

CCS事業法における保安措置 の検討状況について

2026年3月

経済産業省

産業保安・安全グループ

鉱山・火薬類監理官付

1. CCS事業法における保安措置の検討体制

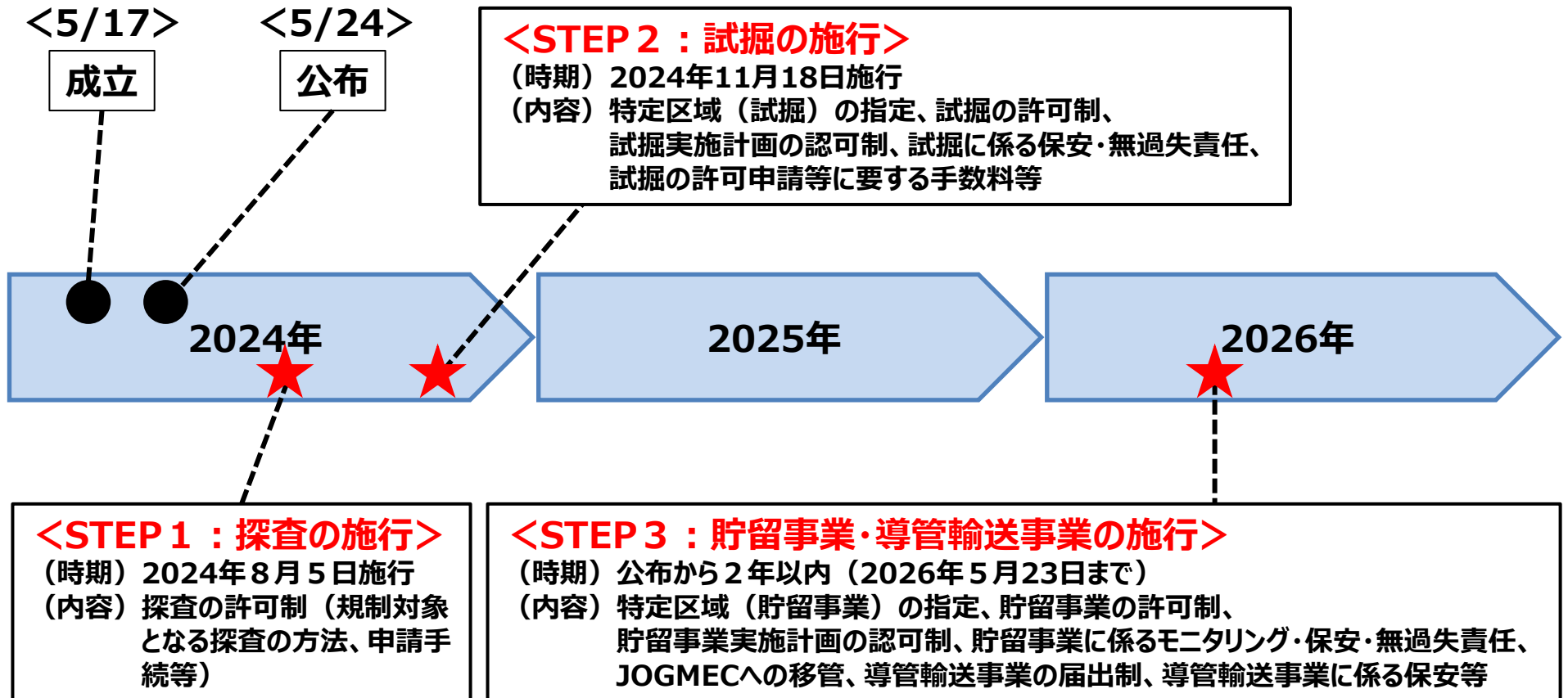
二酸化炭素貯留事業等安全小委員会（2024年8月設置）

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、徹底した省エネ、再エネや原子力といった脱炭素電源の利用促進などを進めるとともに、鉄鋼・化学等の産業や火力発電といった脱炭素化が難しい分野においてもGXを推進していくことが必要であり、こうした分野における脱炭素化を進める手段として、CO₂を回収して地下に貯留するCCSの導入が不可欠である。
- この点に関し、我が国としてCCS事業の事業環境を整備するため、令和6年通常国会において「二酸化炭素の貯留事業に関する法律案」が審議・成立し、5月24日には同法が公布された。本法律には貯留事業等の許可制度や事業規制・保安規制等が措置されており、例えば貯留事業等において用いる工作物の技術上の基準や、地中へCO₂を貯留するために保安上必要となる措置など、公共の安全の維持及び災害の発生の防止の観点から、下位法令における保安規制関係の措置事項の検討を進める必要がある。
- こうしたCCS事業に係る保安規制に関する制度立案や執行状況等について議論・検討を行う場として、保安・消費生活用製品安全分科会の下に、学識経験者、研究者等から構成される「二酸化炭素貯留事業等安全小委員会」を設置する。
- なお、同法の事業規制に係る検討は、総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 カーボンマネジメント小委員会において行われるため、審議内容に照らして必要に応じて合同審議を行う。

