

# 海底下におけるCCSのCO<sub>2</sub>モニタリング

株式会社KANSOテクノス 東京支店  
種 鎮矢

2026/01/29

- 1 CO<sub>2</sub>含有ガス供給設備
- 2 CO<sub>2</sub>分離・回収設備
- 3 圧入設備
- 4 圧入井 … 萌別層、滝ノ上層

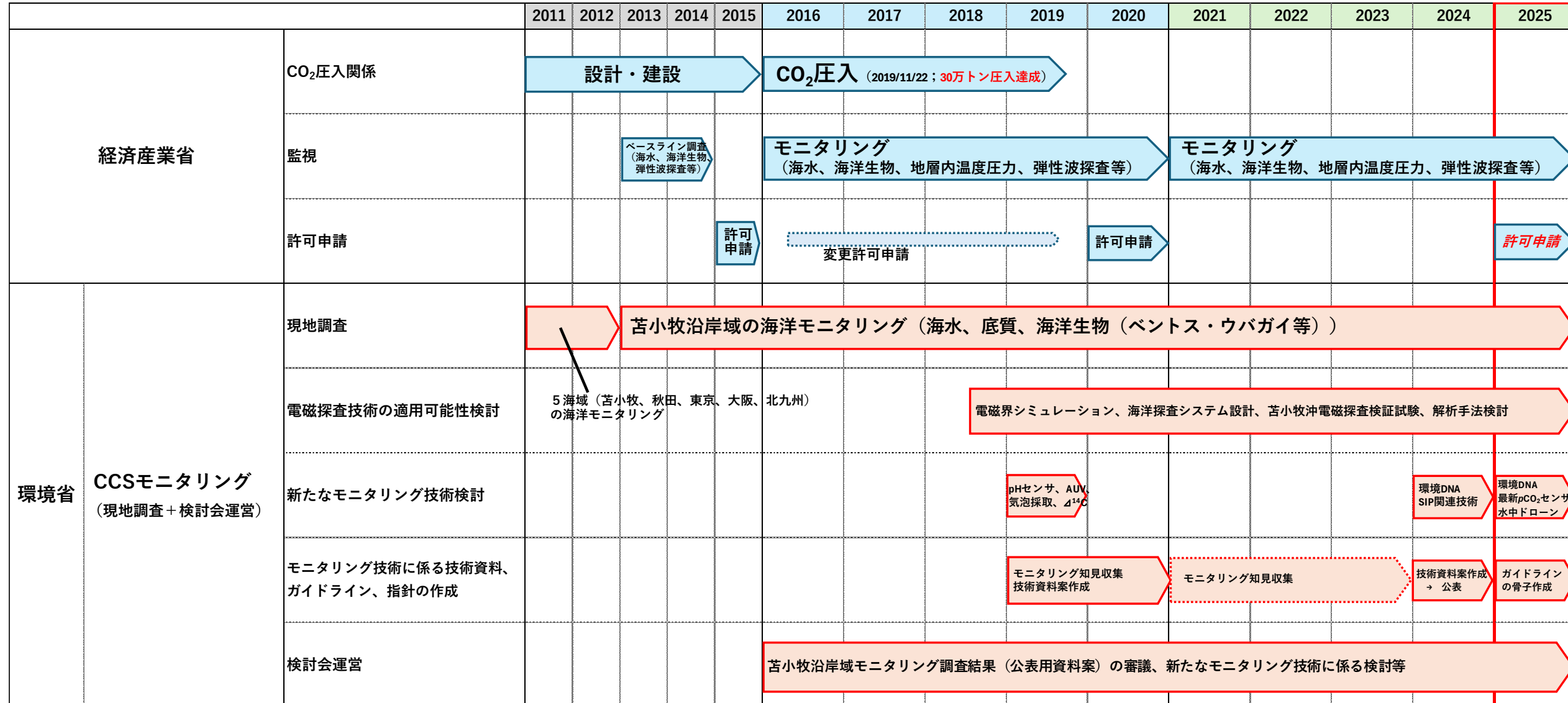
- 5 観測井  
滝ノ上層観測井OB-1 (調査井から改修)  
萌別層観測井OB-2 (新設)  
滝ノ上層観測井OB-3 (新設)

- ⑥ OBC (Ocean Bottom Cable : 海底受振ケーブル)
  - ⑦ OBS (Ocean Bottom Seismometer : 海底地震計)
  - ⑧ 陸上地震計
- その他モニタリングシステム



- ・ 萌別層（海底下約1,000m）  
→約30万トン
- ・ 滝ノ上層（海底下約2,500m）  
→約100トン

## 2. CCSモニタリング技術の開発・適用の進捗タイムライン



### 3. CCSモニタリング



#### 【苫小牧大規模ccs実証試験（経産省）】

- 事業実施許可期間：～2026年3月31日（5年毎申請）
- 調査海域：北海道苫小牧港港湾区域内
- 監視項目：許可申請時の監視計画に基づく

#### <監視（モニタリング）内容の一例>

##### ・海水の化学的性状調査

採水分析調査（8測点，年4回）

##### ・海洋生物の状況

動植物プランクトン調査（8測点，年4回）、

ウバガイ生息状況調査（1測点，年12回）

ウバガイ生息密度調査（3測点，年1回）

##### ・地層及び地質の状況

圧入井先端部分の坑底温度・坑底圧力観測（連続）

##### ・貯留層内のCO<sub>2</sub>の分布範囲の状況

適切な探査（弾性波探査；期間内に2回）

#### 【環境省独自の海洋環境調査】

- 調査海域：苫小牧沿岸域 約10km × 8 kmの範囲
- 海洋環境把握のための四季（春夏秋冬）調査を実施
- 海底下モニタリング技術の高度化・効率化
- 新たなモニタリング技術及びその適用方法の検討

