



CCSパイplineに関する情報共有 及び規格策定に向けた意見交換

資料構成

0. KHKの課題意識

1. CCSパイプライン関連の国内外動向
2. 関係事故情報
3. 二酸化炭素の主な性質
4. CCSパイプライン規格策定に向けた意見交換（事務局提案）

KHKが今CCSパイプラインの技術基準策定に着手する理由

- 本年5月にCCS事業法が公布され、今後CCS事業は一層本格化していくと想定
- CCS事業法においては、CO₂輸送方法としてパイプライン（導管）及び船舶を想定
- 事業者は、中～長距離のパイプライン敷設も検討
- 事業所内における高圧CO₂の配管については、高圧ガス保安法に関する技術基準に則った設置実績もある
- 一方で、今後想定される「事業所外における中～長距離のCO₂パイプライン」は、特化した技術基準がなく、敷設実績もないとの認識
- KHKが有している高圧ガス輸送に係る知見を活かして、この分野の技術基準を整備することは、CCS事業の円滑な進展に寄与すると思料

資料構成

0. KHKの課題意識
1. CCSパイプライン関連の国内外動向
2. 関係事故情報
3. 二酸化炭素の主な性質
4. CCSパイプライン規格策定に向けた意見交換（事務局提案）

1.1 国内動向－政策

水素社会推進法及びCCS事業法の制定経緯

- 2024年5月17日、水素社会推進法及びCCS事業法が国会の審議を経て成立
 - 【水素社会推進法】
脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための低炭素水素等の供給及び促進に関する法律（成立：2024年5月17日、公布：同月24日、施行：2024年10月23日）
 - 【CCS事業法】
二酸化炭素の貯留事業に関する法律
(成立：2024年5月17日、公布：同月24日、施行：段階的に施行、探査関係2024年8月5日)

	2023年			2024年			
	~9月	10~12月		1月	2月	3	4~5月
水素社会推進法	6/6 水素基本戦略改定 9/25 水素閣僚会議	水素合同会議 10/4 第1回 10/25 第2回 11/14 第3回 11/28 第4回 12/6 第5回		1/26 通常国会召集	1/29 中間取りまとめ公表	2/13 法案提出	5/17 法律成立 国会審議
CCS事業法		CCS合同会議 9/14 第1回 11/6 第2回 11/28 第3回 12/5 第4回		1/29 中間取りまとめ公表	2/13 法案提出	5/17 法律成立 国会審議	

水素合同会議：水素・アンモニア政策小委員会／脱炭素燃料政策小委員会／水素保安小委員会 合同会議
 CCS合同会議：産業保安基本制度小委員会／カーボンマネジメント小委員会 合同会議

CCS事業法の施行時期

- 二酸化炭素の貯留事業に関する法律（令和6年法律第38号。以下「CCS事業法」という。）は、**本年5月24日に公布**。
- CCS事業法の施行時期は、以下のとおり、**三段階に分かれる**。
(必要な経過措置を政令に委任する規定は、法律の公布の日から施行。)
 - (1) 探査：法律の公布の日から3月を超えない日 (**本年8月5日施行済み**)
 - (2) 試掘：法律の公布の日から6月を超えない日 (**本年11月23日まで**) ▶ **本年11月18日に施行予定**
 - (3) 貯留事業・導管輸送事業：法律の公布の日から2年を超えない日 (**2026年5月23日まで**)
- なお、上記のうち、CCS事業法における**「探査」は保安関連の規程なし**。



【出典】第1回 産業構造審議会 保安・消費生活用品安全分科会 二酸化炭素貯留事業等安全小委員会（2024年8月5日開催）

資料3 二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS事業法）について（概要）にKHK加筆

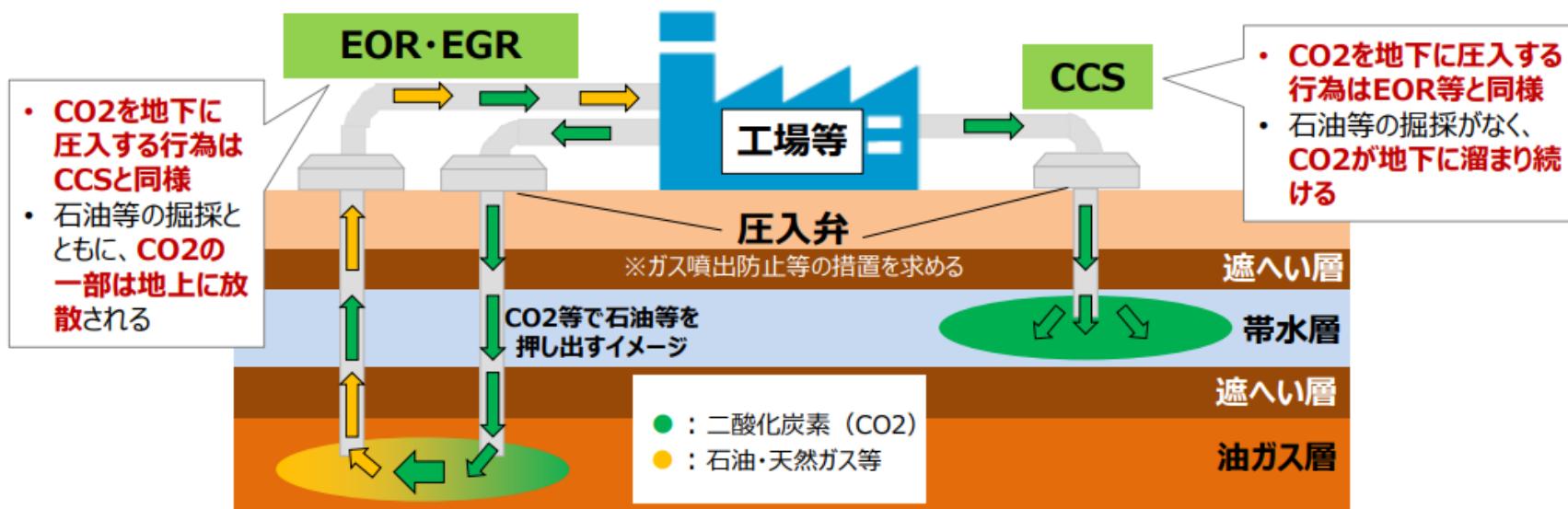
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/carbon_dioxide/pdf/001_03_00.pdf

令和6年政令第340号

CO₂貯留事業とCO₂-EOR・EGRの類似性

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

CO₂-EOR・EGRとCO₂貯留事業のイメージ

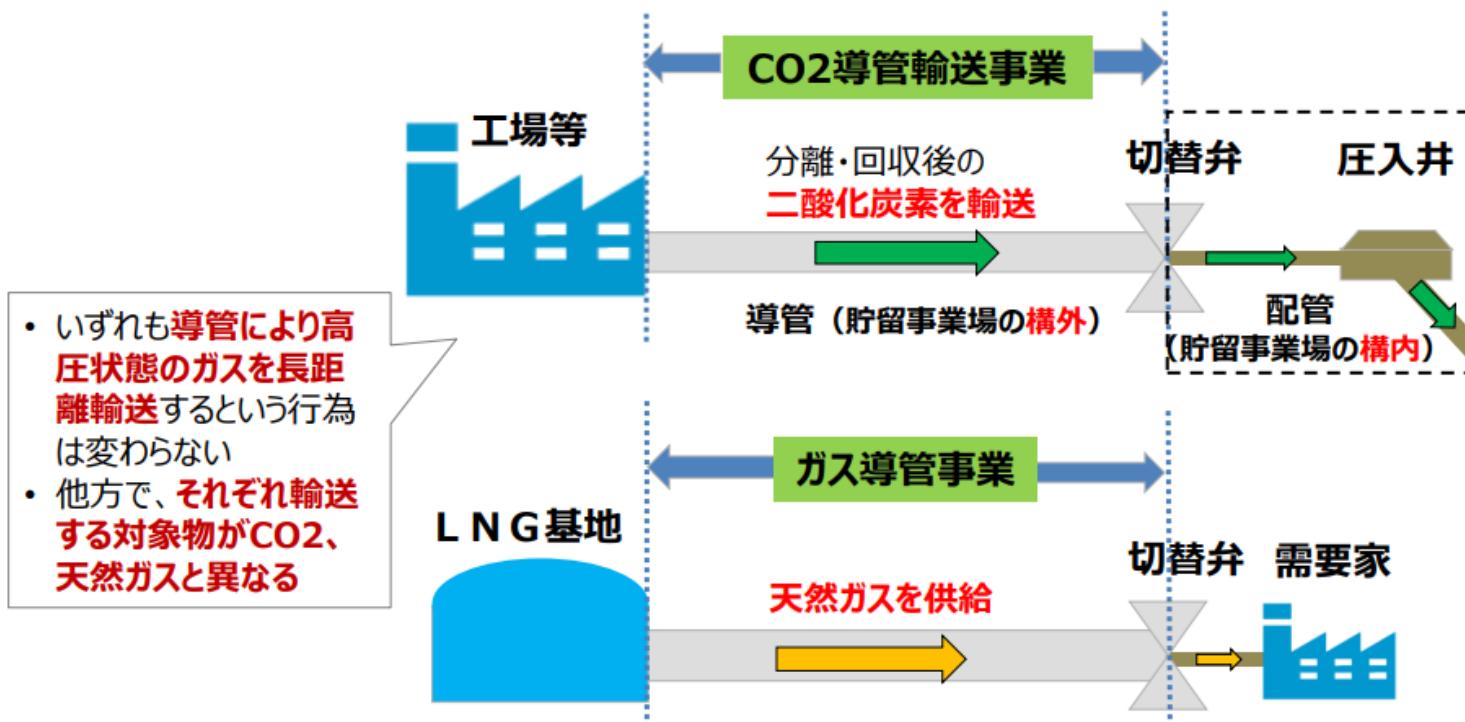


CO2導管輸送事業と天然ガス導管事業との類似性

CO2導管輸送事業とガス導管事業との類似性

- **CO2導管輸送事業**は、CO2を地下に貯留することを目的として、導管によりCO2を長距離輸送するもの（基本的に高圧状態での輸送が想定される）であり、高圧状態のガスを長距離輸送するという行為自体は、ガス導管事業と類似性がある。
- **高圧状態のガスを輸送する行為**、さらには、これらのプロセスで使用される設備（導管等）については、CO2導管輸送事業とガス導管事業で類似性が高い。

