

第14回 駿河海岸保全検討委員会

～モニタリングの実施状況～

令和4年10月

国土交通省中部地方整備局
静岡河川事務所

はじめに ※第11回検討委員会資料-2を改編

【背景】

海岸の土砂管理において、地形変化、漂砂の実態把握が重要となる。駿河海岸では、これまで基本的に定期的な地形測量により長期的な地形変化を把握してきたが、高波浪や出水による短期的な地形変化は把握できていない。よって、新たなモニタリング手法を用いて、短期的な地形変化も把握していくことが求められる。

【現状】

- 総合土砂管理上のモニタリングとしても、年1回の地形測量だけでは、台風や出水等の影響による短期的な地形変化の把握ができていない

【第12回駿河海岸保全検討委員会における委員からのコメント】

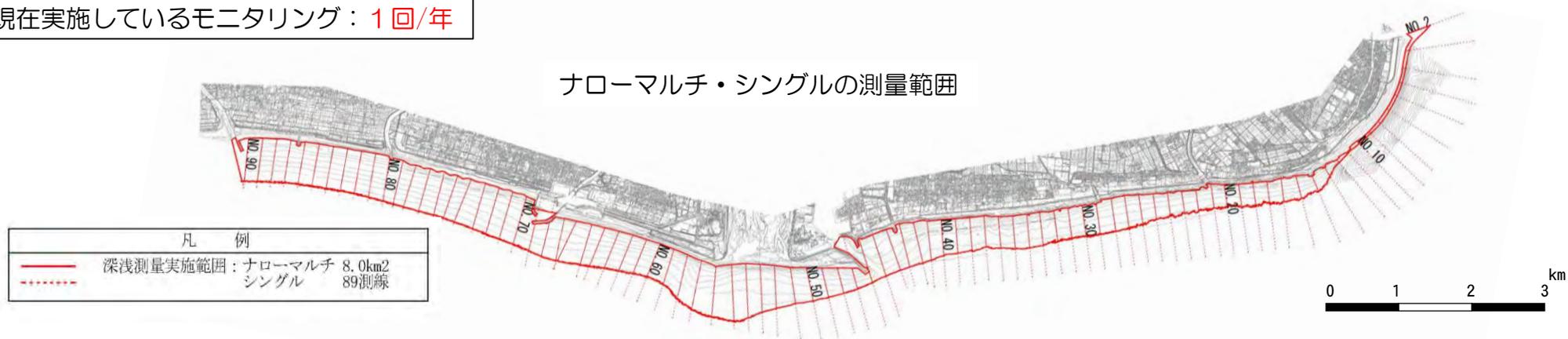
今回のようなモニタリング手法（注：第12回委員会では漁船ビッグデータ・CCTVカメラ汀線モニタリング手法を検討）を活用して、コストを下げ、労力をかけずに継続したモニタリングが実施できるようになることを期待している。

【方針】

”土砂管理上支障のない精度を有し”、“高頻度に”、“迅速に”、“安価に”、“簡易な”対応可能なモニタリング手法の導入を検討する。なお、現地にて試行的に実施した上で、適用性が確認できた手法については、継続的な実施も視野に入れる。

現在実施しているモニタリング：1回/年

ナローマルチ・シングルの測量範囲



はじめに:モニタリング手法について

駿河海岸では総合土砂管理の一環として、データ取得の効率化や高頻度なモニタリングの実施を目的に、以下のとおり様々な新たなモニタリングを検討している。

- ① 大井川河口部：出水による河口砂州・河口テラスの変化や供給土砂量を推定するため、“漁船ビッグデータ”や“衛星画像”を活用
- ② 有脚式離岸堤周辺：
 - ・施設周辺の深掘れ状況をモニタリングするため、“ラジコンボート”や“UAV”を活用
 - ・施設の状況確認や天端高等をモニタリングするため、“水中ドローン”や“UAV”を活用
- ③ 短突堤群周辺：突堤間の地形変化特性の把握や目標浜幅の達成状況をモニタリングするため、CCTVカメラを活用



出典：「第13回 駿河海岸保全検討委員会 令和4年3月2日」資料2 一部加筆修正（赤字：今年度試験的に実施しているモニタリング手法）

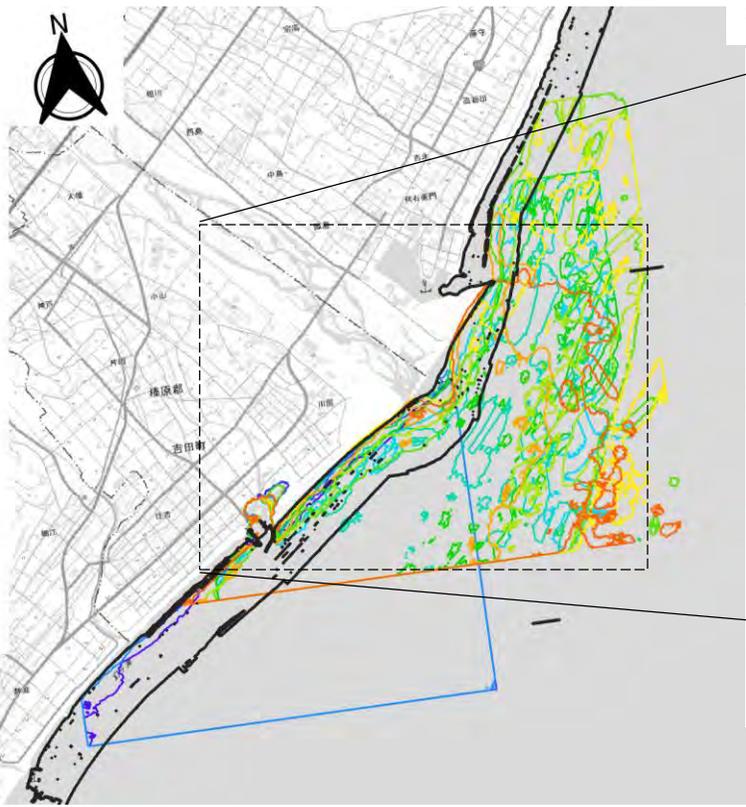
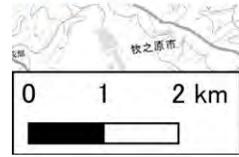
図 各領域で適用するモニタリング（案）

1.大井川河口部：漁船ビッグデータの活用①

- 現在は吉田漁港の7隻の漁船に、データロガーを取り付けてデータを取得している。
- 定期測量では年一回、水深10m以浅の地形を取得、本手法では四半期に一回程度、水深6m～30mの地形を取得
⇒◇漁船ビッグデータにより、定期測量では取得できない10m以深の地形データを取得できている。
◇定期測量よりも細かい間隔で地形を比較することが可能になる。
- 今年度、地形データの取得範囲を増やすことを目的に大井川漁協の漁船にも協力を依頼する予定である。

■今後の予定：
 10月以降：大井川港漁業協同組合の「船主会」にて説明予定
 1～3月の禁漁期：データロガー等の取り付け
 R5.3(解禁日)以降：データ取得開始

