

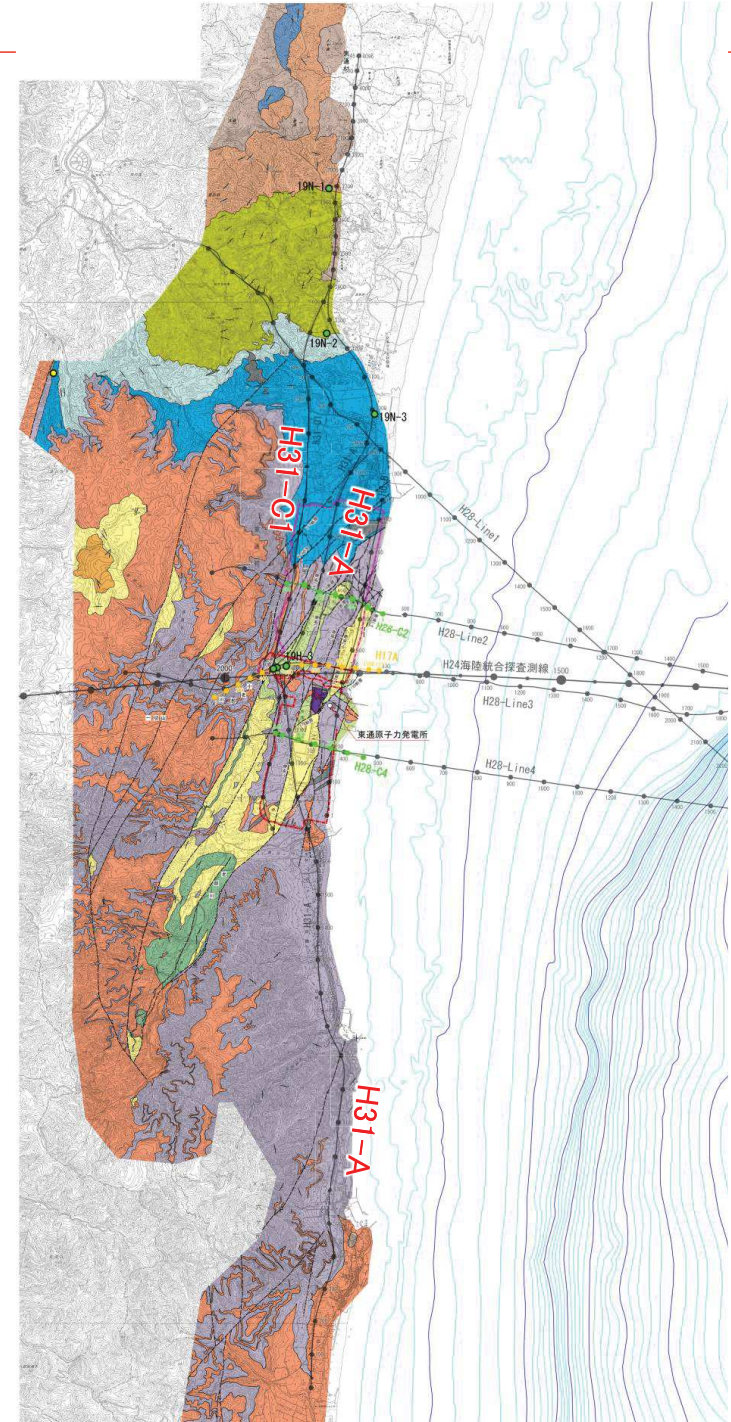
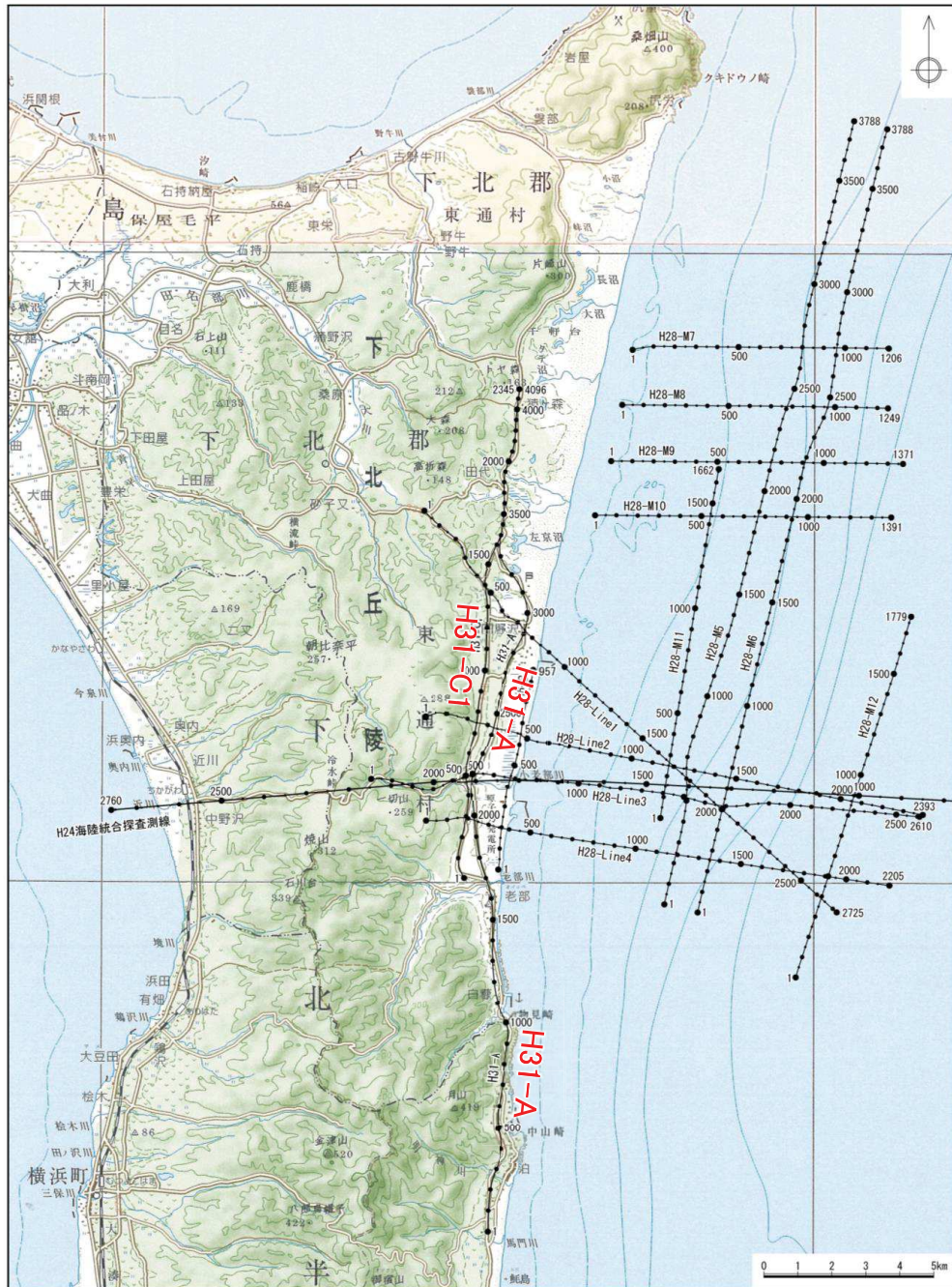
東通原子力発電所
敷地周辺～敷地の地形，地質・地質構造について
(震源として考慮する活断層の評価)
(コメント回答)

(反射法地震探査・検層記録集)

2020年7月17日
東北電力株式会社

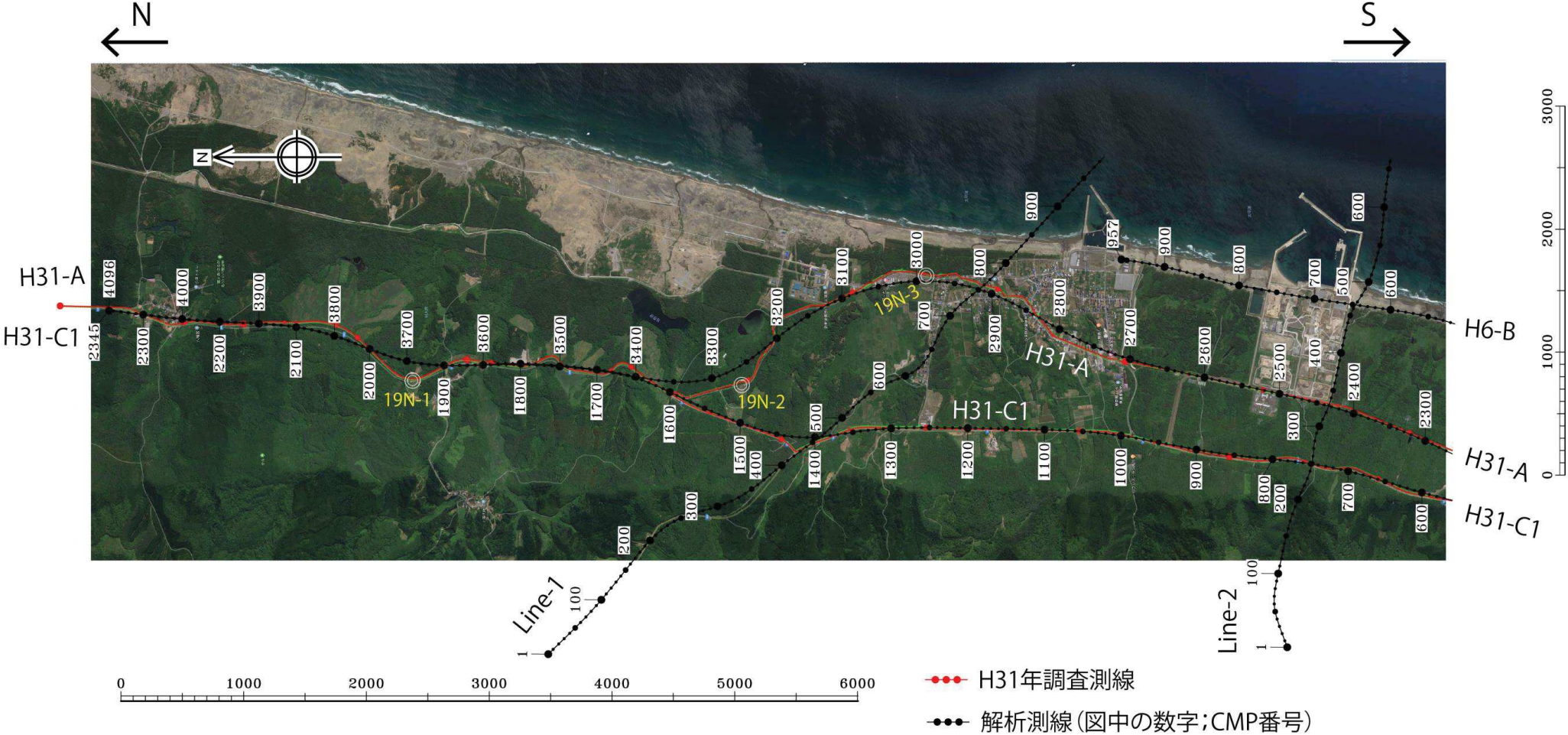
断層の活動性評価に係る反射法地震探査結果

調査位置図

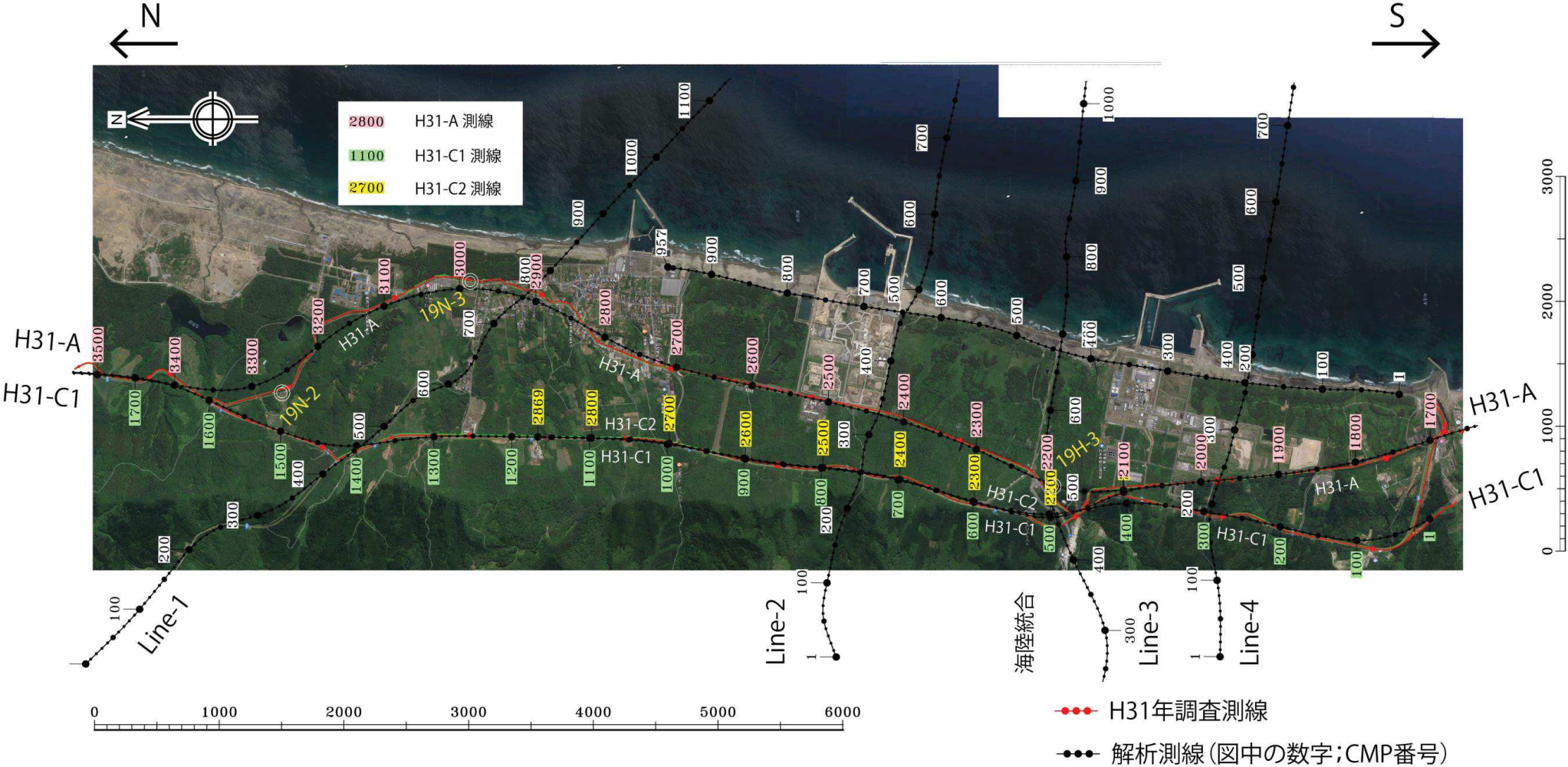


- 凡例
- 目名層 軽石質砂岩層
 - 浦野沢層 泥岩層
 - 砂岩層
 - 砂質泥岩層・礫岩層
 - 泊層 安山岩質(一部玄武岩質)溶岩層
 - 火山砕屑岩類
 - 泊層下部 (東北地塊のみ) 安山岩質溶岩層
 - 猿ヶ森層 泥岩層(砂岩・礫岩含む)
 - 泥質砂岩優勢砂岩泥岩互層
 - 砂岩泥岩互層
 - 礫岩砂岩泥岩互層
 - 挟炭泥岩層
 - 尻屋層群
 - 貫入岩
 - 断層
 - 層理面の走向・傾斜
 - 断層面の走向・傾斜
 - 断層露頭位置・番号
 - 珪酸化石産出露頭位置 (Crucidentacula kanayae zone)
 - ボーリング位置・番号
 - 反射法地震探査解析測線 (数字はCMP番号)
 - 敷地境界(東北電力)
 - 敷地境界(東京電力)
- *東京電力敷地内は東通1号印申請書による

反射法探査測線 詳細位置図(1/3)

