

注：萌別層圧入井の掘削により確認した萌別層の浸透率は、本シミュレーションの設定値よりも高いことが確認された。よって、CO₂圧入時の圧力上昇は、本シミュレーション結果よりも低くなることが予想される。

第 2.2-49 図 低浸透率ケースにおける圧力挙動（平成 23 年度シミュレーション結果）

高浸透率ケースにおける圧入挙動を、第 2.2-50 図に示す。想定圧入レートおよび期間である 25 万トン/年の圧入レートで 3 年間（累計圧入量 75 万トン）CO₂を圧入可能であることを確認した。高浸透率ケースでは坑底圧力が、圧入圧力上限（13.4MPa）以下の圧力で圧入することができ、圧入終了時点では 12.5MPa となった。他のケースと同様に坑底圧力は圧入終了後に圧力は大きく低下し、圧入終了 5 年後には 10.6MPa 程度となり、以後ゆっくりと圧入前の圧力（10.3MPa）に近づいていく。

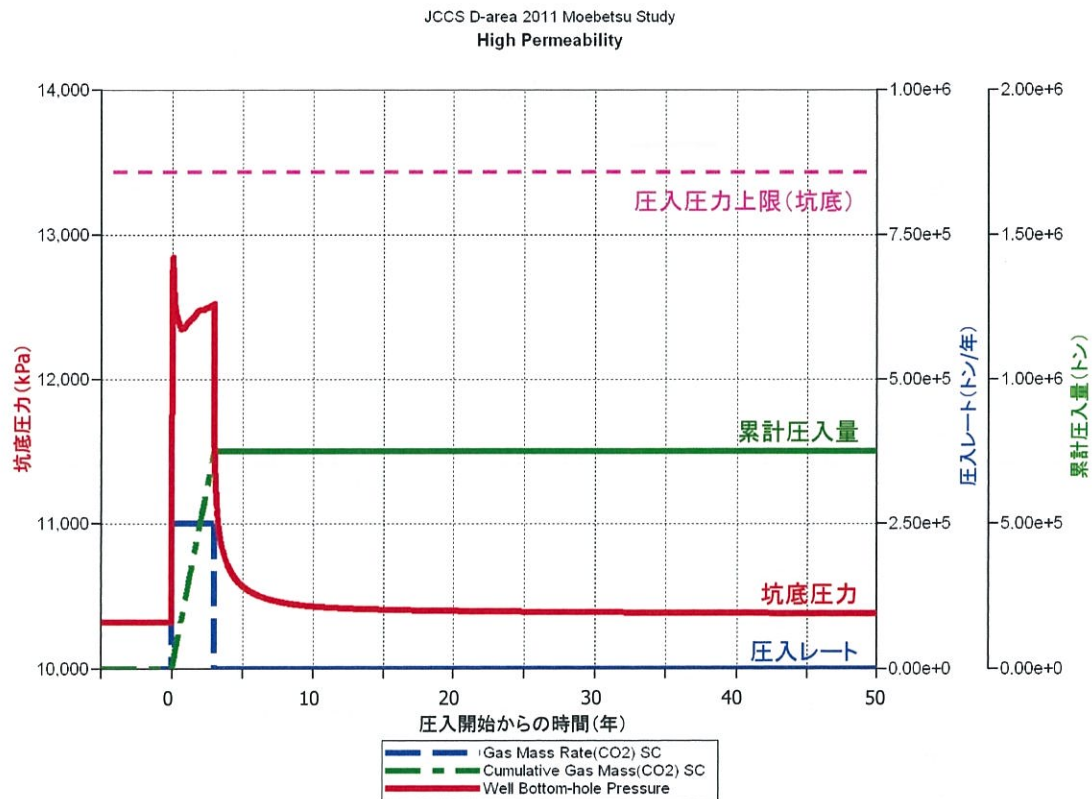
以上より、貯留層の浸透率が高くなるにつれて坑底圧力の最大値は低くなるのがわかる。

掘削した萌別層圧入井の貯留層の浸透率は 370mD と解析されている（第 2.2-5 表）。なお、萌別層圧入井掘削後に実施したフォールオフテストより得られたデリバティブプロットにおいて断層を示唆する挙動が認められなかったことから、この大きな値は断層に寄与するものではない。

本計画を実施した場合、坑底圧力の上昇が大きい高浸透率ケースに近い挙動をとると予測される。したがって、圧入中に貯留層の圧力が遮蔽層の破壊圧に近づく可能性が低くなり、より安全に特定二酸化炭素ガスを圧入できると考えられる。なお、圧入中に貯留層の圧力が遮蔽層破壊圧の 90%となった場合、圧入を停止する。

本計画における遮蔽層の破壊圧の基準は、安全性を重視し、実際に地層が破壊される圧力（Formation Breakdown）ではなく、リークオフ圧力を基準に採用し、その90%を圧入の上限圧と規定している。萌別層圧入井掘削時に実施したエクステンデットリークテストの解析から、遮蔽層の下限におけるリークオフ圧力は14.37MPaであり（第2.2-6表）、本計画における実際の圧入圧力の上限は12.93MPa（ $=0.9 \times 14.37\text{MPa}$ ）となり、平成23年度シミュレーションにおいて予測していた圧入圧力上限13.4MPaよりも低くなる。なお、高浸透率ケースにおける圧力挙動から、圧入圧力の上限が12.93MPaであっても安全に特定二酸化炭素ガスを圧入できることがわかる。

また、平成23年度シミュレーションにおいては、25万トン/年の圧入レートで3年間（累計圧入量75万トン）のCO₂圧入を想定しているが、本計画においては、原料ガスの供給量やCO₂分離・回収設備の能力の制約から、20万トン/年、3年間で60万トンが上限であり、この上限量に変更はない。このことから、坑底圧の上昇は平成23年度シミュレーション結果よりも下回ると判断できる。



