

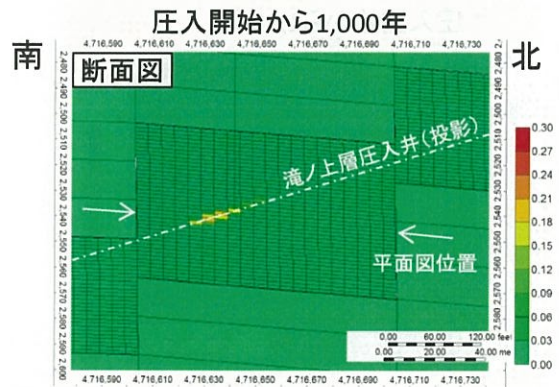
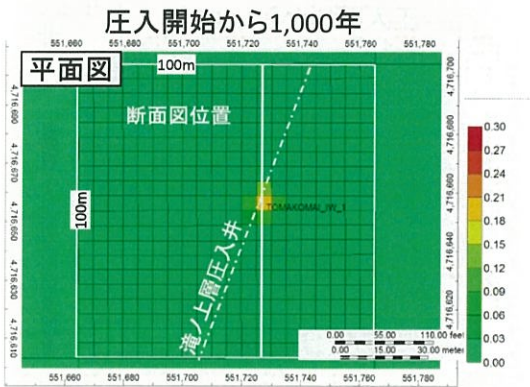
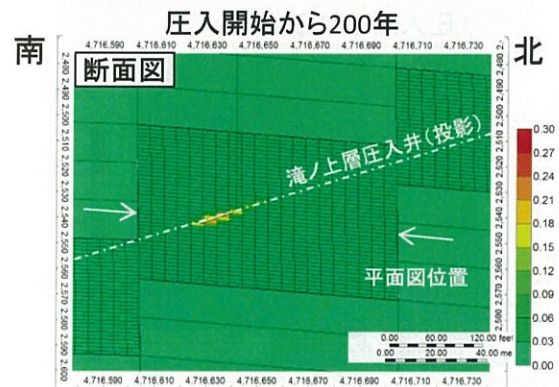
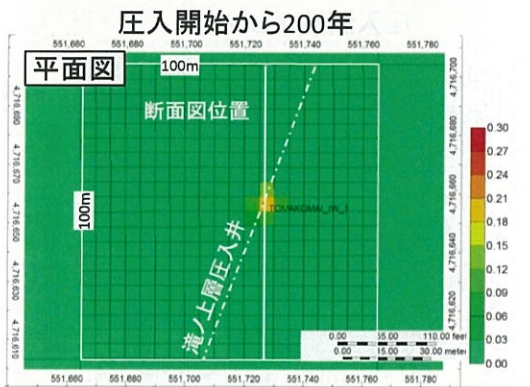
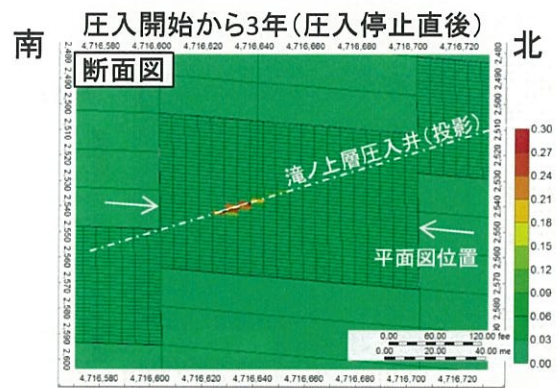
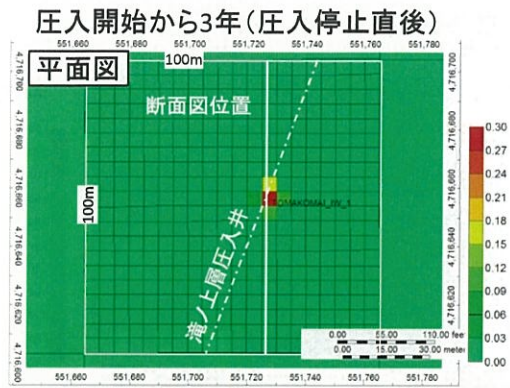
圧入した CO₂ は深部塩水層に溶解し、溶解 CO₂ になったとしても、第 2.2-41 図に示す坑跡を通過する 100m×100m のグリッドを超えて移動することはないと考えられる。予想される CO₂ 飽和度の分布域は溶解 CO₂ 量の分布域に含まれるため範囲となるため、溶解 CO₂ 量の分布域を圧入した CO₂ の分布範囲とした。