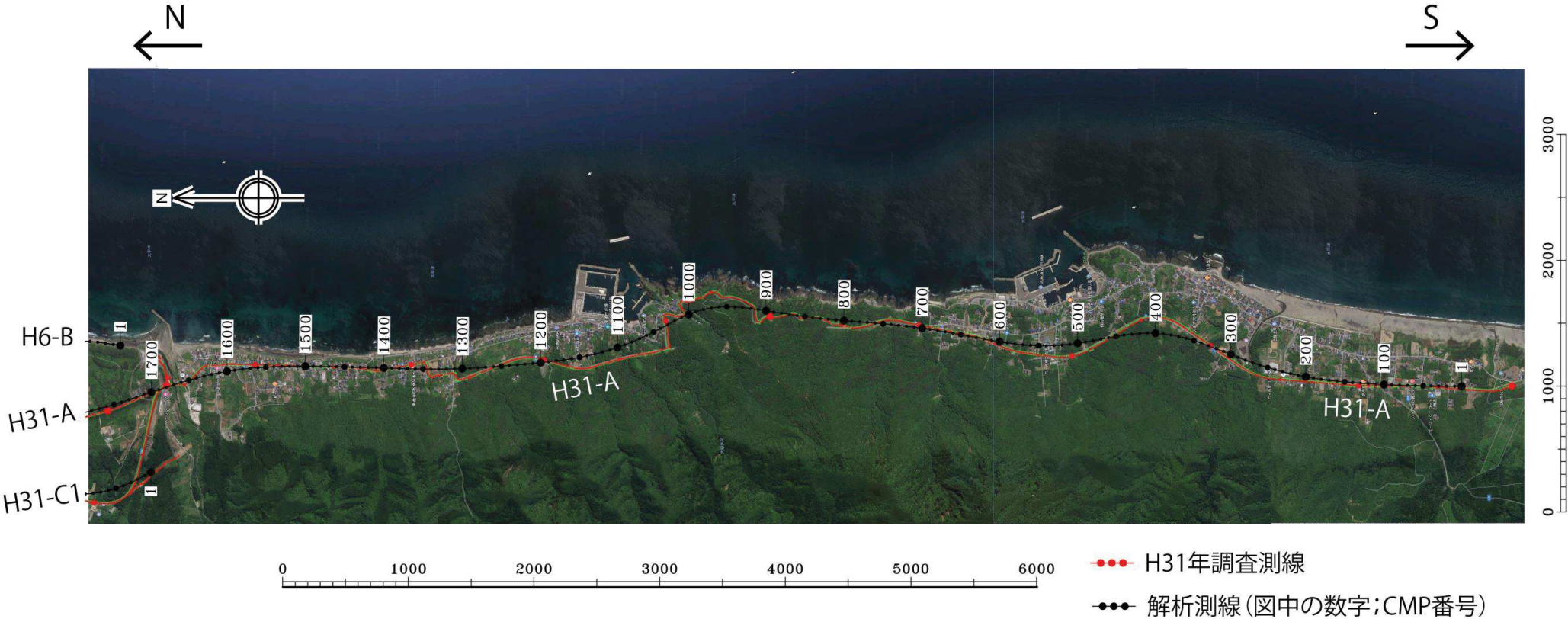


反射法探査測線 詳細位置図(2/3)



(※) H31-C測線は、H31-C1測線と、H31-C2測線に分けて解析を実施

反射法探査測線 詳細位置図(3/3)




反射法探査の仕様

項目	H24海陸統合探査※1	H28海陸連続探査・H28海上音波探査			H31敷地近傍陸域調査	陸域における既往探査	
	深部探査	深部探査(Line測線)	浅部探査(C測線)	深部探査(M測線)	深部探査	深部探査	浅部探査
目的	大陸棚を含む下北半島東部の深部地質構造の解明	敷地～敷地近傍の断層の地下深部の構造を敷地から前面海域の複数の断面で確認			敷地～敷地近傍の地下深部の構造及び既往探査結果による地層区分の整合性確認	東京電力㈱敷地を含めた敷地南北方向の地質構造探査	敷地東西方向の深部地質構造探査
発振源	大型バイブレーター(陸域) エアガン(海域)	火薬(1kg)(陸域) 大型バイブレーター(陸域) エアガン(海域)	火薬(1kg)(陸域) 油圧インパクトター(陸域) エアガン(海域) (一部大型バイブレーター)	エアガン(海域)	大型バイブレーター	大型バイブレーター	油圧インパクトター(陸域) エアガン(海域)
測線(測線長)	H24海陸統合測線(39km)	H28-Line1(18.8km) H28-Line2(16km) H28-Line3(15.5km) H28-Line4(15.4km)	H28-C2(2.2km) H28-C4(1.8km)	H28-M5(23.7km) H28-M6(23.6km) H28-M7(7.0km) H28-M8(7.0km) H28-M9(8.0km) H28-M10(8.0km) H28-M11(9.0km) H28-M12(10.0km)	H31-A(28.4km) H31-C(14.8km)	H28-U5(H6-A)※2 H6-B	H17A
発振点間隔	25m	陸域 25m 海域 12.5m	陸域 6.25mまたは12.5m 海域 5.0m	12.5m, 25.0m	25m	25m 50m(H6-A)	5m
受振点間隔	12.5m	陸域 12.5m 海域 25m	陸域 6.25mまたは12.5m 海域 10.0m	12.5m, 6.25m	12.5m	12.5m	10m
収録チャンネル数	敷地全区間	160ch程度以上	80ch程度以上	12.5m×60チャンネル 6.25m×24チャンネル	280ch以上	120ch	90ch
サンプルレート	2ms	1ms	1ms	1ms	1ms	2ms	1ms
収録記録長	10s以上	3s以上	3s以上	5s(12.5m×60チャンネル) 2s(6.25m×24チャンネル)	5s	5s	3s

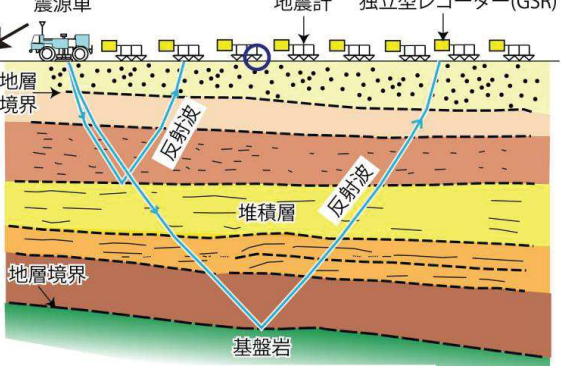
※1 東京電力株式会社, 日本原燃株式会社, リサイクル燃料貯蔵株式会社及び東北電力株式会社の4社より共同で実施
 ※2 H6-A測線については, 南方延長部について平成28年度に反射法地震探査を追加実施し, 両者を統合の上, 測線名を改めH28-U5測線として再解析を実施した。

●震源車(大型バイブレータ2台)



全幅:2.5m 全長:8.6m
全高:3.3m 重量:19t

●反射法地震探査の原理

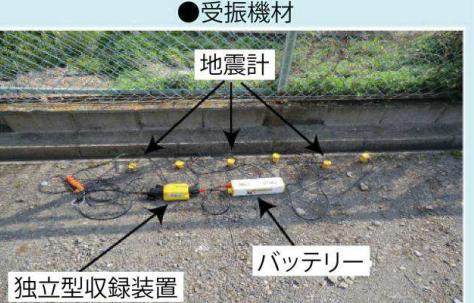


震源車, 地震計, 独立型レコーダー(GSR)

地層境界, 堆積層, 基礎岩


反射波

●受振機材



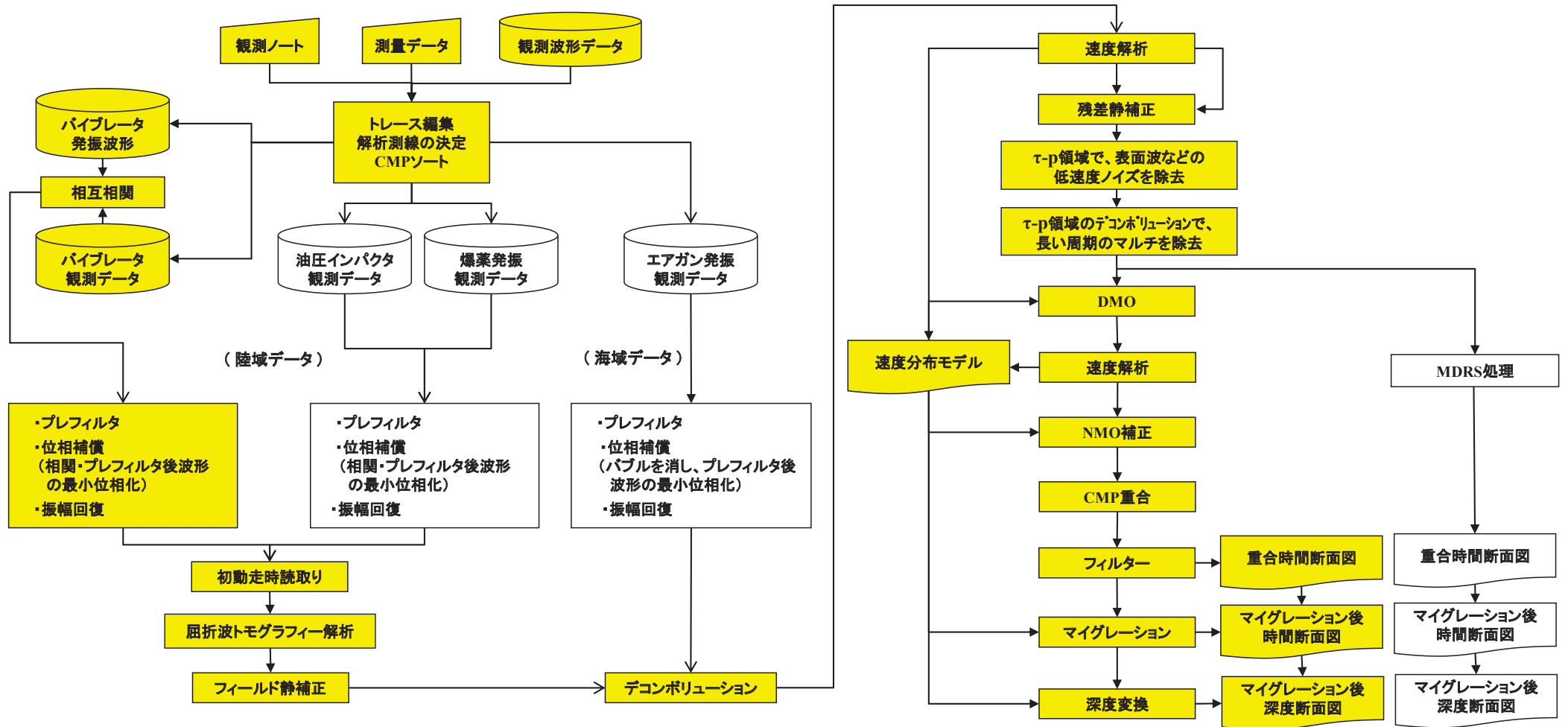
地震計, 独立型収録装置, バッテリー

●地震計等受振機材の設置例



約12.5m間隔で設置

反射法探査の解析フロー



※ H31調査測線の解析手順を黄色で表示

反射法地震探査の解析フロー

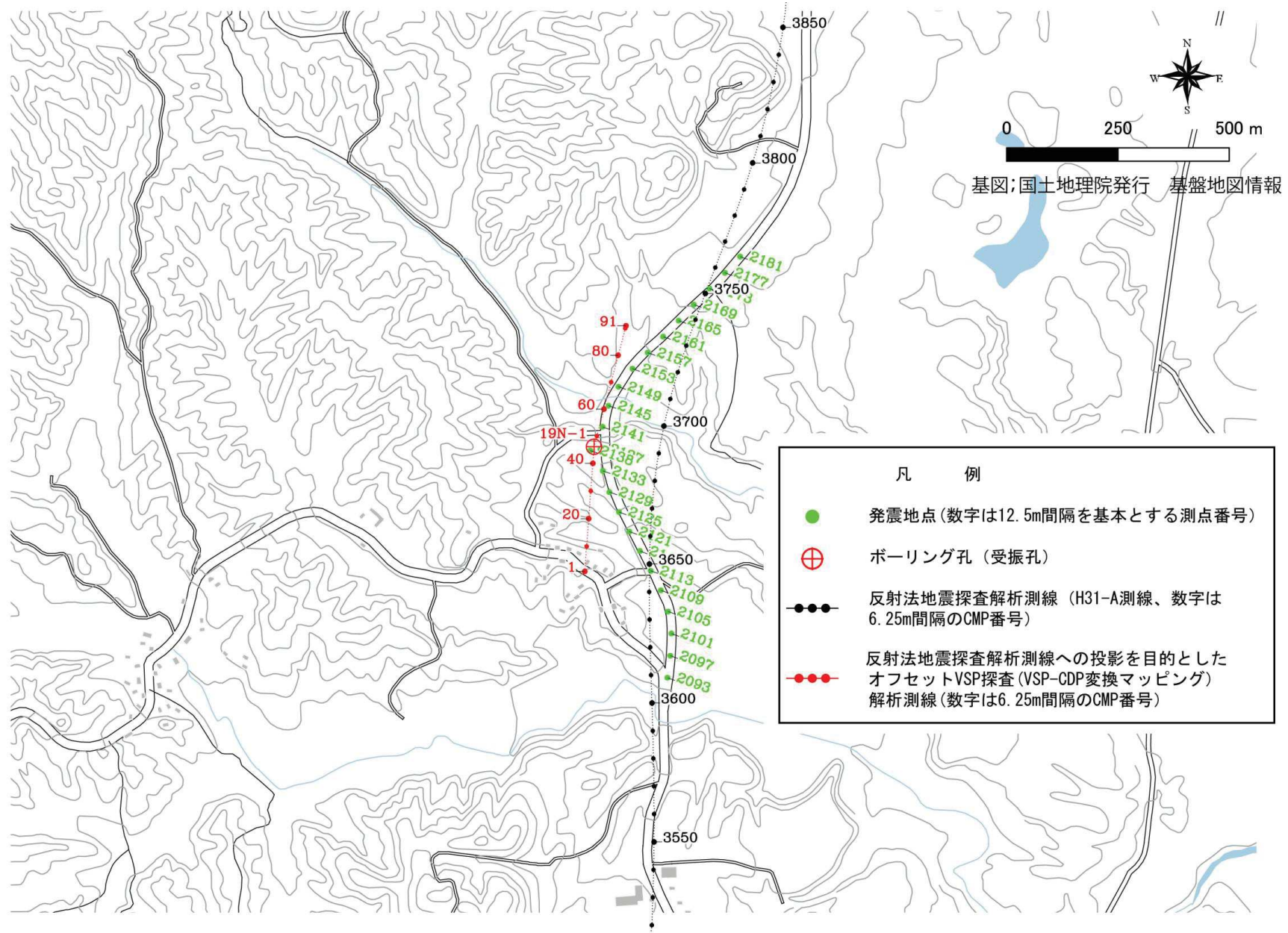
H31年の調査では、反射法地震探査のデータ処理・解析で一般的なCMP重合法による処理・解析を行った。CMP重合法の基本処理として、フィルター等の適用によりS/N比向上、デコンボリューション等による時間分解能向上や多重反射波の低減、CMP重合による反射信号の強調、マイグレーションによる実構造のイメージ化等を行い、深度断面を作成した。

反射法探査の処理パラメータ

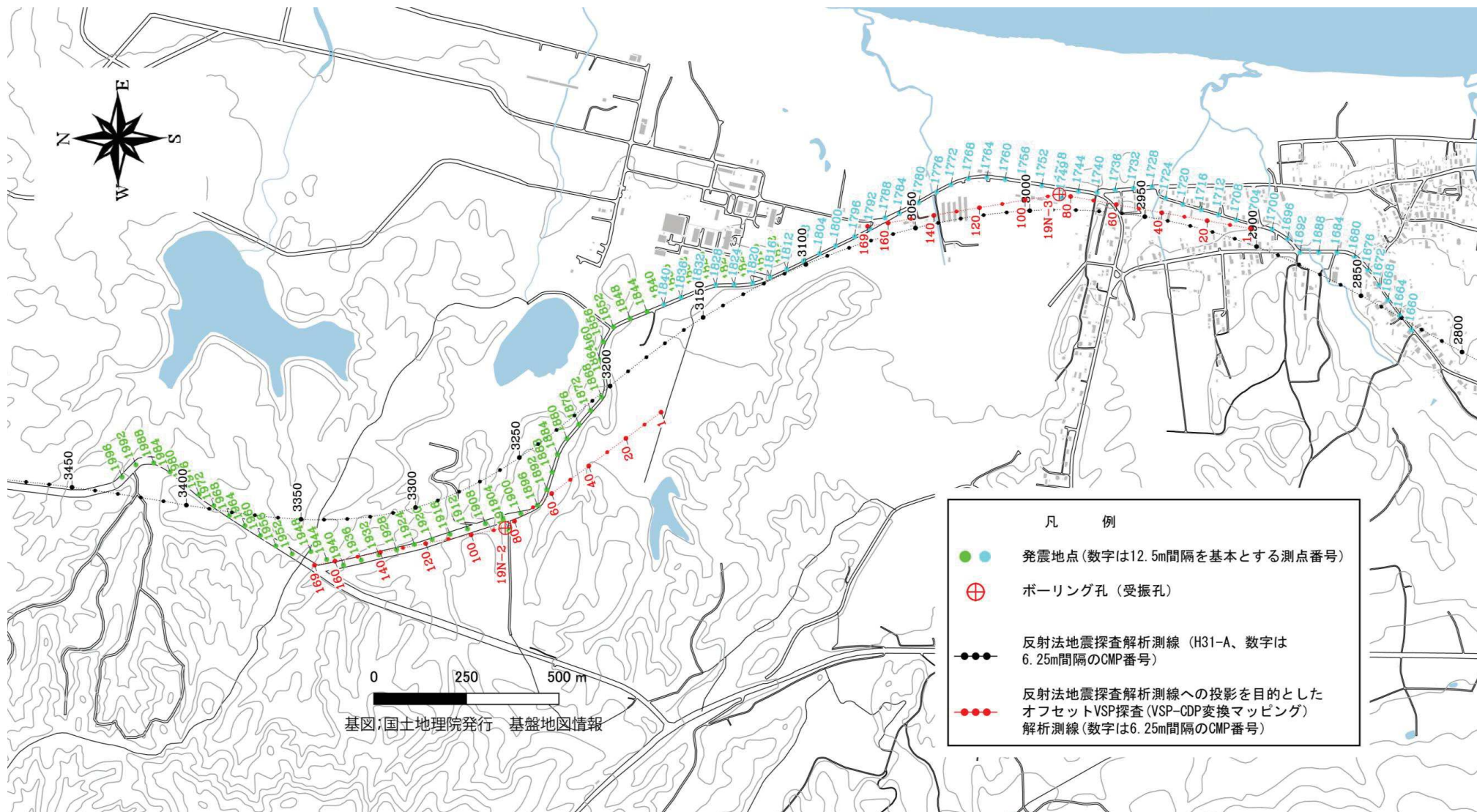
		H31-A測線	H31-C測線 (H31-C1, H31-C2)	
処理名	パラメータ等	設定値		備考
プレフィルタ	バンドパス フィルタ帯域	12~120Hz		
位相補正	—	インパルスに変換するオペレータを設計し適用		
振幅調整	AGC ウィンドウ幅	350msec		
デコン ボリユーション	タイプ	プレディクティブデコン		
	自己相関演算用ゲート長	1000msec		
	フィルタ長	100msec		
	ホワイトノイズ	1%		
	予測距離	5~10msec		
静補正	最大オフセット距離	約500m (屈折波を用いたトモグラフィ解析を実施)		P波初動を読み取った距離
	置換速度	2000m/sec		
	標高補正用速度	2000m/sec		
多重反射波抑制	手法	tau-p領域におけるデコンボリユーション		
速度フィルタ	種類	<tau-p フィルタ>		
DMO	最大オフセット	3800m		
残差静補正	最大許容時間 シフト量(1回当)	15msec		補正量自動算出
	繰り返し 算出回数	5回		
NMO補正	ストレッチミュート適用比率	1.75		
帯域通過フィルタ	タイムバリエーション フィルタ	0~200msec; LowCut 20Hz 200msec~; 2~80Hz		マイグレーション処理後の時間断面に適用

