

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(第2章) | 2 |
| 1.3 年間約10万トン規模でのCO ₂ 圧入、貯留試験(第3章) | 8 |
| 1.4 貯留したCO ₂ のモニタリング(第4章) | 9 |
| 1.5 貯留層等総合評価(第5章) | 19 |
| 1.6 海洋環境調査(第6章) | 22 |
| 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) | 25 |
| 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 | 29 |
| 1.9 海外への情報発信ならびに情報収集 | 32 |
| 1.10 社外有識者による技術指導 | 35 |
| 1.11 将来計画の検討・準備等 | 36 |

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。

経済産業省、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。）および日本CCS調査株式会社の3者は、2012年度から2022年度の11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、製油所から排出されるガスから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実証試験であり、CO₂の圧入、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、海外への情報発信並びに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2022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）等によれば以下のとおりである。

- 1) CCSの実証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の安全性の実証一連の作業を通じて、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) 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実用化作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(第2章)

(1) 実施内容および成果

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、2019年11月にCO₂圧入目標量である30万tに達した後、圧入は停止しているため、2022年度もCO₂供給設備およびCO₂分離・回収設備等は休止中にある。休止期間中も2021年度に引き続き、将来的な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2022年度の実施内容とその成果を要約する。

① D1-1基地(供給設備)の保全点検

2022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遂行した。点検の結果、設備構成図(図1.2-1)に丸印を付した2箇所(カルバート脇道路舗装とその地下にあるロードヒーティング部、ブタン蒸発器付近の階段の外灯)において下記の不具合が発見されたため、補修を行い、設備の機能維持と安全性を確保した。

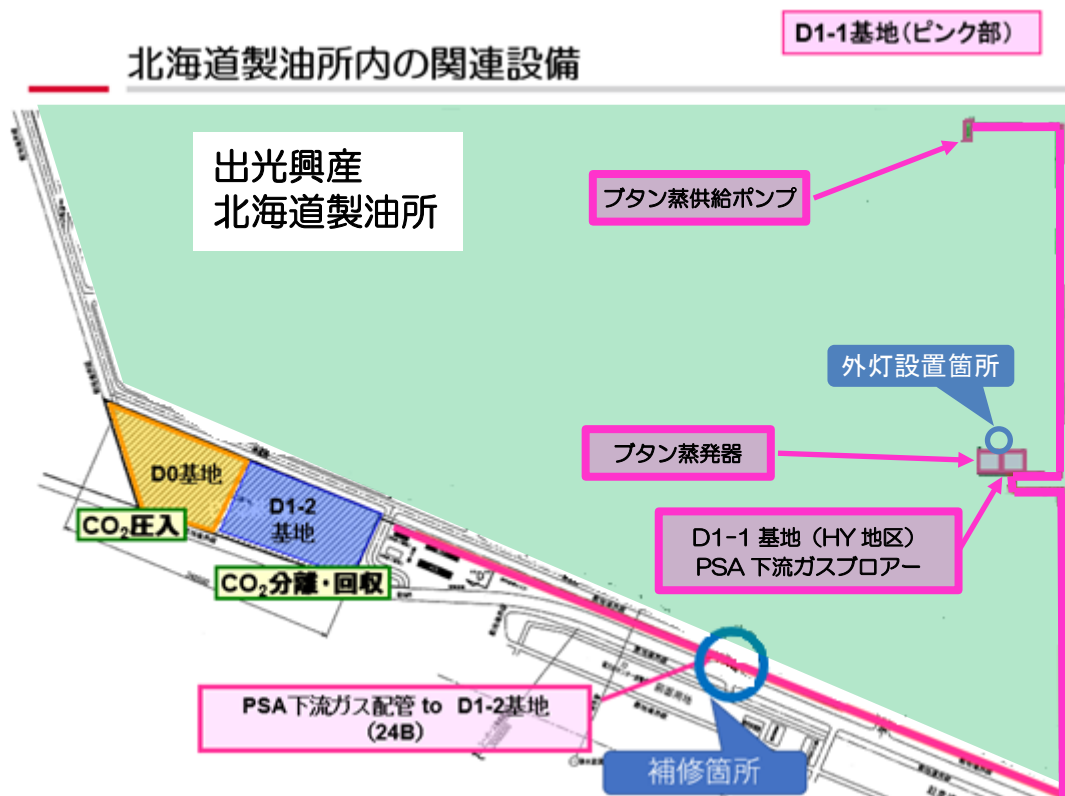


図 1.2-1 D1-1 基地の設備構成図と修理箇所

また、メーカーの保守期間終了を迎える D1-1 基地内の DCS 機器の更新を進め、DCS 機器の設計と製作を行った。

② 日常保全および定期保全；D1-2/D0 基地（分離、回収、圧入設備）

設備保全に関する管理規程および管理要領を適切に運用し、日常保全、定期保全、点検対応補修、および機能改善工事等を行った。日常保全では、不具合等 22 件について対応した。定期保全における法定点検検査は、2021 年度と同様に、高圧ガス保安法に基づく窒素製造設備の安全弁分解点検検査、フレキシブルホースの耐圧検査、配管気密検査等の自主検査を実施した。さらに、2021 年度に実施した事前点検（プレ点検検査）の結果を基に、総合的な点検を行い小径配管の外表面腐食による減肉箇所や計装機器の不具合箇所を確認した。

③ 安全・環境管理

前述のように現在当センターの実証試験設備は休止状態にあるが、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（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。上記のような安全管理活動の実行を通じて、2022年度も年間無事故・無災害で作業を遂行し、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、2022年度末(2023年3月31日)で2,606日となった。一方、環境管理においては、産業廃棄物の適正な処理等を実施したことにより、環境汚染につながる公害は2022年度も発生していない。

④ CCSコストの推算

CCSコストの推算に関しては、年間100万t規模のCO₂圧入の実用化モデルも視野に入れ、一般的な条件に留まらず実際の運転も考慮した下記2件の検討を行った。

a. 低CO₂回収率運転における分離・回収エネルギー

当センターの吸収塔出口に設置されているCO₂分析計(赤外線式)の測定上限は5%であるため、当センターでは、CO₂回収率95%以下の分離・回収エネルギーは実測できない。そのため2022年度は、CO₂回収率95%以下の分離・回収エネルギーの情報を補完する目的で文献調査を実施した。その結果、分離・回収エネルギーは、CO₂回収率94~95%付近で極小値の約86%を持つと結論づけられた。このことから、CO₂回収率を94~95%付近に調節すれば、分離・回収エネルギーは最大で10%程度低下すると推定した(図1.2-3)。

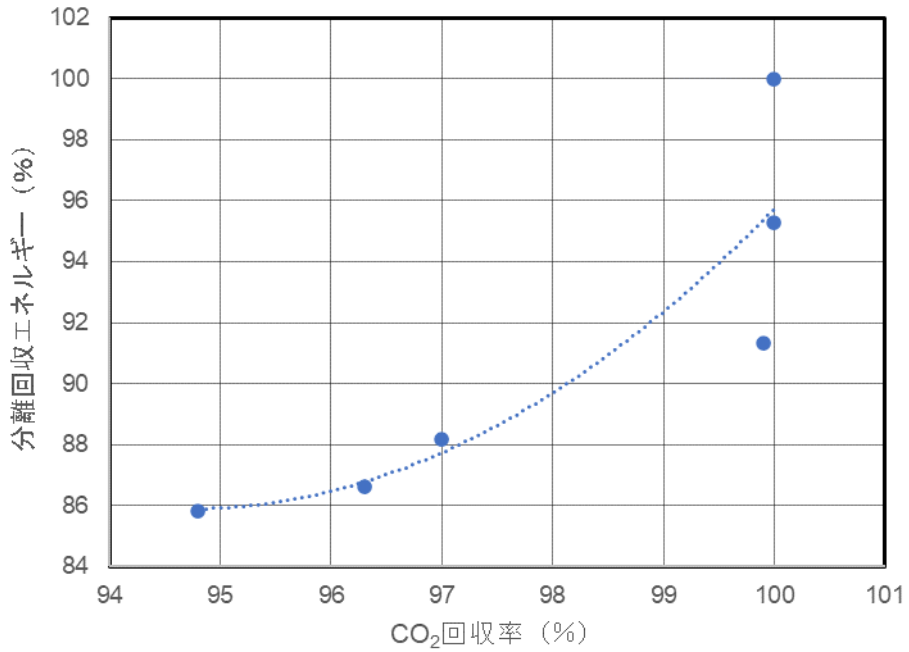


図 1.2-3 リーンアミンの流量に応じた CO₂回収率と分離・回収エネルギーの変化
(当センターでの実測結果)

b. 圧縮機、調節弁等から流出しうる CO₂の大気放出損失量

圧縮機、調節弁等から流出しうる CO₂の CCS コストへの影響を調べるために、当センターの設備稼働時のデータを使用して運転中の CO₂ 損失量の推定を試みた(図 1.2-4)。しかしながら、CO₂ 圧縮機の制御システムの改善を実施した 2017 年度期中以降、ベント装置からの放出損失量は極めて少なく(2017 年 7 月から 2019 年 11 月までの推定総量: 31 t)、分離・回収された CO₂のほぼ全量が圧入されていたと考えることができる。

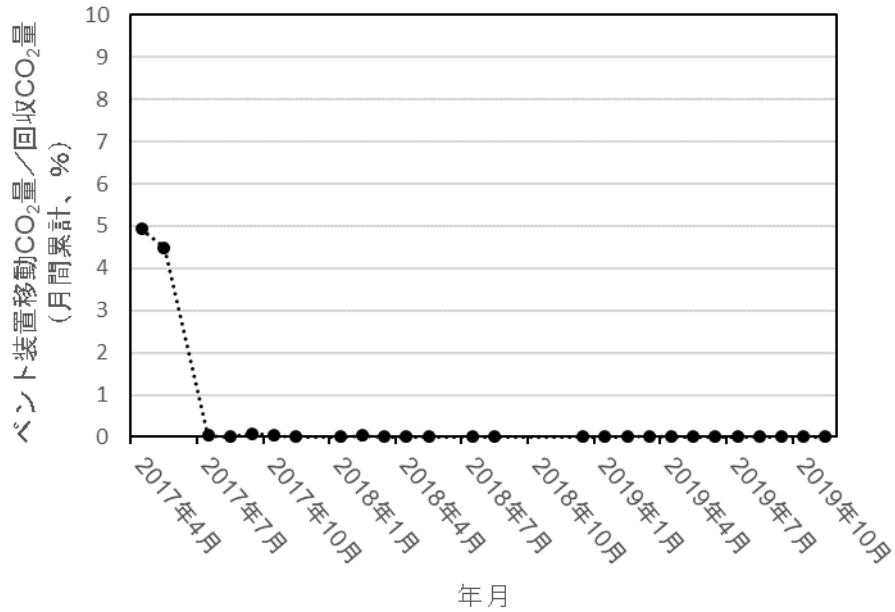


図 1.2-4 回収 CO₂ 量のうちベント燃焼装置への流量 (月別累計) の割合の推移 (起動移行または停止移行運転時の期間を除く)

⑤ 設備の信頼性検討

本検討の目的は、苫小牧実証設備の操業トラブルを減らし、信頼性の向上を得ることである。2019～2020年度は、運転終了後のD1-2/D0分離・回収設備塔槽類の破損等の内部異常や腐食が見られないことを確認するとともに、スケール等の付着による設備劣化状況を評価するために、設備に接続する機器や配管の開放点検検査を実施し、付着物生成の発生原因の推定と低減対策を検討した。また、2021年度には、腐食が発生したセミリーンアミン溶液配管の一部の材質を炭素鋼鋼管からステンレス鋼鋼管に変更する工事を実施するとともに、将来の実機運転時に、当該箇所において実機腐食試験を行うべく、腐食データを取得する試験用テストピース取付け治具の準備を実施した。

2022年度は、実機腐食試験で使用する腐食センサー(国内初の防爆認定品)の作動確認および実機腐食試験位置からの通信テストを実施し、機器の健全性を確認した。図 1.2-5 に実機腐食試験試験箇所を示す。