第 4.1-1 表に、CO₂ の平面的な分布範囲の座標を示す。

第 4.1-1 表 海底下廃棄した CO₂ の平面的な分布範囲（滝ノ上層 T1 部層）

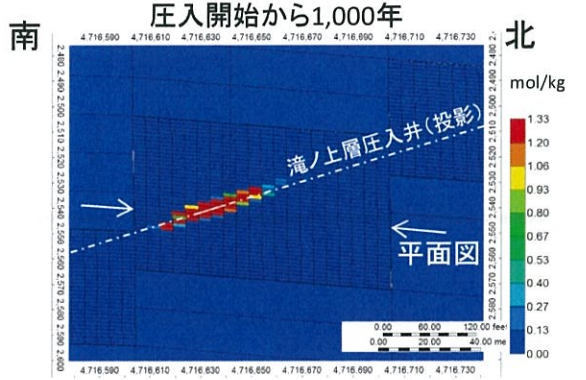
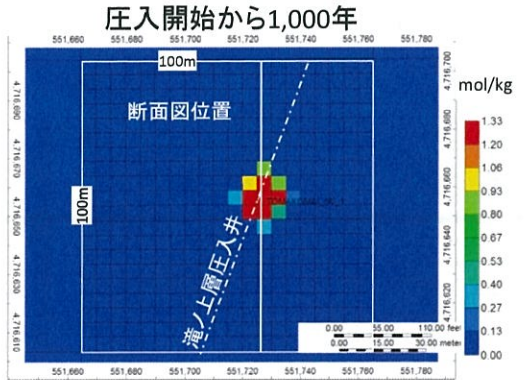
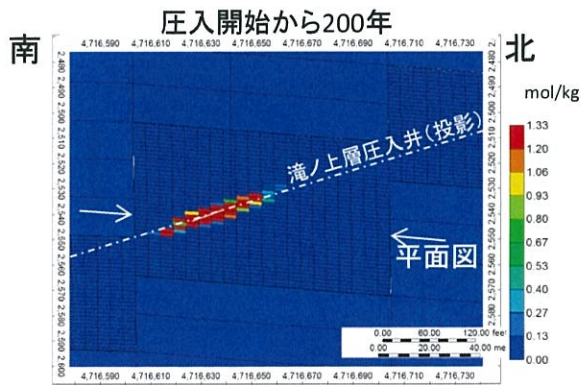
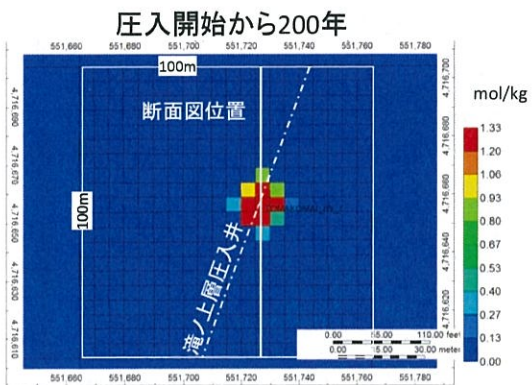
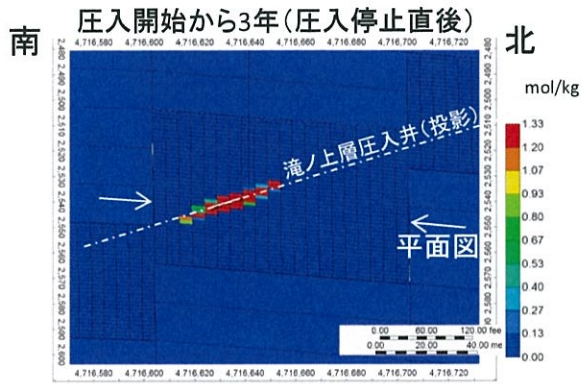
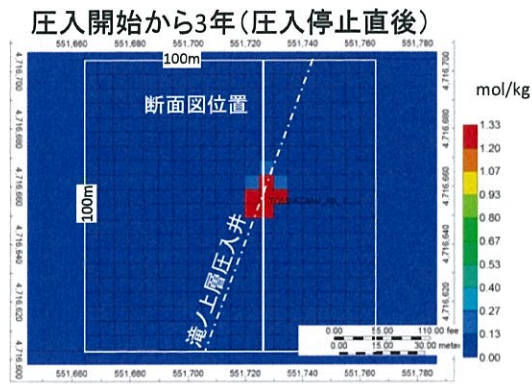
北限			南限			東限			西限		
度	分	秒	度	分	秒	度	分	秒	度	分	秒
42	36	15.95	42	35	39.89	141	38	0.31	141	37	40.45

また、CO₂ 飽和度の分布に対するシミュレーション結果を第 4.1-5 図に、溶解 CO₂ 量の分布に対するシミュレーション結果を第 4.1-6 図に示す。



- 注：1. 左：坑跡が通過する地点の平面図，右：その地点の南北方向の断面図。
 2. 上段：圧入開始から3年後（圧入停止直後），中段：圧入開始から200年後，下段：圧入開始から1,000年後。
 3. シミュレーションに使用する地質モデルを，圧入井掘削時に実施した圧力試験の結果と整合させるために，地質モデルのグリッドサイズを細分化した。平面図のグリッドは100m×100mのグリッドであるが，圧入井が通過するグリッドは5m×5m(1/20)としてシミュレーションを実施した（平面図では5m×5mのグリッド表示は省略）。圧入井が通過するグリッドは，垂直方向は約2mに分割した。

第 4.1-5 図 CO₂ 飽和度の推移（平成 27 年度シミュレーション結果）



注：1. 左：坑跡が通過する地点の平面図，右：その地点の南北方向の断面図。単位は，mol/kg。
 2. 上段：圧入開始から3年後（圧入停止直後），中段：圧入開始から300年後，下段：圧入開始から1,000年後。
 3. シミュレーションに使用する地質モデルを，圧入井掘削時に実施した圧力試験の結果と整合させるために，地質モデルのグリッドサイズを細分化した。平面図のグリッドは100m×100mのグリッドであるが，圧入井が通過するグリッドは5m×5m(1/20)としてシミュレーションを実施した（平面図では5m×5mのグリッド表示は省略）。圧入井が通過するグリッドは，垂直方向は約2mに分割した。

第4.1-6図 溶解CO₂量の推移（平成27年度シミュレーション結果）

③ CO₂の垂直的な分布範囲

圧入開始から1,000年後までのCO₂飽和度および溶解CO₂量の垂直的な分布範囲は，第4.1-5図および第4.1-6図に示すとおり，圧入井の坑跡に沿った上下10m以内となる。

第4.1-2表に，CO₂の垂直的な分布範囲の座標を示す。

なお，安全側に立ち，圧入井の貯留層区間の下50mとし，上限は遮蔽層深度としている。

第 4.1-2 表 海底下廃棄した CO₂の垂直的な分布範囲（滝ノ上層 T1 部層）

GL = 9.1m	掘削深度 (mMD)	垂直深度 (mVD)	レベル (mbmsl)	備考
滝ノ上層上限	4,624	2,390	2,381	
圧入井坑底深度	5,800	2,753	2,794	
CO ₂ 上限分布深度	—	—	2,381	遮蔽層深度
CO ₂ 下限分布深度	—	—	2,819	坑底+25m
CO ₂ 飽和度上限分布深度	—	—	2,381	遮蔽層深度
CO ₂ 飽和度下限分布深度	—	—	2,814	坑底+20m
溶解 CO ₂ 量上限分布深度	—	—	2,381	遮蔽層深度
溶解 CO ₂ 量下限分布深度	—	—	2,819	坑底+25m