反射法探査の処理パラメータ

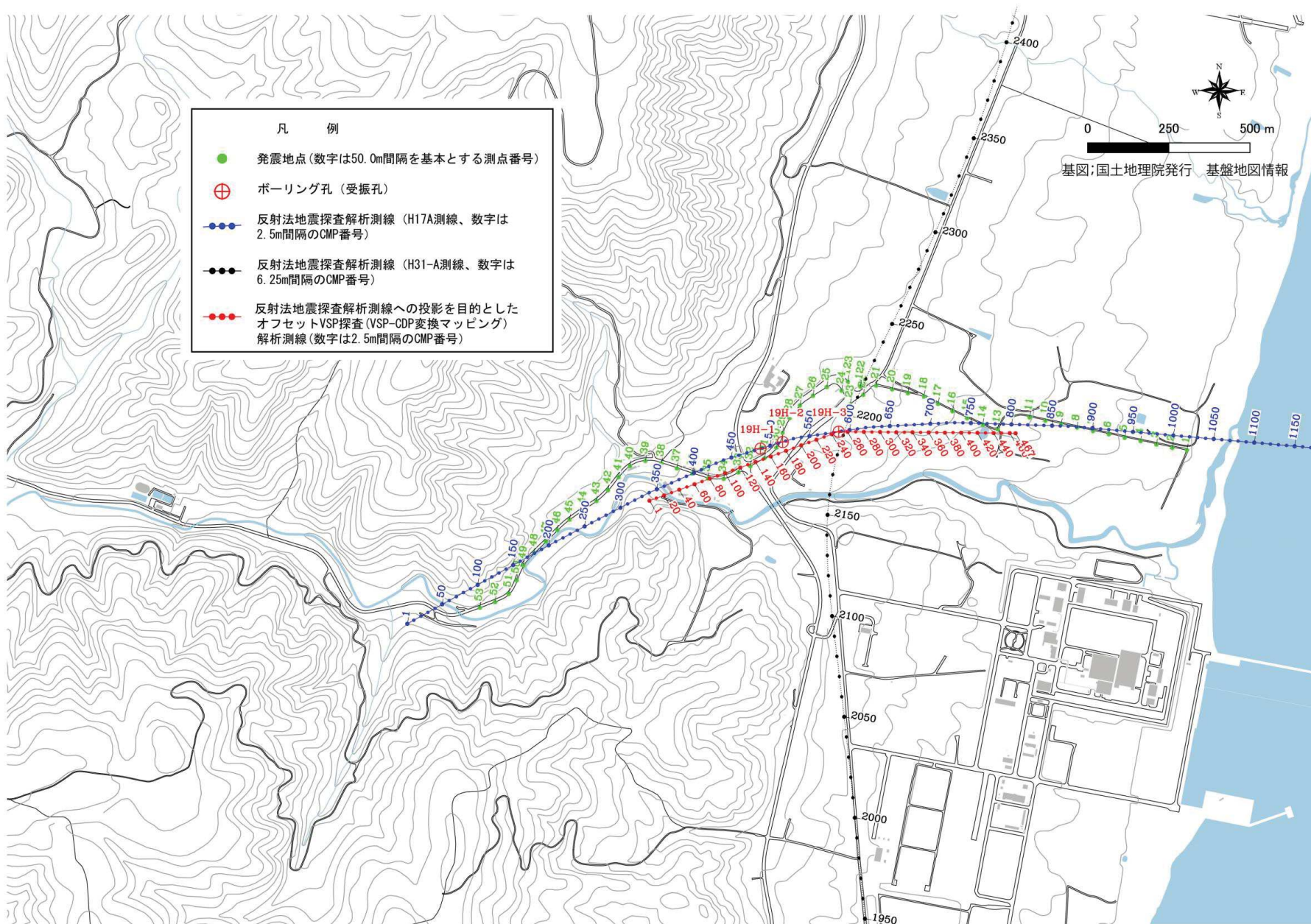
VSP探査測線 詳細位置図(19N-1孔)



VSP探査測線 詳細位置図(19N-2,19N-3孔)



VSP探査測線 詳細位置図(19H-3孔)



VSP探査の仕様

項目		内容				備考
地表発震	波動種別	P波				
	震源	中型P波バイブレータ*1 1台				*1: EnviroVibe (米国IVI社製)
	スイープ周波数及びスイープ長	12~100Hz、20秒				現地テストにより決定
	垂直重合数	5~12回	5~15回	5~11回	5~15回	同一地点におけるスタック数。収録データの品質に基づき決定
	標準発震点間隔	50m	50m	50m	50m	
	発震点数	24点	48点	47点	56点	ゼロオフセット1点を含む
	測点番号	H31-A:2093~2181	H31-A:1812~1996	H31-A:1660~1840	H17A:1~53(122,123)	最寄りの反射法地震探査測点番号
	最大オフセット	545m	1,044m	1,109m	1,231m	ボーリング孔口からの水平距離
孔内受振	受振孔	19N-1孔	19N-2孔	19N-3孔	19H-3孔	
	孔内ツール	DS-150(13式)	DS-150(30式) + DS-250(4式)	DS-150(30式) + DS-250(4式)	DS-150(29式) + DS-250(11式)	DS-150: マグネット固着式、DS-250: アーム固着式(米国GEOSPACE社製)
	受振深度	0~190m	0~500m	0~500m	5~600m	
	受振深度数	39	101	101	120	
	同時収録深度数	13	34	34	40	ケーブルの受振点間隔15mのため3展開
	受振成分数	3	3	3	3	各深度あたりの受振成分数。鉛直1、水平2成分。処理は鉛直成分データ使用。
	受振深度間隔	5m				
	収録記録長	25秒				相互相関処理前の記録長
	受振器	OMNI-2400(固有周波数15Hz、3成分速度型)				米国GEOSPACE社製
	収録装置	Geores ST-D(24ビットデルタシングマ/D型)				米国GEOSPACE社製
サンプリング間隔	1ミリ秒					
データフォーマット	SEG-D					

VSP探査の解析フロー

●震源車 (中型バイブレーター 1台)



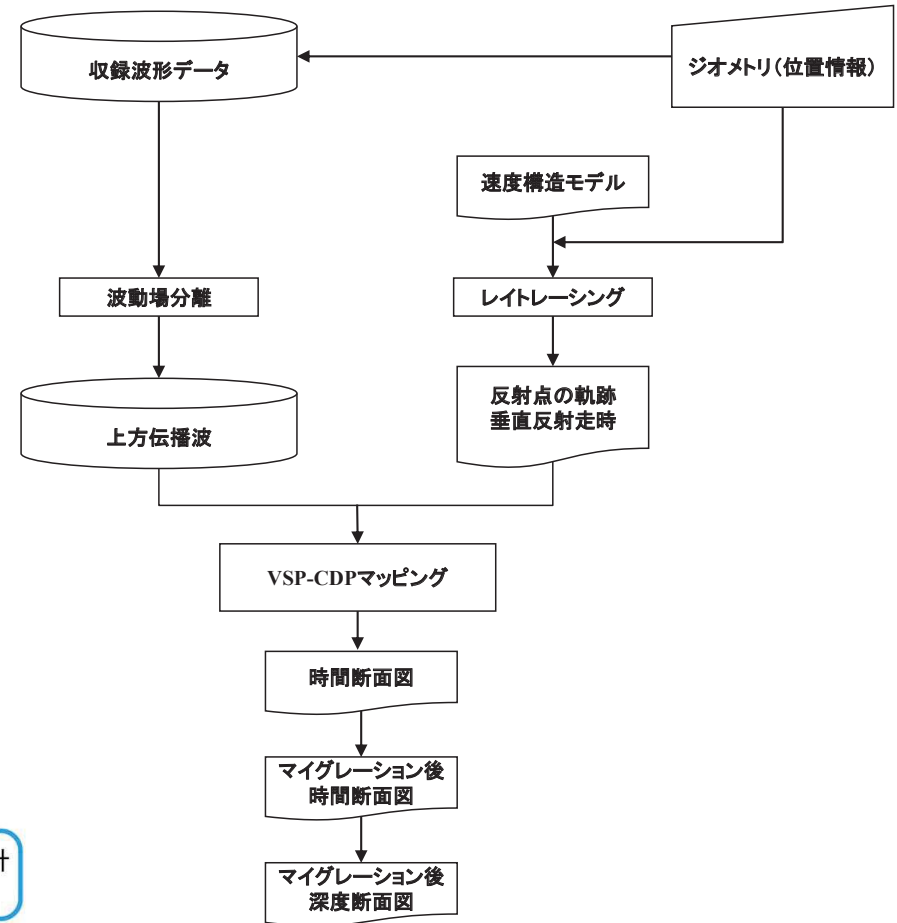
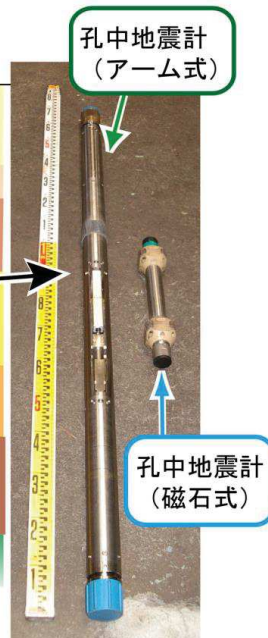
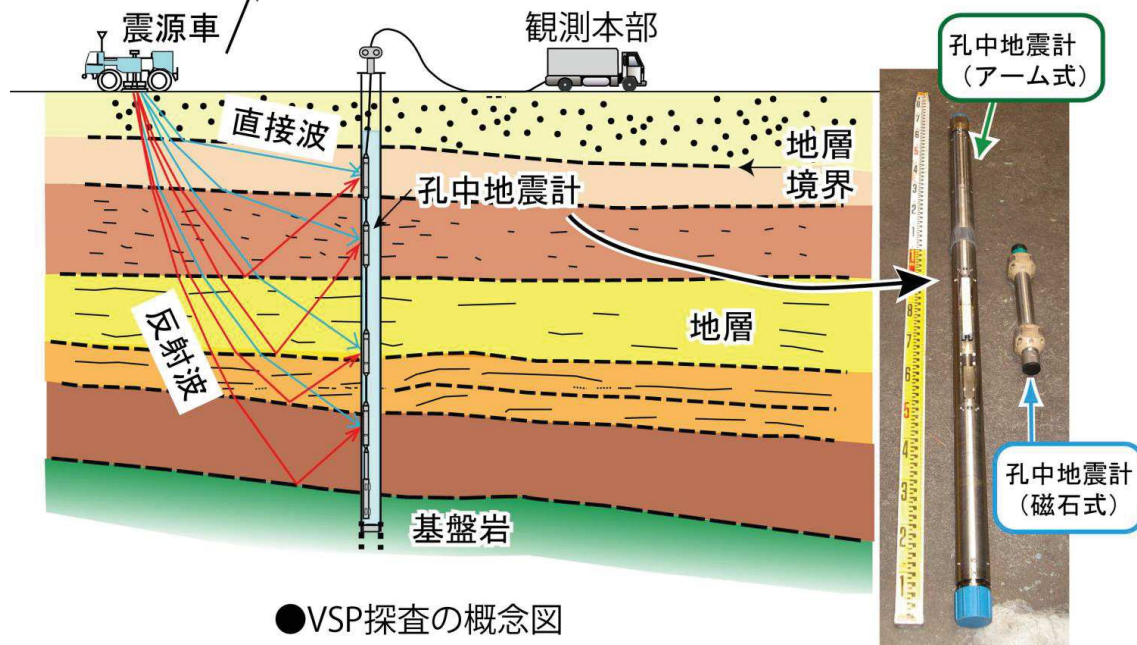
全幅:2.5m 全長:8.6m
全高:3.3m 重量:19t

●震源車 (大型S波震源 1台)

* ボーリング孔口で使用



全幅:2.3m 全長:6.9m
全高:3.1m 重量:8t



VSP探査の解析フロー

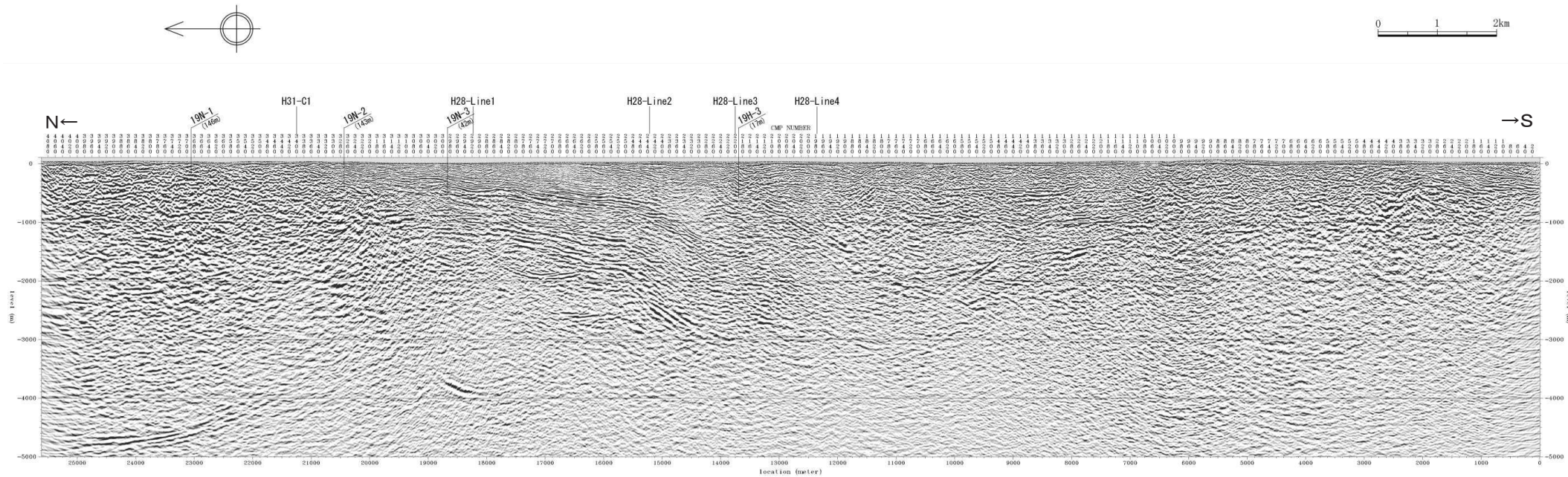
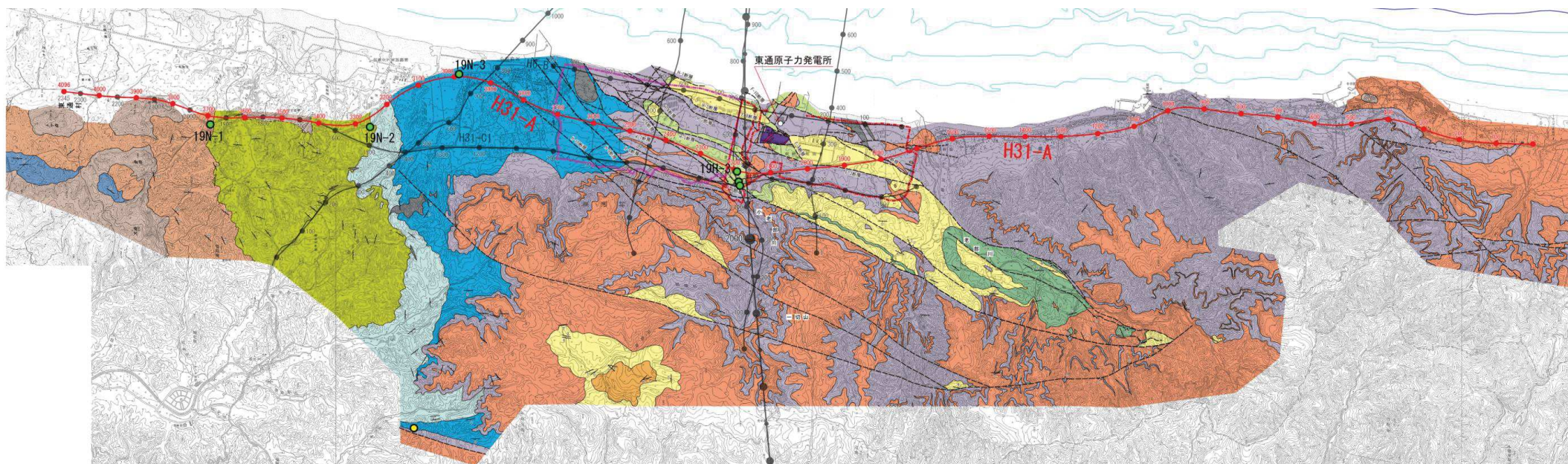
オフセットVSP探査は、ボーリング孔内に多連式の孔中受振器を挿入し固着した上で、近傍の地表に測線長がボーリング孔長の約2倍となる発震測線を設け、中型バイブレーター1台によるP波測定を行ってデータを収録した。標準発震点間隔は50m、孔内受振点間隔は5mである。また、並行してPS検層を実施した。

