

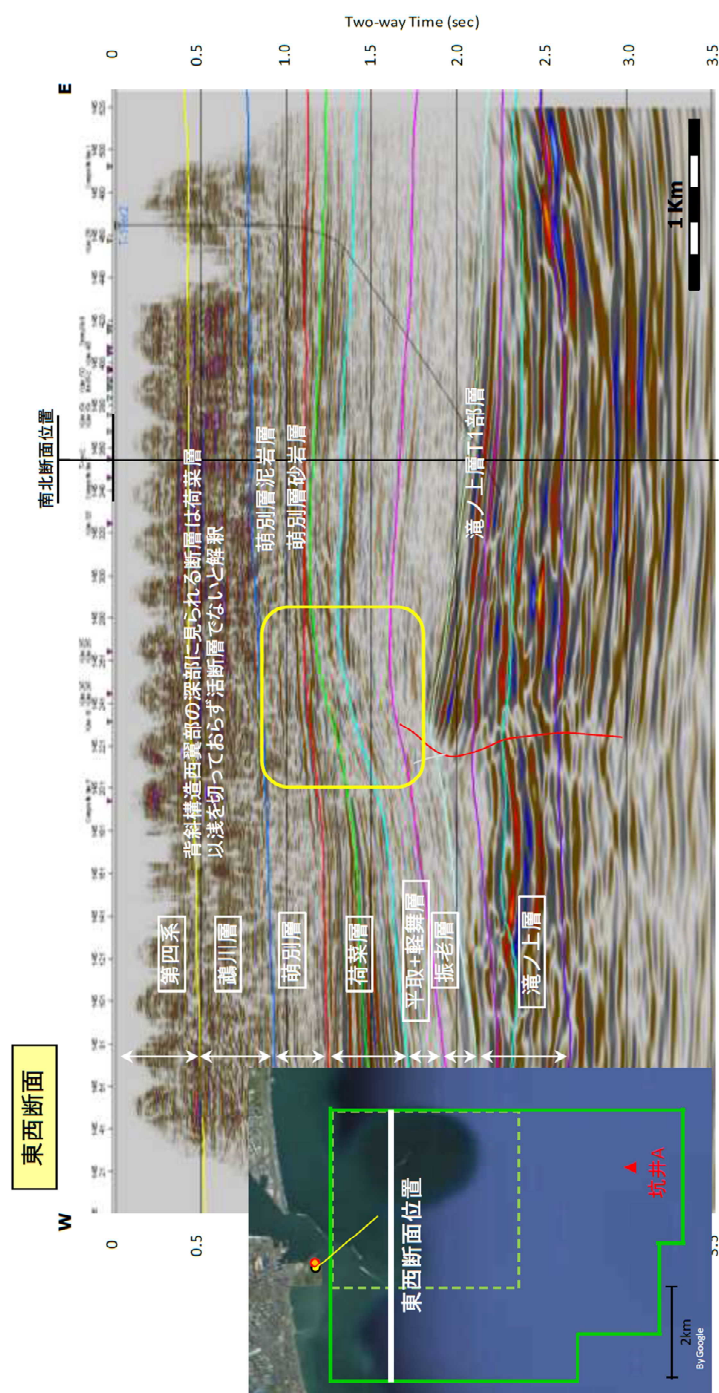


図 2.4-3 三次元弾性波探査結果解釈断面図 (東西断面)