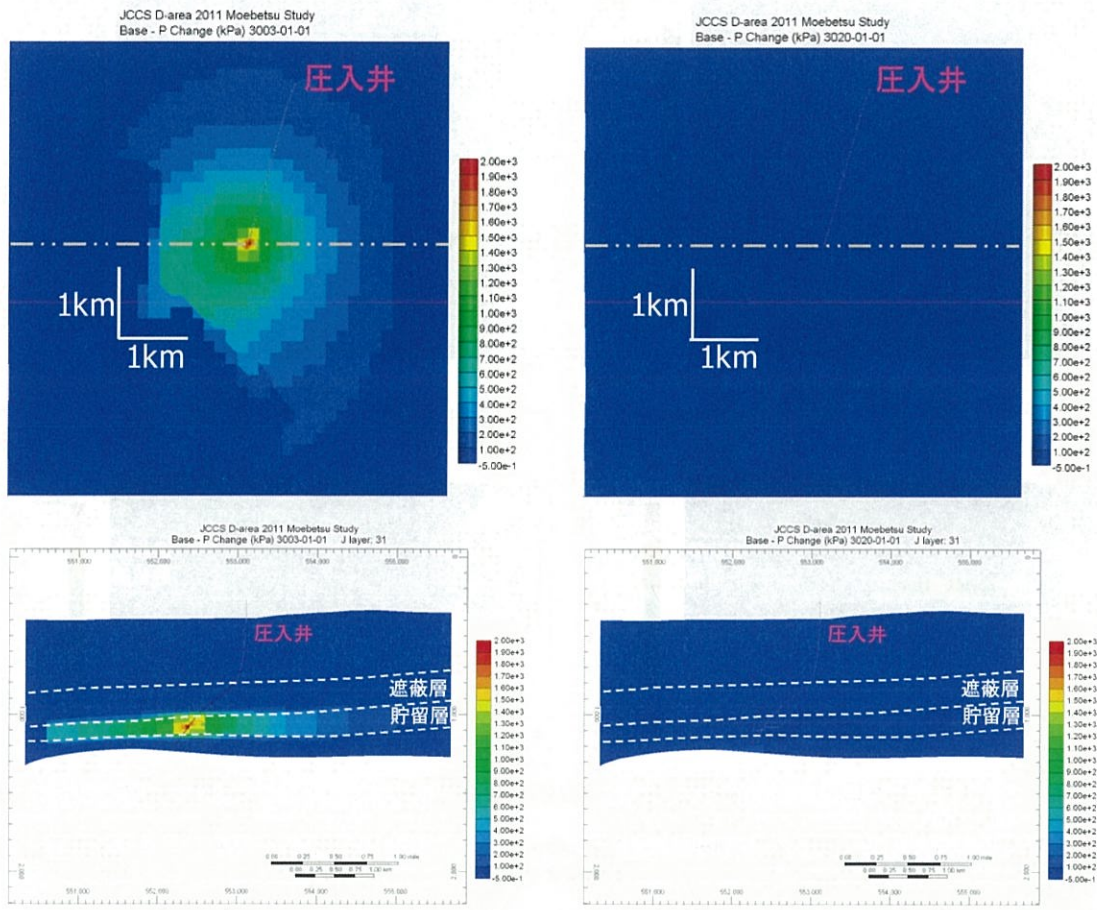
注：萌別層圧入井の掘削により確認した萌別層の浸透率は、本シミュレーションの設定値よりも高いことが確認された。よって、CO₂圧入時の圧力上昇は、本シミュレーション結果よりも低くなることが予想される。

第2.2-50図 高浸透率ケースにおける圧力挙動（平成23年度シミュレーション結果）

e. 貯留層圧力分布

ベースケースにおける圧入終了時点の圧力分布を、第2.2-51図に示す。南北に約800m、東西約800mの範囲に1,000kPa（圧入前の地層圧の約10%）以上に上昇した領域が、南北

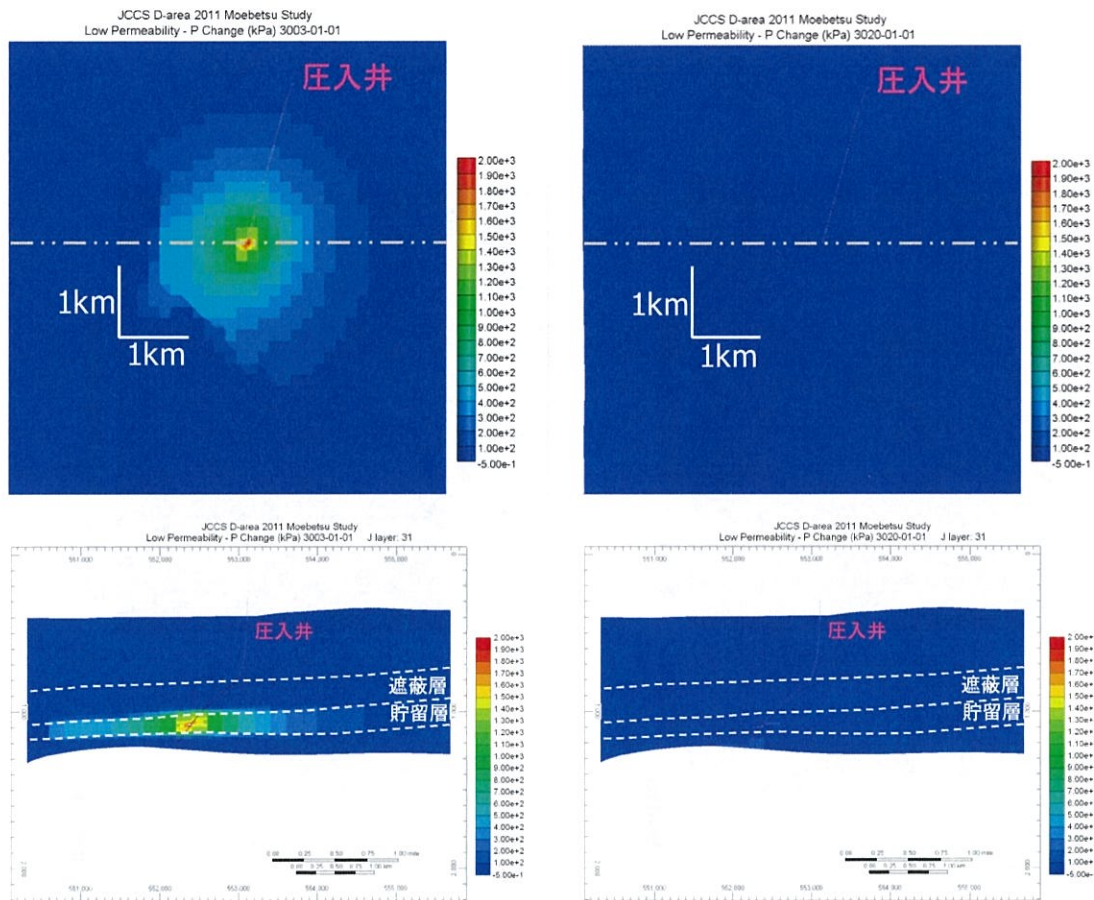
に約 6km, 東西約 6km の範囲に 100kPa (圧入前の地層圧の約 1%) 以上に圧力が上昇した領域が確認された。20 年後までには圧力上昇の影響は見られなくなる。



