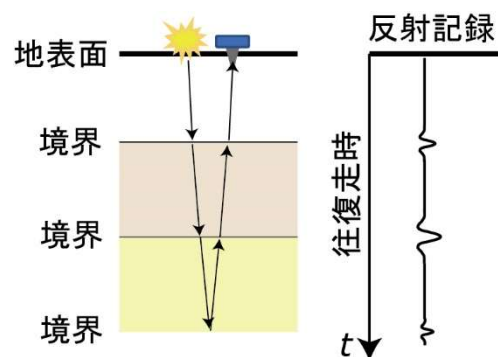
2次元反射法（2D、補助的、速度構造決定）



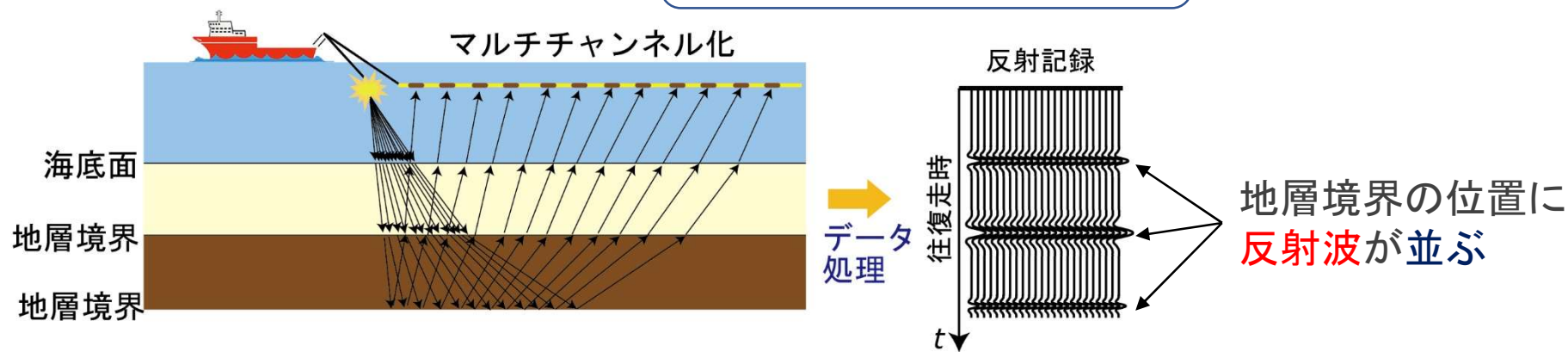
## 反射法とは？

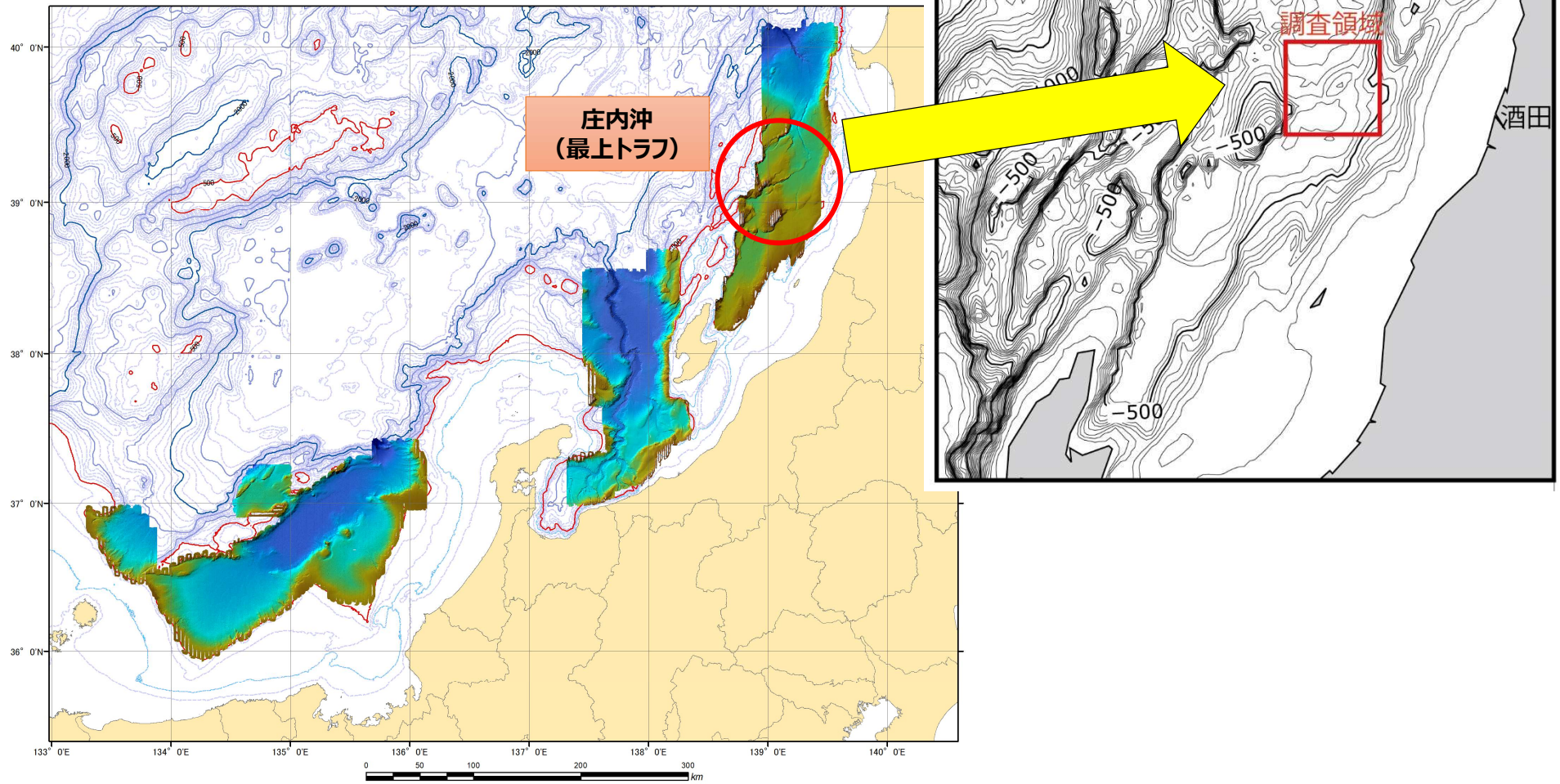
人工震源から出た波が地下で反射してきたもの(反射波)を用いて地下を可視化(イメージング)する手法