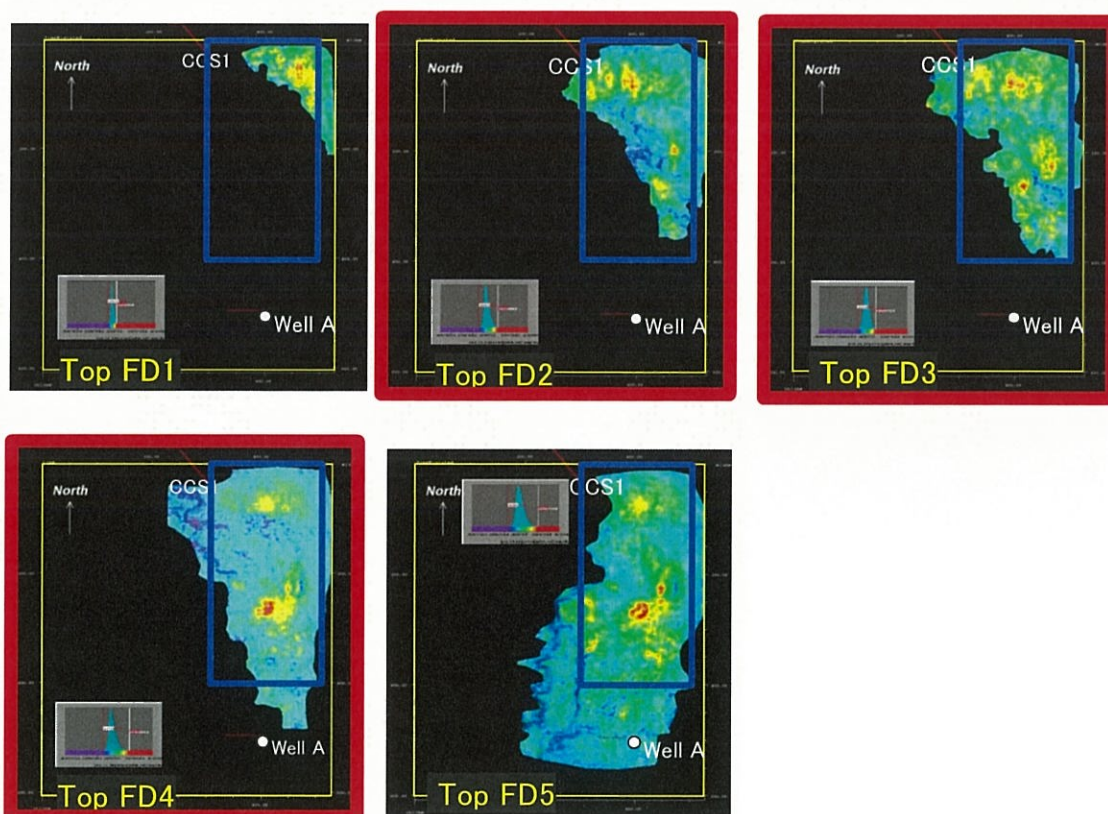
注：圧入した CO₂ の分布範囲は限定的となるため、下限は圧入井の坑底（圧入区間の最深部）から、CO₂ 飽和度では 20m、溶解 CO₂ 量では 25m までの範囲とした。また、上限については、遮蔽層までとした。溶解 CO₂ 量の方がやや広範囲に分布するため、圧入した CO₂ の分布範囲は、溶解 CO₂ 量の分布範囲とした。

(2) 萌別層砂岩層中での空間的広がり

① 地質モデル

萌別層砂岩層への萌別層圧入井の圧入（廃棄）位置を選定するあたり、三次元弾性波探査データおよび、苫小牧 CCS-1、苫小牧 CCS-2、坑井 A（民間井）のデータを解析した。その結果、当該海域の萌別層砂岩層には下位から FD1～FD5 の 5 枚のファンデルタの分布を認識した（第 4.1-7 図）。

また、弾性波探査データを解析した結果、FD2、FD3、FD4 には粗粒堆積物が埋積するチャネルの発達を認識され、その重複箇所をターゲットとして萌別層圧入井の掘削位置を選定した。

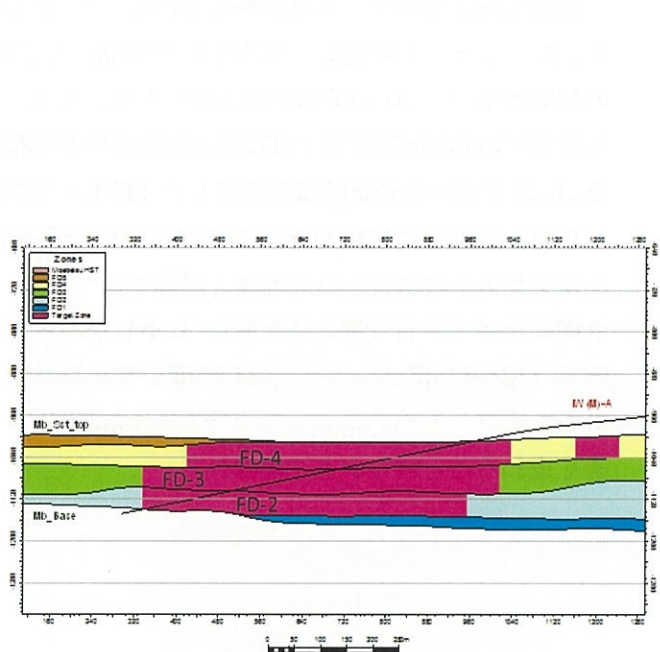
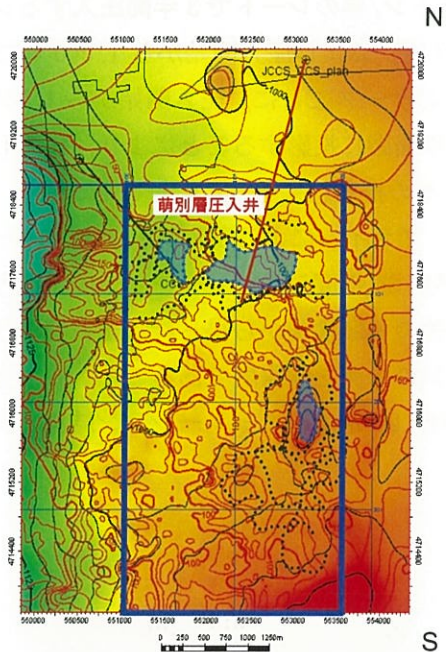