注: 1. 左側: 圧入終了時 (3 年後), 右側: 20 年後。上段: 平面分布 (k 方向セル 28), 下段右: 東西断面 (位置は平面分布の点線の位置)。単位は, kPa。
 2. 萌別層圧入井の掘削により確認した萌別層の浸透率は, 本シミュレーションの設定値よりも高いことが確認された。よって, CO₂ 圧入時の圧力分布は, 本シミュレーション結果よりも低くなるのが予想される。

第 2. 2-51 図 CO₂ 圧入前からの圧力変化量の推移 (ベースケース) (平成 23 年度シミュレーション結果)

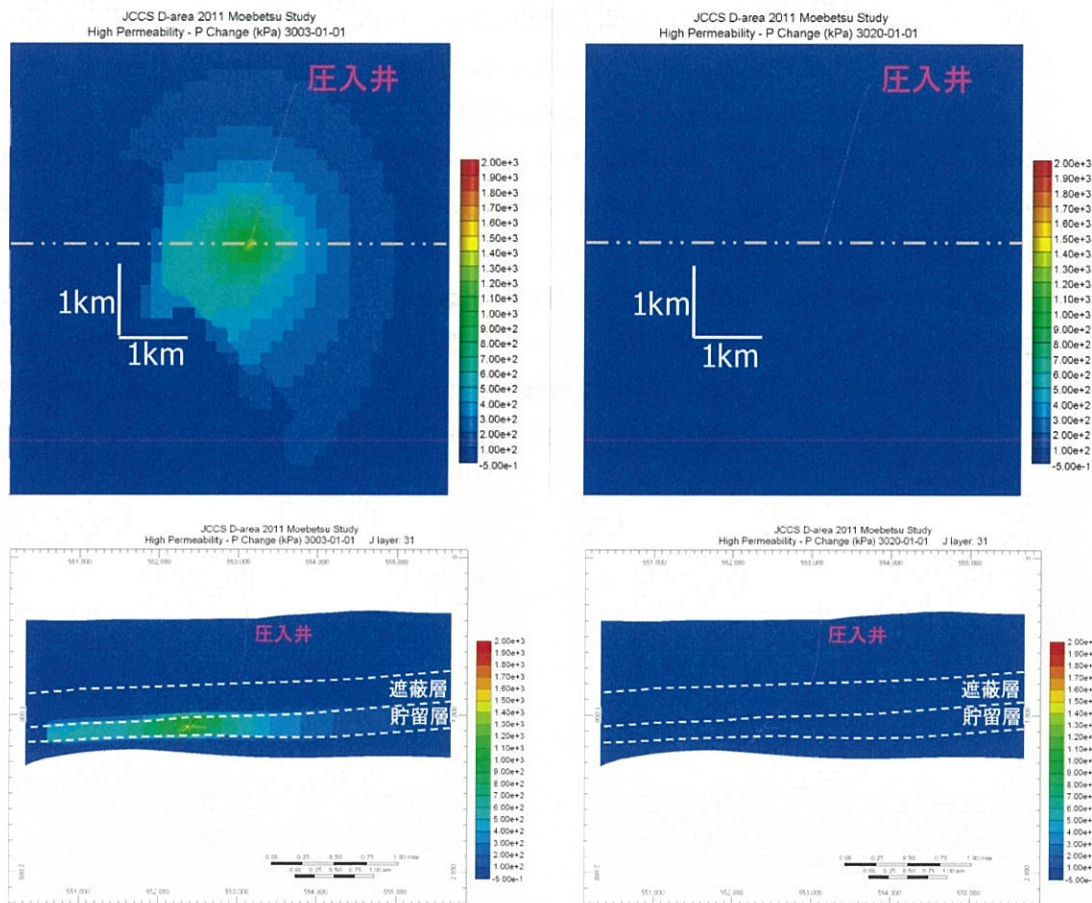
低浸透率ケースにおける圧入終了時点の圧力分布を, 第 2. 2-52 図に示す。南北に約 600m, 東西約 400m の範囲に 1, 000kPa (圧入前の地層圧の約 10%) 以上に上昇した領域が, 南北に約 4km, 東西約 4km の範囲に 100kPa (圧入前の地層圧の約 1%) 以上に圧力が上昇した領域が確認される。20 年後までには圧力上昇の影響は見られなくなる。



