

第 2.2-12 表 シミュレーションパラメータ一覧 (平成 23 年度地質モデル)

| | | | |
|-----------------------------|---|--|-------------------------------------|
| モデル | 滝ノ上層 T1 部層 2011 モデル | | |
| サイズ | 8km×12km×4km (ideal volume : 24km×24km×4km) | | |
| グリッド | 80×120×106 グリッド | | |
| アクティブ・ブロック数 | 384,050 | | |
| 基準温度 | 91.0°C (2,419.4m) | | |
| 基準圧力 | 34,370kPa (2,419.4m) | | |
| CO ₂ 圧入レート, 圧入期間 | 250,000 トン/年×3 年 | | |
| 圧入圧力上限 | 41,853kPa | | |
| 岩石性状 | 溶岩 (貯留層) | 凝灰岩 (貯留層) | 泥岩 (遮蔽層) |
| 平均孔隙率 | 0.125 Bennion(2005) ^[1] | 0.127 | 0.15 |
| 平均浸透率 : mD | 2.7 | 0.0072 | 0.000035 |
| 圧縮率 : kPa ⁻¹ | 8.073×10 ⁻⁷ (測定値) | | |
| 塩分濃度 : ppm (NaCl) | 35,100 (Cl ⁻ = 21,300ppm) | | |
| 相対浸透率 | 溶岩 (貯留層) | 凝灰岩 (貯留層) | 泥岩 (遮蔽層) |
| 気相 相対浸透率 Krg | Bennion (2005) ^[1] | | Corey (1954) ^[2] |
| 液相 相対浸透率 Krw | | | van Genuchten (1980) ^[3] |
| 臨界ガス飽和率 Sgc | 0.04 Bennion (2005) ^[1] | 0.05 | |
| 不動水飽和率 Swir | 0.558 Bennion (2005) ^[1] | | 0.8 |
| 最大残留ガス飽和率 Sgrmax | 0.241 from default value of GEM | | — |
| 毛細管圧力曲線 | 溶岩 (貯留層) Bennion (2006) ^[4] | 凝灰岩 (貯留層) van Genuchten (1980) ^[3] | 泥岩 (遮蔽層) 測定値 |

c. CO₂ 圧入時の挙動

50 個のモデルに対して、25 万トン/年×3 年間の挙動予測シミュレーションを行ったところ、全てのモデルにおいて 25 万トン/年×3 年間の圧入が可能であった。なお、実際の CO₂ 圧入の際に挙動予測シミュレーション結果から大きく外れる場合には、圧入対象層が 2 層準あるので、両層の圧入性を考慮したうえで、圧入量を振り分け、安全に圧入可能な範囲内で CO₂ を圧入する予定である。

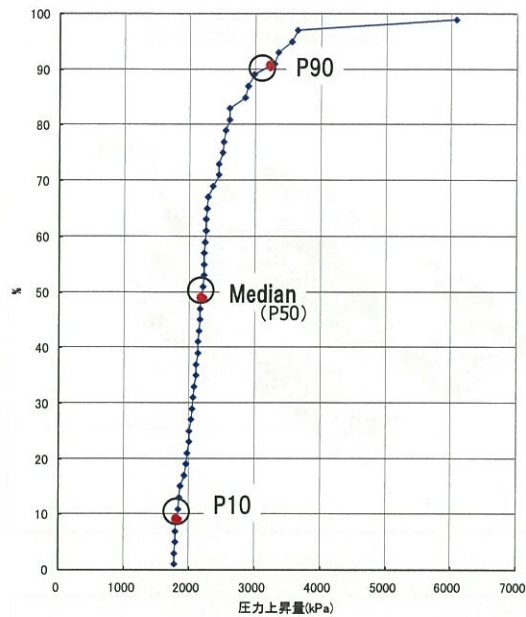
圧入終了時の坑底圧力 (貯留層上限深度での坑内圧力) の圧力上昇量を序列化して、50 個のモデルの累積確率分布を作成した。圧力上昇量が当該モデル以下になる確率をそれぞれ P10, P50, P90 のパーセンタイル値として設定した (第 2.2-30 図)。