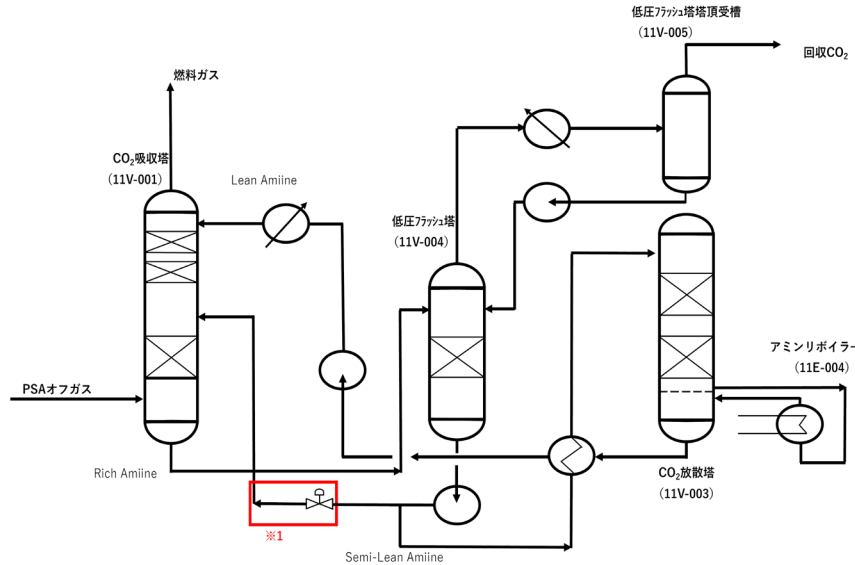


図 1.2-5 分離・回収設備フロー図／実機腐食試験試験箇所

(2) 今後の課題

① 設備運転および性能検証；D1-1 基地（供給設備）

今後も引き続き休止中の D1-1 基地設備の確実な機能維持、および安全性の確保のための点検保全業務を継続していく。また、DCS 機器の更新用の製作した設備の現場への設置、ケーブル敷設、システムセットアップ、作動確認、および関連図書の確認等を確実に行っていく必要がある。

② 日常保全および定期保全；D1-2/D0 基地（分離、回収、圧入設備）

総合的な点検で判明している不具合および再稼働時に補修する予定の多くの不具合への対応が必要である。また、装置停止状況下では異常状態が顕在化しにくく発見が困難であるので、安全かつ確実に再稼働を実施するためには、さらなる詳細な点検検査と保全工事が必要である。総合的な点検で確認した不具合等は、2023 年度に一部補修を行うほか、再稼働を視野に保全計画に反映し補修を行う予定である。なお、補修機材に関しては納期が長期化する状況にあり再稼働準備の長期化が予想されるため、綿密な計画立案が求められる。

③ 安全・環境管理

安全管理においては、2023 年度に設備の信頼性向上のための設備改良工事や長期休止に伴う点検・検査工事での高所作業・重機作業等災害リスクの高い工事が予定されている。加えて関係者の高齢化も鑑みて、2023 年度の安全衛生目標を「協力会社と共に無事故・

無災害の継続」、「フィジカルとメンタル両面の健康維持」と定め、安全管理活動を展開する。これにより、労働災害発生リスクのさらに低減していく努力を継続していく。

環境管理においては、設備稼働中は環境保全対策の一環として北海道、苫小牧市、当社の三者で締結し、2020年1月21日以降解約となっている公害防止協定書に関して、今後、実証試験設備の再稼働が決定した場合は、北海道、苫小牧市と本協定書締結に関する協議を行う必要がある。

④ CCSコストの推算

文献調査のみで実測値のないCO₂回収率95%以下の分離・回収エネルギー率の変化について、設備稼働時の実測値が必要である。また、CO₂の損失を抑制し、コストの低減を目指すうえでは、運転停止／運転再開の頻度を少なくすることが重要なので、安定運転を阻害する要因についての検討が必要である。

⑤ 設備の信頼性検討

苫小牧実証設備の再稼働スケジュールを視野に入れ、実機腐食試験実施に向けて、2023年度以降に具体的な試験要領を検討する予定である。

1.3 年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留試験(第3章)

(1) 実施内容

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、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、2020年度および2021年度は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、7月31日から9月1日まで試験圧入を実施した。

2019年11月22日の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、坑底圧力および坑底温度の低下傾向が継続している。

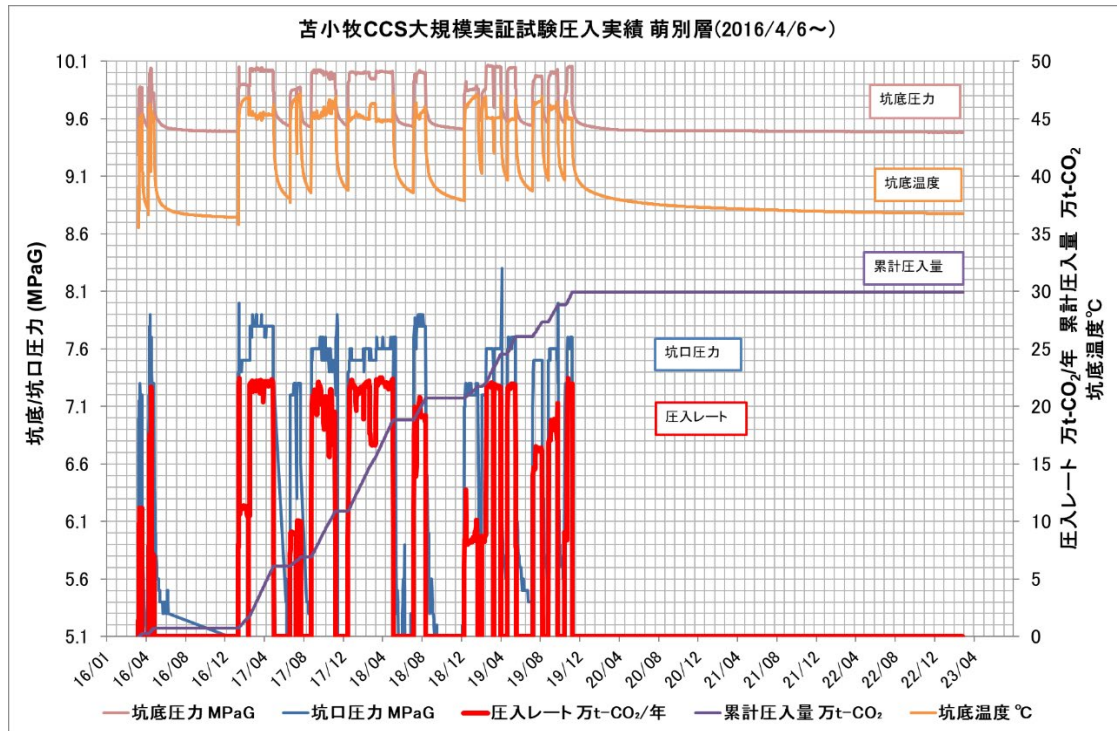


図 1.3-1 萌別層圧入井の圧入履歴

(2) 今後の課題

2019年度に圧入を停止して以降、2022年度も圧入停止を継続した。2023年度も圧入の再開は予定しておらず、圧入停止後の坑底圧力および坑底温度を継続して観測する。

1.4 貯留したCO₂のモニタリング(第4章)

(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、CO₂が漏洩・漏出せず、想定通りに貯留層内に存在することを確認することを目的に、圧入井および観測井における坑底の圧力・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た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

^{*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。

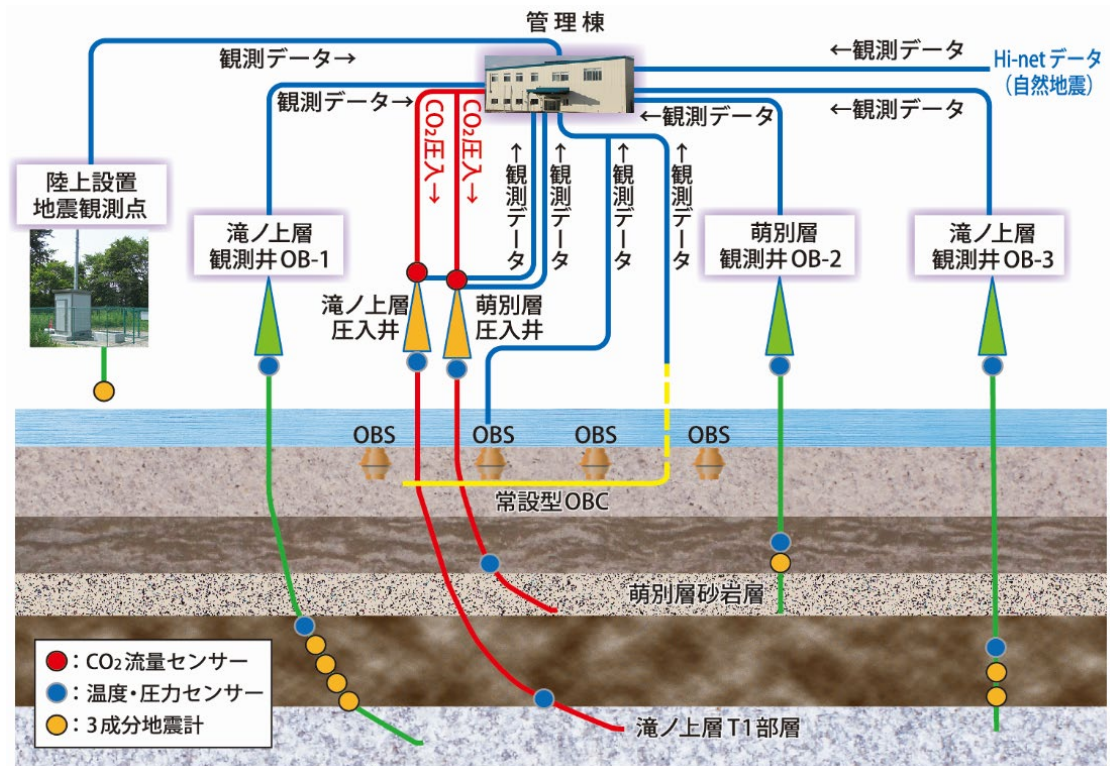
なお、Hi-netは、日本各地、地域毎の地震の特徴を詳しく把握するために約20km間隔で設置された無人で微弱な揺れの感知が可能な24時間連続稼働の高感度地震観測網であり、1996年に観測が開始され、2011年時点で日本全国に約800箇所の観測点が配置されている。観測データは常時、中央局(データセンター)に送られ、気象庁による緊急地震速報や地震発生後の震源決定、地震調査委員会による地震活動の現状把握、高精度即時震源パラメータ解析システム(AQUA)など様々な利用されている。

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。



注) OBSと陸上設置地震観測点は2021年度に撤去済

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 年度に撤去済

図 1.4-2 総合モニタリングシステム概要

各観測井で計測された坑底温度・圧力のモニタリング結果（2014年1月～2023年3月）を観測井別に図 1.4-3～図 1.4-5 に示す。2022年度の観測井を利用したモニタリングでは、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、観測井近傍貯留層の圧力、温度ならびに微小振動の傾向から、圧入の影響がないことを確認した。一方、2021年度に坑内センサーの一部に不具合と判断される観測値の異常が確認されたため、坑内機器の更新を行うとともに、観測データの信憑性を確認するため、観測井 OB-3^{*2)}では検層によるクロスチェックを実施した。検層の結果を図 1.4-6 および図 1.4-7 に示す。具体的には観測井に複数設置している圧力・温度センサーの一部の不具合に対応するため、第一段階として OB-3 にて検層を実施して圧力・温度値と比較、校正するとともに、今後の観測井における圧力・温度観測の適正化を検討した。また 2020年度の4月のメンテナンス以降から異常値が観測されていた観測井 OB-1^{*3)}の FBG 圧力・温度計の機器更新を行った。

