



特別民間法人

高圧ガス保安協会

The High Pressure Gas Safety Institute of Japan

CCSパイプラインに関する基準 (KHKS 0872) の技術的背景について

グローバルCCSインスティテュート
日本事務所主催「第80回勉強会」
2026年1月27日

特別民間法人高圧ガス保安協会
総務・企画部門 水素センター 開発チーム
榊原 叶子

目次

- 1 水素社会実現に向けて
- 2 CCSパイプラインに関する基準（KHKS 0872）
- 3 更なる取組の方向性

目次

1 水素社会実現に向けて

2 CCSパイプラインに関する基準（KHKS 0872）

3 更なる取組の方向性

1. 水素社会実現に向けて

KHKの概要－水素の社会実装に向けたKHKの位置づけ

名称	特別民間法人高圧ガス保安協会 (KHK)		
所在地 (本部)	東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル		
代表者	会長 加藤 洋一		
設立	1963年（昭和38年）12月20日		
根拠法	高圧ガス保安法 （昭和26年6月7日 法律第204号）		
役職員 数	221名※1	会員 数	1,129※2

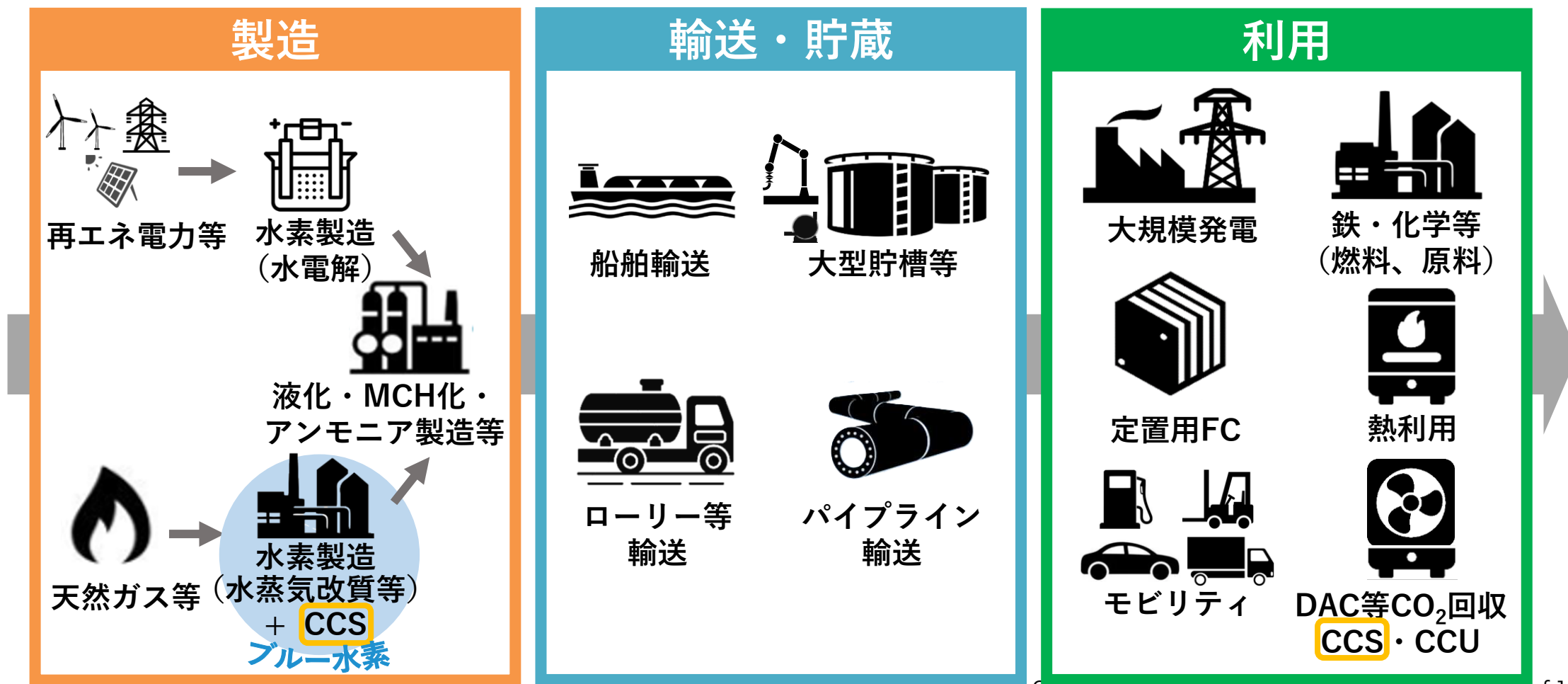
※1 役員、職員、嘱託、特別嘱託及び特別検査員含む。
2025年4月1日現在。

※2 2025年4月1日現在。

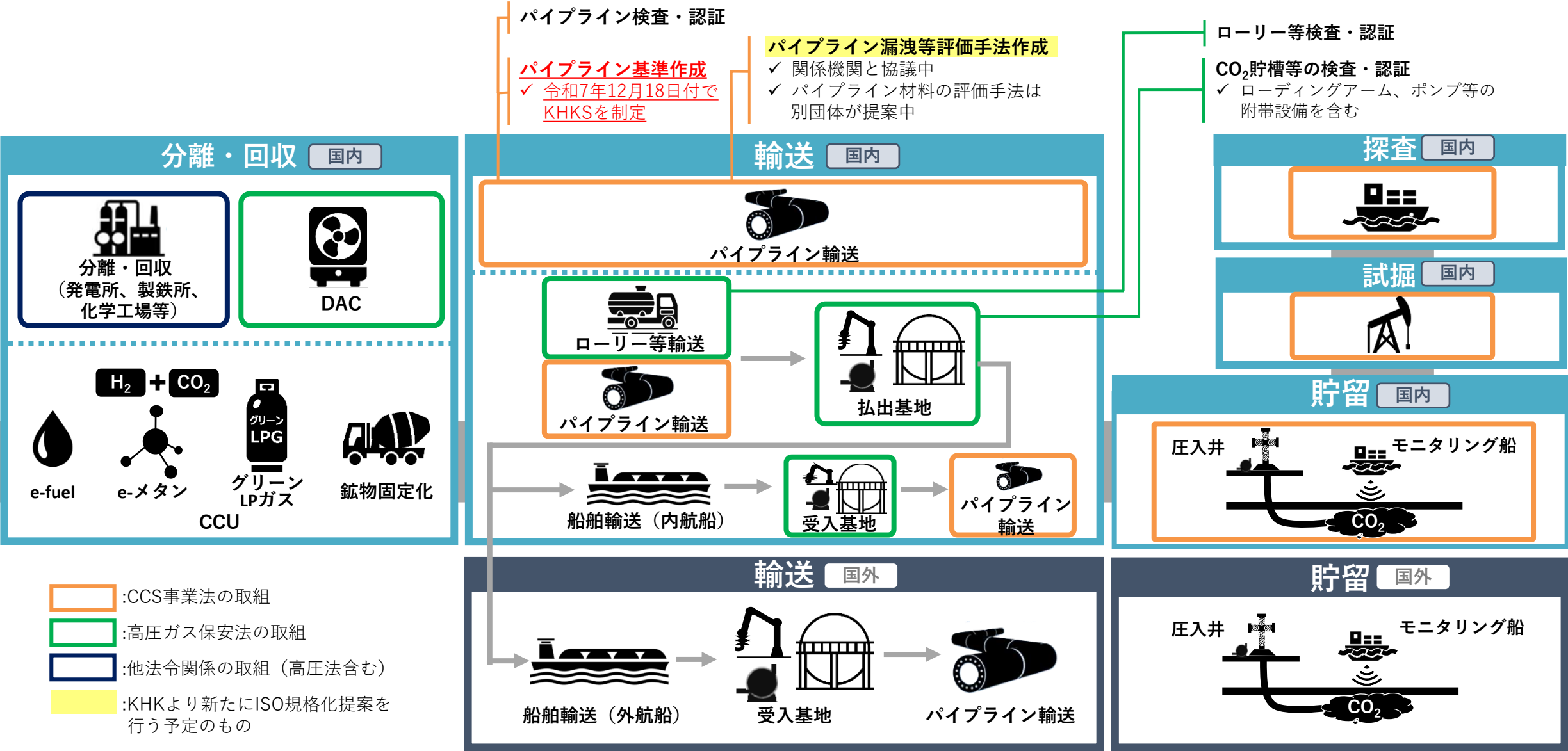


水素バリューチェーンにおけるCCSの活用

- 世界全体に行き渡るカーボンニュートラル，更にはカーボンネガティブの実現に向けては避けて通れない**CCUSの仕組化(バリューチェーンの構築)と事業化**
- **ブルー水素**もトランジション期においては，重要な意義を持つことに留意



1. 水素社会実現に向けて
CCSバリューチェーン構築に向けての基準・規格ポートフォリオの現況等



新たな規格（KHKS）制定の意義

- 分離・回収，輸送，貯留のそれぞれについて設備，運用面から投資予見性を確保する必要
- 特に導管輸送に関して，事業者による事業成立性の予見性確保への一定程度の寄与を狙いとし，経済産業省と協議しつつ，国際競争力の確保を念頭とした新たな規格を検討



