

**令和6年度新エネルギー等保安規制高度化事業費
(CCS事業に関する保安規制の具体化のための検討
に係る調査)**

報告書

令和7年3月

一般財団法人エンジニアリング協会

令和6年度新エネルギー等保安規制高度化事業費
(CCS事業に関する保安規制の具体化のための検討に係る調査)

報 告 書

目 次

1. 調査の目的.....	1
2. 調査内容	1
3. 事業者の講ずべき保安措置の検討に必要な情報の調査.....	3
3.1 諸外国の規制等における保安措置に係る調査.....	3
3.1.1 ISO	3
3.1.2 米国（連邦）	5
3.1.3 欧州連合	25
3.1.4 ノルウェー	27
3.1.5 豪州（連邦）	34
3.1.6 豪州（南オーストラリア州）	42
3.2 我が国において事業者が講ずべき保安措置に関するとりまとめ.....	53
3.2.1 貯留の安全性の確認フロー	53
3.2.2 貯留の安全性の確認に必要な調査項目やリスクマネジメント手法に関する検討	53
4. 導管輸送工作物に係る技術基準の検討に必要な情報の調査.....	61
4.1 国内の導管輸送工作物に係る技術基準	61
4.1.1 国内パイプライン技術基準	61
4.1.2 国内貯槽技術基準	64
4.2 国外のCO ₂ パイプライン等に係る規格や安全規制の内容・動向等	64
4.2.1 調査対象概要	64
4.2.2 材料・構造に関する規定	65
4.2.3 設計・運用に関する規定	66
4.2.4 内面防食に関する規定	69
4.2.5 緊急時対策に関する規定	69
4.3 国内外のパイプライン等の安全性に係る実験データ、論文等.....	70
4.3.1 CO ₂ パイプラインの腐食	70
4.3.2 高速延性破壊	98
4.3.3 漏えい時の拡散挙動	112
5. 有識者委員会の開催.....	133
6. おわりに	134

1. 調査の目的

2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、鉄鋼や化学等の脱炭素化が難しい分野においても、グリーントランスフォーメーション、いわゆるGXを推進していくことが不可欠であり、こうした分野において脱炭素化を実現するためには、排出された二酸化炭素を回収し、これを地下の地層に貯留すること、すなわちCCSに関する事業環境を整備することが必要である。

そのため、経済産業省の審議会において検討を行い、令和6年1月に「中間取りまとめ CCSに係る制度的措置の在り方について」を公表しており、同年2月には「二酸化炭素の貯留事業に関する法律案」が閣議決定され、第213回通常国会へ提出され、同年5月に成立・公布された。

「二酸化炭素の貯留事業に関する法律」（以下「CCS法」という。）において規制される事業には「探査」、「試掘」、「貯留事業」および「導管輸送事業」の4つが存在するところであるが、このうち、試掘、貯留事業および導管輸送事業の実施に際しては、保安規程策定や工事計画届出、技術基準適合義務といった保安規制が課されることとなっている。試掘については、CCS法の公布後6か月以内に施行することとなっており、一段迅速な検討・具体化が必要となる。本事業は、CCS法における保安規制の措置内容の具体化に係る検討に必要な情報の調査を行うことを目的とした。

2. 調査内容

（1）事業者の講ずべき保安措置の検討に必要な情報の調査

CCS法において貯留事業者は、貯留事業実施計画における保安措置の記載、保安規程の策定、貯留事業場の現況調査といった、貯留事業の実施に際して必要となる保安措置が義務付けられている。CCS法において規制される貯留事業にあつては、石油等の掘採がなく、注入したCO₂が地下に溜まり続けるため、従来鉱山におけるCO₂-EOR・EGR（地下の石油や天然ガスの回収を増進するためにCO₂を注入する技術）において義務付けられていた措置に加え、地下構造に悪影響を与えないようにすることが必要になると考えられる。そのため、CO₂の貯留に伴う保安措置について、事業者が義務付けるべきと考えられる内容について調査を行った。

具体的には、米国（州単位（連邦法や業界基準等を含む。））や欧州（国単位（EU指令や業界基準等を含む。））、国際機関（ISOおよびIEA）のうちから5つ程度を選び、それぞれにおいて事業者が求めている調査項目（例えば、地質学、地球化学、地球力学等の視点から、それぞれ具体的に必要調査項目を列挙すること。）やリスクマネジメント手法、海外のCCS事業において実施されているリスクマネジメントの具体的な事例について、文献調査を行うとともに、必要に応じて事業者等へ5件程度ヒアリングを行った。

また、上記調査を踏まえ、我が国において、貯留事業を行うことが地下構造に悪影響を与えないことを証明するための調査項目（例えば、地質学、地球化学、地球力学等の視点から、それぞれ具体的に必要調査項目を列挙すること。）や具体的なリスクマネジメント手法例を提示し、取りまとめを行った。

(2) 導管輸送工作物に係る技術基準の検討に必要な情報の調査

CO₂ 導管輸送事業はガス事業法で規制される特定ガス導管事業と類似していることから、ガス工作物の技術基準や高圧ガス保安法に基づく技術基準等の国内の導管に係る技術基準を調査した。

また、国外における CO₂ パイプライン等を扱っている規格 (ISO や DNV 等) や、CO₂ パイプラインに関する安全規制の内容・動向等についても調査を行った。加えて、CO₂ パイプラインの材料特性 (腐食進行) や鋼材の靱性の違いによる高速延性破壊に関する試験、漏えい時の拡散挙動など、国内外のパイプライン等の安全性に係る実験データ、論文その他の情報の調査を行った。

なお、国外の調査対象については、(1) と同様に米国や欧州、国際機関から 5 つ程度を選定・提案し、鉱火付と協議した上で最終的な調査対象を決定した。その際、CO₂ に係る腐食性や比重等の固有の物性を踏まえ、その技術基準を検討することが必要となるため、特に CO₂ の物性に照らして調査を行った。

3. 事業者の講ずべき保安措置の検討に必要な情報の調査

3.1 諸外国の規制等における保安措置に係る調査

CO₂ 貯留サイトの事前調査において、地下構造に悪影響を与えないようにするための措置として必要となる要件について、ISO 並びに CCS 開発が先行している米国（連邦）、欧州連合、ノルウェー、豪州（連邦および南オーストラリア州）の事例調査を実施した。

3.1.1 ISO

ISO 27914: 2017 (Carbon dioxide capture, transportation and geological storage) は、CO₂ の地中貯留に関する要求事項と推奨事項を確立する文書であり、陸域、沖合の貯留サイトに適用可能である。CO₂ 貯留サイトのスクリーニング・選定・特性評価、リスクマネジメント、設計と開発、操業、モニタリングと検証、サイト閉鎖に関連する活動が対象となっている（許可プロセスおよびサイト閉鎖後の期間については対象外）（図 3-1 参照）。このうち、CO₂ 貯留サイトの特性評価とリスクアセスメントに関する要件と推奨事項の概要を示す。なお、同文書は現在改定作業中であり、2026 年 2 月頃に改訂版が発行予定である。

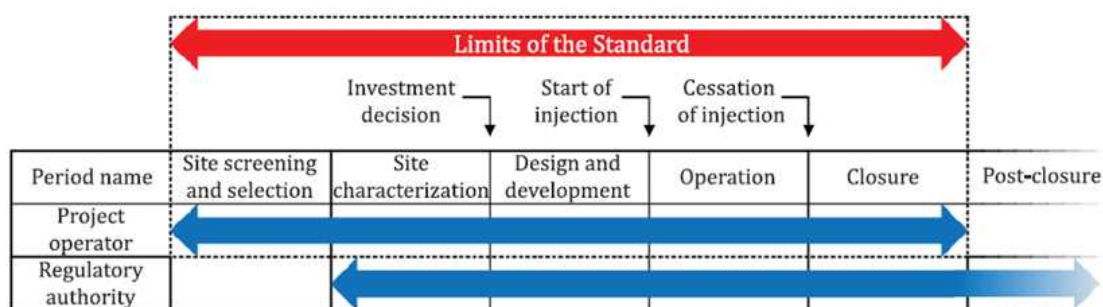


図 3-1 CO₂ 貯留プロジェクトのライフサイクルと ISO 27914 の対象範囲¹

3.1.1.1 サイト特性把握

CO₂ 貯留サイトの特性評価において、事業者はモデリングとリスクアセスメントに必要なデータを提示する。サイトの特性評価とモデリングは相互に関連するため、同一の項に含まれている。図 3-2 にその要求事項の構成を示す。

¹ ISO, ISO 27914: 2017, Carbon dioxide capture, transportation and geological storage, 2017

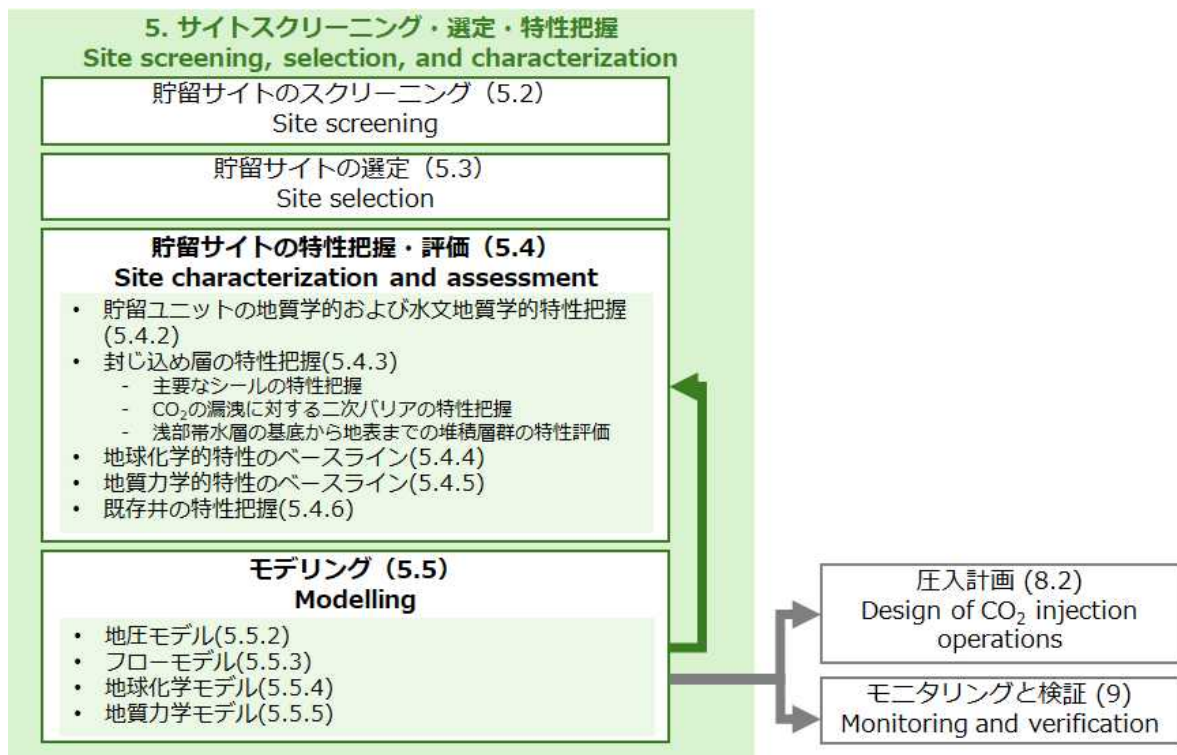


図 3-2 ISO 27914 のサイトスクリーニング・選定・特性評価の要求事項の構成

3.1.1.2 リスクマネジメント

事業者はプロジェクトのライフサイクルの全段階を通じ、構造化された組織的なリスクマネジメントプロセスを実施しなければならない。リスクマネジメントプロセスは初期のサイトスクリーニング・選定・特性評価の期間中に実施し、プロジェクトライフサイクルの全体を通じて状況の変化を考慮し、整合性と透明性のある追跡可能な形で繰り返し実施することが望ましい。図 3-3 にその要求事項の構成を示す。

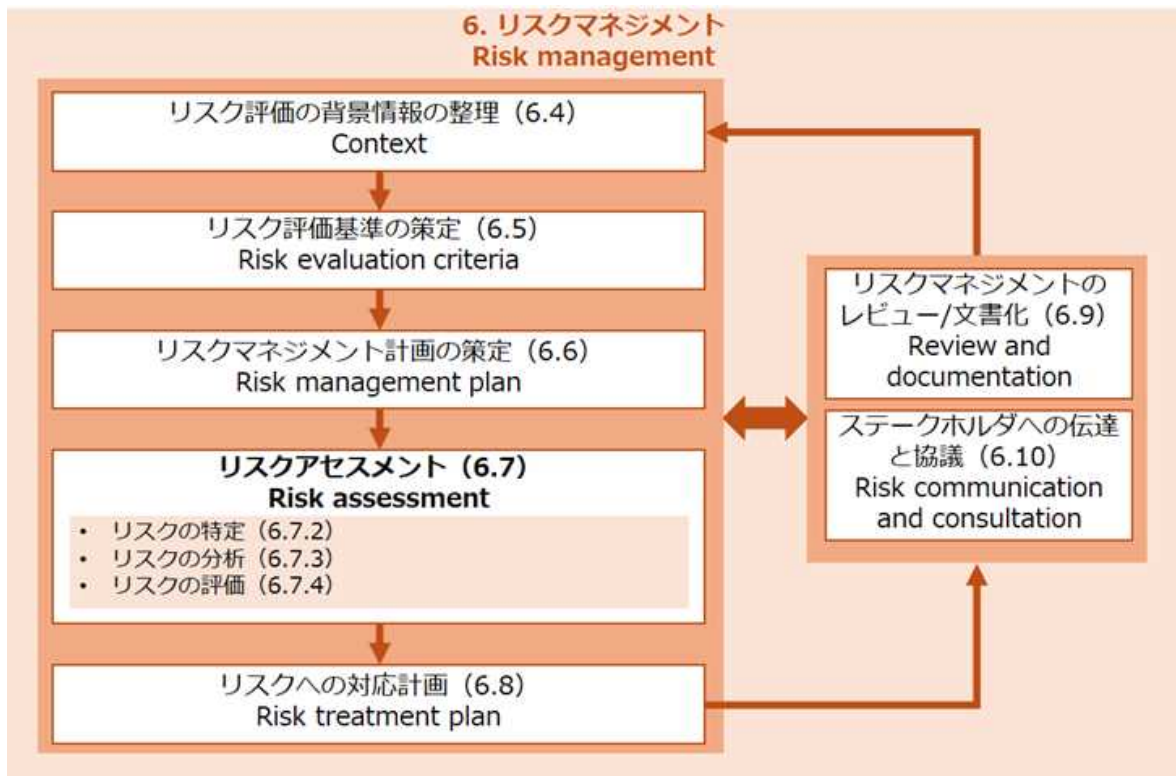


図 3-3 ISO 27914 のリスクマネジメントの要求事項の構成

3.1.2 米国（連邦）

3.1.2.1 UIC プログラム

米国における CCS は、米国環境庁（EPA）が所管する安全な地下飲料水の確保を目的とした法律である安全飲料水法（SDA : Safe Drinking Water Act）に基づき、UIC（Underground Injection Control）プログラムにより規制されている。UIC プログラムでは、地下に圧入する物質の種類や目的に応じて坑井を Class I～VI の 6 種類に分類しており、CO₂ 貯留のための坑井は Class VI 坑井として規制している。Class VI 坑井において、サイト特性把握、モデリングとレビュー区域（Area of Review : AoR）の特定、モニタリング活動は相互に関連しており、その関係性を図 3-4 に示す。

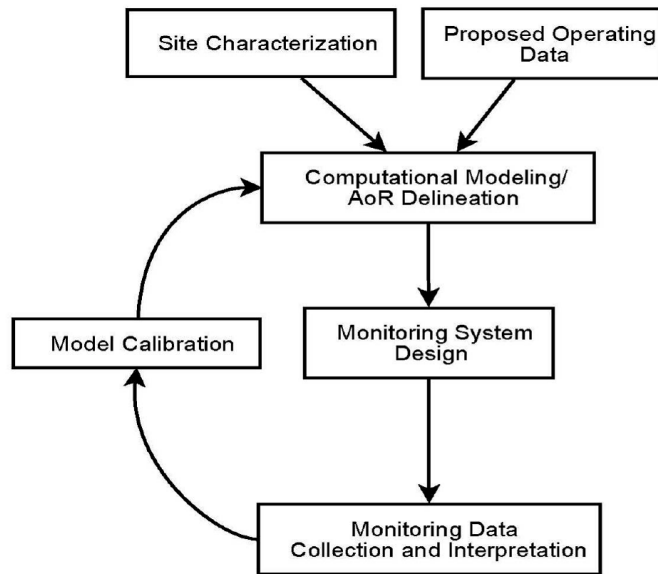


図 3-4 Class VI 坑井におけるサイト特性把握・モデリングとレビュー区域の特定・モニタリング活動の相互関係²

CO₂ 貯留のサイト特性把握とモデリング、AoR の特定に関連する法令とガイダンス文書は以下のとおり。

- 40 CFR Part 146 Subpart H, §146.81～§146.95 (2010 年発表)
- UIC Program Class VI Well : Site Characterization Guidance (2013 年発行)
- UIC Program Class VI Well : Area of Review Evaluation and Corrective Action Guidance (2013 年発行)

(1) サイト特性把握

UIC プログラムの Class VI 坑井の要件に基づき、事業者は CO₂ 流が安全に圧入でき、地下飲料水源に影響を及ぼさないように、適切な貯留サイトを選定しなければならない。適切な貯留サイトの基準、およびそれに適合することを示すためのサイト特性把握に関連する記載を、表 3-1 に示す。

表 3-1 Class VI 坑井の貯留サイトの特性把握に関する要件の概要^{3, 4}

<p>貯留サイトが満たすべき基準 (UIC§146.83)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 予想される CO₂ 流の総量を受け入れるのに十分な容量、層厚、孔隙率、浸透率のある貯留層が存在していること • 遮蔽層において地層構造上の問題がなく、圧入した CO₂ 流および地層流体を封じ込めることが可能であること • 圧入した CO₂ 流の垂直移動を防止する二次的な遮蔽層が存在し、CO₂ 流の封じ込めを妨げる断層および破砕が存在せず、当該層内では圧力が消散し、追加的なモニタリング、緩和措置、修復が可能で
---------------------------------------	---

² US EPA, Underground Injection Control (UIC) Program Class VI Well Area of Review Evaluation and Corrective Action Guidance, 2013a

³ 40 CFR Part 146 Subpart H, §146.81～ § 146.95

⁴ US EPA, Underground Injection Control (UIC) Program Class VI Well Site Characterization Guidance, 2013b

	あることを明らかにすること（長官が必要と判断した場合）
収集するデータ／ 実証する要素 （サイト特性把握ガイダンス文書）	<ul style="list-style-type: none"> • 貯留サイト内における岩相の変化 • 貯留層および遮蔽層の地質構造 • CO₂ 流が坑井の材料や貯留層内の鉱物に与える影響 • 貯留層の CO₂ 流の貯留容量 • 遮蔽層の健全性 • 二次的な封じ込め（この項目は必須ではなく、選定された貯留サイトにおいて遮蔽層が十分な強度を持たないか、CO₂ 流が漏洩する可能性のあるき裂又は断層が存在する場合にのみ実証）
許可申請で提出する 必要のあるデータ （UIC§146.82、 サイト特性把握ガイダンス文書）	<ul style="list-style-type: none"> • 圧入井、レビュー区域、レビュー区域内の廃坑井を含むすべての既存坑井や試錐坑を含む関連する特性を示す地図 • レビュー区域の地図および断面図 • レビュー区域内の遮蔽層を横切る断層およびき裂の位置、方向、特性ならびにそれが封じ込めの妨げにならないことの証明 • 震源の存在と深度を含む、地震の発生履歴に関する情報および地震活動が封じ込めの妨げとならない証明 • 地質コア、露頭データ、地震探査、坑井検層、フィールドデータに基づいた地質・相の変化を含む、貯留層および遮蔽層の深度、範囲、層厚、鉱物学的情報、孔隙率、浸透率、および毛細管圧力に関するデータ • 遮蔽層内の破砕、応力、延性、岩石強度、および in-situ 流体圧力に関する地質動学的情報 • レビュー区域内の地質、水文地質、および地質構造を説明できる地質図、地形図、断面図 • レビュー区域内における、地下の飲料水源、井戸、湧き水の範囲と、貯留層との位置関係を示した地図および断面図 • レビュー区域内のすべての地下飲料水源を含む、地下の地層に関する地球化学的なベースラインデータ
操業の承認前に報告 する情報 （UIC§146.82、サイト 特性把握ガイダンス 文書）	<ul style="list-style-type: none"> • 坑井の検層および試験中に得られたデータに基づいた、貯留サイトおよびその上部を覆う地質の地質構造ならびに水理地質特性に関する情報 • CO₂ 流と貯留層の流体、および貯留層と遮蔽層の鉱物との親和性、および、坑井の建設に使用される資機材との親和性 <ul style="list-style-type: none"> ① 地下流体・鉱物との親和性 <ul style="list-style-type: none"> - 地球化学モデリング（優先） - ラボ実験 - サイトのデータと文献に基づく議論（限定的な状況の場合） ② 坑井材料との親和性 <ul style="list-style-type: none"> - ラボ実験 - モデリング

	<ul style="list-style-type: none"> - 既存文献に基づく地球化学に関する詳細な議論 • 地層試験の結果 <ul style="list-style-type: none"> 少なくとも以下を含める - 抵抗率検層 - 自然電位検層 - ガンマ線検層 - 孔隙率検層 - き裂検層 (fracture finder log) • 坑井に関するすべての利用可能な検層および検査プログラムのデータ <ul style="list-style-type: none"> ① コア分析 <ul style="list-style-type: none"> - コアサンプル：圧入層と遮蔽層から採取 - コアロギング（岩相、層厚、粒経、堆積構造、続成作用、接触面、組織成熟度（岩石組織の成熟度）、油染み、破碎、孔隙率を含める）とコアのラボ分析（岩石学および鉱物学、石油物理的特性、地質力学的特性を含める） ② 地層流体 <ul style="list-style-type: none"> - 地層試験ツールを用いて坑内圧力、温度、pH、比導電率（SC）に関する情報を取得 - ワイヤーラインサンプリング装置を用いて流体サンプルを採取 ③ 破碎圧の特定 <ul style="list-style-type: none"> - ステップレートテストによる地層破壊圧の決定（ダウンホール圧力計の使用を推奨） ④ 圧入ゾーンの水文地質学的特性の把握 <ul style="list-style-type: none"> - フォールオフ試験 - 圧入試験と揚水試験
--	---

(2) リスクマネジメント

レビュー区域は CO₂ の圧入により影響を受ける可能性のある地域と定義されており、事業者は貯留サイトおよびレビュー区域の適性を実証するために、圧入する CO₂ 流のあらゆる相の物理的・化学的特性を考慮したコンピュータモデリングに基づき、レビュー区域を特定しなければならない。

レビュー区域を特定する目的は、是正措置が必要なすべての坑井に必要な措置を講じ、このプロセスがプロジェクト全体を通じて更新されることを確実にすることである。レビュー区域を特定するコンピュータモデリングでは、サイト特性把握において取得した多くのデータに基づき、CO₂ プルームと地層流体の想定される水平方向と垂直方向の移動を予測しなければならない。

Class VI 坑井にリスクアセスメントは明示的に要求されないが、このレビュー区域の評価がリスクアセスメントと同等の位置づけと考えられる。

3.1.2.2 NETL ベストプラクティスマニュアル

米国エネルギー省（DOE）の国立エネルギー技術研究所（NETL）は、米国の研究プロジェクト「炭素隔離地域パートナーシップ（Regional Carbon Sequestration Partnerships：RCSP）」を通じて得られた事例や教訓に基づき、CCS に関してテーマ毎にベストプラクティスマニュアルを作成している。初版は 2011 年に発行し、2017 年に改訂版を発行している。ここでは、以下のベストプラクティスマニュアルから、サイト特性把握とリスクアセスメントに関する内容の概要を示す。

- Site Screening, Site Selection, and Site Characterization for Geologic Storage Projects⁵
- Risk Management and Simulation for Geologic Storage Projects⁶

（１） サイト特性把握

適格なサイト特定のためのプロセスは、サイトスクリーニング、サイト選定、サイト特性把握と段階的に進展する（図 3-5）。サイト特性把握は、「初期特性把握」と「詳細特性把握」の 2 つの段階に分かれる。「初期特性把握」は既存のデータと情報を使用し分析を実施する段階であり、新たに追加的なデータの取得を必要とする活動を実施するのは「詳細特性把握」の段階となる。

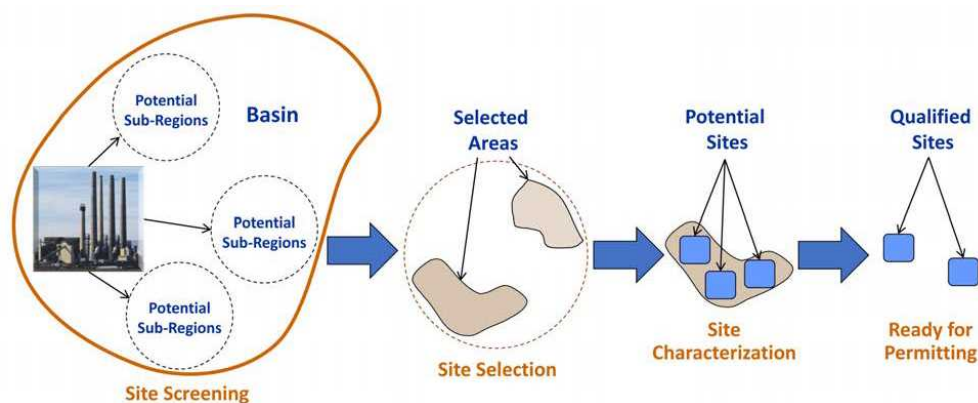


図 3-5 適格なサイト特定のためのプロセス⁵

「初期特性把握」は図 3-6 に示すような流れで実施し、既存のデータや情報から以下のような地下特性の情報が必要となる。

- 地質学および地球物理学的データ：候補サイトの圧入層と遮蔽層の地質学および地球物理学的な枠組みを確立する
- 地球化学的データ：圧入層と圧入層上部の地下水が存在する浅層帯水層内の流体に関する地球化学的データのベースラインを確立する
- 地質力学的データ：圧入層と遮蔽層の地質力学的特性のベースラインを確立する
- 水文地質学的データ：圧入した CO₂ の確実な封じ込めのために、圧入層と遮蔽層の水文地質学的特性を確立する

また、モデリングにより以下を実施することができる。

⁵ NETL, BEST PRACTICES: Site Screening, Site Selection, and Site Characterization for Geologic Storage Projects, 2017 Revised edition, 2017a

⁶ NETL, BEST PRACTICES: Risk Management and Simulation for Geologic Storage Projects, 2017 Revised edition, 2017b

- 各候補サイトの静的・動的モデルを構築
- サイト固有のデータを反映
- パラメータやバウンダリ条件のテストシナリオに基づきモデルをテスト
- モデルの一貫性や信頼性を確認するために結果を比較

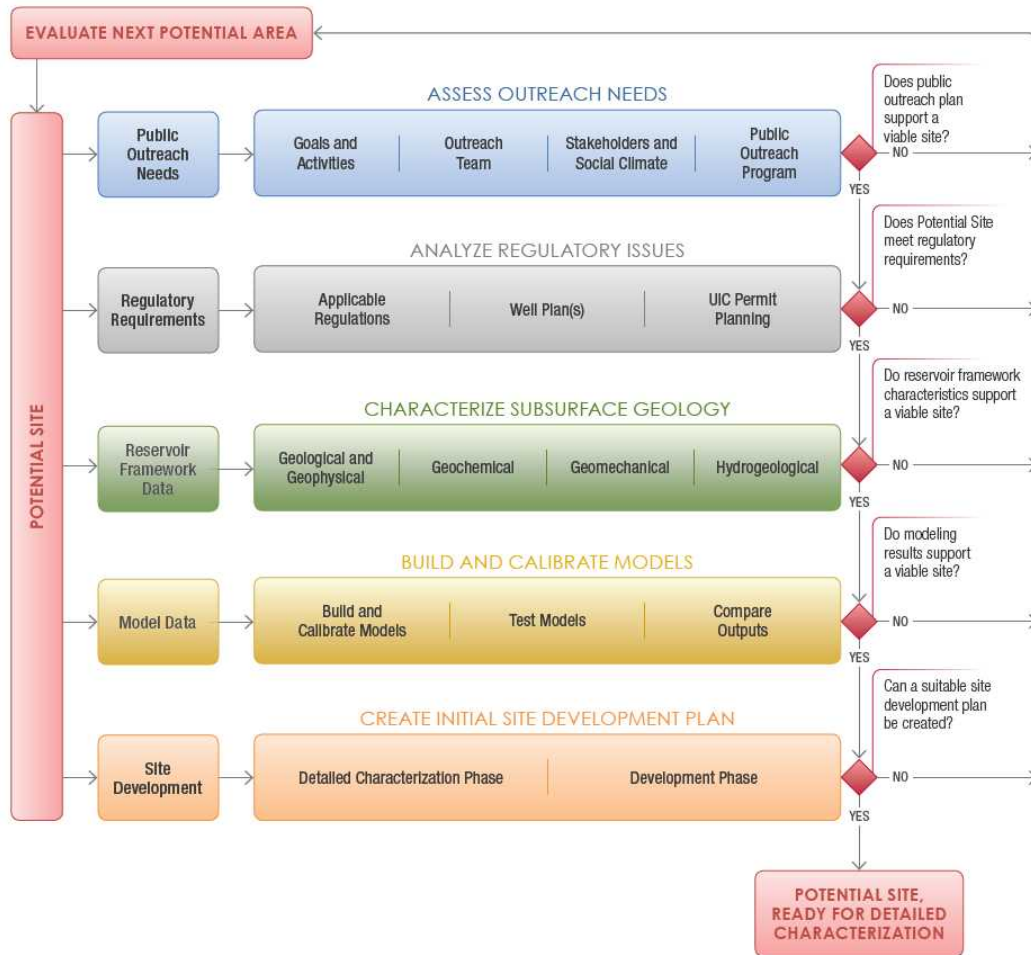
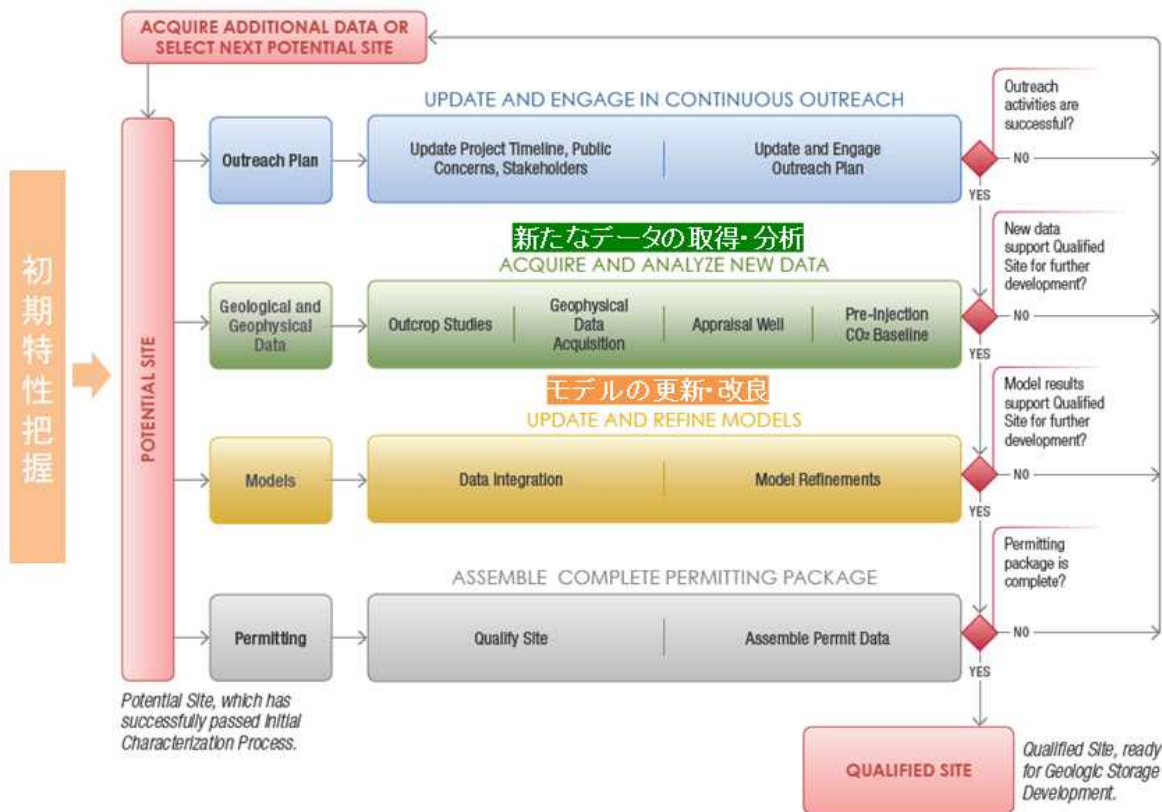


図 3-6 初期特性把握のフロー⁵

「詳細特性把握」は図 3-7 に示すような流れで実施し、新たに以下のようなデータや情報の取得が必要となる。

- 露頭調査 (Outcrop Studies) : 特定された候補サイトの周辺にある貯留層と遮蔽層の区間の詳細なマッピング、サンプリング、分析を実施
- 地質学的データの取得 (Geophysical Data Acquisition) : 貯留層と遮蔽層の区間の地質学的特性と構造的特性の評価を改善するために、2D または 3D 弾性波探査またはその他の地球物理探査を実施
- 評価井 (Appraisal Well) : 必要に応じて評価井を掘削してログを記録し、貯留層のサイト固有の特性と遮蔽層の健全性を特定
- 圧入前の CO2 ベースライン (Pre-Injection CO2 Baseline) : 将来的なモニタリングをサポートするために、圧入前の CO2 レベルのベースラインを確立



※NETL (2017a) に一部加筆

図 3-7 詳細特性把握のフロー⁵

以下にそれぞれの調査で取得可能なデータや情報の詳細を示す。

① 露頭調査 (Outcrop Studies)

- ・ 貯留サイト内および貯留サイト付近の貯留層の相 (facies) と層厚の詳細なマッピングにより、貯留層と関連する地層内の自然変動や不均質性の程度を示すことができる
- ・ 貯留層と遮蔽層の複雑さや不均質性の可能性を理解し、圧入井が配置可能な場所の物理特性の信頼性の高い予測に非常に重要
- ・ 露頭は、貯留層と遮蔽層の構造の複雑さと健全性を直接観察することができ、き裂の方向、密度、範囲の詳細なマッピングを含む、現場での地質構造の測定と分析が可能

② 地質学的データの取得 (Geophysical Data Acquisition)

【弾性波探査】

- ・ 2D 弾性波探査データを使用して、貯留層の深度、層厚、構造を示す詳細な断面を作成できる (静的地質モデルやシミュレーションモデルに情報を提供し、圧入井の位置を決定する指針となる可能性がある)
- ・ 断層やその他の構造上の不連続性は 2D データで明らかになる場合がある (垂直に近い場合や変位がほとんどない場合を除く)
- ・ 3D 弾性波探査の調査エリア内または近傍の坑井ログに弾性波データを較正することで、3D 深度ボリューム (3D depth volume) を生成できる

- 弾性波属性解析 (seismic attribute analysis) と逆解析技術は、貯留層と遮蔽層の岩石特性の解釈に用いることができる
- 弾性波逆解析は、静的地質モデルに組み込むことができる貯留サイトの密度、孔隙率、岩相を推定できる
- 速度や音響インピーダンスなどの弾性波属性の調査により、孔隙率との相関関係が示される場合があり、貯留層の孔隙率の 3D モデルが作成可能

【VSP】

- 既存の試錐孔を使用して 3D VSP 探査を実施できる
- VSP データから、坑井付近の貯留層と遮蔽層の間の非常に詳細な岩石特性が推定可能

【電気探査技術】

- 電気探査技術 (電気トモグラフィ、人工信号源電磁探査 (CSEM)、坑井間電気抵抗トモグラフィなど) は、間隙流体の飽和度と経時的変化を推定する上で重要な補助手段
- 比抵抗探査の結果は、ベースラインデータと比較することで CO₂ 飽和分布の経時的変化が観察可能

【その他の地球物理学的アプローチ】

- 航空磁気測量データは、断層やき裂を含む地下の地質構造の有用な指標となる

③ 評価井 (Appraisal Well)

- 地下の貯留層と遮蔽層の確実なマッピングや十分な特性評価が可能な既存井がない場合、評価井の掘削が必要となる場合がある
- 評価井では、理想的には新たな検層データの取得、コアサンプルと貯留層流体サンプルの取得、DST (ドリルステムテスト) を実施
- 貯留層と遮蔽層を貫通する坑井が存在する場合には、新たな坑井を掘削するよりも、既存井から地層評価、坑井試験、または圧入試験を実施する方が費用対効果が高い場合がある

④ 圧入前の CO₂ ベースライン (Pre-Injection CO₂ Baseline)

- 地表近くの CO₂ フラックスのベースライン (圧入前の CO₂ フラックス値) を測定するために、土壌、通気帯、浅層地下水帯の地球化学サンプル採取が役立つ
- 4D または Time-lapse 弾性波データのベースラインとして圧入開始前の貯留層の高解像度の画像を取得しておく必要がある
- CO₂ 圧入による地表の将来の変形や隆起のモニタリングするベースライン標高データを確立するために、地表変位計測機器を設置することができる
- 圧入前後の比抵抗探査を使用して、地下の CO₂ 飽和分布を推定することができる

また、モデリングにより以下を実施することができる。

- 特定のサイトの静的・動的モデルに新たに取得したデータを統合
- 静的地質モデルと貯留層シミュレーションを改良 (refine)

(2) リスクマネジメント

CO₂ 貯留プロジェクトのリスクマネジメントの主な焦点は、貯留層からの計画外の CO₂ 移動に

つながる健全性の損失に関連する影響にある。一方で、米国各地における研究プロジェクトである RCSP では、運用中の地上設備で発生する事象や政策面での出来事など、プロジェクトに関連するその他（CO2 貯留の運用以外）の潜在的なリスクも特定していた。具体的には、公衆安全衛生、環境（生態系）への安全性、GHG 排出、天然資源の損害、プロジェクトの遅延、投資家/保険会社またはその他ビジネス関係者の財務損失などに関連していた。

NETL は、ベストプラクティスマニュアルにおいて、リスクマネジメントをリスク分析とリスクアセスメントの後にリスクマネジメント計画（RMP）を策定・実施する反復的なプロセスとして定義している。その概念図を図 3-8 に示す。



図 3-8 NETL が定義するリスクマネジメントプロセス⁶

リスクマネジメントプロセスの各段階で実施する内容を以下に示す。

① リスクマネジメントの状況の確立

プロジェクトのリスクに影響を与える可能性のある内部要因と外部要因の特定を含む。内部要因には、プロジェクトチーム、請負業者、企業経営陣などの内部関係者、および組織文化や能力などが含まれる。外部要因には、規制当局や公衆などの外部関係者、および政策、規制、環境、経済環境の傾向と状況、プロジェクトに影響を与える可能性のある認知、事象、およびその他の要因が含まれる。

② リスクの特定

プロジェクトのサイト固有の詳細を検討し、潜在的なリスク源を包括的にリストする。RCSP の経験から、以下のようなリスクの特定が重要であることを示唆している。

- CO2 および地層流体の水平方向の移動と封じ込め
- CO2 および地層流体の垂直方向の移動と封じ込め
- CO2 および地層流体の坑井（廃坑井含む）からの漏洩と封じ込め
- 誘発地震

- 貯留容量の不足

③ リスクアセスメント（リスク分析）

リスクアセスメントは、以下の事項が含まれる。

- (1) リスクイベントが発生する確率の決定（exposure assessment 暴露評価）
- (2) 各リスクイベントによる損失の大きさの決定（effect assessment 影響評価）
- (3) 暴露-影響データを統合して、リスクの定性的、半定量的、または定量的な尺度を作成する（リスク特性評価）

RCSP では、プロジェクトリスクの確率と影響を判断するために、以下の 3 種類のリスクアセスメント手法を使用している。

- 定性的リスクアセスメント：さまざまなリスクの発生確率と影響の大きさについて非数値的な推定値に基づき評価し、リスクマネジメントの主観的な評価と基礎を提供
- 定量的リスクアセスメント：さまざまなリスクの発生確率と影響の大きさについて数値的な推定値に基づき評価し、リスクマネジメントの客観的な評価と基礎を提供
- 半定量的リスクアセスメント：多くの場合、専門家の意見と証拠に基づく数値データを使用して、定性的手法と定量的手法の両方を組み合わせ、リスクマネジメントの合理的に客観的な評価と基礎を提供

RCSP では、表 3-2 に示すようなリスクアセスメントツールを使用したことを紹介している。

表 3-2 RCSP で使用した CO2 貯留のリスクアセスメントツールの例⁶

ツール	手法
Carbon Storage Scenario Identification Framework (CASSIF)、TNO	定性的、シナリオベース
Vulnerability Evaluation Framework (VEF)、U.S. EPA	定性的
Screening and Ranking Framework (SRF)、LBNL	定性的+専門家判断の確率
CO2QUALSTORE ガイドライン、DNV	定性的/半定量的+有識者からのインプット
Quintessa FEP データベース	半定量的+専門家による FEPs のスクリーニング
TNO Risk Assessment Methodology	半定量的+専門家判断の確率と結果のマトリクス
Risk Identification and Strategy using Quantitative Evaluation (RISQUE)、URS	半定量的+専門家判断の確率と結果のマトリクス
CarbonWorkFlow Process for Long-term CO2 Storage	半定量的+リスクマトリクス法による専門家判断の FEPs ランク付け
Performance Assessment (PA)、Quintessa	定量的+質の悪いデータと不確実なデータを区別する証拠に基づく意思決定支援理論 (ESL) (3 値)
CarbonSCORE software to pre-assess potential	定量的+評価基準はすべて重み付け、共同で評価・

CO2 storage sites	要約
Oxand Performance & Risk (P&RTM) Methodology	定量的+リスクマトリクスによる評価
CO2-PENS、LANL	定量的+ハイブリッドシステムプロセスモデル
NRAP-IAM-CS	定量的+CO2-PENS から進化したハイブリッドシステムプロセスモデル
Certification Framework (CF)、LBNL	定量的+システムレベルモデル、確率は部分的にファジー論理を使用して計算

④ リスクマネジメント計画 (RMP)

リスクの特定やリスクアセスメント、およびリスクのランク付けからの情報を使用して、リスクをモニタリング、抑制、緩和するための計画を作成する。

⑤ RMP の実施

RMP の実施にはコミュニケーションと調整が必要であり、RMP の定期的な更新、伝達、統合を実施する。

3.1.2.3 プロジェクト事例：Illinois Industrial Carbon Capture and Storage (IL-ICCS)

Archer Daniels Midland Company (ADM) 社は、米国イリノイ州の同社バイオエタノール製造施設から回収した CO2 を UIC Class VI 許可を得た坑井「CCS#2」から年間 100 万トン (3,000 トン/日) で深度 7,000 フィート (2,134m) の Mt. Simon 砂岩層に圧入している (図 3-9)。このプロジェクトは Illinois Industrial Carbon Capture and Storage (IL-ICCS) と称しており、2017 年に圧入を開始した。このプロジェクトの前身となる実証プロジェクト Illinois Basin-Decatur Project (IBDP) は NETL による炭素隔離地域パートナーシップのひとつである Midwest Geologic Sequestration Consortium の主導のもと、イリノイ大学の Illinois State Geological Survey (ISGS)、ADM 社、Schlumberger Carbon Services 社などが共同で実施していた。IBDP では、UIC Class I 許可を得た坑井「CCS#1」から 2011 年から 2014 年の 3 年間で約 100 万トンの CO2 を圧入し、2021 年には圧入後モニタリングを終了している (CCS#1 は圧入終了の直前に Class VI 許可を取得している)。IBDP の圧入井 CCS#1 と IL-ICCS の圧入井 CCS#2 は約 1,127m の距離であり⁷、CCS#1 に圧入していた CO2 は IL-ICCS 操業開始後は CCS#2 に輸送、圧入されている⁸。

⁷ US EPA, Underground Injection Control Permit: Class VI, Permit Number: IL-115-6A-0002, Attachment B: Area of Review and Corrective Action Plan, 2014

⁸ ADM, Illinois Carbon Capture and Storage Project, Project Overview, Lessons & Future Plans, 2012 NETL CO2 Capture Technology Meeting, 2012



図 3-9 IL-ICCS の圧入井 CCS#2 と周辺の設備⁹

(1) サイト特性把握

ADM 社は、サイト特性把握において以下のような調査を実施した^{8, 9}。

- 弾性波探査 (2D と 3D)
- 弾性波探査のデータ処理と地層 (Geocellular) モデルの構築
- 弾性波探査の逆解析: 地層密度
- 貯留層の孔隙率と浸透率
- 地層の深度
- 遮蔽層 (層厚や断層の存在など)
- 追加的な遮蔽層 (二次バリア)
- 主要な遮蔽層を貫通するものがないこと
- 試錐の掘削
- コアサンプル・流体サンプルの採取、検層
- 地球物理モデルの構築

サイト特性把握の結果、帯水層に CO₂ が溶解することで酸性化することにより、石灰質セメントを侵食する可能性があり、これは、流体の流れに対する浸透性を向上させるという点で好ましい可能性があることが示された¹⁰。また、初期の地球化学モデルによるシミュレーションは、この酸性化の影響は大きなものではないことを示唆した。

さらに、ドロマイト質である遮蔽層 (Eau Claire) は、貯留層内での反応で消費されなかった残留 CO₂ による浸食を受ける。100 万トンの CO₂ の圧入後 100 年間のモデルは、圧入された CO₂ は遮蔽層 (Eau Claire) の頁岩底部に到達せず、頁岩が長期的に溶解する可能性は極めて低いことを示した。また、頁岩が溶解したとしても、その上部の遮蔽層は CO₂ に対してほとんど不活性であるため、CO₂ は浸透できない。

⁹ ADM, Illinois Carbon Capture and Storage Project, Eliminating CO₂ Emissions from the Production of Bio Fuels - A 'Green' Carbon Process, Bioeconomy, 2017

¹⁰ ADM, Final Environmental Assessment, Industrial Carbon Capture and Sequestration (ICCS) Area 1 Project, CO₂ Capture from Biofuels Production and Sequestration into the Mt. Simon Sandstone, 2011

(2) リスク評価

① AoR の特定

ADM 社は、Schlumberger 社の ECLIPSE 300 (v2011.2) CO2STORE モジュール付き貯留層シミュレータを用いて AoR を特定した¹¹。貯留層のモデリングではサイト特性把握の期間中に取得された多くのデータや近傍の実証プロジェクト IBDP の開発で得た情報に基づき、表 3-3 に示す項目を特定した。

表 3-3 AoR の特定に必要な項目

項目	特定の方法／内容
地質と水文学的情報	<ul style="list-style-type: none"> • 先行する IBDP の圧入井 (CCS#1) の掘削と坑井試験中に収集された情報 • イリノイ州地質調査所 (ISGS) からの既存情報 • コアサンプルデータ : ISGS のデータベース+圧入井周辺 (50~130km 以内) のサイトからの追加コア分析 • IL-ICCS の圧入井 (CCS#2) ・観測井 (VW#2) からのワイヤーライン・ログと VW#2 からのコア分析の結果の既存情報との比較 • 3D 弾性波探査データ (2011 年) →圧入層や遮蔽層に分析可能な範囲において断層や褶曲は確認されなかった • 深部の地下水については、過去のデータとモデリング結果のみ
モデル領域	<ul style="list-style-type: none"> • 貯留層 (Mt. Simon) 全体とその上部の遮蔽層 (Eau Claire)
孔隙率	圧入層 : <ul style="list-style-type: none"> • 全孔隙率 : CCS#2 の中性子検層と密度検層 (裸坑検層) • 有効孔隙率 : (限られた数の) コアサンプルのヘリウムポロシメーターによる測定 遮蔽層 : <ul style="list-style-type: none"> • ISGS データベースのコア分析情報に基づき推定
浸透率	圧入層 : <ul style="list-style-type: none"> • 建設前のモデリングでは、コア分析と CCS#1 の坑井試験結果に基づき決定 • コアサンプルのない区間については、粒径と孔隙率から推定 • コアサンプルと坑井検層解析から直接計算 遮蔽層 : <ul style="list-style-type: none"> • VM#2 から収集した水平区間の全コアサンプル (33 本) , 垂直区間の全コアサンプル (3 本) , サイドウォールコア (2 本) に基づき測定 • コアサンプルの ISGS データベースから浸透率の中央値を参照

¹¹ US EPA, Underground Injection Control Permit: Class VI, Permit Number: IL-115-6A-0001, Attachment B: Area of Review and Corrective Action Plan, 2017

破砕圧力と 破砕圧力勾配	圧入層：CCS#1 におけるステップレート試験により推定 遮蔽層：フラック（Minifrac）により測定
初期条件	<ul style="list-style-type: none"> VW#2 における流体サンプル採取（5つの深度）と CCS#2 における温度検層から、温度、地層圧力、流体密度、TDS（総溶解固形物）を測定（2015年）
境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 貯留層と遮蔽層が地域全体で連続していると仮定し、モデルの上部と下部の境界に不透水境界条件を適用
圧力フロントの特定	<ul style="list-style-type: none"> UIC プログラム Class VI の AoR・是正措置のガイダンス文書（2011年当時の草案）に記載の方法を使用して計算
AoR 内の既存井の特定	<ul style="list-style-type: none"> イリノイ州地質調査所（ISGS）、イリノイ州水質調査所（ISWS）、イリノイ州天然資源局（IDNR）の情報に基づき特定 →合計 1,065 の既存井を特定（ほとんどが水井戸） →IBDP と IL-ICCS プロジェクトの圧入井と観測井（CCS#1、VW#1、CCS#2、VW#2）を除き、AoR 内の遮蔽層を貫通する坑井はなかった →圧入開始前に是正措置が必要な坑井はなかった

② FEP に基づくリスク評価

先行の実証プロジェクトである IBDP は 2008 年に FEP（特性、事象、プロセス）に基づくリスク評価を実施している。2011 年には、IL-ICCS のサイト特性把握で取得した新たなデータを取り入れて再度リスク評価を実施している。

2008 年のリスク評価では、プロジェクトの専門家グループが故障（failure）の原因または故障による影響の可能性のいずれかに関連する 119 の FEP を特定した¹²。そのうち上位 19 の FEP を最大リスク（MAX RISK）順にランク付けし、平均リスク（AVG RISK）とともに示している（表 3-4）。最大リスクの数値は最大値を出した単一の専門家による評価を反映し、平均リスクの数値はリスク分析に関与したすべての専門家のコンセンサスを反映している。上位 19 の FEP のうち、8 つ（赤枠）が CO₂ の圧入と貯留に直接関連していた。

¹² NETL, Overview of Potential Failure Modes and Effects Associated with CO₂ Injection and Storage Operations in Saline Formations, 2020

表 3-4 2008 年リスク評価で特定された上位 19 の FEP¹²

RANK by plurality of high-risk scores	FEP	MAX RISK	AVG RISK
1	Toxic geologic components (metals)	20	7.2
2	Contamination of groundwater by CO ₂	20	5.8
3	Undetected features	16	7.1
4	Human activities in the surface environment: on site	16	7.5
5	Exogenous economics: Supply prices	15	9.8
6	Near-surface aquifers and surface water bodies	15	5.6
7	Accidents and unplanned events: Project	15	5.8
8	Community characteristics	15	5.0
9	Legal/regulatory: Property rights and trespass	12	6.9
10	Fractures and faults	12	7.8
11	Schedule and planning	12	6.7
12	Reservoir pore architecture	12	6.2
13	Reservoir geometry	12	5.6
14	Actions and reactions: Local community	12	6.6
15	CO ₂ solubility and aqueous speciation	12	8.0
16	Seismicity (induced earthquakes)	12	6.1
17	Actions and reactions: National/international Special Interest Groups and Non-Governmental Organizations (NGOs)	12	5.5
18	Legal/regulatory: Construction, discharge, and other operations permits	12	5.0
19	Land and water use	12	4.4

2011 年のリスク評価では、より具体的なシナリオ（故障の原因と影響の可能性を組み合わせたもの）を示すことが可能となった。2011 年のリスク評価の上位 14 のシナリオを平均リスク順にランク付けした結果を表 3-5 に示す。

表 3-5 2011 年リスク評価で平均リスク順にランク付けした上位 14 のシナリオ¹²

	Scenario Group	Scenario	Avg Risk
誘発地震	Seismicity	CCS2 increases reservoir pressure, triggers a felt seismic event, and regulators shut down both projects pending investigation.	9.71
	Plume Footprint	Plume migrates beneath sensitive area or unexpectedly far, increasing monitoring requirements and cost.	9.17
	Regulations, Permitting, Closure	Regulatory agency is surprised to learn of a connection between seismicity and injection, and requires shutdown pending investigation and additional monitoring.	8.65
	Regulations, Permitting, Closure	CCS2 logs show a fault cutting the Mt. Simon that looks important (as a potential source of seismicity or influence on fluid movement), and regulators require IBDP injection to stop.	7.94
封じ込め	Plume Footprint	New and untested technologies malfunction, increasing cost, and impairing data acquisition.	7.94
	Data Interpretation and Care	The IBDP project data is required to be made public without time for adequate analysis and/or significant publications from the project team, resulting in misrepresentation of the information.	7.75
	Seismicity	ICCS does not effectively apply IBDP research on microseismicity, and induces seismicity that causes regulators to shut down both projects.	7.65
	Operations, Mechanical Integrity	Packer in CCS1 fails and a costly workover is needed.	7.53
	Staff and Expertise	A valuable subcontractor has scarce resources and does not send appropriate staff levels to complete a job.	7.53
	Seismicity	IBDP operations cause seismic event that is felt by people in Decatur, leading to news reports that CCS causes earthquakes.	7.50
	Health, Safety, Environment	Injury from a common industrial or drilling hazard.	7.29
	Environmental Monitoring	Westbay multilevel groundwater characterization and monitoring system fails beyond repair, and VW1 must be re-completed.	6.89
	Public interactions	An unplanned event occurs; news media become involved; key people are unavailable but a public response is needed.	6.50
	Budget, Cost	DOE funding is reduced, and not enough funds remain for proper site/project closure.	5.94

※NETL(2020)に一部加筆

2008 年と 2011 年の 2 つのリスク評価で上位にランク付けされた CO₂ の圧入と貯留に関連する FEP とシナリオの比較を表 3-6 に示す。この比較は、2 回のリスク評価で認識されたシナリオの重要性に変化があることを示唆している。具体的には、2008 年で 1 位と 2 位であった有毒物質（金属類）や CO₂ による地下水汚染は、2011 年には上位ランク外となった。また、2008 年に 16 位に位置していた誘発地震は、2011 年には 1 位に位置付けられた（この他にも誘発地震に関連するシナリオが 4 つランクインしている）。これらの変化は、技術的リスクの変化ではなく、一般大衆による認識に変化があったためとする意見があるとしている¹³。

¹³ Hnottavange-Telleen, K., et al., Risk management in a large-scale CO₂ geosequestration pilot project, Illinois, USA, Energy Procedia, vol. 4, 2011

表 3-6 2008 年と 2011 年のリスク評価：CO₂ の圧入と貯留に関連する FEP とシナリオの比較¹²

2008 FEPs Associated with CO ₂ Injection and Storage	2008 FEPs Potential Failure Mode or Potential Failure Effect as defined in this Report	2008 FEP Risk Relative Ranking	2011 Scenarios Associated with 2008 FEPs	2011 Scenario Risk Relative Ranking
Toxic geologic components (metals)	(Potential Failure Effects) Contamination of USDW	1	None associated	Not applicable
Contamination of groundwater by CO ₂	Contamination of non-USDW	2		
Undetected features (any unknown aspect of the subsurface [154])	(Potential Failure Modes) Lateral Containment Failure	3	CCS2 [IL-ICCS] logs show a fault cutting the Mt. Simon that looks important (as a potential source of seismicity or influence on fluid movement), and regulators require IBDP injection to stop	4
(Presumably detectable) fractures and faults	Vertical Containment Failure Induced and Triggered Seismicity	10		
Reservoir pore architecture	(Potential Failure Modes) Lateral Containment Failure Vertical Containment Failure	12	Plume migrates beneath sensitive area or unexpectedly far, increasing monitoring requirements and cost	2
Reservoir geometry		13		
CO ₂ solubility and aqueous speciation		15		
Seismicity (induced earthquakes)	(Potential Failure Mode) Induced and Triggered Seismicity (Potential Failure Effect) Physical Damage to Surface Infrastructure and/or Topography	16	CCS2 [IL-ICCS injection well] increases reservoir pressure and triggers a felt seismic event, and regulators shut down both projects pending investigation	1
			Regulatory agency is surprised to learn of a connection between seismicity and injection, and requires shutdown pending investigation and additional monitoring	3
			CCS2 [IL-ICCS injection well] logs show a fault cutting the Mt. Simon that looks important (as a potential source of seismicity or influence on fluid movement), and regulators require IBDP injection to stop	4
			ICCS [IL-ICCS] does not effectively apply IBDP research on microseismicity, and induces seismicity that causes regulators to shut down both projects	7
			IBDP operations cause seismic event that is felt by people in Decatur, leading to new reports that CCS causes earthquakes	10
Not explicitly mentioned in 2008's highest risk FEPs			Packer in CCS1 [IBDP injection well] fails and a costly workover is needed	8

リスク評価で特定したリスクにそれぞれどのように対応するかを示す Project Risk Register を作成しているはずであるが、公開資料からは確認できなかった。IBDP と IL-ICCS の第 3 フェーズとなる CarbonSAFE Illinois – Macon County のプロジェクトで作成された Project Risk Register の例を以下に抜粋する。

表 3-7 CarbonSAFE Illinois—Macon County における Project Risk Register (抜粋) 14

RISK RESPONSE PLAN AND REGISTER													
Risk ID	Risk Identification			Sub-Groups	Project	Project Objectives	Risk Score		Response Strategy		Residual Risk		Risk Monitoring and Notes
	Description of Risk	WBS	Models				Risk Score	Threat	Risk Score	Response Techniques	Risk Score		
			Data			Evaluate Storage Feasibility	25 to >20	BLACK - Non-Operable	Avoidance/Reduction	<25 to >20	BLACK - Non-Operable		
			Models			Risk Management	>16 to >10	RED - Intolerable	Avoidance/Reduction	<16 to >10	RED - Intolerable		
			Commercial			Develop Commercial Plan	>9 to >5	YELLOW - Undesirable	Acceptance	<9 to >5	YELLOW - Undesirable		
			Public			Public Engagement	>4 to >2	GREEN - Acceptable	Transfer	<4 to >2	GREEN - Acceptable		
			Well			Knowledge Sharing	>1	BLUE - Negligible	Mitigation	<1	BLUE - Negligible		
			Partners										
			HSE										
			Perception										
			Scope/Quality										
			HSE										
			Financial										
			Values Impacted by Risk										
51	Underutilize the seismic to extrapolate injection and seal Petrophysical properties	6.6	Models	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	4.4	Undesirable	Mitigation	4.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Time resources invested in reservoir characterization is needed to have a better general understanding of the ACR. If it loses with loss of circulation material or cement squeezes.	
52	Loss circulation resulting from under pressured formations with primary or secondary porosity.	7.3	Well	Financial	Evaluate Storage Feasibility	2.3	Acceptable	Mitigation	2.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Ensure good drilling procedures to reduce overbiting. Under extreme conditions, casing could require the installation of an additional casing string.	
53	Loss circulation while cementing, resulting obtain adequate cement coverage in the casing-wellbore annulus.	7.3	Well	Financial	Evaluate Storage Feasibility	2.4	Acceptable	Mitigation	2.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Addition of loss circulation material in cement slurry, excess cement over hole caliber, and in extreme casing the requirement to perform remedial cementing operations.	
54	Failure to obtain adequate cement bonding Cement bonding in the annular space between the casing and formation is required for isolation between intervals	7.3	Well	Financial	Evaluate Storage Feasibility	2.2	Acceptable	Mitigation	2.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Cement bond logging will be performed on the casing strings to demonstrate the bonding. If adequate bonding is not demonstrated by the cement bond logs, remedial cement can be applied.	
55	Insufficient injectivity in the site in the St. Peter Sandstone. This could require drilling deeper and the use of multiple wells.	7.4	Well	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	4.6	Undesirable	Mitigation	3.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Conduct detailed petrophysical evaluation of existing St. Peter Sandstone data. Core collection across St. Peter. Find resources within project to drill the well deeper into the Knox Dolomite, even if this means reducing some other scope.	
56	2D seismic data indicates pervasive overburden faulting, indicating area might not be suitable for carbon storage.	6.6	Well	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	4.4	Undesirable	Mitigation	4.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Can also do a sub-regional evaluation of existing Knox logs/cores for signs of porosity zones.	
57	3D seismic data indicates pervasive overburden faulting, indicating area might not be suitable for carbon storage.	11.1	Models	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	4.5	Undesirable	Mitigation	4.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	4. Check for 2D seismic lines to appraise a broader region and have multiple targets developed for well location.	
58	Pervasive overburden faulting indicating area might not be suitable for carbon storage.	6.26.4	Commercial	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	4.3	Undesirable	Mitigation	4.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Ensure 2D seismic lines are collected first over a broad region to appraise the targeted area and identify features before expensive 3D data is collected.	
59	Lithology of top seal indicates lack of fine-grained material to act as a top seal, indicating area might not be suitable for carbon storage.	6.26.4	Commercial	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	4.4	Undesirable	Mitigation	4.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Collect core from top seal interval. Collect high resolution image log data over top seal formation to ensure top seal is not fractured.	
60	Pressure testing of reservoir unit indicates near-wellbore boundaries that indicate the area may lack the capacity needed to be a carbon storage facility.	6.26.4	Commercial	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	3.6	Acceptable	Mitigation	3.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Assess regional well bore data for sealing formations pre-drill. Collect core from top seal interval to ensure fine-grained lithology present.	
61	Lithology of Mt. Simon reservoir indicates lack of coarse-grained material, indicating area might not be suitable for carbon storage at desired rates.	6.26.4	Commercial	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	3.7	Acceptable	Mitigation	4.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Perform well tests to determine volume of connected pore space available for injection in well.	
62	Limited or spotty availability of comprehensive legacy well data.	6.5	Well	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	2.2	Acceptable	Mitigation	2.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Equipment will be carefully operated within manufacturer provided limits and maintained periodically to avoid any adverse impact on progress of the project.	
63	Lab equipment construction, repair or new equipment requirements and availability.	7.4	Data	Scope/Quality	Evaluate Storage Feasibility	3.1	Acceptable	Mitigation	2.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Ensure labs are fully equipped to perform project tasks prior to starting the task or sustain lab well.	
64	Potential risk of exposure of COVID-19 to personnel working on site.	1.1	Partners	HSE	Risk Management	6.0	Undesirable	Avoidance/Reduction	4.00	Acceptable	Pathway risk into Phase III	Implement an agreed upon COVID-19 preparedness plan for the project which will include best practices per CDC guidelines.	

また、IL-ICCS では漏洩リスクの評価に基づき、モニタリングを設計する前提で Monitoring, reporting, and verification (MRV) 計画において、漏洩について表 3-8に示すように評価している¹⁵。

表 3-8 IL-ICCS の各漏洩経路の評価

漏洩経路	漏洩リスク	漏洩した場合の規模と時期
地上施設	<ul style="list-style-type: none"> CO2が地表に漏洩する可能性が最も高いのは、圧入システムの地上施設 (CO2 輸送パイプライン (長さ約 1.5km) と坑口) 地上施設の経年劣化が原因となる可能性が最も高い フランジ接続点で発生する可能性が最も高い パイプラインの安全弁からのベントにより発生する可能性がある 事故や自然災害による損傷により発生する可能性もある 	<ul style="list-style-type: none"> 故障 (failure) モードにより異なる 突然の破損や破裂により、大量の CO2 が一瞬で大気中に放出される可能性がある 一方で、フランジ接続のシールが徐々に劣化すると、数時間または数日間で大気中に放出される CO2 はわずかに数 kg にとどまる可能性がある 地上施設からの漏洩は圧入操業段階のみのリスク (圧入終了後にはこの経路からの漏洩リスクは

¹⁴ Illinois State Geological Survey, Project Risk Assessment and Monitoring Report for CarbonSAFE Illinois - Macon County, Task 2 Technical Report, 2021

¹⁵ ADM, Monitoring, Reporting, and Verification Plan CCS#2, 2017

	<p>結論：可能性あり (possible)</p>	<p>なくなる)</p>
油ガス 廃坑井	<ul style="list-style-type: none"> • 遮蔽層 (Eau Clair 層) を貫通している坑井は IBDP の圧入井と評価井および IL-ICCS の圧入と評価井のみ • これらはすべて UIC の Class VI 要件に従い建設されており、その健全性を定期的にモニタリングする • AOR 内のその他の坑井は地表から約 760m 以浅(圧入層 (Mt. Simon 層) の最上部から約 910m 上) である <p>結論：廃坑井が遮蔽層を貫通していないため、「ほぼ可能性なし (almost impossible) (ゼロであるはず)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 漏洩リスクが「ほぼ可能性なし」のため推定していない • 遮蔽層を通過して上層に移動した漏洩が廃坑井を通じて地表に移動する可能性はあるが、このような漏洩は他のモニタリング方法 (地下水モニタリングなど) により検出されると予想される
き裂、断層、層 理面の剥離と 地震活動	<ul style="list-style-type: none"> • IL-ICCS サイトの半径 40km 以内には、(既知の) 地域断層や褶曲は存在しない • IBDP および IL-ICCS プロジェクトの一環として収集・分析した 2D および 3D 弾性波探査データにより、遮蔽層を貫通する大きな断層や褶曲は存在しないことを確認 • 50 年以内に 50km 以内でマグニチュード 5.0 以上の地震が発生する確率は 1%未満 • 地震活動による表面最大加速度が 50 年以内に 10%G を超える確率は 2% • IL-ICCS プロジェクトエリアで (遮蔽層とその上にある地層のき裂が開口し、圧入層からの漏洩が発生する可能性が生じるような) 大規模な地震が発生するリスクは最小限 (minimal) <p>結論：極めて可能性が低い (highly improbable) ~ ほぼ可能性がない (nearly impossible)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 地震の規模により異なる • 圧入中または圧入後に地震が発生した場合、その時点までに貯留層に圧入した CO2 の全量が最終的に地表に放出される可能性がある • 地震による漏洩は、地震発生後数か月から数年の間に発生する
遮蔽層の限界 (limitations)	<ul style="list-style-type: none"> • 遮蔽層 (Eau Claire 層) には、プロジェクトサイトから半径 27km 以 	<ul style="list-style-type: none"> • Eau Claire 層とその上の二次シル層の浸透性は低く、漏洩の規模

	<p>内に IBDP と IL-ICCS の坑井以外の既知の貫入はなく、水平方向に広がる頁岩成分があり、傾斜はわずか (<1 度)</p> <ul style="list-style-type: none"> • フラック (mini-frac) テストから 0.93~0.98 psi/ft の破碎圧力勾配 • 12 のサイドウォールコアプラグから、0.000344mD の水平浸透率 • Eau Claire 層のコアを含むイリノイ州地質調査所データベースから得た浸透率は 0.000026mD、孔隙率は 4.7% • 近く (130km 北) のフィールドから採取した 126m のコアを分析した結果、0.100~0.871mD の範囲の 5 つの分析を除き、垂直浸透率は 0.001~0.001mD 未満 • Eau Claire 層のうち浸透性の高い層でもシール岩相として機能する傾向がある • 遮蔽層の限界を介した漏洩は、Eau Claire 層で発見されていない小さな局所的異常によるもの <p>結論：極めて可能性が低い (highly improbable) ~ ほぼ可能性がない (nearly impossible)</p>	<p>は非常に小さい</p> <ul style="list-style-type: none"> • 漏洩は二次シール層やその他の地層を通して上方に移動する必要があるため、地表に漏洩するまでの時期は非常に遅い (数十年以上)
<p>圧入井または観測井</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 貯留層の坑井は、Class VI の要件に従っており、IBDP からの経験が IL-ICCS で適用され、坑井からの漏洩リスクを低減している <p>結論：極めて可能性が低い (highly improbable)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 漏洩の位置と移動の複雑さに応じて、CO₂ の放出は数百~千 kg になる可能性がある • 貯留層の井戸は継続的にモニタリングしているため、漏洩の早期発見が期待される • 修復が完了するまで CO₂ 漏洩量を最小限に抑えるための適切な緩和措置が実施される • CO₂ が地表に漏洩する時期は、漏洩の位置と CO₂ が移動する地層により異なる

3.1.3 欧州連合

EU は環境上安全な CO₂ の地中貯留に対する法的枠組みを定めるため、2009 年に CCS 指令¹⁶を制定した。CCS 指令の規定については、EU と欧州経済領域（EEA：European Economic Area）の加盟国に適用され、各加盟国が国内法で担保する必要がある。

また、CCS 指令の実施を促進する目的で以下のガイダンスを発行しており、すべて 2024 年に改定版を公表している。

- ガイダンス 1：CO₂ 貯留のライフサイクルおよびリスク管理のフレームワーク
- ガイダンス 2：貯留コンプレックスの特性把握、CO₂ 流の組成、モニタリング、貯留サイトから漏洩が発生した場合の是正措置
- ガイダンス 3：管轄当局への責任移転基準
- ガイダンス 4：財務的保証と資金メカニズム

このうち、サイト特性把握とサイトアセスメントに関する規定の概要を以下に示す。

3.1.3.1 サイト特性把握

CCS 指令の附属書 I における「適切な貯留サイトの基準」は、貯留コンプレックス候補地および周辺地域の特性把握と評価を実施し、重大な漏洩リスクが存在せず、かつ、環境または健康への重大なリスクが存在しないことが条件となっている。CCS 指令の附属書 I に基づく貯留コンプレックスおよび周辺地域の評価の概要を図 3-10 に示す。

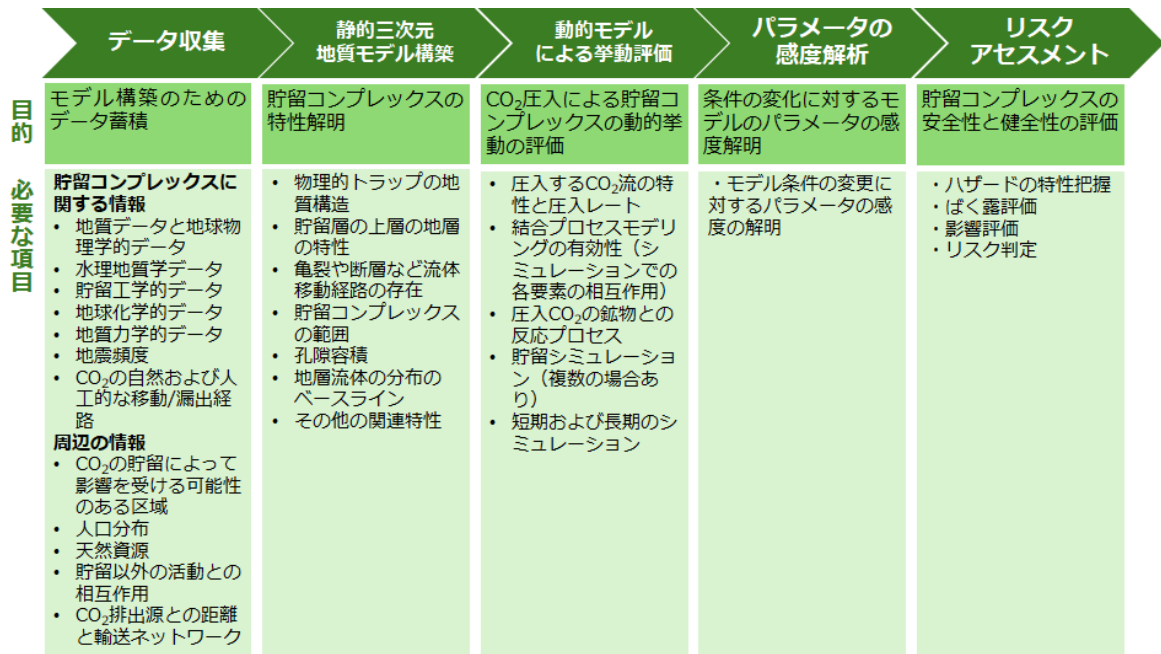


図 3-10 EU の CCS 指令の附属書 I に基づく貯留コンプレックスの評価の概要

CCS 指令におけるサイト選定のための手順を示す附属書 I の詳細な内容を以下に示す。

¹⁶ Directive 2009/31/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide

① データの収集

少なくとも貯留コンプレックスに関する以下の情報を収集する

- 地質データと地球物理学的データ
- 水理地質学データ（特に消費される地下水）
- 貯留工学的データ（CO₂ 圧入のための孔隙容積の計算と最大貯留可能量の計算を含む）
- 地球化学データ（溶解速度、鉱物化速度）
- 地質力学的データ（浸透率、破碎圧力）
- 地震頻度
- CO₂ の自然および人工的な移動経路の存在と状態（漏出経路となる可能性のある坑井および裸抗を含む）

特に貯留コンプレックス周辺の情報に関しては、以下の特性を示すものとする。

- CO₂ の貯留によって影響を受ける可能性のある貯留コンプレックス周辺の区域
- 貯留サイトの地上部地域における人口分布
- 貴重な天然資源との近接性
- 貯留コンプレックス周辺での活動、およびこれらの活動との相互作用の可能性（炭化水素の探査、生産、貯留、帯水層の地熱利用、地下水の貯留層の利用等）
- CO₂ 排出源との距離（合理的に貯留に利用可能な CO₂ の総量の推定を含む）および適切な輸送ネットワーク

② 静的な三次元地質モデルの構築

収集したデータを利用して三次元静的地質モデルを構築し、貯留コンプレックスの以下の特性を解明する。

- 物理的トラップの地質構造
- 貯留層の上層の地層：遮蔽層、多孔質で透過性のある地層、周辺地層の特性（地質力学的・地球化学的）
- き裂および断層や自然および人工的な流体移動経路の存在に関する特性把握
- 貯留コンプレックスの範囲
- 孔隙容積（孔隙率の分布を含む）
- 地層流体の分布のベースライン
- その他の関連特性

③ 動的モデルによる挙動評価

モデリングにおいて、少なくとも以下の項目を考慮する。

- 圧入する CO₂ 流の特性および圧入レート
- 結合プロセスモデリングの有効性（シミュレーションにおいて各要素はどのように相互作用するか）
- 反応プロセス（圧入した CO₂ が鉱物と反応し、それがモデルにどのように反映されるか）
- 使用した貯留シミュレーション（特定の結果を検証するために複数のシミュレーションを用いる場合がある）

- 短期および長期のシミュレーション (CO₂ の水への溶解率を含む数十年から数千年の期間における CO₂ の挙動を明らかにする)

上記の項目を考慮し、モデリングにより以下の要素を明らかにする。

- 経時的な圧入レートおよび累積圧入量に応じた貯留層の温度・圧力
- 時間経過によって移動した CO₂ の水平および垂直の範囲
- 経時変化を含む、貯留層における CO₂ の挙動
- CO₂ のトラップメカニズムとその速度 (スピルポイントや水平および垂直のシールを含む)
- 貯留コンプレックス全体における二次的な封じ込めシステム
- 貯留サイトの貯留容積と圧力勾配
- 貯留地層および遮蔽層にき裂が生じるリスク
- 遮蔽層内に CO₂ が侵入するリスク
- 貯留サイトからの漏洩リスク
- 移動速度 (解放型の貯留層において)
- き裂のシーリングレート (fracture sealing rates)
- 地層の流体化学特性の変化およびそれによる反応 (pH の変化や鉱物の生成)
- 地層内における流体の置換
- 地震の増加と地表面の上昇

④ パラメータの特性把握

複数回のシミュレーションを実施し、構築したモデルのパラメータの変更に対する感度を明らかにする。重要な変化があった場合には、リスク評価において考慮しなければならない。

3.1.3.2 リスクマネジメント

リスク評価はサイト選定の一部として実施する規定である。リスク評価は、以下の内容を含むものとする。

- 1) 貯留コンプレックスからの CO₂ 漏洩の可能性に関する検討を行う。
- 2) 貯留コンプレックス周辺の人口分布や環境特性および潜在的経路から、CO₂ が漏洩した場合の挙動を考慮して人の健康に与える影響の評価を行う。
- 3) CO₂ が漏洩した場合の貯留コンプレックス周辺の生物種やコミュニティに対する影響の評価を行う。これには CO₂ 漏洩による pH 低下や CO₂ 流に含まれる他の物質による影響も含み、時間的・空間的規模を考慮して評価を行う。
- 4) ハザードの特性把握、ばく露評価、影響評価を考慮したうえで短期および長期的な貯留サイトの安全性の評価を行う。これには漏洩リスクや漏洩した場合の環境や人の健康への評価を含める。

3.1.4 ノルウェー

ノルウェーは、EU の加盟国ではないが、欧州経済領域 (EEA) に所属している。そのため、CCS 指令を遵守する必要があり、ノルウェーは同指令に基づく国内法の整備を 2014 年 12 月までに完了

している(表 3-9)。サイト特性把握とリスク評価に関する規定は欧州とほぼ同一となっているため、詳細は欧州の項を参照されたい。

表 3-9 ノルウェーの CCS 関連法令

適用範囲	規則名称	規定内容	制定年
油ガス開発に伴う CCS プロジェクト	Regulations to Act relating to petroleum activities, Chapter 4a : Storage of CO ₂ (Petroleum Regulations)	CCS 指令の国内担保	2014
油ガス開発以外の CCS プロジェクト	Regulations relating to exploitation of subsea reservoirs on the continental shelf for storage of CO ₂ and relating to transportation of CO ₂ on the continental shelf (Storage Regulations)	CCS 指令の国内担保	2014
	CO ₂ Safety Regulations	労働安全衛生	2020
すべての CCS プロジェクト	Pollution Control Regulations, Chapter 35: Storage of CO ₂ in geological formations	環境許可	2014

3.1.4.1 プロジェクト事例：Northern Lights

Northern Lights は、Equinor 社、Shell 社、TotalEnergies 社によるジョイント・ベンチャー (JV) がノルウェーで実施する CO₂ 輸送・貯留プロジェクトで、CO₂ 回収を含めたフルスケールプロジェクトは「Longship」と呼ばれている(図 3-11)。Northern Lights では、ノルウェー国内外で回収された CO₂ を船舶輸送し、Øygarden に建設した受入ターミナルで一時貯蔵した後、100km の海底パイプラインにより圧入井まで輸送し、海底下 2,600m の Johansen 層に圧入する。2020 年に最終投資決定が発表され、第 1 フェーズとなる最初の圧入開始は 2025 年が予定されている。第 1 フェーズでは年間 150 万トンの CO₂ の処理が可能となる。第 2 フェーズでは年間 500 万トン以上の CO₂ の処理が可能となるよう開発を継続する予定である。

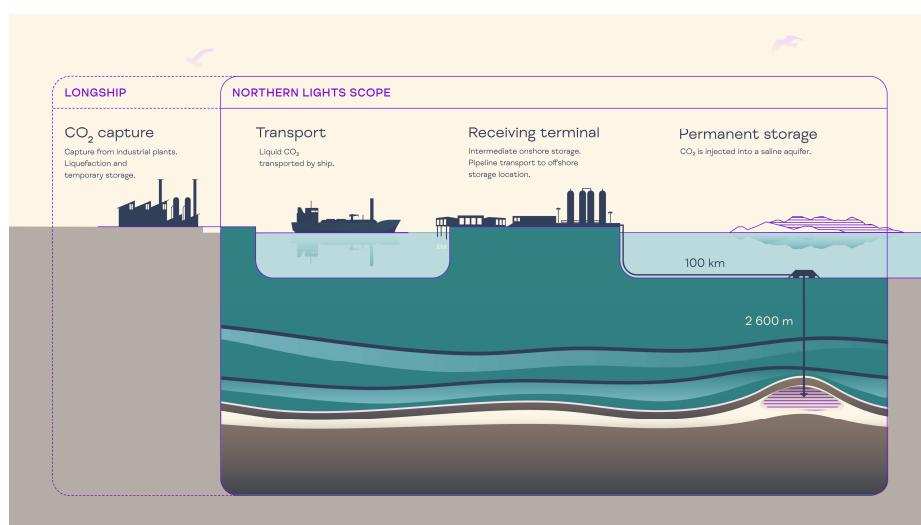


図 3-11 Northern Lights プロジェクトの概要¹⁷

¹⁷ Northern Lights ウェブサイト, About the Longship project, <https://norlights.com/about-the-longship-project/>

(1) サイト特性把握

Northern Lights の貯留サイトは、2017 年までは北海の Troll ガス田の東に位置する Smeaheia 区域の貯留層とすることが計画されていた。しかし、3D 弾性波探査を用いて Smeaheia 区域の貯留層の貯留容量と地層構造を評価した結果、CO₂ の貯留容量の不足や地中で拡散する範囲の近くに構造的き裂が存在する可能性が判明した^{18、19}。そのため、2018 年春に、貯留サイトが Troll ガス田の南に位置する Aurora 区域の Johansen 層に変更された。事業者は 2019 年 11 月に、貯留層の質、層圧力、遮蔽層の質を検証する情報を得るために評価井 (Eos 井) を掘削しており、後に圧入井となっている。

貯留サイトの特性評価は、特に海水中へ到達する可能性のあるすべての潜在的な「漏出」経路に重点を置いて実施された²⁰。以下のような事項を実施、評価している^{18、19、21}。

- より広範囲の関連坑井データと深度傾向を見直すことによる堆積シナリオの確立
- 3D 弾性波探査に基づく地理モデルグリッドの検証
- 堆積シナリオを導くための弾性波応答 (seismic response) と振幅分布の評価
- CO₂ プルームの移動の重要な要因である構造傾斜を深度変換 (depth conversion) により推定
- 断層を含む構造地質学的情報
 - 合計で 171 の断層の解釈が含まれた
- 検層による貯留層と遮蔽層の堆積学的情報
- 貯留層の静的モデル構築
- 貯留層の動的モデル構築
- 貯留容量の不確実性調査 (CO₂ プルーム分布のシミュレーション)
- ボウタイ法を用いた漏洩リスク評価
- CO₂ プルームのモニタリング実施可能性を確認するための CO₂ に対する地震動応答の評価
- 貯留層モデルによる、0.8Mt/年/坑井の圧入を達成できる仕上げ区間の評価
- 貯留層モデルによる、評価井の位置、坑井に対する一定の基準を満たす成功確率の評価
- 貯留容量の詳細な評価のための坑井試験 (フローテスト又は圧入テストによる圧入性の評価)
- 漏洩と周囲の油ガス層への影響の評価：以下のような理由から漏洩の可能性が低いと結論
 - 複数の遮蔽層の存在
 - Troll ガス田にも断層が存在するが、地殻変動や地震活動を経ても構造のシール性は損なわれなかった
 - 低温 CO₂ の圧入により断層が再活性化する可能性に関するモデルの構築
 - 弾性波探査
 - CO₂ 移動のシミュレーション
- 貯留の健全性に対する地震リスクの評価
 - University of Bergen のノルウェー国立地震ネットワーク (NNSN) によるモニタリング
 - Aurora の貯留層の健全性は Troll ガス田と同等かそれ以上であると推定 (貯留層の健全性

¹⁸ Equinor, Northern Lights Project Concept report, RE-PM673-00001, 2019a

¹⁹ Equinor, EL001 Northern Lights- Receiving and permanent storage of CO₂, Plan for development, installation and operation, Part II - Impact Assessment, 2019b

²⁰ Veбенstad, K., et al., Containment Risk Assessment of the Northern Lights Aurora CO₂ Storage Site, Proceedings of the 15th Greenhouse Gas Control Technologies Conference 15-18 March 2021

²¹ Furre, A., et al., Planning deep subsurface CO₂ storage monitoring for the Norwegian full-scale CCS project, 2020

が地震により損なわれる可能性は低い)

サイト特性把握の結果、図 3-12 に示す地質構造と圧入開始から 25 年後の CO₂ プルームの広がりを示す断面図を描いている。

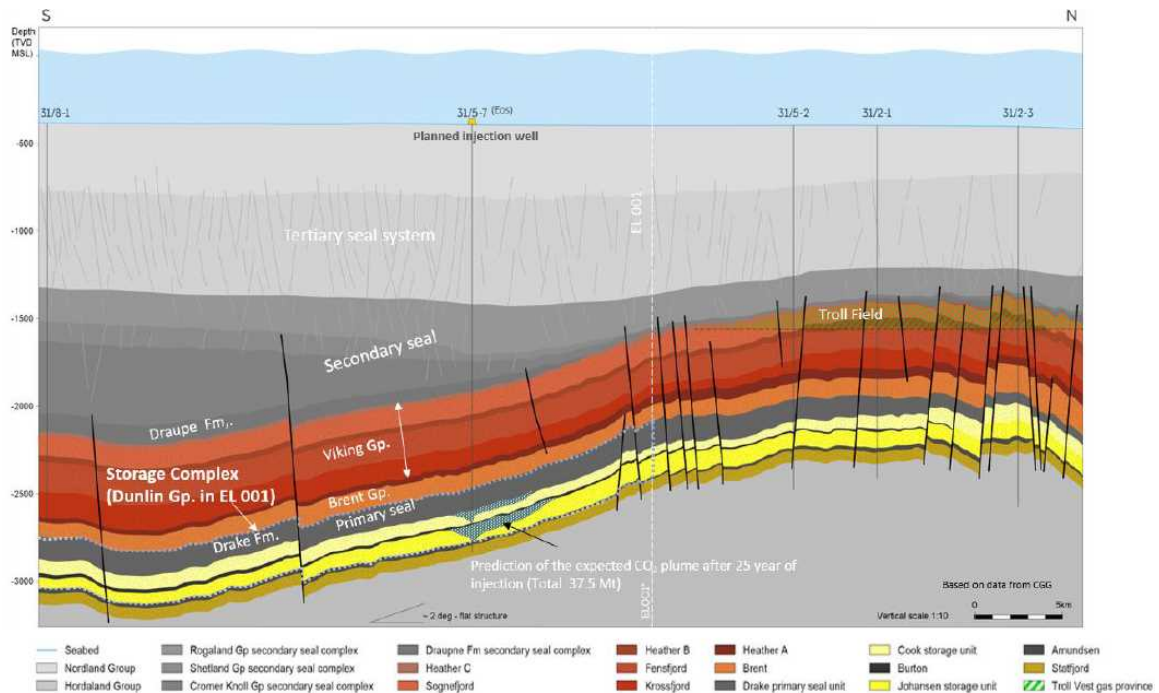


図 3-12 Northern Lights の圧入サイトの地質構造と、圧入開始から 25 年後に予想される CO₂ プルームの広がりを示す断面図：CO₂ は、Troll ガス田の下にある Dunlin Gp.の構造閉鎖部に向かい上向きに移動すると考えられている²⁰

(2) リスク評価

Northern Lights はプロジェクトの全体的なリスクの状況の評価するため、以下のタスクを含むリスクマネジメントを実施している²²。

- プロジェクトのリスク（脅威と機会）を特定する
- 各リスクの潜在的な影響（リスクの発生確率を含む）を評価する
- 緩和措置を決定して優先順位を付ける
- リスクとそれに対応する緩和措置を追跡する

このリスクマネジメントの一環として、Northern Lights は環境リスク評価や封じ込めリスク評価を実施している。環境リスクアセスメントは、2019 年にノルウェーの第三者認証機関である DNV により実施されており、CO₂ 貯留サイト、CO₂ 輸送パイプライン、一時貯蔵用の陸上施設からの漏洩シナリオにおける環境影響を評価の対象としている²³。この環境リスクアセスメントでは、CO₂ 貯留サイトからの漏洩については、海底に到達する可能性のある「漏出」による海水の pH 変化による環境影響が主な焦点となっていた。

²² Equinor, Northern Lights FEED report, RE-PM673-00057, 2020

²³ DNV, Miljørisiko for EL001, Northern Lights, mottak og permanent lagring av CO₂, 2019

一方で、封じ込めリスクアセスメントでは、海底に到達しない地下での漏洩を含むすべての漏洩経路を対象としており、これは欧州の CCS 指令が定義する漏洩と同様となっている。そこで、本調査では封じ込めリスクアセスメントを対象とし、以下にその概要を示す。

Northern Lights の封じ込めリスクアセスメントでは、主にボウタイ法によるリスクアセスメントとそれを補完する半定量的なリスクアセスメントを実施している²⁰。

① ボウタイ法によるリスク評価

ボウタイ法によるリスク評価では、潜在的なあらゆる漏洩経路を特定し、漏洩経路ごとに CO₂ の漏洩を防止または緩和するためのバリアを示す検討を実施した。新たなデータや解釈による更新が可能な設計となっており、評価井の掘削後に大幅に更新した。図 3-13 に特定された潜在的な漏洩経路を示す。

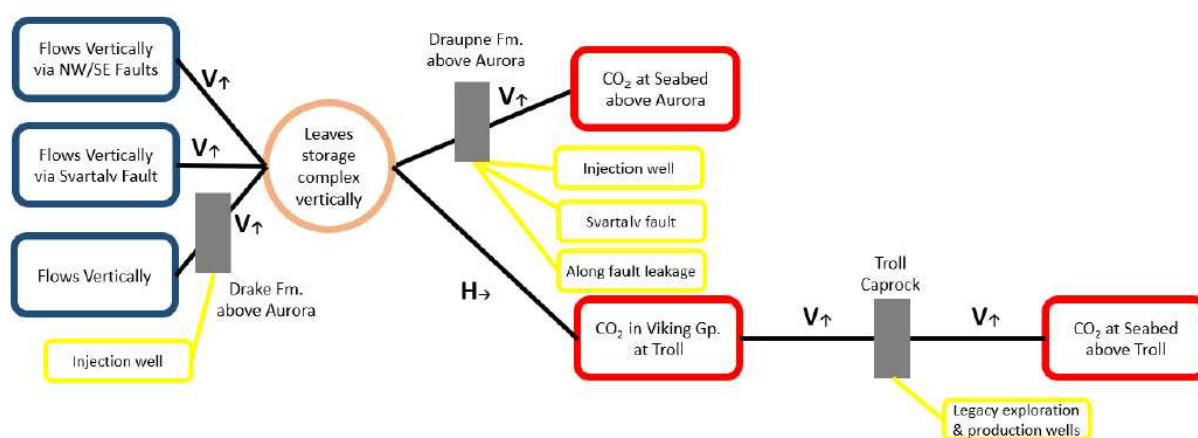


図 3-13 Northern Lights の Aurora で特定された潜在的な漏洩経路²⁰

特定した漏洩経路ごとに CO₂ の流れを防止または緩和するためのバリアを示す詳細なボウタイを作成した。一例を図 3-14 に示す。バリアには、地質学的特徴、運用上の制限、および関連する貯留コンプレックスのモニタリング計画によるものが含まれていた。ボウタイには、バリアの効果を弱める要因と、その影響を緩和するための対策が組み込まれた。次に、バリアの有効性とその不確実性をランキングに基づき評価した(図 3-15)。ボウタイの更新により、バリアの有効性に関する不確実性が徐々に低減した。

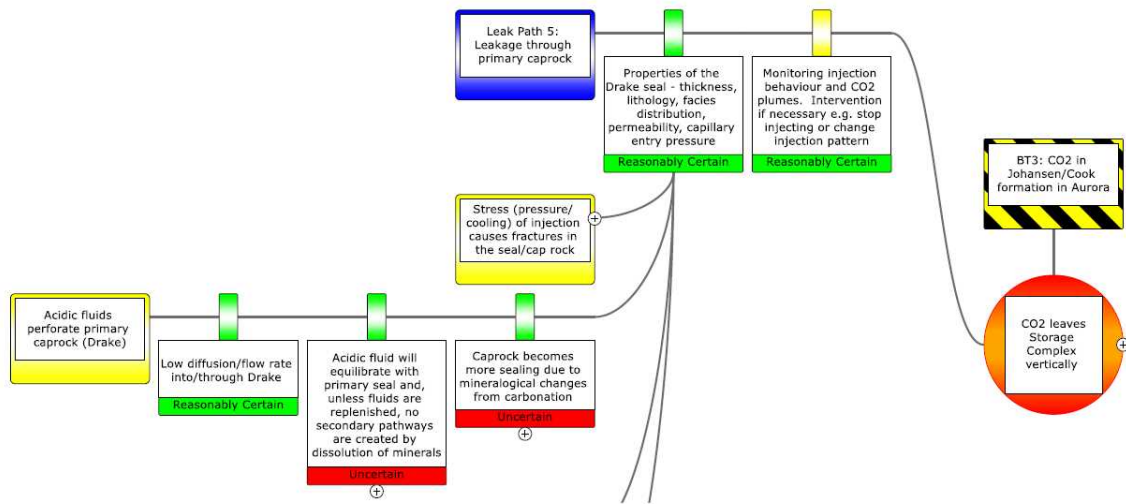


図 3-14 Aurora からの地質学的漏洩経路のボウタイ図の例（一部のみ表示）²⁰

Effectiveness	Description	Uncertainty	Description
Effective	The control is continuously in place, functions properly when tested, and requires only infrequent repair. For controls relying on the actions of people, the individuals are deemed competent and their training is up to date. Includes geological controls with very low permeability.	Reasonably certain	The effectiveness rating is based on expert judgement and project-specific evidence, data or analysis.
Partially effective	The control is mostly effective when required, but may for example require regular adjustment in order to pass function tests. Individuals mostly have up to date training. Includes geological controls which act as 'buffers' or 'baffles'.	Partially certain	The effectiveness rating is based on expert judgement and may rely on relevant evidence, data or analysis from other projects / locations.
Ineffective	The control is missing, failed or rarely functions effectively when required or, for controls relying on the actions of people, the individuals do not have up to date training or are not deemed competent. Includes geological layers which are highly permeable.	Uncertain	The effectiveness rating is based on expert judgement but there is no relevant evidence, data or analysis.

図 3-15 バリアの有効性とその不確実性のランキングの定義²⁰

② 半定量的リスクアセスメント

ボウタイ分析を補完するために、半定量的リスク分析（Semi-quantitative Risk Analysis : SQRA）により多くの漏洩経路の頻度と結果が推定された。SQRA は数値を算出しているものの、地下の CO2 貯留に関する過去のデータはほとんど存在しないため、これらの値は完全に専門家の判断に基づいているという点に留意が必要であり、SQRA の結果は絶対値ではなく指標値として認識する必要がある。SQRA は、防護層解析（Layers of Protection Analysis : LOPA）アプローチを使用して実施された。

図 3-16 に SQRA の数値解析の対象となる漏洩経路、表 3-10 に SQRA の結果の概要を示す。これは、ヒトの健康、環境、または他の産業活動に影響を及ぼす可能性のある漏洩による重大なリスクは特定されなかったことを示している。

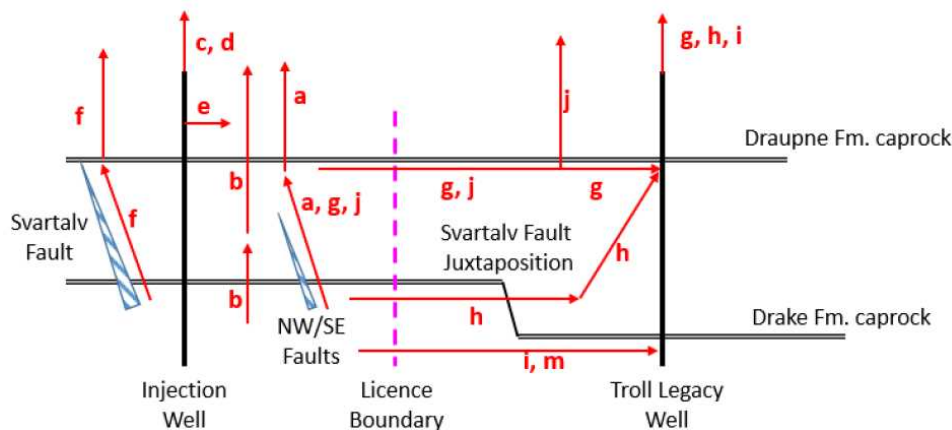


図 3-16 SQRA の数値解析の対象となる漏洩経路の模式図²⁰

表 3-10 SQRA の結果の概要 (a~n は漏洩経路)²⁰

		Consequence (Release Rate & Duration Combined)				
		Very Small <0.01%	Small <0.1%	Medium <1%	Large <10%	Catastrophic <100%
Frequency	Very Remote	≤1E-6		b, g, l	a, f, j, k, n	
	Remote	1E-5	e	d, h, i, m		
	Highly unlikely	1E-4				
	Unlikely	1E-3	c			
	Possible	1E-2				
	Probable	1E-1				
	Likely	1				

Aurora の封じ込めリスクアセスメントは、貯留コンプレックスからの CO2 の漏洩による海水中への漏出の可能性は非常に低いか、無視できる程度であり、ヒトの健康や環境に影響を与える重大なリスクがないことを示していた。リスクが低い主な要因は、巨大な炭化水素の蓄積により遮蔽層システムの有効性が実証されている二次的バリア（枯渇した Viking 層群（Troll 貯留層）とその遮蔽システムの存在、巨大な炭化水素の蓄積により遮蔽層システムの有効性が実証されているためである）の存在である。

CO2 が地層や断層を経由して貯留コンプレックスから垂直に移動し、海に漏洩する可能性は非常に低い（very low probability）と推定した²²。これは、貯留層の上部にある Troll 層内には石油やガスの集積が何百万年もの間閉じ込められており、弾性波探査で大きな漏洩が見られなかったことが裏付けとなっている。

探査用の既存井と新たに掘削した Eos 井における坑井バリアを評価、分析に基づき坑井を通じて貯留層から海に漏洩する可能性は低い（unlikely）と結論付けた。また、CO2 が他の近隣の油ガス田の炭化水素貯留層に到達する可能性も非常に低い（very small likelihood）としている。

封じ込めリスク評価で評価した海底への潜在的な漏洩シナリオのうち、坑井からの漏洩または坑井に沿った漏洩のみが、観測可能な影響を引き起こす可能性があった²¹。ただし、その海域では感受性の高い資源や生息地が特定されておらず、このシナリオの可能性が低いため、CO2 漏洩に関連する環境リスクは無視できる/低い（negligible/low）とした。

3.1.5 豪州（連邦）

オーストラリアでは、連邦政府が管轄する沖合の水域を対象として、Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act 2006 (OPGGSA) が CCS の許認可制度を導入している。さらに OPGGSA に基づき、以下の 4 つの規則を制定している。

- Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Greenhouse Gas Injection and Storage) Regulations 2023：探査許可や圧入ライセンスなどの許可制度、サイト選定基準、モニタリングやサイト閉鎖等の要件を定める規則
- Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Environment) Regulations 2023：沖合エリアにおける石油開発や GHG 貯留の環境管理のための要件を定める規則
- Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Resource Management and Administration) Regulations 2011：石油開発や GHG 貯留層に関するデータの適切な管理や坑井の健全性の維持に関する規則
- Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Safety) Regulations 2009：沖合施設の安全性に関する規則

これらの規則のうち、Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Greenhouse Gas Injection and Storage) Regulations 2023 (GHG Injection and Storage Regulations) が規定するサイト特性把握とサイトアセスメントに関する概要を以下に示す。

3.1.5.1 サイト特性把握

GHG 探査許可 (GHG assessment permit)、GHG リース保有権 (GHG holding lease)、GHG 圧入ライセンス (GHG injection licence) もしくは石油生産ライセンス (petroleum production licence) 等を保有する事業者が「適格貯留層」に該当する GHG 貯留層を見つけた場合には、それを特定貯留層 (Identified GHG Storage Formation (IGHGSF)) として申請することができる。

「適格貯留層」とは、特定の期間に特定の地点で圧入された、特定の量の GHG の恒久的な貯留に適した貯留層を意味する。この貯留層は、少なくとも 10 万トンの GHG が貯留可能でなければならない。

管轄の連邦大臣によって認められた場合に、申請したサイトが特定貯留層 (IGHGSF) として認証される。特定貯留層 (IGHGSF) の申請において提供すべき情報を以下に示す。

- 効果的な隔離のメカニズムを含む貯留層の地質学的特徴
- 効果的な隔離のメカニズムを含む地質学的特徴の詳細な分析（貯留後に予想される移動の詳細なモデリングを含む）
- 貯留層の健全性に関する情報
 - 申請者がすべてのリスクを特定するのに必要な地質環境を十分に理解していることを示すよう、詳細に記載する
 - 情報は、少なくとも以下の内容を示す必要がある
 - i. 貯留層の層序とその岩石の種類
 - ii. 貯留層の構造とその岩石の種類
 - iii. 貯留層または遮蔽層に存在する断層

- iv. 貯留層と遮蔽層の孔隙率と浸透率
 - v. 貯留層と遮蔽層の岩石の種類と貯留する GHG 物質との反応性
 - vi. 局所応力場、破碎圧力勾配、断層の安定性、および、圧入に対する貯留層の地質工学的反応を評価する貯留層の地質学的分析
 - vii. 化学組成、圧力、温度に関するデータを含む、貯留層の流体パラメータ
 - viii. 地震活動の履歴を含む、地域の地震情報
 - ix. 石油または GHG 物質の探査活動の実施履歴
 - x. 廃坑井の存在の有無（廃坑井の位置を示す地図を含む）、構造物の履歴、坑井の閉鎖方法、閉鎖に利用されたセメントの種類、その他坑井の性質等の、申請者が入手可能な情報
- 貯留層と遮蔽層に関連する貯留層の堆積モデル
 - GHG 探査許可、貯留リース保有権、圧入許可もしくは石油生産許可等の対象区域以外の区域に関連する情報を含む、GHG 物質の長期の安全な貯留に関連する可能性のある、その他の地質情報

3.1.5.2 リスクマネジメント

GHG 圧入ライセンスの申請には、サイト計画（モニタリング計画・サイト閉鎖計画を含む）を添付しなければならない。サイト計画では恒久的な貯留が安全かつ確実であることを証明し、地質学的リスクを特定し、合理的に実行可能な限り低く抑えている/許容できるものであることを示すことが求められる。サイト計画で示す必要がある項目を以下に示す。

- 利用可能なデータを考慮し、現在の技術的知見に基づき、実施可能な範囲で、サイトが GHG を安全かつ恒久的に貯留できること
- 必要に応じて、明確な指揮系統を示す操業管理計画の策定
- 操業に関するリスク、および、新しいリスクまたは既存のリスクレベルの上昇の特定
- 操業に関するリスクを排除または可能な限り低減すること
- リスクを排除した後の残留リスクが、許容可能なレベルとなること
- 計画の実施に適切な戦略
- 計画の運用および遵守に係るモニタリング、記録、報告の適切な実施
- 生物資源または非生物資源、および、海洋の他の利用（例：石油、地下水、漁業）に対する潜在的な影響が実現可能な限り低いこと
- 計画の準備における規制当局、個人、組織との適切なレベルの協議の実施（事業者が、関連するステークホルダー（石油会社、漁協、漁業者等）と個別にコミュニケーションを実施する）
- 規則に基づくその他すべての要件の遵守

3.1.5.3 プロジェクト事例：CarbonNet

CarbonNet プロジェクトは、2010 年からオーストラリア連邦政府とビクトリア州政府が共同で開発を進める CCS プロジェクトで、基礎フェーズでは最大年間 500 万トンの CO₂ を 25 年間圧入し、

2030 年以降の拡大フェーズでは最大年間 2,000 万トンを押入する計画となっている²⁴。貯留サイトはビクトリア州のナインティ・マイル・ビーチ 8km 沖合の Gippsland 盆地の Pelican 貯留層であり、複数のユーザーに CO₂ 輸送パイプラインと貯留施設へのアクセスを提供するハブ構想である。

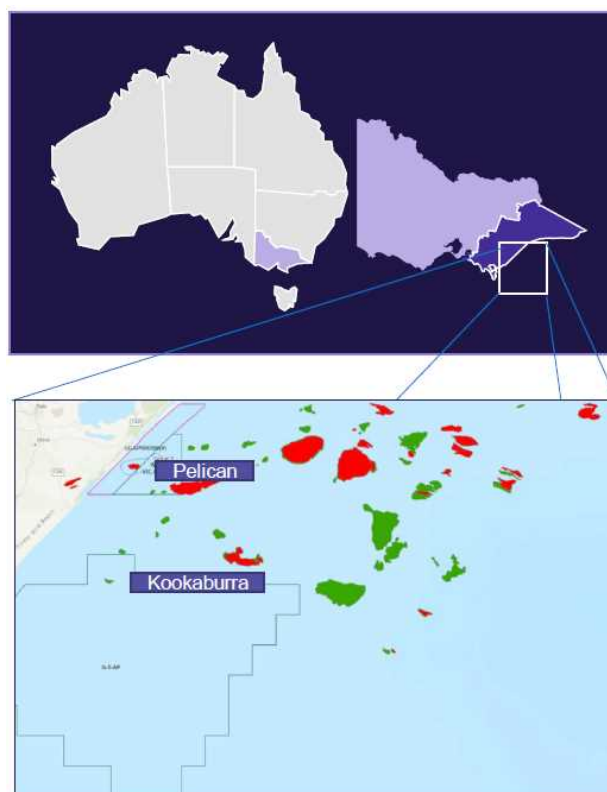


図 3-17 CarbonNet プロジェクトの位置²⁵

(1) サイト特性把握

CarbonNet は、油ガス開発が盛んな Gippsland 盆地における計画であるため、既存井や弾性波探査に関する多くの既存データが存在していた。そのため、2015 年頃までに候補となるサイトを絞り込むサイトスクリーニングを完了している。サイトスクリーニングについては第三者認証機関である DNV によるサイトの実行可能性の認証 (Certification of site feasibility) とサイト評価計画 (appraisal plan) の検証を受けている²⁴。

²⁴ Hoffman, N., CarbonNet storage site selection Process & certification to DNV-RP-J203, AAPG/SEG International Conference & Exhibition 2015

²⁵ McNally, R., The CarbonNet Project – The Next Phase, JOGMEC 主催 豪州ビクトリア州 : CarbonNet プロジェクトセミナー ～現地 CCS 事業における現状を語る～, 2022

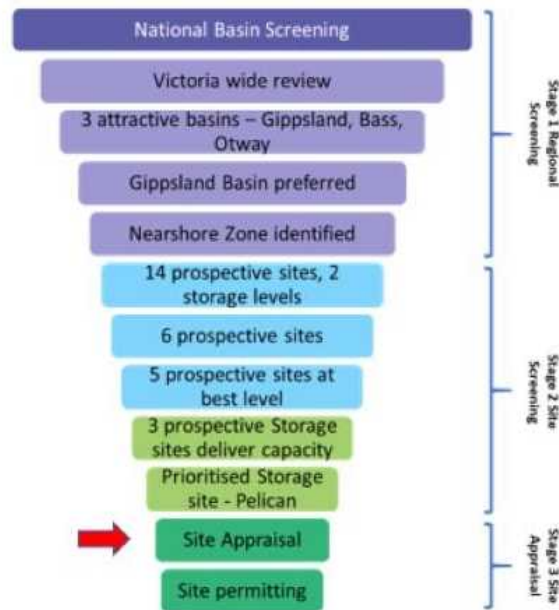


図 3-18 CarbonNet のサイト選定プロセス²⁶

サイト特性把握では、サイトスクリーニングにより特定された Pelican 貯留層を対象に、2018 年に 3D 弾性波探査、2019 年～2020 年に評価井 Gular-1 を掘削し、新たなデータを取得している。評価井 Gular-1 の位置は 3D 弾性波探査の結果に基づき決定した。Gular-1 では、以下の試験や分析を実施している。

- ワイヤーライン・ログ
- ロータリー側面コア
- コア分析 (89m)
- 注水試験

CarbonNet では、CO₂ 貯留において最も重要な要素は遮蔽層、その次に貯留層の質（圧入性）を挙げている²⁶。

① 遮蔽層

貯留層の地層構造はほぼ予測どおりであった（深度予測における主要な地層上部の平均深度誤差は 3.5m、標準偏差は 12.2m）²⁷。貯留層をいくつかのサブゾーンに分割する追加的な遮蔽層が確認された。最上部の遮蔽層は、付近の炭化水素のトラップと、評価井 Gular-1 を含む多数の既存井から得た圧力と塩分濃度のデータにより、そのシール能力が証明されている。

²⁶ CarbonNet Project, Why Gippsland is suitable for CCS, 豪州ビクトリア州：CarbonNet プロジェクトセミナー (JOGMEC 主催), 2022

²⁷ Hoffman, N., Marshall, S. and Horan, S., Successful appraisal of the CarbonNet Pelican CO₂ offshore storage site, GHGT-15, 2021

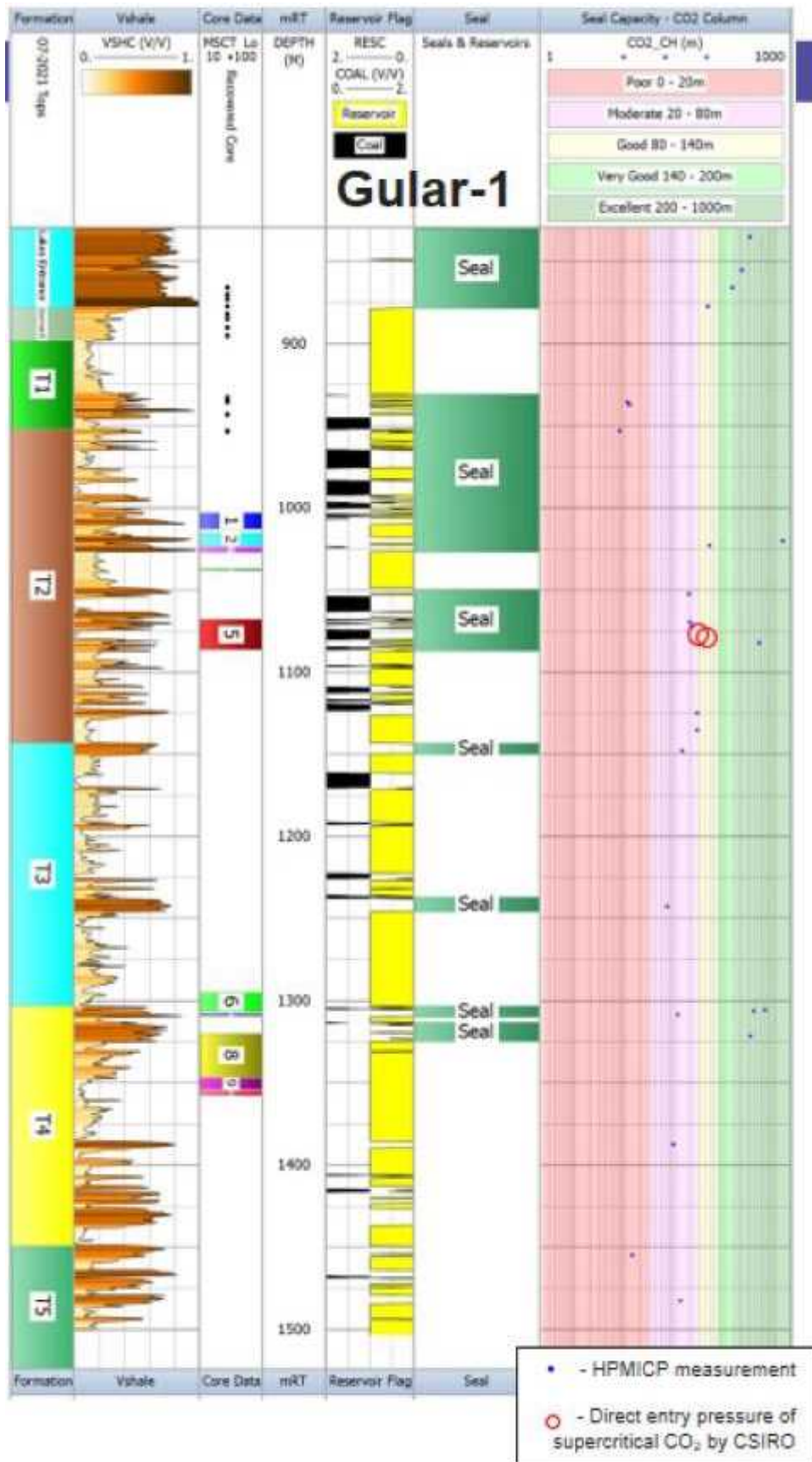
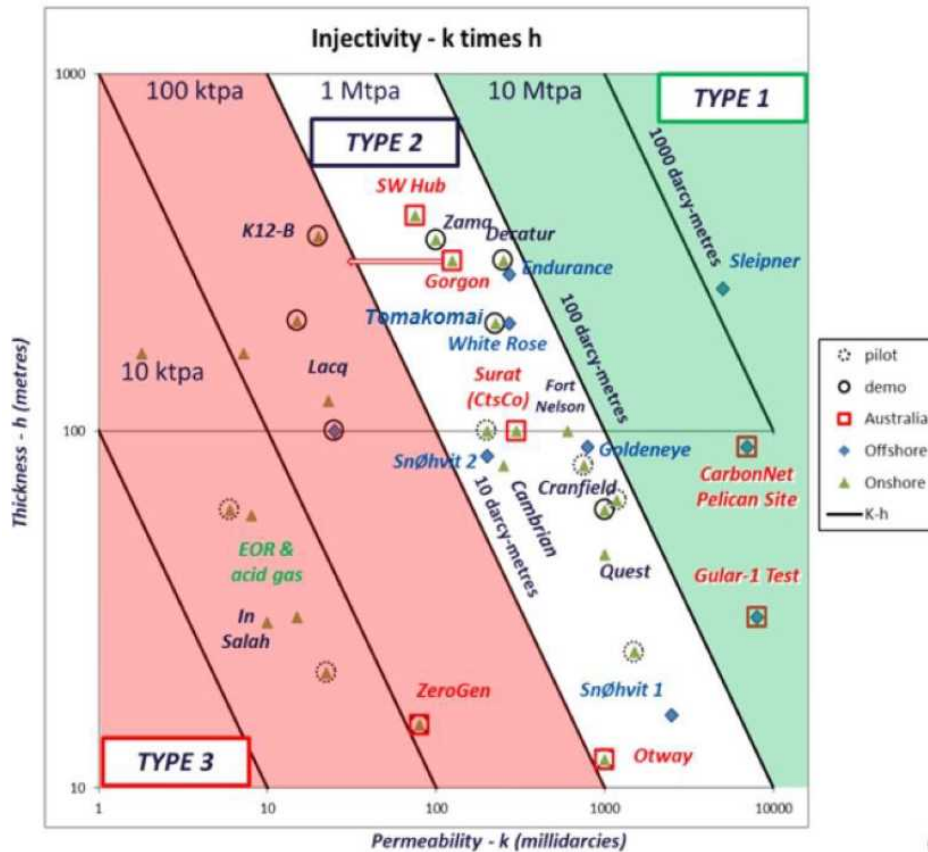