^{*2)} OB-3：滝ノ上層を対象とする観測井（2013年度に掘削）。

^{*3)} OB-1：苫小牧 CCS-1（調査井）を、滝ノ上層を対象とする観測井として改修、名称変更

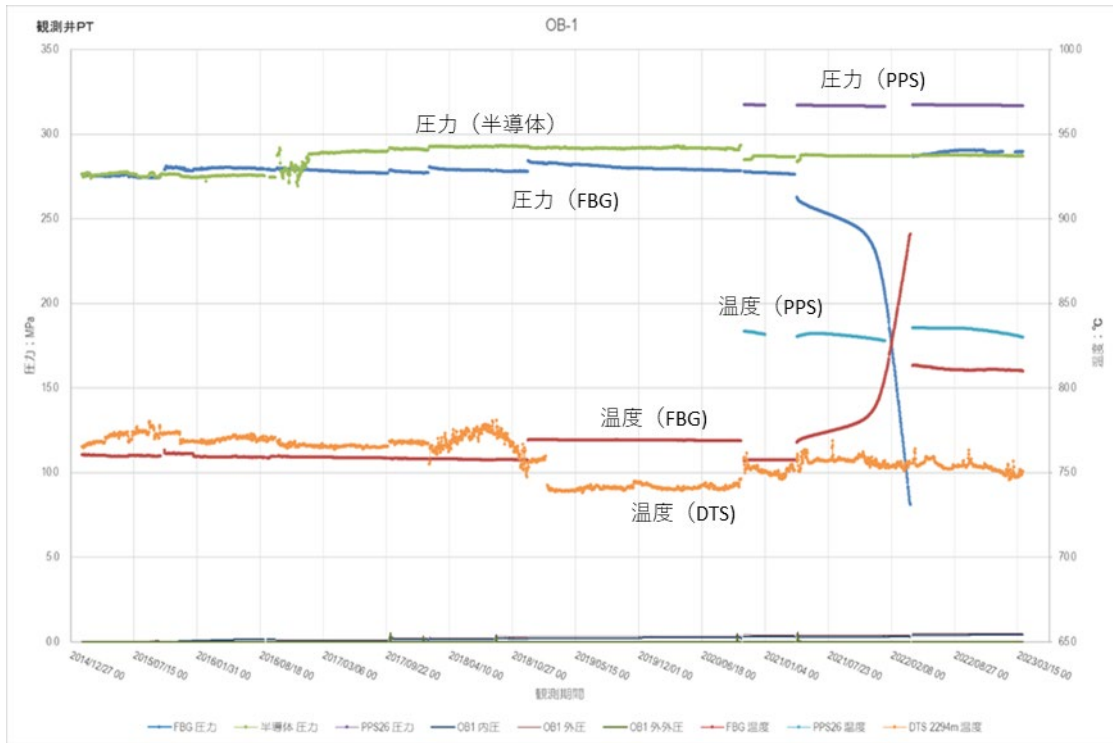


図 1.4-3 OB-1 温度・圧力モニタリング結果

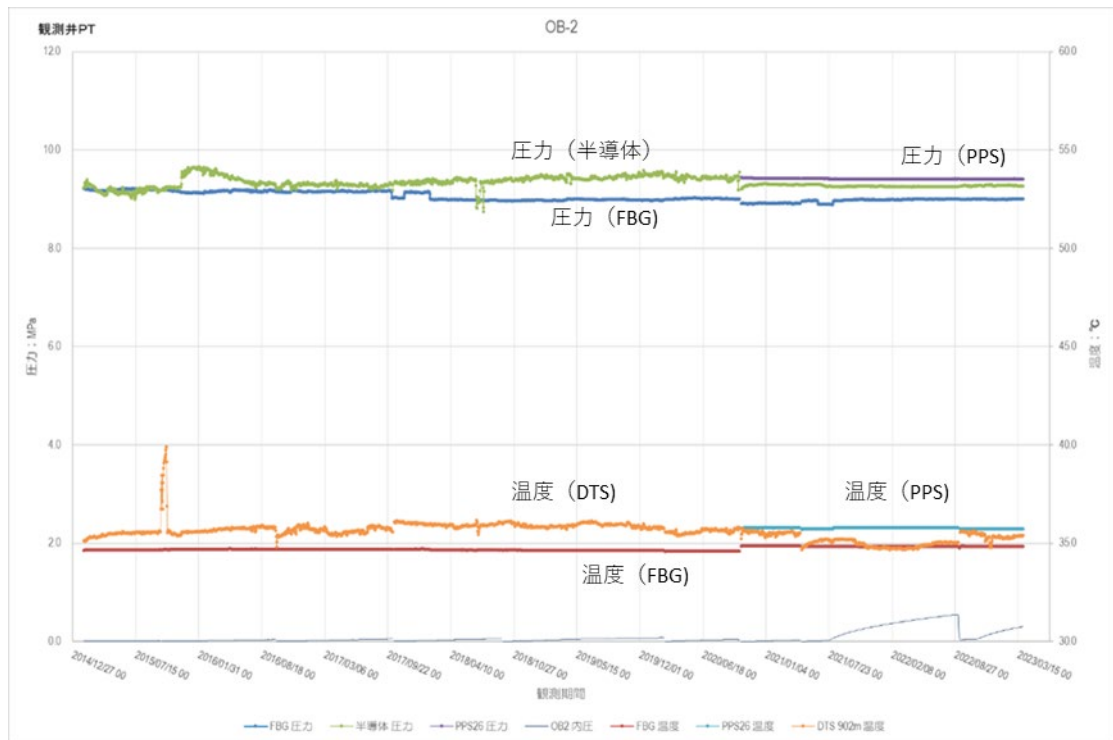


図 1.4-4 OB-2 温度・圧力モニタリング結果

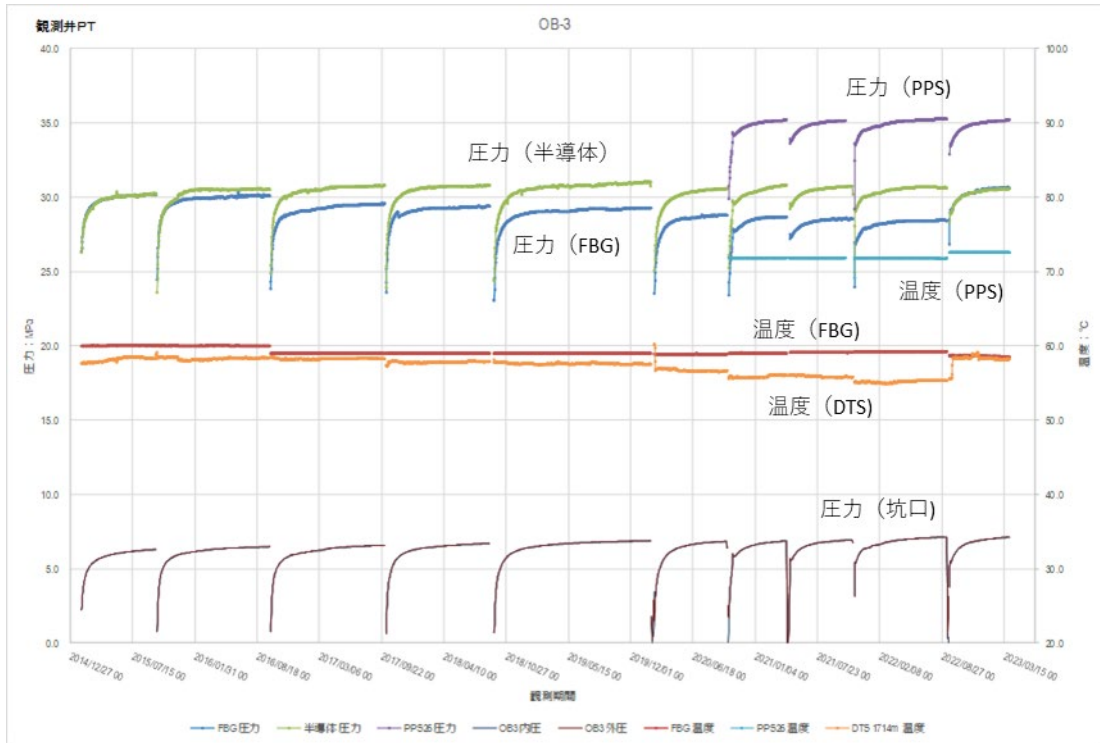


図 1.4-5 OB-3 温度圧力モニタリング結果

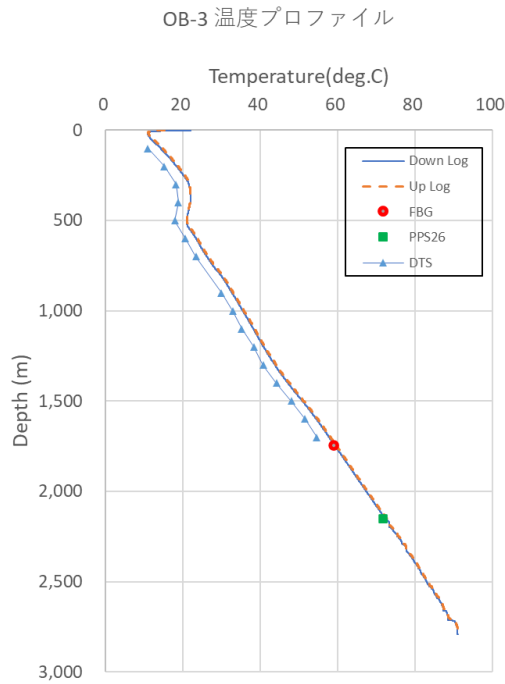


図 1.4-6 OB-3 温度検層結果と観測値の比較

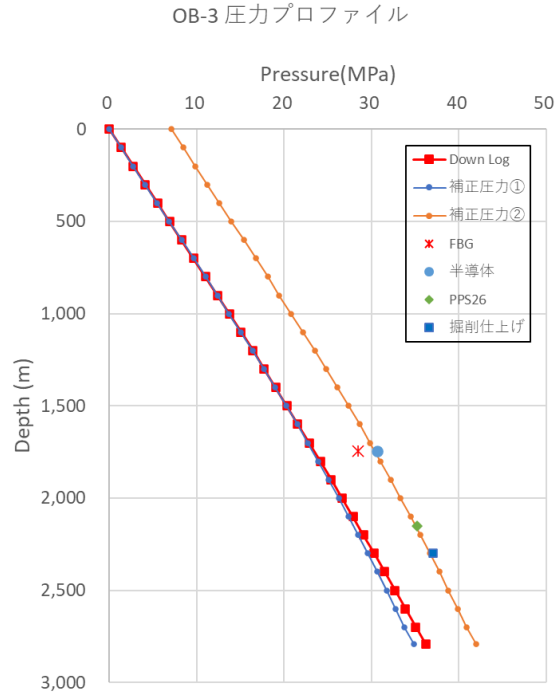


図 1.4-7 OB-3 圧力検層結果と観測値の比較

圧入井および観測井に関しては維持管理作業を実施し、特に、萌別層圧入井 IW-2^{*4)}用 SSV^{*5)} (Surface Safety Valve) の整備点検を実施して耐 CO₂ シールに入れ替えた。

また、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 6 km×南北 6 km の範囲。その対象領域を図 1.4-8 に示す。) 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 50 km×南北 38 km の範囲。その対象領域を図 1.4-9 に示す。) での自然地震の発生状況^{*6)}を把握した。その結果 2022 年度の微小振動・自然地震モニタリングでは、気象庁 162 件に対して実証試験では 654 件のイベントを検出した。また、観測点最適化の検討を行った結果、観測井坑内地震計および Hi-net のデータだけで震源推定が可能であることがわかった。

^{*4)} IW-2：萌別層への CO₂ 圧入井 (2015 年度に掘削)。

^{*5)} 坑口装置のマスターバルブ上部に設置され、異常時に自動もしくは遠隔操作にて瞬時に遮断することができるバルブ

^{*6)} 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。



図 1.4-8 微小振動モニタリング対象範囲 (南北約 6km × 東西約 6km)

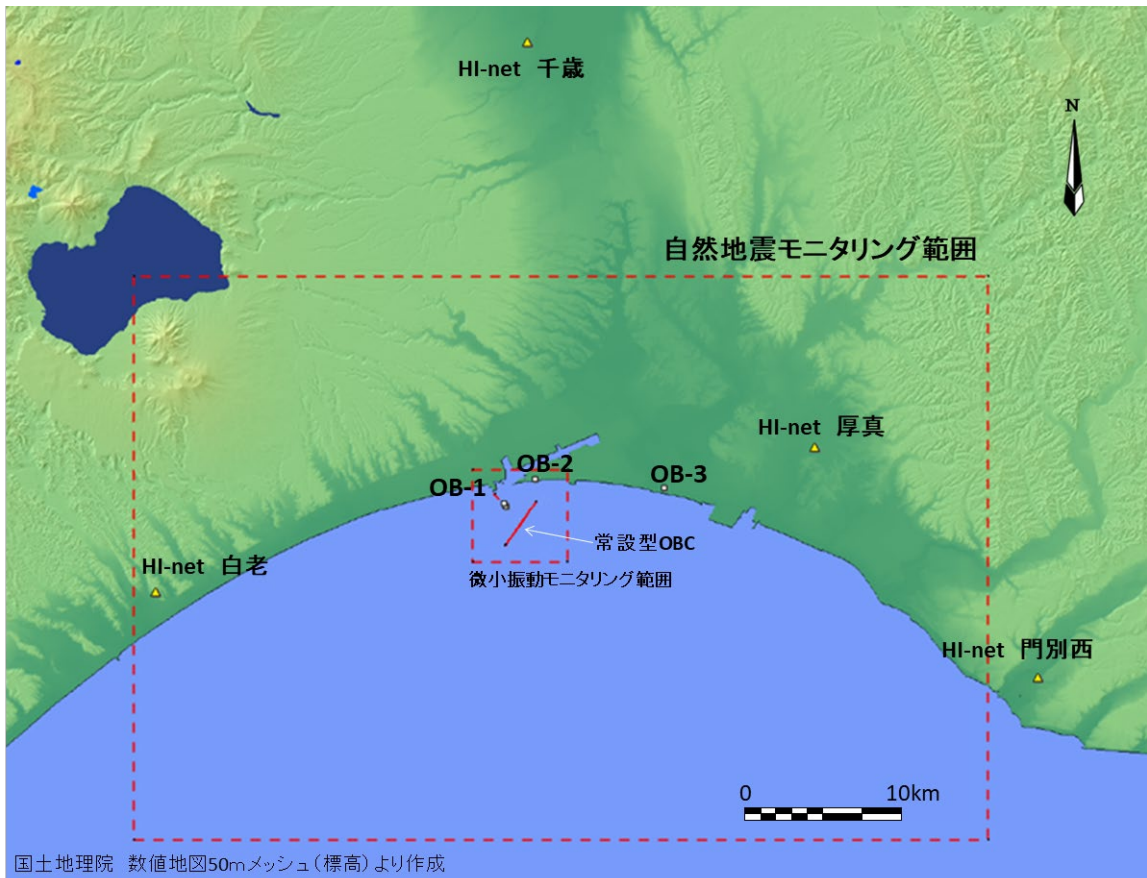


図 1.4-9 自然地震モニタリング対象範囲 (南北約 37km × 東西約 55km)