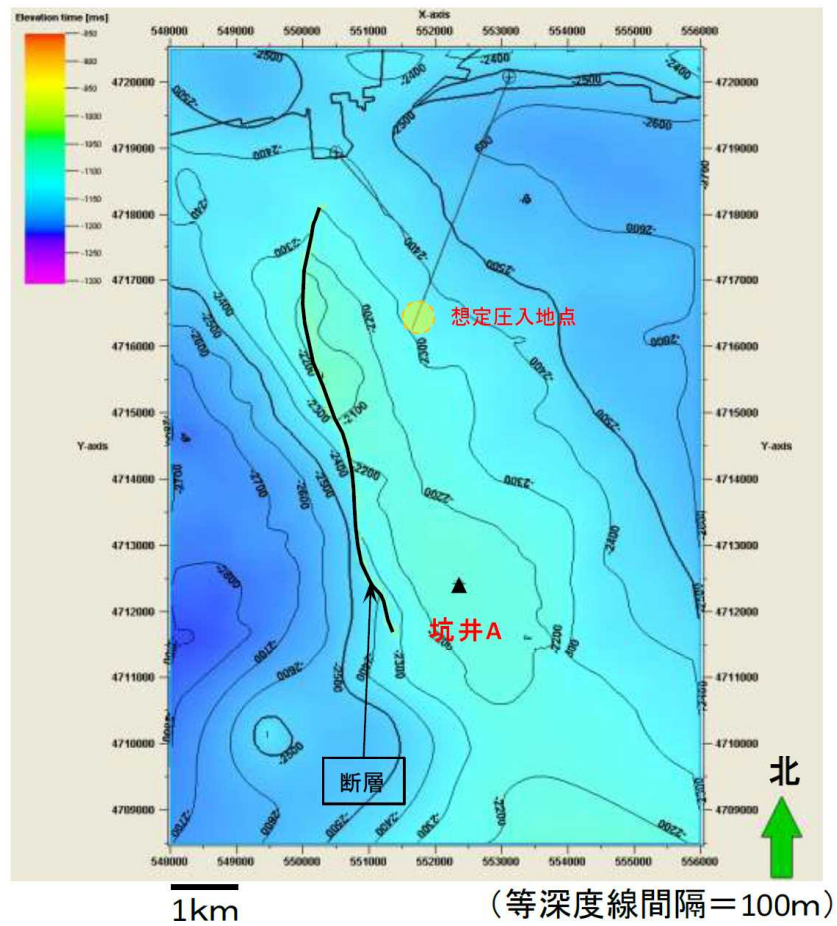


図 2. 4-4 滝ノ上層 T 1 部層上限構造図
(図中の X 軸および Y 軸は世界測地系 WGS84 の UTM54 系の座標)