第 4.1-7 図 萌別層砂岩層に認識された 5 枚のファンデルタおよび貯留層ターゲット

萌別層砂岩層での CO₂ 圧入長期挙動予測シミュレーションでは、FD2, FD3, FD4 に発達するチャンネル堆積物の物性値を基準に、ベースケース、高浸透率ケース、低浸透率ケースによるシミュレーションを実施した（第 4.1-3 表）。ケース区分の基準は、苫小牧 CCS-1（調査井）および苫小牧 CCS-2（調査井）の萌別層砂岩層の解析結果に基づいている（第 4.1-8 図）。

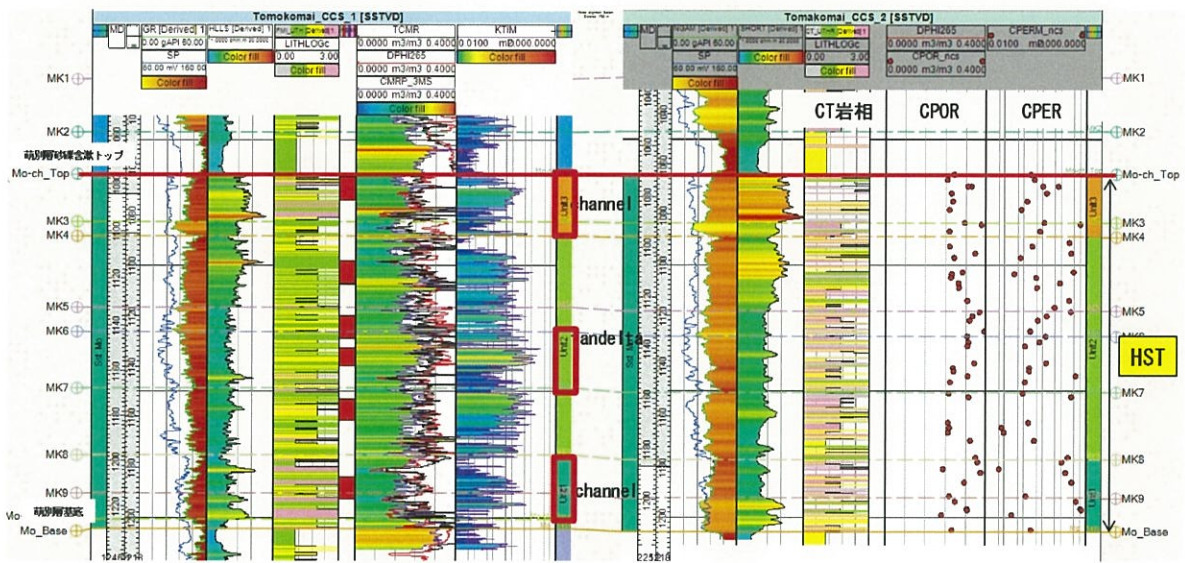
第 4.1-3 表 萌別層砂岩層で実施した CO₂ 圧入長期挙動予測シミュレーションのケース分け

シミュレーション	孔隙率	浸透率 : mD	根拠
ベースケース	0.281	17	CCS-1 および CCS-2 の Unit2 の平均値
高浸透率ケース	0.3	27.7	CCS-1 および CCS-2 の Unit1 の平均値
低浸透率ケース	0.3	10.2	CCS-1 および CCS-2 の Unit3 の平均値