観測システムによるモニタリングに加え、CO₂圧入開始前の弾性波探査の結果と圧入後の弾性波探査の結果を比較することにより、圧入したCO₂の挙動や分布状況を把握することを目的として、2021年度に最適化した調査仕様にて第6回モニター調査（以下、「本調査」と称する。）として繰り返し弾性波探査を実施した。受発振測線位置図を図1.4-10に示す。図1.4-11に、第2回から第5回モニター調査（2017～2020年度）と本調査（2022年度）の差分抽出処理結果と貯留層シミュレーションによる二酸化炭素飽和率の解析結果の比較を示す。左側2図面は差分抽出処理結果（鉛直断面および水平分布）、右側2図面はシミュレーション結果（鉛直断面および水平分布）を示している。左側の弾性波探査の鉛直断面は萌別層圧入井の坑跡に沿う断面であり、左から順に統合ベースライン調査記録、モニター調査記録、および両者の差分記録を示し、時間軸は貯留層シミュレーション結果の深度軸と貯留層相当深度においておおむね対応するように表示した。

図1.4-11に示した差分記録と二酸化炭素飽和率分布を比較すると、往復走時約0.97秒から同1.05秒において整合的であることから、二酸化炭素は萌別層砂岩層最上部（往復走時約1.0秒から同1.05秒）、およびその直上の萌別層泥岩層最下部に狭在する砂岩層（往復走時約0.97秒から同1.0秒）に貯留されていると判断した。これよりも下部に認められる往復走時約1.06秒や同1.1秒の振幅異常は、二酸化炭素貯留領域による透過減衰と、当該領域の地震波速度が低下し下位の反射面の時間が遅れることにより生じた偽像と考えられる。タイムラプス処理結果の水平分布は、鉛直断面上で顕著な変化が生じている範囲から偽像部分を除外した往復走時0.97秒から同1.05秒までの時間ウィンドウに対して、トレース毎に差分記録のRMS (Root Mean Square、実効値) 振幅を計算し、平面表示したものである。この平面上では、圧入井の坑跡の周りに暖色系のRMS振幅の大きい領域が分布しており、圧入地点付近においてRMS振幅は最大値を示す。RMS振幅の最大値は、差分記録の鉛直断面上ではインライン番号90、往復走時約1.0秒の青い振幅異常に対応すると考えられ、圧入井の深度にして約980～1,000 mであり、これは圧入仕上げ区間の上部区間に相当する。以上より、タイムラプス処理結果の水平分布は、圧入した二酸化炭素が仕上げ区間の上部から貯留層内に浸透している様子を示しているものと考えられる。

このように、圧入したCO₂が想定通りに貯留層内に存在していると考えられるという結論を得た。

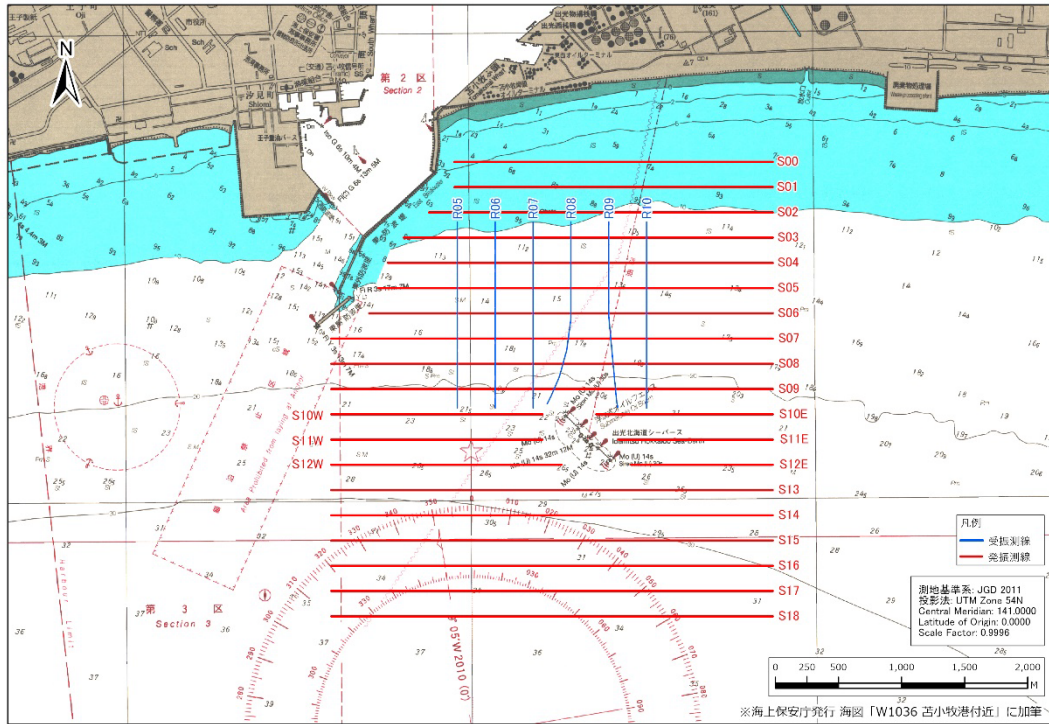


図 1.4-10 第 6 回モニタ一調査 受発振測線位置図

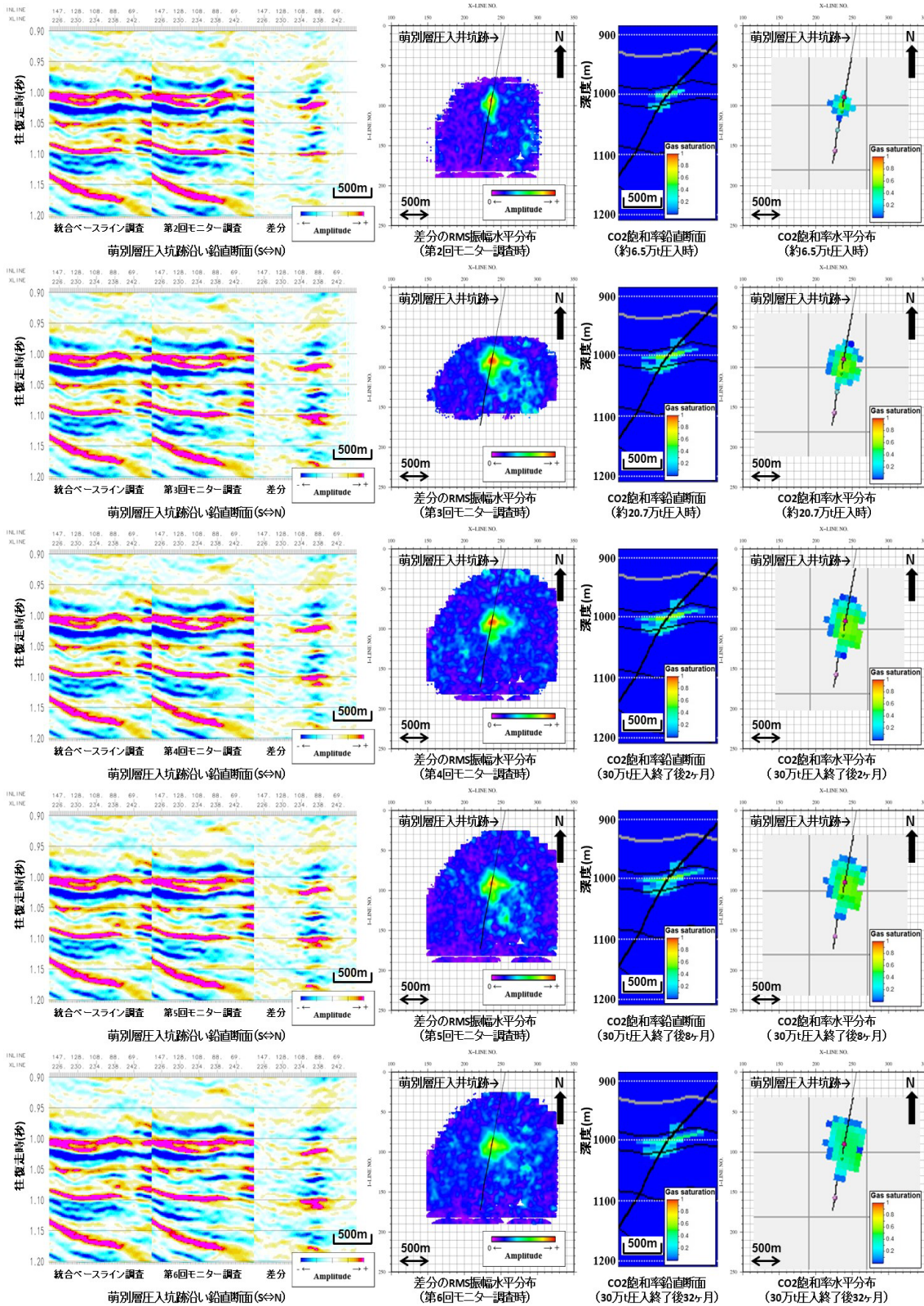


図 1.4-11 差分抽出処理結果と貯留層シミュレーション結果の比較

(第2回~第5回モニター調査および第6回モニター調査比較)

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、情報公開システムを利用して発信した。

(2) 今後の課題

観測井を利用したモニタリングでは、今後さらにOB-1および観測井OB-2*7)においても検層によるクロスチェックを行い、観測データの正常・異常診断基準を策定していく必要がある。

微小振動・自然地震モニタリングでは、2023年度以降OBCについては運用停止および撤去について検討する必要がある。

繰り返し弾性波探査では2023年度以降、統合ベースライン調査記録*8)の最適化およびトレース内挿処理による品質向上、ならびに変化抽出精度の検討および受振測線間隔の変更によるさらなる調査期間短縮余地の検討を実施する必要がある。

圧入井を利用したモニタリングでは、IW-2および滝ノ上層圧入井IW-1*9)の坑底圧力・温度の観測からは、一部に機器の不具合と考えられるスパイク等が見られるものの、貯留層の異常を示す事象は観察されていない。2023年度も継続して圧力・温度測定を実施し、貯留層状況を監視する必要がある。

1.5 貯留層等総合評価（第5章）

(1) 実施内容および成果

海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（以下、「海洋汚染防止法」と称する。）に基づく監視計画*10)に沿ってCO₂の圧力や広がりの変化が事前の予測・評価の範囲にあることを確認するため、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の更新を実施した結果、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に坑底圧力の予実績比較を示す。

*7) OB-2：萌別層を対象とする観測井（2012年度に掘削）。

*8) 三次元ベースライン調査範囲の外側も評価するために、調査範囲拡張等によりベースラインデータが不足する箇所については第2回モニター調査および第3回モニター調査のうち圧入の影響が及んでいないと考えられるデータを統合して補完し、新たに作成したベースライン調査記録となる反射法ボリューム。

*9) IW-1：滝ノ上層へのCO₂圧入井（2015年度に掘削）。

*10) 特定二酸化炭素ガス（二酸化炭素が大部分を占めるガスの政令で定める基準に適合するもの）の海底下廃棄許可申請書類の別紙-2 特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄する海域の特定二酸化炭素ガスに起因する汚染状況の監視に関する計画に係る事項