[1] Bennion, B. 2005. Relative permeability characteristics for supercritical CO₂ displacing water in a variety of potential sequestration zones in the Western Canada Sedimentary Basin. paper SPE 95547, pp. 7-9, p. 12

[2] Corey, A. T. 1954. The Interrelation between gas and oil relative permeabilities. Producers Monthly, November, pp. 38-41

[3] van Genuchten, M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of undersaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44, pp. 892-898

[4] Bennion, B. 2006. The impact of interfacial tension and pore-size distribution / capillary pressure character on CO₂ relative permeability at reservoir condition in CO₂-Brine systems. paper SPE 99325, p. 9



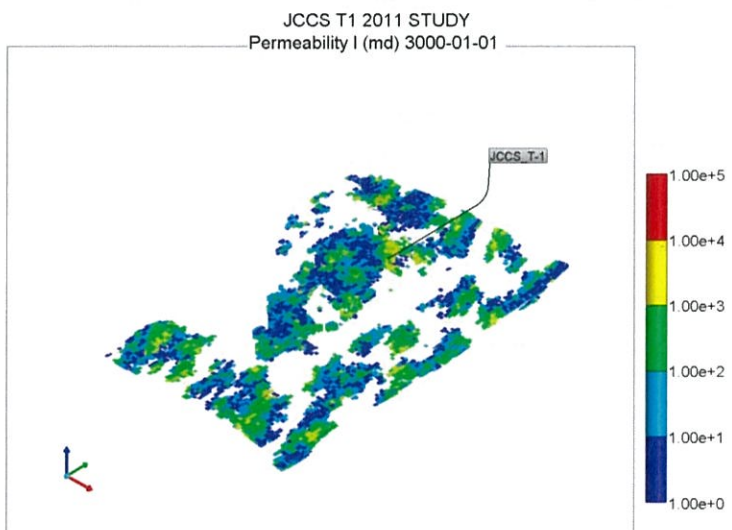
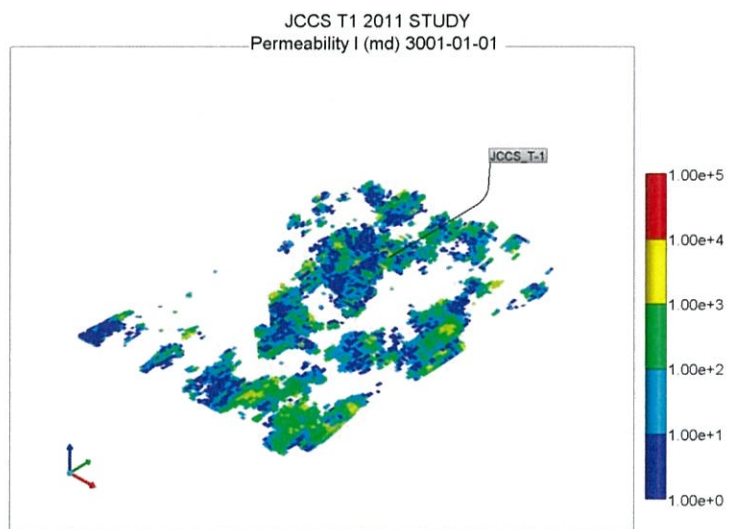
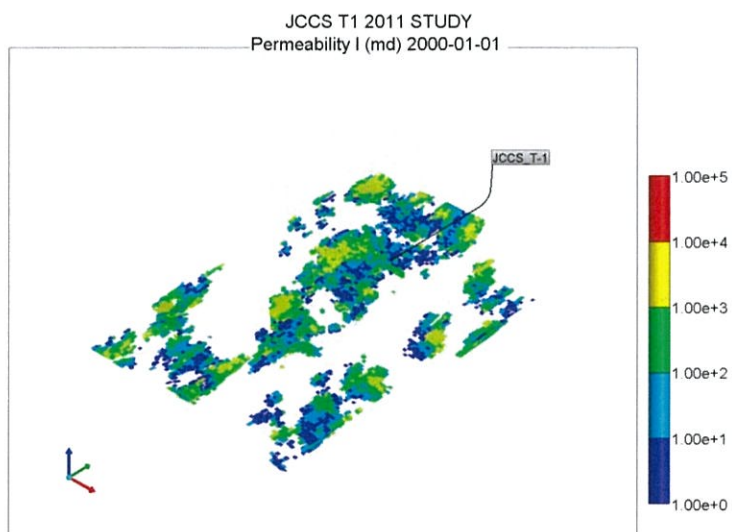
第 2. 2-30 図 50 個のモデルの 3 年間の圧入による圧力上昇量の累積確率分布 (平成 23 年度地質モデル)