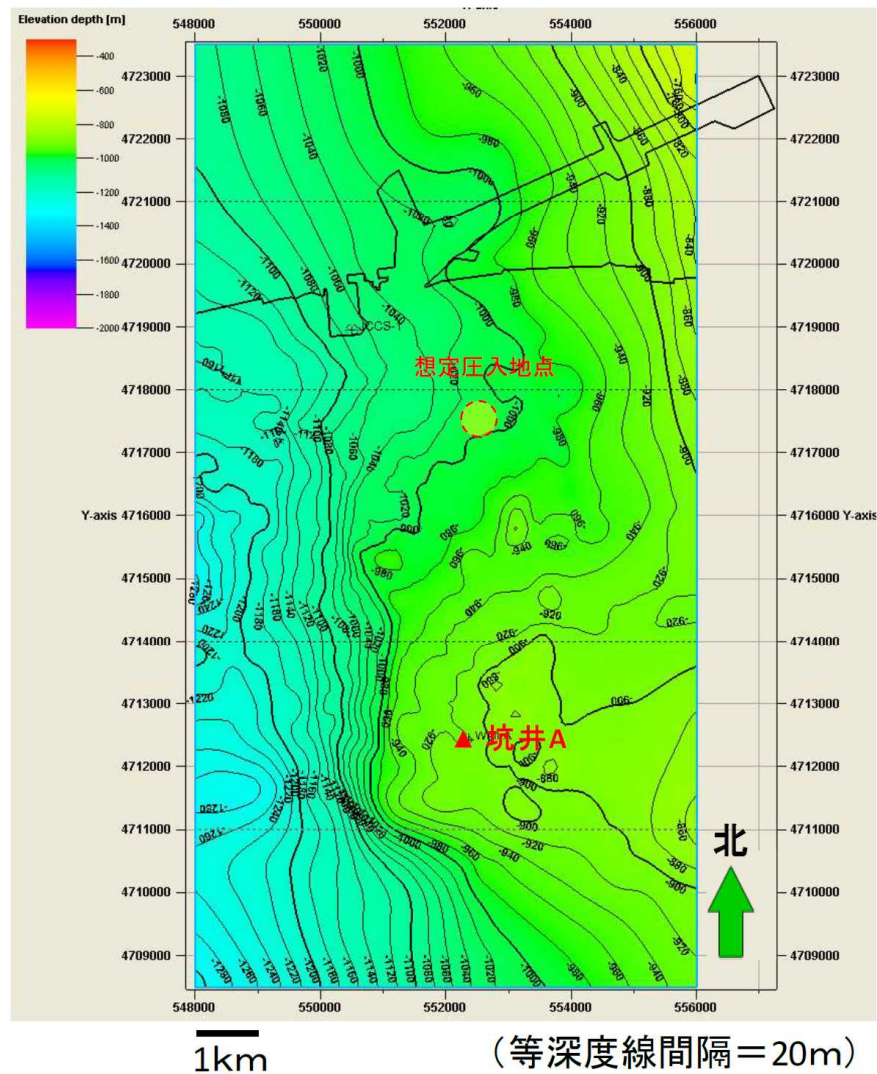


図 2. 4-5 萌別層砂岩層上限構造図
(図中の X 軸および Y 軸は世界測地系 WGS84 の UTM54 系の座標)

2.5 苫小牧CCS-1掘削結果の概要

2.5.1 掘削作業概要

2010年11月5日から2011年2月21日までの109日間において、深度3,700m（垂直深度3,046m）の傾斜井を掘削した（図2.4-1）。

2.5.2 地質調査結果

掘削中は、カッティングス調査および物理検層により、層序および岩相を確認した。その結果を表2.5-1に記す。なお、萌別層砂岩層の上限は1,076m（垂直深度1,071m）である。

表 2.5-1 地質層序と岩相

地層名	掘削深度 mMD (垂直深度 mVD)		岩 相
第四系	0	458	未固結砂礫等
鵠川層	458	873	砂礫岩を主体とし、シルト岩を伴う
萌別層	873	1,230 (1,211)	上部はシルト岩～泥岩主体とし、下部は砂岩からなる。
荷菜層	1,230 (1,211)	1,638 (1,524)	シルト岩～砂岩を主体とし泥岩を伴う。稀に凝灰質シルト岩～砂岩・マールの薄層を挟在する。
平取+軽舞層	1,638 (1,524)	2,289 (2,006)	シルト岩～砂岩主体とし泥岩を伴う。稀に凝灰質シルト岩～砂岩・マールの薄層を挟在する。
振老層	2,289 (2,006)	2,826 (2,404)	シルト岩～砂岩を主体とし泥岩を伴う。稀に凝灰質シルト岩～砂岩・マールの薄層を挟在する。
滝ノ上層 T1部層	2,826 (2,404)	3,700 (3,046)	火山角礫岩・凝灰岩等の火山岩再堆積相を主体とし、一部に枕状溶岩を確認した。

各坑径掘り止め時に以下の種目の物理検層を実施し、岩相や物性を評価するための基礎データを取得した。主な種目は、坑径、比抵抗、自然電位、ガンマ線、見かけ密度、中性子孔隙率、音波速度、比抵抗画像、ディップメータ、核磁気共鳴である。図2.5-1に物理検層結果の事例を記す。