- ・直感的に理解しやすい
- ・物理探査手法の中では、**高分解能**



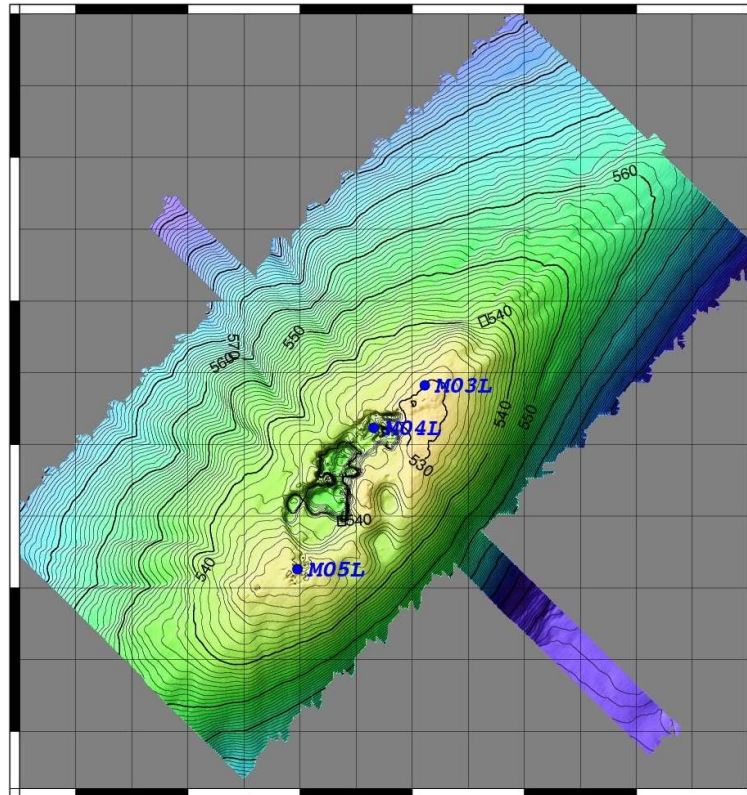
地下構造と似た、直感的に理解しやすい結果







## 調査海域の海底地形



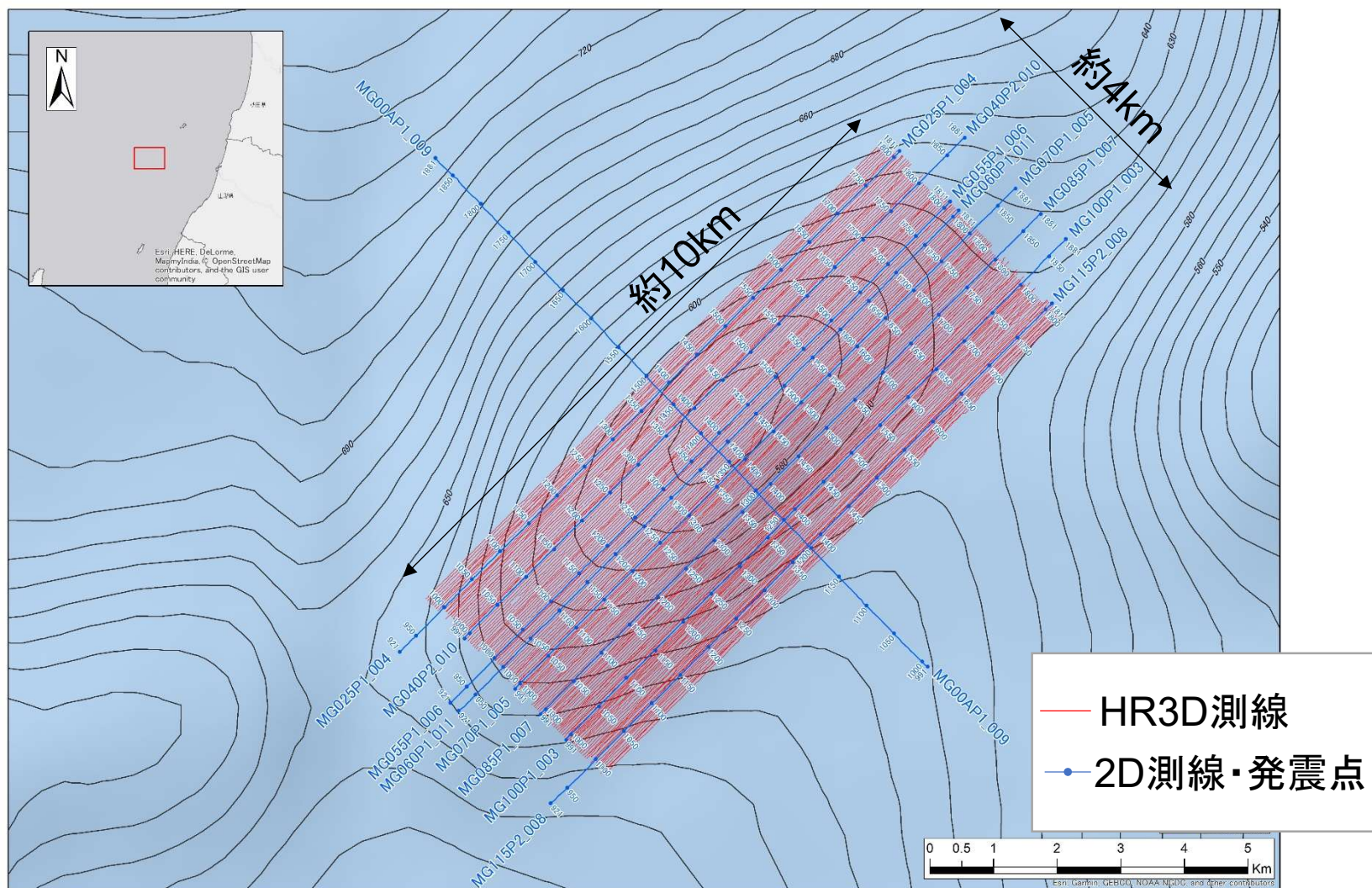
- 北東-南西方向の海丘
- 頂部水深：約530m

調査海域の特徴・  
既存データなど

- 頂部に凹地形  
MHの賦存確認
- LWD 3 地点
- CSEM（電磁探査）

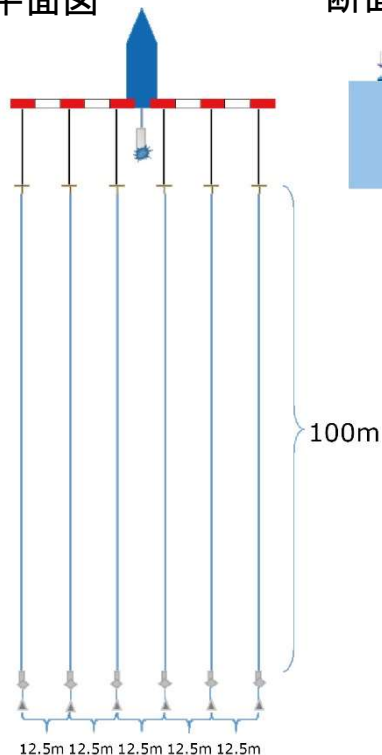


統合解析による、  
MH賦存状況の把握

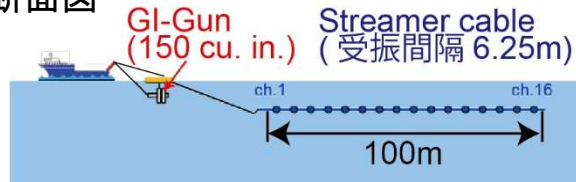


# 産総研 データ取得 (HR3D)

平面図



断面図



調査船「つしま」

総トン数: 188トン

船体寸法: 38m × 8.5m × 3.65m

- ・小型船でのオペレーションが可能
- ・浅海での調査が可能
- ・短いストリーマケーブル使用
- ・小回りが利く→船舶往来が多い場所でも調査可能
- ・速度解析ができない(データ解析に必須の速度が決定できない)

## データ取得仕様

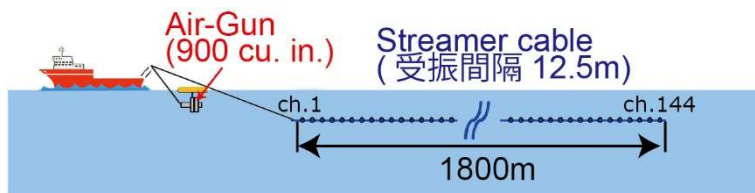
Recording	
レコード長(s)	3
サンプル間隔(ms)	0.25
チャンネル数	96 (16 × 6)