図 3-19 CarbonNet 貯留層の遮蔽層特性把握の結果²⁶

② 貯留層の質（圧入性）

地質力学的応力の状態は、坑井の異なる深度で3回の応力試験を実施して特性が把握された²⁷。
 （圧力の消散等により）局所的な圧力上昇を抑制する貯留層の性能は、短期的には Gular-1 における圧入試験後の圧力低下に基づき定量化され、長期的には油ガス開発における60年間の生産履歴に対する盆地全体の圧力応答により定量化された²⁷。Gular-1 における圧入試験に基づき、Pelican 貯留層の優れた圧入性が確認されている（図 3-20、図 3-21）。



凡例：TYPE1（緑）は陸域・沖合の両方で低コストにプロジェクト実施可能、TYPE2（白）は陸域には適しているが沖合での適性は低い、TYPE3（赤）は陸域の小規模/研究パイロット目的のプロジェクト

図 3-20 CarbonNet の貯留層の圧入性²⁶

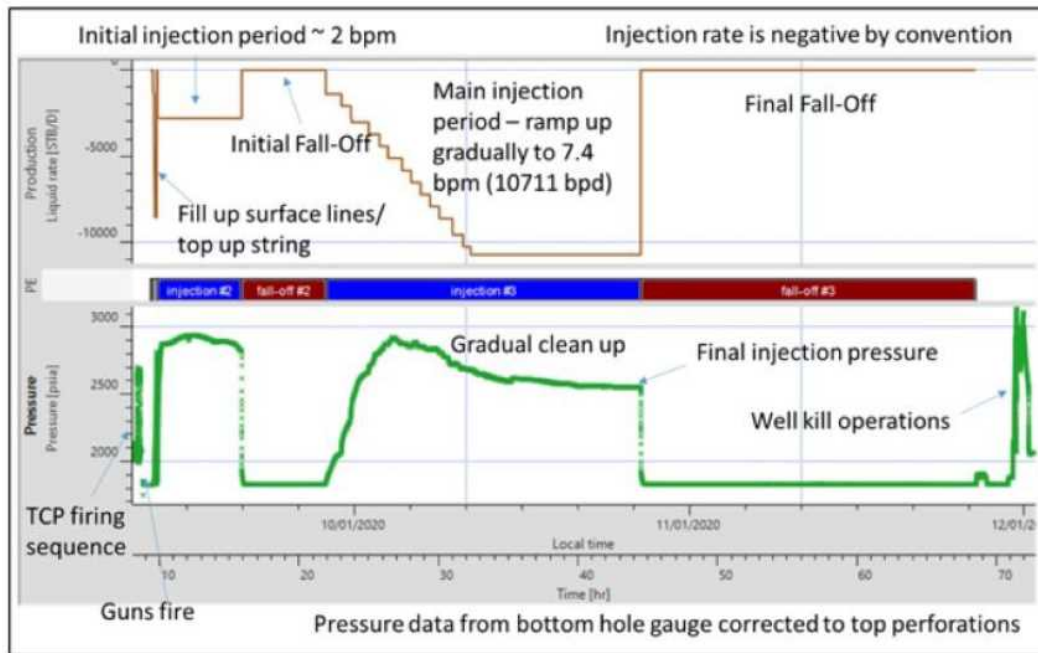


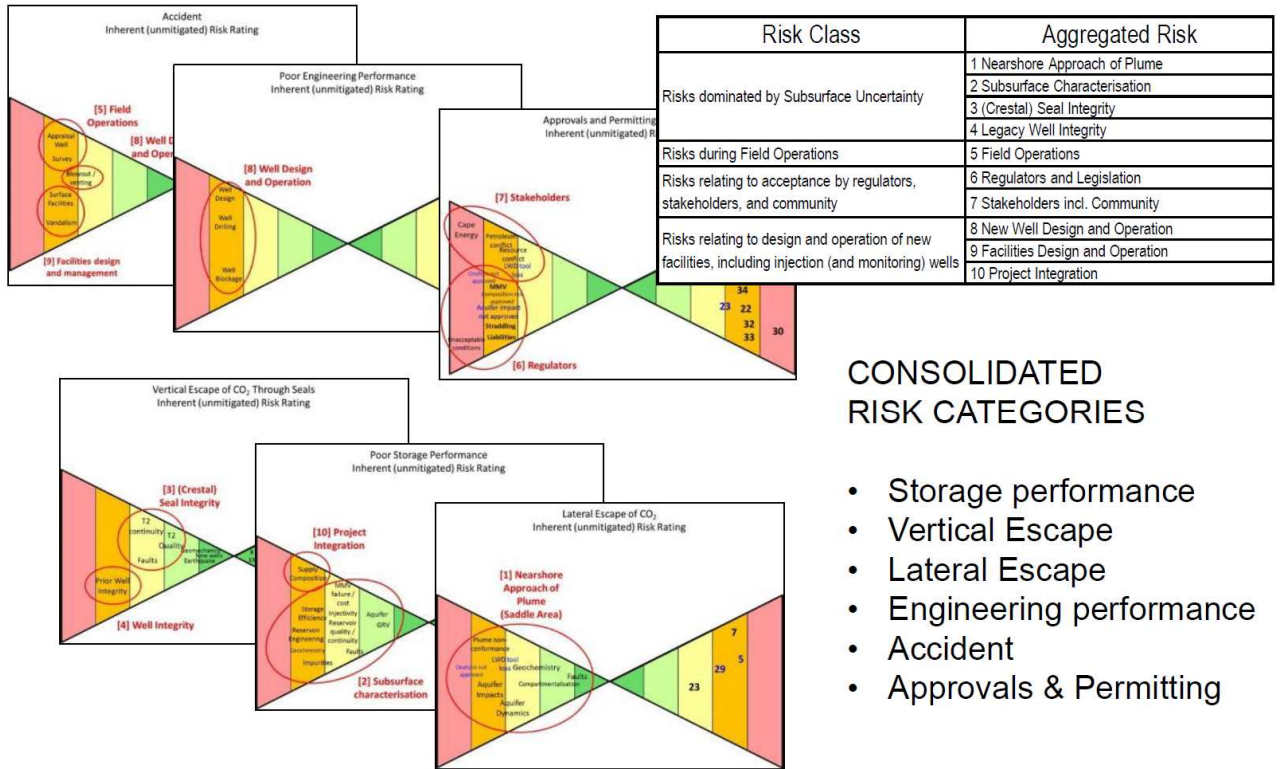
図 3-21 CarbonNet における圧入試験（Step Rate/Fall-Off）結果の概要²⁶

また、Gular-1 と 3D 弾性波探査の結果に基づき、静的モデルの更新と動的モデルの構築に成功し、1 億 2,500 万トンという貯留容量を確立している^{27, 28}。

(2) リスク評価

CarbonNet では、ボウタイ法によるリスク分析やリスク対処後のリスクを risk register を用いて示している。以下の図 3-22 と図 3-23 は 3D 弾性波探査や評価井の掘削が実施される以前の 2015 年時点のもの²⁴であり、更新版があると考えられるが、以降の資料は確認できなかった。

²⁸ Hoffman, N., CarbonNet Project Update, International Workshop on Offshore Geological CO2 Storage, 2021



166 FEP's => 42 Storage risks => 10 Aggregated risks => 4 Risk Classes

図 3-22 CarbonNet におけるボウタイ法を用いたリスク分析²⁴

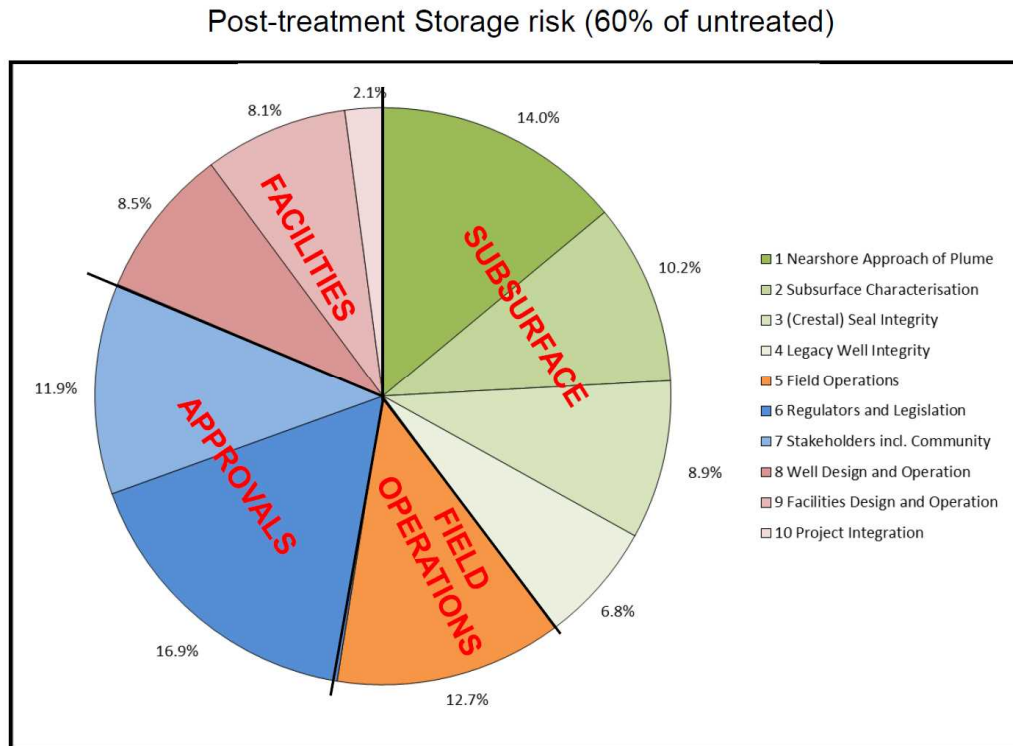


図 3-23 CarbonNet におけるリスク対処後の risk register²⁴

3.1.6 豪州（南オーストラリア州）

州および準州の政府が管轄する陸域および海岸から 3 海里以内については、各州、準州の法令が適用される。2024 年現在、CCS を規制する州法を制定している州は以下のとおりである。

- 南オーストラリア州：Energy Resources Act 2000（陸域）
- ビクトリア州：Greenhouse Gas Geological Sequestration Act 2008（陸域）
Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act 2010（沿岸域）
- クイーンズランド州：Greenhouse Gas Storage Act 2009（陸域）
- 西オーストラリア州：Petroleum Legislation Amendment Act 2024（陸域・沿岸域）

このうち、2024 年 10 月に操業を開始した Moomba CCS プロジェクトが位置する南オーストラリア州の CCS 関連法規制を本調査の対象とした。南オーストラリア州では、Energy Resources Act 2000 の規制対象の一つとして、CO₂ や CO₂ 貯留層の利用が含まれている。本法律に基づき以下の規則が制定されている。Energy Resources Act 2000 とその規則 Energy Resources Regulations 2013 は石油や天然ガス、地熱を含むエネルギー資源全般を対象としており、規定が CCS に特化していないことに留意されたい。

- Energy Resources Regulations 2013：規制対象活動に対するライセンス申請、活動通知書や環境保護等に関する要件を定める規則

3.1.6.1 サイト特性把握

CCS に特化したサイト選定基準等は規定されておらず、ライセンス付与にあたり個別に審査されることが想定される。CCS に関連する各ライセンスの申請で要求される情報を以下の表 3-11 にまとめた。

表 3-11 南オーストラリア州の CCS に関連する各ライセンス申請で要求される情報

ライセンスの種類	申請に含めるべき情報
すべてのライセンス 共通要件	<ul style="list-style-type: none"> • 大臣に承認されたフォームの座標を使用した申請に関連する区域の説明（可能であれば地籍境界） • 申請に関連する区域の地図 • 申請の対象となる区域の面積（km²）
探査ライセンス exploration licence	<ul style="list-style-type: none"> • 提案する作業プログラムの内容および各年度における概算コストに関する情報 • 当該区域の有望性を評価し、提案する作業プログラムが有望性とどのように関連しているかを示す技術報告書 • 公募の場合には、公募基準に対応することの表明
保留ライセンス retention licence (ガス貯留ライセンス 関連部分)	<ul style="list-style-type: none"> • 提案する作業プログラムの内容および各年度における概算コストに関する情報 • 大臣が以下の事項を評価するために合理的に必要なすべての情報 <ul style="list-style-type: none"> - ライセンスの付与が、CO₂ 貯留に関連する貯留層の試験を

	<p>容易にするために合理的であるかどうか</p> <ul style="list-style-type: none"> - CO2 貯留に関連する貯留層の使用が現在商業的に実現可能ではない、または、合理的ではないために、ライセンスが付与されているかどうか • 貯留層を使用する可能性が高いと大臣が判断した場合、15年以内に貯留層が使用される可能性が高いかどうかを判断するために合理的に必要なすべての情報（予測される結果に影響を及ぼす可能性のある要因とリスクの評価を含む） • 提案するエリアの概要を示す地図
<p>生産ライセンス production licence (ガス貯留ライセンス : gas storage licence 含む)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 申請区域の概要と関連する資源（貯留層）の位置を示す地図 • ライセンスに基づく操業開始日と操業開始後 12 ヶ月間にライセンスに基づき予測される月間圧入量に関する情報 <p>大臣による審査の基準を以下に示す</p> <ul style="list-style-type: none"> • 特定の地域に規制対象資源（貯留層）が存在すること • 商業的に貯留が実行可能であるか、今後 24 か月以内に商業的に実行可能になる可能性が高いこと

3.1.6.2 リスクマネジメント

リスクアセスメントに関連する要件として、以下の文書の作成が要求される。

- 環境影響レポート（Environmental Impact Report : EIR）
- Statement of environmental objectives（SEO）

EIR は一般的な環境影響評価書と同様の文書だが、評価の対象は事業により影響を受けることが合理的に予測される以下の要素である。

- 環境と既存の土地利用
- アボリジニを含む国民の文化遺産の価値や活動（該当する場合）
- 天然ガス供給の安全性（大臣が要求する場合）

EIR が提供する情報は、以下の要件を満たすことが求められる。

- バランスが取れ、客観的で簡潔である
- 情報の利用における制限事項を明記する
- 情報が顕著に不足している、または不確実性が高い項目を特定する
- 関連する範囲における、仮定が変更された場合の感度と、仮定が誤りであることが後から判明した場合に生じうる重大リスクを特定する
- 追加的な技術的助言がなくとも、環境影響のレベルについて十分な情報に基づいた決定を下すことができる

SEO は、EIR に基づき特定した潜在的な影響やリスクに対処するための措置とその達成を判断するための基準を示す文書であり、以下の内容を含むことが要求される。

- 規制対象活動の実施に伴う環境の様々な要素に対する影響への対処に関する目標
- 特定のケースにおいて、定められた環境目標が達成されたかどうかの判断に適用される基準

SEO が提供する情報は、以下の要件を満たすことが求められる。

- バランスが取れ、客観的で簡潔である
- 情報の利用における制限事項を明記する
- 情報が顕著に不足している、または不確実性が高い項目を特定する
- 関連する範囲における、仮定が変更された場合の感度と、仮定が誤りであることが後から判明した場合に生じる重大リスクを特定する
- 大臣が要求する証拠を裏付けられる
- 提供しなければならない情報の量や詳細について、大臣が定める要件に従う

手法や項目等の具体的な規定はないが、事業による潜在的な影響やリスクに対処するための措置とその達成を判断することが要求されている。

3.1.6.3 プロジェクト事例：Moomba CCS

Moomba CCS プロジェクトは、Santos 社および Beach Energy 社が共同開発している。Moomba ガス処理施設から CO₂ を回収し、枯渇ガス田である Strzelecki および Marabooka に圧入するもので、2024 年 10 月に操業を開始している。貯留サイトは南オーストラリア州の Cooper 盆地に位置しており、CO₂ 発生源である Moomba ガス処理施設の東南東に約 45km の距離にある（図 3-24）。年間約 170 万トンの CO₂ を回収し、最大 25 年間圧入することを目標としている。

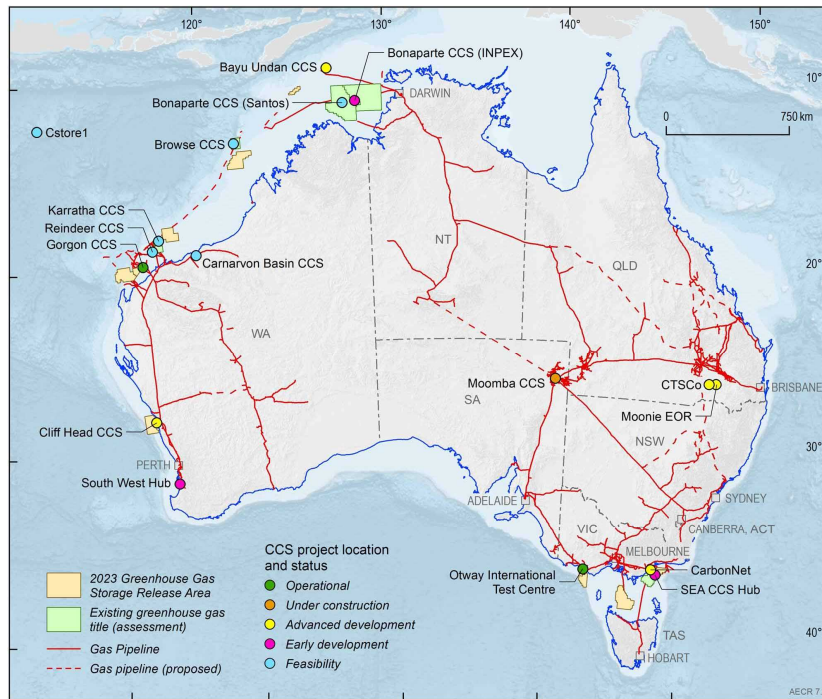


図 3-24 Moomba CCS プロジェクトの位置²⁹

(1) サイト特性把握

Santos 社は、以下の要素に基づき CO₂ 貯留サイトの地質構造を評価し、選定した³⁰。

- 潜在的な CO₂ 貯留容量
- 封じ込めメカニズムとその貯留容量
- 圧入性（経済的に貯留容量を満たすために必要な圧入井の数と安全な圧入レート）

「封じ込め」の評価には、意図しない CO₂ の漏洩経路の可能性の特定と評価が含まれる。これらの評価は、主に Cooper 盆地における油ガスの生産履歴から得た広範な既存の見解に基づき実施し、必要に応じて追加の分析モデルを使用した。深部帯水層の評価は、地質学、水圧試験、分析モデルを組み合わせることで実施している。

① 潜在的な CO₂ 漏洩経路の評価

対象とする貯留層の評価は、リスクベースのアプローチで実施した。これには、CO₂ が CO₂ 貯留層から大気や感受性の高いリスク受容体に移動する可能性のある潜在的な漏洩経路を特定し、評価することが含まれる。具体的には、以下のような潜在的な漏洩経路および関連する要素を特定している。

(i) 坑井

CO₂ 貯留の計画・設計の早い段階で貯留層内の既存坑井の特定と健全性の評価を実施した。坑井の健全性が不十分な場合 CO₂ の漏洩経路となる可能性がある。必要に応じて、漏洩経路のリスクが

²⁹ Geoscience Australia ウェブサイト, Australia's Energy Commodity Resources 2024: Carbon capture and storage, <https://www.ga.gov.au/aecr2024/carbon-capture-and-storage>

³⁰ Santos, Moomba Environmental Impact Report: Carbon Storage, 2021

適切に管理されるように、坑井の改修または廃止を実施する。坑井の健全性は、Santos 社の「掘削・仕上げおよび坑井の健全性管理基準」に従い管理するが、CO₂ 含有量が高い地域であるため、特に CO₂ の影響を考慮するとしている。

(ii) 断層・き裂

地質、地震、操業に関する既存の情報やその他のエビデンスを検討し、貯留層を貫通または貯留層につながっており、CO₂ 漏洩経路となる可能性のある透水性構造の可能性を特定した。炭化水素の枯渇貯留層には、通常、そのような構造の存在と水理特性を示す十分な情報があり、これらの構造を評価する際の焦点は、油ガスの生産履歴と、その生産活動が構造の浸透性を変えた可能性があるかどうかである。

(iii) 過去の油ガス生産活動

南オーストラリア州の Cooper 盆地と Eromanga 盆地では、2,500 本を超える油ガス井が掘削されており、広範な地質学的知見が得られている。ガスや水攻法による増進回収を含む過去の生産活動のレビューは、CO₂ を貯留するための貯留層の健全性を知ることにつながるとしている。

(iv) 遮蔽層

貯留した CO₂ が、上向きの垂直流に対する遮蔽層の孔隙を通じて移動する可能性を評価した。この評価は、遮蔽能力、圧力、炭化水素と地下水の化学組成、および近隣と上部の水文地質ユニットと油ガス生産活動を通じて得た流体フローに関する情報など、既存の広範な情報に基づき実施している。遮蔽層が複数存在する場合も、CO₂ の移動に対する追加的なバリアとして考慮した。

(v) 浅い帯水層の圧力変化

封じ込め構造を提供する上部の遮蔽層により貯留層と分離されているため、CO₂ の圧入が浅い帯水層内の圧力変化を引き起こすことはないと予想している。CO₂ の圧入により短期的かつ局所的な圧力上昇が予想されるが、貯留サイトの閉鎖後にはほぼ初期状態まで消散すると予測している。

(vi) CO₂ 流組成

Moomba ガス処理施設は数 10 年にわたり操業しているため、排出する CO₂ 流の組成は十分に理解しており、最も重要な不純物は、貯留層に由来する軽質炭化水素とその他の微量の天然物質としている。これらの不純物は CO₂ の臨界点にわずかな影響を与えるが、貯留の最終圧力における CO₂ の相挙動に影響を与えるほど重要ではないとしている。

② 貯留層モデル

貯留層のモデリングは、リスク評価と設計を支援するために実施している。貯留層の特性把握とモデリングは、CO₂ 貯留容量を推定し、圧入と貯留の進捗を管理・モニタリングするために使用する。シミュレーションモデルは、さまざまな動作条件下での CO₂ 漏洩シナリオを評価するためにも使用できる。

モデリングは、石油業界のベストプラクティスに従い、利用可能な既存の地質データと生産履歴データを利用する。調査対象の貯留層の複雑さに応じてモデル手順が詳細になるため、生産履歴が確立されている炭化水素の枯渇貯留層の場合には単純な分析方法で十分な場合があるとしている。実際に、既存井や 3D 弾性波探査（2001 年）からのデータを利用したことは明らかにしているが、

本プロジェクトのための試掘や弾性波探査を実施したという情報は得られなかった。

③ 結果

対象とする貯留層は、Cooper 盆地の Toolachee 層内にあり、かつて天然ガスが封じ込められていた区域にある。不可欠なのは、Toolachee 層とその上部の Callamurra 部層内のシルトと泥岩へ相変化する遮蔽層である。CO₂ 貯留の対象である枯渇ガス田 Strzelecki と Marabooka の枯渇ガス層周辺の Toolachee 層には、少なくとも 5 つの河川砂岩が含まれ、シルト岩、泥岩、石炭が交互に層をなしている（表 3-12）。砂岩の層厚は最大 8m、孔隙率は最大 20%（平均 12%）あり、場所によっては浸透率が 1,000 mD を超えている³¹。

Strzelecki の構造は起伏が約 110m の比較的顕著な断層背斜であり、西南西から東北東にかけて構造を横切る一連の逆断層があるとしている。ただし、これらの断層は、Strzelecki の封じ込めの健全性を損なうものではなく、これは数千万年にわたり多くの天然ガスを保持してきたことが証拠としている。

表 3-12 Moomba CCS プロジェクトの貯留コンプレックスの層序³¹

Description	Unit	Ave depth to top (m)	Ave thickness (m)	Lithology
Regional Seal	Bulldog Shale	970	270	Marine mudstone and siltstone
Permeable Interval	Cadna-Owie Formation	1215	71	Siltstone and shallow marine sandstone
Tertiary Seal	Murta Member	1330	53	Lacustrine siltstone and interbedded sandstone
Permeable Interval	McKinlay Member	1380	230	Interbedded siltstone and sandstone
Permeable Interval	Namur Sandstone	1390		Sandstone with siltstone interbeds
Secondary Seal	Birkhead Formation	1610	43	Interbedded siltstone, mudstone and sandstone
Permeable Interval	Hutton Sandstone	1655	102	Sandstone with minor siltstone interbeds
Permeable Interval	Poolowanna Formation	1745		Interbedded sandstone, siltstone and coal
Primary Seal	Nappamerri Group	1755	70	Interbedded mudstone, siltstone and sandstone
	Top Toolachee Formation	1825	10	Interbedded fluvial sandstone, siltstone and coal
Storage Reservoir	Toolachee Formation	1835	55	Interbedded fluvial sandstone, siltstone and coal
Underlying Interval	Murtee Shale	1890	18	Siltstone with minor sandstone
Underlying Interval	Patchawarra Formation	1890	80	Interbedded fluvial sandstone, siltstone and coal
Underlying Interval	Pre-Permian Basement	1890	-	Various (Warburton Basin)

貯留コンプレックスの断面図（図 3-25）には、CO₂ を圧入する Toolachee 層のガスプール（赤）と、その上にある Hutton（緑）と Namur（緑/赤）貯留層の石油/ガスプールを示している。

³¹ Santos, Moomba CCS project – Strzelecki and Marabooka Toolachee monitoring and verification plan, 2024

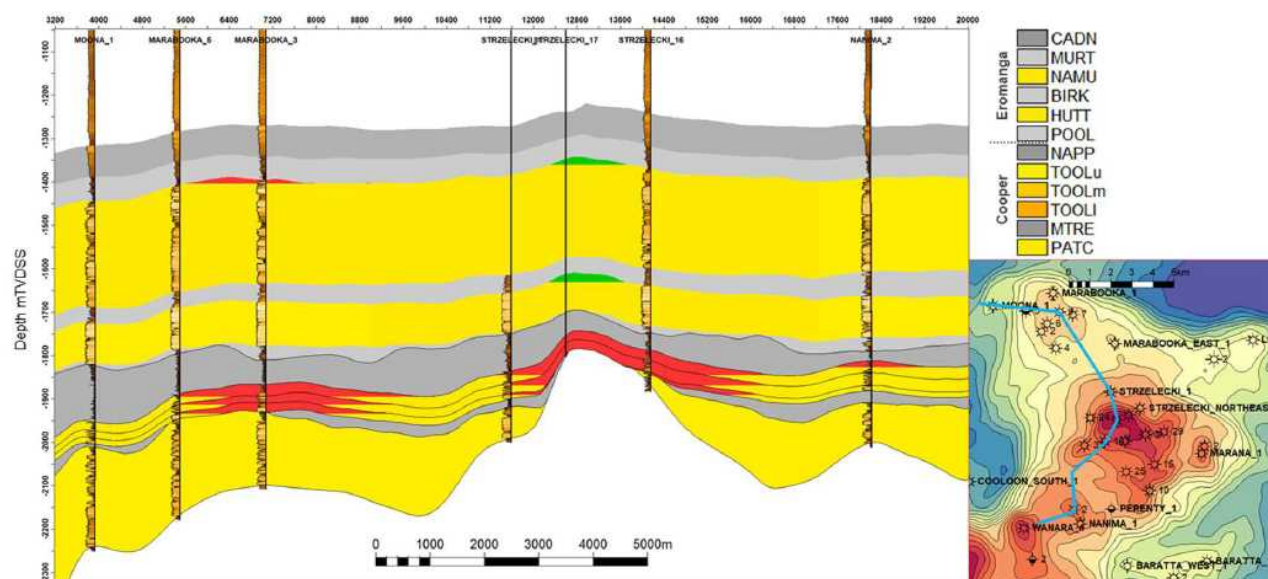


図 3-25 Moomba CCS プロジェクトの貯留サイトの断面図³¹

オーストラリア規格の ISO 27914:2019 (AS ISO 27914:2019) と一致する手法により、ダイナミック貯留層モデルを用いた信頼性のあるモデル予測を実施している。構築したモデルは Strzelecki ガス田と Marabooka ガス田の生産履歴および圧力履歴と一致し、最小限の修正のみであった。

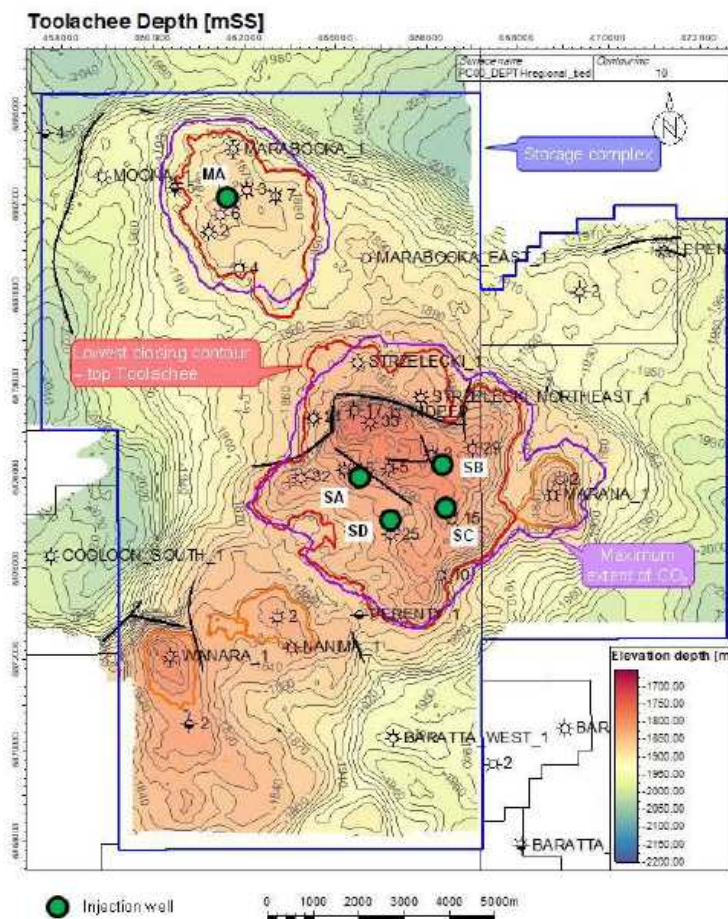


図 3-26 圧入終了時の Strzelecki 貯留コンプレックス（紫色は貯留 CO2 の予測範囲）³¹

(2) リスク評価

封じ込めリスクアセスメントでは、Moomba CCS プロジェクトによる CO2 貯留活動に関連するリスクを考慮している（既存の油ガス生産活動に関連するリスクは対象外）³¹。対象とする貯留層を超えて CO2 が移動する可能性がある 19 パターンの漏洩経路を特定している。1～10 は坑井の健全性リスク、11～18 は地質学的リスク、19 はその他に関連する経路となっており、それぞれの概要を表 3-13 に示す。

表 3-13 漏洩経路のパターンとリスク要因

番号	カテゴリー	リスク要因
1	坑井の健全性 リスク	古い坑井でのセメントによる隔離の不良
2		新しい坑井でのセメントによる隔離の不良
3		古い坑井での CO2 によるセメントの劣化
4		新しい坑井での CO2 によるセメントの劣化
5		古い坑井での CO2 によるケーシング腐食
6		新しい坑井での CO2 によるケーシング腐食
7		古い坑井での CO2 によるチュービングまたはパッカーの不良
8		新しい坑井での CO2 によるチュービングまたはパッカーの不良

9		古い坑井の CO2 による坑口シールの不良
10		新しい坑井の CO2 による坑口シールの不良
11	地質学的 リスク	遮蔽層を通じた毛細管現象による漏洩：CO2 の移動は、圧入 CO2 の圧力が最大となる構造の地点で発生する可能性が最も高く、CO2 の圧力が遮蔽層の閾値圧力を超えた時に発生する
12		既存の断層の再活性化：既存の密閉された断層が再活性化すると、機械的破損や地球化学的反応により、断層が漏洩経路となる可能性がある
13		主要なシールを介して誘発されたき裂：CO2 圧入により主要なシールの岩石が機械的破損すると、圧入井の近くで誘発されたき裂に沿って CO2 の移動が発生する可能性がある
14		自然地震活動：貯留コンプレックスの範囲内で自然地震が発生すると、断層が再活性化する
15		天然のき裂または主要なシールを通る断層：断層帯内にき裂がある場合、または断層帯を横切る形で貯留層が並置している場合、上部の遮蔽層を通過する CO2 の漏洩経路となる
16		CO2 による主要なシールの劣化：主要なシールの地球化学的変化によりシール能力が低下する
17		Nappamerri 遮蔽層を垂直方向に通過する経路、または Nappamerri 遮蔽層の欠如：Eromanga 層の基底不整合により、Nappamerri 層群と Toolachee 層上部が侵食され、Toolachee 貯留層とその上のジュラ紀層が並置する可能性がある
18		閉鎖構造の外側への水平方向の移動：貯留トラップは閉鎖構造に限定されるため、スピルポイントで漏洩が発生する
19	その他	第三者による干渉：例えば外部の関係者が坑井を掘削して貯留層の遮蔽層を破壊し、CO2 が上層に移動する

Moomba CCS プロジェクトは、封じ込めリスクを管理するためのリスク対応を実施している。各リスクを管理するリスク対応を表 3-14 に示す。予防措置は主に、坑井の健全性の修復、サイト選定、および貯留層管理であり、望ましくない事象の可能性を低くするために実施する。緩和措置は主に、モニタリング活動で望ましくない事象を検出し、プロジェクトガイドラインに沿った対応を促進することであり、望ましくない事象の影響を軽減するために実施する。

Santos 社のリスク評価プロセスに従い、各リスクの影響 (consequence) と可能性 (likelihood) を評価し、リスクマトリクスに基づきレーティングを割り当てている。その結果を表 3-14 に示す。予想される残留リスクレーティングを表 3-15 に示す。主要なリスクの多くは、古い坑井の健全性、特に初期のセメントによる隔離の不良や、古い坑井での CO2 によるセメント劣化に関連している。そのため、2023 年に坑井の健全性修復作業が完了した後に、それに応じてリスク評価を更新するとしている。地質学的リスクの残留リスクは「低い」または「非常に低い」と評価されており、選定した貯留層 (枯渇ガス層) の豊富な既存データにより、高い信頼性があることが反映されている。

表 3-14 Moomba CCS プロジェクトのリスクレーティング詳細³¹

Risk No.	Objective	Risk Name	Risk detail	Causes	Impacts	Controls P - Preventative M - Mitigating	INHERENT			RESIDUAL		
							C	L	Risk rating	C	L	Risk rating
1	Financial / Reputation	Poor cement - old well	Migration of >1 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (yellow LOC).	No isolation over Nappamerri seal due to poor primary cement job in an old well.	Financial cost to identify and remediate problem well. Notification to regulator.	P - Well integrity review has identified wells with poor quality cement which will be remediated or abandoned prior to the start of CO ₂ injection. <i>This work was successfully completed in 2023.</i> M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	IV	e	High	IV	b	Low
2	Financial / Reputation	Poor cement - new well	Migration of >1 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (yellow LOC).	No isolation over Nappamerri seal due to poor primary cement job in a new well (injector).	Financial cost to identify and remediate problem well. Lost revenue while well offline to remediate. Notification to regulator.	P - Well designed for CO ₂ service and drilled with current best practice. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	IV	d	High	IV	b	Low
3	Financial / Reputation	Degradation of cement - old well	Migration of >1 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (yellow LOC).	CO ₂ reacts with cement in an old well causing compromising isolation over Nappamerri seal. Likely that multiple wells would be affected.	Financial cost to identify and remediate problem wells. Notification to regulator.	P - Well integrity review has identified the type of cement used on all old wells and concluded that reactions with CO ₂ are likely to be limited. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	c	High	IV	b	Low
4	Financial / Reputation	Degradation of cement - new well	Migration of >1 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (yellow LOC).	CO ₂ reacts with cement in a new well (injector) causing compromising isolation over Nappamerri seal. Likely that multiple wells would be affected.	Financial cost to identify and remediate problem well. Lost revenue while wells offline to remediate. Notification to regulator.	P - Well designed for CO ₂ service with CO ₂ resistant cement. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	c	High	IV	a	Low
5	Financial / Reputation	Casing corrosion - old well	Loss of well barrier.	CO ₂ and water corroding carbon steel casing in an old well. External corrosion near surface.	Financial cost to identify and remediate problem well or accept higher risk.	M - 2 barrier well design (corrosion resistant casing for monobore). P - A well integrity review identified wells that posed an unacceptable risk. Wells were successfully abandoned, suspended or remediated in 2023, and some wells are targeted for enhanced well integrity surveillance. M - Well integrity checks will identify casing leaks from the production casing annulus.	III	d	Medium	III	b	Low
6	Financial / Reputation	Casing corrosion - new well	Loss of well barrier in an injector which would likely need to be fixed.	CO ₂ and water corroding carbon steel casing in a new well (injector). External corrosion near surface.	Financial cost to identify and remediate problem well. Lost revenue while well offline to remediate.	M - 2 barrier well design. P - Well designed for CO ₂ service and drilled with current best practice. M - Well integrity checks will identify casing leaks from the production casing annulus.	III	e	Low	III	b	Low
7	Financial / Reputation	Tubing / packer failure - old well	Loss of well barrier.	CO ₂ and water corroding carbon steel tubing or causing packer seal element to fail in an old well.	Financial cost to identify and remediate problem well or accept higher risk.	M - 2 barrier well design (corrosion resistant casing for monobore). P - A well integrity review identified wells that posed an unacceptable risk. Wells were successfully re-completed, suspended or remediated in 2023, and some wells are targeted for enhanced well integrity surveillance. M - Well integrity checks will identify casing leaks from the production casing annulus.	III	d	Medium	III	b	Low
8	Financial / Reputation	Tubing / packer failure - new well	Loss of well barrier in an injector which would need to be fixed.	CO ₂ and water corroding carbon steel tubing or causing packer seal element to fail in a new well (injector).	Financial cost to identify and remediate problem well. Lost revenue while well offline to remediate.	M - 2 barrier well design. P - Well designed for CO ₂ service with corrosion resistant tubing and suitable packer. M - Well integrity checks will identify casing leaks from the production casing annulus.	III	c	Low	III	b	Low
9	Financial / Reputation	Wellhead seal failure - old well	Loss of well barrier.	CO ₂ causing wellhead packer seal element to fail in an old well.	Financial cost to identify and remediate problem well or accept higher risk.	M - 2 barrier well design. P - Well integrity review has identified wells with high risk tubing / packer which will be remediated, abandoned or risk assessed prior to the start of CO ₂ injection. M - Well integrity checks will identify wellhead seal failure.	II	d	Low	II	b	Very Low

Risk No.	Objective	Risk Name	Risk detail	Causes	Impacts	Controls P - Preventative M - Mitigating	INHERENT			RESIDUAL		
							C	L	Risk rating	C	L	Risk rating
10	Financial / Reputation	Wellhead seal failure - new well	Loss of well barrier in an injector which would need to be fixed.	CO ₂ causing wellhead packer seal element to fail in a new well (injector).	Financial cost to identify and remediate problem well. Lost revenue while well offline to remediate.	M - 2 barrier well design. P - Well designed for CO ₂ service with suitable seal elements. M - Well integrity checks will identify wellhead seal failure.	II	c	Low	II	b	Very Low
11	Financial / Reputation	Capillary failure of primary seal	Migration of >10 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (red LOC).	CO ₂ column buoyancy pressure exceeds capillary entry pressure of the Top Toolachee / Nappamerri seal.	Financial cost to identify problem (would likely involve well several well interventions) and additional monitoring (e.g. seismic). Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Site selection - Toolachee reservoir has held a gas column with a larger buoyancy pressure over geological time. P - Seal capacity tests (MICP) on Top Toolachee and Nappamerri seals have confirmed sufficient capillary threshold pressure. P - Primary seal thickness has been mapped across the area of the storage complex and is at least 40 m. A capillary leak through this thickness would likely be very slow. P - Storage capacity of Toolachee reservoir limited to original gas filled structure. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	a	Medium	IV	ac	Very Low
12	Financial / Reputation	Fault reactivation	Migration of >10 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (red LOC).	CO ₂ injection changes the stress in the storage complex causing a fault to reactivate and open to flow.	Financial cost to identify problem (would likely involve well several well interventions) and additional monitoring (e.g. seismic). Potential early closure of the storage complex. Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Site selection - Toolachee reservoir has held a gas column over geological time so faults must have sealed in initial stress state. P - All major faults have been identified from 3D seismic. P - Geomechanical study has considered fault reactivation and pressure will be kept below minimum threshold to reactivate a fault. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	a	Medium	V	aa	Low
13	Financial / Reputation	Induced fracture through primary seal	Migration of >10 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (red LOC).	CO ₂ injection pressure exceeds fracture pressure causing a fracture to grow vertically through the Top Toolachee / Nappamerri seal.	Financial cost to identify problem (would likely involve well several well interventions) and additional monitoring (e.g. seismic). Potential early closure of the storage complex. Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Site selection - primary seal thickness has been mapped across the area of the storage complex and is at least 40 m, requiring a significant amount of energy to propagate a fracture to the Hutton Sandstone. P - Geomechanical study has considered fracture pressure and injection pressure will be kept below this threshold. P - Downhole gauges will be installed in all injectors to continuously monitor bottom hole pressure. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	a	Medium	V	aa	Low
14	Financial / Reputation	Natural seismicity	Migration of >10 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (red LOC).	A natural seismic event causes a breach of the storage complex.	Financial cost to identify problem (would likely involve well several well interventions) and additional monitoring (e.g. seismic). Potential early closure of the storage complex. Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Geomechanical study has reviewed the frequency and magnitude of natural seismic activity and assessed the site as suitable. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	aa	Low	V	ad	Very Low
15	Financial / Reputation	Natural fracture through primary seal	Migration of >10 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (red LOC).	Primary Top Toolachee / Nappamerri seal failure due to a fault or fracture (possibly sub-seismic resolution).	Financial cost to identify problem (would likely involve well several well interventions) and additional monitoring (e.g. seismic). Potential early closure of the storage complex. Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Site selection - Toolachee reservoir has held a gas column over geological time so faults must have sealed in initial stress state. P - All major faults have been identified from 3D seismic. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	a	Medium	V	ac	Very Low
16	Financial / Reputation	Degradation of primary seal from exposure to CO ₂	Migration of >10 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (red LOC).	Primary Top Toolachee / Nappamerri seal failure due to partial dissolution of the seal when exposed to CO ₂ .	Financial cost to identify problem (would likely involve well several well interventions) and additional monitoring (e.g. seismic). Potential early closure of the storage complex. Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Site selection - Toolachee reservoir has held a gas column over geological time with a CO ₂ concentration of ~10% mole. P - Geochemical study has assessed the mineralogy of the primary seal and modelled possible reactions with CO ₂ . The seal was found to be largely unreactive. P - Primary seal thickness has been mapped across the area of the storage complex and is at least 40 m. The progress of a reaction front through this thickness and any associated leak would likely be very slow. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappamerri seal into the Hutton Sandstone.	V	a	Medium	V	ab	Low

Risk No.	Objective	Risk Name	Risk detail	Causes	Impacts	Controls P - Preventative M - Mitigating	INHERENT			RESIDUAL		
							C	L	Risk rating	C	L	Risk rating
17	Financial / Reputation	Stratigraphic pathway through primary seal	Migration of >10 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (red LOC).	A permeable pathway exists through the primary Top Toolachee / Nappameri seal due to erosion of the Poolowanna into the Nappameri or at the erosional edge of the Nappameri.	Financial cost to identify problem (would likely involve well several well interventions) and additional monitoring (e.g. seismic). Potential early closure of the storage complex. Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Site selection - Toolachee reservoir has held a gas column over geological time. P - Primary seal thickness has been mapped across the area of the storage complex and is at least 40 m, providing some margin against Poolowanna erosion. P - Erosional edge of the Nappameri is mapped to be outside the storage complex. Storage capacity of Toolachee reservoir limited to original gas filled structure. M - Monitoring plan will identify migration of CO ₂ above the Nappameri seal into the Hutton Sandstone.	V	a	Medium	V	ac	Very Low
18	Financial / Reputation	Lateral migration	Lateral migration of >10 Bscf of CO ₂ outside of the Marabooka / Strzelecki / Marana structures (red LOC).	Volume of CO ₂ injected into the storage reservoir exceeds capacity of closure or reservoir does not fill evenly.	Financial cost to identify problem and additional monitoring. Potential reduced injection rate into storage complex. Moderate reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Site selection - Toolachee reservoir has a well-established capacity from gas production history. P - Storage capacity of Toolachee reservoir limited to original gas filled structure and volume of CO ₂ injected will be measured. M - Monitoring plan will identify lateral migration of CO ₂ into adjacent structures (i.e. Marana and Nanima). PIM - Ongoing modelling and management of well injection rates.	IV	c	Medium	III	b	Low
19	Financial / Reputation	Third party interference	Migration of >1 Bscf of CO ₂ from storage reservoir to overlying Hutton Sandstone (yellow LOC).	Activity of a third party (e.g. drilling a well) breaches or interferes with storage complex.	Financial cost of additional monitoring. Potential early closure of the storage complex. Significant reputational impact affecting approval of future CCS projects.	P - Santos holds exclusive petroleum licenses over the storage complex. P - Toolachee reservoir will be dedicated for storage without attempting enhanced gas recovery. M - Monitoring plan will identify anomalous pressure behaviour.	III	b	Low	III	a	Very Low

[省略] C (影響 : I→VI の順で増加)、L (可能性 : ad, ac, ab, aa, a, b, c, d, e, f の順で増加)、P (予防策)、M (緩和策)

表 3-15 封じ込めリスクの残留リスク³¹

Number	Risk name	Rating	Category
1	Poor cement – old well	Low	Well integrity
2	Poor cement – new well	Low	
3	Degradation of cement – old well	Low	
4	Degradation of cement – new well	Low	
5	Casing corrosion – old well	Low	
6	Casing corrosion – new well	Low	
7	Tubing / packer failure – old well	Low	
8	Tubing / packer failure – new well	Low	
9	Wellhead seal failure – old well	Very Low	Geological
10	Wellhead seal failure – new well	Very Low	
11	Capillary failure of primary seal	Very Low	
12	Fault reactivation	Low	
13	Induced fracture through primary seal	Low	
14	Natural seismicity	Very Low	
15	Natural fracture through primary seal	Very Low	
16	Degradation of primary seal from exposure to CO ₂	Low	
17	Stratigraphic pathway through primary seal	Very Low	
18	Lateral migration	Low	
19	Third party interference	Very Low	

3.2 我が国において事業者が講ずべき保安措置に関するとりまとめ

3.2.1 貯留の安全性の確認フロー

3.1 における文献調査の結果をもとに、圧入開始前に貯留の安全性を確認するための共通フローを図 3-27 に示すように整理した。

貯留サイトの条件は様々であり、安全性に関する判断もサイトごとに異なる。諸外国の規制における安全性の確認において、貯留サイトとしては主に、CO₂ の圧入計画に対し貯留層が十分な容量や圧入性を有していること（貯留能力）、および圧入した CO₂ が貯留層内にとどまり漏洩しないこと（封じ込め能力）の二つが求められる。そしてこれらの能力は、貯留層に関する具体的な基準値を設定することではなく、リスク評価によって判断される。

圧入した CO₂ の漏洩については、既存井や断層を介した漏洩の可能性が最も懸念される場所であり、諸外国の規制でもそれら潜在的な漏洩経路の有無の確認が事前に求められている。また、貯留能力と封じ込め能力の確認にあたっては、シミュレーションにより CO₂ 挙動を予測することが求められており、特に ISO ではその要件として具体的に地質モデル、フローモデル、地球化学モデル、地球力学モデルの 4 つのモデルの構築が提示されている。事業者はこのモデル構築に必要なインプットデータを貯留サイトに関する様々な事前調査から入手することになる。

さらに貯留の安全性は、CO₂ 挙動予測シミュレーションを実施したモデルの妥当性の確認（ヒストリーマッチングや感度分析を含む）と、シミュレーション結果や潜在的漏洩経路に関するリスク分析の妥当性を確認することによって補強される。

なお、CO₂ プロジェクトの進行に伴い、様々な調査データが蓄積されていく中で、データの精度は向上する。貯留の安全性は圧入前の一時のみならず、プロジェクト期間を通して常に確認されるべきものであり、新たなデータ取得に応じてモデルおよびリスク評価も常に更新されることを前提としている。

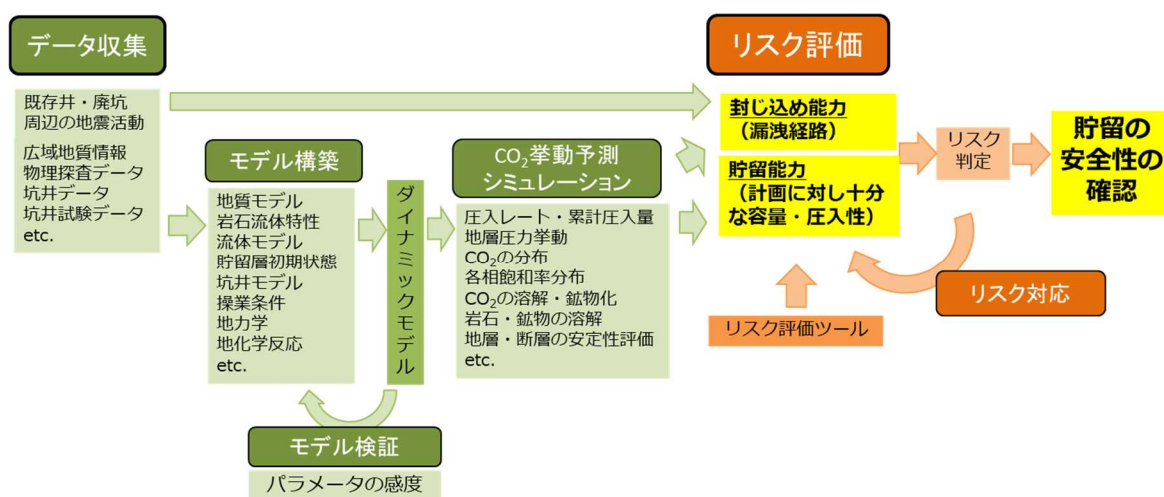


図 3-27 貯留の安全性の確認フロー

3.2.2 貯留の安全性の確認に必要な調査項目やリスクマネジメント手法に関する検討

3.2.1 で整理した貯留の安全性の確認フローおよび、貯留事業を行うことが地下構造に悪影響を与えないことを証明するための調査項目や具体的なリスクマネジメント手法例について検討するた

め、以下の5団体のCCS関係者に対してヒアリングを実施した。

- 株式会社 INPEX
- Global CCS Institute
- 石油資源開発株式会社
- 公益財団法人地球環境産業技術研究機構
- 日本 CCS 調査株式会社

(五十音順)

上記関係者へのヒアリングおよび後述の有識者委員会における議論も踏まえて検討した結果を以下に記載する。

3.2.2.1 事前調査およびリスク評価の在り方

事前調査の在り方について、関係者へのヒアリングでは、サイト固有の条件に基づくリスク次第であり、その実施に当たってはコスト効果や必要とする時間に対する考慮が必要との考えが示された。一方で、安全性を確認するという目的に鑑みれば、コストにかかわらず必要なデータは整備すべきである。実証段階においては、様々な技術的要素についてその可能性や妥当性が検証されることがあるが、商業段階においては、事業者にとって不必要で過度な負担にならないことを考慮しつつ、最低限必要な調査事項、およびリスクを確認・評価するプロセスの確立が重要となる。

リスク評価について、諸外国の規制等ではその一般的な手順が示されるのみで、具体的な手法に関する要件やリスクを判断するための基準は示されていない。これは、その評価基準は個別のCCS事業者によるものであるためと推測される。関係者へのヒアリングにおいても、どのレベルのリスクであれば受け入れるかといった判断は個社の事情を反映したノウハウであり外部に示すものではないということが言及された。同様に、諸外国のプロジェクト事例を見ても、その具体的な評価基準まで公開されたものは確認されていない。

また、残存するリスクはモニタリングや緩和策によって対応することが考えられることから、事前調査の項目についても、リスクベースの考え方により、モニタリングや緩和策の有無なども併せて検討することが必要となる。

3.2.2.2 微小振動

諸外国の事例にもみられるとおり、事前調査において周辺の地震活動の状況の把握や主要な断層の位置の確認は必須と考えられる。その一方で、CO₂ 圧入に伴う微小振動の発生の予測や断層の安定性に関する評価に関しては、諸外国の規制において言及はされても詳細な要件が示されることはなく、関係者へのヒアリングからも、パラメータの不確実性が大きいことなどから困難であることが確認された。CO₂ の圧入に伴う微小振動や断層への影響に関しては、事前調査および CO₂ 圧入開始後のモニタリングにより変化を捉え、必要に応じて運転条件などを調整することでリスクに対応することが考えられる。

我が国では、微小振動に関するリスクは貯留の安全性の確認において重要な要素であり、パブリックアクセプタンスの観点からも、丁寧に説明することが求められる。なお、微小振動に関係する対応について諸外国の事例を参考にする際には、地震に対するその国の歴史や捉え方、関連する地

層条件などの事情が異なることを念頭に置く必要がある。

3.2.2.3 CO2 挙動予測シミュレーション実施のためのフロー

図 3-27 で示した貯留の安全性の確認フローのうち、モデルを構築するにあたって必要なインプットデータおよびそのための調査項目・データ、並びにモデルにより計算される予測シミュレーションの結果について網羅的に示すために、関係者へのヒアリングで得られた意見も参考に詳細フローを作成した（図 3-28）。

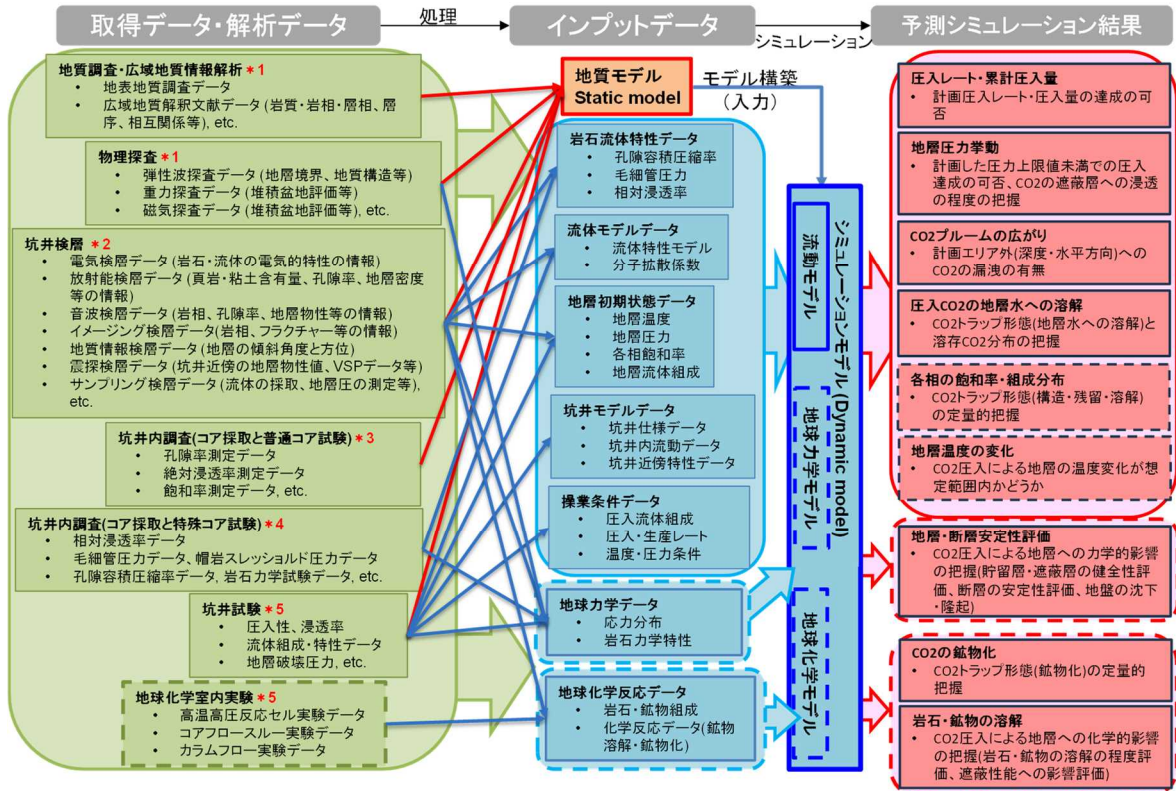


図 3-28 データ収集からシミュレーション実施までのフロー*1*2

*1 考えられる項目を網羅的に記載することを目的としており、全てを要求するものではない。

*2 他に比べ必要性が低いと考えられる項目を点線で囲っている。

このフローは現時点において技術的な観点から考えられる項目、データおよび結果を可能な限り網羅的に示すことを目的に作成したものであり、場合によっては必ずしも必要でない項目や技術的に不確実性の高い技術も含む。例えば、地球力学（ジオメカ）モデルや地球化学モデルに関しては諸外国の例を見ても必ずしも実施されておらず、その実施はサイトごとに判断するものであり、要求するか否かは柔軟な対応としてほしいとの意見が関係者へのヒアリングでも挙げられている。安全性の確認のために必要なシミュレーション結果については、3.2.2.4においてさらに検討する。

また、図 3-28 のフローを、取得データ・解析データに着目してさらに細分化・詳細化したものを添付資料 1 に示す。

3.2.2.4 事前調査において必要な項目に関する検討

前述のとおり、図 3-28 はデータ取得からモデルの構築、シミュレーションの実施までの流れを俯瞰的に理解するために作成したものであり、貯留の安全性の確認のために行う CO₂ 挙動シミュレーションのフローとして、貯留サイトの条件により必ずしも必要とされない項目や、技術開発中の要素も含まれる。そのため、文献調査、ヒアリングおよび後述の有識者委員会におけるアドバイスを基に、モデルにより得られる予測シミュレーション結果およびそのための事前調査項目について、安全性の確認のために必要かどうかという視点で整理した。

なお、ここで論じる内容に関しては、今後の CCS 事業の実績の積み重ねおよび技術開発の進展に伴い CO₂ の貯留に係る様々な不確実性が低減することにより見直されることが想定され、その際には、安全性を担保しつつ経済性をより考慮した事前調査の効率化も進むと予想される。

(1) 予測シミュレーション結果の必要性

図 3-28 において示した予測シミュレーション結果について、それぞれが貯留の安全性を確認するために必須な項目か、必須ではないものの安全性を補強する項目かといった視点で検討を行った。必要性を検討するにあたり、3.1 で調査した ISO および米国、欧州、豪州の規制において必須とされているかどうかを併せて整理した（表 3-16）。表中、諸外国の規制については、義務とされているものを「◎」、推奨されているものを「○」、任意とされているものを「△」、記載がない場合を「-」で示したが、例えば ISO では、フローモデルリングおよびジオメカモデリングの実施自体は義務（shall）とされているものの、その結果（outcome）については推奨（should）として項目が列挙されているなど、一律には表現しきれない内容がある。また、各規制の位置づけや目的の違いから、その記載内容のレベル感（詳細度）は大きく異なることにも注意する必要がある。

表 3-16 予測シミュレーション結果の必要性

予測シミュレーション結果	必要性	ISO	米	欧	豪
圧入レート・累計圧入量 計画圧入レート・圧入量の達成の可否	計画圧入量の達成の可否の判断、圧入量は CO2 プルームの広がりにも大きく影響するため <u>必須</u>	○ フローモデル	◎	◎	◎
地層圧力挙動 計画した圧力上限値未満での圧入達成の可否、CO2 の遮蔽層への浸透の程度の把握	CO2 圧入による圧力上昇が許容圧力上限値以下であるかの予測として <u>必須</u>	○ フローモデル	◎	◎	◎
CO2 プルームの広がり 計画エリア外（深度・水平方向）への CO2 の漏洩の有無	圧入した CO2 が計画エリア外へ漏出しないかの予測として <u>必須</u>	○ フローモデル	◎	◎	◎
圧入 CO2 の地層水への溶解 地層水への溶解と溶存 CO2 分布の把握	地層水に溶解した CO2 が計画エリア外へ漏出しないかの予測として <u>必須</u>	○ フローモデル	◎ 明示的には示されていない	◎	◎ 明示的には示されていない
各相の飽和率・組成分布 CO2 トラップ形態（構造・残留・溶解）の定量的把握	各 CO2 トラップ形態の量の違いが <u>事業実施可否の判断</u> には影響しない	○ フローモデル	△ 圧入停止後サイト管理期間の変更承認要件	◎	—
CO2 の鉱物化 CO2 トラップ形態（鉱物化）の定量的把握	鉱物化の予測は不確実性が高く、また予測結果が <u>事業実施可否の判断</u> には影響しない	△ ジオケミモデル	△ 圧入停止後サイト管理期間の変更承認要件	◎	—
岩石・鉱物の溶解 CO2 圧入による地層への化学的影響の把握（岩石・鉱物の溶解の程度評価、遮蔽性能への影響評価）	CO2 圧入によって溶解する可能性がある鉱物組成が遮蔽層もしくは貯留層に含まれている場合には <u>検討が必要になる可能性あり</u>	△ ジオケミモデル	—	◎	—
地層温度の変化 CO2 圧入による地層の温度変化、圧入 CO2 の状態変化	圧入 CO2 と地層温度の差が大きい場合には、地層にクラッキングが入る可能性が懸念されるため評価が <u>必要な場合がある</u>	○ フローモデル	—	◎	—
地層・断層安定性評価 CO2 圧入による地層への力学的影響の把握（貯留層・遮蔽層の健全性評価、断層の安定性評価、地盤の沈下・隆起）	地層・断層の健全性評価、海底面の変動評価が <u>必要な場合がある</u>	○ ジオメカモデル	—	◎	—

(2) 事前調査項目の必要性

事前調査の各項目についても、貯留の安全性を確認するために必要かどうかの検討を行った。表中、諸外国の規制における記号(◎、○、△、-)については、表 3-16 と同様の記載としているが、記述やパラメータのみが要求され、調査項目や手法としての言及がないものに関しては●で表している。

表 3-17 事前調査項目の必要性 (1)

事前調査項目		必要性	ISO	米	欧	豪
地質調査・ 広域地質情 報解析	地表地質調査データ (文献情報で代替可)	既存文献から確認・推定できれば現地調査は不要	◎	◎	◎	◎
	広域地質解釈文献データ	地質モデル構築のための基礎的な地質情報を確認するために必要				
物理探査	弾性波探査データ	地質モデル構築に必須だが、他の手段により代替できる場合もある	● 地下構造や断層の把握は求めているが手法の言及なし	○ 最低一つ実施することを推奨	◎ 地下構造やき裂等の把握は求めているが手法の言及なし	● 地下構造や断層の把握は求めているが手法の言及なし
	電磁探査データ	高比抵抗層の把握に有効				
	重力探査データ	地下構造把握の補助的データ				
	磁気探査データ	地下構造把握の補助的データ				
坑井検層	電気検層データ(比抵抗検層、自然電位検層、電磁波伝播検層)	油ガスを含むなど飽和率データが必要な場合には必須	○ ワイヤーライン・ログは should だが各項目の情報なし	◎	● 孔隙率および浸透率等の把握を求めているが手法の言及なし	● 孔隙率・浸透率の他、岩石のCO2反応性、地球力学パラメータ、地層水パラメータの把握は求めているが手法の言及なし
	ガンマ線検層、中性子線検層、密度検層、核磁気共鳴検層	頁岩・粘度含有量、孔隙率、浸透率、地層密度などモデル構築に必須な検層				
	音波検層データ	地球力学データの推定が必要な場合には重要		△ 適切なものを実施		
	イメージング検層データ	フラクチャー解析が必要な場合には重要				
	地質情報検層データ(ディップメータ)	補助的な参考データ				
	震探検層データ(チェックショット速度検層、VSP)	速度構造や地下構造推定に使用され、地質モデル構築に有効				
	サンプリング検層データ	地層圧力や地層流体組成等の把握に重要		◎		
	補助検層データ(坑径検層、温度検層)	検層解析、塩分濃度の評価において必須				

表 3-18 事前調査項目の必要性（2）

事前調査項目		必要性	ISO	米	欧	豪
坑井内調査 (コア採取 と普通コア 試験)	孔隙率測定データ	<ul style="list-style-type: none"> 貯留層と遮蔽層では孔隙率、絶対浸透率、岩相のデータは必須であるが、それ以外の地層では参考程度 地層の固結状況によってはコアを採取できない可能性あり コアを採取できない場合は検層解釈のデータを用いるが精度は低下 	○ コア採取の要件はないが各項目の情報は should	◎	△ コア分析により孔隙率、浸透率、毛細管圧力等を把握できることを紹介（コア採取の要件はない）	◎
	絶対浸透率測定データ			◎		◎
	飽和率測定データ			—		—
	岩石粒度			○		—
	岩相			◎		◎
坑井内調査 (コア採取 と特殊コア 試験)	相対浸透率データ	<ul style="list-style-type: none"> CO2 飽和率や広がりにより大きく影響するため重要 データがない場合は論文値や経験式等から推定 	○ コア採取の要件はないが各項目の情報は should	△ 特殊コア分析を検討できる（may）と記載	—	—
	毛細管圧力データ					
	帽岩スレッシュホールド圧力データ	<ul style="list-style-type: none"> 遮蔽能力を評価するために重要 データがない場合は論文値や経験式等から推定 				
	孔隙容積圧縮率データ	<ul style="list-style-type: none"> 貯留量に大きく影響するため重要 地層の固結状況によってはコアの採取が困難な場合もあり、論文値や経験式から推定することもある 				
岩石力学試験データ	地球力学の検討が必要な場合には重要					

表 3-19 事前調査項目の必要性（3）

事前調査項目		必要性	ISO	米	欧	豪
坑井試験	リークオフテストデータ	<ul style="list-style-type: none"> 地層破壊圧力やセメンチング効果を把握するために必須 必要性に応じてどちらか、あるいは両方を実施 	◎ 地層破壊圧について求めているが手法の限定無し	△	◎ 地層破壊圧について求めているが手法の限定無し	—
	エクステンディッドリークオフテストデータ					
	ステップレート圧入テストデータ					
	圧力フォールオフテストデータ	貯留層の浸透率や境界条件を把握するために重要	○ 圧力遷移試験	◎	—	
	圧入テストデータ	圧入性を確認するために必須		◎	△	
	生産テストデータ	<ul style="list-style-type: none"> 圧力緩和井を配置する際には、地層水の生産性を把握するために必要 圧入試験の代替手段として実施する可能性も考えられる 		△	△	
	圧力ドロウダウンテストデータ			△	—	
	圧力ビルドアップテストデータ		—	—		
地球化学室内試験	高温高压反応セル実験データ	地球化学反応に関する検討が必要な場合には、評価に必要な試験を実施	—	—	—	
	コアフロースルー実験データ		—	—	—	
	カラムフロー実験データ		—	—	—	

4. 導管輸送工作物に係る技術基準の検討に必要な情報の調査

CCS 法における導管輸送工作物は、CO₂ を輸送するための導管である。CO₂ 導管輸送事業はガス事業法で規制される特定ガス導管事業と類似していることから、ガス工作物の技術基準や高圧ガス保安法に基づく技術基準等の国内の導管およびに係る技術基準を調査した。また、国外における CO₂ パイプライン等を扱っている規格（ISO や DNV 等）や、CO₂ パイプラインに関する安全規制の内容・動向等についても調査を行う。加えて、CO₂ パイプラインの材料特性（腐食進行）や鋼材の靱性の違いによる高速延性破壊に関する実験、漏えい時の拡散挙動など、国内外のパイプライン安全性に係る実験データ、論文その他の情報の調査を行った。

4.1 国内の導管輸送工作物に係る技術基準

4.1.1 国内パイプライン技術基準

国内の主なパイプライン関連法規について、表 4-1 に示す。

表 4-1 国内の主なパイプライン関係法規

	ガス事業法	電気事業法	石油パイプライン事業法	高圧ガス保安法		
				コンビ則第 10 条	コンビ則第 9 条	一般則第 6 条
適用対象	ガス事業者が設置する都市ガス導管	電気事業者が設置する燃料導管	石油 PL 事業者が設置する石油輸送施設	コンビナート製造事業所間の導管	コンビナート製造事業所以外の特定製造事業所間の導管	特定製造事業所以外の導管
備考	可燃性ガスが対象 ³²⁾			専ら不活性ガスの製造をするものは対象外	不活性ガスの処理能力 400 万 m ³ /日以上の場合 ³³⁾	左記処理能力未満の場合

このうち、高圧ガス保安法については、ガスの種類や処理量（輸送量）によって適用条項が異なる。最も技術要件が厳しいのは、コンビナート等保安規則（コンビ則）第 10 条が適用されるパイプラインであるが、現行条文では CO₂ は危険性の小さい不活性ガスに分類されることから、立地や処理量に拘らず、同条が適用されることはない。それ以外のコンビ則第 9 条と一般高圧ガス保安規則（一般則）第 6 条の技術要件はほぼ同等である。しかしながら、CO₂ の大量パイプライン輸送には特段の安全性が要求されることから、ここでの比較対照にあたっては、コンビ則第 9 条（一般則）およびコンビ則第 10 条を取り上げることにした。

以上の 4 法にガスパイプライン技術指針を加えた下記(1)~(5)の 5 種類の国内パイプライン技術基準の比較対照結果を、添付資料 2 に示す。なお、比較項目は表 4-2 に示すとおりである。

³²⁾ ガス事業法に定める「ガス」とは、ガス体の物をいい、灯用、燃料用、動力用、原料用の別を問わないが、不燃性ガスについては同法における「ガス」に含まれないと解されている（経済産業省・資源エネルギー庁ガス市場整備課ほか編『ガス事業法の解説』7 頁）

³³⁾ CO₂ の標準状態密度 1.977 kg/m³ より、400 万 m³/日 ⇨ 7,910 t/日 ⇨ 289 万 t/年。工業地域又は工業専用地域以外の用途地域にあつては、この半分。

(1) ガス事業法

略称	名称	番号	施行日
ガス事法	ガス事業法	昭和 29 年法律第 51 号	令和 5 年 12 月 21 日
ガス技省令	ガス工作物の技術上の基準を定める省令	平成 12 年 通商産業省令第 111 号	令和 2 年 6 月 26 日
ガス技告示	ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示	平成 29 年 経済産業省告示第 78 号	平成 29 年 3 月 31 日
ガス技 解釈例	ガス工作物技術基準の解釈例	20230202 保局第 1 号	令和 5 年 2 月 8 日

(2) 電気事業法

略称	名称	番号	施行日
電事法	電気事業法	昭和 39 年法律第 170 号	令和 5 年 12 月 21 日
火技省令	発電用火力設備に関する技術基準を定める省令	平成 9 年 通商産業省令第 51 号	令和 5 年 3 月 20 日
火技告示	発電用火力設備に関する技術基準の細目を定める告示	令和 4 年 経済産業省告示第 200 号	令和 4 年 12 月 15 日
火技解釈	発電用火力設備の技術基準の解釈	20221206 商局第 1 号	令和 4 年 12 月 15 日

(3) 石油パイプライン事業法

略称	名称	番号	施行日
石バ法	石油パイプライン事業法	昭和 47 年法律第 105 号	令和 4 年 6 月 17 日
石バ技省令	石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準を定める省令	昭和 47 年 通商産業省・運輸省・建設省・自治省令第 2 号	令和 1 年 8 月 27 日
石バ技告示	石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準の細目を定める告示	平成 27 年 総務省・経済産業省・建設省・国土交通省告示第 1 号	平成 27 年 4 月 23 日

(4) 高圧ガス保安法

略称	名称	番号	施行日
高圧法	高圧ガス保安法	昭和 26 年法律第 204 号	令和 5 年 12 月 21 日
コンビ則	コンビナート等保安規則	昭和 61 年 通商産業省令第 88 号	令和 5 年 12 月 21 日
特定則	特定設備検査規則	昭和 51 年 通商産業省令第 4 号	令和 2 年 12 月 28 日
製造細目 告示	製造施設の位置、構造および設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示	令和 3 年 経済産業省告示第 216 号	令和 3 年 10 月 20 日
コンビ則 例示基準	コンビナート等保安規則関係例示基準	20210308 保局第 2 号	令和 3 年 3 月 29 日

(5) ガスパイプライン技術指針

略称	名称	発行元	発行日
ガスパ指針	ガスパイプライン技術指針暫定報告書	鉱山保安技術検討委員会 パイプライン保安技術部会	平成6年3月

表 4-2 国内パイプライン技術基準の比較項目

I 設置計画	IV 保安設備
1 導管の設置場所	1 ガスの滞留防止措置
2 地下埋設	2 漏えい拡散防止措置
3 道路下埋設	3 運転状態の監視装置
4 線路敷下埋設	4 安全制御装置
5 河川保全区域内埋設	5 圧力安全装置
6 地盤面上（地上）設置	6 漏えい検知装置および検知口
7 道路横断設置	7 緊急遮断装置等
8 線路下横断埋設	8 感震装置等
9 河川等横断設置	9 通報設備
10 海底設置	10 警報設備
11 海面上（海上）設置	11 消火設備
12 共同溝内設置	12 巡回監視車等
13 導管と橋との取合部	13 予備動力源又は保安電力
14 不等沈下のおそれのある場所における導管の設置	14 保安用設地等
II 設計	15 絶縁
1 導管の材料	16 避雷設備
2 導管の構造	17 標識等
3 材料の許容応力	18 附臭装置
4 導管の最小厚さ	19 ベントスタック
5 地震の影響	20 沈下計測装置および地すべり観測装置
6 導管の伸縮吸収措置	21 内容物除去装置
7 加熱および保温のための設備	22 置換装置
8 導管の防食措置	23 ピグ取扱装置
III 施工	V 保安管理
1 導管の接合	1 保安設備の作動試験
2 溶接方法	2 漏えい検査
3 非破壊試験	3 掘削により周囲が露出することになった導管の防護
4 耐圧試験	4 保安規程
5 気密試験	

4.1.2 国内貯槽技術基準

貯槽については、パイプラインでとりあげたガス事業法、電気事業法、高圧ガス保安法の関連規定からガスの物性によらず（可燃性ガス・毒性ガスの規定について含み）気体／液体 CO₂ について参考となる構造，保安距離，異常時対応等規定について抽出した。調査結果を添付資料 3 に示す。

4.2 国外の CO₂ パイプライン等に係る規格や安全規制の内容・動向等

4.2.1 調査対象概要

調査対象とした国外技術指針（法規、技術規格）を以下に示す。

1) 国際標準規格 ISO 27913:2024, Carbon dioxide capture, transportation and geological storage - Pipeline transportation systems

適用対象： 液相/超臨界相、気相 CO₂ パイプライン

選定理由： CO₂ パイプラインに関する国際標準規格。液相/超臨界相が主体だったが、2024 年 10 月に改訂され、気相に関する記述が拡充された。

主な改訂点は以下のとおり。

- ・ CO₂ の純度 95% について表現を変更（ロンドン議定書時→産業界標準）
- ・ 不純物について気相と液相/超臨界相に分けて詳細に例示
- ・ 高速延性破壊クライテリアを CO₂ の実管試験データにより変更

2) 民間技術指針 DNV-RP-F104, Design and operation of carbon dioxide pipelines

適用対象： 液相/超臨界相、気相 CO₂ パイプライン

選定理由： ノルウェーでは、CO₂ Safety regulations について規制機関 Petroleum Safety Authority Norway 発行のガイドラインで準拠すべき規格と位置づけられている³⁴。また、ISO 27913:2016 が策定されるまで、前版の DNV-RP-J202 が国際的に唯一の CO₂ パイプライン技術指針であった。CO₂ の危険性については、英国 HSE 規則を参照との記載がある。

3) 英国規格 BSI PD 8010-1:2015+A1:2016, Pipeline systems - Steel pipelines on land

適用対象： 石油、ガス、CO₂（気液）、および危険物質の陸上パイプライン

選定理由： 2015 年に CO₂ を追加して全面改訂された。

4) ドイツ工業規格 DIN EN 1594:2024, Gas Infrastructure – Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar – Functional requirements

適用対象： 操業圧力が 16 気圧を超える、非腐食性天然ガス、バイオメタンガス、水素ガス、これらの混合ガスの陸上パイプライン

選定理由： ドイツでは CO₂ パイプラインに特化した技術面の規制、技術規格は無いため、天然ガス/水素パイプラインについての例として設計圧力が 16 気圧を超えるパイプラインに関するドイツガス水協会（DVGW）の技術基準となっている規格³⁵の DIN EN 1594 を選定した。

³⁴ ノルウェー石油安全局 Guidelines regarding the CO₂ safety regulations 第 16 条 Pipeline systems

³⁵ ノドイツでは高圧ガスパイプラインの技術基準は民間団体ドイツガス・水協会（DVGW）により定められている（経済産業省受託事業報告書，西村あさひ法律事務所，2022 年 2 月 28 日 https://www.meti.go.jp/medi_lib/report/2021FY/000336.pdf)

5) 米国法規 49 CFR Part 195, Transportation of Hazardous Liquids by Pipeline

適用対象： 液相/超臨界相 CO₂ など危険液体パイプライン（気相 CO₂ は対象外）

選定理由： CO₂ パイプラインが広く普及している米国の連邦法規である。2025 年 1 月には、規制当局より、近々気相 CO₂ を含める改訂が行われるとアナウンスされている。CO₂ の危険性については、OSHA 規則により補足した。

4.2.2 材料・構造に関する規定

4.2.2.1 パイプライン材料

ISO では CO₂ の性状に応じた鋼材選定と示しているのに対し、CFR（米国）、DNV（ノルウェー）では耐食合金についても規定、さらに BSI（英国）では材料要件として高速延性破壊への対策を規定している。なお、DIN（ドイツ）は天然ガスパイプラインが対象であり CO₂ を対象としていないため、パイプライン材料については取り上げていない。

表 4-3 パイプライン材料に関する国外技術指針等の規定

	規制／規格	主な規制内容
1.	ISO 27913:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● 鋼材の選定は、ISO 3183 または CO₂ ストリームのすべての相に適合した他の標準に従うこと。※API 5L”Line Pipe”等 ● 候補となる材料は、試運転、通常運転、廃止、再利用などの間に発生する可能性のある低温にも適合すること。
2.	DNV-RP-F104	<ul style="list-style-type: none"> ● 自由水の形成が想定される場合、不純物を考慮し、実際の組成に適合する CRA 鋼管を選定すること。 ● H₂S を含む場合、自由水形成の有無に関係なく、サワーガス環境での評価が必要となる。
3.	BSI PD 8010-1:2015 +A1:2016	<ul style="list-style-type: none"> ● ISO 3183:2012 PSL2 または API 5L 2012 PSL2 に準拠していること。高合金鋼や耐食合金（CRA）では、API 5LC、ASTM A312、A790、B444、B423 等に準拠すること。 ● 脆性や延性に対して十分耐えうるように選定する必要がある。可能であれば、延性破壊の対策を施すこと。 ● 延性破壊を計算により検証するか、機械式のクラックアレスタを設置すること。
4.	49 CFR Part 195	<ul style="list-style-type: none"> ● 管は、内圧および外部荷重に対して十分な強度を持つ、炭素鋼、低合金鋼、その他の合金鋼であること。

4.2.2.2 耐震性・高速延性破壊防止

ISO、英国、ドイツ、米国では耐震性を考慮することと規定している。高速延性破壊の防止については、ISO と DNV では具体的な設計条件を示し、米国と英国では定性的な要求事項としている。

表 4-4 パイプラインの構造に関する国外技術指針等の規定

	規制／規格	主な規制内容
1.	国際標準規格 ISO 27913:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● 地震時挙動を考慮すること。 ● き裂が進展しない設計条件推奨例を提示。
2.	DNV-RP-F104	<ul style="list-style-type: none"> ● き裂が進展しない設計条件を提示。
3.	BSI PD 8010-1:2015 +A1:2016	<ul style="list-style-type: none"> ● 地震時の液状化、地滑りも考慮すべき。 ● 可能であれば構造計算又はクラックアレスタの設置を要求。
4.	DIN EN 1594:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● 想定される外力（地滑り、地震等）に耐えなければならない。 ● 天然ガスまたは天然ガスと水素パイプラインの混合ガスについての靱性等鋼管の材料要件を示す。（CO₂のように）ガスの組成が異なる場合には、他のき裂進展評価を用いなければならない。
5.	49 CFR Part 195	<ul style="list-style-type: none"> ● 地震、振動、熱による伸縮、などの想定される荷重は考慮すること。局所的影響要因として周辺の地震活動状況を考慮すること。 ● き裂進展を緩和するように設計すること。

4.2.3 設計・運用に関する規定

4.2.3.1 運転制御・安全システム

各国では、最高使用圧力や設計圧力を基準として、適切な運転制御と安全措置や調整弁、遮断弁等の設置を要求し、サージ発生（過渡的に生じる急激な圧力上昇）時にも許容される上限値を規定。

表 4-5 パイプラインの圧力制御に関する国外技術指針等の規定

	規制／規格	主な規制内容
1.	ISO 27913:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● 圧力源が設計圧力を超える圧力を供給できない場合を除いて、圧力保護システムを使用すること。最高使用圧力の110%を超過しないこと。 ● 閉止時に水相が形成されないように圧力制御すること。 ● CO₂の大気中放散によって作業員が著しい悪影響にさらされないように、または環境に重大な影響を与えないようにすること。
2.	DNV-RP-F104	<ul style="list-style-type: none"> ● DNV-ST-F101において、設計圧力の超過は年間で1/100未満の確率とすること。 ● 短期的に内圧が10%程度超過することは許容される。
3.	BSI PD 8010-1:2015 +A1:2016	<ul style="list-style-type: none"> ● 最高使用圧力を超えることがある場合、安全措置、調節弁または遮断弁を設置すること。 ● 偶発的な圧力上昇を防止するため、必要がある場合に過圧

		<p>防止措置を設置すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 最大のサージ圧力に対する検討をすること。サージ圧※等偶発的な圧力上昇は設計圧の10%を超過しないこと。 <p>※過渡的に生じる急激な圧力上昇</p>
4.	DIN EN 1594:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● 最高操業圧力は設計圧力を超えてはならない。 ● 通常操業時にパイプラインシステムのすべての場所の圧力が最高操業圧力を超えないように圧力制御システムが装備されなければならない。 ● 圧力制御機器の設定圧力は最高操業圧力の2.5%以下の範囲での超過は許容される。 ● 最高操業圧力を超える圧力を自動的に制限するシステムがある場合には、異常時の圧力上昇も最高操業圧力の15%まで許容される。設計圧力が40気圧以下のパイプラインでは条件によっては20%まで許容される。
5.	49 CFR Part 195	<ul style="list-style-type: none"> ● サージなどの発生時にも、最高使用圧力の110%を超過しないことと、適切な運転と防護措置を求める。

4.2.3.2 パイプラインの区間分割

ISOでは区間分割（遮断弁間隔）はリスク評価に基づくべきとし、英国とドイツでもISOと同様に数値は示していない。DNVではカナダ規格を参照して規定し、米国ではパイプライン設置条件により規定している。

表 4-6 パイプラインからの漏洩の検知に関する国外技術指針等の規定

	規制／規格	主な規制内容
1.	ISO 27913:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● 陸上パイプラインの場合、中間ブロックバルブの位置と性能要件は、定性的なリスク評価に基づくべきである。
2.	DNV-RP-F104	<ul style="list-style-type: none"> ● 陸上パイプラインの遮断弁の設置要件は、地域の法的要求事項およびリスク管理戦略に基づくこと。 ● CO2パイプラインに特有の要件については、カナダの標準CSA-Z-662-7に示されている（ロケーションクラス1は規定無し、ロケーションクラス2～4は15km以下）。 <p>※ロケーションクラス（LC）は、居住／非居住地域や人口密度によって定まる地域区分で以下のとおり。</p> <p>LC1: 砂漠、ツンドラのような非居住地域 LC2: 人口密度 50 人/km2 未満の過疎地域 LC3: 人口密度 50～250 人/km2 の都市周辺地域 LC4: 人口密度 250 人/km2 以上の住宅、工業地域 LC5: ビル、交通網、地下施設が密集する地域</p>
3.	BSI PD 8010-1:2015 +A1:2016	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全評価結果を反映し、（可能なら）地下に設置する。 ● 地形、アクセス性、第三者からの侵害や周囲建物を考慮し

		<p>て設置位置を選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CO2 パイプラインの場合、安全評価により間隔を決定し、区画分割バルブは手動で十分だと証明された場合を除いて、遠隔操作弁とする。
4.	DIN EN 1594:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● パイプラインシステムはバルブにより区間分割すべき。 ● バルブ間隔は、操業圧力、管径、バルブサイトへの到着に必要な時間、操業上の必要性、近隣の払い出し場所やバルブの位置等を検討すべき。
5.	49 CFR Part 195	<ul style="list-style-type: none"> ● CO2 と危険流体では設置間隔は原則 32km 以下（重大影響地域 24km、人口集中地域 12km）。 ● （参考）ASME による設置間隔上限：ガスは 8km～32km、LPG やアンモニアは工業・商業・住宅地域では 12km。

4.2.3.3 漏えい検知

ISO、英国、米国では、(数値) 流送シミュレーション (オンラインリアルタイム流送シミュレーション) による漏洩検知システムを推奨している。

表 4-7 パイプラインからの漏洩の検知に関する国外技術指針等の規定

	規制/規格	主な規制内容
1.	ISO 27913:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● 漏洩流出事故を確実に検知し、対応策を講じることが重要であり、リスク評価や数値シミュレーションにより漏洩事象に応じた漏洩量を定量化すべき。 ● 自動化されたパイプライン漏洩検知システムが推奨される。複数の検知手法を利用して、誤報を低減し、可用性を高めることが推奨される。
2.	DNV-RP-F104	<ul style="list-style-type: none"> ● 典型的な漏洩検知方法には、パイプライン内容物の連続的なマスバランス、圧力波の検知、圧力と流量の変化率のモニタリング、およびコンピュータによる動的モデリングが含まれる。
3.	BSI PD 8010-1:2015 +A1:2016	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸送物質に対して適切かつ効果的で、ルート検査を組み込んだパイプライン管理システム全体の一部であるべき。 ● 典型的な漏洩検知方法には、パイプライン内容物の連続的なマスバランス、圧力波の検知、圧力と流量の変化率のモニタリング、および動的モデリングが含まれる。
4.	DIN EN 1594:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● パイプラインの安全は、適切な頻度のパトロール、衛星監視、光ファイバーによるオンラインモニタリング等により強化することができる。

5.	49 CFR Part 195	<ul style="list-style-type: none"> ● 気体を含まない単相で輸送する危険液体パイプラインは40CFR195.444 に準拠の漏洩検知システムを備えること。 ● API RP 1130“Computational Pipeline Monitoring for Liquids”の4.2節“CPM System Features”の要件に従って設計すること。
----	-----------------	---

4.2.4 内面防食に関する規定

BSI（英国）、DIN（ドイツ）、CFR（米国）ではCO₂特有の規定はなく、既存のパイプラインにかかる規定と同じである。ISOでは、CO₂中水分の上限値を業界慣行として提示、DNVでは水分結露が起これる計算含水量に対して1/2以下と規定している。

表 4-8 パイプライン内面の防食に関する国外技術指針等の規定

	規制／規格	主な規制内容
1.	ISO 27913:2024	<ul style="list-style-type: none"> ● CO₂ ストリームの組成例を参考情報として附属書 A Table A.1（気相）、Table A.2（濃密相）に示す。安全性を検証した上で、ここで例示した値より高いレベルの不純物を許容することも可能である。 ● 圧力損失を緩和するための内面コーティングは、気相では原則として推奨されない。濃密相では使用すべきでない。
2.	DNV-RP-F104	<ul style="list-style-type: none"> ● 通常運転時の許容含水量は、水分結露が起これる計算含水量に対して、安全係数を2以上とすること。 ● 内面コーティングは剥離する懸念がある。天然ガスパイプラインで、内面コーティングがあるものは、CO₂パイプラインに転用する場合は剥離の可能性を検討すること。

4.2.5 緊急時対策に関する規定

ISO、BSI（英国）、DIN（ドイツ）ではCO₂特有の規定はなく、既存のパイプラインにかかる規定と同じである。DNVと米国ではCO₂の特性を考慮した緊急時対応計画作成を求めている。

表 4-9 緊急時対策に関する国外技術指針等の規定

	規制／規格	主な規制内容
1.	DNV-RP-F104	<ul style="list-style-type: none"> ● 緊急時対応計画は、CO₂特性、安全問題、CO₂パイプライン特有の重大事故を考慮し作成、共有すること。
2.	49 CFR Part 195	<ul style="list-style-type: none"> ● CO₂の特性と緊急事態を引き起こす可能性のある状況を認識し、緊急対応訓練プログラムを作成し実施すること。

4.3 国内外のパイプライン等の安全性に係る実験データ、論文等

4.3.1 CO₂ パイプラインの腐食

4.3.1.1 概要

CCS では高圧の CO₂ を扱うプロセスが多い。水分が共存すると、鋼材が腐食しやすい環境となる。

高圧 CO₂ の輸送工程では、輸送管内の圧力変動により水が析出し、その中に原料ガスおよび処理プロセスにより夾雑する不純物が溶解することにより、腐食環境が形成される。

主な不純物は、H₂O、SO_x、NO_x、O₂、CO、H₂S などである。しかし、これら不純物の許容濃度については、ISO 等規格類では明確には示されていない。

気体の CO₂ による炭素鋼の腐食速度は、温度 T と CO₂ 分圧 P_{co2} に依存する。炭素鋼の CO₂ 腐食速度 V_{corr} は、温度と CO₂ 分圧との間に、経験的に以下の式 (DeWaad-Milliams 式) が成り立つ。ただし、P_{co2} の範囲は明確ではない。

炭素鋼の CO₂ 腐食速度 V_{corr} (DeWaad-Milliams 式)

$$V_{\text{corr}} = 5.8 - 1710/T + 0.67 \log(P_{\text{co2}})$$

単位：V_{corr} [mm/年]、T [K]、P_{co2} [bar]

図 4-1 に CO₂ 腐食機構の模式図を示す。炭素鋼と気相 CO₂ の間に溶液層が形成されると、炭素鋼表面に局部電池が形成される。アノード部では Fe が溶出し、カソード近傍では界面に腐食生成物として FeCO₃ が析出する。CO₂ パイプラインでも、水が存在する場合に溶液層が形成され、腐食反応が進行する。FeCO₃ が緻密に析出する条件では、炭素鋼と溶液の接触が抑制され、腐食の進行は抑えられる。

パイプライン中に、CO₂ 以外に、水、SO₂、NO₂、H₂S が共存すると、鋼表面に凝縮または吸着した水にガス成分が溶解するため、腐食させる原因となる³⁶。孔食の成長速度は時間とともに低下し、水の飽和した超臨界 CO₂-SO₂-NO₂-H₂S-O₂ の環境では、長時間経過すると腐食形態も局部腐食から全面腐食に変化する。不純物を含む超臨界 CO₂ の場合の腐食速度 (全面腐食、uniform corrosion rate) は、数 mm/年程度である。

CCUS 設備で腐食を防止するには、インヒビターの添加が有効である。水の飽和した超臨界 CO₂-SO₂-NO₂-O₂ の環境では、ピペラジン (piperazine, C₄H₁₀N₂) がインヒビターとして有効である³⁶。

CO₂ 腐食に影響する因子を表 4-10 に示す。影響因子として、CO₂ 中の水分量 (水濃度)、pH、流速、温度、圧力、塩素イオン (Cl⁻)、油分がある。

炭素鋼は乾燥 CO₂ と接触しても腐食せず、水が存在することによって腐食が促進される。超臨界 CO₂ パイプラインの場合、水分の増加で腐食が加速する。水分濃度には臨界値がある。SO₂ を含む超臨界 CO₂ パイプラインの場合、SO₂ 濃度を下げるよりも、水分濃度を下げる方が腐食抑制に効果がある。

³⁶ Yong Xiang, CHEMICAL TREATMENT, November 2018, pp.2-5.

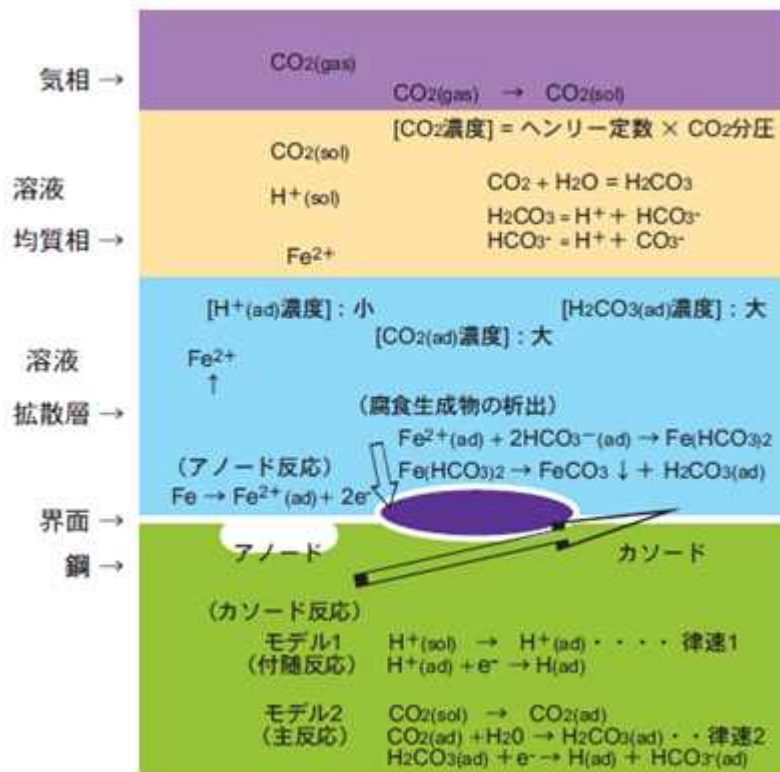


図 4-1 CO2 腐食機構³⁷

pH が高いほど H⁺濃度は低くなり、腐食速度は低下する。

流速が速くなるほど、腐食速度は増す。これは、高流速ではイオンの伝達が加速され、腐食生成物の安定化を妨げる効果があるためである。

温度が高くなると、化学反応が促進し、腐食速度が上がる。圧力は、CO₂ の水への溶解を促進する効果があり、腐食を促進する。

塩素イオンは鉄表面の酸化膜を破壊するので、局部腐食を進展させる。

油分は、腐食生成物の構造、組成を変化させ、腐食を抑制する効果がある。

³⁷ 池田昭夫、日鉄テクノロジーつうしん(2007-1 月)

表 4-10 CO₂ 腐食への影響因子³⁸

Influencing factors	Effect
Water content	The corrosion rate of carbon steel materials tends to accelerate when the water content in CO ₂ increases.
pH	The higher the pH is, the lower the hydrogen ion content is, and the corrosion rate of carbon steel will also be reduced.
Flow rate	High flow rate can accelerate the rate at which the corrosion medium reaches the surface of metal pipes, potentially generating pressure that can disrupt the initially stable and compact corrosion product film, thereby increasing the corrosion rate.
Temperature	High-temperature environment can promote electrochemical reaction rates and accelerate CO ₂ corrosion.
Pressure	Within a certain pressure range, the corrosive ability of carbonated water formed by CO ₂ and formation of water gradually increases with increasing pressure.
Cl ⁻	Cl ⁻ has minimal impact on uniform corrosion but primarily affects localized corrosion, such as pitting corrosion.
Oil phase environment	Oil can alter the structure and chemical composition of the corrosion product film, thereby playing a role in inhibiting corrosion.

4.3.1.2 CO₂ の物性

(1) CO₂ の状態図

CO₂ は常温常圧では気体であり、気体、液体と固体（ドライアイス）が共存する 3 重点は、-56°C、5.2 気圧である。CO₂ の状態図を図 4-2 に示す。加圧することで、常温でも液体に変化し、さらに温度と圧力を上げ、31.1°C、72.8 気圧以上になると超臨界状態（Super-critical Phase）となる。ラインパイプによって CO₂ が輸送される場合、超臨界状態またはそれに近い準臨界状態で輸送されることが多い。

³⁸ Ting Yan et al., iScience 27, 108594, January 19, 2024

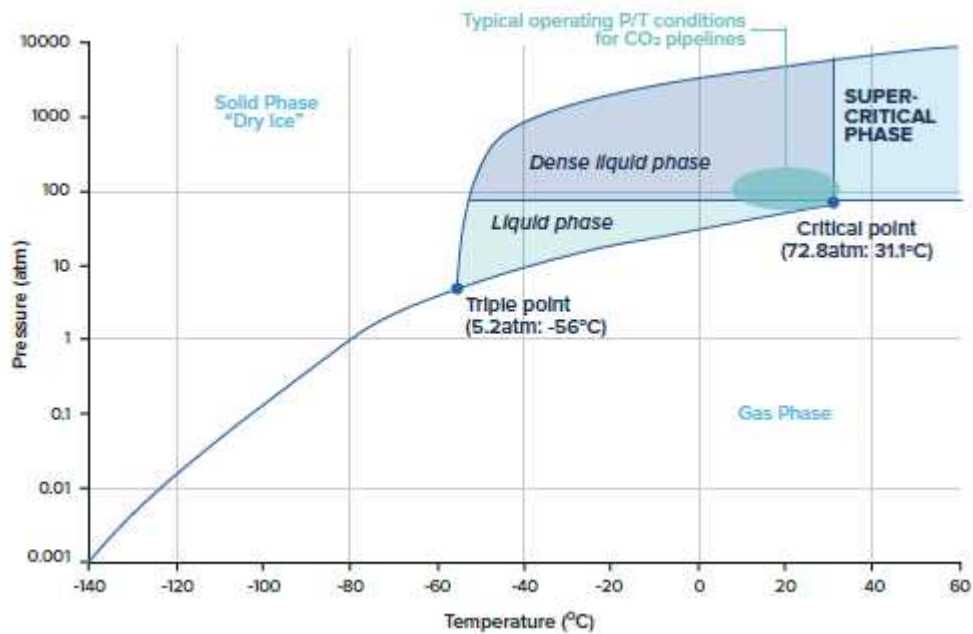


図 4-2 CO₂ の状態図³⁹

実際の CO₂ の輸送では、純 CO₂ だけで輸送されることはなく、水など何らかの不純物が含まれる。CO₂ に微量 0.1 mol% の H₂O が含まれる場合の CO₂ の計算状態図を図 4-3 に示す。(圧力軸の単位は bar で、1 bar = 0.1 MPa = 0.987 気圧である。) 0.1 mol% の H₂O が含まれていても、3 重点の温度と圧力に大きな変化はないが、-20~25°C の温度範囲で比較的圧力が低い場合には、気体の CO₂ 中に H₂O が液体として共存する。

³⁹ BUILDING OUR WAY TO NET-ZERO: CARBON DIOXIDE PIPELINES IN THE UNITED STATES, Global CCS Institute, 2024, <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2024/05/Building-Our-Way-to-Net-Zero-Carbon-Dioxide-Pipelines-in-the-United-States.pdf>

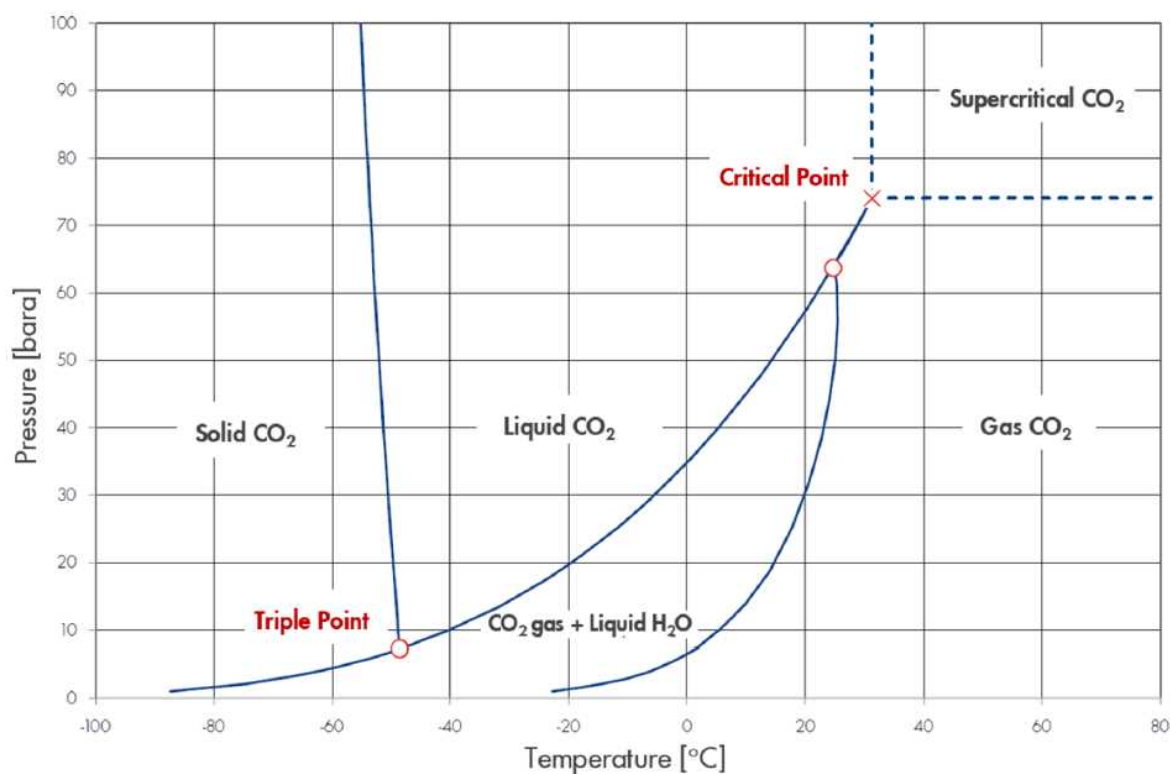


図 4-3 CO₂-0.1mol% H₂O の計算状態図⁴⁰

(2) CO₂ への水の溶解度

輸送する CO₂ に H₂O が含まれると、炭素鋼管の腐食の原因となる。図 4-4 は CO₂ の圧力と温度が変化した場合の、CO₂ 中への H₂O の溶解度の変化を示す。H₂O 濃度が各曲線の下側にある場合、H₂O は CO₂ と混合した状態にある。各曲線よりも上側にある場合は、過剰な H₂O が別の相として CO₂ 中に存在することになる。

圧力が概ね 60 bar 以下で CO₂ が気体の場合、圧力の上昇に伴って H₂O の溶解度は急速に低下する。さらに圧力が上昇して CO₂ が液体状態となると、H₂O の溶解度は急増し、その後は圧力が上昇しても、溶解度はあまり上がらない。

温度が高いほど、H₂O の溶解度は高い。例えば、80bar、25°Cでは溶解度は 2400ppm であるが、同じ 80bar で 4°Cの場合は、1800ppm に下がる。また、圧力が下がるほど、溶解度は低くなる。

腐食反応は、水分の影響を受けるので、低温、低圧力になるほど、H₂O 相が生成し、腐食反応を促進する可能性が高くなる。したがって、低温、低圧力で CO₂ を輸送する場合は、H₂O 濃度を厳密に制御することが必要となる。

⁴⁰ Materials challenges with CO₂ transport and injection for carbon capture and storage, J. Sonke, W.M. Bos, S.J. Paterson, International Journal of Greenhouse Gas Control 114 (2022) 103601

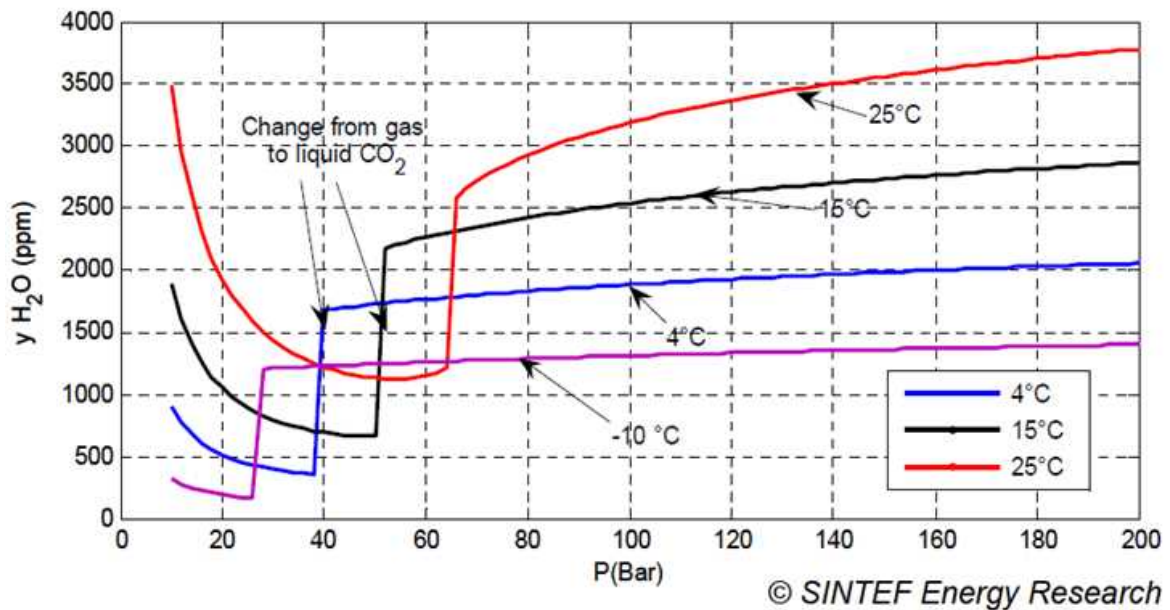


図 4-4 CO₂ への H₂O の溶解度曲線⁴¹

4.3.1.3 輸送される CO₂ の組成

海外のパイプラインで輸送されている CO₂ は、①地中の純 CO₂ 井 (Natural) から発生する物、②人為的なガス化プラントから発生する物とに、分けられる。表 4-11 に海外のパイプラインで輸送されている CO₂ の組成の例を示す。

ガス化プラントから発生する CO₂ は、水分が 20~122ppm と比較的低い。一方、天然に産出する物は、315~630ppm と水分含有が多い。

ガス化プラントではないが、石炭焼き火力発電所の排気ガス中に含まれる不純物組成は、発生後の処理によって変化する。表 4-12 にその例を示す。脱硝装置および脱硫装置に通すことで、最終的に SO₂ は 34~135ppm 程度、NO₂ は 35 ppm 未満にまで低下する。

後述するように、CO₂ 中の水分や不純物は、炭素鋼管の腐食の原因となるが、CO₂ に不純物が含まれる場合に許容できる最大の水分濃度、不純物濃度 (閾値) は、これまで基準としては定められていない。

しかし、欧州では一定の管理値を設けて不純物管理を行っている。欧州の CO₂ 輸送プロジェクトで定められている不純物管理の例を表 4-13 に示す。

水分は、500~600ppm 未満、SO_x は 100~1500ppm 未満である。SO_x の管理値は広い幅を持っている。

⁴¹ DYNAMIS CO₂ quality recommendations, DYNAMIS Consortium 2006-2009

表 4-11 海外の CO2 パイプラインで輸送されている CO2 の組成⁴²

	Canyon reef carriers (Schiremp and Roberson, 1975; Oosterkamp and Ramsen, 2008; Gale and Davison, 2004; Kinder Morgan, 2015; Boot-Handford et al., 2014)	Central basin pipeline (Oosterkamp and Ramsen, 2008; Kinder Morgan, 2015; McCollough and Stiles, 1987; Boot-Handford et al., 2014)	Sheep mountain (Gale and Davison, 2004; Kinder Morgan, 2015; Boot-Handford et al., 2014)	Bravo dome source (Oosterkamp and Ramsen, 2008; Gale and Davison, 2004; Kinder Morgan, 2015; Boot-Handford et al., 2014)	Cortez pipeline (Oosterkamp and Ramsen, 2008; Gale and Davison, 2004; Kinder Morgan, 2015; Boot-Handford et al., 2014)	Weyburn (Visser et al., 2008; Boot-Handford et al., 2014)	Jackson dome (Oosterkamp and Ramsen, 2008)	Sleipner (Visser et al., 2008; Boot-Handford et al., 2014)	Snohvit (Oosterkamp and Ramsen, 2008; Malgal and Tappel, 2004; Boot-Handford et al., 2014)
Location Operator	USA Kinder Morgan	USA Kinder Morgan	USA BP	USA BP	USA Kinder Morgan	USA and Canada Dakota gasification company	USA Denbury Resources	Norway Statoil	Norway Statoil
Length (km)	352	278	772	350	803	328	295	153	160
Capacity (Mt/year)	4.4	20	9.2	7.3	19.3	5	Not specified	0.7	1
Source	Anthropogenic - gasification plant	Natural	Natural	Natural	Natural	Anthropogenic - gasification plant	Natural	Separation from natural gas	Separation from natural gas
CO ₂ (vol.%)	85-98	98.5	96.8-97.4	99.7	95	96	98.7-99.4	93-96	Not specified
CH ₄ (vol.%)	2-15 (C ₂ H ₄)	0.2	1.7	-	1-5	0.7	0.3	0.5-2.0 total hydrocarbons	Not specified
N ₂ (vol.%)	<0.5	1.3	0.6-0.9	0.3	4	<300 ppm	0.3	3-5 non-condensable	Not specified
H ₂ S	<260 ppm	<26 ppm	-	-	20 ppm	9000 ppm	-	150 ppm	Not specified
C ₂ (vol.%)	-	-	0.3-0.6	-	Trace	2.3	-	0.5-2.0 total hydrocarbons	Not specified
CO (vol.%)	-	-	-	-	-	0.1	-	-	Not specified
O ₂	-	<14 ppm	-	-	-	<70 ppm	-	-	Not specified
NO _x	Not specified	-	-	-	-	Not specified	-	-	Not specified
SO ₂	Not specified	-	-	-	-	Not specified	-	-	Not specified
H ₂ (vol.%)	-	-	-	-	-	Trace	-	3-5 non-condensable	Not specified
Ar (vol.%)	-	-	-	-	-	-	-	3-5 non-condensable	Not specified
Water content	122 ppm	630 ppm	315 ppm	Not specified	630 ppm	20 ppm	418 ppm	Water-saturated (corrosion resistant alloy pipeline)	50 ppm

表 4-12 石炭焼き火力発電所の排気ガス中に含まれる不純物組成の例⁴³

	Contaminants				
	SO ₂	SO ₃	NO ₂	HCl	Hg ²⁺
No contaminant control	0.6-4.4 wt.%	42-579 ppm	24-111 ppm	36-835 ppm	23-261 ppm
SO ₂ control by a wet FGD scrubber	337-2403 ppm	21-302 ppm	18-87 ppm	2-44 ppm	2-27 ppm
NO _x control by LNB/SCR	0.6-4.4 wt.%	42-579 ppm	10-44 ppm	36-835 ppm	23-261 ppm
NO _x control by LNB/SCR plus SO ₂ control by a wet FGD scrubber	337-2403 ppm	21-302 ppm	7-35 ppm	2-44 ppm	2-27 ppm
NO _x control by LNB/SCR plus SO ₂ control by a wet FGD scrubber, and also assuming MEAS-based CO ₂ control unit is used to trap CO ₂	34-135 ppm	<(21-302) ppm	<(7-35) ppm	<(2-44) ppm	<(2-27) ppb

Note: FGD= flue gas desulphurisation, LNB= low NO_x burner, and SCR= selective catalytic reduction.