これらの 3 つのモデルについて CO₂ 挙動予測シミュレーションを行った。

- a) P10 モデル : 圧力上昇量が当該モデル以下になる確率が 10%
- b) P50 モデル : 圧力上昇量が当該モデル以下になる確率が 50%
- c) P90 モデル : 圧力上昇量が当該モデル以下になる確率が 90%

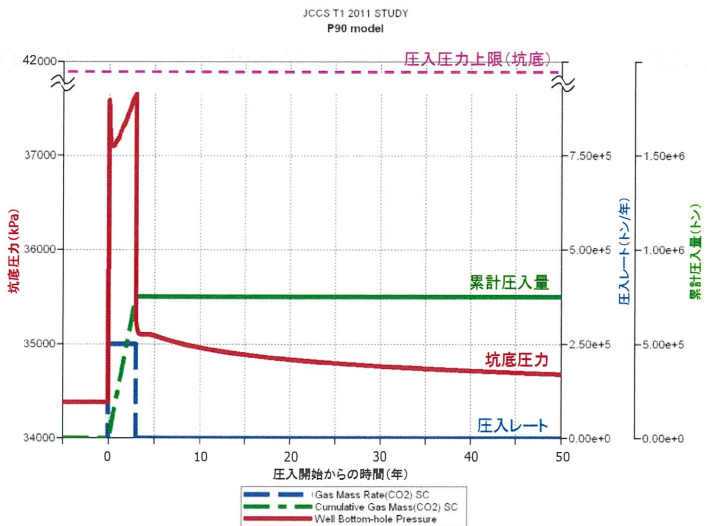
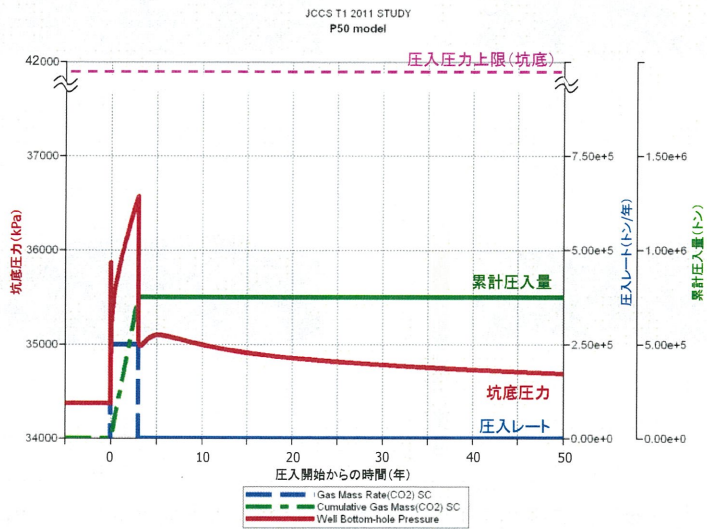
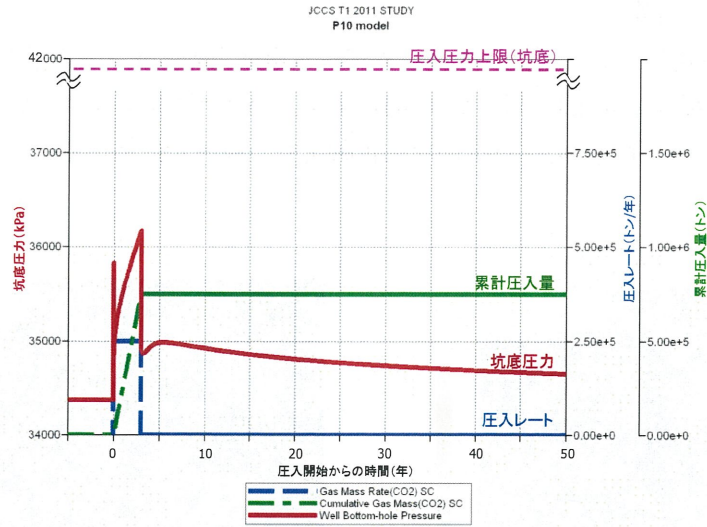
3 つのモデルに与えられた浸透率分布の例を, 第 2. 2-31 図に示す。また, 3 つの貯留層モデル (P10 モデル, P50 モデル, P90 モデル) における圧入期間 (3 年間) の CO₂ 圧入に伴う坑底圧力, 圧入レート, 累計圧入量および坑口圧力の経時変化を, 第 2. 2-32 図に示す。