注：FD2, FD3, FD4 のチャンネル堆積物の重複部分が、ターゲット。

注：FD2, FD3, FD4 のチャンネル堆積物の物性値を変えてシミュレーション。

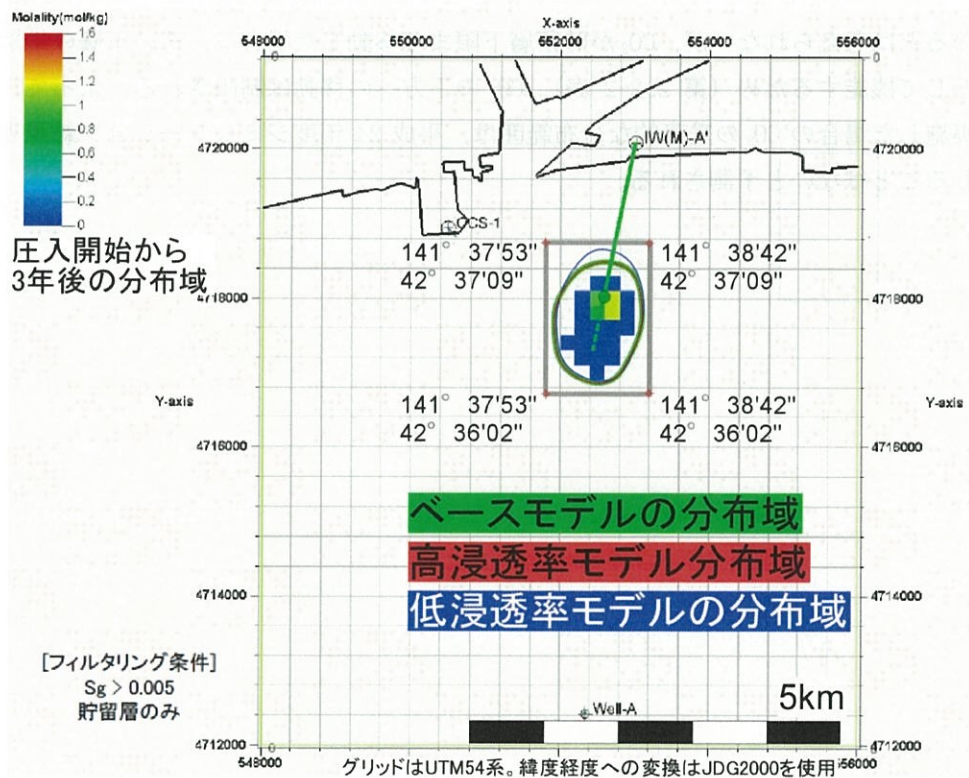
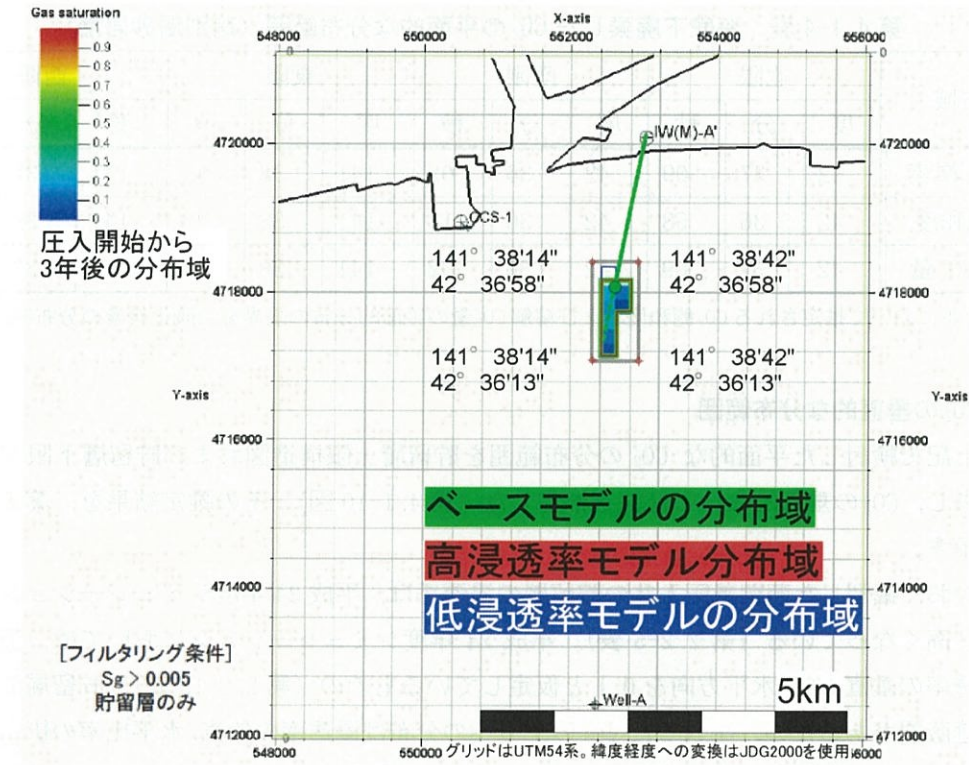


第 4.1-8 図 萌別層砂岩層での CO₂ 圧入長期挙動シミュレーションのケース分け (平成 24 年度シミュレーション結果)

② CO₂の平面的な分布範囲

作成した3つのケースモデルについて、CO₂を20万トン/年のレートで3年間圧入するシミュレーションを実施し、圧入から3年後（圧入終了時）および圧入開始から1,000年後の貯留層中でのCO₂の分布状況を検討した。それぞれのケースごとに、圧入開始から1,000年後までのCO₂飽和度および溶解CO₂量の分布範囲を平面図に投影することにより、圧入したCO₂の平面的な分布範囲を推定した（第4.1-9図）。その推定結果を、第4.1-4表に示す。

なお、掘削した萌別層圧入井の貯留層の浸透率は、ブラインによる圧入試験後のフォーロフテストの解析から370mDと試算されており、平成24年度シミュレーションの予測より高くなっている（第2.2-5表）。しかしながら、本井のNMR検層から得られた貯留層の孔隙率（12～42%程度）は平成24年度シミュレーションの予測と同程度であることから、本計画を実施した場合のCO₂の平面的な分布範囲は、平成24年度シミュレーション結果と大きく変わることはないと予測される。



注：分布範囲を示す座標は、圧入開始より 1,000 年後までのすべてのモデル（ベースケース、高浸透率ケース、低浸透率ケース）の CO₂ 飽和度および溶解 CO₂ 量の分布域を包括する範囲を示す。着色箇所は、ベースケースにおける圧入開始から 3 年後の分布を示す。

第 4.1-9 図 萌別層砂岩層での CO₂ の分布範囲（上段：CO₂ 飽和度，下段：溶解 CO₂ 量）（平成 24 年度シミュレーション結果）

第 4.1-4 表 海底下廃棄した CO₂ の平面的な分布範囲（萌別層砂岩層）

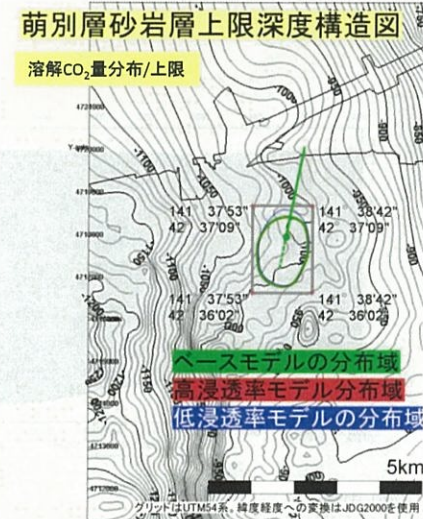
分布域	北限			南限			東限			西限		
	度	分	秒	度	分	秒	度	分	秒	度	分	秒
二酸化炭素	42	37	09	42	36	02	141	38	42	141	37	43
CO ₂ 飽和度	42	36	58	42	36	13	141	38	42	141	38	13
溶解 CO ₂ 量	42	37	09	42	36	02	141	38	42	141	37	43