表 4-13 欧州の DYNAMIC プロジェクトと Alstom の CO2 輸送における不純物管理の例⁴⁴

Component	DYNAMIC CO ₂ quality recommendations (adapted from Visser et al. (2008))		Alstom CO ₂ quality tolerances (adapted from Dugstad et al. (2011a))		
	Concentration limit	Reason for limit	Low limit	High limit	Reason for limit
CO ₂	>95.5 vol.%	Balanced with other compounds in CO ₂	>90 vol.% (storage)	>95 vol.% (EOR)	Low - storage requirement High - EOR requirement
N ₂ /Ar/ H ₂	<4 vol.%	As proposed in ENCAP	<4 vol.%	-	EOR requirement
O ₂	Aquifer <4 vol.%, EOR 100-1000 ppm	Technical: range for EOR due to lack of practical experiments on effect of O ₂ underground	<10 ppm	<1000 ppm	Unclear
CH ₄	Aquifer <4 vol.%, EOR <2 vol.%, 500 ppm	As proposed in ENCAP	<4%	<4%	EOR requirement
H ₂ O	-	Technical: below solubility limit of H ₂ O in CO ₂ . No significant cross effect of H ₂ O and H ₂ S, cross effect of H ₂ O and CH ₄ is significant but within limits for water solubility	<10 ppm	<600 ppm	Corrosion prevention requirement
H ₂ S	200 ppm	Health and safety	<10 ppm	<15,000 ppm	Low - health and safety High - EOR requirement
CO	2000 ppm	Health and safety	<100 ppm	<40,000 ppm	Low - health and safety High - EOR requirement
SO _x	100 ppm	Health and safety	<100 ppm	<1500 ppm	Low - health and safety High - EOR requirement
NO _x	100 ppm	Health and safety	<100 ppm	<1500 ppm	Low - health and safety High - unclear

※表中 DYNAMIC とあるのは DYNAMIC の誤記

⁴² Influence of SO₂ on tolerable water content to avoid corrosion, Yong Hua et al, International Journal of Greenhouse Gas Control 37 (2015),412-423.

⁴³ Influence of SO₂ on tolerable water content to avoid corrosion, Yong Hua et al, International Journal of Greenhouse Gas Control 37 (2015),412-423.

⁴⁴ Influence of SO₂ on tolerable water content to avoid corrosion, Yong Hua et al, International Journal of Greenhouse Gas Control 37 (2015),412-423.

4.3.1.4 水分の影響

超臨界あるいはそれに近い状態における CO₂ 腐食に及ぼす水分の影響については、いくつかの調査がなされている。

Chong Sun 等は、超臨界状態の CO₂ による炭素鋼の腐食における水含有量の限界値を過去の論文等から抽出し、とりまとめている。それを表 4-14 に示す。環境条件により、水分が 488~2120 体積 ppm 以下であれば、腐食の程度は許容範囲内と報告されている。また Chong Sun 等は、50°C、10MPa (100 bar) の CO₂ に、不純物として 200ppm O₂-200ppm H₂S-200ppm SO₂ を加え、水分を 200ppm から飽和濃度の 4333ppm まで変化させて、X65 の超臨界状態下での腐食速度を調査した(濃度の単位は、全て体積 ppm)。試験条件を表 4-15 に、試験結果を図 4-5 に示す。

図 4-5 に示すように、水分濃度 1500ppm までは、腐食速度は緩やかに増加する。1500ppm を超えると、腐食速度は急激に上昇する。1500ppm での腐食速度は 0.022mm/年、2000ppm では 0.18mm/年、4333ppm では 0.55mm/年である。

NACE RP0775-2005 は、腐食速度によって腐食の程度を順位付けしている。腐食速度 0.025mm/年未満は軽度腐食 (mild corrosion)、0.025-0.12mm/年は中程度腐食 (moderate corrosion)、0.13-0.25mm/年は高度腐食 (high corrosion)、0.25mm/年超えは重度腐食 (severe corrosion) である。この区分に従うと、水分 1500ppm 以下は軽度腐食、2000ppm は高度腐食、4333ppm は重度腐食に分類される。

この実験から、軽度腐食 (腐食速度 0.025mm/年未満) を許容範囲とすれば、200ppm O₂-200ppm H₂S-200ppm SO₂ が共存する臨界状態 CO₂ 下での水分濃度の上限は 1500ppm と判断される。

表 4-14 検討スコープ文献に報告された水分含有量の限界値⁴⁵

Steel	Temperature (°C)	CO ₂ (MPa)	Impurity constituent	H ₂ O _{max} *
Carbon steel	40	8	-	1000 ppm
X65	25, 35	4, 8	-	60% RH
X65	50	8	-	1600 ppmv
X65	25	10	-	1222 ppmv
X65	25	10	344 ppmv SO ₂	488 ppmv
X65	35	8	20 ppmv O ₂ , 50 ppmv SO ₂	2120 ppmv
X65	35	8	20 ppmv O ₂ , 100 ppmv SO ₂	1850 ppmv
X70	50	10	0.01 MPa O ₂ , 0.2 MPa SO ₂	50-60% RH

* ppmv is volume ppm and ppm is mass ppm, where 1 ppm H₂O = 2.44 ppmv H₂O [11]; RH refers to the relative humidity.

⁴⁵ Chong Sun et al, Corrosion Science 137 (2018) 151-162.

表 4-15 試験条件 (超臨界) ⁴⁵

Temperature (°C)	Test time (h)	CO ₂ (MPa)	O ₂ (ppmv)	H ₂ S (ppmv)	SO ₂ (ppmv)	H ₂ O (ppmv)
50	72	10	200	200	200	200 500 1000 1500 2000 4333 ^a

^a 4333 ppmv is the saturated solubility of H₂O in CO₂ at 10 MPa and 50 °C.

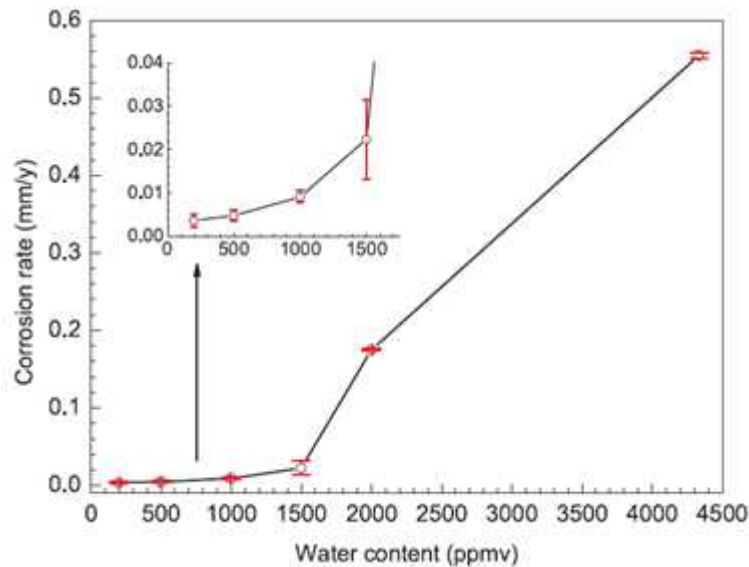


図 4-5 水分含有量による腐食速度の変化 ⁴⁵

Yong Hua 等は、X65 を用いて、CO₂ による腐食速度に及ぼす水分濃度と SO_x 濃度の影響を調査した。試験装置の模式図を図 4-6 に示す。温度、圧力、水分、SO_x の試験条件を表 4-16 に示す。

全面腐食の速度を水分濃度に対してプロットした結果を図 4-7 に示す。水分が 1770ppm を超えると、全面腐食の腐食速度は急激に増す。SO₂ の存在は腐食を加速させる。しかし、腐食速度が急速に増す水分 1770 ppm までは、SO₂ による腐食の促進効果は小さい。SO₂ の影響は、水分が 1770 ppm を超えると顕著になる。

試験片には、全面腐食のほかに孔食も観察された。その結果を図 4-8 に示す。孔食の腐食速度は全面腐食の速度より速い。700ppm の水分の存在で、孔食速度は 0.1mm/年を超える。

水分濃度と SO₂ 濃度の腐食速度に及ぼす影響を 3 次元的に整理したのが図 4-9 である。(全面腐食と孔食に分けて表示している。) 水分の増加、SO₂ の増加、ともに腐食速度を高めるが、SO₂ よりも水分の影響が大きい。

腐食速度を加速させる閾値が存在する。0.1mm/年以下の腐食速度を許容し、それ以上の速度となる濃度を閾値と定義すると、全面腐食および孔食の閾値は図 4-10 のようになる。全面腐食の水分濃度の閾値は、SO₂ 濃度によって変化する。0 ppm SO₂ の場合は 3400 ppm、100 ppm SO₂ の場合は 1850 ppm が水分の閾値である。

孔食は SO₂ 濃度の影響を受けず、500ppm が閾値である。

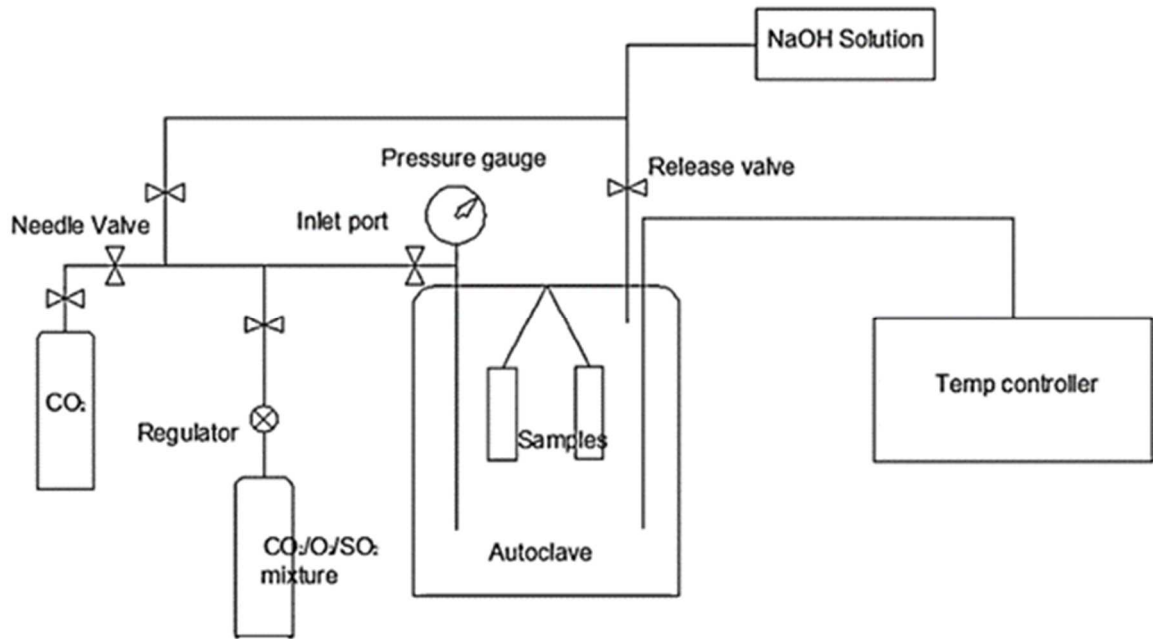


图 4-6 試驗裝置 (模式图) ⁴⁶

表 4-16 試驗条件 ⁴⁶

Water-saturated CO ₂					
Temperature (°C)	Pressure (bar)	H ₂ O (ppm)	SO ₂ (ppm)	O ₂ (ppm)	Immersion time (h)
35	80	Above solubility limit of 3437 ppm through addition of 34,000 ppm water	0, 50, and 100	20 (0 ppm for 0 ppm SO ₂)	48
Under-saturated CO ₂					
35	80	1770 1200 700 300 0	0, 50, and 100	20 (0 ppm for 0 ppm SO ₂)	48

⁴⁶ Yong Hua et al, International Journal of Greenhouse Gas Conctol 37 (2015),412-423.

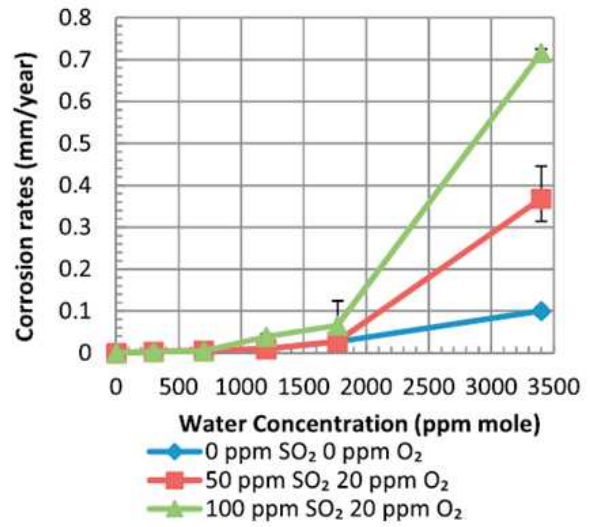
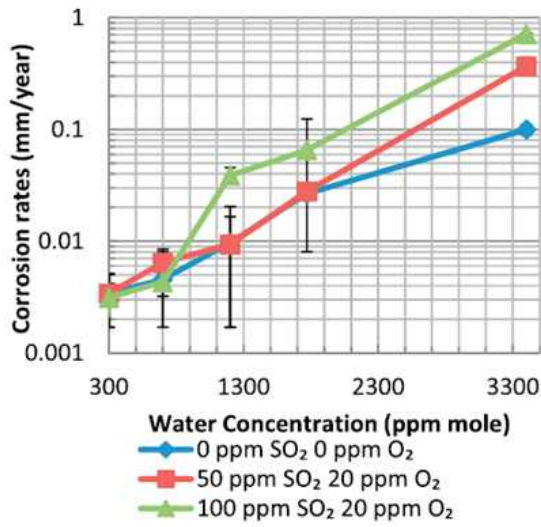


図 4-7 水分濃度と SO_x 濃度による腐食速度(全面腐食)の変化(左：対数軸、右：線形軸)⁴⁶

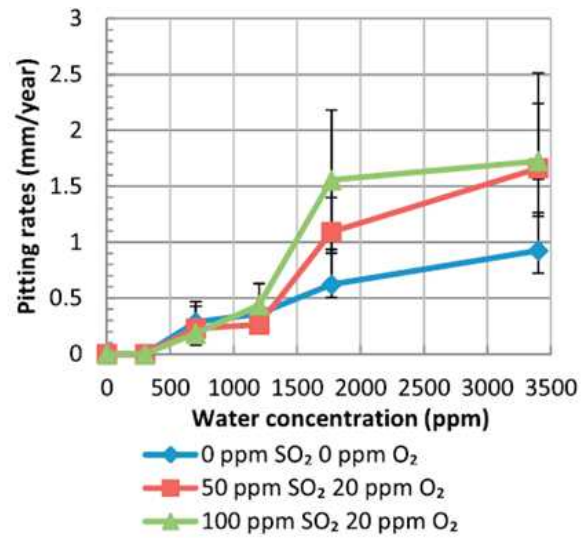
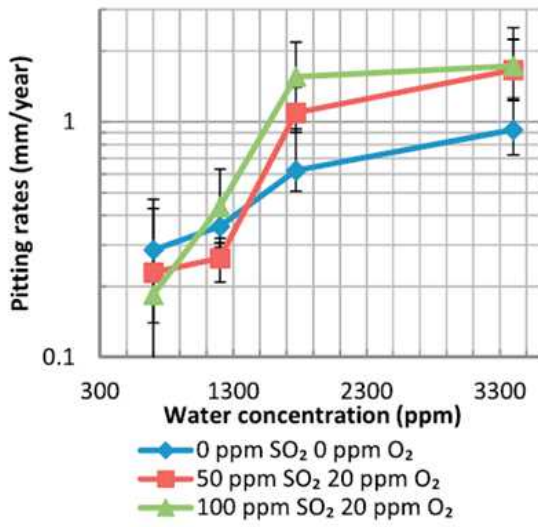
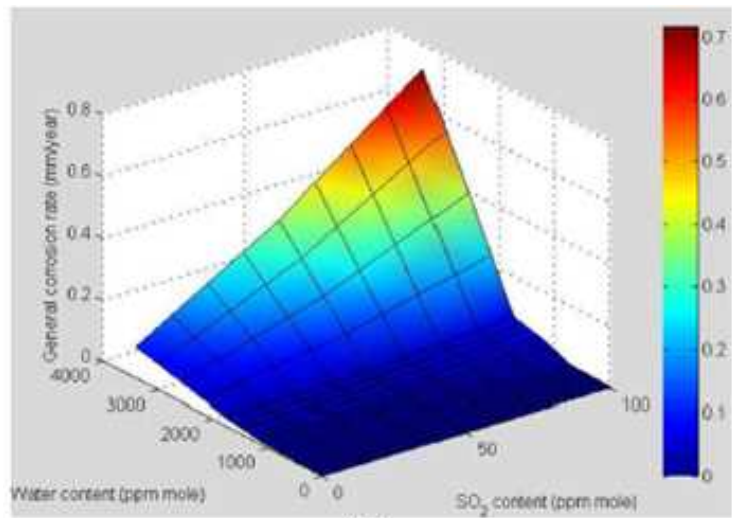
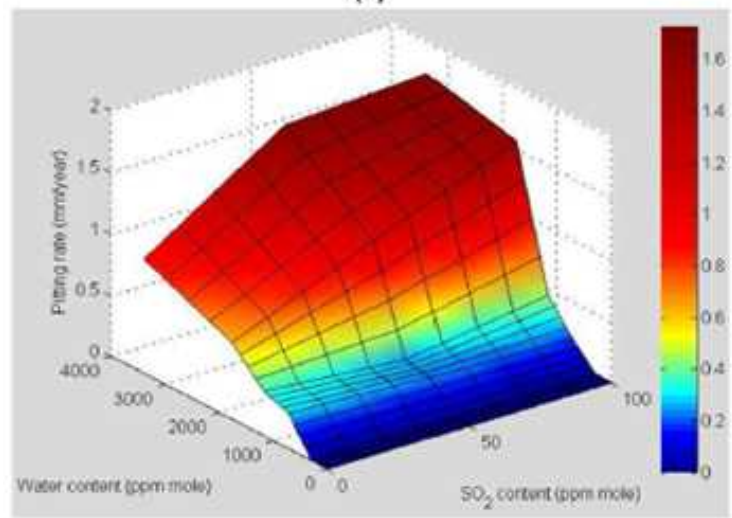


図 4-8 水分濃度と SO_x 濃度による腐食速度(孔食)の変化(左：対数軸、右：線形軸)⁴⁶



(a)



(b)

図 4-9 水分濃度と SO_x 濃度の腐食速度に及ぼす影響 (a) 全面腐食 (b) 孔食⁴⁶

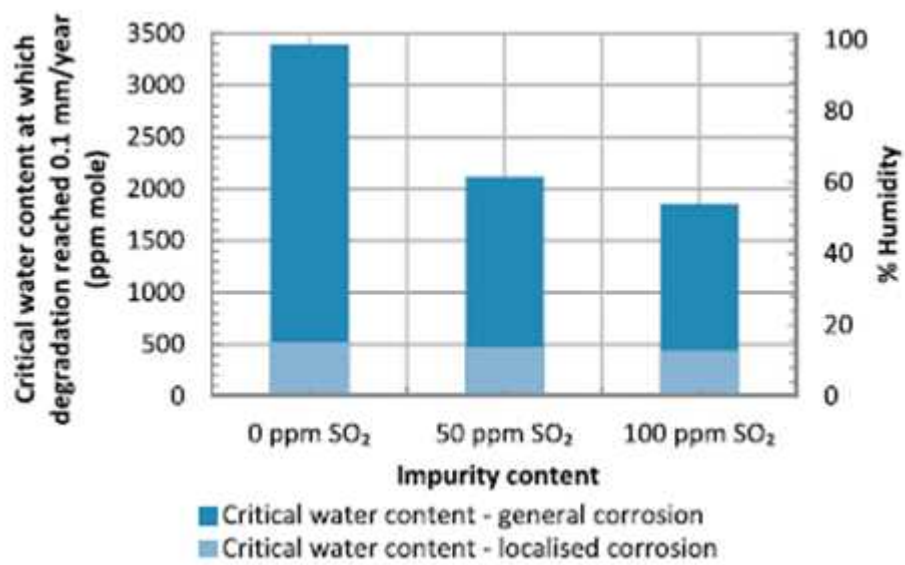


図 4-10 全面腐食と孔食の水分濃度閾値⁴⁶

S. Sim 等は、炭素鋼 (0.16C-0.5Si-0.8Mn-<0.01P-<0.01S) を用いて、超臨界 CO₂ 中での腐食量に及ぼす水分量の影響を調査している。図 4-11 のような試験装置を用い、圧力 8 MPa (80 bar)、40 °C の超臨界状態で、H₂O を 100~50000 体積 ppm の範囲で変化させて腐食速度を測定した (表 4-17)。なお、図 4-11 試験装置 (模式図) の中で、水の位置は CO₂ 装入前の状態を示している。CO₂ を充填し超臨界状態になると、水は試験槽内に分散する。

試験結果を図 4-12 に示す (図中、青字は換算した腐食速度)。水分濃度が増すほど、腐食量が増える。特に、水分が 1000 体積 ppm を超えると腐食速度が増す。

全面腐食速度は、Yong Hua 等の実験例⁴⁶よりもやや速くなっている。

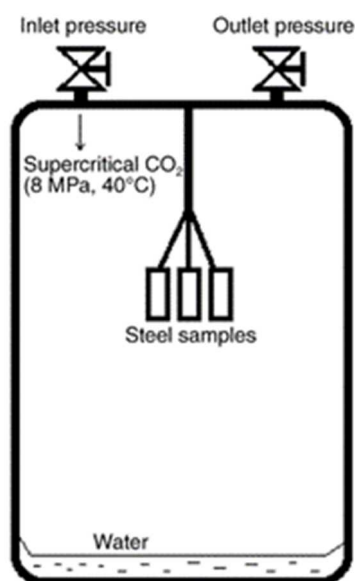
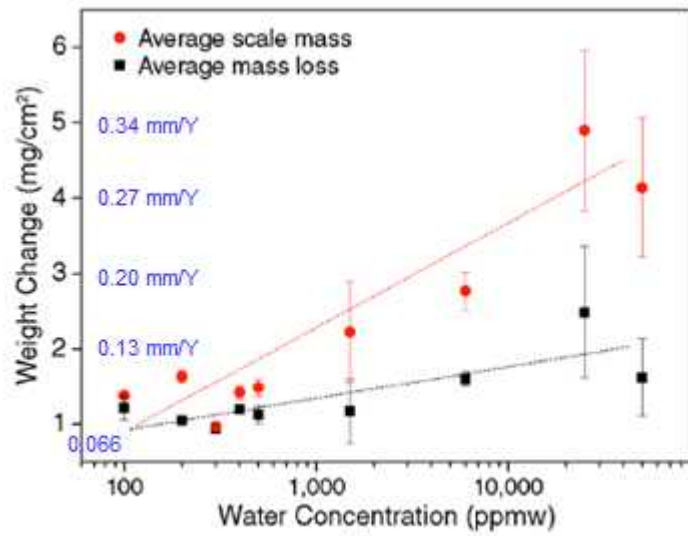


図 4-11 試験装置 (模式図)⁴⁷

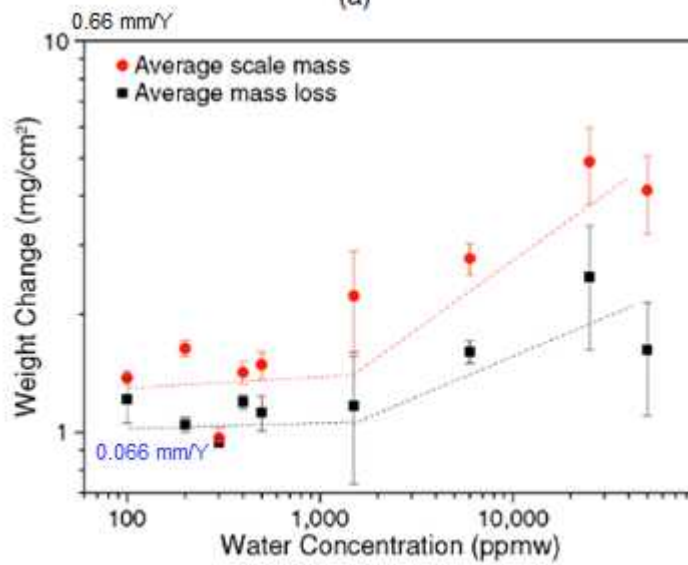
表 4-17 試験条件⁴⁷

P (MPa)	T (°C)	H ₂ O (ppmw)
8	40	100
8	40	200
8	40	300
8	40	400
8	40	500
8	40	1,500
8	40	6,000
8	40	25,000
8	40	50,000

⁴⁷ S. Sim et al, Corrosion 70 (2014), 185-195.



(a)



(b)

図 4-12 腐食による重量変化に及ぼす水分濃度の影響⁴⁷ (a) 線形軸, (b) 対数軸

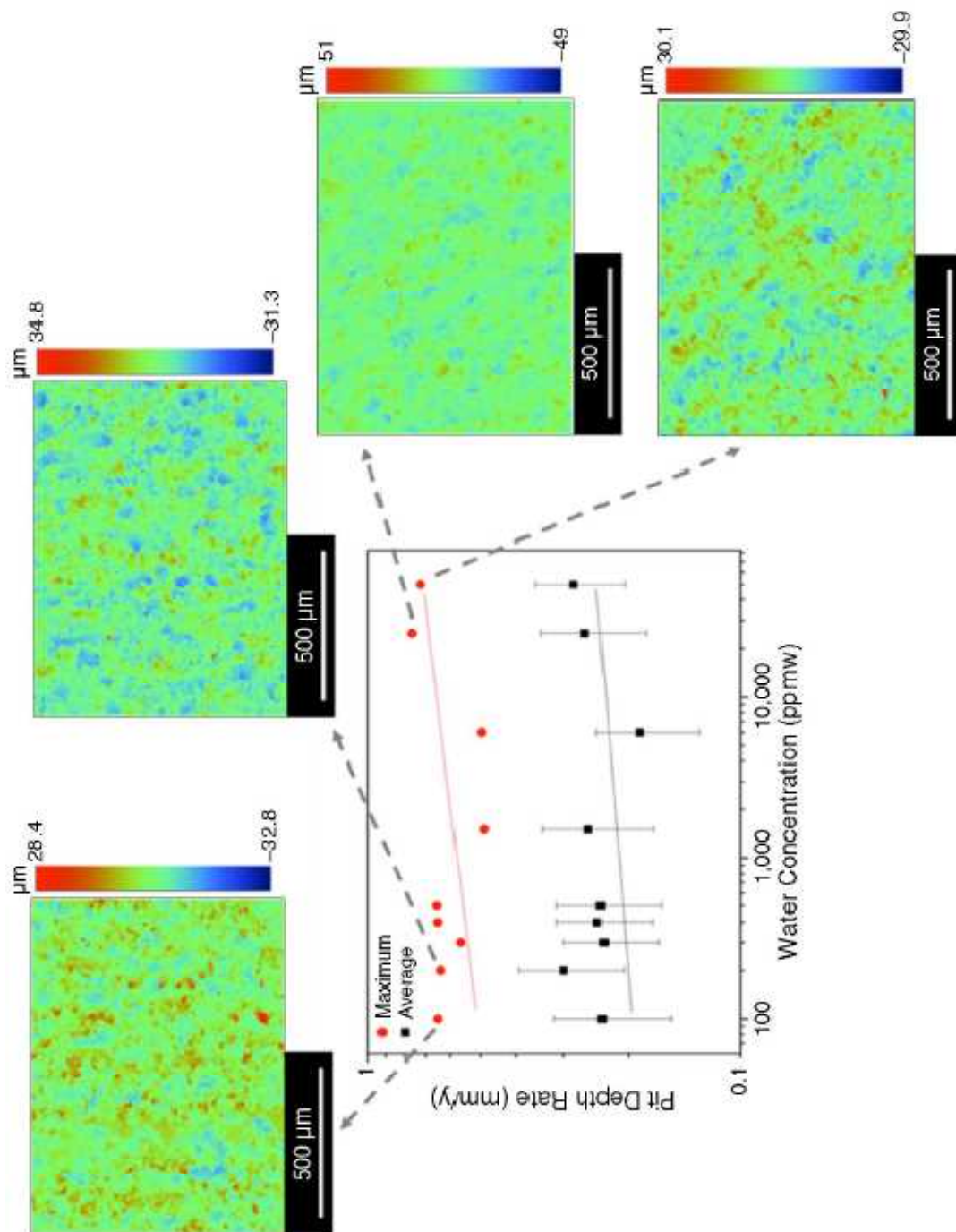


図 4-13 孔食速度に及ぼす水分濃度の影響⁴⁷

この実験では、全面腐食だけでなく、試験片に孔食も観察された。図 4-13 に孔食の成長速度と水分濃度の関係を示す。孔食の成長速度は、図 4-12 に示した全面腐食の速度よりも速い。

1500 ppm 程度までの孔食の成長速度は、文献⁴⁶の例と概ね同等である。文献⁴⁶では、水分が 1300 ppm 以上で 1 mm/年以上に増速するが、図 4-13 では水分が 1500 ppm を超えても、極端な増速は見られない。

Yong Hua は、先の実験とは別の実験で、X65 を用いて表 4-18 の条件で腐食試験を行った⁴⁸。超臨界

⁴⁸ Yong Hua et al, International Journal of Greenhouse Gas Conctol 31 (2014),48-60.

状態（80 bar）の CO₂ 中の水分を、未飽和～飽和まで変化させ、温度を 35°C と 50°C で腐食させた。

試験結果を図 4-14 に示す。温度の影響を見ると、腐食速度は 50°C よりも 35°C の方が高い。35°C での腐食速度は 0.1 mm/年程度である。これは、図 4-10 の閾値の結果と概ね同等である。

50°C で腐食の進行が遅くなるのは、50°C では FeCO₃ が安定的に被膜を形成して炭素鋼表面を覆い、全面腐食を抑制するためである。

腐食速度に及ぼす水分濃度の影響を図 4-15 に示す。水分が未飽和の状態であっても、全面腐食の速度は、50°C よりも 35°C の場合の方が大きい。50°C では水分 1600 ppm までは、全面腐食は起こらないが、35°C では 300 ppm でも全面腐食が起こる。ただし、その速度は 0.003 mm/年程度と小さい。

飽和条件下では、35、50°C とともに、孔食速度は 1 mm/年以上に達する。

表 4-18 試験条件⁴⁹

Temperature (°C)	Pressure (bar)	H ₂ O (ppm)	Immersion time (h)
Water-saturated CO ₂			
50	80	Above solubility limit of 3400 ppm through addition of 34,000 ppm water	14, 24, 48
35	80	Above solubility limit of 3437 ppm through addition of 34,000 ppm water	14, 24, 48
Under-saturated conditions at 50°C			
50	80	2650	48
50	80	1600	48
50	80	700	48
Under-saturated conditions at 35°C			
35	80	2800	48
35	80	1770	48
35	80	700	48
35	80	300	48

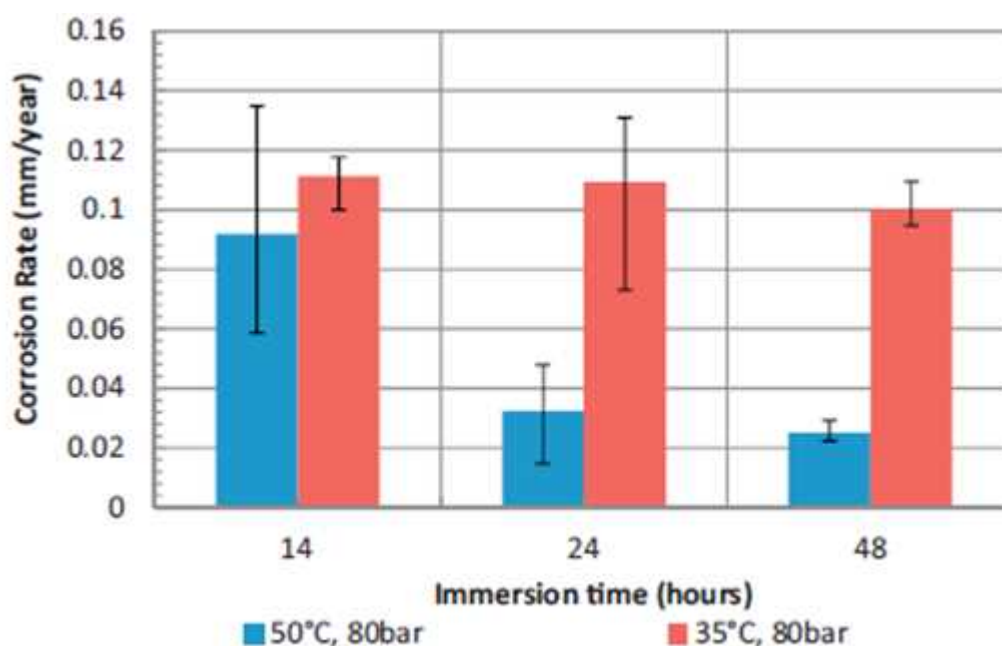


図 4-14 飽和水分条件での腐食速度⁴⁹

⁴⁹ Yong Hua et al, International Journal of Greenhouse Gas Conctol 31 (2014),48-60.

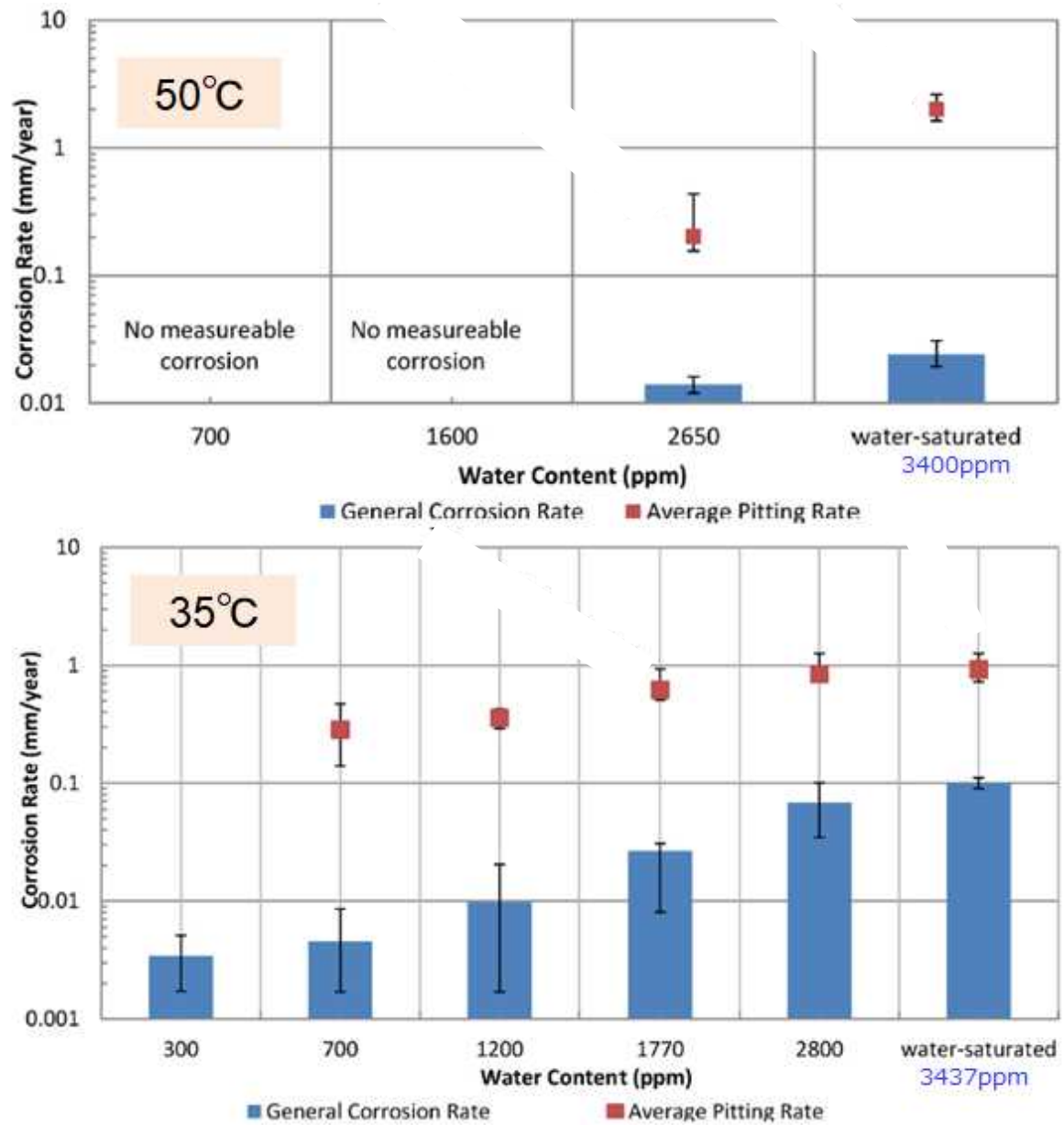


図 4-15 腐食速度に及ぼす水分濃度と温度の影響⁴⁹

表 4-19 腐食試験条件⁵⁰

Sample #	Pressure (bar)	Temp. (°C)	Time (days)	H ₂ O (ppm)	CO ₂ (Phase)
1	1	25	336	1000	Gas
2	50	25	336	1000	Subcritical
3	60	25	336	1000	Subcritical
4	70	25	336	1000	Subcritical
5	95	25	336	1000	Supercritical

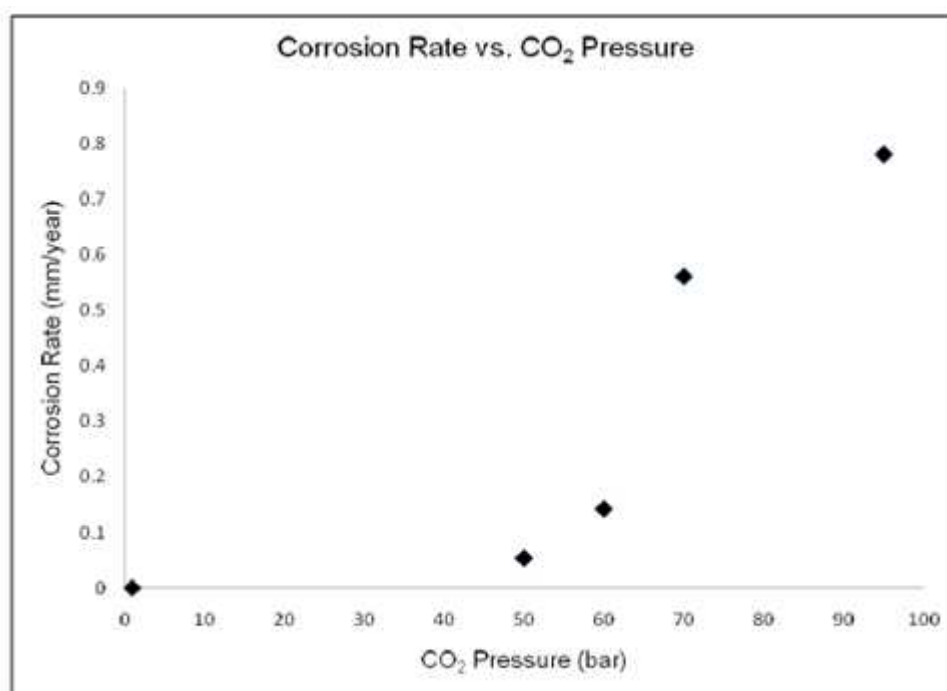


図 4-16 CO₂ 分圧による腐食速度の変化⁵⁰

実用鋼ではないが、0.044C-0.001Si-0.237Mn-0.025P-0.009S (残部 Fe) を供試材として、1000ppm の H₂O の存在下で高圧 CO₂ 中での腐食試験を行った例がある⁵⁰。腐食試験条件を表 4-19 に示す。水分 1000 ppm、温度 25°C で、CO₂ 圧力を 1~95 bar まで変化させて、供試材の腐食速度を調査している。試験環境として、CO₂ は気体~準臨界~超臨界状態にある。

試験結果を図 4-16 に示す。1 bar CO₂ の場合は、腐食は進まなかった。気液共存 (準臨界) の 50 bar では、0.0533 mm/年、70 bar 0.56 mm/年と上がり、95 bar (超臨界) では 0.78 mm/年まで加速する。

図 4-16 の結果を、図 4-5 と比較すると、大きな差が認められる。図 4-16 では超臨界状態の 25°C、95 bar、1000 ppm H₂O での腐食速度が 0.78 mm/年であるのに対して、図 4-5 では、50°C、100 bar、

⁵⁰ MGR Mahlobo et al, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 272 (2017) 012032

1500 ppm H₂O での腐食速度は 0.022mm/年に収まっている。また、図 4-7 では、35°C、80 bar、1770 ppmH₂O での腐食速度は 0.03 mm/年程度である。図 4-12 や図 4-15 の類似試験条件でも、同様に 0.05 mm/年未満の腐食速度が得られている。類似試験条件であっても図 4-16 だけが特に高い腐食速度を示している。この差異の原因は明らかではない。

4.3.1.5 不純物の影響

(1) 酸素

文献⁵¹は、温度を 10~50°Cに変化させ、圧力 100 bar、50 体積%の水分を含む CO₂ 濃縮相内での X65 の腐食速度を調査した。不純物として、酸素 (O₂) を 200 ppm 含む場合と含まない場合の差も調査している (表 4-20)。

CO₂ の流れのない静的環境下で温度の影響を見たのが図 4-17 である。温度の上昇とともに腐食速度は上昇する。また、O₂ が 200 ppm 含まれると、腐食速度は 50~120%増加している。

CO₂ 流速を変化させた結果が図 4-18 である。流速の増加に伴って腐食速度は増加する。とくに 50°Cの場合で顕著である。13°Cでは厚さ 3µm 程度の薄い被膜が生成するのみであるが、50°Cでは 10~30µm の被膜が生成する。流速が速くなると、流れによって被膜が削られ高流速ほど被膜厚さは小さくなる。この被膜に防食効果は期待できない。

表 4-20 試験条件と結果⁵¹

Exp. No:	IFE-1a	IFE-1c	IFE-1d	IFE-1e	IFE-2a	IFE-2b	IFE-2c	IFE-1b
Temp, °C	10	20	50	50	10	20	50	20
Pressure, bar	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
O ₂ , ppm	0	0	0	0	200	100	200	0
H ₂ O, vol%	50	50	50	50	50	50	50	50
Exposure, days	13	14	14	14	13	14	18	3
Volume/surface ratio, cm ³ /cm ²	16	16	16	16	100	16	100	16
Fe ²⁺ (end), ppm	748	900	300	90	320	500	310	490
Estimated start pH	3.0-3.2	3.0-3.2	3.0-3.2	3.0-3.2	3.0-3.2	3.0-3.2	3.0-3.2	3.0-3.2
Estimated final pH	~4.7	~4.8	~4.3	~3.8	~4.3	~4.5	~4.3	~4.5
Type of attack	Uniform						Localized	Uniform
Average corrosion rate, mm/y	0.5	0.8	0.5	2.7	1.2	1.3	0.6	1.1
Pitting rate, mm/y	-	-	-	-	-	-	17	-
Film thickness, µm	2.3	3	38.7	3	0.5	3.3	107.6	1.6

⁵¹ Arne Dugstad et al, Energy Procedia 4 (2011), 3063-3070.

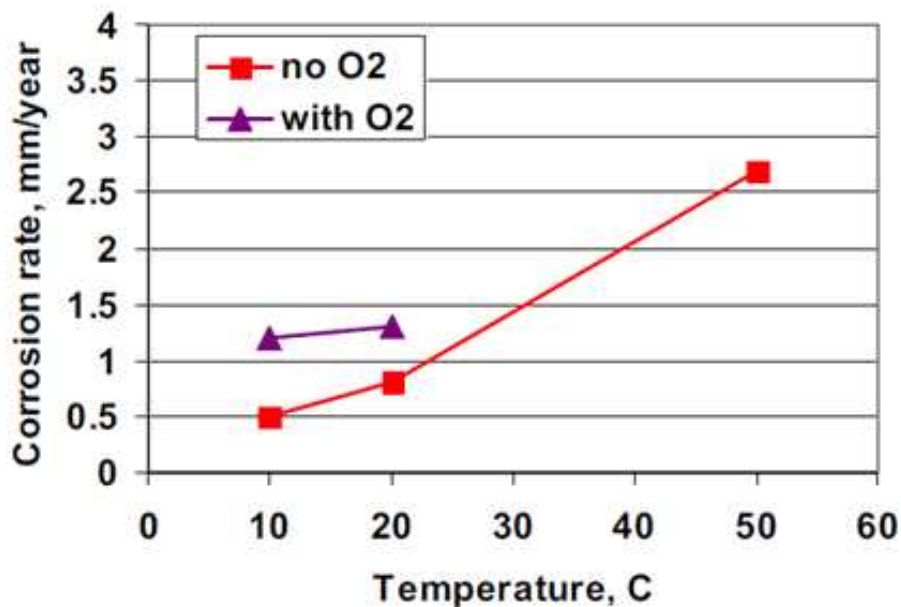


図 4-17 腐食速度に及ぼす温度と O2 濃度の影響⁵¹

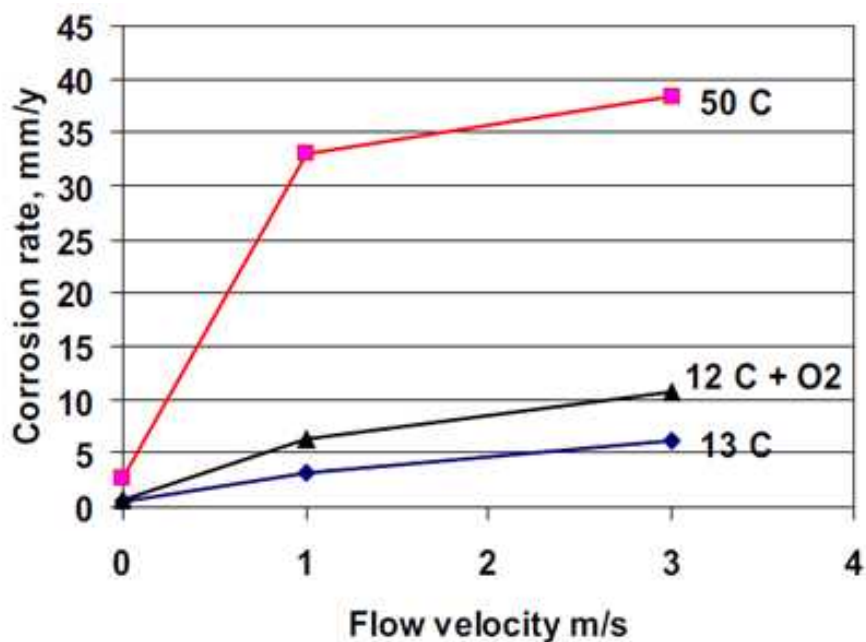


図 4-18 腐食速度に及ぼす温度と CO2 流速の影響⁵¹

(2) SO₂・NO₂

文献⁵²は、超臨界 CO₂ 環境を模擬して、CO₂ 圧力 10MPa (100 bar)、温度 40°Cにおける X70 の応力腐食割れ感受性を図 4-19 に示す超低速引張試験により調査している。腐食環境として、飽和濃度の水分を加え、不純物として SO₂ および O₂ を添加した。初期の引張ひずみ速度は 1x10⁻⁶/s である。応力腐食割れ感受性 I_c (%)は、大気中での破断伸び L₀ と腐食環境中での破断伸び L_t から、以下の式で求められる。

$$I_c = (1 - L_t / L_0) \times 100 (\%)$$

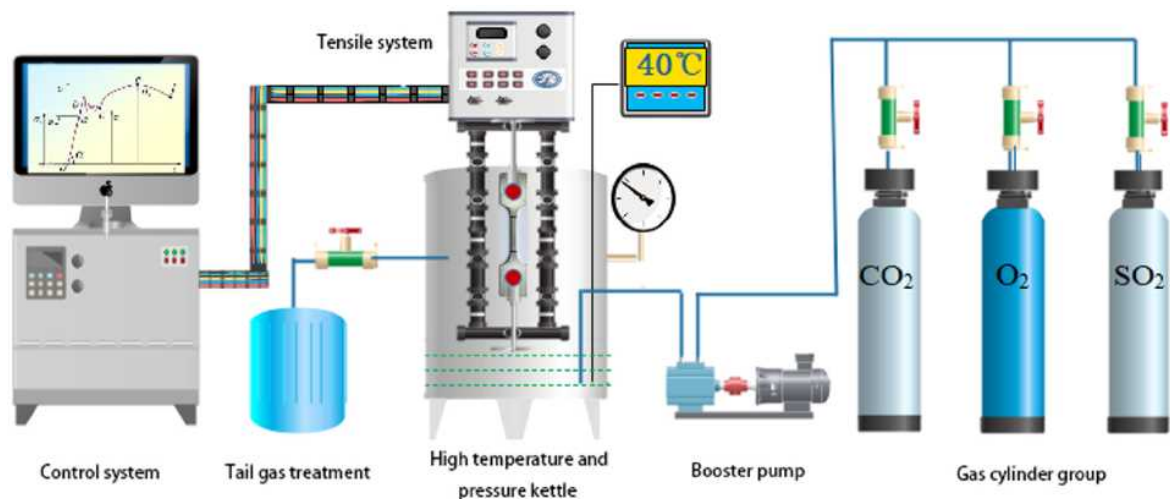


図 4-19 超臨界 CO₂ 環境中での超低速引張試験装置 (模式図) ⁵²

SO₂ 濃度を変化させた場合 (O₂ 無添加) と SO₂ および O₂ 濃度を変化させた場合の応力-伸び曲線を図 4-20 に示す。SO₂ 濃度の増加、SO₂+O₂ 濃度の増加によって、超低速引張試験の伸びは低下する。

酸素の影響は、図 4-20 (b)の 200 ppm O₂ (青) と 1500 ppm O₂ (ピンク) (SO₂ はどちらも 200 ppm) を比較することで分かる。酸素の高い方が破断伸びが小さくなっており、応力腐食割れ感受性を高めることが分かる。

SO₂ 濃度を変化させた場合の応力腐食割れ感受性 I_c の変化を図 4-21 に示す。SO₂ が増加すると、応力腐食割れへの感受性は高くなる。

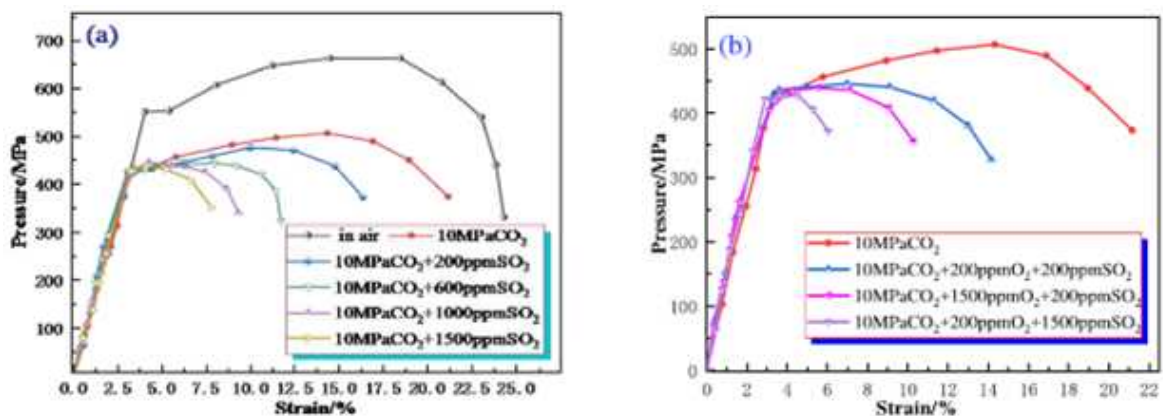


図 4-20 不純物を含む CO₂ 環境下での低速度引張時の応力-伸び曲線 ⁵²

(a) CO₂-SO₂、(b) CO₂-O₂-SO₂

⁵² Wenhe Wang et al., Energy Reports, Volume 9, December 2023, Pages 266-276

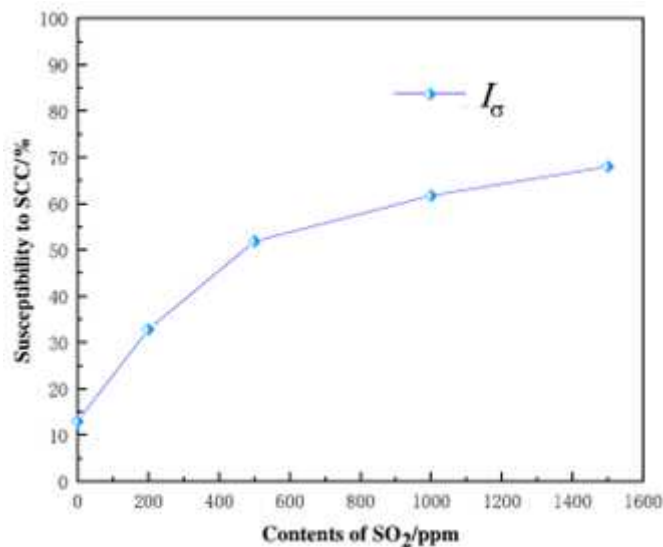


図 4-21 CO₂ 腐食機構 SO₂ 濃度の応力腐食割れ感受性への影響⁵²

このように、不純物として SO₂ や O₂ が増加すると、応力腐食割れ感受性が高くなる。

応力腐食割れの機構は、腐食反応で生成した水素による水素誘起割れとされる。

超臨界 CO₂ をパイプラインで輸送する場合、SO₂、O₂ が不純物として含まれると、応力腐食が発生する可能性がある。

文献⁵³は、回転式の小型オートクレーブを用いて、超臨界 CO₂（温度 25°C、圧力 100 bar）の流れの中での腐食状況を調査した。平均流速は 0.2m/秒、最大流速は約 1m/秒である。供試材は X65 であり、水分、SO₂、NO₂ 濃度を変化させて、表 4-21 の条件で試験を行った。

1222 ppm までの水分だけで、不純物 SO₂ と NO₂ を含まない場合、腐食は起こらなかった。

不純物 SO₂ と NO₂ が含まれる場合の腐食速度を図 4-22 に示す。水分を 1222 ppm 含み、NO₂ が 191 ppm から 478 ppm に増すと、腐食速度は増加している。NO₂ は腐食を促進する。

表 4-21 試験条件と結果（腐食状態と速度）⁵³

Exp. No:	Temp °C	Pressure bar	H ₂ O ppmv	SO ₂ ppmv	NO ₂ ppmv	Exposure days	Rotation r/min	Type of attack	Corr.rate mm/y
W1	25	~100	488			14	3	-	No
W2	25	~100	1222			14	3	-	No
SW1	25	~100	488	100		14	3	Spots	<0.005
SW2	25	~100	488	344		14	3	Spots	<0.005
SW3	25	~100	1220	344		14	3	Spots	0.02
NW1	25	~100	1220		478	10	3	Uniform	1.6
NW2	25	~100	1220		191	10	3	Uniform	0.67
NW3	25	~100	488		191	20	3	Uniform	0.06
NW4	25	~100	488		96	3	3	Uniform	0.17
NSW 1	25	~100	488	138	191	7	3	Uniform	0.017

⁵³ Arne Dugstad et al , Energy Procedia 37 (2013), 2877-2887.

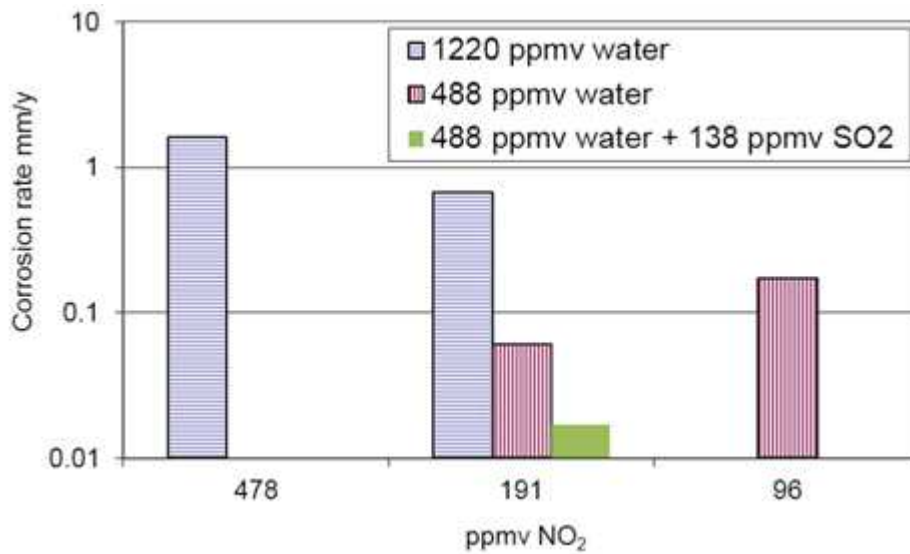


図 4-22 CO₂ 腐食機構腐食速度に及ぼす水分、NO₂、SO₂ 濃度の影響⁵³

ところが、水分が 488 ppm で、NO₂ が 96 ppm から 191 ppm に増した場合は、191 ppm の方が腐食速度が遅くなっている。また、水分 488 ppm、NO₂ 191 ppm に SO₂ 138 ppm が加わった場合は、さらに腐食速度が低下している。これは、試験片寸法に対して、オートクレーブの寸法が小さく、添加した不純物が腐食反応で消費された後は腐食が進まなくなり、NO₂ 191 ppm で腐食速度が低下した可能性が考えられる。

腐食した試験片の表面状態を図 4-23 に示す。不純物が SO₂ の場合、腐食は斑点状であるのに対して、NO₂ の場合は全面腐食となっている。

文献⁵⁴は、高濃度の SO₂ を含む場合の腐食速度を調査している。腐食環境は 25°C、60bar の準臨界状態で、SO₂ 濃度を 0~5% の範囲で変化させて炭素鋼の腐食速度を調査した。炭素鋼の成分は、0.044 C-0.01 Si -0.237 Mn-0.025 P-0.009 S-0.001 Mo-0.0007 V-0.0001 Nb -0.001 Ti-0.01 Cr-0.005 Ni -0.01 Cu-0.035 Al -0.0002 B -0.0038 N である。純鉄に近く、鋼管に用いる実用鋼ではない。

試験結果を図 4-24 に示す。SO₂ が 0.5% 入ると、腐食速度は 2mm/年まで増加する。この時、孔食も発生している。腐食による生成物は、FeSO₃ である。

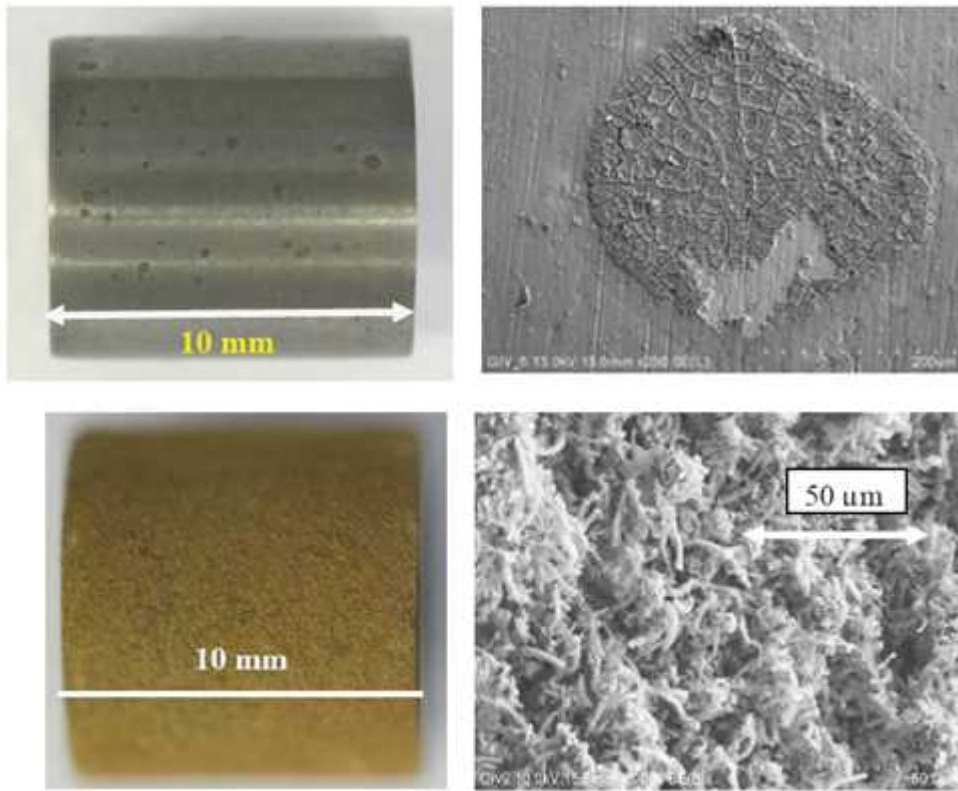


図 4-23 不純物による腐食形態の相違⁵³
 (上)H₂O 1220 ppm+SO₂ 344 ppm (下) H₂O 1220 ppm+NO₂ 478 ppm

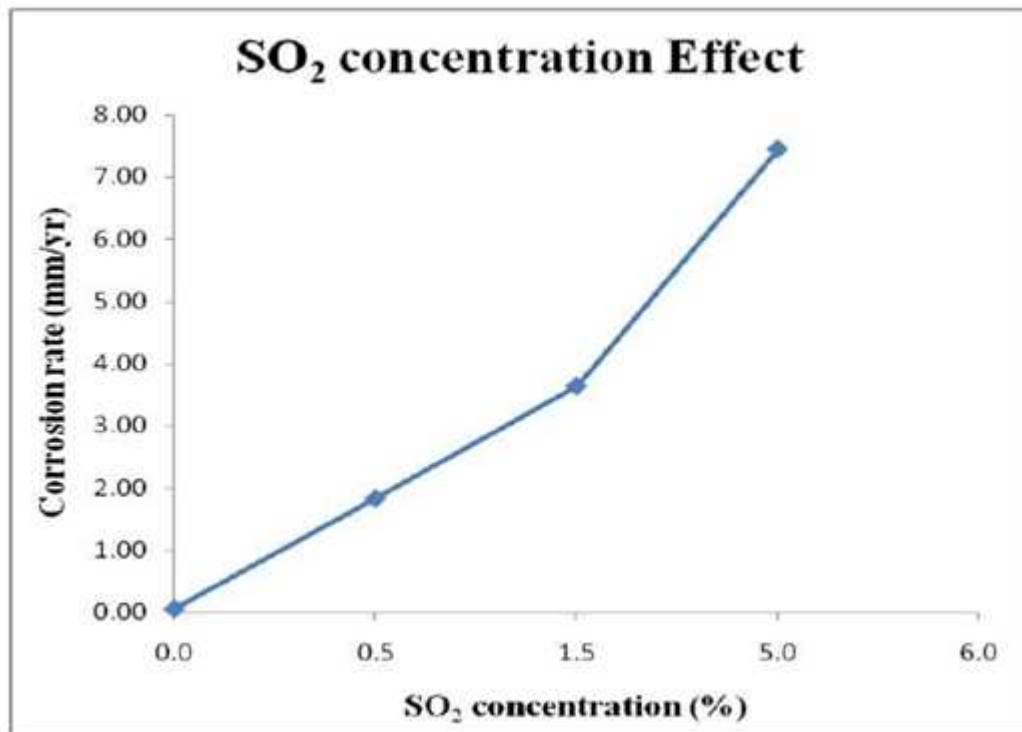


図 4-24 SO₂ 濃度による腐食速度の変化⁵⁴

⁵⁴ MGR Mahlobo et al, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 272 (2017) 012031

(3) H₂S

文献⁵⁵は、炭素鋼 UNS K03014(0.065C-0.25Si-1.54Mn-0.013P-0.001S)の、1 wt% NaCl 水溶液-CO₂ (120 bar、80°Cまたは 80 bar、25°C)-0~200ppm H₂S の環境での腐食速度を調査している (表 4-22)。また、表 4-23 に示す 2 種類のインヒビター (CI1、CI2) の効果も併せて調査した。試験環境に 1 wt% NaCl 水溶液が含まれていることに注意が必要である。

図 4-25 に示すように、12MPa CO₂、80°Cの環境では、試験開始直後は 100mm/年に達する腐食速度が観測されたが、20 時間を超えると腐食速度は低下してくる。これは表面に FeCO₃ 層が生成して、腐食反応を抑制し始めるためである。

インヒビターを添加した場合の腐食速度を図 4-26 に示す。インヒビターを添加することで腐食は大きく抑制される。しかし、200ppm では量的に不十分で、次第に腐食速度は増加する。400ppm までインヒビターを増加すると、効果が保たれ、腐食速度は 0.1mm/年以下に低下して実用可能範囲に入る。

表 4-22 腐食試験条件⁵⁵

Condition	CO ₂ Pressure (MPa)	H ₂ S (ppm)	Temperature (°C)
CO ₂	12	0	80
	12	100	80
	12	200	80
CO ₂ /H ₂ S	8	100	25
	8	200	80

表 4-23 インヒビターの組成⁵⁵

Product	Description	Active ingredient	Components
CI1	Inhibitor blend	tail oil fatty acid/diethylenetriamine (TOFA/DETA) imidazoline + Sodium thiosulfate	10% CH ₃ COOH
			13% C ₄ H ₉ OCH ₂ CH ₂ OH
			20% TOFA/DETA imidazoline
			6.28% Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O
			Balance water
CI2	Generic inhibitor	tail oil fatty acid/diethylenetriamine (TOFA/DETA) imidazoline	10% CH ₃ COOH
			13% C ₄ H ₉ OCH ₂ CH ₂ OH
			24% TOFA/DETA imidazoline
			Balance water

⁵⁵ Yoon-Seok Choi et al, Corrosion 75 (2019) No.10, 1156-1172.

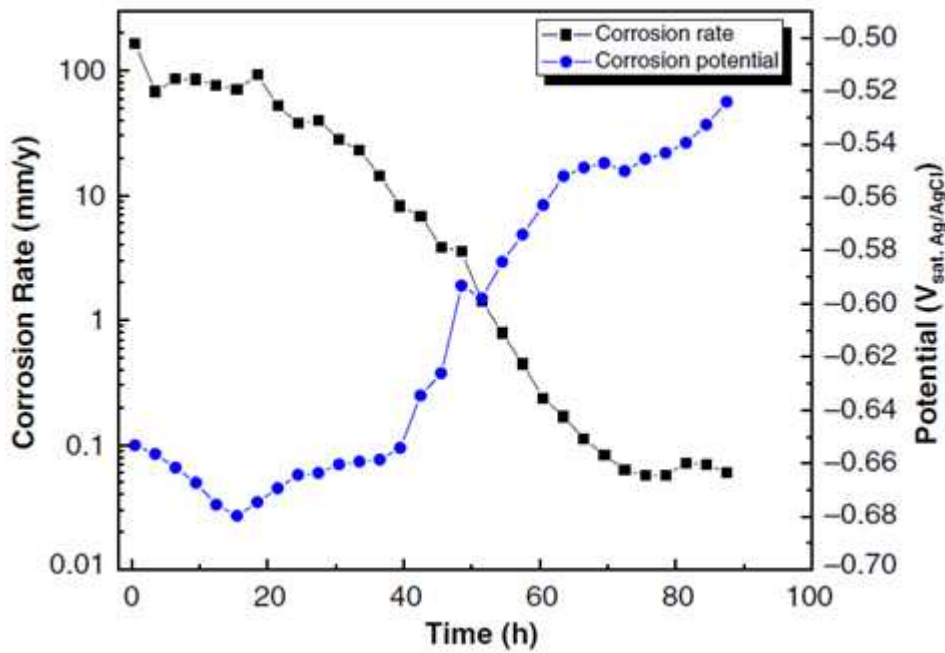


図 4-25 CO₂ 腐食機構腐食速度と腐食電位の変化⁵⁵ (1wt%NaCl aq-12MPa CO₂, 80°C)

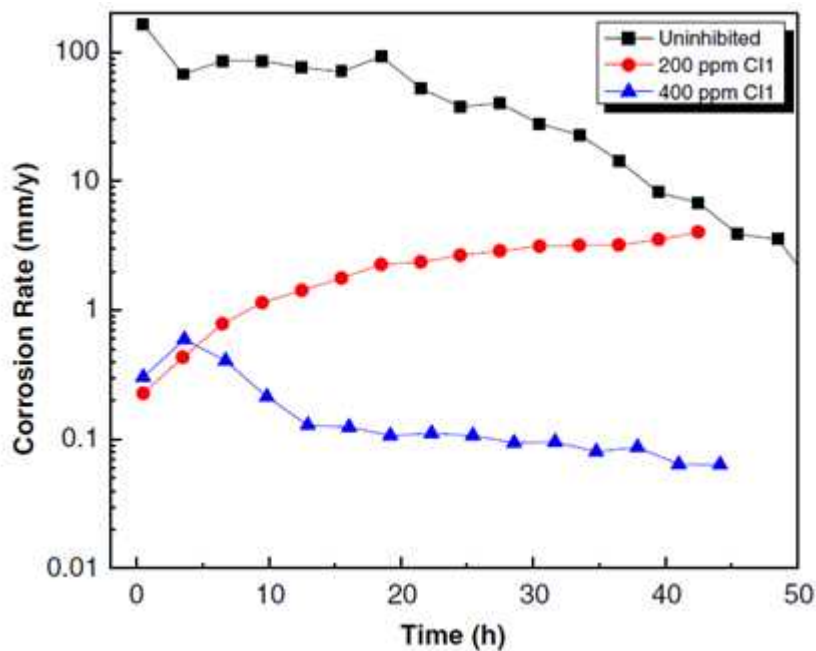


図 4-26 腐食速度に及ぼすインヒビターの効果⁵⁵ (1wt%NaCl aq-12MPa CO₂, 80°C)

不純物として H₂S を添加した場合の試験結果を図 4-27 に示す。H₂S の存在により、腐食速度は低下する。H₂S 濃度の高いほど、腐食速度は小さくなる。

H₂S を添加すると、炭素鋼表面には、FeCO₃ と FeS が生成する。200 ppm まで H₂S を高めると、表面に緻密な層が形成され、腐食速度の抑制につながっている。ただし、H₂S の存在で腐食速度は低下するが、その絶対値は 1.5mm/年程度と高く、実用できる水準に低下するわけではない。

H₂S の存在下で、インヒビターを添加した結果を図 4-28 に示す。インヒビターを添加すると、顕著に腐食が抑制される。特にインヒビター CI₂ を添加した場合、塩分を含む環境であっても、腐食速度は 0.02mm/年程度まで低下している。このように、400 ppm 程度の H₂S であれば、インヒビ

ター添加により腐食を抑制することが可能である。

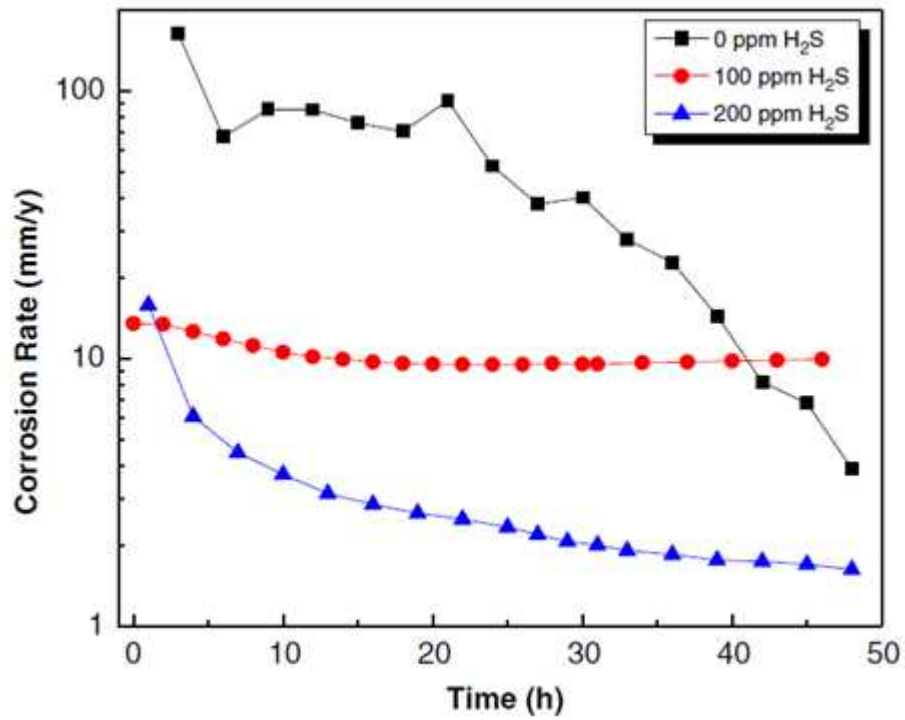


図 4-27 腐食速度に及ぼす H₂S 濃度の影響⁵⁵ (1wt%NaCl aq-12MPa CO₂、80°C)

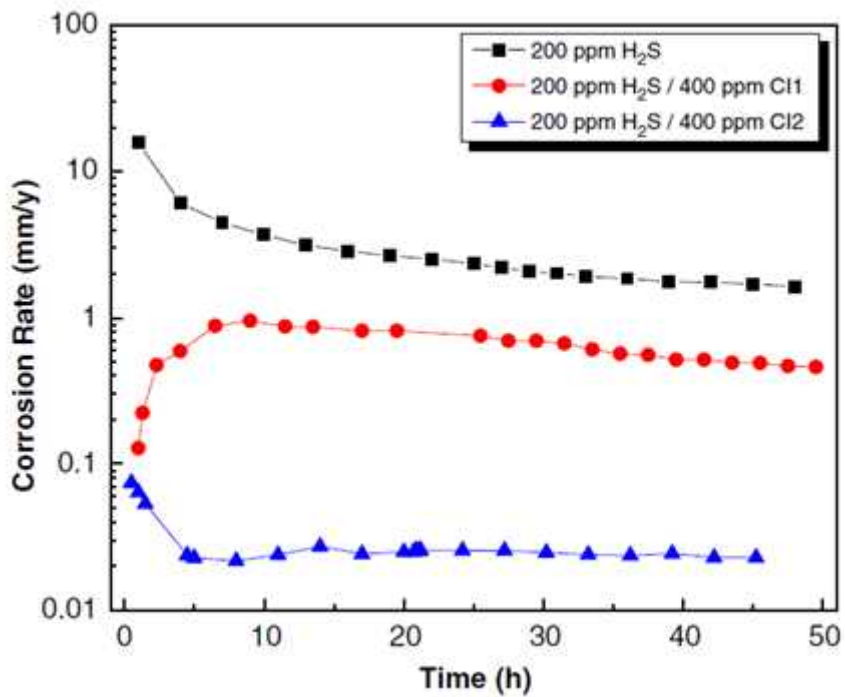


図 4-28 腐食速度に及ぼすインヒビター濃度の影響⁵⁵
(1wt%NaCl aq-12MPa CO₂-200 ppm H₂S、80°C)

4.3.1.6 まとめ

いくつかの報文を見てきたが、準臨界から超臨界状態の CO₂ による炭素鋼の腐食には、CO₂ 中に含まれる水分の影響が大きい。特に水分が 1500 ppm を超えると、腐食が加速度的に進むことが実験で確認されている。NACE の NACE RP0775-2005 に照らしても、水分 1500 ppm 程度までは、腐食は起こるものの全面腐食の速度は 0.02 mm/年程度の軽度腐食の範囲にとどまっているが、水分が 2000 ppm を超えると腐食速度は急速に増大する。腐食形態は、全面腐食だけでなく孔食が発生する場合もある。孔食の成長速度は、全面腐食の腐食速度よりも大きい。全面腐食速度は水分が 2000 ppm を超えると急速に増すが、孔食は 700 ppm 以上で速度が増す。

水以外の不純物としては、酸素 (O₂)、SO₂、NO₂、H₂S 等が腐食に影響を及ぼす。

- ・酸素が 200 ppm 環境中に入ること、腐食速度は含まない場合と比べて 2 倍前後に増大する。
- ・SO₂ は腐食を促進するが、SO₂ よりも水分の方が腐食への影響は大きい。また SO₂ の存在で、鋼材の応力腐食割れ感受性が高まることが確認されている。
- ・H₂S によっても超臨界 CO₂ 中の炭素鋼の腐食が促進される。NaCl 水溶液が含まれる環境での実験であるが、H₂S による腐食はインヒビターの添加によって大きく抑制される。

CO₂ パイプラインで許容される最大の水分濃度は、基準としては定められていない。しかし、欧州の CO₂ パイプラインでは水分は 500~600ppm 未満、SO_x は 100~1500ppm 未満の範囲で管理されている。これは、この範囲であればパイプラインの操業条件において水分濃度が CO₂ 中への溶解度を下回っており、水が第 2 相として析出することを抑制できるからである。SO_x の管理範囲は 100~1500ppm 未満と幅広いが、1500 ppm を上限と定めた理由は定かではない。

4.3.2 高速延性破壊

4.3.2.1 概要

ISO27913-2024 の不安定延性破壊の防止（濃密相）の部分の改訂は、DNV-RP-F104（2021）に基づいている。図 4-29 に ISO27913-2024 を含む CO2 バースト実験結果および各種評価式との比較を示す。ただし、DNV-RP-F104（2021）には、表 4-24 DNV-RP-F104（2021）の高速延性破壊停止評価の適用範囲に示す適用範囲があることに注意が必要である。また、DNV-RP-F104（2021）のベースとなった実証実験は、図 4-29 に示されている 4 件(CO2PIPETRANS、COOLTRANS、SARCO2B、CO2SafeArrest)である。これらの実験の内容について、以降で整理する。実験条件の概要を表 4-25 に示す。

実証実験に気体 CO2 の例はなく、DNV や ISO のベースとなっているバツェルの実験式も、気体 CO2 についての適用性は未確認である。また、影響する不純物は N2、O2 等を含んだ実験は行われているが、不純物の影響については、今後の課題とされている。

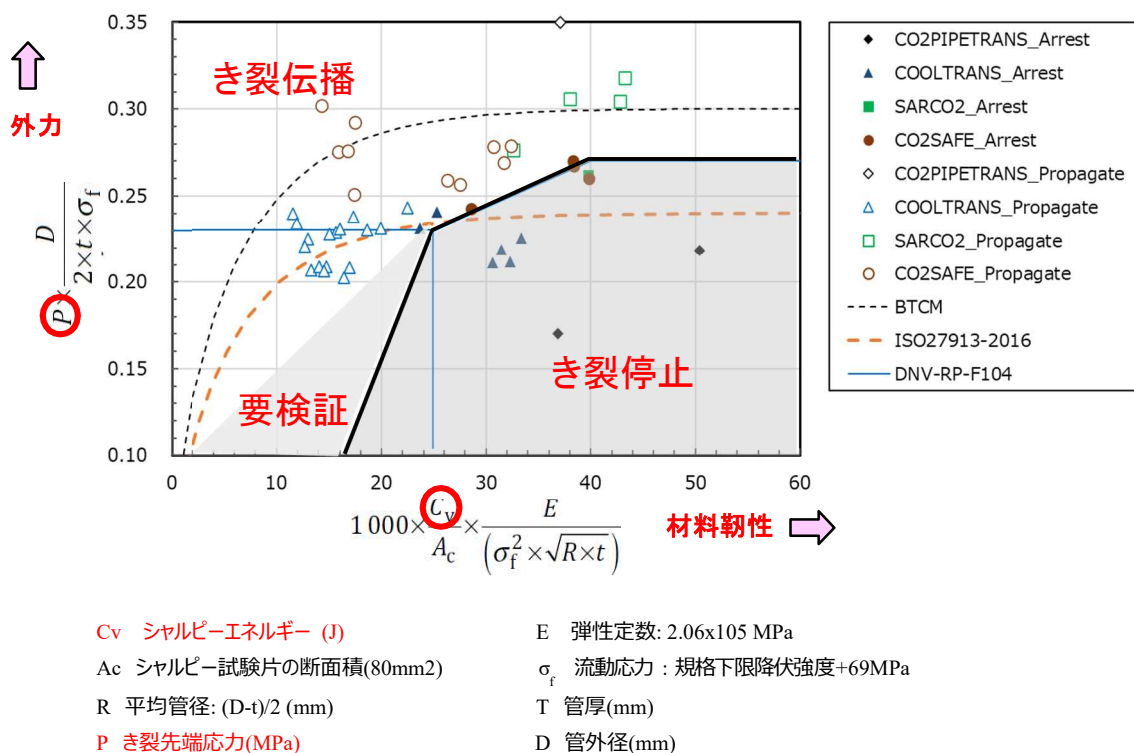


図 4-29 CO2 バースト実験結果および各種評価式との比較⁵⁶

表 4-24 DNV-RP-F104（2021）の高速延性破壊停止評価の適用範囲⁵⁷

	項目	制限
1	CVN エネルギー	250J 以上
2	パイプライン外径	16inch ~ 36inch
3	パイプライン板厚	10mm ~ 36mm
4	パイプグレード	X60~X65

⁵⁶ RITE、産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 二酸化炭素貯留事業安全小委員会（第2回）資料、ISO27913:2024 Pipeline transportation systems

⁵⁷ DNV-RP-F104（2021）5.6 章 Control plan for running ductile fracture

表 4-25 高速延性破壊実験条件⁵⁸

	プロジェクト名	外径×板厚 mm	材質	造管	不純物,実験圧力,開始温度
1	CO2PIPETRANS1	406.4×6.2- 12.7	X60&X6 5	HFI& SMLS	CO2:100%,88.5barg,30°C
	CO2PIPETRANS2	406.4×6.2- 12.7	X60&X6 5	HFI& SMLS	CO2:100%,91.5barg,8.6°C
2	COOLTRANS1	914.0×25.4	X65	SAWL	H2:1.0%,N2:4.0%,O2:1.8%,CH4:2.2%, 148.3barg,13.1°C
	COOLTRANS2	914.0×25.4	X65	SAWL	H2:1.1%,N2:3.4%,O2:0%,CH4:1.8%, 150.6barg,10.5°C
	COOLTRANS3	610.0×19.1	X65	SAWL	H2:1.1%,N2:6.6%,O2:0%,CH4:2.0%, 150.2barg,15.0°C
3	SARCO2B-1	610.0×12.7- 13.7	X65	HFI& SMLS	N2:3.8%,129.5bar,13°C
	SARCO2B-2	610.0×12.7- 13.7	X65	SAWL	N2:6.0%,127.7bar,17°C
4	CO2SAFEARREST1	610.0×13.5- 15.0	X65	SAWL	N2:9% , 150.4 barg,11.6 °C
	CO2SAFEARREST2	610.0×14.5	X65	SAWL	N2:10.2%,148.7barg,12.8°C

4.3.2.2 CO2PIPETRANS⁵⁹

(1) プロジェクト概要

2008年、DNV GLは、陸上および海底パイプラインでの濃密相CO₂の輸送に関する推奨慣行(RP)を開発することを目的として、CO2PIPETRANSと呼ばれる共同産業プロジェクト(JIP)を立ち上げた。そして、その結果を反映して2010年4月に、DNV-RP-J202が一般にリリースされた。このRPの開発過程で、いくつかの知識のギャップが特定され、その解決のためにDNV GLは2011年にCO2PIPETRANS JIPのフェーズ2を開始した。このフェーズ2では、濃密相CO₂放出モデルの検証データ、パイプラインのき裂停止、腐食が対象とされた。

JIPは15のパートナー組織、DNV(ノルウェー)、Arcelor Mittal(フランス)、BP(英国)、Endesa(スペイン)、Eni S.p.A(イタリア)、E.ON(ドイツ)、Gassco(ノルウェー)、Gassnova(ノルウェー)、Health and Safety Executive(HSE:英国)、Maersk Oil(デンマーク)、Petrobras(ブラジル)、Petroleum Safety Authority(PSA:ノルウェー)、Shell(オランダ/英国)、V&M Tubes(ドイツ)、Vattenfall(スウェーデン)で構成された。

本プロジェクトの実験結果は、DNV GLの推奨慣行、DNV-RP-J202の更新に反映された。

(2) 高速延性破壊実験

フェーズ2では、濃密相CO₂輸送パイプラインの延性き裂停止を決定するためのBTCMの適用性を評価することを目的とした、テスト1とテスト2と呼ばれる2つの実管高速延性破壊実験が実施された。以下にその内容をまとめた。

各テストでは、長さが約5.5m、外径が約16インチ(406mm)の4つの異なる造管方法と厚さの鋼製短管が使用された(図4-30参照)。短管W1とE1は、延性破壊が伝播して停止すると想定

⁵⁸ 4.2.2~4.2.5で示した出典等による

⁵⁹ E. Aursand, Fracture propagation control in CO₂ pipelines: Validation of a coupled fluid-structure model, Engineering Structures 123 (2016)

されるパイプである。2本の外側の短管 (W2 と E2) はガスリザーバーとして機能し、破壊がテストパイプを通過した場合にき裂を停止させることを目的としている。また、反射圧力波が伝播する破壊を妨げないように十分な長さを提供する。2つのテストでは、ほぼ同じ短管の形状とテストレイアウトが使用された。厚さ 12.7 mm の短管 E2 だけはシームレス (SMLS) であったが、それ以外のすべての短管は高周波誘導 (HFI) 溶接パイプであった。

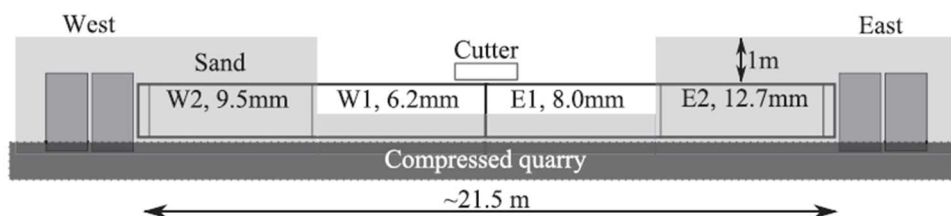


図 4-30 CO2PIPETRANS 高速延性破壊テストセクションの配置

実験場では、パイプはレーザーレベル計で調整された圧縮採石板上に配置された。水平方向の動きを制限するために、テストセクションの両端にコンクリートブロックが配置された。短管 W2 および E2 の上部には 1 メートルの砂の埋め戻しを行った。短管 W1 および E1 には、パイプの直径の半分の高さと同幅約 0.5 メートルまでの緩く圧縮された砂の埋め戻しが行われた。

計測用に圧力変換器、内部温度プローブ、タイミングワイヤ (き裂伸展速度測定用) が装備された。また、事前実験に基づいて、800 mm の開始き裂は、爆薬が 290 g/mm の量で均一に詰められた成形爆薬が使用された。

(3) 実験結果

テスト 1、2 の実験条件と結果を表 4-26 と図 4-31 に示す。Cr.length は最終き裂長さ、 P_{sat} は、飽和圧力で Span-Wagner 状態方程式を使用し、初期状態から等エントロピー変化として計算したものである。Avg. V_f は平均き裂速度、 t_a はき裂停止時間であり、いずれも測定値から算出している。ただし、テスト 1 では、タイミングワイヤによる測定は不具合により使えず、ビデオ撮影によったため平均き裂速度は不正確であり、それを使用したき裂停止時間も不正確となっていることに注意が必要である。

表 4-26 CO2PIPETRANS 高速延性破壊実験条件と結果

Test	P_i (bar)	T_i (°C)	P_{sat} (bar)	Pipe Stoke	Avg. V_f (m s ⁻¹)	Cr.length (m)	t_a (ms)
Test 1	88.5	30.0	64.0	West 1	185	5.08	27.5
				East 1	135	5.16	34.4
Test 2	91.5	8.6	38.6	West 1	118	1.4	21.7
				East 1	78	1.0	29.8



(a) テスト 1

(b) テスト 2

図 4-31 CO2 PIPETRANS 高速延性破壊結果

テスト 1 では、W1 および E1 を伝わり、W2 および E2 パイプの周方向溶接部で停止した。図 4-31 の赤い矢印は W1 と E1 の周方向溶接部を示す。また、テスト 2 では、W1 と E1 のき裂発生部から約 1.4 m と 1.0 m 伝播した後、軸方向からはずれるリングオフメカニズムによって停止した。その際、軸方向に 100～150mm 伝搬した。テスト 2 では進行する破壊が停止しましたが、テスト 1 では停止しなかったという点で、実験は BTCM の予測と一致した。

4.3.2.3 COOLTRANS

(1) プロジェクト概要

COOLTRANS 研究プログラムは、濃密相二酸化炭素 (CO₂) を輸送する陸上パイプラインの安全な経路設定、設計、建設、運用に関する重要な問題を特定し、対処し、解決するための 800 万ポンドの 3 年間 (2011 年から 2014 年) の研究開発プロジェクトである。英国において、National Grid Carbon がプロジェクトを設立し、主導した。参加企業・組織は、Nottingham University、University College London、Leeds University、Kingston University、HSL (Health and Safety Laboratory)、GL Doble Denton (2013 年に DNV に吸収合併され、現社名 DNV GL)、Newcastle University、Atkins、Pipeline Integrity Engineers、Penspen、MACAW Engineering、Manchester University、Tyndall Centre であり、すべて英国に拠点を持っている。

COOLTRANS の中心であり重要な部分は、衝撃波管、破裂、放出、ベント、およびフルスケールき裂伝播実験で構成される、大規模かつ統合的な実験プログラムである。これらの実験は、埋設パイプライン内で CO₂ がどのように挙動し、どのように漏えい・拡散するかを確認するために行われた。カンブリア州の Spadeadam 実験場で、100 を超える実験 (さらに分散を測定する 50 を超える実験) が実施された⁶⁰。

規格 IGEM/TD/1 および実施基準 PD 8010-1 の高圧危険パイプラインの安全な経路と設計を CO₂ パイプラインにも拡張することへの検討材料として使用された。

⁶⁰ J.Barnett 他、The COOLTRANS Research Programme: Learning for the Design of CO₂ Pipelines, IPC2014-33370

(2) 高速延性破壊実験⁶¹

Spadeadam 実験場で、3 回のフルスケール高速延性破壊実験が行われた。914 mm (36 インチ) 外径パイプでの 1 回目と 2 回目のテストでは、2 曲線モデルを使用して行った予測が不正確で非保守的であることが示された。計画されていた外径 610 mm (24 インチ) のヨークシャーおよびハンバー CCS パイプラインのラインパイプの破壊阻止能力を評価するには、その仕様を反映した 3 回目のフルスケール実験が行われた。

以下、3 回目の実験方法について整理した。実験ライン (610 x 19.1 mm、グレード L450)、循環ループ、および関連する補助配管と継手で構成された。長さ 308.95 m のテストラインは、同一のリザーバ 2 つとテストセクションで構成されていた。西側のリザーバの長さは 110.56m、東側のリザーバの長さは 118.32 m であった。また、テストセクションの長さは 79.07 m であった。リザーバと循環ループは、名目上 75 mm の厚さのポリウレタン断熱材で断熱されていた。テストセクションは断熱されていなかった。テストラインは水平に対して 0.5°の角度で敷設され、ラインの東端が低い点になるように西から東に向かって下向きに傾斜していた。テストラインはパイプの上部まで 1.2 m の深さまで天然のボルダー粘土に埋められていた。

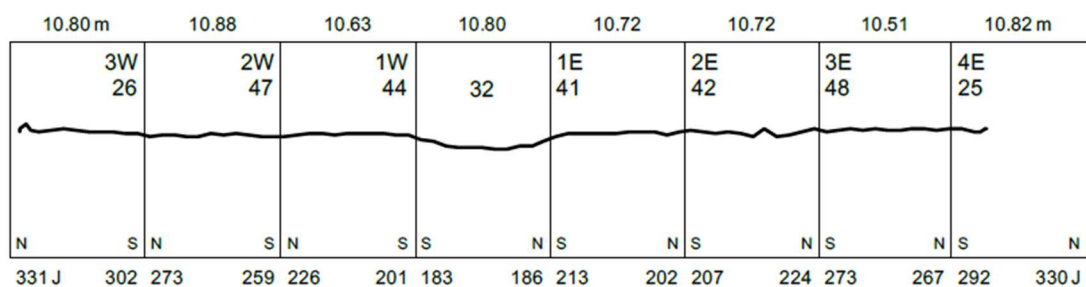
テストセクションとリザーバには、静圧トランスデューサ、高速応答圧力トランスデューサ、プローブに取り付けられた熱電対、またはパイプ壁に接着された熱電対、およびタイミングワイヤが装備されていた。

(3) 実験結果

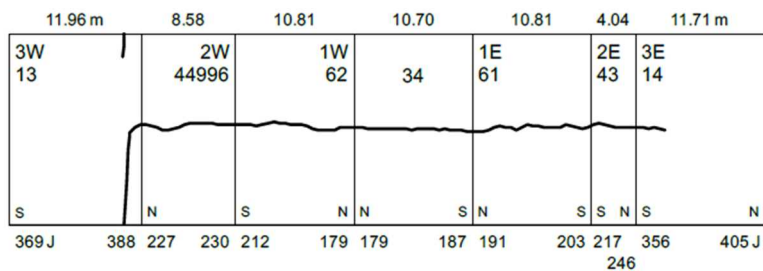
テストセクションのレイアウトとき裂経路を図 4-32 に示す。各セクションの端部で測定されたじん性も示す。図 4-33 に高速延性破壊実験結果、図 4-34 に 2 曲線モデル (BTM) 評価を示す。

1980 年代にバテル記念研究所によって開発された 2 曲線モデル (BTM) に、経験的補正係数を使用したモデルでテスト 1、テスト 2(2012)は、予測曲線でき裂停止とき裂伝播の保守的な評価が得られなかった。さらに、テスト 3(2014)を行ったが非保守的な結果となったため、新しい補正係数の必要性が示された。

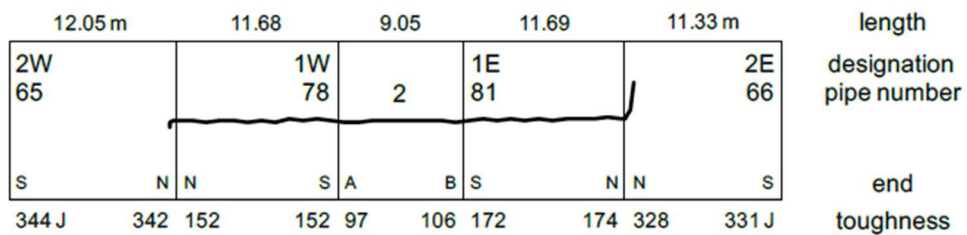
⁶¹ Andrew Cosham 他、ANALYSIS OF A DENSE PHASE CARBON DIOXIDE FULL-SCALE FRACTURE PROPAGATION TEST IN 24 INCH DIAMETER PIPE, IPC2016



(a) テスト 1



(b) テスト 2



(c) テスト 3

図 4-32 COOLTRANS 実験セクションのレイアウトとき裂経路³



(a) テスト 1

(b) テスト 2

図 4-33 COOLTRANS 高速延性破壊実験結果²

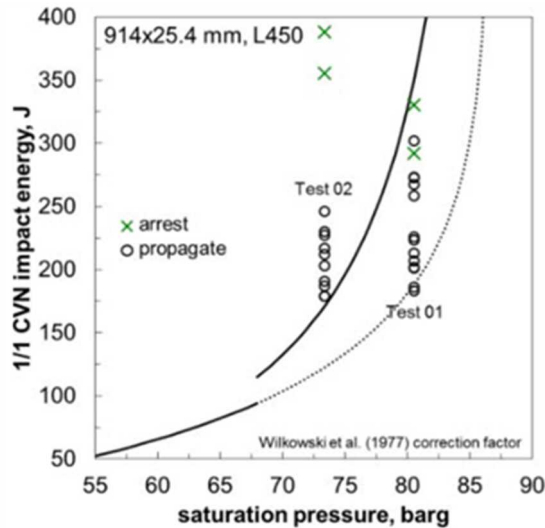


図 4-34 COOLTRANS2 曲線モデル (BTM)評価²

4.3.2.4 SARCO2

(1) プロジェクト概要⁶²

SARCO2 「Requirements for Safe and Reliable CO2 Transportation Pipeline」が、RFCS (Research Fund for Coal and Steel) プロジェクトとして、EPRG (European Pipeline Research Groupe) と DNV の参加で行われた。期間は2011～2015年で、予算は総額€1,174,879であった。目的は、人為的 CO2 パイプラインの鋼管要件を決定できるようにするノウハウを開発することあり、①延性破壊の進行を制御するためのベース材料の靱性要件、②腐食および応力腐食割れ現象も考慮したき裂発生イベントを制御するための要件、③パイプライン破損時の CO2 放出に関する実験データの収集を対象とした。表 4-27 に具体的な参加企業を示す。

表 4-27 SARCO2 プロジェクト参加企業

会社名	国
CENTRO SVILUPPO MATERIALI SPA (CSM)	イタリア
CORINTH PIPEWORKS PIPE INDUSTRY AND REAL ESTATE	ギリシャ
ENI SPA	イタリア
EUROPIPE GMBH	ドイツ
GDF SUEZ SA	フランス
NATIONAL GRID CARBON LTD	英国
SALZGITTER MANNESMANN LINE PIPE GMBH	ドイツ
SALZGITTER MANNESMANN FORSCHUNG GmbH	ドイツ
VALLOUREC DEUTSHLAND GmbH	ドイツ
DNV	ノルウェー

⁶² Summaries of RFCS Projects 2003-2024、https://pq-ue.ani.pt/brochuras/h2020/rfcs/summaries-rfcs_en.pdf

(2) 高速延性破壊実験⁶³

CSM は、イタリアのローマから南に 60 km の Nettuno 陸軍射撃場で、2 回のフルスケール伝播テストを実施した。テストライン全体の長さは約 400 m で、実験期間中、中央テストセクションでの定期的な減圧動作を保証するために使用された。実際のパイプラインと同様にガスの減圧を可能にするために、直径 24 インチ、長さが 86m のリザーバがテストセクションの両端に配置された。テストセクションと各リザーバの間には、テスト対象のパイプがき裂伝播を阻止できない場合に備えてクラックアレスタが設計および設置された。

テスト 1 では、テストセクションは、全長約 48m の 5 本のパイプ (開始パイプ 1 本とテストパイプ 4 本) で構成され、北側に 2 本の HFW パイプ、南側に 2 本の SAWL パイプが設置された。北側のパイプは、telescopic layout に従って配置された。靱性が高いパイプが、開始点からの距離が長くなるにつれて配置され、き裂がラインに沿って伝播するにつれて破壊抵抗が増大ようになっている。南側のパイプは、均一な靱性構成に従って配置された。実際の現場の状況を再現するために、ライン全体は 1.4 m の現地の土で埋められ、圧縮された。

テスト 2 では、北側が均一なじん性構成、南側が telescopic layout で行われた。北側の N2 には SAWL パイプが使われ、それ以外は HFW パイプが使われた。

(3) 実験結果

テスト 1 では、き裂は北側に 0.8m、南側に 0.4m 伝搬後、直線軌道から外れた。実験実施後のパイプの外観に基づいて、図 4-35 のように破壊経路が推定された。この図は、短い軸方向伝播の後、破壊が方向転換され、起点パイプ内で停止したことを示している。

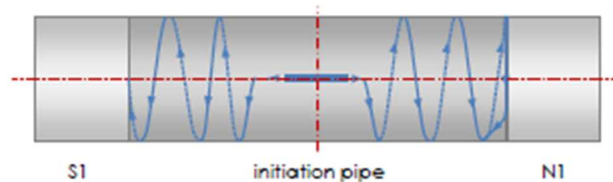


図 4-35 SARCO2 テスト 1 のき裂経路

テスト 2 では、実験実施後のパイプの外観に基づいて、図 4-36 のようにき裂経路が推定された。き裂は上部母線と真っ直ぐに始まり、両方向に開始パイプ全体に広がった。

北側では、き裂は開始パイプの後の最初のパイプと 2 番目のパイプで上部母線に沿って一定速度 (~110m/s) で完全に延性的に広がり、クラックアレスタ (CA) で止まった。CA での停止は非常に迅速 (10-15cm) であり、ラインの切断は発生せず、CA の設計が優れていることを示した。

南側では、き裂は開始パイプの後の最初のパイプで一定速度 (~120m/s) で完全に延性的に広がり、4.3m 後に 2 番目のパイプで止まった。このパイプでの停止は明確で、停止前に典型的な螺旋経路を描いており、この場合もラインに切断は発生しなかった。

⁶³ Di.Biagio 他、 FRACTURE PROPAGATION PREVENTION ON CO2 PIPELINES: FULL SCALE EXPERIMENTAL TESTING AND VERIFICATION APPROACH, 21th JTM

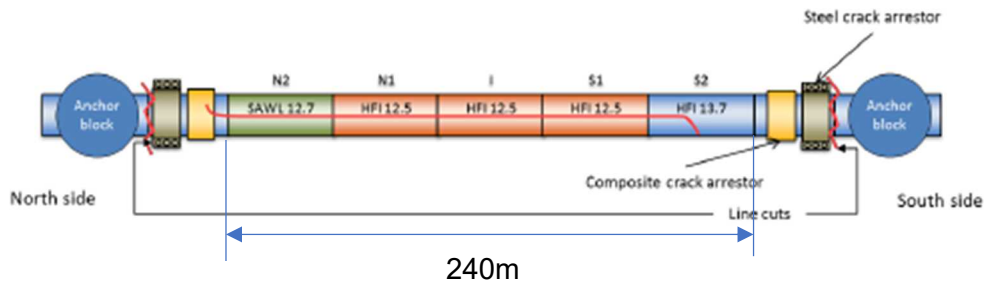


図 4-36 SARCO2 テストセクションのレイアウトとき裂経路

図 4-37 に 2 曲線モデル (BTM)の補正係数評価を示す。ここで、1 と 2 が SORCO2 の結果であり、3~5 は COOLTRANS の結果である。テストの結果のアレスト/伝搬結果から、2 曲線モデル (BTM)の一意の補正係数を取得できないことが分かった。以前からの補正係数を信頼できるとみなす前に、さらなる調査とテストが必要とされた。

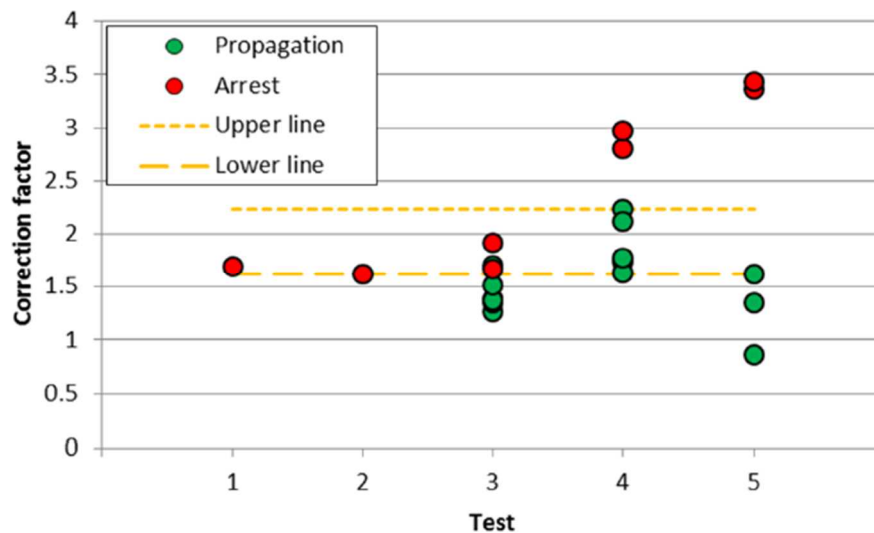


図 4-37 SARCO2 と COOLTRANS2 の 2 曲線モデル (BTM)の補正係数評価

4.3.2.5 CO2SAFE-ARREST⁶⁴

(1) プロジェクト概要

CO2SafeArrest Joint Industry Project (JIP) は、(1) 人為起源の二酸化炭素 (CO₂) を輸送する鋼製パイプラインのき裂伝播と停止特性、および (2) 破壊されたパイプラインからの放出後の CO₂ の大気拡散を研究するために、2016 年から 2019 年まで実施された。JIP の参加者は、オーストラリアの Energy Pipelines Cooperative Research Centre (EPCRC) と DNV GL (英国/ノルウェー) である。このプロジェクトは、オーストラリア連邦政府の Carbon Capture and Storage Research Development and

⁶⁴ Valerie Linton 他、CO2SAFE-ARREST: A FULL-SCALE BURST TEST RESEARCH PROGRAM FOR CARBON DIOXIDE PIPELINES - PART 1: PROJECT OVERVIEW AND OUTCOMES OF TEST 1, IPC2018

Demonstration (CCSRDD) 基金と CLIMIT (ノルウェー) から資金提供を受け、予算は 40 MNOK であった。

(2) 高速延性破壊実験

2017 年 9 月と 2018 年 3 月、英国 Spadeadam の DNV GL 実験研究センターで、外径 610 mm (24 インチ) の実験施設を使用して実行された。実験で使用されたパイプは、公称肉厚 13.5 mm および 14.5 mm の X65 であった。また、実験流体は、不純物を含む濃密相 CO₂ パイプラインの減圧特性を模擬する濃密相 CO₂-N₂ 混合物であった。実験設備構成を図 4-38 に示す。

テスト 1 の片側でじん性に対して telescopic layout を使用したが、もう一方の側ではパイプが強度の増加する順に配置されており、じん性の点で telescopic ではなかった。この配置は、き裂伝播阻止がパイプのじん性またはパイプの強度にどの程度影響されるかを調査するために採用された。テスト 1 のテストセクションは 1m の埋め戻しで完全に埋められた。

テスト 2 では、telescopic layout が両側で使用され、予測される停止/伝播境界に近いじん性値が選択された。テスト 2 では、テストセクションの片側を埋め込み、もう一方の側を露出したままにすることで非対称性が導入された。

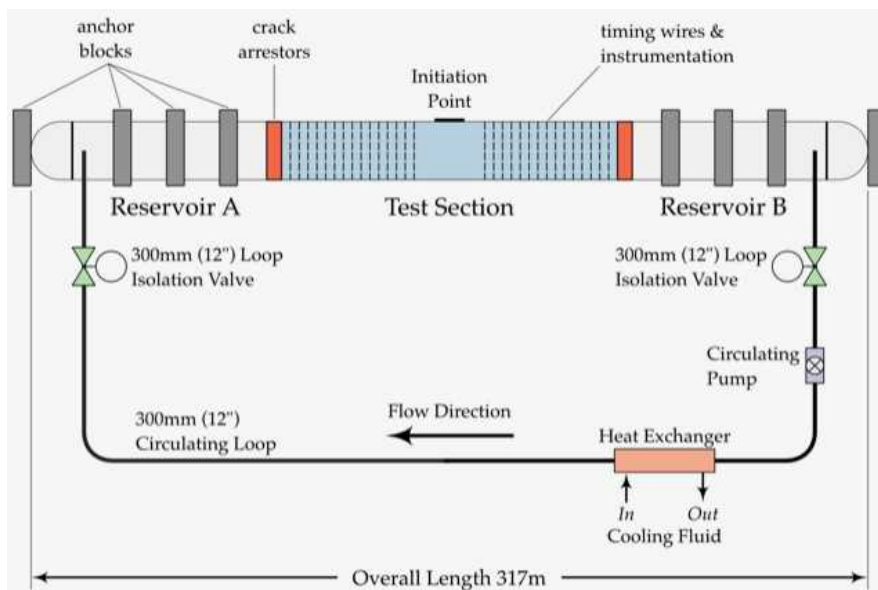


図 4-38 CO2SAFEARREST 実験設備の構成

どちらのテストでも、CO₂ 圧力、パイプ管壁温度、CO₂ 温度を測定するための圧力送信機と熱電対が装備された。また、テスト中のき裂の成長と CO₂ 減圧を測定するために、タイミングワイヤと圧力トランスミッターが使用された。

図 4-39 にテスト 1 のテストセクションのレイアウトを示す。テストセクションは 8 本のテストパイプと 1 本の長さ調整用のパイプ (PUP-E) で構成された。4W と PUP-E を除くすべてのパイプの公称肉厚は 13.5 mm で、パイプ 4W および PUP-E の公称肉厚は 14.5 mm であった。

		Telescopic layout based on an increasing required arrest pressure determined by broken* Charpy specimens										Telescopic layout based on an increasing flat-bar (FB) yield strength ($R_{p0.2}$)											
		4W		3W		2W		1W		Initiation - 1E		2E		3E		4E		PUP-E					
		N	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S			
$R_{p0.2}$ (RB)	[MPa]	570	545	550	503	560	539	466	492	490	470	523	548	557	554	562	572	557	565	$R_{p0.2}$ (RB)	[MPa]		
$R_{p0.2}$ (FB)	[MPa]	509	513	503	459	517	493	438	463	449	457	475	505	509	527	527	544	509	520	$R_{p0.2}$ (FB)	[MPa]		
C_v (all)	[J]	332	207	436	438	218	268	130	110	112	116	422	199	419	371	407	213	268	266	C_v (all)	[J]		
C_v (broken)	[J]	296	207	—	—	218	189	130	110	112	116	—	199	—	341	—	213	114	266	C_v (broken)	[J]		
C_v (unbroken)	[J]	405	—	436	438	—	427	—	—	—	—	422	—	419	431	407	—	346	—	C_v (unbroken)	[J]		
DWTT (total)	[J]	8463	6478	8094	9062	5981	7122	4588	4428	4327	4598	7809	7273	7429	6475	6202	6227	7838	7843	DWTT (total)	[J]		
DWTT (prop.)	[J]	5317	4222	5347	6166	3955	4735	3153	2984	3174	2903	5102	4901	4773	4448	3889	3934	4813	5285	DWTT (prop.)	[J]		
Thickness	[mm]	14.6	14.5	13.7	13.6	13.5	13.6	13.4	13.4	13.4	13.5	13.6	13.6	13.6	13.8	13.5	13.5	13.9	13.9	Thickness	[mm]		

*Unbroken Charpy specimen(s) were used where broken specimens were not obtained.