- 注: 1. 左側: 圧入終了時 (3 年後), 右側: 20 年後。上段: 平面分布 (k 方向セル 28), 下段右: 東西断面 (位置は平面分布の点線の位置)。単位は, kPa。
2. 萌別層圧入井の掘削により確認した萌別層の浸透率は, 本シミュレーションの設定値よりも高いことが確認された。よって, CO₂ 圧入時の圧力分布は, 本シミュレーション結果よりも低くなることが予想される。

第 2. 2-52 図 CO₂ 圧入前からの圧力変化量の推移 (低浸透率ケース) (平成 23 年度シミュレーション結果)

高浸透率ケースにおける圧入終了時点の圧力分布を, 第 2. 2-53 図に示す。南北に約 800m, 東西約 800m の範囲に 1, 000kPa (圧入前の地層圧の約 10%) 以上に上昇した領域が, 南北に約 6. 5km, 東西約 4km の範囲に 100kPa (圧入前の地層圧の約 1%) 以上に圧力が上昇した領域が確認された。20 年後までには圧力上昇の影響は見られなくなる。



- 注:1. 左側: 圧入終了時(3年後), 右側: 20年後。上段: 平面分布(k方向セル28), 下段右: 東西断面(位置は平面分布の点線の位置)。単位は, kPa。
2. 萌別層圧入井の掘削により確認した萌別層の浸透率は, 本シミュレーションの設定値よりも高いことが確認された。よって, CO₂圧入時の圧力分布は, 本シミュレーション結果よりも低くなることが予想される。

第 2. 2-53 図 CO₂ 圧入前からの圧力変化量の推移(高浸透率ケース)(平成 23 年度シミュレーション結果)

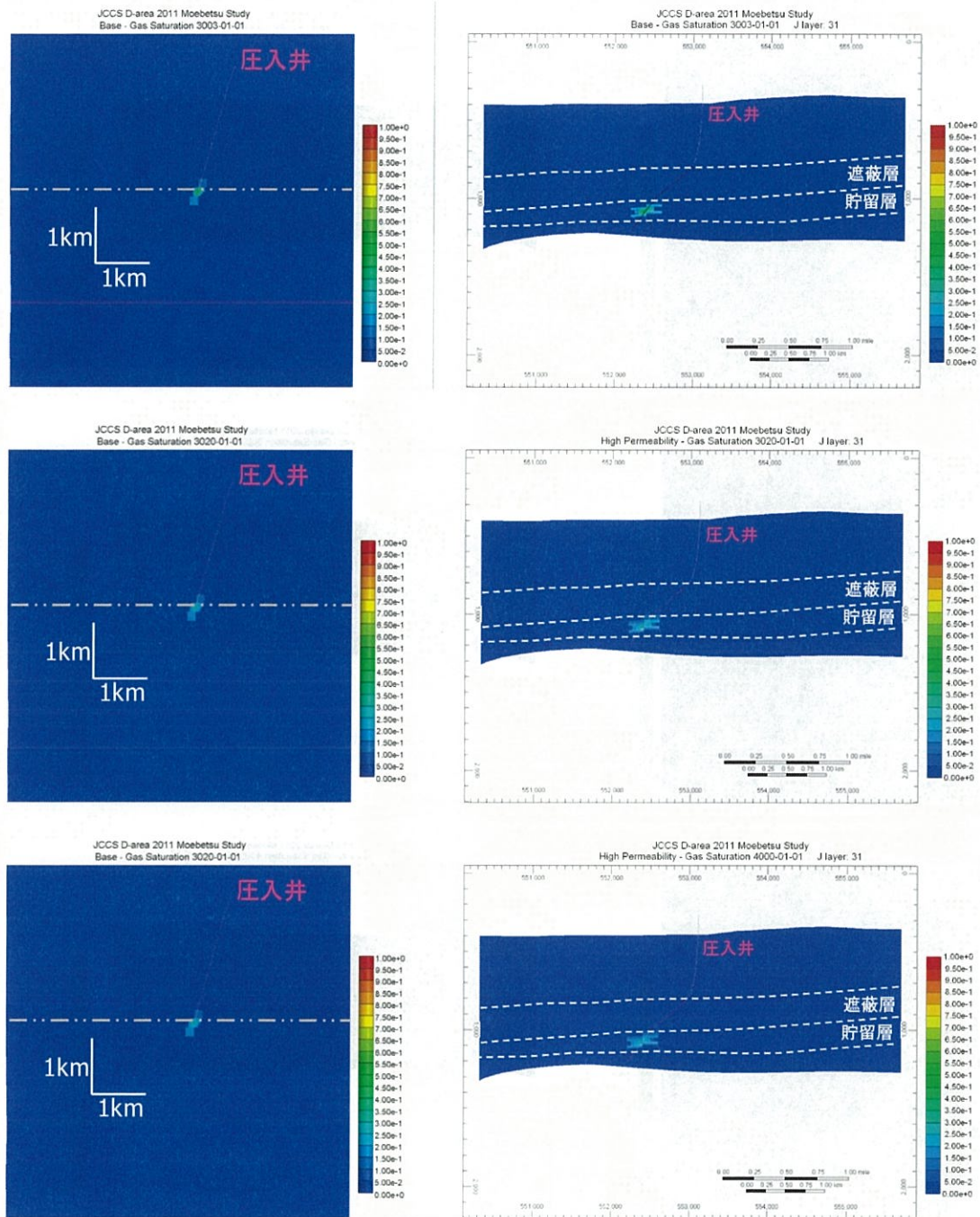
圧入された特定二酸化炭素ガスは, 貯留層(砂岩)の孔隙の地層水を押し出しながら広がる。掘削した萌別層圧入井の貯留層の浸透率は 370mD と解析されており, 平成 23 年度シミュレーションの設定値より高くなっているが, 地層に占める孔隙の割合(孔隙率)の予実績が同程度であるため(第 2. 2-5 表), 貯留層圧力分布は平成 23 年度シミュレーション結果と大きく変わることはない。よって, 本計画を実施した場合には, 高浸透率ケースとほぼ同様の挙動を示すと予想される(第 2. 2-53 図)。また, 浸透率が平成 23 年度シミュレーションの設定値より高くなったことにより, 圧入時の貯留層圧力は, 第 2. 2-51 図～第 2. 2-53 図で示す結果よりは低くなると予想され, 安全上は問題がないと判断される。

