

目次

第1章 事業の背景、目的および結果概要	1
1.1 本事業の目的	1
1.2 年間約10万トン規模でのCO ₂ 分離・回収設備の運転（第2章）	2
1.2.1 D1-1基地（供給設備）の点検保全	2
1.2.2 D1-2/D0基地（分離、回収、圧入設備）の日常保全および定期保全	3
1.2.3 安全・環境管理	3
1.2.4 今後の課題等	3
1.3 年間約10万トン規模でのCO ₂ 圧入、貯留試験（第3章）	4
1.4 貯留したCO ₂ のモニタリング（第4章）	5
1.4.1 実施内容および成果	5
1.4.2 今後の課題等	13
1.5 貯留層等総合評価（第5章）	13
1.5.1 実施内容および成果	13
1.5.2 今後の課題等	16
1.6 海洋環境調査（第6章）	17
1.6.1 実施内容および成果	17
1.6.2 今後の課題等	21
1.7 CCUSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査（第7章）	21
1.7.1 実施内容および成果	21
1.7.2 今後の課題等	22
1.8 国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動（第8章）	22
1.8.1 実施内容および成果	22
1.8.2 今後の課題等	24
1.9 海外への情報発信ならびに情報収集（第9章）	25
1.9.1 実施内容および成果	25
1.9.2 今後の課題等	26
1.10 社外有識者による技術指導（第10章）	27
1.10.1 実施内容および成果	27
1.10.2 今後の課題等	27
1.11 将来計画の検討・準備等（第11章）	27
1.11.1 実施内容および成果	27

1.11.2 今後の課題等	29
---------------------	----

第1章 事業の背景、目的および結果概要

CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) は、火力発電所や工場等で発生する二酸化炭素 (CO₂) を大気中に排出せずに回収し、地中へ貯留する技術であり、再生可能エネルギーの利用拡大やエネルギー利用の効率化等とともに地球温暖化対策の一つとして世界的に期待されている。

日本CCS調査株式会社(以下、「当社」または「JCCS」と称する。)は、2012年度から2017年度は経済産業省から、2018年度から2024年度は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」と称する。)から委託を受け、計13年間にわたって、苫小牧におけるCCS大規模実証試験に係る事業(以下、「本事業」と称する。)を実施している。

本事業は、製油所で発生するCO₂含有ガスからCO₂(年間約10万トン規模)を分離・回収し、地中(地下1,000m以深)に貯留するCCS大規模実証試験であり、CO₂の回収、圧入、貯留とモニタリングを実施し、CCSが安全かつ安心できるシステムであることを実証する等を目的としている。

実証試験設備の設計・建設・坑井掘削等を2012年度から2015年度に行い、2016年度からCO₂の回収・貯留、貯留したCO₂のモニタリング等を実施している。なお、2019年11月にCO₂圧入量が目標の30万tに達したことにより、以降はCO₂の圧入は停止している。

また、貯留後のCO₂挙動評価のための貯留層等総合評価、海洋汚染防止法に基づく海洋環境調査、CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査、国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動、海外への情報発信および情報収集等についても実施している。

本報告書は、2018年度から当社が受託しているNEDO「CCUS研究開発・実証関連事業／苫小牧におけるCCUS大規模実証試験／苫小牧におけるCCUS大規模実証試験」について2024年度の成果をとりまとめたものである。

1.1 本事業の目的

本事業は、北海道苫小牧市の苫小牧港港湾区域の海底下をCO₂の貯留地点とし、その沿岸部に地上設備(CO₂の分離・回収／圧入設備)および圧入井等を設置したうえで実施している大規模CCS実証試験事業である。本事業の主な目的は、「苫小牧地点における実証試験計画」(平成24年経済産業省)によれば以下のとおりである。

- 1) CCSの実用プロジェクトと同等の設備構成で我が国として初となるCO₂の分離・

回収から貯留までの CCS プロセス全体を一貫システムとして実証すること。

- 2) CCS の一連の操作を通じて、CCS が安全かつ安心できるシステムであることを実証すること。
- 3) 情報公開、社会的受容性の醸成の活動を通じて、本事業に関する情報を広く公表し、CCS の理解を深めること。
- 4) CCS 実用化操業技術を獲得するとともに実用化に向けた取り組みを行うこと。

1.2 年間約 10 万トン規模での CO₂ 分離・回収設備の運転（第 2 章）

苫小牧 CCS 実証試験センター（以下、「当センター」と称する。）では、CO₂ 圧入目標量である 30 万 t を 2019 年 11 月に達成した後、圧入を停止しているため、2024 年度も CO₂ 供給設備および CO₂ 分離・回収設備等は休止中である。休止中も 2023 年度に引き続き、将来の利活用に備えて各種保全業務を遂行するとともに、耐久性、安全性、操作性等の観点から各設備の機能改善工事を行った。以下に 2024 年度の実施内容とその成果を要約する。

1.2.1 D1-1 基地（供給設備）の点検保全

2024 年度も D1-1 基地の今後の利活用に向け、CO₂ 含有ガス供給設備とその関連設備の点検保全業務を行った。また、DCS（Distributed Control System）制御機器の更新工事を完了した。図 1.2-1 に設置した更新 DCS 装置の外観および内部の様子を示す。



図 1.2-1 設置した更新 DCS 装置の外観および内部の様子

1.2.2 D1-2/D0 基地（分離、回収、圧入設備）の日常保全および定期保全

休止中の設備の維持管理として日常保全、定期保全および点検対応補修等を計画的に実施した。法定点検検査業務では、不活性ガスである窒素の製造設備は3年ごとの保安検査が義務付けられているが、2024年度はその狭間の年度に当たるので自主検査を実施した（図1.2-2参照）。



安全弁設定圧力検査

フレキホース耐圧試験

不同沈下測定

図 1.2-2 窒素製造設備自主検査

1.2.3 安全・環境管理

設備休止中も、当センターの安全衛生および環境に関する管理規程ならびに管理要領に従い、安全管理活動（安全衛生会議、安全事前評価委員会、安全パトロール等）および環境管理活動（公害の発生を未然に防止するための対策協議、産廃の適正処理等）を継続している。これらの活動により2024年度も年間無事故・無災害での作業を達成し、環境汚染等も発生していない。また、当センター開業（2016年2月10日）以来連続している無災害日数は、2024年度末（2025年3月31日）で3,336日となった。

1.2.4 今後の課題等

(1) D1-1 基地（供給設備）の点検保全

休止中のD1-1基地設備の点検保全業務を引き続き行うことで、設備の機能維持と安全性を確保していく。

(2) D1-2/D0 基地（分離、回収、圧入設備）の日常保全および定期保全

設置機器の寿命や部品製造終了に伴い補修対応ができない機器が顕在化してきており、設備維持管理のため特に保安上、必要な設備については、計画的に機器更新を実施する必要がある。

(3) 安全・環境管理

2025年度も、関係法令および社内規程類を遵守して、保安点検・検査および工事等を行う。災害リスクの高い工事についてはリスク評価を確実にし、目標達成のために安全管

理活動を展開していく。また、環境管理においては、環境汚染につながる作業の防止と廃棄物の適正管理および適正処分等に努める。

1.3 年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留試験(第3章)

萌別層への圧入は、2016年4月6日から5月24日の試験圧入、2017年2月5日から9月15日の本圧入初期段階を経て、2017年9月16日より本圧入継続段階に移行し、2019年11月22日に本事業における累計圧入量30万t・CO₂を達成後、圧入を停止し、その後も圧入停止を継続した。滝ノ上層への圧入は、2018年2月6日から2月23日、同年7月31日から9月1日まで試験圧入を実施した。

圧入停止時の累計圧入量は萌別層が300,012 t・CO₂、滝ノ上層が98 t・CO₂、両層の合計は300,110 t・CO₂であった。圧入停止後の状況を含む萌別層への圧入履歴を図1.3-1に示す。圧入停止以降の坑底圧力および坑底温度は、圧入前初期値への回復傾向が継続している。なお、坑底圧力・坑底温度において見られるスパイク状のノイズは、機器の不具合(2022年)や他機関による電磁探査の影響(2023年)、データのオフセットはデータロガー更新(2024年2月)の影響によるものと考えられる。

2025年度も圧入停止を継続する計画であるが、坑底圧力および坑底温度の観測を継続する予定である。

苫小牧CCS大規模実証試験圧入実績 萌別層 (2016/4/6～)

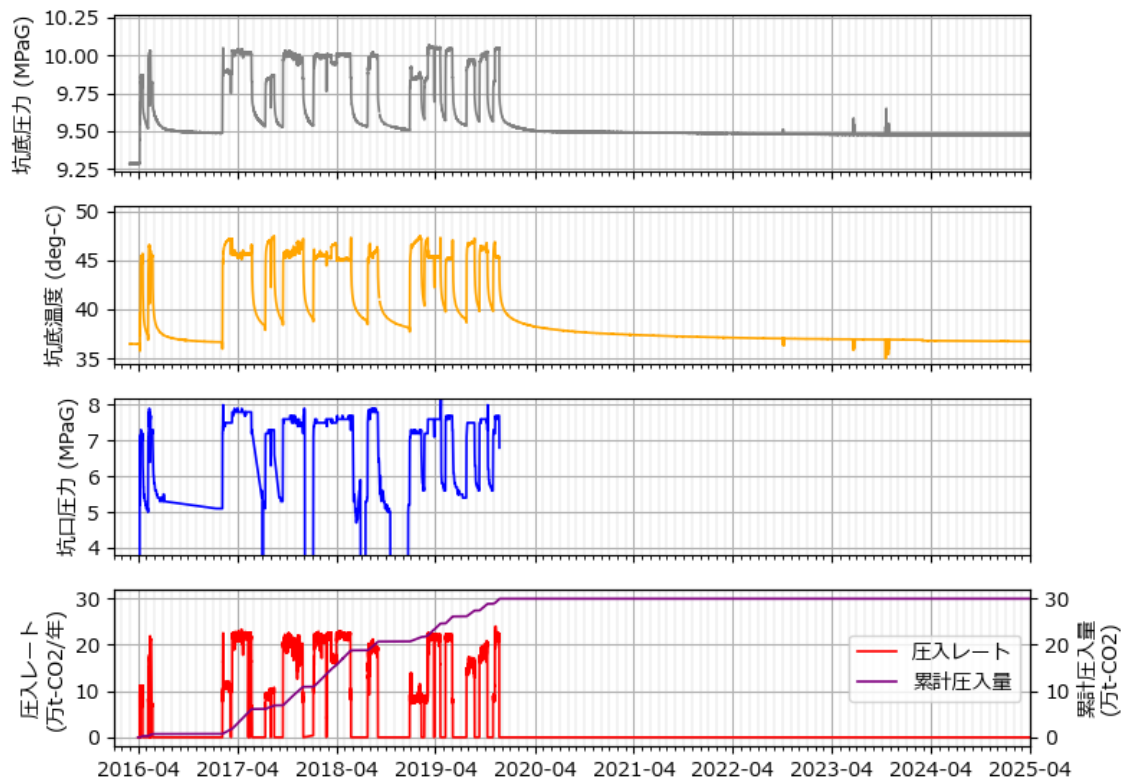


図 1.3-1 萌別層圧入井の圧入履歴

1.4 貯留した CO₂ のモニタリング (第 4 章)