#### <調査（モニタリング）内容>

##### ・海水の化学的性状調査

採水分析調査（9測点）

##### ・底質調査

底泥の採泥分析調査（12測点）

##### ・海洋生態系把握調査

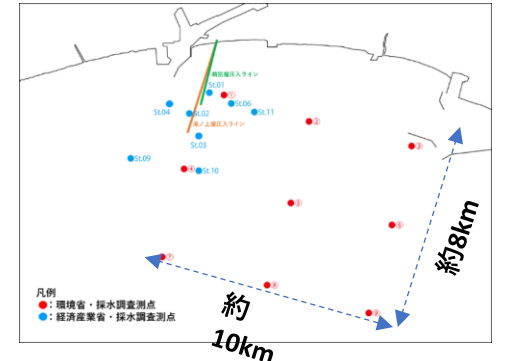
メガベントス採取調査（9測点，ドレッジ使用）

マクロベントス・メイオベントス調査（12測点）

ウバガイ生息密度等調査（2測点）

##### ・電磁探査検証試験

##### ・環境DNA調査、最新pCO<sub>2</sub>センサ試験、水中ドローン海底観察



←調査測点位置図

●：経産省の測点

●：環境省の測点

事業者からの監視結果を審査できるよう環境省独自の調査を行っている。



## 4. 苫小牧沖の現地調査業務の概要

4

- 調査範囲**：苫小牧沖の10km×8km四方に9測点（水質、底質）＋3測点（底質）、  
苫小牧港口付近に1地点（ウバガイ分布密度等調査）

- 調査実施期間**

4回／年 四季調査（春季、夏季、秋季、冬季）

- 調査項目、調査測点及び分析項目（カッコ内は調査点数を示す）**

- ・**水質(9測点、4層)**：CO<sub>2</sub>関連項目（全炭酸、アルカリ度、pH）、  
溶存酸素、クロロフィルa、塩分、水温
- ・**底質(12測点)**：pH、粒度組成、含水率、有機炭素、無機炭素、硫化物
- ・**海洋生態系**：マクロ・メイオベントス調査（12測点）  
簡易ドレッジによる大型ベントス調査（9測点）  
ウバガイ生息密度等調査（2点）

- ・**係留系調査（2024年度冬季調査まで）**：pH、水温、塩分、流向流速（1点、2層）

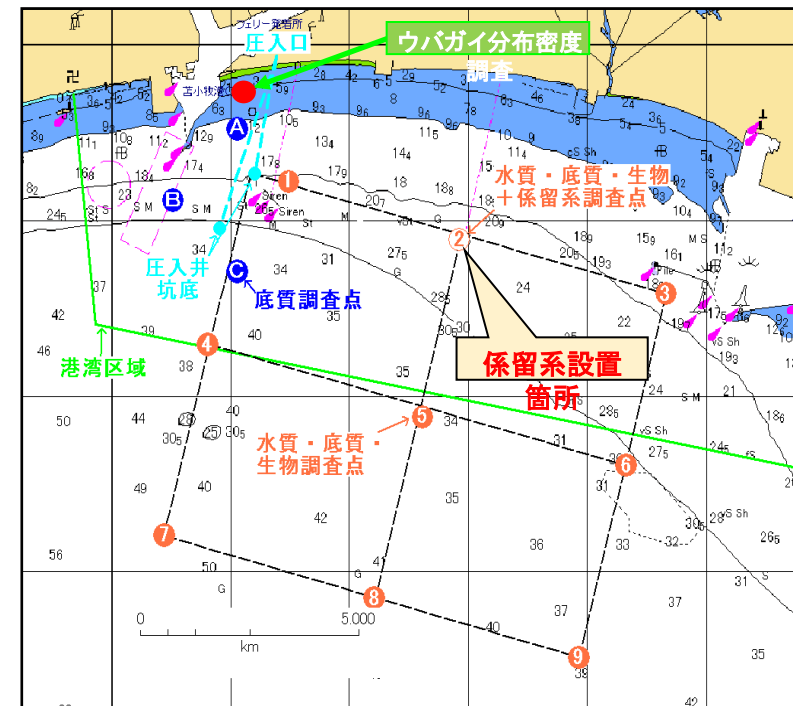
- ・**ROVによる海底観察調査（9測点、2023年度冬季調査まで）**：水中カメラによる海底ビデオ撮影

