

前回までの合同会議での議論内容 (モニタリング・漏えい防止措置部分) について

令和8年5月

資源エネルギー庁 資源・燃料部 燃料環境適合利用推進課 CCS政策室

環境省 水・大気環境局 海洋環境課

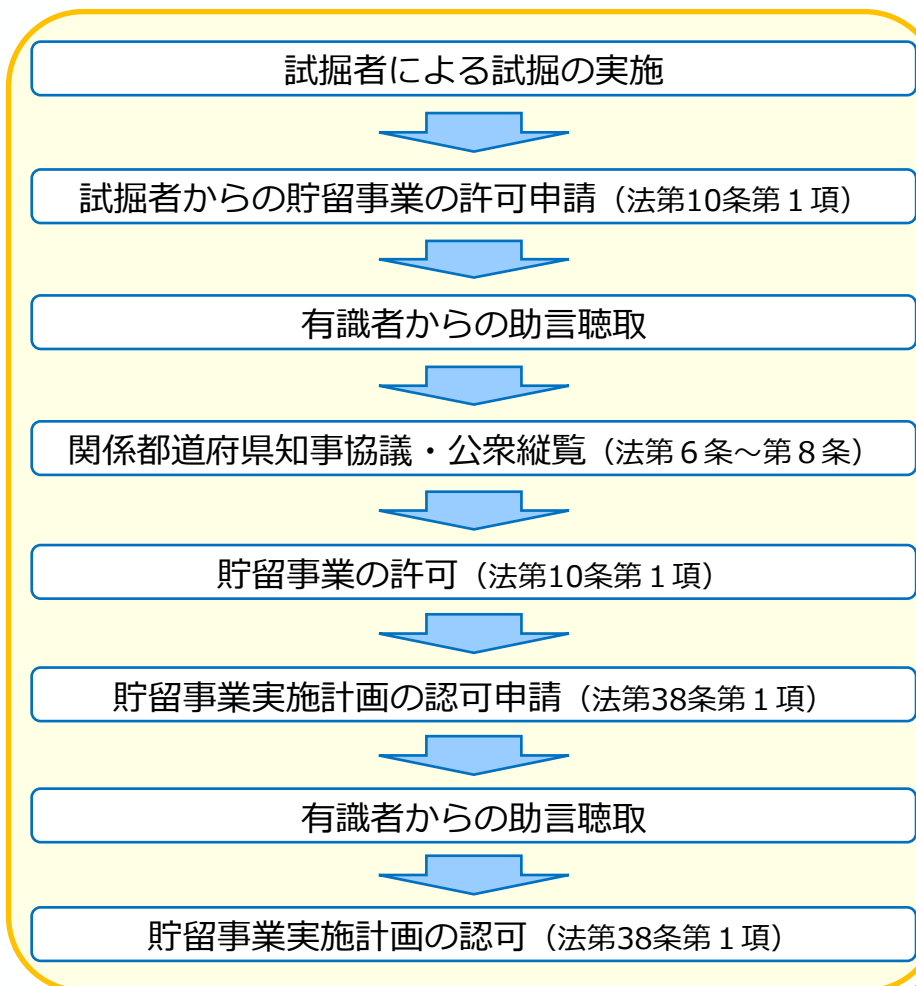
1. 貯留事業の許可について

- 貯留事業を行おうとする者は、経産大臣への許可申請が必要となる。
- 申請を受けた経産大臣は、許可基準に適合しているか否かを審査し、有識者からの助言や、関係知事協議や利害関係人からの意見募集を経て、貯留事業の許可・不許可の判断を行う。

<許可基準>

- ① 経理的基礎、技術的能力※¹及び十分な社会的信用を有すること
- ② 欠格事由に該当しないこと
- ③ なお試掘を要するものでないこと
- ④ **二酸化炭素の安定貯蔵が見込まれること**※¹
- ⑤ 他人が行う貯留事業・試掘の実施を著しく妨害しないこと
- ⑥ 他人が行う鉱業の実施を著しく妨害しないこと
- ⑦ 農業、漁業その他の産業の利益を損じ、公共の福祉に反するものでないこと
- ⑧ 内外の社会的経済的事情に照らして著しく不適切であり、公共の利益の増進に支障を及ぼすおそれがないこと