Legend:
 Based on broken Charpy specimen(s)
 Based on flat-bar (FB) yield strength ($R_{p0.2}$)
 Based on unbroken Charpy specimen(s)
 Additional pipe section to assure fracture arrest

図 4-39 CO2SAFEARREST テスト 1 のテストセクションレイアウト

(3) 実験結果

西側では、き裂がパイプ 1W と 2W を伝播し、パイプ 3W に 4,864mm (軸方向距離) で留まった。西へのき裂はテストセクションの上部に沿って進み、パイプの上死点 (TDC) から円周方向 120 mm 以内に留まり、パイプ 2W に到達し、そこで TDC から最大 215 mm 離れた。き裂はパイプの円周を北に向かって進み、その後縦方向のシーム溶接の端に沿って約 950 mm 進み、その後さらにパイプの円周を南に進み停止した。パイプ周囲の TDC から逸脱した破断にもかかわらず、リングオフするような破断には至らなかった。開始溶接部から停止点までの軸方向の長さは 23.355 m であった。

東側では、き裂はパイプ 1E、2E を通って広がり、溶接部 2E/3E を越えて 1,040 mm に達した。東へのき裂は、パイプ 2E に達するまで円周方向 40 mm 以内のパイプの上部に沿って進み、そこで TDC から円周方向に最大 300 mm 離れたところまで進んだ。き裂はパイプの全周に沿って 3E で停止し、リングオフした。き裂の開始点から停止点までの東方向の軸方向全長は 19.190 m であった。図 4-40 にき裂の伝播と停止状況を示す。



(a) 西側

(b) 東側

図 4-40 CO2SAFEARREST き裂伝播と停止状況

データは分析され、濃密相 CO₂ 輸送パイプラインにおける走行延性破壊の停止の予測への BTCM の適用可能性に関して議論された。次の主な結論が導き出されている⁶⁵。

- BTCM は、テストにおけるパイプの相対的な挙動を定性的かつ適切に描写する。
- き裂先端圧力は、2 曲線法のフレームで通常使用される 1 次元等エントロピー減圧モデルから得られる理論的に予測される飽和圧力よりも大幅に低くなる。

これらの結論は、BTCM が CO₂ パイプラインの走行中の延性破壊の挙動を定量的に予測できないという既存の高速延性破壊実験の結果をさらに裏付けるものであった。

⁶⁵ Guillaume Michal 他、CO₂SAFE-ARREST: A FULL-SCALE BURST TEST RESEARCH PROGRAM FOR CARBON DIOXIDE PIPELINES – PART 2: IS THE BTCM OUT OF TOUCH WITH DENSE-PHASE CO₂?, IPC2018-78525

4.3.2.6 CO2SafePipe

これまでみてきた研究プロジェクトでは、高密度相の CO2 を使用した合計 9 つのフルスケールの破壊伝播テストが実施されたが、実証実験に気体 CO2 の例はなく、DNV や ISO のベースとなっているバツテル 2 曲線モデル (BTCM) も、気体 CO2 についての適用性は未確認である。このような状況において、主に欧州で既存のパイプラインを CO2 輸送用に転用することの検討が行われている。その検討で、CO2 を気相で輸送することも魅力的なソリューションであることが指摘されている。その結果、業界では濃密度相または気相の選択に関するガイダンスと推奨事項の改善が求められている。また、多くのパイプラインは、DNV-RP-F104 に規定されている表 4.2-1 の DNV-RP-F104 (2021) の高速延性破壊停止評価の適用範囲外である。

以上を含めた CO2 パイプラインシステムの知識のギャップを埋めるために、DNV は業界プロジェクト「CO2SafePipe」を、2023 年 9 月に 20 社を超える参加者で開始した。表 4-28 に「CO2SafePipe」の対象とするトピックスを示す⁶⁶。

表 4-28 「CO2SafePipe」の対象とするトピックス

	トピックス
1	State of CO2 pipeline transport
2	Chemical composition- CO2 specification
3	Fracture arrest
4	Fracture arrestors- solutions and spacing
5	Potential low temperature brittle fracture
6	Safety and Environment
7	Pre-commissioning
8	Leak detection
9	Re-qualification/repurposing
10	Pre-commissioning, Commissioning and Operability

⁶⁶ B.H. Leinum他、CO2SafePipe JIP: Design and Operation of CO2 Pipelines、Proceedings of the 2024 Pipeline Technology Conference

4.3.2.7 まとめ

4つの研究プロジェクト (CO2PIPETRANS、COOLTRANS、SARCO2B、CO2SafeArrest) によって、高密度相の CO₂ を使用した合計 9つのフルスケールの破壊伝播テストが実施された内容を調査した。

BTCM では、定常状態の延性破壊伝播は有効き裂長を使用して説明できると想定している。そして、水と空気、またはガスを使用したフルスケールのテストからのき裂停止と伝播は正規化された減圧応力レベル (き裂先端の応力) と正規化されたじん性のプロットで定義できることが示された。DNV-RP-F104 (2021) の二酸化炭素パイプラインの設計と運用では、高密度相の CO₂ を輸送するパイプラインで進行する延性破壊が停止するかどうかを確立するための単純な経験的モデルが導入された。この経験的モデルは、上記の9つの高密度相の CO₂ を使用したフルスケールのテストからのデータを使用し、BTCM の考え方に基づいている。

ISO27913-2024 は、DNV-RP-F104 (2021) に基づいている。特別な評価が必要な領域 (図 4-29 の要検証領域) は、一部安全側の結果となるように修正されているが、この領域では安全性を実証しなければならないと明記されている。

前述のように、実証実験に気体 CO₂ の例はなく、DNV や ISO のベースとなっている BTCM も、気体 CO₂ についての適用性は未確認である。BTCM に基づく、高速延性破壊停止評価は、フルスケールの実験との相関に基づく半経験的方法以外に、流体・構造相互連成計算による方法がある。CO2PIPETRANS プロジェクトのデータを基に、SINTEC により、状態方程式と CO₂ 固相形成を含む流体モデルと、大変形とき裂伝播を考慮したパイプ構造解析モデルから、流体・構造相互連成モデルが構成された。計算の結果では、き裂の長さ、き裂伝播速度、圧力で良好な一致が見られたことが報告されている。この方法は、より多くの物理要素を追加することで、モデルの複雑さが増すという代償はあるものの、より優れた予測能力が得られる可能性がある。また、より広いパラメータ範囲での予測や、パラメータを適合させるためのフルスケールおよび中規模テストの必要性の低減が期待できる⁶⁷。

⁶⁷ E. Aursand, Fracture propagation control in CO₂ pipelines: Validation of a coupled fluid–structure model, Engineering Structures 123 (2016)

4.3.3 漏えい時の拡散挙動

4.3.3.1 概要

緊急時対応計画の基礎となり、人口密集地域までの最小安全距離を決定するために、CO₂ パイプラインの大気放散実験と数学的モデルの開発が行われた。実験は小規模（放散量小、またはオリフィス径小）と大規模（放散量大、パイプ径そのまま（全開口、full bore））で行われている。

漏えい時の拡散挙動は、図 4-41 のように、パイプラインからの流出、近接場（near field：大気圧までの膨張）、遠方場（far field：拡散）の3段階にモデル化して考えられる場合が多い。

パイプラインから CO₂ が放出されると、急激な圧力低下が起こり、圧力と温度の低下とともに濃密相から気相への相転移が生じる。さらに低温となり、固体が形成される可能性もある。相転移は、パイプライン内の流れの状態や流体の特性に影響を与える可能性がある。放出プロセス全体にわたる熱力学特性を正確に記述するための状態方程式の選択、相変化（濃密相から気相へ）のモデリング、固相形成の予測等が必要になる。遠方場の拡散の計算には、単純化されたモデルと CFD モデルがあり、精度と計算時間を考慮して使用する必要がある。遠方場の計算の入力には、近接場の出力が用いられるので、複雑な過程を扱う近接場は重要視されている⁶⁸。

放散で白く見える雲は、ドライアイス粒子と凝縮水からなっている可能性が高く、地上に積もる霜もすべてがドライアイスとは限らない。ドライアイスが昇華し、凝縮水もなくなり白い雲が見えなくなっても、高濃度で気相の CO₂ が残っている可能性があるため、注意が必要である。

表 4-29 に代表的プロジェクトの実験条件例を示す。以降、これらの実験について整理した。

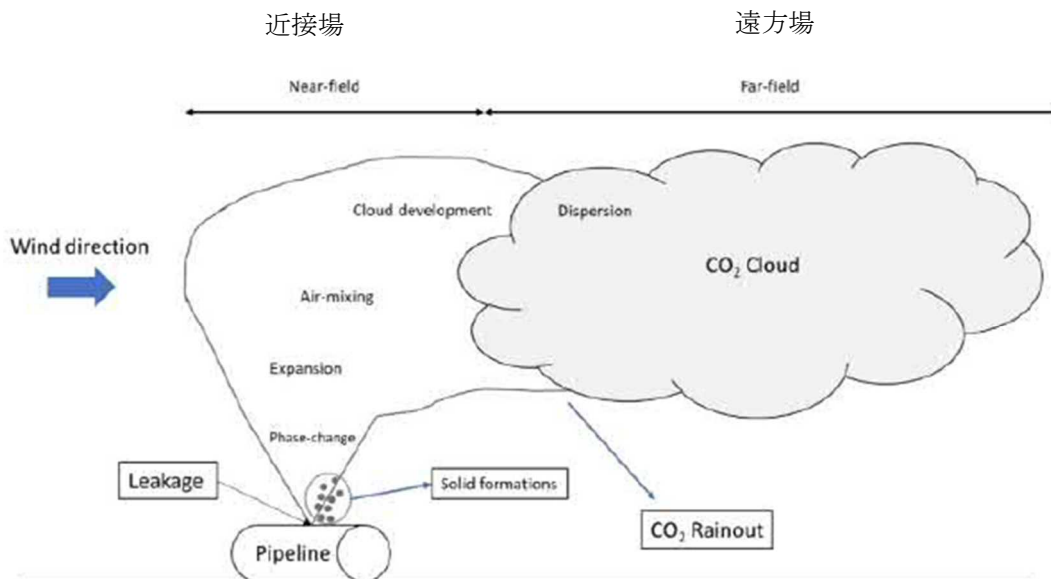


図 4-41 漏えい時拡散挙動のモデル

⁶⁸ Matteo Vitali, Risks and Safety of CO₂ Transport via Pipeline: A Review of Risk Analysis and Modeling Approaches for Accidental Releases, Energies 2021, 14

表 4-29 代表的プロジェクトの実験条件例⁶⁹

プロジェクト	オリフィス径 mm	圧力 MPa	温度 ℃	放散量 (リザーバ容量)	実験場所
CO2PIPEHAZ	6,25,50 (全開口)	2.7~6.1	-9.6~5.9	2m ³	INERIS (仏)
CO2QUEST	15,50,233 (全開口)	7.6~8	約 35	約 6ton	大連理工大学(中)
COOLTRANS	50	15.1	7.5	約 7m ³	Spadeadam (英)
CO2PIPETRANS	10,20,26.5,35,50	約 10	2.9~13.7	約 410kg	Spadeadam (英)

4.3.3.2 CO2PIPEHAZ

(1) プロジェクト概要⁷⁰

CO2PIPEHAZ (Quantitative Failure Consequence Hazard Assessment for Next Generation CO2 Pipelines) は欧州連合第 7 フレームワーク プログラム FP7 の一つとして、2009 年 12 月から 2013 年 4 月に総額 €2,725,645 で行われた。UNIVERSITY COLLEGE LONDON (英) がコーディネーターを務め、NATIONAL CENTER FOR SCIENTIFIC RESEARCH (ギリシャ)、INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS : フランス)、Dalian University of Technology (大連理工大学 : 中国)、HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (英)、UNIVERSITY OF LEEDS(英)、GEXCON AS (ノルウェー) の 6 つのパートナーが参加して、実施された。

内容は、CO2 パイプラインの安全性を確立するための数学的モデルの開発および放散実験である。CO2 放出によって表される危険性についての理解を深めるために、モデルを検証する小規模および大規模な実験が実施された。実験は、INERIS、UNIVERSITY COLLEGE LONDON、および大連理工大学によって行われた。

本プロジェクトの実験結果を基に健康安全研究所 (HSL) のリスク評価ツール Quick-Risk を使用して高圧 CO2 パイプラインのリスク評価が実施された。

(2) 大気放散実験⁷¹

ここでは、INERIS の大気放散実験について説明する。液体 CO2 は、断熱された 2 m³ 容器に保管され、全長 6.3 m (容器の内側と外側の両方のパイプの長さを含む) の直径 50 mm のパイプを介して放出された。容器の重量の減少から流量が算出され、容器内とパイプ端部のオリフィスで熱電対により、CO2 の温度が測定された。また、圧力は容器内とオリフィスのすぐ上流で圧力トランスデューサにより測定された。また、放出後は、CO2 噴流軸に沿って熱電対と酸素センサーによる測定が行われた。CO2 濃度は酸素センサデータから計算された。噴出口から 20 m の距離で雲の幅を測定するため、熱電対は噴流の軸に対して直角に配置されたマストにも取り付けられた。放出は、

⁶⁹ 2.3.2~2.3.5 に示した出典による

⁷⁰ CO2PIPEHAZ FACT Sheet, <https://cordis.europa.eu/project/id/241346>

⁷¹ S.E. Gant 他、Evaluation of multi-phase atmospheric dispersion models for application to Carbon Capture and Storage, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 32 (2014)

赤外線 (IR) カメラと可視カメラの両方を使用してビデオにも記録された。

実験装置の概観を図 4-42 に、放出された CO₂ 雲の例を図 4-43 に、実験条件例を表 4-30 に示す。

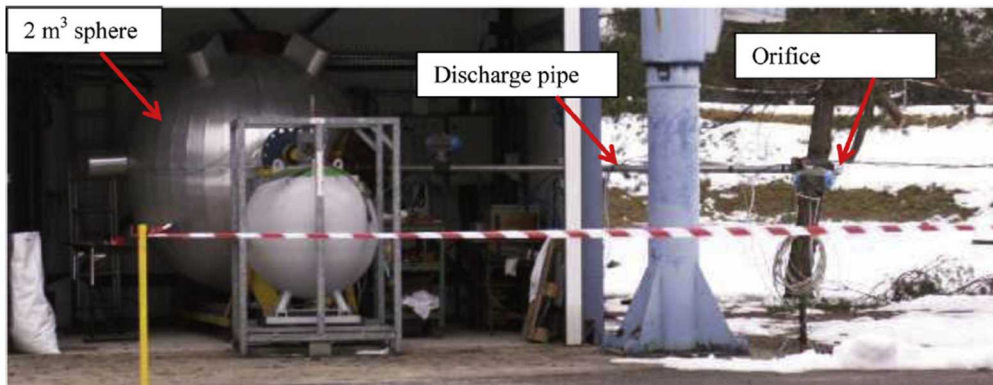


図 4-42 CO2PIPEHAZ 実験装置 (INERIS) の概観



図 4-43 CO2PIPEHAZ 放出された CO₂ 雲の例

表 4-30 検討スコープ CO2PIPEHAZ 実験条件例 (INERIS)

項目	Test2	Test8
Average vessel pressure (MPa)	2.68	6.09
Average vessel temperature (°C)	-9.6	5.9
Orifice diameter (mm)	6	25
Hight of release (m)	1.5	1.5
Ambient temperature (°C)	-1.0	4.0
Amibient humidity (%RH)	90	95

(3) 実験結果

テスト2の実験条件に対して、Phast⁷²、ANSYS-CFX⁷³、FLACS⁷⁴の3種類のソフトウェアおよびANSYS-CFX に対しては2種類の条件でシミュレーションした結果と測定値を、図4-44および図4-45に示す。

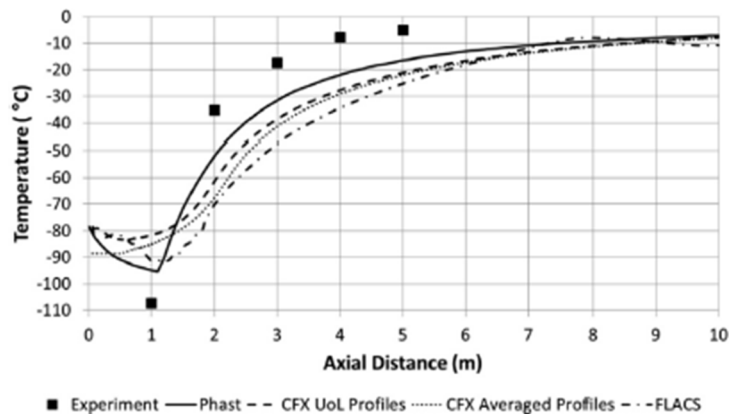


図 4-44 CO2PIPEHAZ (INERIS TEST2) 噴流軸に沿った温度分布

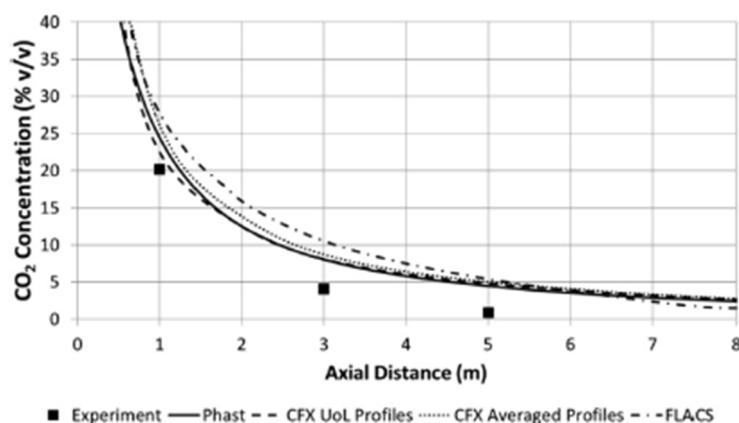


図 4-45 CO2PIPEHAZ (INERIS TEST2) 噴流軸に沿った CO2 濃度分布

全体として、さまざまなモデルから予測された濃度は測定値と相応な一致を示した。INERIS TEST2 では、すべてのモデルが一貫して CO2 濃度を 3 ~ 7% vol/vol 過大予測した。その結果、オリフィスから CO2 濃度が IDLH 値⁷⁵の 4% vol/vol に低下する地点までの距離が 2 倍過大予測された。

精度に影響を与える要因として、放出点付近の複雑な多相圧縮性ジェット挙動のシミュレート結果を、それ以降の遠距離 CO2 拡散モデルに反映する方法や、固相 CO2 の粒径が考えられた。

⁷² DNV Software が開発した、可燃性または毒性化学物質の大気放散をモデル化するハザード評価ソフトウェア、<https://www.dnv.jp/software/campaigns-2021/plant-phast-safeti-kfx-ad/>

⁷³ Ansys CFX は汎用有限体積法熱流体解析ソフトウェアであり、一般的な流体の流れや熱伝達から、回転機械や多相流、化学反応まで様々な流体工学問題に適用可能。<https://www.cybernet.co.jp/ansys/product/cfx/>

⁷⁴ ノルウェーの GexCon 社が開発した、水素・可燃性ガスの爆発燃焼危険性解析のためのソフトウェアです。燃焼爆発解析の解明・予測の他、爆風圧の伝播や、可燃性ガスや毒性ガスの漏洩・拡散、火災現象、粉塵爆発の解析などを行うことが可能。<http://bakuhatsu.jp/software/flacs/>

⁷⁵ 労働安全衛生局 (DOHS) により生命と健康に直ちに危険であると見なされる (immediately dangerous to life and health) 値、<https://ors.od.nih.gov/st/dohs/Documents/carbon-dioxide-safety-poster.pdf>

4.3.3.3 CO2QUEST

(1) プロジェクト概要⁷⁶

CO2QUEST (Techno-economic Assessment of CO2 Quality Effect on its Storage and Transport) は欧州連合第 7 フレームワーク プログラム FP7 の一つとして、2013 年 1 月から 2016 年 6 月に総額 €3,985,399 で行われた。UNIVERSITY COLLEGE LONDON (英) がコーディネーターを務め、BUNDESANSTALT FUER GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (独)、UPPSALA UNIVERSITET (スウェーデン)、Dalian University of Technology (中)、E.W.R.E. LTD (イスラエル)、IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE TECHNOLOGY AND MEDICINE (英)、INSTITUT NATIONAL DE L ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS 仏)、NATIONAL CENTER FOR SCIENTIFIC RESEARCH (ギリシャ)、ONDERZOEKSCENTRUM VOOR AANWENDING VAN STAAL NV (ベルギー)、UNIVERSITY OF LEEDS (英) の 9 つのパートナーが参加して、実施された。

CO2QUEST では、化石燃料発電所から回収されたガスまたは高密度相の CO2 ストリームに含まれる一般的な不純物が、その安全で経済的な輸送と貯蔵に及ぼす影響に関する根本的に重要な問題に取り組むことを目的とした。主な技術開発は、5 つの作業パッケージで実施された。

WP1 – 流体特性と相挙動

WP2 – CO2 輸送

WP3 – CO2 貯留層のパフォーマンス

WP4 – 技術経済評価

WP5 – 影響とリスク評価

WP2 の一部として、不純物を含む CO2 の小規模および中規模放出の実験的研究によって、CO2 の大気拡散に伴うリスク評価手法が研究された。

(2) 大気放散実験⁷⁷

パイプライン破断後の近距離場 CO2 放出条件と拡散挙動の研究は、CO2 パイプラインのリスク評価の重要な基盤である。CO2QUEST プロジェクトの研究項目として、長さ 258 m の実ライン並みに装備されたパイプラインからの放出中に、膨張過程の CO2 ジェット、CO2 雲の分散特性、および近距離場でのドライアイス粒子の形成が調査された。

中国の大連市に全長 258m、内径 233mm の大規模パイプライン設備を建設し、放出時の超臨界 CO2 の近接場特性と拡散挙動が研究された。パイプラインは 16MnR 低温炭素鋼で作られ、CO2 放出用デュアルディスクブラストパイプは 304 ステンレス鋼であった。デュアルディスクブラスト装置は、2 つのラプチャーディスクと 2 つのディスクホルダー、ソレノイドバルブと 2 つのパイプセクションで構成されており、パイプラインを素早く開放できるように設計されていた。パイプラインは、所定の温度に保てるように 50 kW の加熱テープと厚さ 50 mm の断熱層を備え、24 本のコンクリート柱基礎で地上 1.3 メートルの高さに支持されていた。図 4-46 に実験設備の概観を示す。

⁷⁶ CO2QUEST FACT Sheet, <https://cordis.europa.eu/project/id/309102>

⁷⁷ Xiaolu Guo 他、Under-expanded jets and dispersion in supercritical CO2 releases from a large-scale pipeline, Applied Energy 183 (2016)

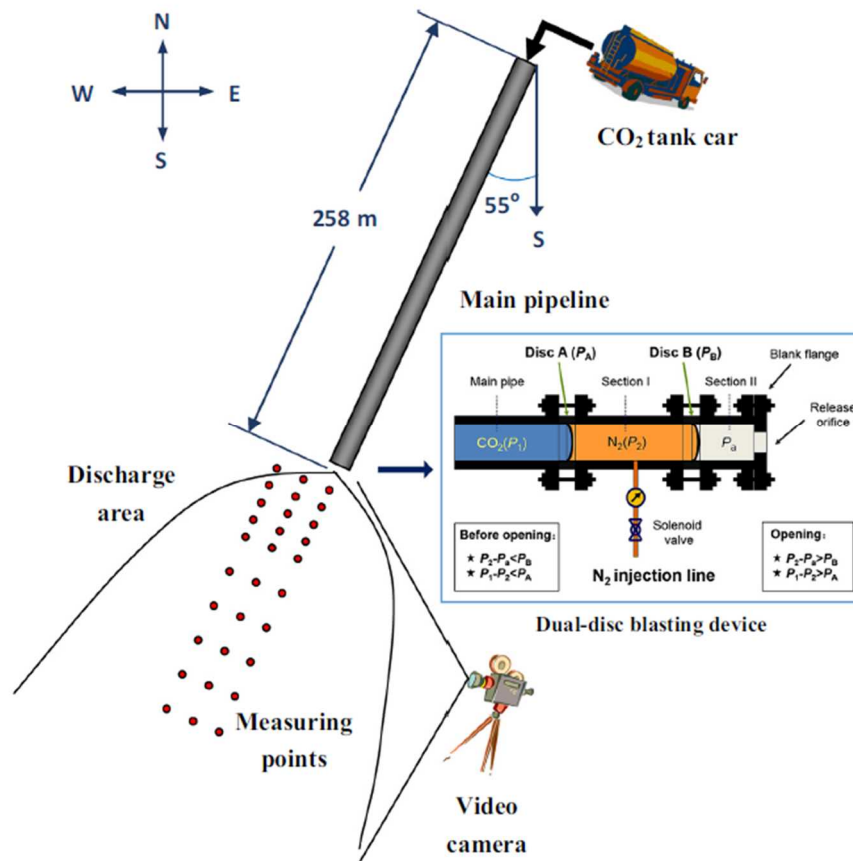


図 4-46 CO2PIPEQUEST 実験設備概観

リリースオリフィスから 0.74 m および 248.6 m の距離でのパイプライン内の圧力変化は、周波圧力トランスデューサを使用して測定された。近接場での動的圧力変化は、差圧トランスデューサを使用して、解放中に測定された。放散部の CO2 温度と濃度測定は、図 4-47 に示すように地上 1.3 m の高さに設置された 18 個の熱電対と 19 個の CO2 濃度センサで行われた。

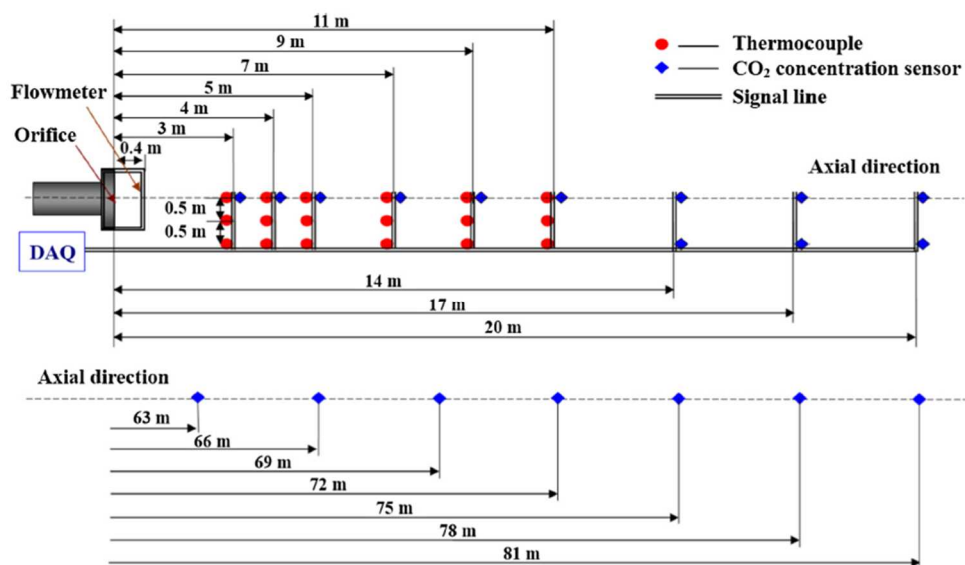


Fig. 3. Distribution of measurement points in discharge area.

図 4-47 CO2PIPEQUEST 大気放散部の測定点

実験条件の例を表 4-31 に示す。オリフィス径は 15mm、50mm、フルボア（全孔 233mm）であった。ここでは超臨界 CO₂ の放散について紹介する。実験結果は、5% v/v 濃度を安全距離として整理されている。大連市の実験では、高压の気相と液相の CO₂ に対する実験も行われた⁷⁸。

表 4-31 CO₂QUEST 実験条件例（超臨界 CO₂）

Number	Test1	Test2	Test3
Pressure (MPa)	7.6	7.9	8.0
Temperature (°C)	35.1	33.4	36.9
Orifice (mm)	15	50	FBR
Inventory (tons)	3.14	6.27	3.59
Environmental pressure (kPa)	101.02	100.75	100.01
Environmental temperature (°C)	0.2-2.2	4.7	26.6
Humidity (%)	52.4-52.5	75.9	62.8
Wind speed (m/s)	5.5-7.2	1.5	0.8
Wind direction	290-348	188	198
Atmospheric stability	D	B	B

(3) 実験結果

図 4-48 は TEST2 の目に見える雲の発生、成長、減衰の様子を示している。オリフィス近くに見える白い雲は主にガス状の CO₂ とドライアイスの粒子で構成されており、したがってジェットは気体と固体の二相流で構成されていた。ドライアイス粒子は遠方場に運ばれ、周囲空気との混合プロセス中に昇華した。ジェットの膨張と CO₂ 昇華の結果として遠方場の周囲温度が低下し、これにより周囲空気からの水蒸気が凝結し、人間の目に見える雲が生じた。水蒸気の急速な凝縮は、局所的な環境湿度と温度降下に影響を与えている。

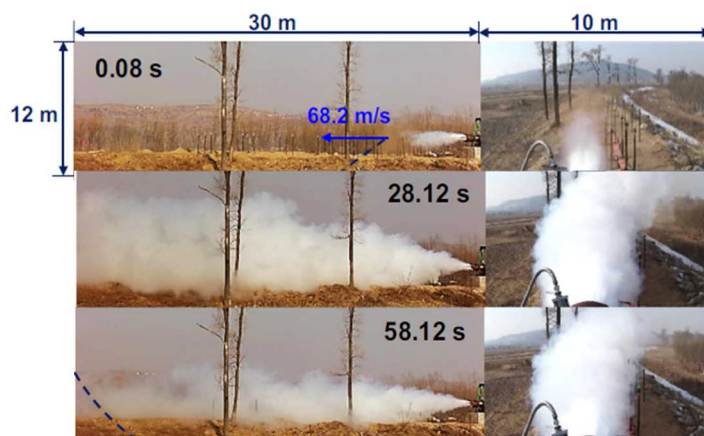


図 4-48 CO₂PIPEQUEST 超臨界 CO₂ 放散による雲の発生状況（TEST2）

図 4-49 に TEST2 の放出領域の軸線に沿った温度と CO₂ 濃度の分布（超臨界 TEST2）を示す。遠方場の周囲温度は、逃げるガスの膨張とドライアイス粒子の昇華の結果として低下した。放出方向に沿った温度は、膨張速度の減少と軸方向に沿ったドライアイスの割合の減少により徐々に上昇した。そして、CO₂ の温度は周囲の温度に合わせて徐々に上昇した。CO₂ 濃度等高線は最も遠い測定点まで伸び、100 秒間準安定状態を維持した。放出終了時（312 秒）に、放出オリフィスから

⁷⁸ Xiaolu Guo 他、Under-expanded jets and dispersion in supercritical CO₂ releases from a large-scale pipeline, Applied Energy 183 (2016)

5 m の距離での CO₂ 濃度は 3% v/v 濃度を超えたままであったが、破裂後 700 秒までに 1% v/v 未満に減少した。

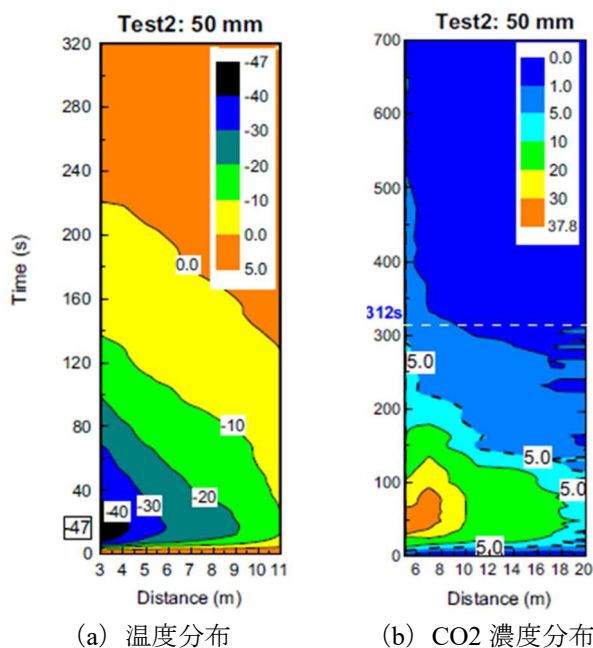


図 4-49 CO₂PIPEQUEST 放出時の軸線方向温度と CO₂ 濃度分布 (超臨界 TEST2)

4.3.3.4 COOLTRANS

(1) プロジェクト概要

4.3.2.3 の COOLTRANS (1) プロジェクト概要を参照のこと。

(2) 大気放散実験

COOLTRANS プロジェクトの一部として行われた、垂直大気放散実験について整理した。垂直大気放散はベントシステムと関係する。ベントシステムは、計画されたベントまたは漏洩事故中にパイプラインの修理に十分な時間を確保しながら、パイプラインの圧力をできるだけ早く安全な範囲まで下げるといった目的で設置される。また、ブロックバルブまたはベントステーションを適切な間隔で設置することで、セクションを分離して、大気中に放出される CO₂ の量を制限することができる。一方、放出された CO₂ ガスや固体 CO₂ 粒子に曝露したり、極低温に曝露したりする可能性がある。そこで、ベントシステムは、減圧の潜在的な安全上の影響が労働衛生と第三者リスクの両方の観点から許容基準内になるように設計および配置する必要がある⁷⁹。

National Grid の委託を受け GL Noble Denton が、充填ライン (直径 150mm、長さ 132m)、貯蔵容器 (外径 610mm、長さ 24)、供給管 (直径 51mm、長さ 12m) および通気管 (高さ 3m、公称直径 50mm) からなる実験装置で垂直大気放散実験を行った。図 4-50 に垂直放散実験装置の構成、表 4-32 に垂直放散実験条件、図 4-51 に実験状況を示す。

質量流量を監視するために、供給管の水平部分にコリオリ流量計が設置された。流体の圧力と温度は、供給管内の 9m 離れた 2 か所で測定された。通気管の基部付近、通気管の出口付近で流体の

⁷⁹ Xingqing Yan 他、Flow characteristics and dispersion during the vertical anthropogenic venting of supercritical CO₂ from an industrial scale pipeline、Energy procedia 154(2018)

圧力と温度が測定された。通気管出口の上で、吊り下げられたフレームに取り付けられた熱電対を使用して、2つの水平面で温度の測定が行われた。酸素セルのレイは、公称風下象限の通気管出口から一定の距離にある円弧状に地上に配置された。また、大気の流れと風向、周囲の温度と湿度も測定された。

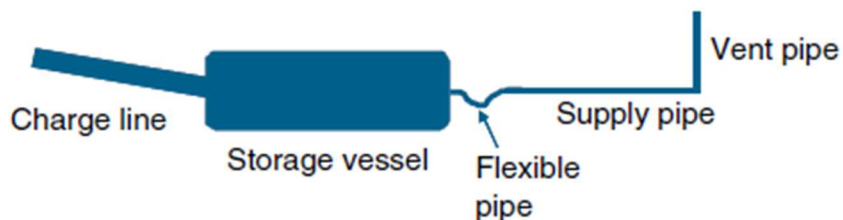


図 4-50 COOLTRANS 垂直放散実験装置構成⁸⁰

表 4-32 COOLTRANS 垂直放散実験条件 (TEST11)⁸¹

Section	Item	Value
CO2	Phase	Liquid
Vent	Nominal diameter	50mm
	Height	3m
Initial vessel conditions	Pressure	151barg
	Temperature	7.5°C
Atmospheric and external conditions -average value in 30s prior to test given	Temperature (average field temperature)	3.46°C
	Relative humidity	100%
	Wind speed at 2m elevation (mast A)	1.79m
	Wind direction at 2m elevation (mast B)	257



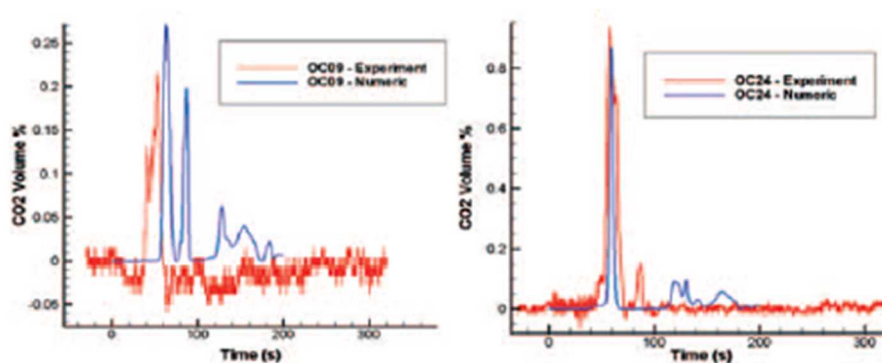
図 4-51 COOLTRANS 垂直放散実験

⁸⁰ D.Allason 他、EXPERIMENTAL STUDIES OF THE BEHAVIOUR OF PRESSURISED RELEASES OF CARBON DIOXIDE、Hazards XXIII

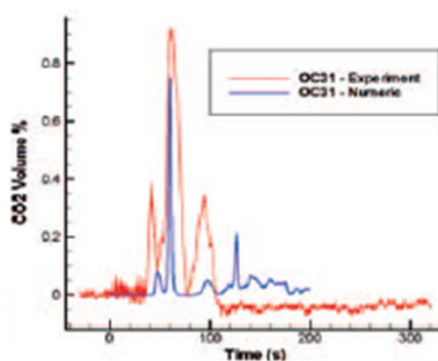
⁸¹ Jennifer Wen 他、Dispersion of carbon dioxide from vertical vent and horizontal releases-A numerical study、Proc IMechE Part E:J Process Mechanical Engineering 227(2)

(3) 実験結果

University College London が通気管からの流出シミュレーション、Leeds University が近接場シミュレーションを行い、その結果を入力値として、遠方場のシミュレーションを Kingston University が行い、測定結果と比較された。図 4.3-12 のシミュレーションは、CO₂ プルームの到着タイミングとプルーム内の CO₂ 濃度に関して、6 つの比較ポイントすべてで測定値と概ねよく一致していた。図 4-52 にシミュレーションと測定値の比較を示す。3 ポイントでやや過大、2 ポイントでやや過大であった。



(a) 東から北に 30 度、40m (やや過大) (b) 東から北に 15 度、80m (一致)



(c) 東から北に 15 度、100m (やや過少)

図 4-52 シミュレーションと測定値の比較

4.3.3.5 CO2PIPETRANS

(1) プロジェクト概要

4.2.2 の CO2PIPETRANS (1) プロジェクト概要を参照のこと。

(2) 大気放散実験⁸²

CO2PIPETRANS Joint Industry プロジェクトに含まれていた、長さ 200 メートル、直径 50 mm の水平パイプの一端から 100 barg の液相 CO₂ を放出する、英国の Spadeadam サイトで行われた大気放散実験を紹介する。水平パイプの内容積は公称 432 リットル(約 410kg) の純粋な CO₂ (5 °C、100 barg) を保持でき、長さに沿って 4.5 メートルごとに支柱に取り付けられ、公称地上高は 0.7 m

⁸² Hamish Holt 他、Hamish Holt, Discharge and dispersion for CO₂ releases from a long pipe: Experimental data and data review、HAZARDS 25

ートルであった。図 4-53 に実験装置の構成を示す。

パイプラインの前端には、出口フランジと保持フランジの間に破裂ディスクアセンブリが取り付けられた。破裂ディスクは直径 75 mm で、120 barg \pm 5% で解放するように設定された。

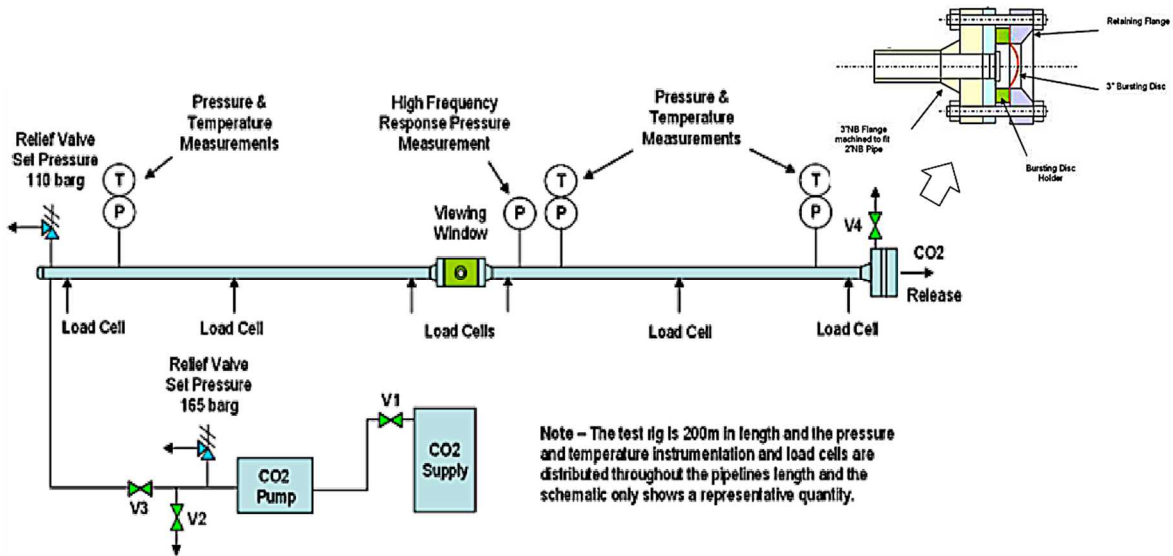


図 4-53 CO2PIPETRANS 大気放散実験装置の構成

パイプライン内の媒体の圧力は、14 か所の標準周波数応答トランスデューサと、設置位置を 4 か所から 1 か所を選んで取り付ける高周波応答トランスデューサを使用し測定された。パイプラインの壁温度は、パイプの外壁 12 か所に熱電対をスポット溶接し、流体の温度は 38 か所にシース熱電対を挿入し測定された。さらに、放出オリフィスの穴の 3mm 以内に熱電対が配置された。

実験で放出された CO₂ の分散は、図 4-54 に示されている位置 (高さは基本的に 1m) にある 32 個の酸素センサーのアレイを使用して測定された。酸素センサーの感知面の近くにタイプ「T」熱電対が配置された。CO₂ 濃度測定には、6 台の赤外線 CO₂ 検出器と 1 台のオープンパス CO₂ 検出器が使われた。表 4-33 に実験条件を示す。

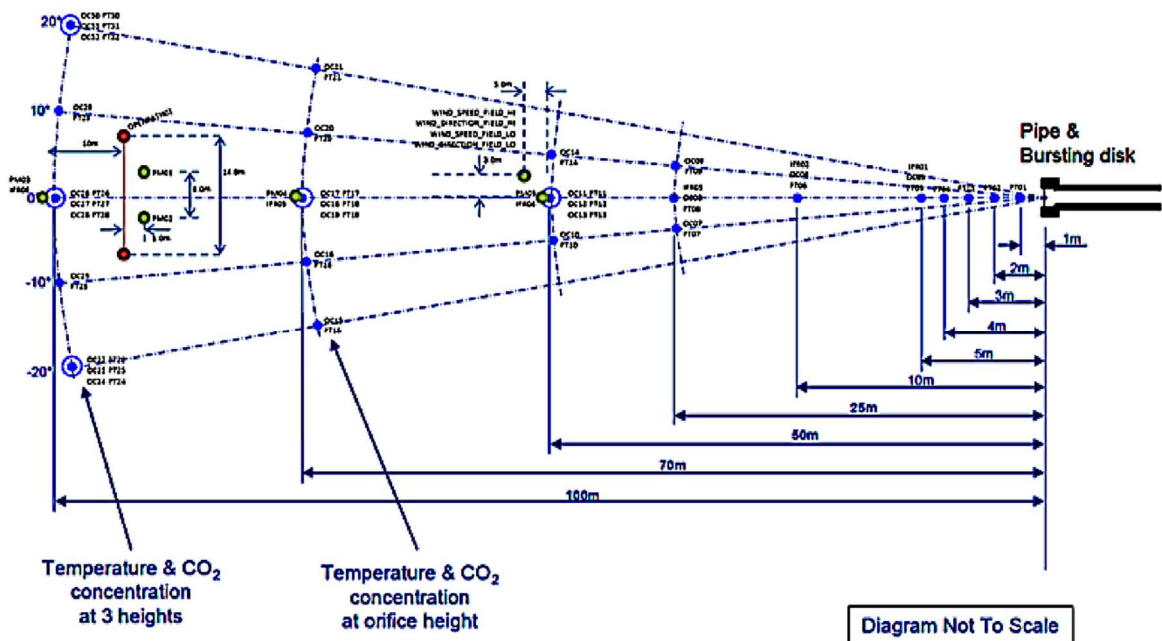


図 4-54 CO2PIPETRANS 放散後データ収集位置

表 4-33 CO2PIPETRANS 大気放散実験条件

Test	Orifice Diameter (mm)	Initial Pressure (barg)	Initial Temperature* (°C)
1	35	98.4	6
2	35	100.4	3.9
3**	35	100.5	2.9
4	50	100.5	4.9
5	20	100.9	6.4
6	10	101.2	5.8
7	26.5	100.8	13.7
8	50	105	10.7

*Average temperature along the pipe at the beginning of the test.

** Test 3 was a repeat of Test 2 due to issues with load cell data

(3) 実験結果

パイプの減圧データが、DNV GL ソフトウェア Phast PIPEBREAK と比較検討された。図 4-55 の放出質量の推移にはモデル予測 (破線の曲線) が含まれている。減圧データでは、放出される質量は穴の直径とともに増加し、持続時間は穴の直径とともに減少することが確認できた。放散による目にみえる雲の発生状況を図 4-56 に示す。

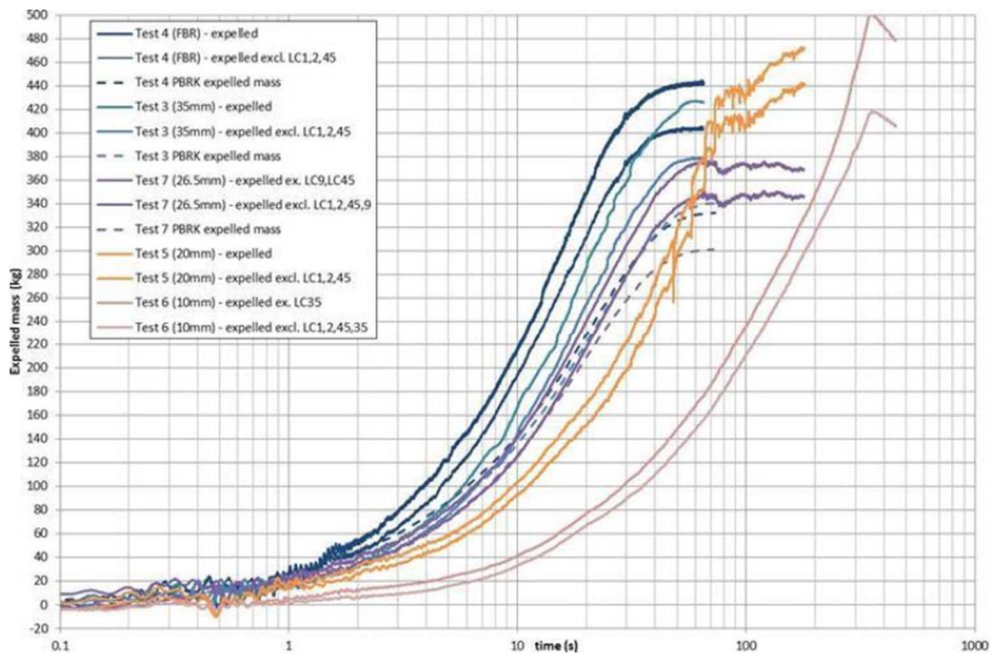


図 4-55 CO2PIPETRANS 放出質量の推移



図 4-56 CO2PIPETRANS 放散による目にみえる雲の発生状況

4.3.3.6 ConsenCUS

(1) プロジェクト概要

ConsenCUS (CarbOn Neutral cluSters through Electricity-based iNnovations in Capture, Utilisation and Storage) は「回収、利用、貯蔵における電力ベースのイノベーションによるカーボンニュートラルクラスター」を通じて、ネットゼロカーボンの未来への産業ロードマップを提供することを目指して、Horizon2020 のテーマとして、2021 年 5 月に 2025 年 3 月までの予定で開始された。

このプロジェクトは、CCUS の 3 つの主要コンポーネントにおける次の技術革新を提示している。

(a) 新しい電気透析セル (100 kg CO₂/時) と組み合わせたアルカリ吸収に基づく炭素回収、(b) 現在の市場だけでなく新興市場向けの CO₂ からギ酸およびギ酸への変換、(c) 貯蔵のための塩層および帯水層への CO₂ の安全な循環充填、である⁸³。

ここでは、(c) の一部として、Safety in CO₂ logistics⁸⁴ 中の CO₂ パイプラインからの偶発的放出について、紹介する。報告書は 2024 年 4 月に、DGC (Danish Gas Technology Center) と GEUS (Geological Survey of Denmark and Greenland) から公開されている⁸⁵。

(2) シミュレーション

CO₂ パイプラインからの偶発的放出の結果モデリングは、一般的に、1) 容器またはパイプからの放出をモデル化する放出計算、2) 放出後に形成される雲などの放出物質の挙動をモデル化する拡散計算、そして最後に 3) CO₂ の場合の毒性などの影響の予測に分けられる。これらのシミュレーションには、DNV Phast 9.0 が使用された。

表 4-34 に主要なベースパラメータを示す。ソフトウェアの制限として、放出方向は常にパイプラインに沿って X 軸、上方に Y 軸となり、パイプライン水平面の角度は設定できない。熱力学モデルの制約から、ドライアイスの形成はモデルに含まれていない。また、CO₂ に不純物を含めることは今後の課題となっている。

⁸³ CarbOn Neutral cluSters through Electricity-based iNnovations in Capture, Utilisation and Storage Fact sheet, <https://cordis.europa.eu/project/id/101022484>

⁸⁴ ConsenCUS HP, <https://consencus.eu/results/>

⁸⁵ ConsenCUS-D8.6-Safety report on CO₂ logistics – version 1 - 2404, <https://consencus.eu/wp-content/uploads/2024/05/D8.6-ConsenCUS.pdf>

表 4-34 ConsenCUS 主要なベースパラメータ

Basic of design	Values	
Case	Buried pipeline	
Media and phase	Gaseous CO ₂ (assuming 100% purity)	Dense CO ₂ (assuming 100% purity)
Operating flow rate	22kg/s (80ton/h or 0.7MTPA)	168.6kg/s (607 ton/h or 5.3MTPA)
Temperature and pressure of CO ₂	30 barg and 5°C	120barg and 5°C
Mass of contained CO ₂ between isolation Valve (20km)	155.9 tonnes	1,994 tonnes
Volume of contained CO ₂ between isolation Valve (20km)	2075 m ³	2075m ³
Release direction	Buried pipeline with vertical release	
Release point	Halfway between isolation valves	
Pipe inner diameter	363.5mm (API 5L 16 inch SCH 80)	
Pipe length	65 km	
Leak size	Full bore rupture, weld-to-weld distance 12 m (i.e., fracture length assumed to be 12m)	
Weather	Neutral (Pasquil stability D and wind speed of 4m/s)	
Distance between isolation valves	20 km	
Response + valve closing time	60s (assuming automatic leak detection system, i.e., instantaneous response)	
Depth of caver + soil type	1.2 m (clay)	
Ambient temperature	9.85 °C	
Relative humidity	70 %	

(3) シミュレーション結果

表 4-34 の値による気相 CO₂ のシミュレーション結果を図 4-57 に示す。図 4-57 (a) は CO₂ の放散の高さ方向の分布で、所定の濃度(2、4、10%)の最大の雲領域を示す。破裂点のすぐ近く (<10 m) を除いて、濃度が 2% 以上では CO₂ が地表に到達しない結果である。(b)は、致死率 0.1、1、10、99%の致死率等高線を示す。

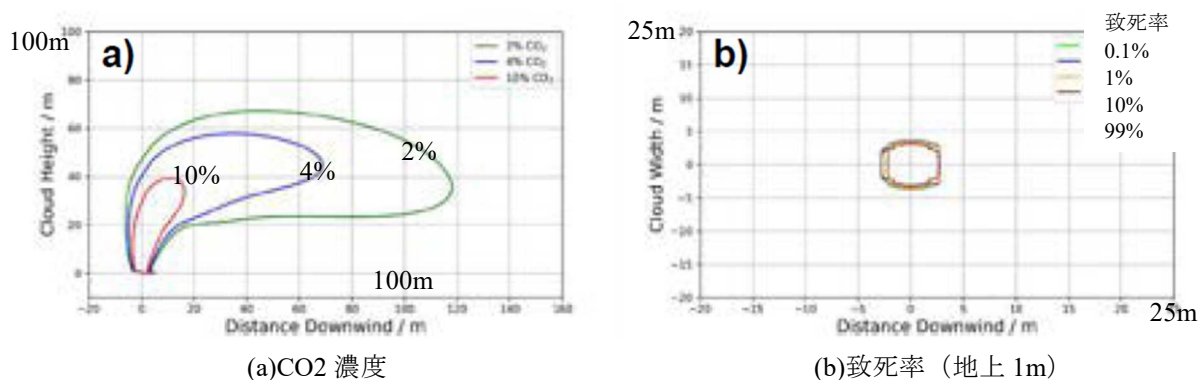


図 4-57 ConsenCUS ベースパラメータによる気相 CO₂ 放散シミュレーション

図 4-58 にベースパラメータによる濃密相 CO₂ のシミュレーション結果を示す。濃密相の放散は、放散から数百メートルの風下の地表レベルでも危険な CO₂ 濃度となる。気相の放散と比較してはるかに広い致死等高線として現れ、1% 致死曲線は風下で約 300 メートルに達する。この違いは、濃密相パイプラインから放出される CO₂ の量のはるかに多いためである。

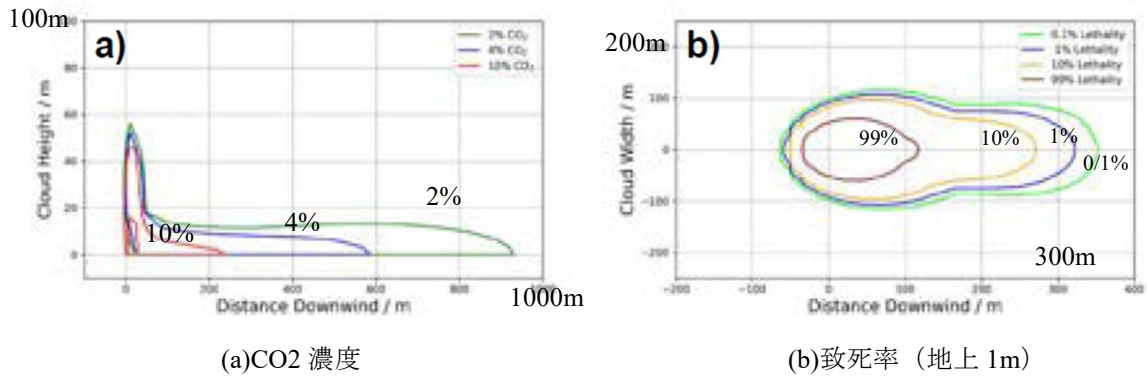


図 4-58 ConsenCUS ベースパラメータによる濃密相 CO2 放散シミュレーション

図 4-59 に埋設パイプラインと地上設置パイプラインの気相 CO2 のシミュレーションの結果を示す。地上設置パイプではすべての運動エネルギーが上向きに向けられている。一方、埋設パイプラインでは、CO2 の運動エネルギーは、クレータ形成によって一部が消費されている。そのため、地上設置パイプラインからの放出は埋設パイプラインに比べて狭く、集中したものになる。これは、(a)の 4%濃度の分布と、(b)1% 致死率等高線の両方に影響している。

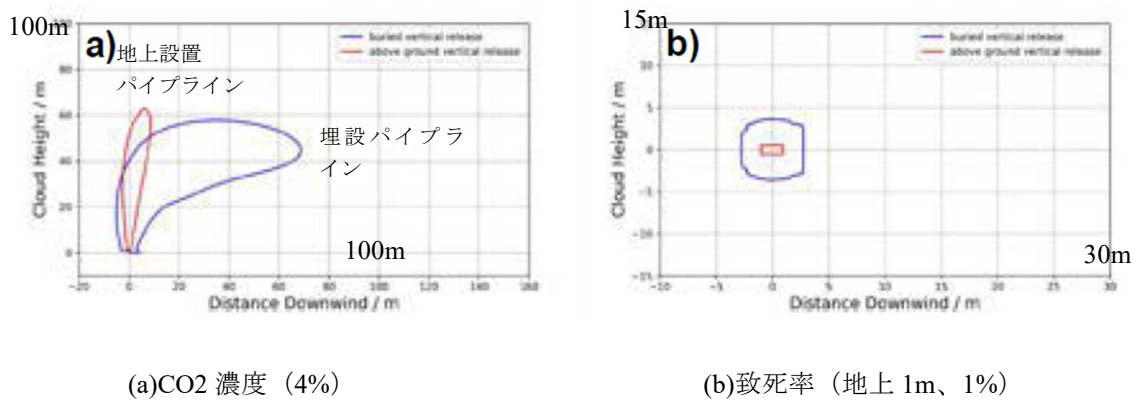


図 4-59 ConsenCUS 埋設および地上設置パイプラインの気相 CO2 のシミュレーション

図 4-60 に埋設パイプラインと地上設置パイプラインの濃密相 CO2 のシミュレーションの結果を示す。埋設パイプラインの場合は、気相 CO2 の場合と同様にクレータの形成によって運動エネルギーが消費される。そのため、4%の密度と 1%の致死率は地表近くで広い範囲分布している。

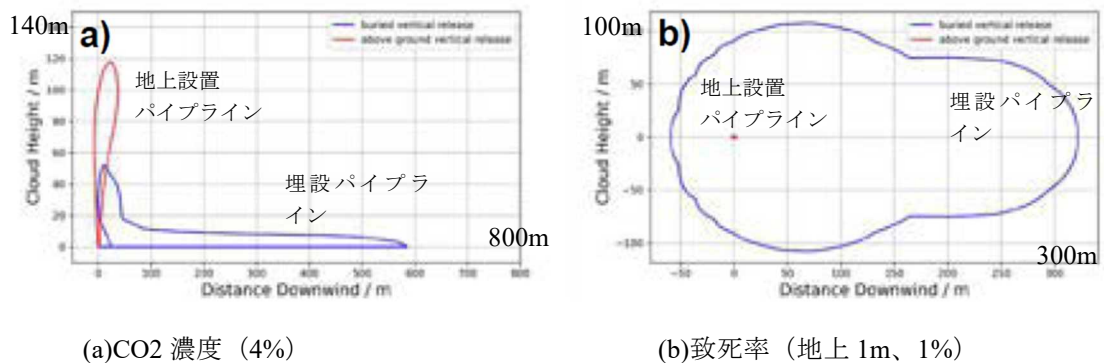


図 4-60 ConsenCUS 埋設および地上設置パイプラインの濃密相 CO2 のシミュレーション

(4) CO₂ の危険性指標⁸⁶

ConsecCUS では、放散された CO₂ の毒性影響について、致死率 (Lethality) を使用している。この指標も含め関連する CO₂ の危険性指標を整理した。

(a) 英国安全衛生庁 (HSE)

英国安全衛生庁 (HSE) は、中毒量 (toxic dose) を次のように定義している。

$$A=C^n \times t$$

ここで、t は分単位の曝露時間、C は ppm 単位の濃度、n は C の指数を表す。CO₂ の場合、n は 8 である。CO₂ の中毒量 A の単位は「ppm⁸min」になる。

物質の毒性を評価するために、HSE は、ばく露の濃度と期間に関してばく露状態を計算するための DTL (危険物毒性負荷: Dangerous Toxic Load) の評価として知られているものを開発した。

土地利用計画のために、HSE は、次を引き起こすものとして SLOT (毒性規定レベル: Specified Level of Toxicity) を定義した。

- ・ 特定領域におけるほとんどの人々が重度の苦痛をとまなう
- ・ ばく露集団の大部分が医療を必要とする
- ・ 何人かの人々が長期治療を必要とする重傷を負う
- ・ 人々を死亡させる影響力を持つもの、単回ばく露から、一定時間における特定濃度のばく露まで、1-5%の致死率

また、SLOD (有意な死亡可能性レベル: Significant Likelihood of Death) は、単回ばく露により 50% の致死率となるものとして定義されている。

SLOT は中毒量 1.5E+40 ppm⁸min に相当し、SLOD は中毒量 1.5E+41 ppm⁸min に相当することから、図 4-61 の関係が得られる。

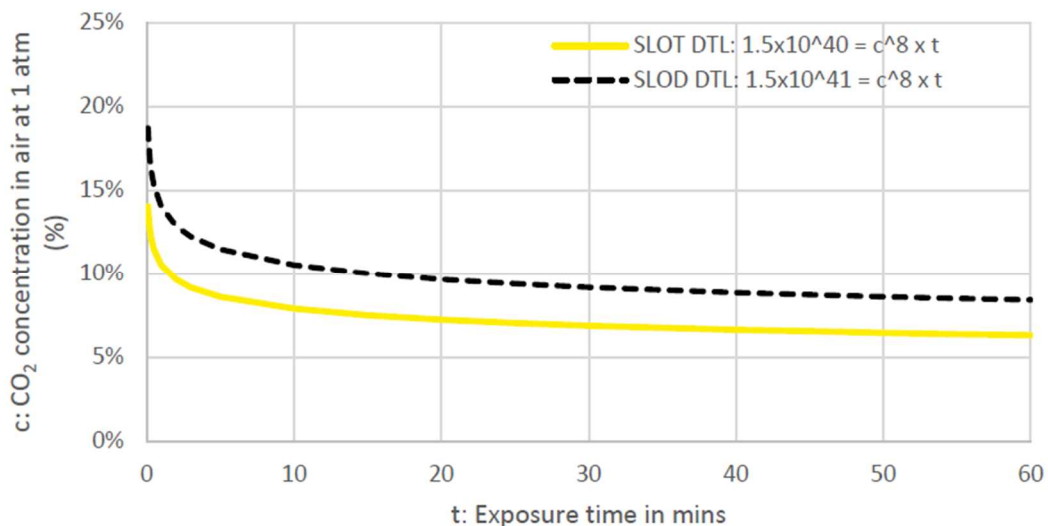


図 4-61 SLOT と SLOD の CO₂ 濃度と曝露時間の関係⁸⁷

⁸⁶ ConsencCUS-D8.6-Safety report on CO₂ logistics – version 1 - 2404、<https://consensus.eu/wp-content/uploads/2024/05/D8.6-ConsencCUS.pdf>

⁸⁷ Methods of approximation and determination of human vulnerability for offshore major accident hazard assessment、https://www.hse.gov.uk/foi/internalops/hid_circs/technical_osd/spc_tech_osd_30/spctecosd30.pdf

HSE による別の定義で、「生命または健康に直ちに危険を及ぼす」(IDLH) がある。これは、「職場における特定の化学物質の最大暴露濃度で、30 分以内に逃げることができ、逃避障害の症状や不可逆的な健康影響を及ぼさない」と定義されている。CO₂ の IDHL は暴露濃度 4% で、毒性用量 2E+38 ppm⁸min に相当する。

死亡開始の限界値として IDLH を使用するには、以下の注意が必要である。

- IDLH の使用は 30 分以下の曝露に限定されており、より長い曝露時間に使用すると非保守的な方向に誤りが生じる。
- プロビットまたは SLOT アプローチと比較すると、IDLH は大幅に保守的な結果を生み出すようである。
- IDLH は、重大事故のリスク評価よりも、職場のリスク管理ツールとして使用する方が適している。
- すべてのケースで、IDLH は生存可能性の下限を適度に保守的に示している。

(b)オランダ災害防止委員会

オランダ災害防止委員会が発行したリスク分析に関する「パープルブック」⁸⁸は、統計処理に用いられるプロビット関数を使用して、曝露の影響を特定の濃度と曝露時間に関連付ける方法を示している。HSE UK の SLOD の定義では、死亡確率が 50% に等しいことから、特定の曝露時間における特定の CO₂ 濃度の致死率 (死亡確率) を計算することができる。

図 4-62 に CO₂ 濃度と選択された曝露時間に基づく致死率を、表 4-35 に致死確率が 50% の場合の関連する曝露時間と CO₂ 濃度を示す。緊急事態の場合、CO₂ 事故から逃れるために許される時間に関して、6% に曝露されるか 14% に曝露されるかが重要である。これらの致死率曲線は、CO₂ 漏洩の毒性を推定し、リスクを軽減するための適切な安全対策を実施するために使用される。

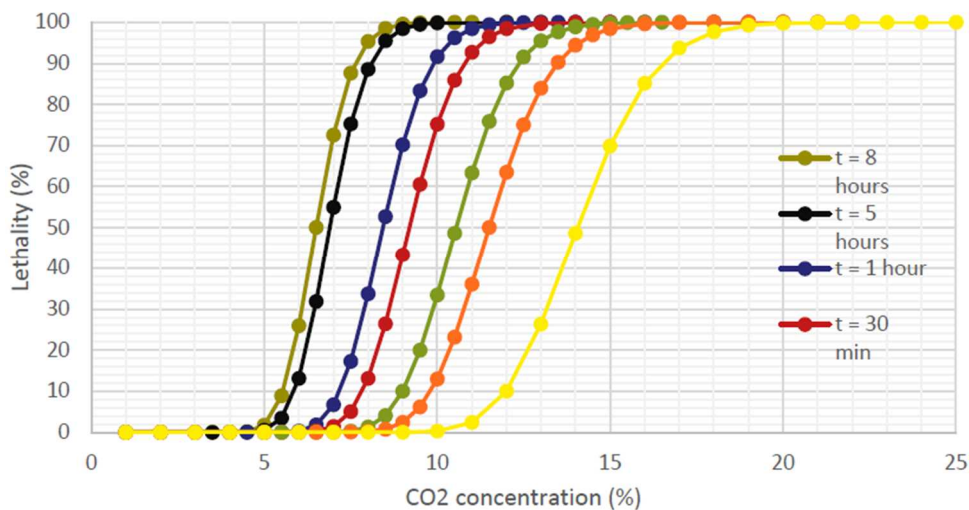


図 4-62 CO₂ 濃度と選択された曝露時間に基づく致死率

⁸⁸ dr. P.A.M. Uijt de Haag, dr. B.J.M. Ale, Guidelines for quantitative risk assessment

表 4-35 致死率 50%に対応する暴露時間と CO₂ 濃度 (SLOD に相当)

Exposure time	"SLOD"- CO ₂ concentration (%)
1 min	14.1
5 min	11.5
10 min	10.5
30 min	9.2
1 hour	8.4
5 hours	6.9
8 hours	6.5

4.3.3.7 気相 CO2 放出実験

(1) 気相 CO2 放出実験

4.3.3 の CO2 放散実験で、対象としたのは濃密相 CO2 であった。気相 CO2 の放散実験の例は少なく、4.3.3 の CO2QUEST で行われている程度であった。先に紹介したのと同じ実験設備で行われているので、概要を紹介する⁸⁹。

放散直後から、オリフィスに向かって斜め上を向いて、底部が破断面に接触している白い雲が見えることがあった。これは、CO2 がオリフィスを通ってジェット内で膨張する際に大幅に冷却され、固体 CO2 粒子が形成されたことによる。表 4-36 に実験条件例（気相 CO2）を示す。また、図 4-63 に TEST2 の放出領域の軸線に沿った温度と CO2 濃度の分布（気相 TEST2）を示す。4.3.3.3 の超臨界 CO2 の放出時の圧力は 7.9MPa で、放出量（inventory）が 6.27ton であり、気相の場合よりも大きかったため、周囲への影響が大きかった。気相の場合、周囲温度は最大で 10°C 程度の低下であった。濃度 5%以上の領域は、気相で 25 秒、12m 程度が最大であったが、超臨界では、50 秒、18m 程度であった。

表 4-36 CO2QUEST 実験条件例（気相 CO2）

Number	Test 1	Test 2	Test 3
Pressure (MPa)	4.05	4.0	3.6
Temperature (°C)	33.8	33.4	32.7
Orifice (mm)	15	50	FBR
Inventory (tons)	0.97	0.96	0.84
Ambient pressure (kPa)	99.6	99.7	99.5
Ambient temperature (°C)	26.4–26.8	27.5	23.6
Humidity (%)	87.6–86.8	80.2	82.3
Wind speed (m/s)	0.6–1.8	1.6	0
Wind direction	120–168	108	0
Atmospheric stability	B	B	A

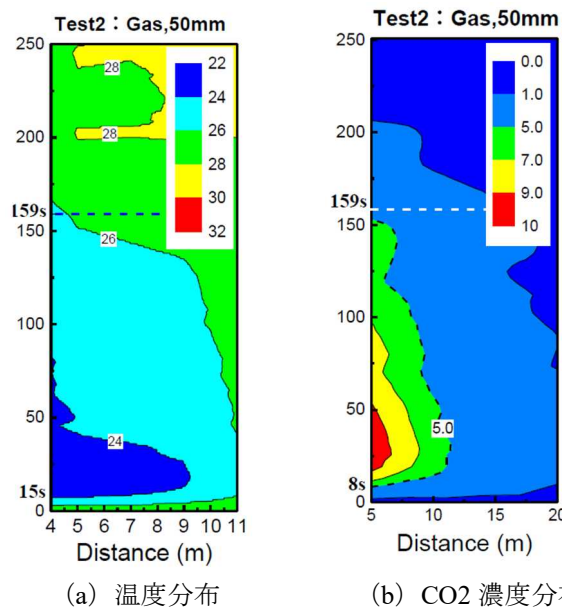


図 4-63 CO2PIPEQUEST 放出時の軸線方向温度と CO2 濃度分布（気相 TEST2）

⁸⁹ Xiaolu Guo 他、Under-expanded jets and dispersion in high pressure CO2 releases from a large-scale pipeline, Energy 119 (2017)

(2) 埋設管からの放出

CO₂ パイプラインは地下に埋設されている可能性が高く、フルボア破裂や高速延性破壊の場合、破壊の激しさにより放出地点の周囲にクレータが形成される。COOLTRANS プロジェクトの中で、地下パイプラインの穿孔がどのように作用するかを研究するための一連の実験が行われた。

穿孔実験により、周囲の土壌の性質が大気中への流れの正確な性質を決定する上で重要であることが示された。実験パイプは、外径 914mm、長さ 16.5m で、地表からパイプ 1.2m の深さになるように水平に埋設されていた。模擬穿孔として、実験パイプには複数の放出用ポートが取り付けられ、その一つからラプチャーディスクにより濃密相 CO₂ を放出した。実験から明らかになった内容を表 4-37 および表 4-38 に示す⁹⁰。次に、クレータのある放出をシミュレートするために、以前の実験と同じ「事前に形成した」クレータを構築し、土で埋め戻さないで、空気中に CO₂ を放出することで実験が行われた。模擬穿孔は、実験パイプの側面、底部、上部からとし、データ収集とシミュレーションが行われたことが報告されている⁹¹。

表 4-37 放出時の土壌の種類の影響

土壌	地表への影響
粘土質土壌	<ul style="list-style-type: none"> ・明確なクレータが常に生成されるわけではない。放出は土壌表面を持ち上げて破壊したが、土壌を完全に吹き飛ばすには十分ではなかった。 ・地下の空洞が穿孔の周囲に作られ、これが少数の別個の流路または連絡孔を介して地表に接続されているように見えた。それぞれの直径は通常 100 mm。出口速度が 40 m/s 程度。
砂質土壌および一部の粘土質土壌	明確なクレータが形成された。クレータの側面は急峻で、流れはそこから上向きに現れ、垂直速度の大きな成分を伴った。出現する流れの速度は約 40 m/s から 60 m/s の間であると推定された。
砂質土壌	一般に、約 150 バールの圧力でパイプラインに直径約 25 mm の穴があった場合、砂質土壌の直径は約 3m であった。

表 4-38 放出後の風の影響

風の影響	地表から放出後の流れ
風速が高い状況	雲の発生源の少し風下で、固体 CO ₂ の降下（ブランケット）が発生。
風速が低い場合	雲の発生源の周囲でブランケットが発生。

⁹⁰ D.Allason 他、EXPERIMENTAL STUDIES OF THE BEHAVIOUR OF PRESSURISED RELEASES OF CARBON DIOXIDE, Hazards XXIII

⁹¹ Christopher J. Wareing、Numerical simulation of CO₂ dispersion from punctures and ruptures of buried high-pressure dense phase CO₂ pipelines with experimental validation、

4.3.3.8 まとめ

CO2PIPEHAS で小規模水平放出、CO2QUEST で大規模水平放出、COOLTRANS で垂直ベント放出、そして CO2PIPETRANS では、大規模水平放出時のパイプ内の減圧データ収集について整理した。さらに、Horizon2020 の ConsenCUS からは、シミュレーションだけであるが埋設管の破裂に伴う気相と液相 CO2 放出の例を整理した。整理した放散実験は、液相あるいは超臨界であったので、例は少ないが気相 CO2 放散実験および埋設管からの放散実験の例を追加し、主要な大気放散実験の種類を網羅した。以上の実験例は、いずれも緊急対応時の安全範囲の決定のためのシミュレーション手法開発のモデルとしてデータを収集したものである。

5. 有識者委員会の開催

本事業は、表 5-1 に示す 6 名の委員からなる「令和 6 年度 CCS 事業に関する保安規制の具体化のための検討に係る調査検討会」を設置し、有識者によるアドバイスのもとに実施した。

表 5-1 有識者委員会委員

氏名	所属/役職
長縄 成実 (委員長)	国立大学法人秋田大学 大学院国際資源学研究科 教授
北村 龍太	独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 エネルギー事業本部 CCS 事業部 部長
近藤 秀樹	天然ガス鉱業会 技術部長
長原 薫	株式会社物理計測コンサルタント 取締役 新技術事業部長
松本 行弘	日本オイルエンジニアリング株式会社 取締役 開発技術部担当
吉谷 伸一	日本海洋掘削株式会社 HSQE 室 課長代行

委員会の以下の日程で 3 回開催した。

第 1 回 令和 6 年 11 月 15 日 (金) ~ 令和 6 年 11 月 29 日 (金) (持ち回り)

第 2 回 令和 6 年 12 月 25 日 (水)

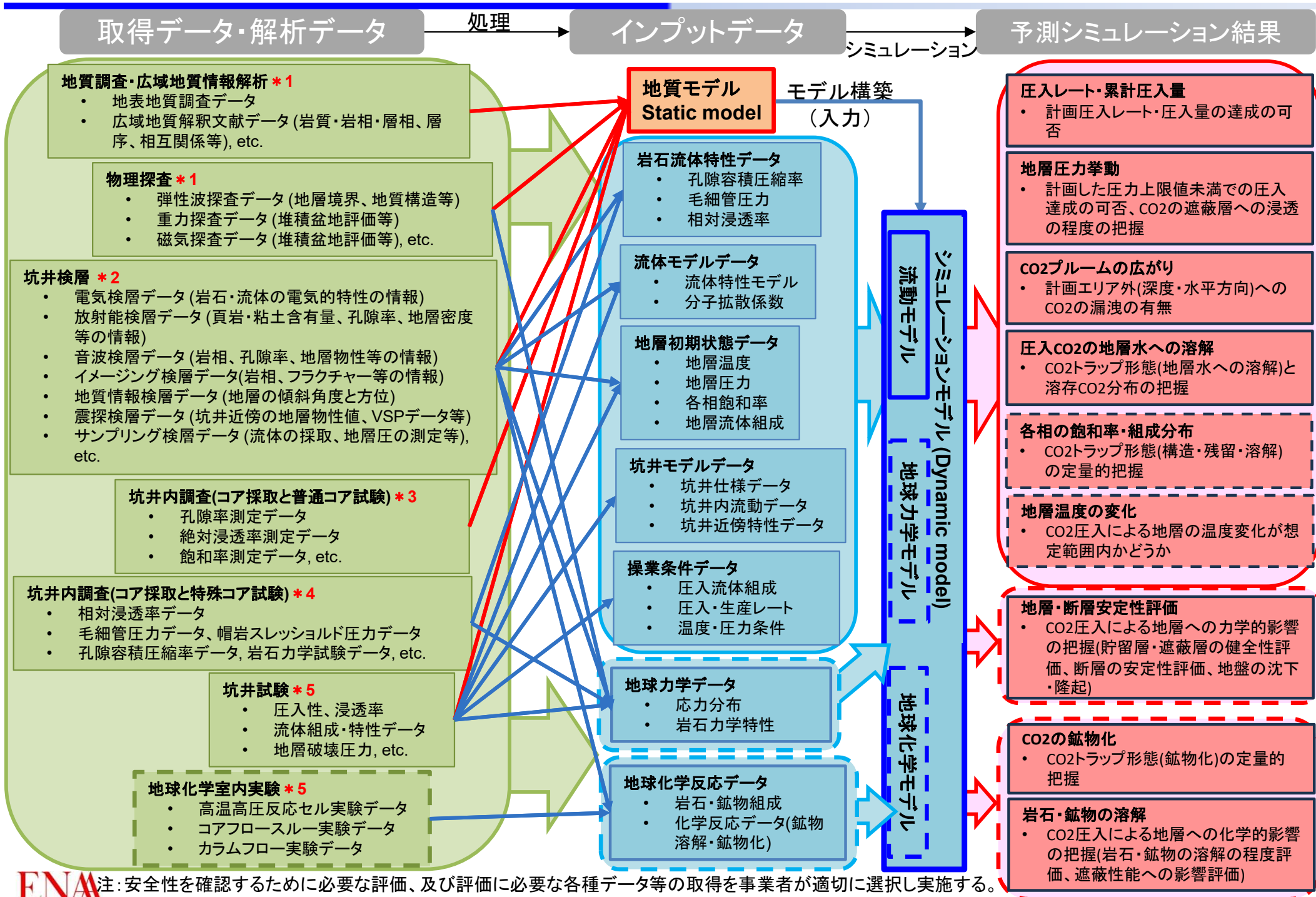
第 3 回 令和 7 年 3 月 3 日 (月)

6. おわりに

2025年2月に閣議決定された第7次エネルギー基本計画は、CCS事業を脱炭素化の重要な選択肢として位置づけ、その推進を図る方針が示された。また同じく2月には、2023年6月に7つの「先進的CCS事業」が選定された中の一つである北海道苫小牧市沖の一部区域がCCS事業法に基づく特定区域の第一号として指定され、試掘の許可申請の受付が開始されるなど、着実に2030年の事業開始に向けた取組みが進められている。

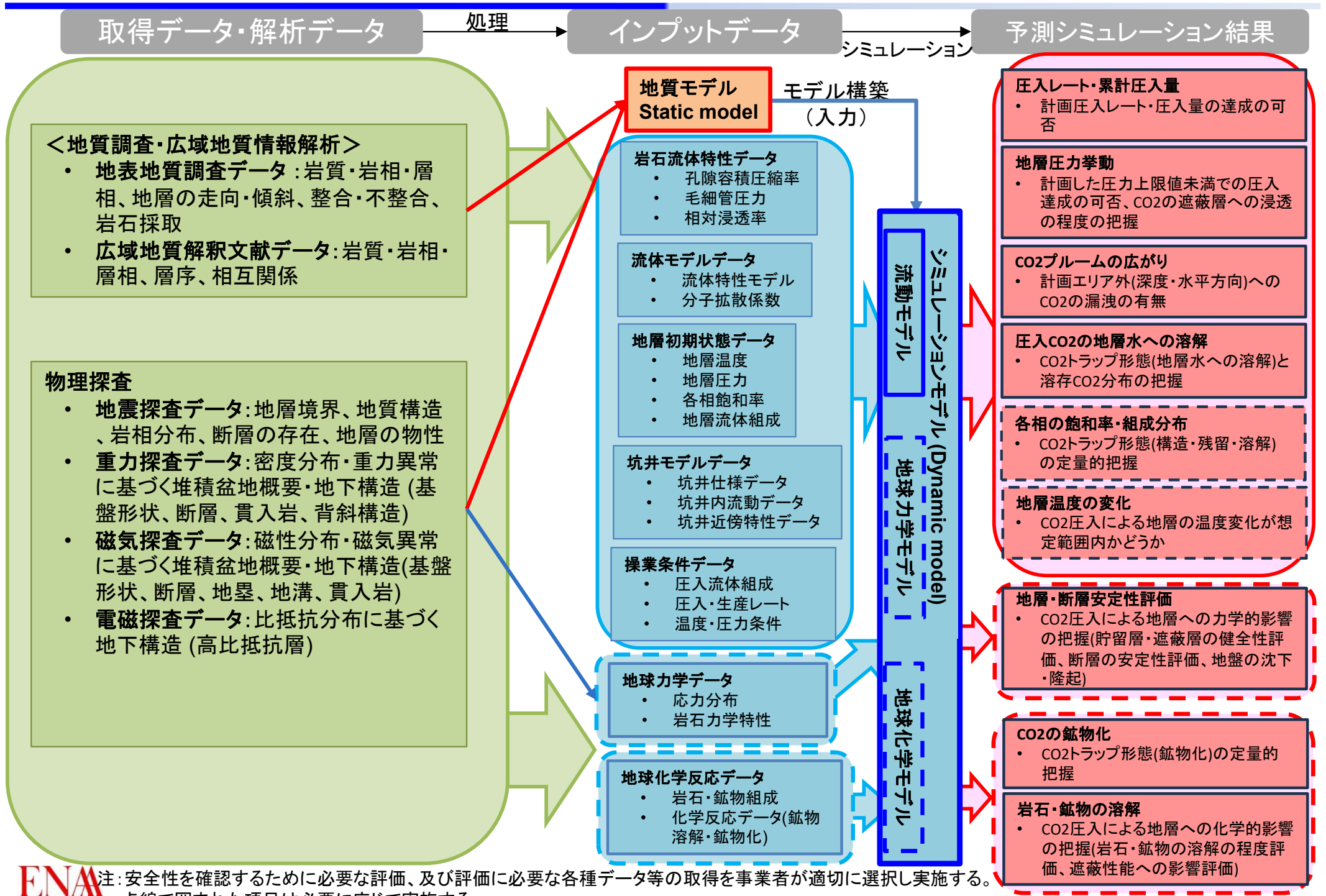
本調査で得られた情報が、2024年5月に公布されたCCS法における保安規制の措置内容の具体化に係る検討に資することで、貯留事業および導管事業を計画している事業者の保安課題の理解や解決の一助となれば幸いである。

データ収集からシミュレーション実施までのフロー



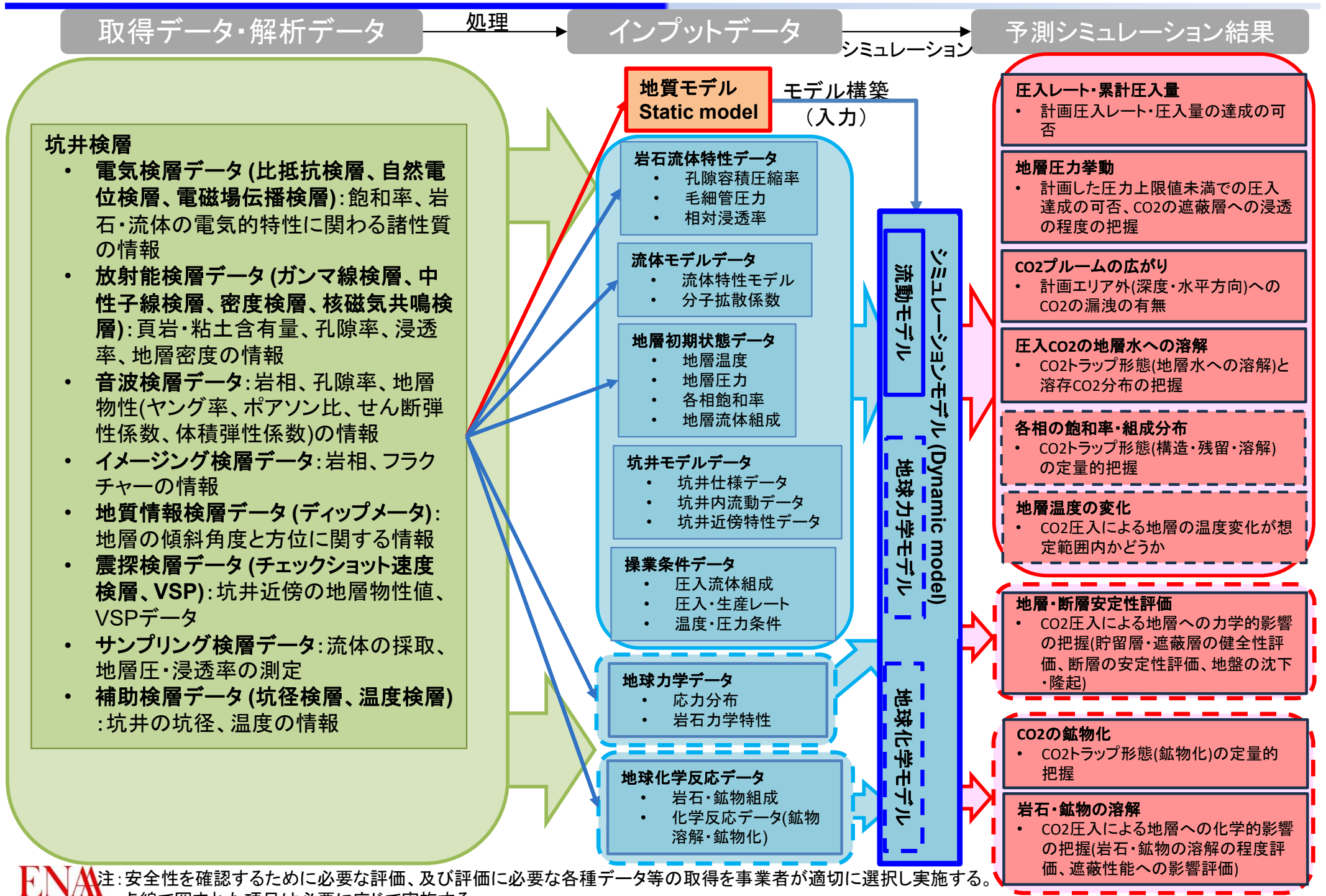
ENNA 注: 安全性を確認するために必要な評価、及び評価に必要な各種データ等の取得を事業者が適切に選択し実施する。
 点線で囲まれた項目は必要に応じて実施する。

データ収集からシミュレーション実施までのフロー 分解①



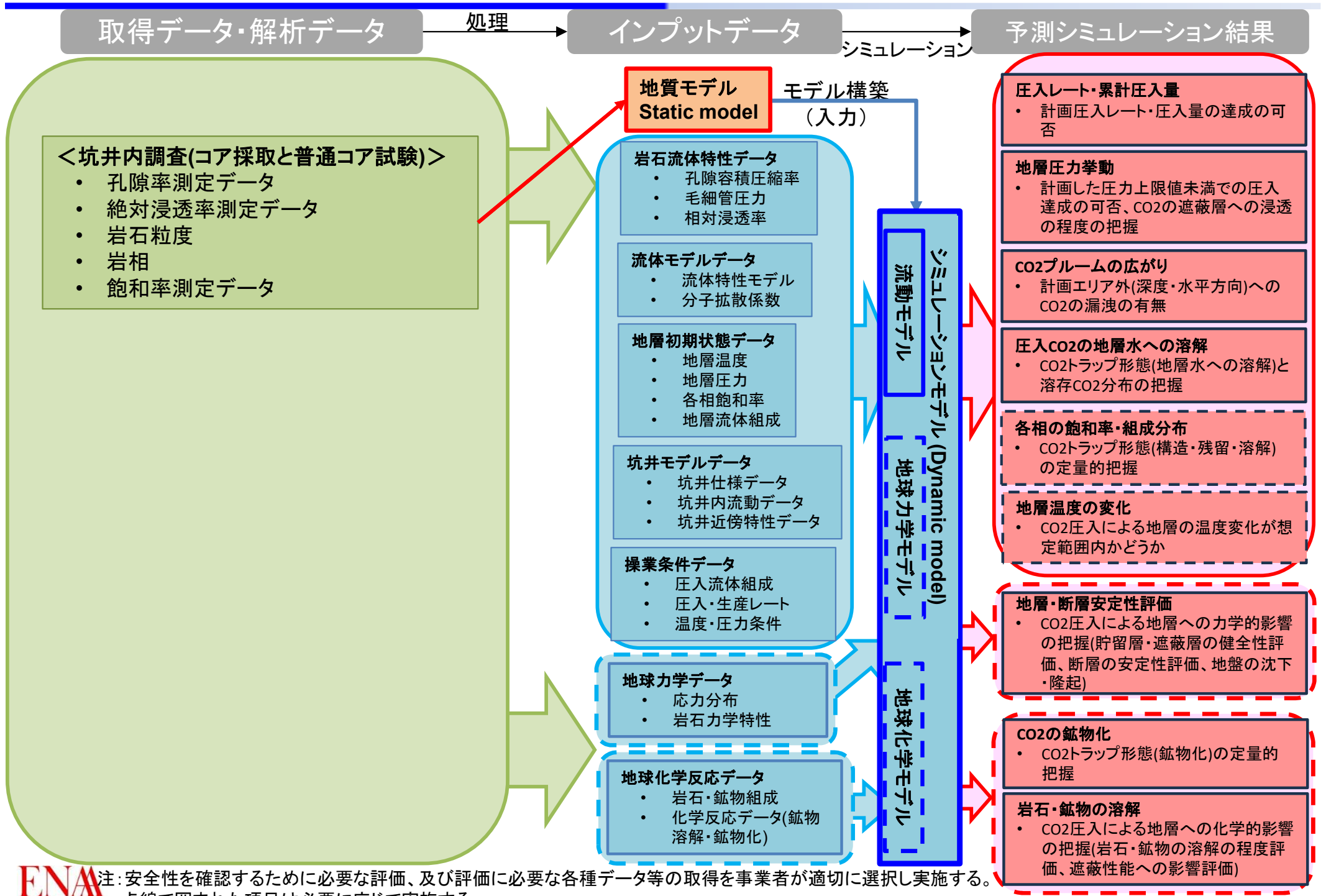
ENNA 注: 安全性を確認するために必要な評価、及び評価に必要な各種データ等の取得を事業者が適切に選択し実施する。
 点線で囲まれた項目は必要に応じて実施する。

データ収集からシミュレーション実施までのフロー 分解②



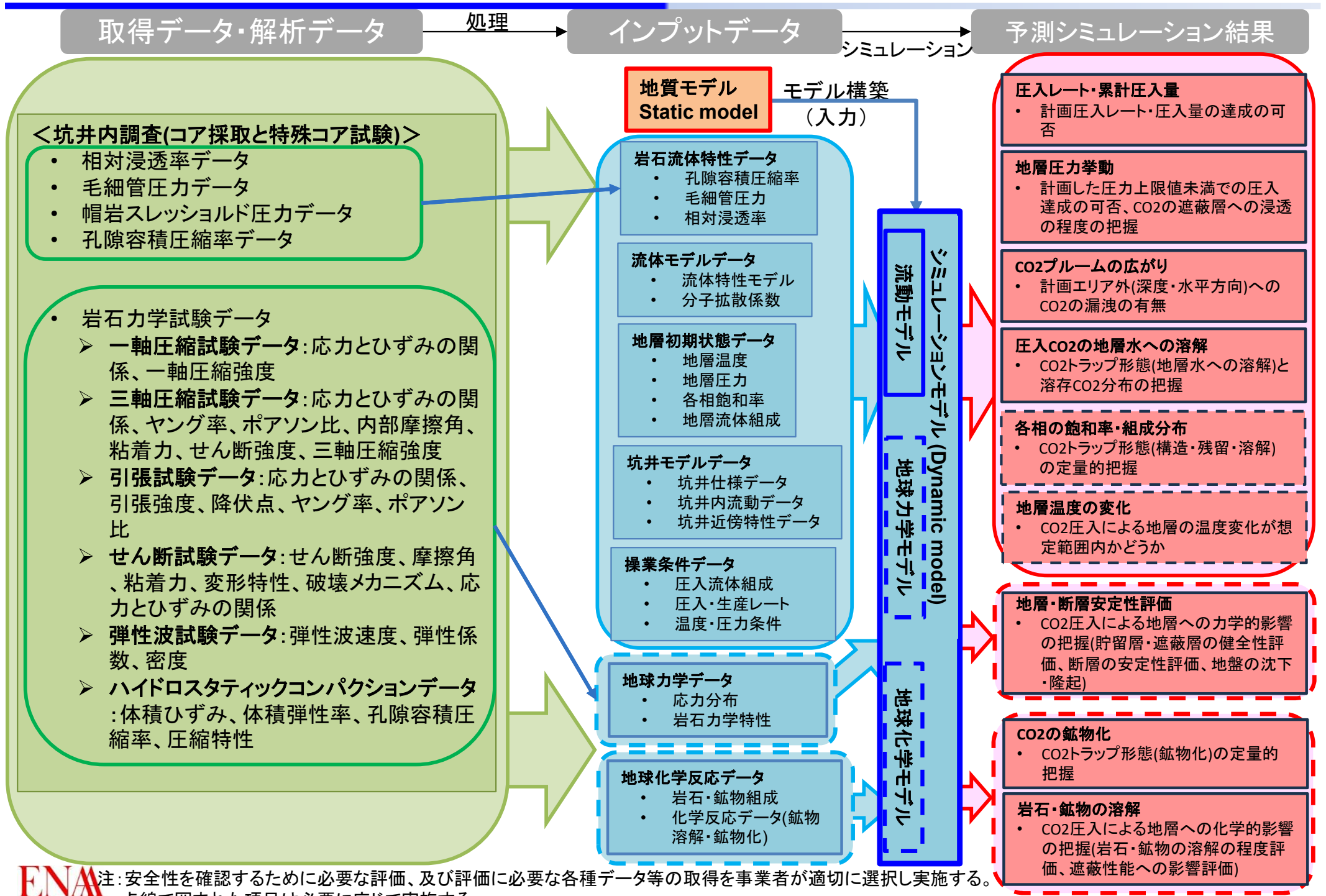
ENNA 注: 安全性を確認するために必要な評価、及び評価に必要な各種データ等の取得を事業者が適切に選択し実施する。
 点線で囲まれた項目は必要に応じて実施する。

データ収集からシミュレーション実施までのフロー 分解③

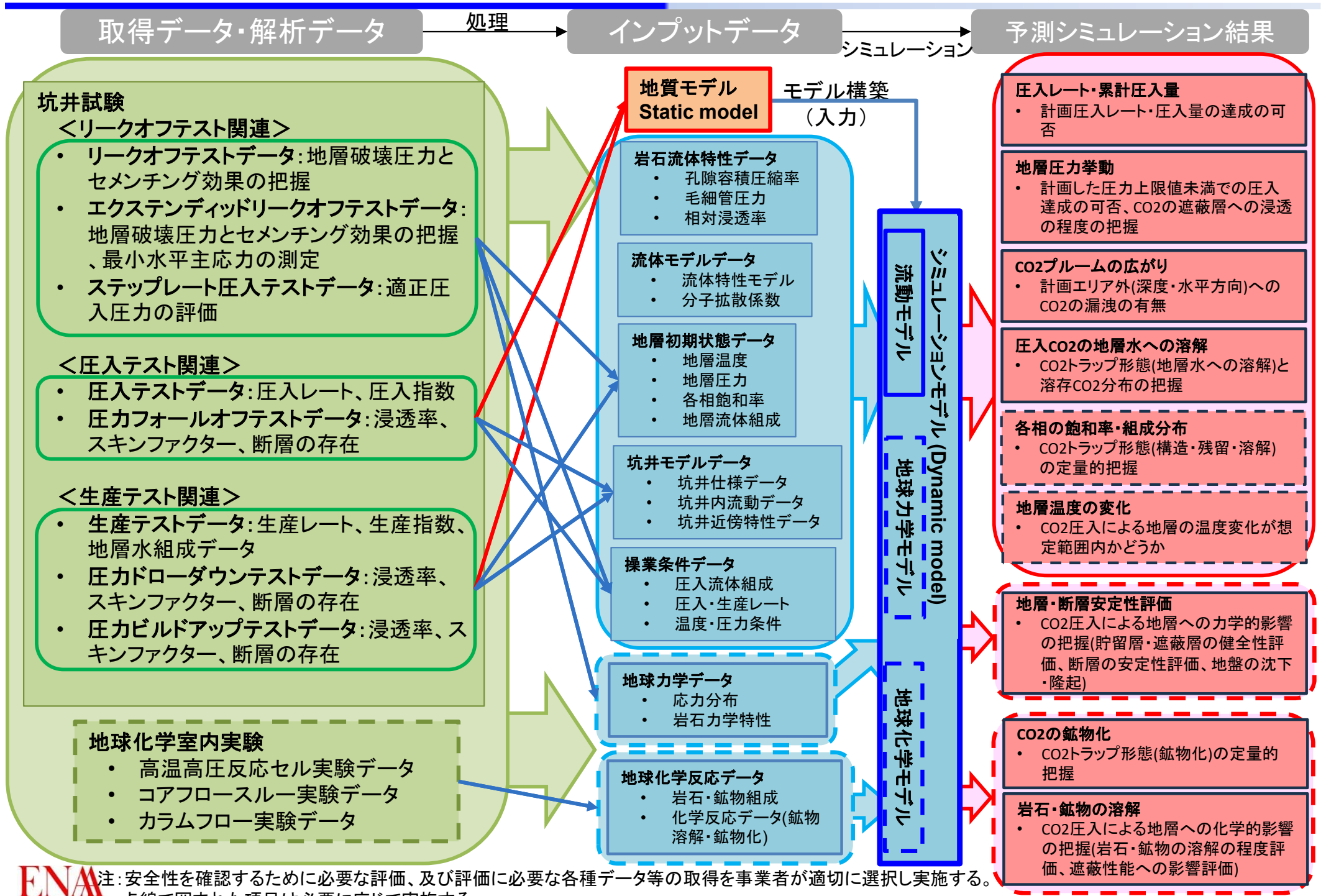


ENNA 注:安全性を確認するために必要な評価、及び評価に必要な各種データ等の取得を事業者が適切に選択し実施する。
点線で囲まれた項目は必要に応じて実施する。

データ収集からシミュレーション実施までのフロー 分解④



データ収集からシミュレーション実施までのフロー 分解⑤



項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
I 設置計画						
I-1. 導管の設置場所	<p>ガス技省令 第52条 最高使用圧力が高圧の導管は、建物の内部又は基礎面下（ガスの供給に係わるものを除く）に設置してはならない。</p>	<p>火技省令 第3条 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律三条第一項の規定により指定された急傾斜地崩壊危険区域内に施設する電気工作物は、当該区域内の急傾斜地（同法第二条第一項に規定するものをいう。）の崩壊を助長し、又は誘発するおそれがないように施設しなければならない。</p> <p>火技省令 第39条2 導管を施設し、又は、貯槽の全部又は一部を地盤面下に埋設する場合にあっては、設備に損傷を与えるおそれのある場所又はガス若しくは液化ガスの漏洩若しくは火災等による危害を生ずるおそれがある場所において、これをしてはならない。</p> <p>火技解釈 第54条 省令第三十九条第二項に規定する「おそれのある場所」とは、貯槽にあっては、道路面下をいい、導管にあっては、建物の内部又は基礎面下をいう。ここで、「基礎面下」とは、導管が直接基礎荷重を受ける場合をいい、共同溝、洞道等が基礎面下にある場合で、導管が共同溝、洞道等の内部に設置され、直接基礎荷重を受けない場合にあっては、基礎面下に当たらない。</p> <p>火技解釈 第71条 導管は不等沈下による地盤変位が発生したとき、導管が損傷するおそれがないものであること。</p>	<p>コンビ則 第9条 第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所（以下「コンビナート製造事業所」という。）間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 一 導管は、地崩れ、山崩れ、地盤の不同沈下等のおそれのある場所その他経済産業大臣が定める場所又は建物の内部若しくは基礎面下に設置しないこと。</p> <p>一般則例示基準 37 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 1. 導管の設置場所の選定は、次の各号の基準に従って行うものとする。 1.1 地崩れ、山崩れについては、過去の実績と環境条件の変化（土地造成その他による地形の変更や排水の変化等）から危険のおそれのある場所を推定してその場所を通過しないようにすること。 （以下略）</p> <p>製造細目告示 第12条の1 コンビナート等保安規則第9条第1号の経済産業大臣が定める場所は、次の各号に掲げる場所とする。 一 災害対策基本法第40条に規定する都道府県地域防災計画又は同法第42条に規定する市町村地域防災計画において定められている震災時のための避難空地 二 鉄道及び道路のずい道内 三 高速自動車国道及び自動車専用道路の車道、路肩及び中央帯並びに狭あいな道路 四 河川区域及び水路敷 五 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第3条第1項の規定により指定された急傾斜地崩壊危険区域 六 地すべり等防止法第3条第1項の規定により指定された地すべり防止区域及び同法第4条第1項の規定により指定されたばた山崩れ防止区域 七 海岸法第2条に規定する海岸保全施設及びその敷地 2 前項の規定にかかわらず、前項第3号から第7号までに掲げる場所については、地形の状況その他特別の理由によりやむを得ない場合は、導管を当該場所に設置することができる。 3 導管を第1項第3号若しくは第四号に掲げる場所に横断して設置する場合又は第7号に掲げる場所に架空横断して設置する場合は、同項の規定は適用しない。</p>	<p>コンビ則 第10条 コンビナート製造事業所間の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 一 前条第一号、第四号から第六号まで及び第八号から第十号までの基準に適合すること。</p> <p>コンビ則例示基準 67 左記のとおり</p>	<p>石バ技省令 第12条 導管は、地下に埋設しなければならない。ただし、地下に埋設することが困難な場合または地下以外の場所に設置することが適当である場合は、この限りでない。</p> <p>石バ技省令 第2条 事業用施設は、次の各号に掲げる場所に設置してはならない。 一 災害対策基本法第四十条に規定する都道府県地域防災計画または同法第四十二条に規定する市町村地域防災計画において定められている震災時のための避難空地 二 鉄道および道路の隣すい道内 三 高速自動車国道および自動車専用道路の車道、路肩および中央帯ならびに狭あいな道路 四 河川区域および水路敷 五 利水上の水源である湖沼、貯水池等 六 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第三条第一項の規定により指定された急傾斜地崩壊危険区域 七 地すべり等防止法第三条第一項の規定により指定された地すべり防止区域および同法第四条第一項の規定により指定されたばた山崩壊防止区域 八 海岸法第二条に規定する海岸保全施設およびその敷地 2 前項の規定にかかわらず、前項第三号から第八号までに掲げる場所については、地形の状況その他特別の理由によりやむを得ない場合であつて、かつ、保安上適切な措置を講ずる場合は、当該事業用施設を当該場所に設置することができる。 3 事業用施設を第一項第三号もしくは第四号に掲げる場所に横断して設置する場合または第八号に掲げる場所に架空横断して設置する場合は、第一項の規定は適用しない。</p>	<p>ガスバ指針 1.4 高圧ガスパイプラインを道路に設置するに際しては、道路事情、都市計画その他の土地利用状況に配慮するとともにこの指針に照らして十分検討するものとする。</p> <p>ガスバ指針 1.5 導管は次の場所に設置しないものとする。 (1) 道路の隧道内 (2) 高速自動車国道及び自動車占用道路の車道、路肩及び中央帯（横断を除く） (3) 狭あいな道路（横断を除く） ただし、(2),(3)については、地形の状況その他特別な理由によりやむをえない場合であつて、かつ保安上適切な措置を講ずる場合はこの限りではない。</p> <p>【解説】 具体的には、次のような事項をチェックする必要がある。 (1) 地震時により大きな偏土圧、変位等が予想される場所、地盤が液化化する可能性の高い地域、不等沈下の予想される地域等は、極力避けることとする。ただし、やむを得ない事情でこのような地域や箇所に設置する場合には、十分な検討を行い必要な安全性を確保するとともに、適切な保安措置を施すものとする。 (2) できるかぎり人口密度の疎な区域に設置するよう経路を選定するとともに、都市計画における第1種及び第2種住居専用地域、商業地域における設置は避けることが望ましい。 (3) その他次に掲げる場所へは原則として設置しないものとする。 イ. 震災時のための避難空地 ロ. 急傾斜地崩壊危険区域 ハ. 地すべり防止区域及びばた山崩壊防止区域</p> <p>ガスバ指針 2.1.1 導管は地下に埋設するものとする。ただし、地下に埋設することが困難な場合又は地下以外の場所に設置することが適当である場合は、この限りでない。</p>
I-2. 地下埋設 離隔・保安距離			<p>一般則第6条第43号、コンビ則第9条第3号 導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。 （中略） ハ 導管を地盤面下に埋設するときは、0.6メ</p>	<p>コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 イ 導管は、高圧ガスの種類に応じ、その外面から建築物、ずい道その他の経済産</p>	<p>石バ技省令 第13条 導管を地下に埋設する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 一 導管は、その外面から建築物、地下街、隧道その他の告示で定める工作物に対し告示</p>	<p>ガスバ指針 2.2.1 導管を地下に埋設する場合は、その外面から建築物、地下街、隧道その他の工作物に対して適切な水平距離を有するものとする。</p> <p>【解説】</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針												
			<p>一 トル以上地盤面から下に埋設し、かつ、その見やすい箇所を高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。 (以下略)</p> <p>一般則例示基準37, コンビ則例示基準67 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 (中略) 3. 導管を地盤面下に埋設する場合の埋設深さは、次の各号の基準によるものとする。 3.1 導管の埋設深さは、最小 0.6mとし、公道においては車両の交通量及び管径等を考慮して適宜増加すること。 (以下略)</p>	<p>業大臣が定める工作物に対し、経済産業大臣が定める水平距離を有すること。 ロ 導管は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を有し、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないものであること。</p> <p>製造細目告示 第12条の4 コンビナート等保安規則第十条第十号イ（同条第十二号（同条第十七号において準用する場合を含む。）及び第二十一号において準用する場合を含む。）の経済産業大臣が定める工作物は次の表の上欄に掲げる高圧ガスの種類に応じ同表の中欄に掲げる工作物とし、同号の経済産業大臣が定める水平距離は同表の上欄に掲げる高圧ガスの種類に応じ同表の下欄に掲げる距離以上の距離とする。ただし、第一号及び第二号に掲げる工作物にあつては、保安上適切な漏えい拡散防止措置を講ずる場合は、当該各号に掲げる水平距離を短縮することができる。</p> <table border="1" data-bbox="1587 850 1958 1218"> <thead> <tr> <th>高圧ガスの種類</th> <th>工作物</th> <th>水平距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>毒性ガス</td> <td>建築物（地下街内の建築物を除く） 地下道及びずい道</td> <td>1.5 m 10 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>水道法第3条第8項に規定する水道施設であつて毒性ガスが混入するおそれのあるもの</td> <td>300 m</td> </tr> <tr> <td>毒性ガス以外の高圧ガス</td> <td>建築物（地下街内の建築物を除く） 地下道及びずい道</td> <td>1.5 m 10 m</td> </tr> </tbody> </table>	高圧ガスの種類	工作物	水平距離	毒性ガス	建築物（地下街内の建築物を除く） 地下道及びずい道	1.5 m 10 m		水道法第3条第8項に規定する水道施設であつて毒性ガスが混入するおそれのあるもの	300 m	毒性ガス以外の高圧ガス	建築物（地下街内の建築物を除く） 地下道及びずい道	1.5 m 10 m	<p>で定める水平距離を有すること。 二 導管は、その外面から他の工作物に対し0.3 m以上の距離を保たせ、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないこと。ただし、導管の外面から他の工作物に対し0.3 m以上の距離を保たせることが困難な場合であつて、かつ、当該工作物の保全のための適切な措置を講ずる場合は、この限りでない。</p> <p>石パ技告示 第22条 省令第十三条第一号（省令第十五条（省令第二十一条において準用する場合を含む。）及び第二十二条第四項において準用する場合を含む。）の規定により、導管は、次の各号に掲げる工作物に対し、当該各号に掲げる水平距離を有しなければならない。ただし、第二号又は第三号に掲げる工作物については、保安上適切な漏えい拡散防止措置を講ずる場合は、当該各号に掲げる水平距離を短縮することができる。 一 建築物（地下街内の建築物を除く。） 1.5 m以上 二 地下街及び隧道 10 m以上 三 水道法第三条第八項に規定する水道施設であつて石油の流入のおそれのあるもの 300 m以上</p>	<p>導管を建築物、地下街、隧道その他の工作物に接近して設置することは、万一のガスの漏えいその他の事故が発生した場合に、消防上の問題があるので、そのような工作物からは適切な水平距離を保って設置するものとする。保安上適切な放散措置を講ずる場合は、その措置の効果を勘案して必要な水平距離を決めるものとする。</p> <p>ガスバ指針 2.2.4 導管（防護工又は防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工又は防護構造物）を埋設する場合は、その外面から既設埋設物・構造物に対し、0.3 m以上の距離を保たせ、かつ当該埋設物・構造物の保全に支障を与えないようにするものとする。ただし、管の外面から既設埋設物・構造物に対し 0.3 m 以上の距離を保たせることが困難な場合であつて、かつ当該埋設物・構造物の保全のための適切な措置を講ずる場合、この限りではない。 【解説】 既設埋設物との間隔は、各埋設物の検査、修理、取替作業等の施工上の理由のほか相互の電しよくの影響を避けるため、0.3 m以上離すこととした。 既設構造物との間隔は、その種類、構造、用途及び目的により、施工上及び保安上、相互に支障のないようにする必要がある。一般的には、構造物の基礎等から、0.3 m以上離すこととする。また、軟弱地盤地域や地盤沈下地域では、構造物の基礎に近接し、あるいはフーチング上に載るような位置に埋設することは、不等沈下によって導管に大きな曲げ応力が発生する危険性があるので、このような埋設位置は避けることが望ましい。 ただし、導管の外面から既設埋設物・構造物に対し0.3 m以上の距離を保たせることが困難な場合もある。このような場合において絶縁等で当該埋設物・構造物の保全のための措置を講じた場合は、その間隔を緩和できることとした。</p>
高圧ガスの種類	工作物	水平距離																
毒性ガス	建築物（地下街内の建築物を除く） 地下道及びずい道	1.5 m 10 m																
	水道法第3条第8項に規定する水道施設であつて毒性ガスが混入するおそれのあるもの	300 m																
毒性ガス以外の高圧ガス	建築物（地下街内の建築物を除く） 地下道及びずい道	1.5 m 10 m																
土被り				<p>コンビ則 第10条第10号 ハ 導管（防護構造物の中に設置するものを除く。）の外面と地表面との距離は、山林原野にあつては 0.9 m 以下、その他の地域にあつては 1.2 m 以下としないこと。 ニ 防護構造物の中に設置する導管の外面と地表面との距離は、0.6m 未満としないこと。 ホ 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 ヘ 盛土又は切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、安全率 1.3 以上のすべり面の外側に埋設すること。</p>	<p>石パ技省令 第13条 三 導管の外面と地表面との距離は、山林原野にあつては 0.9 m 以下、その他の地域にあつては 1.2 m 以下としないこと。ただし、当該導管を告示で定める防護構造物の中に設置する場合は、この限りでない。 四 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 五 盛土または切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、告示で定める安全率以上のすべり面の外側に埋設すること。</p> <p>石パ技告示 第24条 省令第十三条第五号（省令第十五条（省令第二十一条において準用する場合を含む。）及び第二十二条第四項において準用する場合を含む。）に規定する安全率は、1.3 とする。</p>	<p>ガスバ指針 2.2.2 (2) 導管を盛土又は切土の斜面の近傍に埋設する場合は、常時の安全率 1.3以上のすべり面の外側に埋設するものとする。 【解説】 (2) 盛土又は切土の斜面の近傍に埋設する場合は、これ等の斜面はすべり崩壊を起すおそれがあるので、常時の安全率1.3以上のすべり面の外側に埋設して、導管がすべりの影響を受けないようにしたものである。地震時においては、特に液状化の発生が予想される場合には、すべりの影響が及ばないよう、4.9.4に規定する方針に基づいて効果的な対策を施すことが必要である。 ガスバ指針 2.2.3 導管の埋設深さは、次の各号によるものとする。 (6) 地盤が凍結するおそれのある場合は、凍結</p>												