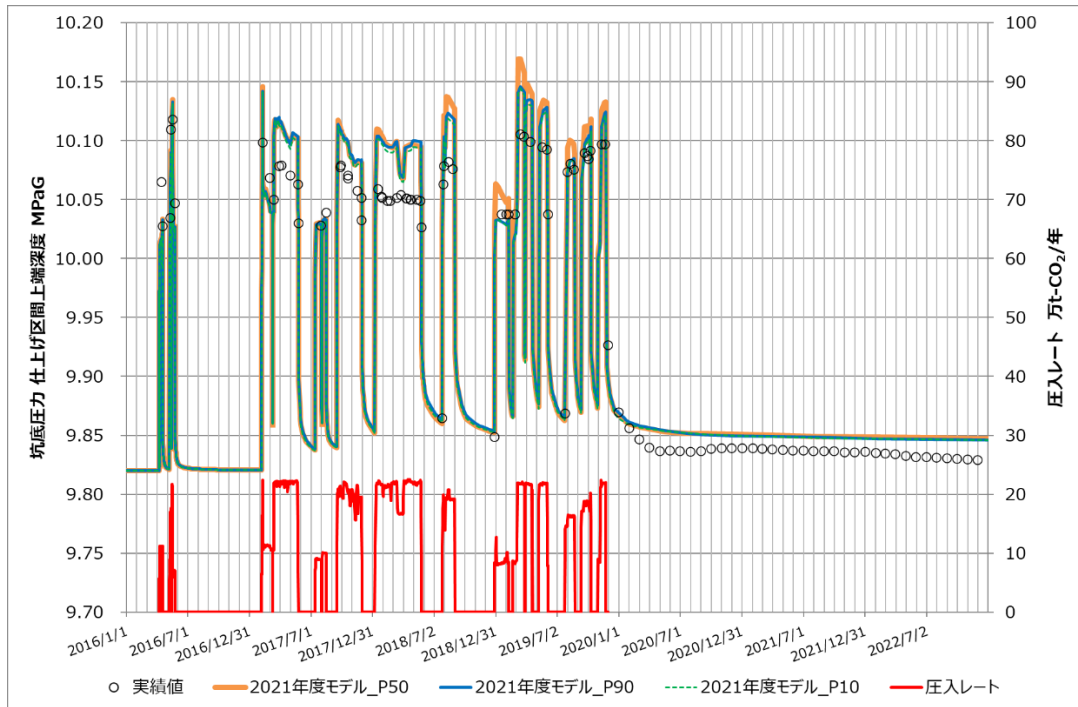


図 1.5-1 IW-2 坑底圧力（仕上げ区間上端深度での圧力）の予実績比較

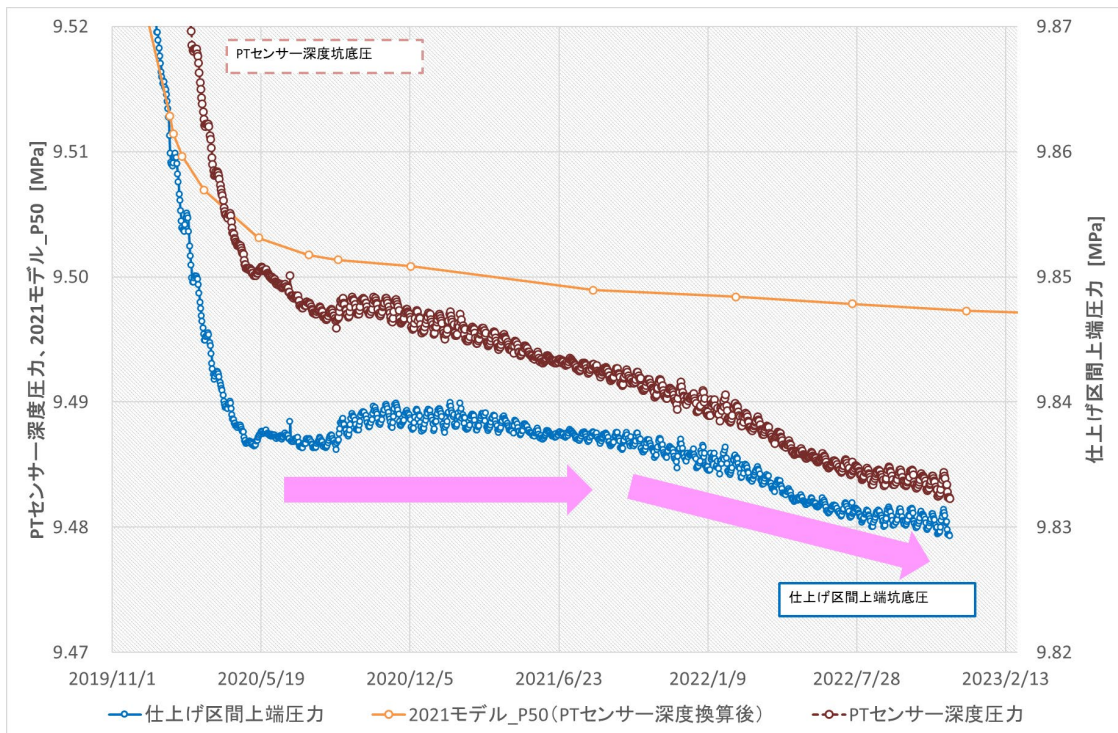


図 1.5-2 IW-2 坑底圧力の予実績比較（圧入を停止した2019年11月22日以降）

また総合検討として、2021年度に更新した貯留層モデルを用いてCO₂の広がりに対する制限条件ごとの圧入可能量およびリスクについて評価を行った。IW-2によって圧入

レート 20 万 t-CO₂/年で圧入する 30 具現像モデルのうち、北部海岸線へ CO₂ が到達しないという制限条件を緩和すると、約 500 万 t-CO₂ の圧入可能量の増大が見込めるとの予測結果を得た。

また、地層傾斜の影響を評価するため、圧入井に沿って評価した浸透率が水平方向に均一になるような疑似モデル(均質モデル)を考案し、CO₂ の挙動予測を行った。その結果、不均質性を導入しているモデルのほうが CO₂ の広がり を抑制し、圧入可能量が大きくなることが判明した。図 5.1-3 に均質モデルおよび不均質モデルにおける、900 万 t-CO₂ 圧入後および 1,000 年後の溶存 CO₂ 量分布を示す。

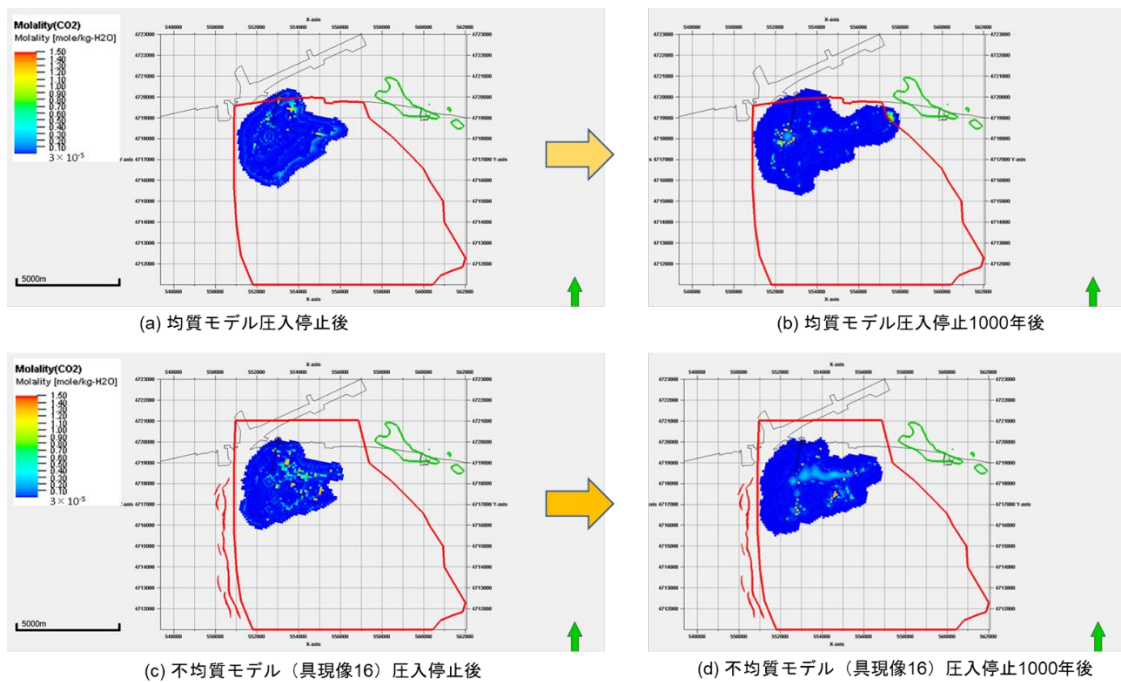


図 5.1-3 累計圧入量 900 万 t-CO₂ 圧入後の溶存 CO₂ 量分布

(2) 今後の課題

① 貯留層圧力の測定

圧入井の坑底圧力の予実績比較やフォールオフ解析では予測モデルおよび実測値のどちらも誤差を含むため、現状のデータからの両者の差異のさらなる検討は困難である。予測では圧力・温度センサー(以下、「PTセンサー」と称する。)深度での測定値を仕上げ区間上端深度へ換算した推定値を用いており、PTセンサー設置深度から仕上げ区間上端深度までの圧力勾配を連続測定することで精度向上を図ることができると考えるが、IW-2のような高傾斜井での圧力勾配測定は測定器の抑留等のリスクが非常に高く、現在のところ実施が困難である。

② 貯留層貯留能力の精度向上

CO₂の挙動予測は浸透率分布の影響を受けるため、圧入可能量は具現像ごとの振れ幅が大きい。特に、東側へCO₂が広がりにくい具現像は、圧入可能量の増大が大きいことから、東側の浸透率分布の精度向上を図ることが重要であり、そのためには坑井データ等の取得が必要である。

③ 貯留層モデルの更新

貯留層モデルの東側はデルタスロープのチャンネルゾーンに高浸透率岩相が分布しており、堆積相解析で想定している山側のチャンネル供給源の位置が東西にずれると、チャンネルゾーンの位置が変わり、圧入可能量に影響を及ぼす可能性がある。坑井データおよび広域の2D・3Dの弾性波探査データ等が取得できれば、大局的な情報を基に堆積相解析の更新を行うことで、岩相分布の不確実性を低減し、圧入可能量評価の精度向上に繋がると考える。

1.6 海洋環境調査（第6章）

(1) 実施内容および成果

海洋汚染防止法では、許可を受けた事業者は監視計画に従い監視を実施し、その結果を環境大臣に報告する必要がある。

経済産業省は、2021年3月31日に終了期限を迎えた「特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄」許可を更新し、2026年3月31日まで許可を2021年3月18日に得た。あわせて監視計画の変更も実施し、環境省への報告対象測点の削減（12測点から8測点へ）、監視項目の変更（底質調査、ベントス調査を通常時監視項目から除外し、クロロフィルa、栄養塩類およびプランクトン調査を監視項目に追加）を行った。

なお、監視計画において、溶存酸素飽和度（DO）と二酸化炭素分圧（pCO₂）との関係による移行基準（以下、「移行基準」称する。）を定めており、2018年度夏季調査以降は、2018年8月31日に許可された監視計画の移行基準に従い、基準超過判定を実施した。

2022年度もこれまで通り通常時監視項目による海洋環境調査を図1.6-1に示す12地点において実施し、監視計画で定められた移行基準に従って基準超過判定を行った。

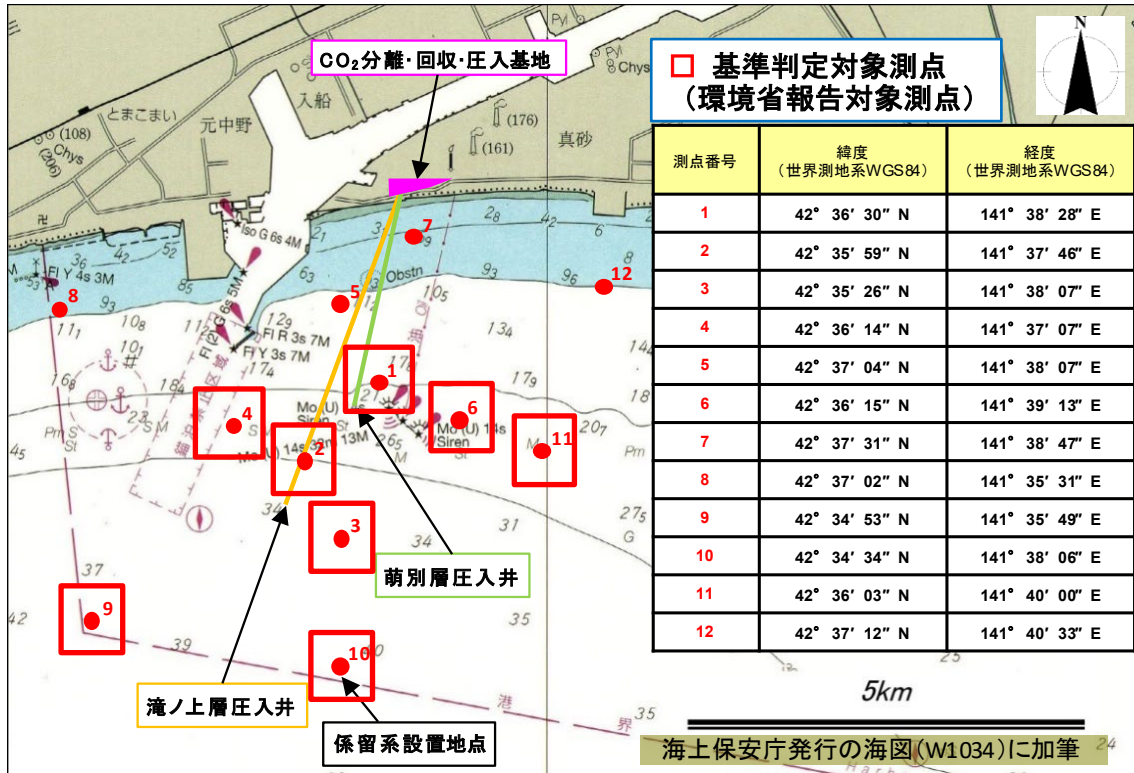


図 1.6-1 海洋環境調査則店の位置 (赤字 12 点)