- 2018年～2021年 定期測量範囲
- 漁船ビッグデータ範囲
- 2018年3月1日～6月9日
- 2018年6月13日～9月28日
- 2018年10月3日～12月31日
- 2019年7月8日～8月7日
- 2019年8月19日～9月7日
- 2019年9月10日～10月8日
- 2019年10月13日～11月28日
- 2020年7月13日～9月1日
- 2020年9月9日～10月6日
- 2020年10月12日～11月7日
- 2020年11月11日～11月30日
- 2020年12月1日～2021年1月14日



吉田漁港の“7隻”の漁船のみで計測しているため、現状では大井川以東のデータが少ない。
 ⇒大井川港漁協の漁船にも協力を依頼する。

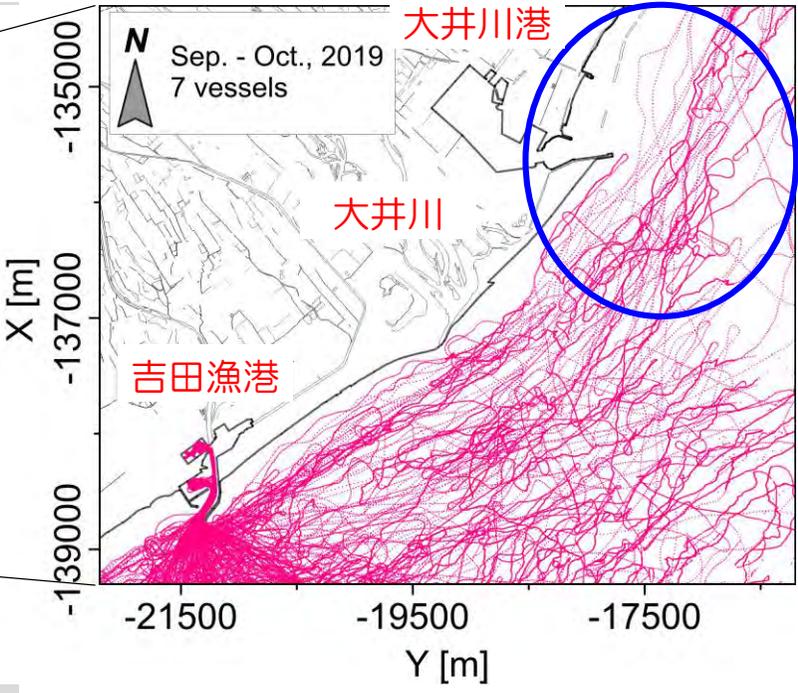


図 漁船データの空間分布（航跡，2019年）

出典：「第13回 駿河海岸保全検討委員会 令和4年3月2日」資料2

図 深浅測量と漁船ビッグデータの取得範囲

1.大井川河口部：漁船ビッグデータの活用②

- 2020(令和2)年6月から7月に着目し、漁船ビッグデータにより、出水による河口部地形変化への影響を把握可能か確認した。
- 令和2年7月豪雨の出水前後のデータを確認し、出水による影響で河口テラスが沖に出ている状況が確認できた。
⇒漁船ビッグデータにより、定期測量では把握できていない範囲・頻度の地形変化を把握することが可能である。
- 今後定期測量や衛星写真等と組み合わせて土量の推定を行う。

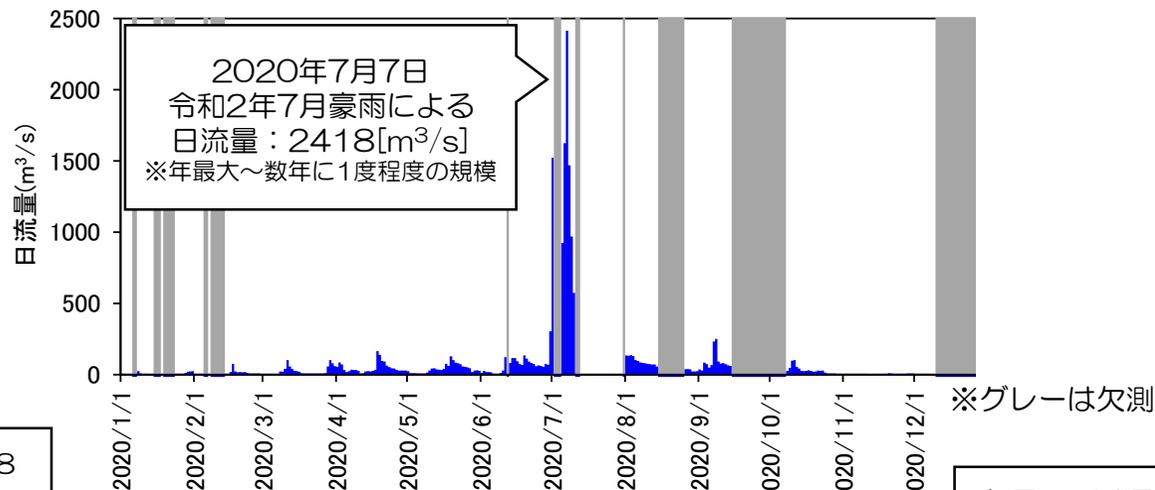
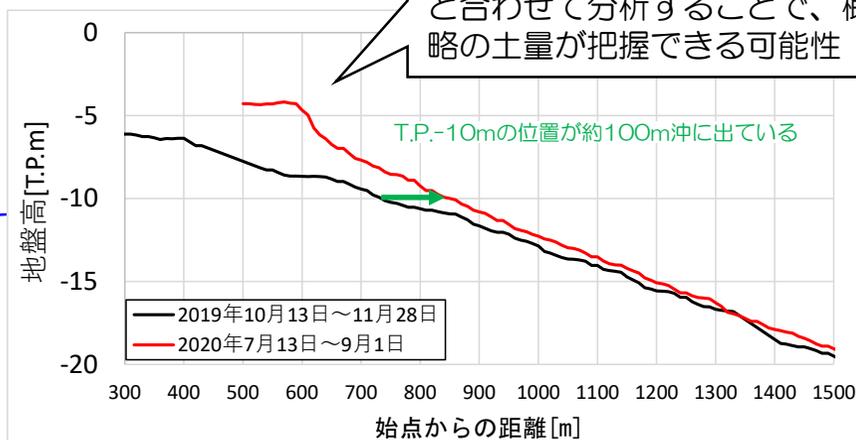