いずれのモデルにおいても設定した圧入圧力上限 (41, 853kPa) には達せず, 25 万トン/年×3 年間の CO₂ を全量圧入が可能である。また, いずれのモデルにおいても貯留層圧力は圧入終了後に速やかに低下し, 圧入終了 5 年後にはほぼ初期貯留層圧力に近い約 35, 000kPa ($\Delta P = 700\text{kPa}$) まで低下している。



注：上から順に P10 モデル，P50 モデル，P90 モデル。単位は，mD。

第 2.2-31 図 浸透率分布（平成 23 年度地質モデル）

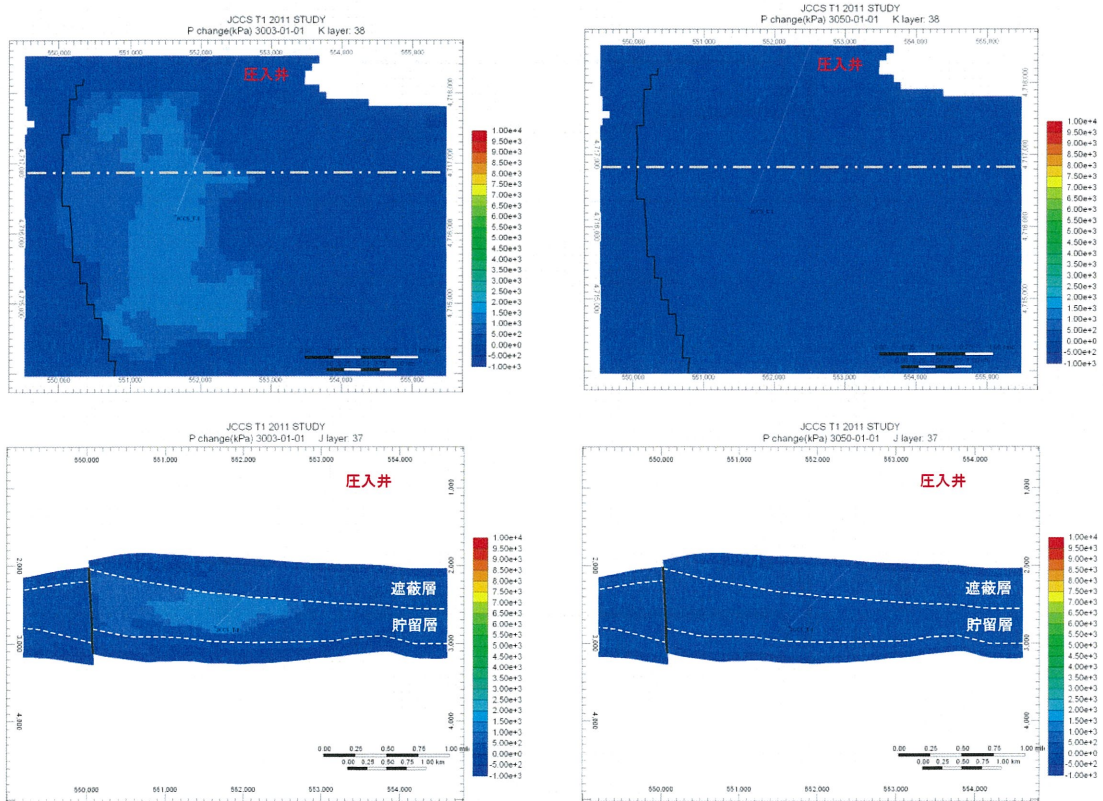


注: 上から順に P10 モデル, P50 モデル, P90 モデル。

第 2.2-32 図 各モデルにおける圧入時の挙動 (平成 23 年度シミュレーション結果)