<貯留事業の実施に向けた手順フロー※²>

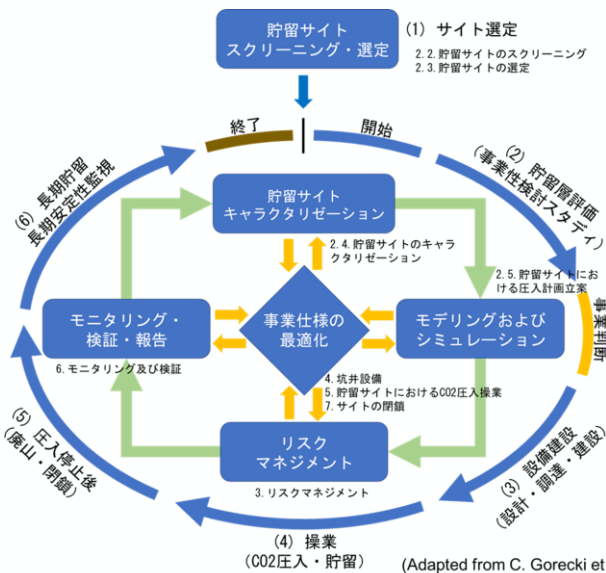


※¹ 基準への適合について、海域の場合には、環境大臣の協議・同意が必要。
※² 試掘を経ずに貯留事業の実施に向けた特定区域を指定した場合は、事業者の申請を受け付け、有識者からの助言聴取を踏まえ、最も適切に貯留事業を行うことができる者を選定した上で、フロー図の知事協議・公衆縦覧以降のプロセスを経る。また、鉱業法の石油又は可燃性天然ガスに係る探掘権者は、鉱区において、貯留事業の許可申請を行うことができ（法第12条第1項）、フロー図と同様の手順を経る。

1. (1) CO2の安定貯蔵が見込まれること

- 貯留事業の許可基準のうち、「その申請に係る貯留区域内の貯留層において、二酸化炭素の安定的な貯蔵が行われることが見込まれること」とは、**想定する遮蔽層・貯留層の地質情報に照らし、安定的にCO2が貯留されるかを審査するもの。**
- **ISO27914:2017 (CO2地中貯留の国際規格)**では、適切な貯留サイトの選定と貯留計画の策定に向けた手順 (①**サイトスクリーニング・選定**、②**サイト特性評価 (キャラクタリゼーション)**、③**モデリング・シミュレーション**、④**リスクマネジメント**)を示している。
※ ISO27914:2017ではこれらに続く手順としてモニタリングを掲げている。モニタリングについてはCCS事業法においては貯留事業実施計画の認可段階で審査するため、「2.(3)モニタリング」にて議論する。
- 貯留事業の許可に当たっては、国際規格として各国の事例でも参考にされていることを踏まえ、**ISO27914を参考に、適切な貯留区域が決定され、貯留容量、圧入性、封じ込め能力、リスクマネジメントの観点から、安定的にCO2が貯留されることを求める。**
※ ISO27914:2026の発行に伴い、対応する事項について一部見直しを行った。

<ISO27914:2017の考え方 (概要) >



項目	内容
① サイトスクリーニング・選定	広域にわたる地震活動や断層の調査結果を踏まえ適切なエリアに絞り込んだ上で、当該エリアの地下情報を踏まえ貯留容量、圧入性、封じ込め能力等の観点で適切なサイトを選定する。
② サイト特性評価 (キャラクタリゼーション)	サイトの遮蔽層・貯留層の岩石物性やCO2圧入性の分析・解釈を行う。
③ モデリング・シミュレーション	地質モデルの構築、CO2流動シミュレーション、ジオメカシミュレーションを行い、貯留エリアに適した圧入計画を検討する。
④ リスクマネジメント	リスクアセスメント (リスクの特定・分析・評価) を行い、そのリスクをどう管理するかについて、あらかじめ計画する。