Low cut filter	12Hz
High cut filter	out

震源	
ガン種類	GI-Gun
発震間隔 (m)	6.25
チャンバーサイズ (cu. in.)	150 (=45+105)
ガン圧力 (psi)	2000
ガン深度 (m)	2

受振	
受振器	ストリーマケーブル
受振間隔 (m)	6.25
ケーブル間隔 (m)	12.5
最も近いチャンネルまでの距離 (m)	43
ケーブル長 (m)	100
ケーブル深度 (m)	1.5



## 産総研 データ取得 (2D)



調査船「かいゆう」

総トン数: 1292トン

船体寸法: 62.4m × 14m × 6m

- ・HR3Dで求めることができない、速度情報の取得
- ・深部までのイメージング

## データ取得仕様

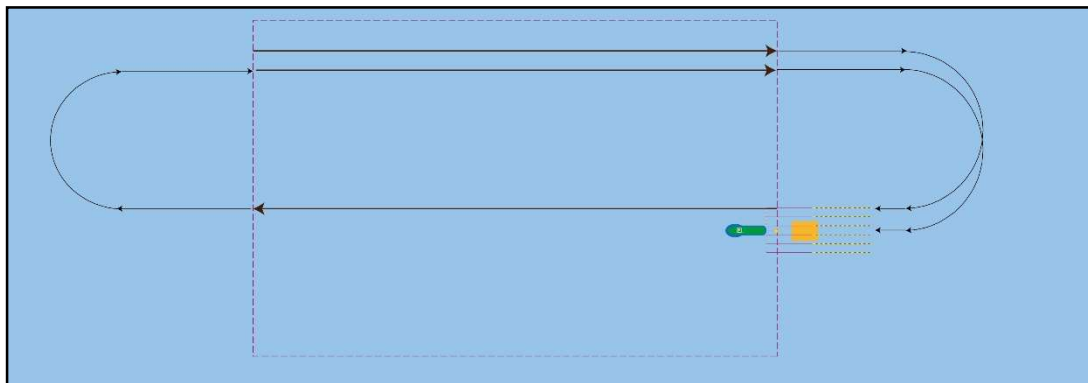
Recording	
レコード長(s)	3
サンプル間隔(ms)	1
チャンネル数	144
Low cut filter	3Hz
High cut filter	400Hz
震源	
ガン種類	Bolt 1500LL Tri-Gun
発震間隔 (m)	12.5
チャンバーサイズ (cu. in.)	900 (=300 × 3)
ガン圧力 (psi)	2000
ガン深度 (m)	6
受振	
受振器	ストリーマケーブル
受振間隔 (m)	12.5
最も近いチャンネルまでの距離 (m)	110
ケーブル長 (m)	1800
ケーブル深度 (m)	8



