

二酸化炭素の地下貯蔵の保安措置に関するガイドラインの提案

令和 7 年 7 月 1 0 日

赤井 崇嗣

千代延 俊

辻 健

長縄 成実

古井 健二

山田 泰広

CCS 事業において、二酸化炭素の地下への注入は、地上の公共の安全の維持及び災害の発生の防止のための保安措置を含む適切な貯留実施計画に基づき実施されるべきである。

前回の二酸化炭素貯留安全小委員会（2月27日開催）において、個別の貯留事業場において適用可能なリスクマネジメントの在り方についてあらかじめ検討を深めておくべきことが提案されたため、同委員会に参加するメンバーを中心に検討を行い、ISO27914(2017)を踏まえたリスクマネジメントの基本的な考え方及び具体的な保安措置の在り方について、ガイドラインとして提案するものである。なお、地下からの漏えいに対する措置については、公共の安全の維持に支障を及ぼすかどうかに関わらず必ず見るべき視点であることから、CCS 事業規制全体の観点から別途検討すべきである。

I 公共の安全の維持及び災害の発生の防止のためのリスクマネジメントの基本的な考え方

CCS 事業のリスクマネジメント（リスクの特定、リスクの分析・評価及び管理）の基本的な考え方は、ISO27914(2017)に一定の規格が示されている。公共の安全の維持及び災害の発生の防止の観点からもこれを踏襲するものとする。

すなわち、ISO27914(2017)の記載に則り、貯留実施計画の立案に際しては、「サイトのキャラクタリゼーションと評価（第 5.4 章）」や「モデリング（第 5.5 章）」に基づいた「リスクマネジメント（第 6 章）」を行い、事業開始以降も「モニタリングと検証（第 9 章）」の結果を踏まえてこれを更新することとする。

II 二酸化炭素の地下貯蔵の保安措置に関するガイドラインの提案

（1）二酸化炭素の適切な注入のための注入計画の策定

公共の安全の維持に支障を及ぼさないよう、著しい地下の揺れ^{※1}の発生、地表や海底面の著しい変形を防止する観点から、以下の3つに留意した注入計画（注入計画には、坑井数、坑井配置、注入圧力、各坑井からの想定注入レート等が含まれる）を設定するものとする。

※1 地下の揺れ：二酸化炭素の地下への注入によって、岩盤に急激なずれが生じ、その近傍で揺れが生じることをいう。

- ① 二酸化炭素の注入によって遮蔽層に大規模なき裂等を生成させることを防止する観点
- ② 二酸化炭素の注入によって既存の断層等の地層不連続面を著しく滑らせることを防止する観点
- ③ 二酸化炭素の注入によって地層を著しく膨張させることを防止する観点

< 3つの観点について考慮する際の技術要件 >

- ① 二酸化炭素の注入によって遮蔽層に大規模なき裂等を生成させることを防止する観点

（ ①の観点の技術要件 ）

坑井で取得するデータから遮蔽層の地層破壊圧^{※2}が評価されており、想定する注入計画において注入井に載荷される注入圧力は、その地層破壊圧に対して安全率を考慮した圧力以下とし、き裂等が貯留層から遮蔽層へ進展することを防ぐようにすること（なお、坑井仕上げ時やデータ取得に際して一時的に地層破壊圧を上回る場合は、この限りではない）。

※2 実際に地層が破壊する圧力（Formation Break-down Pressure）では無く、安全性を重視し、リークオフ圧力（Leak-off Pressure）又は最小主応力を基準とする。

- ② 二酸化炭素の注入によって既存の断層等の地層不連続面を著しく滑らせることを防止する観点
- ③ 二酸化炭素の注入によって地層を著しく膨張させることを防止する観点

（ ②、③の観点の技術要件 ）

- 1 文献調査、弾性波探査データ、坑井で取得するデータ等を用いた貯留層及び遮蔽層キャラクタリゼーションの結果に基づき、地下の原位置応力状態及び岩石力学的性質の評価、既存の断層等（ここでは、著しい地下の揺れの発生につながりうる規模の断層を対象とする。以下、同じ。）の分布の評価が行われていること。なお、それらの評価の水平・鉛直方向の対象領域については、断

層等の分布や上位及び下位の層準の地質・岩石力学的性質に基づいて合理的に評価されていること。

- 2 上記のキャラクタリゼーションに基づき、二酸化炭素流動シミュレーション (Flow Simulation) やジオメカニカルシミュレーション (Geomechanical Simulation) のためのモデルが構築されていること。
- 3 上記のシミュレーションモデルの構築にあたっては入力パラメータの不確実性が評価されていること。
- 4 入力パラメータの不確実性を踏まえたシミュレーションの結果に基づき、想定する注入計画は、事前に想定される範囲において、既存の断層等の地層不連続面の著しい再活動や、地表や海底面に著しい変形を引き起こさない事が評価されていること。

(2) モニタリング計画の策定

上記3つの観点について、事前の予測と整合的であるかを確認するため、坑底の圧力等の必要な事項についてのモニタリング計画を用意する。

(3) 判断基準及び対応手順計画の策定

モニタリングの結果によって通常挙動からの乖離が見られた際に、二酸化炭素の注入を一時停止するといった対応手順とその判断基準を用意する。

以上