CO2導管輸送事業とガス導管事業のイメージ



【修正】事前送付資料p. 10は、引用元が古い審議会資料であり、最新の検討状況を反映していなかったため削除

導管輸送事業者に対する保安規制

<導管輸送事業者の義務等>

- 導管輸送事業者は、
 - ① 導管輸送工作物を経済産業省令で定める技術上の基準に適合するように維持しなければならないものとし【第86条】、
 - ② 経済産業省令で定める災害が発生した場合には、遅滞なく、その旨を経済産業大臣に報告しなければならないものとする【第87条】。

<自主的な保安>

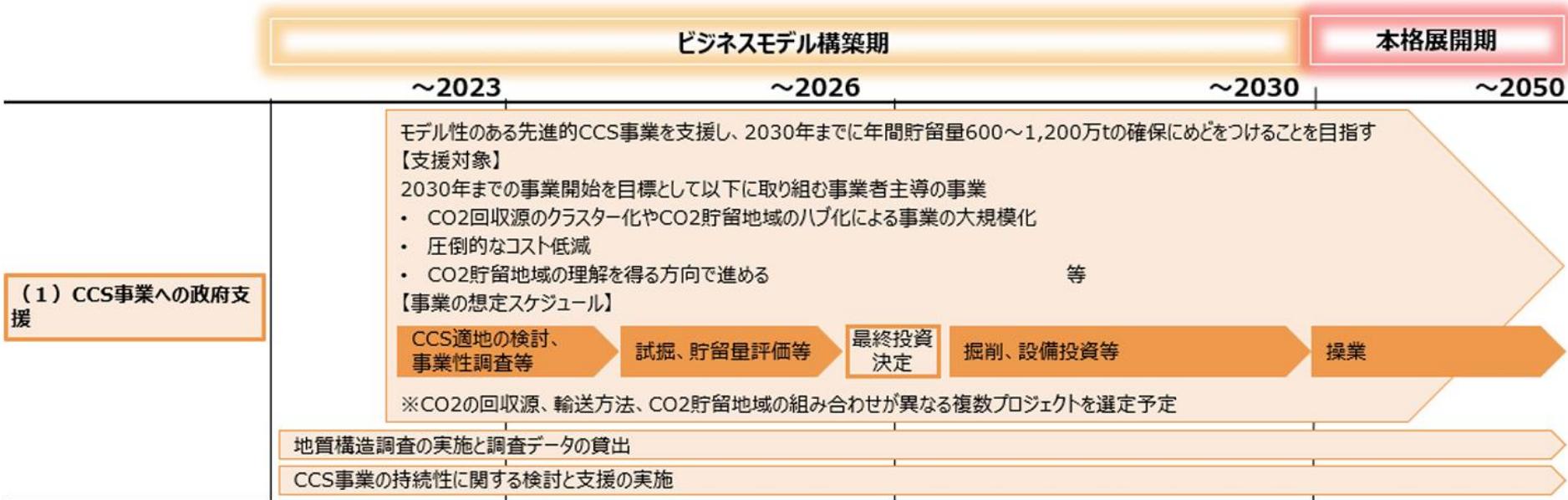
- 導管輸送事業者は、
 - ① 保安規程を定め、導管輸送事業の開始前に経済産業大臣に届け出なければならないものとし【第88条】、
 - ② 保安教育の実施、作業監督者の選任等をしなければならないものとする【第89条】。

<工事計画及び検査>

- 導管輸送事業者は、
 - ① 導管輸送工作物の設置等の工事の計画を経済産業大臣に届け出て、その届出が受理された日から30日を経過した後でなければ、工事を開始してはならないものとし【第90条】、
 - ② 使用前に自主検査を行い、登録導管輸送工作物検査機関の検査に合格した後でなければ、これを使用してはならないものとし【第91条】、
 - ③ 定期に自主検査をしなければならないものとする【第92条】。

1.1 国内動向－政策

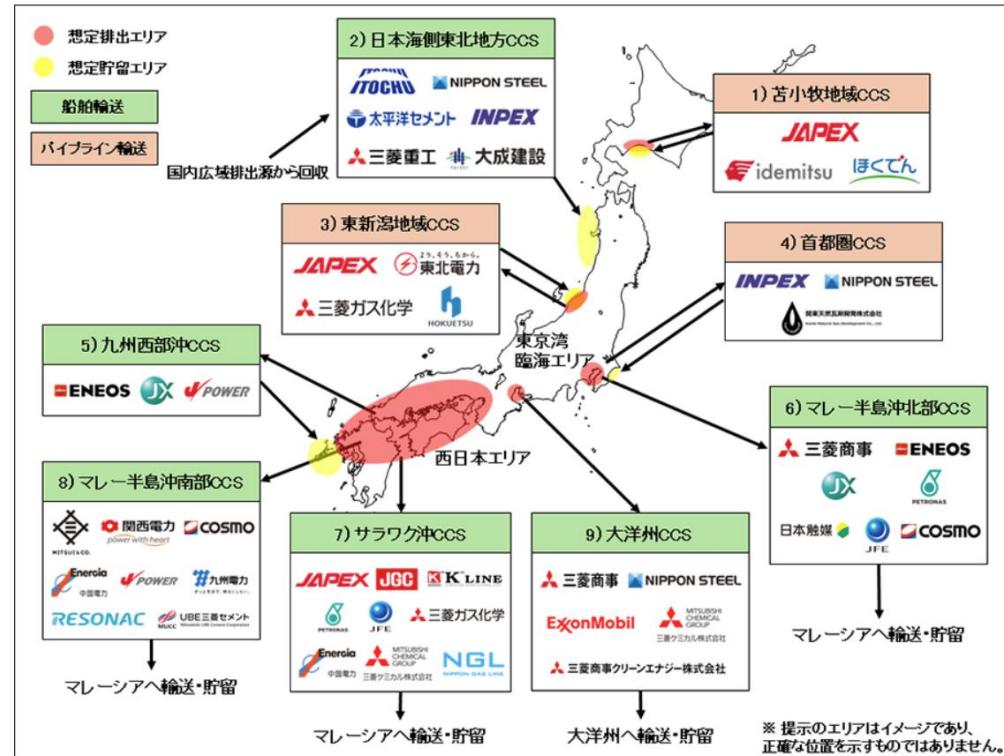
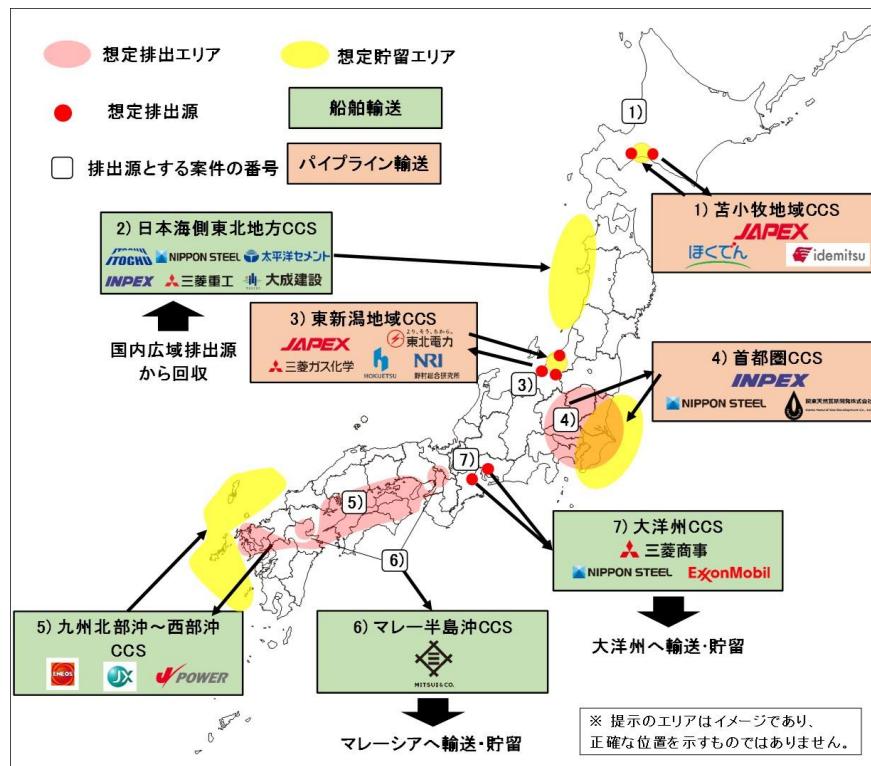
CCS事業への政府支援



1.2 国内動向ープロジェクト

JOGMEC選定の先進的CCS事業プロジェクト

- JOGMECは、令和5年度先進的CCS事業として7件（うち3件がパイプライン輸送）、令和6年度同事業として9件（うち3件がパイプライン輸送）を選定



令和5年度 先進的CCS事業 一覧

令和6年度 先進的CCS事業 一覧

【出典】JOGMEC 令和5年度先進的CCS事業成果報告会 資料 <https://www.jogmec.go.jp/content/300391330.pdf>