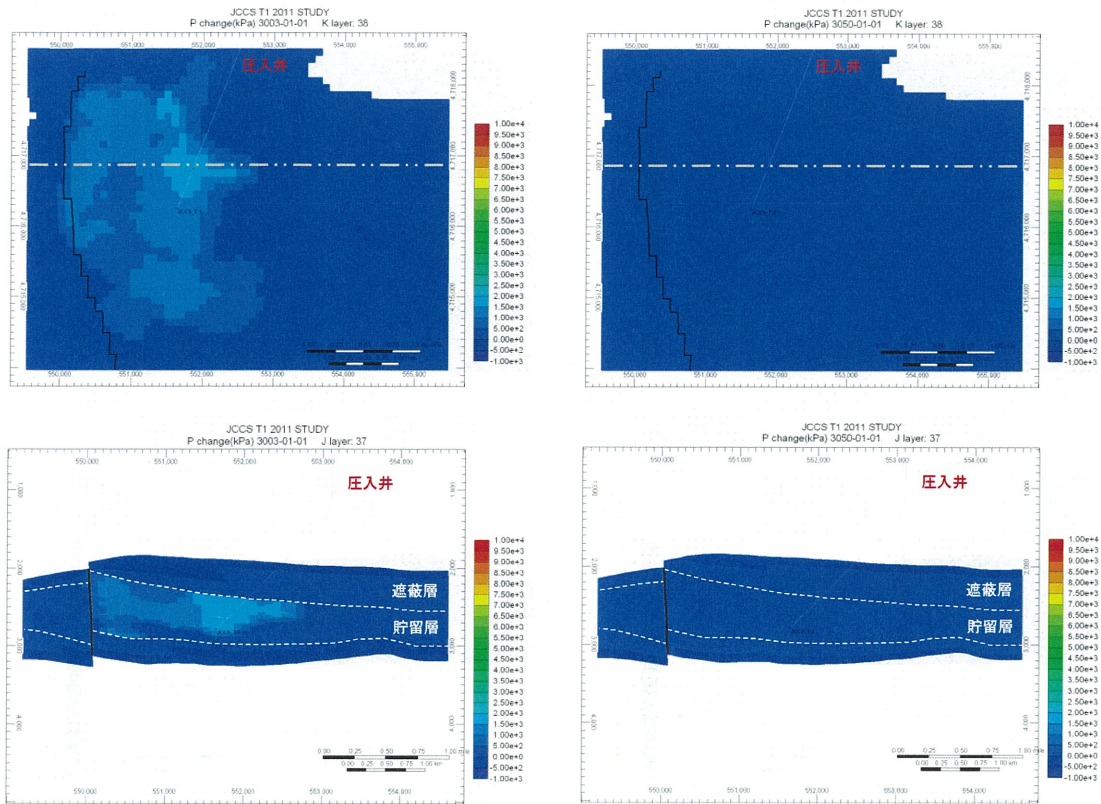
d. 貯留層圧力分布

3年間のCO₂圧入終了時点における深部塩水層圧力の変化（圧入前の初期圧力からの変化量）を、第2.2-33図～第2.2-35図に示す。いずれのモデルにおいても圧力の広がりについては圧入井を中心にほぼ南北に長軸をもつ楕円状に広がる。