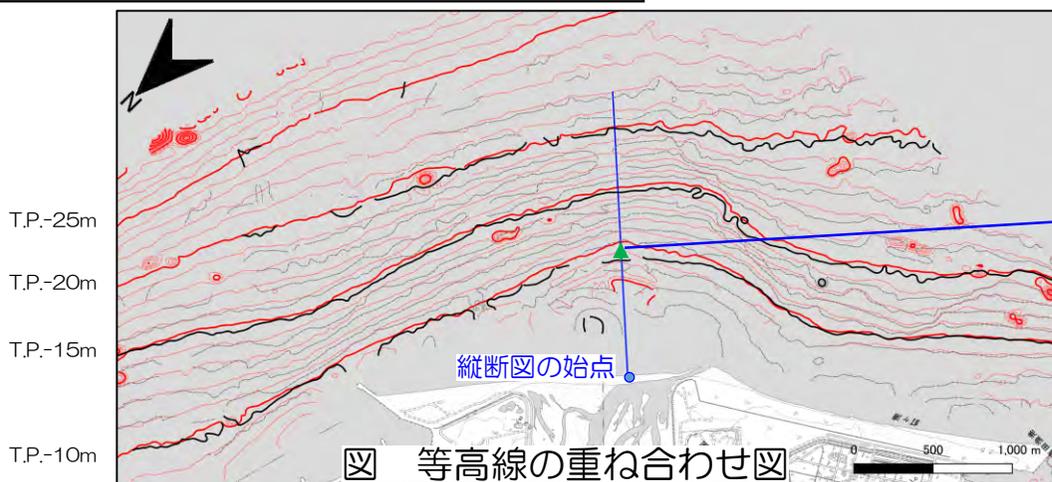
図 2020年の日流量（観測所：神座）

水深5m以深の堆積形状も把握でき、衛星写真による汀線位置等と合わせて分析することで、概略の土量が把握できる可能性



※三重大学 岡辺准教授からの提供データより作成

— : 2019/10/13~2019/11/28
— : 2020/07/13~2020/09/01
※破線：1m間隔、実線：5m間隔

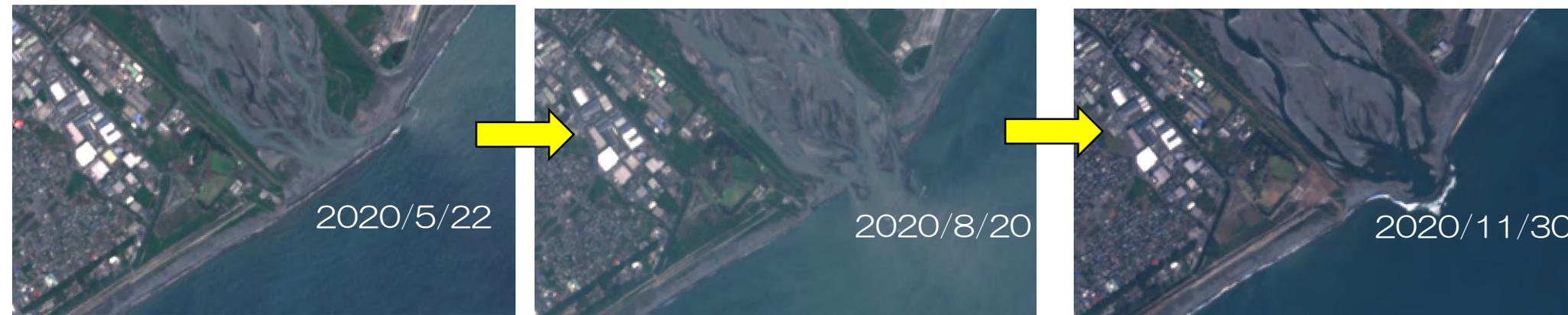


1.大井川河口部：衛星画像の活用

- 人工衛星（Sentinel-2）では約5～10日間に一度、10m分解能の衛星画像を取得可能
- 年に一回の定期測量や、四半期に一回程度の漁船ビッグデータよりも細かい間隔でデータを取得できる。
⇒衛星画像による河口砂州形状の変化と、出水や高波浪後の地形変化との因果関係を分析可能か検討する。
⇒前述の漁船ビッグデータによる河口テラス地形の変化と合わせて、出水時の堆積土量等の分析を行う。

表 Sentinel-2の概要

項目	概要
打ち上げ	Sentinel-2A(2015年6月23日) Sentinel-2B(2017年3月7日)
分解能（可視光）	10m
回帰	10日（1基）※2基で約5～10日で回帰



最大時刻流量(神座) : 3,182m³/s(2020/7/7 3:00)

出水による砂州フラッシュで沖合にテラスが形成され、その後波浪により砂州が再形成される様子を確認できる。

“ The source data were downloaded from AIST’s LandBrowser, (<https://landbrowser.airc.aist.go.jp/landbrowser/>) produced from ESA remote sensing data”)

※国立研究開発法人 産業技術総合研究所「LandBrowser (<https://gsrt.digiarc.aist.go.jp/landbrowser/>)」よりダウンロード

2.有脚式離岸堤周辺：蒲原海岸での試験モニタリング～調査対象地点～ 6

- 有脚式離岸堤は、設置後30年以上経過しているものもあり、施設管理がより一層重要となっている。
- 今年度は、有脚式離岸堤周辺の地形モニタリングや施設の点検に適用可能と思われる以下の3つの新たなモニタリング手法を、有脚式離岸堤の点検や離岸堤開口部での洗堀が課題となっている蒲原海岸で試験的に実施し適用性を確認した。