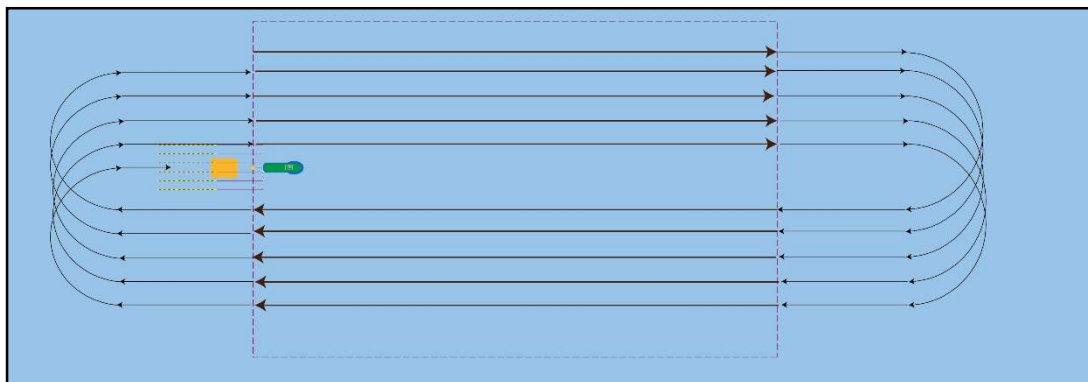
産総研 データ取得  
HR3Dデータ取得概要



測線観測終了後回頭。  
回頭半径がある程度  
必要なので、  
調査領域の反対側へ



測線観測終了後回頭。  
調査領域の反対側へ移動  
最初の測線の  
隣の測線での観測

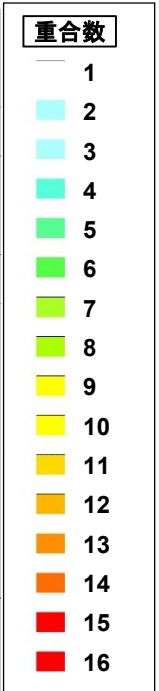
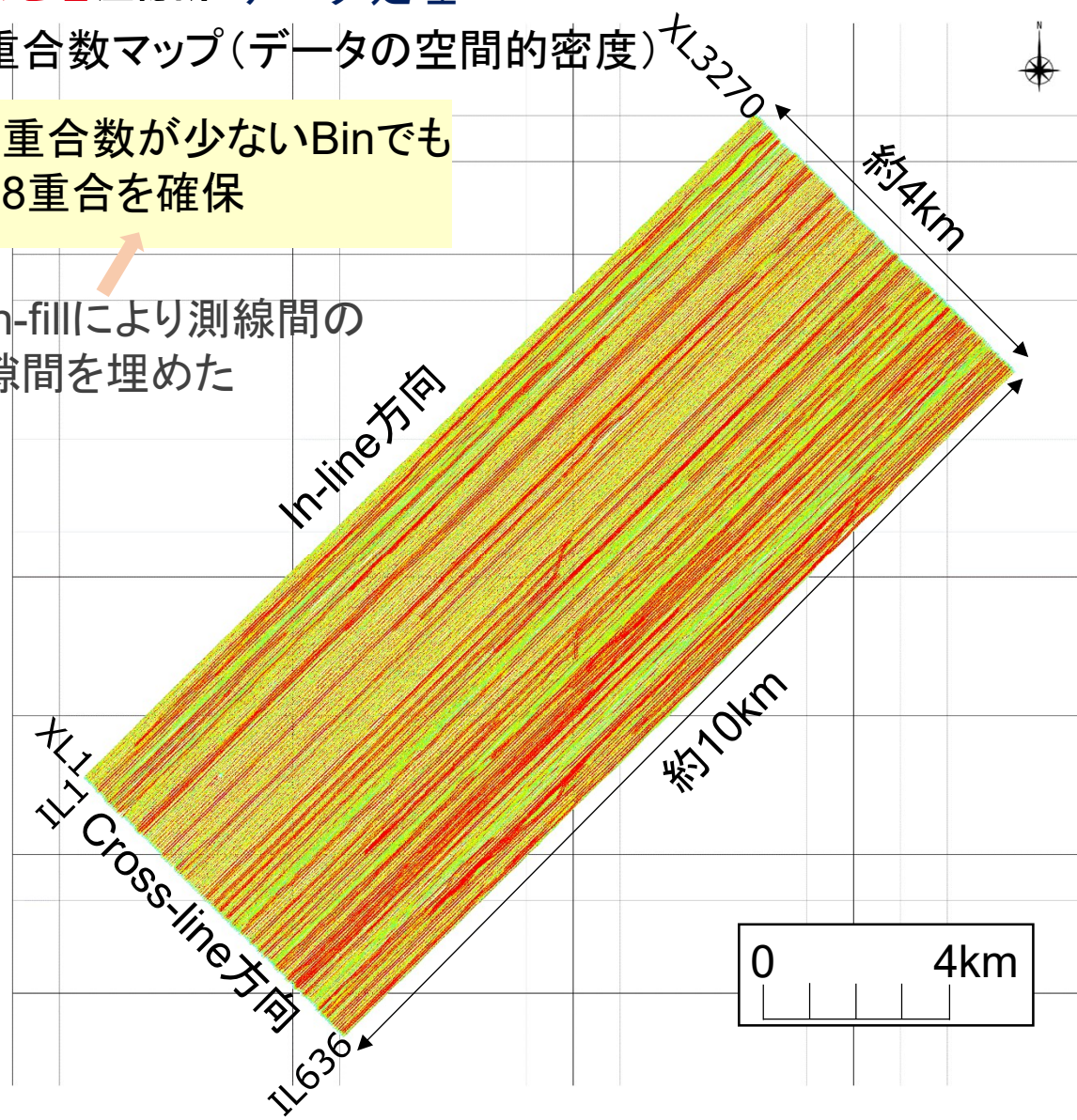