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 年後における気相の CO₂ 飽和度の分布を, 第 2. 2-54 図～第 2. 2-56 図に示す。また, 溶解 CO₂ 量の分布を第 2. 2-57 図～第 2. 2-59 図に示す。

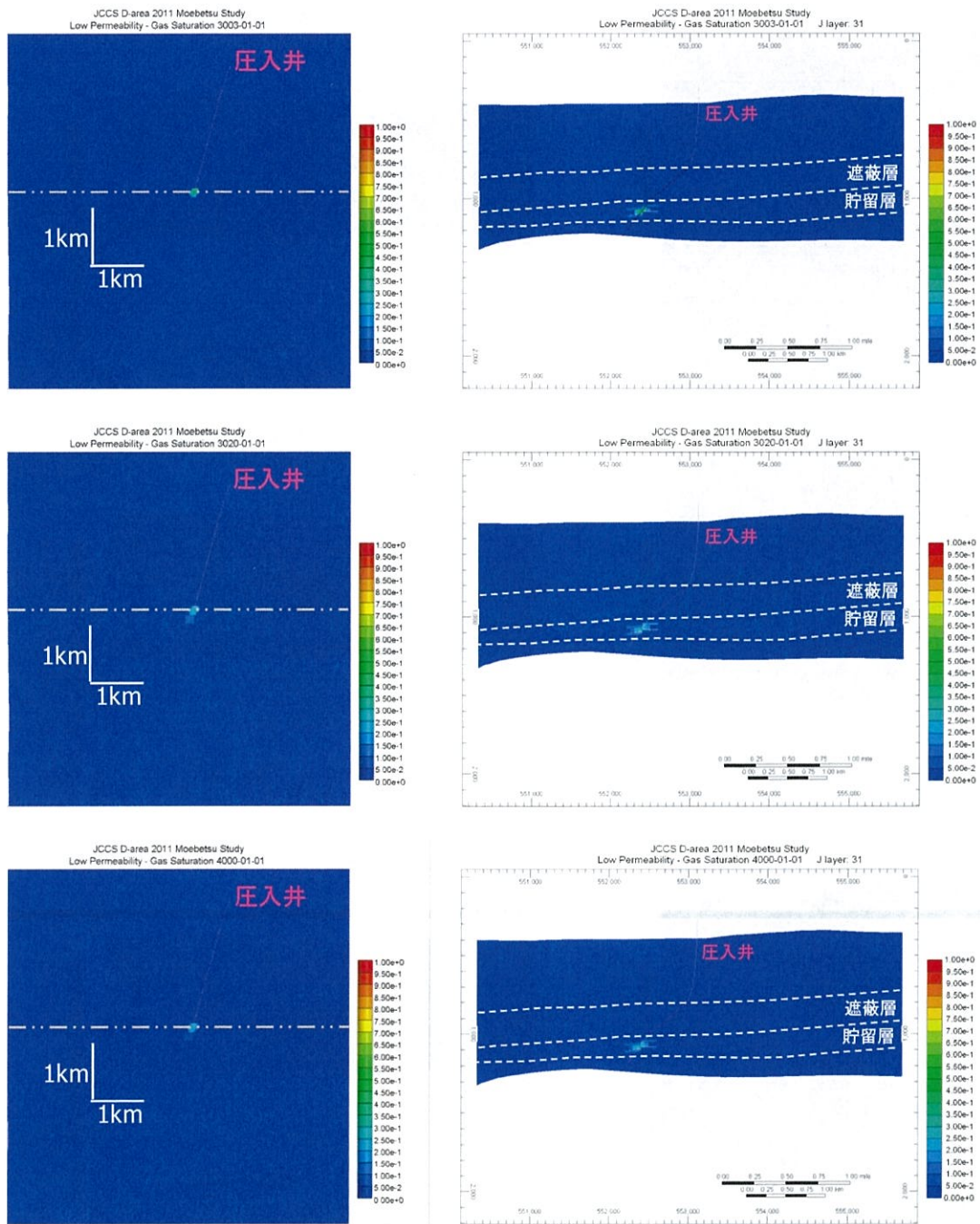
ベースケースでは、気相 CO₂ は圧入井近傍において圧入終了直後で東西約 400m、南北約 600m に高い CO₂ 飽和度の範囲が広がっている。同様に、溶解 CO₂ は圧入井近傍において圧入終了直後で東西約 400m、南北約 600m の範囲に広がる。その後、CO₂ は水平方向にはほとんど動かなくなるが、貯留層内での上方への移動があり、遮蔽層下限までの移動が見られる。20 年後以降、1,000 年後まではほとんど動かない。溶解 CO₂ は、1,000 年後まで主に垂直方向に分布を広げる。

低浸透率ケースでは、気相 CO₂ は圧入井近傍において圧入終了直後で東西約 200m、南北約 200m に高い CO₂ 飽和度の範囲が広がっている。一方、溶解 CO₂ は圧入井近傍において圧入終了直後で東西約 400m、南北約 600m に広がっている。その後、CO₂ は 1,000 年後までほとんど動かない。溶解 CO₂ は、1,000 年後まで分布を広げる。