CCS事業技術基準検討ワーキンググループ（2025年10月設置）

- CCS事業において用いる工作物の技術上の基準の運用にあたっては、導管からのCO₂の漏えいに対する保安措置など、CO₂の特性を踏まえた詳細な解釈例（具体的な基準）を新たに議論・策定する必要がある。有識者等の技術に係る専門的な見地からの意見を得つつ解釈例の策定を行うため、二酸化炭素貯留事業等安全小委員会の下に、学識経験者、研究者等から構成される本ワーキンググループを設置する。

(参考1) CCS事業法の施行時期



2. 貯留事業における保安措置全体像

(1) 目的 公共の安全の維持及び災害の発生の防止

(2) 主な保安措置

	項目	内容
①	貯留事業者が講ずべき措置（リスクマネジメント）	土地の掘削(ガスの噴出防止・噴出時の被害防止、地表の沈下等による被害防止等)、CO ₂ の貯蔵（CO ₂ の適切な圧入、モニタリング、緊急時の措置）、工作物の工事・維持・運用（安全かつ適正な使用方法、点検・検査等）、火薬類及び火気の取扱い
②	貯留等工作物の技術基準への適合・維持	掘削用機械（やぐら、巻揚機等）の強度・安全装置、坑井の防食措置・保安距離・暴噴対策、圧送機の種類・材料・構造・保安距離・安全装置・計測装置・警報装置等、火薬類取扱所
③	災害発生時の報告	人が死亡又は負傷、一般公衆の避難等を招来、自然災害又は火災、工作物の欠陥・損傷・破壊による災害、大量のCO ₂ の漏えい、激しい地下の揺れ 等
④	保安規程の策定・届出	管理者の選任・体制整備、保安教育、現況調査・評価・見直し、地震・津波等含めた災害時の対応
⑤	作業監督者の選任	土地の掘削、火薬類の取扱い、CO ₂ の圧入、CO ₂ の圧送のそれぞれの作業毎に選任
⑥	現況調査	地下構造の状況を適切に把握し、適切な保安措置を講じるため、事業開始時や実施計画の変更時等に、地質状況等を調査
⑦	工事計画の届出	国で貯留等工作物の技術基準への適合を確認
⑧	使用前自主検査、定期自主検査	自主的に貯留等工作物の技術基準への適合を検査・維持（定期的に国が立入検査でそれを確認）

3. 導管輸送事業における保安措置全体像

(1) 目的 公共の安全の維持及び災害の発生の防止

(2) 主な保安措置

	項目	内容
①	導管輸送工作物の技術基準への適合・維持	導管の材料・構造・防護措置・計測装置・警報装置・水分除去措置・防食措置等、高濃度化防止措置(CO2漏えいシミュレーションによる評価、緊急遮断弁の設置等) 圧送機の材料・構造・保安距離・安全装置・計測装置・警報装置等
②	災害発生時の報告	人が死亡又は負傷、一般公衆の避難等を招来、自然災害又は火災、大量のガスの漏えい等
③	保安規程の策定・届出	管理者の選任・体制整備、保安教育、点検・検査、他工事対応、地震・津波等含めた災害時の措置
④	作業監督者の選任	導管の工事・維持・運用、CO2の圧送のそれぞれの作業毎に選任
⑤	工事計画の届出	国で導管輸送工作物の技術基準への適合を確認
⑥	使用前自主検査	導管輸送事業者が導管輸送工作物の技術基準への適合を自主検査
⑦	登録導管輸送工作物検査機関による検査	導管輸送事業者による使用前自主検査の結果を第三者が検査
⑧	定期自主検査	定期的に自主的に導管輸送工作物の技術基準への適合を確認 (定期的に国が立入検査でそれを確認)

(参考2) 導管について想定されるハザード

- 導管輸送工作物とは、CO₂を貯留層に貯蔵することを目的として、CO₂を輸送するための導管及びその附属設備であって、貯留事業場以外の場所に施設するもの。
- 地中埋設（海底下含む）や地盤面上等に敷設される。