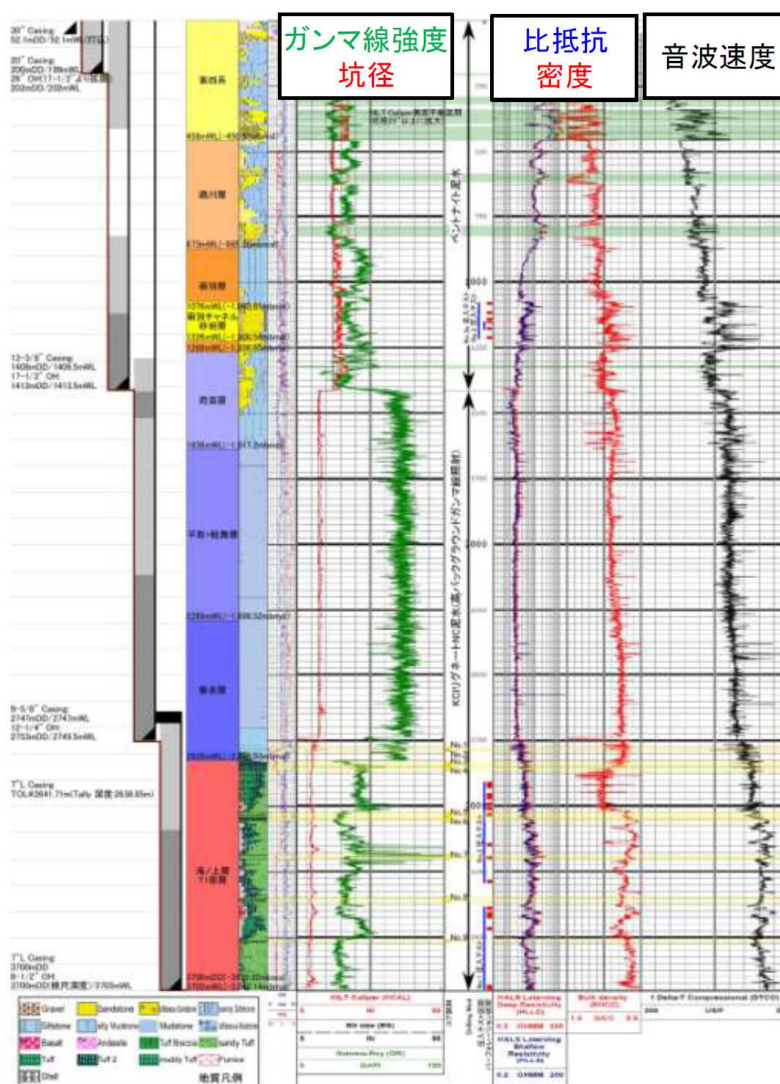


図 2.5-1 苫小牧 CCS-1 物理検層結果事例

物理検層作業で測定された温度のビルドアップ解析結果と取水井の揚水試験時に測定した温度から地温勾配を求めた（図 2.5-2）。第 1 次および第 2 次物理検層作業区間のビルドアップ温度が地温勾配より高く出ているのは、どちらも 17-1/2"（インチ）の

大坑径環境下で高粘度のベントナイト泥水を使用したため、検層作業中に掘削泥水の除熱が間に合わなかったためである。図中には、温度勾配の傾向を示すため、FMI・XPT・CMR・RCBLの測定温度もプロットした。

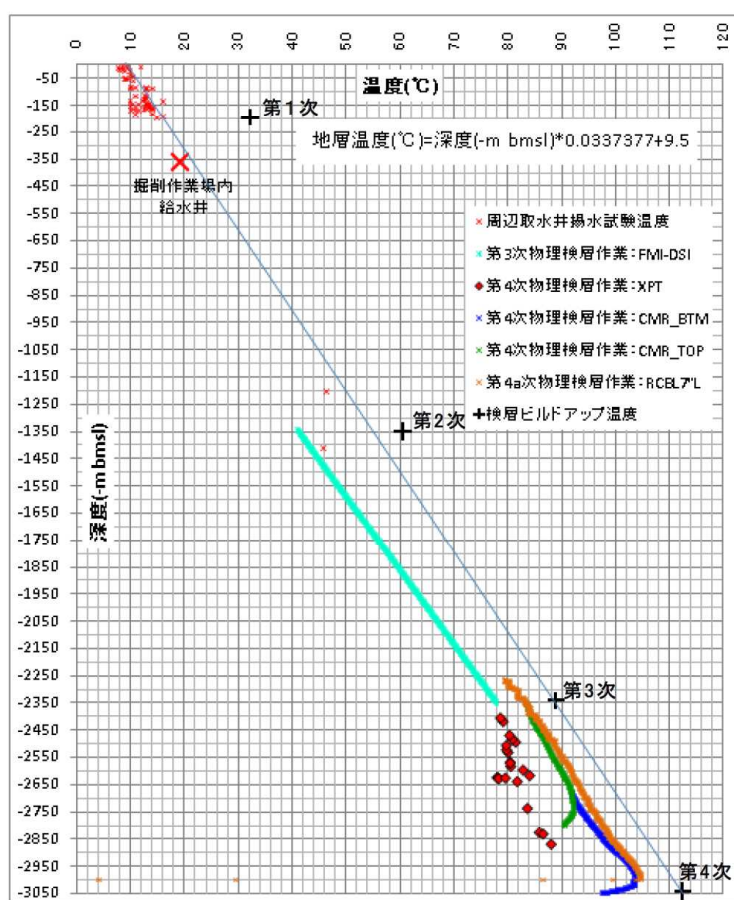


図 2.5-2 苫小牧 CCS-1 地温勾配解析結果

カッティングス試料を地表～深度 3,700m の間、分析項目により 20m～50m ごとに採取し、コア試料（直径約 10cm）を振老層泥岩で 2 回（合計 16m）、滝ノ上層 T 1 部層で 7 回（合計 115.9m）採取した。