分離・回収

- ✓ 適用法規：
 - 高圧ガス保安法
 - ガス事業法
 - 電気事業法 等



輸送（導管）

- ✓ 適用法規：
 - CCS事業法
 - ※技術基準は検討中



輸送（船舶）

- ✓ 適用法規：
 - 船舶安全法
 - 高圧ガス保安法（受入/払出基地）等



貯留

- ✓ 適用法規：
 - CCS事業法
 - ※技術基準は検討中

上記の適用法規，参考にできる既存法規などを勘案し，事業成立性の予見性を確保するためには，**導管輸送に焦点を当てた規格**が必要と考え，検討を行った。

目次

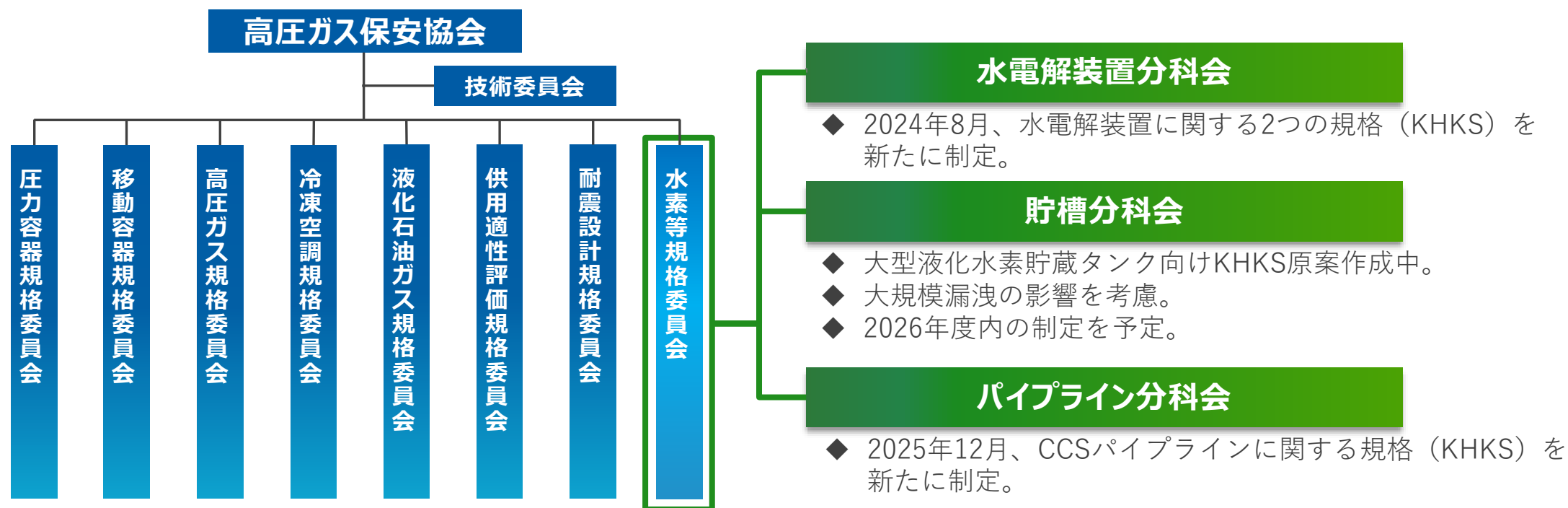
1 水素社会実現に向けて

2 CCSパイプラインに関する基準（KHKS 0872）

3 更なる取組の方向性

KHKの技術基準策定プロセス及び組織

- 技術基準作成基本方針に基づいて、技術基準整備3ヶ年計画を策定し、高圧ガス保安協会規格（KHKS）などの技術基準の制定及び制定した技術基準の見直しを実施
- 技術基準の制定及び見直しについては、その過程における公正性、公平性、公開性を重視し、これらを原則とする技術基準策定プロセスに基づく



水素等規格委員会及びパイプライン分科会の構成

【水素等規格委員会委員等構成】

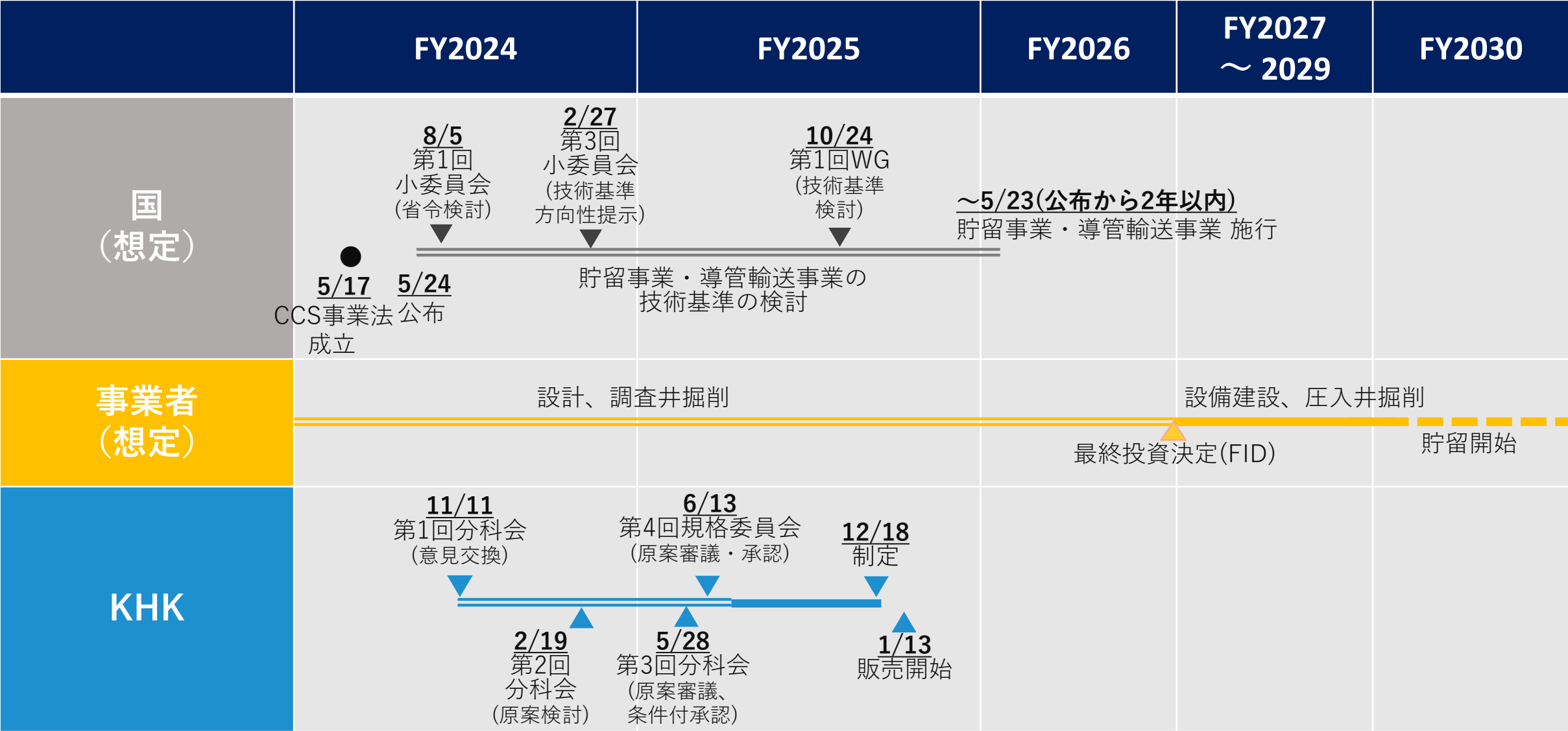
- ◎委員長 吉川 暢宏 東京大学 生産技術研究所 教授・KHK参与
- ◎副委員長 川畑 友弥 東京大学大学院 教授
- ◎副委員長 土橋 律 東京理科大学 教授
- 委員 伊里 友一朗 横浜国立大学大学院 准教授
- 澁谷 忠弘 横浜国立大学 教授
- 和田 有司 産業技術総合研究所
研究環境整備本部副本部長
- 猪俣 渉 日本ガス協会 技術部 部長
- 濱村 芳彦 トヨタ自動車 チーフプロジェクトリーダー
- 藤崎 亘 東京ガス 水素ソリューショングループマネージャー
- 藤本 守之 岩谷産業 技術統括部長
- 前田 征児 ENEOS 首席
- 横川 晋太郎 電気事業連合会 立地電源環境部長
- 大村 朋彦 日本製鉄 首席研究員
- 千代 亮 川崎重工業 規格ライセンス部長
- 野一色 公二 神戸製鋼所 CN事業企画グループ長
- 村上 雅幸 三菱重工業 プラント計画部長
- 弥富 政享 IHI 技術企画部長
- 井形 洋 川崎市消防局 担当課長
- 椎名 勉 福島県 消防保安課長
- オブザーバー
METI産業保安・安全Gr、水素・アンモニア課、関係団体