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
掘削・埋戻し方法				<p>コンビ則 第10条第10号 チ 掘削及び埋め戻しは、保安上適切な方法により行うこと。</p> <p>コンビ則例示基準 76節 導管を地盤面下に埋設する場合は、次に掲げる基準により行うものとする。</p> <p>3. 規則第10条第10号チに規定する掘削及び埋めどしをする場合の保安上適切な方法は、次に定めるところによる。</p> <p>3.1 導管をできるだけ均一かつ連続して支持するように施工すること。</p> <p>3.2 道路その他の工作物の構造に対し、支障を与えないように施工すること。</p> <p>3.3 導管の外表面から掘削溝の側壁に対し 15 cm 以上の距離を保たせるように施工すること。</p> <p>3.4 掘さく溝の底面は、導管等に損傷を与えるおそれのある岩石等を取り除き、砂又は砂質土を 20 cm (列車荷重又は自動車荷重を受けるおそれのない場合は、10 cm) 以上の厚さに敷きならし、又は砂袋を 10 cm 以上の厚さに敷きつめ、平坦に仕上げること。</p> <p>3.5 道路の車道に埋設する場合は導管の底部から路盤の下までの間を、その他の場合は導管の底部から導管の頂部の上方 30 cm (列車荷重又は自動車荷重を受けるおそれのない場合は、20 cm) までの間を砂又は砂質土を用いて十分締め固めること。</p> <p>3.6 導管等又は当該導管等に係る塗覆装に損傷を与えるおそれのある大型締め固め機を用いないこと。</p>	<p>石パ技省令 第13条 七 掘さくおよび埋めどしは、告示で定める方法によつて行なうこと。</p> <p>石パ技告示 第25条 省令第十三条第七号(省令第十五条(省令第二十一条において準用する場合を含む。))において準用する場合を含む。)に規定する掘さく及び埋めどしの方法は、次の各号に掲げるとおりとする。</p> <p>一 導管をできるだけ均一かつ連続に支持するように施工すること。</p> <p>二 道路その他の工作物の構造に対し支障を与えないように施工すること。</p> <p>三 導管の外表面から掘さく溝の側壁に対し 15 cm 以上の距離を保たせるように施工すること。</p> <p>四 掘さく溝の底面は、導管等に損傷を与えるおそれのある岩石等を取り除き、砂若しくは砂質土を 20 cm (列車荷重又は自動車荷重を受けるおそれのない場合は、10 cm) 以上の厚さに敷きならし、又は砂袋を 10 cm 以上の厚さに敷きつめ、平坦に仕上げること。</p> <p>五 道路の車道に埋設する場合は導管の底部から路盤の下までの間を、その他の場合は導管の底部から導管の頂部の上方 30 cm (列車荷重又は自動車荷重を受けるおそれのない場合は、20 cm) までの間を、砂又は砂質土を用いて十分締め固めること。</p> <p>六 導管等又は当該導管等に係る塗覆装に損傷を与えるおそれのある大型締め固め機を用いないこと。</p>	<p>によって導管が損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。</p> <p>ガスバ指針 5.2.1 掘削に際しては、掘削規模、土質、湧水の状況及び周辺の環境に応じて、適切な土留めを計画し、掘削の進行に伴い遅延無く安全に施工するものとする。</p> <p>ガスバ指針 5.2.2 導管を埋設するための掘削にあたっては、常にドライワークになることとし、導管が均一かつ連続して支持されるよう床付け面の平坦化に留意するとともに、道路その他の構造物に与える影響を少なくするように施工することとする。</p> <p>ガスバ指針 5.2.3 掘削工事に伴う地下水、降雨下水等の処理は、掘削溝の部分に水がたまることのないように行うとともに、現場周辺環境などを充分検討し、掘削現場内外の地盤、構造物等に悪影響を与えないよう排水処理を施すこととする。</p> <p>ガスバ指針 5.3 導管の基礎は、導管ができるだけ均一に支持されるよう良質の土砂を平坦に、十分締め固めたものを用いることとする。</p> <p>ガスバ指針 5.4 埋戻しは、管敷設後速やかに行うことを原則とし、道路その他構造物に与える影響をできるだけ少なくするよう、良質の土砂を用い、入念に締め固めるものとする。</p>
防護工・防護構造物	<p>ガス技省令 第48条 3 道路以外の地盤面下に埋設される本支管(最高使用圧力が低圧のもの(ポリエチレン管にあっては、最高使用圧力が5kPaを超えないものに限る。))及び他工事による損傷のおそれのないものを除く。)には、掘削等による損傷を防止するための適切な措置を講じなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第105条 省令第48条第2項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるいずれかのものをいう。</p> <p>一 標識シートを本支管と地盤面の間に設置する措置</p> <p>二 標示ピン、標示くい、標示看板又は標識プレートを設置する措置</p> <p>三 コンクリート製、金属製、陶磁製、合成樹脂製の板又は防護シートを本支管と地盤面の間若しくは本支管の周囲に設置する方法</p> <p>四 さや管を用いる方法</p> <p>3 省令第48条第3項に規定する「適切な措置」とは、第1項各号に掲げるもの又は次</p>	<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあっては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。</p> <p>ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第10号 ニ 防護構造物の中に設置する導管の外表面と地表面との距離は、0.6m未満としないこと。</p> <p>ト 導管の立ち上がり部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管の挿入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 76節 導管を地盤面下に埋設する場合は、次に掲げる基準により行うものとする。</p> <p>1. 規則第10条第10号ハ及びニに規定する防護構造物は、さや管、鉄筋コンクリートボックス、シールドセグメント及び共同溝等当該導管の外表面と地表面との距離を確保すると同等以上の安全性が確保されるよう、堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造としなければならない。この場合、さや管は、導管に用いる鋼管、次に示す管又はこれらと同等以上の強度を有する管若しくはコルゲート管で、導管の設置条件に応じて適切なものでなければならない。</p>	<p>石パ技省令 第13条 三 導管の外表面と地表面との距離は、山林原野にあつては 0.9 m 以下、その他の地域にあつては 1.2 m 以下としないこと。ただし、当該導管を告示で定める防護構造物の中に設置する場合は、この限りでない。</p> <p>六 導管の立上り部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管のそう入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。</p> <p>石パ技告示 第23条 省令第十三条第三号ただし書に規定する防護構造物は、同号本文に規定する導管の外表面と地表面との距離により確保されるのと同様以上の安全性が確保されるよう、堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造のものとする。</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 本支管を地盤面下0.6m以上埋設する措置</p> <p>二 土地を所有又は占有する者に当該導管の埋設位置及び深度を知らしめる措置</p>			<p>JIS G3457(1988)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管</p> <p>JIS G3452(1988)配管用炭素鋼鋼管</p> <p>JIS G3444(1974)一般構造用炭素鋼管</p> <p>JIS G5526(1982)ダクタイル鋳鉄管</p> <p>JIS G5527(1982)ダクタイル鋳鉄異形管</p> <p>JIS A5303(1972)遠心力鉄筋コンクリート管</p> <p>日本下水道協会規格A-1(1987)下水道用鉄筋コンクリート管</p> <p>日本下水道協会規格A-2(1999)下水道推進工法用鉄筋コンクリート管</p> <p>2. 規則第10条第10号トに規定するその他必要な措置は、次のとおりとする。</p> <p>導管の支持条件が急変する箇所において、必要に応じて岩盤等の土による置きかえ、軟弱地盤の良質土による置きかえ若しくは適切な支持物の設置等を行うことをいう。</p>		
<p>I-3. 道路下埋設 離隔・保安距離</p>		<p>火技解釈 第82条</p> <p>三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。</p> <p>イ 道路に埋設する導管は、他の地下埋設物と交さする場合にあっては15cm以上、平行する場合にあっては30cm以上の離隔距離を有すること。ただし、適切な防護措置を講ずる場合は、この限りでない。</p>	<p>一般則第6条第43号, コンビ則第9条第3号</p> <p>導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。</p> <p>(中略)</p> <p>ハ 導管を地盤面下に埋設するときは、0.6メートル以上地盤面から下に埋設し、かつ、その見やすい箇所を高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。</p> <p>(以下略)</p> <p>一般則例示基準37, コンビ則例示基準67</p> <p>導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>(中略)</p> <p>3. 導管を地盤面下に埋設する場合の埋設深さは、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>3.1 導管の埋設深さは、最小0.6mとし、公道においては車両の交通量及び管径等を考慮して適宜増加すること。</p> <p>3.2 車両の交通の特に激しい公道の横断部においては、導管の埋設深さは、1.2m以上とすること。</p> <p>3.3 3.1及び3.2において適当な埋設深さが得られない場合には、カバープレート、ケーシング等を用い、又は導管の肉厚を増加させる等の措置を講ずること。</p> <p>(以下略)</p>	<p>コンビ則 第10条第11号</p> <p>十一 導管を道路下に埋設する場合は、前号(ロからニまでを除く。)の基準によるほか、次の基準によること。</p> <p>イ 導管は、原則として自動車荷重の影響の少ない場所に埋設すること。</p> <p>ロ 導管は、その外面から道路の境界に対し、1m以上の水平距離を有すること。</p> <p>ハ 導管(防護工又は防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工又は防護構造物。以下へ及びトにおいて同じ。)は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を有し、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないものであること。</p> <p>リ 電線、水管、下水道管、ガス管その他これらに類するもの(各戸に引き込むためのもの及びこれが取り付けられるものに限る。)が埋設されている道路又は埋設する計画のある道路に埋設する場合は、これらの上部に埋設しないこと。</p> <p>コンビ則 第10条第10号</p> <p>十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。</p> <p>イ 導管は、高圧ガスの種類に応じ、その外面から建築物、ずい道その他の経済産業大臣が定める工作物に対し、経済産業大臣が定める水平距離を有すること。</p> <p>※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	<p>石パ技省令 第14条</p> <p>導管を道路下に埋設する場合は、前条(第二号および第三号を除く。)の規定によるほか、次の各号に掲げるところによらなければならない。</p> <p>一 導管は、原則として自動車荷重の影響の少ない場所に埋設すること。</p> <p>二 導管は、その外面から道路の境界に対し1m以上の水平距離を有すること。</p> <p>三 導管(防護工または防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工または防護構造物。以下この号、第六号および第七号において同じ。)は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせ、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないこと。ただし、導管の外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせることが困難な場合であつて、かつ、当該工作物の保全のための適切な措置を講ずる場合は、この限りでない。</p> <p>九 電線、水管、下水道管、ガス管、その他これらに類するもの(各戸に引き込むためのものおよびこれが取り付けられるものに限る。)が埋設されている道路または埋設する計画のある道路に埋設する場合は、これらの上部に埋設しないこと。</p> <p>石パ技省令 第13条</p> <p>導管を地下に埋設する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。</p> <p>一 導管は、その外面から建築物、地下街、隧すい道その他の告示で定める工作物に対し告示で定める水平距離を有すること。</p> <p>※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	<p>ガスバ指針 2.2.2</p> <p>(1) 導管は原則として輸荷重の影響の少ない場所で、かつ導管の外面から道路の境界に対し、1.0m以上の水平距離を確保して埋設するものとする。ただし、道路境界からの水平距離については、適切な防護措置を講じた場合はこの限りでない。</p> <p>ガスバ指針 2.2.3</p> <p>(5) 電線、水道、ガス管その他これらに類するもの(各戸に引込むためのもの及びこれが取り付けられるものに限る)が埋設されている道路又は埋設する計画のある道路に埋設する場合は、これらの上部に埋設しないこと。ただし、下水導管が埋設されている場合には、この上部に埋設しないことに加えて、十分な水平距離をとるものとする。</p> <p>ガスバ指針 2.2.4</p> <p>導管(防護工又は防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工又は防護構造物)を埋設する場合は、その外面から既設埋設物・構造物に対し、0.3m以上の距離を保たせ、かつ当該埋設物・構造物の保全に支障を与えないようにするものとする。ただし、管の外面から既設埋設物・構造物に対し0.3m以上の距離を保たせることが困難な場合であつて、かつ当該埋設物・構造物の保全のための適切な措置を講ずる場合、この限りではない。</p>
<p>土被り</p>			<p>一般則第6条43号, コンビ則第9条第3号</p> <p>導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。</p> <p>(中略)</p> <p>ハ 導管を地盤面下に埋設するときは、0.6メートル以上地盤面から下に埋設し、かつ、その</p>	<p>コンビ則 第10条第11号</p> <p>ニ 市街地の道路下に埋設する場合は、当該道路に係る工事によつて導管が損傷を受けることのないよう適切な措置を講ずること。</p> <p>ホ 市街地の道路の路面下に埋設する場合</p>	<p>石パ技省令 第14条</p> <p>五 市街地の道路の路面下に埋設する場合は、導管(告示で定める防護構造物の中に設置するものを除く。)の外面と路面との距離は、1.8m以下と、告示で定める防護工または防護構造物により防護された導管の当該</p>	<p>ガスバ指針 2.2.3</p> <p>導管の埋設深さは、次の各号によるものとする。</p> <p>(1) 市街地の道路の路面下に導管を埋設する場合は、管の外面と路面との距離は1.8m以下としないこと。また、防護工又は防護構造</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
			<p>見やすい箇所を高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。 (以下略)</p> <p>例示基準 37, コンビ則例示基準 67 (第1~2号省略)</p> <p>3. 導管を地盤面下に埋設する場合の埋設深さは、次の各号の基準によるものとする。 3.1 導管の埋設深さは、最小 0.6mとし、公道においては車両の交通量及び管径等を考慮して適宜増加すること。 3.2 車両の交通の特に激しい公道の横断部においては、導管の埋設深さは、1.2m以上とすること。 3.3 3.1 及び 3.2 において適当な埋設深さが得られない場合には、カバープレート、ケーシング等を用い、又は導管の肉厚を増加させる等の措置を講ずること。 (以下略)</p>	<p>は、導管（防護構造物の中に設置するものを除く。）の外表面と路面との距離は1.8 m以下と、防護工又は防護構造物により防護された導管の当該防護工又は防護構造物の外表面と路面との距離は1.5 m以下としないこと。 へ 市街地以外の道路の路面下に埋設する場合は、導管の外表面と路面との距離は、1.5 m以下としないこと。 ト 舗装されている車道に埋設する場合は、当該舗装部分の路盤（遮断層がある場合は、当該遮断層。以下同じ。）の下に埋設し、導管の外表面と路盤の最下部との距離は、0.5 m以下としないこと。 チ 路面下以外の道路下に埋設する場合は、導管の外表面と地表面との距離は、1.2m（防護工又は防護構造物により防護された導管にあつては、0.6 m（市街地の道路下に埋設する場合は、0.9 m））以下としないこと。</p> <p>コンビ則 第10条第10号 ホ 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 へ 盛土又は切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、安全率 1.3 以上のすべり面の外側に埋設すること。</p>	<p>防護工または防護構造物の外表面と路面との距離は、1.5 m以下としないこと。 六 市街地以外の道路の路面下に埋設する場合は、導管の外表面と路面との距離は、1.5 m以下としないこと。 七 舗装されている車道に埋設する場合は、当該舗装部分の路盤（しゃ断層がある場合は、当該しゃ断層。以下同じ。）の下に埋設し、導管の外表面と路盤の最下部との距離は、0.5m以下としないこと。 八 路面下以外の道路下に埋設する場合は、導管の外表面と地表面との距離は、1.2 m（告示で定める防護工または防護構造物により防護された導管にあつては、0.6 m（市街地の道路下に埋設する場合は、0.9 m））以下としないこと。</p> <p>石パ技省令 第13条 四 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 五 盛土または切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、告示で定める安全率以上のすべり面の外側に埋設すること。</p> <p>※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	<p>物により防護された管の当該防護工又は防護構造物の外表面と路面との距離は 1.5 m以下としないこと。 (2) 市街地以外の道路の路面下に導管を埋設する場合は、管の外表面と路面との距離は1.5 m以下としないこと。 (3) 舗装されている車道下に導管を埋設する場合は、当該舗装部分の路盤（しゃ断層がある場合は当該しゃ断層。以下同じ）の下に埋設し、管の外表面と路盤の最下部との距離は、0.5 m以下としないこと。 (4) 路面下以外の道路下に導管を埋設する場合は、管の外表面と地表面との距離は 1.2 m（防護工又は防護構造物により防護された管にあつては 0.6 m（市街地にあつては 0.9 m））以下としないこと。 (6) 地盤が凍結するおそれのある場合は、凍結によつて導管が損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。</p>
掘削・埋戻し方法				<p>コンビ則 第10条第10号 チ 掘削及び埋め戻しは、保安上適切な方法により行うこと。</p>	<p>石パ技省令 第13条 七 掘さくおよび埋め戻しは、告示で定める方法によつて行なうこと。</p> <p>※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	
防護工・防護構造物	<p>ガス技省令 第48条 2 道路に埋設される本支管（最高使用圧力が 5 kPa 以上のポリエチレン管に限る。）には、掘削等による損傷を防止するための適切な措置を講じなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第105条 省令第48条第2項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるいずれかのものをいう。 一 標識シートを本支管と地盤面の間に設置する措置 二 標示ピン、標示くい、標示看板又は標識プレートを設置する措置 三 コンクリート製、金属製、陶磁製、合成樹脂製の板又は防護シートを本支管と地盤面の間若しくは本支管の周囲に設置する方法 四 さや管を用いる方法</p>	<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあっては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>	<p>コンビ則 第10条第11号 ハ 導管（防護工又は防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工又は防護構造物。以下へ及びトにおいて同じ。）は、その外表面から他の工作物に対し 0.3 m 以上の距離を有し、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないものであること。 ニ 市街地の道路下に埋設する場合は、当該道路に係る工事によつて導管が損傷を受けることのないよう適切な措置を講ずること。 ホ 市街地の道路の路面下に埋設する場合は、導管（防護構造物の中に設置するものを除く。）の外表面と路面との距離は1.8 m以下と、防護工又は防護構造物により防護された導管の当該防護工又は防護構造物の外表面と路面との距離は1.5 m以下としないこと。 チ 路面下以外の道路下に埋設する場合は、導管の外表面と地表面との距離は、1.2 m（防護工又は防護構造物により防護された導管にあつては、0.6 m（市街地の道路下に埋設する場合は、0.9 m））以下としないこと。</p> <p>コンビ則 第10条第10号</p>	<p>コンビ則 第10条第11号 ハ 導管（防護工又は防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工又は防護構造物。以下へ及びトにおいて同じ。）は、その外表面から他の工作物に対し 0.3 m 以上の距離を有し、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないものであること。 ニ 市街地の道路下に埋設する場合は、当該道路に係る工事によつて導管が損傷を受けることのないよう適切な措置を講ずること。 ホ 市街地の道路の路面下に埋設する場合は、導管（防護構造物の中に設置するものを除く。）の外表面と路面との距離は1.8 m以下と、防護工又は防護構造物により防護された導管の当該防護工又は防護構造物の外表面と路面との距離は1.5 m以下としないこと。 チ 路面下以外の道路下に埋設する場合は、導管の外表面と地表面との距離は、1.2 m（防護工又は防護構造物により防護された導管にあつては、0.6 m（市街地の道路下に埋設する場合は、0.9 m））以下としないこと。</p> <p>コンビ則 第10条第10号</p>	<p>石パ技省令 第14条 四 市街地の道路下に埋設する場合は、当該道路に係る工事によつて導管が損傷を受けることのないよう告示で定める防護工を設けること。ただし、導管を告示で定める防護構造物の中に設置する場合は、この限りでない。 五 市街地の道路の路面下に埋設する場合は、導管（告示で定める防護構造物の中に設置するものを除く。）の外表面と路面との距離は、1.8 m以下と、告示で定める防護工または防護構造物により防護された導管の当該防護工または防護構造物の外表面と路面との距離は、1.5 m以下としないこと。 八 路面下以外の道路下に埋設する場合は、導管の外表面と地表面との距離は、1.2 m（告示で定める防護工または防護構造物により防護された導管にあつては、0.6 m（市街地の道路下に埋設する場合は、0.9 m））以下としないこと。</p> <p>石パ技告示 第26条 省令第十四条第四号及び第五号（省令第二十条第四項において準用する場合を含む。）に規定する防護工は、導管の外径に 10 cm 以上を加えた幅の堅固で耐久力を有する板であつ</p>	<p>ガス指針 6.12 (1) 市街地の道路下に高圧ガスパイプラインを埋設する場合は、他工事によつて導管が損傷を受ける事のないよう防護工を設けることとする。ただし、導管をさや管及び防護構造物の中に設置する場合は、この限りでない。</p> <p>[解説] (1) 導管が他工事によつて損傷することを防止するため、道路の掘り返しが比較的多く実施される市街地において防護工を設置させることとしたものである。当該防護工は、鉄筋コンクリートまたは鉄製の板（幅は導管の外径以上、厚さは鉄筋コンクリート製の場合 6 cm、鉄製の場合 6 mm 程度）とし導管の直上 30 cm 程度の位置に設けるものとする。なお、さや管、カルバート等の堅固な防護構造物の中に導管を設置する場合は、防護工を省略して良い。市街地以外の地域の道路下に導管を設置する場合は、6.13 の標識等を設けることによつて他工事の実施者に注意を喚起させることとしている。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				<p>ト 導管の立ち上がり部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管の挿入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 77 節</p> <p>1. 導管を道路下に埋設する場合であつて、防護工又は防護構造物により保護する場合にあつては、次の基準により行うものとする。</p> <p>1.1 防護工は、鉄筋コンクリート又は鋼板等とし、導管の直上 30 cm の位置に設けること。また、防護板の幅は導管の外径以上、厚さは鉄筋コンクリート製の場合にあつては 6 cm 程度、鋼板製の場合にあつては 6 mm 程度とする。ただし、これらの設置が不適当な場合には、適切なコルゲート管又はヒューム管のセグメントをもってこれに代えることができる。</p> <p>1.2 防護構造物は、本基準「76. 地盤面下埋設の方法等（導管）」1. による。</p> <p>2. 市街地の道路下に埋設する場合は、当該道路に係る工事によって導管が損傷を受けないために、導管に次に掲げるいずれかの損傷防止措置を講ずること。</p> <p>2.1 導管の外径に 10 cm を加えた幅以上の幅の堅固で耐久力を有する板を導管の頂部から 30 cm 以上離して当該導管の直上に設置する。</p> <p>2.2 堅固で耐久力を有し、かつ、道路及び導管の構造に対し支障を与えない構造の防護構造物の中に設置する。</p>	<p>て、導管の頂部から 30 cm 以上離して当該導管の直上に設置されたものとする。</p> <p>石パ技告示 第 27 条 省令第十四条第四号及び第五号（省令第二十条第四項において準用する場合を含む。）に規定する防護構造物は、堅固で耐久力を有し、かつ、道路及び導管の構造に対し支障を与えない構造のものとする。この場合において、保安上必要がある場合には両端を閉そくしたものとする。</p> <p>石パ技告示 第 28 条 省令第十四条第八号（省令第二十条第四項において準用する場合を含む。）に規定する防護工又は防護構造物は、同号に規定する導管の外表面と地表面との距離を 1.2 m とした場合に確保されるのと同様以上の安全性が確保されるよう、堅固で耐久力を有し、かつ、道路及び導管の構造に対し支障を与えない構造のものとする。この場合において、保安上必要がある場合には両端を閉そくしたものとする。</p> <p>石パ技省令 第 13 条 六 導管の立上り部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管のそう入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。</p>	
I -4. 線路敷下埋設 離隔・保安距離				<p>コンビ則 第 10 条第 12 号 十二 導管を線路敷下に埋設する場合は、第十号（ハ及びニを除く。）の基準によるほか、次の基準によること。</p> <p>イ 導管は、その外面から軌道中心に対し 4 m 以上の水平距離を有すること。ただし、導管が列車荷重の影響を受けない位置に埋設されている場合、列車荷重の影響を受けないよう適切な防護構造物で防護されている場合又は導管の構造が列車荷重を考慮したものである場合にあつては、この限りでない。</p> <p>ロ 導管は、当該線路敷の用地境界に対し 1 m 以上の水平距離を有すること。ただし、線路敷が道路と隣接する場合にあつては、この限りでない。</p> <p>コンビ則 第 10 条第 10 号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。</p> <p>イ 導管は、高圧ガスの種類に応じ、その外面から建築物、ずい道その他の経済産業大臣が定める工作物に対し、経済産業大臣が定める水平距離を有すること。</p> <p>ロ 導管は、その外面から他の工作物に対し 0.3 m 以上の距離を有し、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないものであること。</p>	<p>石パ技省令 第 15 条 導管を線路敷下に埋設する場合については、第十三条（第三号を除く。）の規定を準用するほか、次の各号に掲げるところによらなければならない。</p> <p>一 導管は、その外面から軌道中心に対し 4 m 以上、当該線路敷の用地境界に対し 1 m 以上の水平距離を有すること。ただし、告示で定める場合は、この限りでない。</p> <p>石パ技告示 第 29 条 省令第十五条第一号ただし書に規定する告示で定める場合は、軌道中心に対する水平距離にあつては第一号から第三号までの一に該当する場合とし、線路敷の用地境界に対する水平距離にあつては第四号に掲げる場合とする。</p> <p>一 導管が列車荷重の影響を受けない位置に埋設されている場合 二 導管が列車荷重の影響を受けないよう適切な防護構造物で防護されている場合 三 導管の構造が列車荷重を考慮したものである場合 四 線路敷が道路と隣接する場合</p> <p>石パ技省令 第 13 条 導管を地下に埋設する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。</p> <p>一 導管は、その外面から建築物、地下街、隧</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
土被り				※告示は「I-2. 地下埋設」参照	<p>すい道その他の告示で定める工作物に対し告示で定める水平距離を有すること。</p> <p>二 導管は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせ、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないこと。ただし、導管の外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせることが困難な場合であつて、かつ、当該工作物の保全のための適切な措置を講ずる場合は、この限りでない。</p> <p>※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	
			<p>一般則第6条43号，コンビ則第9条第3号 導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。 (中略) ハ 導管を地盤面下に埋設するときは、0.6メートル以上地盤面から下に埋設し、かつ、その見やすい箇所を高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。 (以下略)</p> <p>例示基準37，コンビ則例示基準67 (前略) 3. 導管を地盤面下に埋設する場合の埋設深さは、次の各号の基準によるものとする。 3.1 導管の埋設深さは、最小0.6mとし、公道においては車両の交通量及び管径等を考慮して適宜増加すること。 3.2 車両の交通の特に激しい公道の横断部においては、導管の埋設深さは、1.2m以上とすること。 3.3 3.1及び3.2において適当な埋設深さが得られない場合には、カバープレート、ケーシング等を用い、又は導管の肉厚を増加させる等の措置を講ずること。 3.4 鉄道の横断部において導管の埋設深さを1.2m以上とし、かつ、鋼製のケーシングを用いて保護すること。 (以下略)</p>	<p>コンビ則第10条第12号 ハ 導管の外面と地表面との距離は、1.2m以下としないこと。</p> <p>コンビ則第10条第10号 ホ 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 ヘ 盛土又は切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、安全率1.3以上のすべり面の外側に埋設すること。</p>	<p>石パ技省令第15条 二 導管の外面と地表面との距離は、1.2m以下としないこと。</p> <p>石パ技省令第13条 四 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 五 盛土または切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、告示で定める安全率以上のすべり面の外側に埋設すること。</p> <p>※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	
掘削・埋戻し方法				コンビ則第10条第10号 チ 掘削及び埋戻しは、保安上適切な方法により行うこと。	石パ技省令第13条 七 掘さくおよび埋めもどしは、告示で定める方法によつて行なうこと。 ※告示は「I-2. 地下埋設」参照	
防護工・防護構造物		<p>火技省令第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあっては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適</p>		コンビ則第10条第10号 ト 導管の立ち上がり部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管の挿入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。	石パ技省令第13条 六 導管の立上り部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管のそう入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針																														
		切な防護構造物を設置するものであること。																																		
I-5. 河川保全区域内 埋設 離隔・保安距離			規定なし	コンビ則 第10条第13号 十三 導管を河川に沿って河川保全区域（河川法第五十四条に規定する河川保全区域をいう。）内に埋設する場合は、前三号の基準によるほか、堤防法のり尻又は護岸法のり肩に対し、河川管理上必要な距離を有すること。	石パ技省令 第16条 導管を河川に沿って河川保全区域（河川法第五十四条に規定する河川保全区域をいう。）内に埋設する場合は、当該導管は、堤防法尻または護岸法肩に対し河川管理上必要な距離を有しなければならない。																															
その他、準用				「I-2. 地下埋設」「I-3. 道路下埋設」「I-4. 線路下埋設」を準用																																
I-6. 地盤面上設置 離隔・保安距離		<p>火技省令 第43条 液化ガス設備には、当該設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するため、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。</p> <p>四 前各号に掲げるもののほか、液化ガス設備に、当該液化ガス設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するための適切な措置を講じること。</p> <p>火技解釈 第76条 省令第43条第1項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 可燃性ガス（ガスによる圧力が0.1 MPa未満のものであって地表面に滞留するおそれのないものを除く。）又は可燃性液化ガスを通ずる液化ガス設備（管及びその附属設備並びに火気を取り扱うものを除く。）は、その外面から火気を取り扱う設備（当該液化ガス設備と一体となって供給の用に供するものを除く。）に対し、8 m以上の距離を有するものであること。ただし、次のいずれかの防護措置を講ずる場合は、この限りでない。</p> <p>イ 貯槽、冷凍設備又は液化ガス用気化器の付近においてガス漏えい検知器を設置し、かつ、ガス又は液化ガスの漏えいを検知したとき火気を取り扱う設備の火気を自動的に消火することのできる装置を設けたもの</p> <p>ロ LPGに係る貯槽、冷凍設備又は液化ガス用気化器であって、当該貯槽、冷凍設備又は液化ガス用気化器と火気を取り扱う設備との間に高さが2 m以上の障壁を設け、かつ、当該貯槽、冷凍設備又は液化ガス用気化器と火気を取り扱う設備との間水平距離を8 m以上とするもの</p>	<p>一般則第6条43号、コンビ則第9条第2号 導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。</p> <p>（中略）</p> <p>ロ 導管を地盤面上に設置するときは、地盤面から離して設置し、かつ、その見やすい箇所に高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。</p> <p>（以下略）</p> <p>一般則例示基準 37、コンビ則例示基準 67 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>（中略）</p> <p>2. 導管を地盤面上に設置する場合に、地盤面から離すべき距離は、次の基準によるものとする。</p> <p>2.1 導管を地盤面上に設置するときは、腐食の防止、検査及び補修の便等を考慮して地盤面から0.3m以上離して設置すること。また、損傷防止のため、周囲の条件に応じて柵、ガードレール等の防護措置を講ずること。</p> <p>（以下略）</p>	<p>コンビ則 第10条第14号 十四 導管を地盤面上に設置する場合は、次の基準によること。</p> <p>イ 導管は、高圧ガスの種類に応じ、その外面から住宅、学校、病院、鉄道その他の経済産業大臣が定める施設に対し、高圧ガスの種類に応じ、経済産業大臣が定める水平距離を有すること。</p> <p>ロ 不活性ガス以外のガスの導管の両側には、当該導管に係る高圧ガスの常用の圧力に応じ経済産業大臣が定める空地を保有すること。ただし、保安上必要な措置を講じた場合は、この限りでない。</p> <p>へ 導管は、他の工作物（当該導管の支持物を除く。）に対し、当該導管の維持管理上必要な間隔を有すること。</p> <p>製造細目告示 第12条の7 コンビナート等保安規則第十条第十四号イ（同条第二十一号において準用する場合を含む。）の経済産業大臣が定める施設は、次の表の上欄に掲げる施設とし、同号の経済産業大臣が定める水平距離は、同表の上欄に掲げる施設の種類に応じ、可燃性ガスの導管にあつては同表の中欄に掲げる距離以上の距離、毒性ガスの導管にあつては同表の下欄に掲げる距離以上の距離とする。</p> <p><表の略記></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>施設</th> <th>可燃性ガス/毒性ガス</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) 鉄道、道路、住宅</td> <td>25 / 40 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(2) 学校、病院、都市公園、映画館、百貨店、マーケット、公衆浴場、プラットフォーム</td> <td>45 / 72 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(3) 重要文化財</td> <td>65 / 100 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(4) 水道施設</td> <td>300 / 300 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(5) 避難空地、避難道路</td> <td>300 / 300 m 以上</td> </tr> </tbody> </table> <p>製造細目告示 第12条の8 コンビナート等保安規則第十条第十四号ロの経済産業大臣が定める空地は、不活性ガス以外のガスの導管の外面から次の表の上欄に掲げる常用の圧力の区分に応じ、同表の下欄に掲げる幅（工業専用地域に設置する導管にあつては、その3分の1）以上の空地とする。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>常用の圧力</th> <th>空地の幅</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.2 MPa 未満</td> <td>5 m</td> </tr> <tr> <td>0.2 MPa 以上</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	施設	可燃性ガス/毒性ガス	(1) 鉄道、道路、住宅	25 / 40 m 以上	(2) 学校、病院、都市公園、映画館、百貨店、マーケット、公衆浴場、プラットフォーム	45 / 72 m 以上	(3) 重要文化財	65 / 100 m 以上	(4) 水道施設	300 / 300 m 以上	(5) 避難空地、避難道路	300 / 300 m 以上	常用の圧力	空地の幅	0.2 MPa 未満	5 m	0.2 MPa 以上		<p>石パ技省令 第17条 導管を地上に設置する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。</p> <p>一 導管は、地表面に接しないようにすること。</p> <p>二 導管（石油ターミナルの構内に設置されるものを除く。）は、住宅、学校、病院、鉄道その他の告示で定める施設に対し告示で定める水平距離を有し、かつ、その両側にそれぞれ15 m以上の幅の空地を有すること。ただし、保安上必要な措置を講じた場合は、この限りでない。</p> <p>六 導管は、他の工作物（当該導管の支持物を除く。）に対し当該導管の維持管理上必要な間隔を有すること。</p> <p>石パ技告示 第30条 省令第十七条第二号（省令第二十条第四項及び第二十二号第四項において準用する場合を含む。）の規定により、導管は、次の各号に掲げる施設に対し、当該各号に定める水平距離を有しなければならない。</p> <p><略記></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>(1) 鉄道、道路、住宅</td> <td>25 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(2) 高圧ガス製造施設等</td> <td>35 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(3) 学校、病院、都市公園、ホテル、映画館、百貨店、マーケット、公衆浴場、駅の母屋およびプラットフォーム</td> <td>45 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(4) 重要文化財</td> <td>65 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(5) 水道施設</td> <td>300 m 以上</td> </tr> <tr> <td>(6) 避難空地、避難道路</td> <td>300 m 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(1) 鉄道、道路、住宅	25 m 以上	(2) 高圧ガス製造施設等	35 m 以上	(3) 学校、病院、都市公園、ホテル、映画館、百貨店、マーケット、公衆浴場、駅の母屋およびプラットフォーム	45 m 以上	(4) 重要文化財	65 m 以上	(5) 水道施設	300 m 以上	(6) 避難空地、避難道路	300 m 以上	<p>ガスバ指針 2.3.1 導管を地上に縦断設置する場合は、住宅、学校、病院その他の施設に対し、適切な水平距離を有し、かつ適切な空地を設けるものとする。ただし、保安上必要な措置を講じた場合はこの限りでない。</p>
施設	可燃性ガス/毒性ガス																																			
(1) 鉄道、道路、住宅	25 / 40 m 以上																																			
(2) 学校、病院、都市公園、映画館、百貨店、マーケット、公衆浴場、プラットフォーム	45 / 72 m 以上																																			
(3) 重要文化財	65 / 100 m 以上																																			
(4) 水道施設	300 / 300 m 以上																																			
(5) 避難空地、避難道路	300 / 300 m 以上																																			
常用の圧力	空地の幅																																			
0.2 MPa 未満	5 m																																			
0.2 MPa 以上																																				
(1) 鉄道、道路、住宅	25 m 以上																																			
(2) 高圧ガス製造施設等	35 m 以上																																			
(3) 学校、病院、都市公園、ホテル、映画館、百貨店、マーケット、公衆浴場、駅の母屋およびプラットフォーム	45 m 以上																																			
(4) 重要文化財	65 m 以上																																			
(5) 水道施設	300 m 以上																																			
(6) 避難空地、避難道路	300 m 以上																																			

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				<p>1 MPa未満 9m 1 MPa以上 15m</p> <p>コンビ則例示基準 78節 導管を地盤面上に設置する場合には、次の基準により行うものとする。 1. 規則第10条第14号ロただし書に規定する保安上必要な措置とは、少なくとも導管(2本以上の導管が隣接している場合にあつては、そのうちの任意の導管)の片側に私道その他当該事業所の関係者が主に交通の用に供する道路(工業専用地域内にあるものに限る。)又は当該導管の防災活動及び保全活動の用に供する用地が存在し、可燃性ガス又は酸素の場合にあつては 1.1 若しくは 1.2、毒性ガスの場合にあつては 1.2の措置をとることをいう。 1.1 当該導管の区間の導管の単位表面積(m²)当たり 5 l/min 以上の水量を散水できる設備を設置し、かつ、当該導管に係る関連事業所に消防車及び緊急作業車を配置すること。 1.2 気密性を有するさや管等を設置し、中空部を常時吸引する等してガスの漏えいを検知するための措置を講ずること。</p>		
防護工・防護構造物	<p>ガス技省令 第48条 導管(最高使用圧力が低圧の導管であつて、内径が100 mm未満のものを除く。)であつて、道路の路面に露出しているものは、車両の接触その他の衝撃により損傷のおそれのある部分に衝撃による損傷を防止するための措置を講じなければならない。</p>	<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあつては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第14号 ホ 自動車、船舶等の衝突により導管又は導管の支持物が損傷を受けるおそれのある場合は、適切な防護措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 78節 導管を地盤面上に設置する場合には、次の基準により行うものとする。 3. 第10条第14号ホの適切な防護措置とは、堅固で耐久力を有する防護措置を適切な位置に設置すること。</p>	<p>石バ技省令 第17条 五 自動車、船舶等の衝突により導管または導管の支持物が損傷を受けるおそれのある場合は、告示で定めるところにより防護設備を設置すること。</p> <p>石バ技告示 第31条 省令第十七条第五号(省令第二十条第四項及び第二十二条第四項において準用する場合を含む。)の規定により、導管又は導管の支持物が損傷を受けるおそれのある場合は、自動車、船舶等の衝突に対し導管又は導管の支持物の安全が確保されるよう、堅固で耐久力を有し、かつ、導管又は導管の支持物の構造に対し支障を与えない構造の防護設備を適切な位置に設置しなければならない</p>	<p>ガスバ指針 6.12 (2) 高圧ガスパイプラインに対して自動車等の衝突のおそれがある場合には、必要な防護措置を講じることとする。 [解説] (2) 道路を架空横断することは原則として避けることが望ましいが、地形の状況その他特別の理由によりやむを得ず架空横断を認める場合、あるいは橋への取付部等で導管が地上に設置される場合は適切な防護措置を講ずるものとする。</p>
導管の支持	<p>ガス技解釈例 第46条 専用橋等に設置する導管は、風圧、地震等に対し安全な構造の支持物により支持されているものであること。 2 建物に設置する導管は、地震等に対して安全な支持方法で支持されているものであること。</p>	<p>火技解釈 第68条 4 導管の支持物及び基礎は、導管の自重、風圧、地震等に対し耐えるものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第14号 ハ 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持し、地盤面から離して設置すること。 ニ ハの支持物は、十分な耐火性を有すること。ただし、火災によつて当該支持物が変形するおそれのない場合は、この限りでない。</p> <p>コンビ則例示基準 78節 導管を地盤面上に設置する場合には、次の基準により行うものとする。 2. 第10条第14号ニの十分な耐火性を有する支持物とは、鉄筋コンクリート造りとする</p>	<p>石バ技省令 第17条 三 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持すること。 四 前号の支持物は、鉄筋コンクリート造またはこれと同等以上の耐火性を有するものとする。ただし、火災によつて当該支持物が変形するおそれのない場合は、この限りでない。</p>	<p>ガスバ指針 2.3.2 (1) 導管は、地表面に接しないように、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持するものとする。 (2) 支持物は、鉄筋コンクリート構造又はこれと同等以上の耐火性を有したものである。ただし、火災によつて当該支持物が変形するおそれのない場合はこの限りでない。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
I-7. 道路横断設置 隔離・保安距離			<p>一般則第6条第43号, コンビ則第9条第3号 導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。 (中略) ハ 導管を地盤面下に埋設するときは、0.6メートル以上地盤面から下に埋設し、かつ、その見やすい箇所を高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。 (以下略)</p> <p>一般則例示基準37, コンビ則例示基準67 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 (中略) 3.2 車両の交通の特に激しい公道の横断部においては、導管の埋設深さは、1.2m以上とすること。 3.3 3.1 及び3.2 において適当な埋設深さが得られない場合には、カバープレート、ケーシング等を用い、又は導管の肉厚を増加させる等の措置を講ずること。 (以下略)</p>	<p>コンビ則第10条第15号 十五 道路を横断して導管を設置する場合は、さや管その他の防護構造物の中に設置すること。ただし、支持条件の急変に対し適切な措置が講じられ、かつ、当該導管に係る工事の実施によつて交通に著しい支障が生じるおそれのない場合は、この限りでない。</p> <p>コンビ則第10条第16号 十六 道路を横断して導管を設置する場合は、前号の規定によるほか、第十一号(イ及びロを除く。)の規定を準用する。</p> <p>コンビ則第10条第11号 十一 導管を道路下に埋設する場合は、前号(ロからニまでを除く。)の基準によるほか、次の基準によること。 ハ 導管(防護工又は防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工又は防護構造物。以下へ及びトにおいて同じ。)は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を有し、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないものであること。 リ 電線、水管、下水道管、ガス管その他これらに類するもの(各戸に引き込むためのもの及びこれが取り付けられるものに限る。)が埋設されている道路又は埋設する計画のある道路に埋設する場合は、これらの上部に埋設しないこと。</p> <p>コンビ則第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 イ 導管は、高圧ガスの種類に応じ、その外面から建築物、ずい道その他の経済産業大臣が定める工作物に対し、経済産業大臣が定める水平距離を有すること。</p> <p>※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	<p>石パ技省令第20条 道路を横断して導管を設置する場合は、道路下に埋設しなければならない。ただし、地形の状況その他特別の理由により道路の上空以外に適当な場所がなく、かつ、保安上適切な措置を講じた場合は、道路上を架空横断して設置することができる。</p> <p>3 道路上を架空横断して導管を設置する場合は、当該導管および当該導管に係るその他の工作物ならびにこれらの附属設備の地表面と接しない部分の最下部と路面との垂直距離は、5m以上としなければならない。</p> <p>4 道路を横断して導管を設置する場合は、前三項の規定によるほか、第十四条(第一号および第二号を除く。)および第十七条(第一号を除く。)の規定を準用する。</p> <p>石パ技省令第14条 三 導管(防護工または防護構造物により導管を防護する場合は、当該防護工または防護構造物。以下この号、第六号および第七号において同じ。)は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせ、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないこと。ただし、導管の外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせることが困難な場合であつて、かつ、当該工作物の保全のための適切な措置を講ずる場合は、この限りでない。</p> <p>九 電線、水管、下水道管、ガス管、その他これらに類するもの(各戸に引き込むためのものおよびこれが取り付けられるものに限る。)が埋設されている道路または埋設する計画のある道路に埋設する場合は、これらの上部に埋設しないこと。</p>	<p>ガスバ指針 2.1.2 道路を横断して導管を設置する場合は、道路下に埋設するものとする。ただし、地形の形状その他特別な理由により道路の上空以外に適当な場所がなく、かつ保安上適切な措置を講じた場合は、道路上を架空横断して設置することができる。</p> <p>ガスバ指針 2.4.2 (1) 道路上を架空横断して導管を設置する場合は、次の各号に定めるところによるものとする。 ① 導管及び当該導管に係るその他の工作物並びにこれらの付属設備の地表面と接しない部分との垂直距離は5.0m以上とすること。 ② 導管は、さや管等の中に設置し、衝突防護工を設けること。 ③ 衝突防護工の最下部と路面との垂直距離は、5.0m以上でかつ導管の最下部と路面との垂直距離以下とすること。 (2) 前項の規定によるほか、2.3 地上縦断設置の規定を準用する。</p>
土被り				<p>コンビ則第10条第16号 十六 道路を横断して導管を設置する場合は、前号の規定によるほか、第十一号(イ及びロを除く。)の規定を準用する。</p> <p>コンビ則第10条第11号 十一 導管を道路下に埋設する場合は、前号(ロからニまでを除く。)の基準によるほか、次の基準によること。 ホ 市街地の道路の路面下に埋設する場合は、導管(防護構造物の中に設置するものを除く。)の外面と路面との距離は1.8m以下と、防護工又は防護構造物により防護された導管の当該防護工又は防護構造物の外面と路面との距離は1.5m以下としないこと。 ヘ 市街地以外の道路の路面下に埋設する場合は、導管の外面と路面との距離は、1.5m以下としないこと。 ト 舗装されている車道に埋設する場合は、当該舗装部分の路盤(遮断層がある</p>	<p>石パ技省令第20条 4 道路を横断して導管を設置する場合は、前三項の規定によるほか、第十四条(第一号および第二号を除く。)および第十七条(第一号を除く。)の規定を準用する。</p> <p>石パ技省令第14条 五 市街地の道路の路面下に埋設する場合は、導管(告示で定める防護構造物の中に設置するものを除く。)の外面と路面との距離は、1.8m以下と、告示で定める防護工または防護構造物により防護された導管の当該防護工または防護構造物の外面と路面との距離は、1.5m以下としないこと。 六 市街地以外の道路の路面下に埋設する場合は、導管の外面と路面との距離は、1.5m以下としないこと。 七 舗装されている車道に埋設する場合は、当該舗装部分の路盤(しや断層がある場合は、当該しや断層。以下同じ。)の下に埋設し、導管の外面と路盤の最下部との距離は、</p>	<p>ガスバ指針 2.2.3 導管の埋設深さは、次の各号によるものとする。 (1) 市街地の道路の路面下に導管を埋設する場合は、管の外面と路面との距離は1.8m以下としないこと。また、防護工又は防護構造物により防護された管の当該防護工又は防護構造物の外面と路面との距離は1.5m以下としないこと。 (2) 市街地以外の道路の路面下に導管を埋設する場合は、管の外面と路面との距離は1.5m以下としないこと。 (3) 舗装されている車道下に導管を埋設する場合は、当該舗装部分の路盤(しや断層がある場合は当該しや断層。以下同じ。)の下に埋設し、管の外面と路盤の最下部との距離は、0.5m以下としないこと。 (4) 路面下以外の道路下に導管を埋設する場合は、管の外面と地表面との距離は1.2m(防護工又は防護構造物により防護された管にあっては0.6m(市街地にあっては0.9</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				<p>場合は、当該遮断層。以下同じ。)の下に埋設し、導管の外面と路盤の最下部との距離は、0.5 m以下としないこと。</p> <p>チ 路面下以外の道路下に埋設する場合は、導管の外面と地表面との距離は、1.2 m(防護工又は防護構造物により防護された導管にあつては、0.6 m(市街地の道路下に埋設する場合は、0.9 m))以下としないこと。</p> <p>コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 ホ 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 ヘ 盛土又は切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、安全率1.3以上のすべり面の外側に埋設すること。</p>	<p>0.5m以下としないこと。</p> <p>八 路面下以外の道路下に埋設する場合は、導管の外面と地表面との距離は、1.2 m(告示で定める防護工または防護構造物により防護された導管にあつては、0.6 m(市街地の道路下に埋設する場合は、0.9 m))以下としないこと。</p>	<p>m)以下としないこと。</p> <p>(6) 地盤が凍結するおそれのある場合は、凍結によつて導管が損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。</p>
掘削・埋戻し方法				<p>コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 チ 掘削及び埋戻しは、保安上適切な方法により行うこと。</p>		
防護工・防護構造物		<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあつては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第15号 十五 道路を横断して導管を設置する場合は、さや管その他の防護構造物の中に設置すること。ただし、支持条件の急変に対し適切な措置が講じられ、かつ、当該導管に係る工事の実施によつて交通に著しい支障が生じるおそれのない場合は、この限りでない。</p> <p>コンビ則 第10条第16号 十六 道路を横断して導管を設置する場合は、前号の規定によるほか、第十一号(イ及びロを除く。)の規定を準用する。</p> <p>コンビ則 第10条第11号 十一 導管を道路下に埋設する場合は、前号(ロからニまでを除く。)の基準によるほか、次の基準によること。 ニ 市街地の道路下に埋設する場合は、当該道路に係る工事によつて導管が損傷を受けることのないよう適切な措置を講ずること。</p> <p>コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 ト 導管の立ち上がり部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管の挿入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。</p>	<p>石バ技省令 第20条 2 道路を横断して導管を埋設する場合は、導管をさや管その他の告示で定める構造物の中に設置しなければならない。ただし、支持条件の急変に対し適切な措置が講じられ、かつ、当該導管に係る工事の実施によつて交通に著しい支障が生じるおそれのない場合は、この限りでない。 4 道路を横断して導管を設置する場合は、前三項の規定によるほか、第十四条(第一号および第二号を除く。)および第十七条(第一号を除く。)の規定を準用する。</p> <p>石バ技告示 第35条 省令第20条第二項(省令第21条において準用する場合を含む。)に規定するさや管その他の構造物は、堅固で耐久力を有し、かつ、道路及び導管の構造に対し支障を与えない構造のものとする。この場合において、保安上必要がある場合には両端を閉そくしたものとする。</p> <p>※埋設横断：「I-3. 道路下埋設」を準用 ※架空横断：「I-6. 地盤面上設置」を準用</p>	<p>ガスバ指針 2.4.1 (1) 道路を横断して導管を埋設する場合は、導管をさや管の中に設置するものとする。ただし、支持条件の急変に対し、適切な措置を講じ、かつ当該導管に係る工事の実施によつて交通に著しい支障を生じる恐れのない場合はこの限りでない。 (2) さや管は堅固で耐久力を有し、かつ道路及び導管の構造に対し支障を与えない構造のものとする。保安上必要がある場合は、両端を閉塞したものとする。</p> <p>[解説] (略記) 地方部の市町村道等で幅員が4.0 m以下で、将来にわたっても拡幅計画がなく、かつ交通量が少なく、掘り返し等による交通障害もなく、重車両の通行が全く考えられない場合で、導管の合成応力が10%程度の余裕を有しているときにはこれによらないことができる。 さや管の長さは、沈下等の影響を受けない所まで延ばす必要がある。さや管内面と導管外面の距離及び導管相互の距離は、約5 cm以上確保することが望ましい。 両端を閉そくする場合にあつて、さや管内の空気抜き及び排水が必要な場合は、その一端を傾斜させ、空気抜きパイプ及び排水パイプを設置する。</p> <p>ガスバ指針 6.12 (2) 高圧ガスパイプラインに対して自動車等の衝突のおそれがある場合には、必要な防護措置を講ずることとする。</p> <p>[解説] (2) 道路を架空横断することは原則として避けることが望ましいが、地形の状況その他特別</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
導管の支持		<p>火技解釈 第68条 4 導管の支持物及び基礎は、導管の自重、風圧、地震等に対し耐えるものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第14号 ハ 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持し、地盤面から離して設置すること。 ニ ハの支持物は、十分な耐火性を有すること。ただし、火災によつて当該支持物の変形するおそれのない場合は、この限りでない。</p>	<p>石パ技省令 第20条 4 道路を横断して導管を設置する場合は、前三項の規定によるほか、第十四条(第一号および第二号を除く。)および第十七条(第一号を除く。)の規定を準用する。 石パ技省令 第17条 三 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持すること。 四 前号の支持物は、鉄筋コンクリート造またはこれと同等以上の耐火性を有するものとする。ただし、火災によつて当該支持物の変形するおそれのない場合は、この限りでない。</p>	<p>の理由によりやむを得ず架空横断を認める場合、あるいは橋への取付部等で導管が地上に設置される場合は適切な防護措置を講ずるものとする。</p>
I-8. 線路下横断埋設 隔離・保安距離			<p>一般則第6条第43号, コンビ則第9条第3号 導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。 (中略) ハ 導管を地盤面に埋設するときは、0.6メートル以上地盤面から下に埋設し、かつ、その見やすい箇所に高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。 (以下略) 例示基準 37, コンビ則例示基準 67 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 (中略) 3.4 鉄道の横断部において導管の埋設深さを1.2m以上とし、かつ、鋼製のケーシングを用いて保護すること。 (以下略)</p>	<p>コンビ則 第10条第17号 十七 線路敷を横断して導管を埋設する場合は、第十二号(イを除く。)及び第十五号の規定を準用する。 コンビ則 第10条第12号 十二 導管を線路敷下に埋設する場合は、第十号(ハ及びニを除く。)の基準によるほか、次の基準によること。 ロ 導管は、当該線路敷の用地境界に対し1m以上の水平距離を有すること。ただし、線路敷が道路と隣接する場合には、この限りでない。 コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面に埋設する場合は、次の基準によること。 イ 導管は、高圧ガスの種類に応じ、その外面から建築物、ずい道その他の経済産業大臣が定める工作物に対し、経済産業大臣が定める水平距離を有すること。 ロ 導管は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を有し、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないものであること。 ※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	<p>石パ技省令 第21条 線路敷を横断して導管を埋設する場合は、第十五条(第一号を除く。)および前条第二項の規定を準用する。 石パ技省令 第15条 導管を線路敷下に埋設する場合については、第十三条(第三号を除く。)の規定を準用するほか、次の各号に掲げるところによらなければならない。 石パ技省令 第13条 導管を地下に埋設する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 一 導管は、その外面から建築物、地下街、隧すい道その他の告示で定める工作物に対し告示で定める水平距離を有すること。 二 導管は、その外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせ、かつ、当該工作物の保全に支障を与えないこと。ただし、導管の外面から他の工作物に対し0.3m以上の距離を保たせることが困難な場合であつて、かつ、当該工作物の保全のための適切な措置を講ずる場合は、この限りでない。 ※告示は「I-2. 地下埋設」参照</p>	
土被り			<p>一般則例示基準 37, コンビ則例示基準 67 (前略) 3.4 鉄道の横断部において導管の埋設深さを1.2m以上とし、かつ、鋼製のケーシングを用いて保護すること。 (以下略)</p>	<p>コンビ則 第10条第17号 十七 線路敷を横断して導管を埋設する場合は、第十二号(イを除く。)及び第十五号の規定を準用する。 コンビ則 第10条第12号 十二 導管を線路敷下に埋設する場合は、第十号(ハ及びニを除く。)の基準によるほか、次の基準によること。 ハ 導管の外面と地表面との距離は、1.2m以下としないこと。</p>	<p>石パ技省令 第15条 導管を線路敷下に埋設する場合については、第十三条(第三号を除く。)の規定を準用するほか、次の各号に掲げるところによらなければならない。 二 導管の外面と地表面との距離は、1.2m以下としないこと。 石パ技省令 第13条 導管を地下に埋設する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 四 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受け</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
掘削・埋戻し 方法				<p>コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 ホ 導管は、地盤の凍結によつて損傷を受けることのないよう適切な深さに埋設すること。 ヘ 盛土又は切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、安全率1.3以上のすべり面の外側に埋設すること。</p>	<p>ることのないよう適切な深さに埋設すること。 五 盛土または切土の斜面の近傍に導管を埋設する場合は、告示で定める安全率以上のすべり面の外側に埋設すること。</p>	
				<p>コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 ト 導管の立ち上がり部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管の挿入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。 チ 掘削及び埋め戻しは、保安上適切な方法により行うこと。</p>	<p>石パ技省令 第13条 導管を地下に埋設する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 七 掘さくおよび埋めもどしは、告示で定める方法によつて行なうこと。</p>	
防護工・防護 構造物		<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあっては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第10号 十 導管を地盤面下に埋設する場合は、次の基準によること。 ト 導管の立ち上がり部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管の挿入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。</p> <p>コンビ則 第10条第15号 十五 道路を横断して導管を設置する場合は、さや管その他の防護構造物の中に設置すること。ただし、支持条件の急変に対し適切な措置が講じられ、かつ、当該導管に係る工事の実施によつて交通に著しい支障が生じるおそれのない場合は、この限りでない。</p>	<p>石パ技省令 第13条 導管を地下に埋設する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 六 導管の立上り部、地盤の急変部等支持条件が急変する箇所については、曲り管のそう入、地盤改良その他必要な措置を講ずること。</p> <p>石パ技省令 第20条 2 道路を横断して導管を埋設する場合は、導管をさや管その他の告示で定める構造物の中に設置しなければならない。ただし、支持条件の急変に対し適切な措置が講じられ、かつ、当該導管に係る工事の実施によつて交通に著しい支障が生じるおそれのない場合は、この限りでない。</p>	
I-9. 河川等横 断設置 離隔・保安距 離			規定なし	<p>コンビ則 第10条第21号 二十一 河川及び水路を横断して導管を設置する場合は、前三号の規定によるほか第十号(ロからニまで及びチを除く。)及び第十四号の規定を準用する。</p> <p>※埋設横断：「I-2. 地下埋設」を準用 ※橋に設置：「I-6. 地盤面上設置」を準用</p>	<p>石パ技省令 第22条 河川を横断して導管を設置する場合は、橋に設置しなければならない。ただし、橋に設置することが適当でない場合は、河川の下を横断して埋設することができる。 4 河川および水路を横断して導管を設置する場合は、前三項の規定によるほか、第十三条(第二号、第三号および第七号を除く。)および第十七条(第一号を除く。)の規定を準用する。</p> <p>※埋設横断：「I-2. 地下埋設」を準用 ※橋に設置：「I-6. 地盤面上設置」を準用</p>	
土被り			<p>一般則例示基準 37, コンビ則例示基準 67 (前略) 4.4 導管を流水によつて洗掘されるおそれのある河床に設置する場合は、洗掘されるおそれのない深さに導管を埋設すること。また、導管を水路が不安定な河床に埋設するときは、水路が浅い部分においても、深い部分の導管と水平になるように埋設すること。 (以下略)</p>	<p>コンビ則 第10条第18号 十八 河川を横断して導管を設置する場合は、橋に設置すること。ただし、橋に設置することが適当でない場合は、河川の下を横断して埋設することができる。</p> <p>コンビ則 第10条第20号 二十 第十八号ただし書の場合にあつては導管の外面と計画河床高(計画河床高が最深河床高より高いときは、最深河床高。以下この項において同じ。)との距離は原則として4.0m以上、水路を横断して導管を埋設する場合にあ</p>	<p>石パ技省令 第22条 河川を横断して導管を設置する場合は、橋に設置しなければならない。ただし、橋に設置することが適当でない場合は、河川の下を横断して埋設することができる。 3 第一項ただし書の場合にあつては導管の外面と計画河床高(計画河床高が最深河床高より高いときは、最深河床高。以下この項において同じ。)との距離は原則として4.0m以上、水路を横断して導管を埋設する場合にあ</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				<p>の号において同じ。)との距離は原則として4.0m以上、水路を横断して導管を埋設する場合にあつては導管の外面と計画河床高との距離は原則として2.5m以上、その他の小水路(第八条第三項に規定する水路以外的小水路で、用水路、側溝又はこれらに類するものを除く。)を横断して導管を埋設する場合にあつては導管の外面と計画河床高との距離は原則として1.2m以上とするほか、護岸その他河川管理施設の既設又は計画中の基礎工に支障を与えず、かつ、河床変動、洗掘、投錨びよう等の影響を受けない深さに埋設すること。</p>	<p>つては導管の外面と計画河床高との距離は原則として2.5m以上、その他の小水路(第一条第二項第三号に規定する水路以外的小水路で、用水路、側溝またはこれらに類するものを除く。)を横断して導管を埋設する場合にあつては導管の外面と計画河床高との距離は原則として1.2m以上とするほか、護岸その他河川管理施設の既設または計画中の基礎工に支障を与えず、かつ、河床変動、洗掘、投錨びよう等の影響を受けない深さに埋設しなければならない。</p>	
<p>防護工・防護 構造物</p>		<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあつては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第19号 十九 河川又は水路を横断して導管を埋設する場合であつて、塩素、ホスゲン、ふっ素、アクロレイン、亜硫酸ガス、シアン化水素又は硫化水素に係るものについては二重管とし、その他の毒性ガス及び可燃性ガスに係るものについては、二重管又は防護構造物の中に設置すること。この場合において、当該二重管若しくは防護構造物の浮揚又は船舶の投錨による損傷を防止するための措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 79 節 1. 河川又は水路を横断して導管を埋設する場合に講ずる二重管又は防護構造物は、次によるものとする。 1.1 二重管とすべき高圧ガスの種類 塩素、ホスゲン、ふっ素、アクロレイン、亜硫酸ガス、シアン化水素又は硫化水素 1.2 二重管 (1) 二重管の外層管の内径は、内層管の外径の1.2倍以上とする。 (2) 外層管の肉厚は、次の各号に定める値以上のものとする。 (中略) 1.3 防護構造物 防護構造物は、堅固で耐久力を有し、かつ、河川用又は水路及び導管の構造に対し支障を与えない構造のものとする。この場合において、保安上必要がある場合には両端を閉塞したものとする。また、防護構造物がずい道形式である場合には、その内部を点検できる構造のものとする。 2. 1. の二重管又は防護構造物に対しては、次のいずれかの措置を講ずることにより、浮揚又は船舶の投錨による損傷を防止すること。 2.1 使用時における二重管又は防護構造物(内包される空気及び水の重量を含む。)の比重を、周囲の土壌が砂質土の場合には水の比重以上、粘質土の場合には液性限界における土の単位体積重量以上とする。 2.2 アンカー等を用いて、二重管又は防護構造物を固定する。 2.3 土壌の攪乱又はクリープにより浮上を起こすおそれのない深さに二重管又は防</p>	<p>石パ技省令 第22条 2 河川または水路を横断して導管を埋設する場合は、原則としてさや管その他の告示で定める構造物の中に設置し、かつ、当該構造物の浮揚または船舶の投錨びようによる損傷を防止するための措置を講じなければならない。 4 河川および水路を横断して導管を設置する場合は、前三項の規定によるほか、第十三条(第二号、第三号および第七号を除く。)および第十七条(第一号を除く。)の規定を準用する。</p> <p>石パ技告示 第36条 省令第二十二条第二項に規定するさや管その他の構造物は、堅固で耐久力を有し、かつ、河川又は水路及び導管の構造に対し支障を与えない構造のものとする。この場合において、保安上必要がある場合には両端を閉塞したものとする。 2 前項のさや管その他の構造物が 隧道形式である場合には、その内部を点検できる構造のものとする。</p> <p>※橋に設置：「I-6. 地盤面上設置」を準用</p>	<p>ガスバ指針 4.10.4 自動車、船舶等の衝突あるいは第三者が容易に架管付近に立ち入るおそれがある場合には防護措置を講じることが望ましい。</p> <p>[解説] 第三者が容易に架管付近に立ち入るおそれがある場合には、金網柵、杭柵(鋼管等)、へい柵(ブロック等)、歩行防止柵等の防護柵により侵入防止措置を施すことが望ましい。なお、架管以外の地上に露出している導管においても、第三者が容易に接触するおそれがある場合には、防護柵又はさや管等の措置を講じることが望ましい。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
導管の支持				<p>護構造物を設置する。 2.4 十分な深さにケーシングトンネル等を設置し、防護構造物とする。</p> <p>※橋に設置：「I-6. 地盤面上設置」を準用</p>		
		<p>火技解釈 第68条 4 導管の支持物及び基礎は、導管の自重、風圧、地震等に対し耐えるものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第21号 二十一 河川及び水路を横断して導管を設置する場合は、前三号の規定によるほか第十号（ロからニまで及びチを除く。）及び第十四号の規定を準用する。</p> <p>※橋に設置：「I-6. 地盤面上設置」を準用</p>	<p>石パ技省令 第22条 4 河川および水路を横断して導管を設置する場合は、前三項の規定によるほか、第十三条（第二号、第三号および第七号を除く。）および第十七条（第一号を除く。）の規定を準用する。</p> <p>※橋に設置：「I-6. 地盤面上設置」を準用</p>	<p>ガスバ指針 2.3.3 (1) 橋に添架する導管は、橋のたわみ、伸縮、振動等に対し安全な構造とするとともに当該橋の強度等に影響を与えないものとする。 (2) 導管の添架位置、構造は、橋並びに導管の維持管理及び保安の観点から適切に定めるものとする。</p> <p>ガスバ指針 4.10.2 (3) 支持点は、架管から伝達される荷重に対して安全なものとする。</p>
I-10. 海底設置 離隔・保安距離			<p>一般則第6条第43号, コンビ則第9条第4号 導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。 (中略) ニ 導管を水中に設置するときは、船、波等の影響を受けないような深さに設けること。 (以下略)</p> <p>一般則例示基準 37, コンビ則例示基準 67 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 (中略) 4. 導管を水中に設置する場合の設置深さは、次の各号の基準によるものとする。 4.1 導管を船の航行する水域の水底に設置するときは、船の錨による損傷を防止するため、航行船舶の大きさや海底土質に応じて必要と認められる深さ以上の深さに導管を埋設すること。 4.2 海底、河底等、水の流動によって液性となるような土壌中に導管を設置するときは、不使用時における管の比重を、砂質土の場合には水（海底の場合には海水）の比重以上、粘質土の場合には液性限界における土の単位体積重量以上とし、又はアンカー等によって管の浮上や移動を防止する措置を講ずること。 (以下略)</p>	<p>コンビ則 第10条第22号 二十二 導管を海底に設置する場合は、次の基準によること。 イ 導管は、埋設すること。ただし、投錨等により導管が損傷を受けるおそれのない場合その他やむを得ない場合は、この限りでない。 ロ 導管は、原則として既設の導管と交差しないこと。 ハ 導管は、原則として既設の導管に対し、30m以上の水平距離を有すること。 ニ 二本以上の導管を同時に設置する場合は、当該導管が相互に接触することのないよう必要な措置を講ずること。 (以下略)</p> <p>コンビ則例示基準 80節 導管を海底に設置する場合には、次の基準により行うものとする。 1. 2本以上の導管を同時に設置する場合に、当該導管が相互に接触することのないよう講ずべき必要な措置は、次のいずれかによるものとする。この場合、マーカーの設置、潜水土による検査等により導管の位置を調査し、埋戻し前及び必要な場合には、埋戻し後に水中探査機等により導管の相対位置を確認すること。 1.1 2本以上の導管を形鋼等でつなぎ、又は構造物に組み立てて設置する。 1.2 十分な間隔をおいて敷設する。 1.3 敷設後、適切な間隔となるよう導管を移動させ、埋設する。 (以下略)</p>	<p>石パ技省令 第18条 導管を海底に設置する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 二 導管は、原則として既設の導管と交差しないこと。 三 導管は、原則として既設の導管に対し30m以上の水平距離を有すること。 四 二本以上の導管を同時に設置する場合は、当該導管が相互に接触することのないよう必要な措置を講ずること。</p>	
土被り			<p>一般則第6条第43号, コンビ則第9条第4号 導管は、次に掲げる基準に適合するものであること。 (中略) ニ 導管を水中に設置するときは、船、波等の影響を受けないような深さに設けること。 (以下略)</p> <p>一般則例示基準 37, コンビ則例示基準 67</p>	<p>コンビ則 第10条第22号 イ 導管は、埋設すること。ただし、投錨等により導管が損傷を受けるおそれのない場合その他やむを得ない場合は、この限りでない。 へ 導管を埋設する場合は、導管の外面と海底面との距離は、投錨試験の結果、土質、埋め戻しの材料、船舶交通事情等を勘案して安全な距離とすること。この場</p>	<p>石パ技省令 第18条 一 導管は、埋設すること。ただし、投錨びよう等により導管が損傷を受けるおそれのない場合その他やむをえない場合は、この限りでない。 六 導管を埋設する場合は、導管の外面と海底面との距離は、投錨びよう試験の結果、土質、埋め戻しの材料、船舶交通事情等を勘案して安全な距離とすること。この場合に</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
			<p>導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 (中略)</p> <p>4. 導管を水中に設置する場合の設置深さは、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>4.1 導管を船の航行する水域の水底に設置するときは、船の錨による損傷を防止するため、航行船舶の大きさや海底土質に応じて必要と認められる深さ以上の深さに導管を埋設すること。</p> <p>4.2 海底、河底等、水の流動によって液性となるような土壌中に導管を設置するときは、不使用時における管の比重を、砂質土の場合には水(海底の場合には海水)の比重以上、粘質土の場合には液性限界における土の単位体積重量以上とし、又はアンカー等によって管の浮上や移動を防止する措置を講ずること。 (以下略)</p>	<p>合において、当該導管を埋設する海底についてしゅんせつ計画がある場合は、しゅんせつ計画(当該しゅんせつ計画において計画されているしゅんせつ後の海底面をいう。)下0.6mを海底面とみなすものとする。</p>	<p>において、当該導管を埋設する海底についてしゅんせつ計画がある場合は、しゅんせつ計画(当該しゅんせつ計画において計画されているしゅんせつ後の海底面をいう。)下0.6mを海底面とみなすものとする。</p>	
掘削・埋戻し方法				<p>コンビ則 第10条第22号 チ 掘削及び埋戻しは、保安上適切な方法により行うこと。</p>	<p>石パ技省令 第18条 八 掘さくおよび埋めもどしは、告示で定める方法によつて行なうこと。</p> <p>石パ技告示 第33条 省令第十八条第八号に規定する掘さく及び埋めもどしの方法は、次の各号に掲げるとおりとする。 一 導管をできるだけ均一かつ連続に支持するよう、土質、水深、海象条件等を考慮して施工すること。 二 埋めもどしは、導管及び当該導管に係る塗覆装に損傷を与えないように施工すること。</p>	
防護工・防護構造物	<p>ガス技省令 第48条 4 第十五条第一項第七号に掲げるものには、投錨等により導管が損傷を受けるおそれがある場合にあつては、損傷を防止するための適切な措置を講じなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第105条 4 省令第48条第4項に規定する「投錨等により導管が損傷を受けるおそれがある場合」とは、揚陸部であつて導管に船舶等の衝突のおそれがある場合、船舶の航路であつて導管に投錨等による損傷のおそれがある場合、その他当該導管に損傷が及ぶ可能性がある場合をいう。 5 省令第48条第4項に規定する「損傷を防止するための適切な防護措置」とは、埋設する方法、さや管を用いる方法をいう。</p>	<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあつては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第22号 ホ 導管の立ち上がり部には、防護工を設けること。 ト 洗掘のおそれがある場所に埋設する導管には、当該洗掘を防止するための措置を講ずること。 ヌ 導管が浮揚又は移動するおそれがある場合は、当該導管に当該浮揚又は移動を防止するための措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 80節 導管を海底に設置する場合には、次の基準により行うものとする。 2. 次の2.1に掲げる洗掘のおそれがある場所に埋設する場合に講ずべき洗掘を防止するための措置は、2.2に掲げるところによる。 2.1 洗掘のおそれがある場所 (1) 海流の影響により海底が掘られ、又は潮の干満により海底の砂が移動する等の漂砂現象を起こすおそれがある場所 (2) 海岸線の沖合いに存在する砕波帯の影響により海底が掘られるおそれがある場所 (3) 海岸付近において、海岸及び構築物の影響により洗掘のおそれがある場所 (4) その他自然現象等の影響により、海底が掘られるおそれがある場所 2.2.1の場所に導管を埋設する場合は、次の</p>	<p>石パ技省令 第18条 五 導管の立上り部には、告示で定める防護工を設けること。ただし、けい船浮標にいたる立上り部の導管に鋼製以外のものを使用する場合は、この限りでない。 七 洗掘のおそれがある場所に埋設する導管には、当該洗掘を防止するための措置を講ずること。 十 導管が浮揚または移動するおそれがある場合は、当該導管に当該浮揚または移動を防止するための措置を講ずること。</p> <p>石パ技告示 第32条 省令第十八条第五号に規定する防護工は、次の各号に適合するものとする。 一 船舶、波浪及び木材等の浮遊物による外力に対し導管の安全が確保されるよう、堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造であること。 二 船舶及び木材等の浮遊物の衝突による防護工の損傷を防ぐため必要な箇所に衝突予防措置が講じてあること</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				<p>いずれかの措置を講ずることにより洗掘による影響を避けること。</p> <p>(1) 海岸線形状の変更、構築物等の設置、改造、撤去、障害物等により洗掘の発生を防止する。</p> <p>(2) 潮流、暴風、河川の影響等により洗掘を生ずるおそれのある場合には、洗掘の予想される深さよりも深い位置に導管を埋設する。</p> <p>3. 浮揚又は移動するおそれがある場合に、当該導管に講ずべき浮揚又は移動を防止するための措置は、次のいずれかによるものとする。</p> <p>3.1 使用時における導管の比重を周囲の土壌が砂質上の場合には海水の比重以上、粘質土の場合には液性限界における土の単位体積重量以上とする。</p> <p>3.2 アンカー等を用いて導管を固定する。</p> <p>3.3 土壌の攪乱又はクリープにより浮上を起こすおそれのない深さに導管を設置する。</p>		
導管の支持	<p>ガス技省令 第15条 次の各号に掲げるガス工作物の構造は、供用中の荷重並びに最高使用温度及び最低使用温度における最高使用圧力に対し、設備の種類、規模に応じて適切な構造でなければならない。</p> <p>七 海底に設置される導管</p> <p>ガス技解釈例 第46条の2 省令第15条第1項第7号に規定する導管は、移動しないものであること。なお、DNV RP E305 "On-bottom stability design of submarine pipelines"に基づき設計された導管は、移動しないものとみなす。</p> <p>2 令第15条第1項第7号に規定する導管は、有害な振動をしないものであること。なお、DNV Guideline14 "Free spanning pipelines"に基づき設計された導管は、有害な振動をしないものとみなす。</p>	<p>火技解釈 第68条 4 導管の支持物及び基礎は、導管の自重、風圧、地震等に対し耐えるものであること。</p> <p>七 海底に設置される導管</p>		<p>コンビ則 第10条第22号 リ 導管を埋設しないで設置する場合は、導管が連続して支持されるよう当該設置に係る海底面をならすこと。</p>	<p>石パ技省令 第18条 九 導管を埋設しないで設置する場合は、導管が連続して支持されるよう当該設置に係る海底面をならすこと。</p>	
I-11. 海面上設置 離隔・保安距離			<p>一般則例示基準 37, コンビ則例示基準 67 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>(中略)</p> <p>4.3 導管を波浪の影響を受ける接岸部に設置するときは、波浪、浮遊物等による導管の損傷を防止するため、ケーシング、コンクリート防護又は防波柵等による防護措置を講ずること。</p> <p>(以下略)</p>	<p>コンビ則 第10条第23号 二十三 導管を海面上に設置する場合は、次の基準によること。</p> <p>ロ 導管は、船舶の航行により、損傷を受けることのないよう海面との間に必要な空間を確保して設置すること。</p> <p>ニ 導管は、他の工作物(当該導管の支持物を除く。)に対し当該導管の維持管理上必要な間隔を有すること。</p>	<p>石パ技省令 第19条 導管を海上に設置する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。</p> <p>二 船舶の航行に支障を生ずるおそれがある場合は、支障を生ずることのないよう導管と海面との間に必要な空間を確保すること。</p> <p>四 導管は、他の工作物(当該導管の支持物を除く。)に対し当該導管の維持管理上必要な間隔を有すること。</p>	
防護工・防護 構造物		<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあっては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条</p>		<p>コンビ則 第10条第23号 ハ 船舶の衝突等によつて導管又はその支持物が損傷を受けるおそれのある場合は、防護設備を設置すること。</p>	<p>石パ技省令 第19条 三 船舶の衝突等によつて導管または導管の支持物が損傷を受けるおそれのある場合は、告示で定める防護設備を設置すること。</p> <p>石パ技告示 第34条 省令第十九条第三号に規定する防護設備は、次の各号に適合するものとする。</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
導管の支持		<p>省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。</p> <p>ロ 導管は、外部から著しい機械的衝撃を受けるおそれがある場合は、当該部分に適切な防護構造物を設置するものであること。</p>			<p>一 船舶、波浪及び木材等の浮遊物による外力に対し導管及び導管の支持物の安全が確保されるよう、堅固で耐久力を有し、かつ、導管及び導管の支持物の構造に対し支障を与えない構造であること。</p> <p>二 船舶及び木材等の浮遊物の衝突による防護設備の損傷を防ぐため必要な箇所へ衝突予防措置が講じてあること。</p>	
I-12. 共同溝内設置 防護工・防護 構造物	<p>ガス技省令 第53条 導管を共同溝に設置する場合は、ガス漏れにより当該共同溝及び当該共同溝に設置された他の物件の構造又は管理に支障を及ぼすことがないよう導管に適切な措置を講じ、かつ、適切な措置が講じられた共同溝内に設置しなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第119条 省令第53条に規定する「導管に適切な措置」とは、次の各号に掲げる措置をいう。</p> <p>二 共同溝壁を貫通する導管の貫通部及びその付近には、次に掲げるいずれかの措置により導管の損傷を防止するための措置を講ずること。</p> <p>イ 共同溝壁の貫通部に、導管外径に5cmを加えた径又は導管外径の1.2倍の径のいずれか小なる径以上のスリーブを設け、スリーブと導管との間に加硫ゴム等を充てんする措置</p> <p>ロ 共同溝の内外において導管に作用する応力が相互に伝達しないような措置を講ずるとともに、地盤の不等沈下の影響を軽減する措置</p>	<p>火技解釈 第82条 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。</p> <p>ハ 共同溝壁を貫通する導管の貫通部は、導管の損傷を防止するため次のいずれかに適合するものであること。</p> <p>(イ) 導管の外径に導管の外径の0.2倍の値(5cmを超える場合は、5cm)を加えた値以上の内径のスリーブを設け、かつ、スリーブと導管との間に緩衝材を充填すること。</p> <p>(ロ) 貫通部の内外における導管に生ずる応力が相互に伝達しないように伸縮継手、可とう配管等を設けること。</p>		<p>コンビ則 第10条第23号 イ 導管は、地震、風圧、波圧等に対し安全な構造の支持物により支持すること。</p>	<p>石パ技省令 第19条 一 導管は、地震、風圧、波圧等に対し安全な構造の支持物により支持すること。</p>	
導管の支持	<p>ガス技省令 第53条 導管を共同溝に設置する場合は、ガス漏れにより当該共同溝及び当該共同溝に設置された他の物件の構造又は管理に支障を及ぼすことがないよう導管に適切な措置を講じ、かつ、適切な措置が講じられた共同溝内に設置しなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第119条 省令第53条に規定する「導管に適切な措置」とは、次の各号に掲げる措置をいう。</p> <p>一 導管にはベローズ型伸縮継手又は可とう性を有する管により温度の変化による伸縮を吸収する措置を講ずること。</p>					
I-13. 導管と橋との取合部					<p>石パ技省令 第5条 2 導管は、次の各号に定める基準に適合するものでなければならない。</p> <p>四 橋に設置する導管は、橋のたわみ、伸縮、振動等に対し安全な構造であること。</p> <p>石パ技省令 第26条 導管を橋に取り付ける場合は、当該導管に過</p>	<p>ガスパ指針 2.3.3 (1) 橋に添架する導管は、橋のたわみ、伸縮、振動等に対し安全な構造とするとともに当該橋の強度等に影響を与えないものとする。</p> <p>(2) 導管の添架位置、構造は、橋並びに導管の維持管理及び保安の観点から適切に定めるものとする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					<p>大な応力が生じることのないよう必要な措置を講じなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 2.5 導管を橋に取り付ける場合は、導管に過大な応力が生じることのないよう必要な措置を講ずるものとする。</p> <p>ガスバ指針 4.10.3 (1) 橋台貫通部は、架管が橋台又は鋼製さや管と電氣的に接触することがなく、土砂の侵入を防止する措置を講じた構造とする。 (2) 橋台背面の地盤沈下や地震時の地盤の液状化等に伴う沈下や変状の発生に対しては、さや管による防護を原則として、必要に応じて可とう性配管の採用など、それらの影響を軽減する措置を講じるものとする。</p>
<p>I-14. 不等沈下のおそれのある場所における導管の設置</p>	<p>ガス技省令 第15条 4 高圧のガス又は液化ガスを通ずるガス工作物(第二項第三号に掲げるもの、配管、導管、移動式ガス発生設備及び不等沈下等により当該ガス工作物に有害なひずみが生じないように設置された構造物上に設けられた高圧のガス又は液化ガスを通ずるガス工作物を除く。)の基礎の構造は、不等沈下等により当該ガス工作物に有害なひずみが生じないようなものでなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第45条 軟弱な地盤に設置する導管及び本支管から建築基準法施行令第38条第3項本文に規定する建築物の外壁を貫通する箇所までに設置する導管には、導管の配管系全体について次の各号に掲げるいずれか、あるいは2方法以上を適宜組合せる方法により、不等沈下による導管の損傷を防止するための措置を講じたものであること。 一 溶接により接合された鋼管又は融着により接合されたポリエチレン管を用い、管材料の可とう性により変位を吸収する方法 二 導管の直接部において、変位吸収能力を有する機械的接合を用い、継手の可とう性により変位を吸収する方法 三 ねじ接合、機械的接合又は溶接接合により、曲り管を組合せて配管系の可とう性により変位を吸収する方法 四 伸縮継手を用いる方法 五 導管を鞘管内に設置し、導管と鞘管の間隙により変位を吸収する方法</p>	<p>火技解釈 第71条 導管は、不等沈下による地盤変位が発生したとき、導管が損傷するおそれがないものであること。</p> <p>一般則第6条第43号, コンビ則第9条第1号 第2条第1項第22号イに掲げる特定製造事業所(以下「コンビナート製造事業所」という。)間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 一 導管は、地崩れ、山崩れ、地盤の不同沈下等のおそれのある場所その他経済産業大臣が定める場所又は建物の内部若しくは基礎面に設置しないこと。 (以下略)</p> <p>例示基準 37, コンビ則例示基準 67 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 1. 導管の設置場所の選定は、次の各号の基準に従って行うものとする。 1.2 不同沈下は、現に不同沈下が目立って進行している場所又はそのおそれのある場所を過去の実績から推定してそのような場所を通過しないようにすること。 (以下略)</p>	<p>コンビ則 第10条 コンビナート製造事業所間の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 一 前条第一号、第四号から第六号まで及び第八号から第十号までの基準に適合すること。 十四 導管を地盤面上に設置する場合は、次の基準によること。 ハ 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持し、地盤面から離して設置すること。</p> <p>コンビ則例示基準 67 節 導管の設置は、次の各号の基準によるものとする。 1. 導管の設置場所の選定は、次の各号の基準に従って行うものとする。 1.2 不同沈下は、現に不同沈下が目立って進行している場所又はそのおそれのある場所を過去の実績から推定してそのような場所を通過しないようにすること。</p>	<p>石バ技省令 第17条 導管を地上に設置する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 三 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持すること。</p> <p>石バ技省令 第25条 不等沈下、地すべり等の発生するおそれのある場所に導管を設置する場合は、当該不等沈下、地すべり等により導管が損傷を受けることのないよう必要な措置を講じ、かつ、導管に生じる応力を検知するための装置を設置しなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 2.2.6 (1)地盤沈下、地すべり等あるいは、地震時に地盤の液状化の発生するおそれのある場所に導管を埋設する場合は、導管が損傷を受ける恐ことのないよう必要な措置を講じ、かつ必要に応じて導管に生じる変位を測定する為の装置を設置するものとする。</p>	
<p>II 設計</p>						
<p>II-1. 導管の材料 (API 5L 材の使用可否)</p>	<p>ガス技省令 第14条 次の各号に掲げるガス工作物の主要材料は、最高使用温度及び最低使用温度において材料に及ぼす化学的及び物理的影響に対し、設備の種類、規模に応じて安全な機械的性質を有するものでなければならない。 六 導管及びガス栓</p> <p>ガス技解釈例 第14条 導管の直管及び曲がり管等の異形管類の材料は、次の各号に掲げる規格に適合するもの(以下「規格材料」という。)であること。 六十一 国際標準化機構 ISO 3183 (米国石油</p>	<p>火技省令 第40条 液化ガス設備(ポンプ及び圧縮機を除く。次条において同じ。)に属する容器及び管の耐圧部分に使用する材料は、最高使用温度及び最低使用温度において材料に及ぼす化学的影響及び物理的影響に対し、安全な化学的成分及び機械的強度を有し、かつ、難燃性を有するものでなければならない。</p> <p>火技解釈 第55条 2 省令第40条第1項に規定する「安全な化学的成分及び機械的強度を有し、かつ、難燃性を有するもの」とは、次の各号に掲げるものを</p>	<p>コンビ則 第10条第4号 四 導管、管継手及びバルブ(以下「導管等」という。)に使用する材料は、ガスの種類、性状、温度、圧力等に応じ、当該設備の材料に及ぼす化学的影響及び物理的影響に対し、安全な化学的成分及び機械的性質を有するものであること。</p> <p>コンビ則例示基準 72 節 コンビナート製造事業所間の導管に係る管、管継手及びバルブには、次の各号に掲げる材料を用いること。 1. 管にあつては、JIS G3454(1988)圧力配管用</p>	<p>石バ技省令 第19条 導管、管継手および弁(以下「導管等」という。)の材料は、告示で定める規格に適合するものまたはこれと同等以上の機械的性質を有するものでなければならない。</p> <p>石バ技告示 第3条 省令第四条に規定する導管等の材料の規格は、次の各号に掲げるとおりとする。 一 導管にあつては、日本工業規格G3454「圧力配管用炭素鋼管」、日本工業規格G3455「高圧配管用炭素鋼管」、日本工業規格G3456「高温配管用炭素鋼管」又は日本工業</p>	<p>ガスバ指針 4.4.1 導管に使用する主要材料は最高使用圧力に応じて関連法律の省令,告示,日本工業規格等の規定に適合するもの.またはこれと同等以上の機械的性質を有するものとする。 [解説] 1) 導管 ③「これと同等以上の機械的性質を有するもの」とは,上記規格に相当する他の規格の場合と,上記規格と比較して機械的性質が同等以上であるものをいう。 これと同等以上の機械的性質を有するものの例は次のとおりである。</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	協会 API 5L) (2012) 「ラインパイプ」 ※61号のグレードはL290(X42)~L450(X65)、 最低使用温度は-10℃ (別表第1)	いう。 一 第2条第2項の規定を準用するものをいう。 火技解釈 第2条 2 省令第5条に規定する「安全な化学的成分及び機械的強度を有するもの」とは、溶接性、引張強さ、延性、靱性及び硬度等に優れたものをいい、別表第1(鉄鋼材料)及び別表第2(非鉄材料)に記載されている材料はこれらを満足するものと解釈される。 ※別表第1には「ラインパイプ(導管用鋼管) ISO3183(2007) X42~X65」が含まれる。最低使用温度は-10℃。		炭素鋼鋼管、JIS G3455(1988)高圧配管用炭素鋼鋼管、JIS G3456(1988)高温配管用炭素鋼鋼管、JIS G3458(1988)配管用合金鋼鋼管、JIS G3459(1994)配管用ステンレス鋼管、JIS G3460(1988)低温配管用鋼管、JIS G3468(1994)配管用溶接大径ステンレス鋼管、JIS H3300(1992)銅及び銅合金継目無管、JIS H3320(1992)銅及び銅合金溶接管、JIS H4080(1988)アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管、JIS H4090(1990)アルミニウム及びアルミニウム合金溶接管 ※ ISO 3183 (API 5L) は例示されていない。	規格G3459「配管用ステンレス鋼鋼管」 ※ ISO 3183 (API 5L) は明示されていないが、「同等以上の機械的性質を有するもの」には該当する。	1. API 5L X42, X46, X52, X56, X60, X65, X70, Gr B 「ラインパイプ」
II-2. 導管の構造 (細目は省略)	ガス技省令第15条 次の各号に掲げるガス工作物の構造は、供用中の荷重並びに最高使用温度及び最低使用温度における最高使用圧力に対し、設備の種類、規模に応じて適切な構造でなければならない。 六 導管(次号に掲げるものを除く。)及びガス栓 七 海底に設置される導管	火技省令第41条 液化ガス設備の耐圧部分又は貯槽、ガスホルダー及び導管に係る支持物及び基礎の構造は、供用中の荷重並びに最高使用圧力、最高使用温度又は最低使用温度において発生する最大の応力に対し安全なものでなければならない。この場合において、それぞれの部分に生ずる応力は当該部分に使用する材料の許容応力を超えてはならない。		コンビ則 第10条第5号 五 導管等の構造は、輸送される高圧ガスの重量、導管等の内圧、導管等及びその付属設備の自重、土圧、水圧、列車荷重、自動車荷重、浮力その他の主荷重並びに風荷重、雪荷重、温度変化の影響、振動の影響、地震の影響、投錨による衝撃の影響、波浪及び潮流の影響、設置時における荷重の影響、工事による影響その他の従荷重によつて生じる応力に対して安全なものであること。	石パ技省令第5条 導管等の構造は、輸送される石油の重量、導管等の内圧、導管等およびその附属設備の自重、土圧、水圧、列車荷重、自動車荷重、浮力等の主荷重ならびに風荷重、雪荷重、温度変化の影響、振動の影響、地震の影響、投錨による衝撃の影響、波浪および潮流の影響、設置時における荷重の影響、他工事による影響等の従荷重(以下この条において「主荷重等」という。)によつて生ずる応力に対して安全なものでなければならない。	ガスバ指針 4.1 (1) 導管の設計はその機能の社会的重要度や道路の維持管理に及ぼす影響を考慮して施工時、完成時において十分な安全性を確保するものとする。 ガスバ指針 4.10.2 (1) 架管は架管に加わる諸荷重に対して安全なものであるとともに、橋に添架する場合には橋のたわみ、伸縮、振動に対して安全な構造とするものとする。
II-3. 材料の許容応力	ガス技解釈例 第19条 2 第14条に規定する材料の許容引張応力は、次の各号による。 一 第1項第1号から第62号までに掲げる材料にあつては、別表第1その1及び別表第2その1に定める値	火技解釈 第58条 省令第41条に規定する「許容応力」とは、次の各号に掲げるものをいう。 一 別表第1(鉄鋼材料)及び別表第2(非鉄材料)に掲げる材料の許容引張応力にあつては同表に規定する値。	特定則 第14条 第一種特定設備にあつては、次の各号に掲げる材料を圧延製品又は鍛造製品の材料として使用する場合における当該材料の許容引張応力(設計温度がクリープ領域に達しない場合に限る。以下この項、第三項及び第四項において同じ。)の値は、当該各号に定める値以下としなければならない。 一 鉄鋼材料(次号に掲げるものを除く。) 次の値のうち最も小さい値 イ 常温における最小引張強さの4分の1 ロ 設計温度における最小引張強さの4分の1 ハ 常温における最小降伏点又は最小0.2%耐力の1.5分の1 ニ 設計温度における最小降伏点又は最小0.2%耐力の1.5分の1(オーステナイト系ステンレス鋼鋼材であつて、使用箇所によつてやや変形が許される場合には、設計温度における最小0.2%耐力の100分の90)	石パ技省令第5条 2 導管は、次の各号に定める基準に適合するものでなければならない。 一 主荷重等によつて生ずる導管(鋼製のものに限る。以下この項において同じ。)の円周方向応力度および軸方向応力度が当該導管の許容応力度をこえるものでないこと。 二 導管の内圧によつて生じる当該導管の円周方向応力度が当該導管の規格最小降伏点(導管の規格に最小降伏点の定めがないものにあつては、材料試験成績等により保証される降伏点とする。ただし、当該降伏点が、当該導管の材料の規格に定める引張強さの最小の値に0.6を乗じた値を超える場合にあつては、当該値とする。以下この条において同じ。)の40%以下であること。 三 主荷重等によつて生じる導管の円周方向応力度、軸方向応力度および管軸に垂直方向のせん断応力度を合成した応力度が当該導管の規格最小降伏点の90%以下であること。	ガスバ指針 4.6 (2) 導管の設計は、原則として許容応力度法により行うものとし、安全性の照査は次の基準により行う。 ① 主荷重によつて生じる応力度の合計値が許容応力度を超えないものとする。 ② 主荷重によつて生じる応力度といずれか一つの従荷重によつて生じる応力度の合計値が4.5.1に規定した荷重の組合せによる割増しを考慮した許容応力度を超えないものとする。 ③ 導管の内圧によつて生じる当該導管の円周方向応力度は、規格最小降伏点応力度の40%以下であるものとする。 ④ ①、②から算出される円周方向応力度、軸方向応力度及びせん断応力度を合成し、この値が規格最小降伏点応力度の90%(地震を考慮する場合にあつては100%)以下になることを確認するものとする。	
II-4. 導管の最小厚さ	ガス技解釈例 第41条 導管(次条に規定するものを除く。)の構造の規格は、次の各号に掲げるとおりとする。ただし、水深50mより浅い海底に設置される導管であつて埋設されるものにあつては次の各号又は次条に掲げるとおりとする。 一 導管であつて埋設されるものの厚さは、次のイ及びロの式により算出した値のいずれか大きい方以上又は次のロ及びハの式によ	火技解釈 第68条 導管(附属機器を除く。以下本条において同じ。)の厚さは、次の各号に掲げる値以上であること。 一 埋設される導管(土圧を受けるおそれのないものを除く。)にあつては、次に掲げる計算式により算出した値	コンビ則例基準 5節 2. 配管及び導管 配管及び導管の肉厚の算定は次の式による。 $t = \frac{PD_o}{2\sigma\eta + 0.8P}$ 外径/内径 ≤ 1.5 外径/内径 > 1.5	石パ技省令第5条 2 導管は、次の各号に定める基準に適合するものでなければならない。 五 導管の最小厚さは、告示で定める基準に適合するものであること。ただし、告示で定める方法により破損試験を行なつたとき破損しないものは、この限りでない。	ガスバ指針 4.7 導管の管厚は、原則として表-4.7.1に示す厚さ以上にするものとする。	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則 9 条)	高圧ガス保安法 (コンビ則 10 条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針																								
	<p>り算出した値のいずれか大きい方以上であること。ただし、低圧のものであって、車両荷重を受けるおそれのないものにあつては、この限りでない。</p> <p>イ</p> $t = \sqrt{\frac{2.5 (K_f W_f + K_i W_i)}{\sigma}} Do + C$ <p>ロ</p> <p>外径／内径 ≤ 1.5</p> $t = \frac{PD_o}{2\sigma_a \eta + 0.8P} + C$ <p>外径／内径 > 1.5</p> $t = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\sigma_a \eta - P}{\sigma_a \eta + P}} \right) + C$ <p>Wfは、上載荷重（路面荷重を除く。）であつて、次の式から求めた値（MPa を単位とする。）</p> $W_f = 0.001 \gamma h$ <p>Wtは、路面荷重による土圧であつて、次の図（省略）から求めた値（MPa を単位とする。）</p> <p>ハ 発電用火力設備の技術基準の解釈第 68 条第 1 項に規定する計算式</p> <p>二 導管であつて前号に掲げるもの以外のものであつて、最高使用圧力が 0.2 MPa 以上のものの厚さは、前号ロに掲げる式で算出した値以上であること</p> <p>三 最高使用圧力が 0.2 MPa 以上の導管（省令第 15 条第 1 項第 6 号に掲げるものに限る。）にあつては、第 40 条第 3 項第 2 号から第 5 号まで及び第 9 号から第 11 号までの規定を準用する。ただし、解釈例第 14 条第 1 項第 46 号から第 49 号までに適合するポリエチレン管及びポリエチレン管継手を用いた導管にあつては、この限りではない。</p>	$t = \frac{2.5P + \sqrt{6.25P^2 + 240(K_f W_f + K_i W_i) \sigma_a}}{16\sigma_a} D_o$ <p>Wfは、埋設土による鉛直土圧であつて、次の計算式により算出した値（MPa を単位とする。）</p> $W_f = 4.59 \times 10^{-4} \left\{ 1 - \exp\left(-0.385 \frac{H}{B}\right) \right\} B$ <p>二 前号に掲げる導管以外の導管にあつては、第67条第1項に掲げる計算式により算出した値</p> <p>2 第67条第2項から第4項までの規定は、導管について準用する。</p> <p>火技解釈 第 67 条</p> <p>管（導管を除く。以下本条において同じ。）の厚さは、次の各号に掲げる値以上であること。</p> <p>一 直管部分（レジャーサの部分を除く。）にあつては、次の計算式により算出した値</p> <p>外径／内径 ≤ 1.5</p> $t = \frac{PD_o}{2\sigma_a \eta + 0.8P}$ <p>外径／内径 > 1.5</p> $t = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\sigma_a \eta - P}{\sigma_a \eta + P}} \right)$		$t = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\sigma_a \eta - P}{\sigma_a \eta + P}} \right)$	<p>石バ技告示 第 4 条</p> <p>省令第 5 条第 2 項第 5 号本文に規定する導管の最小厚さの基準は、次の表の上欄に掲げる導管の外径に応じて、それぞれ同表の下欄に掲げる値とする。</p> <table border="1" data-bbox="2062 367 2389 682"> <thead> <tr> <th>導管の外径 (mm)</th> <th>導管の最小厚さ (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D < 114.3</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>114.3 ≤ D < 139.8</td> <td>4.9</td> </tr> <tr> <td>139.8 ≤ D < 165.2</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>165.2 ≤ D < 216.3</td> <td>5.5</td> </tr> <tr> <td>216.3 ≤ D < 355.6</td> <td>6.4</td> </tr> <tr> <td>355.6 ≤ D < 508.0</td> <td>7.9</td> </tr> <tr> <td>508.0 ≤ D</td> <td>9.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>石バ技告示 第 5 条</p> <p>省令第 5 条第 2 項第 5 号ただし書に規定する破損試験の方法は、次の各号に掲げる方法又はこれと同等以上の衝撃力を導管に与える方法とする。</p> <p>一 導管の頂部と地表面との距離が 1.5 m となる掘さく溝の中に導管を設置し、導管の上部は露出しておくこと。</p> <p>二 導管は、次号の衝撃力を加えた場合に位置が移動しないように固定しておくこと。</p> <p>三 バケット容量が 0.6 立方 m の機械ロープ式バックホー型掘さく機のバケットを導管に最大の衝撃力を与える位置から落下させること。</p>	導管の外径 (mm)	導管の最小厚さ (mm)	D < 114.3	4.5	114.3 ≤ D < 139.8	4.9	139.8 ≤ D < 165.2	5.1	165.2 ≤ D < 216.3	5.5	216.3 ≤ D < 355.6	6.4	355.6 ≤ D < 508.0	7.9	508.0 ≤ D	9.5	<p>表-4.7.1</p> <table border="1" data-bbox="2493 241 2804 441"> <thead> <tr> <th>外径 (mm)</th> <th>最小厚 (呼び厚) (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>216.3 ≤ D < 355.6</td> <td>6.4</td> </tr> <tr> <td>355.6 ≤ D < 508.0</td> <td>7.9</td> </tr> <tr> <td>508.0 ≤ D</td> <td>9.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>[解説]</p> <p>導管の管厚は、次節以降に示す計算によって決めるものであるが、それによって求めた厚さが表-4.7.1 の呼び厚さよりも小さくしてはならないこととした。この最小管厚は、他工事による損傷に対しても耐えられるようにするための配慮から定めたものである。</p> <p>したがって、通常、道路において実施される工事によって誤って加えられる衝撃と同様な衝撃を与える現場実験によって破損しないことが確認されたものについては表-4.7.1 に示す厚さによらなくともよいものとする。</p> <p>現場実験方法としては、深さ 1.5m の溝の中に導管を設置し、導管の上部には土を置かない状態でバックホー（バケット容量 0.6m3）を用いて衝撃を加えるものとする。</p> <p>ガスバ指針 4.9.1</p> <p>(1) 埋設管の耐震設計にあたっては、線路沿いの地形・地質、地盤条件・既往の類似構造物の震害経験、施設としての重要度を考慮して路線全体の地震時における安全性確保を図るとともに、地震後の道路の機能及び維持管理に支障の無いように必要な対策・措置を講じるものとする。</p> <p>(2) 埋設管の耐震設計は 3 で規定した地盤調査の結果にもとづき 4.2.7 に規定する区間を対象に図-4.9.1 に示す内容、手順により行うものとする。</p> <p>(以下略)</p>	外径 (mm)	最小厚 (呼び厚) (mm)	216.3 ≤ D < 355.6	6.4	355.6 ≤ D < 508.0	7.9	508.0 ≤ D	9.5
導管の外径 (mm)	導管の最小厚さ (mm)																													
D < 114.3	4.5																													
114.3 ≤ D < 139.8	4.9																													
139.8 ≤ D < 165.2	5.1																													
165.2 ≤ D < 216.3	5.5																													
216.3 ≤ D < 355.6	6.4																													
355.6 ≤ D < 508.0	7.9																													
508.0 ≤ D	9.5																													
外径 (mm)	最小厚 (呼び厚) (mm)																													
216.3 ≤ D < 355.6	6.4																													
355.6 ≤ D < 508.0	7.9																													
508.0 ≤ D	9.5																													
<p>II-5. 地震の影響</p>	<p>ガス技解釈例 第 41 条</p> <p>3 埋設される導管にあつては、次の各号に掲げる耐震性を有するものとする。</p> <p>一 最高使用圧力が高圧の導管にあつては、「高圧ガス導管耐震設計指針」（一般社団法人日本ガス協会 JGA 指-206-13）の「3.耐震設計の基本方針」、「4.レベル 1 地震動に対する耐震設計」、「5.レベル 2 地震動に対する耐震設計」及び「高圧ガス導管液状化耐震設計指針」（一般社団法人日本ガス協会 JGA 指-207-16）の「第 3 章 液状化耐震設計の基本方針」、「第 4 章 液状化耐震設計区間の抽出」、「第 5 章 液状化による地盤変位」、「第 6 章 導管に作用する地盤拘束力」、「第 7 章 導管の変形計算」、「第 8 章 導管の限界変位」及び「第 9 章 耐震性能の照査」又は石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準を定める省令（通商産業省・運輸省・建設省・自治省令第 2 号。以下「石油パイプライン技術基準」という。）第 5 条の規定に基づき設計されたものであること。ただし、石油パイプライン技術基準第 5 条の規定にあつては、レベル 1 地震動に対する耐震設計に限る。</p>	<p>火技解釈 第 68 条</p> <p>3 導管は、前二項の規定によるほか、石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準の細目を定める告示（昭和 48 年通商産業省、運輸省、建設省、自治省告示第 1 号）の地震の影響に係る規定による。</p> <p>4 導管の支持物及び基礎は、導管の自重、風圧、地震等に対し耐えるものであること。</p>		<p>コンビ則 第 5 条第 24 号</p> <p>二十四 塔（高圧ガス設備（貯槽を除く。）であつて、当該設備の最高位の正接線から最低位の正接線までの長さが 5 m 以上のものをいう。以下この号において同じ。）貯槽（貯蔵能力が 300 m3 又は 3 t 以上のものに限る。以下この号において同じ。）及び配管（高圧ガス設備に係る地盤面上の配管（外径 45 mm 以上のものに限る。）であつて、地震防災遮断弁（地震時及び地震後の地震災害の発生並びに拡大を防止するための遮断機能を有する弁をいう。以下この号において同じ。）で区切られた間の内容積が 3 m3 以上のもの又は塔槽類（塔及び貯槽をいう。）から地震防災遮断弁までの間のものをいう。）並びにこれらの支持構造物及び基礎（以下「耐震設計構造物」という。）は、経済産業大臣が定める耐震に関する性能を有すること。</p> <p>コンビ則 第 10 条第 5 号</p> <p>五 導管等の構造は、輸送される高圧ガスの重量、導管等の内圧、導管等及びその付属設備の自重、土圧、水圧、列車荷重、自動車荷</p>	<p>石バ技省令 第 5 条</p> <p>導管等の構造は、輸送される石油の重量、導管等の内圧、導管等およびその附属設備の自重、土圧、水圧、列車荷重、自動車荷重、浮力等の主荷重ならびに風荷重、雪荷重、温度変化の影響、振動の影響、地震の影響、投錨による衝撃の影響、波浪および潮流の影響、設置時における荷重の影響、他工事による影響等の従荷重（以下この条において「主荷重等」という。）によって生ずる応力に対して安全なものでなければならない。</p> <p>石バ技告示 第 11 条</p> <p>省令第 5 条第一項に規定する地震の影響は、地震動による慣性力、土圧、動水圧、浮力、地盤の変位等によって生じる影響をいうものとする。</p> <p>2 地震の影響に関する導管に係る応力度等の計算方法は、前二条に規定するもののほか、次の各号に掲げるとおりとする。ただし、地盤の性状等特に考慮して行う場合は、これによらないことができる。</p> <p>(以下略)</p>																									