1.4.1 実施内容および成果

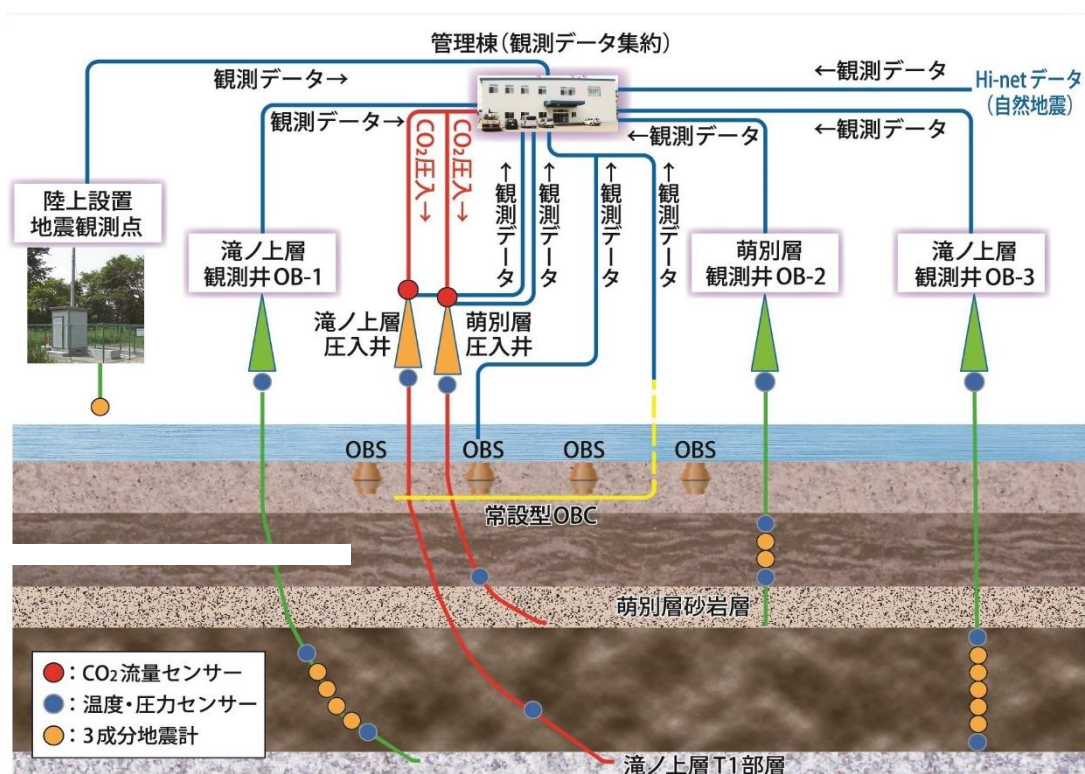
本事業においては、圧入した CO₂ の貯留層での挙動をモニタリングし、漏洩・漏出の有無を確認することを目的に、圧入井および観測井での坑内の圧力・温度観測に加え、観測井坑内地震計、常設型 OBC および苫小牧周辺の Hi-net^{*1)}による微小振動・自然地震観測、ならびに弾性波探査を用いて地下の状態変化のモニタリングを実施している。圧入井、観測井およびモニタリング設備の配置を図 1.4-1 に示す。また、すべての観測データの一元管理、観測データの表示と異常の監視および各種解析機能を備える総合モニタリングシステムの概要を図 1.4-2 に示す。

^{*1)} Hi-net (High Sensitivity Seismograph Network Japan、(国研) 防災科学技術研究所 (NIED) の高感度地震観測網のこと。苫小牧周辺には「厚真」観測点がある。なお、Hi-net は、日本各地、地域ごとの地震の特徴を詳しく把握するために約 20 km 間隔で設置された無人で微弱な揺れの感知が可能な 24 時間連続稼働の高感度地震観測網であり、1996 年に観測が開始され、2011 年時点で日本全国に約 800 箇所の観測点が配置されている。観測データは常時、中央局 (データセンター) に送られ、気象庁による緊急地震速報や地震発生後の震源決定、地震調査委員会による地震活動の現状把握、高精度即時震源パラメータ解析システム (AQUA) 等様々に利用されている。



注) OBSと陸上設備地震観測点は2021年度に運用終了・撤去

図 1.4-1 圧入井、観測井およびモニタリング設備の配置



注) OBS と陸上設置地震観測点は 2021 年度に運用終了・撤去

図 1.4-2 総合モニタリングシステム概要

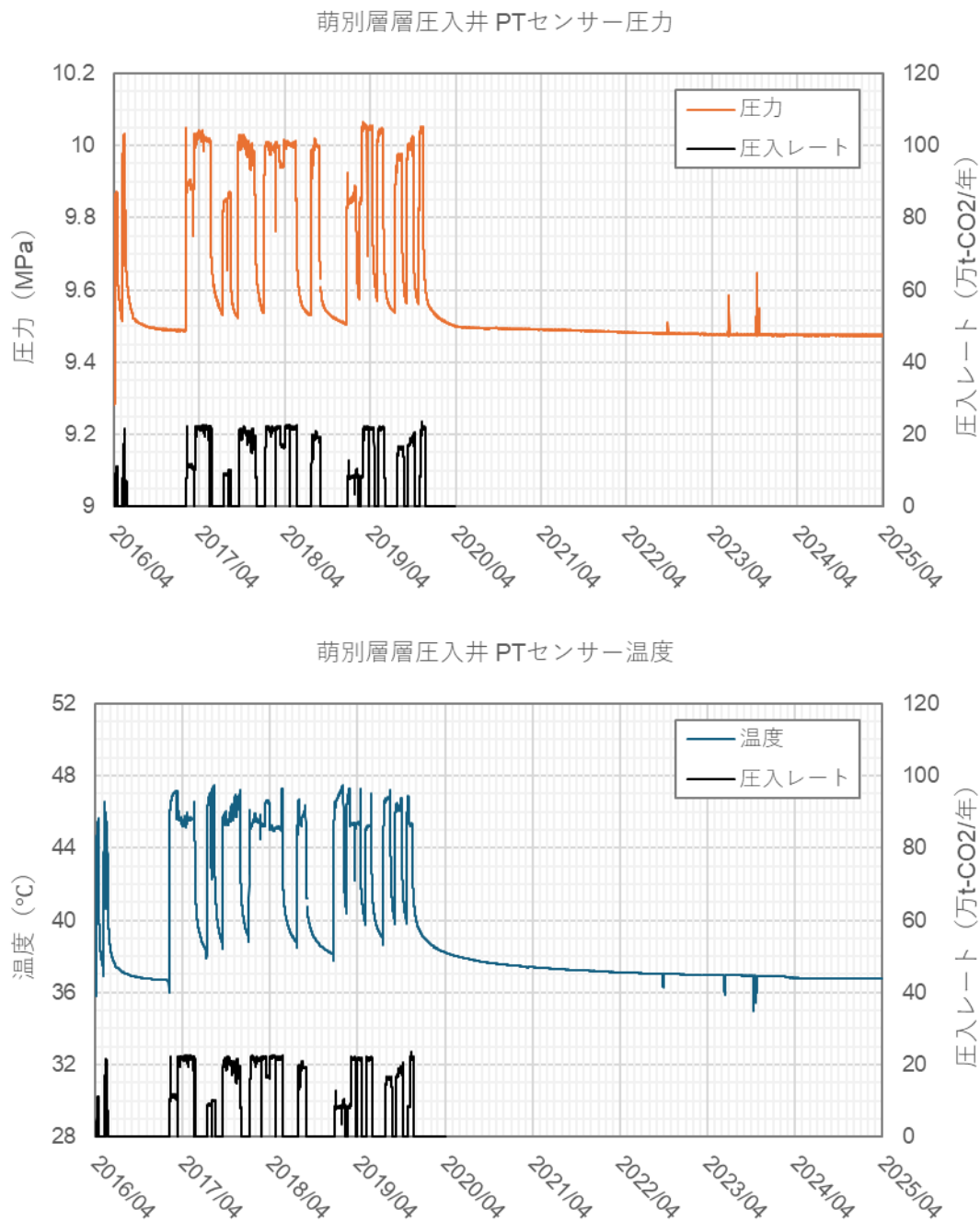
(1) 坑井を利用した圧力・温度モニタリング

圧入井および観測井を利用した圧力・温度モニタリングでは、ベースライン測定時から圧入中そして圧入停止以降、連続観測を継続している。

2024年度の圧入井の坑底圧力・温度の観測値について、萌別層圧入井 IW-2^{*2)}および滝ノ上層圧入井 IW-1^{*3)}それぞれにおいて、貯留層の異常を示す事象は観測されていない。IW-2 および IW-1 の地下に設置した圧力・温度センサー（PT センサー）による圧力と温度のモニタリングの実績を図 1.4-3 および図 1.4-4 に示す。貯留層の状況については圧力・温度が圧入開始前の状況に近づいており、漏洩・漏出のリスクは低下する傾向にあると考えられる。