同一手順を繰り返し、  
調査領域を埋める

重合数マップ(データの空間的密度)

重合数が少ないBinでも  
8重合を確保

In-fillにより測線間の  
隙間を埋めた



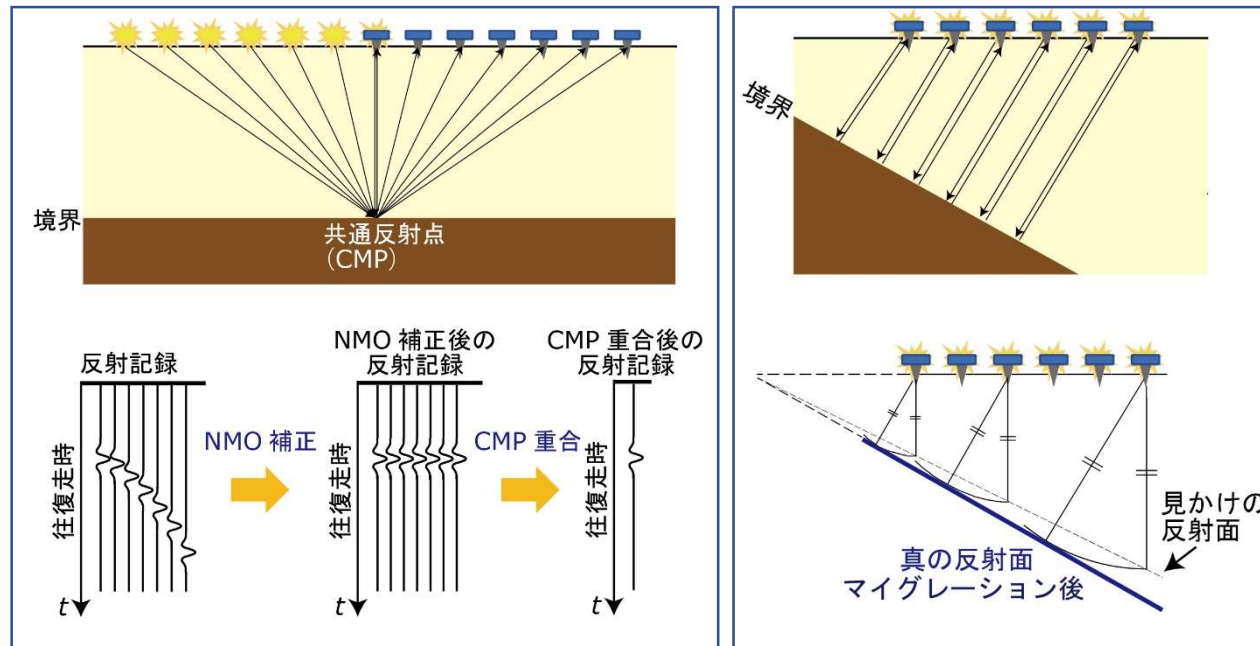
発震測線数 : 160  
(うちinfill : 42)

解析に用いる  
グリッドのサイズ

Bin Size : 3.125×6.25m<sup>2</sup>  
 Cross-line方向 Bin数 : 636  
 In-line方向Bin数 : 3,270  
 総CMP数 : 2,079,720