VSP-CDP変換マッピング法の基本的なデータ処理は、大きく、2つの前処理
①収録した波形データ(一般には孔口近傍で発震することにより収録したゼロオフセット波形データ)やPS検層結果から速度構造モデルを構築、構築した速度モデルと収録配置から反射点の軌跡や垂直反射走時を求めるレイトレーシングと、②収録した波形データから複数のトレースを利用して上方伝播反射波を抽出する波動場分離を経てマッピング処理を行う。

VSP探査の処理パラメータ

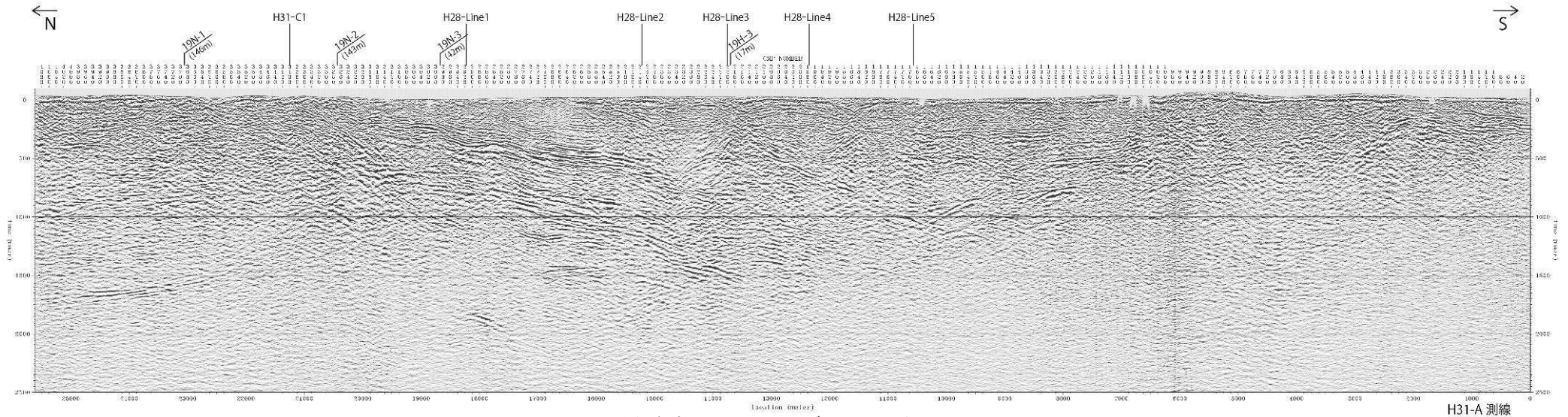
	波動種別 受振孔	P波				
		19N-1	19N-2	19N-3	19H-3	
	処理対象受振成分	鉛直				
処理名	パラメータ	設定値				備考
プレフィルタ	バンドパスフィルタ帯域	6~130Hz				
位相補正	—	インパルス変換オペレータを設計し適用				
振幅調整	AGCウィンドウ幅	400msec				
デコンボリューション	自己相関演算用ゲート長	1,200msec				スペクトラルホワイトニング
	フィルタ長	120msec				
	ホワイトノイズ	5%				
直達波低減	種類	メディアンフィルタ				初動を一定速度にタイムシフト後
	低減速度範囲等	初動を一定速度に並べた後				
チューブ波等低減	種類	メディアンフィルタ				
	低減速度範囲	800~1,600m/s				
上方伝播反射波抽出	種類	メディアンフィルタ				
	抽出速度範囲	2,000~6,600m/s				
静補正	データ源	H31-A測線の発震点静補正量			H28-line3測線の発震点静補正量	
	置換速度	2,000m/sec				
	標高補正用速度	2,000m/sec				
マッピング用速度モデル	作成法・特徴	ダウンホール検層結果(速報)から作成した水平成層モデル				
ノイズ抑制	ミキシング	5トレース(ウェイト0.6,1,1,1,0.6)				

測線図・H31-A断面



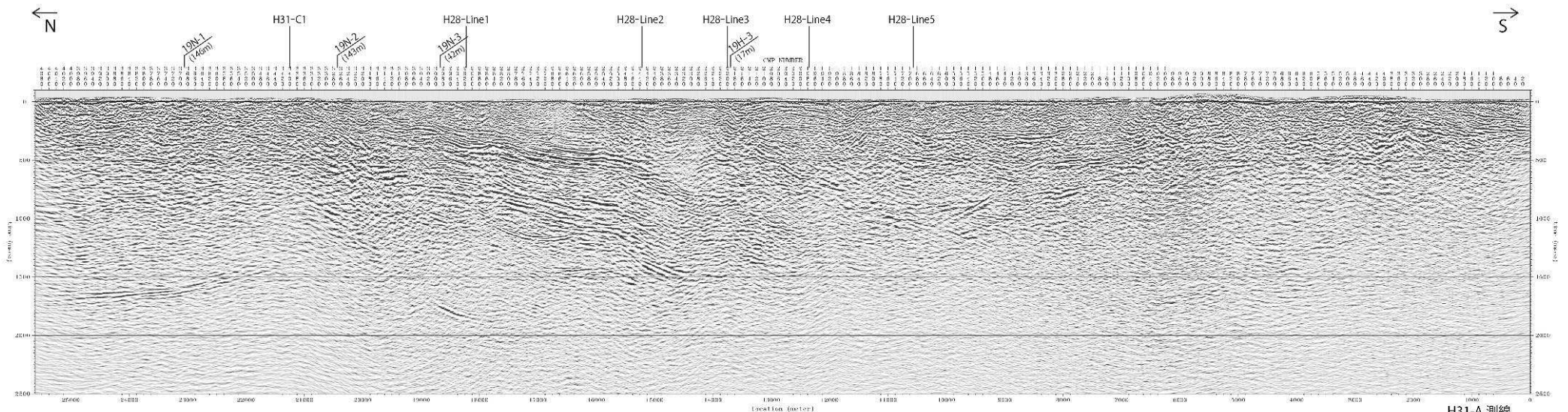
深度断面図

H31-A測線①



重合後時間断面図 (マイグレーションなし)

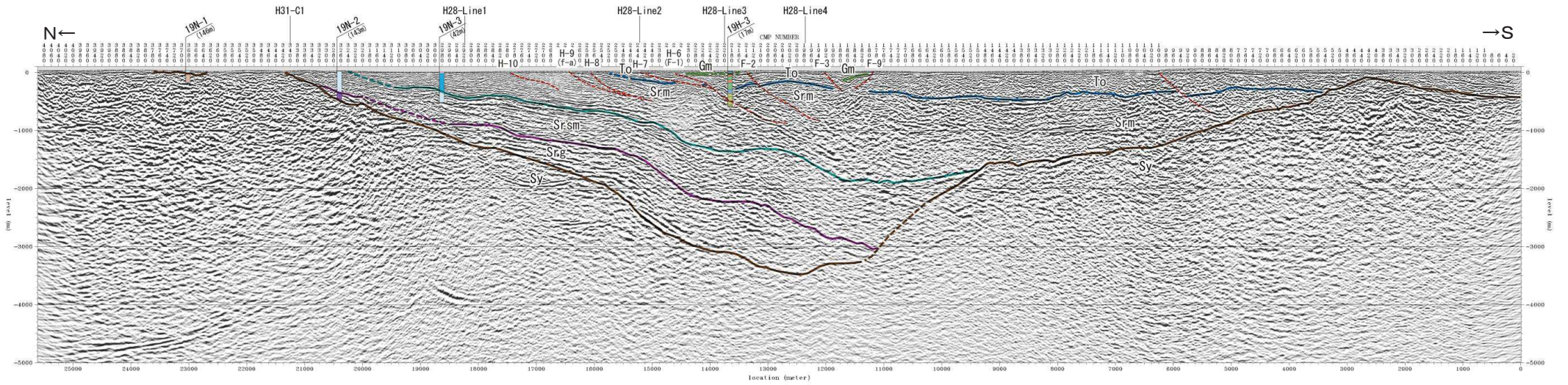
H31-A 測線



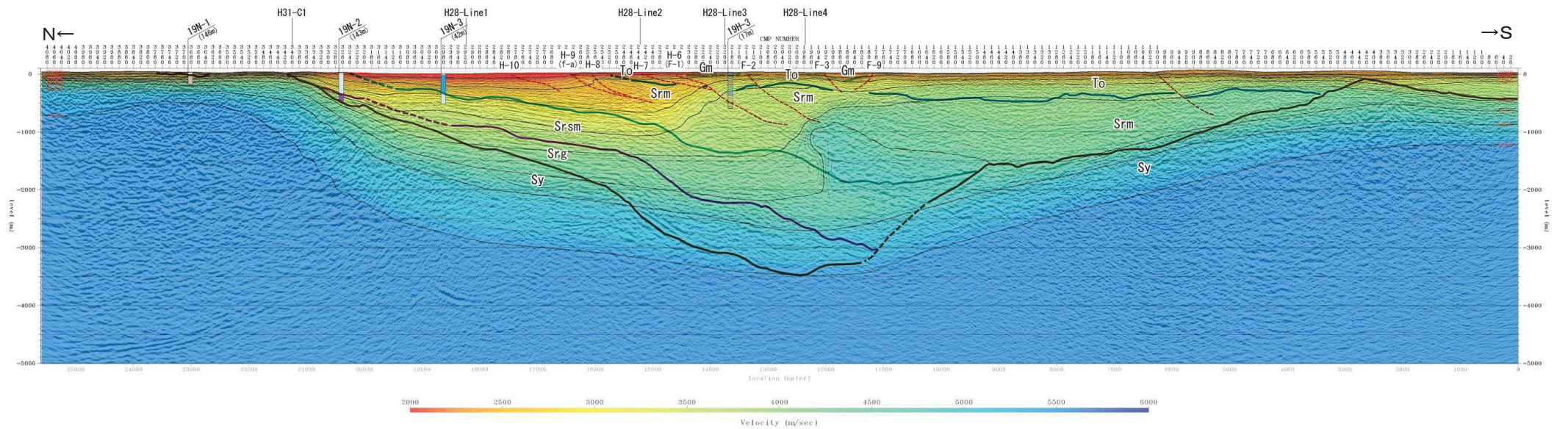
マイグレーション後時間断面図

H31-A 測線

H31-A測線②

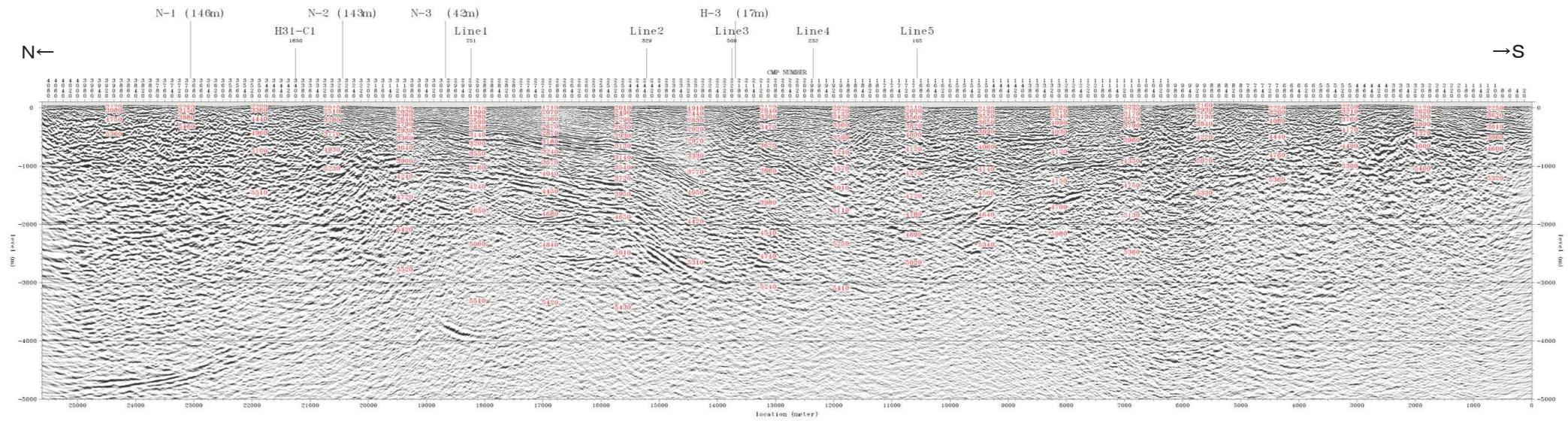


深度断面図(解釈あり)

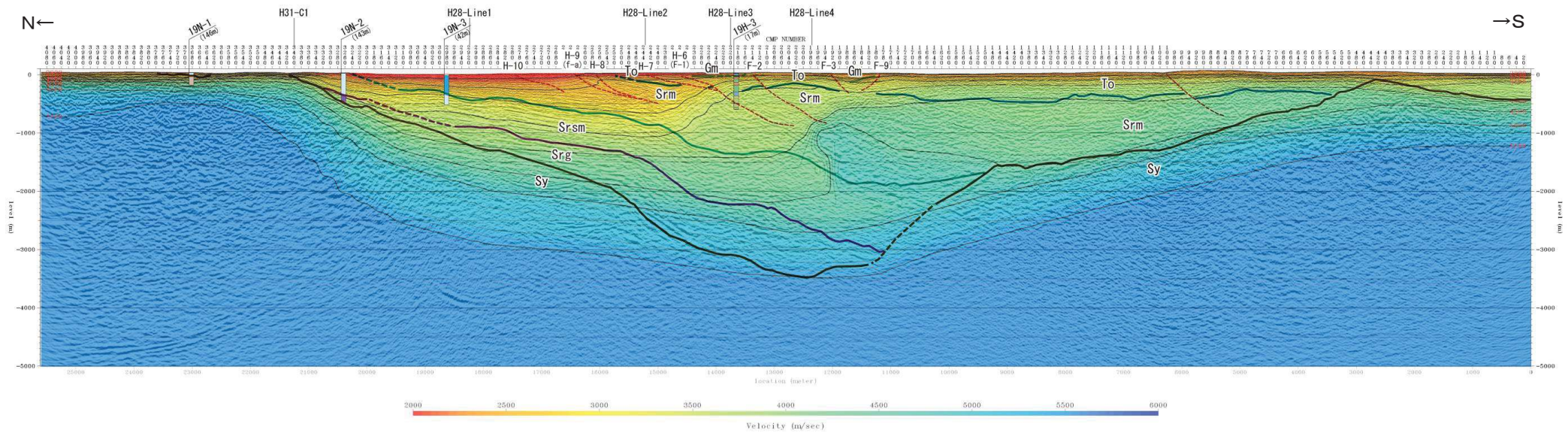


深度断面図(速度構造・解釈あり)