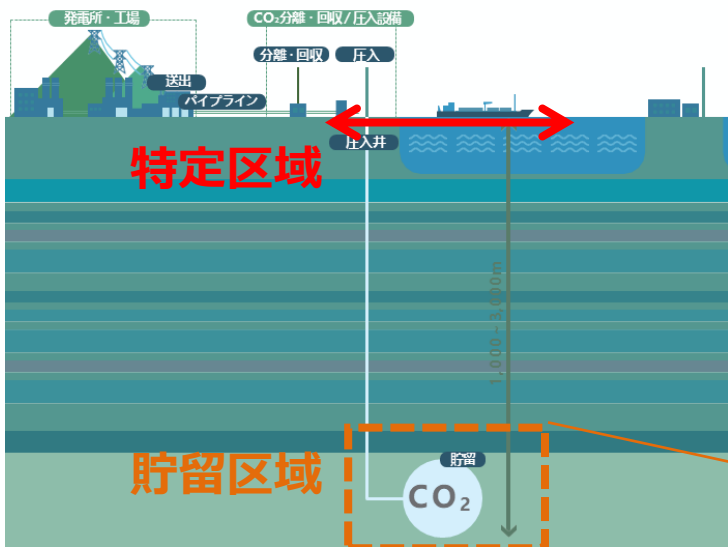
2. 貯留事業実施計画の認可について

- CCS事業法では、許可を受けた貯留事業者は、**貯留事業実施計画を作成し、主務大臣（経産大臣・環境大臣）の認可を受けた同計画に従い、貯留事業を行わなければならない**とされている。
※ 陸域の場合は経産大臣のみ。
- 貯留事業実施計画には、**モニタリング計画、漏えい防止措置、保安措置**等を記載し、これらの事項について適切であるか等を主務大臣が審査することとしている。

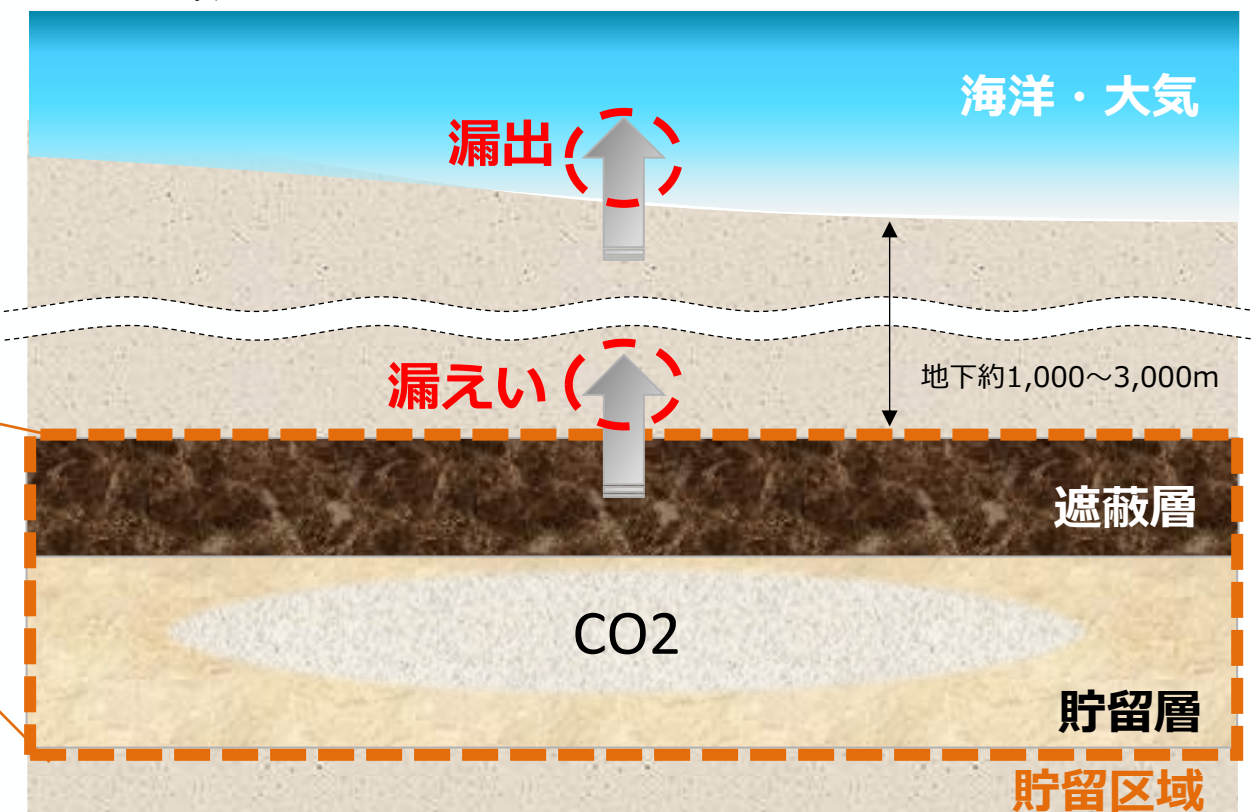
項目	内容
貯留事業実施計画への記載事項	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 許可貯留区域 ✓ 二酸化炭素の貯蔵の方法に関する事項 ✓ 貯留事業場における保安を確保するための措置に関する事項 ✓ 貯蔵する二酸化炭素の漏えいを防止するための措置に関する事項 ✓ 貯蔵する二酸化炭素の貯蔵の状況の監視に関する事項 ✓ 貯蔵する二酸化炭素の特性に関する事項 ✓ 貯留事業の安定的な遂行を確保するための措置に関する事項その他の主務省令で定める事項 <ul style="list-style-type: none"> - 許可貯留区域内の貯留層に貯蔵された二酸化炭素の漏えいが発生し、海洋に漏出した場合における海洋環境に及ぼす影響の評価に関する事項 等
貯留事業実施計画の認可基準	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 二酸化炭素の貯蔵の方法がその安定的な貯蔵を確保する観点から適切であること。 ✓ 貯留事業場における保安を確保するための措置が、公共の安全の維持及び災害の発生の防止の観点から適切であること。 ✓ 貯蔵する二酸化炭素の漏えいを防止するための措置が適切であること。 ✓ 貯蔵する二酸化炭素の貯蔵の状況の監視が適切に行われることが見込まれること。 ✓ 二酸化炭素の貯蔵が海域の貯留層において行われる場合にあっては、以下に掲げる基準に適合すること。 <ul style="list-style-type: none"> - 貯蔵する二酸化炭素が政令で定める基準に適合するものであること。 - 海域の貯留層における二酸化炭素の貯蔵以外に適切な処分の方法がないこと。 ✓ その他貯留事業が安定的に遂行されることが見込まれること。