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>二 最高使用圧力が中圧及び低圧の導管にあつては、「中低圧ガス導管耐震設計指針」(一般社団法人日本ガス協会 JGA 指-209-13)の「2.基本編」又は石油パイプライン技術基準第5条の規定に基づき設計されたものであること。</p>			<p>重、浮力その他の主荷重並びに風荷重、雪荷重、温度変化の影響、振動の影響、地震の影響、投錨による衝撃の影響、波浪及び潮流の影響、設置時における荷重の影響、工事による影響その他の従荷重によつて生じる応力に対して安全なものであること。</p> <p>コンビ則 第10条第14号 十四 導管を地盤面上に設置する場合は、次の基準によること。 ハ 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持し、地盤面から離して設置すること。</p>		
<p>II-6. 導管の伸縮吸収措置</p>	<p>ガス技解釈例 第44条 埋設されている導管以外の導管(共同溝内に設置されるもの及び掘さくにより周囲が露出することとなったものを除く。)は、次の各号に掲げるいずれか、又は併用する方法により、温度の変化による伸縮を吸収するための措置を講じたものであること。 一 伸縮継手(ベローズ型、ドレッサー型等、又は伸縮管を含む。)、ループ管、曲り管など可とう性を有する配管系により長さの変化を吸収する措置。 二 導管に発生する熱応力を導管の許容応力内で吸収する措置。</p> <p>ガス技省令 第53条 導管を共同溝に設置する場合は、ガス漏れにより当該共同溝及び当該共同溝に設置された他の物件の構造又は管理に支障を及ぼすことがないよう導管に適切な措置を講じ、かつ、適切な措置が講じられた共同溝内に設置しなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第119条 省令第53条に規定する「導管に適切な措置」とは、次の各号に掲げる措置をいう。ただし、導管を設置する洞道と他の洞道が隔壁により隔離された共同溝中の当該洞道を砂等で充てんして設置した導管には第1号、第3号及び第4号は適用しない。 一 導管にはベローズ型伸縮継手又は可とう性を有する管により温度の変化による伸縮を吸収する措置を講ずること。</p>	<p>火技解釈 第70条 貯槽及びガスホルダーの出管及び入管は、圧力及び温度の変化並びに想定される地震に耐えるように可とう性を確保できる措置を講じたものであること。 二 導管は、温度の変化による伸縮を吸収する措置を講じたものであること。</p>	<p>コンビ則 第9条 第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所(以下「コンビナート製造事業所」という。)間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 七 導管には、腐食を防止するための措置及び応力を吸収するための措置を講ずること。</p>	<p>コンビ則 第10条第6号 六 導管の有害な伸縮が生じるおそれのある箇所には、当該有害な伸縮を吸収する措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 68節 2. 導管(コンビナート事業所間の導管を除く。)の応力を吸収するための措置は、次の各号の基準によるものとする。 2.1 導管を地中に埋設するときは、埋め戻しの際に十分つき固めを行い、導管が均一に、かつ、適当な摩擦力を有して土中に支持されるようにすること。 2.2 導管を地上に設置するときは、下記の計算式により伸縮量を計算し、曲り管、ループ又はベローズ形若しくはスライド形の伸縮継手を使用する等の方法で伸縮量を吸収すること。 伸縮量=線膨張係数×温度差×導管長さ 温度差は予想される最高又は最低の使用温度と周囲の平均温度との差を考慮すること。線膨張係数の値は、炭素鋼については11.7×10^{-6}とし、炭素鋼以外の材料については公表された値を採用すること。 2.3 地上に設置される導管を支持するハンガー、サポート等は、導管の伸縮を阻害しないような方法で導管を支持すること。ただし、導管を固定することが導管に過大な応力を生ずるおそれのないことが明らかな場合には、この限りでない。</p> <p>コンビ則例示基準 73節 導管の有害な伸縮を吸収するための措置として、曲り管を使用すること。ただし、圧力2MPa以下の導管であつて曲り管を用いることが極めて困難な箇所には、ベローズ形伸縮継手を使用することができる。この場合ベローズ形伸縮継手は適切に固定支持され、又は流体圧力、運動に対する作動力及び摩擦抵抗その他の原因による端部の圧力に対して耐えるように設置すること。</p>	<p>石パ技省令 第6条 導管の有害な伸縮が生じるおそれのある箇所には、告示で定めるところにより当該有害な伸縮を吸収する措置を講じなければならない。</p> <p>石パ技告示 第16条 省令第6条の規定により、導管には、次の各号に掲げるところにより有害な伸縮を吸収するための措置を講じなければならない。 一 原則として曲り管を用いること。 二 曲り管等の種類、配置及び固定の方法は、導管に異常な応力を発生せしめないよう考慮したものとする。</p> <p>石パ技省令 第17条 導管を地上に設置する場合は、次の各号に掲げるところによらなければならない。 三 導管は、地震、風圧、地盤沈下、温度変化による伸縮等に対し安全な構造の支持物により支持すること。</p>	
<p>II-7. 加熱及び保温のための設備</p>					<p>石パ技省令 第11条 導管等に加熱または保温のための設備を設ける場合は、火災予防上安全で、かつ、他に悪影響を与えないような構造としなければならない</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					い。	
II-8. 導管の防食措置	<p>ガス技省令 第47条 導管には、設置された状況により腐食を生ずるおそれがある場合にあっては、当該導管の腐食を防止するための適切な措置を講じなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第103条 省令第47条に規定する「設置された状況により腐食を生ずるおそれがある場合」とは、次の各号に掲げる導管以外の導管を設置する場合をいう。</p> <ol style="list-style-type: none"> 一 短期間の仮設のために設置する導管 二 ポリエチレン、塩化ビニル、その他耐食性材料による導管 三 ステンレス鋼による導管。ただし、電食のおそれのある導管、及び鉄骨造り建物、鉄筋コンクリート造り建物又は鉄骨鉄筋コンクリート造り建物に引き込まれる導管を除く。 <p>2 省令第47条に規定する「腐食を防止するための適切な措置」は、第3項から第8項までによること。</p> <p>3 次の各号に掲げる部分には、塗覆装を講ずること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 一 土中の埋設部又は土と接触する部分 二 コンクリート(鉄筋コンクリート及び鉄骨鉄筋コンクリートを含む。以下この項において同じ。)床若しくは壁に埋設され又は貫通(コンクリート床若しくは壁に接触しないように確実に設置されている場合を除く。)する部分 三 屋内の水の影響を受けるおそれがある場合における露出部分 四 建物の床下の空間であってその直下が土(土の上にコンクリート等が敷設されたものを含む。)であるもの(以下第6項において単に「建物の床下」という。)の多湿部(十分な換気上の措置又は空間の直下の土の表面をコンクリート等で覆う等防湿上有効な措置が講じられていないものをいう。)における露出部分 <p>4 下水等のための暗渠内に設置される部分には、さや管又は塗覆装を講ずること。</p> <p>5 第3項又は第4項の措置を講じた部分以外の部分には、さび止め塗装(亜鉛末、鉛丹等のさび止め顔料を含むペイントを塗装することをいう。)、亜鉛めっき又は塗覆装を講ずること。</p> <p>6 第3項第4号に規定する多湿部以外の建物の床下に、塗覆装を講じた導管以外の導管を設置する場合は、次の各号に掲げる場合に限る。</p> <ol style="list-style-type: none"> 一 ガスが滞留するおそれがない場所に導管を設置する場合 二 第114条に定めるところにより、適切な漏えい検知装置が適切な方法により設置されている場合であって、当該漏えい検知装置が漏えいを検知することができる部分に導管を設置する場合 	<p>火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあっては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <ol style="list-style-type: none"> 一 埋設貯槽及び導管であって腐蝕のおそれがある場合には適切な防蝕措置を講ずること。 	<p>コンビ則 第9条 第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所(以下「コンビナート製造事業所」という。)間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>七 導管には、腐食を防止するための措置及び応力を吸収するための措置を講ずること。</p>	<p>コンビ則 第10条 コンビナート製造事業所間の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 一 前条第一号、第四号から第六号まで及び第八号から第十号までの基準に適合すること。 三 導管には、腐食を防止するための措置を講ずること。 <p>コンビ則例示基準 68節</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 導管の腐食を防止するための措置は、次の各号の基準によるものとする。 <ol style="list-style-type: none"> 1.1 腐食性のあるガスの輸送に用いられる導管には、当該ガスに侵されない材料を使用し、又は導管の内面に腐食の程度に応じて腐れしろを設け、若しくはコーティング等による内面防食措置を講ずること。 1.2 輸送されるガスが導管材料に対して腐食性がないと認められるとき(実用上十分な脱水を行ったような場合も含む。)は、腐れしろは原則として考慮しなくてもよい。 1.3 導管を地中に埋設するときは、アスファルト又はコールドタルエナメル等の塗装材とジュート(ヘッシュャンクロス)、ピニロクロス、ガラスマット又はガラスクロス等の被覆材との組合せによる塗覆装又はアスファルトマスチック等の塗装によって導管の外を保護すること。 1.4 導管を地中に埋設するときは、土地の状況及び周囲の条件により、必要な場合には電気防食措置を講ずること。直流電気鉄道を横断し、又はこれに近接して導管を埋設するときは、選択排流法等の方法によって電気防食を行うこと。導管を水中又は比抵抗の低い土壌中に埋設するときは、外部電源法又は犠牲陽極法等の方法によって電気防食を行うこと。なお、導管に電気防食を行うときは、付近の埋設管、地中構造物並びにこれらの電気防食措置との関係を考慮すること。 	<p>石パ技省令 第9条 地下または海底に設置する導管等には、告示で定めるところにより、耐久性があり、かつ、電気絶縁抵抗の大きい塗覆装材により外面腐しよくを防止するための措置を講じなければならない。</p> <p>2 地上または海上に設置する導管等には、外面腐しよくを防止するための塗装を施さなければならない。</p> <p>石パ技告示 第20条 省令第九条第一項の規定により、導管等には、次の各号に掲げるところにより外面腐食を防止するための措置を講じなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> 一 塗覆装材は、次に掲げるもの又はこれと同等以上の防食効果を有するものを用いること。 <ol style="list-style-type: none"> イ 塗装材にあつては、アスファルトエナメル又はブローンアスファルトであつて、配管に塗装した場合において、十分な強度を有し、かつ、配管と塗覆装との間に間げきが生じないための配管との付着性能を有するもの ロ 覆装材にあつては、日本工業規格L3405「ヘッシュャンクロス」に適合するもの又は耐熱用ピニロクロス、ガラスクロス若しくはガラスマットであつて、イの塗装材による塗装を保護又は補強するための十分な強度を有するもの 二 防食被覆の方法は、次に掲げるもの又はこれと同等以上の防食効果を有する被覆を作るものとする。 <ol style="list-style-type: none"> イ 配管の外面にプライマーを塗装し、その表面に前号イの塗装材を塗装した後、当該塗装材を含まない前号ロの覆装材を巻き付けること。 ロ 塗覆装の厚さは、配管の外面から厚さ3.0mm以上とすること。 <p>石パ技省令 第10条 地下または海底に設置する導管等には、告示で定めるところにより電気防しよく措置を講じなければならない。</p> <p>2 前項の措置を講ずる場合は、近接する埋設物その他の構造物に対し悪影響を及ぼさないための必要な措置を講じなければならない。</p> <p>石パ技告示 第21条 省令第十条第一項の規定により、導管等には、次の各号に掲げるところにより電気防しよく措置を講じなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> 一 地下又は海底に設置する導管等の対地電位平均値は、飽和硫酸銅電極基準による場合にあつてはマイナス0.85ボルト、飽和カロメル電極基準による場合にあつてはマイナス0.77ボルトより負の電位であつて、かつ、過防しよくによる悪影響を生じない範囲内とすること。 二 地下に設置する導管等には、適切な間隔で 	<p>ガスバ指針 5.6.1 地下に埋設する導管には、耐久性が大きく、かつ電気絶縁抵抗の高い塗覆装材による外面腐しよく防止の措置を施すこととする。</p> <p>【解説】 一般に塗覆装は、ポリエチレン被覆またはこれと同等以上の性能を有する塗覆装材を用いて外面腐しよく防止を行うこととする。塗覆装材の材質及び防しよく被覆の方法は、日本工業規格等で定めてある規格を参照して。適切な防しよく措置を講ずるものとする。</p> <p>ガスバ指針 5.6.2 地上に設置する導管には、外面腐しよく防止に必要な措置を施すこととする。</p> <p>【解説】 地上設置導管は、耐候性の防しよく塗装を行うものとする。また、有害な温度変化に対応するため、必要に応じてふく射熱を反射する措置あるいは断熱材等によって管を囲うなどの措置を施すものとする。</p> <p>さび止め塗装を施工した箇所は、施工後に、さび止め塗装部の傷、剥離、異物の巻込み等の欠陥及び未施工箇所がないことを確認し、欠陥箇所については再度、さび止め塗装を施工する。</p> <p>ガスバ指針 5.6.3 (1)地下に埋設する導管には、土質及び周囲の条件に応じ、適切な電気防しよくを施すこととする。</p> <p>(2)電気防しよくの実施にあつたつては、近接した地下埋設物又は構造物に干渉等の悪影響を与えないようにする。</p> <p>(3)導管には、必要な箇所に電位差測定用端子を設けるものとする。</p> <p>【解説】 測定用端子は、市街地では200m、他の地域では500m程度を目安とする。</p> <p>ガスバ指針 5.6.4 (1)導管を構造物に添架する場合は、支持物その他の構造物との間を電氣的に絶縁することとする。</p> <p>(2)地下埋設導管が他の埋設物と交差または接近する場合には、必要に応じて電気防しよく上の干渉を防止するための措置を講ずることとする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針									
	<p>三 第118条に定めるところにより、適切な自動ガス遮断装置が適切な方法により設置されている場合であって、当該自動ガス遮断装置が漏えいを検知することができる部分に導管を設置する場合</p> <p>四 第118条に定めるところにより、適切なガス漏れ警報器が適切な方法により設置されている場合であって、当該ガス漏れ警報器が漏えいを検知することができる部分に導管を設置する場合</p> <p>7 鉄骨造り建物、鉄筋コンクリート造り建物又は鉄骨鉄筋コンクリート造り建物に引き込まれる箇所と土中からの立ち上がり部分との間の部分（当該建物内に直接土中から引き込まれる場合には、当該建物の内側の当該建物に引き込まれる箇所の直近部分）には、絶縁継手を設置すること。ただし、ガスの供給に係る建物又は整圧器及びその附属装置を設置する専用の建物に引き込まれる箇所において、当該建物に引き込まれる導管が当該建物と電気的に接触しないように確実に設置されている場合は、この限りでない。</p> <p>8 電食のおそれがある部分には、当該電食を防止するための措置を講ずること。</p>				<p>電位測定端子を設けること。</p> <p>三 電気鉄道の線路敷下等漏えい電流の影響を受けるおそれのある箇所に設置する導管等には、排流法等による措置を講ずること。</p>										
Ⅲ 施工															
<p>Ⅲ-1. 導管の接合</p>	<p>ガス技解釈例 第41条</p> <p>2 導管の接合の方法は、次の各号に掲げるとおりとする。</p> <p>一 次の表の左欄に掲げる最高使用圧力の区分及び中欄に掲げる導管の材料の種類に応じて同表右欄に掲げる接合の方法によること。</p> <table border="1" data-bbox="296 1213 658 1486"> <thead> <tr> <th data-bbox="296 1213 388 1304">最高使用圧力の区分</th> <th data-bbox="388 1213 480 1304">導管の材料の種類</th> <th data-bbox="480 1213 658 1304">接合の方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="296 1304 388 1455">高圧</td> <td data-bbox="388 1304 480 1455">鋼管</td> <td data-bbox="480 1304 658 1455">溶接、フランジ接合又は機械的接合（抜け出し防止の措置が講じられたものに限る。）</td> </tr> <tr> <td data-bbox="296 1455 388 1486">以下略</td> <td data-bbox="388 1455 480 1486"></td> <td data-bbox="480 1455 658 1486"></td> </tr> </tbody> </table>	最高使用圧力の区分	導管の材料の種類	接合の方法	高圧	鋼管	溶接、フランジ接合又は機械的接合（抜け出し防止の措置が講じられたものに限る。）	以下略			<p>火技解釈 第69条</p> <p>容器及び管（第2項から第4項までに規定する接合を行う場合を除く。）の耐圧部分は、次の各号に掲げる場合を除き、溶接又はフランジ（第13条に掲げる規定に適合するものに限る。）により接合するものであること。</p> <p>（中略）</p> <p>4 共同溝に設置する導管の接合部（隔壁内に施設されたものを除く。）は、溶接によるものであること。</p>		<p>コンビ則 第10条第7、8号</p> <p>七 導管等の接合は、溶接によつて行うこと。ただし、溶接によることが適当でない場合は、保安上必要な強度を有するフランジ接合をもつて代えることができる。</p> <p>八 前号ただし書の場合においては、当該接合部分の点検を可能とするための措置を講ずること。</p>	<p>石パ技省令 第7条</p> <p>導管等の接合は、溶接によつて行なわなければならない。ただし、溶接によることが適当でない場合は、保安上必要な強度を有するフランジ接合をもつてかえることができる。</p> <p>2 前項ただし書の場合においては、当該接合部分の点検を可能とし、かつ、石油の漏えい拡散を防止するための措置を講じなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 5.5.2.1</p> <p>導管の接合は、機能上必要とされるもの以外は溶接継手とする。</p>
最高使用圧力の区分	導管の材料の種類	接合の方法													
高圧	鋼管	溶接、フランジ接合又は機械的接合（抜け出し防止の措置が講じられたものに限る。）													
以下略															
<p>Ⅲ-2. 溶接方法</p>	<p>ガス技省令 第16条</p> <p>ガス工作物のガス又は液化ガスを通ずる部分であって、内面に0 Paを超える圧力を受ける部分の溶接された部分は、溶込みが十分で、溶接による割れ等で有害な欠陥がなく、かつ、設計上要求される強度以上の強度でなければならない。</p> <p>2 次の各号に掲げるガス工作物（第三号ロに掲げる導管にあつては、最高使用圧力が0.3 MPa以上のものに限る。）であつて、ガス又は液化ガスによる圧力を受ける部分を溶接する場合は、適切な機械試験等により適切な溶接施工方法等であることをあらかじめ確認したものによらなければならない。</p> <p>三 導管であつて次に掲げるもの</p> <p>イ 最高使用圧力が高圧のガスを通ず</p>	<p>火技省令 第74条</p> <p>電気事業法施行規則第七十九条第一号及び第二号に掲げる機械又は器具であつて、同規則第八十条に定める圧力以上の圧力を加えられる部分について溶接をするものの溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下「溶接部」という。）は、次によること。</p> <p>一 不連続で特異な形状でないものであること。</p> <p>二 溶接による割れが生ずるおそれなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。</p> <p>三 適切な強度を有するものであること。</p> <p>四 機械試験等により適切な溶接施工方法等であることをあらかじめ確認したものにより</p>	<p>コンビ則 第10条第9号</p> <p>九 導管等の溶接は、アーク溶接その他これと同等以上の効果を有する溶接方法によつて行うこと。</p>	<p>コンビ則例示基準 75節</p> <p>導管等の溶接は、次の各項に規定するところによるものとする。</p> <p>1. 溶接方法は、アーク溶接又はこれと同等以上の効果を有する溶接方法とする。</p> <p>2. 溶接に使用する溶接機器及び溶接材料の規格は、次の(1)及び(2)に掲げるものとする。</p> <p>2.1 溶接機器にあつては、...</p> <p>2.2 溶接材料にあつては、...</p> <p>3. 溶接の方法その他溶接に関し必要な事項は、次の各号によるものとする。</p> <p>3.1 溶接継手の位置は、次に掲げるところによること。</p> <p>(1) 導管を突き合わせて溶接する場合の平行な溶接継手の間隔は、原則として管径以上とすること。</p>	<p>石パ技省令 第8条</p> <p>導管等の溶接は、アーク溶接その他の告示で定める溶接方法によつて行なわなければならない。</p> <p>2 導管等の溶接に使用する溶接機器および溶接材料は、告示で定める規格に適合するものまたはこれと同等以上の性能を有するものでなければならない。</p> <p>3 前二項に規定するもののほか、溶接の方法その他溶接に関し必要な事項は、告示で定める。</p> <p>石パ技告示 第17条</p> <p>省令第八条第一項に規定する溶接方法は、アーク溶接又はこれと同等以上の溶接効果を有する方法とする。</p>	<p>ガスバ指針 5.5.2.2</p> <p>導管の接合はアーク溶接またはこれと同等以上の溶接法によることとする。</p> <p>ガスバ指針 5.5.2.3</p> <p>溶接機または溶接装置及びその付属品は現場の作業に適した性能と容量をもつものとする。</p> <p>ガスバ指針 5.5.2.4</p> <p>導管の円周継手相互の間隔及び円周継手の箇所における長手継手相互の間隔は、導管に有害な影響を及ぼさない長さとするものとする。</p> <p>ガスバ指針 5.5.2.5</p>									

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>るもの ロ 最高使用圧力が中圧のガスを通ずるものであって、内径が150mm以上のもの 3 前項各号に掲げるものであって、ガス又は液化ガスによる圧力を受ける部分の溶接された部分は適切な溶接設計(溶接方法の種類、溶接部の形状等をいう。)により適切に溶接されたものであり、かつ、有害な欠陥がないこと及び適切な機械的性質を有することを適切な試験方法により適切に確認されたものでなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第52条 溶接一般 第53条 溶接設備 第54条 溶接施工法 第55条 溶接士技能 第56条 輸入品の溶接方法 第57条 溶接部の継手の形式</p>	<p>溶接したものであること。</p> <p>火技解釈 第150条 液化ガス設備の溶接部の形状 第151条 液化ガス設備の溶接部の割れ及び欠陥 第152条 液化ガス設備の溶接部の強度 第153条 溶接施工法等の確認 第154条 溶接部の設計 第155条 溶接の制限 第156条 開先面 第157条 溶接部の強度 第158条 突合せ溶接による継手面の食違い 第159条 厚さの異なる母材の突合せ溶接 第160条 溶接部の欠陥等 第161条 継手の仕上げ 第162条 溶接後熟処理</p>		<p>(2) 導管相互の長手方向の継手は、円周方向に原則として50mm以上離すこと。 3.2 導管の溶接に当たっては、位置合せ治具を用い、芯出しを正確に行うこと。 3.3 管厚の異なる導管の突き合せ継手においては、管厚が徐々に変化するように長手方向の傾斜を1/3以下とすること。</p>	<p>石パ技告示 第18条 省令第八条第二項に規定する溶接機器及び溶接材料の規格は、次の各号に掲げるとおりとする。 一 溶接機器にあつては、… 二 溶接材料にあつては、…</p> <p>石パ技告示 第18条 省令第八条第三項に規定する溶接の方法その他溶接に関し必要な事項は、次の各号に掲げるとおりとする。 一 溶接継手の位置は、次に掲げるところによること。 イ 導管を突き合せて溶接する場合の平行な突合せ溶接の間隔は、原則として管径以上とすること。 ロ 導管相互の長手方向の継手は、原則として50mm以上はなすこと。 二 導管の溶接にあつては、位置合せ治具を用い、しん出しを正確に行なうこと 三 管厚の異なる導管の突合せ継手においては、管厚を徐々に変化させるとともに長手方向の傾斜を3分の1以下とすること</p>	<p>溶接工は、その作業に習熟したものとす。</p>
<p>Ⅲ-3. 非破壊試験</p>	<p>ガス技解釈例 第58条 容器(LNG及びLPG平底円筒形貯槽を除く。)、配管及び導管の突合せ溶接による溶接部(B-1、B-2継手に限る。)のうち次の各号に掲げるものは、その全線について放射線透過試験を行い、これに合格するものでなければならない。 二 配管及び導管にあつては、次に掲げるもの イ フェライト系ステンレス鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼及びオーステナイト・フェライト系ステンレス鋼で作られたものであって、溶接金属がオーステナイト系のニッケルクロム鉄又は非自硬性のニッケルクロム鉄となる溶接棒を用いないで溶接したもの又は厚さが38mmを超えるものの溶接部 ロ 規格による引張強さの最小値が590N/mm²以上の高張力鋼板で作られたものの溶接部 ハ 厚さが19mmを超える炭素鋼鋼板で作られた配管及び導管並びに厚さが13mmを超える低合金鋼板で作られた配管及び導管の設置する場所において施工された長手継手の溶接部 ニ 導管(イ、ロ及びハに掲げるものを除く。)であつて別表第13に掲げる方法により抜き取られた周継手の溶接部 2 前項各号のうち、次の各号に掲げる溶接部については放射線透過試験を行わなくてもよい。 一 放射線透過試験を行うことが困難な場合(以下略)</p> <p>ガス技解釈例 別表第13 圧力の区分： 最高使用圧力が高圧のもの 抜き取りの方法：</p>	<p>火技解釈 第163条 液化ガス設備に係る容器又は管の溶接部は、別表第24の溶接部の区分の項に掲げる区分に応じ、それぞれ同表の規定試験の項に掲げる非破壊試験を行い、これに適合するものでなければならない。ただし、機器等の構造上規定試験を行うことが著しく困難である場合であつて、規定試験の代わりに、溶接部の区分に応じ、それぞれ同表の代替試験の項に掲げる非破壊試験を行い、これに適合するものであるときは、この限りでない。</p> <p>火技解釈別表第24 3. 液化ガス設備 5 導管の周継手の突合せ溶接による溶接部であつて、次のイ又はロのいずれかに掲げるもの イ 地盤面下にある導管(2及び4に掲げるものを除く。)の曲り角度が30°を超える曲管若しくは曲管部の両端部又は分岐部 ロ 全溶接箇所(20箇所ごとの区分内において、2、4又はイに該当する溶接箇所のない区分にあつては、当該区分の溶接箇所内の任意の1箇所(不合格となった溶接箇所が出た場合にあつては、さらに当該溶接部個所に隣り合う前後10箇所の溶接箇所のうち、それぞれ任意の2箇所。ただし、当該溶接箇所に隣り合う前後の側の一方の側の10箇所がすでに埋設されている場合にあつては、他の側について当該溶接箇所に隣り合う20箇所の溶接箇所のうち任意の4箇所) 規定試験… 放射線透過試験 代替試験… -</p>			<p>石パ技省令 第27条 導管等の溶接部は、放射線透過試験(放射線透過試験を実施することが適当でない場合にあつては、超音波探傷試験および磁粉探傷試験または浸透探傷試験)を行ない、これに合格するものでなければならない。この場合において、石油ターミナルの構内の地上に設置される導管等の溶接部に限り、全溶接部の20%以上の溶接部の抜き取り試験によることができる。 2 導管等の溶接部のうち振動、衝撃、温度変化等によつて損傷の生じるおそれのあるものは、放射線透過試験、超音波探傷試験および磁粉探傷試験または浸透探傷試験を行ない、これに合格するものでなければならない。 3 前二項の試験の合格の基準は、告示で定める。</p> <p>石パ技告示 第38条 省令第二十七条第一項の試験の合格の基準は、次の各号に掲げるとおりとする。 一 放射線透過試験にあつては、次に掲げるところに適合すること。 (略) 二 超音波探傷試験にあつては、次に掲げるところに適合すること。 (略) 三 磁粉探傷試験にあつては、次に掲げるところに適合すること。 (略) 四 浸透探傷試験にあつては、次に掲げるところに適合すること。 (略)</p>	<p>ガスパ指針 5.7.1 (1) 導管の溶接部は、放射線透過試験(放射線透過試験を実施することが適当でない場合にあつては、超音波探傷試験を行い、さらに磁粉探傷試験または浸透探傷試験を行う)を行い、これに合格するものとする。 (2) 導管の溶接部のうち振動、衝撃、温度変化等によつて損傷の生じるおそれのあるものは、放射線透過試験、超音波探傷試験を行い、これに合格するものとする。 (3) 前2項の検査及びその可否の判定は適切に行うものとする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>地盤面下にある導管の曲り角度 30° をこえる曲管、曲管の両端部及び分岐部の溶接箇所(以下「曲管部等の溶接箇所」という。)の全てとし、全溶接箇所の 20 箇所毎の区分内において当該曲管部等の溶接箇所のない区分にあっては、当該区分の溶接箇所内の任意の 1 箇所とする。</p> <p>当該検査において、不合格となった溶接箇所が出た場合にあっては、さらに当該溶接箇所の前後に隣り合う溶接箇所について、それぞれ 10 箇所を数え、この中の任意の 2 箇所ずつを抜き取るものとする。ただし、前後の側の一方の側の 10 箇所がすでに埋められている場合にあっては、他の側について 20 箇所を数え、その中の任意の 4 箇所とすることができる。</p>					
<p>Ⅲ-4. 耐圧試験</p>	<p>ガス技省令 第 15 条 (構造等)</p> <p>2 ガス工作物のうち、耐圧部分及び液化ガスを通ずる部分は、適切な方法により耐圧試験を行ったときにこれに耐えるものでなければならない。ただし、次の各号に掲げるものにあつては、この限りでない。</p> <p>一 溶接により接合された導管(前項第七号に掲げるものを除く。)及びその附属設備であつて、非破壊試験を行ったときこれに合格したもの</p> <p>二 延長が15m未満の最高使用圧力が高圧の導管及びその附属設備並びに最高使用圧力が中圧の導管及びその附属設備であつてそれらの継手部と同一材料、同一寸法及び同一施工方法で接合された試験のための管について最高使用圧力の1.5倍以上の圧力で試験を行ったときこれに耐えるもの</p> <p>ガス技解釈例 第 50 条</p> <p>第 50 条省令第 15 条第 2 項に規定する「適切な方法により耐圧試験を行ったときにこれに耐えるもの」とは、次の各号のいずれかに適合するものをいう。ただし、第 13 条第 1 項第 1 号及び第 12 号に掲げるものにあつては、省令第 15 条第 2 項に規定する「適切な方法により耐圧試験を行ったときにこれに耐えるもの」としてみなす。</p> <p>一 ガス工作物(次号から第九号までに掲げるものを除く。)にあつては、最高使用圧力の1.5倍以上の圧力で試験を行ったときこれに耐えるものであること。この場合、既設導管を穿孔して導管を分岐する場合にあつては、分岐管を接合した後分岐部分について穿孔前に耐圧試験を行うことができる。</p> <p>七 海底導管にあつては、最高使用圧力の 1.25倍以上の圧力で24時間試験を行ったときこれに耐えるものであること。</p> <p>2 省令第 15 条第 2 項第 1 号に規定する「非破壊試験を行ったときこれに合格したもの」とは、別表第 13 に掲げる方法により抜き取られた溶接部が JIS Z 3104 (1995)「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」若しくは JIS Z 3110 (2017)「溶接継手の放射線透過試験方法」デ</p>	<p>火技解釈 第72条</p> <p>液化ガス設備の耐圧部分の耐圧に係る性能は、第45条各号の規定を準用する。この場合において、20 MPa を超える水素を通ずるものにあつては、「1.3 倍の水圧又は1.1 倍の気圧」とあるのは「1.5 倍の水圧又は1.25 倍の気圧」と読み替えるものとする。ただし、低温貯槽及び埋設した状態で耐圧試験を行う導管であつて、次に定める方法により、その耐圧部分の耐圧に係る性能を確認したものは、この限りではない。</p> <p>二 埋設した状態で耐圧試験を行う導管にあつては、次のイ及びロに適合するものとする。</p> <p>イ 埋設する前に放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験のうちいずれかの試験を行い、これに合格するものであること。</p> <p>ロ 最高使用圧力の1.3 倍の水圧又は1.1 倍の気圧 (20 MPa を超える水素を通ずるものにあつては、1.5 倍の水圧又は1.25 倍の気圧)を連続して10 分間加えて点検を行ったとき、これに耐えるものであること。</p> <p>2 前項の規定にかかわらず、当該試験に係る機器等の構造上、前項に規定する圧力で試験を行うことが著しく困難である場合にあっては、可能な限り高い圧力で試験を行い、これに耐え、かつ漏えいがないものであつて、放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験のいずれかの試験を行い、これに合格するものであること。</p> <p>火技解釈 第45条</p> <p>燃料電池設備の耐圧部分のうち最高使用圧力が0.1 MPa 以上の部分の耐圧に係る性能は、次の各号に適合するものとする。</p> <p>一 最高使用圧力の1.3 倍の水圧又は1.1 倍の気圧まで昇圧した後、圧力が安定してから最低10 分間保持したとき、これに耐えるものであること。</p> <p>二 前号の試験に引き続き最高使用圧力以上の圧力で点検を行ったとき、漏えいがないものであること。</p>	<p>コンビ則 第9条</p> <p>第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所(以下「コンビナート製造事業所」という。)間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>五 導管は、常用の圧力の 1.5 倍以上の圧力で水その他の安全な液体を使用して行う耐圧試験(液体を使用することが困難であると認められるときは、常用の圧力の 1.25 倍以上の圧力で空気、窒素等の気体を使用して行う耐圧試験)及び常用の圧力以上の圧力で行う気密試験又は経済産業大臣がこれらと同等以上のものと認める試験(試験方法、試験設備、試験員等の状況により経済産業大臣が試験を行うことが適切であると認める者の行うものに限る。)に合格するものであること。</p>	<p>コンビ則 第 10 条</p> <p>コンビナート製造事業所間の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 前条第一号、第四号から第六号まで及び第八号から第十号までの基準に適合すること。</p> <p>コンビ則例示基準 4 節</p> <p>高圧ガス設備及び導管の耐圧試験及び気密試験は、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>1. 耐圧試験</p> <p>1.1 耐圧試験は、原則として液圧試験によって行うこと。ただし、水以外の液体を用いる場合にあっては、次に掲げる条件に適合するものであること。</p> <p>(1) 使用する液体が、耐圧試験温度において沸点以下であること。</p> <p>(2) 可燃性液体の場合は、その引火点が 40℃より高いものであり、かつ、常温付近で試験する場合に限る。</p> <p>1.2 耐圧試験において、やむを得ない理由で水を満たすことが不適当な場合には、空気又はその他の危険性のない気体の気圧によって行うことができる。</p> <p>1.3 耐圧試験を空気その他の気体によって行う場合には、当該作業の安全を確保するため、当該設備の長手継手、周継手(配管及び導管にあつては、その設置場所で溶接を行った外径 160 mm 超える管の周継手に限る。)及び鏡板を作るための継手に係る突合せ溶接による溶接部の全長(管にあつては、溶接部の全長の 20%以上)について耐圧試験前に JIS Z 3104(1995)鋼溶接継手の放射線透過試験方法に規定される方法により放射線透過試験を行い、その等級分類が 1 類又は 2 類であることを確認すること。ただし、完成検査の場合、配管及び導管の長手継手であつて当該配管又は導管の製造を行った事業所において耐圧試験を行い、当該試験の成績書等により確認できるものにあつてはこの限りでない。なお、次に示す溶接部については、JIS G 0565(1992)鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様分類又は JIS Z 2343(1992)浸透探傷試験方法及び浸透指示模様分類に規定される方法により</p>	<p>石パ技省令 第 28 条</p> <p>導管等および圧送機は、告示で定める方法により当該導管等および圧送機に係る常用圧力の 1.5 倍以上の圧力で試験を行なつたとき漏えいその他の異常がないものでなければならない。ただし、告示で定める場合は、当該導管等および圧送機について前条第二項に掲げる試験を行ない、これに合格することをもつてかえることができる。</p> <p>石パ技告示 第 39 条</p> <p>省令第二十八条本文に規定する耐圧試験の方法は、次の各号に掲げるとおりとする。</p> <p>一 導管等の耐圧試験にあつては、次に掲げるところによること。</p> <p>イ 水を用いて行なうこと。この場合において、試験中水が凍結するおそれがある場合には、凍結を防止する措置を講じなければならない。</p> <p>ロ 導管等の内部の空気を排除して行なうこと。この場合において、やむを得ない事由により導管に空気抜口を設けるときは、試験によつて当該部分が損傷を受けない構造のものとし、かつ、試験を行なつた後当該部分の強度を減じないように空気抜口を閉鎖し、補強しなければならない。</p> <p>ハ 導管等内のイに定める液の温度と導管等の周囲の温度とがおおむね平衡状態となつてから開始し、試験時間は、24 時間以上とすること。</p> <p>ニ 試験中は、導管等の試験区間の両端において、導管等内の圧力及び温度を記録すること。この場合において、圧力を測定する装置は、試験を行なう前及び行なつた後に重量平衡式圧力検定器を用いて検定しなければならない。</p> <p>石パ技告示 第 40 条</p> <p>省令第二十八条ただし書に規定する告示で定める場合は、耐圧試験を行なう導管等の試験区間相互を接続する箇所又は空気抜口の閉鎖箇所を溶接する場合とする。</p>	<p>ガスパ指針 5.7.2</p> <p>(1) 導管を新たに設置または改良もしくは修理された導管系は、その安全性を確認するため耐圧試験もしくは気密試験を行うものとする。</p> <p>(2) 耐圧試験を行う場合の試験圧力は最高使用圧力の 1.5 倍以上、気密試験では同じくその 1.1 倍以上とし、試験の結果、漏えいその他の異常が認められていないものとする。</p> <p>(3) 延長が 15m 未満の導管であつて、それらの継手部と同一材料、同一方法及び同一施工方法で接合された試験のための管について(2)で示す圧力で試験を行ったときにこれに耐えるものは、気密試験圧力を通ずるガスの圧力とすることができる。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	ジタル検出器によるX線及びγ線撮影技術」に規定される方法により放射線透過試験を行い、JIS Z 3104 (1995)「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の「附属書4透過写真によるきずの像の分類方法」による等級分類が1類、2類若しくは3類であるもの、又は「高圧導管指針(一般社団法人日本ガス協会 JGA 指-204-21)」の「附属書1 ガス導管円周溶接部の超音波自動探傷試験方法」若しくは「附属書2 Zone分割+ToF D 法を用いたガス導管円周溶接部の超音波自動探傷試験方法」により超音波探傷試験を行い、その判定が合格であるものをいう。			探傷試験を行い、表面その他に有害な欠陥がないことを確認すること。 (1) 引張り強さの規格最小値が 570 N/mm ² 以上の炭素鋼鋼板を使用した高圧ガス設備の溶接部 (2) 板の厚さが 25 mm 以上の炭素鋼鋼板を使用した高圧ガス設備の溶接部 (3) 開口部、管台、強め材その他の取付物を高圧ガス設備に取り付けた部分の溶接部(配管及び導管に係るものを除く。) (4) 配管及び導管の周継手に係る溶接部であって、その設置場所で溶接を行ったもののうち放射線透過試験を行わないもの 1.4 耐圧試験は、当該設備がぜい性破壊を起こすおそれのない温度において行わなければならない。 1.5 液体を使用する耐圧試験圧力は、常用の圧力の 1.5 倍以上(気体を使用する耐圧試験圧力は常用の圧力の 1.25 倍以上)とし、規定圧力保持時間は、5~20 分間〔危険物の規制に関する政令(昭和 34 年政令第 306 号)第 8 条の 2 第 3 項第 3 号に定める事項についての完成検査前検査のうち水圧検査を必要とする設備にあつては 10~20 分間)を標準とする。ただし、特定則第 2 条第 17 号に規定する第二種特定設備(以下単に「第二種特定設備」という。)及び圧縮水素スタンドの高圧ガス設備であつて第二種特定設備に係る規定による肉厚の算定を行うものにあつては、液体を使用する耐圧試験圧力は常用の圧力の 1.3 倍以上(気体を使用する耐圧試験圧力は常用の圧力の 1.1 倍以上)とする。 1.6 耐圧試験に従事する者は、作業に必要な最少限度の人数の者とし、観測等の場合、適切な障害物を設け、そのかげで行うようにすること。 1.7 耐圧試験を行う場所及びその付近は、よく整頓して、緊急の場合の避難の便を図るとともに二次的な人体への危害が生じないように行うこと。 1.8 耐圧試験は、耐圧試験圧力において膨らみ、伸び、漏えい等の異常がないとき、これを合格とする。 1.9 耐圧試験を空気その他の気体によって行う場合は、まず常用の圧力又は耐圧試験圧力の 1/2 の圧力まで昇圧し、その後常用の圧力又は耐圧試験圧力の 1/10 の圧力ずつ段階的に昇圧し、耐圧試験圧力に達したとき漏えい等の異常がなく、また、その後圧力を下げて常用の圧力にしたときに膨らみ、伸び、漏えい等の異常がないとき、これを合格とする。		
III-5. 気密試験	ガス技省令 第 15 条 3 ガス工作物のうち、ガス又は液化ガスを通ずる部分は、適切な方法により気密試験を行ったとき漏えいがないものでなければならない。ただし、次の各号に掲げるものにあつては、この限りでない。 一 ガス発生器であつて、石炭を原料とする	火技解釈 第72条の2 液化ガス設備の耐圧部分(ガス又は液化ガスを通ずる部分に限る。)の気密に係る性能は、前条の耐圧試験の後に、次の各号に掲げるいずれかの方法により最高使用圧力以上の気圧で試験を行ったとき、漏えいがないものであること。ただし、低温貯槽にあつては、第一号	コンビ則 第 9 条 第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所(以下「コンビナート製造事業所」という。)間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 五 導管は、常用の圧力の 1.5 倍以上の圧力で水その他の安全な液体を使用して行う耐圧	コンビ則 第 10 条 コンビナート製造事業所間の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 一 前条第一号、第四号から第六号まで及び第八号から第十号までの基準に適合すること		ガスバ指針 5.7.2 (1) 導管を新たに設置または改良もしくは修理された導管系は、その安全性を確認するため耐圧試験もしくは気密試験を行うものとする。 (2) 耐圧試験を行う場合の試験圧力は最高使用圧力の 1.5 倍以上、気密試験では同じくそ

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針								
	<p>もの</p> <p>二 前項第三号に掲げるもの</p> <p>三 前二号に掲げるもののほか最高使用圧力が0 Pa以下のもの及び常時大気に開放されているもの</p> <p>ガス技解釈例 第51条</p> <p>省令第15条第3項に規定する「適切な方法により気密試験を行ったとき漏えいがないもの」とは、次の各号のいずれかに適合するものをいう。ただし、第13条第1項第1号並びに第12号に掲げるもの及び前条第1項第7号の規定による試験を行ったものにあつては、省令第15条第3項に規定する「適切な方法により気密試験を行ったとき漏えいがないもの」とであるとみなす。</p> <p>二 省令第15条第2項第1号に掲げるもの(次号に規定するガス工作物を除く。)であつて、同項に規定する耐圧試験を行っていない場合にあつては、次項で定める方法により最高使用圧力の1.1倍以上の気圧で試験を行ったとき漏えいがないこと</p> <p>三 次のイからハに掲げるガス工作物にあつては、通ずるガスの圧力で試験を行ったとき漏えいがないもの</p> <p>イ 最高使用圧力が高圧又は中圧で溶接により接合された導管(省令第15条第1項第6号に掲げるものに限る。)及びその附属設備であつて、溶接部の全数が、JIS Z 3104 (1995)「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」若しくはJIS Z 3110 (2017)「溶接継手の放射線透過試験方法—デジタル検出器によるX線及びγ線撮影技術」に規定される方法により放射線透過試験を行い、JIS Z 3104 (1995)「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の「附属書4透過写真によるきずの像の分類方法」による等級分類が1類、2類若しくは3類であり、又は「高圧導管指針(一般社団法人日本ガス協会 JGA 指-204-21)」の「附属書1 ガス導管円周溶接部の超音波自動探傷試験方法」若しくは「附属書2 Zone 分割+ToF D 法を用いたガス導管円周溶接部の超音波自動探傷試験方法」により超音波探傷試験を行い、その判定が合格であり、かつ、次項第1号若しくは第2号に掲げる方法又は水素炎イオン化式ガス検知器若しくは半導体式ガス検知器を用いて導管の路線上(導管の近傍に舗装目地、マンホール等の通気性を有する箇所がある場合にあつては、これらの箇所を導管の路線上とみなすことができる。)の地表の空気を吸引して漏えいがないことを確認する方法(埋設された導管にあつては試験ガスを封入して24時間経過した後判定すること。)によって気密試験を行うもの</p> <p>ロ 最高使用圧力が高圧又は中圧で延長が15m未満の導管及び整圧器並びにその附属設備であつて、その継手部と同一材料、同一寸法及び同一施工方法により最高使</p>	<p>及び第五号に定める方法、導管にあつては、第一号から第四号に定める方法による。</p> <p>一 発泡液を継手部に塗布し、泡が認められるか否かで判定する方法</p> <p>二 気密試験に用いるガス(以下本条において「試験ガス」という。)の濃度が0.2%以下で作動するガス検知器を使用して、当該検知器が作動しないことにより判定する方法。この場合において、埋設された導管にあつては、試験ガスを封入して12時間経過した後継手部の付近を深さが50 cm以上にボーリングして行うこととする。</p> <p>三 次の表の左欄に掲げる圧力測定器具の種類に応じて、それぞれ同表の右欄に掲げる気密保持時間を保持し、その始めと終りとの測定圧力差が圧力測定器具の許容誤差内にあることを確認することにより判定する方法。この場合において、気密保持時間の始めと終りに試験ガスの温度差がある場合は、その始めと終りの測定圧力差について当該温度差に対する温度補正をすることとする。</p> <table border="1" data-bbox="736 850 1104 1108"> <thead> <tr> <th>圧力測定器具の種類</th> <th>気密保持時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水継柱ゲージ(被試験部分の最高使用圧力が0.3 MPa未満の場合に限る。)</td> <td>10分間に、被試験部分の幾何容積が10 m³を超える1 m³又はその倍数ごとに1分間を加えた時間</td> </tr> <tr> <td>水柱ゲージ(被試験部分の最高使用圧力が0.1 MPa未満の場合に限る。)</td> <td>5分間に、被試験部分の幾何容積が10 m³を超える2 m³又はその倍数ごとに1分間を加えた時間</td> </tr> <tr> <td>圧力計(水継柱ゲージ及び水柱ゲージを除く。)</td> <td>8分間に、被試験部分の幾何容積が10 m³を超える1 m³又はその倍数ごとに48分間を加えた時間。ただし、被試験部分の最高使用圧力が1 MPa未満の場合にあつては4分間に、被試験部分の幾何容積が10 m³を超える1 m³又はその倍数ごとに24分間を加えた時間とすることができる。</td> </tr> </tbody> </table> <p>四 試験圧力を通ずるガスの圧力とすることができる導管は、溶接により接合されたものであつて、放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験のうちいずれかの試験を行い、これに合格し、かつ第一号又は第二号に掲げる方法又は水素炎イオン化式ガス検知器若しくは半導体式ガス検知器を用いて導管の路線上の地表の空気を吸引して漏えいがないことを確認する方法(埋設された導管にあつては試験ガスを封入して24時間経過した後判定すること。)によって気密試験を行うもの</p> <p>2 導管にあつては、前項第一号から第四号の規定にかかわらず、当該試験に係る機器等の構造上、規定する圧力で試験を行うことが著しく困難である場合、可能な限り高い圧力で試験を行い、漏えいがないものであつて、放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験のうちいずれかの試験を行い、これに合格するもの</p>	圧力測定器具の種類	気密保持時間	水継柱ゲージ(被試験部分の最高使用圧力が0.3 MPa未満の場合に限る。)	10分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える1 m ³ 又はその倍数ごとに1分間を加えた時間	水柱ゲージ(被試験部分の最高使用圧力が0.1 MPa未満の場合に限る。)	5分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える2 m ³ 又はその倍数ごとに1分間を加えた時間	圧力計(水継柱ゲージ及び水柱ゲージを除く。)	8分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える1 m ³ 又はその倍数ごとに48分間を加えた時間。ただし、被試験部分の最高使用圧力が1 MPa未満の場合にあつては4分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える1 m ³ 又はその倍数ごとに24分間を加えた時間とすることができる。	<p>試験(液体を使用することが困難であると認められるときは、常用の圧力の1.25倍以上の圧力で空気、窒素等の気体を使用して行う耐圧試験)及び常用の圧力以上の圧力で行う気密試験又は経済産業大臣がこれらと同等以上のものと認める試験(試験方法、試験設備、試験員等の状況により経済産業大臣が試験を行うことが適切であると認める者の行うものに限る。)に合格するものであること。</p>	<p>コンビ則例示基準 4節</p> <p>2. 気密試験</p> <p>2.1 気密試験は、原則として空気その他の危険性のない気体の気圧によって行うこと。</p> <p>2.2 気密試験は、当該設備がぜい性破壊を起こすおそれのない温度において行わなければならない。</p> <p>2.3 気密試験圧力は、常用の圧力以上とし、漏えいの確認は、規定圧力を10分間以上保持した後に行うこと。</p> <p>2.4 検査の状況によって危険がないと判断される場合は、当該高圧ガス設備によって貯蔵又は処理されるガスを使用して気密試験を行うことができる。この場合、圧力は段階的に上げ異常のないことを確認しながら昇圧すること。</p> <p>2.5 気密試験は、気密試験圧力において漏えい等の異常がないとき、これを合格とする。</p> <p>2.6 気密試験に従事する者は、作業に必要な最小限度の人数の者とし、観測等は適切な障害物を設け、そのかげで行うようにすること。</p> <p>2.7 気密試験を行う場所及びその付近は、よく整頓して、緊急の場合の避難の便を図るとともに、二次的な人体への危害が生じないように行うこと。</p>		<p>の1.1倍以上とし、試験の結果、漏えいその他の異常が認められていないものとする。</p> <p>(3) 延長が15m未満の導管であつて、それらの継手部と同一材料、同一方法及び同一施工方法で接合された試験のための管について(2)で示す圧力で試験を行ったときにこれに耐えるものは、気密試験圧力を通ずるガスの圧力とすることができる。</p>
圧力測定器具の種類	気密保持時間													
水継柱ゲージ(被試験部分の最高使用圧力が0.3 MPa未満の場合に限る。)	10分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える1 m ³ 又はその倍数ごとに1分間を加えた時間													
水柱ゲージ(被試験部分の最高使用圧力が0.1 MPa未満の場合に限る。)	5分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える2 m ³ 又はその倍数ごとに1分間を加えた時間													
圧力計(水継柱ゲージ及び水柱ゲージを除く。)	8分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える1 m ³ 又はその倍数ごとに48分間を加えた時間。ただし、被試験部分の最高使用圧力が1 MPa未満の場合にあつては4分間に、被試験部分の幾何容積が10 m ³ を超える1 m ³ 又はその倍数ごとに24分間を加えた時間とすることができる。													

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針																															
	<p>用圧力の 1.1 倍以上の圧力で漏えいがないことを確認し、かつ、次項第1号又は第2号に掲げる方法によって気密試験を行うもの</p> <p>ハ 最高使用圧力が低圧の導管及び整圧器並びにその附属設備であって、次項第1号又は第2号に掲げる方法によって気密試験を行うもの</p> <p>2 前項本文に規定する気密試験の方法は、次の各号に掲げる方法のいずれかの方法（前項第5号にあつては、第1号又は第2号に掲げる方法、埋設された導管にあつては、第2号、第3号又は第4号に掲げる方法）とする。</p> <p>一 発泡液を継手部に塗布し、泡が認められるか否かで判定する方法（発泡液は JIS Z 2329（2019）「発泡漏れ試験方法」に規定される発泡性能に適合するものであること。ただし、発泡液として一般の家庭用洗剤の使用を認める。）</p> <p>二 試験に用いるガスの濃度が 0.2%以下で作動するガス検知器を使用して当該検知器が作動しないことにより判定する方法（埋設された導管にあつては試験ガスを封入して 12 時間経過した後判定すること。）</p> <p>三 次の表の左欄に掲げる圧力測定器具の種類並びに同表の中欄に掲げる被試験部分の容積及び最高使用圧力に応じて、同表の右欄に掲げる気密保持時間以上保持し、その始めと終わりとの測定圧力差が圧力測定器具の許容誤差内にあることを確認することにより判定する方法（始めと終わりに温度差がある場合には、圧力差について補正すること。）ただし、同表の左欄に掲げる圧力測定器具のうち圧力計による場合であつて同表中欄に掲げる被試験部分の容積が 300 m3 以上の場合には、この方法に加えて、通ずるガスの圧力による気密試験を行うこと（通ずるガスの圧力による気密試験は、第1号若しくは第2号に掲げる方法又は水素炎イオン化式ガス検知器若しくは半導体式ガス検知器を用いて導管の路線上（導管の近傍に舗装目地、マンホール等の通気性を有する箇所がある場合にあつては、これらの箇所を導管の路線上とみなすことができる。）の地表の空気を吸引して漏えいがないことを確認する方法（埋設された導管にあつては試験ガスを封入して 24 時間経過した後判定すること。）によること。）</p> <table border="1" data-bbox="278 1680 712 1999"> <thead> <tr> <th>圧力測定器具の種類</th> <th>被試験部分の容積及び最高使用圧力</th> <th>気密保持時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">水銀柱ゲージ</td> <td>1 m³未満</td> <td>2分間</td> </tr> <tr> <td>1 m³以上 10m³未満</td> <td>10分間</td> </tr> <tr> <td>10m³以上 300m³未満</td> <td>15分間 ただし、120分間を超える場合は120分間とすることができる。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">水柱ゲージ、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計</td> <td>1 m³未満</td> <td>1分間（チャンバ型圧力計及び電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては、2分間）</td> </tr> <tr> <td>1 m³以上 10m³未満</td> <td>5分間</td> </tr> <tr> <td>10m³以上 300m³未満</td> <td>5分間 ただし、60分間を超える場合は60分間とすることができる。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">圧力計</td> <td>1 m³未満</td> <td>24分間</td> </tr> <tr> <td>1 m³以上 10m³未満</td> <td>240分間</td> </tr> <tr> <td>10m³以上</td> <td>240分間 ただし、1440分間を超える場合は1440分間とすることができる。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">圧力計</td> <td>1 m³未満</td> <td>48分間</td> </tr> <tr> <td>1 m³以上 10m³未満</td> <td>480分間</td> </tr> <tr> <td>10m³以上</td> <td>480分間 ただし、1440分間を超える場合は1440分間とすることができる。</td> </tr> </tbody> </table>	圧力測定器具の種類	被試験部分の容積及び最高使用圧力	気密保持時間	水銀柱ゲージ	1 m ³ 未満	2分間	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	10分間	10m ³ 以上 300m ³ 未満	15分間 ただし、120分間を超える場合は120分間とすることができる。	水柱ゲージ、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計	1 m ³ 未満	1分間（チャンバ型圧力計及び電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては、2分間）	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	5分間	10m ³ 以上 300m ³ 未満	5分間 ただし、60分間を超える場合は60分間とすることができる。	圧力計	1 m ³ 未満	24分間	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	240分間	10m ³ 以上	240分間 ただし、1440分間を超える場合は1440分間とすることができる。	圧力計	1 m ³ 未満	48分間	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	480分間	10m ³ 以上	480分間 ただし、1440分間を超える場合は1440分間とすることができる。					
圧力測定器具の種類	被試験部分の容積及び最高使用圧力	気密保持時間																																			
水銀柱ゲージ	1 m ³ 未満	2分間																																			
	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	10分間																																			
	10m ³ 以上 300m ³ 未満	15分間 ただし、120分間を超える場合は120分間とすることができる。																																			
水柱ゲージ、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計	1 m ³ 未満	1分間（チャンバ型圧力計及び電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては、2分間）																																			
	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	5分間																																			
	10m ³ 以上 300m ³ 未満	5分間 ただし、60分間を超える場合は60分間とすることができる。																																			
圧力計	1 m ³ 未満	24分間																																			
	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	240分間																																			
	10m ³ 以上	240分間 ただし、1440分間を超える場合は1440分間とすることができる。																																			
圧力計	1 m ³ 未満	48分間																																			
	1 m ³ 以上 10m ³ 未満	480分間																																			
	10m ³ 以上	480分間 ただし、1440分間を超える場合は1440分間とすることができる。																																			

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>(備考) Vは、被試験部分の容積 (m3) を単位とする。) とする。</p> <p>四 第3号に掲げる気密試験方法と同等の検知精度を有する音波検知方式により漏えいが検知されないことにより判定する方法</p> <p>五 真空断熱式貯槽を移設する場合には内外槽間の真空度の変化を確認する方法</p>					
IV 保安設備						
IV-1. ガスの滞留防止措置	<p>ガス技省令 第9条 ガス又は液化ガスを通ずるガス工作物を設置する室（製造所及び供給所に存するものに限る。）は、これらのガス又は液化ガスが漏えいしたとき滞留しない構造でなければならない。</p> <p>2 製造所には、ガス又は液化ガスを通ずるガス工作物から漏えいしたガスが滞留するおそれのある製造所内の適当な場所に、当該ガスの漏えいを適切に検知し、かつ、警報する設備を設けなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第6条 省令第9条第1項に規定する「滞留しない構造」とは、次の各号のいずれかに適合するものをいう。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 ガスの性質、処理又は貯蔵するガスの量、設備の特性、室の広さ等を考慮した、次のいずれかの構造のもの イ 換気のため十分な面積を持った2方向以上の開口部を持つ構造 ロ 機械的に有効な換気ができる構造 <p>二 鉄筋コンクリート造りの室に設置する地盤面下に全部埋設された液化ガス用貯槽にあつては、その周囲に乾燥砂を詰めたもの</p> <p>2 省令第9条第2項に規定する「ガスが滞留するおそれのある製造所内の適当な場所」とは、周囲の設備の配置状況、ガス又は液化ガスの性状、通風・換気状況等について考慮された場所をいう。</p>	<p>火技省令 第43条 液化ガス設備には、当該設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するため、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。</p> <p>四 前各号に掲げるもののほか、液化ガス設備に、当該液化ガス設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するための適切な措置を講じること。</p> <p>火技解釈 第76条 省令第43条第1項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>二 ガスの滞留を防止するため次に掲げる措置を講じたものであること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ロ 可燃性ガス、可燃性液化ガス、毒性ガス又は毒性液化ガスを通ずる液化ガス設備には、当該設備から漏えいしたガスが滞留するおそれがある場所に、当該ガスの漏えいを検知し、かつ、警報するための設備を設けること。 <p>四 導管を共同溝に設置する場合は、当該共同溝に換気装置を設けること。</p>			<p>石パ技省令 第24条 導管を設置するために設ける隧道（人が立入る可能性のあるものに限る。）には、可燃性蒸気が滞留しないよう必要な措置を講じなければならない。</p>	
IV-2. 漏えい拡散防止措置		<p>火技省令 第43条 液化ガス設備には、当該設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するため、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。</p> <p>四 前各号に掲げるもののほか、液化ガス設備に、当該液化ガス設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するための適切な措置を講じること。</p> <p>火技解釈 第76条 省令第43条第1項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>五 アンモニア設備（防液堤を含む。）には、次に掲げる規定により、ガスが漏えいしたときの除害のための措置を講ずること。</p> <ul style="list-style-type: none"> イ 漏えいしたガスの拡散を適切に防止できるものであること。 		<p>コンビ則 第10条第24、25号 二十四 市街地、河川上及び水路上、ずい道（海底にあるものを除く。）上並びに砂質土等の透水性地盤（海底を除く。）中に導管（毒性ガス又は可燃性ガスに係るものに限る。）を設置する場合は、当該導管の設置箇所及び高圧ガスの種類に応じ、漏えいしたガスの拡散を有効に防止するための措置を講ずること。この場合において、経済産業大臣が定める高圧ガスの種類及び圧力並びに導管の周囲の状況に応じて必要な箇所は、導管を二重管としなければならない。</p> <p>二十五 前号の二重管には、第二十九号に規定するガス漏えい検知警報設備を設置すること。</p> <p>コンビ則例示基準 81 節 市街地、河川上及び水路上、ずい道（海底にあるものを除く。）上並びに砂質土等の透水性地</p>	<p>石パ技省令 第7条 導管等の接合は、溶接によつて行なわなければならない。ただし、溶接によることが適当でない場合は、安全上必要な強度を有するフランジ接合をもつてかえることができる。</p> <p>2 前項ただし書の場合においては、当該接合部分の点検を可能とし、かつ、石油の漏えい拡散を防止するための措置を講じなければならない。</p> <p>石パ技省令 第23条 市街地ならびに河川上、隧道上および道路上その他の告示で定める場所に導管を設置する場合は、告示で定めるところにより漏えいした石油の拡散を防止するための措置を講じなければならない。</p> <p>石パ技告示 第37条 省令第二十三条に規定する告示で定める場所</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針															
				<p>盤(海底を除く。)中に導管を設置する場合に講ずる漏えいしたガスの拡散を防止するための措置は、次の基準によるものとする。</p> <p>1. 次の表の左欄に掲げる導管の設置箇所及び中欄に掲げる高圧ガスの種類に応じ、右欄に掲げる拡散防止措置を講ずること。</p> <table border="1" data-bbox="1584 401 1952 1146"> <thead> <tr> <th>導管の設置箇所</th> <th>高圧ガスの種類</th> <th>漏えい拡散防止措置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>市街地</td> <td>毒性ガス</td> <td>堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造物の中に導管を設置すること。この場合において、当該構造物には保安上必要な箇所に隔壁を設けること。</td> </tr> <tr> <td>河川上または水路上</td> <td>毒性ガス</td> <td>堅固で耐久力を有し、かつ、橋及び導管の構造に対し支障を与えない構造のさや管又はこれに類する構造物の中に導管を設置すること。この場合において、保安上必要がある場合には、両端を閉そくしたものであること。</td> </tr> <tr> <td>ずい道(海底にあるものを除く。)上</td> <td>毒性ガス 可燃性ガス (その大気圧における比重が空気の比重よりも小さいものを除く。)</td> <td>防護構造物(水密構造のものに限る。)の中に導管を設置すること。</td> </tr> <tr> <td>砂質土等の透水性地盤(海底を除く。)中</td> <td>毒性ガス</td> <td>堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造物(地下水位下に設ける場合は、水密構造のものに限る。)の中に導管を設置すること。この場合において、保安上必要がある場合には、両端を閉塞したものであること。</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 1.の拡散防止措置に加えて措置する導管の二重管は次に掲げる基準によるものとする。</p> <p>2.1 二重管の規格は、本基準「79. 河川等横断設置の方法等(導管)」1.2の例による。</p> <p>2.2 導管を二重管とした場合には、本基準「84. ガス漏えい検知警報設備(導管)」に規定するガス漏えい検知警報設備を設置すること。</p>	導管の設置箇所	高圧ガスの種類	漏えい拡散防止措置	市街地	毒性ガス	堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造物の中に導管を設置すること。この場合において、当該構造物には保安上必要な箇所に隔壁を設けること。	河川上または水路上	毒性ガス	堅固で耐久力を有し、かつ、橋及び導管の構造に対し支障を与えない構造のさや管又はこれに類する構造物の中に導管を設置すること。この場合において、保安上必要がある場合には、両端を閉そくしたものであること。	ずい道(海底にあるものを除く。)上	毒性ガス 可燃性ガス (その大気圧における比重が空気の比重よりも小さいものを除く。)	防護構造物(水密構造のものに限る。)の中に導管を設置すること。	砂質土等の透水性地盤(海底を除く。)中	毒性ガス	堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造物(地下水位下に設ける場合は、水密構造のものに限る。)の中に導管を設置すること。この場合において、保安上必要がある場合には、両端を閉塞したものであること。	<p>は、次の各号に掲げる場所とし、同条の規定によりそれらの場所に導管を設置する場合には、それぞれ当該各号に定める措置を講じなければならない。</p> <p>一 市街地 堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造物の中に導管を設置すること。この場合において、当該構造物には、保安上必要な箇所に隔壁を設けるものとする。</p> <p>二 河川上又は水路上 堅固で耐久力を有し、かつ、橋及び導管の構造に対し支障を与えない構造のさや管又はこれに類する構造物の中に導管を設置すること。この場合において、保安上必要がある場合には両端を閉そくしたものであること。</p> <p>三 隧すい道(海底にあるものを除く。)上 第二十七条に規定する防護構造物(水密構造のものに限る。)の中に導管を設置すること。</p>	
導管の設置箇所	高圧ガスの種類	漏えい拡散防止措置																			
市街地	毒性ガス	堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造物の中に導管を設置すること。この場合において、当該構造物には保安上必要な箇所に隔壁を設けること。																			
河川上または水路上	毒性ガス	堅固で耐久力を有し、かつ、橋及び導管の構造に対し支障を与えない構造のさや管又はこれに類する構造物の中に導管を設置すること。この場合において、保安上必要がある場合には、両端を閉そくしたものであること。																			
ずい道(海底にあるものを除く。)上	毒性ガス 可燃性ガス (その大気圧における比重が空気の比重よりも小さいものを除く。)	防護構造物(水密構造のものに限る。)の中に導管を設置すること。																			
砂質土等の透水性地盤(海底を除く。)中	毒性ガス	堅固で耐久力を有し、かつ、導管の構造に対し支障を与えない構造物(地下水位下に設ける場合は、水密構造のものに限る。)の中に導管を設置すること。この場合において、保安上必要がある場合には、両端を閉塞したものであること。																			
IV-3. 運転状態の監視装置				<p>コンビ則 第10条第26号</p> <p>二十六 導管系(導管並びにその導管と一体となって高圧ガスの輸送の用に供されている圧縮機、ポンプ、バルブ及びこれらの付属設備の総合体をいう。以下同じ。)には、圧縮機、ポンプ及びバルブの作動状況等当該導管系の運転状態を監視する装置を設けること。</p> <p>コンビ則例示基準 82節</p> <p>導管系(導管並びにその導管と一体となって高圧ガスの輸送の用に供されている圧縮機、ポンプ、バルブ及びこれらの付属設備の総合体をいう。以下同じ。)に設けられる導管系の運転状態を監視する装置及び導管系に異常な事態が発生した場合に警報する装置は、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>1. 導管系には、当該導管系の運転状態を監視</p>	<p>石パ技省令 第29条</p> <p>導管系(導管ならびにその導管と一体となって石油輸送の用に供される圧送機、弁およびこれらの附属設備の総合体をいう。以下同じ。)には、圧送機および弁の作動状況等当該導管系の運転状態を監視する装置を設けなければならない。</p> <p>石パ技省令 第46条</p> <p>船舶送受油導管系には、弁の作動状況等当該導管系の運転状態を監視する装置を設けなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 6.8</p> <p>高圧ガスパイプラインには圧力、流量等の運転状態や感震装置等異常を検知する各種センサー類を集中的に監視できるとともに必要に応じて圧送機停止、緊急しゃ断装置の作動等の安全制御装置を制御できる運転監視制御装置を設置することとする。</p> <p>[解説]</p> <p>この指針が長距離輸送を念頭に置いているため、24時間常時、一括集中して高圧ガスパイプラインの運転状態が把握できることを原則とした。また、必要に応じて遠隔操作にて安全設備を制御できる機能を有することを原則とした。</p>															

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				<p>するため、次の各号に掲げるところにより、監視装置を設けるものとする。</p> <p>1.1 導管系には、適切な場所に圧力計、流量計、温度計（保安上必要な場合に限る。）等の計器類を設けること。</p> <p>1.2 圧縮機又はポンプに係る計器室（導管系の経路に必要なに応じて設置した管理室を含む。）には、当該圧縮機又はポンプの作動状況を示す表示灯及び緊急遮断弁の開閉状態を示す表示灯を設けること。</p>		
<p>IV-4. 安全制御装置</p>	<p>ガス技省令 第23条 特定事業所に設置する計器室（ガス工作物を制御するための機器を集中的に設置している室をいう。）は、緊急時においても当該ガス工作物を安全に制御できるものでなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第78条 省令第23条に規定する「緊急時においても当該ガス工作物を安全に制御できるもの」とは、次の各号に掲げる機能が維持できるものをいう。</p> <p>一 製造設備等の運転操作 二 防消火設備の操作 三 緊急連絡</p>	<p>火技省令 第47条 3 外部強制潤滑油装置を有する圧送機には、当該装置の潤滑油の圧力が異常に低下した場合に圧送機を自動的に停止できる装置を設けなければならない。</p> <p>4 液化ガス用燃料設備は、停電その他の緊急時においても安全に制御できるものでなければならない。</p> <p>5 液化ガス用燃料設備に係る計装回路には、適切なインターロック機構を適切な箇所 に設けなければならない。</p> <p>火技解釈 第79条の2 省令第47条第4項に規定する「停電時においても安全に制御できる」とは、次の各号に掲げる設備に適切な措置を講じていることをいう。</p> <p>一 非常用照明設備 二 緊急時連絡設備（加入電話設備を除く。） 三 省令第45条に規定する防消火設備 四 省令第47条第2項に規定する非常装置 五 ガス漏れ検知警報装置（導管を除く。）</p> <p>2 省令第47条第4項に規定する「緊急時においても安全に制御できる」とは、次の各号に掲げる設備が、緊急時においても安全に操作できることをいう。</p> <p>一 非常装置 二 防消火設備 三 緊急時連絡設備</p>		<p>コンビ則 第10条第28号 二十八 導管系には、高圧ガスの種類、性状及び圧力並びに導管の長さに応じ、次に掲げる制御機能を有する安全制御装置を設けること。</p> <p>イ 圧力安全装置、次号に規定するガス漏れ検知警報設備、第三十号に規定する緊急遮断装置、第三十二号に規定する感震装置その他の保安のための設備等の制御回路が正常であることが確認されなければ圧縮機又はポンプが作動しない制御機能</p> <p>ロ 保安上異常な事態が発生した場合に災害の発生を防止するため圧縮機、ポンプ、緊急遮断装置等が自動又は手動により速やかに停止又は閉鎖する制御機能</p> <p>コンビ則例示基準 83節 導管系に設ける安全制御装置は、次の基準によるものとする。</p> <p>1. 第10条第28号イの規定による制御機能は、圧力安全装置、ガス漏れ検知警報設備、感震装置等その他保安のための設備等の操作回路の動力が供給されていないとき又は第10条第27号に定める警報装置が警報を発しているときには、圧縮機又はポンプが作動しないものとする。</p> <p>2. 第10条第28号イの規定による圧力安全装置は、次の基準に適合するものであること。</p> <p>2.1 導管内の圧力が常用の圧力を超えず、かつ、ウォーターハンマー現象によって生ずる圧力が常用の圧力の1.1倍を超えないための制御機能を有していること。</p> <p>2.2 材質及び強度は、導管等の例によること。</p> <p>2.3 導管系の圧力変動を十分に吸収することができる容量を有していること。</p> <p>3. 第10条第28号ロの「保安上異常な事態が発生した場合」とは、次に掲げる場合をいう。</p> <p>3.1 第10条第26号の規定に基づいて設けた圧力計によって測定された圧力が常用の圧力の1.1倍を超えたとき</p> <p>3.2 第10条第26号の規定に基づいて設けた流量計によって測定された流量が、正常な運転時における流量値より15%以上増加したとき</p> <p>3.3 3.1に掲げる圧力計によって測定された圧力が正常な運転時における圧力値より</p>	<p>石パ技省令 第30条 導管系には、次に掲げる制御機能を有する安全制御装置を設けなければならない。</p> <p>一 次条に規定する圧力安全装置、第三十二条に規定する自動的に石油の漏れを検知することができる装置、第三十三条に規定する緊急しや断弁、第三十五条に規定する感震装置その他の保安のための設備等の制御回路が正常であることが確認されなければ圧送機が作動しない制御機能</p> <p>二 保安上異常な事態が発生した場合に災害の発生を防止するため、圧送機、緊急しや断弁等が自動または手動により連動してすみやかに停止または閉鎖する制御機能</p> <p>石パ技告示 第54条の5 船舶へ送油する導管系には、次に掲げる制御機能を有する安全制御装置を設けなければならない。</p> <p>一 省令第四十七条第一項に規定するしや断弁、第五十四条の二に規定する感震装置、次条に規定する圧力安全装置その他の保安のための設備等の制御回路が正常であることが確認されなければ、圧送機が作動しない制御機能</p> <p>二 保安上異常な事態が発生した場合に災害の発生を防止するため、圧送機、しや断弁等が自動又は手動により連動して速やかに停止又は閉鎖する制御機能</p> <p>2 船舶より受油する道管系には、保安上異常な事態が発生した場合に災害の発生を防止するためしや断弁等が自動又は手動により速やかに閉鎖する制御機能を有する安全制御装置を設けなければならない。</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				30%以上降下したとき 3.4 第10条第29号に規定するガス漏えい検知警報設備が作動したとき 3.5 第10条第32号に規定する感震装置等が、80ガル(当該導管系の耐震設計又は耐震診断により耐震性能が確認できる場合にあっては、80ガルを超える適切な値とすることができる。)以上の加速度の地震動を検知したとき		
IV-5. 圧力安全装置		<p>火技省令 第42条 液化ガス設備に属する容器には、過圧を防止するために適当な安全弁を設けなければならない。この場合において、当該安全弁は、その作動時に安全弁から吹き出されるガスによる危害が生じないように施設しなければならない。</p> <p>火技解釈 第74条 省令第42条に規定する「過圧」とは、第26条第1項の規定を準用するものをいう。 2 省令第42条に規定する「適当な安全弁」とは、次の各号により設けられた安全弁をいう。 一 過圧を防止する上で、支障のない箇所に設けられたものであること。 二 安全弁は、第5項に掲げる規格に適合するばね安全弁又はばね先駆弁付き安全弁であること。 五 液化ガスを通ずるものにあつては、前号の規定によるほか、第3項第二号に掲げる計算式より算出した量以上であること。 六 安全弁の吹き出し圧力は、次によること。 イ 安全弁が1個(ガスホルダーにあつては、2個)の場合は、当該容器の最高使用圧力以下の圧力であること。ただし、容器に最高使用圧力以下の圧力で自動的にガスの流入を停止する装置がある場合は、最高使用圧力の1.03倍(ガスホルダーにあつては、1.07倍)以下の圧力とすることができる。 ロ 安全弁が2個(ガスホルダーにあつては、3個)以上の場合は、1個(ガスホルダーにあつては、2個)はイの規定に準ずる圧力、他は当該容器の最高使用圧力の1.03倍(ガスホルダーにあつては、1.07倍)以下の圧力であること。 3 安全弁の容量の計算式は次の各号に掲げるものとする。 二 第2項第五号に規定する計算式は、次に掲げるものとする。 イ 断熱措置が講じられている場合(火災時の火炎に30分間以上耐えることができ、かつ、防消火設備による放水等の衝撃に耐えることができるものに限る。)</p> $W = \frac{9400\lambda(650-t)A^{0.82}}{\alpha L} + \frac{H}{L}$ <p>ロ その他の場合</p> $W = \frac{2.56 \times 10^8 A^{0.82} F + H}{L}$ <p>W は、1時間当たりの吹き出し量(kg/h)を</p>		<p>コンビ則 第9条 第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所(以下「コンビナート製造事業所」という。)間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 九 導管には、当該導管内の圧力が常用の圧力を超えた場合に、直ちに常用の圧力以下に戻すことができるような措置を講ずること。</p> <p>コンビ則 第10条 コンビナート製造事業所間の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 一 前条第一号、第四号から第六号まで及び第八号から第十号までの基準に適合すること。</p>	<p>石バ技省令 第31条 導管系には、導管内の圧力が常用圧力をこえず、かつ、油撃作用等によつて生ずる圧力が常用圧力の1.1倍をこえないように制御する装置(以下「圧力安全装置」という。)を設けなければならない。 2 圧力安全装置の材質および強度は、導管等の例による。 3 圧力安全装置は、導管系の圧力変動を十分に吸収することができる容量を有しなければならない。</p> <p>石バ技告示 第54条の6 船舶送受油導管系には、圧力安全装置を設けなければならない。ただし、これと同等以上の保安上の効果を有する措置を講じた場合は、この限りでない。 2 圧力安全装置の材質及び強度は、導管等の例による。 3 圧力安全装置は、船舶送受油導管系の圧力変動を十分に吸収することができる容量を有しなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 6.4 高圧ガスパイプラインには、圧力が最高使用圧力を超えないように制御する装置を設けることとする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
		<p>単位とする。)</p> <p>A は、貯槽にあってはその外表面積 (m²を単位とする。)、その他の容器にあっては当該容器内に貯留された液化ガス(液相部に限る。)の体積の当該容器の内容積に対する割合を当該容器の外表面積に乗じて得られた面積 (m²を単位とする。)</p> <p>L は、吹出し量決定圧力における液化ガス1 kg当たりの蒸発潜熱 (Jを単位とする。)</p> <p>λ は、液化ガスの通常の使用状態での温度における断熱材の熱伝導率 (W/m・℃を単位とする。)</p> <p>t は、吹出し量決定圧力におけるガスの温度 (℃を単位とする。)</p> <p>F は、全表面に7l/m²・min 以上の水を噴霧する水噴霧装置又は全表面に10 l/m²・min 以上の水を散水する散水装置を設けた場合にあっては0.6、地盤面に埋設した場合にあっては0.3、その他の場合にあっては1.0</p> <p>δ は、断熱材の厚さ (m を単位とする。)</p> <p>H は、直射日光及び他の熱源からの入熱による補正係数であって、それぞれ(イ)及び(ロ)に掲げる計算式により算出した値</p> <p>(イ) 直射日光 イに掲げる式にあっては</p> $\frac{3600\lambda(65-t)A_1}{\delta}$ <p>ロに掲げる式にあっては</p> $4190 \times 10(65-t) \times A_1$ <p>ロ) 他の熱源</p> QA_2 <p>A1 は、日光を受ける面積 (m²を単位とする。)</p> <p>Qは、入熱量 (J/m²・h を単位とする。)</p> <p>A2 は、熱を受ける面積 (m²を単位とする。)</p> <p>4 安全弁の吹出し量決定圧力は、次の各号によること。</p> <p>一 ガスを通ずるものにあつては最高使用圧力の1.1 倍以下の圧力であること。</p> <p>二 液化ガスを通ずるものにあつては最高使用圧力の1.2 倍以下の圧力であること。</p> <p>5 第2項第二号に規定する安全弁の規格は、日本産業規格JIS B 8210 (2017) 「安全弁」のうち、「5.1 一般」、「5.3 ばね」、「6 材料」及び「7.2 一般」並びに「7.3 水圧検査」又は「7.4 水圧検査」とする。</p>				
IV-6. 漏えい検知装置及び検知口	<p>ガス技省令 第22条</p> <p>ガスの使用者及びガスを供給する事業を営む者に供給されるガス (ガスを供給する事業を営む者に供給されるものにあつては、低圧により供給されるものに限る。) は、容易に臭気によるガスの感知ができるように、付臭され</p>	<p>火技省令 第43条</p> <p>液化ガス設備には、当該設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するため、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。</p> <p>四 前各号に掲げるもののほか、液化ガス設</p>		<p>コンビ則 第10条第28、29号</p> <p>二十八 導管系には、高圧ガスの種類、性状及び圧力並びに導管の長さに応じ、次に掲げる制御機能を有する安全制御装置を設けること。</p> <p>イ 圧力安全装置、次号に規定するガス漏</p>	<p>石バ技省令 第32条</p> <p>導管系には、次の各号に掲げる漏えい検知装置および漏えい検知口を設けなければならない。</p> <p>一 可燃性蒸気を発生する石油を輸送する導管系の点検箱には、可燃性蒸気を検知</p>	<p>ガスバ指針 6.3</p> <p>(1) 高圧ガスパイプラインには、保安上適切な箇所に次の漏えい検知装置を設けることとする。</p> <p>①漏えいしたガスが滞留するおそれのある場所ならびに保安上特に必要とされる箇</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>ていなければならない。ただし、準用事業者がその事業の用に供するもの、中圧以上のガス圧力により行う大口供給の用に供するもの、適切な漏えい検知装置が適切な方法により設置されているもの（低圧により行う大口供給の用に供するもの及びガスを供給する事業を営む他の者に供給するものに限る。）及びガスの空気中の混合容積比率が千分の一である場合に臭気の有無が感知できるものにあつては、この限りでない。</p> <p>ガス技解釈例 第77条の2 省令第22条に規定する「適切な漏えい検知装置が適切な方法により設置されているもの」とは、付臭と同等の保安措置を確保できるものをいう。</p>	<p>備に、当該液化ガス設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するための適切な措置を講じること。</p> <p>火技解釈 第76条 省令第43条第1項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 二 ガスの滞留を防止するため次に掲げる措置を講じたものであること。 ロ 可燃性ガス、可燃性液化ガス、毒性ガス又は毒性液化ガスを通ずる液化ガス設備には、当該設備から漏えいしたガスが滞留するおそれがある場所に、当該ガスの漏えいを検知し、かつ、警報するための設備を設けること。</p>		<p>えい検知警報設備、第三十号に規定する緊急遮断装置、第三十二号に規定する感震装置その他の保安のための設備等の制御回路が正常であることが確認されなければ圧縮機又はポンプが作動しない制御機能</p> <p>二十九 可燃性ガス、毒性ガス（経済産業大臣が告示で定めるものに限る。）又は特定不活性ガスの導管系には、当該ガスの種類及び圧力並びに導管の周囲の状況に応じ、必要な箇所に、ガス漏えい検知警報設備又は漏えい検知口を設けること。</p> <p>コンビ則例示基準 84節 導管系に設けるガス漏えい検知警報設備は、次の基準によるものとする。 1. 機能及び構造 ガス漏えい検知警報設備（以下単に「検知警報設備」という。）の機能及び構造は、本基準「36. ガス漏えい検知警報設備とその設置場所（導管系を除く。）」の1. 及び2. の基準によるものとする。 2. 設置箇所 検知警報設備の設置方法は、次に掲げるものとする。 2.1 検知警報設備又はガスの漏えいを容易に検知することができる構造の検知口を設置すべき具体的な場所は、次に掲げるところとする。 (1) 第10条第30号の規定により設けた緊急遮断装置の部分（バルブピットを設けたものにあつては、当該バルブピット内） (2) さや管、二重管又は防護構造物等により密閉して設置（埋設を含む。）された導管の部分 (3) 漏えいしたガスが滞留しやすい構造である導管の部分 2.2 検知警報設備の警報部等の場所は、関係者が常駐する場所であつて、警報等があつた後各種の対策を講ずるのに適切な場所とすること。</p>	<p>することができる装置</p> <p>二 導管系内の石油の流量を測定することによつて自動的に石油の漏えいを検知することができる装置またはこれと同等以上の性能を有する装置</p> <p>三 導管系内の圧力を測定することによつて自動的に石油の漏えいを検知することができる装置またはこれと同等以上の性能を有する装置</p> <p>四 導管系内の圧力を一定に静止させ、かつ、当該圧力を測定することによつて石油の漏えいを検知できる装置またはこれと同等以上の性能を有する装置</p> <p>五 導管を地下に埋設する場合は、告示で定めるところにより設けられる検知口</p> <p>2 前項に規定するもののほか、漏えい検知装置の設置に関し必要な事項は、告示で定める。</p> <p>石パ技告示 第42条 省令第三十二条第一項第五号の規定により、地下に埋設する導管には、次の各号に掲げるところにより漏えい検知口を設けなければならない。 一 検知口は、河川下等に設置する導管であつてさや管その他の構造物の中に設置するもの及び山林原野に設置するものにあつては保安上必要な箇所に、その他の導管にあつては導管の経路の約百メートルごとの箇所及び保安上必要な箇所に設けること。 二 検知口は、導管に沿つて設けられる漏えい検知用の管に接続されているものであること。ただし、導管に沿つて石油の漏えいを検知することができる装置（石油の漏えいを検知した場合に、直ちに必要な措置を講ずることができる場所にその旨を警報することができるものに限る。）が設けられ、かつ、当該装置の検知測定部が検知口に設けられる場合は、この限りでない。 三 検知口は、石油の漏えいを容易に検知することができる構造のものであること。</p> <p>石パ技告示 第43条 省令第三十二条第二項に規定する漏えい検知装置の設置に関し必要な事項は、次の各号に掲げるとおりとする。 一 導管系内の石油の流量を測定することによつて自動的に石油の漏えいを検知することができる装置は、30秒以下の時間ごとに流量差を測定することができるものであること。 二 導管系内の圧力を測定することによつて自動的に石油の漏えいを検知することができる装置は、常時圧力の変動を測定することができるものとし、当該装置の圧力測定器は、10km以内の距離ごとの箇所に設置すること。 三 導管系内の圧力を一定に静止させ、かつ、当該圧力を測定することによつて石油の漏えいを検知できる装置は、緊急しや断弁の前後の圧力差の変動を測定することができ</p>	<p>所にはガスを検知し、自動的に警報を発することができる装置</p> <p>②高圧ガスパイプラインを地下に埋設する場合は、漏えい検知口</p> <p>(2) 漏えい検知口は、さや管施工部及び防護構造物で閉鎖した部分の他、保安上必要とする箇所に設置し、定期的にガスの漏えいを検知できる構造とする。</p> <p>(3) ガスの漏洩えいを検知する装置の警報受信部は、漏えい警報を受け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。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針																	
					<p>るものであること。</p> <p>石パ技省令 第48条 船舶送受油導管系には、導管内を一定圧力で静止させ、かつ、当該圧力を測定することによつて石油の漏えいを検知できる装置を設けなければならない。</p> <p>2 前項に規定する装置は、前条第一項の規定によりしや断弁を設置する箇所（逆止弁を設置する箇所を除く。）附近に設けなければならない。</p>																		
IV-7. 緊急遮断装置等	<p>ガス技省令 第49条 最高使用圧力が高圧又は中圧の本支管には、危急の場合に、ガスを速やかに遮断することができる適切な装置を適切な場所に設けなければならない。</p> <p>2 最高使用圧力が低圧の本支管であつて、特定地下街等へのガスの供給に係るものには、当該特定地下街等において災害が発生した場合に、当該特定地下街等へのガスの供給を、当該災害により妨げられない箇所において、容易に遮断することができる適切な措置を講じなければならない。</p> <p>3 ガスの使用場所である次に掲げる建物にガスを供給する導管には、危急の場合にガスを速やかに遮断することができる適切な装置を適切な場所に設けなければならない。</p> <p>一 超高層建物、高層建物又は特定大規模建物</p> <p>二 最高使用圧力が中圧の導管でガスを供給する建物（前号に掲げるものを除く。）</p> <p>三 最高使用圧力が低圧である内径70mm（液化石油ガスを原料として発生させ、その成分に変更を加えることなく供給するガスを通ずるものにあつては、45mm）以上の導管でガスを供給する建物（前二号に掲げるものを除く。）</p> <p>4 ガスの使用場所である地下室、地下街、その他地下であつてガスが充満するおそれのある場所（以下「地下室等」という。）にガスを供給する導管には、その地下室等の付近の適切な場所に、危急の場合に当該地下室等へのガスの供給を地上から速やかに遮断することができる適切な装置を設けなければならない。</p> <p>5 特定地下街等、特定地下室等、超高層建物及び特定大規模建物にガスを供給する導管（次項に規定するものを除く。）には、その導管が当該建物の外壁を貫通する箇所の付近に、危急の場合に当該建物へのガスの供給を、当該建物内におけるガス漏れ等の情報を把握できる適切な場所から直ちに遮断することができる適切な装置を設けなければならない。</p> <p>6 最高使用圧力が中圧の導管であつて、建物にガスを供給するもの（次の各号に掲げるものを除く。）には、その導管が当該建物の外壁を貫通する箇所の付近に、危急の場合に当該建物へのガスの供給を、当該建物内におけるガス漏れ等の情報を把握できる適切な場所から、直ちに遮断することができる適切な装</p>	<p>火技省令 第47条 2 液化ガス設備には、使用中に生じた異常による危害の発生を防止するため、その異常が発生した場合にガス又は液化ガスの流出及び流入を速やかに遮断する装置を適切な箇所に設けなければならない。</p> <p>火技省令 第48条 液化ガス設備の主要なガス又は液化ガスの出口及び入口には、ガス又は液化ガスの流出及び流入を遮断するための装置を設けなければならない。</p> <p>2 液化ガス用燃料設備に設置する遮断装置には、誤操作を防止し、かつ、確実に操作することができる措置を講じなければならない。</p> <p>火技解釈 第79条 省令第47条第2項に規定する「適切な箇所」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>三 導管にあつては発電所の境界線の付近</p> <p>火技解釈 第80条 省令第48条に規定する「主要なガス又は液化ガスの出口及び入口」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>三 導管の共同溝へ入る直近の箇所。ただし、共同溝内に入った直近の箇所に隔壁を設け共同溝内部から隔離する場合は、共同溝内へ入った直近の箇所とすることができる。</p> <p>四 導管の分岐点の直近その他導管の維持管理上必要な箇所</p> <p>火技解釈 第80条の2 省令第48条第2項に規定する「誤操作を防止し、かつ、確実に操作することができる措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 遮断装置には、当該遮断装置の開閉方向（液化ガス用燃料設備に保安上重大な影響を与える遮断装置にあつては、当該遮断装置の開閉状態を含む。）を明示すること。</p> <p>二 液化ガス用燃料設備に保安上重大な影響を与える遮断装置（操作ボタン等により開閉するものを除く。）に係る配管には、当該遮断装置に近接する部分に、容易に区別することができる方法により、当該配管内のガスその他の流体の種類及び方向を表示すること。</p> <p>三 液化ガス用燃料設備に保安上重大な影響を与える遮断装置のうち通常使用しないも</p>	<p>コンビ則 第10条第28、30、31号 二十八 導管系には、高圧ガスの種類、性状及び圧力並びに導管の長さに応じ、次に掲げる制御機能を有する安全制御装置を設けること。</p> <p>ロ 保安上異常な事態が発生した場合に災害の発生を防止するため圧縮機、ポンプ、緊急遮断装置等が自動又は手動により速やかに停止又は閉鎖する制御機能</p> <p>三十 市街地、主要河川、湖沼等を横断する導管（不活性ガスに係るものを除く。）には、経済産業大臣が定めるところにより、緊急遮断装置又はこれと同等以上の効果のある装置を設けること。</p> <p>三十一 導管には、相隣接する緊急遮断装置の区間ごとに当該導管内の高圧ガスを移送し、不活性ガス等により置換することができる措置を講ずること。</p> <p>製造細目告示 第12条の11 コンビナート等保安規則第十条第三十号の規定による緊急遮断装置又はこれと同等以上の効果のある装置（以下単に「緊急遮断装置等」という。）の設置は、次の表の上欄に掲げる導管の設置場所、同表の中欄に掲げる導管の長さの区分に応じ同表の下欄に掲げる緊急遮断装置等の設置基準に従つて行うものとする。</p> <table border="1" data-bbox="1587 1392 2024 1665"> <thead> <tr> <th>導管の設置場所</th> <th>導管の長さ</th> <th>緊急遮断装置等の設置基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一 コンビナート等保安規則第十条第三十号に規定する導管</td> <td>五メートル超</td> <td>一 当該管に係る区間での及び人員移動及び送り出し業務所の適切な箇所に緊急遮断装置等を設けること。</td> </tr> <tr> <td>二 一級河川（河川法（昭和三十九年法律第六十七号）第九条第二項に規定する指定区間の一級河川を除く。）、その区間外の河川及び湖沼等（以下この項において「河川」という。）及び湖沼等</td> <td></td> <td>二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。</td> </tr> <tr> <td>三 一級河川（河川法（昭和三十九年法律第六十七号）第九条第二項に規定する指定区間の一級河川を除く。）、その区間外の河川及び湖沼等（以下この項において「河川」という。）及び湖沼等</td> <td></td> <td>二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。</td> </tr> <tr> <td>四 国道又は道路の傍ら敷設する導管</td> <td>四メートル超</td> <td>一 当該管に係る区間での及び人員移動及び送り出し業務所の適切な箇所に緊急遮断装置等を設けること。</td> </tr> <tr> <td>五 道路に敷設する導管</td> <td>四メートル超</td> <td>二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。</td> </tr> </tbody> </table> <p>備考 この表の上欄及び中欄は、その区分における位置が管長の長さよりも長い場合はその区分については、適用しないとする。</p>	導管の設置場所	導管の長さ	緊急遮断装置等の設置基準	一 コンビナート等保安規則第十条第三十号に規定する導管	五メートル超	一 当該管に係る区間での及び人員移動及び送り出し業務所の適切な箇所に緊急遮断装置等を設けること。	二 一級河川（河川法（昭和三十九年法律第六十七号）第九条第二項に規定する指定区間の一級河川を除く。）、その区間外の河川及び湖沼等（以下この項において「河川」という。）及び湖沼等		二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。	三 一級河川（河川法（昭和三十九年法律第六十七号）第九条第二項に規定する指定区間の一級河川を除く。）、その区間外の河川及び湖沼等（以下この項において「河川」という。）及び湖沼等		二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。	四 国道又は道路の傍ら敷設する導管	四メートル超	一 当該管に係る区間での及び人員移動及び送り出し業務所の適切な箇所に緊急遮断装置等を設けること。	五 道路に敷設する導管	四メートル超	二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。	<p>石パ技省令 第33条 導管を第一条第二項第五号ハに規定する地域に設置する場合にあつては約1kmの間隔で、主要な河川等を横断して設置する場合その他の告示で定める場合にあつては告示で定めるところにより当該導管に緊急しや断弁を設けなければならない。</p> <p>2 緊急しや断弁は、次の各号に掲げる機能を有するものでなければならない。</p> <p>一 遠隔操作および現地操作によつて閉鎖する機能</p> <p>二 前条に規定する自動的に石油の漏えいを検知する装置によつて異常が検知された場合、第三十五条に規定する感震装置または強震計によつて告示で定める加速度以下に設定した加速度以上の地震動が検知された場合および緊急しや断弁を閉鎖するための制御が不能となつた場合に自動的、かつ、すみやかに閉鎖する機能</p> <p>3 緊急しや断弁は、その開閉状態が当該緊急しや断弁の設置場所において容易に確認されるものでなければならない。</p> <p>4 緊急しや断弁を地下に設ける場合は、当該緊急しや断弁を点検箱内に設置しなければならない。ただし、緊急しや断弁を道路以外の地下に設ける場合であつて、当該緊急しや断弁の点検を可能とする措置を講ずる場合は、この限りでない。</p> <p>5 緊急しや断弁は、当該緊急しや断弁の管理を行なう者および当該管理を行なう者が指定した者以外の者が手動によつて開閉することができないものでなければならない。</p> <p>石パ技告示 第44条 省令第三十三条第一項に規定する告示で定める場合は、次の各号に掲げる場合とする。</p> <p>一 一級河川（河川法（昭和三十九年法律第六十七号）第九条第二項に規定する指定区間内の一級河川を除く。以下この条において同じ。）、河川の流水の状況を改善するため2以上の河川を連絡する河川工事の対象となる河川、下流近傍に利水上の重要な取水施設のある河川又は計画河幅が50m以上の河川であつて石油の流入するおそれのある河川を横断して導管を設置する場合</p> <p>二 海峡、湖沼等を横断して導管を設置する場合</p> <p>三 山等の勾配のある地域に導管を設置す</p>	<p>ガスバ指針 6.2 (1) 高圧ガスパイプラインには、保安上適切な間隔で緊急しや断装置を設けることとする。</p> <p>(2) 緊急しや断装置は以下の機能を有するものとする。</p> <p>①遠隔操作及び現地操作によつて閉鎖する機能。</p> <p>②以下の場合において運転監視制御装置からの指令によりすみやかに閉鎖する機能</p> <p>a ガスの漏えいを検知する装置によつて異常が検知された場合</p> <p>b 地震計算の感震装置によつてあらかじめ設定した以上の地震動が検知された場合</p> <p>c その他の緊急時</p> <p>(3) 緊急しや断装置の動力源は予備動力を備えた信頼性が高いものとする。</p> <p>(4) 緊急しや断装置はその開閉状態が当該緊急しや断装置の設置場所において容易に確認されるものとする。</p> <p>(5) 緊急しや断装置は、当該緊急しや断装置の管理を行う者が指定した者以外の者が手動によつて開閉することができないものとする。</p> <p>(6) 運転員が常駐している場所では、現地操作によつてのみ閉鎖するしや断弁を緊急しや断装置とみなしてよい。</p> <p>【解説】 (1) 緊急しや断弁の設置箇所及び設置間隔の目安は、以下による。</p> <p>①緊急しや断装置の設置箇所は地震、降雨、土砂災害等に対して安全である箇所を選定する。</p> <p>②市街地にあつては約8kmの間隔で設置する。</p> <p>③人口密集地域にあつては、その区間内のガスを放散設備により安全かつすみやかに放散しうる箇所に設置する。</p> <p>④市街地以外は16kmを標準として、人口、地形、土地利用、液状化地域等を勘案し適切な間隔で設置する。</p> <p>ガスバ指針 2.6 1 緊急しや断弁を道路下に埋設する場合は、原則としてバルブピット内に設置するものとする。</p> <p>2 バルブピットの出入口部分は、道路交通に支障を与えない箇所に設置するものとする。</p>
導管の設置場所	導管の長さ	緊急遮断装置等の設置基準																					
一 コンビナート等保安規則第十条第三十号に規定する導管	五メートル超	一 当該管に係る区間での及び人員移動及び送り出し業務所の適切な箇所に緊急遮断装置等を設けること。																					
二 一級河川（河川法（昭和三十九年法律第六十七号）第九条第二項に規定する指定区間の一級河川を除く。）、その区間外の河川及び湖沼等（以下この項において「河川」という。）及び湖沼等		二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。																					
三 一級河川（河川法（昭和三十九年法律第六十七号）第九条第二項に規定する指定区間の一級河川を除く。）、その区間外の河川及び湖沼等（以下この項において「河川」という。）及び湖沼等		二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。																					
四 国道又は道路の傍ら敷設する導管	四メートル超	一 当該管に係る区間での及び人員移動及び送り出し業務所の適切な箇所に緊急遮断装置等を設けること。																					
五 道路に敷設する導管	四メートル超	二 昭和五十九年八月一日以後設置された第一項又は第二項第一号の河川及び湖沼等の河川、湖沼等の河川に緊急遮断装置等を設置すること。																					

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>置を設けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 工場、廃棄物処理場、浄水場、下水処理場その他これらに類する場所に設置されるもの 二 ガスが滞留するおそれのない場所に設置されるもの <p>ガス技解釈例 第106条 省令第49条第1項に規定する「ガスを速やかに遮断することができる適切な装置」とは、危急時にガスの遮断操作ができる装置をいう。</p> <p>2 省令第49条第1項に規定する「適切な場所」とは、本支管の分岐点の付近その他導管の維持管理に必要な箇所をいい、省令第15条第1項第7号に掲げる導管にあつては、陸上部であつて揚陸部近傍をいう。</p> <p>ガス技解釈例 第107条 省令第49条第2項に規定する「容易に遮断することができる適切な措置」とは次の各号に掲げるいずれかの措置をいう。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 ガス遮断装置を設ける方法 二 バック孔を設け、路面下に立管を設ける方法 三 導管を押しつぶすことで、ガスを遮断するためのピットを設ける方法 <p>ガス技解釈例 第108条 省令第49条第3項に規定する「ガスを速やかに遮断することができる適切な装置」とは、第106条第1項の規定を準用する。なお、以下の各号に掲げるものは、「ガスを速やかに遮断することができる適切な装置」とみなすことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 省令第49条第3項第1号及び第3号の場合であつて、当該建物にガスを供給するための独立した整圧器室がその建物の近くに設けられている場合は、整圧器(一の使用者又は一の建物にガスを供給するもの)の入側弁。 二 省令第49条第3項第2号の場合であつて、整圧器(一の使用者又は一の建物にガスを供給するものに限る。)が設置される場合は、整圧器入側弁。 三 屋外若しくは容易に出入りできる箇所に設置されており、かつ、危急時に速やかに操作を行うことができるガスメーターコック(この場合は、1本の引込管に対してガスメーターコック数が3個以下、かつ、1箇所にまとまっているものに限る。))。 <p>2 省令第49条第3項に規定する「適切な場所」とは、危急時にガス遮断装置の速やかな操作を行うことができる次のいずれかの場所をいう。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 屋外 二 屋外から容易に出入りできる箇所 三 本支管の分岐点付近であり、かつ、建物の付近の速やかに遮断できる場所(地形、埋設物の輻輳あるいは維持管理上の面から引込管にガス遮断装置の設置が困難な 	<p>の(緊急の用に供するものを除く。)には、施錠、封印又はこれらに類する措置を講ずること。</p>		<p>常な運転時における流量値より15%以上増加したとき</p> <p>3.3 3.1に掲げる圧力計によって測定された圧力が正常な運転時における圧力値より30%以上低下したとき</p> <p>3.4 第10条第29号に規定するガス漏えい検知警報設備が作動したとき</p> <p>3.5 第10条第32号に規定する感震装置等が、80ガル(当該導管系の耐震設計又は耐震診断により耐震性能が確認できる場合にあつては、80ガルを超える適切な値とすることができる。)以上の加速度の地震動を検知したとき</p>	<p>る場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 四 鉄道又は道路の切り通し部を横断して導管を設置する場合 五 前各号に掲げる地域以外の地域(省令第一条第二項第五号ハに規定する地域を除く。)に導管を設置する場合 <p>2 省令第三十三条第一項の規定により、導管には、次の各号に掲げるところにより緊急しや断弁を設けなければならない。ただし、地形その他の状況により、当該各号に掲げるところによる必要がないと認められる場合は、これによらないことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 前項第一号及び第二号に掲げる場合にあつては、当該各号に掲げる地域を横断する箇所の石油の流れの上流側及び下流側の箇所に設けること。ただし、計画河幅が50m以上の河川(一級河川、河川の流水の状況を改善するため二以上の河川を連絡する河川工事の対象となる河川及び下流近傍に利水上の重要な取水施設のある河川を除く。)を横断して導管を設置する場合であつて石油の流れの下流側の箇所から上流側の箇所に石油が逆流するおそれがないときは、当該河川を横断する箇所の石油の流れの下流側の箇所には、緊急しや断弁を設けることを要しない。 二 前項第三号及び第四号に掲げる場合にあつては、保安上必要な箇所に設けること。 三 前項第五号に掲げる場合のうち、市街地に導管を設置する場合にあつては約4km、市街地以外の地域に導管を設置する場合にあつては約10kmごとの箇所に設けること。 <p>石パ技告示 第45条 省令第三十三条第二項第二号に規定する加速度は、0.8 m/s²とする。</p> <p>石パ技省令 第47条 船舶送受油導管(船舶よりまたは船舶へ送油する場合の導管をいう。以下同じ。)には、船舶のけい留施設に係る箇所および陸上部であつて海域との境界線付近の箇所にしや断弁を設けなければならない。ただし、けい留施設がけい留浮標である場合および船舶へ直接立上る場合は、しや断弁にかえてこれと同等以上のしや断機能を有する逆止弁を設けることができる。</p> <p>2 前項の規定により設置するしや断弁の開閉状況は、当該しや断弁の設置箇所において容易に確認できるようにしておかなければならない。</p>	<p>る。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>場合に限る。)</p> <p>3 省令第49条第3項第3号に規定する「内径」とは、引込管のうちで最大内径をいう。</p> <p>4 省令第49条第3項に規定する「ガスを供給する導管」とは、当該導管が引き込まれる建物において、もっぱらガスの消費を伴うものをいい、整圧器室(一の使用者又は一の建物にガスを供給するものを除く。)等ガスの供給を目的とする専用の建物に引き込まれる導管は、当該「ガスを供給する導管」に該当しない。</p> <p>ガス技解釈例 第109条 省令第49条第4項に規定する「地下」とは、建築基準法施行令第1条に定める地階とする。</p> <p>2 省令第49条第4項に規定する「ガスを供給する導管」とは、第108条第4項の規定を準用する。この場合において、第108条第4項中「建物」とあるのは、「地下室等」と読み替えるものとする。</p> <p>3 省令第49条第4項に規定する「適切な場所」とは、第108条第2項第1号又は第2号の場所をいう。</p> <p>4 次の各号に掲げるものは、省令第49条第4項に規定する「地上から速やかに遮断できる適切な装置」とみなすことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 第108条第1項第3号に規定するもの 二 建物内に整圧器(一の使用者又は一の建物にガスを供給するものを除く。)を設置し、整圧器付近から分岐して地下室等へガスを供給する場合は、整圧器の一次側及び二次側導管に設けたガス遮断装置(地上から容易に遮断できるものに限る。) <p>ガス技解釈例 第110条 省令第49条第5項に規定する「ガスを供給する導管」とは、特定地下街等及び特定地下室等にあつては第109条第2項の規定を、超高層建物及び特定大規模建物にあつては第108条第4項の規定を準用する。</p> <p>2 省令第49条第5項に規定する「建物の外壁を貫通する箇所付近」とは、建物内及び建物外の外壁貫通部付近をいう。</p> <p>3 省令第49条第5項に規定する「建物内におけるガス漏れ等の情報を把握できる適切な場所」とは、建物内に設置されたガス漏れ警報器又はガス漏れ警報設備の検知器からのガス漏れ警報又は表示を把握できる場所をいう。</p> <p>4 省令第49条第5項に規定する「直ちに遮断することができる適切な装置」とは、危急の場合に遠隔操作又はガス漏れ警報器との連動によりガスの供給を遮断できる緊急ガス遮断装置をいう。</p> <p>ガス技解釈例 第111条 省令第49条第6項に規定する「建物にガスを供給するもの」とは、第108条第4項の規定を準用する。</p> <p>2 省令第49条第6項に規定する「建物の外壁を貫通する箇所付近」とは、第110条第</p>					

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>2項の規定を準用する。</p> <p>3 省令第49条第6項に規定する「建物内におけるガス漏れ等の情報を把握できる適切な場所」とは、第110条第3項の規定を準用する。</p> <p>4 省令第49条第6項に規定する「直ちに遮断することができる適切な装置」とは、第110条第4項の規定を準用する。</p> <p>5 省令第49条第6項第1号に規定する「その他これらに類する場所」とは、限定された者が作業する試験所、研究所をいう。</p> <p>6 省令第49条第6項第2号に規定する「ガスが滞留するおそれのない場所」とは、換気のため十分な面積をもった2方向以上の開口部等を持つ建築構造を持つ場所、あるいは機械的に有効な換気が行われている場所をいう。</p> <p>ガス技省令 第52条</p> <p>3 最高使用圧力が中圧の導管であって、建物にガスを供給するもの（次の各号に掲げるものを除く。）は、適切な方法により設置された適切な自動ガス遮断装置又は適切なガス漏れ警報器の検知区域（当該自動ガス遮断装置又はガス漏れ警報器がガス漏れを検知できる区域をいう。以下同じ。）において、当該建物の外壁を貫通するように、かつ、当該建物内において溶接以外の接合を行う場合にあっては、検知区域において接合するように設置しなければならない。</p> <p>一 工場、廃棄物処理場、浄水場、下水処理場 その他これらに類する場所に設置されるもの</p> <p>二 ガスが滞留するおそれがない場所に設置されるもの</p> <p>ガス技解釈例 第118条</p> <p>省令第52条第3項に規定する「適切な自動ガス遮断装置」とは、ガス事業法施行規則第202条第10号に定めるものをいい、その規格及び設置方法は次に掲げるとおりとする。</p> <p>一 自動ガス遮断装置は、以下に掲げる規格に適合するものであること。</p> <p>イ LPG以外のガスを対象とするものにあつては、次の(1)又は(2)に掲げる規格。</p> <p>(1) 一般財団法人日本ガス機器検査協会の「都市ガス用自動ガス遮断装置検査規程」</p> <p>(2) 一般財団法人日本ガス機器検査協会の「マイコンメータ検査規程」(16m3毎時を超えるものを含む。)</p> <p>ロ LPGを対象とするものにあつては、次の(1)から(4)に掲げる規格。</p> <p>(1) 一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会の「液化石油ガス用ガス漏れ警報遮断装置検査規程」</p> <p>(2) 一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会の「液化石油ガス用マイコン型流量検知式自動ガス遮断装置検査規程」</p> <p>(3) 一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会の「簡易ガス用K型マイコ</p>					

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>ンメータII検査規程」 (4) 一般財団法人日本ガス機器検査協会の「簡易ガス用マイコンメータ検査規程」</p> <p>ニ 自動ガス遮断装置の設置方法は、次のイからホに定めるところによること。 イ 自動ガス遮断装置の作動により、燃焼器へのガスの供給を遮断できるように設置されていること。 ロ 高温又は高湿となる場所、水等が大量にかかる場所及び衝撃を受ける場所を避けて設置されていること。 ハ 日常のガスの供給に支障がないように設置されていること。 ニ 操作及び点検が容易にできるように設置されていること。 ホ 自動ガス遮断装置のうちガスの漏えいを検知し自動的に遮断するものは、ガス漏れ警報器と接続されていること。</p>					
<p>IV-8. 感震装置等</p>				<p>コンビ則 第10条第28、32号 二十八 導管系には、高圧ガスの種類、性状及び圧力並びに導管の長さに応じ、次に掲げる制御機能を有する安全制御装置を設けること。 イ 圧力安全装置、次号に規定するガス漏れ検知警報設備、第三十号に規定する緊急遮断装置、第三十二号に規定する感震装置その他の保安のための設備等の制御回路が正常であることが確認されなければ圧縮機又はポンプが作動しない制御機能</p> <p>三十二 導管の経路には、高圧ガスの種類及び圧力並びに導管の周囲の状況に応じ、必要な箇所に、地盤の震動を的確に検知し、かつ、警報するための感震装置を設けるとともに、地震時における災害を防止するための措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 82 節 導管系（導管並びにその導管と一体となって高圧ガスの輸送の用に供されている圧縮機、ポンプ、バルブ及びこれらの付属設備の総合体をいう。以下同じ。）に設けられる導管系の運転状態を監視する装置及び導管系に異常な事態が発生した場合に警報する装置は、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>2. 導管系には、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その旨を警報する装置（以下この項において「警報装置」という。）を設けなければならない。</p> <p>2.1 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。</p> <p>2.2 警報装置は、次に掲げる場合に警報を発すること。</p> <p>(5) 規則第10条第32号に規定する感震装置等が40ガル以上の加速度の地震動を検知したとき</p> <p>コンビ則例示基準 83 節</p>	<p>石パ技省令 第35条 導管の経路には、告示で定めるところにより感震装置および強震計を設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第47条 省令第三十五条の規定により、導管の経路には、次の各号に掲げるところにより感震装置及び強震計を設けなければならない。</p> <p>一 感震装置及び強震計は、導管の経路の25km以内の距離ごとの箇所及び保安上必要な箇所に設けること。</p> <p>二 強震計は、0.1 m/s² から10 m/s² までの加速度を検知することができる性能を有すること。</p> <p>石パ技省令 第49条 船舶送受油導管の経路には、告示で定めるところにより感震装置を設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第54条の2 省令第四十九条の規定により、船舶送受油導管の経路には、当該導管の経路の25km以内の距離ごとの箇所及び保安上必要な箇所に感震装置を設けなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 6.6 (1) 高圧ガスパイプラインの経路には、必要な箇所に地震計等の感震装置を設置することとする。 (2) 感震装置等は、一定規模以上の地震動を検知し、運転監視制御装置に自動的に伝達、警報を発することができるものとする。</p> <p>[解説] 感震装置の設置箇所は平野部にあっては40km以内程度の設置を目安とする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
				<p>導管系に設ける安全制御装置は、次の基準によるものとする。</p> <p>3. 第10条第28号口の「保安上異常な事態が発生した場合」とは、次に掲げる場合をいう。</p> <p>3.5 第10条第32号に規定する感震装置等が、80ガル(当該導管系の耐震設計又は耐震診断により耐震性能が確認できる場合にあつては、80ガルを超える適切な値とすることができる。)以上の加速度の地震動を検知したとき</p>		
IV-9. 通報設備				<p>コンビ則 第9条 第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所(以下「コンビナート製造事業所」という。)間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 十一 事業所を連絡する導管には、緊急時に必要な通報を速やかに行うための措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 71節 事業所を連絡する導管には、緊急時に必要な通報のための措置として、電話、インターホン等を設けること。</p>	<p>石パ技省令 第36条 導管の経路には、次の各号に定める通報設備を設けなければならない。 一 緊急通報設備 二 消防機関に通報する設備 2 緊急通報設備は、発信部を告示で定める場所に、受信部を緊急の通報を受信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それぞれ設けなければならない。 3 消防機関に通報する設備は、専用設備とし、かつ、緊急通報設備の受信部を設ける場所に設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第48条 省令第三十六条第二項に規定する告示で定める場所は、山林原野以外の地域にあつては導管の経路の約2kmごとの箇所、山林原野にあつては導管の経路の保安上必要な箇所とする。</p> <p>石パ技省令 第51条 船舶送受油導管系のけい留施設に係る箇所および陸上部であつて海域との境界線周辺の箇所には、緊急事態を通報できる設備を設けなければならない。 2 前項に規定する設備の受信部は、緊急の通報を受信した場合に直ちに必要な措置を講ずることのできる場所に設けなければならない。 3 前項に規定する場所には、消防機関、海上保安機関等に緊急に通報できる設備を確保しなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 6.9 (1)監視・警報装置、安全制御装置等を運転監視制御装置で集中的に監視・制御するため、必要な通信設備を設けることとする。 (2)停電に際して、監視・警報装置、安全制御装置、運転監視制御装置等を作動させるための予備電源装置を設けることとする。</p>
IV-10. 警報設備	<p>ガス技省令 第52条 2 特定地下街等又は特定地下室等にガスを供給する導管は、適切な方法により設置された適切なガス漏れ警報設備の検知区域(当該ガス漏れ警報設備の検知器がガス漏れを検知することができる区域をいう。)において、当該特定地下街等又は当該特定地下室等の外壁を貫通するように設置しなければならない。 3 最高使用圧力が中圧の導管であつて、建物にガスを供給するもの(次の各号に掲げるものを除く。)は、適切な方法により設置された適切な自動ガス遮断装置又は適切なガス漏れ警報器の検知区域(当該自動ガス遮断装置又はガス漏れ警報器がガス漏れを検知できる区域をいう。以下同じ。)において、当該建物の外壁を貫通するように、かつ、当該建物内に</p>	<p>火技省令 第43条 液化ガス設備には、当該設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するため、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。 一 液化ガス用燃料設備(燃料としてアンモニアを使用するものに限る。次号において同じ。)には、当該設備からアンモニアが漏えいした場合に安全に、かつ、速やかに除害するための措置を講じること。 二 液化ガス用燃料設備には、その外部からアンモニアを通ずるものである旨を容易に識別することができるような措置を講じること。この場合において、ポンプ、バルブ及び継手その他アンモニアが漏えいするおそれのある箇所には、その旨の危険標識を掲</p>		<p>コンビ則 第10条第28、29号 二十八 導管系には、高圧ガスの種類、性状及び圧力並びに導管の長さに応じ、次に掲げる制御機能を有する安全制御装置を設けること。 イ 圧力安全装置、次号に規定するガス漏れ検知警報設備、第三十号に規定する緊急遮断装置、第三十二号に規定する感震装置その他の保安のための設備等の制御回路が正常であることが確認されなければ圧縮機又はポンプが作動しない制御機能 二十九 可燃性ガス、毒性ガス(経済産業大臣が告示で定めるものに限る。)又は特定不活性ガスの導管系には、当該ガスの種類及び圧力並びに導管の周囲の状況に応じ、必要</p>	<p>石パ技省令 第29条 2 導管系には、告示で定めるところにより圧力または流量の異常な変動等の異常な事態が発生した場合にその旨を警報する装置を設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第41条 省令第二十九条第二項の規定により、導管系には、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その旨を警報する装置(以下この条において「警報装置」という。)を設けなければならない。 一 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。 二 警報装置は、次に掲げる機能を有するこ</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>において溶接以外の接合を行う場合にあつては、検知区域において接合するように設置しなければならない。</p> <p>一 工場、廃棄物処理場、浄水場、下水処理場その他これらに類する場所に設置されるもの</p> <p>二 ガスが滞留するおそれがない場所に設置されるもの</p> <p>ガス技解釈例 第117条 省令第52条第2項に規定する「適切なガス漏れ警報設備」とは、ガス漏れ警報設備の規格及びその設置方法を定める告示(昭和56年通商産業省告示第263号)第1条及び第2条の規定を準用する。この場合において、検知器(LPGを検知の対象とするものを除く。)にあつては、一般財団法人日本ガス機器検査協会の「都市ガス用ガス警報器検査規程」に定める基準に適合するもの、LPGを検知の対象とする検知器にあつては、高圧ガス保安協会の「液化石油ガス用ガス漏れ警報器検査規程」に定める基準に適合するもの、また中継器及び受信機にあつては、それぞれ日本消防検定協会の「中継器の検定細則」及び「受信機の検定細則」に定める基準に適合するものは、当該「適切なガス漏れ警報設備」の構成要素に適合するものと解釈できる。</p> <p>2 省令第52条第2項に規定する「適切な方法」とは、ガス漏れ警報設備の規格及びその設置方法を定める告示第3条の規定を準用する。この場合において、「燃焼器」とあるのは「特定地下街等又は特定地下室等にガスを供給する導管が当該特定地下街等又は特定地下室等の外壁を貫通する箇所」と、「排気ガス」とあるのは「付近にある燃焼器の排気ガス」と読み替えるものとする。</p> <p>ガス技解釈例 第118条 2 省令第52条第3項に規定する「適切なガス漏れ警報器」の規格及び設置方法は、次に掲げるとおりとする。</p> <p>一 ガス漏れ警報器の規格は、ガス漏れ警報器の規格及びその設置方法を定める告示(平成12年通商産業省告示第578号)第2条及び第3条の規定を準用する。この場合において、ガス漏れ警報器(LPGを検知の対象とするものを除く。)にあつては、一般財団法人日本ガス機器検査協会の「都市ガス用ガス警報器検査規程」に定める基準に適合するもの、またLPGを検知の対象とするガス漏れ警報器にあつては、高圧ガス保安協会の「液化石油ガス用ガス漏れ警報器検査規程」に定める基準に適合するものは、当該「適切なガス漏れ警報器」の規格に適合するものと解釈できる。</p> <p>二 ガス漏れ警報器の設置方法は、ガス漏れ警報器の規格及びその設置方法を定める告示第4条の規定を準用する。この場合において、「燃焼器」とあるのは「建物の外壁を貫通する箇所及び当該建物内の</p>	<p>げること。</p> <p>三 液化ガス用燃料設備(燃料として水素を使用するものに限る。)を設置する室は、当該設備から水素が漏えいした場合に滞留しないような構造とすること。</p> <p>四 前各号に掲げるもののほか、液化ガス設備に、当該液化ガス設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するための適切な措置を講じること。</p> <p>火技解釈 第76条 省令第43条第1項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>二 ガスの滞留を防止するため次に掲げる措置を講じたものであること。</p> <p>ロ 可燃性ガス、可燃性液化ガス、毒性ガス又は毒性液化ガスを通ずる液化ガス設備には、当該設備から漏えいしたガスが滞留するおそれがある場所に、当該ガスの漏えいを検知し、かつ、警報するための設備を設けること。</p> <p>火技省令 第47条 液化ガス設備には、使用に支障を及ぼすおそれのある、ガス又は液化ガス及び制御用機器の状態を検知し警報する装置を設けなければならない。</p> <p>火技解釈 第78条 省令第47条第1項に規定する「使用に支障を及ぼすおそれのある、ガス又は液化ガス及び制御用機器の状態」とは、次の各号に掲げる場合をいう。</p> <p>三 圧送機にあつては、送出口の圧力が異常に上昇した場合及び潤滑油の油圧が異常に低下した場合(強制潤滑油装置を有するものに限る。)</p> <p>四 制御用機器の空気又は油の圧力が異常に低下した場合(液化ガス用燃料設備に限る。)</p> <p>五 制御回路の電圧が著しく低下した場合(液化ガス用燃料設備に限る。)</p>		<p>な箇所に、ガス漏えい検知警報設備又は漏えい検知口を設けること。</p> <p>コンビ則例示基準 82節 導管系(導管並びにその導管と一体となって高圧ガスの輸送の用に供されている圧縮機、ポンプ、バルブ及びこれらの付属設備の総合体をいう。以下同じ。)に設けられる導管系の運転状態を監視する装置及び導管系に異常な事態が発生した場合に警報する装置は、次の各号の基準によるものとする。</p> <p>2. 導管系には、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その旨を警報する装置(以下この項において「警報装置」という。)を設けなければならない。</p> <p>2.1 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。</p> <p>2.2 警報装置は、次に掲げる場合に警報を発すること。</p> <p>(1) 導管内の圧力が常用の圧力の1.05倍(常用の圧力が4.0MPa以上の場合にあつては、常用の圧力に0.2MPaを加えた圧力)を超えたとき</p> <p>(2) 導管内の圧力が正常な運転時における圧力値より15%以上低下した場合においてこれを検知したとき</p> <p>(3) 導管内の流量が正常な運転時における流量値より7%以上変動した場合においてこれを検知したとき</p> <p>(4) 規則第10条第30号に規定する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</p> <p>(5) 規則第10条第32号に規定する感震装置等が40ガル以上の加速度の地震動を検知したとき</p>	<p>と。</p> <p>イ 導管内の圧力が常用圧力の1.05倍(常用圧力の1.05倍が常用圧力に0.2MPaを加えた値以上となる場合は、常用圧力に0.2MPaを加えた圧力とする。)を超えたとき警報を発すること。</p> <p>ロ 省令第三十二条第一項第二号に規定する装置が30秒につき80リットル以上の量を検知したとき警報を発すること。</p> <p>ハ 省令第三十二条第一項第三号に規定する装置がその圧力測定箇所(正常な運転時における圧力値が常用圧力の5分の1以下となる圧力測定箇所を除く。)において正常な運転時における圧力値より15%以上の圧力降下を検知したとき警報を発すること。</p> <p>ニ 省令第三十三条に規定する緊急しや断弁を閉鎖するための制御が不能となつたとき警報を発すること。</p> <p>ホ 省令第三十五条に規定する感震装置又は強震計が0.4m/s²以上の加速度の地震動を検知したとき警報を発すること。</p> <p>石バ技省令 第37条 事業用施設には、告示で定めるところにより警報設備を設けなければならない。</p> <p>石バ技告示 第49条 省令第三十七条の規定により、事業用施設には、次の各号に掲げるところにより警報設備を設けなければならない。</p> <p>一 石油ターミナルには非常ベル装置及び拡声装置を設けること。</p> <p>二 可燃性蒸気を発生する石油の送り出しの用に供される送油用圧送機等の専用建築物には可燃性蒸気警報設備を、その他の送油用圧送機等の専用建築物には自動火災報知設備(自動信号装置を備えた消火設備を含む。)を設けること。</p> <p>石バ技省令 第50条 船舶送受油導管系には、告示で定めるところにより圧力の異常な変動等の異常な事態が発生した場合にその旨を警報する装置を設けなければならない。</p> <p>石バ技告示 第54条の3 省令第五十条の規定により、船舶送受油導管系には、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その旨を警報する装置(以下この条において「警報装置」という。)を設けなければならない。</p> <p>一 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。</p> <p>二 警報装置は、次に掲げる機能を有すること。</p> <p>イ 導管内の圧力が常用圧力の1.05倍を超えたときに警報を発すること。</p> <p>ロ 省令第四十七条第一項に規定するしや断弁のうち、遠隔操作によつて閉鎖する</p>	