■調査時期：2022/6/16～17（静穏な時期を狙って実施）

■調査範囲：A. 有脚式離岸堤周辺、B. 洗堀が課題であるが、地形が浅い等の理由から測量が困難な範囲

■新たなモニタリング手法（※【】は、下の地図上の調査範囲を示している。）

ラジコンボート(NMB測量)【A】：施設周辺の深掘れ等の地形モニタリングが実施可能か確認した。

水中ドローン(ROV)【A】：海中部の施設点手法として、水中ドローンが活用可能か確認した。

UAVグリーンレーザー測量【A、B】：施設周辺の深掘れ等の地形モニタリングに加え、施設の天端高等に着目した施設点検が実施可能か確認した。



図 調査対象地点

2.有脚式離岸堤周辺：蒲原海岸での試験モニタリング～各手法の概要～ 7

- 今回実施した試験モニタリングの各手法のイメージ図を示す。

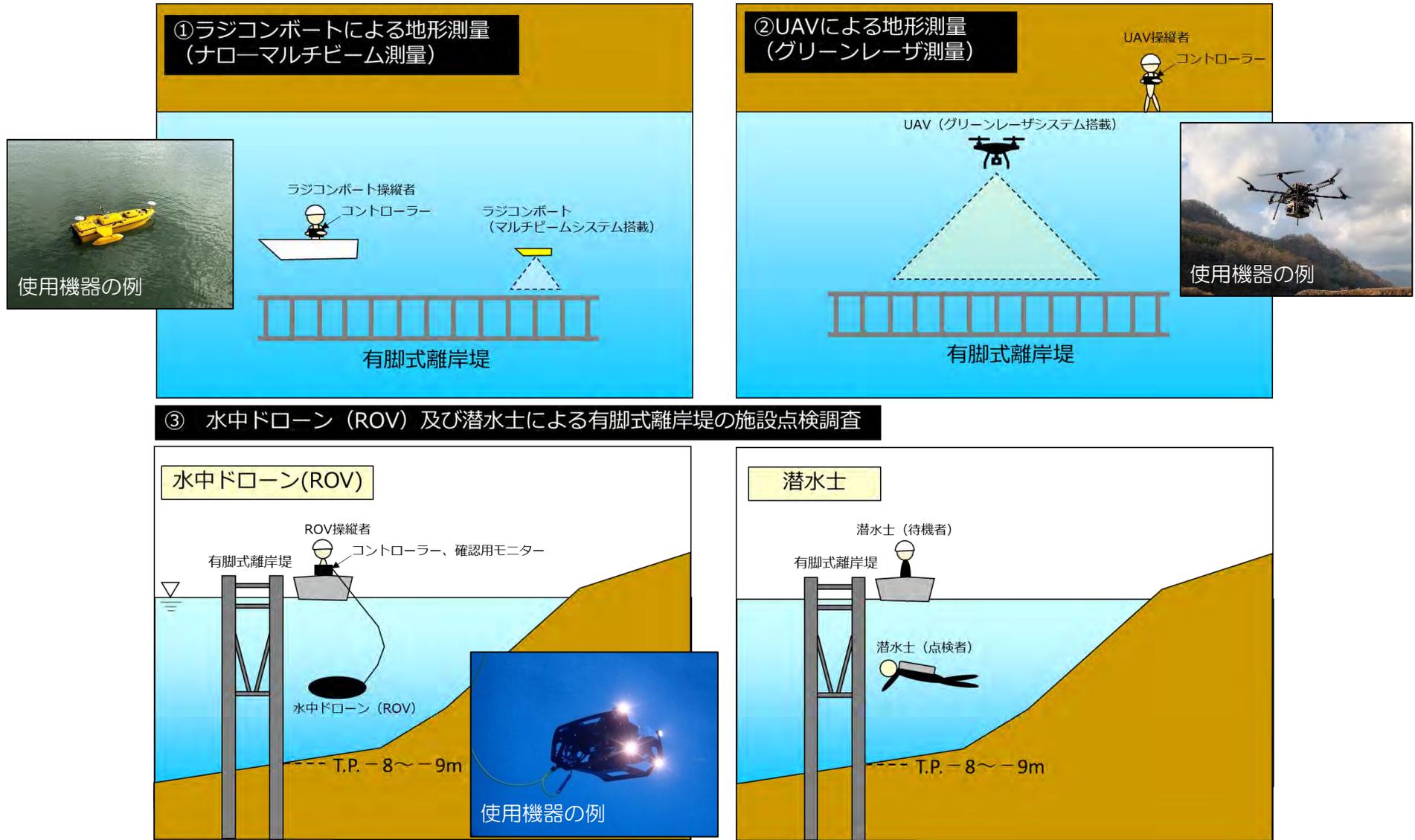


図 各モニタリング手法のイメージ図

2. 蒲原海岸での試験モニタリング～調査時の気象・海象条件～

- 蒲原海岸での試験モニタリングは6/16（ラジコンボート・UAV地形測量）、6/17（水中ドローン（ROV）・潜水士による施設点検調査）に実施した。
- 調査は平均風速1.7[m/s]、有義波高0.6[m]、周期6.0[s]程度の比較的静穏な時に実施した。