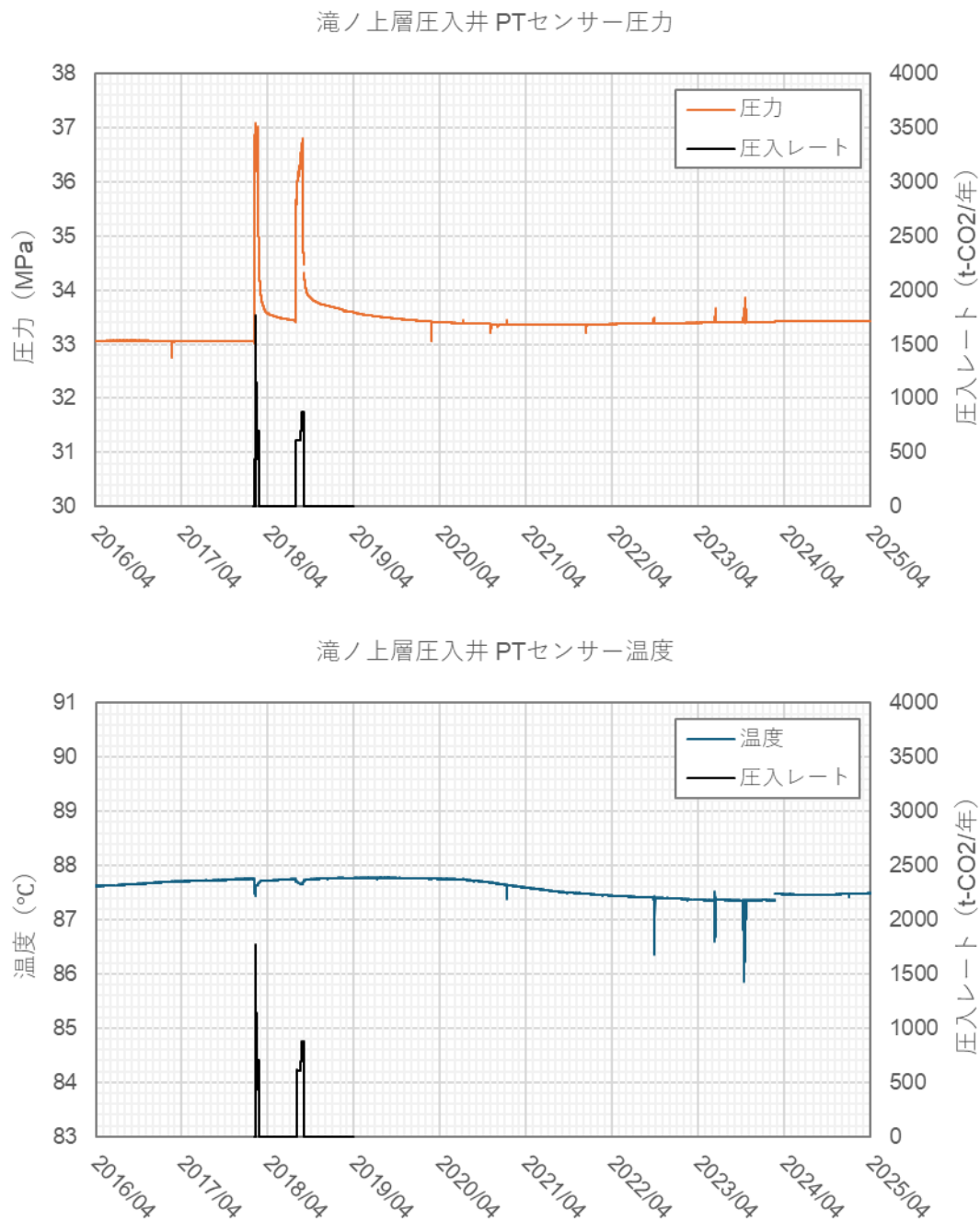
*2) IW-2：萌別層への CO₂ 圧入井（2015 年度に掘削）。

*3) IW-1：滝ノ上層への CO₂ 圧入井（2015 年度に掘削）。



- 注 1) 同一深度に 2 基の PT センサー（主副）を設置している。グラフは主副平均値を示している。
- 注 2) 1 年は 365 日として圧入レートを算出。
- 注 3) 萌別層に圧入を実施した 2016 年 4 月から 2019 年 11 月を含む、2016 年 4 月から 2025 年 3 月末までの圧力と圧入レート（上図）、温度と圧入レート（下図）を示している。2022 年以降に見られるスパイク状のノイズは、機器の不具合（2022 年）や他機関による電磁探査の影響（2023 年）であるほか、2024 年 2 月に見られるデータのオフセットは、データロガー更新の影響であり、貯留層内の異常ではない。

図 1.4-3 IW-2 の坑内に設置した PT センサーの圧力・温度データ



注 1) 同一深度に設置した 2 基の PT センサーの指示値を平均した値を示している。

注 2) 滝ノ上層に圧入を実施した 2018 年 2 月から 9 月を含む、2016 年 4 月から 2025 年 3 月末までの圧力と圧入レート（上図）、温度と圧入レート（下図）を示している。2019 年以降、とりわけ 2022 年以降に見られるスパイク状のノイズは、機器の不具合（2022 年）や他機関による電磁探査の影響（2023 年）であるほか、2024 年 2 月に見られるデータのオフセットは、データロガー更新の影響であり貯留層内の異常ではない。

図 1.4-4 IW-1 の坑内に設置した PT センサーの圧力・温度データ

観測井においては、観測井近傍の貯留層における圧力・温度の変化が観測されていない

ことを確認した。なお、2024年度は観測井 OB-2^{*4)}において坑内機器回収作業中にアーマードケーブル破断による坑内ツールの遺留事故が発生した(2024年9月15日)。その後の坑内調査の結果を踏まえて、遺留機器の引き上げは行わず、浅部に坑内機器を再設置して計測を再開した。2025年1月26日に再設置するまでの欠測期間は133日である。その他、圧入井および観測井の維持管理のために必要な保全と坑口装置腐食調査の準備を実施した。

(2) 微小振動・自然地震のモニタリング

総合モニタリングシステムの諸機能を利用し、CO₂圧入地点近傍(CO₂圧入地点を中心とする東西6km×南北6kmの範囲)における微小振動および本事業の周辺地域(CO₂圧入地点を中心とする東西50km×南北38kmの範囲)での自然地震の発生状況^{*5)}を引き続き把握した。微小振動・自然地震モニタリングでは、坑井内地震計、海底下OBCを使って、通常地震観測と比較してノイズレベルが低い環境において微小な振動の計測を継続している。2024年度の微小振動・自然地震モニタリングでは、微小振動モニタリング範囲内において5件のイベントを検知したが、いずれの振源深度も5km以深と、圧入深度と比べて深い位置に推定されており、圧入とは無関係の極微小地震を検知したものと考えられる。また、本事業の周辺地域において気象庁公表の131件に対して実証試験では531件のイベントを検出した。これら各観測井の圧力・温度等のモニタリング結果、微小振動・自然地震の発生状況および海洋環境調査結果等は、当社Webサイトならびに苫小牧市役所のモニターにて発信した。

(3) 繰り返し弾性波探査

観測システムによるモニタリングに加え、繰り返し弾性波探査を定期的実施し、CO₂圧入開始前と圧入後におけるCO₂の挙動や分布状況を把握している。2024年度は、2022年度と同様の調査仕様にて繰り返し弾性波探査の第7回モニター調査(以下、「本調査」と称する。)を実施した。受発振測線位置図を図1.4-5に示す。図1.4-6に、圧入前の記録(ベースライン)と第2回から第7回モニター調査(2017~2024年度)との差分に関する水平断面での比較を示す。圧入井の坑跡の周りに暖色系の領域が分布している様子が確認でき、この同心円状の部分にCO₂による弾性波の振幅異常が表現されている。この部分は、圧入井の深度にして約980~1000mであり、圧入仕上げ区間の上部区間に相当する。

*4) OB-2: 萌別層を対象とする観測井(2012年度に掘削)。

*5) 3本の観測井に設置した地震計、常設型OBCの観測データに加え、本実証試験地域周辺にあるHi-netの10観測点(大滝、室蘭、白老、千歳、追分、厚真、西平取、門別西、門別東、静内)のデータの提供を受け、独自に微小振動および自然地震の震源解析を実施している。

繰り返し弾性波探査における処理結果からは、プルームは圧入中には拡大していたが、2019年の圧入停止以降、プルーム直径の差異は小さく、CO₂の水平方向の広がりは見られない。また、これより上位にある遮蔽層区間の差分抽出結果からは、貯留層よりも上位の振幅異常について、変化は引き続き見られないことから、少なくとも浅部への二酸化炭素の移動はなく、新たな亀裂等による漏洩経路の存在は確認されていない。したがって、圧入したCO₂は想定通り、貯留層内に存在していると考えている。

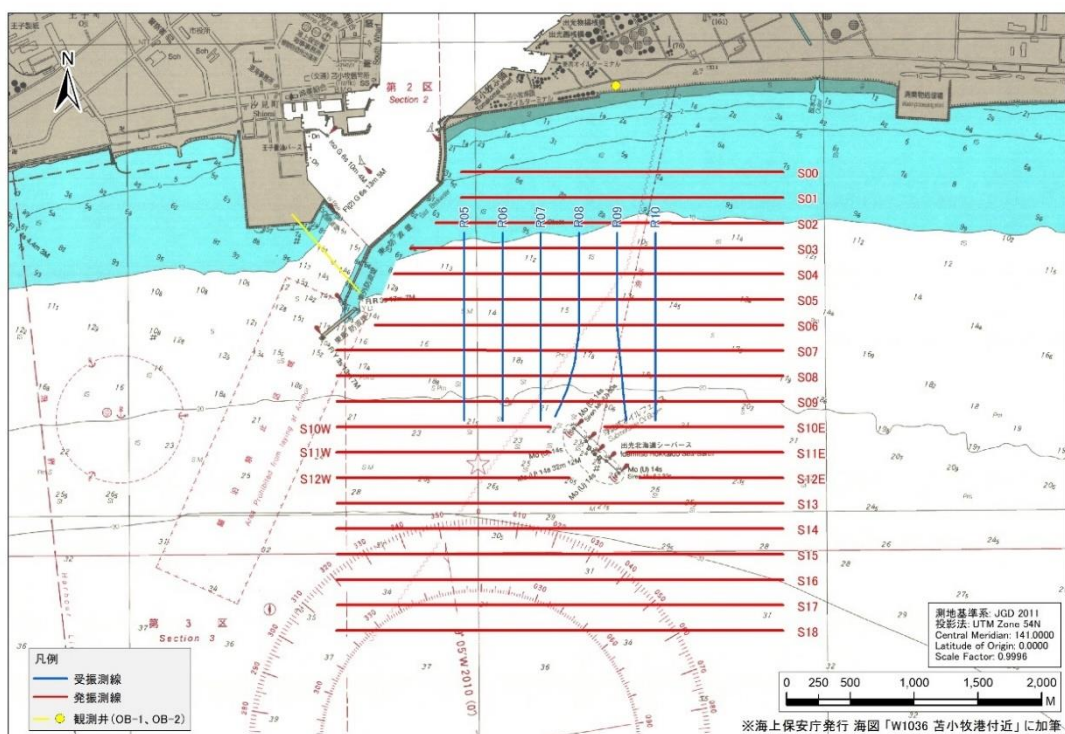


図 1.4-5 弾性波探査 受発振測線位置図

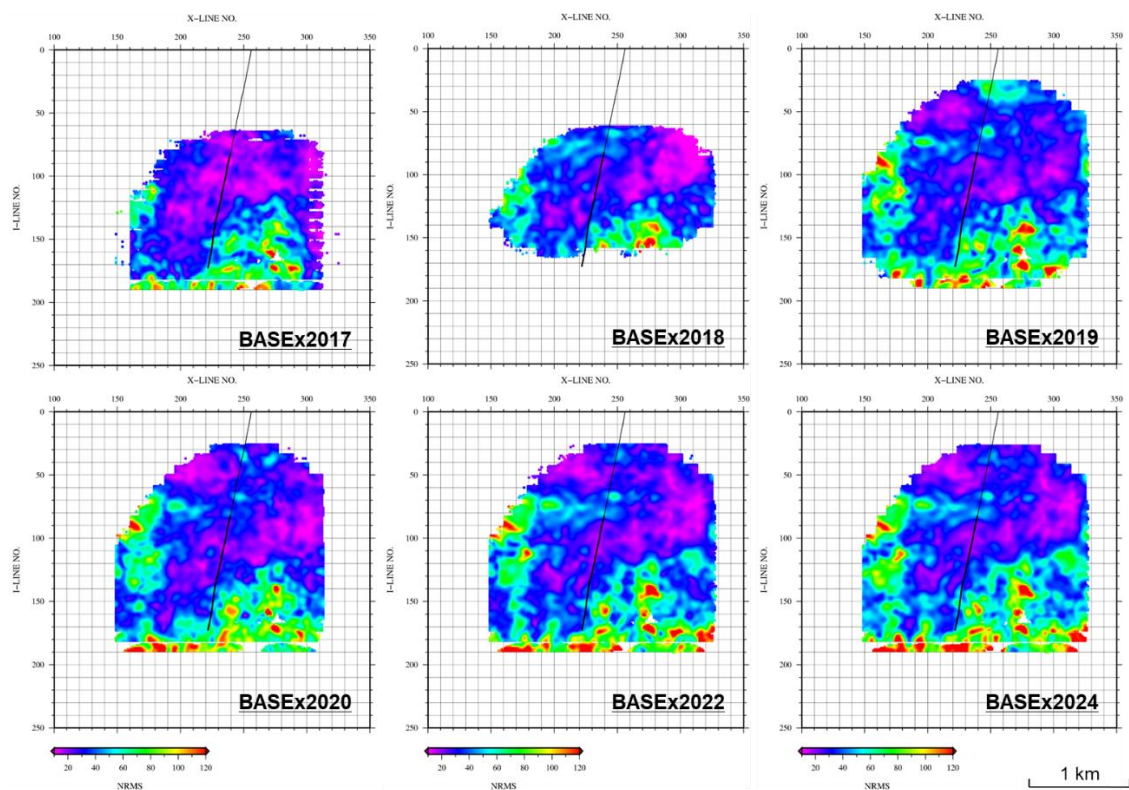


図 1.4-6 (1) 弾性波探査 データ差分抽出結果 (遮蔽層区間:810-890 ms)