- 海底下モニタリング技術の高度化・効率化**

- ・電磁探査検証試験

- 新たなモニタリング技術及びその適用方法の検討**

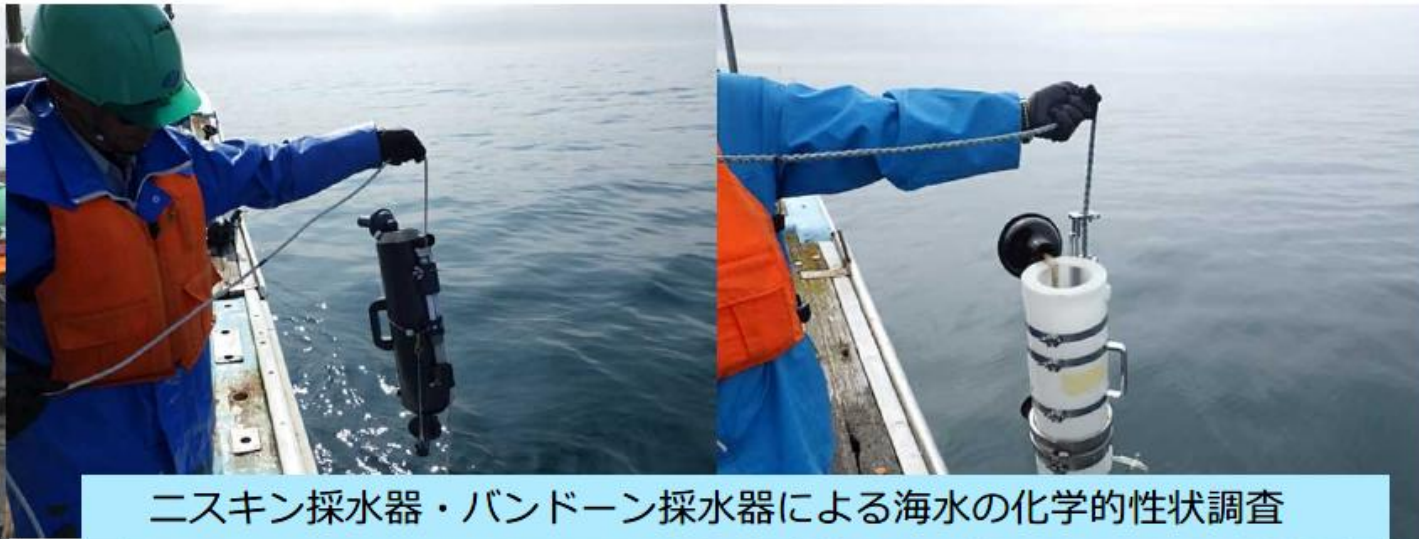
- ・環境DNA調査、最新pCO<sub>2</sub>センサ試験、水中ドローン海底観察、SIP技術に係る検討のための現地調査・試験