H31-A測線③

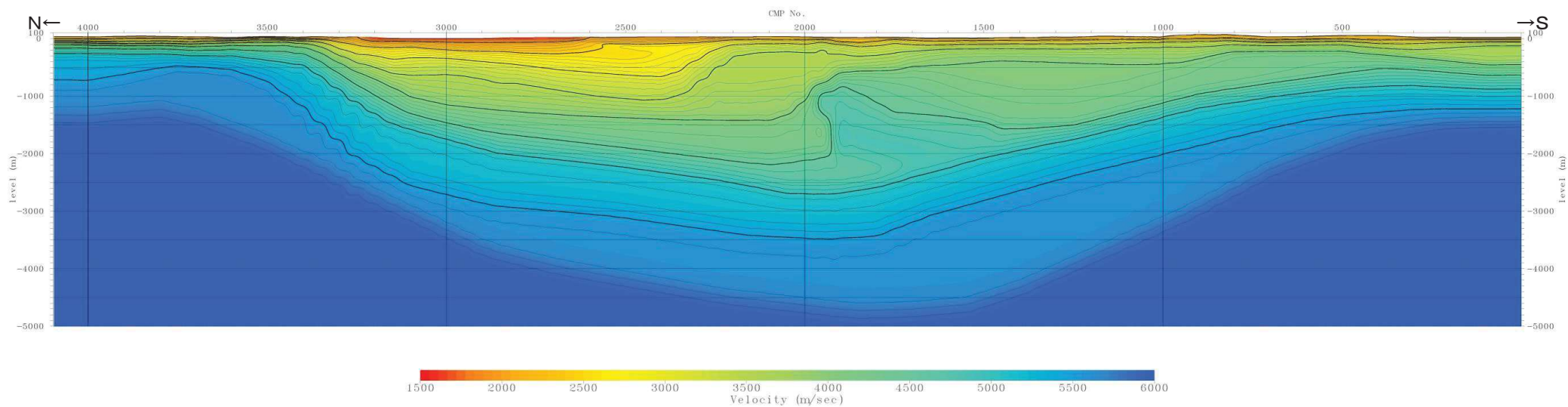


深度断面図(区間速度)



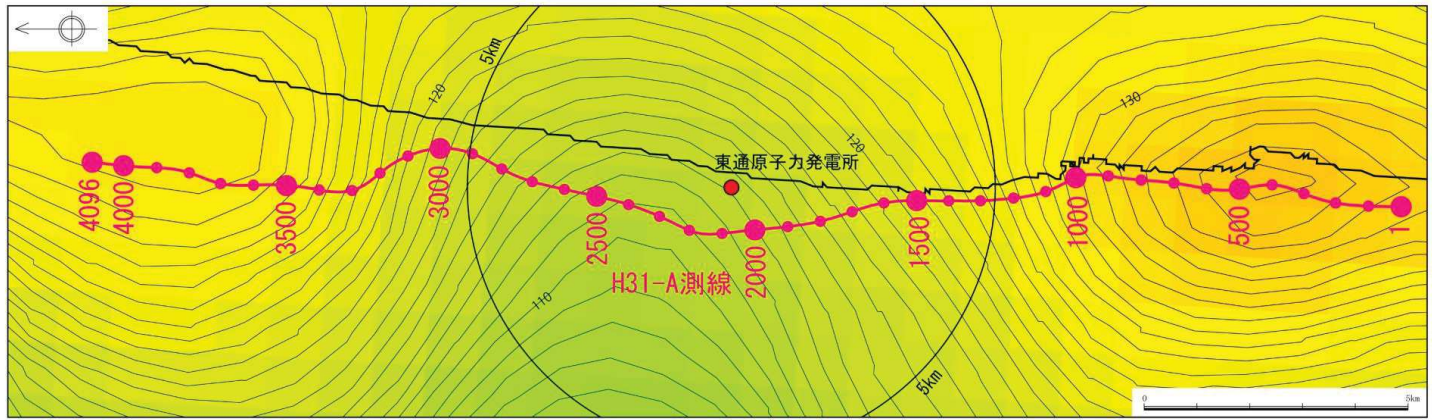
深度断面図(速度構造・解釈あり)

H31-A測線③

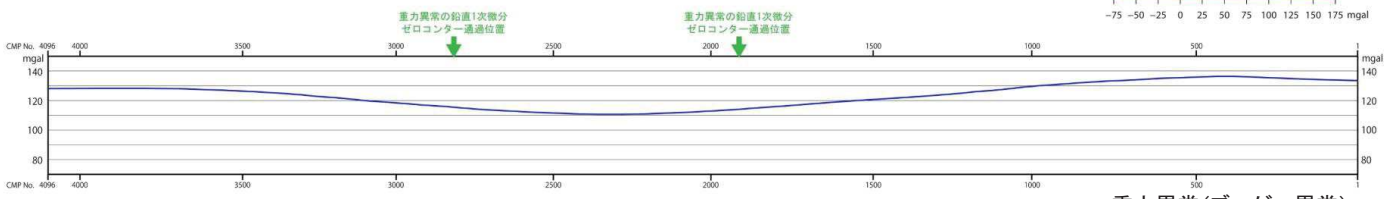


区間速度分布図

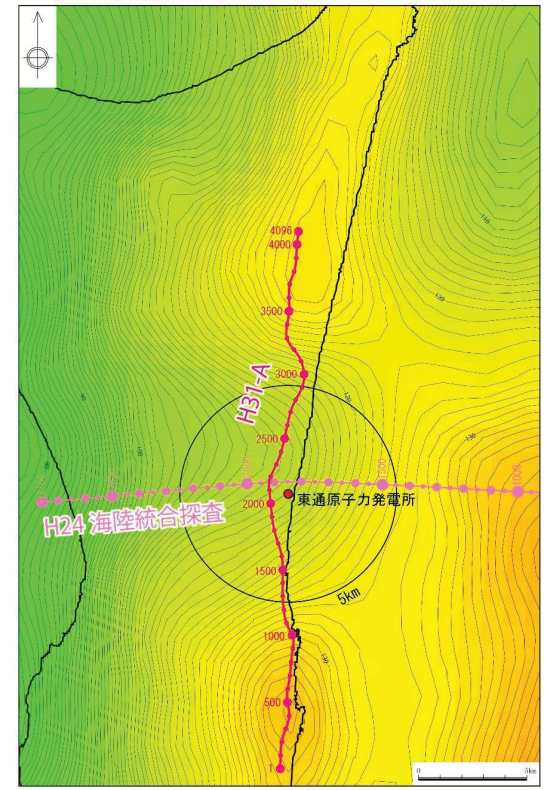
H31-A測線 重力異常との関係



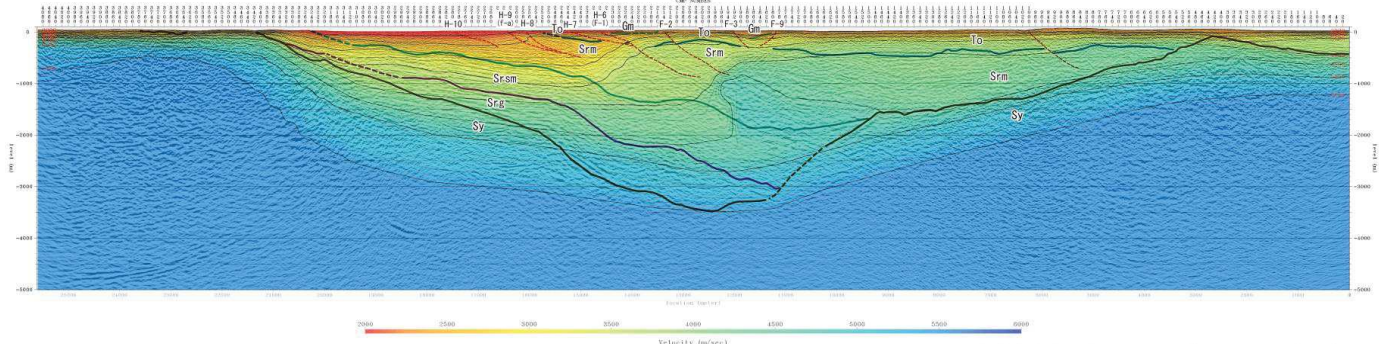
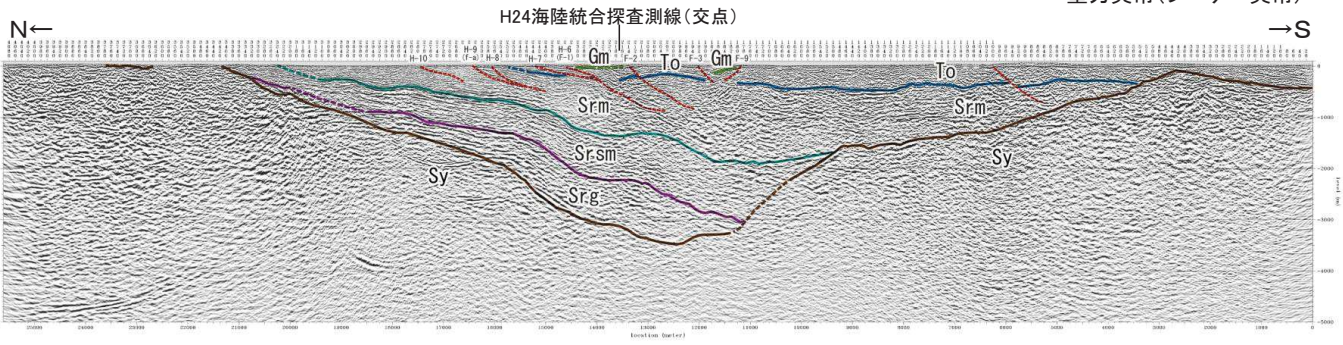
ブーゲー異常



重力異常(ブーゲー異常)

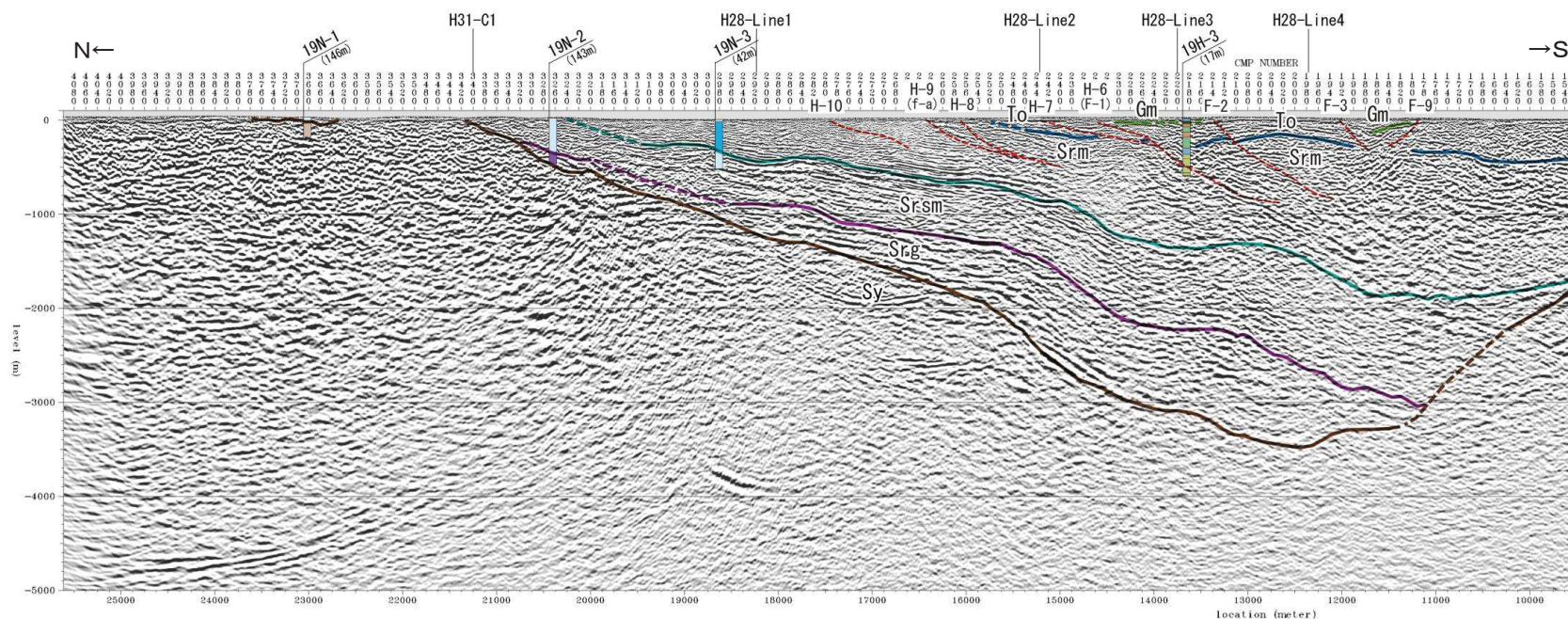


ブーゲー異常

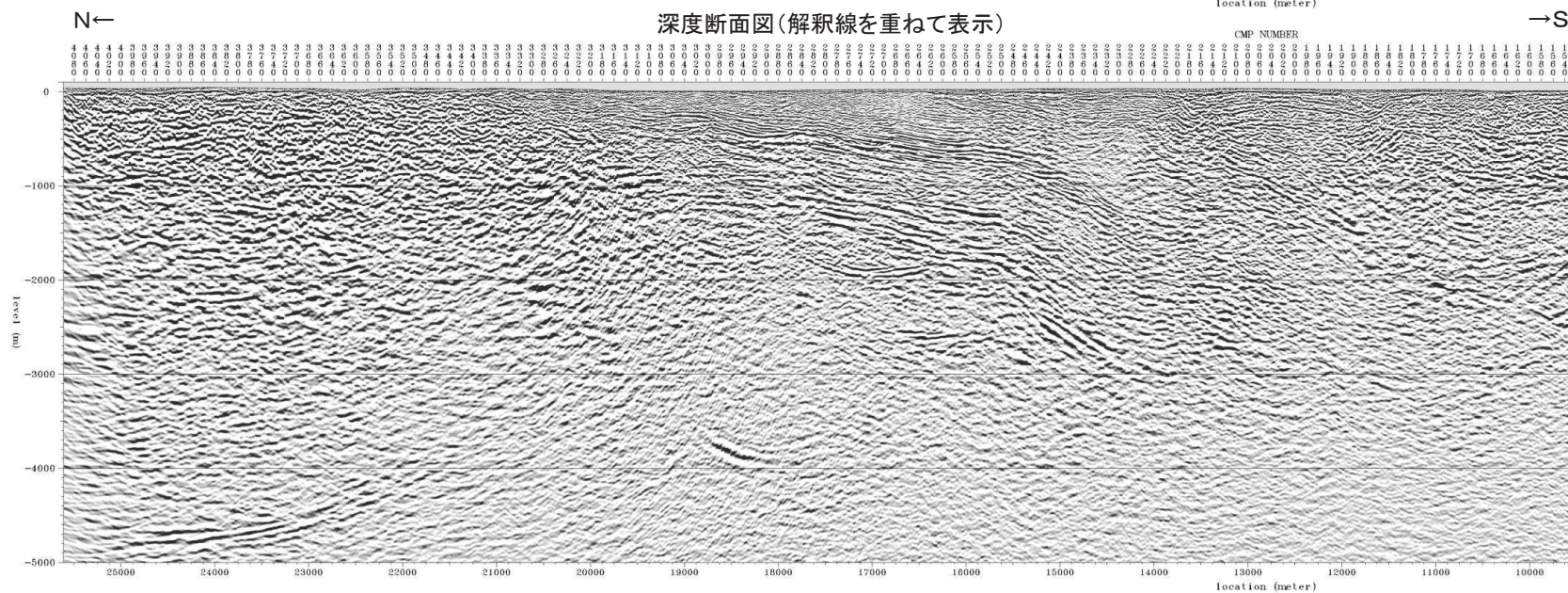


地質時代	陸域		海域	
	新砂丘堆積物			
第 四 紀	完新世	沖積層	A層	
	更新世	段丘堆積物	B層	
新 鮮 世	中期		C層	
	前期	砂子又層	D層	
新 中 世	後期	目名層	E層	
	中期	蒲野沢層		
	紀 世	前期	泊層	F層
			泥岩層	
		猿ヶ森層 砂岩泥岩交互層		
先新第三紀		換炭泥岩層	G層	
		尻屋層群		