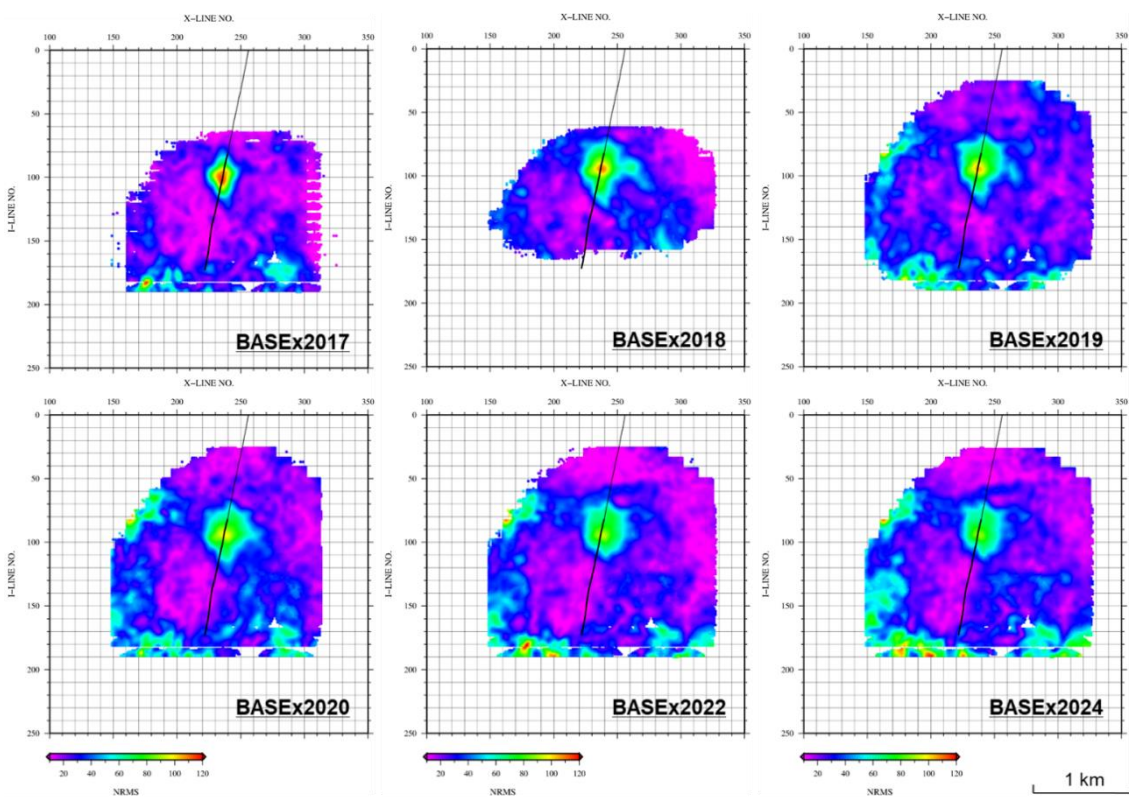


図 1.4-6 (2) 弾性波探査 データ差分抽出結果 (貯留層区間: 970-1050 ミリ秒)

1.4.2 今後の課題等

2025年度も引き続き圧入井および観測井における圧力・温度測定を実施し、貯留層状況を監視する。2024年度に発生した観測井におけるケーブル破断の原因追及についても引き続き行う予定である。

また、観測井坑内地震計および苫小牧周辺のHi-netによる微小振動・自然地震観測を引き続き実施し、本事業の周辺地域での自然地震の発生状況を把握する。あわせて、2024年度の検討結果に基づき、常設型OBCについては2025年度に運用停止および撤去を行う。

繰り返し弾性波探査では2025年度にデータ処理を実施し、統合ベースラインの更新、多重反射の除去等、引き続き圧入したCO₂が想定どおりに貯留層内に存在していることの確認に関する手法について検討する。

1.5 貯留層等総合評価（第5章）

1.5.1 実施内容および成果

2024年度に新たに追加取得したデータが事前の予測・評価の範囲内にあることの確認を目的に、圧力データの実績と予測の比較やCO₂圧入および圧入停止後の貯留層圧力推移についてのデータ解析を実施した。その結果、特に貯留層の異常を示す事象は生じておらず、シミュレーションの予測の範囲内であると考えられる結果を得た。図1.5-1および図1.5-2にIW-2における坑底圧力の予実績比較を示す。