これらの試料に関し、微化石分析（有孔虫および珪藻化石分析）、岩石鉱物分析（X線分析および薄片鑑定）および岩石物性分析（孔隙率、浸透率、スレシヨルド圧力分析など）を実施した。

有孔虫および珪藻化石分析により各地層の堆積時代を推定するとともに、周辺にある

既存坑井と対比することで地層名を確認した。有孔虫化石分析により堆積環境を推定し、振老層は中部半深海（500～1000m）、萌別層は中部半深海上部から上部半深海（200～500m）であることがわかった。

コア試料を用いた岩石物性分析により以下を確認した。

1) 滝ノ上層 T 1 部層

- ・孔隙率：5～18%（封圧下）
- ・空気浸透率：0.001～0.01mD（封圧下）

2) 振老層泥岩層

- ・孔隙率：12.4～18.0%（封圧下）
- ・水浸透率： 8.2×10^{-6} ～ 36.7×10^{-6} mD
- ・スレシヨルド圧力
 - 孔径分布からの推定（N₂－水系）：5.73～15.02MPa
 - 段階昇圧法（N₂－水系）：水浸透率が低く長期間を要するため実施せず。
 - 残差圧力法（N₂－水系）：1.29～12.3MPa 以上^{注)}（4 試料）
 - 段階昇圧法（CO₂－水系）：11.72MPa 以上^{注)}（2 試料）

注) ブレークスルーしなかったことからこの値以上のスレシヨルド圧力を有すると判断した。

2.5.3 リークオフテスト結果

苫小牧 C C S - 1 の深度 2,753～2,758m（垂直深度 2,350.1～2,354.8m）の振老層下部において、遮蔽層強度を測定することを目的として、リークオフテストおよびエクステンディッド・リークオフテストを実施した。その結果、加圧対象の中央深度 2,755.5m（垂直深度 2,352.0m）におけるリークオフ圧力は 45.3MPa であり、等価泥水比重で 1.96 であること、また閉合圧力が 44.55MPa、等価泥水比重で 1.93 であることがわかった。

2.5.4 V S P 結果

苫小牧 C C S - 1 において、300～800m の間は 100m 間隔で、深度 850～3,265m は 25m 間隔で V S P 調査を実施することにより、深度－走時関係を取得するとともに、坑井近傍における弾性波データを取得したことから、苫小牧 C C S - 1 と 3 D データとの高精度な対比が可能となった（図 2.5-3）。