画像提供：石油資源開発株式会社

※主な附属設備

- 弁
- 計測装置
- 警報装置
- 放散塔
- 支持物 等

高圧のCO₂の噴出等による人の負傷及びモノの損傷

(発生要因)

- 自動車や船舶等の衝突、投錨、他の工事に伴う損傷といった外的事象による導管の損傷
- 地震や土砂災害といった自然災害による導管の損傷
- 過圧・圧力低下・温度低下（ドライアイス生成）、二相流などのような運転に伴う導管の劣化
- 水分や不純物による腐食、経年に伴う導管の劣化
- 延性破壊による損傷の拡大

高濃度のCO₂の吸引による人体への影響

(発生要因)

- 導管から排出された高濃度のCO₂の拡散・滞留

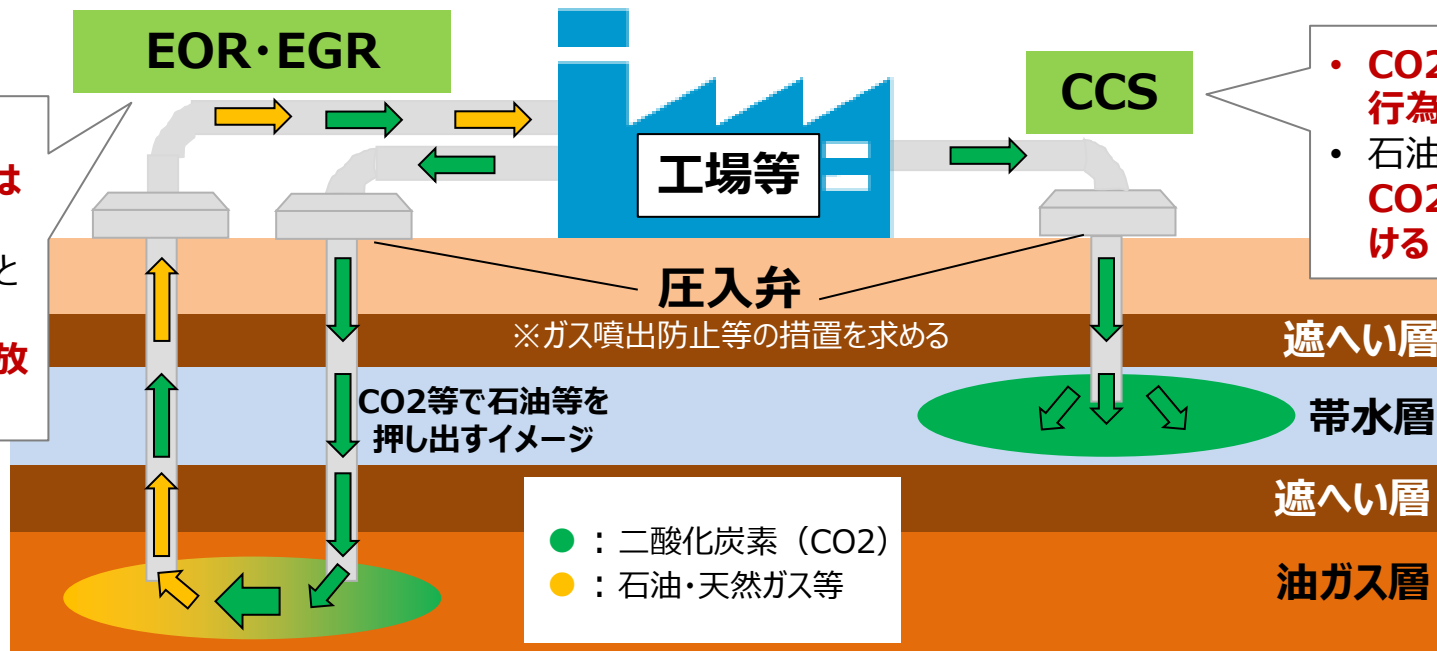
4. CO2地下貯蔵の保安措置に関するガイドライン (リスクマネジメントガイドライン)