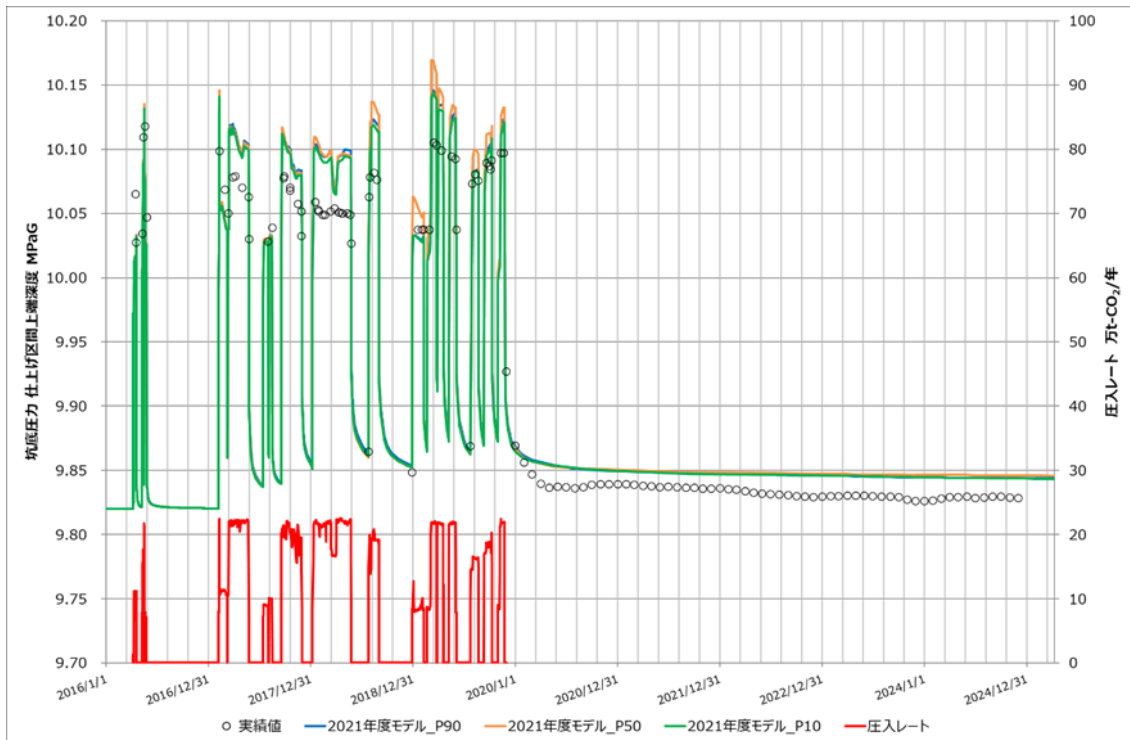


図 1.5-1 IW-2 坑底圧力（仕上げ区間上端深度での圧力）の予実績比較

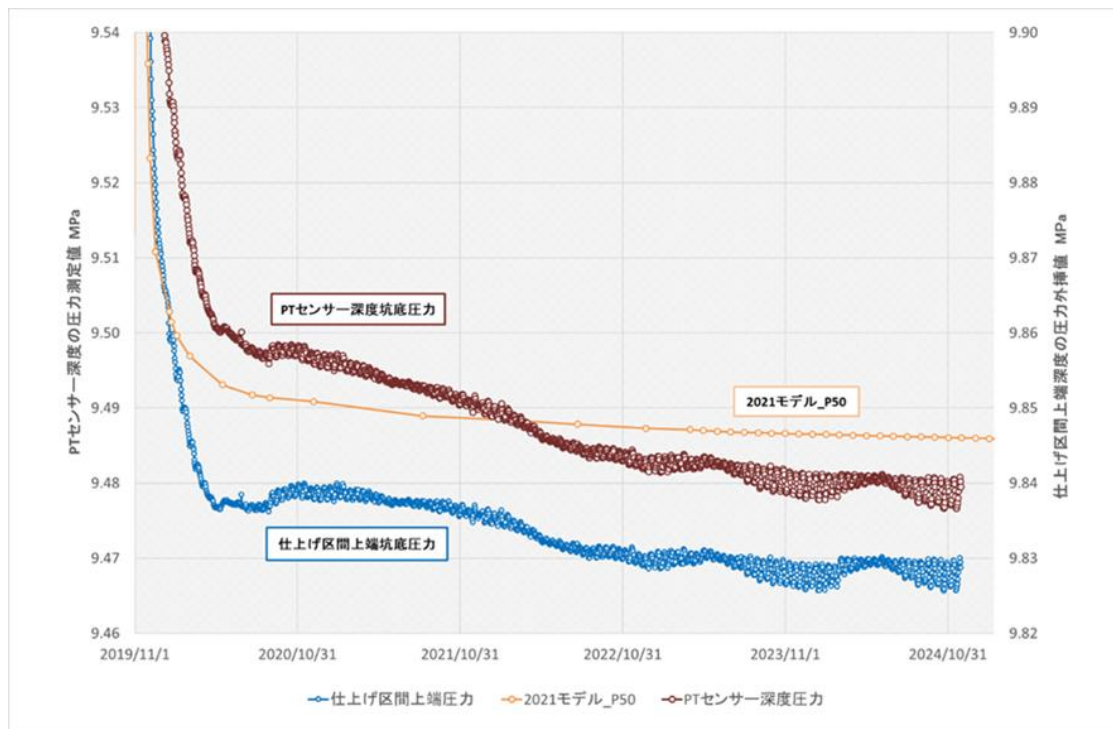
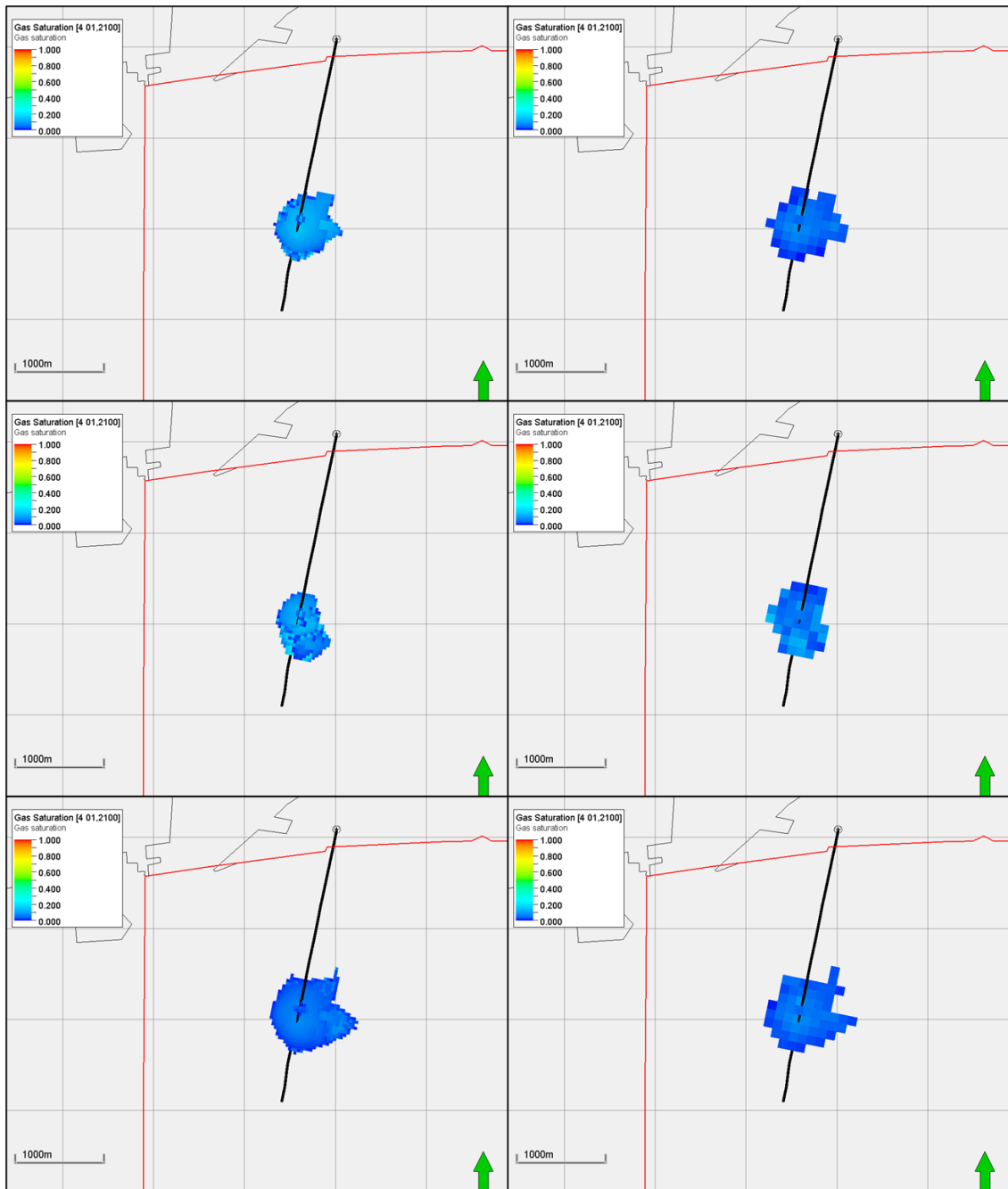


図 1.5-2 IW-2 坑底圧力の予実績比較（圧入を停止した 2019 年 11 月 22 日以降）

また、総合検討として、まず 2023 年度に処理した弾性波探査データをもとに地質モデル更新の必要性について検討を行ったところ、地質モデル更新は不要との判断に至った。

さらに、2024年度は、既存モデルについて、異なるグリッドサイズでCO₂飽和率分布、溶存CO₂量分布、圧力変化分布の推移を比較した。図1.5-3では例として2100年時点でのCO₂飽和率分布を示す。なお、CO₂飽和率分布の経時変化を比較すると、いずれの具現像(A~C)およびグリッドサイズにおいても2030年頃までにはおおむね広がりが止まっていることが確認できた。



注) 上段:モデル A, 中段:モデル B, 下段:モデル C, 左:2024 年度モデル, 右:2021 年度モデル

図 1.5-3 CO₂飽和率分布 平面図 2100 年

また、4D 差分解析結果から示唆される CO_2 が貯留されている範囲、およびシミュレーションから示唆される CO_2 飽和率が変化する可能性のある範囲を重ねたところ、一定の整合性があることを確認した。 CO_2 飽和率分布範囲が安定するまでの期間の定量評価として、シミュレーションの CO_2 飽和率が一定の値を超えるセル数の変化率を計算したところ(図 1.5-4)、いずれのモデルにおいても CO_2 飽和率分布予測と調和的な結果が得られた。セル数のカウントによる手法は、 CO_2 長期的安定性の指標として適用可能となり得る可能性がある。

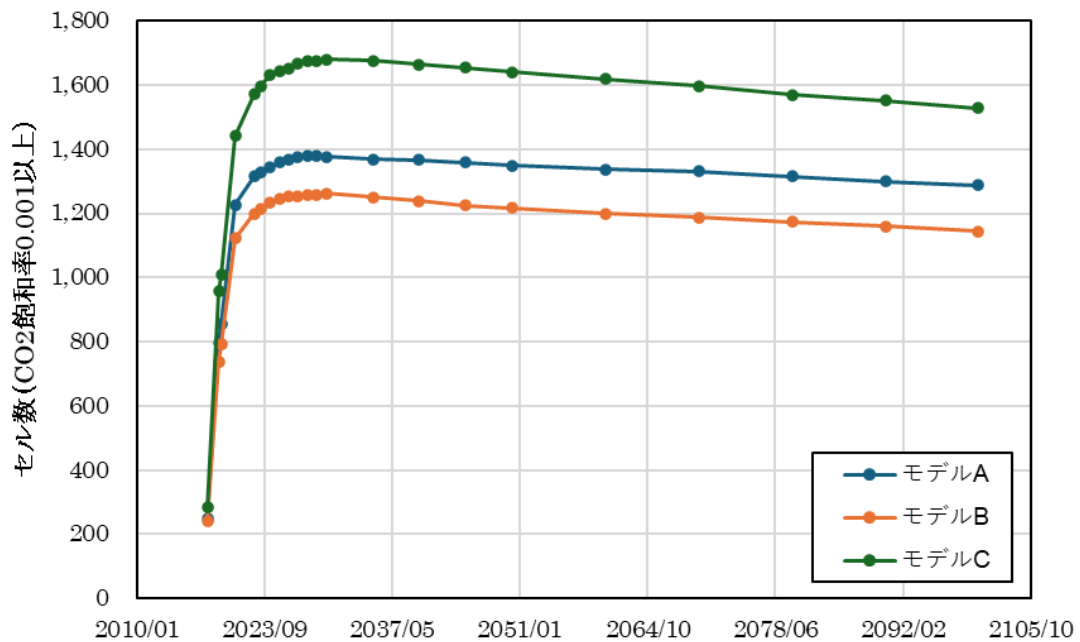


図 1.5-4 CO_2 飽和率 0.001 以上のセル数

1.5.2 今後の課題等

今回の評価手法に影響を与える要因に関して、今後の検討事項は以下を考えている。

1) CO_2 飽和率のカットオフ値

弾性波の差分解析では飽和率の変化のうち約 5%以上が表現されると考えられるので、3%、5%、10%等のカットオフ値を適用し、影響度を確認する。

2) モデル数

本スタディでは 3 モデルで検討を行ったが、さらにモデル数を増やして不確実性を検討する。

1.6 海洋環境調査（第6章）

1.6.1 実施内容および成果

海洋汚染防止法の監視計画では、溶存酸素飽和度（DO%）と二酸化炭素分圧（ $p\text{CO}_2$ ）との関係による移行基準（以下、「移行基準」と称する。）を定めている。

2024年度の通常時監視の四季調査では移行基準の超過判定において基準超過は認められなかった。監視段階の移行基準と四季（春、夏、秋、冬）調査で得られた観測値を図1.6-1～図1.6-4に示す。

海水の化学的性状に関しては、過年度の変動範囲から大きく外れる観測値はおおむね認められなかった。なお、2024年度は、秋季調査において「採泥による底質分析」を行ったが、2020年度までの調査結果と大きな差異は認められなかった。

海洋生物の状況に関しては、植物プランクトンの出現細胞数や動物プランクトンの出現個体数は、過年度の観測結果と大きく異なるようなデータは認められなかった。また、苫小牧における重要な水産資源であるウバガイに関しては、夏季調査における分布密度の調査、年12回の生育状況の調査を実施し、過年度と同様の傾向を示していることが確認された。なお、秋季調査では「底生生物（ベントス）の調査」を実施し、2020年度までの調査結果との差異は、自然変動の範囲内であると推察された。