注：各モデルにおいて推定される CO₂ 飽和度および溶解 CO₂ 量の平面的分布の限界を二酸化炭素の分布範囲とした。

③ CO₂ の垂直的な分布範囲

上記で検討した平面的な CO₂ の分布範囲を貯留層上限構造図および貯留層下限構造図に投影し、CO₂ の垂直的な分布範囲を推定した（第 4.1-10 図）。その推定結果を、第 4.1-5 表に示す。

なお、掘削した萌別層圧入井の貯留層の浸透率は、平成 24 年度シミュレーションの予測より高くなっている（第 2.2-5 表）。平成 24 年度シミュレーションにおいては、基本的に浸透率の垂直方向/水平方向を 0.1 と仮定しているものの（第 2.2-15 表）、貯留層の上限には遮蔽層があるため、圧入した CO₂ の上方への分布は浸透率の鉛直/水平比率の影響は受けにくいものと判断される。また、下方への移動の影響に関しては、鉛直方向に広がりやすくなるとは考えられないが、CO₂ が貯留層下限まで移動した場合は、その下層の地層が遮蔽層として機能するため（第 2.2-2 表）、CO₂ の下方への移動は制限される。よって、本計画を実施した場合の CO₂ の垂直的な分布範囲は、平成 24 年度シミュレーション結果と大きく変わることはないと予測される。



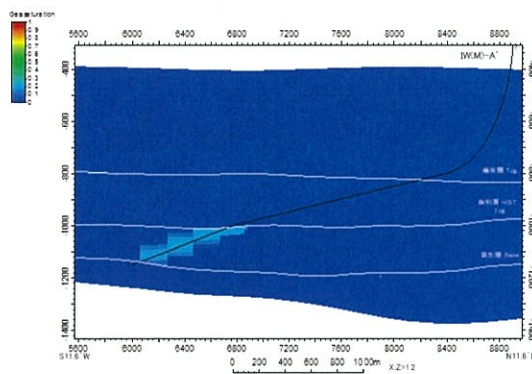
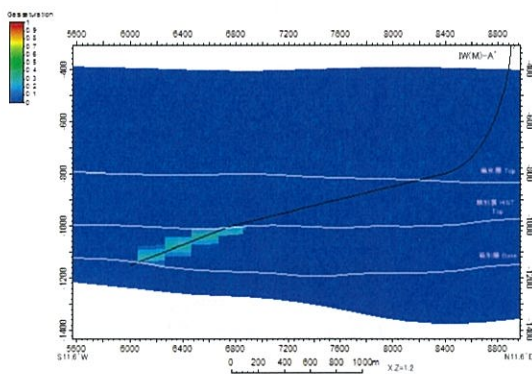
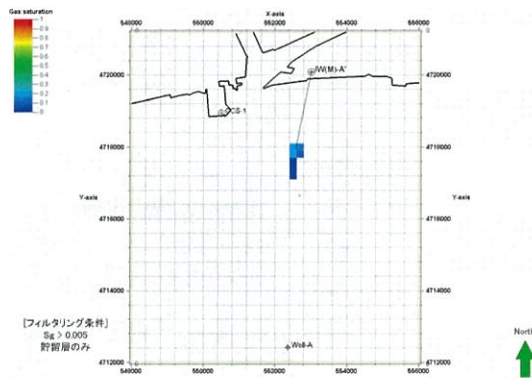
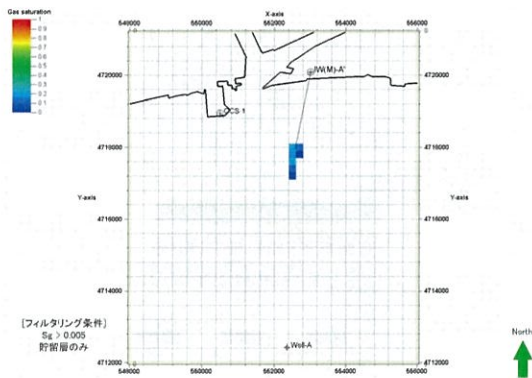
注：上段：CO₂飽和度，下段：溶解CO₂量。左側：分布上限，右側：分布下限。廃棄の対象層である萌別層砂岩層の上限および下限を示す地下構造図にCO₂の分布域を重ね，貯留層中でのCO₂の分布範囲を推定した。