2. (1) CCS事業法における漏えいのおそれ・漏えい・漏出について

- CCS事業法における「漏えいのおそれ」・「漏えい」・「漏出」は以下の整理とする。
 - 漏えいのおそれ：貯留したCO₂が貯留区域から漏れ出ていることが確認されていないものの、正常時挙動からの乖離等を受けて懸念時モニタリングを実施した結果、漏れ出る可能性が疑われる状態。
 - 漏えい：貯留したCO₂が貯留区域から漏れ出ること。
 - 漏出：貯留したCO₂が地中から海洋や大気中へ漏れ出ること。



<概念図>



遮蔽層：CO₂を通さない地層（泥岩など）

貯留層：CO₂の貯留に適した地層（砂岩など）

貯留区域：貯留層を含む地下の一定範囲における立体的な区域で、貯留事業の用に供するもの

2. (2) 安定貯蔵を確保するための方法

- CCS事業法では、貯留事業実施計画において、CO2の安定貯蔵を確保するための方法を記載しなければならないとされている。
- この点、海防法では、特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄の方法として、海洋環境の保全の観点から、圧入井の管理方法、圧入条件、封鎖の方法、地質評価、操業計画等を明らかにしているが、CCS事業法では、海洋環境の保全に加え、貯留区域からのCO2の漏えいを発生させないという事業の健全性の観点から、安定貯蔵を確保するための方法として、地質評価に関する事項と操業計画に関する事項をそれぞれ以下のように明らかにする。
- 具体的には、地質評価に関する事項では、貯留事業の許可段階と同様に、ISO27914に沿って、サイト特性評価（キャラクターゼーション）、モデリング・シミュレーション、リスクマネジメントのほか、モニタリングに関する事項を示し、操業計画に関する事項では、坑井の掘削・改修計画、CO2の圧入計画、閉鎖措置の概要等を示すこととする。
※ 閉鎖措置の内容については、次回以降で議論予定。
- その際、貯留事業の許可段階で確認した貯留区域の貯留容量、圧入性、封じ込め能力に照らし、適切なリスクマネジメントが講じられた上で、坑井の掘削・CO2の圧入方法等が適切な計画となっているかという観点で審査する。