- ① 貯留事業者は、CO2の地下への圧入にあたって、公共の安全の維持及び災害の発生の防止のために、事業者には保安措置を含む適切な貯留実施計画の策定が求められ、国はその内容を認可することとしている。
- ② そのため、国は貯留事業者が個々の貯留事業場に即した適切なCO2の地下への圧入を実施できるよう、リスクマネジメント手法を整備することが必要。
- ③ そのリスクマネジメント手法の検討は、**ISO27914(2017:CO2の回収、輸送、地質学的貯留に関する国際規格)**をベースにするとともに、**苫小牧でのCCS実証に関する知見・経験**も用いて、学識経験者及びJOGMECにより実施。令和7年7月、**CO2地下貯蔵の保安措置に関するガイドライン案**としてCCS安全小委で了承。
- ④ 本ガイドラインで求める事項は大きく以下の3つの観点。
 - CO2の圧入によって**遮蔽層に大規模なき裂等を生成させることを防止**
 - CO2の圧入によって**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**
 - CO2の圧入によって**地層を著しく膨張させることを防止**
- ⑤ これらについて、**CO2の挙動シミュレーション**や**圧力モニタリング**等を行い、**異常が見られた場合にはCO2圧入を停止するなどの措置**をとっていく。

(参考3) CO2貯留事業とCO2-EOR・EGRの類似性

- CO2貯留事業は井戸を掘削しCO2を地下に圧入し貯蔵するものであるが、CO2を地下に圧入するという行為自体は、現在も石油・天然ガスの掘採を目的とするCO2-EOR・EGR※でも行われている。
※EOR・EGR：油田やガス田で生産量を上げるためにCO2等を地下に圧入する手法
- 井戸の掘削やCO2を地下に圧入する行為、さらには、これらのプロセスで使用される設備（コンプレッサー等）は、CO2貯留事業とEOR・EGRで類似性がある。

CO2-EOR・EGRとCO2貯留事業のイメージ



- CO2を地下に圧入する行為はCCSと同様
- 石油等の掘採とともに、CO2の一部は地上に放散される

- CO2を地下に圧入する行為はEOR等と同様
- 石油等の掘採がなく、CO2が地下に溜まり続ける

5-1 CO2導管の高濃度化防止措置の基本的な考え方

CO2の導管輸送ではプロジェクト毎に輸送時における圧力、経路・周辺環境、遮断弁の間隔などが異なり、それらに伴って導管からCO2が漏えいした場合の人の健康への影響度も異なってくる。そのため、以下の考え方に基づくリスク評価の結果を勘案し、必要な保安措置を求める。

- (1) 保安措置にかかる国の審査にあたっては、漏えい時の健康影響についてプロジェクトごとにリスク評価を事業者が行い、その結果を産業保安監督部が確認する。
- (2) 人の健康への影響度は、人が立ち入る蓋然性が高い場所における低濃度による長時間ばく露と、高濃度による短時間ばく露の双方をシミュレーションにより評価する。
- (3) シミュレーションは、高低差（くぼ地含む）や保安物件の所在等を勘案して必要な範囲で実施する。

5-2 健康影響の程度を評価するためのCO2濃度及び時間の考え方

- ①人への健康影響は、一定濃度のCO2に一定時間曝され続けることによって引き起こされるという特性
- ②短期間ばく露する場合の濃度基準値（濃度値と許容時間）、長期間ばく露する場合の濃度基準値の双方を回避できたかにより評価