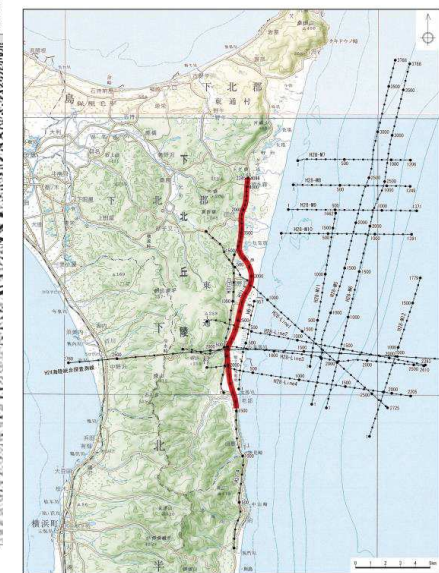
H31-A測線 敷地北方



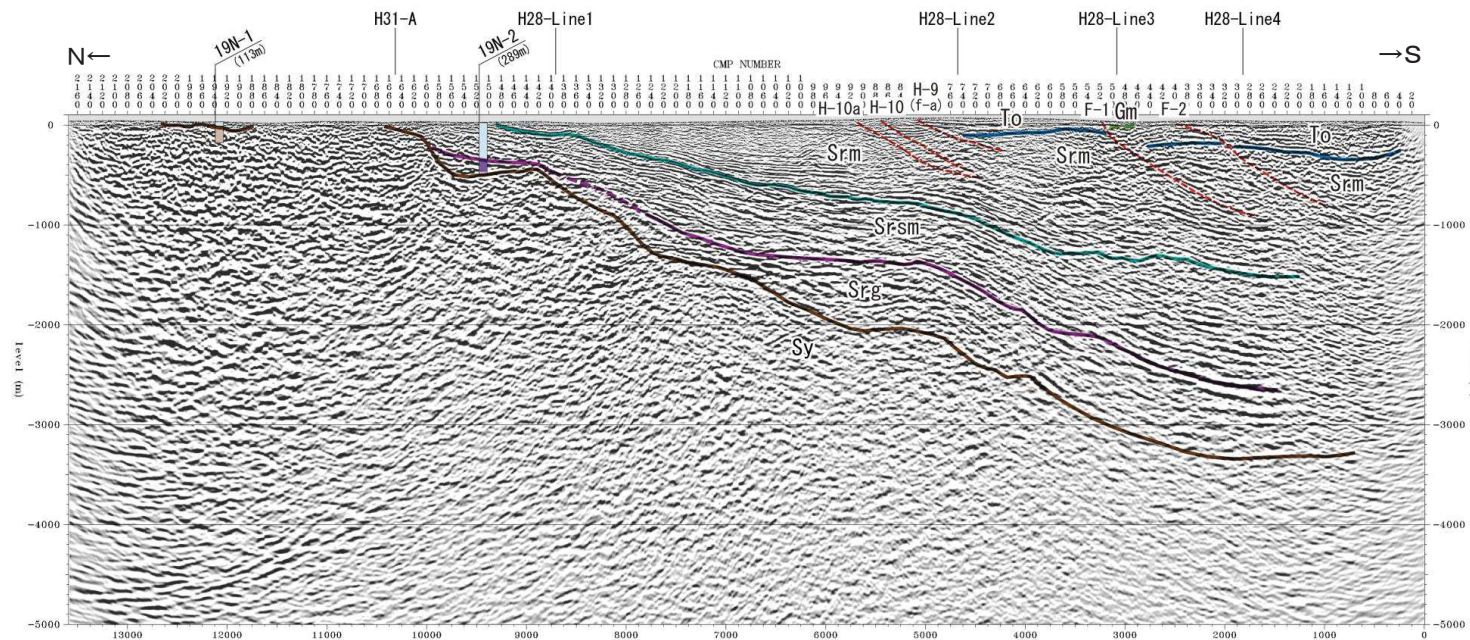
地質時代	随域	海域	
第四紀	新砂丘堆積物	A層	
	沖積層		
	段丘堆積物	B層	
		C層	
鮮新世	砂子又層	D層	
第三紀	後期	E層	
	目名層		Mn
	中期	蒲野沢層	Gm
	前期	泊層	To
先新第三紀	泥岩層	F層	
	猿ヶ森層 砂岩泥岩礫岩互層		Srsm
	狭炭泥岩層		Srg
	炭層群	Sy	
		G層	



深度断面図

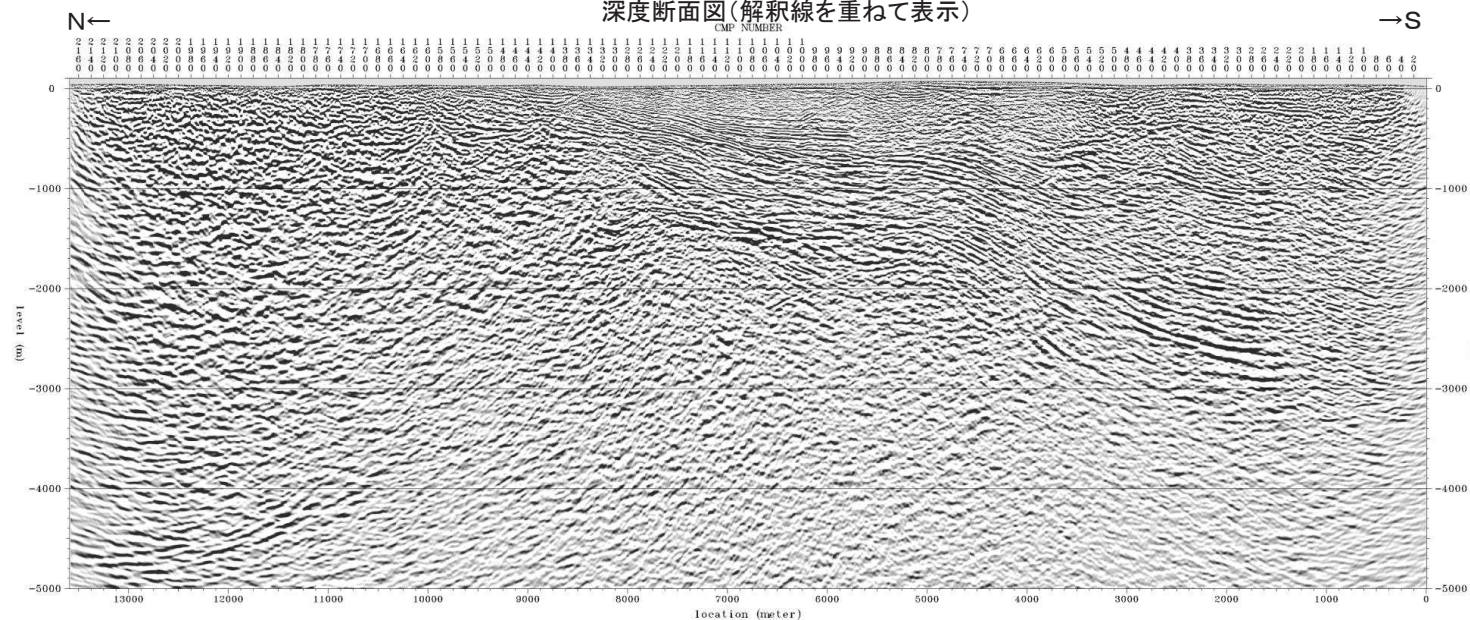


H31-C1測線①

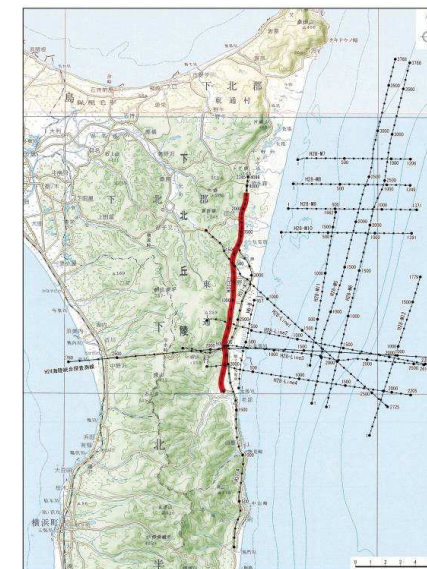


地質時代	陸域	海域
第四紀	完新世 新砂丘堆積物 沖積層	A層
	後期 段丘堆積物	B層
	中期	C層
	前期 砂子又層	D層
第三紀	鮮新世	Sn
	後期 目名層	Mn
	中期 薄野沢層	Gm
	前期 泊層	To
	前期 泥岩層 猿ヶ森層 砂岩泥岩礫岩互層 抜炭泥岩層	Sr.m Sr.sm Srg
先第三紀	灰屋層群	Sy G層

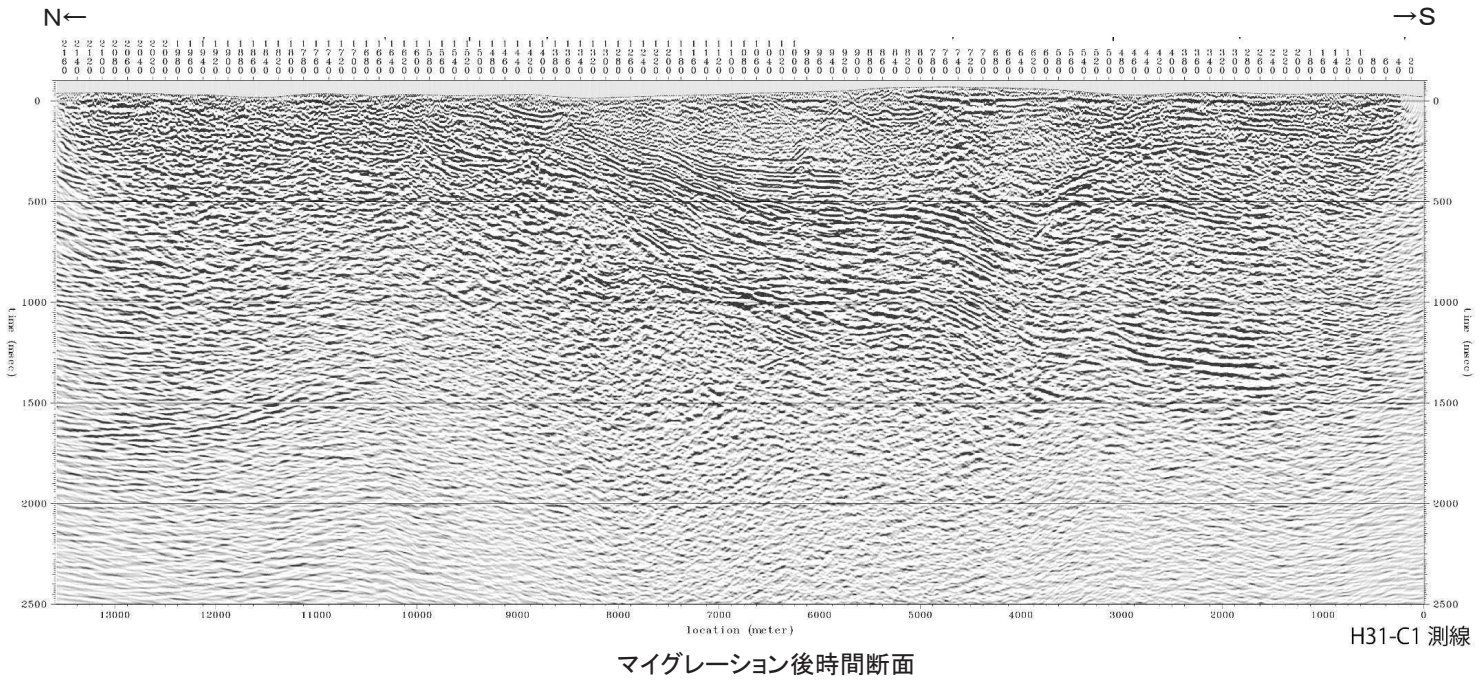
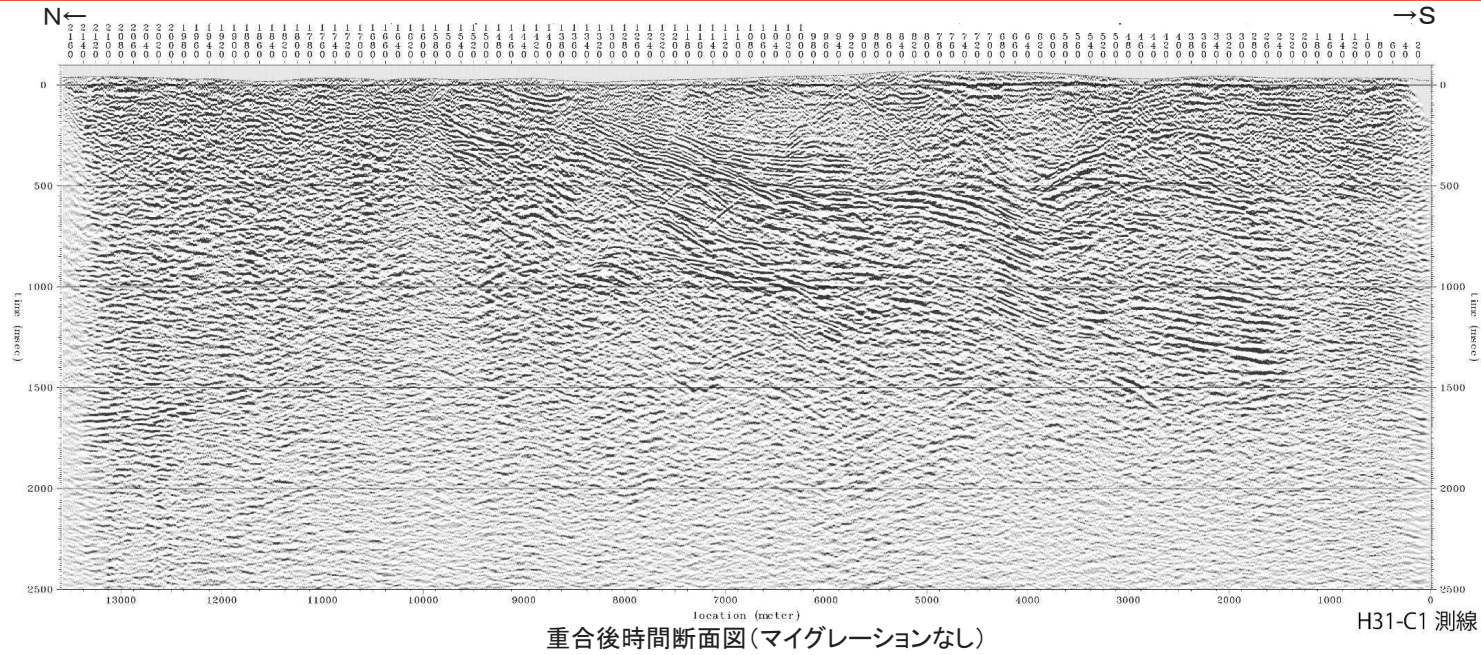
深度断面図(解釈線を重ねて表示)