## 5. 苫小牧沖現地調査の作業風景（採水、採泥、生物調査）



調査前ミーティング（KYK/RA）



ニスキン採水器・バンドーン採水器による海水の化学的性状調査



採泥調査（底質・マクロ・メイオベントス）



「ROV」による海洋生態系把握調査



ドレッジによるメガベントス採取調査



## 6. 苫小牧沖現地調査の作業風景（ウバガイ調査）



### ウバガイの生息密度等調査

- ・ 特別採捕許可申請
- ・ 4回/年（四季毎）
- ・ 桁網等による試験操業を2回実施
- ・ 生息密度
- ・ サイズ、殻重量および軟体部重量



## 7. 海底下モニタリング技術検討業務（電磁探査）の概要



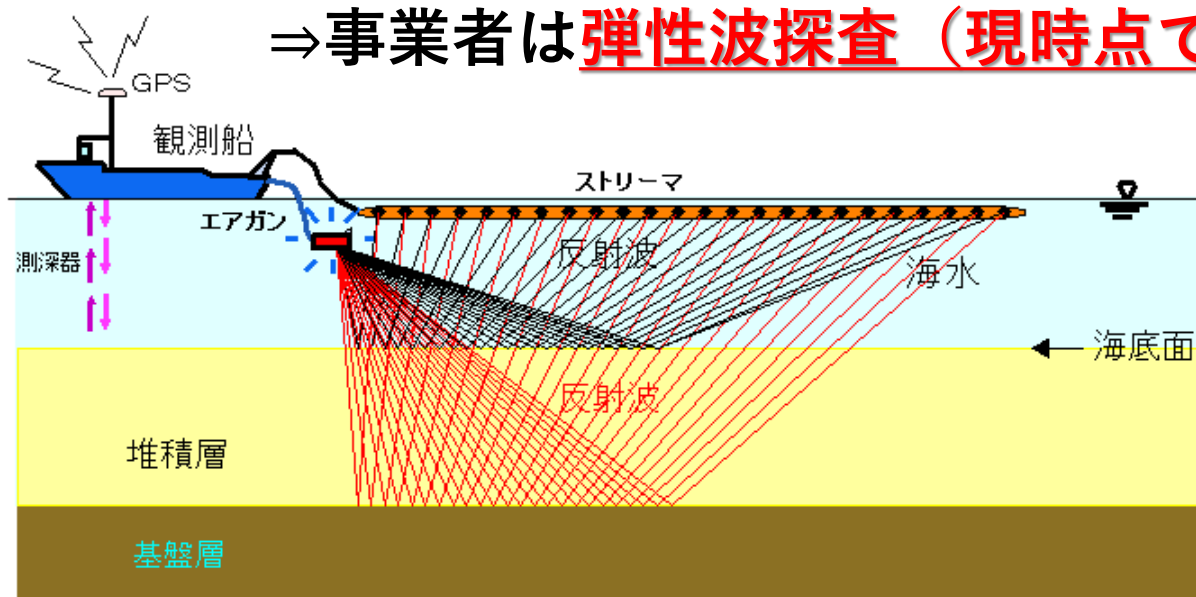
【背景】 海底下に貯留されたCO<sub>2</sub>のモニタリング

● 萌別層（海底下約1,000m）に貯留されたCO<sub>2</sub>のモニタリング

→ 事業者は

CO<sub>2</sub>が遮蔽層を破壊して、遮蔽層の上側に出ていないかを確認する義務がある。

⇒事業者は弾性波探査（現時点でのBAT）によるモニタリングを実施



海上マルチチャンネル音波探査の模式図

弾性波探査のエアガン発振による大音響により、  
海洋生物への影響（ウバガイの摂餌障害等）が  
懸念されている



## 8. 海底下モニタリング技術の高度化・効率化（電磁探査）の概要



- 海底下CCSの社会実装に向けて、海底下CCS事業が環境と調和した上で適切かつ迅速に実施されるため、利用可能な最良の技術（BAT; Best Available Technique）を活用した適正なモニタリングの在り方について、環境負荷が少なく、コスト低減等に資するモニタリング技術の実用化に資する検討を行う必要がある。
- 海洋保全の観点から現在のBATではあるが、費用が高価で沿岸域では漁業への影響が懸念される弾性波探査の頻度を少なくし、**弾性波探査間のモニタリングを補完できる技術**として、電磁探査技術の海底下モニタリングへの適用可能性検討を開始
- 電磁探査手法（SQUIDセンサーTEM計測、フラックスゲート磁力計測）により、苫小牧沿岸域の海底下地層に圧入されたCO<sub>2</sub>ガスを検知し、その分布域を推定する計測手法を検討
  - ・電磁界シミュレーションによるCO<sub>2</sub>検知可能性の事前検証
  - ・海洋で運用可能な探査システム（洋上無線転送方式探査システム）の設計
  - ・電磁探査に伴う電磁場による海洋生物（苫小牧沿岸域の重要水産物であるウバガイ）への影響確認
  - ・2022年度からステークホルダー（苫小牧漁協）の了解を得た上で、苫小牧沿岸域の萌別層砂岩層に圧入されたCO<sub>2</sub>ガスを対象とした電磁探査検証試験を開始

# 9. 電磁探査技術を実用化するための検証試験

## 【検討経過】

項目	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
総合検討 ・ 計測データの解析 ・ CO <sub>2</sub> ガス検知可能性の検証							
電磁界シミュレーション							
海洋で運用可能な 探査システムの設計							
海洋生物（ウバガイ） への影響確認							
現場海域での 電磁探査試験							

①初期型：2019年度製作

②改良型 2019年度追加加工

③改良型：2022年度追加加工

絶縁部 (切断部分)

絶縁部 (切断部分)

SUS フレーム  
SQUID プローブ  
絶縁部 (切断部分)

室内試験

苦小牧沖

東海大学（清水）等

苦小牧沖



# 10. 海洋生物（ウバガイ）への影響確認

10

【目的】 電磁探査によって発生する電磁場が水産重要種であるウバガイに対して、生体応答や成長に影響を及ぼすか調べ、電磁探査時の微弱な電磁場強度の妥当性を評価することを目的として実施。

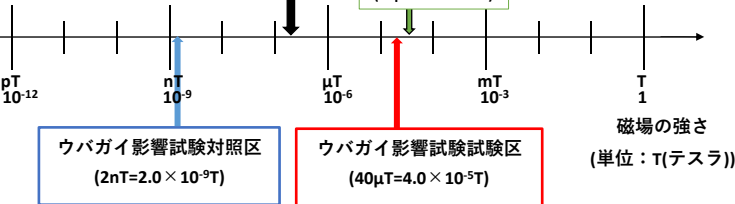
【磁場】 電磁探査で生じる磁場強度は陸上の送信源から100 mの位置で約200 nT ( $2.0 \times 10^{-7}$  T) を基準とし、試験区の磁場強度は電磁探査の想定値の200倍 ( $40 \mu\text{T}$ )、対照区は1/100倍 (2 nT) に設定。

## ●ウバガイ曝露試験の磁場の強度

苫小牧電磁探査試験で生じる磁場

◎送信源から100m離れた位置の磁場  
( $200\text{nT}=2.0 \times 10^{-7}\text{T}$ )

地磁気  
( $50\mu\text{T}=5.0 \times 10^{-5}\text{T}$ )