第 4.1-10 図 萌別層砂岩層における CO₂の垂直的な分布範囲（平成 24 年度シミュレーション結果）

第 4.1-5 表 海底下廃棄した CO₂の垂直的分布範囲（萌別層砂岩層）

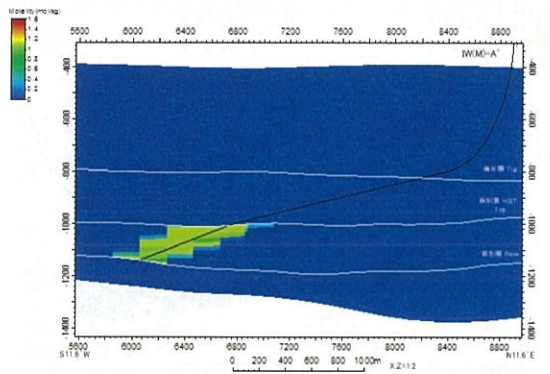
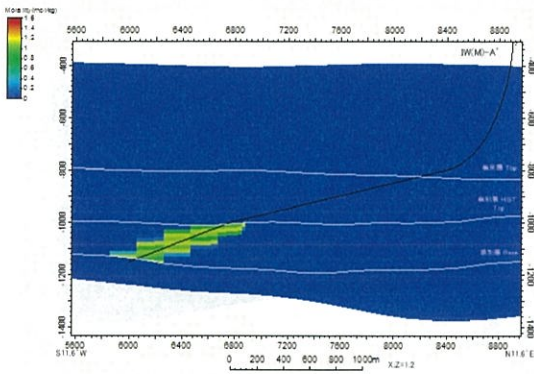
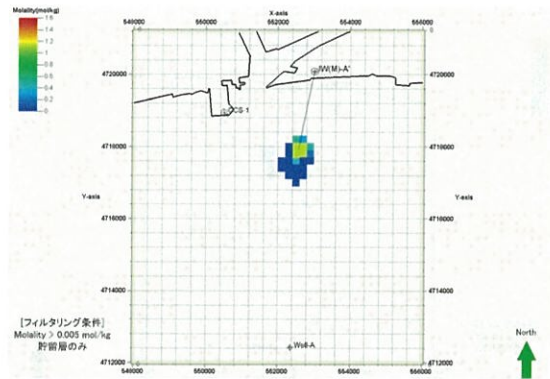
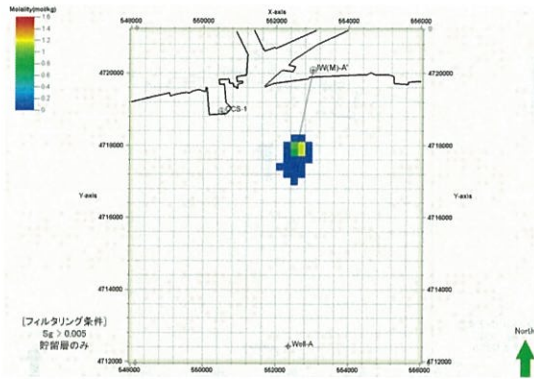
分布域	上限深度：m	下限深度：m
二酸化炭素	980	1,180
CO ₂ 飽和度	980	1,175
溶解CO ₂ 量	980	1,180

また，それぞれのケースにおける CO₂飽和度および溶解 CO₂量の分布を，第 4.1-11 図～第 4.1-16 図に示す。



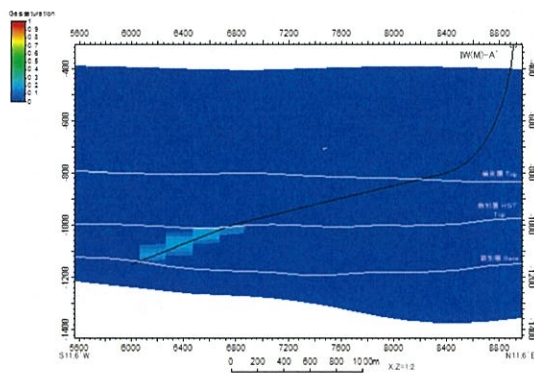
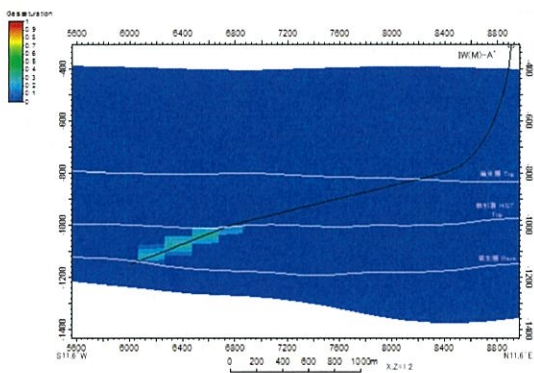
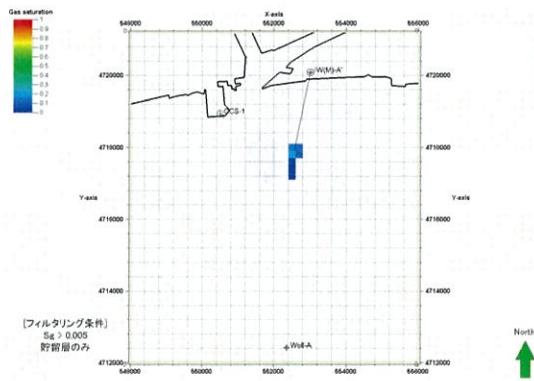
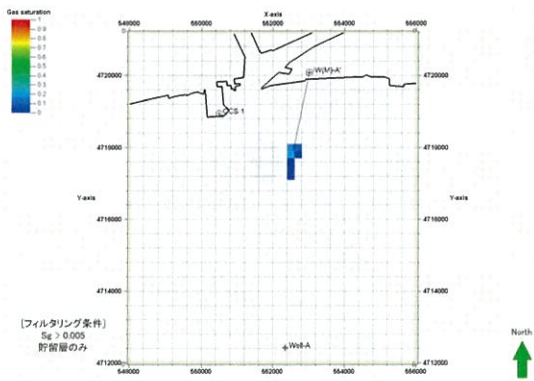
- 注: 1. 左側: 圧入開始から3年後, 右側: 圧入開始から1,000年後。
 2. 上段: 平面図 ($S_g > 0.005$ でフィルタリング), 下段: 萌別層圧入井に沿った断面図。

第 4.1-11 図 ベースケースにおける CO_2 飽和度の分布 (平成 24 年度シミュレーション結果)