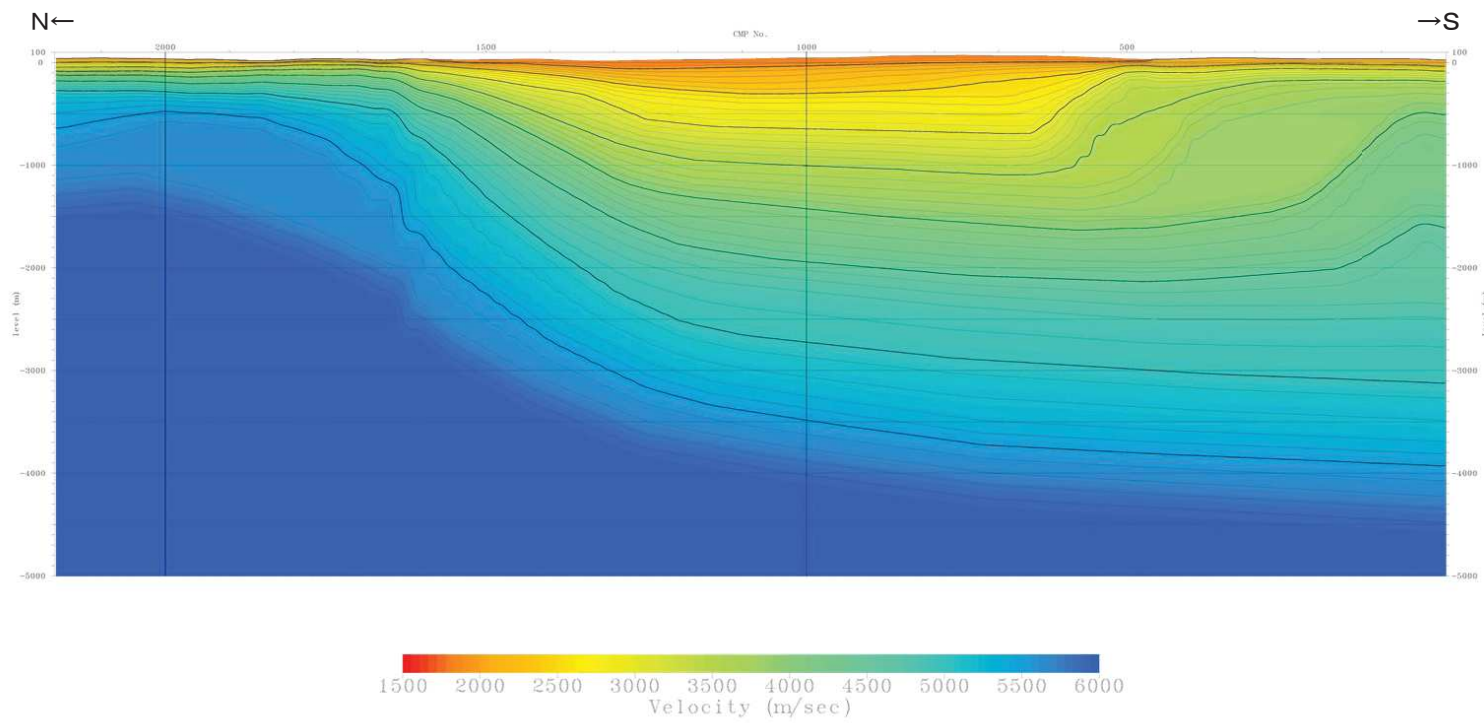
深度断面図



H31-C1測線②

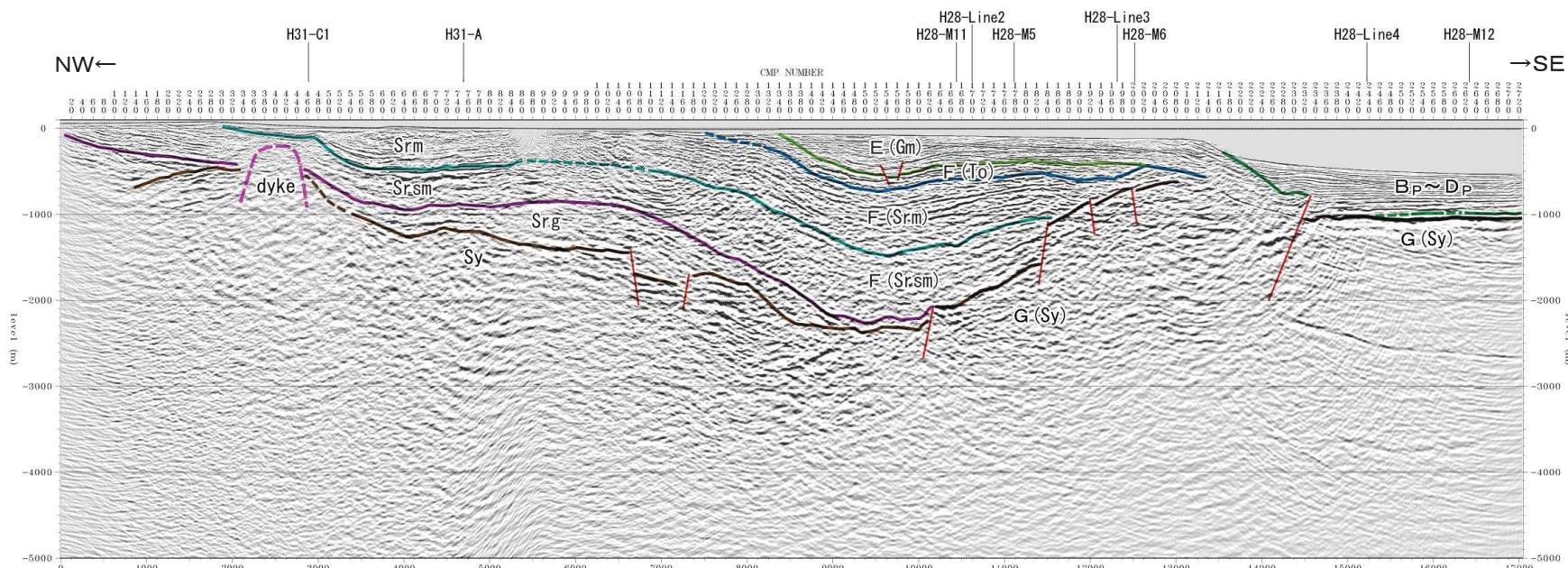


H31-C1測線③



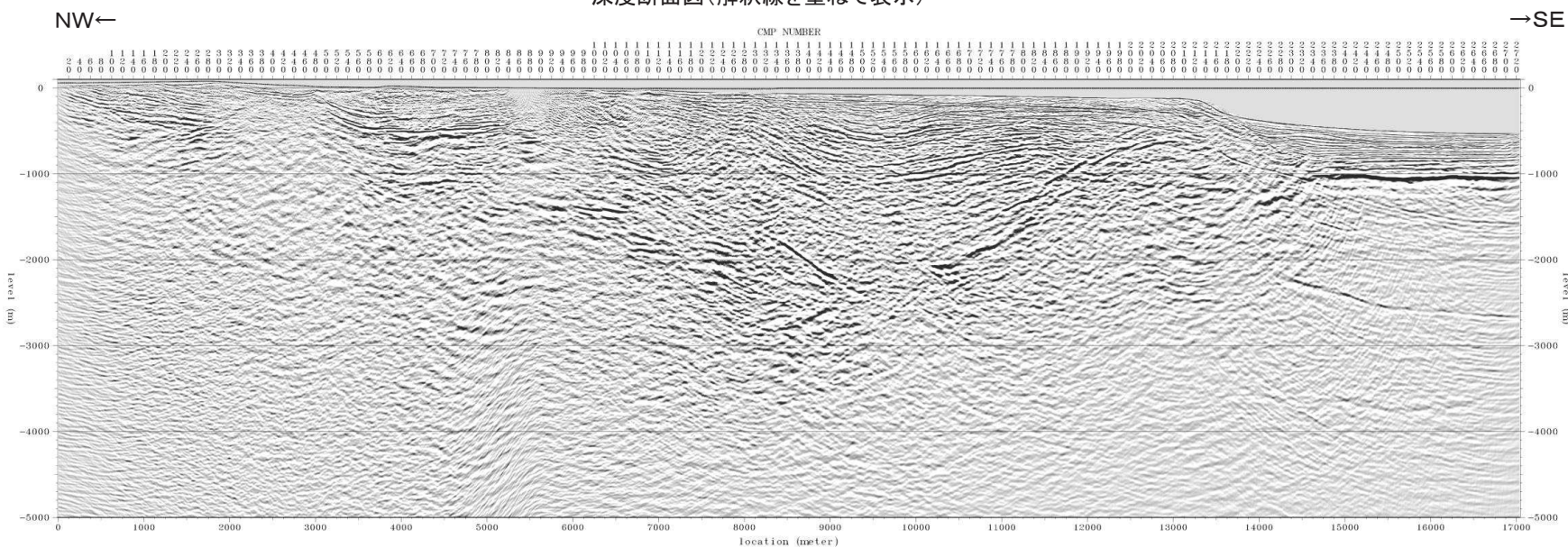
区間速度分布図

H28-Line1測線①



地質時代	陸域	海域	
第 四 新 世	新砂丘堆積物	A層	
	沖積層		
	段丘堆積物	B _p 層	
更 新 世		C _p 層	
		D _p 層	
鮮 新 世	砂子又層	Sn	
新 第 三 紀	目名層	E層	
	蒲野沢層		G _m
	泊層	To	
紀	泥岩層	F層	
	猿ヶ森層 砂岩泥岩礫岩互層		Sr _{sm}
	扶炭泥岩層		Sr _g
先新第三紀	尻屋層群	Sy	
		G層	

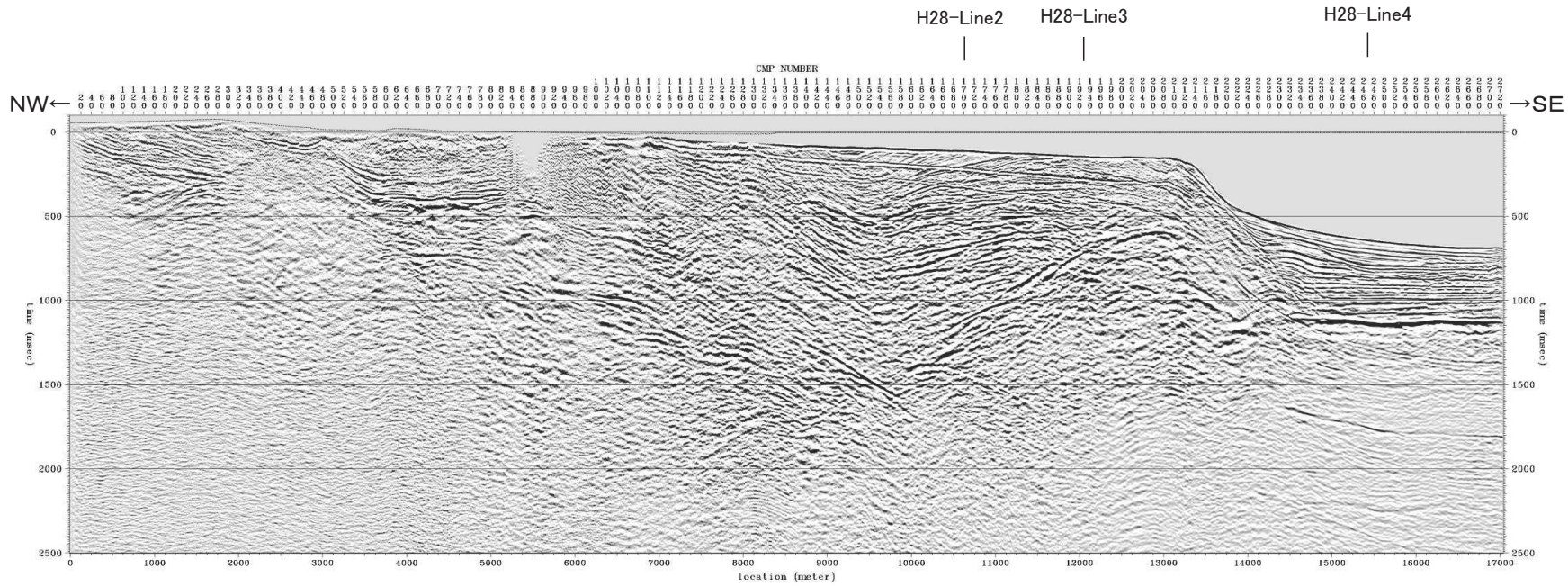
深度断面図(解釈線を重ねて表示)



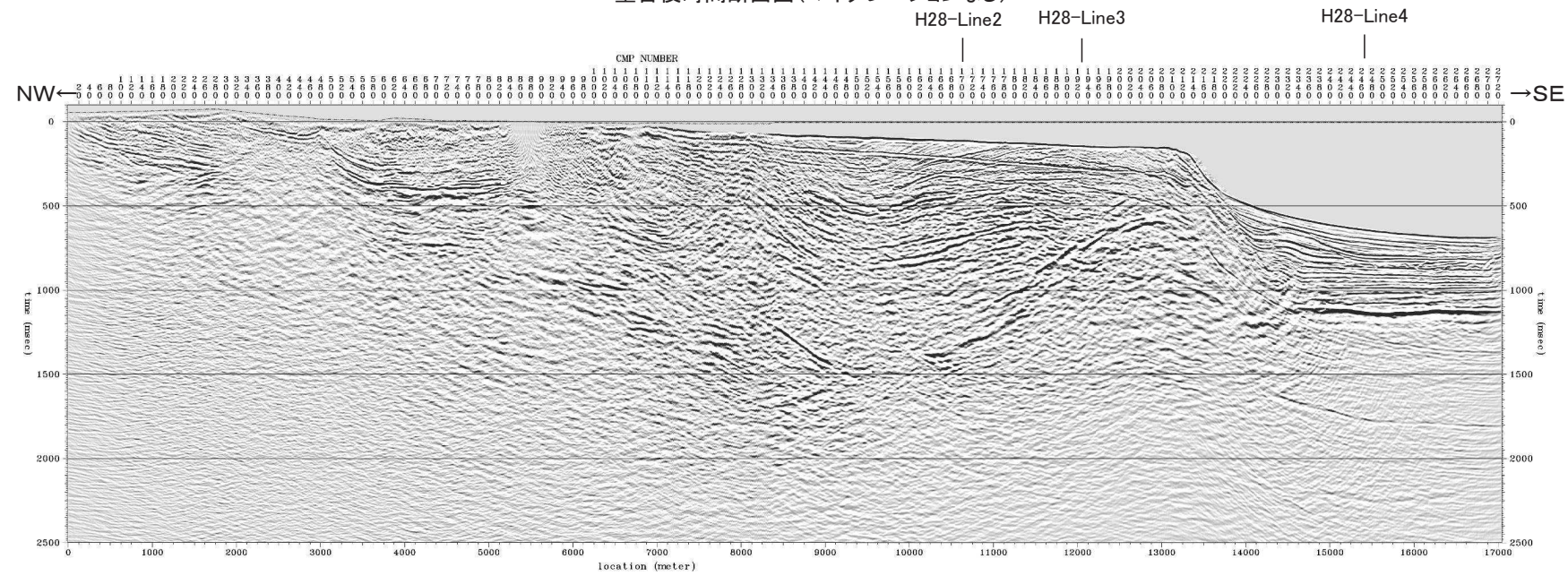
深度断面図



H28-Line1測線②

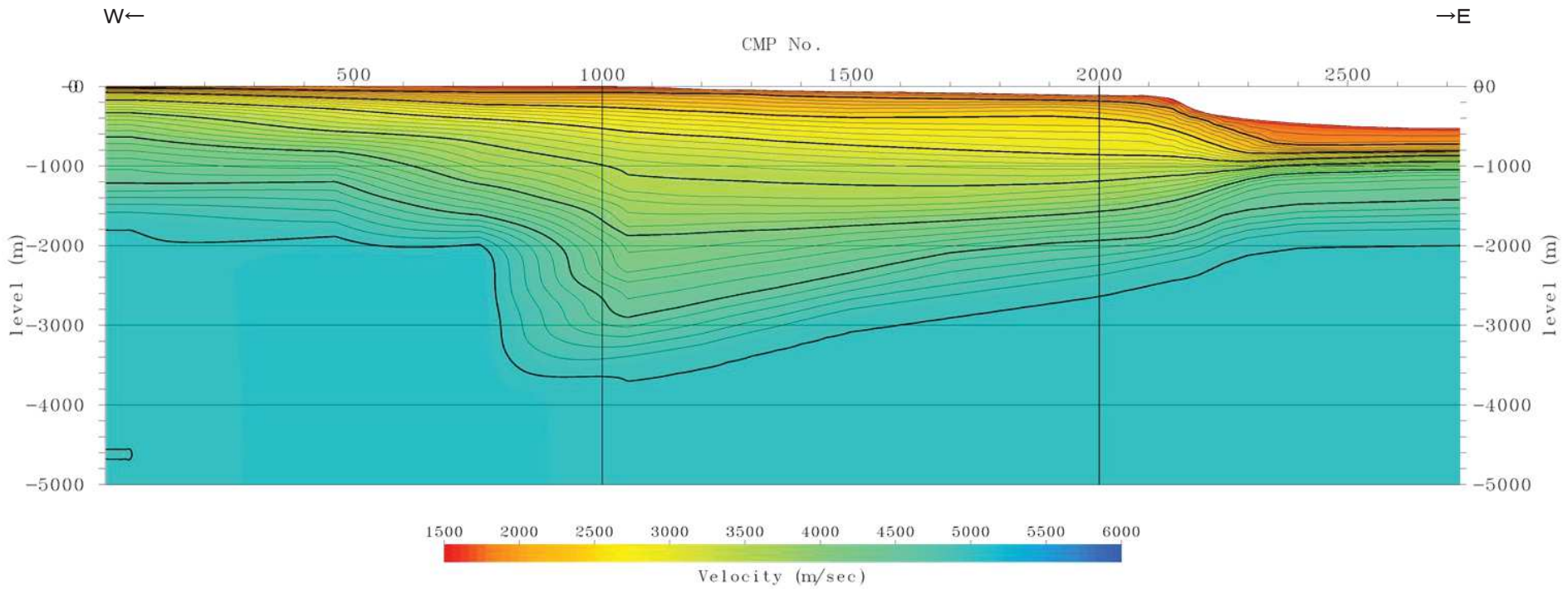


重合後時間断面図(マイグレーションなし)