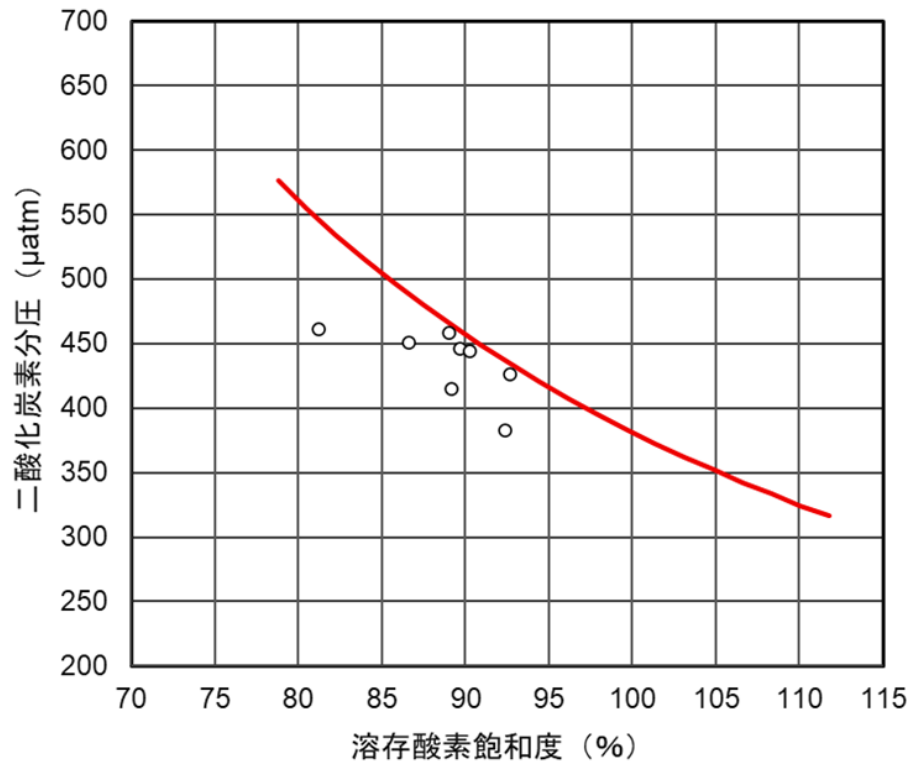


図 1.6-1 監視段階の移行基準（赤線）と春季調査で得られた観測値（丸印）

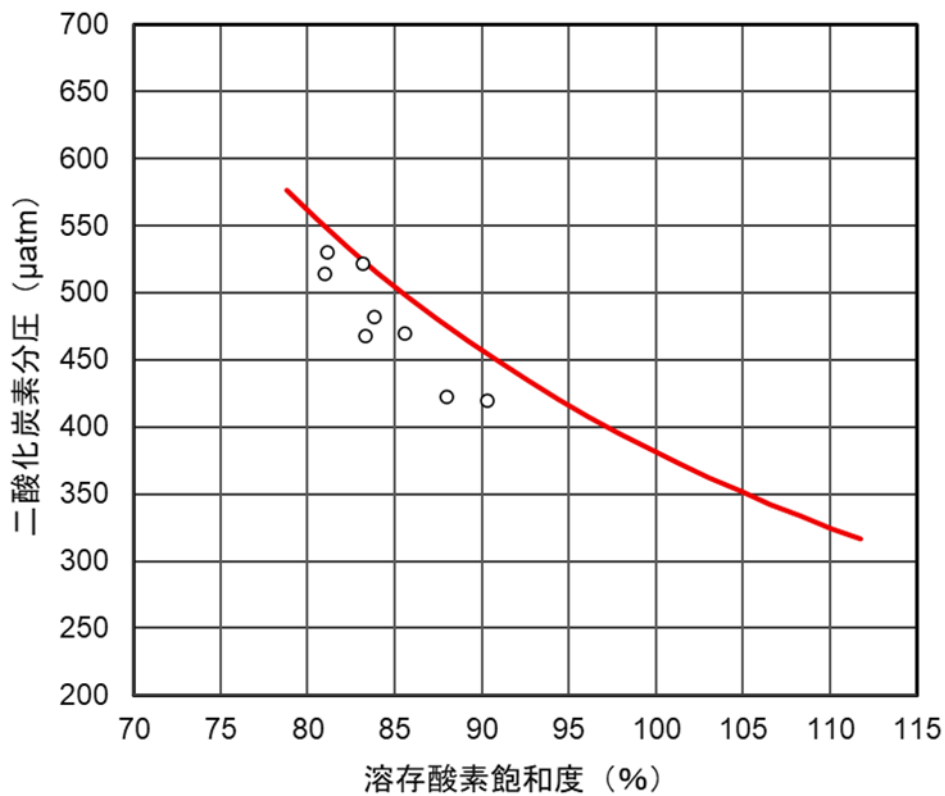


図 1.6-2 監視段階の移行基準（赤線）と夏季調査で得られた観測値（丸印）

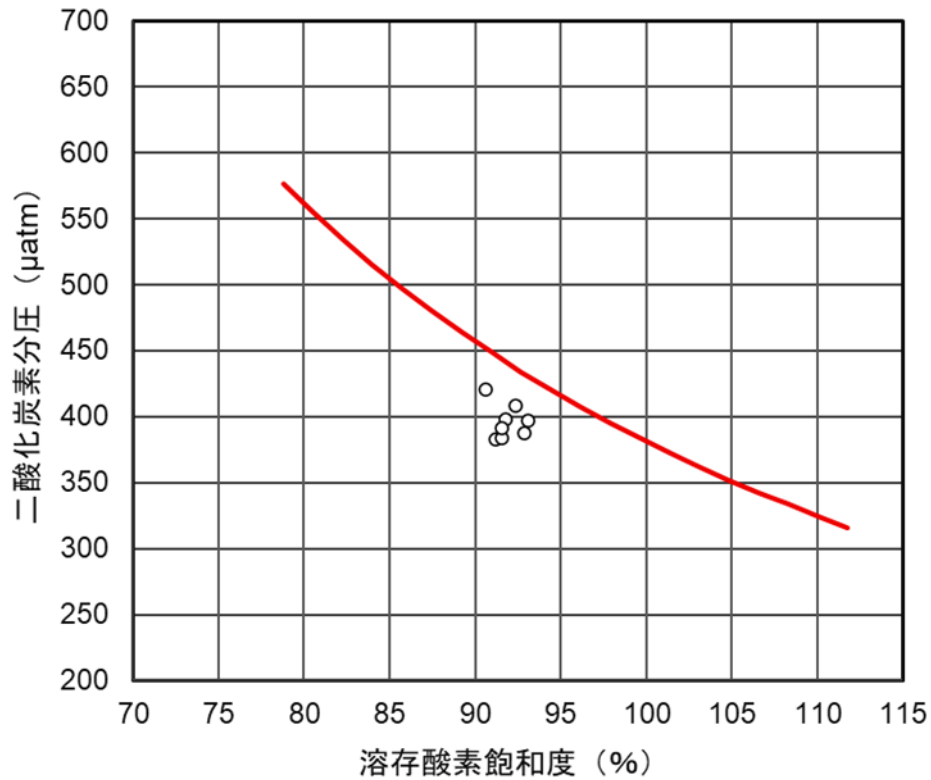


図 1.6-3 監視段階の移行基準（赤線）と秋季調査で得られた観測値（丸印）

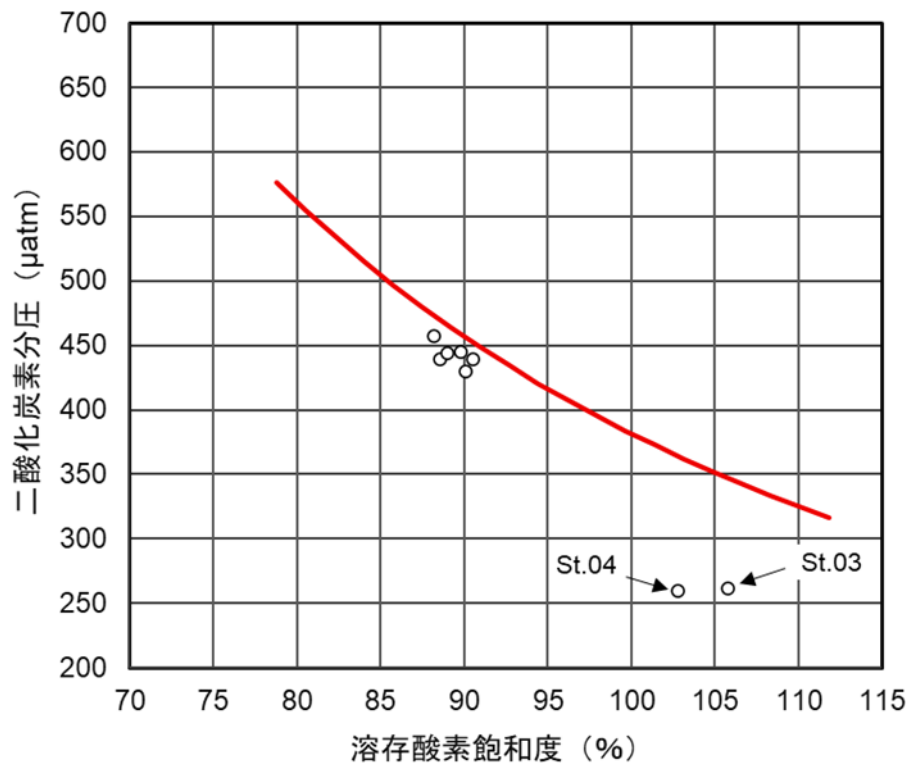


図 1.6-4 監視段階の移行基準（赤線）と冬季調査で得られた観測値（丸印）

係留系による水質連続観測については、従来の多項目水質センサーと海水用 pH センサーに加えて、 $p\text{CO}_2$ センサーを設置して連続観測を行なった ($p\text{CO}_2$ センサーによる観測は春季調査、夏季調査、秋季調査で実施)。連続観測の結果は、調査期間中の $p\text{CO}_2$ の採水分析値と $p\text{CO}_2$ センサー測定値を時系列として比べるとおおむね整合しており、環境変動を時系列で捉えていると考えられる。また、 $p\text{CO}_2$ センサーと多項目水質センサーから得られる溶存酸素飽和度 (DO%) の観測結果は、採水調査で得られた DO% と $p\text{CO}_2$ の相関線に沿った変動を示している (図 1.6-5)。なお、春季調査では採水分析の結果との乖離が大きいと認められるが、これは $p\text{CO}_2$ センサーの測定値が高めに出ていることに加えて、多項目水質センサーの DO 測定値から得られる DO%が高めになっていることも影響していると考えられる。これらのことから、センサーを定点に設置し連続的にモニタリングすることで異常の検知が可能になると考えられた。

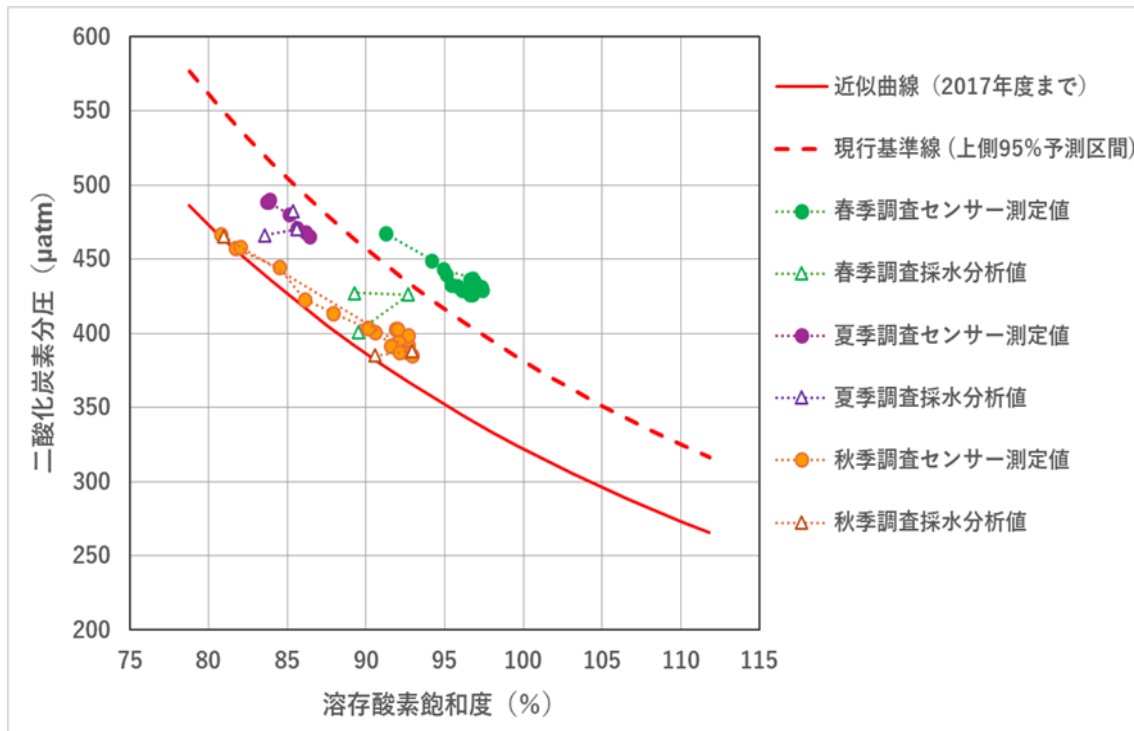


図 1.6-5 センサーによる測定値と採水分析結果の比較 ($p\text{CO}_2$ 対 DO%)