	項目	内容
安定貯蔵を確保するための方法	地質評価に関する事項	<ul style="list-style-type: none"> ・サイト特性評価（キャラクターゼーション） ・モデリング・シミュレーション ・リスクマネジメント ・モニタリング※ <p style="text-align: right;">※「（3）モニタリング」で議論する内容と同様</p>
	操業計画に関する事項	<ul style="list-style-type: none"> ・坑井の掘削・改修計画（坑井の位置・掘削方法等） ・CO2の圧入計画（圧入設備・圧入レート・期間・方法等） ・閉鎖措置の概要 等

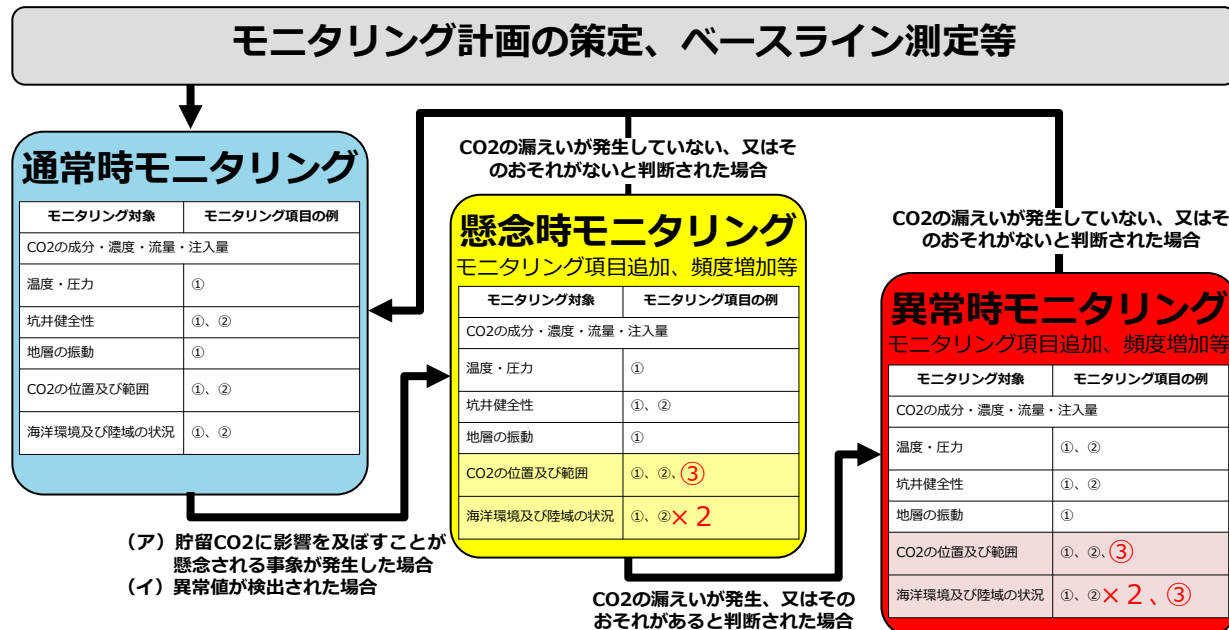
2. (3) モニタリング (①モニタリング区分)

- CCS事業法では、貯留事業者に対して、**貯留層の温度・圧力等のモニタリング義務**を課した上で、貯留事業実施計画において**モニタリング計画を定める**こととしている。この際、必要な記載事項は省令等で明らかにすることとしている。
- 貯留区域における地質構造や貯留計画等に照らし、モニタリングの内容は個別に異なるものになるため、モニタリングの基本的な考え方 (①**モニタリング区分**、②**モニタリング対象**、③**事業段階**) に従って、適切なモニタリング計画を策定する必要がある。
- モニタリング区分について、海防法では、CO2の漏えいリスクに段階的に対応するべく、貯留事業の状況を通常時・懸念時・異常時に区分していることから、海防法と同様に、**通常時・懸念時・異常時に区分することとする**。

<モニタリング区分のフロー>

① (ア) **貯留CO2に影響を及ぼすことが懸念される特別な事象が発生した場合**、
(イ) 通常時モニタリングによって貯留区域からのCO2の漏えいのおそれが生じていることを示唆する**正常時挙動からの乖離が検出された場合**には、まず、状況を的確に把握するための「**懸念時モニタリング**」を実施。

② 懸念時モニタリングの結果、貯留区域からの**CO2の漏えいが発生、又はそのおそれがあると判断された場合**、応急の措置を実施する観点から、詳細な「**異常時モニタリング**」を実施。