【パイプライン分科会委員等構成】

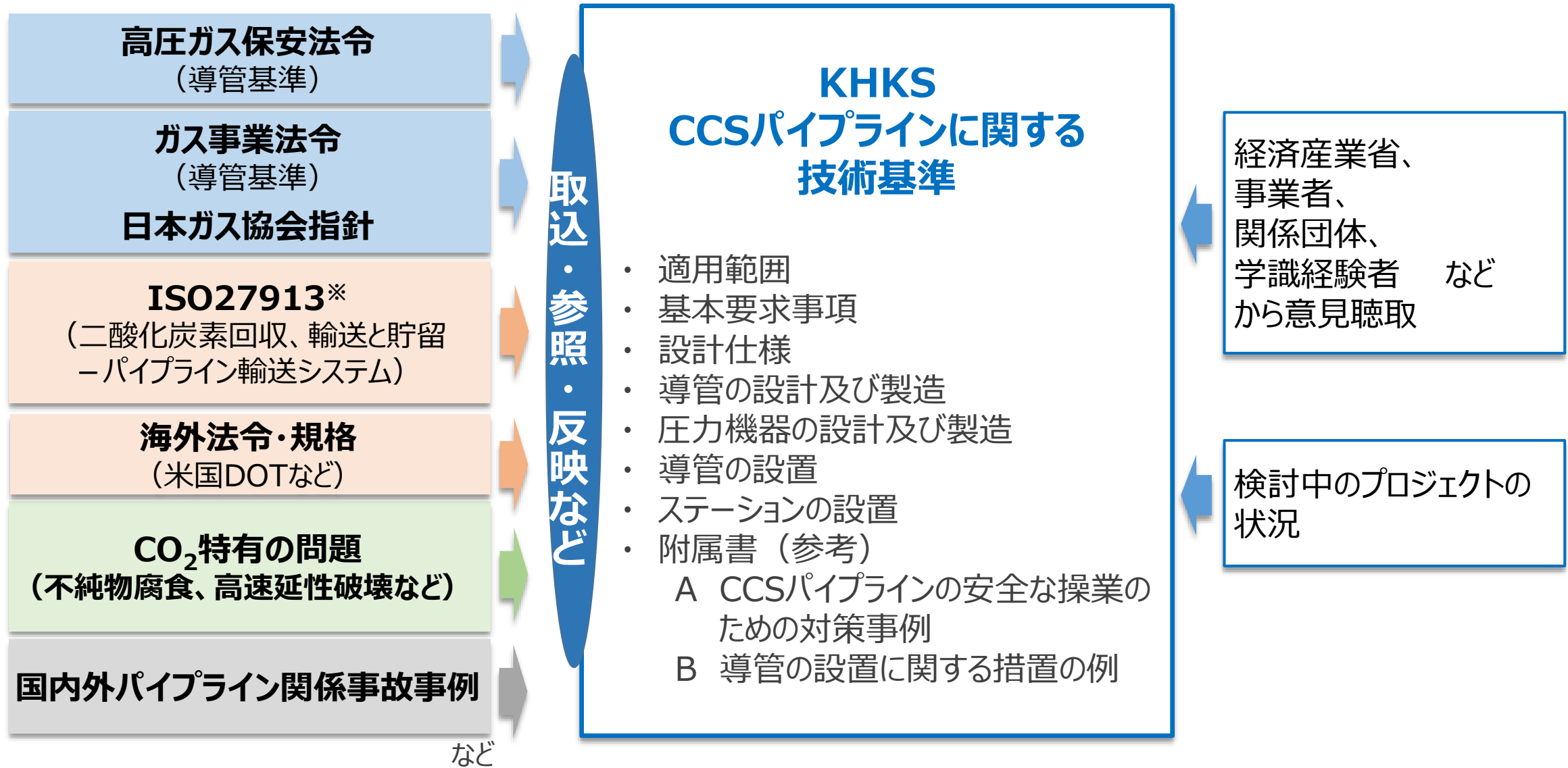
- ◎主査 川畑 友弥 東京大学大学院 教授
- ◎副主査 澁谷 忠弘 横浜国立大学 教授
- 委員 栗飯原 周二 東京大学 名誉教授
- 姫野 武洋 東京大学大学院 教授
- 矢吹 彰広 広島大学大学院 教授
- 吉川 暢宏 東京大学 生産技術研究所 教授
・KHK参与
- 今井 康仁 東京ガスネットワーク 課長
- 田中 俊哉 INPEX シニアパイプラインエンジニア
- 土谷 武輝 出光興産 担当マネジャー
- 中村 聡 石油資源開発 グループ長
- 長島 利幸 レゾナック・ガスプロダクツ 部長
- 山田 浩 JX石油開発 担当部長
- 天野 利彦 日本製鉄 主任研究員
- 岡野 拓史 JFEスチール 主任研究員
- 野一色 公二 神戸製鋼所 グループ長
- 藤田 周亮 日鉄パイプライン&エンジニアング 部長
- 小高 健二 千葉県 防災危機管理部 主幹
- 眞保 貴博 新潟県 防災局 課長補佐
- 高田 匡介 北海道 産業振興部 主幹
- オブザーバー
METI鉱山・火薬類監理官付、ガス安全室ほか産業保安・安全Gr、関係団体・事業者

2. CCSパイプラインに関する基準（KHKS 0872）

検討スケジュール



検討経緯




※ ISO 13623、ASME B31.8など、既存のパイプライン規格でカバーされていない具体的な要件と推奨事項を提供。

2. CCSパイプラインに関する基準 (KHKS 0872)

全体構成及びポイント

◆ 適用範囲

- 下図の  の範囲（分離・回収施設から貯留施設までの間）にあって、分離・回収施設及び貯留施設の敷地外に主に設置されたCO₂ 輸送目的のCCSパイプライン）
- 輸送流体が高圧法一般則の可燃性ガス及び/又は毒性ガスに該当する場合及びコンビナート事業所間に設置される場合は適用範囲外

◆ 基本要素事項

- リスクアセスメント（RA）の実施を要求：以下の各箇条を含め、事業所の規模、形態に応じた対策の検討を要求

RA実施

ハード面の要求事項

- 導管の設計及び製造
- 導管以外の圧力機器の設計及び製造

- 導管の設置
- ステーションの設置

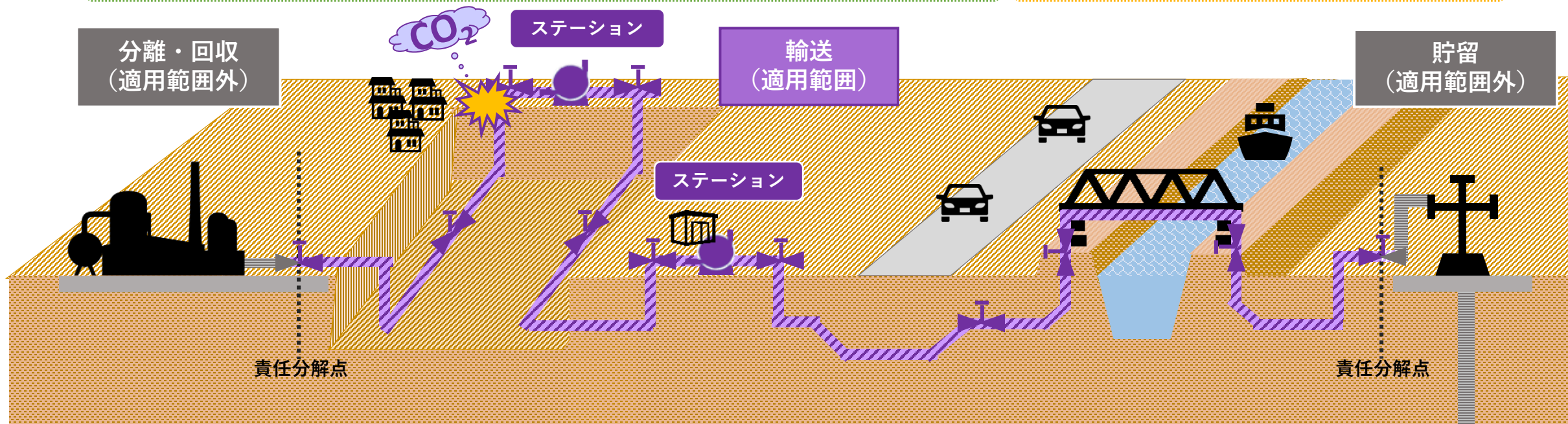
- 保全
- 既存パイプラインの転用

RA実施

ソフト面の対策事項

- 運転監視
- 運転制御

- 保安対策
- 技術文書



適用範囲（箇条1）

この基準は、CCSパイプラインで輸送する**CO₂ストリーム**の漏えい、CCSパイプラインを構成する圧力機器の破裂などによる災害の防止に関する最低限の要求事項について規定する。

この基準は、CCS事業における分離・回収施設から貯留施設までの間にあって、分離・回収施設、出荷施設及び貯留施設の敷地外に主に設置された、二酸化炭素の輸送を目的とするCCSパイプラインに適用する。

ただし、この基準は、CO₂ストリームが**可燃性ガス¹⁾及び／又は毒性ガス²⁾**に該当する場合若しくは生産工程上相互に密接な大規模事業所間を結んでいるパイプライン³⁾に該当する場合には、適用しない。

注1) 可燃性ガスは、高圧ガス保安法一般高圧ガス保安規則第2条第1号の定義に相当するものをいう。

注2) 毒性ガスは、高圧ガス保安法一般高圧ガス保安規則第2条第2号の定義に相当するものをいう。

注3) 大規模事業所間を結んでいるパイプラインとは、高圧ガス保安法コンビナート等保安規則でいうコンビナート製造事業所間の導管（第10条の適用を受ける導管）に相当する導管をいう。

適用範囲 (箇条1)