また、これまでの調査で蓄積された観測データに基づいて、 CO_2 漏出の検知手段としての海洋環境調査の有用性の評価を行った。海洋環境調査で得られる $p\text{CO}_2$ 、全炭酸 (DIC)、pH 等に基づく指標は、漏出による指標の変化に対して自然変動によるばらつきが大きいので、 CO_2 漏出検知の一次監視の目的で適用するのは現実的でないと考えられた。一方、海洋環境調査以外のモニタリング手法で貯留層における異常が検知され、海底面からの漏

出の発生もしくは漏出の懸念が生じた場合の二次監視において、生物影響の有無を評価する目的でpCO₂やDICを観測することは有用であると考えられた。

1.6.2 今後の課題等

2025年度も海洋環境調査による監視を継続する予定である。

なお、これまで監視計画に則り海水の化学的性状、海洋生物の状況等の海洋環境調査を実施してきたが、これまでの観測実績から、海水中のDO%とpCO₂の関係に基づく移行基準は自然変動による観測値のばらつきが大きいことが課題となっており、引き続き検討が必要である。

1.7 CCUSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査（第7章）

1.7.1 実施内容および成果

2024年度現在、日本政府は国際的な広い視野に基づいて国内法を精緻化するために必要な豊富で幅広い知見を求めている。当社は本事業の推進に加えて、こうした日本政府の動きを捉え、将来のCCS/CCUSプロジェクトの展開に資する情報を得ることを目的に、海外のCCS/CCUS政策、制度、規制等の最新動向等に係る調査を実施した。具体的には16箇国1地域について、気候変動対策に関わる政策やCCS法およびその下部規則等の整備状況に関する調査を行い、関連する規則やガイダンス的資料等を入手した。また、海外において、CCSの技術革新や投資促進のために導入された政策メカニズムや国際的枠組、CO₂貯留の長期責任、CO₂の越境輸送を含むCCS事業に関する検討状況についても最新動向を調査した。

本調査のまとめに際しては、日本の先行事例となり得る海外のCCS支援制度やファイナンススキームについて、2024年度に動きがみられたいくつかの国について、「海外における政策の最新動向」として考察を行った。具体的には、2024年度に新しい動きがみられたEU、フランスおよびドイツ、ならびに日本がカーボンニュートラルの達成に向けて有望な貯留地を活用することを検討しているアジア地域のうち、CO₂越境輸送に関する法制度の検討や新たな制度整備が進められているインドネシアとマレーシアに焦点を当てた。

このほか、2024年（令和6年）9月の第5回カーボンマネジメント小委員会の「今後のCCS政策の方向性について」に示された日本のCCS展開のための現状の課題等を参考に、今後日本が重点的に取り組むべき「CCSのコスト低減」について、本調査により得られた最新動向から、国内のCCSに関する環境整備に向けた海外の先行事例として、重点的な考察を行った。

1.7.2 今後の課題等

2024年度の海外法規制の検討状況に関する調査を通じて、多くの国、地域が、自国におけるCCS固有の法令について検討段階や準備段階にあることが分かった。海外では特に欧州を中心にCCSの大規模ネットワーク化のための政策支援の検討も顕著に進んでいることから、今後の日本のCCS展開に向けた先行事例として注視していくことが重要と考える。2025年度についても国境を越えたCO₂の輸送を含め、海外における法規制の検討状況を重点テーマとして取り扱うこととする。

1.8 国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動

1.8.1 実施内容および成果

本事業の円滑な推進には、国民、特に当センター周辺地域の関係者から深い理解と信頼を獲得することが必要である。本事業の社会的受容性活動（Public Acceptance。以下、「PA活動」と称する。）では、関係者との信頼関係を維持・強化することに注力しつつ、見学会・講演会・パネル展、地域で開催されるイベントへの出展、講義・講演の実施等、直接対話が可能な取り組みを通じて、CCSの目的・意義・技術・安全性についての理解を得ることを基本として、対象者に合わせたわかりやすい情報発信に努めている。特に、当センター周辺地域の住民との信頼関係を維持・強化することに注力しつつ、さらに、国内外の企業関係者・業界団体・学生等の見学の受け入れや講義の開催、寄稿や各種イベントへの参加やパネル展の開催等を展開した。

2024年度の国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動の概要を表1.8-1に示す。

表 1.8-1 国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動

苫小牧市およびその周辺地域における情報収集発信活動		
地元市民向け現場見学会（バスツアー）	全世代向け（1回）	計1回、31名
パネル展の開催	環境広場さっぽろ 2024 北海道庁パネル展 ビジネス EXPO2024 他3件	計6件
北海道における講義・講演の実施、CCS講演会の開催	学校・団体等（7回） CCS講演会（1回）	計8回
子ども実験教室／地域で学ぼう SDGs 夏休み1日自由研究の開催	子ども実験教室（5回） 地域で学ぼう SDGs 夏休み1日自由研究（1回）	計6回、134名
苫小牧市との連携	市庁舎に情報公開モニターの設置等	—
国内他地域における情報発信活動		
現場見学会	企業、大学、研究機関、一般等	計258件、2,607名
講演の実施	一般向け（5回）	計5回、455名
展示会、シンポジウム、学会へのブース出展	2024地球温暖化防止展 エコプロ2024 CCSテクニカルワークショップ 他2件	計5件、3,917名 ^{*1}
その他の情報発信活動		
メディア対応	プレスリリース、新聞報道、雑誌・書籍掲載等	32件
寄稿および発表	地球温暖化への挑戦～苫小牧 CCSプロジェクト	3件

*1 CCSテクニカルワークショップを除く当社ブース来訪者数

2024年度は、CCS事業法の制定、先進的CCS事業化の採択、CCS事業法による北海道苫小牧市沖の一部区域が特定区域へ指定されたこと等、CCSの事業化に向けた具体的な動きの中、本実証試験へも高い関心が寄せられており、メディア（新聞・雑誌・テレビ）での報道、当センターの見学件数・見学者数も高い水準で推移している。当センターの現場見学件数と見学者数の推移（2012年度 - 2024年度）を図1.8-1に示す。

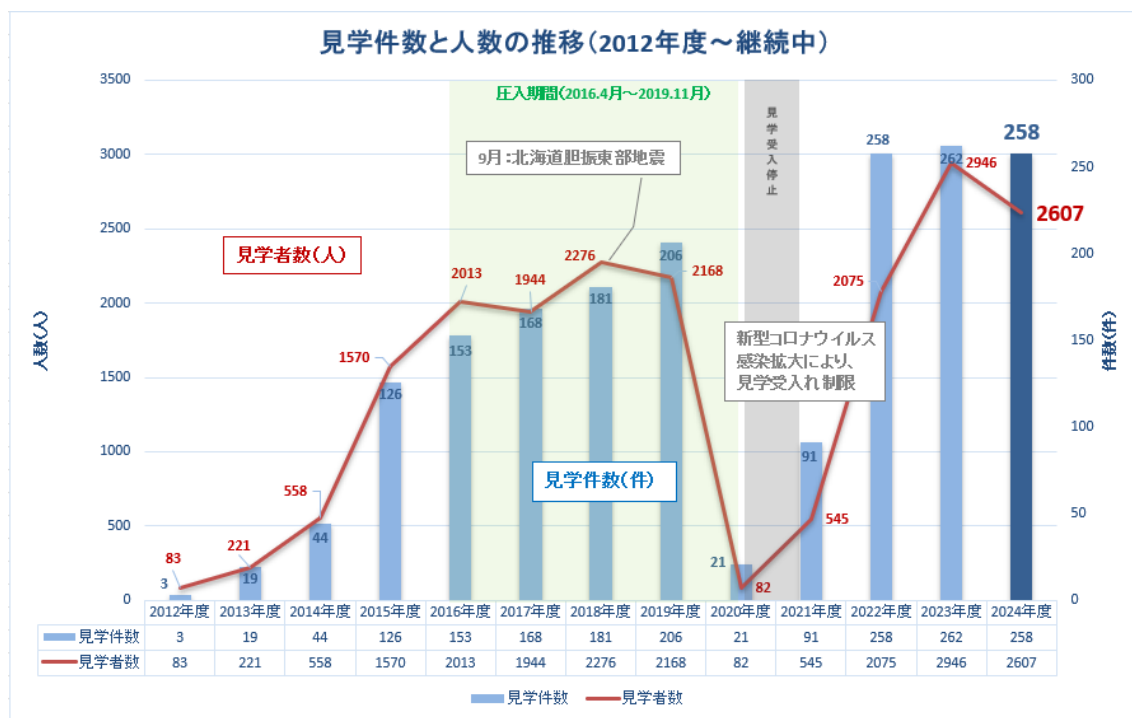


図 1.8-1 現場見学件数と見学者数の推移 (2012 年度 - 2024 年度)

この他、継続的に取り組んでいる地域とのコラボレーション企画であるパネル展の開催、苫小牧市庁舎設置のモニターによる情報発信、首都圏を中心とした各種展示会へのブース出展、講義・講演の実施、メディア対応等、積極的な情報発信に努めた。

また、年間を通した様々な PA 活動における質疑等からは、世間の関心が CCS 技術そのものから、CCS 政策の方向性や将来の社会実装のあり方に広がる等、CCS の今後の事業展開への注目の高まりを実感した。

当社のホームページと Facebook および公式 YouTube チャンネルにおいては、情報更新を図る等、内容の充実を図り最新情報の発信に努めるとともに、年度ごとの「苫小牧における CCUS 大規模実証試験成果報告書 (2018 年度～2023 年度)」を新たにホームページで公開した。

1.8.2 今後の課題等

引き続き、国民、特に当センター周辺地域の自治体および住民から深い理解と信頼を獲得する取り組みが重要である。直接対話を可能とする見学会、講演会、学習教室等のイベントやパネル展の開催、苫小牧市役所ロビーのモニター設置による情報発信、コラボレーション企画による周辺地域との関係強化等、数多く効果的に、また継続的に行うことが肝要であり、引き続き、情報発信の機会と選択肢の拡大、露出機会の増加、訴求力の強化を

テーマに継続していく必要がある。

1.9 海外への情報発信ならびに情報収集

1.9.1 実施内容および成果

2024年度の国際活動における海外への情報発信では、主に最新の技術的成果（モニタリング成果等）をはじめ、本実証により培った技術的知見、地元対応等の社会的側面における成果・知見等を発信し、日本のCCS技術のプレゼンスの向上を図った。