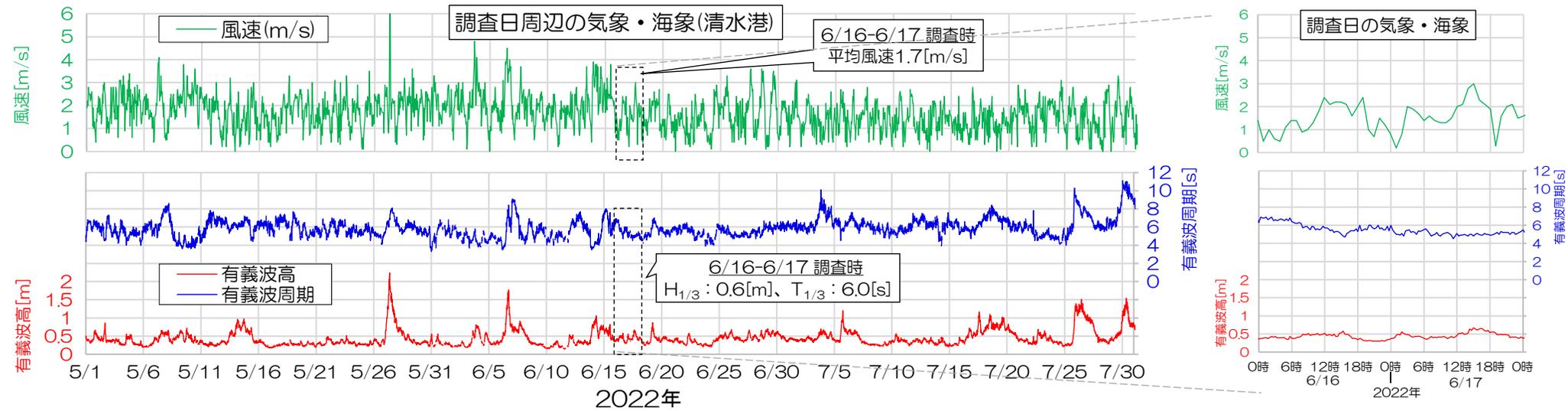


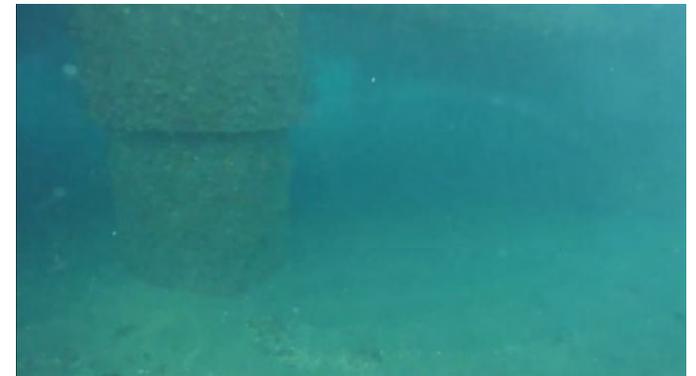
図 調査日の風速・波浪条件



図 UAV空中写真



図 ROV調査時の海象・濁り



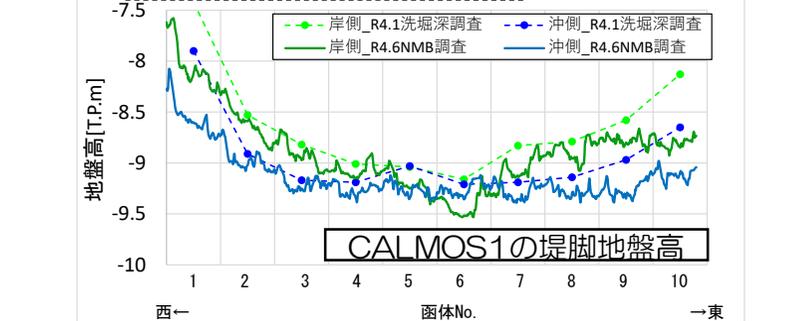
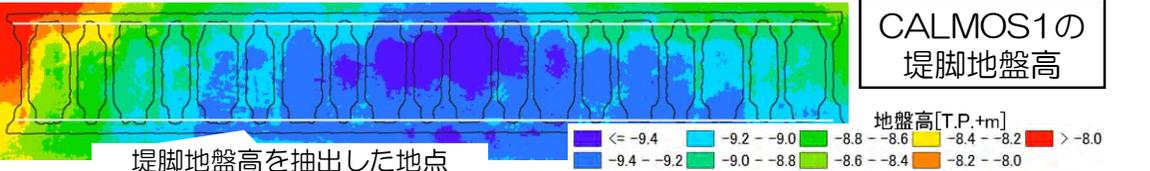
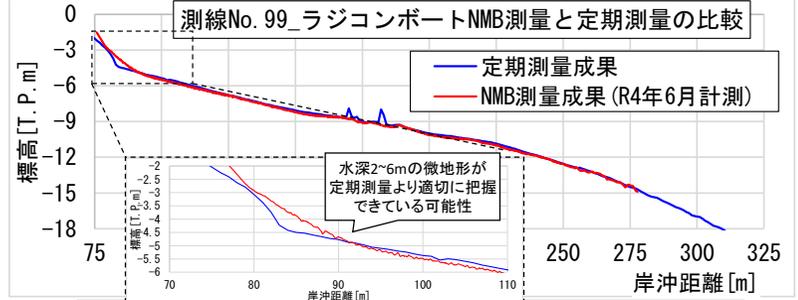
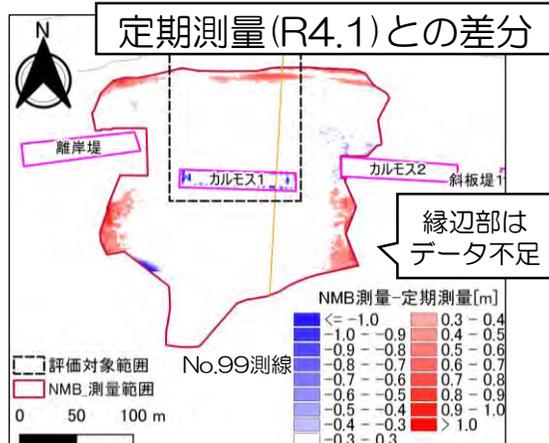
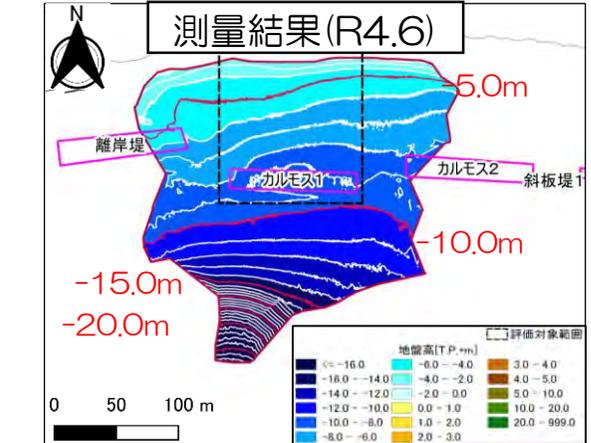
2. 蒲原海岸での試験モニタリング～ラジコンボートによる地形測量～

【①ラジコンボートによる地形測量（調査範囲A）】

- ラジコンボートによる地形測量の結果は下記のとおりである。
- 有脚式離岸堤の洗掘状況の確認や、施設端部などの船舶からはレーザが届かない地点の補間測量に使用可能であることを確認した。

表 調査結果

項目	説明（○は長所、×は短所を示す）
取得可能な範囲	○水深2m～20mであり、定期測量と同等である。
測量精度	○直近の定期測量と概ね同程度の地形が計測できている。
作業性	○小回りが利く。 ○ゴムボート等があれば、別途船のチャーターが不要である。 ×水温補正が必要なため、ゴムボート等を別途出す必要がある。 ×波高が大きい離岸堤の沖側や開口部等では、ゴムボート等での曳航が必要である。 ×ラジコンボートのバッテリーが海上で切れた場合、バッテリー交換が困難である。
コスト	△今回調査した範囲（150m×50m）では60万円程度である。



2. 蒲原海岸での試験モニタリング～UAVによる地形測量～

【②UAVによる地形測量（調査範囲A）】

- UAVによる地形測量の結果は下記のとおりである。
- コストに課題はあるものの、浅海部の地形把握等においては優位な方法であり、高波浪時の地形変化や施設被災時の洗掘状況把握等への活用が考えられる。

表 調査結果

項目	説明（○は長所、×は短所を示す）
取得可能な範囲	○陸上～水深10mまでの地形データがシームレスに計測可能である。 ○水深が浅く、定期測量では把握できていない、消波堤前面の浅海部の地形も把握可能である。 ×有脚式離岸堤の脚部の水深7.5mは計測できていない。
測量精度	○直近の定期測量と比較すると概ね同程度の精度の地形が計測できていると考えられる。 ×流れが速い場所や濁りがある場所では、データの取得が難しい。 ×当日の濁りによって取得可能な水深範囲が異なる。
作業性	○陸上からのみの操作で計測が可能である。 ○今回の計測範囲の測量を4時間で完了しており、電池等の制約はあるものの効率的な調査も可能である。
コスト	×今回調査した範囲30,200m ² （A:160m×120m、B:110m×100m）では400万円程度（間接費込み）である。 調査が従来の測量に比較して高額なことがネックとなる。
その他	×グリーンレーザを搭載したUAVは高額であるため、所有業者に限りがある。