注記

1. 適用される法規がある場合は、この基準の規定の有無に関係なく適用法規に定める規定に従う必要がある。
2. 災害の防止には、災害の発生を防止する措置だけでなく、災害が発生した場合の被害拡大防止の措置もある。
3. 分離・回収施設、出荷施設及び貯留施設の敷地内には、二酸化炭素の輸送を目的とした配管があるが、この基準の適用範囲ではない。
4. 分離・回収施設、出荷施設及び貯留施設の敷地内外は、次により識別する場合が多い。
注 a) 境界線に、壁、門、柵などを設置する。
注 b) 地上にペイントで、境界線を引く。
5. 施設及び導管の範囲は、バルブを設置し、区分する場合が多い。
6. この基準に規定のない CCS パイプラインに特有の環境影響、作業者の保護などに関する事項は、ISO 27913 が参考となる。
7. この基準に規定の圧力は、ゲージ圧力を意味する。

適用範囲 (箇条1)

- この基準が取り扱う主題は、CCSパイプラインによる災害の防止に関する最低限の要求事項とした。
- 災害が発生する事象の例として、次の2つを例として挙げている。
 - a) CCSパイプラインで輸送する二酸化炭素の漏えい
 - b) CCSパイプラインを構成する圧力機器の破損
- 適用するパイプラインは、CCS事業における分離・回収施設から貯留施設までの間にあって、分離・回収施設、出荷施設及び貯留施設の敷地外に設置された二酸化炭素の輸送を目的とするCCSパイプラインとした。
- CCS事業法における分離・回収施設、出荷施設、貯留施設及び導管輸送の範囲について、その定義がより明確になれば、今後、本基準を改正して法令との整合を図る想定をしている。

輸送する流体 (CO₂ストリーム (3.2))

二酸化炭素が大部分を占める単相流体

注釈1 CO₂ストリームは、一般に、二酸化炭素が95mol%以上で構成される。

- ISO 27913を参考に定義した (stream consisting overwhelmingly of carbon dioxide) 。
- CCS事業で輸送されるCO₂ストリームには水分、NO_x、SO_xなどの不純物が含まれることが想定されている。
- この基準は、CO₂ストリームが可燃性ガス及び／又は毒性ガスに該当しない前提で検討した。
- 一般に、パイプラインに流すCO₂ストリームの成分は、分離・回収施設又は排出事業者との取り決めのもと、その成分に適合することを常時又は定期的に分析評価されると考えられ、本基準の可燃性ガス及び／又は毒性ガスに該当しないことの判断が可能であると想定している。
- なお、CO₂ストリームの状態には、気相、デンス相といった幾つかの状態がある想定で規定した。
- これは、事業者等による事業化に向けた検討において、超臨界状態のパイプライン輸送も選択肢に含まれ得るためである。
- ただし、CO₂ストリームの相状態に応じて特に考慮すべき事項は、今後の課題と整理しており、例えば、デンス相に特化した材料、溶接技術の検証、輸送条件の設定などに応じた要求事項の検討が求められる。

2. CCSパイプラインに関する基準（KHKS 0872） 輸送する流体（CO₂ストリーム（3.2））

高圧ガス保安法における混合ガスの場合のガス種の分類

可燃性ガスの分類

$$L = \frac{100}{\frac{n_1}{L_1} + \frac{n_2}{L_2} + \frac{n_3}{L_3} + \dots + \frac{n_i}{L_i}}$$

L : 混合ガスの爆発限界濃度（Vol %）
 L_i : i 成分の爆発限界濃度（Vol %）
 n_i : 混合ガス中の i 成分の濃度（Vol %）

一般則第2条第1号
一 可燃性ガス アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、プロピルメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの（フルオロカーボンであつて経済産業大臣が定めるものを除く。）
イ **爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が十パーセント以下のもの**
ロ 爆発限界の上限と下限の差が二十パーセント以上のもの

毒性ガスの分類

$$P = \frac{100}{\frac{n_1}{P_1} + \frac{n_2}{P_2} + \frac{n_3}{P_3} + \dots + \frac{n_i}{P_i}}$$

P : 混合ガスの急性吸入毒性の値（ppm）
 P_i : i 成分の急性吸入毒性（LC₅₀）の値（ppm）。ただし、毒性の値を持たない物質の場合は無限大とする。
 n_i : 混合ガス中の i 成分の濃度（%）

（問4-8の回答）
掲名するガス及び毒劇法第2条第1項で規定する毒物と他のガスとの混合物にあつては、曝露経路がガスによる吸入であつて、**急性毒性（LC₅₀）が500ppm(4時間)以下である場合のものを毒性ガス**とします。

高圧ガス保安法で想定される二酸化炭素

工業用：JIS K1106 液化二酸化炭素（液化炭酸ガス）

種類	1種	2種	3種
純度（v/v%）	99.5以上	99.5以上	99.9以上
水分（v/v%）	0.12以下	0.012以下	0.005以下

溶接用：JIS Z3253 溶接及び熱切断用シールドガス

純度（v/v%）	99.8
水分（v/v%）	0.012

可燃性ガス及び/又は毒性ガスには該当しないが、CO₂の規格を満足しない場合も考えられる。
→CO₂ストリームは、不活性ガス相当ではなく**“可燃性・毒性以外のガス”**として最大公約数的に規格化

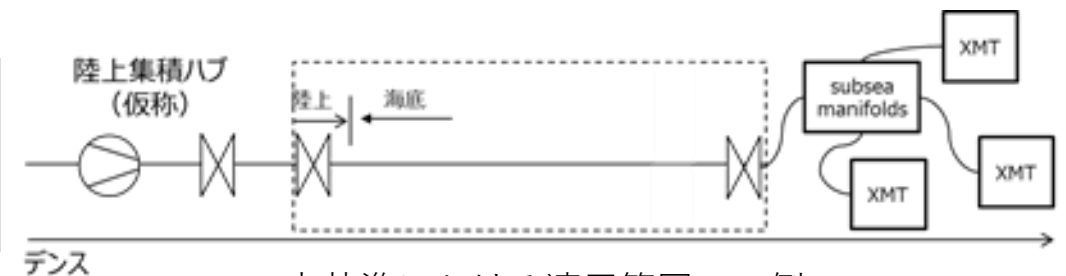
導管の設計及び製造 (耐圧部分に使用する材料 (6.1.2))

導管の耐圧部分に使用する材料は、次の a) 及び b) による。

- a) 材料規格は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 1 項による。
- b) 材料の使用条件は、材料規格に応じ、次の 1)～5) による。
 - 1) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 1 号
 - 2) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 2 号
 - 3) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 3 号
 - 4) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 4 号イ及びロ
 - 5) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 5 号

- 例えば、広く使用が想定される ISO 3183 (API 5L) “ラインパイプ”は、“ガス工作物技術基準の解釈例”に掲げられている材料である。
- 導管を海底面上に設置する場合、この基準の適用範囲外とした海底坑口装置との接続で使用が想定される API 17J, API 17B, API 17L1, API 17L2 などとも考慮すべきと意見があった。その取扱いは、適用範囲とあわせ、今後の課題と整理した。

API 5Lは、ガス工作物技術基準の解釈例以外にJIS B 8265にも規定があるが、いずれにおいても**グレードに制限がある**。
(解釈例ではL450 (X60) , JISではX65まで)



本基準における適用範囲の一例

導管の設計及び製造（耐圧部分に使用する材料の厚さ（6.2.3））

導管の耐圧部分に使用する材料の厚さは，“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 41 条第 1 項及び第 41 条の 2 第 1 項によるほか，6.2.6 に示す高速延性破壊など起こり得る損傷を網羅的に考慮し，適切に定めなければならない。ただし，耐圧部分における内面側の腐れ代は，材料，検査頻度，CO₂ストリームの化学組成，粒子含有量などに応じ，適切に定めなければならない

注記

1. 腐食に影響する化学組成については，ISO 27913 の Annex A 及び Annex C が参考となる。
2. エロージョンに影響する粒子含有量については，ISO 27913 の Annex C が参考となる

- 腐れ代は“ガス工作物技術基準の解釈例”によらず，CO₂ストリームの化学組成，粒子含有量などに応じ，内面腐食及びエロージョンを考慮して定めるようにした。
- 腐食に影響する化学組成は ISO 27913 の Annex A 及び Annex C が，またエロージョンに影響する粒子含有量はISO27913 の Annex C がそれぞれ参考となると注記を付した。
- しかし，CCS パイプラインの内面腐食及びエロージョンに関する科学的なデータは，十分に蓄積されておらず，今後の課題と整理した。

導管の設計及び製造 (耐震性能 (6.2.5))

導管の耐震性能は、**レベル 1 耐震性能**及び**レベル 2 耐震性能**とする。その評価は、設置状況に応じて、次の a)～f)による。ただし、設計地震動については、KHKS 0862 に定めるサイトスペシフィック地震動を用いてもよい。なお、導管の耐震性能評価の対象には、その支持構造物及び基礎を含む。