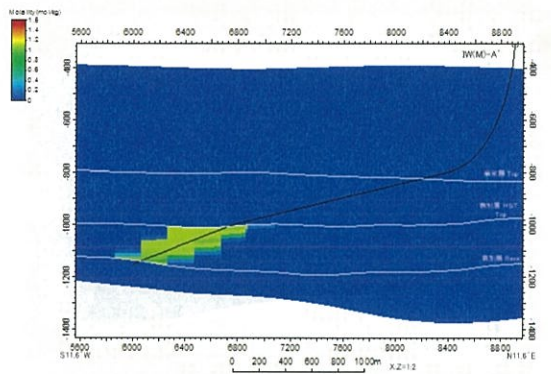
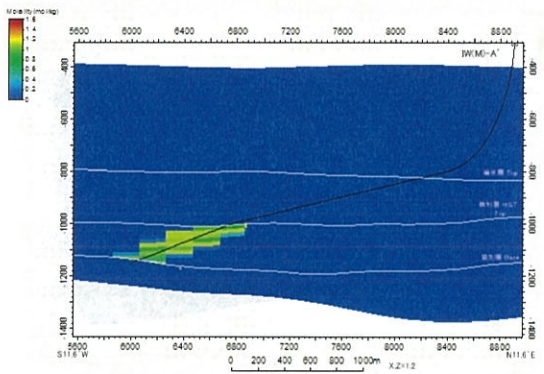
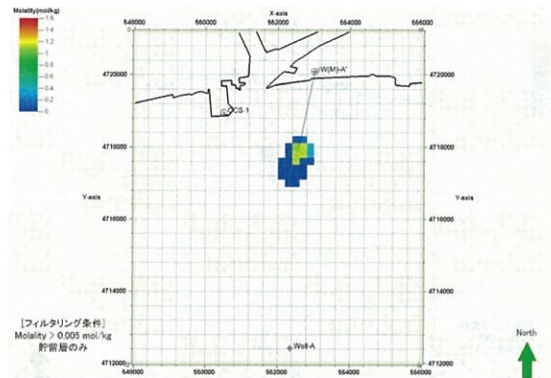
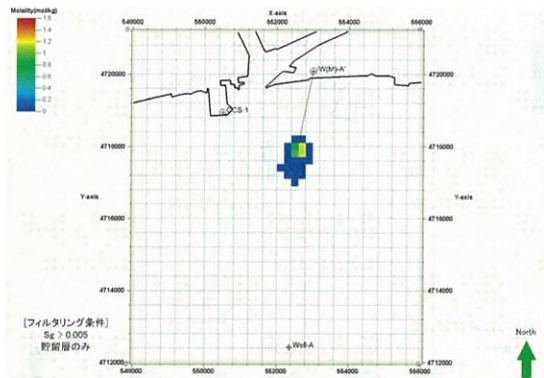
- 注： 1. 左側：圧入開始から3年後，右側：圧入開始から1,000年後。
 2. 上段：平面図 ($M_{CO_2} > 0.005$ でフィルタリング)，下段：萌別層圧入井に沿った断面図。

第 4.1-12 図 ベースケースにおける溶解 CO_2 量の分布 (平成 24 年度シミュレーション結果)



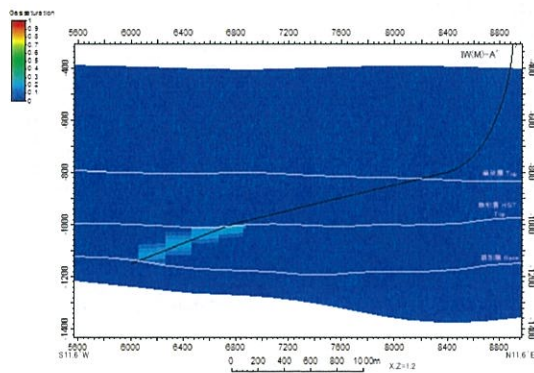
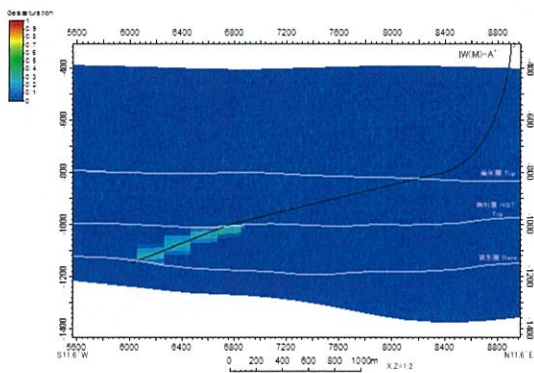
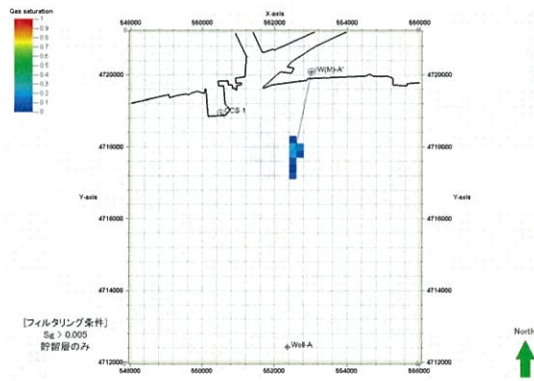
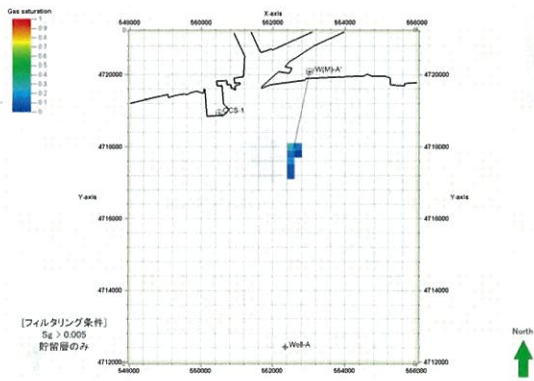
注：1. 左側：圧入開始から3年後，右側：圧入開始から1,000年後。
 2. 上段：平面図（ $S_g > 0.005$ でフィルタリング），下段：萌別層圧入井に沿った断面図。

第 4.1-13 図 高浸透率ケースにおける CO_2 飽和度の分布（平成 24 年度シミュレーション結果）



- 注： 1. 左側：圧入開始から3年後，右側：圧入開始から1,000年後。
 2. 上段：平面図 ($M_{CO_2} > 0.005$ でフィルタリング)，下段：萌別層圧入井に沿った断面図。

第 4.1-14 図 高浸透率ケースにおける溶解 CO_2 量の分布（平成 24 年度シミュレーション結果）



- 注：1. 左側：圧入開始から3年後，右側：圧入開始から1,000年後。
 2. 上段：平面図（ $S_g > 0.005$ でフィルタリング），下段：萌別層圧入井に沿った断面図。

第 4.1-15 図 低浸透率ケースにおける CO_2 飽和度の分布（平成 24 年度シミュレーション結果）