JOGMECニュースリリース CCS事業化に向けた先進的取り組み

～2030年度までのCO2貯留開始に向け、設計作業等について9案件を候補として選定～ https://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_00191.html

Copyright (C) The High Pressure Gas Safety Institute of Japan

1.2 国内動向ープロジェクト

令和5年度先進的CCS事業のポイント比較

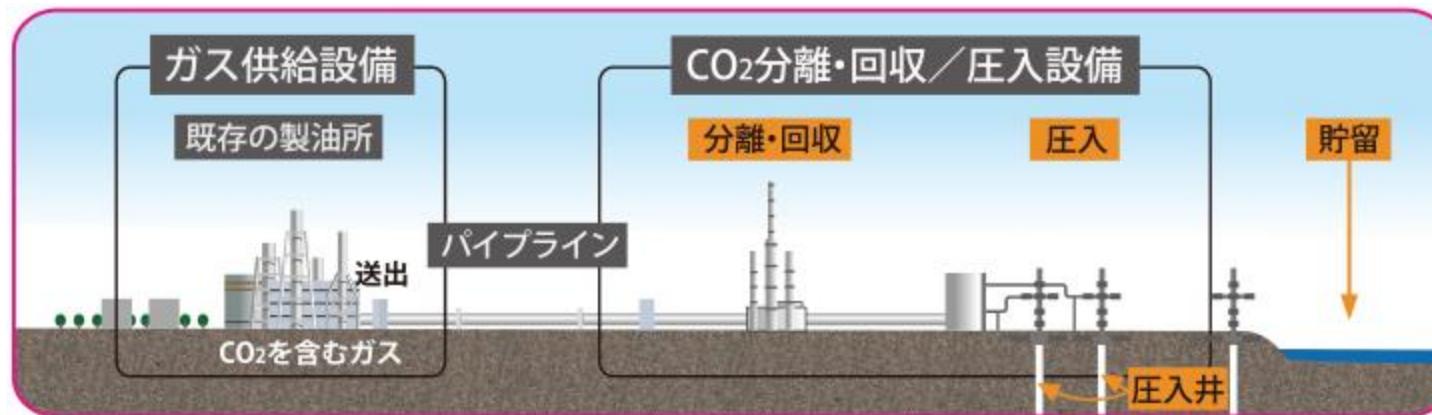
- JOGMECの令和5年度先進的CCS事業成果報告会では、パイプラインに関連した以下の検討情報を確認（下表は、発表内容を基にKHKで整理したもの）

No.	事業案件	CO ₂ の状態	圧力	温度	配管材質	配管寸法	パイプラインの範囲、設置形態
1	苫小牧 地域	気体	—	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 分離回収から圧入基地まで 事業者は、「保安規定未整備につき、超臨界CO₂の配管の敷地外敷設が行えない」と整理
2	日本海側 東北地方	液体	低圧	低温	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 分離回収から出荷基地まで（4km）
			中圧	中温	—	—	
3	東新潟 地域	気体	—	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 分離回収から圧入基地まで 市街地、河川横断での敷設を見込む
4	首都圏	気体	～約 4MPa	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 分離回収から昇圧設備まで 陸上
		超臨界	～約 17MPa	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 昇圧設備から圧入基地まで 海底埋設
5	九州 北部沖～ 西部沖	液体	—	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 陸上集積ハブから圧入基地まで
6	マレー 半島沖	—	—	—	—	—	—
7	大洋州	気体	—	—	炭素鋼	500～ 700A	<ul style="list-style-type: none"> 分離回収から出荷基地まで（10kmと7km） 主要幹線道路に埋設可能の前提

1.2 国内動向ープロジェクト

苫小牧地域CCS事業のポイント

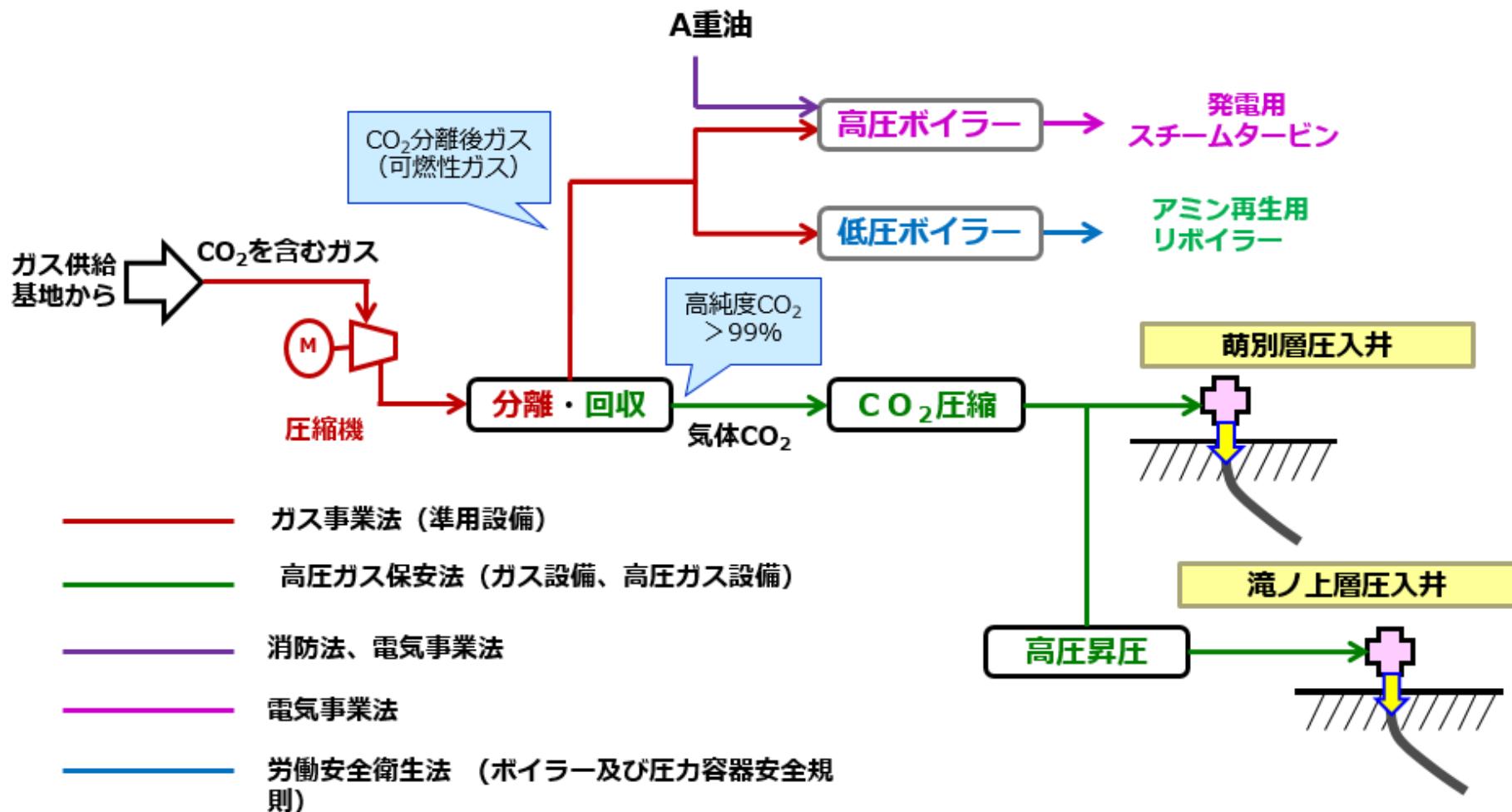
- 苫小牧における CCS 大規模実証試験に係る事業
分離・回収設備と圧入設備は、同一の基地内
ガス供給設備と分離・回収設備を結ぶパイプライン中のCO₂を含むガスの状態は、気体
分離・回収設備と圧入用の圧縮機を結ぶ配管中のCO₂の状態は、气体



JCCSのウェブサイトから一部抜粋 <https://www.japanccs.com/business/demonstration/whole.php>

1.2 国内動向ープロジェクト

苫小牧地域CCS事業に対する適用法令



注：本図はプラントに係わる適用法規であり、二酸化炭素の海底下廃棄については海洋汚染防止法（海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律）が適用される。

1.3 海外動向－規格・政策

国際機関におけるCCSパイプライン関連の規格

A 国際機関

国際機関

- ✓ **ISO27913** (二酸化炭素の回収、輸送と地中貯留－パイプライン輸送システム) は、ISO13623、ASME B31.4など既存のパイプライン規格でカバーされていないCO₂特有の事項を規定

ISO27913について

• Scope (一部抜粋)

This document specifies additional requirements and recommendations not covered in existing pipeline standards for the transportation of CO₂ streams from the capture site to the storage facility where it is primarily stored in a geological formation or used for other purposes (e.g. for EOR or CO₂use)

This document applies to

- rigid metallic pipelines ,
- pipeline systems ,
- on shore and off shore pipelines for the transportation of CO₂ streams ,
- Conversion of existing pipelines for the transportation of CO₂ streams ,
- pipeline transportation of CO₂ streams for storage or utilization, and
- transportation of CO₂ in the gaseous and densephases