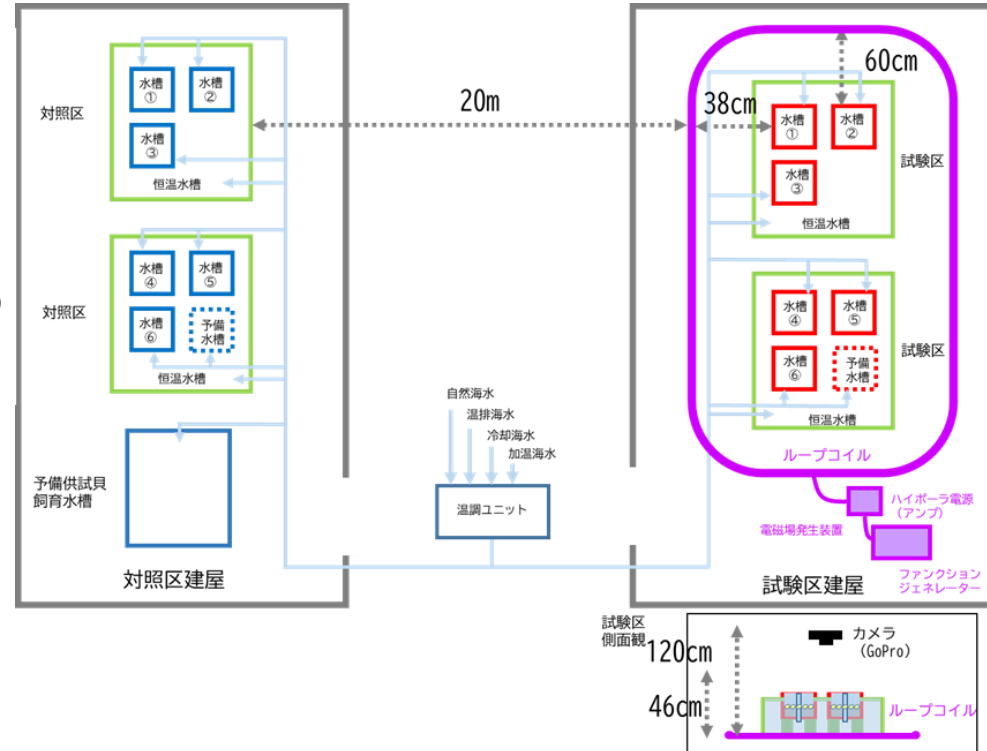
ウバガイ影響試験で生じる磁場

## ●試験に供したウバガイ（成貝）

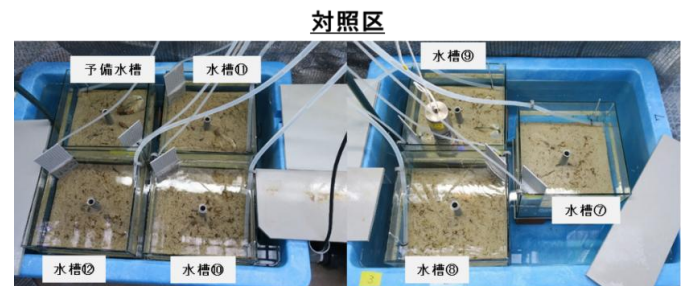
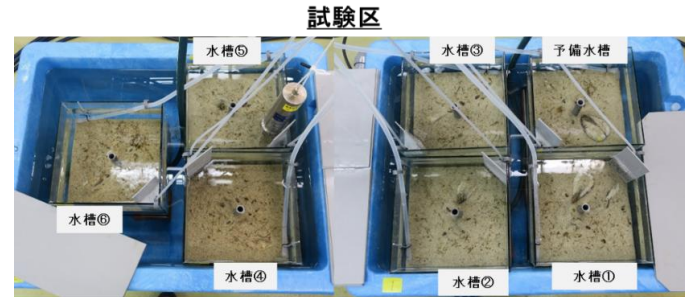
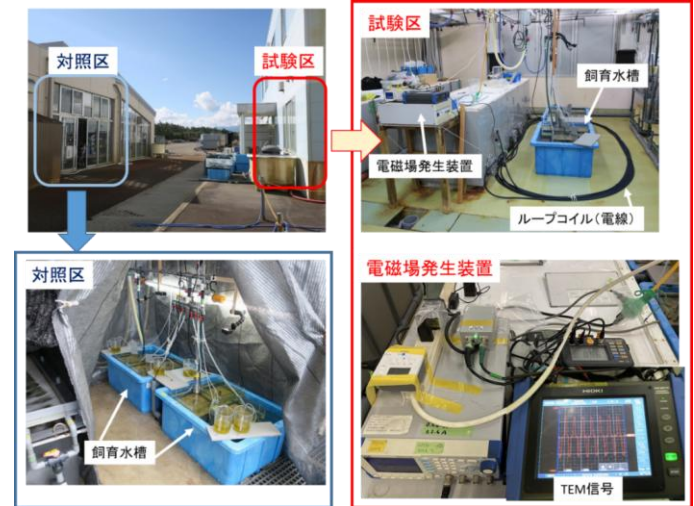


漁獲地；苫小牧市沖合  
個体数；約60個体  
殻長；95～120 mm  
殻高；57～70 mm  
殻幅；80～100 mm  
湿重量；263～454 g