速度解析、NMO補正、CMP重合  
重合後時間マイグレーション、深度変換

を中心とした、従来型のデータ処理を実施

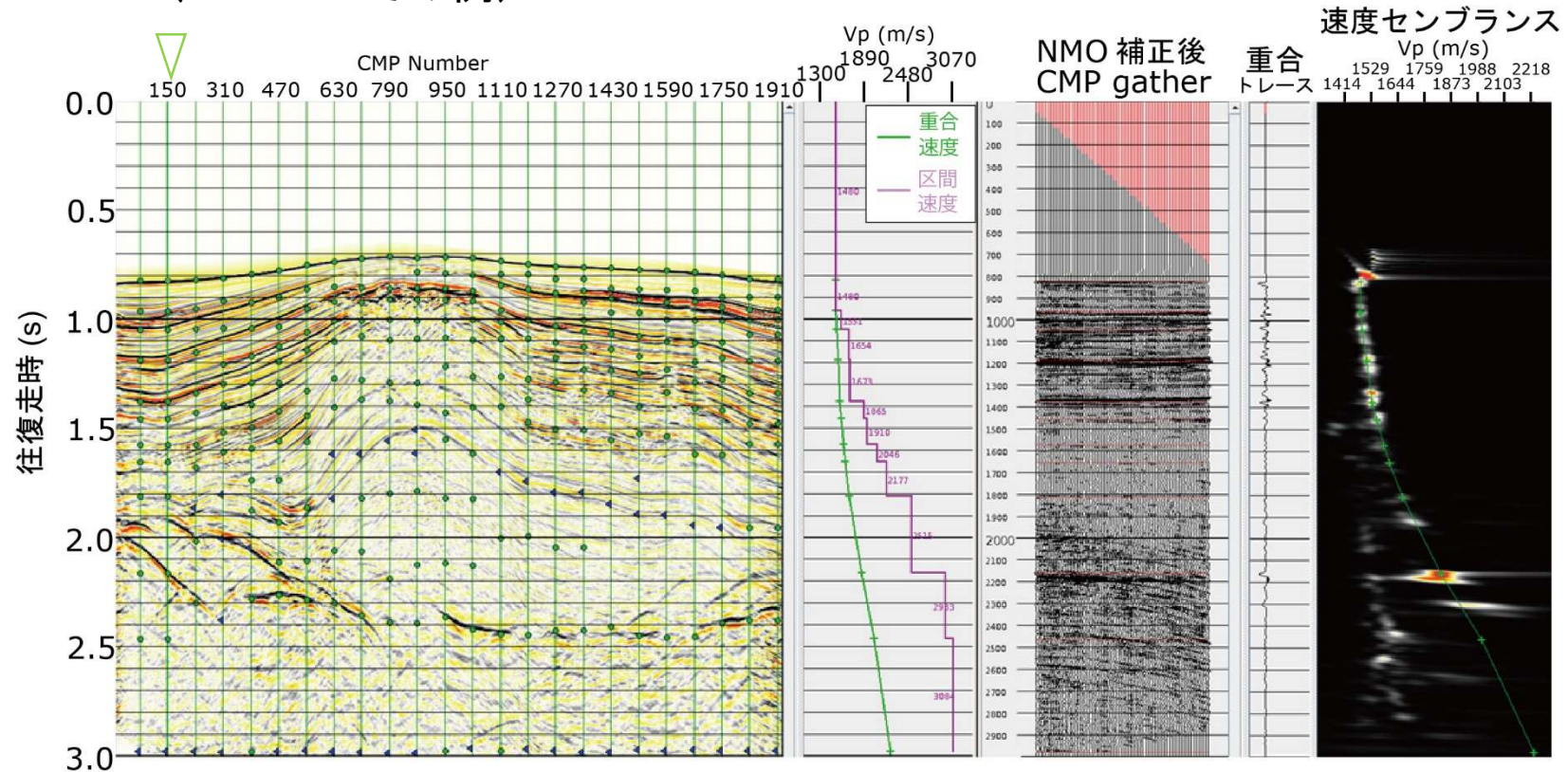


NMO+CMP重合  
の概念図

重合マイグレーション  
の概念図

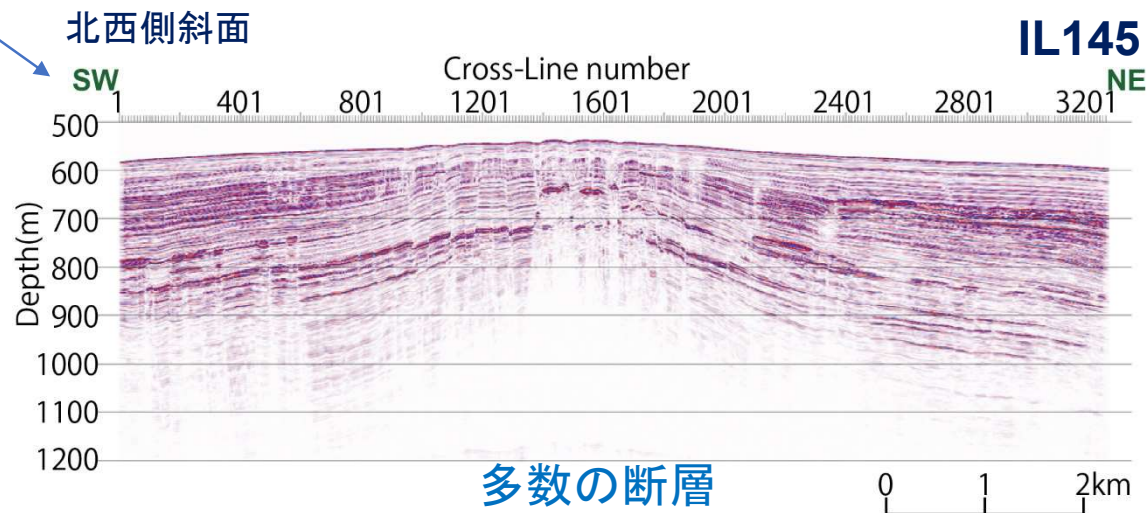
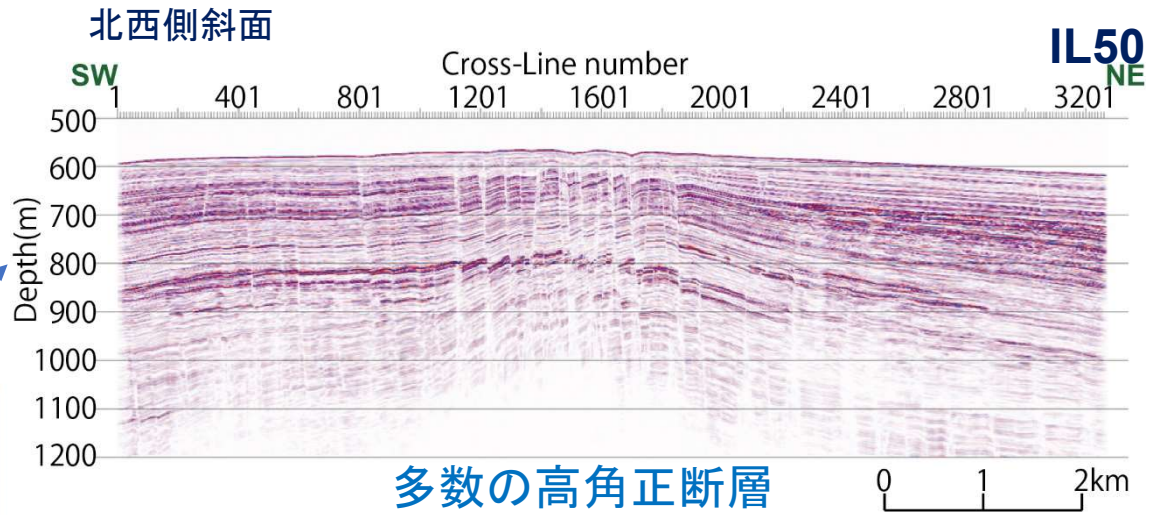
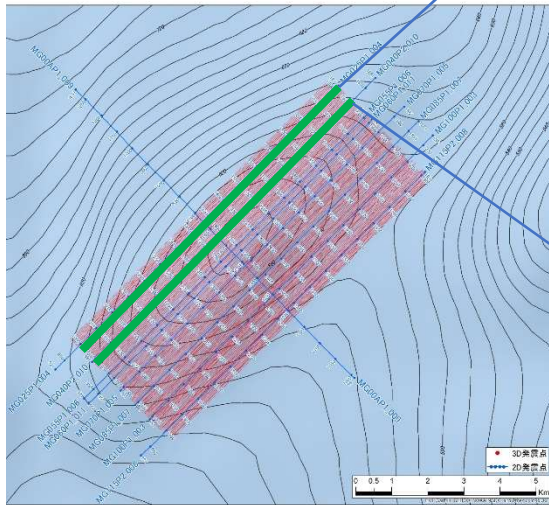
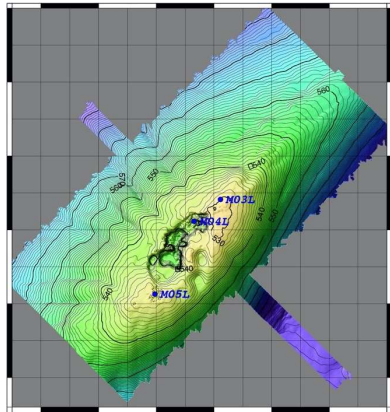