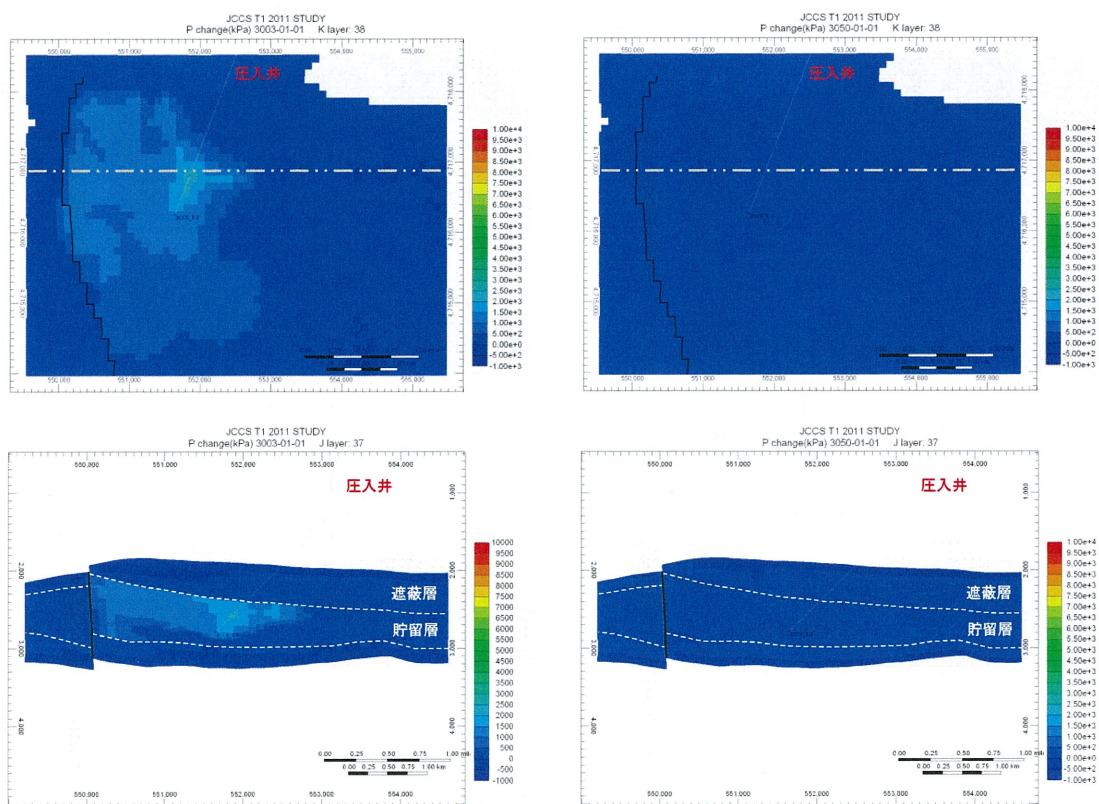
注：左側：圧入終了時（3年後），右側：50年後。上段：平面分布（k方向セル38），下段：東西断面（位置は平面分布の点線の位置）。単位は，kPa。