濃度基準値として、死亡リスクではなく、人の健康保護を目的として設定された濃度及びばく露時間を設定

英国のHSE UKのWEL（労働者の健康保護を目的として設定された職場ばく露限界）、日本の労働安全衛生規則、事務所衛生基準規則を参考に以下を設定

○短期間ばく露する場合の濃度基準値

短期許容濃度値は、**15,000ppm（1.5%）**

短期許容時間は、**15分間**

○長期間ばく露する場合の濃度基準値

長期許容濃度値は、**5,000ppm（0.5%）**

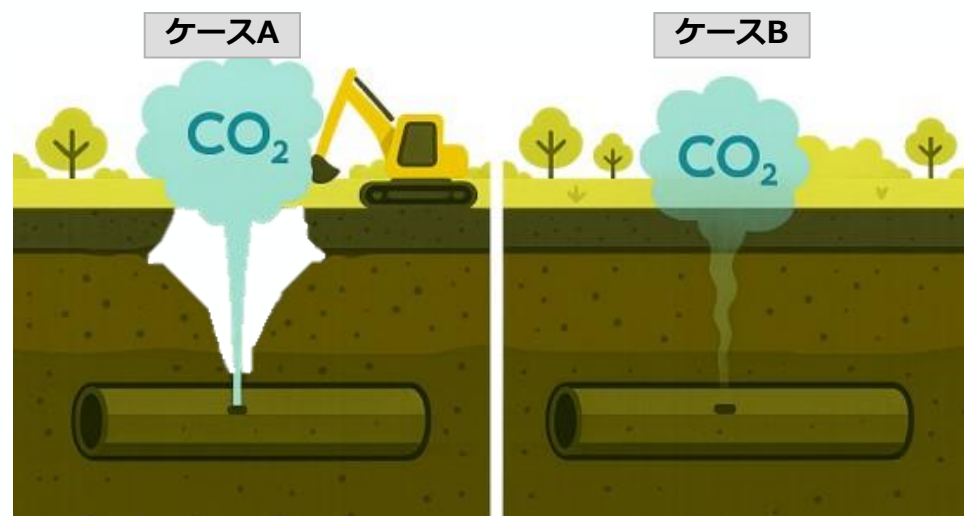
長期許容時間は、**8時間**

(参考4) CO2濃度の影響

CO2濃度	人体に対する影響
400ppm (0.04%)	正常空気
5,000ppm (0.5%)	許容濃度（日本産業衛生学会） TLV-TWA：通常8時間労働又は週40時間労働において、時間加重平均値として算出される許容ばく露濃度（米国労働衛生専門家会議（ACGIH））
15,000ppm (1.5%)	作業性及び基礎的生理機能に影響を及ぼさずに長時間に亘って耐えることができるが、カルシウム・リン代謝に影響の出る場合がある （労働安全衛生規則 第585条：化学物質に係る立入禁止基準（炭酸ガス））
20,000ppm (2.0%)	呼吸が深くなり、1回の呼吸量が30%増加
30,000ppm (3.0%)	作業性低下、生理機能の変化が血圧、心拍数の変化として現れる TLV-STEL：労働者が短時間の間（一般的には15分間）に連続的にばく露した時、刺激や慢性又は不可逆的な臓器障害を受けずにすむ濃度（ACGIH）
40,000ppm (4.0%)	呼吸が更に深くなり呼吸数が増加、軽度の喘ぎ状態になる。相当な不快感 IDLH：脱出限界許容濃度（主として人のデータを元に、30分以内に脱出不能な状態、あるいは、不可逆的な健康障害をきたすことなく脱出できる限界濃度として、NIOSH（米国国立労働安全衛生研究所）等が提案している値。この濃度を越す場合は呼吸用保護具を使用する必要がある）
50,000ppm (5.0%)	呼吸が極度に困難になる、重度の喘ぎ、多くの人が殆ど耐えられない状態になり、吐き気が生じる場合がある 30分の暴露で中毒症状
70,000～90,000ppm (7.0～9.0%)	激しい喘ぎ、約15分で意識不明
100,000～110,000ppm (10.0～11.0%)	調整機能不能、約10分で意識不明
150,000～200,000ppm (15.0～20.0%)	更に重い症状を示す
250,000～300,000ppm (25.0～30.0%)	呼吸低下、血圧降下、昏睡、反射能力喪失、麻痺、数時間後死に至る

5-3 埋設CCS導管における漏えい事象

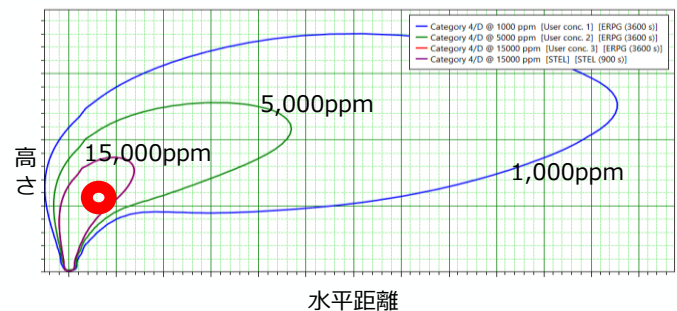
- 技術基準では、材料、構造及び腐食防止等により孔の発生防止が求められているが、事業所敷地外に埋設される導管については、**他工事等の外的要因も考慮し**、ピンホールに限らない孔径による漏えい事象についても検討が必要である。
- 埋設CCS導管の漏えい事象としては、**地層を破壊して漏えいするケースAと、地層を破壊せずに漏えいするケースB**が想定される。
- ケースBに比べケースAの地上における漏えい量が多いと考えられることから、埋設CCS導管の漏えい評価では、**ケースAを対象としたシミュレーションを求める**。