情報収集の面では、諸外国のCCSに係る先行事例や政策検討状況等を把握し、本事業、および日本のさらなるCCS技術の向上と政策検討等に有効活用されることを目指した。

海外からの視察者実績は、34 箇国、35 件、400 名に上り、過去 13 年間にわたる本実証期間（EPC 期間、圧入中、圧入停止後を含む）において 3 番目に多い実績となった。日本とアジア諸国との CCS に関わる連携や、アジア地域における CCS の法整備が進んでいることを背景に、国別視察者の大半は、図 1.9-1 の国別視察者数に示す、上位 5 箇国である韓国、中国、ベトナム、インドネシア、マレーシア等を含むアジア諸国が占めた。

視察者向けプレゼンテーションでは、本事業の主要な成果や、2024 年度の研究項目である圧入停止後のモニタリングの成果等を発信し、本事業の安全性、技術的信頼性に対する理解促進を図った。

2024 年度国別視察者数（人）		
1	韓国	55
2	中国	46
3	ベトナム	42
4	インドネシア	39
5	マレーシア	37
6	モンゴル	26
7	スリランカ	18
8	米国	13
9	オマーン	12
10	タイ	11
	その他	101
計		400

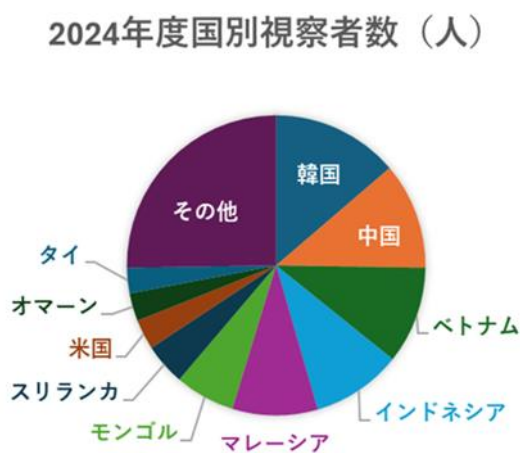


図 1.9-1 2024 年度国別視察者数

国際会議等における成果発表件数は 4 件、出展は 1 件、情報収集は 1 件で、活動の地域は主に欧州、オーストラリア、アジア地域、米国であった。日本の CCS プロジェクトのカ

ウンターパートとなる組織や事業が属するオーストラリア、アジア地域では、スケールメリットの得られるハブ&クラスター化構想等の大規模事業や、排出源から貯留地までの一貫した CCUS の実施と最適な輸送方法等の検討が急速に進められていること、また、カナダや米国では排出削減の難しい産業への適用を含め、革新的技術の開発やインセンティブの検討が進んでいることが確認され、日本の先行事例となる情報も多く得た。このほか COP29 の出展では、CCS 導入の兆しが見られる国や地域の政策担当者に、CCS の基本情報を含めた本事業の成果を発信し、日本の CCS 技術に対する高い関心を得た。

外国語ツール、ホームページ、メディアを通じた情報発信（情報発信ツールの維持、更新を含む）では、海外の CCS 関係者に、圧入後のモニタリング活動等の成果、パブリック・アウトリーチ（PO）活動の成果、国際活動の成果を掲載する等、本事業に関する主な成果を正確かつタイムリーに発信した（英語版 HP「お知らせ」への掲載数：26 件等）。

また、主に国内ステークホルダー向けに発信、配布した日本語版季刊誌「国際だより」（図 1.9-2）では、2024 年度に実施した国際会議等での講演・発表、その背景、成果、世界各国からの視察者対応、各国の CCS/CCUS の最新動向を紹介し、当社の国際活動の理解促進と、各国の CCS/CCUS 最新動向に対する理解の深化を図った。



図 1.9-2 季刊誌「国際だより」2024 年度発行号表紙

1.9.2 今後の課題等

準備段階を含めて 13 年以上にわたる本 CCS 実証事業の安全な実施の取り組みと、それにより得られた様々な成果に対する海外からの高い関心が継続していることが、2024 年度の国際活動を通じて確認された。これを踏まえて、今後も視察対応を含む海外に向けた情報発信活動に取り組む。また、海外における CCS の活発な動きや進展が、日本の有効な先行事例となることを見据えて、それらの情報収集にも重点的に取り組むほか、最新の情報を入手し、意見交換を行うという観点での海外組織との交流にも引き続き取り組む。

1.10 社外有識者による技術指導

1.10.1 実施内容および成果

外部有識者から構成される「苫小牧CCS実証試験に係わる課題検討会」(以下、「課題検討会」と称する。)を設置し、社外有識者による確認と助言を得て事業推進の一助としてきた。2024年度においては、第22回課題検討会を2024年9月、第23回課題検討会を2025年2月に実施した。課題検討会では、特にCO₂圧入開始前から継続的に実施している繰り返し弾性波探査解析結果および海洋環境調査結果等を報告するとともに、貯留層の特性評価および圧入したCO₂の安定性評価、ならびに海洋環境調査におけるCO₂漏出検知のあり方および監視計画見直しの方向性等に関する提案について助言を得た。

また、課題検討会の下に設置した「将来のCCS社会実装を見据えたあるべきモニタリングに係る分科会」の成果を活用して、企業の意思決定者や政策決定者、および一般の方々がモニタリングを理解するためのガイドとして、小冊子「CCSにおけるモニタリング技術とその特徴」を作成した。

1.10.2 今後の課題等

本事業の進展に伴って浮上した諸課題を、課題検討会での確認・助言を得て適切に対応してきた。今後も各種課題への対応、より望ましい対処法の検討に取り組むとともに、最新動向にも継続して取り込む必要がある。

1.11 将来計画の検討・準備等

1.11.1 実施内容および成果

CCUS技術の早期実用化に向け、CCSとCCUの連携運用時に発生する課題の抽出とその対策について、苫小牧CCS設備を利活用するケースを想定して検討を行った。

既存の苫小牧CCS設備を利活用するためには、1) CCUに原料CO₂やH₂含有ガス、および用役(電力、蒸気等)を安定して供給し、2) CCUからのCO₂やH₂を含有するオフガスや廃水・廃液を回収するとともに、3) 保安・安全衛生・環境(保安距離、ガス検知等)についても連携した運用が必要となる。

CCSとCCUとを連携するケースとして、CCUの生成物をメタノールとする場合を検討するとともに、メタノール製造以外のCCUS、すなわちSAF(Sustainable Aviation Fuel: 持続可能な航空燃料)を含む合成燃料(e-fuel)についても調査、検討を実施した。

(1) メタノール製造によるCCSとCCUの連携運用の検討

メタノール製造を想定したCCSとCCUの連携運用について、2022年度以降の一連の検

討結果を集約して、CCS と CCU との連携の条件および課題を抽出し、さらに、CCS から
のアウトプットと CCU に必要なインプットの整合性についてまとめた。

なお、メタノールは化学品製造の基幹物質であり、幅広い用途に用いられているのみならず、現在注目されている SAF への展開も期待できるので、今後の CCUS のあり方を検討していく上でも、この検討には大きな意義があると考えられる。

CCU 設備としてメタノール製造を想定した実証規模（既設 CCS 装置 40%負荷運転を前提）および社会実証時（既設 CCS 装置 100%負荷運転を前提）の CCS/CCU 連携運用について考察を行った。その結果のまとめを以下に記す。

① CCS とメタノール製造との連携

- 1) CCU 連携による CCS 設備への影響は少ない。
- 2) ただし、水素バランスの変更により、CCS 設備内の燃料バランスに影響がある。
- 3) CCS 設備の運転負荷を 40%に限定せずに、圧入量を増やしてより高い運転負荷（約 70%以上）に負荷率を決定することが、燃料バランスおよび CO₂ 排出原単位改善の観点から望ましい。

② メタノール製造による CCS/CCU 連携の社会実装

- 1) ブルー水素活用が前提であるが、エネルギー消費も比較的少なく、日本のメタノール消費量の 5~10%を賄う規模の CCU 設備との連携が可能である。
- 2) CO₂ 排出量を抑えることができ、効果的な CO₂ 活用が期待できる。
- 3) CCU 設備の製品であるメタノールからは SAF への展開も視野に入れることができ、本連携は今後の試金石になる可能性がある。

③ メタノール製造を想定した CCS/CCU 連携運用の総括

実証規模においては、CCU 連携による CCS 設備への影響は少なく、また社会実証時には、日本のメタノール消費の 5~10%を賄う規模の CCU 設備と連携できることが分かった。一方で、本事業では、将来想定される CCUS 実証（CCS と CCU の連携運用）に向けて検討を行ったが、実証試験により得られるコスト検討や CO₂ 排出係数の算定には至っていない。また、今後の課題としては、ライフサイクルアセスメント（LCA）の考え方に基づく CO₂ 削減効果の精査、および既設 CCS 装置のブルー水素を前提とした評価からクリーンエネルギーの調達可能性を踏まえた評価への移行等も挙げられる。

(2) メタノール製造以外の CCU（燃料製造）技術の調査

2023 年度に引き続き SAF 製造技術について調査するとともに、その他の燃料として、

e-メタン、LP ガス、合成燃料 (e-fuel) について製造技術に関する国内動向調査を行った。

(3) CCS/CCU 連携運用の要領と意義

CCUS の早期実現に向けて、苫小牧 CCS 実証試験設備を活用した CCS と CCU の連携運用を検討した。CCS/CCU 連携運用の要領は以下のとおりである。

- 1) 分離回収した CCS 用の CO₂ の一部を計画的に CCU 用原料として供給する。
- 2) 苫小牧の場合には、分離回収設備でブルー水素を副生するので、CCU の水素原料として活用できる。
- 3) CCU の製造規模を地域の需要を考慮して設定する。ブルー水素が不足する場合には、グリーン水素の供給システムを組み込む。
- 4) CCU で必要とする CO₂ 以外は、すべて CCS で利用する。
- 5) CO₂ 分離回収設備を最も効率の良い条件、すなわちフルロードに近い条件で定常運転するのが望ましいが、CO₂ 分離回収設備の運転負荷は、CCU の負荷に応じてフルロードの 40% まで低減可能であり、CCS/CCU 連携は柔軟な運転が可能である。

CCS/CCU 連携運用の意義としては、CO₂ から有価物を生み出す CCU によって、大気へ放出する CO₂ を削減するとともに、CCS 事業の経済性を向上させることがあげられる。

1.11.2 今後の課題等

CCS と CCU を連携して効率よく大気放散 CO₂ を削減できる可能性は確認できた。以下に今後の課題等を示す。

- 1) CCS と CCU の連携を効率良く実現するためには事業実施する地域での産業間連携が重要で、CCU が必要とする CO₂ 性状等の調整も必要であり、コストや CO₂ 排出係数への影響も検討する必要がある。
- 2) CCS からのアウトプットと CCU に必要なインプットの整合性は個別のケースごとに調整整合する必要があるが、CCS と CCU のインターフェイスとしての整合のための設備等の検討も必要である。
- 3) CCS/CCU 連携の社会実装に係るすべてのプロセスをライフサイクルアセスメントの観点から評価し、CO₂ 排出係数の最少化を実現する方法を具体的な事業モデルで検討する必要がある。