第2.2-33図 CO₂圧入前からの圧力変化量の推移（P10モデル）（平成23年度シミュレーション結果）



注：左側：圧入終了時（3年後），右側：50年後。上段：平面分布（k方向セル38），下段：東西断面（位置は平面分布の点線の位置）。単位は，kPa。

第 2. 2-34 図 CO₂ 圧入前からの圧力変化量の推移（P50 モデル）（平成 23 年度シミュレーション結果）



注：左側：圧入終了時（3年後），右側：50年後。上段：平面分布（k方向セル38），下段：東西断面（位置は平面分布の点線の位置）。単位は，kPa。

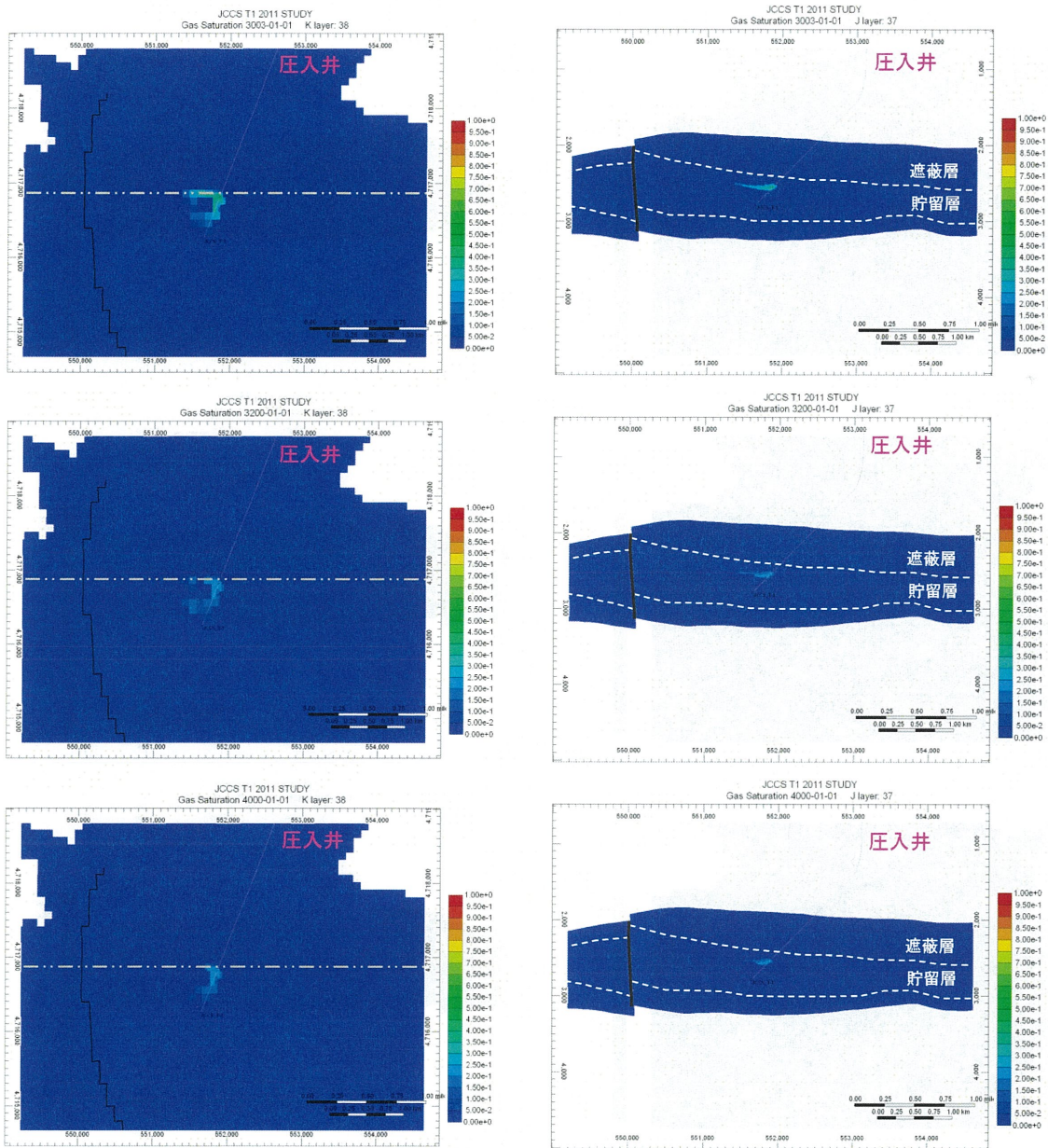
第 2.2-35 図 CO₂ 圧入前からの圧力変化量の推移（P90 モデル）（平成 23 年度シミュレーション結果）

e. シミュレーションによる貯留 CO₂ の長期挙動予測

3 つの貯留層モデル（P10 モデル，P50 モデル，P90 モデル）について，圧入開始から 1,000 年間（圧入 3 年間，圧入終了後 997 年間）の CO₂ の挙動予測シミュレーションを実施した。以下にモデルごとの結果の比較を示す。

f. 圧入に伴う貯留層内の CO₂ 分布予測

圧入終了時点（圧入開始から 3 年後），圧入開始から 200 年後および 1,000 年後における CO₂ 飽和度の推移を，第 2.2-36 図～第 2.2-38 図に示す。また，CO₂ が地層水に溶解した状態の溶解 CO₂ 量の推移を，第 2.2-39 図～第 2.2-41 図に示す。なお，いずれのケースにおいても，遮蔽層（振老層，平取+軽舞層）へは CO₂ は広がらない。



注：上段：圧入終了時（3年後），中段：200年後，下段：1,000年後。上段：平面分布（k方向セル38），下段：東西断面（位置は平面分布の点線の位置）。

第 2. 2-36 図 P10 モデルにおける CO₂ 飽和度の推移（平成 23 年度シミュレーション結果）