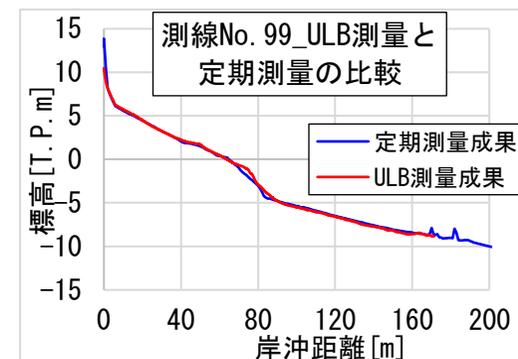
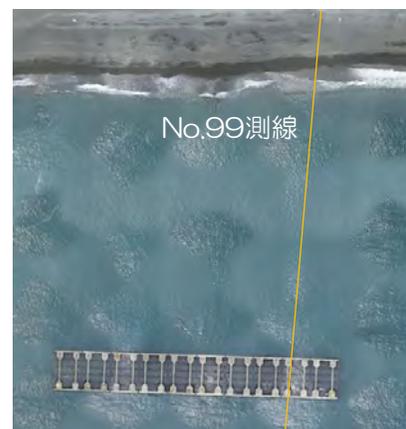
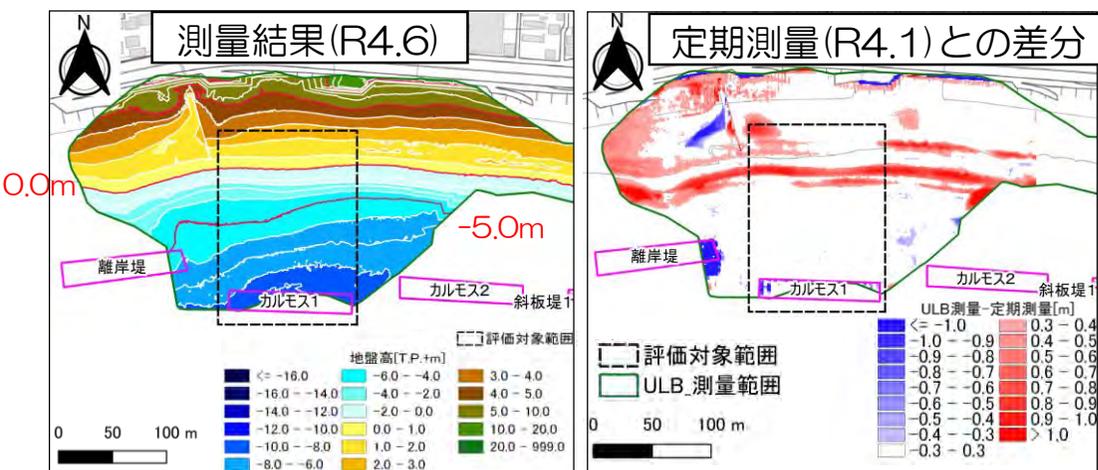


図 UAV空中写真（撮影日：R4.6.16）

2. 蒲原海岸での試験モニタリング～UAVによる地形測量～

【②UAVによる地形測量（調査範囲B）】

- 離岸堤の背後で洗掘が課題となっている調査範囲Bにおいても、UAV測量を実施した。
- 当該区域は離岸堤の背後かつ水深が浅いため、船舶が進入することができず、深淺測量では地形を取得できていないが、本手法により地形を取得することができた。

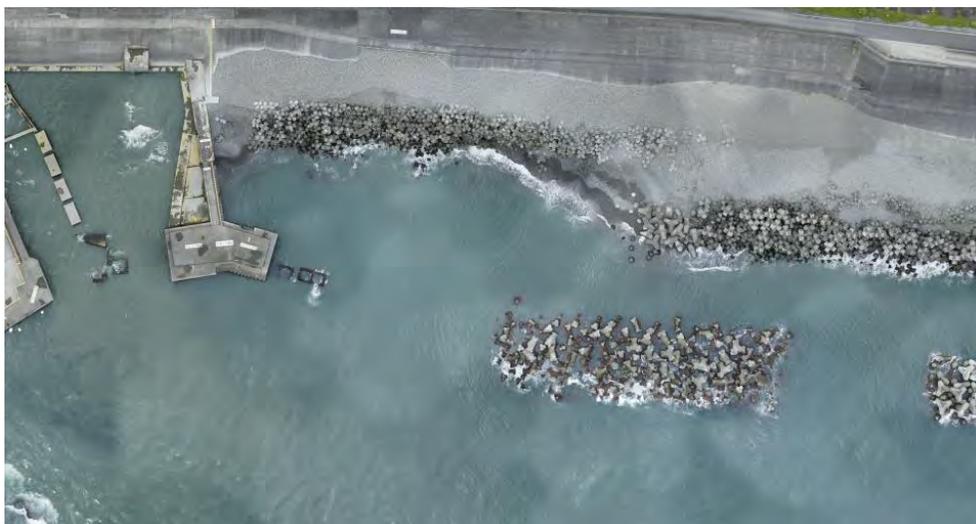
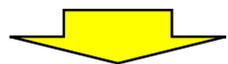


図 UAV空中写真（撮影日：R4.6.16）

右図のピンクの○で示した箇所のように、定期測量では測量が困難な浅い地形が計測できていない。

（参考）漁業者に聞き取りをしたところ、本箇所は水深が浅く船の底を擦った経験があり、船では近づきたくない場所とのこと。



- 本手法は、水深が浅かったり、障害物があるような船で近づきにくい箇所の測量に適している。
- 施設被害時等にも活用可能と考えられる。

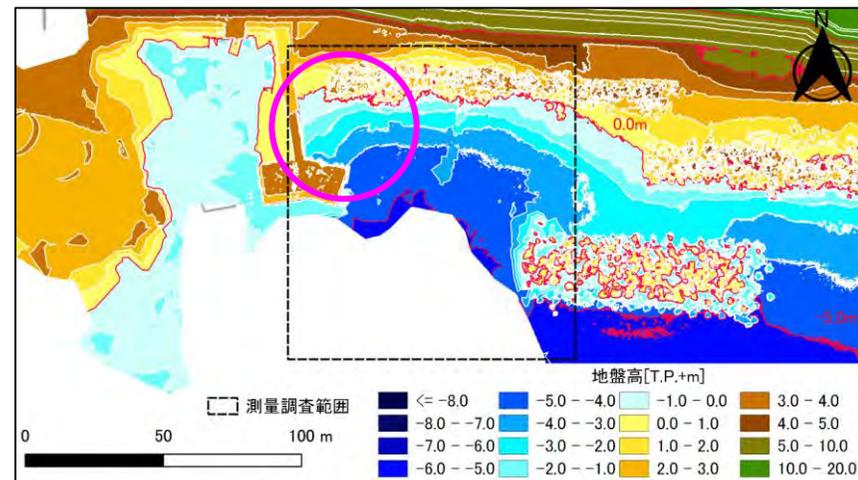


図 UAVグリーンレーザ測量結果（実施日：R4.6.16）

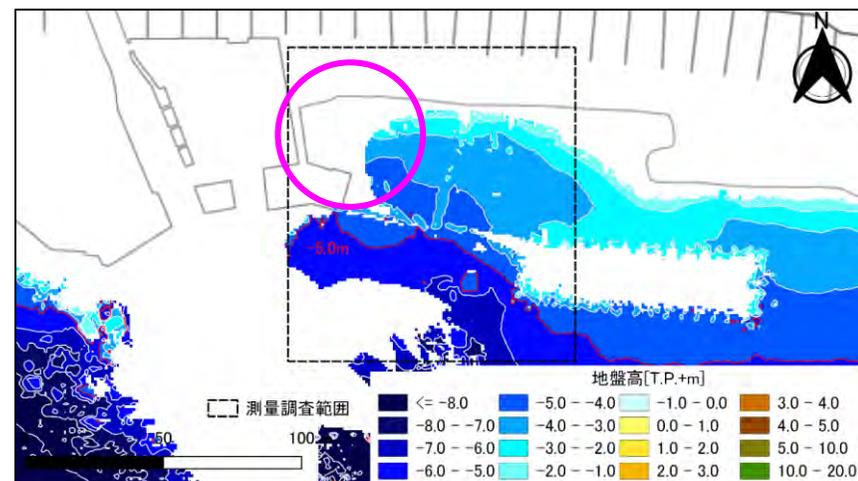


図 定期測量結果（実施日：R4.2）

【施設点検への活用】

- ②グリーンレーザ測量により、地形だけでなく有脚式離岸堤の天端高や水平板の状況を確認することができた。
 - グリーンレーザの反射の仕方によって、取得できる値にムラはあるが、躯体ごとの施設のゆがみや不等に沈下している状況が把握可能であることを確認できた。
- ⇒地震後の離岸堤の沈下状況などの確認に活用可能であると考えられる。