1.3 海外動向－規格・政策

米国におけるCCSパイプラインに関する規制の動向

B 米国

米国

- ✓ 規制当局は米国運輸省 (U.S. Department of Transportation)
- ✓ PHMSA (Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration) の **パイプライン安全規則** (Pipeline Safety Regulations, 49 CFR Parts 190-199) で超臨界状態のCO₂に関する規制の詳細を規定
- ✓ 2020年のミシシッピ州における液化CO₂パイプライン破断事故（後述）を受け、その対策を含めた改正提案をするため、漏えいの影響評価をはじめとするパイプラインの安全性強化のための研究事業及び公開の会議を開催
- ✓ 現在、運用及び保守に関する安全対策を含めた改正案を審査中

49 CFR Parts 190-199について

- 米国連邦規則 (CFR) のうち、危険物の輸送に関する規則が定められているのが、49 CFR
- このうち、パイプライン輸送の安全に関する規則が定められているのが、Parts 190-199
- CO₂のパイプライン輸送に特化したPartは設けられていない

1.3 海外動向－規格・政策

欧洲におけるCCSパイプラインに関する規制の動向

C 欧州

EU	<ul style="list-style-type: none">✓ EU加盟国の規制当局は欧洲委員会✓ DIRECTIVE 2009/31/EC (EU CCS指令) で法的枠組みが規定され、これに則った法規制を各国ごとに整備
ノルウェー	<ul style="list-style-type: none">✓ EU CCS指令に則り整備された、石油・エネルギー省所管のCCS専用規制法 (Storage Regulation) 及び石油・ガス開発規制法 (Petroleum Regulation) に加え、気候・環境省所管の公害規制法 (Pollution Regulation) が適用
イギリス	<ul style="list-style-type: none">✓ EU CCS指令に則った法的枠組みが規定✓ たとえばBS EN 14161のような一般的なパイplineの規格に加えて、CO₂パイplineに特化した規格が適用

1.3 海外動向－規格・政策

その他地域におけるCCSパイプラインに関する規制の動向

D その他

豪州	<ul style="list-style-type: none">✓ 資源・エネルギー・観光省が所管する海域石油・温室効果ガス貯留法 (Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act) で規制
カナダ	<ul style="list-style-type: none">✓ 連邦レベルの法的枠組みはなく、州レベルで規制を整備✓ たとえば、アルバータ州のCarbon Capture and Storage Statutes Amendment Act
中国	<ul style="list-style-type: none">✓ 法律、行政規制レベルでの法的枠組みはない✓ 企業投資プロジェクト管理法に従って承認が必要となる可能性
韓国	<ul style="list-style-type: none">✓ 2024年初めにCCUS法が成立・公布、完全な施行は2025年2月を予定

Northern Lightsプロジェクトの概要

A ノルウェー/Northern Lightsプロジェクト

- 回収したCO₂を船舶でノルウェー西部の受入ターミナルに輸送して中間貯蔵した後、パイプラインで輸送し、海底下に貯留
- 2024年にCO₂受入体制が整備される予定
- パイプラインの詳細は、確認できず
- 受入・貯留可能としたCO₂の基準（不純物の限界濃度）あり

成分	濃度限界値
CO ₂	>99.81 [mol-%]
H ₂ O	<30 [ppm-mol]
O ₂	<10 [ppm-mol]
SOx	<10 [ppm-mol]
NOx	<1.5 [ppm-mol]
H ₂ S	<9 [ppm-mol]
CO	<100 [ppm-mol]
Amine	<10 [ppm-mol]
NH ₃	<10 [ppm-mol]
H ₂	<50 [ppm-mol]
CH ₄	<100 [ppm-mol]
...	...

1.4 海外動向－プロジェクト

Questプロジェクトの概要

B カナダ／Questプロジェクト

- CCS施設は、アサバスカオイルサンドプロジェクトの委託を受けたシェルカナダが運営
- 2015年に開始され、2022年末時点で770万tのCO₂を圧入
- 圧縮されたCO₂を65km、12inchのパイプラインで輸送
- 地下2km以上の深さにある砂岩貯留層に、CO₂を貯留
- パイプライン中のCO₂の状態は、dense phase

年間を通じたパイプライン中CO₂の平均組成（KHKで一部加工）

Component	Actual Operating 2015 (vol%)	Actual Operating 2016 (vol%)	Actual Operating 2017 (vol%)	Actual Operating 2018 (vol%)	Actual Operating 2019 (vol%)	Actual Operating 2020 (vol%)	Actual Operating 2021 (vol%)	Actual Operating 2022 (vol%)	Actual Operating 2023 (vol%)
CO ₂	99.45	99.38	99.46	99.44	99.44	99.37	99.40	99.45	99.51
H ₂	0.48	0.51	0.47	0.46	0.48	0.48	0.47	0.50	0.48
CH ₄	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06
CO	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
N ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H ₂ O	0.0046	0.0055	0.0046	0.0044	0.0042	0.0041	0.0048	0.0044	0.0040

月間を通じたパイプライン中CO₂の平均組成

MONTHLY DATA	INJECTION STREAM CONTENT (Volume %)				
	CO2	H2	CH4	CO	H2O
Jan-23	99.38	0.48	0.07	0.01	0.004
Feb-23	99.43	0.46	0.07	0.01	0.004
Mar-23	99.55	0.46	0.06	0.01	0.004
Apr-23	99.52	0.50	0.07	0.01	0.004
May-23	99.57	0.46	0.06	0.01	0.004
Jun-23	99.68	0.47	0.06	0.01	0.004
Jul-23	99.81	0.48	0.07	0.02	0.004
Aug-23	99.37	0.50	0.06	0.02	0.004
Sep-23	99.46	0.47	0.06	0.02	0.004
Oct-23	99.53	0.49	0.06	0.02	0.004
Nov-23	99.44	0.48	0.06	0.01	0.004
Dec-23	99.44	0.49	0.06	0.01	0.003

資料構成

0. KHKの課題意識
1. CCSパイプライン関連の国内外動向
2. 関係事故情報
3. 二酸化炭素の主な性質
4. CCSパイプライン規格策定に向けた意見交換（事務局提案）

2.1 国内の天然ガスパイプライン事故

国内における天然ガスパイプライン事故の統計

- 我が国では、天然ガスの高圧導管の事故及び事故につながりかねない事象は、2004～2016年の約12年間に7例が報告されており、うち他工事によるものが3件。

特定ガス導管事業者の高圧導管の事故及び事故につながりかねない事象の件数（2004年4月～2016年10月）

原因	事象の件数（件）
自然災害	3
他工事	3
腐食（架管部）	0
その他	1（材料不良）

○特定ガス導管事業：

自らが維持し、及び運用する導管により特定の供給地点において託送供給を行う事業（ガス製造事業に該当する部分及び一定の要件に該当する導管により供給するものを除く。）をいう。

○高圧導管：口径：200～600mm、圧力：4～7MPa

※ 1MPa以上の高圧の都市ガス導管は総延長2,450kmであり、低圧～高圧のガス導管の総延長（25.7万km）の約1%にあたる。

（2016年3月末（一社）日本ガス協会資料）

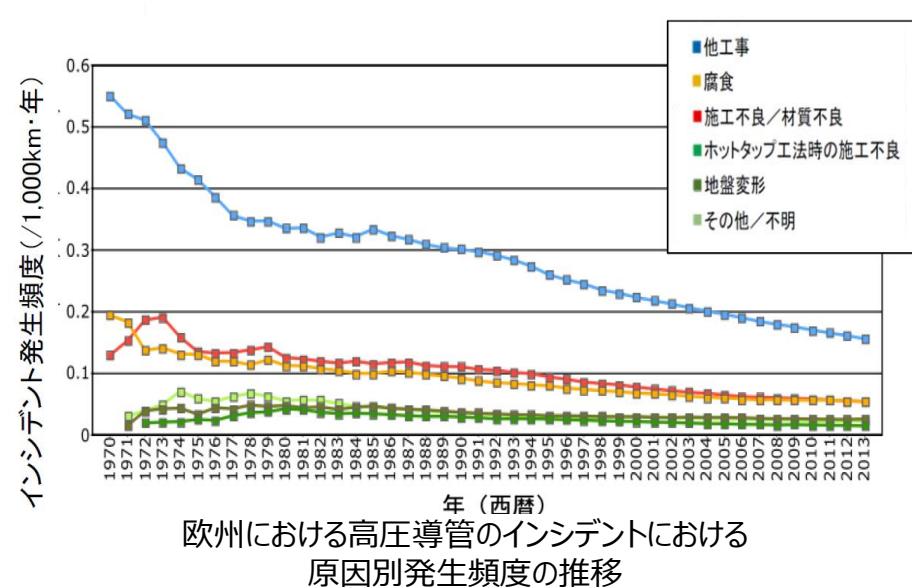
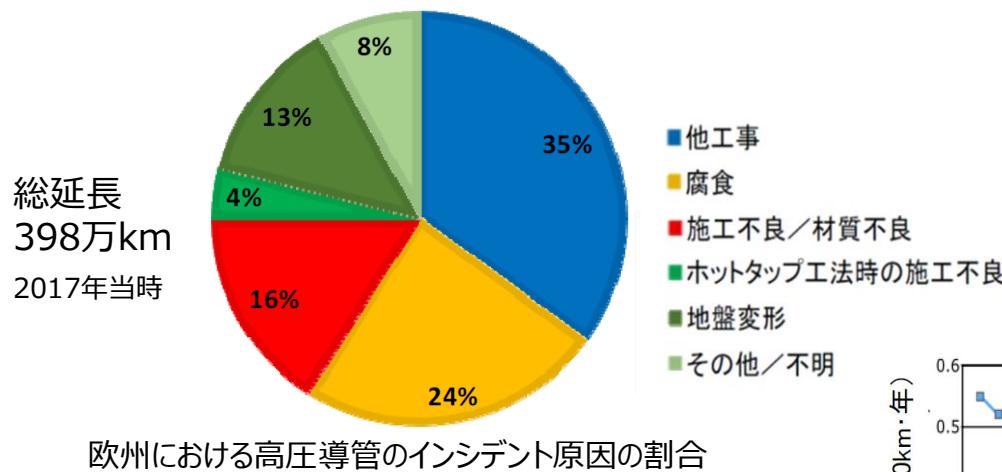