2022 年度に実施した海洋環境調査 (春季調査、夏季調査、秋季調査、および冬季調査) において、海水の化学的性状は、ケイ酸態ケイ素を除く各水質分析項目の分析値について、圧入開始後に実施した過年度の調査結果のほぼ範囲内であった。ケイ酸態ケイ素は過去の調査結果を上回る分析値が認められたが、自然環境下で観察される値を逸脱したものではないと考えられる。また、監視段階の移行基準からの超過判定の結果は、春季調査、夏季調査、および秋季調査では基準より高い観測値は認められなかったものの、冬季調査において基準より高い観測値が 8 測点中 6 測点で認められた。冬期調査において得られた溶存酸素飽和度と、二酸化炭素分圧との関係を図 6.1-2 に示す。このため 2023 年 4 月より確認調査 (現地概況調査) を実施する予定であり、その準備を行った。(現地概況調査は 4 月下旬から 6 月上旬にかけて実施され問題の無かったことが確認された。)

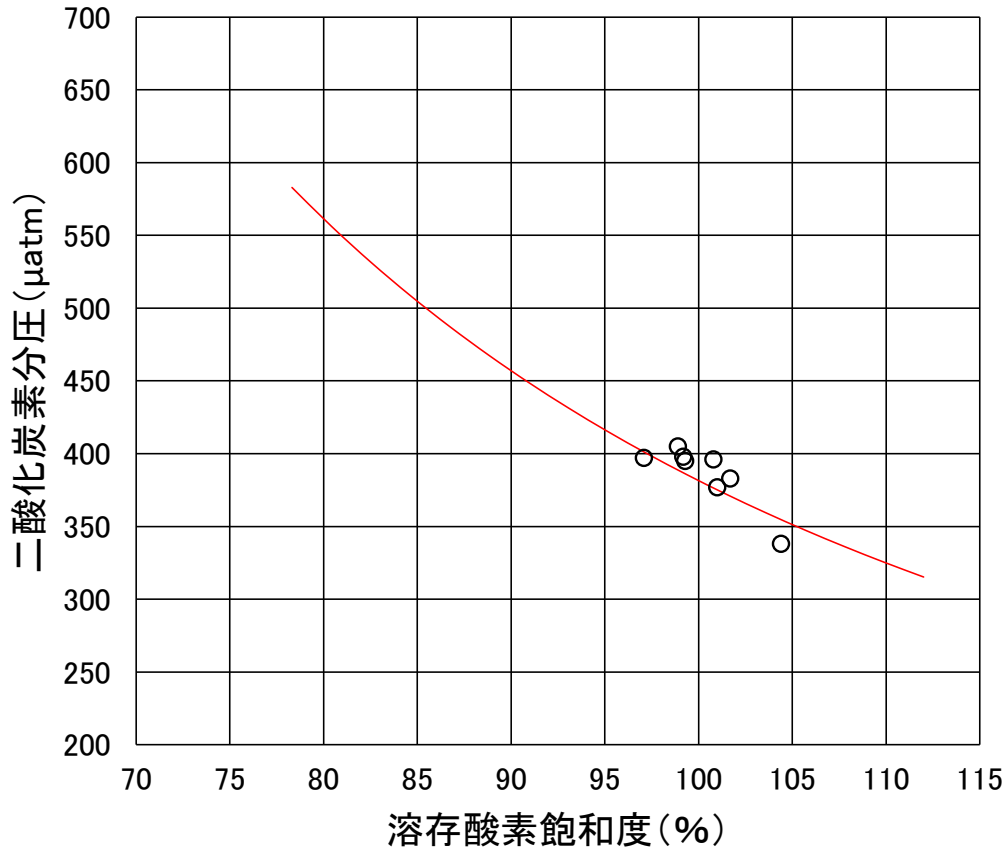


図 1.6-2 監視段階の移行基準（赤線）と冬季調査で得られた観測値（丸印）

海洋生物の状況は、植物プランクトンおよび動物プランクトンの出現状況に変化が認められた（水塊構造の変化や自然変動によるものと推察）ものの、生物相はベースライン調査時の各々の時期の調査と大きく変わらなかった。また、夏季調査において実施したウバガイの分布密度および測点間の分布密度の差は、ベースライン調査時の夏季調査と比べ、著しい変化は認められなかった。

係留系による水質連続観測では、トラブルなく水質連続観測ができたが、春季調査の pH と塩分、冬季調査の pH の観測データにおいて、採水分析の結果とずれが認められた。水温と溶存酸素濃度の観測データは、全ての調査で採水分析の結果とほぼ一致していた。

海水の化学的性状および海洋生物の状況を正しく把握するためには、今後も引き続き調査を実施し、データを蓄積する必要がある。

その他の監視項目に係る報告については、滝ノ上層および萌別層の両層に対して 2022 年度は二酸化炭素の圧入を行っておらず、圧入井と観測井の圧力・温度測定において地層の異常を示すような変化は確認されなかった。

(2) 今後の課題

2023年度も継続して海洋環境調査および圧力・温度測定を実施し、海洋環境や貯留層の状況を監視する予定である。

これまで監視計画に則り海水の化学的性状、海洋生物の状況などの海洋環境調査を実施してきたが、これまでの測定実績から、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ばらつきが大きいことが問題となっており、今後検討が必要である。

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) 実施内容および成果

国内外のCCUSプロジェクトの情報収集の一環として、海外のCCS事業や開発状況、政策面等に関する最新動向の把握に努めている。なお、日本政府の主導により2022年1月から「CCS長期ロードマップ検討会」が開催され、CCS事業実施のための国内法整備に向けた検討、CCSコストの低減に向けた取り組み、CCS事業への政府支援のあり方の検討、CCS事業に対する国民理解の増進、海外CCS事業の推進に関する様々な課題の検討が行われている。このうち特にCCS事業のコスト・実施スキーム、国内法、支援スキームに関しては、海外事例等を踏まえ、集中的な検討が求められている。こうした状況を踏まえ、2022年度は、主にCCS導入に係る措置の早期整備や海外CCSの推進に向けた法整備の検討に資する海外事例等の詳細を調査、整理し、海外におけるCCSの先進的な法整備等の措置の事例について、以下のように情報を整理した。

- 1) 世界的な気候変動への対応が野心から行動へと進む中で、CCS技術に対する大幅な投資の増加と事業の世界的拡大がみられたが、これは、多くの国や地域におけるCCSをめぐる政策および法規制環境のこの1年間の進展が主に後押ししたと考えられる。
- 2) CCS技術の普及の支援および促進に対する政策対応策定の初期段階にある国が複数存在する。
- 3) 15箇国（オーストラリア、ブラジル、カナダ、中国、フランス、ドイツ、イタリア、インドネシア、メキシコ、オランダ、ノルウェー、サウジアラビア、アラブ首長国連邦、英国、米国）および欧州における温室効果ガス（GHG）排出目標、これらの目標に向けた主な政策的推進体制、石炭火力発電に対する現行の政策をレビューした結果、米国、英国、カナダ、およびフランス、ドイツ、イタリアを含むEU諸国で重要な政策展開があった。
- 4) 英国、米国、カナダ、EU、日本、インドネシアといった様々な国の政府が採用

したメカニズム、および CCS プロジェクトの普及にインセンティブを与えるためのそれらの役割をレビューした結果、多くは、税控除、助成金、融資、輸出信用機関、債券、排出量取引制度への参加など、政府が採用する政策メカニズムにより促進されたことが確認された。

- 5) オーストラリア、カナダ、EU、ノルウェー、英国、米国については、各国における気候変動政策、CCS 政策および法規制環境について分析し、CCS に関する法律および政策環境についてこれら 5 箇国 1 地域の主な特色や類似点を比較した。結果を表 1.7-1 に示す。

表 1.7-1 オーストラリア、カナダ、EU、ノルウェー、英国、米国における政策および法規制の大まかな比較

| | 豪州 | カナダ (連邦) | 欧州連合 | ノルウェー | 英国 | 米国 |
|-------------------------|---|--|---|---|---|---|
| 国際気候変動コミットメント | ✓ 2050 年までに ネットゼロ達成 + 2030 年までに 43%削減 (2005 年比) | ✓ 2050 年までに ネットゼロ達成 + 2030 年までに 40~45%削減 (2005 年比) | ✓ 2050 年までに ネットゼロ達成 + 2030 年までに 55%削減 (1990 年比) | ✓ 2050 年までに ネットゼロ達成 + 2030 年までに 55%削減 (1990 年比) | ✓ 2050 年までに ネットゼロ達成 + 2030 年までに 68%削減 (1990 年比) | ✓ 2050 年までに ネットゼロ達成 + 2030 年までに 50~52%削減 |
| CCS の可能性を含む国内エネルギー・気候政策 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| CCS に対するコミットメント | ✓ (2022 年の政権交代がコミットメントに影響する可能性あり) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| CCS プロジェクトに対する助成金 | ✓ | ✓ | — | ✓ | ✓ | ✓ |
| CO ₂ 税 | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |
| 税額控除 | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ |
| 排出量取引制度 | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ |
| 国内における CCS 固有の規制枠組 | ✓ | ✗ (アルバータ州、ブリティッシュコロンビア州、サスカチュワン州で採用) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

出典：Global CCS Institute (✓ 法律が基準に対応している。✓ 政権交代が現行政策に影響する可能性がある。✗ 当該問題に対応する関連の法律に規定が無いが、当該問題が法律では完全には対処されない。)

- 6) 米国、カナダ、オーストラリアにおける国および州レベルの CCS 固有の法規制枠組についてレビューを行った結果、特筆する点は、米国カリフォルニア州、インディアナ州、ルイジアナ州、ネブラスカ州、テキサス州で CCS 固有法が発効したことが含まれることである。オーストラリアでは、南オーストラリア州および西オーストラリア州も、CCS に適用可能な法律を発効させるプロセスにある。
- 7) 近年、CCS に適用可能な国際政策イニシアチブは少ないものの、パリ協定で定められた 6 条（市場メカニズム）に関する合意は重要な展開であり、CCS にも関連性がある。CO₂ の越境輸送など CCS プロジェクト・モデルの実効性について模索する中、そうした事業の合法性は、利害関係者にとって重要な検討事項である。国際水域にまたがる CO₂ 輸出活動を管理する主要な国際合意であるロンドン議定書の規程に関しては引き続き重要事項として調査する。
- 8) 二国間合意については、低排出技術、脱炭素戦略、クリーン成長、気候変動、グリーン経済確立の模索に関してインド、オーストラリア、シンガポール、日本、カナダ、中国など複数の国が新たな合意を結んでいる。日本政府が CCS の社会実装を進めるうえでも、国際協力の基盤づくりは重要な検討課題であり、引き続き最新動向を確認する。
- 9) CO₂ 貯留に関する長期責任の取り決めの状況については、責任の概念と、CCS に適用可能な法規制枠組の中で対処される責任のタイプについて主にオーストラリア、カナダ、米国における現在までの CCS 固有の法規制枠組で採用されてきた責任に対する様々なアプローチについて確認した。
- 10) 現在、CO₂ を船舶輸送している CCS 施設はない。しかし、2022 年 9 月現在、世界で合計 9 件の CCS プロジェクトが船舶輸送をプロジェクトの CO₂ 輸送方法として選択している。主な地域は英国、欧州、サウジアラビア、オーストラリアなどである。
- 11) CO₂ 輸送の市場はまだ初期段階にあり、経済性、操業性等を考慮して、低圧・中圧・高圧での輸送に対応する複数の様々な液化 CO₂ 輸送船設計が行われており、今後も最新動向の調査を継続する。
- 12) CCS のコストは、排出源ガスの特性、ガス流の規模、貯留地の場所等、いくつかの要因によって幅広く異なる。入手が可能であったプロジェクトコストを表 1.7-2 に示す。

表 1.7-2 商業稼働中 CCS プロジェクトおよびそれらに関連する推定コスト

(ドル/t CO₂に換算)

| プロジェクト | 場所 | 特性 | 回収 | 輸送 | 貯留 | MMV ⁶⁾ |
|--|---|---------------------------------------|-----|----|----|-------------------|
| Norcem 社 ¹⁾ CCS (Aker Carbon Capture 社) | ノルウェー・ ブレヴィック (Brevik) | 回収後、パイプラインおよび船舶によって輸送し、沖合の塩水層に貯留 | 109 | 22 | 93 | |
| Fortum 社 CCS (Northern Lights の一部; CC は Shell 社) (CC: Carbon Capture) | ノルウェー・ オスロ (Oslo) | 回収後、パイプラインおよび船舶によって輸送し、沖合の塩水層に貯留 | 182 | 22 | 93 | |
| Sleipner CCS (1996 年) (Equinor 社, StatOil 社) ²⁾ | ノルウェー領 北海 | 沖合回収および貯留 | | | 17 | |
| Petra Nova CCS ³⁾ | 米国テキサス州 ヒューストン (Houston) | 石炭火力発電所から回収しパイプラインで輸送し EOR に利用 | 65 | | | |
| Boundary Dam ⁴⁾ | カナダ・ サスカチュワン州エ ステバン (Estevan) | 石炭火力発電所から回収しパイプラインで輸送し EOR に利用 | 103 | | | |
| Quest CCS (2015 年) ⁵⁾ | カナダ・アルバータ 州フォート・サスカ チュワン (Fort Saskatchewan) | SMR ユニットから回収し、地中パイプラインで塩水層にある陸上貯留地に輸送 | 83 | 6 | 3 | 1 |