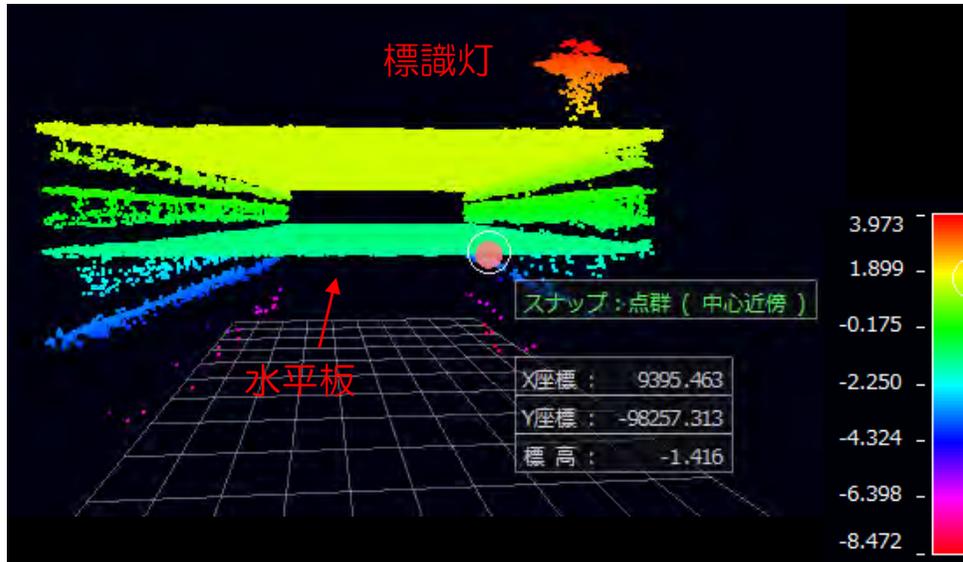


図 3次元点群データの例

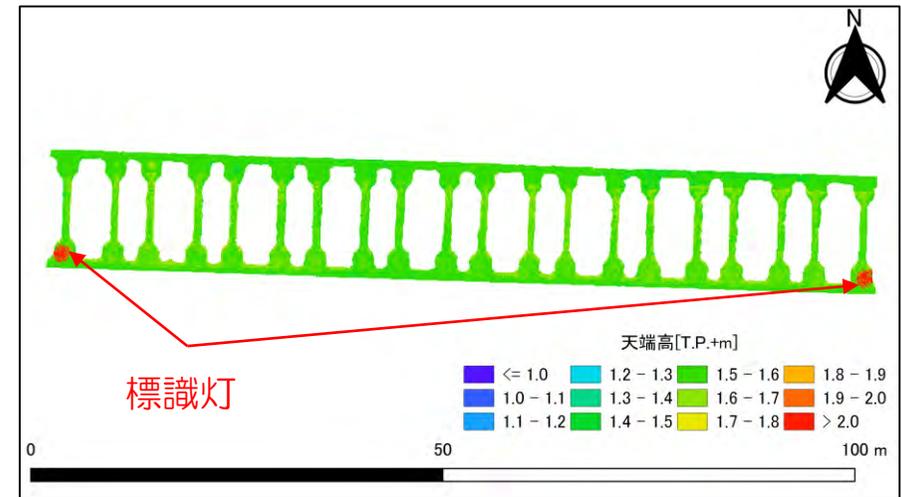


図 有脚式離岸堤 (CALMOS 1) の天端高

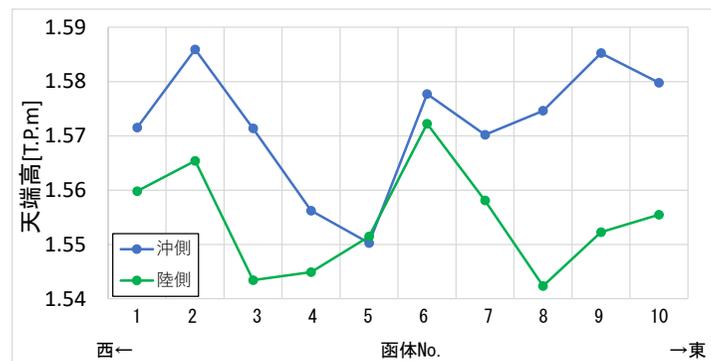


図 函体ごとの天端高

【水中ドローンによる結果】

- 有脚式離岸堤の点検に活用することを視野に、水中ドローン(ROV)を用いて、有脚式離岸堤周辺の動画撮影を行った。
- 点検項目と結果および作業時間は下記のとおりである。
- 施設の沖側は波が高く、調査船を係留できないため、調査不可能であった。

表 点検項目と結果および作業時間

部材	点検項目	評価指標	作業時間	変状ランク				
				函体3(岸側)		函体8(岸側)		沖側
				今回調査(R4)	既往調査(R2)	今回調査(R4)	既往調査(R2)	今回調査(R4)
コンクリート上部工(水中)	コンクリートの劣化・損傷	<ul style="list-style-type: none"> • 欠損 • ひび割れ 	15[分/函体] ※1基10函体で構成	異常なし(d)		異常なし(d)		海側は波が高く、係留できないため、調査不可
鋼管杭	鋼管杭の劣化・損傷 洗掘の発生	<ul style="list-style-type: none"> • 腐食穴やひび割れ、小規模な欠損 • 表面の錆 	10[分/本] ※1函体4本で構成	予防保全段階(b)		予防保全段階(b)		
鋼製ジャケット	鋼製ジャケットの劣化・損傷	<ul style="list-style-type: none"> • 腐食穴やひび割れ • 小規模な欠損 • 表面の錆 	10[分/函体]	異常なし(d)		異常なし(d)		
陽極	陽極の現存状況の確認	<ul style="list-style-type: none"> • 陽極の欠落、全消耗 • 陽極取付に不具合 	10[分/函体]	異常なし(d)		異常なし(d)		



【水中ドローンによる結果】

- 水中ドローン(ROV)を用いた有脚式離岸堤周辺の点検調査について、潜水観察との比較結果を示す。
- 作業性や作業時間が潜水土に劣るため定期点検には不向きだが、被災施設の点検調査に活用可能である。