2009年の駿河湾地震により東名高速道路
牧之原SA付近で発生した斜面崩壊

2.2 海外の天然ガスパイプライン事故

欧洲における天然ガスパイプライン事故の統計

- 欧洲の天然ガスの高圧導管において、2004～2013年の約10年間に発生したインシデント（事故が発生する一歩手前から災害の発生したものまでをいう。）は、他工事及び腐食が原因の半数以上を占めている。



【出典】高速道路における天然ガスパイプライン 設置に関する技術的課題検討報告書 （一財）国土技術研究センター、（株）国土ガスハイウェイ、2017

日本ガス協会説明資料 2017 <https://www.mlit.go.jp/common/001182631.pdf> (閲覧日2023.12.14)

Copyright (C) The High Pressure Gas Safety Institute of Japan

2.3 海外のCO₂パイプライン事故

2020年米国ミシシッピ州 液化CO₂パイプライン破断事故－概要

注) 本資料はWeb上の報道情報等公開情報を基にKHKが取りまとめたもの。

- 発生日時：2020年2月22日（土）19:06頃（現地時間）
- 発生場所：米国 ミシシッピ州 ヤズー郡 サタシャ村近郊（集落の約1.6km南東）
(州都ジャクソン市から北西に約50Km)

■被害状況

- ✓ 人的被害：死者はなく、45名が病院で手当てを受けた。

（事故とは関係のない理由で1名入院。）

地元当局がハイウェイ433号を全線通行止めにした上で、
村民約50名を含む近隣集落計200名を避難させた。

- ✓ 物的被害：24インチ（約61cm）の液化炭酸ガスのパイプラインが
軸方向に破断し、31,405バレル（約500万リットル）の
炭酸ガスが噴出。（実際にはバルブ操作ミスで更に
漏れたものと推定されている。）

■事故の概要

- ✓ この事故は、デンベリー・ガulf・コースト・パイプラインズLLC
(デンベリー社) が運営するCO₂パイプラインが、ミシシッピ州
サタシャ村の近くで破断し発生。

✓ 破断は大雨の後の地滑りにより、パイプラインの管と管との継ぎ目の溶接部に過度の軸方向の歪みが生じたため。

✓ 液化CO₂は大気中に放出されると空気より約1.5倍重いため、大気より下方にCO₂の蒸気雲を生じ、その後消散する。この事故では、事故当日の大気の状態と事故現場の独特的地形により、CO₂の蒸気雲の消散が大幅に遅れたことで、集落の方へ高濃度のCO₂が流れ出たものと思われる。

✓ パイプライン事業者は緊急事態に備えて大気放出モデルを確立しておく必要があるが、デンベリーのモデルでは、サタシャ村に影響を与える可能性のある大気放出は考慮されていなかった。



サタシャ村とCO₂パイプラインの破断事故現場の位置関係（村から約1.6 km南東）

2.3 海外のCO₂パイプライン事故

2020年米国ミシシッピ州 液化CO₂パイプライン破断事故 – 詳細



パイプが破断し
数インチの隙間
が発生

■設置・運転状況

- ✓ パイプはStupp Corporationが2007年に製造し、デンベリー社が 2009年に設置。ハイウェイ下の長さは240フィート(約73m)、ハイウェイ 433 号線の地下 30 フィート(約9m)以上に埋設されていた。
- ✓ パイプは融着エポキシ (FBE) でコーティングされており、水平方向ドリルで設置された。
- ✓ 運転圧力は1,400psi (約9.7MPa※)
※超臨界状態 (臨界圧力1,070psi (約7.4MPa))

<参考> パイプラインの概要 :

デリー パイプラインは、ミシシッピ州のジャクソン ドームからルイジアナ州デリーに達する127マイル (約204km)。デンベリー社は主に、Denbury Resources Inc. の陸上油井の石油増進回収 (EOR) に CO₂ を使用している。パイプラインは、テキサス州プランにあるデンベリー制御室から制御される。

材質 : API 5 L X80グレードのラインパイプ材
(電縫鋼管(ERW 鋼管)、降伏強度555MPa以上)

直径 : 24インチ (約61cm)

厚さ : メイン部 ; 0.469インチ(約1.2cm)
道路下部 ; 0.540インチ (約1.4cm)

[参考]USDOT PHMSAの事故報告書

<https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2022-05/Failure%20Investigation%20Report%20-%20Denbury%20Gulf%20Coast%20Pipeline.pdf>

Copyright (C) The High Pressure Gas Safety Institute of Japan

2.3 海外のCO₂パイプライン事故

2020年米国ミシシッピ州 液化CO₂パイプライン破断事故 – DOT PHMSAの安全規制見直し

- PHMSAは2024年に連邦規則のCO₂パイプラインに関する改正案を提案するため、研究事業を行い、また、公開の会議を開催して関係者に情報提供し、広く意見を求めている。

① PHMSAによる再発防止に向けた取り組みプレスリリース (2022年5月26日付)

- ✓ 緊急時への備えや対応に関する要件を含む、CO₂パイプラインの基準を更新するための新たな規則制定を開始。
CO₂パイプラインの安全性を強化するための研究募集を実施、他。

② PHMSA Public Meeting 2022 (12月13日から15日：3日間)

- ✓ CO₂パイプラインから漏えいした場合の潜在的な影響範囲の計算方法などを議論。

③ CO₂ Safety Public Meeting 2023 (5月31日から6月1日：2日間)

- ✓ 主なトピック：
 - ・ 緊急装備、訓練、対応、・ 漏えい拡散モデリング
 - ・ CO₂パイプライン内の CO₂以外の他の成分に対処するための安全対策 他

④ Pipeline Safety R&D Forum 2023 (10月31日から11月1日：2日間)

- ✓ DOT PHMSAが実施中の研究事業
 - 1) 新設及び既設のCO₂パイプラインに関する材料試験と条件を含む設計及び溶接の要求事項の開発
 - ・ 現在の知見では十分な裏付けのないCO₂パイプラインの設計、完全性、運用上の考慮事項に係る固有な事項を特定し、低圧（気相）と高圧（超臨界および液相）の両方で不純物を含むCO₂の安全な輸送を促進する。
 - 2) 機械学習アプローチによるCO₂パイプラインからの漏えいに関する潜在的影響範囲（半径）の決定
 - ・ パイプラインの完全破断による超臨界CO₂の放出と拡散をシミュレーションするための数値流体力学（CFD）モデルを確立し、効果的な緊急対応プランを作成可能とする。

【参考】いずれも閲覧日2023.11.24

① <https://www.phmsa.dot.gov/news/phmsa-announces-new-safety-measures-protect-americans-carbon-dioxide-pipeline-failures>

② <https://primis.phmsa.dot.gov/meetings/MtgHome.mtg?mtg=161> ③ <https://primis.phmsa.dot.gov/meetings/MtgHome.mtg?mtg=165>

④ <https://primis.phmsa.dot.gov/meetings/MtgHome.mtg?mtg=166>

2.3 海外のCO₂パイプライン事故

2020年米国ミシシッピ州 液化CO₂パイプライン破断事故 – DOT PHMSAの安全規制見直し

- これまでRegulatory Authorityは超臨界状態のみ規制対象にしていたところ、ガス状態についても規制対象とする動きを観測

Dual Track Oversight



24

PHMSA: Your Safety is Our Mission



【出典】

https://files.dep.state.pa.us/PublicParticipation/Citizens%20Advisory%20Council/CACPortalFiles/Meetings/2024_07/PHMSA_Hydrogen_Carbon_Dioxide_Pipelines_and_CCUS_20240709.pdf (閲覧日: 2024年11月5日)

2.3 海外のCO₂パイプライン事故

2024年米国ルイジアナ州 CO₂パイプライン破裂事故

注) 本資料はWEB上の公表資料等を基にKHKが取りまとめたもの。

- 米国ルイジアナ州南西部サルファー町でCO₂パイプラインが破裂した。
- 高密度CO₂ガスが噴出・漏えいし、半径400m圏内の近隣家屋に屋内退避の勧告がされた。

- 発生日時 : 2024年4月3日 18時頃
- 発生場所 : 米国ルイジアナ州南西部 サルファー町
- 被害・影響 : 死傷者なし。(頭痛、眠気など軽度のCO₂曝露の症状を訴える住民あり。)
半径400m圏内の近隣家屋へ窓締切の呼び掛け。
近隣住民への屋内退避勧告。
- 事故概要 :
 - ✓ EOR用高圧CO₂パイプラインの途中にあるポンプ場にて、直径約60cmのパイプラインが破裂、約107,000ガロン(米国ガロン-m³換算: 約400m³) のCO₂ガスが放出された。
 - ✓ 最初の通報から約2時間半後に放出が停止、通報から約3時間15分後に屋内退避勧告が解除。
 - ✓ 当該パイプラインはデンベリー社(エクソンモービル社子会社)が運営。テキサス州・ルイジアナ州・ミシシッピ州を通る約1,500kmのパイプラインネットワークの一部である。