- a) 地盤面下に埋設される導管の評価は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 41 条第 3 項の方法により行う。
- b) 地盤面上に設置される導管の評価は、KHKS 0861 及び KHKS 0862 の配管系 1)及び基礎を準用又は“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 40 条第 3 項第 12 号の配管並びにその支持構造物及び基礎を準用する方法により行う。ただし、その重要度分類は、次の 1)～3)による。
 - 1) 市街地に設置する場合であって、影響を定量的に評価できない場合は、Ⅰ a
 - 2) 市街地に設置する場合であって、影響を定量的に評価できる場合は、Ⅰ
 - 3) 市街地以外に設置する場合は、Ⅰ
- c) 海底面下に埋設される導管の評価は、a)に示す方法の準用により行う。ただし、その重要度分類は、Ⅰとし、設計地震動の計算における地域区分は、その導管の設置地点から最も近い沿岸地域の区分による。

(次ページに続く)

導管の設計及び製造 (耐震性能 (6.2.5))

- d) 海底面上に設置される導管の評価は、次の 1)又は 2)による。
 - 1) 支持構造物を設置しない場合は、その設置状況を踏まえた適切な方法により行う。
 - 2) 支持構造物を設置する場合は、b)に示す方法により行う。ただし、その重要度分類は、Ⅰとし、設計地震動の計算における地域区分は、その導管の設置地点から最も近い沿岸地域の区分による。
- e) 海面上に設置される導管の評価は、b)に示す方法により行う。ただし、その重要度分類は、Ⅰとし、設計地震動の計算における地域区分は、その導管の設置地点から最も近い沿岸地域の区分による。
- f) a)～e)以外の設置状況の導管の評価は、a)～e)のうち最も類似した設置状況の評価方法を踏まえ、適切な方法により行う。

注1) 配管系は、KHKS 0861及び／又はKHKS 0862で定義されたものをいい、配管及びその支持構造物が該当する。

導管の設計及び製造 (耐震性能 (6.2.5))

- 要求する耐震性能は、レベル 1 耐震性能及びレベル 2 耐震性能とした。
- 海底面上に導管を設置する場合で、導管に支持構造物を設置しない場合の具体的な評価方法は、今後の課題と整理した。
- トレンチ内が地盤面上なのか地盤面下なのか、本基準のユーザーが判然としないことが示唆され、地盤面上、地盤面下の表現について、今後の検討課題とすべきとの意見があった。
- 導管の圧力が1MPa未満の場合に要求すべき耐震性能については、今後の課題と整理した。

※現行版では、1MPa未満の場合も1MPa以上の場合と同等の耐震性能を要求している。

レベル1耐震性能/レベル2耐震性能とは

✓ レベル1耐震性能

- …導管の設置地点において発生するものと想定される地震動のうち、その導管の供用期間中に発生する可能性の高い地震動 (※レベル1設計地震動：地表面でmax 300ガル) に対して、導管の損傷又は機能喪失がない耐震性能
- …弾性変形内に収めて機能を維持

✓ レベル2耐震性能

- …導管の設置地点において発生するものと想定される地震動のうち、最大規模の強さを有する地震動 (※レベル2設計地震動：地表面でmax 600ガル又はサイトスペシフィック地震動) 並びにその地震動に係る地盤の液状化及び流動化に対して、導管の気密性が保持される耐震性能
- …残留変形を許容するが、内容物の漏洩は防止し、気密性を確保

導管の設計及び製造 (耐震性能 (6.2.5))

現行のガス事業法の高圧ガス導管の耐震設計の規定体系

- ・ 現行のガス事業法パイプライン (導管) の耐震設計は埋設の場合にのみ規定がある。
- ・ JGA指針では、海水の影響 (水圧など) を考慮した評価手法は規定されておらず、陸上の埋設が前提→海底埋設の場合に準用するにはJGA指針に追加考慮が必要と思料。
- ・ なお、現行の高圧ガス保安法ではパイプライン (導管) の耐震設計の規定がない。

< 現行のガス事業法の高圧ガス導管 (1MPa以上) の耐震設計の規定体系 >

①地盤面下の埋設導管：ガス工作物解釈例 (以下、解釈例) 第41条第3項第1号

引用→ JGA高圧ガス導管耐震設計指針

JGA高圧ガス導管液状化耐震設計指針

②地盤面上の非埋設導管 (海面上設置も含む)：耐震設計の規定なし

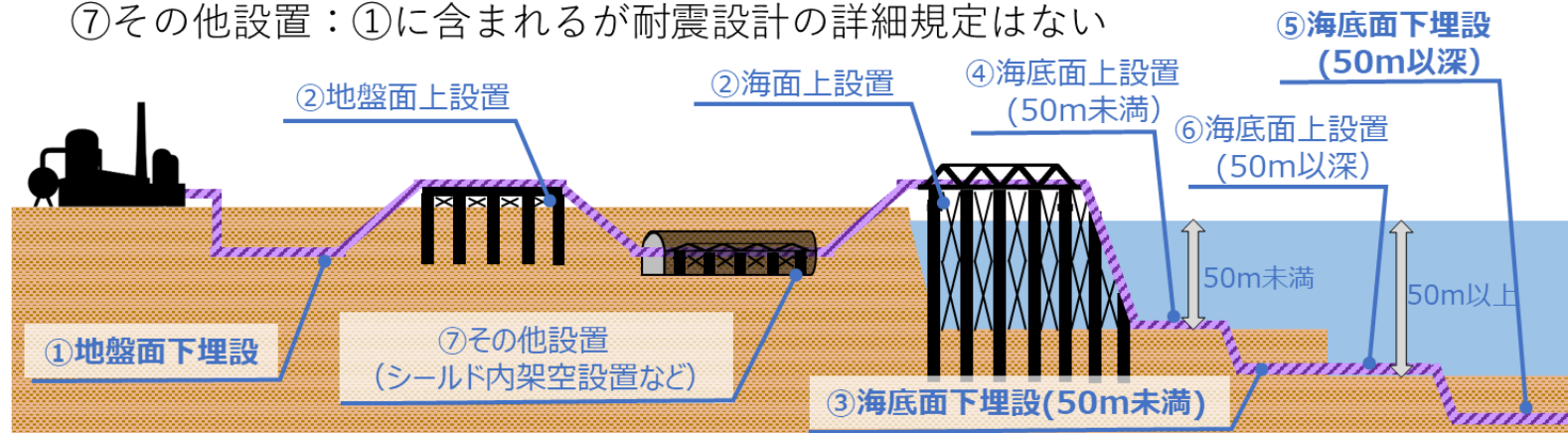
③海底 (水深50m未満) の埋設導管：①と同じ (解釈例で規定)

④海底 (水深50m未満) の非埋設導管：耐震設計の規定なし

⑤海底 (水深50m以深) の埋設導管：解釈例第41条の2第3項＝①の準用を規定

⑥海底 (水深50m以深) の非埋設導管：耐震設計の規定なし

⑦その他設置：①に含まれるが耐震設計の詳細規定はない



導管の設計及び製造（耐震性能（6.2.5））

現行の非埋設のパイプライン及び配管の耐震設計の基準

- ・ 高圧ガス保安法には設置形態（埋設・非埋設）によらずパイプラインの耐震設計の規定がない。
- ・ ガス事業法には非埋設のパイプラインの耐震設計の規定がない。
- ・ 高圧ガス保安法及びガス事業法ともに地盤面上に設置する配管の耐震設計の規定はある（なお、埋設の配管の耐震設計の規定は両方ともない）。

< 耐震設計が必要な配管（高圧ガス保安法及びガス事業法共通） >

地盤面上の配管であって、

- ・ 外径45mm以上で内容積（地震防災遮断弁で区切られた間）が 3m^3 以上のもの
- ・ 外形45mm以上で塔槽類（耐震設計されるもの）から地震防災遮断弁までの間

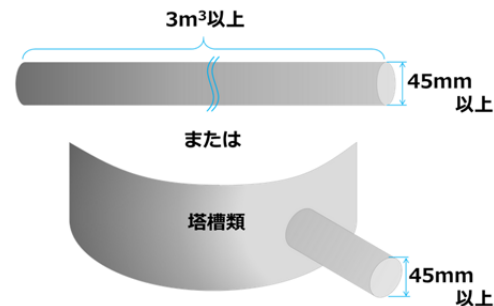
※地震防災遮断弁：・ 地震時及び地震後の地震災害の発生並びに拡大を防止するための遮断機能を有する弁（高圧法）
・ 地震に際して遮断機能を有する弁（ガ事法）

詳細基準：

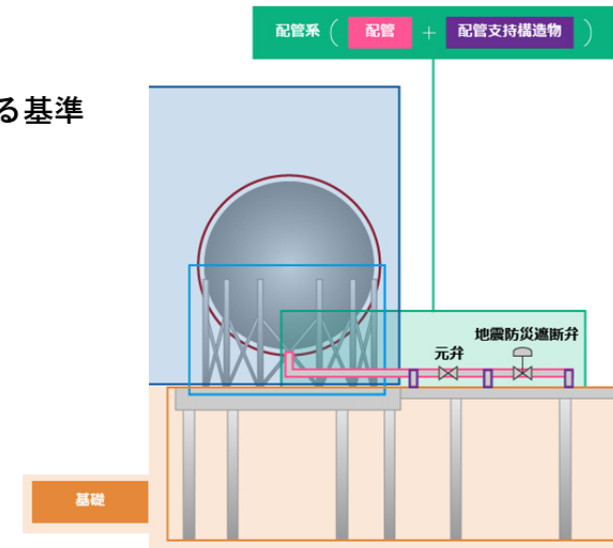
KHKS 0861及び0862高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準