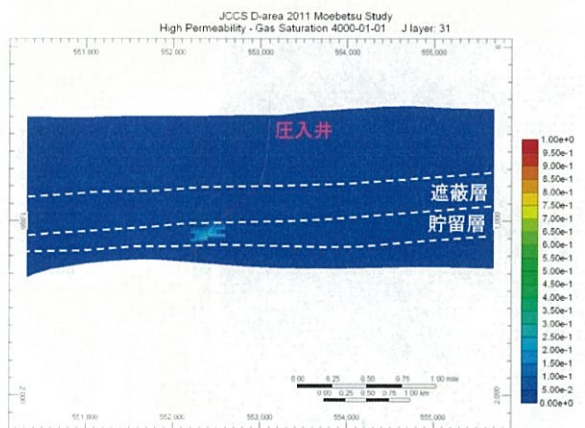
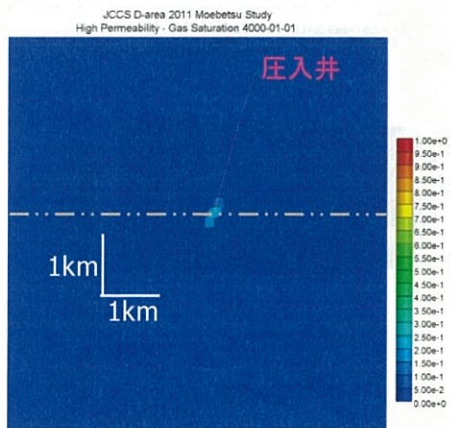
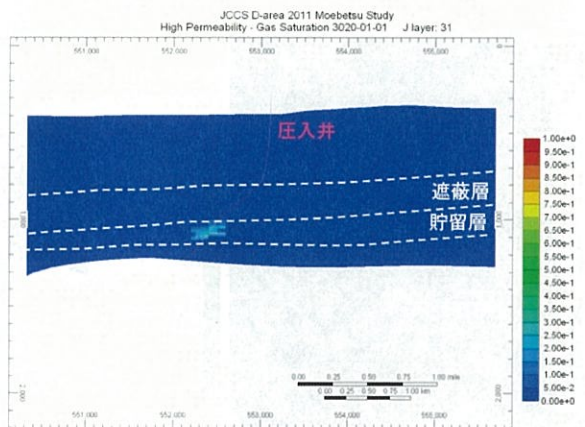
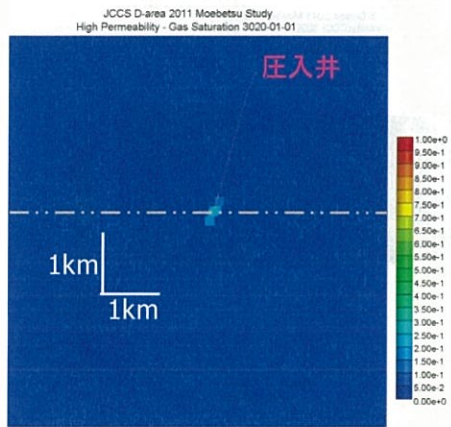
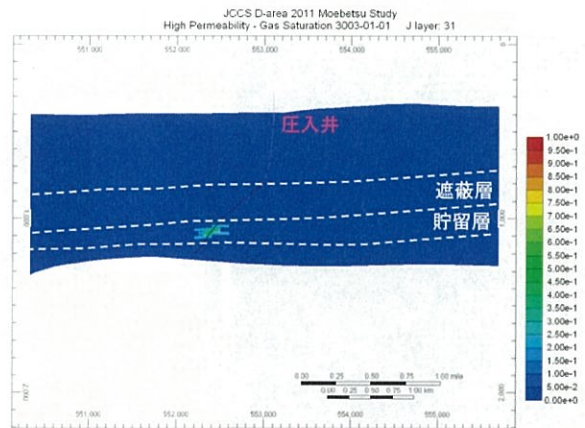
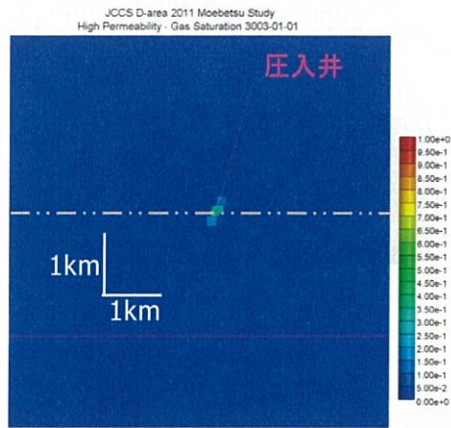
注：上段：3年後，中段：20年後，下段：1,000年後。左側：平面分布（k方向セル28），右側：東西断面（位置は平面分布の点線的位置）。