発生場所：米国ルイジアナ州 サルファー町



引用元: LOUISIANA ILLUMINATOR
CO₂が漏えいするポンプ場

2.4 国内の二酸化炭素事故

国内における二酸化炭素消火設備事故

- ① 2020年12月22日、愛知県で、ホテル内の機械式駐車場のシャフト交換工事をしていた作業者が、二酸化炭素消火設備の起動ボタンを誤って押し、駐車場内に大量の二酸化炭素が噴出して、1名が死亡、10名が負傷※1、2
- ② 2021年1月23日、東京都で、オフィスビル内の駐車場に設置された二酸化炭素消火設備の消防点検中に、何らかの誤操作により二酸化炭素が漏えいし、2名が死亡、1名が負傷※1、3
- ③ 2021年4月15日、東京都で、マンションの地下駐車場の天井ボード張り替え作業中に、二酸化炭素消火設備が何らかの原因で作動し、4名が死亡、1名が負傷※1
- ④ 2023年10月16日、山梨県で、工場の電気設備の定期点検中に、二酸化炭素消火設備が何らかの原因で作動し、3名が負傷※4

【参考】※1 https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/hpg/accident/2021/2021_nisankatanso2.pdf

※2 <https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/hpg/accident/jikogaiyouhoukoku/2020-541.pdf>

※3 <https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/hpg/accident/jikogaiyouhoukoku/2021-001.pdf>

※4 https://www.khk.or.jp/public_information/incident_investigation/hpg_incident/incident_db.html

資料構成

0. KHKの課題意識
1. CCSパイプライン関連の国内外動向
2. 関係事故情報
3. 二酸化炭素の主な性質
4. CCSパイプライン規格策定に向けた意見交換（事務局提案）

3.1 一般事項

二酸化炭素の主な性質

- 常温では気体で、無色、無臭
- 分子量44.01で、空気より約1.5倍重い（漏えいした場合、地を這い、下に溜まる）
- 大気圧下では冷却しても液体とはならず、固体のドライアイス
- 加圧して冷却すると液化
- 臨界圧力（7.38MPa）、臨界温度（31.1°C）を超えた領域では、超臨界
- 不燃性
- 高圧ガス保安法では、定義上、不活性ガス
- 毒性

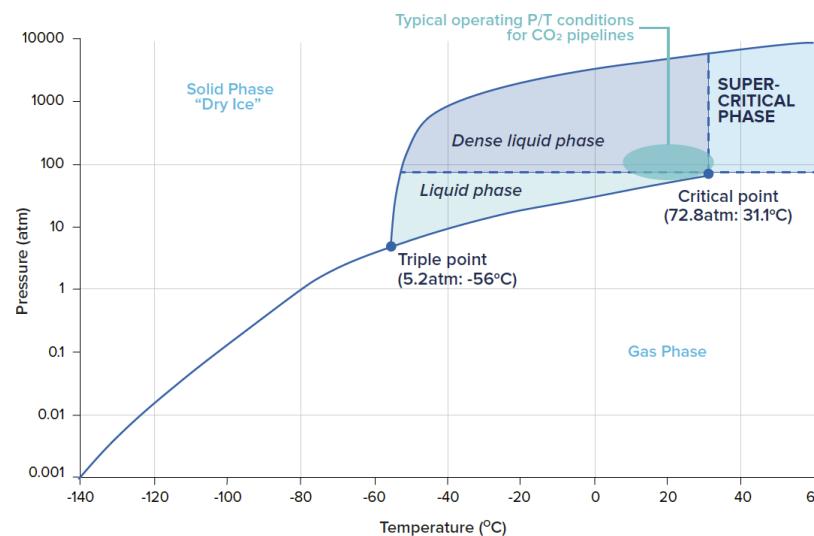
空気中の二酸化炭素濃度による人体に対する影響

空気中の二酸化炭素濃度	人体への影響
0.035%	正常空気
0.1%以下	事務所則における空気調和設備又は機械換気設備を設けた場合の基準
0.5%以下	事務所則における自然換気の場合の基準
2 %以上	呼吸が深くなり、濃度の上昇に伴い呼吸抵抗が増す
3 ~ 6 %以上	過呼吸、あえぎ、恶心、吐き気などが現れる。
7 ~ 9 %以上	激しいあえぎが現れ、約 15 分で意識不明となる。
10%以上	調整機能が不能となり、約 10 分で意識不明となる。
25~30%以上	呼吸消失、血圧低下、感覚消失が生じ、数時間後に死に至る。

3.2 パイプライン特有の事項

CO₂パイプラインの検討における特有の検討事項

- CO₂輸送時に、以下の状態が想定されることを考慮
 - ① 気体（圧縮ガス）
 - ② 液体（液化ガス）
 - ③ Dense phase（液体（液化ガス）及び超臨界）（諸説あり）
- 輸送されるCO₂は純粋なCO₂ではなく、パイプラインの閉塞防止、腐食防止などのため、不純物の存在を考慮
- パイプラインの閉塞防止のため、低温・低圧条件下における、ドライアイス化を考慮
- CO₂パイプラインは亀裂伝播が広がりやすいため、ガスパイプライン特有の破壊挙動である、高速延性破壊を考慮
- 社会実装スケールでは漏えい時にラボレベルとは異なる挙動を示すことがあるため、漏えいガス挙動を考慮



二酸化炭素の相図

資料構成

0. KHKの課題意識
1. CCSパイプライン関連の国内外動向
2. 関係事故情報
3. 二酸化炭素の主な性質
4. CCSパイプライン規格策定に向けた意見交換（事務局提案）

4.1 規格策定における考え方の共有

技術基準の整備計画及び進め方

- 第2回水素等規格委員会（2024年6月20日）で、技術基準整備3ヶ年計画（2024～2026年度）を承認
 - CCSパイプラインに関する基準（仮題）を明示
 - 欄外に、アンモニア関係の規格化についても、検討の具体化を進めると付記

8. 水素等分野	2024FY	2025FY	2026FY	(予 留)		備 考
				2027FY	2028FY	
1) KHKS xxxx-1(20xx) 水電解装置に関する基準						(制定予定) ・規定の5年ごとの見直し周期をもとに記載。 ・ただし、ISO 22734の改正動向、今後の検討課題とした事項に関する追加の情報提供も踏まえ、定期見直し年を待たず積極的に改正を行う予定。
2) KHKS xxxx-2(20xx) 水電解装置の電解セルスタックに関する基準						(制定予定)
3) 液化水素貯槽に関する基準（仮題）						(制定予定) ・NEDO事業（大型液化水素貯槽からの大量漏洩・拡散等の拡散シミュレーション手法の開発及び設置基準の整備に向けた調査研究）における検討状況を踏まえて検討を開始する。 ・検討期間は、2年以内を目標としつつ、液化水素貯槽に関するデータ取得の状況を考慮し柔軟に対応する。
④ CCSパイプラインに関する基準（仮題）						(制定予定) ・ISOや米国の規制動向を踏まえて開始の時期を検討する。 ・検討期間は、2年以内を目標としつつ、CCSパイプラインに関する国内外の技術的な動向を考慮し柔軟に対応する。
② アンモニア関係の規格化についても、検討の具体化を進める。						

技術基準整備3ヶ年計画（2024～2026年度）の一部抜粋

- 他方、検討に必要な課題は多いため、情報収集、規格策定の準備などを3ヶ年計画より前倒して実施する必要
- 本分科会では、まずCCSパイプラインの適用範囲をはじめとする考慮すべき論点について検討し、それらの検討を基に事務局で作成する規格原案に対して、さらに検討を実施
- なお、本資料でいうCCSパイプラインとは、CCUSパイプラインを含む

4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

- ✓ まずは、事業所内に設置される配管、分離回収装置以前のパイpline、圧入井以降のパイplineを除く範囲について検討
 - 分離回収装置以前のパイplineについては、純度を含むガスの性状が一定範囲に限定できないため、対象外に分類
 - 圧入井以降のパイplineについては、貯留事業の一環として単なる輸送以外の機能を求められるため、対象外に分類
- ✓ 知見が不十分な分野については、並行して情報収集を行い、追って検討

＜参考：各法令におけるパイpline（導管）の定義＞

- ✓ **高圧ガス保安法**
 - 「導管」とは、高圧ガスの通っている管であって、事業所の敷地外にあるものをいう。
(高圧ガス保安法及び関係政省令等の運用及び解釈について（内規）
(20200715保局第1号))
- ✓ **ガス事業法**
 - 「導管」とは、ガスを供給するための管であって、ガスを製造する事業場の最終バルブの出からガスを貯蔵又は供給する事業場の最初のバルブの入まで、及びガスを製造する事業場又はガスを貯蔵又は供給する事業場の最終のバルブの出からガス栓の入側までをいう。ただし、バルブ、水取器、整圧器（整圧器本体、これに附属する配管及び整圧器附属装置を含む。）、フィルター、消音器、計測器及びこれらに類する器具を除く。
(ガス工作物技術基準・同解釈例の解説（7次改訂版、日本ガス協会）)
- ✓ **電気事業法**
 - 「導管」とは、燃料若しくはガス又は液化ガスを輸送するための管及びその附属機器であって、構外に施設するものをいう。
(電気事業法施行規則第1条第2項第5号)

4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

(A) 事業所内外の線引き

	本規格	ISO27913
事業所内の配管	適用範囲でない	(明示なし)
事業所外のパイプライン	適用範囲	(明示なし)