JGA指-101-14製造設備等耐震設計指針

（ほぼ同じ内容）



耐震設計が必要な配管（高圧ガス保安法及びガス事業法共通）



配管の耐震設計評価対象（高圧ガス保安法及びガス事業法共通）

導管の設計及び製造 (高速延性破壊 (6.2.6))

ラインパイプ (金属材料に限る。) は、**高速延性破壊**を防止することを、次の a) , b)又は c)により確認する。

- a) ラインパイプのバースト試験結果
- b) 気相のCO₂ストリームに使用するラインパイプの場合は、ガス減圧曲線、材料抵抗曲線 (き裂伝播速度曲線) などを用いた性能評価の結果
- c) デンス相のCO₂ストリームに使用するラインパイプの場合は、ラインパイプのバースト試験結果に基づく性能評価の結果

注記

- 1. a)で規定するバースト試験結果は、その試験条件、制限事項などの確認が重要になる。
- 2. b)で規定する性能評価については、ISO 27913 の 8.1.5 に規定する**バッテル 2 カーブ法**がある。
- 3. c)で規定する性能評価については、ISO 27913 の 8.1.6 及び Annex D に規定する評価図 (Figure D.1) が参考となる。Annex D には、性能評価への評価図 (Figure D.1) の適用に対する留意事項も規定されている。
- 4. ISO 27913 の 8.1.6, 8.1.7 及び 8.2.3 では、高速延性破壊に関連し、特に必要な場合、**クラックアレスタ**の設置を推奨している。
- 5. クラックアレスタの設置は、a), b)又は c)の性能評価が前提である。

導管の設計及び製造 (高速延性破壊 (6.2.6))

高速延性破壊とは

- ✓ 延性き裂が導管の軸方向に高速で伝播し続ける, パイプラインに特有の破壊現象

写真出典元: 新日鉄住金技報 第397号(2013), X100鋼管におけるき裂伝播停止性能の証明と三次元破壊過程評価技術の開発, H.MAKINO, T. AMANO

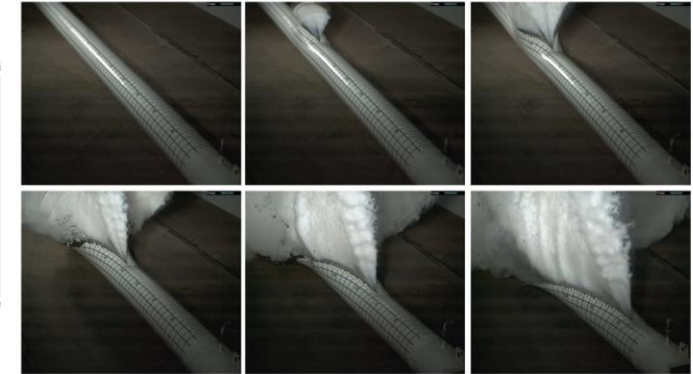


写真2 高速撮影装置による三次元破壊過程の直接観察
Direct observation of three-dimensional fracture process by a high-speed photographic device

バッセル2カーブ法とは

- ✓ 導管の破損箇所からの内部流体の噴出に伴う内圧の減圧波速度を示したガス減圧曲線及びき裂伝播速度と圧力の関係を示した材料抵抗曲線 (き裂伝播速度曲線) の位置関係によって, 高速延性破壊の防止に必要なエネルギーを算定する評価手法

クラックアレスタとは

- ✓ ラインパイプで発生した高速延性破壊を停止する目的で設置する部材

導管の設計及び製造 (高速延性破壊 (6.2.6))

- 高速延性破壊は、ラインパイプに特有の問題として、特に重要な論点と位置付けた。
- その確認方法は、2つを規定した。
 - ① バースト試験の結果により確認 (p.26青枠内 a)の規定)
 - ② バースト試験の結果に基づく性能評価により確認 (p.26青枠内 b)及びc)の規定)
- ①バースト試験の結果により確認する場合、その試験の実施者は問わない。
- 事業者が自ら実施した試験の結果はいうまでもなく、ラインパイプのメーカ、保安団体、公的機関、国などが実施した試験の結果も、活用できる前提である。
- ②バースト試験を新たに実施せず、バースト試験の結果に基づく性能評価により確認する場合、その評価モデルを事業者が独自に構築することは妨げないが、ISO 27913 で示されている、バッテリー2カーブ法や ISO 27913 Annex D に規定する評価図 (Figure D.1) などにも性能評価に活用できる旨を記載している。

導管の設計及び製造 (高速延性破壊 (6.2.6))

- ISO 27913 (2024) では、バツテル2カーブ法及び ISO 27913 Annex Dに規定する評価図 (Figure D.1) の活用は、それぞれ次の事項を踏まえた評価が行われる想定となっている。
 - a) 気相のCO₂について、バツテル2カーブ法を使用した評価が可能である。ただし、気相のCO₂に対してバツテル2カーブ法の使用を検証できるバースト試験のデータは、ない。
 - b) デンス相のCO₂について、ISO 27913 Annex D に規定する評価図 (Figure D.1) は、デンス相のCO₂のバースト試験の結果を反映した経験的な判断基準として提案された DNV-RP-F104の手法をより精緻に修正した判断基準として示されている。ただし、この ISO 27913 Annex Dに規定する評価図 (Figure D.1) は、大規模バースト試験結果を反映した DNV-RP-F104 に基づき提案された評価手法であり、その適用制限は DNV-RP-F104の表 5-5に定義されている。そのため、制限外での評価を行う際には、バースト試験などでの検証が必要である。
- 上記2つの方法で評価した結果、高速延性破壊の防止について確証が得られない場合に、発生したき裂の拡大を阻止することが目的であるクラックアレスタの設置によることも認めてはどうかという意見があったが、高速延性破壊が発生することを防止することを要求事項とし、クラックアレスタの設置は注記に記載するに留めた。
- この基準における クラックアレスタの位置付けは、今後の課題と整理した。

導管以外の圧力機器の設計及び製造 (箇条7)

導管以外の圧力機器の設計及び製造は、次の a)又は b)による。

- a) 圧力容器は、**JIS B 8265**, **JIS B 8267**又はこれと同等の規格による。
- b) 圧力容器以外は、JIS B 8265, JIS B 8267又はこれと同等の規格を準用する。

注記

1. JIS B 8265は、高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法及び労働安全衛生法における技術基準（省令、告示など）の整合化を図るため、JIS B 8270の圧力容器規格体系をベースとして、各技術基準における共通事項を、一般事項として規定した規格である。
2. JIS B 8267は、JIS B 8265と、材料の許容応力、衝撃試験などが異なる規格である。
3. JIS B 8267と同等の規格として、ASME BPVC Sec.VIII Division 1がある。

- 詳細は規定せず、現にガス事業法、高圧ガス保安法などで使用されている圧力容器、圧縮機、バルブなどであれば、使用できるようにした。
- なお、腐れ代は、導管と同様に、CO₂ストリームの化学組成、粒子含有量などに応じ、適切に定める必要がある。

導管以外の圧力機器の設計及び製造 (箇条7)

JIS B 8265/JIS B 8267とは

✓ JIS B 8265 : 圧力容器－構造及び設計

- …材料, 肉厚, 構造, 安全率など設計について規定する規格
- …主にASME BPVC Sec.VIII Div.1 (1998 Edition まで) を参照しているため, 安全率4.0の考え方がベース

✓ JIS B 8267 : 圧力容器－設計及び評価に関する一般要求事項

- …材料, 肉厚, 構造, 安全率など設計について規定する規格
- …主にASME BPVC Sec.VIII Div.1 (1999 Addenda以降) を参照しているため, 安全率3.5の考え方がベース

JIS B 8265とJIS B 8267は, 安全率の違いのため, 材料の許容応力, 耐圧試験圧力などが異なる。

※ここでの安全率は, 材料の引張強さに対する設計係数

※JIS B 8265の安全率はMIN (引張強さ/4.0, 降伏点/1.5) , JIS B 8267はMIN (引張強さ/3.5, 降伏点/1.5)

導管の設置 (箇条8)

- 次の5つの場合分けをして規定
 - ① 地盤面下に埋設する場合 (8.1)
 - ② 地盤面上に設置する場合 (8.2)
 - ③ 海底面下に埋設する場合 (8.3)
 - ④ 海底面上に設置する場合 (8.4)
 - ⑤ 海面上に設置する場合 (8.5)
- いずれの場合も、主にガス事業法及び高圧ガス保安法一般高圧ガス保安規則の第6条第1項第43号を参考に規定
- これは、本基準の検討の前提 (箇条1参照) である次の2つが関係
 - ① CO₂ストリームは、高圧ガス保安法の可燃性ガス及び／又は毒性ガスに該当しない
 - ② 複数の分離・回収施設が導管により結ばれても、それぞれの分離・回収工程上相互に影響しない
- ここでは、上記5つの場合分けのうち、①地盤面下に埋設する場合 (8.1) を説明する。

一般事項 (8.1.1)