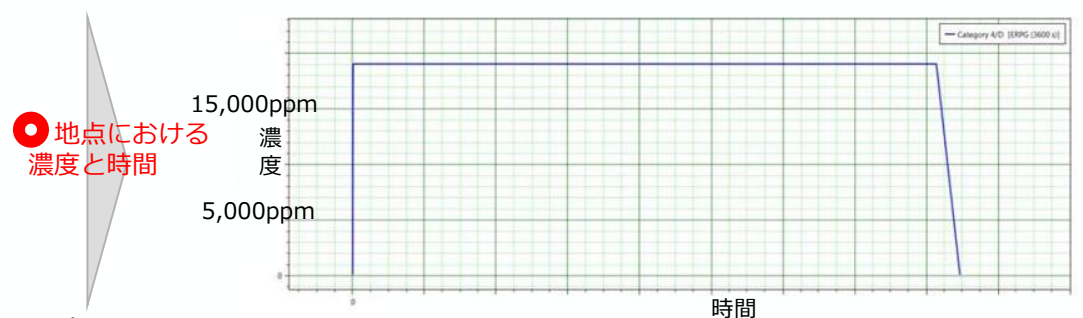
5-4 CO2漏えいシミュレーションによる評価

- 漏えいしたCO2による人への健康影響が生じる範囲における保安物件の有無や、人の健康への影響度を、シミュレーションにより確認することを求める。
- 当該シミュレーションの条件は、事業者の設計パラメータ、国が指定する気象条件及び孔径とする。
- その結果を勘案し、必要な保安措置を求める。

影響評価解析ソフトの機能 (Phastの例)

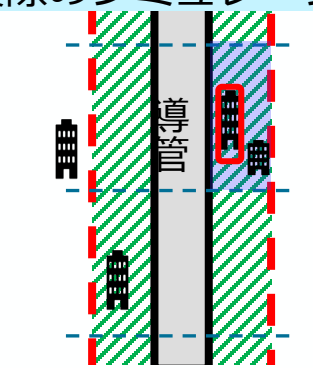


フットプリント (特定の濃度が拡散した最大の範囲) を表示

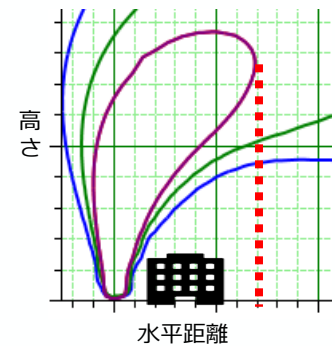


特定の地点の特定の高さにおける濃度の時間変化を表示

実際のシミュレーションのイメージ

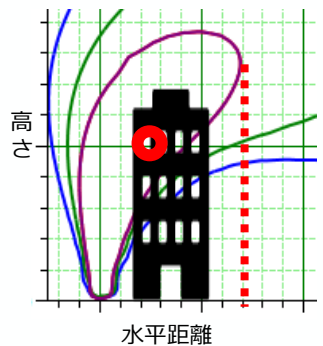


上から見たイメージ

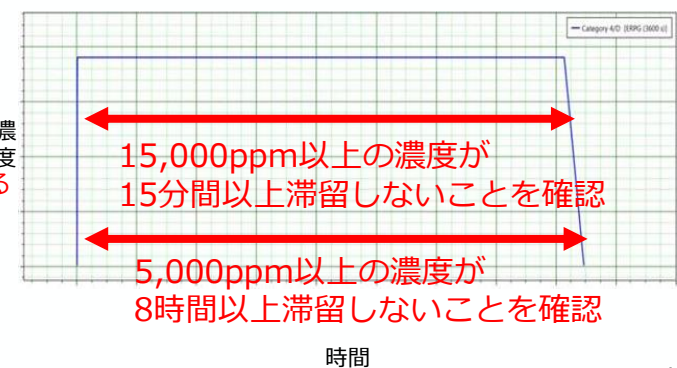


横から見たイメージ

or



地点における濃度と時間



6. CO₂輸送導管に係る内面腐食対策

- 導管に係る内面腐食対策については、腐食することを前提として、材料、**ガスの成分（水分、不純物）**、運転圧力・温度の組み合わせに応じて、腐食低減措置、腐れしろの設定、腐食状況の監視といった措置が必要。
- 導管の使用環境（CO₂流体組成、運転圧力、温度等）はプロジェクト毎に異なるため、導管の使用環境に応じた腐食速度を評価し、適切な腐れしろを設け、必要に応じてコーティング等による内面防食措置を講じることとする。**
- また、**事業開始以降**は、施行規則に定める期間毎に**腐食の進行状況を確認するための検査**を実施し、相当程度減肉が進行した段階で、必要に応じて導管を取り替えるなどの対応を求める。