出典: Global CCS Institute

- 1) 「CO₂ 回収・輸送・貯留バリューチェーン(CCS)のコスト削減の可能性」2020 年、DNV GL 社、ノルウェー
- 2) <https://sequestration.mit.edu/tools/projects/sleipner.html>
- 3,4) Global CCS Institute が入手可能な資本コストおよび運用コストに基づき CO₂1t 当たりのコストを導き出した。
- 5) 次のリンク先から得られたデータに基づく推定値。 <https://ieaghg.org/publications/technical-reports/reports-list/9-technical-reports/949-2019-04-the-shell-quest-carbon-capture-and-storage-project>
- 6) MMV: Measurement, Monitoring and Verification ((地中貯留された CO₂) の測定・監視・検証)

(2) 今後の課題

国内外の CCUS プロジェクト活動は活発であり、その動向を押さえておくことは大変有益であり、各 CCUS 先進国の法規制に関するそのバックグラウンドを含めた理解や最新動向の把握は非常に重要である。このため、この分野に関する動向調査の継続は必須であると考えられる。

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) 実施内容および成果

本事業の円滑な推進には、国民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、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などを通じて、CCSの目的・意義・技術・安全性を理解してもらうことを基本として、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てきた。

2022年度の活動の概要を表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) | 市民向け現場見学会 | 1回、20名 |
| パネル展の開催 | 北海道庁パネル展、環境広場 さっぽろ2022他 | 5回 |
| 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、CCS講演会 | 6回 |
| 子ども実験教室／夏休み宿 題教室の開催 | 新型コロナウイルス感染症のため 開催なし | 0回 |
| 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 | 258件、2075名 |
| 講義・講演の実施 | 大学、東京ゼロエミベイ*1他 | 22回、2,520名 |
| 展示会、シンポジウム、学 会へのブース出展 | 地球温暖化防止展2022、エコプ ロ2022他 | 6回、3,214名*2 |
| 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 | 48件 |
| 寄稿および発表 | 『二酸化炭素回収・貯留 (CCS)技術の最新動向』他 | 6件 |

*1: 東京湾岸ゼロエミッションイノベーション協議会 *2: JCCSブース来訪者数

2022年度は、カーボンニュートラル達成に向けた政府の取り組みが進められ、コロナ禍にありながらも、日常を取り戻す動きが徐々に強まったことから、広報活動にも大きな変化が生じた。

当センターの見学件数、大学・業界団体等での講義・講演件数はそれぞれ過去最高となったほか、各種イベントや講義・講演は、感染予防対策をはかりながら実開催へ戻すなど、対面（ハイブリット含む）による直接的な情報発信活動の機会が増加した。その結果、説明対象者の反応を確認しながら説明を行う多くの機会を得ることができた。これらの活動における質疑からは、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。当センターの見学件数と見学者数の実績を図1.8-1に示す。

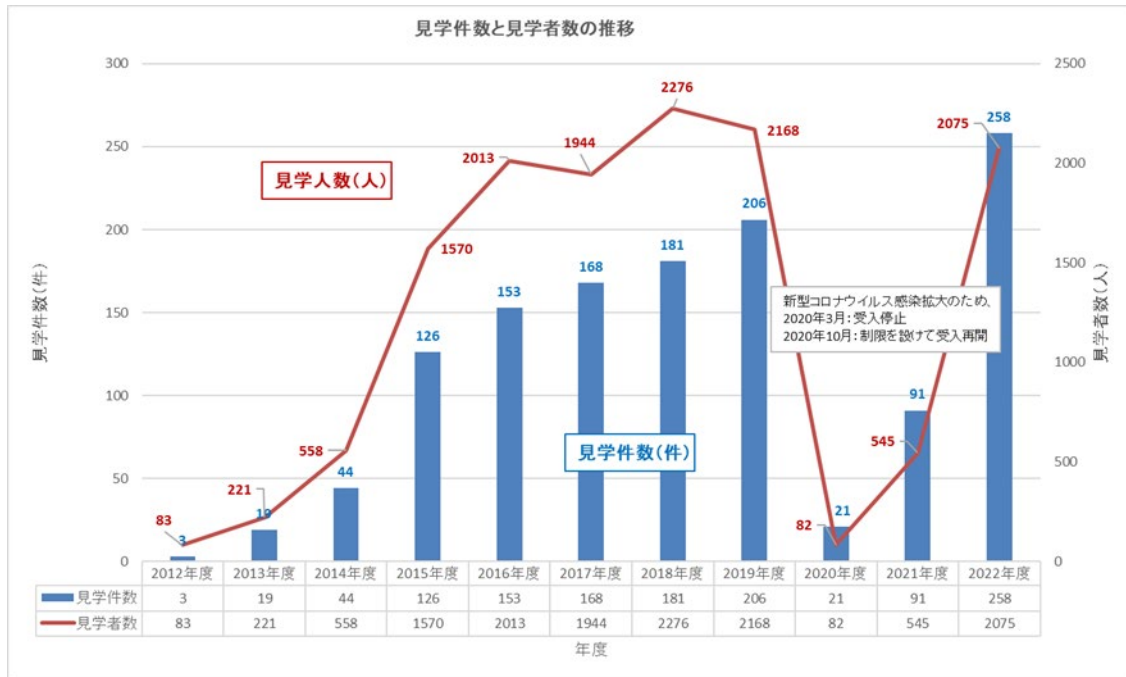


図 1.8-1 現場見学件数と見学者数の推移 (2012年度 - 2022年度)

また、2020年2月（2019年度）開催以来、約2年半ぶりにCCS講演会を開催し、苫小牧市民に向けて政府による直接対話の場を提供することができた。一方、将来を担う世代への情報発信の機会である、子供実験教室、夏休み宿題教室、バスツアー見学会などは、新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から残念ながら中止とせざるを得なかった。

オンラインコンテンツへの取り組みも継続し、Facebookや公式YouTubeチャンネル等

による情報発信活動、ホームページの充実を図ったほか、PA活動の定量的な効果測定について、外部専門家による評価やイベントで実施したアンケートの分析等による取りまとめを行った。それらの結果によると、現在の事業フェーズにおいて「現場見学会」「CCS講演会」の参加者は、CCSに対してある程度興味・関心が高い人（リピーター、協議会メンバーなど関係者）や、ビジネス上の関係者も多く含まれており、CCSについてある程度知識を有する人の割合が高かった。一方、「展示会」「パネル展」「大学講義」に関しては、CCSを主目的とした意図的・主体的な参加というよりも偶発的・受動的な参加者の割合が多く、CCSをまったく知らない層に対して認知度を高める役割が大きかった。説明時間の長い大学講義の場合は包括的な情報提供となるため理解促進により役立っており、認知度・理解度向上に寄与していたと考えられる。展示会／パネル展に関しては、短時間での情報提供のため他の活動に比べて社会的受容性の醸成への寄与度は低いものの、CCSへの興味・関心を高めるきっかけになると期待され、有用である。今回のPA外部調査結果に基づいた、PA活動の目的別・対象者別分類例を図1.8-2に示す。

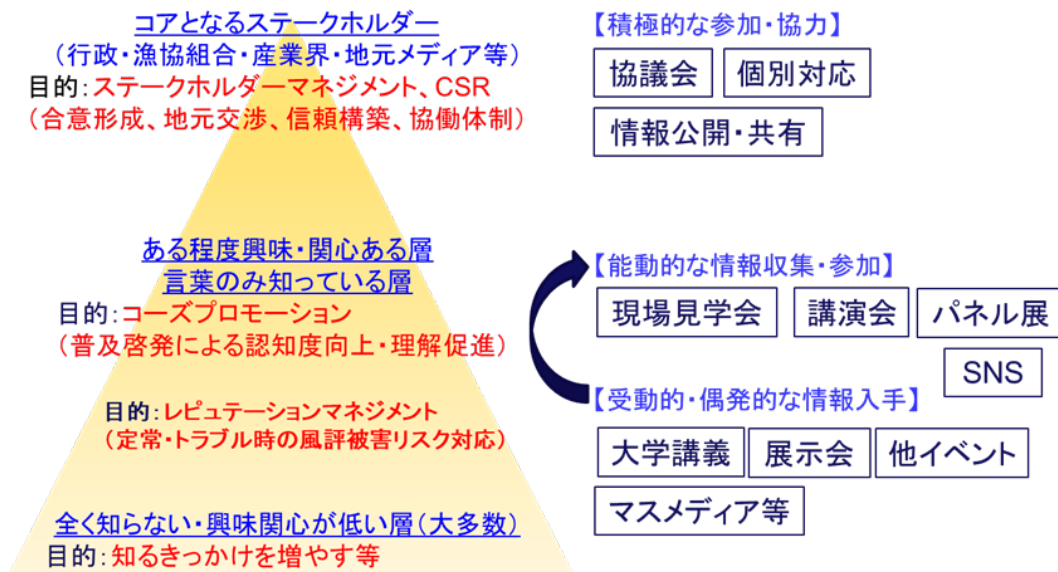


図 1.8-2 定量的評価を実施したPA活動の各指標に関するまとめ

(2) 今後の課題

当センターの見学対応、イベント・展示会への出展および各種講演の実施の継続は、本事業の円滑な推進に重要である。とくに北海道内での広報活動である北海道庁パネル展、苫小牧西港フェリーターミナルパネル展、トヨタカローラ苫小牧(株)でのパネル展などの無人パネル展、および苫小牧役所ロビーのモニター設置による情報発信については、直接対

面での説明・質疑応答はできないものの、地元関係者との友好的関係の維持に繋がると考えられ、今後も地元関係者の意向・要望を尊重しつつ継続的に対応していくことが、さらなる関係強化に繋がるものと考えられる。

また、情報発信手段として2021年度に取り入れたFacebookおよび公式YouTubeチャンネル等による情報発信活動も、露出頻度を増加させることによるCCSの知名度向上に向けての効果が期待できることから、更なる機会の増加に工夫が必要である。

将来を担う世代への情報発信の機会である、子供実験教室、夏休み宿題教室、バスツアー見学会など、中止とせざるを得なかったイベントの再開の機会を伺いたい。

今後のPA活動については、広報活動の定量的評価手法に関する専門家による外部評価およびイベントで実施したアンケート分析結果を踏まえ、ターゲット層や地域、対象者属性へのPA戦略のもとに、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) 実施内容および成果

2022年度の国際活動では、計画どおり視察者対応や海外発表等の機会を通じて、本事業に関する情報発信、情報収集、海外との国際協力や連携を推進する活動を継続的に実施した。

情報発信活動では、本事業の研究成果の発表を主眼に本事業を通じて得られた技術的知見や成果等を発表した。

情報収集活動では本事業の実証成果に基づき今後さらなる検討が必要とされている諸課題や、日本政府が検討中の社会実装に向けた技術的、社会的基盤づくりに関する諸課題の検討に資する海外の先行事例等を入手することを主眼に、諸外国のCCS研究や事業等について情報収集し、整理した。CCUSに着目するあらゆる関係者を調査対象者とし、対象地域もCCSの取り組みが進む地域に加えて、ポテンシャルの高いアジア、中東地域も重要な地域とした。

当センターの視察者対応の顕著な点としては、CCSが先行する欧米諸国からの関係者に加えて、中東、アジア(インドネシア、タイ、マレーシア、モンゴル、台湾等)、中東地域などCCSの機運が高まる地域からの視察者が顕著に増加したこと、またオランダTNO(Porthosプロジェクト)、豪州ビクトリア州政府(CarbonNetプロジェクト)、アジア地域ではタイPTTEP(Arthitプロジェクト)、マレーシアPETRONAS(Kasawariプロ