地盤面下への導管の埋設は、次の a)～h)による。

- a) 設置された状況により外面に腐食を生ずるおそれがある場合は、腐食を防止する措置を講じなければならない。
- b) 地崩れ、山崩れ、地盤の不同沈下などにより導管が損傷を受けるおそれがある場合は、損傷を防止するための措置その他適切な措置を講じなければならない。
- c) 地盤面に対し、所定の距離を有しなければならない。
- d) 標識を設けなければならない。
- e) 埋め戻しは、適切な方法でしなければならない。
- f) 導管からCO₂ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じないように設置しなければならない。
- g) 導管からCO₂ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じるおそれのある場合は、その漏えいしたガスを適切に検知し、かつ、警報するための設備を設けなければならない。
- h) a)～g)のほか、導管の仕様、周辺環境などに応じた措置をしなければならない。

注記

h)に規定する措置については、例えば附属書Bが参考になる。

一般事項（8.1.1）

- 8.1.1で参考とした法令は、解説表 1 のとおり。

解説表1 地盤面下に埋設する場合で参考とした法令

	ガス事業法 ガス工作物の技術基準を定める省令	高圧ガス保安法 一般高圧ガス保安規則	米国 49 CFR Part 195
a)	第47条	第6条第1項第43号ト	Subpart H
b)	第52条第1項	第6条第1項第43号イ	§ 195.210
c)	※	第6条第1項第43号ハ	§ 195.248
d)	—	第6条第1項第43号ハ	§ 195.410
e)	—	第6条第1項第43号ト	§ 195.252
f)	—	—	—
g)	第51条第1項第1号, 第51条第3項第1号	—	—
h)	—	—	—

※ 道路下に埋設する場合の埋設深さは、国交省の規定に基づいている。

- 8.1.1 g)に規定する，“漏えいしたガスを適切に検知し，かつ，警報するための設備”は，警報するための設備の設置場所は，漏えい箇所の付近ではなく計器室を想定して規定した。
- 8.1.1 b)及びc)に対応した細分箇条について，追加で説明する。

損傷を防止するための措置その他適切な措置を講じなければならない場所 (8.1.3)

8.1.3.1 埋設してはならない場所

埋設してはならない場所は、次の a)～e)による。

- a) 建物の内部又は基礎面下 (CCSパイプラインに係る建物を除く)
- b) 過去の実績及び環境条件の変化 (土地造成その他による地形の変更, 排水の変化など) から地崩れ又は山崩れの危険のおそれのある場所
- c) 現に不同沈下が目立って進行している場所又は過去の実績から推定してそのおそれのある場所
- d) 災害対策基本法 (昭和36年法律第223号) 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
- e) 鉄道及び道路のずい道内

8.1.3.2 保安上適切な措置を講ずる場合に設置してよい埋設場所 (略)

8.1.3.3 建物の基礎面下 (略)

損傷を防止するための措置その他適切な措置を講じなければならない場所 (8.1.3)

- 8.1.3.1 c)では埋設してはならない場所として、現に不同沈下が目立って進行している場所又は過去の実績から推定してそのおそれのある場所を規定した。
- ただし、原案作成において、CCSパイプラインは長距離にわたって敷設される可能性があり、8.1.3.1で規定するような潜在的危険地域を避けることは原則としつつも、沿岸部の埋め立て地をはじめ軟弱地盤の地区に敷設することが避けられない場合も想定されるため、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 45 条に規定され現に敷設の実績があるように、対策を講じた上で現に地盤の沈下があるような軟弱地盤における導管の敷設についても検討する必要があるのではないか、との意見があった。
- 現に地盤の沈下があるような軟弱地盤における導管の敷設は、今後の課題と整理した。

ブロック弁 (9.3)

9.3 ブロック弁

緊急の用に供するブロック弁の設置は、次の a)～e)による。

- a) 計器室で操作又は自動で作動する操作機構を有しなければならない。
- b) 円滑で、かつ、確実に開閉する作動機能を有しなければならない。
- c) 弁座の漏えい量が、保安上支障のない量以下でなければならない。
- d) 開閉状態を示す手段を有しなければならない。
- e) 導管の設置場所、導管の長さなどに応じ、適切な箇所、区間ごとに設けなければならない。

- この基準では、漏えいが発生した場合のハード対策として、緊急の用に供するブロック弁の設置に係る要求事項を規定している。漏えい時は、これを速やかに閉止し、パイプラインの一定区域を閉め切って、漏えい量の最小化を図ることで、人的被害を防止する目的である。

附属書（附属書A及び附属書B）

附属書A（参考）CCSパイプラインの安全な操業のための対策事例

- A.1 運転監視
- A.2 運転制御
- A.3 技術文書
- A.4 保全
- A.5 保安

附属書B（参考）導管の設置に関する措置の例

- B.1 一般
- B.2 地盤面下に埋設する場合
- B.3 地盤面上に設置する場合
- B.4 海底面下に埋設する場合
- B.5 海底面上に設置する場合
- B.6 海面上に設置する場合

附属書（附属書A及び附属書B）

- 本基準の附属書A及び附属書Bは、いずれも参考要素であり、規格の理解又は利用を助けるための追加情報を提供する。
- 要求事項及び推奨事項ではない。
- ソフト対策による漏えい量最小化を図る目的で、運転監視による漏えい把握と停止制御のための対策事例として、圧力、温度、流量などの監視及び警報機能、異常時の緊急停止（ブロック弁など）機能について記載している。

目次

1 水素社会実現に向けて

2 CCSパイプラインに関する基準（KHKS 0872）

3 更なる取組の方向性

3. 更なる取組の方向性

国における解釈例の検討への活用

- 二酸化炭素貯留事業等安全小委員会の下にCCS事業技術基準検討WGが設置され、保安規制に係る省令及び解釈例の案を検討
- 解釈例に係る議論において、**CCSパイプラインの基準（KHKS）の案を紹介**

第1回CCS事業技術基準検討ワーキンググループ

日時

2025年10月24日(金) 15:00～17:00

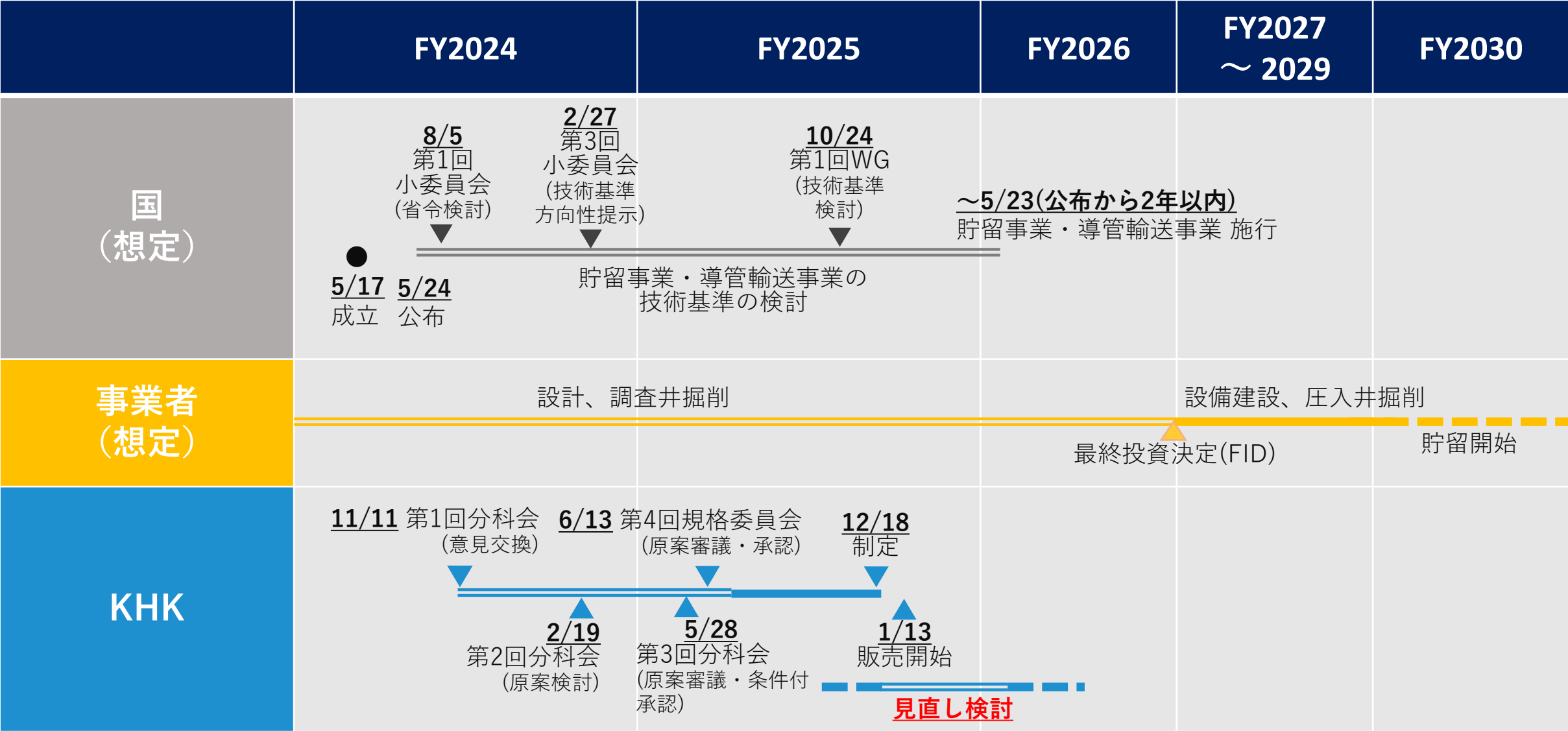
議題

- (1) CCS事業技術基準検討ワーキンググループの設置及び議事運営について
- (2) 導管輸送工作物の技術基準に係る解釈例に記載するポイントについて
- (3) 高濃度化防止措置におけるCO₂濃度基準について
- (4) その他