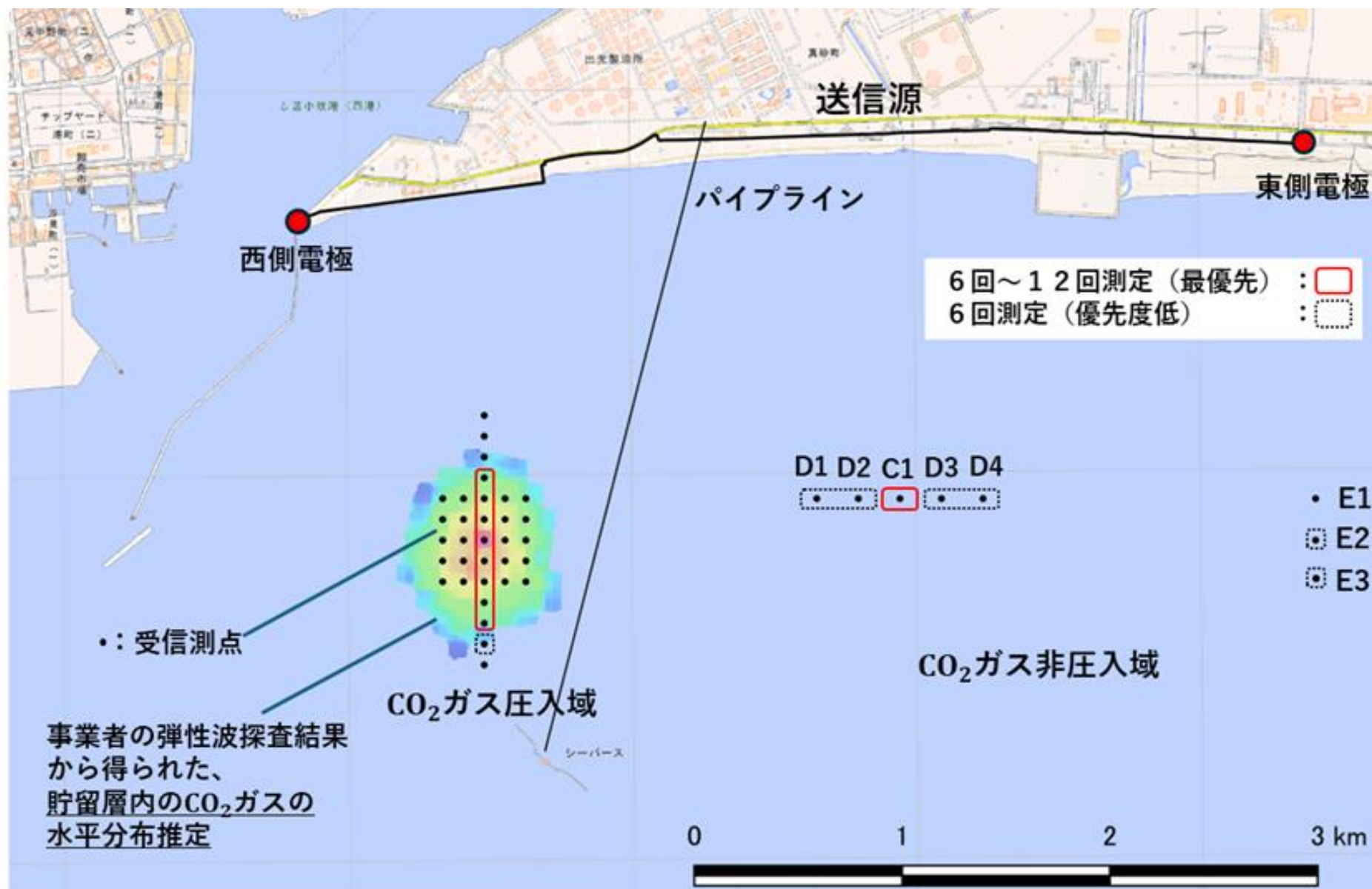
## ●曝露影響試験の概要図



## ●試験建屋と試験装置の概要



# 11. 苫小牧での送信源及び受信測点の位置関係





## 12. 送信源の配置及び設置

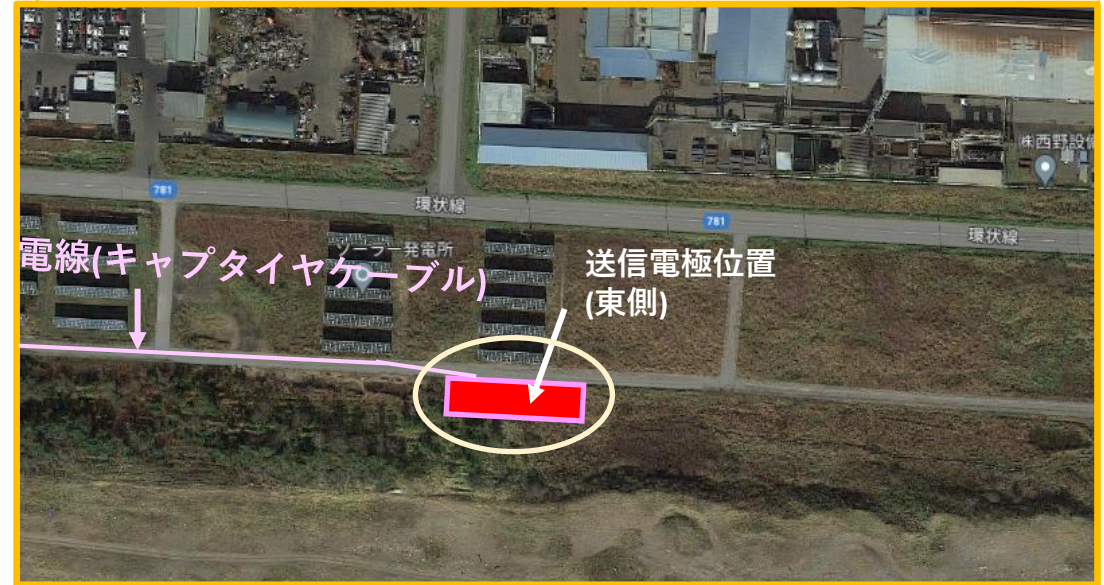
12



【西端】 苫小牧市真砂町（苫小牧埠頭㈱のオイルターミナル内）



【東端】 苫小牧市字勇払（所管：財務省 北海道財務局管財部）



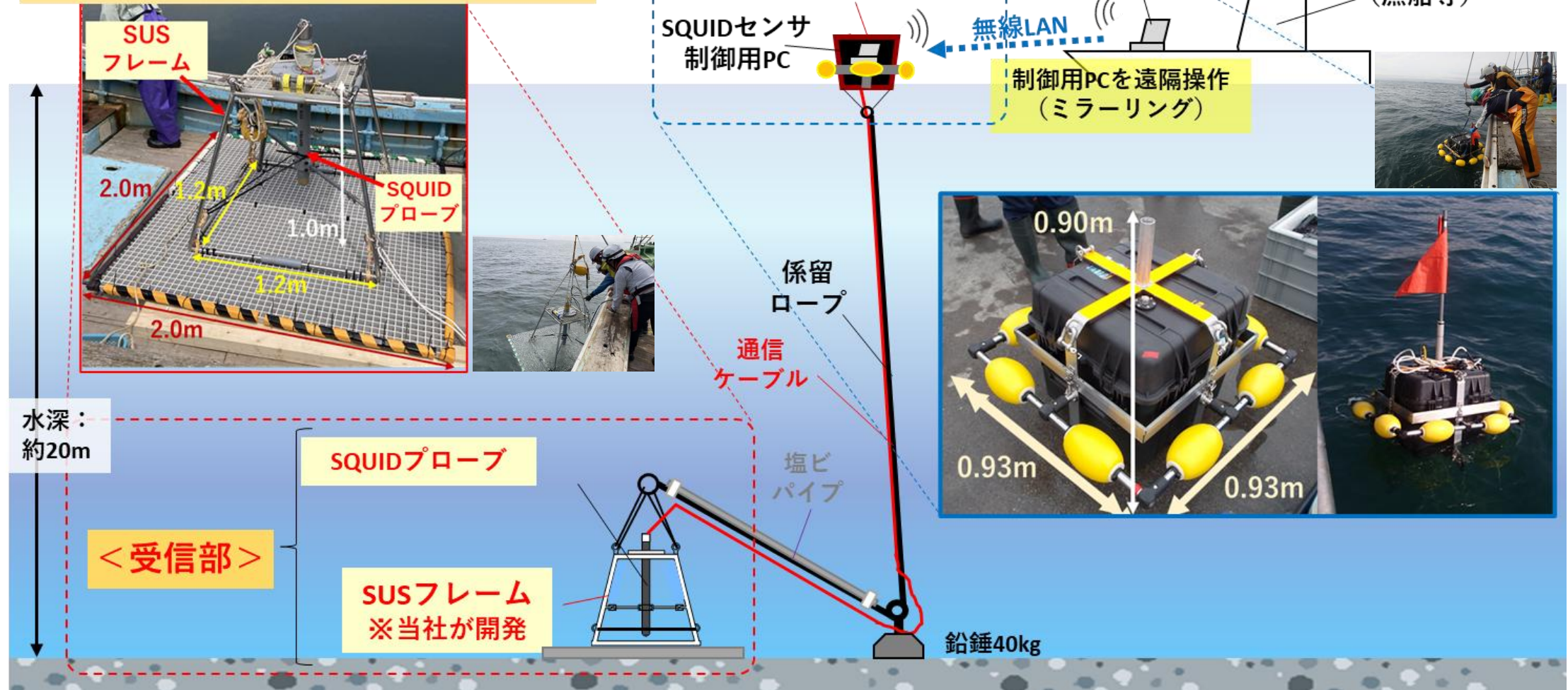
12



# 13. 洋上無線転送方式探査システム概要

13

- 船舶から受信機部分を切り離し
- 無線LANで制御用PCを遠隔操作





# 14. 新たなモニタリング技術の検討（環境DNA調査）

## 目的

効率的に生態系を把握する手法として、「環境DNA調査」の有効性を検証

## 従来の調査方法とその課題

1. これまでは、生物を直接捕獲して調べる方法が主流
2. 課題: 生物に負荷を与え、生物同定等の専門知識が必要



## 環境DNA調査の利点

水中や堆積物などの環境試料からDNAを抽出し、その情報を基に生物種の特特定が可能

- ①生物を採取しなくても情報を取得できる。②見つけにくい生物も検出できる。
- ③専門家でなくても調査でき、コストを抑えやすい。④広範囲・高頻度の調査に向いている。

## 調査結果（2024年度の実績）

1. 網羅的解析：魚の種類や季節変動を捉え、従来の方法より多くの情報を得られる可能性を示唆
2. 種特異的検出（プライマー・プローブを設計）：水産重要種（ウバガイ）の分布を把握