ジェクト) 等の大規模 CCS プロジェクト関係者への対応等があげられる。図 1.9-1 に海外からの視察者数の推移を示す。

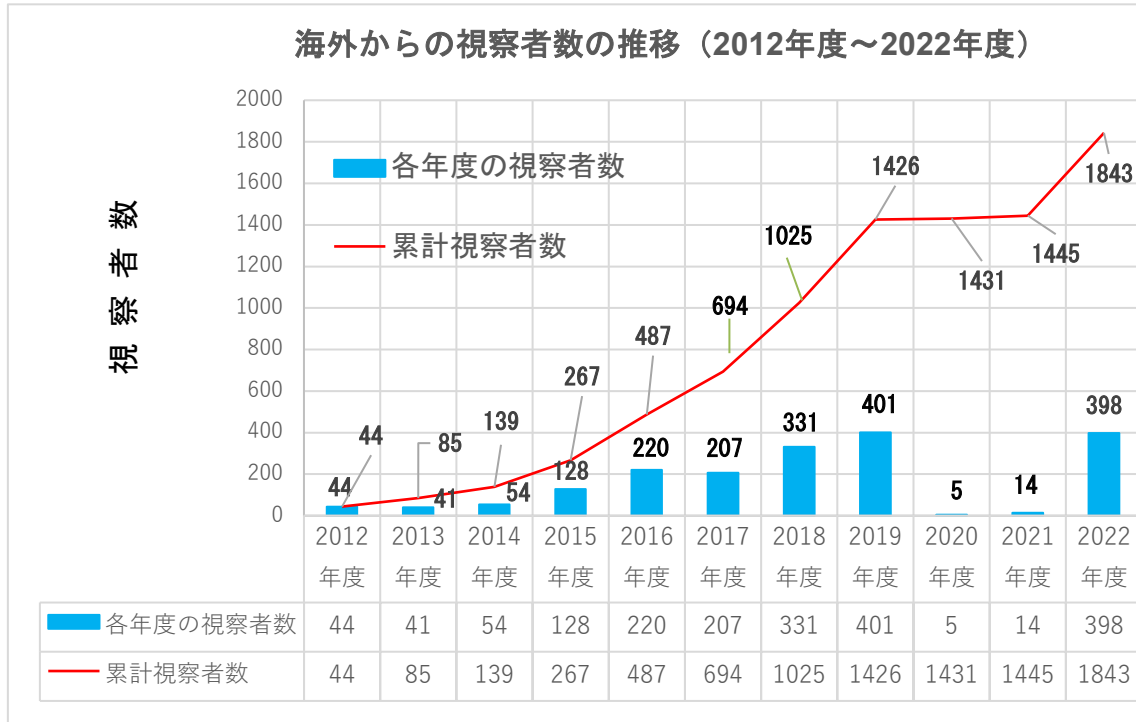


図 1.9-1 海外からの視察数の推移 (2012 年度～2022 年度)

海外に向けた発表実績は 26 件となり、このうち国際会議における発表実績は 10 件、海外機関との技術交流会、情報交換会、オンライン研修等を通じた発表実績は 16 件となった。

CCS 専門会議等における発表、情報収集のうち「IEAGHG 5th International Workshop on Offshore Geologic CO₂ Storage」(米国・ニューオーリンズ)では、本事業の圧入とモニタリング、海洋環境調査の成果発表をし、これに続くパネルディスカッションにおいて海洋環境調査の状況や課題を国際テーマとして議論した。さらに海外海域 CCS 事業の現況や最新機器による海域モニタリング手法の開発状況等について確認した。

「Carbon Sequestration Leadership Forum 2022 Technical Group Mid-Year Meeting」(ノルウェー・ベルゲン)では、Invited Presentation や Panel Session にて本事業の成果や知見を発信したうえ、Completed CSLF Projects として本事業の目標達成による CCS 技術への貢献に対する CSLF グローバル・アチーブメント賞を受賞し、「GHGT-16」(フランス・リヨン)では出展のほか、本事業の微小振動観測と第 5 回までの弾性波探査の結果やモニタリング設備・項目の最適化(削減)を主に発表(聴講者 200 名以上)し

た。「CO2GeoNet Open Forum」(イタリア・ベニス)では、欧州CCSバリューチェーンのハブ化計画や諸外国で加速するCCSの動向を把握できたことなどが主要な実績となった。

上述の発表機会のほか、アジアをはじめ各国や海外組織より、本事業の成果に基づく情報交換会や技術交流会の実施依頼を受け、これまでの研究成果を発表した。また各社とのディスカッションを通じて各地域のCCSの検討状況や進捗状況等も把握した。

視察対応、海外発表、情報交換会等における主なディスカッションのテーマや質問事項は、現在実施中の圧入後のモニタリング活動等、CCSの各要素技術の手法や成果ならびに社会的受容性の醸成活動の手法まで多岐にわたり、本事業で実施している同活動にも有効な知見が得られた。

このほかの情報発信として、Global CCS Instituteによる各国CCSの最新技術情報(技術大要)「Technology Compendium 2022」には、「フルバリューチェーンの貯留(Storage)」のセクションに、本事業の主要技術の概要(事業全般の概要と特徴、事業スキーム、分離・回収・圧縮技術、圧入・モニタリング技術、パブリックアウトリーチの経験等)を寄稿した。本技術大要はGHG多排出産業界における大幅削減に貢献し国際的なCCSの推進が期待されている。

受賞実績として、上記の「CSLFグローバル・アチーブメント賞」受賞のほか、IEAハンドブック「CCUSの法的・規制的枠組み」(2022年7月)では本事業の成功要因の一つに持続的なパブリック・エンゲージメント活動により支持を確保したこと、同じくIEAハンドブック「CO₂貯留資源とその開発」(2022年12月公開)では、「地震多発地域でのCO₂貯留」のモデル事例となったほか、参加企業の個々の能力を生かし、日本でのCO₂貯留の実証を成功させたと評され、本事業の重要な課題でもあった経験や実績が国際的にも紹介された。

年間を通じた成果の中で特筆すべき点は、本事業は世界的に見ても中規模クラスの事業でありながら、実証事業で得られたさまざまな知見や成果は、本事業を遥かに凌ぐ大規模な海外プロジェクト関係者にとっても、十分有効な知見であることが認識できたことである。

また、国際活動の実績や世界のCCS/CCUSの最新情報については、季刊誌「国際だより」を通じて国内ステークホルダーにも発信し、事業の成果として還元するとともに、広報ツールとしても活用し、国際社会における日本のCCS事業の取り組みの重要性についての理解・普及を図っている。



図 1.9-2 季刊誌「国際だより」2022 年度発行号

(2) 今後の課題

地震多発国かつ国際的にも稀少な都市近郊における CCS の実証成果について情報発信することは、日本の CCS 技術の確実な取り組みに対する理解につながることから、今後も継続が重要である。

CCS の法整備やビジネスモデルの概念設計の議論は、海外では先行している現状がある。こうした国際議論に積極的に 関与することにより、官民の役割等についても多様なケースから情報を得ることが重要かつ有効と考えられ、今後もモニタリング、PA 活動に有効となる海外先行事例とともに、情報収集に努める。

1.10 社外有識者による技術指導

(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。）を設置して、事業推進の一助としている。2022年度は、第18回課題検討会を2022年8月、第19回課題検討会を2023年2月に実施した。課題検討会では、苫小牧地上設備保全、繰り返し弾性波探査、海洋環境調査、萌別層貯留層評価、および観測井モニタリングにおける現状報告、ならびに各項目の今後の課題についての報告に加えて、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」（以下、「モニタリング分科会」と称する。）の進捗および検討内容等についても報告を行い、社外有識者による確認と助言を得た。

モニタリング分科会では有望と思われる個別モニタリング技術等に関する詳細調査に取り組みつつ、アカウントティングの視点や社会的受容性を加えたモニタリングの目的や位置づけを整理し、各モニタリング項目の適用について検討した。そのうえで、CCS のモニタリングの意義を総合的に勘案したうえで、「日本における CCS のモニタリングのあるべ

き姿」を提案する方針について説明した。この提案には、これまでの検討結果と既存法制との関係性も整理しつつ、成果の活用に向けた取り組みも含むこととした。なお、2022年度中に日本におけるモニタリングモデル計画を作成するという計画であったが、2022年度に行ったヒアリング結果から、まずリスク評価に関する知見を整理してから具体的なモデルによるモニタリング計画の作成を行うのが有効であるとの結論にいたり、当初2年間の予定であった計画を3年に延長することになった。

(2) 今後の課題

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みながら、最新動向も取り込むことを継続したい。

1.11 将来計画の検討・準備等

(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の検討を行っている。2022年度は、本事業のCCS一貫システムをCCS/カーボンリサイクル実証研究拠点として活用する、カーボンリサイクル実証試験として、運用時に発生する課題の抽出とその対策について、調査、検討を行った。具体的には、カーボンリサイクル設備（以下、「CCU設備」と称する。）を当センター内既存CCS設備（以下、「CCS設備」と称する。）の近傍に設置し、CO₂と水素からメタノールを製造することを想定し、CCU設備仕様およびCCU設備の配置検討を行った。図1.11-1に既設CCS設備に隣接して配置するCCU設備の概略の配置検討結果を示す。FEED（Front End Engineering Design）開始後、6箇月目で主要機器の発注を実施、16箇月目より土建工事の開始、その後機器据付工事、配管工事、計装工事や各種検査・テストを実施し、32箇月目より試運転が開始される見込みであることが明らかになった。

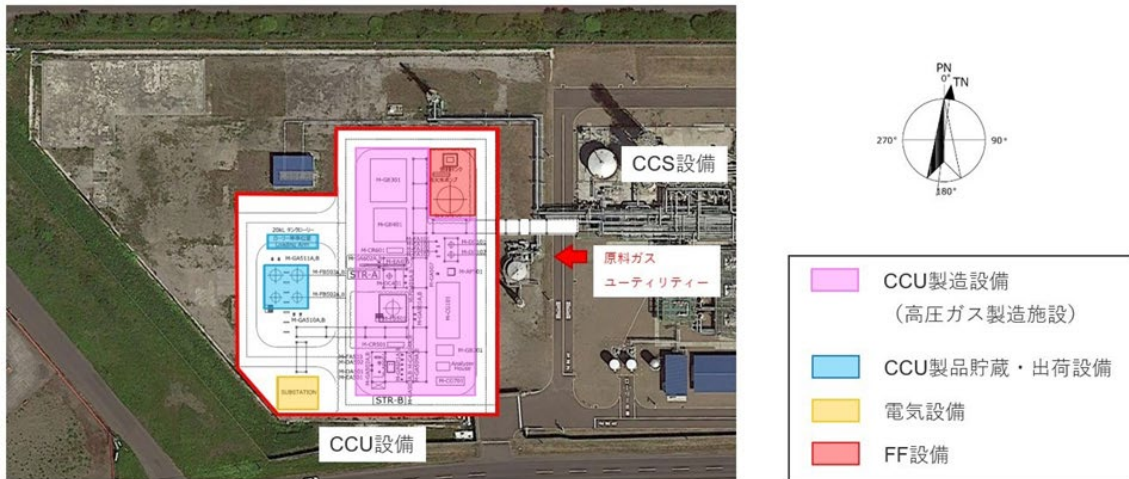


図 1.11-1 本 CCU 設備の配置概略図

メタノールは化学製品の基幹物質のひとつであり、幅広い用途に用いられており、現在注目されている SAF (Sustainable Aviation Fuel: 持続可能な航空燃料) への展開も期待できる。そこで、メタノール製造設備の設備仕様、既存 CCS 設備との連携接続検討等を行った。設備規模は、日本において今後 5~10 年間程度の期間での増強が計画されている再生可能エネルギー (以下、「再エネ」と称する。) 電力のうち、余剰出力分を無理のない範囲内で利用する前提のもとに、メタノール製造量として 300 t/d とした。なお、設置候補地は、余剰再エネ比率が高く、昼夜・年間の再エネ出力の変動が比較的少ない地域として、北海道および東北地区が抽出されたが、既設 CCS 実証設備を有する苫小牧地区においては、D1-1 基地からのブルー水素の供給可能性もあることから、再エネ由来の水素供給を段階的に増強していくような融通性の高い実装計画が策定できる可能性がある。

CCU の社会実装として、CCS 設備を 100% 負荷で運転し、連携接続でメタノールを 300t/d の製造を行う場合、エネルギー消費量は CCS 設備単独稼働時と比較して 40% 程度の増加と推算された。CO₂ 排出量 (燃料消費のみ) は CCS 設備単独稼働として 226 t/d であり、CCU との連携でも 342 t/d と評価され、いずれの場合でも CO₂ 回収量を超えることはないという結果になった。

検討の結果、ブルー水素活用の前提であるが、既存 CCU 施設と CCU 施設との連携は、エネルギー消費も比較的少なく、現在の日本のメタノール消費の 5% 程度を賄う規模の CCU 設備と連携できることがわかった。

(2) 今後の課題

① CO₂削減効果の検証

本検討では燃料消費のみに着目してCO₂削減効果としたが、LCA評価（Life Cycle Assessment：製造・生産から消費、廃棄、リサイクルに至るまでのすべての過程での環境負荷を評価すること。その手法。）を含めた検討を行う必要がある。

② CCU連携時の推算OPEXからのメタノール製造コストの推定

③ クリーンエネルギーの調達可能性

④ SAFへの展開

メタノールからSAFを製造する技術調査を行い、今後の可能性を探ることは今後の課題である。

【参考文献】

1) 環境省ホームページ

<https://www.env.go.jp/press/109403.html>