※ ①②③はモニタリング項目の例を示しており、懸念時・異常時に移行した場合にこれらの項目の追加や頻度の増加(「×2」はその例示。)を検討する。

2. (3) モニタリング (②モニタリング対象について)

- モニタリング対象について、海防法では、告示・指針において「監視項目」として16頁のとおり定められているところ。
- CCS事業法では、海洋環境の保全を目的とした海防法のモニタリング対象に加え、事業の健全な発達や公共の安全の確保の観点から、CO2の漏えい等を防止するために、**坑井健全性や地下の揺れもモニタリング対象とすることとする**。また、これらのモニタリング対象については、**通常時・懸念時・異常時それぞれの区分においてモニタリングすることとする**。また、各対象に係るモニタリング項目・方法・頻度については、早期に、かつ、的確に状況を把握できるよう、**通常時・懸念時・異常時それぞれの区分に応じて貯留事業者において計画するものとする**。
- その上で、**各対象に係るモニタリングの目的に照らして、モニタリングの項目・方法・頻度が十分であるか等を審査することとする**。
- モニタリング状況を踏まえたCO2の漏えい又はそのおそれの評価については、**自然現象による変動が大きい等の理由により、特定のモニタリング項目の結果のみをもとに評価することが適当でない場合もある**ことから、**複数のモニタリング項目の結果を組み合わせさせて事業者が総合的に評価**できることとする。
- 貯留事業の進展によりデータの蓄積やシミュレーションモデルの更新、モニタリングの技術開発等が進み、地下構造や貯留CO2の挙動をより精緻に把握できるようになった場合には、**モニタリングの対象・項目・方法・頻度について、主務大臣の認可を受けた上で、事業の途中段階で合理化することも認める**こととする。

<モニタリングの対象と項目・方法の例>

<モニタリングの目的>

モニタリング対象	モニタリング項目※1の例	モニタリング方法※1の例	頻度の例※2	
<ul style="list-style-type: none"> ● CO2の成分・濃度・流量・注入量 ● 温度・圧力 ● 坑井健全性※3※4 ● 地層の振動※3 ● CO2の位置及び範囲 ● 海洋環境及び陸域※3の状況 	①～④の目的に照らし、 <ul style="list-style-type: none"> ● 坑口や坑底等の温度・圧力 ● アニュラス圧力 ● 微小振動 ● 貯留区域内のCO2挙動 ● 貯留区域外へのCO2移動 ● 地下水、水質、海洋生物・生態系 等から適切な項目を選択	①～④の目的に照らし、 <ul style="list-style-type: none"> ● 坑井に設置した計測機器での温度・圧力計測 ● 坑井に設置した光ファイバーでの振動・温度・ひずみ計測 ● 坑井における物理検層 ● 振動計測 ● 弾性波探査 ● シミュレーション ● 地層水分析 ● 気泡調査 ● 採水・採泥分析 等から適切な方法を選択	項目及び方法に応じて、 <ul style="list-style-type: none"> ● 連続計測により実施 ● 通常時において定期的に実施 ● 懸念時・異常時の状況に応じて実施 等から適切な頻度を選択	① 圧入したCO2が貯留層内に安定的に貯留されているかを確認する。 ② 圧入したCO2が予測と整合的に挙動しているかを確認する。 ③ 予測から著しい乖離が生じた場合、その原因を把握し、今後発生し得る事象を評価する。 ④ 海洋環境及び陸域への影響の可能性を確認する。
				※1 モニタリング対象の中で、「モニタリング項目」は実際に計測する項目、「モニタリング方法」は具体的な計測方法を指す。 ※2 頻度については、モニタリング方法毎に事業者が計画。 ※3 海防法では要求されていない。 ※4 貯留区域内に既存坑井がある場合には留意が必要。

2. (3) モニタリング (③事業段階について)

- 海防法における監視項目は、圧入前・圧入中・圧入停止後の事業段階に応じて異なっていることを踏まえ、CCS事業法においても、事業段階を同様に分けた上で、これらの段階に応じたモニタリング計画を定めることとする。
 - 具体的には、圧入前段階では、CO2の漏えい等の誤検出を防ぐ観点から自然変動の範囲を予め把握するほか、圧入前の地下情報を取得し、圧入中以降の情報と比較するため、ベースラインモニタリングを行うこととする。その上で、圧入中・圧入停止後段階のモニタリングでは、モニタリング区分に応じて計画することとする。
- ※ CCS事業法では、海防法と異なり、圧入停止後における閉鎖措置や事業廃止に関する規定を定めていることから、閉鎖措置実施後のモニタリングについても検討する必要があるが、次回以降で議論予定。