## 2D探査結果を用いた速度解析 (CMP150での例)

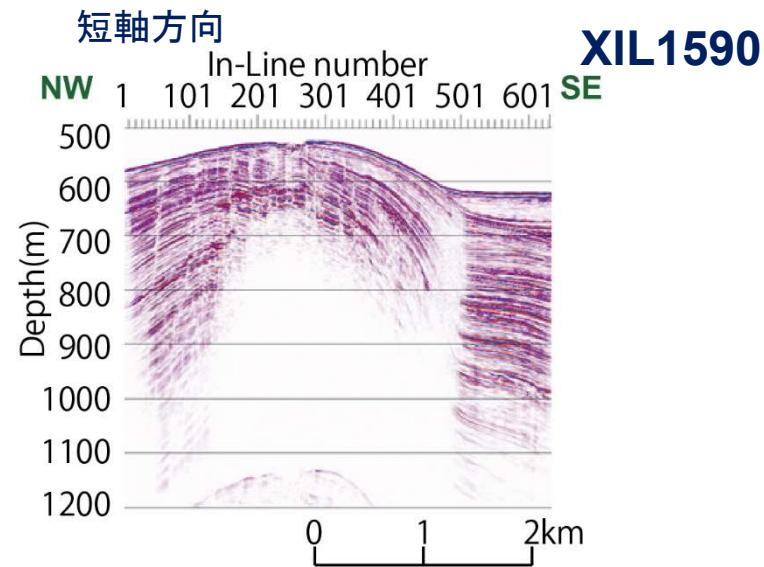
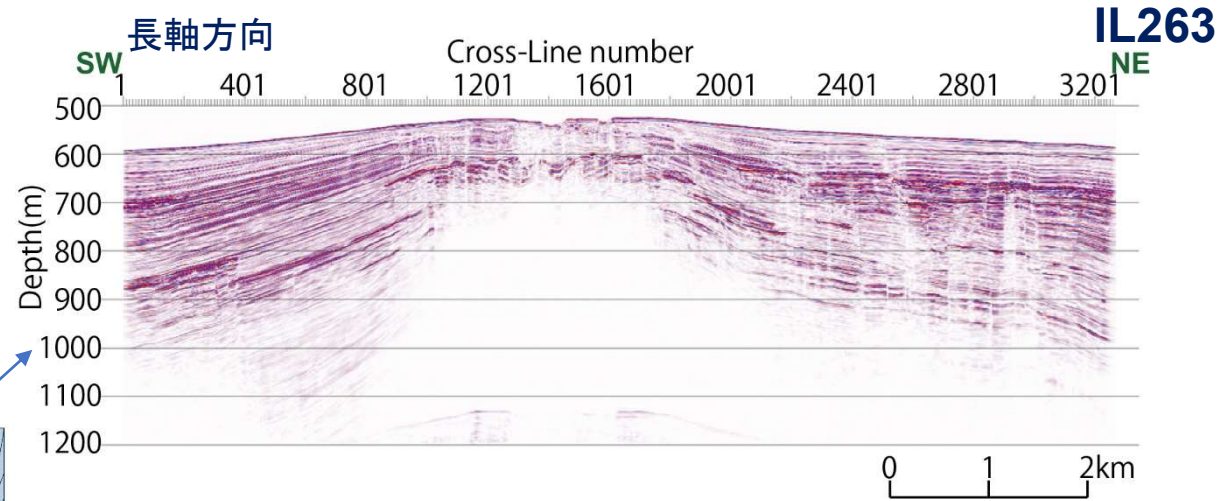
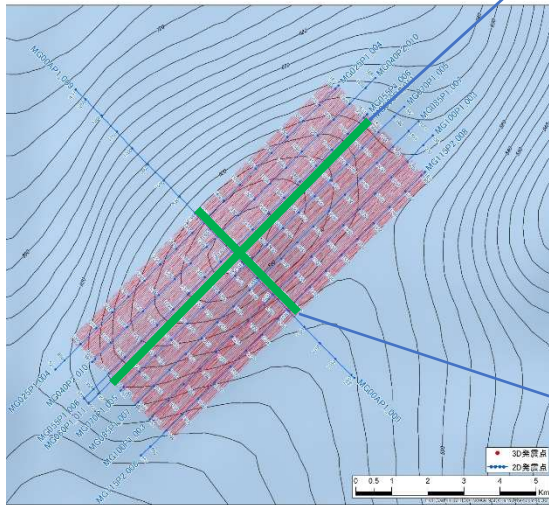
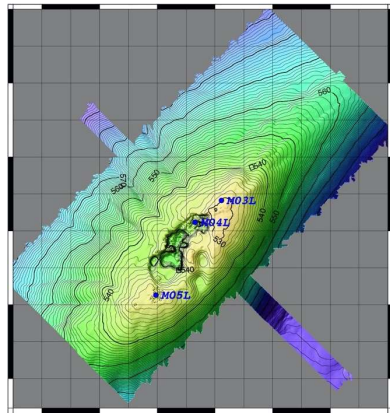