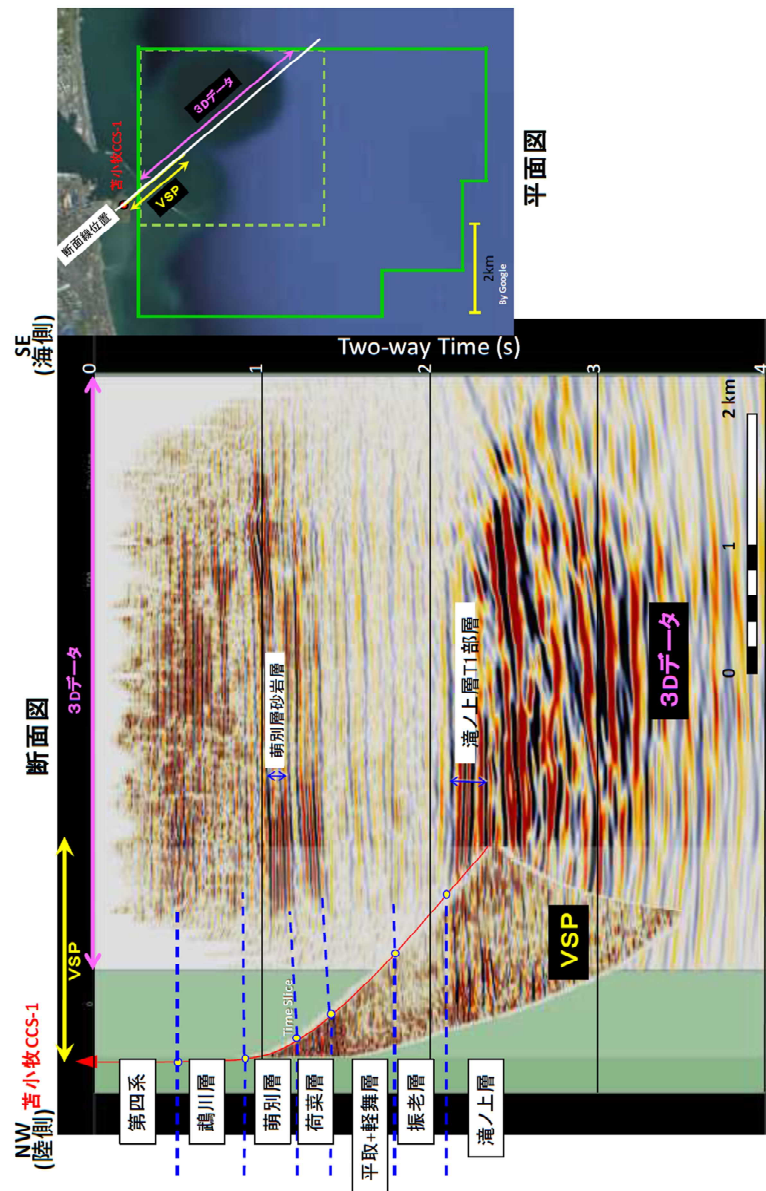


図 2.5-3 坑跡に沿う三次元断面図およびVSPイメージング断面図の対比 (縦軸は往復走時)

2.5.5 圧入テスト結果

圧入テストは、 CO_2 の圧入性および貯留層評価に必要なパラメーター（圧入指数、浸透率）の把握を目的として、苫小牧CCS-1においては滝ノ上層T1部層で2回（No.1圧入テストおよびNo.2圧入テスト）、萌別層砂岩層で2回（No.3圧入テストおよびNo.3a圧入テスト）の水圧入テストを行った。

1) 滝ノ上層T1部層

ア) No.1圧入テスト（対象区間：掘削深度3,382～3,698mの区間内で66m分）

- ・産出能力テストおよび圧入能力テストを実施したが、産出が見られず、圧入も不可能であった。
- ・上記結果および産出・圧入後の坑底圧力の解析結果から、本坑井周辺では低浸透性でほとんど圧入性は無いと判断された。

イ) No.2圧入テスト（対象区間：掘削深度2,907～3,289mの区間内で120m分）：

- ・産出能力テストでは最大レート約400kl/日での産出を確認した。累計産出量は157.4klであった。地層水は泥水の影響を受けており、圧入井掘削時に地層水を採取する必要がある。
- ・圧入能力テストでは最大650kl/日のレートでの水圧入を実施した。累計圧入量は129.5klであった。
- ・産出・圧入後の坑底圧力の解析結果から、本坑井周辺での貯留層の浸透率は0.68～1.18mD程度であると推測された。また、坑井近傍の浸透率が改善していることを確認した。
- ・2.7.3項で述べる3Dデータを使用した岩相分布・性状分布の推定結果と比較すると、苫小牧CCS-1付近には高浸透性の岩相は存在しない可能性が高いという結果を得ている（苫小牧CCS-1の近傍は、図2.7-2における橙色の部分に当たっているが、図2.7-3における低A I（青色）の部分には当たっていない）。

2) 萌別層砂岩層

ア) No.3圧入テスト（対象区間：掘削深度1,150～1,182mの区間内で17.5m分）

- ・産出能力テストは、自噴しないことから実施しなかった。地層水は圧入井掘削時に採取する必要がある。
- ・圧入能力テストでは最大300kl/日のレートでの水圧入を実施した。累計圧入量は97.7klであった。