モニタリング対象	圧入前 (初期ベースライン)	圧入中			圧入停止後		
		通常時	懸念時	異常時	通常時	懸念時	異常時
CO2の成分・濃度・流量・注入量		○	□	□			
温度・圧力	○	○	□	□	○	□	□
坑井健全性	○	○	□	□	○	□	□
地層の振動	○	○	□	□	○	□	□
CO2の位置及び範囲	○	○	□	□	○	□	□
海洋環境及び陸域の状況	○	○	□	□	○	□	□

<凡例>

○：実施

□：懸念時・異常時には、事象に応じてモニタリング項目・方法・頻度を変更することを想定。

2. (4) 漏えい防止措置

- CCS事業法では、貯留区域からのCO₂の漏えいが発生し、又は発生するおそれがあるときは、直ちに、漏えい防止のための応急の措置を講じなければならないと定められているところ。
- 応急の措置について、海防法では、海洋環境の保全上の障害が生じ、又は生ずるおそれが生じた場合に備え、その障害の発生や拡大を防止するために講ずる措置をあらかじめ計画していることから、CCS事業法においても、あらかじめ応急の措置に関する計画を定めることとする。
- 具体的には、モニタリング区分の通常時・懸念時から異常時に移行させる事象に係る基準について、リスクマネジメントの過程で予め設定し、その基準を超過した場合に、迅速、かつ、適切に応急の措置を行うことで、発生した事象の影響を除去又は緩和することが可能な計画であるか等を審査することとする。

2. (5) CO2漏出時影響評価

- ロンドン議定書のガイドライン (CO2・WAG) では、漏出による潜在的影響の評価を行うべきとしており、海防法では、海底下廃棄の許可を受ける際、海洋環境影響に係る事前評価の実施を求め、省令により海洋漏出を仮定した場合の評価に関する事項を記載しなければならないとしている。
①CO2の特性、②漏出仮定時の漏出の位置・範囲・量・予測方法、③漏出仮定時の影響調査項目、④同項目の現況・把握方法、⑤漏出仮定時の同項目の変化程度・変化範囲・予測方法、⑥漏出仮定時の影響程度の事前評価結果、⑦その他参考事項
- CCS事業法でも、海洋環境の保全及び事業の健全な発達のため、海域陸域双方で、貯留事業実施計画の中で、苫小牧CCS実証の調査項目の事例を参考にしつつ、事前評価 (CO2漏出時影響評価) を求める。
- その際、安全側に立って漏出を仮定した上で、影響が限定された領域に留まり、広範囲に二次的な影響を引き起こさず、当該領域内で生じる変化の程度も軽微と推定されるか、という観点で審査する。

<苫小牧CCS実証におけるCO2漏出時影響評価の調査項目の事例>

区分		調査項目	把握方法
水環境	水質	水温、塩分、溶存酸素 (DO)、水素イオン濃度指数 (pH)、全炭酸、アルカリ度、硫化水素、pCO2	現地調査により把握
	流況	流速・流向	既存資料の整理、現地調査により把握
海底環境	底質	水素イオン濃度指数 (pH)、酸化還元電位 (ORP)、全有機炭素、無機炭素、硫化物、粒度組成	現地調査により把握
海洋生物		浮遊生物、底生生物の生息状況	現地調査により把握
		魚類等遊泳動物、海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	既存資料の整理により把握
生態系		藻場、干潟、さんご群集その他の脆弱な生態系の状態	既存資料の整理により把握
		重要な生物種の産卵場、生育場その他の海洋生物の生育又は生息にとって重要な海域の状態	既存資料の整理により把握
海洋の利用等		熱水生態系その他の特殊な生態系の状態	既存資料の整理により把握
		海洋レクリエーションの場、海中公園その他の自然環境の保全を目的として設定された区域、漁場及び主要な航路としての利用状況	既存資料の整理により把握
		港湾区域及び港域に関する情報	既存資料の整理により把握
		海底ケーブルの敷設、海底資源の探査又は掘削その他の海底の利用状況	既存資料の整理により把握