(B) 輸送フロー中の線引き

	本規格	ISO27913
分離回収前	適用範囲でない	適用範囲でない
分離回収以降～圧入井前	適用範囲	適用範囲
圧入井以降	適用範囲でない	適用範囲でない

(C) 敷設環境による線引き

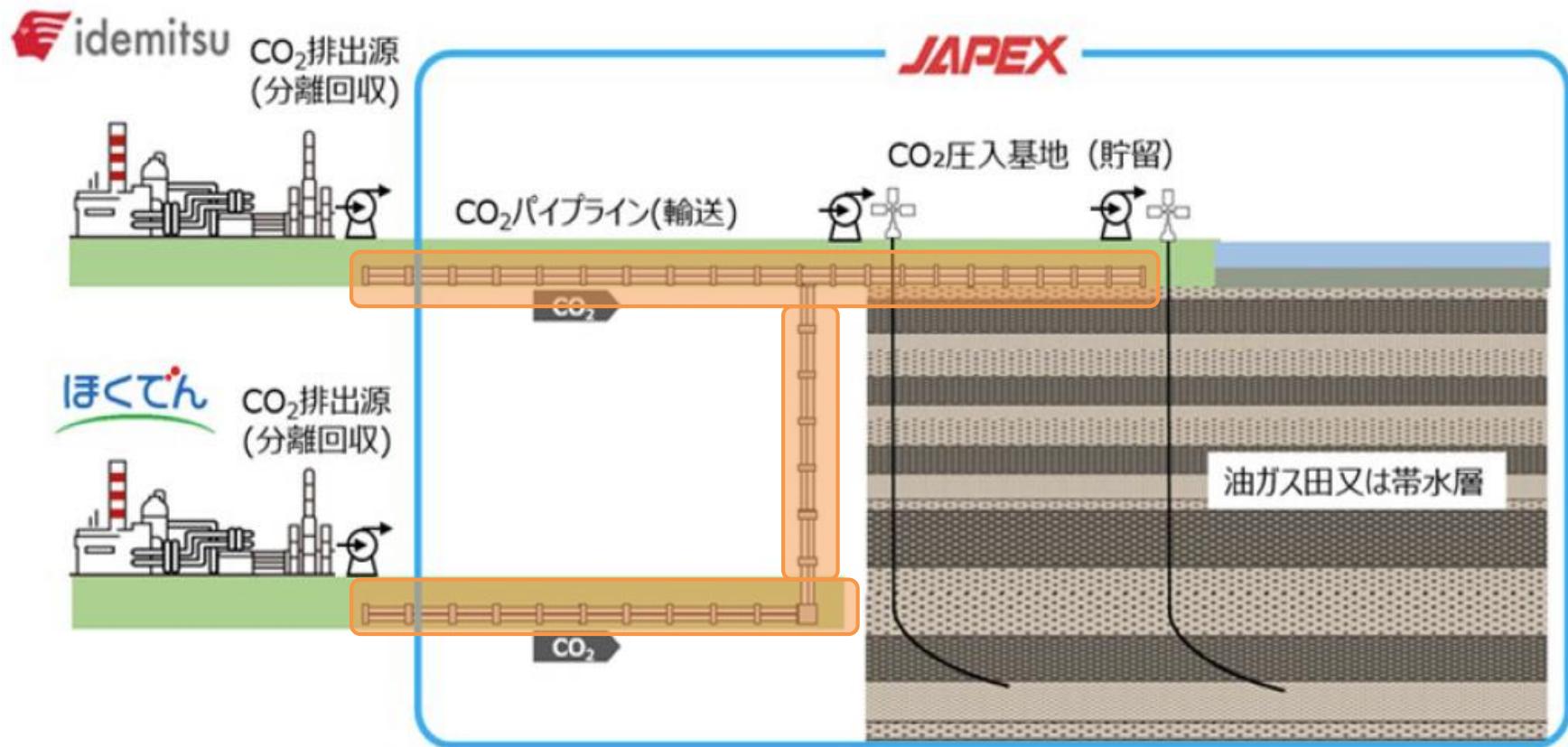
	本規格	ISO27913
陸上のパイプライン	適用範囲	適用範囲
海中のパイプライン	適用範囲	適用範囲

4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

(例1: パイプライン輸送、陸上から圧入)

: 検討対象範囲
(KHKが加筆)

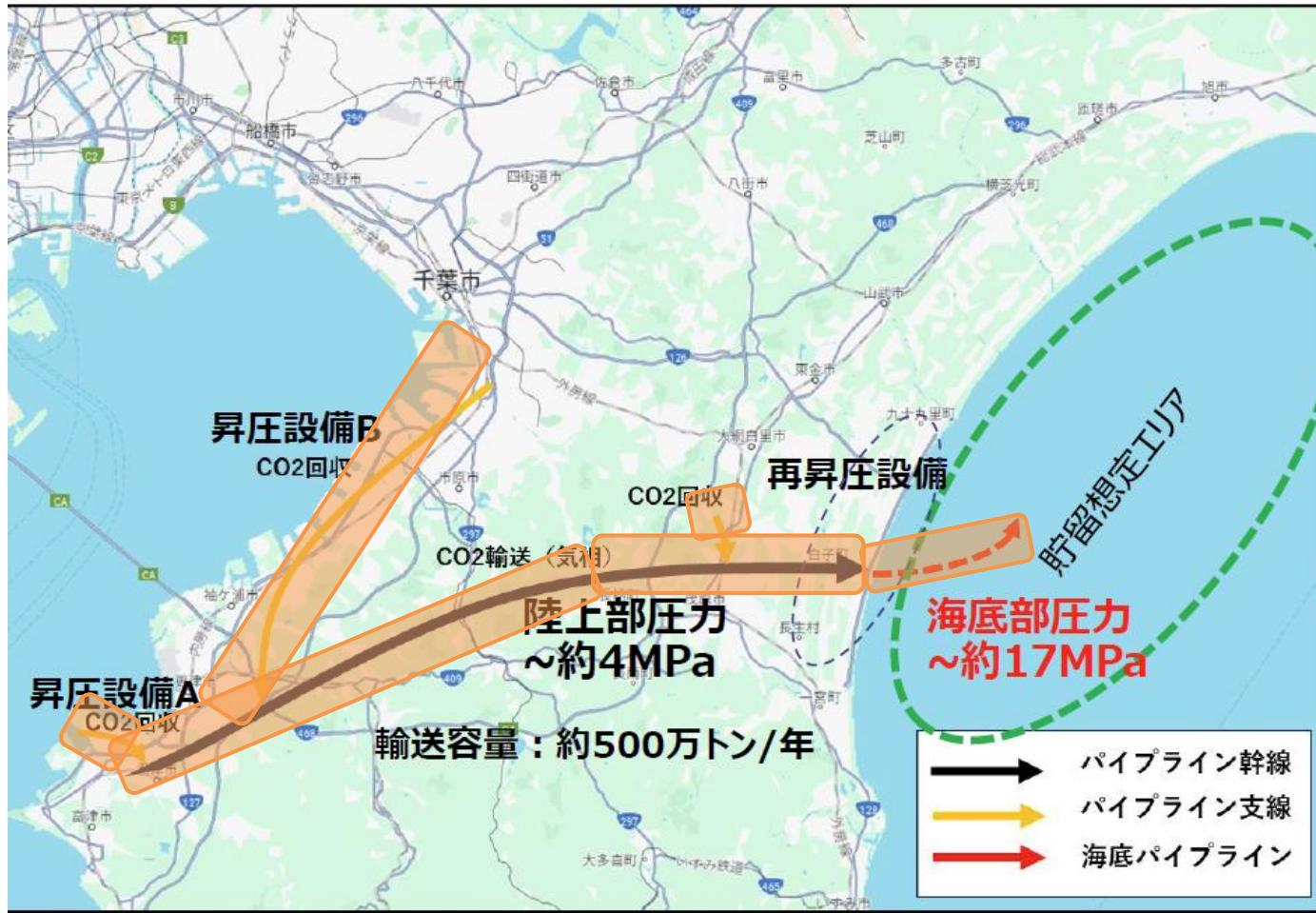


4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

(例2:パイプライン輸送、海底から圧入)

:検討対象範囲
(KHKが加筆)



4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

(例3:パイプライン輸送、陸上から圧入)

:検討対象範囲
(KHKが加筆)

三菱ガス化学

JAPEX
石油資源開発株式会社

三菱ガス化学



より、そう、ちから。
東北電力



北越コーポレーション



4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

(例4: パイプライン輸送)

: 検討対象範囲
(KHKが加筆)