第 2.2-54 図 CO₂ 飽和度の推移（ベースケース）（平成 23 年度シミュレーション結果）



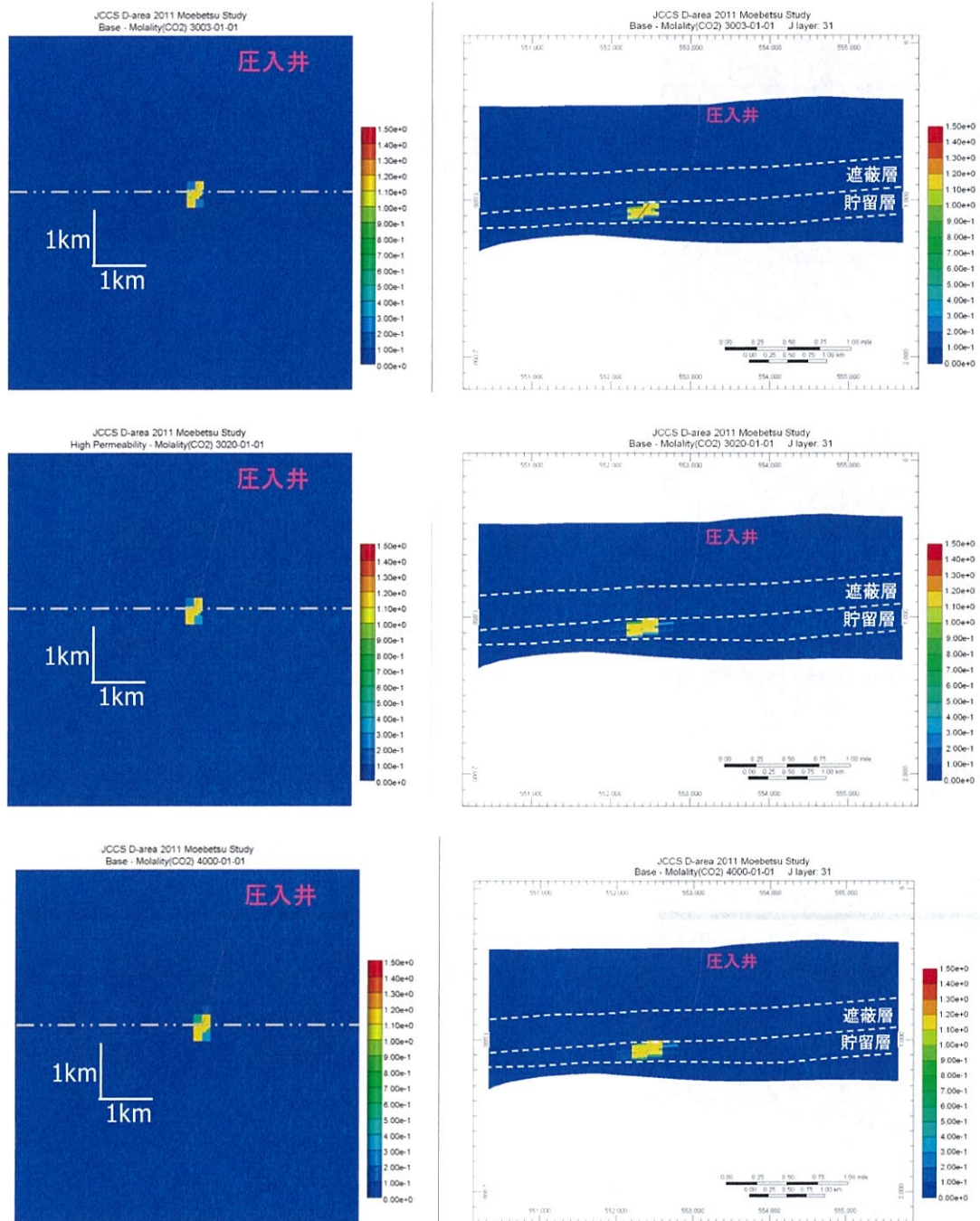
注：上段：3年後，中段：20年後，下段：1,000年後。左側：平面分布（k方向セル28），右側：東西断面（位置は平面分布の点線的位置）。

第 2.2-55 図 CO₂飽和度の推移（低浸透率ケース）（平成 23 年度シミュレーション結果）



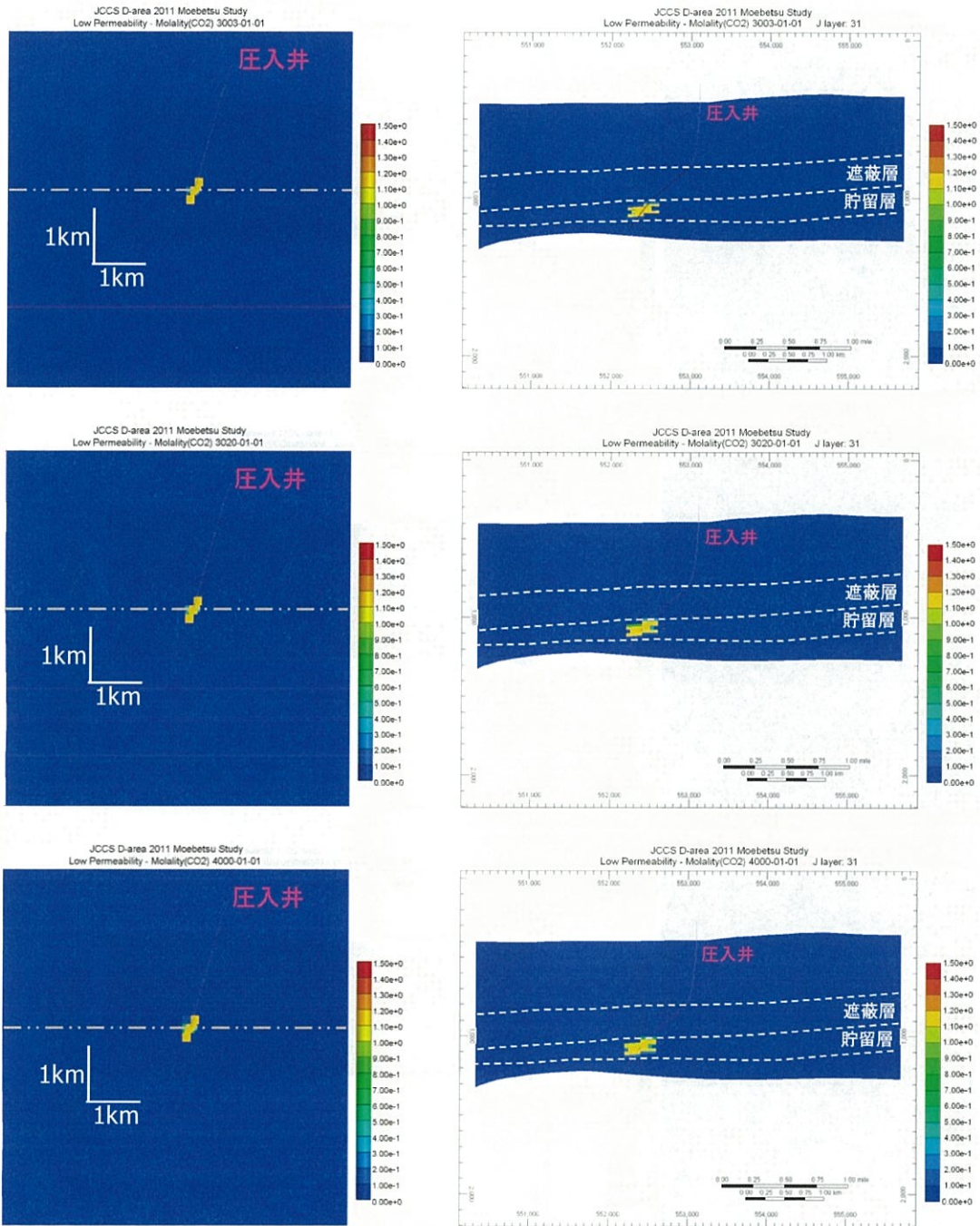
注：上段：3年後，中段：20年後，下段：1,000年後。左側：平面分布（k方向セル28），右側：東西断面（位置は平面分布の点線的位置）。