# 15. 新たなモニタリング技術の検討(pCO<sub>2</sub>センサ検証試験)

## 目的

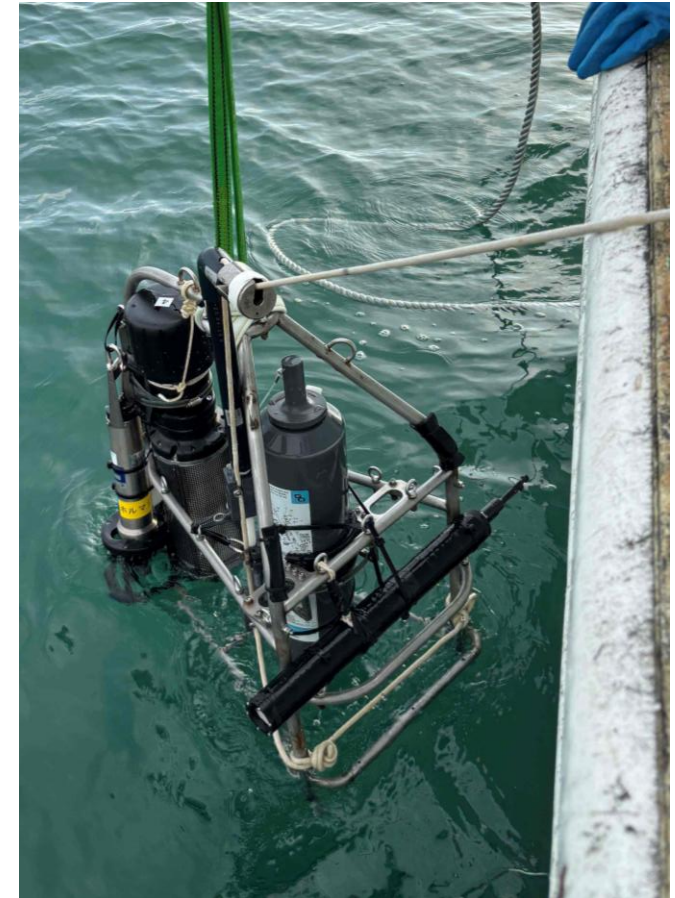
CO<sub>2</sub>漏出を監視する技術として、「pCO<sub>2</sub>センサ」が、従来の「採水分析」の代替技術として利用可能であるかを検証する。

## 新技術（pCO<sub>2</sub>センサ）の利点と課題

1. 利点: データを迅速かつ簡便に取得できる。早期の漏出検知を期待
2. 課題: 従来の採水分析と同等の測定精度を確保できるか

## 検証内容

1. 実際に苫小牧沖でセンサを使って観測を行い、そのデータを採水分析の結果と比較する。
2. 結果に差があればその原因を分析し、センサを監視技術として適切に運用する方法を検討する。



# 16. 新たなモニタリング技術の検討（水中ドローン検証試験）

## ●目的

海底下CCS事業における海底生物の調査を、より簡便かつ効率的に行うため、「水中ドローン」の利用を検証する。また、海底下CCS事業において、ステークホルダーの理解と協力を得るためには、特に漁業者の不安を軽減することが重要である。海域での気泡の発生有無や水産資源への影響の懸念が生じた際に、漁業者が自ら海底の状況をリアルタイムに確認できることにより、不安を軽減できる一助となる。

## ●新技術（水中ドローン）への期待

近年の水中ドローンは軽量かつ機動性が高く操作が容易であることから、実績のある遠隔操作無人探査機（ROV）調査よりも費用を抑え、専門の操縦者が必要なく、より手軽で安価な調査が実現できる可能性がある。また、ステークホルダー（漁業者）向けの技能講習会を開催することにより、水中ドローンの基本操作の習得や実海域の運用方法の習得を目指す。

## ●検証内容

1. 過去のROV調査で出現した生物種を検出できるか検証
2. 水産重要種を撮影できるか検証（漁業関係者へのレクチャー実施）





# 17. 苫小牧沖現地調査結果及び技術資料について



## ●海底下CCS事業におけるモニタリング技術の適用方法の検討のための苫小牧沖現地調査結果について

海底下CCS事業におけるモニタリング技術の適用方法を検討するために実施された苫小牧沖での現地調査結果が取りまとめられています。二酸化炭素の貯留に伴う安全性や環境影響を評価するため、さまざまな技術を活用したモニタリング手法が詳細に解説されています。特に、海底下CCSの実施における信頼性向上を目的とした具体的な調査内容や成果が記載されており、環境保全と実用化に向けた重要な情報を提供しています。

## ●CCSモニタリングに関する技術資料

これまでに検討した漏出モニタリング技術の概要と適用可能なプラットフォームについて詳しく説明しています。固定式プラットフォーム（係留系や海底設置型プラットフォームなど）の利用可能性や、それらを用いたモニタリング手法が具体的に示されています。苫小牧沖での調査事例を含む実践的な情報が記載されており、CCS事業の安全性と環境影響評価のための指針として活用できます。



本文へ >

English

キーワード検索

ホーム

環境省について

政策

法令

報道・広報

白書・

### 水・土壌・地盤・海洋環境の保全

[ホーム](#) > [政策](#) > [政策分野一覧](#) > [水・土壌・地盤・海洋環境の保全](#) > [海洋環境保全](#) > 二酸化炭素海底下地層貯留（海

### 二酸化炭素海底下地層貯留（海底下CCS）

【法令・様式等】

[法令等](#)

<海洋汚染等防止法関係>

【監視】

<海洋汚染等防止法関係>

監視報告提出状況

[平成28年度](#)

[平成29年度](#)

[平成28年度](#)

[平成29年度](#)

[平成30年度](#)

[平成31年～令和元年度](#)

[令和2年度](#)

[令和3年度](#)

[令和4年度](#)

[令和5年度](#)

[令和6年度](#)

CCS事業におけるモニタリング技術について

・ [CCSモニタリングに関する技術資料](#)

・ [CCS事業に係るモニタリング技術の概要](#)

[海底下CCS事業に係る監視計画のあり方について（平成28年10月13日）](#)



海底下CCS事業におけるモニタリング技術の適用方法の検討のための苫小牧沖現地調査結果について

ご清聴ありがとうございました。