参考：国内外における現行の規制概要

国	規制	規定内容
日本	高圧ガス保安法	<ul style="list-style-type: none">• 例示基準に規定する防食措置（腐食性のあるガスに侵されない材料の選定、腐れしろの設定、内面のコーティングなど）を講じること。
米国	CFR Part 195（※1）	<ul style="list-style-type: none">• パイプラインを腐食させるおそれのある二酸化炭素を輸送する場合、事業者は、二酸化炭素がパイプラインに及ぼすその腐食作用を調査し、内部腐食を低減するための十分な措置を講じなければならない。
英国	HSEガイドライン（※2）	<ul style="list-style-type: none">• CO₂は酸性ガスであり、水と反応して炭酸を生成する。したがって、炭素鋼パイプラインで輸送されるCO₂中の水分含有量を十分に考慮し、材料を選定する必要がある。• また、CO₂中に含まれる他の不純物も、水と反応して腐食を引き起こす場合があり、炭酸よりも危険となる場合がある。

（※1）「Code of Federal Regulations（連邦規則集）」のうち、有害液体又は二酸化炭素（超臨界に限る）のパイプライン輸送に関する規則

（※2）「Health and Safety Executive（労働安全衛生庁）」が既存法令に基づき、二酸化炭素輸送向けに公表しているガイドライン

(参考5) 米国カリフォルニア州で策定が見込まれる CO₂導管内部腐食管理基準の方向性

国	規定内容
米国 (※3)	<ul style="list-style-type: none"> • <u>パイプラインを腐食させるおそれのある二酸化炭素を輸送する場合、事業者は、二酸化炭素がパイプラインに及ぼすその腐食作用を調査し、内部腐食を低減するための十分な措置を講じなければならない。</u> • <u>腐食に影響を与える可能性のある成分には、以下を含むが、これらに限定されない。</u> 微生物、H₂O（水）、O₂（酸素）、CH₄（メタン）、H₂S（硫化水素）、CO（一酸化炭素）、SO_x（硫黄酸化物）、NO_x（窒素酸化物）。 • <u>事業者は、パイプラインの運転温度および圧力条件下において、流体中に含まれる該当する腐食影響成分の個別および複合的影響が管の内面腐食に及ぼす影響を評価し、必要に応じて低減措置を実施しなければならない。</u> • <u>当該監視および低減プログラムには、以下を含めなければならない。</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>腐食影響成分を含む二酸化炭素がパイプラインに流入する地点において、腐食影響成分の存在および量を把握するための品質監視手法の使用。</u> 2. <u>腐食影響成分を低減するための技術</u> (製品サンプリング、抑制剤注入、インラインクリーニングピギング、セパレーター、または潜在的な腐食影響を低減するその他の技術を含み得る)。 事業者は、以下を満たす能力を有する技術を使用しなければならない。 (i)自由水を存在させないこと。また、いかなる相においても、水分を製品全体体積比で50 ppm以下に制限すること。(ii) いかなる相においても、総製品量に対する体積比で硫化水素 (H₂S) を20 ppm以下に制限すること。 3. <u>腐食影響成分が効果的に監視および低減されていることを確認するため、各暦年に少なくとも4回、かつ間隔が4½か月を超えない頻度での評価。</u> 4. <u>監視および低減プログラムについて、各暦年に少なくとも1回、かつ間隔が15か月を超えない頻度で評価およびレビューを行い、その結果に基づき、必要に応じて当該プログラムを更新および調整すること。</u>

(※3) CFRに係る二酸化炭素パイプライン規制について、PHMSA (Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration : 米国パイプライン・危険物安全局) が2025年1月に告示した、規制対象を気相の二酸化炭素を含むものとして明確化・拡充する改正案