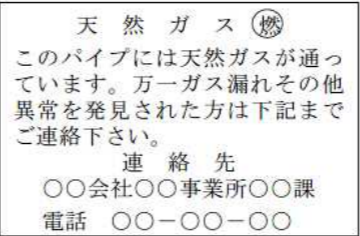
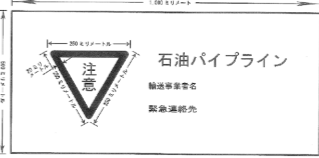
項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則 9 条)	高圧ガス保安法 (コンビ則 10 条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>導管の溶接以外の溶接部」と、「排気ガス」とあるのは「付近にある燃焼器の排気ガス」と読み替えるものとする。</p>				<p>ものを閉鎖するための制御が不能となったとき警報を発すること。 ハ 前条に規定する感震装置が 0.4 m/s² 以上の加速度の地震動を検知したとき警報を発すること。</p>	
<p>IV-11. 消火設備</p>		<p>火技省令 第45条 液化ガス設備（可燃性ガス、可燃性液化ガス、酸素若しくは液化酸素又はコンビ規則第二条第一項第二十二号の特定製造事業所に該当する発電所において製造された毒性ガス若しくは毒性液化ガスを通ずるものに限る。）には、その規模に応じて適切な防消火設備を適切な箇所に設けなければならない。</p>			<p>石パ技省令 第38条 事業用施設には、告示で定めるところにより消火設備を設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第50条 省令第三十八条の規定により、事業用施設には、次の各号に掲げるところにより消火設備を設けなければならない。</p> <p>一 屋外タンクにあつては、… 二 地下タンクにあつては、… 三 屋内タンクにあつては、… 四 第五十六条ただし書に規定する専用建築物内に設ける送油用圧送機、送油用圧送機以外の圧送機又はピグ取扱い装置にあつては、次に掲げるところによること。 イ 泡消火設備のうち泡ヘッド方式のものを設けること。 ロ 小型消火器を専用建築物の各部分からそれぞれ直近の小型消火器にいたる歩行距離が20 m以下となるように設けること。 五 前各号に掲げる施設以外の石油ターミナルの石油を取り扱う施設（地下に設置するものを除く。）にあつては、次に掲げるところによること。 イ 泡消火設備のうち泡消火栓方式のものを設けること。 ロ 大型消火器を当該施設を包含することができるように半径30 mの円の中心ごとに1以上設けること。 ハ 小型消火器を当該施設を包含することができるように半径20 mの円の中心ごとに1以上設けること。 六 石油ターミナルの油入り電気設備にあつては、… 七 石油ターミナルの石油を取り扱う施設（第二号から第四号までに掲げる施設又は地下に設置するものを除く。）にあつては、… 八 第一号及び第三号から第五号までに掲げる泡消火設備、第六号に掲げる水噴霧消火設備又は第七号に掲げる冷却設備の送液区域又は送水区域は、次に掲げるところによること。 イ 泡消火設備の一の送液区域は、当該設備の泡消火薬剤混合装置の位置を中心とする半径500 mの円の範囲内とすること。この場合において、当該泡消火薬剤混合装置と当該装置に係る加圧送水装置との距離は、500 m以内としなければならない。 ロ 水噴霧消火設備又は冷却設備の一の送水区域は、当該設備の加圧送水装置の位置を中心とする半径500 mの円の範囲内とすること。</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則 9 条)	高圧ガス保安法 (コンビ則 10 条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					<p>石パ技告示 第54条の8 船舶送受油導管系のうち船舶のけい留施設に係る箇所には、次の各号に掲げるところにより消火設備を設けなければならない。ただし、けい留施設がけい船浮標である場合及び船舶へ直接立ち上がる場合は、この限りでない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 泡消火設備のうち泡モニターノズル方式のものを設けること。 二 泡モニターノズルは、船舶送受油導管系のけい留施設に係る箇所を包含することができるよう半径30 mの円の中心ごとに1以上設けること。この場合において、設置すべき個数の総数が1となる場合は、2以上設けること。 三 大型消火器を船舶送受油導管系のけい留施設に係る箇所を包含することができるように半径30 mの円の中心ごとに1以上設けること。 四 小型消火器を船舶送受油導管系のけい留施設に係る箇所を包含することができるように半径20 mの円の中心ごとに1以上設けること。 五 屋外消火栓設備又はこれと同等以上の冷却効果のある冷却設備を船舶送受油導管系のけい留施設に係る箇所を包含することができるように半径40 mの円の中心ごとに1以上設けること。 六 第一号に掲げる泡消火設備及び前号に掲げる冷却設備の送液区域又は送水区域は、次に掲げるところによること。 <ul style="list-style-type: none"> イ 泡消火設備の一の送液区域は、当該設備の泡消火薬剤混合装置の位置を中心とする半径500 mの円の範囲内とする。この場合において、当該泡消火薬剤混合装置と当該装置に係る加圧送水装置との距離は、500 m以内としなければならない。 ロ 冷却設備の一の送水区域は、当該設備の加圧送水装置の位置を中心とする半径500 mの円の範囲内とする。 	
IV-12. 巡回監視車等				<p>コンビ則 第 10 条第 39 号 三十九 導管の経路には、必要に応じ、巡回監視車、保安のための資機材倉庫等を設けること。</p>	<p>石パ技省令 第39条 導管の経路には、告示で定めるところにより化学消防自動車、巡回監視車および資機材倉庫等を設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第 51 条 省令第三十九条の規定により、導管の経路には、次の各号に掲げるところにより化学消防自動車、巡回監視車、資機材倉庫及び資機材置場を設けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 化学消防自動車は、次に掲げるところによること。 <ul style="list-style-type: none"> イ 石油ターミナル(当該石油ターミナルの設置場所、機能等を考慮した場合において保安上支障がないと認められるものを除く。以下この号において同じ。)及び石油ターミナルを中心として半径 50 km の円の範囲外に導管の経路がある場合にあっては、防災上有効な場所で、かつ、当該場所を中心として半径 50 km の円の範囲内に当該導管の経路を包含する場所 	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					<p>に設けること。</p> <p>ロ 泡を放射する化学消防自動車にあつてはその放水能力が毎分 2000 リットル以上、消火粉末を放射する化学消防自動車にあつてはその放射能力が毎秒 35 kg 以上であること。</p> <p>ハ 泡を放射する化学消防自動車にあつては消火薬液槽及び消火薬液混合装置を、消火粉末を放射する化学消防自動車にあつては消火粉末槽及び加圧用ガス設備を車体に固定すること。</p> <p>ニ 泡を放射する化学消防自動車にあつては 24 万リットル以上の泡水溶液を放射することができる量の消火薬液を、消火粉末を放射する化学消防自動車にあつては 1400 kg 以上の量の消火粉末を備えておくこと。</p> <p>ホ 容量 1000 リットル以上の水槽及び放水銃等を備えていること。</p> <p>ヘ 1 台につき 5 人以上の人員をもつて編成すること。</p> <p>ト 消火活動に必要な消火薬剤及び器具を備えること。</p> <p>二 巡回監視車は、次に掲げるところによること。</p> <p>イ 導管系の保安の確保上必要な箇所に設けること。</p> <p>ロ 平面図、縦横断面図その他の導管等の設置の状況を示す図面、ガス検知器、専用通信機、携行照明器具、応急漏えい防止器具、拡声器、耐熱服、消火器、警戒ロープ、シャベル、ツルハシ、ポール、巻尺その他点検整備に必要な機材を備えること。</p> <p>三 資機材倉庫は、次に掲げるところによること。</p> <p>イ 資機材倉庫は、石油ターミナル及び導管の経路の 50 km 以内ごとの防災上有効な箇所並びに主要な河川上、湖沼、海上及び海底を横断する箇所の近傍に設けること。</p> <p>ロ 資機材倉庫には、次に掲げる資機材を備えること。</p> <p>(1)3%に希しやくして使用する泡消火薬剤 400 リットル以上、耐熱服 5 着以上、シャベル及びツルハシ各 5 丁以上 その他消火活動に必要な資機材</p> <p>(2)流出した石油を処理するための資機材</p> <p>(3)緊急対策のための資機材</p> <p>四 資機材置場は、次に掲げるところによること。</p> <p>イ 資機材置場は、防災上有効な場所で、かつ、当該場所を中心として半径 5 km の円の範囲内に導管の経路を包含する場所に設けること。ただし、資機材倉庫が設置されている場所から 5 km 以内には、設置することを要しない。</p> <p>ロ 資機材置場には、前号ロ(1)に掲げる資機材(耐熱服を除く。)を備えること。</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
IV-13. 予備動力源または保安電力	<p>ガス技省令 第21条 製造設備を安全に停止させるのに必要な装置その他の製造所及び供給所の保安上重要な設備には、停電等により当該設備の機能が失われることのないよう適切な措置を講じなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第76条 省令第21条に規定する「その他の製造所及び供給所の保安上重要な設備」とは、次の各号に掲げるものをいう。 一 非常用照明設備 二 省令第5条に規定する緊急時に迅速な通信を確保するための設備（加入電話設備を除く。） 四 省令第9条第2項に規定するガス漏れ検知警報装置</p>			<p>コンビ則 第10条第38号 三十八 導管系の保安の確保に必要な設備であつて経済産業大臣が定めるものには、停電等により当該設備の機能が失われることのないよう措置を講ずること。</p> <p>製造細目告示 第9条 2 コンビナート等保安規則第十条第三十八号の経済産業大臣が定める設備は、次の各号に掲げるもの（第一号から第三号までにあつては、当該各号に掲げる規定により設けられたものをいう。）とする。 一 運転状態を監視する装置コンビナート等保安規則第十条第二十六号 二 安全制御装置コンビナート等保安規則第十条第二十八号 三 ガス漏れ検知警報設備コンビナート等保安規則第十条第二十九号 四 除害設備 五 通報設備 六 非常照明設備</p> <p>コンビ則例示基準 88節 停電等により設備の機能が失われたいための措置とは、保安電力等をいい、本基準「33. 停電等により設備の機能が失われたいための措置」の基準により措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 33節 1. 停電等により設備の機能が失われることのないための措置とは、停電等の場合、製造設備、消費設備の保安を維持し、安全に設備を停止するために必要な容量の電力又は空気等を供給できる措置（以下「保安電力等」という。）をいう。 2. 保安電力等は、停電等により製造設備及び消費設備の機能が失われることのないよう、直ちにこれに切り替えることができる方式とし、保安の確保に必要な設備に対して、次の表に例示する措置のうちから同種のものを含み2以上のもの（通常時に使用する電力等を含む。）を講ずるものとする。（表省略） 3. 保安電力等は、その機能を定期的に検査し、使用する場合に支障のないようにしておくものとする。</p>	<p>石パ技省令 第40条 保安のための設備には、告示で定めるところにより予備動力源を設置しなければならない。</p> <p>石パ技告示 第52条 省令第四十条の規定により、保安のための設備には、次の各号に掲げるところにより予備動力源を設置しなければならない。 一 常用電力源が故障した場合に自動的に予備動力源に切りかえられるよう設置すること。 二 予備動力源の容量は、保安設備を有効に作動させることができるものであること。</p> <p>石パ技告示 第54条の9 船舶送受油導管系の保安のための設備には、次の各号に掲げるところにより予備動力源を設置しなければならない。 一 常用動力源が故障した場合に自動的に予備動力源に切り替えられるよう設置すること。 二 予備動力源の容量は、保安設備を有効に作動させることができるものであること。</p>	<p>ガスバ指針 6.9 (2)停電に際して、監視・警報装置、安全制御装置、運転監視制御装置等を作動させる為の予備電源装置を設けることとする。</p>
IV-14. 保安用接地等				<p>コンビ則 第10条第33号 三十三 導管系には、必要に応じて保安用接地等を設けること。</p>	<p>石パ技省令 第41条 導管系には、必要に応じて保安用接地等を設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第54条の10 船舶送受油導管系には、必要に応じて保安用接地等を設けなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 6.10 高圧ガスパイプラインには、必要に応じて保安用設置の為の設備を設けることとする。</p>
IV-15. 絶縁	<p>ガス技解釈例 第103条 7 鉄骨造り建物、鉄筋コンクリート造り建物又は鉄骨鉄筋コンクリート造り建物に引き込まれる箇所と土中からの立ち上がり部分との間の部分（当該建物内に直接土中から引き込まれる場合には、当該建物の内側の当該建</p>			<p>コンビ則 第10条第34～36号 三十四 導管系は、保安上必要がある場合には、支持物その他の構造物から絶縁すること。 三十五 導管系には、保安上必要がある場合には、絶縁用継手を挿入すること。</p>	<p>石パ技省令 第42条 導管系は、保安上必要がある場合には、支持物その他の構造物から絶縁しなければならない。 2 導管系には、保安上必要がある場合は、絶縁用継手をそう入しなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 4.10.2 (2) 架管は他の構造物と電気的に絶縁する。</p> <p>ガスバ指針 6.10 高圧ガスパイプラインには、必要に応じて保安用設置の為の設備を設けることとする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>物に引き込まれる箇所(直近部分)には、絶縁継手を設置すること。ただし、ガスの供給に係る建物又は整圧器及びその附属装置を設置する専用の建物に引き込まれる箇所において、当該建物に引き込まれる導管が当該建物と電氣的に接触しないように確実に設置されている場合は、この限りでない。</p>			<p>三十六 避雷器の接地箇所(近接して導管を設置する場合は、絶縁のための必要な措置を講ずること)。</p> <p>コンビ則例示基準 86 節 導管系は、次の各号の基準により絶縁を行うこと。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 支持物その他の構造物からの絶縁 導管等を支持構造物その他の構造物と絶縁しなければならない場合は、漏電により導通しやすい箇所、直流電流の流れている線路の磁界により誘導電流が発生しやすい箇所、土中又は水中において迷走電流が流れやすい箇所等支持物に異常電流が流れ、導管系が対地電位により腐食することが予想される場合とする。ただし、陽極の設置、絶縁継手の使用等の方法により埋設導管部に対する悪影響が防止できる場合にあつては、この限りでない。 2. 絶縁継手による措置 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 導管系に接続している機器、貯槽その他の設備が導管の防食に悪影響を及ぼすおそれのある場合には、当該設備と導管を絶縁継手により絶縁しなければならない。ただし、当該設備に対する陽極の設置等により電気防食の効果が得られる場合にあつては、この限りでない。 2.2 導管を区分して電気防食することが必要な場合、地盤面下の埋設された導管の部分と地盤面上の部分との境界、導管の分岐部及び地盤面下埋設部分等には、絶縁継手を設置しなければならない。 3. 避雷器の接地箇所付近の措置 避雷器(避雷針及び高圧鉄塔の脚並びにこれらの接地ケーブルと埋設地線をいう。)の接地箇所に近接して導管を設置する場合は、次の各号により絶縁のための必要な措置を講ずるものとする。 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 避雷器と導管との間の距離及び土壌の電気抵抗等を考慮して導管を設置するとともに、必要な場合には、導管の被覆、絶縁材の設置等により絶縁の措置を講ずること。 3.2 避雷器の落雷電流が機器、貯槽その他の設備を経て導管と導通するおそれがある場合は、2.により絶縁継手を設置し絶縁するとともに導管の防食に悪影響を及ぼさない方法で導管を接地すること。 3.3 3.1 及び 3.2 の場合において、絶縁のための措置を保護するため必要な場合には、スパークギャップ等を設けること。 	<ol style="list-style-type: none"> 3 避雷器の接地箇所に近接して導管を設置する場合は、絶縁のための必要な措置を講じなければならない。 <p>石パ技告示 第54条の11 船舶送受油導管系は、保安上必要がある場合には、支持物その他の構造物から絶縁しなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2 船舶送受油導管系には、保安上必要がある場合は、絶縁用継手をそう入しなければならない。 3 避雷器の接地箇所に近接して導管を設置する場合は、絶縁のための必要な措置を講じなければならない。 	
IV-16. 避雷設備				<p>コンビ則 第10条第37号 三十七 導管系には、必要に応じ、落雷による導管への影響を回避するための措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 87 節 導管系に設ける落雷による導管への影響を回避するための措置とは、JIS A4201(1992)建築物等の避雷設備(避雷針)によるものとする。</p>	<p>石パ技省令 第42条の2 事業用施設のうち、地上に設置される部分には、告示で定めるところにより避雷設備を設けなければならない。ただし、周囲の状況によつて安全上支障がない場合においては、この限りでない。</p> <p>石パ技告示 第52条の2 省令第四十二条の二の規定により、事業用施</p>	<p>ガス指針 6.11 高圧ガスパイプラインには、保安上必要がある場合には避雷設備を設けるものとする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					設のうち、地上に設置される部分には、日本工業規格 A4201「建築物等の雷保護」に適合する避雷設備を設けなければならない。	
IV-17. 標識等	<p>ガス技省令 第48条 2 道路に埋設される本支管（最高使用圧力が5 kPa以上のポリエチレン管に限る。）には、掘削等による損傷を防止するための適切な措置を講じなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第105条 省令第48条第2項に規定する「適切な措置」とは、次の各号に掲げるいずれかのものをいう。 一 標識シートを本支管と地盤面の間に設置する措置 二 標示ピン、標示くい、標示看板又は標識プレートを設置する措置</p> <p>ガス技省令 第52の2 特定ガス発生設備により発生させたガスを供給するための導管を地盤面上に設置する場合においてその周辺に危害を及ぼすおそれのあるときは、その見やすい箇所に当該導管により供給するガスの種類、当該導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した危険標識を設けること。</p>		<p>コンビ則 第9条 第二条第一項第二十二号イに掲げる特定製造事業所（以下「コンビナート製造事業所」という。）間に設置される導管以外の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 二 導管を地盤面上に設置するときは、地盤面から離して設置し、かつ、その見やすい箇所に高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。 三 導管を地盤面下に埋設するときは、0.6 m以上地盤面から下に埋設し、かつ、その見やすい箇所に高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。</p>	<p>コンビ則 第10条 コンビナート製造事業所間の導管に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 一 前条第一号、第四号から第六号まで及び第八号から第十号までの基準に適合すること。 二 導管を地盤面上に設置し、又は地盤面下に埋設するときは、その見やすい箇所に高圧ガスの種類、導管に異常を認めたとときの連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けること。</p> <p>コンビ則例示基準 1節 高圧ガス製造事業所等の境界線及び警戒標は、次の各号の基準によるものとする。 4. 導管（地盤面上設置）の標識は、次の各号の基準によるものとする。 4.1 標識は、導管が設置されている経路で、公道又は人が多数集まる場所の付近で一般の人の目につきやすく、かつ、交通等の障害にならない場所に設けること。 4.2 標識には、高圧ガスの種類又は名称、導管に異常を認めたとときの連絡先、電話番号等を明瞭に記載した標示がなされていること。 標示の参考例  5. 導管（地盤面下埋設）の標識は、次の各号の基準によるものとする。 5.1 標識を設ける場所は、次の基準によること。 (1) 導管が人家の多い地区を通る場合には、導管の埋設箇所の地上（導管の真上でなくてよい。）で一般の人の目につきやすく、かつ、交通等の障害にならない場所に設けること。 (2) 人家が少ない地区において導管が道路に沿って設置されている場合は、1,000mの間隔を標準として設けること。 5.2 標識には、高圧ガスの種類又は名称、導管に異常を認めたとときの連絡先、電話番号等を明瞭に記載した標示がなされていること。（標示の参考例は4.2を参照）</p>	<p>石パ技省令 第43条 導管の経路には、告示で定めるところにより位置標識、注意標示および注意標識を設けなければならない。</p> <p>石パ技告示 第53条 省令第四十三条の規定により、導管の経路には、次の各号に掲げるところにより位置標識、注意標示及び注意標識を設けなければならない。 一 位置標識は、次に掲げるところにより地下埋設の導管の経路に設けること。 イ 導管の経路の約100 mごとの箇所及び水平曲管部その他保安上必要な箇所に設けること。 ロ 石油パイプラインの導管が埋設されている旨並びに起点からの距離、埋設位置、埋設位置における導管の軸方向、輸送事業者名及び埋設の年を表示すること。 二 注意標示は、次に掲げるところにより地下埋設の導管の経路に設けること。ただし、防護工、防護構造物又はさや管その他の構造物により防護された導管にあつては、この限りでない。 イ 導管の直上に埋設すること。 ロ 注意標示と導管の頂部との距離は、0.3 m以下としないこと。 ハ 材質は、耐久性を有する合成樹脂とすること。 ニ 幅は、導管の外径以上であること。 ホ 色は、黄色であること。 ヘ 石油パイプラインの導管が埋設されている旨を表示すること。 三 注意標識は、次に掲げるところにより地上設置の導管の経路に設けること。 イ 公衆が近づきやすい場所その他の導管の保安上必要な場所で、かつ、当該導管の直近に設けること。 ロ 様式は、次のとおりとすること。  備考 一 金属製の板とすること。 二 地を白色（逆正三角形内は、黄色）、文字及び逆正三角形のわくを黒色とすること。 三 地の色の材料は、反射塗料その他反射性を有するものとする。こと。 四 逆正三角形の頂点の丸み半径は、10 mmとすること。</p> <p>石パ技告示 第54条の12 船舶送受油導管を海底に設置する場合は、海</p>	<p>ガスバ指針 6.13 高圧ガスパイプラインの経路には、路線標識、路面表示、注意標示及び注意標識を設けることとする。</p> <p>[解説] (1) 路線標識は次に示すところにより電柱等の交通に支障がない位置に設けるものとする イ 導管経路の100～300 mごとの箇所、その他保安に必要な箇所に設けること。 ロ 記載事項は、①埋設物件の種類、②管理者、③連絡先とする。 (2) 路面標示（位置標示）は水平方向曲管部、垂直方向曲管部等で保安上必要な箇所に埋設位置が明らかになるように設けること。 (3) 注意標示は標識シート及び導管に巻き付けるテープにより行う。防護工で防護した場合又は防護構造物内に導管を設置する場合についても、これらの上方に注意標示をおくのがよい。 標識シートは次に示すところにより導管の上方30 cm（50 cmとすることができる）の位置に原則として連続して設けるものとする。 イ 材料は合成樹脂又はこれと同等以上の耐久性（耐薬品性、無腐食、長期無退色）を有すること。 ロ 幅は原則として導管の外径以上とすること。 ハ 色は緑色とすること。 ニ 記載事項は(1)ロの①、②とする。ただし、略称を用いてよい。 導管に、巻きつけるテープについては原則として2 m以内の間隔で設けるものとする。ただしテープ幅は3 cm以上とする。 (4) 注意標識は次に示すところにより地上導管の真近に設けるものとする。 イ 注意標識は公衆が近づきやすい場所に設けられた導管の真近に設けるものとする。 ロ 注意標識は、長さ1 m、幅0.5 mの金属製の板で、地を白、文字を黒とすること。 ハ 注意標識には「注意」「名称、種別等」「管理者及び緊急連絡先」を記載すること。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					域における導管の立ち上がり部を明らかにする灯火を設けなければならない。 2 船舶送受油導管を海上に設置する場合は、当該導管を明らかにする灯火を設けなければならない。 3 第五十三条の規定は、船舶送受油導管系について準用する。	
IV-18. 付臭装置	<p>ガス技省令 第21条 ガスの使用者及びガスを供給する事業を営む者に供給されるガス（ガスを供給する事業を営む者に供給されるものにあつては、低圧により供給されるものに限る。）は、容易に臭気によるガスの感知ができるように、付臭されていなければならない。ただし、準用事業者がその事業の用に供するもの、中圧以上のガス圧力により行う大口供給の用に供するもの、適切な漏えい検知装置が適切な方法により設置されているもの（低圧により行う大口供給の用に供するもの及びガスを供給する事業を営む他の者に供給するものに限る。）及びガスの空気中の混合容積比率が1000分の1である場合に臭気の有無が感知できるものにあつては、この限りでない。</p> <p>ガス技解釈例 第77条の2 省令第22条に規定する「適切な漏えい検知装置が適切な方法により設置されているもの」とは、付臭と同等の保安措置を確保できるものをいう。</p>	<p>火技省令 第54条 導管によりガス（可燃性ガス又は毒性ガスに限る。以下この条において同じ。）を輸送する場合にあつては、容易に臭気によるガスの感知ができるようにガスに付臭しなければならない。ただし、最高使用圧力が0.1 MPa以上のガス圧力により行うガス事業法施行規則（昭和四十五年通商産業省令第九十七号）第一条第二項第七号に規定する量のガス及びガスの空気中の混合容積比率が1000分の1未満の場合に臭気の有無が感知できるガスにあつては、この限りでない。</p>				
IV-19. ベントスタック	<p>ガス技省令 第13条 2 ベントスタックには、放出したガスが周囲に障害を与えるおそれのないように適切な措置を講じなければならない。</p> <p>ガス技解釈例 第10条 省令第13条第2項に規定する「適切な措置」とは、周囲の環境等に応じてベントスタックの高さ、位置又は放散をコントロールすることができるバルブ等の設置を考慮し、ベントスタックを設置することをいう。</p>					<p>ガスバ指針 6.5 高圧ガスパイプラインには、導管内のガスを大気中に放散できるガス放散施設を設けることとする。</p>
IV-20. 沈下計測装置、および地すべり観測装置					<p>石バ技省令 第25条 不等沈下、地すべり等の発生するおそれのある場所に導管を設置する場合は、当該不等沈下、地すべり等により導管が損傷を受けることのないよう必要な措置を講じ、かつ、導管に生じる応力を検知するための装置を設置しなければならない。</p>	<p>ガスバ指針 2.2.6 (1) 地盤沈下、地すべり等あるいは、地震時に地盤の液状化の発生するおそれのある場所に導管を埋設する場合は、導管が損傷を受けることのないよう必要な措置を講じ、かつ必要に応じて導管に生じる変位を測定する為の装置を設置するものとする。</p> <p>ガスバ指針 6.7 不等沈下、地滑り等のおそれのある箇所に導管をやむをえず設置する場合または不等沈下が生じた場合に導管に著しい支障の生ずる恐れのある場所には、導管の変位等を定期的に点検又は測定できる装置を設置することとする。</p>
IV-21. 内容物除去装置					<p>石バ技省令 第34条 導管には、告示で定めるところにより当該導</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					<p>管内の石油を除去するための措置を講じなければならない。</p> <p>石パ技告示 第46条 省令第三十四条の規定により、導管には、相隣接した2の緊急しや断弁の区間の石油を安全に水又は不燃性の気体に置換することができる措置を講じなければならない。</p> <p>石パ技告示 第54条の7 船舶送受油導管には、当該導管内の石油を安全に水又は不燃性の気体に置換することができる措置を講じなければならない。</p>	
IV-22. 置換装置	<p>ガス技省令 第13条 ガス発生設備、ガス精製設備、排送機、圧送機、ガスホルダー及び附帯設備であって製造設備に属するもののガス又は液化ガスを通ずる部分（不活性のガス又は不活性の液化ガスのみを通ずるものを除く。）は、ガス又は液化ガスを安全に置換できる構造でなければならない。</p>	<p>火技省令 第49条 液化ガス設備のガス又は液化ガスを通ずる部分は、不活性ガス等でガス又は液化ガスを安全に置換できる構造でなければならない。 2 毒性ガスを冷媒とする冷凍設備にあっては、冷媒ガスを廃棄する場合に安全に廃棄できる構造でなければならない。</p>		<p>コンビ則 第10条第31号 三十一 導管には、相隣接する緊急遮断装置の区間ごとに当該導管内の高圧ガスを移送し、不活性ガス等により置換することができる措置を講ずること。</p> <p>コンビ則例示基準 85節 導管には、当該導管内の高圧ガスを移送し、不活性ガス等により置換することができる次の措置を講ずるものとする。相隣接する緊急遮断装置の区間ごとに、その一端から不活性ガス又は水を圧入し、他端からこれを他の容器等に容易に取り出すことができるような位置にノズル又はバルブを設置しておくこと。また、設置したノズルに係るバルブは確実に閉止したうえ仕切板を施し、かつ、施錠するとともにノズルの先端は緊急時の使用に際して支障のない状態に保持しておくこと。</p>	<p>石パ技告示 第46条 省令第三十四条の規定により、導管には、相隣接した二の緊急しや断弁の区間の石油を安全に水又は不燃性の気体に置換することができる措置を講じなければならない。</p>	
IV-23. ピグ取扱装置					<p>石パ技省令 第54条 ピグ取扱い装置の設置に関し必要な事項は、告示で定める。</p> <p>石パ技告示 第61条 省令第五十四条に規定するピグ取扱い装置は、次の各号に掲げるところにより設けなければならない。 一 ピグ取扱い装置は、導管の強度と同等以上の強度を有すること。 二 ピグ取扱い装置は、当該装置の内部圧力を安全に放出でき、かつ、内部圧力が放出された後でなければ、ピグの挿入又は取出しができないよう措置すること。 三 ピグ取扱い装置は、導管に異常な応力を発生させないように取り付けること。 四 ピグ取扱い装置を設置する床は、石油が浸透しない構造とし、かつ、漏れた石油が外部に流出しないように排水溝及び貯留設備を設けること。 五 前各号に掲げるもののほか、ピグ取扱い装置の設置については、前条第一号の規定を準用すること。</p> <p>石パ技告示 第60条 省令第五十三条第二項に規定する送油用圧送機以外の圧送機及びその附属設備（以下「圧送機等」という。）は、次の各号に掲げるところ</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					により設けなければならない。 一 圧送機等の周囲には、3 m 以上の幅の空 地を保有すること。ただし、圧送機を第五 十六条ただし書に規定する専用建築物内 に設ける場合は、この限りでない。	
V 保安管理						
V-1. 保安設備 の作動試験					<p>石パ技省令 第44条 保安のための設備であつて、告示で定め るものは、告示で定める方法により試験 を行なつたとき正常に作動するものでな ければならない。</p> <p>石パ技告示 第54条 省令第四十四条に規定する保安のための 設備は、次の各号に掲げるものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 第四十一条に規定する警報装置 二 省令第三十条第一号に規定する制御機 能を有する安全制御装置 三 省令第三十条第二号に規定する制御機 能を有する安全制御装置 四 導管内の圧力が常用圧力をこえないよ うに制御する装置 五 油撃作用等によつて生ずる圧力が常用 圧力の 1.1 倍をこえないように制御する 装置 六 省令第三十二条に規定する漏えい検知 装置であつて、自動的に石油の漏えいを 検知することができるもの 七 第五十条に規定する消火設備（大型消 火器及び小型消火器を除く。） 八 第五十二条に規定する予備動力源であ つて、常用電力源が故障した場合に自動 的に予備動力源に切りかえられるもの <p>2 省令第四十四条に規定する保安のための 設備の試験の方法は、次の各号に掲げると おりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 前項第一号に掲げる装置にあつては、 当該装置に省令第二十九条第二項に規定 する異常な事態に相当する模ぎ信号を与 えることにより行なうこと。 二 前項第二号に掲げる装置にあつては、 省令第三十条第一号に規定する保安のた めの設備等の制御回路をしや断した状態 において圧送機の起動操作をすることによ り行なうこと。 三 前項第三号に掲げる装置にあつては、 省令第三十二条に規定する自動的に石油 の漏えいを検知することができる装置に 石油の漏えいに相当する模ぎ信号を与 え、緊急しや断弁を閉鎖するための制御 回路をしや断し、及び感震装置又は強震 計に省令第三十三条第二項第二号に規定 する地震動に相当する模ぎ信号を与える ことにより行なうこと。 四 前項第四号に掲げる装置にあつては、 送液状態において当該装置に係る圧力制 御弁の下流側の弁を徐徐に閉鎖すること により行なうこと。 五 前項第五号に掲げる装置（以下「油撃 圧力安全装置」という。）にあつては、 	<p>ガスバ指針 6.14 保安設備は個々に定める方法により試験 を行つたとき正常に作動するものとする。 また、緊急しや断装置、圧力安全装置、感 震装置等、沈下測定装置、漏えい検知装 置及び運転監視制御装置等は定期的に作 動試験等を実施することとする。</p> <p>ガスバ指針 7.8 ガスパイプライン事業者はパイプライン 及びその他の工作物について次に示す作 動等試験を行い、必要に応じてその結果 を道路管理者へ報告するものとする。</p> <p>(D 緊急しや断装置の作動試験。少なく とも 6 ヶ月に一度。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
					<p>あらかじめ、省令第三十一条第一項に規定する導管内の圧力が常用圧力をこえないように制御する装置の作動圧力を常用圧力の1.1倍をこえる圧力に調整し、送液状態において油撃圧力安全装置に係る圧力逃し弁の下流側の弁を徐々に閉鎖することにより行なうこと。ただし、送油用圧送機の出し得る最高圧力が常用圧力の1.1倍より低い圧力で運転する導管に設ける油撃圧力安全装置にあつては、静圧により行なうものとする。</p> <p>六 前項第六号に規定する装置にあつては、送液により行なうか、又は送液に相当する模ぎ信号を与えることにより行なうこと。</p> <p>七 前項第七号に規定する消火設備にあつては、消火薬剤（水を放射するものにあつては、水）を放射させることにより行なうこと。</p> <p>八 前項第八号に規定する装置にあつては、常用電力源をしや断することにより行なうこと。</p> <p>石バ技告示 第54条の13 第五十四条の三に規定する警報装置、第五十四条の五に規定する安全制御装置、第五十四条の六に規定する圧力安全装置、第五十四条の八に規定する消火設備（大型消火器及び小型消火器を除く。）及び第五十四条の九に規定する予備動力源は、試験を行つたとき正常に作動するものでなければならない。</p> <p>2 前項の試験の方法は、第五十四条第二項の例による。ただし、圧力安全装置については、送液状態で試験を行うことが適当でない場合には、静圧により行うことができる。</p>	
<p>V-2. 漏えい検査</p>	<p>ガス技省令 第51条 道路に埋設されている導管（特定地下街等又は特定地下室等にガスを供給するものであって当該導管に関し第四十九条第四項に規定する装置が道路に設置されているものにあつては、当該道路に埋設されている本支管から当該装置までの部分に限る。）は、次の表の上欄に掲げる導管の種類ごとに、それぞれ同表の下欄に掲げる頻度で、適切な方法により検査を行い、漏えいが認められなかったものでなければならぬ。ただし、次の各号に掲げる場合は、この限りでない。</p> <p>一 適切な漏えい検知装置が適切な方法により設置されている場合（当該装置が漏えいを検知することができる部分に限る。）</p> <p>二 ポリエチレン管を使用している場合（当該使用している部分に限る。）</p> <p>(1)埋設の日以後1年に1回以上 最高使用圧力が高圧のもの</p> <p>(2)埋設の日以後1年に1回以上 告示で定める導管（以下「特定管理管」という。）であつてガス（SC、L1、L2又はL3のガスグループ（ガス用品の技術上の基準等に関する省令（昭和四十六年通商産業省令第二十七号）別表三の備考</p>	<p>火技解釈 第73条 導管の耐圧部分は、ガスを通じたのち、次の各号に掲げるいずれかの方法（ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は第一号から第三号までに掲げる方法に限る。）により漏えい検査を行つたとき、漏えいがないものであること。</p> <p>一 発泡液を継手部に塗布し、泡が認められるか否かで判定する方法</p> <p>二 ガス濃度が0.2%以下で作動するガス検知器を使用して、当該検知器が作動しないことにより判定する方法。この場合において埋設された導管にあつては、継手部の付近の深さが50 cm以上にボーリングして行うこととする。ただし、水素炎イオン化式ガス検知器又は半導体式ガス検知器を用いて検査する場合にあつては、深さを5 cm（舗装が施されている場合は表層（基層を含む。）を貫通し、路盤に至る深さ以上）とすることができる。</p> <p>三 臭気の有無により判定する方法。ただし、継手部の付近を深さが50 cm以上にボーリングして行うこととする。</p> <p>四 水素炎イオン化式ガス検知器又は半導体式ガス検知器を用いて導管の路線上の地表</p>				<p>ガスバ指針 7.9 ガスパイプライン事業者は、パイプライン及びその他の工作物について次に掲げる場所により漏えい検査、巡回及び点検整備を実施するものとする。</p> <p>(1) 道路に埋設されている導管は、1年に1回以上漏えい検査を行うものとする。</p> <p>(2) 原則として1日に1回次に掲げる事項を確認するための巡回</p> <p>イ. 也工事の実施状況</p> <p>ロ. 地形・地物等の変状</p> <p>ハ. その他必要な事項</p> <p>(3) (2)に掲げる他、導管及びその他の工作物の正常なる作動を確保するための点検整備。なお、この場合その設備に応じた点検整備要領を定めそれに基づき実施するものとする。</p> <p>(4) 漏えい検査、巡回及び点検により異常が認められた場合、7.4に従い直ちに送ガスの停止等必要な措置を講ずるものとする。</p> <p>ガスバ指針 7.4 (1) ガスパイプライン事業者は、導管系に異常が発生した場合の緊急、処置と対策について、7.1の保安規程に従いあらかじめ異常発</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>置が漏えいを検知することができる部分に限る。)</p> <p>二 導管、ガスメーターコック、ガスメーター又はガス栓が設置されている場所に立ち入ることにつき、その所有者又は占有者の承諾を得ることができない場合</p> <p>三 ポリエチレン管を使用している場合(当該使用している部分に限る。)</p> <p>四 屋外において、埋設されていない部分がある場合(当該埋設されていない部分に限る。)</p> <p><small>（注）埋設されている部分については、埋設されている部分に限る。</small></p> <p>五 経済産業大臣(導管の設置の場所が一の産業保安監督部の管轄区域内のみにある場合は、当該導管の設置の場所を所管する産業保安監督部長。)の承認を受けた場合</p> <p>4 第一項から前項までに規定する検査を、前回の検査の日から次に掲げる期間を経過した日(以下この項において「基準日」という。)前四月以内の期間に行った場合にあっては、基準日において当該検査を行ったものとみなす。</p> <p>一 第一項の表(1)若しくは(2)、第二項の表(2)又は前項の表に規定する検査 一年</p> <p>二 第二項の表(1)に規定する検査 六年</p> <p>三 第一項の表(3)、第二項の表(3)に規定する検査 四年</p> <p>ガス技告示 第7条の2</p> <p>省令第五十一条第一項の表の上欄(2)に定める告示で定める導管は、次のとおりとする。</p> <p>一 ねずみ鋳鉄管(日本工業規格 G5501(ねずみ鋳鉄品)に適合するものを主要材料とするもの(埋設されているものに限る。)をいう。)</p> <p>二 白管等(鋼管(埋設されているもの)に限り、埋設時に省令第四十七条に定める措置が講じられたもの及び腐食するおそれがないものを主要材料とするものを除く。)をいう。)</p> <p>三 アスファルト布巻管(鋼管にアスファルトを含む麻布を巻き付けたもの(埋設されているもの)に限り、埋設時に省令第四十七条に定める措置(当該鋼管にアスファルトを含む麻布を巻き付ける方法を除く。)が講じられたものを除く。)をいう。)</p> <p>四 前三号に掲げるもののほか、主要材料が不明であるもの(埋設されているものに限る。)</p> <p>ガス技解釈例 第113条</p> <p>省令第51条第1項に規定する「適切な方法」とは、次のいずれかの方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、第1号又は第3号に掲げる方法に限る。)とする。ただし、れんが、コンクリート舗装等道路の構造上ボーリングが困難な場合であってマンホール等があるときは、ガス検知器又は臭気により漏えいの有無を検査する方法をもって第1号に</p>					

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針																																					
	<p>掲げる方法に代えることができる。</p> <p>一 導管の路線を深さ約50cm、間隔約5mでボーリングを行い、その穴に管を立て、約1分を経過した後又は吸引を行った後、ガス検知器又は臭気により漏えいの有無を検査する方法。ただし、水素炎イオン化式ガス検知器又は半導体式ガス検知器を用いて検査する場合にあつては、深さを5cm(舗装が施されている場合は表層(基層を含む。))を貫通し路盤に到る深さ)以上とすることができる。</p> <p>二 水素炎イオン化式ガス検知器又は半導体式ガス検知器を用いて導管の路線上の地表の空気を連続して吸引して漏えいの有無を検査する方法なお、導管の近傍に舗装目地、マンホール等の通気性を有する箇所がある場合にあつては、これらの箇所を導管の路線上とみなすことができる。</p> <p>三 最高使用圧力が低圧の導管にあつては、被検査部分へのガスの流入を遮断した後、次の表の左欄に掲げる圧力測定器具の種類及び同表の中欄に掲げる被検査部分の容積に応じ、同表の右欄に掲げる保持時間以上保持し、漏えいの有無を検査する方法</p> <table border="1" data-bbox="320 913 685 1054"> <thead> <tr> <th>圧力測定器具の種類</th> <th>被検査部分の容積</th> <th>保 持 時 間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">水銀柱ゲージ</td> <td>1㎡未満</td> <td>2分間</td> </tr> <tr> <td>1㎡以上10㎡未満</td> <td>10分間</td> </tr> <tr> <td>10㎡以上300㎡未満</td> <td>V分間。ただし、120分間を超える場合は120分間とすることができる。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">水柱ゲージ、チャンセル</td> <td>1㎡未満</td> <td>1分間(チャンセル計圧及び電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては、2分間)</td> </tr> <tr> <td>1㎡以上10㎡未満</td> <td>5分間</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">電圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計</td> <td>1㎡以上10㎡未満</td> <td>0.5V分間。ただし、60分間を超える場合は60分間とすることができる。</td> </tr> <tr> <td>10㎡以上300㎡未満</td> <td>24分間</td> </tr> <tr> <td>圧力計</td> <td>1㎡未満</td> <td>24分間</td> </tr> </tbody> </table> <p>(備考) Vは被検査部分の容積(m3)を単位とする。)とする。</p> <p>2 省令第51条第2項に規定する「適切な方法」とは、次の表の左欄に掲げる検査対象部位に応じ、同表右欄に掲げる方法とする。</p> <table border="1" data-bbox="296 1207 706 1717"> <thead> <tr> <th>検査対象部位</th> <th>方 法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>道路に埋設されている導管からガスメーターコックまで設置されている導管及びガスメーターコック</td> <td>埋設されている部分については、表のいずれかの方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、いに掲げる方法に限る。)とする。 イ 前項の規定を準用する方法 ロ 半導体式ガス検知器を用いて導管の路線(導管の近傍に舗装目地、マンホール等の通気性を有する箇所がある場合は、これらの箇所を導管の路線上とみなすことができる。)の地表の空気を連続して吸引して漏えいの有無を検査する方法 ニ 掘削している部分については、第1条第2項第1号若しくは第2号又は前項第3号の規定を準用する</td> </tr> <tr> <td>ガスメーターコックからガス栓まで設置されている導管、ガスメーター及びガス栓</td> <td>すべてのガス栓が閉止されていることを確認した後、一のガス栓に水柱ゲージ、チャンセル型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計を取り付け、そのガス栓及びガスメーターコックを開き、圧力を測定し、水柱ゲージコックを閉止し、5分間(検査する部分の容積が1㎡以下の場合は、水柱ゲージにあつては1分間、チャンセル型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては2分間)以上圧力の変動を観察するものとする。ただし、掘削している部分については、第1条第2項第1号又は第2号に規定する検査を行い、かつ、臭気検査を行う方法をもって当該方法に規定するものに代えることができる。 箱の中を調査する建築物(ガスを使用する建築物)の区画を定める(注)に規定するもののうち、次の表の左欄に掲げる建築物区分に応じ、同表の右欄に掲げるガスを使用する建築物又はガス使用用途に供されるガス設備(他の用途と併用している場合を含む。)であつて、消費機器の適切な使用又は継続使用によりガスの漏れを生じない建築物区分(注)に規定する部分については前項第1号若しくは第2号又は本表第1号に規定する方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、前項第1号に掲げる方法に限る。)を掘削している部分については第1条第2項第1号又は第2号に規定する検査を行い、かつ、臭気検査を行う方法をもって前号に規定するものに代えることができる。</td> </tr> <tr> <td>(イ) 大規模建築物及び特定中規模建築物</td> <td>(1) 旅館、ホテル、宿務所、百貨店、マーケットその他の物品販売業を営む店舗又は展示場 (2) 集中換気方式による浴場、浴室、給湯又はこれらを含めたいずれかの用途(以下「浴室等用途」という。)</td> </tr> <tr> <td>(ロ) 特定公共用建築物</td> <td>(1) 病床を有する病院、診療所又は助産所 (2) 浴場等用途</td> </tr> <tr> <td>(ハ) 工業用建築物</td> <td>(1) 物品を製造又は加工するための用途 (2) 浴場等用途</td> </tr> <tr> <td>(ニ) 一般業務用建築物</td> <td>(1) 研究所、試験所(加温、加熱又は冷却の用途に供されるガス設備を有するもの)、貯水薬液処理場、廃棄物処理場又は下水処理場 (2) 製品を製造又は加工するための用途(ただし、(イ)(ロ)に掲げるものを除く。) (3) 浴室等用途</td> </tr> </tbody> </table> <p>3 省令第51条第2項に規定する「絶縁措置」とは、ポリエチレン管又は絶縁継手等で絶縁されていることであり、「プラスチックにて被覆された部分」とは、ポリエチレン被覆、塩化ビニル被覆、防食シート巻きが講じられたものである。</p> <p>4 省令第51条第3項に規定する「適切な方法」とは、次の表の左欄に掲げる検査対象部位に応じ、同表右欄に掲げる方法とする。</p>	圧力測定器具の種類	被検査部分の容積	保 持 時 間	水銀柱ゲージ	1㎡未満	2分間	1㎡以上10㎡未満	10分間	10㎡以上300㎡未満	V分間。ただし、120分間を超える場合は120分間とすることができる。	水柱ゲージ、チャンセル	1㎡未満	1分間(チャンセル計圧及び電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては、2分間)	1㎡以上10㎡未満	5分間	電圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計	1㎡以上10㎡未満	0.5V分間。ただし、60分間を超える場合は60分間とすることができる。	10㎡以上300㎡未満	24分間	圧力計	1㎡未満	24分間	検査対象部位	方 法	道路に埋設されている導管からガスメーターコックまで設置されている導管及びガスメーターコック	埋設されている部分については、表のいずれかの方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、いに掲げる方法に限る。)とする。 イ 前項の規定を準用する方法 ロ 半導体式ガス検知器を用いて導管の路線(導管の近傍に舗装目地、マンホール等の通気性を有する箇所がある場合は、これらの箇所を導管の路線上とみなすことができる。)の地表の空気を連続して吸引して漏えいの有無を検査する方法 ニ 掘削している部分については、第1条第2項第1号若しくは第2号又は前項第3号の規定を準用する	ガスメーターコックからガス栓まで設置されている導管、ガスメーター及びガス栓	すべてのガス栓が閉止されていることを確認した後、一のガス栓に水柱ゲージ、チャンセル型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計を取り付け、そのガス栓及びガスメーターコックを開き、圧力を測定し、水柱ゲージコックを閉止し、5分間(検査する部分の容積が1㎡以下の場合は、水柱ゲージにあつては1分間、チャンセル型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては2分間)以上圧力の変動を観察するものとする。ただし、掘削している部分については、第1条第2項第1号又は第2号に規定する検査を行い、かつ、臭気検査を行う方法をもって当該方法に規定するものに代えることができる。 箱の中を調査する建築物(ガスを使用する建築物)の区画を定める(注)に規定するもののうち、次の表の左欄に掲げる建築物区分に応じ、同表の右欄に掲げるガスを使用する建築物又はガス使用用途に供されるガス設備(他の用途と併用している場合を含む。)であつて、消費機器の適切な使用又は継続使用によりガスの漏れを生じない建築物区分(注)に規定する部分については前項第1号若しくは第2号又は本表第1号に規定する方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、前項第1号に掲げる方法に限る。)を掘削している部分については第1条第2項第1号又は第2号に規定する検査を行い、かつ、臭気検査を行う方法をもって前号に規定するものに代えることができる。	(イ) 大規模建築物及び特定中規模建築物	(1) 旅館、ホテル、宿務所、百貨店、マーケットその他の物品販売業を営む店舗又は展示場 (2) 集中換気方式による浴場、浴室、給湯又はこれらを含めたいずれかの用途(以下「浴室等用途」という。)	(ロ) 特定公共用建築物	(1) 病床を有する病院、診療所又は助産所 (2) 浴場等用途	(ハ) 工業用建築物	(1) 物品を製造又は加工するための用途 (2) 浴場等用途	(ニ) 一般業務用建築物	(1) 研究所、試験所(加温、加熱又は冷却の用途に供されるガス設備を有するもの)、貯水薬液処理場、廃棄物処理場又は下水処理場 (2) 製品を製造又は加工するための用途(ただし、(イ)(ロ)に掲げるものを除く。) (3) 浴室等用途					
圧力測定器具の種類	被検査部分の容積	保 持 時 間																																									
水銀柱ゲージ	1㎡未満	2分間																																									
	1㎡以上10㎡未満	10分間																																									
	10㎡以上300㎡未満	V分間。ただし、120分間を超える場合は120分間とすることができる。																																									
水柱ゲージ、チャンセル	1㎡未満	1分間(チャンセル計圧及び電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては、2分間)																																									
	1㎡以上10㎡未満	5分間																																									
電圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計	1㎡以上10㎡未満	0.5V分間。ただし、60分間を超える場合は60分間とすることができる。																																									
	10㎡以上300㎡未満	24分間																																									
圧力計	1㎡未満	24分間																																									
検査対象部位	方 法																																										
道路に埋設されている導管からガスメーターコックまで設置されている導管及びガスメーターコック	埋設されている部分については、表のいずれかの方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、いに掲げる方法に限る。)とする。 イ 前項の規定を準用する方法 ロ 半導体式ガス検知器を用いて導管の路線(導管の近傍に舗装目地、マンホール等の通気性を有する箇所がある場合は、これらの箇所を導管の路線上とみなすことができる。)の地表の空気を連続して吸引して漏えいの有無を検査する方法 ニ 掘削している部分については、第1条第2項第1号若しくは第2号又は前項第3号の規定を準用する																																										
ガスメーターコックからガス栓まで設置されている導管、ガスメーター及びガス栓	すべてのガス栓が閉止されていることを確認した後、一のガス栓に水柱ゲージ、チャンセル型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計を取り付け、そのガス栓及びガスメーターコックを開き、圧力を測定し、水柱ゲージコックを閉止し、5分間(検査する部分の容積が1㎡以下の場合は、水柱ゲージにあつては1分間、チャンセル型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては2分間)以上圧力の変動を観察するものとする。ただし、掘削している部分については、第1条第2項第1号又は第2号に規定する検査を行い、かつ、臭気検査を行う方法をもって当該方法に規定するものに代えることができる。 箱の中を調査する建築物(ガスを使用する建築物)の区画を定める(注)に規定するもののうち、次の表の左欄に掲げる建築物区分に応じ、同表の右欄に掲げるガスを使用する建築物又はガス使用用途に供されるガス設備(他の用途と併用している場合を含む。)であつて、消費機器の適切な使用又は継続使用によりガスの漏れを生じない建築物区分(注)に規定する部分については前項第1号若しくは第2号又は本表第1号に規定する方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、前項第1号に掲げる方法に限る。)を掘削している部分については第1条第2項第1号又は第2号に規定する検査を行い、かつ、臭気検査を行う方法をもって前号に規定するものに代えることができる。																																										
(イ) 大規模建築物及び特定中規模建築物	(1) 旅館、ホテル、宿務所、百貨店、マーケットその他の物品販売業を営む店舗又は展示場 (2) 集中換気方式による浴場、浴室、給湯又はこれらを含めたいずれかの用途(以下「浴室等用途」という。)																																										
(ロ) 特定公共用建築物	(1) 病床を有する病院、診療所又は助産所 (2) 浴場等用途																																										
(ハ) 工業用建築物	(1) 物品を製造又は加工するための用途 (2) 浴場等用途																																										
(ニ) 一般業務用建築物	(1) 研究所、試験所(加温、加熱又は冷却の用途に供されるガス設備を有するもの)、貯水薬液処理場、廃棄物処理場又は下水処理場 (2) 製品を製造又は加工するための用途(ただし、(イ)(ロ)に掲げるものを除く。) (3) 浴室等用途																																										

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針										
	<table border="1" data-bbox="290 220 655 541"> <tr> <td>検査対象部位</td> <td>方 法</td> </tr> <tr> <td>屋外に埋設されている導管から管弁等第4項に規定する装置(以下この項において「検知装置」という。)までに設置されている装置</td> <td>一 第2項第1号及び第2号の規定を準用する。</td> </tr> <tr> <td>導管装置からガスメーターコックまでに設置されている装置</td> <td>二 すべてのガスメーターコックが閉止されていることを確認した後、一のガス栓に水柱ゲージ、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計を接続し、そのガス栓及びそのガス栓に係るガスメーターコックを開き、圧力が安定した後検知装置を開き、5分間(検査する部分の径が10mm以上の場合は、水柱ゲージにあつては1分間、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては2分間)以上圧力の変動を認めないものとする。</td> </tr> <tr> <td>ガスメーターコック</td> <td>三 ガスの使用状態により検知方法による検知装置の取付けが困難な場合は、埋設されている部分については第1項第1号若しくは第2号又は第3項第1号に規定する方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、第1項第1号に定める方法による。)適用している部分については第1項第1号又は第2号に掲げる方法をもって前号に規定するところに代えることができる。</td> </tr> <tr> <td>ガスメーターコックからガス栓までに設置されている装置、ガスメーター及びガス栓</td> <td>四 第2項第3号及び第4号に規定する方法を準用する。</td> </tr> </table> <p data-bbox="290 577 697 693">5 省令第51条第2項及び第3項に規定する「屋外」とは、一般財団法人日本ガス機器検査協会の「ガス機器の設置基準及び実務指針」に規定する「屋外」を準用する。</p> <p data-bbox="290 703 697 871">6 省令第51条第1項に規定する「第47条に定める措置(当該部分にアスファルトを含む麻布を巻き付ける方法を除く。)」その他当該導管からのガスの漏えいを防止するための適切な措置」とは、次の各号のいずれかに適合するものであること。</p> <p data-bbox="290 882 697 997">一 省令第47条に規定する「腐食を防止するための適切な措置」が講じられていること。ただし、鋼管にアスファルトを含む麻布を巻き付ける方法を除く。</p> <p data-bbox="290 1008 697 1207">二 平成20年7月10日付け平成20・07・07 原院第4号「本支管維持管理対策ガイドライン(「4. 更生修理工法の特性評価と適用」)及び管内管腐食対策ガイドライン(「3.4.2 更生修理工法の適用と維持管理、第4章 更生修理工法の開発と評価方法」)」に基づく更生修理が講じられていること。</p> <p data-bbox="290 1239 519 1270">ガス技解釈例 第114条</p> <p data-bbox="290 1270 697 1354">省令第51条第2項第1号及び第3項第1号に規定する「適切な漏えい検知装置」とは、次の各号に適合するものであること。</p> <p data-bbox="290 1365 697 1627">一 漏えい検知装置を設置した箇所からガス栓までの部分(以下「被検知部分」という。)におけるガスの圧力の変化若しくは被検知部分へのガスの流入の状況によりガスの漏えいを有効に検知し、ガスの使用者若しくはその他の建物の関係者に音響若しくは表示により警報すること又は被検知部分へのガスの供給を自動的に遮断すること。</p> <p data-bbox="290 1638 697 1711">二 漏えい検知装置の検知可能な最少のガス漏えい量は 0.005 m³/h を超えるものでないこと。</p> <p data-bbox="290 1722 697 1795">三 無通電状態又は電圧降下により検知機能の維持ができなくなったことを外部より容易に確認できるものであること。</p> <p data-bbox="290 1806 697 1890">四 ガスの供給を自動的に遮断するものにあつては、作動状況の確認及び点検が容易にできるものであること。</p> <p data-bbox="290 1900 697 2005">五 漏えい検知装置のうち、被検知部分からのガスの漏れ量を被検知部分へのガスの流入量として検知するもの(「流量検知式漏えい検知装置」という。)は、次のイ及</p>	検査対象部位	方 法	屋外に埋設されている導管から管弁等第4項に規定する装置(以下この項において「検知装置」という。)までに設置されている装置	一 第2項第1号及び第2号の規定を準用する。	導管装置からガスメーターコックまでに設置されている装置	二 すべてのガスメーターコックが閉止されていることを確認した後、一のガス栓に水柱ゲージ、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計を接続し、そのガス栓及びそのガス栓に係るガスメーターコックを開き、圧力が安定した後検知装置を開き、5分間(検査する部分の径が10mm以上の場合は、水柱ゲージにあつては1分間、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては2分間)以上圧力の変動を認めないものとする。	ガスメーターコック	三 ガスの使用状態により検知方法による検知装置の取付けが困難な場合は、埋設されている部分については第1項第1号若しくは第2号又は第3項第1号に規定する方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、第1項第1号に定める方法による。)適用している部分については第1項第1号又は第2号に掲げる方法をもって前号に規定するところに代えることができる。	ガスメーターコックからガス栓までに設置されている装置、ガスメーター及びガス栓	四 第2項第3号及び第4号に規定する方法を準用する。					
検査対象部位	方 法															
屋外に埋設されている導管から管弁等第4項に規定する装置(以下この項において「検知装置」という。)までに設置されている装置	一 第2項第1号及び第2号の規定を準用する。															
導管装置からガスメーターコックまでに設置されている装置	二 すべてのガスメーターコックが閉止されていることを確認した後、一のガス栓に水柱ゲージ、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計を接続し、そのガス栓及びそのガス栓に係るガスメーターコックを開き、圧力が安定した後検知装置を開き、5分間(検査する部分の径が10mm以上の場合は、水柱ゲージにあつては1分間、チャンバ型圧力計又は電気式ダイヤフラム型圧力計にあつては2分間)以上圧力の変動を認めないものとする。															
ガスメーターコック	三 ガスの使用状態により検知方法による検知装置の取付けが困難な場合は、埋設されている部分については第1項第1号若しくは第2号又は第3項第1号に規定する方法(ガスの空気に対する比重が1より大きい場合は、第1項第1号に定める方法による。)適用している部分については第1項第1号又は第2号に掲げる方法をもって前号に規定するところに代えることができる。															
ガスメーターコックからガス栓までに設置されている装置、ガスメーター及びガス栓	四 第2項第3号及び第4号に規定する方法を準用する。															

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>びろに適合するものであること。</p> <p>イ 被検知部分へのガスの流入を30日間連続して検知した場合は、自動的に表示により警報し、かつ、ガスの漏えいがないことを確認できるまでは、警報し続けるものであること。</p> <p>ロ 無通電状態又は電圧降下により検知機能が維持できなくなった場合には、自動的に表示により警報するものであること。</p> <p>六 漏えい検知装置のうち、被検知部分からのガスの漏れ量を被検知部分へのガスの流入を遮断した後の被検知部分の圧力低下量として検知するもの(「圧力検知式漏えい検知装置」という。)は、次のイからニまでに適合するものであること。</p> <p>イ 次のものを設置対象とする。</p> <p>① 住宅(小規模な店舗等を含む。)</p> <p>② ①以外でメーターの使用最大流量が10 m³/h以下の需要家口被検知部分の圧力降下を検知した場合は、自動的に被検知部分へのガスの供給を停止し、かつ、ガスの漏えいがないことを確認できるまでは、停止し続けるものであること。</p> <p>ハ 検知機能の維持が出来なくなった場合、又は遮断を60日間行わなかった場合は、自動的に被検知部分へのガスの供給を停止し、かつ、ガスの漏えいがないことを確認できるまでは、停止し続けるものであること。</p> <p>ニ 遮断後、使用開始時までに長時間経過することによる被検知部分の状態変化(ガス栓の誤開放等)により事故が発生することを防止するために、復帰安全機構を有すること。</p> <p>七 以下に掲げる規格に適合するものは、省令第51条第2項第1号及び第3項第1号に規定する「適切な漏えい検知装置」に適合するものと解釈できる。</p> <p>イ LPG以外のガスを対象とするものにあつては、次の(1)又は(2)に掲げる規格。</p> <p>(1) 一般財団法人日本ガス機器検査協会の「漏えい検知装置検査規程」</p> <p>(2) 一般財団法人日本ガス機器検査協会の「マイコンメータ検査規程」(使用最大流量が16 m³/h以下のものに限る。)</p> <p>ロ LPGを対象とするものにあつては、次の(1)から(5)に掲げる規格。</p> <p>(1) 一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会の「液化石油ガス用流量検知式切替型漏えい検知装置検査規程」</p> <p>(2) 一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会の「液化石油ガス用流量検知式圧力監視型漏えい検知装置検査規程」</p> <p>(3) 一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会の「液化石油ガス用マイコン型流量検知式自動ガス遮断装置検</p>					

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針											
	<p>査規程」 (4) 一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会の「簡易ガス用K型マイコンメータII検査規程」 (5) 一般財団法人日本ガス機器検査協会の「簡易ガス用マイコンメータ検査規程」 2 省令第51条第2項第1号及び第3項第1号に規定する「適切な方法」とは、次の各号に適合するものであること。 イ 高温又は高湿となる場所、水等が大量にかかる場所及び衝撃を受ける場所を避けて設置されていること。 ロ 操作及び点検が容易にできるように設置されていること。 ハ 警報するものにあつては、音響又は表示が容易に識別できる場所に設置されていること。</p>																
<p>V-3. 掘削により周囲が露出することになった導管の防護</p>	<p>ガス技省令 第54条 ガス事業者の掘削により周囲が露出することになった導管は、次の各号に適合するものでなければならない。 一 露出している部分の両端は、地くずれのおそれがない地中に支持されていること。 二 露出している部分が別表で定める長さを超える場合及び露出している部分に水取り器、ガス遮断装置、整圧器若しくは不純物を除去する装置又は溶接以外の方法による2以上の接合部(これら接合部のすべてが1の管継手により接合されているものを除く。)がある場合にあつては、告示で定める基準に適合するようつり防護又は受け防護の措置を講ずること。 三 露出している部分がガスの供給の用に供されている場合にあつては、当該部分について、次に掲げる措置を講ずること。 イ 印ろう型接合による接合部には、漏えいを防止する適切な措置を講ずること。 ロ 直管以外の管の接合部であつて、溶接、フランジ接合、融着若しくはねじ接合(以下「特定接合」という。)又は告示で定める規格に適合する接合以外の方法によって接合されているものには、拔出しを防止する適切な措置を講ずること。 ハ 曲り角度が30度を超える曲管部、分岐部又は管端部には、告示で定める基準に適合するよう導管を固定する措置を講ずること。ただし、露出している部分におけるすべての接合部が特定接合又は告示で定める規格に適合する接合によって接合されている場合は、この限りでない。 四 露出している部分の長さが50mを超える場合にあつては、当該部分について、次に掲げるところにより、温度の変化による導管の伸縮を吸収し、又は分散する措置を講ずること。ただし、すべての接合部が特定接合によって接合されている場合は、この限りでない。 イ 接合部を有する場合にあつては、告示で定める基準に適合するよう導管を固定す</p>	<p>火技省令 第52条 2 掘削により周囲が露出することとなった導管であつて、当該設備の損傷によりガスが流出し、危害を生ずるおそれがあるものにあつては、危急の場合に当該部分にガスの流入を速やかに遮断することができる措置を講じなければならない。 火技解釈 第82条 省令第52条に規定する「防護措置」とは、次の各号に掲げるものをいう。 三 導管の防護措置は、次に掲げるところによること。 ニ 掘削により周囲が露出することとなった導管の防護は、次に適合するものであること。 (イ) 露出している部分の両端は、地くずれのおそれがない地中に支持されていること。 (ロ) 露出している部分にガス遮断装置若しくは溶接以外の方法による2以上の接合部がある場合又は露出している部分の長さが次の表の左欄に掲げる露出している部分の状況に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる露出している部分の長さを超える場合にあつては、(ハ)で定めるところにより導管の防護の措置を講ずること。</p> <table border="1" data-bbox="727 1627 1083 1774"> <thead> <tr> <th rowspan="2">露出している部分の状況</th> <th colspan="2">露出している部分の長さ(mを単位とする。)</th> </tr> <tr> <th>露出している部分の両端が堅固な地中に支持されている場合</th> <th>その他の場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管であつて、接合部がないもの又は接合の方法が溶接であるもの</td> <td>6.0</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>その他のもの</td> <td>5.0</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>(ハ) 導管の防護は、ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示(平成12年通商産業省告示第355号)第8条及び第10条から第14条までの規定に準じてつり防護又は受け防護の措置を講じるものであること。</p>	露出している部分の状況	露出している部分の長さ(mを単位とする。)		露出している部分の両端が堅固な地中に支持されている場合	その他の場合	鋼管であつて、接合部がないもの又は接合の方法が溶接であるもの	6.0	3.0	その他のもの	5.0	2.5				<p>ガスバ指針 6.12 市街地の道路下に高圧ガスパイプラインを埋設する場合は、他工事によって導管が損傷を受けることのないよう防護工を設けることとする。ただし、導管をさや管及び防護構造物の中に設置する場合は、この限りでない。 [解説] 導管が他工事によって損傷することを防止するため、道路の掘り返しが比較的多く実施される市街地において防護工を設置させることとしたものである。当該防護工は、鉄筋コンクリートまたは鉄製の板(幅は導管の外径以上、厚さは鉄筋コンクリート製の場合6cm、鉄製の場合6mm程度)とし導管の直上30cm程度の位置に設けるものとする。なお、さや管、カルバート等の堅固な防護構造物の中に導管を設置する場合は、防護工を省略して良い。市街地以外の地域の道路下に導管を設置する場合は、6.13の標識等を設けることにより他工事の実施者に注意を喚起させることとしている。 ガスバ指針 7.11 掘さくにより周囲が露出することとなる導管は、次の各号に掲げるところにより防護することとする。 (1)露出する部分の両端は、地くずれのおそれがない地中に支持されていること。 (2)露出している部分に過大な応力を生じる恐れがある場合は、吊り防護、受け防護、その他の適切な防護を講ずること。 (3)前項にもとづき設置するつり防護のつり桁には、車輛荷重が作用しないよう措置すること。 [解説] 掘削により露出することとなる導管の防護に関し必要な事項を定めたものである。露出している部分に過大な応力を生じるおそれのある場合とは、露出している部分の長さが6m以上(堅固な地中に両端が支持されていない場合にあつては3m以上)となる場合、露出している部分にしゃ断弁その他の附属機</p>
露出している部分の状況	露出している部分の長さ(mを単位とする。)																
	露出している部分の両端が堅固な地中に支持されている場合	その他の場合															
鋼管であつて、接合部がないもの又は接合の方法が溶接であるもの	6.0	3.0															
その他のもの	5.0	2.5															

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>る措置を講ずること。</p> <p>ロ 接合部が連続して特定接合によって接合されている導管の長さが100m以上の場合及びその長さが50m以上100m未満であって、その一端が地中に支持されている場合には、当該導管に伸縮を吸収する措置を講ずること。</p> <p>五 導管（最高使用圧力が低圧の導管であって、内径が100mm未満のものを除く。）であって、露出している部分の長さが100m以上であり、かつ、当該部分がガスの供給の用に供されているものについては、危急の場合に当該部分に流入するガスを速やかに遮断することができる適切な措置を講ずること。</p> <p>ガス技省令 第55条 ガス事業者以外の者の掘削により周囲が露出することとなった導管は、前条第三号イ及びロ、第四号ロ並びに第五号に適合するものでなければならない。</p> <p>ガス技告示 第8条 次条以下において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。</p> <p>一 「つり支持具」とは、つりけたから導管をつり支持するための棒鋼、ワイヤーロープその他の用具又は構築物をいう。</p> <p>二 「受け支持具」とは、導管を受け支持するための構築物をいう。</p> <p>三 「受けはり」とは、導管を支持するためのはりであって、二以上のつり支持具又は受け支持具によって支持されるものをいう。</p> <p>四 「受け台」とは、導管を支持するための台座であって、受けはりの上に設置されるものをいう。</p> <p>五 「受けけた」とは、導管を支持するためのけたであって、一のつり支持具によって支持されるものをいう。</p> <p>ガス技告示 第9条 省令第五十四条第二号に規定する基準は、次条から第十四条までに定めるとおりとする。</p> <p>ガス技告示 第10条 つり防護の場合におけるつりけた及び受け防護の場合における基礎は、別表第三に掲げる荷重に耐えるものでなければならない。</p> <p>2 覆工けたは、その上部を車両が通行するおそれがある場合には、つりけたとして使用してはならない。</p> <p>ガス技告示 第11条 つり支持具、受け支持具、受けはり、受け台及び受けけた（以下「防護具」という。）の構造及び使用方法は、様式第一を標準としなければならない。</p> <p>2 防護具の材料は、次の各号に掲げるものでなければならない。</p> <p>一 つり支持具にあつては、次に掲げる規格</p>					<p>器が設置されている場合が考えられる。つり防護・受け防護の構造は、掘削により露出することとなるガス導管のつり防護、受け防護の構造に準じたものとする必要がある。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>に適合するもの又はこれらと同等以上の機械的強度を有する鋼材</p> <p>イ 日本工業規格 JIS G3101 (1987) 「一般構造用圧延鋼材」</p> <p>ロ 日本工業規格 JIS G3112 (1987) 「鉄筋コンクリート用棒鋼」</p> <p>ハ 日本工業規格 JIS G3525 (1988) 「ワイヤーロープ」</p> <p>ニ 日本工業規格 JIS G3532 (1993) 「鉄線」</p> <p>二 受け支持具、受けはり、受け台及び受けけたにあつては、木材、鉄材、又はコンクリート。ただし、高さが3m以上の受け支持具にあつては、鉄材又はコンクリートに限る。</p> <p>ガス技告示 第12条 防護具の強度は、次に掲げるところによらなければならない。</p> <p>一 つり支持具にあつては、別表第三に掲げる荷重に対して8以上(型鋼を用いたトラス構造のものにあつては、4以上)の安全率を有すること。</p> <p>二 受け支持具、受けはり、受け台又は受けけたにあつては、別表第三に掲げる荷重によってこれらに生ずる応力が建築基準法施行令(昭和二十五年政令第三百三十八号)第八十九条から第九十二条までに規定する長期応力に対する許容応力度を超えないものであること。</p> <p>2 受けはりのたわみ量は、別表第三に掲げる荷重に対しつり支持具又は受け支持具の間隔の600分の1以下でなければならない。</p> <p>ガス技告示 第13条 つり支持具、受け支持具及び受け台のそれぞれの間隔は、次の表の上欄に掲げる露出している部分の状況に応じ、同表の中欄又は下欄に掲げる間隔以下でなければならない。ただし、受けはりを使用しない場合におけるつり支持具若しくは受け支持具又は受け台であつて導管を支持したまま埋め戻されるもの間隔は、別表第四の上欄に掲げる導管の材質に応じ、同表中欄に掲げる導管の応力が同表下欄に掲げる許容応力以下になるような間隔でなければならない。 (表省略)</p> <p>ガス技告示 第14条 第十条から前条までに定めるもののほか、つり防護又は受け防護の措置は、次に掲げるところによらなければならない。</p> <p>一 つり防護の措置を講じたまま埋め戻される導管は、受けはり又は受けけたによって支持すること。</p> <p>二 外径200mm以下の導管であつて、つり防護又は受け防護の措置を講じたままその下部が2m以上埋め戻されるものは、受けはりによって支持すること。</p> <p>三 つり支持具間又は受け支持具間(受け台を使用する場合にあつては、受け台間)の接合部であつて溶接及び融着以外の方法によ</p>					

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>て接合されているものの数が1以下(つり防護又は受け防護の措置を講じたまま埋め戻される導管以外の導管については、接合部間の長さが1m未満である場合には、2以下)になるよう支持すること。</p> <p>四 つり防護又は受け防護の措置を講じたまま埋め戻される導管の接合部であって、溶接及び融着以外の方法によって接合されているもの及び伸縮継手の接合部は、様式第二を標準として支持すること。</p> <p>五 水取り器、ガス遮断装置、整圧器及び不純物を除去する装置は、様式第三を標準として支持すること。</p> <p>六 導管と防護具との接触部には、導管の損傷を防止するための措置を講ずること。</p> <p>七 つり支持具には、ゆるみを修正するための措置を講ずること。</p> <p>八 露出している部分の長さが15mを超える導管であって、つり防護の措置が講じられているものには、15m以内の間隔で、横振れを防止するための措置を講ずること。</p> <p>ガス技告示 第15条 省令第五十四条第三号ロ及び同号ハただし書に規定する接合の方法は、最高使用圧力が低圧の導管を接合する方法であって、次の各号に適合するものとする。</p> <p>一 ポリエチレン管以外の接合にあつては、次の図中、図(b)、図(d)、図(g)、図(h)及び図(n-1)から図(v)までに示すもの並びに図(a)から図(m)までに示すものでスピゴット又はロックリングのないものであつて、次の図中(イ)から(ニ)に示す抜け出し防止機構を備えた押輪により抜け出し防止の措置が講じられたもの(図省略)</p> <p>二 ポリエチレン管の接合にあつては、次の図に示すもの(図省略)</p> <p>ガス技解釈例 第16条 省令第五十四条第三号ハに規定する固定措置の基準は、次のとおりとする。</p> <p>一 当該措置は様式第四を標準とし、用具の材料は第十一条第二項第一号に掲げる鋼材、木材又はコンクリートであること。</p> <p>二 当該措置は次の式により算出した荷重の2.5倍の荷重に耐えるものであること。</p> $FP = P \times (\pi / 4) \cdot Di^2$ <p>FPは、導管の内圧による荷重(Nを単位とする。)</p> <p>Pは、導管の最高使用圧力(MPaを単位とする。)</p> <p>Diは、導管の内径(mmを単位とする。)</p> <p>ガス技解釈例 第17条 省令第五十四条第四号イに規定する固定措置は、次のとおりとする。</p> <p>一 導管の固定措置を講ずる間隔は、50m以内の間隔であること。ただし、次号イに掲げる固定措置はこの限りでない。</p>					

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>二 接合部が連続して特定接合によって接合されている導管の固定措置は、次に掲げるところによること。</p> <p>イ 長さが100 m以上のもの及び長さが50 m以上100 m未満であって、その一端が地中に支持されているものは、他の導管との接合部に近接する箇所のみを固定すること。</p> <p>ロ 長さが50 m以上100 m未満であって、その両端が地中に支持されていないものは、その中央のみを固定すること。</p> <p>ハ 長さが50 m未満であって、その両端が地中に支持されていないものは、2以上の箇所を固定しないこと。</p> <p>ニ 長さが50 m未満であって、その一端が地中に支持されているものは、固定しないこと。</p> <p>ガス技解釈例 第122条 省令第54条第5号に規定する「ガスをすみやかに遮断することができる措置」とは、バルブ等を設置する以外に、低圧ガス導管においてはバックを挿入するための穴を設ける措置、水封器を設ける措置又はポリエチレン管にあってはすみやかにスクイズオフできる措置をいう。</p>					
<p>V-4. 保安規程</p>	<p>ガス事業法 第64条 一般ガス導管事業者は、一般ガス導管事業の用に供するガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、経済産業省令で定めるところにより、保安規程を定め、事業（第六十九条第一項の自主検査を伴うものにあつては、その工事）の開始前に、経済産業大臣に届け出なければならない。</p> <p>2 一般ガス導管事業者は、保安規程を変更したときは、遅滞なく、変更した事項を経済産業大臣に届け出なければならない。</p> <p>3 経済産業大臣は、一般ガス導管事業の用に供するガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため必要があると認めるときは、一般ガス導管事業者に対し、保安規程を変更すべきことを命ずることができる。</p> <p>4 一般ガス導管事業者及びその従業者は、保安規程を守らなければならない。</p> <p>ガス事業法施行規則 第92条 法第六十四条第一項の保安規程は、次の事項について定めるものとする。</p> <p>一 ガス工作物の工事、維持又は運用に関する業務を管理する者の職務及び組織に関すること。</p> <p>二 ガス主任技術者が旅行、疾病その他事故によってその職務を行うことができない場合に、その職務を代行する者に関すること。</p> <p>三 ガス工作物の工事、維持又は運用に従事する者に対する保安教育に関すること。</p> <p>四 ガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安のための巡視、点検及び検査に関すること（第九号に掲げるものを除く。）。</p>	<p>電気事業法 第42条 事業用電気工作物（小規模事業用電気工作物を除く。以下この款において同じ。）を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、主務省令で定めるところにより、保安を一体的に確保することが必要な事業用電気工作物の組織ごとに保安規程を定め、当該組織における事業用電気工作物の使用（第五十一条第一項又は第五十二条第一項の自主検査を伴うものにあつては、その工事）の開始前に、主務大臣に届け出なければならない。</p> <p>2 事業用電気工作物を設置する者は、保安規程を変更したときは、遅滞なく、変更した事項を主務大臣に届け出なければならない。</p> <p>3 主務大臣は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため必要があると認めるときは、事業用電気工作物を設置する者に対し、保安規程を変更すべきことを命ずることができる。</p> <p>4 事業用電気工作物を設置する者及びその従業者は、保安規程を守らなければならない。</p> <p>電気事業法施行規則 第50条 法第四十二条第一項の保安規程は、次の各号に掲げる事業用電気工作物の種類ごとに定めるものとする。</p> <p>一 事業用電気工作物であって、一般送配電事業、送電事業、配電事業又は発電事業（法第三十八条第四項第五号に掲げる事業に限る。次項において同じ。）の用に供するもの</p> <p>二 事業用電気工作物であって、前号に掲げるもの以外のもの</p>	<p>高圧ガス保安法 第26条 第一種製造者は、経済産業省令で定める事項について記載した危害予防規程を定め、経済産業省令で定めるところにより、都道府県知事に届け出なければならない。これを変更したときも、同様とする。</p> <p>2 都道府県知事は、公共の安全の維持又は災害の発生の防止のため必要があると認めるときは、危害予防規程の変更を命ずることができる。</p> <p>3 第一種製造者及びその従業者は、危害予防規程を守らなければならない。</p> <p>4 都道府県知事は、第一種製造者又はその従業者が危害予防規程を守っていない場合において、公共の安全の維持又は災害の発生の防止のため必要があると認めるときは、第一種製造者に対し、当該危害予防規程を守るべきこと又はその従業者に当該危害予防規程を守らせるため必要な措置をとるべきことを命じ、又は勧告することができる。</p>	<p>高圧ガス保安法 第26条 同左</p> <p>コンビ則 第22条 法第二十六条第一項の規定により、同項の届出をしようとする特定製造者は、様式第十三の危害予防規程届書に危害予防規程（変更のときは、変更の明細を記載した書面）を添えて、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。</p> <p>2 法第二十六条第一項の経済産業省令で定める事項は、次の各号に掲げる事項の細目とする。</p> <p>一 法第八条第一号の経済産業省令で定める技術上の基準及び同条第二号の経済産業省令で定める技術上の基準に関すること。</p> <p>二 保安管理体制並びに高圧ガス製造保安統括者（以下「保安統括者」という。）、高圧ガス製造保安技術管理者（以下「保安技術管理者」という。）、高圧ガス製造保安係員（以下「保安係員」という。）、高圧ガス製造保安主任者（以下「保安主任者」という。）及び高圧ガス製造保安企画推進員（以下「保安企画推進員」という。）の行うべき職務の範囲に関すること。</p> <p>三 製造設備の安全な運転及び操作に関すること（第一号に掲げるものを除く。）。</p> <p>四 製造施設の保安に係る巡視及び点検に関すること（第一号に掲げるものを除く。）。</p> <p>五 製造施設の新増設に係る工事及び修理作業の管理に関すること（第一号に掲げる</p>	<p>石油パイプライン事業法 第27条 石油パイプライン事業者は、事業用施設についての保安を確保するため、保安に関する組織及び教育に関する事項その他の主務省令で定める事項について、保安規程を定め、主務大臣の認可を受けなければならない。これを変更するときも、同様とする。</p> <p>2 主務大臣は、保安規程が事業用施設についての保安を確保するため適当でないとき認めるときは、前項の認可をしてはならない。</p> <p>3 主務大臣は、事業用施設についての保安を確保するため必要があると認めるときは、石油パイプライン事業者に対し、保安規程を変更すべきことを命ずることができる。</p> <p>4 石油パイプライン事業者及びその従業者は、保安規程を守らなければならない。</p> <p>石油パイプライン事業の事業用施設の保安に関する省令 第2条 法第二十七条第一項の主務省令で定める事項は、次のとおりとする。</p> <p>一 事業用施設についての保安に関する業務を管理する者の職務および組織に関すること。</p> <p>二 保安技術者が旅行、疾病その他事故によってその職務を行なうことができない場合にその職務を代行する者に関すること。</p> <p>三 化学消防自動車の設置その他自衛消防組織に関すること。</p> <p>四 事業用施設についての保安に係る作業に従事する者に対する保安教育に関すること。</p> <p>五 事業用施設についての保安のための巡視、点検および検査に関すること（第十号</p>	<p>ガス指針 7.1 高圧ガスパイプラインを維持及び運用する鉱業権者（以下「ガスパイプライン事業者」と呼ぶ）は、高圧ガスパイプラインの保安を確保するため、高圧ガスパイプラインの帰属する鉱山の保安規程に、次の事項を定めておくものとする。</p> <p>(1) 設置方法に関すること。</p> <p>(2) 設置箇所または当該箇所において加えられる荷重に関すること。</p> <p>(3) 検査に関すること。</p> <p>(4) 地震その他災害等における処理に関すること。</p> <p>(5) 運転状態の監視装置及び警報装置の管理及び検査に関すること。</p> <p>(6) 緊急、しゃ断装置の検査に関すること。</p> <p>(7) 安全制御装置の管理及び検査。</p> <p>(8) その他</p> <p>[解説] 「石油鉱山保安規則」第49条に依ったものである。石油鉱山保安規程には、この他一般事項として</p> <ol style="list-style-type: none"> 保安統括者及び保安技術職員 鉱山労働者 保安教育 保安図 <p>を定めることとしている。</p> <p>また、保安規程の他、高圧ガスパイプライン施設管理基準、電気防しよく管理基準、運転監視制御マニュアル、緊急事態発生時の防災対策要領、地震災害対策要領等を用意し、万全な保安管理体制を確立するものとする。</p>

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
	<p>五 ガス工作物の運転又は操作に関する事 六 ガス工作物の運転又は操作を管理する電子計算機に係るサイバーセキュリティの確保に関する事 七 導管の工事の方法に関する事 八 導管の工事現場の責任者の条件その他導管の工事現場における保安監督体制に関する事 九 導管の周囲においてガス工作物の工事以外の工事が行われる場合における当該導管の維持及び運用に関する保安に関する事 十 災害その他非常の場合にとるべき措置に関する事 十一 ガス工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての記録に関する事 十二 ガス工作物の工事、維持又は運用に従事する者であつて保安規程に違反した者に対する措置に関する事 十三 その他ガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項に関する事 (以下略)</p>	<p>2 前項第一号に掲げる事業用電気工作物を設置する者は、法第四十二条第一項の保安規程において、次の各号(その者が発電事業(その事業の用に供する発電等用電気工作物が第四十八条の二第一号に掲げる要件に該当するものに限る。)を営むもの以外の者である場合にあつては、第五号から第七号まで及び第十一号を除く。)に掲げる事項を定めるものとする。 一 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安のための関係法令及び保安規程の遵守のための体制(経営責任者の関与を含む。)に関する事 二 事業用電気工作物の工事、維持又は運用を行う者の職務及び組織に関する事(次号に掲げるものを除く。) 三 主任技術者の職務の範囲及びその内容並びに主任技術者が保安の監督を行う上で必要となる権限及び組織上の位置付けに関する事 四 事業用電気工作物の工事、維持又は運用を行う者に対する保安教育に関する事であつて次に掲げるもの イ 関係法令及び保安規程の遵守に関する事 ロ 保安のための技術に関する事 ハ 保安教育の計画的な実施及び改善に関する事 五 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安を計画的に実施し、及び改善するための措置であつて次に掲げるもの(前号に掲げるものを除く。) イ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての方針及び体制に関する事 ロ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての計画に関する事 ハ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての実施に関する事 ニ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての評価に関する事 ホ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての改善に関する事 六 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安のために必要な文書の作成、変更、承認及び保存の手順に関する事 七 前号に規定する文書についての保安規程上の位置付けに関する事 八 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての適正な記録に関する事 九 事業用電気工作物の保安のための巡視、点検及び検査に関する事 十 事業用電気工作物の運転又は操作に関する事 十一 発電用の事業用電気工作物の保安に</p>		<p>ものを除く。) 六 製造施設が危険な状態となつたときの措置及びその訓練方法に関する事 七 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関する事 八 協力会社の作業の管理に関する事 九 従業者に対する当該危害予防規程の周知方法及び当該危害予防規程に違反した者に対する措置に関する事 十 製造施設を新設し、又は変更する場合の安全審査に関する事 十一 保安に係る記録に関する事 十二 危害予防規程の作成及び変更の手続きに関する事 十三 前各号に掲げるもののほか災害の発生の防止のために必要な事項に関する事 (以下略)</p>	<p>に掲げるものを除く。) 六 事業用施設の運転または操作に関する事 七 事業用施設に係る石油の取扱い作業の基準に関する事 八 事業用施設の補修等の方法に関する事 九 導管の工事現場の責任者の条件その他導管の工事現場における保安監督体制に関する事 十 導管の周囲において事業用施設の工事以外の工事が行なわれる場合における当該導管についての保安に関する事 十一 災害その他の非常の場合にとるべき措置に関する事 十二 事業用施設についての保安に関する記録に関する事 十三 事業用施設の位置および構造を明示した書類および図面の整備に関する事 十四 事業用施設についての保安に係る作業に従事する者であつて保安規程に違反した者に対する措置に関する事 十五 前各号に掲げるもののほか、事業用施設についての保安に関し必要な事項</p> <p>石油パイプライン事業の事業用施設の保安に関する省令 第3条 法第二十七条第一項の規定により保安規程の認可を受けようとする者は、様式第一の保安規程認可申請書を主務大臣に提出しなければならない。 2 法第二十七条第一項の規定により保安規程の変更の認可を受けようとする者は、様式第二の保安規程変更認可申請書に次に掲げる書類を添えて主務大臣に提出しなければならない。 一 変更を必要とする理由を記載した書類 二 変更しようとする部分を明らかにした現行の保安規程</p>	

項目	ガス事業法	電気事業法	高圧ガス保安法 (一般則・コンビ則9条)	高圧ガス保安法 (コンビ則10条)	石油パイプライン事業法	ガスパイプライン技術指針
		係る外部からの物品又は役務の調達の内容及びその重要度に応じた管理に関する こと。 十二 発電所又は蓄電所の運転を相当期間 停止する場合における保全の方法に関する こと。 十三 災害その他非常の場合に採るべき措 置に関すること。 十四 保安規程の定期的な点検及びその必 要な改善に関すること。 十五 その他事業用電気工作物の工事、維持 及び運用に関する保安に関し必要な事項 (以下略)				

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）
定義			
	<p>ガス工作物の技術上の基準を定める省令 ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示 ガス工作物技術基準の解釈例</p>	<p>発電用火力設備に関する技術基準を定める省令 第一章 総則（第一条―第四条） 第七章 液化ガス設備（第三十七条―第五十四条） 第十章 溶接部（第七十四条）</p> <p>発電用火力設備の技術基準の解釈 第7章 液化ガス設備（第50条―第84条） 第10章 溶接部（第105条―第166条） 第1節 総則（第105条―第106条） 第2節 溶接の施工方法（第107条―第113条） 第5節 液化ガス設備（第150条―第166条） 第11章 その他規格等の適用（第167条）</p>	<p>コンビ則 第二章 高圧ガスの製造に係る許可等 第一節 高圧ガスの製造に係る許可（第三条・第三条の二） 第二節 技術上の基準 第一款 製造施設（第四条―第七条の二）</p> <p>（用語の定義） コンビ則 第2条 この規則において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。</p> <p>三 不活性ガス ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素又はフルオロカーボン（可燃性ガスを除く。） 八 貯槽 高圧ガスの貯蔵設備であって、地盤面に対して移動することができないもの 九 低温貯槽 大気圧における沸点が零度以下のガスを温度零度以下又は当該ガスの気相部における常用の圧力が0.1MPa以下の液体の状態での貯蔵するための貯槽であって、断熱材で被覆し、又は冷凍設備で冷却することにより貯槽内のガスの温度が常用の温度を超えて上昇しないような措置を講じてあるもの 十三 製造設備 製造のための設備（地盤面に対して移動することができるものを除く。） 十三の二 コールド・エバポレータ 液化アルゴン、液化炭酸ガス、液化窒素又は液化酸素の加圧蒸発器付低温貯槽（二重殻真空断熱式構造のものに限る。）を有する定置式製造設備（加圧蒸発器付低温貯槽以外の処理設備（第十九号ハの処理設備を除く。）を有するものを除く。） 十六 ガス設備 製造設備（製造に係る導管を除く。）のうち、製造をする高圧ガスのガス（その原料となるガスを含む。）が通る部分 十七 高圧ガス設備 ガス設備のうち、高圧ガスが通る部分 十八 処理設備 圧縮、液化その他の方法でガスを処理することができる設備であって、高圧ガスを製造するもの 二十 製造事業所 処理能力が100m³（不活性ガス又は空気にあつては、300m³）以上の処理設備を有する製造設備を使用して高圧ガスの製造をする者の当該製造をする事業所 二十一 コンビナート地域 製造事業所が集中して設置され、又は設置されることが予定されている地域であつて、当該地域内の製造事業所において製造をする高圧ガスの容積の合計が著しく大であり、又は大となると見込まれるものとして別表第一に掲げる地域 二十二 特定製造事業所 次のイからハまでに掲げる製造事業所 イ コンビナート地域内にある製造事業所（専ら燃料の用に供する目的で高圧ガスの製造をし、又は専ら高圧ガスを容器に充填するものであつて貯蔵能力が2,000m³又は20トン以上の可燃性ガスの貯槽を設置していないもの及び専ら不活性ガス及び空気の製造をするものを除く。） ロ 保安用不活性ガス以外のガスの処理能力（不活性ガス及び空気については、その処理能力に4分の1を乗じて得た容積とする。以下この号において同じ。）が100万m³（貯槽を設置して専ら高圧ガスの充填を行う場合にあつては、200万m³）以上の製造事業所 ハ 都市計画法第8条第1項第一号の規定により定められた用途地域（工業専用地域及び工業地域を除く。）内にある保安用不活性ガス以外のガスの処理能力が50万m³（貯槽を設置して専ら高圧ガスの充填を行う場合にあつては、100万m³）以上の製造事業所 二十三 第一種製造者 法第5条第1項の許可を受けた者 二十四 特定製造者 特定製造事業所において高圧ガスの製造をする第一種製造者</p>
許可			
			<p>コンビ則 第3条第1項 法第5条第1項の規定により、同項第一号の許可を受けようとする者は、様式第一の高圧ガス製造許可申請書に製造計画書を添えて、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。ただし、遺贈、営業の譲渡又は分割（当該特定製造者のその許可に係る特定製造事業所を承継させるものを除く。）により引き続き高圧</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）
			ガスの製造をしようとする者が新たに許可を申請するときは、製造計画書の添付を省略することができる。以下略
公害の防止			
	<p>（公害の防止） ガス技省令 第3条 5 騒音規制法第2条第1項に規定する特定施設に該当するガス工作物を設置する事業場であって同法第3条第1項の規定により指定された地域内に存するものは、当該事業場において発生する騒音が同法第4条第1項又は第2項の規制基準に適合しなければならない。 6 振動規制法第2条第1項に規定する特定施設に該当するガス工作物を設置する事業場であって同法第3条第1項の規定により指定された地域内に存するものは、当該事業場において発生する振動が同法第4条第1項又は第2項の規制基準に適合しなければならない。</p>	<p>（公害の防止） 大気汚染防止法 ダイオキシン類対策特別措置法</p>	
立ち入りの防止等			
	<p>（立ち入りの防止等） ガス技省令 第4条 製造所及び供給所には、構内に公衆がみだりに立ち入らないよう、適切な措置を講じなければならない。ただし、周囲の状況により公衆が立ち入るおそれがない場合は、この限りでない。以下略</p>		
保安通信設備			
	<p>（保安通信設備） ガス技省令 第5条 製造所（特定製造所を除く。）、供給所及び導管を管理する事業場には、緊急時に迅速な通信を確保するため、適切な通信設備を設けなければならない。</p>		<p>コンビ則 第5条第1項 六十三 特定製造事業所には、事業所の規模及び製造施設の態様に応じ、事業所内で緊急時に必要な通報を速やかに行うための措置を講ずること。</p> <p>コンビ則 第11条 コンビナート製造事業所において高圧ガスの製造を行う者（以下この条において「コンビナート製造者」という。）は、製造を開始する前に、関係事業所（導管又は配管により、当該コンビナート製造事業所に高圧ガスを供給し、又は当該コンビナート製造事業所から高圧ガスの供給を受けるコンビナート製造事業所（以下この条において「関連事業所」という。）及び当該コンビナート製造事業所に隣接するコンビナート製造事業所その他当該コンビナート製造事業所と保安上密接な関係を有するコンビナート製造事業所をいう。）との間における保安に関する事項の連絡系統、連絡担当者その他の連絡の方法を定め、関係事業所に通知しなければならない。これを変更したときも、同様とする。</p> <p>2 関連事業所に係るコンビナート製造者は、当該関連事業所の事務所間及び保安上緊急に連絡をする必要のある作業場間の緊急連絡の用に供する直通電話（保安上特に重要な作業場間にあつては、直通電話及び無線又は有線通信設備）を設置しなければならない。</p> <p>3 コンビナート製造者は、第一号から第六号まで及び第十号に掲げる場合には関係事業所にて保安上必要な措置を講ずることができるよう適切に行うものとする。</p> <p>一 当該コンビナート製造事業所において、高圧ガスに係る事故が発生したとき。 ニ 多量のガスを放出し、又は放出しようとするとき。 三 異常な騒音又は振動が発生し、又は発生させようとするとき。 四 消防訓練その他の事由により、警報器を鳴らし、又は火災若しくは煙を発生させようとするとき。 五 隣接するコンビナート製造事業所の境界線から 50m 以内において、火気を取り扱おうとするとき。 六 隣接するコンビナート製造事業所の境界線から 100m 以内において、大量の火気を取り扱おうとするとき。 七 導管又は配管による関連事業所への高圧ガス（保安用の窒素、スチームその他の流体を含む。以下次号及び第九号において同じ。）の輸送を開始し、又は停止しようとするとき。 八 導管又は配管により関連事業所へ輸送するガスの種類、成分、圧力、流量その他の事項について保安上重要な変更をしようとするとき。 九 関連事業所から導管又は配管により輸送される高圧ガスを使用する製造設備の運転を停止しようとするとき。 十 前各号に掲げる場合のほか、保安上特に連絡を要する事態が発生したとき。</p> <p>4 コンビナート製造者は、隣接するコンビナート製造事業所の境界線から 100m 以</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則、製造細目告示）														
			<p>内において次の各号に掲げる設備又は施設を設置し、又は撤去したとき（第四号に掲げるベントスタックにあつては、当該ベントスタックからガスを放出する方向を著しく変更したときを含む。）は、遅滞なく、当該設備又は施設の種類及び位置（第四号に掲げるベントスタックにあつては、当該ベントスタックからガスを放出する方向を含む。）を記載した書面を作成し、これを隣接するコンビナート製造事業所に送付しなければならない。ただし、次項の規定により連絡をした設備については、この限りでない。</p> <p>一 製造施設（第四号及び第五号に掲げる設備を除く。）</p> <p>二 危険物（消防法第2条第7項に規定する危険物をいう。以下同じ。）の製造所、貯蔵所又は取扱所</p> <p>三 毒物及び劇物（毒物及び劇物取締法第2条第1項に規定する毒物及び同条第2項に規定する劇物をいう。）を貯蔵するタンク</p> <p>四 ベントスタック、充填設備その他の可燃性ガス又は毒性ガスを放出し、又は放出するおそれのある設備</p> <p>五 火気を大量に使用する設備</p> <p>六 屋外消火栓、貯水槽、貯水池、非常用通用門及び避難場所</p> <p>七 その他特に保安上通知を要する設備又は施設</p> <p>5 コンビナート製造者は、次の表の上欄に掲げる設備をこれに隣接するコンビナート製造事業所の境界線から同表の下欄に掲げる距離以内に設置するとき（大規模な改修をするときを含む。）は、あらかじめ、当該隣接するコンビナート製造事業所に連絡しなければならない。</p> <table border="1" data-bbox="2077 840 2671 1239"> <thead> <tr> <th>設備</th> <th>距離 (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一 貯蔵能力が10,000m³以上（液化ガスにあつては、百トン以上）の貯槽</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>二 貯蔵能力が10,000kl以上の可燃性液体（高圧ガスを除く）のタンク</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>三 毒性ガスの製造設備（第一項に掲げる設備を除く。）</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>四 可燃性ガス及び酸素の製造設備（処理能力が1,000m³以上の処理設備を有する製造設備に限り、第一項に掲げる設備を除く。）</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>五 導管</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>六 前各項に掲げる設備以外の製造設備</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p>6 前項の規定による連絡は、次の各号に掲げる事項について行うものとする。</p> <p>一 着工及び完成予定期日</p> <p>二 貯槽及びタンクについては、位置、貯蔵物資の種類、圧力及び最大貯蔵量</p> <p>三 製造設備については、位置、製造をする高圧ガスの種類及び圧力並びに当該製造設備に係る処理設備の処理能力</p> <p>四 導管については、経路並びに高圧ガスの種類及び圧力</p> <p>7 コンビナート製造者は、その製造施設が危険な状態となつた場合又は製造施設に係る事故が発生した場合において、関係事業所から事故の発生又は拡大の防止のため必要な応援を緊急に受けるための措置を講じておかななければならない。</p>	設備	距離 (m)	一 貯蔵能力が10,000m ³ 以上（液化ガスにあつては、百トン以上）の貯槽	100	二 貯蔵能力が10,000kl以上の可燃性液体（高圧ガスを除く）のタンク	100	三 毒性ガスの製造設備（第一項に掲げる設備を除く。）	100	四 可燃性ガス及び酸素の製造設備（処理能力が1,000m ³ 以上の処理設備を有する製造設備に限り、第一項に掲げる設備を除く。）	50	五 導管	20	六 前各項に掲げる設備以外の製造設備	20
設備	距離 (m)																
一 貯蔵能力が10,000m ³ 以上（液化ガスにあつては、百トン以上）の貯槽	100																
二 貯蔵能力が10,000kl以上の可燃性液体（高圧ガスを除く）のタンク	100																
三 毒性ガスの製造設備（第一項に掲げる設備を除く。）	100																
四 可燃性ガス及び酸素の製造設備（処理能力が1,000m ³ 以上の処理設備を有する製造設備に限り、第一項に掲げる設備を除く。）	50																
五 導管	20																
六 前各項に掲げる設備以外の製造設備	20																
<p>離隔・保安距離</p>																	
	<p>（離隔距離） ガス技省令 第6条 ガス発生器及び増熱器（移動式ガス発生設備に属するものを除く。）並びにガス精製設備、排送機、圧送機、ガスホルダー及び附帯設備であつて製造設備に属するもの（冷凍設備及び配管を除く。）は、その外面から事業場の境界線（境界線が海、河川、湖沼等に接する場合は、当該海、河川、湖沼等の対岸）に対し、告示で定める距離を有しなければならない。ただし、災害その他非常の場合において、やむを得ない一時的な工事により設置されたガス発生器及び増熱器並びに附帯設備に属する熱交換器及び容器であつて、告示で定める措置を講じたものについては、この限りでない。 2 前項に規定するガス工作物（不活性のガス（空気を含む。以下同じ。）又は不活性の液化ガスのみを通ずるものを除く。以下この条から第11条までにおいて同</p>	<p>（離隔距離） 火技省令 第37条 液化ガス設備（管及びその附属設備を除く。）は、その外面と発電所の境界線（境界線が海、河川、湖沼等に接する場合は、当該海、河川、湖沼等の外縁）との間に、ガス又は液化ガスの漏えい又は火災等による危害を防止するために、保安上必要な距離を有するものでなければならない。ただし、内包する液化ガスが不活性ガスのみである液化ガス設備については、この限りでない。 2 液化ガス設備のうち告示で定めるものは、その外面から住居の用に供する建築物、学校 その他別に告示する物件との間に、ガス又は液化ガスの漏えい又は火災等による危害を防止するために、別に告示する距離を有するものでなければならない。 3 液化ガス用貯槽の相互間、ガスホルダーの相互間並びに液化ガス用貯槽及びガス</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 製造施設（製造設備がコーロード・エバボレータ、特定液化石油ガススタンド、圧縮天然ガススタンド、液化天然ガススタンド及び圧縮水素スタンドであるものを除く。）における法第8条第一号の経済産業省令で定める技術上の基準は、次の各号に掲げるもののほか、第9条から第11条までに定めるところによる。ただし、製造設備の冷却の用に供する冷凍設備にあつては、冷凍保安規則に規定する技術上の基準によることができる。 （中略） 四 毒性ガスの製造施設は、次に掲げる距離以上の距離を有すること。 イ 製造施設（ロに掲げるガス設備及び第六十五号に規定する容器置場並びに経済産業大臣が定める設備及び施設を除く。）の外面から当該特定製造事業所の</p>														

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）
	<p>じ。）特定ガス発生設備に係る容器及び移動式ガス発生設備（略）に係る容器であって最高使用圧力が高圧のもの及び液化ガスを通ずるものは、その外面から学校、病院その他の告示で定める物件（以下「保安物件」という。）に対し告示で定める距離を有しなければならない。</p> <p>3 前項に規定するガス工作物であって、告示で定める製造所（以下「特定事業所」という。）に設置するもの（告示で定めるものを除く。）は、前項の規定によるほかその外面から当該特定事業所の境界線（当該境界線に接続する海、河川、湖沼その他告示で定める施設若しくは土地がある場合又は当該特定事業所においてガス工作物を設置する者が所有し、若しくは地上権、賃借権その他の土地の使用を目的とする権利を設定している土地がある場合にあっては、その外縁）に対し告示で定める距離を有しなければならない。</p> <p>7 液化ガス用貯槽（不活性の液化ガス用のもの、貯蔵能力が3トン未満のもの及び地盤面下に全部埋設されたものを除く。）の相互間、地盤面下に全部埋設された液化ガス用貯槽（不活性の液化ガス用のものを除く。）の相互間、一のガスホルダー（最高使用圧力が高圧のものであって貯蔵能力が300m³以上のものに限る。）と他のガスホルダーとの相互間及び液化ガス用貯槽（不活性の液化ガス用のもの、貯蔵能力が3トン未満のもの及び地盤面下に全部埋設されたものを除く。）とガスホルダー（最高使用圧力が高圧のものに限る。）との相互間は、ガス又は液化ガスが漏えいした場合の災害の発生を防止するために、保安上必要な距離を有しなければならない。</p> <p>ガス技告示 第2条 ガス発生器又はガスホルダー（次項において「ガス発生器等」という。）の省令第六条第一項に定める距離は、最高使用圧力が高圧のものにあっては20m以上、最高使用圧力が中圧のものにあっては10m以上、最高使用圧力が低圧のものにあっては5m以上の距離（次項に定める場合にあっては、同項に定める距離）とする。</p> <p>2 次の各号に掲げる場合において、事業場の境界線上に同号に掲げる高さで、厚さ9cm以上の鉄筋コンクリート造り又はこれと同等以上の強度及び耐火性能を有する障壁を設けている場合であって、ガス発生器等の最高使用圧力が中圧のものにあっては5m以上、最高使用圧力が低圧のものにあっては3m以上の距離とする。</p> <p>一 ガス発生器等の外面から10m以内に次条第一項に規定する第一種保安物件又は第二種保安物件（以下この項において「保安物件」という。）がない場合であって、境界線に接して公道又は軌道がないとき。 2m以上</p> <p>二 ガス発生器等の外面から10m以内に保安物件がない場合であって、境界線に接して公道又は軌道があるとき。 3m以上</p> <p>三 ガス発生器等の外面から10m以内に保安物件がある場合であって、境界線に接して公道又は軌道がないとき。 次に掲げる式により計算した値以上</p> <p>イ ガス発生器等の最高使用圧力が中圧であるもの $h = \sqrt{(100 - d^2) (1 - 0.1d) + 0.2d}$ hは、障壁の高さ（mを単位とする。） dは、設備の外面から障壁までの距離（mを単位とする。）</p> <p>ロ ガス発生器等の最高使用圧力が低圧であるもの $h = \sqrt{(25 - d^2) (1 - 0.2d) + 0.4d}$ h及びdは、イに定めるところによる。</p> <p>四 ガス発生器等の外面から10m以内に保安物件がある場合であって、境界線に接して公道又は軌道があるとき。次に掲げる値以上</p> <p>イ ガス発生器等の最高使用圧力が中圧であるものにあつては、3m又は前号イの式により算出した値のいずれか大きい値</p> <p>ロ ガス発生器等の最高使用圧力が低圧であるものにあつては、3m</p> <p>3 増熱器、ガス精製設備、排送機、圧送機及び附帯設備であつて製造設備に属するものの省令第六条第一項に定める距離は、3m以上の距離（事業場の境界線上に高さ2m以上、厚さ9cm以上の鉄筋コンクリート造り又はこれと同等以上の強度及び耐火性能を有する障壁を設けている場合は、零m以上）とする。ただし、特定事業所に設置するもの（最高使用圧力が高圧のもの及び液化ガスを通ずるものに限る。次条第三項において同じ。）であつて燃焼熱量の数値（第五条に掲げる式中のKとWの積をいう。以下同じ。）が3.4×10⁶以上のものにあつては20m以上の距離を有しなければならない。</p> <p>4 省令第24条第1項に規定するガス工作物には、前項ただし書の規定は適用しない。</p>	<p>ホルダーの相互間は、ガス又は液化ガスの漏えい又は火災等による危害を防止するために、保安上必要な距離を有するものでなければならない。</p> <p>火技解釈 第50条 省令第37条第1項に規定する「保安上必要な距離」とは、次の各号に掲げるものをいう。</p> <p>一 液化ガス設備（管及びその附属設備を除く。）は、その外面から発電所の境界線（境界線が海、河川、湖沼等の場合は、当該海、河川、湖沼等の外縁）に対し、3m以上の距離を有するものであること。ただし、次に定めるものは、それぞれに定める距離を有するものであること。</p> <p>イ ガスホルダー及び液化ガス用気化器であつて、ガスの最高使用圧力が1MPa以上のものは20m以上、ガスの最高使用圧力が1MPa未満のものは10m以上</p> <p>ロ コンビナート等保安規則（略）第2条第1項第22号の特定製造事業所に該当する発電所（以下「特定発電所」という。）に設置する液化ガス設備（イに規定する以外の設備であつて、液化ガスを通ずるもの又は最高使用圧力が1MPa以上のものに限る。）であつて、燃焼熱量の数値（次号ニに掲げる式中のKとWの積をいう。以下同じ。）が3.4×10⁶以上のもの又は毒性ガスを通ずるものにあつては、20m以上</p> <p>ニ 特定発電所においてイに定める設備にあつては、その外面から発電所の境界線又はハに定める外縁に対し、ニに定める距離を有するものであること。（中略）</p> <p>ハ 外縁とは、次に掲げるものをいう。</p> <p>(イ) 海、河川、湖沼等の縁</p> <p>(ロ) 水路及び工業用水道事業法第2条第3項に規定する工業用水道</p> <p>(ハ) 道路及び鉄道</p> <p>(ニ) 都市計画法第8条第1項第1号に規定する工業専用地域又は工業専用地域になることが確実に地域内の土地</p> <p>(ホ) 製造業（物品の加工修理業を含む。）、電気供給業、ガス供給業及び倉庫業に係る事業所の敷地のうち現にそれらの事業活動の用に供されているもの</p> <p>(ヘ) 当該発電所において電気工作物を設置する者が所有し、若しくは地上権、賃借権その他の土地の使用を目的とする権利を設定している土地</p> <p>ニ 保安上必要な距離とは、次の計算式より算出した値以上とし、50m未満の場合にあつては、50mをいう。ただし、貯槽内に2以上のガスがある場合にあっては、それぞれのガスの質量（tを単位とする。）の合計量の平方根の数値にそれぞれのガスの質量の当該合計量に対する割合を乗じて得た数値に、それぞれのガスに係るKを乗じて得た数値の合計により、Lを算出するものとし、貯槽以外の液化ガス設備内に2以上のガスがある場合にあっては、それぞれのガスについてKにWを乗じた値を算出し、その数値の合計により、Lを算出するものとする。</p> $L = C \cdot \sqrt[3]{KW}$ <p>Lは、離隔距離（mを単位とする。） Cは、係数であつて、地下式貯槽にあつては0.240、地下式貯槽以外のものにあつては0.576 Kは、ガス又は液化ガスの種類及び常用の温度区分に応じて別表第5に定める値 Wは、貯槽にあつては、当該貯槽の貯蔵能力（tを単位とする。）の値の平方根の値、貯槽以外のものにあつては、当該機器内のガス又は液化ガスの質量（tを単位とする。）の値</p> <p>三 燃料としてアンモニアを使用する場合にあつては、次に定める距離を有すること。</p> <p>イ 液化ガス設備の外面から当該発電所の境界線まで 10m以上</p> <p>ロ 特定発電所に設置する液化ガス設備の外面から当該発電所の境界線まで 20m以上</p>	<p>境界線まで 20m</p> <p>ロ ガス設備（経済産業大臣が定めるものを除く。）の外面から保安物件まで 当該ガス設備に係る貯蔵設備又は処理設備の貯蔵能力又は処理能力に対応する距離であつて、次に掲げる算式により得られたもの</p> <p>(イ) $0 \leq x < 1,000$ の場合 $L = 70 + 4\sqrt{10}$</p> <p>(ロ) $1,000 \leq x < 10,000$ の場合 $L = 70 + 2/5 \sqrt{X}$</p> <p>(ハ) $10,000 \leq x$ の場合 $L = 110$</p> <p>備考 これらの式において、L及びxは、それぞれ次の数値を表すものとする。 L ガス設備の外面から保安物件までの距離（単位 m） x 貯蔵能力（単位 圧縮ガスにあつてはm³、液化ガスにあつてはkg）又は処理能力（単位 m³）</p> <p>五 第二号及び第四号に規定するガス以外のガスの製造施設は、その貯蔵設備及び処理設備（経済産業大臣が定めるものを除く。）の外面から、保安物件に対し、50m以上の距離を有すること。</p> <p>※ 第2号 可燃性ガスの製造設備 第4号 毒性ガスの製造設備</p> <p>製造細目告示 第1条の九 コンビナート等保安規則第5条第1項第五号の経済産業大臣が定める貯蔵設備及び処理設備は、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>二 不活性ガスのうち窒素、二酸化炭素及びフルオロカーボン（可燃性のものを除く。）の貯蔵設備及び処理設備であつて、その貯蔵能力又は処理能力が52,500kg又は52,500m³（保安用不活性ガスにあつては、21万kg又は21万m³）未満であるもの</p> <p>コンビ則 第5条第1項 八 製造設備（経済産業大臣が定めるものを除く。以下この号において同じ。）は、その外面から、当該特定製造事業所の境界線に対し、20m以上の距離を有すること。ただし、その外面から、当該特定製造事業所に隣接する製造事業所に係る製造設備に対し30m以上の距離を有するものについては、この限りでない。</p> <p>製造細目告示 第1条の十 コンビナート等保安規則第5条第1項第八号の経済産業大臣が定める製造設備は、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 可燃性ガス及び毒性ガス以外のガスの製造設備（以下略）</p> <p>可燃性ガス関係 コンビ則 第5条第1項第11号 コンビ則 第5条第1項第12号 コンビ則 第5条第1項第13号</p> <p>コンビ則 第5条の2第2項 2 製造設備が一般高圧ガス保安規則第八条第三項の規定に適合する移動式製造設備から高圧ガスを受け入れるコールド・エバポレータである製造施設における前項ただし書の基準は、次の各号に掲げるものとする。中略</p> <p>二 製造施設は、その貯槽及び処理設備の外面から当該事業所の敷地境界に対し4m以上の距離を有し、又はこれと同等以上の措置を講ずること。</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）																																			
	<p>ガス技告示 第4条 省令第6条第2項に規定する距離は、第一種保安物件に対しては次の表における当該ガス工作物の処理能力又は貯蔵能力に対応するL1によって表される値以上、第二種保安物件に対しては当該ガス工作物の処理能力又は貯蔵能力に対応するL4によって表される値以上とする。ただし、次の各号に掲げるものは、それぞれ当該各号に定める距離とする。（中略）</p> <table border="1" data-bbox="489 426 1237 793"> <thead> <tr> <th>X \ L</th> <th>0 ≤ X < 10,000</th> <th>10,000 ≤ X < 52,500</th> <th>52,500 ≤ X < 990,000</th> <th>990,000 ≤ X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L₁</td> <td>12√(2)</td> <td>0.12√(X+10,000)</td> <td>30（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、0.12√(X+10,000)）</td> <td>30（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、120）</td> </tr> <tr> <td>L₂</td> <td>9.6√(2)</td> <td>0.096√(X+10,000)</td> <td>24</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>L₃</td> <td>8.4√(2)</td> <td>0.084√(X+10,000)</td> <td>21</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>L₄</td> <td>8√(2)</td> <td>0.08√(X+10,000)</td> <td>20（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、0.08√(X+10,000)）</td> <td>20（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、80）</td> </tr> <tr> <td>L₅</td> <td>6.4√(2)</td> <td>0.064√(X+10,000)</td> <td>16</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>L₆</td> <td>5.6√(2)</td> <td>0.056√(X+10,000)</td> <td>14</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table> <p>（備考） Xは、ガス工作物の処理能力（m³を単位とする）又は貯蔵能力（ガスにあつてはm³、液化ガスにあつてはkgを単位とする。）</p> <p>2 第一号から第四号までに掲げるガス工作物（液化石油ガスを通ずるもの（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽を除く。）に限る。）及び第五号に掲げるガス工作物であつて、これらのガス工作物の外面から前項の表における当該ガス工作物の処理能力又は貯蔵能力に対応するL1によって表される距離内にある第一種保安物件又は当該ガス工作物の処理能力又は貯蔵能力に対応するL4によって表される距離内にある第二種保安物件に対し、厚さ12cm以上、高さ1.8m以上の鉄筋コンクリート造り若しくはこれと同等以上の強度を有する構造の障壁を設けているものは、前項の規定にかかわらず、それぞれ当該各号に定める距離とする。</p> <p>一 地盤面下に埋設しているガス工作物（液化ガス用貯槽を除く。）又は水噴霧装置若しくはこれと同等以上の防火上有効な設備を設けているガス工作物（これらのガス工作物のうち、第三号又は第四号に掲げるものを除く。） 第一種保安物件に対しては前項の表における当該ガス工作物の処理能力又は貯蔵能力に対応するL2によって表される値以上、第二種保安物件に対しては当該ガス工作物の処理能力又は貯蔵能力に対応するL5によって表される値以上。</p> <p>二 地盤面からその頂部までの埋設の深さが0.6m以上に埋設している液化ガス用貯槽 第一種保安物件に対しては前項の表における当該液化ガス用貯槽の貯蔵能力に対応するL3によって表される値以上、第二種保安物件に対しては当該液化ガス用貯槽の貯蔵能力に対応するL6によって表される値以上。</p> <p>（中略）</p> <p>3 第一項及び前項における処理能力は、ガスホルダー、貯槽以外のガス工作物の一日に処理することのできるガスの標準状態に換算した容積とし、貯蔵能力は、ガスホルダー、液化ガス用貯槽、特定ガス発生設備に係る容器及び移動式ガス発生設備に係る容器について算出した値とする。ただし、特定ガス発生設備に係る容器の容積は、当該特定ガス発生設備に係る令第一条に規定する容器の総容積とする。</p> <p>ガス技解釈例 第3条 省令第6条第7項に規定する「保安上必要な距離」とは、次の各号に掲げる距離をいう。 一 液化ガス用貯槽（以下この条において「貯槽」という。）の外面と他の貯槽の外面との距離にあつては、1m又は貯槽の最大直径の2分の1（地下式貯槽（当該貯槽内の液化ガスの最高液面が盛土の天端面以下にあり、かつ、埋設された部分が周囲の地盤に接しているものをいう。）であつて最高使用圧力が低圧のもの（以下「低圧地下式貯槽」という。）は4分の1）の長さのいずれか大きいものに等しい値以上の値。ただし、ガス工作物の技術上の基準の細目を定める告示（平成12年通商産業省告示第355号。以下「告示」という。）第5条第1項に規定する製造所（以下「特定事業所」という。）以外の製造所に設置する当該貯槽に水噴霧装置又はこれと同等以上の防</p>	X \ L	0 ≤ X < 10,000	10,000 ≤ X < 52,500	52,500 ≤ X < 990,000	990,000 ≤ X	L ₁	12√(2)	0.12√(X+10,000)	30（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、0.12√(X+10,000)）	30（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、120）	L ₂	9.6√(2)	0.096√(X+10,000)	24	24	L ₃	8.4√(2)	0.084√(X+10,000)	21	21	L ₄	8√(2)	0.08√(X+10,000)	20（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、0.08√(X+10,000)）	20（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、80）	L ₅	6.4√(2)	0.064√(X+10,000)	16	16	L ₆	5.6√(2)	0.056√(X+10,000)	14	14		
X \ L	0 ≤ X < 10,000	10,000 ≤ X < 52,500	52,500 ≤ X < 990,000	990,000 ≤ X																																		
L ₁	12√(2)	0.12√(X+10,000)	30（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、0.12√(X+10,000)）	30（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、120）																																		
L ₂	9.6√(2)	0.096√(X+10,000)	24	24																																		
L ₃	8.4√(2)	0.084√(X+10,000)	21	21																																		
L ₄	8√(2)	0.08√(X+10,000)	20（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、0.08√(X+10,000)）	20（低圧地下式貯槽以外の低温貯槽にあつては、80）																																		
L ₅	6.4√(2)	0.064√(X+10,000)	16	16																																		
L ₆	5.6√(2)	0.056√(X+10,000)	14	14																																		