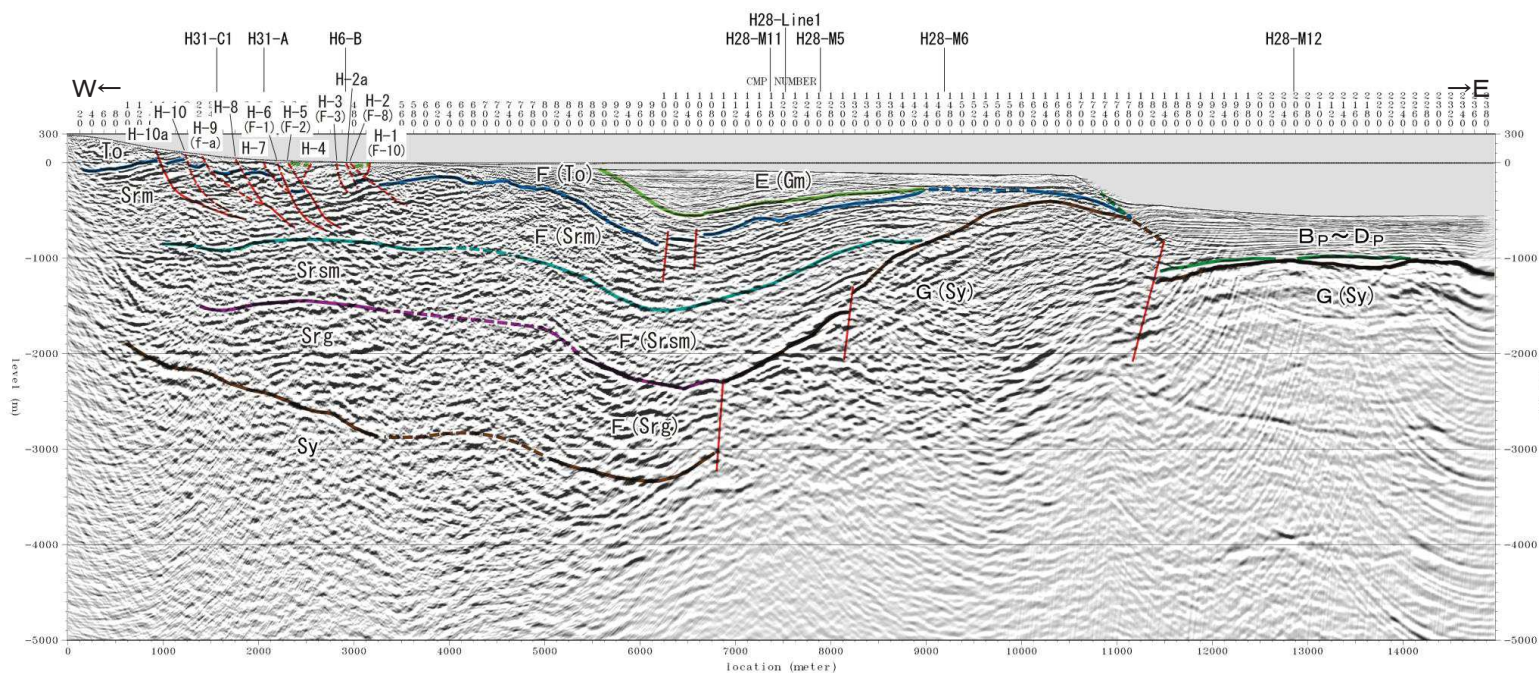
マイグレーション後時間断面

H28-Line1測線③

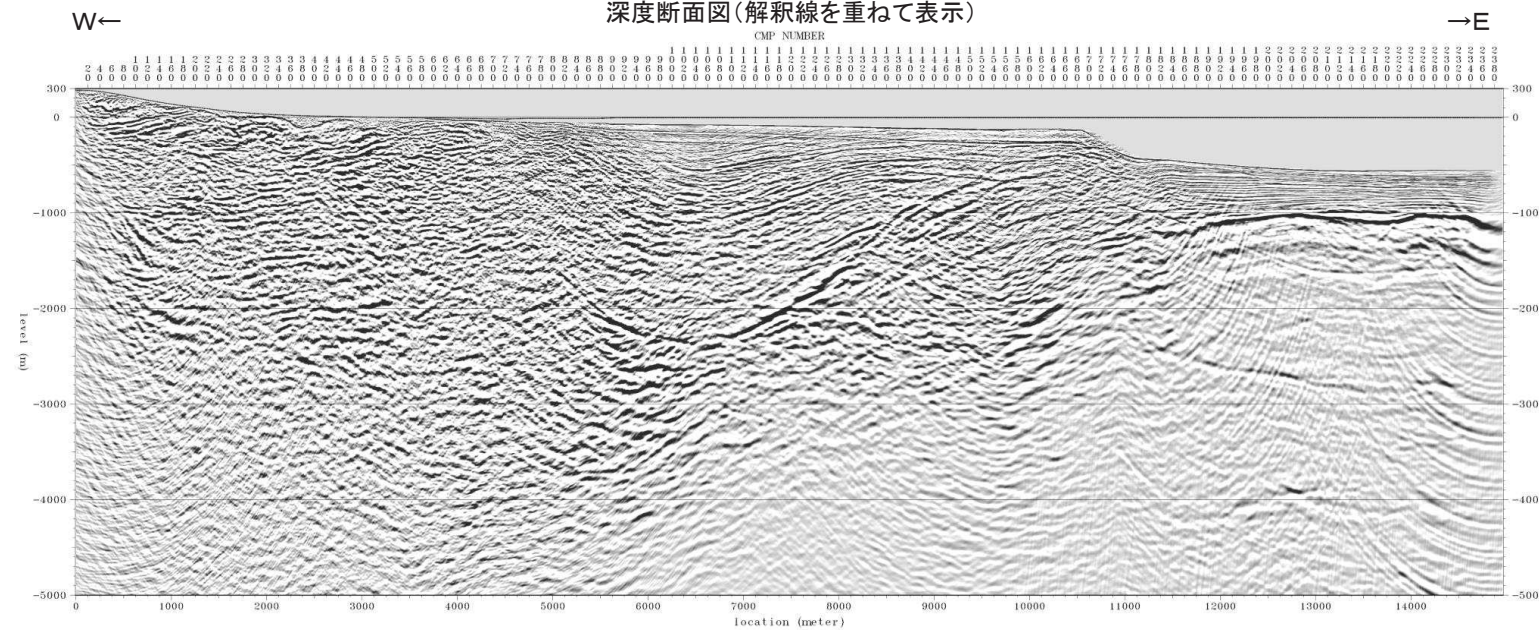


区間速度分布図

H28-Line2測線①

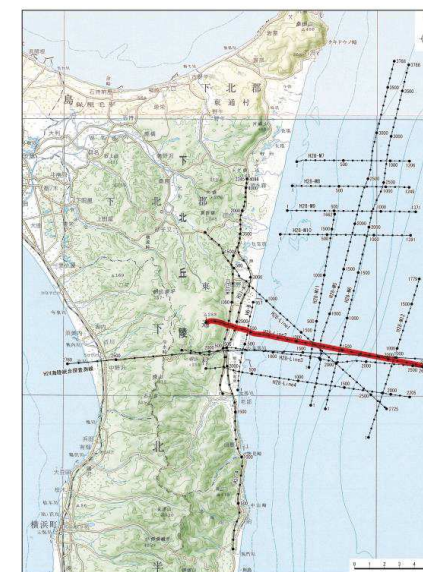


深度断面図(解釈線を重ねて表示)

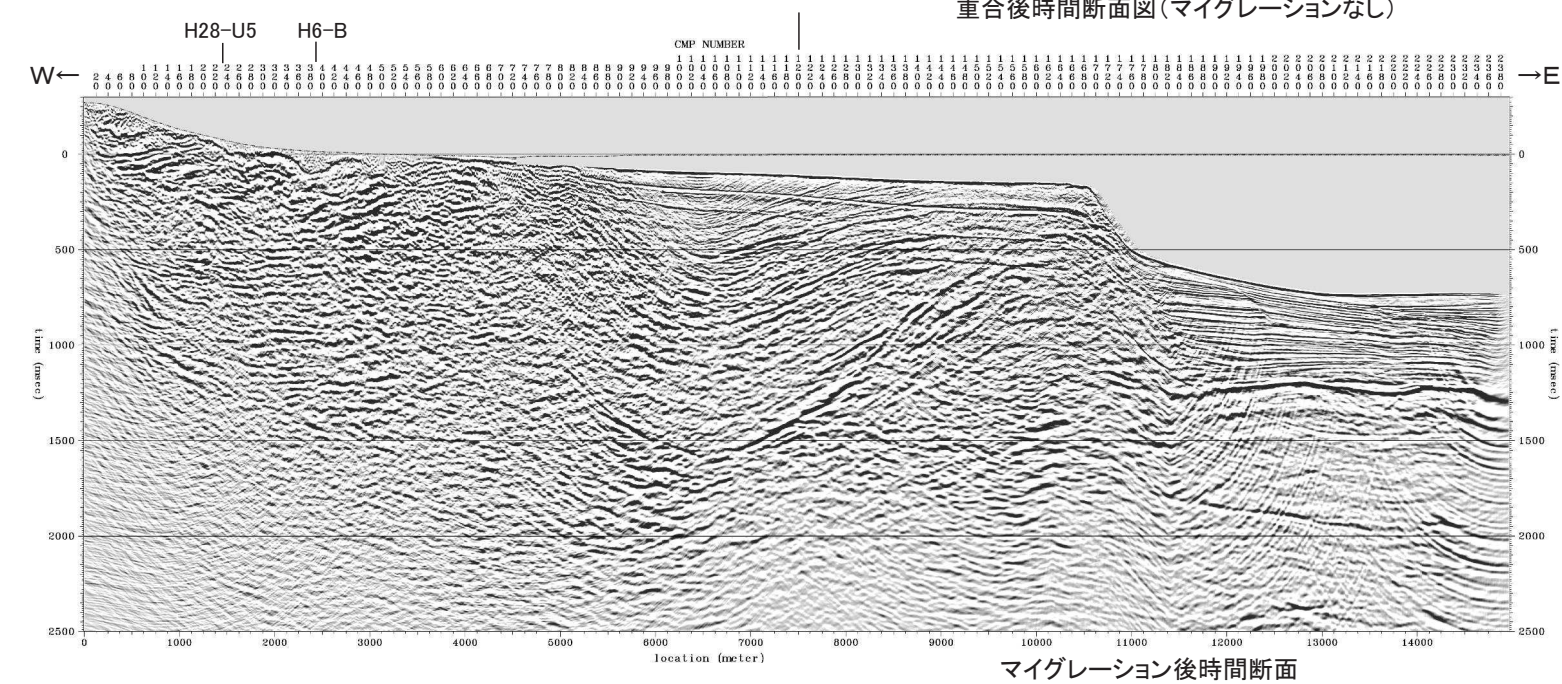
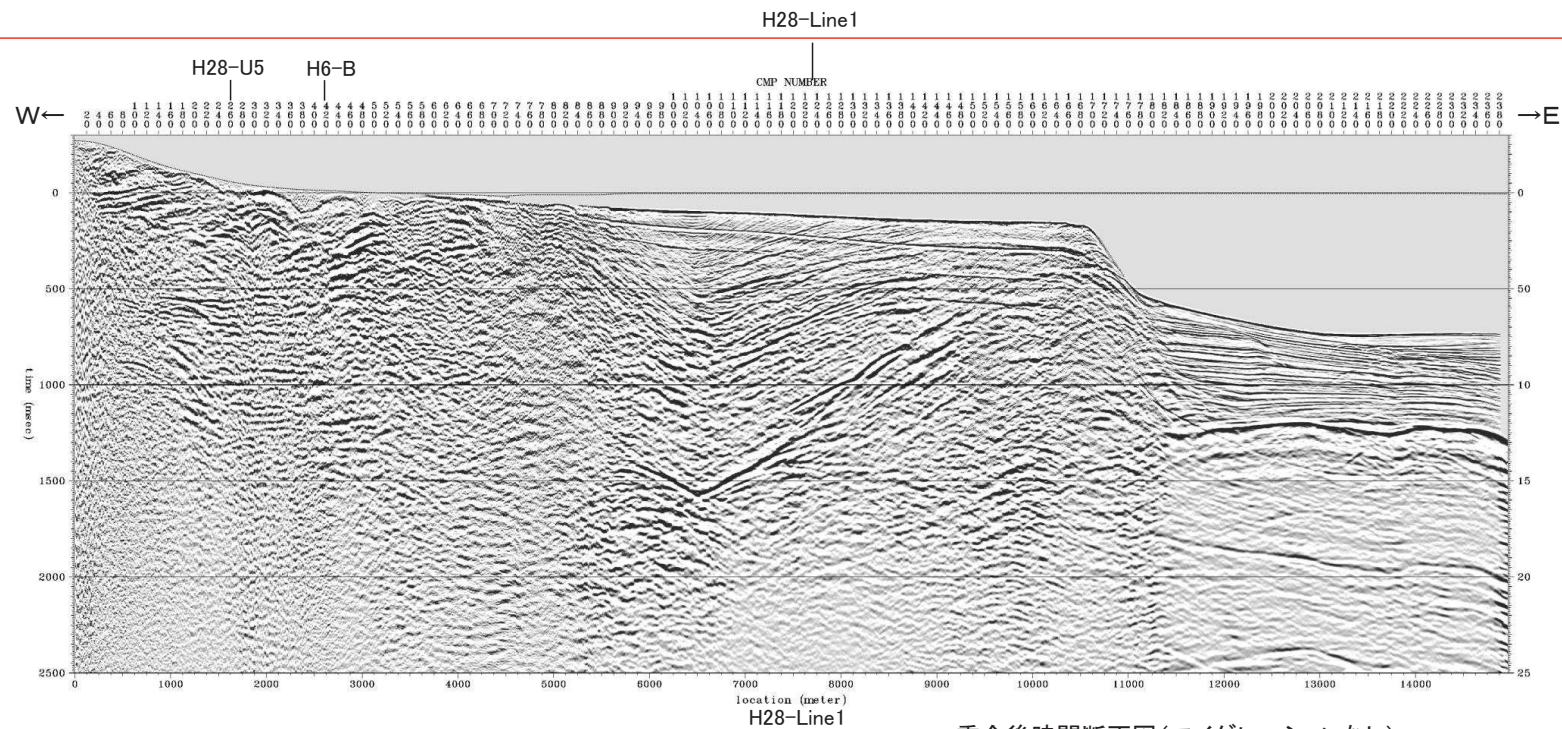


深度断面図

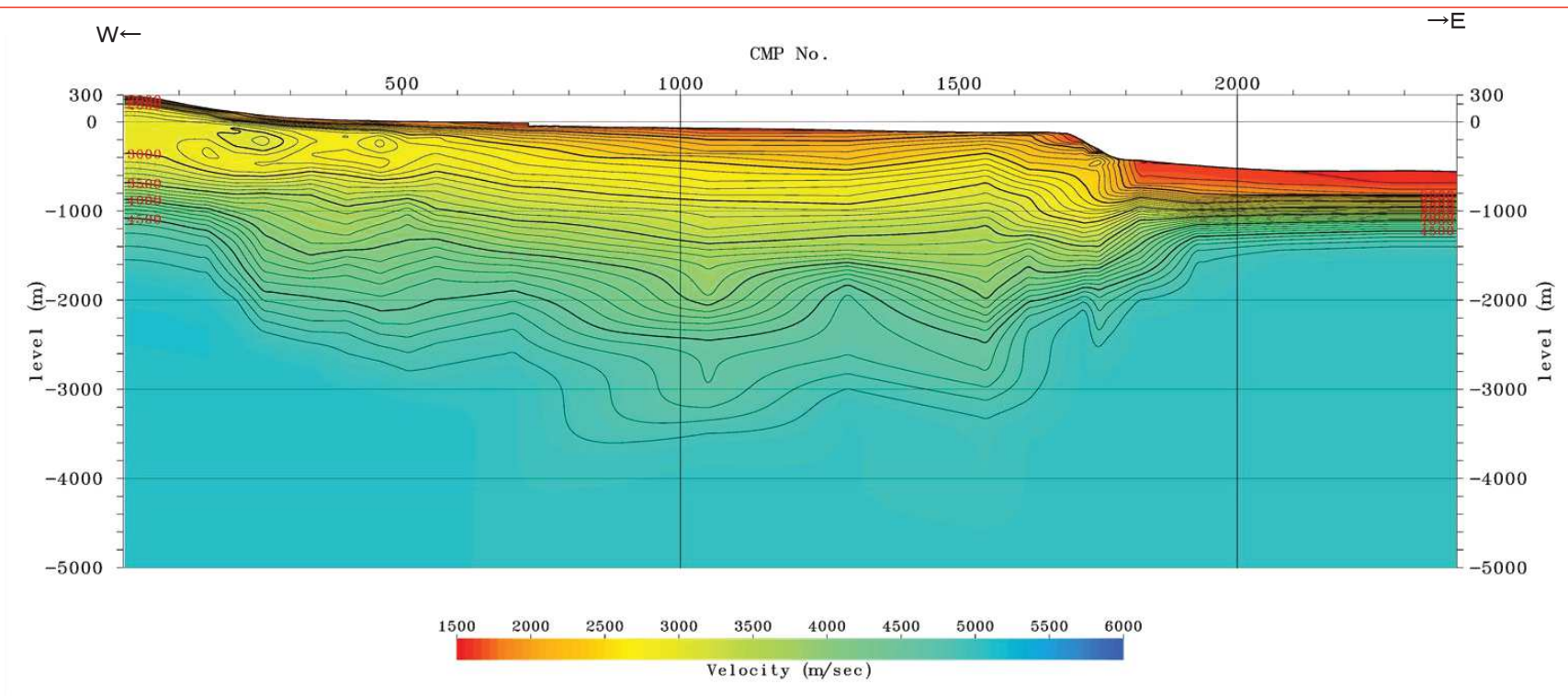
地質時代	陸域		海域
	新砂丘堆積物		
第四紀	完新世	沖積層	A層
	更新世 後期	段丘堆積物	B層
	更新世 中期		C層
	更新世 前期		D層
新第三紀	鮮新世	砂子又層	Sr
	中新世	自名層	Mn
		蒲野沢層	Gm
第三紀	中新世	油層	To
		泥岩層	Srm
	白垩紀	猿ヶ森層 砂岩泥岩礫岩互層	Srsm
		換炭泥岩層	Srg
先新第三紀	炭層層群	Sy	G層



H28-Line2測線②



H28-Line2測線③



区間速度分布図