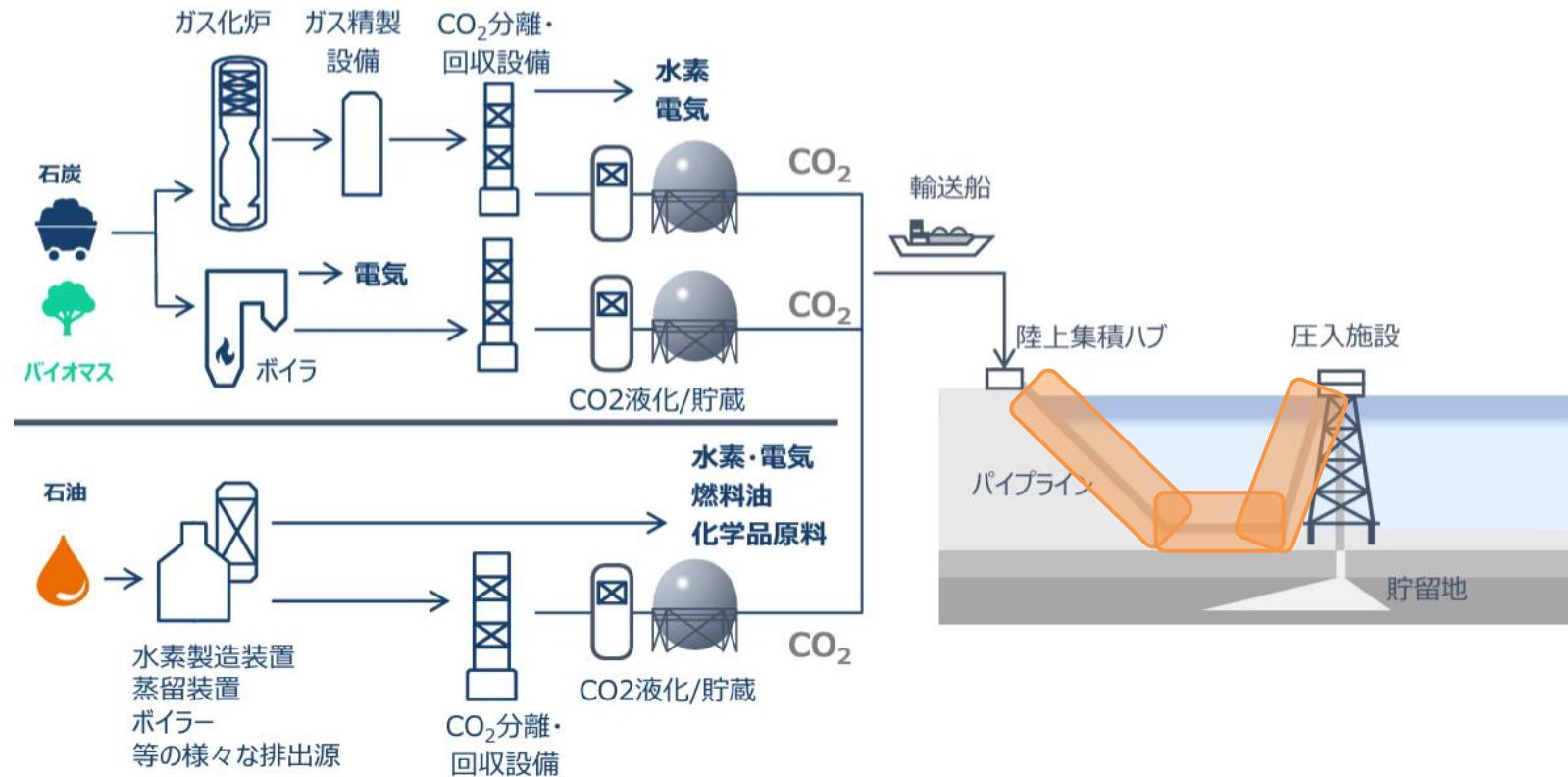


4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

(例5:船舶+パイプライン輸送)

:検討対象範囲
(KHKが加筆)

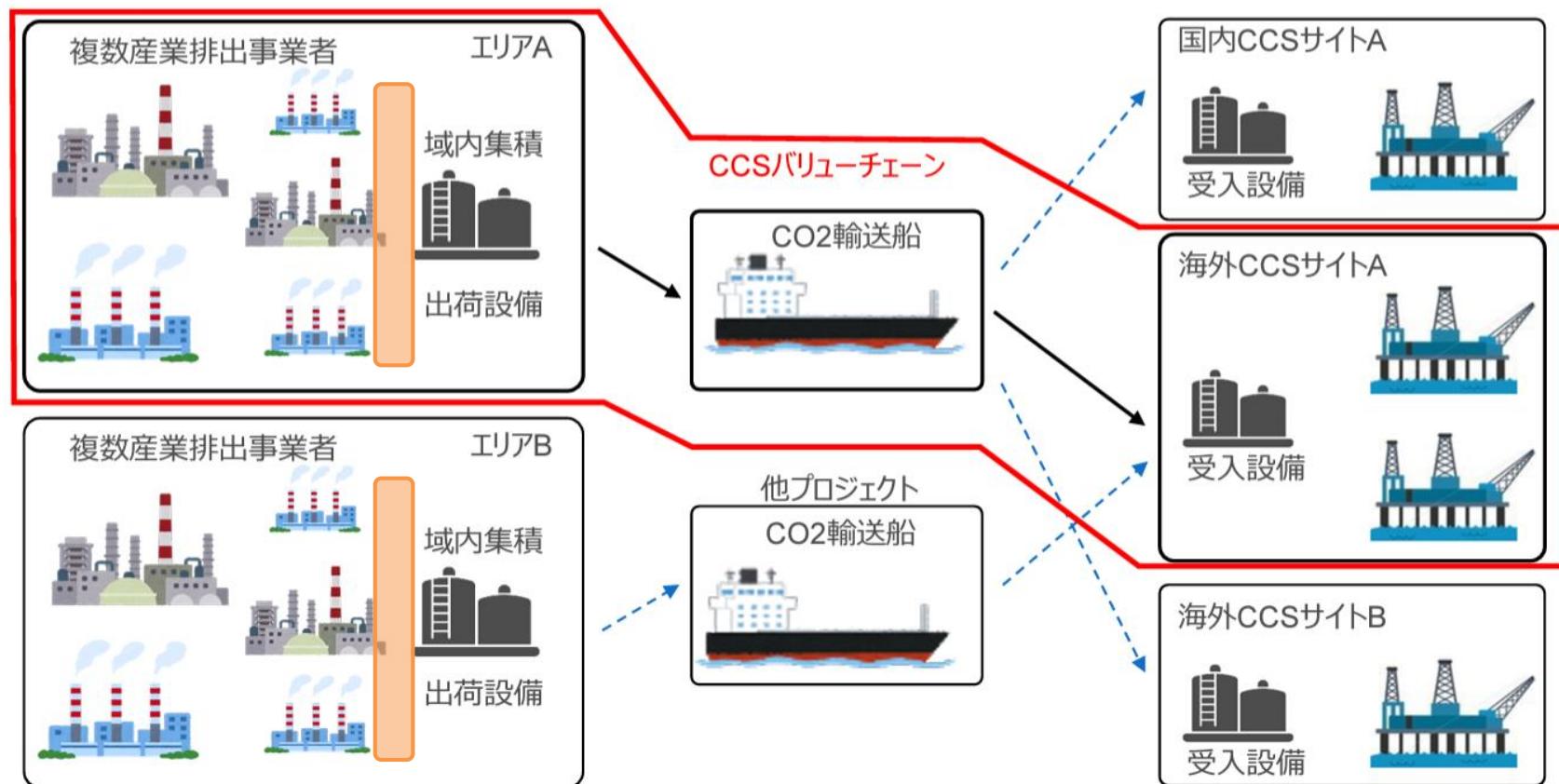


4.2 論点に関する意見交換

論点①：本規格で対象とするパイプラインの範囲はどこまで想定するのがよいか

(例6:パイプライン+船舶輸送)

:検討対象範囲
(KHKが加筆)



4.2 論点に関する意見交換

論点②：本規格の策定は以下の考え方で進めるのはどうか

- ✓ 敷設形態が類似しており、敷設実績の豊富な天然ガスパイプラインに係る関係法令と国内規格を主に参考
 - ガス事業法、JGA導管指針
- ✓ 国際規格との調和を図るため、ISO27913（二酸化炭素の回収、輸送と地中貯留－パイpline輸送システム）も参考
- ✓ その他に国内外の関係法令、規格なども参考にして、保安の確保に必要な事項を規定
 - 国内法令：高圧ガス保安法、（CCS事業法）
 - 海外法令：米国連邦規則 49 CFR parts 190-199
 - 国内規格：JIS（鋼管関係）
 - 海外規格：API Spec 5L（炭素鋼パイプ）、DNV-GL-RP-J202（二酸化炭素パイplineの設計及び操業）
 - 国内プロジェクト：JCCS苫小牧実証試験プロジェクト
 - 海外プロジェクト：Northern Lightsプロジェクト、Questプロジェクト など
- ✓ 加えてCO₂特有の問題（不純物腐食、高速延性破壊など）への対策、国内外のパイpline関係事故事例などを踏まえ、保安の確保に必要な事項を規定
- ✓ 本分科会では、保安の確保に必要な技術的事項について審議し、技術基準（KHKS）として取りまとめ

4.2 論点に関する意見交換

論点③：CO₂特有の問題として考慮すべき事項には何があるか

- ✓ 不純物の存在を踏まえた対策
 - 水、有機物、酸素、硫化水素、SO_X、NO_Xなどの不純物が、パイプラインの腐食、閉塞などに影響
- ✓ ドライアイス化への対策
 - 低温・低圧条件下における圧力変動により、ドライアイス化が懸念
- ✓ パイプラインに特有の破壊挙動への対策
 - 亀裂伝播速度が圧縮ガスの圧力低下の伝播速度を上回るために、亀裂が長距離に渡って進展（高速延性破壊）
- ✓ 漏えいガス挙動を踏まえた対策
 - 社会実装スケールでは、ラボレベルとは異なる漏えい・拡散挙動を示すことが懸念

→ 必要に応じて、このようなCO₂特有の課題に対する対策の記載を検討

4.2 論点に関する意見交換

論点④：検討スケジュールはどうするか

- ✓ 国の法律施行スケジュール、事業者のFIDスケジュールなどを踏まえ、2025年6月までに第一弾の基準化が目標
- ✓ その後、第二弾として、改正原案の作成に着手

	2024FY	2025FY	2026FY	2027FY	2028 ~2029FY	2030FY
国 スケジュール (想定)						
事業者 スケジュール (想定)		設計、調査井掘削			設備建設、圧入井掘削	貯留開始
パイプライン 分科会	第1回 11.11 意見交換 作業	第2回 2.下旬 原案作成	第X回 … 6.上旬 原案の上申	第Y回 1.中 改定原案意見交換		
水素等 規格委員会		承認プロセス				
実験、シミュ レーションなど		不足している技術的知見の蓄積				