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則、製造細目告示）
	<p>火上及び消火上有効な能力を有する設備を設けた場合は、この限りではない。</p> <p>二 地盤面下に全部埋設された貯槽の外表面と他の地盤面下に全部埋設された貯槽の外表面との距離にあつては1m以上。</p> <p>三 1のガスホルダーの外表面と他のガスホルダーの外表面との距離にあつては、1m又は当該ガスホルダーの最大直径の4分の1の長さのいずれか大きいものに等しい値以上の値。</p> <p>四 貯槽の外表面とガスホルダーの外表面との距離にあつては、当該貯槽の最大直径の2分の1（低圧地下式貯槽にあつては4分の1）又は当該ガスホルダーの最大直径の4分の1の長さのいずれか大きいものに等しい値以上の値。</p> <p>2 省令第6条第8項に規定する「保安上必要な距離」とは、1m以上とする。</p> <p>3 告示第2条の2第1項及び第3項における「適切な措置」とは、さく等を設け、かつ、災害その他非常の場合において、やむを得ない一時的な工事により設置されたガス発生器及び増熱器並びに附帯設備に属する熱交換器及び容器に近づくことを禁止する旨の注意喚起をすることをいう。</p> <p>4 告示第4条第2項に規定する「厚さ12cm以上、高さ1.8m以上の鉄筋コンクリート造り若しくはこれと同等以上の強度を有する構造の障壁」とは、対象物を有効に保護できるものとする。</p>		
	<p>（保安区画） ガス技省令 第7条 特定事業所における高圧のガス又は液化ガスを通ずるガス工作物（配管及び導管を除く。以下この条において「高圧のガス工作物等」という。）は、ガス又は液化ガスが漏えいした場合の災害の発生を防止するために、設備の種類及び規模に応じ、保安上適切な区画に区分して設置し、かつ、高圧のガス工作物等（当該高圧のガス工作物等と一体となって製造の用に供する中圧又は低圧のガスを通ずるガス工作物を含む。）相互間は、保安上必要な距離を有しなければならない。</p>	<p>（保安区画） 火技省令 第38条 液化ガス用気化器を有する発電所における液化ガス設備は、ガス又は液化ガスの漏えい又は火災等による危害を防止するために、設備の種類及び規模に応じ、保安上適切な区画に区分して設置し、かつ、設備相互の間には保安上必要な距離を有するものでなければならない。</p> <p>（設備の設置場所） 火技省令 第39条 貯槽に係る防液堤の外表面から防災作業のために必要となる距離の内側には、液化ガスの漏えい又は火災等の拡大を防止する上で支障のない設備以外の設備を設置しては危害を生ずるおそれがある場所において、これをしてはならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 九 特定製造事業所の敷地のうち通路、空地等により区画されている区域であつて高圧ガス設備が設置されているものは、保安区画（面積が20,000m²以下（面積の計算方法は別に経済産業大臣が定める。）のものに限る。）に区分すること。ただし、高圧ガスの製造の工程上密接な関連を有する高圧ガス設備が設置されている土地の区域であつて、当該区域を二以上の保安区画に区分することにより当該高圧ガス設備に係る保安の確保に支障を及ぼすこととなると経済産業大臣が認めた場合にあっては、この限りでない。</p> <p>十 保安区画内の高圧ガス設備（配管を除き、当該高圧ガス設備と同一の製造施設に属する可燃性ガスのガス設備を含む。以下この号において同じ。）は、次の基準に適合するものであること。ただし、経済産業大臣がこれと同等の安全性を有するものと認めた措置を講じている場合は、この限りでない。</p> <p>イ その外表面（液化石油ガス岩盤貯槽にあつては、配管堅坑の内面）から、当該保安区画に隣接する保安区画内にある高圧ガス設備に対し、30m以上の距離を有すること。</p> <p>ロ その燃焼熱量の数値（当該高圧ガス設備に係る貯蔵設備及び処理設備についての第二号の算式中のK・wの合計に4.18605x10³を乗じて得られた値をいう。以下この条において同じ。）は、2.5TJ以下であること。</p> <p>（保安区画の面積の計算方法） 第1条の十二 コンビナート等保安規則第5条第1項第9号の規定による保安区画の面積の計算方法は、次のとおりとする。</p> <p>一 一の保安区画の面積は、一又は二以上の保安分区の面積の合計とする。</p> <p>二 前号の保安分区は、幅員5m以上の通路又は当該製造事業所の境界線によつて囲まれ、かつ、コンビナート等保安規則第五条第一項第十号に規定する高圧ガス設備（貯槽を除く。以下この号において同じ。）が設置されている区画であつて、その区画内に設置されている高圧ガス設備の水平投影面の外縁（建屋内に高圧ガス設備を有する建屋にあつては、建築基準法施行令第2条第2号の規定により得られた当該建屋の水平投影面の外縁）の外接線をすべての内角が180度を超えることのないように結んだ多角形で囲まれたものとする。</p> <p>三 前号の通路の幅員は、次に掲げる基準により測定するものとする。</p> <p>イ 縁石、側溝等により明確に通路が区画されている場合は、当該縁石、側溝等を基点として幅員を測定すること。</p> <p>ロ 通路の境界が明確でない場合は、当該通路に接する保安分区内の高圧ガス設備の水平投影面の外縁に1mの幅を加えた線を通路と保安分区との境界とみなして測定すること。</p>
	<p>（防火設備） ガス技省令 第8条 製造所若しくは供給所に設置するガス若しくは液化ガスを通ずるガス工作物又は大</p>	<p>（防火設備） 火技省令 第45条 液化ガス設備（可燃性ガス、可燃性液化ガス、酸素若しくは液化酸素又はコンビ規則</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 五十四 可燃性ガス、毒性ガス及び酸素の製造施設には、その規模に応じ、適切な防火設備を適切な箇所に設けること。</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則、製造細目告示）
	容量移動式ガス発生設備には、その規模に応じて、適切な消防火設備を適切な箇所に設けなければならない。	第2条第1項第二十二号の特定製造事業所に該当する発電所において製造された毒性ガス若しくは毒性液化ガスを通ずるものに限る。）には、その規模に応じて適切な消防火設備を適切な箇所に設けなければならない。	五十四のニ 特定不活性ガスの製造施設には、その規模に応じ、適切な消防火設備を適切な 箇所に設けること。
	<p>（ガスの滞留防止） ガス技省令 第9条 ガス又は液化ガスを通ずるガス工作物を設置する室（製造所及び供給所に存するものに限る。）は、これらのガス又は液化ガスが漏えいしたとき滞留しない構造でなければならない。 2 製造所には、ガス又は液化ガスを通ずるガス工作物から漏えいしたガスが滞留するおそれのある製造所内の適当な場所に、当該ガスの漏えいを適切に検知し、かつ、警報する設備を設けなければならない。</p>	<p>（ガスの漏えい対策） 火技省令 第43条 液化ガス設備には、当該設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するため、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。 一 液化ガス用燃料設備（燃半にしてアンモニアを使用するものに限る。次号において同じ。）には、当該設備からアンモニアが漏えいした場合に安全に、かつ、速やかに除害するための措置を講じること。 二 液化ガス用燃料設備には、その外部からアンモニアを通ずるものである旨を容易に識別することができるような措置を講じること。この場合において、ポンプ、バルブ及び継手その他アンモニアが漏えいするおそれのある箇所には、その旨の危険標識を掲げること。 三 液化ガス用燃料設備（燃撃にして水素を使用するものに限る。）を設置する室は、当該設備から水素が漏えいした場合に滞留しないような構造とすること。 四 前各号に掲げるもののほか、液化ガス設備に、当該液化ガス設備からガス又は液化ガスが漏えいした場合の危害を防止するための適切な措置を講じること。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 五十一 可燃性ガス又は特定不活性ガスの製造設備を設置する室は、当該ガスが漏えいしたとき滞留しないような構造とすること。</p>
	<p>（電気設備の防爆構造） ガス技省令 第10条 製造所若しくは供給所に設置するガス若しくは液化ガスを通ずるガス工作物又は移動式ガス発生設備の付近に設置する電気設備は、その設置場所の状況及び当該ガス又は液化ガスの種類に応じた防爆性能を有するものでなければならない。</p>		<p>コンビ則 第5条第1項 四十八 可燃性ガス（アンモニア及びブロムメチルを除く。）の高圧ガス設備に係る電気 設備は、その設置場所及び当該ガスの種類に応じた防爆性能を有する構造のものであること。ただし、ジメチルエーテルに係る試験研究施設に係る電気設備であつて、経済産業大臣がこれと同等の安全性を有するものと認めた措置を講じているものについては、この限りでない。</p>
	<p>（火気設備との距離） ガス技省令 第11条 製造所若しくは供給所に設置するガス（低圧のものであつて地表面に滞留するおそれのないものを除く。以下この条において同じ。）若しくは液化ガスを通ずるガス工作物（配管、導管及び火気を取り扱うものを除く。以下この条において同じ。）又は移動式ガス発生設備は、当該ガス工作物又は当該移動式ガス発生設備からのガス又は液化ガスが漏えいした場合の火災等の発生を防止するため、その外面から火気を取り扱う設備（当該ガス工作物又は当該移動式ガス発生設備と一体となって製造又は供給の用に供するものを除く。）に対し適切な距離を有しなければならない。</p>		<p>コンビ則 第5条第1項 十四 可燃性ガス又は特定不活性ガスの製造設備（可燃性ガス又は特性不活性ガスが通る部分に限る。）は、その外面（液化石油ガス岩盤貯槽にあつては、配管堅坑の内面）から火気（当該製造設備内のものを除く。以下この号において同じ。）を取り扱う施設に対し 8m 以上の距離を有し、又は当該製造設備から漏えいしたガスが当該火気を取り扱う施設に流動することを防止するための措置（以下第7条第1項第6号、同条第2項第18号、第7条の二第1項第19号、第7条の三第1項第10号及び同条第2項第27号において「流動防止措置」という。）若しくは可燃性ガス若しくは特定不活性ガスが漏えいしたときに連動装置により直ちに使用中の火気を消すための措置を講ずること。ただし、経済産業大臣がこれと同等の安全性を有するものと認めた措置を講じている場合は、この限りでない。</p>
	<p>（静電気除去） ガス技省令 第12条 液化ガスを通ずるガス工作物には、当該ガス工作物に生ずる静電気を除去する措置を講じなければならない。ただし、当該静電気によりガスに引火するおそれがない場合にあつては、この限りでない。</p>	<p>（静電気除去） 火技省令 第44条 液化ガスを通ずる液化ガス設備であつて、当該設備に生ずる静電気により引火するおそれがある場合にあつては、当該静電気を除去する措置を講じなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 四十七 可燃性ガス及び特定不活性ガスの製造設備には、当該設備に生ずる静電気を除去 する措置を講ずること。</p>
	<p>（ガスの置換等） ガス技省令 第13条 ガス発生設備、ガス精製設備、排送機、圧送機、ガスホルダー及び附帯設備であつて製造設備に属するもののガス又は液化ガスを通ずる部分（不活性のガス又は不活性の液化ガスのみを通ずるものを除く。）は、ガス又は液化ガスを安全に置換できる構造でなければならない。 2 ベントスタックには、放出したガスが周囲に障害を与えるおそれのないように適切な措置を講じなければならない。</p>	<p>（ガスの置換等） 火技省令 第49条 液化ガス設備のガス又は液化ガスを通ずる部分は、不活性ガス等でガス又は液化ガスを安全に置換できる構造でなければならない。 2 毒性ガスを冷媒とする冷凍設備にあつては、冷媒ガスを廃棄する場合に安全に廃棄できる構造でなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 四十 アルシン、五フッ化ヒ素、五フッ化リン、三フッ化窒素、三フッ化ホウ素、三フツ化リン、ジシラン、四フッ化硫黄、四フッ化ケイ素、ジボラン、セレン化水素、ホスフィン、モノゲルマン又はモノシラン（以下「アルシン等」という。）の製造設備（当該ガスが通る部分に限る。）は、その内部のガスを不活性ガス（特定不活性ガスを除く。以下この号において同じ。）により置換することができる構造又はその内部を真空にすることができる構造とすること。この場合において、アルシン等のうちの一種類のガスの配管内に不活性ガスを供給する配管は、他の種類のガスその他の流体（当該一種類のガスと相互に反応することにより災害の発生するおそれがあるガスその他の流体に限る。）の配管内に不活性ガスを供給する配管と系統を別にすること。 五十五 ベントスタックの高さ、位置及びガスの放出の方法は、当該ガスの種類、量、性状及び周囲の状況に応じて適切なものであること。</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則、製造細目告示）
構造			
	<p>（材料） ガス技省令 第14条 次の各号に掲げるガス工作物の主要材料は、最高使用温度及び最低使用温度において材料に及ぼす化学的及び物理的影響に対し、設備の種類、規模に応じて安全な機械的性質を有するものでなければならない。</p> <p>一 ガス発生設備（石炭を原料とするものを除く。）及びガス精製設備に属する容器（第四号に掲げるものを除く。）及び管のうち、内面に零Paを超える圧力を受ける部分</p> <p>二 ガスホルダーのガスを貯蔵する部分</p> <p>三 附帯設備であって製造設備に属する次のイからニまでに掲げるもの</p> <p>イ 液化ガス用貯槽</p> <p>ロ 冷凍設備に属する容器及び管のうち、冷媒ガスを通ずる部分</p> <p>ハ 容器及び管（イ又はロに係るものを除く。）であって、内面に零Paを超える圧力を受ける部分（不活性のガスによる圧力を受ける部分にあつては0.2MPa以上の圧力を受ける部分に限る。）</p> <p>ニ 配管（冷凍設備に属するものを除く。）であって、内面に零Paを超える圧力を受ける部分（不活性のガスによる圧力を受ける部分にあつては、1MPa以上の圧力を受ける部分に限る。）以下略</p>	<p>（液化ガス設備の材料） 火技省令 第40条 液化ガス設備（ポンプ及び圧縮機を除く。次条において同じ。）に属する容器及び管の耐圧部分に使用する材料は、最高使用温度及び最低使用温度において材料に及ぼす化学的影響及び物理的影響に対し、安全な化学的成分及び機械的強度を有し、かつ、難燃性を有するものでなければならない。</p> <p>2 貯槽及びガスホルダーの支持物の材料は、供用中の荷重に対し、十分な機械的強度及び化学的強度を有するものでなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 十六 ガス設備（可燃性ガス、毒性ガス及び酸素以外のガスにあつては高圧ガス設備に限る。以下この号において同じ。）に使用する材料は、ガスの種類、性状、温度、圧力等に応じ、当該設備の材料に及ぼす化学的影響及び物理的影響に対し、安全な化学的成分及び機械的性質を有するものであること。</p>
	<p>（構造等） ガス技省令 第15条 次の各号に掲げるガス工作物の構造は、供用中の荷重並びに最高使用温度及び最低使用温度における最高使用圧力に対し、設備の種類、規模に応じて適切な構造でなければならない。</p> <p>一 ガス発生設備及びガス精製設備に属する容器（第四号に掲げるものを除く。）及び管のうち、液化ガスを通ずるものであって内面に零パスカルを超える圧力を受ける部分又はガスを通ずるものであって内面に0.2MPa以上の圧力を受ける部分</p> <p>二 ガスホルダー 中略</p>	<p>（液化ガス設備の構造） 火技省令 第41条 液化ガス設備の耐圧部分又は貯槽、ガスホルダー及び導管に係る支持物及び基礎の構造は、供用中の荷重並びに最高使用圧力、最高使用温度又は最低使用温度において発生する最大の応力に対し安全なものでなければならない。この場合において、それぞれの部分に生ずる応力は当該部分に使用する材料の許容応力を超えてはならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 十五 可燃性ガス、毒性ガス及び酸素のガス設備（高圧ガス設備及び空気取入口を除く。）は、気密な構造とすること。</p> <p>十九 高圧ガス設備（容器を除く。以下この号において同じ。）は、常用の圧力又は常用の温度において発生する最大の応力に対し、当該設備の形状、寸法、常用の圧力若しくは常用の温度における材料の許容応力、溶接継手の効率等に応じ、十分な強度を有するものであり、又は特定設備検査規則第12条及び第51条の規定に基づく強度を有し、若しくは高圧ガス設備の製造技術、検査技術等の状況により製造することが適切であると経済産業大臣の認める者が製造した常用の圧力等に応ずる十分な強度を有するものであること。</p>
	<p>2 ガス工作物のうち、耐圧部分及び液化ガスを通ずる部分は、適切な方法により耐圧試験を行ったときにこれに耐えるものでなければならない。ただし、次の各号に掲げるものにあつては、この限りでない。</p> <p>一 溶接により接合された導管（前項第七号に掲げるものを除く。）及びその附属設備であつて、非破壊試験を行ったときこれに合格したもの</p> <p>二 延長が15m未満の最高使用圧力が高圧の導管及びその附属設備並びに最高使用圧力が中圧の導管及びその附属設備であつてそれらの継手部と同一材料、同一寸法及び同一施工方法で接合された試験のための管について最高使用圧力の1.5倍以上の圧力で試験を行ったときこれに耐えるもの</p> <p>三 排送機、圧送機、圧縮機、送風機、液化ガス用ポンプ及び昇圧供給装置 中略</p>		<p>コンビ則 第5条第1項 十七 高圧ガス設備は、常用の圧力の1.5倍以上（特定設備検査規則第2条第十七号に規定する第二種特定設備その他設計上常用の圧力の1.5倍より小さい圧力で耐圧試験を行う必要のある設備にあつては、常用の圧力の1.3倍以上）の圧力で水その他の安全な液体を使用して行う耐圧試験（液体を使用することが困難であると認められるときは、常用の圧力の1.25倍以上（第二種特定設備等にあつては、常用の圧力の1.1倍以上）の圧力で空気、窒素等の気体を使用して行う耐圧試験）又は経済産業大臣がこれらと同等以上のものと認める試験に合格するものであること。</p> <p>十八 高圧ガス設備は、常用の圧力以上の圧力で行う気密試験又は経済産業大臣がこれらと同等以上のものと認める試験に合格するものであること。</p>
	<p>4 高圧のガス又は液化ガスを通ずるガス工作物（第2項第三号に掲げるもの、配管、導管、移動式ガス発生設備及び不等沈下等により当該ガス工作物に有害なひずみが生じないように設置された構造物上に設けられた高圧のガス又は液化ガスを通ずるガス工作物を除く。）の基礎の構造は、不等沈下等により当該ガス工作物に有害なひずみが生じないようにしなければならない。</p>	<p>（急傾斜地の崩壊の防止） 火技省令 第3条 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第3条第1項の規定により指定された急傾斜地崩壊危険区域内に施設する電気工作物は、当該区域内の急傾斜地（同法第2条第1項に規定するものをいう。）の崩壊を助長し、又は誘発するおそれがないように施設しなければならない。</p> <p>（耐震性の確保） 火技省令 第4条の二 電気工作物（液化ガス設備（液化ガスの貯蔵、輸送、気化等を行う設備及びこれに附属する設備をいう。以下同じ。）を除く。）は、その電気工作物が発電事業の用に供される場合にあつては、これに作用する地震力による損壊により一般送配電事業者又は配電事業者の電気の供給に著しい支障を及ぼすことがないように耐震性を有するものでなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 二十三 高圧ガス設備（配管、ポンプ、圧縮機、液化石油ガス岩盤貯槽及びこの号に規定する基礎を有する構造物上に設置されたものを除く。）の基礎は、不同沈下等により当該高圧ガス設備に有害なひずみが生じないようにものであること。この場合において、貯槽（貯蔵能力が100m³又は1トン以上のものに限る。以下この号及び第六十四号において同じ。）の支柱（支柱のない貯槽にあつては、その底部）は、同一の基礎に緊結すること。</p> <p>二十四 塔、貯槽（貯蔵能力が300m³又は3トン以上のものに限る。以下この号において同じ。）及び配管（高圧ガス設備に係る地盤面上の配管（外径45mm以上のものに限る。）であつて、地震防災遮断弁で区切られた間の内容積が3m³以上のもの又は塔槽類から地震防災遮断弁までの間のものをいう。）並びにこれらの支持構造物及び基礎は、経済産業大臣が定める耐震に関する性能を有すること。</p> <p>六十四 貯槽には、その沈下状況を測定するための措置を講じ、経済産業大臣が定めるところにより沈下状況を測定すること。この測定の結果、沈下していたものにあつては、その沈下の程度に応じ適切な措置を講ずること。</p> <p>コンビ則 第7条第2項抜粋 十一 製造施設には、当該施設から漏えいする圧縮天然ガスが滞留するおそれのある場所に、当該圧縮天然ガスの漏えいを検知し、警報し、かつ、当該製造設備の運転</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則、製造細目告示）
			<p>を自動的に停止するための装置を設置すること。</p> <p>十二 製造施設には、施設が損傷するおそれのある地盤の振動を的確に検知し、警報し、かつ、製造設備の運転を自動的に停止する感震装置を設けること。</p>
	<p>（溶接部分） ガス技省令 第16条 ガス工作物のガス又は液化ガスを通ずる部分であって、内面に零パスカルを超える圧力を受ける部分の溶接された部分は、溶込みが十分で、溶接による割れ等有害な欠陥がなく、かつ、設計上要求される強度以上の強度でなければならない。 2 次の各号に掲げるガス工作物（第三号ロに掲げる導管にあつては、最高使用圧力が0.3MPa以上のものに限る。）であつて、ガス又は液化ガスによる圧力を受ける部分を溶接する場合は、適切な機械試験等により適切な溶接施工方法等であることをあらかじめ確認したものによらなければならない。 一 容器であつて次に掲げるもの イ 最高使用圧力が0.2MPa以上のガスを通ずるもの（内容積が0.04m³以上又は内径が200mm以上で、長さが1,000mm以上のものに限る。） ロ 液化ガスを通ずるもの（最高使用圧力をMPaで表した数値と内容積をm³で表した数値との積が0.004以下のものを除く。） 二 配管（内径が150mm以上のものに限る。）であつて、次に掲げるもの イ 最高使用圧力が高圧のガスを通ずるもの ロ 液化ガスを通ずるもの 三 導管であつて次に掲げるもの イ 最高使用圧力が高圧のガスを通ずるもの ロ 最高使用圧力が中圧のガスを通ずるものであつて、内径が150mm以上のもの 3 前項各号に掲げるものであつて、ガス又は液化ガスによる圧力を受ける部分の溶接された部分は適切な溶接設計（溶接方法の種類、溶接部の形状等をいう。）により適切に溶接されたものであり、かつ、有害な欠陥がないこと及び適切な機械的性質を有することを適切な試験方法により適切に確認されたものでなければならない。</p>	<p>（溶接部の形状等） 火技省令 第74条 電気事業法施行規則第79条第一号及び第二号に掲げる機械又は器具であつて、同規則第80条に定める圧力以上の圧力を加えられる部分について溶接をするものの溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下「溶接部」という。）は、次によること。 一 不連続で特異な形状でないものであること。 二 溶接による割れが生ずるおそれなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。 三 適切な強度を有するものであること。 四 機械試験等により適切な溶接施工方法等であることをあらかじめ確認したものでより溶接したものであること。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 四十一 毒性ガスのガス設備に係る配管、管継手及びバルブの接合は、溶接により行うこと。ただし、溶接によることが適当でない場合は、保安上必要な強度を有するフランジ接合又はねじ接合継手による接合をもつて代えることができる。</p>
	<p>（安全弁） ガス技省令 第17条 ガス発生設備、ガス精製設備、ガスホルダー及び附帯設備（液化ガス用貯槽及び冷凍設備を除く。）であつて製造設備に属するもの（容器に限る。）であつて、最高使用圧力が高圧のもの若しくは中圧のもの又は液化ガスを通ずるものうち、過圧が生ずるおそれのあるものには、その圧力を逃すために適切な安全弁を設けなければならない。この場合において、当該安全弁は、作動時に安全弁から吹き出されるガスによる障害が生じないよう施設しなければならない。</p>	<p>（安全弁等） 火技省令 第42条 液化ガス設備に属する容器には、過圧を防止するために適当な安全弁を設けなければならない。この場合において、当該安全弁は、その作動時に安全弁から吹き出されるガスによる危害が生じないように施設しなければならない。 2 貯槽には、負圧による破壊を防止するため、適切な措置を講じなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 二十一 高圧ガス設備（第二十五号の特殊反応設備を除く。）には、経済産業大臣が定めるところにより、圧力計を設け、かつ、当該設備内の圧力が許容圧力を超えた場合に、直ちにその圧力を許容圧力以下に戻すことができる安全装置を設けること。 二十二 前号の規定により設けた安全装置（不活性ガス（特定不活性ガスを除く。）又は空気に係る高圧ガス設備に設けたものを除く。）のうち安全弁又は破裂板には、放出管を設けること。この場合において、放出管の開口部の位置は、放出するガスの性質に応じた適切な位置であること。</p>
	<p>（計測装置等） ガス技省令 第18条 ガス発生設備（移動式ガス発生設備を除く。）、ガス精製設備、ガスホルダー、排送機、圧送機及び附帯設備であつて製造設備に属するものには、ガス又は液化ガスを通ずる設備の損傷を防止するため使用の状態を計測又は確認できる適切な装置を設けなければならない。 以下略</p>	<p>（計測装置） 火技省令 第46条 液化ガス設備には、設備の損傷を防止するため使用状態を計測する装置を設けなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 二十五 高圧ガス設備のうち、反応器又はこれに類する設備であつて著しい発熱反応又は副次的に発生する二次反応により爆発等の災害が発生する可能性が大きいものとして経態様に応じてその内部における反応の状況を的確に計測し、かつ、当該特殊反応設備内の温度、圧力及び流量等が正常な反応条件を逸脱し、又は逸脱するおそれがあるときに自動的に警報を発することができる内部反応監視装置を設けること。この場合において、当該内部反応監視装置のうち異常な温度又は圧力の上昇その他の異常な事態の発生を最も早期に検知することができるものは、計測結果を自動的に記録することができるものであること。</p>
	<p>（警報装置） ガス技省令 第19条 ガス発生設備（移動式ガス発生設備を除く。）、ガス精製設備、ガスホルダー、排送機、圧送機及び附帯設備であつて製造設備に属するものには、ガス又は液化ガスを通ずる設備の損傷に至るおそれのある状態を検知し警報する適切な装置を設けなければならない。</p>	<p>（警報及び非常装置等） 火技省令 第47条 液化ガス設備には、使用に支障を及ぼすおそれのある、ガス又は液化ガス及び制御用機器の状態を検知し警報する装置を設けなければならない。 2 液化ガス設備には、使用中に生じた異常による危害の発生を防止するため、その異常が発生した場合にガス又は液化ガスの流出及び流入を速やかに遮断する装置を適切な箇所に設けなければならない。 3 外部強制潤滑油装置を有する圧送機には、当該装置の潤滑油の圧力が異常に低下した場合に圧送機を自動的に停止できる装置を設けなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 二十五 高圧ガス設備のうち、反応器又はこれに類する設備であつて著しい発熱反応又は副次的に発生する二次反応により爆発等の災害が発生する可能性が大きいものとして経態様に応じてその内部における反応の状況を的確に計測し、かつ、当該特殊反応設備内の温度、圧力及び流量等が正常な反応条件を逸脱し、又は逸脱するおそれがあるときに自動的に警報を発することができる内部反応監視装置を設けること。この場合において、当該内部反応監視装置のうち異常な温度又は圧力の上昇その他の異常な事態の発生を最も早期に検知することができるものは、計測結果を自動的に記録することができるものであること。</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）
		<p>4 液化ガス用燃料設備は、停電その他の緊急時においても安全に制御できるものでなければならない。</p> <p>5 液化ガス用燃料設備に係る計装回路には、適切なインターロック機構を適切な箇所に設けなければならない。</p>	<p>五十三 可燃性ガス、毒性ガス（経済産業大臣が告示で定めるものに限る。）又は特定不活性ガスの製造施設には、当該製造施設から漏えいするガスが滞留するおそれのある場所に、当該ガスの漏えいを検知し、かつ、警報するための設備を設けること。</p> <p>コンビ則 第5条第2項</p> <p>2 製造施設（製造設備がコールド・エバポレータ、特定液化石油ガススタンド、圧縮天然ガススタンド、液化天然ガススタンド及び圧縮水素スタンドであるものを除く。）における法第8条第二号の経済産業省令で定める技術上の基準は、次の各号に掲げるもののほか、第9条から第11条までに定めるところによる。</p> <p>二 高圧ガスの製造は、その充填において、次に掲げる基準によることにより保安上支障のない状態で行うこと。</p> <p>イ 貯槽に液化ガスを充填するときは、当該液化ガスの容量が当該貯槽の常用の温度においてその内容積の90%を超えないようにすること。この場合において、毒性ガスの液化ガスの貯槽については、当該90%を超えることを自動的に検知し、かつ、警報するための措置を講ずること。</p> <p>以下略</p>
	<p>（誤操作防止及びインターロック） ガス技省令 第20条 製造所、供給所又は移動式ガス発生設備に設置する遮断装置には、誤操作を防止し、かつ、確実に操作することができる措置を講じなければならない。</p> <p>2 特定事業所に設置する高圧のガス若しくは液化ガスを通ずるガス工作物又は当該ガス工作物に係る計装回路には、当該設備の態様に応じ、保安上重要な箇所に、適切なインターロック機構を設けなければならない。</p> <p>3 外部強制潤滑油装置を有する排送機又は圧送機には、当該装置の潤滑油圧が異常に低下した場合に、自動的に他の潤滑油装置を作動させ、又は自動的に排送機若しくは圧送機を停止させる装置を設けなければならない。</p>	<p>（遮断装置） 火技省令 第48条第2号 2 液化ガス用燃料設備に設置する遮断装置には、誤操作を防止し、かつ、確実に操作することができる措置を講じなければならない。</p> <p>（警報及び非常装置等） 火技省令 第47条第5号 5 液化ガス用燃料設備に係る計装回路には、適切なインターロック機構を適切な箇所に設けなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項</p> <p>二十四 塔（高圧ガス設備（貯槽を除く。）であつて、当該設備の最高位の正接線から最低位の正接線までの長さが5m以上のものをいう。以下この号において同じ。）及び配管（高圧ガス設備に係る地盤面上の配管（外径45mm以上のものに限る。）であつて、地震防災遮断弁（地震時及び地震後の地震災害の発生並びに拡大を防止するための遮断機能を有する弁をいう。以下この号において同じ。）で区切られた間の内容積が3m³以上のもの又は塔槽類（塔及び貯槽をいう。）から地震防災遮断弁までの間のものをいう。）並びにこれらの支持構造物及び基礎（以下「耐震設計構造物」という。）は、経済産業大臣が定める耐震に関する性能を有すること。</p> <p>二十七 可燃性ガス、毒性ガス又は酸素の高圧ガス設備（貯槽を除く。）のうち特殊反応設備又はその他の高圧ガス設備であつて当該高圧ガス設備に係る事故の発生が直ちに他の製造設備に波及するおそれのあるものについては、特殊反応設備又はこれに類する高圧ガス設備にあつては当該特殊反応設備又は高圧ガス設備ごとに、その他のものにあつては当該高圧ガス設備が属する製造の主要な工程に係る二以上の高圧ガス設備のうち必要なものに緊急時に安全に、かつ、速やかに遮断するための措置（計器室において操作することができる措置又は自動的に遮断する措置に限る。）を講ずること。</p> <p>二十八 可燃性ガス又は毒性ガスの高圧ガス設備のうち、特殊反応設備、燃焼熱量の数値が50.2GJを超える高圧ガス設備（貯槽を除く。）及び前号の規定により緊急時の遮断の措置を講じた製造の主要な工程に属する高圧ガス設備のうちいずれか一のものには、当該設備に係るガスの種類、量、性状、温度、圧力等に応じ、異常な事態が発生した場合に当該設備内の内容を当該設備外に緊急かつ安全に移送し、及び処理することができる措置を講ずること。ただし、緊急移送を行うことが保安上好ましくないものについては、この限りでない。</p> <p>四十九 可燃性ガス若しくは毒性ガスの製造設備又はこれらの製造設備に係る計装回路には、製造をする高圧ガスの種類、温度及び圧力並びに製造設備の態様に応じ、保安上重要な箇所に、適正な手順以外の手順による操作が行われることを防止し、又はこれらの製造設備が正常な製造の行われる条件を逸脱したとき自動的に当該製造設備に対する原材料の供給を遮断する等当該製造設備内の製造を制御するインターロック機構を設けること。</p>
	<p>（保安電力等） ガス技省令 第21条 製造設備を安全に停止させるのに必要な装置その他の製造所及び供給所の保安上重要な設備には、停電等により当該設備の機能が失われることのないよう適切な措置を講じなければならない。</p>		<p>コンビ則 第5条第1項</p> <p>五十 反応、分離、精製、蒸留等を行う製造設備を自動的に制御する装置及び製造施設の保安の確保に必要な設備であつて経済産業大臣が定めるものを設置する製造施設には、停電等により当該設備の機能が失われることのないよう措置を講ずること。</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）
	<p>（付臭措置） ガス技省令 第22条 ガスの使用者及びガスを供給する事業を営む者に供給されるガス（ガスを供給する事業を営む者に供給されるものにあつては、低圧により供給されるものに限る。）は、容易に臭気によるガスの感知ができるように、付臭されていなければならない。ただし、準用事業者がその事業の用に供するもの、中圧以上のガス圧力により行う大口供給の用に供するもの、適切な漏えい検知装置が適切な方法により設置されているもの（低圧により行う大口供給の用に供するもの及びガスを供給する事業を営む他の者に供給するものに限る。）及びガスの空気中の混合容積比率が千分の一である場合に臭気の有無が感知できるものにあつては、この限りでない。</p>	<p>（付臭措置） 火技省令 第54条 導管によりガス（可燃性ガス又は毒性ガスに限る。以下この条において同じ。）を輸送する場合にあつては、容易に臭気によるガスの感知ができるようにガスに付臭しななければならない。ただし、最高使用圧力が0.1MPa以上のガス圧力により行うガス事業法施行規則第1条第2項第七号に規定する量のガス及びガスの空気中の混合容積比率が千分の一未満の場合に臭気の有無が感知できるガスにあつては、この限りでない。</p>	
	<p>（計器室） ガス技省令 第23条 特定事業所に設置する計器室（ガス工作物を制御するための機器を集中的に設置している室をいう。）は、緊急時においても当該ガス工作物を安全に制御できるものでなければならない。</p>		<p>コンビ則 第5条第1項 六十一 可燃性ガスの製造設備に係る計器室（製造施設における製造を制御するための機器を集中的に設置している室をいう。以下この号において同じ。）は、次の基準に適合すること。 イ 当該製造設備において発生するおそれのある危険の程度に応じて安全な位置に設置すること。 ロ その構造は、当該製造設備において発生するおそれのある危険の程度及び当該製造設備からの距離に応じ安全なものであること。この場合において、扉及び窓は、耐火性のものであること。 ハ アセトアルデヒド、イソブレン、エチレン、塩化ビニル、酸化エチレン、酸化プロピレン、プロパン、プロピレン、ブタン、ブチレン及びブタジエンのガスの製造施設に係る計器室内は、外部からのガスの侵入を防ぐために必要な措置を講ずること。ただし、漏えいしたガスが計器室内に侵入するおそれのない場合にあつては、この限りでない。</p>
	<p>（低圧ガス発生設備等の圧力上昇防止装置） ガス技省令 第25条 ガス発生設備（最高使用圧力が低圧のものに限り、特定ガス発生設備並びに移動式ガス発生設備及び液化ガスを通ずるものを除く。）及びガス精製設備（最高使用圧力が低圧のものに限る。）であつて過圧が生ずるおそれのあるものには、その圧力を逃がすために適切な圧力上昇防止装置を設けなければならない。この場合において、当該圧力上昇防止装置は、その作動時に圧力上昇防止装置から吹き出されるガスによる障害が生じないように施設しなければならない。</p>		<p>（指定設備に係る技術上の基準） コンビ則 第49条の九 法第56条の七第2項の経済産業省令で定める技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。 （中略） 十三 貯蔵設備の貯槽には、同時に閉と出来ない構造の元弁に接続された二つ以上の安全弁を設けるほか、安全弁が作動する前に圧力上昇時に自動的に圧力を放出するための機能を設けること。</p>
	<p>（遮断装置） ガス技省令 第26条 製造設備（ガスホルダー、液化ガス用貯槽及び特定ガス発生設備を除く。）には、使用中に生じた異常による災害の発生を防止するため、その異常が発生した場合にガス又は液化ガスの流出及び流入を速やかに遮断することができる適切な装置を適切な箇所に設けなければならない。</p>	<p>（遮断装置） 火技省令 第48条 液化ガス設備の主要なガス又は液化ガスの出口及び入口には、ガス又は液化ガスの流出及び流入を遮断するための装置を設けなければならない。 2 液化ガス用燃料設備に設置する遮断装置には、誤操作を防止し、かつ、確実に操作することができる措置を講じなければならない。</p> <p>（防護措置） 火技省令 第52条第2項 2 掘削により周囲が露出することとなった導管であつて、当該設備の損傷によりガスが流出し、危害を生ずるおそれがあるものにあつては、危急の場合に当該部分にガスの流入を速やかに遮断することができる措置を講じなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 四十三 可燃性ガス、毒性ガス又は酸素の貯槽に取り付けた配管には、当該貯槽の直近にバルブを設けるほか、一以上のバルブ（次号の規定により講ずる措置に係るバルブを除く。）を設けること。 四十四 可燃性ガス、毒性ガス又は酸素の液化ガスの貯槽（内容積が5,000リットル未満のものを除く。）に取り付けた配管には、当該液化ガスが漏えいしたときに安全に、かつ、速やかに遮断するための措置を講ずること。 四十五 製造設備に設けたバルブ又はコック（操作ボタン等により当該バルブ又はコックを開閉する場合にあつては、当該操作ボタン等。以下同じ。）には、作業員が当該バルブ又はコックを適切に操作することができるような措置を講ずること。</p>
	<p>（緊急停止装置） ガス技省令 第27条 ガス（不活性のガスを除く。）を発生させる設備（特定ガス発生設備及び移動式ガス発生設備を除く。）は、使用中に生じた異常による災害の発生を防止するため、その異常が発生した場合に迅速かつ安全にガスの発生を停止し、又は迅速かつ安全にガスを処理することができるものでなければならない。 以下略</p>		<p>コンビ則 第5条の2第2項 2 製造設備が一般高圧ガス保安規則第8条第3項の規定に適合する移動式製造設備から高圧ガスを受け入れるコールド・エバポレータである製造施設における前項ただし書の基準は、次の各号に掲げるものとする。 三 貯槽には、二以上の安全装置（当該安全装置が接続している元弁が同時に閉じることができない構造のものに限る。）を設けるほか、当該安全装置が作動する前に圧力上昇時に自動的に圧力を放出するための機能を設けること。</p>
	<p>（冷凍設備の圧力上昇防止装置） ガス技省令 第29条 冷凍設備のうち冷媒ガスの通ずる部分であつて過圧が生ずるおそれのあるものには、</p>		

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則、製造細目告示）
	その圧力を逃がすために適切な圧力上昇防止装置を設けなければならない。この場合において、当該圧力上昇防止装置は、その作動時に圧力上昇防止装置から吹き出される冷媒による障害が生じないように施設しなければならない。		
	<p>（ガスの逆流防止） ガス技省令 第30条 ガスの通ずる部分に直接液体又は気体を送入する装置を有する製造設備（移動式ガス発生設備を含む。）は、送入部分を通じてガスが逆流することによる設備の損傷又はガスの大気への放出を防止するため逆流が生じない構造のものでなければならない。</p>		
	<p>（気化装置の構造） ガス技省令 第31条 液化ガス（不活性のものを除く。）を気化する装置（以下この条において「気化装置」という。）は、直火で加熱する構造のものであってはならない。 2 温水で加熱する構造の気化装置であって、加熱部の温水が凍結するおそれのあるものには、これを防止する措置を講じなければならない。 3 気化装置又はそれに接続される配管等には、気化装置から液化ガスの流出を防止する措置を講じなければならない。ただし、気化装置からの液化ガスの流出を考慮した設計である場合は、この限りでない。</p>	<p>（気化器の加熱部） 火技省令 第53条 液化ガス用気化器の加熱部は直火で加熱する構造のものであってはならない。 2 液化ガス用気化器であって、加熱部の温水が凍結するおそれがあるものにあつては、凍結を防止する措置を講じなければならない。</p>	
	<p>（ガスホルダーの構造） ガス技省令 第32条 ガスホルダーであって、凝縮液により機能の低下又は損傷のおそれがあるものには、ガスホルダーの凝縮液を抜く装置を設けなければならない。 2 ガスを貯蔵する部分の体積を変化させる方式のガスホルダーには、当該体積の変化を可能にする機構に起因して、ガスを貯蔵する機能が損なわれないよう適切な措置を講じなければならない。</p>		
	<p>（ガスホルダーの遮断装置） ガス技省令 第33条 ガスホルダーのガスを送り出し、又は受け入れるために用いられる配管には、ガスが漏えいした場合の災害の発生を防止するため、ガスの流出及び流入を速やかに遮断することができる適切な装置を適切な箇所にて設けなければならない。</p>		
	<p>（表示） ガス技省令 第34条 液化ガス用貯槽（不活性の液化ガス用のものを除く。）及びガスホルダー又はこれらの付近には、その外部から見やすいように液化ガス用貯槽又はガスホルダーである旨の表示をしなければならない。</p>	<p>（表示） 火技省令 第50条 貯槽及びガスホルダー又はこれらの付近には、その外部から見やすいように貯槽又はガスホルダーである旨の表示をしなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 二十九 可燃性ガス又は特定不活性ガスの貯槽には、可燃性ガス又は特定不活性ガスの貯槽であることが容易に識別することができるような措置を講ずること。 五十二 毒性ガスの製造施設には、他の製造施設と区分して、その外部から毒性ガスの製造施設である旨を容易に識別することができるような措置を講ずること。この場合において、ポンプ、バルブ及び継手その他毒性ガスが漏えいするおそれのある箇所には、その旨の危険標識を掲げること。</p>
	<p>（液化ガス用貯槽の安全弁等） ガス技省令 第35条 液化ガス用貯槽であって過圧が生ずるおそれのあるものには、その圧力を逃がすために適切な安全弁を設けなければならない。この場合において、当該安全弁は、その作動時に安全弁から吹き出されるガスによる障害が生じないように施設しなければならない。 2 低温貯槽（圧力が零Paにおける沸点が零度以下の液化ガスを零度以下又は当該液化ガスの気相部における通常の使用状態での圧力が0.1MPa以下の液体の状態での貯蔵するための貯槽をいう。）には、負圧による破壊を防止するため、適切な措置を講じなければならない。ただし、不活性の液化ガス用のものにあつては、この限りでない。</p>		
	<p>（液化ガス用貯槽の遮断装置） ガス技省令 第36条 液化ガス用貯槽（不活性の液化ガス用のものを除く。）の液化ガスを送り出し、又は受け入れるために用いられる配管（当該貯槽からの液化ガスの流出のおそれのない構造のものを除く。）には、液化ガスが漏えいした場合の災害の発生を防止するため、</p>		

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）
	<p>液化ガスの流出及び流入を速やかに遮断することができる適切な装置を適切な箇所に設けなければならない。</p>		
	<p>（耐熱措置） ガス技省令 第37条 液化ガス用貯槽（埋設された液化ガス用貯槽にあつては、その埋設された部分を除く。）又は最高使用圧力が高圧のガスホルダー及びこれらの支持物は、当該設備が受けるおそれのある熱に対し十分に耐えるものとし、又は適切な冷却装置を設置しなければならない。ただし、不活性の液化ガス用貯槽であつて、可燃性の液化ガス用貯槽の周辺にないものは、この限りでない。</p>	<p>（耐熱措置） 火技省令 第51条 貯槽（埋設された貯槽にあつては、その埋設された部分を除く。）及びその支持物は、当該設備が受ける熱に対し十分な断熱性及び耐熱性を有する構造とし、又は当該設備の規模に応じて適切な冷却装置を設けなければならない。</p>	<p>コンビ則 第5条第1項 三十一 可燃性ガス（特定液化石油ガスを除く。以下この号において同じ。）若しくは毒性ガスの貯槽又はこれらの貯槽以外の貯槽であつて可燃性ガスの貯槽の周辺若しくは可燃性物質を取り扱う設備の周辺にあるもの及びこれらの支柱には、温度の上昇を防止するための措置を講ずること。</p>
	<p>（防液堤） ガス技省令 第38条 液化ガス用貯槽（不活性の液化ガス用のものを除く。）には、当該貯槽からの液化ガスが漏えいした場合の災害の発生を防止するため適切な防液堤を設置しなければならない。ただし、貯蔵能力が1,000トン（特定事業所に設置されるものにあつては500トン）未満のもの及び埋設された液化ガス用貯槽であつて、当該貯槽の内の液化ガスの最高液面が盛土の天端面以下にあり、かつ、当該貯槽の液化ガスの最高液面以下の部分と周囲の地盤との間に空隙がないものは、この限りでない。 2 前項の防液堤の外側から防災作業のために必要な距離の内側には、液化ガスの漏えい又は火災等の拡大を防止する上で支障のない設備以外の設備を設置してはならない。</p>		<p>コンビ則 第5条第1項 三十五 可燃性ガス、毒性ガス又は酸素の液化ガスの貯槽（可燃性ガスの液化ガスの貯槽にあつては貯蔵能力が500トン以上、毒性ガスの液化ガスの貯槽にあつては貯蔵能力が5トン以上、酸素の液化ガスの貯槽にあつては貯蔵能力が1,000トン以上のものに限る。）の周囲には、液状の当該ガスが漏えいした場合にその流出を防止するための措置を講ずること。 三十六 前号に規定する措置のうち、防液堤又は施設を設置する場合には、その内側及びその外面から10m（貯蔵能力が1,000トン未満の可燃性ガスの液化ガスの貯槽に係るものにあつては8m、毒性ガスの液化ガスの貯槽に係るものにあつては毒性ガスの種類及び貯蔵能力に応じて経済産業大臣が定める距離）以内には、当該貯槽の付属設備その他の設備又は施設であつて経済産業大臣が定めるもの以外のものを設けないこと。</p>
	<p>（貯槽の防食措置） ガス技省令 第39条 液化ガス用貯槽（不活性の液化ガス用のものを除く。）の埋設された部分には、設置された状況により腐食を生ずるおそれがある場合には、当該設備の腐食を防止するための適切な措置を講じなければならない。</p>	<p>（防護措置） 火技省令 第52条 液化ガス設備には、設置された状況により損傷又は腐蝕を生ずるおそれがある場合にあっては、当該設備の損傷又は腐蝕を防止することができる防護措置を講じなければならない。 2 掘削により周囲が露出することとなった導管であつて、当該設備の損傷によりガスが流出し、危害を生ずるおそれがあるものにあつては、危急の場合に当該部分にガスの流入を速やかに遮断することができる措置を講じなければならない。</p>	
	<p>（点検） ガス技省令 第63条 昇圧供給装置は、設置の日以後14月に一回以上適切な点検を行い、装置の異常が認められなかったものでなければ使用してはならない。ただし、経済産業大臣（昇圧供給装置の設置の場所が一の産業保安監督部の管轄区域内のみにある場合は、当該昇圧供給装置の設置の場所を所管する産業保安監督部長。）の承認を受けた場合は、この限りでない。</p>		<p>コンビ則 第5条第2項 五 高圧ガスの製造は、製造設備の使用開始時及び使用終了時に当該製造設備の属する製造施設の異常の有無を点検するほか、製造をする高圧ガスの種類及び製造設備の態様に応じ一日に一回以上頻りに製造設備の作動状況について点検し、異常のあるときは、当該設備の補修その他の危険を防止する措置を講じて行うこと。</p> <p>第五章 保安検査及び定期自主検査（詳細省略） 第一節 保安検査 コンビ則 第34条～第37条 第二節 定期自主検査 コンビ則 第38条～第38条の二 コンビ則 第36条 法第35条第3項の規定により、協会が同項の報告をしようとするときは、様式第21の保安検査結果報告書に保安検査の記録を添えて、保安検査をした事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。（以下略） コンビ則 第37条 法第35条第4項の経済産業省令で定める保安検査の方法は、開放検査、分解検査その他の各部の損傷、変形及び異常の発生状況を確認するために十分な方法並びに作動検査その他の機能及び作動の状況を確認するために十分な方法でなければならない。（以下略） コンビ則 第38条 法第35条の二の経済産業省令で定めるガスの種類ごとに経済産業省令で定める量は、ガスの種類にかかわらず、30m³とする。 2 法第35条の二の経済産業省令で定めるものは、ガス設備（経済産業大臣が定めるものを除く。以下この条において同じ。）とする。 3 法第35条の二の規定により、同条の自主検査は、ガス設備が法第8条第一号の経済産業省令で定める技術上の基準（耐圧試験に係るものを除く。）に適合している</p>

項目	ガス事業法（ガス技省令）	電気事業法（火技省令）	高圧ガス保安法（コンビ則，製造細目告示）
			<p>かどうかについて、一年（経済産業大臣が定める設備にあつては、経済産業大臣が定める期間）に一回以上行わなければならない。ただし、災害その他やむを得ない事由によりその回数で自主検査を行うことが困難であるときは、当該事由を勘案して経済産業大臣が定める期間に一回以上行わなければならない。</p> <p>（以下略）</p>
その他			
			<p>（コールド・エバポレータに係る技術上の基準） コンビ則 第5条の2 製造設備がコールド・エバポレータである製造施設における法第8条第一号の経済産業省令で定める技術上の基準は、前条第1項第一号、第五号から第七号まで、第九号、第十号、第十五号から第二十四号まで、第三十一号、第三十三号、第三十五号、第三十六号、第四十三号から第四十五号まで、第五十号、第五十四号及び第六十二号から第六十四号まで並びに第9条から第11条までの基準とする。ただし、製造設備が一般高圧ガス保安規則第8条第3項の規定に適合する移動式製造設備から高圧ガスを受け入れるコールド・エバポレータである製造施設であつて、次項各号に掲げる基準に適合しているものについては、この限りでない。</p> <p>3 製造設備がコールド・エバポレータである製造施設における法第8条第二号の経済産業省令で定める技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>一 前条第2項第一号イ、第二号イ及びト並びに第五号から第七号までの基準に適合すること。</p> <p>（特定液化石油ガススタンドに係る技術上の基準）第6条 （圧縮天然ガススタンドに係る技術上の基準）第7条 （液化天然ガススタンドに係る技術上の基準）第7条のニ （圧縮水素スタンドに係る技術上の基準）第7条の三</p>
			<p>コンビ則 第5条第2項 六 ガス設備の修理又は清掃（以下この号において「修理等」という。）及びその後の製造は、次に掲げる基準によることにより保安上支障のない状態で行うこと。</p> <p>イ 修理等を行うときは、あらかじめ、修理等の作業計画及び当該作業の責任者を定め、修理等は、当該作業計画に従い、かつ、当該責任者の監視の下に行うこと又は異常があつたときに直ちにその旨を当該責任者に通報するための措置を講じて行うこと。</p> <p>ロ 可燃性ガス、毒性ガス、特定不活性ガス又は酸素のガス設備の修理等を行うときは、危険を防止するための措置を講ずること。</p> <p>ハ 修理等のため作業員がガス設備を開放し、又はガス設備内に入るときは、危険を防止するための措置を講ずること。</p> <p>ニ ガス設備を開放して修理等を行うときは、当該ガス設備のうち開放する部分に他の部分からガスが漏えいすることを防止するための措置を講ずること。</p> <p>ホ 修理等が終了したときは、当該ガス設備が正常に作動することを確認した後でなければ製造を行わないこと。</p> <p>七 製造設備に設けたバルブには、操作を行う場合にバルブの材質、構造及び状態を勘案して過大な力が加わらないよう必要な措置を講ずること。</p>

**令和6年度新エネルギー等保安規制高度化事業費
(CCS事業に関する保安規制の具体化のための検討
に係る調査)**

報告書(概要版)

令和7年3月

一般財団法人エンジニアリング協会

内容令和6年度新エネルギー等保安規制高度化事業費
(CCS事業に関する保安規制の具体化のための検討に係る調査)

報 告 書

【概要版】

目 次

1. 調査の目的.....	2
2. 調査内容	2
3. 事業者の講ずべき保安措置の検討に必要な情報の調査.....	4
3.1 諸外国の規制等における保安措置に係る調査.....	4
3.2 我が国において事業者が講ずべき保安措置に関するとりまとめ.....	5
3.2.1 貯留の安全性の確認フロー	5
3.2.2 貯留の安全性の確認に必要な調査項目やリスクマネジメント手法に関する検討	6
4. 導管輸送工作物に係る技術基準の検討に必要な情報の調査.....	14
4.1 国内の導管輸送工作物に係る技術基準	14
4.2 国外のCO ₂ パイプライン等に係る規格や安全規制の内容・動向等	15
4.3 国内外のパイプライン等の安全性に係る実験データ、論文等.....	16
5. おわりに	19

1. 調査の目的

2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、鉄鋼や化学等の脱炭素化が難しい分野においても、グリーントランスフォーメーション、いわゆるGXを推進していくことが不可欠であり、こうした分野において脱炭素化を実現するためには、排出された二酸化炭素を回収し、これを地下の地層に貯留すること、すなわちCCSに関する事業環境を整備することが必要である。

そのため、経済産業省の審議会において検討を行い、令和6年1月に「中間取りまとめ CCSに係る制度的措置の在り方について」を公表しており、同年2月には「二酸化炭素の貯留事業に関する法律案」が閣議決定され、第213回通常国会へ提出され、同年5月に成立・公布された。

「二酸化炭素の貯留事業に関する法律」（以下「CCS法」という。）において規制される事業には「探査」、「試掘」、「貯留事業」および「導管輸送事業」の4つが存在するところであるが、このうち、試掘、貯留事業および導管輸送事業の実施に際しては、保安規程策定や工事計画届出、技術基準適合義務といった保安規制が課されることとなっている。試掘については、CCS法の公布後6か月以内に施行することとなっており、一段迅速な検討・具体化が必要となる。本事業は、CCS法における保安規制の措置内容の具体化に係る検討に必要な情報の調査を行うことを目的とした。

2. 調査内容

（1）事業者の講ずべき保安措置の検討に必要な情報の調査

CCS法において貯留事業者は、貯留事業実施計画における保安措置の記載、保安規程の策定、貯留事業場の現況調査といった、貯留事業の実施に際して必要となる保安措置が義務付けられている。CCS法において規制される貯留事業にあつては、石油等の掘採がなく、注入したCO₂が地下に溜まり続けるため、従来鉱山におけるCO₂-EOR・EGR（地下の石油や天然ガスの回収を増進するためにCO₂を注入する技術）において義務付けられていた措置に加え、地下構造に悪影響を与えないようにすることが必要になると考えられる。そのため、CO₂の貯留に伴う保安措置について、事業者が義務付けるべきと考えられる内容について調査を行った。

具体的には、米国（州単位（連邦法や業界基準等を含む。））や欧州（国単位（EU指令や業界基準等を含む。））、国際機関（ISOおよびIEA）のうちから5つ程度を選び、それぞれにおいて事業者が求めている調査項目（例えば、地質学、地球化学、地球力学等の視点から、それぞれ具体的に必要な調査項目を列挙すること。）やリスクマネジメント手法、海外のCCS事業において実施されているリスクマネジメントの具体的な事例について、文献調査を行うとともに、必要に応じて事業者等へ5件程度ヒアリングを行った。

また、上記調査を踏まえ、我が国において、貯留事業を行うことが地下構造に悪影響を与えないことを証明するための調査項目（例えば、地質学、地球化学、地球力学等の視点から、それぞれ具体的に必要な調査項目を列挙すること。）や具体的なリスクマネジメント手法例を提示し、取りまとめを行った。

(2) 導管輸送工作物に係る技術基準の検討に必要な情報の調査

CO₂ 導管輸送事業はガス事業法で規制される特定ガス導管事業と類似していることから、ガス工作物の技術基準や高圧ガス保安法に基づく技術基準等の国内の導管に係る技術基準を調査した。

また、国外における CO₂ パイプライン等を扱っている規格 (ISO や DNV 等) や、CO₂ パイプラインに関する安全規制の内容・動向等についても調査を行った。加えて、CO₂ パイプラインの材料特性 (腐食進行) や鋼材の靱性の違いによる高速延性破壊に関する試験、漏えい時の拡散挙動など、国内外のパイプライン等の安全性に係る実験データ、論文その他の情報の調査を行った。

なお、国外の調査対象については、(1) と同様に米国や欧州、国際機関から 5 つ程度を選定・提案し、鉱火付と協議した上で最終的な調査対象を決定した。その際、CO₂ に係る腐食性や比重等の固有の物性を踏まえ、その技術基準を検討することが必要となるため、特に CO₂ の物性に照らして調査を行った。

3. 事業者の講ずべき保安措置の検討に必要な情報の調査

3.1 諸外国の規制等における保安措置に係る調査

CO₂ 貯留サイトの事前調査において、地下構造に悪影響を与えないようにするための措置として必要となる要件について、ISO 並びに CCS 開発が先行している米国、欧州、および豪州の規制・ガイドラインについて調査を行った。加えて、実際の CCS プロジェクトにおいて、どのようなサイト特性把握およびリスクマネージメントが実施されているかの事例調査を行った。CCS 事業全体の流れにおける本調査の対象範囲は図 3-1 のとおりである。

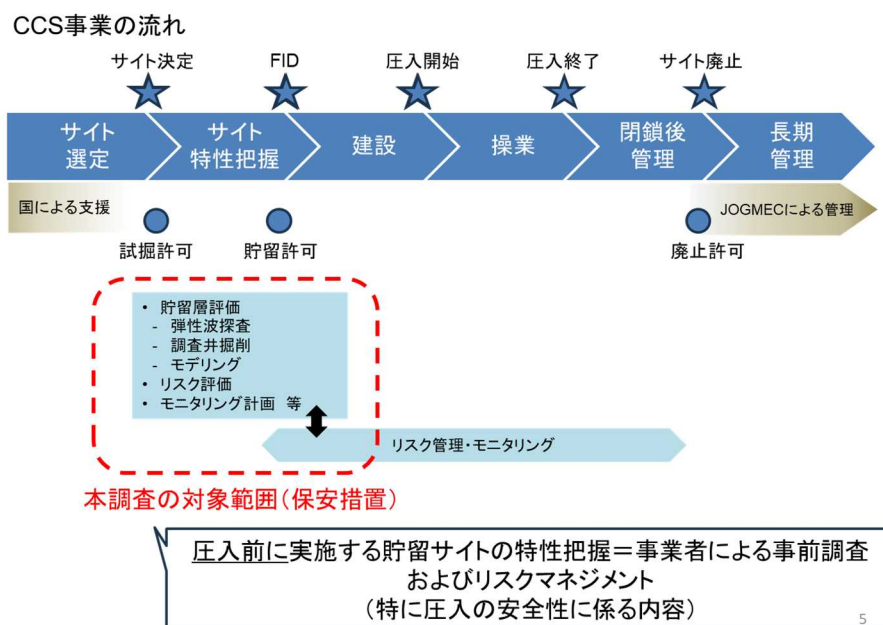


図 3-1 調査対象範囲

主な調査対象文献・プロジェクトは以下のとおりである。

ISO

- ISO 27914: 2017 (Carbon dioxide capture, transportation and geological storage)

米国

- UIC (Underground Injection Control) プログラム
 - 40 CFR Part 146 Subpart H, §146.81～§146.95
 - UIC Program Class VI Well : Site Characterization Guidance (2013)
- NETL Best Practice Manuals
 - BEST PRACTICES: Site Screening, Site Selection, and Site Characterization for Geologic Storage Projects (2017)
 - BEST PRACTICES: Manual, Risk Management and Simulation for Geologic Storage Projects (2017)

欧州

- EU CCS 指令
 - Directive 2009/31/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide
- ノルウェー
 - Regulations relating to exploitation of subsea reservoirs on the continental shelf for storage of CO₂ and relating to transportation of CO₂ on the continental shelf (Storage Regulations)

豪州

- 連邦
 - Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage (Greenhouse Gas Injection and Storage) Regulations 2023 (GHG Injection and Storage Regulations)
- 南オーストラリア州
 - Energy Resources Regulations 2013

プロジェクト事例

- Illinois Industrial Carbon Capture and Storage (米国)
- Northern Lights (ノルウェー)
- CarbonNet (豪州・連邦)
- Moomba CCS (豪州・南オーストラリア州)

3.2 我が国において事業者が講ずべき保安措置に関するとりまとめ

3.2.1 貯留の安全性の確認フロー

上述の調査結果をもとに、圧入開始前に貯留の安全性を確認するための共通フローを図 3-2 の通り整理した。

貯留サイトの条件は様々であり、安全性に関する判断もサイトごとに異なる。諸外国の規制における安全性の確認において、貯留サイトとしては主に、CO₂ の圧入計画に対し貯留層が十分な容量や圧入性を有していること（貯留能力）、および圧入した CO₂ が貯留層内にとどまり漏洩しないこと（封じ込め能力）の二つが求められる。そしてこれらの能力は、貯留層に関する具体的な基準値を設定することではなく、リスク評価によって判断される。

圧入した CO₂ の漏洩については、既存井や断層を介した漏洩の可能性が最も懸念される場所であり、諸外国の規制でもそれら潜在的な漏洩経路の有無の確認が事前に求められている。また、貯留能力と封じ込め能力の確認にあたっては、シミュレーションにより CO₂ 挙動を予測することが求められており、特に ISO ではその要件として具体的に地質モデル、フローモデル、地球化学モデル、地球力学モデルの 4 つのモデルの構築が提示されている。事業者はこのモデル構築に必要なインプットデータを貯留サイトに関する様々な事前調査から入手することになる。

さらに貯留の安全性は、CO₂ 挙動予測シミュレーションを実施したモデルの妥当性の確認（ヒストリーマッチングや感度分析を含む）と、シミュレーション結果や潜在的漏洩経路に関するリスク分析の妥当性を確認することによって補強される。

なお、CO₂ プロジェクトの進行に伴い、様々な調査データが蓄積されていく中で、データの精度は向上する。貯留の安全性は圧入前の一時のみならず、プロジェクト期間を通して常に確認されるべきものであり、新たなデータ取得に応じてモデルおよびリスク評価も常に更新されることを前提としている。

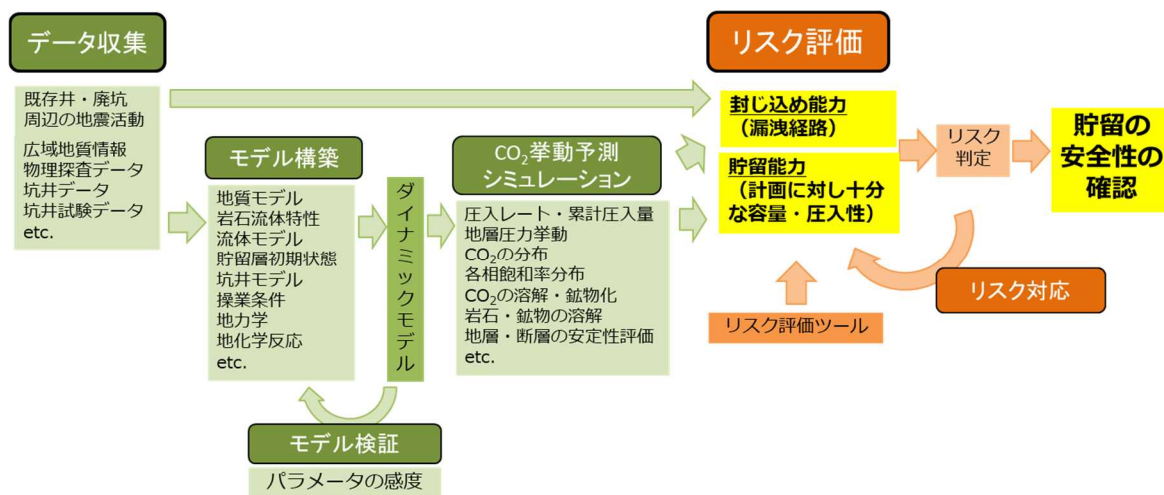


図 3-2 貯留の安全性の確認フロー

3.2.2 貯留の安全性の確認に必要な調査項目やリスクマネジメント手法に関する検討

3.2.1 で整理した貯留の安全性の確認フローおよび、貯留事業を行うことが地下構造に悪影響を与えないことを証明するための調査項目や具体的なリスクマネジメント手法例について検討するため、以下の 5 団体の CCS 関係者に対してヒアリングを実施した。

- 株式会社 INPEX
- Global CCS Institute
- 石油資源開発株式会社
- 公益財団法人地球環境産業技術研究機構
- 日本 CCS 調査株式会社

(五十音順)

上記関係者へのヒアリングおよび後述の有識者委員会における議論も踏まえて検討した結果を以下に記載する。

3.2.2.1 事前調査およびリスク評価の在り方

事前調査の在り方について、関係者へのヒアリングでは、サイト固有の条件に基づくリスク次第であり、その実施に当たってはコスト効果や必要とする時間に対する考慮が必要との考えが示された。一方で、安全性を確認するという目的に鑑みれば、コストにかかわらず必要なデータは整備すべきである。実証段階においては、様々な技術的要素についてその可能性や妥当性が検証されることがあるが、商業段階においては、事業者にとって不必要で過度な負担にならないことを考慮しつつ、最低限必要な調査事項、およびリスクを確認・評価するプロセスの確立が重要となる。

リスク評価について、諸外国の規制等ではその一般的な手順が示されるのみで、具体的な手法に関する要件やリスクを判断するための基準は示されていない。これは、その評価基準は個別の CCS 事業者によるものであるためと推測される。関係者へのヒアリングにおいても、どのレベルのリスクであれば受け入れるかといった判断は個社の事情を反映したノウハウであり外部に示すものではないということが言及された。同様に、諸外国のプロジェクト事例を見ても、その具体的な評価基準まで公開されたものは確認されていない。

また、残存するリスクはモニタリングや緩和策によって対応することが考えられることから、事前調査の項目についても、リスクベースの考え方により、モニタリングや緩和策の有無なども併せて検討することが必要となる。

3.2.2.2 微小振動

諸外国の事例にもみられるとおり、事前調査において周辺の地震活動の状況の把握や主要な断層の位置の確認は必須と考えられる。その一方で、CO₂ 圧入に伴う微小振動の発生の予測や断層の安定性に関する評価に関しては、諸外国の規制において言及はされても詳細な要件が示されることはなく、関係者へのヒアリングからも、パラメータの不確実性が大きいことなどから困難であることが確認された。CO₂ の圧入に伴う微小振動や断層への影響に関しては、事前調査および CO₂ 圧入開始後のモニタリングにより変化を捉え、必要に応じて運転条件などを調整することでリスクに対応することが考えられる。

我が国では、微小振動に関するリスクは貯留の安全性の確認において重要な要素であり、パブリックアクセプタンスの観点からも、丁寧に説明することが求められる。なお、微小振動に関係する対応について諸外国の事例を参考にする際には、地震に対するその国の歴史や捉え方、関連する地層条件などの事情が異なることを念頭に置く必要がある。

3.2.2.3 CO₂ 挙動予測シミュレーション実施のためのフロー

図 3-2 で示した貯留の安全性の確認フローのうち、モデルを構築するにあたって必要なインプットデータおよびそのための調査項目・データ、並びにモデルにより計算される予測シミュレーションの結果について網羅的に示すために、関係者へのヒアリングで得られた意見も参考に詳細フローを作成した（図 3-3）。

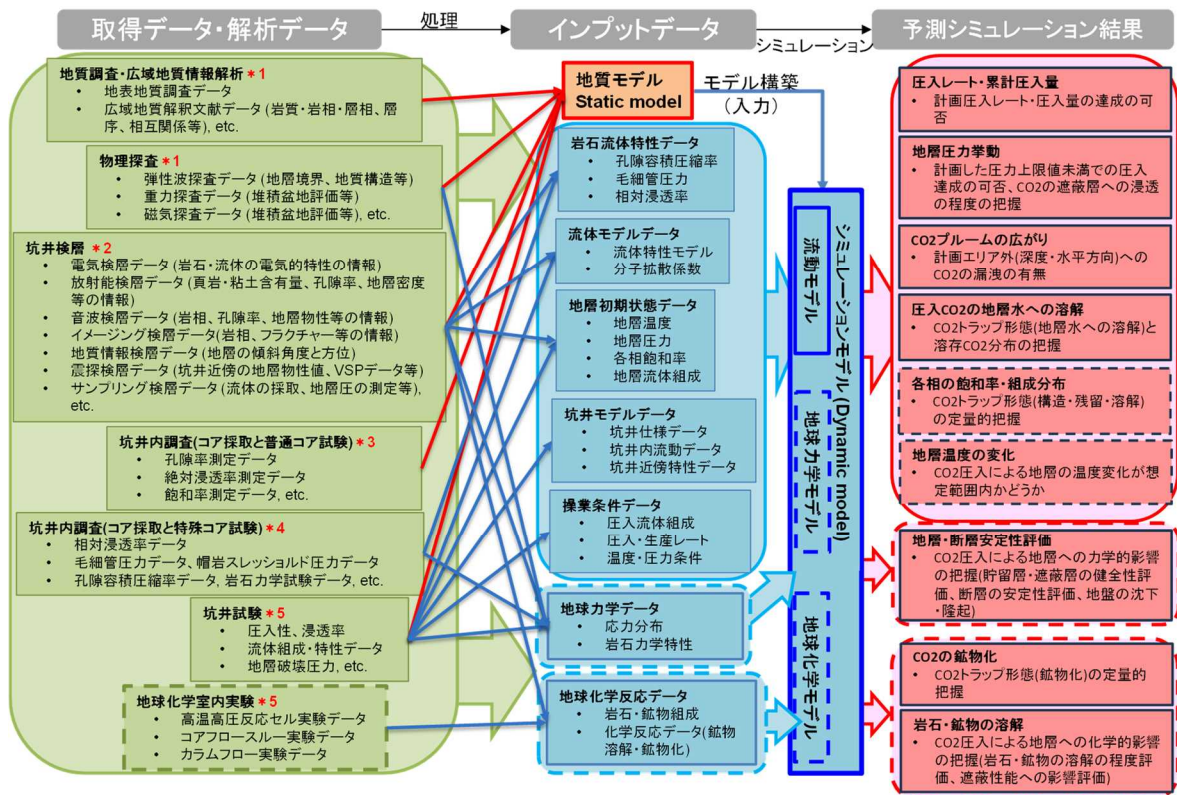


図 3-3 データ収集からシミュレーション実施までのフロー^{*1}*2

^{*1} 考えられる項目を網羅的に記載することを目的としており、全てを要求するものではない。

^{*2} 他に比べ必要性が低いと考えられる項目を点線で囲っている。

このフローは現時点において技術的な観点から考えられる項目、データおよび結果を可能な限り網羅的に示すことを目的に作成したものであり、場合によっては必ずしも必要でない項目や技術的に不確実性の高い技術も含む。例えば、地球力学（ジオメカ）モデルや地球化学モデルに関しては諸外国の例を見ても必ずしも実施されておらず、その実施はサイトごとに判断するものであり、要求するか否かは柔軟な対応としてほしいとの意見が関係者へのヒアリングでも挙げられている。安全性の確認のために必要なシミュレーション結果については、3.2.2.4においてさらに検討する。

また、図 3-3 のフローを、取得データ・解析データに着目してさらに細分化・詳細化したものを添付資料 1 に示す。

3.2.2.4 事前調査において必要な項目に関する検討

前述のとおり、図 3-3 はデータ取得からモデルの構築、シミュレーションの実施までの流れを俯瞰的に理解するために作成したものであり、貯留の安全性の確認のために行う CO2 挙動シミュレーションのフローとして、貯留サイトの条件により必ずしも必要とされない項目や、技術開発中の要素も含まれる。そのため、文献調査、ヒアリングおよび後述の有識者委員会におけるアドバイスを基に、モデルにより得られる予測シミュレーション結果およびそのための事前調査項目について、安全性の確認のために必要かどうかという視点で整理した。

なお、ここで論じる内容に関しては、今後の CCS 事業の実績の積み重ねおよび技術開発の進展に伴い CO2 の貯留に係る様々な不確実性が低減することにより見直されることが想定され、その際

には、安全性を担保しつつ経済性をより考慮した事前調査の効率化も進むと予想される。

(1) 予測シミュレーション結果の必要性

図 3-3 において示した予測シミュレーション結果について、それぞれが貯留の安全性を確認するために必須な項目か、必須ではないものの安全性を補強する項目かといった視点で検討を行った。必要性を検討するにあたり、3.1 で調査した ISO および米国、欧州、豪州の規制において必須とされているかどうかを併せて整理した(表 3-1)。表中、諸外国の規制については、義務とされているものを「◎」、推奨されているものを「○」、任意とされているものを「△」、記載がない場合を「-」で示したが、例えば ISO では、フローモデルリングおよびジオメカモデリングの実施自体は義務 (shall) とされているものの、その結果 (outcome) については推奨 (should) として項目が列挙されているなど、一律には表現しきれない内容がある。また、各規制の位置づけや目的の違いから、その記載内容のレベル感(詳細度)は大きく異なることにも注意する必要がある。

表 3-1 予測シミュレーション結果の必要性

予測シミュレーション結果	必要性	ISO	米	欧	豪
圧入レート・累計圧入量 計画圧入レート・圧入量の達成の可否	計画圧入量の達成の可否の判断、圧入量は CO2 プルーフの広がりにも大きく影響するため <u>必須</u>	○ フローモデル	◎	◎	◎
地層圧力挙動 計画した圧力上限値未満での圧入達成の可否、CO2 の遮蔽層への浸透の程度の把握	CO2 圧入による圧力上昇が許容圧力上限値以下であるかの予測として <u>必須</u>	○ フローモデル	◎	◎	◎
CO2 プルーフの広がり 計画エリア外（深度・水平方向）への CO2 の漏洩の有無	圧入した CO2 が計画エリア外へ漏出しないかの予測として <u>必須</u>	○ フローモデル	◎	◎	◎
圧入 CO2 の地層水への溶解 地層水への溶解と溶存 CO2 分布の把握	地層水に溶解した CO2 が計画エリア外へ漏出しないかの予測として <u>必須</u>	○ フローモデル	◎ 明示的には示されていない	◎	◎ 明示的には示されていない
各相の飽和率・組成分布 CO2 トラップ形態（構造・残留・溶解）の定量的把握	各 CO2 トラップ形態の量の違いが <u>事業実施可否の判断</u> には影響しない	○ フローモデル	△ 圧入停止後サイト管理期間の変更承認要件	◎	—
CO2 の鉱物化 CO2 トラップ形態（鉱物化）の定量的把握	鉱物化の予測は不確実性が高く、また予測結果が <u>事業実施可否の判断</u> には影響しない	△ ジオケミモデル	△ 圧入停止後サイト管理期間の変更承認要件	◎	—
岩石・鉱物の溶解 CO2 圧入による地層への化学的影響の把握（岩石・鉱物の溶解の程度評価、遮蔽性能への影響評価）	CO2 圧入によって溶解する可能性がある鉱物組成が遮蔽層もしくは貯留層に含まれている場合には <u>検討が必要になる可能性あり</u>	△ ジオケミモデル	—	◎	—
地層温度の変化 CO2 圧入による地層の温度変化、圧入 CO2 の状態変化	圧入 CO2 と地層温度の差が大きい場合には、地層にクラッキングが入る可能性が懸念されるため評価が <u>必要な場合がある</u>	○ フローモデル	—	◎	—
地層・断層安定性評価 CO2 圧入による地層への力学的影響の把握（貯留層・遮蔽層の健全性評価、断層の安定性評価、地盤の沈下・隆起）	地層・断層の健全性評価、海底面の変動評価が <u>必要な場合がある</u>	○ ジオメカモデル	—	◎	—

(2) 事前調査項目の必要性

事前調査の各項目についても、貯留の安全性を確認するために必要かどうかの検討を行った。表中、諸外国の規制における記号(◎、○、△、-)については、表 3-1 と同様の記載としているが、記述やパラメータのみが要求され、調査項目や手法としての言及がないものに関しては●で表している。

表 3-2 事前調査項目の必要性 (1)

事前調査項目		必要性	ISO	米	欧	豪
地質調査・ 広域地質情 報解析	地表地質調査データ (文献情報で代替可)	既存文献から確認・推定できれば現地調査は不要	◎	◎	◎	◎
	広域地質解釈文献データ	地質モデル構築のための基礎的な地質情報を確認するために必要				
物理探査	弾性波探査データ	地質モデル構築に必須だが、他の手段により代替できる場合もある	● 地下構造や断層の把握は求めているが手法の言及なし	○ 最低一つ実施することを推奨	◎ 地下構造やき裂等の把握は求めているが手法の言及なし	● 地下構造や断層の把握は求めているが手法の言及なし
	電磁探査データ	高比抵抗層の把握に有効				
	重力探査データ	地下構造把握の補助的データ				
	磁気探査データ	地下構造把握の補助的データ				
坑井検層	電気検層データ(比抵抗検層、自然電位検層、電磁波伝播検層)	油ガスを含むなど飽和率データが必要な場合には必須	○ ワイヤーライン・ログは should だが各項目の情報なし	◎	● 孔隙率および浸透率等の把握を求めているが手法の言及なし	● 孔隙率・浸透率の他、岩石のCO2反応性、地球力学パラメータ、地層水パラメータの把握は求めているが手法の言及なし
	ガンマ線検層、中性子線検層、密度検層、核磁気共鳴検層	頁岩・粘度含有量、孔隙率、浸透率、地層密度などモデル構築に必須な検層				
	音波検層データ	地球力学データの推定が必要な場合には重要		△ 適切なものを実施		
	イメージング検層データ	フラクチャー解析が必要な場合には重要				
	地質情報検層データ(ディップメータ)	補助的な参考データ				
	震探検層データ(チェックショット速度検層、VSP)	速度構造や地下構造推定に使用され、地質モデル構築に有効				
	サンプリング検層データ	地層圧力や地層流体組成等の把握に重要		◎		
補助検層データ(坑径検層、温度検層)	検層解析、塩分濃度の評価において必須					

表 3-3 事前調査項目の必要性 (2)

事前調査項目		必要性	ISO	米	欧	豪
坑井内調査 (コア採取 と普通コア 試験)	孔隙率測定データ	<ul style="list-style-type: none"> 貯留層と遮蔽層では孔隙率、絶対浸透率、岩相のデータは必須であるが、それ以外の地層では参考程度 地層の固結状況によってはコアを採取できない可能性あり コアを採取できない場合は検層解釈のデータを用いるが精度は低下 	○ コア採取の要件はないが各項目の情報は should	◎ 検層、サンプル、試験等で確認	△ コア分析により孔隙率、浸透率、毛細管圧力等を把握できることを紹介(コア採取の要件はない)	◎ コア採取の要件はないが各項目の情報は must
	絶対浸透率測定データ			—		—
	飽和率測定データ			○		—
	岩石粒度			◎		◎
	岩相					
坑井内調査 (コア採取 と特殊コア 試験)	相対浸透率データ	<ul style="list-style-type: none"> CO2 飽和率や広がりに大きく影響するため重要 データがない場合は論文値や経験式等から推定 	○ コア採取の要件はないが各項目の情報は should	△ 特殊コア分析を検討できる(may)と記載	—	
	毛細管圧力データ					<ul style="list-style-type: none"> コアリングや試験中にサンプルが崩壊するなどデータが取得できない可能性あり 測定できる機関も限られており、試験期間が数か月以上の長期間になる可能性が高く、試験の実施自体が困難な場合もある
	帽岩スレッシュホールド圧力データ	<ul style="list-style-type: none"> 遮蔽能力を評価するために重要 データがない場合は論文値や経験式等から推定 				
	孔隙容積圧縮率データ	<ul style="list-style-type: none"> 貯留量に大きく影響するため重要 地層の固結状況によってはコアの採取が困難な場合もあり、論文値や経験式から推定することもある 				
岩石力学試験データ	地球力学の検討が必要な場合には重要					

表 3-4 事前調査項目の必要性 (3)

事前調査項目		必要性	ISO	米	欧	豪
坑井試験	リークオフテストデータ	<ul style="list-style-type: none"> 地層破壊圧力やセメンチング効果を把握するために必須 必要性に応じてどちらか、あるいは両方を実施 	◎ 地層破壊圧について求めているが手法の限定無し	△	◎ 地層破壊圧について求めているが手法の限定無し	—
	エクステンディッドリークオフテストデータ					
	ステップレート圧入テストデータ					
	圧力フォールオフテストデータ	貯留層の浸透率や境界条件を把握するために重要	○ 圧力遷移試験	◎	—	
	圧入テストデータ	圧入性を確認するために必須		◎	△	
	生産テストデータ	<ul style="list-style-type: none"> 圧力緩和井を配置する際には、地層水の生産性を把握するために必要 圧入試験の代替手段として実施する可能性も考えられる 		△	△	
	圧力ドロウダウンテストデータ			△	—	
	圧力ビルドアップテストデータ			—	—	
地球化学室内試験	高温高圧反応セル実験データ	地球化学反応に関する検討が必要な場合には、評価に必要な試験を実施	—	—	—	
	コアフロースルー実験データ		—	—	—	
	カラムフロー実験データ		—	—	—	

4. 導管輸送工作物に係る技術基準の検討に必要な情報の調査

CO₂ 導管輸送事業はガス事業法で規制される特定ガス導管事業と類似していることから、ガス工作物の技術基準や高圧ガス保安法に基づく技術基準等の国内の導管およびに係る技術基準を調査した。また、国外における CO₂ パイプライン等を扱っている規格（ISO や DNV 等）や、CO₂ パイプラインに関する安全規制の内容・動向等についても調査を行う。加えて、CO₂ パイプラインの材料特性（腐食進行）や鋼材の靱性の違いによる高速延性破壊に関する実験、漏えい時の拡散挙動など、国内外のパイプライン安全性に係る実験データ、論文その他の情報の調査を行った。

4.1 国内の導管輸送工作物に係る技術基準

(1) 国内パイプライン技術基準

国内の主なパイプライン関連法規について、表 4-1 に示す。

表 4-1 国内の主なパイプライン関係法規

	ガス事業法	電気事業法	石油パイプライン事業法	高圧ガス保安法		
				コンビ則第 10 条	コンビ則第 9 条	一般則第 6 条
適用対象	ガス事業者が設置する都市ガス導管	電気事業者が設置する燃料導管	石油 PL 事業者が設置する石油輸送施設	コンビナート製造事業所間の導管	コンビナート製造事業所以外の特定製造事業所間の導管	特定製造事業所以外の導管
備考	可燃性ガスが対象 ¹⁾			専ら不活性ガスの製造をすることは対象外	不活性ガスの処理能力 400 万 m ³ /日以上の場合 ²⁾	左記処理能力未満の場合

このうち、高圧ガス保安法については、ガスの種類や処理量（輸送量）によって適用条項が異なる。最も技術要件が厳しいのは、コンビナート等保安規則（コンビ則）第 10 条が適用されるパイプラインであるが、現行条文では CO₂ は危険性の小さい不活性ガスに分類されることから、立地や処理量に拘らず、同条が適用されることはない。それ以外のコンビ則第 9 条と一般高圧ガス保安規則（一般則）第 6 条の技術要件はほぼ同等である。しかしながら、CO₂ の大量パイプライン輸送には特段の安全性が要求されることから、ここでの比較対照にあたっては、コンビ則第 9 条（一般則）およびコンビ則第 10 条を取り上げることにした。

以上の 4 法にガスパイプライン技術指針を加えた 5 種類の国内パイプライン技術基準について、表 4-2 に示す項目について比較対照を行った。

¹ ガス事業法に定める「ガス」とは、ガス体の物をいい、灯用、燃料用、動力用、原料用の別を問わないが、不燃性ガスについては同法における「ガス」に含まれないと解されている（経済産業省・資源エネルギー庁ガス市場整備課ほか編『ガス事業法の解説』7 頁）

² CO₂ の標準状態密度 1.977 kg/m³ より、400 万 m³/日 ≒ 7,910 t/日 ≒ 289 万 t/年。工業地域又は工業専用地域以外の用途地域にあつては、この半分。

表 4-2 国内パイプライン技術基準の比較項目

I	設置計画	導管の設置場所等
II	設計	導管の材料, 構造等
III	施行	導管の接合, 耐圧試験等
IV	保安設備	漏えい拡散防止, 圧力安全装置等
V	保安管理	保安規程等

(2) 国内貯槽技術基準

貯槽については、パイプラインでとりあげたガス事業法、電気事業法、高圧ガス保安法の関連規定からガスの物性によらず（可燃性ガス・毒性ガスの規定について含み）気体／液体 CO₂ について参考となる構造、保安距離、異常時対応等規定について抽出した。

4.2 国外の CO₂ パイプライン等に係る規格や安全規制の内容・動向等

(1) 調査対象

調査対象とした国外技術指針（法規、技術規格）を以下に示す。

表 4-3 調査対象とした国外技術指針（法規、技術規格）

	名称	対象
1.	国際標準規格 ISO 27913:2024, Carbon dioxide capture, transportation and geological storage - Pipeline transportation systems	液相/超臨界相、気相 CO ₂ パイプライン
2.	民間技術指針 DNV-RP-F104, Design and operation of carbon dioxide pipelines	液相/超臨界相、気相 CO ₂ パイプライン
3.	英国規格 BSI PD 8010-1:2015+A1:2016, Pipeline systems - Steel pipelines on land	石油、ガス、CO ₂ （気相/液相）、および危険物質の陸上パイプライン
4.	ドイツ工業規格 DIN EN 1594:2024, Gas Infrastructure – Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar – Functional requirements	操業圧力が 16 気圧を超える、非腐食性天然ガス、バイオメタンガス、水素ガス、これらの混合ガスの陸上パイプライン
5.	米国法規 49 CFR Part 195, Transportation of Hazardous Liquids by Pipeline	危険液体および液相/超臨界相 CO ₂ パイプライン（気相 CO ₂ は対象外）

(2) 材料・構造に関する規定

ISO では CO₂ の性状に応じた鋼材を選定すると示しているのに対し、CFR（米国）、DNV（ノルウェー）では耐食合金についても規定、さらに BSI（英国）では材料要件として高速延性破壊へ

の対策を規定している。

ISO、BSI（英国）、DIN（ドイツ）、CFR（米国）では耐震性を考慮することと規定している。高速延性破壊の防止については、ISOとDNV（ノルウェー）では具体的な設計条件を示し、BSI（英国）とCFR（米国）では定性的な要求事項としている。

（3） 運転制御・安全システム

各国では、最高使用圧力や設計圧力を基準として、適切な運転制御と安全措置や調整弁、遮断弁等の設置を要求し、サージ発生（過渡的に生じる急激な圧力上昇）時にも許容される上限値を規定。

ISOでは区間分割（遮断弁間隔）はリスク評価に基づくべきとし、BSI（英国）とDIN（ドイツ）でもISOと同様に数値は示していない。DNV（ノルウェー）ではカナダ規格を参照して規定し、CFR（米国）ではパイプライン設置条件により規定している。

（4） 漏えい検知

ISO、BSI（英国）、CFR（米国）では、（数値）流送シミュレーション（オンラインリアルタイム流送シミュレーション）による漏洩検知システムを推奨している。DNV（ノルウェー）とDIN（ドイツ）では、検知方法を例示している。

（5） 内面防食に関する規定

BSI（英国）、DIN（ドイツ）、CFR（米国）ではCO₂特有の規定はなく、既存のパイプラインについての規定がある。ISOでは、CO₂中水分の上限値を業界慣行として提示、DNVでは水分結露が起こりうる計算含水量に対して1/2以下と規定している。

（6） 緊急時対策に関する規定

ISO、BSI（英国）、DIN（ドイツ）ではCO₂特有の規定はなく、既存のパイプラインについての規定がある。DNV（ノルウェー）とCFR（米国）ではCO₂の特性を考慮した緊急時対応計画作成を求めている。

4.3 国内外のパイプライン等の安全性に係る実験データ、論文等

（1） CO₂パイプラインの腐食

CCSでは高圧のCO₂を扱うプロセスが多い。水分が共存すると、鋼材が腐食しやすい環境となる。

高圧CO₂の輸送工程では、輸送管内の圧力変動により水が析出し、その中に原料ガスおよび処理プロセスにより夾雑する不純物が溶解することにより、腐食環境が形成される。

準臨界から超臨界状態のCO₂による炭素鋼の腐食には、CO₂中に含まれる水分の影響が大きい。特に水分が1500 ppmを超えると、腐食が加速的に進むことが実験で確認されている。NACEのNACE RP0775-2005に照らしても、水分1500 ppm程度までは、腐食は起こるものの全面腐食の速度は0.02 mm/年程度の軽度腐食の範囲にとどまっているが、水分が2000 ppmを超えると腐食速度は急速に増大する。腐食形態は、全面腐食だけでなく孔食が発生する場合もある。孔食の成長速度は、全面腐食の腐食速度よりも大きい。全面腐食速度は水分が2000 ppmを超えると急速に増すが、孔

食は 700 ppm 以上で速度が増す。

水以外の不純物としては、酸素 (O₂)、SO₂、NO₂、H₂S 等が腐食に影響を及ぼす。主な不純物は、H₂O、SO_x、NO_x、O₂、CO、H₂S などである。しかし、これら不純物の許容濃度については、ISO 等規格類では明確には示されていない。

- ・酸素が 200 ppm 環境中に入ること、腐食速度は含まない場合と比べて 2 倍前後に増大する。
- ・SO₂ は腐食を促進するが、SO₂ よりも水分の方が腐食への影響は大きい。また SO₂ の存在で、鋼材の応力腐食割れ感受性が高まることが確認されている。
- ・H₂S によっても超臨界 CO₂ 中の炭素鋼の腐食が促進される。NaCl 水溶液が含まれる環境での実験であるが、H₂S による腐食はインヒビターの添加によって大きく抑制される。

CO₂ パイプラインで許容される最大の水分濃度は、基準としては定められていない。しかし、欧州の CO₂ パイプラインでは水分は 500~600ppm 未満、SO_x は 100~1500ppm 未満の範囲で管理されている。これは、この範囲であればパイプラインの操業条件において水分濃度が CO₂ 中への溶解度を下回っており、水が第 2 相として析出することを抑制できるからである。SO_x の管理範囲は 100~1500ppm 未満と幅広いが、1500 ppm を上限と定めた理由は定かではない。

(2) 高速延性破壊

4 つの研究プロジェクト (CO₂PIPETRANS、COOLTRANS、SARCO₂B、CO₂SafeArrest) によって、高密度相の CO₂ を使用した合計 9 つのフルスケールの破壊伝播テストが実施された内容を調査した。

DNV や ISO のベースとなっているバツテルの実験式 (バツテル 2 曲線モデル、BTCM) では、定常状態の延性破壊伝播は有効き裂長を使用して説明できると想定している。そして、水と空気、またはガスを使用したフルスケールのテストからのき裂停止と伝播は正規化された減圧応力レベル (き裂先端の応力) と正規化されたじん性のプロットで定義できることが示された。DNV-RP-F104 (2021) の二酸化炭素パイプラインの設計と運用では、高密度相の CO₂ を輸送するパイプラインで進行する延性破壊が停止するかどうかを確立するための単純な経験的モデルが導入された。この経験的モデルは、上記の 9 つの高密度相の CO₂ を使用したフルスケールのテストからのデータを使用し、BTCM の考え方に基づいている。

ISO27913-2024 は、DNV-RP-F104 (2021) に基づいている。特別な評価が必要な領域 (図 4.2-1 の要検証) は、一部安全側の結果となるように修正されているが、この領域では安全性を実証しなければならないと明記されている。

前述のように、実証実験に気体 CO₂ の例はなく、DNV や ISO のベースとなっている BTCM も、気体 CO₂ についての適用性は未確認である。BTCM に基づく、高速延性破壊停止評価は、フルスケールの実験との相関に基づく半経験的方法以外に、流体・構造相互連成計算による方法がある。CO₂PIPETRANS プロジェクトのデータを基に、SINTEC により、状態方程式と CO₂ 固相形成を含む流体モデルと、大変形とき裂伝播を考慮したパイプ構造解析モデルから、流体・構造相互連成モデルが構成された。計算の結果では、き裂の長さ、き裂伝播速度、圧力で良好な一致が見られたことが報告されている。この方法は、より多くの物理要素を追加することで、モデルの複雑さが増すという代償はあるものの、より優れた予測能力が得られる可能性がある。また、より広いパラメータ範囲での予測や、パラメータを適合させるためのフルスケールおよび中規模テストの必要性の低

減が期待できる。

(3) 漏えい時の拡散挙動

緊急時対応計画の基礎となり、人口密集地域までの最小安全距離を決定するために、CO₂ パイプラインの大気放散実験と数学的モデルの開発が行われた。実験は小規模（放散量小、またはオリフィス径小）と大規模（放散量大、パイプ径そのまま（全開口、full bore））で行われている。

漏えい時の拡散挙動は、パイプラインからの流出、近接場（near field：大気圧までの膨張）、遠方場（far field：拡散）の3段階にモデル化して考えられる場合が多い。

パイプラインから濃密相 CO₂ が放出されると、急激な圧力低下が起こり、圧力と温度の低下とともに濃密相から気相への相転移が生じる。さらに低温となり、固相が形成される可能性もある。相転移は、パイプライン内の流れの状態や流体の特性に影響を与える可能性がある。放出プロセス全体にわたる熱力学特性を正確に記述するための状態方程式の選択、相変化（濃密相から気相へ）のモデリング、固相形成の予測等が必要になる。遠方場の拡散の計算には、単純化されたモデルと CFD モデルがあり、精度と計算時間を考慮して使用する必要がある。遠方場の計算の入力には、近接場の出力が用いられるので、複雑な過程を扱う近接場は重要視されている。

放散で白く見える雲は、ドライアイス粒子と凝縮水からなっている可能性が高く、地上に積もる霜もすべてがドライアイスとは限らない。ドライアイスが昇華し、凝縮水もなくなり白い雲が見えなくなっても、高濃度で気相の CO₂ が残っている可能性があるので注意が必要である。

表 4-4 に代表的プロジェクトの実験条件例を示す。これらの実験について整理した。

表 4-4 代表的プロジェクトの実験条件例

プロジェクト	オリフィス径 mm	圧力 MPa	温度 °C	放散量（リザーバ容量）	実験場所
CO ₂ PIPEHAZ	6,25, 50（全開口）	2.7~6.1	-9.6~5.9	2m ³	INERIS （仏）
CO ₂ QUEST	15,50, 233（全開口）	7.6~8	約 35	約 6ton	大連理工大学 （中）
COOLTRANS	50	15.1	7.5	約 7m ³	Spadeadam （英）
CO ₂ PIPETRANS	10,20,26.5,35,50	約 10	2.9~13.7	約 410kg	Spadeadam （英）

CO₂PIPEHAS で小規模水平放出、CO₂QUEST で大規模水平放出、COOLTRANS で垂直ベント放出、そして CO₂PIPETRANS では、大規模水平放出時のパイプ内の減圧データ収集について整理した。さらに、Horizon2020 の ConsenCUS からは、シミュレーションだけであるが埋設管の破裂に伴う気相と液相 CO₂ 放出の例を整理した。整理した放散実験は、液相あるいは超臨界であったので、例は少ないが気相 CO₂ 放散実験および埋設管からの放散実験の例を追加し、主要な大気放散実験の種類を網羅した。以上の実験例は、いずれも緊急対応時の安全範囲の決定のためのシミュレーション手法開発のモデルとしてデータを収集したものである。

5. 有識者委員会の開催

本事業は、表 5-1 に示す 6 名の委員からなる「令和 6 年度 CCS 事業に関する保安規制の具体化のための検討に係る調査検討会」を設置し、有識者によるアドバイスのもとに実施した。

表 5-1 有識者委員会委員

氏名	所属/役職
長縄 成実 (委員長)	国立大学法人秋田大学 大学院国際資源学研究科 教授
北村 龍太	独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 エネルギー事業本部 CCS 事業部 部長
近藤 秀樹	天然ガス鉱業会 技術部長
長原 薫	株式会社物理計測コンサルタント 取締役 新技術事業部長
松本 行弘	日本オイルエンジニアリング株式会社 取締役 開発技術部担当
吉谷 伸一	日本海洋掘削株式会社 HSQE 室 課長代行

委員会の以下の日程で 3 回開催した。

第 1 回 令和 6 年 11 月 15 日 (金) ~ 令和 6 年 11 月 29 日 (金) (持ち回り)

第 2 回 令和 6 年 12 月 25 日 (水)

第 3 回 令和 7 年 3 月 3 日 (月)

6. おわりに

2025 年 2 月に閣議決定された第 7 次エネルギー基本計画は、CCS 事業を脱炭素化の重要な選択肢として位置づけ、その推進を図る方針が示された。また同じく 2 月には、2023 年 6 月に 7 つの「先進的 CCS 事業」が選定された中の一つである北海道苫小牧市沖の一部区域が CCS 事業法に基づく特定区域の第一号として指定され、試掘の許可申請の受付が開始されるなど、着実に 2030 年の事業開始に向けた取組みが進められている。

本調査で得られた情報が、2024 年 5 月に公布された CCS 法における保安規制の措置内容の具体化に係る検討に資することで、貯留事業および導管事業を計画している事業者の保安課題の理解や解決の一助となれば幸いである。

(様式3)

二次利用未承諾リスト

報告書の題名

令和6年度新エネルギー等保安規制高度化事業費（CCS事業に関する保安規制の具体化のための検討に係る調査）

委託事業名

令和6年度新エネルギー等保安規制高度化事業費（CCS事業に関する保安規制の具体化のための検討に係る調査）

受注事業者名

一般財団法人エンジニアリング協会

頁	図表番号	タイトル
3	図 3-1	CO2貯留プロジェクトのライフサイクルとISO 27914の対象範囲
16	図 3-9	IL-ICCSの圧入井CCS#2と周辺の設備
28	図 3-11	Northern Lightsプロジェクトの概要
30	図 3-12	Northern Lightsの圧入サイトの地質構造と、圧入開始から25年後に予想されるCO2プルームの広がりを示す断面図
31	図 3-13	Northern LightsのAuroraで特定された潜在的な漏洩経路
32	図 3-14	Auroraからの地質学的漏洩経路のボウタイ図の例（一部のみ表示）
32	図 3-15	バリアの有効性とその不確実性のランキングの定義
33	図 3-16	SQRAの数値解析の対象となる漏洩経路の模式図
33	表 3-10	SQRAの結果の概要（a～nは漏洩経路）
36	図 3-17	CarbonNetプロジェクトの位置
37	図 3-18	CarbonNetのサイト選定プロセス
38	図 3-19	CarbonNet貯留層の遮蔽層特性把握の結果
39	図 3-20	CarbonNetの貯留層の圧入性
40	図 3-21	CarbonNetにおける圧入試験（Step Rate/Fall-Off）結果の概要
41	図 3-22	CarbonNetにおけるボウタイ法を用いたリスク分析
41	図 3-23	CarbonNetにおけるリスク対処後のrisk register
47	表 3-12	Moomba CCSプロジェクトの貯留コンプレックスの層序
48	図 3-25	Moomba CCSプロジェクトの貯留サイトの断面図
49	図 3-26	圧入終了時のStrzelecki貯留コンプレックス（紫色は貯留CO2の予測範囲）
49	表 3-13	漏洩経路のパターンとリスク要因
51	表 3-14	Moomba CCSプロジェクトのリスクレーティング詳細
52	表 3-15	封じ込めリスクの残留リスク
71	図 4-1	CO2腐食機構
72	表 4-10	CO2腐食への影響因子
73	図 4-2	CO2の状態図
74	図 4-3	CO2-0.1mol% H2Oの計算状態図
75	図 4-4	CO2へのH2Oの溶解度曲線

76	表 4-11	海外のCO ₂ パイプラインで輸送されているCO ₂ の組成
76	表 4-12	石炭焚き火力発電所の排気ガス中に含まれる不純物組成の例
76	表 4-13	欧州のDYNAMICプロジェクトとAlstomのCO ₂ 輸送における不純物管理の例
77	表 4-14	検討スコープ文献に報告された水分含有量の限界値
78	表 4-15	試験条件 (超臨界)
78	図 4-5	水分含有量による腐食速度の変化
79	図 4-6	試験装置 (模式図)
79	表 4-16	試験条件
80	図 4-7	水分濃度とSO _x 濃度による腐食速度(全面腐食)の変化(左:対数軸、右:線形軸)
80	図 4-8	水分濃度とSO _x 濃度による腐食速度(孔食)の変化(左:対数軸、右:線形軸)
81	図 4-9	水分濃度とSO _x 濃度の腐食速度に及ぼす影響 (a) 全面腐食 (b) 孔食
81	図 4-10	全面腐食と孔食の水分濃度閾値
82	図 4-11	試験装置 (模式図)
82	表 4-17	試験条件
83	図 4-12	腐食による重量変化に及ぼす水分濃度の影響 (a) 線形軸, (b) 対数軸
84	図 4-13	孔食速度に及ぼす水分濃度の影響
85	表 4-18	試験条件
85	図 4-14	飽和水分条件での腐食速度
86	図 4-15	腐食速度に及ぼす水分濃度と温度の影響
87	表 4-19	腐食試験条件
87	図 4-16	CO ₂ 分圧による腐食速度の変化
88	表 4-20	試験条件と結果
89	図 4-17	腐食速度に及ぼす温度とO ₂ 濃度の影響
89	図 4-18	腐食速度に及ぼす温度とO ₂ 濃度の影響
90	図 4-19	図 4 19 超臨界CO ₂ 環境中での超低速引張試験装置 (模式図)
90	図 4-20	図 4 20 不純物を含むCO ₂ 環境下での低速度引張時の応力-伸び曲線 (a) CO ₂ -SO ₂ 、(b) CO ₂ -O ₂ -SO ₂
91	図 4-21	CO ₂ 腐食機構SO ₂ 濃度の応力腐食割れ感受性への影響
91	表 4-21	試験条件と結果 (腐食状態と速度)
92	図 4-22	CO ₂ 腐食機構腐食速度に及ぼす水分、NO ₂ 、SO ₂ 濃度の影響
93	図 4-23	不純物による腐食形態の相違
93	図 4-24	SO ₂ 濃度による腐食速度の変化
94	表 4-22	腐食試験条件
94	表 4-23	インヒビターの組成
95	図 4-25	CO ₂ 腐食機構腐食速度と腐食電位の変化 (1wt%NaCl aq-12MPa CO ₂ 、80°C)
95	図 4-26	腐食速度に及ぼすインヒビターの効果 (1wt%NaCl aq-12MPa CO ₂ 、80°C)
96	図 4-27	腐食速度に及ぼすH ₂ S濃度の影響 (1wt%NaCl aq-12MPa CO ₂ 、80°C)
96	図 4-28	腐食速度に及ぼすインヒビター濃度の影響
98	図 4-29	CO ₂ バースト実験結果および各種評価式との比較
100	図 4-30	CO ₂ PIPETRANS高速延性破壊テストセクションの配置
100	表 4-26	CO ₂ PIPETRANS高速延性破壊実験条件と結果
101	図 4-31	CO ₂ PIPETRANS高速延性破壊結果

103	図 4-32	COOLTRANS実験セクションのレイアウトとき裂経路
103	図 4-33	COOLTRANS 高速延性破壊実験結果
104	図 4-34	COOLTRANS2 曲線モデル (BTM) 評価
105	図 4-35	SARCO2テスト1のき裂経路
106	図 4-36	SARCO2テストセクションのレイアウトとき裂経路
106	図 4-37	SARCO2とCOOLTRANS2の2曲線モデル (BTM)の補正係数評価
107	図 4-38	CO2SAFEARREST実験設備の構成
108	図 4-39	CO2SAFEARRESTテスト1のテストセクションレイアウト
108	図 4-40	CO2SAFEARRESTき裂伝播と停止状況
112	図 4-41	漏えい時拡散挙動のモデル
114	図 4-42	CO2PIPEHAZ実験装置 (INERIS) の概観
114	図 4-43	CO2PIPEHAZ 放出されたCO2雲の例
115	図 4-44	CO2PIPEHAZ (INERIS TEST2) 噴流軸に沿った温度分布
115	図 4-45	CO2PIPEHAZ (INERIS TEST2) 噴流軸に沿ったCO2濃度分布
117	図 4-46	CO2PIPEQUEST 実験設備概観
117	図 4-47	CO2PIPEQUEST 大気放散部の測定点
118	表 4-31	CO2QUEST 実験条件例 (超臨界CO2)
118	図 4-48	CO2PIPEQUEST 超臨界CO2放散による雲の発生状況 (TEST2)
119	図 4-49	CO2PIPEQUEST 放出時の軸線方向温度とCO2濃度分布 (超臨界TEST2)
120	図 4-50	COOLTRANS 垂直放散実験装置構成
120	図 4-51	COOLTRANS 垂直放散実験
121	図 4-52	シミュレーションと測定値の比較
122	図 4-53	CO2PIPETRANS大気放散実験装置の構成
122	図 4-54	CO2PIPETRANS 放散後データ収集位置
123	表 4-33	CO2PIPETRANS 大気放散実験条件
123	図 4-55	CO2PIPETRANS放出質量の推移
124	図 4-56	CO2PIPETRANS 放散による目にみえる雲の発生状況
125	図 4-57	ConsenCUSベースパラメータによる気相CO2放散シミュレーション
126	図 4-58	ConsenCUSベースパラメータによる濃密相CO2放散シミュレーション
126	図 4-59	ConsenCUS埋設および地上設置パイプラインの気相CO2のシミュレーション
126	図 4-60	ConsenCUS埋設および地上設置パイプラインの濃密相CO2のシミュレーション
127	図 4-61	SLOT とSLODのCO2濃度と暴露時間の関係
128	図 4-62	CO2濃度と選択された暴露時間に基づく致死率
129	表 4-35	致死率50%に対応する暴露時間とCO2濃度 (SLODに相当)
130	表 4-36	CO2QUEST 実験条件例 (気相CO2)
130	図 4-63	CO2PIPEQUEST 放出時の軸線方向温度とCO2濃度分布 (気相TEST2)