第 2.2-56 図 CO₂ 飽和度の推移（高浸透率ケース）（平成 23 年度シミュレーション結果）



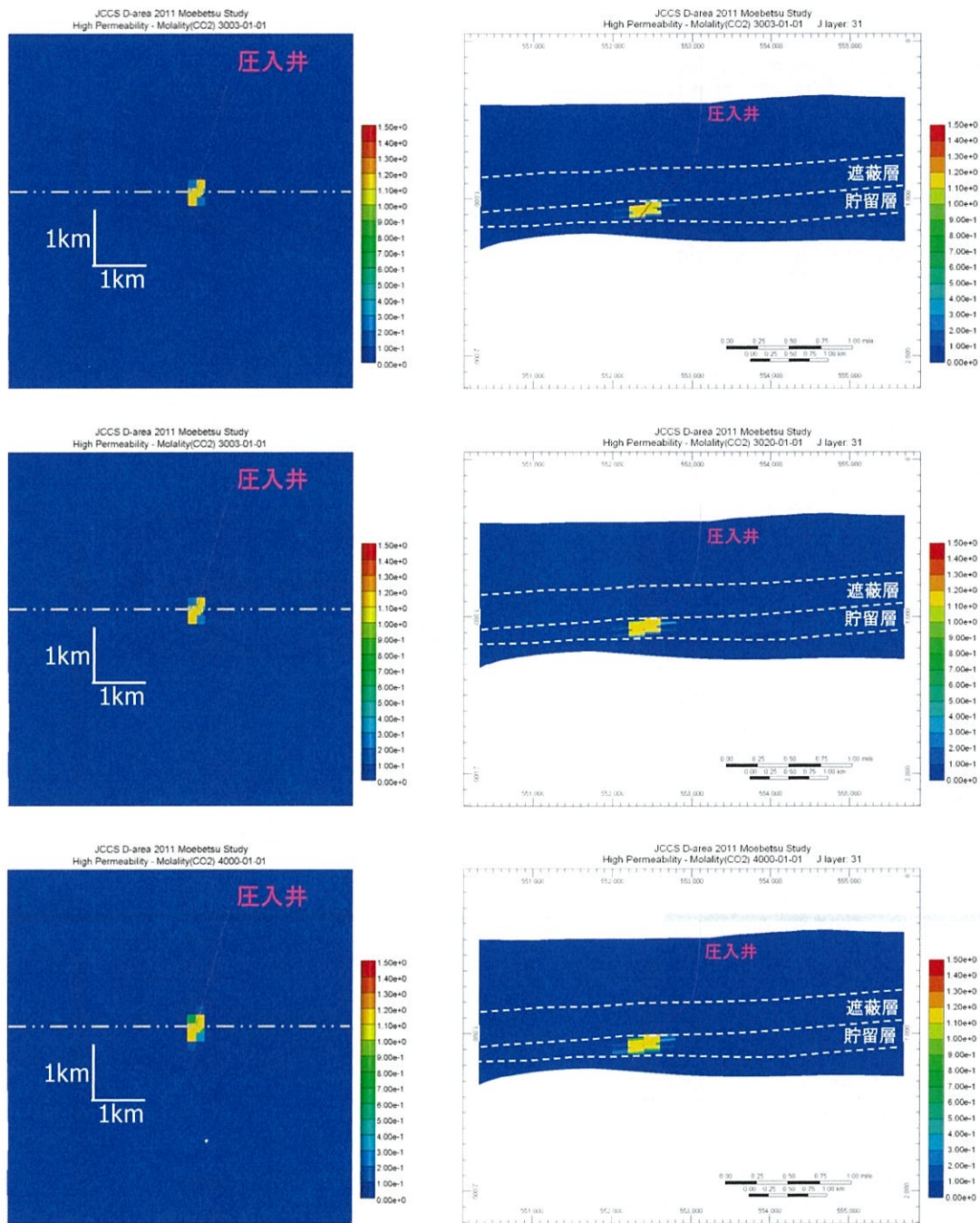
注：上段：3年後，中段：20年後，下段：1,000年後。左側：平面分布（k方向セル28），右側：東西断面（位置は平面分布の点線の位置）。単位は，mol/kg。

第 2.2-57 図 溶解 CO₂ 量の推移（ベースケース）（平成 23 年度シミュレーション結果）



注：上段：3年後，中段：20年後，下段：1,000年後。左側：平面分布（k方向セル28），右側：東西断面（位置は平面分布の点線的位置）。単位は，mol/kg。

第 2. 2-58 図 溶解 CO₂ 量の推移（低浸透率ケース）（平成 23 年度シミュレーション結果）



注：上段：3年後，中段：20年後，下段：1,000年後。左側：平面分布（k方向セル28），右側：東西断面（位置は平面分布の点線の位置）。単位は，mol/kg。

第 2.2-59 図 溶解 CO₂ 量の推移（高浸透率ケース）（平成 23 年度シミュレーション結果）