解析結果をHR3Dの解析に用いる

2D測線上で求められた速度を空間的に補間して用いた

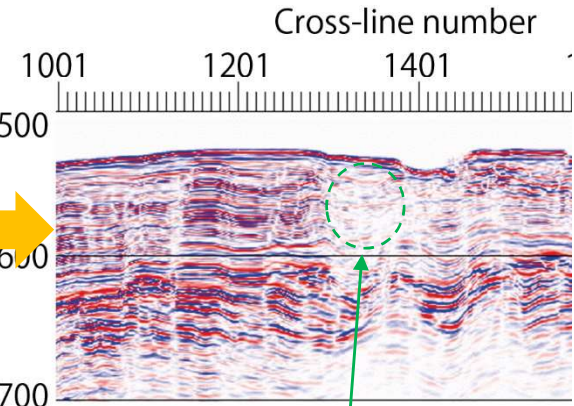
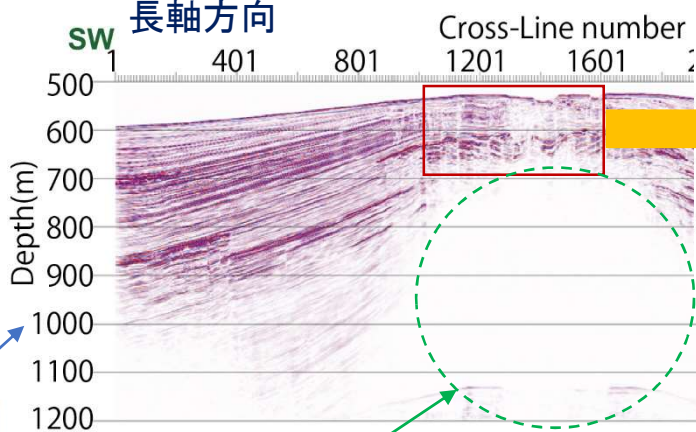
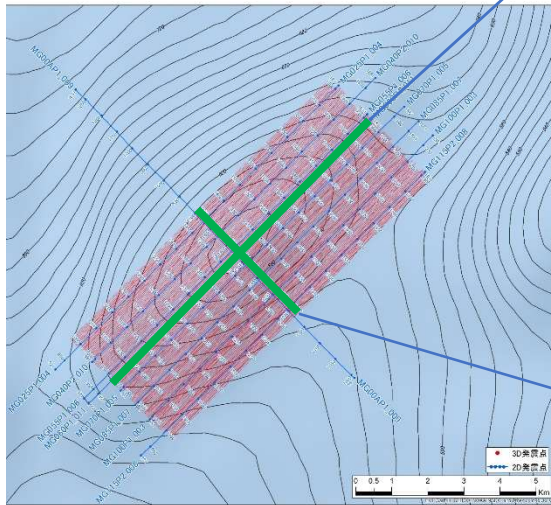
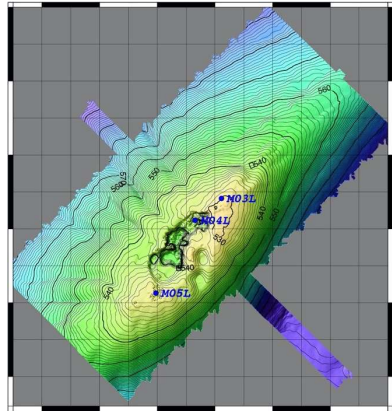






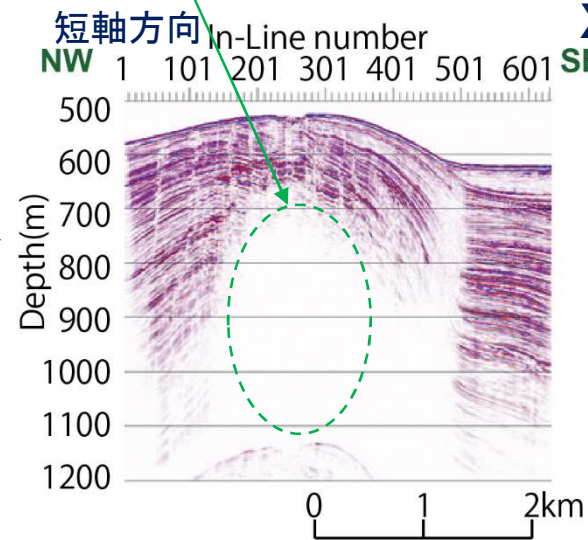


600~650mに強反射面



700m以深の  
音響空白域  
→ガス?

頂部凹地形直下の  
音響空白域  
→MHとの関係?



山形県庄内沖最上トラフ海域で  
高分解能三次元地震探査を実施

海底(深度約500m)～深度約900mまでの  
地下構造を、精度良く三次元的に求めることができた。

海丘の北西側斜面に多数存在する断層の  
走向・傾斜などの地質的特徴が良くとらえられている。

今後、LWDや電磁探査の結果との統合解析を進め、  
表層型MH賦存という観点からの解析を進めていく予  
定である。

令和元年度の  
日本海最上トラフ海域における  
表層型メタンハイドレート胚胎域での  
高分解能三次元反射法探査の実施にあたっては、

山形県（農林水産部、環境エネルギー一部、産業経済部）、  
海上保安庁（海洋情報部、第二、第九管区海上保安本部）、  
山形県漁業協同組合、  
の関係者の皆様にご協力をいただきました。

反射法データ取得は株式会社地球科学総合研究所  
に担当いただきました。

ここに記して感謝の意を表します。