7-1 CCS導管輸送工作物の技術基準に係る解釈例の方向性①（抜粋）

<耐震基準、高速延性破壊防止等>

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	構造等 導管輸送工作物の構造は、供用中の荷重及び常用の圧力等に耐える構造であること。	2-1	<p>CO2の特性及び性状を踏まえ、供用中の荷重及び常用の圧力又は常用の温度における最大の応力に耐える導管の構造（許容応力、腐れしろ、厚さ等）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高速延性破壊に耐える構造 ・耐震基準 <p>※耐震基準は、ガス事業法の「高圧ガス導管耐震設計指針」におけるレベル1地震動（被害が無く、修理することなく運転に支障がない耐震性能）及びレベル2地震動（導管に変形は生じるが、漏えいは生じない耐震性能）を採用してはどうか。</p> <p><第1回WGからの変更理由> 第1回WGでの指摘を踏まえ追記。</p>	<p>【導管の構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋設導管の厚さは、以下の条件を満たすものとする。 <ul style="list-style-type: none"> イ 最大の応力に耐える厚さ。 ガス工作物技術基準の解釈例第四十一条第一項と同様の内容を規定 ロ 導管の使用環境（CO2流体組成、運転圧力、温度等）に応じた腐食速度を評価し、その結果に応じて適切な腐れしろを設けていること。 ハ 高速延性破壊を防止する厚さ。 （気相）CO2流体組成を考慮した上で、ISO27913で適用可能とされているバツェル2カーブ法により、次のき裂停止条件を満たしていることを確認すること。 き裂伝播速度 < ガス減圧速度 （超臨界）ISO27913 Annex Dの適用制限内であり、き裂停止が確認できるものであること。適用制限外の場合には、試験データを示すことにより、延性破壊を停止することの正当性を証明すること。 <ul style="list-style-type: none"> ・接合方法 ガス工作物技術基準の解釈例第四十一条第二項と同様の内容を規定 ・耐震性能 ガス工作物技術基準の解釈例第四十一条第三項と同様の内容を規定 <p>※地上設置導管並びにその支持構造物及び基礎の耐震性については検討中</p>

7-2 CCS導管輸送工作物の技術基準に係る解釈例の方向性②（抜粋）

<計測装置、警報装置>

対象	技術基準の方向性		No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	計測装置等	導管には、使用の状態を計測できる適切な装置を設けること。	4	<p>導管の損傷を防止するために必要な使用の状況を確認できる計測対象（流量、圧力、温度、水分等）及び設置場所。</p> <p>※計測対象については、ガス事業法（製造設備）や高圧ガス保安法の例示基準では、流量、圧力、温度を計測することとしている。</p>	<p>・導管には、適切な場所に圧力計、流量計、温度計、水分計等の計器類を設けること。</p>
	警報装置	導管には、異常な事態が発生した場合にこれを検知し、警報する適切な装置を設けること。	5	<p>導管に異常な事態が発生した状態を検知し警報する適切な装置の条件。</p> <p>※米国規制（CFR）では、計測データ（圧力等）とシミュレーション結果に乖離が生じた際に警報する装置を必須としている。</p> <p>※ガス事業法（製造設備）では、圧力で判断することとしている。</p> <p><第1回WGからの変更理由> 第1回WGでの指摘を踏まえ、技術基準の記載を「導管の損傷に至るおそれのある状態」から「異常な事態が発生した場合」に訂正。これにより、漏えい前の流体の計測値の異常値だけでなく、漏えい自体も検知・警報するものとする。</p>	<p>・導管には、次の各号に掲げるところにより、異常な事態が発生した場合にこれを検知し、その旨を警報する装置を設けなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 警報装置の警報受信部は、当該警報装置が警報を発した場合に直ちに必要な措置を講ずることができる場所に設けること。 2. 警報装置は、次に掲げる場合に警報を発すること。 <ul style="list-style-type: none"> イ 導管内の圧力が常用の圧力の1.05倍を超えたとき ロ 導管内の圧力が正常な運転時における圧力値より一定程度降下したとき ハ 導管内の流量が正常な運転時における流量値より一定程度変動したとき ニ 緊急遮断装置の操作回路が不通になったとき又は現に緊急遮断装置が閉鎖したとき ホ 漏えいを検知したとき <p>※漏えい検知方法については検討中</p>

7-3 CCS導管輸送工作物の技術基準に係る解釈例の方向性③ (抜粋)

<水分除去装置>

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性 (案)
導管	水分除去措置 脱水されていない二酸化炭素を輸送する場合には、水分を除去するための措置を講ずること。	6	<p>導管の適切な位置で措置すべき水分除去の条件。 水分除去装置の設置を不要とする条件（実用上支障のない程度まで脱水されたものを扱う場合）。</p> <p>※DNVでは、含水量の制限については結露が起こりうる含水量の1/2以下を必須としている。</p> <p>※ISO27913 Annex Aでは水分量について、ガス相では50ppm以下、デンス相では100ppm以下と示されているが、準拠すべき仕様ではなく、組成例として示された参考値。</p> <p>※米国カリフォルニア州で策定中の基準案では、全体体積比で50ppm以下に制限することを求めている。</p> <p><第1回WGからの変更理由> DNVの基準の他、ISOや米国カリフォルニア州の基準案も追記。</p>	<p>【水分除去の条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 適切な水分除去の措置は、結露が起こりうる含水量の1/2以下 又は全体体積比の50ppm以下とすること。