スケジュール

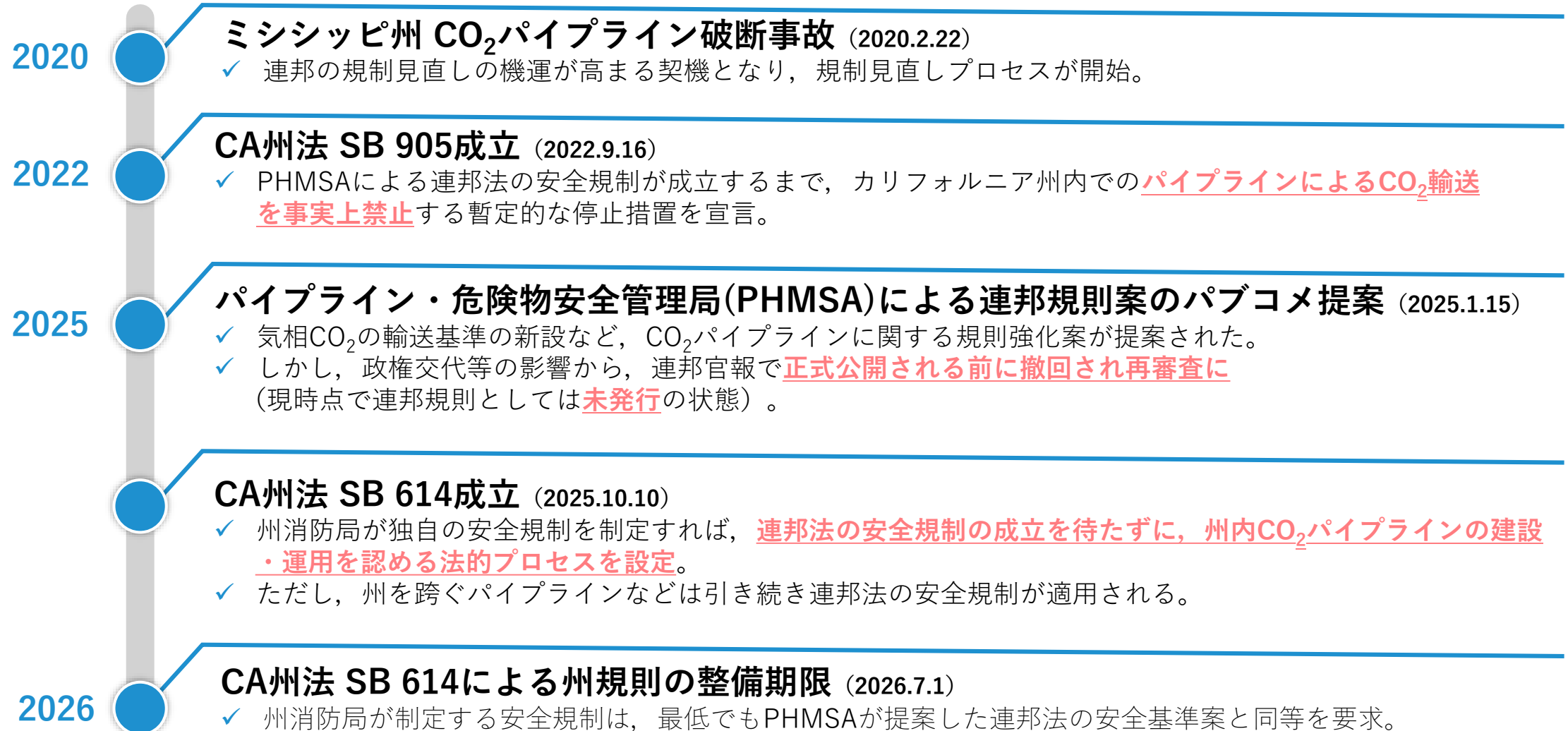
第2回（2025年11～12月） 事務局が作成した解釈例の方向性案について審議
第3回（2026年1～2月） 事務局が作成した解釈例案について最終審議

3. 更なる取組の方向性
今後のスケジュール



3. 更なる取組の方向性

米国カリフォルニア州におけるCCSパイプライン関連規則の整備状況



PHMSAより提案された連邦規則改正案（2025.1.15）の概要

✓ 既存の超臨界CO₂に加えてガス状CO₂のパイプライン輸送が対象に

…危険液体及びCO₂パイプライン（超臨界流体状態で輸送されるCO₂を含む）に関する既存基準を強化し，ガス状のCO₂をパイプライン輸送するための基準を初めて確立。

✓ 事故の教訓や国民意見を受けた対応を実施

…2020年ミシシッピ州の事故に関するPHMSAによる複数年の調査から得られた教訓や，PHMSAの広報キャンペーンに対して一般から寄せられた意見にも具体的に対応。

改正案において新たに規制される主な事項

- ガス状のCO₂のパイプラインの設計，設置，運用，保守，報告に関する要件を初めて制定する。
- 既存パイプラインを改造してCO₂を輸送する場合に事業者が遵守すべき新たな要件を制定する。
- CO₂のパイプラインの全事業者に，緊急対応要員へのトレーニングを義務付け，CO₂検知器等を地元の緊急対応要員が緊急時に使用し効率的に対応できるようにする。
- 緊急時に一般市民と連絡を取るためのより厳格な要件を規定する。
- パイプラインが故障した場合に一般市民と環境をより適切に保護するために，より詳細な蒸気拡散分析を義務付ける。

3. 更なる取組の方向性

参考：労働安全衛生法における管理対象物質へのCO₂の追加指定

- 2026年4月より、労働安全衛生法における管理対象の化学物質に、高圧ガス（酸素、窒素など）、水素などと合わせて**二酸化炭素が追加指定**される。
- 製造、取扱時などにおいて、リスクアセスメントの実施、リスクアセスメントに基づく措置の実施・管理、資格者（化学物質管理者）の選任、労働者の安全衛生確保などが義務付けられる。

1 化学物質管理体系の見直し①

安衛令 安衛則

1-1 名称等の表示・通知をしなければならない化学物質の追加

2024(R6).4.1施行
2025(R7).4.1施行
2026(R8).4.1施行

1. 改正の趣旨

- 新たな化学物質規制として、国が行う化学品の分類（JIS Z7252（GHS※1に基づく化学品の分類方法）に定める方法による化学物質の危険性及び有害性の分類）の結果、危険性又は有害性があるものと区分された全ての化学物質を、労働安全衛生法第57条第1項及び第57条の2第1項の規定に基づく化学物質の譲渡・提供時の名称等のラベル表示及びSDS※2交付等の義務対象物質（以下「ラベル・SDS対象物質」という。）とする考え方に転換する。
- これに伴い、これまでの労働安全衛生法施行令（以下「令」という。）別表第9に個々の物質名を列挙する規定方法から、令では対象物質の性質や基準を包括的に示し、規制対象の外枠を規定した上で、当該性質や基準に基づき個々の物質名を厚生労働省令に列挙する方法へ改正するとともに、ラベル・SDS対象物質の追加等を行う。

※1 GHS（The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals）
「化学品の分類および表示に関する世界調和システム」の略称であり、国際的に推奨されている化学品の危険有害性の分類・表示方法を定めている。

※2 SDS（Safety Data Sheet；安全データシート）
化学物質の成分や人体に及ぼす作用等の危険有害性情報を記載したデータシート。

	現行	R4.2.24改正 (R6.4.1施行)	R5.8.30改正（政令） R5.9.29改正（省令） (R7.4.1施行)	R5.8.30改正（政令） R5.9.29改正（省令） (R8.4.1施行)
ラベル・SDS対象物質	約670物質	+234物質	+約640物質(法令名称) (CASベースで約700物質)	+約780物質(法令名称) (CASベースで約850物質)

急性毒性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性のいずれかが区分1のもの

左記以外のいずれかの有害性区分で区分1のもの

区分1となる有害性区分がないもの

参照元：一般社団法人日本産業・医療ガス協会、産業ガス・医療ガスに係わる労働安全衛生法関連の新たな化学物質規制対応（2024.2.29）
<https://www.jimga.or.jp/files/2024032701.pdf>
：厚生労働省、労働安全衛生法に基づく新たな化学物質規制の概要
https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/chemical_management/files/briefing_document01.pdf

3. 更なる取組の方向性

参考：KHKS 0872購入のご案内



CCSパイプラインに関する基準 KHKS 0872

令和8年1月13日発行

書籍コード：BK555026

判型等：A4判 62頁

定 価：11,000円（税込）送料別

ご購入は、以下の URL「KHK 図書販売 EC サイト」よりご注文ください。

図書販売 EC サイトトップページ <https://www.weborder.khk.or.jp/>

商品掲載ページ https://www.weborder.khk.or.jp/product/book/list?category_id=99

図書販売 EC
サイトの
二次元コード



商品掲載
ページの
二次元
コード



【本件に関するお問合せ先】

高圧ガス保安協会

基準について：水素センター

Mail: h2@khk.or.jp TEL: 03-3436-6135

出版物について：試験・教育事業部門 図書担当

Mail: book@khk.or.jp TEL: 03-3436-6102

ご清聴ありがとうございました