表 調査結果

項目	説明（○は潜水土と比べた長所、△は同等、×は短所を示す。）
調査可能な項目	△錆の有無や外観調査は可能である。 ×表面の海生生物を除去できないため、細かいひび割れ等は点検不可能である。
調査可能な範囲	○水深が深い箇所の調査でも、潜水時間の制限なく調査が可能である。 ×調査中は船舶を係留する必要があるため、波が高い場合に施設沖側は調査不可能である。
作業性	×限られた視野の中で、計器類を頼りとした計器航行をしつつ機体を制御する必要がある。 ×アンビリカルケーブルで有線接続されているため、ケーブルが絡まないよう、構造物への出入りは正確に進入ルートを辿るような操作が必要であり、航行ルートに制限がある。
作業時間	×1函体2時間程度時間がかかるため、1基（10函体）の調査に2～3日を要する。（潜水土の場合は、1基/日程度）
必要人数	△調査には最低3人（オペレーター1人、支援員2人）が必要である。
コスト	×作業時間が潜水土の数倍かかること、ROV機材損料が発生することから、潜水調査に比べてコスト大である。
その他	○台風や津波等で被災した崩壊の恐れのある施設の状況等についても、安全に点検作業を行うことができる。 ○潜水土の資格を持たなくとも、船上でモニターを見ながら、海中部の施設点検が可能である。 ○潜水観察は属人的な作業となるが、動画を撮影できるため、不確実な部分は複数人で確認することが可能である。 ×現時点では位置情報が水中では把握できないため、自動航行や画像データからの3Dモデル化は困難である。 ○現在、ケーブルの無線化や音響測位技術開発が進められており、今後の活用場が広がることに期待ができる。



3.田尻地区 短突堤群周辺:CCTVカメラを活用した汀線位置モニタリング 15

- 高波浪前後の地形変化実態を把握することを目的に、「田尻」のCCTVカメラを用いて汀線モニタリングを実施する。
- 今回は複数アングルによって、一連の汀線変化をモニタリングするため、4画角にて動画を撮影している。
- CCTV動画から移動平均画像を作成し、汀線を抽出した後にオルソ化し、汀線のモニタリング対象範囲の一連の汀線変化状況をモニタリングしていく予定である（モニタリング結果については次回委員会で報告予定）。

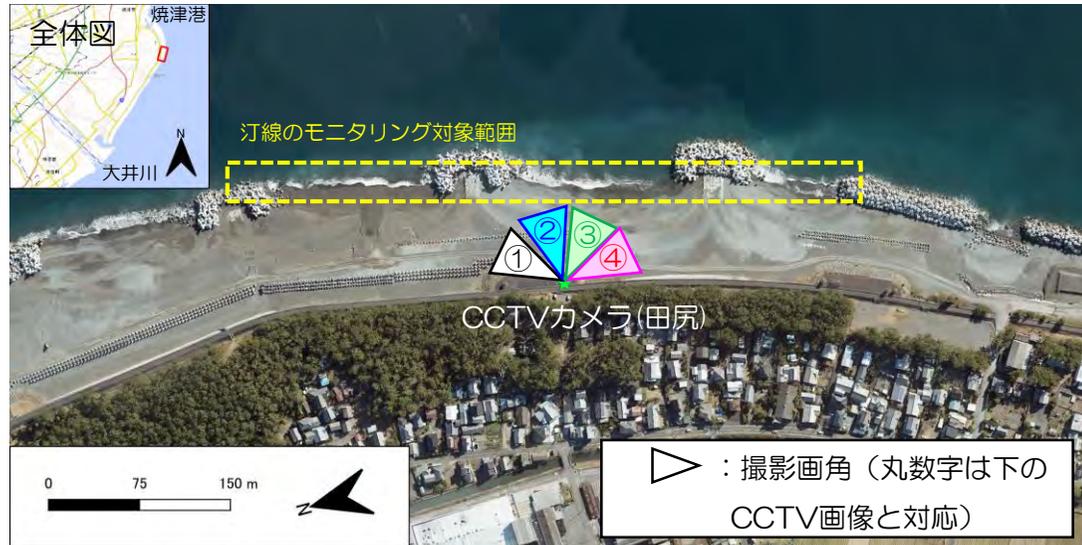


図 撮影の概要

表 撮影動画の概要

項目	値
動画の横サイズ	1,920ピクセル
動画の縦サイズ	1,080ピクセル
撮影時刻	約5分間
動画のフレームレート※	30fps
総コマ数	約9,000枚

※1秒間に使用する画像の枚数（コマ数）



※プリセットで設定しており、決まった画角で撮影が可能
 ※1週間に1回撮影を継続している（1画角の撮影時間は5分間）

図 各画角のCCTV画像

4. まとめ

- 各手法の整理結果を以下に示す。

表 各手法の整理結果

モニタリング手法	地形モニタリング			施設 点検	活用場面 ※□内は活用した方 が優位な条件	課題	今後の 活用予定
	汀線	海域					
		水深 10m未満	水深 10m以上				
漁船ビッグデータ	×	△	○	-	<ul style="list-style-type: none"> 海域地形モニタリング 出水時の供給土砂量把握 	<ul style="list-style-type: none"> 漁船が実際に通る航路によって、取得可能な範囲が変わる。 データの回収や機器のメンテナンスが必要である。 	継続的に活用
衛星画像	△	×	×	-	<ul style="list-style-type: none"> 出水前後の地形把握 陸域地形の概況把握 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星画像を取得可能な日時が限られる。 10m分解能であるため、詳細な把握は不可である。 	継続的に活用
ラジコンボート (NMB測量)	×	△	△ Or ×	-	<ul style="list-style-type: none"> 有脚式離岸堤の洗掘状況の確認 施設端部などの船舶からはレーザが届かない地点の補間測量 [船舶立ち入り困難な海域] 	<ul style="list-style-type: none"> 波が高い海域での測定が困難である。 ゴムボート等による補助が必要である。 波が高い場所（施設の直近や沖側）では自律走行による計測が難しい。（ゴムボート等による曳航すると計測可能） 	本手法が優位な場合に活用
UAVグリーンレーザ測量	○	△	×	-	<ul style="list-style-type: none"> 水深が浅いため、船舶が進入することができず測量できない地点の測量 [船舶立ち入り困難な海域] 	<ul style="list-style-type: none"> 測量当日の海の濁りや流れの状況によって、計測可能な水深が変わる。 コストが高い。 対応可能な業者に限りがある。 	本手法が優位な場合に活用
CCTVカメラを活用した 汀線位置モニタリング	○	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 汀線位置モニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> 地形が大きく変化した場合等は、汀線位置をオルソ化するために現地での座標計測が必要である。 	継続的に活用
水中ドローン	-	-	-	△	<ul style="list-style-type: none"> 被災時の有脚式離岸堤の施設点検 [安全性が懸念される海域] [水深が深い海域] 	<ul style="list-style-type: none"> 潜水士による目視観察と比較して、準備や点検調査に時間がかかるため、効率性では劣る。 アンビリカルケーブルで有線接続されているため、構造物への出入りルートに制限がある。 	本手法が優位な場合に活用

○：適用可能、△：適用可能であるが留意点あり、×：適用不可、-：対象外